



## بررسی تأثیر سازندهای زمین‌شناسی در ناپایداری دامنه‌های حوضه‌ی آبریز بابلرود

علی ارومی‌ای<sup>۱\*</sup>، مریم فتّامی<sup>۲</sup> و مهرداد صفایی<sup>۲</sup>

۱) گروه زمین‌شناسی، دانشکده‌ی علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲) مرکز تحقیقات آب و خاک مازندران، دفتر ساری

\* عهده‌دار مکاتبات

### چکیده

حوضه‌ی آبریز بابلرود، یکی از حوضه‌های آبریز اصلی استان مازندران، آب‌های دامنه‌های شمالی رشته کوه‌های البرز را زهکشی و به دریای خزر هدایت می‌کند. با توجه به تراکم مراکز جمعیتی و وجود طرح‌های عمرانی بزرگ مانند سدهای البرز و شیاده و مسیرهای ارتباطی اصلی و روستایی در منطقه، اهمیت مطالعه‌ی حرکات دامنه‌ای ضرورت پیدا می‌کند. با شناخت مناطق مستعد زمین لغزش و تنوع آن می‌توان روش‌های مناسب جهت کاهش خطرات احتمالی و بهسازی شرایط زمین را مورد استفاده قرار داد.

هرچند عوامل متعددی در ایجاد حرکات دامنه‌ای تأثیر گذارند، ولی در این تحقیق تأثیر جنس سنگ و نوع سازند در عملکرد زمین لغزش‌ها بررسی شدند. در این خصوص ضمن شناسایی زمین لغزش‌های رخ داده در منطقه، موقعیت آن‌ها در نقشه‌ی زمین‌شناسی ثبت، و ارتباط آن‌ها با سازندهای زمین‌شناسی مطالعه گردید. مناطق و واحدهای سنگی مستعد به وقوع زمین لغزش با در نظر گرفتن تراکم سطحی زمین لغزش‌ها و درصد فراوانی آن‌ها در هر واحد زمین‌شناسی و با بهره‌گیری از نرم‌افزار 9 ARC GIS به ترتیب اهمیت مشخص شدند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که نهشته‌های نئوژن بیشترین تراکم نسبی و از نظر تعداد سازند شمشک بیشترین درصد فراوانی زمین لغزش را دارند. سازندهای آهکی دلیچای، لار و الیکا مقاومترین واحدهای سنگی در مقابل انواع حرکات دامنه‌ای می‌باشند. همچنین می‌توان چنین بیان داشت با توجه به بالا بودن میزان بارندگی سالانه در منطقه، هرچه درصد فراوانی کانی‌های رسی در یک واحد سنگ‌شناسی بیشتر باشند استعداد آن واحد برای زمین لغزش بیشتر می‌شود. ضخامت پوشش خاکی، شیب دامنه و درصد رطوبت نیز در گسترش و تنوع حرکات دامنه‌ای منطقه مؤثر بوده‌اند.

واژه‌های کلیدی: حوضه‌ی آبریز بابلرود، زمین لغزش، مازندران، ناپایداری دامنه‌ها

## Investigation the effect of geological formations on slope instabilities of Babolrood Watershed

A. Uromeihy<sup>1\*</sup>, M. Fattahi<sup>2</sup> & M. Safaie<sup>2</sup>

1) Department of Geology, Tarbiat Modares University, Tehran

2) Soil and Water Research Center, Sari, Mazandaran Province

\* Correspondence Author

### Abstract

Landslides are among the most costly and damaging natural hazards in mountainous regions of Babolrood Watershed. The watershed is one of the major water basins in Mazandaran Province in which drain the water

of northern part of Alborz Mountain into Caspian Sea. Due to the high density of population, farm lands, forests and infrastructure installations such as dams, roads and power lines, it is necessary to carry out the investigate of slope instabilities in the area. The aim of this work is to obtain an estimate of areas susceptible to landslide and to suggest mitigation methods to reduce the destruction effect of the hazard.

Although many factors affect the instabilities of slopes, but in this research only the type of rock and the related geological formation is considered as a main factor. In this regards the locations and the type of landslides occurrence are distinguished and the information were plotted on geological based map. Then by the aid of ARC-GIS-9 program, and the use of Area Density Method, the percentage of landslide events in each geological formation was identified. The results show that marl, mudstone and siltstone of Neogene's deposits have high potential of Area Density of landslides. On the other hand, Shemshak Formation presents the highest number of landslide events. Carbonate rocks of Delichai, Lar, and Elika Formations were among the most resistible to landslide. It is also concluded that due to high rate of annual precipitation in the area, rocks with high percentage of clay minerals are more susceptible to landslide than others.

**Key words:** Babolrood Watershed, landslide, Mazandaran, slope instabilities.

## ۱- مقدمه

میزان خطرپذیری منطقه‌ی شهری باگیو (Baguio) کشور فیلیپین توسط سالدوار-سالی و انیشتاین (Saldivar-Sali & Einstein 2007) مورد ارزیابی قرار گرفت.

یکی از عوامل مهم و درونی که در بروز حرکات دامنه‌ای نقش اصلی را ایفا می‌کند، جنس سنگ است که واحد اصلی تشکیل دهنده‌ی سازندهای زمین‌شناسی می‌باشد. با شناخت موقعیت رخداد زمین لغزش‌ها و ارتباط آن با سازندها، می‌توان از نحوه‌ی پراکندگی در مناطق پر خطر آگاه شد و متعاقباً در برنامه‌ریزی کلان منطقه جهت اجرای طرح‌های توسعه‌ای کمک موثر واقع شد.

## ۲- ویژگی‌های موضعی آبریز بابلرود

حوضه‌ی آبریز بابلرود مساحتی در حدود ۲۱۵۹۷۶ کیلومتر مربع دارد. قسمت جنوبی آن در ارتفاعات ۲۸۵۰ متری جنوب بابل و انتهای آن دره‌ی رودخانه‌ی بابلرود را شکل می‌دهد. پس از گذر از شهرستان بابل، نهایتاً در موقعیت بابلسر در ارتفاع ۲۴ متر از سطح دریای آزاد به دریای خزر می‌ریزد. این حوضه در موقعیت جغرافیایی ۳۶°۰۰' تا ۳۶°۴۵' شمالی و ۵۲°۲۰' تا ۵۲°۵۵' شرقی قرار دارد.

برای دسترسی به منطقه می‌توان از دو راه ارتباطی شامل مسیر بابل-درون کلا-پاشاکلا و مسیر بابل-گلوگاه-فیروزجا استفاده کرد. تقریباً ۴۰ درصد قسمت شمالی حوضه‌ی آبریز را دشت ساحلی با شیب کم و پوشش گیاهی انبوه تشکیل می‌دهد که فاقد عوارض خاص زمین‌شناسی و پدیده‌ی زمین لغزش است. بنابراین در این تحقیق کار روی قسمت‌های جنوبی حوضه‌ی آبریز با مساحتی در حدود ۱۳۷۰

زمین لغزش، به عنوان یکی از خطرات طبیعی تحت تأثیر عوامل متعدد درونی و بیرونی رخ می‌دهد و معمولاً خسارات مالی و احیاناً جانی بسیاری را به همراه دارد. شناخت این پدیده و عوامل موثر بر آن می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های اساسی برای انجام پروژه‌های عمرانی و دور شدن از مناطق خطر موثر واقع گردد و منجر به ارائه‌ی راهکارهای مناسب برای تثبیت شود.

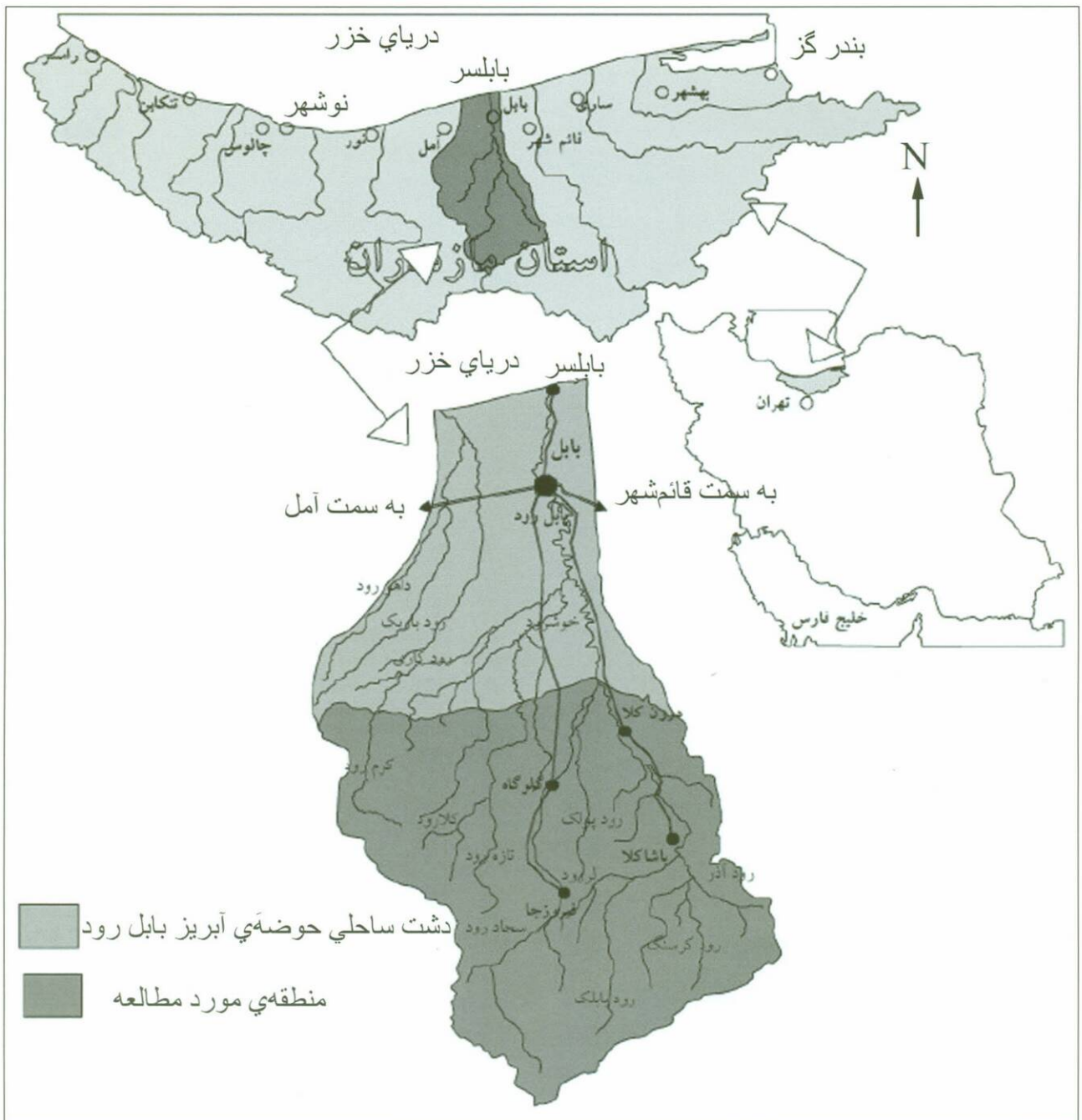
به خاطر اهمیت خطرات مرتبط با حرکات دامنه‌ای و خسارات ناشی از آن، مطالعات گسترده‌ای در سطح کشور و جهان انجام پذیرفته است. به عنوان مثال می‌توان به بررسی‌های انجام شده توسط بریدیو و همکاران (Brideau et al. 2007) در رابطه با تأثیر شرایط ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی مهندسی در تحریک زمین لغزش‌ها در شهر داوسون (Dawson) کانادا، همچنین مطالعات بریدیو و همکاران (Brideau et al. 2006) در ارزیابی تأثیر ساختارها و زمین‌شناسی مهندسی در عملکرد زمین لغزش در کوهستان‌های بریتش کلمبیا (British Columbia) کانادا اشاره کرد. میزان تأثیر زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی نیز به وسیله‌ی آوانزی و همکاران (Avanzi et al. 2004) در تحریک زمین لغزش‌های استان توسکانی (Tuscany) ایتالیا مورد مطالعه قرار گرفت. مطالعاتی نیز توسط چن و لی (Chen & Lee 2004) برای منطقه‌ی هنگ کنگ در رابطه با حرکات دامنه‌ای و بررسی روش‌های پیشگیری صورت گرفت. تأثیر کاربری زمین در گسترش ناپایداری دامنه‌ها در حوضه‌ی آبریز نکارود توسط ارومیه‌ای و صفایی (Uromeihy & Safaie 2000) صورت پذیرفت.



کیلومتر مربع متمرکز شده است. جایی که ناهمواری‌های سطح زمین بیشتر، رخنمون‌های زمین‌شناسی متنوع‌تر و پدیده‌های زمین لغزش فراوان‌تر است. میانگین بارش سالانه بین ۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰ میلی‌متر است، که با افزایش ارتفاع در مناطق جنوبی این بارش‌ها بیشتر به صورت برف می‌باشد. در محدوده‌ی پاشاکلا، بابلرود از به هم پیوستن چندین رودخانه به نام‌های آذر، کرسنگ، ازرود، و اسکلیم تشکیل می‌شود. به طرف پایین دست و در منطقه‌ی درون کلا، دیگر رودخانه‌های محلی از جمله بولک، کلارود، آبندان، و سجادرود نیز

به بابلرود می‌پیوندند. بیش از ۸۰ درصد منطقه، پوشش جنگلی دارد و زمین‌های دیم و شالیکاری، در صدهای باقی مانده را تشکیل می‌دهند. ویژگی‌های کلی حوضه‌ی آبریز بابلرود در تصویر ۱ نشان داده شده است.

حوضه‌ی آبریز بابلرود یکی از مناطق با تمرکز جمعیت بالا در استان مازندران به شمار می‌آید و تنها راه دسترسی به مناطق مسکونی جاده‌های ارتباطی است که به طور پیوسته در معرض خطر زمین لغزش و رانش زمین است. علاوه بر آن حرکت رانشی، زمین‌های



تصویر ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه‌ی آبریز بابلرود در استان مازندران















