

## مطالعه ژئوتکنیک و زمین شناسی مهندسی زمین لغزش گلورز و تحلیل خطر آن بر روی آزادراه رشت - قزوین

منوچهر مرتضوی چم چالی<sup>۱\*</sup>، شهروز حق نظر<sup>۲</sup>، رومینا جهانبخش اصلی<sup>۳</sup>

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

۲- عضو هیات علمی گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

(\* عهده دار مکاتبات - Mortazavi\_chamchali@yahoo.com)

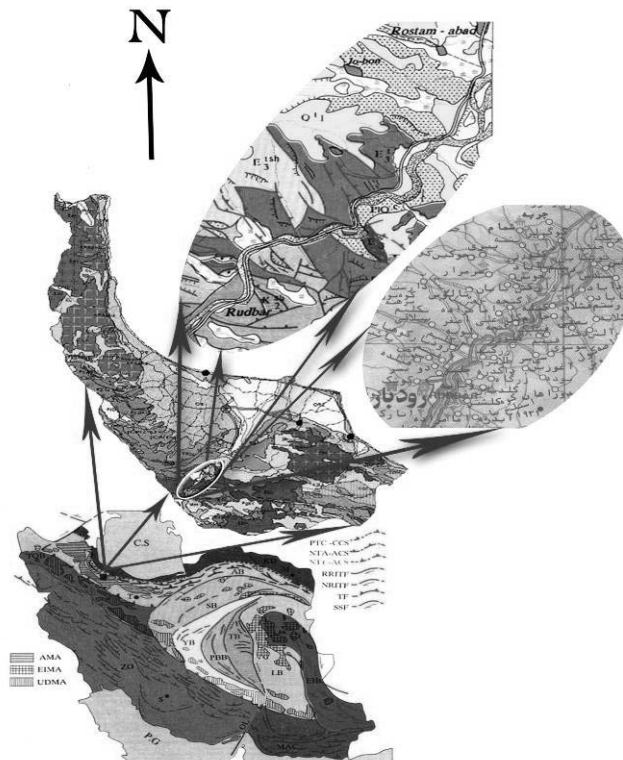
### چکیده

منطقه مورد مطالعه در شمال ایران و قسمتی از آزادراه جدید که بین قزوین - رشت در حال احداث می باشد قرار دارد که به لحاظ عبور از رشته کوه البرز از ایمنی مکانی برخوردار نیست که می تواند باعث ایجاد زمین لغزش و سنگ لغزش در طول آزادراه شود تعدادی از زمین لغزش ها قدیمی، غیرفعال و بقیه جدیدند. در طول آزادراه بین رودبار و رستم آباد ۱۳ زمین لغزش اتفاق افتاده که ۶ تا از آن ها قدیمی و بقیه جوان هستند. مرکز مطالعات ما بر روی زمین لغزش های جدیدی است که در روستای گلورز اتفاق افتاده است این زمین لغزش ۱۸۰ متر طول ۱۷۰ متر عرض و به طور متوسط ۱۵ متر عمق دارند. زمین لغزش گلورز بر روی رسوبات آبرفتی رودخانه ای اتفاق افتاده است شیب سنگ های قدیمی تر در زیر رسوبات آبرفتی، کنتاکت ضعیف، آبیاری باغ های زیتون در بالا و کانال های آب باران در رسوبات آبرفتی می تواند از پارامترهای مهم ایجاد زمین لغزش باشد. بر اساس مطالعات انجام شده یکی از عوامل زمین لغزش انتخاب شیب ۸ قائم و ۱ افقی می باشد که با این شیب دیواره های ترانشه در دراز مدت پایدار نمی ماند و در آینده نزدیک موجب ناپایداری مسیر آزادراه می شود همچنین زهکشی در بخش فوقانی می تواند در کنترل لغزش ها موثر باشد.

**واژگان کلیدی:** زمین لغزش، زمین شناسی مهندسی، ژئوتکنیک، آزادراه و گلورز.

### ۱- مقدمه

محدوده مورد مطالعه بخشی از آزادراه قزوین - رشت در استان گیلان و در سمت راست رودخانه سفیدرود بین رودبار - رستم آباد در فاصله تقریبی ۵۲ کیلومتری جنوب شهرستان رشت در حد فاصل طول های جغرافیایی "۳۷' ۴۹° ۱۹' تا ۴۳' ۴۹° ۲۲' و عرض های جغرافیایی "۴۹' ۴۹° ۳۶' تا ۳۸' ۵۳' ۳۶° قرار دارد (شکل ۱). بر اساس مشاهدات صحرائی از منطقه مورد مطالعه تصاویر ماهواره ای سال ۲۰۰۴ اسپات منطقه، زمین لغزش و احتمال وقوع آن در آزادراه قزوین - رشت به چشم می خورد (شکل ۲). بدین منظور، پهنه بندی زمین لغزش ها در این منطقه به منظور کاهش هزینه های ساخت و ساز و محافظت از سازه های مهندسی و نیز به منظور جلوگیری از خسارات اساسی ضروری به نظر می رسد (مرتضوی چم چالی، ۱۳۸۵).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲: تصویر ماهواره‌ای آزادراه رشت - قزوین حد فاصل رستم آباد - رودبار و زمین لغزش گلورز

## ۲- روش تحقیق

به طور کلی چهار مرحله اصلی جهت به انجام رساندن این پژوهش می‌توان بیان نمود:  
مرحله اول؛ شامل جمع آوری اطلاعات پایه ای مشتمل بر مطالعات و بررسی گزارشات و نقشه‌های زمین شناسی مرتبط با منطقه و مناطق پیرامون آن، تهیه و مطالعه عکس‌های هوایی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ و نقشه‌های توپوگرافی و زمین شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، ۱:۱۰۰۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰۰ و تعیین محل‌های پیمایش از روی آن‌ها و بالاخره تهیه و مطالعات رقومی و تصاویر ماهواره‌ای و پردازش مقدماتی آن‌ها.

مرحله دوم؛ شامل بازدید و انجام عملیات صحرایی، برداشت نمونه‌ها و اطلاعات لازم از منطقه با استفاده از عکس‌های هوایی، نقشه‌های زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰.  
مرحله سوم؛ شامل تفکیک و تفسیر و خصوصیات ساختاری درزه‌ها، گسل‌ها، انجام آزمایشات لازم برای نمونه‌های برداشت شده و ترسیم آن‌ها به کمک نرم افزارها (Gupta and Joshi, 1990, Hoek and Bray, 1981).  
مرحله چهارم؛ تفسیر اطلاعات صحرایی و اطلاعات آزمایشگاهی و همچنین بررسی ارتباط آنها با نتایج بدست آمده از داده های صحرایی و ارائه نتایج حاصل از مطالعات (مرتضوی چم چالی، ۱۳۸۵، مهندسین مشاور پارس، ۱۳۸۳).

### ۳- زمین شناسی و چینه شناسی منطقه مورد مطالعه

بر اساس مطالعات زمین شناسی مشخص گردید که در این قسمت بستر یاترانسه های آزادراه بطور عمده بر روی ولکانیک‌های ائوسن و نیز بر روی رسوبات پادگانه‌های آبرفتی پلیوکواترنر قرار گرفته و به مقدار کمتر بر روی شیل و ماسه سنگ‌های ژوراسیک واقع شده است (مرتضوی چم چالی، ۱۳۸۵).  
ولکانی‌های ائوسن منطقه عمدتاً شامل تناوب آگلومرای بازالتی، آندزیت، آندزیت - بازالت، داسیت، توف آندزیت - بازالت، توف شیلی، توف ایگنمبرایتی و توف ریولیتی به رنگ قرمز قهوه‌ای تا قهوه‌ای خاکستری و تیره می‌باشند. آگلومرا، برش‌های ولکانیکی<sup>۱</sup> و ماسه سنگ‌هایی که اجزاء آن‌ها، سنگ‌های آتشفشانی هستند که به همراه شیل، سیلت و کنگلومرا نیز به همراه مجموعه ولکانیکی فوق محدوده مورد بررسی برونزد دارند. ساخت‌های رسوبی مانند دانه بندی تدریجی<sup>۲</sup> یا آثار جریان‌های توربیدی<sup>۳</sup> نیز در منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شوند (درویش زاده، ۱۳۷۰).  
از طرفی توالی چینه‌شناسی بخش مهمی از واحدهای سنگ چینه‌ای ولکانیک‌های البرز بعلت وجود چند گسل و یا قرار گرفتن و پوشیده ماندن در زیر رسوبات جوان‌تر قابل پیگیری نیست ولی با توجه به اینکه در بیشتر رخنمون‌ها شیب لایه‌ها به سمت شمال شرق است چنین بنظر می‌رسد که واحدهای سنگ چینه‌ای مجموعه ولکانیکی البرز در منطقه مورد بررسی از شهرستان رودبار به سمت شهر رستم‌آباد جوان‌تر می‌شوند (شریعت جعفری، ۱۳۷۵، Gupta and Joshi, 1990).

رسوبات پادگانه‌ای سفیدرود با ضخامت بیش از صد متر بطور عمده مربوط به پهنه‌های سیلابی و دلتائی سفیدرود بوده و بیشتر بصورت پادگانه‌های رودخانه‌ای در چند سطح در دو طرف سفیدرود دیده می‌شوند و بصورت دگرشیب روی مجموعه ولکانیکی البرز نشسته‌اند. این رسوبات عمدتاً به صورت افقی و چین نخورده می‌باشند (شکل ۳) و از نظر ترکیبی شامل تناوبی از شن و ماسه متوسط تا درشت دانه و لایه‌های رس و سیلت و عدسی‌های ماسه بادی می‌باشند (مرتضوی چم چالی، ۱۳۸۵).

جنس قلوه‌های شن و ماسه متنوع و بیشتر از نوع ولکانیک‌های البرز می‌باشد. قلوه‌ها دارای گردش‌دگی خوب و جورشدگی متوسط هستند ولی در بیشتر جاها بدون سیمان می‌باشند سن این رسوبات بر اساس بررسی‌های سازمان زمین شناسی به اواخر پلیستوسن<sup>۴</sup> تا اوائل کواترنر نسبت داده شده است. لازم به ذکر است که حدود ۵۰ درصد از ترانسه‌های مسیر آزادراه در رسوبات (PLQC) حفر شده است. از نظر ریخت‌شناسی در کنار هم قرارگیری سنگ‌های سخت بازالتی، توف‌های سیلیسی، ریولیتی و سنگ‌های آتشفشانی با سنگ‌های دگرسان شده و نرم، و عملکرد فرسایشی آبراهه‌ها و رودخانه‌های فصلی و دائمی که از ارتفاعات سرچشمه می‌گیرند، باعث ایجاد مورفولوژی خشن و

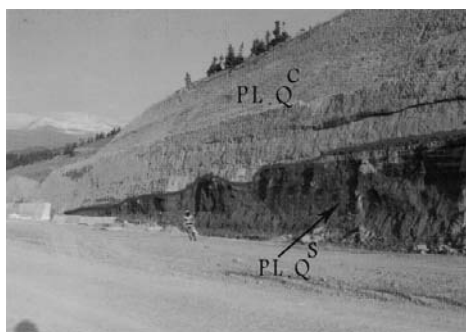
<sup>1</sup> Volcanic Breccias

<sup>2</sup> Graded Bedding

<sup>3</sup> Turbidity Current

<sup>4</sup> Late Pleistocene

ناهموار در این منطقه شده است. در این راستا نقش رودخانه سفیدرود نیز حائز اهمیت بوده است، رودخانه سفیدرود در محدوده مورد بررسی کوه‌های 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. علاوه بر عملکرد فرسایشی سفیدرود عوامل متعدد مانند جنس سنگ‌ها و حرکات تکتونیکی باعث ایجاد دیواره‌های بسیار پرشیب و پرتگاه ساز را در سنگ‌های سخت ایجاد کرده است. دو منطقه متمایز از نظر زمین ریخت‌شناسی در این محدوده می‌توان تشخیص داد، بخش شرقی دامنه‌های اطراف رودخانه سفیدرود که دارای ریخت‌شناسی خشن است، بخش غربی به صورت دشت رسوبات پادگانه‌های سفیدرود با ریخت‌شناسی به نسبت ملایم می‌باشد.



شکل ۳: ۳ کیلومتر ۵۳/۷ آزادراه، دید به سمت شمال شرق، رسوبات پادگانه ای که افقی و چین نخورده‌اند. این رسوبات شامل تناوبی از گراول و رسوبات ریزدانه می‌باشند.

#### ۴- ویژگی‌های زمین ساختی و تکتونیک منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد بررسی به شدت شکسته و گسله است. بر اساس برداشت‌های زمین شناسی در حد امکان گسل‌های قابل دسترسی در مسیر آزادراه برداشت گردید. بدین ترتیب ۱۶ گسل از شهرستان رودبار به سمت شهر رستم‌آباد برداشت شد. گسل‌های موثر در منطقه، گسل  $F_{13}$  و  $F_{14}$  است. گسل  $F_{13}$  در حوالی کیلومتر ۵۲/۸۵ توف‌های آندزیتی و توف‌های رسی ( $EK^{Pl}$ ) را بر روی توف‌های آگلومرایی رانده شیب و امتداد شیب راندگی ۵۳/۲۰۷ درجه است (شکل ۵). زون خرد شده آن حدود چند متر است. در اینجا چون ترانشه بلند در مسیر آزادراه نیست گسل یاد شده مشکل مهمی برای راه ندارد. گسل  $F_{14}$  در حوالی کیلومتر ۵۲/۶۰ در کنگلومرای ولکانیکی  $EK^C$  اثر کرده، شیب و امتداد شیب گسل ۶۵/۳۶۰ درجه است. شیب و امتداد شیب لایه‌ها روی صفحه گسل (شمال) برابر ۷۴/۰۱۵ درجه و زیر صفحه گسل (جنوب غرب) برابر ۴۰/۰۸۵ درجه است، روی صفحه گسل اثر یک تاقدیس کوچک دیده می‌شود و به نظر می‌رسد این گسل حاصل نیروهای فشاری به سمت جنوب غرب و چین خوردن لایه‌ها و در نتیجه راندگی یال شمالی بر روی یال جنوبی به وسیله یک گسل معکوس است. زون خرد شده اطراف گسل حدود دو تا سه متر است و چون در محدوده گسل ترانشه بلند در مسیر آزادراه نیست. لذا مشکلی از این جهت نخواهد داشت (مرتضوی چم چالی، ۱۳۸۵).

حدود ۳۰ درصد از مسیر آزادراه دارای ترانشه سنگی است که درزه‌دار هستند (شکل ۴) بقیه ترانشه‌ها یا در رسوبات آواری ( $PL.Q^C$ ) و یا در توده‌های زمین لغزش که هر دو بنا به ماهیتشان درزه ندارند، حفر شده‌اند. از ترانشه‌های سنگی مورد اشاره ضمن تهیه نقشه زمین شناسی، در محدوده کیلومتر ۵۰/۷ تا کیلومتر ۵۰/۷۶، ۸۳ درزه برداشت شد که در زیر بطور مختصر به ویژگی‌های دسته درزه ترانشه نامبرده در بالا مورد بررسی قرار می‌گیرد.

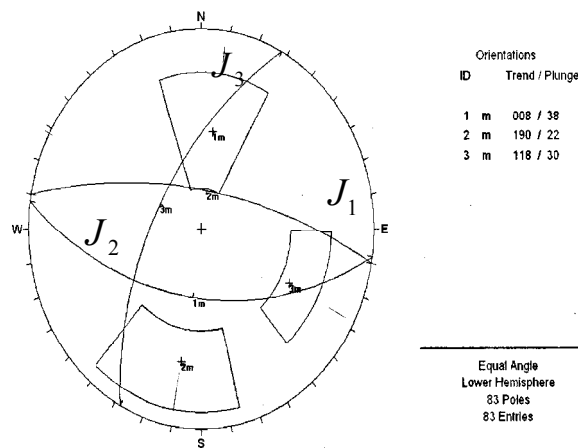


شکل ۵: کیلومتر ۵۲/۸۵ آزادراه، دید به سمت جنوب شرق، گسل F<sub>13</sub> در بالاترین پله ترانشه در توفهای آندزیتی



شکل ۴: کیلومتر ۵۰/۰۳ آزاد راه، دید به سمت شمال شرق، در آن خردی و شکستگی سنگها به وضوح مشخص است

شیب کلی توپوگرافی زمین در این محدوده حدود ۳۸ درجه به سمت غرب و جهت آزادراه از جنوب به شمال می‌باشد. این ترانشه در توفهای آگلومرانی حفر شده است. درزه‌های آن خیلی منظم و سیستماتیک نیستند علاوه بر آن انفجار برای حفر ترانشه و دستکاری با بلدوزر در بهم ریختگی درزه‌ها تأثیر زیادی داشته برای این ترانشه که طول آن حدود ۶۰ متر پیش بینی می‌شود که نمودار گل سرخی، استریوگرام (شکل ۶)، نقاط قطبی و منحنی‌های هم تراکم نقاط قطبی آن‌ها رسم شده‌اند. با توجه به وضعیت فضائی سه دسته درزه موجود در این ترانشه، جهت لغزش گوه‌ای احتمالی و لغزش واژگونی احتمالی موجود در این ترانشه مورد بررسی قرار گرفت. محل تقاطع هیچ یک از این دسته درزه‌ها با شیب توپوگرافی کم نسبت به شیب درزه‌ها نمی‌تواند لغزش گوه‌ای و واژگونی را ایجاد نماید. و همچنین وضعیت فضائی این دسته درزه‌ها با توجه به توپوگرافی زمین و میزان شیب آن‌ها به گونه‌ای است که لغزش صفحه‌ای را ایجاد نمی‌کند (مرتضوی چم چالی، ۱۳۸۵، معماریان، ۱۳۶۶).



شکل ۶: تصویر استریوگرام دسته درزه های کیلومتر ۵۰/۷ تا کیلومتر ۵۰/۷۶ آزادراه

##### ۵- زمین لغزش محدوده مورد بررسی

بر اساس مطالعات انجام شده در محدوده مسیر آزادراه بیشتر عوامل ذاتی و محیطی از دیرباز (حداقل از اوائل کواترنرتا به حال) دست اندرکار بوده با تأثیر متقابل روی هم موجب رخداد تعداد زیادی زمین لغزش کوچک و بزرگ شده‌اند. از جمله عوامل محیطی بسیار کارساز برای زمین لغزش‌های قدیمی محدوده مورد بررسی، رودخانه سفیدرود بوده که با حفر تدریجی و ایجاد دره سفیدرود در شکل‌گیری مورفولوژی و شیب دامنه‌ها تأثیر انکارناپذیر داشته است و با حفر دره سفیدرود، مصالح نگهدارنده پای دامنه‌ها را بر داشته شده که این موضوع باعث افزایش پتانسیل گسیختگی

و همچنین افزایش شیب در دامنه‌ها شده که این امر منجر به افزایش تنش در خاک و سنگ دامنه‌ها گردیده و موجبات لغزش را فراهم آورده است.

برای تعدادی از زمین لغزش‌های جوان مسیر مورد بررسی ضمن مهیا بودن شرایط ذاتی، عامل محیطی دخالت انسانی و حفر ترانشه برای راهسازی، نقش غیرقابل انکاری داشته است. در مسیر آزادراه از شهرستان رودبار تا شهر رستم‌آباد کیلومتر تعداد ۱۳ زمین لغزش شناسایی شده که ۶ عدد آن قدیمی و بقیه جوان می‌باشند. در نقشه زمین شناسی ۱:۲۰۰۰ ارائه شده برای مسیر مورد بررسی (شکل ۸) نماد (LS) برای زمین لغزش‌های جوان انتخاب شده است. مضاف بر این رخساره‌ای که زمین لغزش در آن اتفاق افتاده نیز در جلو علامت زمین لغزش آورده شده است. علامت LS (PL.QC) معرف یک زمین لغزش جوان است که در رسوبات آواری پلیو-کواترنر اتفاق افتاده است.

زمین لغزش گلورز یک زمین لغزش جوان است که در حدود ۱۵۰ متری شمال روستای گلورز اتفاق افتاده و نزدیک به ۲۰ هکتار باغ زیتون را از بین برده وجه تسمیه آن هم به مناسبت نام روستا بوده است (شکل ۷). محدوده زمین لغزش بدقت برداشت شده و در نقشه زمین شناسی ۱:۲۰۰۰ (شکل ۸) نشان داده شده است. در راستای شرق به غرب طول زمین لغزش حدود ۱۸۰ متر و در جهت جنوب به شمال ۱۷۰ متر است و متوسط عمق توده افتاده حدود ۱۵ متر پیش بینی شده و بر این اساس حجم توده زمین لغزش گلورز حدود ۲۹۰ هزار متر مکعب برآورد می‌شود.

زمین لغزش در رسوبات آبرفتی پادگانه قدیمی سفیدرود (PL.QC) اتفاق افتاده که شامل تناوب شن و ماسه با رسوبات ریزدانه از نوع سیلت و رس و ماسه بادی است. این رسوبات آبرفتی در طرفین زمین لغزش که بهم ریختگی پیش نیامده بطور دگر شیب روی توف و ولکانیک‌های ائوسن قرار دارند.

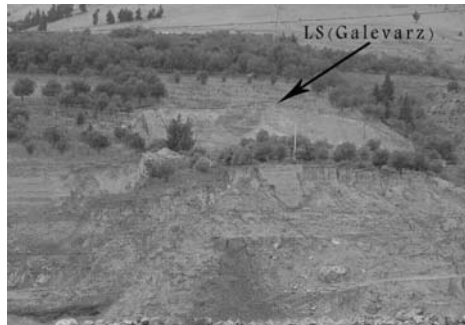
محل زمین لغزش در ساحل سمت راست سفیدرود است و بدون تردید قبل از تشکیل رسوبات پادگانه‌ای (PL.QC) شیب مورفولوژی در ولکانیک‌های ائوسن به سمت رودخانه بوده، بدین ترتیب کنتاکت شیب‌دار توف‌های سست و نفوذ ناپذیر ائوسن با گراول‌های نفوذپذیر (PL.QC) در اصل یکی از عوامل ذاتی برای ایجاد زمین لغزش بوده است. وجود یک آبراهه در جنوب غرب منطقه و هدایت آب باران به داخل گراول‌های (PL.QC) بانضمام آبیاری باغ‌های زیتون باعث نفوذ تدریجی آب به داخل رسوبات شن و ماسه و رسیدن آن به سطح توف‌های سست و نفوذ ناپذیر ائوسن شده است و اشیاء شدن این سطح شیب‌دار سست، نیز یکی از عوامل بالقوه مناسب برای ناپایداری زمین بوده است. عوامل ذاتی دیگر مثل بافت، پایین بودن مقاومت اصطکاک داخلی و دانسیته، دانه‌بندی گراول‌ها و نداشتن سیمان هم از عوامل ثانوی برای مستعد کردن توده جهت لغزش به شمار می‌روند. از عوامل محیطی، گذشته از رودخانه سفیدرود و عوامل فرسایش که در نهشته‌های (PL.QC) شیب مستعد لغزش را فراهم آورده بودند دستکاری زمین و حفر ترانشه بلند نیز در ایجاد زمین لغزش موثر بوده است.

زمین لغزش گلورز از نوع زمین لغزش دورانی مرکب است و همانطور که در (شکل ۷) دیده می‌شود تمام اجزاء پرتگاه اصلی، پرتگاه‌های فرعی، قسمت فرونشست، قسمت بالآمدگی و قسمت پاشنه به وضوح در آن مشخص است. این زمین لغزش در حال حاضر تثبیت شده و آرام است. در روزهای اول فرو ریزش در قسمت غرب پاشنه، نشأت آب مختصری جریان داشت ولی بتدریج خشک شد و حرکت جدیدی در زمین لغزش رخ نداد.

ضمن برداشت‌های زمین شناسی محدوده این زمین لغزش در سمت شرق و جنوب در پشت زمین لغزش و در سطح طبیعی زمین هیچگونه شکاف کششی<sup>۱</sup> تشکیل نشده بود اما در سمت غرب تعدادی شکاف کششی ایجاد شده بود که تمام آن‌ها برداشت شده و بر روی نقشه زمین شناسی نشان داده شده‌اند. این قسمت غربی تا حدی پتانسیل

<sup>1</sup> Tension Crack

ریزش دارد اما قسمت شرقی و جنوبی استعداد لغزش فوری ندارد مگر آنکه زلزله‌ای رخ بدهد (شریعت جعفری، ۱۳۷۵، مرتضوی چم چالی، ۱۳۸۵).



شکل ۷: کیلومتر ۵۲/۸ آزادراه، دید به سمت جنوب، زمین لغزش گلورز

#### ۶- پایداری ترانشه‌های محدوده مورد مطالعه

در مسیر آزادراه ضمن بررسی‌های زمین شناسی و زمین شناسی مهندسی بر اساس عوامل ذاتی و محیطی مساعد برای ناپایداری و لغزش، سه نوع زمین ارزیابی شد که برای تشخیص سریع و بهتر آن‌ها با علائمی ویژه به شرح زیر بر روی نقشه زمین شناسی ۱:۲۰۰۰ مسیر مشخص شده‌اند (شکل ۸).

- زمین‌هایی که استعداد زمین لغزش و ناپایداری ندارند و یا احتمال لغزش آن‌ها خیلی کم است. این قسمت‌ها با علامت I نشان داده شده‌اند. در این زمین‌ها دیواره ترانشه‌های حفر شده نیاز به تحکیم و آماده‌سازی مهندسی ندارند. نمادی که این مفهوم را برای ترانشه‌ها می‌رساند یک دایره است که نیمه بالائی آن سبز رنگ می‌باشد.
- زمین‌هایی که استعداد نسبی دارند و مستعد لغزش می‌باشند. علامت مشخصه این قسمت‌ها II است. ترانشه‌هایی که در این زمین‌ها حفر شده‌اند نیاز به تحکیم و آماده‌سازی مهندسی دارند و در نقشه زمین‌شناسی با یک چهارگوش که نیمه بالائی آن قرمز است مشخص شده‌اند.
- زمین‌هایی که خطر ناپایداری و زمین لغزش جدی دارند این قسمت‌ها با علامت III روی نقشه زمین شناسی نشان داده شده‌اند. یک چنین سرزمین‌هایی برای تحکیم و ایمنی به تمهیدات و آماده‌سازی مهندسی بسیار پیچیده و نسبتاً گران قیمت نیاز دارند و علامت ویژه آن‌ها روی نقشه زمین شناسی مسیر یک چهارگوشه به رنگ قرمز است (مرتضوی چم چالی، ۱۳۸۵، ۱۹۷۵، Broms).

#### ۶-۱- کیلومتر ۵۲/۲۷ تا کیلومتر ۵۲/۶

این فاصله بطور عمده در خاکریز است ترانشه بلند ندارد و مشکلی آن را تهدید نمی‌کند.

#### ۶-۲- کیلومتر ۵۲/۶ تا کیلومتر ۵۲/۸

در این قسمت یک ترانشه یکطرفه نسبتاً بلند پلکانی در جنوب آزادراه در رسوبات پادگانه‌ای حفر شده در بین گراول‌های بدون سیمان رسوبات ( $PL_{QC}$ ) لایه‌های ریزدانه و عدسی‌های ماسه بادی هم وجود دارد. در بالاترین قسمت ترانشه بر روی زمین طبیعی هنگام برداشت‌های زمین شناسی اثری از شکاف‌های کششی دیده نشد آب نیز در این قسمت در دیواره‌های ترانشه نبود ترانشه در حال حاضر با شیب ۸ قائم ۱ افقی پایدار است اما به دلیل وجود مواد ریزدانه و عدسی‌های ماسه بادی در بین گراول‌های بی سیمان فرسایش و ریزش تدریجی مواد ریزدانه و ماسه بادی را در پی خواهد داشت و لذا استعداد پایداری ترانشه در دراز مدت خیلی کم می‌شود به همین مناسبت برای ایمن سازی دیواره ترانشه این قسمت طرح دیوار ضروری بنظر می‌رسد.

## ۳-۶- کیلومتر ۵۲/۹۸ تا کیلومتر ۵۲/۰۲

این قطعه یک ترانشه یکطرفه بلند پلکانی است که در رسوبات پادگانه‌ای ( $PL.Q^c$ ) حفر شده است. زیر این رسوبات پادگانه‌ای سنگ‌های ولکانیک است این ترانشه در حال حاضر با شیب ۸ قائم ۱ افقی پایدار ایستاده اما تعدادی شکاف کششی در محدوده کیلومتر ۵۳ در غرب زمین لغزش گلووز تشکیل شده است. چنانچه زمین لغزش گلووز به موقع تثبیت شود و از گسترش شکافها جلوگیری بعمل آید به ترانشه مورد نظر صدمه‌ی نمی‌رسد در غیر این صورت بخش شمال شرقی ترانشه در خطر ریزش قرار دارد.

## ۷- مطالعات ژئوتکنیکی

به علت اهمیت و وسعت زمین لغزش گلووز و به منظور تعیین نوع و ضخامت لایه‌ها و تشریح نظری آن‌ها دو گمانه در محل گلووز حفاری گردید که گمانه‌های فوق به بوسیله دستگاه روتاری از نوع دورانی در گلووز حفر گردیده و با توجه به نوع خاک حفاری شده از گمانه‌ها نمونه‌برداری در لایه‌های خاکی به صورت دست خورده صورت گرفته و امکان نمونه‌گیری به صورت دست نخورده در لایه‌های خاک محل وجود نداشته است.

مشخصات گمانه‌های حفاری شده در این منطقه به صورت جداگانه به شرح زیر بررسی می‌شود:

الف - گمانه  $BH_1$  به عمق ۲۰ متر که نیمه ابتدایی آن از ماسه رس دار و لای دار همراه با شن (SC-SM) و نیمه دوم از نوع شن رس دار و لای دار همراه با ماسه (GC-GM) می‌باشد.

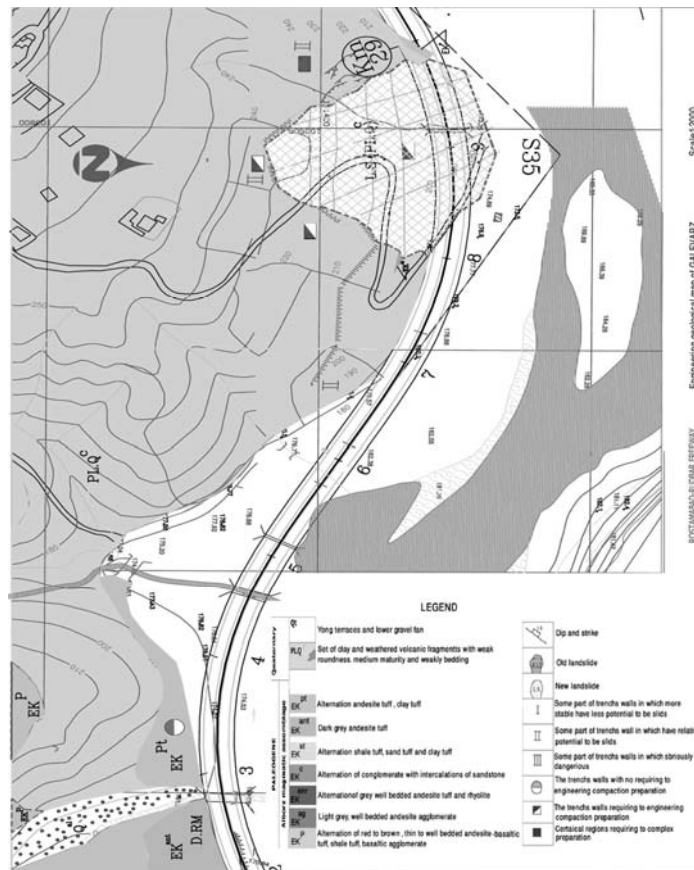
ب - گمانه  $BH_2$  به عمق ۲۰ متر که شامل ماسه رس دار و لای دار همراه با شن (SC-SM) است.

خلاصه نتایج آزمایشهای انجام یافته در گمانه های  $BH_1$  در جدول ۱ ارائه گردیده است (Gupta and Joshi, 1990).

جدول ۱: کیلومتر ۵۲/۸ تا کیلومتر ۵۲/۹۸ آزادراه (گلووز)، نتایج آزمایشهای انجام یافته از گمانه  $BH_1$

شماره نمونه	عمق (m)	طبقه بندی یونیفاید	حد روانی (LL)	حد خمیری (PL)	PI	آزمایش سه محوری خاک		
						شرایط آزمایش	زاویه اصطکاک $\Phi$ (درجه)	چسبندگی C ( $kg/cm^2$ )
1	۰-۲	SC-SM	۲۳	۱۶	۷			
2	۲-۴	SC-SM	۲۳	۱۷	۶	CU اشباع شده	$\Phi = 24^\circ$ $\Phi' = 29^\circ$	C = ۰/۰۵ C = ۰/۰۴
3	۴-۶	SC-SM	۲۳	۱۶	۷	CU اشباع شده	$\Phi = 24^\circ$ $\Phi' = 29^\circ$	C = ۰/۰۶ C = ۰/۰۴
4	۸-۱۰	GC-GM	۲۲	۱۸	۴	CU اشباع شده	$\Phi = 26^\circ$ $\Phi' = 31^\circ$	C = ۰/۰۹ C = ۰/۰۷
5	۱۰-۱۲	GC-GM				CU اشباع شده	$\Phi = 26^\circ$ $\Phi' = 31^\circ$	C = ۰/۰۹ C = ۰/۰۷
6	۱۲-۱۴	GC-GM				CU اشباع شده	$\Phi = 26^\circ$ $\Phi' = 31^\circ$	C = ۰/۰۹ C = ۰/۰۷





شکل ۸: نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه در مقیاس ۱:۲۰۰۰

## ۸- نتیجه گیری

مهمترین علل وقوع زمین لغزشهای بوجودآمده در مسیر آزادراه با توجه به حفاریها، مطالعات انجام شده به طور کلی گروه بندی و بررسی شده اند که عبارتند از:

- ۱- بر اساس بررسی های زمین شناسی مهندسی که برای مسیر آزادراه انجام گرفت معلوم شد که حدود ۳۰ درصد مسیر آزادراه مشکل جدی راهسازی دارد و ناپایدار و بحرانی است از جمله این مناطق را می توان روستای گلورز نام برد.
- ۲- یکی از عوامل ایجاد زمین لغزش ها انتخاب شیب ۸ قائم ۱ افقی می باشد که با این شیب دیواره های ترانشه در دراز مدت پایدار نمی ماند و اگر هم فعلاً باقی مانده در آینده نزدیک موجب ناپایداری مسیر آزادراه می شود.
- ۳- آبراهه و چشمه ها در محدوده مورد مطالعه تغییرات عمده ای در میزان رطوبت خاک ها و سنگ ها داشته اند که اشباع شدن خاک ها نقش زیادی در کاهش مقاومت برشی آن ها دارد که از آن جمله می توان زمین لغزش گلورز را نام برد.
- ۴- ریشه گیاهان مقاومت برشی خاک را می افزاید و با ایجاد فشار آب منفذی منفی چسبندگی خاک را زیاد می کند. در منطقه مورد بررسی بیشتر زمین لغزش ها در رسوبات آبرفتی پادگانه قدیمی سفیدرود رخ داده است که فاقد پوشش گیاهی است.
- ۵- از جمله عوامل مصنوعی را می توان تغییر در شیب دامنه ها با ایجاد ترانشه و خالی کردن پای شیب و ایجاد زمین لرزه های مصنوعی در اثر انفجار معادن سنگ لاشه را نام برد که در ناپایداری و زمین لغزش های محدوده مسیر آزادراه نقش بسزایی داشته اند.

۶- با توجه به اینکه مسیر آزادراه را سنگ‌های سست و هوازده و رسوبات رودخانه‌ای تشکیل می‌دهند و همچنین گسله و به شدت شکسته بودن زمین‌های مسیر آزادراه و شیب زیاد توپوگرافی نقش بسزایی در ایجاد ناپایداری و زمین لغزش‌ها داشته است.

۷- ناهماهنگی یا ناهمسانی اجزای مختلف توده خاک یا سنگ اثر زیادی در تضعیف پایداری و کاهش مقاومت برشی آن دارد. که ما در مسیر آزادراه در چندین جا از وجود عدسی‌های ماسه بادی و لایه‌های سست همچون رس برخوردار کردیم.

۸- از جمله عوامل محیطی بسیار کارساز برای زمین لغزش‌های قدیمی محدوده مورد بررسی، رودخانه سفیدرود بوده است. این رودخانه با حفر تدریجی و ایجاد دره سفیدرود مصالح نگهدارنده پای دامنه‌ها راه برداشته باعث افزایش پتانسیل گسیختگی در دامنه‌ها و همچنین موجب افزایش شیب دامنه هم شده که این امر منجر به افزایش تنش در خاک و سنگ دامنه‌ها گردیده موجبات لغزش را فراهم آورده است.

### ۹- پیشنهادات

با توجه به مطالب فوق و سابقه زمین لغزش‌های زیادی در منطقه رودبار و دارا بودن شیب‌های متعددی با پتانسیل لغزش بالا در منطقه مذکور می‌توان اظهار داشت که جهت حفاظت از ثروت‌ها و منابع طبیعی ملی و آب و خاک کشور، برنامه‌ریزی جهت انجام بررسی‌ها و پهنه‌بندی‌هایی از اهمیت ویژه برخوردار است.

۱- تمام نواحی خرد شده، گسله و فعال تکتونیک با پتانسیل لغزش و ناپایداری، شناسایی و طرح‌های خاصی به منظور ایمن سازی آن‌ها ارائه و به مرحله اجرا در آید.

۲- تمام زمین لغزش‌های قدیمی و موجود باید شناسایی و در صورت امکان از آن‌ها دوری شود.

۳- در صورت اجبار از داخل لغزش‌های قدیمی باید نقاط نسبتاً امن‌تر آن‌ها شناسایی و با تمهیدات خاصی از آن‌ها عبور نمود.

۴- بیشترین لغزش‌ها در واحدهای رسوبات آبرفتی پادگانه قدیمی سفیدرود، توفها، رسوبات ریزدانه و درشت دانه اتفاق افتاده که می‌بایست قبل از اجرا مناطق مذکور به دقت مطالعه و شناسایی می‌شد که این چنین سرزمین‌هایی برای تحکیم و ایمنی و آماده‌سازی مهندسی نیاز دارند.

۵- با توجه به حجم فرو ریخته زمین لغزش گلورز که حدود ۲۹۰ هزار متر مکعب برآورد شده است و از آنجایی که تثبیت دامنه روستای گلورز مقرون به صرفه نیست بهتر است محور آزادراه ده متر به شمال کشیده شود و سپس به وسیله ژئوتکستایل و دیواره‌های حایل ایمن سازی شود.

۶- از آنجایی که تمامی ترانشه‌ها در مسیر آزادراه با شیب ۸ قائم ۱ افقی به اجرا در آمده است بهتر بود که شیب ترانشه‌ها ۱ قائم ۱ افقی یا ۲ قائم ۱ افقی انتخاب می‌شد تا زمین لغزش‌های کمتری در مسیر آزادراه به وجود می‌آمد.

۷- بهتر است در محدوده‌های بالا دست زمین لغزش‌ها زهکشی سطحی، پر کردن شکاف‌ها و ترک‌ها و از بین بردن چاله‌ها و گودی‌های محل تجمع آب و برف و تغییر شیب سطحی انجام شود.

### ۱۰- منابع

- ۱- درویش زاده، ع.، ۱۳۷۰، زمین شناسی ایران، نشر دانش امروز، در ۹۰۱ صفحه.
- ۲- شریعت جعفری، م.، ۱۳۷۵، زمین لغزش (مبانی و اصول پایداری شیب‌های طبیعی)، انتشارات سازه، تهران ۲۱۷.
- ۳- مرتضوی چم چالی، م.، ۱۳۸۵، بررسی ویژگی‌های (ژئوتکنیکی) زمین شناسی مهندسی آزادراه شمال حد فاصل رودبار- رستم آباد در استان گیلان، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

- 
- ۴- معماریان، ح.، ۱۳۶۶، روش‌های صحرایی بررسی توده سنگ، مجموعه مقالات اولین سمینار سد سازی ایران، جلد دوم، صفحات ۶۸ الی ۸۹.
- ۵- مهندسین مشاور پارس، ۱۳۸۳، گزارش مطالعات زمین شناسی مهندسی مسیر آزادراه قزوین - رشت.
- ۶- نقشه زمین شناسی رودبار، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، تهیه شده توسط سازمان زمین شناسی کشور.
- 7- Broms, B.B., 1975, Landslides, in Winterkorn, H.F. and Fang, H.Y; Foundation engineering handbook, an Nostrand Reinhold co. New York.
- 8- Gupta, R.P. and Joshi, B.C., 1990, LandSlide Hazard Zoning using the GIS Approach –A Case Study from the Ramanga Catchment,Himalayas, Engineering Geology, 28(1990)119-131.
- 9- Hoek, E. and Bray, J.W., 1981, Rock Slope Engineering Revised third edition. The Institution of Mining and metallurgy; London.