مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵
ص ۹۰۵-۸۹۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۱۸
تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۰/۲۸

بررسی اثر دماهای بالا بر ویژگی‌های رطوبتی و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در شرایط کنترل شده

❖ **زهره سپهری؛** دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، ایران.

❖ **زینب جعفریان*؛** دانشیار دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، ایران.

❖ **عطااله کاویان؛** دانشیار دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، ایران.

❖ **قدرت اله حیدری؛** استادیار دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، ایران.

چکیده

از آنجایی‌که آتش سبب تغییر خصوصیات خاک می‌شود؛ آگاهی از اثرات آتش‌سوزی بر روی خاک جهت مدیریت مراتع پس از آتش‌سوزی اهمیت دارد. مطالعه‌ای برای بررسی تأثیر آتش بر روی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و هیدرولوژیکی خاک مرتع در منطقهٔ چرات شهرستان سوادکوه انجام گرفت. نمونه‌برداری در دو تیپ گیاهی *Astragalus gossypinus* و *Artemisia aucheri* انجام و تعداد ۱۲۰ نمونه خاک برداشت شد. طرح آزمایش به صورت فاکتوریل با پایه کاملاً تصادفی با ۳ تکرار بود. پنج تیمار شامل خاک شاهد، خاک سوخته با مشعل و خاک سوخته در کوره با دمای ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتیگراد برای آزمایش آماده گردید. در آزمایشگاه ویژگی‌های بافت، رطوبت اشباع، pH، ماده آلی، ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی، رطوبت در دسترس و ظرفیت نگه‌داری اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که با افزایش دما درصد ذرات شن و pH خاک افزایش و درصد رس، سیلت و رطوبت اشباع کاهش یافت. در مجموع حرارت و آتش به‌طور قابل توجهی پتانسیل خاک برای نگهداری رطوبت و نفوذپذیری را کاهش داده است. در نتیجه با تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خصوصاً هیدرولوژیکی خاک، محیط زندگی میکروارگانیسم‌ها و ریشه‌های گیاهان تغییر کرده و میزان رواناب و فرسایش افزایش می‌یابد.

واژگان کلیدی: نگه‌داشت آب خاک، آتش، تیمارهای حرارتی، *Astragalus gossypinus*، *Artemisia aucheri*، مرتع چرات.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۹۸۱۱۳۳۸۸۳۲۷۵+
Email: Jafarian79@yahoo.com

۱. مقدمه

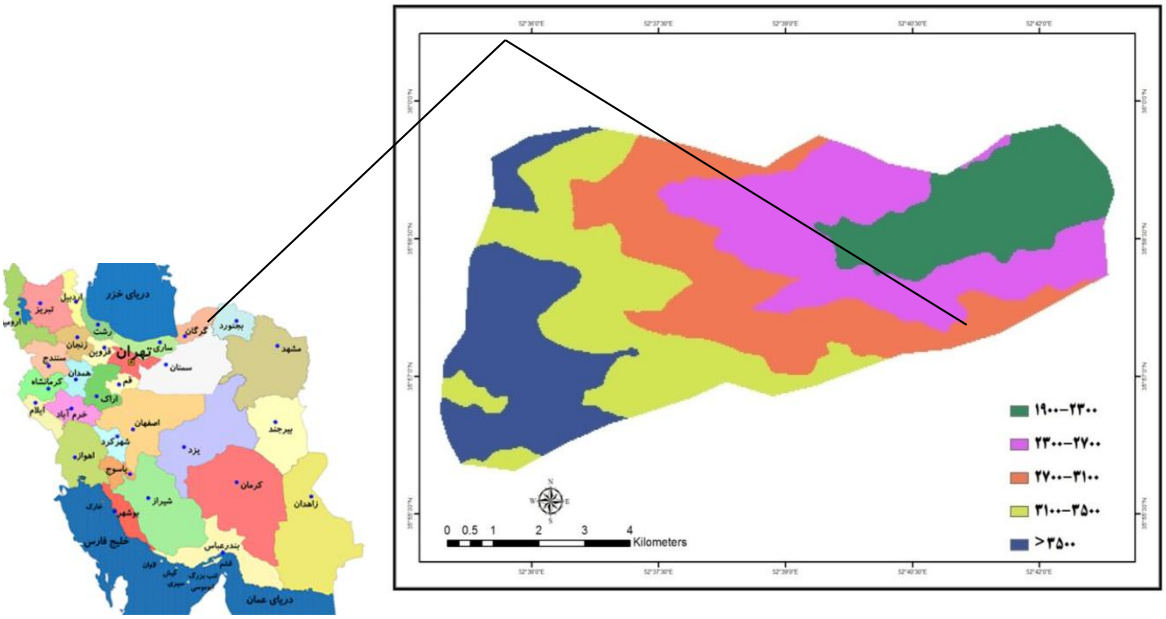
آتش‌سوزی یکی از قدیمی‌ترین عوامل اکولوژیکی است که چرخهٔ زیستی گونه‌های گیاهی را در اکوسیستم‌های مرتعی تحت تأثیر قرار داده و به عنوان یک عامل شناخته شده در تغییر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و هیدرولوژیکی خاک محسوب می‌گردد [۱۸ و ۳۱]. آتش‌سوزی چه به طور طبیعی صورت گیرد و چه حاصل دست بشر باشد چرخه مواد مغذی، ویژگی‌های حیاتی، فیزیکی، رطوبت و درجه حرارت خاک را تغییر می‌دهد. هرچند این اثرات ممکن است ناچیز یا کوتاه مدت باشد، با این حال روی کل اکوسیستم اثرگذار است. فراوانی، شدت، وسعت و زمان وقوع آتش‌سوزی سبب ایجاد ویژگی‌های متفاوتی در اکوسیستم‌های محلی و منطقه‌ای می‌شود [۳۲]. اصولاً آتش‌سوزی‌های شدید از جمله آتش‌سوزی‌های کنترل نشده، بر روی مشخصه‌های مختلف خاک دارای اثرات منفی بیشتری نسبت به آتش‌سوزی‌های کم شدت می‌باشند و دماهای زیاد حاصل از آتش‌سوزی ممکن است موجب احتراق نسبی یا کامل مواد آلی، از بین رفتن ساختمان خاک، کاهش مواد غذایی در اثر تبخیر و آبشویی، تغییر در استحکام دانه‌بندی و نفوذپذیری خاک گردد [۹، ۲۱، ۲۵ و ۲۷]. با وجود مواد قابل اشتعال در سطح خاک گاه دمای خاک به ۷۰۰-۵۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد، رسیدن به چنین درجه حرارتی خصوصا در تماس با مواد مذاب آتشفشانی در دامنه‌های کوه آتفشانی امکان‌پذیر است اما عمق نفوذ دما در خاک، به نسبت تراکم ذرات و رطوبت خاک زیر مواد قابل اشتعال بستگی دارد و به صورت یک گرادیان نزولی حرارتی بوده که در عمق ۵ سانتی‌متری خاک به‌ندرت به ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد و اغلب گرما به عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک نمی‌رسد [۸، ۱۰، ۱۱ و ۱۷]. در سطح مراتع کشور آتش‌سوزی‌های متعددی به طور عمدی (به عنوان یک عامل اصلاحی برای از بین بردن گیاهان نامرغوب) و غیر عمدی صورت می‌گیرد [۴] که با توجه به شرایط آب و هوایی هر منطقه اثرات متفاوتی روی پوشش گیاهی و خاک می‌گذارد [۷]. یکی از مهم‌ترین اثراتی که آتش روی خاک دارد، تأثیر روی ظرفیت نگه‌داری آب (میزان آبی که در خاک ذخیره شده و در نهایت ته‌نشین می‌گردد) در خاک است. این فاکتور، تعیین کنندهٔ میزان آب در دسترس برای رشد گیاه بوده و بنابراین یک عامل مهم در تجدید حیات گیاه در منطقهٔ آتش سوزی شده محسوب می‌گردد [۱۶]. ظرفیت نگه‌داری آب موجود در خاک بیشتر توسط بافت، ساختمان، میزان مواد آلی و تراکم حجمی خاک تعیین می‌شود [۲۳، ۲۹ و ۳۵]. در مطالعات زیادی مشخص شده که ویژگی‌های مختلف خاک از جمله اسیدیته و بافت خاک [۲۴]، کربن آلی [۲۲ و ۲۴] و نگهداری آب توسط خاک [۱۶، ۲۲ و ۳۱] تحت تاثیر آتش‌سوزی قرار می‌گیرد. از آنجا که در منطقه مورد مطالعه همچنین در دیگر عرصه‌های طبیعی کشور آتش‌سوزی‌های عمدی و غیرعمدی دیده شده و معمولا اطلاعاتی از شدت آنها بخصوص میزان تغییرات درجه حرارتی که در خاک ایجاد کردند، در دسترس نیست و با توجه به اینکه قطعا آتش‌سوزی‌ها با توجه به شدت و دماهای ایجاد شده، آثار متفاوتی بر خاک و پوشش گیاهی دارند، لذا در این تحقیق سعی شده تا اثرات سوختن در دماهای مختلف بر ویژگی‌های خاک بخصوص ویژگی‌های رطوبتی و هیدرولوژیکی خاک در مراتع منطقه به‌طور آزمایشگاهی شبیه‌سازی گردد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در مراتع چرات واقع در شهرستان سوادکوه، استان مازندران انجام شد (شکل۱). وسعت این زیر حوزه حدود ۳۰۵ کیلومتر مربع بوده که در محدوده جغرافیایی°۵۰ و ´۶۰ تا °۵۳ و ´۱۵ شمالی و °۳۵ و

۸۵´ تا °۳۶ و ´۲۰ شرقی واقع شده‌است و گاهی توسط چوپانان و اهالی منطقه به منظور مهیا ساختن ابزاری برای گرما و از بین بردن گونه‌های خشبی، مورد آتش‌سوزی دستی قرار می‌گیرد. حداکثر بارندگی منطقه مربوط به فصل پائیز با حدود ۳۰ درصد کل بارندگی سالیانه و با میانگین ۵۵۰-۲۵۰ میلی‌متر و حداقل بارندگی در فصل تابستان با حدود ۲۰ درصد کل بارندگی و با میانگین ۲۵۰-۱۳۰ میلی‌متر می‌باشد [۳۰] (میانگین بارندگی سالانه ۳۶۵ میلی‌متر و در سال تحقیق ۳۷۲ میلی‌متر بوده‌است). بر اساس اقلیم نمای آمبرژه، منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم نیمه مرطوب سرد می‌باشد. حداقل درجه حرارت سالیانه در منطقه ۱۰- درجه سانتی‌گراد و حداکثر درجه حرارت سالیانه آن در حدود ۳۷ درجه سانتی‌گراد است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان و کشور

۲.۲. نمونه‌برداری و آزمایشات خاک

در مطالعات میدانی ابتدا با پیمایش صحرایی فلور منطقه در دو تیپ گیاهی با گونه‌های غالب *Astragalus gossypinus* و *Artemisia aucheri* شناسایی شدند. دو تیپ گیاهی به گونه‌ای انتخاب شدند که از نظر ویژگی‌های محیطی یکسان بودند و تنها نوع پوشش غالب آنها متفاوت بود. در هر تیپ گیاهی ۶۰ نمونه خاک گرفته شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس نسبت به آماده‌سازی ۵ تیمار شامل خاک شاهد، خاک سوخته با مشعل و خاک سوخته در کوره با دمای ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتیگراد اقدام شد. برای اعمال تیمار آتش، نمونه‌های خاک در استوانه‌های فولادی ضد زنگ (قطر ۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۲۵ میلی‌متر) ریخته و با استفاده از یک مشعل از ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری به مدت ۵ دقیقه حرارت داده شدند. برای اعمال تیمارهای گرمایی (۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد) نمونه‌های خاک داخل بوته چینی و سپس در داخل کوره به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شدند [۳۱]. برای اندازه‌گیری ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی، خاک‌ها ابتدا با اتانول ۹۶٪ از زیر به تدریج اشباع شدند سپس با استفاه از آب در ۵ مرحله زهکشی

شدند تا اتانول به‌طور کامل شسته شود. ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی با استفاده از روش صفحه فشاری [۲و ۱۵] اندازه‌گیری شدند. همچنین در آزمایشگاه ویژگی‌های زیر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند: وزن مخصوص ظاهری: از روش کلوخه، بافت: روش هیدرومتری، رطوبت اشباع: روش تهیه گل اشباع، آهک: تیتراسیون، اسیدیته: روش پتانسیومتری، هدایت الکتریکی: با استفاده از دستگاه EC سنج الکترونیکی، کربن آلی: ابتدا کربن آلی خاک با استفاده از روش والکی بلاک بدست آمد [۳۸] و سپس از با استفاده از ضریب ۲ درصد مادهٔ آلی محاسبه گردید.

۳.۲. تجزیه و تحلیل داده‌ها

در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogrov-Smirnov و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لیون مورد بررسی قرار گرفت. که با آزمون‌های مذکور نرمال بودن و همگنی داده‌ها تأیید شد. برای بررسی تأثیر گونه و تیمارهای مختلف حرارتی و اثرات متقابل آنها برخصوصیات فیزیکی، شیمیایی و هیدرولوژیکی خاک از تجزیه واریانس دو طرفه و برای مقایسه میانگین خصوصیات مورد بررسی در اثر تیمارهای مختلف از آزمون دانکن استفاده شد و برای نمونه‌هایی که واریانس نابرابر داشتند (pH، نقطه پژمردگی و ظرفیت نگه‌داری) از آزمون Dunnet C استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم افزار SPSS نسخه ۱۶انجام گرفت.

۳. نتایج

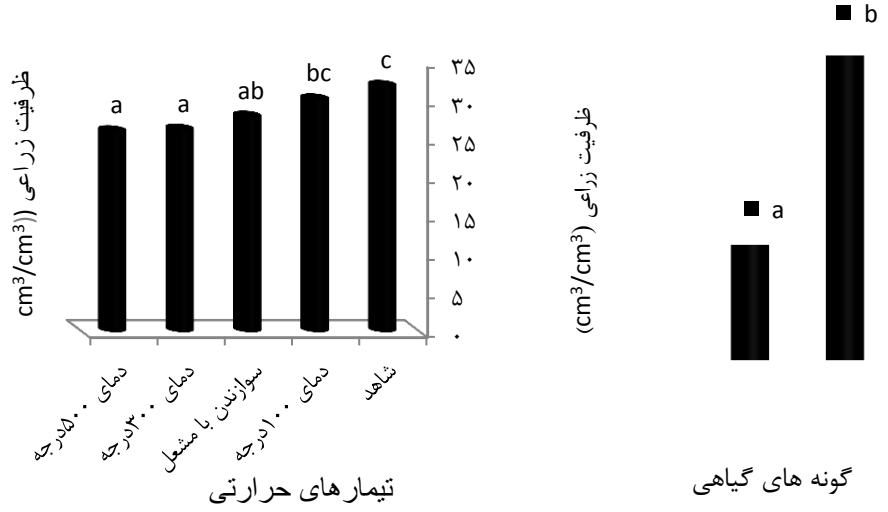
نتایج آنالیز واریانس مربوط به تأثیر تیمارهای مختلف حرارتی بر روی خصوصیات هیدرولوژیکی خاک در جدول شماره ۱ ذکر شده است. در هیچ یک از عوامل مورد بررسی اثر متقابل گونه و تیمار معنی‌دار نبوده است.

جدول۱. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای حرارتی بر خصوصیات هیدرولوژیکی خاک

عوامل خاکی	منابع تغیرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
ظرفیت زراعی	گونه	۱	۲۱/۱۳۴	۲۱/۱۳۴	۴/۳۱۳*
	تیمار	۴	۱۵۵/۳۵۵	۳۸/۸۳۹	۷/۹۲۶**
	گونه×تیمار	۴	۱۴/۳۴۴	۳/۵۸۶	۰/۷۳۲ns
نقطه پژمردگی	گونه	۱	۲۳/۸۶۷	۲۳/۸۶۷	۱۱/۸۱۲**
	تیمار	۴	۴۷۳/۳	۱۱۸/۳۲۵	۵۸/۵۵۸**
	گونه×تیمار	۴	۱/۴۲۱	۰/۳۵۵	۰/۱۷۶ns
رطوبت در دسترس	گونه	۱	۰/۰۸۳	۰/۰۸۳	۰/۰۱۶ns
	تیمار	۴	۹۳/۹۲۲	۲۳/۴۸۰	۴/۴۱۲*
	گونه×تیمار	۴	۱۳/۰۹۶	۳/۲۷۴	۰/۶۱۵ns
ظرفیت نگه‌داری	گونه	۱	۸۱/۶۸۵	۸۱/۶۸۵	۱۱/۸۱۲**
	تیمار	۴	۱۶۱۹/۸۶۹	۴۰۴/۹۶۷	۵۸/۵۵۸**
	گونه×تیمار	۴	۴/۸۶۲	۱/۲۱۶	۰/۱۷۶ns

ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ (P<۰/۰۵) **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ (P<۰/۰۱)

تغییرات ظرفیت زراعی در تیمارهای حرارتی: با توجه به نتایج به‌دست آمده تیمارهای حرارتی به احتمال ۹۹٪ (P<۰/۰۱) و گونه به احتمال ۹۵٪ (P<۰/۰۵) بر روی میزان ظرفیت زراعی تأثیرگذار شدند اما تأثیر متقابل گونه و تیمار معنی‌دار نشده است (جدول۱). مقایسه میانگین نشان داد که میزان ظرفیت زراعی در تیپ گیاهی *Astragalus gossypinus* به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیپ *Artemisia aucheri* می‌باشد. در خاک نسوخته نیز ظرفیت زراعی به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک‌های سوخته در کوره می‌باشد اما با خاک سوخته با مشعل تفاوت معنی‌داری ندارد (شکل۲).

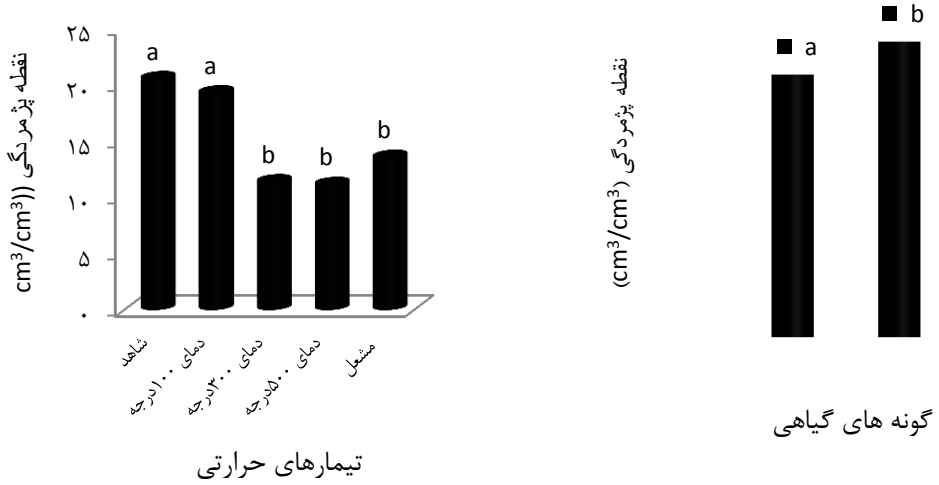


شکل۲. مقایسه میانگین ظرفیت زراعی در تیمارهای حرارتی و گونه‌های مورد بررسی

(حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و حروف نامتشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند)

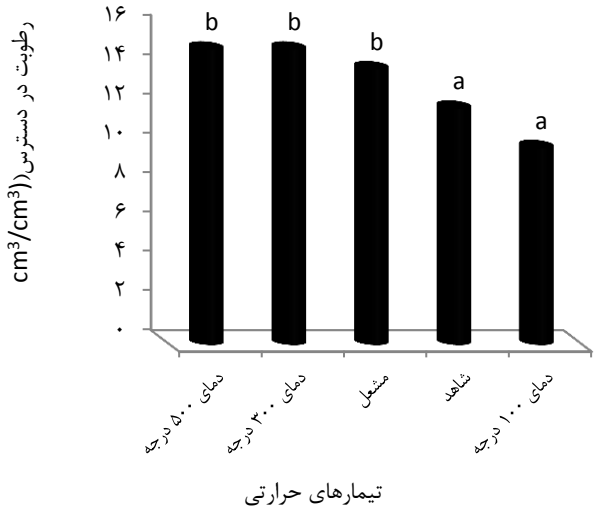
تغییرات نقطه پژمردگی در تیمارهای حرارتی: با توجه به نتایج بدست آمده گونه و تیمار به احتمال ۹۹٪ تأثیر معنی‌داری بر روی نقطه پژمردگی داشتند اما تأثیر متقابل گونه و تیمار معنی‌دار نشده است (جدول۱). مقایسه میانگین نشان داد که میزان نقطه پژمردگی در تیپ گیاهی *Astragalus gossypinus* به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیپ *Artemisia aucheri* می‌باشد. خاک شاهد و خاک سوخته در دمای ۱۰۰°C تفاوت معنی‌داری از نظر میزان نقطه پژمردگی با یکدیگر ندارند اما با سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری متفاوتند. بیشترین میزان نقطه پژمردگی را خاک شاهد و کمترین میزان را خاک سوخته در دمای ۵۰۰°C به خود اختصاص داده است (شکل۳).

تغییرات رطوبت در دسترس در تیمارهای حرارتی: نتایج بدست آمده حاکی از آن است که به احتمال ۹۵٪ تیمار تأثیر معنی‌داری بر روی رطوبت در دسترس داشته است اما گونه و تأثیر متقابل گونه و تیمار معنی‌دار نبوده است (جدول۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای حرارتی نشان داد که رطوبت در دسترس در خاک‌های سوخته در دمای ۳۰۰°C و ۵۰۰°C و خاک سوخته با مشعل تفاوت معنی‌داری نداشتند اما بطور معنی‌داری بیشتر از خاک شاهد و خاک سوخته در دمای ۱۰۰°C بودند (شکل ۴).



شکل ۳. مقایسه میانگین نقطه پژمردگی در تیمارهای حرارتی و گونه‌های مورد بررسی

(حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و حروف نامتشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند)

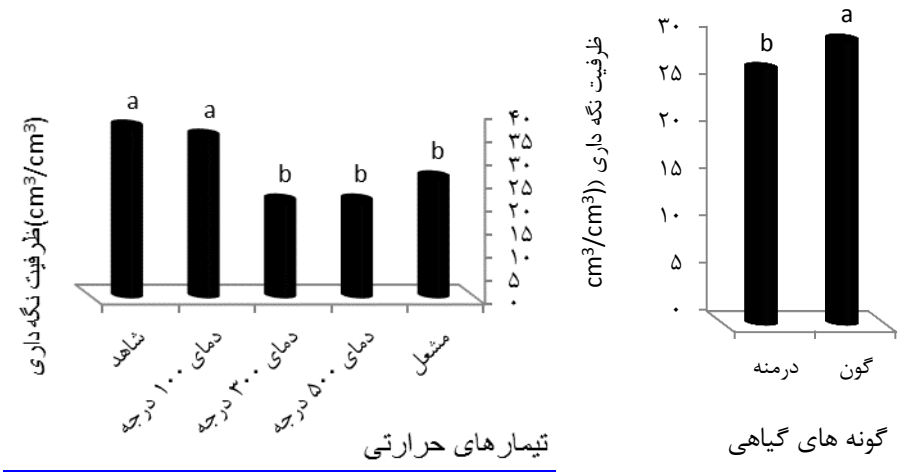


شکل۴: تغییرات رطوبت در دسترس در تیمارهای حرارتی

(حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و حروف نامتشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند)

تغییرات ظرفیت نگـه‌داری در تیمارهـای حرارتـی: بـا توجه به جدول شماره۱ بـه احتمـال ۹۹٪ تیمـار و گونـه تأثیر معنی‌داری بر ظرفیت نگه‌داری داشته‌انـد امـا تـأثیر متقابل گونه و تیمار معنی‌دار نبوده است. میـزان ظرفیـت نگه‌داری در تیپ گیاهی *Astragalus gossypinus* به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیپ *Artemisia aucheri* مـی‌باشـد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای حرارتـی نشـان داد که خاک شاهد و خاک سوخته در دمای ۱۰۰ °C بـا یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند اما با سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری متفاوتند. بیشترین میزان ظرفیت نگـه‌داری را خاک شاهد و کمترین میـزان را خـاک حـرارات دیـده در دمای ۵۰۰°C به خود اختصاص داده است (شکل ۵).



شکل۵. مقایسه میانگین ظرفیت نگه‌داری در تیمارهای حرارتی و گونه‌های مورد بررسی

(حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و حروف نامتشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند)

اثر آتش و تیمارهای حرارتی بر روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک: وقتی دما بالا می‌رود رس و سیلت به شن تبدیل شده است. همانطور که در جدول ۴ آمده است، درصد شن در تیمار ۱۰۰ و ۳۰۰ درجه سانتیگراد افزایش معنی‌داری پیدا کرده است. درصد سیلت، رس و مواد آلی با افزایش درجه حرارت به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است اما بین تیمار ۵۰۰ درجه سانتیگراد با شاهد تفاوت معنی‌داری دیده نشده است. رطوبت اشباع در تیمارهای شاهد و خاک سوخته با مشعل تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند اما با افزایش درجه حرارت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. درصد ماده آلی در تیمارهای ۵۰۰ و ۳۰۰ درجه به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است اما در خاک‌های سوخته با مشعل و در دمای ۱۰۰ درجه تغییر معنی‌داری نشان نداده است. میزان pH در خاک‌های نسوخته و سوخته با مشعل و درجه حرارت ۵۰۰ درجه تفاوت معنی‌داری نداشتند اما در تیمارهای ۱۰۰ و ۳۰۰ درجه به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند.

جدول۲. نتایج آماری مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک تحت تیمارهای حرارتی مختلف

ویژگی	واحد	تیمارهای حرارتی					F
		شاهد	۱۰۰°C	۳۰۰°C	۵۰۰°C	مشعل	
شن	درصد	۵۳/۹۴a	۵۱/۲۵a	۷۶/۶۶c	۷۸/۰۲c	۵۹/۲۳b	۵۸/۹۸۷**
سیلت	درصد	۲۸/۱۹b	۲۸/۵۵b	۱۶/۱۲a	۱۷/۱۱a	۲۵/۳۴b	۲۷/۴۰۹**
رس	درصد	۱۷/۸۶a	۲۰/۱۹a	۷/۲۱b	۴/۸۶b	۱۵/۴۲a	۳۴/۹۳۵**
رطوبت اشباع	درصد	۵۴/۸۲c	۵۷/۵۰c	۴۳/۰۶a	۴۴/۹۲a	۴۹/۵۵b	۳۲/۴۱۱**
مواد آلی	درصد	۵/۲۹cd	۵/۵۸d	۳/۶۲b	۱/۹۸a	۴/۷۰c	۵۲/۸۳۷**
pH	_	۸/۲۵ab	۷/۹۸a	۸/۶۶b	۹/۲۵c	۸/۳۳b	۴۰/۱۹۳**
هدایت الکتریکی	دسی زیمنس بر متر	۰/۴۲۵a	۰/۴۵۴a	۰/۴۶۷ab	۰/۰۰۲b	۰/۱۵۵ab	۹/۱۴۳**
آهک	درصد	۲/۹۱a	۲/۰۳ab	۰b	۰b	۱/۹۲a	۱۲/۶۵**

**: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ (P<۰/۰۱)، حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و حروف نامتشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

آتش به‌عنوان یک عامل شناخته شده در تغییر خصوصیات خاک روی نگه‌داری آب موجود در خاک به شمار می‌آید. تأثیر آتش بر روی خاک تنها به حرارت آتش وابسته نیست بلکه به طول مدت حرارت نیز ارتباط دارد. بنابراین میزان شعله و مدت زمان آتش‌سوزی نقش زیادی در تعیین اثرات آتش و میزان رطوبت خاک دارند [۳۱]. همانطور که ملاحظه گردید تیمارهای مختلف حرارتی تأثیر معنی‌داری بر روی پارامترهای مورد بررسی دارند. به‌طور کلی بر اساس نتایج این تحقیق، گونه، ویژگی‌های رطوبتی و تیمارهای حرارتی هر یک به‌تنهایی تأثیر معنی‌داری بر روی رطوبت خاک داشتند. به عبارت دیگر، سطوح مختلف در داخل هر یک از این عوامل نسبت به یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشته‌اند. با توجه به نتایج بدست آمده، تیپ گون، ظرفیت زراعی، نقطهٔ پژمردگی و ظرفیت نگه‌داری بیشتری نسبت به تیپ درمنه داشت. این نتایج با نتایج بدست آمده از مطالعات [۱۳ و ۳۶] مطابقت دارد. با توجه به شکل‌های شماره ۲، ۳، ۴ و ۵ نمونه‌های سوخته در دمای ۱۰۰°C تأثیر معنی‌داری بر روی پارمترهای ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی، رطوبت در دسترس و ظرفیت نگه‌داری نداشتند، وقتی دما به ۳۰۰°C و ۵۰۰°C رسید پارامترهای مذکور به جز رطوبت در دسترس در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری یافتند. اما رطوبت در دسترس با افزایش دما به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که این نتیجه با نتایج [۳۱] هماهنگی دارد. ظرفیت زراعی در دمای ۳۰۰°C کاهش معنی‌داری داشت اما دوباره در دمای ۵۰۰°C روند افزایشی پیدا کرد، دلیل این امر احتمالاً به خاطر سوختن کامل مواد آلی و تولید خاکستر در دماهای بالاتر می‌باشد. از آنجا که خاکستر تأثیر مثبتی در نگه‌داشت آب موجود در خاک دارد بنابراین تا حدودی کاهش در میزان نگه‌داشت آب را جبران می‌نماید. محققان [۳۱ و ۵] نیز در کارهای خود به این نتیجه رسیدند. ضمناً همان‌طوری‌که در جدول ۲ دیده شده افزایش دما سبب تبدیل رس و سیلت به شن شده و افزایش شن و به دنبال آن تغییر در ساختمان خاک نیز تا حدودی سبب بهبود شرایط رطوبتی خاک خصوصاً رطوبت در دسترس شده‌است. با توجه به جدول شماره ۴ بیشترین میزان pH مربوط به خاک سوخته در دمای ۵۰۰°C بوده است. pH خاک در اثر آتش‌سوزی‌ها و به دنبال آن در اثر سوختن مواد آلی و رها شدن بازها افزایش معنی‌داری می‌یابد [۳]. میزان رس و سیلت با افزایش دما در خاک‌های سوخته در دماهای بالا به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند که در اثر تبدیل آنها به شن بوده لذا میزان شن روند افزایشی داشت که با مطالعات [۲۴] مطابقت دارد. دلیل وجود شن بیشتر در خاک سوخته، اکسیدها و هیدروکسیدهای آلومینیم و سیلیسیم است که در طی تخریب کائولین خاک ایجاد می‌شوند و عامل سیمانی شدن ذرات و تشکیل خاکدانه‌هایی به اندازه ذرات شن می‌باشند [۲۴]. تغییر درصد اجزای بافت خاک ناشی از فولیکوله شدن رس بوده و حاصل تغییر در شیمی خاک است. میزان هدایت الکتریکی با افزایش دما ۳۰۰°C به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، افزایش میزان هدایت الکتریکی تا دمای ۳۰۰°C به دلیل آزاد شدن کاتیون‌های بازی در اثر سوختن مواد آلی می‌باشد [۲۶] در دمای بالاتر از ۳۰۰ °C در پی متلاشی شدن ذرات رس، ذراتی به اندازهٔ شن تولید می‌شود که اکسیدهای پایه را احاطه کرده و موجب کاهش میزان هدایت الکتریکی می‌گردند [۹ و ۱۲]. میزان رطوبت اشباع در تیمار شاهد بیشترین میزان را به خود اختصاص داد، اما همراه با افزایش دما کاهش معنی‌داری پیدا نمود. در دماهای بالا به‌علت از دست رفتن مواد آلی خاک، میزان تخلخل خاک کم شده و بنابراین میزان رطوبت کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از مطالعه [۱۴] نیز مؤید این مطلب می‌باشد. میزان مواد آلی در خاک‌های سوخته در دماهای ۳۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری در مقایسه با خاک شاهد داشتند به‌طوری‌که کمترین میزان

پارامترهای مذکور در دمای ۵۰۰°C دیده می‌شود. کاهش درصد مواد آلی در دماهای بالا می‌تواند به‌دلیل سوختن کامل این مواد و تبدیل آنها به خاکستر باشد که با نتایج محققانی چون [۶، ۲۸، ۵، ۱ و ۳۳] همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری: به استثنای رطوبت در دسترس بقیه ویژگی‌های رطوبتی با افزایش دما کاهش یافته است. کاهش ظرفیت نگهداری آب در خاک سبب افزایش رواناب و فرسایش خاک خواهد شد. تغییر ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی نیز شرایط را برای زندگی گیاهان تغییر می‌دهد. علاوه بر اینها تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند کاهش درصد ماده آلی، رس و سیلت و رطوبت خاک و تغییر ویژگی‌هایی چون درصد آهک، هدایت الکتریکی و pH خاک در اثر دماهای بالای ناشی از آتش به‌ویژه در خاک سطحی سبب تغییر ساختمان و ویژگی‌های کمی و کیفی خاک که محیط زندگی میکروگاورنیسم‌های خاکزی و بستر حیات پوشش گیاهی را تشکیل می‌دهد، خواهد شد و زندگی را برای آنان دشوار خواهد کرد. همان‌طوری‌که نتایج تحقیق حاضر و تحقیقات مشابه نشان داد آتش در شدت‌های متفاوت با ایجاد دماهای مختلف بر روی ویژگی‌های مختلف خاک از جمله ویژگی‌های هیدرولوژیکی خاک تاثیرات متفاوتی دارد که می‌تواند با تاثیر بر خاک به عنوان یک بخش مهم از اکوسیستم بر کل اکوسیستم نیز اثرگذار باشد.

References

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

[2] Alizade, A. (1995). Relationship between water, soil and plant, Mashhad press.

[3] Arocena, J.M. and Opio, C. (2003). Prescribed fire-induced changes in properties of sub-boreal forest soil. Geoderma 113, 1-16.

[4] Azarnivand, H. and Zare chahuki, M.A. (2008). Rangelands rehabilitation, University of Tehran press.

[5] Badía, D. and Martí, C. (2003). Plant ash and heat intensity effects on chemical and physical properties of two contrasting soils. Arid Land Research and Management, 17, 23–41.

[6] Boerner, R.E.J. (1982). Fire and nutrient cycling in temperate ecosystems. Bio. sci. 32, 187-92.

[7] Bohrani, M.J. (2007). Introduction on range and range management, Aeej press.

[8] Campbell, D.J., Fox, W.E., Aitken, R.L. and Bell, L.C. (1983). Physical characteristics of sandsamended with fly ash. Australian Journal of Soil Research, 21 (2), 147–154.

[9] Certini, G. (2005). Effects of fire on properties of forest soils: a review. Oecologie, 143, 1–10.

[10] DeBano, L.F. (1981). Water repellent soils: a state-of-the-art. General Technical Report, PSW-46. United States Department of Agriculture, Forest Service, Berkeley, CA.

[11] DeBano, L.F. (2000). The role of fire and soil heating on water repellency in wild land environments: a review. Journal of Hydrology, 231, 195–206.

[12] DeByle, N.V. (1976). Fire, logging and debris disposal effects on soil and water in Union of Forest Research Organizations Div. I Oslo, Norway. College of Life Sciences and Agriculture, Orono, Maine, 201-212.

[13] Emerson, W.W. (1995). Water retention, organic C and soil texture. Aus. J. Soil. Res. 17, 45-56.

[14] Foruzesh, R., Kavusi, M., Habashi, H., Hoseini, M., 2011. Effect of fire on structure, revival and fire physiochemical properties theda pine soil mass in the region of Gilan Siahkal. Fire conference abstracts Gorgan.

[15] Ghazn shahi, J. (1997). Soil and water analysis, Homa press.

[16] Gonzalez-Pelayo, O., Anderu, V., Campo, J. and Gimeno-Garcia, E. (2006). Hydrological properties of a Mediterranean soil burned with different fire intensities. Catena, 38, 188-193.

[17] 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 Wild land Fire, 2 (1), 139-144.

[18] Hemat boland, A., Akbarinia, M. and Banch shafiee, A. (2010). Effect of fire on some soil chemical properties in oak forests Marivan. Journal of forest and poplar research, 18, 205-218.

[19] Heydari, H., Ghorbani dashtaki, Sh., Raeesi, F. and Tahmasebi, P. (2011). Fire effects on water infiltration parameters into rangelands. Fire conference abstracts Gorgan.

[20] Jafari haghighy, M. (2003). Methods of soil analysis, Zoha press.

[21] Kettering, Q.M., Bigham, J.M. and Laperche, V. (2000). Changes in soil mineralogy and texture caused by slash-and-burn firesin Smstra, Indonesia. Soil Sci. Soc.Am. J. Ecol. 72, 767-776.

[22] Kitzberger, T., Raffaele, E., Heinemann, K., Mazzarino, M.J. and Harcombe, P. (2005). Effects of fire severity in a north Patagonian sub alpine forest. Journal of Vegetation Science, 16(1), 5–12.

[23] Minasny, B. and McBratney, A.B. (2007). Estimating the water retention shape parameter from sand and clay content. Soil Science Society of America Journal, 71(4), 1105-1110.

[24] Molavi, R. and Baghernezhad, A. (2009). Effect of forest fires and burning agricultural residues on some physiochemical peroperties in soil layers. Jornal of soil and water science, 13, 99-110.

[25] Neary, D.G., Klopatek, C.C., DeBano, L.F. and Ffolliott, P.F. (1999). Fire effects on below ground sustainability: a review and synthesis. Forest Ecology and Management, 122, 51–71.

[26] Oswald, B.P. Cavenport, D. and Neenschwander, L.F. (1999). Effects of slash pile burning on the physical and chemical soil properties of Vassar soils. J sustainable For, (8), 75- 86.

[27] Rab, M.A. (1996). Soil physical and hydrological properties following logging and slash burning in the Eucalyptus regnant forest of southeastern Australia. Forest Ecology and Management, 84(1), 159-175.

[28] Raison, R.J., Khanna, P.K. and Woods, P. (1985). Mechanisms of element transfer to the atmosphere during vegetation burning. Canadian J. Forest Res. 15, 132-40.

[29] Rubio, C.M., Llorens, P. and Gallart, F. (2008). Uncertainty and efficiency of pedo transfer functions for estimating water retention characteristics of soils. European Journal of Soil Science 59 (2), 339–347.

[30] Savadkuhi, T. (2005). Geobotanic effect of Charat sub catchment from Talar cachment. Msc. Thesis. College of Natural resource Sari, 109 p.

[31] Stoof, C.R., Wesseling, J.G. and Ritsema, C.J. (2010). Effect of fire and ash on soil water retention. Geoderma, 159, 276-285.

[32] Swanson, F.J. (1981). Fire and geomorphic processes. In: Mooney, H.A., Boninсksen, T.M., Cristensen, N.L., Lotan, J.E. and Reiners, W.A., (Eds.), Proceedings, Fire Regimes and Ecosystems Conference. Honolulu, Hawaii, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report, WO-26, 401-420.

[33] Terfe, T., Mariscal-Sancho, I., Peregrina, F. and Espejo, R. (2008). Influence of heating on various properties of six Mediterranean soils, A laboratory study. Geoderma, 143, 273-280.

[34] Ulery, A.L. and Graham, R.C. (1993). Forest fire effects on soil color and texture. Soil Science Society of America Journal, 57 (1), 135–140.

[35] Voreecken, H., Maes, J., Feyen, J. and Darius, P. (1989). Estimating the soil moisture retention characteristic from texture, bulk density, and carbon content. Soil Science, 148 (6), 389–403.

[36] Wesseling, J.G., Ritsema, C.J., Oostindie, K., Stoof, C.R. and Dekker, L.W. (2009). A new flexible and widely applicable software package for the simulation of one-dimensional moisture flow: SoWaM. Environmental Modeling & Software, 24(9), 1127-1132.

[37] Wright, H.E. and Heinselman, M.L. (1973). The ecological role of fire in natural conifer forests of western north America, introduction. Quart. Res. NY., 3, 319-328.

[38] Zarin kafsh, M. (1993). Applied soil. University of Tehran press.