



دانشگاه تربیت مدرس

# مجله علوم انسانی

فصلنامه علمی پژوهشی - دانشکده علوم انسانی (جغرافیا)

ویژه‌نامه جغرافیا  
(پیاپی ۴۸)، پاییز ۱۳۸۵

شماره: ۹۶۸۹-۵-۱۶

- جایگاه حکمروایی خوب برنامه‌ریزی شهری طرح متروی تهران ..... ۱  
حسن اسماعیل‌زاده، مظفر صرافی
- برآورد عمق رواناب حوضه بدون ایستگاه کبوترلانه کنگاور با استفاده از یک رویداد بارش ..... ۲۹  
ایرج جباری، محمدرضا عارفی
- ارزیابی و پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ها در بخش مرکزی حوضه زاب (شهرستان سردشت) به روش  
آنیلاگان ..... ۴۹  
سعید خضری، شهرام روستایی، عبدالحمید رجایی
- تحلیلی بر تخصصی‌شدن الگوی کشت و نقش آن در توسعه روستایی: کشت توت‌فرنگی در منطقه  
ژاورود مریوان ..... ۸۱  
داریوش رحمانی، مهدی طاهرخانی
- ارزیابی حساسیت‌پذیری دما و بارش تبریز به افزایش دی‌اکسید کربن جو با استفاده از مدل‌های گردش  
جهانی پیوندی جوی - اقیانوسی ..... ۱۰۳  
یوسف قویدل رحیمی
- پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای مواد در حوضه آبریز ليقوان چای ..... ۱۲۵  
فریبا کرمی، مریم بیاتی خطیبی، هاشم رستم‌زاده
- نقش تحول کارکرد مرز بر فضای جغرافیایی بخش باجگیران در مرز ایران و ترکمنستان ..... ۱۴۷  
علی محمدپور، زهرا احمدی‌پور، مرجان بدیعی
- عدم تطابق خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیکی در دو حوزه آبریز همجوار در دامنه  
شمالی شیرکوه یزد ..... ۱۷۳  
غلامعلی مظفری
- تحلیل فضایی کتابخانه‌های عمومی منطقه ۱۲ تهران با استفاده از GIS ..... ۱۹۱  
مرضیه معصومی، منوچهر فرج‌زاده
- بررسی بحران آب استان خراسان ..... ۲۱۳  
سعداله ولایتی
- صفحه اشتراک ..... ۲۳۵
- چکیده مقالات به زبان انگلیسی ..... ۲۳۷

# ارزیابی و پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ها در بخش مرکزی حوضه زاب (شهرستان سردشت) به روش آنبالاگان<sup>۱</sup>

سعید خضری<sup>۱</sup>، شهرام روستایی<sup>۲\*</sup>، عبدالحمید رجایی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲- استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳- استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

دریافت: ۸۴/۸/۳۰

پذیرش: ۸۵/۴/۳

## چکیده

حوضه آبریز رودخانه زاب در جنوب غرب آذربایجان غربی و شمال غرب استان کردستان واقع شده است و ۲۵۲۷ کیلومترمربع وسعت دارد. رودخانه مذکور در دره تکتونیک جاری بوده و بخش مرکزی حوضه آن دارای حرکات توده‌ای مواد با تکرار زمانی است. سالیانه زمین لغزش و حرکات توده‌ای دیگری اتفاق می‌افتد که باعث آسیب‌هایی به مساکن، زمینهای زراعی و راههای ارتباطی می‌شود. در این مقاله تلاش بر آن است که بلایای طبیعی عنوان شده ارزیابی و تبیین شوند. در نهایت، هدف تهیه نقشه بلایا به روش آنبالاگان است. روش تحقیق این مقاله شامل تشخیص و طبقه‌بندی ناپایداریها در روی زمین و تبیین علل به وجود آمدن آنهاست. مرحله بعدی تهیه نقشه‌های عامل و بالاخره ترسیم نقشه پهنه‌بندی خطر ناپایداریهای دامنه‌ای است.

کلید واژه‌ها: ناپایداری دامنه‌ها، زمین لغزش، پهنه‌بندی، حوضه زاب، نقشه‌های عامل.

نایابکاری پایه‌گذاری شده و به‌طراحان و مهندسان در انتخاب موقعیتهای مناسب برای اجرای طرحهای توسعه در مناطق کوهستانی کمک بزرگ و مؤثری می‌کند. ارومیه‌ای و امینی‌زاده با اندکی تغییر در عامل چگونی آبهای زیرزمینی آن را برای کل ایران و حتی برای مناطق نیمه خشک کشور نیز ضروری دانسته‌اند [۴]، صص ۲۴۵-۲۴۹.

منطقه پژوهش دومین سول بارندگی کشور ایران را پس از شمال داراست و سالیانه بارندگی آن به بیش از ۱۰۰۰ میلیمتر می‌رسد که خود پوشش جنگلی آفریده است. با توجه به موارد بالا و تشابه منطقه پژوهش با وضعیت حاکم بر کاتورگام<sup>۱</sup> (ناحیه مورد تحقیق آبیلاگان)، از بین روشهای مختلف ارزیابی و پهنه‌بندی ناپایداریهایی نامنه‌ای، این روش گزینش شده است. از طریق مطابقت زمین‌لغزشهای کنونی و پهنه‌های خطرناکی و ارزیابی رابطه ناپایداریها با عوامل دخیل از طریق نقشه‌های عامل، همخوانی قابل قبولی با واقعیهایی زمینی دیده می‌شود. همخوانی روش اخیر با پهنه‌بندی سولای ناپایداریهی نامنه‌ای، قابل اطمینان بودن آن را برای این منطقه نشان می‌دهد.

بر اساس منابع پیشینه، در روش آبیلاگان می‌توان از شیوه کار توکر افکی مستقی در تهیه نقشه‌های عامل روی کافزاکا و همپوشانی آنها به منظور تهیه نقشه نهایی بر اساس امتیازها استفاده کرد. در این مقاله، علاوه بر بهره‌گیری از روشهای منابع مذکور، برداشت برخی داده‌های مربوط به ناپایداریهایی نامنه‌ای با گیرنده ماهواره‌ای جی پی اس<sup>۲</sup>، انتقال به نقشه توپوگرافی و رقوم‌کردن آنها صورت گرفته است و تعیین واحدهای کاری بر اساس خصوصیات هیدروژئومورفولوژیک، امتیازدهی به هر واحد (بر اساس عوامل دخیل در وقوع ناپایداریهایی)، جمع‌بندی امتیازها و بالاخره پهنه‌بندی و ترسیم نقشه خطرپذیری زمین لغزش به کار رفته است. بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی<sup>۳</sup> در این مقاله، بر سرعت و دقت کار افزوده است.

## ۲- منطقه مطالعه شده

محدوده پژوهش، بخشی از کوهستان و کوهپایه‌های جنوب غربی استان آذربایجان غربی را

1. Katodgam
2. GPS
3. GIS

## ۱- مقدمه

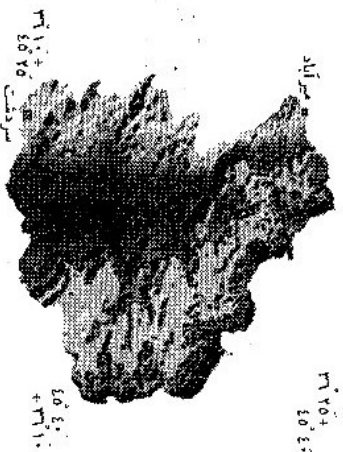
در حوضه‌های مناطق کوهستانی به منظور اجرای طرحهای مربوط به عمران آب، مدیریت محیط، توسعه شبکه‌های ارتباطی، توسعه مراکز و تأسیسات صنعتی و سکو‌تنگایی آنچه قبل از انجام هر پروژه‌ای ضرورت دارد، شناسایی خطرات وقوع جریانهای مربوط به حرکات مواد در سطح زمین است. لازم است حرکات توده‌ای مواد و ناپایداریهایی نامنه‌ای ارزیابی شوند و نقشه خطر وقوع و پهنه‌بندی آنها ضروری است تا مشکلاتی نظیر آسیبهای وارد شده بر روستای مامه زینه در شهرستان سردشت تکرار نشود. روستایی که در سال ۱۳۲۱ رانش زمین آن را در معرض خطر جدی قرار داد و خسارتهای مالی زیاد به بار آورد، طوری که هم‌اکنون تمام خانه‌های مسکونی قدیمی، تازه ساخت و ترمیم آن، دارای دیوارها مستقر و کف ترک‌دار بوده و هر روز بر گسترش ترکها و تخریب مسکن در روستا افزوده می‌شود.

ارزیابی ناپایداریهایی نامنه‌ای، بررسی نقش عوامل دخیل در ایجاد آنها و پهنه‌بندی خطرات مربوط به آن در منطقه مطالعه شده اهداف اصلی این پژوهش هستند. در پهنه‌بندی ناپایداریهایی منطقه، شیوه آبیلاگان به کار رفته است [۱] صص ۲۶۹-۲۷۷. شیوه‌ای که بر شناسایی زمین‌لغزشها استوار است، انتخاب شده است. در بررسی پیشینه باید اظهار داشت که روش انتخاب‌شده در این تحقیق در ایران بر اساس منابع در دسترس، در شمال غرب کشور و در حوضه امرچای به وسیله روستایی [۲] صص ۹۷-۱۲۲] به کار رفته است که در اساس، روش فوق به وسیله آبیلاگان<sup>۱</sup> [۳] صص ۲۶۹-۲۷۷ ارائه شده و در میانیا با وضعیت کوهستانی سارگاز بوده است. آبیلاگان به‌کارگرفتن این روش را برای مناطق کوهستانی مشابه مناسب دانسته است. همچنین این روش به وسیله آقایی ارومیه‌ای و امینی‌زاده برای بررسی ناپایداریهایی نامنه‌ای و زمین‌لغزش در حوضه هلیل رود به کار رفته است [۴]، صص ۲۴۹-۲۴۵.

این روش به استفاده از نقشه‌های عامل و امتیازدهی به هر کدام از عوامل مؤثر در وقوع ناپایداریهی (لیتولوژی، شیب زمین، ساختار زمین شناسی، ناهمواری نسبی، کاربری زمین و وضعیت آبهای زیرزمینی) در واحدهای کاری مکی است [۳] صص ۹۷-۱۱۲.

روش آبیلاگان روشی جدید است که بر اساس طرح امتیازدهی به عوامل ارزیابی خطر

1. Anhalagan



(ب)

ارتفاع از رنگ تیره (۱۰۰۰ متر) تا رنگ روشن (۲۴۰۰ متر) در طرفین دره نوسان دارد

شکل ۱ نقشه جایگاه جغرافیایی منطقه پژوهش و مدل ارتفاعی رقمی آن

### ۳- مواد و روشها

مواد اساسی مورد نیاز، نقشه‌های پایه توپوگرافی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، پوشش گیاهی، عکسهای هوایی و گیرنده ماهواره‌ای، جی‌پس می‌باشند. در انجام این پژوهش برای نیل به نتایج منطقی، مشاهده مورد تأکید بوده و براساس نیاز، منطقه بازبینی شده است. در این تحقیق مراحل زیر ملاک عمل بوده است:

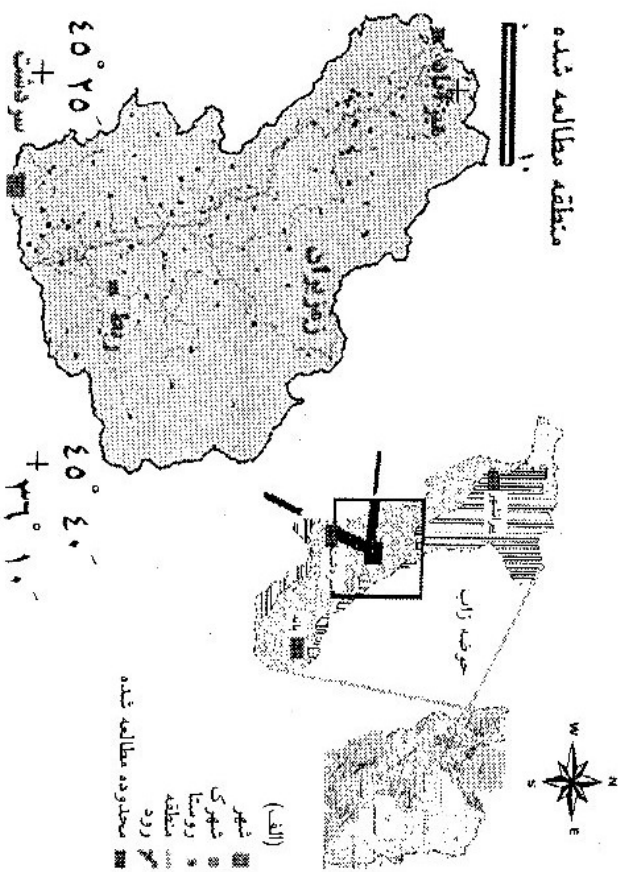
۱- تعیین و تحدید منطقه پژوهش بر مبنای نقشه‌های توپوگرافی، عکسهای هوایی و مطالعات میدانی (شکل ۱):

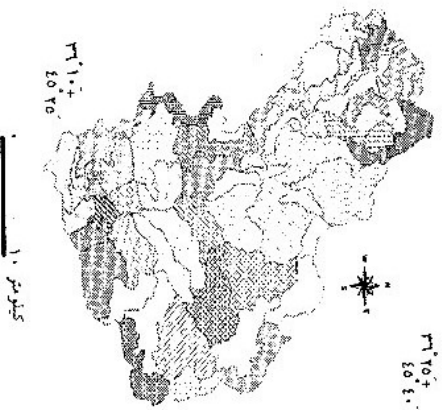
۲- مطالعه و بازبینی میدانی و برداشت داده‌های مربوط به ناپاینداریهای نامنه ای با جی‌پس اس و تهیه نقشه ناپاینداریهای کونی (شکل ۲):

۳- تقسیم بندی و تفکیک منطقه به رخنساره‌های شیب (با خصوصیات مشابهی از لحاظ زاویه شیب و جهت شیب) روی نقشه توپوگرافی بر اساس خطوط تقسیم آنها، کشیدگی یاها و ستیغها، تالوگها، رودخانه‌ها و ارتفاعات با تکیه بر عکسهای هوایی و مطالعات میدانی (شکل ۳) و یکست کردن رخنساره‌های شیب با خصوصیات مشابه، به منظور تهیه

در حوضه رودخانه زاب شمال است که بین عرض جغرافیایی شمالی (۳۱°۵۸'۲۵") تا (۳۱°۲۱'۲۷") و طول جغرافیایی شرقی (۴۵°۴۰'۴۴") تا (۴۵°۴۰'۴۴") قرار دارد. از نظر تقسیم‌بندی سیاسی جزو شهرستان سررشت است و با شکلی گنجان مانند دامنه‌های شرقی و غربی دره مذکور را از سررشت تا میرآباد در بر می‌گیرد.

حداکثر گسترش شرقی - غربی آن، ۲۰ کیلومتر و حداکثر کشیدگی شمالی - جنوبی آن ۲۵/۳۳ کیلومتر می‌باشد. یک شهر، سه شهرک و بیش از ۸۰ روستا را دربرگرفته و جمعیتی بالغ بر ۷۰ هزار نفر را در خود جای داده است. از مساحت کل حوضه آبریز زاب در ایران تنها ۵۲۰ کیلومتر مربع در حیطه این پژوهش قرار دارد. رشته کوه‌های شرق و غرب دره زاب، در این بخش با جهت شمالی - جنوبی گسترش یافته و چشم اندازی متفاوت با بخش داخلی آن، بایجان و کرستان به وجود آورده است (شکل ۱).





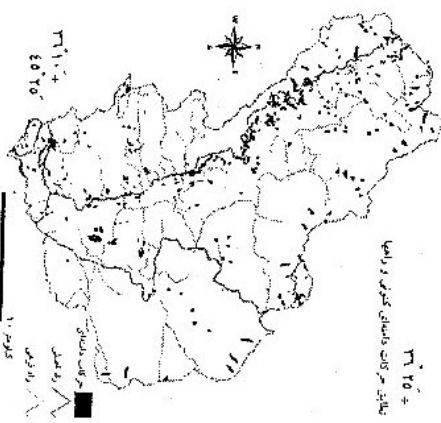
شکل ۳ نقشه واحدهای کاری منطقه

- ۴- تهیه نقشه‌های پایه عوامل مؤثر در وقوع پدیده حرکت دامنه‌های، شامل: نقشه‌های عامل لیتولوژی، شیب-زمین، ارتفاع نسبی، کاربری زمین، وضعیت آبهای زیرزمینی و ساختارهای مهم زمین‌شناسی و مطابقت حرکات دامنه‌های کنونی، روی نقشه‌ها به منظور ارزیابی دقیق روابط و نقش عوامل مؤثر در ناپایداریها؛
- ۵- امتیازدهی به هر واحد براساس نقشه‌های عامل و جدولهای امتیازهای مورد تأکید در روش آنالیز و جمع‌بندی امتیازهای هر واحد برای تعیین وضعیت پایداری و ناپایداری واحدها،
- ۱- پهنه بندی نهایی منطقه از نظر خطر ناپایداری به پنج کلاس (خطر بسیار زیاد، خطر زیاد، خطر متوسط، خطر کم و خطر بسیار کم) و تهیه و ترسیم نقشه پهنه بندی مربوط براساس موارد فوق؛
- ۷- تجزیه، تحلیل و نتیجه‌گیری؛

۸- ارزیابی عوامل مؤثر در ناپایداری دامنه‌ها و نحوه امتیازدهی به آنها.

پدیده ناپایداری دامنه‌ای به‌عوامل متعدد طبیعی و انسانی بستگی دارد. داده‌های مورد نیاز برای تحلیل ناپایداری دامنه‌ها و بررسی خطرات مربوط به آن، از جمله: داده‌های

نقشه واحدهای کاری و فراهم آوردن امکان مطالعه‌ای سیستمی، منسجم و منطقی (شکل ۴)؛



شکل ۲ نقشه ناپایداریهای دامنه‌های کنونی و راههای ارتباطی



شکل ۳ نقشه رخصت‌های شیب منطقه و برآوردگی ناپایداریهای دامنه‌های روی آن

#### ۴- عوامل مؤثر در ناپایداریهای دامنه

حرکت‌های توده‌ای مواد جزو فرایندهای عمده تغییر دهنده مورفولوژی دامنه‌ها هستند که برای درک مکانیسم و فرایند این حرکت‌ها، شناخت ویژگی‌های عمومی منطقه و شناخت نوع، اندازه، فراوانی و وقوع لغزش‌ها ضروری است؛ همچنین شناخت چگونگی ژئومورفولوژیکی و وقوع آنها الزامی می‌باشد [اصص ۷۲-۴۴] در این صورت، عوامل مؤثر در ناپایداریهای دامنه‌ای منطقه به ترتیب بررسی و ارزیابی می‌شوند و امتیازهای آن، در مورد هر عامل به تفکیک بررسی می‌شود تا در نهایت امکان جمع‌بندی امتیازهای واحدهای کاری و تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ای فراهم آید. عوامل مؤثر در ناپایداریهای دامنه‌ای منطقه به ترتیب زیر است:

##### ۴-۱- زمین‌شناسی و لیتولوژی

در ناحیه مرزی ایران (ترکیه و عراق) از آراغات تا سردهشت رشته کوه‌های رسوبی چین‌خورده‌ای وجود دارند که از لحاظ زمین ساخت تحت تأثیر روندهای حاکم بر آذربایجان و دنباله فرایندها و جریانهای حاکم بر شرق ترکیه، آذربایجان غربی و شمال کردستان قرار گرفته‌اند [۹:۱۱۸].

همچنین جریانهای شمال‌غرب زاگرس و رورانگی مربوط تأثیرگذار بوده است، به طوری که رشته کوه‌هایی که از نزدیکی ایشویه تا آلان امتداد دارند نظم زیادی داشته و تقریباً به خط مستقیم کشیده شده و به طور محسوسی از شمال غرب به جنوب شرق امتداد دارند. این رشته، مرحله‌ای بینابینی و واسطه میان تمشیکلات آتشفشانی بسیار نامنظم (آراغات و ارنهستان) و رشته‌های رسوبی (دهاب و لرستان) دارد [۹] در کل، حوضه زاب و رشته کوه‌های منطقه پژوهش از یکسو، متأثر از جریانهای آذربایجان و از سوی دیگر، متأثر از روندهای حاکم بر زاگرس است. نبوی، بخش جنوبی حوضه زاب (منطقه مطالعه شده) را جزو زون سنتتج - سیرجان محسوب می‌کند که این زون بلافاصله پس از زاگرس مرتفع در شمال‌شرق آن واقع است. با خیال کردن رخدادهای زمین‌ساختی در این زون می‌توان نتیجه گرفت که از نظر جغرافیایی طبیعی جزو واحد رشته کوه‌های غربی (زاگرس) به نظر می‌رسد؛ ولی از نظر ساختمانی به ایران مرکزی شباهت دارد. واحد سنتتج - سیرجان، یکی از پر تکاپو ترین واحدهای زمین‌ساختی ایران زمین بوده است [۱۰].

ژئومورفولوژی، داده‌های توپوگرافی، کاربری زمین، زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک و داده‌های هیدرولوژیکی می‌باشد [اصص ۵۵-۷۱].

برای رسیدن به نتایج مورد انتظار، شناسایی عوامل مؤثر در ناپایداریهای دامنه‌ای و وقوع زمین لغزش‌ها (فلسفه موضوع) تعمیم علمی به منطقه براساس منابع اطلاعاتی موجود و بازبینی‌های میدانی مورد تأکید بوده‌اند؛ بنابراین، برای تیل به هدف ناحیه مطالعه شده به ۱۰ واحد کاری تقسیم شده است (شکل ۴). بنابراین تشابهات در رخدادهای برای معین کردن واحدها ملاک بوده و وجوه تفاوت‌ها، هر واحد را از واحدهای دیگر متمایز ساخته است.

براساس روش آنالاکان برای هر کدام از عوامل جدول در ناپایداریها، امتیازی در نظر گرفته شده است. بیشترین امتیاز براساس نوع عامل بیشترین میزان ناپایداری را در خصوص آن عامل، نشان می‌دهد و عدد ۱۰ نشانگر مجموع کل امتیازهای تمام عاملهاست که نشانگر بیشترین میزان خطر ناپایداری در واحدهاست (جدول ۱).

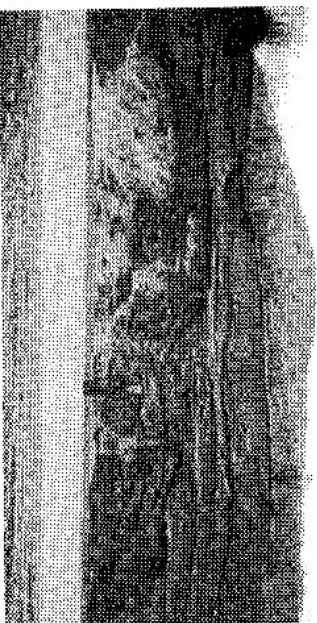
نمونه امتیازدهی، به زیرگروه‌هایی هر یک از واحدهای مربوط به آن براساس منابع موجود و رعایت جدول ۱ بوده است. نتایج امتیازدهی نهایی هر واحد، بر مبنای حداقل ۱ و حداکثر سقف ۱۰ استخراج شده و براساس جدول ۲ پایداری و ناپایداری واحدها تعیین و پهنه‌بندی خطر آنها صورت گرفته است. نتایج مربوط به امتیازدهی به عوامل در هر واحد و جمع امتیازهای واحدها در جدول ۵ درج شده است.

جدول ۱ عوامل ناپایداریهای دامنه‌ای و امتیازدهی به آنها براساس روش آنالاکان [۱]

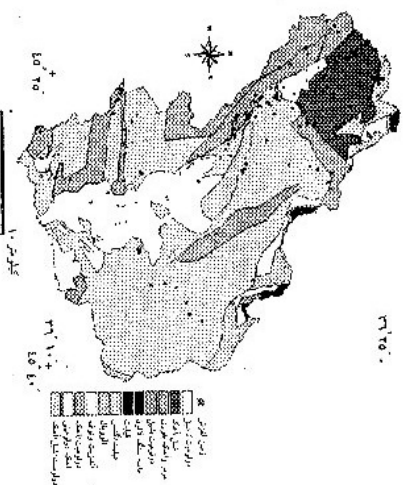
عوامل مؤثر در ناپایداری	لیتولوژی	ساختار	همنسب	ارتفاع	کاربری و کاربری و پوشش زمین	وضعیت آبهای جمع کل
حداکثر امتیاز	۲	۲	۲	۱	۲	۱

جدول ۲ معیار پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ای براساس امتیاز کل براساس روش آنالاکان [۱]

رده‌بندی	۱	۲	۳	۴	۵
جمع امتیاز	کمتر از ۶/۵	۶/۵ تا ۷/۵	۷/۵ تا ۸/۱	۸/۱ تا ۹/۱	بیش از ۹/۵
میزان خطر پهنه	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد



شکل ۵ عکس لیزر و شبکه دول در غرب جاده سررشت - پیرانشهر در آبزرفهای کوئزتری



شکل ۶ نقشه لیتولوژی و پراکنگی تاپیداریهای دامنه‌های کوئزتری روی آن

## ۲-۲- مورفولوژی شیب

شیب به‌عنوان عامل مهم مورفولوژیک در وقوع تاپیداری دامنه‌ها محسوب می‌شود. با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی منطقه و کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه شیب تهیه شده است (شکل ۷). توزیع گروهای شیب به تحول مورفولوژی سنگهای منطقه، وابسته است و زاویه شیب دامنه‌ها، ویژگیهای منطقه را مشخص می‌کند. برای ارزیابی تاپیداری دامنه‌ای

... سبب بخسری و مکاران ————— ارزیابی و پهنه‌بندی خطر تاپیداری دامنه‌ها ...

جدیدترین تشکیلات زمین‌شناسی منطقه، سازندهای سطحی است که مشتمل بر آبزرفهای جوان و پلانگانه‌های قدیمی‌تر دوران چهارم می‌باشند که در بخش جنوبی منطقه، گسترش زیادی دارد. سازندهای قبلیت هوموژن، مرمز، آندزیت سبز، دولومیت و مایسه‌سنگ بیشترین گسترش را به ترتیب دارا هستند. از نظر درجه حساسیت نیز درمقابل فرسایش سنگهای منطقه متفاوتند. از نظر مقاومت لیتولوژی سنگهای غالب محدوده به‌ترتیب در سه‌کلاس مقاوم، نیمه مقاوم و نامقاوم عبارتند از:

الف- مقاوم: آندزیت، گنیس، آهک، دولومیت، آهک متبلور (کریستالی) و مرمز.

ب- نیمه‌مقاوم: مایسه سنگ؛

پ- نامقاوم: فیلیت، شیل، نهشته‌های کوئزتری قدیمی و جوان و نهشته‌های

واریزه‌های (شکل ۵)

در امتیازدهی براساس لیتولوژی برای سنگهای غالب منطقه از حداکثر امتیاز ۸ امتیازهای زیر داده‌شده است: مرمز، آهک و دولومیت ۰/۲، آندزیت ۰/۳، گنیس ۰/۴، مایسه سنگ ۱، شیل ۱/۸، فیلیت ۲ و نهشته‌های کوئزتری و نهشته‌های واریزه‌های از ۰/۸ تا ۲ براساس نوع و میزان تراکم [۱۶].

آبرفتها و تراسهای منفصل معمولاً با ثبات نیستند و حرکات دامنه‌ای در آنها، بویژه، در بخش جنوبی منطقه، گسترش زیادی دارند. تحرکپذیری حرکات دامنه‌ای مذکور در موارد مست آبرفتی، از طریق باربرداری و به‌هم‌خوردن شیب دامنه با تغییر کاربری از جنگل به مرتع و احداث جاده صورت می‌گیرد (شکل ۵). مواد آبرفتی و نهشته‌های کوئزتری جدیدتر منطقه نسبت به نهشته‌های کوئزتری قدیمی‌تر مقاومت کمتری دارند و برای وقوع لغزش و حرکات توده‌های مواد مساعدترند (شکل‌های ۱، ۲).

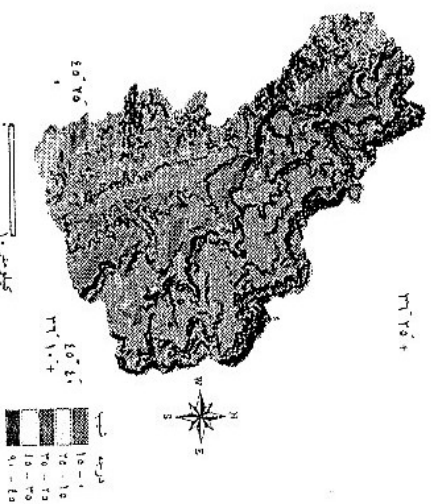
برای امتیازدهی به عامل لیتولوژی و زمین‌شناسی، نقشه‌های مربوط به آن ترسیم شده‌اند؛ سپس در محیط جی‌آی‌اس نقشه واحدهای کاری روی آنها همپوشانی شده‌است.

معیار اصلی در امتیازدهی در این زمینه براساس قابلیت فرسایش و واکنش سنگها به عوامل هوازنگی است که نتایج در جدول ۵ مندرج است [ص ۱۱، ۱۶۹].

مستعد حرکات دامنه‌ای ریزشی هستند. به تبع افزایش شیب دامنه در اثر تحریک به وسیله نیروهای خارجی مواد به صورت ریزش به سمت پایین دامنه‌ها جابه‌جا می‌شوند (شکل‌های ۸ و ۹).

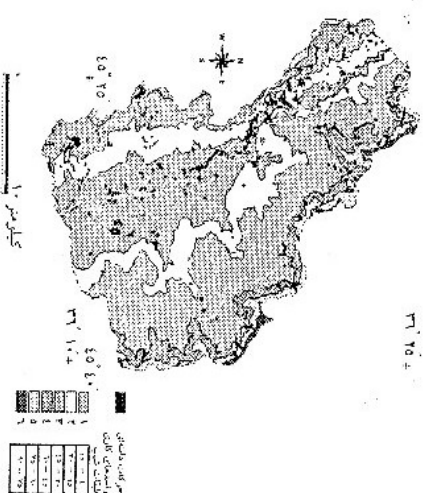


شکل ۸. عکس تخریب خانه مسکونی در روستای توژل در شیب نسبتاً تند



شکل ۹. نقشه شیب منطقه

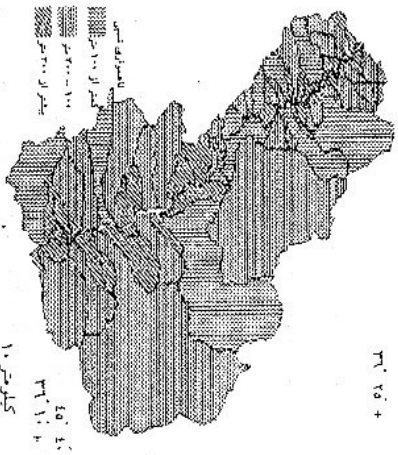
ضمن طبقه‌بندی کلاسه‌های شیب به صورت مجزا حرکات دامنه‌ای کنونی با ملیقات شیب در ارتباط قرار داده شده‌اند (شکل ۷).



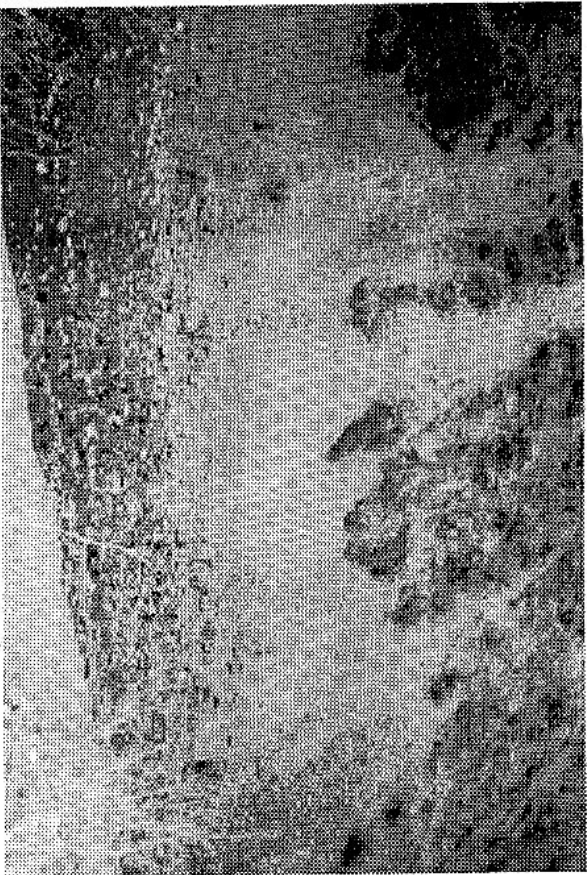
شکل ۷. نقشه شیب منطقه و پراکنندگی ناپایداریهای دامنه‌ای در آن

مساحت و درصد مساحت هر کلاس شیب ارائه شده و شیب‌نما در منطقه، مربوط به طبقه شیب ۳۰-۴۵ درجه است (جدول ۳). شیب طبقه ۲۵-۴۵ درجه که بیش از ۴۵ درصد منطقه را شامل است، مساعد برای حرکات دامنه‌ای است. برخی از محققان شیب بیش از ۳۰ درجه را مناسب برای حرکات توده‌های به شمار می‌آورند که بخش زیادی از منطقه از این نظر نیز در این حیطه قرار دارد [۱۲]. به این ترتیب براساس عامل شیب استعداد حرکات توده‌ای مواد منطقه زیاد است (شکل ۷).

با رعایت اصول مورد تأکید در روش آبیلاگان، در مورد عامل شیب، امتیازدهی واحدها صورت گرفته است. براساس نقشه، شیب بسیار تند (پرترگاها و صخره‌ها) با زاویه بیش از ۴۵ درجه، شیب تند با زاویه بین ۳۵-۴۵ درجه، شیب نسبتاً تند با زاویه ۲۵-۳۵ درجه، شیب ملایم با زاویه ۱۵-۲۵ درجه و شیب بسیار ملایم با زاویه کمتر از ۱۵ درجه مشخص شده‌اند [۱۱]. ص ۲۱۸. با توجه به موارد بالا و نقشه شیب، کلاسه‌های با شیب بسیار تند و تند



شکل ۱۰ نقشه تالمواری نسبی



شکل ۱۱ اختلاف ارتفاع نسبی زیاد و شیب بیش از ۵۰ درجه در گرزال عامل اساسی ریزشهای سنگی را امتهای محسوب می‌شوند.

جدول ۳ مساحت و درصد مساحت کلاسهای شیب در منطقه پژوهش (طبقه شیبها با چارچوب مشخص شده است).

طبقات شیب (درجه)	۱	۲	۳	۴	۵	۶	جمع
شیب (درجه)	۱۵-۰۰	۳۰-۱۵	۴۵-۳۰	۶۰-۴۵	۷۵-۶۰	۹۰-۷۵	۹۰-۰۰
مساحت (کیلومتر مربع)	۱۲۰/۸۶	۱۱۷/۳۳	۲۰۱/۴۴	۵۴/۰۵	۳۱/۸۶	۵/۸۸	۵۹۷/۱۳
درصد مساحت شیب	۲۷/۸۲	۲۷/۴	۳۷/۶	۹/۱۴	۵/۱۶	۷/۱۳	۱۰۰

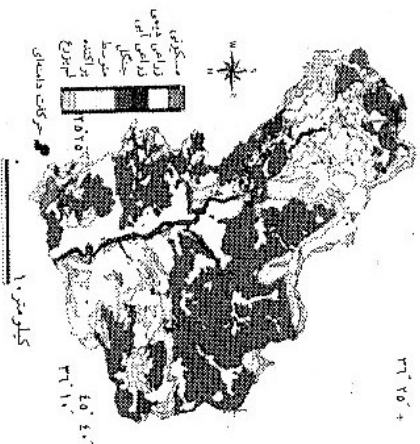
با مطابقت لایه واحدهای کاری روی نقشه شیب به ترتیب به شیب بسیار تند (پرنگاه)، نسبتاً تند، ملایم و بسیار ملایم به ترتیب  $۰/۲$ ،  $۱/۷$ ،  $۸/۰$  و  $۵/۰$  دانه شده که نتایج و مجموع امتیازهای هر واحد در جدول امتیازدهی درج شده است (شکل ۷ و جدول ۵).

### ۳-۳ ارتفاع نسبی

منظور از تالمواری نسبی، اختلاف ارتفاع موجود بین رأس دامنه‌ها (خط الرأس‌ها) و کف دره‌ها (خط القعرها) است که تعیین آن در هر واحد کاری برای شناخت ناپایداری دامنه‌ها اهمیت زیادی دارد [۲۷۷-۲۷۹].

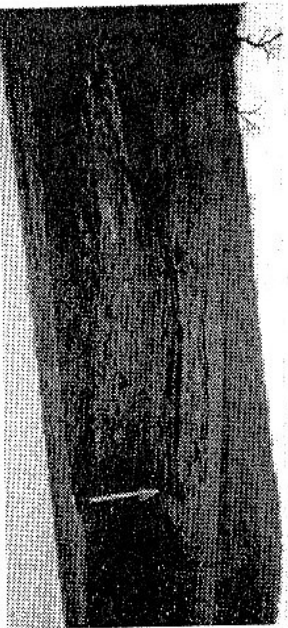
به این وسیله می‌توان بریدگی شیبها و عدم یکدختی در مورفولوژی دامنه‌ها را معین کرد. نقشه تالمواری نسبی به منظور ارزیابی حرکات دامنه‌ای و امتیازدهی بر اساس روش آنالاکان تهیه شده است (شکل ۱۰). مناطقی که دارای اختلاف ارتفاع بیشتری هستند، استعداد حرکات دامنه‌ای به صورت ریزش بیشتر دارا هستند؛ چون با افزایش اختلاف ارتفاع شیب تندتر شده و به تبعی افزایش شیب با رخالت عوامل خارجی حرکات دامنه‌ای ریزشی حادتر می‌شوند (شکل ۱۱).

امتیازدهی دامنه‌ها در منطقه مطالعه شده با گروههای اختلاف ارتفاع کم، متوسط و زیاد با ارتفاع نسبی کمتر از ۱۰۰ متر، ۱۰۰-۳۰۰ متر و بیش از ۳۰۰ متر معین شده و به ترتیب  $۰/۳$  و  $۱$  امتیاز داده شده است. لازم به ذکر اینکه لایه واحدهای کاری روی نقشه ارتفاع نسبی به منظور استخراج امتیازهای همپوشانی شده که نتایج امتیازدهی به هر واحد در جدول ۵ درج شده است.



شکل ۱۲ نقشه کاربری و پوشش سطحی زمین با پراکنشی حرکات دامنه‌ای روی آن

تغییر کاربری زمین از جنگل به زمین زراعی و مویستان یکی از عوامل تحریک‌کننده حرکات دامنه‌ای منطقه است؛ همچنین احداث جاده در دامنه‌ها را می‌توان عاملی دیگر در ناپایداری آنها محسوب کرد (شکل ۱۲). نتایج امتیازدهی براساس موارد بالا در جدول ۴ درج شده است.



شکل ۱۳ عکس تغییر کاربری زمین از جنگل به زمین زراعی و احداث جاده در پای دامنه منجر به زمین لغزش در بیرشنگ (محور بیرالشهر - سردهشت) شده است.

#### ۴-۳ کاربری و پوشش زمین

پوشش گیاهی یکی از شاخصه‌هایی است که به‌طور غیر مستقیم در ناپایداری دامنه‌ها اثر می‌گذارد. نواحی با پوشش گیاهی تنگ و پراکنده مساعده فرسایش بوده و نسبت به مناطقی با پوشش گیاهی برپشت و جنگلی ناپایدارتر هستند [۱۲، ص ۵۰۷].

تأثیر پوشش گیاهی در میزان ناپایداری دامنه‌ها به آبهای سطحی و زیرزمینی، ضخامت و نوع تهشته‌های سطحی مرتبط است. دامنه‌های کوهستان بخش شرقی منطقه به‌علت رو به آفتاب بودن و تبخیر بیشتر نسبت به دامنه‌های کوهستان غربی (که پشت به آفتاب هستند) به‌علت تبخیر زیاد و کاهش قابلیت نگهداری آب در خاک از نظر پوشش گیاهی باید کم‌تراکم‌تر باشند. با وجود این، به‌علت فراهم بودن شرایط دیگر همچون گسترش تهشته‌های سطحی و خاکهای توسعه یافته‌تر، جنس سنگها و شیب مناسبتر، گسترش پوشش گیاهی کوهستان شرقی نسبت به کوهستان غربی وسعت و تراکم بیشتری دارد [۱۴، ص ۲۹].

در کوهستان غربی دامنه‌ها بیشتر از جنس مرمز، آفک کریستالی و آندزیت بوده و شیب زیادی دارند. به‌تبع آن، پوشش گیاهی نیز گسترش کمتری داشته و باعث تسریع حرکات دامنه‌ای در این بخش نسبت به کوهستان شرقی شده است.

واحدهای مختلف کاربری زمین شامل زمین زراعی و منطقه مسکونی برجمعیت جنگل، پوشش گیاهی، با تراکم متوسط، پوشش گیاهی پراکنده و زمین لم یزرع است (شکل ۱۲). نقشه کاربری زمین منطقه براساس نقشه قابلیت اراضی و پوشش گیاهی استان تهیه شده است. البته از طریق عکسهای هوایی، تصویر ماهواره‌ای روز ۱۹۸۹/۶/۳ استخراج شده (ایمی تی ام) و بازبینیهای میدانی نقشه فوق اصلاح و تکمیل شده است.

برای ارزیابی ناپایداری دامنه‌ها حرکات دامنه‌ای کنونی، روی کاربری زمین، مشخص شده که بیشترین ناپایدارها مربوط به مناطق غیرقابل کشت است. امتیازدهی به دسته بندی فوق صورت گرفته و به ترتیب امتیازهای داده شده عبارتند از: ۰/۸، ۰/۲، ۰/۱ و ۰/۲ برای زمین زراعی و منطقه مسکونی برجمعیت جنگل، پوشش گیاهی با تراکم متوسط، پوشش گیاهی پراکنده و زمین غیر قابل کشت (شکل ۱۲).

جدول ۳ ارائه جدول ۳

۴۱	کم	۰/۴	۰/۸	۰/۸	۱/۲	۰/۸	۰/۸	۱	۱/۵	۷/۵	۲۰
۴۱	کم	۰/۳	۱/۲	۱	۱/۲	۰/۸	۰/۲	۱	۱/۲	۸/۲۷	۲۱
۴۱	کم	۰/۳	۰/۸	۰/۸	۱/۲	۰/۳	۱/۴	۱	۱/۴	۶/۹	۲۲
۴۱	مقوسط	۰/۲	۱/۵	۰/۸	۱/۲	۰/۸	۱/۲	۲	۱/۲	۸/۱۲	۲۳
۴۱	کم	۰/۸	۱/۵	۰/۲	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۲	۷/۸	۲۴
۴۱	کم	۰/۱۵	۱/۲	۰/۸	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۲/۷۵	۲۵
۴۱	خیلی کم	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۱/۲	۰/۲	۱/۲	۲	۱/۲	۱۸/۳۶	۲۶
۴۴	کم	۰/۸	۰/۲	۰/۸	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۲	۲۴/۸۵	۲۷
۴۲	زیاد	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۲	۷/۱۲	۲۸
۴۲	زیاد	۰/۲	۱/۵	۱	۱/۲	۱	۲	۲	۱/۲	۷/۸	۲۹
۲	خیلی کم	۰/۸	۰/۲	۰/۲	۱/۲	۰/۲	۱/۲	۲	۱/۲	۴/۲۳	۳۰
۱/۸	زیاد	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۲	۲/۸۸	۳۱
۱/۲	زیاد	۱/۴	۱/۵	۰/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۲	۵/۰۳	۳۲
۱/۵	خیلی کم	۱	۱/۵	۰/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۲	۱۶/۲	۳۳
۵/۸	مقوسط	۰/۴	۰/۲	۰/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۲	۲۰/۲۷	۳۴
۴/۲	کم	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۲	۱۲/۲۵	۳۵
۵/۵	مقوسط	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۳۶
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۳۷
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۳۸
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۳۹
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۴۰
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۴۱
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۴۲
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۴۳
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۴۴
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۴۵
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۴۶
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۴۷
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۴۸
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۴۹
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۵۰
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۵۱
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۵۲
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۵۳
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۵۴
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۵۵
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۵۶
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۵۷
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۵۸
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۵۹
۴/۲	کم	۰/۲	۲	۱	۱/۲	۰/۲	۱/۴	۲	۱/۴	۱۰/۷۵	۶۰

جدول ۴ نتایج امتیازدهی به عوامل مؤثر در تأمین‌های دامنه‌ای منطقه

امتیاز کل	میزان خطر	امیاری	کاربری	زمن	انتقال	شخصی	ممنه	شفی	وضیعت	ساختاری	تعمیری	ساخت به	کل	مربع	موقع
۶/۳۵	زیاد	۰/۱	۰/۶۵	۰/۳	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۴/۲۱	۱	۴/۲۱	۲
۵/۸	مقوسط	۰/۸	۸۰	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۸/۵۳	۲	۲/۳۱	۲
۸/۲	خیلی زیاد	۱	۱/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۵/۵	مقوسط	۰/۲	۰/۶۵	۰/۳	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۱	مقوسط	۰/۲	۱/۵	۰/۳	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۲/۷۵	کم	۰/۱۵	۰/۶۵	۰/۳	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۴/۸	کم	۰/۲	۰/۸	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۶/۲	زیاد	۰/۲	۰/۸	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۵/۲	کم	۰/۲	۰/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۴/۸	کم	۰/۲	۱/۵	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۱/۵	مقوسط	۰/۴	۰/۸	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۷/۵	خیلی زیاد	۰/۲	۰/۶۵	۰/۳	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۴/۲	کم	۰/۲	۱/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۲/۷	کم	۰/۴	۰/۸	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۱	مقوسط	۰/۲	۱/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۶/۲	زیاد	۱	۱/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۵/۸	مقوسط	۱	۰/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۷	زیاد	۰/۲	۱/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۵/۸	مقوسط	۱/۴	۱/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۴/۲	کم	۰/۲	۱/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۱	مقوسط	۰/۲	۱/۵	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۶/۴	زیاد	۱/۴	۱/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۷	زیاد	۰/۲	۱/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲
۲/۸	خیلی کم	۰/۱۵	۰/۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۵	۱/۲	۲/۳۱	۲	۲/۳۱	۲

جدول ۵ وابستگی تراکم زهکشی و لیتولوژی با نفوذپذیری زمین

نام زیرمنطقه	شماره حوضه	تراکم زهکشی	چگونی چگونی زهکشی	چگونگی نفوذپذیری	نوع لیتولوژی
قوتله	۱۰	کم	نامناسب	زیاد	اسلت - فلیت - آبرفت
گورگان	۸	متوسط	متوسط	متوسط	مرمر - آهک کریستالی - اسلت - فلیت - آبرفت
پناوه	۹	متوسط	متوسط	متوسط	مرمر - آهک کریستالی - اسلت - فلیت - آبرفت - آندزیت
شیبسفل	۱۲	زیاد	مناسب	کم	مرمر - آهک کریستالی - اسلت - فلیت - آبرفت - آندزیت
دلاسی	۱۲	متوسط	متوسط	متوسط	اسلت - فلیت - آبرفت - آندزیت
گوزال	۱۸	کم	نامناسب	زیاد	اسلت - فلیت - آبرفت - آندزیت - گابرو
رنگ	۱۲	متوسط	متوسط	متوسط	آندزیت
گردان آبد	۲۷	زیاد	مناسب	کم	آبرفت - آندزیت - شیل - آهک کریستالی
موسلان	۲۲	متوسط	متوسط	متوسط	آندزیت - شیل - آهک دگرگونی
شیل	۴۷	متوسط	متوسط	متوسط	آبرفت - آندزیت - شیل - ساسه سنگ
گرمان	۵۵	متوسط	متوسط	متوسط	آبرفت - آندزیت - مرمر - آهک و دگرگونی آن - شیل - داوریت
شیره چو	۶۰	کم	نامناسب	زیاد	آندزیت - شیل - آهک و کریستالی آن - فلیت - مرمر - داوریت
درگل	۶۲	کم	نامناسب	زیاد	آبرفت - فلیت - آندزیت - ساسه سنگ - داوریت
پلاو	۶۴	متوسط	متوسط	متوسط	آبرفت - فلیت
گاه بره	۶۱	متوسط	متوسط	متوسط	آبرفت - فلیت
کانگیز	۱۷	متوسط	متوسط	متوسط	آبرفت - فلیت - آندزیت - آهک - کنگرما
وغان آبد	۷۰	زیاد	مناسب	کم	آبرفت - فلیت
هناآبد	۷۲	زیاد	مناسب	کم	آبرفت - فلیت - آندزیت

است و نشانگر زهکشی و نفوذپذیری متوسط نیز می‌باشد (جدول ۵).

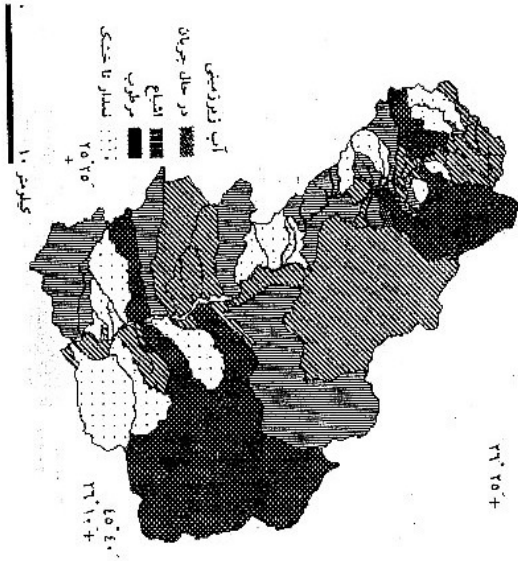
رابطه تراکم زهکشی با نوع لیتولوژی غالب را می‌توان در حوضه‌ها از جدول مقابل تراکم زهکشی با لیتولوژی غالب استخراج کرد. اغلب زیرحوضه‌هایی که تراکم زهکشی بالا دارند، سازندشان نفوذپذیری کمتری دارند که به طور طبیعی میزان آبهای زیرزمینی آنها نیز کم

## ۳-۵- چگونگی آبهای زیرزمینی

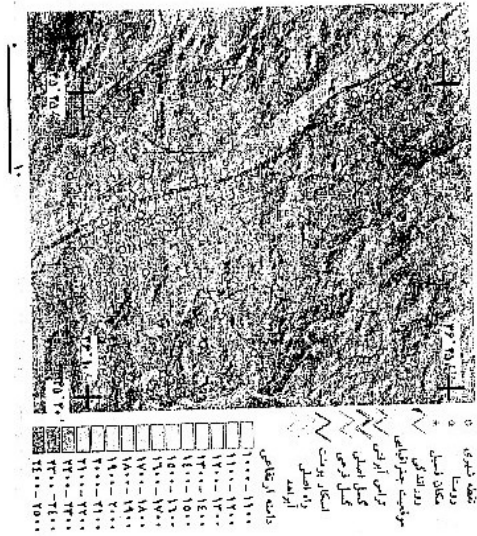
در وضعیتی که منطقه فاقد نقشه سطح ایستابی باشد گاه براساس تپها آب و هوا و میزان نزولات جوی، امتیاز یکسانی در امتیازدهی واحدهای منطقه برای وضعیت آبهای زیرزمینی به کار می‌برند و نسبت به تهیه نقشه عامل مربوط اقدام نمی‌شوند. در بررسی و پهنه‌بندی ناپایداری نامتهای حوضه‌های هلیل رود و امرچای نقشه عامل آبهای زیرزمینی اقدام نشده و براساس نوع آب و هوا و میزان نزولات جوی در حوضه هلیل رود امتیاز یکسان صف برای واحدها اختصاص یافته و در حوضه امرچای نفوذپذیری سازندها و مطالعات میانی در این زمینه ملاک امتیازدهی بوده است [۹]؛ صص ۹۷-۱۲۲.

منطقه مطالعه شده، فاقد نقشه سطح ایستابی بوده و در گزارش اداره آبیاری سرشست تنها به وجود ۵۲ حلقه چاه اشاره شده است که کلاً در کنار رودخانه زاب در بخش جنوبی واقعند. در مطالعه آبهای زیرزمینی منطقه پژوهش تنها بسندگرددن به چاههای فوق صحیح نمی‌باشد؛ در این صورت، در بررسی این عامل از نقشه استعدادهای خاک منطقه (که محتوای وضعیت زهکشی و حرکت آب در خاک است) استفاده شده است [۱۴] همچنین چون در پراکنگی و وجود سفره آبهای زیرزمینی منطقه، قابلیت نفوذ زمین و نوع لیتولوژی عوامل اساسی محسوب می‌شوند و زمینهای قابل نفوذ به دلیل جنس سازندشان وضعیت مساعدی برای تشکیل سفره آبهای زیرزمینی دارند؛ بنابراین در بررسی عامل آبهای زیرزمینی، علاوه بر نقشه مذکور به رابطه لیتولوژی و تراکم آب‌های و پراکنگی چشمه‌ها در ارضایی و مطالعه ناپایداریها توجه شده است، چون از این طریق دید کلی درباره نفوذپذیری زمین و به تبع آن وضعیت آبهای زیرزمینی حاصل می‌آید. مطالعات میانی نیز مکمل موارد بالا بوده است (جدول ۵).

در کل میانگین تراکم زهکشی منطقه ۱/۱۵ است و در حد متوسطی قرار دارد. تعداد بیشتر آبراهه نشانگر زهکشی بهتر و عکس آن نیز صادق است. فراوانی این نسبتها با نفوذپذیری و غیرقابل نفوذ بودن زمین مربوط است. تراکم زهکشی از حدود یک کیلومتر بر کیلومتر مربع برای حوضه‌های با زهکشی نامناسب و نفوذپذیری زیاد (حوضه‌های ۱، ۱۸، ۶، ۱۲) تا حدود سه کیلومتر بر کیلومتر مربع برای حوضه‌های با زهکشی عالی و نفوذپذیری کمتر تغییر می‌کند. حوضه‌های ۲۷، ۷۰، ۷۲ یا (۱/۴۸، ۱/۴۴، ۱/۳۸، ۱/۳۱) کیلومتر طول آبراهه در هر کیلومتر مربع) به ترتیب بالاترین میزان زهکشی را دارند که حد متوسطی را نشان داده



شکل ۱۳ نقشه شرایط آبهای زیرزمینی تهیه شده بر اساس وضعیت تراکم آبراههای، میزان نفوذپذیری و حرکت آب در خاک



شکل ۱۵ نقشه ساختارهای مهم زمین‌شناسی منطقه

این اساس تقابل نشان می‌دهد. بر اساس مورز یا لا، نقشه عامل چگونگی آبهای زیرزمینی ترسیم گشته و بر اساس روش آنبالاگان رده‌بندی انجام شده و امتیاز هر کدام از رده‌ها به ترتیب زیر است: در حال جریان ۰/۸، اشباع (تقریباً نر) ۰/۵، نمار ۰/۲ و خشک امتیاز صفر ذکر این نکته ضروری است که لایه واحدهای کاری روی نقشه وضیعت آبهای زیرزمینی به منظور استخراج امتیازهای مپوشانی شده است. نتایج اختصاص امتیازها به واحدهای کاری در جدول ه مندرج است (شکل ۱۴).

۴-۶- وضیعت ساختاری

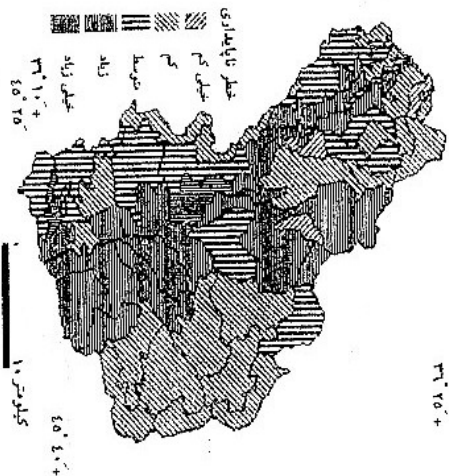
ساختارهای مهم زمین‌شناسی شامل گسل‌های اصلی و فرعی، شیب و اعتماد لایه‌ها، اسکارپورمان‌ها و چپها است. تقابل ناپیوستگیهای ساختاری با شیب مشاف از موارد فوق است.

گسلها با اختلاف سطح و نابرابریهایی که به وجود می‌آورند، ضمن ایجاد شکلهای جدید برای عوامل مورفوتزیوریزه حرکات دامنه‌ای (میان فعالیت تازه‌ای حلق می‌کنند) که در مورد منطقه مطالعه شده گسل پیرانشهر پس از تقسیم کوهستان منطقه به دو بخش شرقی و غربی از شمال غربی، حوضه زاب و شمال کردستان عراق می گذرد. گسل پیرانشهر در منطقه به موزانات روزاندگی زاگرس کشیده شده است. با توجه به نقش عوامل تکتونیکی و زمین‌ساختی واحدهای سنگی از نظر مقاومت تنوع خاصی دارند. تشکیلات جدیدتر منطقه به وسیله روزاندگی و گسل‌های اصلی از سازندهای قدیمی پروکامبرین در شرق جدا شده‌است ( شکل ۱۵).

چون مطالعه تخصصی در زمینه تقابل ناپیوستگیها و شیب دامنه‌ها در این منطقه صورت نگرفته است، بنابراین همانند منابع گذاشته این مقاله ساختارهای مهم زمین‌شناسی استخراج شده‌اند (شکل‌های ۱۵ و ۱۶).

برای انجام امتیازبندی و ارزیابی دقیقتر تقابل حرکات دامنه‌ای، منطقه و ساختارهای مهم زمین‌شناسی همانند روش پهنه‌بندی سلولی حرکات دامنه‌ای، حریم‌بندی گسلها به عنوان ساختارهای مهم زمین‌شناسی انجام شده است [۱۲]. از این طریق، امکان‌یابان امتیاز

در نهایت با یکمست کردن زیرگروه‌های هر پهنه، نقشه پهنه بندی خطر ناپایداری دامنه‌ای تهیه شده است (شکل ۱۷).

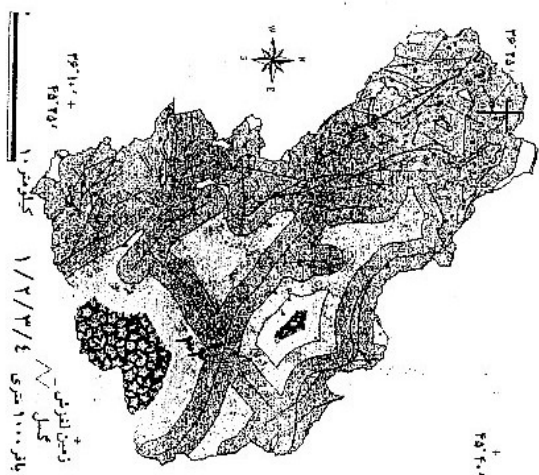


شکل ۱۷ نقشه پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ای

#### ۶- نتیجه‌گیری

طبیعت، آزمایشگاه ژئومورفولوژی است و بحوث، بررسی و ارزیابی پدیده‌های ژئومورفولوژیک علاوه بر کارهای دفتری، به طور یقین باید توأم با کارهای میدانی باشد تا بتوان به نتایج منطقی رسید و نتایج به دست آمده را آزمون کرد تا صحت و سقم استنتاجها به دست آید. در نگارش این مقاله این روند، همواره ملاک عمل بوده؛ بنابراین همخوانی نتایج با واقعیات مشاهده شده بر اهمیت موضوع افزوده است.

بر اساس نقشه پهنه‌بندی تهیه شده، درصدها سطوح هر کدام از پهنه‌ها به تفکیک در هر کدام از دامنه‌های غربی و شرقی دره زاب در منطقه پژوهش، بر اساس میزان خطر ناپایداری به شرح جدول ۱ و شکل ۱۸ است. بر اساس آن، ۲۸ درصد منطقه دارای خطر ناپایداری زیاد تا خیلی زیاد است و فقط ۲ درصد منطقه خطر ناپایداری دامنه‌ای خیلی کم را داراست.



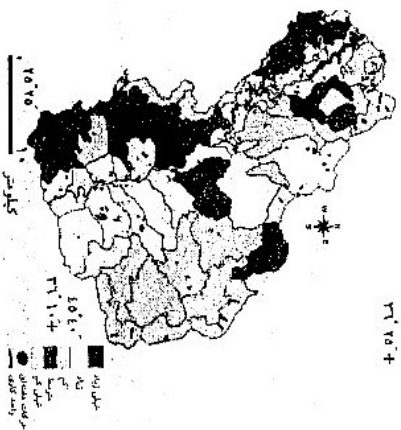
شکل ۱۶ نقشه حریم بندی گسلها بر اساس چهار کلاس فاصله ۱۰۰۰ متری و موقعیت و پراکنندگی حرکات دامنه‌ای

بر اساس چگونگی ساختار و فاصله با گسلها امکانپذیر شده است. فاصله حریمها ۱۰۰۰ متر بوده و چهار رده را در بر گرفته‌است. لازم به ذکر اینکه لایه واحدهای کاری روی نقشه حریم‌بندی گسلها به منظور استخراج امتیازهای همپوشانی شده است. امتیازهای داده شده به حریمهای ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ متری به ترتیب ۲، ۱/۵ و ۰/۵ می‌باشد. نتایج امتیازدهی به واحدها در جدول ۴ درج شده است.

#### ۵- پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ای

بر اساس عوامل مؤثر در ناپایداری دامنه‌های منطقه در هر یک از واحدها بر اساس روش آنبالاگان به عوامل امتیاز داده شده است. پس از جمع‌بندی امتیازها برای هر واحد یک امتیاز کل به دست آمده‌است. امتیاز کل هر واحد حاصل تقام فاکتورهای نخیل می‌باشد [۱۳]، صص ۸۱۱-۸۲۸. در امتیازدهی به عوامل مؤثر در ناپایداری دامنه‌ها در هر واحد و تقسیم‌بندی دامنه‌های منطقه از نظر ناپایداری، جدولهای (۳۱) و (۴) عمل بوده‌اند که

متوجه مطابقت زمین‌لغزش‌های به‌وجود آمده اخیر روی پهنه‌های خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد می‌شویم (شکل ۱۹)



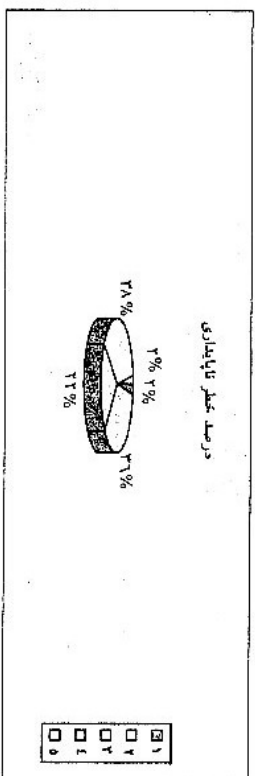
شکل ۱۹ نقشه تطبیق حرکات دامنه‌ای کنونی و پهنه‌های خطر نسبی حرکات دامنه‌ای

با انطباق نقشه لیتولوژی و نقشه تاپویداری دامنه‌ای کنونی ملاحظه می‌شود که عمده زمین‌لغزشها در واحدهای سنگی فیلیت، شیل و آبرفت‌های کواترنری و محل تلاقی آندزیت با فیلیت به‌وقوع می‌پیوندد (شکل ۱).

همچنین با مطابقت دادن نقشه طبقات شیب، نقشه پهنه‌بندی تاپویداری دامنه‌ای و نقشه تاپویداریهای کنونی، اثر شیب به‌خصوص در گل‌گه‌گر (بخش میانی منطقه) و منطقه کوهستانی زمیزان (در شرق) چشمگیر است. شیب دامنه‌ها در مناطق مذکور، کلاسه‌های متوسط تا زیاد را دربرمی‌گیرد. البته در بخش جنوبی با وجود کم شیب بودن زمینها (شیب کمتر از ۱۵ درجه) و وسعت خطر نسبی زیاد تا خیلی زیاد حاکم است. در واقع، عامل تعیین‌کننده در بخش جنوبی (دشت کوره) نوع لیتولوژی و تغییر در کاربری زمین از طریق تبدیل جنگل به مرتع یا زمین زراعی بوده و نقش شیب چشمگیر نمی‌باشد. البته احداث جاده اصلی و فرسایش کناری رود زاب از طریق باربرداری پای دامنه‌ها باعث تحریک‌پذیری

جدول ۶ مساحت پهنه‌های خطر تاپویداری دامنه‌ای منطقه

میزان خطر	مساحت کوهستان غربی (کیلومتر مربع)	مساحت کوهستان شرقی (کیلومتر مربع)	درصد مساحت کوهستان غربی	درصد مساحت کوهستان شرقی	مساحت کل	درصد مساحت کل
خیلی زیاد	۱۷/۸۸	-	۸/۱۸	-	۱۷/۸۸	۷/۴۸
زیاد	۲۷/۵۸	۱۴۷/۰۱	۴۷/۸	۴۰/۱۵	۱۸۴/۶	۲۵/۵
متوسط	۷۳/۱۲	۴۷/۸	۱۷/۶	۱۷/۶	۱۱۵/۹	۲۷/۳
کم	۲۳/۲	۱۲۷/۴۷	۲/۱	۴/۸	۱۳۵/۷	۳۷/۶
خیلی کم	-	۱/۴/۶	-	۷/۸	۱/۴/۶	۲
جمع	۱۵۷/۲۹	۳۶۷/۲۳	۱۰۰	۱۰۰	۵۲۴/۵۳	۱۰۰



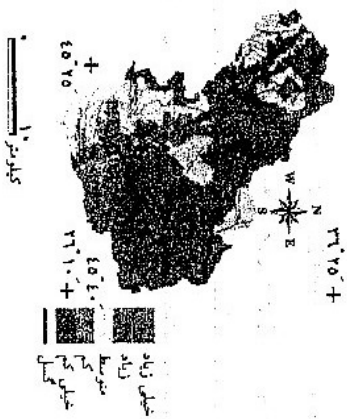
شکل ۱۸ نمودار درصد میزان خطر تاپویداری دامنه‌ای منطقه: ۱- خیلی زیاد ۲- زیاد ۳- متوسط ۴- کم ۵- خیلی کم

در متن روابط تاپویداریهای دامنه‌ای و عوامل نخب در ایجاد آنها به‌طور مجزا برای هر عامل در نقشه‌ها منعکس شده‌است. با تطبیق دادن، نقشه پهنه‌بندی مذکور و نقشه‌های عامل و مطابقت نقشه حرکات دامنه‌ای کنونی و نقشه‌های عامل و نقت در پارامترهای نخب در زمین لغزش‌های منطقه ضمن ارزیابی تاپویداری دامنه‌ای منطقه می‌توان تطبیق یا عدم انطباق نقشه پهنه‌بندی تاپویداری تهیه‌شده به روش آنالاکان را با واقعیهای منطقه آزمون کرد؛ بنابراین در این خصوص مولر در زیر قابل طرح است:

با انطباق نقشه پهنه‌بندی خطر تاپویداریها با نقشه پراکنندگی حرکات دامنه‌ای کنونی،

وضعیت ساختاری و موقعیت خطوط گسل، نقش عمده‌ای در وقوع زمین‌لغزهای منطقه ایفا کرده است، طوری که گسل اصلی زاگرس با جهت جنوب شرقی - شمال غربی در مرکز منطقه (گلرگاه گرژال) سازند سخت آندزیت را به‌طور شدیدی تکتونیزه کرده و دامنه‌های ناپایدار به وجود آورده است. در تطبیق گسلها، به‌عنوان ساختارهای مهم زمین‌شناسی منطقه و نقشه پهنه‌بندی ناپایداری دامنه‌ها گسترش گسلهای اصلی بیشتر در پهنه‌های خطر زیاد تا خیلی زیاد دیده می‌شود و گسلهای فرعی با پهنه خطر نسبی متوسط مطابقت دارند (شکل ۲۱) براساس حریم‌بندی خطر گسله‌ها و نقش فاصله از آنها در ایجاد ناپایداریهای منطقه، اغلب ناپایداریهایی کنونی در دو حریم ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ متری واقعند (شکلهای ۱۶ و ۱۷).

شرایط آبهای زیرزمینی نیز بویژه در مناطقی که سطح آبهای زیرزمینی بالاست، در ایجاد و تحریک لغزشهای سطحی مؤثر بوده است. به‌عنوان نمونه، بخش هموار کوره در جنوب (که دارای آبهای زیرزمینی در سطح بالایی است) ناپایداریهای دامنه‌های بیشتری دارد و دارای خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد می‌باشد.

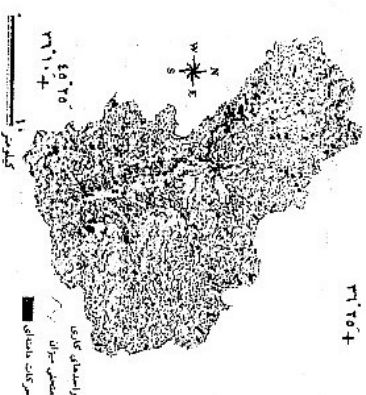


شکل ۲۱ نقشه تطبیق گسلها (به‌عنوان ساختارهای مهم زمین‌شناسی منطقه) و پهنه‌های خطر نسبی حرکات دامنه‌ای

با توجه به ارزیابی نقش عوامل در ظهور ناپایداریهای منطقه، مطابقت‌دادن ناپایداریهایی کنونی با نقشه‌های عامل و مطالعات میدانی، روش پهنه‌بندی آنالوگان روشی مناسب برای

حرکات دامنه‌ای شده‌است (شکل ۷).  
 یا ارتباط نقشه ناهمواری نسبی و نقشه پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ای مستقیم است و می‌شود که ارتفاع نسبی تأثیر ویژه‌ای روی پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ای نداشته است. زمین لغزشها مستقل از آن عمل کرده‌اند. برای نمونه، بخش هموار کوره در بخش جنوبی با ناهمواری نسبی کم، دارای ناپایداری زیاد تا خیلی زیاد بوده و بخش مرکزی منطقه (گلرگاه گرژال) نیز با ارتفاع نسبی زیاد نیز دارای ناپایداری زیاد است. البته ناهمواری نسبی در تعیین نوع حرکت دامنه‌ای مؤثر است. به تقابل پراکندگی حرکات دامنه‌ای کنونی، در نقشه توپوگرافی، (که نقشه ناهمواری نسبی از آن استخراج شده است) دقت شود (شکل ۲۰).

همچنین ملاحظه می‌شود که نوع کاربری یا پوشش سطح زمین نیز عامل اصلی تأثیرگذار در ناپایداریهای دامنه‌ای نبوده ولی تغییر در کاربریها (بویژه تبدیل جنگل به مرتع) موستان یا زمین‌زدایی عاملی تحریک‌کننده در ناپایداری دامنه‌ها محسوب می‌شود. دخالت انسان در طبیعت منطقه با احداث جاده در پای دامنه‌ها، ایجاد پایگاه‌های نظامی، کانال‌کشی گان، بهره‌برداری بی‌رویه از شن و ماسه بستر رودخانه‌ها، تغییر در مورفولوژی بستر و دخالت در حریم رودخانه‌ها و برهم‌زدن شیب دامنه‌های مشرف به آنها جزو عوامل مهم تحریک‌کننده حرکات دامنه‌ای منطقه است. موارد فوق عوامل مهم بی‌ثباتی دامنه‌ای در پهنه‌های خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد می‌باشند (شکلهای ۱۲ و ۱۳).



شکل ۲۰ نقشه تطبیق حرکات دامنه‌ای کنونی با نقشه توپوگرافی

- [3] Anbalagan R., Singh B.; "Landslide hazard risk assessment mapping of mountainous terrain: A case study from Kumana Himalaya", *India Engineering geology*, Elsevier, Vol. 43, 1996.
- [4] ارومیه‌ای ع، امینی‌زاده م. ر.؛ «ارزیابی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز هلیل‌رود»؛ مجموعه مقالات دومین همایش رانش زمین، انتشارات کمیسیون ملی یونسکو در ایران، تهران، ۱۳۷۷.
- [5] روستایی ش.؛ «روش تحقیق و اصول تهیه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ها»؛ نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز، ۱۰، ش. ۱۰، ۱۳۸۳.
- [6] Anbalagan R., Sharma L., Tyagi S.; Landslide hazard zonation (LHZ) mapping of a part of doon Valley, Garhwal Himalaya. *India, in Environment Management, Geo-Water Eng-Aspects*, Choudhury & Sivakumar (eds), Balkema Rotterdam, 1993.
- [7] روستایی ش.؛ «بررسی علل وقوع زمین‌لغزش در روستای نصیر آباد ورزقان با استفاده از روش کمی»؛ فصلنامه مدرس دانشگاه تربیت مدرس، تهران، دوره هشتم ش ۲۲، ۱۳۸۳.
- [8] محمودی ف.؛ «چفرافیای ایران»؛ مرکز پژوهش کتب درسی، وزارت آموزش و پرورش، تهران، ۱۳۷۴.
- [9] سمورگان ژ.؛ «جغرافیای غرب ایران، ترجمه، کاظم ودیعی»؛ ج ۲، چاپ شوق تبریز، ۱۳۳۹.
- [10] توی ح.؛ «نیماچه‌های بر زمین‌شناسی ایران»؛ انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران، ۱۳۵۵.
- [11] شریعت جمفری م.؛ «زمین‌لغزش»؛ انتشارات سازه تهران، ۱۳۷۵.
- [12] قهرودی تالی م.؛ «ارزیابی روش تحلیل ماتریسی (سلسولی) GIS در تعیین نواحی مستعد حرکات دامنه‌های»؛ فصلنامه سوزمین سن ۸، ش ۲، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ۱۳۸۳.
- [13] Cook R. U., Doornkamp J. C.; *Geomorphology in environmental management*; Second Edition Press, Oxford, 1990.
- [14] خضری س.؛ «جغرافیای طبیعی کردستان موکریان»؛ انتشارات ناقوس، تهران، ۱۳۷۹.

سید عسکری و همکاران ————— ارزیابی و تهیه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ها ...

پهنه‌بندی خطر ناپایداری‌های دامنه‌ای برای این منطقه می‌باشد. روش فوق، در منطقه‌ای کوهستانی (در هیمالیا) اجرا شده و با اصلاحی جزئی بویژه در حوضه‌های کوهستانی غرب و شمال ایران قابل اجرا است. ارومیه‌ای و امینی‌زاده [۴] معتقدند که این روش با اندک اصلاحی در وضعیت آب‌های زیرزمینی برای کلیه مناطق کشور مصداق دارد. نامبرندگان براساس آب و هوای منطقه، وضعیت خشک و امتیاز یکسان صفر برای تمام واحدهای کاری در پهنه‌بندی زمین لغزش حوضه هلیل‌رود در نظر گرفته‌اند؛ ولی در این مقاله، علاوه بر نقشه پایه استعدادهای خاک، (که مشخص‌کننده وضعیت زهکشی است)، تراکم آبراه‌های، میزان نفوذپذیری زمین، پراکنندگی چگمه‌ها و مطالعات زمین‌شناسی ملاک امتیازدهی بوده‌اند.

با مقایسه نقشه پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ای (که به روش آنالاکان تهیه شده است) با نقشه پراکنندگی ناپایداری دامنه‌ای کنونی تهیه شده‌است و بر مبنای مشاهدات میدانی و برداشتهای زمینی می‌توان مطابقت آنها را در بیشتر موارد ملاحظه کرد.

چنین موردی مناسب بودن روش اخیر پهنه‌بندی را برای این منطقه نشان می‌دهد. هر چند این پهنه‌بندی در مقیاس نقشه‌های ۷۵۰۰۰۰/۱ منطقه انجام شده است؛ ولی مطابقت زیادی با واقعیهایی مشاهده شده روی زمین دارد. از طریق نقشه پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ای منطقه، می‌توان وضعیت فرسایش‌پذیری سطح زمین، میزان رسوب‌گذاری و حمل رسوب را ارزیابی کرد و به‌ثبیت دامنه‌ها برای حفاظت از روستاها و زمینهای زراعی برنامه‌ریزی کرد. صورت، انجام‌دادن مطالعات تفصیلی‌تر و تهیه نقشه‌های با مقیاس بزرگتر بویژه برای پهنه‌های خطر نسبی متوسط، زیاد و خیلی زیاد ضروری است و مدیریت صحیح مناطق حساس منطقه الزامی می‌باشد.

## ۷- منابع

- [1] Anbalagan R.; "Landslide hazard evaluation mapping in mountain terrain", *Engineering Geology*, Vol. 32, 1992.
- [۲] روستایی ش.؛ «پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در منطقه امرچای علی»؛ نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز، سن ۸، ش ۹، ۱۳۸۱.

[۱۵] رجایی اصل ع.؛ کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط؛ نشر قومس، تهران، ۱۳۷۳.

[16] Anbalgan R.; Terrain evaluation and landslide hazard zonation for environmental regeneration and landuse planing mountainous terrain in proc.6th Inter.sym.on landslides D.H.Bell (Editor). Christchurch, N.Z., 1992.