

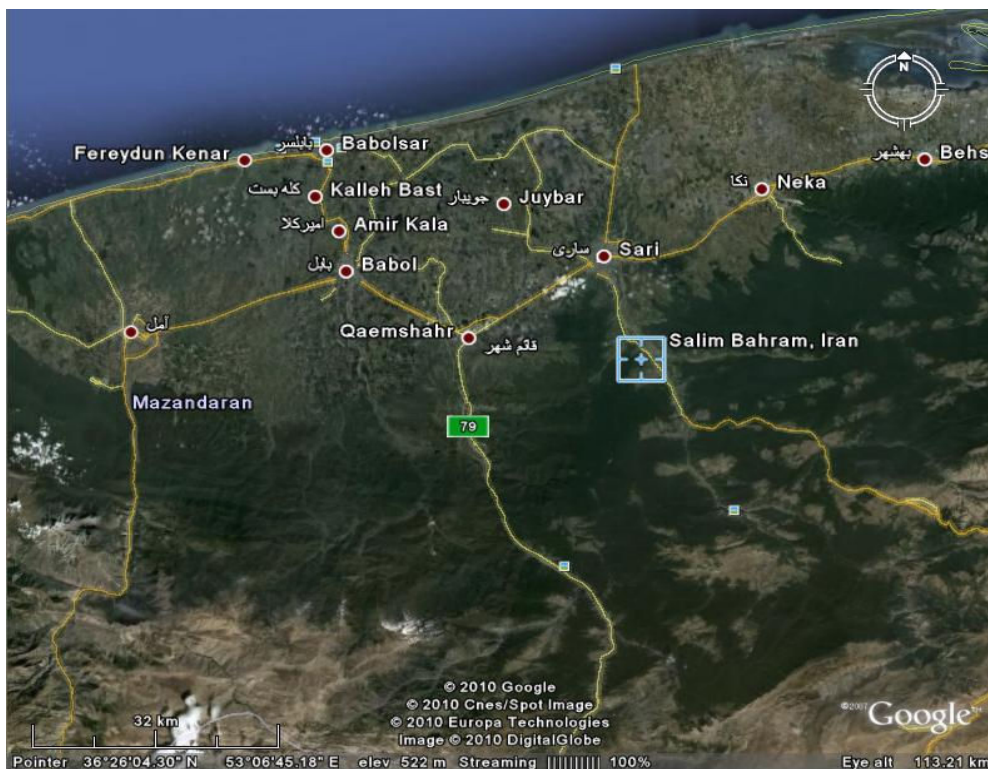


وزارت
صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

مدیریت زمین شناسی مهندسی، مخاطرات و زیست محیطی
گروه مخاطرات، زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک

بررسی ناپایداری دامنه‌ای در مسیر خط انتقال گاز

روستای سلیم بهرام، شهرستان ساری



ایمان انتظام سلطانی مازیار میرتمیزدوست مهرزاد خندان

تیرماه ۱۳۸۹

Engeo 89-04-02

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	۱- مقدمه.....
۲	۲- موقعیت جغرافیایی و ویژگی های طبیعی منطقه مورد مطالعه.....
۳	۳- زمین شناسی عمومی منطقه.....
۴	۴- بررسی زمین لغزش و تأثیر شرایط منطقه در ارتباط با شکل گیری و گسترش آن.....
۸	۵- معرفی ابعاد و ویژگی های هندسی زمین لغزش سلیم بهرام.....
۱۱	۶- ویژگی های ژئوتکنیکی خاک.....
۱۱	۷- تأثیر پتانسیل لغزش بر گاز رسانی به روستا.....
۱۳	۸- نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات.....
۱۴	منابع.....

۱- مقدمه

به دنبال درخواست شماره ۶۴۲۴۹/۳۰۰ مورخه ۱۳۸۹/۴/۱۲، اداره کل گاز استان مازندران به مرکز سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور در ساری، مبنی بر بازدید و بررسی ناپایداری دامنه‌ای در مسیر خط انتقال گاز به روستای سلیم بهرام (شهرستان ساری) و اعلام نظر کارشناسی، گروهی از کارشناسان این سازمان به منطقه اعزام شدند و در این راستا بررسی‌های میدانی و مطالعات اولیه صورت پذیرفت. نتایج بدست آمده در گزارش حاضر ارائه می‌گردد.

۲- موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های طبیعی منطقه مورد مطالعه

روستای سلیم بهرام با مختصات جغرافیایی طول $53^{\circ}06'E$ و عرض $36^{\circ}26'N$ ، در کوهپایه‌های رشته کوه البرز قرار گرفته است. این روستا از توابع بخش کلیجان رستاق شهرستان ساری بوده و مسیر دسترسی آن جاده فرعی ۲ کیلومتری است که از کیلومتر ۱۰ جاده ساری - کیاسر منشعب می‌شود. (نقشه ۱)

از نظر ریخت‌شناسی، منطقه مورد مطالعه از دامنه‌هایی کم ارتفاع و تپه ماهورهای تشکیل شده است که در اکثر مناطق بوسيله پوشش گیاهی انبوه و درختان جنگلی پوشیده شده است. ارتفاع روستا از سطح دریا در بلندترین نقطه به ۳۸۴ متر می‌رسد.

از دیدگاه اقلیمی، شرایط نیم مدیترانه‌ای (Sub-Mediterranean) بر منطقه حکمفرماست بصورتی که در تابستان دارای آب و هوایی گرم و مرطوب بوده و دارای زمستان‌هایی نسبتاً سرد و نیمه خشک می‌باشد. شمار روزهای خشک منطقه نیز کمتر از ۴۰ روز در سال است.

از مهمترین رودخانه‌های دائمی نزدیک به محدوده مورد مطالعه می‌توان به رود تجن (نقشه ۲) شیرین رود و زارم رود اشاره نمود که همگی به سمت شمال روانند و به دریای خزر می‌ریزند.



نقشه ۱- قسمتی از نقشه راههای کشور، که در آن مسیر ساری - کیاسر قابل مشاهده است.

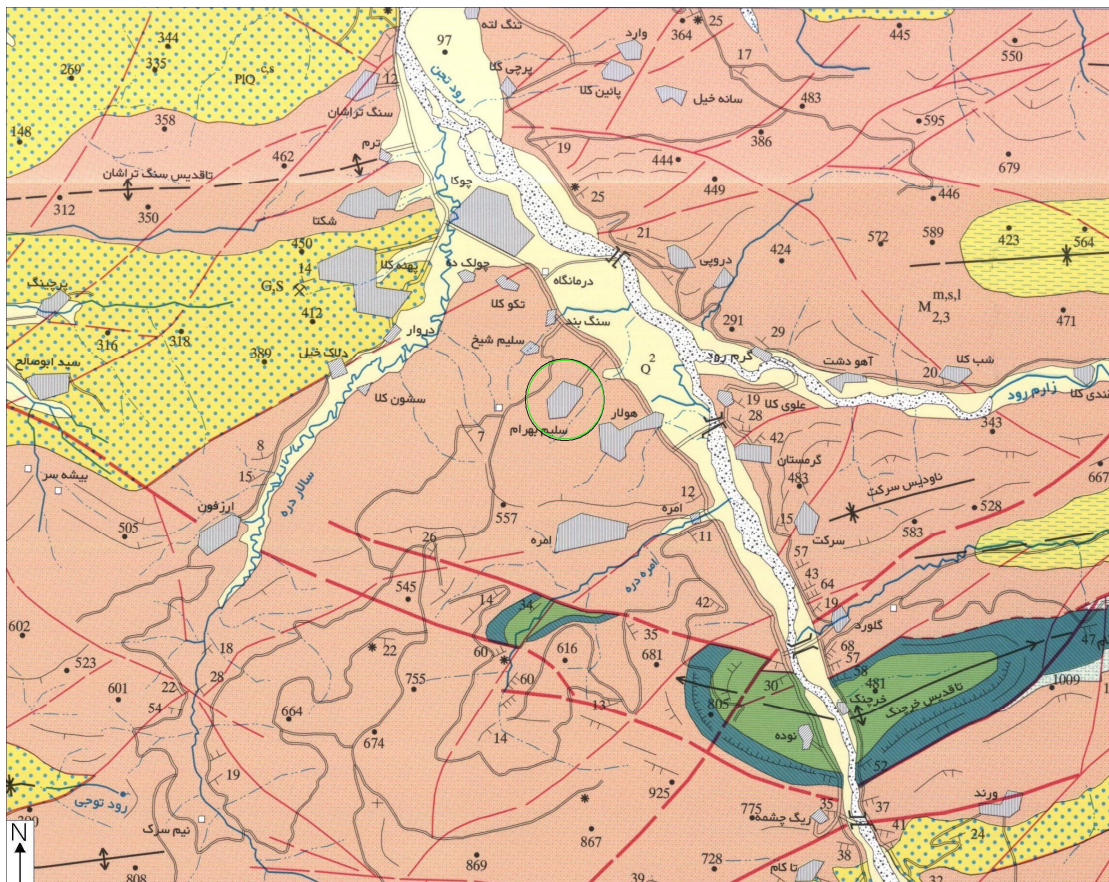
۳- زمین شناسی عمومی منطقه

از دیدگاه زمین شناسی، منطقه دربردارنده واحد سنگی $M_{2,3}^{m.s.l}$ (با سن میوسن و شامل سنگهای مارن، ماسه سنگ و سیلت سنگ آهکی، مارن سیلت دار، سنگ آهک ماسه‌ای، گل سنگ) از انواع سنگهای رسوبی و همچنین رسوبات مارنی، آهکی میوسن است که دامنه‌هایی کم ارتفاع را تشکیل داده‌اند. (نقشه ۲)

واحد مذکور، کم و بیش هم‌ارز سازند قرمز بالایی (در حوضه ایران مرکزی) در نظر گرفته می‌شود. این واحد در قسمت تحتانی با نهشته‌های میوسن پایینی، پیوسته و هم‌شیب و گاهی ناپیوسته و کنگلومرایی است و با نهشته‌های قدیمی‌تر از آن، ناپیوسته و گاهی دگرشیب (زاویه‌دار) می‌باشد. در تپه‌ماهورهای منطقه مورد مطالعه و همچنین سایر نواحی مجاور آن، از جمله سنگ تراشان، علوی کلا و گرمستان، در برخی نقاط ضخامتی از چند ده سانتی‌متر الی ۵ متر از نهشته‌های بادرفتی (لس) همگن قرمز رنگ دیده می‌شوند که با ناپیوستگی بر روی سطح هوازده و ناهموار رخنمون‌ها قرار گرفته‌اند.

از نظر ساختاری، گستره مورد مطالعه در بخش خاوری البرز مرکزی جای گرفته و جزء دامنه‌های شمالی رشته کوه البرز بشمار می‌رود. از مهمترین عوارض تکتونیکی نزدیک به منطقه، از گسل فرعی تکوکلا، با فاصله حدود ۲/۷ کیلومتری در شمال، و امره که با فاصله تقریبی ۳ کیلومتر در موقعیت جنوبی روستای سلیم بهرام واقع شده‌است، می‌توان نام برد. همچنین تاقدیس سنگ تراشان در شمال باختری و ناودیس سرکت در جنوب خاوری منطقه نیز قابل توجه می‌باشند.

بطور کلی، دگرخی‌ها در منطقه مورد مطالعه و گستره اطراف آن کم بوده و اغلب، نیروهای تکتونیکی سبب ایجاد چین‌هایی باز شده‌اند که نسبت طول موج آنها به دامنه‌شان زیاد است.



نقشه ۲- قسمتی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ پل سفید، که وضعیت زمین‌شناسی عمومی روستای سلیم بهرام و مناطق مجاور آنرا نشان می‌دهد.

۴- بررسی زمین لغزش و تأثیر شرایط منطقه در ارتباط با شکل‌گیری و گسترش آن

بر اساس بررسی‌های بعمل آمده و اظهارات افراد محلی، زمین لغزش اصلی منطقه در سال ۱۳۷۶ رخ داده است که در پی آن خسارت‌هایی به منازل ساکنین روستا وارد گردید. به دنبال این حادثه نسبت به احداث روستای جدید سلیم بهرام اقدام بعمل آمد و محل روستا به دشتی در نزدیکی روستای قدیمی منتقل گردید. در این مورد به رغم جستجو در سازمانهای مرتبط، گزارش کاملی در مورد خصوصیات زمین لغزش مورد اشاره یافت نگردید.

زمین لغزش مذکور (به گفته اهالی) سبب ایجاد شکستگی و بالا آمدگی قسمت‌هایی از جاده آسفالتی منطقه گردید. همچنین منجر به ترک خوردگی دیوارهای منازل و شکستگی شیشه پنجره‌ها گردید که تا امروز نیز قابل مشاهده می‌باشد. این باز شدگی و شکاف‌ها در دیوارها بصورت V شکل و در حد چند سانتی‌متر است که نشان دهنده سرعت پایین حرکت هستند. (تصویر ۱ و ۲) بدنبال این حرکت‌ها،

دیوارها و ستون‌ها دچار کج‌شدگی و انحراف‌هایی کمتر از ۵ درجه شده‌اند که همگی این شواهد،
گواه بر سرعت پایین حرکت توده لغزشی می‌باشد. (تصویر ۳ تا ۶)



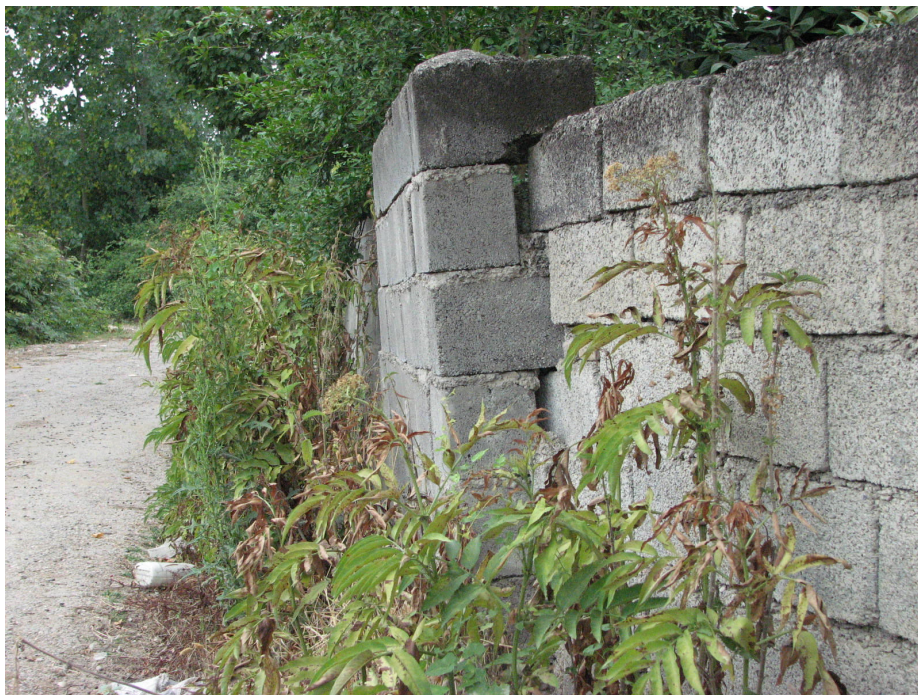
تصویر ۱- ایجاد شکاف در دیوار جدیدی که بعنوان حایل در کنار دیوار ترک خورده قبلی ساخته شده‌است. این قضیه، گواه بر تداوم حرکت توده لغزشی و ادامه فعالیت آن می‌باشد.



تصویر ۲- ایجاد شکاف و بازشدگی در دیواره دهانه چاه



تصویر ۳- کج شدگی دیوار بلوکی



تصویر ۴- انحراف و کج شدگی ستون‌های دیوار بلوکی



تصویر ۵- کج شدگی ستون‌های چوبی و شیروانی



تصویر ۶- کج شدگی ستون‌های بلوکی جدیدی که جایگزین ستون‌های چوبی قدیمی شده‌اند. این مسأله دلالت بر تداوم حرکت و ادامه فعالیت توده لغزشی دارد.

لازم به ذکر است که سرعت و میزان لغزش صورت گرفته به حدی بوده که سبب تخریب کامل منازل و سازه‌ها نشده و فقط باعث بروز خساراتی (نظیر آنچه به آن اشاره شد) گردیده است. البته

در صورتیکه اصول مهندسی و مقاوم سازی در ساخت سازه‌های آسیب دیده رعایت می‌گردید، این خسارت‌ها به حداقل می‌رسید.

همانگونه که در بخشهای پیشین نیز به آن اشاره شد، روستای سلیم بهرام از دیدگاه ریخت‌شناسی بر روی دامنه‌ای کم شیب (تپه ماهوری) قرار گرفته است. جنس خاکهای سطحی منطقه بطور عمده سیلتی و رسی (لس) و نیز رسوبات مارنی و آهکی است که حاصل هوازدگی و تجزیه سنگهای مارنی، آهکی و سیلتی طبقات زیرین می‌باشد.

با وجود اینکه حرکت اصلی و اولیه حدود ۱۳ سال پیش روی داده است، اما بدلیل اینکه دامنه به پایداری نرسیده، حرکت هنوز تداوم دارد. بنظر می‌رسد تنده ای که بالای منبع آب روستا دیده می‌شود مربوط به زمانی نزدیکتر (اوایل دهه ۱۳۸۰) باشد. بدلیل تخلیه روستا پس از حرکت اصلی و کاهش بارگذاری‌های استاتیکی و دینامیکی، همچنین توقف تزریق پساب‌های خانگی به دامنه، سرعت حرکت به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته و متأثر از تمامی این شرایط، بیشتر بصورت بطئی و خزش قابل مشاهده است.

عمق سطح ایستابی منطقه حدود ۱/۵ تا ۳ متر است، که وجود سطح بالای آب در این رسوبات شیب‌دار، سبب تسهیل و تشدید حرکت دامنه‌ای می‌گردد. البته بدلیل ریخت‌شناسی تپه‌ای و شیب ملایم و همچنین پوشش گیاهی انبوه و سایر عواملی که بر منطقه حکمفرماست، حرکت لغزشی که دامنه با آن درگیر است، به آرامی صورت می‌گیرد.

۵- معرفی ابعاد و ویژگی‌های هندسی زمین لغزش سلیم بهرام

زمین لغزش سلیم بهرام، از نوع خاکی بوده و شامل چندین توده است که با حرکتی چرخشی-انتقالی، سبب انتقال خاکهای مارنی، رسی و آهکی به سمت پایین دست دامنه شده است. شایان ذکر است که جهت همگی این حرکت‌ها به سمت شمال خاوری می‌باشد.

لغزش اصلی روستا نسبت به سایر حرکت‌ها قدیمی‌تر و بزرگتر بوده و در موقعیت جنوب باختری میدان امام حسین (ع) قرار گرفته است. این توده لغزشی، پهنایی در حدود ۳۰۰ متر دارد. ارتفاع دیهیم آن از سطح دریا ۳۴۹ متر است. فاصله تاج لغزش تا میدان امام حسین (ع) در حدود ۱۳۰ متر است و آزمون جهت کلی حرکت در حدود N 70 E می‌باشد. به نظر می‌رسد که تنده اصلی قدیمی بوسیله پوشش گیاهی ضخیم پوشیده شده است.

در مطالعات صحرایی مشاهده گردید که در بالای تنده توده لغزشی اصلی، یک مخزن آب وجود دارد که بنظر می‌رسد آب موجود در آن بصورت ثقلی به سمت مصرف کنندگان پایین دست هدایت می‌گردد. (تصویر ۷)

وجود این مخزن آب در چنین موقعیتی، می‌تواند ایجاد زمین لغزش های آتی را تسهیل و در لغزش های آینده مخاطره آمیز باشد. این امر به این علت است که، از یک سو باری که بر اثر انباشت آب در مخزن بر توده تحمیل می‌شود، می‌تواند سبب شروع و تسریع در حرکت گردد و از سوی دیگر، تراوش و نفوذ آب مخزن به خاک‌های اطراف و در واقع توده لغزشی (که هم اکنون نیز مشاهده می‌گردد) می‌تواند با بالا بردن فشار آب منفذی به بروز زمین لغزش و تسریع حرکت احتمالی بیانجامد.



تصویر ۷- مخزن آب ساخته شده بر روی دیهیم (Crown) توده لغزشی اصلی

حرکت جدیدتری که در موقعیت جنوبی لغزش اصلی مشاهده گردید و بنظر می‌رسد در اوایل سالهای هشتاد شکل گرفته است، نسبت به حرکت قدیمی از وسعت کمتری برخوردار است. (تصویر ۸)

ارتفاع دیهیم این لغزش از سطح دریا ۳۵۱ متر است.

تنده (Scarp) ایجاد شده بر اثر این حرکت حدود ۴ متر بوده و همانند لغزش اصلی، راستای کلی حرکت آن N 70 E می‌باشد.

اختلاف ارتفاعی که بر اثر حرکت این توده لغزشی در حاشیه برشی آن (موقعیت شمال باختری توده) ایجاد شده، تسطیح و از آن جهت جاده سازی استفاده شده است. (تصویر ۹)



تصویر ۸- توده لغزشی جدیدتر که نسبت به توده اصلی وسعت کمتری دارد و تنده آن حدود ۴ متر می باشد.



تصویر ۹- دیواره برشی ایجاد شده در پهلوی چپ توده لغزشی جدید (در موقعیت شمال باختری توده) که برای احداث جاده دسترسی مورد استفاده قرار گرفته است.

۶- ویژگی های ژئوتکنیکی خاک

به منظور دستیابی به خصوصیات ژئوتکنیکی خاک محل، با توجه به در دسترس نبودن امکانات حفاری، از محل تنده اصلی (main scarp) لغزش جدید روستا نمونه برداری گردید. البته نمی توان این خاک را معادل خاک موجود در مرز گسیختگی دانست اما تا حدی بیانگر وضعیت خاک منطقه می باشد.

• **نوع خاک به روش رده بندی متحده: CL** از نوع رس های لای دار (رس های لاغر) می باشد.

• **حدود آتربریک:** $LL=41.30$, $PL=25.20$, $PI=16.10$

• **درصد واگرایی:** حدود ۵۸/۲۱ درصد که نشان دهنده واگرا بودن خاک (ولی نه به مقدار زیاد) می باشد.

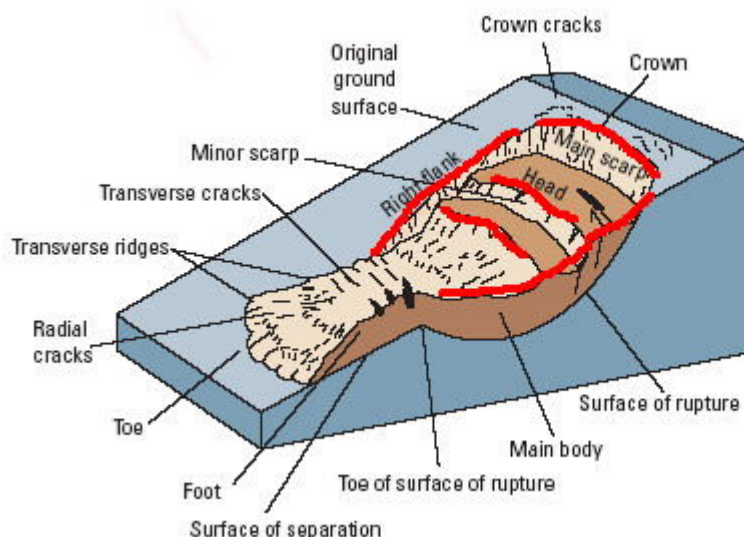
با توجه به داده ها، این خاک تا حدودی خصوصیات خاک های واگرا و مستعد لغزش را نشان می دهد و از سوی دیگر خصوصیات خاک های لسی را دارا می باشد. در بخش های عمیق تر احتمالاً با توجه به وجود بخش های مارنی (تجزیه آنان) و امکان شستشوی رسها به بخش های عمیق تر، خاک های زیرین درصد رس و واگرایی بیشتری را نشان می دهند. نتیجه گیری های دقیق تر، نیاز به حفاری و برداشت نمونه از اعماق بیشتر (در صورت امکان در سطح گسیختگی) دارد.

۷- تأثیر پتانسیل لغزش بر گاز رسانی به روستا

همانطور که در بخش های دیگر گزارش بیان گردید، روستا تحت تأثیر ناپایداری های دامنه ای در سال ۱۳۷۶ قرار گرفته که منجر به ترک خوردگی و خسارات به ساختمان های روستا گردیده است. مطالعات صحرایی نشان از تنده لغزشی جدیدتری در بالای منبع آب روستا دارد که بنظر می رسد در چند سال اخیر (اوایل دهه هشتاد) رخ داده است. اما به گفته اهالی، تغییر قابل مشاهده ای در ترک های خانه ها پس از جابجایی سال ۱۳۷۶ مشاهده نگردیده است. بطور کلی با در نظر گرفتن سازند زمین شناسی که روستا بر آن واقع شده است (که دارای میان لایه های مارنی مستعد هوازدگی و لغزش بوده)، بالا بودن سطح آب در مکان روستای قدیم و همچنین تاریخچه حرکات دامنه ای در شیب روستا، ادامه این حرکات دامنه ای در آینده محتمل بنظر می رسد. با توجه به ریخت شناسی (Morphology) شیبی که روستا بر آن واقع شده، احتمال می رود جز در حالت های خاص (مانند زلزله و بارندگی های شدید و طولانی) حرکت مواد بر روی شیب روستا بصورت بطئی باشد. تجمع این حرکات بطئی می تواند به آسیب رسیدن به لوله های گاز در آینده منجر گردد.

در صورتی که با در نظر گرفتن احتمال لغزش در روستا، تصمیم گازرسانی به روستا گرفته شود، موارد زیر باید در طراحی سیستم گازرسانی در نظر گرفته شوند:

- نقشه زمین شناسی مهندسی روستای قدیم سلیم بهرام با توجه به ویژگی های لغزشی آن تهیه گردد و طراحی مسیر گازرسانی به کمک آن صورت گیرد.
- با توجه به این امر که در خطوط مدفون، حرکت زمین بالا دست خط لوله چندان خطری ایجاد نمی کند، اما زمین لغزش هایی که در آنها زمین پایین دست خطوط لوله درگیر می شود خطر ناک بوده و ایمنی لوله را بیشتر تهدید می نماید. این امر باید در طراحی مسیر لوله در نظر گرفته شود.
- در حالاتی که امتداد حرکت زمین لغزش عمود بر امتداد خط لوله باشد در مقایسه با سایر حالات بیشترین خطر را برای سیستم لوله کشی ایجاد می نماید. بنابراین تا حد امکان باید از این حالت دوری جست. (جهت حرکت لغزش در محل قدیمی روستا سلیم بهرام N70E می باشد)
- محدوده تنده (Scarp) و بخشهای برشی کناره های لغزش، مناطقی می باشند که در طراحی سیستم گازرسانی تا حد ممکن باید از آنان اجتناب گردد. (تصویر ۱۰)



تصویر ۱۰- بخشهایی از لغزش که با رنگ قرمز مشخص شده اند، به علت اعمال نیروهای برشی بیشترین پتانسیل گسست ناگهانی را دارا می باشند.

- نصب شیرهای قطع کننده اتوماتیک اضافی و دیگر تمهیدات تخصصی، که در رابطه با بالا بردن ضریب اطمینان در مناطق لغزشی مورد نیاز است، تا حد امکان باید در این منطقه در نظر گرفته شوند.
- پایش و اندازه گیری سرعت حرکت زمین لغزش و طراحی مطالعات ژئوفیزیک برای بدست آوردن عمق لغزش، از مواردی است که برای تخمین جابجایی مجاز و واکنش خمشی مجاز توصیه می گردد.

۸- نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات

با توجه به بررسی های بعمل آمده و مطالعات صورت گرفته، مشخص گردید که حرکت دامنه ای روستای سلیم بهرام که شروع اولیه آن در سال ۱۳۷۶ بود، اگرچه با سرعتی کمتر ولی هنوز هم ادامه دارد. همانگونه که پیش از این نیز به آن پرداخته شد، علت این کاهش سرعت در حرکت و توقف یا به حداقل رسیدن گسترش آسیب های ساختمانی را می توان معلول تخلیه روستا دانست که در پی آن، بارگذاری ها و تزریق پساب ها به دامنه و توده های ناپایدار کاهش یافته و در نتیجه با توجه به توپوگرافی ملایم منطقه و تعدیل عوامل محرک لغزش، این ناپایداری ها و جابجایی ها به سمت حرکت های خزشی سوق پیدا کردند.

شایان ذکر است که با عنایت به بالا بودن سطح ایستابی در منطقه، همچنین وجود خاکهای رسی (که سطح دامنه را پوشانده اند) در کنار یک شیب توپوگرافی مستعد لغزش، و به پایداری کامل نرسیدن توده لغزشی، با وجود تعدیل عوامل محرک که با تخلیه روستا محقق گردیده، منطقه هنوز مستعد حرکت و درگیر با زمین لغزش می باشد. این حرکات در حال حاضر بصورت خزش خود را نمایان می سازند.

در صورتی که با توجه به چنین پتانسیل حرکات دامنه ای که بیان شد همچنان تصمیم به ایجاد شبکه گازرسانی باشد، لازم است که کلیه تدابیر احتیاطی در نظر گرفته شود (آنگونه که در بخشهای پیشین بیان گردید) و از عبور از مناطق برشی توده لغزشی تا حد ممکن پرهیز گردد. این تدابیر باید همراه با آموزش اهالی در مورد علائم زمین لغزش و تدابیری در جهت کاهش تزریق آب بوسیله زراعت یا مصارف خانگی، همچنین کاهش بارگذاری در بخش لغزشی روستا باشد.

منابع

- ۱- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، چهارگوش پل سفید (۶۶۶۲)
- ۲- سازمان نقشه برداری کشور، نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰۰ راه‌های ایران
- ۳- پدرام ح.، منعمی ج.، منتظرالقائم س.، ۱۳۷۳، زمین لغزش و تأسیسات گازرسانی، مجموعه مقالات اولین کارگاه تخصصی بررسی راهبردهای کاهش خسارات زمین لغزش در کشور