

تحلیل پایداری دامنه شمالی توده کوهستانی الوند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

علیرضا ایلدرمی *

دکتر مقصود خیام **



چکیده

شناسایی مناطق ناپایدار و ممیزی آنها به منظور تشخیص و تعیین خطرات عوامل طبیعی یکی از موضوعات مهم در راستای عمران مناطق کوهستانی محسوب می‌شود. در این بررسی جبهه شمالی توده کوهستانی الوند به وسعت $698/8$ کیلومتر مربع به منظور تحلیل فرآیندهای دامنه‌ای همچون ریزش، لغزش و جریان براساس وضعیت ساختاری و ژئومورفولوژی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش برانسدن (۱۹۸۴) تعیین حدود شده است.

بررسیها نشان می‌دهد که عواملی چون ساختار زمین‌شناسی، وضعیت لیتولوژی، شیب توپوگرافی، پوشش گیاهی، جریانهای سطحی، تعداد و تراکم گسلها، تراشه‌ها، خاکریزی و بارگذاری و مورفولوژی دامنه‌ها از مهمترین علل حرکات توده‌ای در منطقه می‌باشند. نقشه‌های عامل تهیه شده در مقیاس $1:25000$ و تلفیق آنها با یکدیگر باعث طبقه‌بندی

* دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

** استاد گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

حرکات توده‌ای منطقه به سه طبقه A، B و C به ترتیب لغزشهای عمیق، ریزشها و جریانها گردید که همراه با حاکمیت سیستم فرسایشی پریگلاسیر و شدت فعالیت عوامل مورفوژنز، مورفولوژی خاصی به دامنه الوند داده است. وجود واریزه‌های فراوان، لغزشهای سطحی و جریانهای همچون سولیفلکسیون و ریزش بلوکهای سنگی از دیواره‌های پر شیب دامنه‌های سنگی و... از جمله شواهد و آثار حاکمیت سیستم فرسایشی پریگلاسیر در منطقه است.

نقشه‌های حاصل از پهنه‌بندی طبقات A، B و C نشان می‌دهند که بیشترین قسمت ناپایدار منطقه مربوط به لیتولوژی سنگهای گرانیتی است در حالی که منطقه نسبتاً پایدار بیشتر قسمتهای میانی محدوده، یعنی لیتولوژی سنگهای هورنفلس و شیست را شامل می‌شود، به طوری که این دو قسمت ۶۴٪ از وسعت منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. به طور کلی می‌توان چنین اظهار نظر نمود که وضعیت ناپایداری از لحاظ ریزشهای سنگی وسعتی معادل ۱۹/۱۶٪، از لحاظ لغزشهای عمیق ۲۱/۹٪، لغزشهای سطحی ۴۵/۹۹٪ و دامنه‌های سنگی ۳۴/۴۲٪ را به خود اختصاص داده‌اند که این میزان ضرورت دقت و تأمل، به ویژه از جهت عمران منطقه را بیش از پیش ایجاب می‌کند.

واژه‌های کلیدی: ناپایداری - حرکات توده‌ای - فرایندهای دامنه‌ای - سیستم فرسایشی پریگلاسیر - سیستم اطلاعات جغرافیایی - لغزش - ریزش - جریان - واریزه و سولیفلکسیون

مقدمه

شناسایی و تبیین مناطق ناپایدار از نظر عملکرد نیروهای طبیعی و براساس سیستم مورفوژنیک، نشان دهنده خطرات عوامل طبیعی و گاه نقش انسان در تشدید آن می‌باشد. ناپایداری محیط بر حسب نقش عوامل گوناگون متفاوت بوده و به اشکال مختلف ظاهر می‌شود. جهت بررسی و تعیین مناطق، تجزیه و تحلیل عملکرد نیروهای طبیعی و گاه نقش انسان در روند یا تشدید این فرآیند لازم و ضروری است. تحلیل ناپایداری دامنه‌ها و تشخیص و ویژگی مناطق ناپایدار، امروزه در راستای عمران مناطق کوهستانی از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است چرا که بدین وسیله می‌توان دامنه‌هایی را که عوامل مورفوژنز در آن از شدت قابل ملاحظه‌ای برخوردارند و تغییراتی را در توپوگرافی و مورفولوژی دامنه‌ها فراهم می‌آورند، از سایر دامنه‌ها تفکیک کرد.

مواد و روشها

در این بررسی با توجه به تعیین موقعیت اشکال حاصل از فرآیندهای دامنه‌ای همچون ریزشها، لغزشها و جریانه‌ها و با عنایت به وضعیت ساختاری و ژئومورفولوژی جبهه شمالی توده کوهستانی الوند، براساس روشهای موجود تحلیل ناپایداری و ممیزی مناطق ناپایدار، از روش تحلیل ناپایداری برانسدن (Brunsden) استفاده شده است. آنچه که در این روش حایز اهمیت است تحلیل ناپایداری دامنه‌ها براساس حرکات توده‌ای، با تکیه بر ساختار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی است. در این روش علاوه بر استفاده از عکسهای هوایی و ماهواره‌ای، ضمن بررسی عوامل مؤثر در ناپایداری از قبیل عوامل ساختاری، لیتولوژی، شیب، پوشش گیاهی، جریان آب، گسل، تراشه‌ها، خاکریزی و بارگذاری، مورفولوژی دامنه‌ها و بررسی روابط آنها و تهیه نقشه عوامل و امتیاز دهی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic information system)، داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل واقع شده و نقشه ناپایداریه‌های عمیق، ریزشها و سقوط سنگی و لغزشهای سطحی و کم عمق در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه گردیده و سپس با تلفیق آنها نقشه مناطق ناپایدار ترسیم شده است. ضمن این که، در نهایت نقشه‌های تهیه شده با اجرای عملیات صحرایی مورد ارزیابی قرار گرفته و میزان دقت روش استفاده شده نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

مشخصات عمومی منطقه

توده کوهستانی الوند، با ارتفاع حداکثر ۲۵۸۴ متر (قله الوند) با جهت شمال غربی - جنوب شرقی در مرکز استان همدان قرار گرفته است. جبهه شمالی این توده که مشرف به شهر همدان می‌باشد، در این بررسی با مساحت ۶۹۸/۸ کیلومتر مربع در نظر گرفته شده است. این توده کوهستانی با تشکیلات آذرین و دگرگونی در زون سنندج - سیرجان واقع شده و عمده لیتولوژی آن گرانیت و هورنفلس و شیست می‌باشد.

بیشترین بارش در این محدوده از اواخر پاییز شروع و تا اواسط بهار ادامه می‌یابد. این بارش در فصل زمستان به صورت برف است. متوسط میزان نزولات سالانه، در یک دوره آماری ۲۰ ساله ۳۱۳/۳ میلی‌متر گزارش شده است. وضعیت آب و هوایی مناسب باعث تنوع و تراکم پوشش گیاهی در حد مراتع طبیعی گردیده است.

از نظر ساختاری می‌توان گفت که ریخت اولیه محدوده مورد نظر در اثر حرکات تکتونیک و گسلش شکل گرفته است. روند توپوگرافی در منطقه به تبعیت از شیب، لیتولوژی همراه با حساسیت مواد به فرسایش و فرآیند فیزیکوشیمیایی، موجب بروز

فرآیندهای دامنه‌ای به شکل حرکات توده‌ای از قبیل لغزش، ریزش، جریان واریزه‌ای، بهم‌نهای سنگی و خاکی شده است.

تحلیل ناپایداری جبهه شمالی الوند

به منظور پهنه‌بندی خطر ناپایداری یا به عبارتی تعیین احتمال نسبی رویداد این پدیده در منطقه و ممیزی مناطق ناپایدار، از روش ترکیب استفاده شده است. در این روش به هر یک از عوامل مؤثر، براساس تراکم حرکات توده‌ای وزن داده شده و در نهایت با ترکیب وزنه‌ای به دست آمده از عوامل مختلف، درجه ناپایداری هر واحد محاسبه شده است.

ابتدا دامنه‌های شمالی الوند توسط شبکه منظم $2 \times 2 \text{ Km}^2$ به 194 واحد شبکه‌ای مجزا تقسیم شده، سپس هر یک از عوامل مؤثر در ناپایداری، به طور جداگانه در قالب نقشه‌های عامل، مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. ویژگی‌های هر یک از واحدهای شبکه‌ای از لحاظ شدت عامل در نقشه‌های تهیه شده مشخص گردیده‌اند. با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، واحدهای شبکه روی هم قرار داده شده و از انطباق آن به پهنه‌بندی منطقه اقدام گردیده است، به طوری که واحدهای یکسان از لحاظ شدت عوامل به واحدهای طبیعی یکسان تبدیل شده، با واحدهای مجاور با درجه خطر مشابه ادغام گردیده و محدوده‌های مشابه ممیزی شده است.

به منظور ارزیابی پایداری شیب‌ها، ابتدا با استفاده از تفسیر عکسهای هوایی، عکسهای ماهواره‌ای و عملیات میدانی، حرکات توده‌ای در منطقه شناسایی و موقعیت هر یک از آنها در نقشه ثبت شده است. سپس با توجه به امتیازدهی سه پارامتر A ، B و C که به ترتیب به لغزشهای عمیق، ریزشها و جریانها مربوط می‌باشند، پهنه‌بندی انجام پذیرفته است. در این محدوده 14 مورد لغزش تشخیص داده شده است. علاوه بر این، ریزشهای سنگی و خاکی نیز در مناطق مختلف مورد شناسایی قرار گرفته، به طوری که در دامنه سنگی براساس حاکمیت سیستم فرسایشی پریگلاسیر و شدت فعالیت عوامل مورفوژنز، ریزش سنگهای گرانیتی و هورنفلسی بر دامنه‌های پرشیب جبهه شمالی الوند به وفور مشاهده می‌شود. از طرف دیگر بر حسب فعالیت شبکه آبراهه‌های منطقه و برش پای دامنه‌ها، مواد حاشیه رودخانه‌های منطقه به شدت تحت تأثیر فرآیند ریزش قرار گرفته است.

جریان واریزه‌ها بر روی دامنه‌های شمالی الوند به طور گسترده از عوامل مؤثر در ناپایداری منطقه محسوب می‌شود زیرا کمتر جایی وجود دارد که تحت تأثیر این فرآیند دامنه‌ای قرار نگرفته باشد. بنابراین به منظور تجزیه و تحلیل پارامترهای A ، B و C و

تعیین امتیاز هر یک از آنها و به عبارتی تعیین شدت و تأثیر و گستردگی فعالیت آنها و ویژگیهای منطقه در هر یک از واحدهای شبکه‌ای به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفته است :

الف) امتیاز ساختاری St :

$$St = \frac{\text{شیب دامنه}}{\text{شیب ناپیوستگی}} \times (\text{امتیاز مقدار شیب}) \times (\text{امتیاز جهت شیب})$$

ب) لیتولوژی (سنگ شناسی) :

امتیاز سنگ کف + امتیاز خاک سطحی = امتیاز سنگ شناسی

ضخامت خاک × نوع خاک = امتیاز خاک سطحی

ج) شیب دامنه : در مورد هر سه نوع پدیده لغزش، ریزش و جریان، براساس جدول پیوستی محاسبه شده است .

د) پوشش گیاهی : فقط در مورد لغزشهای سطحی، براساس جدول مربوطه محاسبه شده است .

هـ) جریان آب : برای لغزشهای عمیق و سطحی، براساس جدول مربوطه امتیازدهی شده است .

و) امتیاز گسل : برای لغزشهای عمیق و ریزشها، براساس جدول مربوطه محاسبه شده است .

ز) تراشه مصنوعی : جهت لغزشهای عمیق و ریزشی مدنظر قرار گرفته شده است .

ح) خاکریزی و بارگذاری : در مورد لغزشهای عمیق و سطحی امتیازدهی شده است .

ط) نوع دامنه : در مورد لغزشهای عمیق و سطحی مورد نظر قرار گرفته است .

در ارزیابی لغزشهای عمیق و ریزشها که تا حد زیادی عوامل ساختاری مؤثر می‌باشند، مشاهده می‌شود که میزان امتیاز (S t) و امتیاز کل ملاک ارزیابی قرار گرفته است، بدین صورت که براساس مجموع امتیاز ساختاری، رده‌های ناپایدار، نسبتاً پایدار و پایدار بر این اساس تفکیک شده‌اند، در این رابطه مجموع امتیازهای به دست آمده از ۹ پارامتر، میزان خطر ناپایداری را مشخص ساخته است .

با توجه به اهمیت پوشش گیاهی در لغزشهای سطحی (براساس شرایط و ویژگیهای محلی)، امتیاز کل جهت ارزیابی این لغزشها، از حاصل ضرب امتیاز پوشش گیاهی در مجموع امتیازات، از بقیه پارامترها بیشتر می باشد .

جدول ۱- شیوه امتیازدهی و ارزیابی پارامترها

| | | | الف) امتیاز ساختاری St: | |
|--------|--------|--------|---|--|
| A عمیق | B ریزش | C سطحی | $St = \frac{\text{شیب دامنه}}{\text{شیب ناموسنگ}} \times (\text{امتیاز مقدار شیب}) \times (\text{امتیاز جهت شیب})$ | |
| ۳ | - | - | تقریباً به موازات هم ۲۰± درجه اختلاف | رابطه جهت شیب ناپوستگی و شیب دامنهها |
| ۰/۵ | ۰/۵ | - | مورب نسبت به هم اختلاف بیش از ۳۰ درجه | |
| ۰/۲۵ | ۲ | - | خلاف جهت هم ۲۰± درجه اختلاف | |
| ۰ | ۰ | - | <۱۵ | امتیاز مقدار شیب ناپوستگیها |
| ۵ | ۰ | - | ۱۵-۳۰ | |
| ۱۱/۶ | ۱۰ | - | ۳۰-۴۵ | |
| ۲۰ | ۱۵ | - | ۴۵-۶۰ | |
| ۲۵ | ۲۰ | - | >۶۰ | |
| ۳ | - | - | تقریباً به موازات هم (۲۰± درجه اختلاف) | رابطه جهت شیب ناپوستگی و شیب دامنهها |
| ۰/۲۵ | - | - | مورب نسبت به هم اختلاف بیش از ۳۰ درجه | |
| ۰/۲۵ | ۳ | - | خلاف جهت هم (۲۰± اختلاف) | |
| ۲ | - | - | <۱۵ | امتیاز مقدار شیب ناپوستگیها |
| ۲/۵ | - | - | ۱۵-۳۰ | |
| ۵/۸ | ۱۰ | - | ۳۰-۴۵ | |
| ۱۰ | ۱۵ | - | ۴۵-۶۰ | |
| ۰ | ۲۰ | - | >۶۰ | |
| A عمیق | B ریزش | C سطحی | ب) نیتولوژی (سنگ شناسی): امتیاز سنگ کف + امتیاز خاک سطحی = امتیاز سنگ شناسی ضخامت خاک × نوع خاک = امتیاز خاک سطحی | |

لاچینده، شستورتنه، گسلهای
فرعی و دیگر ناپوستگیهای مهم

دیگر ناپوستگیها

| | | | | |
|-----------------|---------|--------|--|------------------------------------|
| ۵ | ۵ | - | سنگ مقاوم (اهک، ماسه سنگ، سنگهای آذرین) | میزان سنگ کف |
| ۱۰ | ۱۰ | - | تاوب سنگ ضعیف و مقاوم، تاوب شیل، ماسه سنگ و آهک | |
| ۲۰ | ۲۰ | - | سنگ ضعیف (شیل، مارن، ماسه سنگ، سیمان ضعیف) | |
| ۲/۵ | - | ۲/۵ | نهشته‌های دامنه‌ای درشت دانه | میزان خاک سطحی ضخامت خاک X نوع خاک |
| ۵ | - | ۵ | خاک هوا زده بر جا | |
| ۷/۵ | - | ۷/۵ | دانه ریز، تاوب دانه ریز و درشت | |
| ۱۰ | - | ۱۰ | لغزش و نهشته‌های لغزشی | |
| - | ۰ | - | < ۱ | ضخامت خاک (m) |
| - | ۱ | - | ۱-۲ | |
| - | ۲ | - | > ۲ | |
| ج) شیب دامنه : | | | | |
| A عمیق | B ریزشی | C سطحی | | |
| ۱ | ۰ | ۱ | < ۱۵ | |
| ۴/۴ | ۰ | ۲/۲ | ۱۵-۲۰ | |
| ۷/۶ | ۱۰ | ۳/۸ | ۲۰-۴۵ | |
| ۱۳/۲ | ۲۰ | ۶/۶ | ۴۵-۶۰ | |
| ۳۰ | ۳۰ | ۱۵ | > ۶۰ | |
| د) پوشش گیاهی : | | | | |
| A عمیق | B ریزشی | C سطحی | | |
| - | - | - | متراکم، فاصله درختان کمتر از دو برابر شعاع گسترش ریشه‌ها (کمتر از ۱۰ متر) | |
| - | - | ۰/۵ | نسبتاً متراکم، فاصله درختان بین ۲-۳ برابر شعاع گسترش ریشه‌ها (۲۰-۳۰m) | |
| - | - | ۱ | پراکنده، فاقد پوشش گیاهی یا فاصله درختان بیش از ۳ برابر شعاع گسترش ریشه‌ها | |
| ه) جریان آب: | | | | |
| A عمیق | B ریزشی | C سطحی | | |
| ۱۲ | - | ۱۲ | واحد چشمه‌ها یا آبراهه دائمی | |
| ۹ | - | ۹ | آب شکستگی پای دامنه توسط رودخانه | |
| ۶ | - | ۶ | تراوش آب حاصل از حفره‌های نفوذناپذیر | |

| | | | |
|--------|---------|--------|--|
| ۳ | - | ۳ | وجود زهکش در داخل شبکه |
| ۰ | - | ۰ | - فاقد موارد بالا |
| A عمیق | B ریزشی | C سطحی | و) گسل : |
| ۱۰ | ۱۰ | | - گسل با سابقه لرزه خیزی |
| ۲/۵ | ۲/۵ | - | - گسل اصلی با سابقه لرزه خیزی |
| ۰ | ۰ | - | - گس فرعی |
| ۰ | ۰ | ۰ | - فاقد گسل |
| A عمیق | B ریزشی | C سطحی | ز) تراشه مصنوعی : |
| ۵ | ۷/۵ | ۱۰ | به موازات امتداد لایه بندی و ناپیوستگی مهم، خط تقاطع آنها (±۲۰ اختلاف) |
| ۳/۵ | ۵ | ۱۰ | به موازات دیگر ناپیوستگی ها با خط تقاطع آنها (±۲۰ درجه اختلاف) |
| ۰/۵ | ۲/۵ | ۱۰ | مورب ثبت به امتداد ناپیوستگی ها |
| ۰ | ۰ | ۰ | فاقد تراشه ها |
| A عمیق | B ریزشی | C سطحی | ح) خاکریزی و بارگذاری (احداث پل، دیواره پل، کانپون، مناطق مسکونی و ...): |
| ۵ | - | ۵ | - در پای توده |
| ۰ | - | ۰ | - فاقد خاکریزی و بارگذاری |
| ۵ | - | ۵ | - در کمر توده |
| ۱۰ | - | ۱۰ | - در بالای توده |
| A عمیق | B ریزشی | C سطحی | ط) نوع دامنه : |
| ۰/۵ | - | ۵ | - مقعر |
| ۰/۷۵ | - | ۲/۵ | - محدب |
| ۰ | - | ۰ | - مستقیم |
| ۰/۲۵ | - | ۱ | - مرکب |

جدول ۲- ارزیابی انواع مختلف ناپایداری

| الف) ارزیابی ناپایداری عمیق | | | | |
|---|------------------|--------------------|-------------|----------------------|
| کمتر از ۳۰ | | بیش از ۳۰ | | مجموع امتیاز ساختاری |
| <۶۰ | >۶۰ | <۶۰ | >۶۰ | امتیاز کل ۹ پارامتر |
| پایدار D1 | نسبتاً پایدار C1 | نسبتاً ناپایدار B1 | ناپایدار A1 | ارزیابی رده خطر |
| ب) ارزیابی ریزشها و سقوط سنگی | | | | |
| کمتر از ۳۰ | | بیش از ۳۰ | | مجموع امتیاز ساختاری |
| <۵۰ | >۵۰ | <۸۰ | >۸۰ | امتیاز کل ۹ پارامتر |
| پایدار D2 | نسبتاً پایدار C2 | نسبتاً ناپایدار B2 | ناپایدار A2 | ارزیابی رده خطر |
| ج) ارزیابی لغزشهای سطحی و کم عمق (جریانی، دورانی، انتقالی، چرخشی) | | | | |
| امتیاز کل = امتیاز پوشش گیاهی × مجموع امتیازات ۹ پارامتر | | | | |
| ۰ | ۱۷-۰ | ۱۷-۳۵ | >۳۵ | امتیاز کل |
| پایدار D3 | نسبتاً پایدار C3 | نسبتاً ناپایدار B3 | ناپایدار A3 | ارزیابی رده خطر |

بحث و نتیجه گیری

با توجه به پراکنش حرکات توده‌های متنوع در مقیاسهای مختلف در منطقه و با عنایت به استعداد منطقه، به ویژه از لحاظ تراکم و تجمع عظیم مواد رسی، به جهت فرآیند فیزیکوشیمیایی و هیدرولیز در تشکیلات شیستی و گرانیتها، می‌توان چنین استنباط نمود که به دلیل وسعت مناطق ناپایدار و حتی نسبتاً ناپایدار، منطقه به شدت تحت تأثیر فرآیندهای دامنه‌ای فعال قرار دارد و در معرض ناپایداری است. موقعیت روستاهای موجود بر روی دامنه‌های مستعد به لغزش از جمله روستاهای سیمین و تکمه‌داش، و نیز تخریب زمینهای زراعی و باغات در اثر لغزش در اطراف روستاهای ابرو و ورکانه و حتی شهر مریانج، و تخریب جاده‌های مواصلاتی عشایری و روستایی همچون جاده عشایری سیمین، بیانگر ناپایداری منطقه است. افزون بر این، مسئله کاهش عمر مفید سد اکباتان در اثر

از بررسی جدول ۳ چنین استنباط می‌شود که درصد وسیعی از سطح منطقه مورد بررسی در محدوده ناپایدار و نسبتاً پایدار قرار گرفته است. به نظر می‌رسد که حساسیت منطقه از لحاظ اولویت‌بندی در درجه اول به لغزشهای سطحی به دلیل وجود سازندهای سطحی از نوع رس، لغزشهای عمیق به جهت وجود دره‌های انباشتی متعدد و در نهایت ریزشهای سنگی به لحاظ وجود لیتولوژی از نوع گرانیت و هورنفلس و شیست بر روی مناطق پر شیب است.



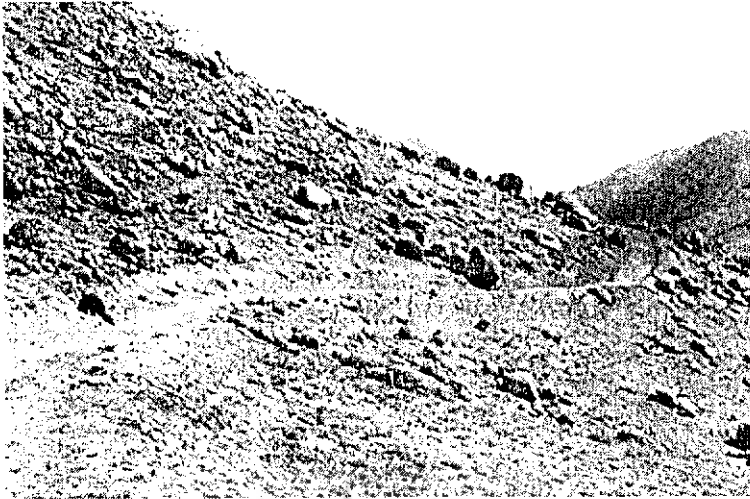
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فرآیندهای دامنه‌ای و حرکت مواد در اثر حرکات توده‌ای، موجبات حساسیت بیشتر منطقه شده است.

براساس بررسی‌های به عمل آمده از نقشه‌های تهیه شده در خصوص ناپایداری دامنه‌های شمالی الوند، می‌توان انواع مختلف ناپایداری را در دامنه‌های مذکور به ناپایداریهایی عمیق، ریزشها و سقوط سنگی، لغزشهای سطحی و کم عمق طبقه‌بندی نمود. بیشترین قسمت ناپایداری دامنه‌های شمالی الوند به ویژه از لحاظ دامنه‌های سنگی، به لیتولوژی گرانیتها مربوط است. لیکن منطقه نسبتاً ناپایدار، قسمت‌های میانی محدوده را شامل می‌شود که بیشتر از نوع شیست و هورنفلس می‌باشد. این دو قسمت تقریباً ۶۴٪ منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. در رابطه با ناپایداری دامنه‌ها از لحاظ ریزشهای سنگی، نکته قابل توجه، عدم مناطق نسبتاً ناپایدار است. این موضوع در خصوص منطقه نسبتاً پایدار نیز صدق می‌کند. لغزشهای عمیق بیشتر در مناطقی موجب ناپایداری شده‌اند که قبلاً شواهد و آثار لغزشهای قدیمی در آنها مشاهده شده است. این مناطق در واقع محل‌های تجمع رس و ماسه حاصل از فرآیند فیزیکوشیمیایی تخریب گرانیتها و شیستها و استقرار آنها در دره‌های انباشتی مانند دره‌های مریانج، مرادیگ، عباس‌آباد، سیمین و ابرو است. از نتایج حاصل می‌توان به وجود مناطق وسیع پایدار و مناطق کوچک نسبتاً ناپایدار و نسبتاً پایدار اشاره کرد. این مسئله بیانگر وجود شرایط خاص ایجاد لغزشهای عمیق، یعنی عمق و ضخامت زیاد سازندهای سطحی همراه با شیب و سایر شرایط است که فقط در مکان‌های ویژه‌ای از دامنه شمالی الوند مشاهده می‌شود. در این بررسی لغزشهای سطحی منطقه در محدوده ناپایدار و نسبتاً ناپایدار تفکیک شده‌اند که این مسئله بیانگر حساسیت سازندهای سطحی دامنه‌ها به لغزشهای سطحی می‌باشد.

جدول ۳ - درصد مساحت مناطق پایدار و ناپایدار جبهه شمالی توده کوهستانی الوند

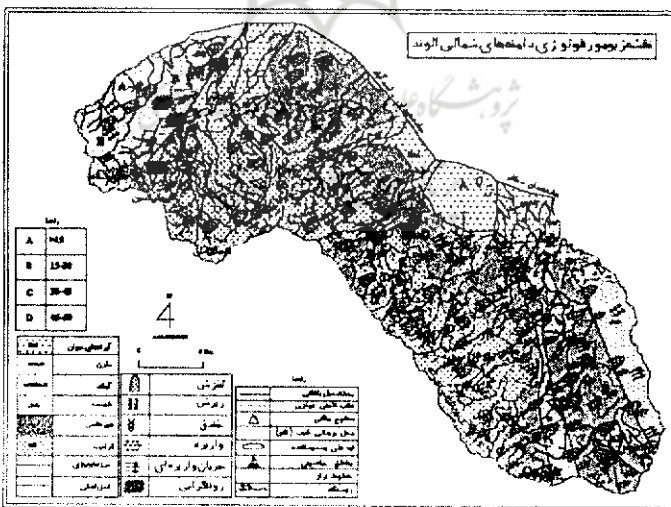
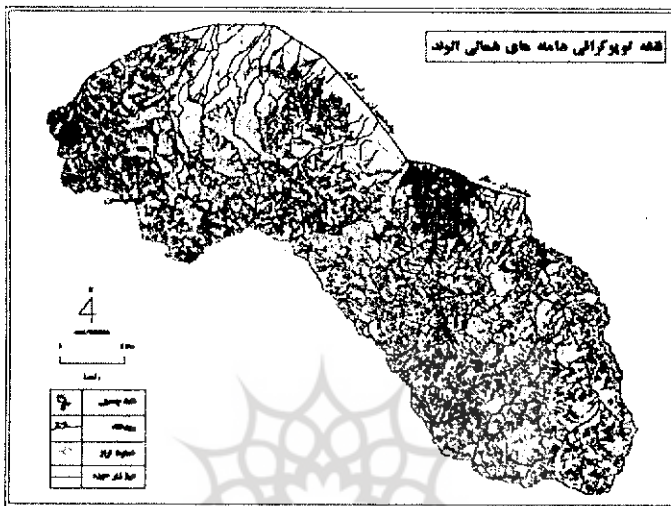
| تحلیل وضعیت ناپایداری | پایدار | نسبتاً پایدار | نسبتاً ناپایدار | ناپایدار |
|-----------------------|--------|---------------|-----------------|----------|
| ریزشهای سنگی | ۷۷/۹٪ | ۲/۹۴٪ | - | ۱۹/۱۶٪ |
| لغزشهای عمیق | ۷۰/۷۳٪ | ۵/۹۶٪ | ۱/۴۱٪ | ۲۱/۹٪ |
| لغزشهای سطحی | - | - | ۵۴/۰۱٪ | ۴۵/۹۹٪ |
| دامنه‌های سنگی | ۱۸/۹٪ | ۱۷/۱۲٪ | ۲۹/۵۶٪ | ۳۴/۴۲٪ |
| درصد مساحت | ۱۰۰٪ | ۱۰۰٪ | ۱۰۰٪ | ۱۰۰٪ |

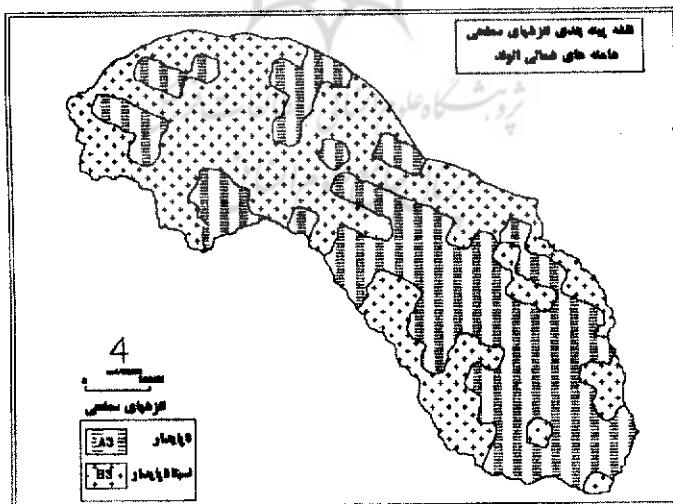
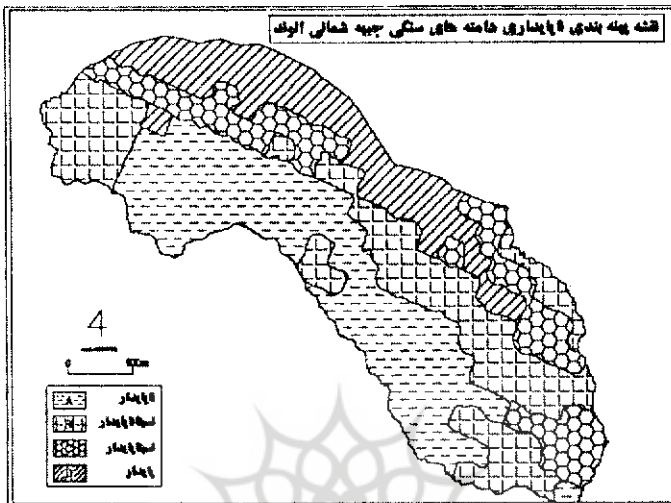


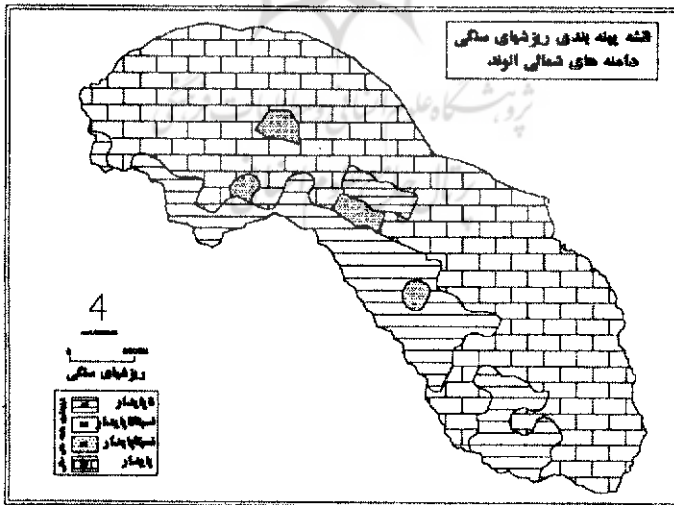
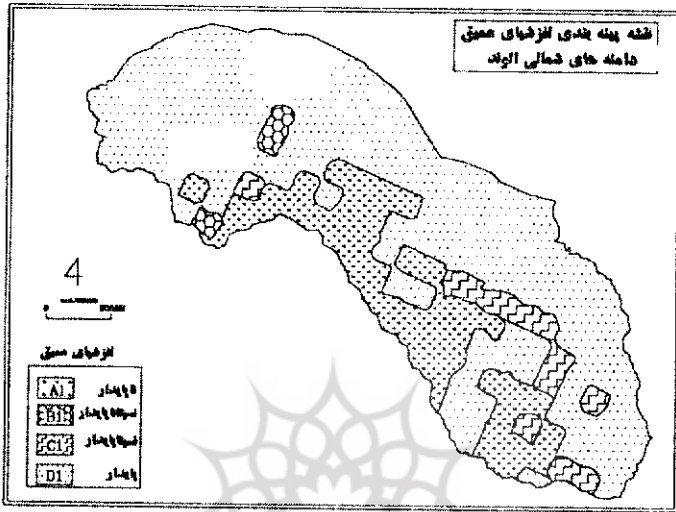
تصویر ۱ - ریزشهای سنگی بر روی دامنه ارتفاعات تخت رستم (ارتفاع ۳۰۰ متر)



تصویر ۲ - یکی از مناطق حساس به لغزشهای عمق در دره انباشتی سیمین







فهرست منابع

الف - فارسی

- حق شناس، ابراهیم (۱۳۷۶)؛ مجموعه مقالات دومین سمینار زمین لغزه و کاهش خسارات آن، انتشارات مؤسسه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله .
- خیام، مقصود (۱۳۷۱)؛ « اهمیت مطالعات سازندهای سطحی در پژوهشهای ژئومورفولوژی و پروژه‌های عمرانی » ، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی مشهد ، شماره ۳ .
- روستایی، شهرام (۱۳۷۹)؛ پژوهشی در دینامیک لغزشهای زمین و علل وقوع آن با استفاده از روشهای مورفومتری در حوضه اهرچای ، رساله دکتری ، دانشگاه تبریز .
- (۱۳۷۷)؛ مجموعه مقالات دومین همایش ملی رانش زمین و راههای مقابله با خطرات آن ، انتشارات مؤسسه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله .

ب- خارجی

- Allison, R. J (1996). "Slope and Slope Processes", *Progress in Physical Geomorphology*, Arnold, Vol. 20: 453-465.
- Moller, B. and H.Ahnbery (1991). *Stability, Analysis and Observations Of a Failure Test Slope Landslide Balkema.*