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 دره‌دیز از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، در سال‌های اخیر اثر فعالیت‌های انسان در تغییر چشم‌انداز مرفولوژیکی 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.

واژه های کلیدی: جاده، حرکات دامنه‌ای، کریوکلاستی، مورفوژنزآنتروپیک

مقدمه

مطالعهٔ فرآیندهای 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 اندیشده شود. بی توجهی به حرکات دامنه‌ای نظیر لغزش، ریزش سنگ‌ها و محاسبه دقیق شیب بریدگی‌ها گاهی می تواند 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 وایجاد بهمن گیرها و ... کوشش می‌شود که شیب‌ها پایدار و تثبت 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 فرآیندهای مورفوژنیک و مورفودینامیک محیط انجام شود، امکان دارد به بر هم 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 برخود پروژه ساخته شده و ساخت و سازهای اطراف جاده خسارات وارد می‌کنند.

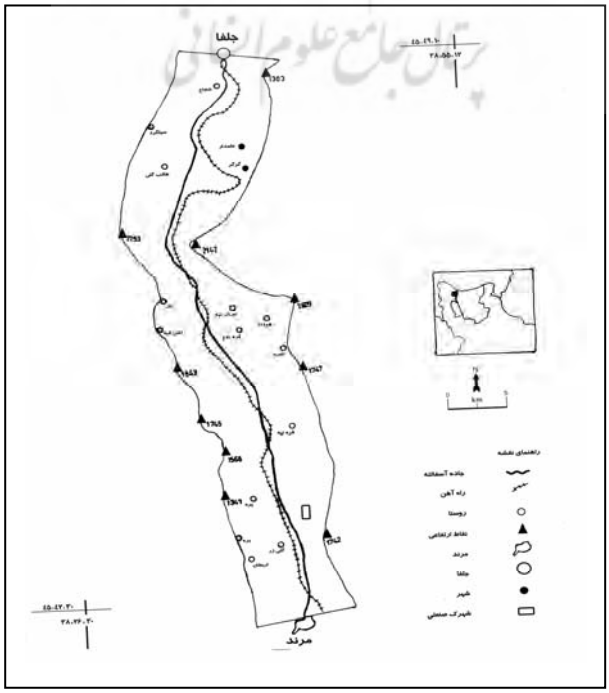
ناهمواری‌ها که با عوامل مرفولوژیکی پیوند ناگسستنی بوده،بطوریکه عامل مهمی در کیفیت استقرار جاده‌ها دارند انتخاب پل‌ها، تونل‌ها، حداکثر شیب مجاز، حداقل پیچ و خم‌های جاده با مطالعه خصیصه‌های ژئومورفولوژیکی، لیتولوژیکی و زمین‌شناسی صورت می‌گیرد. اکثر خطراتی که فعالیت‌های عمرانی مهندسی را مورد تهدید قرار می‌دهند منشأ ژئومورفولوژی دارند لذا آگاهی از ویژگیهای مورفوژنز و موردفودینامیک مسیر جاده مورد پژوهش قبل از کار روی زمین بسیار ضروری است.

روش پژوهش

لازمه مراجعه اصولی و منطقی با مخاطرات و عوامل مورفوژنز 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 هوائی، 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 مورفوژنز به تهیه نقشه مخاطرات ژئوموفولوژیکی اقدام شده است.

جایگاه جغرافیایی منطقه مورد پژوهش

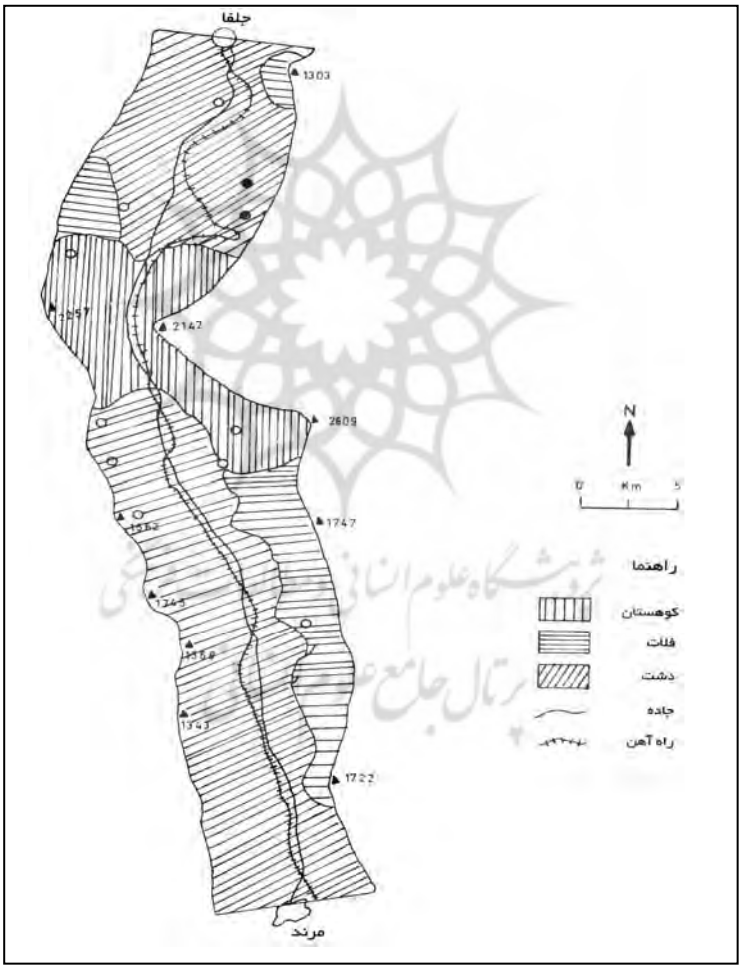
جاده مرند – جلفا یکی از شاهرگ‌های حیاتی و استراتژیک و یکی از عمده‌ترین محورهای مواصلاتی در شمال غرب استان آذربایجانشرقی در ایران می‌باشد که حد فاصل طول جغرافیایی شرقی ″۳۰ و ′۴۲ و °۴۵ الی ″۱۰ و ′۴۹ و °۴۵ و عرض جغرافیایی شمال آن ″۳۰ و ′۲۶ و °۳۸ الی ″۱۳ و ′۵۵ و °۳۸ قرار دارد . مساحت قلمرو مورد تحقیق حدود ۵۹٤ کیلومترمربع و فاصله مرند تا جلفا تقریباً ۵۰ کیلومتر، از مرکز استان آذربایجانشرقی (تبریز) ۹۰ کیلومتر و از جمهوری آذربایجان حدود ۵٦ کیلومتر فاصله دارد.



شکل (۱-۱) جایگاه جغرافیایی منطقه پژوهش

تحلیل دادهای توپوگرافی

وضعیت توپوگرافی جاده مرند – جلفا 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 مورفوژنز و مورفودینامیک را تضمین می کند، 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)

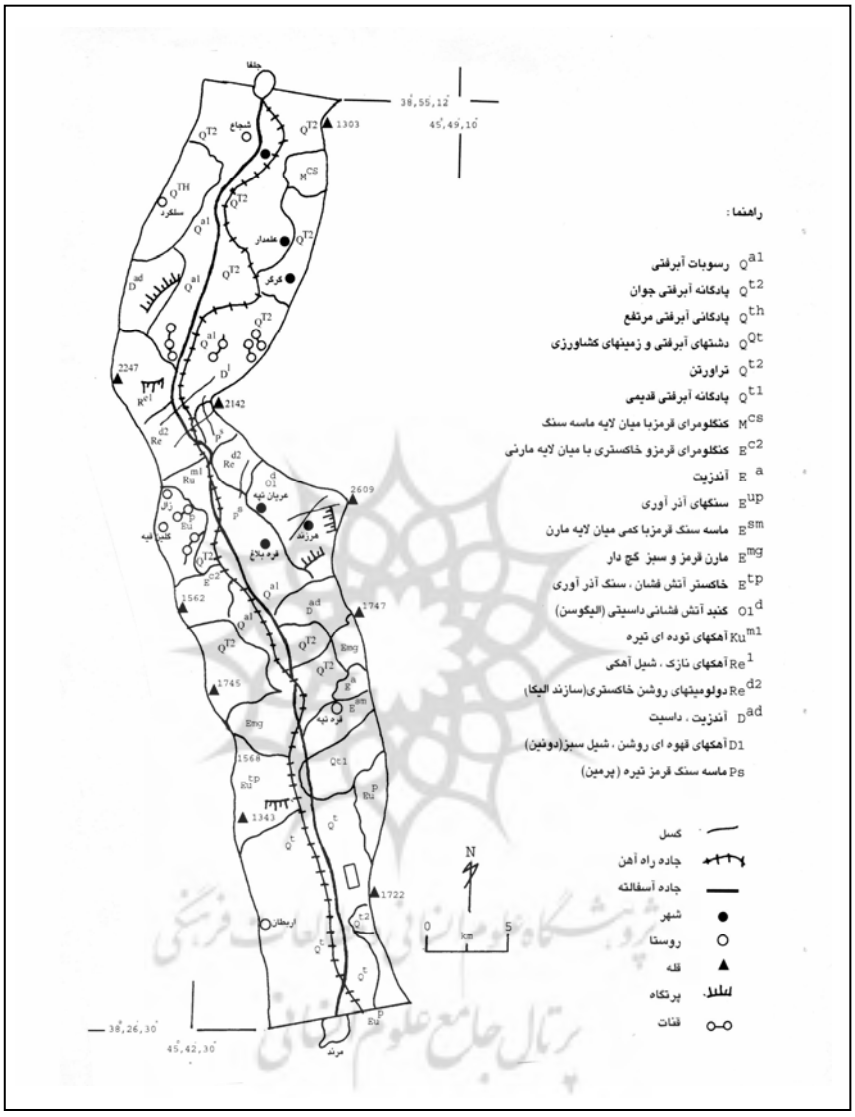


شکل (۲-۱) نقشه واحدهای توپوگرافی منطقه تحقیق

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

دره‌دیز سنگ‌های آهکی، شیل آهکی و دولومیت‌های کم ضخامت (سازندالیکا) بصورت هم شیب با ضخامت ۵۰۰ متر برروی هم قرار گرفته‌اند که شدیداً تکتونیزه شده‌اند. بستر دشت‌ها و دره‌ها حاوی تشکیلات نیمه‌متراکم کنگلومرا و رسوبات کواترنری هستند که بصورت مخروط افکنه‌ها و تراس‌های رودخانه‌ای بویژه در دشت هالاکودیده می‌شوند. (شکل ۳-۱)



شکل (۳-۱) نقشه زمین‌شناسی منطقه پژوهش

تکتونیک

ارزیابی وضعیت منطقه از نظر فعالیت‌های تکتونیکی از طریق شاخص‌های ژئومورفومتریک زیر انجام گرفته است.

شاخص پهنای کف دره به عمق آن

از شاخص‌های معتبر ارزیابی نحوه فعالیت‌های تکتونیکی در منطقه تنگ دره دیز نسبت پهنای کف دره به ارتفاع از ستیغ سمت راست و سمت چپ دره محاسبه می‌شود 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[1] به شکل زیر است.

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

VF- پهنای دره با ارتفاع دامنه

VFW- پنهای کف دره

Erd- ارتفاع از ستیغ سمت راست دره

Eid- ارتفاع از ستیغ سمت چپ دره

Esc – ارتفاع کف دره از سطح ژئویید.

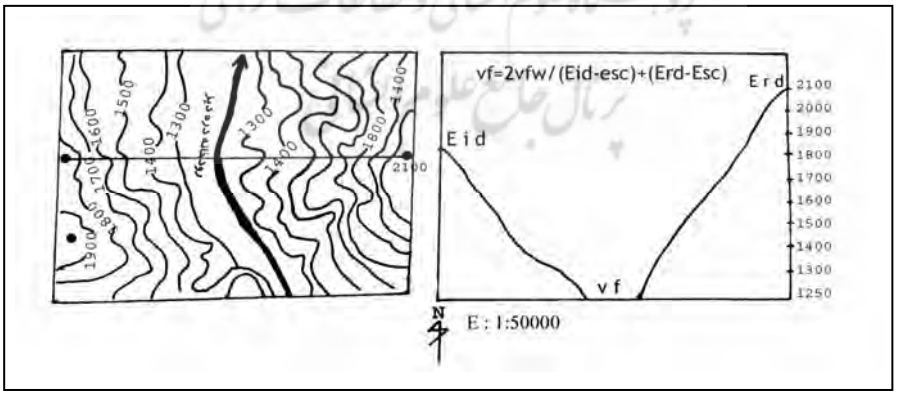
با استفاده از نقشه ۵۰/۰۰۰: ۱ و تهیه نیمرخ‌های توپوگرافی از ستیغ‌های راست و چپ دره و محاسبه شاخص VF =۰/٦ نشانگر فعالیت‌های زیاد نیروهای تکتونیکی در منطقه است، بخاطر خشونت و انرژی زیاد توپوگرافی نیروهای مورفودینامیک بسیار فعال بوده در نتیجه در اثر فرسایش خطی شدید در کف و کناره دره باعث ناپایداری دامنه و ریزش سنگ‌ها و جریانات واریزه‌ای مشرف به جاده ریلی و آسفالته تهدید می‌شوند.

شکل (٤-١)

$$VF = \frac{۲(۵۰۰)}{(۱۹۰۰ - ۱۲۵۰) + (۲۱۰۰ - ۱۲۵۰)}$$

$$VF = \frac{۱۰۰۰}{(۶۵۰) + (۸۵۰)} = \frac{۱۰۰۰}{۱۵۰۰}$$

$$VF = ۰/۶$$



شکل (٤-١) شاخص نسبت پهنای دره به ارتفاع دامنه (دره دیز)

[1] - Bull and Macfadden

اقلیم

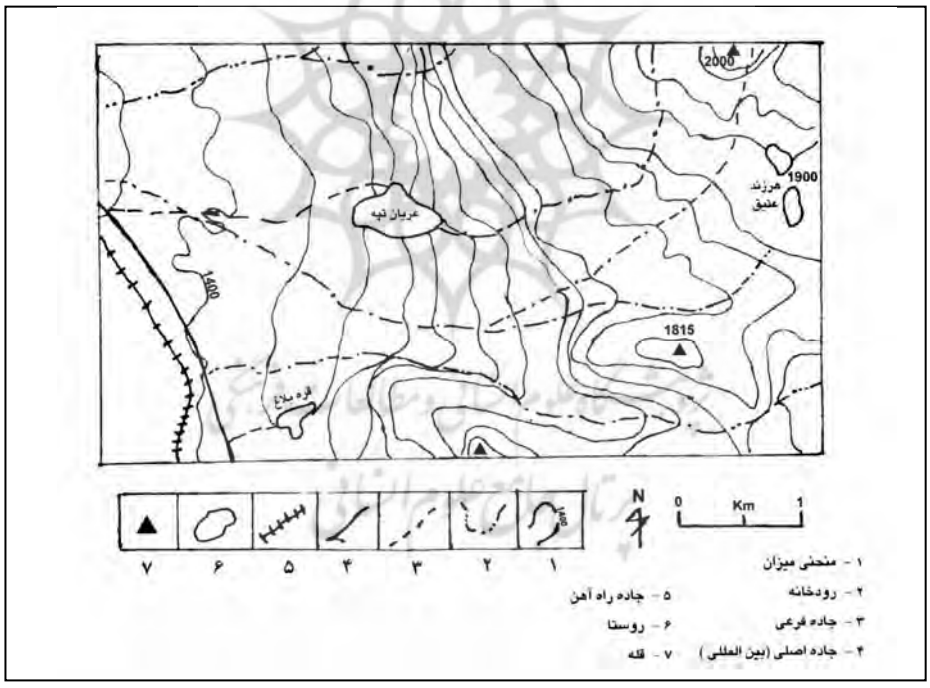
با عنایت به شرایط توپوگرافی، ارتفاع محل،تیپ ناهمواریها، پوشش گیاهی و نفوذ توده هواهای مختلف قلمرو مورد پژوهش از تنوع اقلیم محلی یا میکروکلیمایی برخوردار است.

محدوده دشت هادی‌شهر تا جلفا که از توپوگرافی ملایم و هموار برخوردار است و ارتفاع منطقه حدود ۷۳٦ متر می باشد ، طبق آمار سال ۱۹۹۷ دارای دمای متوسط سالیانه ۱٤/۸ درجه سانتی گراد و بارش سالیانه ۱۳۹/۷ میلی متر می‌باشد (بلادپس، ۱۳۸۵، ص۳۵). براساس روش امانوئل دومارتون اقلیم آن از نوع خشک بوده و تابستان های بسیار گرم و زمستان‌های بسیار سرد را شاهد هستیم.

$$I = \frac{P}{T+۱۰} = \frac{۱۳۹/۷}{۱۴/۸+۱۰} = ۵/۶$$

بنابراین بارش‌ها از نوع رگباری و سیل آسا بوده بطوری که در بعضی از سال‌ها جاده راه آهن و جاده آسفالته بویژه در انتهای مخروط افکنه روستای قره بلاغ را تخریب و تهدید می‌کند. (شکل ۵-۱)

در محدوده تنگ دره دیز،ارتفاع ۲۳۰۰ متر، دمای میانگین آن ۱۳/۸ درجه سانتی گراد و بارش سالیانه آن ٤۲٦/۵ میلی‌متر، 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 بهمن‌های برفی باعث حرکات دامنه‌ای مانند ریزش سنگ و واژگونی قطعات درشت شده و جاده ریلی و آسفالته را مرتباً تهدید می‌کنند .



شکل (۵-۱) جاده آسفالته و راه آهن در انتهای مخروط افکنه مستقر شده‌اند
(پدیده ژئومورفولوژی سیل ، جاده را در حدود پنج کیلومتر تهدید می کند)

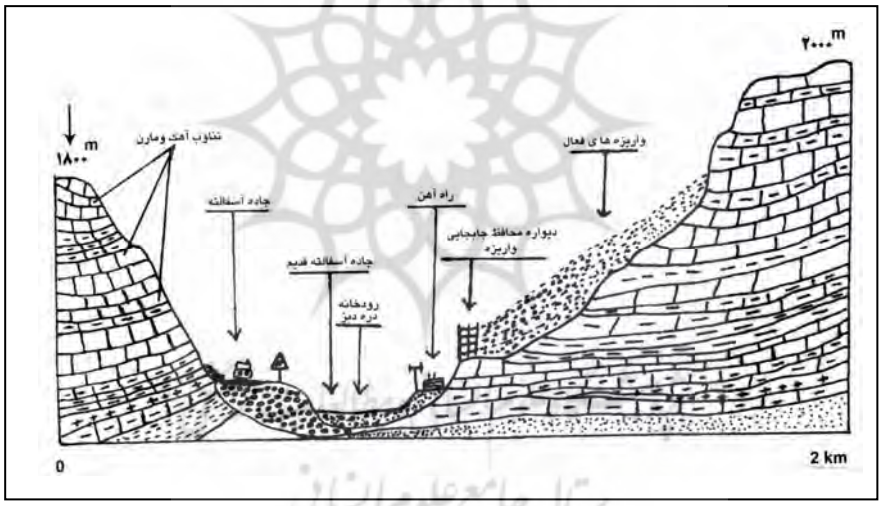
مخاطرات محیطی و ژئومورفولوژیکی تهدید کننده جاده‌ها

حرکات دامنه‌ای

با توجه به شرایط خاص مکانی منطقه مورد پژوهش از نظر ساختارهای زمین‌شناسی، ارتفاع، شیب زمین‌شناسی و توپوگرافی، لیتولوژی و زمین ساخت، پوشش گیاهی، فرآیندهای ژئومورفولوژیکی تهدید کننده جاده‌ها 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 آسفالته 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 آوردنده آن، ارتفاع، لیتولوژی مورفوژنز بهمن، مورفوژنز آنتروپیک قابل توجه می‌باشند. (Huggett, 2003)

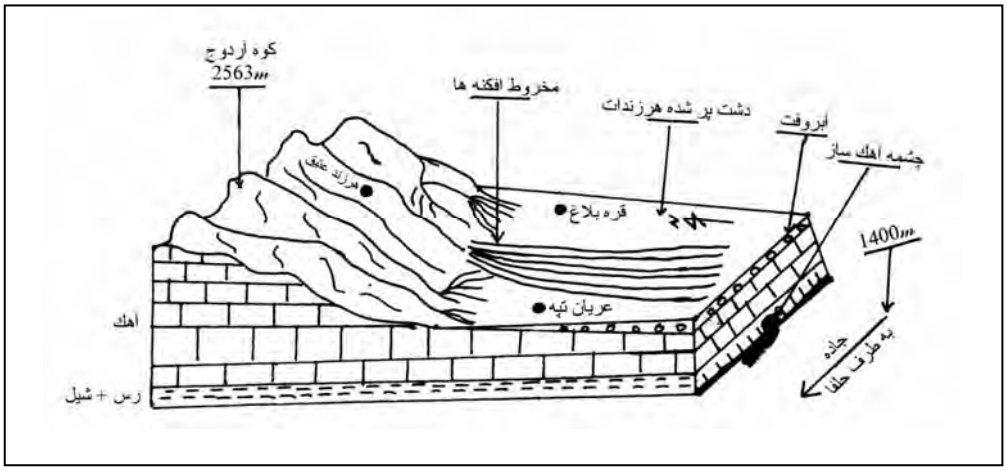
در پای پرتگاه‌های تند گسلی و آبراهه‌های منطقه بخصوص در دره‌دیز در سازندهای آهکی و دولومیتی، مخروط‌های واریزه‌ای تیپیک فعال بخش وسیعی از دامنه‌ها را پوشانده‌اند. علت این مسئله نفوذ آبها و اثر فرآیند یخبندان و ذوب یخ در درزها و دیاکلازهای زمین ساختی و مکانیکی و هم چنین نقش تکه‌های برفی انباشته شده در چاله‌های 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 (٦-١) جریانات واریزه‌ای تیپیک 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 آسفالته 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 (۷-۱) مقطع شماتیک از ارتفاعات اردوج و دشت آبرفتی هرزندات
(در ارتفاع ۱۴۰۰ متری چشمه آهک ساز جاده را تهدید می‌کند)

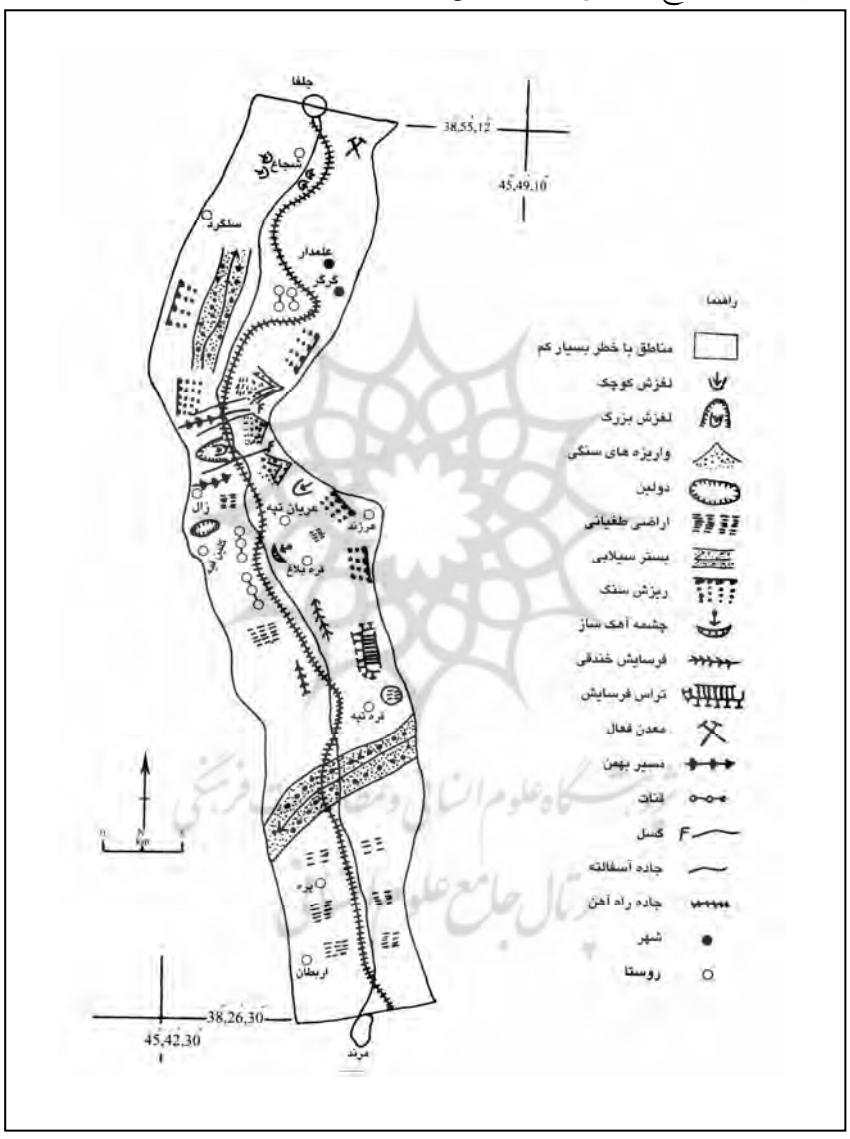
یخبندان سازندهای زیرسکوی جاده‌ها:

اغلب مشاهده می‌شود که در مسیر جاده مرند – جلفا، آسفالت جاده‌ها علی‌رغم زیرسازی‌های اصولی و رعایت قوانین مهندسی شکسته می‌شوند و در صورت عدم ترمیم و چاره اندیشی اساسی، جاده تخریب شده و از بین می‌رود و از این طریق اختلالاتی در رفت و آمد و ارتباطات شهری و روستایی پدیدار می‌گردد. علت آن را در جنس سنگ‌ها و سازندهای زیرین سکوها، که بعنوان زیر سازی جاده‌ها در نظر می‌گیرند 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 می‌گردند، با پیدایش ترک‌ها روی آسفالت نفوذ آب بطور مستقیم از طریق خود جاده به راحتی انجام می‌گیرد و شدت یخبندان و تواتر آن در اندک زمان آسفالت جاده را متلاشی می‌کند و بخشی از جاده خسارات سنگین می‌بیند ، این پدیده در مسیر کوهستانی خشن دره‌دیز و در دشت‌های منطقه از جمله دشت هالاکوی مرند بیشتر دیده می‌شود.

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

بحث و نتیجه‌گیری

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 ژئومورفولوژیک از جمله اقدامات اساسی و پایه‌ای قبل از هرگونه اقدام برای عمران و جاده سازی است (قبادی، ۱۳۸۱). لذا عمده‌ترین عوامل مورفولوژیک فعال در منطقه، گسل‌ها، عملکرد روان آب‌های سطحی، مورفوژنز بهمن، 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.

٤- در مناطق بهمن‌خیز و بهمن‌گیر برای جاده‌ها، سقف‌ها و تونل‌های بتونی ساخته شود. (بیرودیان،۱۳۸۲)

۵- نصب شبکه تورهای فلزی برروی دامنه‌های ناپایدار برای جلوگیری از جریانات واریزه‌ای و ریزش‌های سنگی و بلوکی در مسیر جاده‌ها. (زمردیان،۱۳۸۱)

٦- 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. (قاضی‌فرد،۱۳۸۰)

۹- احداث پل‌ها با پایه‌های بتنی که چندین متر در زمین فرو رفته باشد و بلند بودن پیش خوان‌ها و زیاد بودن دهانه پل که به راحتی سیلاب را از خود عبور دهد و باعث کاهش نیروی جریان آب گردد.

منابع و مآخذ

۱. بیرودیان، نادر، (۱۳۸۲) : برف و بهمن (مدیریت مناطق برف‌گیر)، انتشارات دانشگاه امام رضا.

۲. بلادپس، علی، (۱۳۸۲) : تحلیلی بر ژئوموفولوژی جریان‌های واریزه‌ای منطقه ماکو، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره ۸، انتشارات آستان قدس رضوی.

۳. بلادپس، علی، (۱۳۸٤) : تحلیلی بر ژئوموفولوژی لغزشها در منطقه ماکو، مجله جغرافیا و توسعه شماره ۳، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

٤. بلادپس، علی، (۱۳۸٤): پژوهش در پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در منطقه ماکو، پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره ۵۲.

۵. بلادپس، علی، (۱۳۸٦): طرح تحقیقاتی (عوامل مورفوژنز تهدید کننده جاده‌ها) دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرند.

٦. 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): ژئوموفولوژی 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.

۱٤. 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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی