

ارزیابی پایداری شیب های خاکی در جنوب غرب همدان (حد فاصل گنجنامه تا شهرستانه)

محمد حسین قبادی^{*}، حبیب ا... سیدی^۲

۱- دانشیار گروه زمین شناسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران

* amirghobadi@yahoo.com

دریافت: ۸۹/۱۲/۱ پذیرش: ۹۰/۳/۱۸

چکیده

شناخت شرایط زمین شناسی محلی، تعیین ویژگی های فیزیکی و مکانیکی خاک جهت ارزیابی پایداری شیب ها ضروری است. حضور کانی های رسی، تغییرات رطوبت خاک، فشار آب منفذی، پایین بودن مقاومت برشی خاک و شیب تند دامنه ها از مهم ترین عواملی هستند که پایداری شیب های خاکی را در هر منطقه تهدید می کنند. در این مقاله با انجام مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی و با استفاده از نرم افزار اسلاید (Slide) موضوع پایداری شیب های خاکی جنوب غرب همدان (حد فاصل گنجنامه تا شهرستانه) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. رخنمون های سنگی منطقه را توده سنگ های گرانیتی و هورنفلسی تشکیل می دهند. خاک های باقی مانده مسیر مورد مطالعه حاصل هوازدگی این سنگ ها هستند. چشمه های موجود از نوع گسله و تماسی می باشند. کمینه دبی چشمه ها ۰/۲۵ و بیشینه ۷ لیتر بر ثانیه می باشد. کانی رسی غالب در اکثر نمونه ها ایلیت است. خاک های مورد مطالعه مطابق رده بندی یونیفاید، در رده SM قرار دارند. در این پژوهش با استفاده از نرم افزار اسلاید (Slide) ضرایب اطمینان شیب ها در شرایط استاتیکی و دینامیکی محاسبه شده و شیب های منطقه در سه گروه (۱) شیب های پایدار در حالات استاتیکی و دینامیکی، (۲) شیب های ناپایدار در حالات استاتیکی و دینامیکی و (۳) شیب های پایدار در حالت استاتیکی و ناپایدار در حالت دینامیکی دسته بندی شده اند. با توجه به رده بندی صورت گرفته روش های لازم جهت پایداری سازی مناطق مستعد لغزش ارائه گردیده است.

واژه های کلیدی: شیب های خاکی، گرانیت، هورنفلس، خاک باقی مانده، نرم افزار اسلاید (Slide)

مقدمه

نوع خاک از نظر تخلخل و نفوذپذیری می توان در صورت حضور آب وقوع ناپایداری را در خاک های ریزدانه حاصل از هوازدگی هورنفلس ها محتمل تر دانست. خاک های باقی مانده در نواحی گرم و مرطوب گسترش بیش تر و عمق زیادتری دارند. در این نواحی فرآیند تشکیل خاک سریع اتفاق می افتد. و هوازدگی سنگ ها نسبت به فرسایش سرعت بیش تری دارد [۹]. در منطقه مورد مطالعه با توجه به شرایط آب و هوایی، هوازدگی فیزیکی غالب و فرآیند هوازدگی کندتر از فرسایش انجام می شود بنابراین خاک های باقی مانده ضخامت کمتری دارند و لغزش به وقوع پیوسته در آن ها نیز عمق کمتری خواهند داشت. بخشی از این خاک ها ریزدانه هستند و

احداث و ایمنی بزرگراه ها و جاده های اصلی و فرعی کوهستانی، در گرو بررسی پایداری شیب های طبیعی منطقه است. عدم مطالعه این پدیده زمین شناسی می تواند در زمان اجرای پروژه های خطی به وقوع ناپایداری در دامنه ها منجر شود که خسارات انسانی و اقتصادی را به دنبال دارد. در این راستا شناخت شرایط زمین شناسی محلی در اولویت قرار دارد، زیرا ویژگی های سنگ شناسی و آگاهی از خصوصیات زمین شناسی خاک ها به شناخت علل ناپایداری شیب های خاکی کمک ارزنده ای خواهد کرد [۱۲]. برای مثال از هوازدگی سنگ های گرانیتی عموماً خاک های باقی مانده ماسه ای و از هوازدگی هورنفلس ها خاک های باقی مانده ریزدانه تولید می شود. با توجه به تفاوت خصوصیات فیزیکی این دو

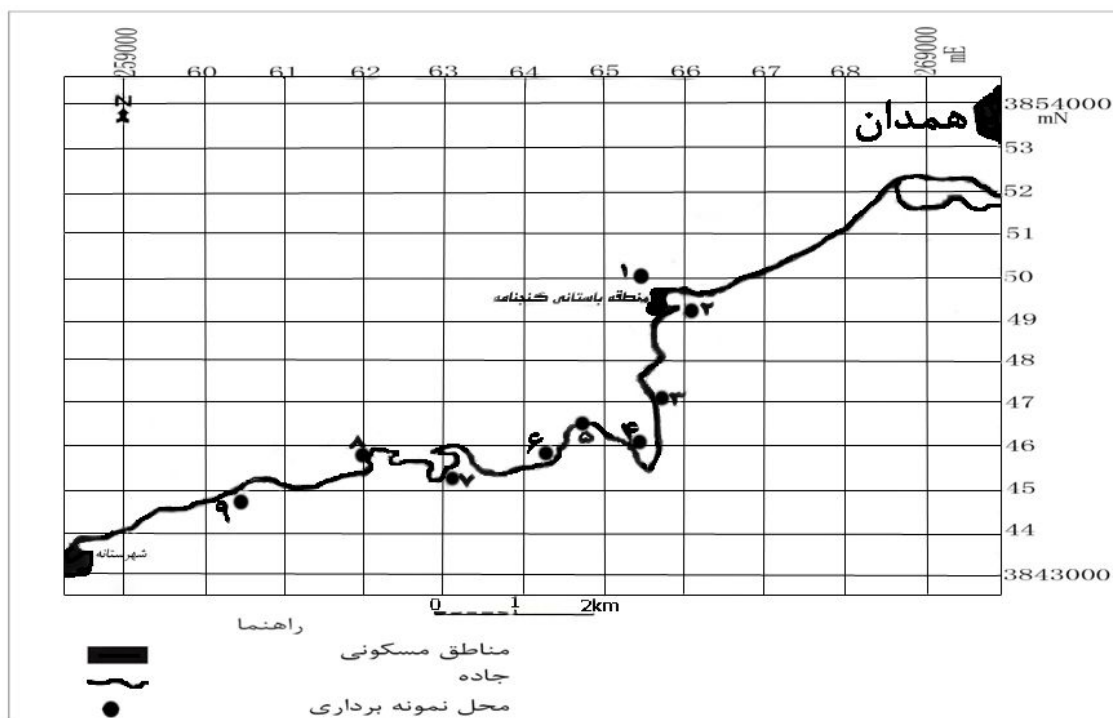
دارند، می توانند ناپایداری شیبها را تسریع کنند. استان همدان با انجام علاج بخشی های موقتی نسبت به بازگشایی مسیر اقدام می گردد.

مواد و روش ها

در این پژوهش با انجام بازدیدهای صحرایی، شرایط زمین شناسی، ساختاری و هیدرولوژیکی مسیر بررسی شد. به منظور مطالعه خاکها و سنگهای منطقه ۱۱ محل انتخاب (شکل ۱) و ۲۶ نمونه (۱۳ نمونه خاک و ۱۳ نمونه سنگ) تهیه گردید. در ادامه از نمونه های سنگها به منظور شناخت خصوصیات کانی شناسی مقاطع نازک تهیه شد. ویژگی های فیزیکی و مکانیکی نمونه های خاک با انجام آزمون های آزمایشگاهی تعیین گردید. سپس با استفاده از داده های بدست آمده از آزمون های آزمایشگاهی بر روی خاکهای باقی مانده، جهت تحلیل پایداری شیبهای خاکی از نرم افزار Slide استفاده به عمل آمده و با چهار روش مختلف در دو حالت استاتیک و دینامیک، ضرایب اطمینان شیبها محاسبه گردیده است. سپس با تفکیک شیبهای پایدار از ناپایدار روش های مناسب جهت ایمن سازی مسیر مورد مطالعه ارایه شده است.

با توجه به این که تراوایی پایین و پتانسیل انقباض بالایی در منطقه مورد مطالعه واقع در جنوب غرب همدان بین تفرجگاه تاریخی گنجنامه تا روستای شهرستانه (شکل ۱) رخنمون های سنگی را توده سنگ های گرانیتی و هورنفلسی تشکیل می دهند. خاکهای باقی مانده مسیر مورد مطالعه حاصل هوازدگی این سنگها هستند. نیمرخ هوازدگی و چگونگی تشکیل خاکهای باقی مانده در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به شرایط آب و هوایی محل، ضخامت خاکهای مذکور کم و فاقد لایه بندی هستند. بر اساس مشاهدات صحرایی و با توجه به عمق کم خاک (حدود ۲ متر) نمی توان چندین صفحه لغزش برای لغزش های پی در پی که در محل اتفاق می افتد در نظر گرفت (شکل ۳).

مسیر مورد مطالعه جاده قدیم همدان به تویسرکان است و هم اکنون نیز مورد استفاده می باشد. مسیر مذکور نزدیک ترین راه دسترسی به بخش ها و روستاهای متعددی مانند شهرستانه، خرم رود، اشتران و منطقه حفاظت شده خان گرمز است. متأسفانه همه ساله با شروع فصل بارش لغزش های متعددی در خاکهای باقی مانده مسیر اتفاق می افتاد که توسط اداره راه و ترابری



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و محل ایستگاه های نمونه برداری که شماره گذاری شده است [۴]



شکل ۲- مراحل هوازدگی توده سنگ (سینوگرانیت) و تشکیل خاک باقی مانده در بخشی از مسیر مورد مطالعه



شکل ۳- نمونه‌هایی از زمین لغزش‌های کم عمق روی داده در منطقه مورد مطالعه (الف، لغزش در سمت چپ عکس، ب، لغزش در سمت راست عکس). علامت پیکان (یک طرفه) جهت لغزش خاک نشان می‌دهد.

زمین شناسی

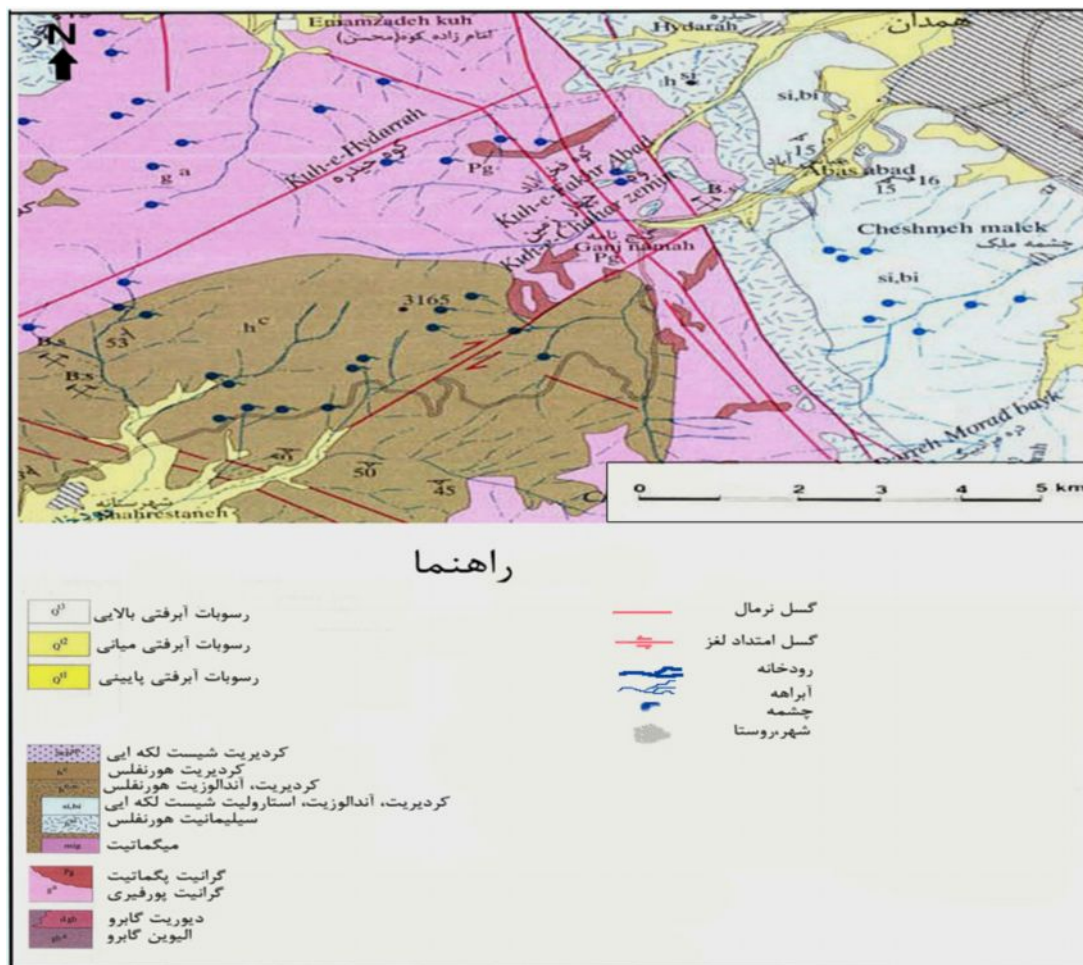
که فعال ترین زون ساختمانی ایران محسوب می- شود [۲]. رخنمون‌های سنگی آذرین و دگرگونی می- باشند (شکل ۴). سنگ‌های دگرگونی متعلق به مزوزوئیک و سنگ‌های آذرین مربوط به فاز کوهزایی لارامید با سن کرتاسه پایانی تا پالئوسن زیرین می- باشند [۶].

منطقه مورد مطالعه دارای آب و هوای کوهستانی است. دمای متوسط سالیانه در تابستان 25°C ، در زمستان 4°C - و حداقل دما در ماه‌های دی و بهمن برابر با 32°C - می‌باشد. میزان بارندگی سالیانه بین ۳۴۰ الی ۴۶۰ میلی‌متر است [۵]. ناحیه مورد بررسی از نظر تقسیمات ساختاری در زون سندج- سیرجان واقع شده

زون سنندج- سیرجان پیروی می کند و امتداد شمال غرب- جنوب شرق دارند. گسل ها به طور عمده فشاری و امتداد لغز راستگرد می باشند و نقش آن ها در ارتباط با لرزه خیزی و ناپایداری شیب ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از جمله این گسل ها می توان به گسل امتداد لغز گنجانم و گسل های نرمال حیدره، چهار زمین و فخرآباد در ناحیه مورد مطالعه اشاره کرد (شکل ۴). سایر گسل های مهم و تاثیرگذار مرتبط با لرزه خیزی منطقه گسل های نهوند، گارون، ابرو، علی آباد دمق، ورکانه و یلفان هستند [۳]. علاوه بر چین خوردگی اصلی ناحیه که ناودیس می روند با راستای زاگرس است چین خوردگی های کوچک مقیاس در سنگ های دگرگونی دیده می شوند که با وجود شکستگی های زیاد هوازگی توده سنگ ها را تشدید می کنند.

با توجه به مطالعات صحرائی انجام شده سنگ های موجود در منطقه به دو گروه گرانیتوئید و هورنفلس تقسیم بندی گردیدند که توسط خاک های باقی مانده با ضخامتی بین ۱ تا ۲/۵ متر پوشیده شده اند. خاک های حاصل از هوازگی گرانیتوئیدها به طور عمده ماسه ای و خاک های ناشی از سنگ های هورنفلسی عمدتاً رسی و سیلتی هستند. خاک های رسی قرمز رنگ در حوالی روستای شهرستانه روی سنگ های هورنفلسی گسترده شده اند.

ساختمان اصلی زمین شناسی در ناحیه همدان یک آنتی کلینال با محور شمال غربی- جنوب شرقی است که باتولیت الوند در محور آن قرار دارد. ساختمان های زمین شناسی متعددی در محدوده مطالعاتی مشاهده می شود که درزه ها، گسل ها و چین ها را شامل می گردد. سه سیستم درزه در توده سنگ های منطقه دیده می شود. سیستم درزه های غالب به طور عمده از روند ساختاری



شکل ۴- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه [۸].

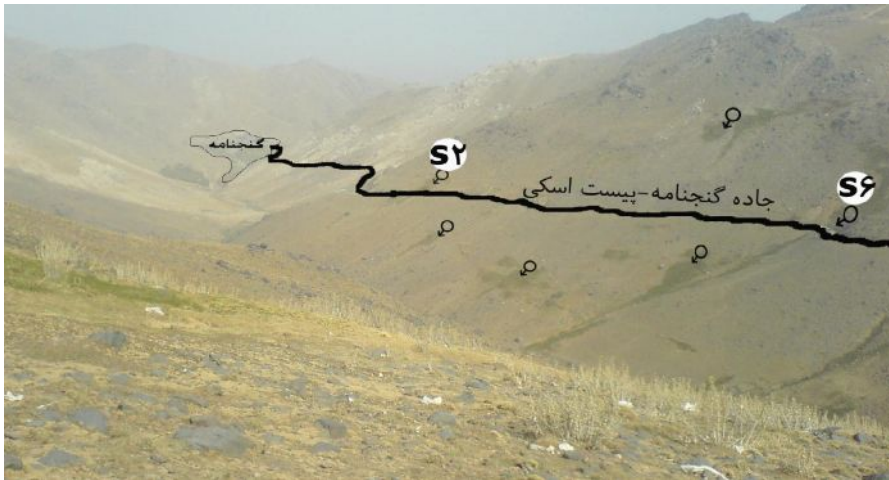
هیدروژئولوژی

به دلیل ماسه‌ای بودن خاک‌های موجود در منطقه و تراوایی زیاد آن‌ها، آب از دامنه زهکشی و خارج می‌شود بنابراین وزن توده خاک کاهش پیدا می‌کند ولی افزایش رطوبت به کاهش مقاومت برشی خاک منجر می‌گردد (شکل ۶).

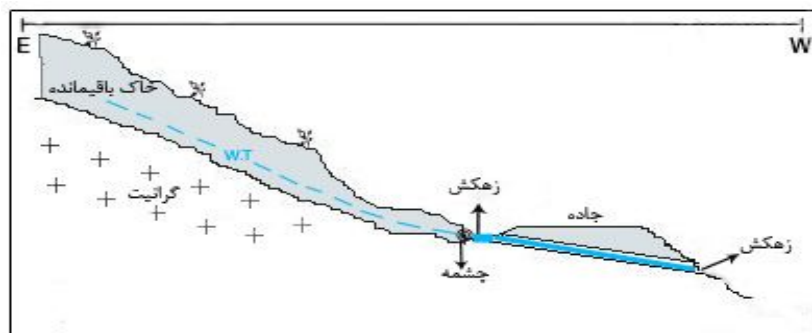
مطالعات آزمایشگاهی
سنگ شناسی

ترکیب کانی شناسی خاک‌های باقی مانده متأثر از سنگ مادر است. بنابراین و به منظور شناخت ویژگی‌های زمین شناسی خاک‌ها، مقاطع نازک از سنگ‌های آذرین و دگرگونی مسیر مورد مطالعه تهیه گردید (شکل‌های ۷ و ۸). بر اساس مطالعات میکروسکوپی بافت و ترکیب کانی شناسی نمونه‌های سنگی تعیین گردید که خلاصه نتایج آن در جدول (۲) مشاهده می‌شود.

آب مهم‌ترین عامل وقوع رانش زمین محسوب می‌گردد و بیش‌ترین زمین لغزش‌ها پس از بارندگی‌های سنگین اتفاق می‌افتند. منطقه مورد مطالعه در ناحیه‌ای کوهستانی واقع گردیده و در خشک‌ترین ماه‌های سال نیز چشمه‌هایی از نوع گسلی و تماسی (کنتاکتی) با دبی‌های مختلف در نقاط مختلف آن جاری هستند (شکل‌های ۵ و ۶). وجود این چشمه‌های دائمی در دامنه‌های خاکی منطقه پتانسیل ناپایداری را در توده خاک‌های باقی مانده افزایش می‌دهد (جدول ۱). همان‌طور که از جدول (۱) برداشت می‌شود، دبی‌های اندازه‌گیری شده به طور میانگین بین ۰/۲۵ الی ۷ لیتر بر ثانیه است. در فصول پر بارش افزایش سطح ایستابی و به تبع آن افزایش دبی اتفاق می‌افتد (شکل ۷). افزایش سطح ایستابی به دلیل افزایش وزن توده و کاهش مقاومت برشی باعث بالا رفتن پتانسیل لغزش و پایین آمدن ضریب اطمینان می‌گردد.



شکل ۵- نمای قسمتی از مسیر مورد مطالعه و محل‌های ظهور چشمه‌های فصلی و دائمی، محل چشمه‌های دائمی با علائم اختصاری S1 و S2 مشخص شده‌اند (نگاه به سمت شمال)



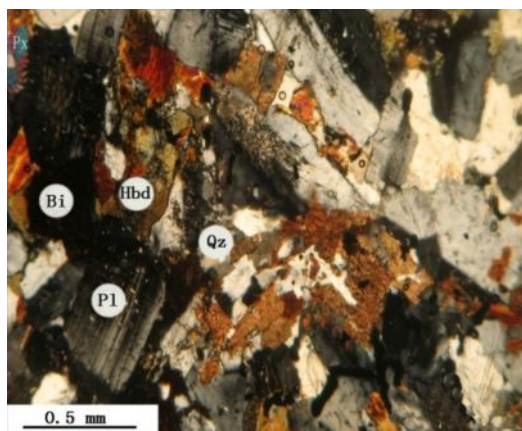
شکل ۶- نیمرخ شماتیک زمین شناسی چشمه S1 واقع در مسیر مورد مطالعه

جدول ۱- مشخصات چشمه های موجود در مسیر مورد مطالعه

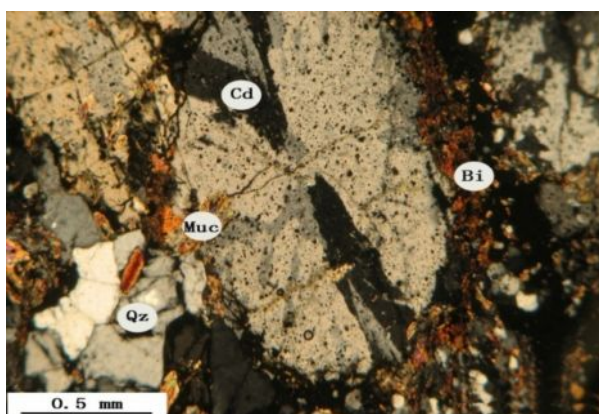
شماره چشمه	نوع چشمه	دبی میانگین (lit/s)
S1	گسلی	۰/۲۵
S2	گسلی	۱
S3	تماسی	۰/۵
S4	گسلی	۱
S5	تماسی	۲
S6	تماسی	۷
S7	تماسی	۳
S8	تماسی	۲

جدول ۲- مشخصات سنگ شناسی و کانی شناسی نمونه ها بر اساس مطالعات میکروسکوپی

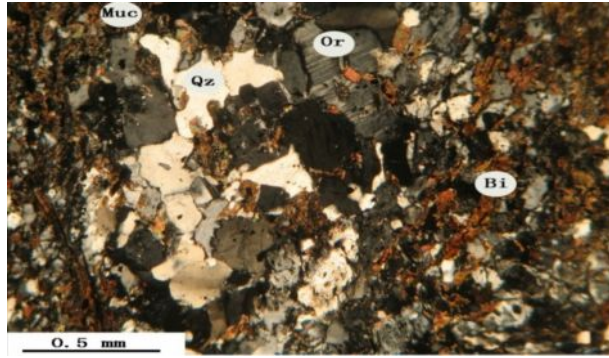
شماره ایستگاه	نام مقطع	نام سنگ	کانی های اصلی	یافت
۲	PHG3	پیروکسن هورنبلند گابرو	پلاژیوکلاز، هورنبلند، پیروکسن، کلریت	دانه ای نیمه شکل دار
۳	SG1	سینوگرانیت	کوارتز، ارتوز، بیوتیت، مسکویت، پلاژیوکلاز	دانه ای بی شکل
۹	HF	هورنفلس	کوارتز، ارتوکلاز، بیوتیت، مسکویت	دانه ای متوسط بلور
۱۰	CHF5	کردیریت هورنفلس	کردیریت (درشت)، کوارتز، بیوتیت، مسکویت	دانه ای درشت بلور



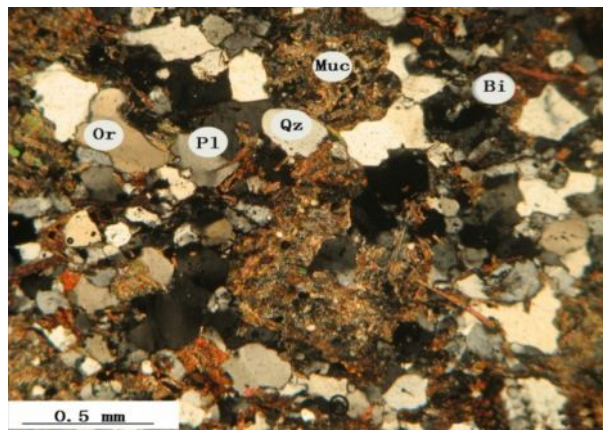
شکل ۷- تصویر میکروسکوپی پیروکسن هورنبلند گابرو در نور XPL. Hbd: هورنبلند، Px: پیروکسن، Pl: پلاژیوکلاز، Qz: کوارتز، Bi: بیوتیت



شکل ۸- تصویر میکروسکوپی کردیریت هورنفلس در نور XPL. Cd: کردیریت، Qz: کوارتز، Bi: بیوتیت، Muc: مسکویت



شکل ۹- تصویر میکروسکوپی هورنفلس در نور XPL، Or: ارتوکلاز، Qz: کوارتز، Bi: بیوتیت، Muc: مسکویت



شکل ۱۰- تصویر میکروسکوپی سینوگرانیت در نور XPL. Or: ارتوکلاز، Qz: کوارتز، Bi: بیوتیت، Muc: مسکویت، Pl: پلاژیوکلاز

آزمایش (XRD)

همان طور که از جدول برداشت می شود، کانی رسی غالب در اکثر نمونه ها ایلیت می باشد و کانی مونت مورینیت فقط در نمونه خاک حاصل از هوازدگی سنگ های دیوریتی موجود است. خاک حاصل از هوازدگی سنگ پیروکسن هورنبلند گابرو نیز فاقد کانی های رسی می باشد.

آزمایش اشعه ایکس روشی مناسب برای شناخت بهتر کانی های تشکیل دهنده خاک به ویژه کانی های رسی محسوب می شود. کانی های رسی با توجه به خصوصیات ماند تغییر حجم در ایجاد ناپایداری شیب های خاکی نقشی موثر دارند. بنابراین با توجه به نوع سنگ منشاء برای ۵ نمونه خاک، این آزمایش انجام گردید که نتایج در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج آزمایش XRD بر روی نمونه خاک‌های باقی مانده با سنگ منشاء های مختلف

شماره ایستگاه	شماره نمونه	نام سنگ منشا	کانی های تشکیل دهنده
۱	PHG1	پیروکسن هورنبلند گابرو	کوارتز، آلبیت، مگنزیم هورنبلند، مسکویت
۳	SG1	سینوگرانیت	کوارتز، ایلیت، آلبیت، میکروکلین، کلسیت
۵	CHF2	کردیریت هورنفلس	کوارتز، ایلیت، آلبیت
۷	CHF4	کردیریت هورنفلس	کوارتز، آلبیت، ارتوکلاز، ایلیت
۹	CHF5	کردیریت هورنفلس	کوارتز، ایلیت، آلبیت

خصوصیات مهندسی

به منظور تعیین خصوصیات مهندسی خاک‌های باقی مانده، از حاشیه بالادست جاده و از ۹ محل مختلف نمونه‌گیری به عمل آمد، و آزمایش‌های مورد نیاز بر روی نمونه‌های دست خورده انجام گرفت. نتایج در جدول (۴) آورده شده است.

نمونه‌های مورد بررسی مطابق رده‌بندی یونیفاید، در رده SM قرار دارند. رطوبت خاک‌ها به طور نسبی و به دلیل افزایش ارتفاع از گنجانمه (ایستگاه ۱) به سمت روستای شهرستانه (ایستگاه ۹)، افزایش می‌یابد. با توجه به نوع خاک و میزان دانسیته در محل، نفوذ پذیری خاک‌ها نیز متغیر است. افزایش درصد رس در خاک‌های با منشا هورنفلسی باعث کاهش در میزان مقاومت فشاری تک محوری گردیده و تغییر در مقادیر چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی حاصل از آزمایش برش مستقیم نیز ارتباط مستقیم با درصد رس و ماسه موجود در خاک‌ها دارد.

تحلیل پایداری

به منظور تحلیل پایداری شیب‌های خاکی مورد مطالعه، تعیین سطح لغزش احتمالی و محاسبه ضریب اطمینان، از نرم افزار اسلاید استفاده شده است.

داده های حاصل نشان دهنده بحرانی ترین سطح لغزش می باشد. در این نرم افزار، چهار روش بیشاپ ساده، جانبو ساده، جانبو اصلاح شده و اسپنسر در دو حالت استاتیکی و دینامیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حالت دینامیکی با توجه به اینکه محدوده همدان در پهنه با خطر نسبی لرزه‌یابی بالا قرار دارد [۱]، شتاب مبنای طرح به میزان $0.3g$ در نرم افزار منظور گردید. نتایج حاصل از این بررسی در جدول (۵) آمده است.

بر اساس تحلیل صورت گرفته بر روی ۹ محل، شیب های منطقه به سه گروه طبقه‌بندی شدند:

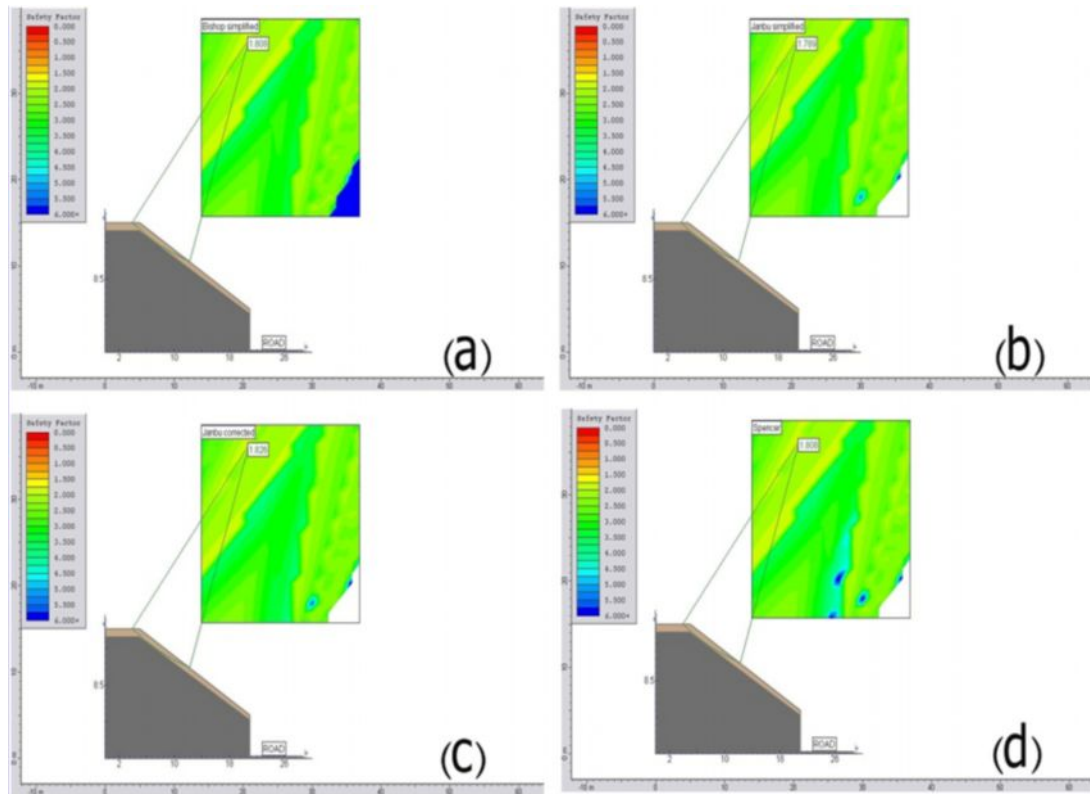
- ۱- شیب‌های پایدار درحالات استاتیکی و دینامیکی مانند ایستگاه شماره ۲ (شکل‌های ۱۰ و ۱۱)،
- ۲- شیب‌های پایدار در حالت استاتیکی و ناپایدار در حالت دینامیکی مانند ایستگاه شماره ۶ (شکل‌های ۱۲ و ۱۳)،
- ۳- شیب‌های ناپایدار در حالات استاتیکی و دینامیکی مانند ایستگاه شماره ۱ (شکل‌های ۱۴ و ۱۵).

جدول ۴- خصوصیات مهندسی خاک های باقی مانده مسیر مورد مطالعه

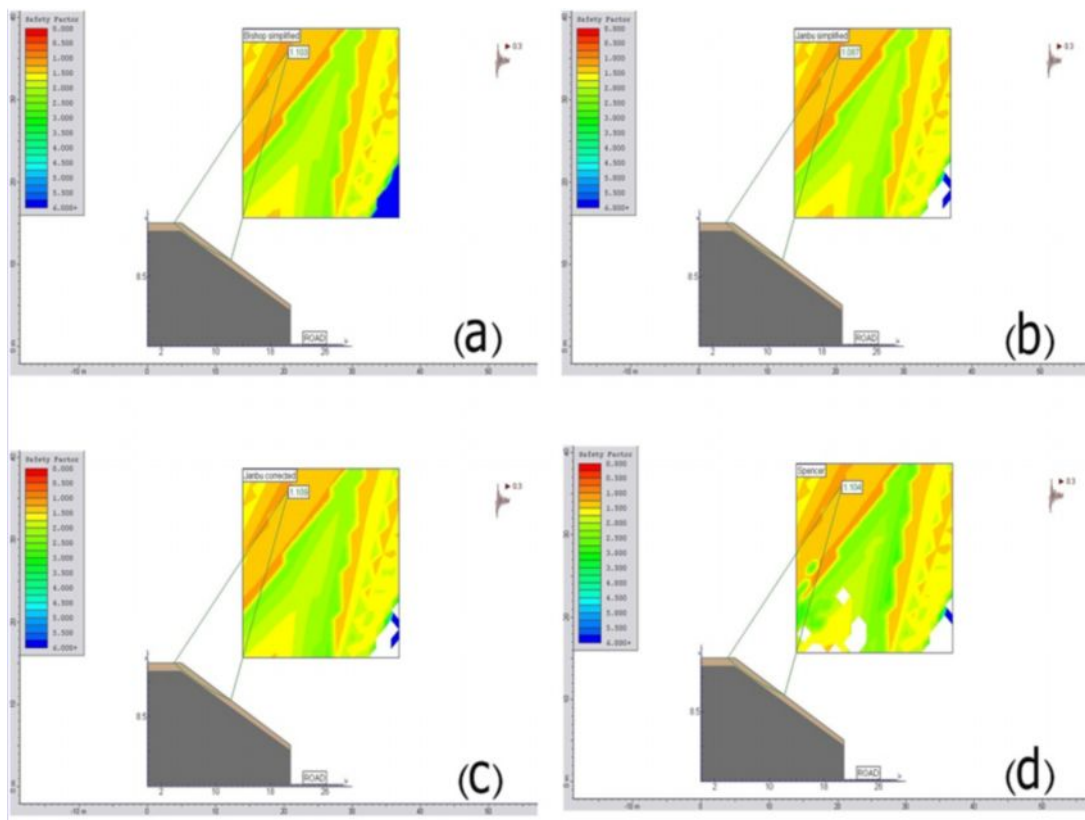
شماره ایستگاه	شیب میانگین دامنه (درجه)	رده خاک	درصد رطوبت (%)	شاخص خمیری (%)	نفوذ پذیری (cm/min)	دانسیته در محل (g/cm ³)	مقاومت فشاری تک محوری (σ _c) (Kpa)	برش مستقیم	
								φ °	C (Kpa)
۱	۴۳	SM	۳	-	۱/۳*۱۰ ^{-۴}	۱/۸۴	۱۹۱	۱/۲	۳۶/۵
۲	۲۵	SC	۴	۸/۸	۱/۵*۱۰ ^{-۴}	۱/۵۷	۱۵۵	۱/۸	۲۹/۵
۳	۲۷	SM	۲	-	۳/۸*۱۰ ^{-۴}	۱/۵۵	۱۳۳	۳/۱	۲۹
۴	۲۰	SM	۱/۹	-	۱/۴*۱۰ ^{-۴}	۱/۶۹	۲۲۹	۳/۹	۳۱
۵	۲۸	SM	۷/۴	-	۵/۴*۱۰ ^{-۵}	۱/۷۶	۲۰۶	۱	۳۰
۶	۳۰	SM	۷/۸	-	۹/۱*۱۰ ^{-۵}	۱/۸۸	۱۵۱	۱/۵	۲۳
۷	۳۲	SC-SM	۸	۶/۴	۱/۳*۱۰ ^{-۴}	۱/۶۱	۱۱۱	۱/۸	۲۴
۸	۴۲	SM	۶/۴	-	۲/۶*۱۰ ^{-۴}	۱/۸۵	۱۶۵	۲/۶	۳۲
۹	۳۵	CL	۱۲	۱۵/۵	۳/۸*۱۰ ^{-۶}	۱/۸۷	۱۰۲	۷/۶	۲۱

جدول ۵- نتایج حاصل از تحلیل پایداری شیب و محاسبه ضریب اطمینان (SF) به چهار روش بیشاب ساده، جانبو ساده، جانبو اصلاح شده و اسپنسر (با توجه به ناپایدار بودن دامنه ها در حالت استاتیک، برای حالت دینامیکی محاسبه انجام نشد)

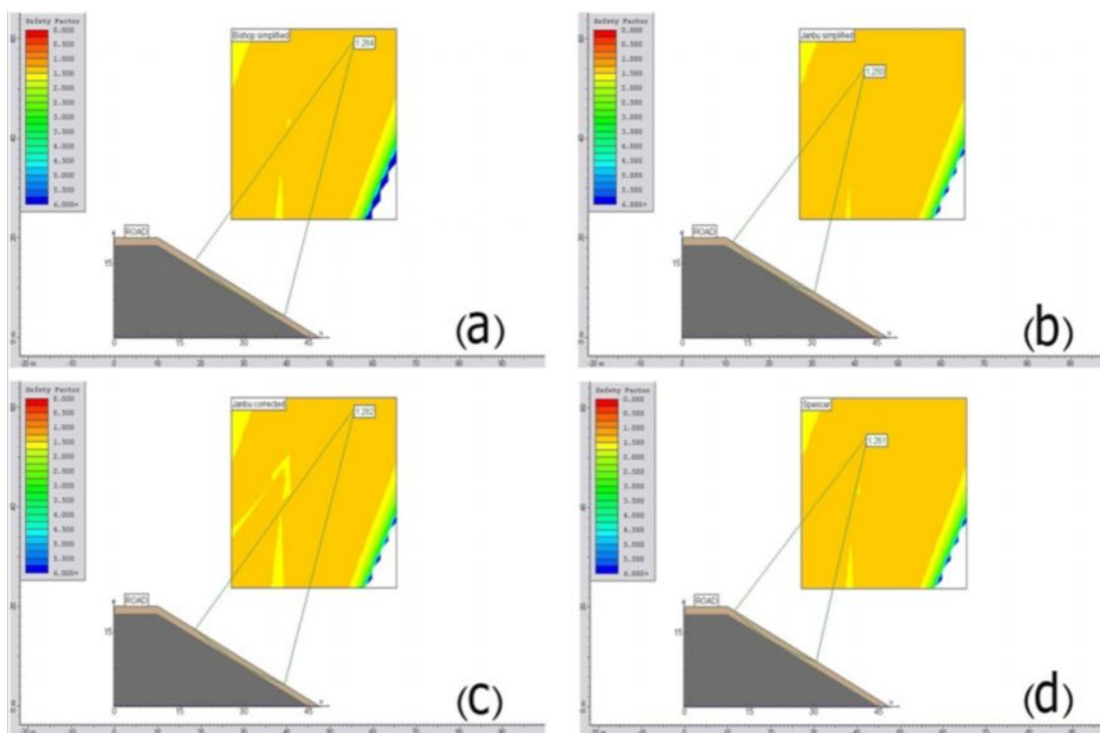
شماره ایستگاه	بیشاب ساده		جانبو ساده		جانبو اصلاح شده		اسپنسر	
	SF (استاتیک)	SF (دینامیک)	SF (استاتیک)	SF (دینامیک)	SF (استاتیک)	SF (دینامیک)	SF (استاتیک)	SF (دینامیک)
۱	۰/۹۴	-	۰/۹۳	-	۰/۹۵	-	۰/۹۴	-
۲	۱/۸۵	۱/۱۰	۱/۷۸	۱/۰۸	۱/۸۲	۱/۱۰	۱/۸۰	۱/۱۰
۳	۱/۹۲	۱/۱۷	۱/۹۳	۱/۱۸	۱/۹۵	۱/۱۹	۱/۹۲	۱/۱۷
۴	۱/۵۱	۰/۹۵	۱/۵۰	۰/۹۴	۱/۵۳	۰/۹۵	۱/۵۱	۰/۹۵
۵	۱/۲۶	-	۱/۲۵	-	۱/۲۸	-	۱/۲۶	-
۶	۱/۰۲	-	۱/۰۲	-	۱/۰۴	-	۱/۰۲	-
۷	۰/۸۸	-	۰/۸۸	-	۰/۸۹	-	۰/۸۸	-
۸	۱/۰۴	-	۱/۰۵	-	۱/۰۶	-	۱/۰۵	-
۹	۱/۰۰	-	۱/۰۱	-	۱/۰۲	-	۱/۰۱	-



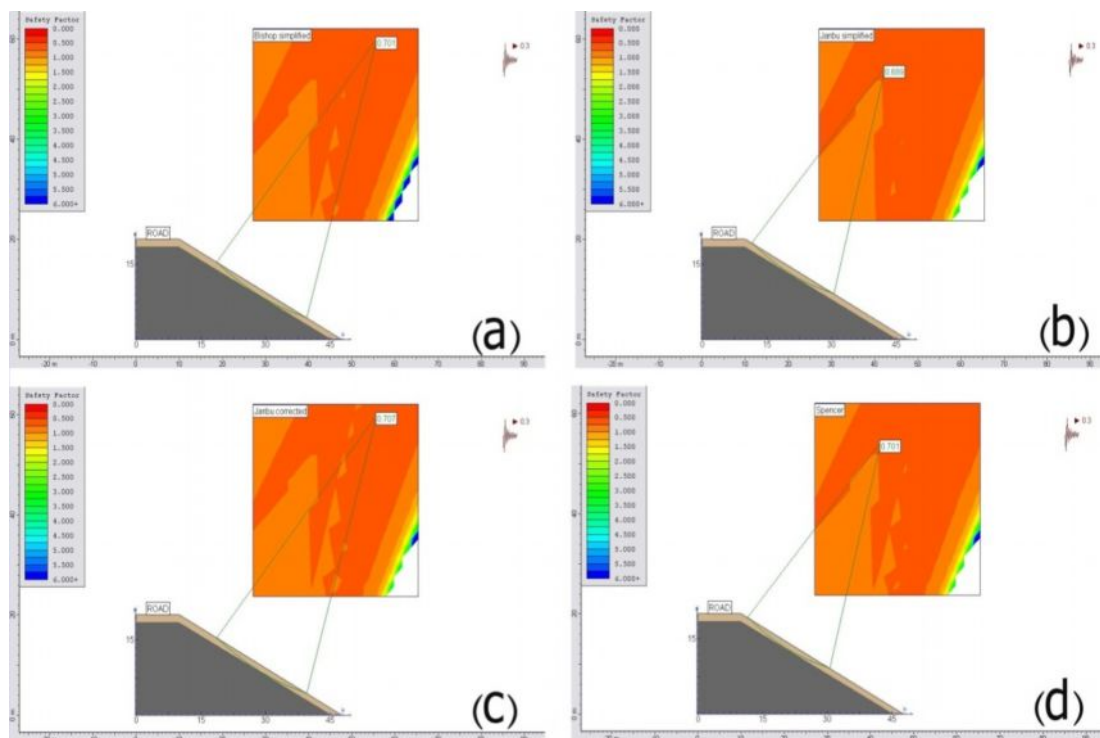
شکل ۱۰- تحلیل پایداری ایستگاه دوم به روش بیشاپ ساده (a)، جانبو ساده (b)، جانبو اصلاح شده (c) و اسپنسر (d) در حالت استاتیک



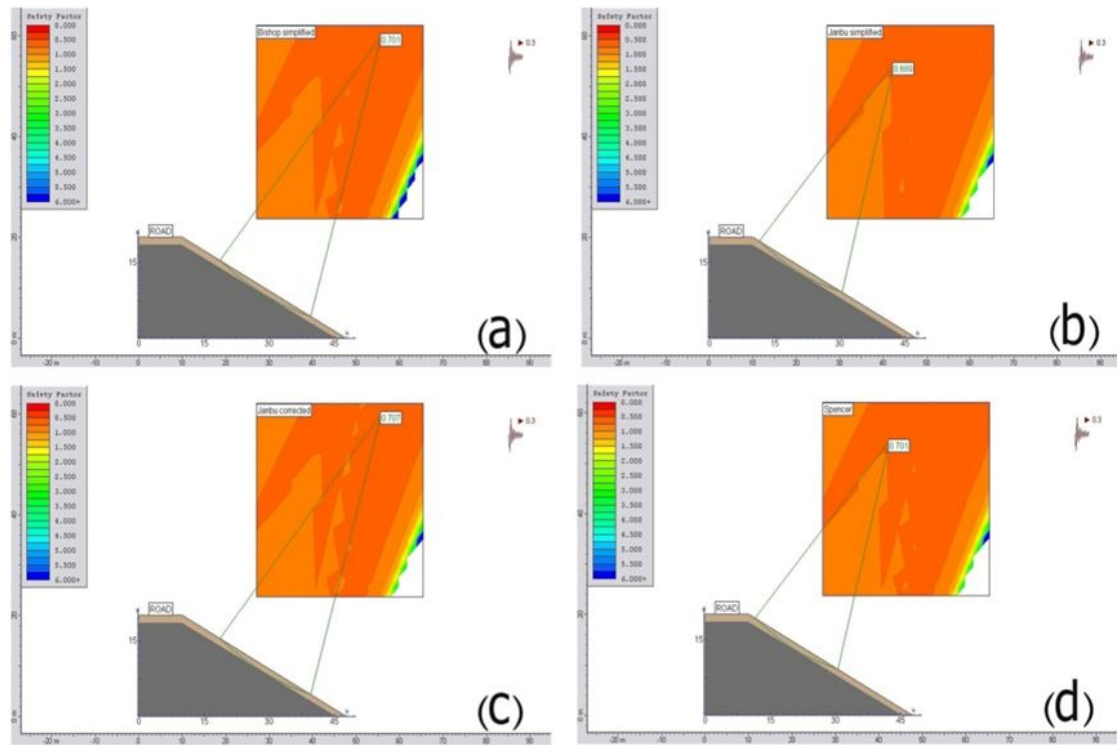
شکل ۱۱- تحلیل پایداری ایستگاه دوم به روش بیشاپ ساده (a)، جانبو ساده (b)، جانبو اصلاح شده (c) و اسپنسر (d) در حالت دینامیک



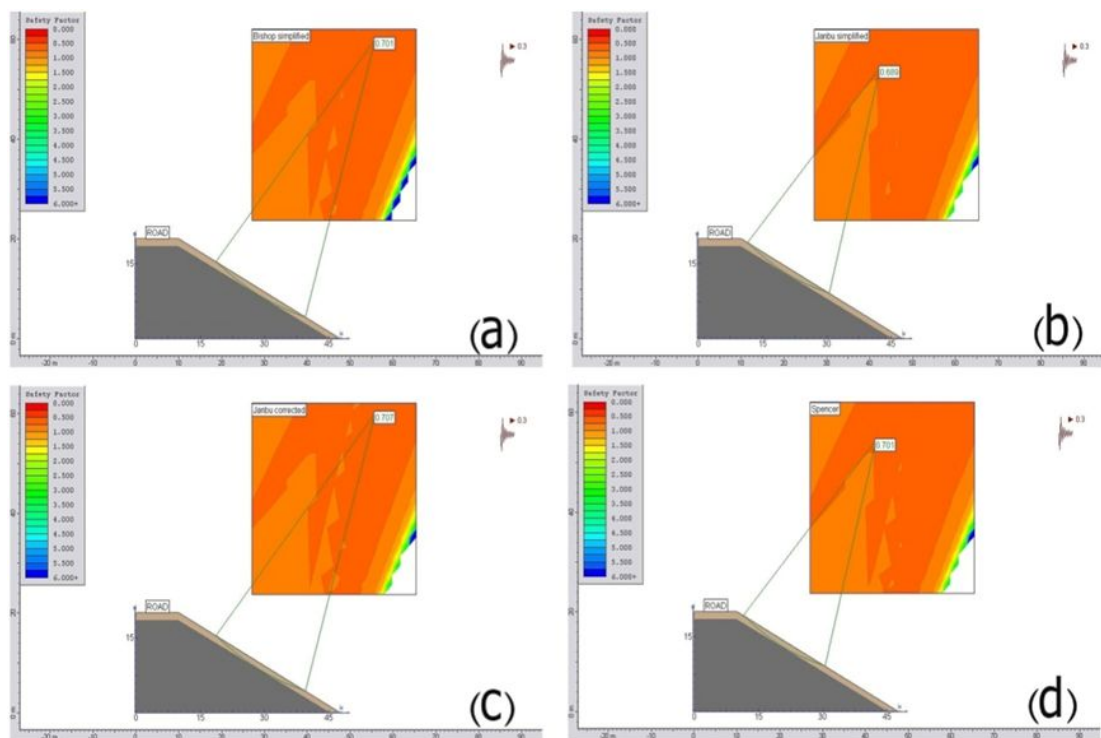
شکل ۱۲- تحلیل پایداری ایستگاه پنجم به روش بیشاپ ساده (a)، جانبو ساده (b)، جانبو اصلاح شده (c) و اسپنسر (d) در حالت استاتیک



شکل ۱۳- تحلیل پایداری ایستگاه پنجم به روش بیشاپ ساده (a)، جانبو ساده (b)، جانبو اصلاح شده (c) و اسپنسر (d) در حالت دینامیک



شکل ۱۴- تحلیل پایداری ایستگاه اول به روش بیشاپ ساده (a)، جانبو ساده (b)، جانبو اصلاح شده (c) و اسپنسر (d) در حالت استاتیکی



شکل ۱۵- تحلیل پایداری ایستگاه اول به روش بیشاپ ساده (a)، جانبو ساده (b)، جانبو اصلاح شده (c) و اسپنسر (d) در حالت دینامیک

بحث

آگاهی از موقعیت هندسی ساختارهای زمین شناسی محل، شناخت خصوصیات کانی شناسی، تعیین ویژگی های فیزیکی و مکانیکی خاک جهت ارزیابی پایداری شیبها ضروری است. وجود گسل های محلی مانند گسل امتداد لغز گنجانمه با داشتن توان لرزه خیزی، ناپایداری دامنه های متشکل از خاک های باقی مانده را تشدید خواهد کرد. وجود گسل های محلی که به عنوان زهکش عمل می کنند موجب هدایت آب به درون خاک های باقی مانده می شوند. در چنین شرایطی با حضور کانی های رسی، تغییرات رطوبت خاک، وجود فشار آب منفذی، کاهش مقاومت برشی خاک و شیب تند دامنه ها، پایداری شیب های خاکی مورد تهدید قرار می گیرند.

وقوع زمین لغزش های القایی ناشی از ریزش های جوی در دامنه های متشکل از خاک های باقی مانده مسئله ای متداول است. با توجه به وجود نزولات جوی قابل ملاحظه در ناحیه (حداکثر ۴۶۰ میلی متر در سال)، رطوبت خاک افزایش می یابد. افزایش رطوبت خاک باعث کاهش مکش زمینه شده و فشار آب حفره ای منفی ایجاد می شود. وجود فشار منفی از عوامل ایجاد ناپایداری شیب های خاکی محسوب می گردد. مقدار مکش با کاهش درجه هوازگی خاک و با افزایش عمق تقلیل می یابد [۱۰]. بنابراین با توجه به عمق کم لغزش ها، اثر این پدیده روی کاهش پایداری شیب در منطقه قابل توجه است. نتایج پژوهش های انجام شده [۱۳] نیز نشان داده که مکش زمینه نمونه های خاک باقی مانده غیر اشباع به شدت تحت تاثیر فراوانی نسبی تخلخل بین دانه ای و میان دانه ای قرار دارد. این موضوع با توجه به درشت دانه بودن خاک های باقی مانده در منطقه روی ناپایداری شیبها اثرات قابل توجهی دارد [۱۱].

با توجه به نتایج حاصل از آزمایش های XRD، فراوان ترین کانی رسی موجود در خاک های منطقه ایلیت است. کانی مذکور به علت اتصال ضعیف بین صفحات، مقاومت برشی و چسبندگی کمتری نسبت به کائولینیت دارد. با توجه به این که هیدراته شدن این

نوع کانی بسیار آسان انجام می شود شبکه بلوری کانی قادر است فرآیند شکفته شدن و تخریب سنگها را تشدید نماید [۷]. در چنین شرایطی خاک های باقی مانده حاوی ایلیت در اثر جذب آب با افزایش فشار آب منفذی و کاهش مقاومت برشی شرایط را برای ایجاد خزش و لغزش در دامنه ها فراهم می کنند. بنابراین ایستگاه های ۱ و ۷ به دلیل شرایط سنگ شناسی، کانی شناسی و با توجه به افزایش فشار آب منفذی در حالت استاتیک ناپایدار هستند.

ایستگاه های ۹، ۸، ۶ در آستانه ناپایداری قرار دارند. همان طور که در جدول شماره ۴ مشاهده می شود، شیب خاکی در ایستگاه ۹ متشکل از خاک CL است. شاخص خمیری این خاک ۱۵/۵ درصد است (جدول ۴)، چنین خاکی با جذب آب حالت خمیری پیدا کرده و بسته به ضخامت آن ممکن است دچار خزش گردد. ایستگاه های ۲ و ۳ به علت کم بودن شیب دامنه در حالت استاتیکی پایدار هستند. کم بودن شیب در ایستگاه های مذکور عامل پایداری محسوب می گردد. تحلیل های انجام شده نشان می دهد عامل دینامیکی مانند زلزله می تواند تاثیر به سزایی در ناپایداری شیب های خاکی داشته باشد، به طوری که از ۷ ایستگاه مورد مطالعه که در حالت استاتیک پایدار بوده اند، ۵ ایستگاه با احتساب شتاب افقی زلزله به میزان $0.3g$ از خود ناپایداری نشان می دهند (جدول ۵). کاهش مقاومت برشی خاک در اثر اعمال بار دینامیکی مهم ترین عامل تاثیر گذار در ناپایداری شیب های خاکی منطقه محسوب می گردد.

نتیجه گیری

۱- شیب های خاکی مورد مطالعه به سه گروه (۱) پایدار در حالات استاتیکی و دینامیکی؛ (۲) ناپایدار در حالات استاتیکی و دینامیکی و (۳) پایدار در حالت استاتیکی و ناپایدار در حالت دینامیکی طبقه بندی می شوند.

۲- ترکیب کانی شناسی خاک، حضور آب، شیب زیاد زمین و زلزله چهار عامل اصلی ناپایداری شیب در منطقه می باشند.

[۶] سپاهی گرو، ع ا (۱۳۷۸) پترولوژی مجموعه پلوتونیک الوند با نگرشی ویژه به گرانیتوئید ها، پایان نامه دکتری پترولوژی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم.

[۷] قبادی، م ح (۱۳۸۱) رابطه بین لیتولوژی و دوام در ارزیابی ناپایداری شیب های سنگی (مطالعه موردی)، مجله علوم دانشگاه شهید چمران اهواز، شماره ۸، ۱۶-۱.

[۸] قماش، ا (۱۳۸۲) نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ چهارگوش تویسرکان، سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

- [9] Azlan, A. A., Faisal, H. A., Heng, C. F., Thamer, A. M., Bujang, B. K. H (2006) Collapsibility and Volume change Behavior of Unsaturated Residual Soil. American Journal of Environmental Science 2 (4): 161- 166.
- [10] Huat, B. K., Faisal, H. A., Affendi, A (2005) Response of Suction, Moisture and Temperature of Unsaturated Granitic Residual soil to Rainfall. The Electronic Journal of Geotechnical Engineering (EJGE).
- [11] Indrawan, I. G. B., Rahardjo. H., Leong, E. C (2005) Effects of Coarse- Grained Materials on Properties of Residual soil. Engineering Geology, Elsevier science, Vol. 82, PP.154-164
- [12] Longpre, M., Del Potro, R., Troll, V. R., Nicoll, G. R (2008) Engineering Geology and Future Stability of the El Risco Landslide NW- Gran Canaria, Spain. Bulletin of Engineering Geology and Environment 67: 165-172.
- [13] Rao, S.M., Revanasiddapa, K (2005) Role of Microfabric in Matrix Suction of Residual Soils. Engineering Geology, Vol. 80, PP. 60-70.

۳- وجود کانی ایلیت در خاک های باقی مانده به علت اتصال ضعیف بین صفحات، مقاومت برشی و چسبندگی کمتر نسبت به کائولینیت ناپایداری شیب را افزایش می دهد.

۴- در پایداری شیب های خاکی، کم بودن شیب دامنه ها نقشی مهم تر از ترکیب کانی شناسی خاک ها به عهده دارد.

پیشنهادات

۱- با توجه به ضخامت کم خاک های باقی مانده، لغزش ها کم عمق هستند. بنابراین در این گونه موارد می توان از بستن پای شیب با بلوک های کوتاه بتنی یا دیوارهای کوتاه سنگ چینی استفاده کرد.

۲- طراحی و اجرای زهکشی های سطحی در حاشیه جاده و نیز زهکش های افقی در زیر جاده ضروری می باشد.

۳- کاهش شیب دامنه ها توسط خاک برداری که به کاهش وزن توده های بالقوه ناپایدار منجر می گردد در ایستگاه های ۹، ۸، ۱ توصیه می گردد.

منابع

- [۱] پرنه، م (۱۳۸۷) آیین نامه ۲۸۰۰، انتشارات سها دانش.
- [۲] درویش زاده، ع (۱۳۷۰) زمین شناسی ایران، نشر دانش امروز.
- [۳] رمزی، ح (۱۳۸۰) لرزه زمین ساخت، لرزه خیزی و پهنه بندی خطر نسبی زمین لرزه در استان همدان، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- [۴] سازمان نقشه برداری کشور (۱۳۷۹) نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ تویسرکان.
- [۵] سایت اداره کل هواشناسی استان همدان، ۱۳۸۸. www.hamadanmet.ir