

بررسی تأثیر ژئومورفولوژی در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک در دو مخروط افکنه واقع در شمال شرق

دامغان

شهرام بهرامی* - دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.
شیما محمدی فرد - کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.

پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۱۰/۲۰ تأیید نهایی: ۱۴۰۴/۰۳/۱۱

چکیده

بخش‌های مختلف هر مخروط افکنه از نظر فرم‌ها و فرایندهای ژئومورفولوژی دارای تفاوت هستند. هدف این تحقیق بررسی نقش موقعیتهای طولی (بالادست و پائین دست)، موقعیتهای عرضی (حاشیه و داخل)، سطوح (قدیمی و جدید)، و لندفرم‌ها (میاناب، کانال، پشته و مجرا) در دو مخروط افکنه واقع در شمال شرق دامغان در پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک شامل بافت، PH، هدایت الکتریکی (EC)، و کربن آلی (OC) است. تعداد ۴۰ نمونه خاک از سطح تا عمق ۳۰ سانتیمتری خاک دو مخروط افکنه برداشت شد. بافت خاک بر اساس روش هیدرومتر، درصد مواد آلی خاک بر اساس روش تیتراسیون، هدایت الکتریکی با استفاده از EC متر، و اسیدیته خاک با استفاده از دستگاه PH متر اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که تنها میانگین پارامترهای EC و PH در مخروط افکنه شماره ۱ و ۲ دارای تفاوت آماری معنی دار هستند (مقادیر P کمتر از ۰,۰۵). میانگین پارامترهای EC و PH در حاشیه و داخل مخروط افکنه شماره ۲ دارای تفاوت معنی دار آماری است. میانگین کربن آلی در بالادست و پائین دست مخروط افکنه شماره ۲ دارای تفاوت معنی دار آماری است. میانگین پارامتر کربن آلی در سطح جدید و قدیمی مخروط افکنه ۱ دارای تفاوت معنی دار آماری است. بافت خاک در میاناب‌ها و کانال‌های تشکیل شده در سطح قدیمی مخروط افکنه‌ها دارای تفاوت آماری معنی داری است. این موضوع بیانگر آن است که وجود میاناب و کانال در سطوح قدیمی مخروط افکنه‌های مورد مطالعه نقش مهمی در تفاوت بافت رسوبات آنها داشته است. همچنین میانگین درصد ماسه و سیلت در پشته و مجرای سطح جدید مخروط افکنه شماره ۲ دارای تفاوت معنی داری هستند که نشان می‌دهد لندفرم‌های سطح جدید، تنها باعث تفاوت اساسی در بافت رسوبات مخروط افکنه شماره ۲ شده اند. به طور کلی از نتایج تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که عواملی مانند سن نسبی سطح مخروط افکنه، انحراف و تغییر مداوم محل رسوبگذاری در سطح مخروط افکنه، مورفولوژی سطح مخروط و لندفرم‌های آن، و همچنین لیتولوژی و مورفومتری حوضه‌های بالادست در هر مخروط افکنه با مخروط افکنه دیگر متفاوت بوده و این تفاوت‌ها نقش مهمی در واگرایی و تفاوت پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک در دو مخروط افکنه مورد مطالعه داشته است.

واژگان کلیدی: ژئومورفولوژی، مخروط افکنه، میاناب، دامغان، بافت خاک، کربن آلی.

مقدمه

بخش وسیعی از سرزمین ایران دارای اقلیمی خشک و نیمه خشک است و بنابراین پوشش گیاهی و خاک در این مناطق ضعیف و دارای محدودیت است. با این وجود، در بعضی از لندفرمهای مناطق خشک مانند مخروط افکنه ها، خاک و پوشش گیاهی تحت تاثیر میکروکلندفرمها و فرایندهای ژئومورفولوژی دارای تفاوت های مکانی زیادی است. مخروط افکنه ها از مهمترین لندفرمهای تراکمی مناطق خشک و نیمه خشک ایران هستند (مقصودی و محمد نژاد آروق، ۱۳۹۰: ۱). تعداد بسیار زیادی از این لندفرمها در مناطق پایکوهی دامنه های جنوبی البرز تشکیل شده اند. مخروط افکنه ها غالبا اشکال آبرفتی مثلثی شکل دوران چهارم هستند که در محل ورود آبراهه و یا رودخانه ها به سطوح تقریبا هموار دشت ها شکل می گیرند. این لندفرمها از رسوباتی مانند تخته سنگ، قله سنگ، شن، ماسه، سیلت و رس تشکیل شده اند. تکامل مخروط افکنه ها تحت تاثیر عوامل مختلف تکتونیکی، اقلیم، تغییر سطح اساس، ویژگیهای مورفومتری و زمین شناسی حوضه های آبخیز و تغییرات سطح آب دریا قرار دارد (بلیر و مک فیلسون^۱، ۱۹۹۸، ۸۰۰؛ ویسراس^۲ و همکاران، ۲۰۰۳، ۱۸۱؛ کروستا و فراتینی^۳، ۲۰۰۴، ۲۶۷).

مخروط افکنه ها می توانند تاثیر قابل توجهی بر کیفیت خاک و همچنین تنوع و تراکم پوشش گیاهی داشته باشند (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۷، ۲۱۰؛ بهرامی و قهرمان، ۲۰۱۹، ۱۴۵). با گذشت زمان، بخشهایی از سطح یک مخروط افکنه ممکن است تحت تاثیر عوامل تکتونیکی و اقلیمی، متروک شود (بخش قدیمی یا فسیل) در حالی که بخشهای دیگر ممکن است تحت تاثیر سیلاب و رسوبگذاری قرار داشته باشد (بخش جدید). به دلیل تاثیر فرایندهای ژئومورفولوژی، در مواردی سطح مخروط افکنه ها صاف و در مواردی به صورت کانال های برش یافته ظاهر شده و دارای نیمرخ می باشند. بنابراین سطوح مختلف در هر مخروط افکنه ممکن است دارای لندفرمها و توپوگرافی متفاوتی باشند. این تفاوت ها نقش مهمی در ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک دارند (بهرامی و قهرمان، ۲۰۱۹). در ارتباط با تاثیر ژئومورفولوژی بر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک سطح مخروط افکنه ها مطالعاتی انجام شده است که در زیر به آن ها اشاره می شود.

محسنی و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی مخروط افکنه های واقع در دامنه کوه بینالود نشان دادند که الگوهای متفاوت پوش گیاهی در بخش های پائین دست، بالادست و میانی مخروط افکنه ها، تحت تاثیر تفاوت در فرایندهای ژئومورفیک است. لینینگر^۴ و همکاران (۲۰۱۸) با ارزیابی کربن آلی دشت سیلابی در مرکز آلاسکا نشان دادند میزان کربن آلی در واحدهای ژئومورفیک مختلف، متفاوت است. بررسی آنها نشان داد که ویژگی های تاثیر گذار در میزان کربن آلی در دشت سیلابی شامل بافت خاک، رطوبت خاک، مورفولوژی و سن سطوح است. بهرامی و قهرمان (۲۰۱۹) با بررسی تاثیر ژئومورفولوژی بر حاصلخیزی خاک مخروط افکنه های دامنه جنوبی کوه های جغتای در شمال شرق ایران نشان دادند که فرمها و فرایندهای ژئومورفولوژی نقش مهمی در تغییر کیفیت خاک بویژه کربن آلی، پتاسیم، فسفر و بافت خاک ایفا می کنند. مطالعه زراعت پیشه و همکاران (۲۰۱۹) روی توزیع مکانی خواص خاک با استفاده از متغیرهای محیطی و تجزیه و تحلیل

^۱ - Blair and McPherson

^۲ - Viseras

^۳ - Crosta and Frattini

^۴ - Lininger

آماري در استان چهار محال و بختياري نشان داد عوامل محيطي مانند مورفولوژي دامنه مي توانند تا حد زيادي تنوع کربن آلي خاک را تحت تاثير قرار دهند. بررسي آنها نشان داد که کربن آلي در لندفرمهاي داراي خاکهاي درشت بافت مانند مخروط افکنه هاي برش يافته، تپه هاي فرسايش يافته و پرشيب و برونزدگي هاي سنگي کمتر از لندفرمهاي داراي خاک هاي ريز بافت مانند تراس ها و سطوح درياچه اي است. مطالعه يانگ^۱ و همکاران (۲۰۱۹) روي مخروط افکنه هاي جنوب غربي کوه هاي تيان شان در چين نشان داد که کانال هاي تشکيل شده در سطح مخروط افکنه ها، پوشش گياهي، کربن آلي و رطوبت خاک غني تري نسبت به ميانه ها^۲ دارند. چن^۳ و همکاران (۲۰۲۲) شاخصهاي کيفيت خاک مخروط افکنه ها و تراسهاي رودخانه اي، شامل رس، سيلت، پتاسيم، نيتروژن، فسفر، کربن آلي، EC، و PH خاک، را در حوضه رودخانه لاسا در فلات کينقاي-تبت بررسي کردند. بررسي آنها نشان داد که شاخص کيفيت خاک (SQI) در مخروط افکنه ها و تراسها تفاوت معني داري ندارد. با اين وجود کيفيت خاک مخروط افکنه ها به مقدار زيادي متاثر از موقعيت ژئومورفيک، پوشش گياهي، بارش سالانه، ارتفاع و کاربري اراضي است. مطالعه شوشتا و کومار^۴ (۲۰۲۳) روي مخروط افکنه هاي واقع در دره اسپيتي در شمال غرب هيماليا نشان داد که مخروط افکنه ها و پادگانه هاي آبرفتي بهترين مکانها براي تکامل خاک هستند. بررسي آنها نشان داد که بخشهاي غيرفعال (قديمي) و پايدار مخروط افکنه ها بيشتر مستعد خاکزايي هستند. بشکني (۱۳۹۸) تاثير لندفرمها و فرايندهاي ژئومورفولوژي بر ويژگي هاي فيزيکوشيميايي خاک در سه مخروط افکنه دامنه جنوبي کوه هاي جغتاي را بررسي نمود. نتايج بررسي نامبرده نشان داد که ميزان مواد آلي خاک در مخروط افکنه هاي قديمي و فسيل بيشتر از مخروط جديد مي باشد که احتمالا به دليل درصد رس و سيلت بيشتر در ميانه ها و پشته ها باشد. همچنين خاک ميانه ها و پشته ها نسبت به کانالها داراي کيفيت بهتري است. بررسي ايمني و همکاران، (۱۳۹۹) روي سه مخروط افکنه جنوب غرب ميامي نشان داد که در سطوح غير فعال مخروط افکنه ها، عناصر حاصل خيزي خاک در ميانه ها بيشتر از کانال هاست و بنا بر اين تراکم پوشش گياهي در اين لندفرم ها بيشتر از ساير بخش ها مي باشد. مطالعه نامبردگان نشان داد که به طور کلي فرايندهاي ژئومورفولوژي مانند حفر و رسوبگذاري بر بافت و حاصلخيزي خاک و همچنين بر تراکم و تاج پوشش گياهي موثر هستند. عزيزي و همکاران (۱۴۰۲) با بررسي پارامترهاي فيزيکوشيميايي خاک در سطوح خيلي قديمي، قديمي و جديد مخروط افکنه جنوب شرق گنبد نمکي شاه غيب لارستان نشان دادند که در سطوح خيلي قديمي و قديمي مخروط افکنه، مقدار سدیم، پتاسيم، EC، آهن، فسفر، نگهداشت آب در خاک، سيلت و رس در ميانه ها بيش تر از کانال ها است. به طورکلي نتايج مطالعه نامبردگان نشان داد که فرايندهاي ژئومورفولوژي مانند حفر در کانال ها و هوازدگي در سطح ميانه ها بر مقادير ويژگيهاي فيزيکوشيميايي نهشته هاي سطح مخروط افکنه منطقه مورد مطالعه مؤثر مي باشد. مطالعه محسني و همکاران (۱۴۰۳) روي ۱۲ مخروط افکنه در دامنه هاي جنوبي آلا داغ نشان داد که گسترش فرسايش گالي در مخروط افکنه هاي قديمي تر منجر به انتقال حجم وسيعي از لايه هاي سطحي غني از

^۱ - Yang

^۲ - سطح مخروط افکنه ها از ميکرو لندفرمهاي مانند ميانه ها و کانال ها (در بخش قديمي) و پشته ها و مجراها (در بخش جديد) تشکيل شده است. در اثر فرايند حفر، کانال هايي در سطح قديمي مخروط افکنه ها ايجاد مي شوند. منطقه مسطح و مرتفع تر بين کانالهاي متوالي، ميانه نام دارد. در سطح جديد مخروط افکنه، برآمدگيهاي کم ارتفاع را پشته، و فرورفتگي هاي کم عمق را مجرا مي نامند.

^۳ - Chen

^۴ - Shoshta & Kumar

کربن آلی و لایه های عمقی خاک شده است. مخروط افکنه های جوان در مقایسه با مخروط افکنه های قدیمی تر، محیط نسبتاً پایدارتری دارند. شکل گیری مخروط افکنه های جوان در قاعده مخروط افکنه های قدیمی منجر به افزایش تجمع رسوبات ریزدانه، کاتیون های قابل تبادل و کربن آلی حمل شده از سطوح مخروط افکنه های قدیمی شده است. از سوی دیگر، ظرفیت جابجایی کمتر فرایندهای فرسایشی در این محیط ها با توجه به موقعیت قرارگیری آنها، محیطی پایدار برای ترکیب ذرات ناپایدار کربن آلی با رسوبات ریزدانه و کاتیون های قابل تبادل فراهم می آورد. این مکانیزم منجر به افزایش پایداری خاکدانه ها در این محیط ها شده که به نوبه خود حساسیت پذیری کربن آلی نسبت به تنفس میکروبی را کاهش می دهد. مطالعه بابایی (۱۴۰۳) روی مخروط افکنه شمال غرب امیریه در دامغان نشان داد تغییرات هدایت هیدرولیکی خاک در سطح مخروط افکنه مذکور متأثر از میکرولندفرمهای تشکیل شده در سطح مخروط افکنه (میاناب ها و کانال ها در سطح قدیمی و فسیل، و پشته ها و کانال ها در سطح جدید) است. با این وجود سن نسبی سطوح مختلف مخروط افکنه و موقعیت های مختلف (بالادست و پائین دست) نیز در مقدار هدایت هیدرولیکی خاک موثر هستند.

هدف این مطالعه بررسی نقش موقعیتهای طولی (بالادست و پائین دست)، موقعیتهای عرضی (حاشیه و داخل مخروط افکنه)، سطوح (قدیمی و جدید)، و لندفرمهای (میاناب، کانال، پشته و مجرا) دو مخروط افکنه واقع در شمال شرق دامغان در پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک شامل درصد ماسه، درصد سیلت، درصد رس، PH، هدایت الکتریکی (EC)، و کربن آلی (OC^۱) است.

منطقه مورد مطالعه

مخروط افکنه های مورد مطالعه در شمال شرق روستای طاق در شمال شرق دامغان قرار دارند. منطقه مورد مطالعه از نظر موقعیت ریاضی در طول ۵۴ درجه و ۲۳ دقیقه و ۲۶ ثانیه تا ۵۴ درجه و ۲۹ دقیقه و ۵۴ ثانیه شرقی، و عرض ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه و ۱۸ ثانیه، تا ۳۶ درجه و ۲۱ دقیقه و ۴۸ ثانیه شمالی واقع شده است (شکل ۱). حداقل و حداکثر ارتفاع مخروط افکنه ها به ترتیب ۱۳۲۸ و ۱۴۸۸ متر می باشد. هر کدام از مخروط افکنه های فوق دارای سطوح قدیمی و جدید هستند (شکل ۲) که به طور بالقوه می توانند در تفاوت های مکانی کربن آلی خاک و دیگر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک تاثیر گذار باشند.

منطقه مورد مطالعه بخشی از نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ دامغان می باشد که بخشی از زون ساختمانی البرز شرقی است. رشته کوه البرز بخشی از سلسله جبال آلپ-هیمالیا می باشد که با طولی حدود ۲۰۰۰ کیلومتر از کوه های قفقاز کوچک در ارمنستان و آذربایجان شروع و تا کوه های پارامیسوس در شمال افغانستان امتداد یافته است (علوی، ۱۹۹۶، ۱). پوستانه البرز حدود ۳۵ کیلومتر ضخامت دارد و شامل ردیف های ضخیمی از سنگ های پرکامبرین پسین تا عهد حاضر می باشد (دهقانی و ماکریس، ۱۹۸۳، ۲۱۵).

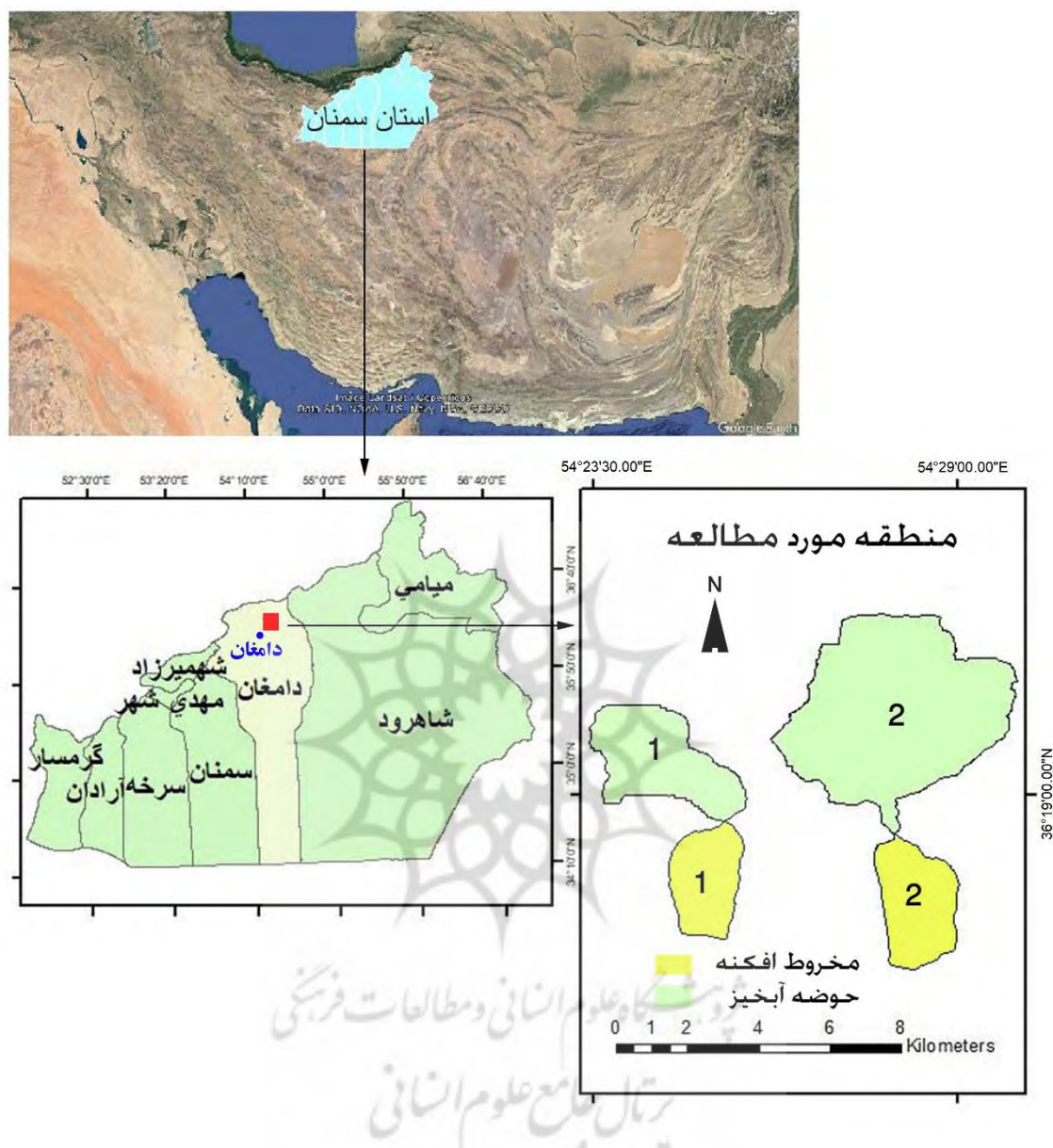
گسل کواترنری شمال دامغان در ۱۴ کیلومتری شمال شهر دامغان و تقریباً در ۴ کیلومتری شمال گسل دامغان واقع می باشد. گسل کواترنری شمال دامغان با جهت شرقی-غربی از وسط مخروط افکنه های مورد مطالعه عبور می کند (شکل ۳). لیتولوژی حوضه های آبخیز مخروط افکنه های مورد مطالعه شامل سنگ آهک (سازند لار) (ال)؛ آهک نازک لایه و

^۱ - Organic carbon

آهک مارنی (سازند دلیچای) (Jd)؛ آهک، آهک مارنی، شیل و ماسه سنگ (Dcg)؛ شیل سیاه رنگ، ماسه سنگ و زغال سنگ (Js)؛ آهک و دولومیت (Ptr)؛ دولومیت سیاه و آهک دولومیتی (Cml)؛ توف، شیل توفی و جریانهای گدازه (Et)؛ کنگلومرا (Qp1)، آبرفت‌های جدید (Qal)؛ تراس‌های جوان (Q2)؛ و تراس‌های قدیمی (Qt1) است (شکل ۳). مساحت و درصد مساحت واحد‌های سنگ‌شناسی در حوضه‌های بالادست مخروط افکنه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. مهمترین گونه‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه شامل درمنه، سنجد، خارشتر، گون، نی، اسپند و تلخان، اشنان، تاغ و گره‌ستند (شکل ۲).

جدول ۱. مساحت و درصد مساحت واحد‌های سنگ‌شناسی در حوضه‌های بالادست مخروط افکنه‌های مورد مطالعه

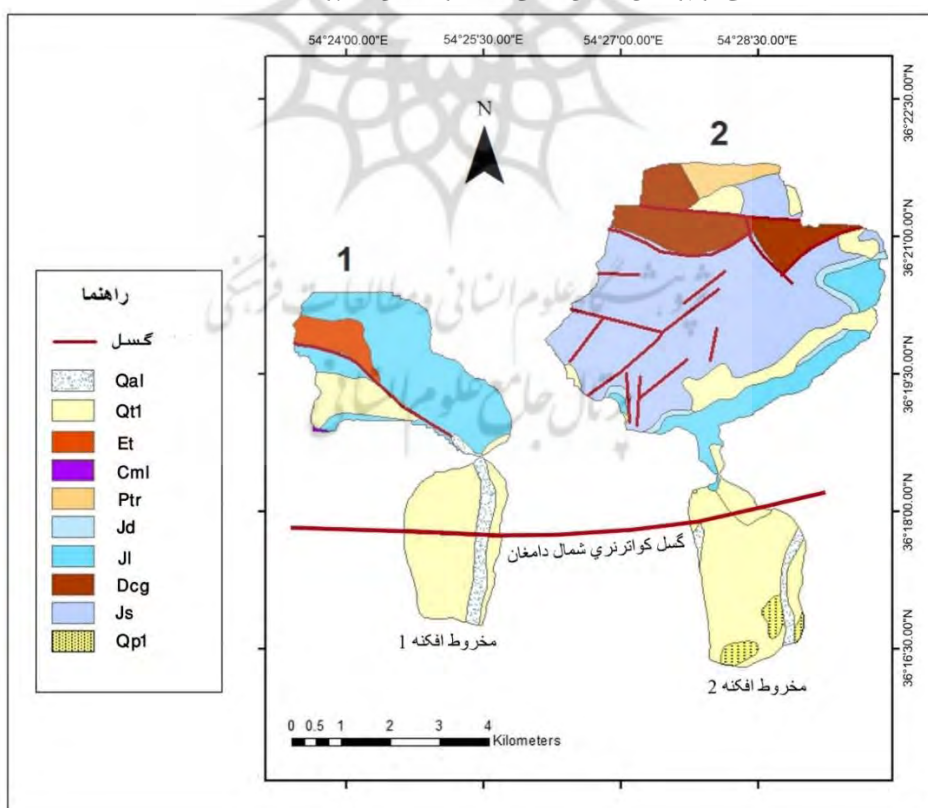
نام حوضه	واحد لیتولوژیک	توضیحات	مساحت (km ²)	درصد مساحت از کل حوضه
حوضه بالادست مخروط ۱	cml	دولومیت سیاه و آهک دولومیتی	0.01	0.09
	Et	توف، شیل توفی و جریانهای گدازه	0.81	11.33
	Jl	سنگ آهک (سازند لار)	5.07	71.17
	Qal	آبرفت‌های جدید	0.07	1.04
	Qt1	تراس‌های قدیمی	1.17	16.38
		جمع	7.1	100
حوضه بالادست مخروط ۲	Dcg	آهک، آهک مارنی، شیل و ماسه سنگ	3.20	15.36
	Jd	آهک نازک لایه و آهک مارنی (سازند دلیچای)	0.56	2.67
	Jl	سنگ آهک (سازند لار)	2.32	11.12
	Js	شیل سیاه رنگ، ماسه سنگ و زغال سنگ	12.02	57.64
	PTR	آهک و دولومیت	0.63	3.03
	Qt1	تراس‌های قدیمی	2.12	10.18
		جمع	20.86	100



شکل ۱: موقعیت مخروط افکنه ها و حوضه های بالادست آنها در استان سمنان و شهرستان دامغان



شکل ۲: تصاویر میدانی از سطح قدیمی مخروط افکنه ۱ (الف)، سطح جدید مخروط افکنه ۲ (ب)، سطح جدید مخروط افکنه ۱ (ج) و پوشش گیاهی سطح جدید و قدیمی مخروط افکنه ۱ (د)

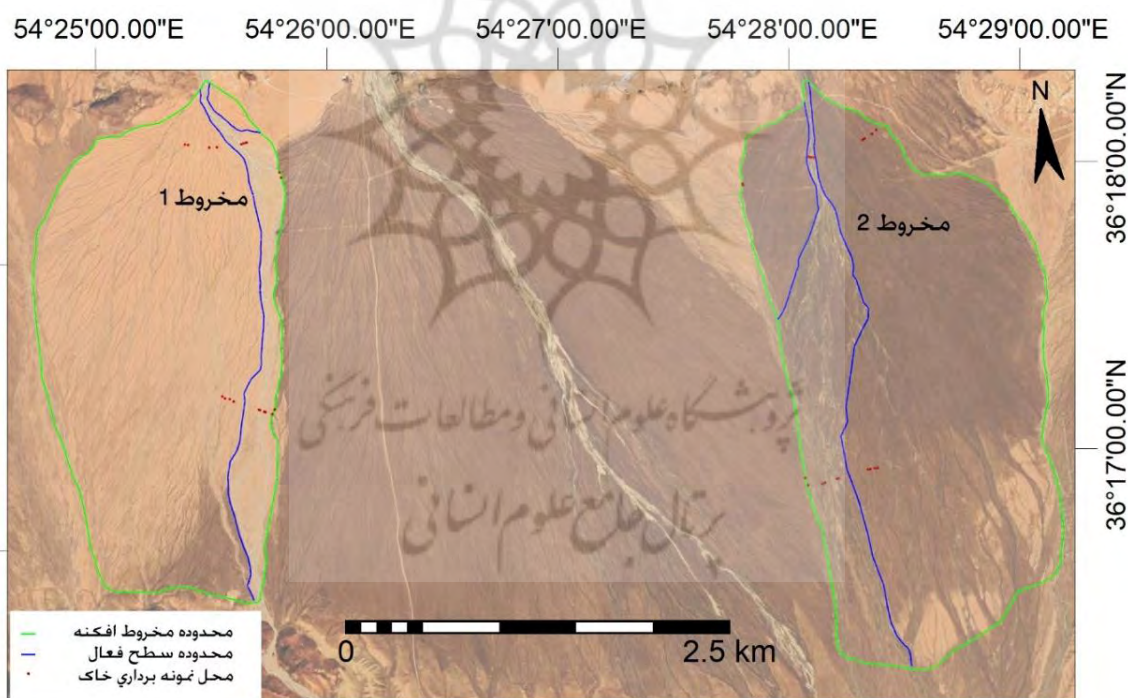


شکل ۳: نقشه لیتولوژی و گسلها در مخروط افکنه های مورد مطالعه و حوضه های بالادست آنها. واحد Qp1 (کنگلومای نئوژن) در پایین دست مخروط افکنه شماره ۲ برونزد دارد. سایر واحدهای زمین شناسی در جدول ۱ مشخص شده اند.

مواد و روشها

تفکیک سطوح قدیمی و جدید مخروط افکنه ها بر اساس شاخصهایی مانند میزان هوازدگی، مورفولوژی سطح مخروط افکنه، الگوی زهکشی و تن رنگ در تصاویر ماهواره ای انجام شد. سطوح قدیمی، بعلاوه هوازدگی طولانی مدت، دارای تن رنگ تیره تری در تصاویر ماهواره ای هستند در حالی که مخروط افکنه های جدید دارای رنگ روشن تری هستند. الگوی شبکه زهکشی، برش سطح مخروط افکنه و میزان هوازدگی (مانند ورنی بیابان و میزان نسبی تشکیل خاک) نیز توسط مطالعات میدانی بررسی گردید و مخروط افکنه ها به دو سطح قدیمی و جدید تقسیم شدند (شکل ۴).

در این مطالعه، تعداد ۴۰ نمونه خاک از سطح دو مخروط افکنه (۲۰ نمونه از سطح هر مخروط افکنه) برداشت شد (شکل ۴). در هر مخروط افکنه، ۸ نمونه از بالادست، ۸ نمونه از پائین دست، و ۴ نمونه از حاشیه مخروط افکنه برداشت شد. در بالادست هر مخروط افکنه، ۴ نمونه از بخش جدید و ۴ نمونه از بخش قدیمی برداشت شد. در پائین دست هر مخروط افکنه نیز ۴ نمونه از سطح جدید و ۴ نمونه از سطح قدیمی برداشت شد. از ۸ نمونه برداشت شده در بخش قدیمی هر مخروط افکنه، ۴ نمونه در میاناب و ۴ نمونه از کانال برداشت شد. همچنین از ۸ نمونه برداشت شده از بخش جدید، ۴ نمونه از پشته ها و ۴ نمونه از مجراها برداشت شد. تمام نمونه ها از سطح تا عمق ۳۰ سانتیمتری خاک برداشت شدند.



شکل ۴: محدوده مخروط افکنه های مورد مطالعه، سطح فعال (جدید) و موقعیت نقاط نمونه برداری خاک

پس از انجام نمونه برداری، نمونه ها به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شدند و آزمایش های بافت، کربن آلی، هدایت الکتریکی، و PH انجام شد. تعیین بافت خاک و اندازه گیری درصد سیلت، رس و ماسه نمونه ها بر اساس روش هیدرومتر انجام شد. درصد مواد آلی خاک به روش تیتراسیون اندازه گیری شد. هدایت الکتریکی که به طور غیرمستقیم میزان املاح محلول در خاک را مشخص می کند، با تهیه عصاره از نمونه های خاک و در نهایت با

استفاده از EC متر بدست آمد. اندازه گیری اسیدیته خاک با استفاده از دستگاه PH متر انجام شد. اطلاعات توپوگرافی مخروط افکنه ها و حوضه های آنها از نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح استخراج شد. واحدهای سنگ شناسی و گسلهای منطقه از نقشه زمین شناسی دامغان با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ چاپ سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تهیه شد.

نتایج

مقدار پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک سطح مخروط افکنه های مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. جهت مقایسه، میانگین پارامترها در مخروط افکنه شماره ۱ و ۲ در شکل ۵ ارائه شده است. درصد ماسه و EC در مخروط افکنه شماره ۲ (به ترتیب ۶۵،۱ و ۱،۷۵ درصد) بیشتر از مخروط افکنه شماره ۱ (به ترتیب ۵۹،۷ و ۰،۴۶ درصد) است در حالیکه درصد سیلت و رس، PH، و کربن آلی (OC) در مخروط افکنه شماره ۱ بیشتر از مخروط افکنه شماره ۲ است. بررسی داده ها در مخروط افکنه شماره ۱ نشان میدهد که حاشیه مخروط افکنه دارای رسوبات درشت تری نسبت به بخشهای داخلی آن است (مقدار بالاتر درصد ماسه در حاشیه نسبت به داخل مخروط افکنه). مقدار PH در حاشیه و داخل مخروط افکنه دقیقاً برابر است (۷،۵۴). مقدار کربن آلی در حاشیه مخروط افکنه (۱،۰۱ درصد) کمی بالاتر از داخل مخروط افکنه (۰،۹۳ درصد) است، در حالی که میانگین EC در داخل مخروط افکنه (۰،۴۷) کمی بالاتر از حاشیه مخروط افکنه (۰،۴۴) است. در مخروط افکنه شماره ۲ درصد ماسه در حاشیه و داخل مخروط افکنه تقریباً برابر است اما درصد رس در داخل مخروط افکنه (۱۹،۵ درصد) بیشتر از حاشیه آن (۱۶ درصد) است. میانگین پارامترهای کربن آلی و EC در داخل مخروط افکنه بیشتر از حاشیه آن است. با این وجود PH خاک در حاشیه مخروط افکنه (۷،۵) بیشتر (قلیایی تر) از داخل آن (۷،۱) است (شکل ۵).

میانگین پارامترها در بالادست و پائین دست مخروط افکنه ۱ و ۲ (شکل ۶) ارائه شده است. بررسی داده ها نشان می دهد که در مخروط افکنه شماره ۱، میانگین پارامترهای کربن آلی (OC)، PH، EC، و درصد ماسه، در بالادست بیشتر از پائین دست است. در مخروط افکنه شماره ۲، درصد ماسه، PH، و EC در بالادست بیشتر از پائین دست است. در هر دو مخروط افکنه مورد مطالعه، مناطق بالادست دارای خاکهای با بافت درشت تر از مناطق پائین دست هستند. میانگین پارامترها در سطوح قدیمی و جدید مخروط افکنه ها در شکل ۶ ارائه شده است. در هر دو مخروط افکنه، بافت رسوبات در سطح جدید درشت تر از سطح قدیمی است (مقدار بالاتر درصد ماسه در سطح جدید نسبت به سطح قدیمی). در مخروط افکنه ۱، مقدار کربن آلی و PH در سطح قدیمی بیشتر از سطح جدید است در حالی که مقدار EC در سطح جدید بیشتر از سطح قدیمی آن است. در مخروط افکنه شماره ۲، مقدار پارامترهای کربن آلی و EC در سطح جدید بیشتر از سطح قدیمی آن است، در حالی که PH خاک در سطح قدیمی بیشتر از سطح جدید است.

میانگین پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک در دو لندفرم تشکیل شده در سطح قدیمی مخروط افکنه ها (میاناب ها و کانال ها) در شکل ۷ ارائه شده است. نتایج نشان دهنده تفاوت قابل ملاحظه بافت رسوبات در میاناب ها و کانال های سطح قدیمی مخروط افکنه شماره ۱ است به طوریکه درصد ماسه در کانال ۷۳،۵٪ است درحالی که درصد ماسه در میاناب ها ۲۴٪ است (شکل ۴-۵). این موضوع بیانگر آن است که کانال ها دارای رسوبات بسیار درشت تری از میاناب ها هستند. در مخروط افکنه شماره ۲ نیز این وضعیت دیده می شود؛ به گونه ای که درصد ماسه در کانال ۷۶،۵٪ است در حالی که درصد ماسه در میاناب ها ۴۶٪ است. در مخروط شماره ۱، مقدار EC و PH در کانال ها و میاناب های تقریباً برابر است، در

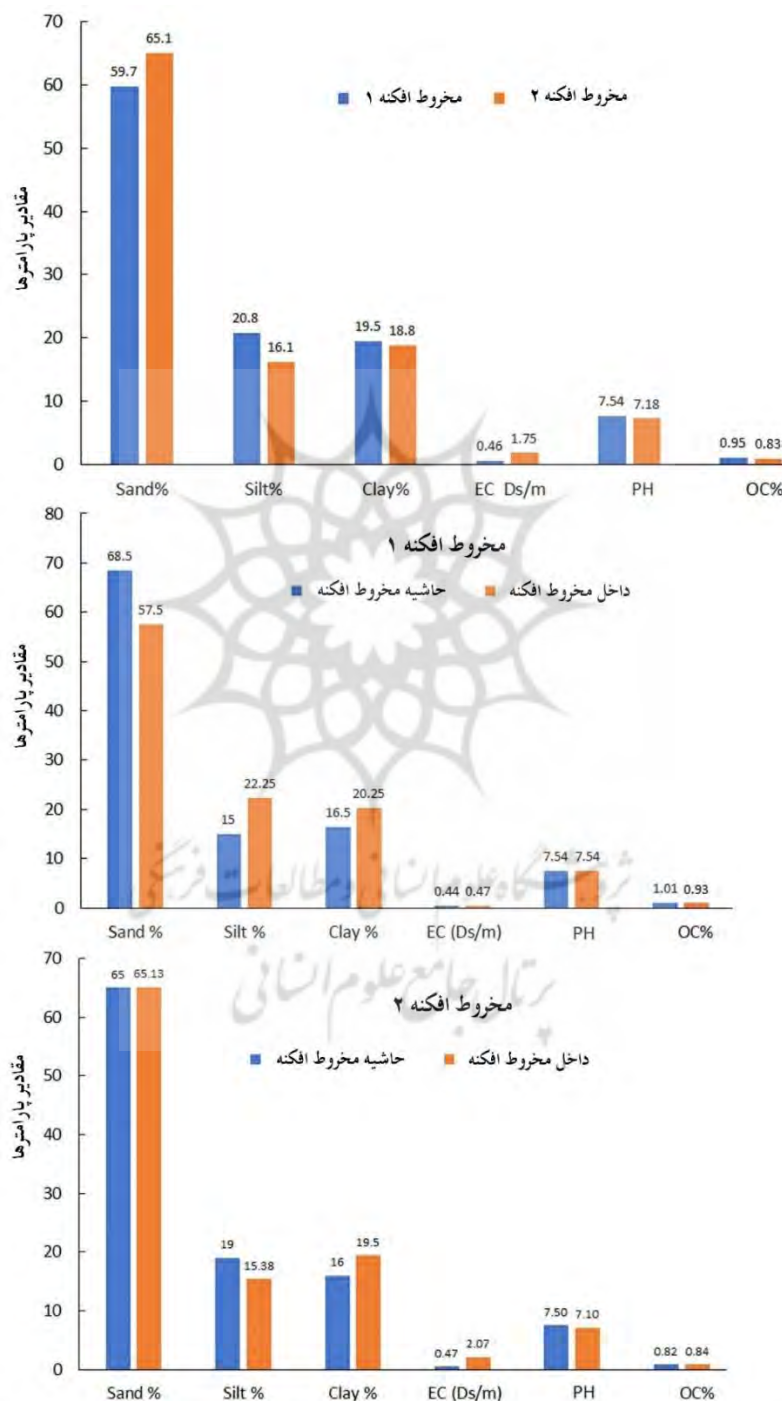
حالی که مقدار کربن آلی در کانال ها (۱,۳۲ درصد) بسیار بیشتر از میاناب ها (۰,۹۵ درصد) است. در مخروط افکنه شماره ۲، مقدار پارامترهای EC و کربن آلی در میاناب ها (به ترتیب ۲,۶۹ و ۰,۸۱) بیشتر از کانال ها (به ترتیب ۰,۲۹ و ۰,۷۷) است در حالی که میانگین PH در کانال ها (۷,۴۵) بیشتر از میاناب ها (۷,۰۲) است. مقایسه میانگین پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک در پشته ها و مجراهای سطح جدید مخروط افکنه های مورد مطالعه (شکل ۷) نشان می دهد که در هر دو مخروط افکنه، پشته ها دارای رسوبات ریزتری نسبت به مجرا ها هستند (درصد بالاتر رس و سیلت در پشته ها نسبت به مجرا ها). مقدار کربن آلی (OC) در هر دو مخروط افکنه، در مجرا ها بیشتر از پشته ها است. در مخروط افکنه شماره ۱، میانگین PH در مجراها و پشته ها تقریباً برابر است؛ در حالی که میانگین EC در پشته ها (۰,۶۱) بیشتر از مجراها (۰,۴۴) است. در مخروط افکنه شماره ۲، میانگین EC و PH در مجراها بیشتر از پشته ها است.

جهت ارزیابی تفاوت آماری میانگین پارامترها در مخروط افکنه ها (مخروط افکنه ۱ و ۲)، موقعیت ها (بالادست و پائین دست)، سطوح (قدیمی و جدید)، لندفرمهای سطح قدیمی (میاناب و کانال)، لندفرمهای سطح جدید (مجرا و پشته)، و همچنین بین بخشهای داخلی و حاشیه مخروط افکنه ها، از آزمون T استفاده شد (جدول ۳). نتایج آزمون T نشان داد که میانگین پارامترهای درصد رس، درصد سیلت، درصد ماسه، و کربن آلی در مخروط افکنه شماره ۱ و ۲ دارای تفاوت معنی داری نیستند (مقادیر P بیشتر از ۰,۰۵)، در حالی که میانگین پارامتر EC و PH در مخروط افکنه شماره ۱ و ۲ دارای تفاوت آماری معنی دار هستند (مقدار P کمتر از ۰,۰۵). ارزیابی جدول ۳ نشان داد که میانگین پارامتر کربن آلی در سطح جدید و قدیمی مخروط افکنه ۱ دارای تفاوت معنی داری است. میانگین سایر پارامترها در سطح جدید و قدیمی مخروط افکنه ۱ دارای تفاوت معنی داری نیستند. در مخروط افکنه شماره ۲، میانگین تمام پارامترهای خاک فاقد تفاوت معنی دار آماری در سطوح قدیمی و جدید هستند. به عبارتی دیگر، در مخروط افکنه شماره ۲، تفاوت در سطح مخروط افکنه (جدید یا قدیمی بودن) تاثیری در تفاوت پارامترهای خاک از نظر آماری نداشته است.

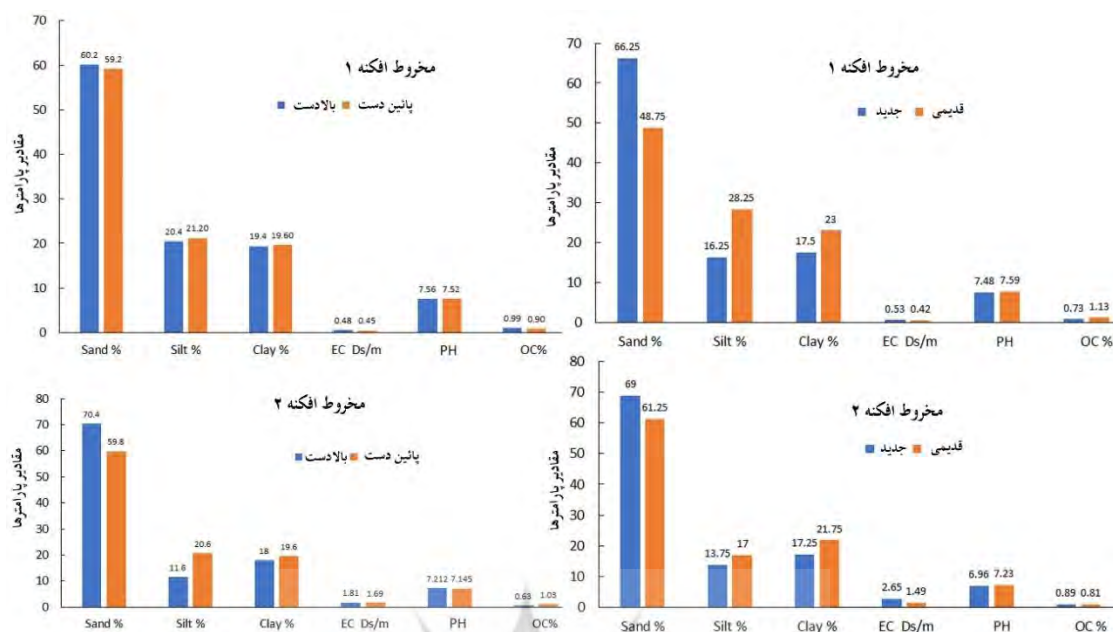
میانگین هیچ کدام از پارامترهای خاک در بالادست و پائین دست مخروط افکنه شماره ۱ دارای تفاوت معنی دار آماری نیست (مقادیر P بیشتر از ۰,۰۵). با این وجود، در مخروط افکنه شماره ۲ میانگین کربن آلی در بالادست و پائین دست آن دارای تفاوت معنی دار آماری است (مقادیر P کمتر از ۰,۰۵). نتایج جدول ۳ نشان داد که میانگین درصد رس، درصد سیلت و درصد ماسه در میاناب ها و کانال های سطح قدیمی هر دو مخروط افکنه دارای تفاوت آماری معنی دار است. این موضوع نشان می دهد که وجود لندفرمهای میاناب و کانال در بخشهای قدیمی مخروط افکنه های مورد مطالعه باعث تفاوت اساسی در بافت رسوبات آنها شده اند. با این وجود، سایر پارامترها دارای تفاوت معنی دار آماری در میاناب ها و کانال های مخروط افکنه های مورد مطالعه نیستند. جدول ۳ نشان می دهد که میانگین هیچکدام از پارامترهای خاک در لندفرمهای پشته و مجرای سطح جدید مخروط افکنه شماره ۱ دارای تفاوت معنی داری نیستند. با این وجود، میانگین درصد ماسه و سیلت در پشته و مجرای سطح جدید مخروط افکنه شماره ۲ دارای تفاوت معنی دار هستند. نتایج آزمون T نشان می دهد که میانگین هیچ کدام از پارامترهای خاک در حاشیه و داخل مخروط افکنه شماره ۱ دارای تفاوت معنی دار آماری نیست. با این وجود، میانگین پارامترهای EC و PH در حاشیه و داخل مخروط افکنه شماره ۲ دارای تفاوت معنی دار آماری است.

ضریب همبستگی پیرسون برای پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک در مخروط افکنه های شماره ۱ و ۲ در جداول ۴ و ۵ ارائه شده است. نتایج نشان داد که با وجود رابطه منفی درصد ماسه با پارامترهای EC، PH و کربن آلی، رابطه معنی داری بین آنها در مخروط افکنه ۱ وجود ندارد (جدول ۴). پارامتر EC با دو پارامتر PH و کربن آلی رابطه ضعیف منفی دارد. کربن آلی با هیچ کدام از پارامترهای خاک در مخروط افکنه شماره ۱ رابطه معنی داری ندارد. با این وجود، با افزایش EC مقدار کربن آلی خاک کاهش می یابد.

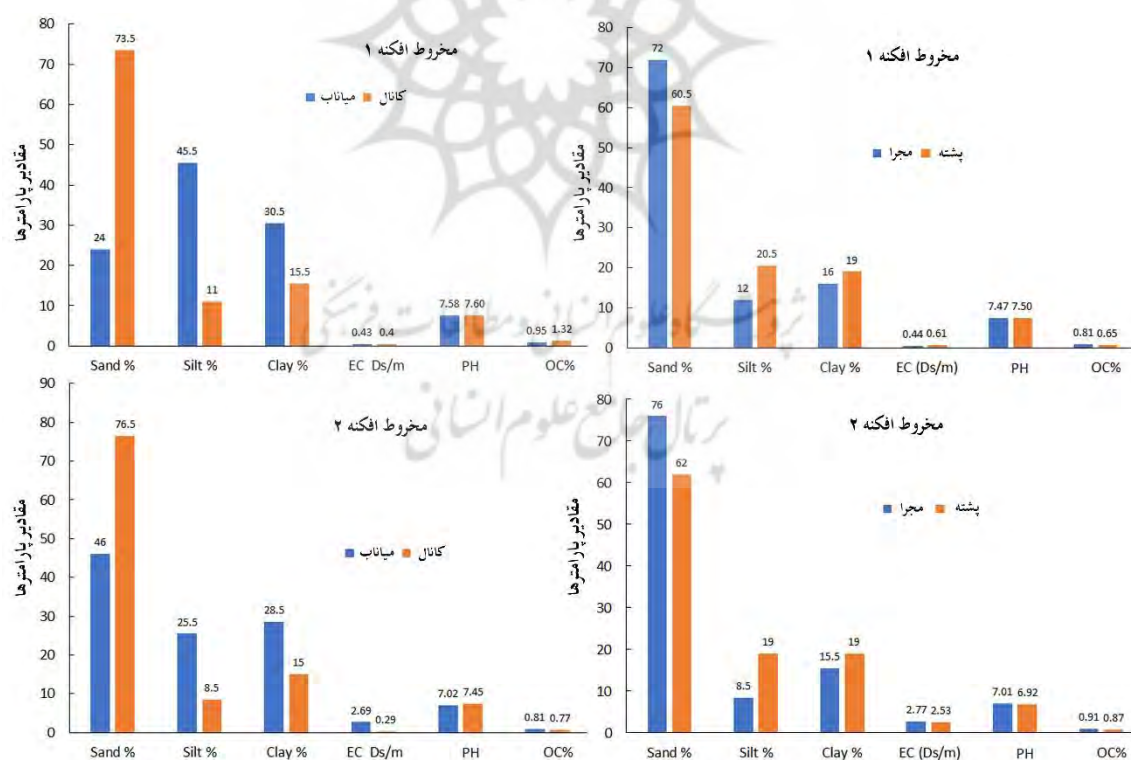
در مخروط افکنه شماره ۲، رابطه منفی معنی داری بین درصد ماسه و EC وجود دارد (جدول ۵). همچنین رابطه مثبت معنی داری بین درصد ماسه و PH وجود دارد. بین درصد ماسه و کربن آلی رابطه منفی وجود دارد اما این رابطه، معنی دار نیست. پارامتر EC با پارامتر PH رابطه منفی معنی داری دارد. کربن آلی خاک در مخروط افکنه شماره ۲ تا حدودی متأثر از درصد سیلت است به طوری که با افزایش درصد سیلت، کربن آلی افزایش می یابد.



شکل ۵. نمودار مقایسه پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک در حاشیه و داخل مخروط افکنه های شماره ۱ و ۲



شکل ۶: نمودار مقایسه پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک در بالادست و پائین دست و سطوح قدیمی و جدید مخروط افکنه های شماره ۱ و ۲



شکل ۷: نمودار مقایسه پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک در میاناب ها و کانال های سطح قدیمی، و پشته ها و مجراهای سطح جدید مخروط افکنه های شماره ۱ و ۲

جدول ۲. مقادیر پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک در مخروط افکنه های شماره ۱ و ۲

شماره نمونه	شماره مخروط	موقعیت	سطح	لندفرم	درصد ماسه	درصد سیلت	درصد رس	PH	EC Ds/m	درصد مواد آلی
1	1	پائین دست	جدید	مجرا	80	6	14	7.31	0.53	0.74
2	1	پائین دست	جدید	پشته	52	28	20	7.35	0.42	0.68
3	1	پائین دست	جدید	مجرا	76	10	14	7.39	0.36	0.76
4	1	پائین دست	جدید	پشته	62	16	22	7.46	0.54	0.74
5	1	پائین دست	قدیمی	میاناب	26	48	26	7.54	0.36	0.8
6	1	پائین دست	قدیمی	کانال	82	6	12	7.71	0.35	0.7
7	1	پائین دست	قدیمی	میاناب	20	44	36	7.45	0.58	0.98
8	1	پائین دست	قدیمی	کانال	78	8	14	7.74	0.46	1.33
9	1	بالادست	جدید	مجرا	72	12	16	7.62	0.33	0.99
10	1	بالادست	جدید	پشته	64	18	18	7.47	0.94	0.23
11	1	بالادست	جدید	مجرا	60	20	20	7.57	0.55	0.74
12	1	بالادست	جدید	پشته	64	20	16	7.7	0.55	0.94
13	1	بالادست	قدیمی	میاناب	26	46	28	7.89	0.41	0.7
14	1	بالادست	قدیمی	کانال	70	12	18	7.6	0.35	1.52
15	1	بالادست	قدیمی	میاناب	24	44	32	7.45	0.37	1.31
16	1	بالادست	قدیمی	کانال	64	18	18	7.36	0.44	1.71
17	2	بالادست	جدید	مجرا	82	4	14	6.99	3.7	0.6
18	2	بالادست	جدید	پشته	58	26	16	6.8	4.54	0.55
19	2	بالادست	جدید	مجرا	68	16	16	6.8	4.8	1.03
20	2	بالادست	جدید	پشته	60	12	28	6.87	3.28	0.72
21	2	بالادست	قدیمی	میاناب	54	20	26	7.31	0.32	0.74
22	2	بالادست	قدیمی	کانال	76	8	16	7.37	0.24	0.31
23	2	بالادست	قدیمی	میاناب	64	16	20	7.3	0.46	0.7

0.68	0.27	7.35	16	8	76	کانال	قدیمی	بالادست	2	24
0.78	0.63	7.4	18	6	76	مجرا	جدید	پائین دست	2	25
0.78	1.73	6.75	16	20	64	پشته	جدید	پائین دست	2	26
1.42	0.57	7.25	16	18	66	پشته	جدید	پائین دست	2	27
1.21	1.96	6.84	14	8	78	مجرا	جدید	پائین دست	2	28
0.8	2.4	6.76	32	32	36	میاناب	قدیمی	پائین دست	2	29
1.22	0.3	7.58	14	8	78	کانال	قدیمی	پائین دست	2	30
1.01	7.57	6.7	36	34	30	میاناب	قدیمی	پائین دست	2	31
0.86	0.33	7.49	14	10	76	کانال	قدیمی	پائین دست	2	32
1.27	0.37	7.67	16	20	64	—	حاشیه مخروط	پائین دست	1	33
1.03	0.48	7.54	22	26	52	—	حاشیه مخروط	پائین دست	1	34
1.09	0.58	7.34	14	10	76	—	حاشیه مخروط	بالادست	1	35
0.64	0.31	7.59	14	4	82	—	حاشیه مخروط	بالادست	1	36
1.13	0.65	7.42	16	36	48	—	حاشیه مخروط	پائین دست	2	37
1.13	0.75	7.26	20	34	46	—	حاشیه مخروط	پائین دست	2	38
0.84	0.26	7.64	14	2	84	—	حاشیه مخروط	بالادست	2	39
0.16	0.23	7.69	14	4	82	—	حاشیه مخروط	بالادست	2	40

جدول ۳. نتایج آزمون T برای مقایسه پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک در مخروط افکنه‌ها، موقعیت‌ها، سطوح، لندفرمهای سطح قدیمی، لندفرمهای سطح جدید، و همچنین بین بخشهای داخلی و حاشیه مخروط افکنه‌ها.

پارامتر	P value (Sig. (2 Tailed))										
	بین حاشیه و داخل مخروط افکنه ۲	بین حاشیه و داخل مخروط افکنه ۱	بین پشته و مجرا (مخروط افکنه ۲)	بین پشته و مجرا (مخروط افکنه ۱)	بین میاناب و کانال (مخروط افکنه ۲)	بین میاناب و کانال (مخروط افکنه ۱)	بین بالادست و پائین دست (مخروط افکنه ۲)	بین بالادست و پائین دست (مخروط افکنه ۱)	بین بخش جدید و قدیمی (مخروط افکنه ۲)	بین بخش جدید و قدیمی (مخروط افکنه ۱)	بین مخروط افکنه ۱ و ۲
درصد ماسه	0.989	0.347	0.007	0.069	0.008	0.000	0.589	0.916	0.326	0.119	0.353
درصد سیلت	0.572	0.376	0.036	0.075	0.030	0.000	0.498	0.904	0.498	0.125	0.251
درصد رس	0.349	0.316	0.309	0.168	0.029	0.001	0.787	0.947	0.217	0.128	0.736
EC	0.011	0.664	0.855	0.228	0.251	0.629	0.817	0.568	0.299	0.142	0.011
PH	0.014	0.972	0.631	0.836	0.076	0.888	0.988	0.550	0.079	0.192	0.000
کربن آلی	0.898	0.700	0.878	0.361	0.831	0.203	0.009	0.604	0.613	0.028	0.291

جدول ۴. ضریب همبستگی (پیرسون) بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک در مخروط افکنه شماره ۱

پارامتر	درصد ماسه	درصد سیلت	درصد رس	EC	PH	کربن آلی
درصد ماسه	1					
درصد سیلت	-.991**	1				
درصد رس	-.956**	.909**	1			
EC	-.017	-.005	.064	1		
PH	-.063	.099	-.020	-.264	1	
کربن آلی	-.018	.003	.049	-.408	-.003	1

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

جدول ۵. ضریب همبستگی (پیرسون) بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک در مخروط افکنه شماره ۲

پارامتر	درصد ماسه	درصد سیلت	درصد رس	EC	PH	کربن آلی
درصد ماسه	1					
درصد سیلت	-.940**	1				
درصد رس	-.813**	.566**	1			
EC	-.468*	.368	.503*	1		
PH	.509*	-.438	-.484*	-.798**	1	
کربن آلی	-.261	.347	.038	.063	-.140	1

بحث

نتایج نشان داد که تنها میانگین دو پارامتر PH و EC در دو مخروط افکنه مورد مطالعه دارای تفاوت معنی دار آماری هستند. تفاوت در مقدار پارامترها در دو مخروط افکنه مورد مطالعه را می توان به تفاوت در لیتولوژی حوضه بالادست مخروط افکنه ها نسبت داد. بررسی مساحت سازندهای زمین شناسی حوضه ها نشان می دهد بخش اعظم حوضه شماره ۲ از ماسه سنگ و شیل تشکیل شده است در حالی که بخش اعظم حوضه شماره ۱ از سازند آهکی لار تشکیل شده است. درصد بالاتر ماسه در مخروط افکنه شماره ۲ را می توان به غلبه ماسه سنگها در حوضه بالادست آن نسبت داد. علاوه بر تفاوت در لیتولوژی حوضه ها، تفاوت در مورفومتری و دیگر پارامترها مانند تکتونیک نیز می تواند در تفاوت ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک مخروط افکنه ها موثر باشد.

مقایسه داده ها در بالادست و پائین دست مخروط افکنه ها نشان می دهد که بافت رسوبات در بالادست درشت تر از پائین دست آنها است که این موضوع عموماً به دلیل کاهش شیب و پخش سیلاب و در نتیجه کاهش سرعت جریان است که باعث می شود رسوبات درشت در بالادست و رسوبات ریز در پائین دست ته نشین شوند. مقایسه داده ها در سطوح قدیمی و جدید مخروط افکنه ها نشان می دهد که سطح قدیمی هر دو مخروط افکنه دارای رسوبات ریزتری نسبت به سطح جدید است. این موضوع به دلیل هوازگی طولانی مدت سطح قدیمی مخروط افکنه ها است که باعث خاکزایی و افزایش درصد رس و سیلت در بخش قدیمی شده است درحالی که سطح جدید دائماً در معرض سیلاب و رسوبگذاری قرار دارد و خاکزایی و رسوبات ریز رسی-سیلتی در آن کمتر است. این موضوع با نتایج مطالعه بهرامی و قهرمان (۲۰۱۹) که نشان داد سطح قدیمی مخروط افکنه ریوند به دلیل هوازگی بیشتر دارای رسوبات ریزتری است، منطبق است. مقدار کربن آلی در سطح قدیمی و جدید مخروط افکنه ۲ دارای تفاوت معنی داری نیست اما در مخروط افکنه ۱ مقدار کربن آلی دارای تفاوت معنی داری در سطح قدیمی و جدید آن است. مقدار بالای کربن آلی در سطح قدیمی مخروط افکنه ۱ را می توان به مقدار بالاتر درصد رس و سیلت در مخروط افکنه ۱ نسبت به مخروط افکنه ۲ نسبت داد. ذرات رسی به دلیل ظرفیت تعویض کاتیونی (CEC) بالاتر (یانگ^۱ و همکاران، ۲۰۰۵)، می توانند باعث افزایش کربن آلی خاک شوند و بنابراین، با افزایش درصد رس در خاک، کربن آلی خاک افزایش می یابد.

مقایسه داده ها در دو لندفرم میاناب و کانال تشکیل شده در سطح قدیمی مخروط افکنه ها نشان می دهد که مقادیر پارامترهای خاک در این دو لندفرم دارای تفاوت های قابل توجهی است. میاناب ها به دلیل ثبات نسبی و هوازگی سطح آنها در معرض خاکزایی قرار داشته و بنابراین درصد رس و سیلت در آنها به مقدار قابل توجهی بیشتر از کانال ها است. در کانال ها به دلیل غلبه فرایند برداشت مواد، ذرات ریز رسی و سیلتی شسته شده و بنابراین درصد رس و سیلت در آنها بسیار کمتر از سطح میاناب ها است. درصد بالای رس و سیلت در میاناب ها نقش مهمی در افزایش EC در میاناب ها داشته است. این موضوع با مطالعات یانگ و همکاران (۲۰۰۵)، لاک و همکاران (۲۰۰۹)، و حمزه پور و همکاران (۲۰۲۰) که نشان دادند با افزایش درصد رس در خاک، مقدار EC افزایش می یابد، منطبق است.

نتایج بیانگر بالاتر بودن کربن آلی خاک در کانال های مخروط افکنه ۱ نسبت به میاناب های آن است در حالی در مخروط افکنه ۲، مقدار کربن آلی میاناب ها کمی بالاتر از کانال ها است. به نظر می رسد دلیل این تفاوت در دو مخروط

افکنه، می تواند ناشی از تفاوت در ویژگیهای پوشش گیاهی در دو مخروط افکنه مورد مطالعه باشد که بر تفاوت کربن آلی خاک آنها تاثیر گذار است.

مقایسه داده ها در دو لندفرم پشته و مجرا در سطح جدید مخروط افکنه ها به وضوح بافت ریز تر رسوبات را در پشته نسبت به مجرا در هر دو مخروط افکنه نشان می دهد. بافت ریز تر رسوبات در پشته ها را می توان به ارتفاع بیشتر پشته ها نسبت به مجرا ها نسبت داد. هنگام وقوع سیلابهای اتفاقی، عمق آب روی پشته ها کمتر از مجرا ها بوده و این موضوع باعث رسوبگذاری نهشته های ریز تر (رس و سیلت) در پشته ها می شود. مقدار کربن آلی در هر دو مخروط افکنه، در پشته ها بیشتر از مجراها است که میتواند ناشی از درصد بالاتر رس و سیلت در پشته ها باشد. مقدار PH در مجراها و پشته های دو مخروط افکنه تفاوت قابل توجهی ندارند. در مخروط افکنه شماره ۱، مقدار EC در پشته ها بیشتر از مجرا ها است در حالی که در مخروط افکنه ۲، مقدار EC در مجرا ها بیشتر از پشته ها است. در انطباق با نتایج مطالعه رودز^۱ و همکاران (۱۹۷۶)، که نشان دادند هدایت الکتریکی خاک تحت تاثیر پارامترهای مختلفی مانند نمک ها، نفوذپذیری خاک، بافت خاک، کمیت و ترکیب کلوئیدهای خاک، مواد آلی و رطوبت خاک قرار دارد، تفاوت در هدایت الکتریکی خاک در مجراها و پشته ها در دو مخروط افکنه مورد مطالعه نیز می تواند ناشی از تفاوت در پارامترهای فوق در مخروط افکنه های مورد مطالعه باشد. بررسی و مقایسه پارامترهای خاک در حاشیه و داخل مخروط افکنه ها، روند و تفاوت معنی داری را نشان نمی دهد. این موضوع بیانگر آن است که موقعیت های حاشیه و داخل مخروط افکنه ها، نقشی در تفاوت پارامترهای خاک نداشته اند.

بررسی رابطه بین پارامترها نشان می دهد که درصد ماسه با درصد رس و سیلت روابط منفی و معنی داری دارد که این موضوع امری بدیهی است، زیرا در هر نمونه خاک با کاهش درصد ماسه، درصد ذرات ریز (رس و سیلت) افزایش می یابد. نتایج جدول ۴ و ۵ نشان می دهد که بین پارامتر PH و EC رابطه منفی وجود دارد. نکته جالب توجه وجود رابطه منفی با ضریب همبستگی بالا بین دو پارامتر PH و EC در مخروط شماره افکنه ۲ است و این موضوع با نتایج مطالعات مختلف (پاتریکوبین^۲ و همکاران، ۱۹۹۳؛ اسمیت و دورن^۳، ۱۹۹۶؛ آینی^۴ و همکاران، ۲۰۱۴؛ موهد آیزات^۵ و همکاران، ۲۰۱۴؛ حمزه پور و همکاران، ۲۰۲۰) که رابطه منفی بین PH و EC را تایید کرده اند، منطبق است. رابطه منفی بین دو پارامتر PH و EC ناشی از انحلال بالای نمک با کاهش PH خاک است که باعث افزایش EC خاک می شود، و این موضوع با نتایج مطالعات موهد آیزات و همکاران (۲۰۱۴) و حمزه پور و همکاران (۲۰۲۰) منطبق است.

نتایج نشان داد که EC با درصد رس در مخروط شماره افکنه ۲ دارای رابطه مثبت و معنی دار است. نتیجه مذکور با نتایج مطالعات کاتسوب^۶ و همکاران (۲۰۰۳)، یانگ و همکاران (۲۰۰۵)، و حمزه پور و همکاران (۲۰۲۰) که نشان دادند با افزایش درصد رس خاک مقدار هدایت الکتریکی افزایش می یابد، منطبق است. ذرات رسی به دلیل ساختار تیغه ای آنها و

^۱ - Rhoades

^۲ - Patriquin

^۳ - Smith and Doran

^۴ - Aini

^۵ - Mohd-Aizat

^۶ - Katsube

سطح زیاد آنها در مقایسه با ذرات ماسه، دارای هدایت الکتریکی (EC) و ظرفیت تعویض کاتیونی (CEC) بالاتری نسبت به ذرات ماسه ای و سیلتی هستند (یانگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ کاتسوب و همکاران، ۲۰۰۳). نتایج نشان داد که پارامتر کربن آلی خاک با هیچ کدام از پارامترهای خاک دارای رابطه معنی دار نیست. این موضوع را می توان به تغییرپذیری زیاد سطح مخروط افکنه ها از نظر بافت رسوبات، محل رسوبگذاری، و پوشش گیاهی نسبت داد.

نتیجه گیری

مخروط افکنه های مورد مطالعه تحت تاثیر فعالیتهای تکتونیکی و احتمالاً تغییرات اقلیمی کوتاهتری قرار داشته و بخشهایی از آنها متروک شده (سطح قدیمی)، در حالی که بخشهای کوچکی از آنها تحت تاثیر سیلاب و رسوبگذاری قرار دارد (سطح جدید). با وجود اینکه مخروط افکنه ها به طور کلی محیطی ناپایدار از نظر وقوع سیلاب و رسوبگذاری هستند، تکتونیک فعال منطقه مورد مطالعه و همچنین وجود سیستم بارشی اتفاقی و رگباری آن باعث ناپایداری و تغییرپذیری زیاد سطح آنها شده است. پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک هر مخروط افکنه ممکن است در موقعیتهای مختلف، سطوح مختلف، و لندفرمهای مختلف تشکیل شده در سطح آن متفاوت باشد. نتایج مطالعه حاضر روی پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک دو مخروط افکنه ها در شمال شرق دامغان نشان داد که مقادیر پارامترهای خاک در دو مخروط افکنه روند مشابهی را نشان نمی دهد. این موضوع را می توان به تفاوت در سنگ شناسی آنها نسبت داد. سطح جدید مخروط افکنه ها دائماً در معرض سیلاب و رسوبگذاری قرار دارد در حالی که سطح قدیمی آنها، به دلیل هوازگی طولانی، بیشتر تحت تاثیر خاکزایی قرار دارد و این موضوع باعث افزایش درصد رس و سیلت در سطح قدیمی شده است. مقادیر بالاتر درصد رس و سیلت در سطح قدیمی (شکل ۷) نسبت به سطح جدید این موضوع را تایید می کند. نتایج نشان می دهد که تفاوت در سطح مخروط افکنه ها تنها باعث تفاوت در بافت خاک مخروط افکنه ها شده است.

میانگین درصد رس، درصد سیلت و درصد ماسه در میاناب ها و کانال های سطح قدیمی هر دو مخروط افکنه مورد مطالعه دارای تفاوت آماری معنی داری است. با این وجود، سایر پارامترها دارای تفاوت معنی دار آماری در میاناب ها و کانال های مخروط افکنه های مورد مطالعه نیستند. این موضوع نشان می دهد که وجود میاناب و کانال در بخشهای قدیمی مخروط افکنه های مورد مطالعه باعث تفاوت اساسی در بافت رسوبات آنها شده است. میانگین پارامترها در لندفرمهای پشته و مجرای سطح جدید مخروط افکنه شماره ۱ دارای تفاوت معنی داری نیستند. با این وجود، میانگین درصد ماسه و سیلت در پشته و مجرای سطح جدید مخروط افکنه شماره ۲ دارای تفاوت معنی داری هستند. این موضوع نشان می دهد که لندفرمهای سطح جدید، تنها باعث تفاوت اساسی در بافت رسوبات مخروط افکنه شماره ۲ شده اند. داده ها همچنین نشان می دهند که نقش لندفرمهای سطح جدید در ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک در دو مخروط افکنه یکسان نیست.

در مجموع، می توان نتیجه گرفت که عواملی مانند سن نسبی سطح مخروط افکنه، بافت رسوبات سطح مخروط افکنه، انحراف و تغییر مداوم محل رسوبگذاری در سطح مخروط افکنه، پوشش گیاهی سطح مخروط افکنه، مورفولوژی سطح مخروط افکنه و لندفرمهای آن، و همچنین لیتولوژی و مورفومتری حوضه های بالادست در هر مخروط افکنه با مخروط

افکنه دیگر متفاوت بوده و این موضوع نقش مهمی در واگرایی و تفاوت پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک در دو مخروط افکنه مورد مطالعه داشته است.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، به متولیان امر حفاظت خاک پیشنهاد می شود در زمینه حفظ خاک و جلوگیری از فرسایش آن، تفاوت ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک در لندفرمهای مختلف، موقعیتهای مختلف طولی و عرضی، و سطوح مختلف مخروط افکنه ها را مد نظر قرار دهند. همچنین با توجه به تغییرپذیری زیاد ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک در سطح مخروط افکنه ها، پیشنهاد می شود در مطالعات آتی، تعداد نمونه های بیشتری از خاک سطح مخروط افکنه ها برداشت شود.

منابع

- ایمنی، س؛ صدوق، ح؛ بهرامی، ش؛ محرابیان، الف؛ نصرتی، ک. (۱۳۹۹). بررسی رابطه پراکنش جوامع گیاهی با ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک در لندفرم های سطح مخروط افکنه ها (مطالعه موردی: مخروط افکنه های جنوب غرب میامی). پژوهشهای ژئومورفولوژی کمی، سال نهم، شماره ۲، صص. ۴۳-۲۱.
- بابایی، پ. (۱۴۰۳). ارزیابی نفوذ پذیری خاک سطح مخروط افکنه و ارتباط آن با فرایندهای ژئومورفولوژی (مطالعه موردی: مخروط افکنه شمال غرب امیریه، دامغان). پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.
- بهرامی، ش؛ بیرامعلی، ف؛ فیله کش، الف؛ قهرمان، ک. (۱۳۹۷). بررسی تاثیر ژئومورفولوژی در نوع و تراکم پوشش گیاهی مخروط افکنه های فشتنق - سبزوار. جغرافیا و توسعه، شماره ۵۲، صص. ۲۱۰-۱۹۳.
- بشکنی، ز. (۱۳۹۸). بررسی تأثیر ژئومورفولوژی بر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک (با تاکید بر مواد آلی) در سه مخروط افکنه دامنه جنوبی کوههای جغتای، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی. تهران.
- عزیزی، س.ب؛ بهرامی، ش؛ خالقی، س؛ محرابیان، ا.ر. (۱۴۰۲). تأثیر ژئومورفولوژی مخروط افکنه بر تغییرات فیزیکی و شیمیایی نهشته های سطح مخروط افکنه جنوب شرق گنبد نمکی شاه غیب لارستان. مجله پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۵۵ (۳)، صص. ۷۰-۵۵.
- محسنی، ا؛ محسنی، ن؛ کریمی، ع. (۱۴۰۳). اثرات تحول سنی لندفرم ها بر دینامیک کربن پدوسفر (مطالعه موردی: دامنه های آلاداغ- شمال شرقی ایران). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۴۳، صص. ۱۰۰-۸۵.
- مقصودی، م؛ محمدنژاد آروق، و. (۱۳۹۰). ژئومورفولوژی و مخروط افکنه ها، چاپ اول، انتشارات تهران، ص ۲۲۲.
- Aini, I.N., Ezrin, M.H., Aimrun, W., 2014. Relationship between soil apparent electrical conductivity and PH value of Jawa series in oil palm plantation. Agriculture and Agricultural Science Procedia 2, 199-206.
- Alavi, M., 1996. Tectonostratigraphy synthesis and structural style of the Alborz Mountain system in Northern Iran. Geodynamic, 21(1), 1-33.
- Bahrami, S., Ghahraman, K., 2019. Geomorphological controls on soil fertility of semi-arid alluvial fans: A case study of the Joghatay Mountains, Northeast Iran. Catena 176, 145-158.
- Blair, T.C., McPherson, J.G., 1998. Recent debris-flow processes and resultant form and

- facies of the Dolomite alluvial fan, Owens Valley, California. Journal of Sedimentary Research* 68, 800–818.
- Chen, T., Jiao, J., Zhang, Z., Lin, H., Zhao, C., Wang, H., 2022. Soil quality evaluation of the alluvial fan in the Lhasa River Basin, Qinghai-Tibet Plateau. *Catena* 209, 105829.
 - Crosta, G.B., Frattini, P., 2004. Controls on modern alluvial fan processes in the central Alps, northern Italy. *Earth Surface Processes and Landforms* 29, 267–293.
 - Dehghani, G.A., Makris, J., 1984. The gravity field and crustal structure of Iran. *Neues Jahrbuch Fur Geologie Und Palaontologie-abhandlungen* 168, 215-229.
 - Hamzehpour, N., Rahmati, M., Roohzad, B., 2020. Spatial prediction of soil electrical conductivity using soil axillary data, soft data derived from general linear model and error measurement. *Desert* 25 (1), 87-99.
 - Jung, W.K., Kitchen, N.R., Sudduth, K.A., Kremer, R.J., Motavalli, P.P., 2005. Relationship of apparent soil electrical conductivity to claypan soil properties. *Soil Science Society of America Journal* 69, 883-892.
 - Katsube, T.J., Klassen, R.A., Das, Y., Ernst, R., Calvert, T., Cross, G., Hunter, J., Best, M., DiLabio, R., Connel, S., 2003. Prediction and validation of soil electromagnetic characteristics for application in landmine detection. *Proc. SPIE* 5089, 1–15. <https://doi.org/10.1117/12.486983>.
 - Lininger, K. B., Wohl, E., & Rose, J. R., 2018. Geomorphic controls on floodplain soil organic carbon in the Yukon Flats, interior Alaska, from reach to river basin scales. *Water Resources Research* 54, 1934–1951.
 - Luck, E., Gebbers, R., Ruehlmann, J., Spangenberg, U., 2009. Electrical conductivity mapping for precision farming. *Near Surface Geophysics* 7(1), 15-25.
 - Mohd-Aizat, A., Mohamad-Roslan, M.K., Wan Nor, A.S., Karam, D.S., 2014. The relationship between soil PH and selected soil properties in 48 years logged-over forest. *International Journal of Environmental Sciences* 4 (6), 1129– 1140.
 - Mohseni, N., Hosseinzadeh, S.R., Sepehr, A., Golzarian, M.R., Shabani, F., 2017. Variations in spatial patterns of soil-vegetation properties and the emergence of multiple resilience thresholds within different debris flow fan positions. *Geomorphology* 290, 365–375.
 - Patriquin, D.G., Blaikie, H., Patriquin, M.J., Yang, C., 1993. On-farm measurements of PH, electrical conductivity, and nitrate in soil extracts for monitoring coupling and decoupling of nutrient cycles. *Biol. Agric. Hortic.* 9, 231-272.
 - Rhoades, J.D., Raats, P.A., Prather, R.J., 1976. *Effects of Liquid phase Electrical Conductivity, Water Content, and Surface Conductivity on Bulk Soil Electrical Conductivity.* *Soil Science Society of America Journal* 40, 651–655.
 - Shoshta, A., Kumar, S., 2023. Soil development on alluvial fans in the mountainous arid regions: a case study of Spiti valley in North-western Himalaya, India. In: Bhadouria, R., Singh, S., Tripathi, S., et al. *Understanding Soils of Mountainous Landscapes.* Chapter 13, p. 245-266.
 - Smith, J.L., Doran, J.W., 1996. Measurement and use of PH and electrical conductivity for soil quality analysis. In: Doran, J.W. and Jones, A.J., (eds). *Methods for Assessing Soil Quality*, 49, 169–185.
 - Viseras, C., Calvache, M.L., Soria, J.M., Fernández, J., 2003. Differential features of

alluvial fans controlled by tectonic or eustatic accommodation space. Examples from the Betic Cordillera, Spain. Geomorphology 50, 181–202.

- Yang, X.D., Wang, J., Xu, M.S., Ali, A., Xu, Y., Lamb, D., Duan, L.C., Yan, K.H., Yang, S.T., 2019. Effects of the ephemeral stream on plant species diversity and distribution in an alluvial fan of arid desert region: an application of a low altitude UAV. *PLoS ONE* 14(2), e0212057.
- Zeraatpisheh, M., Ayoubi, S., Sulieman, M., Rodrigo-Comino, J., 2019. Determining the spatial distribution of soil properties using the environmental covariates and multivariate statistical analysis: a case study in semi-arid regions of Iran. *Journal of Arid Land* 11, 551–566 (2019).

