اثرات سیلاب و آتش‌سوزی بر برخی ویژگی‌های خاک جنگل لاکان در استان گیلان

مهدی نوروزی و حسن رمضان‌پور[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۴/۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۲۷)

چکیده

سیلاب و آتش‌سوزی از جمله رخدادهایی است که به‌طور متناوب بخش‌هایی از جنگل‌های شمال ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این رخدادها می‌تواند اثرات نامطلوبی بر ویژگی‌ها و کیفیت خاک بگذارد. این پژوهش به منظور بررسی اثرات سیلاب و آتش‌سوزی بر برخی از ویژگی‌های خاک جنگل لاکان در استان گیلان انجام شد. نمونه‌های خاک از سه عمق ۳-۰، ۶-۳ و ۹-۶ سانتی‌متری سطح خاک با سه تکرار از مناطق تحت تأثیر سیلاب، سوخته و شاهد جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که در خاک سیلابی، مقدار رس، سیلت، pH، سدیم و پتاسیم (در همهٔ عمق‌ها)، مقدار کربن‌آلی و نیتروژن (در عمق دوم و سوم) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ولی مقدار شن به‌طور معنی‌داری در مقایسه با خاک شاهد کاهش یافت. در خاک‌های سوخته، مقدار pH (در عمق‌های اول و دوم)، مقادیر پتاسیم و فسفر (در عمق اول) به‌طور معنی‌داری افزایش و مقادیر رس، کربن‌آلی و نیتروژن (در عمق اول) به‌طور معنی‌داری در مقایسه با خاک شاهد کاهش یافت. مقایسه ظرفیت نگهداری رطوبت خاک نیز نشان داد که خاک‌های سیلابی و سوخته به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار رطوبت خاک را در مکش‌های مختلف داشتند که می‌تواند در ارتباط با تغییرات رس و ماده‌آلی باشد. نتایج آزمون WDPT نیز وجود پدیده آبگریزی را تنها در عمق اول خاک سوخته نشان داد. به‌طور کلی، دو پدیده سیلاب و آتش‌سوزی باعث تغییرات فیزیکی و شیمیایی قابل ملاحظه‌ای در خاک شد.

واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی، آبگریزی، خاک سیلابی، ظرفیت نگهداری رطوبت خاک

۱. گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hasramezanpour@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.61.22.9]

مقدمه

جنگل‌های شمال از ارزشمندترین منابع طبیعی کشور هستند که امروزه مشکلات زیست محیطی از جمله آتش‌سوزی‌ها و سیلاب‌ها همه‌ساله بخش‌های زیادی از آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این‌رو، توجه به این رخدادها و بررسی اثرات آن تا حد زیادی می‌تواند در حفاظت از جنگل‌ها نقش داشته باشد. جریان سیلاب می‌تواند مقدار زیادی از رسوبات را به منطقه تحت تأثیر سیلاب انتقال دهد که با توجه به کمیت و کیفیت این رسوبات اثرات مختلفی بر ویژگی‌های خاک منطقه می‌گذارد (۱۲). قزوی و همکاران (۱۲) اثرات سیلاب را در منطقه داراب فارس بررسی کرده و مشاهده کردند که در اثر سیلاب مقدار رس در خاک سطحی به‌طور معنی‌داری ($P<0/01$) از ۲/۶۷ تا ۸/۱۷ درصد افزایش یافت و این افزایش با کاهش مقدار شن است. لطف‌اللهزاده و همکاران (۴) در مطالعه‌ای در ایستگاه پخش سیلاب سرچاهان افزایش کاتیون‌هایی از جمله سدیم و پتاسیم را در خاک‌های تحت تأثیر سیلاب مشاهده کردند. هم‌چنین آنها افزایش شوری را نیز در خاک‌های سیلابی مشاهده نمودند که از نظر آماری نیز معنی‌دار بود. اثرات آتش‌سوزی بر اکوسیستم جنگل با توجه به نوع، شدت و گستردگی آن متفاوت است. آتش‌سوزی می‌تواند بسیاری از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، مینرالوژیکی و بیولوژیکی خاک‌های جنگلی را تحت تأثیر قرار دهد (۶). افزایش pH، کاتیون‌های محلول و تبادلی و کاهش ماده‌آلی از جمله مهم‌ترین آثار آتش‌سوزی بر خاک‌هاست (۲۰).

نگهداری آب خاک یک خصوصیت هیدرولیکی مهم خاک می‌باشد که بر کارکردهای خاک در اکوسیستم دلالت دارد و اثرات بسیار زیادی بر مدیریت خاک دارد. یک مطالعه سه‌ساله در ایالات متحده پس از آتش‌سوزی در منطقه سوخته و منطقه غیرسوخته مجاور آن نشان داد که مقادیر رطوبت خاک در مناطق سوخته به‌طور معنی‌داری کمتر از مناطق غیرسوخته بود (۱۸). آبگریزی خاک (Water repellency)، یا قرار گرفتن آب روی سطح خاک بدون آن که در آن نفوذ کند؛ یک پدیده شناخته شده در خاک‌های نقاط مختلف جهان می‌باشد. عمق جبهه آبگریز خاک تابعی از گرما بوده، ولی هم‌چنین به خصوصیات خاک از قبیل رطوبت و توزیع اندازه ذرات خاک نیز بستگی دارد (۱۵). هدف از این مطالعه بررسی تأثیر دو پدیده مهم زیست محیطی (سیلاب و آتش‌سوزی) بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه جنگلی لاکان در استان گیلان است.

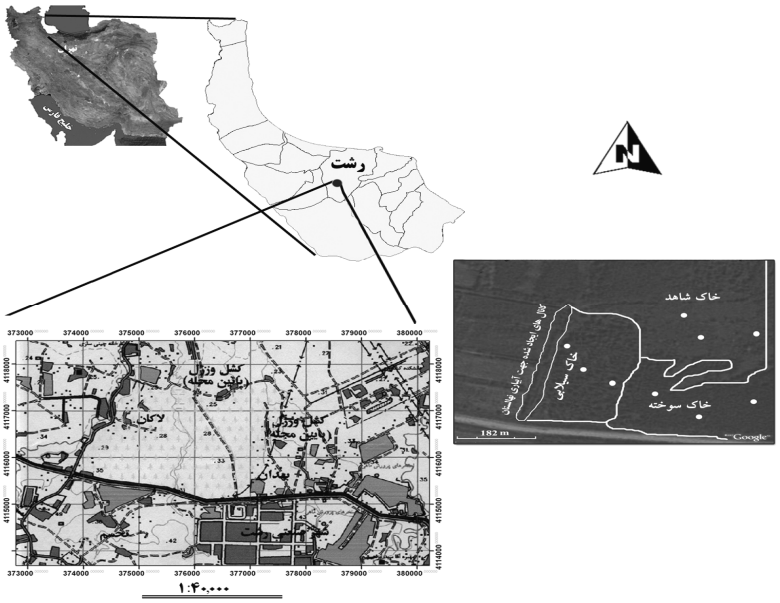
مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی و نمونه‌برداری

منطقه مورد مطالعه در نهالستان لاکان در ۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان رشت قرار گرفته است (شکل ۱). ارتفاع متوسط منطقه برابر با ۴۱ متر از سطح دریا می‌باشد. شیب منطقه بین ۲-۰ درصد متغیر می‌باشد. میانگین سالیانه بارندگی و درجه حرارت در منطقه به‌ترتیب ۱۳۵۹ میلی‌متر و ۱۶ درجه سانتی‌گراد است. منطقه دارای رژیم رطوبتی یودیک (Udic) و رژیم حرارتی ترمیک (Thermic) است. منطقه مورد مطالعه با کاج (*pinus taeda*) پوشیده شده است که جهت مصارف تجاری کاشت و برداشت می‌شوند. اشتعال‌پذیر بودن این‌گونه کاج، زمینه را برای آتش‌سوزی‌های گسترده در این منطقه فراهم کرده است. نهالستان لاکان در تاریخ ۱۱ و۱۲ تیر ماه ۱۳۸۸ دچار حریق شد، که در طی آن پنج هکتار از جنگل دچار آسیب شد. آتش‌سوزی از نوع سطحی بود، اما صدمات زیادی به نهال‌ها و درختان منطقه وارد کرد. شواهد سیلاب در مجاورت کانال‌هایی که از آن برای آبیاری نهال‌های کاج در فصل تابستان استفاده می‌شود، مشاهده شد. خاک منطقه در زیرگروه Oxyaquic Hapludalfs (۲۵) و Gleyic Cutanic Luvisols (Clayic) (۱۶) قرار دارد. نمونه‌برداری خاک از عمق‌های ۳-۰، ۶-۳ و ۹-۶ سانتی‌متر با سه تکرار به‌طور تصادفی از منطقه سیلابی سوخته و شاهد (تعداد ۲۷ نمونه) انجام شد (شکل ۱). نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن در فضای آزاد جهت انجام آزمایش‌ها از الک دو میلی‌متری عبور داده شد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.61.22.9]



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه در نهالستان لاکان در استان گیلان

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی از جمله توزیع اندازه ذرات پس از قرائت در زمان‌های ۰/۵، ۱، ۳، ۱۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۴۴۰ دقیقه توسط هیدرومتر (۱۱)، pH خاک در عصاره‌های ۱:۱ خاک به آب (۲۴)، کاتیون‌های سدیم و پتاسیم نیز پس از عصاره‌گیری با استات آمونیوم یک نرمال در pH=۷ و عصاره‌گیری در محلول خاک با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شد (۱۴). مقدار کربن‌آلی (OC) خاک نیز با استفاده از روش والکلی و بلک تعیین شد (۲۲). برای اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری رطوبت خاک، نمونه خاک داخل دستگاه صفحه فشاری (با صفحه سرامیکی) در تعادل با فشارهای مختلف (۱۰، ۳۳ و ۱۰۰ کیلو پاسکال) قرار داده شد (تعداد ۲۷ نمونه برای هر مکش و با اعمال ۳ تکرار برای هر نمونه) و پس از حصول تعادل، یک نمونه رطوبتی از آن گرفته و رطوبت جرمی آن محاسبه شد (۷). برای بررسی ویژگی آبگریزی، آزمایش زمان نفوذ قطره آب (WDPT) هم در صحرا (آبگریزی واقعی) و هم در آزمایشگاه (آبگریزی پتانسیل) (۸) در دو تاریخ ۱۵ تیر ماه (سه روز پس از آتش‌سوزی) و ۱۸ مرداد ماه (یک ماه پس از آتش‌سوزی) انجام شد. برای اندازه‌گیری آبگریزی پتانسیل، کلوخه‌های دست نخورده خاک از هر سه عمق خاک‌های مورد مطالعه برداشت شد (تعداد ۱۰۸ نمونه) و پس از قرار دادن در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک هفته، آزمایش زمان نفوذ قطره آب روی آنها انجام شد. بدین منظور سه قطره با استفاده از قطره چکان پزشکی بر روی سطح هر نمونه خاک قرار داده شد و مدت زمان نفوذ این قطرات با استفاده از کرونومتر اندازه‌گیری شد. در نهایت از الگوی ارائه شده توسط دکر (۱۰) برای طبقه‌بندی آبگریزی خاک‌ها استفاده شد.

تجزیه‌های آماری

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل ۳×۳ با دو فاکتور وضعیت خاک (آتش‌سوزی، سیلابی و شاهد) و عمق (۳-۰، ۶-۳ و ۹-۶ سانتی‌متر) و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. برای انجام تجزیه‌های آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ استفاده شد. مقایسه میانگین بین تیمارها نیز با آزمون توکی در سطح احتمال ۵

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.61.22.9]

جدول ۱. تجزیه واریانس اثرات وضعیت منطقه و عمق بر ویژگی‌های مورد مطالعه خاک

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS) ویژگی‌های مورد مطالعه									
		توزیع اندازه ذرات			pH	OC	کاتیون‌های محلول		کاتیون‌های تبادلی		N	P
		رس	سیلت	شن			Na	K	Na	K		
وضعیت	۲	۵۱/۴**	۱۵/۳**	۱۲۷/۰**	۰/۵**	۸/۰**	۰/۵**	۰/۰۱*	۰/۰۴*	۰/۲**	۰/۴**	۴/۹**
عمق	۲	۶۰/۸**	۲/۴**	۲۴/۲**	۰/۱*	۹/۸**	^{ns}۰/۰	۰/۰۲**	۰/۰^{ns}	۰/۲**	۰/۵**	۲۸/۱**
وضعیت × عمق	۴	۲/۲**	۱/۷**	۲/۸**	۰/۰**	۴/۵**	^{ns}۰/۰	۰/۰۱**	۰/۰^{ns}	۰/۰**	۰/۲**	۱۵/۷**
اشتباه آزمایشی	۱۸	۰/۳	۰/۲	۰/۳	۰/۰	۰/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۵
ضریب تغییرات (درصد)	–	۳/۳	۲/۲	۲/۹	۲/۵	۸/۱	۱۷/۷	۱۸/۳	۱۷/۶	۹/۷	۷/۵	۱۵/۹

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱، BD، جرم مخصوص ظاهری خاک

درصد انجام شد. هم‌چنین به منظور رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

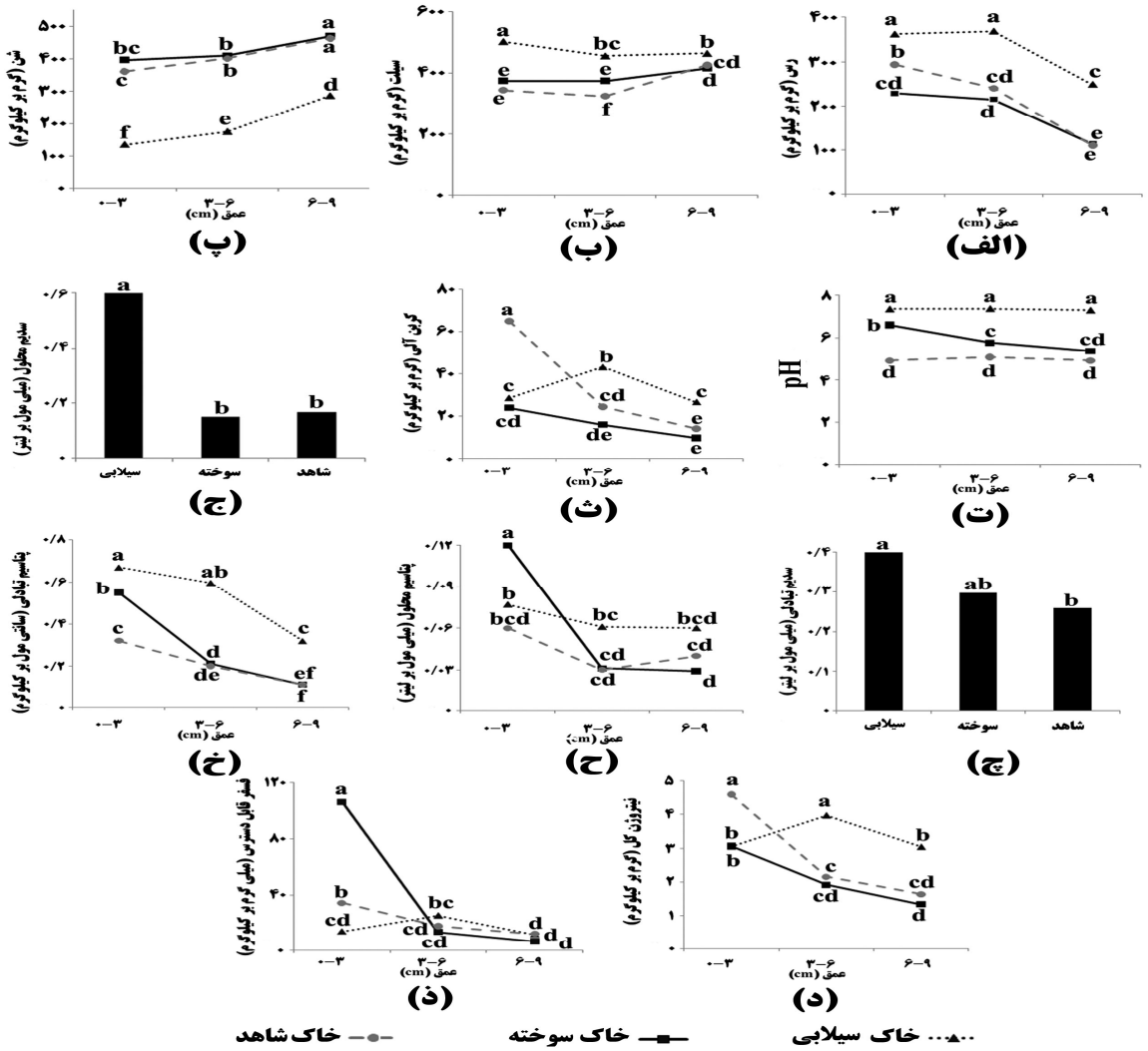
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مورد مطالعه در خاک‌های سیلابی، سوخته و شاهد در عمق‌های مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از نظر بیشتر ویژگی‌های مورد مطالعه وجود دارد (جدول ۱). این اختلاف‌ها ناشی از اثر اصلی وضعیت خاک (سیلابی، سوخته و شاهد) در تمامی ویژگی‌ها، اثر اصلی عمق در تمامی ویژگی‌ها به غیر از سدیم محلول و تبادلی و اثر متقابل وضعیت × عمق در تمامی ویژگی‌ها به غیر از سدیم محلول و تبادلی خاک بود.

مقایسه میانگین اثرات متقابل وضعیت × عمق خاک نشان داد که مقدار رس (شکل ۲- الف) در عمق‌های مختلف خاک سیلابی اختلاف معنی‌داری با سایر خاک‌ها داشت و در هر سه عمق مقدار آن بیشتر از سایر خاک‌ها بود. هم‌چنین با افزایش عمق، مقدار رس در وضعیت‌های مختلف کاهش یافت، به غیر از خاک سیلابی که در آن مقدار رس از عمق اول به دوم اندکی افزایش یافت که البته این افزایش معنی‌دار نبود. در کل بیشترین و کمترین مقدار رس به‌ترتیب در عمق‌های اول و دوم خاک سیلابی و عمق سوم خاک‌های سوخته و شاهد مشاهده شد (شکل ۲- الف). قزوی و همکاران (۱۲) نیز مقدار رس بیشتری را در خاک‌های سیلابی گزارش کردند. رس‌ها حساس‌ترین ذرات بافت خاک در مقابل حرارت هستند که در دمای حدود ۴۰۰ درجه سلسیوس شروع به تغییر کرده که در این حالت رس‌های آبدار و ساختمان شبکه‌ای رس‌ها شروع به متلاشی شدن می‌کنند (۹ و ۲۰). مقایسه میانگین اثرات متقابل وضعیت × عمق خاک بر مقدار سیلت (شکل ۲- ب) نشان داد که همانند مقدار رس، مقدار سیلت نیز در تمامی عمق‌های مورد مطالعه در خاک سیلابی بیشتر از خاک‌های سوخته و شاهد بود. بیشترین مقدار سیلت در عمق اول خاک سیلابی و کمترین مقدار آن در عمق دوم خاک شاهد مشاهده شد. سیلاب و آتش‌سوزی در کل موجب افزایش مقدار سیلت نسبت به خاک شاهد شدند. ذرات سیلت با توجه به قطرشان حساس‌ترین ذرات در مقابل انتقال هستند و به راحتی توسط جریان سیلاب انتقال می‌یابند (۱۹). تغییرات مقدار سیلت در خاک سوخته را نیز می‌توان به تغییرات مقدار رس نسبت داد. مقایسه میانگین اثرات متقابل وضعیت × عمق خاک بر مقدار شن (شکل ۲- پ) نشان داد که بر خلاف مقدار رس و سیلت که در خاک سیلابی بالاترین مقدار را در هر سه عمق داشتند، از نظر مقدار شن نتیجه کاملاً برعکس بود و خاک سیلابی کمترین مقدار شن را در تمامی عمق‌ها دارا بود. هم‌چنین بر خلاف

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.61.22.9]



شکل ۲. تغییرات الف) مقدار رس، ب) مقدار سیلت، پ) مقدار شن، ت) اسیدیته (pH) ث) کربن‌آلی (OC)، ج) سدیم محلول، چ) سدیم تبادلی، ح) پتاسیم محلول، خ) پتاسیم تبادلی، د) نیتروژن کل (N)، ذ) فسفر قابل دسترس (P) در عمق‌ها و وضعیت‌های مورد مطالعه

مقدار رس که یک روند کاهشی با عمق در تمامی خاک‌ها نشان داد، در مورد شن این روند افزایشی بود و در تمامی خاک‌ها با افزایش عمق مقدار شن افزایش یافت، به‌طوری‌که کمترین مقدار شن در عمق اول خاک سیلابی و بیشترین مقدار شن در عمق سوم خاک سوخته و شاهد مشاهده شد (شکل ۲- پ). نتایج نشان داد که آتش‌سوزی هیچ تأثیری بر مقدار شن خاک نداشت. آتش‌سوزی در دماهای بسیار بالا (۱۴۱۴ درجه سلسیوس) بر مقدار شن خاک تأثیر می‌گذارد (۲۰) و احتمالاً این حرارت در منطقه ایجاد نشده بود.

مقایسه میانگین آثار متقابل وضعیت × عمق خاک بر مقدار pH (شکل ۲- ت) نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار pH به‌ترتیب در خاک سیلابی و شاهد مشاهده شد. سیلاب و آتش‌سوزی باعث افزایش pH خاک در هر سه عمق خاک شده بود هر چند که در عمق سوم بین خاک سوخته و شاهد این اختلاف معنی‌دار نبود. افزایش pH در خاک سوخته، احتمالاً به‌علت تغییر ماهیت اسیدهای‌آلی (۶) و یا آزاد شدن کاتیون‌های

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.61.22.9]

بازی (۵) و در خاک سیلابی، وجود کاتیون‌های بازی انتقال یافته می‌باشد (۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل وضعیت × عمق خاک بر مقدار کربن‌آلی (شکل ۲- ث) نشان داد، بیشترین مقدار OC در عمق اول خاک شاهد مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری با سایر خاک‌ها نشان داد، هم‌چنین کمترین مقدار OC در عمق سوم خاک سوخته مشاهده شد. آتش‌سوزی باعث کاهش معنی‌دار مقدار OC در عمق اول نسبت به خاک شاهد شد، درحالی‌که در دو عمق دیگر این اختلاف معنی‌دار نبود. کدخداپور و میرجلیلی (۳) علت افزایش کربن‌آلی در منطقه سیلابی را جرم مخصوص کم کربن‌آلی و انتقال آن از طریق رواناب از مناطق بالادست می‌داند. سرتینی (۶) کاهش ماده‌آلی را پس از آتش‌سوزی گزارش کرد که احتمالاً به علت سوختن این مواد در اثر احتراق بوده است.

بررسی اثر عوامل مورد مطالعه بر مقدار سدیم محلول و تبادلی نشان داد که فقط اثر وضعیت خاک بر این دو ویژگی معنی‌دار بود و عمق و اثر متقابل وضعیت × عمق خاک اثر معنی‌دار بر آنها نداشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین بین وضعیت‌های مورد مطالعه خاک (سیلابی، سوخته و شاهد) از نظر مقدار سدیم محلول و تبادلی (شکل ۲- ج و ۲- چ) نشان داد که بیشترین مقدار سدیم محلول در خاک سیلابی مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر خاک‌ها داشت، اما آتش‌سوزی نتوانست مقدار سدیم محلول را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد تغییر دهد. هم‌چنین، بیشترین مقدار سدیم تبادلی نیز مربوط به خاک سیلابی بود و اختلاف معنی‌داری با خاک شاهد داشت، ولی تفاوت آن با خاک سوخته معنی‌دار نبود، ضمن این که خاک سوخته و شاهد نیز تفاوت معنی‌داری از نظر سدیم تبادلی نداشتند. از آن‌جایی که سدیم از جمله آن عناصری است که به راحتی توسط محلول خاک انتقال می‌یابد، حضور آن در خاک سیلابی منطقی به نظر می‌رسد. هم‌چنین بسیاری از مطالعات (۱۷ و ۲۱) اختلاف معنی‌داری در سدیم محلول و تبادلی در خاک سوخته مشاهده نکردند.

مقایسه میانگین آثار متقابل وضعیت × عمق خاک بر مقدار پتاسیم محلول و تبادلی (شکل ۲- ح و ۲- خ) نشان داد که آتش‌سوزی تنها در عمق اول اختلاف معنی‌داری از نظر پتاسیم محلول را با سایر خاک‌ها داشت. این افزایش احتمالاً به‌علت اضافه شدن خاکستر حاصل از بقایای گیاهی سوخته و وارد شدن آن به محلول خاک می‌باشد. هم‌چنین در سایر عمق‌ها این اختلاف بین هر سه وضعیت خاک معنی‌دار نبود. از نظر پتاسیم تبادلی، خاک سیلابی اختلاف معنی‌داری در هر سه عمق نسبت به خاک شاهد نشان داد، درحالی‌که آتش‌سوزی باعث اختلاف معنی‌دار تنها در عمق اول نسبت به خاک شاهد بود. خانا و ریسون (۱۷)، افزایش پتاسیم تبادلی را پس از آتش‌سوزی مشاهده کردند که آزاد شدن پتاسیم از کانی‌ها در اثر حرارت و اضافه شدن از طریق خاکستر را دو عامل احتمالی برای آن ذکر کردند. قزوی و همکاران (۱۲) نیز گزارش کرد که رسوب‌گذاری ناشی از پخش سیلاب باعث شده که مقدار پتاسیم تبادلی افزایش یابد. وی ورود پتاسیم از طریق رسوبات حمل شده را دلیل اصلی این افزایش دانست.

مقایسه میانگین آثار متقابل وضعیت × عمق خاک بر مقدار نیتروژن کل (شکل ۲- د) نشان داد بیشترین مقدار نیتروژن کل در عمق اول خاک شاهد و کمترین مقدار آن در عمق سوم خاک سوخته مشاهده شد. آتش‌سوزی باعث شد که مقدار نیتروژن کل در در عمق اول به‌طور معنی‌داری نسبت به خاک شاهد کاهش یابد. با توجه به این‌که مهم‌ترین منبع نیتروژن در خاک ماده‌آلی می‌باشد، احتمالاً این تغییرات در مقدار نیتروژن ناشی از ماده‌آلی خاک می‌باشد (۲۳). در عمق دوم و سوم، نیتروژن کل در خاک سیلابی، اختلاف معنی‌داری با خاک‌های سوخته و شاهد داشت و مقدار آن بیشتر بود، درحالی‌که در این دو عمق، خاک سوخته و شاهد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. مشاهدات فروزه و حشمتی (۲) هم نشان داد که میزان ازت کل در خاک سیلابی به‌طور معنی‌داری از خاک شاهد بیشتر بود. مقایسه میانگین آثار متقابل وضعیت × عمق خاک بر مقدار فسفر قابل دسترس (شکل ۲- ذ) نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار فسفر قابل دسترس به‌ترتیب در عمق اول و عمق سوم خاک سوخته وجود داشت.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.61.22.9]

تنها در عمق اول اختلاف معنی‌داری بین خاک‌های مورد مطالعه وجود دارد و در عمق‌های دیگر این اختلاف معنی‌دار نبود. مقدار فسفر در خاک سوخته در عمق اول بیشتر از سایر خاک‌ها بود که احتمالاً آزادشدن آن در اثر تجزیه بقایای گیاهی و یا تجزیه موادآلی در اثر آتش‌سوزی، می‌تواند اصلی‌ترین دلیل برای افزایش فسفر در خاک سوخته باشد (۲۰)، علاوه برآن تلفات فسفر از طریق تبخیر بسیار اندک می‌باشد (۶). جیاردینا و روداس (۱۳) نیز افزایش موقتی فسفر را بلافاصله پس از آتش‌سوزی گزارش نمودند.

ظرفیت نگهداری رطوبت خاک

نتایج تجزیه واریانس ظرفیت نگهداری رطوبت خاک در خاک‌های سیلابی، سوخته و شاهد و در عمق‌های مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین وضعیت خاک، عمق و اثر متقابل وضعیت × عمق خاک در هر سه فشار مورد مطالعه (۱۰، ۳۳ و ۱۰۰ کیلوپاسکال (Kpa)) وجود داشت.

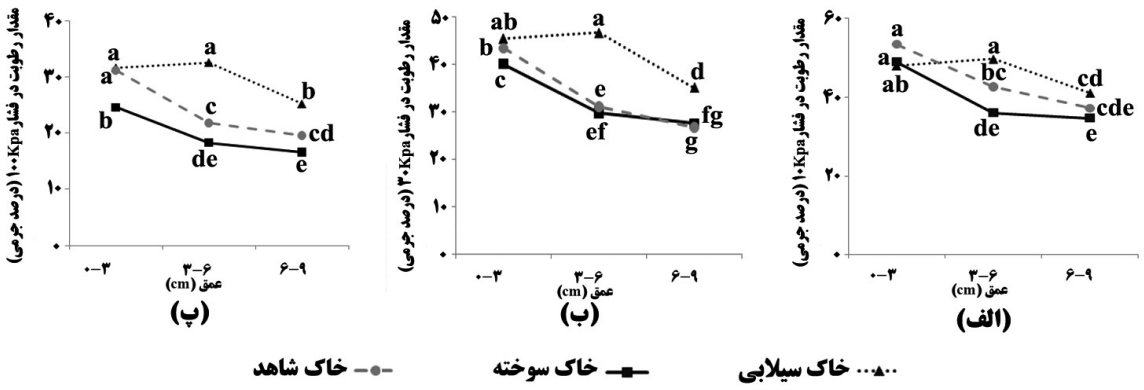
با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل وضعیت × عمق خاک در تمامی فشارها، مقایسه میانگین این اثر انجام و نتایج در شکل ۳ ارایه شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین این اثر متقابل در تمامی فشارها یک روند کاهشی با افزایش عمق را نشان داد و عمق سوم کمترین ظرفیت نگهداری آب را نسبت به عمق‌های سطحی داشت. البته در مورد خاک سیلابی بیشترین مقدار رطوبت در عمق دوم بود. علاوه بر آن، خاک سیلابی تقریباً در تمامی فشارهای مورد مطالعه و در تمامی عمق‌ها دارای بالاترین ظرفیت نگهداری رطوبت بود و برعکس آتش‌سوزی باعث کاهش ظرفیت نگهداری رطوبت شد. در فشار Kpa ۱۰ (شکل ۳- الف)، برخلاف سایر فشارهای مورد مطالعه، هر دو عامل سیلاب و آتش‌سوزی باعث کاهش اندک ظرفیت نگهداری آب خاک در عمق اول شدند که البته این کاهش ایجاد شده از نظر آماری معنی‌دار نبود، اما در عمق دوم، خاک سیلابی و سوخته به‌ترتیب بیشترین و کمترین ظرفیت نگهداری رطوبت را داشتند و تفاوت معنی‌داری بین هر سه نوع خاک در این عمق وجود داشت. این ترتیب در عمق سوم نیز مشاهده شد، اما تفاوت معنی‌دار بین خاک سیلابی و شاهد و هم‌چنین خاک سوخته و شاهد در این عمق مشاهده نشد. در فشار Kpa۳۰ (شکل ۳- ب)، در عمق اول خاک‌های سیلابی و شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر ظرفیت نگهداری رطوبت با خاک سوخته داشتند. در این عمق خاک سیلابی و سوخته به‌ترتیب بیشترین و کمترین ظرفیت نگهداری رطوبت را داشتند، در عمق دوم و سوم، خاک سیلابی بیشترین ظرفیت نگهداری رطوبت را نشان داد و اختلاف معنی‌داری با خاک‌های شاهد و سوخته نشان داد درحالی‌که خاک سوخته و شاهد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. در فشار Kpa۱۰۰ (شکل ۳- پ)، نیز در عمق اول اختلاف معنی‌داری بین خاک‌های سوخته و شاهد وجود نداشت، ولی این دو با خاک سوخته تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. در عمق دوم و سوم، تفاوت معنی‌داری بین هر سه نوع خاک وجود داشت. به‌طورکلی افزایش مقدار رس (شکل ۲-الف) و ماده‌آلی اصلی‌ترین دلیل برای افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک سیلابی در عمق‌های مختلف است. کدخداپور و میرجلیلی (۳) نیز افزایش ظرفیت نگهداری خاک را پس از سیلاب گزارش کردند.

آبگریزی خاک

نتایج آزمایش زمان نفوذ قطره آب (WDPT) در عمق‌ها و وضعیت‌های مختلف (شکل ۴) نشان داد که ویژگی آبگریزی تنها محدود به عمق ۳-۰ سانتی‌متری خاک سوخته بوده (البته در عمق دوم خاک سوخته در تیرماه آبگریزی جزیی مشاهده شد) و این ویژگی در خاک شاهد و خاک سیلابی در هیچ عمقی دیده نشد. ذوالفقاری و حاج عباسی (۱)، رطوبت و ماده‌آلی را دو عامل مهم در آبگریزی خاک‌ها دانستند، نتایج ما نیز نقش رطوبت را در آبگریزی تأیید نمود، زیرا خاک سوخته که پدیده آبگریزی در آنها ایجاده شده بود دارای مقدار رطوبت کمتری بود، اما مقدار ماده‌آلی خاک‌های سوخته کمتر از خاک‌های مجاور خود بود. این موضوع نشان می‌دهد که احتمالاً

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.61.22.9]



شکل ۳. تغییرات مقدار رطوبت در عمق‌های مختلف خاک‌های مورد مطالعه در مکش‌های الف) ۱۰Kpa، ب) ۳۰Kpa و پ) ۱۰۰Kpa



شکل ۴. فراوانی نسبی کلاس‌های آبگریزی در هر عمق در تیر ماه (۳ روز پس از آتش‌سوزی) و مرداد ماه (یک ماه پس از آتش‌سوزی)، با توجه به آبگریزی واقعی و پتانسیل در خاک‌های مورد مطالعه

تغییر ماهیت ماده‌آلی در اثر اشتعال می‌تواند یک عامل مهم در بروز چنین ویژگی در این خاک‌ها باشد (۲۰). هم‌چنین گذشت زمان نیز باعث ضعیف شدن شدت آبگریزی خاک‌ها شده است، به‌طوری‌که در مرداد ماه اثری از خاک‌های به شدت آبگریز در آزمایش آبگریزی واقعی و خاک‌های بی‌نهایت آبگریز در آزمایش آبگریزی پتانسیل مشاهده نشد. هافمن و همکاران (۱۵) نیز ضعیف شدن آبگریزی را پس از آتش‌سوزی گزارش کردند که نتایج این آزمایش نیز این موضوع را تأیید کرد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی سیلاب و آتش‌سوزی اثرات معنی‌داری بر خصوصیات مورد مطالعه خاک داشتند. سیلاب در منطقه اثرات مفیدی بر برخی از خصوصیات خاک از جمله بافت خاک داشت که این امر عامل مهمی در ظرفیت نگهداری رطوبت خاک در منطقه بود. اضافه شدن رس، کاتیون‌ها و عناصر غذایی به خاک (ازجمله نیتروژن در عمق دوم و سوم)، ویژگی‌های مطلوبی هستند که تحت تأثیر سیلاب ایجاد شدند. ولی سیلاب باعث افزایش سدیم خاک شد که در صورت ادامه این روند،

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.61.22.9]

ممکن است باعث شوری خاک شود. آتش‌سوزی باعث کاهش رس و ماده‌آلی خاک شد که از جمله اثرات نامطلوب می‌باشند. علاوه برآن آتش‌سوزی باعث ایجاد پدیده آبگریزی در خاک شد که احتمال دارد اثرات نامطلوبی در خاک ایجاد کند. آتش‌سوزی باعث افزایش کاتیون‌ها (پتاسیم تبادلی) و عناصر غذایی (فسفر) در خاک شد که در کوتاه مدت می‌تواند در ردیف اثرات مطلوب تلقی شود، ولی باید به این نکته نیز توجه کرد که در ادامه با وارد شدن فسفر به منابع آب‌های زیرزمینی باعث آلودگی این منابع خواهد شد.

منابع مورد استفاده

۱. ذولفقاری، ع. ا. و م. ع. حاج عباسی. ۱۳۸۸. تأثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی و آبگریزی خاک در مراتع فریدون‌شهر و جنگل‌های لردگان. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۹(۲): ۲۵۱-۲۶۲.

۲. فروزه، م.ر. و غ.ع. حشمتی. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر عملیات پخش سیلاب بر برخی از ویژگی‌های پوشش گیاهی و خاک سطحی (مطالعه موردی: دشت گربایگان فارس). مجله پژوهش و سازندگی ۷۹ : ۱۱-۲۰.

۳. کدخداپور، م.ع. و ع. ب. میرجلیلی. ۱۳۸۹. بررسی اثرات پخش سیلاب بر روند تغییرات حاصل‌خیزی خاک در ایستگاه پخش سیلاب هرات یزد. مجله پژوهش و سازندگی ۸۲: ۱۲-۲۰.

۴. لطف‌الله‌زاده، د.، م.ز.، مهرجردی و ک. کمالی. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر پخش سیلاب بر برخی خصوصیات خاک در ایستگاه پخش سیلاب سرچاهان. مجله پژوهش و سازندگی ۷۶: ۸۲-۸۷.

5. Arocena, J.M. and C. Opio. 2003. Prescribed fire-induced changes in properties of sub-boreal forest soils. Geoderma 113:1–16.
6. Certini, G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. Oecologia 143: 1–10.
7. Dane, J.H. and J.W. Hopmans. 2002. Water retention and storage: Laboratory. Pp. 675–720. *In:* Dane, J. H.and Topp, G. C.(Eds.), Methods of soil analysis, Part 4- Physical methods. Agronomy Monograph, vol. 9. ASA and SSSA, Madison, WI,
8. DeBano, L.F. 1981. Water repellent soils: a state of art. Gen. Tech. Rpt. PSW-46. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 21 pp.
9. DeBano, L.F., D.G. Neary and P.F. Ffolliott. 1998. Fire's Effects on Ecosystems. John Wiley & Sons, Inc., New York.
10. Dekker, L.W. 1998. Moisture variability resulting from water repellency in Dutch soils. Ph.D Thesis, Wageningen Agricultural university, The Netherlands.
11. Gee, G.W., and D. Or. 2002. Particle-size analysis. Pp. 255-293. *In:* Dane, J. H.and Topp, G. C.(Eds.), Methods of soil analysis, Part 4- Physical Methods. Agronomy Monograph, Vol. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
12. Ghazavi, R., Abbasali, V. and S. Eslamian. 2010. Impact of flood spreading on infiltration rate and soil properties in an arid environment. Water Resour. Manage. 24:2781–2793.
13. Giardina, C.P. and C.C. Rhoades. 2001. Clear cutting and burning affect nitrogen supply, phosphorus fractions and seedling growth in soils from a Wyoming lodgepole pine forest. Forest Ecol. Manage. 174: 459–475.
14. Helmke, P.A. and D.L. Sparks. 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium and Cesium. Pp. 551-574. *In:* Sparks, D. L.(Eds.), Methods of soil analysis, Part 3- chemical methods. Agronomy Monograph, vol. 9. ASA and SSSA, Madison, WI,
15. Huffman EL, L.H. MacDonald and J.D. Stednick. 2001. Strength and persistence of fire-induced soil hydrophobicity under ponderosa and lodgepole pine, Colorado Front Range. Hydrol. Proc. 15: 2877–2892.
16. IUSS, Working Group WRB. 2006. World Reference Base for Soil Resources. 2nd edition. World Soil Resources Reports, No. 103. FAO, Rome.
17. Khanna P.K. and R.J. Raison. 1986. Effect of Fire Intensity on Solution Chemistry of Surface Soil under a Eucalyptus paucijlora Forest. Aust. J. Soil Res. 24: 423-34.
18. Martin, D.A. and J.A. Moody. 2007. Changes in soil moisture after a wildfire in Colorado. International meeting of fire effects on soil properties, Barcelona, January 31- February 3.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.61.22.9]

19. Morgan, R.P.C. 2005. Soil erosion and conservation. 3th ed., Blackwell Pub., 304 P.
20. Neary, D.G., Ryan, K.C. and L.F. DeBano. (eds.). 2008. Wildland fire in ecosystems: effects of fire on soils and water. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol.4. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 250 p.
21. Neff, J.C., J.W. Harden and G. Gleixner. 2005. Fire effects on soil organic matter content, composition, and nutrients in boreal interior Alaska. Can. J. For. Res. 35: 2178–2187.
22. Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbone, organic carbone, and organic matter. Pp. 961-1010. *In:* Sparks, D.L. (Eds.), Methods of soil analysis, Part 3- chemical methods. Agronomy Monograph, vol. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
23. Prieto-Fernandez, A., M. Carballas. and T. Carballas. 2004. Inorganic and organic N pools in soils burned or heated: immediate alterations and evolution after forest wildfires. Geoderma 121: 291–306
24. Thomas, G. W. 1996. soil pH and soil acidity. Pp. 475-490. *In:* Sparks, D. L.(Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 3- chemical methods. Agronomy Monograph, vol. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
25. USDA, Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy, (11th ed.), U.S. Dep. Agric., Soil Conserv. Serv., Washington, DC.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1391.16.61.22.9]