دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

اثر شدت آتش‌سوزی بر مولفه‌های نفوذپذیری خاک در فصول مختلف (مطالعه موردی: حوزه آبخیز مرتعی چرات استان مازندران)

زینب جعفریان[1] و زهره سپهری[2]

۱- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسوول: z.jafarian@sanru.ac.ir)
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۷

چکیده

آتش‌سوزی در مراتع چه عمدی و چه غیرعمدی، پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد لذا داشتن دانش کافی در مورد تاثیرات آن ضروری است. یکی از ویژگی‌هایی که پیش‌بینی می‌شود تحت‌تاثیر قرارگیرد ولی کمتر تا کنون به آن پرداخته شده، نفوذپذیری خاک است. از آنجاییکه آتش‌سوزی‌های لکه‌ای عمدی در تیپ گیاهی *Artemisia aucheri* در حوضه چرات استان مازندران دیده شده، در تحقیق حاضر سعی شد تا نفوذ اولیه، نهایی و میزان نفوذ در شدت‌های متفاوت آتش‌سوزی و فصول مختلف سال مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور ابتدا ۳ ترانسکت ۱۰۰ متری به‌صورت تصادفی مستقر و در امتداد هر ترانسکت، ۳ پلات ۲ مترمربعی برای شاهد (بدون آتش‌سوزی)، آتش‌سوزی سطحی خفیف تا حد سوزاندن مستقیم و بدون مواد اشتعال‌پذیر پوشش گیاهی و لاشبرگ سطحی (بدون تولید خاکستر) و آتش‌سوزی سطحی شدید تا حد سوزاندن مستقیم مواد اشتعال‌پذیر پوشش گیاهی و لاشبرگ سطحی (با تولید خاکستر) مستقر شد. پس از اعمال آتش‌سوزی‌ها، اقدام به اندازه‌گیری نفوذ در فصول مختلف سال (ماه‌های اردیبهشت، مرداد و آبان) با استفاده از استوانه‌های مضاعف شد. تجزیه و تحلیل داده‌های نفوذ اولیه، نفوذ نهایی و میزان نفوذ در شدت‌های مختلف و فصول متفاوت با کمک آنالیزهای واریانس دوطرفه و آزمون مقایسه میانگین‌ها، در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد. نتایج نشان داد که نفوذ اولیه، نفوذ نهایی و میزان نفوذ در فصل تابستان بیش‌تر از فصول دیگر و به ترتیب معادل ۵/۲۲٤، ۱۵/۵۳٤ و ۷/۷۵٦ سانتی‌متر بر ساعت هستند. مناطق بدون آتش‌سوزی و آتش‌سوزی خفیف با هم تفاوت معنی‌داری از نظر نفوذ نداشتند ولی در آتش‌سوزی شدید میزان نفوذ نهایی کم‌تر از فصول دیگر بود به‌طوریکه از ۳/۹٤٦ به ۲/٤٤۷ سانتی‌متر بر دقیقه کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی عمدی، ویژگی‌های خاک، پوشش بوته‌ای، حوضه چرات مازندران

مقدمه

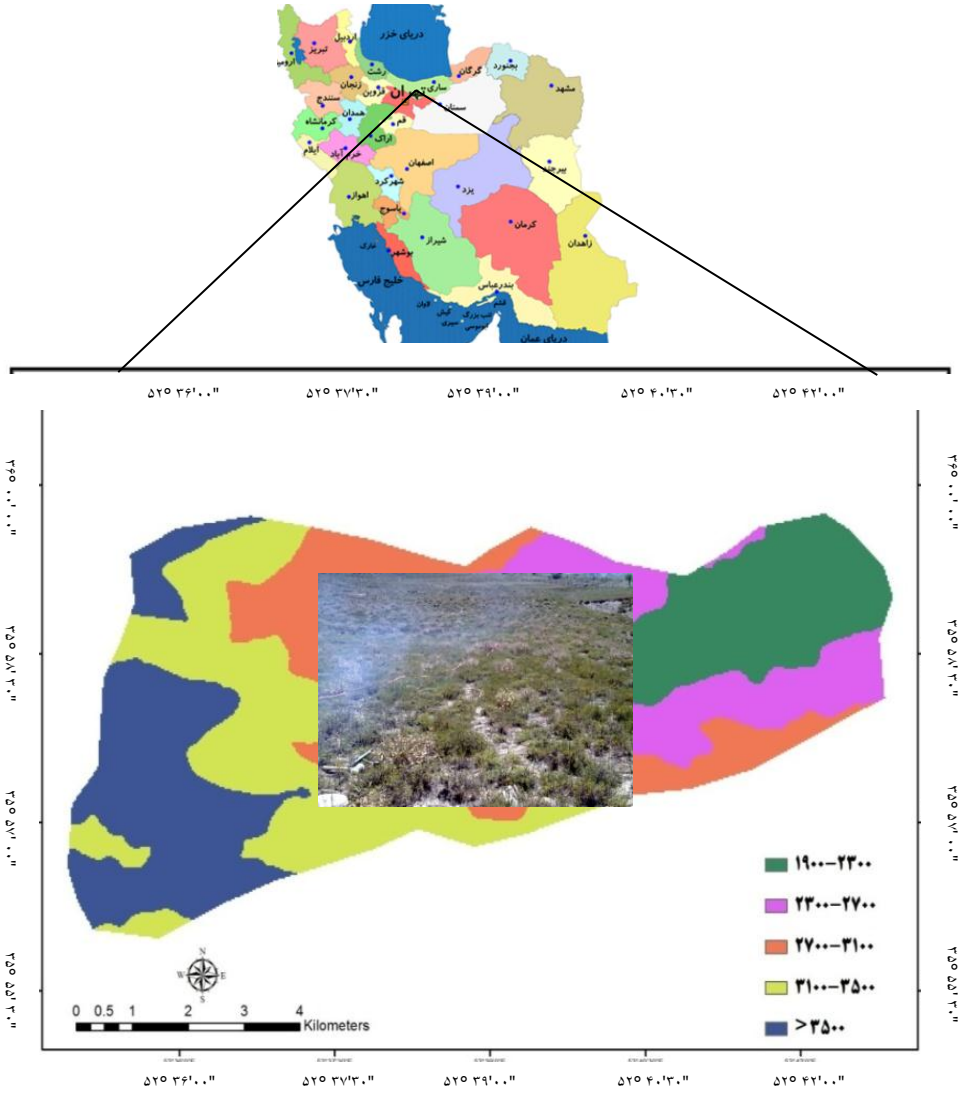
سطح حوزه‌های آبخیز کشور بیش‌تر از مراتع پوشیده شده که از جمله کارکردهای مهم آنها علاوه بر تامین علوفه برای دام، حفاظت آب و خاک در حوضه‌هاست. در امر مدیریت باید توجه خاصی صورت گیرد تا پوشش گیاهی این اکوسیستم‌ها باقی بماند چون تنها در اینصورت است که مراتع قادر به حفظ خاک و آب خواهند بود. در صورت بروز مشکل برای پوشش گیاهی باید به سرعت نسبت به احیاء آن اقدام نمود تا خاک دستخوش تغییر و تخریب قرار نگیرد. اگر خاک عامل حفاظتی خود یعنی پوشش سطح زمین از جمله پوشش زنده و لاشبرگ را از دست دهد، آماده برای هر گونه فرسایشی می‌شود و رواناب و رسوب افزایش می‌یابد. بعضی مدیریت‌های غیراصولی سبب تخریب پوشش و تخریب ساختمان خاک و فشردگی آن می‌شوند لذا در میزان نفوذپذیری و نگهداشت آب توسط خاک دخالت دارند از جمله چرای غیراصولی و مفرط که با لگدکوبی دام و فشرگی خاک همراه است. البته تغییرات نفوذپذیری به عوامل متعددی چون بافت و ساختمان خاک، رطوبت اولیه، وزن مخصوص ظاهری خاک، پوشش تاجی، سن گیاه، مواد آلی و مراحل توالی گیاهان موجود در خاک بستگی دارد (۱). از جمله مواردی که مستقیما بر پوشش گیاهی و خاک اثر می‌گذارد، آتش‌سوزی است که به دو نوع تجویزی[1] (اعمال شده) و دیگری آتش‌سوزی طبیعی[2] طبقه‌بندی می‌شود. آتش‌سوزی تجویزی از ابزارهای مدیریت در اصلاح ترکیب پوشش گیاهی مراتع و علف‌زارهاست که موجب حذف گیاهان بوته‌ای و خشبی و همچنین بهبود تولید علوفه مرتعی می‌شود (۱۷). روبیکد و والدراپ (۲۶) اثر آتش را به عنوان میزان تغییر در ویژگی‌های خاک که خود تحت‌تاثیر پوشش و لاشبرگ باقیمانده است، تعریف کردند. بررسی‌های نیرینگ و همکاران (۲۴)، نشان داد که فرسایش خاک و رواناب به ترتیب تابع شدت و مقدار بارش، پوشش زمین و پوشش گیاهی بوده و تأثیرپذیری فرسایش خاک بیش از رواناب بوده است. روبیکد (۲۷) اثرات آتش‌سوزی تجویزشده را در جنگل‌های کوهستان راکی مطالعه کرد و نشان داد که با آتش‌سوزی شرایط هیدورژیکی خاک برای نفوذ نسبت به شرایط طبیعی تغییرات کاهشی ۱۰ تا ۱۴ درصدی از خود نشان دادند. مارتین و مودی (۲۱) میزان نفوذ آب در خاک را در حوزه‌های آبخیز سوخته و نسوخته مکزیک و کلورادو پس از اعمال آتش‌سوزی شدید مقایسه کردند و نشان دادند که میزان نفوذ در خاک‌های سوخته کمتر از خاک‌های نسوخته بوده است. هابرت و همکاران (۱۶) تاثیر آتش‌سوزی بر خصوصیات نفوذ و آبگریزی خاک را در حوزه آبخیز دریاچه تاهوی آمریکا بررسی کردند و نشان دادند که وزن مخصوص ظاهری افزایش متوسطی داشته اما نفوذپذیری خاک کاهش پیدا کرده است. روبیکد و همکاران (۲۸) میزان نفوذپذیری و فرسایش بین‌شیاری را بعد از آتش‌سوزی طبیعی در غرب مونتانا بررسی کردند و نشان دادند که آتش به دلیل ایجاد آبگریزی خاک بلافاصله پس از آتش‌سوزی به سرعت نفوذ را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد و سبب کاهش آن می‌شود که به دنبال آن رواناب و غلظت رسوب افزایش می‌یابد. بسیاری از

1- Prescribed fire
2- Natural fire

محققین از جمله هندرسون و گولدینگ (۱۲)، تسلر و همکاران (۳۱) و دلپا و همکاران (۵) به دخالت لایه آبگریز ایجاد شده تحت‌تاثیر آتش بر نفوذ اشاره کردند و لتی (۲۰) و شکسپای و دوئر (۲۹) کاهش نفوذ آب را به علت آبگریزی پس از آتش نشان دادند. از آنجایی‌که آتش‌سوزی می‌تواند صدمات زیادی به پوشش گیاهی وارد کند، استفاده از آن به عنوان ابزار اصلاحی با توجه به نتایج حاصل شده در کشورهای دیگر مورد توجه کارشناسان و محققان قرار گرفته اما در ایران هنوز مطالعات کافی در مورد استفاده از آن با دید اصلاحی انجام نشده است (۲۳). معمولا مشکلات فرسایش ناشی از آتش زمانی رخ می‌دهد که از آتش به منظور از بین بردن بوته‌های خاردار موجود استفاده شود و آتش به سرعت در مرتع گسترش یابد (۸). در ایران در مورد تاثیر آتش‌سوزی بر پوشش گیاهی مطالعاتی صورت گرفته از جمله رفیعی و همکاران (۲۵)، تغییرات تنوع گونه‌ای و فتاحی و طهماسبی (۶)، تغییرات و توالی پوشش گیاهی را در زمان‌های مختلف پس از آتش‌سوزی مطالعه کردند. اما در مورد تاثیر آتش‌سوزی بر ویژگی‌های خاکی نیز مطالعاتی وجود دارد از جمله کاویانپور و همکاران (۱۸) اثر آتش‌سوزی بر مواد غذایی خاک را مطالعه کردند. غلامی گوهره و همکاران (۹) تیمارهای آتش‌سوزی خفیف و شدید را در یک حوزه آبخیز مرتعی اعمال کردند و با بررسی تغییرات ماهانه رواناب، رسوب و نفوذپذیری تحت تاثیر باران مصنوعی، نشان دادند که آتش‌سوزی مرتع سبب افزایش رواناب، رسوب و کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود. بانج شفیعی و همکاران (۲) اثرات شدت‌های مختلف آتش‌سوزی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک جنگل خیرودکنار را مطالعه کردند و نشان دادند که آتش‌سوزی شدید سبب افزایش میزان واکنش خاک، هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی و سبب کاهش درصد نیتروژن، کربن کل، نیتروژن و فسفر قابل جذب شده است. حیدری و همکاران (۱۳) اثر آتش‌سوزی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و پارامترهای نفوذ را در مراتع نیمه‌استپی کرسنگ واقع در چهارمحال‌بختیاری را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که یک یا دو سال بعد از آتش‌سوزی ضرایب پایداری خاک کاهش یافت. رس قابل پراکنش در خاک و حجم مخصوص ظاهری در مناطق سوخته بیشتر و هدایت آبی اشباع کمتر بود. شریفی و همکاران (۳۰) اثر سه سال آتش‌سوزی متوالی را بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، در جنگل تپه درویش بررسی کردند و نشان دادند که هدایت الکتریکی و کربنات کلسیم معادل تغییرات شایان توجهی داشته و میزان نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، فسفر و منیزیم قابل دسترس پس از آتش‌سوزی افزایش یافت. میزان pH و کربن و نیتروژن کل خاک نیز افزایش اندکی داشته است. داوودی و همکاران (۴) آثار باقیمانده از آتش‌سوزی‌هایی رو که عمدتا به دلیل دخالت‌های انسانی رخ داده، بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک در مراتع شهرستان فریدن بررسی کردند. نتایج نشان داد که آتش‌سوزی تاثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های شیمیایی خاک داشته و سبب افزایش ماده آلی خاک، مقادیر پتاسیم، کلسیم، منیزیم محلول و مقادیر فسفر، آهن و منگنز قابل جذب شده است. بطورکلی تاثیر آتش‌سوزی بر ویژگی‌های خاک در نخستین سال‌های پس از آتش‌سوزی بیش‌تر بوده و این روند با گذشت زمان کاهش پیدا نمود. با توجه به این‌که نقش اصلی یک حوزه آبخیز، حفاظت آب و خاک است و پوشش گیاهی به عنوان ابزار طبیعی و اصلی آن محسوب می‌شود، هم‌چنین مطالعه تاثیر آتش‌سوزی بر نفوذپذیری آب در خاک بسیار کم صورت گرفته و در منطقه مورد نظر تا کنون صورت نگرفته است، چنین مطالعاتی ضروری به نظر می‌رسد. هم‌چنین در منطقه مورد مطالعه که یک حوزه آبخیز مرتعی است، آتش‌سوزی‌های عمدی لکه‌ای توسط چوپانان برای تهیه چای و غذا و از بین بردن گیاهان بوته‌ای دیده شده، هم‌چنین همانطوریکه در مرور منابع اشاره شد آثار آتش‌سوزی با گذشت زمان از وقوع آتش تغییر می‌یابد، لذا هدف تحقیق حاضر مطالعه تاثیر آتش‌سوزی با شدت‌های مختلف بر نفوذپذیری خاک و بررسی تغییرات فصلی نفوذپذیری بعد از آتش‌سوزی است.

منطقه مورد مطالعه

تحقیق حاضر در مراتع زیرحوضه چرات شهرستان سوادکوه استان مازندران انجام شده است. وسعت این زیر حوضه حدود ۳۰۵ کیلومتر مربع بوده و در محدوده جغرافیایی °۵۲ '۶۰ تا °۵۳ '۱۶ شمالی و °۳۵ '۸۵ تا °۳۶ '۲۰ شرقی واقع شده است (شکل ۱). میانگین بارندگی سالانه ۳۶۵ میلی‌متر، بیشینه و کمینه بارندگی به ترتیب ۵۵۰ و۱۳۰ میلی‌متر است. کمینه درجه حرارت سالانه ۱۰- و بیشینه درجه حرارت سالانه ۳۷ درجه است. بر اساس اقلیم نمای آمبرژه منطقه دارای اقلیم نیمه مرطوب سرد است. با پیمایش در مراتع زیرحوضه آثار آتش‌سوزی به‌صورت لکه‌ای در تیپ درمنه *Artemisia aucheri* دیده شده و بررسی‌ها نشان داد که گاهی چوپانان و اهالی منطقه برای مهیا ساختن گرم کردن و از بین بردن گونه‌های خشبی آتش‌سوزی‌های عمدی کوچک ایجاد می‌کنند. لذا این تیپ گیاهی برای بررسی حاضر انتخاب گردید. گیاهان همراه این تیپ *Astragalus gossypinus, Stipa lagascae, Ephedra major, Hoagamus nigra* می‌باشند. تیپ مورد نظر دارای خاکی با بافت لومی با میانگین درصد رس، سیلت و شن به ترتیب ۲۰/۸۷، ۲۹/۲۲ و ۴۹/۹۱ بوده است.



شکل ۱– موقعیت جغرافیایی و عکس منطقه مطالعه شده در استان و کشور
Figure 1. Geographic location of study area in province and Iran

روش تحقیق

– اعمال تیمارهای آتش‌سوزی

در منطقهٔ مورد نظر نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی سیستماتیک صورت گرفت. ابتدا ۳ ترانسکت ۱۰۰ متری به‌صورت تصادفی (با فواصل حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر) مستقر و در امتداد هر ترانسکت ۳ پلات ۲ مترمربعی (با فاصله ۳۰ متر از هم) برای شاهد (بدون آتش‌سوزی)، آتش‌سوزی خفیف و آتش‌سوزی شدید به‌صورت سیستماتیک مستقر شد (شکل ۲). آتش‌سوزی سطحی خفیف تا حد سوزاندن مستقیم و بدون مواد اشتعال‌پذیر پوشش گیاهی و لاشبرگ سطحی (بدون تولید خاکستر) و آتش‌سوزی سطحی شدید تا حد سوزاندن مستقیم مواد اشتعال‌پذیر پوشش گیاهی و لاشبرگ سطحی (با تولید خاکستر) اعمال شد (۹). تحقیق حاضر در یک دوره ۹ ماهه انجام شد که شروع آن در فصل بهار، ۲۷ اردیبهشت بود و پس از آن در فصل تابستان، ۲۷ مرداد و در فصل پاییز، ۲۷ آبان اندازه‌گیری‌های بعدی صورت گرفت. محل پلات‌های اولیه با GPS ثبت شد و دقیقا به همان پلات‌ها برای اندازه‌گیری‌های بعدی مراجعه شد. در فصل زمستان به دلیل یخبندان در منطقه و بسته شدن راه‌های کوهستانی، پوشیده بودن زمین از برف و یخزدگی خاک امکان آزمایش فراهم نشد.

اندازه‌گیری نفوذپذیری با استوانه مضاعف

پس از اعمال آتش‌سوزی‌ها، در فصول مختلف در هر پلات از استوانه مضاعف با قطر استوانه خارجی ۶۰ سانتی‌متر و قطر استوانه داخلی ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد و نفوذپذیری اندازه‌گیری شد (۱۵). در کل ۲۷ بار اندازه‌گیری نفوذپذیری انجام شد. به این ترتیب که در طول آزمایش مدت زمانی را که طول می‌کشید تا ۲ سانتی‌متر آب به داخل خاک نفوذ کند، یادداشت شد و این کار تا زمان اشباع خاک از آب ادامه یافت. هم‌چنین در کل زمان آزمایش ارتفاع آب روی سطح خاک در داخل استوانه ۱۰ سانتی‌متر ثابت نگه داشته شد. قرائت میزان نفوذ از روی خط‌کش مدرج در ۱۰ دقیقه ابتدای آزمایش با

فاصله زمانی ۱ دقیقه و سپس با فاصله ۱۰ دقیقه‌ای انجام پذیرفت. البته در برخی موارد که سرعت نفوذ بالا بود در فواصل زمانی کوتاه‌تر (۲ یا ۵ دقیقه‌ای) نیز قرائت انجام شد (شکل ۲). داده‌های نفوذ تجمعی با نسبت گرفتن داده‌های خام بر پایه‌های زمانی ۰- ۲/۵- ۵- ۱۰- ۱۵- ۲۰- ۳۰- ۴۰ دقیقه و . . . محاسبه شد. به‌عنوان مثال در ترانسکت اول پلات شاهد فصل تابستان، طبق داده‌های خام ۲ سانتی‌متر آب در طول مدت ۲ دقیقه و ۲۰ ثانیه نفوذ یافت که اگر این میزان نفوذ بر پایه زمانی ۲/۵ دقیقه محاسبه شود، عدد ۲/۲۷ به‌دست می‌آید. داده‌های حداکثر نفوذ و نفوذ نهایی استخراج و میانگین میزان نفوذ نیز محاسبه شد. محل ترانسکت‌ها و پلات‌ها با GPS ثبت شد تا در فصل‌های بعدی نیز دقیقا از همان پلات‌ها نمونه‌برداری شود.

سپس به منظور بررسی اعتبار نتایج آزمایش هر فصل میزان آماره آلفای کرونباخ برای تکرارهای هر آزمایش محاسبه شد. در صورتیکه مقدار آماره α بیش از ۰/۸ باشد همه تکرارها قابل اعتماد هستند و کل آزمایش پایدار داخلی محسوب می‌شود و اگر مقدار آماره α کم‌تر از ۰/۸ باشد حداقل یکی از تکرارها معتبر نیست (۱۴). در تحقیق حاضر میزان آن برای همه فصول بیش از ۰/۸ بود لذا تکرارها و نتایج قابل اعتماد است.

تجزیه و تحلیل آماری

در پایان با داده‌های حاصل شده میزان حداکثر نفوذ، میزان تجمعی نفوذ و نفوذ نهایی بین تیمارهای مختلف (شاهد، آتش‌سوزی خفیف و آتش‌سوزی شدید) و بین فصول مختلف (بهار، تابستان و پاییز) مقایسه و تحلیل شد. آنالیزهای واریانس دوطرفه و مقایسه میانگین‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد.

شکل ۲- نمایی از تیپ گیاهی مطالعه شده و کار با استوانه مضاعف
Figure 2. Picture of studied plant type and double rings

نتایج و بحث

آماره‌های توصیفی متغیرهای مورد بررسی نفوذ در شدت‌ها و فصول مختلف آتش‌سوزی در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. همان‌طوری‌که این آماره‌ها نشان می‌دهد بیش‌ترین میانگین و تغییرات به ترتیب مربوط به نفوذ اولیه در تیمار آتش‌سوزی شدید و آتش‌سوزی خفیف است و کم‌ترین میانگین و تغییرات مربوط به نفوذ نهایی در تیمار آتش‌سوزی شدید است.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی میانگین میزان نفوذ، نفوذ اولیه و نفوذ نهایی در تیمارهای مختلف آتش‌سوزی
Table 1. Summary statistics mean infiltration, primary infiltration and final infiltration in different fire treatments

مولفه نفوذ (سانتی‌متر بر ساعت)	متغیر	کمینه	بیشینه	میانگین	واریانس	انحراف معیار
	شاهد	۰/۸	۷/۵۶	۴/۵۶۱ ±۰/۹۳۶	۷/۸۹۱	۲/۸۰۹
میانگین	آتش سوزی خفیف	۱/۲۲	۱۴/۸۲	۵/۴۷۶ ±۱/۳۲	۱۵/۶۹۶	۳/۹۶۲
	آتش سوزی شدید	۰/۸۶	۸/۷۵	۴/۱۰۸ ±۰/۹۱۵	۷/۵۳۸	۲/۷۴۵
	شاهد	۱/۱۰	۹/۰۹	۶/۱ ±۱/۱۳۷	۱۱/۶۳۳	۳/۴۱۱
اولیه	آتش سوزی خفیف	۱/۴۱	۳۷/۷۴	۹/۹۷۷ ±۳/۶۲۳	۱۱۸/۱۲۹	۱۰/۸۶۹
	آتش سوزی شدید	۱/۲۴	۳۵/۰۵	۱۰/۱۰۶ ±۳/۳۵۸	۱۰۱/۵۰۵	۱۰/۰۷۵
	شاهد	۰/۶۹	۶/۲۴	۳/۶۶۴ ±۰/۷۴۶	۵/۲۸۱	۲/۲۹۸
نهایی	آتش سوزی خفیف	۱/۰۷	۸/۳۵	۳/۹۴۶ ±۰/۷۳۸	۴/۸۹۵	۲/۲۱۳
	آتش سوزی شدید	۰/۷۲	۶/۲۲	۲/۴۴۷ ±۰/۵۷۰	۲/۹۲۶	۱/۷۱

همان‌طوری‌که جدول ۲ نشان می‌دهد بیش‌ترین میانگین و تغییرات مربوط به متغیر نفوذ اولیه در تابستان است اما کم‌ترین میانگین و تغییرات مربوط به متغیر نفوذ نهایی پاییز است.

جدول ۲- آماره‌های توصیفی میانگین میزان نفوذ، نفوذ اولیه و نفوذ نهایی در فصول مختلف
Table 2. Summary statistics mean infiltration, primary infiltration and final infiltration in different seasons

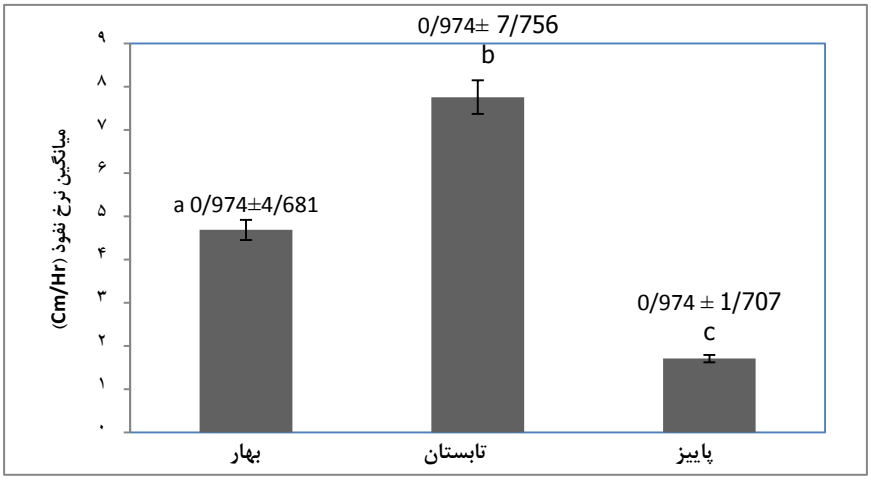
مولفه نفوذ (سانتی‌متر بر ساعت)	متغیر	کمینه	بیشینه	میانگین	واریانس	انحراف معیار
میانگین	بهار (۲۷ اردیبهشت)	۳/۶۳	۶/۳۰	۴/۶۸۱ ±۰/۲۵۶	۰/۵۹۱	۰/۷۶۸
	تابستان (۲۷ مرداد)	۳/۲۰	۱۴/۸۲	۷/۷۵۷ ±۱/۰۳۱	۹/۵۶۸	۳/۰۹۳
	پاییز (۲۷ ابان)	۰/۸	۴/۶۷	۱/۷۰۷ ±۰/۴۰۴	۱/۴۶۸	۱/۲۱۱
اولیه	بهار (۲۷ اردیبهشت)	۴/۶۲	۹/۹۰	۷/۴۳۵ ±۰/۵۷۹	۳/۰۲۰	۱/۷۳۸
	تابستان (۲۷ مرداد)	۷/۹۱	۳۷/۷۴	۱۵/۵۳۴ ±۳/۹۹۴	۱۴۳/۵۹۲	۱۱/۹۸۳
	پاییز (۲۷ ابان)	۱/۱۰	۹/۵۲	۳/۲۱۳ ±۰/۹۴۸	۸/۰۹۵	۲/۸۴۵
نهایی	بهار (۲۷ اردیبهشت)	۲/۳۷	۵/۳۰	۳/۶۱۶ ±۰/۲۶۵	۰/۶۳۲	۰/۷۹۵
	تابستان (۲۷ مرداد)	۱/۷۹	۸/۳۵	۵/۲۲۴ ±۰/۶۹۱	۴/۳۰۴	۲/۰۷۵
	پاییز (۲۷ ابان)	۰/۶۹	۲/۸۰	۱/۲۱۷ ±۰/۲۲۲	۰/۴۴۳	۰/۶۶۵

نتایج آنالیز واریانس دوطرفه شدت آتش‌سوزی در فصل برای متغیرهای نفوذ مورد نظر در جدول ۳ ارائه شده است. اثر شدت آتش‌سوزی بر میانگین میزان نفوذ و نفوذ اولیه معنی‌دار نبوده اما اثر فصل بر هر دو معنی‌دار شده، هم‌چنین شدت آتش‌سوزی و فصل در این موارد با هم اثر متقابل نداشتند. شدت آتش‌سوزی و فصل، هر دو اثر معنی‌داری بر مقدار نفوذ نهایی داشتند، اما در اینجا نیز اثر متقابلی مشاهده نشد.

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس دوطرفه شدت آتش‌سوزی در فصل برای متغیرهای نفوذ مطالعه شده
Table 3. Results of two way ANOVA of studied infiltration treatments fire intensity in seasons

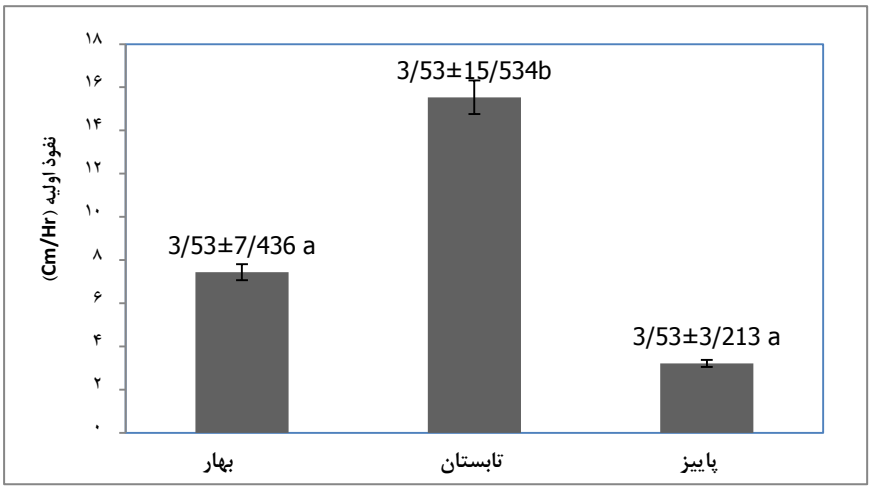
متغیر	منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره F	sig
میانگین میزان نفوذ به سانتی‌متر در ساعت	شدت آتش سوزی	۲	۸/۷۳۸	۴/۳۶۹	۱/۰۲۳	۰/۳۸
	فصل	۲	۱۶۴/۷۲۷	۸۲/۳۶۳	۱۹/۲۸۴	۰/۰۰۰
	شدت × فصل	۴	۷/۳۹۴	۱/۸۴۹	۰/۴۳۳	۰/۷۸۳
	خطا	۱۸	۷۶/۸۷۸	۴/۲۷۱	–	–
	کل	۲۷	۲۵۷/۷۳۷	–	–	–
نفوذ اولیه به سانتی‌متر در ساعت	شدت آتش سوزی	۲	۹۳/۲۸۲	۴۶/۶۴۱	۰/۸۳۱	۰/۴۵۲
	فصل	۲	۷۰۵/۷۵۹	۳۵۲/۸۷۹	۶/۲۹	۰/۰۰۸
	شدت × فصل	۴	۱۳۴/۴۹۴	۳۳/۶۲۴	۰/۵۹۹	۰/۶۵۸
	خطا	۱۸	۱۰۰۹/۸۸۲	۵۶/۱۰۵	–	–
	کل	۲۷	۱۹۴۳/۴۱۷	–	–	–
نفوذ نهایی به سانتی‌متر در ساعت	شدت آتش سوزی	۲	۱۱/۴۲۶	۵/۷۱۳	۴/۲۵۶	۰/۰۳۱
	فصل	۲	۷۳/۲۰۷	۳۶/۶۰۴	۲۷/۲۶۹	۰/۰۰۰
	شدت × فصل	۴	۷/۴۴۸	۱/۸۶۲	۱/۳۸۷	۰/۲۷۸
	خطا	۱۸	۲۴/۱۶۱	۱/۳۴۲	–	–
	کل	۲۷	۱۱۶/۲۴۲	–	–	–

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که میانیگن میزان نفوذ بین فصول مختلف، متفاوت بود و در فصل تابستان سرعت نفوذ بالاتر و در فصل پاییز سرعت نفوذ پایین‌تر بود (شکل ۳).



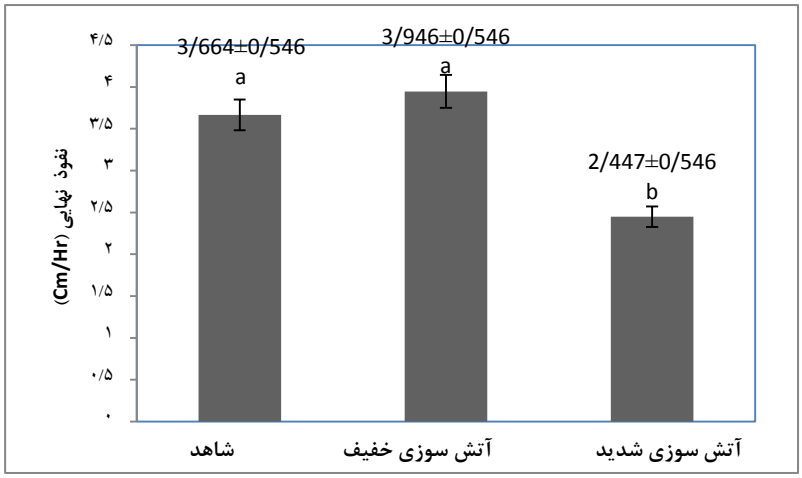
شکل ۳- مقایسه میانگین مربوط به میانگین میزان نفوذ در فصول مختلف
Figure 3. Comparison mean of infiltration in different seasons

نفوذ اولیه در فصول مختلف با هم تفاوت معنی‌دار داشتند به‌طوری‌که نفوذ اولیه در تابستان بیش‌تر و در پاییز کم‌تر بود (شکل ۴).



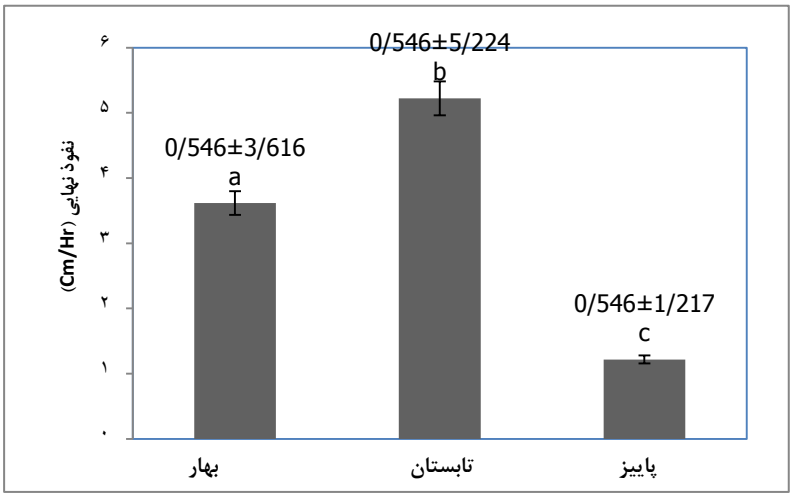
شکل ۴- مقایسه میانگین مربوط به میانگین نفوذ اولیه در فصول مختلف
Figure 4. Comparison mean of primary infiltration in different seasons

مقدار نفوذ نهایی هم در سطوح مختلف آتش‌سوزی و هم در فصول مختلف با هم تفاوت معنی‌دار دارند به این ترتیب که مقدار نفوذ هر سه فصل با هم متفاوت هستند و در فصل تابستان بیش‌ترین مقدار و در پاییز کم‌ترین مقدار نفوذ اتفاق می‌افتد (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین مربوط به مقدار نفوذ نهایی در شدت‌های مختلف آتش‌سوزی
Figure 5. Comparison mean of final infiltration in different fire intensities

آتش‌سوزی خفیف و شاهد از نظر نفوذ نهایی تفاوتی با هم نداشتند. مقدار نفوذ در آتش‌سوزی شدید بطور معنی‌داری کم‌تر از آتش‌سوزی خفیف و شاهد بود (شکل ۶).



شکل ۶- مقایسه میانگین مربوط به مقدار نفوذ نهایی در فصول مختلف
Figure 6. Comparison mean of final infiltration in different seasons

یکی از مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی خاک میزان نفوذپذیری آن است که اثر مهمی بر کیفیت خاک، تغذیه گیاهان، میزان رواناب و فرسایش خاک دارد. بسیاری از اختلالاتی که بطور طبیعی و بدون دخالت انسان رخ می‌دهد و هم‌چنین اختلات متاثر از مدیریت و دخالت انسان از جمله آتش‌سوزی‌های عمدی و غیرعمدی که در طبیعت اتفاق می‌افتد از جمله مواردی است که خصوصیات خاک را تحت‌تاثیر قرار می‌دهند. روبیکد و والدراپ (۲۶) اثر آتش را به عنوان میزان تغییر در ویژگی‌های خاک که خود تحت‌تاثیر پوشش و لاشبرگ باقیمانده است، تعریف کردند. آتشی که بر خاک سطحی اثر می‌گذارد ویژگی‌های ساختمانی خاک از جمله تراکم، وزن مخصوص و تجمع ذرات خاک را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد که این ویژگی‌ها مستقیما با نفوذپذیری خاک در ارتباط هستند، در نتیجه تغییرات پس از آتش‌سوزی تا حدودی مرتبط با تجمع ذرات خاک هستند (۱۱). در تحقیق حاضر که در کاربری مرتع انجام شده، تأثیر فصل آتش‌سوزی بر میزان میانیگن میزان نفوذ و نفوذ اولیه معنی‌دار، اما تأثیر شدت آتش و اثر متقابل این دو بر این متغیرها معنی‌دار نبوده است. میانیگن میزان نفوذ و نفوذ اولیه در فصل تابستان بیش‌تر بوده که با توجه به بارندگی کم‌تر و خشک بودن خاک در این فصل طبیعی است. میزان نفوذ نهایی در فصول مختلف متفاوت بود و در تابستان بیش‌تر از بهار و در بهار بیش‌تر از پاییز بود که باز هم با توجه به خشک و مرطوب فصل و خاک منطقه طبیعی است. هم‌چنین شدت‌های مختلف آتش‌سوزی

بر میزان نفوذ نهایی تاثیرگذار بود بطوریکه در آتش‌سوزی خفیف و شاهد میزان نفوذ تفاوتی نداشت چون در آتش‌سوزی خفیف لاشبرگ‌ها در سطح خاک باقیمانده و مثل پوشش گیاهی در تیمار بدون آتش‌سوزی عمل کرده و در میزان نفوذ تاثیر گذاشت ولی در آتش‌سوزی شدید چون کل پوشش سوخت و به خاکستر تبدیل شد خاک پوشش خود را از دست داده و آب بیش‌تر به رواناب تبدیل می‌شود تا نفوذ یابد. علاوه بر این یک عامل تاثیرگذار بر کاهش نفوذ بر اثر آتش‌سوزی دخالت ترکیبات آبگریز سطح خاک بعد از اثر آتش‌سوزی است (۷). هم‌چنین ذرات ریز خاکستر حاصل شده در آتش‌سوزی شدید با پر کردن خلل و فرخ خاک میزان نفوذ را کم می‌کنند. لتی (۲۰) و شکسپای و دوئر (۲۹) کاهش نفوذ آب را به علت آبگریزی پس از آتش توضیح دادند و مارین و همکاران (۲۱) و هابرت و همکاران (۱۶) در زمینه آبگریزی ذرات ریز خاک و خاکستر ایجاد شده پس از آتش که خلل و فرج سطحی خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد، توضیحاتی دادند. تغییرپذیری متفاوت ویژگی‌های خاک و حتی پوشش گیاهی دلیلی دیگر بر تفاوت رفتاری تیمارهای مطالعاتی در مقیاس‌های ماهانه و فصلی است. نتایج تحقیق حاضر با نتایج پژوهش‌های هندرسون و گولدینگ (۱۲)، تسلر و همکاران (۳۱) و دلپا و همکاران (۵) در مورد دخالت لایه آبگریز بر نفوذ در طی زمان در تیمارهای متفاوت آتش‌سوزی هم‌سو است.

روند تغییرات نفوذ در ماه‌ها و فصل‌های مختلف سال در هر دو تیمار یکسان بوده و مشاهده شد که در ماه‌های سرد سال میزان نفوذ اولیه و نهایی هم‌چنین سرعت نفوذ از ماه‌های گرم سال کم‌تر است که دلیل این امر را می‌توان به ویژگی‌های آب و خاک در این ماه‌ها نسبت داد. در مورد ویژگی آب در ماه‌های سرد می‌توان گفت که زمانی که هوا سرد است فعالیت مولکولی آب کاهش یافته و باعث افزایش گرانروی آب می‌شود. این ویژگی آب سبب چسبیدن آن به ذرات خاک شده و سرعت نفوذ را کاهش می‌هد که این نتیجه با گزارش پژوهش‌های کرامر و بویر (۱۹) و ملاندر و همکاران (۲۲) مبنی بر تأثیر کاهش دمای خاک بر افزایش گرانروی آب و کاهش نفوذ آن به خاک مطابقت دارد. غلامی گوهره و همکاران (۹) نیز گزارش کرده‌اند که در خاک سوخته تحت تاج پوشش بوته‌ای، احتمال افزایش آبگریزی ذرات ریز با خاکستر باقیمانده که می‌توانند منافذ خاک را پر کنند، سبب کاهش نفوذپذیری می‌شود. در منطقه مطالعه شده نیز آتش‌سوزی شدید و خفیف سبب کاهش نفوذپذیری شد که کاهش نفوذپذیری با آتش‌سوزی خفیف و شدید در کار حیدری و همکاران (۱۳)، گنزالس و همکاران (۱۰)، روبیکد (۲۷)، مارتین و مودی (۲۱) و روبیکد و همکاران (۲۸) نیز گزارش شده است. با توجه به نتایج حاصل شده در منطقه مطالعه شده توصیه می شود که در مدیریت آن توجه شود تا آتش‌سوزی عمدی و غیرعمدی خصوصا شدید و در فصل پاییز اتفاق نیفتد. جمع بندی جامع و بهتری لازم است.

منابع

1. Abdel–Majid, A.H., M.J. Trilica and R.H. Hart. 1987. Soil and vegetation responses simulated trampling. Journal of Range management (USA), 40: 303-306.
2. Banej Shafiei, A., M. Akbarinia, P. Azizi and J. Eshaghi Rad. 2010. Impacts of fire on some chemical properties of forest soil in north of Iran (Case study: Kheyroudkenar forest). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(3): 364-379 (In Persian).
3. Bland, J.M. and D.G. Altman. 1997. Statistics notes. Cronbach's alpha. 2 pp.
4. Davoudi, M., A. Hajabbasi, M.R. Mosaddeghi and V. Iravani. 2016. Residual Effects of Burnings on Some Soil Chemical Properties in a Pasture in the Central Zagros. Iranian journal of soil research, 30 (2): 227-236 (In Persian).
5. Dlapa P., I. Simkovic, S.H. Doerr, R. Kanka and J. Mataix- Solera. 2008. Application of Thermal Analysis to Elucidate Water-Repellency Changes in Heated Soils, Soil Science Society of America Journal, 72:1-10.
6. Fattahi, B. and A. Tahmasebi. 2010. Fire influence on vegetation changes of Zagros mountainous rangelands (Case study: Hamadan province). Rangeland, 4(2): 228-239 (In Persian).
7. Ferreira, A.J.D., C.O.A. Coelho, C.J. Ritsema, A.K. Boulet and J.J. Keizer. 2008. Soil and water degradation processes in burned areas: Lessons learned from a nested approach. Catena 74: 273-285.
8. Garca-Ruiz, J.M. 2010. The effects of land uses on soil erosion in Spain: A review, Catena, (81): 1-11.
9. Gholami gohareh, R., H.R. Sadeghei and S.Kh. Mirnia. 2011. Effect of light fire on infiltration, runoff and sediment in Kodir rangeland. Iran-Watershed Management Science & Engineering Journal, 17: 23-32. (In Persian)
10. González-Pelayo, O., V. Andreu, E. Gimeno-García, J. Campo and J.L. Rubio. 2010. Effects of fire and vegetation cover on hydrological characteristics of a Mediterranean shrub land soil. Hydrological Processes, 24: 1504-1513.
11. González-Pelayo, O., V. Andreu, J. Campo, E. Gimeno-García and J.L. Rubio. 2006. Hydrological properties of Mediterranean soils burned with different fire intensities. Catena, 68(2-3): 186-193.
12. Henderson, G.S. and D.L. Golding. 1983. The Effect of Slash Burning on the Water Repellence of Forest Soils at Vancouver, British Columbia, Journal Forest Research, (13): 353- 355.
13. Heidary, J., Sh. Ghorbani Dashtaki, F. Raiesi and P. Tahmasebi. 2014. Effect of Rangeland Fire on Soil Physical Properties and Water Infiltration Parameters using Principle Component Analysis. Journal of Water and Soil, 28(5): 964-975 (In Persian).
14. Ho, R. 2006. Handbook of univariate and multivariate data analysis and interpretation with SPSS. Chapman & Hall/CRC. 403 pp.

15. Hoseini, S.A., M. Tavan and H. Eisaei. 2011. Investigation on water infiltration of different vegetation types in saline and alkali rangelands of Inchehbroon, Golestan province. Iranian journal of Range and Desert Reseach, 18 (2):280-291. (In Persian)
16. Hubbert, K.R., M. Busse, S. Overby, C. Shestak and R. Gerrard. 2015. Pile burning effects on soil water repellency, infiltration, and down slope water chemistry in the Lake Tahoe basin, USA. Fire Ecology, 11(2): 100-119.
17. Imani, A.A. and J. Sharifi. 2006. Study on Effects of Fire on Changing Vegetation Cover and Composition in Steppe Rangelands of Ardabil Province, Iranian Journal of Natural Resources, 59(2): 517-526.
18. Kavianpoor, H., Z. Jafarian Jeloudar, A. Esmali Ouri and A. Kavian. 2011. The effects of burning on soil nutrients. International first conference on fire in natural resources fields, 25-27 October, Gorgan. (In Persian)
19. Kramer, P.J. and J.S. Boyer. 1995. Water Relations of Plants and Soil. Academic Press, SanDiego. ISBN 0-12-425060-2.
20. Letey, J. 2001. Causes and consequences of fire-induced soil water repellency. Hydrological Processes, 15: 2867-2875.
21. Martin, D.A. and J.A. Moody. 2001. Comparison of soil infiltration rates in burned and unburned mountainous watersheds. Hydrological Processes, 15: 2893-2903.
22. Mellander P.E., K. Bishop and T. Lundmark. 2004. The Influence of Soil Temperature on Transpiration: a Plot Scale Manipulation in a Young Scots Pine Stand, Forest Ecology and Management, 195: 15-28.
23. 23- Mesdaghi, M. 2007. Rangeland Management in Iran, Astane Ghods Publication, Emam RezaUniversity, 5th Edition, 333 pp (In Persian).
24. Nearing M.A., V. Jetten, C. Baffaut, O. Cerdan, A. Couturier, M. Hernandez, Y. LeBissonnais, M.H. Nicols, J.P. Nunes, C.S. Renschler, V. Souche're, K. VanOost. 2005. Modeling Response of Soil Erosion and Runoff to Changes in Precipitation and Cover. Catena, 61: 131-154.
25. Rafiee, F., H. Ejtahadi and R. Jangju. 2013. Study of Plant diversity at different time intervals after burning in a semiarid rangeland. Plant Researches Journal, 27(5): 854-864 (In Persian).
26. Robichaud, P.R. and T.A. Waldrop. 1994. A comparison of surface runoff and sediment yields from low- and high severity site preparation burns. Water Resources Bulletin, 30(1): 27-34.
27. Robichaud P.R. 2000. Fire effects on infiltration rates after prescribed fire in Northern Rocky Mountain forests, USA. Journal of Hydrology, 220-229.
28. Robichaud, P.R., J.W. Wagenbrenner, F.B. Pierson, K.E. Spaeth, L.E. Ashmun and C.A. Moffet. 2016. Infiltration and interrill erosion rates after a wildfire in western Montana, USA. Catena, 142: 77-88
29. Shakesby, R.A. and S.H. Doerr. 2006. Wildfire as a hydrological and geomorphologic agent. Earth-Science Reviews, 74: 269-307.
30. Sharifi, Z., Ch. Nazari, K. Mohammadi Samani and N. Shabanian. 2015. Effect of Three Successive Years of Fire on Some Physicochemical Properties of a Forest Soil around Zarivar Lake in Marivan. Iranian JKournal of Soil and Water Research, 46(3): 555-565 (In Persian).
31. Tessler, N., L. Wittenberg and D. Malkinson. 2007. The Development and the Break Down of Hydrophobic Layer After Forest Fires in Mt. Carmel, Israel, Abstracts of the International Meeting of Fire Effects on Soil Properties, 31January-3 February,15 pp.

Effect of Fire Intensity on Infiltration Components of Soil In Different Seasons (Case Study: Rangeland Charat sub Watershed in Mazandaran Province)

Zeinab Jafarian[1] and Zohreh Sepehri[2]

1- Associate professor, Collage of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, (Corresponding author: z.jafarian@sanru.ac.ir)
2- Graduated Master of Science, Collage of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received: 20 December 2016 Accepted: 7 Jun 2017

Abstract

Designed and undersigned fires in rangelands affect vegetation and soil, and then are necessary to give enough knowledge about them. Infiltration is one characteristic that have predict had affected by fire but had not studied enough yet. So spot fire have been seen in *Artemisia aucheri* type in Charat sub watershed at Mazandaran province, in this research were investigated primary, final infiltration and infiltration rate in different intensities and seasons. For this prepuces first were established tree 100m transects randomly and then tree $2m^2$ plots on each transect. Fire treatments in plots following without fire, light surface fire as much as direct burning and without flammable material of plants and surface litter (without ash product) and intense surface fire as much as direct burning of flammable material of plants and surface litter (with ash product). In the next stage was measured infiltration in different seasons using double rings. Data analysis of primary, final infiltration and infiltration rate in different intensities and seasons was carried out using two ways ANOVA and compare means test in SPSS software ver.20. Results were shown that primary, final infiltration and infiltration rate are more in summer than the other seasons and are 5.224, 15.534 and 7.756 cm/hr respectively. Infiltration in area without fire had no significant different by area with light fire but amount of final infiltration in area with intense fire was fewer than other seasons as was reduced from 3.946 to 2.447 cm/hr.

Keywords: Designed fire, Soil characteristics, Shrub cover, Charat watershed in Mazandaran