

نقش تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاکها در طول دامنه‌ها در فرسایش‌پذیر شدن خاک‌های کوهستان‌ها (با تأکید بر فرسایش خندقی): دامنه‌های شمال غربی سبلان (از اهر تا مشکین شهر)

مريم بياتي خطيبی*

دانشیار گروه پژوهشی جغرافیای دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

پذیرش: ۸۷/۳/۸

دریافت: ۸۶/۸/۲۱

چکیده

در محدوده‌های کوهستانی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاکها، متأثر از تفاوت در ویژگی‌های عناصر دامنه‌ای متفاوت است. عناصر دامنه‌ای علاوه بر تأثیرگذاری به این ویژگی‌ها، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر حساسیت فرسایش‌پذیری خاک‌ها نیز تأثیرمی‌گذارند. به لحاظ تغییرات سریع در ویژگی‌های خاک‌ها در طول دامنه‌ها، توجه به تأثیرات تغییرات در میزان فرسایش‌پذیری خاکها و همچنین توجه به تمامی آنها در اعمال هرگونه اقدامات حفاظتی خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

هریک از ویژگی‌های خاک، یعنی بافت، ساختمان خاک، مقادیر کربن آلی، میزان هدایت الکتریکی، pH، رطوبت خاک متأثر از عناصر دامنه‌ای، به نحوی در فرسایش‌پذیری خاکها و یا حاصلخیزی آنها مؤثرند. به لحاظ اهمیت این تأثیرات، با هدف بررسی فرسایش تودهای خاک در محدوده مطالعه شده، به عنوان یک منطقه کوهستانی (واقع در جغرافیایی $15^{\circ} ۲۸' ۰''$ تا $۳۰^{\circ} ۴۷' ۰''$ عرض شمالی و $۴۷^{\circ} ۳۸' ۰''$ طول شرقی، بین اهر و مشکین شهر). سعی شده است تا نقش عناصر دامنه‌ای در تعیین ویژگی‌های اصلی خاک و در نهایت در میزان فرسایش‌پذیری آن مورد بررسی قرار گیرد. در این مطالعه ابتدا با استفاده از نمونه‌های برداشت شده از بخش‌های مختلف منطقه، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در طول دامنه‌ها مورد تحلیل قرار گرفته و با استفاده از روش‌های آماری، نقش عناصر دامنه‌ای در طویل‌شدن خندق‌ها بررسی شده است. نتایج این بررسی‌ها اشاره می‌دهد که نقش

* نویسنده مسؤول مقاله:

عناصر دامنه‌ای در تغییر ویژگی‌های شیمیابی و فیزیکی و همچنین نقش طول دامنه در طویل شدن خندق‌ها تعیین کننده است.

کلیدواژه‌ها: خاک، فرسایش‌خاک، فرسایش‌خندقی، عناصر دامنه‌ای، خاک کوهستان‌ها، دامنه‌های سبلان.

۱- مقدمه

خاک ترکیب پیچیده‌ای از مواد بیوژئوشیمیائی است که امکان تشکیل و ادامه حیات بر سطح زمین را فراهم می‌سازد. درواقع خاک‌ها سیستم‌های اکولوژیکی فعالی هستند که در طی زمان، زایش، تحول و یا در اثر وقوع تغییرات ناگهانی در شرایط محیطی، به طور سریع فرسایش پیدا می‌کنند^[۱]، ص ۱۰: ۱۲۵۸-۱۲۷۳].

خاک‌ها محصول و نتیجه عملکرد فرایندهای مختلفی هستند که در طی زمان در اثر عملکردهای فرایندها در ارتباط با یکدیگر تشکیل و به مرور زمان افق‌های ژنتیکی در آن شکل می‌گیرند. محل تشکیل خاک، ویژگی‌ها و شدت و ضعف عوامل تأثیرگذار، زمان و عوامل متعدد دیگر، سرعت تشکیل و تحول خاک را تعیین می‌کنند. درین کلیه عوامل تأثیرگذار بر خاک، عوامل توپوگرافی و ژئومورفولوژیکی از عوامل مهم در فرایند رزایش و تحول خاک‌ها محسوب می‌شوند. به همین دلیل برای درک تفاوت‌های ویژگی‌های خاک در محدوده‌های کوهستانی، این منبع ارزنده طبیعی در طول دامنه‌ها بررسی می‌شود.

نتایج تفاوت در نیمرخ‌های خاک در طول توپوگرافی شکل‌گیری کاتتا خاک است. درواقع زایش واژه کاتتا^[۲] خود دلیل اهمیت عناصر دامنه‌ای بر ویژگی‌های خاک است. در مناطق کوهستانی، بارش و نیروی نقل محرك اصلی تغییرات ژئومورفیک است که این تغییرات کنار عوامل لیتوژئوگرافیکی در نهایت موجب تغییرات چشم‌اندازها در محیط‌های کوهستانی می‌شوند^[۳] صص ۳۶۲-۳۶۷؛ ۴، صص ۸۹-۱۶۳-۱۷۱].

در چنین محدوده‌هایی، خاک‌ها و دامنه‌ها باید به عنوان سیستم بازی در نظر گرفته شوند که انرژی و ماده از سویی به آن وارد و از سوی دیگر از آن خارج شود. در داخل چنین سیستمی، در اثر تأثیر عناصر زیرسیستم، تبدیلات و تغییراتی صورت می‌گیرد که نتیجه نهایی آن

۱. مفهوم کاتتا برای اولین بار به وسیله میلن ۱۹۳۵ پس از مطالعه خاک‌های تانزانیا ارائه شد. او برای پنهانی خاک‌های این کشور از این مفهوم استفاده کرد.

تشکیل خاک با ویژگی‌های مختلف در طول دامنه‌ها است. درواقع این ویژگی‌ها انعکاسی از ویژگی‌های محیطی و نحوه تأثیر عوامل تأثیرگذار هستند^[۵]، صص ۱۷۳-۱۹۳.

باتوجه به این ویژگی‌ها و با شناخت دقیق از نحوه تغییرات و تبدیلات ماده و انرژی در داخل این سیستم و در یک مقیاس محدود (مانند یک دامنه)، می‌توان نحوه وقوع تغییرات محیطی و نحوه تأثیرات این تغییرات بر ویژگی‌های خاکها و اشکال سطحی را به طور دقیق لمس کرد و با توجه به این ویژگی‌ها، نحوه تغییرات اشکال سطحی دامنه‌ها را در آینده، نظرسازی نمود. از دیدگاه حفظ خاک و از جنبه عملیات مدیریتی خاک نیز، شناخت عملکرد سیستمهای خاک و نحوه تأثیر عوامل تأثیرگذار، به ویژه عناصر دامنه ای برآن از ضروریات است.

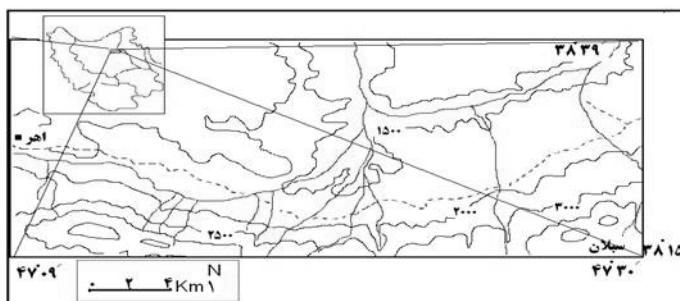
در محدوده دامنه‌ها، هر خاک با تمامی نیمرخ‌ها، دارای تاریخ و ویژگی‌های خاص خود است که این ویژگی‌ها و تفاوت در تاریخ آنها بیانگر نحوه تأثیر و تغییر عوامل مختلف دامنه‌ای و همچنین تفاوت در اقالیم حاکم بر دامنه‌ها است [۶، صص ۲۰۹-۲۲۵؛ ۷، صص ۲۸۶۷-۲۸۷۹]. اگر تأثیر عوامل مختلف دامنه‌ای در زایش و تحول خاک در ارتباط با یکدیگر مطالعه و خاک به عنوان یک سیستم در نظر گرفته شود، تحلیل و درک تفاوت‌های موجود در ویژگی‌های آن بسیار آسان تر خواهد بود. ویژگی‌های نیمرخ‌های خاک‌هایی که از اقسام‌های مختلف سطوح هموار تهیه می‌شوند، تقریباً یکسان هستند. اما نیمرخ‌هایی که از خاک‌های مستقر بر روی دامنه‌ها تهیه می‌شوند، در یک محدوده طولی کوچک، بسیار متفاوت خواهند بود. تغییرات در موروفولوژی دامنه که در جهت شبیه صورت می‌گیرد، بسیار سریع است. این تغییرات سریع، به عناصر دامنه‌ای و به عملکرد فرایندها و در نهایت به خاک منتقل می‌شود و در ویژگی نیمرخ‌های آن منعکس می‌گردد. بنابراین با بررسی نیمرخ‌ها می‌توان اطلاعات بسیار ارزشمندی در رابطه با نحوه تأثیر عناصر مختلف توپوگرافی برویژگی‌های خاک به دست آورد. در واقع بررسی خاک و نیمرخ‌های آن روی سطوح شبیدار می‌تواند به بسیاری سوال‌های اساسی در مورد نحوه زایش و تحول خاک در قالب یک سیستم پاسخ دهد.

۲- موقعیت جغرافیایی، ویژگی‌های زمین‌شناسی و خاک‌شناسی منطقه مطالعه شده

منطقه مطالعه شده در شمال غرب ایران و در محدوده جغرافیایی^[۱۵] ۳۰° تا ۳۸° عرض



شمالی و $47^{\circ} 47' 38'$ طول شرقی، بین اهر و مشکین شهر گستردۀ شده است (شکل ۱). این منطقه به وسیله رودخانه اهر و قره سو زهکشی می‌شود و از نظر اقلیمی نیز جزء نواحی نیمه خشک با متوسط بارندگی ۳۵۰ میلی‌متر در سال محسوب می‌شود. نزدیک به ۵۰ درصد بارندگی منطقه در فصل بهار نازل می‌شود. بارندگی‌هایی رگباری بهاری در سایش سطوح شبیدار و در تشکیل و توسعه خندق‌ها نقش اساسی ایفا می‌کند.



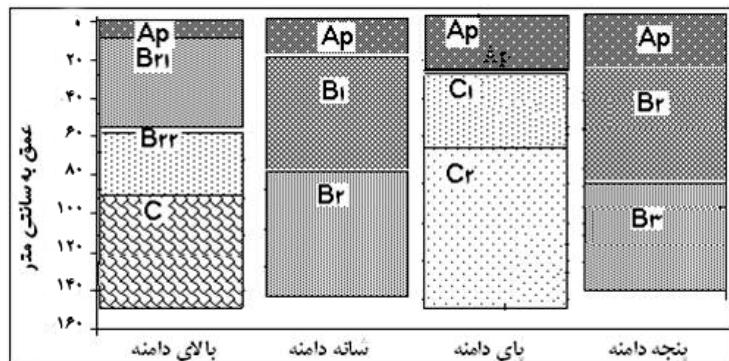
شکل ۱ موقعیت جغرافیایی و ویژگی های توپوگرافی محدوده مطالعه شده

توپوگرافی منطقه از تنوع خاصی برخوردار است، که این تنوع مدیون ساختار زمین‌شناسی، فعالیت‌های تکتونیکی و پشت سرگذاشتن دوره‌های مختلف اقلیمی است. برونزدهای سنگی منطقه شامل سنگ‌های آذرین و رسوبات دوره پالئوسن می‌باشد که در بخش‌های مختلف دیده می‌شوند. واحدهای آهکی که در غرب منطقه بروزد کرده‌اند، از ضخامت قابل ملاحظه‌ای برخوردارند (۲۰۰ متر) و از واحدهای رسوبی مربوط به کرتاسه محسوب می‌شوند (شکل ۲).



شکل ۲ آهک‌های خشک شده در قسمت‌های بالایی دامنه‌ها

دربخش فوقانی واحدهای یادشده می‌توان شاهد مارن‌ها و شیل‌هایی بود که حاصل فعالیت شدید فرایندهای فرسایشی در دوره‌های گذشته هستند. در شرایط کنونی به لحاظ ارائه بستر مساعد وقوع پدیده‌های مختلفی از جمله لغزش‌های بزرگ و کوچک و تشکیل خندق‌های متعدد در روی این سازندها مشاهده می‌شود. رسوبات اوایل کواترنر که به طور عمده متشکل از کنگلومراها می‌باشند، به سهولت به وسیله چینه‌بندی ناجور و شکل هموار قابل تشخیص هستند و اغلب در دره‌ها و فورفتگی‌ها را سبب شده‌اند. درکف خندق‌های عمیق منطقه که اغلب در روی تراس‌های قدیمی تشکیل شده‌اند، می‌توان شاهد رخنمون رسوبات مذکور بود. آبرفت‌های قدیمی منطقه که با تغییرات اقلیمی بعد از پلیستوسن در رابطه هستند، از ضخامت قابل ملاحظه‌ای برخوردارند (حدود ۱۰۰ متر) و تا کناره دامنه‌ها و گاه تا ارتفاعات بالا گستردۀ شده‌اند. آبرفت‌های مذکور به لحاظ ویژگی‌هایی که دارند و به جهت اینکه هنوز هم به استحکام کامل نرسیده‌اند، زمینه مساعدی را برای وقوع لغزش‌ها و تشکیل خندق‌ها در منطقه فراهم کرده‌اند. خاک‌های محدوده مطالعه شده (که اغلب برروی آبرفت‌های قدیمی تشکیل شده‌اند) به دو ردۀ آنتی سول و اینسپیتی سول تقسیم می‌شوند. در قسمت‌های رأس دامنه‌ها با ارتفاع ۱۲۴۰ متر و شیب ۴/۲ درصد، خاک‌ها اغلب از نوع اینسپیتی سول هستند. در این خاک‌ها، افق‌های مشخصی مانند C_{۲۲}, B_{۲۱}, Ap تا عمق ۱۴۵ سانتی‌متری تشکیل شده‌اند (شکل ۳).



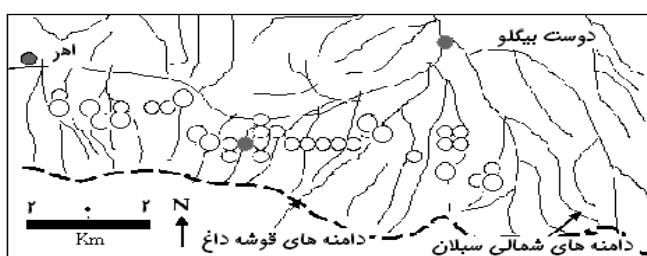
شکل ۳ نیمرخ‌های تهیه شده از بخش‌های مختلف دامنه‌ها

در این خاکها، عمق سولوم به ۹۵ سانتی‌متر می‌رسد. از ویژگی‌های خاک این قسمت، وجود یک افق آهکی در عمق ۷۵-۹۰ سانتی‌متر است که در صورت خشک بودن به صورت پودر می‌باشد (شکل ۲) و درحال خیس بودن به صورت روانه‌های گلی درمی‌آیند. دربخش شانه دامنه‌ها در ارتفاع ۱۱۸۰ متر، تیپ خاکها اینسپتی سول است. خاک‌های این بخش نسبتاً تکامل‌یافته هستند و در آن افق‌های Ap, B_1, B_2 تشکیل شده‌اند (شکل ۳). تیپ خاک‌های بخش پای دامنه‌ها آنتی سول و فاقد تکامل پروفیلی و دارای افق‌های Ap, C_1, C_2 است. عمق سولوم در این بخش ۲۵ سانتی‌متر است. در بخش پاشنه دامنه‌ها تیپ خاک‌ها اینسپتی سول است. خاک‌های این بخش نسبتاً تکامل‌یافته‌اند و افق‌های B_1, B_2, Ap دارند. در دشت‌های آبرفتی به طرف بالادست دامنه‌ها کامل نیمرخی خاک پیشرفته تراست و در این نیمرخ‌ها، سن و قدمت خاک‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند. خاک‌های دشت‌های سیلابی اطراف روودخانه نسبت به خاک‌های دشت‌های آبرفتی، تکامل بیشتری نشان می‌دهند.

مطالعات خاک‌شناسی در دشت مشکین شهر نشان می‌دهد که یک افق آهکی در نیمرخ‌های خاک در بخش رأس دامنه در عمق ۷۰-۹۵ سانتی‌متر قابل ردیابی است [۸، صص ۴۸-۳۷]. این افق آهکی معمولاً زمانی تشکیل می‌شود که میزان رطوبت مؤثر معادل بارش سالیانه ۲۰۰ میلی‌متر باشد. حضور افق مذکور، نشان از حاکمیت یک دوره نسبتاً طولانی اقلیم خشکتر از امروز با بارش حدود ۲۰۰ میلی‌متر است. در تکامل نیمرخ خاک‌های دشت مشکین شهر علاوه بر آب و هوای عامل مورفوژنزن و مورفوژنی نیز به طور محلی نقش اساسی داشته است.

۱-۲- مواد و روش‌ها

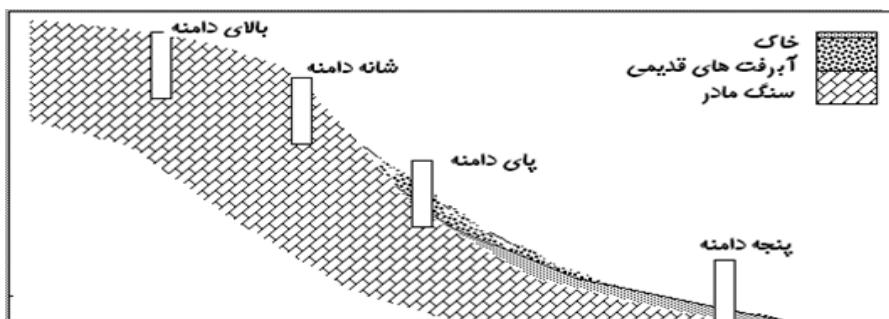
در محدوده مطالعه شده، خندق‌های بزرگ و کوچک زیادی تشکیل شده‌اند (شکل ۴).



شکل ۴ پراکندگی خندق‌ها در محدوده مطالعه شده

در ابتدای تحقیق تصور براین بود که علت تشکیل این پدیده‌ها علاوه بر اینکه به ویژگی‌های خاک برمی‌گردد، به نحوه تأثیر عوامل مختلف، بهویژه عوامل متعدد توپوگرافی نیز برمی‌گردد. درواقع طبق بررسی‌های صورت گرفته می‌توان گفت که تشکیل و توسعه خاک و یا فرسایش سریع و یا کند آن در طی زمان در ارتباط مستقیم و یا غیرمستقیم با عوامل مختلف توپوگرافی است [۹، صص ۲۵۹-۲۵۱]. در این تحلیل نیز با این توجیه برای بررسی نقش عوامل مختلف دامنه‌ای در فرسایش توده‌ای و سریع خاک بهویژه توسعه خندق‌ها، نمونه‌هایی از خاک‌های بخش‌های مختلف دامنه‌ها برداشت و آزمایش شده است. این نمونه‌ها با سه هدف از بخش‌های مختلف برداشت شده است:

- ۱- برداشت نمونه‌هایی از بخش‌های مختلف یک دامنه ویژه (بالا، شانه، پای و پنجه دامنه). برای بررسی نقش عناصر دامنه‌ای در تغییرات ویژگی‌های خاک‌هایی که در طول یک دامنه (با بستر و اقلیم تاحدی یکسان) مستقر شده است (شکل ۵):
- ۲- برداشت نمونه از خاک قسمت‌هایی که خندق‌های بزرگ تشکیل شده‌اند. برای بررسی علت تشکیل خندق‌های بزرگ دریک بخش ویژه، نمونه‌هایی از خاک تهیه شده است؛
- ۳- تهیه نمونه‌های تصادفی از بخش‌های مختلف برای تحلیل و بررسی کلی پتانسیل خندق‌زایی منطقه.



شکل ۵ محل تهیه نمونه‌های خاک از بخش‌های مختلف یک دامنه

در کنار تهیه نمونه‌های متعدد از خاک‌ها برای بررسی نقش عناصر دامنه‌ای در توسعه خندق‌ها، طول این پدیده‌های ژئومورفولوژیکی نیز در طی پیمایش میدانی و یا از طریق بهکارگیری عکس‌های

هوایی (با مقیاس ۲۰۰۰۰: ۱) اندازگیری شده است و پارامترهای مربوط به عناصر دامنه‌ای (طول، شبب و...) با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی به دست آمده است. بعد از تهیه داده‌های لازم با استفاده از نرم‌افزار spss، داده‌ها مورد تحلیل آماری قرار گرفته‌اند. در نهایت با استفاده از نتایج حاصل از تحلیل‌های آماری و بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های تهیه شده نتایج لازم به دست آمده است.

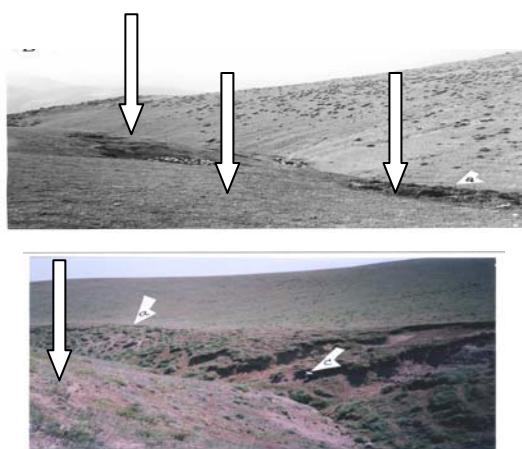
۲-۲- یافته‌ها، نتایج و بحث

توپوگرافی یا خطوط ناهمواری محلی، کنترل‌کننده‌های اصلی توزیع خاک بر چشم‌اندازها و تعیین‌کننده عمدۀ ویژگی‌های شیمیائی و فیزیکی خاک‌ها به شمار می‌آیند. باعلم به تأثیر عناصر مختلف ناهمواری‌ها بر ویژگی‌های خاک‌ها، می‌توان با مشخص کردن ویژگی‌های اصلی ناهمواری‌های محلی، تفاوت‌های موجود در خاک‌های محدوده‌های مختلف را آسان‌تر تفسیر و علت فرسایش توده‌ای خاک را با استناد به داده‌های واقعی توجیه کرد. این تفاوت‌ها علاوه بر اینکه متأثر از میکروکلیما، عوامل لیتوولوژی، فرایندهای سطحی، مشخصات زمین‌شناسی است بلکه در محیط‌های کوهستانی نیز به‌طور عمدۀ متأثر از ویژگی دامنه‌ها است. اما نباید فراموش کرد که تعیین سهم هریک از عناصر توپوگرافی در تعیین نوع خاک و طبقه‌بندی عوامل بر حسب میزان تأثیرات هر یک از آنها در زایش، توسعه و توزیع خاک‌ها و یا در فرسایش آنها بسیار دشوار است. چرا که با تغییرات جزئی در هر یک از عوامل تأثیرگذار، ویژگی‌های خاک‌ها تغییر می‌کند. موقعیت چشم‌اندازها از جمله جهت‌گیری دامنه‌ها، نقش اساسی در تغییرات سریع ویژگی‌های خاک دارد. به‌طور خلاصه می‌توان گفت که تغییرات در خاک علاوه بر اینکه متأثر از تغییرات در عوامل در یک مقیاس کلی جهانی و منطقه‌ای است، همچنین متأثر از تغییرات سریع در عناصر دامنه در یک مقیاس محدود است [۱۰، صص ۱۶۹-۱۷۲].

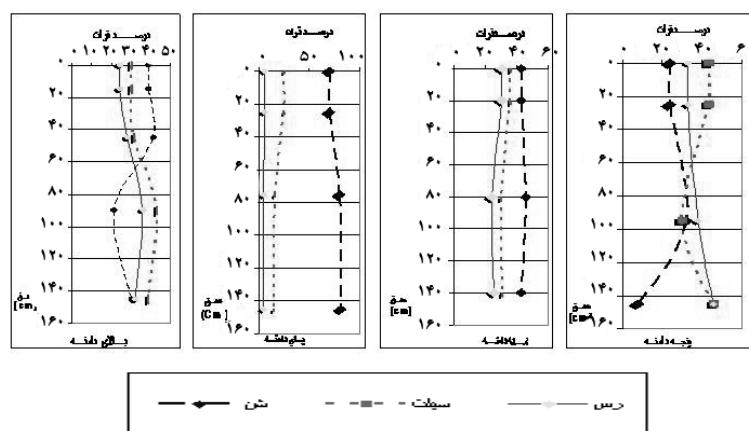
۳- نقش عناصر دامنه‌ای در تعیین و تغییر ویژگی‌های فیزیکی خاک‌ها

عناصر دامنه‌ای در زایش بعضی از اشکال ژئومورفولوژیکی - که به طرقی در انتقال انبووه از خاک‌های مستقر در دامنه‌ها نقش دارند - سهم اساسی ایفا می‌کنند. میزان فرسایش خاک‌ها با ویژگی‌های فیزیکی آنها رابطه مستقیم دارد. این ویژگی‌ها نیز به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم با ویژگی‌های توپوگرافی مناطق در رابطه است [۱۱، صص ۱۰۵۵-۱۰۶۷].

۱۲؛ (۲۴-۵ صص). برای بررسی نحوه تأثیر عناصر توپوگرافی، به ویژه تأثیر ویژگی‌های عناصر دامنه‌ای در ویژگی‌های خاک و درنتیجه در فرسایش آنها، نمونه‌هایی از چهار بخش دامنه تهیه و مورد تحلیل قرار گرفته است (شکل ۶). بررسی این نمونه‌ها، به ویژه توجه به درصد مقادیر ذرات تشکیل‌دهنده نمونه خاک‌ها نشان می‌دهد که درصد مقادیر رس، سیلت و شن در بخش‌های مختلف دامنه‌ها به طور مشخصی متفاوت است (شکل ۷).



شکل ۶ تأثیر جهت‌گیری دامنه‌ها و نشت برف در تشکیل و فرسایش خاک‌ها



شکل ۷ تغییرات در درصد مقدار رس، سیلت و شن در بخش‌های مختلف دامنه‌ها

نتایج این بررسی‌ها نشان می‌دهد که مقادیر رس در پنجه دامنه‌ها بیشتر بوده که دلیل این امر نیز مربوط به انتقال مواد رسی به وسیله فرسایش سطحی و زیرسطحی به این بخش از دامنه‌ها است. درواقع در شرایط عادی، رسوباتی که به بخش پنجه دامنه‌ها و پای دامنه‌ها وارد می‌شوند، بافت ریزتری دارند و یکنواخت‌تر از سایر مناطق هستند. به علت اینکه در اثر عملکرد فرایند شستشوی دامنه‌ای، مواد ریزتر به قسمت‌های دورتر حمل می‌شوند و درنتیجه اجتماع رسوبات درشت‌تر در پای دامنه بیشتر اهمیت پیدا می‌کنند. درواقع توسعه خاک‌ها در پنجه دامنه‌ها منعکس‌کننده اجتماع رسوبات بیشتر و ثبات نسبی این محدوده و درنتیجه ایجاد فرصت لازم برای تکامل خاک‌ها است. به همین دلیل ضخامت افق A در این قسمت بیشتر از جای دیگر دامنه‌ها است (جدول ۱).

جدول ۱ ویژگی‌های فیزیکی خاک‌ها در بخش‌های مختلف دامنه‌ها

بالای دامنه				
افق	عمق(سانتی متر)	بافت	ساختمان	پایداری در مقابل رطوبت
Ap	۱۵-۰	لومی	فسرده	سفت
B₂₁	۴۵-۱۵	رسی-لومی	مکعبی نسبتاً قوی	سفت
B₂₂	۴۵-۹۰	رسی-لومی	مکعبی نسبتاً قوی	سفت
C	۱۴۵-۹۰	رسی-لومی	فسرده	سفت

شانه دامنه				
افق	عمق(سانتی متر)	بافت	ساختمان	پایداری در مقابل رطوبت
Ap	۲۰-۰	لومی	فسرده	سفت
B₁	۲۰-۸۰	رسی-لومی	مکعبی ضعیف	سفت
B₂	۸۰-۱۴۰	رسی-لومی	مکعبی ضعیف	سفت

پای دامنه				
افق	عمق(سانتی متر)	بافت	ساختمان	پایداری در مقابل رطوبت
Ap	۲۵-۰	لومی-شنی	تك دانه ای	شل
C₁	۲۵-۷۵	لومی-شنی	فسرده	شل
C₂	۷۵-۱۴۵	لومی-شنی	فسرده و تک دانه ای	شل

پنجه دامنه				
افق	عمق(سانتی متر)	بافت	ساختمان	پایداری در مقابل رطوبت
Ap	۲۵-۰	رسی-لومی	فسرده	سفت
B₂	۹۵-۲۵	رسی-لومی	منشوری	چسبنده
B₂	۱۴۵-۹۵	رسی	مکعبی ضعیف	چسبنده

در محدوده مطالعه شده، تراکم پوشش گیاهی در بخش شانه دامنه‌ها بیشتر است و نیمرخ خاکها تکامل یافته‌تر است و در حد مقدار رس و سیلت نیز در آن‌ها بیشتر است. بخش پای دامنه‌ها که به طور عمده محل تشکیل خندق‌ها است، درناپاییدارترین شرایط قرار دارند. خاک در این قسمت فرستت تکامل پیدا نکرده و با توجه به نبود حفاظت خاک به وسیله پوشش گیاهی، خاک بیشتر در معرض فرسایش قرار گرفته است. در نمونه‌های تهیه شده، در حد شن در این بخش نسبتاً بالا است (شکل ۷). دلیل این موضوع آن است که در این قسمت اغلب خاکها روی آبرفت‌های قدیمی تشکیل شده‌اند و هنوز این آبرفت‌ها مراحل تکامل خود را به طور کامل طی نکرده‌اند و با توجه به ناپاییداری زیاد دامنه‌ها بعید به نظر می‌رسد که مراحل تکامل خاکها به طور عادی و بدون وقفه ادامه پیدا کند. اطلاعات درج شده در جدول ۱ نیز ویژگی‌های فیزیکی نمونه خاک‌های تهیه شده نشان می‌دهد که خاک‌های مستقر در پای دامنه در مقابل دریافت رطوبت، پایداری خود را از دست می‌دهند در حالی‌که در بخش‌های دیگر خاک دامنه از ثبات نسبی برخوردار هستند (جدول ۱).

در حد بالای شن در نمونه‌های تهیه شده از پای شانه دامنه‌ها نشان از زهکشی مناسب دامنه‌ها است. مقدار شن در خاک‌های پای دامنه که بیشترین ریزش‌ها و لغزش‌ها را متحمل می‌شوند، زیاد است. در حالی که در خاک‌های مستقر در پنجه دامنه‌ها، مقدار سیلت بیشتر است. در بخش‌های مختلف دامنه‌ها ویژگی افق‌های خاک نیز تغییر می‌کند.

بالاترین افق در نیمرخ‌های تهیه شده، یعنی افق Ap یک افق مختلطی از مواد آلی و معدنی است که در اثر دخالت‌های انسانی تغییراتی را متحمل شده است. این افق در بخش بالای دامنه کم‌ضخامت و در بخش‌های دیگر دامنه اندکی بر ضخامتم آن افزوده می‌شود (از ۱۵ سانتی متر در بالای دامنه به ۲۵ سانتی متر در پنجه و پای دامنه می‌رسد). بافت خاک‌های این قسمت اغلب رسی - لومی است. اما در بخش‌هایی سطح بعضی از لندفرم‌ها به وسیله شن‌های کم عمق و ریگ‌ها پوشیده شده‌است و شستشوی سطحی باعث تشکیل بعضی از آبندها و خندق‌های کم عمق شده است.

در بخش‌هایی از منطقه بر جسته، سطوح سنگ‌ها به شدت فرسایش یافته و تحت هوازدگی شدید قرار گرفته‌اند. حضور انواع سنگ‌ها باعث تفاوت در رنگ و بافت خاکها شده است. به دلیل نقش مسلط عوامل توپوگرافی و فرایندهای ژئومورفیک در تشکیل خاک‌ها، مرزهای اشکال ژئومورفیک و همراهی خاک‌ها، این اشکال به آسانی قابل تشخیص است.

در بخش شانه دامنه‌ها، بافت خاک‌ها با خاک‌های مستقر در بالای دامنه‌ها تقریباً یکسان است. در این قسمت، آبکندها بیشتر تشکیل می‌شوند و خندق‌های بزرگ به طور عمده در بخش مذکور تشکیل نمی‌شوند. در قسمت پایی دامنه، خاک‌ها تکامل خاک‌ها کامل نیست. دلیل این امر این است که این قسمت در عین حال که نقش بخش انتقال را بازی می‌کند، در اثر ناپایداری دامنه‌ها، شدیدترین و سریع‌ترین حالت اختلاط خاک را تجربه می‌کند. در این قسمت از دامنه‌ها، خروج آب که چشم‌ها و آب‌های زیر قشری خارج می‌شوند باعث انتقال مواد رسی می‌شود. به همین دلیل، در این قسمت بافت خاک اغلب لومی-شنی می‌شود(جدول ۱). در اثر خروج آب‌ها، خندق‌های بزرگ تشکیل شده در این بخش دیوارهای ناپایداری دارند و مواد دامنه‌ای از بخش‌های مختلف دیوارهای فرو ریخته و درواقع از جهات مختلف به دامنه‌ها هجوم می‌برند و خاک دامنه‌ها را وارد داخل خندق‌ها کرده و در اثر آب‌های سیلابی به بخش‌های پایین منتقل می‌کنند. اشکال ژئومورفیک مانند شبیه‌های ملایم، آبرفت‌ها و نهشت‌های کوه رفتی با ضخامت نسبتاً زیاد از ویژگی‌های برجسته این بخش است. خاک‌های مستقربرروی آبرفت‌های جدید وکوه رفت‌ها تکامل کمتری یافته‌اند. بافت آنها اغلب لومی و شنی است. در پنجه دامنه‌ها، دوباره بافت خاک تغییر می‌کند(جدول ۱). در این قسمت، به علت فراوانی آب و همچنین به علت بافت ریز، خاک‌ها به طور عمده چسبنده هستند. خاک‌های این بخش را می‌توان به دو قسمت مجزا تقسیم کرد:

۱- خاک‌های کم عمق تا متوسط که برروی آبرفت‌های قدیمی دشت‌های سیلابی انباسته شده‌اند. خاک‌های این بخش دارای لایه نازکی از شن‌ها هستند که از زهکشی مناسب برخوردارند. حاصلخیزی و حفظ رطوبت آنها مستلزم توجه به ویژگی‌های ژئومورفیک این خاک‌ها و عملکرد فرایندهای ژئومورفیک متأثر از شکل دامنه‌ها است.

۲- خاک‌های عمیق تا با عمق متوسط روی دشت‌های سیلابی. این خاک‌ها روی شبیه‌های ملایم و بر روی گرانیت‌های هوازده منطقه تشکیل شده‌اند. بافت آنها نیز متوسط است. فرآیندهای ژئومورفیک، مانند شستشوی صفحه‌ای و انتقال مواد از بخش‌های بالادست دامنه‌ها مسؤول تشکیل آنها است.

د نمونه خاکی که به طور عمده از پنجه و در قسمتی نیز از پایی دامنه‌ها تهیه شده‌اند، داستان خاص خود را دارند. در این نمونه‌ها(جدول های ۲ و ۳) بافت خاک اغلب ریز است و کائولونیت بخش عمده کانی را تشکیل می‌دهد.

جدول ۲ ویژگی‌های شیمیائی نمونه خاک‌های برداشت‌شده از بخش‌های مختلف دامنه

بالای دامنه					
هدایت الکتریکی	کربن آلی	pH	رنگ	عمق(سانتی متر)	افق
۱/۲	۱/۲	۷/۷	۱۰ yR۲/۴	۱۵-۰	Ap
۱/۲	۰/۸۶	۷/۸	۱۰ yR۲/۴	۴۵-۱۵	B۲۱
۱/۷	۰/۲۷	۸/۱	۱۰ yR۲/۴	۴۵-۹۰	B۲۲
۰/۶	۰/۱۹	۷/۸	۱۰ yR۴/۴	۱۴۵-۹۰	C

شانه دامنه					
هدایت الکتریکی	کربن آلی	pH	رنگ	عمق(سانتی متر)	افق
۱/۲	۰/۸۹	۷/۴	۱۰ yR۲/۳	۲۰-۰	Ap
۰/۷۸	۰/۴۷	۷/۱	۱۰ yR۲/۳	۲۰-۸۰	B۱
۱/۲	۰/۴۷	۷/۱	۱۰ yR۲/۳	۸۰-۱۴۰	B۲

پای دامنه					
هدایت الکتریکی	کربن آلی	pH	رنگ	عمق(سانتی متر)	افق
۰/۸۵	۰/۲۳	۷/۵	۱۰ yR۲/۳	۲۵-۰	Ap
۰/۲۸	۰/۰۳	۸/۲	۱۰ yR۲/۳	۲۵-۷۵	C۱
۰/۳۵	۰/۰۲	۸/۳	۱۰ yR۲/۳	۷۵-۱۴۰	C۲

پنجه دامنه					
هدایت الکتریکی	کربن آلی	pH	رنگ	عمق(سانتی متر)	افق
۱/۳	۱/۱۲	۷/۷	۱۰ yR۲/۴	۲۵-۰	Ap
۱/۷	۰/۴	۷/۹	۱۰ yR۲/۴	۹۵-۲۵	B۲
۱/۴	۰/۵۸	۷/۸	۱۰ yR۲/۴	۱۴۵-۹۵	B۲

جدول ۳ مقادیر PH و هدایت الکتریکی در ۵ نمونه تهیه شده از محل تشکیل خندق‌های بزرگ

خداوریدی کنندی	آلمان جدید	علی آباد	خرسکنندی	آله	نوع آزمایش/مکان نمونه
۸/۱	۷/۷	۷/۷	۷/۰	۷/۷	PH خاک
۰/۲۸	۰/۳۰	۰/۶	۰/۶۲	۰/۶	وهدایت الکتریکی

موردی که در بررسی تأثیر عوامل توپوگرافی در تشکیل و توسعه خاک‌ها نباید فراموش

شود، نقش جهت گیری دامنه‌ها و درنتیجه نقش نشت و دوام برف‌ها بر تشكیل، توسعه و یا فرسایش خاک‌ها است. نشت برف و دوام آن در دو جهت دامنه‌ها یکسان نیست (شکل ۶). این تفاوت در تراکم پوشش گیاهی، نوع هوازدگی، فرسایش و درنتیجه در ضخامت خاک‌ها منعکس می‌شود. در دامنه‌های شرقی محدوده مطالعه شده، دوام پوشش برف بیشتر بوده و در نتیجه رطوبت لازم برای پوشش گیاهی نیز زیاد است. ضخامت خاک این دامنه‌ها در اثر عملکرد هوازدگی بیشتر و نیمرخ خاک‌ها تکامل یافته‌تر است. (شکل ۸)

۴- نقش عناصر دامنه‌ای در تعیین ویژگی‌های شیمیایی خاک‌ها

عوامل توپوگرافی، تعیین‌کننده نحوه جریان‌های سطحی و زیر قشری در خاک‌ها، محل استقرار انواع پوشش گیاهی و میزان نشت برف و همچنین تعیین کننده و در نتیجه تغییردهنده ویژگی‌های شیمیائی خاک‌ها است. طبق بررسی‌های صورت گرفته، ثابت شده است که بعضی از ویژگی‌های شیمیایی خاک‌ها مانند مقدار مواد آلی، PH، EC، هیچ رابطه‌ای منطقی با نوع سنگ ندارند [۱۲، صص ۸۳-۸۴]. بنابراین باید رابطه این ویژگی‌ها با دیگر عوامل مورد بررسی قرار گیرند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که شبی به عنوان مهمترین عامل توپوگرافی، تعیین‌کننده اصلی مقادیر مواد آلی، pH، نیتروژن و... در خاک‌ها است [۱۴، صص ۱۲۵۶-۱۲۵۷، ۱۵؛ ۵۵۷-۵۷۷]. به عنوان مثال در محدوده‌های کوهستانی با افزایش شبی، به لحاظ تغییر در عملکرد فرایندهای ژئومورفولوژی از مقادیر مواد مذکور در خاک‌ها کاسته می‌شود [۱۶، صص ۹۴۸-۹۵۸، ۱۷، صص ۹۷۷-۹۸۷، ۱۸، صص ۷۰-۷۳]. درواقع، در مناطق کوهستانی به لحاظ متأثرشدن هدایت الکتریکی، مقدار pH و مواد آلی از عوامل توپوگرافی سعی شده است در منطقه، این سه ویژگی مهم در رابطه با عوامل توپوگرافی مورد بررسی قرار گیرد.

در محدوده مطالعه شده، به عنوان یکی از مهمترین بخش‌های کوهستانی کشور، دربخش هایی از دامنه‌ها، به ویژه دربخش‌های پایین و پنجه دامنه‌ها که زهکشی ضعیف است، به سبب افزایش هیدروسیون، اجتماع اکسیدهای آهن دربخش‌های سطحی زیاد است. موقعیت سطح ایستابی دردامنه‌ها که به تبعیت از تغییرات فصلی تغییر می‌کند، در عملکرد فرایندهای ژئومورفولوژیکی و در نتیجه در مقادیر pH خاک تأثیرگذاشته است. در بخش‌هایی از دامنه که در فصولی از سال سطح ایستابی بالا است، خاک‌ها اغلب قلیائی شده‌اند. این امر بیشتر

در پنجه دامنه‌ها مشاهده می‌شود (جدول ۴، شکل ۸).

جدول ۴ ویژگی نمونه خاک‌های برداشت شده از بخش‌های مختلف منطقه

شماره نمونه	نوع کانی دهندۀ خاک	نوع ذرات تشکیل دهندۀ خاک	شماره نمونه	میزان رطوبت(درصد)	نوع کانی دهندۀ خاک	نوع ذرات تشکیل دهندۀ خاک	شماره نمونه
۱	رسریز دانه	کائولونیت	رسریز دانه	۶	۱۹	کائولونیت	رسریز دانه
۲	رسریز دانه	کائولونیت	مسه‌لای دار	۷	۲۲	کائولونیت	رسریز دانه
۳	رسریز دانه	کائولونیت	رس‌شن دار	۸	۱۲/۶۵	کائولونیت	رسریز دانه
۴	رسریز دانه	کائولونیت	مارن سبز	۹	۱۹	کائولونیت	رسریز دانه
۵	رسریز دانه	موریونیت	مسه‌شن دار	۱۰	۲۶/۵	مونت	رسریز دانه

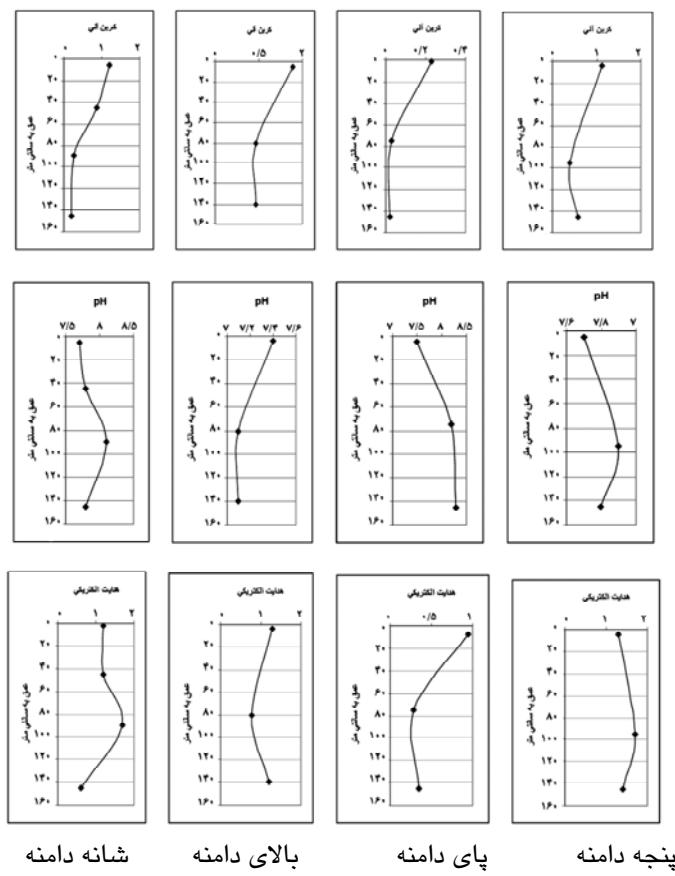
از ویژگی‌های اصلی شیمیایی خاک‌ها، حضور کربن آلی در خاک‌ها است که منبع عمدۀ نیتروژن، فسفر و...، در نتیجه تولید محصولات زراعی است. در مناطقی که فرسایش خاک تسريع می‌شود، مواد آلی از خاک‌ها به طور سریعی انتقال پیدا می‌کند. به همین دلیل در مناطق کوهستانی اغلب اقدامات حفاظتی درجهت حفظ مواد آلی در خاک است. اما قبل از هرگونه اقدام حفاظتی، باید تفاوت در مقادیر مؤثر در حاصلخیزی خاک و یا بالابردن پتانسیل فرسایشی آن در اثر تغییرات در مقادیر مختلف، ثابت و عوامل تغییردهنده آن شناسایی شود.

در منطقه مطالعه شده، میزان کربن آلی، متأثر از سطح ایستابی و متأثر از مقادیر پوشش گیاهی - که تمامی آنها متأثر از جهت گیری، انحنا و شکل دامنه‌ها و مقدار شیب هستند - در بخش‌های مختلف دامنه‌ها متفاوت است. در این محدوده، طبق اطلاعات حاصل از نمونه‌های جمع‌آوری شده، این تفاوت‌ها قابل ملاحظه است (شکل ۹).

در بخش بالایی دامنه‌های منطقه که تحت پوشش گیاهی جنگل‌های فندق و حشی ویا تحت کشت جو، عدس و یا لوبیا است، تراکم پوشش گیاهی موجب تقویت کربن آلی در بخش‌های سطحی خاک شده است. پای دامنه‌ها به علت بی ثباتی و نبودن پوشش گیاهی، ازکمترین مقدار کربن آلی برخوردارند.

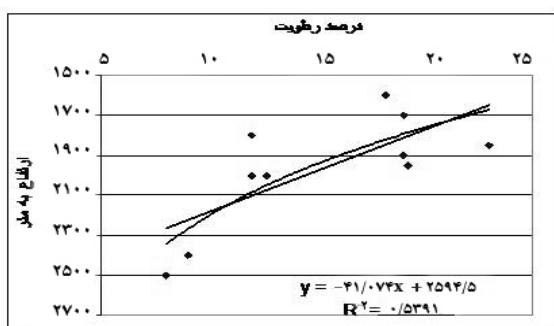
در بخش شانه و پای دامنه، به لحاظ افزایش شیب از مقادیر مواد آلی و pH کاسته، اما در پنجه و بالای دامنه‌ها بر مقادیر pH و کربن آلی افزوده شده است. آب مهمترین عامل توزیع کربن آلی در افق‌های

مختلف خاک و در بخش‌های مختلف دامنه‌ها است. در تغییرات ونحوه توزیع آن در قسمت‌های مذکور، در واقع کلیدی برای اعمال مدیریت مناسب خاک درجهت حفظ آن است [۲۱۹-۲۲۷، صص ۱۹]. بنابراین باید در ابتدا میزان رطوبت در خاک‌های مستقر در بخش‌های مختلف دامنه‌ها مورد بررسی قرار گیرد. برای بررسی نقش توپوگرافی در تقویت و یا نبود رطوبت خاک و درنتیجه در مقادیر pH و کربن آلی خاک‌های مستقر در دامنه‌های منطقه، ابتدا در ده نمونه جمع آوری شده از بخش‌های مختلف دامنه‌ها، رابطه ارتفاع و درصد رطوبت موجود در خاک مورد بررسی قرار گرفته است (شکل ۸، جدول ۲).



شکل ۸ ویژگی‌های شیمیائی خاک‌های تهیه شده از بخش‌های مختلف منطقه و در اعماق مختلف

این بررسی‌ها نشان می‌دهد که تا حد معینی با افزایش ارتفاع از مقادیر مرطوبت در خاک کاسته می‌شود (شکل ۸). این به آن معناست که زهکشی دربخش‌های بالای مناسب و در قسمت‌های پایین و در پنجه دامنه‌ها ضعیف است. در واقع دربالای دامنه‌ها، نفوذآب عاملی است برای تقویت هوازدگی و یا جریان آن به طرف پایین و عامل انتقال بعضی از املاح به پایین دامنه‌ها است. با توجه به موارد بالا انتظار می‌رود که دربخش‌های سطحی و در قسمت‌هایی که از پوشش گیاهی غنی است، کربن آلی در حداقلتر باشد. نمودار ترسیمی نیز تأییدکننده این موضوع است (شکل ۹).



شکل ۹ درصد مرطوبت در ده نمونه خاک‌های تهیه شده از بخش‌های مختلف دامنه

در نمونه‌های تهیه شده مقدار کربن آلی در بالای دامنه و در پنجه دامنه‌ها و در قسمت‌های سطحی در حداقلتر است. در شانه دامنه‌ها تاحدی کاهش پیدا می‌کند و در پای دامنه‌ها به حداقل می‌رسد. از طرف دیگر هوازدگی در شرایط مرطوب معمولاً برای تشکیل کائولونیت‌ها مساعد است مخصوصاً جاییکه مواد مادری در بخش پایه کم است. در محدوده مطالعه شده در شرایطی که شستشوی دامنه‌ها شدید شده (در طی مدت زمان طولانی و در دوره هلوسین که بارندگی در آذربایجان افزایش یافته است)، کائولونیت شکسته شده و سیلیکا و هیدرواکسیدهای آلومینیم رها شده است. تحت هوازدگی خشک، در جاییکه مواد مادری در پایه غنی بوده، اغلب مونت موریونیت‌ها و ایلیت‌ها^۱ و رس‌های چند لایه تشکیل شده‌اند.

1. illite



حضور این کانی‌ها در بخش‌های مستعد به لغزش پتانسیل خاک‌ها را به وقوع لغزش‌های عمیق و یا سطحی به حداقل رسانده است. کائولونیت‌ها از معمول ترین سیلیکات‌های رسی هستند که در جایی تمرکز پیدا می‌کند که خاک‌ها خوب زهکشی می‌شوند. اگر کائولونیت‌ها فرسایش پیدا کنند و به بخش‌های پایین ترحمل شوند، می‌توانند به اسمکتیت¹ تبدیل شوند [۲۰، صص ۱۱۵-۱۳۰]. در ده نمونه تهیه شده (جدول ۳) به غیر از نمونه ۵، حضور کانی‌های کائولونیت قابل ملاحظه است که این امر زهکشی مناسب خاک‌های مستقر در بخش‌های مختلف دامنه‌ها را نشان می‌دهد.

۵- نقش ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در فرسایش خاک و تشکیل خندق‌ها

در عین حال که عوامل توپوگرافی روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تأثیر می‌گذارند، چنین عوامل و ویژگی‌هایی بر نحوه و شدت فرسایش خاک‌های مستقر روی دامنه‌ها نیز تأثیر می‌گذارند. برای بررسی نحوه تأثیر ویژگی‌های خاک بر فرسایش دامنه‌ها، به ویژه بر فرسایش خندقی، نمونه‌های مختلفی از محل تشکیل خندق‌ها و بخش‌های مختلف دامنه‌ها برداشت شده است. بررسی نمونه‌های برداشت شده نشان می‌دهد که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در بخش‌هایی که خندق‌های بزرگ تشکیل شده‌اند، تا حدی متفاوت است و خندق‌ها در بخش‌های خاصی از دامنه‌ها تشکیل شده‌اند.

این بررسی‌ها نشان می‌دهد که سیلت، رس و بعضی از کانی‌های محتوى آنها مانند کائولونیت و مونت موریونیت بهترین بستر را برای تشکیل خندق‌ها پیدا می‌آورند. عملکرد مونت موریونیت در تشکیل این پدیده‌های ژئومورفولوژی به این صورت توجیه می‌شود که در اثر خشک شدن رس‌های حاوی مونت موریونیت شکاف‌هایی در خاک‌های سطحی تشکیل می‌شود. شکاف‌های ایجاد شده در رس‌های غنی از مونت موریونیت در اثر بارندگی با آب پرشده و متورم می‌شوند (تورم و شکاف‌شدن) در رس‌های حاوی مونت موریونیت بهترین شرایط را برای فرسایش تولی و در نتیجه تشکیل و توسعه خندق‌ها فراهم می‌سازد. در نتیجه فعالیت این فرایندها، رس‌ها چسبندگی خود را ازدست می‌دهند و همچنین قابلیت

1. Smectite

پخش شدگی^۱ آنها افزایش پیدا می‌کند. در این شرایط اگر جریان آب‌های میان قشری^۲ امکان‌پذیر باشد، رس‌ها و سیلت‌ها به آسانی جدا می‌شوند و به صورت معلق در آب‌های جاری حمل می‌گردند. با انتقال رس‌ها، یک ماتریس اسکلتی تشکیل می‌شود، به طوری که آب و ذرات ریز از میان آنها می‌تواند به آسانی عبور کنند. اگر جریان آب بلا فاصله امکان‌پذیر نباشد، قدرت هیدرولیکی افزایش یافته تا اینکه راه عبور امکان‌پذیر شود. زمانی که آب شروع به حرکت کرد، فرسایش مکانیکی به طور سریعی افزایش می‌یابد و شکاف‌های توسعه یافته به آب اجازه نفوذ و عبور می‌دهند، تا اینکه کانال‌های زیر زمینی در اثر جریان آب آنقدر بزرگ می‌شوند که سقف آنها فرو می‌ریزد. با فروریزی سقف کانال‌های زیر زمینی، خندق‌های اولیه تشکیل شده و محلی برای تمرکز آب‌های سطحی و در مواردی زیرقشری فراهم می‌شود و در اثر دخالت عوامل مختلف، ابعاد آنها توسعه پیدا می‌کند. از این نوع خندق‌ها هر چند بسیار محدود، می‌توان در روستایی‌های حوالی اهر مشاهده کرد. در واقع در بخشی از خندق‌ها، سهم ویژگی‌های فیزیکی خاک‌ها به ویژه حضور کانی‌های نظیر مونت موریونیت قابل ملاحظه است.

برای بررسی دقیق‌تر حساسیت دامنه‌ها نسبت به فرسایش و تعیین بخش‌هایی با پتانسیل بالا لازم است ویژگی‌های عده خاک‌ها که با فرسایش خندقی در رابطه است، مورد بررسی قرار گیرد. با این منطق هم ویژگی شیمیایی نیمروخ‌های تهیه شده از بخش‌های مختلف دامنه‌ها مورد بررسی قرار گرفته و هم نمونه‌هایی که ارزنده‌یکی محل‌هایی که خندق‌های بزرگ تهیه شده مورد مطالعه قرار گرفته است (جدول ۴).

مقدار pH و هدایت الکتریکی در فرسایش پذیرکردن خاک در بخش‌های مختلف دامنه‌ها از عناصر مهمی است که باید مدنظر قرار گیرد. با این منطق، مقدار مواد مذکور در نمونه‌های برداشت شده مورد بررسی قرار گرفته است.

این بررسی‌ها نشان می‌دهد که مقادیر pH و هدایت الکتریکی در بخش‌های بالای دامنه و در پاشنه دامنه‌ها بیشتر است. در بخش دیگر دامنه نیز این مقادیر بیشتر است، اما تنها بخشی که مقادیر آنها اهمیت پیدامی کند، پای دامنه‌ها است. در این قسمت هم شیب و هم ضخامت آبرفت‌ها و خاک‌ها می‌تواند برای تشکیل خندق‌ها پراهمیت باشد. با توجه به مشخصات نمونه‌های برداشت شده می‌توان گفت که با افزایش شیب، مقدار pH و هدایت

1. Dispersed
2. Througflow

الکتریکی در نمونه‌های برداشت شده، کاهش پیدا کرده است.

نتایج حاصل از آزمایش نمونه‌های برداشت شده (جدول ۴) از نزدیکی خندق‌ها نشان می‌دهد که از نظر میزان PH خاک و هدایت الکتریکی با توجه به آستانه‌های ارائه شده (حداقل آستانه $\text{PH} = ۹/۵$ و $\text{EC} = ۱/۰$) هدایت الکتریکی برای فرسایش خندقی مواد سطحی و زیرسطحی منطقه به خندق‌زایی مستعد هستند و ممکن است خندق‌هایی که در حوالی محدوده مورد نمونه برداری تشکیل شده‌اند، ابتدا در اثر ایجاد آبراهه‌های زیرسطحی و سپس با فروریزی سقف آنها به خندق تبدیل شده باشند.

۶- نقش عناصر دامنه‌ای در زایش و توسعه خندق‌ها

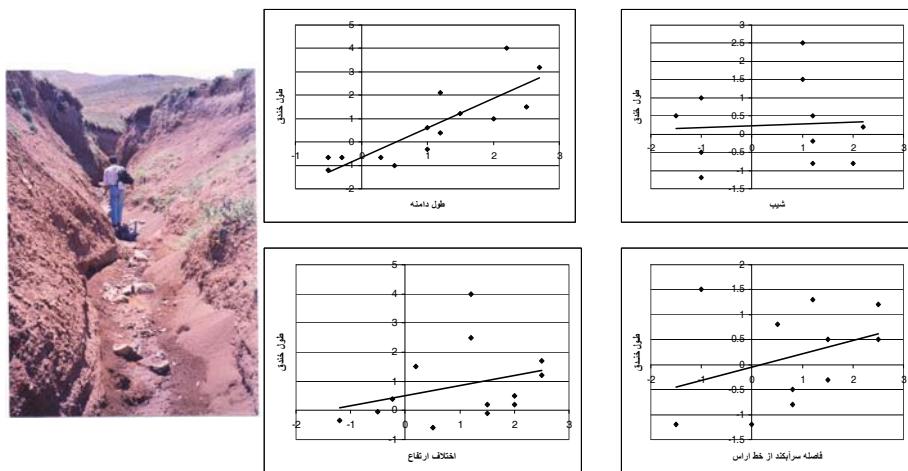
فرسایش دامنه‌ها به خصوص در فرسایش خندقی، شکل و طول دامنه‌ها نقش اولیه ایفا می‌کنند. طول دامنه که تعیین‌کننده وسعت محدوده جمع‌آوری آبهای جاری، انشنا و شکل دامنه‌ها که تعیین‌کننده واگرا و یا همگرا شدن آبهای جاری و در نتیجه افزایش و یا کاهش نیروی سایشی آبهای جاری در سطوح دامنه‌ها است، در تشکیل خندق‌ها نقش تعیین‌کننده دارند. در واقع طبق مطالعات صورت گرفته، فرسایش خندقی بر دامنه‌های متشكل از مواد ریز دانه به طول دامنه بستگی دارد [۲۱، صص ۳۵-۴۶].

این مطالعات نشان می‌دهد که در دامنه‌های کوتاه فرسایش خندقی بر ذرات کوچکتر از ۰/۰۵ میلی‌متر مؤثر است. با توجه به تأثیر عناصر دامنه‌ای در حساس‌پذیرنمودن خاک‌ها به فرسایش لازم است از این دیدگاه نیز مسئله فرسایش خاک‌ها و در نتیجه تشکیل خندق‌ها در منطقه مورد بررسی قرار گیرد.

با توجه به موارد بالا، در محدوده مطالعه شده ابتدا رابطه آماری عناصر دامنه‌ای و پراکندگی خندق‌ها به عنوان مهمترین اشکال ژئومورفولوژیکی که سبب فرسایش خاک در حجم بسیار بالا می‌شود، بررسی شده است. بررسی‌های آماری نشان می‌دهد که طول دامنه در بین چهار عامل انتخابی بیشترین رابطه را با طول خندق‌ها دارد ($R = ۰/۵۲۰/۶$). بنابراین براساس این نتیجه‌گیری‌ها می‌توان گفت که عامل طول دامنه در محدوده مطالعه شده، به طور مستقیم با فرسایش در رابطه است. (رابطه ۱)

$$y = ۹/۲۵۵ + ۰/۳۲۴ X_۱ + ۰/۵۶۹ X_۲ \quad (\text{رابطه ۱})$$

نتیجه به این صورت توجیه می‌شود که روی دامنه‌های طویل تشکیل رواناب‌های قوی امکان پذیر می‌شود. بنابراین در پایی چنین دامنه‌هایی، نهشت‌های دامنه‌ای با حجم زیاد که به فرسایش آبراهه‌ای مساعد هستند، انباسته می‌شوند. عامل طول دامنه عامل قوی‌تر از عامل جهتگیری در دامنه‌ها در تشکیل توسعه و یا حتی در فرسایش آن است. از سوی دیگر، دامنه‌های طویل، معمولاً ملائم‌تر از دامنه‌های کوتاه هستند. این امر به آب‌های سطحی اجازه نفوذ بیشتر می‌دهد (شکل ۱۰). به همین دلیل در دامنه‌های طویل تنوع در تقسیمات خاک بیشتر از دامنه‌های کوتاه است.



شکل ۱۰ تأثیر عوامل دامنه‌ای در طویل شدن خندق‌ها و تصویری از خندق تشکیل‌شده در منطقه

لازم به ذکر است که، هر چند از نظر تئوری ممکن است توجیه نقش عامل طول دامنه بر روی تشکیل خندق‌ها ساده باشد، اما در عمل تعیین نقش آن به عنوان یک عامل تأثیرگذار در تشکیل و تحول خاک بسیار دشوار است، چرا که پارامتر طول دامنه یک عامل مركب بوده و در برگیرنده عوامل متعددی است که هریک از آنها به تنهایی و یا در ارتباط با یکدیگر در زایش، توسعه و تشکیل خندق‌ها و یا فرسایش خاک تأثیرگذار هستند. در واقع در عنصر طول دامنه، عوامل دیگری مانند شب و انحنای دامنه نیز مستقر است. در دامنه‌های طویل، ممکن است



انحنای دامنه تغییر کند. به همین دلیل عامل طول دامنه به یک عامل پیچیده مبدل می‌شود که تفسیر و تعیین آن بر تشكیل و یا فرسایش خاک بسیار دشوارتر از نقش سایر عوامل است. علاوه بر عامل طول دامنه، شکل دامنه نیز در تعیین ویژگی‌های خاک و همچنین در تشكیل و یا فرسایش آن مهم است. پاییش‌های میدانی در منطقه مطالعه شده نشان‌می‌دهد که تشكیل خندق‌ها به‌طور عمدی در بخش مقعر دامنه‌ها صورت گرفته است. این امر به این صورت توجیه می‌شود که در بالای دامنه‌های مقعر جریان مواد و آب حالت همگرا پیدا می‌کنند و این همگرائی که باعث در اختیار گذاشتن مواد بیشتر – به عنوان مواد اولیه تشكیل و ضخیم شدن خاکها – بیشتر به پایین دامنه‌ها می‌شوند در عین حال باعث قدرت‌گیری توان فرسایش آب‌های سطحی و در نتیجه فرسایش پذیر شدن این بخش از دامنه‌ها می‌شود.

- منابع

- [1] Schaetzl R., Anderson. S,"Soils genesis and geomorphology ";Cambridge pub; 2005.
- [2] Poudel D.D.,West,L.T;"Soil development and fertility characteristics of a volcanic slope in Mindanao the Philippines". Soil Science.1999.63:1258-1273.
- [3] Wilkinson M.T., Humphreys G.,"S.Slope aspect,slope length and slope inclination controls of shallow soils vegetated by sclerophyllous heath – links to long –term landscape evolution;" Geomorphology,Vol.76, 2006.
- [4] Ritchie J.C.,McCarty G.W.,Venteris,E.R., Kaspar,T.C.;"Soil and soil organic carbon redistribution on the landscape";*Geomorphology* Geomorph, 2006.89.163-171.
- [5] BelyaeV.R., WallbrinkP.J., GolosovV.N., MurrayA.S., Sidorchuk AY;"A comparison of methods for evaluating soil redistribution in the severely eroded stavropol region, southern European Russia" ; *Geomorphology* Vol.65, 2005.
- [6] YandaR.Z.;"Useof soil horizons for assessing soil degradation and reconstructing chronology of degradation processes:The case of Mwisanga

Catchment ,Kondo,central seasonal changes in an Alpine soil bacterial community in the Colorado RTanzania; *Geomorphology*,Vol.34, 2000.

- [7] Lipson, D.A, Scmidt K."Rocky Mountains.Applied and Environmental Microbiology " Vol.70, 2004.
- [۸] دلال اوغلی ع؛ «تغییرات کاتتای خاک در دشت مشکین شهر» فضای جغرافیایی ش .۱۳۸۳، ۸۱
- [9] Bogaart P.W., Troch A.; "On the use of soil-landscape evolution modeling in understanding the hillslope hydrological response"; *Hydrology*,Vol.1, 2004.
- [10] Gabriel D.; "The effect of slope length on the amount and size distribution of eroded silt loam soil:Short slope laboratory experiments on interrill erosion"; *Geomorphology*,Vol.28, 1999.
- [11] Moir W.H.,Ludwig J.A., Scholes R.T."Soil erosion, vegetation in grasslands of the Peloncillo mountain , New Mexcio" *Soil Science*.Vol.46, 2000.
- [12] Harden C.P,Scruggs PD."Infiltration on mountain slopes:a comparison of three environments"; *Geomorphology* Vol.55, 2003.
- [۱۳] معینی ا، جعفری م، سلاجقه ع، فیض نیا س. «بررسی امکان استفاده از روش زمین‌شناسی برای مطالعات خاک در منابع طبیعی : مطالعه موردی، حوزه آبخیز طالقان»؛ *مجله محیط‌شناسی* ش ۳۹، ۱۳۸۵.
- [14] Fitzhugh R.D.,Christenson L.,M.,Lovett G.M."The fate of NO₂ tracer in soils under different tree species of the Catskill mountain; New\York Soil science,. *Soil Science*,Vol.67, 2003.
- [15] Johnston C.A.,Bridgman S,D.,Bergan,J.S."Nutrient dynamics in relation to geomorphology of riverine wetlands".*Soil science*,Vol.65. 2001.
- [16] Maranon M.S.,Soriano M.,Degado.,Delgado R."Soil quality in Mediterranean mountain environments :Effects of land use change". *Soil*



Science, Vol.66, 2002.

- [17] Ribes A., Grimalt C.J., Guevas E. "Polycyclic aromatic hydrocarbons in mountain soils of the subtropical Atlantic". *Journal of Environment Quality*, Vol.32, 2003.
- [18] Chadwick, O.A., Kelly, E.F., Hotchkiss, S.C., Vitousek, P.M. "Precontact vegetation and nutrient status in the shadow of Kohala Volcano, Hawaii". *Geomorphology*. *Geomorph*, 2006.89.70-83.
- [19] Imeson A.C., Lavee, N.; "Soil erosion and climate change the transect approach and the influence of; scale" *Geomorphology*, Vol.23, 1998.
- [20] Nemeth K., Cronin, S.J., "Syn-and post -eruptive erosion, gully formation and morphological evolution of a tephra ring in tropical climate erupted in 1913 in West Ambrym, Vanuatu;" *Geomorphology*, 2006.86.115-130.
- [21] Shoshany M., Kelman E.; "Assessing mutuality of change in soil and vegetation patch pattern characteristics by means of Cellular Automata simulation"; *Geomorphology*; Vol.77, 2006.