مجله علمی - پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیـــزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering
سال اول - شماره ۲ - پاییز ۱۳۸۶
Vol. 1, No. 2, Fall 2007

ارزیابی کارایی عملگرهای منطق فازی در تعیین توانمندی زمین لغزش
(مطالعه موردی: حوزه آبخیز شیرود)

سیدعلی عبادی نژاد[۱] ، مجتبی یمانی[۲] ، مهران مقصودی[۳] و صمد شادفر[۴]

چکیده

یکی از انواع فرآیندهای دامنه ای که هر ساله در برخی نقاط جهان و ایران رخ داده و خسارت‌های جانی و مالی فراوانی را باعث می گردد، پدیده‌ی زمین لغزش می باشد. در این پژوهش، حوزه‌ی آبخیز شیرود به دلیل وقوع مکرر این پدیده و لزوم ارایه مدل مناسب برای پژوهش های آینده در نظر گرفته شده است. در ابتدا، با بررسی منابع پژوهشی مرتبط با موضوع، برخی از مهمترین عوامل موثر در رخداد این پدیده مانند شیب، سنگ شناسی، کاربری اراضی، جهت شیب و فاصله از گسل به عنوان متغیرهای مستقل در محیط سامانه های اطلاعات جغرافیایی تهیه و رقومی شدند. لایه پراکنش زمین‌لغزش‌ها نیز با استفاده از تفسیر عکسهای هوایی و عملیات میدانی با استفاده از GPS تهیه گردید. طبقه بندی متغیرها با توجه به روند تغییرات هیستوگرام منحنی و طبقه بندی‌های موجود صورت گرفت. وزن دهی طبقات متغیرها، بر اساس درصد لغزش رخ داده در هر طبقه بین ۰ و ۱ تعیین گردید. سپس نقشه های مختلف وزنی در قالب عملگرهای فازی با یکدیگر تلفیق و طبقه بندی گردیدند. صحت نقشه های حاصل با استفاده از نمایه جمع کیفی (QS) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی نشان می دهد که عملگر فازی گامای ۰/۸ به عنوان مناسبترین عملگر در تعیین توانمندی زمین لغزش در حوزه آبخیز شیرود می باشد.

واژه های کلیدی: ارزیابی، عملگر فازی، پهنه بندی زمین لغزش، نمایه جمع کیفی، حوزه آبخیز شیرود

مقدمه

ناپایداری دامنه های طبیعی یکی از پدیده های ژئومورفولوژیکی و زمین شناسی است که در تغییر شکل سطح زمین نقش موثری دارد و زمانی که فعالیتهای انسانی را تحت تاثیر قرار دهد می تواند به پدیده ای خطرناک تبدیل شود. یکی از راهکارهای کاهش خسارت های ناشی از حرکات دامنه ای، شناسایی مناطق دارای توانمندی ناپایداری است [۶].

غیومیان و همکاران [۵]، با استفاده از روش تصمیم گیری چند مشخصه ی فازی، پهنه بندی خطر زمین لغزش را در منطقه ی رودبار گیلان انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که به کارگیری ریاضیات و منطق فازی در ارزیابی خطر زمین لغزش به دلیل طبیعت و ماهیت این پدیده و داده های مورد استفاده در ارزیابی آن که همواره با نوعی ابهام و عدم قطعیت همراه است و به دلیل قابلیت در فرموله نمودن دانش بشری در قالب ریاضی، ابزاری سودمند برای ارزیابی خطر زمین لغزش به شمار می رود.

شادفر [۴]، حوزه چالکرود در استان مازندران را با استفاده از عملگرهای منطق فازی پهنه بندی نمود. صحت نقشه ها با استفاده از نمایه جمع کیفی (QS) مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج نشان داد که عملگر فازی گامای ۰/۸ مناسب ترین عملگر جهت پهنه بندی زمین لغزش در حوزه مورد مطالعه می باشد.

مورات و کاندن [۹]، در پژوهشی تحت عنوان استفاده از روابط فازی جهت تولید نقشه های توانمندی زمین لغزش در غرب دریای سیاه (ترکیه) به این نتیجه رسیده اند که به دلیل پیچیده بودن ماهیت پدیده ی زمین لغزش و دخالت عوامل متعدد در رخداد آن، به کاربردن روابط فازی در تهیه ی نقشه های پهنه بندی خطر زمین لغزش از سایر روشها بهتر و به واقعیت نزدیکتر است .

سابویا و همکاران [۱۳]، برای ارزیابی ناپایداری دامنه ها در ریودوژانیروی برزیل از مدل منطق فازی استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که چون در این مدل کارشناس می تواند بین صفر تا یک طبقات عوامل مختلف را وزن دهی نماید بنابراین نتایج بهتری نسبت به سایر مدلها بدست می آید.

لی و جانگ [۱۲] جانگ و همکاران [۱۱] نوعی روش ارزیابی کمی را با استفاده از منطق فازی برای نواحی دارای استعداد زمین لغزش در هنگ کنگ ارایه نمودند و با استفاده از این مدل منطقه مورد مطالعه را به پنج پهنه خطر از خیلی ناپایدار تا خیلی پایدار تقسیم بندی نمودند.

۱ - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران
۲ - دانشیار دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران
۳ - استادیار دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران
۴ - عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

مواد و روش‌ها

ویژگیهای منطقه پژوهش

حوزه مورد مطالعه در حد فاصل طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۴۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه واقع شده است. وسعت حوزه حدود ۲۲۳۱۳ هکتار می‌باشد و در غرب شهرستان تنکابن در استان مازندران قرار دارد و حداکثر و حداقل ارتفاع حوزه از سطح دریا به ترتیب ۳۵۷۳ متر در ارتفاعات کوههای اسپید کوه و سرگل و ۲۴- متر در محل خروجی حوزه در روستای شیرود قرار دارد. میانگین دوره‌ی بارش طی دوره‌ی ۲۰ ساله ۱۱۵۸ میلیمتر است. نوع اقلیم منطقه به روش دومارتون با ضریب خشکی I=۴۵/۵، بسیار مرطوب است. از نظر زمین‌شناسی بیشتر حوزه از سازندهای شمشک و روته (آهکی) و دارای سنگ شناسی رس، سیلت و مارن می‌باشد که خیلی حساس به زمین‌لغزش می‌باشند. حوزه مورد مطالعه از نظر ژئومورفولوژیکی دارای واحدهای مورفولوژی کوهستانی مرتعی، کوهستانی جنگلی و واحد جلگه‌ای می‌باشد. از مهمترین مراکز جمعیتی در حوزه مورد مطالعه می‌توان به روستاهای شیرود، سلیمان آباد، کوده، پلتان، چالکش، بالابند، نسیه‌گاه، سیب کلایه و دمرون اشاره کرد.

مواد

مواد مورد استفاده در این پژوهش شامل نقشه‌های توپوگرافی تنکابن، لیره‌سر و لاکتراشان با مقیاس ۱: ۵۰۰۰۰، نقشه زمین‌شناسی قزوین- رشت با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ ، عکسهای هوایی با مقیاس‌های ۱:۲۰۰۰۰ سال ۷۳ و ۱:۴۰۰۰۰ سال ۸۰، تصاویر ماهواره‌ای +ETM سال ۲۰۰۲ و GPS بود.

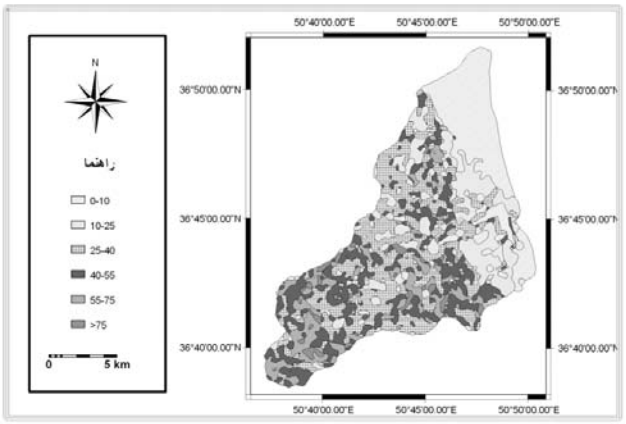
روش پژوهش

ابتدا اقدام به بررسی مبانی نظری مربوط به موضوع گردید. سپس با استناد به مرور منابع و سوابق پژوهشی مرتبط با موضوع [۱ و۴] و مشورت با کارشناسان خبره جهت بررسی پدیده زمین‌لغزش، متغیرهای شیب، سنگ‌شناسی، فاصله از گسل، کاربری اراضی و جهت دامنه‌ها انتخاب شدند. هر کدام از لایه‌های فوق در محیط سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی رقومی گردیدند. متغیرهای شیب و جهت شیب با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه با خطوط تراز ۱۰۰ متری تهیه شده است. برای این منظور ابتدا خطوط میزان رسم شده رقومی و DEM یا مدل رقومی ارتفاعی ساخته شد. لایه اطلاعاتی کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای +ETM مربوط به سال ۲۰۰۲، لایه‌های سنگ‌شناسی و فاصله از گسل نیز با استفاده از نقشه زمین‌شناسی تهیه گردیدند و در پایان در قالب عملگرهای مختلف فازی مانند اشتراک فازی، ضرب جبری فازی، جمع جبری فازی، فازی گامای ۰/۳ و فازی گامای ۰/۸ تجزیه و تحلیل گردیدند.

پس از این که متغیرهای مستقل تاثیرگذار در رخداد زمین لغزش مورد شناسایی قرار گرفتند با بررسی‌های میدانی ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی اقدام به پرکردن فرم مشخصات زمین‌لغزش‌ها و در نهایت تهیه لایه اطلاعاتی پراکنش زمین‌لغزش‌ها گردید. در گام بعدی، متغیرهای مستقل طبقه‌بندی و با لایه‌ی اطلاعاتی زمین‌لغزش تلفیق گردیدند. وزن‌دهی طبقات عوامل، بر اساس روابط حاکم بر عملگرهای مختلف فازی و با توجه به مدل اسکالوگرام که به میانگین و انحراف معیار توجه دارد صورت پذیرفت و نقشه‌های مختلف وزنی ساخته شدند. در نهایت پیش‌بینی و پهنه‌بندی خطر بالقوه‌ی زمین‌لغزش و تطبیق آن با شرایط موجود انجام و اقدام به نتیجه‌گیری و پیشنهادات گردید.

نتایج

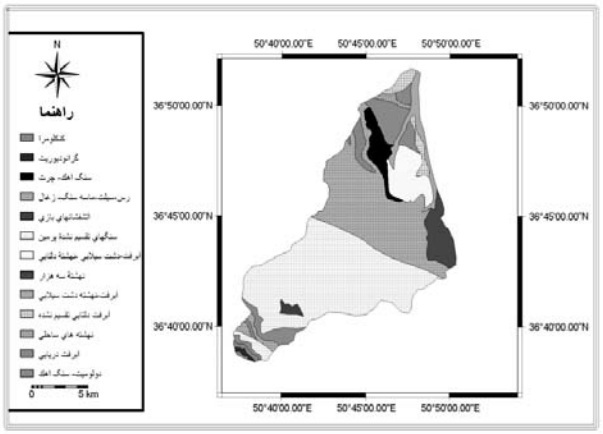
شیب: لایه اطلاعاتی شیب پس از ساختن مدل رقومی ارتفاعی (شکل۱) تهیه و با استفاده از روند تغییرات هیستوگرام که به فراوانی داده‌های مختلف و ارزش پیکسلهای آن توجه دارد، طبقه‌بندی گردید. از تلفیق متغیر وابسته (پراکنش زمین‌لغزشها) با لایه شیب این نتیجه حاصل شد که حدود ۶۲ درصد از حوزه، شیب بالای ۲۵درصد دارد و همچنین حدود ۵۴ درصد از زمین لغزش‌ها در طبقه شیب ۵۵-۲۵ درصد رخ داده‌اند.



شکل ۱ - نقشه شیب حوزه شیرود

سنگ شناسی: نقشه سنگ‌شناسی حوزه (شکل۲) با استفاده از نقشه‌ی زمین‌شناسی تهیه شد. از تلفیق لایه‌ی سنگ‌شناسی با لایه پراکنش زمین‌لغزش، این نتیجه حاصل شد که حدود ۹۰ درصد از زمین‌لغزشها در واحدهای سنگ‌شناسی متشکل از رس، سیلت و مارن رخ داده‌اند.

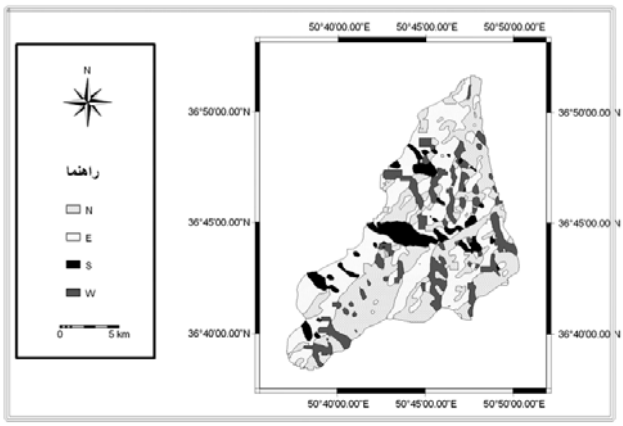
جهت شیب: نقشه جهت شیب حوزه با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی و امکانات نرم‌افزار الویس تهیه گردید شکل (۳). پس از تلفیق لایه‌ی اطلاعاتی جهت شیب با نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها، این نتیجه حاصل شد که حدود ۸۴ درصد از زمین‌لغزش‌ها در



شکل ۲- نقشه سنگ شناسی حوزه آبخیز شیرود

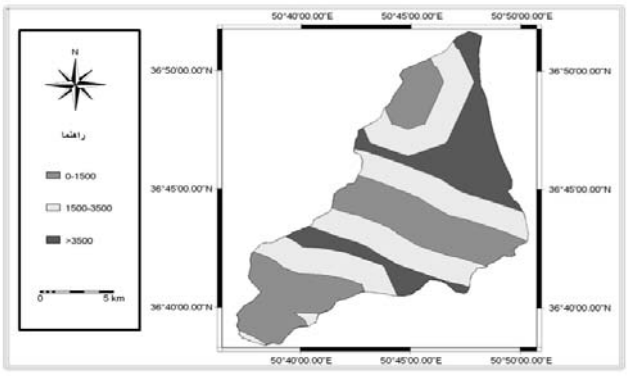
جهت های شیب غربی و شمالی رخ داده اند.

فاصله از گسل: جهت بررسی ارتباط زمین‌لغزش ها با عامل گسل، نقشه فاصله از گسل در فواصل مختلف تهیه (شکل ۴) و با نقشه‌ی پراکنش زمین‌لغزش ها انطباق داده شد. نتایج نشان داد که آستانه تاثیر گسلها اغلب تا شعاع ۳ کیلومتر (حدود ۷۸ درصد از زمین لغزش ها) می باشد.



شکل ۳- نقشه جهت شیب حوزه آبخیز شیرود

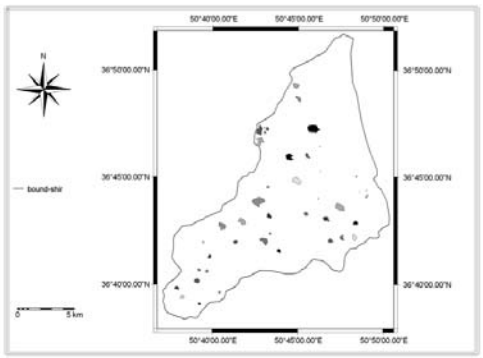
کاربری: جهت تهیه ی نقشه‌ی کاربری حوزه از داده‌های رقومی ماهواره‌ی لندست ETM+ مربوط به سال ۲۰۰۲ استفاده گردیده است. بدین گونه که پس از زمین مرجع نمودن تصویر، از ترکیب باندهای ۱، ۴، ۷ اقدام به ساختن تصاویر رنگی مرکب گردید و باروش طبقه بندی حداکثر احتمال، لایه اطلاعاتی کاربری تهیه شد. توزیع انواع مختلف کاربری و ارتباط آنها با زمین‌لغزش ها نشان می دهد که حدود ۹۳ درصد از زمین‌لغزش ها در کاربریهای کشاورزی و جنگل رخ داده‌اند که درصد بالای لغزش در این کاربری ها می تواند ناشی از وسعت زیاد این کاربری ها (۸۸ درصد حوزه) و قرار گرفتن آنها بر روی تشکیلات شمشک و روته (حدود



شکل ۴- نقشه فاصله از گسل حوزه شیرود

۹۰ درصد از زمین لغزش ها در تشکیلات متشکل از رس، سیلت و مارن رخ داده اند) باشد.

پراکنش زمین‌لغزشها: جهت تهیه متغیر وابسته (پراکنش زمین‌لغزش ها) از عکسهای هوایی ۱۳۷۳ به مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ و ۱۳۸۰ به مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ استفاده گردید. با توجه به این که حوزه مورد مطالعه دارای پوشش جنگلی انبوه می باشد، لذا، ثبت موقعیت زمین‌لغزشها طی چندین نوبت عملیات میدانی گسترده با استفاده از دستگاه تعیین موقعیت جهانی (GPS) انجام شد. شکل(۵)



شکل ۵- نقشه پراکنش زمین لغزشها

پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوزه شیرود با استفاده از عملگرهای منطق فازی:

در هر مجموعه فازی مانند A وابستگی یک عضو (X) از مجموعه مرجع به آن، از طریق تابع عضویت آن بصورت رابطه (۱) تعریف می شود.

$$A=\{\mu\chi\ A(x)\} \qquad (۱)$$

در این رابطه، X عضوی از مجموعه مرجع و $\mu A\ (x)$ درجه وابستگی به مجموعه فازی A می باشد[۸].

اشتراک فازی:

با توجه به اینکه در عملگر اشتراک فازی، اشتراک بین عوامل در

مدل وارد می‌گردد، در ابتدا، عاملهای موثر با استفاده از روند تغییرات هیستوگرام منحنی، طبقه‌بندی شده و طبقات عوامل بر اساس درصد لغزش رخ داده در هر طبقه، بین صفر و یک وزن‌دهی شدند. در مرحله بعد، نقشه‌های وزنی هر عامل را ساخته و از اشتراک آنها، نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش حاصل شده است. در نهایت از تلفیق نقشه حاصله با نقشه پراکنش زمین لغزشها، درصد و مساحت طبقات نقشه پهنه‌بندی زمین لغزش به روش اشتراک فازی بدست آمده است (جدول ۱).

جدول ۱ - درصد و مساحت طبقات نقشه ی پهنه بندی زمین لغزش به روش اشتراک فازی

لغزش (درصد)	مساحت لغزش (هکتار)	درصد طبقات	مساحت طبقه (هکتار)	طبقات پهنه بندی
۸۳/۶۲	۴۰۶/۰۴	۹۷/۴۹	۲۱۷۵۳/۱۰	کم
۴/۹۴	۲۴	۰/۶۴	۱۴۳/۴۷	متوسط
۵/۴۵	۲۶/۵۰	۰/۸۳	۱۸۵/۵۲	زیاد
۵/۹۷	۲۹	۱/۰۳	۲۳۰/۸۷	خیلی زیاد

ضرب جبری فازی:

در ضرب جبری فازی تمامی عوامل وزنی مؤثر در وقوع زمین‌لغزش در هم ضرب شده و چون تمام وزن‌های داده شده به کلاسه‌های مختلف عوامل مؤثر بین اعداد ۰ و ۱ می‌باشند در نقشه‌ی حاصله اعداد کوچک شده و به سمت صفر میل می‌کنند. در حوزه‌ی آبخیز شیرود، پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روابط حاکم بر این عملگر و طبقه‌بندی آن به پهنه‌های مختلف خطر با توجه به تغییرات منحنی هیستوگرام صورت گرفته است که نتایج حاصله در جدول ۲ آورده شده است.

جمع جبری فازی:

در جمع جبری فازی متمم ضرب متمم مجموعه‌ها محاسبه می‌شود (رابطه ۲). به همین دلیل در نقشه‌ی خروجی بر خلاف ضرب جبری فازی ارزش پیکسل‌ها به سمت یک میل می‌کند. در نتیجه تعداد پیکسل بیشتری در کلاس دارای خطر قرار می‌گیرد[۲]. در حوزه مورد مطالعه، پس از تلفیق نقشه‌ی طبقه‌بندی شده بر اساس روابط حاکم بر عملگر جمع جبری فازی با نقشه پراکنش زمین لغزش‌ها، درصد و مساحت طبقات مختلف نقشه پهنه‌بندی زمین لغزش (جدول ۳) بدست آمد.

(۲)

Fuzzy Algebraic Sum=1-((1-WS Fuzzy)×(1-WL Fuzzy)×(1-WU Fuzzy)×(1-WF Fuzzy)×(1-WAS Fuzzy))

جدول۲ - درصد و مساحت طبقات نقشه ی پهنه بندی زمین لغزش به روش ضرب جبری فازی

لغزش (درصد)	مساحت لغزش (هکتار)	درصد طبقات	مساحت طبقه (هکتار)	طبقات پهنه بندی
۶۶/۶۳	۳۲۳/۵۴	۸۷/۰۶	۱۹۴۲۵/۹۲	خیلی کم
۹/۶۳	۴۶/۷۵	۷/۹۳	۱۷۶۹/۵۹	کم
۱۱/۳۸	۵۵/۲۵	۲/۷۰	۶۰۲/۲۴	متوسط
۵/۷۲	۲۷/۷۵	۱/۲۷	۲۸۲/۴۶	زیاد
۶/۵۴	۳۱/۷۵	۱/۰۴	۲۳۲/۷۹	خیلی زیاد
۱۰۰	۴۸۵/۵۴	۱۰۰	۲۲۳۱۳	جمع

در این رابطه، WS Fuzzyنقشه وزنی شیب، WL Fuzzy سنگ شناسی، WU Fuzzy کاربری، WF Fuzzy فاصله از گسل و WAS Fuzzy جهت دامنه است[۳].

جدول (۳): درصد و مساحت طبقات نقشه پهنه بندی زمین لغزش به روش عملگر جمع جبری فازی

لغزش (درصد)	مساحت لغزش (هکتار)	درصد طبقات	مساحت طبقه (هکتار)	طبقات پهنه بندی
۰	۰	۰/۰۸	۱۶/۸۵	خیلی کم
۰	۰	۰/۰۴	۷/۹۳	کم
۰	۰	۴/۸۳	۱۰۷۶/۷۲	متوسط
۰	۰	۶/۵۰	۱۴۴۹/۳۰	زیاد
۱۰۰	۴۸۵/۵۴	۸۸/۵۷	۱۹۷۶۲/۲۹	خیلی زیاد
۱۰۰	۴۸۵/۵۴	۱۰۰	۲۲۳۱۳	جمع

فازی گاما:

جهت تعدیل حساسیت خیلی بالای عملگر فازی ضرب و حساسیت خیلی کم فازی جمع، عملگر دیگری به نام فازی گاما معرفی شده است که حد فاصل بین این دو عملگر عمل می‌کند[۳] که بر پایه رابطه زیر استوار است[۷]:

رابطه‌ی (۳)

$$\mu Combination = \left[1 - \prod_{i=1}^{n}(1-\mu i)\right]^{y} \times \left[\prod_{i=1}^{n}\mu i\right]^{1-y}$$

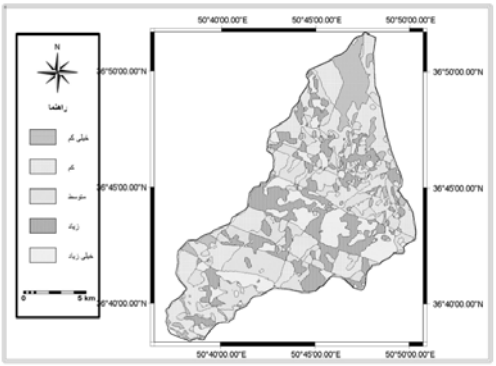
اگر Y = ۱ باشد، نقشه‌ی خروجی همان نقشه حـاصل از Sum Fuzzy خـواهد بود و اگر Y = ۰ باشد نقشه‌ی خروجی همان نقشه‌ی حاصل از FuzzyProduct خواهد بود. بنابراین محدوده‌ی تغییرات بین صفر و یک می‌باشد [۱۰]. در این پژوهش از فازی گامای ۰/۳ و ۰/۸ جهت پهنه‌بندی زمین‌لغزش در حوزه‌ی آبخیز شیرود استفاده گردیده است (شکل۶) که نتایج حاصل از این دو عملگر در جداول ۴ و ۵ ارایه گردیده است.

ارزیابی عملگرها با استفاده از نمایه جمع کیفی (QS):

ارزیابی عملگرهای مختلف فازی با استفاده از نمایه جمع کیفی(QS) بر اساس رابطه (۴) انجام گرفت [۴].

(۴)

$$Q_S = \sum_{i=1}^{n} (D_r\text{-}1)^2 s$$



شکل ۶- نقشه‌ی پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از عملگر فازی گامای ۰/۸

جدول۴- درصد و مساحت طبقات نقشه پهنه‌بندی زمین لغزش به روش فازی گامای ۰/۳

لغزش (درصد)	مساحت لغزش (هکتار)	درصد طبقات	مساحت طبقه (هکتار)	طبقات پهنه‌بندی
۴۷/۸۹	۲۳۲/۵۴	۷۶/۱۰	۱۶۹۸۰/۳۶	خیلی کم
۱۹/۴۶	۹۴/۵۰	۱۳/۹۱	۳۱۰۴/۲۹	کم
۲۰/۲۸	۹۸/۵۰	۷/۶۸	۱۷۱۲/۸۰	متوسط
۵/۷۱	۲۷/۷۵	۱/۲۷	۲۸۲/۶۲	زیاد
۶/۵۳	۳۱/۷۵	۱/۰۴	۲۳۲/۹۲	خیلی زیاد
۱۰۰	۴۸۵/۵۴	۱۰۰	۲۲۳۱۳	جمع

که عامل‌های این رابطه به شرح ذیل می‌باشد:

D_r: نسبت مساحت لغزش در هر رده خطر به مساحت هر یک از پهنه‌های خطر به نسبت مساحت کل زمین‌لغزش به سطح کل حوزه مورد مطالعه.

جدول ۵- درصد و مساحت طبقات نقشه پهنه بندی زمین لغزش به روش فازی گامای ۰/۸

لغزش (درصد)	مساحت لغزش (هکتار)	درصد طبقات	مساحت طبقه (هکتار)	طبقات پهنه‌بندی
۰	۰	۸/۳۶	۱۸۶۵/۱۰	خیلی کم
۸/۱۸	۳۹/۷۱	۳۳/۱۹	۷۴۰۶/۳۴	کم
۱۸/۹۴	۹۱/۹۷	۲۲/۹۲	۵۱۱۴/۰۳	متوسط
۳۳/۴۹	۱۶۲/۶۲	۲۱/۲۴	۴۷۳۹/۵۲	زیاد
۳۹/۳۹	۱۹۱/۲۶	۱۴/۲۹	۳۱۸۸/۰۲	خیلی زیاد
۱۰۰	۴۸۵/۵۴	۱۰۰	۲۲۳۱۳	جمع

S: نسبت مساحت هر پهنه خطر به مساحت کل منطقه.

n: تعداد رده‌های خطر.

نتایج حاصل از اجرای این روش ارزیابی در حوزه شیرود به شرح جدول ۶ می‌باشد.

جدول ۶- نتایج حاصل از ارزیابی عملگرهای مختلف فازی در تعیین توانمندی زمین لغزش در حوزه آبخیز شیرود

گامای۰/۸		گامای۰/۳		جمع جبری فازی	
QS	لغزش	QS	لغزش	QS	لغزش
۰/۰۸۳	۰	۰/۰۹	۲۳۲/۵۴	۰/۰۰۰۷	۰
۰/۱۹	۳۹/۷۱	۰/۰۲	۹۴/۵۰	۰/۰۰۰۳	۰
۰/۰۰۵	۹۱/۹۷	۰/۲۰	۹۸/۵۰	۰/۰۴	۰
۰/۰۸	۱۶۲/۶۲	۰/۱۳	۲۷/۷۵	۰/۰۶	۰
۰/۴۹	۱۹۱/۲۶	۰/۳۰	۳۱/۷۵	۰/۰۲	۴۸۵/۵۴

جدول ۶- نتایج حاصل از ارزیابی عملگرهای مختلف فازی در تعیین توانمندی زمین لغزش در حوزه آبخیز شیرود

ضرب جبری فازی		اشتراک فازی		
QS	لغزش	QS	لغزش	طبقات
۰/۰۳	۳۲۳/۵۴	-	-	خیلی کم
۰/۰۰۴	۴۶/۷۵	۰/۰۳	۴۰۶/۰۴	کم
۰/۲۲	۵۵/۲۵	۰/۲۸	۲۴	متوسط
۰/۱۳	۲۷/۷۵	۰/۲۶	۲۶/۵۰	زیاد
۰/۳۰	۳۱/۷۵	۰/۲۴	۲۹	خیلی زیاد

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز شیرود با استفاده از عملگرهای منطق فازی و ارزیابی آنها با استفاده از نمایه جمع کیفی صورت گرفت. نتایج نشان می دهد که دقت پهنه بندی با بکارگیری عملگر اشتراک فازی به دلیل لحاظ شدن حداقل ارزش عضویت هر عامل در هر نقطه، همواره، کم و غیر قابل اعتماد است. به طوری که حدود ۹۷/۵ درصد از حوزه مورد مطالعه را در طبقه ی پهنه بندی دارای استعداد کم لغزش قرار داده است. در عملگر ضرب جبری فازی نیز به دلیل ضرب عوامل وزنی با یکدیگر اعداد به سمت صفر میل کرده و حدود ۷۶ درصد از زمین لغزش ها در طبقات خیلی کم و کم قرار می گیرد. در جمع جبری فازی، ارزش پیکسل ها به سمت یک میل نموده و دقت خیلی کمی در تعیین توانمندی مناطق لغزشی دارد و عرصه وسیعی به عنوان مکانهای دارای استعداد لغزش انتخاب می شود. (قرار گرفتن حدود ۹۵ درصد از حوزه در طبقات خطر زیاد و خیلی زیاد).

با در نظر گرفتن اختلاف فاحش بین نتیجه استفاده از عملگرهای جمع جبری فازی با ضرب فازی و به منظور دستیابی به نتیجه ی مناسب تر و جهت تعدیل حساسیت خیلی بالای عملگر فازی ضرب و حساسیت خیلی کم جمع جبری فازی، از فازی گاما که حد فاصل بین این دو عملگر می باشد استفاده شده است. این تحقیق نشان می دهد که در عملگر فازی گامای ۰/۸، در طبقه خیلی کم پهنه بندی هیچگونه لغزشی مشاهده نمی شود و حدود ۷۳ درصد از زمین لغزشها نیز در طبقات دارای زیاد و خیلی زیاد قرار می گیرند. ارزیابی عملگرهای مختلف مدل فازی با استفاده از نمایه جمع کیفی نیز نشان داد که مدل فازی گامای ۰/۸ مناسب ترین مدل در تعیین توانمندی زمین لغزش در حوزه ی آبخیز شیرود به شمار می رود. نتیجه بدست آمده با نتایج غیومیان و همکاران [۵] در منطقه رودبار گیلان و شادفر [۴] در حوزه چالکرود در استان مازندران مطابقت دارد.

منابع

۱- احمدی، ح. و محمدخان، ش. ۱۳۸۱. بررسی برخی از عوامل حرکتهای توده ای، مطالعه موردی حوزه آبخیز طالقان. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۵، شماره۴، صفحه ۴۶۴-۴۴۵.

۲- حامدپناه، ر. ۱۳۷۹. بررسی مکان مناسب پخش سیلاب با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره ای و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در حوزه طغرود قم. پایان نامه کارشناسی ارشد، مرکز پژوهش های کویری و بیابانی، دانشگاه تهران، ۱۲۶ صفحه.

۳- سلطانی، م. ۱۳۸۱. ارزیابی اراضی به منظور مکان یابی مناطق مستعد اجرای عملیات پخش سیلاب در محیط GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه خواجه نصیر، ۹۷ صفحه.

۴- شادفر، ص. ۱۳۸۴. ارزیابی تحلیلی مدلهای کمی زمین لغزش به منظور دستیابی به مدلی مناسب برای حوزه آبخیز چالکرود. پایان نامه دکتری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ۲۲۵ صفحه.

۵- غیومیان، ج. فاطمی عقدا، م. اشقلی فراهانی، ع. و تشنه لب، م. ۱۳۸۱. پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش با استفاده از روش تصمیم گیری چند مشخصه فازی (مطالعه موردی منطقهٔ رودبار گیلان). پژوهش و سازندگی، شمارهٔ ۵۶ و۵۷ ، صفحه ۸۰-۶۷ .

۶- فاطمی عقدا، م. غیومیان، ج. و اشقلی فراهانی، ع. ۱۳۸۲. ارزیابی کارایی روش های آماری در تعیین توانمندی خطر زمین لغزش. فصلنامه ی علمی-پژوهشی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، سال یازدهم، شماره ی ۴۸-۴۷، صفحهٔ ۴۷-۲۸.

۷- قدوسی، ج. ۱۳۸۲. مدل سازی مورفولوژی فرسایش خندقی و پهنه بندی خطر آن (مطالعه ی موردی در آبخیز زنجان رود. پایان نامه ی دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۳۲۶ صفحه.

۸- مهدویفر، م. و فاطمی عقدا، م. ۱۳۷۶. کاربرد تحلیل مجموعه های فازی در پهنه بندی خطرزمین لغزش و شرح سامانه کامپیوتری تهیه شده. مجموعه مقالات دومین سمینار زمین لغزه و کاهش خسارتهای آن، انتشارات موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، جلد اول.

9- Murat, E. and Candan, G. 2003. Use of fuzzy relation to produce landslide susceptibility map of a landslide pron area (west black sea region, turkey), engineering geology, vol 75, pp 24.

10- Graeme, F. and Bonham, C. 1996. Geographic information system for Geoscientists (mode ling for GIS), Pergamon publication, USA, Chate

11- Juang, C.H, X.H, Huang, R.D, Holtz, and Chen,J.W. 1996. Determining of relative density of sands from CPT using fuzzy sets. Journal of Geotechnical Engineering 122(1), 1- 16.

12- Lee, D.H. and Juang, C.H. 1992. Evaluation of failure potential in mudstone slopes using fuzzy sets. ASCE Geotechnical Special Publication 31, Stability and Performance of Slopes and Embankment-II, vol.2, pp.1137-1151.

13- Sabuya. F, M. G. Alves and Pinto, W. D. 2006. Assessment of failure susceptibility of soil slopes sing fuzzy logic, Engineering Geology, pp14.

مجله علمی - پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیـــزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 1, No. 2, Fall 2007
سال اول - شماره ۲ - پاییز ۱۳۸۶

Abstract

Evaluation of Fuzzy Logic Operators in Landslide Analysis Case Study: Shirood Watershed

S. A. Abadinejad[1], M. Yamani[2], M. Maghsoudi[3] and S. Shadfar[4]

Landslide is one of the mass movement processes that occur in Iran and parts of the world every year. It causes huge human loss and economical damages. This research investigates the evaluation of fuzzy logic operators in prediction of landslide potential. Thus, Shirood Watershed was considered as a suitable model for north of Iran. First, investigating resources, some of the most important factors in landslide occurrence such as slope, lithology, land use, aspect and distance from fault in G.I.S. environment were prepared and digitized as independent variables. Landslide distribution information layer was prepared with use of interpretation of air photos and field survey with use of G.P.S. variables. The classification was done with histogram trend changes and available classifications. Weighting variables classes were determined between 0–1, and then weighted maps classified with fuzzy operators. Obtained maps accuracy was evaluated with use of quality sum index (Q_S). Results showed the fuzzy Gamma 0.8 operator is one of the best suitable operator for land slide potential in Shirood Watershed.

Keywords: Evaluation, Fuzzy Logic Operators, Landslide Hazard Zonation, Quality Sum Index, Shirood Watershed.

1 PhD student, Faculty of Geography, University of Tehran, Iran
2 Associate Professor, Faculty of Geography, University of Tehran, Iran
3 Assistant Professor, Faculty of Geography, University of Tehran, Iran
4 Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, shadfar@scwmri.ac.ir