

عوامل مورفوژنز زیانبار و تهدید کننده جاده استراتژیک مرند - جلفا و روش‌های مقابله با آنها

دکتر علی بلادپس

استادیار جغرافیای طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرند

چکیده:

جاده استراتژیک مرند - جلفا در مسیر خود از واحدهای توپوگرافی و ژئومورفولوژیکی زیادی عبور می‌کند که آگاهی از ویژگیهای هر کدام از این واحدها و شناخت عوامل مورفوژنز و مورفودینامیک فعال و ارایه راهکارهای لازم، هدف اصلی این پژوهش می‌باشد. براساس مطالعات و پیمایش‌های میدانی و نتایج بدست آمده از این تحقیق، گسل‌ها، سیل، فرسایش رودخانه‌ای، حرکات دامنه‌ای نظیر ریزش، لغزش، جریانات واریزه‌ای، مورفوژنز بهمن‌های برفی و بهمن‌های سنگی، پدیده‌های ترموکلاستی، کریوکلاستی و مورفوژنز آنتروپیک از عمده‌ترین عوامل ژئومورفولوژیکی شناخته شده در طول مسیر جاده ریلی و آسفالته می‌باشند. بحرانی‌ترین حرکات دامنه‌ای در محدوده تنگ دره دیز از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، در سال‌های اخیر اثر فعالیت‌های انسان در تغییر چشم‌انداز مورفولوژیکی مسیر جاده مورد پژوهش بشدت فزونی یافته که نتیجه آن افزایش ناآرامی دامنه‌ها، تخریب پوشش گیاهی، سیل می‌باشد، نتایج تحقیق، ضرورت درک و آگاهی عمیق و منطقی از فرایندهای ژئومورفولوژیکی منطقه است و قبل از هرگونه اقدام و فعالیت‌های عمرانی در مسیر جاده‌ها برنامه‌های خود را باید از فیلتر عبور داده و شاخص‌های ژئومورفیکی را در برنامه‌ریزی‌ها و آمایش سرزمین منطقه لحاظ نمود.

واژه‌های کلیدی: جاده، حرکات دامنه‌ای، کریوکلاستی، مورفوژنز آنتروپیک

مقدمه

مطالعه فرایندهای ژئومورفولوژیکی در بسیاری از کارهای مهندسی مربوط به احداث جاده‌ها، پل‌ها و سدها و ساختمان‌ها اهمیت اساسی دارد. (مختاری، ۱۳۸۲) اینگونه سازه‌ها باید در مکانی بنا شوند که زمین بقدر کافی پایدار باشند، یا تدابیر و استراتژی لازم از قبل اندیشیده شود. بی توجهی به حرکات دامنه‌ای نظیر لغزش، ریزش سنگ‌ها و محاسبه دقیق شیب بریدگی‌ها گاهی می‌تواند خسارات فراوان به بار آورد. (Anbalagan, 1992) امروزه به روش‌های مختلف مثل ایجاد دیوارهای حایل، استفاده از تورهای سیمی، محاسبه دقیق شیب بریدگی‌ها و پرتگاه‌ها و ایجاد بهمن‌گیرها و ... کوشش می‌شود که شیب‌ها پایدار و تثبیت شود و آثار نامطلوب حرکات دامنه‌ای از بین برود یا به حداقل کاهش یابد. در منطقه مورد پژوهش از میان این فرایندها، فرایندهای دامنه‌ای از تنوع بیشتری برخوردارند. فعالیت‌های مهندسی بر روی زمین اگر بدون آگاهی و شناخت فرایندهای مورفوژنیک و مورفودینامیک محیط انجام شود، امکان دارد به برهم زدن تعادل مورفولوژیکی منطقه منجر شود.

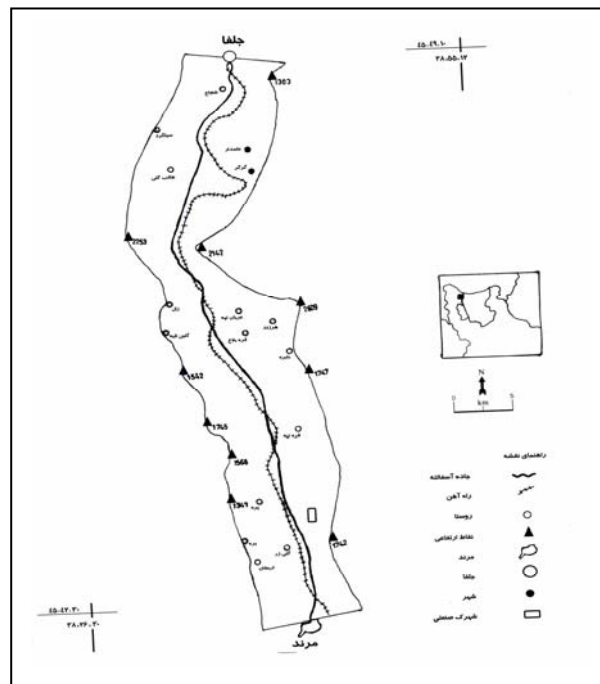
ایجاد ترانشه‌ها، تغییر وزن حاصل از خاکبرداری‌ها و خاکریزی‌ها از بین بردن پوشش گیاهی دامنه‌ها و ... از جمله اقدامات مربوط به مهندسی راه سازی هستند که به هنگام احداث راه‌ها یا تعریض آنها موجبات ناپایداری دامنه‌ها را فراهم می‌آورند که بر خود پروژه ساخته شده و ساخت و سازهای اطراف جاده خسارات وارد می‌کنند. ناهمواری‌ها که با عوامل مرفولوژیکی پیوند ناگسستنی بوده، بطوریکه عامل مهمی در کیفیت استقرار جاده‌ها دارند انتخاب پل‌ها، تونل‌ها، حداکثر شیب مجاز، حداقل پیچ و خم‌های جاده با مطالعه خصیصه‌های ژئومورفولوژیکی، لیتولوژیکی و زمین‌شناسی صورت می‌گیرد. اکثر خطراتی که فعالیت‌های عمرانی مهندسی را مورد تهدید قرار می‌دهند منشأ ژئومورفولوژی دارند لذا آگاهی از ویژگیهای مورفوزن و مورفودینامیک مسیر جاده مورد پژوهش قبل از کار روی زمین بسیار ضروری است.

روش پژوهش

لازمه مراجعه اصولی و منطقی با مخاطرات و عوامل مورفوزن تهدید کننده جاده‌ها، شناسایی دقیق محل و علل و عوامل مؤثر در وقوع پدیده‌های ژئومورفولوژی تهدید کننده جاده‌ها است. برای این کار با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی، عکس‌های هوایی، پیمایش‌های میدانی و اندازه‌گیری و نتایج کار آزمایشگاهی، مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته و سپس با درک عمیق از مکانیزم مورفودینامیک و مورفوزن به تهیه نقشه مخاطرات ژئومورفولوژیکی اقدام شده است.

جایگاه جغرافیایی منطقه مورد پژوهش

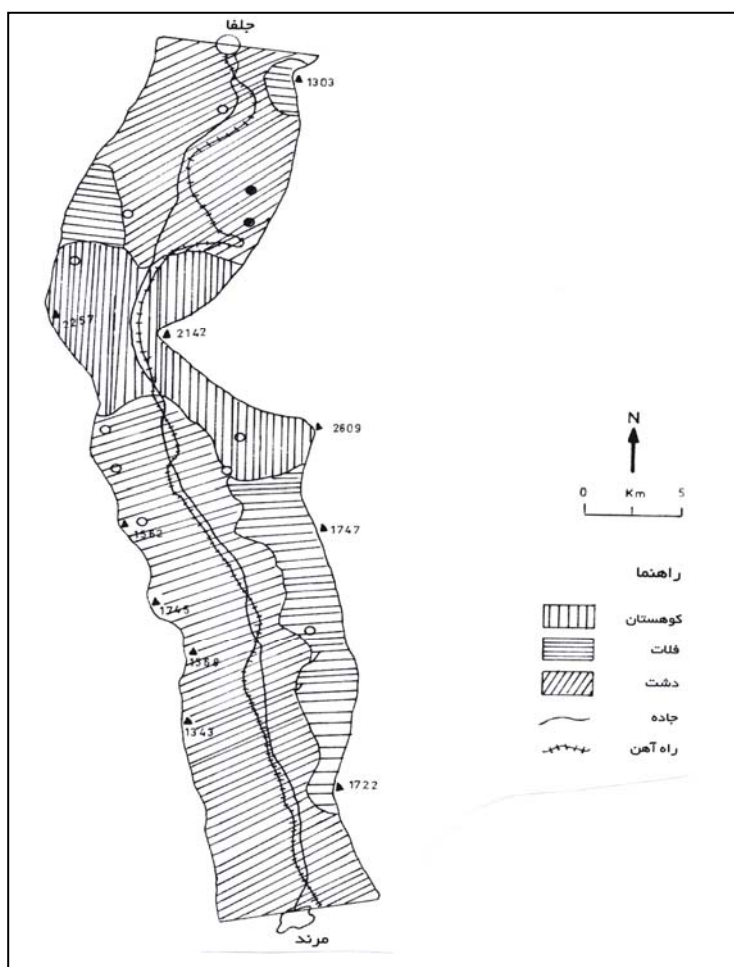
جاده مرند - جلفا یکی از شاه‌رگ‌های حیاتی و استراتژیک و یکی از عمده‌ترین محورهای مواصلاتی در شمال غرب استان آذربایجان شرقی در ایران می‌باشد که حد فاصل طول جغرافیایی شرقی 30° و 42° و 45° الی 10° و 49° و 45° عرض جغرافیایی شمال آن 30° و 26° و 38° الی 13° و 55° و 38° قرار دارد. مساحت قلمرو مورد تحقیق حدود 594 کیلومتر مربع و فاصله مرند تا جلفا تقریباً 50 کیلومتر، از مرکز استان آذربایجان شرقی (تبریز) 90 کیلومتر و از جمهوری آذربایجان حدود 56 کیلومتر فاصله دارد.



شکل (۱-۱) جایگاه جغرافیایی منطقه پژوهش

تحلیل داده‌های توپوگرافی

وضعیت توپوگرافی جاده مرند - جلغا از نظر شباهت‌های ریخت‌شناسی زمین بصورت توپوگرافی ملایم و خشن دیده می‌شود. دشت هالاکو با مسافتی حدود ۵۰ کیلومترمربع از بزرگترین سطوح هموار ژئومورفولوژی منطقه مورد پژوهش است، عارضه قابل توجهی در آن دیده نمی‌شود. اختلاف ارتفاع دشت و کوهستان حدود ۷۰۰ متر است، وجود این اختلاف روند مورفوزنز و مورفودینامیک را تضمین می‌کند، در نتیجه فرآیندهای فرسایشی از پتانسیل بالایی برخوردار هستند و جاده ارتباطی آسفالته و ریلی که از وسط دشت می‌گذرد بشدت تهدید می‌شوند. منطقه کوهستانی خشن قره‌گوز و دیوان داغی در تنگ دره‌دیز جزو مناطق بحرانی و ناآرام به حساب می‌آیند، تندی شیب بیش از ۵۰ درجه برتری فرسایش مکانیکی را تضمین می‌کند. این واحد کوهستانی از اشکال تیپیک ژئومورفولوژی در منطقه هستند. وحدت در سنگ‌های آهکی چهره ناهمواری را بصورت پرتگاه‌هایی در آورده و فرآیندهای دامنه‌ای بشدت جاده ریلی و آسفالته را در این دره گسلی تهدید می‌کنند. (شکل ۲-۱)

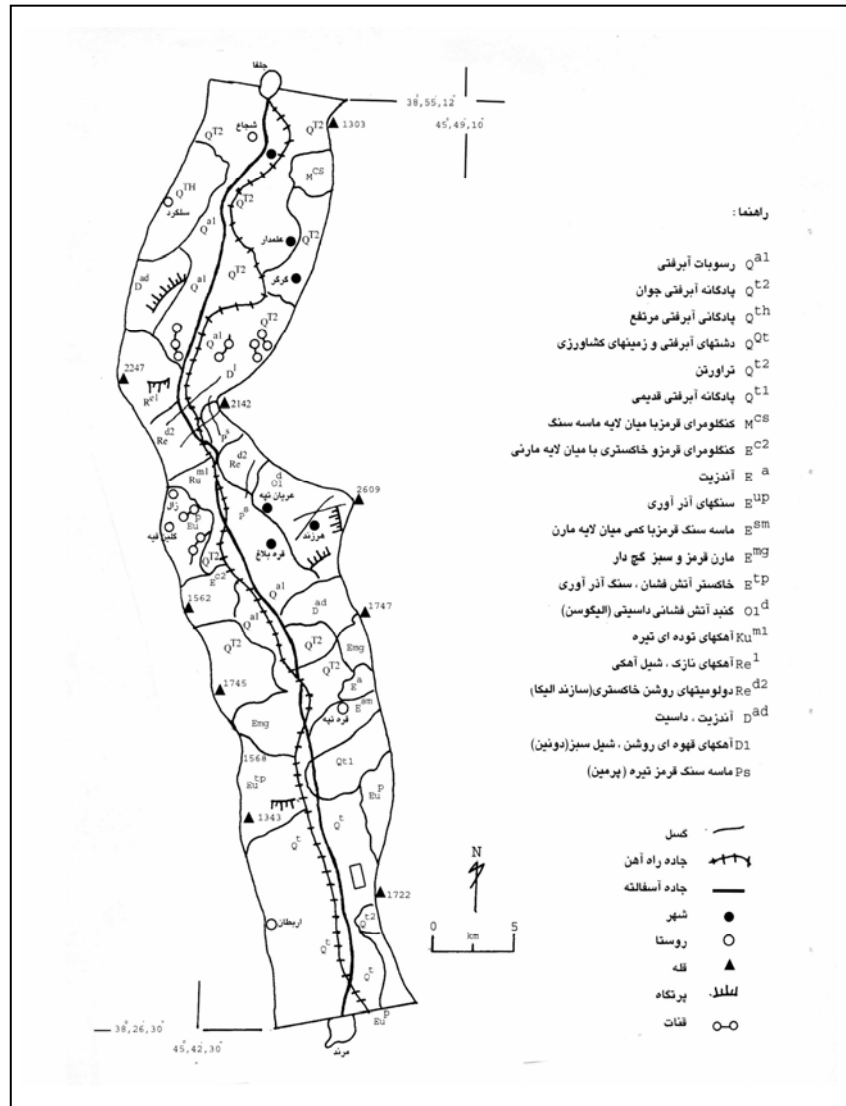


شکل (۱-۲) نقشه واحدهای توپوگرافی منطقه تحقیق

تحلیل داده‌های زمین‌شناسی

با مطالعه نقشه زمین‌شناسی بیش از ۹۰٪ سازندهای زمین از سنگ‌های رسوبی تشکیل شده‌اند، قدیمی ترین آنها ماسه سنگ‌های قرمز تیره پرمین است که در نزدیکی روستای قره بلاغ جاده آسفالته را تهدید می‌کنند. در دره گسلی

دره دیز سنگ های آهکی، شیل آهکی و دولومیت های کم ضخامت (سازندالیکا) بصورت هم شیب با ضخامت ۵۰۰ متر بر روی هم قرار گرفته اند که شدیداً تکتونیزه شده اند. بستر دشت ها و دره ها حاوی تشکیلات نیمه متراکم کنگلومرا و رسوبات کواترنری هستند که بصورت مخروط افکنه ها و تراس های رودخانه ای بویژه در دشت هالاکو دیده می شوند. (شکل ۱-۳)



شکل (۱-۳) نقشه زمین شناسی منطقه پژوهش

تکتونیک

ارزیابی وضعیت منطقه از نظر فعالیت های تکتونیکی از طریق شاخص های ژئومورفومتریکی زیر انجام گرفته است.

شاخص پهنای کف دره به عمق آن

از شاخص های معتبر ارزیابی نحوه فعالیت های تکتونیکی در منطقه تنگ دره دیز نسبت پهنای کف دره به ارتفاع از ستیغ سمت راست و سمت چپ دره محاسبه می شود که توسط مک فادن و بول پیشنهاد شده است (بلادپس،

۱۳۸۵) به نظر آنان مقدار VF کمتر از یک نشانگر فعالیت تکتونیکی منطقه است و اگر VF بین ۱ و ۲ باشد نشانگر نسبتاً فعال و بزرگتر از ۲، عدم فعالیت‌های زمین ساختی و آرامش تنش‌های تکتونیکی منطقه است، فرمول پیشنهادی بول و مک‌فادن^۱ به شکل زیر است.

$$VF = \frac{2VFW}{(Eid - Esc) + (Erd - Esc)}$$

VF - پهنای دره با ارتفاع دامنه

VFW - پهنای کف دره

Erd - ارتفاع از ستیغ سمت راست دره

Eid - ارتفاع از ستیغ سمت چپ دره

Esc - ارتفاع کف دره از سطح ژئوئید.

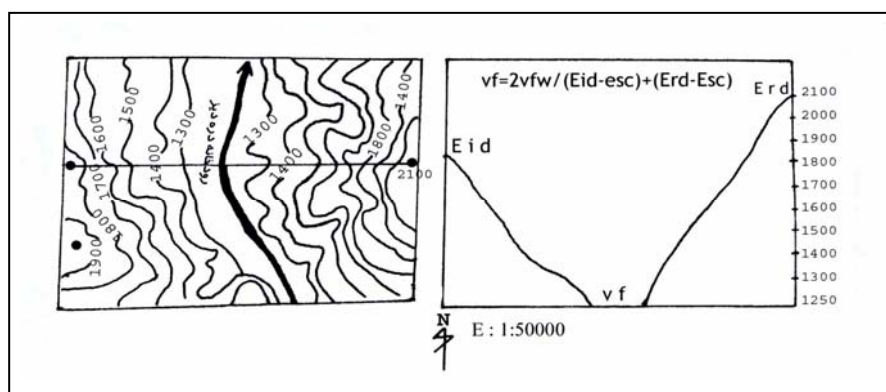
با استفاده از نقشه ۱:۵۰/۰۰۰ و تهیه نیمرخ‌های توپوگرافی از ستیغ‌های راست و چپ دره و محاسبه شاخص $VF = 0.6$ نشانگر فعالیت‌های زیاد نیروهای تکتونیکی در منطقه است، بخاطر خشونت و انرژی زیاد توپوگرافی نیروهای مورفودینامیک بسیار فعال بوده در نتیجه در اثر فرسایش خطی شدید در کف و کناره دره باعث ناپایداری دامنه و ریزش سنگ‌ها و جریانات واریزه‌ای مشرف به جاده ریلی و آسفالته تهدید می‌شوند.

شکل (۱-۴)

$$VF = \frac{2(500)}{(1900 - 1250) + (2100 - 1250)}$$

$$VF = \frac{1000}{(650) + (850)} = \frac{1000}{1500}$$

$$VF = 0.6$$



شکل (۱-۴) شاخص نسبت پهنای دره به ارتفاع دامنه (دره دیز)

¹ - Bull and Macfadden

اقلیم

با عنایت به شرایط توپوگرافی، ارتفاع محل، تپ ناهمواریها، پوشش گیاهی و نفوذ توده هواهای مختلف قلمرو مورد پژوهش از تنوع اقلیم محلی یا میکروکلیمایی برخوردار است.

محدوده دشت هادی شهر تا جلغا که از توپوگرافی ملایم و هموار برخوردار است و ارتفاع منطقه حدود ۷۳۶ متر می باشد، طبق آمار سال ۱۹۹۷ دارای دمای متوسط سالیانه ۱۴/۸ درجه سانتی گراد و بارش سالیانه ۱۳۹/۷ میلی متر می باشد (بلادپس، ۱۳۸۵، ص ۳۵). براساس روش امانوئل دومارتون اقلیم آن از نوع خشک بوده و تابستان های

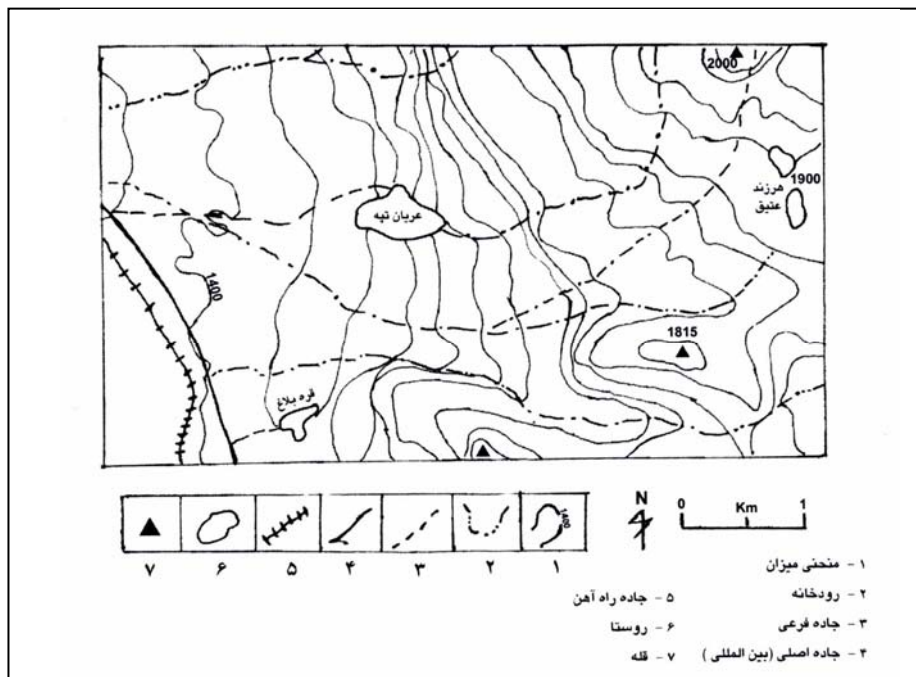
بسیار گرم و زمستان های بسیار سرد را شاهد هستیم.

$$I = \frac{P}{T+10} = \frac{139.7}{14.8+10} = 5.6$$

بنابراین بارش ها از نوع رگباری و سیل آسا بوده بطوری که در بعضی از سالها جاده راه آهن و جاده آسفالت

بویژه در انتهای مخروط افکنه روستای قره بلاغ را تخریب و تهدید می کند. (شکل ۵-۱)

در محدوده تنگ دره دیز، ارتفاع ۲۳۰۰ متر، دمای میانگین آن ۱۳/۸ درجه سانتی گراد و بارش سالیانه آن ۴۲۶/۵ میلی متر، طبق ضریب دومارتون، اقلیم نیمه خشک تا نیمه مرطوب دارد، لذا بخاطر خشونت ناهمواری فرایند کریوکلاستی از شدت بالایی برخوردار است. در نتیجه فرآیندهای نیواسیون و بهمن های برفی باعث حرکات دامنه ای مانند ریزش سنگ و واژگونی قطعات درشت شده و جاده ریلی و آسفالت را مرتباً تهدید می کنند.



شکل (۵-۱) جاده آسفالت و راه آهن در انتهای مخروط افکنه مستقر شده اند

(پدیده ژئومورفولوژی سیل، جاده را در حدود پنج کیلومتر تهدید می کند)

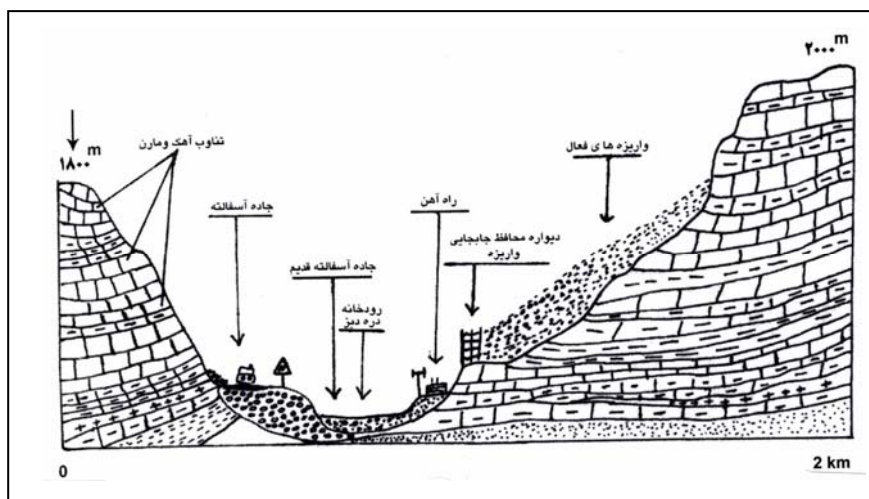
مخاطرات محیطی و ژئومورفولوژیکی تهدید کننده جاده ها

حرکات دامنه ای

با توجه به شرایط خاص مکانی منطقه مورد پژوهش از نظر ساختارهای زمین شناسی، ارتفاع، شیب زمین شناسی و توپوگرافی، لیتولوژی و زمین ساخت، پوشش گیاهی، فرآیندهای ژئومورفولوژیکی تهدید کننده جاده ها از تنوع

بسیار زیادی برخوردار است. از جمله جریانات واریزه‌ای، لغزش، ریزش، واژگونی تخته سنگ‌ها، از فرآیندهای دامنه‌ای هستند که در مسیر جاده مرند - جلفا بویژه در دره گسلی دره‌دیز جاده ریلی و آسفالت‌ها را تهدید می‌کنند. از این حرکات دامنه‌ای جریانات واریزه‌ای از گسترش زیادی برخوردارند و خطر آن در کلیه دامنه‌ها بعنوان شاخص مهمی از ناپایداری دامنه‌های سنگی نقش مؤثری در مرفولوژی منطقه دارند و نسبت به سایر فرآیندهای دامنه‌ای دارای پتانسیل بالایی هستند (بلادپس، ۱۳۸۱). از عوامل اصلی بوجود آورنده آن، ارتفاع، لیتولوژی مورفونژ بهمین، مورفونژ آنتروپیک قابل توجه می‌باشند. (Huggett, 2003)

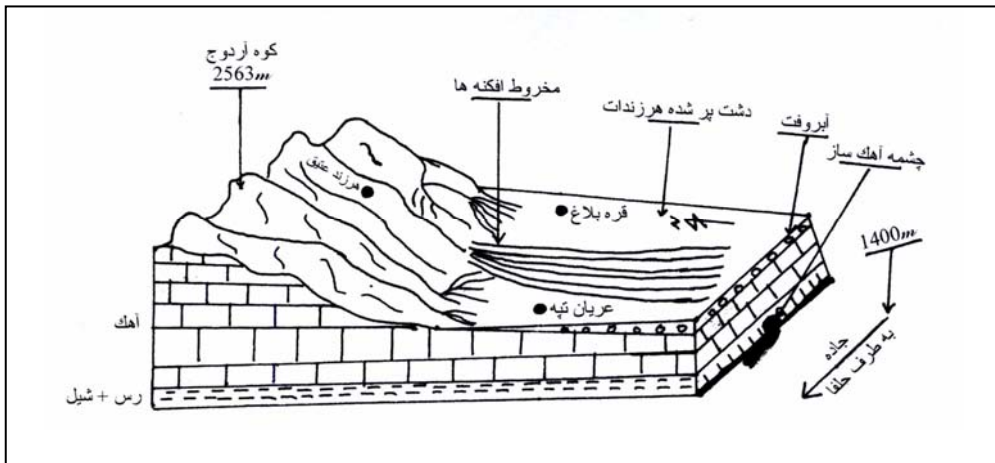
در پای پرتگاه‌های تند گسلی و آبراهه‌های منطقه بخصوص در دره‌دیز در سازندهای آهکی و دولومیتی، مخروط‌های واریزه‌ای تپیک فعال بخش وسیعی از دامنه‌ها را پوشانده‌اند. علت این مسئله نفوذ آبها و اثر فرآیند یخبندان و ذوب یخ در درزها و دیاکلازهای زمین ساختی و مکانیکی و هم چنین نقش تکه‌های برفی انباشته شده در چاله‌های انحلالی می‌باشد. واریزه‌های حاصل از این سازندها ضخیم لایه و درشت دانه‌اند، بطوری که در پای شیب تند گسل‌های دره‌دیز، طولانی‌ترین و بزرگترین مخروط‌های واریزه‌ای شکل گرفتند. بنابراین جریانات واریزه‌ای در نواحی کوهستانی که تحت فرآیند کریوکلاستی قرار دارند (Dorren, 2004) بشدت تنگناهایی را برای امور راهداری ایجاد می‌کنند.



شکل (۶-۱) جریانات واریزه‌ای تپیک فعال منطقه پژوهش (تنگ دره‌دیز)

چشمه‌های آهک‌ساز (تراورتن ساز)

حدود ۳۰ کیلومتری مرند - جلفا در نزدیکی روستای قره بلاغ وجود چشمه‌های آهک ساز جاده بین‌المللی آسفالت‌ها را در معرض خطر جدی قرار داده است. این پدیده ژئومورفولوژیکی ناشی از نفوذ آب باران و آب ذوبان حاصل از برف ارتفاعات اردوج از طریق درزها و شکاف‌ها در نزدیکی جاده با ترانشه زدن و رسیدن به لایه نفوذ ناپذیر به صورت چشمه خارج شده و بمرور باعث تخریب جاده می‌شود. بدین شکل که آب از طریق حاشیه و کناره زیر ساخت جاده نفوذ کرده و بعلت داشتن املاح نمک‌دار باعث تبلور و متورم شدن آنها می‌شود و باعث ترک‌ها در جاده می‌گردد. این ترک‌ها بتدریج در اثر نفوذ جانبی و مستقیم آبها، بزرگ شده و جاده را تخریب و باعث از بین بردن آسفالت می‌شود. لذا ضرورت دیوارکشی و یا کانال زدن و انحراف آب چشمه بسیار ضروری است.



شکل (۱-۷) مقطع شماتیک از ارتفاعات اردوج و دشت آبرفتی هرزندات (در ارتفاع ۱۴۰۰ متری چشمه آهک ساز جاده را تهدید می کند)

یخبندان سازندهای زیرسکوی جاده‌ها:

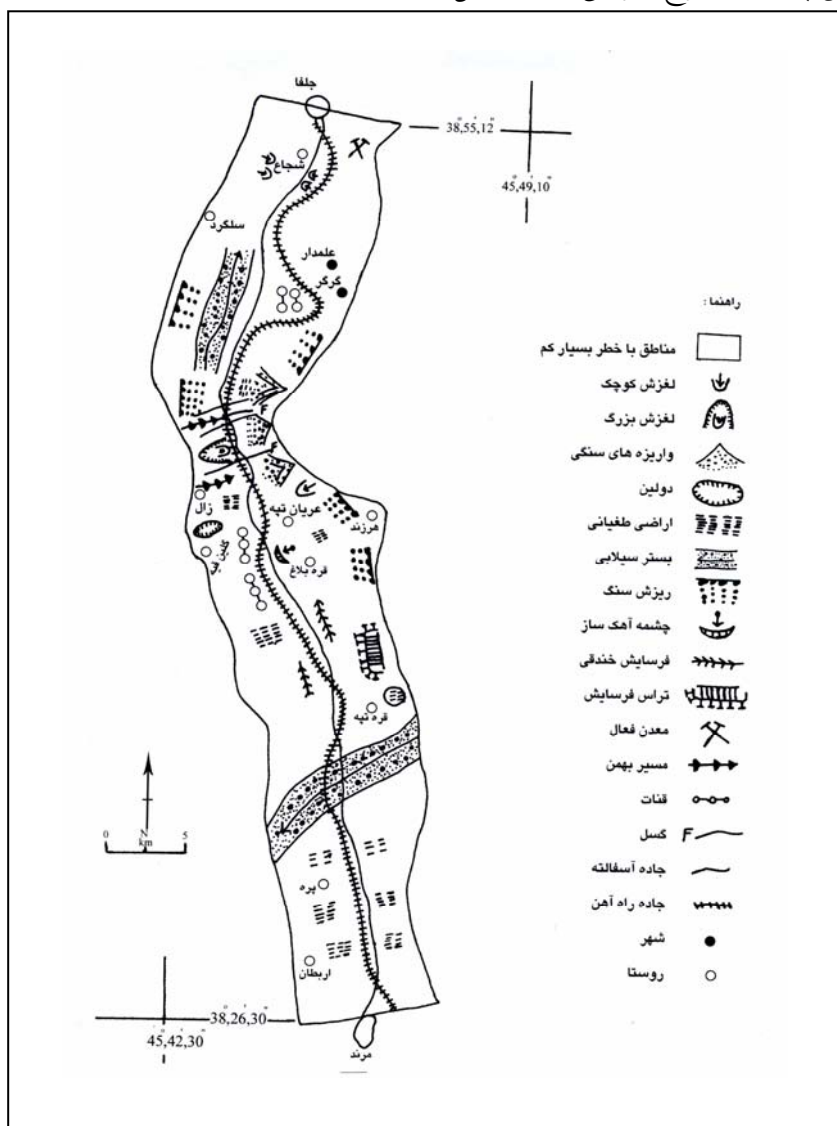
اغلب مشاهده می شود که در مسیر جاده مرنند - جلغا، آسفالت جاده‌ها علی‌رغم زیرسازی‌های اصولی و رعایت قوانین مهندسی شکسته می شوند و در صورت عدم ترمیم و چاره اندیشی اساسی، جاده تخریب شده و از بین می رود و از این طریق اختلالاتی در رفت و آمد و ارتباطات شهری و روستایی پدیدار می گردد. علت آن را در جنس سنگ‌ها و سازندهای زیرین سکوها، که بعنوان زیر سازی جاده‌ها در نظر می گیرند و ویژگی‌های ژئومورفولوژیک آن‌ها باید جستجو کرد (رجائی، ۱۳۸۲). در اثر سرمای شدید منطقه آب موجود در این سازندها در اثر انجماد، متورم شده و باعث جابجایی زمین و در نتیجه باعث ترک‌ها در جاده می گردند، با پیدایش ترک‌ها روی آسفالت نفوذ آب بطور مستقیم از طریق خود جاده به راحتی انجام می گیرد و شدت یخبندان و تواتر آن در اندک زمان آسفالت جاده را متلاشی می کند و بخشی از جاده خسارات سنگین می بیند، این پدیده در مسیر کوهستانی خشن دره‌دیز و در دشت‌های منطقه از جمله دشت هالاکوی مرنند بیشتر دیده می شود.



شکل (۱-۸) ترک‌های حاصل از عمل یخبندان آبهای زیر ساخت جاده و تخریب آن

بحث و نتیجه گیری

جاده استراتژیک مرند - جلفا از واحدهای ژئومورفولوژیکی متعددی عبور می‌کند که در هر کدام از این واحدها عوامل مورفوژنز و مورفودینامیک از شدت و فعالیت خاصی برخوردارند لذا شناسایی و ارزیابی پدیده‌های ژئومورفولوژیکی از جمله اقدامات اساسی و پایه‌ای قبل از هرگونه اقدام برای عمران و جاده سازی است (قبادی، ۱۳۸۱). لذا عمده‌ترین عوامل مورفولوژیکی فعال در منطقه، گسل‌ها، عملکرد روان آب‌های سطحی، مورفوژنز بهممن، حرکات دامنه‌ای، سیل، مورفوژنز آنتروپیک نقش اساسی را در تهدید و تخریب جاده‌ها ایفا می‌کنند. لذا راهکارهای لازم برای مقابله با این پدیده‌ها بشرح زیر می‌باشد. (شکل ۹-۱)



شکل (۹-۱) نقشه مخاطرات ژئومورفولوژیکی منطقه پژوهش

۱- شناسایی کانون‌های زلزله که خود مستلزم شناخت کافی از خواص فیزیکی و رفتار مکانیکی گسل‌ها می‌باشد.

- ۲- انجام مطالعات مربوطه به حداکثر بارش محتمل و پهنه‌بندی سیلاب‌ها و شناسایی بخش‌های خطر ساز و بکارگیری سیستم‌های هشدار دهنده .
- ۳- ایجاد دیوارهای سنگی و بتنی در قسمت‌های کناری رودخانه‌ها که در آنها فرسایش کناری صورت می‌گیرد برای جاده‌هایی که از تراس‌های رودخانه‌ای عبور می‌کنند.
- ۴- در مناطق بهمین خیز و بهمین گیر برای جاده‌ها، سقف‌ها و تونل‌های بتونی ساخته شود. (بیرویدیان، ۱۳۸۲)
- ۵- نصب شبکه تورهای فلزی بر روی دامنه‌های ناپایدار برای جلوگیری از جریانات واریزه‌ای و ریزش‌های سنگی و بلوکی در مسیر جاده‌ها. (زمردیان، ۱۳۸۱)
- ۶- پلکانی کردن شیب، یکی از راه‌های پایدارسازی دامنه‌ها برای مقابله با حرکات دامنه‌ای.
- ۷- مطالعه و شناسایی بسترهای استثنایی و بزرگ در مسیر جاده‌ها و انجام اقدامات مفید برای حفظ جاده‌ها در مواقع طغیانی رودخانه‌ها.
- ۸- ایجاد شبکه زهکشی مناسب در کنار جاده‌ها برای خارج شدن آبهای متمرکز یافته حاصل از بارش‌ها که باعث تخریب و زیرکنی جاده‌ها می‌شود. (قاضی فرد، ۱۳۸۰)
- ۹- احداث پل‌ها با پایه‌های بتنی که چندین متر در زمین فرو رفته باشد و بلند بودن پیش‌خوان‌ها و زیاد بودن دهانه پل که به راحتی سیلاب را از خود عبور دهد و باعث کاهش نیروی جریان آب گردد.

منابع و مأخذ

۱. بیرویدیان، نادر، (۱۳۸۲): برف و بهمین (مدیریت مناطق برف‌گیر)، انتشارات دانشگاه امام رضا.
۲. بلادپس، علی، (۱۳۸۲): تحلیلی بر ژئومورفولوژی جریان‌های واریزه‌ای منطقه ماکو، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره ۸، انتشارات آستان قدس رضوی.
۳. بلادپس، علی، (۱۳۸۴): تحلیلی بر ژئومورفولوژی لغزشها در منطقه ماکو، مجله جغرافیا و توسعه شماره ۳، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
۴. بلادپس، علی، (۱۳۸۴): پژوهش در پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در منطقه ماکو، پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره ۵۲.
۵. بلادپس، علی، (۱۳۸۶): طرح تحقیقاتی (عوامل مورفوژنز تهدید کننده جاده‌ها) دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرنند.
۶. بلادپس، علی، (۱۳۸۱): پژوهش در تحول ژئومورفولوژیک منطقه ماکو، پایان نامه دکتری، دانشگاه تبریز.
۷. رجائی، عبدالحمید، (۱۳۸۲): کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط، نشر قومس.
۸. رجائی، عبدالحمید، (۱۳۸۲): کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی شهری و روستایی، انتشارات سمت.
۹. زمردیان، محمدجعفر، (۱۳۷۲): ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی، انتشارات سمت.
۱۰. زمردیان، محمدجعفر، (۱۳۸۱): کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی شهری و روستایی، دانشگاه پیام نور.
۱۱. قاضی فرد، اکبر، (۱۳۸۰): مبانی زمین‌شناسی مهندسی، انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان.

۱۲. قبادی، محمدحسین، (۱۳۸۱): زمین‌شناسی مهندسی، انتشارات دانشگاه شهید چمران.
۱۳. مختاری کشکی، داود، (۱۳۸۲): عوامل مورفولوژیکی فعال در مسیر آزادراه تبریز- مرند و راههای مقابله با آن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرند.
۱۴. معتمد، احمد و همکاران، (۱۳۷۸): کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی، انتشارات سمت.
15. Anbalgan, B.R, (1992): land mapping in mountains terrain, engniering Geomorphology pp. 265-278.
16. Dorren, L.K.A (2004): combining Field and modeling techniques to assess rock fall dyanamics on protetion forest hill slope in the European alps Geomorphology vol 57.
17. Huggett, R.J (2003) Fundamantals of Geomorphology Routedge Fundamantals of physical geography. London and Newyork.
18. Ramirez- Herrera, M.T., (1998): Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay Graben, Mexican volcanic belt, Earth surface processes and land forms vol 23, 317.332.
19. Keller, E.A., pinter, N., (1996): Active tectonics: Earthquakes, uplift and landscape- printic tlall, pub.
20. panizza.M. (1998) Environmental geomorphology Elsevier science newyork.
21. verstappen, H.th, 1983. Applied Geomorphology Elsevier, pub.

