



بررسی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش ها با استفاده از مدل فاکتور اطمینان (مطالعه موردی حوزه آبخیز کن)

سید مجید موسوی^۱، محمدجواد براتی^۲، فاطمه فلاحی^۳

۱- کارشناس ارشد مهندسی آبخیزداری

۲- کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS دانشگاه شهید بهشتی

۳- کارشناس ارشد اقلیم شناسی دانشگاه تربیت معلم

majidrpz2002@yahoo.com

چکیده

حرکات توده ای به وقایعی گفته می شود که در نتیجه آن شکل های مختلفی از مواد سنگی و رسوبی از مناطق مرتفع به سمت عرصه های پست تر بر روی دامنه ها جابه جا می شوند. در این تحقیق پهنه بندی خطر حرکات توده ای حوزه آبخیز کن بر اساس مدل فاکتور اطمینان و سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام شده است. مدل فاکتور اطمینان یکی از توابع مناسب جهت حل مساله تلفیق لایه های مختلف می باشد که در ایران کمتر مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاصل از مقادیر فاکتور اطمینان ۹ عامل موثر نشان داد که عوامل زمین شناسی، ارتفاع، شیب و جهت شیب از عوامل موثر در وقوع حرکات توده ای در حوزه آبخیز کن هستند. در طبقه Esl5-Etr6 که شامل شیل، ماسه سنگ، سلیت سنگ و توفیت ها با مقدار ۰/۹۳ می باشد، بیشترین وسعت حرکات توده ای مشاهده گردیده و بیشترین مقدار فاکتور اطمینان را دارند.

کلمات کلیدی: زمین لغزش، فاکتور اطمینان، GIS، حوزه آبخیز کن

۱. مقدمه

حرکات توده ای و پیامد های ناشی از آن ها بویژه زمین لغزش و ریزش همه ساله در اکثر استان های کشور موجب وارد آوردن خسارات به خطوط انتقال نیرو، جاده ها، راه آهن، مناطق مسکونی، سد ها و دریاچه های طبیعی و مصنوعی شده و همچنین موجب تخریب مراتع و اراضی کشاورزی می شوند. از جمله حساس ترین و مهمترین مسائل در پروژه های عمرانی، مطالعه پایداری دامنه ها می باشد. از سوی دیگر با پهنه بندی خطر وقوع حرکت های توده ای، می توان مناطق حساس و دارای پتانسیل بالای خطر را شناسایی نموده و یا از اثرات ناشی از وقوع آنها کاست. کشور ایران به دلیل شرایط خاص و وجود عوامل موثر در ایجاد حرکت های توده ای، از جمله کشور هایی است که کم و بیش با این حوادث غیر مترقبه طبیعی رو به رو است. از مهمترین این شرایط می توان به عوامل زمین شناسی، آب و هوایی، وضعیت پوشش گیاهی، لرزه خیزی و... اشاره نمود. این حوادث غیر مترقبه در کشور ما در بسیاری موارد، خسارات فراوان جانی و مالی را به همراه داشته است.

با توجه به اینکه در نقاط مختلف حوزه آبخیز کن، اشکال حرکات توده ای شامل لغزش، ریزش و جریان دیده می شود و قسمت اعظم حوزه روی سازند های حساس و مستعد قرار گرفته است، همچنین وجود دو گسل مهم در منطقه و جمعیت پذیر بودن این حوزه در شهر تهران، تهیه نقشه پهنه بندی حرکات توده ای و بررسی عوامل موثر بر آن به یک ضرورت تبدیل شده است.

^۱ کارشناس GIS

^۲ مدرس پژوهشکده سوانح طبیعی

^۲ مدرس پژوهشکده سوانح طبیعی



۲. سوابق تحقیق

- جمال مصفايي و همکاران (۱۳۸۸) کارآبی مدل تجربی مورا-وارسون اصلاح شده به همراه مدل‌های آماری تراکم سطح غبروزنی، تراکم سطح وزنی و رگرسیون چند متغیره در سطح تفصیلی را با مقیاس ۲۵۰۰۰:۱ در بخشی از آبخیز الموت مورد مقایسه قرار دادند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که در تمامی مدل ها، مقدار کای اسکوتر محاسبه شده در سطح ۹۹ درصد معنی دار بوده و تفکیک مناسبی بین کلاس های خطر زمین لغزش وجود دارد.

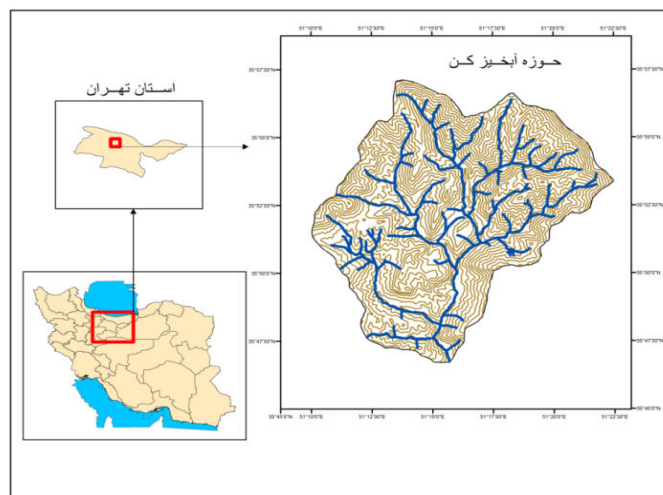
- خلیلی زاده و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از مدل حائزی و سمیعی، خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز صفی آباد استان گلستان را پهنه بندی نمودند. آنها به این نتیجه رسیدند که حوزه آبخیز مورد مطالعه فاقد مناطق دارای کلاس خطر فوق العاده زیاد است و از ۶ لغزش ثبت شده هیچ لغزشی در پهنه های دارای خطر زیاد و خیلی زیاد مشاهده نشده است.

- یلماز (۲۰۰۸) در حوزه کات در توکات ترکیه با استفاده از نسبت تراکمی، رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه بین آنها، ضمن تهیه نقشه حساسیت زمین لغزش ها، نتیجه گرفتند که دقت روش های فوق به ترتیب افزایش می یابد. لایه های اطلاعاتی به کار رفته در این تحقیق، شامل زمین شناسی، گسل ها، سیستم زهکشی، ارتفاع، توپوگرافی، زاویه شیب، شاخص رطوبت، توپوگرافی و شاخص قدرت رودخانه می باشد.

- آینون نیا اتان و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از مدل چند معیاره بر اساس GIS، در حوزه سلانگر مالزی، اقدام به پهنه بندی خطر حرکات توده ای پرداختند. آنها با استفاده از مدل AHP و روش رتبه بندی به وزن دهی هر یک از پارامترها پرداختند. نتایج نشان داد که مدل ۲AHP، ۷۲٪ و مدل رتبه بندی ۶۴٪ دقت دارند.

۳. منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز کن در شمال غرب شهرستان تهران در فاصله بین ۵۱° ۱۰' تا ۵۱° ۲۳' طول شرقی و ۳۵° ۴۶' تا ۳۵° ۵۸' عرض شمالی قرار دارد. مساحت حوزه آبخیز حدود ۲۰۳ کیلومتر مربع، کمترین ارتفاع حوزه آبخیز ۱۴۰۰ متر در خروجی و محل ورود رودخانه کن به دشت و بیشترین ارتفاع ۳۸۰۰ متر در شمال شرق حوزه آبخیز واقع در سرشاخه رودخانه امام زاده داوود است. ارتفاع متوسط ۲۴۲۸.۷ متر از سطح دریا، شیب متوسط ۲۲/۶۲ درجه و متوسط بارندگی سالانه ۶۲۵/۴ میلیمتر می باشد. (نقشه شماره ۱)



نقشه ۱: موقعیت حوزه آبخیز کن در کشور و استان تهران

¹Geographic information system

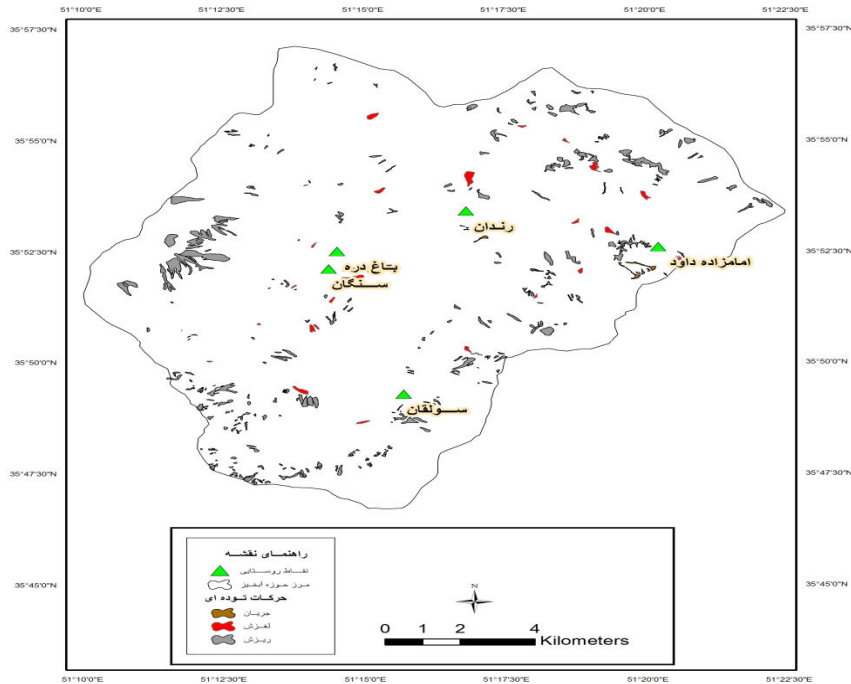
²Analytic Hierarchy Process



۴. روش تحقیق

۱.۴ تهیه نقشه های عوامل موثر در وقوع حرکات توده ای

با استفاده از تصاویر ماهواره ای Quickbird سال ۲۰۱۱، عکس های هوایی با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ و بازدید میدانی، نقشه پراکنش حرکات توده ای حوزه آبخیز کن تهیه شد. تعداد ۳۷۵ حرکت توده ای تشخیص داده شد که ۳۴۷ حرکت توده ای به ریزش ها، ۲۴ حرکت توده ای به لغزش ها و ۳ حرکت توده ای مربوط به جریان می باشد.



نقشه ۲: نقشه پراکنش حرکات توده ای حوزه آبخیز کن

نقشه های ۹ عامل موثر در وقوع حرکات توده ای منطقه مورد مطالعه شامل شیب، جهت شیب، کاربری اراضی، سنگ شناسی، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه، فاصله از راه های ارتباطی، ارتفاع از سطح دریا و نقشه همباران نیز در محیط نرم افزار ArcGIS تهیه گردید.

۱.۴ محاسبه CF هر یک از طبقات فاکتورهای موثر

در این تحقیق با استفاده از مدل فاکتور اطمینان، مقادیر فاکتور اطمینان کلاس های خطر در حوزه آبخیز کن بدست آمد. مدل فاکتور اطمینان یکی از توابع مناسب جهت حل مسئله تلفیق لایه های مختلف می باشد (لان ۲۰۰۴، لی ۲۰۰۷، بهشتی راد ۲۰۰۸). در مدل فاکتور اطمینان، نقشه پراکنش حرکات توده ای با عوامل موثر در وقوع حرکات توده ای، در محیط نرم افزار ArcGIS قطع داده می شود. سپس مقادیر پارامترهای pps و ppa جهت تعیین مقدار CF^۱، محاسبه می گردد. پارامتر pps از تقسیم مساحت کل حرکات توده ای حوزه آبخیز به مساحت کل حوزه آبخیز به دست می آید. پارامتر pps از تقسیم مساحت کل حرکات توده ای منطقه به مساحت منطقه مورد مطالعه به دست می آید. مقادیر CF برای هر لایه، بر اساس مدل محاسبه و

¹ Certainty Factor



نقشه آن تهیه می گردد. لایه های تهیه شده دو به دو بر اساس معادله های تلفیق استاندارد مدل با یکدیگر تلفیق گردیده و در نهایت مقادیر CF نهایی و کلاس های خطر مشخص می شود (هکرمین ۱۹۸۶). معادله ۱ محاسبه مقادیر CF برای هر کلاس خطر را نشان می دهد.

$$CF = \begin{cases} \frac{ppa - pps}{ppa \cdot (1 - pps)} & \text{if } ppa > pps \\ \frac{ppa - pps}{pps \cdot (1 - ppa)} & \text{if } ppa < pps \end{cases} \quad (1)$$

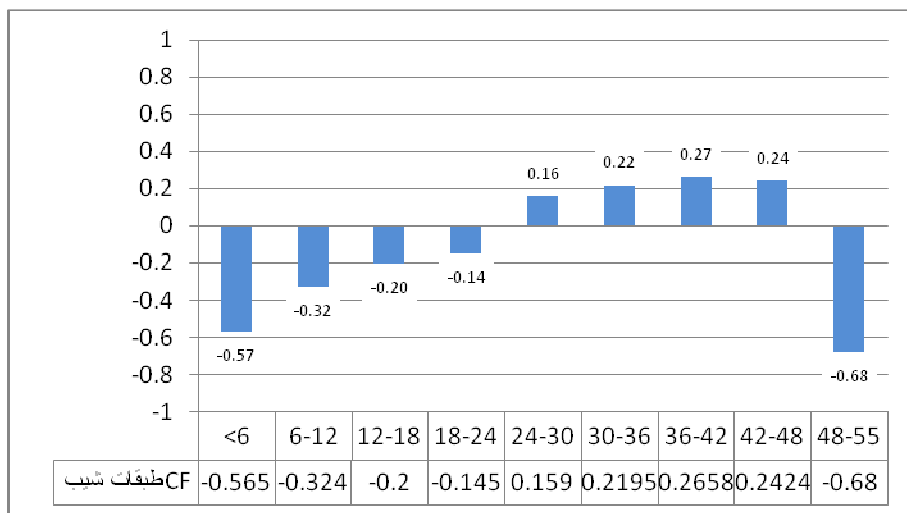
در معادله ۱:

ppa: مساحت لغزش های وقوع یافته در کلاس a

pps: مساحت کل لغزش های موجود در منطقه.

دامنه تغییرات CF، از -۱ تا ۱ می باشد که در آن مقادیر مثبت باعث افزایش وقوع زمین لغزش و مقادیر منفی باعث کاهش وقوع زمین لغزش می گردد. با استفاده از معادله فوق جدول مقادیر CF برای هر کلاس لایه های فاکتور های موثر بدست آمد. نمونه ای از این جداول در جدول شماره ۱ قابل مشاهده می باشد.

جدول ۱: نمونه ای از جدول مقادیر فاکتور اطمینان برای طبقات شیب



۴. نتایج حاصل از مقادیر فاکتور اطمینان

با افزایش ارتفاع، احتمال وقوع حرکات توده ای در حوزه آبخیز کن افزایش می یابد. عامل شیب یکی از عوامل موثر در وقوع حرکات توده ای در منطقه می باشد. جهات شمال و شمال غرب مقدار فاکتور اطمینان بالا دارند که بیانگر تاثیر این عوامل در وقوع حرکات توده ای در حوزه آبخیز کن است. طبقه Es15-Etr6 در عامل زمین شناسی که شامل شیل، ماسه سنگ، سلیت سنگ و توفیت ها است بیشترین مقدار فاکتور اطمینان ۰/۹۳ را دارد در نتیجه بیشترین تاثیر را در وقوع حرکات توده ای در حوزه آبخیز کن خواهد داشت.

نتایج نشان داد که با افزایش ارتفاع، شیب و بارندگی، مقدار فاکتور اطمینان افزایش می یابد که بیانگر تاثیر مثبت این عوامل در وقوع خطر حرکات توده ای در حوزه آبخیز کن است. مقادیر فاکتور اطمینان در عامل جهت شیب و در جهات شمال و شمال غرب به ترتیب ۰/۴۸ و ۰/۶۴ است که بیانگر تاثیر زیاد این جهات در وقوع حرکات توده ای در حوزه آبخیز کن می باشد.

با توجه به مقادیر فاکتور اطمینان عوامل کاربری اراضی، فاصله از آبراه ها و راه های ارتباطی، از جمله عوامل اصلی موثر در وقوع حرکات توده ای در حوزه آبخیز کن نیستند.



۵. مراجع

۱. اشقل فراهانی، عقیل، (۱۳۸۰) ارزیابی خطر ناپایداری دامنه های طبیعی در منطقه رودبار با استفاده از تئوری منطق فازی، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت معلم.
۲. بربریان، مانوئل - قریسشی، منوچهر - مهاجرانی، ارژنگ - مهاجرانی، بهرام، (۱۳۶۴)، پژوهش و بررسی ژرف زمین ساخت و خطر زمین لرزه، گسلش در گستره تهران و پیرامون آن، سازمان زمین شناسی ایران، گزارش نهایی.
۳. بدیعی، بهزاد (۱۳۷۶) بررسی و ارائه مدل جهت پهنه بندی خطر حرکات توده ای در حوزه آبخیز شاهرود، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری تربیت مدرس.
۴. بهنیافر ابوالفضل، منصور، محمدرضا، کهریانیان پروین، (۱۳۸۹) کاربرد مدل AHP و منطق فازی در منطقه بندی خطرات زمین لغزش نمونه موردی: حوزه آبخیز آبریز فریزی، دامنه شمالی کوه های بینالود، جغرافیای طبیعی لارستان پاییز ۱۳۸۹ شماره ۳.
۵. مصفايي، جمال-اوتق، مجید، (۱۳۸۸) GIS ابزاری کارآمد در تعیین سیاست ها و برنامه های مدیریت خطر زمین لغزش، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ویژه نامه ۲، ۲۰۳-۲۱۴.
۶. مهدوی فر، محمدرضا (۱۳۷۵) پهنه بندی خطر زمین لغزش و ارتباط آن با تولید رسوب در حوزه آبخیز طالقان، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی، دانشگاه تربیت مدرس.
۷. میانجی، یعقوب (۱۳۷۷) تحلیل چند متغیره آماری احتمال وقوع زمین لغزش با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوزه آبخیز طالقان، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس.
۸. نادری فتح الله، کریمی حاجی (۱۳۹۰) ارزیابی کارایی دو روش ارزش اطلاعاتی و گوپتا و جوشی در پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز تلخاب ایلام، پژوهش های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی) پاییز ۱۳۹۰؛ ۲۴ (۳) (پیاپی ۹۲): ۹۵-۱۰۳.
۹. یمانی مجتبی، محمدی ابوطالب، نگهبان سعید، (۱۳۸۹) پهنه بندی زمین لغزش در حوزه آبخیز تنکابن با استفاده از مدل های کمی، جغرافیا و توسعه پاییز ۱۳۸۹؛ ۸ (پیاپی ۱۹): ۸۳-۹.
۱۰. Aion Nisan Othman ,Wan Mohd,(2012), *GIS Based Multi-Criteria Decision Making for Landslide Hazard Zonation, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 35, 2012, Pages 595-602*
۱۱. Bakhtiar Feizizadeh ,Thomas Blaschke, Lubna Rafiq ,(2011) , *GIS-based landslide susceptibility mapping: A case study in Bostan Abad county, Iran .*
۱۲. Binaghi, E., and et al., (1998): *Slope instability zonation: a comparison between certainty factor and fuzzy dempster- shafer approaches, Natural Hazards, 17. 77-97*
۱۳. Heckerman, D., (1986): *Probabilistic interpretation on MYCINs Certainty factors, In: Kanal, L. N., Lemmer, J. F. (Eds), uncertainty in Artificial Intelligence, Elsevier, New York, PP. 298-311.*
۱۴. Lan, H. X., Zhou, C.H., Wang. L.J., Zhang, H. Y., and Li, R. H., (2004): *Landslide Hazard Spatial Analysis and Prediction Using GIS in the Xiaojing Watershed, Yunnan, China, Engineering Geology, 76, 109-128.*
۱۵. Varnes, D.J. (1984), "landslide Hazard zonation: A review of principles and practice", UNESCO, Paris, 63p
۱۶. Yilmaz Isik (2008), "landslide susceptibility mapping using frequency vation logistic regression, artificial neural network and their comparison : A case study from kat landslides (Tukat turkey)