

دکتر محمد غفوری
دکتر علیرضا عاشوری
دانشگاه فردوسی مشهد
شماره مقاله: ۴۴۵

زمین لغزش به عنوان یکی از بلایای طبیعی در شمال خراسان^۱

Dr. M. Ghafoori

Dr. A. Ashouri

Ferdowsi University of Mashhad

Landslide as a natural disaster in North of Khorassan

Landslides are among the major natural disasters or calamities in the world. They occur almost universally as a function of the lithology, slope of the terrain and natural and human actions that may either add to the operating gravitational stresses or reduce the resistance to sliding of the soils comprising the slope. Landslides cause extensive damages to roads, bridges, human dwellings, agricultural land, orchards, forests etc., resulting in loss of property as well as life.

In hilly terrains of Iran, including Kopet-Dogh area in northeast, landslides have been a major and widely spread natural disasters that strike life and property almost perennially and occupy a position of major concern. Based on field studies of landslides in Kopet-Dogh area,

۱- این پروژه تحقیقاتی با شماره ۳۱۳۰۳۲۵۲ از برنامه ملی تحقیقات، با حمایت مالی شورای پژوهشهای علمی کشور انجام شده است که تشکر و قدردانی می‌گردد.

carried out over the past two years the paper bring out a number of facets. These field observations enabled the appropriate stability analysis to be carried out for the mechanism depicted in many landslides especially around the Bojnord and Shirvân area. Interaction between local geology and the long term climatic conditions will result in significantly different landforms with varying degree of susceptibility to landsliding.

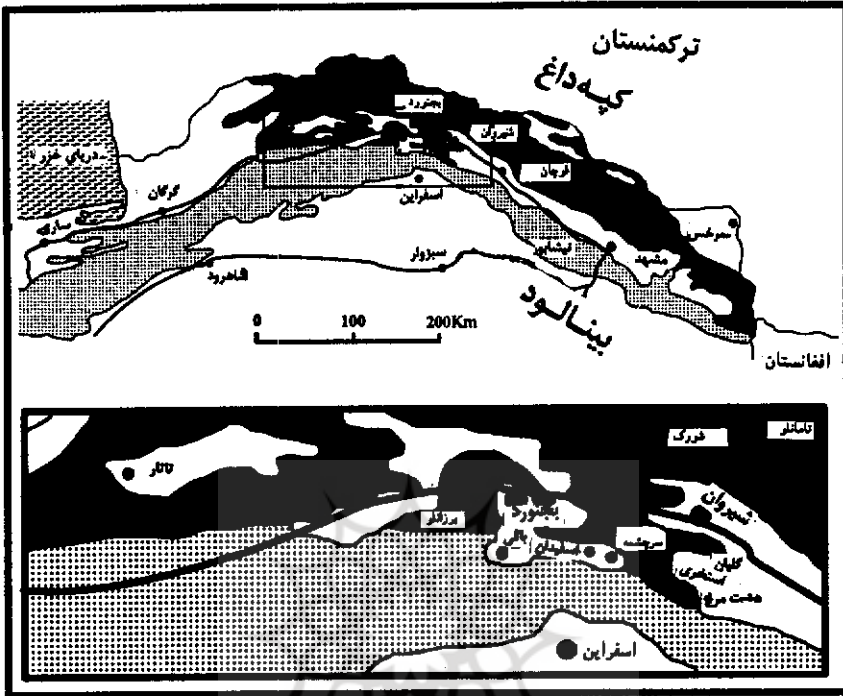
مقدمه

حوادث طبیعی غیر مترقبه خطرهایی جدی برای توسعه کشورها در بردارند. زیرا سرمایه گذارهای بلند مدت را دچار مشکل کرده و اوضاع و وضعیت زیست محیطی را مختل می کنند. نگرشی به انواع حوادث غیر مترقبه نشان می دهد که زمین لغزش پس از زلزله مهمترین عامل خسارت است. این پدیده به دلیل شرایط خاص زمین شناسی، توپوگرافی و آب و هوایی هر ساله در نقاط مختلف کشورمان خسارات قابل توجهی ایجاد می کند. براساس گزارش یونسکو ۸۴٪ از خسارات و تلفات وارده بر اثر حوادث طبیعی مربوط به زلزله و ۱۴٪ مربوط به زمین لغزش می باشد (ITC 1984). در برخی از استانها از جمله خراسان، زمین لغزش به عنوان مؤثرترین عامل در تخریب اراضی کشاورزی، خانه های مسکونی، جاده های استراتژیک و مواصلاتی و در نهایت تلفات جانی و مالی محسوب می شود.

عدم توجه به موضوع پایداری شیبا سبب شده است تا به دنبال بارندگیهای بهاری و وقوع زلزله، لغزشهایی اتفاق بیفتد که با خسارات مالی و جانی همراه هستند. لغزش روستای فتلک رودبار به دنبال وقوع زلزله ۱۳۶۹ و لغزش روستای آبیکار فارسان در فروردین ۱۳۷۷ به دنبال بارندگیهای فراوان که منجر به نابودی کامل این دو روستا و تلفات جانی ناگواری شدند از آن جمله اند. (شعاعی ۱۳۷۷).

نواحی شمال خراسان بویژه شهرستانهای شیروان، بجنورد نیز جزو نواحی هستند که تقریباً همه ساله شاهد زمین لغزشهایی در ابعاد مختلف می باشند. بروز این حوادث که عمدهً مربوط به نواحی کوهستانی و روستایی است با خسارات گوناگونی همراه می باشد.

در مقاله حاضر با توجه به تحقیقات انجام شده، عوامل اصلی بروز زمین لغزشهای ناحیه مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفته و دربارهٔ مهمترین آنها توضیحاتی داده شده است.



نقشه شماره ۱: موقعیت جغرافیایی ناحیه مورد مطالعه

زمین شناسی منطقه

کوههای کپه داغ بخش عمده‌ای از محدوده شمالی استان خراسان از مرز افغانستان تا شرق استان گلستان را در بر گرفته و به عنوان یکی از واحدهای شاخص در زمین شناسی ایران مطرح است. حد غربی کپه داغ را دریای خزر و حد جنوبی آن را بطور تقریب جاده مشهد به شمال تشکیل می دهد که به طرف غرب بخشی از جنوب جاده را نیز شامل می شود. حد شمالی کپه داغ تا جنوب کشور ترکمنستان و حد شرقی آن تا کشور افغانستان گسترش دارد. واحدهای سنگی کپه داغ را عمده سنگهای مزوزوئیک و ترشیاری تشکیل می دهند که حدود ۸۰۰۰ متر ضخامت دارند. توالی رسوبی کپه داغ را می توان در دو گروه کلی واحدهای صخره ساز و تشکیل دهنده ارتفاعات و واحدهای سنگی تشکیل دهنده مورفولوژیهای پست تقسیم کرد. واحدهای صخره ساز با تشکیل ارتفاعات، شیب توپوگرافی لازم را برای زمین لغزه ها به وجود می آورند.

واحدهای با مورفولوژی پست که عمدهً از شیل و مارن تشکیل یافته و نفوذ ناپذیرند، علاوه بر تأمین توده‌های خاکی سطوح لغزشی زمین لغزه‌ها را تشکیل می‌دهند.

سازندهای آهکی مزداوند و تیرگان در کپه داغ گسترش وسیعی داشته و قلل مرتفع این رشته کوه را تشکیل می‌دهند. از جمله، مرتفعترین قله کپه داغ در کوه‌های هزارمسجد، از سازند مزداوند تشکیل یافته است. سازندهای کربناتی کلات و چهل‌کمان در شسوق و سازند ماسه سنگی اتامیر در شمال غرب کپه داغ نیز از دیگر واحدهای صخره‌ساز کپه داغ می‌باشند.

واحدهای سنگی سرچشمه، سنگانه، آبدراز، آب تلخ و خانگیران که بسهولت فرسایش یافته و دامنه‌های مناطق مرتفع و یا نواحی پست را تشکیل می‌دهند به علت ترکیب شیلی و مارنی و بعضاً ژپس، حالت نفوذ ناپذیری داشته و سطوح لغزشی رابه وجود می‌آورند. علاوه بر این بخشهایی از سازندهای شوربجه، اتامیر و پسته لیق نیز که در گسترش جانبی ترکیب شیلی دارند به وجود آورنده سطوح لغزشی می‌باشند.

گرچه آن گونه که اشاره شد، زمینه‌ساز اصلی وقوع زمین لغزشها واحدهای سنگی منطقه هستند، اما در بسیاری از موارد بخش قابل توجهی از توده‌های لغزشی را مواد آواری عهد حاضر تشکیل می‌دهند که روی واحدهای سنگی غیر قابل نفوذ را پوشانده‌اند. در این حال سطح لغزشی، سطح تماس مواد آواری با واحدهای سنگی نفوذ ناپذیر زیرین است. به عنوان مثال در زمین لغزش نامانلو بیش از ۹۰٪ توده جابه جا شده را مواد آواری عهد حاضر تشکیل می‌دهد که روی سازند نفوذ ناپذیر سرچشمه در دامنه ارتفاعات متشکل از سازند تیرگان قرار گرفته‌اند.

معرفی زمین لغزشهای مهم منطقه

در دامنه‌های ارتفاعات شمالی خراسان بخصوص اطراف شهرستانهای شیروان و بجنورد، زمین لغزشهای متعددی اتفاق افتاده است. در طی مطالعات صحرایی چندین زمین لغزش شناسایی و خصوصیات آنها به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است. نقشه شماره ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

از عوامل مهم در ناپایداری دامنه‌های منطقه مورد مطالعه، نوع سنگها، شیب توپوگرافی و آبهای سطحی و زیرزمینی می‌باشد. سنگهای منطقه عمدهً از مارن، شیل، آهک، ماسه سنگ،

کنگلو مرا و سنگهای تبخیری تشکیل شده‌اند. چشمه‌های متعددی در منطقه وجود دارد که نشان دهنده نم و رطوبت بالای دامنه‌ها می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه در استان خراسان حدود ۲۰۰ میلیمتر (ولایتی ۱۳۶۶) و در منطقه مورد مطالعه حدود ۴۰۰ میلیمتر است (کمالی ۱۳۶۶). بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که فراوانی زمین‌لغزشها با سالهای پرباران نسبت مستقیم دارد. قریب ۹۰٪ زمین‌لغزشهای منطقه شیروان - بجنورد در سازندهای شوربجه و سرچشمه و همچنین واریزه‌های ناشی از آنها صورت گرفته است. سازند شوربجه از شیل، ماسه سنگ و کنگلو مرا همراه با سنگ گچ و سازند سرچشمه از مارن و شیل همراه با لایه‌های نازک آهکی تشکیل شده است. هر دو سازند از نظر لیتولوژی نسبت به فرسایش حساس بوده و معمولاً به وسیله لایه ضخیمی از مواد آواری پوشیده شده‌اند.

۱- زمین‌لغزش اسفیدان

این زمین‌لغزش در تیرماه ۱۳۷۱ در جنوب شرقی شهرستان بجنورد و در مجاورت روستای اسفیدان اتفاق افتاد. روستای اسفیدان در دره‌ای به همین نام در کوههای آلاداغ و بر روی سازند شوربجه واقع است که عمده‌ای از ماسه سنگ، کنگلو مرا، شیل‌های سیلیسی و رس ژپس‌دار و مارن تشکیل یافته است. این روستا با مختصات جغرافیایی ۵۷°۳۴' طول شرقی و ۳۷°۱۹' عرض شمالی در ارتفاع تقریبی ۱۶۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد.

جمعیت روستا براساس آمار سال ۱۳۷۰ حدود ۶۸۰ خانوار و ۳۴۲۵ نفر بوده است (کاخی و همکاران ۱۳۷۴). براساس اظهار نظر کارشناسان دفتر فنی کمیته آبخیزداری جهاد استان، در اثر این زمین‌لغزش در حدود ۳۰۰۰ نهال و چندین هکتار از باغات و زمینهای مزروعی کشاورزان از بین رفته و خساراتی حدود ۱۰۰ میلیون تومان (مبنای محاسبه سال ۱۳۷۱ می‌باشد) را موجب شده است.

۲- زمین‌لغزش در قانلو

این زمین‌لغزش در محل روستای قدیم در قانلو اتفاق افتاده است. این روستا جزو دهستان کسبایر به مرکزیت ارکان است که در ۵۰ کیلومتری شمال غرب بجنورد، در عرض شمالی ۳۷°۲۶' و طول شرقی ۵۷°۹' و ارتفاع تقریبی ۱۲۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. جمعیت روستا ۷۸۰ نفر (۱۵۳ خانوار) و فعالیت عمده آنها کشاورزی و باغداری (انگور) و دامداری است.

از واحدهای سنگی عمده‌ای که در ساختار کلی منطقه نقش اساسی دارند از قدیم به جدید سازندهای تیرگان و سرچشمه و رسوبات نئوژن و کواترن را می‌توان نام برد. از نظر زمین‌شناسی مهندسی، بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که حرکت و لغزش مواد آواری روی شیل و مارنهای سرچشمه و آهکهای تیرگان عامل اصلی مکانیزم لغزش در محدوده روستا می‌باشد. مواد آواری در اثر هوازگی سنگهای رسوبی مانند شیل و مارنهای سازند سرچشمه و آهکهای تیرگان و رسوبات نئوژن در محل تشکیل شده‌اند.

وجود ترکهای کششی در قسمت فوقانی توده در محل روستای قدیمی و بازشدگی آن و همچنین وجود ترکهای ایجاد شده در دیوارها و پی ساختمانهای مستقر بر روی توده نشان‌دهنده فعال بودن توده از نظر لغزش می‌باشد. حرکت توده لغزشی موجب تخریب خانه‌های روستایی شده بطوری که روستاییان مجبور به ترک خانه‌ها و سکونت در محل جدید شده‌اند.

حرکت توده لغزشی حالت پیشرونده به سمت محل روستای جدید دارد. چنانچه از حرکت توده جلوگیری نشود، لغزش به محل جدید روستا رسیده و خسارات زیادی را در پی خواهد داشت. با توجه به شرایط ژئوتکنیکی منطقه و با بررسیهای همه جانبه‌ای که در منطقه به عمل آمده، در محدوده روستا مکان مطلوبی برای بنای روستای جدید وجود ندارد. باین وجود به نظر می‌رسد محل جدید روستا که در حال حاضر عده زیادی در آن جا مستقر شده‌اند (کاخی و غفوری ۱۳۷۶) مناسبترین مکانی است که می‌توان روستا را در آنجا ایجاد کرد.

۳- زمین لغزش شورک زیارت

این زمین لغزش در روستای شورک در شمال غرب شیروان به وقوع پیوسته است. نخستین حرکات آن در سال ۱۳۴۹ رخ داده است (آریایی ۱۳۴۹). لغزش اواخر فروردین ماه ۱۳۷۰ باعث خراب شدن روستا و آواره شدن ساکنین آن گردیده (کریمی مقدم و همکاران ۱۳۷۶). این روستا در ۱۸ کیلومتری شمال غرب شیروان در دامنه دره‌ای گسلی و بر روی سازند سنگانه شامل شیل، مارن، آهک مارنی همراه با رس و ژئیس قرار دارد (آریایی، ۱۳۴۹).

با توجه به مطالعات میدانی عوامل مؤثر در این زمین لغزش، شیب دامنه، هم جهت بودن شیب لایه‌ها با شیب توپوگرافی، بارندگی شدید در فروردین ماه ۱۳۷۰ و لیتولوژی خاص منطقه

بوده است. منطقه لغزشی حدود ۱۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. به علت تخریب روستای قدیم، مردم در محل روستای جدید مستقر شده‌اند. محل جدید روستا با توجه به شرایط خاص ژئوتکنیکی نیاز به بررسی و مطالعه دقیقتری دارد. برای جلوگیری از تخریب روستای جدید بایستی زهکشیهای مناسب ایجاد و از ورود فاضلاب روستا به داخل خاک جلوگیری شود.

۴- زمین لغزش نامانلو

این زمین لغزش در شرق روستای نامانلو به وقوع پیوسته است. واحدهای سنگی منطقه سازندهای تیرگان و سرچشمه هستند. سازند سرچشمه از مارنها و شیل‌های دارای لایه‌های نازک آهکی تشکیل شده است. بخش مارنی این سازند یکی از عوامل مؤثر در بروز زمین لغزش در این منطقه بوده است.

مواد آواری روی سازند سرچشمه قرار گرفته‌اند. در اثر نفوذ آب به داخل این مواد و به دلیل وجود مارن‌های سرچشمه در قسمت زیرین، آب روی هم جمع شده و باعث افزایش وزن توده و در نتیجه لغزش آن بر روی مارنها می‌شود. زمین لغزشها در این منطقه علاوه بر اثرات تخریبی به علت قرار گرفتن در حوضه آبریز سد در دست احداث بارزوی شیروان از نظر مسأله فرسایش و رسوب‌زایی از اهمیت خاصی برخوردارند. ناحیه نامانلو از جمله مناطقی است که در حوضه آبریز این سد قرار دارد.

۵- زمین لغزش اسطرخی

این زمین لغزش در دره اسطرخی و در حدود ۲۰۰ متری پایین دست روستا اتفاق افتاده است (کریمی مقدم و همکاران ۱۳۷۶). روستای اسطرخی با طول جغرافیایی $57^{\circ}5'$ و عرض جغرافیایی $37^{\circ}11'$ و ارتفاعی حدود ۱۷۰۰ متر از سطح دریا، در ۲۵ کیلومتری جنوب شهرستان شیروان در یک دره گسلی نسبتاً عمیق ۷ شکل و در مسیر جاده خاکی شیروان به اسفراین واقع شده است. تصویر شماره ۱ روستای اسطرخی و محدوده زمین لغزش رانشان می‌دهد. دره دارای شیب تند بوده و از نظر لیتولوژی از سنگهای آهکی، آهکهای مارنی، ماسه سنگ و گچ مربوط به ژوراسیک فوقانی و شیل، ماسه سنگهای قهوه‌ای مایل به خاکستری،

کنگلومرات و بین لایه‌های نازک سنگ گچ مربوط کرتاسه فوقانی تشکیل شده است. نوع لیتولوژی، شیب تند دامنه، هم جهت بودن شیب لایه‌ها با شیب دامنه، وجود مواد واریزه‌ای حاصل از فرسایش، شستشوی پای دامنه توسط رودخانه و بارندگی از عواملی هستند که سبب ایجاد زمین لغزش در این منطقه شده‌اند. علاوه بر این تبدیل زمینهای بایر به مزروعی و باغها و ایجاد کانالهای آبیاری در دامنه‌های شیب‌دار و آبیاری بیش از حد باغها و زمین‌های زراعتی در بهار و تابستان سبب نفوذ آب به داخل توده‌های آواری و تجمع آن بر روی لایه نفوذناپذیر شده و لغزش را تسهیل کرده است.



تصویر شماره ۱: روستای اسطرخی و باغهای تخریب شده از زمین لغزش

۶- زمین لغزش تاتار

این زمین لغزش در محل روستای قدیمی تاتار در حدود ۲۰ کیلومتری شمال غرب

شهرستان بجنورد اتفاق افتاده است. زمین لغزش تابستان ۱۳۵۹ در این منطقه سبب تخریب خانه‌ها و باغها شد. سنگ‌پی این روستا سازند سرچشمه است که مانند مقطع تیپ آن در شمال شرق بجنورد (افشار حرب ۱۹۷۹ و ۱۳۷۳) از دو بخش تحتانی شامل مارنهای خاکستری، سنگهای آهکی لایه نازک و آرژیلی و بخش فوقانی شامل شیلهای خاکستری همراه با لایه‌های نازک آهکی و آهکهای مارنی تشکیل شده است. این مجموعه بر روی سنگهای آهکی تیرگان قرار دارد. نفوذ آب حاصل از فاضلاب روستا و آب حاصل از بارندگی در داخل توده و روی لایه مارنی باعث کاهش اصطکاک و ایجاد لغزش در منطقه شده است.

عامل اصلی لغزش در این منطقه لیتولوژی مارنی و شیلی و آب و هوا بوده است. روستای تاتار در نتیجه این لغزش تخریب و خالی از سکنه شده و به محل جدید انتقال یافته است.

۷- زمین لغزش برزانلو

روستای برزانلو که به علت حرکت توده‌ای مواد، در معرض تخریب و نابودی قرار گرفته در حدود ۵۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان بجنورد و بر روی دامنه سست و ناپایدار کوه سالوک قرار گرفته است. پی سنگ آن را تناوبی از لایه‌های شیلی تیره و ماسه سنگ‌های قهوه‌ای رنگ سازند شمشک تشکیل داده است (غفوری و آریایی ۱۳۷۷). بر روی لایه‌های فوق‌الذکر رگولیت‌های حاصل از فرسایش سازند شمشک با ضخامت قابل توجهی مشاهده می‌شود. رگولیت‌های فرسایشی در شیب توپوگرافی روستا، دامنه‌ای با شیب حدود ۶۰° متمایل به جهت شمال تشکیل داده‌اند. با توجه به تأثیر عوامل متعدد، مواد در دامنه محل استقرار روستا حرکت کرده و جابه جا شده‌است و بدین ترتیب خسارات عمده‌ای اعم از تخریب ساختمانها و تغییرات سطحی زمینهای مزروعی و باغها به وجود آورده است.

پدیده لغزش توده‌ای خاک در محوطه روستا و تپه‌های مجاور آن، ناشی از جابه جایی و حرکت خاکهای اشباع شده بر روی سازند شیبدار آهکی سخت و به علت نیروهای دینامیکی از قبیل فعالیت گسلها در منطقه و کم شدن مقاومت برشی خاک در اثر جذب آب است. آبیاری زمینهای مزروعی و باغهای روستا نیز باعث تشدید حرکت و تسهیل لغزش شده است. آثار این لغزش به صورت ترکهای برشی در بیشتر دیوارهای باربر ساختمانهای مسکونی و سقف آنها

مشاهده می‌شود. این ترکها به مرور در حال پیشروی و گسترش می‌باشند بطوری که بعضی از اهالی روستا مجبور به ترک منازل خود شده‌اند.

عوامل مؤثر بر زمین لغزش

بطور کلی عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزشهای محدوده مورد مطالعه را می‌توان در دو دسته عوامل طبیعی و عوامل غیرطبیعی مورد بررسی قرار داد.

۱- عوامل طبیعی

- جنس واحدهای تشکیل دهنده: یکی از عوامل مهم وقوع زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه وجود سازندهایی با سنگهای نرم چون مارن، شیل، ژپس و مواد آواری می‌باشد. سازندهای مزبور عمده سطوح لغزشی را برای حرکت توده‌ها به وجود می‌آورند. اما مواد جابه جا شده را عمده مواد آواری تشکیل می‌دهند که متشکل از مواد منفصل، غیر متجانس و با جورشدگی بد می‌باشند. مارن و شیل و مواد حاصل از فرسایش آنها به دلیل خواص مکانیکی و فیزیکی مخصوص به خود، دارای حساسیت زیادی نسبت به پدیده لغزش هستند. علاوه بر مارن و شیل وجود ژپس و همچنین نوع کانیهای رسی اهمیت زیادی در وقوع پدیده لغزش در منطقه دارند.

- عامل ژئومورفولوژی: شیب زیاد دامنه‌ها و هم جهت بودن شیب دامنه‌ها با شیب لایه‌ها و وجود مقادیر زیادی مواد فرسایشی حاصل از سنگهای تشکیل دهنده دامنه‌ها یکی دیگر از عوامل مؤثر در زمین لغزشهای منطقه می‌باشد.

- بارندگی: اگرچه میزان بارندگی در منطقه خیلی زیاد نیست (۳۰۰-۴۰۰ میلیمتر در سال) ولی بارندگیهای شدید در فصول پرباران مانند بهار یکی از عوامل مهم در ایجاد زمین لغزش می‌باشد.

- اثر احتمالی زمین لرزه: زلزله نیز یکی دیگر از عوامل وقوع زمین لغزش بوده است. اگرچه به علت وقوع اندک زلزله‌ها این عامل را نمی‌توان از عوامل اصلی وقوع زمین لغزشها در منطقه دانست.

- پاشویی دامنه‌ها: سست بودن واحدهای موجود در منطقه باعث فرسایش و شسته شدن آنها توسط آب موجود در رودخانه و سیلابهای ناگهانی شده است. این عمل در بعضی از مناطق سبب برداشتن تکیه‌گاه شیبها و برهم زدن تعادل آنها و در نتیجه لغزش شده است.

۲- عوامل غیر طبیعی

- ساخت و احداث منازل مسکونی بر روی شیب دامنه: احداث منازل مسکونی بر روی دامنه‌ها سبب سنگینی توده و در نتیجه لغزش آن شده است.

- عملیات راهسازی: گسترش شبکه راهها در مناطق حساس سبب حذف تکیه گاهها و فعال نمودن شیبهها شده است. (غفوری ۱۳۷۷)

- فعالیتهای روستایی: در سالهای اخیر به دلیل توسعه کشاورزی از طرفی و کمبود زمینهای مسطح در مناطق کوهستانی از طرف دیگر، روستاییان به فعالیتهای باغداری و کشاورزی در دامنه‌های شیبدار پرداخته‌اند. وجود آب نسبتاً فراوان و شیوه نادرست آبیاری و نبود زهکش مناسب و نفوذ فاضلابهای خانگی را می‌توان از عوامل دیگر لغزش در منطقه دانست. مجموعه عوامل طبیعی و غیر طبیعی فوق زمین لغزشهای منطقه مورد مطالعه راباعت شده‌اند.

نتیجه‌گیری

بررسی ناپایداری شیبهها در شمال خراسان، منطقه شیروان - بجنورد، نشان می‌دهد که پدیده زمین لغزش از حوادث مخرب طبیعی منطقه بوده و غالباً موجب از بین رفتن باغها و زمینهای کشاورزی و تخریب جاده‌ها، مساکن روستایی و تخریب منابع طبیعی می‌شود. خسارات مالی و جانی ناشی از زمین لغزش نقش مهمی در کاهش توان اقتصادی و تولیدی روستاییان منطقه دارد.

تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که لیتولوژی نقش مهمی در بروز زمین لغزشهای منطقه مورد مطالعه دارد. بیش از ۹۰٪ پدیده‌های لغزشی بر روی سازند سرچشمه متشکل از مارن و شیل و سازند شورجه متشکل از شیل و ماسه سنگ همراه با رس و گچ اتفاق افتاده است. نوع آبیاری و درختان کشت شده نیز تأثیر زیادی بر ناپایداری دامنه‌ها دارد. ایجاد سیستمهای زهکشی سطحی و عمیق و آموزش روستاییان در مورد نوع کشت و آبیاری و ایجاد دیوارهای مصنوعی در دو طرف رودخانه از جمله عواملی هستند که می‌توانند به پایداری دامنه‌هایی که دارای پتانسیل لغزش هستند کمک کنند.

منابع و مأخذ

- 1-Afshar-Harb,A."The stratigraphy,tectonics and petroleum geology of Kopet-Dagh region,northern Iran"
Unpublished Dissertation,Petroleum Geology Section,Royal School of Mines,Imperial College,London,1979,p.16.
- 2- ITC "Annual Report", International Institute for Aerospace Survey and Earth, sciences, 1984.
- ۳- افشارحرب، عباس، زمین شناسی کپه داغ، طرح تدوین کتاب، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۳.
- ۴- آریایی، علی اصغر، «لغزش زمین و تحقق آن در ارتفاعات دره شوریک از توابع شیروان (خراسان)». مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی مشهد، ۱۳۴۹، سال ششم، شماره ۲، صفحات ۳۴۹ تا ۴۰۴.
- ۵- شعاعی، ضیاءالدین، «عوامل مؤثر بر تنوع رفتاری لغزشها و ضرورت رفتارسنجی ابزار حرکت شبیها»، مجموعه مقالات دومین همایش ملی رانش زمین و راههای مقابله با خطرات آن، ۱۳۷۷، صفحات ۲۳۵ تا ۲۴۹.
- ۶- غفوری، محمد، «بررسی پدیده رانش زمین در مسیر جاده مرزی کلات - درگز»، مجموعه مقالات دومین همایش ملی رانش زمین و راههای مقابله با خطرات آن، ۱۳۷۷، صفحات ۱۸۱ تا ۱۹۲.
- ۷- غفوری، محمد، آریایی، علی اصغر، «بررسی پدیده رانش زمین در روستای برزانلو جنوب غرب شهرستان بجنورد»، مجموعه مقالات دومین همایش ملی رانش زمین و راههای مقابله با خطرات آن، استانداری کردستان با همکاری کمیسیون ملی یونسکو در ایران، ۱۳۷۷، صفحات ۱۵۹ تا ۱۶۶.
- ۸- کاخی، محمدرضا و همکاران، «لغزش زمین در روستاهای کسبایر بجنورد» (گزارش منتشر نشده)، معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد با همکاری استانداری خراسان و فرمانداری بجنورد، ۱۳۷۴.
- ۹- کمالی، غلامعلی، «اوضاع اقلیمی استان خراسان»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۱۳۶۶، شماره ۴، صص ۱۲۴-۱۰۳.
- ۱۰- کاخی، محمدرضا و غفوری، محمد، «بررسی پدیده زمین لغزه در روستای درقانلو شهرستان بجنورد». مجموعه مقالات دومین سمینار زمین لغزه و کاهش خسارتهای آن، ۱۳۷۶، وزارت فرهنگ و آموزش عالی، مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ج ۱، صفحات ۳۴ تا ۳۹.
- ۱۱- کریمی مقدم، امینی، صدرالدین، فاطمی عقدا، سید محمود و مختاری، مجید، «پژوهشی در مورد علل زمین لغزش روستای شورک زیارت شهرستان شیروان». مجموعه مقالات دومین کنفرانس زمین لغزه و کاهش خسارتهای آن، ۱۳۷۶، وزارت فرهنگ و آموزش عالی، مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ج ۱، صفحات ۸۰ تا ۹۱.
- ۱۲- کریمی مقدم، امینی، صدرالدین و مختاری، مجید، پژوهشی در علل زمین لغزش روستای اسطرخی شهرستان شیروان. مجموعه مقالات دومین کنفرانس زمین لغزه و کاهش خسارتهای آن، ۱۳۷۶، وزارت فرهنگ و آموزش عالی، مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ج ۱، صفحات ۹۲ تا ۱۰۲.
- ۱۳- ولایتی، سعداله، «نکاتی چند پیرامون منابع و مسابله آب استان خراسان». فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۱۳۶۶، سال اول، شماره ۴، صفحات ۸۰ تا ۱۰۲.