دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۲/۱۵
پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۴/۲۱
نوع مقاله: علمی - پژوهشی
صفحه: ۵۷-۴۳

تأثیر حریق بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک توده بنه-بادام، منطقه چنارمیشوان سیاخ دارنگون در استان فارس، ایران[۱]

مهدی پاک‌نظر[۲]*، محمدرضا نگهدار صابر[۳]، امیر مسعود سامانی‌مجد[۴] و مهرداد زر افشار[۵]

چکیده: آتش‌سوزی تأثیرات بسیار مهمی بر خصوصیات خاک و پوشش گیاهی یک منطقه دارد. هدف از انجام این پژوهش مطالعه تأثیر آتش‌سوزی روی برخی از ویژگی‌های فیزیکی (وزن مخصوص و میزان رطوبت خاک) و شیمیایی (هدایت الکتریکی، اسیدیته، مقدار کربن آلی، مقدار مواد آلی، عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر) خاک جنگل بنه-بادام در منطقه چنارمیشوان سیاخ دارنگون در استان فارس می‌باشد. برای این منظور یک عرصه جنگلی در منطقه چنارمیشوان که در سال ۱۴۰۰ طعمه حریق قرارگرفته بود انتخاب شد. نمونه‌برداری از این منطقه و منطقه آتش‌سوزی نشده در عمق ۰-۲۰ سانتی‌متر انجام شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در هر دو منطقه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین دو منطقه موردبررسی ازنظر میزان رطوبت خاک وجود نداشت. به‌علاوه وزن مخصوص خاک نیز تحت تأثیر آتش‌سوزی قرار نگرفت زیرا این پارامتر بین دو منطقه موردبررسی فاقد اختلاف معنی‌دار بود. از طرف دیگر، هدایت الکتریکی خاک در منطقه آتش‌سوزی شده به‌طور معنی‌داری بسیار بیشتر از منطقه شاهد بود. بین اسیدیته خاک در دو منطقه آتش‌سوزی شده و نشده اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقدار این پارامتر در منطقه آتش‌سوزی شده برابر با ۰/۰۸۵ ± ۸/۰۸ بود که بیشتر از مقدار به‌دست‌آمده در منطقه بدون آتش‌سوزی (۰/۰۶۷ ± ۷/۸۵) بود. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که آتش‌سوزی توانست مقدار مواد آلی و کربن آلی خاک را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. علاوه بر این موارد، مقدار هر سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در توده آتش‌سوزی شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از توده شاهد بود. بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان نتیجه‌گیری کرد که آتش‌سوزی می‌تواند باعث افزایش حاصلخیزی خاک سطحی در کوتاه‌مدت شود. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند در بخش‌های متفاوتی مانند اداره‌های منابع طبیعی و محیط‌زیست باهدف توجه به اکوسیستم موجود در این منطقه و حفظ ساختمان و ویژگی‌های مطلوب خاک منطقه مورداستفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آتش‌سوزی، هدایت الکتریکی، کربن آلی، عناصر غذایی، جرم مخصوص ظاهری

---

[۱] این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده مسئول با عنوان «تاثیرات حریق بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه چنار میشوان سیاخ دارنگون فارس» است.

[۲]*دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه مهندسی بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست، مؤسسه آموزش عالی دانش‌پژوهان پیشرو، اصفهان، ایران؛ نویسنده مسئول: mehdipaknazar.83@gmail.com

[۳] استادیار پژوهشی، بخش تحقیقاتی منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز ، ایران.

[۴] دانشیار،گروه عمران، مؤسسه آموزش عالی دانش‌پژوهان پیشرو، اصفهان، ایران.

[۵] استادیار پژوهشی، بخش تحقیقاتی منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز ، ایران.

۱-مقدمه و بیان مسئله

آتش به‌عنوان یک پدیده مهم، رایج و پرقدرت می‌تواند بر اجزای تشکیل‌دهنده اکوسیستم اثرات پیچیده، منفی و یا مثبت بگذارد (Agbeshie et al., 2022, 1422). یکی از مهم‌ترین خسارت‌های آتش‌سوزی جنگل، تأثیر بر ویژگی‌های بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی خاک است که از طریق مکانیسم‌هایی مانند اکسیداسیون، انتقال خاکستر و فرسایش انجام می‌شود (Certini, 2005,7؛ Agbeshie et al., 2022, 1422). ازجمله این اثرات می‌توان به آب‌گریزی، آبشویی، فرسایش، رواناب، تخلخل، اسیدی شدن، اکسید شدن مواد آلی و مواد مغذی خاک و تبخیر کاتیونی اشاره کرد (Assadian et al., 2020, 67؛ Agbeshie et al., 2022, 1422). میزان تغییراتی که درنتیجه آتش‌سوزی بر خاک ایجاد می‌شود تا حد زیادی به عوامل محیطی ازجمله ماده سوختنی موجود در اکوسیستم، رطوبت خاک و هوا، سرعت باد، توپوگرافی، فصل و زمان آتش‌سوزی، شدت، فراوانی و مدت آن و همچنین نوع گونه گیاهی بستگی دارد (Certini, 2005, 7) و شدت آتش‌سوزی بر اساس دمای ایجادشده در محیط، نوع ماده سوختی در منطقه و مدت‌زمان حریق به سه دسته، شدت کم (< ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد)، شدت متوسط (تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد) و شدت بالا (< ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد) طبقه‌بندی می‌گردد (Caon et al., 2014, 50). دما و زمان آتش‌سوزی رابطه مستقیمی با میزان اثرات مخرب ایجادشده در محیط دارد. آتش‌سوزی‌های با شدت کم همراه با باقیمانده خاکستر بر روی سطح خاک سبب کاهش تنفس و فعالیت آنزیمی میکروب‌ها، افزایش pH و غلظت مواد آلی خاک می‌شود. آتش‌سوزی با شدت بالا باعث تخریب ساختمان خاک درنتیجه افزایش چگالی ظاهری و افزایش در آب‌گریزی ذرات خاک می‌شود که درنهایت منجر به کاهش نفوذپذیری، افزایش فرسایش و نابودی موجودات زنده خاک می‌شود (Agbeshie et al., 2022, 1422).

خطر آتش‌سوزی جنگل‌ها به علت گرم شدن کره زمین و افزایش خشک‌سالی رو به افزایش است (Zhang & Biswas, 2017, 470). پیش‌بینی‌های اخیر در مورد افزایش احتمالی مدت‌زمان آتش‌سوزی، شدت و فراوانی آن در مناطق جنگلی به‌ویژه در مناطق گرمسیری به دلیل دمای بالاتر زنگ خطری است که باید جدی گرفته شود (Zhang & Biswas, 2017, 470). نکته‌ی مهم این است که افزایش آتش‌سوزی نه‌تنها بر گیاهان جنگلی تأثیر می‌گذارد، بلکه موجب تغییر در خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک نیز می‌شود (Romeo et al., 2020, 1271)؛ بنابراین یکی از مشکلات مهمی که پیش روی مدیریت و نگهداری از جنگل‌ها به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد، آتش‌سوزی است که بسته به‌شدت می‌تواند خسارت‌های اقتصادی و زیست‌محیطی زیادی به همراه داشته باشد (Certini, 2005,7؛ Agbeshie et al., 2022, 1422).

آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع نه‌فقط ازنظر زیست‌محیطی، بلکه ازنظر اقتصادی و اجتماعی نیز یکی از اصلی‌ترین موضوعات و نگرانی‌ها در بسیاری از نقاط جهان هست. فائو گزارش کرد که حدود ۹۸ میلیون هکتار از جنگل‌ها تا سال ۲۰۱۵ تحت تأثیر آتش‌سوزی قرارگرفته‌اند که عمدتاً در مناطق گرمسیری رخ‌داده است. در ایران نیز هرساله آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع که دارای اقلیم و پوشش گیاهی متفاوتی هستند اتفاق می‌افتد که اغلب آن‌ها توسط انسان و به‌صورت عمدی رخ می‌دهند (همت‌بلند و همکاران، ۱۳۸۹، ۲۰۵). در بین کشورهای خاورمیانه و شمال افریقا، کشور ایران در رتبه چهارم ازلحاظ وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها قرار دارد. در چند سال اخیر در رشته‌کوه زاگرس آتش‌سوزی‌های مکرر خسارات بسیاری به پوشش گیاهی و اکوسیستم جنگل‌ها و مراتع وارد نموده است. آمارهایی که در سال‌های گذشته از آتش گرفتن گستره‌های پرشماری از جنگل‌های ایران منتشرشده است خود گویای ژرفای چنین فاجعه‌ای است به‌طوری‌که طی ۱۳ سال اخیر، به‌طور متوسط در هرسال ۱۰۴۰ فقره آتش‌سوزی در جنگل‌ها و ۸۴۹ فقره در مراتع اتفاق می‌افتد که طی آن هرساله ۸۲۷۳ هکتار از سطح جنگل‌ها و نزدیک به ۸۴۹۰ هکتار از سطح مراتع طعمه آتش‌سوزی می‌شوند و از بین می‌روند (بابایی، ۱۳۹۹، ۲۷). از

طرف دیگر، بر اساس آخرین اعلام سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری ایران در سال ۱۳۹۷، از ۱۳۵ میلیون هکتار عرصه‌های طبیعی، سطح جنگل‌های ایران ۱۴/۳۱۹ میلیون هکتار است که حدود ۸/۸ درصد از مساحت ۱۶۴ میلیون و ۸۰۰ هزار هکتاری کل ایران را شامل می‌شود. درنتیجه سرانه جنگل برای هر فرد در ایران تقریباً یک‌سوم سرانه جهانی بوده و کمتر از ۰/۲ هکتار است درحالی‌که سرانه جهانی جنگل ۰/۵۲ هکتار است. موارد مذکور حاکی از این است که سطح پوشش جنگلی در کشور ایران پایین است و باید در حفظ و حراست از آن‌ها در برابر مخاطراتی نظیر آتش‌سوزی‌ها، تدابیر ویژه‌ای اتخاذ کرد (بابایی، ۱۳۹۹، ۲۸).

در سال‌های اخیر پیامد آتش‌سوزی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های جنگلی مناطق مختلف ایران ازجمله جنگل‌های بلوط منطقه بدره استان ایلام (بازگیر و همکاران، ۱۳۹۹، ۸۱) و مراتع سولان استان همدان (اسدیان و همکاران، ۱۴۰۰، ۶۷) موردبررسی قرارگرفته است. باوجود آتش‌سوزی‌های مکرر در جنگل‌های زاگرس بیشتر مطالعات در جنگل‌های بلوط صورت پذیرفته است و مطالعه‌ای روی پوشش جنگلی بادام و بنه انجام نگرفته است. به‌علاوه، در استان فارس پژوهش‌های بسیار اندکی در راستای تأثیرات آتش‌سوزی بر خاک انجام‌شده است؛ بنابراین با توجه به لزوم بررسی دقیق پیامدهای ناشی از آتش‌سوزی بر ویژگی‌های خاک در استان فارس، این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات آتش‌سوزی بر خاک جنگل چنارمیشوان سیاخ دارنگون انجام شد.

۲- پیشینه و مبانی نظری پژوهش

تأثیر آتش‌سوزی‌های جنگلی بر ویژگی‌های خاک موردتوجه بسیاری از محققین قرارگرفته است. برخی از این مطالعات تأثیر معنی‌دار آتش‌سوزی بر عناصر، مواد آلی و جرم مخصوص ظاهری خاک را گزارش کرده‌اند (بازگیر و همکاران، ۱۳۹۹، ۸۲؛ اسدیان و همکاران، ۱۴۰۰، ۶۷). کاریون-پالادینس[1] و همکاران (۲۰۲۲)، نشان دادند که ماده آلی خاک، فسفر، گوگرد، مس و روی در مناطقی با شدت آتش‌سوزی زیاد، کاهش شدیدی داشت و همچنین در این مناطق جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش یافت. اگرچه با گذر زمان، اسیدیته، ماده آلی خاک، فسفر، گوگرد، مس و روی حتی نسبت به شاهد افزایش قابل‌توجهی نشان داد.

در مطالعه دیگری مشاهده شد که رطوبت و دمای خاک حتی باگذشت زمان بسیار زیاد پس از وقوع آتش‌سوزی هنوز تحت تأثیر آن بود. همچنین بررسی لایه‌های آلی خاک در توده‌های شاهد و سوخته نشان داد که لایه‌های نازک‌تر متعلق به توده‌های سوخته بود (He et al., 2021, 106). آتش‌سوزی موجب درشت شدن بافت خاک شد به‌طوری‌که درنتیجه آتش‌سوزی درصد شن افزایش و درصد رس و سیلت به علت فرایندهای فرسایش کاهش یافت (Granged et al., 2011, 125).

اثر آتش‌سوزی جنگل و سوزاندن پسماند زراعی بر تغییرات کانی‌های رسی و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی لایه‌های سطحی خاک در منطقه زراعی در تخت جمشید در استان فارس و خاک جنگل بمو موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقدار فسفر و پتاسیم قابل‌جذب در هر دو عمق نمونه‌برداری خاک جنگلی افزایش یافت و در ناحیه جنگلی pH و شن در عمق ۰ تا ۵ سانتیمتری خاک سوخته افزایش یافت؛ اما در خاک زراعی تغییرات خواص فیزیکی و شیمیایی در اثر آتش‌سوزی ازنظر آماری معنی‌دار نبود (مولوی و همکاران، ۱۳۸۸، ۹۱).

نتایج مطالعه دیگری نشان داد که پس از آتش‌سوزی میزان ازت کل، فسفر قابل‌جذب، کلسیم قابل‌جذب، کربن آلی و پتاسیم قابل‌جذب خاک کاهش‌یافته و منیزیم قابل‌جذب و همچنین میزان ظرفیت تبادل کاتیونی خاک افزایش یافت. به‌علاوه آتش‌سوزی بر میزان افزایش رس خاک تأثیر مثبت اما بر سایر خصوصیات فیزیکی خاک مانند جرم مخصوص ظاهری، درصد شن و درصد سیلت خاک تأثیری نداشت (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۴، ۱).

[1] Carrión-Paladines

به‌منظور بررسی اثرات کوتاه‌مدت آتش بر پوشش گیاهی و خاک در مراتع درود فرامان استان کرمانشاه مطالعه‌ای انجام شد. نمونه‌برداری از عمق ۰-۱۵ سانتی‌متر خاک به روش سیستماتیک تصادفی انجام گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که آتش‌سوزی باعث افزایش میزان اسیدیته خاک، هدایت الکتریکی، آهک، فسفر و پتاسیم قابل‌جذب، کربن آلی گردید و موجب کاهش معنی‌دار در میزان نیتروژن شد (طلایی‌تبار و همکاران، ۱۳۹۵، ۱).

نتایج اشرفی سعیدلو و همکاران (۱۳۹۶)، نشان داد که اختلاف معنی‌داری ازلحاظ مقدار pH و EC، در خاک‌های سوخته در زمان‌های مختلف وجود داشت. میزان این پارامترها بلافاصله پس از آتش‌سوزی در خاک‌های سوخته در مقایسه با خاک‌های شاهد افزایش یافت ولی بعد از گذشت یک سال میزان آن به سطح قبل از آتش‌سوزی برگشت. همچنین میزان نیتروژن کل و کربن آلی در عمق سطحی باسابقه آتش‌سوزی نسبت به خاک‌های شاهد افزایش یافت. به‌طورکلی آتش‌سوزی منجر به تغییرات محسوسی در خواص خاک شد که احیاء این شرایط به بیش از یک سال زمان نیاز داشت (اشرفی سعیدلو، ۱۳۹۶، ۱۱۰). به‌علاوه آتش‌سوزی باعث تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های جنگل در استان ایلام شد و در کوتاه‌مدت این پدیده باعث افزایش عناصر غذایی ضروری در خاک شد که نتیجه آن بهبود حاصلخیزی خاک منطقه بود (بازگیر و همکاران، ۱۳۹۹، ۸۱).

در سال‌های اخیر آتش‌سوزی در رشته‌کوه‌های زاگرس رو به افزایش بوده و با توجه به نقش آتش‌سوزی به‌عنوان یکی از عوامل اصلی و مهم در افزایش فرسایش خاک، تخریب و از بین رفتن جنگل، کاهش توان ذخیره نزولات جوی و وقوع سیل و با در نظر گرفتن فرایند طولانی تجدید دوباره خاک و همچنین عدم وجود تحقیقات عملی، میدانی و آزمایشگاهی خاصی در این منطقه به نظر رسید مسئله «اثر آتش‌سوزی بر خاک در منطقه چنار میشوان سیاخ دارنگون فارس» که بخشی از رشته‌کوه زاگرس هست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا هدف از این مطالعه بررسی اثر آتش‌سوزی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در این منطقه است.

۳- روش تحقیق

۳-۱- ویژگی‌های منطقه موردمطالعه

مطالعه حاضر در توده‌های جنگلی منطقه چنارمیشوان از توابع شهرستان شیراز انجام شد که جز رشته‌کوه زاگرس هست. موقعیت مکانی این منطقه بین طول و عرض جغرافیایی ´16/3392 °29 شمالی و ´052°25/3787 شرقی با ارتفاع حدود ۲۱۰۰ متر از سطح دریا است و متوسط بارندگی سالانهٔ کل حوزه ۱۰۰۲/۳ میلی‌متر و میانگین درجهٔ حرارت آن ۱۳/۸ است. عمدهٔ بارندگی‌ها در شش‌ماههٔ دوم سال و بیشتر بارندگی‌ها در دی‌ماه اتفاق می‌افتد. توپوگرافی منطقه نیز بیانگر کوهستانی بودن این پهنه است. تیپ غالب منطقه بنه-بادام بوده و زیراشکوب آن با انواع گونه‌های گون پوشیده شده است. با توجه به آمار ارائه‌شده توسط اداره کل منابع طبیعی استان فارس آتش‌سوزی ایجادشده در منطقه موردمطالعه در بهار ۱۴۰۰ رخ‌داده و حریق از نوع سطحی و تنه‌ای هست.

۳-۲- روش نمونه‌برداری از خاک و انجام کار

برای بررسی اثر کوتاه‌مدت آتش‌سوزی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، یک عرصه جنگلی در منطقه چنارمیشوان انتخاب شد (جدول ۱). مساحت کل منطقه کوهستانی چنارمیشوان ۲۶ هکتار بوده که بر اساس اطلاعات اداره کل منابع طبیعی استان فارس، ۱۴ هکتار از این توده‌های بنه-بادام در سال ۱۴۰۰ طعمه حریق قرارگرفته بود. پس از بازدید میدانی از محل، دو منطقه کنترل و آتش‌سوزی به‌عنوان مناطق موردمطالعه انتخاب شدند. کنترل، منطقه‌ی آتش‌سوزی نشده‌ای بود که در مجاورت منطقه آتش‌سوزی شده با شرایط رویشگاهی یکسان و رعایت فاصله مناسب از منطقه سوخته قرار داشت. سپس تعداد چهار پلات به ابعاد ۱۰۰ در ۱۰۰ مترمربع طراحی شد (جدول ۱). لازم به ذکر است این پلات‌ها به‌صورت تصادفی در بازه زمانی یک سال پس از آتش‌سوزی در مناطق موردمطالعه و کنترل قرار داده

شد. به‌طورکلی در هر عرصه ۴ پلات و در هر پلات نیز پنج نمونه خاک از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متر با بیلچه جمع‌آوری و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. سپس این ۵ نمونه باهم مخلوط و درنهایت سه نمونه ترکیبی از هر مخلوط تهیه گردید. به‌بیان‌دیگر از هر پلات، ۳ نمونه ترکیبی تهیه شد و درمجموع، ۱۲ نمونه خاک در هر عرصه و در کل ۲۴ نمونه جمع‌آوری شد. همچنین در هر عرصه ۱۰ نمونه کلوخه و درمجموع ۲۰ نمونه کلوخه جمع‌آوری شد. نمونه‌ها درون کیسه‌های پلاستیکی تمیز قرار داده شد و پس از ثبت مشخصات محل نمونه‌برداری به آزمایشگاه انتقال داده شدند. پس از خشک‌کردن خاک در مجاورت هوا، نمونه‌های هر کیسه به‌منظور بررسی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جدول ۱. مشخصات پلات‌های نمونه‌برداری شده در هر عرصه

Alt	Latitude-longitude	plot	Treatment
2182	N 29°16/4047′ E 052°25/3876′	پلات ۱	منطقه آتش‌سوزی
2158	N 29° 16/3507′ E 052°25/3924′	پلات ۲	منطقه آتش‌سوزی
2155	N 29° 16/3392′ E 052°25/3787′	پلات ۳	منطقه آتش‌سوزی
2159	N 29°16/3713′ E 052°25/3302′	پلات ۴	منطقه آتش‌سوزی
2141	N 29°16/4827′ E 052°25/4406′	پلات ۱	کنترل
2135	N 29°16/5428′ E 052°25/4955′	پلات ۲	کنترل
2133	N 29°16/4209′ E 052°25/5154′	پلات ۳	کنترل
2136	N 29°16/5244′ E 052°25/5864′	پلات ۴	کنترل

۳-۳- اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

پیش از انجام آزمایشات، درصد ذرات رس، سیلت و شن خاک با استفاده از روش هیدرومتری بایکاس با قرائت چهارزمانه در زمان‌های ۳۰ و ۶۰ ثانیه، ۱/۵ و ۲۴ ساعت محاسبه شد. بافت خاک در منطقه آتش‌سوزی شده لومی بود که درصد رس، سیلت و شن آن به ترتیب ۲۱/۱، ۴۲/۷ و ۳۶/۲ بود، درحالی‌که بافت خاک در منطقه شاهد سیلت-لومی تعیین شد که درصد رس، سیلت و شن آن به ترتیب برابر با ۱۷/۶، ۵۵/۲ و ۲۷/۲ درصد بود. برای اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک از روش کلوخه و پوشش دادن آن با پارافین که توسط بلک و هارتگ معرفی‌شده است استفاده شد (Blake & Hartge, 1986, 365). رطوبت اشباع خاک نیز به روش وزنی و از طریق خشک‌کردن نمونه در دستگاه آون به روش مستقیم تعیین گردید. pH به روش عصاره گل اشباع با دستگاه pH متر (Mclean, 1983, 22) و هدایت الکتریکی خاک به کمک هدایت‌سنج اندازه‌گیری شد (Rhoades, 1996, 420). کربن آلی و مقدار ماده آلی خاک به روش اکسایش تر به روش و الکلی و بلاک اندازه‌گیری شد (Walkley & Black, 1934, 30). مقدار فسفر فراهم خاک به روش اولسن[1] توسط دستگاه اسپکتوفتومتر[2] تعیین و برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم برآورده شد. جهت اندازه‌گیری پتاسیم قابل‌جذب از روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم و به کمک دستگاه فلیم‌فتومتر[3] استفاده شد. مقدار نیتروژن کل به روش کجلدال[4] به‌دست‌آمده آمد (Bremner & Mulvaney, 1982, 600).

۳-۳- تجزیه‌وتحلیل آماری

اطلاعات جمع‌آوری‌شده در نرم‌افزار اکسل ساماندهی و نمودارهای موردنظر تهیه گردید .پس از بررسی نرمال بودن و همگنی داده‌ها، جهت بررسی اثرات آتش‌سوزی بر خصوصیات شیمیائی و فیزیکی خاک از آزمون T مستقل

[1] Olsen
[2] Spectrophotometer
[3] Flame photometer
[4] Kejeldahl

استفاده شد. تجزیه‌های آماری در نرم‌افزار IBM SPSS$_{25}$ انجام شد.

٤- بحث و یافته‌های پژوهش

٤-١- خصوصیات فیزیکی خاک

٤-١-١- رطوبت خاک

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اگرچه میزان رطوبت خاک در منطقه شاهد (۰/۳۲۷ ± ۱۰/۲۹۳) کمتر از منطقه آتش‌سوزی شده (۰/۳۵۶ ± ۱۰/۸۴) بود (شکل ۱)، اما اختلاف معنی‌داری بین دو منطقه موردبررسی مشاهده نشد (جدول ۲). در تشابه با این مطالعه، مصلح آرانی و همکاران (۱۳۹۳)، طلایی تبار و همکاران (۱۳۹۵) و ریاحی و همکاران (۱۳۹۷)، نیز اختلاف معنی‌داری بین دو منطقه موردبررسی گزارش نکردند. برعکس، در مطالعه دیگری رطوبت اشباع خاک یک سال بعد از آتش‌سوزی نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت اما سه و ده سال بعد اختلاف معنی‌داری با سطح قبل از آتش‌سوزی نشان نداد (صادقی‌فر ۱۳۹۷، ۱۷). گراند[1] و همکاران (۲۰۱۱) کاهش ۴۴ درصدی رطوبت خاک بعد از آتش‌سوزی و رسیدن به مقدار اولیه طی سه سال بعد را گزارش کردند. علت عدم وجود اختلاف در دو منطقه موردبررسی در مطالعه حاضر را می‌توان این‌طور توضیح داد ازآنجایی‌که این پروژه در یک توده تنک انجام شد، بنابراین از بین رفتن پوشش گیاهی در منطقه تحت آتش‌سوزی تأثیر چندانی بر رطوبت خاک نداشت.

٤-١-٢- وزن مخصوص ظاهری خاک

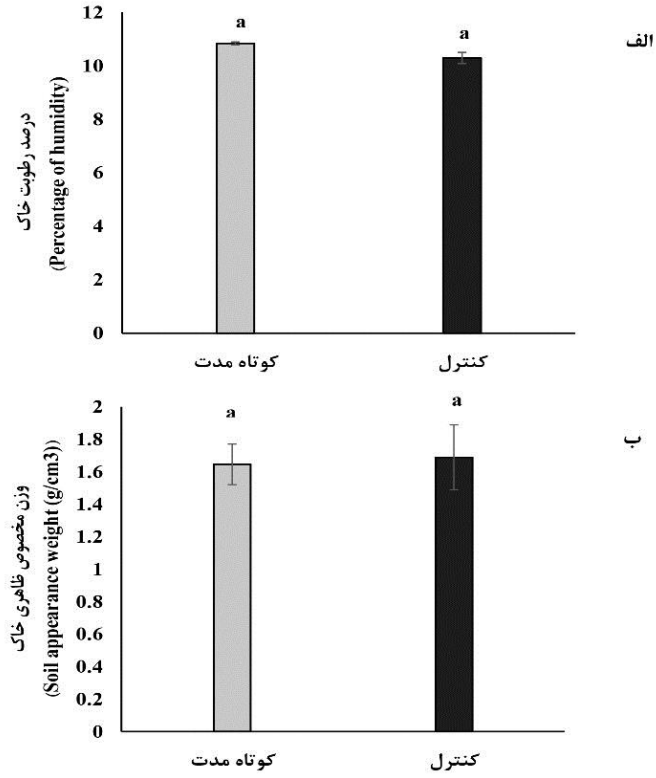
همان‌طور که در (جدول ۲ و شکل ۱) نشان داده‌شده است وزن مخصوص خاک بین دو منطقه موردبررسی در این مطالعه فاقد اختلاف معنی‌دار بود. علت آن را می‌توان این‌گونه بیان کرد که خصوصیات فیزیکی خاک جز آن دسته از ویژگی‌هایی است که در طولانی‌مدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد و ازآنجایی‌که این تحقیق پس از یک سال از وقوع حریق انجام‌شده است شاید این زمان برای نشان دادن تفاوت‌ها در جرم مخصوص ظاهری خاک کافی نیست. دلیل دیگر را می‌توان به‌شدت آتش مرتبط دانست زیرا آتش زمانی می‌تواند در خصوصیات فیزیکی خاک تغییر ایجاد کند که دارای حرارت بالا باشد (Hungerford et al., 1991, 32). به‌طور مشابه، مطالعات دیگر نیز عدم وجود تغییر معنی‌دار در مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک در اثر آتش‌سوزی را گزارش کرده‌اند: گودرزی و همکاران (۱۳۹۴)، کیم[2] و همکاران (۱۹۹۹) و لیتون و سانتلیس[3](۲۰۰۳).

جدول ۲. تجزیه‌وتحلیل آماری ویژگی‌های فیزیکی خاک در دو توده آتش‌سوزی شده و کنترل

ویژگی	*T*	درجه آزادی (*df*)	*P*- value
رطوبت	۱/۱۲۸	۲۲	۰/۲۷۲
وزن مخصوص ظاهری	-۰/۹۵۱	۲۲	۰/۳۵۴

برخلاف مطالعه حاضر، افزایش (حیدری و قربانی دشتکی، ۱۳۹۲، ۱۲۵،17 و خلیل‌پور و جلیلوند،۱۳۹۶، ۲۳) و یا کاهش (صادقی‌فر، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ و بازگیر و همکاران، ۱۳۹۹، ۸۷) معنی‌دار در جرم ویژه ظاهری خاک در مناطق سوخته شده در مقایسه با شاهد نیز گزارش‌شده است.

[1] Granged
[2] Kim
[3] Litton, C. & Santelices,



شکل ۱. درصد رطوبت موجود (الف) و وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب) (ب) در دو منطقه موردبررسی

٤-۲- خصوصیات شیمیایی خاک

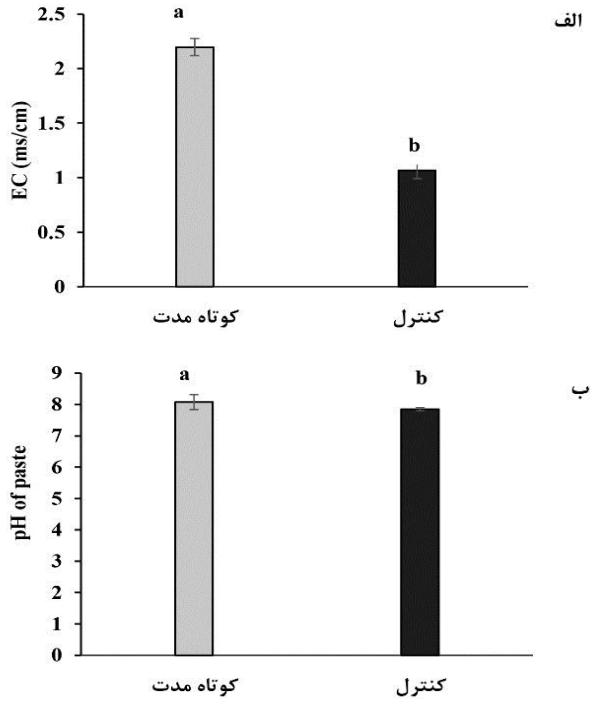
٤-۲-۱- هدایت الکتریکی خاک

هدایت الکتریکی خاک در منطقه آتش‌سوزی شده و شاهد به ترتیب برابر با ۰/۱۳۰ ± ۲/۱۹۸ و ۰/۰۶۴ ± ۱/۰۶۶ بود (شکل ۲). مقدار این پارامتر در منطقه آتش‌سوزی شده به‌طور معنی‌داری بسیار بیشتر از منطقه شاهد بود (جدول ۳). نتایج مشابهی نیز توسط سایر محققین گزارش‌شده است (همت‌بلند و همکاران، ۱۳۸۹، ۲۰۵؛ طلایی‌تبار و همکاران، ۱۳۹۵، ۱؛ شیدای‌کرکج و همکاران، ۱۳۹۸، ۷۵۵). دلیل افزایش هدایت الکتریکی در عرصه‌های سوخته را می‌توان به رها شدن یون-های معدنی حاصل از سوختن مواد آلی و تولید خاکستر پس از آتش‌سوزی مرتبط دانست.

٤-۲-۲- اسیدیته خاک

اسیدیته خاک به‌عنوان یکی از مؤثرترین ویژگی‌های خاک هست که بر قابلیت جذب عناصر و رشد گیاه تأثیر می‌گذارد (Granged et al., 2011, 125). در طول آتش‌سوزی خاکستری غنی از عناصری مانند پتاسیم، کلسیم و منیزیم در اثر آسیب واردشده به لایه سطحی (مملو از مواد آلی) و زیست‌توده به وجود می‌آید که سبب افزایش میزان اسیدیته خاک می‌شود (Agbeshie et al., 2022, 1422). بااین‌حال افزایش اسیدیته می‌تواند به pH اولیه، محتوای مواد مغذی و کمیت خاکستر بستگی داشته باشد (Neary et al., 2005, 110). نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که بین اسیدیته خاک در دو منطقه آتش‌سوزی شده و نشده در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳ و شکل ۲) اسیدیته خاک در منطقه آتش‌سوزی شده برابر با ۰/۰۸۵ ± ۸/۰۸ بود که بیشتر از مقدار به‌دست‌آمده در منطقه بدون آتش‌سوزی (۰/۰۶۷ ± ۷/۸۵) بود. در تشابه با یافته‌های پژوهش ما، افزایش معنی‌دار اسیدیته در خاک سوخته در مقایسه با تیمار شاهد توسط سایر محققین ازجمله مولوی و همکاران (۱۳۸۸)، شیدای‌کرکج و همکاران (۱۳۹۸)، ریاحی

و همکاران (۱۳۹۷) رومئو[1] و همکاران (۲۰۲۰) نیز گزارش‌شده است. افزایش میزان اسیدیته خاک در منطقه آتش‌سوزی شده احتمالاً به دلیل سوختن مواد آلی و تشکیل خاکستر و زغال هست.



شکل ۲. هدایت الکتریکی (الف) و اسیدیته خاک (ب) در هر دو منطقه موردبررسی

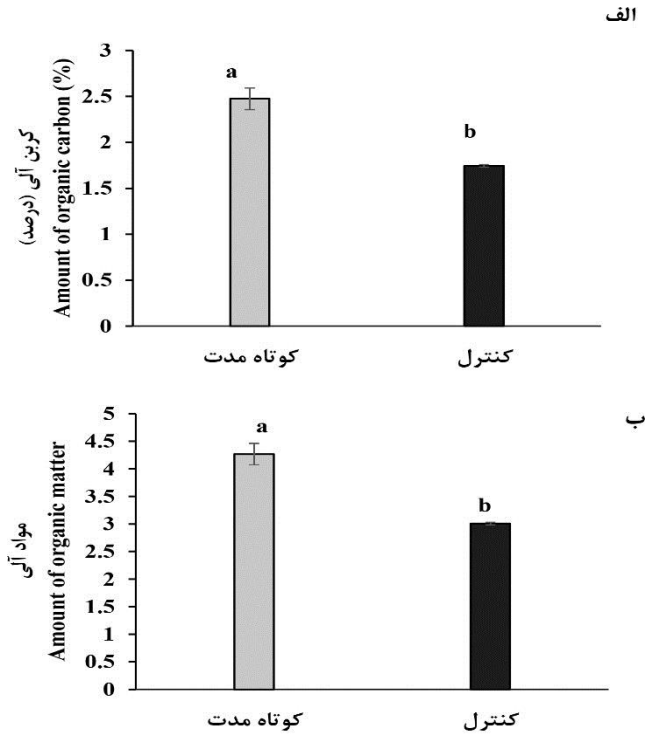
جدول ۳. تجزیه‌وتحلیل آماری ویژگی‌های شیمیایی خاک در دو توده آتش‌سوزی شده و کنترل

ویژگی	*T*	درجه آزادی (*df*)	*P*-value
هدایت الکتریکی	۷/۷۹	۲۲	<۰/۰۰۰
اسیدیته	۲/۰۹	۲۲	۰/۰۴۸
کربن آلی	۴/۳۴	۲۲	<۰/۰۰۰
مواد آلی	۴/۳۶	۲۲	<۰/۰۰۰
نیتروژن	۴/۴۸	۲۲	۰/۰۰۹
فسفر	۴/۵۰	۲۲	<۰/۰۰۰
پتاسیم	۴/۳۵	۲۲	<۰/۰۰۰

[1] Romeo

٤-۲-۳- کربن و مواد آلی خاک

همان‌طور که نتایج ارائه‌شده در (شکل ۳) نشان می‌دهد، اختلاف معنی‌دار بین میزان کربن آلی و مواد آلی خاک در دو منطقه نمونه‌برداری شده در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که میزان کربن آلی و مواد آلی خاک در منطقه آتش‌سوزی شده (به ترتیب برابر با ۰/۱۲۲ ± ۲/۴۷ و ۰/۷۳ ± ۴/۲۷) بیشتر از مقدار این ترکیبات در منطقه شاهد (به ترتیب برابر با ۰/۱۱۵ ± ۱/۷۴ و ۰/۶۹ ± ۳/۰۱) بود (جدول ۳، شکل ۳). نتایج پژوهش حاضر با نتایج برخی از محققین همچون همت بلند و همکاران (۱۳۸۹) و اشرفی سعیدلو و همکاران (۱۳۹۶) مطابقت داشت درحالی‌که با برخی دیگر ازجمله صادقی‌فر و همکاران (۱۳۹۶ و ۱۳۹۷)، گودرزی و همکاران (۱۳۹۴) و حیدری و قربانی دشتکی (۱۳۹۲) مطابقت نداشت.



شکل ۳. مقدار کربن آلی (الف) و مواد آلی (ب) خاک در دو منطقه موردبررسی

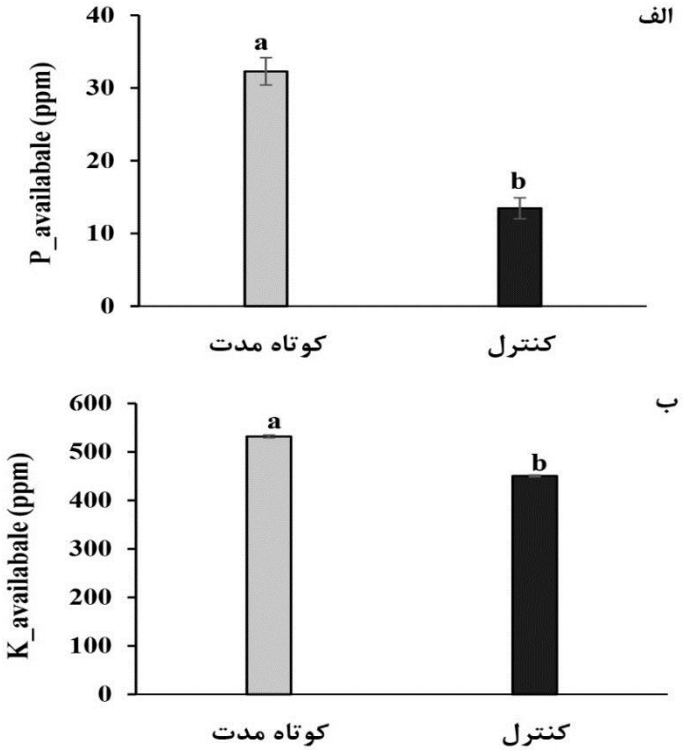
به‌طورکلی آتش‌سوزی با شدت کم از طریق افزایش کربن به‌وسیله احتراق ناقص مواد آلی و تجزیه از طریق سوختن زیست‌توده و همچنین افزوده شدن خاکستر سبب افزایش کربن آلی می‌شود (Hu et al., 2020, 106). افزایش میزان ماده آلی پس از آتش‌سوزی نیز می‌تواند به دلیل تبدیل مواد آلی به اشکال مقاوم و پایدار و همچنین اتصال بقایای غیر سوخته به اجزای معدنی خاک و درنتیجه حفاظت بیشتر در برابر تجزیه بیوشیمیایی و همچنین ورود گونه‌های تثبیت‌کننده در منطقه سوخته باشد (Johnson & Curtis, 2001, 227).

٤-۲-٤- عناصر خاک

بر اساس یافته‌های این مطالعه، مقدار هر سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در توده آتش‌سوزی شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از توده شاهد بود (جدول ۳، شکل‌های ۴ و ۵). افزایش فسفر قابل‌جذب پس از آتش‌سوزی نیز در سایر مطالعات گزارش‌شده است. فرناندز گارسیا[1] و همکاران (۲۰۱۹، ۱۵۱)، بازگیر و همکاران (۱۳۹۹، ۸۲)، اسدیان و همکاران (۱۴۰۰،

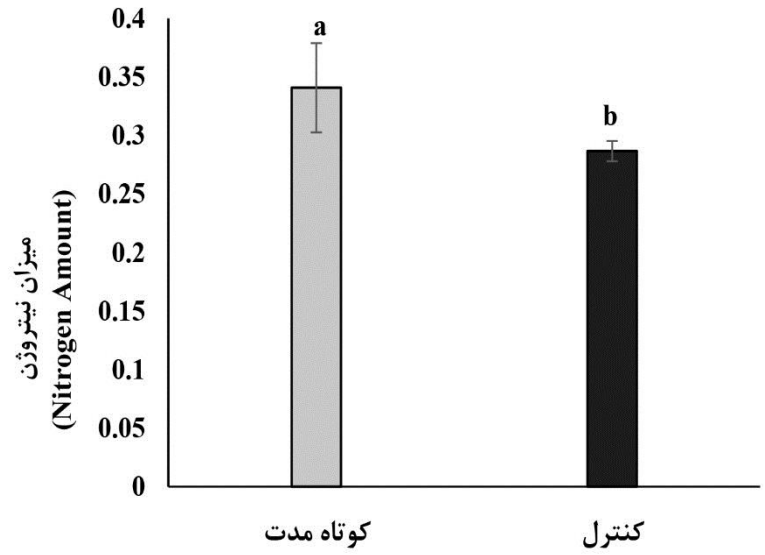
[1] Fernández-García

۶۷) و همچنین آلکانیز[1] و همکاران (۲۰۱۶، ۱۳۳۱) نشان دادند که افزایش فسفر در افق سطحی خاک به دلیل تغییر شکل فسفر آلی به فسفر قابل‌دسترس در طی فرایند معدنی شدن، افزوده شدن خاکستر به لایه سطحی و تأثیر آن بر کاهش تبخیر فسفر و همچنین تشکیل آپاتایت[2] (فسفر نامحلول) در حضور مواد آهکی است. علت دیگر را می‌توان به انباشته شدن خاکستر حاصل از پوشش و بقایای گیاهان در پی آتش‌سوزی مرتبط دانست. به‌علاوه، افزایش میزان پتاسیم پس از آتش‌سوزی توسط همت بلند و همکاران (۱۳۸۹، ۲۰۵) و اشرفی سعیدلو و همکاران (۱۳۹۶، ۱۱۰) و بازگیر و همکاران (۱۳۹۹، ۸۲) نیز گزارش‌شده است. همت بلند و همکاران (۱۳۸۹، ۲۱۵) و اشرفی سعیدلو و همکاران (۱۳۹۶، ۱۱۷) دلیل افزایش پتاسیم پس از آتش‌سوزی را ناشی از سوختن مواد آلی و آزاد شدن کاتیون‌های موجود در آن بیان کردند. ازنظر ولز[3] و همکاران (۱۹۷۹، ۲۵) در زمان آتش‌سوزی پتاسیم به شکل گاز رها می‌شود اما دوباره سریعاً از طریق لاش برگ‌های موجود در سطح خاک آزاد می‌گردد. در تطابق با یافته‌های این پژوهش، مطالعات دیگر نیز نشان دادند که میزان نیتروژن خاک پس از آتش‌سوزی افزایش‌یافته است (Fernández-García et al., 2019, 151). بانج شفیعی و همکاران (۱۳۸۹)، نیز دریافتند که آتش‌سوزی سبب افزایش میزان نیتروژن کل نسبت به منطقه کنترل می‌شود هرچند که با افزایش شدت آتش‌سوزی میزان آن رو به کاهش گذاشت. باقری و همکاران (۱۳۹۵)، گزارش کردند که در سال اول پس از آتش‌سوزی میزان نیتروژن کل بیشتر از سایر تیمارها بود. نتایج مطالعه دیگری نشان داد که در طول چهار سال میزان نیتروژن به‌طور معنی‌داری در مناطق سوخته شده افزایش یافت که این به دلیل آن است که میزان نیتراتی شدن پس از آتش‌سوزی با افزایش اسیدیته و در دسترس بودن آمونیم در اکوسیستم افزایش پیدا می‌کند (مولوی و همکاران، ۱۳۸۸، ۹۹).



شکل ۴. مقدار فسفر (الف) و پتاسیم (ب) خاک در دو منطقه موردبررسی

[1] Alcañiz
[2] Apatite
[3] Wells



شکل ۵. مقدار نیتروژن خاک در دو منطقه موردبررسی

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

به‌طور خلاصه و بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که خصوصیات شیمیائی خاک تحت تأثیر آتش‌سوزی در کوتاه‌مدت تغییر کرد اما ویژگی‌های فیزیکی خاک (وزن مخصوص ظاهری و بافت خاک) تحت تأثیر حریق قرار نگرفت. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پس از آتش‌سوزی، ماده آلی، کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک سطحی افزایش یافت لذا می‌توان بیان داشت که آتش‌سوزی در کوتاه‌مدت سبب افزایش حاصلخیزی شده است؛ اما باید به این نکته مهم توجه داشت که این حاصلخیزی موقت بوده و در سال‌های آینده بازگشت عناصر غذایی به‌واسطه گیاهان وجود نخواهد داشت و چرخه‌های عناصر غذایی متوقف خواهد شد. از سوی دیگر عدم وجود پوشش گیاهی در یک عرصه جنگلی سبب تشدید رواناب و فرسایش‌های بادی و آبی خواهد شد که تمام این عوامل در درازمدت سبب تخریب اکوسیستم به‌ویژه خاک آن خواهد شد. در این پژوهش اثرات کوتاه‌مدت آتش‌سوزی بر خاک بررسی شد پیشنهاد می‌شود اثرات بلندمدت نیز در این منطقه موردبررسی قرار گیرد. همچنین بررسی اثر آتش‌سوزی بر جنگل‌های دارای سایر گونه‌های گیاهی نیز پیشنهاد می‌شود. همچنین پیشنهاد می‌شود اثر آتش‌سوزی بر لایه‌های عمقی‌تر خاک نیز موردتوجه قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از حمایت مالی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس برای انجام این پروژه کمال تشکر و قدردانی راداریم.

عدم تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی برای ایشان وجود نداشته است.

٦- منابع

- اسدیان، قاسم، ختار، مهناز، سیاه‌منصور، رضا، و احمدیان، مهدی. ۱۴۰۰. اثر آتش‌سوزی بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مراتع سولان استان همدان. طبیعت ایران، ۶ (۵)، ۶۷-۷۳.

https://doi.org/10.22092/IRN.2020.352228.1307

- اشرفی سعیدلو، ساناز، رسولی صدقیانی، میرحسن، و برین، محسن. تأثیر سابقه آتش‌سوزی بر برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در اکوسیستم جنگلی سردشت. (۱۳۹۶). نشریه علوم آب‌وخاک علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،۲۱ (۳)، ۱۱۹-۱۰۹.

http://dx.doi.org/10.29252/jstnar.21.3.109

- بازگیر، مسعود، ریاحی، زینب، ولی‌زاده کاخکی، فاطمه، و رستمی کیا، محمود. ۱۳۹۹. پیامدهای آتش‌سوزی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های جنگلی بلوط

منطقه بدره-استان ایلام. بوم‌شناسی جنگل‌های ایران، ۸ (۱۵)، ۸۱-۹۲.

http://dx.doi.org/10.52547/ifej.8.15.81

- بانج شفیعی، عباس، اکبری نیا، مسلم، عزیزی، پیروز، و اسحاقی راد، جواد. (۱۳۸۹). تأثیر آتش‌سوزی بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک جنگل در شمال ایران (مطالعه موردی: جنگل خیرودکنار). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۸ (۳)، ۳۷۹-۳۶۵.

sid.ir/paper/111319/fa

- حیدری، جلال، و قربانی دشتکی، شجاع. (۱۳۹۲). تأثیر آتش‌سوزی پوشش گیاهی بر کیفیت خاک مراتع نیمه استپی کرسنگ، چهارمحال و بختیاری. پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، ۲۰ (۲)، ۱۴۲-۱۲۵.

https://sid.ir/paper/۱۰٦٥٥۰/fa

- خلیل‌پور، مصیب، و جلیلوند، حمید. (۱۳۹۶). اثر آتش‌سوزی بر پوشش گیاهی و برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک منطقه قلات گناوه در استان کهگیلویه و بویراحمد. بوم‌شناسی کاربردی ۶ (۴)، ۲۸-۱۷.

https://civilica.com/doc/1155853

- ریاحی، زینب، بازگیر، مسعود، ولی زاده کاخکی، فاطمه، و رستمی نیا، محمود. (۱۳۹۷). بررسی پیامد آتش‌سوزی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مراتع منطقه بدره (استان ایلام). نشریه پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، ۲۵ (۵)، ۲۵-۴۶.

magiran.com/p1945055

- شیدای کرکج، اسماعیل، جعفری فوتمی، عیسی، و جهدی، رقیه. (۱۳۹۸). تأثیر آتش‌سوزی بر برخی خصوصیات اکوسیستم‌های مرتعی در بخش جنوبی پارک ملی گلستان، ایران. مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، ۷۲ (۳)، ۷۵۵-۷۶۷.

https://doi.org/10.22059/jrwm.2019.245647.1185

- صادقی فر، مصطفی، بهشتی آل آقا، علی، و پور رضا، مرتضی. (۱۳۹۶). بررسی میزان بهبودی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در سال‌های پس از آتش‌سوزی در جنگل‌های شاخه زاد بلوط زاگرس در استان کرمانشاه. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، ۲۴ (۲)، ۳۰۲-۲۸۹.

https://doi.org/10.22069/jwfst.2017.11378.2577

- صادقی فر، مصطفی، علی بهشتی آل آقا، و مرتضی پور رضا. (۱۳۹۷). مقایسه برخی شاخص‌های فیزیکو-شیمیایی و میکروبی خاک در سال‌های پس از آتش‌سوزی در جنگل‌های زاگرس شهرستان پاوه. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۳۲ (۱)، ۱-۱۹.

https://doi.org/10.22092/ijsr.2018.116565

- طرح معاونت پژوهش‌های تولیدی و زیربنایی. (۱۳۹۹). علل آثار، چالش‌ها، راهکارهای مقابله با آتش‌سوزی‌های جنگل و مراتع کشور: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.

https://civilica.com/doc/1333090

- طلایی تبار، سید مجتبی، طاطیان، محمدرضا، و تمرتاش، رضا. (۱۳۹۵). اثر کوتاه‌مدت رفتار آتش‌بر ساختار پوشش گیاهی و ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی خاک در مراتع غیر مشجر درود فرامان. *نشریه مرتع‌داری*، ۳ (۱)، ۱۸-۱.

https://doi.org/10.22069/jrm.2017.7813.1159

- گودرزی، محمود، عظیمی، مژگان السادات، و بانج شفیعی، شهرام. (۱۳۹۴). بررسی پیامدهای آتش‌سوزی بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک مراتع. نشریه مرتع‌داری، ۲ (۱)، ۵۳-۶۴.

https://civilica.com/doc/952929

- مصلح‌آرانی، اصغر، الفتی، فهیمه، و عظیم‌زاده، حمیدرضا. (۱۳۹۳). اثر آتش‌سوزی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک در جنگل باغ شادی هرات، استان یزد. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۴ (۴)، ۳۵۷-۳۴۷.

https://dorl.net/dor/20.1001.1.23221267.1393.4.4.17.7

- مولوی، رؤیا، باقر نژاد، مجید، و ادهمی، ابراهیم. (۱۳۸۸). اثر آتش‌سوزی جنگل و سوزاندن پسمان زراعی بر تغییرات کانی‌های رسی و برخی ویژگی‌های فیزیکو- شیمیایی لایه-های سطحی خاک. علوم آب‌وخاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۱۳ (۴۹)، ۹۹-۱۱۰.

sid.ir/paper/14846/fa

- همت‌بلند، ابراهیم، اکبری نیا، مسلم، و بانج شفیعی، عباس. (۱۳۸۹). اثر آتش‌سوزی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی

خاک در جنگل‌های بلوط مریوان تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۸ (۲)، ۲۱۸-۲۰۵.

https://sid.ir/paper/111182/fa

- Alcañiz, M., Outeiro, L., Francos, M., Farguell J., & Ubeda, X. (2016). Long-term dynamics of soil chemical properties after a prescribed fire in a Mediterranean forest (Montgrí Massif, Catalonia, Spain). *The Science of the Total Environment*, 572, 1329-1335.

https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.115

- Agbeshie, A. A., Abugre, S., Atta-Darkwa, T., & Awuah, R. (2022). A review of the effects of forest fire on soil properties. *Journal of Forestry Research*, 33, 1419–1441.

https://doi.org/10.1007/s11676-022-01475-4

- Blake, G. R., & Hartge, K. H. (1986). Bulk density. In A. Klute (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and mineralogical methods*. Agronomy Monograph: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison.

https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.c13

- Bremner, J. M., & Mulvaney, C. S. (1982). Nitrogen-Total. In: A. L. Page, R. H. Miller & D. R. Keeney (Eds.), *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. American Society of Agronomy: Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

https://doi.org/10.1002/jpln.19851480319

- Carrión-Paladines, V., Hinojosa, M. B., Jiménez Álvarez, L., Reyes-Bueno, F., Correa Quezada, L., & García-Ruiz, R. (2022). Effects of the severity of wildfires on some physical chemical soil properties in a humid montane scrubland's ecosystem in southern Ecuador. *Fire*, 5, 1-66.

https://doi.org/10.3390/fire5030066

- Certini, G. (2005). Effects of fire on properties of forest soils: A review. *Oecologia*, 1-10.

https://doi.org/10.1007/s00442-004-1788-8

- Caon L., Vallejo, V. R., Ritsema, C. J., & Geissen, V. (2014). Effects of wildfire on soil nutrients in Mediterranean ecosystems. *Earth-Science Reviews*, 139, 47–58.

https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2014.09.001

- Fernández-García, V., Miesel, J., Baeza, M. J., Marcos, E., & Calvo, L. (2019). Wildfire effects on soil properties in fire-prone pine ecosystems tems: Indicators of burn severity legacy over the medium term after fire. *Applied Soil Ecology*, 135, 147-156.

https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.12.002

- Granged, A. J. P., Jordán, A., Zavala, L. M., Muñoz-Rojas, M., & Mataix-Solera, J. (2011). Short-term effects of experimental fire for a soil under eucalyptus forest (SE Australia). *Geoderma*, 167, 125-134.

https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2011.09.011

- He, J., Chen, D., & Jenkin, L. & Loboda, T. (2021). Impacts of wildfire and landscape factors on organic soil properties in Arctic tussock tundra. *Environmental Research Letters*,16(8), 1-17.

10.1088/1748-9326/ac1192

- Hu, M., Song, J., Li, Sh., Lia, Z., Hao, Y., & Wan, Sh. (2020). Understanding the effects of fire and nitrogen addition on soil respiration of a field study by combining observations with a meta-analysis. *Agricultural and Forest Meteorology*, 292, 106-108.

https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108106

- Hungerford, R. D., Harrington, M. G., Frandsen, W. H., Ryan, K. C., & Niehoff, G. N. (1991). The influence of fire on factors that affect site productivity. In A. C. Harvey and L. F. Neuenschwander (Eds.), *Compiles proceeding-management and productivity of Western-Montana Forest soils*. USDA Forest Service: General Technical Report, INT.

https://www.researchgate.net/publication/246467397_Influence_of_fire_on_factors_that_affect_site_productivity

- Johnson, D. W., & Curtis, P. S. (2001). Effects of forest management on soil C and N storage: meta-analysis soil C and N storage. *Forest Ecology and Management*, 140, 227-238.

https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00282-6

- Kim, C., Lee, W.K., Byun, J.K., Kim, Y.K., & Jeong, J-H. (1999). Short-term Effects of Fire on Soil Properties in Pinus densiflora Stands. *Journal of Forestry Research*, 4, 23-25.

https://doi.org/10.1007/BF02760320

- Litton, C. & Santelices, R. (2003). Effect of wildfire on soil physical and chemical properties in a Nothofagus glauca forest, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76, 529-542.

https://doi.org/10.4067/S0716-078X2003000400001

- Mclean, E. O. (1983). Soil pH and lime requirement. In A. L. Page (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological*

Properties. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America.

https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c12

- Neary, D. G., Ryan, K. C., & Debano, L. F. (2005). *Wildland Fire in Ecosystems Effects of Eire on Soil and Water*. US Department of Agriculture. Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ogden.

https://doi.org/10.2737/RMRS-GTR-42-V4

- Rhoades, J. D. (1996). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved. In A. L. page, R. H. Miller & D. R. Keeney (Eds.), *Methods of soil analysis: part 3, chemical and microbiological properties*. Soil Science Society of America: American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c14

- Romeo, F., Marziliano, P. A., Turrión, M. B., & Muscolo, A. (2020). Short-term effects of different fire severities on soil properties and *Pinus halepensis* regeneration. *Journal of forestry Research*, 31(4), 1271–1282.

https://doi.org/10.1007/s11676-019-00884-2

- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37, 29-37.

DOI:10.1097/00010694-193401000-00003

- Wells, C. G., Campbell, R. E., DeBano, L. F., Lewis, C. E., Fredriksen, R. L., Ranklin, C. F., Froelichm Paul, R. C., & Dunn, H. (1978). Effects of fire on soil, a state-of-knowledge review USDA Forest Service, Washington Office.

pub548.pdf (oregonstate.edu)

- Zhang, Y., & Biswas, A. (2017). The effects of forest fire on soil organic matter and nutrients in boreal forests of North America: A review. In: A. Rakshit, P. Abhilash, H. Singh, & S. Ghosh (Eds.), *Adaptive soil management: from theory to practices*. Springer,

http://dx.doi.org/10.1007/978-981-10-3638-5_21

نحوه ارجاع به مقاله:

پاک نظر، مهدی، نگهدار صابر، محمدرضا، سامانی مجد، امیرمسعود، و زرافشار، مهرداد. (۱۴۰۲). تأثیر حریق بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک توده بنه-بادام، منطقه چنارمیشوان سیاخ دارنگون در استان فارس، ایران. *توسعه پایدار شهری*، ۴(۱۳)، ۵۷-۴۳.

DOI: 10.22034/USD.2023.2001406.1048

DOR:

URL: https://usdjournal.daneshpajoohan.ac.ir/article_710761.html

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Urban Sustainable Development Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Vol. 4, No. 13, Winter 2024

Received: 15/08/2023
Accepted: 19/09/2023

Fire-dependent Effects on Physical and Chemical Properties of Soil of Chenarmishvan, Siakhdarengoon Region, Fars Province, Iran[1]

Mehdi Paknazar[2], Mohammadreza Negahdar Saber[3], Amir Masoud Samani Majd[4], Mehrdad Zarafshar[5]

Abstract: Fire has significant effects on soil structure and vegetation. This research aimed to study the effects of fire on some physical (specific gravity and soil moisture) and chemical (electrical conductivity, acidity, amount of organic carbon, amount of organic matter, and elements of nitrogen, potassium, and phosphorus) forest soil of Chenarmishvan, Siakhdarengoon region, Fars province, Iran. For this purpose, a forest area was selected in Chenarmishvan, which had been set on fire in 1400. Meanwhile, the control (non-fire) was sampled similarly. Sampling was done at a depth of 0-20 cm. Physical and chemical properties of soil were measured in both areas (burned and control) and were compared with an independent t-test at $P< 0.05$. The results showed that there was no significant difference between the two studied areas in terms of soil moisture. In addition, the specific gravity of the soil was not affected by the fire since this parameter showed no significant difference between the two investigated areas. The electrical conductivity of the soil in the burned area was significantly higher than that of the control. There was a significant difference the acidity of the soil between the two areas. The value of this parameter in the burned area was 8.08 ± 0.085, which was higher than the value obtained in the non-fired area (7.85 ± 0.067). Our results also showed that fire could significantly increase the amount of organic matter and organic carbon in the soil. Furthermore, the amount of the nitrogen, phosphorus, and potassium in the burned area was significantly higher than the control. Based on our results, it can be concluded that burning can increase soil fertility in the short term. The findings of this study can be applied to many departments, such as those in charge of the environment and natural resources, with the goal of protecting the soil's beneficial properties and sustaining the region's ecosystem.

Keywords: Fire, Electrical Conductivity, Organic Carbon, Food Elements, Apparent Specific Gravity

[1] This article is taken from the Master's thesis of the author entitled "Fire-dependent effects on physical and chemical properties of soil of Chenarmishvan, Siakhdarengoon region, Fars province, Iran".

[2] MSc Student, Department of HSE, Daneshpajoohan Pishro Higher Education Institute, Isfahan, Iran. mehdipaknazar.83@gmail.com.

[3] Assistant Professor, Department of Natural Resources, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran.

[4] Associate Professor, Department of Civil Engineering, Daneshpajoohan Pishro Higher Education Institute, Isfahan, Iran.

[5] Assistant Professor, Department of Natural Resources, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran.