ويژگي‌هاي مكانيک خاک مناطق مستعد توليد سيلاب واريزه‌اي در حوزه آبخيز زيارت گرگان[1]

علي نجفي نژاد[2] سادات فيض نيا[3] محمد ابراهيم بني حبيب[4] حسن احمدي[5]

چكيده

وقوع سيلاب واريزه‌اي نيازمند تامين رسوب زيادي است كه به‌طورمعمول از طريق لغزش‌هاي كم عمق اطراف آبراهه و دامنه‌هـاي ناپايدار فراهم مي‌شود. مطالعه ويژگي‌هاي اين دامنه‌ها و تحليل پايداري آنها در شناسايي و شناخت كامل‌تـر نقـش آنهـا در پديـده سيلاب واريزه‌اي از راه‌هاي ارزيابي پتانسيل خطر اين پديده در حوزه‌هاي آبخيز است. در اين مطالعه كه در حـوزه آبخيـز زيـارت گرگان انجام گرفته, پس از تهيه نقشه رخساره‌هاي فرسايشي, رخساره فرسايش آبراهه‌اي كه فقط در زير حوزه يک پراكنش داشت, مورد مطالعه مكانيک خاک قرار گرفت و پايداري آن تحليل شد. حدود آتربرگ و پارامترهاي مقاومتي خـاک در آزمايشـگاه تعيـين گرفت و نوع كاني‌هاي رسي نيز با استفاده از آزمايش **XRD** مشخص شد. تحليل پايداري دامنه‌هـا نشـان داد كـه فـاكتور ايمنـي دامنه‌ها در كليه نمونه‌هاي مورد بررسي كمتر از يک است كه حاكي از پتانسيل زياد ناپايداري اين دامنه‌هاست. كاني رسي غالب در نمونه‌هاي مورد مطالعه‌ايليت و كلريت و مقدار كاني رسي كائولينيت بسيار ناچيز بود.

واژه‌هاي كليدي: *سيلاب واريزه‌اي, مكانيک خاک, لغزش‌هاي كم عمق, كاني رسي , آبخيز زيارت.*

۱- تاريخ دريافت: ۸۳/۴/۲۷، تاريخ پذيرش: ۸۴/۱/۲۲

۲- استاديار دانشكده مرتع و آبخيزداري, دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي گرگان **E-mail: najafinejad@gmail.com**

۳- استاد دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران

۴- عضو هيات علمي، دانشگاه تهران

۵- استاد دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران

مقدمه

سیلاب واریزه‌اي[1] از جمله بلاياي طبيعي مناطق پر شيب و کوهستاني سراسر جهان به‌شمار مي‌رود که هرساله ميليون‌ها دلار خسارات مالي در سرتاسر دنيا وارد مي‌آورد وجان صدها نفر را به خطر مي‌اندازد. شناخت اين نوع جريان‌ها در مقابله و کنترل آنها نقش اساسي دارد . بدون آگاهي کامل از سازوکارحاکم بر اين جريانات و نحوه شکل‌گيري و رفتارهاي آن ,کنترل آنها نيز عملا ميسر نيست و اقدام‌هاي اجرايي با شکست مواجه خواهد شد. وقوع سيلاب واريزه‌اي نيازمند وجود مقدار فراواني رسوب است که‌اين رسوبات به طور معمول از طريق لغزش‌هاي کم‌عمق کناري تامين مي‌شود (بورگا و همکاران, ۲۰۰۲). خصوصيات مکانيکي دامنه‌هاي کناري آبراهه در تامين رسوب لازم نقش اساسي دارند. مالت و همکاران (۲۰۰٤) معتقدند در حوزه‌هاي آبخيز بررسي خصوصيات مکانيکي و تحليل پايداري دامنه‌ها در شناسايي مناطق داراي پتانسيل توليد سيلاب واريزه‌اي اهميت زيادي دارد و بعنوان يکي از مهم‌ترين راه‌هاي پتانسيل‌يابي اين پديده است.

تحقيقات در زمينه ويژگي‌هاي مکانيکي دامنه‌هاي مستعد توليد سيلاب واريزه‌اي در دهه اخير از رشد زيادي برخوردار شده و اغلب مقالات موجود در اين باره به سال‌هاي اخير بر مي‌گردد, که از توجه و اهميت اين زمينه در تحقيقات مربوط به سيلاب واريزه‌اي حکايت دارد.

ورچان[2] (۱۹۹٦) در مطالعه خود در استراليا خصوصيات مکانيک خاک نمونه‌هاي منطقه, منشا سيلاب واريزه‌اي را مورد بررسي و تجزيه و تحليل قرار داد. وي زاويه اصطکاک داخلي و چسبندگي نمونه‌ها را تعيين و پايداري دامنه‌ها را نيز مورد تحليل قرار داد. ميانگين ميزان رس در نمونه‌هاي مورد بررسي ۲۵ تا ۳۰ درصد بود که در کاهش مقاومت برشي دامنه‌ها نقش مهمي‌دارد و موجب به جريان درآمدن دامنه‌ها با جذب مقدار کمي‌آب مي‌گردد. شاخص حرکت[3] (MI) در نمونه‌ها از ۰/۵ تا ۱ متغير بود. اين شاخص نشان مي‌دهد که دامنه‌هاي مورد مطالعه با جذب مقدار نه چندان زياد آب توانايي حرکت را پيدا مي‌کنند. کراستا و همکاران (۲۰۰۳) در ايتاليا يک واقعه سيلاب واريزه‌اي در سال ۱۹۹۸ در اين کشور را مورد بررسي و تجزيه و تحليل قرار دادند. بر اساس اين مطالعات لغزش‌هاي کم‌عمق مناطق منشا با عمق حداکثر ۱ متر اندازه‌گيري شد. زاويه اصطکاک داخلي نمونه‌هاي مورد بررسي ۳۲ تا ۳۷ درجه بود و چسبندگي نيز بين ۱۷ تا ۲۲ (kpa) متغير بود. حدود آتربرگ نمونه‌هاي مورد بررسي از ۳۹ تا ۷۸ درصد متغير بود. بر اساس تحقيقات مالت و همکاران (۲۰۰۳) در فرانسه خصوصيات مکانيک خاک از جمله حدود آتربرگ و شاخص پلاستيسيته در شناسايي و تفکيک مناطق منشا توليد سيلاب واريزه‌اي و جريان خاکي[4] از قابليت خوبي برخوردار است. باردو و همکاران (۲۰۰۲) نوع کاني‌هاي رسي رسوبات سيلاب واريزه‌اي را در سوئيس مورد مطالعه قرار دادند و با جمع‌آوري نمونه از رسوبات سيلاب واريزه‌اي و انجام آزمايش‌هاي دانه‌بندي نوع کاني رسي را با آزمايش XRD مورد مطالعه قرار دادند. توزيع اندازه ذرات در بخش ريزدانه اهميت اين بخش رادر رفتار مکانيکي کل جريان نشان داد. در اين مطالعه, نمونه‌هاي مورد بررسي حاوي مقدار زيادي رس اسمکتيت بود که در مقايسه با ساير رس‌هاي موجود در نمونه‌ها از قبيل ايليت, کلريت و ورميکوليت از خاصيت پراکندگي بيشتري برخوردار است.

مالت (۲۰۰٤) در تحقيقات خود در فرانسه شرايط توليد و پتانسيل حرکت سيلاب واريزه‌اي را مطالعه کرد. وي در مطالعه خود شرايط هيدرولوژي و مکانيکي را که منجر به شروع سيلاب واريزه‌اي مي‌شود, بررسي کرد. وي سه مرحله را در تبديل لغزش‌هاي کم‌عمق کناري به سيلاب واريزه‌اي شناسايي و ارايه نمود. اين سه مرحله عبارتند از:- ناپايداري و لغزش دامنه, روان شدن توده‌هاي لغزشي در اثر افزايش نفوذ آب و بالا رفتن فشار آب منفذي, توسعه و ادامه جريان در کانال.

۱- Debris flow واژه پيشنهادي فرهنگستان جمهوري اسلامي ايران

۲- Indra jworchan

۳- Mobility index

۴- Earth flow

نتايج تحقيق وي نشان داد كه ميزان شاخص پلاستيسيته نمونه‌هاي مورد بررسي از ۱۳ تا ۱۶ درصد متغير و ميانگين زاويه اصطكاک داخلي نيز ۲۸ درجه بود. كاني رسي نمونه‌ها ايليت, كلريت و كائولينيت بود. باردو (۲۰۰۳) تاثير نوع كاني رسي را روي رفتار رئولوژي[1] سيلاب واريزه‌اي در تعدادي از حوزه‌هاي آبخيز در آلپ مورد بررسي قرار داد. وي در تحقيق خود از نمونه‌هاي با كاني رسي كائولينيت (رس ۱:۱) و نمونه‌هاي با كاني رسي اسمكتيت (۲:۱) استفاده كرد. تغيير ميزان كاني رسي ۲:۱ تاثير زيادي روي رفتار كل نمونه به‌جا گذاشت. مشاهدات وي نشان داد كه خصوصيات رسوبات سيلاب واريزه‌اي تا حد زيادي تحت تاثير حضور يا عدم حضور كاني‌هاي رسي با قابليت تورم قرار مي‌گيرد.

استفاده از خصوصيات مكانيك خاك در شناسايي مناطق مستعد توليد سيلاب واريزه‌اي در سال‌هاي گذشته رشد فزاينده‌اي داشته و اغلب تحقيقات در اين زمينه در چند سال اخير انجام گرفته است. در كشور ما تا كنون تحقيقي در اين زمينه صورت نگرفته و با توجه به وقوع اين پديده در مناطق مختلف كشور و ضرورت شناخت مناطق مستعد اين پديده, لازم است تحقيقات لازم به مرحله اجرا درآيد. در اين تحقيق كه در حوزه آبخيز زيارت گرگان و با سوابق متعدد وقوع سيلاب واريزه‌اي انجام گرفت, ويژگي‌هاي مكانيک خاک و شرايط پايداري مناطق مستعد توليد سيلاب واريزه‌اي در اين حوزه آبخيز مطالعه شد. نتايج اين تحقيق مي‌تواند در شناسايي مناطق داراي پتانسيل توليد سيلاب واريزه‌اي مورد استفاده قرار گيرد.

مواد و روش‌ها

حوزه آبخيز زيارت در جنوب شهر گرگان و در محدوده جغرافيايي ۳۶ درجه و ۳۶ دقيقه و ۵۸ ثانيه تا ۳۶ درجه و ۴۶ دقيقه و ۱۱ ثانيه عرض شمالي و ۵۴ درجه و ۲۳ دقيقه و ۵۵ ثانيه تا ۵۴ درجه و ۳۶ دقيقه و ۱۰ ثانيه طول شرقي واقع شده است (شكل ۱). مساحت كل حوزه مورد مطالعه ۹۷۵۵ هكتار است و از شش زير حوزه تشكيل شده است. متوسط بارندگي سالانه اين حوزه ۵۸۰ ميلي‌متر است كه در قسمت‌هاي مرتفع بيشتر نزولات به صورت برف نازل مي‌شود. حوزه مورد مطالعه در سلسله جبال البرز واقع شده است و از مهم‌ترين سازندهاي حوزه مي‌توان به سازندهاي شمشک, شيست گرگان, خوش ييلاق, لار, مبارك و رسوبات كواترنر اشاره كرد (سازمان جهاد كشاورزي گلستان, ۱۳۷۶). حوزه آبخيز زيارت ۳۰ درصد از آب شرب شهر گرگان را تامين مي‌كند و به‌دليل رسوب فراوان در جريان آب اين رودخانه هزينه سالانه تصفيه آب به قيمت سال ۱۳۸۲ بالغ بر دو ميليارد ريال است. اين حوزه همه ساله شاهد خسارات سنگين در اثر وقوع سيلاب واريزه‌اي است كه نمونه‌هاي شديد آن در سال‌هاي ۱۳۶۶, ۱۳۷۸و ۱۳۸۲ گزارش شده است (اداره آب گرگان, ۱۳۸۲).

به‌منظور مطالعه سيستماتيک حوزه مورد مطالعه مراحل تحقيق به‌شرح زير انجام گرفت:

- تهيه نقشه واحدهاي كاري و رخساره‌هاي فرسايشي براساس روش ژئومورفولوژي (احمدي, ۱۳۷۴) به كمک عكس‌هاي هوايي ۱:۵۰۰۰۰ و بازديد ميداني.
- تعيين مساحت زير پوشش هر رخساره فرسايشي و درصد مساحت زير پوشش هر سازند به تفكيک زير حوزه.
- انجام آزمايش‌هاي مكانيک خاک و تحليل پايداري دامنه‌هاي واقع در رخساره فرسايش آبراهه‌اي.
- تعيين نوع كاني‌هاي رسي با استفاده از آزمايش XRD .

نتايج

پس از تهيه نقشه رخساره‌هاي فرسايشي, مساحت زير پوشش هر رخساره به تفكيک زير حوزه محاسبه شد (جدول ۱). بر اساس اين بررسي فرسايش آبراهه‌اي كه به اعتقاد بيشتر محققان ورچان (۱۹۹۶), ريكمن (۱۹۹۹) برتي (۱۹۹۹), باردو (۲۰۰۲) و مالت (۲۰۰۴), نقش اصلي در تامين رسوب لازم براي توليد سيلاب واريزه‌اي دارد,

۱- Rheology

مورد بررسي دقیق‌تر قرار گرفته و پایداري دامنه‌هاي آن مورد تحلیل قرار گرفت. این رخساره فرسایشي بیشترین پراکنش را در زیر حوزه تول بنه (زیرحوزه ۱) دارد (شکل ۵), هر چند سطح زیر پوشش این رخساره فرسایشي در حدود ۳ درصد از کل حوزه زیارت را تشکیل مي‌دهد, ولي مهم‌ترین نقش را در تولید رسوب این حوزه آبخیز داراست.

درصد پراکنش سازندها به تفکیک زیر حوزه‌ها نیز محاسبه و در جدول ۲ نشان داده شده است. سازند شمشک که از سنگ‌هاي حساس به فرسایش ماسه سنگ و مارن تشکیل یافته, در زیرحوزه تول بنه در حدود ۳۱ درصد مساحت دارد و رخساره فرسایش آبراهه‌اي در این زیرحوزه دقیقا از این سازند عبور مي‌کند (شکل ۳).

جدول ۱ - مساحت زیر پوشش رخساره‌هاي فرسایشي به تفکیک زیر حوزه (هکتار)

زیر حوزه	رخساره فرسایش سطحي	دامنه منظم با فرسایش سطحي کم	دامنه منظم با فرسایش سطحي متوسط	دامنه نامنظم با فرسایش سطحي و شیاري	فرسایش آبراهه‌اي	دامنه نامنظم با فرسایش سطحي خیلي کم	برون زد سنگي
۱	٦۲٤/۲	٦۹۱/۸۷	٦۷٥/۸	٤۲۸	۲۸٥/۲٤	-	٥۱٤/۸
۲	٦٦	٤٦۷	۲۸۰/٥	۸۰۰/۲٥	۲۳/۲٥	-	۳۳
۳	--	۷۹۳	-	-	-	-	-
۴	۸۰٤	۱٦۱	۳٥۱/۲	۲۹۱/۸	-	-	-
٥	۳۱٤	٥۳۰	-	-	-	۳۱/٤	-
۶	-	۱۲۱۰	-	-	۱۷	-	-
کل	۱۸۰۸/۲	۳۸٥۲/۸	۱۳۰۷/٥	۱٥۲۰	۳۰۸/٥	۳۱/٤	٥٤۷/۸

جدول ۲- درصد مساحت زیر پوشش هر سازند به تفکیک زیرحوزه

زیر حوزه	شمشک	مبارک	خوش ییلاق	آهک مارني	سازند لار	شیست گرگان	کواترنر
۱	%۳۱	-	%۴۲	-	%۲۶	-	-
۲	%٥	%۱٥	%۸۰	-	-	-	-
۳	-	-	-	-	%۱۰۰	-	-
۴	%۳٥	-	-	%٥٥	-	-	%۱۰
٥	%۲۸	-	-	%۷۲	-	-	-
۶	%۲۲	%۱۰	%٥۸	%۱۰	-	-	-

بـه‌منظـور تحليـل پايـداري دامنـه‌هـاي واقـع در رخسـاره فرسايش آبراهه‌اي در زير حوزه تـول بنـه از رابطـه ورچـان (۱۹۹۶) که مناسب دامنه‌هاي داراي لغزش‌هاي کم عمـق[۱] سطحي است, استفاده شد.

$$F = \frac{c}{\gamma_t h \sin\beta} + \frac{(\gamma_t - m\gamma_w)\tan\varphi}{\gamma_t \tan\beta}$$

F: ضريب ايمني دامنه[۲]

γ_t : وزن مخصوص اشباع (kg/m^3)

γ_w : وزن مخصوص آب (kg/m^3)

c: چسبندگي مواد (Pa)

φ : زاويه اصطکاک داخلي(درجه)

β : شيب دامنه(درجه)

h: ضخامت توده لغزشي (m)

m: ضـخامت تـوده خـاک در پـايين‌تـر از سـطح ايستابي(m)

در اين مطالعه ۹ نقطه (A9–A1) در رخساره فرسـايش آبراهه‌اي به‌طور تصادفي انتخـاب شـد (شـکل ۴) و پـس از ثبت خصوصيات مورفومتري آن, خصوصيات مکـانيکي هـر محل با نمونه‌برداري از خاک دامنه در سطح لغزش و انجـام آزمـايش‌هـاي مکانيـک خـاک در آزمايشـگاه تعيـين شـد. موقعيت نقاط نمونه بـرداري در شـکل ۴ نشـان داده شـده است. خصوصيات لغزش‌هـاي کـم عمـق مـورد مطالعـه در جدول ۳ و نتايج تعيين بافت نمونـه‌هـا در جـدول ۴ آورده شده است.

جدول ۳- خصوصيات لغزش‌هاي کم عمق کناري در رخساره فرسايش آبراهه‌اي

شماره نمونه	شيب دامنه (درجه)	طول لغزش (متر)	عمق لغزش (متر)	عرض فوقاني (متر)	عرض پاشنه (متر)
A1	۴۲	۱۴/۳	۰/۴	۶/۳	۷/۵
A2	۶۰	۲۱/۵	۰/۳۶	۷/۵	۸/۳
A3	۴۸	۱۱/۳۵	۰/۳	۵/۴	۶/۳
A4	۳۹	۸/۲۵	۰/۳۸	۶/۳۵	۷/۱
A5	۵۱	۶/۵	۰/۳۱	۴/۶	۵/۴
A6	۳۷	۷	۰/۴۱	۴/۷۵	۵/۳۲
A7	۴۵	۷/۳۵	۰/۳۳	۳/۷	۴/۶
A8	۴۰	۱۰	۰/۴۵	۵/۱	۶/۹
A9	۵۶	۹/۴	۰/۴۳	۵/۸	۷/۱

۱- Shallow landslide

۲- Safety factor

جدول ۴- مشخصات نمونه‌هاي مورد بررسي بر روي دامنه‌هاي لغزشي در رخساره فرسایش آبراهه‌اي

نمونه	% رس	% سیلت	% ماسه	% گراول
A1	۱۴	۲۱	۲۴	۳۱
A2	۹	۲۸	۳۰	۳۳
A3	۷	۲۰	۳۱	۴۲
A4	۱۱	۴۱	۲۲	۲۶
A5	۹	۲۳	۳۴	۳۲
A6	۱۵	۲۹	۲۸	۲۷
A7	۶	۲۱	۲۹	۴۴
A8	۱۰	۱۸	۳۵	۳۷
A9	۱۲	۱۴	۳۵	۳۹

در کلیه نمونه‌هاي مورد بررسي سطح ایستابي پایین‌تر از سطح لغزش و که در نتیجه m=0 بود. فاکتور ایمني در هشت مورد از نمونه‌هاي مورد بررسي کمتر از یک بود که حاکي از پتانسیل بالاي لغزش‌هاي کم‌عمق در این رخساره فرسایشي است. این نتایج با شواهد صحرایي و نتایج تعیین رخساره‌هاي فرسایشي تطابق دارد.

حد رواني نمونه‌ها از ۲۳/۷ تا ۴۰/۸۵ درصد متغییر بود و حد خمیري نیز از ۱۱/۷۶ تا ۲۵ درصد نوسان داشت (جدول ۵). شاخص حرکت[1] (نسبت درصد رطوبت اشباع به حد رواني نمونه) در مورد کلیه نمونه‌ها نیز محاسبه شد. این شاخص از ۰/۸۹ تا ۲/۰۳ تغییر داشت (جدول ۵). جانسون (۱۹۸۶) معتقد است این شاخص درمناطق داراي پتانسیل تولید سیلاب واریزه‌اي بزرگ‌تر از ۰/۸۵ است.

۱- Mobility index

جدول ۵ - حدود آتربرگ نمونه‌هاي مورد بررسي بر روي دامنه‌هاي لغزشي در رخساره فرسايش آبراهه‌اي

نمونه	حد رواني	حد خميري	شاخص خميري	شاخص حركت
A1	۳۷/٤۸	۱۲/۱	۲۵/۳۸	۱/۲۸
A2	۲۳/۷	۱۷/۸۵	۵/۸۵	۲/۰۳
A3	۲۹/۱٦	۱۵/۳۸	۱۳/۷۸	۱/۳۷
A4	٤۰/۸۵	۱۱/۷٦	۲۹/۰۹	۰/۸۹
A5	۳٤/۸	۲۵	۹/۸	۱/۳
A6	۲۹/۳۱	۱۷/۲۵	۱۲/۰٦	۱/۳۱
A7	۳۱/۳	۲۱/۷٦	۹/۵٤	۱/٤۹
A8	۲۷/۵	۲۰/۲۵	۷/۲۵	۱/٦
A9	۳٤/۸	۲۳/٦۵	۱۱/۱۵	۱/٤

جدول ۶ - خصوصيات مكانيكي نمونه‌هاي مورد بررسي بر روي دامنه‌هاي لغزشي در رخساره فرسايش آبراهه‌اي

نمونه	C (Pa)	Φ(درجه)	γ_d kg/m^3	γ_{sat} kg/m^3	F
A1	۱۷	۲۶	۱۶۵۰	۲۱۰۰	۰/۷۵
A2	۲۱	۳۱	۱۲۳۰	۱۸۰۰	۰/۷٤
A3	۴۰	۲۷	۱۳۱۰	۱۷۱۰	۰/۷۷
A4	۳۷	۳۳	۱۲۱۰	۱۶۸۰	۱/۱۲
A5	۳۰	۳۲	۱۲۰۰	۱۷۲۰	۰/۸۸
A6	۳۴	۲۸	۱۴۰۰	۱۸۳۰	۰/۹٦
A7	۴۲	۲۹	۱۲۴۰	۱۷۰۰	۰/۸۹
A8	۳۵	۳۰	۱۲۱۰	۱۶۷۰	۰/۹٦
A9	۳۲	۲۸	۱۵۰۰	۱۷۵۰	۰/۷

C: چسبندگي Φ: زاويه اصطكاک داخلي γ_d : چگالي خشک kg/m^3 γ_{sat} : چگالي اشباع kg/m^3 بر اساس نتايج جدول ۶ رابطه رگرسيوني بين ضريب ايمني و شيب دامنه نيز محاسبه شد.

$$y = 38.93x^{-1.0982} \qquad R^2=0.8 \qquad (۱)$$

y= ضريب ايمني X= شيب دامنه (درجه)

شكل ۵ – نمونه‌اي از لغزش‌هاي كم عمق در رخساره فرسايش آبراهه‌اي و تزريق رسوب به داخل آبراهه

براي تعيين كاني‌هاي رسي, چهار نمونه مورد آزمايش XRD قرار گرفت. نتايج اين آزمايش نشان داد كه در همه نمونه‌ها كاني رسي ايليت بيشترين فراواني را داشته و پس از آن كاني كلريت قرار دارد. كاني رسي كائولينيت فقط در دو نمونه و به‌مقدار ناچيز مشاهده شد. كاني‌هاي رسي ايليت و كلريت كاني رسي ۲:۱ بوده و با جذب مقدار كمي‌آب منبسط مي‌شوند و به‌راحتي به حركت در مي‌آيند. در صورتي‌كه كاني رسي كائولينت كاني رسي ۱:۱ است و نسبت به تغييرات رطوبت حساسيت كمي‌دارد.

بحث ونتيجه گيري

ارزيابي خطر سيلاب واريزه‌اي در يک حوزه آبخيز نيازمند شناخت جامع و كاملي از شرايط لازم براي شروع و توسعه‌اين پديده است. در اين مطالعه كه براي اولين بار در يک حوزه آبخيز با سوابق وقوع سيلاب واريزه‌اي (به‌طور نمونه سال هاي ۱۳٦٦, ۱۳۷۸ و ۱۳۸۲) انجام گرفت, ويژگي‌هاي مكانيک خاک موثر در وقوع سيلاب واريزه‌اي مطالعه شد. پس از تعيين واحدهاي كاري و رخساره‌هاي فرسايشي و انجام مطالعات متمركز در رخساره فرسايش آبراهه‌اي, شناخت جامعي از خصوصيات مكانيک خاک موثر در توليد سيلاب واريزه‌اي فراهم شد. ريكمن (۱۹۹۹) وجود رطوبت كافي و حجم رسوب كافي را دو شرط اساسي وقوع سيلاب واريزه‌اي مي‌داند. بورگا و همكاران (۲۰۰۲) وقوع لغزش‌هاي كم‌عمق در اطراف آبراهه را در توليد سيلاب واريزه‌اي عامل اصلي تامين رسوب لازم براي وقوع اين پديده مي‌دانند. بر اساس نقشه رخساره‌هاي فرسايشي حوزه مورد مطالعه (شكل ۲) با وجود سطح اندک رخساره فرسايش آبراهه‌اي, اين رخساره نقش اصلي در تامين رسوب سيلاب واريزه‌اي دارد. همجواري اين رخساره در طول كانال آبراهه و قرار گرفتن آن در سازند شمشک, موجب شده تا در تمامي‌فصول سال اين آبراهه داراي رسوب باشد و دامنه‌هاي كناري آن اشباع از آب و آماده تزريق رسوب به كانال آبراهه باشند[1]. برفگير بودن اين حوزه و نفوذ آب ناشي از ذوب برف و ورود آن به دامنه‌هاي رخساره فرسايش كناري, افزايش فشار منفذي و كاهش مقاومت برشي دامنه‌ها را به‌دنبال دارد و ناپايداري دامنه‌ها را تشديد مي‌كند. كاني رسي ايليت و كلريت (كاني ۲:۱) در نمونه‌هاي مورد بررسي بيشترين فراواني را دارد ونشان‌دهنده نقش اين كاني‌ها در تشديد ناپايداري دامنه‌هاي واقع در رخساره فرسايش آبراهه‌اي است.

۱- ساكنان محلي اين زير حوزه را "تول بنه" مي نامند." تول" در زبان محلي به‌معني گل و "بنه" به معني زمين است.

با توجه به تاکید محققان دیگر از قبیل برتي (۱۹۹۹), باردو (۲۰۰۲) و مالت (۲۰۰٤) و نتایج حاصل از این تحقیق, انجام این آزمایش همراه با سایر آزمایش‌هاي مکانیک خاک در شناسایي مناطق داراي پتانسیل وقوع سیلاب واریزه‌اي کمک موثري خواهد کرد. به‌اعتقاد این محققان نتایج این قبیل آزمایش‌ها اطلاعات باارزشي در مورد ارزیابي خطر سیلاب واریزه‌اي در حوزه‌هاي آبخیز فراهم مي‌کند, ازاین رو لازم است به نوع کاني رسي موجود در سیلاب واریزه‌اي در زمان مطالعات ارزیابي خطر توجه بیشتري مبذول شود. با توجه به نوپا بودن این مطالعات در کشور ما پیشنهاد مي‌شود تحقیقات مشابه در سایر حوزه‌هاي آبخیز کشور که براساس سوابق تاریخي داراي پتانسیل وقوع سیلاب واریزه‌اي هستند, انجام شود تا با تکمیل این مطالعات اطلاعات لازم براي پهنه‌بندي خطر این پدیده و مدیریت آن فراهم شود.

منابع

۱- احمدي, حسن, ۱۳۷٤. ژئومرفولوژي کاربردي, جلد ۱, دانشگاه تهران, ص ٦۱٤ .چاپ دوم.

۲- اداره آب گرگان, ۱۳۷۸. گزارش خسارت سیل حوزه آبخیز زیارت, ص ۲۰.

۳- سازمان جهاد کشاورزي گلستان, ۱۳۷٦. گزارش مطالعات حوزه آبخیز زیارت.

4 – Bardou, E, C. Bonnard & L. Vulliet, 2002. Study of the triggering and deposited forming debris flows the granular size angle, Switzerland Laboratory of soil mechanics-ENAC; EPFL, 10-15

5- Bardou, E., S. Petrova, F. Favre & P. Boivin, 2003. Mineralogy of deposit material from debris flows, a case study, European Geophysical Society , Geophysical Research Abstracts, Vol. 5, 05278

6- Berti M., R., Genevois, A. Simoni & P. R. Tecca, 1999. Field observations of a debris flow event in the Dolomites, Geomorphology, (29) 265–274

7- Borga, M., G., D. Fontana, C. Gregoretti & L. Marchi, 2002. Assessment of shallow land sliding by using a physically based model of hill slope stability, Hydrol. Process (16), 2833–2851

8- Crosta, G. B. & P. D. Negro, 2003. Observations and modeling of soil slip-debris flow initiation processes in pyroclastic deposits: the Sarno 1998 event, Natural Hazards and Earth System Sciences (3) 53–69

9- Johnson, A.M, 1986. Erosion and deposition by debris flows at Mount Thomas, North Canterbury, New Zealand. Earth Surface Process, 5 : 227-247.

10- Jworchan, I., 1996, Debris flow initiation mechanism in residual soils.
Geomorphology (52) 181–191

11- Malet, J-P, A. Remaître, O. Maquaire, C. Ancey & J. Locat, 2003. Flow susceptibility of heterogeneous marly formations: implications for torrent hazard control in the Barcelonnette Basin (Alpes-de-Haute-Provence, France) Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment, Rickenmann & Chen (eds), Mill press, Rotterdam,

12- Mallet, J.-P O. M. J. Locate & A. Rema_tre, 2004. Assessing debris flow hazards associated with slow moving landslides: methodology and numerical analyses Landslides (1) 83–90 Springer-Verlag

13- Rickenmann D, 1999. Empirical relationships for debris flows, natural hazards (19) 47-77

Soil Mechanical Characteristics of Debris Flow Source Areas (Ziarat Watershed Case Study)

A. Najafi Nejad[1] S. Faiznia[2] E. Banihabib[3] H. Ahmadi[4]

Abstract

Debris flow occurrence in mountain watersheds is in need of large amounts of sediment that is usually supplied by shallow land slides. A study of unstable slope as well as safety analysis is one of the important ways in debris flow hazard assessment. In this study which was carried out in Ziarat watershed, Gorgan, it was found out that (according to geomorphologic unit work) bank erosion unit work plays the main role in sediment supply from Tolboneh subwatershed. Soil mechanic analysis was carried out with soil sampling done in the unstable slope in bank erosion unit work. Safety factor (F) analysis indicated that in all samples F was less than one. Clay mineral determination was done using XRD test. The dominant clays in all samples were Ilite and Chlorite, with kaolinite as negligible.

Keywords: Debris flow, Soil mechanic, Shallow land slide, Clay mineral, Ziarat watershed

1- Assistant professor, Faculty of Range and Watershed Management, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources E-mail najafinejad@gmail.com
2-Professor, Faculty of Natural Resources. University of Tehran
3-Associate professor, University of Tehran
4- Professor, Faculty of Natural Resources. University of Tehran