مقدمه

جاده فرعی کلور – درام بخشی از مسیر ارتباطی خلخال – طارم است که با هدف کوتاه کردن فاصله اردبیل – تهران ساخته می‌شود. این راه با گذر از پهنه‌های کوهستانی و سخت گذر، زمین‌شناسی متنوع و زمین ساخت پرتکاپو و جوان، به ویژه در دره رودخانه شاهرود، سختی‌هایی را در ساخت راه ایجاد کرده است. ساخت و ساز در اینچنین مناطقی با توجه به خطرهای ناشی از آن در ایران و سایر کشورهای مشابه، سالیانه آسیب‌های جانی و مالی بسیاری را سبب شده است (شکل ۵،٤،۳، پیوست). برای شناسایی و برون رفت از مشکل رخداد مخاطرات زمین‌شناسی در هنگام ساخت و بهره برداری از مسیر، به درخواست اداره کل راه و ترابری استان اردبیل بازدیدی از مسیر پیشنهادی انجام گردید و اکیپ اعزامی مدیریت زمین‌شناسی مهندسی، مخاطرات و زیست محیطی این سازمان، در تاریخ ۸۹/۰۱/۲۸ به منطقه اعزام شدند. گزارش حاضر نتیجه این بازدید و پیمایش صحرایی می‌باشد.

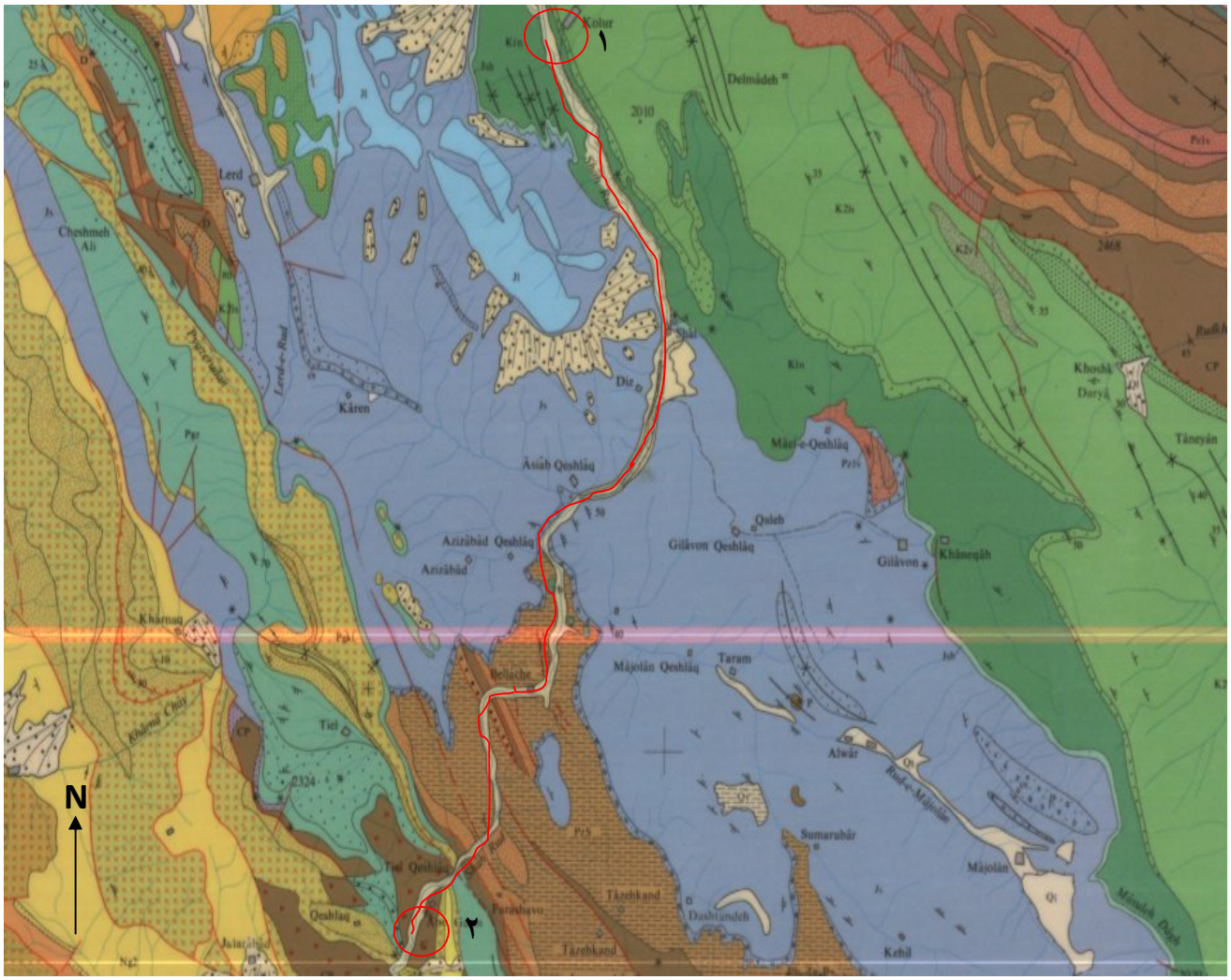
موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های طبیعی گستره

منطقه کلور – درام، جنوب استان اردبیل و شمال استان زنجان را دربر می‌گیرد و دارای آب و هوای کوهستانی است. بلندای میانگین گستره در بخش کلور ۱٦۰۰ متر، شال ۱۳۷۹ متر و در ساختگاه کارگاه راهسازی در کیلومتر ۲۳ آن، ۱۲۲۵ متر است. این مسیر از دیدگاه طبیعی در دره رودخانه شاهرود قرار دارد که دارای زمستانی سرد و پربارش و تابستانی ملایم و معتدل است. میزان بارش میانگین سالانه ۵۰۰ میلیمتر در گستره شمالی و ٦۰۰ میلیمتر در گستره جنوبی است. بیشترین فعالیت و منبع درآمد اصلی مردم، دامپروری است.

زمین‌شناسی عمومی گستره

گستره کلور – درام از دیدگاه زمین‌شناسی در بخش خاوری البرز باختری – آذربایجان جای دارد. سن سازندهای دیده شده در راستای مسیر از کلور به سوی جنوب، ابتدا سنگ‌های متعلق به دوره کرتاسه، شامل سنگ آهک، آگلومرا، کنگلومرای ماسه‌ای و شیلی و در بلندی‌ها سنگ‌های آندزیتی برونزد دارند. سازندهای ژوراسیک که دربرگیرنده شیل‌های خاکستری تا سیاه، ماسه‌سنگ‌های قهوه‌ای و کنگلومرا بوده و از پایین دست کلور، در باختر مسیر تا شال دیده می‌شوند و از شال تا قشلاق عزیزآباد، دو سوی مسیر را دربر

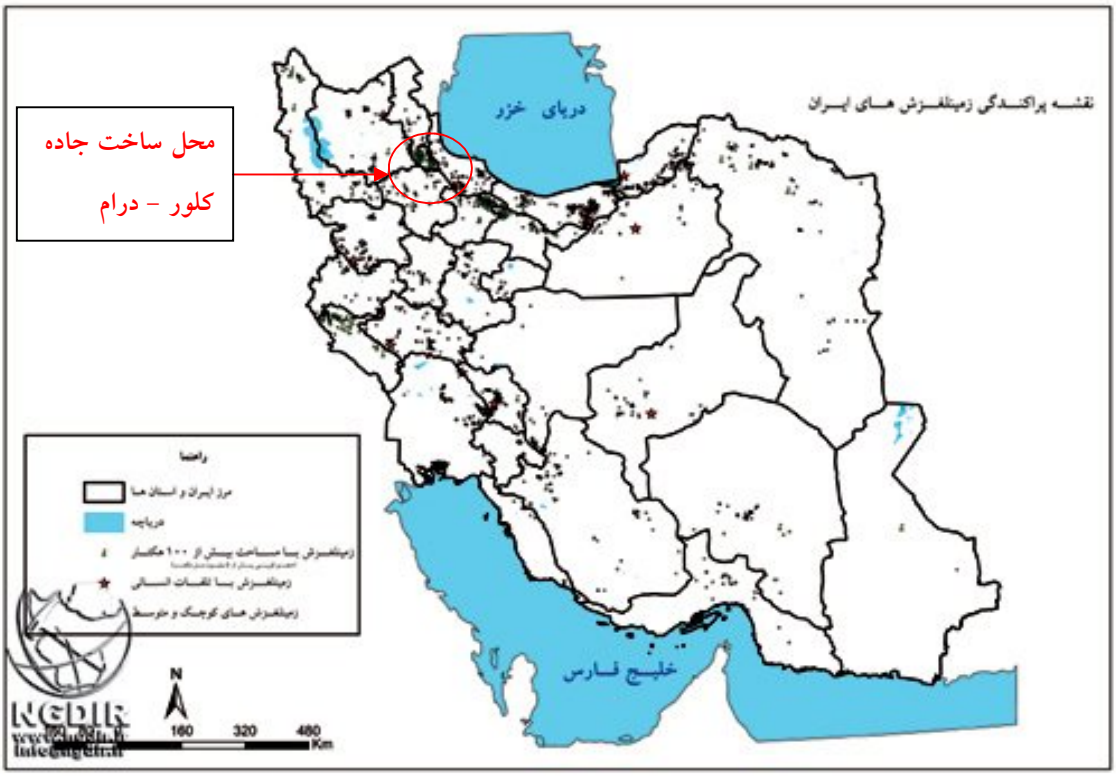
می‌گیرند. برونزد سنگ‌های دوران اول (پالئوزوییک) که شامل فیلیت، کوارتزیت و کنگلومرا می‌باشند در گستره پایین قشلاق دیز تا آبگرم دیده می‌شوند. (شکل ۱).



شکل ۱: مسیر پیمایش؛ ۱، کلور. ۲، آبگرم. خط قرمز، مسیر پیمایش. نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ماسوله. (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور)

منطقه مورد بازدید (کلور تا آبگرم) در پهنه برخورد صفحه ایران و اوراسیا است، همچنین فشار صفحه عربی از جنوب باختر سبب چین‌خوردگی و گسلش فراوان، بیشتر در راستای شمال باختر – جنوب خاوری و گسله‌های فرعی با راستای شمال خاوری – جنوب باختری (عمود بر راستای غالب) شده است. گسل‌های مهم گستره، گسل کلور، گسل ماسوله و گسل خساره – شیخ جانلو است که همگی دارای روندی شمال باختر – جنوب خاوری هستند. در پدیده های تکتونیکی این ناحیه فرایش (Uplift) به گستردگی

دیده می‌شود و شاهد آن زمین‌لغزش‌های بسیار زیاد در منطقه است. وجود چشمه‌های آبگرم در گستره، خود دلیل دیگری برفعالیت‌های جوان زمین‌ساختی می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲: پراکندگی زمین لغزش‌ها در ایران. همانگونه که دیده می‌شود زمین‌لغزش‌های فراوانی در البرز غربی و در بین استان‌های اردبیل و زنجان رخ داده است و گستره از توان زیادی برای شکل‌گیری زمین لغزش برخوردار است. (پایگاه داده‌های علوم زمین)

در ابتدا لازم است توضیح کوتاهی درباره ناپایداری‌های دامنه‌ای ناحیه و پدیده‌های شکل دهنده آن در منطقه کلور – درام ارائه شود. در راه کلور به سوی آبگرم حوالی کیلومتر ۲۰ تا ۲۵ شیب لایه‌های سنگی در سمت باختر (سمت راست مسیر پیمایش) به سوی جاده می‌باشد و در سمت خاوری (سمت چپ مسیر پیمایش) شیب لایه‌های سنگی بر خلاف مسیر جاده است که این خود سبب پایداری دامنه‌های خاوری است. گفتنی است تابش آفتاب بعد از ظهر در دامنه خاوری (دامنه رو به باختر) بیشتر است. این دو مورد و موارد فراوان دیگری سبب رویدادهای زمین‌لغزش فراوان‌تر در دامنه باختری شده است.

ویژگی عمومی اثر گذار در ناپایداری‌های دامنه‌ای منطقه

۱. شیب و بلندای دامنه: با توجه به شیب و بلندی دامنه‌ها در گستره و لغزش‌های رخ داده در گذشته، این مورد در راستای تقویت لغزش‌ها، موجود است و مهمترین دلیل ایجاد لغزش در ناحیه کلور – درام است.

۲. وجود آب: با توجه به وضعیت بارش در گستره و وجود چشمه‌ها و خاک برجای بیشتر ریزدانه در دامنه‌ها، سبب ناپایداری‌هایی ازکیلومتر ۲۰ تا ۲۵ دامنه باختری و بخشی از دامنه خاوری شده است. در دامنه‌های خاوری (دامنه رو به باختر)، تابش آفتاب بعد از ظهر کمک زیادی در تبخیر و کم شدن نقش تخریبی آب دارد (جدول ۱، پیوست).

۳. ویژگی‌های زمین شناختی: در مسیر پیمایش، دامنه‌های خاک برجا (ناشی از تجزیه سازند شیلی به همراه قلوه سنگ) به فراوانی دیده شد. با بررسی و مشاهده لغزش‌های گذشته مشخص گردید دانه‌بندی بیشتر توده‌های لغزشی ریزدانه می‌باشد که توانایی جذب آب زیادی دارد. این وضعیت سبب سنگینی توده، حرکت آن و شکل‌گیری لغزش می‌شود.

۴. ساخت زمین‌شناسی: یا همان شیب لایه‌ها پدیده دیگر در حرکت‌های دامنه‌ها است. همان‌طور که گفته شد شیب لایه‌ها در دامنه باختری (کیلومتر ۲۰ تا ۲۵) به سمت راه می‌باشد که می‌تواند سبب حرکت توده‌های لغزشی گردد.

۵. بارگذاری یا باربرداری:برای ساخت راه در گستره‌های کوهستانی نیاز به حفاری و خاکبرداری یا بارگذاری و خاکریزی در مسیر است، بنابراین اگر خاکبرداری‌در پایین دست لغزش (پنجه لغزش) صورت گیرد، گامی در جهت سرعت بخشیدن لغزش برداشته می‌شود. پس باید از باربرداری در پایین دست توده‌های لغزشی دوری جست. ولی بارگذاری در پایین دست توده لغزشی سبب پایداری آن و به تاخیر افتادن لغزش می‌شود. باربرداری در تاج لغزش باعث کاهش وزن توده لغزش و در نتیجه پایداری آن و کاهش خطر لغزش می‌شود. ولی بارگذاری در تاج لغزش سبب ناپایداری و سرعت بخشیدن به حرکت توده لغزشی می‌شود.

۶. زمین لرزه: یکی از مهمترین عوامل زمینه ساز و فعال کننده زمین لغزش در منطقه کلور – آبگرم است. با توجه به زمین ساخت فعال گستره و وجود گسله‌های فراوان، این پدیده می‌تواند نقش قابل توجهی در شکل گرفتن لغزش داشته باشد.

۷. پوشش گیاهی: در موارد زیادی مشخص شده است که، از بین رفتن پوشش گیاهی زمینه رخداد ناپایداری دامنه را افزایش داده است (سیل‌ها و لغزش‌های رخ داده در منطقه نکا). درختان علاوه بر محکم نگاهداشتن لایه‌ها و توده‌های سطحی بوسیله ریشه‌هایشان، مقدار زیادی از آب ورودی به خاک را جذب و مصرف کرده، در نتیجه دامنه را سبک‌تر می‌کنند. نبود پوشش گیاهی مناسب در منطقه کلور – آبگرم در اثر چرای بی‌رویه سبب کاهش این عامل مهم در پایداری دامنه‌ها شده است. گفتنی است پوشش گیاهی همواره باعث پایداری دامنه‌ها نیست و گاهی وجود درختان و پوشش جنگلی سبب افزایش وزن توده و ناپایداری آن می‌شود.

با بررسی موارد بالا و مقایسه آنها با مسیر پروژه به این نتیجه می‌توان رسید که بعضی موارد مانند کمبود پوشش گیاهی در گستره، زمین لرزه، بارگذاری و باربرداری، شیب و بلندای دامنه‌ها برای هر دو سوی باختری و خاوری رودخانه شاهرود یکسان است، اما دو عامل مهم آب‌های زیرزمینی و ساختار زمین‌شناسی در دامنه باختری بیشتر زمینه ناپایداری را فراهم کرده و بدین‌گونه ساخت راه در دامنه خاوری گزینه مناسب‌تری است. هرچند در دامنه خاوری ناپایداری‌هایی وجود دارد اما گذر از آنها آسان‌تر از دامنه باختری است و در موارد کمی با تغییر مسیر راه به دامنه باختری می‌توان از ناپایداری دامنه دوری جست.

پدیده‌های موجود در گستره

بازدید از کلور آغاز گردید و تا شمال شال در این گستره، پدیده زمین‌شناسی مهندسی و مخاطراتی ویژه‌ای دیده نمی‌شود. پس از شال در سازندهای شیلی لغزش‌ها و ناپایداری‌های فراوانی (کیلومتر ۱۹.۵) در دامنه باختری (دامنه رو به خاور) دیده می‌شود و هرگونه دستکاری دامنه‌ها سبب سرعت در شکل‌گیری و حرکت توده‌های لغزشی می‌گردد (شکل۴،۳). این وضعیت از قشلاق دیز به سوی جنوب تا حدود ۱ کیلومتری جنوب ساختگاه کارگاه (مختصات کارگاه: UTM، N ۴۱۲۶۳۷۰ و E ۲۹۷۳۳۹) ادامه دارد. در این گستره و در روبروی کارگاه (کیلومتر۲۳)، وجود ترک در بالای دامنه نشان از شکل‌گیری لغزش جدید

دارد (شکل،۷). وجود صخره بزرگ روبروی کارگاه که در اثر فعالیت‌های تکتونیکی منطقه، به پایین لغزیده است، دامنه باختری را در اینجا، برای ساخت راه نامناسب کرده است. با توجه به شکل قرارگیری صخره و شیب آن هرگونه حفاری در توده سنگی سبب بازشدگی درزه‌ها و در نهایت پدیده سنگ افتان و واژگونی (Toppling) خواهد شد.

وجود رودخانه فرعی در ساختگاه کارگاه، با بار رسوبی زیاد، که در گذشته کمینه یک بار سبب بسته شدن و تغییر مسیر رودخانه شاهرود شده است، یکی از مشکلات ساخت راه در دامنه خاوری است. گفتنی است بار رسوبی حمل شده بوسیله رودخانه فرعی بیشتر ریزدانه بوده ولی با توجه به حوضه آبخیز و درازای رودخانه، باید موارد زیر در ساخت راه در دامنه خاوری و محل برخورد با رودخانه فرعی در نظر گرفته شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود:

- ساخت راه در راستای این گستره (کیلومتر۱۹.۵ تا ۲۳) در دامنه باختری با توجه به مطالعات انجام شده در گذشته، ایمن نیست. (مآخذ ۳).
- لازم است راه در پهنه یاد شده در دامنه خاوری (دامنه به سوی باختر) ساخته شود.
- مطالعاتی برای پایدارسازی و زهکشی توده ناپایدار، پیش از رسیدن به مسیر رودخانه فرعی، صورت گیرد (کیلومتر ۲۲.٤ تا ۲۲.۷، حدود ۳۰۰ متر بالادست محل برخورد رودخانه فرعی با رودخانه شاهرود) (شکل ۵).
- پل جهت ساخت ادامه مسیر، دامنه خاوری را به دامنه باختری متصل کرده تا از ناپایداری‌های دامنه خاوری از کیلومتر ۲۳ تا ۲۵، دوری شود. (شکل ۸).
- بلندی پایه‌های پل و دهانه‌های پل متناسب با سیلاب برآورد شده تعیین گردد، تا پایه‌های پل در زمین‌های سنگی و پایدار ساخته شود(تعیین عمق آبشستگی).
- برای حفظ پل در برابر سیلاب، مسیر رودخانه در بالادست و پایین دست پایه‌های پل، توسط دیوار نگهبان (ساخت آبراهه) پایدار شود تا مانع شسته شدن زمین در زیر پایه‌های پل شود.

- مطالعات آبخیزداری در بالادست رودخانه فرعی برای بهسازی مسیر و کناره‌های رودخانه به منظور مهار سیلاب‌ها و جلوگیری از طغیان رودخانه با رعایت اصول مهندسی رودخانه صورت گیرد.
- با توجه به دانه‌بندی نهشته‌های حمل شده توسط رودخانه و دیده نشدن تخته سنگ و Boulder، با ساخت آبراهه مناسب می‌توان نهشته‌ها را هدایت و از آسیب دیدن پایه‌های پل جلوگیری کرد.

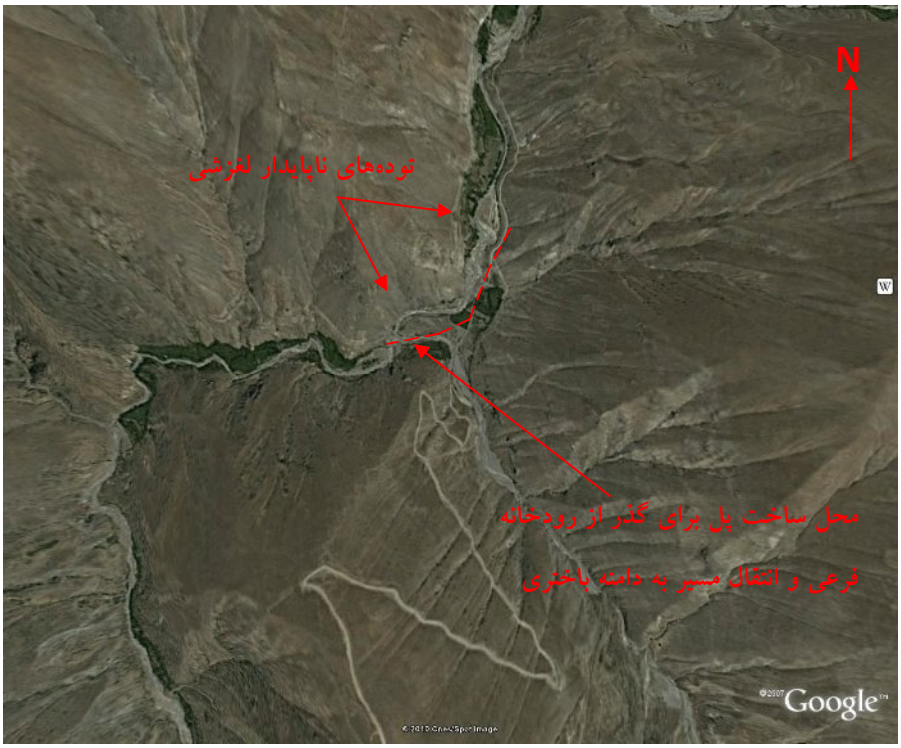
شکل ۳: لغزش در دامنه‌های روبه خاور در سازندهای شیلی. (دید به سوی باختر)

شکل ٤: سطح لغزش ایجاد شده در دامنه باختری (دامنه رو به خاور). ایجاد شبکه زهکشی برای خارج کردن آب از دامنه‌ها ضروری است. (دید به سوی باختر)

شکل ٥: ساخت سازه نگهبان مناسب و زهکشی برای پایدارسازی دامنه و توده ناپایدار.(دید به سوی خاور)

شکل ٦: لغزش در حال شکل‌گیری دردامنه باختری روبروی کارگاه. محدوده مشخص شده در شکل ۷ نشان داده شده است. (دید به سوی باختر)

شکل ۷: ترک کششی ایجاد شده در تاج لغزش ایجاد شده در دامنه باختری در منطقه کارگاه. (دید به سوی باختر)



شکل ۸: مسیر پیشنهادی برای گذر از لغزش‌های دامنه باختری همچنین ساخت پل برای گذر از رودخانه فرعی.

در ادامه مسیر در حدود ۱ تا ۱.۵ کیلومتری پایین‌دست کارگاه (کیلومتر ۲۳ تا ۲٤.۵۰۰)، زمین لغزش در حال شکل‌گیری در دامنه خاوری (دامنه رو به باختر) مشاهده می‌گردد (شکل ۱۰) که پیشنهاد می‌گردد:

- تغییر مسیر از دامنه های ناپایدار به دامنه‌های پایدار در این مسیر لازم است و ساخت پل‌های مناسب با توجه به مسیر رودخانه اجتناب ناپذیر است. لازم است انتخاب محل قرارگیری پایه‌های پل، با توجه به شرایط رودخانه انجام پذیرد و کمترین دستکاری (تغییر مسیر) در بستر رودخانه شاهرود صورت گیرد. در ضمن تعیین عمق آب‌شستگی جهت یافتن عمق مناسب پی لازم است.

- مسیر پروژه بوسیله پل به کناره باختری رودخانه شاهرود منتقل شده و پس از عبور از دامنه ناپایدار خاوری بوسیله پلی دیگر در کناره خاوری رودخانه ادامه یابد.

- فاصله پایه‌های پل به گونه‌ای طراحی شود تا کمترین خطر ناشی از سیلاب برای آنها پدید آید. وگرنه با ساخت آبراهه بتنی و هدایت رودخانه، از پایه‌ها حفاظت شود.

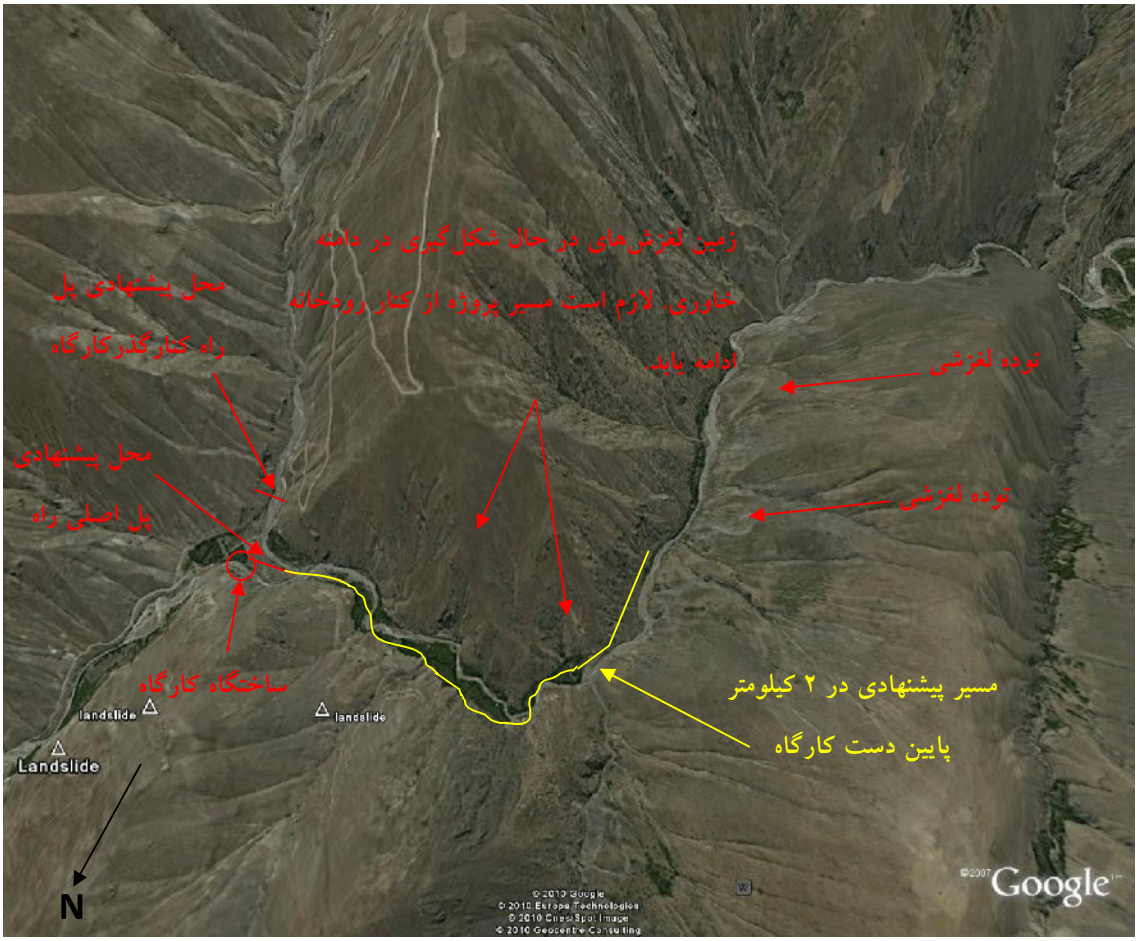
- در دامنه خاوری با تملک باغ‌های کنار جاده، ساخت جاده با خاکریزی در این منطقه ادامه یابد و از هرگونه دستکاری توده لغزشی پرهیز شود تا با ایجاد بار در پاشنه توده لغزشی از حرکت آن جلوگیری شود (شکل ۱۲).

- باید به این‌نکته توجه داشت، ساخت راه در مسیرهای کوهستانی با توجه به نبود زمین و ساختگاه مناسب، نیازمند هزینه‌های زیاد و تغییر مسیر راه به منظور دوری جستن از مخاطرات و رساندن مشکلات به کمترین میزان ممکن است. بنابراین در مورد راه کلور – درام که قرار است در کناره‌های رودخانه شاهرود ساخته شود، باید با قبول هزینه‌ها و انجام مطالعات مناسب این مهم رعایت گردد (شکل ۱۱).

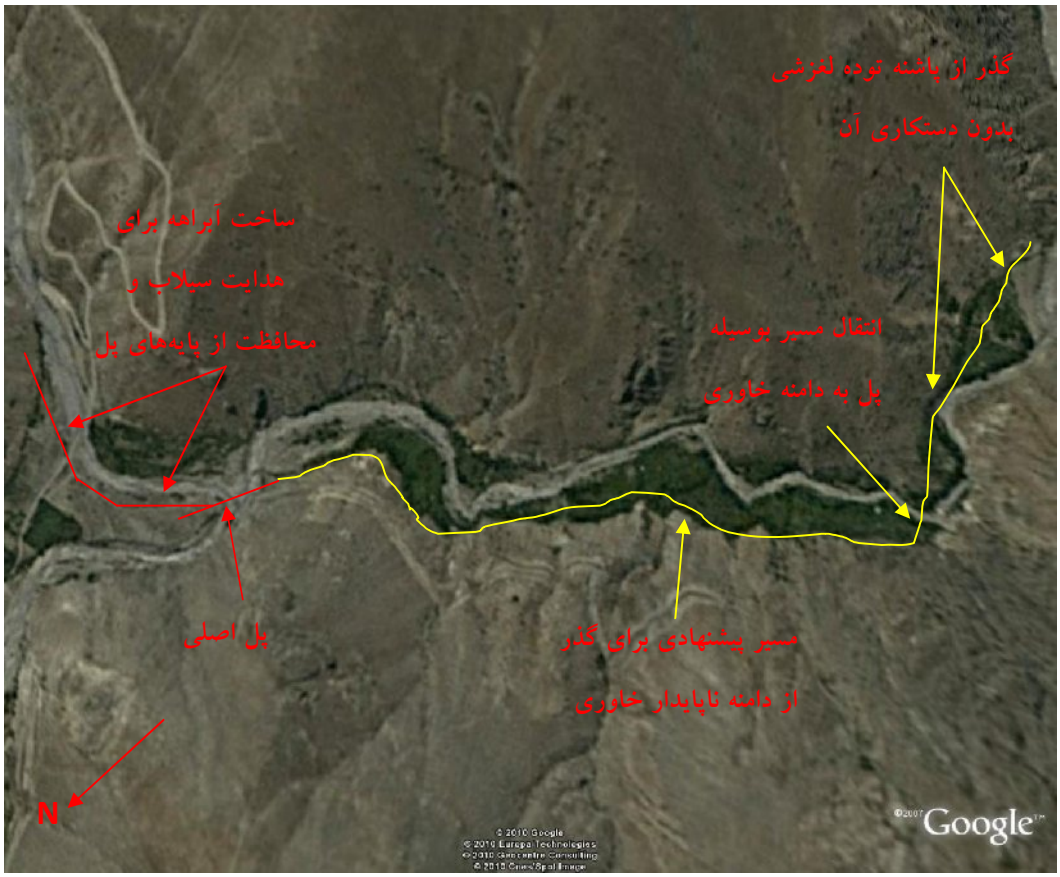
لغزش‌های مشاهده شده در دامنه‌های مسیر از نوع چرخشی است، که از ویژگی‌های رسوبات نسبتاً ضخیم خاک چسبنده و بدون سطوح ناپایدار است. عمق سطح گسیختگی وابسته به شرایط زمین‌شناسی است. لغزش‌های عمیق در زمین‌های رسی و لغزش‌های کم عمق در واریزه‌ها انجام می‌شود. نشانه‌های اولیه این نوع لغزش، ترک‌های کششی در بالا و برجستگی‌هایی در پاشنه دامنه است (شکل ۲، پیوست). این‌گونه لغزش‌ها می‌تواند در طبقه‌بندی سرعت لغزش، دارای حرکتی از آهسته تا سریع باشند. با توجه به عبور جاده از این مناطق و با توجه به طبقه‌بندی خطر، در گستره با خطر بالا (احتمال خطر جانی و مالی) قرار می‌گیرند. گفتنی است، جنس سنگ در منطقه شال تا حدود آبگرم شیل‌های به شدت هوازده می‌باشد. این نوع سنگ در دامنه‌های پرشیب دارای توان لغزش بالا است. خاک برجای موجود (ناشی از هوازدگی سازند شیلی) در دامنه‌ها هرچند شن و قلوه سنگ در آن وجود دارد ولی میزان خاک بیشتر می‌باشد و در لغزش‌های رخ داده این لایه‌بندی به خوبی قابل تشخیص است (شکل ۹). (شکل ۱، پیوست، نقشه لغزش‌های مسیر).

شکل ۹: توده حمل شده بوسیله لغزش که بیشتر مواد ریزدانه رسی است. (دید به سوی جنوب باختری)

شکل ۱۰: لغزش‌های در حال شکل‌گیری در دامنه خاوری (کیلومتر ۲۳ تا ۲۵). لازم است در این گستره، مسیر پروژه به کناره باختری رودخانه منتقل شود و پس از عبور از منطقه لغزش به دامنه خاوری منتقل شود. تا با بارگذاری در پاشنه لغزش دامنه خاوری، کیلومتر (۲٤.٥ تا ۲۵)، حرکت آن را کند یا متوقف کرد. وجود لایه‌های سنگی با شیب مخالف مسیر راه در دامنه خاوری، می‌توانند نقش مثبتی در جلوگیری از لغزش داشته باشند.(دید به سوی جنوب خاوری)



شکل ۱۱: موقعیت لغزش‌ها در دامنه خاوری و باختری و مسیر پیشنهادی برای گذر از مخاطرات زمین. مسیر پروژه با تملک باغ‌ها از کناره باختری رودخانه ادامه یابد پس از عبور از دامنه ناپایدار، مسیر پروژه به دامنه خاوری منتقل شود. در این حالت خاکریزی برای ساخت راه مانند بارگذاری در پاشنه لغزش (کیلومتر۲٤.۵ تا ۲۵) سبب کاهش حرکت لغزش می‌شود.



شکل ۱۲: انتقال مسیر پروژه بوسیله پل به دامنه باختری، برای دوری جستن از ناپایداری‌های دامنه خاوری. سپس مسیر بوسیله پل به دامنه خاوری منتقل شده و از پاشنه توده لغزشی در حال شکل‌گیری (کیلومتر ۲٤.۵ تا ۲۵)، بدون هرگونه دستکاری آن و با خاکریزی در پاشنه لغزش (کناره خاوری رودخانه)، با بارگذاری بر روی توده از آن عبور کند.

در حدود ۵ کیلومتری پایین دست کارگاه با مختصات UTM، N ٤١٢٣٣٥٧ و E ٢٩٥١٢٧ ، ورود رودخانه فرعی با نهشته‌های ریزدانه سبب بسته شدن و تغییر مسیر رودخانه شاهرود در گذشته گردیده است و لازم است در اینجا مهارها و سازه‌های نگهبان مناسب برای حفظ راه ساخته شود. همچنین با بررسی روش‌های زهکشی، ساخت بند و گابیون با رعایت موازین مهندسی رودخانه، سیلاب‌های آن در بالادست مهار گردد. با توجه به جنس نهشته‌های آورده شده بوسیله رودخانه فرعی که بیشتر ریزدانه می‌باشد (تخته سنگ و Boulder دیده نمی‌شود)، ساخت آبراهه در مسیر رودخانه فرعی با شیب مناسب، برای هدایت آرام سیلاب و نهشته‌ها لازم است (شکل ۱۳).

شکل ۱۳: رسوب‌های حمل شده (بیشتر ریزدانه) بوسیله رودخانه فرعی، ساخت مهارهای مناسب برای جلوگیری از سیلاب در بالادست رودخانه فرعی لازم است. (دید به سوی خاور)

گفتنی است در انتهای مسیر بازدید، راه ساخته شده بر روی توده‌های خاکی در اثر نقش تخریبی فرسایش رودخانه، دچار لغزش در دیواره سازه راه شده است (شکل ١٤). بنابراین پیشنهاد می‌گردد:

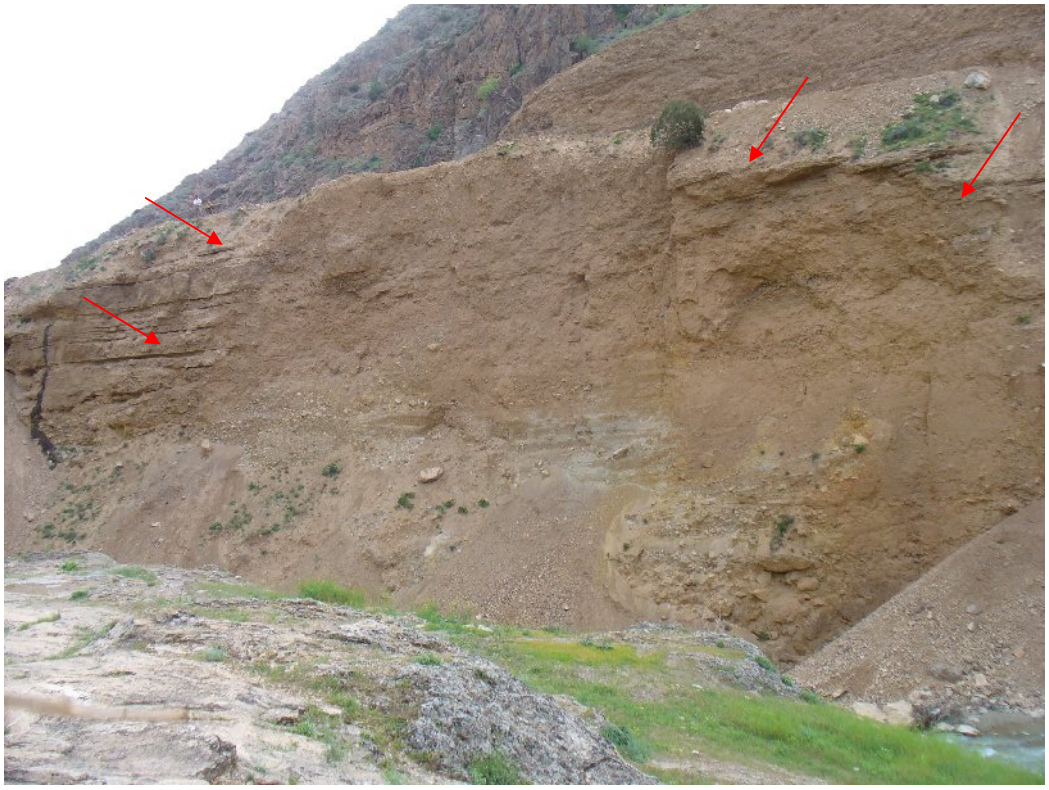
- مطالعاتی برای انتخاب سازه نگهبان مناسب در کنار رودخانه برای جلوگیری از فرسایش رودخانه و تخریب بستر راه انجام گیرد.

- انجام مطالعاتی برای اصلاح شیب و پایدارسازی انجام گیرد، تا از گسترش لغزش پیشگیری شود.

- این پدیده می‌تواند در توده‌های خاکی در ادامه مسیر تکرار شود، پس لازم است پیش‌بینی‌های لازم برای گذر جاده از این دامنه‌ها صورت گیرد.

- در چنین مواردی که راه از توده‌های خاکی می‌گذرد، ساخت پلکان برای ترانشه (برم)، اصلاح شیب و زهکشی مناسب برای محافظت از راه ضروری است. ترانشه‌ها باید بوسیله مهارها پایدار شوند.

- مطالعاتی برای بررسی پایداری حفره‌های آهکی (کارست‌ها) در زیر بستر راه انجام گیرد تا از نشست و تخریب راه در آینده جلوگیری شود (شکل ۱۵).



شکل ١٤: لغزش ایجاد شده در دامنه خاکی بوسیله فرسایش رودخانه. (دید به سوی باختر)

شکل ۱۵: وجود حفره های آهکی و کارست در زیر بستر راه می‌تواند سبب تخریب راه در آینده گردد. (دید به سوی جنوب باختر)

با توجه به ساخت جاده در منطقه‌ای بکر از دیدگاه زیست محیطی، باید مسایل زیر مورد توجه قرار گیرد:

- تمهیداتی برای جلوگیری از آلودگی آب رودخانه شاهرود و سرشاخه‌های آن انجام شود.
- کمترین دستکاری در مسیر رودخانه شاهرود انجام گیرد.
- حفظ پوشش گیاهی و تقویت آن در دامنه‌های با توان لغزشی و جلوگیری از چرای زیاد دام‌ها بویژه بز، انجام شود (شکل ١٦). (استفاده از تجارب دیگر کشورها مانند یونان لازم است).

- در صورت ساخت سازه‌هایی مانند، استراحتگاه و ...، این سازه‌ها در مناطقی که دره رودخانه باز است ساخته شوند و از ساخت آنها در مکان‌هایی که بستر و حریم رودخانه است و زمین مناسب در اختیار نیست دوری شود.

- زمین مورد نظر برای ساخت استراحتگاه و...، باید دور از مناطق دارای توده‌های لغزشی و سنگ‌افتان باشد (شکل۱۸،۱۷).

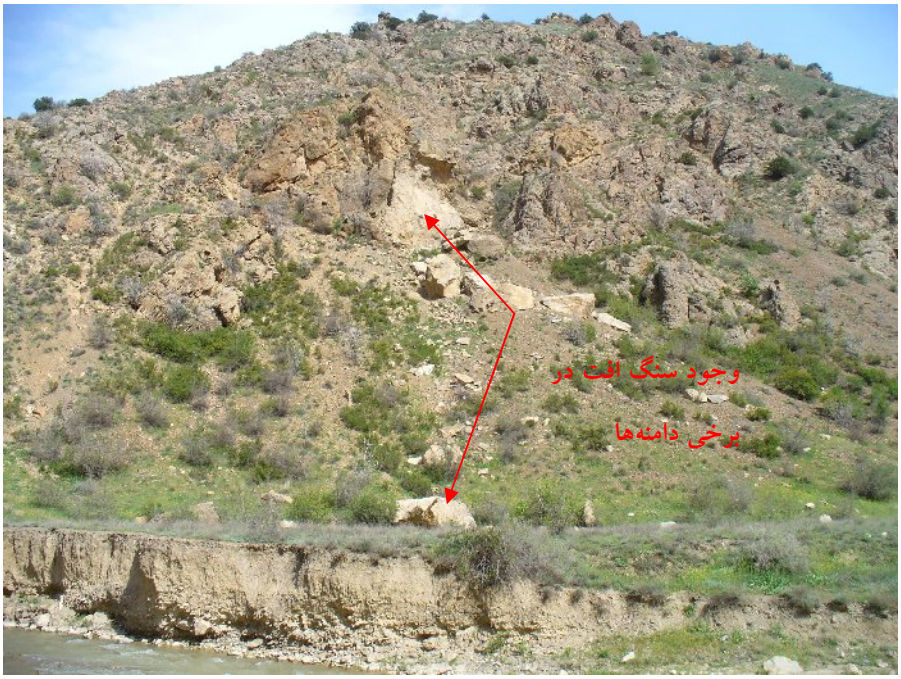
- مطالعاتی برای دفع فاضلاب به شکل مناسب، مانند سپتیک، برای استراحتگاه‌ها جهت دوری جستن از آلودگی آب و خاک انجام پذیرد.

- تمهیداتی برای گذرگاه حیوانات وحشی، با توجه به زیستگاه آنها صورت پذیرد (شکل ۱۹).

در کیلومتر ۳۵ مسیر پروژه (ساختگاه پل)، گسل کاری، سبب آشفتگی لایه‌ها و تغییر واحدهای سنگی (لیتولوژی) شده است. بنابراین لازم است در این منطقه بررسی‌های کامل زمین ساخت (تکتونیکی) صورت گیرد تا بر اثر زلزله، پل تخریب نگردد.

شکل ١٦: از بین رفتن پوشش گیاهی و ایجاد ناپایداری در دامنه‌ها. (دید به سوی جنوب خاوری)

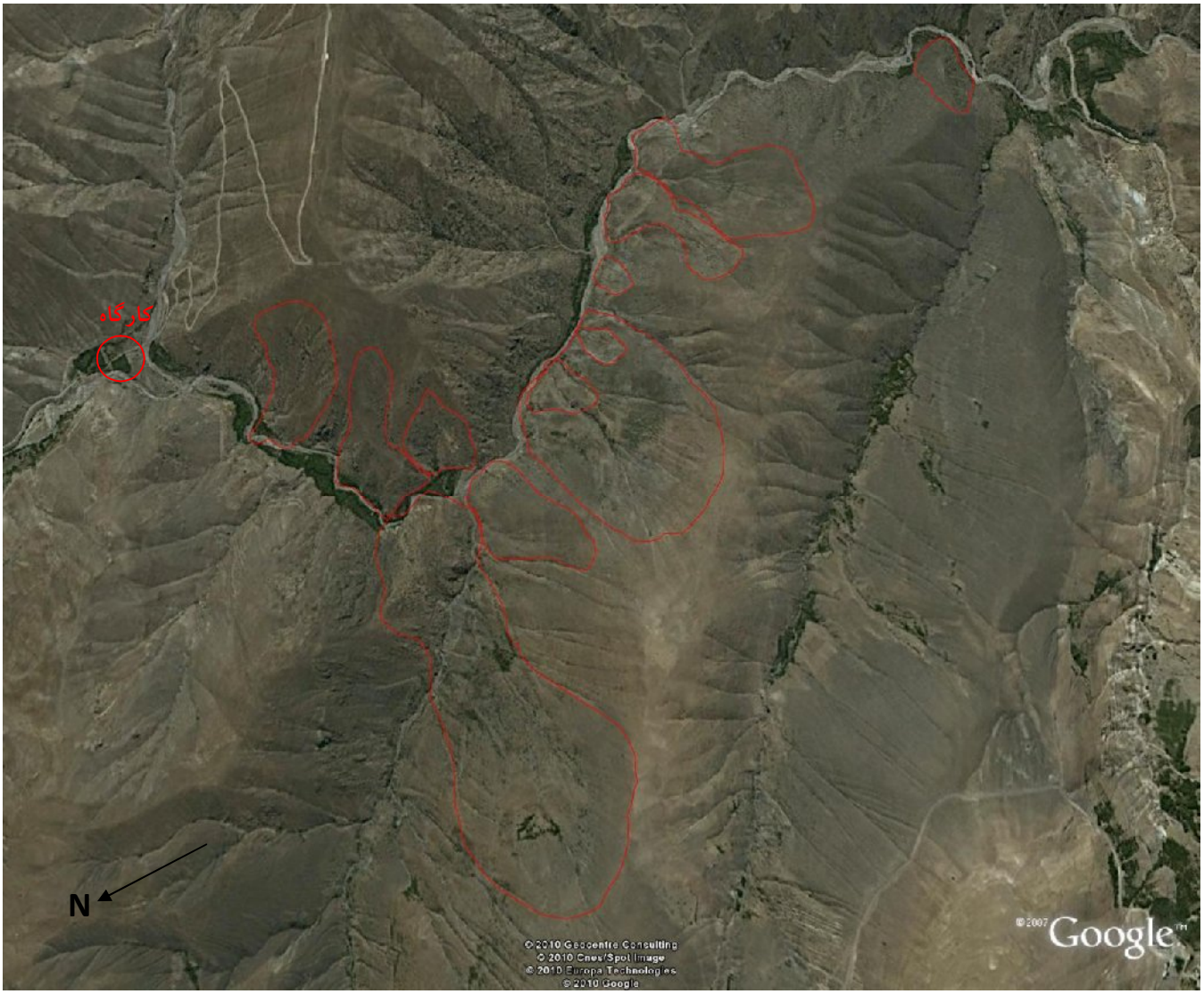
شکل ۱۷: لغزش‌های فراوان در دامنه باختری (دامنه روبه خاور) پس از ساختگاه کارگاه، کیلومتر ۲٤ تا ۲۸. (دید به سوی جنوب)



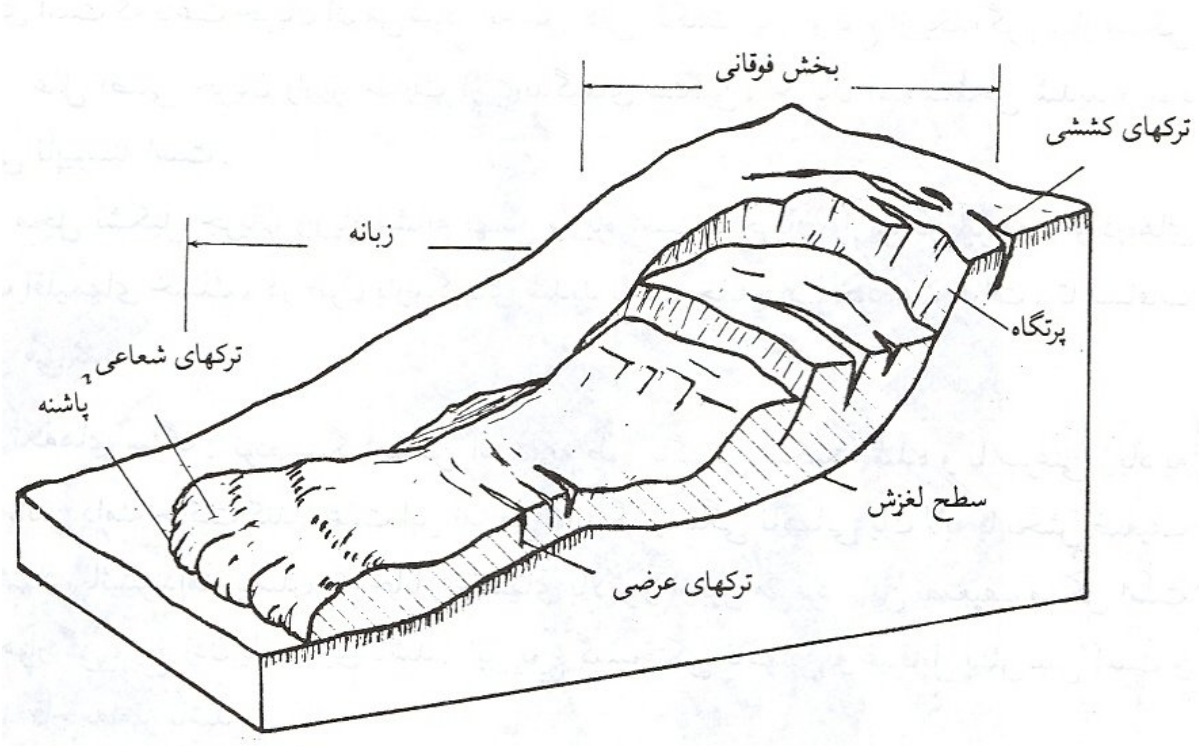
شکل ۱۸: بررسی شرایط سنگ افت در برخی دامنه‌های پایین دست کارگاه، باید صورت گیرد. (دید به سوی باختر)

شکل ۱۹: وجود حیات وحش در منطقه بیانگر این موضوع است که باید، پیش بینی‌های لازم، با توجه ویژه به مسایل زیست محیطی، در ساخت مسیر پروژه اندیشیده شود.

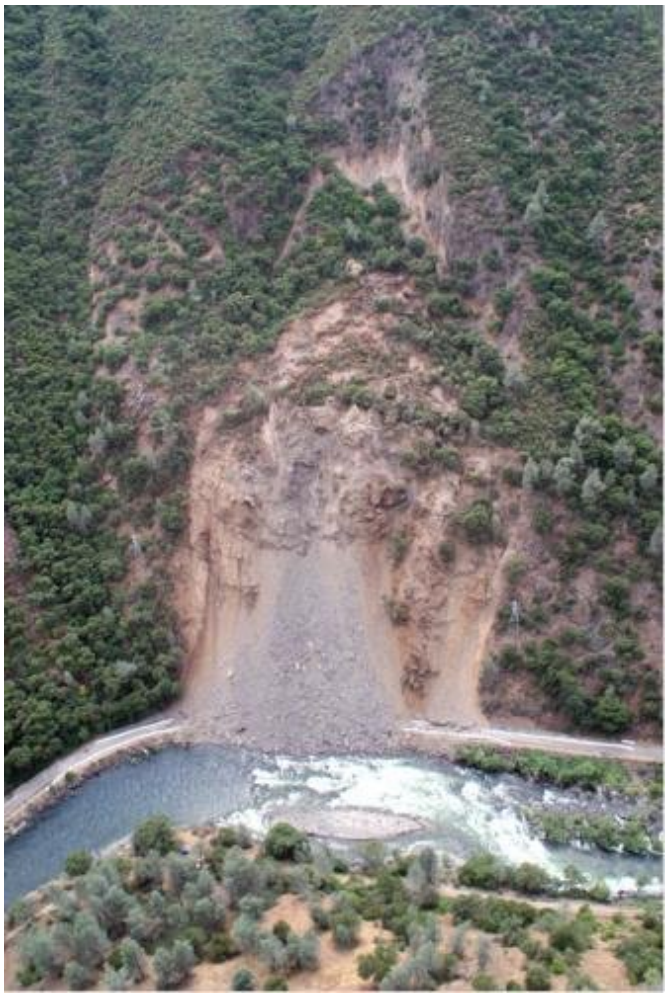
پیوست



شکل ۱: لغزش‌های موجود در پایین دست محل کارگاه در دامنه‌های خاوری و باختری.



شکل ۲: بخش‌های مختلف زمین لغزش. (معماریان، حسین. زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک)



شکل ۳: تخریب راه بوسیله زمین لغزش. آمریکا، کالیفرنیا. (USGS.CA)

شکل ٤: تخریب راه بوسیله زمین لغزش جاده اوشان – فشم ۱۳۸۳. (دید به سوی جنوب خاوری)

شکل ۵: زمین لغزش بزرگ امامزاده علی در جاده هراز که در گذشته سبب آسیب دیدن راه و تشکیل دریاچه در پشت توده لغزشی گردید. گفتنی است این توده لغزشی همچنان فعال است. (دید به سوی خاور)

مقدار آب	میزان تنش فعال در دامنه		
	بیش از مقاومت مواد		کمتر از مقاومت مواد
بینهایت زیاد	جریان رودخانه‌ای		
بسیار زیاد	جریان گل		
زیاد	سطح برش ایجاد می‌شود	لغزش گل	خزش مداوم
کم		لغزش خاک	
بسیار کم		لغزش سنگ	
صفر	ریزش سنگ		

جدول ۱: طبقه‌بندی حرکت‌های دامنه برحسب مقدار آب درگیر. (معماریان، حسین. زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک)

منابع:

۱- انتظام سلطانی، ایمان. بلورچی، محمد جواد. شمشکی، امیر. (اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۳) ، گزارش مقدماتی زمین لغزه جاده اوشان – فشم. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۲- بلورچی، محمد جواد. رجبی بانیانی، سپهر. میرتمیزدوست، مازیار. (فروردین ۱۳۸۹)، بررسی مقدماتی اصلاح پیچ سامان، ساختگاه جایگاه سوخت و کارتینگ منطقه اوشان، فشم و میگون، استان تهران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۳- بلورچی، محمد جواد. محمودپور، مسعود. (زمستان ۱۳۸۸)، گزارش ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی کیلومتر ۲۱ الی ۲۳ جاده در دست ساخت کلور – درام، استان اردبیل، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۴- بلورچی، محمد جواد. محمودپور، مسعود. شمشکی، امیر. (۱۳۸۳/۱۲/۲۵) ، زمین‌لغزش دروازه سنگی اوشان – فشم، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۵- ر.گ. دیویس، ک.ر. جونز، ب. حمزه‌پور، ج.ک. کلارک، م. قریشی، الف. نوائی. گزارش زمین‌شناسی نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه ماسوله. (۱۹۷۲)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۶- معماریان، حسین. (۱۳۸۱)، زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، انتشارات دانشگاه تهران.

۷- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه ماسوله، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۸- نقشه زمین‌لغزش‌های ایران، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین.

۹- WWW.USGS.COM/LANDSLIDE, HAZARD DEPARTMENT