Lorestan University

Online ISSN: 2717-2325

Journal of Geographical Studies of Mountainous Areas

journal homepage: http://www.gsma.lu.ac.ir

Research Paper

Investigating and comparing the effectiveness of information value models and frequency ratio coefficient and Shannon's entropy in zoning rock fall risk (case study: Zanjan-Teham-Taram road)

Mousa Abedini [a]*, Hasan Mozafari[b], Mehdi Faal Naziri[b]

[a] Professor, Department of physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabili, Iran.
[b] PhD Student, Department of physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabili, Iran.

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 22 November 2022;
Accepted: 24 February 2022
Available online 30 April 2022

Keywords:
Zoning,
Rocfall,
Shannon entropy,
Abundance ratio,
Zanjan.

ABSTRACT

Rockfall is one of the most important geomorphological hazards in mountainous areas, which always causes great financial and human losses, especially for communication lines (roads and railways). Zanjan - Teham and Tarem are also one of the most dangerous mountain roads in Ardabil province, where the risk of falling rocks seriously threatens the road. Therefore, the purpose of this research is to identify the danger zones along this road. For this purpose, in addition to a field visit to the desired area and using the 2021 Landsat OLI sensor satellite images, the layers and maps that are effective in rock fall, including: geology, slope, elevation levels, slope direction, land use and vegetation, fault, distance from Road, distance from watercourse, precipitation levels, isothermal, freezing data were used. The drop points collected with dual-frequency GPS (mapping tool) were checked in the ArcGis pro software environment with the aforementioned criteria. Then, using the statistical method of frequency ratio coefficient, information value method and Shannon's entropy, which uses environmental data, zoning of the risk of falling was carried out through combining and algebraic summing of the maps in five risk classes from very low to very high. According to the results obtained in the information value method, 64.23% of the area was assigned to high to very high risk areas. In the case of frequency ratio method, this number was 41.7% and Shannon's entropy method was 44.01%. In order to evaluate the zoning accuracy of the mentioned methods, two total quality indicators and accuracy index (experimental probability) were used. The evaluation of the models showed that, in the information value model, the mentioned indices were obtained as 0.34 and 0.95, respectively, which have higher quality and accuracy compared to the frequency ratio and Shannon entropy models.

1. Introduction

Landslide is a term that includes all types of slope movements and causes mass movement of materials on slopes. This term covers all processes that lead to mass movement of materials on slopes. According to the type of movement, it is classified into sliding, flow, falling, creeping and lateral spreading movements. Rock fall is a type of rapid mass movement common in mountainous areas around the world. Rockfall is caused by various natural and human causes, such as earthquakes, ice-melt cycle, melting snow or permafrost, temperature changes, heavy precipitation, release from the pressure under de-icing, volcanic activities, and root penetration and separation. The human factors caused by rock falls include the weakening of the rock range,

*Corresponding Author.
Email Adresses: abedini@uma.ac.ir (M. Abedini), h.mozaffari@uma.ac.ir (H. Mozafari), m.faalnaziri@uma.ac.ir (M. Faal Naziri)

To cite this article:
Abedini, M; Mozafari, H, Faal Naziri, M (2022). Investigating and comparing the effectiveness of information value models and frequency ratio coefficient and Shannon's entropy in zoning rock fall risk (case study: Zanjan-Teham-Taram road). Journal of Geographical Studies of Mountainous Areas, 3(9), 55-75

Doi:10.52547/gsma.3.1.55

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

mining activities, pipe leaks, inefficient drainage, and vibrations caused by drilling, blasting, or traffic. Deci meters to thousands of cubic meters move downstream at a very fast speed.

2. Methodology

The research method is based on a combination of library and field methods in terms of practical purpose and the process of doing the work. In this research, statistical models of information value and frequency ratio and Shannon's entropy method were used to determine areas prone to collapse and zoning. The first two models use the statistical method and the entropy model, a combination of the statistical model and expert judgment. In order to organize the research framework, the study area was first visited in the field and the location of the points prone to falling was recorded with GPS. Then, according to the aforementioned models, the required GIS layers were prepared in the form of reference and digital terrain. To prepare the zoning layers, geological layers, slope and slope directions, elevation levels, land use and vegetation, faults, maps of ice lines, annual temperature and precipitation, distance from the road, distance from the waterway were used. First, 20-meter measurement lines with a pixel size of 20x20 meters were prepared using a 1:25000 topographic map in the ARCGIS environment, then measurement curves and DEM of the area were created. Maps of slope and slope direction, elevation levels, precipitation, isothermal, annual frost and waterway network were created through DEM and meteorological data. The geological and fault map was created by digitizing the

3. Results & Discussion

After creating effective maps on the risk of rock fall, the quantitative data of risk zones was extracted using relations 1, 3 in the ARCGIS information table and Excel software environment. Finally, in ArcGIS software, using the Raster calculator environment and the relationship below, the zoning of rock fall on the Zanjan-Tehm-Taram road was done.The rocks around the Zanjan-Taham-Taram road are separate and resistant sedimentary formations such as sandstone, siltstone, mudstone, with interlayers of tuff. The slopes are 60 to 80 percent in the abundance ratio model and the slopes are between 20 and 40. Percentages in the information value method have the greatest impact on rock fall risk. Altitude levels of 1500 to 2000 in both LN and FR methods have the greatest effect on rock fall on the Zanjan-Tehm-Churzak road, which shows the complete coordination of climatic factors (rainfall, temperature and freezing days) and slope and lithology. In both models, the ratio of frequency and value of information, semi-dense and dense pastures have the greatest impact, and worn-out barren lands and irrigated agriculture have the least role in the rock fall of the Zanjan-Tham-Taram road. Dense and semi-dense pastures play a role in increasing rock fall by infiltrating water from rainfall, physical and chemical weathering, and creating slippery surfaces. Almost from the distance of 1000 meters and above, the risk of falling increases in both zoning models. The main reason for this is the distance of fault lines from steep areas with high altitude levels. Climatic factors in the occurrence of rock fall phenomenon on the Zanjan-Tham-Taram road. Because in these months, the phenomenon of cryoclast, thermoclastic and infiltration of rain water and snow melting of the mountains reach their peak.

5. Conclusion

In this research, various influencing factors in the occurrence of rock falls on the Zanjan-Teham-Taram road were investigated. Since mass movements such as rock falls on the roads act in a systematic way, as a result, all factors play their own role in the occurrence of such phenomena. But in the meantime, some factors play a more colorful role. In the study area, among the influencing factors of rock type, slope, elevation levels, land use, number of freezing days, distance from the road, and precipitation are more involved in the occurrence of rock fall.

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

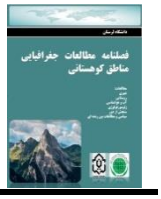
سال سوم، شماره اول (پیاپی ۹)، بهار ۱۴۰۱، ۷۵-۵۵.

شاپای الکترونیکی: ۲۳۲۵-۲۷۱۷

فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق کوهستانی

http://www.gsma.lu.ac.ir

دانشگاه لرستان



مقاله پژوهشی

بررسی و مقایسه کارآیی مدل‌های ارزش اطلاعات و ضریب نسبت فراوانی و آنتروپی شانون در پهنه‌بندی خطر ریزش سنگ (مطالعه موردی: جاده زنجان ـ تهم ـ طارم)

موسی عابدینی[1*]، حسن مظفری[2]، مهدی فعال نذیری[2]

[1] استاد گروه جغرافیای طبیعی ـ ژئومورفولوژی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[2] دانشجوی دکتری گروه جغرافیای طبیعی ـ ژئومورفولوژی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

اطلاعات مقاله

دریافت مقاله:
۱۴۰۰/۹/۱

پذیرش نهایی:
۱۴۰۰/۱۲/۵

تاریخ انتشار:
۱۴۰۱/۲/۱۰

واژگان کلیدی:
پهنه‌بندی،
ریزش سنگ،
آنتروپی شانون،
نسبت فراوانی،
زنجان.

چکیده

ریزش سنگ یکی از مهمترین مخاطرات ژئومورفولوژی در مناطق کوهستانی است که همواره خسارت‌های فراوان مالی و جانی، به ویژه برای خطوط ارتباطی (جاده‌ها و راه آهن) به بار می آورد. زنجان - تهم و طارم نیز یکی از خطرناک‌ترین جاده‌های کوهستانی در استان اردبیل است که خطر ریزش سنگ، به شدت جاده را تهدید می‌کند. بنابراین هدف از انجام این پژوهش شناسایی پهنه‌های خطر در مسیر این جاده است. بدین منظور ضمن بازدید میدانی از محدوده مورد نظر و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده OLI سال ۲۰۲۱، لایه‌ها و نقشه‌های مؤثر در ریزش سنگ، شامل: زمین‌شناسی، شیب، سطوح ارتفاعی، جهت شیب، کاربری اراضی و پوشش گیاهی، گسل، فاصله از جاده، فاصله از آبراهه، سطوح همبارش، همدما، داده یخبندان استفاده گردید. نقاط ریزشی برداشت شده با GPS دو فرکانسه (ابزار نقشه برداری) در محیط نرم‌افزار ArcGis pro با معیارهای فوق‌الذکر بررسی گردید. سپس با استفاده از روش آماری ضریب نسبت فراوانی، روش ارزش اطلاعات و آنتروپی شانون که از داده‌های محیطی استفاده می‌کند، اقدام به پهنه‌بندی خطر ریزش از طریق تلفیق و جمع جبری نقشه‌ها در پنج طبقه خطر خیلی‌کم تا خیلی‌زیاد استخراج گردید. طبق نتایج به دست آمده در روش ارزش اطلاعات ۶۴/۲۳ درصد مساحت به پهنه‌های خطرزیاد تا خیلی‌زیاد تعلق گرفت. درصورتی که برای روش ضریب نسبت فراوانی این عدد ۴۱/۷ درصد و روش آنتروپی شانون ۰۱/ ۴۴ درصد حاصل شد. جهت ارزیابی و دقت پهنه بندی روش های مذکور از دو شاخص مجموع کیفیت و شاخص دقت (احتمال تجربی) استفاده گردید. ارزیابی مدل ها نشان داد، در مدل ارزش اطلاعات، شاخص های مذکور به ترتیب ۰/۳۴ و ۰/۹۵ به دست آمد که نسبت به مدل‌های ضریب نسبت فراوانی و آنتروپی شانون از کیفیت و دقت بالاتری برخوردار است.

۱. مقدمه

زمین لغزش اصطلاحی است که انواع حرکات دامنه‌ای را در بر می‌گیرد و سبب جابه‌جایی توده‌ای از مواد در دامنه‌ها می‌شود این اصطلاح کلیه فرایندهایی که منجر به حرکت توده‌ای مواد بر روی دامنه‌ها می‌شود را در بر گرفته و بر حسب نوع حرکت به حرکات لغزشی، جریانی، ریزشی، خزشی و

* نویسنده مسئول

پست الکترونیک نویسندگان: abedini@uma.ac.ir (م. عابدینی)، h.mozaffari@uma.ac.ir (ح. مظفری)، m.faalnaziri@uma.ac.ir (م، فعال نذیری).

نحوه استنادهی به مقاله:

عابدینی، موسی؛ مظفری، حسن؛ فعال‌نذیری، مهدی (۱۴۰۱). بررسی و مقایسه کارآیی مدل‌های ارزش اطلاعات و ضریب نسبت فراوانی و آنتروپی شانون در پهنه‌بندی خطر ریزش سنگ (مطالعه موردی: جاده زنجان ـ تهم ـ طارم). فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق کوهستانی، .سال سوم، شماره ۳ (۹). صص ۷۷-۵۷.

Doi:10.52547/gsma.3.1.55

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]

[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

گسترش جانبی طبقه‌بندی می‌شود (Ramesht,et al، 2012:540). موضوع زمین لغزش همانند دیگر بلایای طبیعی از عوامل تهدید کننده انسانی به شمار آمده و خسارات زیادی را به جنگل‌ها، خطوط انتقال نیرو، سازه‌های مهندسی و غیره وارد می‌سازد. بنابراین، محققین در پی آن هستند که با شناخت متغیرها و عوامل اصلی در ایجاد چنین پدیده‌ای امکان دستیابی به روش‌های جلوگیری از خطرات و خسارات ناشی از گسترش آنها را فراهم سازند (Ramesht et al, 2012: 32).

سنگ ریزش یک نوع جنبش توده‌ای سریع رایج مناطق کوهستانی در سراسر جهان است. سنگ ریزش توسط علل مختلف طبیعی و انسانی ناشی از جمله زلزله، چرخه یخ–ذوب آب، ذوب برف و یا یخبندان دائمی، تغییرات دما، بارش شدید، رهایی از فشار زیر یخزدایی، فعالیت‌های آتشفشانی و نفوذ ریشه و جدایی آن می‌باشد (Palma and et al, 2011: 378). بنابراین، عوامل انسانی ناشی از سنگ-ریزش شامل تضعیف دامنه سنگی، فعالیت‌های معدنی، نشت لوله، زهکشی ناکارآمد، و ارتعاشات ناشی از حفاری، انفجار و یا ترافیک است که این بلوک‌های بریده شده سنگ تکی یا چندتایی با حجم‌های مختلف از چند دسی‌متر مکعب تا هزاران متر مکعب با سرعت بسیار سریع به پایین دست حرکت می‌کنند (Cruden & Varnes, 1996: 231). سنگ ریزش، حرکت سریع یک توده بدون چسبندگی در خرده سنگ یا مخلوطی از خاک و سنگ است، به نحوی که ساخت اولیه قابل تشخیص نیست سطحی که در امتداد آن گسیختگی صورت گرفته، غالباً غیرمشخص است (Ramesht,et al , 2012:23). ریزش سنگ‌ها، شکل معمول حرکت روی دامنه‌هایی است که شیب آنها زیاد بوده و مواد نمی‌توانند در سطح باقی بمانند سنگ ممکن است مستقیماً به کف دامنه خود سقوط کند و یا از روی سنگ‌های دیگر در امتداد مسیر خود حرکت نماید (Edvargi et al 2006:138).

به طور کلی اگر طبقات سخت و نرم به طور متناوب قرار گرفته باشند در نتیجه از بین رفتن طبقه نرم قسمت زیرین طبقه سخت خالی شده و ریزش توده را فراهم می‌سازد در آب و هوای بیابانی و خشک درجه حرارت موجب تخریب سنگ ها و در نتیجه ریزش گردیده که در مناطق کوهستانی یخبندان عامل اصلی می‌باشد (Ahmadi, et al، 2008:68). ریزش سنگ‌های یک کوهستان به عوامل گوناگونی بستگی داردکه یا منشأ طبیعی دارد و یا منشأ آن انسانی است. از عوامل طبیعی مؤثر در ریزش می‌توان به عوامل جنس سنگ-ها، شیب و سطوح ارتفاعی، ساختار زمین شناسی، گسل و شیب لایه‌های زمین شناسی، میزان بارندگی و تغییرات دمایی فاصله از رودخانه و غیره اشاره نمود. از عوامل انسانی نیز می‌توان به احداث جاده، نوع کاربری اراضی و استخراج معدن، تخریب پوشش گیاهی و غیره اشاره نمود. به طور کلی عوامل ایجاد کننده حرکات توده‌ای شامل عوامل درونی و بیرونی هستند:

الف ـ عوامل درونی: عواملی هستند که موجب کاهش متوسط مقاومت برشی و افزایش تنش برشی در سازنده های مختلف منطقه می شوند. عوامل درونی شامل وضعیت تکتونیک، لیتولوژی، نوع سازنده های سطحی و ویژگی های آنها پلاستیسیته، هدایت الکتریکی، عمق و درصد سیلت و رس و غیره است (Abedini et al 2013 : 50).

ب ـ عوامل بیرونی: عواملی هستند که باعث افزایش متوسط سطح تنش برشی در طول سطوح گسیختگی بالقوه یا سطوح ضعیف موجود در تشکیلات خاکی سنگی می‌شوند. این عوامل شامل بریدگی های پای دامنه، ایجاد ترانشه در اثر جاده سازی، انفجارات حاصل از معدن کاری و بالاخره شامل هر گونه ایجاد تغییرات در شیب سطوح و

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

پای دامنه ها است که در ارتباط با عوامل اقلیمی، باعث افزایش تنش برشی می شوند. در کنار سایر عوامل موثر در زمین لرزه نقش توپوگرافی، لیتولوژی، تکتونیک و میزان بارندگی بسیار مهم هستند (Abedini, et al , 2016:53) در ایران، جاده‌های کوهستانی ریزش قطعات سنگی باعث خسارات جانی و مالی فراوان می شود بنابر این لازم است این جاده‌ها شناسایی و از لحاظ میزان خطر با روش‌های مناسب پهنه‌بندی شود (Jokar, et al , 2014:293) نواحی شمال غربی ایران در مجموع دارای توپوگرافی کوهستانی بوده و با توجه به وضعیت زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی بالا و شرایط زمین‌شناسی و اقلیمی آن شرایط مناسب برای ایجاد زمین لغزش در برخی دامنه‌ها فراهم است (Asghari, et al، 2017:50) بنابراین با توجه به واقع شدن منطقه مورد مطالعه در ناحیه کوهستانی شمال غرب و دارا بودن تمام شرایط ریزش بسیار مستعد ریزش بوده و نیاز به مشخص نمودن پهنه‌های خطر و اقدامات حفاظتی جهت جلوگیری از خسارت‌های مالی و جانی می باشد. مطالعات زیادی در کشورهای مختلف و ایران در زمینه زمین لغزش و سنگ ریزش انواع آن صورت گرفته است. خطر سنگ ریزش یکی از انواع اشکال حرکات توده‌ای، توجه محققین زیادی را در راستای شناسایی و پهنه‌بندی آنها جلب نموده است (Saha et al.2002:238) پهنه بندی خطر سنگ ریزش را با استفاده از شاخص (LHI) و GIS در دره بهاگیراتی (گانگا) کوه‌های هیمالیا انجام داده اند. ایشان با استفاده از مدل ارزش اطلاعات و نسبت فراوانی و شاخص‌های مختلف مانند فاصله از جاده، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه، پوشش گیاهی ،کاربری اراضی و غیره پهنه‌های با خطر خیلی زیاد تا خیلی کم مشخص نموده‌اند. در مطالعه دیگری (Payat et al, 2005: 93) به ارزیابی و پهنه‌بندی سنگ ریزش در کوه‌های اورلگس یونان به روش زاویه حداقل سایه و شبیه‌سازی با نرم افزار راک فال[1] و GIS پرداختند بایلی فرد و همکارانش از تلفیق و وزن‌دهی داده‌های توپوگرافی و ژئومورفولوژی با پنج عامل فاصله از گسل، شیب سنگ ریزش‌ها در یک فاصله کوتاه، فاصله از پرتگاه سنگی، جهت شیب و فاصله از جاده اقدام به پهنه‌بندی سنگ ریزش در جاده‌ای در امتداد کوه‌های سوئیس کردند در تحقیقی دیگر در جاده‌ای در شبه جزیره سورنتو در ناپل ایتالیا (Palma et al, 2011.43) با استفاده از روش تجربی و مدل‌سازی رایانه‌ای دو بعدی و سه بعدی انجام داده‌اند و پهنه‌های خطر را مشخص نمودند (Jaboydof et al, 2011:145) با استفاده از مدل رایانه‌ای کانفال و محاسبات ریاضی و مدل DTM به برآورد و حرکت سنگ ریزش در منطقه ورد دکانتون سوئیس پرداختند.

(Changkhaee et al, 2013: 105) ریزش‌های سنگی مسیر جاده NH-1A کشمیر هیمالیا را با استفاده از روش AHP و بکار بردن لایه‌های مؤثر در زمین لغزش و تصاویر ماهواره‌ای در شش کلاس خطر شدید تا خطر خیلی‌کم پهنه‌بندی نمودند.

(Hang et al, 2019: 238) به منظور مدلسازی فضایی ریزش در شهر گوآنجای[2] چین از چهار مدل تئوری تابع اطمینان، نسبت فراوانی، ماکزیمم آنتروپی و رگرسیون لجستیک استفاده نمودند. (Modell et al, 2013: 76) با استفاده از تلفیق مدل‌های سه بعدی‌سازی سنگ ریزش با مدل‌سازی توزیعی GIS به پهنه‌بندی ارتفاعات محور هراز و دامنه‌های امامزاده علی آمل پرداختند و نتیجه‌گیری کردند تنها پانزده درصد ارتفاعات مذکور و شیب‌های بالای ۶۰ درصد از خطر ریزش سنگی بیشتری دارند. (Sarhangi et al, 2013: 81) در پژوهشی با استفاده از روش AHP و ارزش اطلاعات و با کمک لایه‌های اطلاعاتی دخیل در

[1] Rock fall
[2] Guanzhou

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

ریزش به اولویت‌بندی عوامل مؤثر در ریزش کوه در ارتفاعات دره هراز استان مازندران کردند. نتیجه ارزیابی مدل‌های مذکور به ترتیب با احتمال تجربی ۰/۸۴۲ و ۰/۷۳۷ بدست آمد. (Abedini et al, 2005: 131) اقدام به بررسی نقش عوامل موثر در پیدایش و تحول جریانات واریزه‌ای دره دیز منطقه هادیشهر با روش های مورفومتری و رگرسیون کرده‌اند و نتایج نشان داده که همبستگی بالا و معنی‌داری بین پارامترهای مختلف جریانات واریزه‌ای این منطقه وجود دارد. ایشان پس تهیه لایه های اطلاعاتی مورد نیاز و تأثیردادن دوازده عامل پهنه بندی خطر ریزش را در پنج طبقه از خطر بسیار کم تا خطر خیلی زیاد انجام داده اند.در پژوهشی دیگر (Ramezani et al, 2015: 14) پهنه-بندی سنگ ریزش ارتفاعات شمال شهر شاهرود را با دو روش استریوگرافیک و شبیه‌سازی تعادل حدی انجام دادند. همچنین با شبیه‌سازی ریزش در نرم افزار ROCKFALL و وارد کردن داده های حاصل از آن در ARCGIS اقدام به تشخیص پهنه‌های خطر ریزش در ارتفاعات مذکور و اطراف شهر شاهرود نمودند. در تحقیق دیگری (Safari et al, 2018: 53) با استفاده از روش آنتروپی و منطق فازی عوامل نه گانه حرکات توده‌ای شهرستان کرمانشاه را پهنه-بندی نمودند. روش منطق فازی را برای پهنه‌بندی حرکات توده‌ای شهرستان کرمانشاه مناسب تشخیص دادند. در مطالعه دیگری (Motamedi rad et al, 2019: 92) زمین لغزش‌های حوضه فاروب رومان شهرستان نیشابور را با دو مدل ANP و آنتروپی شانون پهنه‌بندی کرده‌اند و ضمن تشخیص عوامل اصلی وقوع زمین لغزش مانند شیب و فاصله از جاده به ارزیابی صحت پهنه‌بندی از طریق روش ASCI پرداخته‌اند. اصولا تحقیق در زمینه خطر ریزش هم در سطح جهان و هم در ایران در مقایسه با زمین لغزش کمتر انجام شده است. (Negahban et al, 2020: 80) به پهنه بندی ریزش سنگ در آزادراه رودبار-رستم اباد پرداختند که نتایج پژوهش آن ها نشان داد مستعدترین مناطق از نظر وقوع ریزش منطبق بر میزان شیب بالا، فاصله کم از ابراهه، حساسیت بالای سنگ-های آتشفشانی توده‌ای و کاربری اراضی بایر است هر چند به نظر برخی از محققین (Ramesh et al, 2011: 130) زمین لغزش را مفهوم عام در نظر می‌گیرند. سایر حرکات توده‌ای را جزء انواع زمین لغزش محسوب می‌نمایند. با این وجود هیچ تحقیقی در خصوص خطر ریزش منطقه مورد مطالعه این پژوهش تا این زمان انجام نشده است. با توجه به شکل (۱) این جاده یکی از خطرناکترین جاده‌ها از نظر ریزش سنگ یا به اصطلاح بهمن سنگ و خاک است. استان زنجان از طریق این جاده با استان گیلان و شمال کشور ارتباط دارد. راه ارتباطی شهرستان زرخیز طارم با مرکز استان محسوب می‌شود. بنابراین روز به روز بر میزان تردد وسایل نقلیه این جاده افزوده می‌شود. بنابراین، شناسایی نقاط سنگ ریزش در وهله اول و سپس اقدامات عملی برای جلوگیری از ریزش سنگ در مسیر این جاده از ضروریات است.

۲. روش تحقیق

روش تحقیق از نظر هدف کاربردی و فرایند انجام کار بر مبنای تلفیقی از روش کتابخانه ای و میدانی است. در این پژوهش برای تعیین مناطق مستعد ریزش و پهنه بندی از مدل ها ی آماری ارزش اطلاعات و نسبت فراوانی و روش آنتروپی شانون استفاده شده است. دو مدل اول از روش آماری و مدل آنتروپی ترکیبی از مدل آماری و قضاوت کارشناسی استفاده می کند. به منظور سازماندهی چهارچوب تحقیق ابتدا به صورت میدانی از محدوده مورد مطالعه بازدید و موقعیت نقاط مستعد ریزش با GPS دو فرکانسه (ابزار نقشه‌برداری) ثبت گردید. سپس متناسب با مدل‌های فوق-الذکر لایه‌های GIS مورد نیاز به شکل زمین مرجع و رقومی آماده شد. جهت تهیه لایه‌های پهنه‌بندی از لایه‌های زمین

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

شناسی، شیب و جهات شیب، سطوح ارتفاعی، کاربری زمین و پوشش گیاهی، گسل، نقشه‌های خطوط هم یخبندان، هم دمای سالانه و بارش، فاصله از جاده، فاصله از آبراهه استفاده گردید. ابتدا خطوط میزان ۲۰ متر با اندازه پیکسلی ۲۰×۲۰ متری با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ در محیط ARCGISpro تهیه، سپس منحنی‌های میزان و DEM منطقه ساخته شد. نقشه‌های شیب و جهت شیب، سطوح ارتفاعی، همبارش، همدما، یخبندان سالانه و شبکه آبراهه از طریق DEM و داده‌های هواشناسی ایجاد گردید. نقشه زمین شناسی و گسل از طریق رقومی کردن نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ زنجان و نقشه کاربری و پوشش گیاهی و فاصله از جاده با استفاده از تصاویر ماهواره لندست سنجنده OLI سال ۲۰۲۱ و ARCGISpro ایجاد گردید. برای لایه های خطی فاصله از جاده و فاصله از آبراهه از تابع Distance بهره گرفته شد. در نهایت متناسب با توزیع نقاط ریزشی روی طبقات نقشه‌ها، طبقه‌بندی مجدد انجام و نقشه‌های مؤثر مطابق با شکل (۳) به دست آمد.

روش نسبت فراوانی: پس از تهیه لایه های مورد نیاز طبقات مؤثر هریک از آنها در محیط ARCGISpro مشخص و تعدادی از نقاط ریزشی برداشت شده با GPS با استفاده از توابع و جدول لایه های اطلاعاتی بر روی طبقات توزیع شد. سپس با استفاده از مدل ضریب نسبت فراوانی هر طبقه محاسبه گردید. این ضریب از طریق رابطه (۱) بیان می شود.

رابطه ۱

$$FR=\frac{A}{B}$$

که در آن A درصد تعداد ریزش در هر طبقه، B درصد مساحت همان طبقه از لایه و FR نسبت فراوانی است. اگر این ضریب برای هر طبقه بیشتر از یک باشد، حساسیت آن طبقه برای ریزش بالا است (لی و پرادهان، ۲۰۰۷). در نهایت ضریب نسبت فراوانی هر طبقه از عوامل در محیط ArcGIS با هم جمع و بر پایه رابطه (۲) نقشه پهنه بندی خطر ریزش در منطقه با بهره گیری از مدل نسبت فراوانی به دست آمد (Jokarserhangi and Alizadeh, 2013). تمامی محاسبات ضریب مذکور در جدول اطلاعاتی نقشه های مؤثر از طریق فیلد محاسباتی نرم افزار ARCMAP انجام گرفت.

رابطه ۲

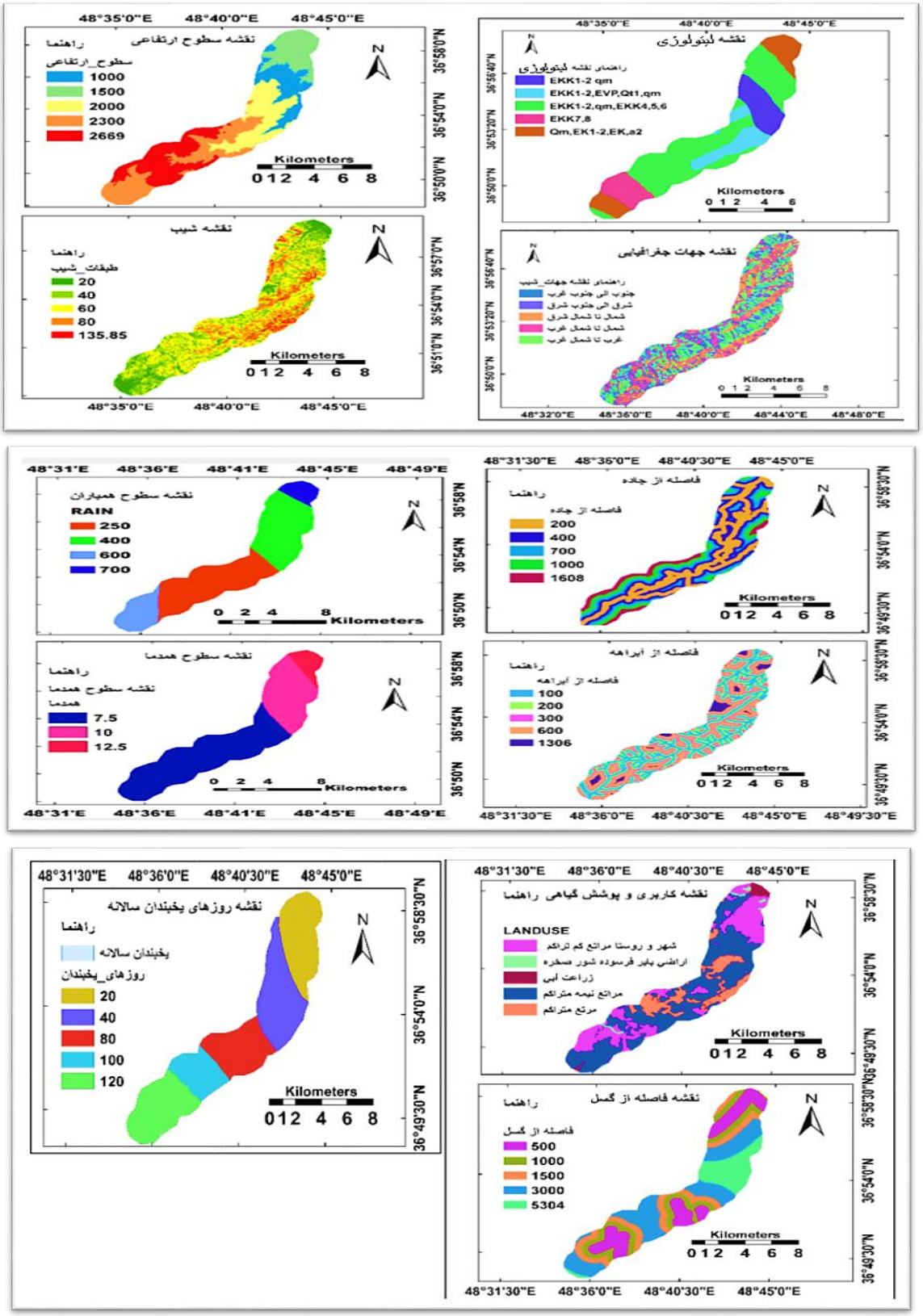
(ضریب نسبت فراوانی×هرلایه اطلاعاتی) ∑ =شاخص پهنه-بندی

روش ارزش اطلاعات: این روش ابتدا توسط (Yan AND Yen, 19880) معرفی شد. در این روش رخداد زمین لغزش به عنوان متغیر وابسته و هر یک از عوامل ذاتی و محیطی به عنوان متغیرهای مستقل تلقی می شوند و میزان اثر هر یک از عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش، مستقل از دیگری ارزیابی می‌گردد مطابق با این روش، تحلیل نهایی پتانسیل ناپایداری برای هر واحد از منطقه بر اساس مجموع اثر تمام عوامل موجود در آن انجام شده و وزن های واقعی هر رده از لایه‌های اطلاعاتی و ارزش اطلاعاتی هر لایه به واسطه جمع مقادیر ارزش برای عوامل مختلف آن لایه اطلاعاتی محاسبه می گردد. ارزش اطلاعاتی عوامل مختلف، از تقسیم درصد سطحی لغزشی پارامتر به درصد سطحی لغزشی متوسط منطقه و محاسبه لگاریتم نپر (Ln) آن به دست می‌آید. عدد حاصله را ارزش اطلاعاتی تراکم لغزش می‌نامند (Rajabi et al, 2016). پس از تهیه نقشه های وزنی مربوط به پارامترهای مؤثر در رخداد زمین لغزش، همه آنها با هم جمع شده و یک نقشه وزنی تجمعی به دست می آید. در مورد مقدار عددی وزن ها، هر چه عدد منفی تر باشد، نشان دهنده تأثیر کمتر پارامتر مربوطه در رخداد زمین لغزش و عدد مثبت‌تر نشان‌دهندهٔ بیشترین تأثیر است (شیرانی

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

و سیف، ۱۳۹۱). برای استفاده از این روش از رابطه زیر استفاده می شود (یالکین، ۲۰۰۸).

رابطه ۳ $$Winf= Ln [(A/B) / (C/D)]$$



شکل ۱. نقشه و لایه های مؤثر در وقوع ریزش سنگ در جاده مورد مطالعه، منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

که در آن A تعداد ریزش در هر طبقه، B مساحت هر طبقه، C تعداد کل ریزش ها در منطقه، D مساحت کل منطقه و Winf وزن ارزش اطلاعات است (Sarhangi et al. 2013:81) . همه محاسبات مربوط به این فرمول در محیط جدول اطلاعاتی و توابع ARCGIS انجام گردید. در نهایت بعد از مشخص شدن مقدار (Ln) هر طبقه (کلاس) لایه‌های مؤثر، نقشه‌های این شاخص ساخته شد سپس از طریق جمع جبری نقشه‌ها، نقشه پهنه‌بندی نهایی ترسیم گردید.

روش آنتروپی شانون: آنتروپی مفهومی برجسته در علم فیزیک، علوم اجتماعی و نظریه اطلاعات است به گونه ای که مقدار عدم اطمینان (درجه توزیع نامتعادل پدیده ها) از محتوای مورد انتظار اطلاعاتی از یک پیام را نشان می دهد (Negahbane et al, 2020: 80). فیزیکدان آلمانی، رودلفکلاسیوس[1]، مفهوم آنتروپی را در سال ۱۸۴۸ معرفی کرد و بولتزمن نیز به آن پرداخت. در ضمن ویلاردگیبس[2] از دانشگاه ییل در اثر کلاسیک خود، درباره مکانیک آماری، معنی عمیقی به آن بخشید. سرانجام شانونوویور روش آنتروپی را در سال میلادی ۱۹۷۴ مطرح کردند (Shekari et al, 2016: 23). آنتروپی، یکی از رویکردهای مدیریتی است که به منظور برخورد با بی‌نظمی، بی‌ثباتی، اغتشاش و عدم یقین‌های موجود در یک سیستم مورد استفاده قرار گرفته است (Yofeng et al, 2009: 245). در واقع آنتروپی پراکندگی و بی نظمی را در پدیده‌های طبیعی تخمین می‌زند. این مفهموم که دردانش ترمودینامیک کاربرد بسیار دارد امروزه به سایر علوم نیز راه یافته است (Zamiri al.2013:15). جهت وزن‌دهی به شیوه آنتروپی، لایه‌های ۱۱گانه مؤثر در ریزش تهیه گردید. سپس نقاط برداشت شده از طریق الحاقیه Hawths tools روی کلاس لایه‌ها پخش گردید تا دانش داده‌ای مورد نیاز برای وزن دادن به لایه‌ها و تشکیل ماتریس اولیه فراهم شود. برای تشکیل ماتریس اولیه ابتدا داده های کیفی از طریق مقیاس دو قطبی فاصله ای به داده های کمی تبدیل شد. مقیاس دو قطبی فاصله ای روشی عمومی در رتبه بندی شاخص های کمی وکیفی است. اندازه گیری در این روش بر اساس یک مقیاس ده نقطه ای است. به طوری که صفر مشخص کننده کمترین ارزش ممکن-که عملا قابل درک باشد و ۱۰ نشان دهنده حداکثر ارزش ممکن از شاخص موردنظر است. نقطه وسط نیز نقطه شکست مقیاس بین مساعدها و نامساعده است (Asgharpor al.2012:86). بعد از تشکیل ماتریس آنتروپی و بدست آوردن مؤلفه‌های مربوط به وزن‌دهی به روش آنتروپی، جهت تعدیل اوزان آنتروپی، وزن کارشناسی حاصل از روش ANP تاثیر داده شد. جهت اجرای روش ANP، از نرم‌افزار سوپر دسیژن با تشکیل درخت تصمیم-گیری و ماتریس مقایسه بین معیارها و گزینه‌ها استفاده گردید و در نهایت اوزان نرمال شده با نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ درصد بدست آمد.آنتروپی در نظریه اطلاعات، یک معیار عدم اطمینان است که با توزیع احتمال مشخص P_i بیان می‌شود .اندازه‌گیری این عدم اطمینان (E_i) توسط شانون، به صورت زیر بیان شده است (مؤمنی، ۱۳۸۵).

رابطه ۴

$$E_{i=s(P_1,P_2\ ,....,P_n\ )}=-k\sum_{i=1}^{n}[P_1-Ln\ P_1]$$ [۴]

K مقداری ثابت است و به منظور این که E_i بین صفر و یک باشد، اعمال می‌شود. E از توزیع احتمال P_i براساس مکانیزم آماری، محاسبه شده و مقدار آن در صورت تساوی با یکدیگر یعنی ($P_i=\frac{1}{n}$)، ماکزیمم مقدار ممکن خواهد بود که بدین صورت محاسبه می‌شود.

رابطه ۵:

[1] Claudius Rudolf
[2] Willard Gibbs

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

$$-k\sum_{i=1}^{n} p_{i-ln}p_{i=-k}\{\frac{1}{n}\,Ln\frac{1}{n}+\frac{1}{n}\,Ln\,\frac{1}{n}+\cdots+\frac{1}{n}\,Ln\frac{1}{n}\}=\;-k\{Ln\frac{1}{n}\left(\frac{n}{n}\right)\}=\;-k\times Ln\frac{1}{n}$$

k به عنوان مقدار ثابت، به صورت زیر محاسبه میشود:

رابطه ۶ $k=\frac{1}{Ln(m)}$

M تعداد گزینه‌ها است. ماتریس تصمیم‌گیری، حاوی اطلاعاتی است که آنتروپی می‌تواند به عنوان معیار برای ارزیابی آن به کار رود. فرض کنید که ماتریس تصمیم گیری، به صورت زیر است.

جدول ۱. نظرات تصمیم‌گیرندگان درباره شاخص‌ها

شاخص (معیار) / افراد (گزینه)	C_1	C_2	...	C_n
N_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
N_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
N_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}
W_j	W_1	W_2	...	W_n

a_{ij}: نظر فرد i اُم درباره شاخص j اُم می‌باشد.

در جدول (۱) C نشان‌دهنده معیار و N نشان‌دهنده گزینه است. با استفاده از این ماتریس، P_{ij} به صورت زیر محاسبه می‌شود:

رابطه ۷ $\forall i,j\;\; p_{ij}=\frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m}a_{ij}}$

و آنتروپی شاخص j اُم (E_j) به صورت زیر محاسبه میشود:

رابطه۸ $-k\sum_{i=1}^{m}[\,p_{ij}\,p_{ij}\;;\forall$

عدم اطمینان یا درجه‌ی انحراف (d_j) از اطلاعات به دست آمده برای شاخص j، بیان می‌کند که شاخص مربوطه (j)، چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری، در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد. مقدار (d_j) به صورت زیر به‌دست می‌آید:

رابطه ۹ $d_j\;=1-\;E_j\;\;;\forall j$

سپس مقدار وزن w_j به صورت زیر به‌دست می‌آید:

رابطه ۱۰

$$w_j=\frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n}dj}\qquad;\forall j$$

اگر تصمیم‌گیرنده از قبل، وزن‌دهی مشخص مثل λ_j را برای شاخص j در نظر گرفته باشد، در این صورت وزن تعدیل شده (w'_j) به شرح زیر محاسبه می‌شود:

رابطه ۱۱

$$w'_j=\frac{\lambda_j\,w_j}{\sum_{j=1}^{n}\lambda_j\,w_j}\qquad;\forall j$$

ارزیابی و برآورد مدل نهایی

برای ارزیابی مدل از فرمول های زیر استفاده گردید.

رابطه ۱۲ $p=\frac{ks}{s}$

که در آن P احتمال تجربی، KS تعداد ریزش در طبقه بالا به خیلی بالا و S تعداد کل ریزش های منطقه است. مدلی که هر چه میزان P بیشتر باشد، برای پهنه بندی مناسب تر است (Sarhangi et al. 2013:81).

برای محاسبه شاخص QS ابتدا نسبت تراکمی (Dr) طبق فرمول زیر محاسبه می‌گردد. در این رابطه Si؛ مساحت زمین لغزش های واقع در هر رده خطر، Ai؛ مساحت i امین رده خطر در یک نقشه پهنه‌بندی و n تعداد رده‌های خطر است. شاخص QS نشان دهنده صحت یا مطلوبیت عملکرد روش در پیش‌بینی خطر زمین لغزش است. معمولاً مقدار این شاخص برای روش‌های مختلف در گستره صفر و ۷ قرار می‌گیرد (هرچند از بعد نظری

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

حدی برای آن وجود ندارد.) در ارزیابی روش‌ها هر چه QS بیشتر باشد، آن روش صحت یا مطلوبیت بیشتری دارد. مقدار مجموع کیفیت از رابطه ۳ به دست می‌آید (Rajabi al.2016:42).

$$D_r = \frac{S_i}{A_i} / \frac{\sum_i^n S_i}{\sum_i^n A_i}$$ **رابطه ۱۳**

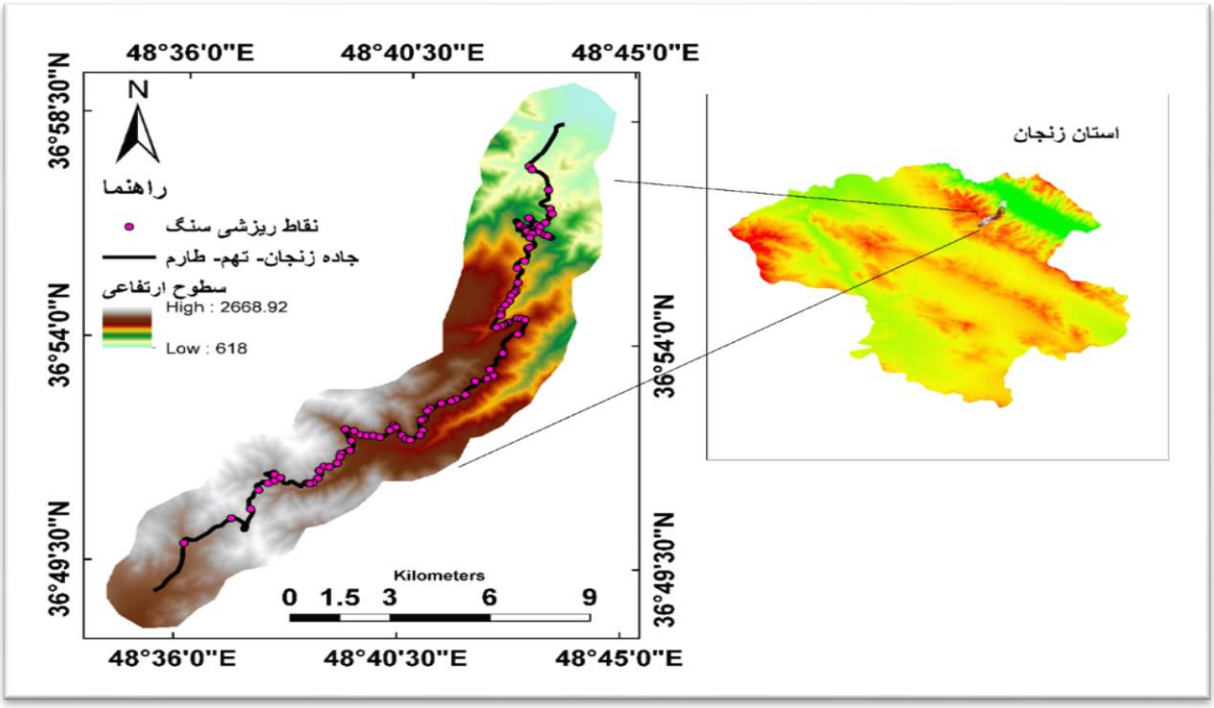
در رابطه (۳) QS؛ مجموع کیفیت، Dr؛ نسبت تراکم، S؛ نسبت مساحت هر رده خطر به مساحت کل منطقه و n؛ تعداد کلاس خطر می‌باشد.

$$Q_s = \sum_{i=1}^{n}((D_r - 1)^2 \text{ S}\times$$ **رابطه ۱۴**

۲. ۱. محدوده مورد مطالعه

جاده زنجان- تهم- طارم در شمال شرقی استان زنجان قرار گرفته است. با توجه به شکل (۲) موقعیت جغرافیایی آن ۳۶ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۴۴ دقیقه طول شرقی می باشد.

مرتفع‌ترین قسمت محدوده مورد مطالعه ۲۷۰۰ و میانگین ارتفاع آن ۱۸۹۴ متر از سطح دریا و میانگین شیب منطقه ۶۷/۱۷ می باشد. میانگین دما و بارش سالیانه منطقه به ترتیب ۱۰ درجه سانتیگراد و ۴۸۷/۵ میلیمتر است و از لحاظ زمین‌شناسی بخشی از رشته کوه های شمالی استان زنجان محسوب می شود که مورفولوژی کوهستانی داشته و بیشتر رخنمون‌های آن از مجموعه‌های پیروکلاستیک ائوسن (سازند کرج) است.



شکل ۲. نقشه موقعیت جغرافیایی و پراکنش ریزش های سنگی منطقه مورد مطالعه، منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹

لیتولوژی چیره ردیف‌های آذرین آواری بخش شمالی استان زنجان، همانند سایر نواحی البرز، از نوع توف‌های سبز به همراه میان لایه های شیلی و گاهی آهکی است. جدا از ردیف های آذرین آواری، در این مجموعه همراهانی از گدازه‌های آندزیتی، آندزی ـ بازالتی، ریو داسیت پورفیری و غیر پورفیری وجود دارد که هم به صورت زیر دریایی و هم در سطح خشکی تشکیل شده‌اند. اشکال رسوبی موجود در پیروکلاستیک‌ها و ولکانی کلاستیک ها نظیر لایه بندی، دانه‌بندی تدریجی، لامیناسون خمیده، فلوت کست، لغزش-های و ریزش‌های ثقلی مانند شکل (۲) نه تنها حکایت از

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

انباشتگی در محیط دریایی دارد بلکه به نوعی جریان های آشفته و نا آرامی های تکتونیکی زمان رسوبگذاری را تداعی می کند. از ویژگی‌های بارز زمین شناسی ارتفاعات ماگمایی شمال استان زنجان توده های نفوذی گرانیتی و گرانودیوریتی درشت دانه است که به مجموعه‌های ولکانی کلاستیک ائوسن (سازند کرج) تزریق شده‌اند به همین لحاظ این توده‌ها سن بعد از ائوسن دارند و با توجه به شواهد منطقه ای بخشی از توده‌های نفوذی فاز کوهزایی پیرنئن هستند که در امتداد ساختار و گسل‌های طولی و عمیق بلندی‌های طارم تزریق شده‌اند.

شکل ۲. پاک‌سازی جاده زنجان- تهم- طارم و رفع انسداد ناشی از سنگ ریزش مواد و روش‌ها

۳. یافته‌های تحقیق

پس از ایجاد نقشه‌های تاثیرگذار در خطر ریزش سنگ، اقدام به استخراج داده های کمی پهنه های خطر با استفاده از رابطه‌های ۱، ۳ در جدول اطلاعاتی ARCGISpro و محیط نرم افزار اکسل صورت پذیرفت که نتایج در جدول (۲) آمده است. مسیر جاده زنجان به تهم - چورزق دارای نقاط ریزشی فراوانی است که با GPS ۸۶ نقطه جهت پهنه بندی و ۴۲ نقطه جهت ارزیابی مدل ها استفاده گردید.

در خصوص روش آنتروپی با توجه به ماتریس تصمیم (جدول ۳) به طور خلاصه می‌توان برای به‌دست آوردن اوزان شاخص‌ها، گام‌های زیر را طی کرد (مومنی، ۱۳۸۵).

گام اول با توجه به مقیاس دو قطبی فاصله‌ای و تعداد پراکنش نقاط ریزشی در طبقات لایه‌های مؤثر در ریزش سنگ داده‌های کیفی به کمی تبدیل شد. سپس ماتریس تصمیم جدول (۳) ترسیم شد. **گام دوم** با استفاده از رابطه ۷ و ماتریس تصمیم (جدول ۳) مقدار pij طبق جدول (۴) محاسبه گردید.

گام سوم مقدار آنتروپی (Ej) از رابطه ۸ حاصل شد. **گام چهارم** عدم اطمینان یا درجه‌ی انحراف (d_j) از رابطه (۹) محاسبه گردید.**گام پنجم** وزن هر شاخص با استفاده از رابطه (۱۰) استخراج شد. **گام ششم** برای اینکه عوامل مؤثر در ریزش سنگ ارتباط متقابل و چندجانبه با یکدیگر دارند و به صورت سیستمی بر هم اثر می گذارند ماتریس تصمیم تحلیل شبکه در محیط نرم افزار سوپر دسیژن تشکیل شد. معبارها و گزینه‌ها با نظر کارشناسی با هم مقایسه شدند و وزن نهایی نرمال شده جهت تعدیل اوزان آنتروپی طبق رابطه (۱۱) اعمال گردید. نتایج حاصل از گام سوم تا ششم در جدول (۵) آورده شده است. در نهایت در نرم‌افزار ArcGISpro با استفاده از محیط Raster calculator و رابطه ذیل پهنه‌بندی ریزش سنگ در جاده زنجان- تهم- طارم انجام گردید.

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

جدول ۲. ضرایب نسبت فراوانی و ارزش اطلاعات و وزن طبقات آنها

عوامل مؤثر	طبقات	درصد مساحت	درصد فراوانی ریزش	ضریب مدل نسبت فراوانی	ارزش اطلاعات (LN)
شیب	۲۰-۰	۱۳/۶۴	۳/۴۹	۰/۲۶	-۰/۳۱
	۴۰-۲۰	۲۹/۲۱	۱۷/۴۴	۰/۶	۰/۶۶
	۶۰-۴۰	۳۵/۸۴	۴۸/۸۴	۱/۳۶	۱/۱۷
	۸۰-۶۰	۱۷/۶۹	۳۰/۲۳	۱/۷۱	-۰/۶۲
	۸۰>	۳/۶۲	۰	۰	۰
سطوح ارتفاعی	۰ -۱۰۰۰	۱۵/۰۵	۲۰/۹۳	۱/۳۹	۰/۳۳
	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۱۵/۹۲	۳/۴۹	۰/۲۲	-۱/۵۲
	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۲۰/۶۱	۴۱/۸۶	۲/۰۳	۰/۷۱
	۲۰۰۰-۲۳۰۰	۲۴/۹۸	۲۹/۰۷	۱/۱۶	۰/۱۵
	>۲۳۰۰	۲۳/۴۴	۰۴/۶۵	۰/۲۰	-۱/۶۲
جهات جغرافیایی	غرب تا شمال غرب	۲۹/۸۹۶	۳۰/۲۳	۱/۰۱۱	۰/۰۱
	شرق الی جنوب شرق	۱۷/۱۳۱	۲۲/۰۹۳	۱/۲۸۹	۰/۲۵
	شمال تا شمال شرق	۱۳/۰۳۷	۸/۱۳۹	۰/۶۲	-۰/۴۷
	شمال تا شمال غرب	۱۹/۹۴	۱۷/۴۴	۰/۸۷	-۰/۱۳
	جنوب الی جنوب غرب	۱۹/۹۹	۲۲/۰۹۳	۱/۱۰۵	۰/۱
جنس سنگ (برگرفته از نقشه زمین شناسی یکصدهزار طارم-زنجان)	Qm,EKK1-2,EKa2[1]	۱۳/۵۰	۰	۰	۰
	EKK7,8[2]	۹/۹۰	۱/۱۶۲	۱/۱۸	۱/۶۹
	EKK1-2,qm,EKK4,5,6[3]	۵۱/۰۴	۶۰/۴۶	۱/۳۳	۰/۲۹
	EKK1-2,EVP,Qt1,qm[4]	۱۲/۱۹۹	۱۶/۲۷۹	۱/۶۶	۰/۵۰
	EKK1-2 qm[5]	۱۳/۳۴	۲۲/۰۹۳	۰/۱۲	۱/۲
کاربری اراضی و پوشش گیاهی	اراضی بایر فرسوده	۱/۱۶	۰	۰	۰
	زراعت آبی	۲/۰۵۵	۰	۰	۰
	روستا ومراتع کم تراکم	۲۷/۴۸	۱۰/۴۶	۰/۳۸۰	-۰/۹۷
	مراتع نیمه متراکم	۵۵/۷۹	۶۶/۲۷	۱/۱۸	۰/۱۷
	مرتع متراکم	۱۳/۵۱	۲۳/۲۵	۱/۷۲	۰/۵۴
فاصله از گسل	۰-۵۰۰	۲۱	۱۵	۰/۷۱	-۰/۳۱
	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۸	۷	۰/۳۸	-۰/۹۳
	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۱۵	۲۱	۱/۴	۰/۳۳
	۱۵۰۰-۳۰۰۰	۳۲	۳۶	۱/۱۲۵	۰/۱۳
	>۳۰۰۰	۱۵	۲۱	۱/۴	۰/۳۲
روزهای یخبندان	۲۰-۰	۲۲/۱۰۶	۲۲/۰۹۳	۰/۹۹	۰
	۴۰-۲۰	۲۴/۹۰	۳۰/۲۳	۱/۲۱	۰/۱۹
	۸۰-۴۰	۱۸/۵۵	۲۷/۹۰	۱/۵۰	۰/۴۱
	۱۰۰-۸۰	۱۲/۶۵	۱۶/۲۷	۱/۲۸۶	۰/۲۵
	>۱۲۰	۲۱/۷۷	۳/۴۸۸	۰/۱۶	-۱/۸۳
فاصله از جاده	۲۰۰-۰	۳۵/۵۱	۱۰۰	۲/۸۱	۱/۰۴
	۴۰۰-۲۰۰	۲۵/۲۷	۰	۰	۰
	۷۰۰-۴۰۰	۱۷/۴۴	۰	۰	۰
	۱۰۰۰-۷۰۰	۱۲/۶۳۹	۰	۰	۰
	>۱۵۰۰	۹/۱۳۷	۰	۰	۰

[1] کوارتز، توف، ماسه سنگ توفی، سیلتستون، گل سنگ همراه با میان لایه های توفی

[2] تناوب ماسه سنگ و توف، مادستون و آندزیت به رنگ خاکستری

[3] ماسه سنگ توفی، سیلتستون، گل سنگ همراه با میان لایه‌های توفی، آندزیت، توف های برش، لاپیلی توف، توف پامیسی، توف جوش خورده

[4] توف، ماسه سنگ توفی، سیلتستون، گل سنگ همراه با میان لایه‌های توفی، کوارتز آندزیت، تراکی آندزیت

[5] کوارتز، توف، ماسه سنگ توفی، سیلتستون، گل سنگ همراه با میان لایه‌های توفی

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

	۰/۰۳	۱/۰۲۶	۳۲/۵۵	۳۱/۷۱	۰-۱۰۰
	۰	۱/۰۰۲۶	۲۳/۲۵	۲۳/۱۹	۱۰۰-۲۰۰
فاصله ازآبراهه	-۰/۰۶	۰/۹۴	۱۶/۲۷	۱۷/۳۱	۲۰۰-۳۰۰
	۰/۰۳	۱/۰۲۵	۲۳/۲۵	۲۲/۶۷	۳۰۰-۶۰۰
	۰/۰۹	۰/۹۱	۴/۶۵	۵/۱۰۴	>۱۳۰۶
	۳۱/۱۸	۱/۲۰	۵۰	۴۱/۶۳	۰-۲۵۰
همبارش سالانه	۰/۲۹	۱/۳۴	۴۸/۸۳	۳۶/۳۸۸	۲۵۰-۴۰۰
	-۰۲/۵۵	۰/۰۷۷	۱/۱۶	۱۴/۹۸	۴۰۰-۶۰۰
	۰	۰	۰	۶/۹۹	۶۰۰-۷۰۰
	-۰/۱۲	۰/۸۸	۵۴/۶۵	۶۱/۶۴	۰-۷/۵
همدمای سالانه	۰/۳۸	۱/۴۶	۴۵/۳۴	۳۰/۹۷۷	۷/۵-۱۰
	۰	۰	۰	۷/۳۸	۱۰-۱۲/۵

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹

جدول ۳. مشاهدات و ضرایب ماتریس تصمیم

جهات جغرافیایی	همدما	همبارش	فاصله از آبراهه	فاصله از جاده	یخبندان	گسل	کاربری اراضی	سطوح ارتفاعی	شیب	لیتولوژی	معیار گزینه
۲	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۱	۱	۱	۱	خطر خیلی کم
۳	۱	۱	۳	۱	۳	۴	۱	۳	۳	۲	خطر کم
۴	۳	۵	۵	۳	۲	۷	۹	۵	۹	۵	خطر متوسط
۵	۵	۵	۹	۷	۵	۹	۵	۹	۷	۷	خطر زیاد
۵	۲	۳	۵	۲	۷	۵	۳	۷	۵	۹	خطر خیلی زیاد

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹

جدول ۴. مقادیر Pij شاخص‌ها و گزینه‌ها

جهات جغرافیایی	همدما	همبارش	فاصله از آبراهه	فاصله از جاده	یخبندان	گسل	کاربری اراضی	سطوح ارتفاعی	شیب	لیتولوژی	معیار گزینه
۰/۱۰۵	۰/۰۸۳	۰/۰۶۷	۰/۰۴۳	۰/۰۷۱	۰/۰۵۶	۰/۱۰۷	۰/۰۵۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴۲	خطر خیلی کم
۰/۱۵۸	۰/۰۸۳	۰/۰۶۷	۰/۱۳	۰/۰۷۱	۰/۱۶۷	۰/۱۴۳	۰/۰۵۳	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۸۳	خطر کم
۰/۲۱۱	۰/۲۵	۰/۳۳۳	۰/۲۱۷	۰/۲۱۴	۰/۱۱۱	۰/۲۵	۰/۴۷۴	۰/۲	۰/۳۶	۰/۲۰۸	خطر متوسط
۰/۲۶۳	۰/۴۱۷	۰/۳۳۳	۰/۳۹۱	۰/۵	۰/۲۷۸	۰/۳۲۱	۰/۲۶۳	۰/۳۶	۰/۲۸	۰/۲۹۲	خطر زیاد
۰/۲۶۳	۰/۱۶۷	۰/۲	۰/۲۱۷	۰/۱۴۳	۰/۳۸۹	۰/۱۷۹	۰/۱۵۸	۰/۲۸	۰/۲	۰/۳۷۵	خطر خیلی زیاد

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]

[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

جدول ۵. مقادیر بدست آمده از گام سوم تا ششم

ردیف	معیار ها	مقدار آنتروپی (Ej)	مقدار عدم اطمینان (dj)	وزن معیار (Wj)	وزن کارشناسی ANP	وزن تعدیل‌شده
۱	لیتولوژی	۰/۸۶۶	۰/۱۳۴	۰/۱۰۷	۰/۲۲۹۳۹۷	۰/۲۵۳
۲	شیب	۰/۸۸۸	۰/۱۱۲	۰/۰۸۹	۰/۱۸۱۵۹۶	۰/۱۶۷
۳	سطوح ارتفاعی	۰/۸۸۸	۰/۱۱۲	۰/۰۸۹	۰/۱۳۷۶۹۱	۰/۱۲۷
۴	کاربری ارضی	۰/۸۱۲	۰/۱۸۸	۰/۱۵	۰/۱۱۵۰۲۱	۰/۱۷۸
۵	گسل	۰/۹۵۵	۰/۰۴۵	۰/۰۳۶	۰/۰۹۹۲۴۶	۰/۰۳۷
۶	یخبندان	۰/۸۸۶	۰/۱۱۴	۰/۰۹۱	۰/۰۷۹۰۵۴	۰/۰۷۴
۷	فاصله از جاده	۰/۸۲۷	۰/۱۷۳	۰/۱۳۸	۰/۰۵۶۵۱۱	۰/۰۸
۸	فاصله از آبراهه	۰/۸۹	۰/۱۱	۰/۰۸۸	۰/۰۳۸۹۸۷	۰/۰۳۵
۹	همبارش	۰/۸۷۹	۰/۱۲۱	۰/۰۹۶	۰/۰۲۷۴۳۱	۰/۰۲۷
۱۰	همدما	۰/۸۸۵	۰/۱۱۵	۰/۰۹۲	۰/۰۱۹۸۳۸	۰/۰۱۹
۱۱	جهات جغرافیایی	۰/۹۶۹	۰/۰۳۱	۰/۰۲۵	۰/۰۱۵۲۲۷	۰/۰۰۴

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹

$$H = (L*0/253)+(S*0/167) + (E*0/127)+(F*0/037)+(G*0/074)+(DR*0/08) +(Dri*0/035)+(P * 0/027) +(T* 0/019)+(A *0/004)$$

در این رابطه H: نقشه پهنه بندی، L: لیتولوژی، S: شیب، E: سطوح ارتفاعی،LU: کاربری اراضی،F: گسل، G: یخبندان، DR: فاصله از جاده، DRI: فاصله از آبراهه،P: همبارش، T: همدما،A: جهات جغرافیایی

تحلیل نتایج استخراج شده

لیتولوژی: جنس سنگ یکی از عوامل بسیار مؤثر در وقوع ریزش سنگ از ارتفاعات محسوب می شود. جنس سنگ های اطراف جاده زنجان- تهم- طارم از سازندهای منفصل و نامقاوم رسوبی مانند ماسه سنگ، سیلتستون، گل سنگ، همراه با میان لایه هایی از توف است که به شدت هوازده شده اند و مستعد ریزش هستند. با توجه به اینکه جنس سنگ ها در کلاس های پنج گانه لایه لیتولوژی با همدیگر تفاوت اساسی ندارند، ارتباط عوامل دیگر مانند لایه شیب، سطوح ارتفاعی و سایر لایه ها با لایه لیتولوژی کاملا محرز است. در مدل LN لایه لیتولوژی بیشترین فراوانی خطر ریزش در شیب های بین ۴۰ تا ۶۰ درصد و سطوح ارتفاعی ۲۳۰۰ است؛ اما در مدل FR بیشترین فراوانی خطر ریزش به شیب های بین ۶۰ تا ۸۰ و سطوح ارتفاعی ۲۰۰۰ متعلق است.

شیب: وجود شیب در دامنه ها، اساس حرکت های توده ای مطرح است. وجود این عامل به صورت بحرانی، نقش تأثیرگذار عوامل دیگر، در حرکت های توده ای را تشدید می نماید (Safari and Hashemi, 2017). شیب‌های ۶۰ تا ۸۰ درصد در مدل نسبت فراوانی و شیب های بین ۲۰ الی ۴۰ درصد در روش ارزش اطلاعات بیشترین تأثیر را در خطر ریزش سنگ دارند.

سطوح ارتفاعی: ارتفاع از سطح دریا معرف تغییرات و نوسانات اقلیمی است. به دلیل اختلاف میزان انرژی که هر نقطه زمین از خورشید دریافت می کند، متفاوت است. تغییرات ارتفاع می تواند تأثیر بسزایی بر سه عامل دما، بارش و رطوبت بگذارد (Khazri, et al, 2006). سطوح ارتفاعی ۱۵۰۰ الی۲۰۰۰ در هر دو روش LN و FR بیشترین اثر را در ریزش سنگ جاده زنجان – تهم- چورزق دارد که نشان از هماهنگی کامل عوامل اقلیمی(بارش، دما و روزهای یخبندان) و شیب و لیتولوژی است.

کاربری اراضی: منظور از کاربری نوع و نحوه استفاده از زمین در حال حاضر است به طور مسلم نوع کاربری اراضی، همیشه نقش تعیین کننده ای در تغییرات محیطی، به ویژه ایجاد و تشدید حرکت های دامنه ای ایفا می کند و انواع مختلف کاربری

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

ها عملکردهای متفاوتی در ناپایداری دامنه ها دارند(صفاری و هاشمی، ۲۰۱۷). طبق اطلاعات جدول (۲) در هر دو مدل نسبت فراوانی و ارزش اطلاعات، مراتع نیمه متراکم و متراکم بیشترین تاثیر و اراضی بایر فرسوده و زراعت آبی کمترین نقش را در ریزش سنگ جاده زنجان- تهم- طارم دارند. مراتع متراکم و نیمه متراکم از طریق نفوذ دادن آب ناشی از بارندگی، هوازدگی فیزیکی، شیمیایی و ایجاد سطوح لغزشی در افزایش ریزش سنگ ایفای نقش می کنند.

فاصله از گسل: وجود گسل عامل ثانویه و متغیر مستقل، در ایجاد حرکت های توده ای بسیار قابل توجه است. با توجه به اینکه مسیر گسل ها بالقوه بر نقاط پایدار زمین می باشند و همچنین به دلیل گسیختگی در دامنه ها و ایجاد شکستگی در لایه ها و خرد شدن توده های سنگی عموماً در مسیر سیستمی از درزها و شکافها ایجاد میشود و در نتیجه نفوذ آب به داخل زمین موجب کاهش مقاومت برشی دامنه می گردد (روزبهانی و همکاران، ۱۳۸۹). طبق قاعده یک رابطه معکوس بین فاصله از گسل و میزان خطر ریزش سنگ وجود دارد. یعنی هرچه فاصله به خطوط گسل کمتر باشد خطر ریزش سنگ بیشتر خواهد بود ولی مطابق با اطلاعات جدول (۳) ملاحظه می شود تقریبا از فاصله ۱۰۰۰ متر به بالا خطر ریزش در هر دو مدل پهنه بندی بیشتر می شود. علت اصلی این امر دور بودن خطوط گسلی از مناطق پرشیب با سطوح ارتفاعی بالا مربوط است.

عوامل اقلیمی: (همباران، همدما، روزهای یخبندان) عوامل اقلیمی از طریق ایجاد هوازدگی فیزیکی و شیمیایی، نفوذ به لایه های خاک و سنگ دامنه و کاهش سطح اصطحکاک سازندهای منفصل زمینه حرکات توده ای را فراهم می کنند. یخبندان با مکانیسم کریو کلاستی تخته سنگ های دامنه های پرشیب را تخریب کرده و شرایط را برای حرکات توده ای فراهم می نماید. عوامل اقلیمی بیشتر در ارتباط با سطوح ارتفاعی و میزان شیب و جنس سنگ نقش خود را در حرکات توده ای نشان می دهند. با بررسی داده های حاصل در جدول (۲) و تحقیقات میدانی ریزش سنگ در جاده مورد مطالعه نشان می دهد عوامل اقلیمی در شیب های بالای ۴۰ درصد و سطوح ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۲۳۰۰ بیشترین تأثیر را دارند. به عبارتی بارندگی‌ها و وقوع یخبندان و نوسانات دمایی در ارتفاعات و شیب‌های ذکر شده به بهترین شکل ممکن باعث وقوع حرکات توده ای در این جاده شده است. از طرفی دیگر فراوانی ریزش در این جاده طی ماه‌های اسفند و فروردین ماه نسبت به بقیه ماه‌ها بیشتر است. که این خود گویای تأثیر شگرف عوامل اقلیمی در وقوع پدیده ریزش سنگ در جاده زنجان – تهم- طارم است. چرا که در این ماه ها پدیده کریو کلاستی، ترموکلاستی و نفوذ آب بارندگی ها و ذوب برف کوه ها به اوج خود می رسند.

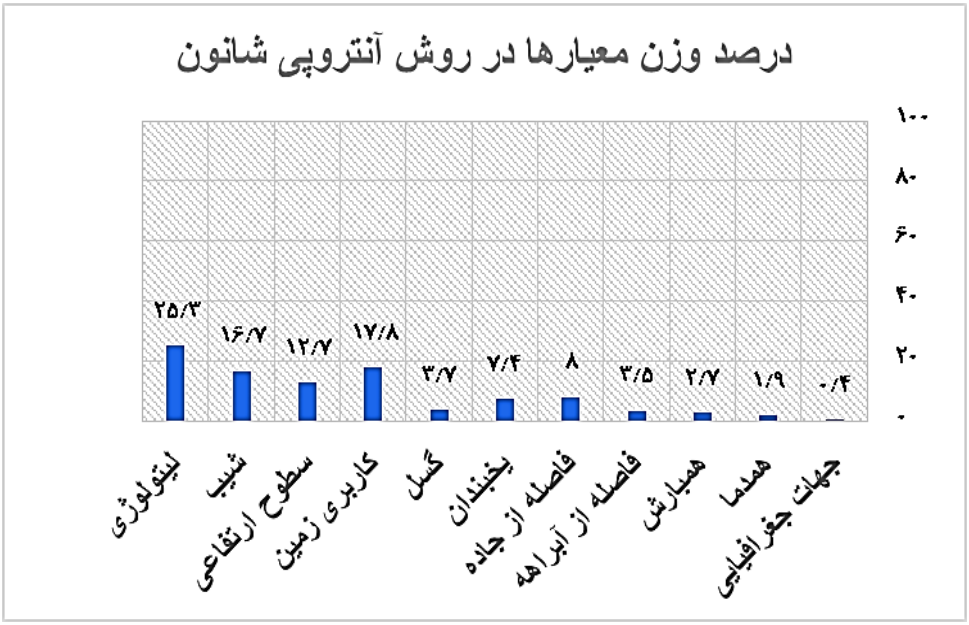
فاصله از جاده: در حالت کلی بررسی عامل فاصله از جاده، به دلیل از بین بردن پاشنه دامنه و تغییر در شیب دامنه‌ها در مطالعه وقوع حرکتهای دامنه ای نقش بسیار مهمی دارد(صفاری و هاشمی، ۲۰۱۷). به علت کوهستان های مرتفع مسیر جاده زنجان – تهم – طارم و صعب العبوری آن، در زمان ساخت جاده شیب های تندی ایجاد کرده اند و از طرف دیگر از مواد منفجره جهت بازگشایی اولیه استفاده گردیده است. این کار باعث از هم پاشیدگی انسجام و استحکام سنگ های نچندان مقاوم مسیر جاده شده است. لذا همانطور که در جدول (۲) ملاحظه می شود. در هر دو مدل ارزش اطلاعات و نسبت فراوانی همه ریزشهای ثبت شده با GPS در فاصله ۲۰۰ متری از جاده روی داده اند.

فاصله از آبراهه: در بخش‌هایی از جاده مورد مطالعه، هرگاه شیب دامنه‌ها زیاد و سازندهای سست آنها را در برگرفته-اند، آبراهه‌ها با زیر شویی این قسمت‌ها باعث ریزش‌های سنگین شده اند. در نقشه فاصله از جاده قسمت‌هایی که به آبراهه‌ها نزدیک هستند ارزش و امتیاز بیشتری کسب کرده‌اند. نتایج حاصل از مدل های LN و FR در جدول (۳) نشان می‌دهد در هر دو مدل بیشترین فراوانی ریزش مربوط به فواصل ۱۰۰-۰ و ۶۰۰-۳۰۰ است. فاصله ۱۰۰-۰ ناشی از زیر شویی شاخه های اصلی

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

آبراهه ها است و فاصله ۳۰۰ تا ۶۰۰ متری بیشتر مربوط به ریزش های ناشی از نخ آب ها و جویبارهای دامنه‌های پرشیب است.

جهات شیب: جهات شیب از طریق تأثیر در میزان دریافت انرژی خورشید و به تبع آن نگه داشت میزان رطوبت بیشتر و حتی استمرار وقوع یخبندان در دامنه هایی که نور کمتری دریافت می کند، در پدیده ریزش سنگ دامنه ها اهمیت پیدا می کند. با مطالعه نتایج جدول (۳) مشخص شد در هر دو مدل ارزش اطلاعات و نسبت فراوانی هر چند در تمامی جهات جغرافیایی ریزش سنگ وجود دارد، اما دامنه های شرقی و جنوب شرقی – و جنوبی – جنوب غربی بیشترین فراوانی ریزش را به خود اختصاص داده اند. علت این امر در ارتباط با دریافت رطوبت بیشتر و وقوع یخبندان های طولانی و پدیده کریو کلاستی قابل درک است. در مدل آنتروپی که تلفیقی از روش‌های آماری با قضاوت کارشناسی است نتایج شکل (۴) بدست آمد.



شکل ۴. درصد وزن معیارها در روش آنتروپی شانون، منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

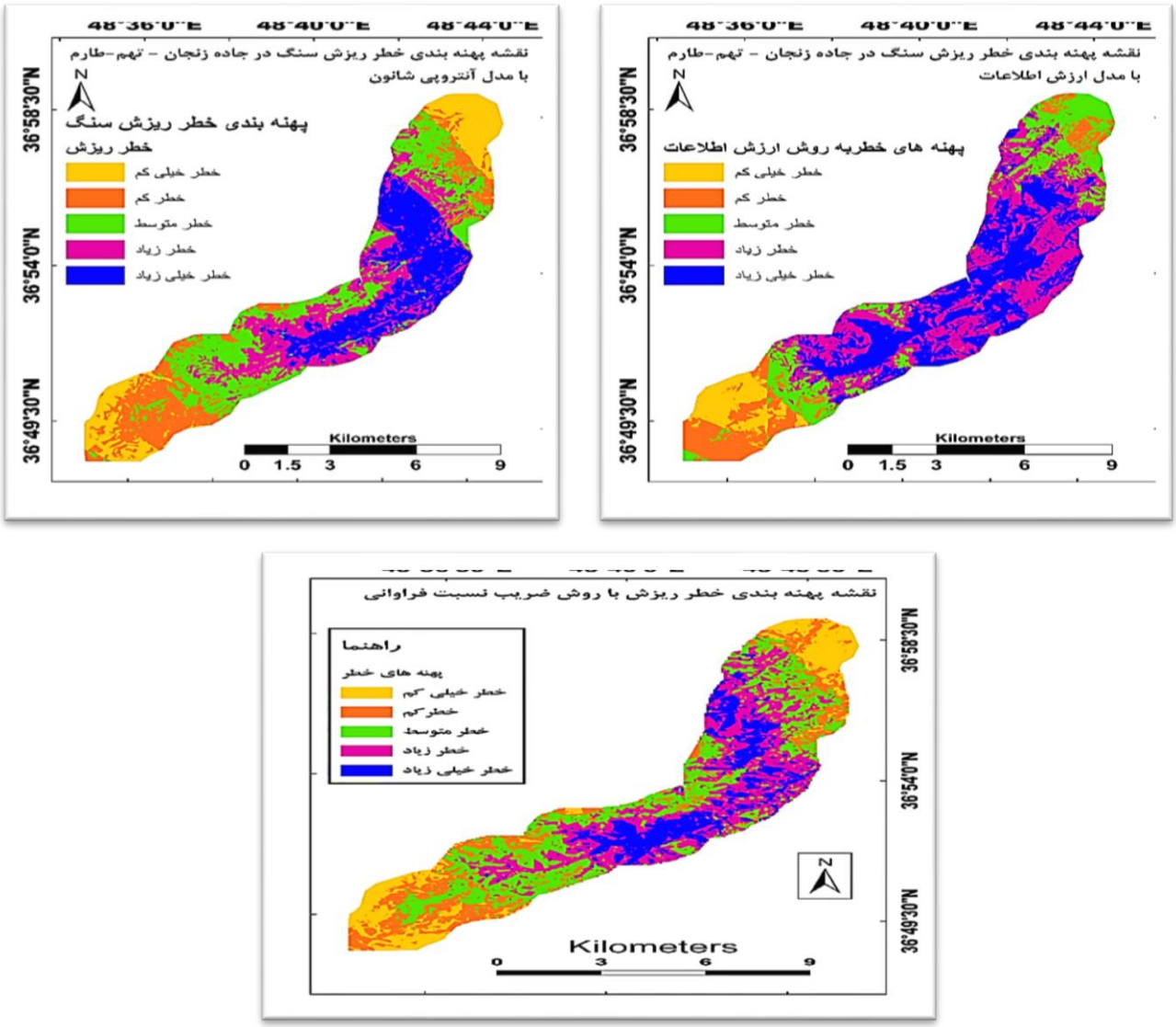
همانطور که در شکل (۴) ملاحظه می شود در مدل آنتروپی بین معیارهای اثر گذار در وقوع خطر ریزش سنگ در جاده زنجان – تهم- طارم، جنس سنگ با ۲۵/۳ درصد کاربری اراضی ۱۷/۸، شیب ۱۶/۷، سطوح ارتفاعی ۱۲/۷، فاصله از جاده ۸ و روزهای هم یخبندان با ۷/۴ درصد بیشترین تأثیر را داشته اند. کمترین تاثیر با رقم ۰/۴ مربوط به جهات جغرافیایی است.

ارزیابی مدل

در این تحقیق برای وزن دهی به لایه ها از داده های مکانی ریزش و نظر کارشناسی استفاده گردید. لذا برای ارزیابی صحت پهنه های خروجی نقشه ها باید حداقل از یکی از مدل‌های ارزیابی استفاد نمود. برای این کار ۴۲ نقطه پراکنش ریزش روی نقشه‌های پهنه‌بندی نهایی توزیع شد. این نقاط قبلا در پهنه‌بندی استفاده نشده بودند.

برای ارزیابی و مقایسه صحت پهنه‌بندی مدل‌های ضریب نسبت فراوانی (FR)، آنتروپی شانون و ارزش اطلاعات (LN) از دو روش مجموع کیفیت (QS) و شاخص دقت (P) طبق جدول (۶) و رابطه های (۱۲)، (۱۳) و (۱۴) استفاده گردید. محاسبات این قسمت در محیط نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ انجام گردید. مدل‌های نسبت فراوانی و آنتروپی شانون از نظر شاخص QS و P یعنی صحت جدا سازی پهنه‌های خطر و دقت پهنه‌بندی شبیه به هم بوده و اختلاف چندانی با هم ندارند. ولی روش ارزش اطلاعات (LN) هم از نظر صحت جداسازی پهنه‌های خطر و هم دقت پهنه‌بندی نسبت به دو مدل قبلی برتری کامل دارد.

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]



شکل ۵. نقشه‌های پهنه‌بندی به سه روش آنتروپی شانون، ارزش اطلاعات، نسبت فراوانی، منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

جدول۶.مقایسه کیفیت و دقت روش های پهنه بندی در جاده مورد مطالعه

مدل و روش	طبقات خطر	درصد مساحت طبقات	شاخص QS	شاخص P
مدل ضریب نسبت فراوانی (FR)	خطر خیلی زیاد	۱۴/۳۵	۰/۱۹	۰/۸۵
	خطر زیاد	۲۷/۳۵		
	خطر متوسط	۲۷/۳		
	خطر کم	۱۷/۴۸		
	خطرخیلی کم	۱۳/۵۱		
مدل آنتروپی	خطر خیلی زیاد	۲۲/۱۱	۰/۱۸	۰/۸۵
	خطر زیاد	۲۱/۹		
	خطر متوسط	۲۵/۵۲		
	خطر کم	۱۷/۶۸		
	خطرخیلی کم	۱۲/۸		
ارزش اطلاعات (LN)	خطر خیلی زیاد	۳۰/۷۳	۰/۳۴	۰/۹۵
	خطر زیاد	۳۳/۵		
	خطر متوسط	۱۷		
	خطر کم	۱۱/۹۳		
	خطر خیلی کم	۶/۸۳		

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق عوامل گوناگون تاثیر گذار در وقوع ریزش سنگ در جاده زنجان – تهم – طارم بررسی شد. از آنجایی حرکات توده ای مانند ریزش سنگ در جاده ها به صورت سیستمی عمل می کنند، در نتیجه همه عوامل در وقوع چنین پدیده هایی نقش خاص خود را ایفا می کنند. ولی در این میان بعضی از عوامل نقش پر رنگ تری دارند. در محدوده مورد مطالعه از بین عوامل تاثیر گذار جنس سنگ، شیب، سطوح ارتفاعی، کاربری اراضی، تعداد روزهای یخبندان و فاصله از جاده و بارش بیش از سایر عوامل در وقوع ریزش سنگ دخیل هستند. پهنه های خطر زیاد تا خیلی زیاد با شیب های بین ۴۰ تا ۸۰ درصد و سازندهای رسوبی مانند ماسه سنگ، گل سنگ، سیلتستون با میان لایه های توفی، سطوح اتفاعی ۱۵۰۰ تا ۲۳۰۰، دامنه های جنوبی و شرقی، فاصله بین ۰ الی ۵۰۰ از گسلها، جاده و آبراهه انطباق دارند. هر چند نباید نقش بسیار مهم میزان رطوبت، روزهای یخبندان و تغییرات دمایی را فراموش کرد. برای پهنه بندی از سه مدل نسبت فراوانی، آنتروپی شانون و ارزش اطلاعات استفاده گردید. مجموع درصد مساحت پهنه های زیاد تا خیلی زیاد به ترتیب برای مدل‌های FR، آنتروپی شانون و LN ۴۱/۷، ۴۴/۰۱ و ۶۴/۲ بدست آمد. از طرفی با ارزیابی مدل های سه گانه میزان مجموع کیفیت (QS) و شاخص دقت پهنه بندی (P) به ترتیب برای مدل ضریب نسبت فراوانی ۰/۱۹ و ۰/۸۵ برای مدل آنتروپی شانون ۰/۱۸ و ۰/۸۵ و مدل ارزش اطلاعات ۰/۳۴ و ۰/۹۵ حاصل شد. از نظر مجموع کیفیت و دقت پهنه بندی مدل های نسبت فراوانی و آنتروپی شانون به هم نزدیک هستن و دقت بالایی هم هر دو مدل کسب کرده اند؛ اما مدل ارزش اطلاعات با فاصله زیادی هم از نظر جدا سازی پهنه های خطر و هم از نظر دقت پهنه بندی بسیار دقیق تر و قابل اطمینان تر از دو روش مذکور عمل کرده است.

درنتیجه می توان نتیجه گرفت روش ارزش اطلاعات کارایی بهتری نسبت به دو مدل دیگر دارد. . نتایج این تحقیق با نتایج (Rajabi and Khosravi. 2016:34), (Sarhangi and Alizade. 2012: 50), (Shirvani and Sief. 2011:127) که مدل ارزش اطلاعات را یک مدل کارآمد و مناسب می‌دانند، همخوانی دارد.

۵. فهرست منابع

Abedini, Mousa (2016). Tectonic geomorphology (Vol. 2). Mohagheg Ardabili University. 292. (In Persian).

Abedini, Mousa; Rajaei, Abdulhamid. (2016). Investigating the role of effective factors in the emergence and evolution of alluvial flows in the Diz Valley of Hadishehr District. Scientific-Research Quarterly of Geographical Research of Ferdowsi University of Mashhad, (74) 192-212. (In Persian).

Ahmadi, Hassan. (2008). Applied geomorphology of expression and wind erosion (2nd volume). Third, University of Tehran. (In Persian)

Asgharpour, Mohammad Javad. (Beta). Multi-criteria decisions. University of Tehran: University of Tehran. (Original work published 2011). (In Persian)

Asghari Koljahi, Ibrahim; Namacchi, Fatima; and Vaezihir, Abdol Reza. (2016). Landslide risk zoning in the western region of Khoi city by Anbalagan method. Geography and Planning, 0(20), 19-38. (in Persian).

A.K. Saha; & Gupta, R. P. (2002). GIS-based landslide hazard zonation in the Bhagirathi (Ganga) valley, Himalayas. International Journal of Remote Sensing, 23(2), 357–369.

Chingkhei, R. K. Shiroyleima, A. Singh, L. Robert; & Kumar, Arun. (2013). Landslide Hazard Zonation in NH-1A in Kashmir Himalaya, India. International Journal of Geosciences, 4(10), 1501-1508.

Cruden, MD; & Varnes, DJ. (1996). Landslide types and processes, (276), 36-75.

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]
[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

Imamzadeh Ali-Amol domain. Geography and Development, 11 (series 32), 103. (in Persian).

Moghimi, Ibrahim; and the guard, Saeed. (2012). Investigation of erosion in the watershed of Shur Fadaimi river using entropy model. Journal of Natural Geography Research, 44 (33), 6. . (in Persian).

Momeni, Mansour (2006). New topics of research in operations. Faculty of Management, University of Tehran. (in Persian).

Neghban, Saeed; Jahan, Somia; Rahimi, Saeed. (2019). clarifying the place of positive and positive methodology (interpretation) in geomorphological hazards (Case: zoning of rock fall hazards in Rudbar-Rostamabad freeway). Quantitative geomorphological research, ninth year, number 1, summer 2019, pp. 52-66. (In Persian).

Ramsht, Mohammad Hossein; and Samia Sadat Shahzaidi. (2011). Application of geomorphology in national, regional, economic, tourism planning (first edition, vol. 1). Second, Isfahan University: Isfahan University. (In Persian).

Ramsht, Mohammad Hossein; and Sadat, Samia. (2011). Application of geomorphology in national, regional, economic, tourism planning. (In Persian)

Rajabi, Ali Mohammad; and Khosravi, Hossein. (2016). Comparison of information value methods and hierarchical analysis in risk zoning of landslides caused by earthquakes (case study). Earthquake Science and Engineering Quarterly, 3(4), . 31-42

Ramadani, O'Mali Ramadan; Hafizi, Moghaddis Nasser; and Heydari, Kajal. (2015). Risk zoning of rock fall in the heights north of Shahrood city. Earth Sciences, 24 (Engineering and Environmental Geology), 17. (in Persian)

Rozbahani, Habiba; Ilderami, Alireza; and Dashti, Maryam. (2010). Investigating the causes of mass movements with the LNRF model (Case study: Kalan Malair Dam

Edwardji, Tarburk; and Lugten, Frederick. (2007). Basics of geology.(Akhrai,translator). Tehran: School Publications. (In Persian)

Hong, Haoyuan; Naghibi, Seyed Amir; Pourghasemi, Hamid Reza; & Pradhan, Biswajeet. (2016). GIS-based landslide spatial modeling in Ganzhou City, China. Arabian Journal of Geosciences, 2(9), 1-26.

Jaboyedoff, M. & Labiouse, V. (2011). Technical Note: Preliminary estimation of rockfall runout zones. Natural Hazards and Earth System Science, 11(3), 819-828.

Jokarserhangi, Isa; And Ali, the son of Abdullah. (2014 a). Evaluating the efficiency of frequency ratio models and information value in rock fall risk zoning, a case study of Haraz Valley. Space Geography Survey, 4(11), 151. (in Persian).

Jokarserhangi, Isa; And Ali, the son of Abdullah. (2014 b). Evaluating the efficiency of frequency ratio models and information value in rock fall risk zoning, a case study of Haraz Valley. Space Geography Survey, 4(11), 152. (In Persian)

Jokarserhangi∗ , Isa; and Alizadeh. (2013). Prioritization of factors affecting spillage and preparation of its risk map using information value models and hierarchical analysis process, case study: Haraz Valley. Quantitative Geomorphology Research, (2), 187-198. (in Persian)

Khazri, Saeed; Rural, Shahram; and Rajaei, Abdulhamid. (2006). Zoning and cellular analysis of domain instability in the central part of Zab river catchment. Geography and Planning, 22(12), 143-167. (in Persian).

Lee, Saro; & Pradhan, Biswajeet. (2007). Landslide hazard mapping at Selangor, Malaysia using frequency ratio and logistic regression models (Vol. 4).

Modlll, Dost Saeed; Oladzadeh, Sara; and Misaghi, Seyyed Mahmoud. (2013). Modeling of rock fall path and risk zoning in GIS environment, case: Haraz axis,

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]

[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

Information Application Technology (Vol. 2, pp. 83-85).

Zamiri, Mohammad Reza; Nastern, Mehin; and Mohammadzadeh Titkanlu, Hamida. (2013). An analysis of the form and process of the spatial and physical development of Bojnord city in the 1380s (using Shannon's entropy, Moran's coefficient and Gray's coefficient). Environmental Studies, 23(6), 167-180. (in Persian).

basin) (Vol. 1, p). Paper presented at the Regional Congress on Application of Physical Geography in Environmental Planning. (in Persian)

Shekhari Badi, Ali; Motamedi Rad, Mohammad; and Mohammadnia, Maleeha. (2016). the integration of ANP model and Shannon's entropy index in estimating the effective factors in the occurrence and zoning of landslide risk (case study: Farob-Roman-Nyshabur Basin). Arid Regions Geographical Studies Quarterly, 6(22), 89-103. (in Persian).

Shirani, Koresh; and Saif, Abdullah. (2012). Landslide risk zoning using statistical methods (Pishkoh region, Fereydonshahr city). Earth Sciences Quarterly, (85), 149. . (in Persian).

Shirzadi, Atala; Soleimani, Karim; Habib, Nejadroshen Mahmoud; and left, Kamran. (2010). Comparison of logistic regression models and frequency ratio in risk zoning of rock falls. Pasture and Watershed (Natural Resources of Iran), 63(4), 489. (In Persian).

Safari, Amir; and Hashemi, Masoumeh. (2017). Landslide susceptibility zoning with entropy models and fuzzy logic (case study: Kermanshah city). Natural Geography, 9(34), 43-62. (in Persian).

Palma; Parise, M; Reichenbach, P; & Guzzetti, F. (2011, July 4). Rockfall hazard assessment along a road in the Sorrento - Google. Retrieved December 03, 2016.Papathanassiou, G. Valkaniotis, S. & Chatzipetros, A. (2005). Rockfall susceptibility zoning and evaluation of rockfall hazard at the foot hill of mountain Orliagas, Greece.

Yalcin, Ali. (2008). GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey): Comparisons of results and confirmations. CATENA, 72(1), 1-12.

Yufeng, S. and Fengxiang, J. (2009). Landslide Stability Analysis Based on Generalized Information Entropy. In 2009 International Conference on Environmental Science and

[Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7]

[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55]

[DOI: Doi:10.52547/gsma.3.1.55] [DOR: 20.1001.1.27172325.1401.3.1.4.7] [Downloaded from gsma.lu.ac.ir on 2024-10-12]