

دکتر محمد حسین رضائی مقدم*

پژوهشی پیرامون علل زمین لغزه‌های گردنه حیران

چکیده:

زمین لغزه یکی از مسائل مهم در ژئومورفولوژی محسوب می‌گردد. تنوع زمین لغزه‌ها بر حسب نوع و علل وقوع آنها، بررسی‌های بسیار دقیقی را اقتضا می‌کند. همه انواع زمین لغزه‌ها را نمی‌توان در یک منطقه با ویژگیهای خاص خود پیدا کرد. در شرایط طبیعی، زمین لغزه‌ها هر چند از نوع سریع هم باشند باز از لحاظ زمانی، طولانی‌تر از مورفوژن ناشی از دخالت انسان در طبیعت خواهند بود. جاده اردبیل به آستارا در گردنه حیران از توپوگرافی برجسته و پرشیب و اقلیم معتدل کزری برخوردار است. چنین شرایطی برای هوازگی شیمیایی و ایجاد خاکهای ضخیم در دامنه‌های پرشیب بسیار مناسب است. پایداری نسبی در دامنه‌ها مرهون عوامل متعددی است که در طول زمان حاصل

آمده است. در مسیر جاژهٔ احداثی، عامل حمل را، انسان با بریده ساختن بخش پایانی به وجود آورده است. از بین رفتن مقاومت جانبی در طول مسیر گردنه حیران انجام چند نوع زمین لغزه به ویژه لغزش را موجب گردیده است.

مقدمه:

در ژئومورفولوژی به عنوان علم بررسی عوامل مؤثر در ایجاد اشکال ناهمواریهای زمین، نقش انسان در تغییر سیمای مورفولوژی زمین بسیار حائز اهمیت است. زمین لغزه‌ها یکی از مهمترین پدیده‌های ژئومورفولوژی محسوب می‌شوند که از لحاظ شدت تحوّل و تغییر شکل سطح زمین بیشترین نقش را ایفا می‌کند. شاید در اصطلاحات ژئومورفولوژی و مطالعات مربوط به حرکت دامنه‌ای، "زمین لغزه" از اصطلاحاتی باشد که به درستی از آن استفاده نشده است. هر حادثه‌ای که منجر به جابجایی رگولیت و سنگ به طرف پایین دامنه گردد عموماً زمین لغزه^۱ خوانده می‌شود^۲. دو نوع شیب دامنه‌ای از لحاظ ناپایداری وجود دارد:

نوع اول دامنه‌هایی است که در آن حمل واریزها فقط در صورت تخریب سنگ صورت می‌گیرد.^۳ به عبارتی بهتر، سرعت حمل مواد به مراتب بیشتر از تولید آن است. در مقابل، نوع دوم دامنه‌هایی هستند که بیشتر به توانایی فرایندهای فرسایش (شامل زمین لغزه‌ها) وابسته‌اند تا واریزهای هوازده را حمل کنند^۴. این دامنه‌ها اغلب دارای پوشش ضخیمی از خاک یا مواد سنگی تخریب شده به نام رگولیت^۵ هستند. بنابراین دامنه‌های مشروط به حمل، در مقابل زمین لغزه‌ها بیشتر حساس هستند.

زاویه آستانه پایداری^۶، یکی از عواملی است که در حرکت توده‌ای و زمین لغزه‌ها نقش مهمی دارد و باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد. زاویه آستانه پایداری، پرشیب‌ترین زاویه‌ای است که تا آن حد، دامنه، در حالت پایدار باقی می‌ماند.

عوامل مؤثر در زمین لغزه را در دو گروه می‌توان طبقه‌بندی کرد. در گروه اول عوامل بیرونی^۷ قرار دارند. پرشیب شدن نیمرخ، از بین رفتن مقاومت جانبی (به ویژه توسط کناره بری رودخانه و بریدگی جاده‌ها) و عملیات ساختمان سازی در فراز دامنه‌ها (به صورت افزایش بار) از عوامل بیرونی محسوب می‌شوند.

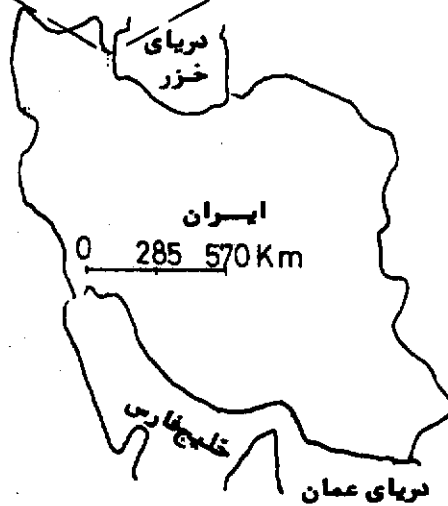
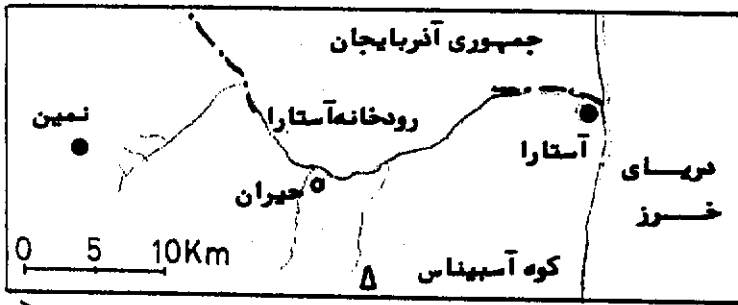
عوامل درونی زمین لغزه^۸، عوامل بیرونی را تقویت می‌کنند. برای مثال، هوازدگی، باعث تخریب می‌گردد که آن هم موجب سست شدن خاک و کاهش مقاومت در برابر برش می‌شود تا اینکه در زمان مناسب در صورت فراهم شدن سایر شرایط زمین لغزه اتفاق می‌افتد. جنگل زدائی و سایر اشکال حذف پوشش گیاهی نیز ضعف دامنه‌ها را فراهم می‌آورد. این بدان جهت است که ریشه گیاهان در برخی از دامنه‌ها بیش از ۹۰ درصد پایداری را برای دامنه‌ها تأمین می‌کنند. پایداری حتی تا فرسوده شدن کامل ریشه گیاهان ادامه می‌یابد. افزایش قدرت نفوذ آب به خاطر تأمین رطوبت کافی جهت اشباع خاک نیز از عوامل درونی دیگر محسوب می‌گردد. چنین فرایندی می‌تواند از عملیات شخم‌زنی یا ضعف در مدیریت زهکشی دامنه‌ها پس از جنگل‌زدایی یا گسترش شهر ناشی گردد. اشباع خاک، فشار آب منفذی را افزایش می‌دهد و در نتیجه نیروی مثبتی اعمال می‌کند که ممکن است موجب شکست دامنه شود.

علاوه بر تشخیص فرایندهای بیرونی و درونی زمین لغزه‌ها از همدیگر، شناسایی عوامل مقطعی و بلند مدت شکست دامنه‌ها از یکدیگر نیز مفید خواهد بود. عوامل مقطعی در ناپایداری دامنه‌ها عبارتند از: ارتعاشات، زمین لرزه‌ها، بارندگیهای سنگین و عمل ذوب و انجماد. عوامل بلند مدت نیز، تضعیف فزاینده یا پرسیب شدن آهسته دامنه را در بر می‌گیرد. برای مثال، از بین رفتن مقاومت دامنه در نتیجه هوازگی و زیر بری توسط رودخانه‌ها از عوامل بلند مدت ناپایداری محسوب می‌گردند. انسان به عنوان یکی از عوامل ناپایداری دامنه‌ها در هر دو عامل بیرونی و درونی تاثیر می‌گذارد و در نتیجه موجب تسریع زمانی شکست دامنه‌ها می‌گردد.

منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش، گردنه حیران در مسیر اردبیل آستارا مورد بررسی قرار گرفته است. منطقه مورد بررسی در فاصله $38^{\circ}22'$ تا $38^{\circ}27'$ عرض شمالی و $48^{\circ}30'$ تا $48^{\circ}50'$ طول شرقی واقع شده است. روستای حیران مهمترین پایگاه جمعیتی مسیر گردنه معروف حیران است. در مسیر اردبیل تا آستارا کوههای تالش به عنوان عارضه‌ای مهم محسوب می‌گردد که خط تقسیم آب مربوطه ضمن تاثیر در شبکه آبراه‌های، در اقلیم منطقه نیز موثر می‌باشد. در جنوب روستای حیران، ارتفاع ۲۰۰۵ متری کوه آسیناس قرار دارد. از ارتفاعات یاد شده دو دسته شبکه آبراه‌های تشکیل شده است. آبراه‌های شرقی به طرف دریای خزر کشیده شده‌اند. در غرب ارتفاعات، زیر حوضه‌های رودخانه قره‌سو قرار دارد. رودخانه آستارا چای مهمترین جریان آبی در مسیر جاده حیران می‌باشد.

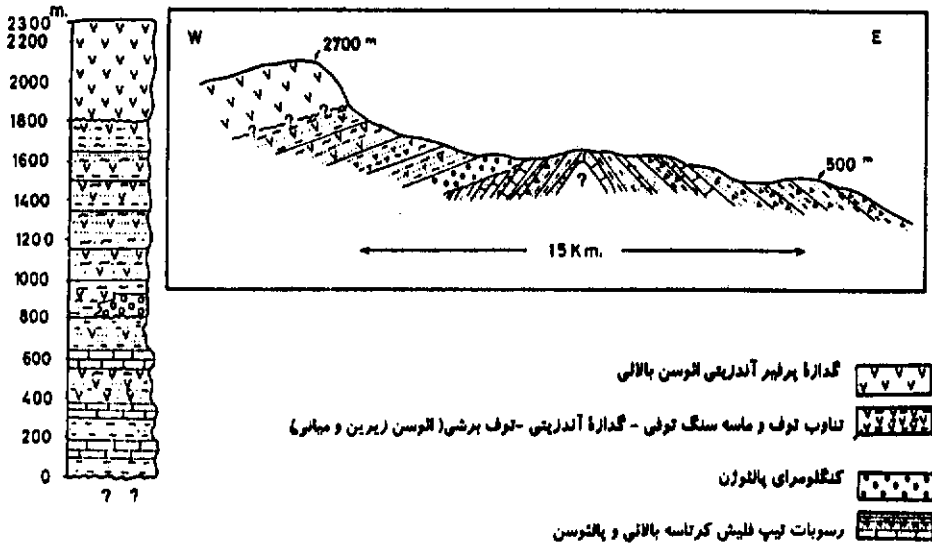
از لحاظ اقلیمی، منطقه مورد مطالعه در حدفاصل دو نوع اقلیم متفاوت قرار گرفته است. از یک سو به اقلیم معتدل خزری بسیار مرطوب با بارندگی بیش از ۱۳۳۰ میلیمتر و از سوی دیگر به اقلیم نیمه خشک سرد دشت اردبیل با کمتر از ۳۳۰ میلیمتر بارش، ختم می‌شود. اما بخش اصلی منطقه مورد مطالعه تحت تأثیر اقلیم مرطوب خزری است.



شکل (۱) نقشه موقعیت منطقه مورد بررسی در شمال غرب ایران

زمین شناسی و تکتونیک

در مسیر گردنه حیران از نمین تا آستارا سازندهای مختلفی را می توان شناسایی نمود. از نزدیکی نمین تا روستای حیران، سنگ اصلی را برش ولکانیکی از نوع آندزیت پیروکسن دار مربوط به پالئوژن تحتانی (ائوسن) تشکیل می دهد. در قسمتی از این مسیر رسوبات کنگلومرایی با سیمان سست دارای قطعات آتشفشانی، به صورت ناپیوستگی آذرین پی^۹ بر روی برشهای آتشفشانی آندزیتی قرار گرفته است. از روستای حیران تا ۱۵ کیلومتری آستارا، سنگهای رسوبی، برونزد دارند که به کرتاسه مربوط می شوند. از ۱۵ کیلومتری آستارا به ترتیب سنگهای ماسه سنگ توفی با میان لایه ای از گدازه های آندزیتی مربوط به پالئوسن و مگاپورفیر آندزیت - لایت ائوسن بالایی و سپس رسوبات کواترنری قرار گرفته اند. توالی سنگهای منطقه و دو طرفه بودن شیب در مسیر گردنه حیران (به طوری که از نمین تا شرق حیران، شیب به سوی غرب و از شرق حیران تا آستارا، شیب به سوی شرق می باشد) گویای این واقعیت است که جاده به طور عرضی از یک تاقدیس گذر کرده است و هسته این تاقدیس را سنگهای مربوط به کرتاسه با تناوبی از ماسه سنگ سیلتستون، شیل و آهک تشکیل می دهد. بنابراین روند چین خوردگی شمال غرب - جنوب شرق، در بخش فوقانی چین خوردگی تالش می باشد. دو گسل مهم شمالی - جنوبی به ترتیب از غرب به شرق به نامهای گسل نور و گسل آستارا قرار گرفته اند که به احتمال زیاد نقش مهمی در ایجاد چاله خزر داشته اند.^{۱۰}



شکل (۲): چگونگی قرارگیری رسوبات کرتاسه، پالوژن و گدازه‌های ائوسن بالایی در تاقدیس غرب آستارا. (۱۰)

اهداف و شیوه پژوهش

از اهداف عمده این پژوهش، مشخص ساختن نقش عواملی است که در انجام زمین لغزه‌ها تأثیر مهمی دارند؛ به ویژه نقش انسان که با توجه به انجام طرح‌های عمرانی در سطح کشور مورد توجه خاص می‌باشد. هدف دیگر از این پژوهش مشخص نمودن آثار منفی تغییرات ناگهانی در سطح زمین در نتیجه

فقالیتهای عمرانی است. در این پژوهش برای رسیدن به اهداف مورد نظر از منابع اطلاعاتی متعددی استفاده گردیده است. استفاده از سالنامه‌های هواشناسی جهت بررسی شرایط اقلیمی، استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی موجود و تلفیق اطلاعات دفتری با مشاهدات صحرائی، شیوه اصلی پژوهش در این مقاله است. همچنین اقدام به برخی اندازه‌گیریها در مورد شیب و اندازه زمین لغزه‌ها از کارهای مهم دیگر در این پژوهش بوده است.

مسائل ژئومورفولوژی منطقه مورد پژوهش

شواهد لیتولوژیکی و ساختمانی نشان می‌دهد که رودخانه آستارا با عدم تطابق نسبت به شیب لایه‌های رسوبی و آذرین با روند تقریبی غربی-شرقی در جریان است. در نتیجه تاقدیس مرکزی، مسیر را به صورت عرضی (از نوع کلون) قطع کرده است. در ایجاد چنین وضعیتی هر دو عامل سوپر ایمپوزیشن^{۱۱} و سوپر پوزیشن^{۱۲} یا پدیده تحمیل و آنته سدانس^{۱۳} دخالت داشته‌اند. در آغاز رودخانه آستارا بر روی سنگهای آذرین ائوسن و کنگلومرای پلیوسن قرار داشته و توانسته است بستر خود را به تناسب افزایش شیب و پایین رفتن سطح اساس («دریای خزر») پایین ببرد و تاقدیس تالش را به طور عرضی برش دهد. اما در همین حال فعالیت‌های کوهزایی اواخر دوران سوم، سازندهای دگر شیب بر فراز تاقدیس تالش را چین داده و رودخانه توانسته است به میزان کوهزایی انجام شده، بستر خود را بر اساس اصل آنته سدانس به عمق ببرد.

پس از تثبیت ژئومورفولوژی ساختمانی منطقه و ایجاد عوارض کنونی در ابتدای کوتاه‌ترنر، پدیده غالب در منطقه به غیر از تغییر سطح اساس دریای خزر در دوره‌های یخچالی و بین یخچالی، احتمالاً "هوازگی شیمیایی با

شدت بسیار بالا بوده است. زیرا با در نظر گرفتن اقلیم کنونی که در آن بارندگی بیش از ۱۳۳۰ میلیمتر، درجه حرارت متوسط سالانه ۱۵ درجه سانتیگراد، حداقل و حداکثر درجه حرارت متوسط به ترتیب ۱۱/۵۲ و ۱۸/۲ درجه سانتیگراد است، شرایط خوبی برای هوازگی شیمیایی فراهم می‌آید؛ بخصوص اینکه تعداد روزهای یخبندان در منطقه بسیار اندک است. هر چند آمار یادشده مربوط به شهر آستارا می‌باشد، لیکن شواهد موجود در منطقه «حیران» بیانگر آن است که منطقه از سیستم خزری بیشتر از سیستم نیمه خشک سرد دشت اردبیل تبعیت می‌کند. چنانچه اطلاعات اقلیمی آستارا با اندکی تعدیل (به جهت زیاده‌ای ارتفاع) برای منطقه در نظر گرفته شود، بر اساس مدل مورفونیک پلتیر (پلتیه)^{۱۴} سیستم هوازگی از نوع شیمیایی متوسط همراه با عملکرد ضعیف یخ خواهد بود.^{۱۵} در چنین سیستمی مورفونز رودخانه‌ای، شدید، حرکت توده‌ای، متوسط و مورفونز بادی، بسیار ضعیف است.^{۱۶} بالا بودن شدت هوازگی شیمیایی همراه با شرایط مساعدی که درزها و شکافهای تکتونیکی فراهم ساخته است، موجب گشته تا اثرات اقلیمی تا اعماق زمین رخنه کند و در برخی قسمت دهها متر خاک سازی انجام پذیرد. در مقابل بخشهایی نیز وجود دارد که به علت یکدست بودن سنگ و عدم وجود شکافهای متعدد و فراهم نبودن شرایط لازم، عمق هوازگی نسبتاً کم است.

بحث پیرامون نوع مورفونز فعال

بر اساس آنچه ژئومورفولوژی ساختمانی و مورفونز اقلیمی در منطقه فراهم آورده، شرایطی ایجاد شده است تا تحوّل ژئومورفولوژی در مسیر گردنه حیران حالت خاصی به خود گیرد. ترکیب عوامل توپوگرافی و هیدروگرافی با

سیستم مورفوزنز غالب و عوامل بیولوژیکی در شرایط طبیعی، نوعی پایداری نسبی را در منطقه حاکم ساخته است. دامنه‌ها با وجود شیبهای نسبتاً زیاد با عدم دخالت انسان و عوامل طبیعی غیر معمول (نظیر بارشهای شدید و زمین‌لرزه‌ها) می‌توانند پایدار باقی بمانند.

پایداری طبیعی دامنه‌ها را، دخالت انسان بر هم زده است؛ نخستین عامل ناپایداری را احداث جاده با بریدگی مربوط بدان از طریق از بین بردن مقاومت جانبی دامنه‌ها، فراهم ساخته است؛ بدین ترتیب تنش برشی^{۱۷} بشدت افزایش یافته است. اما عوامل دیگری نیز در منطقه وارد کار شده‌اند. از آن جمله می‌توان به تزریق آب از طریق منافذ خاک در بالا دست بریدگیها، ارتعاشات زمین ناشی از عبور کامیونهای بزرگ و زمین‌لرزه‌های سالهای اخیر نظیر زمین‌لرزه سال ۱۳۶۹ در استانهای گیلان و زنجان و نیز زمین‌لرزه سال ۱۳۷۵ استان اردبیل اشاره کرد.

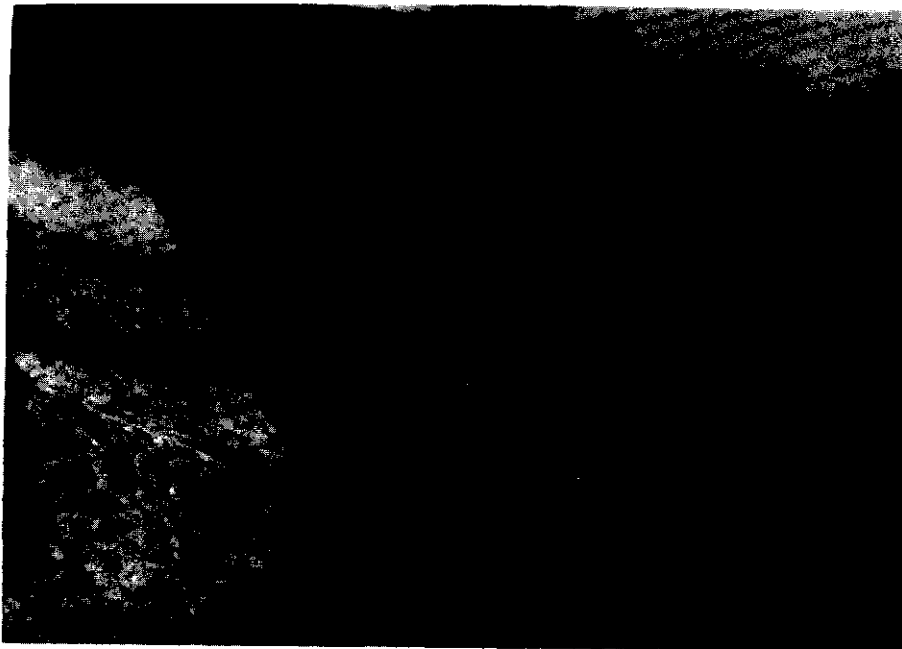
بریدگیهای حاشیه جاده حیران از ویژگی خاصی برخوردارند و می‌توان آنها را به دو دسته طبقه‌بندی نمود:

الف) بریدگیهایی که کاملاً عناصر منفصل شامل خاک و رگولیت را در دیواره ظاهر ساخته است.

ب) بریدگیهایی که سنگهای رسوبی و آذرین نسبتاً هوازده و درزدار را ظاهر ساخته و در فراز آنها خاک و رگولیت با ضخامت اندک مشاهده می‌شود.

با بریدگیهای به وجود آمده در مسیر گردنه حیران تحولات ژئومورفولوژی به ویژه انواع زمین‌لغزه از لحاظ زمانی بسیار سریعتر از آنچه در حالت طبیعی امکانپذیر است، انجام می‌پذیرد. در بریدگیهای نوع اول، انجام

فعالیت‌های کشاورزی که موجب نفوذ آب به بخش‌های تحتانی می‌گردد و نیز از بین بردن درختچه‌های طبیعی به همین منظور و اثر سایر عوامل دیگر، لغزش‌های عمقی بسیار بزرگی را موجب گشته است. افزایش شیب با ایجاد بریدگی به میزان ۸۰ درجه در دیواره بریدگی و ترکیب آن با شیب شدید طبیعی دامنه‌ها به میزان ۳۰ تا ۴۵ درجه، نیروی ثقل حاکم بر توده خاکی را چنان افزایش داده است که لغزشها به طور سریع با حجم و گستردگی فراوان انجام می‌پذیرد. چنین لغزشهایی علاوه بر خطرهایی که بر وسایل نقلیه عبوری و تأسیسات جاده‌ای دارند، تأثیرات زیست محیطی فراوانی نیز بر جای می‌گذارند. در رابطه با تغییرات زیست محیطی می‌توان به از بین رفتن چمنزارها و درختچه‌های طبیعی منطقه اشاره نمود.



تصویر شماره یک نمونه‌ای از یک لغزش در گردنه حیران. ابعاد این لغزش حدود ۲۵ متر در ۵۰ متر می‌باشد. زیانه گلی ناشی از لغزش با گذر از جاده بعد از واژگون ساختن تیرچراغ برق به دامنه پایین جاده سرازیر شده است.

در بریدگیهای نوع دوم، دیواره‌های سنگی به نوعی دیگر تحویل می‌یابند. در این نوع بریدگیها با از بین رفتن مقاومت جانبی به جهت پیوستگی سنگها، زمین لغزه‌ها شدت کمتری دارد. با این حال، وجود درز و شکاف در سنگها به ویژه درزها و شکافهای عمودی، به سقوط تخته سنگها می‌انجامد که از جلوه‌های دیگر ناشی از تحولات ژئومورفولوژی با دخالت انسان است. سایر اشکال زمین لغزه‌ای نظیر جریان واریزه^{۱۸}، سولیفلوکسیون^{۱۹}، بهمن واریزه^{۲۰} و جریان خاک^{۲۱} بر حسب میزان شیب در دامنه‌های مشرف به جاده حیران مشاهده می‌گردد.

نتیجه

از آنچه در جاده حیران به وقوع پیوسته است چنین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که دخالت انسان در تغییر محیط و دستکاری ناهمواریها، وقوع پدیده‌های معمولی ژئومورفولوژی یعنی عمل مورفوزن را سرعت داده است. پیش‌بینی نکردن حوادث ژئومورفولوژی ناشی از جاده‌کشی، موجب گشته تا هر ساله هزینه زیادی صرف نگهداری و ترمیم جاده گردد. تجربه حاصل از گردنه حیران باید درس خوبی باشد تا در انتخاب مسیرهای جدید پیش‌بینی‌های لازم به عمل آید. اما آنچه در حال حاضر در مورد گردنه حیران لازم است بدان توجه شود پیشگیری از حوادثی است که در طول سال خسارتهای فراوانی را به

بارمی آورد. در این راستا می‌توان اقدامات ذیل را به عمل آورد تا تنش برشی، کاهش و مقاومت برشی افزایش یابد.

(الف) در بالادست بریدگیها به نحوی از نفوذپذیری خاک کاسته شود.

(ب) از فعالیتهای زراعی که موجب نفوذ آب فراوان به خاک بالادست بریدگیها می‌گردد، پیشگیری شود.

(ج) در صورت امکان، حریم جاده‌ها با پوشش طبیعی جنگلی حفاظت گردد.

(د) از نابودی پوشش جنگلی موجود در حریم جاده به ویژه در بالادست بریدگی جلوگیری شود.

(ه) در استفاده از دیواره‌های حفاظتی مسأله زه‌کشی توده خاکی پشت دیواره در اولویت قرار گیرد.

(و) شیب دیواره‌های بریدگیهای حاشیه جاده به کمترین حد ممکن کاهش یابد.

بدیهی است در کشور ایران با توجه به اهمیتی که در سالهای اخیر به جاده‌های ارتباطی داده می‌شود طرحهای جدیدی در قالب شاهراهها، جاده‌های درجه یک و درجه دو به انجام خواهد رسید. با توجه به آنچه در مسیر گردنه حیران از لحاظ ژئومورفولوژی پس از انجام طرح جاده‌کشی به وقوع پیوسته است در احداث جاده‌های جدید می‌توان از تکرار آنها پیشگیری کرد. از جمله مواردی که در مطالعات اولیه طرحها می‌توان به آنها توجه کرد ضخامت سازندهای سطحی با در نظر گرفتن درصد رس، شیب دامنه و عوامل اقلیمی حاکم بر آنها به ویژه رطوبت و بارندگی در مسیرهای انتخابی است. زیرا لغزشهای

ناشی از سازندهای سطحی خسارتهای بیشتری را نسبت به زمین لغزه‌های دیوارهای سنگی دربر دارد.

پی‌نوشت‌ها:

- 1- *Landslides*
- 2- *Coch N.K. _ 1995 _ Geohazards, Natural & Human*
- 3- *Weathering Limited*
- 4- *Transport Limited*
- 5- *Regolith*
- 6- *Threshold angle of Stability*
- 7- *Exogenic*
- 8- *Endogenic or Internal*
- 9- *Non- Conformity*
- ۱۰- باباخانی، علیرضا و فرامرزی رحیم‌زاده- ۱۳۷۶- شرح نقشه زمین شناسی چهارگوش اردبیل
- 11- *Superimposition*
- 12- *superposition*
- 13- *Antecedence*
- 14- *Peltier*
- ۱۵- معماریان، حسین- ۱۳۷۱- زمین شناسی برای مهندسی
- 16- *Selby M.J. _ 1989 _ Earth's Chanaging Surface*
- 17- *Shear Stress*
- 18- *Debris Flow*
- 19- *Solifluction*
- 20- *Debris Avalanche*
- 21- *Earth Flow*

منابع:

- ۱- باباخانی، علیرضا و فرامرز رحیمزاده - ۱۳۷۶ - شرح نقشه زمین شناسی چهارگوش اردبیل - سازمان زمین شناسی کشور
- ۲- رامشت، محمد حسین - ۱۳۷۵ - کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی - انتشارات دانشگاه اصفهان
- ۳- رجائی، عبدالحمید - ۱۳۷۳ - کاربرد ژئومورفولوژی کاربردی در برنامه‌ریزی و عمران ناحیه‌ای - نشر قومس
- ۴- رجائی، عبدالحمید - ۱۳۷۳ - کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط - نشر قومس
- ۵- رحیمزاده، فرامرز و علیرضا باباخانی - ۱۳۶۵ - نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ اردبیل - سازمان زمین شناسی کشور
- ۶- رضائی مقدم، محمد حسین - ۱۳۷۲ - ژئومورفولوژی و کارآئی آن در مهندسی راه - مجله جاده - شماره ۲۹ - انتشارات سازمان توسعه راههای ایران
- ۷- معاریان، حسین - ۱۳۷۱ - زمین شناسی برای مهندسين - انتشارات دانشگاه تهران

REFERENCE:

- 1- Alaxander D. *1993_ Natural Disasters, UCL Press.*
- 2- Alaxander D. and R. Formichi *1993_ Tectonic Causes of Landslides_ Earth Surface Processes and Landforms, VOL. 18, PP 311_338.*
- 3- Brunsden D. and David B. Prior (Eds.) *1987_ Slope Instability_ John Wiley & Sons.*
- 4- Coch N.K. *1995_ Geohazards, Natural and Human_ Prentice Hall.*
- 5- Hansen M.J. *1987_ Strategies for Classification of Landslides _ In D. Brunsden & D.B. Prior (EDs.), Slope Instability _ John Wiley & Sons _ PP1_ 25.*
- 6- Parsons A.J. *1988_ Hillslope Form_ Routledge London and New York.*
- 7- Selby M.J. *1989_ Earth's Changing Surface_ Oxford University Press.*

