

مطالعه لغزش دشتگان و تحلیل خطر آن بر روی بزرگراه قزوین - رشت

فریدون رضایی*

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

منوچهر مرتضوی چمچالی

گروه زمین شناسی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۲۴

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۱۴

چکیده

مقدمه: با توجه به انجام عملیات صحرایی و اطلاعات بدست آمده از نقشه های زمین شناسی منطقه، مشخص شد که زمین لغزش جدید دشتگان بر روی یک زمین لغزش قدیمی، اتفاق افتاده است.

هدف: مطالعه لغزش دشتگان و تحلیل خطر آن بر روی بزرگراه قزوین-رشت میباشد.

نتایج: از جمله عوامل محیطی محرک برای زمین لغزش قدیمی محدوده مورد بررسی، رودخانه سفید رود بوده است. علاوه بر نقش رودخانه سفید رود (شیب بستر، پیچ و خم ها، تنش ها، فرسایش و ...)، مهیا بودن شرایط ذاتی زمین مانند جنس، بافت مواد، جهت ناپیوستگی ها، آب، شیب، گسل و شکل دامنه ها، دخالت انسانی و حفر ترانشه برای راهسازی، نقش غیرقابل انکاری در ناپایداری دامنه داشته است. ضمناً، عوامل زمین شناسی و زمین شناسی مهندسی که برپدیده لغزش موثر می باشند، مورد بررسی قرار گرفتند.

نتیجه گیری: این مطالعات، به همراه داده های آزمایشات مکانیک سنگ، برای ارائه راهکارهایی برای تثبیت زمین لغزش دشتگان، مورد استفاده قرار گرفتند.

واژه های کلیدی: زمین لغزش، ناپایداری دامنه، پارامترهای ژئوتکنیک

مقدمه

امروزه با توجه به اخباری که مکرراً در مورد تأثیر منفی فرآیندهای فعال بر سازه های مهندسی و طرحهای عمرانی می خوانیم، مسئله شناخت، تحقیق و دستیابی به راه حل ها و شیوه های مناسب جهت مهار و کنترل و کاهش خطرات ناشی از این حوادث، مورد توجه خاص محافل علمی و تحقیقاتی و دستگاه های اجرایی همچنین، مراجع و مجامع جهانی است. بسیاری از این پدیده های طبیعی در جهت مخالف با تمایل بشر در گسترش روز افزون استفاده از زمین عمل نموده و در بسیاری موارد که وجود آن ها نادیده گرفته شده یا سیستم مدیریتی صحیح حاکم نبوده است، به صورت بلایای طبیعی ظاهر گشته اند. از جمله این پدیده ها، زمین لغزش ها یا در اصطلاح فراگیرتر، حرکت های دامنه ای می باشند. به طور ساده این پدیده ها شامل، حرکت مواد تحت تأثیر نیروی ثقل به سمت پایین دامنه می باشند. عوامل متعددی مانند باران های سیل آسا، تنش های ناشی از زلزله و خاکبرداری های مصنوعی در تحریک ناپایداری دامنه ها دخیل می باشند. با توجه به ویژگی های زمین شناسی، فیزیوگرافی، آب و هوا و بافت اجتماعی استان گیلان، خطر رانش زمین، از پدیده های زمین شناسی مورد توجه می باشد. که شاهد خسارات عمده ای از جانب آن می باشیم. زمین لغزش های بزرگ در این استان روی داده است. که برخی از آن ها موجب مدفون شدن بخش یا تمامی روستاها شده است. فاجعه دفن شدن تمامی روستای فتلک در خرداد ماه ۱۳۶۹ و درباراز آن جمله است. زمین لغزش های ناشی از بارندگی های سنگین سال ۱۳۷۱ در گیلان با ۶ نفر کشته و ویران شدن بیش از ۱۶ خانه مسکونی، نیاز از جمله زمین لغزش های مخرب در ایران به شمار می آیند.^(۱)

مواد و روشها

به طور کلی چهار مرحله اصلی جهت به انجام رساندن این پژوهش صورت گرفته است: مرحله اول، شامل: جمع آوری اطلاعات پایه ای مشتمل بر مطالعات و بررسی گزارشات و نقشه های زمین شناسی مرتبط با منطقه و مناطق پیرامون آن، تهیه و مطالعه عکس های هوایی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰ و نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰۰ و تعیین محل های پیمایش از روی آن ها و بالاخره تهیه و مطالعات رقومی و تصاویر ماهواره ای و پردازش مقدماتی آن ها. مرحله دوم، شامل: بازدید و انجام عملیات صحرائی، برداشت نمونه ها و اطلاعات لازم از منطقه با استفاده از عکس های هوایی، نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰

مرحله سوم، شامل: تفکیک و تفسیر و خصوصیات ساختاری درزه ها، گسل ها، انجام آزمایشات لازم برای نمونه های برداشت شده و ترسیم آن ها به کمک نرم افزارها.

مرحله چهارم، شامل: تفسیر اطلاعات صحرایی و اطلاعات آزمایشگاهی و همچنین بررسی ارتباط آن ها با نتایج به دست آمده از داده های صحرایی و ارائه نتایج حاصل از مطالعات. (به علت گستردگی منطقه از واحد کیلومتر استفاده شده است)

نتایج و بحث

موقعیت جغرافیائی

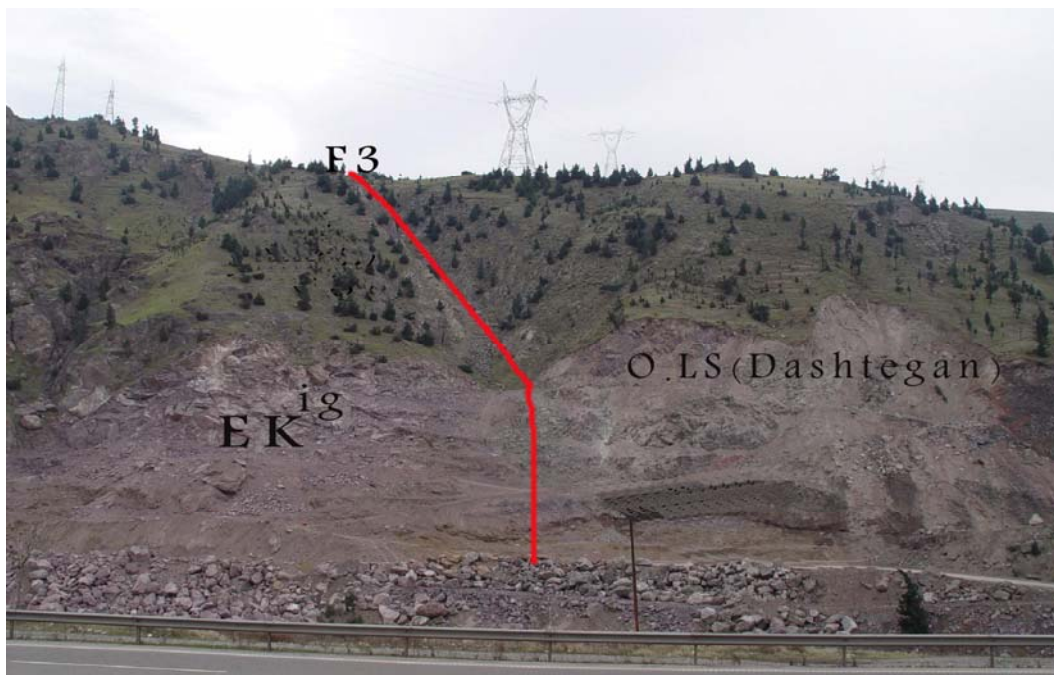
محدوده مورد مطالعه در استان گیلان در ساحل راست رودخانه سفیدرود بین رودبار و رستم آباد در فاصله تقریبی ۳۹ کیلومتری جنوب شهرستان رشت در حد فاصل طول های جغرافیایی "۵۷' ۱۸' ۴۹" تا "۰۳' ۲۴' ۴۹" و عرض های جغرافیایی "۴۵' ۴۷' ۳۶" تا "۳۵' ۵۸' ۳۶" در شمال غربی کوه های عمارلو قرار دارد (شکل ۱). محدوده مورد مطالعه هر چند در استان گیلان قرار دارد، اما هوای آن مرطوب نیست و بیشتر متمایل به معتدل تا کمی خشک می باشد. میزان متوسط بارندگی سالیانه آن بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی متر می باشد و به علت ارتفاع نسبتاً کم، نزولات بیشتر به صورت باران است، برف به ندرت می بارد. (۲) بارندگی بیشتر در زمستان و اوایل بهار صورت می گیرد و در همین مدت در بیشتر روزهای غیربارانی باد نسبتاً شدید می وزد.



شکل ۱- شکل ماهواره ای آزادراه رشت - قزوین - روستا و زمین لغزش دشتگان

زمین ریخت شناسی منطقه

مسیر آزاد راه در دامنه شمال غربی کوه های عمارلو قرار گرفته است. رودخانه سفیدرود در محدوده مورد بررسی، کوه های عمارلو را قطع کرده و با شیب خیلی ملایم (کمتر از ۰/۵ درصد) در بستر خود از جنوب غربی به سمت شمال شرقی در جریان است. شیب توپوگرافی زمین در این فاصله بیشتر از سمت جنوب شرقی به طرف شمال غربی است. با قید این که در پیچ و خم های سفیدرود جهت شیب دامنه ها گاهی بطور محلی (با شیب های ظاهری) به سمت غرب یا شمال غرب می شود.



شکل ۲- کیلومتر ۲۹/۵۶ آزادراه قبل از لغزش، دید به سمت جنوب گسل F_3 در سمت راست زمین لغزش قدیمی دشتگان که دره گسلی را به وجود آورده است. در وسط شکل زیر زمین لغزش رسوبات مربوط به پادگانه قدیمی سفیدرود دیده می شوند.

چینه شناسی منطقه

بررسی های زمین شناسی صورت گرفته، حاکی از این است که در این قسمت، بستر یا ترانشه های آزادراه کمی بر روی شیل و ماسه سنگ های ژوراسیک و بخش عمده آن بر روی ولکانیک های ائوسن و قسمت قابل ملاحظه ای نیز بر روی رسوبات پادگانه های آبرفتی پلیوکواترنر قرار می گیرد. (۳) هم چنین، در این قسمت واحد ایگنمبریت و توفهای ایگنمبریتی EK^{ig} ، به طور عمده در محدوده کیلومتر ۲۹/۵۵ تا کیلومتر ۲۹/۲ دیده می شوند. رنگ آن ها قرمز قهوه ای و دارای لایه بندی هستند که از نازک تا ضخیم لایه تغییر می کنند، در بین آن ها لایه های توف ماسه ای نیز وجود دارد. این توده های ایگنمبریتی با ضخامت ۱۰ تا ۵۰ متر سخت و مقاوم هستند و در فاصله یاد شده با توف های اسید دگرسان شده سبز روشن سست

(EK^{rt}) به صورت متناوب قرار دارند. برخورد آن‌ها از یک طرف به وضوح حالت چین خورده و موج دار و در عین حال در بخش‌هایی گسلی و به هم ریخته است. توف‌های ایگنمبریتی (EK^{ig}) و توف‌های ریولیتی (EK^{rt}) در فاصله کیلومتر ۲۹/۵۵ تا کیلومتر ۲۹/۰۲ از سمت جنوب غرب در مجاور زمین لغزش دشتگان قرار گرفته و ارتباط آن‌ها با سایر واحدهای آتشفشانی زیرینشان معلوم نیست. این توف‌ها از سمت شمال شرق و شرق، زیر رسوبات پادگانه ای سفیدرود ($PL.Q^C$) قرار می‌گیرند و رابطه آن‌ها با واحدهای آتشفشانی جوان تر از خودشان مشخص نیست.^(۴)

عوارض ساختاری

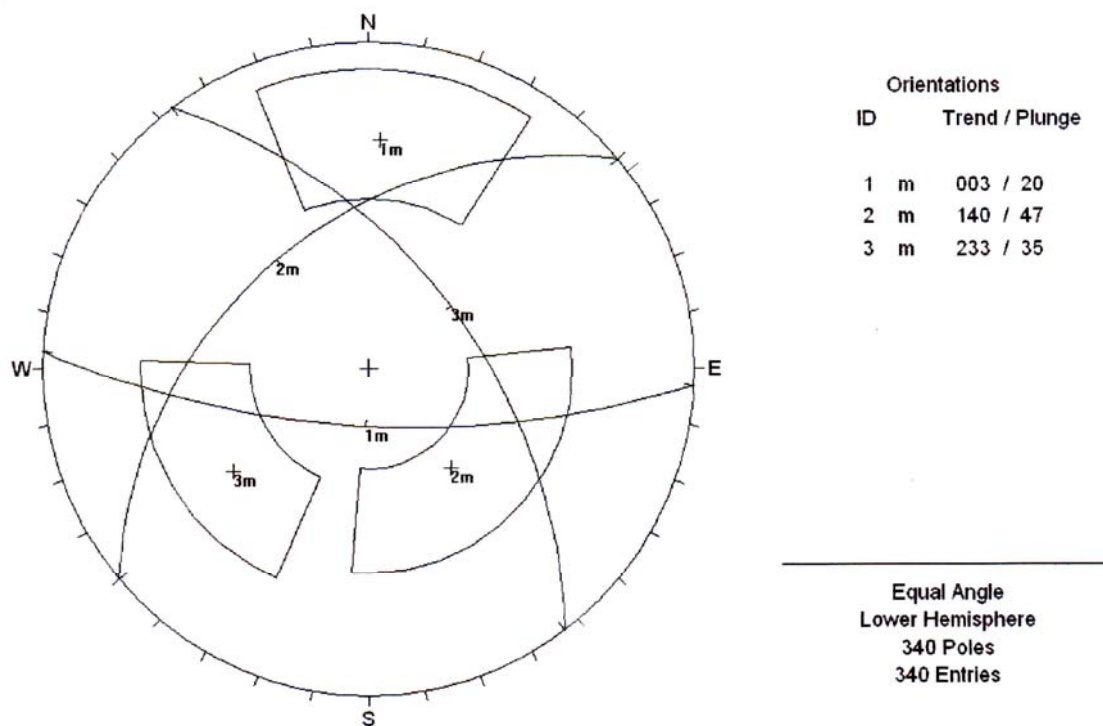
گسل F_3

محدوده مورد بررسی به شدت شکسته و گسلی است. بر اساس برداشت‌های زمین‌شناسی در حد امکان گسل‌های قابل دسترسی در مسیر آزادراه برداشت شد اما درحقیقت، برداشت همه گسل‌ها میسر نبود. چون بعضی خیلی نزدیک به هم و با مقیاس نقشه بازتاب تمام آن‌ها بر روی نقشه ممکن نبود و برخی هم کوچک و کم اهمیت بودند و از آن‌ها صرف نظر شد. بدین ترتیب ۱۶ گسل از شهرستان رودبار کیلومتر ۳۳ به سمت شهر رستم آباد کیلومتر ۲۰ برداشت شد. گسل موثر در منطقه، گسل F_3 است. این گسل در واقع حد شرقی زمین لغزش دشتگان بوده، در جنوب آزادراه قرار گرفته و تشکیل یک دره گسلی داده است. شکل ۲، امتداد و شیب گسل نزدیک آزادراه ۲۰۳/۷۰ درجه است. در مسیر دره و مجاور گسل در بعضی قسمت‌ها اثر دو سه متر توف اسیدی به شدت کائولینیتی شده دیده می‌شد. روی صفحه گسل (فرا دیواره) سمت غرب دره زمین لغزش دشتگان است و زیر صفحه گسل سنگ‌های بی‌رجای ایگنمبریت (EK^{ig}) و توف‌های ریولیتی (EK^{rt}) قرار دارند.

درزه‌های مورد مطالعه

حدود ۳۰ درصد از مسیر آزادراه، دارای ترانشه سنگی است، که درزه دار هستند. ترانشه این منطقه نسبتاً طویل و جنس سنگ‌های دربرگیرنده آن بیشتر تناوب ایگنمبریت (EK^{ig}) توف‌های ریولیتی (EK^{rt}) است. توف‌های ریولیتی در بعضی قسمت‌ها به شدت دگرسان و تبدیل به کائولینیت سست شده‌اند. شیب کلی توپوگرافی زمین حدود ۴۰ درجه به سمت شمال غرب و جهت آزاد راه ۵۰ درجه به سمت شمال شرق می‌باشد. تعداد ۳۳۹ درزه در ترانشه مورد نظر برداشت شده است. سنگ‌های این ترانشه از یک طرف به شدت خرد و درزه دارد هستند و از طرف دیگر جنس و ضخامت لایه‌ها متغیر بوده است. به علاوه انفجارهای شدید و دستکاری با بلدوزر موجب به هم ریختگی زیاد شده، تا جایی که فاصله داری و طول و بازشدگی بیشتر درزه‌ها دست خورده بوده است، بدین ترتیب برداشت منظم و سیستماتیک درزه‌ها بطور مطلوب میسر نشد. برای تمام درزه‌های برداشت شده، جدول ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی تهیه شده، بعلاوه نمودار گل سرخی، استریوگرام (نمودار ۱)، نقاط قطبی و منحنی‌های هم تراکم نقاط قطبی آن‌ها

رسم شده اند. محل تقاطع هیچ یک از این دسته درزه ها با شیب توپوگرافی کم نسبت به شیب درزه ها نمی تواند، لغزش گوه ای و واژگونی را ایجاد نماید. هم چنین وضعیت فضائی این دسته درزه ها با توجه به توپوگرافی زمین و میزان شیب آن ها به گونه ای است که لغزش صفحه ای را ایجاد نمی کند. (۳)



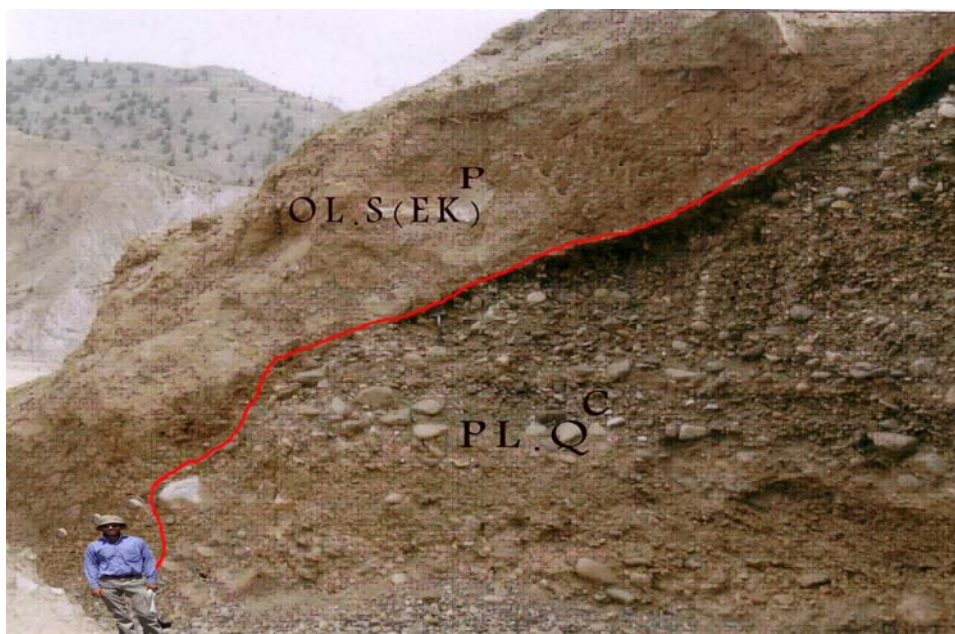
نمودار ۱- شکل استریوگرافی دسته درزه های کیلومتر ۲۹ تا کیلومتر ۲۹/۵ آزادراه.

زمین لغزش

زمین لغزش قدیمی

این زمین لغزش نیز یک زمین لغزش قدیمی (O. I. S.) بسیار بزرگ است که در سنگ های آذر آواری و آتشفشان های ائوسن اتفاق افتاده است. پرتگاه اصلی و پرتگاه های فرعی آن به مرور زمان فرسوده شده و از بین رفته، اما قسمت کاسه و پاشنه زمین لغزش، باقی است، همان طور که در شکل ۳ دیده می شود، این زمین لغزش سرزمین های تخت و همواری تشکیل داده که برای باغ کاری مناسب بوده و به همین جهت روستای دشتگان بر روی آن پا گرفته است. این زمین لغزش ترکیبی از قطعات خیلی بزرگ تا قطعه سنگ های کوچک همراه با خاک می باشد، جنس این قطعات سنگی بیشتر ایگنمبریت، آگلومرا، توف آندزیتی، توف ریولیتی و توف شیلی است. بر روی زمین لغزش دشتگان شیب عمومی زمین ملایم و از سمت جنوب به سمت شمال است. سه آبراهه نسبتاً کم عمق، در همین راستای جنوب به شمال تا جنوب شرق به شمال غرب، روی زمین لغزش دشتگان تشکیل شده و باعث موجدار شدن سطح زمین لغزش در

جهت شرق به غرب شده است (شکل ۳). حد غربی زمین لغزش دشتگان با توده های ولکانیک برجا، یک آبراهه کم عمق است، که در راستای کلی جنوب به شمال کشیده شده و قدرمسلّم پس از زمین لغزش تشکیل شده است. پیچ و خم آبراهه درست در مرز زمین لغزش حرکت می کند. در کف این آبراهه تا بالاترین قسمت زمین لغزش اثر حرکت مجدد و شکاف جدید دیده نشده که موید تثبیت بودن زمین لغزش در قسمت غربی است. حد شرقی زمین لغزش قدیمی دشتگان با توده های ایگنمبریتی و توف های ریولیتی برجا، نیز یک دره است که جهت این دره از جنوب شرق به طرف شمال غرب است و بطور قطع پس از زمین لغزش در مرز سنگ های سالم برجا و توده فروافتاده تشکیل شده است. قابل توجه این که با توجه به قدمت زمین لغزش دشتگان انتظار می رفت کف دره شرقی که سالیان دراز معبر جریان آب باران بوده، نشانی از رسوبات معمول این نوع آبراهه ها یا حداقل اثری از صیقل کف بستر سنگی بوسیله آب دیده شود که مشاهده نشد.



شکل ۳- کیلومتر ۲۹/۷۵ آزادراه، دید به سمت جنوب شرق، زمین لغزش قدیمی دشتگان، خانه ها و باغ ها در منطقه

ولی قطعاتی از سنگ های دیواره دو طرف آبراهه، کف بستر را پوشانده بود که نشان از یک ناپایداری است. از بررسی های صورت گرفته چنین به نظر می رسد که زمین لغزش دشتگان یک زمین لغزش دورانی است. این سطوح لغزش دورانی در ترانشه آزادراه پدیدار است. در قاعده سطوح لغزش اغلب بین ۲ تا ۲۰ سانتی متر گل قرمز نسبتاً پخته شده شبیه سفال دیده می شود، که به احتمال مربوط به تغییر حالت خاک های مرطوب موجود در سطح لغزش، به علت بالارفتن حرارت حاصل از اصطکاک است. مسیر آزادراه، از حدود کیلومتر ۳۰/۴۲ تا کیلومتر ۲۹/۵۵، از پاشنه زمین لغزش دشتگان با یک ترانشه یکطرفه، عبور کرده است. بیشترین ارتفاع ترانشه حدود ۴۰ متر که تماماً مخلوطی از قطعات درشت و کوچک مخلوط با خاک

می باشد. در راستای جنوب به شمال، درازای زمین لغزش دشتگان، حدود ۵۰۰ متر است. در این صورت، مساحت زمین لغزش دشتگان حدود ۴۳۵ هزار متر مربع و اگر، متوسط ضخامت توده لغزشی ۲۰ متر گرفته شود، حجم توده زمین لغزش دشتگان حدود ۸ میلیون مترمکعب برآورد می شود. (۳۵)



شکل ۴- کیلومتر ۲۹/۷۵ آزادراه، دید به سمت جنوب، برخورد توده زمین لغزش قدیمی دشتگان بر روی رسوبات پادگانه ای.

در فاصله کیلومتر ۲۹/۵۵ تا کیلومتر ۳۰/۴۲ آزادراه، دردیواره ترانشه، مرز بین توده زمین لغزش دشتگان و رسوبات پادگانه ای سفیدرود (PL, Q^c) به وضوح دیده می شود (شکل ۴). شکی وجود ندارد که توده زمین لغزش دشتگان، بر روی پادگانه های قدیمی رودخانه سفیدرود فرو ریخته است. این رسوبات پادگانه ای نسبت به بستر فعلی سفیدرود حدود ۲۰ متر بلندتر است و چنانچه میزان حفر بستر را برای سفیدرود بطور متوسط حدود یک دهم میلی متر در سال در نظر بگیریم، بدین ترتیب بنظر می رسد، زمین لغزش دشتگان حدود ۲۰۰ هزار سال قبل اتفاق افتاده است.

زمین لغزش جوان

جوان ترین زمین لغزش محدوده مورد بررسی می باشد و از دوباره فعال شدن بخش شرقی زمین لغزش دشتگان به وجود آمده است. جنس توده، مخلوطی از سنگ های آتشفشانی ائوسن است که در زمین لغزش دشتگان قدیمی، به وجود آمده بودند. (۳۶)

از برداشت های زمین شناسی، همان طور که در نقشه شماره ۱ مشخص است، ملاحظه می شود:

- ۱- شکاف های جدید، کششی بودند و فقط در بخش شرقی زمین لغزش قدیم گسترش چشم گیر داشته و تقریباً در ۷۵٪ کل توده زمین لغزش دشتگان و از جمله محدوده روستای دشتگان هیچ گونه شکاف دیده نشد، به همین مناسبت از همان ابتدای بررسی ها احتمال رخداد زمین لغزش مجدد برای روستای دشتگان، منتفی اعلام شد.
- ۲- در محدوده شرقی زمین لغزش دشتگان که شکاف های جدید ایجاد شده بود، اثر ناپایداری های قدیمی در سطح زمین دیده می شود. در حالی که در قسمت غربی و مرکزی آن چنین پدیده ای ملاحظه نمی شود و این گواهی بر ناپایداری بخش شرقی زمین لغزش دشتگان، قبل از ساخت آزادراه بوده است.
- ۳- حرکت دوباره در فرادیواره گسل F_3 (شکل ۲) که کنترل کننده مرز شرقی زمین لغزش قدیمی دشتگان است، احتمالاً در پدید آوردن سطح شکست موثر بوده است.
- ۴- گسل F_3 در واقع یک سطح ناپیوستگی قوسی شکل است. که کمی بالاتر از بستر آزادراه قرار می گیرد و به همین دلیل، در فعالیت دوباره خود، هیچ صدمه ای به بستر آزادراه، نروده است.

شکاف های جدید در قسمت شرقی زمین لغزش دشتگان در مراحل اولیه دارای بازشدگی و افتادگی کم بودند. اما روزانه به تدریج بازشدگی و افتادگی آن ها پیشرفت می کرد و ظرف حدود ۷۰ روز بلوک غربی نزدیک به ۲ متر فرو افتاد. این شکاف ها در واقع ادامه گسل F_3 است و گسیختگی کلی در صفحه لغزش در ۸۴/۳/۲۰ ساعت ۱۶ بخش فرا دیواره گسل (قسمت شرقی زمین لغزش قدیمی دشتگان) در ظرف کمتر از ۳۰ ثانیه حاصل گردید و با جابه جایی حدود ۱/۵ میلیون مترمکعب خاک و سنگ، موجب مسدود شدن آزادراه، بین کیلومتر ۲۹/۵۵ تا ۲۹/۸ گردید (شکل ۵). زمین لغزش دشتگان یک زمین لغزش دورانی است که در آن پرتگاه اصلی و پرتگاه های فرعی و همچنین بخش فرو نشست آن دیده می شود. مرز غربی زمین لغزش جدید، با توده زمین لغزش قدیمی، در راستای جنوب به شمال ایجاد یک دیواره پر شیب کرده که سطح این دیواره در نتیجه حرکت توده لغزشی صاف و صیقلی شده و خطوط ظریف موازی روی آن به وضوح جهت حرکت توده لغزشی را نشان می دهد که از جنوب به طرف شمال است.



شکل ۵- کیلومتر ۲۹/۵۵ تا کیلومتر ۲۹/۸ آزادراه، دید به سمت جنوب، زمین لغزش جدید دشتگان

مرز شرقی زمین لغزه جدید دشتگان نیز همان گسل F_3 است که دوباره فعال شده است. پیش از زمین لغزش جدید دشتگان یک دکل برق فشار قوی در بالای کوه قرار داشت، که محل آن در نقشه زمین شناسی ۱:۲۰۰۰ (نقشه ۱)، در نزدیک حاشیه سمت چپ نقشه نشان داده شده است. این دکل پس از زمین لغزش جدید دشتگان حدود ۶۷ متر در جهت جنوب غرب نسبت به محل اولیه حرکت کرده است، دکل پس از زمین لغزش کج شده، اما واژگون نشده است. زمین لغزش جدید دشتگان کمتر از ۲۵٪ زمین لغزش قدیمی دشتگان وسعت دارد و فقط در قسمت شرقی آن اتفاق افتاده است.

پایداری ترانسه ها و مسیرهای کناری لغزش دشتگان

در مسیر آزادراه، در منطقه مورد مطالعه، ضمن بررسی های زمین شناسی و زمین شناسی مهندسی، مسیرهای جداگانه، براساس عوامل ذاتی و محیطی مساعد برای ناپایداری و لغزش، مشخص شده اند.^(۲)

کیلومتر ۲۸/۹۸ تا کیلومتر ۲۹/۰۲

این قطعه یک ترانسه یکطرفه بلند پلکانی است، که در رسوبات پادگانه ای ($PL.Q^C$) حفر شده است. زیر این رسوبات پادگانه ای سنگ های ولکانیک است. این ترانسه در حال حاضر با شیب ۸ قائم ۱ افقی، پایدار است، اما تعدادی شکاف کششی در محدوده کیلومتر ۲۹ در غرب زمین لغزش گلورز تشکیل شده است. چنان چه زمین لغزش گلورز به موقع تثبیت شود و از گسترش شکاف ها جلوگیری به عمل آید، به ترانسه مورد نظر صدمه ای نمی رسد. در غیر این صورت بخش شمال شرقی ترانسه در خطر ریزش قرار دارد.

کیلومتر ۲۹/۰۲ تا کیلومتر ۲۹/۵۵

در این فاصله یک ترانشه سنگی یک طرفه پلکانی و خیلی مرتفع در سمت چپ (شمال شرق) آزادراه پیش بینی شده بود، اما بعلت خردی و به هم ریختگی و اختلاف جنس سنگ ها، پله های ترانشه شکل مطلوب به خود نگرفته اند.

سنگ دربرگیرنده ترانشه، شامل دو واحد ایگنمبریت سخت و یک واحد توف ریولیتی دگرسان شده سست است. ایگنمبریت ها سنگ های خیلی سخت و مقاومی هستند و مقاومت فشاری تک محوری آن ها ۱۲۰ تا ۱۳۰ مگاپاسکال برآورد شده است، اما به شدت خرد هستند. سه دسته درزه در ایگنمبریت ها تاثیر گذارده است و به همین مناسبت شاخص کیفی متوسط آن ها از ۵۰ درصد فراتر نمی رود. توف های ریولیتی، به علت دگرسانی سست هستند. مقاومتشان بین ۳۰ تا ۴۰ مگاپاسکال پیش بینی شده و علی رغم نرمی و سستی، چسبندگی نسبتاً خوب دارند.

کیلومتر ۲۹/۵۵ تا کیلومتر ۲۹/۸۵

این قطعه از آزادراه زیر توده ای از خاک و سنگ مربوط به زمین لغزش دشتگان جدید مدفون شده است (شکل ۵). حجم توده فرو ریخته حدود یک و نیم میلیون مترمکعب برآورد می شود. و از آن جا که تغییر مسیر برای آزادراه امکان ندارد. به هر صورت توده ریخته شده می بایست پاکسازی گردد ولی با وضع موجود دست به ترکیب آن نمی توان زد چون موجب دوباره فعال شدن قسمت بالائی می شود. در این صورت تنها راه چاره تثبیت این قسمت ریخته شده با شمع کوبی و سکوسازی است. در مرحله بعد می بایست قسمت بالای زمین لغزش با طرح های پیچیده مهندسی تثبیت شود و پس از تامین ایمنی و تثبیت کامل زمین لغزش، اقدام به پاکسازی آزادراه شود.

کیلومتر ۲۹/۸۵ تا کیلومتر ۳۰/۴

در این فاصله آزادراه، در پاشنه زمین لغزش دشتگان قدیمی یک ترانشه یک طرفه بلند با ۴ پله حفر کرده (شکل ۴) جنس توده سنگ در برگیرنده دیواره ترانشه آمیزه درهمی از قطعات کوچک و بزرگ سنگ های آتشفشانی مخلوط با خاک است هیچ گونه سیمان قطعات را دربرنگرفته ولی چون خاک و مواد ریزدانه بین قطعات بزرگ تر را پر کرده چسبندگی نسبتاً خوبی به این آمیزه درهم داده و فعلاً با شیب ۸ قائم افقی پایدار ایستاده است. در بالای ترانشه در سطح زمین نیز هیچ گونه شکاف کششی دیده نشد. و در مجموع این بخش از زمین لغزش دشتگان تثبیت شده و بدون حرکت است. اما در دراز مدت دیواره های ترانشه با شیب فعلی پایدار نمی ماند و ریزش محلی در آن پدیدار خواهد شد. لذا رای ایمنی دراز مدت ترانشه اقدامات تحکیمی ضروری به نظر می رسد.

مطالعات ژئوتکنیکی

ناپایداری و لغزش شیروانی های خاکی و سنگی، از حوادث ناخوشایند ژئوتکنیکی هستند، که ممکن است در اثر عوامل متعددی، نظیر اشباع شدن لایه های خاک شیروانی، فرسایش پای شیروانی در طول زمان، گودبرداری و ایجاد ترانشه های با شیب زیاد و ... بوقوع پیوسته و خسارات زیادی را به دنبال می آورند.

در بسیاری از اوقات لازم می شود، ایمنی یک شیروانی طبیعی یا مصنوعی توسط مهندس کنترل گردد. در این کنترل، بایستی تنش های برشی ایجاد شده در امتداد بحرانی ترین و محتمل ترین سطح لغزش محاسبه شده و با مقاومت برشی خاک مقایسه گردد. به این فرآیند تحلیل پایداری شیروانی اطلاق می گردد. در مطالعات و بررسی های ژئوتکنیکی، و به منظور تعیین نوع و ضخامت لایه ها و تشریح نظری آن ها، گمانه BH_{33} ، به عمق ۵۳ متر، بوسیله دستگاه روتاری از نوع دورانی در دشتگان حفر گردیده است. با توجه به روش حفاری، نمونه برداری در لایه های خاکی به صورت دست خورده صورت گرفته است. ولی امکان نمونه گیری به صورت دست نخورده در محل وجود نداشته است. نتایج آزمایش های انجام یافته در گمانه، در جداول ۱ و ۲ و نمودار، ۲ نشان داده اند.^(۲۳)

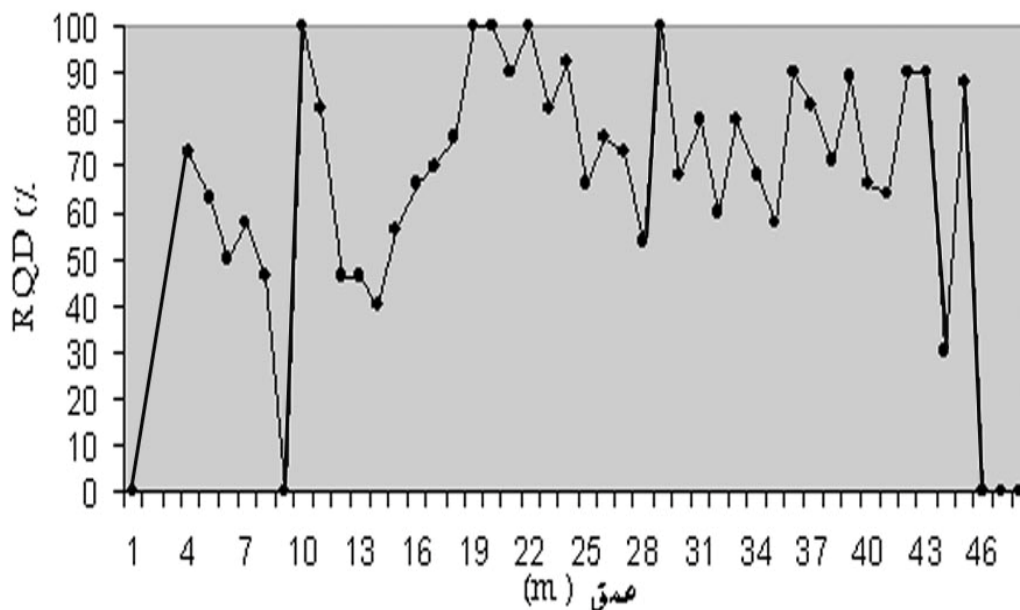
جنس سنگ های گمانه حفر شده، شامل سنگ های آذرین به رنگ خاکستری مایل به سبز است. نمودار ۲، $RQD\%$ را نسبت به عمق نشان می دهد. ملاحظه می شود، در عمق ۴۶ متری، $RQD\%$ مساوی صفر است. زیرا با قرار گرفتن مته حفاری، بر روی سطح گسل و شسته شدن کامل نمونه توسط آب حفاری، نمونه گیری قطع شده است. همچنین در عمق ۱۰ متری، $RQD\%$ مساوی صفر است، زیرا نمونه گیری قطع شده است.

برای تعیین زاویه اصطکاک داخلی، نیروی چسبندگی، فشار آب منفذی و ضریب الاستیسیته، اقدام به انجام آزمایشات آزمایشگاهی، از قبیل: مقاومت فشاری تک محوری، مقاومت فشاری سه محوری، مقاومت کششی برزیلی، شده است. (جدول ۲)

لازم به ذکر است در این بخش سعی شده است حتی المقدور آزمایش های لازم و مناسب در هر تغییر لایه انجام گردد، تا بتوان پارامترهای لازم جهت تحلیل پایداری شیروانی را در هر لایه، به دست آورد. متأسفانه تحلیل پایداری، به علت نداشتن مقادیر وزن مخصوص هر لایه خاک (γ) و ضخامت آن لایه، صورت نگرفته است.

با توجه به مشاهدات و بررسی های انجام یافته در محل، و همچنین آزمایش های انجام یافته در آزمایشگاه، برخی توصیه های فنی و نکات مهم که می تواند در تحلیل پایداری ترانشه و بررسی علت ناپایداری آن در تعدادی از نقاط مؤثرافتد، ارائه می گردد:

- ۱- مشاهدات در محل نشان از وجود جریان آب زیرزمینی و اشباع شدگی لایه های خاک ترانشه در زمان بارندگی دارند اشباع شدن خاک به خصوص در لایه های خاک و سنگ، بدلیل بالا رفتن فشار آب منفذی و پایین آمدن فشار موثر دانه های خاک، سبب کاهش مقاومت برشی خاک در این لایه ها می گردد. (۳ و ۷)
- ۲- بر اساس توصیف مقاومتی سنگ ها در رده بندی میلر و دییر (۱۹۹۵)، شاخص کیفیت سنگ و حدود مقاومت فشاری تک محوری برای نمونه ها در اعماق مختلف، در حد کم یا متوسط قرار می گیرند.



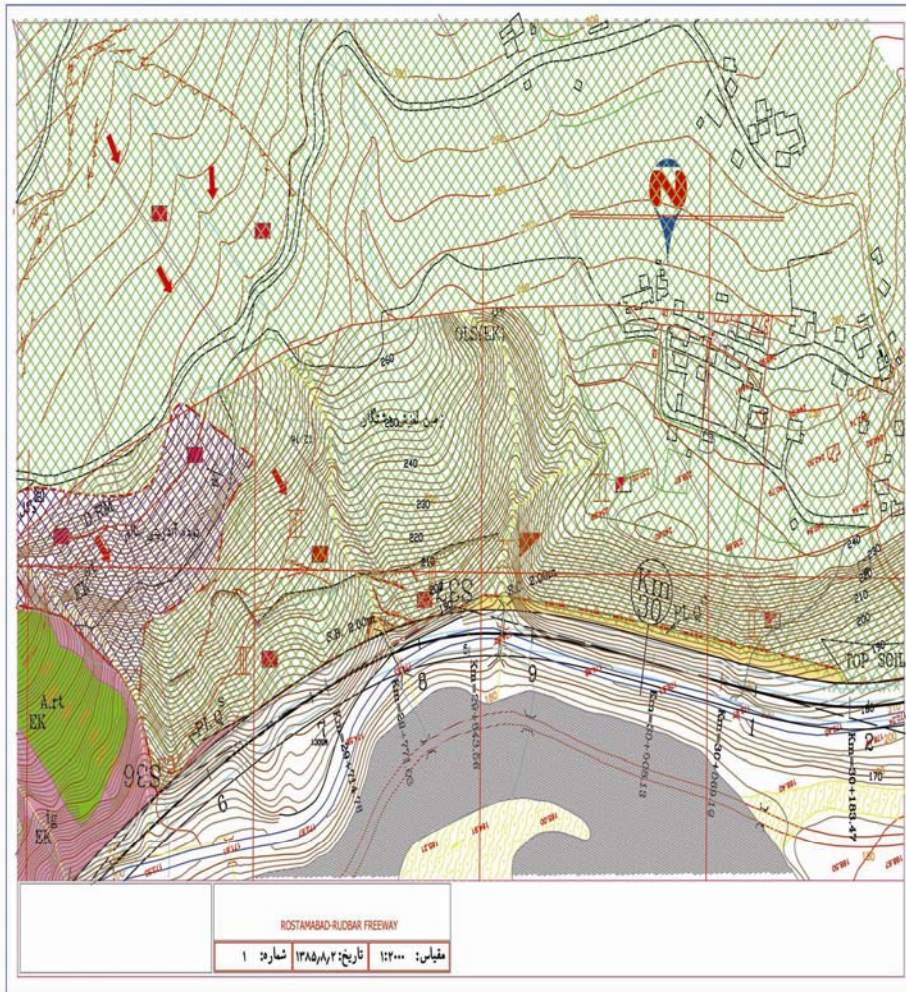
نمودار ۲- RQD % و عمق از گمانه BH₃₃ کیلومتر ۲۹/۶ آزادراه، (روستای دشتگان)

جدول ۱- نتایج آزمایش مقاومت کشش برزیلی گمانه BH₃₃

شکل گسیختگی	$\sigma_t = (2F / \pi DH)$		بار کششی	مشخصات نمونه		عمق (m)	شماره نمونه
	σ_t	σ_t	(گسیختگی)	ارتفاع	قطر		
	Mpa	² Kgf/cm	F	H	D		
			Kgf	Cm	Cm		
	۵/۹	۶۰/۶	۲۵۰۰	۳/۷	۷/۱	۳۹/۵ - ۴۰	۹۰۰۸۹
	۶/۴	۶۵/۴	۲۷۰۰	۳/۷	۷/۱	۳۹/۵ - ۴۰	۹۰۰۸۹
	۷/۴	۷۵/۱	۳۱۰۰	۳/۷	۷/۱	۳۹/۵ - ۴۰	۹۰۰۸۹
	۵/۹	۶۰/۶	۲۵۰۰	۳/۷	۷/۱	۳۹/۵ - ۴۰	۹۰۰۸۹

جدول ۲- نتایج آزمایش های انجام یافته گمانه BH₃₃

شماره نمونه	عمق (m)	RQD (درصد)	مقاومت تک محوری ² Kgf/cm	E (MPa)	U (MPa)	مقاومت سه محوری C (Mpa) Φ (درجه)	برش مستقیم سنگ C (Mpa) Φ (درجه)
۹۰۰۸۴	۳/۲ - ۳/۵	۷۳				۳۱/۱۴C= ° ۵۰/۵=Φ	
۹۰۰۸۵	۶/۳۰ - ۶/۷۵	۵۸	۷۳۰/۱	۸/۴۴	۰/۲۰		
۹۰۰۸۶	۱۰/۴ - ۱۰/۷۵	۱۰۰				۰C= ° ۴۰=Φ	
۹۰۰۸۷	۱۳ - ۱۳/۴	۴۶				۱۵/۰۶C= ° ۵۰/۵=Φ	
۹۰۰۸۸	۱۷/۵ - ۱۷/۵۷	۷۰				=۰ C ° ۴۱=Φ	
۹۰۰۸۹	۲۰ - ۲۰/۴	۱۰۰					
۹۰۰۹۰	۲۱ - ۲۱/۴۶	۱۰۰					
۹۰۰۹۱	۲۴/۲ - ۲۴/۶	۹۰				۱۰/۶۱C= ° ۵۷/۲=Φ	
۹۰۰۹۲	۲۷/۵ - ۲۷/۸۸	۶۷	۱۰۴۸	۷/۶۰	۰/۱۶		
۹۰۰۹۳	۲۸/۲ - ۲۸/۵۷	۷۶					
۹۰۰۹۴	۳۷/۴ - ۳۱/۸۳	۱۰۰					
۹۰۰۹۴	۳۲/۴۳ - ۳۳	۶۹					
۹۰۰۹۵	۳۵/۱ - ۳۵/۶	۸۰					
۹۰۰۹۶	۳۶ - ۳۶/۴۳	۶۸					
۹۰۰۹۷	۳۹/۸۱ - ۴۰/۱	۸۳					
۹۰۰۹۸	۴۱ - ۴۱/۴	۸۹					
۹۰۰۹۹	۴۳/۱ - ۴۳/۵	۶۶					
۹۰۰۱۰۰	۴۴/۵۳ - ۴۵	۹۰					
۶۵۶۲۱	۴۶-۴۸						در این مقطع نمونه توسط آب حفاری کاملاً شسته شده. core wash



راهنما

		رسولان نمود جانور	گسل با نسب و امتداد اندازه گیری شده
		رسولان پهنه های مسابلی و دانه‌ای، شامل شن، ماسه متوسط تا درشت توده و شناسی های رس و ماسه باری، قندها، توفه ها، توفه ها متوس و سبند و سنگی با گردشنکی خوب، چوبدگی متوسط لگرا دیو سیفان لایه های متعده، قشریگی خوب.	زمین لغزش قبسی، رنگ خطوط شبک داخل زمین لغزش معرف نوع رخساره ای است که زمین لغزش در آن رخ داده است.
		تواب، توف آگسیری، توف آبریزی و توف روسی نسیا خرد و پودریخته، در حوضی قسمتها بشدت فشرده	زمین لغزش جدید، رنگ خطوط شبک داخل زمین لغزش معرف نوع رخساره ای است که زمین لغزش در آن رخ داده است.
PALEOGENE		توف آبریزی، باران سبز تیره مغلوب	مناطقی که در دیواره تزلزل کمترین استعداد برای لغزش دارند.
		تواب آگسیری توف آبریزی، باران، توف شنایی، کنگسرای محیط نوبندی، عمودا تیره رنگ با مقاومت مختلف از جلی خوب تا ضعیف، باران تا محجم لایه.	مناطقی که در دیواره تزلزل استعداد نسبی برای لغزش دارند.
		توف و آگسیری پولیدی، سبز خاکستری ریزی، در حوضی قسمتها بشدت در اثر دگرسانی به ناپیوست تبدیل شده است.	مناطقی که خطر زمین لغزش جدی دارند.
		تواب آگسیری بارانی، توف آبریزی، باران، توف شنایی، توف آگسیری، توف پولیدی، دارای لایه های متعده، باران تا محجم فرور تا قهوه ای.	دیواره های تزلزل که به تحکیم و آماده سازی مهندسی نیاز ندارند.
			دیواره های تزلزل که به تحکیم و آماده سازی مهندسی نیاز دارند.
			منطقه بحرانی به آماده سازی مهندسی بسیار پیچیده نیاز دارد.

نقشه ۱- نقشه زمین شناسی مهندسی خطر زمین لغزش دشتگان- بزرگراه قزوین- رشت حد فاصل رستم آباد- رودبار

نتیجه گیری

مهم ترین علل وقوع زمین لغزش به وجود آمده در مسیر آزاد راه، با توجه به آزمایشات، حفاری ها و مطالعات انجام شده، به سه دسته کلی، گروه بندی و بررسی شده اند، که عبارتند از:

- عوامل ماهیتی وزمین شناختی؛ - شرایط اقلیمی - عوامل مصنوعی (مرتبط با فعالیت های انسانی)؛

عوامل ماهیتی وزمین شناختی

الف- اثرات ساختاری و تکتونیکی: با توجه به وجود زمین لغزش قدیمی و شیب ۴۵ درجه توپوگرافی زمین، به سمت آزادراه، با توجه به سستی زمین، نقش به سزایی در ایجاد ناپایداری وزمین لغزش داشته است. با توجه به گسلی و به شدت شکسته بودن محدوده مورد بررسی، وجود گسل های شناخته شده (گسل های هرزویل، رودبار و گسل سفیدرود)، عامل تشدید کننده زمین لغزش و ناپایداری بوده اند.

ب- اثر وزن توده: وزن توده ای، که بطور بالقوه، دارای استعداد لغزش می باشد، تابع دو متغیر است: جنس و مواد تشکیل دهنده، و دیگری حجم توده گسیخته، یا در حال گسیختگی است. و بدین سبب، عامل ماهیتی، بشمار می رود نوع سنگها، به خاطر تفاوت در وزن حجمی آن ها، وزن توده را کنترل می کنند. هرچه وزن توده بیشتر باشد، نیروی وزن در جهت افزایش برش توده، عمل کرده و گسیختگی آن را تسریع می کند. ولی اثر بطنی و دراز مدت دارد، نه آنی. زمین لغزش دشتگان چنین خصوصیتی داشته است.

ج- زاویه شیب، و ارتفاع ترانشه ها، عوامل موثر، بر مولفه های قائم و افقی وزن توده، نیروهای موثر و مقاوم بر لغزش، می باشند. ارتفاع بیش از ۳۰ متر ترانشه، و شیب دیواره، ۸ قائم به ۱ افقی، باعث گسیختگی مواد تشکیل دهنده دامنه شده و زمین لغزش دشتگان، را به وجود آورد.

د- بر اساس توصیف مقاومتی سنگ ها در رده بندی میلر و دییر، سنگ ها در رده کم یا متوسط قرار می گیرند، که این عامل دیگری بر لغزش توده می باشد.

شرایط اقلیمی

الف- نوع آب و هوا: با توجه به این که محدوده مورد نظر دارای آب و هوای معتدل تا کمی خشک می باشد، و هم چنین، به دلیل تغییرات دائمی، هوا از سرد به گرم و بالعکس، آثار تخریبی آب و هوا، از سایر نواحی، بیشتر است، و باعث تخریب زمین و آماده نمودن شیب ها، برای لغزش می باشد.

ب- آب های سطحی: باران و برف، از عوامل مستعد کننده وقوع زمین لغزش هستند.

عوامل مصنوعی

الف- عوامل مصنوعی: انفجار بدون مطالعه دقیق باعث به وجود آمدن زمین لغزش های متعدد و ناپایداری در مسیر آزادراه شده است، تغییر در شیب دامنه ها با ایجاد ترانشه که در نتیجه برداشته شدن مصالح نگهدارنده پای دامنه به وسیله بولدوزر به وجود می آید، باعث افزایش پتانسیل گسیختگی در دامنه شده و

همچنین موجب افزایش شیب دامنه شده است. این امر موجب افزایش تنش در خاک و سنگ دامنه، گردیده است.

ب- در محدوده مورد بررسی، عامل محیطی، بسیار کارساز برای زمین لغزش قدیمی دشتگان، رودخانه سفیدرود بوده است. این رودخانه با حفر تدریجی و ایجاد دره سفیدرود، در شکل گیری مورفولوژی و شیب دامنه ها، تاثیر فراوان داشته است.^(۸)

پیشنهادات

با توجه به حجم فرو ریخته زمین لغزش دشتگان، که حدود یک و نیم میلیون متر مکعب برآورد شده است و از آنجا که دو راه برای آزاد راه امکان دارد:

الف- به هر صورت توده ریخته شده، می بایست پاکسازی گردد، ولی با وضع موجود، نمی توان، دست به ترکیب آن زد، چون موجب دو بار فعال شدن قسمت بالایی می شود. در این صورت، بهترین گزینه برای تثبیت دامنه روستای دشتگان، استفاده از شمع های پایدار کننده است. ابتدا با نصب ۲۰ تا ۳۰ عدد شمع، به فاصله ۲ متری در هر ردیف، و در کل ۵ ردیف، باعث تثبیت، زمین بالا دست آزاد راه، می شویم. تا بتوانیم، خاک های زیر دیوارها را برداریم. سپس، باید در انتهای این شمع ها دیوارهای حائل محکمی ساخته شود و روی آن ها ژئوتکستائل قرار دهند، تا از لغزش های احتمالی جلوگیری شود. آنگاه می بایست، زمینهای بالای زمین لغزش، با طرح های پیچیده مهندسی تثبیت شود. که طرح آن در دست تهیه است. و یا آن که مسیر جدیدی برای آزاد راه انتخاب شود.

References:

1. Hafezi, M.N., *M.S Thesis: Landslide Hazard Zonation in Earthquake Prone Area (Case Study of Landslide Induced due to Manjil Earthquake)*, Tarbiat Modares University, Tehran (1993).
2. Pars Engineering Consulate., *Report on Engineering Geology: Studies of North High Way and Dashtegan land slide*, Iran (2004).
3. Ortazavi, CH.M., *M.S. Thesis: Engineering Geological Characteristics of North Iran Highway in the Rudbar-Rostamabad*, Science and Research Branch Islamic Azad University, Tehran (2007).
4. Darvishzadeh. A., *Iran Geology*, Danesh Emroz Press, Iran (1991)
5. Sarikhani, R., *M.S Thesis: Landslide Hazard Zonation in Talesh*, Tarbiat Moalem University, Tehran (2001).
6. Laskkaripour, G.R., *Proc. Int. Symp. Rotterdam Balkemn*, 410, 1259 (1999).
7. Rezaie, F., *Ph. D. Theises: Laboratory Study and Modelisation of Soil-Structure Interaction Under Monotoneous and Cyclic Loadings.*, University of Sciens and Technology de Lille, France (1994).

8. Shariat, J.M., *Landslide, Bases and Principels of Slope Stability*, Sazeh Tehran press, Tehran (1996).