سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال هشتم / شماره سوم) پاییز ۱۳۹۶
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

پهنه‌بندی مخاطرات زیست محیطی زمین‌لغزش، زمین‌لرزه، سیل و فرسایش با استفاده از روش سلسله‌مراتبی فازی (مطالعهٔ موردی: حوزه وارک)

سیامک بهاروند[1*]، سلمان سوری[2]، جعفر رهنما راد[3]

۱. استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد، خرم‌آباد، ایران
۲. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران
۳. دانشیار گروه زمین‌شناسی، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران

چکیده

مخاطرات طبیعی همه‌ساله خسارات زیان‌باری را در سراسر جهان و از جمله ایران بوجود می‌آورد. حوزه وارک واقع در استان لرستان به دلیل خصوصیات متنوع زمین‌شناسی نظیر لیتولوژی، تکتونیک و شرایط خاص آب و هوایی، از جمله مناطق دارای پتانسیل مخاطرات زیست‌محیطی است. برای کاهش خسارات ناشی از این مخاطرات، اولین و مهم‌ترین کار تعیین مناطق با پتانسیل بالای خطر است. به منظور بررسی مخاطرات زیست‌محیطی در این حوزه ابتدا هر یک از لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ETM^+ (سال ۹۵)، نقشه زمین‌شناسی، نقشه توپوگرافی و بازدیدهای میدانی (سال ۹۶) شناسایی و ثبت گردیدند. سپس با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی شیب، جهت شیب، ارتفاع، کاربری اراضی، زمین‌شناسی، کانون زمین‌لرزه‌ها، گسل، شبکه آبراهه و بارش در محیط نرم‌افزار ArcMap و بر اساس روش تلفیقی سلسله مراتبی فازی نقشه مخاطرات زمین‌لغزش، سیل، فرسایش و زمین‌لرزه تهیه شده است. در این تحقیق، به منظور تهیه نقشه نهایی مخاطرات زیست‌محیطی، با استفاده از قضاوت کارشناسی مخاطرات چهارگانه منطقه وزن‌دهی و سپس هم‌پوشانی گردید. بر اساس نتایج به دست آمده به ترتیب ۹/۰۳، ۲۰/۸۴، ۲۷/۶۸، ۲۷/۴۱ و ۱۵/۰۳ درصد از مساحت منطقه در کلاس‌های خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار دارد. همچنین نتایج بررسی نقشه مخاطرات زیست‌محیطی منطقه نشان می‌دهد که به ترتیب زمین‌لغزش و سیلاب از نقش پررنگ‌تری در ایجاد پهنه‌های با خطر بالا برخوردار می‌باشند.

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:
دریافت: ۱۲ اردیبهشت ۱۳۹۶
پذیرش: ۳ مهر ۱۳۹۶
دسترسی اینترنتی: ۲۰ آبان ۱۳۹۶

واژه‌های کلیدی:
مخاطرات زیست‌محیطی
فرسایش
زمین‌لغزش
زمین‌لرزه
استان لرستان

* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: sbbaharvand53@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

حدود ٤٣ خطر طبیعی در سطح زمین شناسایی شده است که بطور انفرادی یا در ترکیب با یکدیگر جان و مال افراد و برنامه‌های مدیریتی، اقتصادی و اجتماعی کشورها را تحت تأثیر قرار می‌دهند (٣٤). از میان این خطرات زمین‌لرزه، سیل، فرسایش و حرکت‌های دامنه‌ای در زمره پرخطرترین و زیان‌بارترین آن‌ها بشمار می‌آیند. به منظور جلوگیری از وقوع این مخاطرات، شناسایی و اولویت‌بندی درست هر یک از عوامل مؤثر بر آن‌ها امری الزامی است. بر اساس مطالعات گذشته در رابطه با خطر زمین‌لغزش عوامل شیب (٤٢)، مورفولوژی (٣٧)، فعالیت‌های انسانی (٣٦) و ویژگی‌های حوزه آبخیز مانند رودخانه و گسل (٢٧) در رابطه با خطر سیلاب عوامل هیدرواقلیم (٢٠ و ٢٩) در رابطه با خطر فرسایش عوامل اقلیم، توپوگرافی (٣٥) و پوشش گیاهی (٢٨) و در رابطه با خطر زمین‌لرزه می‌توان به عامل گسل (٦ و ١٨) به عنوان مهم‌ترین عوامل اشاره کرد.

استراتژی مطالعه مخاطرات زیست‌محیطی شامل شناخت فرآیند، پیش‌بینی و تحلیل خطر با هدف کاهش خسارات ناشی از آن است. در سال‌های اخیر روش‌های متعددی برای بررسی خطر مخاطرات زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به روش‌های آماری، رگرسیون تحلیلی دو متغیره، چند متغیره و لجیستیک، منطق فازی، آنالیز شبکه مصنوعی اشاره کرد. با توجه به اینکه استفاده از مدل‌های مبتنی بر نظر کارشناسی مورد توجه پژوهشگران قرار داشته (١٥)، در این تحقیق به منظور اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مخاطرات زیست‌محیطی و همچنین پهنه‌بندی خطر این مخاطرات در حوزه آبخیز وارک به عنوان یکی از واحدهای هیدرولوژیکی سد دز از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارا است. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبه را تسهیل می‌نماید، همچنین مقدار سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره است (١ و ٣٩).

در زمینه مطالعه خطرات زیست‌محیطی تاکنون مطالعاتی در ایران و سایر نقاط جهان صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد؛ شمسی‌پور و شیخی (٦) با استفاده از مدل تلفیقی سلسله مراتبی-فازی به پهنه‌بندی مناطق حساس و آسیب‌پذیری محیطی در ناحیه غرب فارس پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق به ترتیب زمین‌لرزه، سیلاب، حرکات دامنه‌ای و فرسایش بالاترین میزان خطر و آسیب‌پذیری را در سطح منطقه دارا می‌باشند.

عرفانیان و همکاران (١٠) با استفاده از منطق فازی به پهنه‌بندی خطر فرسایش خاک در حوزه آبخیز قرناوه گلستان پرداختند. در این مطالعه که از لایه‌های اطلاعاتی شیب، فرسایندگی باران و فرسایش‌پذیری خاک استفاده شده بود، نتایج نشان داد که حدود ٤٥ درصد از مساحت حوزه از فرسایش‌پذیری خیلی بالا برخوردار است.

صبوری و سرمدی سیفی (٨) به بررسی و پهنه‌بندی مخاطرات محیطی سیل، زلزله و زمین‌لغزش در استان گلستان و میزان خطرپذیری نقاط روستایی استان در مقابل مخاطرات مورد مطالعه پرداختند. در این مطالعه از داده‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، نقشه گسل‌ها، رودخانه‌ها، مشخصات حوزه‌های آبخیز و شیب توپوگرافی استفاده و نقشه مخاطرات مذکور تهیه گردیده است. بر اساس نتایج به دست آمده زمین‌لغزش‌ها نسبت به سایر مخاطرات، روستاهای بیشتری را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

رنگزن و همکاران (٤) با استفاده از روش‌های سیستم استنتاج فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی به پهنه‌بندی خطر زلزله در شهر اهواز پرداختند. بر اساس نتایج به دست

Archive of SID

www.SID.ir

آمده بیش از ٦٠ درصد از مساحت منطقه در پهنه‌های خطر متوسط به بالا قرار دارد.

بوآزیز و همکاران (۲۵) نقشه‌های پستی و بلندی، کاربری اراضی، ویژگی‌های خاک و اقلیم را با هم ترکیب کرده و با وزن‌دهی نقشه‌های مذکور به عنوان عامل‌های کنترل‌کننده فرسایش خاک، نقشه کیفی خطر را برای منطقه‌ای در مرکز اتیوپی تهیه کردند. مزوقی و همکاران (۳۲) به تهیه نقشه خطر لغزش در بخشی از شمال مالزی با استفاده از مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداختند. نتایج به دست آمده نشان داد که دقت مدل استفاده شده بیش از ۸۰ درصد است.

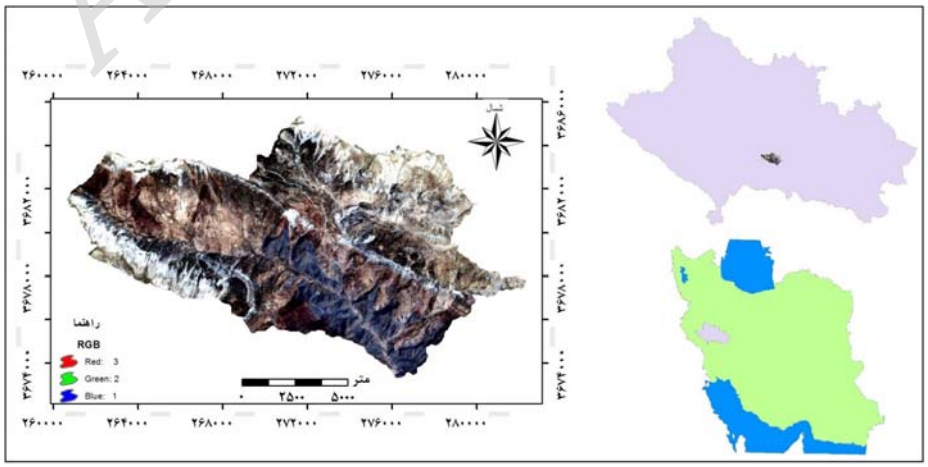
لینگادوارو و همکاران (۳۱) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به پهنه‌بندی خطر سیلاب در منطقه تونگابادرا و زیرحوزه رودخانه حجاری در شمال شرق کارناتاکا هندوستان پرداختند. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که بیش از ۲۰ درصد از مساحت منطقه در پهنه خطر خیلی زیاد قرار دارد.

بهاروند و همکاران (٢٤) با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و بکارگیری عوامل لیتولوژی، شیب، بارندگی، کاربری اراضی، ارتفاع، جهت شیب، فاصله از آبراهه و گسل به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوزه سد ایوشان پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده روش سلسله‌مراتبی قادر است با دقت بیش از ۹۵ درصد به پهنه‌بندی خطر لغزش در حوزه مذکور بپردازد. به دلیل مساعد بودن شرایط جغرافیایی، فقدان مدیریت جامع محیطی و عدم رعایت آستانه‌های محیطی، ایران به عنوان یک کشور پرخطر به شمار می‌آید به طوری که جزء ۱۰ کشور بلاخیز جهان قرار گرفته است (۵ و ۱۳). بنابراین به همان نسبت که از موهبت کوهستانی بودن و تنوع آب و هوایی بهره‌مند هستیم در معرض خطرات ناشی از آن نیز قرار داریم. با توجه به موقعیت جغرافیایی حوزه وارک در جنوب شرق خرم‌آباد و واقع شدن در محدوده زاگرس چین‌خورده، این حوزه دارای پتانسیل بالایی از نظر مخاطرات زیست‌محیطی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبریز وارک بین طول جغرافیایی ´۲۹ °٤٨ تا ´۳۹ °٤٨ شرقی و عرض جغرافیایی ´١٦ °۳۳ تا ´۲۲ °۳۳ شمالی، با مساحت ١٤٠ کیلومترمربع در ۲۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر خرم‌آباد در استان لرستان قرار دارد (شکل ۱). این حوزه یکی از زیر حوزه‌های حوزه آبریز رودخانه دز است. بلندترین نقطه ارتفاعی آن ۲۸۰٤ متر و پست‌ترین نقطه ۸۹۳ متر از سطح آزاد دریا قرار دارد. از دیدگاه زمین‌ساختی گسترهٔ مورد بررسی در پهنه زاگرس چین‌خورده قرار گرفته که از طرف شمال به زون زاگرس مرتفع و از طرف جنوب به دشت خوزستان محدود می‌گردد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی حوزه وارک

Archive of SID
www.SID.ir

روش تحقیق

لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده

در این تحقیق تحلیل خطر مخاطرات زیست‌محیطی زمین‌لغزش، فرسایش، سیل و زمین‌لرزه (معیارهای سطح ۱) بر مبنای ۹ عامل مؤثر در ناپایداری مخاطرات شامل شیب، جهت شیب، لیتولوژی، بارندگی، کاربری اراضی، طبقات ارتفاعی، کانون زمین‌لرزه‌های قدیمی و فاصله از لایه‌های گسل و آبراهه (معیارهای سطح ۲) انجام شد.

زمین‌شناسی به منظور تهیه نقشه زمین‌شناسی منطقه از تصاویر ماهواره‌ای ETM^+ (ترکیب باندی ۵۳۱) و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ خرم‌آباد استفاده شد. نقشه زمین‌شناسی منطقه نشان می‌دهد که سازندهای امیران، کشکان، آسماری، گچساران و رسوبات آبرفتی عهد حاضر در سطح منطقه رخنمون دارند.

شیب، جهت شیب و ارتفاع از نقشه مدل رقومی ارتفاع که از رقومی‌کردن خطوط تراز نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه در محیط نرم‌افزار ArcMap تهیه گردید.

داده‌های حاصل از عوارض خطی (گسل و فاصله از آبراهه) به منظور تهیه نقشه فاصله از گسل ابتدا خطواره‌ها از روی تصاویر ماهواره‌ای (اعمال فیلتر جهت‌دار بر روی باند ۷ سنجنده ETM^+) استخراج و با استفاده از نقشه زمین‌شناسی و توپوگرافی، گسل‌ها از سایر عوارض خطی تفکیک گردید.

نقشه فاصله از آبراهه شبکه آبراهه‌ها از روی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه مشخص و در محیط نرم‌افزار ArcMap رقومی گردید.

نقشه کاربری اراضی در حوزه وارک نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ETM^+ و تفسیر شاخص NDVI استخراج شده است (رابطهٔ ۱). بدین منظور با تفسیر شاخص NDVI، واحدهای کاربری اراضی (شامل اراضی زراعی، جنگل، مرتع و بیشه و بوته‌زار) از هم مجزا و با بازدید میدانی که در بهار سال ۱۳۹۶ انجام گرفت نوع کاربری مشخص گردیده است.

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \qquad [1]$$

که در این رابطه؛ Red باند ۳ و IR (مادون قرمز) باند ٤. دامنه تغییرات این شاخص بین ۱+ و ۱- است. در حالتی که پوشش خیلی خوب و پر تراکم باشد این شاخص به ۱+ نزدیک می‌شود و در حالت تخریب پوشش گیاهی و از بین رفتن آن کاهش پیدا می‌کند.

بارش جهت ترسیم نقشه بارندگی سالیانه از آمار پنج ایستگاه کمندان، دره تخت، درود، خرم‌آباد، پلدختر که میانگینی از دیدبانی‌های ٢٤ ساله (۲۰۱٦-۱۹۹۳) در این ایستگاه‌ها است استفاده شد. در این تحقیق با ایجاد یک رگرسیون خطی بین دو پارامتر ارتفاع و میانگین بارندگی سالیانه ایستگاه‌های اطراف منطقه، معادله گرادیان بارندگی حوزه وارک به دست آمد.

نقشه کانون زمین‌لرزه ابتدا موقعیت کانون زمین‌لرزه‌های قدیمی از طریق مرکز لرزه‌نگاری و موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران تهیه گردید. سپس با درون‌یابی بین موقعیت‌های به دست آمده در سطح حوزه، نقشه فاصله از کانون زمین‌لرزه‌های منطقه در محیط نرم‌افزار ArcGIS تهیه گردیده است.

در این تحقیق بعد از تهیه منابع و اطلاعات لازم، کلیه مراحل تحقیق شامل ساماندهی اطلاعات، اجرای مدل‌ها و ارزیابی نتایج در محیط نرم‌افزار ArcGIS انجام گرفته است. مراحل انجام تحقیق پهنه‌بندی مخاطرات زیست‌محیطی در شکل ۲ ارائه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

شکل۲. مراحل تهیه نقشه مخاطرات زیست‌محیطی با استفاده از روش سلسله‌مراتبی فازی

استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی

با تعیین مجموعه‌ای از معیارها برای ارزیابی گزینه‌های تصمیم‌گیری، لازم است که هر معیار به صورت یک لایه نقشه در پایگاه داده‌های GIS ذخیره شود. در اندازه‌گیری صفات، دامنه متنوعی از مقیاس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر همین اساس لازم است، ارزش‌های موجود در لایه‌های مختلف نقشه به واحدهای قابل مقایسه و در تناسب با هم تبدیل شوند. با انجام این کار نقشه‌های استاندارد و قابل مقایسه خواهیم داشت. یکی از روش‌های استانداردسازی، روش فازی است. عملیات فازی‌سازی، ورودی‌ها را گرفته و توسط توابع عضویت مربوطه، یک درجه مناسب به هر یک نسبت می‌دهد (۱۷). یکی از اساسی‌ترین مباحث در تئوری فازی بحث تابع عضویت و چگونگی تعریف آن است. اساس اختلاف روش فازی با روش‌های دیگر، در تعریف تابع عضویت است. تابع عضویت را می‌توان بصورت درجه تعلق عناصر مجموعه مرجع به زیر مجموعه‌های آن تعریف کرد و به شکل $\mu c(X)$ نمایش داده می‌شود. برای به دست آوردن تابع عضویت هیچ الگوریتم مشخصی وجود ندارد بلکه تجربه، نوآوری و حتی اعمال نظر شخصی در شکل‌گیری و تعریف تابع عضویت می‌تواند مؤثر باشد. در این تحقیق با استفاده از توابع عضویت گوسی، خطی و User defined نقشه‌های هر یک از عوامل مؤثر بر مخاطرات زیست‌محیطی حوزه وارک به نقشه‌های فازی تبدیل شده‌اند (جدول ۱).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. توابع عضویت استفاده شده برای فازی‌سازی نقشه‌های عوامل مؤثر بر مخاطرات زیست‌محیطی

عوامل	نوع تابع عضویت استفاده شده			
	زمین‌لغزش	زمین‌لرزه	سیل	فرسایش
شیب	گوسی (چون بیشترین حساسیت به لغزش در سطح منطقه در شیب‌های متوسط قرار دارد)	خطی افزایشی	خطی افزایشی	خطی افزایشی
لیتولوژی	User defined	User defined	-	User defined
کاربری اراضی	User defined	-	User defined	User defined
فاصله از آبراهه	خطی کاهشی	-	خطی کاهشی	خطی کاهشی
فاصله از گسل	-	خطی کاهشی	-	-
کانون زمین‌لرزه	-	خطی کاهشی	-	-
طبقات ارتفاعی	گوسی (بیشترین حساسیت در ارتفاع متوسط قرار دارد)	-	-	-
بارندگی			خطی افزایشی	خطی افزایشی
جهت شیب	User defined	-	-	-

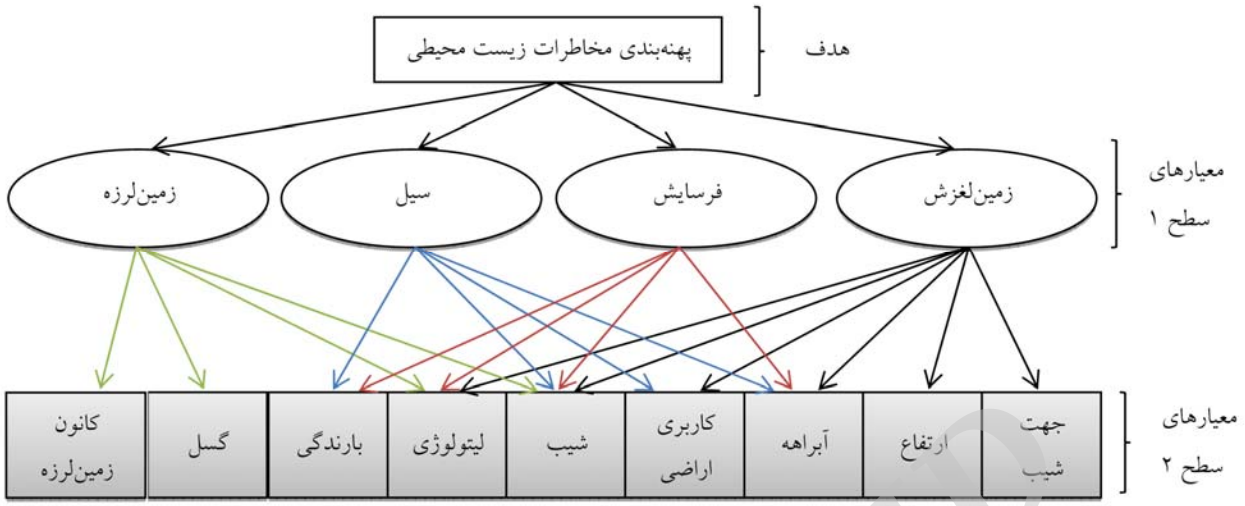
فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

در این پژوهش از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر وقوع مخاطرات زیست‌محیطی استفاده شده است. روش تحلیل سلسله مراتبی یکی از پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ معرفی شد (٤٠). AHP یک روش نیمه کیفی در مطالعه مخاطرات است که شامل یک ماتریس وزن دهی بر مبنای مقایسات زوجی بین عوامل بوده و میزان مشارکت هر یک از عوامل را مشخص می‌کند (۲۳). از مزایای این روش این است که اعمال نظر کارشناسی توسط افراد را تا حد زیادی آسان‌تر کرده و احتمال خطا را کاهش می‌دهد. همچنین در این روش می‌توان تعداد زیادی از عوامل را دخالت داد و با استفاده از نظر کارشناسی وزن هر عامل را به دست آورد (١٤).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نیازمند شکستن یک مسئله با چندین شاخص به سلسله مراتبی از سطوح است. در این مرحله، مسئله و هدف تصمیم‌گیری به صورت سلسله مراتبی از عناصر تصمیم که با هم در ارتباط می‌باشند، آورده می‌شود. سطح بالا بیانگر هدف اصلی فرایند تصمیم‌گیری است. سطح دوم، نشان‌دهنده شاخص‌های عمده و اساسی است که ممکن است به شاخص‌های فرعی و جزئی‌تر در سطح بعدی شکسته شود (شکل ۳).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۳. ساختار سلسله مراتبی پهنه‌بندی مخاطرات زیست‌محیطی

در تحلیل سلسله مراتبی روش کار بدین صورت است که ابتدا به منظور تعیین ارجحیت عوامل مختلف و تبدیل آن‌ها به مقادیر کمی از قضاوت‌های شفاهی (در این مرحله پرسشنامه‌ای در اختیار ۷ نفر از صاحب‌نظران و متخصصانی که به نوعی با حوزه مورد مطالعه آشنایی داشتند قرار گرفت، پس از جمع‌آوری پرسشنامه به همراه ماتریس مقایسات زوجی و مشخص نمودن میزان ارجحیت هر یک از افراد، اطلاعات مربوطه استخراج و اولین پردازش اطلاعات توسط نرم‌افزار ExpertChoice انجام شد. بدین منظور ابتدا سازگاری مقایسات تعیین و بعد از قابل قبول بودن اولویت‌های به دست آمده، معدل نظرات ارائه شده به روش میانگین هندسی محاسبه و ضرایب هر یک از ماتریس‌های مقایسات زوجی تعیین گردید) بر مبنای مقایسات زوجی استفاده می‌شود، به طوری که تصمیم‌گیرنده ارجحیت یک عامل را نسبت به علل دیگر به صورت جدول ۲ در نظر گرفته و این قضاوت‌ها را به مقادیر کمی بین ۱ الی ۹ تبدیل می‌نماید (۱۲). سپس نتایج این مقایسات، برای محاسبه شاخص ناسازگاری به نرم‌افزار ExpertChoice وارد می‌شود. اگر شاخص محاسبه شده کمتر از ۰/۱ باشد نتایج قابل قبول بوده و در غیر این صورت باید دوباره در وزن‌دهی تجدیدنظر شود.

جدول۲. طبقه‌بندی ارجحیت مقادیر وزن‌ها بر اساس قضاوت کارشناسی (۱۶ و ۳۸)

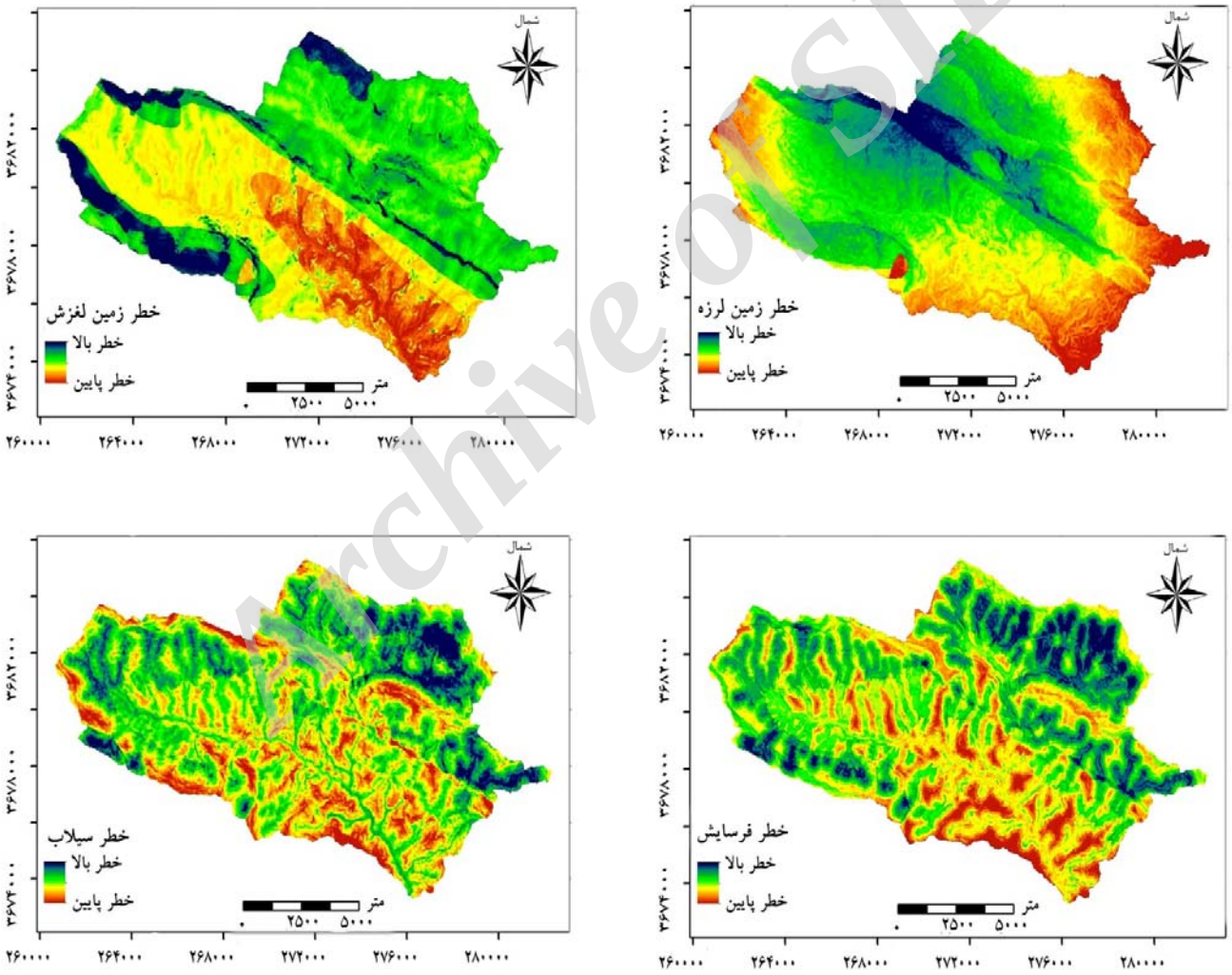
توصیف زبانی ارجحیت طبقات	مقدار عددی وزن‌ها
کاملاً مهم یا کاملاً مطلوب‌تر	۹
اهمیت خیلی قوی	۷
اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مطلوب‌تر یا کمی مهم‌تر	۳
اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
اولویت بین فواصل	۲، ٤، ٦ و ۸

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

عوامل مختلف در نظر گرفته شده به منظور پهنه‌بندی خطر مخاطرات زیست‌محیطی با توجه به نکاتی از قبیل هدف، مقیاس کار و دقت قابل انتظار، شرایط منطقه، میزان تأثیرگذاری هر عامل و کافی و در دسترس بودن اطلاعات، تعیین می‌شود. در این تحقیق پس از تعیین عوامل مؤثر بر هر یک از مخاطرات سیل، زمین‌لغزش، فرسایش و زمین‌لرزه؛ نقشه هر یک از عوامل با استفاده از روش فازی استانداردسازی گردید. پس از استاندارسازی لایه‌ها، با استفاده از قضاوت کارشناسی و بر اساس مقایسات زوجی (جدول ۲) هر یک از عوامل وزن‌دهی شدند که نتایج به دست آمده از ضریب ناسازگاری مقایسات نشان داد که تمام مقایسات به درستی انجام گرفته است (جدول ۳). با اعمال وزن‌های هر یک از معیارها در نقشه‌های فازی‌سازی شد. برای تهیه نقشه خطر هر یک از مخاطرات زیست‌محیطی، در محیط نرم‌افزار Arc Map با استفاده از دستور Raster Calculator کلیهٔ نقشه‌ها با یکدیگر تلفیق گردید (شکل‌های ٤ تا ٧).



شکل۴. نقشه خطر زمین‌لغزش، زمین‌لرزه، سیلاب و فرسایش در حوضه وارک

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۳. نتایج حاصل از مقایسات زوجی عوامل مؤثر بر خطر زمین‌لغزش، زمین‌لرزه، سیلاب و فرسایش در حوزه وارک

عوامل مؤثر بر لغزش	عوامل مؤثر بر زمین‌لغزش						وزن	ضریب ناسازگاری
	شیب	لیتولوژی	کاربری اراضی	شبکه آبراهه	ارتفاع	جهت شیب		
شیب	۱	۲	۲	۳	٤	۵	۰/۳٤٦	۰/۰۰٦
لیتولوژی		۱	۱	۲	۳	٤	۰/۲۰۹	
کاربری اراضی			۱	۲	۳	۳	۰/۱۹۹	
شبکه آبراهه				۱	۲	۲	۰/۱۱۵	
ارتفاع					۱	۱	۰/۰٦۸	
جهت شیب						۱	۰/۰٦۲	

عوامل مؤثر بر زمین‌لرزه	عوامل مؤثر بر زمین‌لرزه				وزن	ضریب ناسازگاری
	گسل	کانون زمین‌لرزه	لیتولوژی	شیب		
گسل	۱	۱	۲	۳	۰/۳۵۱	۰/۰۰۳
کانون زمین‌لرزه		۱	۲	۳	۰/۳۵۱	
لیتولوژی			۱	۲	۰/۱۸۹	
شیب				۱	۰/۱۰۹	

عوامل مؤثر بر سیلاب	عوامل مؤثر بر سیلاب				وزن	ضریب ناسازگاری
	شبکه آبراهه	شیب	بارندگی	کاربری اراضی		
شبکه آبراهه	۱	۲	۲	۳	۰/٤۲٤	۰/۰۰۳
شیب		۱	۱	۲	۰/۲۲۷	
بارندگی			۱	۲	۰/۲۲۷	
کاربری اراضی				۱	۰/۱۲۲	

عوامل مؤثر بر فرسایش	عوامل مؤثر بر فرسایش					وزن	ضریب ناسازگاری
	شبکه آبراهه	بارندگی	شیب	لیتولوژی	کاربری اراضی		
شبکه آبراهه	۱	۱	۲	۳	٤	۰/۳۲۲	۰/۰۱
بارندگی		۱	۲	۳	۳	۰/۳۰۷	
شیب			۱	۲	۳	۰/۱۸٦	
لیتولوژی				۱	۲	۰/۱۱۱	
کاربری اراضی					۱	۰/۰۷٤	

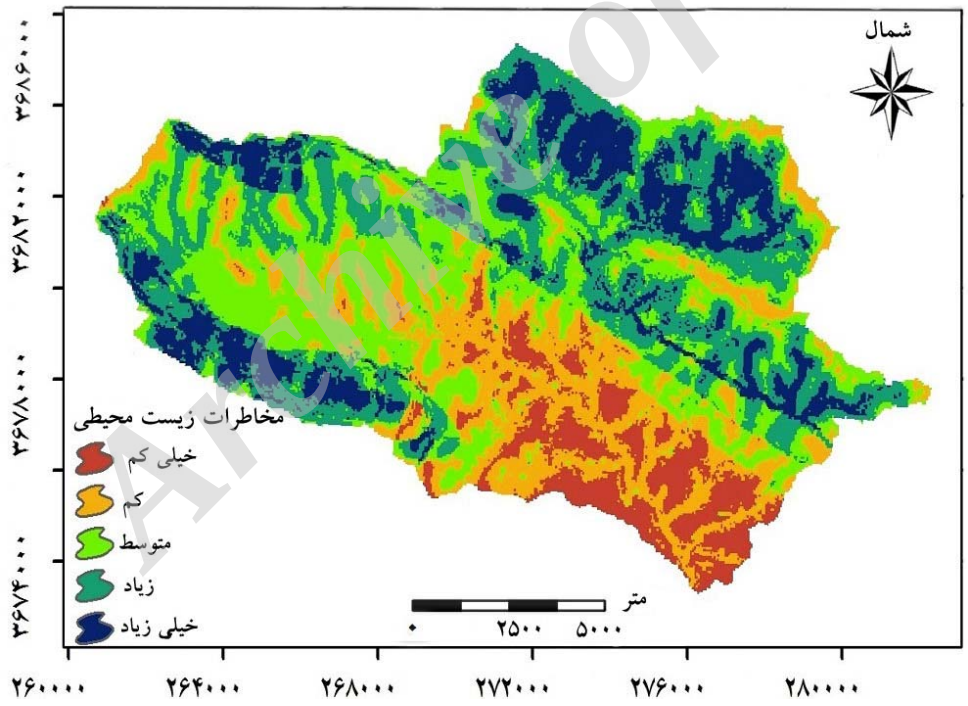
Archive of SID

www.SID.ir

با تلفیق نقشه‌های چهارگانه خطر ذکر شده با اعمال ضرایب حاصل از اولویت‌بندی معیارها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (جدول ٤) نقشه نهایی مخاطرات زیست‌محیطی حوزه وارک تهیه و به ۵ کلاس خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و کلاس با خطر خیلی زیاد طبقه‌بندی شده است. بر اساس نتایج به دست آمده به ترتیب ۹/۰۳، ۲۰/۸٤، ۲۷/٦۸، ۲۷/٤۱ و ۱۵/۰۳ درصد از مساحت منطقه به ترتیب در کلاس‌های خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار گرفت (شکل ۵).

جدول۴. نتایج حاصل از مقایسات زوجی عوامل مؤثر بر مخاطرات زیست‌محیطی

عوامل مؤثر بر مخاطرات زیست‌محیطی	عوامل مؤثر بر مخاطرات زیست‌محیطی				وزن	ضریب ناسازگاری
	زمین‌لغزش	سیلاب	فرسایش	زمین‌لرزه		
زمین‌لغزش	۱	۲	۳	۳	۰/٤۵۵	۰/۰۰۳
سیلاب		۱	۲	۲	۰/۲٦۳	
فرسایش			۱	۱	۰/۱٤۱	
زمین‌لرزه				۱	۰/۱٤۱	



شکل۵. نقشه پهنه‌بندی مخاطرات زیست‌محیطی

بحث و نتیجه‌گیری

برای تهیه آسیب‌پذیری و خطر حوزه مورد مطالعه، تعداد مشخصی از معیارها مورد استفاده قرار گرفته است. این معیارها که عوامل محدودکننده توسعه را از دیدگاه طبیعی و زیست‌محیطی مشخص می‌سازند شامل زلزله، سیل، فرسایش و زمین‌لغزش می‌باشند. در این تحقیق نقشه زیرمعیارهای مؤثر بر

Archive of SID
www.SID.ir

هر معیار خطر نیز با توجه به لایه‌های اطلاعاتی موجود و بر مبنای روش سلسله مراتبی فازی تهیه گردیده است. با توجه به متفاوت بودن درجه اهمیت عوامل مؤثر در ایجاد مخاطرات زیست‌محیطی، شناسایی و اولویت‌بندی درست عوامل برای جلوگیری از وقوع خطر امری الزامی است. بر اساس نتایج به دست آمده از بررسی منطقه با استفاده از قضاوت کارشناسی به ترتیب عوامل زمین‌لغزش، سیلاب، فرسایش و لرزه‌خیزی بیشترین تأثیر را در آسیب‌پذیری منطقه دارا می‌باشند. نتایج به دست آمده از شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مخاطرات طبیعی با نتایج وفایی (۲۱) در مطالعه شرق و جنوب شرق شهر خرم‌آباد در استان لرستان مطابقت داشته و با نتایج شمسی‌پور و شیخی (٦) در مطالعه غرب استان فارس (به ترتیب زمین‌لرزه و سیل مهم‌ترین عوامل) فرج‌زاده و همکاران (۱۱) در مطالعه مخاطرات استان گلستان (به ترتیب سیل و زمین‌لغزش مهم‌ترین عوامل) و شهریارفر (۷) در مطالعه دشت کوهدشت واقع در استان لرستان (به ترتیب سیل و فرسایش مهم‌ترین عوامل)، در تضاد است.

در این تحقیق نتایج به دست آمده از بررسی هر یک از این معیارها نشان می‌دهد که دو عامل شیب و لیتولوژی مهم‌ترین نقش را در رخداد خطر زمین‌لغزش‌های منطقه دارا می‌باشند. بر اساس سایر مطالعات صورت گرفته به ترتیب عوامل فاصله از جاده و آبراهه (۳)، شیب و لیتولوژی (۲۲ و ۳۰)، لیتولوژی و شیب (۱۹ و ۲٤) و شیب و بارندگی (۳۳) بیشترین نقش را در رخداد خطر زمین‌لغزش ایفا کرده‌اند که نتایج این تحقیق با نتایج کوماک (۳۰) و یمانی و همکاران (۲۲) مطابقت دارد. بررسی زمین‌لغزش‌های منطقه نشان می‌دهد که سازوکار اغلب حرکات دامنه‌ای منطقه از نوع ریزش است. بر اساس نقشه تهیه شده قسمت‌هایی از شمال، شمال غرب و جنوب غرب منطقه با دارا بودن ویژگی‌هایی از قبیل ناهمواری با شیب‌های تند، وجود شیل و رس بصورت میان لایه در آهک‌های سازند آسماری که با جذب آب باعث ناپایداری دامنه‌ها می‌شوند و همچنین چرای بی‌رویه دام‌ها در مراتع این مناطق، بالاترین میزان آسیب‌پذیری در سطح حوزه را نشان می‌دهند. نتایج به دست آمده از بررسی نقشه لرزه‌خیزی منطقه نشان می‌دهد که قسمت‌هایی از شمال و شمال شرق منطقه به دلیل وجود شکستگی و گسل‌خوردگی‌های ناشی از شرایط توپوگرافی پیچیده و فعال زاگرس، از خطر لرزه‌خیزی بیشتری برخوردار است. همچنین بر اساس اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر خطر زمین‌لرزه به ترتیب دو عامل گسل و فاصله از کانون زمین‌لرزه‌های قدیمی بیشترین نقش را در رخداد این پدیده دارا می‌باشند که با مطالعات وفایی (۲۱) در مطالعه شرق و جنوب شرق شهر خرم‌آباد، شهریارفر (۷) مطالعه دشت کوهدشت واقع در استان لرستان و شمسی‌پور و شیخی (٦) مطالعه ناحیه غرب استان فارس مطابقت دارد. نقشه خطر سیل بیشتر از هر عاملی تحت تأثیر عوامل فاصله از بستر رودخانه و شیب سطحی است که با مطالعات شهریارفر (۷) همخوانی داشته و با مطالعات عابدینی و فتحی جوکدان (۹) در حوزه آبخیز کرگانرود و مطالعه الشیک و همکاران (۲٦) در حوزه ترنجانو مالزی که به ترتیب لیتولوژی و بارندگی را مهم‌ترین عوامل مؤثر در وقوع سیل معرفی کرده‌اند مغایرت دارد. مطابق با نقشه پهنه‌بندی، قسمت‌هایی از محدوده کوهستانی و پرشیب شمال شرق و شرق حوزه که از میانگین بارندگی سالیانه بیشتری نیز برخوردار است بیشترین شدت خطر سیل را نشان می‌دهد. بررسی قسمت‌های فرسایش‌یافته در سطح حوزه نشان می‌دهد که آب‌های سطحی بیشترین نقش را در فرسایش منطقه دارا می‌باشند که با مطالعه وفایی (۲۱) مطابقت داشته و با مطالعات اسفندیاری و همکاران (۲) در حوزه رود ورس استان قزوین و استولت و همکاران (٤۱) در فیجی که به ترتیب کاربری اراضی و پوشش گیاهی را به عنوان مهم‌ترین عوامل معرفی نموده‌اند در تضاد است. بر اساس نقشه خطر تهیه شده قسمت‌هایی از شمال شرق و جنوب غرب منطقه دارای بیشترین حساسیت می‌باشند که علاوه بر تراکم آبراهه‌ها، این مناطق تحت تأثیر بارش‌های رگباری قرار گرفته و با توجه به تراکم پایین پوشش گیاهی در این قسمت‌ها، شاهد فرسایش بیشتر خاک هستیم. در نهایت با تلفیق نقشه‌های چهارگانه خطر ذکر شده با اعمال ضرایب حاصل از اولویت‌بندی معیارها در فرآیند تحلیل

Archive of SID

www.SID.ir

سلسله مراتبی، نقشه مخاطرات زیست‌محیطی حوزه وارک تهیه گردیده است. بر اساس نتایج به دست آمده به ترتیب ۹/۰۳، ۲۰/۸٤، ۲۷/٦۸، ۲۷/٤۱ و ۱۵/۰۳ درصد از مساحت منطقه در کلاس‌های خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار دارد. در نقشه مذکور نقاط با شدت بالای خطر زمین‌لغزش و سیلاب بالاترین مقادیر را نشان می‌دهند که این نقاط در قسمت‌هایی از شمال شرق، شمال غرب و جنوب غرب متمرکز شده‌اند.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر با حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد و در قالب طرح به انجام رسیده است. به موجب همکاری صمیمانه مسئولین این دانشگاه، نویسندگان این مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را نسبت به ایشان ابراز می‌دارند.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، ح.، ش. محمدخان، س. فیض‌نیا و ج. قدوسی. ۱۳۸٤. ساخت مدل منطقه‌ای خطر حرکت‌های توده‌ای با استفاده از ویژگی‌های کیفی و تحلیل سلسله مراتبی سیستم‌ها (AHP) مطالعه موردی حوزه آبخیز طالقان. منابع طبیعی ایران، ۵۸(۱): ۳-۱٤.

۲. اسفندیاری، م.، ا. معینی و ر. مقدسی. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر کاربری اراضی و پوشش گیاهی بر اشکال فرسایش و میزان تولید رسوب (مطالعه موردی حوزه آبخیز رود ورس استان قزوین). فصلنامه جغرافیایی سرزمین، ۱۱(۲): ۵۱-٦۲.

۳. حاتمی‌فرد، ر.، س. ح. موسوی و م. علیمرادی. ۱۳۹۱. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل AHP و تکنیک GIS در شهرستان خرم‌آباد. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۳(٤۷): ٤۳-٦۰.

٤. رنگزن، ک.، م. کابلی‌زاده و ا. منصور نعیمی. ۱۳۹٤. پهنه‌بندی خطرپذیری زلزله با استفاده سیستم استنتاج فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ٦(۲): ۱-۱۸.

۵. سوری، س.، س. بهاروند و ط. فرهادی‌نژاد. ۱۳۹۲. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از منطق فازی (مطالعهٔ موردی: حوزه چم‌سنگر). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ٤(٤): ٤۷-٦۰.

٦. شمسی‌پور، ع. ا. و م. شیخی. ۱۳۸۹. پهنه‌بندی مناطق حساس و آسیب‌پذیری محیطی در ناحیه غرب فارس، با روش طبقه‌بندی فازی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ٤۲(۷۳): ۵۳-٦۷.

۷. شهریارفر، ر. ۱۳۹٦. پهنه‌بندی مخاطرات زیست‌محیطی زمین‌لغزش، زمین‌لرزه، سیلاب و فرسایش در دشت کوهدشت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد. ۸۰ صفحه.

۸. صبوری، س. م. و ع. ا. سرمدی سیفی. ۱۳۹۲. بررسی و پهنه‌بندی مخاطرات محیطی سیل، زلزله و زمین‌لغزش در استان گلستان و میزان خطرپذیری نقاط روستایی استان در مقابل مخاطرات مورد مطالعه. مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی، دانشگاه خوارزمی، تهران. ۷ الی ۸ آبان ماه.

۹. عابدینی، م. و ر. فتحی جوکدان. ۱۳۹۵. پهنه‌بندی خطر وقوع سیل در حوضه‌ی آبریز کرگانرود با استفاده از Arc GIS. هیدروژئومورفولوژی، ۲(۷): ۱-۱۷.

۱۰. عرفانیان، م.، پ. قهرمانی و ح. سعادت. ۱۳۹۲. تهیه نقشه خطر پتانسیل فرسایش خاک با استفاده از منطق فازی در حوزه آبخیز قرناوه گلستان. علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۷(۲۳): ۵۲-٤۳.

۱۱. فرجزاده، م.، م. ر. ثروتی و و. طاهری. ۱۳۹۰. تحلیل و پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفولوژیک استان گلستان. جغرافیای طبیعی، ٤(۱۱): ٤۵-٦۲.

۱۲. قدسی‌پور، ح. ۱۳۸٤. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). دانشگاه صنعتی امیرکبیر. مرکز نشر. ۲۲٤ صفحه.

۱۳. کرم، ع. ۱۳۸۰. مدل‌سازی کمی و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در زاگرس چین‌خورده (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سرخون واقع در استان چهارمحال و بختیاری). رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ۳۵٤ صفحه.

۱٤. کلارستاقی، ع. ۱۳۸۱. بررسی نقش عوامل مؤثر بر وقوع زمین‌لغزش‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۱٤۱ صفحه.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۵. محمدی، م.، ح. ر. مرادی، س. فیض‌نیا و ح. ر. پورقاسمی. ۱۳۸۸. اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر زمین‌لغزش و تهیه نقشه خطر آن با استفاده از مدل‌های ارزش اطلاعات و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: بخشی از حوزه آبخیز هراز). علوم زمین، ۱۹(۷٤): ۲۷-۳۲.

۱٦. مرادی، پ.، ح. روحی، ک. رنگزن، ن. کلانتری و ن. قنبری. ۱۳۹۵. ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان رامهرمز با تلفیق مدل دراستیک و تحلیل سلسله مراتبی. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(٤): ٦۲-۷۸.

۱۷. مهجوری، ر. ۱۳۹۱. سنجش توزیع مکانی سوانح آتش‌سوزی، تعیین بهترین محل ایستگاه‌های آتش‌نشانی و مسیر بهینه با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و منطق فازی در شهر اهواز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۳٦ صفحه.

۱۸. مهرپویان، م.، م. جامی، م. م. خطیب و ن. سرحدی. ۱۳۹٤. بررسی پتانسیل رخداد زمین‌لرزه در شهر تبریز. مخاطرات محیط طبیعی، ٤(۵): ٤۵-۵۹.

۱۹. میرنظری، ج.، ه. شهابی و س. خضری. ۱۳۹۳. ارزیابی و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل AHP و عملگرهای منطق فازی در حوضه‌ی آبریز پشت تنگ سرپل ذهاب (استان کرمانشاه). جغرافیا و توسعه، ۱۲(۳۷): ۵۳-۷۰.

۲۰. نسرین‌نژاد، ن.، ک. رنگزن، ن. کلانتری و ع. صابری. ۱۳۹۳. پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوزه آبریز باغان با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۵(٤): ۱۵-۳٤.

۲۱. وفایی، م. ۱۳۹٦. پهنه‌بندی خطرات زیست‌محیطی زمین‌لغزش، زمین‌لرزه، سیل و فرسایش (مطالعه موردی: شرق و جنوب شرق شهر خرم‌آباد). پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد، ۹۱ صفحه.

۲۲. یمانی، م.، ع. ا. شمسی‌پور، ا. گورابی و م. رحمتی. ۱۳۹۳. تعیین مرز پهنه‌های خطر زمین‌لغزش در مسیر آزادراه خرم‌آباد- پل زال با روش تحلیل سلسله مراتبی- فازی. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱٤(۳): ۲۷-٤٤.

23. Ayalew L, Yamagishi H, Marui H, Kanno T. 2005. Landslides in Sado Island of Japan: Part II. GIS-based susceptibility mapping with comparisons of results from two methods and verifications. Engineering Geology, 81(4): 432-445.

24. Baharvand S, Rahnamarad J, Soori S. 2016. Landslide hazard zonation using the AHP model in Ayvashan dam watershed, Lorestan. In: Landslides and Engineered Slopes. Experience, Theory and Practice: Proceedings of the 12th International Symposium on Landslides (Napoli, Italy, 12-19 June). CRC Press, p 355.

25. Bouaziz M, Leidig M, Gloaguen R. 2011. Optimal parameter selection for qualitative regional erosion risk monitoring: A remote sensing study of SE Ethiopia. Geoscience Frontiers, 2(2): 237-245.

26. Elsheikh RFA, Ouerghi S, Elhag AR. 2015. Flood Risk Map Based on GIS, and Multi Criteria Techniques (Case Study Terengganu Malaysia). Journal of Geographic Information System, 7(4): 348-357.

27. Girma F, Raghuvanshi T, Ayenew T, Hailemariam T. 2015. Landslide hazard zonation in Adda Berga District, Central Ethiopia—a GIS based statistical approach. Journal of Geomatics, 9: 25-38.

28. Hoyos N. 2005. Spatial modeling of soil erosion potential in a tropical watershed of the Colombian Andes. Catena, 63(1): 85-108.

29. Jun K-S, Chung E-S, Kim Y-G, Kim Y. 2013. A fuzzy multi-criteria approach to flood risk vulnerability in South Korea by considering climate change impacts. Expert Systems with Applications, 40(4): 1003-1013.

30. Komac M. 2006. A landslide susceptibility model using the analytical hierarchy process method and multivariate statistics in perialpine Slovenia. Geomorphology, 74(1): 17-28.

31. Lingadevaru DC, Govindaraju D, Jayakumar PD. 2015. Flood hazard zonation based on multi criteria assessment using remote sensing and GIS techniques: A case study of Tungabhadra and Hagari River subcatchments in north-east Karnataka, India. International Journal of Current Research, 7(12): 23854-23860.

32. Mezughi TH, Akhir JM, Rafek AG, Abdullah I. 2012. Analytical hierarchy process method for mapping landslide susceptibility to an area along the EW highway (Gerik-Jeli), Malaysia. Asian Journal of Earth Sciences, 5(1): 13-24.

Archive of SID

www.SID.ir

33. Moradi M, Bazyar MH, Mohammadi Z. 2012. GIS-based landslide susceptibility mapping by AHP method, a case study, Dena City, Iran. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2(7): 6715-6723.
34. Ownegh M. 2002. Landslide hazard and risk assessment in the southern Sunbirds of Newcastle. Sabbatical research report No. 2, University of Newcastle, Australia, 85 pp.
35. Petersson E, Ostrowski MW. 2003. Large dams- A contribution to sustainable water and energy development? International Association of Hydrological Sciences, 281: 227-232.
36. Pourghasemi HR, Kerle N. 2016. Random forests and evidential belief function-based landslide susceptibility assessment in Western Mazandaran Province, Iran. Environmental Earth Sciences, 75(3): 185-197.
37. Pradhan B, Abokharima MH, Jebur MN, Tehrany MS. 2014. Land subsidence susceptibility mapping at Kinta Valley (Malaysia) using the evidential belief function model in GIS. Natural Hazards, 73(2): 1019-1042.
38. Saaty TL, Vargas LG. 2001. Models, methods, concepts, and applications of the Analytica Hierarchy process. 1st ed. Kluwer Academic, Boston. 333 pp.
39. Saaty TL. 1980. The analytic hierarchy process. McGraw-Hill, New York. 287 pp.
40. Saaty TL. 1994. How to make a decision: the analytic hierarchy process. Interfaces, 24(6): 19-43.
41. Stolte J, Ritsema CJ, Vermeulen W, Hunter D, Elder M, Liebregts W, Vanden Elsen E. 2004. An erosion model as a tool for farmers involvement for defining land use strategies in Figi and Samoa. 13th International Soil Conservation Organisation Conference. Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions, Brisbane, Australia. 4-8 July.
42. Youssef AM, Pradhan B, Pourghasemi HR, Abdullahi S. 2015. Landslide susceptibility assessment at Wadi Jawrah Basin, Jizan region, Saudi Arabia using two bivariate models in GIS. Geosciences Journal, 19(3): 449-469.

Archive of SID

www.SID.ir

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 8/ Issue 3) autumn 2017
Indexed by ISC, SID, Magiran and Noormags
http://girs.iaubushehr.ac.ir

Environmental hazards zonation landslide, earthquake, flood and erosion using AHP Fuzzy method (Case study: Vark Basin)

S. Baharvand [1*], S. Soori [2], J. Rahnama Rad [3]

1. Assis. Prof. Department of Geology, Islamic Azad University, Khorramabad Branch, Khorramabad, Iran
2. Young Researchers and Elite Club, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran
3. Assoc. Prof. Department of Geology, Islamic Azad University, Zahedan Branch, Zahedan, Iran

ARTICLE INFO

Article history:
Received 2 May 2017
Accepted 25 September 2017
Available online 11 November 2017

Keywords:
Environmental hazards
Erosion
Landslide
Earthquake
Lorestan province

ABSTRACT

Natural hazards cause every year around the world, including Iran harmful damages. A Vark basin in the Lorestan province due to a variety of geological properties such as lithology, tectonic and climatic conditions, is taken as areas with potential environmental risks into account. To reduce the damage caused by these risks, earliest and foremost task is to determine areas with high potential risk. In order to evaluate environmental hazards in this basin, each informational layer has been identified and registered using the satellite images ETM^+ (2016 year), geological maps, topographic maps and field visits (2017 year). Then, using the informational layers of the slope, aspect, elevation, land use, geology, the epicenter of the earthquake, fault, drainage and rainfall in ArcMap software and based on an AHP-Fuzzy method of the map, the risk of landslide, floods, erosion and earthquake have been prepared. In this study, in order to map the environmental risks using expert judgment, the Quartet Hazards of the region were weighted and then overlapped. Based on the results achieved, 9.03, 20.84, 27.68, 27.41 and 15.03 percent of the area ranked at-risk classes very low, low, medium, high and very high respectively. The results of the environmental risk map of the region show that landslides and flooding are a larger role in the creation of high-risk zones.

* Corresponding author e-mail address: sbbaharvand53@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir