Archive of SID

یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز
11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management
۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵
April 19-21, 2016

پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی
مطالعه موردی: حوزه آبخیز خارستان(شهرستان اقلید)

زهرا شبانی[۲۴]، دکتر کریم سلیمانی[۲۵]، دکتر ابراهیم امیدوار[۲۶]
z.shsbani67@yahoo.com

چکیده

یکی از انواع ناپایداری‌های دامنه‌ای که هر ساله خسارات مالی و جانی فراوانی را برسیستم‌های اقتصادی-اجتماعی و زیست-محیطی وارد می‌کند، زمین‌لغزش است که امروزه آن را بلای طبیعی می‌نامند. شناخت نواحی مستعد وقوع زمین‌لغزش و حرکات‌توده‌ای از ضروریات مدیریت منابع طبیعی و برنامه‌ریزی توسعه‌ای و عمرانی است. هدف از این پژوهش پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش AHP در حوضه آبخیز خارستان در شمال غربی شهرستان اقلید است. با تفسیر عکس‌های هوایی و بازدیدهای میدانی، نقشه پراکنش لغزش‌ها تهیه شد. در مرحله بعد با توجه به موقعیت زمین‌لغزش‌ها و نظرات کارشناسی، ۹ عامل موثر از جمله ارتفاع، شیب، جهت‌شیب، کاربری‌اراضی، زمین‌شناسی، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده و بارندگی در رخداد زمین‌لغزش های منطقه شناسایی شد که عامل شیب و فاصله از جاده درصد بیشتر و جهت شیب و فاصله از آبراهه دارای کمترین تاثیر را در زمین‌لغزش منطقه داشت. براساس این روش حدود ۶۰ درصد محدوده مورد مطالعه استعداد بالایی برای وقوع زمین لغزش است.

کلید واژگان: پهنه‌بندی، زمین‌لغزش، تحلیل‌سلسله‌مراتبی، حوزه آبخیز خارستان.

مقدمه

حرکات‌توده‌ای، یک فرایند ژئواکوسیستمی مهم در طبیعت می‌باشد که حیطه آن‌ها از تپه‌های ملایم تا کوهستان‌های شیب‌دار گسترش یافته است (گروبر[۲۷] و همکاران، ۲۰۰۹). زمین‌لغزش یکی از خطرات طبیعی است که در زمره حرکات توده‌ای به شمار رفته و تکرار وقوع آن در جهان در حال افزایش است (جبور[۲۸] و همکاران، ۲۰۱۳؛ پرادهان و لی[۲۹]، ۲۰۱۰؛ ین[۳۰] و همکاران،۲۰۱۰). زمین‌لغزش‌ها به عنوان حرکت یک توده خاک، آوار و سنگ تعریف می‌شود (کرودن[۳۱]، ۱۹۹۱)، که می‌تواند توسط محرک‌های خارجی مثل رگبار سنگین، تغییر سطح آب، طغیان امواج یا فرسایش جریان شدید به وجود آید که این عامل باعث افزایش تنش برشی و یا کاهش مقاومت برشی مواد تشکیل‌دهنده شیب می‌شود. همچنین پیش‌روی در مناطق تپه‌ای، افزایش جمعیت و شهرسازی، فعالیت‌هایی مثل خاکبرداری از روی شیب‌ها برای احداث

۱- دانشجوی ارشد آبخیزداری، موسسه آموزش عالی هراز
۲- استاد ، موسسه آموزش عالی هراز
۳- استادیار، دانشگاه کاشان

1 - Gruber et al
2- Jebur et al
3- Pradhan & Lee
4- Yin et al
5- cruden

www.SID.ir

Archive of SID

تاسیسات و ... شروع کننده‌های مهمی در وقوع لغزش می‌باشند (شریعت جعفری، ۱۳۷۵). ایران به دلیل شرایط خاص زمین شناسی، توپوگرافی و آب و هوایی از کشورهای مهم لغزش‌خیز است و سالانه خسارات قابل توجهی بر اثر بروز زمین-لغزش گزارش می‌شود. اثرات مخرب و جدی این پدیده مهم زمین‌شناسی، در مناطق فعال تکتونیکی، لرزه‌خیز و سیل‌خیز و دارای سازندهای رسوبی- تبخیری حساس به فرسایش و دیگر سازندهای مستعد به وضوح قابل مشاهده است (احمدی و فیض‌نیا، ۱۳۸۵). ناپایداری شیب‌ها پدیده‌ای متداول در ایران می‌باشد که هر ساله خسارات فراوان و گاهی‌اوقات نیز خسارات جانی به کشور وارد می‌سازند (عاقلی کهنه‌شهری و صادقی، ۱۳۸۴). به طور کلی می‌توان هدف نهایی از بررسی و مطالعه زمین‌لغزش‌ها را یافتن راه‌های کاهش خسارت‌های ناشی از آن‌ها ذکر کرد. این کار ممکن است به روش‌های مختلف مانند پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش برای تعیین مناطق خطرناک و تهیه دستورالعمل‌ها و آیین نامه‌ها برای استفاده مناسب یا پرهیز از این مناطق یا به‌وسیله مطالعه موردی یک زمین‌لغزش و ارائه راه‌حل برای کنترل آن یا هر روش دیگر صورت گیرد (سفیدگری، ۱۳۷۲). یکی دیگر از روش‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، روش مبتنی بر فرایند تحلیل‌سلسله-مراتبی[۳۲] (AHP) می‌باشد. این روش بر اساس مقایسه‌های زوجی عوامل بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به تصمیم‌گیران می‌دهد. این تکنیک یکی از جامع‌ترین الگوریتم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چند-گانه است، زیرا امکان فرموله کردن مسائل پیچیده طبیعی به صورت سلسله مراتبی را فراهم نموده و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی در مساله را دارد (ساعتی، ۱۹۸۱). روش تحلیل‌سلسله‌مراتبی بر پایه‌ی مقایسه زوجی عوامل موثر در وقوع زمین‌لغزش در منطقه مورد مطالعه استوار می‌باشد (قدوسی‌پور، ۱۳۷۹).

با توجه به کوهستانی بودن و وجود سازندهای زمین‌شناسی مستعد به حرکات توده‌ای در مناطق شمالی استان فارس در این ناحیه از کشور نیز حرکت‌های توده‌ای یکی از عوامل تغییر دهنده شکل اراضی بوده که باعث ایجاد فرسایش خاک و تولید رسوب می‌گردد. حوزه آبخیز خارستان یکی از مناطق این ناحیه بوده که در پهنه چین‌خوردگی زاگرس واقع شده است و سازندهای زمین‌شناسی رخنمون شده در آن براساس قدمت شامل: نمک هرمز، زون کمپلکس، پابده، گورپی، کشکان، آهک آسماری و کنگلومرای بختیاری است. با توجه به وجود دامنه‌های پرشیب، نوع ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی، دخالت‌های انسانی و عوامل ناشناخته دیگر در این منطقه طی سال‌های اخیر حرکات توده‌ای زیادی از نوع زمین‌لغزش به وقوع پیوسته است. این زمین‌لغزش‌ها مناطق مسکونی، اراضی کشاورزی، جاده‌ها و سایر تأسیسات را در منطقه تحت تأثیر قرار داده و سبب ایجاد خسارات مالی و در برخی موارد جانی به ساکنان منطقه شده است. همچنین این زمین‌لغزش‌ها باعث ایجاد فرسایش خاک و بالارفتن میزان رسوب‌دهی رودخانه‌های اصلی منطقه شده که به دو سد مخزنی ملاصدرا و درودزن در پایین دست منتهی می‌گردند. با توجه به این‌که تاکنون هیچ‌گونه مطالعه‌ای روی زمین‌لغزش‌های منطقه صورت نگرفته بنابراین ضروری است که نقشه پهنه‌بندی خطر تهیه و در نهایت مناطق با خطر بالای وقوع زمین‌لغزش شناسایی و معرفی گردد.

طبق مطالعات انجام شده در خارج از کشور، یالکین[۳۳] (۲۰۰۸) بر مبنای سامانه اطلاعات جغرافیایی و با استفاده از روش-های تحلیل‌سلسله‌مراتبی و آماری دومتغیره، نقشه‌های حساسیت زمین‌لغزش برای منطقه آردسین[۳۴] ترکیه تهیه کرد. عوامل سنگ‌شناسی، هوازدگی، شیب، سوی شیب، پوشش زمین، فاصله از آبراهه، تراکم زهکشی و فاصله از جاده برای تهیه نقشه حساسیت زمین‌لغزش استفاده شد. سنگ‌شناسی، هوازدگی، پوشش زمین و شیب به عنوان مهمترین عامل‌های موثر در محدوده مورد بررسی تعیین شدند. براساس نتایج به دست آمده توسط وی، روش تحلیل‌سلسله‌مراتبی به عنوان مناسب-

6 - Analytic Hierarchy Process
33 - Yalcin
34 - Ardesen

www.SID.ir

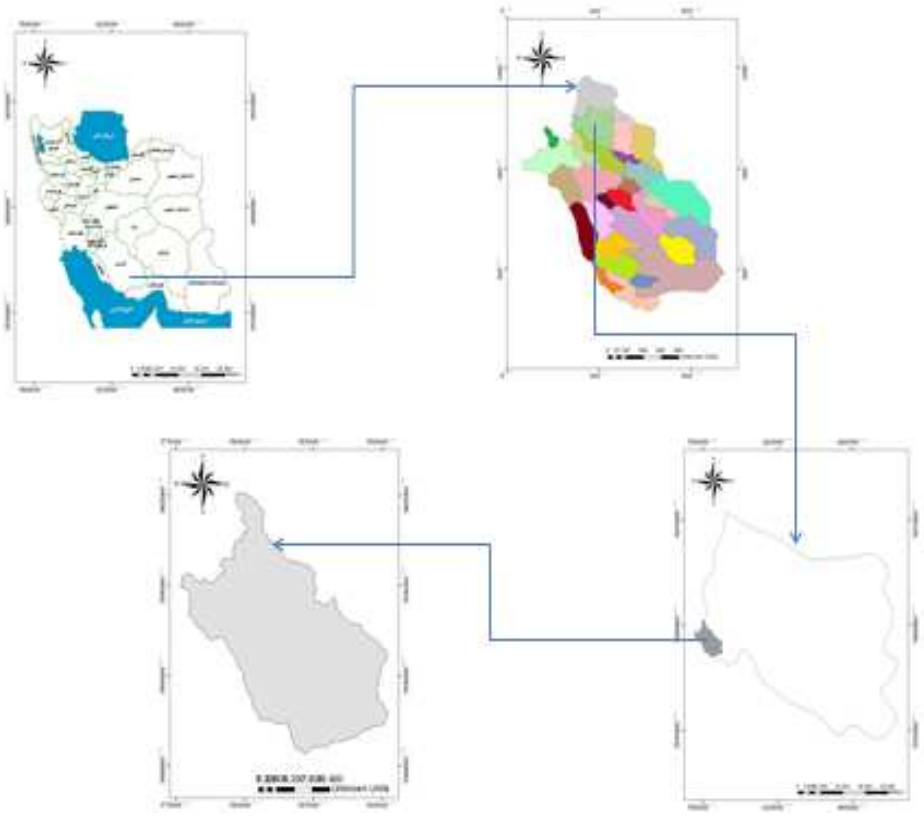
Archive of SID

ترین مدل معرفی شد. طبق مطالعات انجام شده در داخل کشور،عظیم‌پور و همکاران (۱۳۸۸) در پهنه‌بندی خطر وقوع حرکات توده‌ای در حوزه آبخیز اهرچای با استفاده از AHP نتیجه‌گیری نمودند که عوامل زمین‌شناسی بیشترین نقش و عوامل انسانی کمترین نقش را در وقوع زمین‌لغزش دارند. شادفر و همکاران (۱۳۸۶) پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش تحلیل‌سلسله‌مراتبی در حوزه آبخیز چالکرود تنکابن انجام دادند نتایج آن‌ها حاکی از این بود که عوامل سنگ‌شناسی، جاده‌سازی، تغییر کاربری و فاصله از آبراهه را برای حوزه مورد مطالعه موثر بوده است.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه خارستان با طول جغرافیایی ً۰۹ ´۴۷ °۵۱ تا ً۵۱ ´۵۶ °۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی ً۳۴ ´۳۵ °۳۰ تا ً۱۲ ´۴۵ °۳۰ شمالی در شمال غربی شهرستان اقلید واقع شده که بخشی از زیر حوضه فرعی سد درودزن و زیر حوضه اصلی دریاچه بختگان می‌باشد. موقعیت حوزه آبخیز خارستان در ایران و در استان فارس در شکل ۱ نشان داده شده است. وسعت این حوضه ۱۲۳/۰۹ کیلومتر مربع، ارتفاع متوسط وزنی آن ۲۴۶۸ متر، شیب متوسط وزنی آن ۱۱/۲ درصد، متوسط بارندگی سالیانه آن ۶۰۰ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت منطقه ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (اداره مطالعات آبخیزداری استان فارس، ۱۳۷۸).



شکل ۱: موقعیت حوزه آبخیز خارستان در ایران و استان فارس

پهنه‌بندی زمین‌لغزش با استفاده از روش تجزیه و تحلیل‌سلسله‌مراتبی(AHP)

www.SID.ir

Archive of SID

برای تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش روش‌های گوناگونی ارایه شده است، مهمترین اصل در این روش‌ها، تعیین عوامل موثر در وقوع زمین‌لغزش‌ها می‌باشد. در یک نگاه کلی، اکثر روش‌های ارزیابی خطر به صورت نسبی که به دو صورت کمی و کیفی انجام می‌پذیرد، براساس تعیین عوامل موثر بر زمین‌لغزش، وزن‌دهی به آن‌ها و انتخاب نرخ برای هر کلاس استوار است. یکی از متداولترین و کارآمدترین روش‌ها و تکنیک‌ها، روش تحلیل‌سلسله‌مراتبی یا Analytical Hierarchy Process می‌باشد و با سرواژه AHP شناخته می‌شود. این روش اولین بار توسط توماس آل ساعتی (Saaty, T. L.) در سال ۱۹۸۰میلادی مطرح گردیده که براساس مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف از جمله بررسی زمین‌لغزش‌ها و تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش‌ها، را به کارشناسان و مدیران می‌دهد. به طور کلی روش تحلیل‌سلسله‌مراتبی (AHP) بر مقایسه زوجی عوامل موثر در وقوع زمین‌لغزش‌ها و زیر عامل‌های مربوط به عوامل اصلی استوار می‌باشد.

روش انجام پژوهش

تهیه نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها

برای تهیه این نقشه با توجه به روش پیشنهادی توسط احمدی و همکاران (۱۳۸۲)، ابتدا طی بازدید صحرایی موقعیت دقیق زمین‌لغزش‌ها و مساحت آن‌ها برای هر لغزش مشخص شد. در این مطالعه موقعیت لغزش‌ها با استفاده از GPS مشخص شد و در محیط GIS نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها به‌دست آمد.

تعیین عوامل موثر در وقوع زمین‌لغزش‌ها

شناخت عوامل موثر اولین قدم در پهنه‌بندی زمین‌لغزش می‌باشد. انتخاب عوامل موثر نقش زیادی در دقت و صحت عمل پهنه‌بندی دارد. در مدل‌های تجربی تعیین این عوامل مشخص است، ولی در روش‌های آماری انتخاب مهمترین متغیرها اهمیت ویژه‌ای دارد. در صورت انتخاب صحیح این متغیرها کار راحت‌تر شده و وزن‌دهی به عوامل آسان می‌گردد (گرایی، ۱۳۸۵). معمول‌ترین روش بررسی عوامل موثر استفاده از پرسشنامه و مورفومتری زمین‌لغزش‌های موجود در داخل حوضه با استفاده از کارهای زمینی می‌باشد که برای این حوضه انجام شد. در کارهای زمینی توجه به مواردی از قبیل موقعیت زمین‌لغزش‌ها، لیتولوژی، کاربری‌اراضی در محدوده زمین‌لغزش، شیب دامنه و عواملی مثل جاده‌سازی، وجود آبراهه و رودخانه، ارتفاع منطقه، جهت دامنه و.... الزامی است و کارشناس مربوطه می‌تواند با بررسی این عوامل تا حدودی به عوامل موثر در وقوع زمین‌لغزش پی برد (آبرامسون[۳۵]، ۱۹۵۵). در این مطالعه با توجه به بررسی سوابق پژوهشی، استفاده از نظر کارشناسی و همچنین اطلاعات افراد بومی، عوامل موثر شناسایی شد.

اولویت‌بندی عوامل موثر

35- Abramson et al

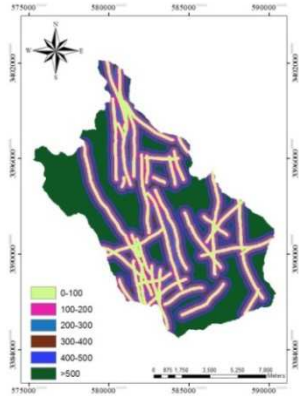
www.SID.ir

Archive of SID

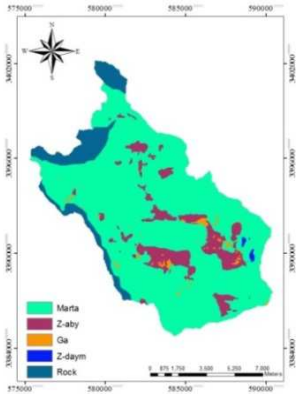
چون درجه اهمیت عوامل موثر در وقوع زمین‌لغزش‌ها متفاوت بوده، شناسایی و اولویت‌بندی درست عوامل نیز الزامی است که بخشی از این کار به وسیله پرسشنامه صورت می‌گیرد و بخش دیگر نیز با مقایسه تک‌تک هر کدام یک از عوامل با یکدیگر انجام می‌شود. با توجه به لغزش‌های موجود در منطقه عواملی از جمله زمین‌شناسی، شیب، گسل، جهت‌شیب، بارش، فاصله از آبراهه، ارتفاع، نوع کاربری و فاصله از جاده به عنوان عوامل موثر بر وقوع زمین‌لغزش تشخیص داده شده است.

تهیه لایه‌های اطلاعاتی عوامل موثر

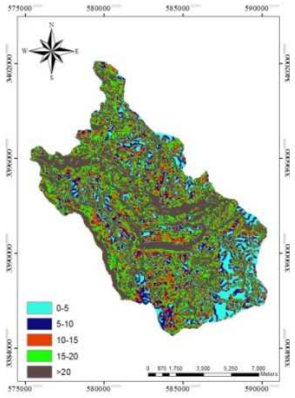
برای تهیه نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش‌ها ابتدا بایستی نقشه لایه‌های اطلاعاتی هر کدام از عوامل موثر تهیه گردد. بدین منظور بعد از مختصات‌دار نمودن نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و ... توسط نرم افزار Arc Gis اقدام به تهیه لایه‌های مورد نیاز شد(شکل ۲ الی ۱۰).



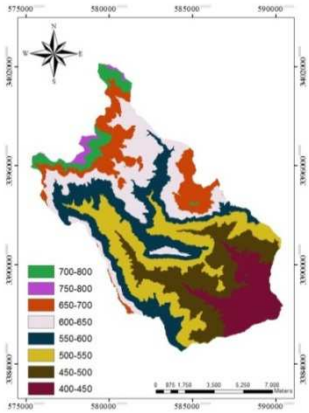
شکل۲: نقشه شیب



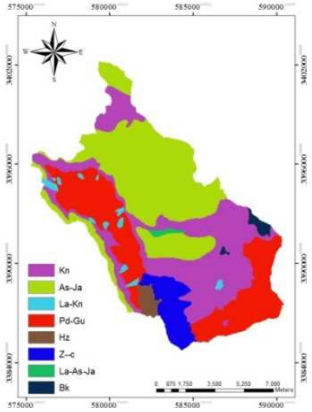
شکل۳: نقشه کاربری اراضی



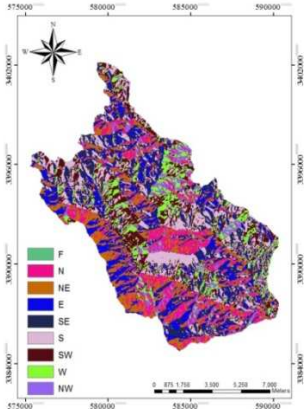
شکل۴: نقشه فاصله از گسل



شکل۵: نقشه جهت‌شیب



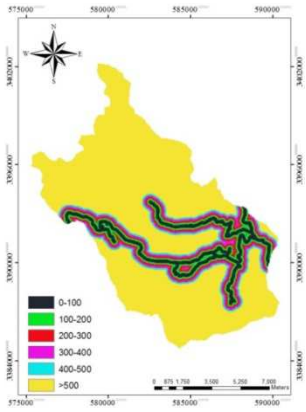
شکل۶: نقشه زمین‌شناسی



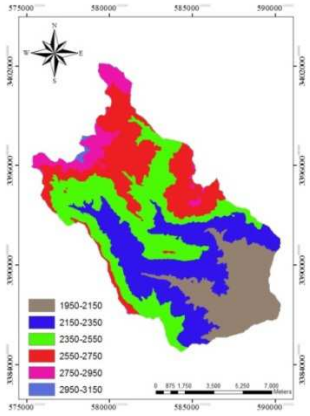
شکل۷: نقشه بارندگی

www.SID.ir

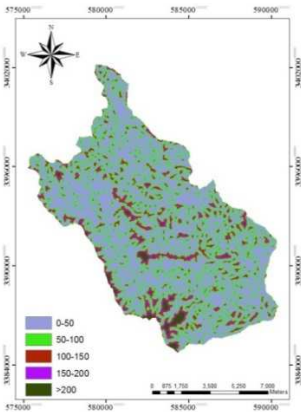
Archive of SID



شکل۸: نقشه فاصله از آبراهه



شکل۹: نقشه طبقات ارتفاعی



شکل۱۰: نقشه فاصله از جاده

نتایج و بحث

تعیین وزن لایه‌های اطلاعاتی

در این مرحله بعد از تهیه تمام لایه‌های موثر بر زمین‌لغزش‌های منطقه، ابتدا با وزن‌دهی به تک تک عوامل موثر در نظر گرفته شده برای پهنه‌بندی و سپس امتیازدهی (نرخ‌دهی) به هر یک از کلاس‌های مربوط، برای هر یک از عوامل، ضرایبی به دست می‌آید که براساس آن‌ها مدل نهایی ارایه می‌شود. در این روش ابتدا به منظور تعیین ارجحیت عوامل مختلف و تبدیل آن‌ها به مقادیر کمی از قضاوت‌های شفاهی (نظر کارشناسی) استفاده می‌شود به طوری که تصمیم گیرنده ارجحیت یک عامل را به علل دیگر به صورت (جدول ۱) در نظر گرفته و این قضاوت‌ها را به مقادیر کمی بین ۱ الی ۹ تبدیل می‌نماید (قدسی‌پور،۱۳۷۹). واضح است که محدوده اعداد کمی شده صرفا براساس نظر کارشناسی بوده و متخصص مربوطه می‌تواند محدوده اعداد کمی را به صورت تجربی و با بررسی کارهای مشابه تعیین نماید که در اینجا مقادیر کمی ۱ الی ۹ در نظر گرفته شده است. بیشترین وزن به لایه‌ای تعلق می‌گیرد که نقش بیشتری در وقوع زمین‌لغزش داشته است (قدسی‌پور ،۱۳۷۹). مقدار وزن لایه‌ها از ۱ تا ۹ متغیر می‌باشد، یعنی برای عامل بسیار ضعیف عدد ۱ و برای عامل بسیار موثر وزن عددی ۹ تعلق می‌گیرد (ورنس[۱۱]،۱۹۸۴). پس از وزن‌دهی و نهایی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی که به صورت لایه‌های وزنی در آمده‌اند، که در این مرحله نقشه نهایی در سه گروه، مناطق با زمین‌لغزش زیاد، مناطق با زمین‌لغزش متوسط و مناطق با زمین‌لغزش کم ایجاد می‌شوند.

جدول شماره۱: مقادیر ترجیحات یا قضاوت شفاهی در سیستم ۹ تایی مقایسه زوجی

ترجیحات (قضاوت شفاهی)		مقدار عددی
کاملا مهم‌تر یا کاملا مطلوب‌تر	Extremely preferred	۹
اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	Very strongly preferred	۷
اهمیت یا مطلوبیت قوی	Strongly preferred	۵
کمی مطلوب‌تر یا کمی مهم‌تر	Moderatly preferred	۳
اهمیت یا مطلوبیت یکسان	Equally preferred	۱
اولویت‌های بین عوامل		۲و ۴و ۶ و ۸

11- Vernes

www.SID.ir

Archive of SID

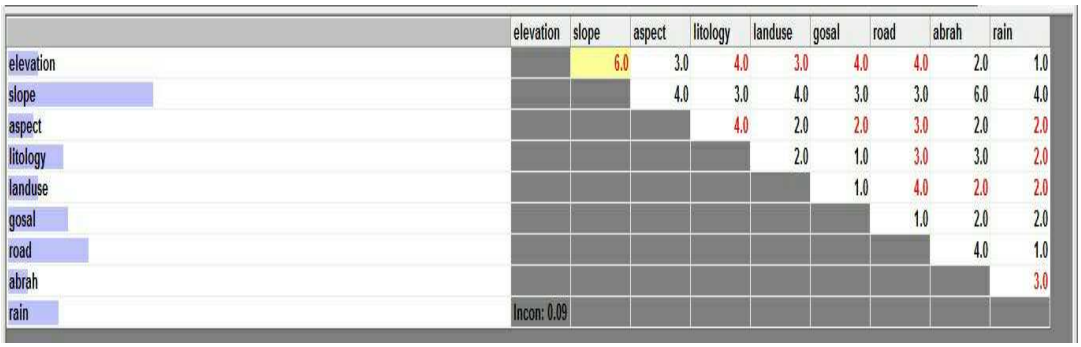
پس از تشکیل جدول (۱) برای پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه با توجه به پرسشنامه‌های مربوطه که توسط کارشناسان تکمیل شد و اطلاعات افراد بومی منطقه اطلاعات به‌دست آمده را به داخل نرم افزار Expert choice انتقال داده و بعد از اینکه در این نرم افزار عملیات مربوطه انجام شد اعدادی به‌دست می‌آید (شکل ۱۱ و ۱۲)، و که براساس آن مراحل زیر را به صورت منظم انجام می‌دهیم که در این پهنه‌بندی از روش تقریبی (میانگین حسابی) استفاده شده است. که این مراحل به شرح زیر است:

۱- مقایسه دو به دو فاکتورها و اولویت‌بندی آن‌ها براساس وزن آن‌ها

۲- محاسبه مجموع اولویت هر کدام از ستون‌ها

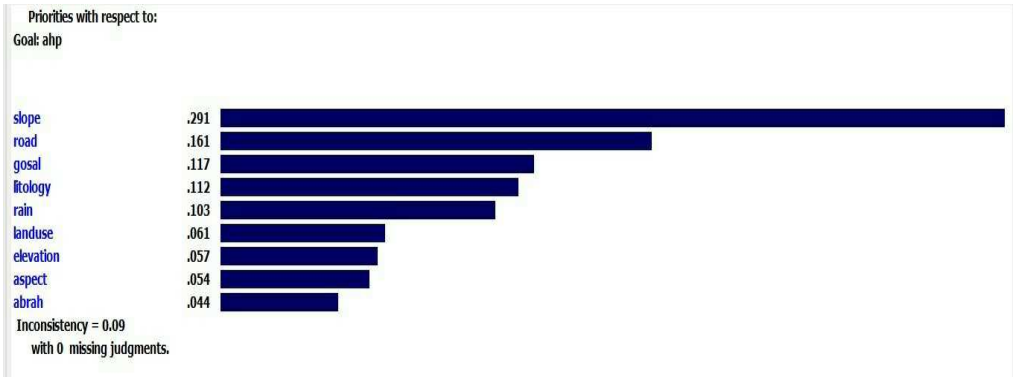
۳- محاسبه ضریب اولویت بدون بعد در هر ستون

۴- محاسبه وزن هر کدام از عوامل



	elevation	slope	aspect	litology	landuse	gosal	road	abrah	rain
elevation		6.0	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	2.0	1.0
slope			4.0	3.0	4.0	3.0	3.0	6.0	4.0
aspect				4.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0
litology					2.0	1.0	3.0	3.0	2.0
landuse						1.0	4.0	2.0	2.0
gosal							1.0	2.0	2.0
road								4.0	1.0
abrah									3.0
rain	Incon: 0.09								

شکل ۱۱: مقایسه دو به دویی معیارها در نرم‌افزار Expert Choice



شکل ۱۲: محاسبه وزن نسبی هر فاکتور در نرم‌افزار Expert Choice برای اجرای مدل AHP

امتیازدهی به هر کدام از شاخص‌های عوامل نه‌گانه

سپس برای اندازه‌گیری هر کدام از معیارهای بالا شاخص‌هایی تعیین می‌گردد. برای این منظور با استفاده از درصد سطح زمین‌لغزش‌ها در هر کدام از شاخص‌های مربوط به عوامل، می‌توان شاخص‌های مختلف را بین صفر تا ۱۰۰ به طور نسبی وزن‌دهی کرد. بدین‌صورت که برای طبقه‌ای که بیشترین درصد زمین‌لغزش را دارا می‌باشد وزن نسبی (۹)

www.SID.ir

Archive of SID

داده می‌شود و متناسب با آن برای هر کدام از شاخص‌های بعدی با توجه به مقادیر درصد سطوح لغزش یافته‌شان وزن-های متفاوتی داده می‌شود.

برای محاسبه وزن نسبی هر یک از شاخص‌ها می‌توان از فرمول زیر استفاده کرد.

$$a = \frac{Xi}{Xi\,max} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

که در این فرمول :

a = عامل

Xi = مساحت لغزش در هر شاخص

Xi max = حداکثر Xi محاسبه شده برای شاخص‌ها

براساس مطالب بیان شده و براساس رابطه (۱) محاسبه وزن نسبی تمامی شاخص‌های معیارهای نه‌گانه انجام گرفت.

ارائه مدل و پهنه‌بندی حوضه

برای پهنه‌بندی حوضه پس از ضرب وزن هر معیار در شاخص موردنظر و جمع این اعداد که به صورت فرمول زیر ارائه شده است، می‌توان ضریب خطر یا ریسک منطقه را نسبت به زمین‌لغزش‌ها محاسبه کرد که در اینجا این ضریب به‌نام M خوانده می‌شود، محدوده M محاسبه شده برای مناطق مختلف بین ۰ تا ۱۰۰ نوسان خواهد داشت ($0 \leq M \leq 100$). در صورتی که M=0 باشد، نشانگر عدم وقوع زمین‌لغزش بوده و M=100 نشانگر حداکثر ریسک یا خطر است (قربانپور،۱۳۸۴).

$$M=a_1x_1+a_2x_2+a_3x_3+a_4x_4+a_5x_5+a_6x_6+a_7x_7+a_8x_8+a_9x_9 \qquad (۲)$$

با جایگذاری مقادیر(a_1 تا a_9) محاسبه شده می‌توان مدل نهایی را به‌صورت زیر نوشت:

$$M= 0.057x_1+0.291x_2+0.054x_3+0.112x_4+0.61x_5+0.117x_6+.161x_7+0.044x_8+0.103x_9 \qquad (۳)$$

M = کلاس درجه‌بندی

فاکتورهای X_1 تا X_9 به ترتیب مربوط به ارتفاع، شیب، جهت‌شیب، زمین‌شناسی، کاربری‌اراضی، فاصله از گسل، فاصله از جاده، فاصله از آبراهه و بارندگی می‌باشند. برای پهنه‌بندی منطقه براساس این ضریب بدست آمده می‌توان این حوضه را به ۴ قسمت تقسیم کرده و به‌این‌ترتیب محدوده‌هایی بی‌خطر، دارای خطر کم، پرخطر و بسیار پرخطر و بدین صورت نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش‌های منطقه مورد مطالعه را ارائه داد.

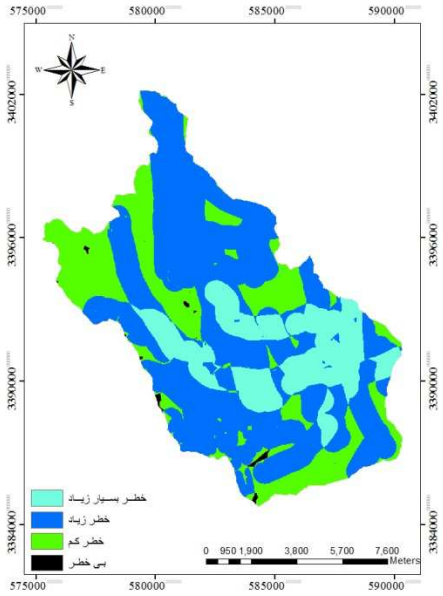
تهیه نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش

پس از وزن‌دهی و نهایی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی که به صورت لایه‌های وزنی در آمده‌اند، سپس با تلفیق کردن لایه‌ها از دستور Raster calculator همگی لایه‌ها با هم جمع بسته شد. برای تلفیق کلیه لایه‌ها با هم لایه‌های وکتوری را در

www.SID.ir

Archive of SID

محیط Arc GIS با دستور Raster به لایه‌های رستری تبدیل می‌کنیم و سپس براساس وزن‌دهی به‌دست آمده طبق جدول مربوط به کلاس‌بندی خطر زمین‌لغزش نقشه پهنه‌بندی حوضه به‌دست می‌آید (شکل ۱۳).



شکل۱۳: نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش

با توجه به نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش با این روش حوزه آبخیز خارستان از لحاظ حساسیت به زمین لغزش به ۵ کلاس از حساسیت بسیار زیاد تا حساسیت بسیار کم تقسیم‌بندی شد. پهنه‌بندی با روش AHP از لحاظ کلاس‌بندی خطر زمین-لغزش به ۴ کلاس تقسیم شد. مناطق با خطر بسیار زیاد با مساحت ۲/۳۴ کیلومترمربع از مساحت کل حوزه را دربر گرفته است، مناطقی که دارای خطر زیاد هستند از کل مساحت حوضه ۶.۹۸ کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده است و مناطقی که دارای خطرکم می‌باشد، از کل مساحت حوضه ۲.۹۳ کیلومتر مربع در این پهنه قرار دارد، منطقه بی‌خطر در حوضه با کمترین مساحت یعنی ۰.۴۷ کیلومتر مربع که هیچ گونه لغزشی در این قسمت رخ نداده است. که مناطقی از حوزه که دارای خطر بسیارزیاد هستند بیشتر در قسمت جنوب‌شرقی و مرکز حوزه به دلیل شیب زیاد و نزدیکی به جاده، مناطق با خطر زیاد در قسمت غرب و شمال‌شرقی حوزه و مناطق با خطر کم و بی‌خطر در جنوب و شمال‌غربی حوزه متمرکز شده‌اند.

نتیجه‌گیری

عوامل مختلف تاثیرگذار در زمین‌لغزش حوزه آبخیز خارستان با توجه به مدل تحلیل‌سلسله‌مراتبی به ترتیب اولویت عبارتنداز: شیب، فاصله از جاده، فاصله از گسل، زمین‌شناسی، بارندگی، کاربری‌اراضی، ارتفاع، جهت‌شیب و فاصله از آبراهه می‌باشد که عامل شیب با بیشترین وزن (۰/۲۹۱) و فاصله از آبراهه کمترین وزن (۰/۰۴۴) را به خود اختصاص داده است، که این نتیجه به‌دست آمده با تحقیق کومیس (۲۰۰۶) در مرکز اسلوونی مطابقت دارد. ولی بیشتر تحقیقات انجام شده با روش تحلیل‌سلسله‌مراتبی عامل زمین‌شناسی به‌عنوان عامل اصلی وقوع در لغزش است به‌علت جنس سازندهای موجود در مناطق مختلف است که باعث ایجاد زمین‌لغزش می‌شود مطابق با تحقیقات عظیم‌پور و همکاران (۱۳۸۸) در اهرچای،

www.SID.ir

Archive of SID

شادفر و همکاران (۱۳۸۶) چالکرود تنکابن، رضوانی (۱۳۹۲) حوزه دگاگا در کردستان، امیر صفاری (۱۳۹۲) در حوزه رودخانه ماربر می‌باشد. با توجه به نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش با این روش، حوزه آبخیز خارستان از لحاظ کلاس‌بندی زمین‌لغزش به ۴ منطقه تقسیم گردید و مناطق با ریسک وقوع زمین‌لغزش زیاد تا کم شناسایی شدند. مناطق با خطر زیاد در بخش جنوب‌شرقی می‌باشد. در قسمت جنوب‌شرقی منطقه مورد مطالعه شیب منطقه بیشتر از ۲۰ درصد است که مهم-ترین عامل زمین‌لغزش در این منطقه است و در فاصله ۰-۱۰۰ متری از جاده قرار گرفته است که باعث تسریع در عمل زمین‌لغزش می‌باشد. در روش AHP عوامل فاصله از جاده و فاصله از گسل در اولویت‌های بعدی تاثیرگذار و عوامل فاصله از آبراهه و جهت‌شیب کمترین تاثیر در حوزه مورد مطالعه دارد. براساس این روش حدود ۶۰ درصد محدوده مورد مطالعه استعداد بالایی برای وقوع زمین لغزش است.

پیشنهادات

- لازم است در محدوده هایی از حوزه آبخیز که دارای خطر زمین‌لغزش هستند، در همه کارهای عمرانی درون حوزه با توجه به نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش‌ها اعمال شود.
- آموزش اهمیت خطر زمین‌لغزش به ساکنین حوزه.
- با توجه به اینکه یکی از عوامل موثر در وقوع زمین‌لغزش منطقه عامل شیب است پیشنهاد می‌شود که برای پیشگیری از اثرات مخرب این کار از جاده سازی غیر اصولی و تغییر کاربری اراضی جلوگیری شود.

منابع

احمدی، ح و فیض‌نیا، س.،۱۳۸۵. سازندهای دوره کواترنر(مبانی نظری و کاربردی آن در منابع طبیعی). انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم. ص۶۲۷.

احمدی، ح.،۱۳۸۲ بررسی عوامل موثر در وقوع زمین‌لغزش‌ها و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش (مطالعه موردی حوزه آبخیز شیرین رود، سد تجن). مجله منابع طبیعی ایران. جلد ۵۷. شماره ۱.

سفیدگری، ر ، ۱۳۷۲، مجموعه سخنرانی‌های نخستین گردهمایی کارشناسان معاونت آبخیزداری پیرامون پدیده زمین-لغزش، معاونت آبخیزداری جهاد سازندگی، دفتر مطالعات و ارزیابی آبخیزها.

شریعت جعفری، م.، ۱۳۷۵. زمین‌لغزش و مبانیس و اصول پایداری شیب‌های طبیعی. انتشارات سازه

عاقلی کهنه‌شهری، ل.، صادقی، ح.، ۱۳۸۴. برآورد آثار اقتصادی فرسایش خاک در ایران. فصل‌نامه پژوهش‌های اقتصادی. شماره ۱۵،صص ۸۷- ۱۰۰.

عظیم‌پور، ع.، صدوق، ح.، دلال اوغلی، ع. و ثروتی، م. ر.،۱۳۸۸، ارزیابی نتایج مدل AHP در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزه (مطالعه موردی حوزه آبریز اهرچای)، مجله فضای جغرافیایی، سال نهم، شماره ۲۶، صص: ۷۱-۸۷.

قدسی‌پور، س. ح.۱۳۷۹، فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP ، انتشارات دانشگاه امیرکبیر.

قربانپور،م.، ۱۳۸۴. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوضه چرمله با استفاده از GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم سبزوار.

www.SID.ir

Archive of SID

گرایی، پ، بررسی حرکات توده‌ای زمین (زمین‌لغزش) به منظور ارائه مدل منطقه ای پهنه‌بندی خطر در حوضه آبخیز لاجیم‌رود، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه مازندران، دانشکده منابع طبیعی ساری ،۱۳۸۵،ص ۱۲۱.

Abramson, Lee, w.,Thomas, S., Sunil Sharma and Glenn, M., 1995, slope stability & stabilization method..

Cruden, D.M., 1991. A simple definition of a landslide. Bulletin of the International Association of Engineering Geology43, 27-29..

Gruber, S ., Huggel , C., and Pike , R .2009 . Developments in Soil Science . V 33 , ISSN : 0166-2481.

Jebur, M.N, pradhan ,B.,Tehrany, M.S.,2013a.Detection of vertical slope movement in highly vegetated tropical area of Gunung pass landslide ,Malaysia , using L-band InSAR technique. Geosce.J. 1-8.

Pradhan, B., 2010. Remote sensing and GIS-based landslide hazard analysis and cross-validation using multivariate logistic regression model on three test areas in Malaysia. Adv. Space Res. 45, 1244- 1256.

Saaty, T.L., 1986, Axiomatic foundation of analytical hierarchy process, Journal of Management science, Vol. 31, No. 7, PP 841-855.

Shadfar, S., Yamani, M., Ghoddosi, J. and Ghayoumian, J. 2007.Landslide hazard zonation using analytical hierarchy method a case study: Chalkrood catchment. Pajouhesh & Sazandegi, 75: 118-126. (In Persian).

Vernes, Davis J. 1984. Landslide hazard zoning: A review of principles and practice. Printed in France.

Yin, J., Chen, J., Xu, X.,Wang, X., zheng. Y., 2010. The characteristics of the landslides triggered by the Wenchuan Ms>8,0 earthquake from Anxian to Beichuan. J. Asian Earth Sci. 37, 452- 459.

Yalcin, A ., 2008. GIS – based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey): Comparisons of results and confirmations , Catena. 72, 1- 12

www.SID.ir