Geographical planning of space quarterly journal

Online ISSN: 2538-4821

Journal Homepage: gps.gu.ac.ir

Zoning of natural hazards for identify the vulnerable parts of the gas feeding network in Golestan province

Pouya Kianoosh [1], Seyed Hamed Mirkarimi [2] ✉, Abdolrassoul Salmanmahiny [3], Hamidreza Kamyab [4], Sepideh Saeidi [5]

1. *Department of Environmental Sciences, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran*
Email: pouyakianoosh@gmail.com
2. (Corresponding Author) *Department of Environmental Sciences, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran*
Email: seyedhamedmirkarimi@gmail.com
3. *Department of Environmental Sciences, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran*
Email: rassoulmahiny@gmail.com
4. *Department of Environmental Sciences, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran*
Email: kamyab.hr@gmail.com
5. *Department of Environmental Sciences, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran*
Email: s.saeidi@ymail.com

ARTICLEINFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received:
7 April 2024
Received in revised form:
30 May 2024
Accepted:
26 June 2024
Available online:
30 July 2024

Keywords:
IHWP Fuzzy Method,
Passive Defense,
Location of Critical and Sensitive Places,
Arsbaran Region,
GIS.

ABSTRACT

One of the most important principles of passive defense in relation to targeting vital and sensitive places is choosing the right place because, according to the theory, attacking the centers of gravity is at risk. The aim of the article is to locate vital and sensitive centers in Arasbaran region, which is of special importance due to its border and the existence of Aras commercial-industrial free zone. The type of research is applied, and the research method is descriptive and analytical. Data collection is through documentary studies and questionnaires, and the method of data analysis in the qualitative part is through thematic and content analysis, where location indicators are extracted from relevant guidelines and regulations, and in the quantitative part, the IHWP method (inverse hierarchical analysis) GIS software has been used for location in the studied sample. The results show that 17.56% of the zone has a very suitable location capacity, 19.08% has a suitable capacity, 19.95% has an average capacity, 24.38% has an inappropriate capacity, and 19% has a very inappropriate location capacity for vital and sensitive centers. According to the study, the majority of Jolfa city's northwestern regions are considered to be in a "very suitable location" for establishing important and critical centers. This is because these areas have a low concentration of vital and sensitive centers and faults, a gentler slope, and less soil erosion.

Citation: Kianoosh, P., Mirkarimi, S. H., Salmanmahiny, A., Kamyab, H., & Saeidi, S. (2024). Zoning of natural hazards for identify the vulnerable parts of the gas feeding network in Golestan province. *Geographical planning of space quarterly journal*, *14* (2), 175-193.
http://doi.org/10.30488/gps.2024.411744.3676

© The Author (s)
This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Publisher: Golestan University Press

Extended Abstract

Introduction

The proper functioning of infrastructure networks in today's societies is definitely and fundamentally needed, and any disruption in any of them, alone, can threaten the lives of many people. Each of these networks has its structure and uses different methods to provide services and transfer and distribute them. Also, based on their structural differences, they show different reactions to absorb and eliminate disturbances in critical situations. Therefore, knowing these networks and their behavior in conditions that are becoming more complex every day is of particular importance. The role of defense training in vital arteries is to organize the geographical environment and reasonably and appropriately distribute these places with regard to the threats to provide the maximum power and defense capabilities for the arteries. In order to achieve the main goal of the article, locating vital and sensitive infrastructures with a passive defense approach in Arasbaran region as a border region in East Azerbaijan province, which also includes Aras commercial-industrial free zone, is considered and from the point of view of defense Passive is also of special importance. It is worth mentioning that most studies on the location of key infrastructures mainly examine and identify the physical criteria and indicators, often without referring to the specific guidelines and regulations of the field under study. However, this article is about identifying other aspects of positioning with the approach of passive defense and emphasizing the relevant regulations.

Methodology

The current research method is descriptive-analytical with a survey perspective (Delphi technique). In terms of nature, considering that the current research is not only about mere description and matters such as recognition and analysis, evaluation, and formulation of principles are taken into consideration, it is also included in the category of analytical research. The method of collecting information is a questionnaire, observation, and interview, in which the statistical population of the research is 32 people, and the statistical sample of the research is calculated through the Cochran formula. The 30 experts and specialists in the field of city security and safety from organizations and universities completed the questionnaire. In this article, the IHWP (Inverse Hierarchical Analysis) fuzzy model is used, and the score of the selected layers is calculated using the reverse hierarchical analysis method.

Results and discussion

The results of the article related to the zones evaluated in Arsbaran region for the location of vital and sensitive centers are as follows:

Zone 1. Very suitable location capacity: 17.56% of the zone is located in the "very suitable location capacity" zone, which includes most of the northwestern parts of the region; that is, most of Jolfa city is located in this zone. Since the concentration of vital and sensitive centers is low in this area, the slope is gentle, and there is less soil erosion, resulting in a high capacity;

Zone 2. Appropriate location capacity; the range of "appropriate location capacity" is located in the north-eastern and central parts and is located in the central parts of Jolfa city, the northern half of Varzaqan city, most of Kalibar city and a small part of the north of Ahar city, and it occupies about 19.08% of the zone;

Zone 3. Average location capacity; the range of "average location capacity" in the eastern, southern, and central parts of Jolfa city, the center of Varzaqan city, the southwest of Kalibar city, and the north of Ahar city occupies about 19.95% of the zone. The effective factors in the creation of this zone are the passage of the main oil and gas transmission lines from the cities of Ahar, Varzaqan, and Jolfa, the existence of secondary, rural, and main roads concerning the consolidated coefficient of vulnerability and the passage of the railway through the cities of Ahar and Varzaqan, Kalibar and Jolfa and the erosion bed of Varzaqan and Kalibar counties;

Zone 4. Improper location capacity; the range of "improper location capacity" is located in the eastern and central parts of Jolfa city, the southeast and southwest of Varzaqan city, the central and northern parts of Ahar city, and the south of Kalibar city, and it occupies about 24.38% of the zone. The effective factors in creating this range are the presence of secondary, rural, and main roads compared to the integrated coefficient of vulnerability and the passage of the railway through the cities of Ahar, Varzaqan, and Kalibar, the high density of vital and sensitive centers in Ahar city, and the high population density of Kalibar city;

Zone 5. Very inappropriate positioning capacity; the zone of "very inappropriate positioning capacity" is located in the western parts of Jolfa city, southwest of Varzaqan city, northeast of Kalibro city, south of Ahar city, and it occupies about 19% of the zone. The effective factors in creating this zone are the high population density of Kalibar city, the passage of the main power transmission lines from Varzaqan and Jolfa cities, the railway crossing from Jolfa city, and the presence of secondary, rural, and main roads in relation to the consolidated coefficient of vulnerability, high density vital and sensitive centers in Varzaqan and Kalibar cities and the erosion bed of Varzaqan and Jolfa cities.

Conclusion

The results show that 17.56% of the zone has a very suitable location capacity, 19.08% has a suitable location capacity, 19.95% of the zone has an average location capacity, 24.38% has an inappropriate location capacity, and 19% has a very inappropriate location capacity. In the zone of "very suitable location capacity," most of the northwestern parts of the study sample, i.e., most of Jolfa city, considering that the concentration of vital and sensitive centers and faults are low, the slope is gentler, and the soil erosion is less; therefore, it has a very suitable capacity for locating vital and sensitive centers.

Funding

This work was supported by the National Iranian Gas Company (Golestan Gas Company) and Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

Authors' Contribution

The authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

مجله آمایش جغرافیایی فضا

شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۱-۲۵۳۸

Journal Homepage: gps.gu.ac.ir

پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی به‌منظور تعیین بخش‌های آسیب‌پذیر شبکه تغذیه گاز در استان گلستان

پویا کیانوش [۱]، سید حامد میرکریمی [۲]، عبدالرسول سلمان ماهینی [۳]، حمیدرضا کامیاب [۴]، سپیده سعیدی [۵]

۱- گروه طراحی و ارزیابی محیطزیست، دانشکده شیلات و محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. **Email:** pouyakianoosh@gmail.com

۲- نویسنده مسئول، گروه طراحی و ارزیابی محیطزیست، دانشکده شیلات و محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. **Email:** seyedhamedmirkarimi@gmail.com

۳- گروه طراحی و ارزیابی محیطزیست، دانشکده شیلات و محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. **Email:** rassoulmahiny@gmail.com

۴- گروه طراحی و ارزیابی محیطزیست، دانشکده شیلات و محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. **Email:** kamyab.hr@gmail.com

۵- گروه طراحی و ارزیابی محیطزیست، دانشکده شیلات و محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. **Email:** s.saeidi@ymail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۱/۱۸

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۰۳/۰۹

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۴/۱۱

تاریخ چاپ:
۱۴۰۳/۰۵/۰۸

واژگان کلیدی:
شبکه تغذیه گاز،
روش دلفی،
مخاطرات طبیعی.

چکیده

بسیاری از فعالیت‌های خطرناک صنعتی از جمله خطوط لوله انتقال گاز، در معرض آسیب ناشی از مخاطرات طبیعی قرار دارند. سوابق نشان می‌دهد که طیف گسترده‌ای از مخاطرات طبیعی ممکن است بر روی سیستم خط لوله گاز مؤثر باشند. هدف این پژوهش تعیین بخش‌های آسیب‌پذیر شبکه تغذیه گاز در مقابل مخاطرات طبیعی در استان گلستان است. این پژوهش در سه‌گام: شناسایی مخاطرات مؤثر بر شبکه تغذیه گاز با استفاده از روش دلفی، پهنه‌بندی مخاطرات با استفاده از روش MCE، انطباق شبکه تغذیه گاز با مخاطرات پهنه‌بندی شده است. به‌منظور پهنه‌بندی میزان مخاطرات سرزمین و بر اساس نتایج حاصل از فرآیند دلفی و داده‌های موجود، فهرستی از مخاطرات شامل زمین‌لرزه، سیل، فرونشست، فرسایش خندقی، ناپایداری دامنه‌ای و زمین‌لغزش (کلی) انتخاب شدند. نتیجه پهنه‌بندی مخاطرات نشان می‌دهد، به ترتیب زمین‌لغزش (۲۲,۳ درصد)، فرونشست (۲۲ درصد)، ناپایداری دامنه‌ای (۲۰ درصد)، فرسایش خندقی (۱۷ درصد)، سیل (۱۱ درصد) و زلزله (۸ درصد) پهنه‌هایی در استان هستند که در رتبه با خطر بالا، مساحت قابل‌توجهی از پهنه استان را در برگرفته‌اند. انطباق نقشه مخاطرات با شبکه تغذیه گاز نشان‌دهنده آن است که بیشترین مقدار مخاطره برای شبکه تغذیه گاز به ترتیب شامل فرونشست (۵۰ درصد)، فرسایش خندقی (۳۸ درصد)، ناپایداری دامنه‌ای (۳۱/۸ درصد)، زمین‌لغزش (۳۱/۶ درصد)، سیل (۳۱ درصد) و زلزله (۷ درصد) است. این نتایج نشان‌دهنده آن است که بیشترین خطر ناشی از مخاطرات طبیعی که می‌تواند بر شبکه تغذیه گاز اثر بگذارد فرونشست است و کمترین خطری که بر شبکه تغذیه گاز تأثیر می‌گذارد زلزله است.

استناد: کیانوش، پویا؛ میرکریمی، سید حامد؛ سلمان ماهینی، عبدالرسول؛ کامیاب، حمیدرضا و سعیدی، سپیده. (۱۴۰۳). پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی به‌منظور تعیین بخش‌های آسیب‌پذیر شبکه تغذیه گاز در استان گلستان. مجله آمایش جغرافیایی فضا، ۱۴ (۲)، ۱۹۳-۱۷۵.

http://doi.org/ 10.30488/gps.2024.411744.3676

© نویسندگان

ناشر: انتشارات دانشگاه گلستان

مقدمه

مخاطرات، اعم از طبیعی و انسانی، تهدیدکننده و قادر به آسیب رساندن به فضای فیزیکی و اجتماعی بشری هستند. از منظر انسانی مخاطرات طبیعی (رخدادها) به پدیده‌های طبیعی گفته می‌شود که توسط انسان‌ها قابل‌کنترل نیستند و دارای درجه خاصی از تخریب توسط نیروهای طبیعی هستند و آزادسازی چنین نیروهایی می‌تواند به انسان و محیط زندگی او آسیب برساند (Xu & Xu, 2021: 1). مخاطرات طبیعی می‌توانند به شکل تدریجی (نظیر خشک‌سالی) یا ناگهانی (همانند سیل، زلزله و آتش‌سوزی) در تمام جهان رخ دهند (International federation of red cross, 2020). مخاطرات طبیعی رخدادهایی هستند که شاید همیشه در جهان وجود داشته‌اند اما شاید این نحوه برخورد انسان با طبیعت و تأثیر پدیده‌های طبیعی بر زندگی انسان است که باعث شده او بسیاری از این پدیده‌ها را در زمره مخاطرات طبیعی بداند (Unit of Sustainable Development and Environment General Secretariat, Organization of American States, 1997: 5). بررسی‌ها نشان می‌دهد که میزان آسیب‌ها در کشورهای درحال‌توسعه به‌ویژه در آسیا بالا بوده است. تنوع زیاد مخاطرات طبیعی در کشور و نیز رخداد حوادث انسان‌ساخت مختلف نشان‌دهنده اهمیت و ضرورت مدیریتی کارآمد و جامع در ارتباط با حوادث و سوانح است (گرکانی، ۱۳۹۹: ۴). در دهه گذشته مخاطرات طبیعی بخش زیادی از کشور ما را تحت تأثیر قرار داده و باعث تعداد زیادی از مرگ‌ومیرها و خسارات فراوان شده است. این حقایق، لزوم کاهش تأثیرات مخاطرات طبیعی ناشی از تغییرات اقلیمی و مدیریت نامناسب کاربری اراضی در آینده را نشان می‌دهد (Semenzian et al., 2014: 329). بسیاری از فعالیت‌های خطرناک صنعتی از جمله خطوط لوله انتقال گاز، در معرض آسیب ناشی از مخاطرات طبیعی قرار دارند (Krausmann & Girgin, 2019: 101). علی‌رغم این‌که احداث خطوط لوله گاز غالباً بهترین گزینه انتقال این مواد همراه با توجیه فنی و اقتصادی است، لیکن با توجه به خطرپذیری بالا می‌تواند پیامدهای قابل‌ملاحظه‌ای بر محیط‌زیست برجای گذارد (رضایان و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۲). سوابق نشان می‌دهد که طیف گسترده‌ای از مخاطرات طبیعی ممکن است بر روی سیستم خط لوله گاز مؤثر باشند (Girgin & Krausmann, 2016: 3). در سال‌های اخیر فراوانی و گسترش پیامدهای ناشی از مخاطرات طبیعی افزایش‌یافته است. ازآنجاکه جلوگیری از بروز این پدیده‌ها به سبب طبیعت آن‌ها امکان‌پذیر نیست، مدیریت توانمند و اعمال روش‌های اصولی و مناسب در جهت کنترل مواقع بحرانی، ایمن‌سازی سکونتگاه‌ها در برابر بلایای طبیعی، افزایش آگاهی مردم در مورد خطرات ناشی از بلایای طبیعی تا حد زیادی می‌تواند میزان خسارت را کاهش داده و شرایط بحرانی را در کوتاه‌ترین زمان به‌سوی شرایط عادی هدایت کند (اسمعیل‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰۰). در این راستا، تحقیقات مختلفی در داخل و خارج از کشور به ارزیابی مخاطرات پرداخته‌اند که می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود.

فرج‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) به پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفولوژیک شامل زمین‌لغزش، زلزله، سیل، فرسایش و بیابان‌زایی در سطح استان گلستان پرداختند. که بر اساس نتایج آن‌ها از لحاظ مخاطره زمین‌لغزش ۱۴/۱۶ درصد، مخاطره زلزله ۱/۵۰ درصد، سیل ۱۴/۵۰ درصد، مخاطره فرسایش ۰/۳۸ و از لحاظ مخاطره بیابان‌زدایی ۱۴/۹۶ درصد از پهنه استان گلستان دارای احتمال خطر خیلی زیاد است.

بای و همکاران (۱۳۹۲) به پهنه‌بندی خطر سیل در استان گلستان و تعیین تعداد افراد ساکن در هر یک از محدوده‌های خطر پرداختند. بر اساس نتایج آن‌ها ۲۰/۵ درصد سطح استان با خطر خیلی زیاد، ۳۹/۶ درصد در پهنه با خطر متوسط و ۱۹/۲ درصد در محدوده با خطر کم وقوع سیل واقع‌شده است.

المدرسی و همکاران (۱۳۹۶) به پهنه‌بندی خطر زلزله و انطباق آن با نقشه خطوط لوله گاز و تأسیسات آن در نورآباد ممسنی پرداخته‌اند. بر اساس نتایج آن‌ها لایه فاصله از کانون زلزله و فاصله از گسل بیشترین تأثیر و شاخ سازند زمین‌شناسی کمترین تأثیر را بر وقوع زمین‌لرزه در منطقه داشته‌اند همچنین پهنه‌بندی نشان داد که ۶۱ درصد خطوط لوله در منطقه با خطر متوسط و ۳۹ درصد با خطر زیاد روبه‌رو هستند و همچنین پهنه‌بندی نشان می‌دهد که شهر به سمت مناطق با خطر زیاد در حال گسترش است.

ابراهیم مقیمی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی مخاطرات فرسایش آبراهه‌ای خط لوله نهم سراسری در محدوده استان خوزستان با طول ۱۷۰ کیلومتر با استفاده از ماتریکس ریسک خط لوله (PRSM) و مدل ANP پرداختند. برای این کار از چهار معیار اصلی وضعیت خط لوله نسبت به آبراهه، هیدروژئومورفولوژی، ژئومورفولوژی و دیگر عوامل محیطی استفاده شد. پس از روی هم‌گذاری، نقشه کلاس‌بندی خطر در پنج کلاس- خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد به‌دست آمد و در بخش جنوبی مسیر خط لوله از کیلومتر صفر تا کیلومتر ۹۰، در جنوب شوشتر از نظر وضعیت ریسک، دارای ریسک خیلی کم و کم است. از کیلومتر ۹۰ مسیر خط لوله تا کیلومتر ۱۱۰، که در محدوده شمالی شوشتر و کوه فدلک است، وضعیت ریسک دارای کلاس با ریسک زیاد و خیلی زیاد است. این وضعیت نیز برای محدوده ۱۰ کیلومتری پایان خط لوله (کیلومتر ۱۵۰-۱۶۵) و در شرق دزفول نیز همین وضعیت ریسک را داراست. وضعیت ریسک در بخش ۱۲۰-۱۵۵ دارای کلاس متوسط است. ازاین‌رو، کیلومتر +۹۰ تا +۱۱۰ در محدوده شمال شوشتر و کیلومتر +۱۵۰ تا +۱۶۵ در شرق دزفول خط لوله گاز نهم سراسری دارای بیشترین وضعیت ریسک و همچنین افزایش واکنش آبراهه‌ای و رودخانه‌ای‌اند که در واحد ژئومورفولوژی کوهستان واقع است.

تورانی و همکاران (۱۳۹۷) به پهنه‌بندی فرونشست در غرب استان گلستان با استفاده از روش تداخل‌سنجی راداری پرداختند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده منطقه‌ای در محدوده شمال شهر گرگان با روند شرقی-غربی، منطبق با روند گسل خزر، در حال فرونشست است. علاوه بر این نمودارهای بارش سالیانه نشان داد که منطقه موردنظر کمترین مقدار بارش را در محدوده زمانی موردمطالعه دارد. همچنین افت سطح آب‌های زیرزمینی به‌عنوان یکی از عوامل عمده فرونشست زمین در این منطقه معرفی گردید.

نوروزی و همکاران (۱۳۹۷) به پهنه‌بندی آسیب‌پذیری تأسیسات فاضلاب منطقه یک شهر تهران و فاضلاب کلان‌شهر تهران نسبت به مخاطره سیل پرداختند. در این پژوهش از مدل FUZZY_AHP برای بررسی اهمیت زیرمعیارها و وزن‌دار کردن آن‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد آسیب‌پذیری منطقه یک تهران نسبت به چهار منطقه دیگر آب و فاضلاب تهران بیشتر است. دلیل این امر تجمع بالای تأسیسات با ارزش اقتصادی بالا، تجمع بالای مراکز خطر (ایستگاه گاز و خطوط انتقال نیرو)، بافت فرسوده، شیب و تراکم جمعیت بالا، شرایط تأسیسات (از لحاظ قطر و عمق کارگزاری) مخصوصاً با توجه به شاخص‌های هیدرولوژی و وجود چاه‌ها مخصوصاً مسیل‌های شمال تهران (درکه، دربند، ولنجک، مقصودبیک، جمشیدیه، دارآباد و لارک) که مانعی جهت جاگذاری تأسیسات به‌صورت مدفون و در عمق زیاد جهت محافظت و امنیت بیشتر می‌باشند، است.

طهماسبی و همکاران (۱۴۰۰) به پهنه‌بندی احتمال وقوع سیل در آبخیز گرگان‌رود با استفاده از دو مدل جنگل تصادفی و ماشین بردار پشتیبان با استفاده از سیزده پارامتر پرداختند. بر اساس نتایج، مناطق با خطر زیاد و خیلی زیاد در مناطق با شیب کم و نزدیک به رودخانه قرار دارند همچنین بر اساس خروجی مدل جنگل تصادفی، ۱۵ درصد از منطقه در طبقه خطر زیاد و بر اساس مدل ماشین بردار پشتیبان، ۲۲/۷ درصد منطقه با خطر زیاد قرار دارد.

شیرانی و صدری (۱۴۰۲) به پهنه‌بندی خطر سیل در آبخیز گرگان‌رود با استفاده از دو مدل شاخص آنتروپی و وزن شاهد بیزین پرداختند. بر اساس نتایج پهنه‌بندی سه عامل کاربری زمین، شاخص پوشش گیاهی و خاک بیشترین اهمیت را برای پهنه‌بندی دارد و هر دو مدل در پهنه‌بندی و پیش‌بینی رخداد سیل کارآمد و مناسب هستند.

سلیمانی و همکاران (۱۴۰۳) به پهنه‌بندی نقشه خطر سیل بهار ۱۳۹۸ آق‌قلا پرداختند. برای انجام پژوهش از روش AHP-OWA استفاده شد که بر اساس نتایج به‌دست‌آمده بخش‌های شمال و شمال شرقی این منطقه در وضعیت خطر بالا و مناطق غربی و جنوبی هم در وضعیت خطر کم و بدون خطر قرار دارد همچنین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مدل AHP-OWA یکی از مدل‌های مؤثر برای مطالعات خطر سیل محسوب می‌شود.

Cevik Topal (2003) به بررسی پهنه‌بندی مناطق حساس به زمین‌لغزش با استفاده از دو روش شاخص آماری (W_i) و عامل وزن (W_f) برای بخش‌های دارای ضعف و مشکل از خط لوله گاز طبیعی (۶۰ تا ۸۳ کیلومتر) و همچنین به‌وسیله ارزیابی نقشه‌ها جهت تعیین کاربرد آن‌ها در مسیریابی مجدد احتمالی خط لوله در آینده پرداخته‌اند. مطابق نتایج روش W_f نسبت به روش W_i نتایج بهتری می‌دهد و مشخص شد که سنگ‌شناسی مهم‌ترین جنبه در منطقه موردمطالعه است. بر اساس یافته‌های این مطالعه باید از واحدهای رسی رسوبی، نیمه رسوب یافته و آبرفتی در مسیریابی جلوگیری شود و فعالیت‌های کشاورزی نباید در مجاورت خط لوله مجاز باشد.

He و همکاران (2021) به بررسی بلایای زمین‌شناختی در طول خط لوله انتقال گاز سیچوان–چونگ کینگ و پروژه انتقال گاز سیچوان– شرق غرب هوبی پرداختند و نتیجه‌گیری کردند که نتایج نقشه‌سازی بلایای زمین‌شناختی با توزیع واقعی زمین‌لغزش‌ها و شیب‌های ناپایدار همپوشانی دارد و بر اساس نتایج آن‌ها لایه‌های پوشش گیاهی (NDVI) و سنگ‌شناسی عوامل مؤثر بر ارزیابی ریسک هستند و مدل‌های GA-BP می‌توانند در محاسبه وزن لایه‌ها به‌طور مؤثری عمل کنند.

Wen و همکاران (2023) به ارزیابی و تجزیه‌وتحلیل زمین‌لغزش در طول خطوط لوله نفت و گاز پرداختند و برای این کار از دو ارزیابی مستقل مرتبط با ارزیابی خطر زمین‌لغزش و ارزیابی آسیب‌پذیری خط لوله استفاده کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که ۶/۶۸ درصد از خطوط لوله در مناطق با آسیب‌پذیری بالا قرار دارد همچنین بر اساس نتایج آن‌ها مدل پیشنهادی برای ارزیابی خطر زمین‌لغزش در طول خطوط لوله طولانی یک طبقه‌بندی علمی و عملی ارائه می‌دهد تا از خطر زمین‌لغزش جلوگیری کند.

بررسی منابع نشان داد بیشتر مطالعات در مبحث پهنه‌بندی مخاطرات بر روی یک خطر منفرد متمرکز هستند. درعین‌حال، در برخی موارد مخاطرات بر هم اثرگذار هستند و گاهی اوقات، کاهش یک مخاطره ممکن است مدت‌زمان، توزیع یا شدت خطر دیگری را تشدید کند. بنابراین، مطالعه مخاطرات طبیعی به‌طور جداگانه ممکن است برآورد نادرستی از خطر را ایجاد کند. بدین منظور در این پژوهش سعی در ارزیابی و پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی و انطباق آن با شبکه تغذیه گاز استان گلستان، به‌منظور تعیین بخش‌های آسیب‌پذیر شبکه تغذیه گاز در مقابل مخاطرات طبیعی است.

روش پژوهش

برای انجام این پژوهش ۳ گام اصلی وجود دارد که عبارت‌اند از:

- گام اول) تعیین مخاطرات مؤثر بر شبکه تغذیه گاز با استفاده از روش دلفی
- گام دوم) پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی با استفاده از روش MCE که شامل مراحل تعیین هدف و معیارهای مؤثر، استانداردسازی معیارها، وزن دهی معیارها و ادغام معیارها با استفاده از رویکرد ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) است.

- گام سوم) انطباق شبکه تغذیه گاز استان گلستان با نقشه‌های پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی.

تعیین مخاطرات مؤثر بر شبکه تغذیه گاز با استفاده از روش دلفی

روش دلفی دارای فرآیندی سیستماتیک است که برای پیش‌بینی و کمک به تصمیم‌گیری از طریق راندهای پیمایشی، جمع‌آوری اطلاعات و در نهایت اجماع گروهی است. روش دلفی زمانی به کار می‌رود که برای رسیدن به یک نتیجه کلی در مورد یک موضوع خاصی نیازمند به جمع‌آوری و ترکیب نظرات متخصصین باشد. مخصوصاً زمانی که متخصصین از نظر جغرافیایی از هم فاصله داشته باشند. در این روش اسامی متخصصین اعضای پنل ناشناخته است، جمع‌آوری نظرات کارشناسان در دفعات متعدد با استفاده متوالی از پرسشنامه‌ها انجام می‌گیرد و همگرایی نظرات و تشخیص اختلاف عقیده‌ها یا واگرایی آرا بررسی می‌شود (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۹: ۵۱۷). لذا برای شناسایی مخاطرات مؤثر بر شبکه تغذیه گاز در این پژوهش از رویکرد دلفی استفاده شد. در این پژوهش ۳۰ کارشناس جهت تکمیل پرسشنامه با استفاده از سامانه پرس‌لاین[1] انتخاب شدند و از آن‌ها خواسته شد به پرسشنامه‌ها پاسخ دهند. در این فرآیند در هر دور ۱۲ پرسشنامه تکمیل‌شده دریافت شد. فرآیند تکمیل پرسشنامه‌ها در دو دور انجام شد و در هر دور کارشناسان اجازه اظهارنظر داشتند. پرسشنامه مرحله اول به همراه اضافه شدن نظرات کارشناسان در این دور، مجدداً در اختیار کارشناسان قرار گرفت و در نهایت اجماعی از نظر کارشناسان حاصل شد. جدول (۱) نتایج روش دلفی و نظر کارشناسان را نشان می‌دهد. در نهایت برای جمع‌بندی نظرات کارشناسان از مؤلفه مد استفاده شد تا بر اساس آن شناسایی معیارهای دارای اهمیت بیشتر انجام شود. در این پژوهش برای بررسی اتفاق‌نظر کارشناسان و متوقف کردن فرآیند دلفی از ضریب کندال w استفاده شد که میزان ضریب کندال در هر دور در جدول (۲) ذکرشده است.

جدول ۱. فهرست مخاطرات بر اساس نتایج دلفی

فهرست مخاطرات	مد	ادامه فهرست – انواع زمین‌لغزش	مد	ادامه فهرست – نظرات کارشناس	مد
سیلاب (Flood)	۴	زمین‌لغزش کلی	۳	تغییر بار مرده خاک	۲
زمین‌لرزه (Earthquake)	۴	ریزش سنگ (Rockfall)	۳	خاک‌های واگرا	۳
فرونشست (Land subsidence)	۴	جریان گل‌ولای (Mudflow)	۳	زمین‌های مردابی و توربی	۲
آتش‌سوزی (Wildfire)	۲	جریان آواری (Debrisflow)	۳	خاک‌های رمبنده	۲
طوفان (Storm)	۱	دورانی (Rotational slide)	۴	سونامی	۲
بهمن (Avalanche)	۱	انتقالی (Translational)	۴	آتش‌فشان	۲
یخ‌زدگی (Frost)	۱	بلوکی (Block slide)	۳	ریزش کوه	۳
برف سنگین (Heavy snow)	۲	بهمن واریزه‌ای (Debris avalanche)	۳		
تگرگ (Hail)	۱	جریان یافتن زمین (Earthflow)	۳		
ناپایداری دامنه‌ای (slope instability)	۴	خزش (Creep)	۳		
رعدوبرق (Lightening)	۱	گسترش جانبی (Lateral spread)	۳		
فرسایش شیاری (Rill erosion)	۲				
فرسایش خندقی (Gully erosion)	۳				
فرسایش آبراهه‌ای (Stream bank erosion)	۳				

جدول ۲. ضریب کندال

ضریب کندال دور اول	۰/۷۶۷
ضریب کندال دور دوم	۰/۷۱۱

1. Porsline

پهنه‌بندی مخاطرات

پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی با استفاده از روش MCE که شامل مراحل تعیین هدف و معیارهای مؤثر، استانداردسازی معیارها، وزن دهی معیارها و ادغام معیارها با استفاده از رویکرد ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) است.

معیار

با توجه به تکرار و پیش‌بینی مخاطرات می‌توان از روش‌های ارزیابی مختلف استفاده کرد که معیارهای مورداستفاده در این روش‌ها می‌توانند بسیار متنوع و متفاوت باشند سطح مناسب بودن هر روش ارزیابی به ویژگی‌های منطقه موردمطالعه، نیازهای مطالعه و در دسترس بودن داده‌ها بستگی دارد (Boroumandi et al., 2014: 952). انتخاب مجموعه معیارهای مؤثر بر مخاطرات یک عامل مهم است که برای رسیدن به اهداف نهایی مؤثر خواهد بود (Perveen et al., 2013: 32). بررسی مقالات و منابع مختلف در زمینه پهنه‌بندی مخاطرات نشان‌دهنده تنوع زیاد در انتخاب معیارها است. در این پژوهش معیارها بر اساس نظر کارشناسان و مرور منابع انتخاب‌شده‌اند. در این بین داده شاخص رطوبت توپوگرافیک با استفاده از مدل رقومی ارتفاع به دست آمد و شبکه آبراهه و تراکم پوشش گیاهی (NDVI) با استفاده از سامانه Google Earth Engine تهیه شد همچنین اطلاعات مربوط به چاه‌های پیزومتریک استان گلستان از شرکت سهامی آب منطقه‌ای اخذ شد و لایه‌های فاصله از جاده، فاصله از رودخانه و تراکم زهکش در محیط نرم‌افزار Idrisi TerrSet به دست آمد. سایر نقشه‌ها از داده‌های آمایش استان گلستان تهیه شد (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۹۵).

فازی سازی

به دلیل مقیاس‌های متفاوتی که معیارها بر اساس آن‌ها اندازه‌گیری می‌شوند، استانداردسازی معیارها ضروری است. استفاده از مجموعه‌های فازی یکی از روش‌های مورداستفاده برای تبدیل داده‌های ورودی به لایه‌های معیار متناسب است. نظریه مجموعه‌های فازی به‌عنوان یک منطق، درجه عضویت هر عنصر را در بازه بین (۰ و ۱) قرار می‌دهد. به‌علاوه در این منطق به‌منظور ایجاد اطلاعات فازی عملکردهای مختلفی وجود دارد. این منطق به‌وسیله سه ارزش a<b<c برای هر تعداد عملکرد عضویت تعریف‌شده است (رضایی و جمشیدی زنجانی، ۱۳۹۶:۱۳۵). در این پژوهش از توابع خطی و تعریف‌شده توسط کاربر استفاده‌شده است.

وزن دهی

در ارزیابی چند معیاره، اولویت‌بندی معیارها توسط تصمیم‌گیران از طریق وزن‌هایی که به هر یک از معیارها نسبت می‌دهند، انجام می شود (Atkinson et al., 2005: 291). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از پرکاربردترین روش‌ها در فرآیندهای تصمیم‌گیری است که توسط ساعتی (۱۹۸۰) معرفی‌شده است این روش هنگامی‌که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه و شاخص تصمیم‌گیری روبه‌رو است، می‌تواند مفید باشد (Atanasova-Pacemska et al., 2014: 373.) بر این اساس، در پژوهش حاضر به‌منظور وزن دهی فاکتورها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید.

AHP با توجه به مقایسه زوجی معیارها توسط تصمیم‌گیرنده، وزنی برای هر معیار ارزیابی ایجاد می‌کند. هر چه وزن بیشتر باشد، معیار مربوطه اهمیت بیشتری دارد. در نهایت، AHP وزن معیارها و امتیاز گزینه‌ها را ترکیب می‌کند، بنابراین یک امتیاز کلی برای هر گزینه و یک رتبه‌بندی متعاقب تعیین می‌کند. امتیاز کلی برای یک گزینه معین، مجموع وزنی از امتیازهایی است که با توجه به همه معیارها به دست آورده است.

تلفیق معیارها

در ارزیابی حاضر از روش ترکیب خطی وزن‌دار ترتیبی به‌منظور ادغام لایه‌های استفاده شده است. در این روش معیارها در یک محدوده عددی پیوسته استاندارد می‌شوند و سپس بر اساس میانگین‌گیری وزنی ترکیب می‌شوند. در ابتدا فاکتورها بر ا ساس وزنی که با آن‌ها داده می شود با هم جمع می شوند. سپس، لایه به‌د ست‌آمده در لایه‌های محدودیت ضرب می‌شود و یک‌لایه فازی که نشان‌دهنده مطلوبیت کل منطقه است به دست می‌آید و روش ترکیب خطی وزن‌دار بر اساس رابطه (۱) زیر است:

رابطه (۱) $S= \sum i=1 \text{ to } n\ W_i\ X_i \prod C_i$

$S=$ تناسب برای کاربری موردنظر

$W_i=$ وزن هر یک از لایه‌ها

$X_i=$ لایه فازی، که فاکتور نامیده می‌شود

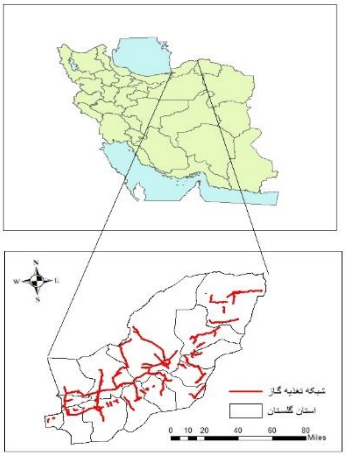
$\prod=$ علامت ضرب

$C_i=$ لایه بولین، که محدودیت نامیده می‌شود.

به‌منظور پهنه‌بندی میزان مخاطرات سرزمین با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC)، عمل تلفیق نقشه‌های استاندارد شده و وزن دهی متناظر لایه‌ها در محیط GIS انجام شد. عمل تلفیق نقشه‌ها شامل دو مرحله می‌شود مرحله اول تلفیق معیارهای مربوط به هر مخاطره برای پهنه‌بندی میزان آن‌ها که در این مرحله نقشه خطر زمین‌لغزش و نقشه خطر زلزله استان گلستان به شکل آماده از داده‌های آمایش استان گلستان تهیه شد (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۹۵). مرحله دوم شامل تلفیق نقشه مخاطرات به‌منظور تهیه لایه نهایی میزان مخاطره استان گلستان است.

محدوده موردمطالعه

استان گلستان با مساحت ۲۰۴۳۸/۳۱ کیلومترمربع، ۱/۳ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. این استان بین ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه و ۲ ثانیه تا ۳۸ درجه و ۷ دقیقه و ۶ ثانیه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۱ دقیقه و ۴ ثانیه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و در بخش شمالی کشور واقع شده است. از شمال به کشور ترکمنستان، از جنوب به استان سمنان، از شرق به استان خراسان شمالی و از غرب به دریای خزر و استان مازندران محدود می‌شود. بر اساس آخرین تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۵ این استان شمال ۱۴ شهرستان، ۳۰ شهر، ۲۷ بخش و ۶۰ دهستان است. شکل (۱) موقعیت منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱. منطقه موردمطالعه و تصویری از شبکه کلی تغذیه گاز در استان گلستان

یافته‌ها

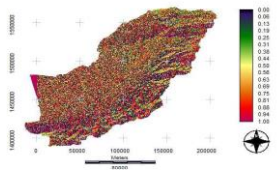
نتایج حاصل از فرآیند دلفی، بر اساس مؤلفه مد را می‌توان در جدول (۳) مشاهده کرد:

جدول ۳. میزان اهمیت مخاطرات بر اساس مؤلفه مد

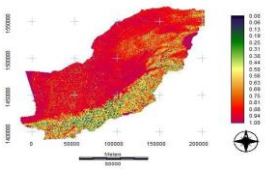
میزان اهمیت	مخاطرات
زیاد تا خیلی زیاد	زمین‌لرزه، سیلاب، فرونشست، ناپایداری دامنه‌ای و زمین‌لغزش (دورانی، انتقالی)
متوسط	فرسایش خندقی، فرسایش آبراهه‌ای، زمین‌لغزش، جریان گل‌ولای، جریان آواری، بلوکی، بهمن واریزه‌ای، جریان یافتن زمین، خزش، گسترش جانبی زمین، خاک‌های واگرا و ریزش کوه
کم تا خیلی کم	آتش‌سوزی، طوفان، یخ‌زدگی، بهمن، برف سنگین، تگرگ، رعدوبرق، فرسایش شیاری، تغییر بار مرده خاک، زمین‌های مردابی و توربی، خاک‌های رمبنده، سونامی و آتش‌فشان

بر اساس نتایج حاصل از فرآیند دلفی، مخاطرات انتخاب‌شده بر اساس داده‌های موجود برای پهنه‌بندی شامل مخاطرات زمین‌لرزه، سیلاب، فرونشست، ناپایداری دامنه‌ای، زمین‌لغزش و فرسایش خندقی است.

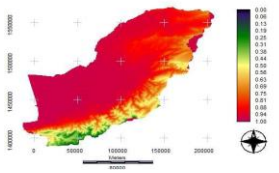
در شکل‌های (۲) تا (۵) نقشه تناسب هر یک از فاکتورها نمایش داده‌شده است که برای استانداردسازی آن‌ها از تابع فازی کمک گرفته‌شده است در هریک از نقشه‌های مذکور با پیش رفتن ارزش‌ها به سمت عدد ۱ میزان خطر برحسب فاکتور موردنظر افزایش می‌یابد.



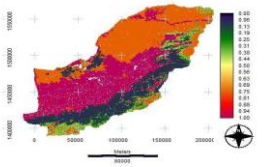
لایه فازی شده جهت با تابع خطی کاهشی



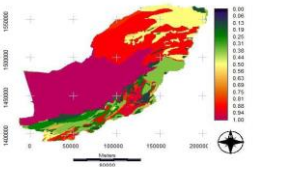
لایه فازی شده شیب با تابع خطی کاهشی



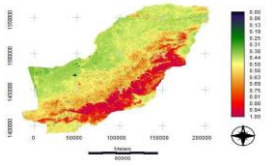
لایه فازی شده ارتفاع با تابع خطی کاهشی



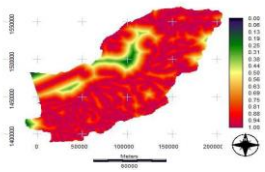
لایه فازی شده کاربری اراضی برای مخاطره فرونشست

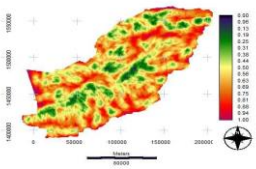


لایه فازی شده زمین‌شناسی برای مخاطره فرونشست

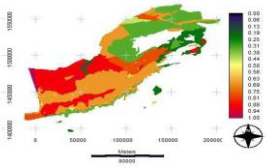


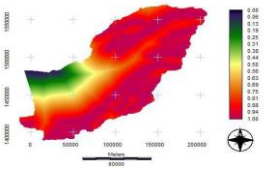
لایه فازی شده NDVI با تابع خطی کاهشی

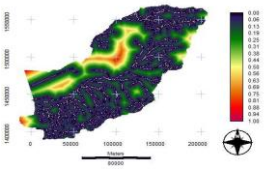

لایه فازی شده فاصله از جاده با تابع خطی کاهشی

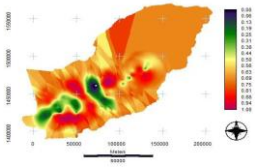

لایه فازی شده تراکم زهکش با تابع خطی کاهشی

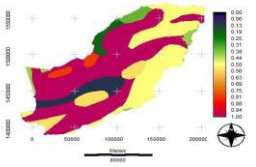
لایه فازی شده شاخص رطوبت توپوگرافیک با تابع خطی افزایشی

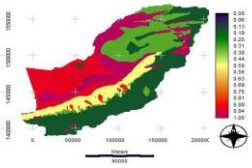

لایه فازی شده قابلیت اراضی برای مخاطره فرونشست

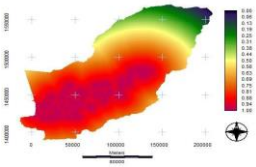

لایه فازی شده فاصله از گسل با تابع خطی کاهشی


لایه فازی شده فاصله از رودخانه با تابع خطی افزایشی

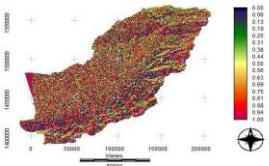

لایه فازی شده افت سطح آب زیرزمینی

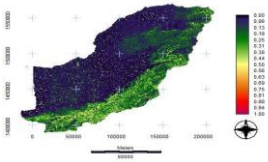

لایه فازی شده خاک برای مخاطره فرونشست

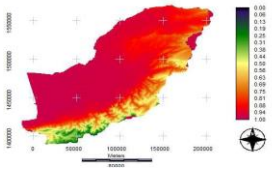

لایه فازی شده ژئومورفولوژی برای مخاطره فرونشست

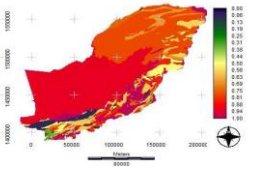

لایه فازی شده فاصله از چاه‌ها

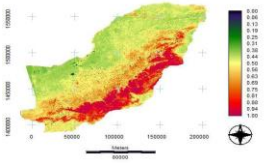
شکل ۲. نقشه فازی شده هر یک از فاکتورهای مورداستفاده برای مخاطره فرونشست

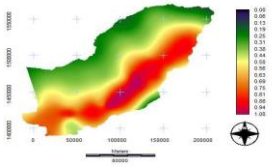

لایه فازی شده جهت با تابع خطی کاهشی

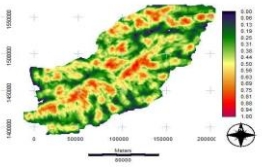

لایه فازی شده شیب با تابع خطی افزایش

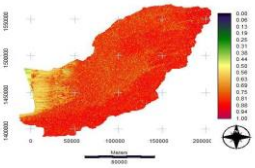

لایه فازی شده ارتفاع با تابع خطی کاهشی

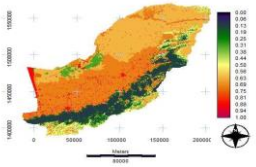

لایه فازی شده زمین‌شناسی برای مخاطره سیل

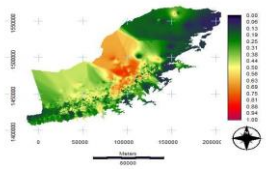

لایه فازی شده NDVI با تابع خطی کاهشی

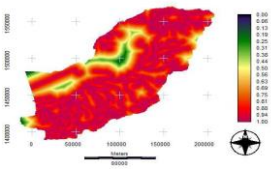

لایه فازی شده بارندگی با تابع خطی افزایشی

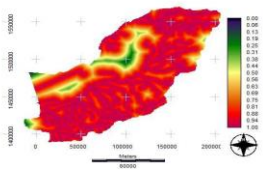

لایه فازی شده تراکم زهکش با تابع خطی افزایشی

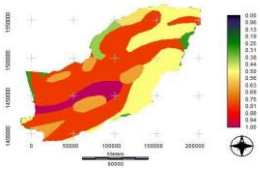

لایه فازی شده شاخص رطوبت توپوگرافیک با تابع خطی کاهشی

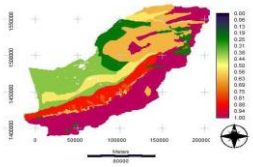

لایه فازی شده کاربری اراضی برای مخاطره سیل

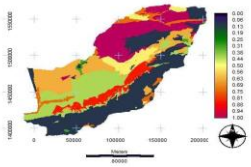

لایه فازی شده سطح آب زیرزمینی با تابع خطی افزایشی


لایه فازی شده فاصله از رودخانه با تابع خطی کاهشی

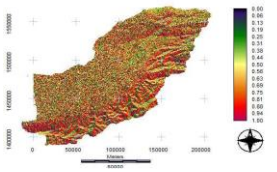

لایه فازی شده فاصله از جاده با تابع خطی کاهشی

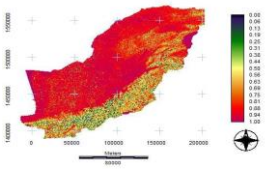

لایه فازی شده خاک برای مخاطره سیل

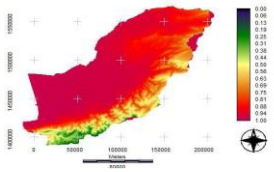

لایه فازی شده ژئومورفولوژی برای مخاطره سیل

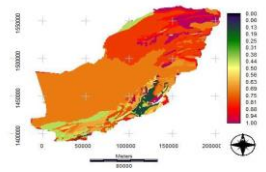

لایه فازی شده قابلیت اراضی برای مخاطره سیل

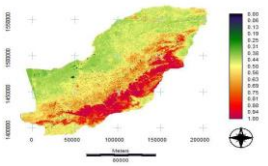
شکل ۳. نقشه فازی شده هر یک از فاکتورهای مورداستفاده برای مخاطره سیل

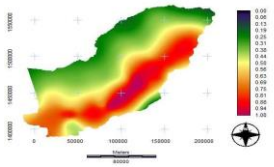

لایه فازی شده جهت با تابع خطی افزایشی

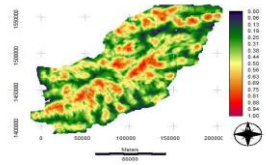

لایه فازی شده شیب با تابع خطی کاهشی

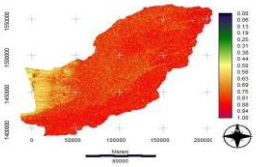

لایه فازی شده ارتفاع با تابع خطی کاهشی

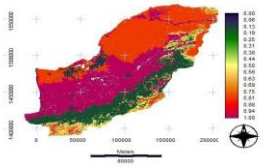

لایه فازی شده زمین‌شناسی برای مخاطره فرسایش خندقی

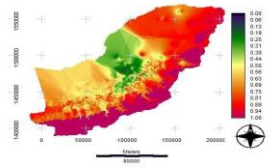

لایه فازی شده NDVI با تابع خطی کاهشی

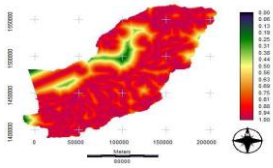

لایه فازی شده بارندگی با تابع خطی افزایشی

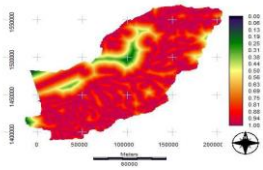

لایه فازی شده تراکم زهکش با تابع خطی افزایشی

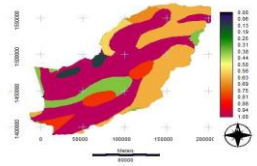

لایه فازی شده شاخص رطوبت توپوگرافیک با تابع خطی کاهشی

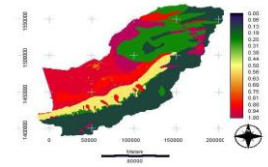

لایه فازی شده کاربری اراضی برای مخاطره فرسایش خندقی

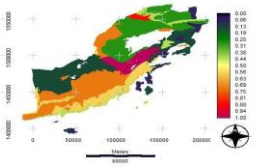

لایه فازی شده سطح آب زیرزمینی با تابع خطی کاهشی


لایه فازی شده فاصله از رودخانه با تابع خطی کاهشی

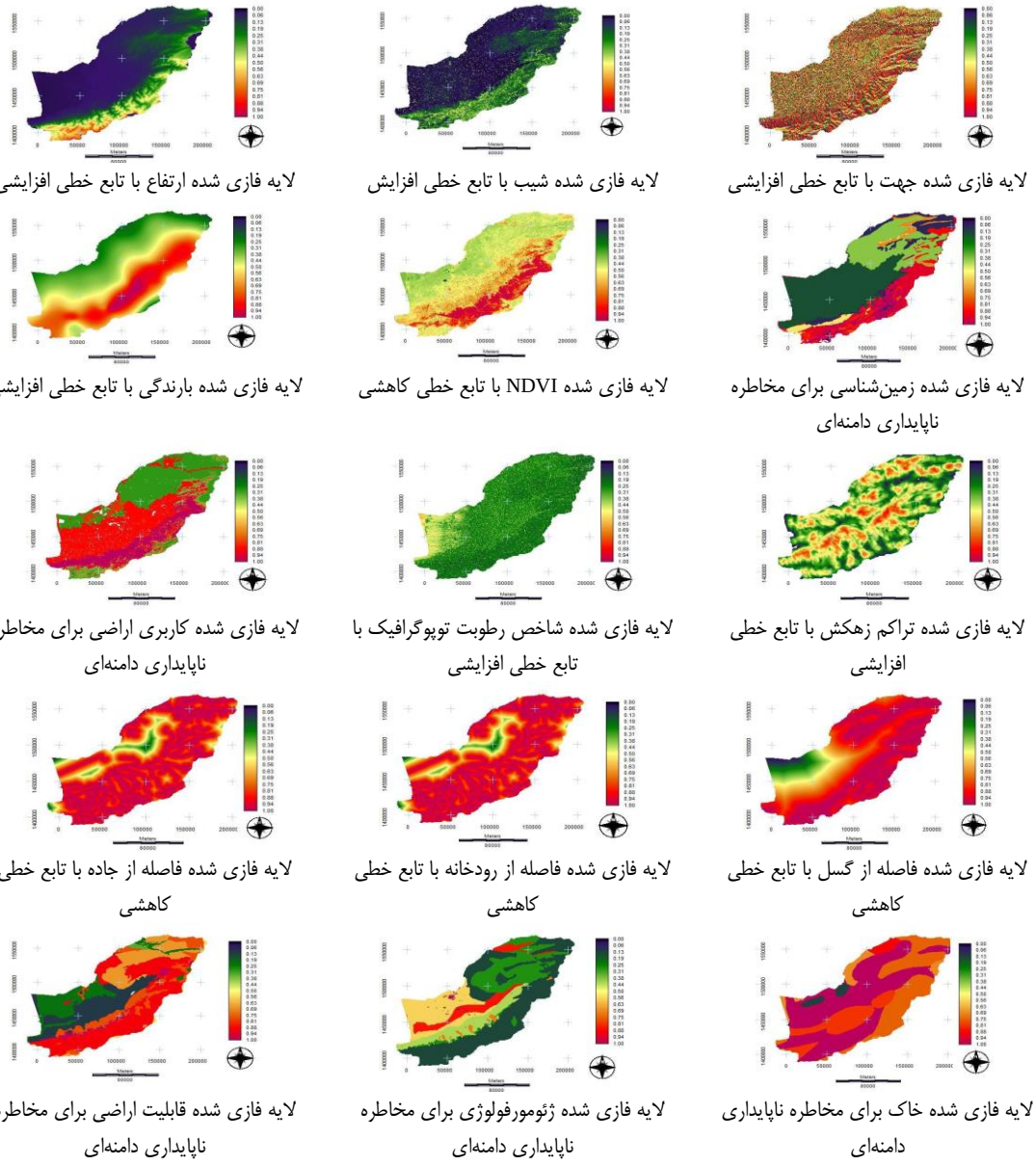

لایه فازی شده فاصله از جاده با تابع خطی کاهشی


لایه فازی شده خاک برای مخاطره فرسایش خندقی


لایه فازی شده ژئومورفولوژی برای مخاطره فرسایش خندقی


لایه فازی شده قابلیت اراضی برای مخاطره فرسایش خندقی

شکل ٤. نقشه فازی شده هر یک از فاکتورهای مورداستفاده برای مخاطره فرسایش خندقی



شکل ٥. نقشه فازی شده هر یک از فاکتورهای مورداستفاده برای مخاطره ناپایداری دامنه‌ای

به‌منظور وزن دهی به فاکتورها از روش AHP ا ستفاده شد. در جدول‌های (۴) و (۵) وزن‌های در نظر گرفته شده برای فاکتورها آورده شده ا ست و با توجه به این‌که نرخ سازگاری در روش AHP باید کمتر از ۰/۱ با شد و با توجه به این‌که نرخ سازگاری برای وزن دهی فاکتورها در این پژوهش کمتر از ۰/۱ بوده است نیاز به بازنگری مجدد نیست.

جدول ٤. وزن‌های حاصل از فرآیند AHP

	ارتفاع	شیب	جهت	زمین‌شناسی	پوشش گیاهی	فاصله از گسل	فاصله از راه	فاصله از آبراهه	کاربری اراضی	قابلیت اراضی	تراکم زهکش	شاخص رطوبت	بارش	سطح آب زیرزمینی	خاک	ژئومورفولوژی	افت سطح آب	فاصله از چاه
فرونشست	۰/۰۱۳	۰/۰۲۰	۰/۰۱۳	۰/۰۹۷	۰/۰۱۸	۰/۰۸۰	۰/۰۱۱	۰/۰۱۸	۰/۰۸۳	۰/۰۶۰	۰/۰۳۱	۰/۰۴۲			۰/۰۹۷	۰/۰۶۱	۰/۱۹۸	۰/۰۱۶
سیل	۰/۰۱۵	۰/۹۲۰	۰/۰۱۲	۰/۰۲۲	۰/۱۰۰		۰/۰۱۴	۰/۸۰۰	۰/۰۱۸	۰/۰۲۲	۰/۱۷۰	۰/۰۳۴	۰/۲۶۲	۰/۰۵۱	۰/۰۱۷	۰/۷۹۰		
فرسایش خندقی	۰/۰۱۴	۰/۰۳۰	۰/۰۱۲	۰/۰۹۰	۰/۲۳۲		۰/۰۱۹	۰/۰۳۰	۰/۰۷۷	۰/۰۱۹	۰/۰۹۱	۰/۰۴۵	۰/۱۷۷	۰/۱۰۰	۰/۹۳۰	۰/۰۶۲		
ناپایداری دامنه‌ای	۰/۰۱۷	۰/۱۵۷	۰/۰۲۰	۰/۰۴۱	۰/۱۷۱	۰/۰۳۱	۰/۲۱۰	۰/۰۶۲	۰/۰۳۴	۰/۲۰۰	۰/۰۱۶	۰/۰۸۱	۰/۰۷۳		۰/۰۴۵	۰/۰۲۹		

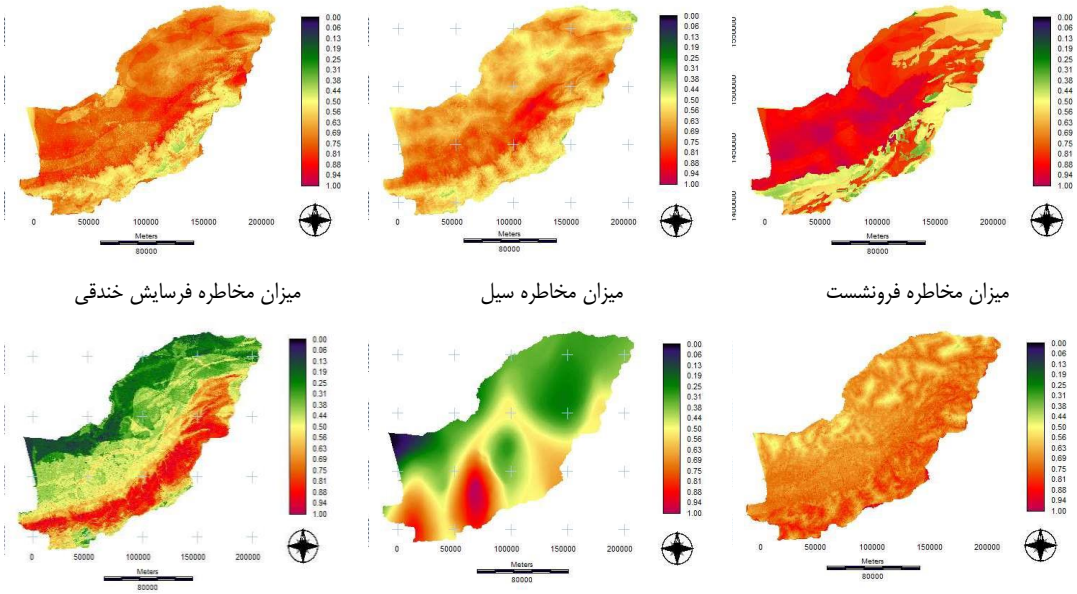
Cr= 0/08 سیل؛ Cr= 0/04 فرونشست؛ Cr= 0/07 فرسایش خندقی؛ Cr= 0/04 ناپایداری دامنه‌ای

جدول ۵. وزن‌های حاصل از فرآیند AHP برای هر مخاطره

مخاطره	وزن
سیل	۰/۱۶۰
فرونشست	۰/۳۲۸
فرسایش خندقی	۰/۰۵۵
زلزله	۰/۲۳۳
زمین‌لغزش	۰/۱۷۷
ناپایداری دامنه‌ای	۰/۰۴۴

Cr= 0/02

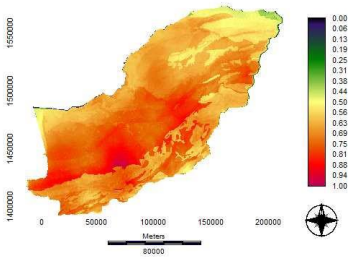
نتیجه پهنه‌بندی مخاطرات (شکل ۶) نشان می‌دهد، به ترتیب زمین‌لغزش (۲۲/۳ درصد)، فرونشست (۲۲ درصد)، ناپایداری دامنه‌ای (۲۰ درصد)، فرسایش خندقی (۱۷ درصد)، سیل (۱۱ درصد) و زلزله (۸ درصد) پهنه‌هایی در استان هستند که در رتبه با خطر بالا، مساحت قابل‌توجهی از پهنه استان را در برگرفته‌اند. همچنین بر اساس نقشه ادغام شده مخاطرات (شکل ۷)، بیشترین خطر مربوط به جنوب، جنوب غربی و جنوب شرقی استان گلستان (۲۲ درصد مساحت استان) است که از لحاظ ژئومورفولوژی شامل واحدهای دشت سیلابی، اراضی پست و کوهستان می‌شود.



میزان مخاطره فرونشست　　میزان مخاطره سیل　　میزان مخاطره فرسایش خندقی

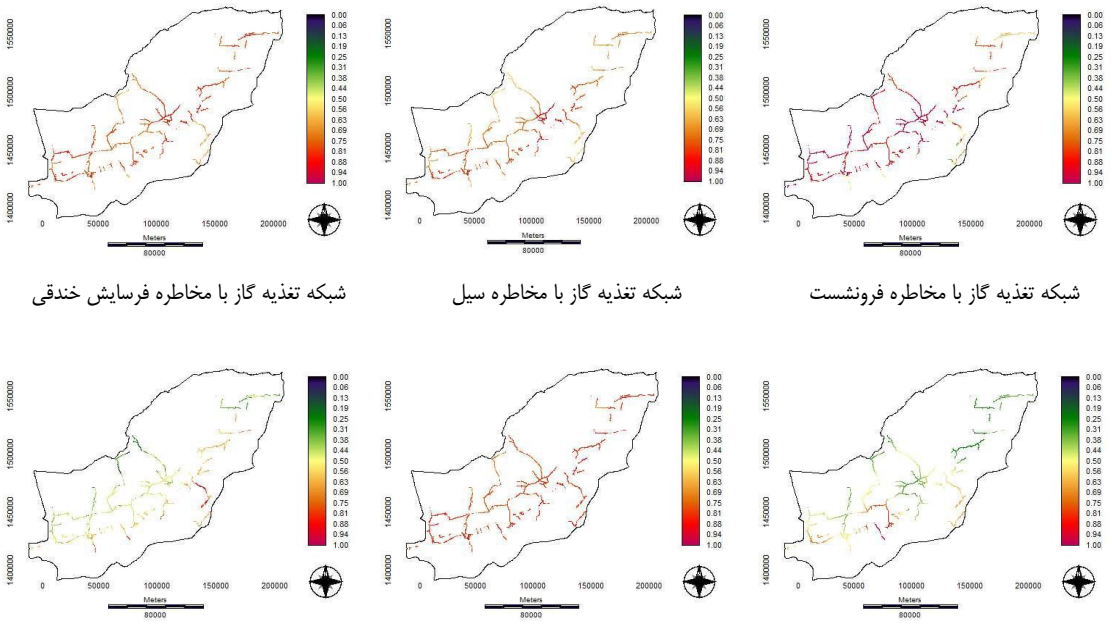
میزان مخاطره ناپایداری دامنه‌ای　　میزان مخاطره زلزله　　میزان مخاطره زمین‌لغزش

شکل ٦. نقشه فازی شده نقشه‌های مخاطرات تولیدشده



شکل ۷. تصویر ادغام مخاطرات استان گلستان

پس از تهیه لایه مخاطرات به‌منظور تعیین میزان خطر شـــبکه تغذیه گاز، لایه شـــبکه تغذیه گاز با هر یک از لایه مخاطرات انطباق داده شد که خروجـــی آن در شـکل (۸) قابل‌مشاهده است.



شبکه تغذیه گاز با مخاطره فرونشست | شبکه تغذیه گاز با مخاطره سیل | شبکه تغذیه گاز با مخاطره فرسایش خندقی

شبکه تغذیه گاز با مخاطره زلزله | شبکه تغذیه گاز با مخاطره ناپایداری دامنه‌ای | شبکه تغذیه گاز با مخاطره زمین‌لغزش

شکل ۸. شبکه تغذیه گاز با مخاطرات پهنه‌بندی شده

بر اساس انطباق نقشه مخاطرات با شبکه تغذیه گاز استان گلستان به ترتیب بیشترین مخاطره برای شبکه تغذیه گاز استان گلستان شامل فرونشست (۵۰ درصد)، فرسایش خندقی (۳۸ درصد)، ناپایداری دامنه‌ای (۳۱/۸ درصد)، زمین‌لغزش (۳۱/۶ درصد)، سیل (۳۱ درصد) و زلزله (۷ درصد) است. این نتایج نشان‌دهنده آن است که بیشترین خطر ناشی از مخاطرات طبیعی که می‌تواند بر شبکه تغذیه گاز اثر بگذارد فرونشست است و کمترین خطری که بر شبکه تغذیه گاز تأثیر می‌گذارد زلزله است.

بحث

مطالعات و پژوهش‌هایی برای شناخت و پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی در منطقه موردمطالعه این پژوهش انجام‌شده است. اما نتایج حاصل از آن‌ها با نتایج حاصل از این مطالعه حسب مورد شاید به دلیل هدف، داده‌های مورداستفاده و یا روش کار متفاوت است. نتایج پژوهش بای و همکاران (۱۳۹۲) در پهنه‌بندی مخاطره سیل با نتایج این پژوهش متفاوت است. این تفاوت به دلیل به‌کارگیری داده‌هایی متفاوت (داده‌های ماهانه و سالانه ایستگاه‌های باران‌سنجی و آب‌سنجی) و روشی متفاوت (کریجینگ) در پژوهش مذکور است. همچنین نتایج پژوهش تورانی و همکاران (۱۳۹۷) با پژوهش حاضر مبنی بر افت سطح آب زیرزمینی به‌عنوان یکی از عوامل عمده در فرونشست، منطبق است درعین‌حال در این پژوهش از روش تداخل‌سنجی راداری برای تجزیه‌وتحلیل استفاده‌شده است. نتایج پژوهش فرجزاده و همکاران (۱۳۹۰) گرچه در میزان پهنه‌بندی زمین‌لغزش (با خطر زیاد) تقریباً مشابه است اما در نتایج حاصل از پهنه‌بندی سیل متفاوت با این مطالعه است. همچنین نتایج پژوهش شیرانی و صدر (۱۴۰۲)، پارامترهای مؤثر (به ترتیب عامل‌های کاربری زمین، بلندی، شاخص پوشش گیاهی، خاک، شاخص رطوبت پستی‌وبلندی، تراکم شبکه زهکشی، شاخص توان آبراهه، شیب، شاخص موقعیت پستی‌وبلندی، سنگ‌شناسی، میانگین بارش سالانه، ضریب نفوذ، شکل انحنا، فراوانی آبراهه و بیشینه بارش روزانه) در پهنه‌بندی سیل را متفاوت ارزیابی کرده است. علت این تفاوت می‌تواند به دلیل تفاوت روش تعیین اهمیت پارامترها باشد.

در پژوهش شیرانی و صدر (۱۴۰۲) از مدل‌های احتمالاتی (شاخص آنتروپی و وزن شاهد بیزین) استفاده‌شده است درصورتی‌که در پژوهش حاضر وزن دهی مبتنی بر نظر کارشناسان بوده است.

روش مورداستفاده در این پژوهش، در برخی مطالعات پیشین برای ارزیابی و پهنه‌بندی مخاطرات و انطباق آن با خطوط انتقال گاز در دیگر مناطق مورداستفاده قرار گرفته است. با توجه به مسائل روش‌شناختی و کاربرد آن‌ها در سایر حوزه‌ها، می‌توان بیان کرد استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در تحلیل مکانی برای طبقه‌بندی و پهنه‌بندی استان‌ها، مناطق و شهرها از نظر قرارگیری زیرساخت‌های در معرض مخاطرات، مؤثر خواهد بود. در پژوهش‌های المدرسی و همکاران (۱۳۹۶)، ابراهیم مقیمی و همکاران (۱۳۹۶)، He و همکاران (2021)، Topal & Cevik (2003) و Wen و همکاران (2023) برای پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی همگی یک یا دو مخاطره در نظرگیر گرفته‌شده است درحالی‌که در پژوهش حاضر ضمن بهره‌گیری از روش ارزیابی چند معیاره، با در نظر گرفتن معیارهای بیشتر و با در نظر گرفتن شش مخاطره حاصل از نتایج دلفی در واقع با نگاهی جامع‌تر، بیشتر توانسته است نشان‌دهنده شرایط موجود شبکه تغذیه گاز و جزئیات بیشتری از بخش‌های آسیب‌پذیر آن در برابر مخاطرات طبیعی باشد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف ارزیابی و پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی و انطباق آن با شبکه تغذیه گاز استان گلستان و با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره انجام شد. بررسی وضعیت مخاطرات استان گلستان نشان‌دهنده این است که استان گلستان دارای پتانسیل بالایی برای وقوع مخاطرات مختلف از جمله زمین‌لغزش، فرونشست، ناپایداری دامنه‌ای، فرسایش خندقی، سیل و زلزله است. با توجه به نتایج این پژوهش مناطق جنوبی استان گلستان به دلیل وجود خطوط گسل، کانون‌های زلزله و شیب زیاد مستعد وقوع زمین‌لغزش، حرکات دامنه‌ای، فرسایش خندقی و زلزله است. همچنین با توجه به تمرکز کاربری‌های کشاورزی و مناطق شهری در مناطق مرکزی و جنوبی استان که دارای حجم بالایی از منابع آب مصرفی هستند و با توجه به روند کاهش سطح آب زیرزمینی در سال‌های اخیر این مناطق را در معرض خطر فرونشست قرار داده است.

انطباق شبکه تغذیه گاز با نقشه مخاطرات نشان‌دهنده آسیب‌پذیری این شبکه در استان گلستان در مقابل طیف گسترده‌ای از مخاطرات مطالعه شده است. همچنین با توجه به قرارگیری بخش عمده این شبکه در مناطق دشت و کاربری کشاورزی، بخش بیشتری از این شبکه را در مقابل فرونشست آسیب‌پذیر کرده است. قرارگیری شبکه تغذیه گاز در این منطقه با ریسک بالایی همراه است که نیازمند به‌کارگیری راهکارهای ایمنی متناسب با مخاطرات موجود در سرزمین است.

با بررسی نتایج پهنه‌بندی مخاطرات در این پژوهش ممکن است بتوان بیان کرد که از لحاظ ژئومورفولوژی مهم‌ترین مناطق با مخاطره بالا برای هریک از مخاطرات شامل: سیل (دشت سیلابی، اراضی پست و کوهپایه)، فرونشست (دشت سیلابی و اراضی پست)، فرسایش خندقی، ناپایداری دامنه‌ای و زمین‌لغزش (کوهستان) می‌شود که باید در فرآیند مدیریت و اولویت‌بندی مناطق جهت توسعه شبکه تغذیه گاز موردتوجه قرار گیرد. خروجی‌های این پژوهش به تصمیم‌گیرندگان و برنامه‌ریزان کمک می‌کند تا نقاط پرخطر شبکه تغذیه گاز را در مناطق مختلف شناسایی کرده و بودجه لازم را جهت در نظر گرفتن اقدامات لازم تخصیص دهند. تحلیل مکانی و چندبعدی، در مواجهه با خطرات در جهت‌دهی به اقدامات و منابع مالی برای کاهش آسیب‌پذیری و بهبود شرایط شبکه تغذیه گاز در مناطق پرخطر ضروری است. شناخت مناطق با خطر بالا، امکان فعالیت‌های مدیریتی را به وجود می‌آورد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده علاوه بر مخاطرات، آسیب‌پذیری

تأسیسات و زیرساخت‌ها در نظر گرفته شود. همچنین ایجاد پایگاه‌های اطلاعاتی نیز در هر منطقه برای ذخیره داده‌های مرتبط با مخاطرات مختلف و ایجاد سیستم‌های هشدار خطر را برای کاهش مخاطرات پیشنهاد می‌گردد.

حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش

نویسندگان در تمام مراحل و بخش‌های انجام پژوهش سهم برابر داشتند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تنظیم‌شده در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان است. همچنین این پایان‌نامه از حمایت مالی شرکت ملی گاز ایران (شرکت گاز استان گلستان) در قالب پایان‌نامه دانشجویی نیز برخوردار بوده است. نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند کمال تشکر را از شرکت ملی گاز ایران (شرکت گاز استان گلستان) و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که حامی این مقاله بودند به عمل‌آورند.

منابع

المدرسی، سید علی و منصوریان، سیده الهه. (۱۳۹۶). پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه در حوزه شهری نورآباد ممسنی فارس برای مدیریت بحران شبکه گاز، با استفاده از مدل AHP در محیط GIS. *مدیریت بحران*، ۶(۲)، ۸۱-۹۴. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23453915.1396.6.2.7.1

اسمعیل‌نژاد، مرتضی؛ کریمی، صادق و خبازی، مصطفی. (۱۳۹۸). همدیدنگری و پهنه‌بندی فضایی مخاطرات طبیعی (مطالعه موردی: استان خراسان جنوبی). *فصلنامه جغرافیای طبیعی*، ۱۲(۴۴)، ۹۹-۱۱۸. https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085656.1398.12.44.7.6

بای، ناصر؛ منتظری، مجید و گندمکار، امیر. (۱۳۹۲). مطالعه تأثیر عوامل هیدرو اقلیم بر مخاطرات طبیعی استان گلستان با تأکید بر سیلاب. *فصلنامه امداد و نجات*. ۵(۲)، ۱۳-۱.

تورانی، مرجان؛ آق آتابای، مریم و روستایی، مه آسا. (۱۳۹۷). مطالعهٔ فرونشست در شهر گرگان با استفاده از روش تداخل سنجی راداری. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۸(۲۷)، ۱۱۷-۱۲۸.

حشمتی مقدم، مریم. (۱۳۹۴). *بررسی تأثیرات مخاطرات طبیعی و مدیریت توزیع شبکه انتقال نیروی برق در شهرستان کرمانشاه*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی، کرمانشاه.

رحمانی، عبدالله؛ وزیری‌نژاد، رضا؛ احمدی‌نیا، حسن و رضائیان، محسن. (۱۳۹۹). مبانی روش‌شناختی و کاربردهای روش دلفی: یک مرور روایی. *مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان*، ۱۹(۵)، ۵۱۵-۵۳۸. http://dx.doi.org/10.29252/jrums.19.5.515

رضایان، سحر؛ ایرانخواهی، مهدی و جوزی، سیدعلی. (۱۳۸۹). ارائه الگوی ارزیابی ریسک زیست‌محیطی پروژه‌های انتقال گاز به روش‌های سامانه شاخص گذاری و AHP (مطالعه موردی: پروژه انتقال گاز ۲۴ اینچ تسوج-سلماس). *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، ۱۶(۳)، ۱۱-۲۳.

رضایی، مجید و جمشیدی زنجانی، احمد. (۱۳۹۶). مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری با به‌کارگیری تلفیق روش‌های منطق فازی و تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی (مطالعه موردی: شهرستان اراک). *مهندسی عمران (فنی و مهندسی مدرس)*، ۱۷(۲)، ۱۳۳-۱۴۱.

سلمان ماهینی، عبدالرسول و همکاران. (۱۳۹۵). مطالعات به‌روزرسانی آمایش استان گلستان، سازمان برنامه‌وبودجه استان گلستان.

سلیمانی، کریم؛ درویشی، شادمان و زاغی، هادی. (۱۴۰۳). بررسی خطر سیل ۱۳۹۸ شهر آق‌قلا با استفاده از سنجش‌ازدور و مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۴(۱)، ۷۷-۹۰. doi: 10.30488/gps.2024.388999.3628.

شیرانی، کوروش و صدری، محمدعلی. (۱۴۰۲). اولویت‌بندی عامل‌های مؤثر و پهنه‌بندی رخداد سیل به‌وسیله مدل‌های احتمالاتی و GIS در آبخیز گرگان‌رود استان گلستان. *پژوهش‌های آبخیزداری*، ۳۶(۱)، ۱۱۱-۱۳۱. doi:.10.22092/wmrj.2022.358648.1473

طهماسبی، محمدرضا؛ شعبانلو، سعید؛ رجبی، احمد و یوسف‌وند، فریبرز. (۱۴۰۰). پهنه‌بندی احتمال وقوع سیل با استفاده از بررسی مقایسه‌ای دو مدل شناخته‌شده جنگل تصادفی و ماشین بردار پشتیبان در شمال ایران. *مدیریت آب و آبیاری*، ۱۱(۲)، ۲۲۳-۲۳۵. doi: 10.22059/jwim.2021.317527.856.

فرج زاده، منوچهر؛ ثروتی، محمدرضا و طاهری واله. (۱۳۹۰). تحلیل و پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفولوژیک استان گلستان. *نشریه جغرافیای طبیعی*، ۴(۱۱)، ۴۵-۶۲.

گرکانی، سید امیرحسین. (۱۳۹۹). *سند راهبرد ملی مدیریت بحران*. وزارت کشور، سازمان مدیریت بحران کشور.

مقیمی، ابراهیم؛ جعفربیگلو، منصور؛ مقصودی، مهران؛ مونیر، نولبرتو و احمدی، امیر. (۱۳۹۹). مخاطرات فرسایش آبراهه‌ای بر روی خط لوله گاز نهم سراسری با استفاده از روش ANP-PRSM. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۵۲(۲)، ۱۷۹-۱۹۲. doi: 10.22059/jphgr.2020.268941

نوروزی، رعنا؛ قهرودی، منیژه و درفشی، خه‌بات. (۱۳۹۸). پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شبکه فاضلاب شهری در مقابل مخاطرات طبیعی (مطالعه موردی: منطقه یک آبفا شهر تهران). *فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۹(۳۴)، ۱۴۹-۱۶۲. https://dorl.net/dor/20.1001.1.22516735.1398.9.34.12.7

References

Atanasova-Pacemska, T., Pachemska, Lapevski, M., & Timovski, R. (2014). analytical hierarchical process (ahp) method application in the process of selection and evaluation. *UNITECH - International Scientific Conference.*

Atkinson, D.M., Deadman, P., Dudycha, D., & Traynor, S. (2005). Multi-criteria evaluation and least cost path analysis for an arctic all-weather road. *Applied Geography*, 25(4), 287-307

Boroumandi, M., Khamehchiyan, M., & Nikoudel, M.R. (2015). Using of Analytic Hierarchy Process for Landslide Hazard Zonation in Zanjan Province, Iran. *Engineering Geology for Society and Territory*, 2, 951-955. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09057-3_165

Girgin, S., & Krausmann, E. (2016). Pipeline Natech Risk Assessment with RAPID-N (Report No. JRC 101463), *European Commission*, available at www.researchgate.net. DOI:10.13140/RG.2.2.26972.18560.

He, B., Bai, M., Shi, H., Li, X., Qi, Y., & Li, Y. (2021). Risk Assessment of Pipeline Engineering Geological Disaster Based on GIS and WOE-GA-BP Models. *Appl. Sci*, 11(21), 19-99. https://doi.org/10.3390/app11219919.

International federation of red cross, Types of disasters: definition of hazard, available at www.ifrc.org. viwed at 2020.

Krausmann, E., & Girgin, S. (2019). Natural Hazard impacts on industry and critical infrastructure: Natech risk drivers and risk management performance indicator. 40, 101-163. DOI:10.1016/j.ijdrr.2019.101163.

Perveen, S., Arsalan, M.H., Siddiqui, M.F., Khan, I.A., Anjum, S., & Abid, M. (2013). GIS-based multi-criteria model for cotton crop land suitability: a perspective from sindh province of pakistan. *Fuusat*, 3(1), 31-37.

Rincón, D., Khan, U.T., & Armenakis, C. (2018). Flood Risk Mapping Using GIS and Multi-Criteria Analysis: A Greater Toronto Area Case Study. *Geosciences*, 8(8), 275. https://doi.org/10.3390/geosciences8080275

Semenzian, E., Cirella, G.T., Marcomini, A., & Critto, A. (2014). Natural hazard risk assessment and management methologies review: Europe In igor linkov (ED.). *Sustainable cities and military installations* (pp. 329-358). Springer publishing, Dordrecht.

Topal, T., & Cevik, E. (2003). GIS-based landslide susceptibility mapping for a problematic segment of the natural gas pipeline, Hendek (Turkey). *Enviromental Geology*, 44(8), 949-962. DOI:10.1007/s00254-003-0838-6.

Unit of Sustainable Development and Environment General Secretariat, Organization of American States. (1997). planning to mitigate the impacts of natural hazards in the Caribbean. available at www.oas.org.

Xu, X., & Xu, C. (2021). Natural Hazard Research: an eternal subject of human survival and development. *Natural Hazard Research*, 1(1), 1-3. https://doi.org/10.1016/j.nhres.2020.12.003.

Wen, H., Liu, L., Zhang, J., Hu, J., & Huang, X. (2023). A hybrid machine learning model for landslide-oriented risk assessment of long-distance pipelines. *Journal of Environmental Management*. 342, 118-177. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118177.

Almodaresi, S.A., & mansoorian, E. (2018). Zoning the potential risk of an earthquake in the Mamasani district (Nourabad) of Fars province, Iran, for Gas network crisis management based on the AHP model using the ArcGIS software. *Emergency Management*, 6(2), 81-94. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23453915.1396.6.2.7.1. [In Persian]

Asmailnejad, M., Karimi, S., (Khabazi, M. (2019). Synopsis and spatial zoning of natural hazards. *Physical Geography Quarterly*, 12(44), 99-118. https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085656.1398.12.44.7.6. [In Persian]

Bay, N., Montazeri, M., & Gandomkar, A. (2013). The Study of the effect of Hydro-Climate factors on natural hazards in Golestan province with emphasis on flood. *Jorar*, 5(2), 1-13, http://jorar.ir/article-1-150-fa.html. [In Persian]

Garakani, S.A. (2020). *National Disaster Management Strategy Document.* Ministry of Interior National Disaster Management Organization. [In Persian]

Heshmati Moghadam, M. (2016). *Faculty of Literature and Human Sciences*. Investigating the effects of natural hazards and distribution management of electricity transmission network in Kermanshah city. Kermanshah, thesis M.Sc. [In Persian]

Norouzi, R., Ghahrodi, M., & Derafshi, K. (2019). Zoning sewage network vulnerability against natural hazards. *Regional Planning*, 9(34), 149-162. https://dorl.net/dor/20.1001.1.22516735.1398.9.34.12.7. [In Persian]

Rahmani, A., Vaziri Nezhad, R., Ahmadi Nia, H., & Rezaeian, M. (2020) Methodological Principles and Applications of the Delphi Method: A Narrative Review. *JRUMS*, 19(5), 515-538. http://dx.doi.org/10.29252/jrums.19.5.515. [In Persian]

Rezaei, M., & Jamshidi-Zanjani, A. (2017). Landfill Site Selection Using combination of fuzzy logic and multi criteria decision making Method (Case Study: Arak, Iran). *MCEJ*, 17(2), 120-130. [In Persian]

Rezaian, S., Irankhahi, M., & Jozi, S.A. (2017). The Presentation of Environmental Risk Assessment Pattern for Gas Pipeline Project by Using of Indexing System and AHP Methods (Case Study: Transportation Pipelines 24 inches, Tasuj-Salmas Project). *Journal of Environmental Science and Technology*, 16(3), 11-23. [In Persian]

Salmanmahiny, A. (2018). *Studies on updating the Landuse planning of golestan province*. Budget and Planing organization. [In Persian]

Servati, M., Taheri, V., & Farajzadeh Asl, M. (2011). Analysis and zoning of geomorphological hazards in Golestan province. *Physical Geography Research*. 4(11), 45-62. [In Persian]

Shirani, K., & Sadri, M.A. (2023). Prioritization of Effective Factors and Flood Susceptibility Zonation Using Probabilistic Models and GIS in Gorganrood Watershed Golestan Province. *Watershed Management Research Journal*, 36(1), 111-131, doi: 10.22092/wmrj.2022.358648.1473. [In Persian]

Solaimani, K., Darvishi, S., & Zaghi, H. (2024). Flood risk assessment of 2019 in Aqqala City using remote sensing and multi-criteria decision analysis models. *Geographical Planning of Space*, 14(1), 77-90. doi: 10.30488/gps.2024.388999.3628. [In Persian]

Tahmasebi, M.R., Shabanlou, S., Rajabi, A., & Yosefvand, F. (2021). Flood probability zonation using a comparative study of two well-known random forest and support vector machine

models in northern Iran. *Water and Irrigation Management*, 11(2), 223-235, doi: 10.22059/jwim.2021.317527.856. [In Persian]

Tourani, M., Agh-Atabai, M., & Roostaei, M. (2018). Study of subsidence in Gorgan using InSAR method. *Geographical Planning of Space*, 8(27), 117-128. [In Persian]