

تأثیر خاکستر و زغال حاصل از آتش بر برخی خصوصیات خاک با تأکید بر نگاهداشت آب

زهره سپهری^۱، زینب جعفریان^{۱*}، عطااله کاویان^۱ و قدرت‌اله حیدری^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۱۷)

چکیده

وجود خاکستر و زغال باقیمانده از آتش‌سوزی، تأثیر زیادی بر روی خاک دارد که در کارهای تحقیقاتی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بدین منظور مطالعه‌ای در منطقه چرات شهرستان سوادکوه که سابقه آتش‌سوزی داشته، به منظور بررسی اثر خاکستر و زغال روی برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و هیدرولوژیکی خاک، به صورت آزمایشگاهی صورت گرفته است. نمونه‌برداری از خاک و پوشش در دو تیپ گیاهی *Artemisia aucheri* و *Astragalus gossypinus* به روش سیستماتیک - تصادفی با استقرار ۶ ترانسکت و ۶۰ پلات ۴ مترمربعی در راستای آنها انجام شد. در آزمایشگاه تیمارهای آزمایش شامل خاک شاهد، ترکیب خاک و خاکستر به صورت دستی و همچنین با باران مصنوعی، ترکیب خاک و زغال به صورت دستی و همچنین با باران مصنوعی آماده شده و ویژگی‌های بافت، رطوبت اشباع، pH، ماده آلی، ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی، رطوبت در دسترس و ظرفیت نگهداری اندازه‌گیری شدند. نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه برای مقایسه ویژگی‌های خاک، خاکستر و زغال نشان داد که خاکستر، درصد سیلت و pH بیشتر و مواد آلی و چگالی کمتری نسبت به خاک دارد. همچنین نتایج آنالیز واریانس چند متغیره برای نمایش اثر تیمارها در دو تیپ نشان داد که ترکیب مستقیم زغال و خاکستر به خاک، موجب افزایش چشمگیری در میزان ظرفیت زراعی و رطوبت در دسترس شد در صورتی که، ترکیب غیرمستقیم این دو در خاک، تأثیر معنی‌داری بر میزان ظرفیت زراعی و رطوبت در دسترس نداشت. براساس نتایج این تحقیق، حضور خاکستر و زغال ناشی از سوختن پوشش گیاهی سطح زمین موجب تغییرات زیادی در خصوصیات خاک مخصوصاً نگهداشت آب در خاک می‌شود.

واژه‌های کلیدی: خاکستر، زغال، گون، درمنه، نگاهداشت آب

۱. گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: z.jafarian@sanru.ac.ir

مقدمه

رطوبتی خاک مورد بررسی قرار گیرد. نتایج تحقیق حاضر می‌تواند نشان دهد که آیا می‌توان از ترکیب خاکستر و زغال باقیمانده از آتش به‌طور طبیعی و مصنوعی برای مدیریت بهتر اکوسیستم‌های مرتعی در منطقه بهره جست؟

مواد و روش‌ها

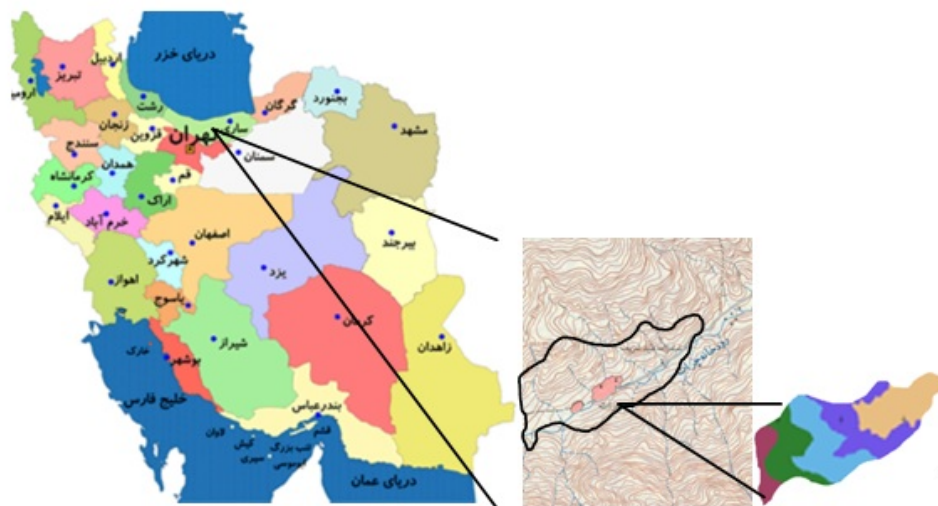
منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه (زیر حوزه چرات) در ارتفاعات کوهستانی شهرستان سوادکوه و در محدوده ۵۲ درجه و ۶۰ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و ۳۵ درجه و ۸۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه واقع شده است (شکل ۱) که گاهاً توسط چوپانان و اهالی منطقه به‌منظور مهیا ساختن ابزاری برای گرما و از بین بردن گونه‌های خشبی، مورد آتش‌سوزی دستی قرار می‌گیرد. شیب متوسط حوزه ۲۳/۵٪ بوده و بارزترین چهره توپوگرافی این منطقه کوهپایه‌ای و کوهستانی بودن آن می‌باشد. براساس اقلیم نمای آمبرژه، منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم نیمه مرطوب سرد بوده، حداقل درجه حرارت سالیانه در منطقه ۱۰- درجه سانتی‌گراد و حداکثر درجه حرارت سالیانه آن در حدود ۳۷ درجه سانتی‌گراد است. حداکثر بارندگی منطقه مربوط به فصل پاییز با حدود ۳۰٪ کل بارندگی سالیانه و میانگین ۵۵۰-۲۵۰ میلی‌متر و حداقل بارندگی در فصل تابستان با حدود ۲۰٪ کل بارندگی و میانگین ۲۵۰-۱۳۰ میلی‌متر می‌باشد (۵).

روش انجام آزمایش و اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک

ابتدا با پیمایش صحرایی فلور منطقه شناسایی و دو تیپ گیاهی با گونه‌های غالب گون (*Astragalus gossypinus*) و درمنه کوهی (*Atemisia rucheri*) به‌عنوان سایت‌های نمونه‌برداری تعیین شدند و در هر دو تیپ گیاهی نمونه‌برداری با روش سیستماتیک-تصادفی با استقرار ۶ ترانسکت و ۶۰ پلات ۴ مترمربعی در امتداد آنها انجام شد. از داخل پلات‌ها نمونه‌های گیاهی (دو گونه مورد مطالعه از سطح زمین قطع شدند) و خاک از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متر جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال یافت.

آتش‌سوزی یکی از مهم‌ترین عوامل فیزیکی است که از لحاظ قدمت بسیار قدیمی‌تر از پیدایش انسان است و تأثیر دوره‌ای آن در اعصار متمدنی برای انسان و طبیعت حایز اهمیت فراوان بوده و امروزه به‌عنوان یکی از بخش‌های مکمل بسیاری از اکوسیستم‌ها در نظر گرفته می‌شود به گونه‌ای که جوامع گیاهی بیشتر رویشگاه‌های مرتعی تحت تأثیر آتش قرار گرفته‌اند (۸، ۱۱ و ۲۷). ظرفیت نگهداری آب موجود در خاک بیشتر توسط بافت، ساختمان، میزان مواد آلی و تراکم حجمی خاک تعیین می‌شود (۲۲، ۲۵ و ۲۸). میزان رطوبت باقیمانده در تنش آتش با کاهش اندازه ذرات و افزایش میزان مواد آلی افزایش می‌یابد (۲۹). البته این میزان با توجه به تیپ خاک (۱۵)، کاربری اراضی (۱۳ و ۱۸)، مدیریت (۱۹) و موقعیت توپوگرافی (۲۳) متغیر است. وجود خاکستر بعد از وقوع آتش‌سوزی می‌تواند نقش مهمی را در فرآیند حرکت و انتقال آب به‌همراه داشته باشد، به‌گونه‌ای که خاکستر نفوذ یافته به داخل خاک، سبب بسته شدن منافذ خاک و سرانجام محدود شدن میزان نفوذ می‌شود. افزایش میزان خاکستر موجب افزایش نگره‌داشت آب موجود در خاک می‌شود، اما قابلیت انتقال آب را کاهش می‌دهد (۲۶). در مطالعاتی به تأثیر خاکستر برروی چگالی حجمی (۱۲)، رطوبت اشباع (۳۰)، نگره‌داشت آب، ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی و آب در دسترس (۱۰، ۱۴، ۱۶، ۲۱ و ۲۶)، میزان اسیدیته (۲۰) و میزان مواد آلی (۲۶) اشاره شده است. نتایج این محققین بیانگر این مطلب بود که خاکستر برروی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک باعث افزایش نفوذ آب در خاک می‌شود. اهمیت اکولوژیکی آتش عمدتاً به اثرات منفی یا مثبت آن بر اجزای تشکیل دهنده اکوسیستم بستگی دارد که شناخت این اثرات و یک برنامه‌ریزی صحیح در استفاده از آتش، اهم مناسبی در مدیریت اکوسیستم‌ها محسوب می‌شود (۱ و ۹). از آنجا که در منطقه مورد مطالعه، آتش‌سوزی‌های عمدی مشاهده شده، سعی گردید تا تأثیر خاکستر و زغال به‌جا مانده از آتش‌سوزی برروی برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و



شکل ۱. موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه ایران

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور تجزیه و تحلیل و مقایسه داده‌ها، ابتدا نرمال بودن آنها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و تست همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لیون مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین تأثیر تیمارهای مورد بررسی بر روی ویژگی‌های خاک در دو تیپ گیاهی از آنالیز فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و برای مقایسه سطوح داخلی هر یک از تیمارها و وجود اختلاف معنی‌دار بین آنها به ترتیب از آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون دانکن استفاده شد. برای مقایسه خصوصیات خاک، خاکستر و زغال گونه‌ها از آزمون‌های آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون T در نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد.

نتایج

میزان چگالی ظاهری خاکستر، مواد آلی خاک و زغال و اسیدیته خاک در تیپ مرتعی گون به طور معنی‌داری بیشتر از تیپ درمنه بود، اما از نظر سایر ویژگی‌ها، دو تیپ مورد بررسی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. پراکندگی ذرات خاک و خاکستر بین دو تیپ گیاهی هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری نداشت. در هر دو تیپ مورد بررسی، میزان سیلت موجود در خاکستر بسیار بیشتر از خاک بوده که این تفاوت در تیپ گون معنی‌دار و در تیپ درمنه

در آزمایشگاه نمونه‌های گیاهی سوزانده و خاکستر و زغال آنها برای آزمایش به کار گرفته شد. سپس تیمارهای خاک شاهد، ترکیب خاکستر با خاک به طور دستی، ترکیب زغال با خاک به طور دستی، ترکیب خاکستر و خاک با باران مصنوعی، ترکیب زغال و خاک با باران مصنوعی، خاکستر و زغال گیاهان برای آزمایش آماده شدند. برای آماده‌سازی نمونه‌های مربوط به آزمایش ترکیب خاک با خاکستر و زغال با باران مصنوعی، ۵۰ سی‌سی آب به صورت بارش مصنوعی روی سیلندرهای حاوی خاک اسپری شد و سپس خاکستر و زغال باقیمانده از روی سطح خاک برداشته شد (۲۶).

در آزمایشگاه ویژگی‌های وزن مخصوص ظاهری با روش حجم سنجی (۲)، بافت برای نمونه‌های خاک با روش هیدرومتری (۲) و برای نمونه‌های خاکستر از روش الک خشک (۳)، رطوبت اشباع با روش تهیه گل اشباع، آهک با روش تیتراسیون، اسیدیته با روش پتانسیومتری، هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه EC سنح الکترونیکی، برای اندازه‌گیری ماده آلی ابتدا کربن خاک از روش والکی بلاک و برای خاکستر گیاه از روش سوزاندن به دست آمد (۴) و سپس از با استفاده از ضریب ۲ درصد ماده آلی به دست آمد، ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی با روش صفحه فشاری (۶ و ۷) اندازه‌گیری شدند.

به سایر تیمارها به خود اختصاص داده است. در تیپ درمنه تفاوت چندانی بین اسیدیت تیمارهای مورد بررسی دیده نشده است (شکل ۳ و جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در هر دو تیپ مورد بررسی، ترکیب دستی خاک و خاکستر باعث کاهش چشمگیری در میزان هدایت الکتریکی شده است. ترکیب خاکستر و خاک با باران مصنوعی و همچنین ترکیب زغال و خاک با هر دو روش، باعث افزایش میزان هدایت الکتریکی نسبت به خاک شاهد شده است اما این افزایش در تیپ درمنه معنی دار نمی باشد (شکل ۴).

مواد آلی موجود در خاکی که با روش باران مصنوعی با زغال ترکیب شده در تیپ گون به طور معنی داری بیشتر از تیپ درمنه بوده است اما سایر تیمارها تفاوت چندانی در دو تیپ مورد بررسی نداشتند. در تیپ گون، تفاوت معنی داری بین تیمارها دیده نشد اما در تیپ درمنه مواد آلی موجود در نمونه هایی که خاکستر به طور دستی با خاک ترکیب شده به طور معنی داری کمتر از خاک شاهد بود (شکل ۵ و جدول ۲).

نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین بین تیمارها حاکی از آن است که نمونه شاهد بیشترین میزان چگالی حجمی را به خود اختصاص داد اما تفاوت معنی داری با سایر نمونه ها نداشت (شکل ۶ و جدول ۲).

ترکیب دستی خاک و خاکستر، بیشترین و ترکیب زغال و خاک با باران مصنوعی، کمترین میزان آهک را به خود اختصاص داده اند اما خاک شاهد و ترکیب دستی خاک و زغال، تفاوت معنی داری با یکدیگر و سایر نمونه ها نداشتند (شکل ۷ و جدول ۲).

رطوبت اشباع خاک تیپ گون به طور معنی داری بیشتر از تیپ درمنه بود. تیمار شاهد و ترکیبات خاک- خاکستر و خاک- زغال با باران مصنوعی، تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند، در نمونه هایی که خاکستر و زغال به طور دستی با خاک مخلوط شده اند، رطوبت اشباع به طور معنی داری بیشتر بوده است اما این دو تیمار با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند (شکل ۸ و جدول ۲).

فاقد معنی داری بوده است. میزان رس موجود در خاک و خاکستر نیز در هر دو تیپ تفاوت معنی داری داشت به گونه ای که خاک، مقدار رس بیشتری نسبت به خاکستر داشت. در تیپ گیاهی درمنه، چگالی حجمی خاک به طور معنی داری بیشتر از زغال و خاکستر بود اما تفاوت معنی داری بین چگالی حجمی زغال و خاکستر وجود نداشت. در تیپ گون، چگالی حجمی زغال بیشتر از خاکستر بود اما خاک تفاوت معنی داری با زغال و خاکستر نداشت. بین میزان اسیدیت موجود در خاک و خاکستر دو تیپ گیاهی مورد بررسی، تفاوت معنی داری وجود نداشت اما در هر دو تیپ گیاهی، میزان اسیدیت خاکستر به طور معنی داری بیشتر از خاک بود. خاک و زغال به دست آمده از تیپ گون به طور معنی داری مواد آلی بیشتری نسبت به تیپ درمنه داشت اما بین خاکستر دو تیپ گیاهی، تفاوت معنی داری مشاهده نشد. در هر دو تیپ مورد بررسی، بین مواد آلی خاک، خاکستر و زغال تفاوت معنی داری وجود داشت به گونه ای که خاک بیشترین و خاکستر کمترین میزان را به خود اختصاص دادند. همچنین پارامترهای هیدرولوژیکی مورد بررسی در خاک دو تیپ مرتعی تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند اما هر یک از آنها در خاکستر تیپ درمنه به طور معنی داری بیشتر از تیپ گون بودند. در تیپ درمنه، تفاوت ظرفیت زراعی و رطوبت در دسترس بین خاک، خاکستر و زغال معنی دار بود و در هر دو تیپ خاکستر بیشترین و خاک کمترین میزان مواد آلی را به خود اختصاص داد (جدول ۱).

مقایسه میانگین نشان داد که میزان رس و سیلت در تیپ درمنه به طور معنی داری بیشتر از تیپ گون بوده و این تفاوت در مورد میزان شن کاملاً برعکس بوده است. همچنین هیچیک از منابع تغییرات اثر معنی داری بر روی ظرفیت نگه داری و نقطه پژمردگی نداشته اند و اثر متقابل گونه و تیمار نیز در هیچ یک از عوامل مورد بررسی معنی دار نبوده است. (شکل ۲، جدول ۲).

در تیپ گون بین اسیدیت نمونه خاک شاهد و نمونه هایی که زغال با روش دستی و بارش ترکیب شده بودند، تفاوت معنی داری دیده نشد اما نمونه ای که خاکستر به طور دستی با خاک ترکیب شده بود، به طور معنی داری اسیدیت بیشتری نسبت

جدول ۱. مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و هیدرولوژیکی خاک، خاکستر و زغال در تیپ‌های گیاهی درمنه و گون

تیپ گون	تیپ درمنه	ویژگی خاک
۱۴/۸Aa	۲۰/۸Aa	خاک
۱/۰۹Ab	۰/۶۳Ab	خاکستر
—	—	زغال
۲۷/۲Aa	۲۹/۱Aa	خاک
۴۳/۳۲Ab	۴۲/۵۱Aa	خاکستر
—	—	زغال
۵۷/۹Aa	۴۹/۹Aa	خاک
۵۵/۵۵Aa	۵۶/۸۳Aa	خاکستر
—	—	زغال
۳/۱۴Aab	۱/۸۹Aa	خاک
۰/۲۷Bb	۰/۲۳Ab	خاکستر
۰/۶۱Aa	۰/۳۵Ab	زغال
۸/۳۹Aa	۸/۱۲Aa	خاک
۱۰/۳۸Ab	۹/۵۳Ab	خاکستر
—	—	زغال
۵/۸۶Ba	۴/۷۲Aa	خاک
۰/۲۲Ab	۰/۲۴Ab	خاکستر
۱/۵Bc	۰/۹۴ Ac	زغال
۳۲/۲۹Aa	۳۱/۳۴Aa	خاک
۵۰/۹۹Bb	۹۰/۴۴Ab	خاکستر
—	۶۲/۴۹c	زغال
۲۱/۵۸Aa	۱۹/۴۴Aa	خاک
۱۴/۳۳Bb	۳۰/۷۸Aa	خاکستر
—	۳۳/۵a	زغال
۱۰/۷۱Aa	۱۱/۸۹Aa	خاک
۳۶/۶۵Bb	۵۴/۱۳Ab	خاکستر
—	۲۴/۰۸c	زغال
۳۹/۹۳Aa	۳۵/۹۷Aa	خاک
۲۶/۵۲Bb	۵۶/۹۵Aa	خاکستر
—	۷۱/۰۶a	زغال

حروف مشابه بزرگ در هر سطر و حروف مشابه کوچک در هر ستون به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری بین دو تیپ و خصوصیات مورد بررسی می‌باشد

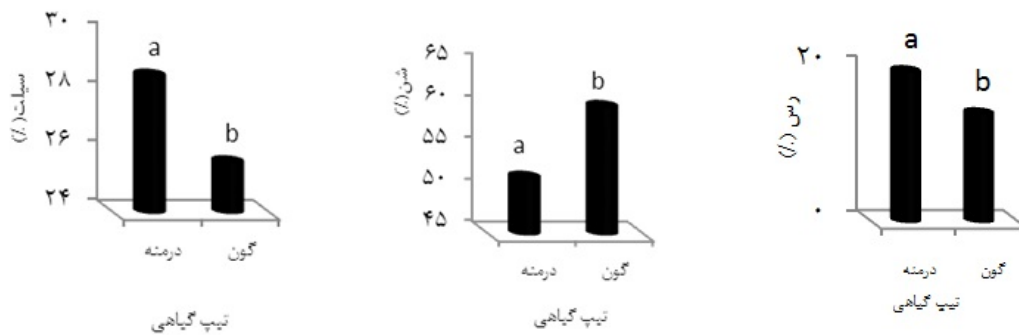
رطوبت در دسترس در تیپ گون به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیپ درمنه بود. در بین تیمارها نیز ترکیب خاک و زغال به‌طور دستی به‌طور معنی‌داری رطوبت در دسترس بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشت. در نمونه‌هایی که خاکستر با خاک ترکیب شده بود نیز میزان رطوبت در دسترس نسبت به خاک شاهد و

مقایسه میانگین نشان داد که ظرفیت زراعی در تیپ گون بیشتر از درمنه بوده و در نمونه‌هایی که خاکستر و زغال به‌طور دستی با خاک ترکیب شده‌اند با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند اما نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری بیشتر بودند (شکل ۹).

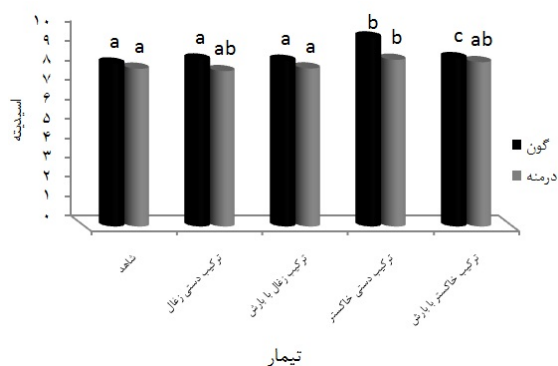
جدول ۲: تجزیه واریانس اثر تیمارهای خاکستر و زغال در خصوصیات هیدرولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک

F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منابع تغییرات	عوامل خاکی
۲۸/۸۷**	۲۲۴/۸۹	۲۲۴/۸۹	۱	گونه	رس (%)
۱/۱ ^{ns}	۸/۵۶	۳۴/۲۷	۴	تیمار	
۰/۴۳ ^{ns}	۳/۴	۱۳/۶۱	۴	گونه×تیمار	سیلت (%)
۱۰/۶۶**	۶۳/۴۸	۶۳/۴۸	۱	گونه	
۱/۲۳ ^{ns}	۷/۳۷	۲۹/۴۸	۴	تیمار	شن (%)
۰/۸۵ ^{ns}	۵/۰۵	۲۰/۲۲	۴	گونه×تیمار	
۳۰/۱۲ ^{xx}	۵۲۷/۳	۵۲۷/۳	۱	گونه	اسیدپته
۱/۵ ^{ns}	۲۶/۲	۱۰۵	۴	تیمار	
۰/۱۲ ^{ns}	۲/۲	۸/۸۲	۴	گونه×تیمار	هدایت الکتریکی
۱۲۷/۴۱**	۲/۰۵	۲/۰۴	۱	گونه	
۵۲/۲۳**	۰/۸۴	۳/۳۶	۴	تیمار	آهک (%)
۱۳/۴۲**	۰/۲۲	۰/۸۶	۴	گونه×تیمار	
۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱	گونه	چگالی ظاهری (g ^{cc} /cm ³)
۱۲۲/۵**	۰/۶۹	۲/۴۴	۴	تیمار	
۴/۳۹*	۰/۰۲۲	۰/۰۸	۴	گونه×تیمار	مواد آلی (%)
۱/۰۶ ^{ns}	۱/۵۳	۱/۵۳	۱	گونه	
۱۲/۸**	۱/۸۴	۷۳/۶	۴	تیمار	رطوبت اشباع (%)
۱/۱۵ ^{ns}	۱/۶۵	۶/۶	۴	گونه×تیمار	
۲/۹۴ ^{ns}	۰/۷۸	۰/۷۸	۱	گونه	ظرفیت زراعی
۷/۷۶**	۲/۰۷	۸/۲۸	۴	تیمار	
۱/۵۲ ^{ns}	۰/۴	۱/۶۲	۴	گونه×تیمار	نقطه پژمردگی
۱۲/۹**	۲/۹۹	۴/۹۹	۱	گونه	
۱/۹۲ ^{ns}	۰/۴۴	۱/۷۸	۴	تیمار	رطوبت در دسترس
۴*	۰/۹۳	۳/۷	۴	گونه×تیمار	
۱۵/۴**	۱۸۰/۱	۱۸۰/۱	۱	گونه	ظرفیت نگهداری
۸/۲**	۹۵/۹	۳۸۳/۸	۴	تیمار	
۱/۴۶ ^{ns}	۱۷/۰۴	۶۸/۱	۴	گونه×تیمار	ظرفیت نگهداری
۹/۳۵**	۴۴/۱۵	۱۷۶/۶	۴	تیمار	
۷/۹*	۳۷/۳۲	۳۷/۳۲	۱	گونه	ظرفیت نگهداری
۱/۱۱ ^{ns}	۵/۲۴	۲۰/۹۶	۴	گونه×تیمار	
۰/۳۹ ^{ns}	۲/۹۴	۱۱/۷۴	۴	تیمار	ظرفیت نگهداری
۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۹	۰/۰۹	۱	گونه	
۱/۲۲ ^{ns}	۹/۱۴	۳۶/۵	۴	گونه×تیمار	ظرفیت نگهداری
۷/۵**	۵۵/۴۸	۲۲۱/۹	۴	تیمار	
۵/۲۱*	۳۸/۵۲	۳۸/۵۲	۱	گونه	ظرفیت نگهداری
۲/۷۳ ^{ns}	۲۰/۲۰	۸۰/۸	۴	گونه×تیمار	
۰/۳۹۱ ^{ns}	۱۰/۰۵	۴۰/۲	۴	تیمار	ظرفیت نگهداری
۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۱	گونه	
۱/۲۲ ^{ns}	۳۱/۳	۱۲۵/۲	۴	گونه×تیمار	

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

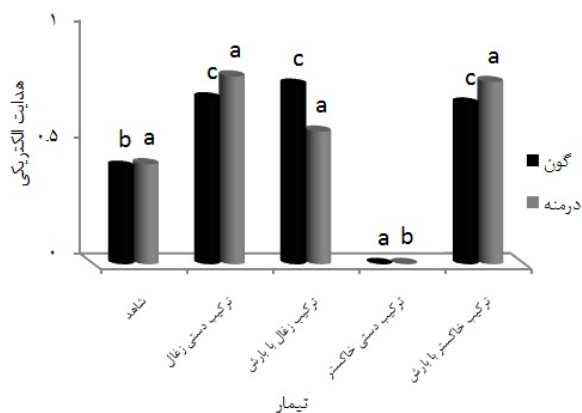


شکل ۲: تغییرات پراکندگی ذرات خاک در تیمپ‌های گون و درمنه (حروف لاتین متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین گونه‌هاست)



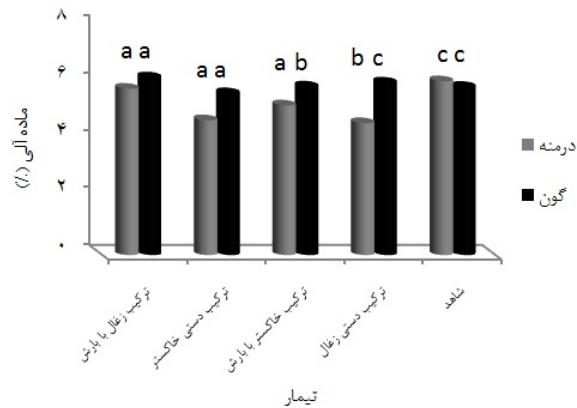
شکل ۳: میانگین اسیدیته در تیمارهای مختلف به تفکیک گونه‌های گیاهی

(حروف لاتین مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف لاتین متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست)



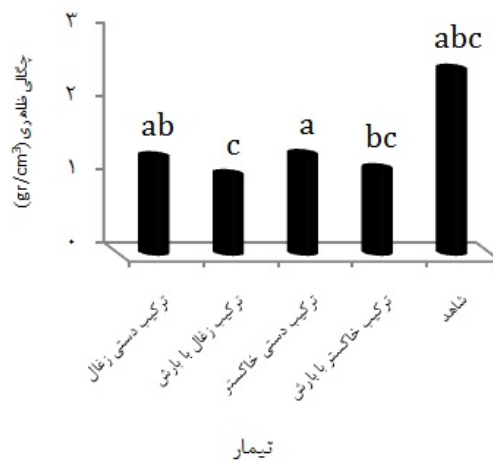
شکل ۴: میانگین هدایت الکتریکی در تیمارهای مختلف به تفکیک گونه‌های گیاهی

(حروف لاتین متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست)



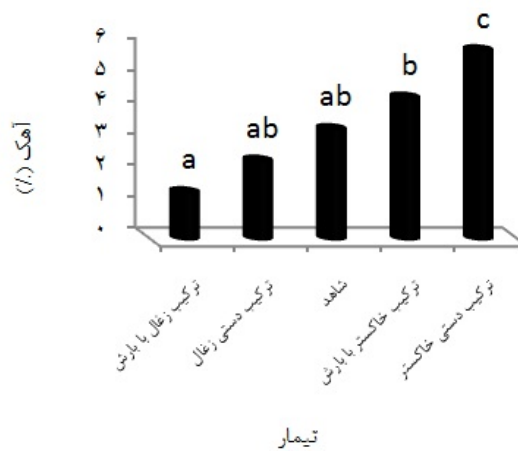
شکل ۵: میانگین درصد مواد آلی در تیمارهای مختلف به تفکیک گونه‌های گیاهی

(حروف لاتین مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف لاتین متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست)

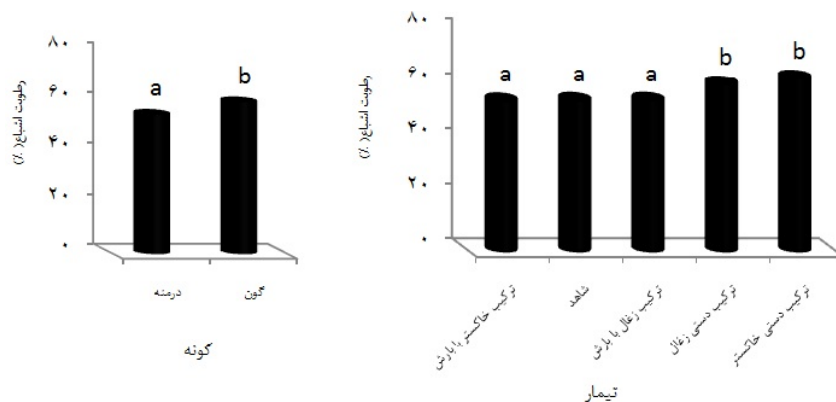


شکل ۶: میانگین چگالی ظاهری در تیمارهای مختلف

(حروف لاتین مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف لاتین متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست)

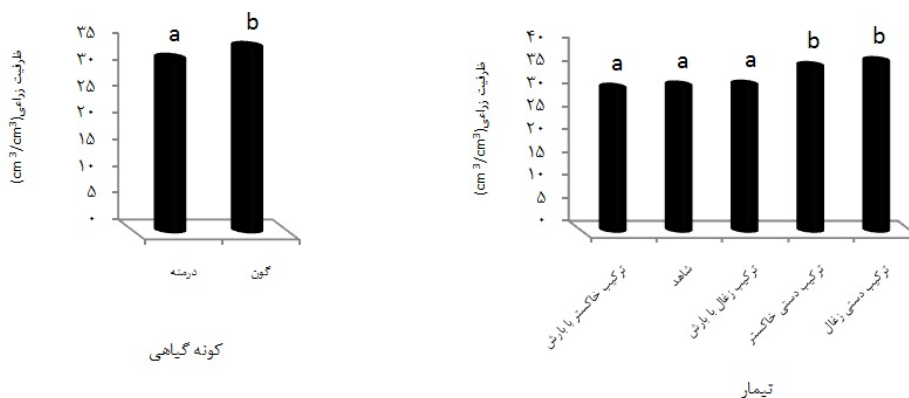


شکل ۷: میانگین درصد آهک در تیمارهای مختلف



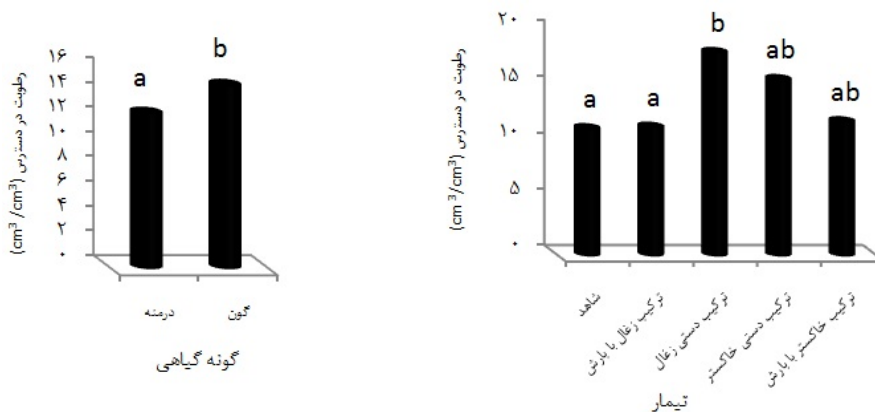
شکل ۸: میانگین درصد آهک در گونه و تیمارهای مختلف

(حروف لاتین مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف لاتین متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست)



شکل ۹: میانگین ظرفیت زراعی در گونه و تیمارهای مختلف

(حروف لاتین مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف لاتین متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست)



شکل ۱۰: میانگین رطوبت در دسترس در گونه و تیمارهای مختلف

(حروف لاتین مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف لاتین متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست)

ترکیب خاک و زغال با باران مصنوعی بیشتر بود اما این تفاوت معنی دار نبود (شکل ۱۰ و جدول ۲).

بحث و نتیجه گیری

آتش سوزی یک پدیده معمول در اکثر اکوسیستم‌های طبیعی بوده و قادر به تغییر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده ویژگی‌هایی نظیر اسیدیته، درصد سیلت، رطوبت در دسترس و ظرفیت زراعی در خاکستر به طور معنی داری بیشتر از خاک بوده است اما میزان مواد آلی در خاکستر کمترین مقدار را دارا بود که با نتایج استوف و همکاران در تیپ‌های گیاهی گون و اسپرس مطالعه نمودند، همخوانی دارد (۲۶). در هر دو تیپ گیاهی، درصد سیلت موجود در خاکستر به طور معنی داری بیشتر از خاک بود اما درصد شن موجود در خاکستر نسبت به خاک بسیار کمتر بود که با نتایج استوف و همکاران همخوانی دارد (۲۶). در نمونه‌هایی که خاکستر و زغال توسط هر دو روش با خاک ترکیب شدند، میزان چگالی ظاهری کمتر از خاک شاهد بود اما در بین تیمارهای ترکیبی، نمونه‌هایی که به طور دستی با خاکستر و زغال ترکیب شدند، چگالی حجمی بیشتری نسبت به نمونه‌هایی که خاکستر و زغال توسط باران مصنوعی با خاک ترکیب شدند داشتند. از آنجایی که خاکستر و زغال پس از اعمال بارش مصنوعی از سطح خاک برداشته شدند در نتیجه جرم ترکیب و به دنبال آن چگالی ظاهری کاهش یافت. استوف و همکاران نیز در تحقیقی مشابه به این نتیجه دست یافتند (۲۶). در نمونه‌هایی که زغال و خاکستر به طور غیرمستقیم با خاک ترکیب شدند رطوبت اشباع تفاوت چندانی با خاک شاهد نداشت اما درصد رطوبت اشباع در نمونه‌هایی که زغال و خاکستر به طور مستقیم با خاک ترکیب شدند به طور معنی داری بیشتر از نمونه خاک‌های شاهد بود که دلیل این امر پتانسیل بالای خاکستر و زغال برای جذب رطوبت می‌باشد، به بیانی دیگر میزان رطوبت اشباع در یک نمونه خاک، تنها میزان آبی نیست که در منافذ ذخیره می‌شود بلکه حجم آب جذب شده

توسط ذرات خاکستر و زغال را نیز در بر می‌گیرد که با نتایج به دست آمده در تحقیقات استوف و همکاران و وودس و بالفور همسو می‌باشد (۲۶ و ۳۰). میزان اسیدیته در تیپ درمنه تفاوت معنی داری بین تیمارهای مورد بررسی نداشت، در حالی که در تیپ گون ترکیب خاکستر به خاک چه با روش دستی و چه با باران مصنوعی افزایش معنی داری را در میزان اسیدیته موجب شد اما ترکیب زغال با هیچ کدام از روش‌های مذکور تأثیر معنی داری بر میزان اسیدیته نداشت. از آنجایی که pH موجود در خاکستر به طور معنی داری بیشتر از خاک است، در نتیجه افزایش این فاکتور به دنبال افزودن خاکستر به خاک کاملاً منطقی می‌باشد. افزودن خاکستر به خاک موجب کاهش معنی داری در میزان هدایت الکتریکی شد، دلیل این امر احتمالاً بهم چسبیدن ذرات خاکستر و تولید ذرات بزرگتر می‌باشد که اکسیدهای پایه را احاطه کرده و موجب کاهش میزان هدایت الکتریکی می‌شوند. در هر دو تیپ مورد بررسی، میزان مواد آلی موجود در خاکستر به طور معنی داری کمتر از زغال و خاک می‌باشد. در تیپ گیاهی گون ترکیب مستقیم و غیرمستقیم خاکستر به خاک کاهش معنی داری را در میزان مواد آلی ایجاد نمود اما در تیپ درمنه علیرغم کم بودن مواد آلی موجود در خاکستر، نمونه‌هایی که خاکستر به طور مستقیم با خاک ترکیب شده میزان مواد آلی افزایش معنی داری نسبت به سایر نمونه‌ها یافته است. کاهش میزان مواد آلی در خاکستر در مطالعه استوف و همکاران نیز بیان شده است (۲۶). ترکیب مستقیم خاکستر به خاک بیشترین میزان و ترکیب زغال به خاک با باران مصنوعی کمترین میزان آهک را به خود اختصاص دادند. سوختن چوب باعث معدنی شدن عناصر پایه و ایجاد اکسیدها می‌شود. خاکستری که از آتش باقی می‌ماند عمدتاً شامل اکسیدهای محلول هستند که به سرعت به کربنات‌ها و هیدروکسیدها تبدیل می‌شوند که وقتی در معرض هوا قرار می‌گیرند، تولید ترکیبات غنی از عناصر قلیایی مانند کلسیم می‌کنند در نتیجه ترکیباتی همچون CaCO_3 (آهک) در خاک‌های حاوی خاکستر افزایش می‌یابد (۱۷ و ۲۴). ترکیب خاکستر و زغال، تأثیر معنی داری بر روی نقطه پژمردگی

مخصوصاً نگره داشت آب در خاک می‌شود. آگاهی از این تغییرات به مدیریت بهینه بعد از آتش‌سوزی کمک می‌کند. به‌عنوان مثال از آنجایی که مهم‌ترین نحوه آتش‌سوزی که در منطقه دیده شده، آتش‌سوزی لکه‌ای و به‌صورت عمدی و غیر عمدی توسط چوپانان است. بنابراین می‌توان به آنها آموزش داد که بعد از خاموش شدن آتش، خاکستر و زغال باقیمانده را با خاک ترکیب کرده تا به شرایط رطوبتی خاک کمک کند، همچنین برای جبران از دست رفتن مواد آلی، مقداری کود دامی هم روی آنها بریزند.

و ظرفیت نگهداری آب در خاک نداشت. ترکیب مستقیم زغال و خاکستر به خاک موجب افزایش چشمگیری در میزان ظرفیت زراعی و رطوبت در دسترس شد در صورتی که، ترکیب غیرمستقیم این دو به خاک تأثیر معنی‌داری بر میزان ظرفیت زراعی و رطوبت در دسترس نداشت. محققانی چون آدریانو و وبر (۱۰)، کامبلا و همکاران (۱۴)، چانگ و همکاران (۱۶)، مالیک و همکاران (۲۱) و استوف و همکاران (۲۶) نیز به نتایج مشابهی در این زمینه دست یافتند. به‌طور کلی براساس نتایج این تحقیق، حضور خاکستر و زغال ناشی از سوختن پوشش گیاهی سطح زمین موجب تغییرات زیادی در خصوصیات خاک

منابع مورد استفاده

۱. جزیره‌ای، م. ۱۳۷۴. جنگل و آتش. فصلنامه جنگل و مرتع، ۲۹: ۵۴-۵۸.
۲. جعفری حقیقی، م. ۱۳۸۲. روش‌های تجزیه خاک (نمونه‌برداری و تجزیه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی)، انتشارات ندی ضحی.
۳. خالدی، ع.، ح. صادقی، م. وفاخواه و ل. غلامی. ۱۳۸۷. شناسایی مؤثرترین ویژگی‌های فیزیکی حوزه در ریخت‌سنجی رسوبات در حوزه آبخیز واز مازندران. مجله تحقیقات منابع آب (۱): ۸۸-۷۵.
۴. زرین کفش، م. ۱۳۷۲. خاکشناسی کاربردی (ارزیابی و مرفولوژی و تجزیه‌های کمی آب-خاک-گیاه). انتشارات دانشگاه تهران.
۵. سوادکوهی، ط. ۱۳۸۴. بررسی ژئوبوتانیک زیر حوزه چرات از حوزه تالار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی ساری، دانشگاه مازندران.
۶. علیزاده، ا. ۱۳۷۴. رابطه آب، خاک و گیاه. نشر مشهد.
۷. غازان شاهی، ج. ۱۳۷۶. آنالیز خاک و آب. چاپ هما.
۸. میمندی‌نژاد، م. ۱۳۷۷. شنالوده بوم‌شناسی. انتشارات دانشگاه تهران.
۹. نصیری محلاتی، م.، ع. کوچکی، پ. رضوانی و ع. بهشتی. ۱۳۸۰. آگرواکولوژی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
10. Adriano, D. C. and J. T. Weber. 2001. Influence of fly ash on soil physical properties and turf grass establishment. J. Environ. Qual. 30(2): 596-601.
11. Arthur, W.B. 2000. Understanding fire ecology for range management. PP. 527-542. In: Tueller, P.T. (Ed.), Vegetation Science Applications for Rangeland Analysis and Management, Kluwer Academic Publishers, London.
12. Badía, D. and C. Martí. 2003. Plant ash and heat intensity effects on chemical and physical properties of two contrasting soils. Arid Land. Res. Manag. 17: 23-41.
13. Bormann, H and K. Klaassen. 2008. Seasonal and land use dependent variability of soil hydraulic and soil hydrological properties of two Northern German soils. Geoderma 145(3-4): 295-302.
14. Campbell, G. S., J. D. Jungbauer, K. L. J. Bristow and R. D. Hungerford. 1995. Soil temperature and water content beneath a surface fire. Soil Sci. 159: 363-374.
15. Cerda, A and H. Doerr. 2008. The effect of ash and needle cover on surface runoff and erosion in the immediate post-fire period. Catena 74: 256-263.
16. Chang, A. C., L. J. Lund, A. L. Page and J. E. Warneke. 1977. Physical properties of fly ash amended soils. J. Environ. Qual. 6(3): 267-270.
17. Etiegni, L. and A. G. Campbell. 1991. Physical and chemical characteristics of wood ash. Bioresource. Technol. 37: 173-178.

18. Heiskanen, J., K. Makitalo and J. Hyvonen. 2007. Long-term influence of site preparation on water-retention characteristics of forest soil in Finnish Lapland. *Forest. Ecol. Manag.* 241(1-3): 127-133.
19. Katsvario, T., W. J. Cox and H. Van Es. 2002. Tillage and rotation effects on soil physical characteristics. *Agron. J.* 94(2): 299-304.
20. Lee, H., H. Ha. Sung, C. H. Lee, Y. B. Lee and J. K. Kim. 2006. Fly ash effect on improving soil properties and rice productivity in Korean paddy soil. *Bioresource. Technol.* (97): 1490-1497.
21. Mallik, A. U., C. H. Gimingham and A. A. Rahman. 1984. Ecological effects of heather burning. I. Water infiltration, moisture retention and porosity of the surface soil. *J. Ecol.* 72: 767-776.
22. Minasny, B and A. B. McBratney. 2007. Estimating the water retention shape parameter from sand and clay content. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71(4): 1105-1110.
23. Pachepsky, Y. A., D. J. Timlin and W. J. Rawls. 2001. Soil water retention as related to topographic variables. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65(6): 1787-1795.
24. Pereira, P., X. Úbeda. and D. Martin. 2012. Fire severity effects on ash chemical composition and water-extractable elements. *Geoderma* 191:105-114.
25. Rubio, C. M., P. Llorens and F. Gallart. 2008. Uncertainty and efficiency of pedo transfer functions for estimating water retention characteristics of soils. *Europ. J. Soil Sci.* 59(2): 339-347.
26. Stoof, C. R., J. G. Wesseling and C. J. Ritsema. 2010. Effect of fire and ash on soil water retention. *Geoderma* 159: 276-285.
27. Vallentine, J. F. 1990. *Grazing Management*, Academic Press, INC, New York.
28. Voreecken, H., J. Maes, J. Feyen and P. Darius. 1989. Estimation the soil moisture retention characteristic from texture, bulk density and carbon content. *Soil Sci.* 148(6): 389-403.
29. Wesseling, J. G., C. J. Ritsema, K. Oostindie, C. R. Stoof and L.W. Dekker. 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.
30. Woods, S. W. and V. Balfour. 2008. Vegetative ash: an important factor in the short term response to rainfall in the post-fire environment: EGU General Assembly 13-18 April, Vienna, Austria.

The Effect of Ash and Coal Produced from Fire on Some of Soil Properties Especially Water Retention

Z. Sepehri¹, Z. Jafarian^{1*}, A. Kavian¹ and Gh. Heydari¹

(Received: April 28-2015 ; Accepted: Aug. 7-2016)

Abstract

Ash and coal produced from fire influence the soil and few studies about these effects are available. For this purpose, this study was performed to investigate the effect of ash and coal on hydrological, physical and chemical properties of soil in Charat rangeland that has a history of fire. Systematic-random sampling was implemented in two plant types *Astragalus gossypinus* and *Artemisia aucheri* using 6 transects and 60 4m² quadrates and plant and soil samples were obtained. Experimental treatments including control soil, composition soil and ash were prepared manually and also with artificial rain, composition soil and coal manually and also with artificial rain in the laboratory and characteristics of the texture, saturation moisture, pH, organic matter, field capacity, wilting point, available water and retention capacity were measured. ANOVA results for mean comparison soil, ash and coal properties showed that ash had more percent of silt and pH than soil and organic matter and lower bulk density than soil. In addition, multivariate analysis to show the effect of two types of treatments showed that manual composition of ash and coal with soil had increased field capacity and available water while composition of soil and coal with artificial rain had no significant effect on them. According to the results of this study, the presence of ash and coal resulted from burning vegetation caused great changes in soil properties, especially water retention.

Keywords: *Astragalus gossypinus* *Artemisia aucheri*, ash, coal, water retention

1. Dept. of Range and Watershed Management, Sari Agric. Sci. and Natural Resour. Univ., Sari, Iran.

*: Corresponding Author, Email: z.jafarian@sanru.ac.ir