



شماره ۳

پاییز ۱۳۸۱

سال هشتم - شماره پیاپی ۹

تبریز - ایران

نشریه دانشکده
علوم انسانی
و
اجتماعی

همکاران این شماره:

- علی اکبر بابا پور باصر
- مریم بیاتی خطیبی
- دکتر محمدرضا پور محمدی
- نعمت الله تقوی ● دکتر سعید جهانبخش
- دکتر مقصود خیام ● دکتر عبدالحمید رجایی
- دکتر مسعود رحیم پور ● دکتر علی اکبر رسولی
- دکتر محمد حسین رضایی مقدم ● دکتر شهرام روستایی
- دکتر بهروز ساری صراف ● دکتر محمد ظاهری
- مهرانز قره باغی ● بهنام مجید پور ● دکتر فرج الله محمودی
- داود مختاری کشکی ● دکتر محمدرضا نیشابوری
- مهندس محمدرضا نیکجو ● مهندس علی هراتیان

پهنه بندی خطر زمین لرزه در منطقه اهر جای علیا

دکتر شهرام روستایی*

چکیده

حوضه اهر جای علیا به مساحت ۱۳۰۰ کیلومتر مربع در استان آذربایجان شرقی و در بخش غربی شهرستان اهر واقع شده است. این حوضه به وسیله رشته کوههای قره داغ از شمال و رشته کوههای ارسباران از جنوب محدود شده است. انتخاب این منطقه برای مطالعه، به علت وقوع لغزشهای چندی است که همه ساله در آن اتفاق می افتند و خسارات هنگفتی به سکونتگاهها، جادهها و زمینهای مزروعی وارد می کند. بررسیهای به عمل آمده نشان می دهد که بیش از ۴۰ درصد از سطح حوضه، خصوصاً دامنه های جنوبی آن مستعد برای وقوع پدیده لغزش هستند و تاکنون چند روستا و از آن جمله روستاهای نصیر آباد و نگارستان در اثر لغزش کاملاً تخریب شده اند (روستایی، ۱۳۷۹).

بنابراین برای شناسایی و معرفی دقیق مناطق پایدار و ناپایدار حوضه و ارایه چارچوبی مطمئن برای مدیریت و کاربردی اراضی آن، پهنه بندی (Zonation) و ترسیم نقشه خطر زمین لغزش از اهمیت خاصی برخوردار است. برای این منظور، ابتدا لغزشهای اتفاق افتاده

* استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز: roostaei@tabrizu.ac.ir

پهنه‌بندی خطر زمین لغزشهای حوضه اهر چای به کمک یکی از روشهای غیرمستقیم که توسط آنالاکان (Anbalagan) (۱۹۹۲) ارائه شده انجام گرفته است. این روش یک روش کمی است که با استفاده از نقشه‌های عامل (Factor maps) و امتیاز دهی به هر یک از عوامل مؤثر در وقوع ناپایداری (لیتولوژی، ساختار زمین شناسی، ارتفاع نسبی، کاربری اراضی ...) برای هر واحد زمین، در حوضه اهر چای اجرا شده است.

معرفی عوامل مؤثر در ناپایداری و نحوه امتیاز دهی به آنها

برای تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزشها در حوضه اهر چای، ابتدا عوامل مؤثر در ناپایداری دامنه‌ها شناسایی شدند. برای شناخت این عوامل، ابتدا از منابع اطلاعات موجود در مورد منطقه مورد استفاده شده است. سپس با مراجعه به روی زمین و انجام کارهای میدانی و بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی و خاک شناسی و نیز عکسهای هوایی، اطلاعات تکمیلی بدست آمده است. و با شناخت ویژگیهای منطقه، برای تهیه نقشه خطر زمین لغزش عواملی چند امتیاز دهی شده‌اند. این عوامل عبارتند از: ساختار زمین‌شناسی، لیتولوژی سنگها، نوع خاک، مورفولوژی دامنه‌ها، ارتفاع نسبی و زاویه شیب، کاربری اراضی، پوشش گیاهی و آبهای زیرزمینی.

برای هر یک از این عوامل، امتیازی در نظر گرفته شده و عدد ۱۰ نشان دهنده حداکثر مقدار برای مجموع خطر برآورد شده است (جدول ۱).

جهت تحقیق این امر، ابتدا نقشه توپوگرافی منطقه به دقت مطالعه، و بر اساس خط تقسیم آنها، آبراهه‌ها و دیگر مشخصه‌ها، کل منطقه به ۳۷ واحد مجزا تقسیم شده است (شکل ۱)، سپس برای تمامی عوامل در هر واحد امتیازدهی شده است. نحوه امتیازدهی به زیر گروههای هر یک از عوامل در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج به دست آمده از امتیازدهی برای ۳۷ واحد در حوضه اهر چای در جدول ۳ تنظیم گردیده است.

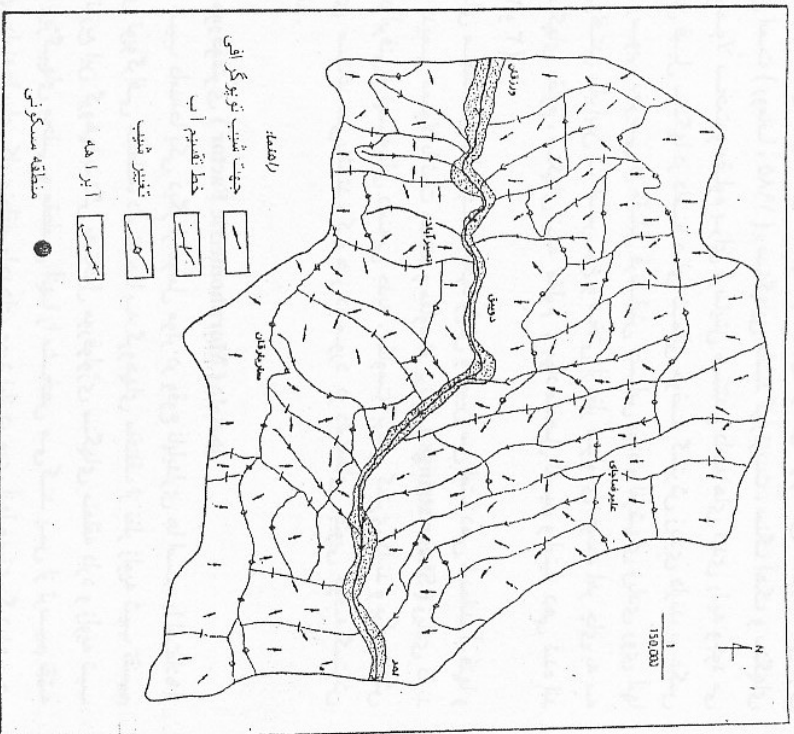
در منطقه ممبیری و سپس عوامل مؤثر در وقوع آنها شناسایی شده و در روی نقشه توپوگرافی، کل منطقه به واحدهایی تقسیم گشته است. در داخل هر واحد بر اساس عوامل مؤثر در وقوع لغزشها از قبیل ساختار زمین شناسی، لیتولوژی سنگ، ارتفاع نسبی، زاویه شیب، کاربری اراضی و آبهای زیرزمینی، امتیازی مناسب تعیین شده است که با جمع‌بندی امتیازهای هر واحد، وضعیت پایداری آن مشخص و در نهایت کل منطقه از نظر خطر ناپایداری به ۵ گروه: خطر بسیار، خطر زیاد، خطر متوسط، خطر کم و بدون خطر پهنه‌بندی شده و نقشه‌های مربوطه ترسیم گردیده است.

کلید واژه‌ها: پهنه‌بندی - ناپایداری - زمین لغزش - اهر چای - زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی - نقشه‌عامل

مقدمه

برنامه‌ریزی، طراحی و اجرای طرحهای توسعه از قبیل ایجاد راههای ارتباطی، احداث سدها و تاسیسات صنعتی و نیز سایر کاربردهای اراضی نیاز به صرفه‌جویی در وقت، هزینه و دیگر موارد دارد که قبل از اجرای هر طرح عمرانی باید مورد توجه قرار گیرند، خصوصاً در محیطهای کوهستانی شناخت مناطق ناپایدار و تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر ضرورت پیدا می‌کند و مسئولین اجرایی بایستی امکانات تهیه این نقشه‌ها را برای مناطق فراهم نمایند. این نقشه‌ها باید همانند نقشه‌های زمین شناسی و توپوگرافی در سطح چاپ و در دسترس کاربران قرار گیرند.

با توجه به موارد مذکور در تحقیق حاضر، تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش برای حوضه اهر چای در مرکز توجه قرار دارد. لازم به ذکر است که برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزشها، روشهای مختلفی ارائه شده است که می‌توان آنها را به دو دسته، روشهای مستقیم و غیر مستقیم تقسیم کرد. روشهای مستقیم، بیشتر برای شناسایی اندفرمهای همراه با زمین لغزش متکی هستند و روشهای غیرمستقیم بر اساس شناسایی زمین لغزش بنا نهاده شده‌اند (قل از ارومیه‌ای و همکاران، ۱۳۷۶).



شکل ۱ - تقسیم دامنه ها به واحدهای کاری مختلف

جدول شماره ۱ - ماتریس امتیاز دهی به عوامل عمده مؤثر در ناپایداری

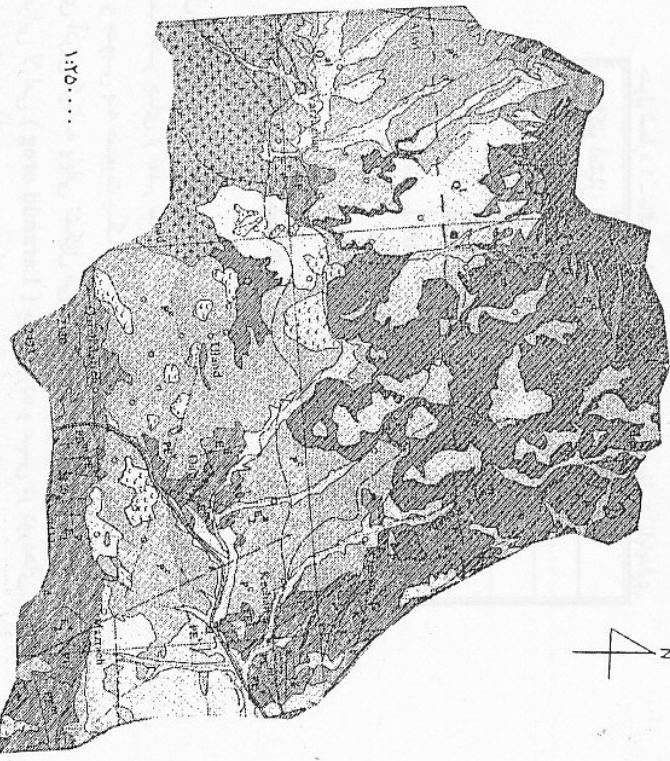
حداکثر امتیاز	عوامل مؤثر در ناپایداری
۲	لیتولوژی
۲	ارتباط ناپیموستگی های ساختاری با شیب
۲	هندسه شیب
۱	مورفولوژی سطح دامنه
۲	کاربری اراضی و پوشش گیاهی
۱	شرایط آب زیرزمینی
۱۰	جمع کل امتیاز

۱) عامل زمین شناسی و لیتولوژی

حوضه اهر چای از نظر ساختار زمین شناسی دارای تنوع خاصی است، ناهموارهای شمالی و جنوبی به صورت یک تاقیدس هستند که هسته چین را رسوبات دریایی و سنگهای آذرین کرتاسه پایانی تشکیل می دهند که در شروع دوران سوم (Genozotic) بر اثر کوهزایی لارامی (Laramid orog) چین خورده و سپس در دوره های بعدی فرسایش یافته اند. سنگهای آذرینه - رسوبی دوره های بعدی بر روی این سازندهای چین خورده قرار گرفته است (بابا خانی و همکاران ۱۳۶۹) .

گسترش زیاد واحدهای سنگی نیمه مقاوم مربوط به کرتاسه و اوایل دوران سوم که عمدتاً سنگ آهک، مارن، ماسه سنگ، سیلتستون (Siltstone) و کنگومرا هستند، باعث شده است هوازدگی و تخریب فیزیکی و شیمیایی در منطقه موثر باشد و نپشته های وسیع شده است هوزدگی و تخریب آغازین و عصر حاضر بوجود آورد . بدون در نظر گرفتن رسوبات مذکور، بیشترین گسترش متعلق به سازندهای کرتاسه، آئوسن، اولیگوسن (Oligocen) سنگهای نفوذی و اوپوگوسن - پیلوسن و گدازه ها و سنگهای آتشفشانی کوارتز است .

برای امتیازدهی به لیتولوژی و ساختارهای زمین شناسی منطقه، ابتدا نقشه های زمین شناسی و لیتولوژی منطقه ترسیم (شکل ۲) و سپس واحدهای تعیین شده در روی



راهنما	
Od	ناسبت و پوشش راستینی
E1	لاسیبیت و انگیبورت
E2	لاسیبیت جزایر آنزویت
E3	ناسبت جزایر آنزویت و انگیبورت
E4	مارن-آهکهای نوبولینی و ناسبت سنگ
E5	سنگهای آتشفشانی پانوکیب آنزویت
E6	گدازه های زیر دریایی پیرودکین آنزویت
E7	ماسه سنگ-برف و سنگ آهک
E8	ماسه سنگ-مارن-ککومرا-سنگ آهک
Q1	تپشته های چینه
Q2	سپت-ککومرا-جراروزن
Q3	گدازه های آتشفشانی آنزویت و پازالت
Q4	ککومرا رسپلستون
Q5	کندهای تراکی آنزولین
Q6	انگیبورت، رگانه سبیلستوری-مارن
Q7	انگیبورت و برف راستینی
Q8	پی

شکل ۲ - نقشه زمین شناسی حوضه اهر جای علیا

نقشه توپوگرافی به روی این نقشه منتقل شده است. در هر واحد، به لیتولوژی و ساختارهای زمین‌شناسی منطقه، متناسب با کیفیت شان امتیاز دهی شده است.

قابلیت فرسایش یا واکنش سنگها در مقابل عوامل هوازدگی معیار اصلی برای امتیازدهی است (رومانا، ۱۹۷۵). سنگهایی مانند گوارتیزیت، سنگ آهک و سنگهای آذرین، معمولاً سخت و مقاوم برای فرسایش هستند و دامنه های تنگی را به وجود می آورند، این قبیل سنگها در دامنه های شمالی حوضه گسترش زیادی دارند، بر عکس سنگهای رسوبی تخریبی در مقابل فرسایش حساس بوده و لغزشهای زیادی روی آنها اتفاق می افتد. بنابراین بر اساس نوع و سختی از نظر لیتولوژی حوضه اهر جای به سه گروه، سنگهای مقاوم، سنگهای نیمه مقاوم و مواد منفصل تقسیم و امتیاز دهی شده اند (جداول ۲ و ۳).

خاکهای منطقه نیز با توجه به نحوه رانش و تعیین سن امتیازدهی شده‌اند. آبرفتها و ترسهای قدیمی معمولاً با ثبات هستند و مقاومت برشی (Shear strings) زیادی دارند ولی مواد آبرفتی و نهشته‌های دامنه‌ای جدید، مقاومت برشی کمتری دارند و برای لغزش و ناپایداری مساعد می‌باشند، که هر دو مورد در دامنه‌های جنوبی حوضه گسترش زیادی دارند.

۲) عامل مورفومتری (Morphometric Factor) دامنه‌ها

زاویه شیب دامنه‌ها یکی دیگر از عوامل موثر در وقوع ناپایداری ها است. با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی منطقه، دامنه‌ها به گروههای مختلف از نظر زاویه شیب تقسیم شده‌اند. توزیع این گروهها بستگی به تحول مورفولوژی سنگهای منطقه دارد و زاویه شیب دامنه‌ها، ویژگیهای محلی و مقطعی آنها را مشخص می‌کند. پس از ترسیم نقشه مورفومتری دامنه‌ها برای کل منطقه، واحدهای مورد نیاز در وری آنها ممیزی گردیده و هر یک از واحدها از نظر زاویه شیب به گروههایی مجزا شده‌اند و سپس برای هر گروه به لحاظ زاویه شیب امتیاز داده شده است.

بر اساس نوع کاربری اراضی و وجود پوشش گیاهی، دامنه‌های این حوضه در واحدهای مختلفی به ۵ گروه تقسیم و امتیاز دهی شده‌اند. این گروهها عبارتند از: زمینهای کشاورزی و مناطق مسکونی، مناطق با پوشش گیاهی طبیعی متوسط، مناطق با پوشش گیاهی پراکنده، دامنه‌های عاری از پوشش گیاهی و مناطق صخره‌ای.

۵) وضعیت آبهای زیرزمینی

از آنجایی که آبهای زیرزمینی در مناطق مسکونی، معمولاً در امتداد سطح گسیختگی (Discontinuity) سنگها به صورت زیر قشری جریان دارند، بنابراین الگوی جریان یکنواختی ندارد. بر این اساس مشاهده عملکرد این آبها در دامنه‌ها در مقیاس بزرگ تا حدی مشکل است (معماریان، ۱۳۷۴). حوضه اهرچای نیز از نظر وضعیت آبهای زیرزمینی تا حدودی از این قاعده بیرونی می‌کند. بنابراین برای حل این مشکل، شواهد و آثار سطحی آبهای زیرزمینی در نظر گرفته شده و بر این اساس، وضعیت آبهای زیرزمینی در حوزه اهرچای، به ۵ گروه تقسیم شده است که عبارتند از: آب زیرزمینی در حال جریان، حالت اشباع، مرطوب، نم دار و خشک، با توجه به ۵ گروه مذکور و میزان حضور آنها در هر واحد، امتیاز مناسب اختصاص یافته است.

روش و مراحل ترسیم نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش

پس از شناسایی عوامل مؤثر در ناپایداری منطقه در هر یک از واحدها، براساس جدول ۲ به عوامل مذکور امتیاز مناسب داده شده است (جدول ۳). با جمع‌بندی امتیازات، برای هر واحد یک امتیاز کل به دست آمده است (جدول ۴). امتیاز کل با رابطه زیر محاسبه شده است:

آب زیرزمینی + کاربری زمین + اختلاف ارتفاع + مورفتری دامنه + زمین ساخت + لیتولوژی = امتیاز کل هر واحد

پرتگاه و صخره (Cliff) با زاویه $45^{\circ} >$ ، شیب تند، با زاویه بین $35^{\circ} - 45^{\circ}$ ، شیب نسبتاً تند، با زاویه $25^{\circ} - 35^{\circ}$ ، شیب ملایم با زاویه $15^{\circ} - 25^{\circ}$ و شیب بسیار ملایم با زاویه $< 15^{\circ}$.

۳) عامل ناهموزی نسبی

علاوه بر زاویه شیب دامنه‌ها، تعیین اختلاف ارتفاع بین راس دامنه‌ها و کف دره‌ها در هر واحد کاری برای شناخت ناپایداری آنها از اهمیت زیادی برخوردار است (آبالگان، ۱۹۹۲). بدین وسیله می‌توان بریدگی شیبها و عدم یکنواختی در مورفولوژی دامنه‌ها را معین کرد. برای برآورد میزان لغزش، دامنه‌های حوضه اهر چای، از نظر اختلاف ارتفاع به سه گروه تقسیم و امتیازدهی شده است: اختلاف ارتفاع کم، اختلاف ارتفاع متوسط و اختلاف ارتفاع زیاد (جدول ۲).

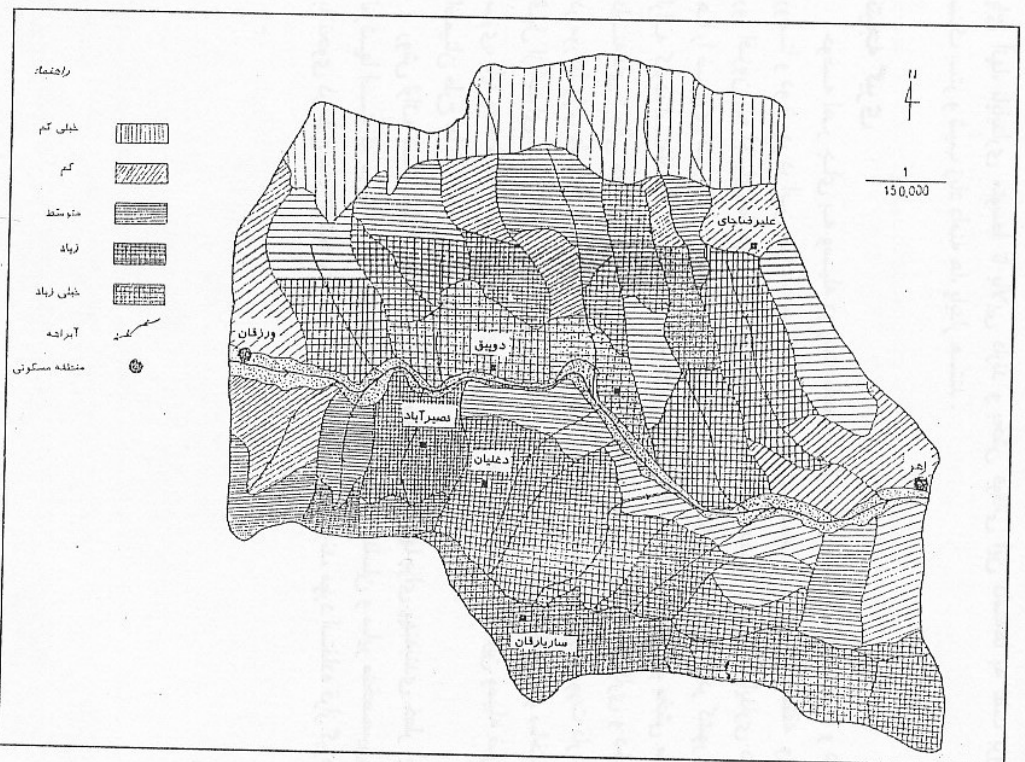
۴) عامل کاربری اراضی (Land Use) و پوشش گیاهی

پوشش گیاهی یکی از شاخصه‌هایی است که به طور غیر مستقیم در ناپایداری دامنه‌ها اثر می‌گذارد. نوعی با پوشش گیاهی تنگ و پراکنده، مستعد برای فرسایش بوده و نسبت به مناطق با پوشش گیاهی پرپشت و جنگلی، ناپایدارتر هستند (کوک = Cooke و دورنگامپ = Doornkamp، ۱۹۹۰). البته تأثیر پوشش گیاهی در پایداری دامنه‌ها بستگی به حوضه آبهای سطحی و زیرزمینی و ضخامت و نوع نهشته‌های سطحی دارد. در دامنه‌های شمالی حوضه اهرچای، به علت روبه آفتاب بودن و تبخیر شدید در فصول گرم سال، آب کافی برای رشد و گسترش گیاهان وجود ندارد اما در دامنه‌های جنوبی، به علت پشت به آفتاب بودن و حضور آب کافی، فرصت و شرایط لازم برای رشد و پرپشت شدن گیاهان وجود دارد (روستایی، ۱۳۷۹). با اینحال، چون در دامنه‌های شمالی سایر شرایط (از جمله نهشته‌های سطحی کافی، حضور آب، جنس سنگها و غیره) مهیا نیستند، عدم وجود پوشش گیاهی در این دامنه تأثیر چندانی در ناپایداری دامنه‌ها نداشته است، ولی در دامنه‌های جنوبی با وجود پوشش گیاهی، به علت شدت عملکرد سایر عوامل، دامنه‌ها ناپایدارتری دارند.

جدول ۲- نتایج امتیازدهی به عوامل مؤثر در تاب‌پذیری دانشمندان در حوضه امرچای

ردیف	عوامل	میانگین	انحراف معیار	ضریب همبستگی	تاریکی	میانگین	انحراف معیار	ضریب همبستگی	تاریکی	میانگین	انحراف معیار	ضریب همبستگی	تاریکی
۱	۱۹۵	۱۲۰	۰/۴۶	۰/۹۰	۰/۴۰	۱۱۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۵۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۲	۱۰	۱۲۰	۰/۵۷	۱/۰۰	۰/۴۰	۱۲۰	۰/۶۰	۰/۴۰	۰/۶۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۶۰
۳	۱۲۵	۱۴۰	۰/۷۵	۱/۳۰	۰/۴۰	۱۶۰	۰/۶۰	۰/۴۰	۰/۶۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۶۰
۴	۱۶۳	۱۶۰	۰/۸۰	۱/۳۰	۰/۵۰	۱۲۰	۰/۸۰	۰/۴۰	۰/۸۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۵	۱۷۰	۱۸۰	۰/۶۵	۱/۷۰	۰/۵۰	۱۲۰	۰/۸۰	۰/۴۰	۰/۸۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۶	۱۸۰	۱۸۰	۰/۷۰	۱/۷۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۷	۱۹۰	۱۸۰	۰/۷۰	۱/۵۰	۰/۶۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۸	۱۹۵	۱۹۰	۰/۷۵	۱/۷۰	۰/۷۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۹	۱۲۰	۱۲۰	۰/۸۰	۱/۸۰	۰/۹۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۱۰	۱۲۳	۱۶۰	۰/۷۵	۱/۵۰	۰/۶۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۱۱	۱۴۰	۱۲۰	۰/۴۰	۱/۸۰	۰/۵۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۱۲	۱۵۰	۱۱۰	۰/۴۰	۱/۸۰	۰/۵۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۱۳	۱۶۰	۱۴۰	۰/۶۷	۱/۸۰	۰/۴۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۱۴	۱۷۵	۱۱۰	۰/۴۰	۱/۰۰	۰/۴۰	۱۲۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۱۵	۱۷۵	۱۴۰	۰/۶۶	۱/۸۰	۰/۵۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۱۶	۱۵۰	۱۱۰	۰/۵۰	۱/۶۰	۰/۴۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۱۷	۱۹۰	۱۷۰	۰/۷۵	۱/۷۰	۰/۴۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۱۸	۱۶۰	۱۲۰	۰/۴۳	۱/۶۰	۰/۳۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰

ردیف	عوامل	میانگین	انحراف معیار	ضریب همبستگی	تاریکی	میانگین	انحراف معیار	ضریب همبستگی	تاریکی	میانگین	انحراف معیار	ضریب همبستگی	تاریکی
۱۹	۱۴۰	۱۱۰	۰/۶۲	۱/۴۰	۰/۵۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۲۰	۱۲۰	۱۱۰	۰/۵۳	۱/۲۰	۰/۵۳	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۲۱	۱۱۰	۱۱۰	۰/۴۰	۱/۳۰	۰/۴۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۲۲	۱۲۰	۱۲۰	۰/۵۰	۱/۶۰	۰/۵۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۲۳	۱۸۰	۱۷۰	۰/۴۰	۱/۸۰	۰/۴۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۲۴	۱۲۰	۱۵۰	۰/۵۰	۱/۷۰	۰/۵۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۲۵	۱۵۰	۱۶۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۲۶	۱۶۰	۱۶۰	۰/۴۰	۱/۱۰	۰/۴۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۲۷	۱۲۰	۱۳۰	۰/۵۰	۱/۵۰	۰/۵۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۲۸	۱۱۰	۱۱۰	۰/۵۰	۱/۲۰	۰/۵۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۲۹	۱۴۰	۱۸۰	۰/۴۰	۱/۲۰	۰/۴۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۳۰	۱۶۰	۱۸۰	۰/۴۰	۱/۲۰	۰/۴۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۳۱	۱۷۰	۱۷۰	۰/۴۰	۱/۰۰	۰/۴۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۳۲	۱۸۰	۱۵۰	۰/۶۰	۱/۰۰	۰/۶۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۳۳	۱۹۰	۱۶۰	۰/۵۵	۱/۰۰	۰/۵۵	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰
۳۴	۱۸۰	۱۷۰	۰/۶۰	۱/۰۰	۰/۶۰	۱۳۰	۰/۹۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱۲۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۰



شکل ۳- نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزشها در منطقه اهر چای

جدول ۳- پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه اهر چای بر اساس امتیاز کل

پهنه	امتیاز کل	میزان خطر
I	$< 3/5$	خلی کم
II	$3/5 - 5$	کم
III	$5/1 - 6$	متوسط
IV	$6/1 - 7/5$	زیاد
V	$> 7/5$	خیلی زیاد

بر اساس امتیاز کل محاسبه شده برای هر واحد، دامنه های منطقه از نظر ناپایداری به پنج گروه تقسیم شده اند که عبارتند از: دامنه هایی با ناپایداری خلی کم، ناپایداری متوسط، ناپایداری زیاد و ناپایداری خیلی زیاد.

با استفاده از جدولهای ۳ و ۴، نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش برای منطقه اهر چای ترسیم شده است (شکل ۳). نقشه مذکور نشان می دهد که بخش جنوبی حوضه دارای ناپایداری متوسط تا خیلی زیاد است و به طرف شرق و همچنین در بخش مرکزی حوضه ناپایداری کاسته می یابد. بخش شمالی حوزه مخصوصاً با نزدیک شدن به خط الراس ناهمواریها از میزان ناپایداری کاسته می شود. در دامنه های شمالی ناپایداری عمده مربوط به دره های مشرف به آبراهه های فرعی اهر چای است و بیشتر در قسمت میانی دامنه ها چنین حاکم است.

ناپایداری دامنه های جنوبی حوضه به علت ضخامت زیاد نهشته های سطحی شامل متزاد "تخریبی آتشفشانی، توف، لاها، ولکانو سدیمانتارها (Volcanosedimentants) و همچنین مواد رسوبی از قبیل ماسه، مارن و رس ماسه است. نفوذ ناپذیری مواد مذکور و حضور آب کافی در منطقه، درجه شیب دامنه ها، شرایط لایرم و مساعد را برای ناپایداری ایجاد کرده است. در دامنه های شمالی، بخش میانی این دامنه ها به علت انباشت مواد تخریبی حاصل از هوازدگی سنگهای آتشفشانی و رسوبی و استقرار آبراهه های فرعی در

فهرست منابع

الف - فارسی

- ارومیه‌ای، علی و همکاران (۱۳۷۶)؛ «استفاده از روشهای آماری در پهنه‌بندی خطر زمین لغزش»؛ مجموعه مقالات دومین سمینار زمین لغزش و کاهش خسارت‌های آن، ۳۰ و ۳۱ اردیبهشت، تهران.
- باباخانی و همکاران (۱۳۶۹)؛ شرح نقشه زمین شناسی چهارگوش امر، سازمان زمین شناسی کشور.
- روستایی، شهرام (۱۳۷۹)؛ پژوهشی در دینامیک لغزشهای زمین و علل وقوع آنها با استفاده از روشهای مورفومترى در حوضه امر جای، پایان‌نامه دکتری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- معماریان، حسین (۱۳۷۴)؛ زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۲۶۸.

ب - خارجی

- Anbalagan, P. (1992). "Landslide gazard evaluation Mapping in hountation Terrain", *Engineering Geology*, 32 pp. 269 - 277.
- Cook, R.U & J. C.Doomkamp (1990). *Geomorphology in iniveonmental Management*, Claend Prees. Oxford. p. 507.
- Romana, M (1985). *New adjustment ratings for application of Bieniawski classification to slopes*. Int. Symp Role of Rock Mechanics, Zacatecas, p 49 - 53.

پای آنها، ناپایداری متوسط تا بالایی دارند و بخش فوقانی این دامنه‌ها به علت بروزند سنگ بستر و شیب زیاد دامنه‌ها، پایدار هستند.

نتیجه گیری

حوضه امر چلی به وسیله دو رشته ناهمواری از شمال و جنوب محدود شده و دهها روستا و دو شهر در این حوضه مستقر شده اند. تراکم جمعیت ساکن در منطقه و نیاز روز افزون به اجرای طرحهای توسعه و عمران، مطالعه و تحقیق در زمینه ناپایداری دامنه‌ها را ضروری می نماید. برای این منظور از روشی که آنبالگان (۱۹۹۲) در کشور هند ارائه کرده استفاده شده است. نتایج نشان می دهد که دامنه‌های جنوبی و بخش میانی دامنه‌های شمالی حوضه از ناپایداری زیادی برخوردار هستند، و هر گونه دستکاری و دخالت در مورفولوژی دامنه‌ها باعث خسارت جبران ناپذیری خواهد شد. بنابراین ضرورت دارد که قبل از اجرای هرگونه طرحی از قبیل جاده سازی، تغییر در بستر آبراهه‌ها و ساختمان سازی، باید به مطالعه دقیق در زمینه ناپایداری محل طرح اقدام نماید تا بدین وسیله ضریب اطمینان طرح‌ها بالا برود.

روش ارائه شده توسط آنبالگان، یکی از ساده ترین روشها برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزشهاست که می تواند به آسانی توسط مهندسمین، زمین شناسان و سایر متخصصین که به نحوی در طرح‌های توسعه و عمران کوهستانی مشارکت دارند، مورد استفاده قرار گیرد.