دکتر مریم بیاتی خطیبی، استادیار گروه پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تبریز M. Bayati Khatibi, Ph.D
شماره مقاله: ۶۰۳

بررسی نقش ویژگیهای سازندهای سطحی در وقوع لغزش‌ها
مطالعه موردی: دامنه‌های شمالی قوشه داغ (بین اهر و مشکین شهر)

چکیده

دامنه‌های شمالی قوشه داغ با توجه به شرایط لیتولوژیکی، هیدرولوژیکی، جهت‌گیری دامنه‌ها، اقلیم (و گاه پالئوکلیما) و ویژگیهای سازندهای سطحی، از مستعدترین مناطق برای وقوع لغزشها محسوب می‌شوند. سهم عوامل خارجی و داخلی در وقوع لغزش‌ها در سرتاسر منطقه یکسان نیست. در بخش‌هایی از منطقه به دلیل افزایش رطوبت در سازندهای سطحی تشکیل دهنده شیب‌های طبیعی، در برخی فصول حرکت مواد دامنه‌ای به‌طور دوره‌ای صورت می‌گیرد. در فصول پرآب این جابجایی مختص به لایه رسی کم ضخامت در روی دامنه‌ها است. اما در بخش اعظم منطقه، سازندهای سطحی با توجه به ویژگیهایی که دارند، نسبت به دریافت رطوبت عکس‌العمل شدیدی از خود نشان می‌دهند. در چنین بخش‌هایی، سهم عوامل خارجی در وقوع لغزش‌ها بسیار برجسته‌تر از عوامل داخلی است. حد پلاستسیته (PL%) در ۱۰ نمونه جمع‌آوری شده، از ۲۶ (نزدیکی روستای کوتلر)، تا فاقد پلاستسیته (N.P)، (بخش‌های دیگر منطقه) متفاوت است.

کلید واژه‌ها: لغزش، حدود اتربرگ، سازندهای سطحی، لغزش‌های سطحی، لغزش‌های چرخشی، دامنه‌های ناپایدار، قوشه داغ.

مقدمه

همه ساله در اثر وقوع لغزش در مناطق کوهستانی، حجم زیادی از سازندهای سطحی (خاک، آبرفت‌ها و مواد دامنه‌ای) تحت تأثیر نیروی ثقل و فرآیندهای دامنه‌ای، از شیب‌های طبیعی به پایین حمل می‌شوند. در اثر جابجایی و بر جای گذاری مواد ناشی از لغزش، خسارت زیادی به

راهها، کانالهای آبیاری و آبرسانی، منابع طبیعی و مراکز مسکونی وارد می‌شود. عوامل مختلفی از قبیل وضعیت توپوگرافی، زمین‌شناسی، ویژگیهای سازندهای سطحی، شرایط آب و هوایی، هیدرولوژیکی، وضعیت آبهای زیرزمینی و نحوه هوازدگی، بر ثبات دامنه‌ها تأثیر می‌گذارند (*Chancellor, 1994, 87; Morgan & Rickson, 1995, 136*). بنابراین در وقوع حرکات توده‌ای، به‌ویژه لغزش، عوامل مختلفی نقش ایفا می‌کنند، اما در مواقعی برحسب شرایط مکانی و یا زمانی، ممکن است نقش یک عامل در وقوع یک لغزش بسیار برجسته باشد. به همین دلیل، در مقایسه لغزش‌ها ممکن است یک لغزش از برخی جهات با سایر لغزش‌ها تشابهاتی داشته باشد، اما از جهات دیگر، کاملا متفاوت از آنها باشد. حتی اگر لغزش‌های مورد مقایسه مجاور یکدیگر قرار گرفته باشند (*Berger. Et al, 1996, 331; Asch. Et al, 1999, 30; Zhou. Et al, 2001, 103*).

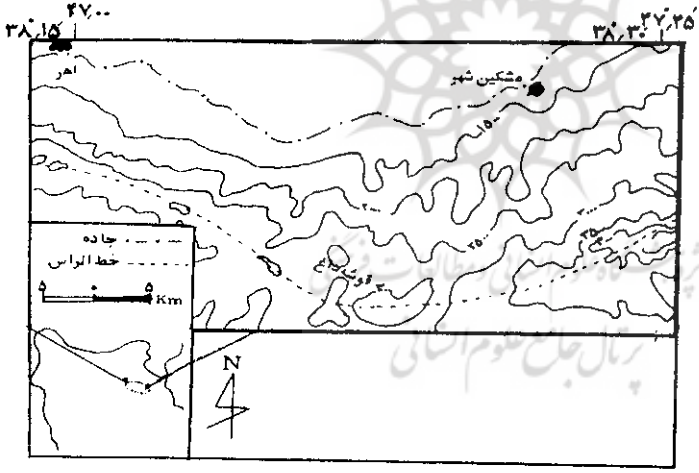
از دهه ۱۹۷۰، به علت ازدیاد خسارات جانی و مالی ناشی از وقوع لغزش‌ها، مطالعات وسیعی در سطح دنیا در زمینه علل وقوع این پدیده‌ها، ممیزی و پهنه‌بندی نقاط خطر و نحوه پیشگیری و کنترل آنها صورت گرفته است. علی‌رغم گستردگی مکانی و تعدد وقوع چنین پدیده‌هایی در ایران، به‌ویژه در آذربایجان، بررسی علل وقوع آنها و همچنین ممیزی نقاط حساس (از نظر احتمال وقوع) چندان مورد توجه محققین کشورمان قرار نگرفته است. به همین دلیل، اجرای برنامه‌های عمرانی در چنین نقاطی، معمولا با عدم موفقیت همراه بوده است. دامنه‌های شمالی قوشه داغ، با توجه به شرایط لیتولوژیکی، هیدرولوژیکی، جهت‌گیری دامنه‌ها، پالئوکلیما و در مواردی، ویژگیهای سازندهای سطحی، یکی از مناطق مستعد برای وقوع لغزش‌ها محسوب می‌شوند. به همین دلیل در سرتاسر منطقه مورد مطالعه، می‌توان شاهد لغزش‌های متعدد و تا حدودی بزرگ بود (در بعضی از بخش‌های منطقه می‌توان به شواهدی از وقوع لغزش‌های قدیمی نیز برخورد نمود) که در اثر آن، اکثر کانالهای آبیاری واقع در کناره و پای دامنه‌ها تخریب شده است و خسارات جانی زیادی نیز به بار آمده است (کشته شدن ۱۳ نفر از اهالی روستای بهل، بین اهر و مشکین شهر، در خرداد ۱۳۶۶). به‌طور کلی، عوامل ایجادکننده لغزش‌های منطقه را می‌توان به دو دسته درونی و بیرونی تقسیم نمود (۱).

هدف

با توجه به وقوع لغزش‌های متعدد در دامنه‌های منطقه و تفاوت در شکل و علت پیدایش آنها، در این تحقیق سعی شده است علل وقوع لغزش‌ها، با تاکید بر ویژگیهای درونی سازندهای سطحی و با استفاده از امکانات آزمایشگاهی، مورد مطالعه قرار گیرند.

معرفی منطقه مورد مطالعه

رشته کوه قوشه داغ با جهت شرقی- غربی، در شرق استان آذربایجان شرقی و غرب استان اردبیل قرار گرفته است (شکل ۱). توپوگرافی بخش‌های شمالی این رشته کوه، از تنوع خاصی برخوردار است. این تنوع، به دلیل ساختار زمین شناسی، فعالیت‌های تکتونیکی، پشت سر گذاشتن دوره‌های مختلف اقلیمی و ... می‌باشد. بلندترین نقطه ارتفاعی این رشته کوه قوشه داغ می‌باشد که با ارتفاع ۳۱۴۹ در بخش میانی آن قرار گرفته است. ارتفاع رشته کوه قوشه داغ از غرب به شرق افزایش می‌یابد و در بخش شرقی به سبلان می‌پیوندد (شیب دامنه‌ها از حدود ۹۰ درصد در بخش شرقی، به ۱۰ درصد در بخش غربی کاهش می‌یابد). اغلب لغزش‌ها در منطقه مورد مطالعه، در روی مواد سطحی، متشکل از آبرفت‌های قدیم و جدید که ضخامت آنها به ۱۰۰ متر می‌رسد، رخ داده است. حضور آبرفت‌های قدیمی، با توجه به نحوه قرارگیری آنها در روی سنگهای زیرین (که در بی‌ثبات نمودن دامنه‌ها نقش اولیه را ایفا می‌کنند)، از تغییرات مهم اقلیمی، تغییر شرایط هیدرولوژیکی و نیز تغییر در فرآیندهای فرسایشی در گذشته حکایت می‌کنند.



شکل ۱ موقعیت جغرافیائی منطقه مورد مطالعه

حضور چشمه‌ها در ارتفاعات، در اشباع نمودن مواد سطحی و به حرکت درآوردن آنها، نقش عمده‌ای ایفا می‌کنند. توجه به چنین نقشی در مطالعه ناپایداری دامنه‌ها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در محدوده مورد مطالعه، فراوانی چشمه‌های کوچک در کناره دره‌ها و سراشیبی دامنه‌ها، حاکی از نزدیک بودن سطح آبهای زیر قشری، به سطح دامنه‌ها است، در فصول پرآبی (عمدتا بهار)، با پرشدن آبخانه‌ها، آب به صورت چشمه‌ها از درزها و شکاف‌ها و گاه از خطوط گسل‌ها به بیرون تراوش می‌کند. حضور چشمه‌های موقت در ارتفاعات بالا و سطوح دامنه‌ها، در عین حال حاکی از

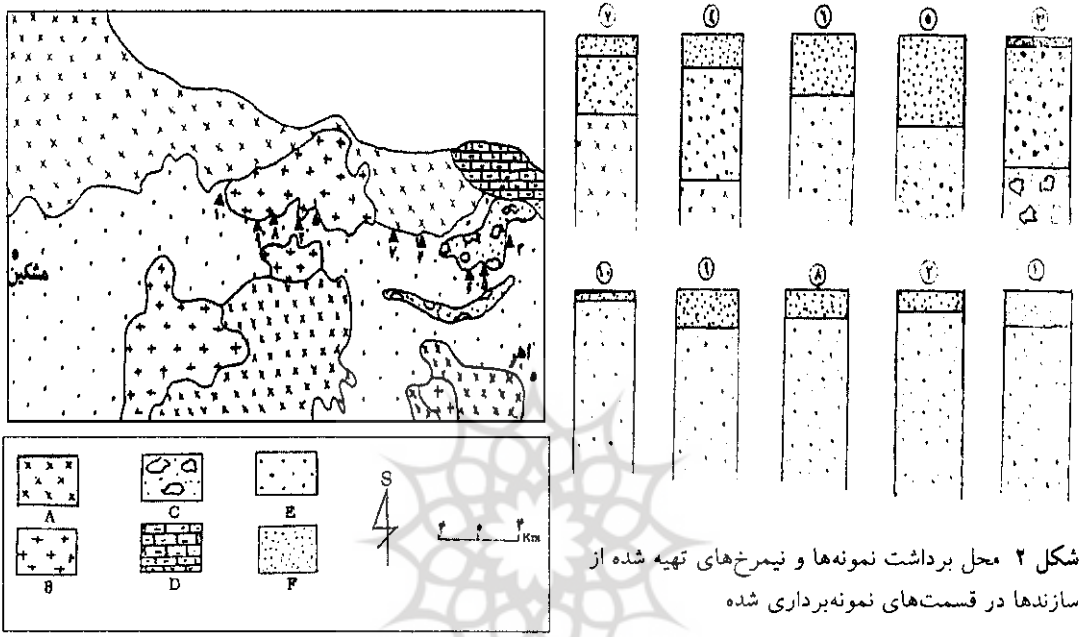
فقر آبخانه‌ها در این بخش از دامنه‌ها است. زیرا چنین چشمه‌هایی را صرفا به‌طور موقت در فصل بهار و موقع بارندگیهای سیستمی می‌توان در سرتاسر منطقه مشاهده نمود. از نظر تکتونیک منطقه بسیار فعال است. گنبد چین‌خورده قوشه داغ، بالا آمدگیها و گسل‌های متعددی که در سرتاسر منطقه پدید آمده است، حاصل چنین فعالیت‌هایی می‌باشند. تکتونیک در منطقه هنوز هم فعال است (به عنوان یکی دیگر از عوامل تحریک کننده وقوع لغزش) و شواهد موجود (از جمله شکست‌های متعددی که در دامنه‌های منطقه در شرایط کنونی صورت می‌گیرد) از تداوم چنین فعالیت‌هایی حکایت می‌کنند.

مواد و روش‌ها

برای رسیدن به اهداف مطالعه، ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی، نقاط و حدود لغزش‌های منطقه، شناسایی و مورد مطالعه مقدماتی قرار گرفت. سپس در طی پیمایش‌های میدانی، عوامل احتمالی دخیل در وقوع پدیده‌های مذکور از نزدیک بازدید و بررسی گردید. با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده از مطالعات میدانی و انطباق آنها با نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی، نیمرخ‌هایی از محل وقوع لغزش‌ها، تهیه گردید (شکل ۲). مهمترین هدف تحقیق، بررسی نقش احتمالی عوامل درونی، به‌ویژه ویژگیهای درونی سازندهای سطحی در وقوع لغزش‌های متعددی بود که در دامنه‌های شمالی قوشه داغ رخ داده بودند. بدین منظور، ۱۰ مورد تیپیک از بخش‌های مختلف منطقه انتخاب و نمونه‌هایی از مواد سطحی که در روی آنها لغزش رخ داده بود، جمع‌آوری گردید (جدول ۱ و شکل ۳ و۴). سپس نمونه‌های برداشت شده جهت مطالعه، به محیط آزمایشگاه منتقل شد. کار انتقال، با رعایت تمامی اصول مربوط به انتقال نمونه‌ها صورت گرفت تا در محیط آزمایشگاه جواب‌ها منطبق با شرایط طبیعی به‌دست آید. بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، آنها با دقت تمام مورد آزمایش قرار گرفتند تا بدین طریق بررسی مقایسه‌ای لغزش‌ها از نظر ویژگیهای سازندهای سطحی، به عنوان یکی از عوامل مهم در وقوع لغزش‌ها (به‌ویژه لغزش‌های سطحی)، امکان‌پذیر گردد (شکل ۲).

برای بررسی حساسیت ذاتی سازندها نسبت به دریافت رطوبت و در نتیجه وقوع لغزش‌ها، آزمایشهایی نیز در رابطه با تعیین حدود اتربرگ صورت گرفت، تا مشخص گردد که آیا بدون در نظر گرفتن سایر عوامل، خود سازندهای سطحی و به‌طور کلی مواد تشکیل دهنده دامنه‌ها، اساسا به وقوع لغزش مستعد هستند یا خیر؟ (جدول ۱) در این رابطه، ابتدا حد روانی و حد پلاستسیته نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و در مرحله بعدی با استفاده از مؤلفه‌های یاد شده، شاخص روانی، شاخص

پلاستسیته[1] ، که در بررسی ثبات دامنه‌ها از مؤلفه‌های بسیار مهم محسوب می‌شوند، محاسبه شد و در نهایت با توجه به ویژگیهای محل نمونه‌برداری و همچنین با استناد به جوابهای حاصل از محاسبات، نتیجه‌گیری‌های کلی صورت گرفت.



شکل ۲ محل برداشت نمونه‌ها و نیمرخ‌های تهیه شده از سازندها در قسمت‌های نمونه‌برداری شده

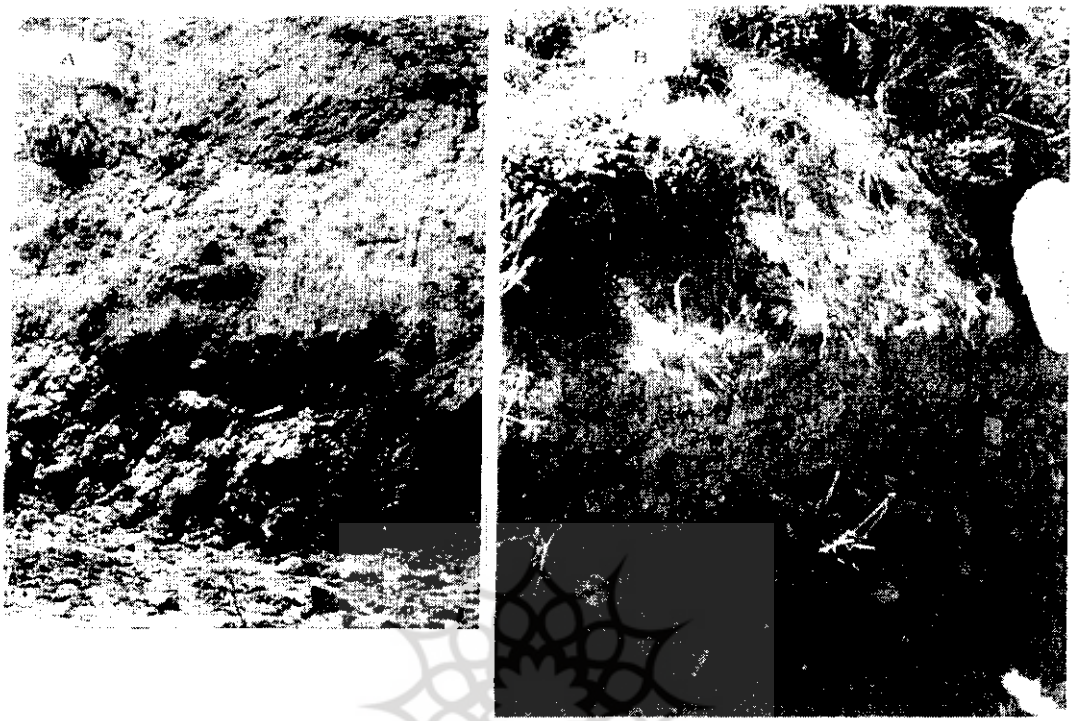
A) آندزیت و بازالت، B) گرانیت، C)کنگلومرا، D) آهک‌ها و مارن، E) آبرفت‌های قدیمی، F) مواد هوازده، Δ) محل نمونه‌برداری.

جدول ۱ ویژگی‌های نمونه‌های برداشت شده از بخش‌های مختلف دامنه‌های شمالی قوشه داغ

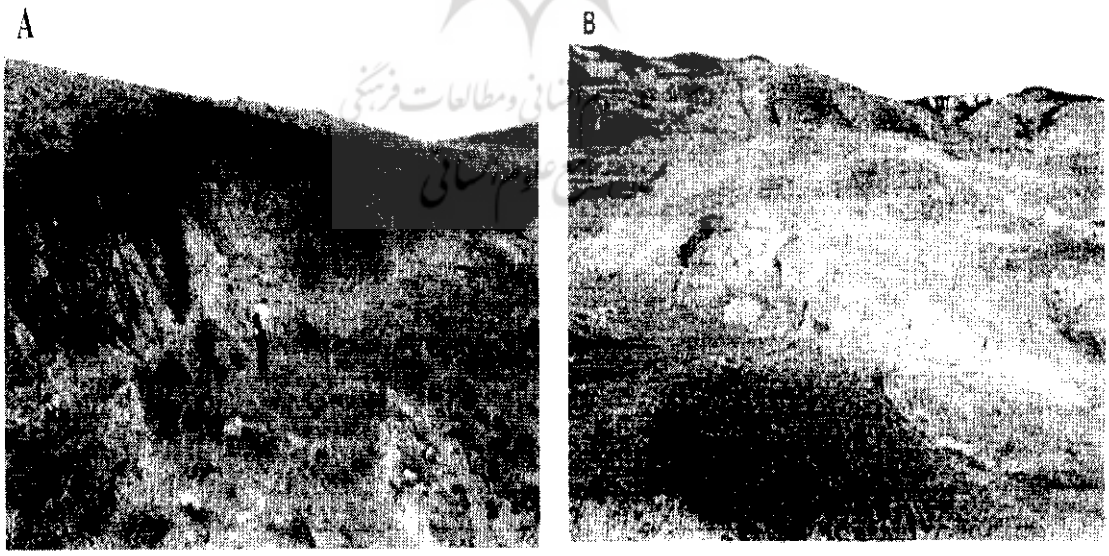
شماره نمونه	بافت سازندهای سطحی	نوع کانی در نمونه‌ها	رطوبت طبیعی(٪)	مکان نمونه برداری
۱	رس ریز دانه	کائولونیت	۱۹	نزدیک روستای سیدلی
۲	"	"	–	" " حصار
۳	"	"	–	" " چاقال آباد
۴	"	"	۱۹	" " یوزبند
۵	"	مونت مویونیت	۲۶/۵	" " کوتلر
۶	"	کائولونیت	–	" " علی آباد
۷	ماسه لای دار	"	۸	" " خان باز
۸	رس شن دار	"	۹	" " بهل
۹	مارن سبز	"	۲/۱۲	" " افیل
۱۰	ماسه شن دار	"	۲/۲۶	" " آله

1. Plasticity Index.

PI=LL-PL PI= (%) شاخص پلاستسیته LL= (%) حد روانی PL=(%) حد پلاستسیته



شکل ۳ انطباق تصاویر تهیه شده با دو نیمرخ ترسیمی شکل ۱ تصویر A : نیمرخ شماره ۱۰ و تصویر B : نیمرخ شماره ۱



شکل ۴ A وقوع لغزش چرخشی (نزدیک روستای کوتلر مربوط به نمونه ۵) و B وقوع لغزش‌های انتقالی سطحی در نزدیکی روستای دهستان و چاقال‌آباد (مربوط به نمونه ۳ در جدول ۱).

بحث

بررسی نقش عوامل داخلی در وقوع لغزش های منطقه

با این پیش زمینه ذهنی که در میان عوامل مختلف ویژگیهای سازندهای سطحی در وقوع لغزش‌ها نقش اساسی ایفا می‌کنند سعی شد ویژگی سازندها و تأثیر آنها در وقوع لغزش بررسی شود و به سؤالات زیر پاسخ داده شود:

- ویژگیهای سازندها در دامنه‌های منطقه تا چه حد در جابه‌جایی مواد تشکیل دهنده دامنه‌ها دخیل هستند؟ آیا اساسا عوامل درونی در وقوع لغزش‌ها نقش اولیه و اساسی دارند یا خیر ؟

الف- بررسی رابطه احتمالی حدود روانی سازندها با وقوع لغزش‌های منطقه

حد روانی[2] یکی از شاخصه‌های مورد توجه در بررسی استعداد درونی سازندها نسبت به وقوع و یا عدم وقوع لغزش در دامنه‌ها محسوب می‌شود (*ابن جلال و شفاعی، ۱۳۷۰، ۲۰*) (Bisici. et al, 1996, 352). به همین دلیل بررسی آن در ممیزی مناطق ناپایدار، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. حد روانی نشان‌دهنده میزان تراکم‌پذیری و سفت شدگی سازندهای سطحی تشکیل دهنده دامنه‌ها است (*کونته و همکاران، ۱۹۹۱، ۵۰*). در واقع، بزرگی حد روانی، حاکی از بالا بودن درصد ذرات ریز در تشکیلات مواد دامنه‌ای است و میزان آن بستگی به بار الکتریکی سطح ویژه ذرات تشکیل دهنده سازندها دارد (۲). حد روانی در سازندهایی که منشاء آتشفشانی دارند، ممکن است به ۴۰۰ درصد نیز برسد، در حالی‌که این حد در رسهای حاوی مونت موریونیت، به ۵۰ درصد و یا بیشتر، و در رسهایی که حاوی کانی کائولونیت هستند، به کمتر از ۵۰ درصد می‌رسد (*ابن جلال و شفاعی، ۱۳۷۰، ۲۲*). با توجه به جدول ۲ که حد روانی نمونه‌های برداشت شده از منطقه را نشان می‌دهد، می‌توان گفت اغلب مواد تشکیل دهنده دامنه‌های منطقه (به غیر از نمونه ۵ که حاوی کانی مونت موریونیت است)، نسبت به دریافت رطوبت عکس‌العمل کمتری نشان می‌دهند.

با توجه به جدول ۱، بیشترین حد روانی مربوط به نمونه ۵ می‌باشد. نمونه مذکور مربوط به لغزش حوالی روستای کوتلر (شکل A،۴) است،که حد روانی آن ۵۸ درصد بوده و حاوی مونت موریونیت می‌باشد. لغزش‌های بزرگ و کوچکی که در حوالی روستاهای زرگر و کوتلر رخ داده‌اند، به علت دور بودن از مسیر آبراهه‌ها (که احتمال شستشوی پای دامنه‌ها توسط آبهای جاری و در نتیجه از بین رفتن تکیه‌گاه مواد دامنه‌ای در چنین مکانهایی منتفی است) و همچنین کم بودن شیب دامنه‌ها، هیچ دلیلی برای وقوع لغزش‌ها به غیر از بالا بودن حد روانی و حد پلاستسیته[3] نمی‌توان عنوان نمود (هرچه بار الکتریکی بیشتر باشد، آب متصل به ذرات ریزسازندهای دامنه‌ای بیشتر بوده و

2. Liquied Limit. 3. Plasticity Limit.

در نتیجه حد روانی نیز بزرگتر است). لغزش کوتلر و لغزش‌های کوچک مجاور آن، بر روی رسهای بسیار ضخیمی رخ داده‌اند که این رسها استعداد بالایی به دریافت رطوبت و در نتیجه تورم بعدی از خود نشان می‌دهند.

در فصول بارش و عمدتا در فصل بهار، سازندهای سطحی بر روی چنین دامنه‌هایی، پس از دریافت رطوبت کافی افزایش حجم داده و مواد دامنه‌ای به صورت لغزش‌های نسبتا بزرگ، به پای دامنه جابجا می‌شوند و به این ترتیب حجم عظیمی از مواد دامنه‌ای را به پای دامنه‌ها منتقل می‌کنند.

کمترین حد روانی مربوط به نمونه شماره ۷، در حوالی روستای خان باز می‌باشد که، مواد تشکیل دهنده دامنه‌ها، عمدتا ماسه لای‌دار است (جدول ۱). این نوع سازندها، اصولا از نفوذپذیری بالایی برخوردارند و فاقد خاصیت پلاستسیته هستند. در واقع در بخش‌های یاد شده (حوالی روستاهای خان باز) که دامنه‌ها از چنین موادی تشکیل شده‌اند، احتمال وقوع لغزش‌هایی که در اثر دخالت خاصیت درونی خود سازندها به وقوع بپیوندد، بسیار ضعیف است. علت وقوع لغزش، در چنین بخش‌هایی از منطقه را باید در دخالت عوامل خارجی (مانند تغییر در شیب)، جستجو کرد. در این مورد می‌توان به وقوع لغزش‌هایی از منطقه اشاره نمود که، نمونه‌های ۱ و ۹ (در جدول ۱) از چنین بخش‌هایی برداشت شده‌اند.

ب- حد و شاخص پلاستسیته سازندهای سطحی و رابطه احتمالی آن با وقوع لغزش‌های منطقه

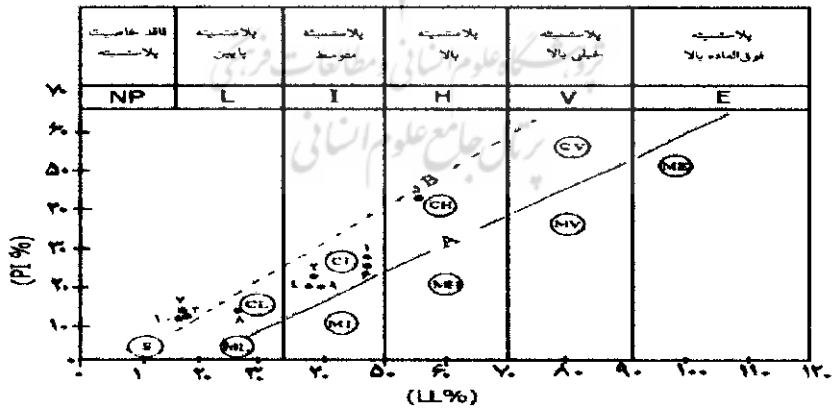
در مطالعه ناپایداری دامنه‌ها، آنچه که بیش از سایر موارد مورد توجه قرار می‌گیرد، حد پلاستسیته سازندها است. حد مذکور در سازندها نسبت به نوع کانیها و درصد ذرات رس، بسیار متفاوت است (*Bowles,1986, 28*). در منطقه مورد مطالعه، به‌ویژه در حوالی روستاهای زرگر و کوتلر در روی سازندهایی با پلاستسیته بالا، درصد وقوع لغزش‌های بزرگ و کوچک، بسیار زیاد است. با عنایت به اطلاعات درج شده در جدول ۲، می‌توان گفت که حد پلاستسیته اکثر نمونه‌های برداشت شده، به غیر از نمونه ۵، نسبتا پایین است. بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که در مکانهایی که لغزش‌ها صرفا به لحاظ استعداد درونی سازندها رخ نداده‌اند، شستشوی مواد ریز لایه‌های سطحی و انتقال آنها به لایه‌های زیرین و در نتیجه لغزنده شدن لایه‌های تحتانی، زمینه وقوع لغزش را مساعد ساخته است (مانند نمونه ۱ و ۱۰ در شکل ۲). با استفاده از حد روانی، حد پلاستسیته نمونه‌ها، شاخص پلاستسیته (PI %) نیز به عنوان یکی دیگر از شاخصه‌های مهم در ممیزی ثبات دامنه‌ها، محاسبه شده است. نتایج این محاسبات که به‌صورت نمودار و جدول (شکل ۵ و جدول ۲) ارائه گردیده است، امکان مقایسه ویژگی نمونه را فراهم می‌سازد. همچنان‌که در شکل ۵ نیز قابل مشاهده است، از ۱۰ نمونه مورد بررسی، تنها یک مورد (نمونه ۵) در محدوده پلاستسیته بالا قرار گرفته است.

این امر حاکی از حساسیت سازندها در بخش یاد شده، نسبت به دریافت رطوبت و در نتیجه وقوع لغزش می‌باشند. در مقابل، پنج نمونه دیگر (نمونه‌های ۶،۴،۲،۱و۹) در محدوده پلاستسیته متوسط قرار گرفته‌اند. بنابراین می‌توان گفت که لغزش‌های متعددی که در این بخش از منطقه مشاهده می‌شوند، در اثر دخالت سایر عوامل به‌وقوع پیوسته‌اند. در محدوده پلاستسیته پایین، نمونه ۸ واقع شده و سه نمونه دیگر یعنی نمونه‌های ۷،۳ و ۱۰ در محدوده غیرپلاستسیته یا N.P قرگار گرفته‌اند (جدول ۲ و شکل ۷). در بخش‌های نمونه‌برداری شده، نقش پلاستسیته سازندها (به غیر از نمونه ۵) در وقوع لغزش، ناچیز بوده است.

جدول ۲ حد و شاخص پلاستسیته نمونه‌های برداشت شده از دامنه‌های قوشه داغ

شماره نمونه	کیفیت پلاستسیته	PL (%)	LL (%)	PI (%)
۱	با پلاستسیته متوسط	۲۴/۵	۴۵/۵	۲۱
۲	با پلاستسیته متوسط	۲۱/۵	۳۷/۵	۱۶
۳	فاقد پلاستسیته	-	-	۱۲/۶
۴	با پلاستسیته متوسط	۲۳	۳۷	۱۴
۵	با پلاستسیته بالا	۲۶	۵۸	۳۲
۶	با پلاستسیته متوسط	۲۲	۴۶	۲۴
۷	فاقد پلاستسیته	N.P	۲۰	N.P
۸	با پلاستسیته پایین	۱۷	۳۰	۱۳
۹	با پلاستسیته متوسط	۱۹	۳۷	۱۸
۱۰	فاقد پلاستسیته	N.P	۲۳	N.P

(PI حدپلاستسیته، LL حد روانی و PI شاخص پلاستسیته)



شکل ۵ نمودار مربوط به شاخص پلاستسیته نمونه‌های برداشت شده از دامنه‌های شمالی قوشه داغ
در این شکل: خط A محدوده لای‌ها و خط B محدوده رس‌ها است (LL حد روانی و PI شاخص پلاستسیته)

در این مطالعه، براساس شاخص پلاستسیته، درصد تورم مواد دامنه‌ای در نمونه برداشت شده نیز تعیین شده است. با توجه به اینکه میزان تورم در رس‌های مواد دامنه‌ای، ملاک بسیار با ارزشی

در تخمین میزان پایداری و یا ناپایداری دامنه‌ها است، سعی شده است از این جنبه نیز، سازندهای منطقه مورد بررسی قرار گیرند. براساس شاخص پلاستسیته سازندها، درجه تورم و میزان تغییر در حجم رس‌ها، در اثر دریافت رطوبت، با انطباق با جدول کروزیر (جدول ۳) نشان می‌دهد که به غیر از مورد شماره ۵، میزان تورم و درصد تغییرات رس در اثر دریافت رطوبت، پایین و یا متوسط است. (*Crozier, 1968*).

جدول ۳ درجه تورم و حجم تغییرات رس با توجه به حد پلاستسیته

درجه تورم	حجم تغییرات به %	شاخص پلاستسیته%
خیلی بالا	> ۳۰	> ۳۵
بالا	۲۰-۳۰	۲۵-۳۵
متوسط	۱۰-۳۰	۱۵-۲۵
پایین	< ۱۰	< ۱۵

با افزایش آب موجود در سازندها، میزان ناپایداری دامنه‌ها و در نتیجه احتمال وقوع لغزش‌ها، افزایش می‌یابد. با استفاده از شاخص روانی[4] می‌توان در واقع چنین احتمالی را در دامنه‌ها مورد بررسی قرار داد. شاخص مذکور در کانیهای رسی غیر قابل تورم (و یا با تورم کم)، کمتر از یک، و در کانیهای رسی با خاصیت تورمی زیاد، بیشتر از یک می‌باشد (*ابن جلال و همکاران، ۱۳۷۰، ۳۰*). چنین شاخصی در سازندهای منطقه محاسبه و در جدول ۴ آمده است. جدول نشان می‌دهد که شاخص روانی در نمونه‌های برداشت شده قابل توجه نیست و گاه منفی است (نمونه‌های ۸،۴،۱و۹).

جدول ۴ حجم تغییرات و درجه تورم رسها در سازندهای منطقه بر اساس جدول ۳

شماره نمونه	شاخص روانی(%)	درجه تورم	حجم تغییرات در اثر تورم (%)
۱	-۰/۲۶	متوسط	۱۰-۳۰
۲	-	متوسط	۱۰-۳۰
۳	-	پایین	< ۱۰
۴	-۰/۲۸	پایین	< ۱۰
۵	۰/۰۱	بالا	۲۰-۳۰
۶	-	متوسط	۱۰-۳۰
۷	-	N.P	-
۸	-۰/۶۱	پایین	< ۱۰
۹	-۰/۹۳	متوسط	۱۰-۳۰
۱۰	-	N.P	-

4. Liquid Index

شاخص پلاستسیته=PI حدپلاستسیته(%)=PL درصد رطوبت طبیعی نمونه=W شاخص روانی (%)=LI LI=(W-PL)/PI

نتیجه‌گیری

در دامنه‌های شمالی قوشه‌داغ، فرآیندهای پیچیده تکتونیکی، مورفوتکتونیکی، اقلیمی، گسترش سازندهای سطحی و تغییر در مسیر جریان رودخانه‌ها، باعث وقوع لغزش‌های متعدد، با ویژگیهای متنوع را فراهم ساخته است. اما آنچه که بیش از سایر لغزش‌ها در دامنه‌های منطقه قابل ملاحظه است، تعدد وقوع لغزش‌های بزرگ سطحی و لغزش‌های چرخشی بزرگ در دره‌های عمیق منطقه است. لغزش‌های بزرگ چرخشی، اغلب بر روی سازندهای نیمه سست که عمدتا متشکل از آبرفت‌های قدیمی است، حادث شده‌اند. درحالی‌که لغزش‌های سطحی بر روی سازندهایی با درصد رس بالا و در عین حال کم ضخامت رخ داده‌اند. به عبارت دیگر، در بخش‌هایی از منطقه که حجم عظیمی از آبرفت‌های قدیمی بر روی زیرساخت آذرین قرار گرفته‌اند، در اثر شستشوی پاشنه دیواره‌ها و تغییرات ناگهانی شیب (در اثر شستشوی دیواره‌ها توسط سیلاب‌ها) لغزش‌های بزرگ و چرخشی و ناگهانی به‌وقوع پیوسته‌اند.

در مورد لغزش‌های سطحی، مکانیسم وقوع کاملا متفاوت از لغزش‌های بزرگ چرخشی است، در واقع میزان تغییرات رطوبت در فصول مختلف، علت عمده جابجایی آنها محسوب می‌شود. در واقع در دامنه‌های منطقه به دلیل افزایش رطوبت سازندها در بعضی از فصول سال (به‌ویژه در بهار) حرکت مواد دامنه‌ای در سطوح دامنه‌ها به‌طور دوره‌ای صورت می‌گیرد. یعنی در دوره‌های خشک در سطوح دامنه‌ها هیچ‌گونه حرکتی رخ نمی‌دهد، اما به محض دریافت رطوبت، مواد دامنه‌ای در بخش‌های سطحی جابجا می‌شوند.

این جابجایی که در سطوح دامنه‌ها بسیار کند صورت می‌گیرد، مختص به لایه رسی کم ضخامت در روی دامنه‌ها است. علت وقوع چنین جابجایی‌ها و یا به عبارت بهتر، وقوع لغزش‌های سطحی، به خاصیت انبساط و انقباض رسهای سطحی مربوط می‌گردد (شکل۴ و B). در چنین بخش‌هایی به سبب ایجاد ترکهای انقباضی در دوره خشکی، زمینه برای ورود رطوبت در فصول مرطوب و حرکات بعدی فراهم می‌گردد و در نتیجه، مواد دامنه‌ای به صورت موج‌های پی در پی در سطوح دامنه‌ها حرکت می‌کنند. عمقی که مواد دامنه‌ای به وسیله این نوع لغزش‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند، مساوی و یا کمتر از عمقی است که رطوبت در آن، در فصول مختلف تغییر می‌کند. علت این امر به کم عمق بودن شکاف‌ها و ترکهای سطحی برمی‌گردد.

به همین علت لغزش‌ها به صورت سطحی رخ می‌دهند. چنین لغزش‌هایی را می‌توان در سرتاسر منطقه، به‌ویژه در حوالی روستاهای خداوردی کندی و بخش‌های بالایی روستاهای افیل و بهل مشاهده نمود. در پی بررسی‌های میدانی وآزمایش نمونه‌ها، ثابت شده است که غیر از موارد استثنایی، در بیشتر بخش‌های منطقه، سازندها نسبت به دریافت و از دست دادن رطوبت، عکس‌العمل شدیدی از خود نشان نمی‌دهند. با استناد به محاسبات، نمودارها و جداول ارائه شده، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که غیر از چند نمونه معدود، نقش عوامل خارجی در وقوع لغزش‌های منطقه (نظیر تغییر شیب و ...) به مراتب بیش از سهم و نقش عوامل داخلی است (ویژگیهای پلاستسیته سازندها است). فقط خاصیت تورمی رسها، در معدودی از لغزش‌ها (لغزش‌های بزرگ منطقه) قابل بحث و ارزیابی است.

به طور کلی با توجه به نمودار ترسیمی مربوط به پلاستسیته نمونه‌ها (شکل ۶)، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که احتمال وقوع لغزش در اثر حضور رس و لای و عکس‌العمل آنها به دریافت رطوبت با توجه به ویژگیهای رس در بخش‌های مختلف منطقه، متفاوت است. به عنوان مثال این احتمال در دامنه‌های نزدیک روستاهای کوتلر (نمونه ۵) بالا و در دامنه‌های اطراف روستاهای افیل و بهل (نمونه‌های ۲،۱،۹) و اطراف روستاهای علی‌باد (نمونه ۶) برداشت شده، متوسط می‌باشد. این در حالی است که سازندها در اطراف روستاهای ینگجه (نمونه ۳) و در اطراف روستاهای خداوردی کندی و یاورکندی (نمونه ۷) و بالتر از روستاهای آله و گوران (نمونه ۱۰) فاقد خاصیت پلاستسیته هستند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تقدیر و تشکر

آزمایشات مربوط به حدود اتربرگ با کمک و مساعدت مسؤولین محترم آزمایشگاه خاک جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی صورت گرفته است. در این جا از همه دست‌اندرکاران آزمایشگاه تشکر می‌کنم.

پی‌نوشتها

۱. عوامل درونی باعث کاهش متوسط مقاومت برشی می‌شوند و عوامل بیرونی باعث افزایش متوسط تنش برشی در طول سطوح گسیختگی بالقوه در خاک و به‌طور کلی در سازندهای سطحی می‌گردند.

۲. هرچه بار الکتریکی بیشتر باشد، آب متصل به ذرات ریز سازندهای دامنه‌ای بیشتر بوده و در نتیجه حد روانی نیز بزرگتر است.

منابع و مآخذ

۱. آخری اسکری، اصغر(۱۳۷۱): **مطالعه زمین لغزش در روستاها و راههای آذربایجان شرقی**، سازمان زمین‌شناسی کشور.

۲. ابن جلال، رضا و محمود شفاعی بجستان (۱۳۷۰): **مکانیک خاک**، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.

۳. احمدی، حسن و علی طالبی اسفندرانی (۱۳۸۰): **بررسی عوامل مؤثر در ایجاد حرکت‌های توده‌ای (لغزش)**، مطالعه موردی منطقه اردل استان چهار محال و بختیاری، منابع طبیعی ایران، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۴، (۵۴).

۴. امینی‌زاده، محمدرضا (۱۳۷۷): **بررسی پایداری شیب‌ها و نحوه کنترل آنها در حوضه آبخیز سد جیرفت**، پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده عمران.

۵. بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۷۹): **بررسی نقش عوامل مورفودینامیک در ناپایداری دامنه‌های شمالی قوشه داغ**، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی.

۶. حسامی، خالد (۱۳۷۵): **گزارش مقدماتی از گسل‌های فعال منطقه آذربایجان**، مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران.

۷. حق‌شناس، ابراهیم (۱۳۷۶): **مجموعه مقالات دومین سمینار زمین لغزه و کاهش خسارت‌های آن**، انتشارات مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران.

۸. شریعت جعفری، محسن (۱۳۷۵): **زمین لغزش (مبانی و اصول پایداری شیب‌های طبیعی)**، انتشارات ساوه.

۹. فیض‌نیا، سادات، حسن احمدی و محمد حسن‌زاده نفوتی (۱۳۸۰): **پهنه‌بندی خطر زمین لغزش حوزه آبخیز شلمانرود در استان گیلان**، (۵۴).

۱۰. وفائیان، محمود (۱۳۶۷): **آزمایشهای مکانیک خاک**، نشر قومس، جلد اول و دوم.

11. Asilbekov, D.A.and A, Ismagulov (1991); **The evolution of stability of high slopes based on the determiniry of the initial zone of failure**. Landslides, Balkema.

12. Auzet, A.V and B, Ambroise (1996); **Soil creep dynamics, soil moisture and temperature conditions on a forested slope in the granitic**.Vosges mountains.Earth surface processes and landforms,John wiley and sons,Ltd.,(21).

13. Berger,A.R.and W,Jams (1996); **Geoindicators**, Balkema.

14.Betini,T.,F,Gugusi.,B,Elia and M,Doria (1991); **Slow movement in vestigations in clay slopes**. Landslides, Balkema.

15. Bisici.C.,J,Buratini and F,Dramis (1996); **The sant ,Agata Feltria landslides:A case of recurrent earthflow evolving from a deep – seated gravitational slope deformation** ,Geomorphology.Elsevier.(15).

16. Bowles, J.E (1986); **Engineering properties of soil**. Negraw Hill Book Company.

17. Branes,G (1995); **Soil mechanics**. Macmillian.

18. Chandler,R,J (1997); **The application of soil mechanics methods to study of slopes**. Applied. Geomorphology, Elsevier. (23).

19. Chancellor, W.J (1994); **Advaces in soil dynamics**.American society of Agricultural Engineers.(1).

20. Conte, E.,C,Deute and A,Guerricchio (1991); **Landslide movements in complex geological formations at verbiaro**. Landslides, Balkema.

21. Mather, E.A.,J.S,Griffiths and M,Stokes (2002); **Anatomy of a fossil landslide from the Pleistocene of SE Spain**, Geomorphology. (50).

22. Morgan,R.P.C and R.J.Rickson (1995); **Slope stabilization and erosion control**. EN Spon.

23. Okimmurra,T (1987); **Grund water models for mountain slopes stability**. John Wiley and SonsLTD.

24. Reid,L.M and M.J.Page (2002); **Magnitude and frequency of landsliding in large New Zealand catchment**, Geomorphology. (50).

25. Smith,K (1996); **Environmental hazards**, Routledge.

26. Sorriso,M.,G.Gulla and M,Amelio (1999); **Mass-movement, geologic structure and morphologic evolution of the Pizzotto-Greci slope**, Italy, Geomorphology, Elsevier(30).

27. Asch ,T.W.,J,Buma and L.P,Van Beek (1999); **A view on some hydrological triggering systems landslides**, Geomorphology, Elsevier.(30).

28. Zhou,C.H.,C.F,Lee.,J,Li and Z.W.Xu (2001); **On the spatial relationship between landslides and causative factors on Lantau Island**, Hong Kong, Geomorphology, Elsevier.(49).