



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
مجله علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال نهم، شماره‌ی ۲۶
تابستان ۱۳۸۸، صفحات ۷۱-۸۷

علیرضا عظیم پور^۱
حسن صدوق^۲
علی دلال اوغلی^۳
محمد رضا ثروتی^۴

ارزیابی نتایج مدل AHP در پهنه بندی خطر زمین لغزه

«مطالعه موردی حوضه آبریز اهر جای»

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۰۸/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۱۲/۲۰

چکیده

پهنه‌بندی لغزش یکی از روش‌هایی است که می‌توان به کمک آن مناطق بحرانی را تعیین کرده و از نقشه‌های پهنه‌بندی به دست آمده در برنامه ریزی‌ها استفاده کرد. کلمه پهنه‌بندی زمین لغزش در راستای دستیابی به اهداف برنامه ریزی‌ها و یا تقلیل خسارات ناشی از لغزش زمین تاکنون به طور منطقی در ایران کمتر در نظر قرار گرفته است، از این رو در مقاله حاضر، روش AHP به عنوان یکی از روش‌های قابل استفاده و کاربردی به طور موردی در حوضه آبریز اهر

-
- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی. E-mail : Azimpoor50@yahoo.com
 - ۲- دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه شهید بهشتی. E-mail : Sadough hassan@yahoo.com
 - ۳- استادیار گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر. E-mail: alid@yahoo.com
 - ۴- دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه شهید بهشتی. E-mail : reza servati @ yahoo.com

چای در استان آذربایجان شرقی مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش عوامل موثر در زمین لغزش به اجزایی تجزیه شده‌اند و سپس با دادن وزن به هر کدام، میزان نقش آنها در وقوع زمین لغزه تعیین شده است.

نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر نشان داده که عوامل زمین شناسی بیشترین وزن (نقش) و عوامل انسانی کمترین وزن را داشته‌اند. عواملی نظیر سنگ شناسی، شیب، گسل، جهت دامنه‌ها، ارتفاع، فاصله از رود، نوع کاربری و فاصله از جاده‌ها به ترتیب اولویت به عنوان مهم‌ترین عوامل موثر در لغزش به منظور پهنه‌بندی مورد مطالعه قرار گرفتند. سپس نقشه خطر زمین لغزش در سه گروه زیاد، متوسط و کم تهیه شد.

کلید واژه‌ها: پهنه بندی، زمین لغزش، AHP، حوضه آبریز اهر چای.

مقدمه

زمین لغزش‌ها در حوضه آبریز اهر چای هر ساله موجب خسارات جانی و مالی فراوان و سنگین و موجب مرگ افراد، از بین رفتن تأسیسات زیر بنایی، زمین‌های کشاورزی و غیره می‌گردد. در دهه‌های اخیر به علت ازدیاد جمعیت و اسکان در مناطق مستعد لغزش، آمار تلفات و خسارات ناشی از این پدیده در منطقه مورد مطالعه در حال افزایش می‌باشد. در سال ۱۳۶۶ وقوع زمین لغزه در آبادی بهل موجب کشته شدن ۱۳ نفر از اهالی بومی منطقه و تعداد زیادی احشام گردید. (خطیبی، ۱۳۷۹) و در سال ۱۳۷۵ وقوع زمین لغزش دیگر در روستای مزبور به کشته شدن ۶ نفر از روستاییان و تعداد زیادی احشام، همچنین از بین رفتن زمین‌های زراعی منجر شد (کیهان، ۱۳۷۵).

با توجه به مطالب بالا در حوضه مورد مطالعه به علت داشتن شرایط مساعدی هر چند وقت زمین لغزه‌هایی رخ می‌دهد و در آینده باعث مرگ اهالی بومی منطقه و از بین رفتن تأسیسات زیربنایی از جمله جاده‌ها، پل‌ها و مساکن روستایی خواهد شد (عیوضی ۱۳۷۴). زمین لغزه‌های منطقه مورد مطالعه توسط عیوضی (۱۳۶۷)، دلال اوغلی (۱۳۷۱) و روستایی (۱۳۷۹)

مطالعه گردیده، اما مطالعات محققان مذکور به پهنه‌بندی منطقه از نظر حساسیت در مقابل زمین لغزش منجر نشده است.

در وقوع زمین لغزش‌های حوضه آبریز اهر چای علاوه بر شرایط زمین شناسی، عامل آب و هوایی، زیر برش ناشی از رودخانه، عوامل انسانی از جمله کشت و کار غیر اصولی در دامنه‌های شیب دار، ایجاد بریدگی در اثر احداث جاده موجب تشدید این فرایند شده اند. در تحقیق حاضر سعی شده است تا منطقه مورد مطالعه از نظر حساسیت به لغزش بر اساس روش AHP (روش سلسله مراتبی) پهنه‌بندی شود. طبق عقیده (Shaw ۱۹۸۵) در این روش یک مسأله پیچیده را به اجزایی تجزیه کرده و سپس میزان نقش هر کدام از آنها را در وقوع یک حادثه تعیین می کنند. نتیجه این تحقیق که بر مبنای شناخت ویژگی‌های طبیعی و کمی کردن عوامل مؤثر در وقوع لغزش صورت می گیرد، می تواند به عنوان مبنایی برای برنامه ریزی‌ها و عمران ناحیه‌ای مورد استفاده قرار گیرد (رامشت ۱۳۷۵، ۴۵).

معرفی منطقه

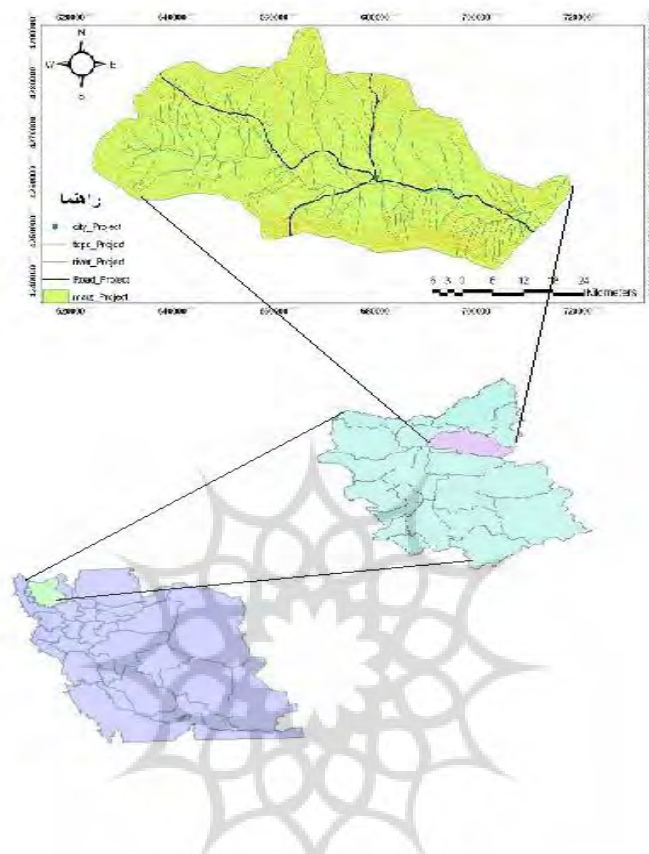
حوضه آبخیز اهر چای با مساحت ۲۳۸۱ کیلومتر مربع بخشی از ناحیه ارسباران واقع در شمال آذربایجان شرقی می باشد. موقعیت این حوضه از ۳۸ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی گسترده شده است (شکل ۱). رود اهر چای با طول تقریبی ۱۱۰ کیلومتر، شاخه غربی شبکه زهکشی قره سو در شمال آذربایجان شرقی است که خود آن نیز جزئی از سیستم رود ارس می باشد. حوضه رود اهر شکل کشیده و نسبتاً باریکی دارد که این شکل به دلیل عبور رودخانه از سنگ‌هایی با جنس‌های مختلف در مسیر، به مقدار زیادی تغییر می کند، این حوضه از نظر زمین شناسی در زون ساختاری البرز- آذربایجان قرار دارد (عیوضی، ۱۳۶۷). و به علت داشتن شرایط خاص جغرافیایی و قرار گرفتن آن بین دو حوضه‌ی رسوبی و تکتونیکی البرز و زاگرس دارای تشکیلات زمین شناسی متنوع و پیچیده‌ای می باشد. به طوری که رخنمونی از سازندهای قدیم

وجدید در ارتفاعات منطقه که در اثر فازهای مختلف آلی به شدت چین خورده و در بعضی نقاط دگرگون شده‌اند، مشاهده می‌گردد.

همچنین این حوضه بخش میانی فرورفتگی ساختمانی طولی است که دو رشته کوه مهم شمالی آذربایجان شرقی را از هم جدا می‌کند (عیوضی، ۱۳۶۷). رشته شمالی آن قره داغ و رشته جنوبی قوشه داغ نام دارد. رود اهر چای از غرب به شرق در جریان می‌باشد و دشت را به دو قسمت شمالی و جنوبی تقسیم کرده است (شکل ۱).

با استناد به نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی، ملاحظه می‌شود که بخش اعظم سازندهای منطقه را نهشته‌های جوان دوره کواترنر تشکیل می‌دهد که گستردگی بیشتر آن در بخش جنوبی حوضه و در اطراف رود اهر می‌باشد که به علت موقعیت خاص این نهشته‌ها، آثار بسیاری از زمین لغزه‌ها در بخش جنوبی حوضه و حاشیه‌ی رود مشاهده می‌شود.

اقلیم حوضه با توجه به فرمول دومارتن نیمه خشک بوده است. براساس آمار ۱۸ ساله ایستگاه سینوپتیک اهر متوسط بارندگی این منطقه ۲۹۱/۱ میلی‌متر می‌باشد. متوسط دمای منطقه ۱۱/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که کم‌ترین دمای منطقه ۴/۸ درجه سانتی‌گراد مربوط به دی ماه است. میانگین بیشترین دمای اهر در مرداد ماه ۲۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.



شکل (۱). نقشه موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز اهر چای

مواد و روش‌ها

هدف نهایی این تحقیق پهنه بندی لغزش در حوضه آبریز اهر چای با استفاده از مدل AHP (روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی سیستم‌ها) می باشد. در این مدل برای پهنه بندی از سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره گرفته می شود. این قسمت شامل وارد کردن داده‌ها به محیط ArcGIS تجزیه و تحلیل و تولید لایه‌های اطلاعاتی است.

روش تحلیل سلسله مراتبی سیستم‌ها بر پایه‌ی مقایسه زوجی عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه استوار می‌باشد (قدسی پور، ۱۳۷۹). برای پهنه‌بندی به هر کدام از عوامل مؤثر در زمین لغزه بر اساس نقش آنها وزنی اختصاص می‌یابد که در نهایت ضرایبی به دست می‌آید و بر اساس آنها مدل نهایی تهیه می‌شود.

بکارگیری این مدل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مستلزم مراحل زیر می‌باشد:

الف- بررسی عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش‌های حوضه آبریز اهر چای.

در این راستا همگام با کارهای میدانی با استفاده از پرسشنامه و مورفومتری زمین لغزش‌های موجود در منطقه، عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزه‌ها شناسایی شدند (احمدی و همکاران، ۱۳۸۲).

ب- اولویت بندی عوامل مؤثر

چون درجه اهمیت عوامل مؤثر در ایجاد زمین لغزش‌ها متفاوت بوده، شناسایی و اولویت بندی درست عوامل نیز الزامی است که بخشی از این کار به وسیله پرسشنامه صورت گرفت و بخش دیگر نیز با مقایسه تک تک هر کدام از عوامل با یکدیگر انجام گردید.

با در نظر گرفتن پارامترهایی مانند درصد و تعداد لغزش‌های روی داده مربوط به هر کلاس (پراکنده یا مجتمع) و با توجه به کارهای صحرائی و نتایج کار محققان دیگر (احمدی و همکاران، ۱۳۸۲؛ جوکار و سرهنگی، ۱۳۸۶)، مهم‌ترین عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش‌ها به ترتیب اولویت سنگ شناسی، شیب، گسل، جهت شیب، بارش، فاصله از رود، ارتفاع، نوع کاربری، فاصله از جاده می‌باشند (Sah, 1996).

لایه‌های اطلاعاتی برای تهیه نقشه پهنه‌بندی زمین لغزش‌ها بعد از مختصات دار نمودن نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شنایی و غیره توسط نرم افزار، ArcGIS اقدام به تهیه لایه‌های مورد نیاز به شرح زیر شد.

- لایه بارش با استفاده از نقشه همباران تهیه شده توسط موحد دانش (۱۳۶۸)، و کمک گرفتن از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه رستری بارش تهیه گردید.

- تهیه لایه‌های اطلاعاتی طبقات ارتفاعی، شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه و جاده‌ها از مدل رقومی نقشه توپوگرافی منطقه به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ در محیط GIS, ARC
- تهیه لایه اطلاعاتی لیتولوژی و فاصله از گسل از نقشه‌های زمین شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی.
- تهیه لایه‌های اطلاعاتی پوشش گیاهی، کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های توپوگرافی.

تعیین وزن لایه‌های اطلاعاتی

در این مرحله بعد از تهیه تمام لایه‌های مؤثر در زمین لغزه‌های حوضه، وزن هر کدام از عوامل مؤثر در زمین لغزه‌های حوضه با توجه به درجه اهمیت آنها بر اساس روش AHP تعیین گردید.

بیشترین وزن به لایه‌ای تعلق می‌گیرد که نقش بیشتری در وقوع زمین لغزش داشته است (قهرودی و همکاران، ۱۳۷۳). مقدار وزن لایه‌ها از ۱ تا ۹ متغیر می‌باشد. یعنی برای عامل بسیار ضعیف عدد ۱ و برای عامل بسیار مؤثر وزن عددی ۹ تعلق می‌گیرد (Vernes, 1984). پس از وزن دهی و نهایی سازی لایه‌های اطلاعاتی که به صورت لایه‌های وزنی در آمده‌اند، برای تلفیق کلیه لایه‌ها با هم لایه‌های وکتوری را در محیط ArcGIS با دستور raster به لایه‌های رستری تبدیل می‌کنیم که در این مرحله نقشه نهایی در سه گروه، مناطق با زمین لغزش زیاد، مناطق با زمین لغزش متوسط و مناطق با زمین لغزش کم تولید می‌شود.

روش پردازش

جهت افزایش دقت در پهنه‌بندی لغزش‌های حوضه از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. این روش بر اساس تجزیه مسایل پیچیده به سلسله مراتب است، بعد از تجزیه مسأله به سلسله مراتب، عناصر سطوح مختلف به صورت دوتایی با هم مقایسه می‌شوند و سپس بر اساس ارجحیت دو معیار، ارزش‌گذاری صورت می‌گیرد (Chen, ۲۰۰۱).
مزیت اصلی AHP آن است که به محققان کمک می‌کند تا یک مسأله پیچیده به صورت ساختار سلسله مراتبی به اجزایی تقسیم شوند (shaw, ۱۹۸۵). و سپس به طرز منطقی وزن دهی

می شوند که عوامل مختلف به ترتیب اهمیت‌شان اولویت بندی می شوند (احمدی و همکاران، ۱۳۸۲).

وزن گزینه‌های مختلف تنها با مقایسه دو عنصر در هر مرحله به دست می آید. برای بیان میزان ارجحیت یک عنصر بر عنصر دیگر، از عبارات غربالی، مقیاس عددی، یا نمودارهای ستونی استفاده می شود.

پهنه‌بندی زمین لغزش

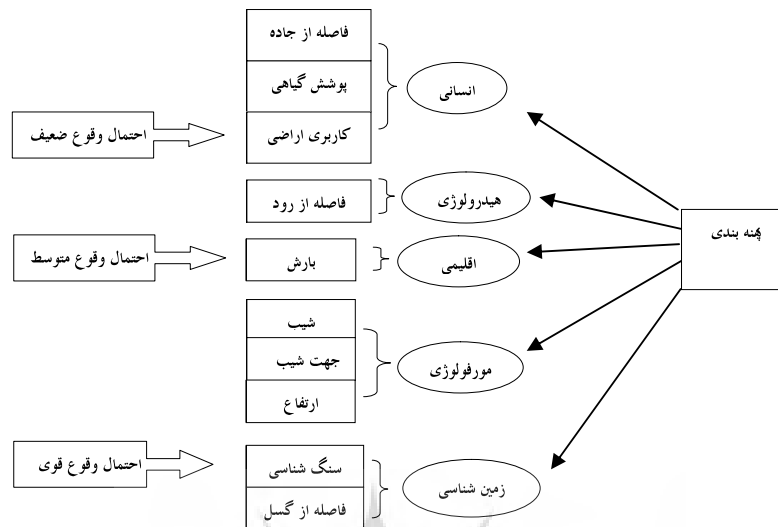
در این روش مسأله پیچیده لغزش را به طور سلسله مراتبی به مؤلفه‌هایی تجزیه و سپس مؤلفه‌ها و اجزا در چهار سطح به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفتند (شکل شماره ۲).

سطح اول: هدف کلی سلسله مراتب، تهیه نقشه پهنه‌بندی وقوع زمین لغزش می باشد که در بالاترین سطح قرار دارد.

سطح دوم: تعیین مؤلفه‌ها و اجزای اصلی مؤثر در لغزش می باشد که در این مطالعه به ۵ عامل اصلی تقسیم شده اند.

سطح سوم: در این بخش عوامل سطح دوم به عناصر جزئی تری تقسیم می شود تا امکان مدل سازی فضایی و تهیه نقشه‌ی پهنه‌بندی را فراهم کنند.

سطح چهارم: در این سطح از مقیاس بندی سه طبقه‌ای (خطر زیاد، متوسط و کم) استفاده شده است.



شکل شماره (۲) سلسله مراتب تصمیم‌گیری در مورد پهنه‌بندی لغزش

محاسبه ماتریس‌های وزنی

در سطح اول هدف کلی سلسله مراتب باید تعیین شود که تهیه نقشه پهنه بندی وقوع زمین لغزش می باشد که در بالاترین سطح قرار دارد. در روش تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین وزن کلی و ارجحیت عوامل مختلف و تبدیل آنها به مقادیر کمی از قضاوت‌های شفاهی (نظر کارشناسی) استفاده می شود. بدین ترتیب که به اساتید و کارشناسانی که نسبت به پدیده لغزش در حوضه مورد نظر تحقیقات و یا بررسی‌هایی صورت گرفته، پرسشنامه‌ی به صورت جدول (۱) ارایه می گردد و آنها قضاوت‌ها و نظر کارشناسی خود را به صورت مقادیر کمی بین ۱ الی ۹ بیان می کنند و با میانگین گرفتن از این جدول‌ها نظر و یا وزن کلی اعمال می شود. برای انجام مقایسه‌ی ماتریسی به ابعاد 5×5 ایجاد می شود. سپس عوامل مختلف دو تایی با هم مقایسه می شوند و مقادیر مربوط به آنها اختصاص می یابد (جدول شماره ۱).

جدول شماره (۱) ماتریس سطح ۱

زمین شناسی	ژیومورفولوژی	عوامل اقلیمی	عوامل هیدرولوژی	عوامل انسانی
۹	۷	۵	۳	۱
۷	۵	۳	۱	۱/۳
۵	۳	۱	۱/۳	۱/۵
۳	۱	۱/۳	۱/۵	۱/۷
۱	۱/۳	۱/۵	۱/۷	۱/۹
۲۵	۱۶,۳	۹,۵	۴,۶۴	۱,۷۵

برای محاسبه مقادیر و بردار ویژه، ستون‌ها با هم جمع شده، هر سلول ماتریس بر جمع ستون مربوط تقسیم می‌شود که این عمل برای نرمال کردن ماتریس انجام می‌گیرد. مرحله بعدی محاسبه‌ی میانگین سطرهای ماتریس است که از آن به عنوان وزن نسبی در این سطح استفاده می‌شود (جدول شماره ۲). وزن معیار برای عوامل اقلیمی ۰/۵۰۶، عوامل زمین شناسی ۰/۲۵۷، عوامل مورفولوژی ۰/۱۳۳، عوامل هیدرولوژی ۰/۰۶۷، و عوامل انسانی (زیست محیطی) ۰/۰۳۴ محاسبه شده است.

جدول شماره (۲) محاسبه وزن نسبی عوامل سطح ۱

وزن نسبی	زمین شناسی	مورفولوژی	اقلیمی	هیدرولوژی	انسانی
۰,۰۳۴	۰,۰۳۰	۰,۰۲۱	۰,۰۶۲	۰,۰۱۸	۰,۰۴۰
۰,۰۶۷	۰,۰۴۳	۰,۰۳۱	۰,۰۸۰	۰,۰۶۱	۰,۰۱۲۰
۰,۵۰۶	۰,۶۴۴	۰,۵۲۶	۰,۵۷۱	۰,۴۲۹	۰,۳۶۰
۰,۱۳۳	۰,۰۶۴	۰,۱۰۵	۰,۱۱۴	۰,۱۸۴	۰,۲۰۰
۰,۲۵۷	۰,۲۱۵	۰,۳۱۵	۰,۱۷۱	۰,۳۰۶	۰,۲۸۰

در مرحله بعد با توجه به عوامل موثر در زمین لغزش سطح ۲ همانند مراحل قبل با هم مقایسه می شوند. ابتدا ماتریسی به ابعاد 10×10 ایجاد می شود. سپس عناصر مختلف دو تایی با هم مقایسه می شود و مقادیر مربوط به آنها اختصاص می یابد (جدول شماره ۳).

جدول (۳): ماتریس سطح دوم

	سنگ شناسی	شیب	جهت شیب	گسل	بارش	ارتفاع	رودخانه	کاربری	جاده
سنگ شناسی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
شیب	۱/۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
جهت شیب	۱/۳	۱/۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
گسل	۱/۴	۱/۳	۱/۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶
بارش	۱/۵	۱/۴	۱/۳	۱/۲	۱	۲	۳	۴	۵
ارتفاع	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۳	۱/۲	۱	۲	۳	۴
رودخانه	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۳	۱/۲	۱	۲	۳
کاربری	۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۳	۱/۲	۱	۲
جاده	۱/۹	۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۳	۱/۲	۱
جمع	۲/۸۳	۴/۷۲	۷/۵۹	۱۱/۴۵	۱۶/۲۸	۲۲/۰۸	۲۸/۸۳	۳۶/۵۰	۴۵

برای محاسبه مقادیر و بردار ویژه، ستون‌ها با هم جمع و هر سلول ماتریس بر جمع ستون مربوط تقسیم می شود که این عمل برای نرمال کردن ماتریس انجام می شود (جدول شماره ۴).

جدول شماره (۴): محاسبه وزن نسبی عوامل سطح ۲

وزن نسبی	جاده	کاربری	رودخانه	بارش	ارتفاع	جهت شیب	شیب	گسل	سنگ شناسی
۰,۳۰۷	۰,۲	۰,۲۱۹	۰,۲۴۳	۰,۲۷۲	۰,۳۰۷	۰,۳۴۹	۰,۳۹۵	۰,۴۲۴	۰,۳۵۳
۰,۲۱۸	۰,۱۷۸	۰,۱۹۲	۰,۲۰۸	۰,۲۳۶	۰,۲۴۶	۰,۲۶۲	۰,۲۶۴	۰,۲۱۲	۰,۱۷۷
۰,۱۵۴	۰,۱۵۶	۰,۱۶۴	۰,۱۷۳	۰,۱۸۱	۰,۱۸۴	۰,۱۷۵	۰,۱۳۲	۰,۱۰۶	۰,۱۱۸
۰,۱۰۹	۰,۱۳۳	۰,۱۳۷	۰,۱۳۹	۰,۱۳۶	۰,۱۲۳	۰,۰۸۷	۰,۰۶۶	۰,۰۷۱	۰,۰۸۸
۰,۰۷۶	۰,۱۱۱	۰,۱۱۰	۰,۱۰۴	۰,۰۹۱	۰,۰۶۱	۰,۰۴۴	۰,۰۴۴	۰,۰۵۳	۰,۰۷۱
۰,۰۵۳	۰,۰۸۹	۰,۰۸۲	۰,۰۶۹	۰,۰۴۵	۰,۰۳۱	۰,۰۲۹	۰,۰۳۳	۰,۰۴۲	۰,۰۵۹
۰,۰۳۷	۰,۰۶۷	۰,۰۵۵	۰,۰۳۵	۰,۰۲۳	۰,۰۲۰	۰,۰۲۲	۰,۰۲۶	۰,۰۳۵	۰,۰۵۰
۰,۰۲۶	۰,۰۴۴	۰,۰۲۷	۰,۰۱۷	۰,۰۱۵	۰,۰۱۵	۰,۰۱۷	۰,۰۲۲	۰,۰۳۰	۰,۰۴۴
۰,۰۱۹	۰,۰۲۲	۰,۰۱۴	۰,۰۱۲	۰,۰۱۱	۰,۰۱۲	۰,۰۱۵	۰,۰۱۹	۰,۰۲۶	۰,۰۳۹

در این مرحله ماتریس وزنی سطح سوم محاسبه می شود که احتمال خطر وقوع زمین لغزش می باشد (جدول شماره ۵).

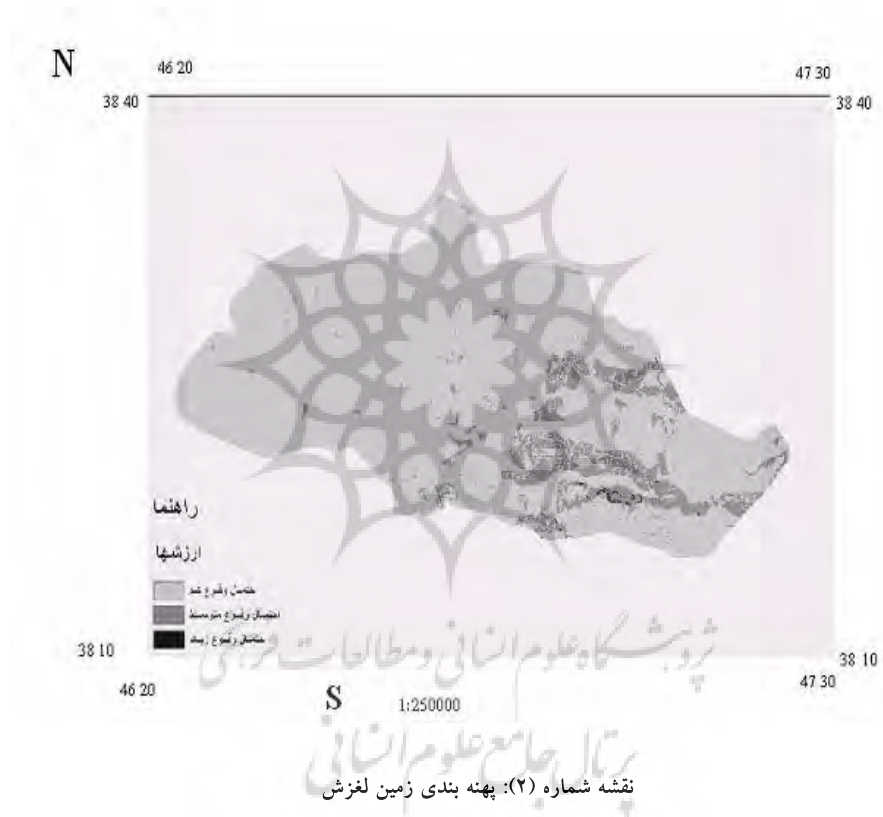
جدول شماره (۵): ماتریس سطح سوم

	کم	متوسط	زیاد
زیاد	۹	۵	۱
متوسط	۵	۱	۱/۵
کم	۱	۱/۵	۱/۹
جمع	۱۵	۶,۲	۱,۳

محاسبه وزن عمومی

در این مرحله که آخرین مرحله محاسبات وزنی است، باتوجه به وزن‌های نسبی که در هر مرحله به دست آمده، وزن عمومی محاسبه می شود.

با بررسی وزن‌های به دست آمده، عوامل زمین شناسی (سنگ شناسی) با ۰,۳۱۲۱ بیشترین وزن را و عوامل انسانی (کاربری، جاده) با وزن ۰,۲۴۷ و ۰,۱۸۳ و کمترین وزن را به خود اختصاص داده است. بر اساس وزن‌های عمومی به دست آمده نقشه پهنه بندی خطر در محیط ArcGIS تهیه شد (نقشه شماره ۲).



بحث

این روش که AHP نام گرفته، در برگیرنده تمام عواملی است که در وقوع یک حادثه مخاطره آمیز مثل زمین لغزش نقش داشته‌اند. در این روش ابتدا نقشه‌های پایه بدون توجه به ترتیب مطالعات (نقشه بارش، توپوگرافی، زمین شناسی، و کاربری اراضی و...) تهیه گردید. مطالعه از تقدم و تأخر خاصی برخوردار بوده است. به نحوی که نتیجه کار هر مرحله در مرحله بعد مورد استفاده قرار گرفت. یعنی در مرحله اول به لایه‌ها بر اساس میزان نقش آنها در وقوع زمین لغزش وزن داده می شود. جهت افزایش دقت در پهنه‌بندی لغزش‌ها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید، یعنی یک مساله پیچیده که به طور سیستمی عمل می کند، به صورت ساختار سلسله مراتبی به اجزایی تقسیم می شد و سپس به طرز منطقی به هر اجزایی وزن دهی داده شد. بنابراین روش سیستمی که یکی از روش‌های جدید در مطالعات ژئومورفولوژی می باشد، در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است و در عین حال برای بیان اولویت یک عنصر بر عنصر دیگر از روش غربالی به صورت نمودار ستونی استفاده شد. تجزیه یک مساله پیچیده در چهار سطح انجام گرفت و در هر سطح اهدافی طوری دنبال شد که از سطح اول تا سطح سوم مساله به تدریج به ریز اجزایی تقسیم گردیدند و بالاخره در مرحله چهارم پهنه بندی بر اساس مقیاس‌های تعیین شده انجام گرفت. در سطح اول هدف کلی سلسله مراتب تعیین شد که همان پهنه‌بندی زمین لغزش است، در مراحل بعدی علاوه بر اینکه سیستم و مساله پیچیده به عناصر ریزتر تقسیم شد، بلکه بر اساس روش مقایسه ماتریسی دو به دو باهم مقایسه و مقدار یا نقش هر کدام مشخص گردید و سپس اعداد حاصل بهنجار یا نرمال شدند تا برای انجام روش مقایسه امکان پذیر باشد در آخر اعداد را به صورت بی بعد یعنی درصد بیان شده است.

نتیجه گیری

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

روش AHP منطقی‌ترین روش است. برای پهنه‌بندی زمین لغزش در حوضه اهر چای نیز از مدل سلسله مراتبی (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 موثر در لغزش را به شکل حلقه‌های زنجیر در بر می‌گیرد. چون ارتباط درونی عوامل موثر به گونه‌ای است که حذف هیچ کدام از آنها امکان‌پذیر نیست. بنابراین حتی الامکان تمام عوامل کار در نظر گرفته می‌شود. عوامل مختلف تاثیر گذار در لغزش‌های حوضه آبخیز اهر چای به ترتیب اولویت عبارتند از سنگ شناسی، شیب، جهت شیب، گسل، بارش، ارتفاع، رودخانه، کاربری، و جاده می‌باشد که عامل زمین شناسی با بیشترین وزن (۰,۳۱۲) و عوامل انسانی (کاربری زمین، جاده) کمترین وزن (۰,۰۱۸۳) را به خود اختصاص داده است.

با توجه به نقشه پهنه‌بندی زمین لغزه، حوضه آبریز از لحاظ حساسیت به لغزش به سه منطقه تقسیم گردید و مناطق با ریسک وقوع زمین لغزش زیاد تا کم شناسایی شدند. مناطق با خطر زیاد با مساحت (۲۲ کیلومترمربع) بیشتر در بخش جنوبی حوضه (دامنه شمالی قوشه داغ) که از لحاظ جنس سازندها، وجود گسل‌های اصلی و... مناسب برای وقوع لغزش‌ها می‌باشد واقع شده‌اند. سواحل و ارتفاعات مشرف به رودخانه اهر چای با مساحت (۷۷۶ کیلومتر مربع) در برابر لغزش حساسیت متوسطی دارند و بقیه مساحت منطقه حساسیت ضعیفی نسبت به لغزش دارند.

منابع

- ۱- احمدی، ح. و همکاران (۱۳۸۲)، «پهنه بندی خطر حرکت‌های توده‌ای با استفاده از دو روش رگرسیون چند متغیره (MR) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در حوضه آبخیز گرمی چای»، *مجله‌ی منابع طبیعی ایران*، شماره ۴، صص ۳۳۵-۳۲۳.
- ۲- بیاتی خطیبی، م. (۱۳۷۹)، «بررسی نقش عوامل مورفودینامیک در ناپایداری دامنه‌های شمالی قوشه‌داغ»، پایان نامه دکتری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- ۳- جداری عیوضی، ج. (۱۳۷۴)، «ژئومورفولوژی دره اهر»، *مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۲۴، صص ۱-۲۴.
- ۴- جوکار سرهنگی، ع. (۱۳۸۶)، «بررسی عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش در حوضه صفا رود»، *فصلنامه جغرافیای سرزمین*، شماره ۱۳، صص ۹۱-۸۰.
- ۵- دلال اوغلی، ع. (۱۳۷۰)، «ژئومورفولوژی چاله اهر»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تبریز.
- ۶- رامشت، م. ح. (۱۳۷۵)، «کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی»، دانشگاه اصفهان.
- ۷- «زبان‌های سیل در استان آذربایجان شرقی»، (۱۳۷۳)، ۱۷ خرداد، *کیهان*، صفحه ۸.
- ۸- ساری صراف، ب. (۱۳۸۶)، «مطالعه و پهنه‌بندی تکتونیک و زمین لغزش»، *مجله فضای جغرافیایی*، شماره ۱۷، صص ۱-۲۷.
- ۹- علیجانی، ب. و همکاران (۱۳۸۶)، «پهنه‌بندی زمین لغزش حوضه اسطرخی شیروان در دامنه‌های شمالی شاه‌جهان با استفاده از GIS»؛ شماره ۸۴، صص ۱۳۱-۱۱۷.
- ۱۰- قدسی‌پور، س. ح. (۱۳۷۹)، «فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)»، انتشارات دانشگاه امیر کبیر.
- ۱۱- موحد دانش، ع. ا. (۱۳۶۸)، «طرح مطالعاتی اهر، مطالعات هیدرولوژی و منابع آب، مطالعه فیزیوگرافی و مورفومتری حوضه‌های آبریز»، سازمان برنامه و بودجه.

12. SAh, M.P; Mazari, R. K.. (1996), «Anthropogenically accelerated mass movement, Kulu Valley, Himachal Pradesh, India». *Geomorphology* 26.
13. Shaw, G. and D. Wheeler (1985), «*Statistical techniques in geographical analysis*», Dublin. John Wiely & Sons Press.
14. Vernes, David J. (1984), «*Landslide hazard zoning: A review of principles and practice*», Printed in France.
15. W. Chen (2001), «Implemetingan hierarchy process by fuzzy integral», *International Journal of Fuzzy System*, Vol. 3.

