Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال هفدهم، شماره‌ی ۵۹
پاییز۱۳۹۶، صفحات ۱۰۱-۸۳

منیژه قهرودی تالی[۱]
*داود طالبپور اصل[۲]

تحلیل فضایی ناپایداری دامنه ای در حوضهٔ آبریز سد مهاباد

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۱/۰٦ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹٤/۰۷/۰۸

چکیده

امروزه استفاده از مجموعه‌های فازی به دلیل در نظر گرفتن محدوده‌ای از احتمالات به جای اعداد، نداشتن محدودیت روش‌های کمی و برخورداری از دقت به مراتب بیش‌تری در پیش‌بینی وقوع ناپایداری دامنه‌ای، مورد توجه ژئومورفولوگها واقع شده است. این پژوهش با هدف مشخص کردن مناطق با پتانسیل بالای وقوع مخاطرات دامنه‌ای در حوضه آبریز رودخانه مهاباد به روش فازی انجام شده است. به این منظور، ابتدا متغیرهای مؤثر در وقوع حرکات دامنه‌ای شناسایی، سپس با استفاده از تصویر ماهواره‌ای سنجنده +ETM، نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰، نقش زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ مهاباد و انجام عملیات میدانی، لایه‌های مورد نیاز تهیه شد. در مرحله بعد لایه‌ها، ابتدا با استفاده از مدل فازی، استاندارد و فازی شده و در قالب رستر به‌صورت ارزشی از صفر تا یک درآمده‌اند. سپس تابع‌های جمع و ضرب جبری فازی روی لایه‌ها انجام گرفته و با هم همپوشانی شده‌اند. در نهایت با در نظر گرفتن بهترین توان گاما، نقشه نهایی پتانسیل وقوع حرکات دامنه‌ای حوضه سد مهاباد با استفاده از تابع Gamma0.7 تهیه شده است. نتایج نشان داد که در حدود ۲٥٤/٦٤ کیلومتر مربع معادل ۳۳/۸ درصد از کل مساحت حوضه سد مهاباد، دارای احتمال وقوع حرکات دامنه‌ای خیلی زیاد و زیاد می‌باشد. مقایسه نقشه نهایی با نقشه‌های متغیرهای مؤثر در ناپایداری دامنه‌ای نشان می‌دهد که نواحی با احتمال وقوع "خیلی زیاد و زیاد" منطبق بر نواحی با شیب توپوگرافی

۱- گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران.
*۲- گروه ژئومورفولوژی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان (نویسنده مسئول). E-mail: d.talebpour@uok.ac.ir

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

بالای ۲۰ درصد، ارتفاعات بالای ۲۳۰۰ متر، نواحی با تراکم بالای گسل‌ها و همچنین تراس‌های پرشیب رودخانه‌ای می‌باشد.

کلید واژه‌ها: ناپایداری دامنه‌ای، مدل‌سازی، مدل فازی، تابع عضویت خطی، حوضه سد مهاباد.

مقدمه

ناپایداری دامنه‌ای از جمله پدیده‌هایی است که در اثر استفاده ناصحیح انسان از محیط‌زیست تشدید می‌شود. حوضه‌های آبریز به‌ویژه هنگامی که برای تأمین آب مورد استفاده قرار می‌گیرند و یا تغییر کاربری اراضی داده می‌شوند، دچار مخاطرات ناشی از ناپایداری سیستم‌های ژئومورفولوژیکی می‌شوند (قهرودی، ۱۳۸۹: ۲٤۷). تهیه نقشه های پهنه‌بندی خطر حرکت‌های دامنه‌ای یکی از گام‌های اساسی در جهت شناخت مناطق ناپایدار کشوراست تا با استفاده از آن‌ها بتوان برنامه‌ریزی‌های لازم جهت محدودیت کاربری اراضی در این گونه مناطق را اعمال نمود و به این طریق خسارات ناشی از این پدیده را کاهش داد. دانش ژئومورفولوژی، مسألهٔ تحلیل فضایی مخاطرات زمینی که در این تحقیق مشتمل بر حرکات دامنه‌ای است را از طریق شناسایی و تلفیق این عوامل مورد توجه قرار داده و به تبیین و ارزیابی پتانسیل مخاطره و میزان خطرپذیری انسان ساکن در این پهنه‌ها می‌پردازد(شریفی کیا، ۲۰۰۹؛ اوریلیو، ۲۰۰٦). عموماً چنین ارزیابی های مشتمل بر تهیه نقشه پایه و اولیه در فرم نقشه های موضوعی، مدل سازی و تحلیل فضایی، پیش بینی و آینده نگری می باشد(شریفی کیا و همکاران، ۱۳۸۹: ۲).مخاطرات دامنه‌ای تنها معلول شرایط طبیعی نیست، بلکه فرآیندهایی که در تخریب و تجزیه بستر زمین تلاش می‌کنند نیز در ایجاد آن نقش بسزایی دارند. بیش‌تر مدل‌های خطرپذیری، با تأکید بر فرآیندهای آب و باد عمل می‌کنند و سایر فرآیندهای مولد سیستم‌های شکل‌زایی را نادیده می‌گیرند. مدل‌های ریاضی و منطقی این ارجحیت را بر مدل‌های تجربی دارند که محدودیت ذهنی محقق را کم می‌کنند و امکان تحقیق در قالب سیستم‌های شکل‌زایی را فراهم می‌سازند که از ترکیب روابط ریاضی و منطقی، پدیده خطرپذیری را در دیدگاه جدیدی مورد ارزیابی قرار می‌دهند (قهرودی، ۱۳۸۹: ۲۵۰). حوضه آبریز سد مهاباد به لحاظ توپوگرافی تماماً کوهستانی است و روند تغییر کاربری ارضی از پوشش مرتعی و بیشه‌زارها به مزارع دیم در آن وجود دارد. مطالعات میدانی و بررسی‌های موجود حاکی از آن است که در سال‌های اخیر میزان ناپایداری دامنه‌ای در سطح حوضه سد مهاباد افزایش یافته است (طالب پور اصل و خضری، ۱۳۸۹: ۳۵۳). به طوری که اکثر این حرکات دامنه‌ای بر روی تراس‌های رودخانه‌ای اتفاق افتاده و زبانه‌های آن به بستر دائمی رود کشیده شده است. لذا حمل مواد توسط رودخانه باعث کاهش عمر مفید سد مهاباد می‌شود که زیربنای اقتصاد منطقه به حساب می‌آید. وقوع حرکات دامنه‌ای هر ساله در نقاط مختلف جهان و ایران خسارات جانی، مالی و زیست‌محیطی قابل توجهی به بار می‌آورد. مطالعه و معرفی نقشه ناپایداری دامنه‌ای با استفاده از

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

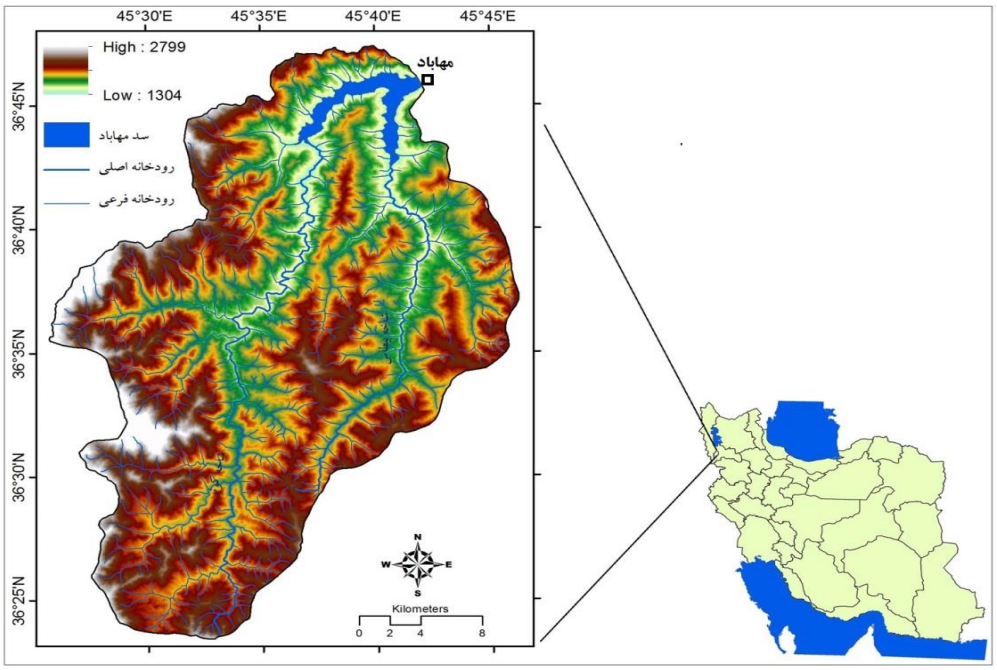
ابزارهای تحقیقاتی نوین مانند داده‌های سنجش از دور و مدل‌های تحلیلی نوین از جمله مدل فازی در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققین در سطح جهانی قرار گرفته است. از جمله مطالعاتی که در زمینه پهنه‌بندی ناپایداری دامنه‌ای با استفاده از منطق فازی انجام شده عبارتند از: گرایمه (۱۹۹٤)، اوریلیو (۲۰۰٦)، ویکرز و همکاران (۲۰۰۸)، دهنوی و همکاران (۲۰۱۵)، متکان و همکاران (۱۳۸۸)، قهرودی (۱۳۸۹)، ایلانلو و همکاران (۱۳۸۹)، شمسی‌پور و همکاران (۱۳۸۹)، لاتِوا و همکاران (۲۰۱۱) و حسینی و همکاران (۱۳۹۰). نتایج حاصله از تحقیقات انجام شده نشان داده که استفاده از مجموعه‌های فازی به دلیل در نظر گرفتن محدوده‌ای از احتمالات به جای اعداد، محدودیت روش‌های کمی را برطرف ساخته و تحلیل قوی‌تری از نقش عوامل طبیعی نسبت به سایر روش‌های کمّی ارائه کرده است و به مراتب دقت بیش‌تری در پیش‌بینی وقوع حرکات دامنه‌ای دارد. زلاتیو و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود با عنوان "مدل منطق فازی برای ارزیابی خطر طبیعی در جنوب غربی بلغارستان" پنج ناحیه در آن بخش از بلغارستان را به لحاظ میزان خطر طبیعی از جمله زمین لغزش، با استفاده از مدل منطق فازی رتبه‌بندی نمودند تا بدین وسیله بتوانند از طریق ارزیابی میزان خطر طبیعی هر یک از نواحی، سهامداران را کمک نمایند تا در جهت توسعه پایدار منطقه آگاهانه تصمیم‌گیری نمایند. شریفی و همکاران (۲۰۱۱) نیز حوضه آبریز رود کرج را به لحاظ میزان خطر زمین لغزش با استفاده از مدل منطق فازی پهنه‌بندی نموده و در نهایت نقشه خطر زمین‌لغزش را در پنج کلاس با حساسیت بسیار کم، کم، متوسط، بالا و بسیار بالا استخراج نمودند؛ که بر اساس این مدل ۳۰/٥٦ درصد از مساحت حوضه دارای حساسیت بسیار بالا می‌باشد. متکان و همکاران در سال ۱۳۸۸، در تحقیق خود با عنوان "مدل‌های منطق فازی و سنجش از دور جهت پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز لاجیم" برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزش، پارامترهای زمین‌شناسی، خاکشناسی، ارتفاع، جهت شیب، شیب، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده ، فاصله از گسل، پوشش گیاهی و کاربری اراضی را مورد استفاده قرار دادند که از میان مدل‌های مختلف منطق فازی استفاده شده در این تحقیق، مدل گامای ۰/۷ و مدل میانگین وزنی مرتب شده فازی دارای کم‌ترین تغییرپذیری و انحراف از معیار در مدل‌سازی نسبت به سایر مدل‌ها بوده و در نتیجه این دو مدل برای تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش انتخاب شده‌اند. قهرودی (۱۳۸۹) به‌منظور تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفولوژیکی در حوضه رود کرج، از توابع And، Sum، Product و Gamma استفاده نمود. نتیجه خروجی گامای ۰/۹۹ این حوضه را در ۵ کلاس خطرپذیری خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار داد به طوری که ۱٦/۳۳٪ از کل مساحت حوضه، پتانسیل ایجاد مخاطرات ژئومورفولوژیکی را در حد خیلی زیاد داراست. حسینی و همکاران (۱۳۹۰) به‌منظور شناسایی جهات بهینه توسعه فیزیکی شهر دیواندره ۱۰ شاخص ژئومورفولوژیکی را مورد استفاده قرار داده سپس با استفاده از مدل فازی میزان عضویت فازی هر یک از شاخص‌ها را معلوم و در نهایت با استفاده از گامای ۰/۸ نقشه جهات بهینه توسعه فیزیکی شهر دیواندره را در ۵ کلاس استخراج نموده است. ایشان به این نتیجه رسیدند که ۲٤٪ از منطقه مورد مطالعه در کلاس با قابلیت تناسب مطلوب و ٥٦/۷ ٪ در کلاس تناسب نامطلوب قرار می‌گیرد. به دنبال انجام چنین تحقیقاتی در این مقاله سعی شده است با

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

استفاده از نه متغیر ژئومورفولوزیکی و به روش منطق فازی، نواحی با پتانسیل بالای وقوع حرکات دامنه‌ای در محدوده حوضه سد مهاباد شناسایی گردد و با ارائه نقشه پهنه‌بندی خطر حرکت‌های دامنه‌ای به سازمان‌های مرتبط، از خطرات احتمالی آن در طرح‌ها و برنامه‌های بلندمدت پیشگیری شود.

معرفی حوضه مورد مطالعه

منطقه پژوهش از نظر مختصات جغرافیایی بین ´۲۶ °۳۶ تا ´٤٦ °۳٦ عرض شمالی و ´ ۲۵ ° ٤٥ تا ´ ٤٦ ° ٤٥ طول شرقی واقع است و مساحت آن ۷۵۳/۵۲ کیلومترمربع می‌باشد. این حوضه، از شمال به جلگه مهاباد، از شرق به حوضه آبریز سیمینه‌رود، از غرب به حوضه آبریز رودخانه گادر و از جنوب‌غرب به حوضه آبریز رودخانه زاب محدود است (شکل ۱).

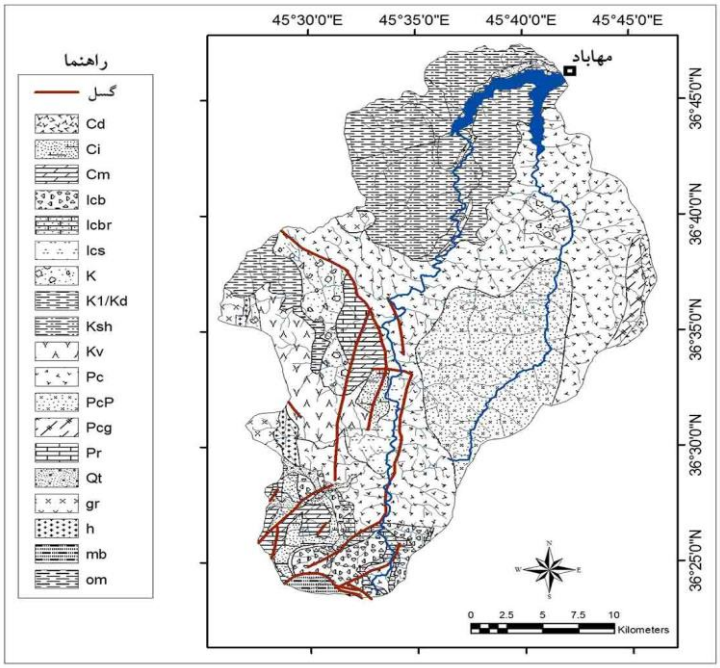


شکل ۱: موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز سد مهاباد

به‌طور کلی، منطقه پژوهش شامل دو زیرحوضهٔ کوتر و بیطاس است. زیرحوضهٔ کوتر، با مساحتی در حدود ٤٦٧/٦٥ کیلومتر مربع در بخش غربی منطقه مورد مطالعه واقع است. حداکثر ارتفاع در آن ۲۸۳۵ متر بوده و ۱/۱۱ درصد از مساحت این بخش بالاتر از ۲۵۰۰ متر ارتفاع دارد. زیرحوضهٔ بیطاس، با ۲۸۵/۸۷ کیلومترمربع مساحت در بخش شرقی حوضه واقع است. ٤۸ درصد از مساحت این بخش، ارتفاعی بین ۱۷۰۰ تا ۱۹۰۰ متر دارد و تنها ۰/۰٤ درصد از مساحت این زیر حوضه بالاتر از ۲۱۰۰ متری است. کم‌ترین درصد شیب حوضه در شمال کم‌تر از ۹ درصد

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

می‌باشد و بیش‌ترین شیب در جنوب و جنوب‌غرب قرار دارد که میزان آن بیش از ٤٥ درصد است. از لحاظ زمین‌شناسی، پی‌سنگ منطقه را سنگ‌های دگرگونی انفرا کامبرین و پره‌کامبرین تشکیل می‌دهند. مهم‌ترین واحدهای لیتولوژی عبارتند از: تشکیلات پره‌کامبرین (شامل: آمفیبولیت، گنیس، فیلیت و سنگ‌های آتشفشانی) و انفراکامبرین (شامل: سازند بایندر، سازند باروت، ماسه‌سنگ لالون، شیل، سنگ‌آهک و دولومیت) در انتهای جنوب‌غربی حوضه یک رورواندگی هم جهت با رو راندگی زاگرس، باعث بالا آمدن واحدهای پره‌کامبرین و اینفراکامبرین بر روی واحدهای جدیدتر شده است (بروشکه، ۱۳۷۲) (شکل ۲). در حوضه مورد مطالعه، شکل غالب ناهمواری‌ها ناشی از دخالت فرآیندهای بیرونی، به‌ویژه آب‌های روان و فرسایش ناشی از آن‌هاست. براساس تحقیقات محمودی در سال ۱۳٦۷، در طول دوره‌های یخچالی کواترنری، به دلیل پایین بودن ارتفاع مرز برفی در آذربایجان و کردستان، فعالیت یخسارهای کوهستانی وجود داشته که حوضه مورد مطالعه در کانون این ناحیه واقع شده است.



شکل ۲: نقشه زمین‌شناسی حوضه سد مهاباد

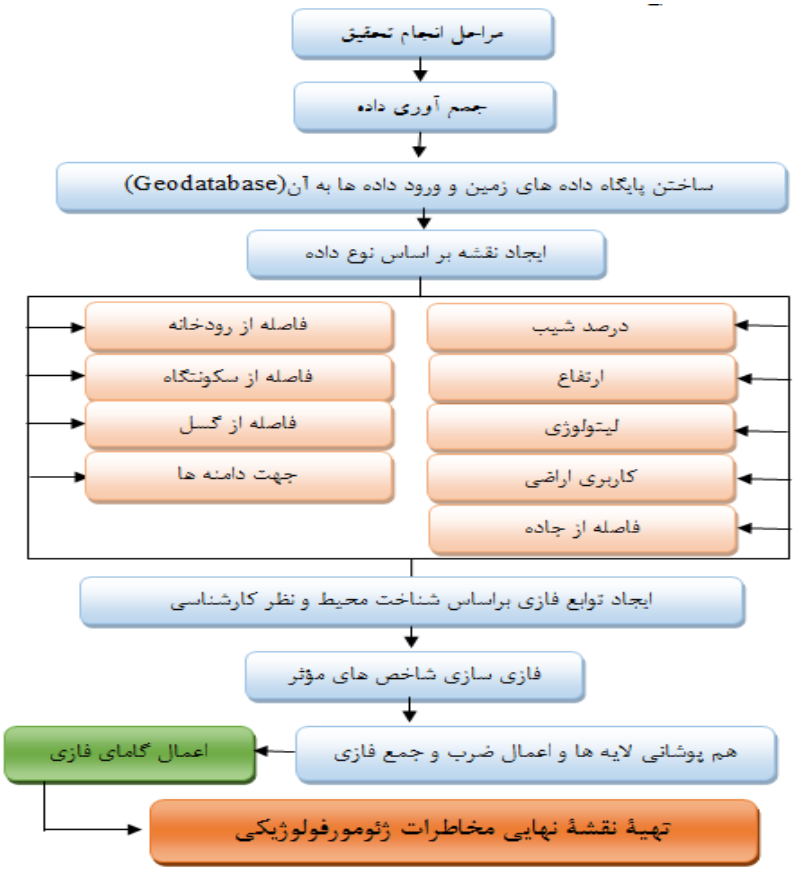
متوسط بارش سالیانه منطقه پژوهش بر اساس روش خطوط همباران ٥٤٢/٥٨ میلی‌متر می‌باشد. نقشه همباران منطقه، تطابق اساسی را با وضعیت توپوگرافی و عامل ارتفاع نشان می‌دهد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور گردآوری داده‌های مورد نیاز تحقیق، از روش کتابخانه‌ای، مراجعه به سازمان‌ها و ادارات، سایت‌های اینترنتی و مشاهدات میدانی، استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱/٥۰۰۰۰ که از سازمان نقشه‌برداری تهیه شده و مدل رقومی ارتفاعی بر مبنای آن تهیه شد. سپس نقشه‌های شیب و جهت

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

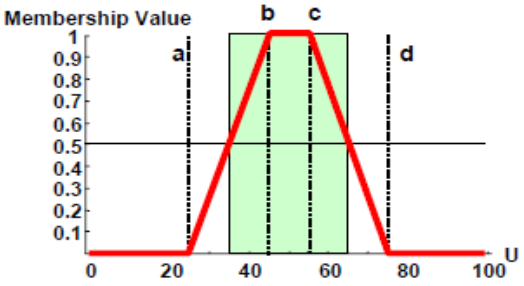
شیب از آن استخراج گردید. همچنین شبکه هیدروگرافی، مراکز سکونتی و جاده‌ها نیز با استفاده از نقشه توپوگرافی ترسیم شدند. از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ سنجندهٔ ETM^+ سال ۲۰۱۲ برای تهیه نقشه کاربری اراضی استفاده شد. داده‌های لیتولوژی و موقعیت گسل‌ها از نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ مهاباد برداشت گردید. همچنین برای تکمیل داده‌ها عملیات میدانی انجام شد و در پایان تمامی لایه‌ها در سیستم تصویر UTM با سلول‌های ۵۰ متری مورد تحلیل قرار گرفتند. سپس لایه‌های مورد نظر ابتدا با استفاده از مدل فازی در محیط ArcGIS استاندارد و فازی شده و در قالب رستر به صورت ارزشی از صفر تا یک درآمدند. سپس توابع جمع و ضرب جبری فازی روی لایه‌ها انجام گرفته و با هم همپوشانی شدند. در نهایت با تابع متعادل گامای فازی و در نظر گرفتن بهترین توان گاما، نقشه نهایی پتانسیل وقوع مخاطرات دامنه‌ای حوضه سد مهاباد تهیه شده است (شکل ۳).



شکل ۳: فرآیند پژوهش جهت تهیه نقشه پتانسیل وقوع حرکات دامنه‌ای در حوضه سد مهاباد

در این مقاله از تابع عضویت خطی استفاده شده است. این تابع دارای ٤ پارامتر است که شکل تابع را تعیین می‌کنند (شکل ٤). می‌توان با انتخاب مقدار مناسب برای حالت‌های A، B، C و D توابع عضویت ذوزنقه‌ای، مثلثی، S شکل و یا به شکل L را تعریف نمود (کاینز، ۲۰۰۸: ۵).

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024



$$\mu_A(x)=\begin{cases}0 & <a\\ \dfrac{x-a}{b-a} & a\le x\le b\\ 1 & b<x<c\\ \dfrac{d-x}{d-c} & c\le x\le d\\ 0 & x>d\end{cases}$$

شکل ٤: تابع عضویت خطی[3]

ابتدا برای متغیرهای مؤثر در ناپایداری دامنه‌ای، لایه‌های جداگانه‌ای ساخته شد، سپس جهت تعیین عضویت لایه‌ها در مدل مخاطرات ژئومورفولوژیکی تابع عضویت فازی هر یک از لایه‌ها در مدل، بر اساس نوع رابطه‌ای که هر پارامتر با پدیده ناپایداری دامنه‌ای در حوضه سد مهاباد دارد بر اساس رابطه ۱ (گرایمه، ۱۹۹٤) به شرح ذیل تعیین گردیده است:

$$\mu(x)=\begin{cases}0 & x<Min\\ \dfrac{x-Min}{Max} & Min<x<Max\\ 1 & x>Max\end{cases}$$

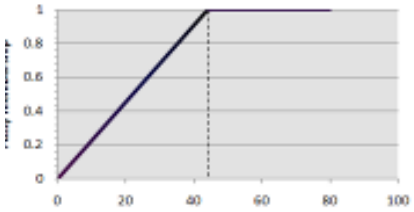
رابطه (۱)

جدول ۱- وزن دهی عوامل مؤثر در وقوع حرکات دامنه‌ای در مدل فازی

عامل شیب

egend	عضویت فازی	امتیاز	شیب	ردیف
Low	۰/۱۰۲	٤/٥	۰-۹	۱
	۰/۳۰۷	۱۳/٥	۹-۱۸	۲
Medium	۰/٤۸۸	۲۱/٥	۱۸-۲٦	۳
	۰/٦۸۲	۳۰	۲٦-۳٥	٤
	۰/۸۹۸	۳۹/٥	۳٥-٤٤	٥
Steep	۱/۰	>٤٤	>٤٤	٦

$$f(x)=\begin{cases}\frac{x-0}{44} & ,If \quad x\le 44\\ 1 & ,If \quad x>44\end{cases}$$



3- Linear membership function

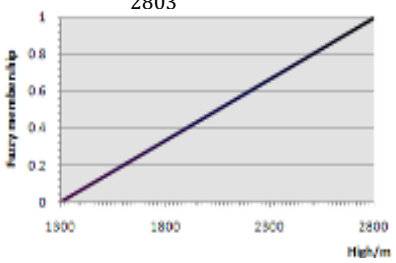
Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

ادامه جدول ۱- وزن‌دهی عوامل مؤثر در وقوع حرکات دامنه‌ای در مدل فازی

- عامل ارتفاع

ردیف	ارتفاع	امتیاز	عضویت فازی	Legend
۱	۱۳۰۰-۱٤۰۰	۱۳۵۰	۰/۰۱۸	Low
۲	۱٤۰۰-۱٦۰۰	۱۵۰۰	۰/۰۷۱	
۳	۱٦۰۰-۱۸۰۰	۱۷۰۰	۰/۱٤۳	
٤	۱۸۰۰-۲۰۰۰	۱۹۰۰	۰/۲۱٤	Medium
۵	۲۰۰۰-۲۲۰۰	۲۱۰۰	۰/۲۸۵	
٦	۲۲۰۰-۲٤۰۰	۲۳۰۰	۰/۳۵۷	
۷	۲٤۰۰-۲٦۰۰	۲۵۰۰	۰/٤۲۸	
۸	۲٦۰۰-۲۸۰۳	۲۷۰۰	۰/٤۹۹	High

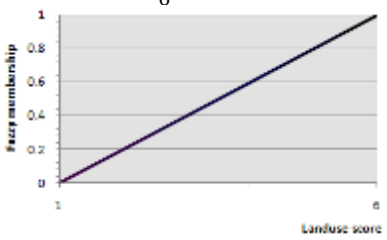
$$f(x) = \frac{x - 1300}{2803} \quad ,If \quad x \leq 2803$$



- عامل کاربری اراضی

ردیف	کاربری اراضی	امتیاز	عضویت فازی	Legend
۱	بیشه زار	۱	۰/۰	Good
۲	مراتع خوب	۲	۰/۱۷	
۳	مراتع متوسط	۳	۰/۳۳	Fair
٤	مراتع فقیر	٤	۰/۵	
۵	زمینه‌ای بایر	۵	۰/٦۷	
٦	مزارع دیم	٦	۰/۸۳	Poor

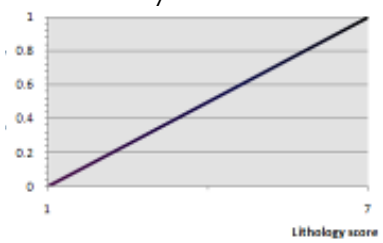
$$f(x) = \frac{x - 1}{6} \quad ,If \quad x \leq 6$$



- عامل لیتولوژی

ردیف	لیتولوژی	امتیاز	عضویت فازی
۱	گرانتیت	۱	۰/۱٤
۲	سنگ‌های متامرفیک-سنگ مرمر	۲	۰/۲۸
۳	سنگ‌های کرتاسه (سنگ آهک-ماسه سنگ)	۳	۰/٤۳
٤	فیلیت-گنیس- سنگهای اسیدی آتشفشانی- آمفیبولیت ها	٤	۰/۵۷
۵	آندزیت سبز و توف	۵	۰/۷۱
٦	تشکیلات سلطانیه-دولومیت-باروت	٦	۰/۸٦
۷	دولومیت-سنگ آهک -شیل	۷	۱/۰۰

$$f(x) = \frac{x - 0}{7} \quad ,If \quad x \leq 7$$



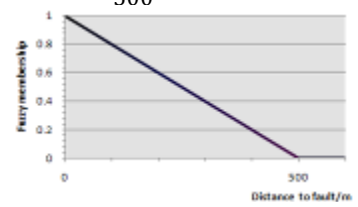
Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

ادامه جدول ۱- وزن‌دهی عوامل مؤثر در وقوع حرکات دامنه‌ای در مدل فازی

- عامل فاصله از گسل

عضویت فازی	امتیاز	فاصله از گسل m	ردیف
۰/۹	۵۰	۰-۱۰۰	۱
۰/۷	۱۵۰	۱۰۰-۲۰۰	۲
۰/۵	۲۵۰	۲۰۰-۳۰۰	۳
۰/۳	۳۵۰	۳۰۰-۴۰۰	٤
۰/۱	٤۵۰	٤۰۰-۵۰۰	۵
۰/۰	>۵۰۰	>۵۰۰	٦

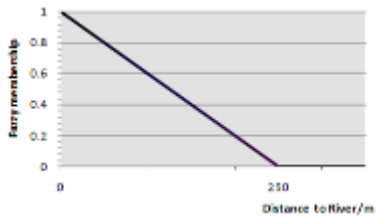
$$f(x)=\begin{cases}0 & ,\ If \quad x>500\\ \dfrac{500-x}{500} & ,If \quad x\le 500\end{cases}$$



- عامل فاصله از رودخانه

عضویت فازی	امتیاز	فاصله از رود m	ردیف
۰/۹	۲۵	۰-۵۰	۱
۰/۷	۷۵	۵۰-۱۰۰	۲
۰/۵	۱۲۵	۱۰۰-۱۵۰	۳
۰/۳	۱۷۵	۱۵۰-۲۰۰	٤
۰/۱	۲۲۵	۲۰۰-۲۵۰	۵
۰/۰	>۲۵۰	>۲۵۰	٦

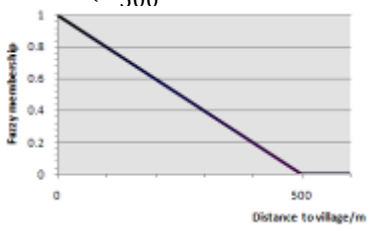
$$f(x)=\begin{cases}0 & ,\ If \quad x>250\\ \dfrac{250-x}{250} & ,If \quad x\le 250\end{cases}$$



- عامل فاصله از سکونتگاه

عضویت فازی	امتیاز	فاصله از سکونتگاهm	ردیف
۰/۹	۵۰	۰-۱۰۰	۱
۰/۷	۱۵۰	۱۰۰-۲۰۰	۲
۰/۵	۲۵۰	۲۰۰-۳۰۰	۳
۰/۳	۳۵۰	۳۰۰-۴۰۰	٤
۰/۱	٤۵۰	٤۰۰-۵۰۰	۵
۰/۰	>۵۰۰	>۵۰۰	٦

$$f(x)=\begin{cases}0 & ,\ If \quad x>500\\ \dfrac{500-x}{500} & ,If \quad x\le 500\end{cases}$$



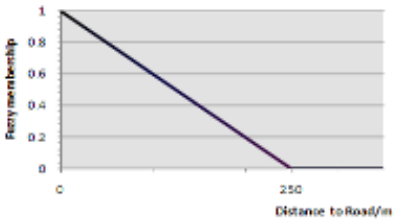
Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

ادامه جدول ۱- وزن‌دهی عوامل مؤثر در وقوع حرکات دامنه‌ای در مدل فازی

- عامل فاصله از جاده

ردیف	فاصله از جاده	امتیاز	عضویت فازی
۱	۰-۵۰	۲۵	۰/۹
۲	۵۰-۱۰۰	۷۵	۰/۷
۳	۱۰۰-۱۵۰	۱۲۵	۰/۵
٤	۱۵۰-۲۰۰	۱۷۵	۰/۳
۵	۲۰۰-۲۵۰	۲۲۵	۰/۱
٦	>۲۵۰	>۲۵۰	۰/۰

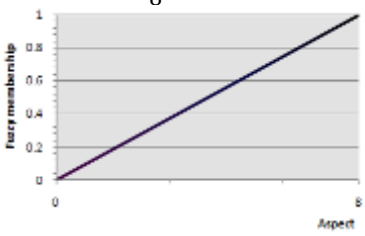
$$f(x)=\begin{cases}0 & ,\ If \quad x>250\\ \dfrac{250-x}{250} & ,If \quad x\le 250\end{cases}$$



- عامل جهت دامنه

Legend	عضویت فازی	امتیاز	جهت دامنه	ردیف
Low	۰/۰	۰	مسطح	۱
	۰/۱۲۵	۱	جنوب	۲
	۰/۲۵	۲	جنوب‌غربی	۳
	۰/۳۷۵	۳	جنوب‌شرقی	٤
Medium	۰/۵	٤	غرب	۵
	۰/٦۲۵	۵	شرق	٦
	۰/۷۵	٦	شمال‌غربی	۷
	۰/۸۷۵	۷	شمال‌شرقی	۸
High	۱/۰	۸	شمال	۹

$$f(x)=\frac{x-0}{8} \quad ,If \quad x\le 8$$



- تلفیق نقشه‌های مدل فازی

پس از تهیه نقشه‌های مدل فازی، لازم است تلفیق نقشه‌ها با استفاده از توابع فازی[4] انجام گیرد. انتخاب توابع فازی مناسب جهت تلفیق لایه‌های مختلف با توجه به ارتباط و برهم کنش عوامل مربوط به آن لایه‌ها انجام می‌گیرد. در این مقاله شبکه استنتاجی طراحی شده بر اساس منطق‌های متفاوت در (شکل ۵) نشان داده شده است. در این شبکه به‌جای این‌که کلیه نقشه‌های فاکتور در یک مرحله تلفیق شوند، فاکتورها براساس دانش کارشناسی، ماهیت و نقش هر یک از آن‌ها در ایجاد ناپایداری دامنه‌ای و هم چنین ارتباط آن‌ها با یکدیگر، کلاس‌بندی شده و لایه‌های اطلاعاتی مربوطه در مراحل مختلف تلفیق می‌گردند. انتخاب توابع فازی با توجه به منطق‌های مختلف

4- Fuzzy Operators

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

می‌تواند متفاوت باشد. دلیل انتخاب و نحوه عملکرد اپراتورهای فازی OR، SUM، PRD و GAMMA که در شبکه استنتاجی به‌کار رفته‌اند به شرح ذیل است:

اپراتور OR: در ترکیب لایه‌های فاصله از جاده، فاصله از رود و فاصله از روستا با استفاده از اپراتور OR، مقادیر پیکسل‌های موجود در نقشه خروجی با مقدار یکی از لایه‌های ورودی که دارای بیش‌ترین مقدار در پیکسل مورد نظر می‌باشد، تعیین می‌گردد و مقادیر وزنی موجود در دو لایه دیگر در مقدار خروجی دخالت داده نمی‌شود. به عبارتی نزدیکی هم زمان به دو یا چند عامل خطر در یک محل چندان امتیاز مثبتی نسبت به نزدیکی به فقط یک عامل محسوب نمی‌گردد.

رابطه (۲) $\mu_{(combination)}=\mathrm{MAX}(\mu_A,\mu_B,\mu_C,\ldots..)$

اپراتور Sum: از میان عوامل مؤثر در ناپایداری دامنه‌ای نقش فاصله از رود، جاده و روستا را تا حدی یکسان در نظر گرفته و آن‌ها را با اپراتور OR تلفیق نمودیم. سپس برای ترکیب نتیجه حاصله با لایه اطلاعاتی مربوط به فاصله از گسل اپراتور Sum را مورد استفاده قرار دادیم. این باعث می‌شود که اثر سه لایه فوق با لایه فاصله از گسل جداگانه و به صورت مکمل هم لحاظ شوند. به عبارتی این دو عامل اثر افزایشی روی هم دارند و نزدیکی به هر دو دسته عامل در یک مکان مزیتی به حساب می‌آید (رابطه ۳).

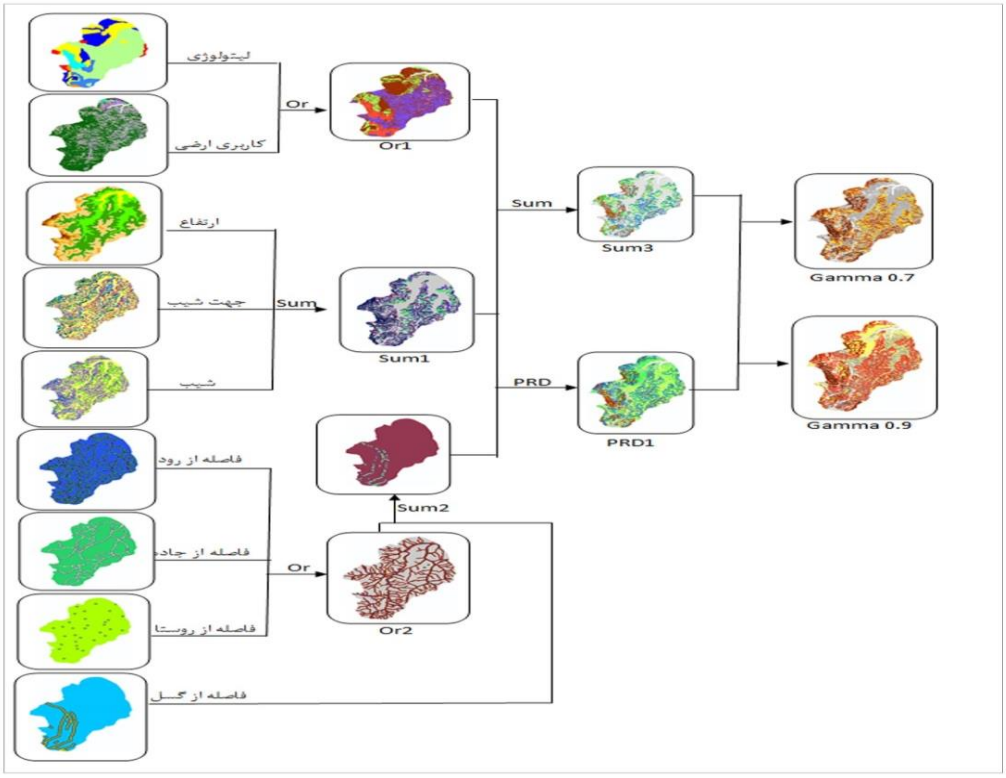
رابطه (۳) $\mu_{(combination)}=1-\prod_{i-1}^{n}(1-\mu_i)$

اپراتور Gamma: یکی از مشکلات اپراتور Sum در بعضی شرایط خاص این است که اگر در یک پیکسل تعدادی از عوامل دارای مقادیر وزنی بالایی باشند، پایین بودن مقدار وزنی برخی دیگر از عوامل به دلیل اثر افزایشی اپراتور Sum جبران می‌شود. برای خنثی کردن این اثر از اپراتور Gamma استفاده می‌شود. عملگر Product موجب می‌شود تا اعداد مجموعه‌ها کوچک‌تر شده و به سمت صفر میل کنند (رابطه ٤)؛ اما عملگر Sum برخلاف عملگر Product موجب می‌گردد تا اعداد به سمت یک میل نمایند. جهت تعدیل حساسیت خیلی بالای عملگر Product و دقت خیلی کم عملگر Sum عملگر دیگری به نام Gamma شکل گرفته است (رابطه ٤). مقدار گامای تعدیل‌کننده بین صفر و یک است که مقدار آن از طریق قضاوت کارشناسانه تعیین می‌شود. گامای صفر معادل ضرب فازی و گامای یک معادل جمع فازی است (ویکِرز، ۲۰۰۸: ۳۹).

رابطه (٤) $\mu_{(combination)}=\prod_{i-1}^{n}\mu_i$

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

رابطه (۵) $\mu\,(\text{combination})=(\text{Fuzzy algebraic sum})^{\gamma}*(\text{Fuzzy algebraic product})^{1-\gamma}$



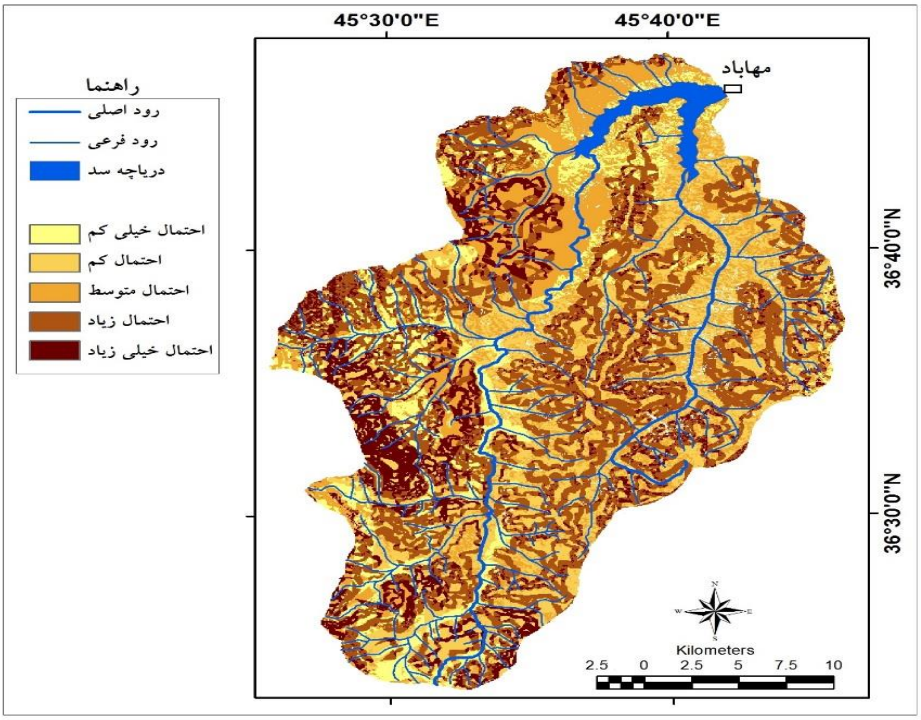
شکل ۵: مراحل شکل‌گیری فازی در مدل ناپایداری دامنه‌ای حوضهٔ آبریز سد مهاباد

یافته‌ها و بحث

با توجه به نقشه استخراجی حاصل از استفاده از عملگر Gamma0.9 (شکل ٦) در حدود ۱۰۰/٦۵ کیلومتر مربع معادل ۱۳/۳٦ درصد از کل مساحت حوضه سد مهاباد، دارای احتمال وقوع مخاطرات دامنه‌ای "خیلی زیاد" می‌باشد (جدول ۲)؛ که عمده این مناطق در جنوب و جنوب‌غربی حوضه واقع شده است. مقایسه نقشه نهایی با نقشه‌های متغیرهای مؤثر در وقوع مخاطرات دامنه‌ای نشان می‌دهد که نواحی با احتمال وقوع "خیلی زیاد" منطبق بر نواحی با شیب توپوگرافی بالای ۲۰ درصد، ارتفاعات بالای ۲۳۰۰ متر، نواحی با تراکم بالای گسل‌ها و همچنین تراس‌های رودخانه‌ای می‌باشد. همچنین ۲۳۵/۰۷ کیلومتر مربع معادل ۳۱/۲ درصد از مساحت حوضه دارای احتمال وقوع مخاطرات دامنه‌ای "زیاد" می‌باشد. بررسی نقشه‌های موجود روشن می‌سازد که عامل شیب-به‌ویژه در بخش جنوب‌غربی حوضه-نقش مهمی در افزایش پتانسیل وقوع چنین مخاطراتی بر عهده دارد. از سوی دیگر عملکرد گسل‌ها نیز در این ناحیه بیش‌تر است. این گسل‌ها از طریق ایجاد اختلاف سطح بر روی بعضی از دامنه‌ها، شیب را به بیش از ۳۰٪ افزایش داده و از طرف دیگر امکان استقرار آبراهه‌ها و جریانات متمرکز را فراهم آورده و در نتیجه

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

زمینه را برای وقوع مخاطرات دامنه‌ای مساعد می‌نماید. لذا این بخش از حوضه استعداد بسیار زیادی برای از دست دادن تعادل داراست و یا تغییرات اندک از خود واکنش نشان می‌دهد. در مقابل ۳۲/۷۱ درصد از مساحت حوضه دارای احتمال وقوع "خیلی کم" و "کم" می‌باشد که عمده این نواحی در نیمهٔ شمالی حوضه واقع شده است که منطبق بر نواحی فاقد گسل، شیب ملایم و ارتفاع کم می‌باشد. استفاده از عملگر Gamma0.9 باعث شده اثر افزایشی فاکتورها بیش‌تر شود و مکان‌های بیش‌تری با احتمال وقوع مخاطرات دامنه‌ای "زیاد" انتخاب شوند. بنابراین جهت تلفیق عوامل مؤثر بر ناپایداری دامنه‌ای از تابع Gamma0.7 نیز استفاده شده است (شکل ۷) که اثر افزایشی کم‌تری نسبت به تابع Gamma0.9 دارد. با استفاده از این تابع حدود ۱۱ درصد از مساحت با احتمال وقوع" زیاد" و ۱۲/۵ درصد از مساحت با احتمال وقوع "متوسط" کاهش یافته و به احتمال وقوع مخاطرات دامنه‌ای "کم" اضافه شده است. نتایج حاصل از استفاده از تابع Gamma0.7 نشان می‌دهد که در حدود ۱۰۰/٦٥ کیلومتر مربع معادل ۱۳/۳٦ درصد از کل مساحت حوضه سد مهاباد، دارای احتمال وقوع مخاطرات دامنه‌ای "خیلی زیاد" می‌باشد؛ بنابراین با نتایج حاصل از تابع Gamma0.9 یکسان است. همچنین در حدود ۱۵۳/۹۹ کیلومتر مربع معادل ۲۰/٤٤ درصد از مساحت حوضه دارای احتمال وقوع مخاطرات دامنه‌ای "زیاد" می‌باشد. در مقابل ۵۵/٤٥ درصد از مساحت حوضه دارای احتمال وقوع "خیلی کم" و "کم" می‌باشد که عمده این نواحی در نیمه شمالی حوضه واقع شده است که منطبق بر نواحی فاقد گسل، شیب ملایم و ارتفاع کم می‌باشد (جدول ۳).

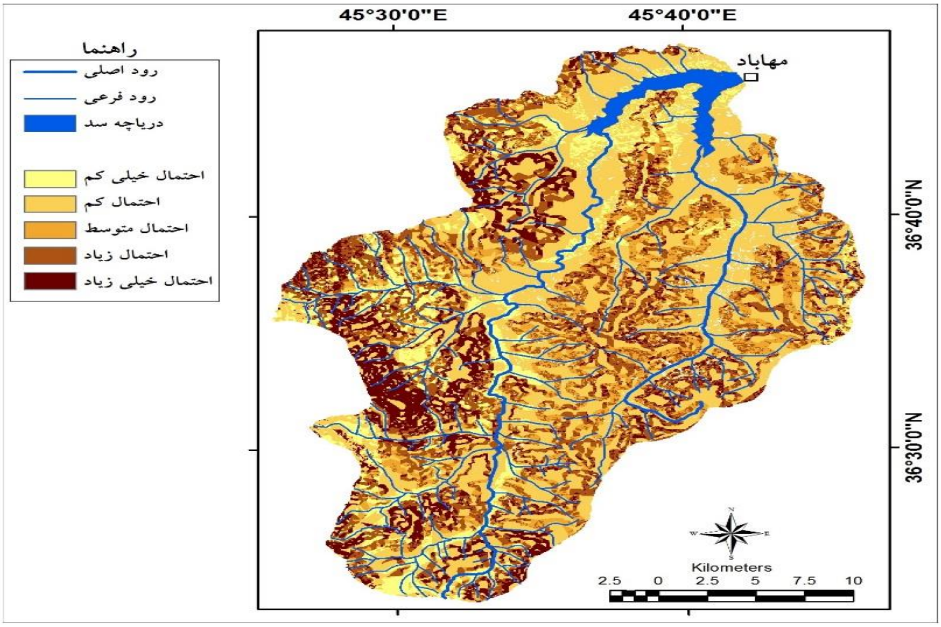


شکل ٦: توزیع فضایی مخاطرات دامنه‌ای در حوضه سد مهاباد با استفاده از عملگر Gamma0.9

جدول ۲- داده های مربوط به نقشه نهایی مخاطرات دامنه‌ای با استفاده از عملگر gamma0.9

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

ردیف	احتمال وقوع مخاطرات ژئومورفولوژیکی	مساحت Km^2	مساحت %
۱	خیلی کم	۷٦/۷۸	۱۰/۱۹
۲	کم	۱٦۹/٦۸	۲۲/۵۲
۳	متوسط	۱۷۱/۳۵	۲۲/۷٤
٤	زیاد	۲۳۵/۰۷	۳۱/۲
۵	خیلی زیاد	۱۰۰/٦۵	۱۳/۳٦
جمع		۷۵۳/۵۲	۱۰۰



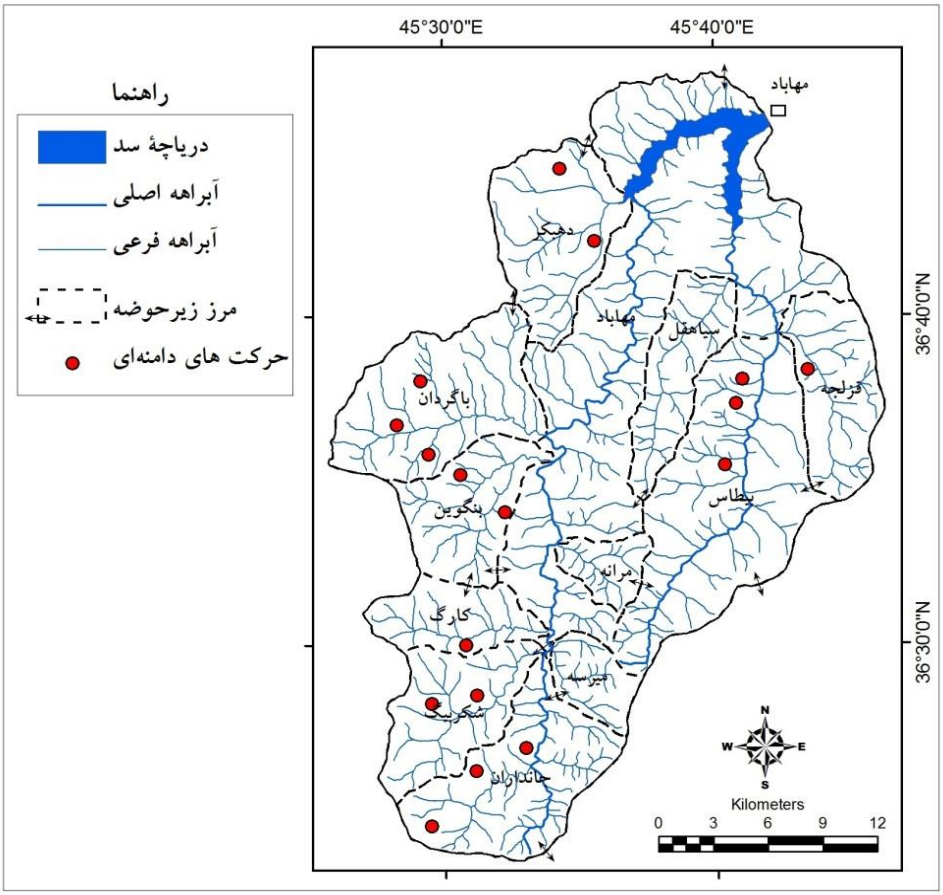
شکل ۷: توزیع فضایی مخاطرات دامنه‌ای در حوضه سد مهاباد با استفاده از عملگر Gamma0.7

جدول ۳- داده های مربوط به نقشه نهایی مخاطرات دامنه‌ای با استفاده از عملگر gamma0.7

ردیف	احتمال وقوع مخاطرات ژئومورفولوژیکی	مساحت Km2	مساحت %
۱	خیلی کم	۷٦/۷۸	۱۰/۱۹
۲	کم	۳٤۱/۰۲	٤۵/۲٦
۳	متوسط	۸۱/۰۷	۱۰/۷٦
٤	زیاد	۱۵۳/۹۹	۲۰/٤٤
۵	خیلی زیاد	۱۰۰/٦۵	۱۳/۳٦
جمع		۷۵۳/۵۲	۱۰۰

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

تفکیک نقشه نهایی پتانسیل وقوع حرکات دامنه‌ای حاصل از استفاده از تابع Gamma0.7 به زیرحوضه‌ها، نشان می‌دهد که زیرحوضه‌های دهبکر، باگردان، جانداران و بیطاس نسبت به وقوع حرکات دامنه‌ای بیش از دیگر زیرحوضه‌ها حساس هستند. از طرف دیگر مقایسه نقشه توزیع فضایی مخاطرات دامنه‌ای در حوضه سد مهاباد با استفاده از عملگر Gamma0.7 و Gamma0.9 با نقشه پراکندگی وقوع حرکات دامنه‌ای در سطح حوضه (شکل ۸)، انطباق بیشتر عملگر Gamma0.7 را با واقعیات موجود نشان می‌دهد. متکان و همکاران نیز در سال ۱۳۸۸ در تحقیق مشابهی از میان مدل‌های مختلف منطق فازی، مدل گامای ۰/۷ را به دلیل کمترین تغییرپذیری و انحراف معیار در مدل‌سازی، جهت پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش در حوضه آبریز لاجیم انتخاب نمودند.



شکل ۸: نقشه پراکندگی حرکات دامنه‌ای در حوضه سد مهاباد

همچنین مقایسه نقشه توزیع فضایی مخاطرات دامنه‌ای با نتایج حاصل از تحقیق طالب پور و خضری در سال ۱۳۸۸ نشان می‌دهد که نواحی با پتانسیل بالای وقوع حرکات دامنه‌ای منطبق بر زیرحوضه هایی می‌باشد که بیش‌ترین تغییر کاربری اراضی در آن‌ها به وقوع پیوسته است. به عنوان مثال بیش‌ترین تغییر کاربری اراضی در زیرحوضهٔ بیطاس به وقوع پیوسته و به تبع آن چندین حرکت دامنه‌ای، تنها بر روی دامنهٔ غربی رود بیطاس شناسایی شده است (اشکال ۹

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

و ۱۰). از جمله نتایج زیان بار وقوع حرکات توده‌ای در سطح حوضه، ریزش مواد دامنه‌ای به درون رودخانه و انتقال آن به پشت دریاچه سد مهاباد می‌باشد. در بیش‌تر موارد مشاهده شده جریان گِل و مواد دامنه‌ای تا بستر دائمی رودخانه‌ها ادامه یافته و به دنبال آن توسط آب حمل و وارد دریاچهٔ سد شده و باعث کاهش عمر مفید سد مهاباد شده است (شکل ۹). نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و نقشه‌های استخراجی با نتایج تحقیقات گرایمه(۱۹۹٤)، اوریلیو(۲۰۰٦)، ویکِرز و همکاران(۲۰۰۸)، متکان و همکاران، قهرودی (۱۳۸۹)، ایلانلو و همکاران (۱۳۸۹)، شمسی‌پور و همکاران (۱۳۸۹)،لاتِوا و همکاران و حسینی و همکاران (۱۳۹۰) مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت. نتایج این مقایسه و بررسی بیانگر کارایی بالای روش منطق فازی در پهنه‌بندی خطر حرکات دامنه‌ای می‌باشد.

شکل ۹: نمایی از روانه گل بر روی دامنه غربی رود بیطاس

شکل ۱۰: شخم مراتع در دامنه با شیب زیاد دامنه غربی رود بیطاس

نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش تهیه نقشه پیش‌بینی مکانی حساسیت وقوع حرکت‌های توده‌ای حوضه آبریز سد مهاباد به منظور مدیریت نواحی حساس و استفاده در طرح‌های آمایش سرزمین و توسعه مناطق روستایی می‌باشد. برای رسیدن به این هدف بر اساس مرور منابع از ۹ عامل تأثیرگذار بر وقوع حرکت‌های توده‌ای استفاده گردید که عبارتند از: درصد شیب، ارتفاع، لیتولوژی، فاصله از جاده، کاربری ارضی، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه، فاصله از سکونتگاه و جهت دامنه‌ها. مدل به‌کار گرفته شده در این پژوهش منطق فازیست. لذا با استفاده از توابع OR، Sum، Product و Gamma ناپایداری دامنه‌ای در حوضه سد مهاباد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از استفاده از

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

تابع Gamma0.7 نشان می‌دهد که در حدود ۳۳/۸ درصد از کل مساحت حوضه سد مهاباد، پتانسیل وقوع مخاطرات دامنه‌ای بالا بوده که مشاهدات میدانی شاهدی بر وقوع آن‌هاست (اشکال ۸ و ۹).

در پایان با توجه به نتایج حاصل از تحقیق مبنی بر پتانسیل بالای حوضه در وقوع حرکات دامنه‌ای، پیشنهاد می‌گردد، اجرای هر گونه پروژهٔ عمرانی و کشاورزی از جمله ساخت‌وسازهای صنعتی، احداث خطوط لولهٔ آب و گاز، تهیه طرح‌های هادی در روستاها، طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای، احداث جاده‌های روستایی بر روی دامنه‌های با شیب تند، تغییر کاربری اراضی از پوشش مرتعی و بیشه‌زارها به مزارع دیم و... در حوضه مورد مطالعه باید از طریق هماهنگی با متخصصان علوم زمین از جمله ژئومورفولوژیست‌ها صورت پذیرد در غیر این صورت خسارات جبران‌ناپذیری به دنبال خواهد داشت. همچنین نقشه پیش‌بینی مکانی دقیق‌تر توسط روش‌ها و تکنیک‌های جدید الگوریتم مبنا برای شناسایی مناطق حساس به حرکت‌های توده‌ای می‌تواند به مدیران، برنامه‌ریزان در طرح‌های آمایش سرزمین و توسعه اراضی شهری و روستایی به خصوص در مناطق کوهستانی جهت اجرای پروژه‌های توسعه‌ای، انتقال خطوط لوله، احداث جاده و... کمک شایانی بنماید.

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

منابع

- ایلانلو، م؛ مقیمی، ا؛ ثروتی، م. ر؛ قهرودی تالی، م (۱۳۸۹)، «پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای با استفاده از روش منطق فازی «مطالعه موردی حوضه آبریز سیرا»، ***مجله چشم‌انداز جغرافیایی***، شماره ۱۱، صص ۲۵-۱۲.

- بروشکه، ا (۱۳۷۲)، «مطالعه هیدرولوژی حوضه آبریز رودخانه مهاباد»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

- حسینی، ه؛ کرم، ا؛ صفاری، ا؛ قنواتی، ع (۱۳۹۰)، «ارزیابی و مکان‌یابی جهات توسعه فیزیکی شهر با استفاده از مدل منطق فازی مطالعه موردی: شهر دیواندره»، ***نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی***، شماره ۲۳، صص ۸۳-۶۳.

- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (۱۳۷۵)، نقشه‌های توپوگرافی ۵۰۰۰۰: ۱ حوضه آبریز سد مهاباد، تهران، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

- سازمان زمین‌شناسی کشور(۱۳۸٤)، نقشه زمین‌شناسی ۱۰۰۰۰۰: ۱ مهاباد، تهران، سازمان زمین شناسی کشور.

- شریفی کیا، م؛ معتمدی نیا، م؛ شایان، س (۱۳۸۹)، «تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفولوژیکی ناشی از توسعه شهر ماهنشان»، ***نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی***، شماره ۱٦، صص ۱٤-۲.

- شمسی‌پور، ع. ا؛ شیخی، م (۱۳۸۹)، «پهنه‌بندی مناطق حساس و آسیب‌پذیری محیطی در ناحیه غرب فارس با روش طبقه‌بندی فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی»، ***مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی***، شماره ۷۳، صص ٦۸-۵۳.

- طالب‌پور اصل، د؛ خضری، س (۱۳۸۹)، «بررسی رابطه کاربری اراضی و شیب با تولید رسوب در زیرحوضه‌های جنوبی سد مهاباد، نشریه مرتع و آبخیزداری»، ***مجله منابع طبیعی ایران***، شماره ۳٦، صص ۳۵۸-۳٤۱.

- قهرودی تالی، م (۱۳۸۹)، «کاربرد مدل فازی در تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفولوژیکی در حوضه رود کرج»، دهمین کنفرانس سیستم های فازی ایران، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ۲٤-۲۲تیرماه ۱۳۸۹، صص ۲۵۱-۲٤۷.

- متکان، ع؛ سمیعا، ج؛ پورعلی، س. ح؛ صفایی، م (۱۳۸۸)، «مدل‌های منطق فازی و سنجش از دور جهت پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز لاجیم»، ***فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی***، شماره ٤، صص ۳۲۵-۳۱۸.

- محمودی، ف (۱۳٦۷)، «تحول ناهمواری‌های ایران در کواترنر»، ***پژوهش های جغرافیایی***، شماره ۲۳، صص ۲٦-۱٤.

- سایت سازمان زمین شناسی آمریکا، (۲۰۱۲)، تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۲ حوضه آبریز رودخانه مهاباد، لندست ۷، سنجنده .ETM+ [on line]: https://earthexplorer.usgs.gov

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:49 IRST on Saturday November 23rd 2024

- Aurelio, M. A., (2006), "MGB's geohazard mapping program for land use and physical planning", proceedings: 36th meeting of the national land use committee, National Economic Development Authority, 15 March 2006.

- Dehnavi, A., Aghdam, I. N., Pradhan, B., Varzandeh, M. H. M., (2015), "A new hybrid model using step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA) technique and adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) for regional landslide hazard assessment in Iran. ***Catena***, 135: 122-148.

-Graeme, F., Bonham-Carter, (1994), "Geographic information systems for geoscientists, modeling with GIS", Geological Survey of Canada, Ottawa.

- Kainz, W., (2008), "GIS for hazard analysis using Vague data, Department of Geography and Regional Research": University of Vienna, Austria.

- Sharifikia, M., (2009), "Landslide susceptibility evaluation and factor effect analysis using probabilistic-frequency ratio model", ***European Journal of Scientific Research***, 33 (4): 654-668.

- Vickers, M., Fleming, G., (2008), "Fuzzy logic: Identifying areas for mineral development", the F0SS4G Conference, Cape Town, pp.36-40.

- Zlateva, P., PashovaT, L., Stoyanov, K., Velev, D., (2011), "Fuzzy logic model risk assessment in SW Bulgaria, 2nd International Conference on Education and management Technology, IPEDR Volume 13, Singapore, pp 109-113.