جغرافیا (فصلنامه علمی ـ پژوهشی انجمن جغرافیای ایران)
دوره جدید، سال دهم، شماره ۳۵، زمستان ۱۳۹۱

عوامل مؤثر در وقوع حرکات توده‌ای در حوضه کرگانرود با استفاده از مدل AHP

محسن رنجبر[۱]

چکیده

حوضه‌های شمالی کشور از جمله مناطقی هستند که میزان درصد زمین لغزش آنها به طورنسبی زیاد بوده و همچنین ترکیب عوامل طبیعی و انسانی باعث وقوع خسارتهای زیاد ناشی از این پدیده شده است. بررسی عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزشهای یک منطقه و پهنه‌بندی خطرهای حاصل از آن می‌تواند کمک مؤثری در کاهش خسارت‌های حاصل از این پدیده با دوری جستن از این مناطق بنماید. با این هدف لازم است تا نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش برای این مناطق تهیه شود.

پهنه‌بندی زمین لغزش یکی از روشهایی است که به کمک آن می‌توان مناطق بحرانی را به لحاظ پایداری شیب مشخص نمود. تحقیق حاضر با هدف انتخاب و شناسایی مهمترین و مؤثرترین عامل در ایجاد وقوع زمین لغزش درحوضه کرگانرود تالش به انجام رسیده است. پس از بررسی‌های میدانی و تهیه لایه‌های اطلاعاتی از طریق نقشه‌ها و منابع موجود عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش‌های حوضه بررسی شده و مهمترین عوامل مؤثر به ترتیب زمین‌شناسی، شیب، نزدیکی به جاده، جهت شیب، نزدیکی به گسل، کاربری اراضی و نزدیکی به آبراهه‌ها شناسایی شدند. نتایج حاصل را که از طریق نقشه‌های شیب، جهت شیب، زمین‌شناسی، میزان پوشش گیاهی منطقه، نوع کاربری اراضی، فاصله از گسل و شبکه آبراهه و جهت شیب به‌دست آمده است. وزن هر یک از عوامل را از روش تحلیل سلسله مراتبی یا AHP و با مقایسه زوجی عوامل مذکور محاسبه و پس از تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش و با توجه به وزن نهایی هر عامل به این نتیجه می‌رسیم که عامل سنگ‌شناسی، شیب، جاده و جهت شیب در حوضه تالش به ترتیب مهمترین عوامل زمین لغزش منطقه موردنظر است. با توجه به نقشه پهنه‌بندی زمین لغزه، حوضه آبریز از لحاظ حساسیت به لغزش به پنج پهنه تقسیم گردید و مناطق با ریسک وقوع زمین لغزش زیاد تا بی‌خطر شناسایی شدند. بیشترین حرکات توده‌ای از نوع سولیفلوکسیون درمناطق مرتفع و مرتعی حوضه و دردامنه‌های روبه شمال و شمال‌شرقی و زمین لغزش نیز در اطراف جاده‌ها بویژه جاده‌های جنگلی و کوهستانی بیشترین وقوع را نشان می‌دهد.

۱. دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر ری

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

یکی از بلایا و حوادث طبیعی که خسارات زیادی به دنبال داشته و علاوه بر آن معمولاً تلفات انسانی نیز به همراه دارد. حرکات دامنه‌ای و به ویژه زمین لغزش است. ازآنجا که پیش‌بینی زمان یک زمین لغزش هنوز امکان‌پذیر نبوده و ابزاری برای آن، جهت این مهم تاکنون عرضه نشده است، لذا شناسایی مناطق مختلفی که زمین لغزش درآنها بیشتر است و همچنین، رتبه‌بندی آن می‌تواند ما را از خطرات ناشی از آنها مصون داشته یا آسیب‌های ناشی از آن را به حداقل برساند. بنابراین شناخت عوامل مؤثر بر زمین لغزش و پهنه‌بندی خطرات ناشی از آن در مناطق مختلف از نیازهای اساسی و بسیار مهمی است که برنامه‌ریزان و سیاستگذاران به آن محتاجند و هر برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری بدون آن در مناطقی که استعداد لغزش درآن وجود دارد علاوه بر خطرات انسانی موجب هدر رفتن منابع مالی خواهد بود.

در روش تحلیل سلسله مراتبی یا AHP با یک روش منطقی، عوامل مؤثر در زمین لغزش وزن‌دهی شده و اولویت‌بندی می‌شوند و قابلیت تکرار آن سبب می‌شود تا نتایج به دقت بیشتری بررسی شوند و دیگر آنکه چندین عامل را به‌طور همزمان می‌توان مورد مطالعه قرارداد تا در مقایسه زوجی آنها، اولویت‌بندی نهایی مشخص شود.

ایران با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع اقلیمی و زمین‌شناسی، عمده شرایط طبیعی را برای ایجاد طیف وسیعی از لغزشها دارا است. بنابراین به همان نسبت که از موهبت کوهستانی بودن و تنوع آب و هوایی بهرمند هستیم در معرض خطرات ناشی از آن نیز قرار داریم. براساس یک برآورد اولیه، سالیانه ۵۰۰ میلیارد ریال خسارت مالی از طریق لغزشها بر کشور تحمیل می‌شود و این در صورتی است که از بین رفتن منابع طبیعی غیرقابل بازگشت به حساب آورده نشوند (نصیری، ۱۳۸۳: ۱). آمار ثبت شده توسط وزارت جهاد کشاورزی نشان می‌دهد که تا اوایل سال ۱۳۷۸، وقوع حدود ۲۵۹۰ حرکت تودهای و لغزش در کشور باعث مرگ ۱۶۲ نفر، تخریب ۱۷۶ خانه، ایجاد خسارات مالی به‌میزان ۱۸۶۶ میلیارد ریال، تخریب ۶۷۶ هکتار جنگل و تخریب۱۷۰ کیلومتر راه ارتباطی شده است (صالحی‌پور، ۱۳۸۰ :۴). در مورد پهنه‌بندی لغزشها و حرکات تودهای تاکنون کارها و بررسی‌های زیادی در سراسر جهان انجام شده است و محققان مختلف با استفاده از انواع روشها، طبقه‌بندی‌های متعددی را ارایه داده‌اند. از جمله سارولی (۲۰۰۱) که با استفاده از روش

Archive of SID

www.SID.ir

رگرسیون خطی به پهنه‌بندی زمین لغزش در کشور کره پرداخته است.

لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده در این تحقیق شامل شیب، جهت شیب، ضخامت خاک، فاصله از آبراهه،کاربری اراضی و پوشش گیاهی هستند که پس از مقایسه نتایج پهنه‌بندی با نقشه پراکنش لغزشها مشخص شد این روش نتایج نسبتاً مناسبی دارد. در ایران نیز پژوهش‌های مربوط به مدلسازی و پهنه‌بندی خطر لغزش بسیار جوان بوده و عمدتاً به اوایل دهه گذشته بازمی‌گردد. از جمله این پژوهش‌ها، تحقیقی است که اسماعیلی و احمدی (۲۰۰۳) در بررسی عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش و پهنه‌بندی خطرهای حاصل از آن، به دو روش رگرسیون چند متغیره و تحلیل سلسله مراتبی انجام دادند .که در این بررسی از هفت پارامتر استفاده شده است و در نهایت، مشخص شد روش تحلیل سلسله مراتبی نسبت به روش رگرسیون چند متغیره از دقت بیشتری برخوردار است. محمدخان، (۱۳۸۰) نیز عمل پهنه‌بندی خطر حرکتهای تودهای را برای حوزه آبخیز طالقان و با در نظر گرفتن شش عامل شیب، ارتفاع، سنگ شناسی، بارندگی، جهت دامنه و کاربری اراضی و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی انجام داده است.

یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری فرایند تحلیل سلسله مراتبی (Hierarchy process-AHP Analytical) که اولین بار توسط توماس‌ال ساعتی در ۱۹۸۰ مطرح شد که بر اساس مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. از زمان ابداع این مدل مطالعات متعددی با استفاده از این مدل برای مکانیابی‌ها، ارزیابی‌ها درجغرافیا و صنعت و سایر رشته‌ها انجام شده است. اما در ارتباط با موضوع در منطقه موردنظر مطالعه انجام نشده است و این تحقیق در نوع خود اولین بار است که انجام می‌شود. ازجمله کارهایی که در این زمینه انجام شده است به شرح ذیل است:

از جمله آن راد بروج و ون تورس نقشه برآورد فراوانی زمین لغزش را در ناحیه سانفرانسیکو (کالیفرنیا) با مقیاس ۱:۷۰۰۰۰ تهیه کرده‌اند. آن نقشه به عنوان نقشه آزمایشی که فراوانی و احتمال رویداد زمین لغزش را در این ناحیه با تقریب اولیه شش رده که رده یک با حداقل فراوانی زمین لغزش و رده شش با حداکثر وقوع زمین لغزش است را تهیه کرده‌اند. تقریباً در همان محدوده‌ای که راد بروج و ونت ورس کار کرده بودند، (براب و همکاران، ۱۹۷۲) نقشه استعداد یا پتانسیل گسیختگی زمین لغزش را تهیه کرده‌اند. روش براب کامل‌تر از روش پیشین به شمار می‌رود، زیرا آنها پهنه‌بندی و وضع پایداری واحدهای زمین‌شناسی را با تعیین در حد گسیختگی تشکیلات

Archive of SID

www.SID.ir

زمین‌شناسی یا گروه لیتولوژی مورد توجه قرار داده‌اند که کلاسهای این نقشه را در هفت رده با کمترین استعداد تا مناطق با بیشترین استعداد برای زمین لغزش طبقه‌بندی کرده‌اند (شریعت جعفری، ۱۳۷۵). نب‌رودی، ۲۰۰۳ در چین، انواع حرکتهای توده‌ای را مطالعه کرده و فعالیتهای انسانی شامل فعالیتهای کشاورزی، شهرسازی و جاده‌سازی را مهمترین عامل در وقوع حرکت‌های توده‌ای دانسته است. بلدیوز ۲۰۰۴ در حوضه ال تورونفو با استفاده از مدلی که بر اساس چهار متغیر شیب، جهت، الگوی زهکشی و نو ع پوشش زمین بود و با استفاده از توپوگرافی و سنجش از دور تهیه شده بود، نتیجه گرفتند که لغزش به شدت تحت تأثیر شیب و کار بری اراضی است. سژوف و گادنف (۲۰۰۴) در هند یک روش سیستماتیک را برای شناساندن شیب‌های ناپایدار مستعد لغزش ارائه دادند. پارامترهای مورد بررسی شامل: شکل شیب، زهکشی، گرادیان شیب، جهت، کاربری اراضی و پوشش گیاهی بودند.

آقابیگی، ۱۳۸۳، احمدی ۱۳۷۴در مطا لعات خود در مورد زمین لغزش در دره طالقان به این نتیجه رسیدند که زمین لغزش این منطقه بیشتر با جنس زمین (به علت رسوبات تبخیری نئوژن) در این منطقه در ارتباط است. محمدخان ۱۳۸۰، عمل پهنه‌بندی خطرحرکت‌های توده‌ای را برای حوضه آبخیز طالقان و با درنظر گرفتن عامل شیب، ارتفاع، سنگ‌شناسی، بارندگی، جهت دامنه و کاربری اراضی و با استفاده از روش تحلیل سلسله پهنه‌بندی کرده است. احمدی و همکاران (۱۳۸۲) در یک بررسی تحت عنوان "پهنه‌بندی خطر حرکت‌های توده‌ای با استفاده از دو روش رگرسیون چند متغیره وروش سلسله مراتبی(AHP)" عوامل تأثیرگذاری از جمله: سنگ‌شناسی، شیب، کاربری اراضی، عناصر خطی، بارش، جهت دامنه و ارتفاع را در روش تحلیل سلسله مراتبی و تنها چهار عامل نخست را در روش رگرسیون چند متغیره مورد بررسی قرار دادند و در نهایت روش سلسله مراتبی سیستم‌ها به دلیل برخورداری از متغیرهای بیشتر و کلاسه‌بندی اصولی و بدون اعمال نظر کارشناس نسبت به روش رگرسیون چندمتغیره انتخاب و مدل نهایی از آن روش بکار گرفته شد (آقابیگی، ۱۳۸۳). در بررسی تأثیر کاربری اراضی بر وقوع زمین لغزش در حوضه آبخیز جنت رودبار با توجه به محاسبه نسبت مساحت زمین لغزش در هر کار بری به مساحت آن کار بری، اولویت‌بندی کاربریها در حوضه انجام گرفت که نشان داد کاربری مرتع بیشترین درصد زمین لغزش منطقه را به خود اختصاص داده و کار بری کشاورزی و جنگل به ترتیب دوم و سوم می‌باشند. قربانپو (۱۳۸۴) در پهنه‌بندی خطر زمین لغزش حوض چرمله با

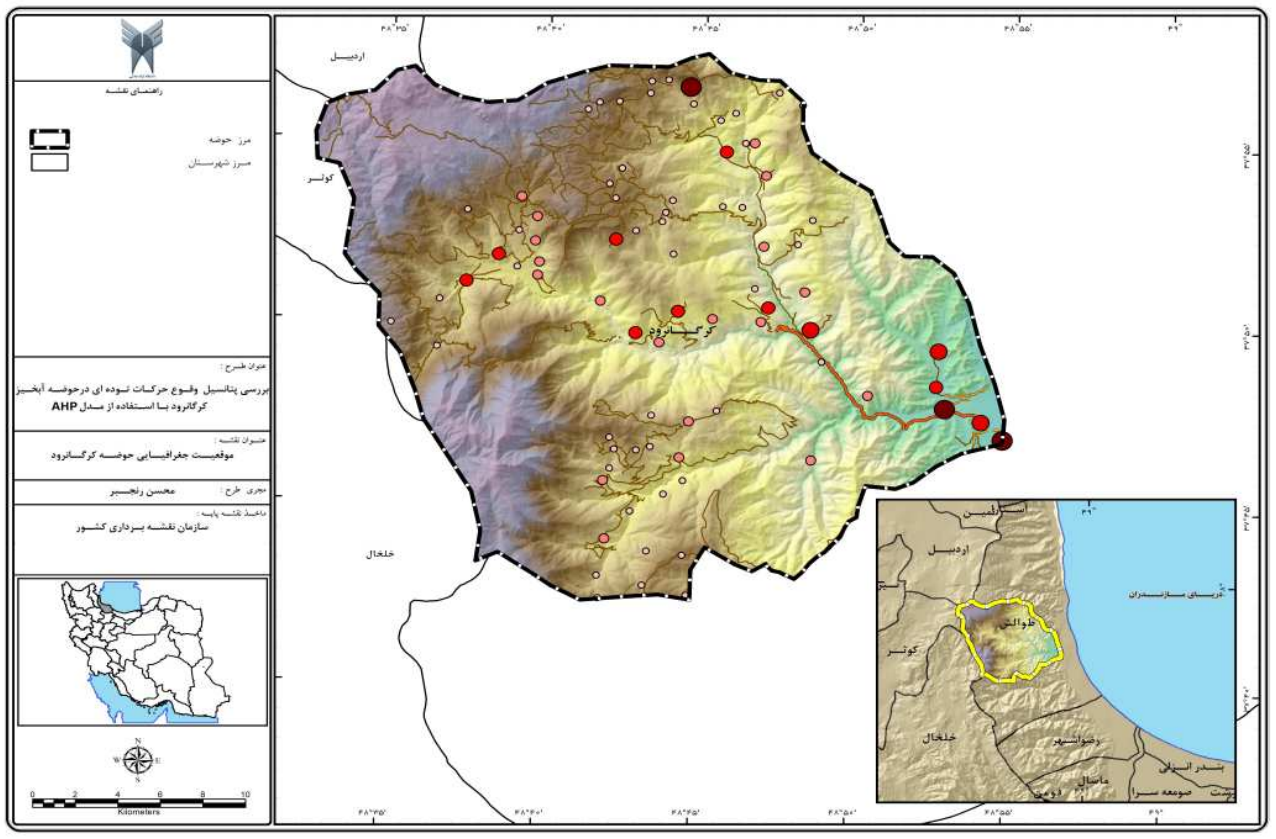
Archive of SID

www.SID.ir

استفاده ازGIS و با تهیه چهار نقشه پهنه‌بندی با چهار روش تراکم سطح، وزن متغیرها، قضاوت کارشناسی وارزش اطلاعاتی به این نتیجه رسید که نقشه قضاوت کارشناسی بیشترین تناسب را با زمین لغزشهای مشاهده شده حوضه دارد. در این تحقیق لایه‌های اطلاعاتی شامل شیب، جهت شیب، فاصله از آبراهه، کاربری اراضی و پوشش گیاهی، فاصله از گسل، فاصله از جاده، سنگ‌شناسی، مرفولوژی وخاک مورد مطالعه قرار گرفته است. سپسوزن هر یک از عوامل از روش تحلیل سلسله مراتبی و با مقایسه زوجی عوامل مذکور محاسبه و نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش تهیه شده است. با توجه به وزن نهایی هر عامل به این نتیجه می‌رسیم که عامل سنگ‌شناسی، شیب، جاده وجهت شیب در حوضه تالش به ترتیب مهمترین عوامل زمین لغزش منطقه مورد نظر هستند.

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در شمال ایران دراستان گیلان و در شهرستان تالش قرار گرفته است. حوضه کرگانرود، در دامنه‌های شرقی کوههای تالش قرار گرفته است. این حوضه از شمال به حوضه هره‌دشت لیسار، از شرق به دریای خزر، از غرب به حوضه آرپاچای و هروآباد در دامنه‌های غربی ارتفاعات تالش و از جنوب به حوضه ناورود محدود می‌شود (شکل۱).



شکل۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

از لحاظ پوشش گیاهی، بیشتر سطح منطقه از زمین‌های جنگلی پوشیده شده است. حوضه مورد مطالعه بیشتر دارای پوشش جنگلی انبوه بوده و دارای گونه‌هایی از جمله: راش، ممرز، توسکا، افرا، ون، آزاد، بلوط، گردو، نمدار و ...است. سنگهای دوران سوم در کوهستانهای منطقه سهم فوق‌العاده مهمی درساخت ناهمواریها بویژه در دامنه‌های شرقی آن برعهده دارد .پالئوژن تحتانی شامل ماسه سنگ توفی و توف برشی با میان لایه‌هایی از گدازه‌های آندزیتی قسمت زیادی از دامنه‌های شرقی کرگانرود تالش را دربرگرفته‌اند. دشت ساحلی کرگانرود، فاقد رخنمون‌های آشکار و پوشیده با نهشته‌های آبرفتی جوان است و لذا، داده‌های زمین‌شناسی آن در کمترین مقدار است. بدنبال آخرین حرکات پلیو ـ پلیستوسن منطقه تالش به تکامل زمین‌ساختی خود دست یافته است. رسوبات دورهٔ کواترنر در منطقه بیشتر شامل بقایای یخرفتها در نواحی مرتفع، ریزشها و لغزشهای بسیار وسیع و خزشها رسوبهای دامنه‌ای و سرانجام آبرفتهای متنوع در حاشیه دره‌ها و جلگه هستند که در تحول پیکرشناسی این سرزمین نقش داشته و دارند. متوسط بارندگی حوضه حدود۱۱۰۰میلیمتر که بیشترین آن در ماههای شهریور و مهر اتفاق می‌افتد. میانگین دمای آن ۱۵ درجه درایستگاه شیلابن است.

آماده‌سازی لایه‌ها

این تحقیق مبتنی بر مطالعات میدانی است، بدین صورت که در ابتدا طول و عرض جغرافیایی هر کدام از زمین لغزشها مشخص شده. در مرحله بعد اقدام به شناسایی و مطالعه عوامل تأثیرگذار در وقوع زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه (مانند شیب، جهت شیب، کاربری اراضی، لیتولوژی، فاصله از گسل، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه) شد، سپس نقشه عوامل مذکور تهیه خواهد شد. پس از تحلیل تمامی عوامل (در محیط GIS)، لایه‌های اطلاعاتی حوضه مذکور بوسیله مدل AHP ، نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی مشخص و هر یک از عوامل مؤثر که در وقوع زمین لغزش تأثیر بیشتری داشته تعیین شد.

با تعیین مجموعه‌ای از معیارها برای ارزیابی گزینه‌های تصمیم‌گیری، هر معیار به‌صورت یک لایه نقشه نشان داده شده است. برای آنکه یک GIS در پایگاه داده‌های مبتنی بر صفت قابل استفاده باشد، مقیاسی برای بیان سطوح آن تعیین شده است. از این رو نقشه‌های روال کار مدل A.H.P

Archive of SID

www.SID.ir

با مشخص کردن عناصر و تصمیم‌گیری و اولویت دادن به آنها آغاز می‌شود این عناصر شامل شیوه‌های مختلف انجام کار و اولویت دادن به سنجه‌ها یا ویژگی‌ها است.

عملیات پهنه‌بندی بر اساس روش سلسله مراتبی

با تعیین مجموعه‌ای از معیارها برای ارزیابی گزینه‌های تصمیم‌گیری، لازم است که هر معیار به‌صورت یک لایه نقشه نشان داده شود. برای آنکه یک GIS در پایگاه داده‌های مبتنی بر صفت قابل استفاده باشد لازم است که مقیاسی را برای بیان سطوح آن تعیین نماییم. از این رو، نقشه‌های معیار را می‌توان در انطباق با مقیاس‌های اندازه‌گیری تحت عنوان نقشه‌های معیار کمی و کیفی طبقه‌بندی کرد. نقشه‌های زمین‌شناسی، کاربری اراضی و پوشش گیاهی، نمونه‌هایی از لایه‌های مبتنی بر داده‌های کیفی هستند که بر پایه آنها، نقشه‌های معیار کیفی را می‌توان استخراج کرد.از نمونه‌های مربوط به نقشه‌های معیار کمی می‌توان به مدل رقومی ارتفاع، نقشه شیب و فاصله از گسل و فاصله از رودخانه اشاره کرد. پس از انتخاب لایه‌های مورد یاز، نوبت به وزن‌دهی لایه‌ها می‌رسد، هدف از وزن‌دهی معیار آن است که بتوان اهمیت هر معیار را نسبت به معیارهای دیگر بیان کرد که در این تحقیق از روش سلسله مراتبی برای وزن‌دهی لایه‌ها استفاده شده است. مقایسه‌های دو به دو به عنوان ورودی در نظر گرفته شده، وزنهای نسبی به عنوان خروجی تولید می‌شود.

محاسبه وزن معیارها با استفاده از روش سلسله مراتبی

بیانگر میزان اهمیت هر عامل نسبت به سایر عوامل است که مجموع ارزش این عوامل (W) وزن هر معیار می‌بایست ۱۰۰ درصد باشد. در این روش ابتدا با استفاده از قضاوت کارشناسی اقدام به رتبه‌بندی عوامل به ترتیب از اولویت ضعیف تا اولویت حداکثر شده است. پس از تبدیل این رتبه‌ها به مقادیر کمی بین ۹-۱ (جدول۱) فاکتورهای مختلف اولویت به ارزش‌های کمی، برای پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه، مراحل مقایسه دو به دو فاکتورها و اولویت‌بندی آنها بر اساس وزن به صورت منظم انجام شده است. برای مقایسه دو به دو فاکتورها و تعیین اولویت، ابتدا فاکتورها با هم مقایسه شدند و ارزش‌های مربوط به هر ستون از ماتریس مقایسه، دو به دو با هم جمع شدند (جدول۲).

Archive of SID

www.SID.ir

سپس هر عنصر ماتریس بر مقدار کل ستون آن تقسیم گردیدند و ماتریس استاندارد شده بدست می‌آید. میانگین عناصر مطرح در هر ردیف از ماتریس استاندارد محاسبه شد. این میانگین‌ها تخمینی از وزنهای نسبی معیارهای مورد مقایسه بدست می‌دهند. با استفاده از این روش، وزنها به منزله میانگینی از تمامی راههای ممکن از مقایسه معیارها تلقی می‌شوند (جدول۳).

جدول۱: معیارهای روش سلسله مراتبی

وضعیت مقایسه‌ها	وزن یا ارزش
یکسان	۱
یکسان تا نسبتا بیشتر	۲
نسبتا بیشتر یا ضعیف	۳
نسبتا بیشتر تا بیشتر	۴
بیشتر یا قوی	۵
بیشتر تا خیلی بیشتر	۶
خیلی بیشتر یا خیلی قوی	۷
خیلی بیشتر تا خیلی ، خیلی بیشتر	۸
صد در صد مرجع	۹

جدول۲: ماتریس مقایسه زوجی عوامل نسبت به هم در حوضه کرگانرود تالش

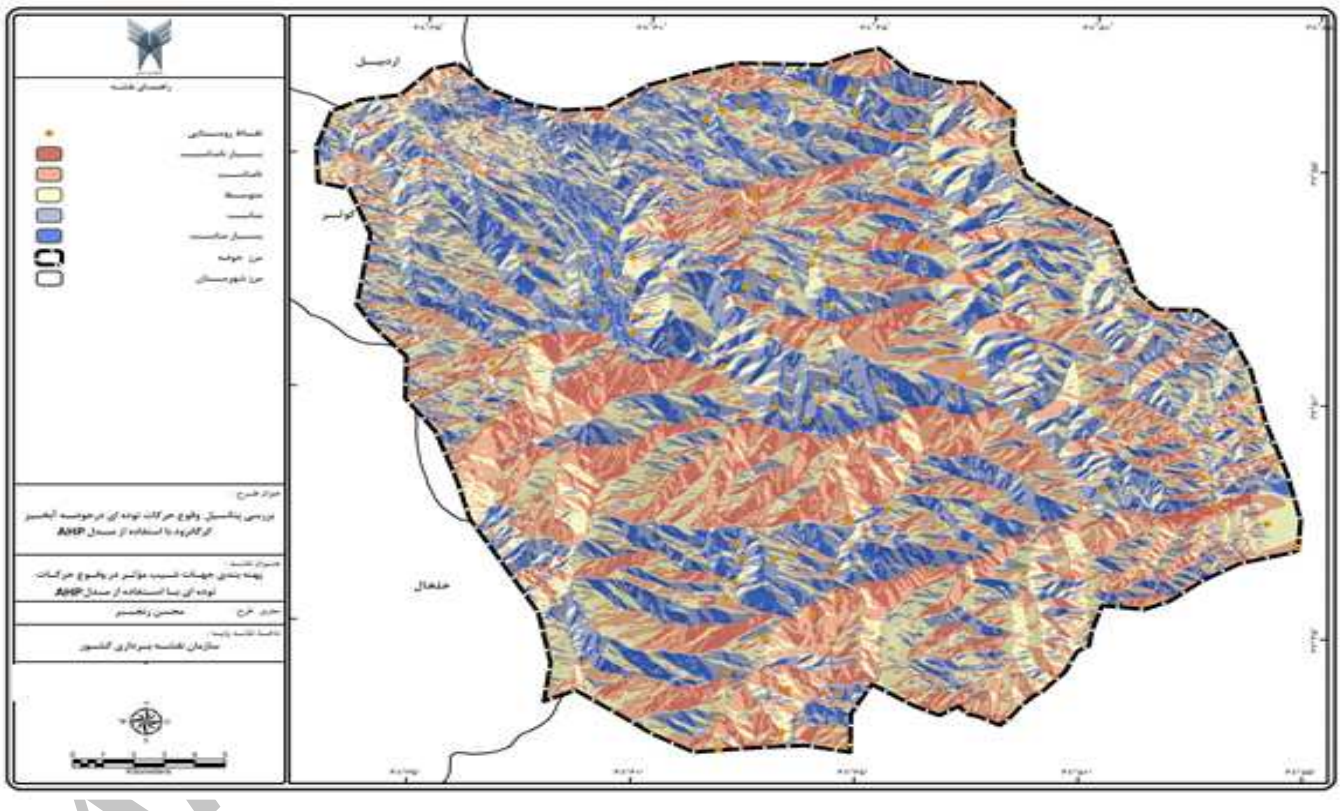
شرح	خاک	رودخانه	کاربری اراضی	پوشش گیاهی	مرفولوژی	گسل	جهت شیب	شیب	سنگ شناسی	فاصله ازجاده
خاک	۱	۵	۳	۲	۱/۵	۱/۵	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۸
رودخانه	۱/۵	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۵	۱/۷	۱/۸	۱/۸
کاربری اراضی	۱/۳	۵	۱	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۵	۱/۸	۱/۸	۱/۹
پوشش گیاهی	۱/۲	۵	۵	۱	۱/۷	۱/۳	۱/۶	۱/۸	۱/۸	۱/۹
مرفولوژی	۵	۴	۴	۷	۱	۱/۳	۱/۶	۱/۵	۱/۷	۱/۶
گسل	۵	۵	۴	۳	۳	۱	۱/۵	۱/۶	۱/۷	۱/۷
جهت شیب	۶	۵	۵	۶	۶	۵	۱	۱/۶	۱/۷	۱/۶
شیب	۶	۶	۸	۸	۵	۶	۶	۱	۱/۶	۱/۴
سنگ شناسی	۶	۶	۸	۸	۷	۷	۷	۶	۱	۱/۲
فاصله ازجاده	۸	۸	۹	۹	۶	۶	۶	۴	۲	۱
جمع	۳۸	۵۰	۴۷	۴۴/۴	۲۸/۸	۲۶/۲	۲۱/۲	۱۲/۱	۲/۶۴	۲/۷۲

Archive of SID

www.SID.ir

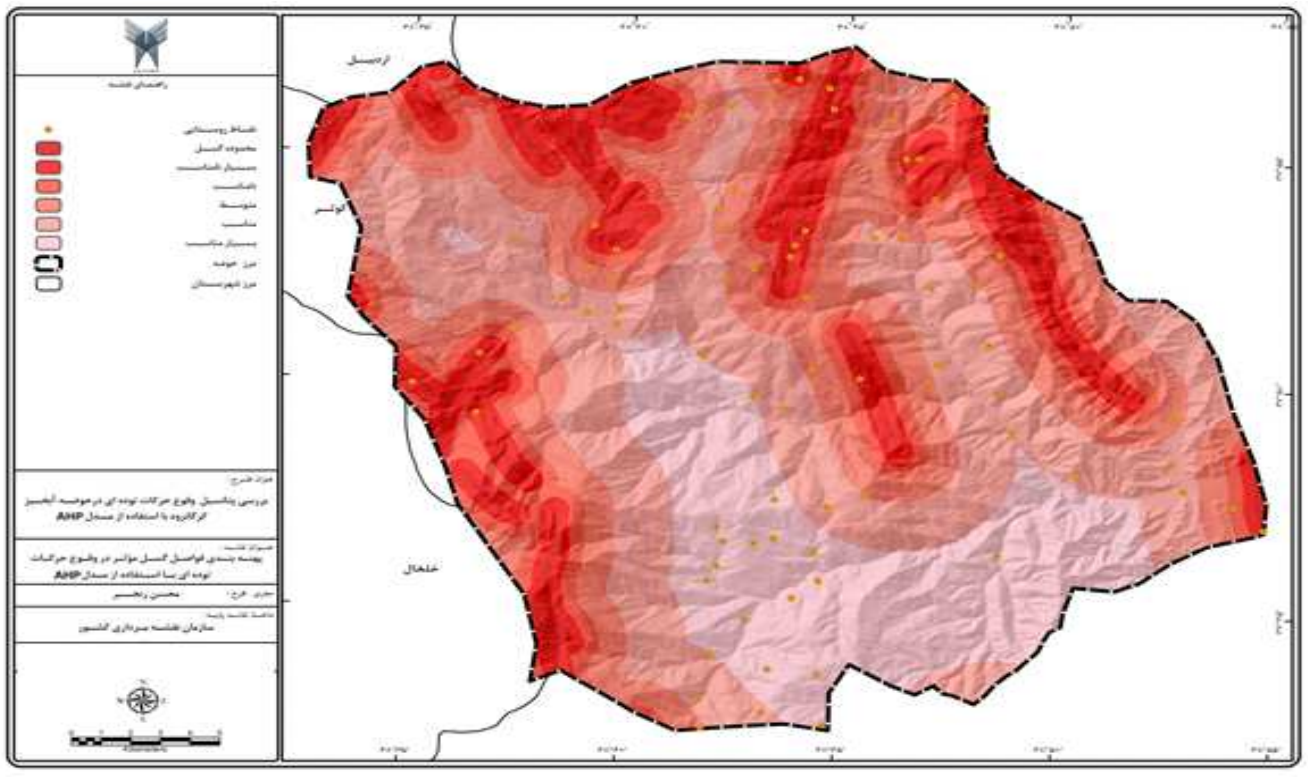
جدول۳ : محاسبه وزن نسبی عوامل مؤثر در زمین لغزش در حوضه کرگانرود تالش

شرح	خاک	رودخانه	کاربری اراضی	پوشش گیاهی	مرفولوژی	گسل	جهت شیب	شیب	سنگ شناسی	فاصله ازجاده	متوسط
خاک	۰/۰۲۶	۰/۱	۰/۰۶۴	۰/۰۴۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۷	۰/۰۱۴	۰/۰۶۳	۰/۰۴۶	۰/۰۳۸
رودخانه	۰/۰۰۵	۰/۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹۵	۰/۰۰۹	۰/۰۱۲	۰/۰۴۷	۰/۰۴۶	۰/۰۱۶
کاربری اراضی	۰/۰۰۹	۰/۱	۰/۰۲۱	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹۵	۰/۰۰۹	۰/۰۱	۰/۰۴۷	۰/۰۴۱	۰/۰۲۶
پوشش گیاهی	۰/۰۱۳	۰/۱	۰/۱۰۶	۰/۰۲۲	۰/۰۰۵	۰/۰۱۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱	۰/۰۴۷	۰/۰۴۱	۰/۰۳۶
مرفولوژی	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۸۵	۰/۱۶	۰/۰۳۵	۰/۰۱۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱۶	۰/۰۵۴	۰/۰۶	۰/۰۶۴
گسل	۰/۱۳	۰/۱	۰/۰۸۵	۰/۰۷	۰/۱۰۴	۰/۰۳۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱۴	۰/۰۵۴	۰/۰۵۲	۰/۰۶۵
جهت شیب	۰/۱۵۷	۰/۱	۰/۱۰۶	۰/۱۳۵	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۰۴۷	۰/۰۱۴	۰/۰۵۴	۰/۰۶	۰/۰۸۱
شیب	۰/۱۵۷	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۲۸۳	۰/۰۸۳	۰/۰۶۳	۰/۰۹۲	۰/۲۹۶
سنگ شناسی	۰/۱۵۷	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۳۳	۰/۴۹۶	۰/۳۸	۰/۲۹	۰/۴۰۵
فاصله ازجاده	۰/۲۱	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۲۰۵	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۸۳	۰/۳۳	۰/۷۶	۰/۳۷	۰/۲۹۴

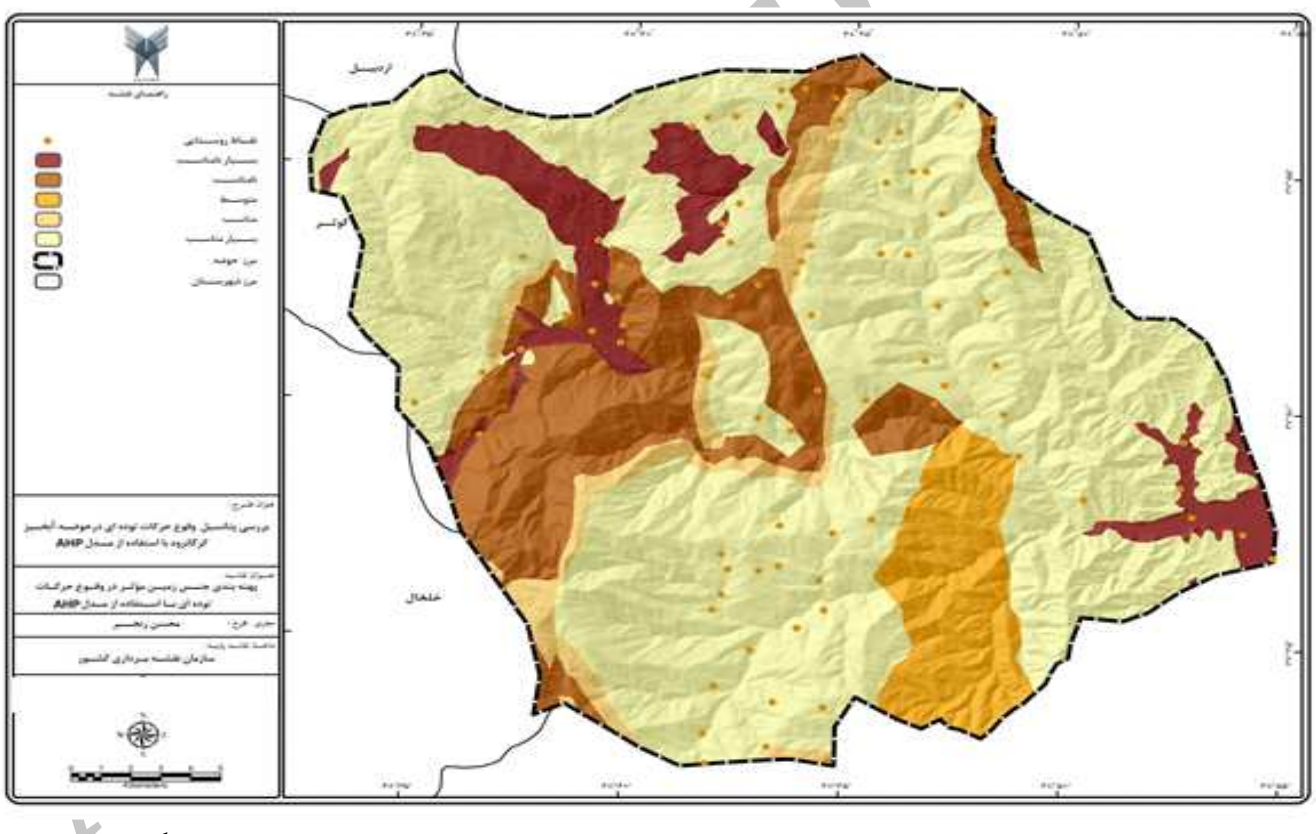


شکل۲ : نقشه پهنه‌بندی جهات شیب مؤثر در وقوع حرکات دامنه‌ای در حوضه کرگانرود

www.SID.ir

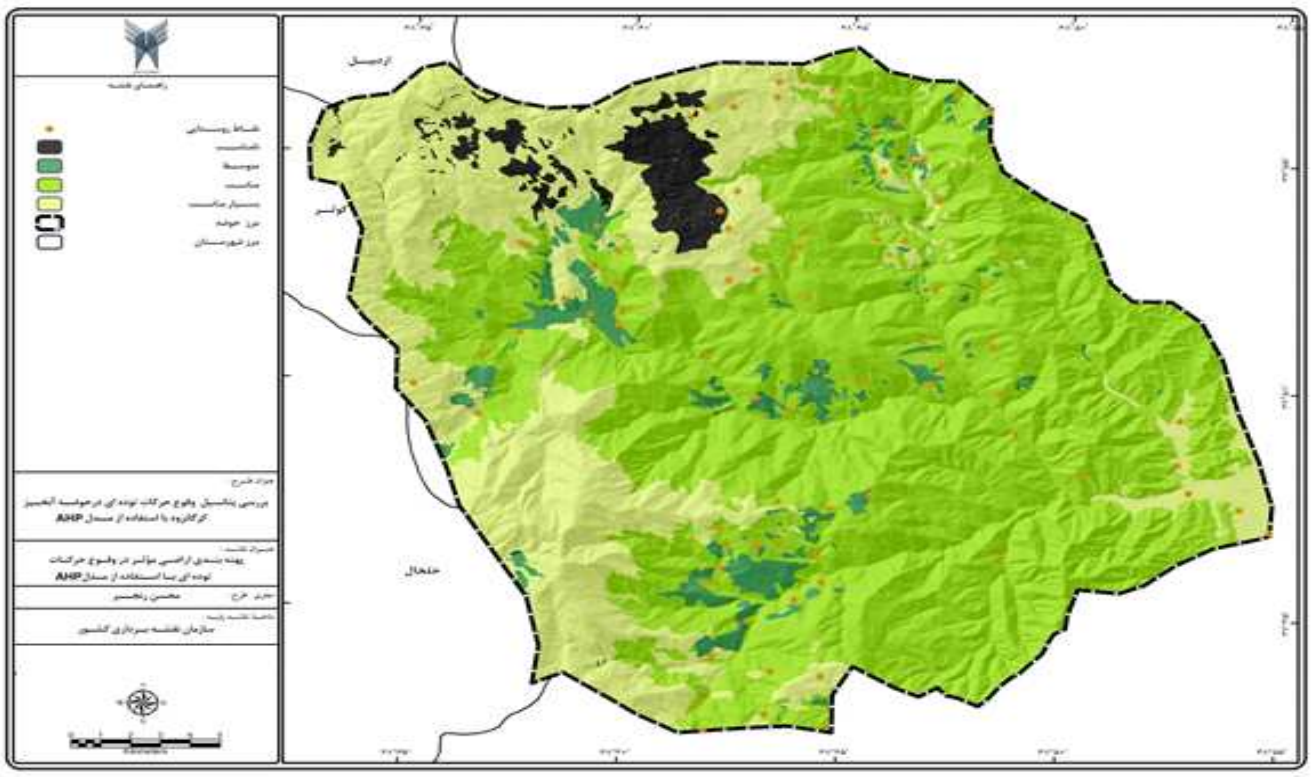


شکل۳ : نقشه پهنه‌بندی فواصل گسل مؤثردر وقوع حرکات دامنه‌ای در حوضه کرگانرود

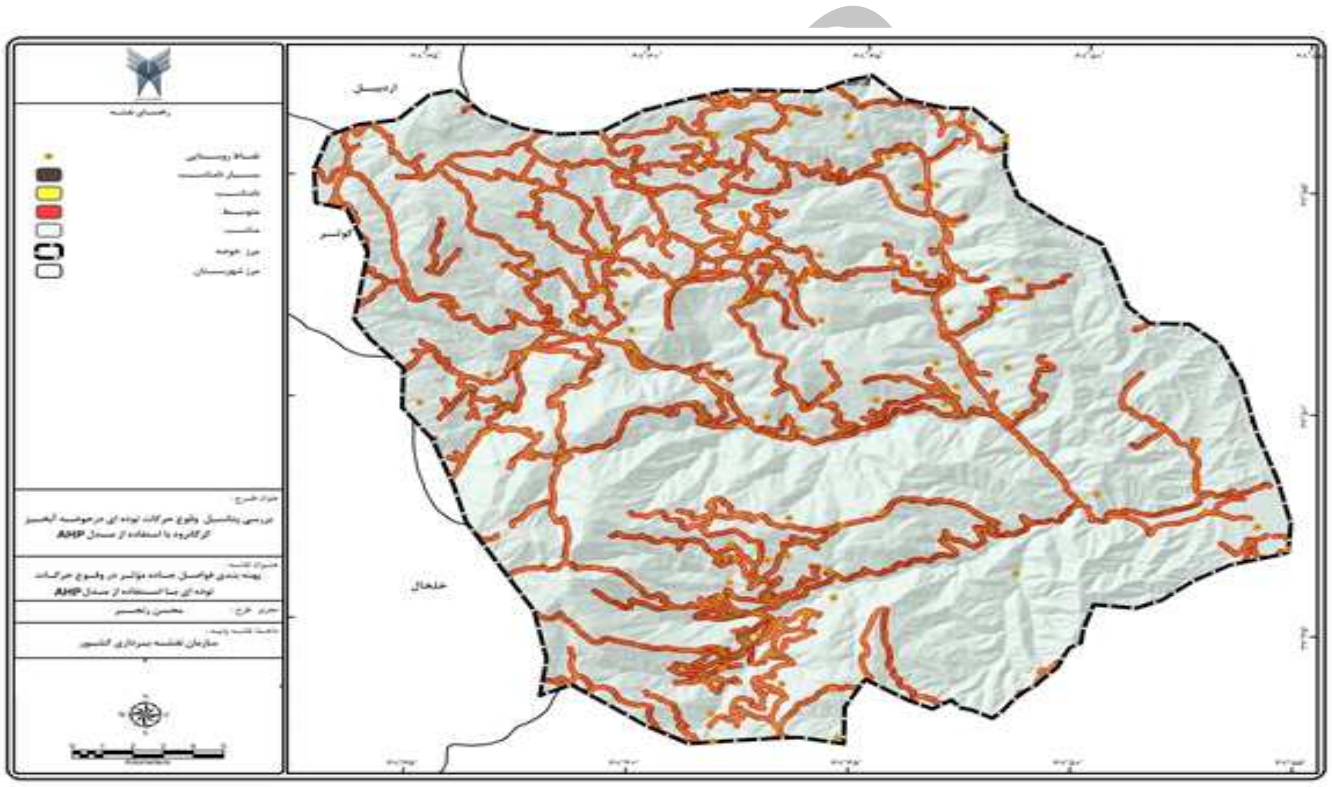


شکل۴ : نقشه پهنه‌بندی جنس زمین مؤثردر وقوع حرکات دامنه‌ای در حوضه کرگانرود

www.SID.ir

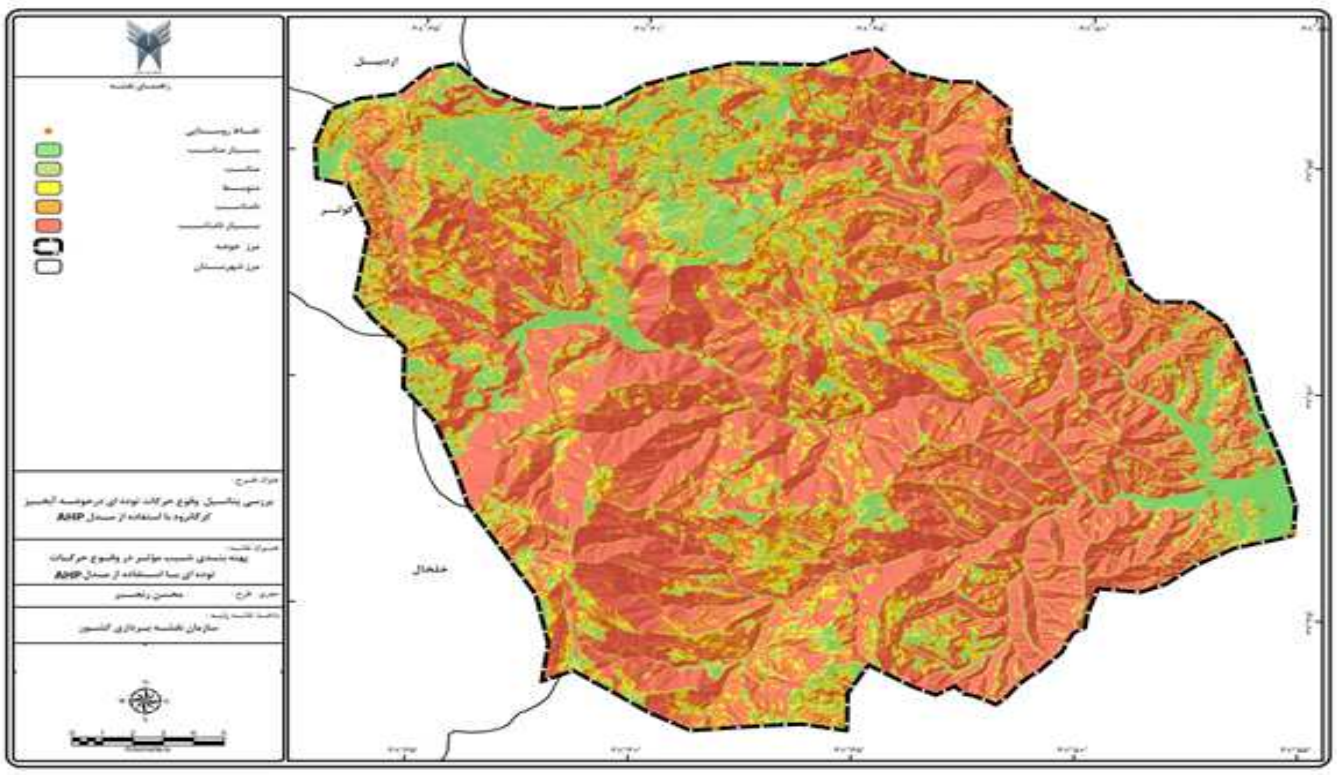


شکل۵ : نقشه پهنه‌بندی کاربری اراضی مؤثر بر وقوع حرکات دامنه‌ای در حوضه کرگانرود



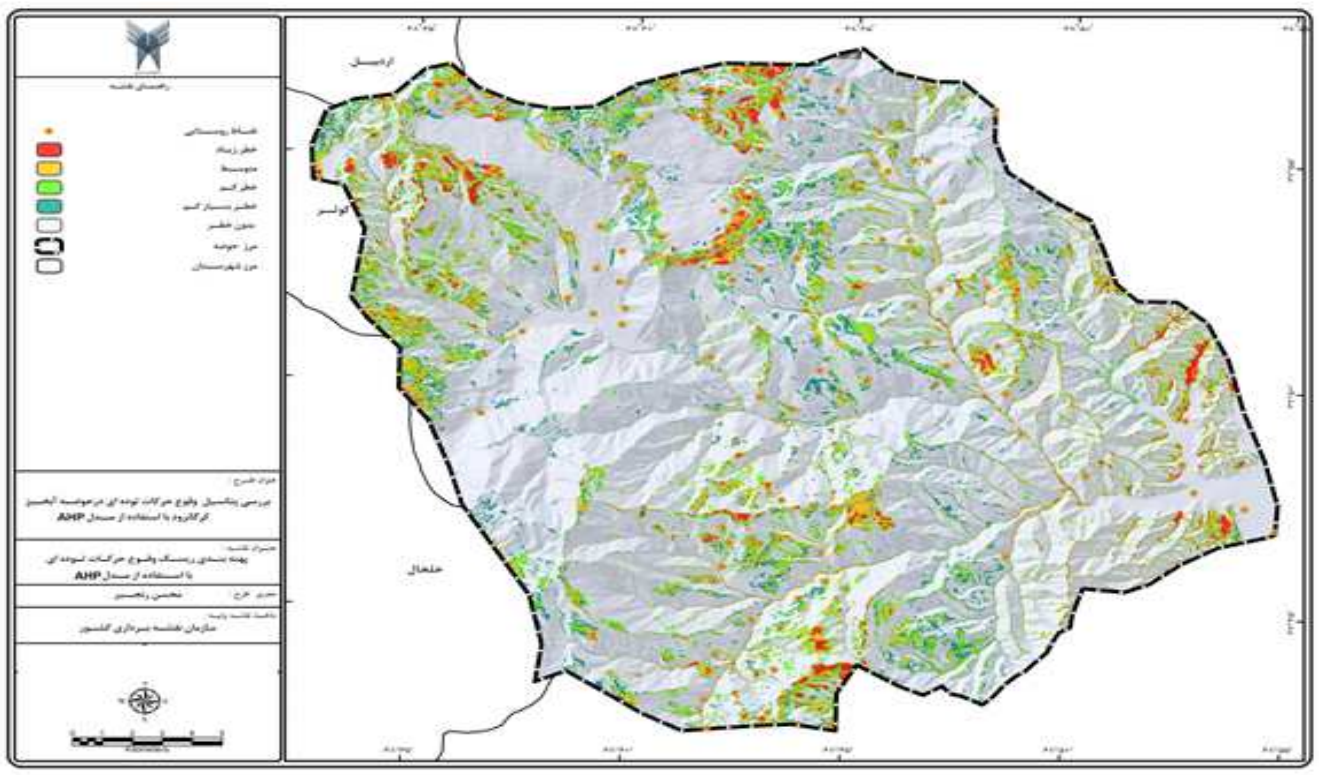
شکل۶ : نقشه پهنه‌بندی فواصل جاده مؤثر بر وقوع حرکات دامنه‌ای در حوضه کرگانرود

www.SID.ir



شکل۸: نقشه هیدرولوژی حوضه کرگانرود

www.SID.ir



شکل۹: نقشه پهنه‌بندی ریسک وقوع حرکات دامنه‌ای درحوضه کرگانرود

نتیجه‌گیری

یکی از مراحل مهم در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای پهنه‌بندی یک ناحیه در برابر مخاطرات طبیعی است. برای پهنه‌بندی زمین لغزش روشهای متعددی وجود دارد. به عقیده بیشتر محققان در پهنه‌بندی خطر زمین لغزه، روش AHP منطقی‌ترین روش است. برای پهنه‌بندی زمین لغزش در حوضه کرگانرود نیز از روش AHP استفاده شده است. این روش نه تنها مقدار نقش هر عامل در وقوع لغزش را تعیین می‌کند، بلکه این روش چگونگی ارتباط و هماهنگی بین عوامل مؤثر در لغزش را به شکل حلقه‌های زنجیر دربر می‌گیرد. چون ارتباط درونی عوامل مؤثر به گونه‌ای است که حذف هیچ کدام از آنها امکانپذیر نیست. بنابراین حتی‌الامکان تمام عوامل کار در نظر گرفته می‌شود. عوامل مختلف تأثیرگذار در لغزش‌های حوضه آبخیز کرگانرود به ترتیب اولویت عبارتند از: سنگ‌شناسی، شیب، جهت شیب، گسل، جاده ارتفاع، رودخانه و کاربری؛ که به ترتیب عامل سنگ‌شناسی با ۰/۴۰۵، شیب با۰/۲۹۶ و جاده با ۰/۲۹۴ بیشترین وزن و رودخانه با ۰/۰۱۶ کمترین وزن رابه خود اختصاص داده است (جدول۳). با توجه به نقشه پهنه‌بندی زمین لغزه، حوضه آبریز از لحاظ حساسیت به لغزش به پنج پهنه تقسیم گردید و مناطق با ریسک وقوع زمین لغزش زیاد تا بی‌خطر شناسایی شدند. بیشترین حرکات توده‌ای از نوع

Archive of SID

www.SID.ir

سولیفلوکسیون در مناطق مرتفع و مرتعی حوضه و در دامنه‌های رو به شمال و شمال‌شرقی و زمین لغزش نیز در اطراف جاده‌ها بویژه جاده‌های جنگلی و کوهستانی بیشترین وقوع را نشان می‌دهد. این وضعیت نشان دهنده دخالت عوامل اثرگذار به لحاظ کیفی و کمی است. این پهنه‌ها جزو مناطقی هستند که بیشتر آبادیها و روستاها در آنجا واقع شده‌اند، لذا در این مناطق جهت هر گونه کاربری و استفاده از محیط باید به‌طور کارشناسانه و منطقی برخورد شود به دلیل تراکم پوشش گیاهی و جنگلهای انبوه بخش اعظم حوضه از احتمال وقوع حرکات توده‌ای کمتری برخوردار است. در نتیجه‌گیری نهایی می توان گفت که روش تحلیل سلسله مراتبی به دلیل چند معیاره بودن از دقت نسبی بالایی برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزش حوضه کرگانرود برخوردار می‌باشد و مشاهدات میدانی نیز حکایت از دقت نسبتاً بالای مدل است.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. آقابیگی(۱۳۸۳)، بررسی تأثیر کاربری اراضی بر وقوع زمین لغزش در حوضه جنت رودبار، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تر بیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی؛

۲. احمدی حسن(۱۳۷۴)، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران؛

۳. احمدی حسن؛ اباذر اسمعلی؛ سادات فیض‌نیا؛ محسن شریعت‌جعفری (۱۳۸۲)، پهنه‌بندی خطر حرکتهای توده‌ای با استفاده از دو روش رگرسیون چند متغیره و تحلیل سلسله مراتبی، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۶ ، شماره ۴؛

۴. امیراحمدی (۱۳۸۵)، بررسی نقش اقلیم در حرکت دامنه‌ای در ارتفاعات شمال خراسان با جهت کنترل بلایای طبیعی و راهکارهای مقابله با **(GIS)** استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی آن، پایان‌نامه دکترا، دانشگاه خوارزمی؛

۵. پرهیزکار، اکبر؛ غفاری‌گیلانده، عطا (۱۳۸۵)، سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری، انتشارات سمت، تهران؛

۶. رنجبر، محسن (۱۳۹۱)، بررسی احتمال وقوع حرکات توده‌ای در حوضه‌های غرب گیلان، طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری؛

۷. رنجبر، محسن، **حسینی‌امینی، حسن** (۱۳۸۹)، نقش عوامل طبیعی در توسعه و استقرار کانون‌های جمعیتی شهرستان اهر، دومین **همایش** ملی جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اسلامشهر، آبان ۱۳۸۹؛

۸. سلملیان (۱۳۸۵)، بررسی عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزه‌های حوضه آبی صفا رود شهرستان رامسر با استفاده از **AHP** با کمک **GIS**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم سبزوار؛

۹. شریعت جعفری، محسن (۱۳۷۵)، ناپایداری شیب‌های طبیعی(زمین لغزش)، انتشارات سازه؛

۱۰. صالحی‌پور، علیرضا (۱۳۸۰)، ررسی پارامترهای هیدرومورفیک مؤثر در حرکات دامنه‌ای حوضه آبریز قوری چای با استفاده از **GIS** ، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران؛

۱۱. صمدزاده، رسول؛ **حسینی‌امینی، حسن** (۱۳۸۹)، نگرشی نو بر تکامل ژئومورفولوژیک چاله زمین‌ساختی اردبیل با رویکرد آمایش سرزمین، **فصلنامه** جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه اصفهان، شماره پیاپی ۳۷، بهار ۱۳۸۹؛

۱۲. قدسی‌پور سیدحسن (۱۳۸۷)، فرایند تحلیل سلسله مراتبی(**AHP**)،دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛

۱۳. قربانپور (۱۳۸۴)، پهنه‌بندی خطر زمین لغزش حوضه چرمله با استفاده از کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم سبزوار؛

۱۴. محمدخان، شیرین (۱۳۸۰)، تهیه مدل برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزش، مطالعه موردی، حوزه آبخیز

Archive of SID

www.SID.ir

طالقان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران؛

۱۵. محمودی، فرج ا ...، (۱۳۸۲)، ژئومورفولوژی دینامیک، انتشارات دانشگاه تهران؛

۱۶. نصیری، شهرام (۱۳۸۳)، نگرشی بر زمین لغزش‌های ایران بررسی موردی ناپایداری شیبها در جاده هراز، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور؛

17. **Esmaili. A & Ahmadi. M, (2003), Using GIS & RS in Mass Movements Hazard, Zonation, a Case Study in Germichay Watershed, Ardebil, Iran, Map Asia Conference;**
18. **Kelarestaghi. A, (2003), Landslide hazard zonation in shirin Rood Drainage basin with Using Geographic information system, sari, Map Asia Conference;**
19. **Yin, K.l & yan, (1988), Statistical prediction models for slope instability of Metamorphosed rocks. Proceeding of 5th International Symposium on landslide Lausanne Switzerland, Vol2, pp1269-1272;**
20. **saaty, T.L., 1980, The analytic hierarchy process, New York: McGraw-Hill;**
21. **Sarolee, K. M, (2001), Statistical Analysis of landslide susceptibility at Yonging, Korea, Environmental Geology, 40, pp.: 1095-1113.**

Archive of SID

www.SID.ir