

دکتر محمدحسین آدابی، دانشگاه شهید بهشتی تهران  
دکتر سیدرضا موسوی حرمی، دانشگاه فردوسی مشهد  
شماره مقاله: ۴۴۴

## نقش لیتولوژی (سنگ شناسی) در رانش زمین در شمال شرق ایران

Dr. M. H. Adabi; *Shahid Beheshti University*

Dr. R. Moussavi-Harami; *Ferdowsi University of Mashhad*

### **The role of Lithology in Landslide in North-east of Iran**

Mass movements in north-east Iran (Khorāsān) is related to different factors such as geological structure, Lithology of parent rocks, gravity force, climatic conditions, vegetation, **thickness** and weathered materials. Lithology in the study area consists of clayey and silty shale, siltstone, sandstone, marl, calcilutite and evaporites. The abundance of clay minerals along with evaporite and marls, which are impermeable, causes the percolated water to be accumulated at the sediment (weathered materials) Parent rock interface. Therefore, water reduces the friction force at the interface, resulting mass movement under gravity force. Thus, the parent material is one of the most important factor for generating mass movement in north-east Iran.

#### مقدمه

حرکت توده‌ای مواد عبارت از جابه‌جایی مواد هوازده و سنگها در روی دامنه‌ها که تحت تأثیر نیروی ثقل انجام می‌شود. رانش زمین عمده براساس تلفیقی از فرایندهای مختلف در مناطق با توپوگرافی بالا و با لیتولوژی رسوبی صورت می‌گیرد. این حرکات ممکن است به

صورت آرام و کند صورت گیرد (چند میلیمتر در سال) بطوری که نمی توان آنها را احساس کرد و یا ناگهانی و سریع به وقوع می پیوندد (۱۶۰ کیلومتر در ساعت) که در بسیاری موارد حوادث تأسف باری را نیز موجب می شود (سلبی ۱۹۷۰<sup>۱</sup>). از آن جمله می توان رانش زمین در روستاهای هشتمرخ، اسفیدان، اسطرخی، تاتار، تیران، شورک، برزانلو، درقانلو و غیره در شمال شرق ایران را نام برد.

فرایندهای مؤثر در رانش زمین عمده شامل نیروی ثقل، ساختار زمین شناسی، لیتولوژی پی سنگ، ضخامت و وزن رسوبات هوازده و وضعیت آب و هوایی می باشد. فرایندهایی نظیر زلزله، آتشفشان و گاهی اوقات سیل حرکات توده ای مواد را تسریع می کند.

شمال شرق ایران، بویژه مناطق شمالی استان خراسان که در زون کپه داغ واقعند، به دلیل شرایط خاص لیتولوژیکی، ساختاری و آب هوایی همه ساله شاهد رانشهای متعددی است که گاه با خسارات مالی و جانی فراوانی نیز همراه است. از آن جا که لیتولوژی پی سنگ یکی از عوامل مهم و کنترل کننده رانش زمین در این نواحی است، در این تحقیق نقش لیتولوژی پی سنگ در رانش زمین بطور تفصیلی مورد بررسی قرار می گیرد.

#### طبقه بندی حرکت توده ای مواد

اگر چه شناخت و تشخیص انواع زمین لغزه ها حداقل به سالهای ۱۸۶ میلادی در چین باز می گردد (برآب<sup>۲</sup> ۱۹۹۱) ولیکن شناخت سیستماتیک و تهیه نقشه انواع زمین لغزه ها در مناطق خاصی در طی چند دهه گذشته پیشرفت زیادی کرده است (برآب و هارود<sup>۳</sup> ۱۹۸۹). درباره فرایندها و نحوه حرکت توده ای مواد در دامنه ها طبقه بندیهای متعددی ارائه شده ولیکن طبقه بندی وارنز<sup>۴</sup> (۱۹۷۸) بیشتر از سایرین توسط محققین مورد استفاده قرار می گیرد. این تقسیم بندی، براساس نوع حرکت از جمله سقوط آزاد<sup>۵</sup>، فرو ریختن<sup>۶</sup>، لغزش<sup>۷</sup>، پخش<sup>۸</sup> و

1-Selby

2-Brabb

3-Harrod

4-Varnes

5-fall

6-topple

7-slide

8-spread

جریان<sup>۹</sup> و نیز نوع مواد موجود ارایه شده است (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱: طبقه‌بندی مختصری از حرکات دامنه‌ای (اقتباس از وارنز، ۱۹۷۸)

نوع حرکت	نوع مواد		
	پی سنگ	خاکهای مهندسی	
		عمده دانه درشت	عمده دانه ریز
سقوط آزاد	سقوط آزاد سنگ	سقوط خرده ریزه‌ها	سقوط خاکها
فرو ریخته	فرو ریختن سنگها	فرو ریختن خرده ریزه‌ها	ریزش خاکها
لغزش	چند واحد چندین واحد چرخشی غیر چرخشی	ریزش سنگ	ریزش خاکی
		لغزش بلوکی سنگ لغزش سنگ	لغزش بلوک خاکها لغزش خاکها
پخش جانبی	پخش سنگ	پخش خرده ریزه‌ها	پخش خاکی
جریانها	جریان سنگ (خزش عمیق)	جریان خرده ریزه‌ها (خزش خاک)	جریان خاکی (خزش)
پیچیده	تلفیقی از یک یا دو نوع حرکت اصلی		

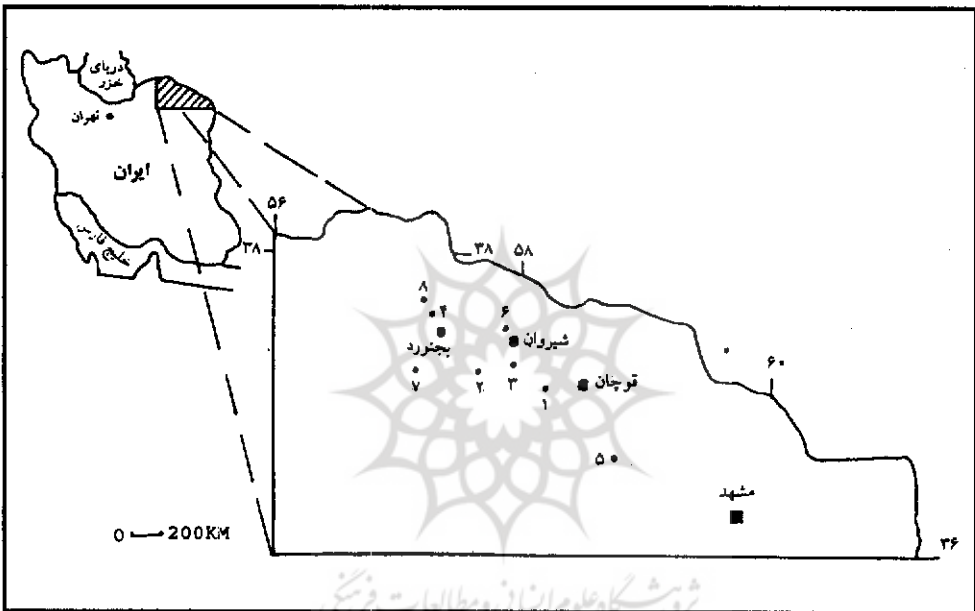
### وضعیت جغرافیایی

استان خراسان با وسعتی معادل ۳۱۳۰۰۰ کیلومتر مربع در شمال شرق ایران واقع است. ناحیه مورد مطالعه عمده در حوضه رسوبی کپه داغ بین ۳۶° تا ۳۸° عرض شمالی و ۵۶° تا ۶۰° طول شرقی در شمال شرق ایران قرار دارد (نقشه شماره ۱). حداکثر و حداقل ارتفاع از سطح دریا در این ناحیه به ترتیب ۳۲۱۱ (قله بینالود) و ۳۰۰ متر (شمال سرخس) می‌باشد.

### وضعیت آب و هوایی

استان خراسان به دلیل تداخل جبهه‌های مختلف آب و هوایی که از غرب، شمال غرب و شمال شرق وارد می‌شوند دارای آب و هوای متغیر و متنوعی است و بطور کلی می‌توان آن را جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب کرد. علاوه بر این، اختلاف ارتفاع بین نواحی کوهستانی و کویری در قسمتهای مرکزی و جنوبی استان در تغییرات آب و هوایی نقش بسزایی

دارد. در نواحی مرتفع کوهستانی زمستانها سرد و طولانی و تابستانها گرم و معتدل است. در حالی که در مناطق جنوبی آب و هوای خشک حاکم است (ولایتی، ۱۳۶۶). اختلاف ارتفاع بین نواحی شمالی و جنوبی باعث شده است تا بطور کلی از شمال به جنوب درجه حرارت هوا افزایش یابد. اختلاف متوسط حداکثر درجه حرارت در گرمترین ماه سال بین شمال و جنوب استان حدود  $10^{\circ}$  سانتیگراد و اختلاف متوسط حداقل سردترین ماه سال حدود  $8^{\circ}$  است (کمالی، ۱۳۶۶).



نقشه شماره ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه و روستاهای مورد مطالعه، ۱- هشتمرخ

۲- اسفیدان ۳- اسطرخی ۴- تاتار ۵- تهران ۶- شورک ۷- برزانلو ۸- درقانلو

ذکر این نکته ضروری است که رشته کوههای مرتفع شمالی باعث تغییرات موضعی و محلی درجه حرارت هوا نیز می شود. نزولات جوی بر خلاف درجه حرارت از شمال به جنوب کاهش می یابد و میزان متوسط بارندگی در شمال بین ۲۵۰ تا ۴۰۰ میلیمتر در سال دز تغییر است. در حالی که میزان متوسط بارندگی در جنوب استان بین ۷۵ تا ۲۲۵ میلیمتر در نوسان است (کمالی، ۱۳۶۶). این نزولات در ارتفاعات عمده به صورت برف است که ذوب تدریجی آنها در ماههای گرم سال موجب تغذیه سفره های آب زیرزمینی و جریانهای سطحی می شود.

## زمین شناسی ناحیه مورد مطالعه

حوضه رسوبی کپه داغ پس از بسته شدن دریای هرسی نین در اواسط تریاس به صورت یک حوضه درون قاره‌ای در شمال شرق ایران تشکیل شده است (بربریان و کینگ ۱۹۸۱). رسوب‌گذاری در این حوضه از ژوراسیک تا ائوسن در یک محیط نسبتاً آرام و بطور متد ادامه داشته ولی در چند مورد محیط رسوب‌گذاری تحت تأثیر تحولات پسروری و پیش‌سروی دریا قرار گرفته است بطوری که حاصل آن رسوبات ضخیم دریایی تا قاره‌ای می‌باشد. در این حوضه ضخامت رسوبات از غرب به شرق کاهش می‌یابد و بطور متوسط ضخامت آنها در دشت سرخس در حدود ۶۰۰۰ متر است (افشار حرب، ۱۳۷۳). در حوضه رسوبی کپه داغ مجموعاً ۱۵ سازند قابل تشخیص است که از قدیم به جدید توصیف می‌شود. سازندهای کشف رود، چمن بید و مزدوران (با سنی معادل ژوراسیک) از ماسه سنگ، شیل، سنگ آهک، دولومیت و مارن تشکیل شده است. سازندهای شوربچه، تیرگان، سرچشمه، سنگانه، اتامیر، آب دراز، آب تلخ، نیزار و کلات (با سنی معادل کرتاسه) از سنگهای کربناته، مارن و رسوبات سیلیسی آواری و مقادیر ناچیزی ژپس تشکیل شده‌اند. رسوبات پالئوژن شامل سازندهای پسته لیتق، چهل کمان و خانگیران است که از رسوبات سیلیسی آواری و کربناته تشکیل شده‌اند. رسوبات سیلیسی آواری قرمز رنگ نتوژن به صورت دگرشیب بر روی رسوبات فوق قرار گرفته‌اند.

سازندهای مورد نظر در این مطالعه که عمده از رسوبات غیر قابل نفوذی نظیر شیل، مارن و رسوبات تبخیری تشکیل شده‌اند شامل سازندهای شوربچه، تیرگان، سرچشمه، سنگانه، آب دراز، آب تلخ و مارنهای قرمز رنگ نتوژن است که نقشی اساسی در رانش زمین دارند. این سازندها متعاقباً بطور تفصیلی مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت.

رسوبات این حوضه در اواخر میوسن و قبل از پلیوسن بر اثر فرایندهای کوهزایی اواخر آلپ چین خورده و تاقدیسه‌ها و نادویسه‌های متعدد نامتقارنی با روند شمال غربی - جنوب شرقی تشکیل داده‌اند. لازم به یادآوری است که یک دگرشیبی زاویه‌ای بین رسوبات تریاس آق دربند و ژوراسیک میانی (کشف رود) در ناحیه آق دربند در جنوب شرقی حوضه کپه داغ مشهود

است که بر اثر فعالیتهای کوهزایی اوایل کیمیرین به وقوع پیوسته است. علاوه بر این، دگرشیبی دیگری بین کنگلومراهای نئوژن و سنگهای قدیمتر مشاهده می‌شود که مؤید فعالیتهای کوهزایی بعد از میوسن نیز می‌باشد. روند کلی گسلها شمال غربی - جنوب شرقی است و چهار گسل اصلی نسبتاً فعال از غرب کپه داغ گزارش شده است (افشار حرب، ۱۹۷۹). فرسایش دره‌های حاصل از گسل خوردگی باعث ایجاد دره‌های عمیق ۷ شکل شده است.

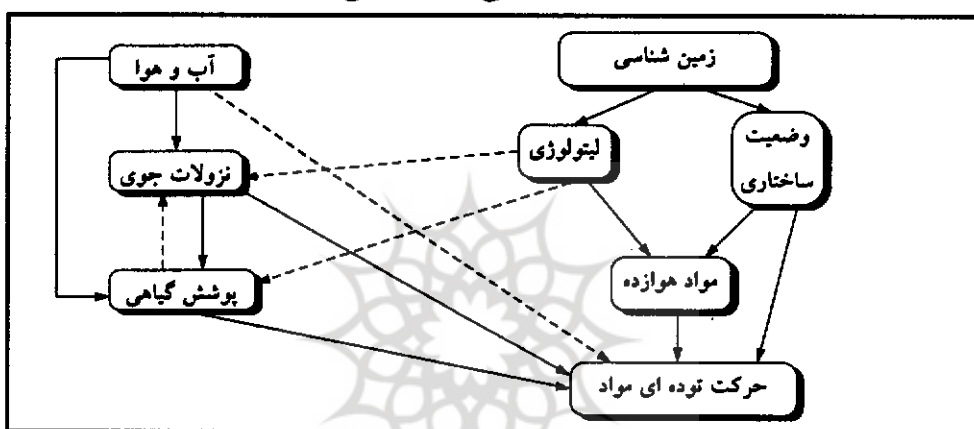
### مکانیسم رانش

عوامل متعددی در برهم زدن شرایط تعادلی دامنه‌های کوهپایه‌ای و تغییر شکل آنها مؤثر است. این تغییر شکلها عمده به صورت حرکت توده‌ای<sup>۱۱</sup> یا رانش زمین<sup>۱۲</sup> می‌باشد. وضعیت زمین شناسی و آب و هوایی دو عامل اصلی و مستقل در هوازگی و فرسایش مواد هستند. ساختار زمین شناسی به عنوان زیر رده زمین شناسی می‌تواند نقش بسزایی در حرکت توده‌ای مواد در دامنه‌ها ایفا نماید. برای مثال، چنانچه جهت شیب لایه‌ها با شیب دامنه‌ها یکی باشد، حرکت توده‌ای مواد تسهیل می‌شود. نوع لیتولوژی نیز در نرخ هوازگی و بالطبع در عمق هوازگی مؤثر است. برای مثال، نرخ هوازگی در دامنه‌هایی که بر روی پی‌سنگهای شیلی و مارنی واقعند بمراتب بیشتر از پی‌سنگهای ماسه سنگی و آهکی است. نزولات جوی نیز در نرخ هوازگی و رویش گیاهی مؤثر است که این خود موجب کاهش نیروی اصطکاک و چسبندگی و لغزش بیشتر مواد هوازده می‌شود. افزایش وزن رسوبات هوازده بر روی دامنه‌ها به دلیل عدم توان و تحمل بارپذیری لایه‌های زیرین، حرکت توده‌ای مواد را تسهیل می‌کند. عوامل فوق اغلب به یکدیگر وابسته بوده و مجموعاً در حرکت توده‌ای مواد مؤثرند (نمودار ۱). چنانچه عنوان شد در این تحقیق نقش لیتولوژی پی‌سنگ به عنوان یکی از عوامل مؤثر در حرکت توده‌ای مواد بانگرشی در شمال شرق ایران و آرایه‌هایی مورد بحث قرار خواهد گرفت.

### روستای هشتمرخ

این روستا در جنوب غرب شهرستان قوچان بر روی رسوبات قرمز رنگ سیلیسی آواری

سازند شوربجه، با سن کرتاسه تحتانی، قرار گرفته است (نقشه شماره ۱). ضخامت مواد هوازده در این ناحیه بیش از ۱۰ متر است که عمده هم از هوازدگی رسوبات دانه ریز شیلی، سیلتستونی، مارنی و گچی حاصل شده است. از آن جا که رسوبات دانه ریز و تبخیری پی سنگ فاقد خاصیت نفوذ پذیری می باشند، آب حاصل از نزولات جوی از درون خلل و فرج موجود در مواد هوازده عبور کرده و پس از اشباع باعث تغییراتی در مقاومت برشی رسوبات و افزایش فشار هیدرواستاتیکی می شده، به دنبال آن تجمع آب در سطح لایه‌ها باعث ناپایداری و لغزش



نمودار شماره ۱: نمودار ساده‌ای از فاکتورهای مؤثر در هوازدگی و رانش زمین

رسوبات می شود. علاوه بر این، هم جهت بودن شیب دامنه‌ها با شیب لایه‌ها و شیب زیاد توپوگرافی (بیش از  $30^\circ$ ) در این ناحیه موجب شده است تا رسوبات با سرعت بیشتری به طرف پایین دست دامنه حرکت کنند (موسوی حرمی و آدابی، ۱۳۶۷؛ کریمی مقدم و دیگران، ۱۳۷۶ الف). رانش زمین در این ناحیه در قسمت بالا دست دامنه به شکل ریزش<sup>۱۳</sup> و در پایین دست، به علت کاهش شیب و وجود مواد رسی فراوان و اشباع آنها از آب، به صورت جریان خاکی<sup>۱۴</sup> بوده است. از آن جا که سنگهای دانه ریز سازند شوربجه در مقابل هوازدگی مکانیکی و شیمیایی مقاومت کمتری دارند، لذا سرعت هوازده شده و ضخامت مواد هوازده را افزایش می دهند. بنابراین نفوذ آب به داخل رسوبات هوازده با تخلخل و نفوذ پذیری بالا باعث اشباع این مواد از آب، کاهش نیروی

اصطکاک بین دانه‌ای و افزایش فشار درون حفره‌ای می‌شود. با توجه به اختصاصات سنگ شناسی پی سنگ می‌توان گفت که یکی از عوامل اصلی در رانش زمین در ناحیه هشتمرخ لیتولوژی بوده است.

### روستای اسفیدان

روستای اسفیدان در جنوب شرق بجنورد و بر روی رشته کوه‌های آلاداغ در شمال خراسان واقع است (نقشه شماره ۱). منطقه تحت رانش نیز همانند روستای هشتمرخ بر روی سازند شوربجه، که عمده از ماسه سنگ پیل‌دار، کنگلومرا، شیل‌های سیلیسی و رسی ژیس‌دار و مارن تشکیل شده است، قرار دارد. اگر چه وضعیت ساختمانی و شرایط آب و هوایی از عوامل مهم رانش زمین در این ناحیه هستند ولیکن وضعیت پی سنگ، در این ناحیه نقش اساسی و زیر بنایی را در رانش زمین ایفا نموده که اختصاصات آن به شرح زیر توصیف می‌شود:

سازند شوربجه از سه بخش تحتانی، میانی و فوقانی تشکیل شده است. بخش تحتانی عمده از رخساره‌های دانه ریز شیلی قرمز رنگ و لایه‌های نازک ماسه سنگی دانه ریز تشکیل شده است. علاوه بر این، لایه‌های محدودی از گچ بطور پراکنده و نیز سنگ آهک دانه ریز رس‌دار (آرژیلی) در این بخش مشاهده می‌شود. بخش میانی عمده از ماسه سنگ و ماسه سنگ پیل‌دار و مقدار کمی کنگلومرا همراه با لایه‌هایی از شیل سیلتی تشکیل شده است. بخش فوقانی این سازند مشابه بخش تحتانی است با این تفاوت که میزان لایه‌های ماسه سنگی در آنها بیشتر است (آدابی و موسوی حرمی، ۱۳۷۷). وجود لایه‌های رسی، مارنی و تبخیری در این ناحیه باعث تجمع زیاد آب در سطح بین مواد هوازده و پی سنگ شده و در نتیجه باعث لیز و لغزنده شدن و کاهش نیروی اصطکاک شده است. وجود این لایه‌های غیر قابل نفوذ موجب تشدید حرکت توده‌های مواد تحت تأثیر نیروی ثقل بر روی سطح شیب‌دار به طرف پایین دامنه شده است. سیمان ماسه سنگها بیشتر کربناته (کلسیت و مقدار ناچیزی دولومیت) و تا حدی سیلیسی است. نفوذ آبهای جوی از داخل درز و شکافهای متعدد در ماسه سنگها و کنگلومراها باعث انحلال سیمان کربناته و ایجاد تخلخل ثانویه در آنها شده است. فرایند انحلال باعث کاهش توان یا مقاومت برشی این سنگها در مقابل میزان بار تحمیلی شده و به شکست سنگها و رانش مواد هوازده کمک کرده است (آدابی و موسوی حرمی، ۱۳۷۷). بنابراین شکست ماسه سنگهای توده‌ای بر اثر انحلال و نیز تجمع آب در سطح لایه‌های غیر قابل نفوذ دانه ریز حاکی از



نقش اصلی لیتولوژی در رانش زمین در این ناحیه است.

بعلاوه عوامل مؤثر دیگری نیز در رانش زمین در این منطقه نقش داشته‌اند که عبارتند از:

- ۱- هم جهت بودن شیب لایه‌ها با شیب دامنه.
  - ۲- بارندگی زیاد و نفوذ نزولات جوی از بین خلل و فرج و شکستگیهای موجود در پی سنگ.
  - ۳- شستشوی پاشنه دامنه توسط رودخانه اصلی اسفیدان.
  - ۴- اثر ریشه و وزن درختان تنومند بر روی رگولیتها.
  - ۵- شیب تند دامنه و آبیاری بیش از حد ناحیه توسط روستاییان.
- ذکر این نکته ضروری است که عواملی نظیر زلزله نیز احتمالاً رانش زمین را تشدید کرده است. رانش زمین در اسفیدان به دو شکل ریزش و جریان خاکی بوده است. ریزش معمولاً در امتداد سطح لغزش داخلی انجام شده و در سطح به شکل شکستگیهای متحدالمركز و مقعر در جهت حرکت، ظاهر می‌شود. این حرکت الزاماً چرخشی<sup>۱۵</sup> است و از این رو برخی از بلوکهای ریزشی به طرف عقب متمایل می‌شوند. نیروهای لازم که در تعادل ریزش نقش دارند در شکل و فرمول زیر ارایه شده‌اند (شکل شماره ۱).

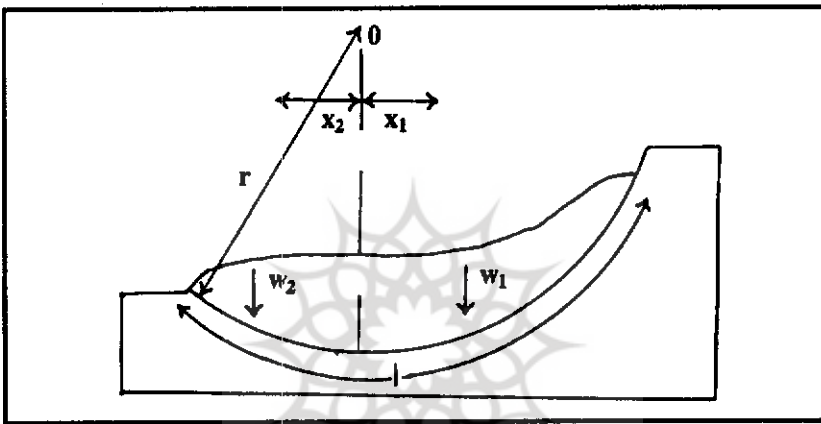
$$\text{نیروی مقاوم} = \text{نیروی محرک} \Rightarrow W_1 X_1 = W_2 X_2 + SrI$$

در این رابطه  $r$  شعاع کمان در طول سطح لغزش است.  $S$  مقاومت برشی مواد هوازده است.  $W_1$  وزن بخشی از مواد هوازده است که موجب شکستگی می‌شود و  $W_2$  وزن مواد هوازده‌ای است که در مقابل حرکت مقاومت می‌کند.  $X_1$  ,  $X_2$  به ترتیب فواصل افقی است که عمود بر نقطه  $O$  در طول خط عمل کننده مواد هوازده  $W_1$  و  $W_2$  قرار دارد.  $L$  عبارت از طول سطحی است که لغزش در آن صورت گرفته است. بطوری که از این فرمول استنباط می‌شود، در منطقه اسفیدان نیروی محرک عمده به ضخامت مواد هوازده بستگی دارد که بیشتر در ارتباط با نوع پی سنگ است که یکی از عوامل اصلی در رانش زمین می‌باشد. بنابراین نقش پی سنگ در رانش زمین در این ناحیه بسیار حائز اهمیت بوده است. بعلاوه هر عاملی که باعث کاهش نیروی مقاوم گردد لغزش مواد هوازده را تسهیل می‌کند. برای مثال شستشوی پاشنه دامنه توسط رودخانه

باعث کاهش نیروی مقاومت و بالطبع لغزش می شود که در اسفیدان نیز دیده شده است.

### روستای اسطرخی

این روستا در ۲۵ کیلومتری جنوب شهرستان شیروان و بر روی سازند شوربچه قرار دارد (نقشه شماره ۱). این روستا در ۱۷۰۰ متری از سطح دریا و بر روی یک درّه گسلی V شکل و با شیب تند واقع است. رانش زمین در این ناحیه باعث از بین رفتن دهها هکتار از باغهای میوه و



شکل شماره ۱: تعادل نیروهای دامنه‌ای در معرض لغزش (اقتباس از سلیبی ۱۹۷۰)

زمینهای کشاورزی و مسدود شدن رودخانه اصلی و ایجاد دریاچه مصنوعی در ناحیه شده است. سازند شوربچه در این ناحیه همانند روستاهای اسفیدان و هشتمرخ از لیتولوژی ماسه سنگی، شیلی، تبخیری و مارنی تشکیل شده است. نکته حائز اهمیت این که وجود درز و شکافهای فراوان در سنگهای کربناته ژوراسیک فوقانی در این ناحیه عاملی برای نفوذ و انتقال آبهای متاوریتی به طرف سازند شوربچه بوده است. اختلاف درجه حرارت و میزان نزولات جوی نیز باعث شده تا هوازدگی فیزیکی و شیمیایی بشدت بر روی سنگهای دانه ریز سازند شوربچه اثر کرده و موجب افزایش رسوبات هوازده شود. نفوذ تدریجی آبهای زیرزمینی و آبهای متاوریتی به درون رسوبات شیلی، مارنی و تبخیری سازند شوربچه باعث آگیری این رسوبات شده و قدرت چسبندگی بین ذرات را کاهش داده، که این خود زمینه را برای رانش زمین آماده کرده است. علاوه بر این، افزایش بحرانی وزن مواد هوازده در نتیجه جذب و اشباع

آب، شیب زیاد دامنه ( $50^{\circ}$  تا  $60^{\circ}$ ) و هم جهت بودن شیب دامنه با شیب لایه‌ها، فرسایش پاشنه دامنه توسط رودخانه ماندری، بارندگیهای شدید، آبیاری بیش از اندازه توسط کشاورزان، گسلهای متعدد و وقوع زلزله، از عوامل ناپایداری منطقه و رانش زمین در این ناحیه بوده است. در این جا ذکر این نکته ضروری است که به دلیل لیتولوژی خاص سازند شوربجه، امکان لغزش در اغلب روستاهایی که عمده بر روی این سازند در جنوب حوضه کپه داغ واقع شده‌اند وجود داشته و لذا پیشنهاد می‌شود که برای نقل مکان روستاییان و یا آموزشهای لازم اقدام مقتضی صورت گیرد.

### روستای تاتار

این روستا در حدود ۲۰ کیلومتری شمال غرب شهرستان بجنورد و بر روی سازند سرچشمه قرار دارد (نقشه شماره ۱). رانش زمین در این روستا با سکنه‌ای در حدود ۸۰ خانوار که منجر به تخریب خانه‌ها و باغهای روستاییان شد، در تابستان ۱۳۵۹ صورت گرفته است. سازند سرچشمه در این منطقه همانند مقطع تیپ این سازند در شرق بجنورد (افشار حرب، ۱۳۷۳) و شرق حوضه کپه داغ (رئیس السادات و موسوی حرمی، ۱۳۷۲) از ۲ بخش تحتانی و فوقانی به شرح زیر تشکیل شده است. بخش تحتانی عمده از لایه‌های مارن خاکستری (مارن‌های مدادی شکل) همراه با سنگ آهکهای دانه ریز لایه نازک آرژیلی تشکیل شده است. بخش فوقانی از شیل‌های خاکستری رنگ همراه با لایه‌های نازک آهکی و آهکهای مارنی تشکیل شده است. سازند سرچشمه بطور هم شیب بر روی سنگ آهکهای کلکار نایتی (دانه متوسط) سازند تیرگان قرار دارد. وجود درز و شکافهای موجود در سنگ آهکهای تیرگان، که عمده حاصل هوازگی مکانیکی است، باعث نفوذ مقادیر زیادی از نزولات جوی به درون این سازند شده که پس از تجمع آب در کنتاکت بین ۲ سازند نیروی اصطکاک را کاهش داده و به رانش زمین کمک نموده است. ضخامت توده هوازده در این ناحیه از شمال به جنوب افزایش یافته در قسمت جنوبی به حدود ۲۰ متر می‌رسد. لغزش عمده در قسمت جنوبی این روستا که شیب دامنه بسیار تند (بیش از  $45^{\circ}$ ) بوده و آبهای نفوذی در قسمت تحتانی لایه‌های رسی و مارنی جمع شده‌اند صورت گرفته است. در روستای تاتار، علاوه بر وضعیت آب و هوایی و ساختاری، لیتولوژی نیز در رانش زمین نقش اساسی داشته است.

## روستای تیران

این روستا در حدود ۷۰ کیلومتری شمال غرب نیشابور در بخش سرولایت بر روی طبقات قرمز رنگ نئوژن قرار دارد (نقشه شماره ۱) و رانش زمین در محدوده این روستا در بهار ۱۳۶۱ بوقوع پیوسته است. محل رانش مشرف به درّه‌ای است که در آن قسمتی از باغهای روستاییان قرار داشته است و حدود ۲ کیلومتر از محل سکونت آنها فاصله دارد.

شیب دامنه که رانش در آن صورت گرفته است بسیار تند و متجاوز از  $45^{\circ}$  است. از نظر لیتولوژیکی، ابتدا یک توالی شیلی که ضخامت آن از نقطه‌ای به نقطه دیگر تغییر می‌کند (از چند سانتیمتر تا حدود ۳ متر) قرار داشته که در روی آن چندین لایه ماسه سنگ دانه ریز قرمز رنگ با ضخامت حداکثر ۲ متر و در خاتمه سنگهای مارنی با ضخامت چندین متر، که سنی معادل نئوژن دارند، قرار دارند. لازم به ذکر است که این روستا در محدوده زون بینالود قرار دارد. سنگهای مارنی و شیلی به علت نفوذ آب و تغییرات دما و غیره به مرور زمان هوازده شده و در نتیجه سختی و چسبندگی آنها در نقاط مختلف به مقدار زیادی تقلیل یافته است. شیب تند محل ریزش همراه با وزن زیاد توده هوازده و نیز تجمع آبهای نفوذی در سطح لایه‌های غیر قابل نفوذ باعث شده تا نیروی ثقلی بر نیروی اصطکاک موجود فائق آمده و موجب حرکت توده‌ای مواد در روی سطح شیبدار شود. همان گونه که قبلاً بیان شد، نقش لیتولوژی مارنی در حرکت توده‌ای مواد نیز در این روستا کاملاً مشهود است.

## روستای شورک

این روستا در ۱۸ کیلومتری شمال غرب شهرستان شیروان بر روی سازند سنگانه (با سن آلبین) قرار دارد (نقشه شماره ۱). این سازند بیشتر از شیل‌های خاکستری مایل به سبز همراه با چندین لایه سیلتستونی تشکیل شده و حاوی تعداد زیادی نودولهای سپتاریا و ساختمانهای مخروط در مخروط می‌باشد. علاوه بر این، چندین لایه سنگ آهک میکریتی لایه نازک در آن شناخته شده است. روستای شورک بر روی دامنه غربی درّه گسلی با امتداد شمالی - جنوبی واقع است (آریایی، ۱۳۴۹). منشأ گسلی درّه مزبور را می‌توان از عدم تشابه لیتولوژیها و شیب لایه‌ها در دو طرف درّه تشخیص داد. شیب دامنه‌ها بسیار تند و در حدود  $60^{\circ}$  و موافق با شیب لایه‌ها می‌باشد. شیب لایه‌ها نسبتاً ملایم و به حدود  $25^{\circ}$  تا  $30^{\circ}$  می‌رسد و به طرف شرق و

شمال شرق است. در این ناحیه به دلیل شرایط خاص جوی، هوازگی فیزیکی و شیمیایی موجب شده تا پی سنگهای شیلی عمیقاً هوازده شده و مواد ناپیوسته‌ای در شیب دامنه‌های تند ایجاد شود. بارندگی شدید در بهار ۱۳۷۰ موجب تغییر ضریب چسبندگی مواد هوازده شده و به رانش زمین در این ناحیه کمک کرده است (کریمی مقدم و دیگران، ۱۳۷۶ ب) بنابراین عامل اصلی رانش در این ناحیه را می‌توان نوع لیتولوژی همراه با شیب زیاد دامنه و بارندگی شدید فصلی نام برد.

### روستای برزانلو

روستای برزانلو با صد خانوار جمعیت در جنوب غربی شهرستان بجنورد (نقشه شماره ۱) و بر روی سازند شمشک (با سن ژوراسیک) قرار گرفته است (آریایی، ۱۳۶۹). این سازند عمده از تناوبی از شیل تیره رنگ و ماسه سنگهای دانه ریز تشکیل شده است. در این ناحیه نیز به دلیل شرایط اقلیمی خاص، یعنی آب و هوای نیمه خشک با زمستانهای سرد و تابستانهای معتدل، سنگها بشدت دچار هوازگی شده‌اند. عوامل مؤثر در رانش زمین در این ناحیه را می‌توان اشباع مواد هوازده از آبهای متاوریتی، اضافه وزن حاصل از رسوبات اشباع شده از آب، شیب زیاد دامنه (در حدود  $6^{\circ}$ )، آزاد شدن پاشنه بر اثر فرسایش توسط آبهای جاری و تأثیر مداوم گسل تراستی که موجب فعال شدن دامنه و ازدیاد شیب می‌شود، دانست. (آریایی، ۱۳۶۹)، (غفوری و آریایی، ۱۳۷۷) در این روستا نیز همانند سایر مناطق واقع در حوضه رسوبی کپه داغ، هوازگی و فرسایش سنگهای سیلیسی آواری که بر روی دامنه‌های با شیب زیاد استقرار یافته‌اند، نقش مهمی در رانش زمین ایفا نموده‌اند.

### روستای درقانلو

این روستا در ۵۰ کیلومتری شمال غرب بجنورد و بر روی سازند سرچشمه و تیرگان قرار دارد (نقشه شماره ۱). سازند تیرگان به شکل یک تاقدیس بزرگ با جهت شمال غرب - جنوب شرق ساختار کلی منطقه را تشکیل داده است. سازند تیرگان در این ناحیه عمده از آهکهای لایه نازک تا متوسط با طبقه‌بندی مورب همراه با شیل‌های میان لایه‌ای و مارن تشکیل شده است. این آهکها تحت تأثیر فرایندهای چین خوردگی شکسته شده و درز و شکافهای متعددی در آن ایجاد شده است. نفوذ آبهای حاصل از نزولات جوی به داخل این شکستگیها و تجمع آب در حد فاصل لایه‌های غیر قابل نفوذ شیلی و مارنی موجب می‌شود تا نیروی اصطکاک کاهش یافته

و به لغزندگی لایه‌های منفصل کمک کند. هوازدگی شدید سنگهای شیلی و مارنی سازند سرچشمه نیز در این ناحیه گزارش شده است. بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که حرکت لغزش مواد هوازده بر روی شیل و مارنهای سرچشمه و آهکهای تیرگان عامل اصلی رانش در این روستا بوده است (کاخی و دیگران، ۱۳۷۴، کاخی و غفوری، ۱۳۷۶).

### نتیجه‌گیری

حرکت توده‌ای مواد بر روی دامنه‌ها در شمال شرق ایران (خراسان) به عوامل متعددی نظیر ساختار زمین شناسی، لیتولوژی پی سنگ، نیروی ثقل، وضعیت آب و هوایی، پوشش گیاهی و وزن گیاهان سنگین و ضخامت و وزن رسوبات هوازده بستگی دارد. لیتولوژی پی سنگ در مناطق مورد مطالعه، که در آنها رانش صوت گرفته است، عمدتاً از شیل‌های رسی و سیلتی، سیلتستون، ماسه سنگ، مارن، سنگهای کربناته دانه ریز (کلسی لوتایت) و گچ تشکیل شده است. از آن جا که قسمت اعظم این سنگها از کانیهای رسی و لایه‌های گچی و مارنی غیر قابل نفوذ تشکیل شده است لذا آب در حد فاصل بین پی سنگ و مواد هوازده جمع شده، باعث لیز شدن سطح پی سنگ و کاهش اصطکاک می‌شود. در نتیجه این فرایند، مواد هوازده به شکل توده‌ای (ریزش و جریان خاکی) تحت تأثیر نیروی ثقل به طرف پایین حرکت می‌کند. در خاتمه می‌توان چنین نتیجه گرفت که در شمال شرق ایران سنگهای غیر قابل نفوذ در تشکیل مواد رسی هوازده و رانش زمین که همه ساله خسارات مالی فراوانی به بار آورده، نقشی اساسی داشته است.

### منابع و مأخذ

- ۱- آدابی، محمد حسین، موسوی حرمی، سیدرضا، «مکانیسم رانش زمین در روستای اسفیدان از توابع شهرستان بجنورد در استان خراسان»، مجموعه مقالات دومین همایش ملی رانش زمین و راههای مقابله با خطرات آن، سندج، ۱۳۷۷، صص ۱۵۷-۱۴۵.
- ۲- آریایی، علی اصغر، «لغزش زمین و تحقق آن در ارتفاعات دره شوریک از توابع شیروان (خراسان)»، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه مشهد، سال ششم، شماره ۲، ۱۳۴۹، صفحات ۳۹۹ تا ۴۰۴.
- ۳- آریایی، علی اصغر، «درآمدی بر موقعیت زمین شناسی روستای برزانلو در ارتباط با زمین لغزش در سیستم دامنه‌ای آن»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۷، ۱۳۶۹، صفحات ۱۸ تا ۲۳.
- ۴- افشارحرب، عباس، زمین شناسی ایران، زمین شناسی کپه داغ، وزارت معادن و فلزات، سازمان زمین - شناسی کشور، معاونت طرح و برنامه طرح تدوین کتاب، شماره ۱۱، ۱۳۷۳، ۲۷۵ صفحه.
- ۵- رئیس‌السادات، سیدناصر و موسوی حرمی، سیدرضا، «چینه شناسی و بیوزوناسیون سازندهای سرچشمه و

- سنگانه در شرق حوضه کپه‌داغ»، مجله علوم زمین، سال دوم، شماره ۷، ۱۳۷۲، صفحات ۵۸ تا ۷۳.
- ۶- غفوری، محمد و آریایی، علی‌اصغر، «بررسی پدیده رانش زمین در روستای بزرانلو جنوب غرب شهرستان بجنورد»، مجموعه مقالات دومین همایش ملی رانش زمین و راههای مقابله با خطرات آن، سنجندج، تیر ۱۳۷۷، صص ۱۵۹ تا ۱۶۶.
- ۷- کاخی، محمد رضا و غفوری، محمد، «بررسی پدیده زمین لغزه در روستای درقانلو شهرستان بجنورد»، مجموعه مقالات دومین سمینار زمین لغزه و کاهش خسارتهای آن، وزارت فرهنگ و آموزش عالی، مؤسسه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، اردیبهشت ۱۳۷۶، ج ۱، صفحات ۳۴ تا ۳۹.
- ۸- کاخی، محمد رضا، آریایی، علی‌اصغر، ولایتی، سیدالله، غفوری، محمد، قره، فریدون، «لغزش زمین در روستاهای کسبایو بجنورد»، گزارش منتشر نشده، معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد با همکاری استانداری خراسان و فرمانداری بجنورد، ۱۳۷۴.
- ۹- کریمی مقدم، محمد، امینی، صدرالدین، فاطمی عقدا، سید محمد و مختاری، مجید، «بررسی علل زمین لغزش روستای هشتمرخ شهرستان قوچان»، مجموعه مقالات دومین سمینار زمین لغزه و کاهش خسارتهای آن، وزارت فرهنگ و آموزش عالی، مؤسسه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، اردیبهشت ۱۳۷۶، ج ۱، صص ۱۰۲-۹۲.
- ۱۰- کریمی مقدم، محمد، امینی، صدرالدین، فاطمی عقدا، سید محمد و مختاری، مجید ۱۳۷۶ ب»، پژوهش در مورد علل زمین لغزش روستای شورک زیارت شهرستان شیروان»، مجموعه مقالات دومین سمینار زمین لغزه و کاهش خسارتهای آن، وزارت فرهنگ و آموزش عالی، مؤسسه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، اردیبهشت ۱۳۷۶، ج ۱، صفحات ۸۰ تا ۹۱.
- ۱۱- کمالی، غلامعلی، «اوضاع اقلیمی استان خراسان»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴، ۱۳۶۶، صص ۱۲۴-۱۰۳.
- ۱۲- موسوی حرمی، سیدرضا، آدابی، محمدحسین، «مطالعه ژئودینامیک دامنه‌ها در روستای هشتمرخ از توابع قوچان»، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه فردوسی مشهد، سال بیست و یکم، ۱۳۶۷، شماره ۴، صص ۶۷۶-۶۵۷.
- ۱۳- ولایتی، سعدا...، «نکاتی چند پیرامون منابع و مسایل آب استان خراسان»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال اول، ۱۳۶۶، شماره ۴، صفحات ۸۰ تا ۱۰۲.
- 14-Afshar-Harb,A,"Stratigraphy,tectonics and petroleum geology of Kopet-Dagh region,northern,Iran" , Unpublished Dissertation,Petroleum Geology Section,Royal School of Mines,Imperial College,London,1979,316 p .
- 15- Berberian, M. and King, G.G., "Toward a paleogeography and tectonic evolution of Iran", *Canadian Journal of Earth Sciences*, V.18, 1981, p.210-265.
- 16- Brabb, E.E., *The world landslide problem: Episodes*, V.14, no.1, 1991, p.52-61.
- 17- Brabb, E.E. and Harrod, B.L., *Landslides Extent and Economic Significance*; Rotterdam, Netherland, A.A. Balkema, 1989, 385p.
- 18- Selby, M.J., *Slopes and Slope Processes: Publication no.1 of the Waikato Branch of the New Zealand Geographical Society*, 1970, 57p.
- 19- Varnes, D.J., "Slope movement types and processes: In Schuster", R.L. and Krizek, R.J. (eds.), *Landslide, Analysis and Control*, Transportation Research Board Special Report 176, 1978, P.11033.