

نقش خاک در وقوع حرکت‌های توده‌ای در منطقه دوهزار تنکابن محدوده بین امامزاده قاسم تا میانکوه

صدرالدین متولی^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۲۵

چکیده

حرکت‌های توده‌ای در ایران به عنوان یک بلای طبیعی همیشه مسئله‌ساز بوده است. بررسی عوامل موثر در وقوع زمین‌لغزش و شناخت نواحی مستعد وقوع آن گامی مهم در مدیریت منابع طبیعی و رسیدن به توسعه پایدار به شمار می‌رود. در این تحقیق منطقه دوهزار در استان مازندران و در جنوب شهرستان تنکابن که حدود ۳۰۸/۷۵ کیلومتر مربع مساحت دارد جهت بررسی انتخاب گردید. در ابتدا بعد از بررسی منابع و یافته‌های علمی و طرح‌های تحقیقاتی، برخی از مهمترین عوامل موثر در وقوع حرکت‌های توده‌ای در منطقه مانند، طبقات ارتفاعی، جهت شیب، شیب، کاربری اراضی مورد شناسایی قرار گرفته و با استفاده از نرم افزار GIS تهیه گردیدند. همچنین برای ارزیابی نقش خاک در وقوع حرکت‌های توده‌ای منطقه، آزمایشات فیزیک و شیمیایی و مکانیک خاک انجام گرفت که نتایج حاصل از این آزمایشات نشان می‌دهد با توجه به بحث ریزدانه بودن خاک منطقه و مقدار نه چندان بالای sptها و با وجود اینکه خاک منطقه از نوع غیر آهکی تا کم آهک می‌باشد و پایین بودن مقدار چسبندگی خاک در تمام لایه‌ها مخصوصاً لایه‌های پایین و کم بودن نمک و PH خاک و همچنین نوع بافت خاک که اغلب رسی و رسی لومی می‌باشد و با توجه به نوع کانیها که مونت موریلونیت و اسمکتیت می‌باشد، با جذب آب مقاومت برشی آنها کاهش می‌یابد و باعث ایجاد حرکت‌های توده‌ای و زمین لغزش در منطقه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: حرکت‌های توده‌ای-زمین لغزش-منطقه مورد مطالعه-دوهزار-آزمایش خاک

^۱ - عضو هیات علمی دانشگاه آزاد، واحد نور، ایران، نور، S_Motevalli@iaunour.ac.ir

مقدمه

زمین لغزش یک معضل جهانی بوده و متداول ترین نوع از پدیده های طبیعی شکل دهنده سطح زمین می باشد که در تمامی دوران های زمین شناسی به وقوع پیوسته است (۱). با توجه به اینکه زمین لغزشها، نسبت به سایر بلایای طبیعی مدیریت پذیرتر می باشد لذا شناخت این پدیده در جهت جلوگیری از خسارات ناشی از آن از اهمیت زیادی برخوردار است (۲). در منطقه دوهزار تنکابن به علت وضعیت توپوگرافی، شیب زیاد، شرایط آب و هوایی، وجود آبهای سطحی و زیرزمینی عوامل تشدید کننده در ایجاد حرکت های توده ای و زمین لغزش زیاد می باشد، با این وجود سعی می شود تا با شناسایی و بررسی عوامل موثر در وقوع حرکت های توده ای از آن جلوگیری نماییم.

منطقه مورد مطالعه در تقسیمات البرز شمالی در زون شمالی-جنوبی آن قرار می گیرد. که هسته مرکزی آن به وسیله سازند شمشک پر شده است، سازندهای موجود در منطقه مورد نظر عبارتند از: سازند الیکا، سازند روته و سنگ آهک و سازند گابرو همگن لایه ای می باشد. دو گسل یکی از دو کیلومتری بالای محدوده مورد مطالعه و دیگری از پایین آن عبور می کند. از نظر شکل ظاهری دارای ارتفاعات متوسط تا بلند و با وجود آب و هوای معتدل در منطقه و بالا بودن رطوبت غالباً با پوشش جنگلی و مرتعی و در مناطق با شیب ۶۰٪ به صورت صخره ای با بیرون زدگی سنگی تشکیل شده است. در این منطقه توزیع

بارندگی نامنظم بوده و پرباران ترین فصل سال پاییز است. مهمترین منبع آب زیرزمینی در منطقه آبهای ناشی از بارندگی و ذوب برف است که مقداری از آنها آبهای سطحی و بقیه آبهای زیرزمینی را تشکیل می دهد.

متولی (۱۳۸۰) در بررسی ساز و کار زمین لغزش در حوزه آبخیز وازرود، عوامل طبیعی مانند نوسانات دمایی، هوازدگی خاک، شیب و ارتفاع را به عنوان عوامل ایجاد کننده زمین لغزش معرفی کرد و همچنین عوامل مصنوعی مانند تخریب پوشش گیاهی، برداشت بی رویه خاک را به عنوان عوامل افزایش دهنده زمین لغزش بیان نمود.

ساکار و همکاران (۱۹۹۹) در بررسی علل وقوع زمین لغزش حوضه آبخیز کوله خانی واقع در نیال عواملی مانند بارش، جهت، شیب، زمین شناسی و کاربری اراضی را عوامل موثر در زمین لغزش دانسته و ارتفاع را یکی از عوامل مهم در پدیده زمین لغزش بعد از زمین شناسی معرفی کرده اند.

مواد و روشها

الف) مواد مورد استفاده

-تصویر ماهواره ای IRS مربوط به سال ۱۳۸۹
-نقشه زمین شناسی رامسر به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه شده توسط سازمان زمین شناسی

-نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه شده توسط سازمانهای نقشه برداری و جغرافیایی

-نرم افزار GIS

-گمانه

ب) روش تحقیق

ابتدا با مطالعه منابع و بررسی نقشه‌ها و تفسیر تصویر ماهواره ای اقدام به مشاهدات میدانی انجام گرفت که با انجام آزمایشات صحرایی و حفر گمانه در محل مورد نظر، اطلاعات و پارامترهای مربوط به وضعیت لایه‌های تحت الارضی خاک و مشخصات فیزیکی و شیمیایی و مکانیکی خاک، نمونه‌های خاک از قسمت‌های مختلف لغزش رخ داده برداشت شده و مورد بررسی قرار گرفت، کلیه آزمایشات انجام شده اعم از صحرایی و آزمایشگاهی و نتایج حاصله با ارائه نمودارهای مرتبط نشان داده شده است.

نتایج

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک:

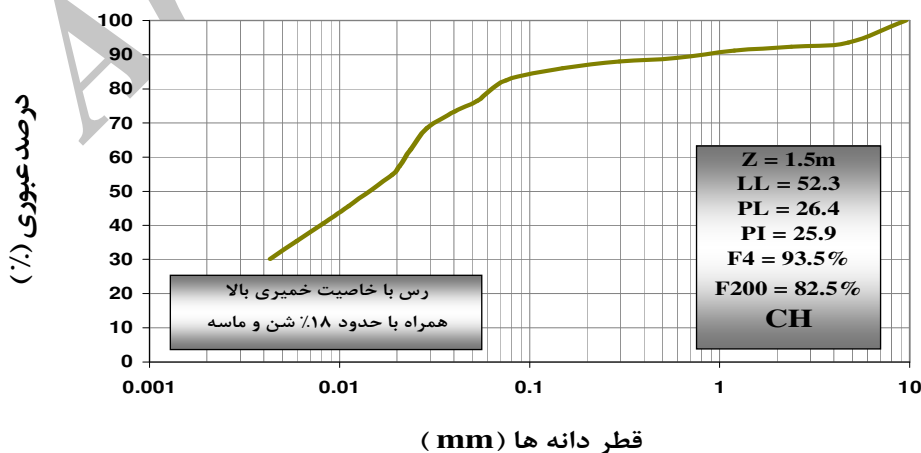
به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و شناخت کامل از عملکرد مهندسی خاک مورد نظر بر روی نمونه‌های دست

نخورده و دست خورده اخذ شده از لایه‌های مختلف خاک آزمایش‌های مختلف به شرح زیر در آزمایشگاه صورت پذیرفت:

آزمایش تعیین نوع بافت خاک:

با توجه به اهمیت نوع دانه بندی خاک در وضعیت نفوذپذیری مصالح، مقاومت برشی خاک، طبقه بندی خاک و ... به منظور تعیین محدوده وزنی بخش ریز دانه و درشت دانه خاک آزمایش‌های دانه بندی و هیدرومتری بر روی نمونه‌های دست خورده اخذ شده از محل آزمایش فوق انجام گرفت که نتایج آن به صورت نمودار دانه‌بندی نمونه یک (اشکال ۱،۲) نمونه دو (اشکال ۳،۴،۵) نمونه سه (اشکال ۶،۷،۸) نشان داده شده است.

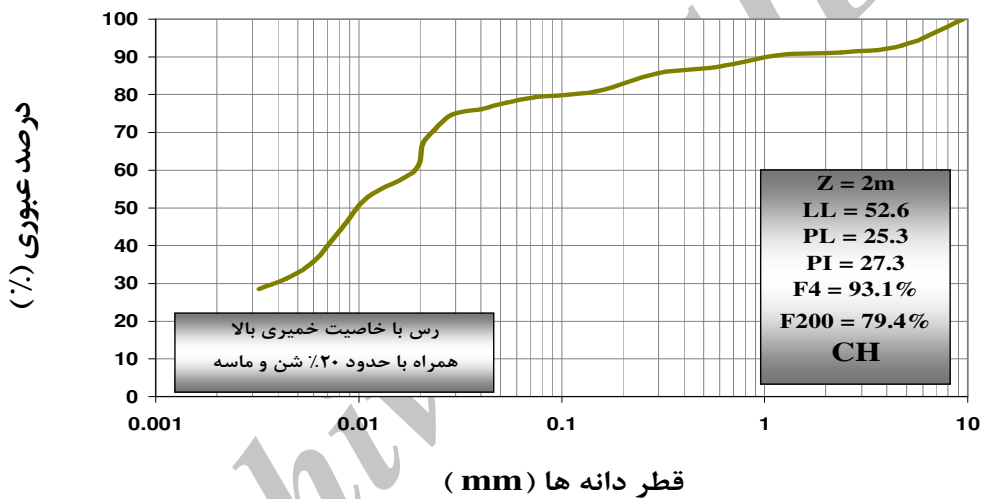
بر اساس آزمایشات انجام شده بر روی نمونه‌های مختلف خاک، خاک‌های منطقه ریزدانه بوده و نوع بافت آنها لومی رسی و رسی ماسه‌ای می‌باشد. این نوع بافت مقاومت برشی خاک را کاهش داده و احتمال وقوع زمین لغزش را افزایش می‌دهد.



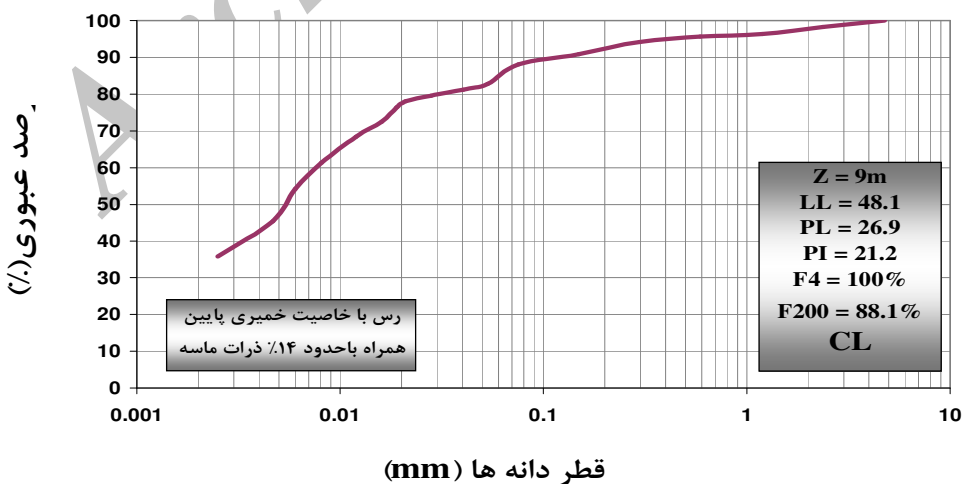
شکل ۱- نمودار دانه‌بندی نمونه تهیه شده از عمق ۱/۵ متر گمانه اول



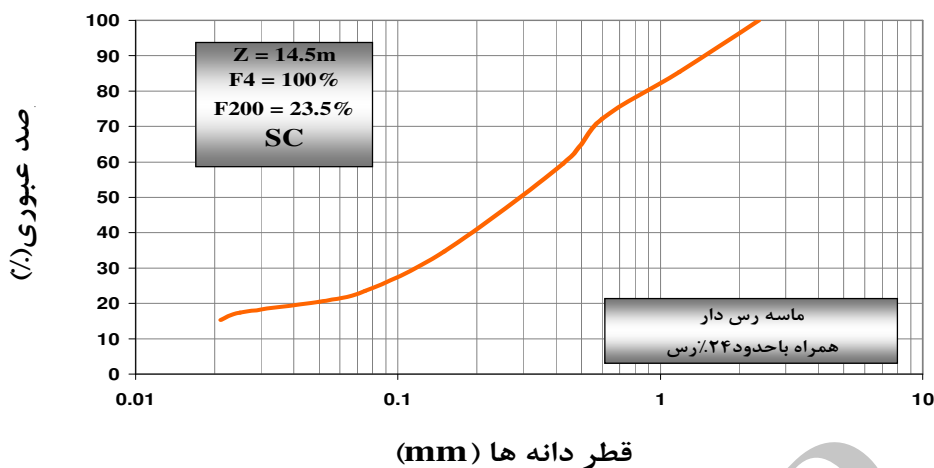
شکل ۲- نمودار دانه بندی نمونه تهیه شده از عمق ۷/۵ متر گمانه اول



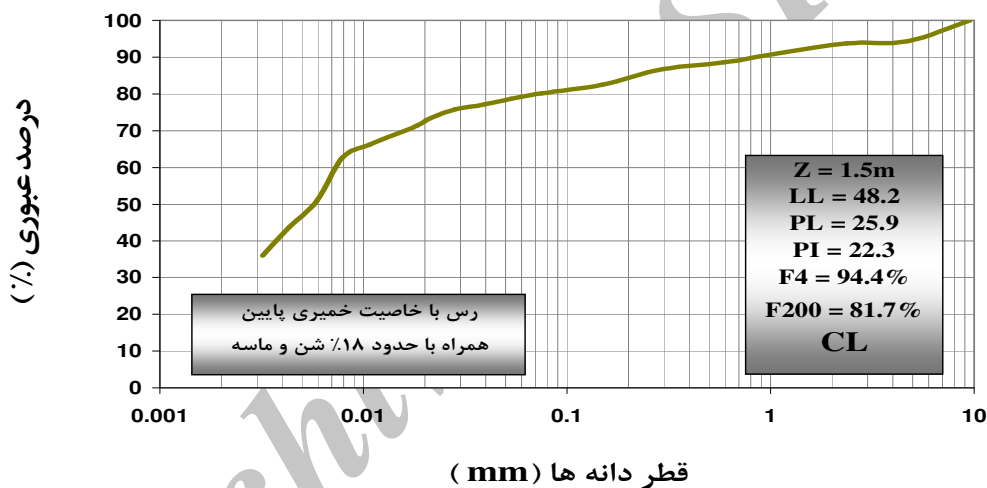
شکل ۳- نمودار دانه بندی نمونه تهیه شده از عمق ۲ متر گمانه دوم



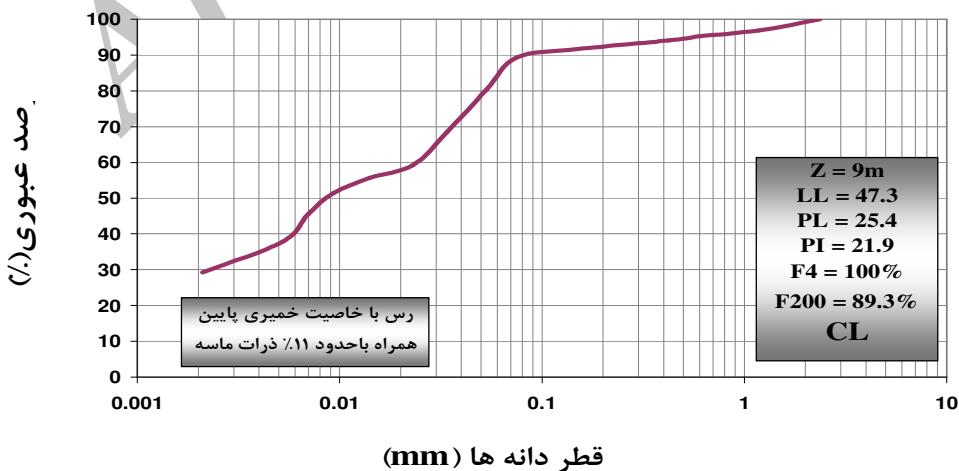
شکل ۴- نمودار دانه بندی نمونه تهیه شده از عمق ۹ متر گمانه دوم



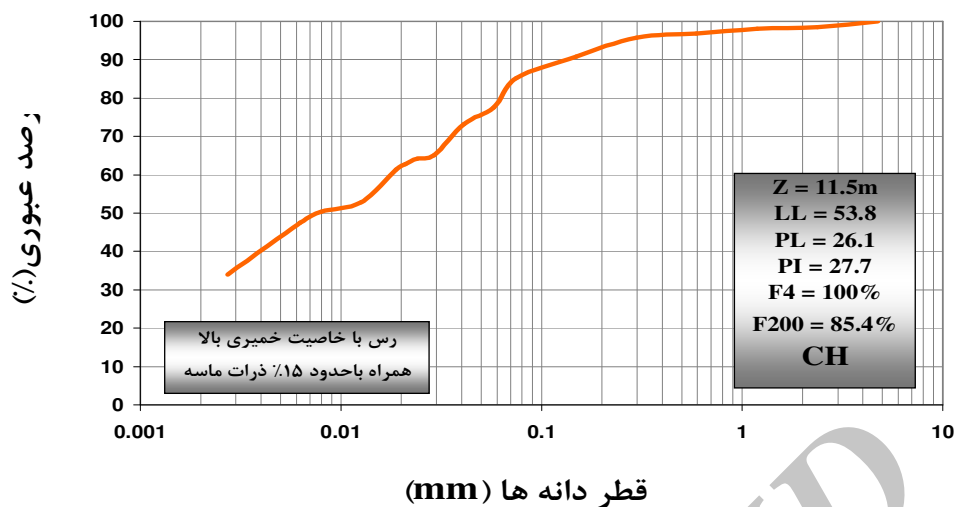
شکل ۵- نمودار دانه‌بندی نمونه تهیه شده از عمق ۱۴/۵ متر گمانه دوم



شکل ۶- نمودار دانه‌بندی نمونه تهیه شده از عمق ۱/۵ متر گمانه سوم



شکل ۷- نمودار دانه‌بندی نمونه تهیه شده از عمق ۷ متر گمانه سوم



شکل ۸- نمودار دانه‌بندی نمونه تهیه شده از عمق ۱۱/۵ متر گمانه سوم

ناپایدار به سوی پایین دست به حرکت در خواهد آمد.

آزمایش هدایت الکتریکی برای تعیین میزان شوری خاک:

بر اساس آزمایشات انجام شده، میزان نمک در نمونه های انتخاب شده در (جدول ۲) ذکر شده است، خاک منطقه مورد مطالعه جزء خاکهای بدون نمک یا غیر شور است.

جدول ۲- میزان شوری در نمونه های مختلف خاک

نمونه ۳	نمونه ۲	نمونه ۱	نمونه های خاک
۳/۱۵	۱/۹۴	۰/۳۷	میزان نمک بر حسب میلی موس بر سانتی متر

آزمایش میزان اسیدیته کل اشباع یا PH خاک:

بر اساس آزمایشات انجام شده، میزان اسیدیته خاک در نمونه های مختلف در (جدول ۳) ذکر شده است. با توجه به میزان اسیدیته می توان

آزمایش تعیین میزان آهک:

با توجه به آزمایش انجام گرفته، میزان آهک یا درصد کربنات کلسیم نمونه های خاک منطقه مورد مطالعه در (جدول ۱) ذکر شده است. بر اساس جدول طبقه بندی خاک، خاک منطقه مورد مطالعه از نظر آهک جزء خاکهای غیر آهکی تا کم آهک محسوب می گردد.

جدول ۱- مقدار آهک در نمونه های مختلف خاک

شماره نمونه	نمونه ۱	نمونه ۲	نمونه ۳
میزان آهک %	۹/۴۳	۱۶/۳۲	۲/۳

از نظر پایداری شیب، وجود آهک در خاک اهمیت بسیار زیادی را دارا می باشد و در خاکهای رسی به عنوان یک عامل کاهش دهنده زمین لغزش عمل می نماید. به خاطر اینکه هر چه ضخامت لایه آب جذبی در رسها بیشتر گردد، پیوند بین ملکولهای آب و ذرات رس، سست تر شده و استحکام خاکدانه ها کمتر می شود، در نتیجه خاک با اعمال نیرو و در صورت تامین سایر شرایط، مانند توده ای

گفت رطوبت خاک نسبتاً زیاد بوده که باعث کاهش مقاومت برشی خاک شده است.

جدول ۳- میزان اسیدیته (PH) نمونه های مختلف

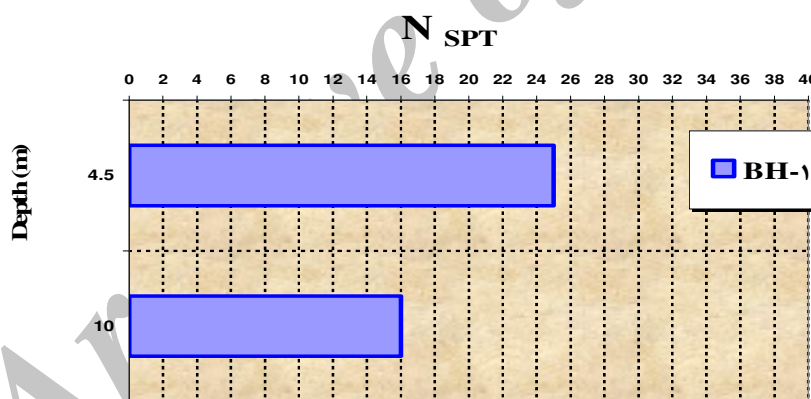
خاک

شماره نمونه	نمونه ۱	نمونه ۲	نمونه ۳
PH	۵/۳	۴/۷	۶/۴

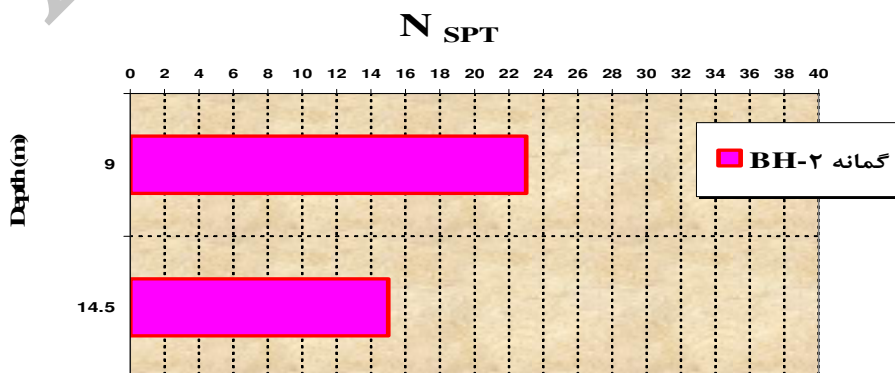
آزمایش نفوذ استاندارد (SPT):

در حین انجام عملیات حفاری ماشینی و به منظور بدست آوردن برخی پارامترهای خاک، اقدام به آزمایش نفوذ استاندارد گردیده است. آزمایش نفوذ استاندارد یا بطور مخفف SPT انجام می شود. بر اساس این استاندارد تعداد ضرباتی که بر اثر سقوط وزنه ای ۶۳/۵

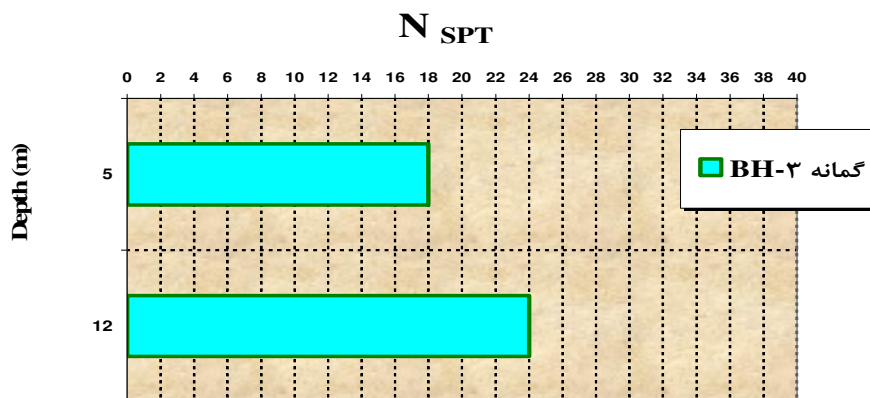
کیلوگرمی از ارتفاع ۷۶ سانتی متر باعث نفوذ میله ای به قطر ۵۰ میلیمتر در خاک می شود اندازه گیری و به عنوان عدد SPT گزارش می گردد. تغییرات ضربات SPT با عمق برای گمانه های مذکور در (اشکال ۱۱، ۱۰، ۹) نشان داده شده است. در خاکهای درشت دانه بجای استفاده از لوله SPT از میله با سر مخروطی شکل استفاده شد. که از ضریب اصلاحی ۱/۳۴ برای تبدیل به N_{spt} استفاده می شود. با توجه به مقدار نه چندان بالای sptها در اعماق سه گمانه موجود و پایین بودن مقدار چسبندگی خاک در تمام لایه‌ها نشان از کاهش مقاومت برشی خاک می‌باشد.



شکل ۹- تغییرات N_{spt} با عمق در گمانه اول



شکل ۱۰- تغییرات N_{spt} با عمق در گمانه دوم



شکل ۱۱- تغییرات N_{spt} با عمق در گمانه سوم

نوع از خصوصیات خاک انجام گرفت عبارتند از: آزمایش سه محوری، آزمایش حدروانی و حدخمیرایی. با توجه به نوع آزمایشات و نتایج آن بر اساس نمونه های مختلف خاک در منطقه لغزشی می پردازیم.

آزمایش سه محوری:

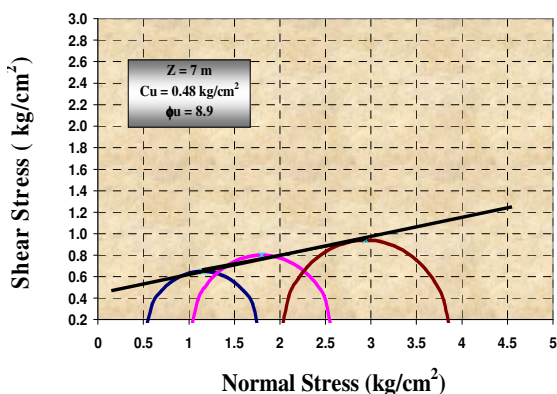
رایج ترین روش سنجش مقاومت برشی خاک، آزمایش سه محوری است که برای کلیه خاکها مناسب می باشد. آزمایش سه محوری دارای انواع گوناگونی است که هدف این آزمایش تعیین پارامترهای مقاومت برشی در شرایط اشباع توده (عدم زهکشی) و حالت عادی (تحکیم نیافته) از آزمایش تحکیم نیافته-زهکشی نشده (uu-test) استفاده شده است که به آن آزمایش زهکشی نشده (u-test) می گویند. آزمایش سه محوری نسبت به آزمایشهای دیگر روش پیچیده تر و قابل اعتمادتری برای تعیین مقاومت برشی خاکها می باشد. دلیل آن این است که در آزمایش برش مستقیم خاک به اجبار از محل درز بین دو قسمت جعبه گسیخته می شود ولی در

آزمایش نوع کانیهای رسی:

درصد رطوبت در خاکها یکی از خواص فیزیکی بسیار مهم است که رفتار خاک را در مقایسه با حدود آتربرگ بیان می کند. بر روی نمونه های دست خورده اخذ شده از محل آزمایش فوق انجام گرفت که نتایج آن در لوگ حفاری نشان داده شده است. همچنین تغییرات درصد رطوبت با عمق در لوگ حفاری نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده از انجام آزمایش نوع کانیهای رسی بر روی سه نمونه های انتخاب شده خاک منطقه دارای رسهای مونت موریلونیت و اسمکتیت می باشد این نوع رسها می توانند تا ۲۰ برابر وزن خود آب جذب نمایند. یعنی آب به راحتی وارد فضای بین لایه ای آنها می شود و باعث کاهش مقاومت برشی خاک می گردند. کانیهای رسی می توانند تیپ و سرعت زمین لغزش را تحت تاثیر قرار دهند (۶).

خصوصیات مکانیکی خاک منطقه لغزشی:

در بررسی ویژگیهای مکانیکی خاک منطقه لغزشی آزمایشاتی که در جهت شناسایی این

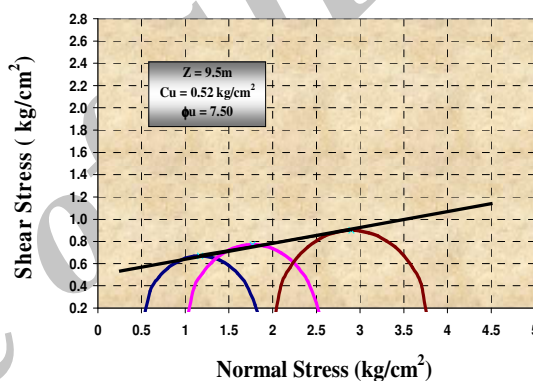


شکل ۱۴- نمودار آزمایش سه محوری تحکیم نیافته زهکشی نشده گمانه سوم (عمق ۷ متری)

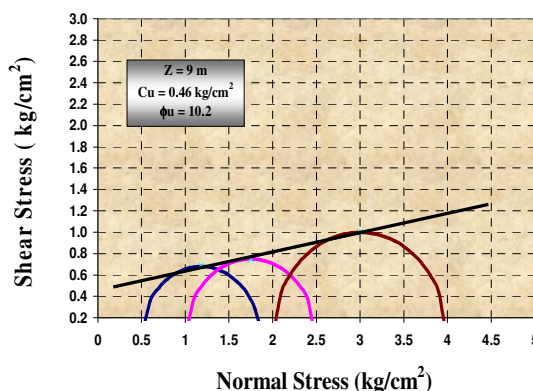
آزمایش تعیین حدود آتربرگ:

حدود آتربرگ معیار تشخیص خاکهای رس و لای می باشد که بر اساس خط A در نمودار خمیری می توان در خاکهای فوق تمایز ایجاد نماید. که بر اساس آن چارت پلاستیسیته در (اشکال ۱۷، ۱۶، ۱۵) برای گمانه فوق مقادیر حدود آتربرگ نشان داده شده است. (شاخص خمیرایی=PI و حدروانی=LL) در پروژه حاضر آزمایش تعیین حدود آتربرگ بر روی نمونه های اخذ شده از محل انجام شد حدود آتربرگ و شاخص های مربوط به پلاستیسیته خاک در شناخت و طبقه بندی خاکها از نقطه نظر خواص مکانیکی خاک اهمیت زیادی را به خود اختصاص داده است. شناسایی میزان رطوبتی که بتواند خاک را به صورت خمیری و یا روانی در آورد بسیار مهم است تا جایی که محاسبه و اندازه گیری آن در استانداردهای جهانی تدوین شده است (۴). حدروانی بزرگ به همراه شاخص خمیرایی بالا، نشان دهنده بالا بودن پتانسیل انقباض و انبساط خاک بر اثر کاهش یا افزایش رطوبت است. خاک در اثر

آزمایش سه محوری خاک از محل ضعیفترین صفحه خود گسیخته می شود. آزمایش سه محوری بر روی نمونه های فوق انجام می پذیرد. در این آزمایش فشار محفظه ای محدود کننده و تنش انحرافی در حالی به نمونه وارد می - شوند که شیر تخلیه در تمام مدت آزمایش بسته است و نه تنها نمونه زهکشی نمی شود بلکه تحکیم نیز صورت نمی پذیرد. نتایج آزمایش در (اشکال ۱۲، ۱۳، ۱۴) نشان داده شده است.

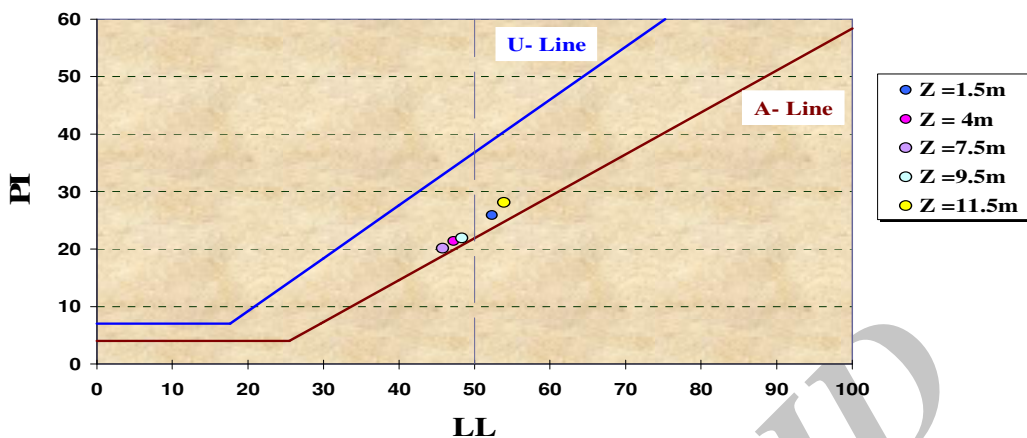


شکل ۱۲- نمودار آزمایش سه محوری تحکیم نیافته زهکشی نشده گمانه اول (عمق ۹/۵ متری)

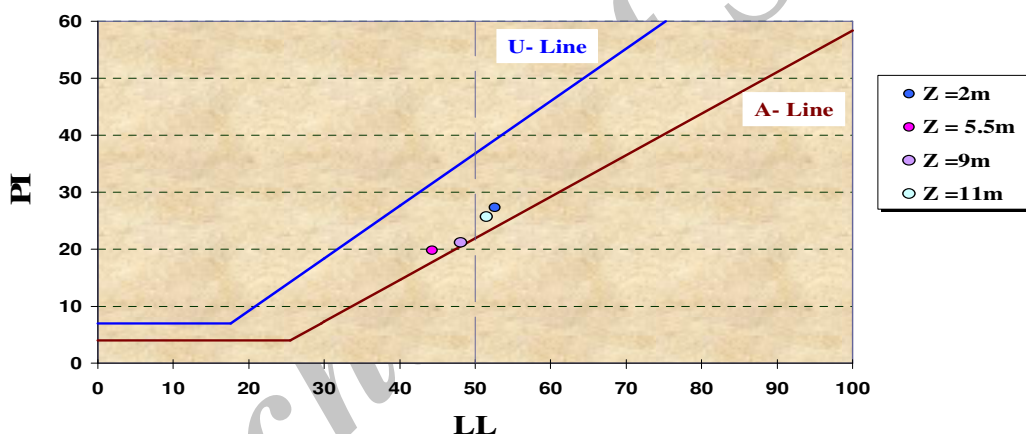


شکل ۱۳- نمودار آزمایش سه محوری تحکیم نیافته زهکشی نشده گمانه دوم (عمق ۹ متری)

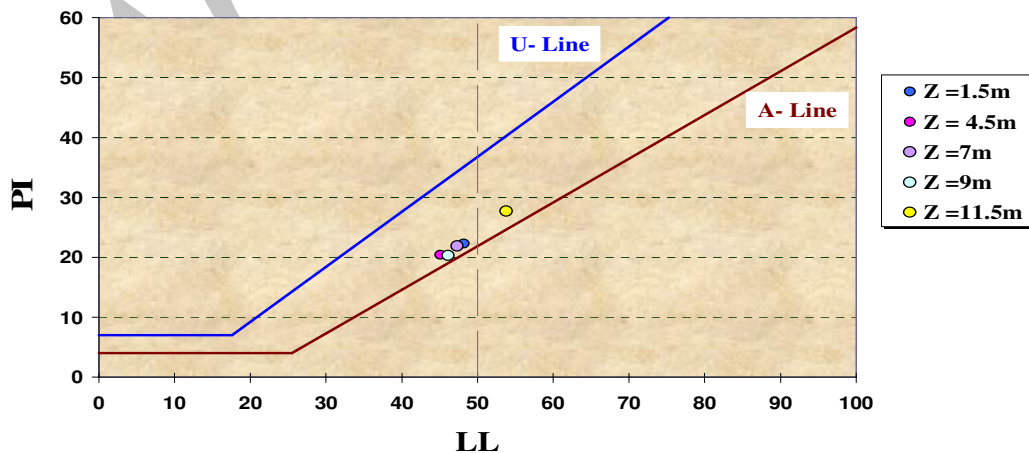
تبخیر به میزان زیادی منقبض گشته و کاهش
 قرار گیرد افزایش حجم زیادی پیدا می کند.
 حجم پیدا می کند و اگر در مجاورت آب کافی



شکل ۱۵- چارت پلاستیسیته گمانه اول



شکل ۱۶- چارت پلاستیسیته گمانه دوم



شکل ۱۷- چارت پلاستیسیته گمانه سوم

تشریح پروفیل خاک:

جدول ۴- پروفیل گمانه اول

شماره سطح	SPT آزمایش			N ₇₀	N ₆₀	توضیحات BH-01	طبقه بندی یونیفاید شکلی حرفی	نوع نمونه گرفته شده آر استخرده استخرده	حدود اتر برگ						γ _w gr/cm ³	γ _d gr/cm ³	
	جمع ۳۰ سانتی متر	۱۵ ۳	۱۵ ۲						۱۵ ۱	LL	PL	PI	W	C			φ
1						خاک نباتی به عمق ۷۰ سانتی متر											
2						رس با خاصیت خمیری بالا	CH	●		52.3	26.4	25.9	18.3	0.30	—	1.82	1.54
3						تراز آب زیرزمینی ۲۵۰ سانتی متر تغییر لایه در عمق ۳ متری		●									
4						رس با خاصیت خمیری پایین	CL	●		47.2	25.8	21.4	22.4	0.47	12.5	1.84	1.50
5						رس با خاصیت خمیری پایین	CL										
6																	
7						رس با خاصیت خمیری پایین	CL	●		45.8	25.7	20.1	23.8	0.36	—	1.86	1.50
8																	
9						رس با خاصیت خمیری پایین	CL	●		48.3	26.4	21.9	25.6	0.52	7.50	1.83	1.46
10						تغییر لایه در عمق ۱۰٫۵ متری											
11						رس با خاصیت خمیری بالا	CH	●		53.9	25.8	28.1	24.7	0.39	—	1.83	1.49
12																	
	پایان عملیات حفاری																

Archive of SID

جدول ۵- پروفیل گمانه دوم

شماره	ازمایش SPT			N70	N60	توضیحات BH-02	طبقه بندی یونیتفاید		نوع نمونه گرفته شده	حدود اثر بزرگ					φ	δ _v /cmh	δ _h /cmh
	جمع ۳۰ سانتی متر	۱۵	۱۵				شکلی	حرفی		LL	PL	PI	W	C			
1		15	15			خاک نباتی به عمق ۷۰ سانتی متر			دست نخورده								
2		15	2			رس با خاصیت خمیری بالا	CH		●	52.6	25.3	27.3	19.6	0.28	—	1.85	1.54
3		3	1			تراز آب زیرزمینی ۲۵۰ سانتی متر			●								
4						تغییر لایه در عمق ۳ متری											
5						رس با خاصیت خمیری پایین	CL		●								
6						رس با خاصیت خمیری پایین	CL		●	44.3	24.6	19.8	24.2	0.40	—	1.86	1.49
7						رس با خاصیت خمیری پایین	CL		●								
8						رس با خاصیت خمیری پایین	CL		●								
9		20	11	9	7	15	18	CL	●	48.1	26.9	21.2	26.1	0.46	10.2	1.82	1.44
10						تغییر لایه در عمق ۱۰ متری											
11						رس با خاصیت خمیری بالا	CH		●	51.5	25.8	25.7	25.3	0.34	—	1.83	1.46
12						رس با خاصیت خمیری بالا	CH		●								
13						تغییر لایه در عمق ۱۳ متری											
14		24	14	10	8	16	19	SC	●	—	—	—	20.2	—	—	1.87	1.56
15						ماسه رس دار											
پایان عملیات حفاری																	

جدول ۶- پروفیل گمانه سوم

شماره	ازمایش SPT			N70	N60	توضیحات BH-03	طبقه بندی یونیتفاید		نوع نمونه گرفته شده	حدود اثر بزرگ					φ	δ _v /cmh	δ _h /cmh
	جمع ۳۰ سانتی متر	۱۵	۱۵				شکلی	حرفی		LL	PL	PI	W	C			
1		15	15			خاک نباتی به عمق ۶۰ سانتی متر			دست نخورده								
2		15	2			رس با خاصیت خمیری پایین	CL		●	48.2	25.9	22.3	19.5	—	—	1.80	1.54
3		3	1			تراز آب زیرزمینی ۲۵۰ سانتی متر			●								
4						رس با خاصیت خمیری پایین	CL		●	45.1	24.7	20.4	21.8	0.35	—	1.84	1.51
5		18	11	7	7	16	18	CL									
6						رس با خاصیت خمیری پایین	CL		●								
7						رس با خاصیت خمیری پایین	CL		●	47.3	25.4	21.9	24.3	0.48	8.90	1.84	1.48
8						رس با خاصیت خمیری پایین	CL		●								
9						رس با خاصیت خمیری پایین	CL		●	46.1	25.8	20.3	25.2	0.38	—	1.86	1.48
10						تغییر لایه در عمق ۱۰ متری											
11						رس با خاصیت خمیری بالا	CH		●	53.8	26.1	27.7	24.2	0.51	9.10	1.85	1.48
12		24	13	11	9	18	21										
پایان عملیات حفاری																	

مشخصات فنی معرف رفتار خاک:

شناسایی شده و شواهد موجود می‌توان گفت که منطقه از گذشته تا کنون در معرض زمین لغزش قرار داشته است و احتمال وقوع حرکت توده‌ای در آینده نیز وجود دارد.

پارامترهای طراحی برای گمانه‌های مختلف در (جدول ۷) ارائه شده است با توجه به نتایج صحرایی و آزمایشگاهی بدست آمده در اعماق

جدول ۷- متوسط پارامترهای طراحی مورد استفاده

گمانه	$C_{ave} (kg/cm^2)$	ϕ_{ave}	$E_{ave} (kg/cm^2)$	C_c	ω_{ave}	$\gamma_{d ave} (gr/cm^3)$
	چسبندگی	زاویه اصطکاک	مدل الاستیسیته	ضریب فشاردگی	درصد رطوبت	وزن مخصوص خشک
BH-1	۰/۴	۹/۸	۲۵۰	۰/۰۵۹	۲۲/۶	۱/۵۰
BH-2	۰/۳۴	۱۲/۵	۲۵۰	۰/۰۵۶	۲۳/۶	۱/۴۹
BH-3	۰/۴	۹/۱	۲۵۰	۰/۰۵۸	۲۲/۷	۱/۴۹

نتیجه‌گیری

توجه به اینکه رطوبت به عنوان عامل مهمی در وقوع حرکت‌های توده‌ای محسوب می‌شود از اینرو در صورت وجود شرایطی چون باران عامل محرکی برای ایجاد زمین لغزش می‌باشد. همچنین سطوح ناپایدار رطوبت خاک را علاوه بر حد خمیریایی به حد روانی نزدیک می‌نماید و امکان وقوع زمین لغزش در سطوح شیب‌دار را افزایش می‌دهد. با توجه به مطالب فوق و ترکیبات فیزیکی و شیمیایی خاکها، این محدوده از پتانسیل بالایی برای وقوع لغزش و رانش برخوردار است.

بر اساس نتایج حاصل شده از آزمایشات مختلف در قسمت‌هایی که نمونه‌گیری خاک انجام گرفت حاکی از آن است که عوامل مختلفی چون نوع بافت خاک و رس‌های موجود سبب بالا رفتن ظرفیت نگهداری آب و کاهش مقاومت برشی خاک می‌شود و به دلیل کوهستانی بودن منطقه و شیب نسبتاً زیاد دامنه‌ها که دارای استعداد لغزش بوده و موجب افزایش نیروی ثقل و به حرکت در آمدن لایه‌ها و ناپایداری خاک می‌شود.

منابع

- ۱- ثروتی. م.، ژئومرفولوژی منطقه ای، انتشارات سازمان جغرافیایی ارتش و نیروهای مسلح، ۱۳۸۰.
- ۲- سپهوند. ع.، پهنه‌بندی حساسیت زمین لغزش با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در بخش حوزه آبخیز هراز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، ۱۳۸۹.
- ۳- شادفر. ص.، بررسی عوامل موثر بر زمین لغزش و پهنه‌بندی آن با استفاده از GIS در حوزه آبخیز پلتن، ۱۳۸۸.
- ۴- کیهان‌پور. پ.، گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، ۱۳۸۵.
- ۵- گروه مشاوره ژئوتکنیک ژئوساخت، مهندسان مشاور ژئوفراز پارسین، ۱۳۹۰.

۶-متولی. ص.، بررسی ساز و کار زمین لغزش و راههای پیشگیری از خسارات ناشی از آن در منطقه نور، حوزه آبخیز وازرود، رساله دکتری ژئومرفولوژی، دانشگاه علوم تحقیقات تهران، ۱۳۸۰.

7-Sarkar.s,kanungo.D.P,2003,Landslides in relation to terrain parameters,Aremote sensing and GIS approach.

Archive of SID