Kharazmi University

Spatial Analysis Environmental Hazards

Online ISSN: 2588-5146
Homepage: https://khu.ac.ir

Landslide risk zoning using artificial neural network in Mishkhas watershed of Ilam

Shamsollah Asgari [1]✉ | Samad Shadfar[2]

1. Corresponding author, Department Soil Conservation and Watershed Management Research, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: s.asgari@areeo.ac.ir
2. Department Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: shadfar@scwmri.ac.ir

Article Info

Article type:
Research paper

Article history:
Received 20 June 2024
Accepted 11 March 2025
Published online 11 March 2025

Keywords:
Perceptron,
Error backpropagation,
Zoning,
Landslide,
Artificial neural network.

ABSTRACT

Objective:Landslides are one of the natural hazards that threaten human life and property. Landslides may destroy tens, hundreds, and perhaps thousands of hectares of land in a short time in an area. This hazard has been destroying orchards, farms, forest areas, pastures, communication roads, and rural settlements in the Mishkhas mountainous region of Ilam province for years. Landslide hazard zoning is necessary to control this hazard in this basin. The main purpose of this research is to zone landslide hazard areas in this watershed.

Methods:One of the new methods for assessing landslide risk is the artificial neural network method. This method has advantages over other methods, the statistical distribution of the data is independent and does not require special statistical variables. In this study, first, a landslide distribution map was prepared in the selected basin. Then, the relationship between independent variables such as slope, lithology, distance from the fault, land use, distance from the road network, distance from waterways, slope direction and areas affected by landslides was examined. After preparing the weighted maps, these layers were converted into numerical information in the ArcGIS software environment and after standardization, they were imported into the MATLAB software and a program with a perceptron structure with an error backpropagation learning algorithm was written. After determining the structure of the artificial neural network and training and testing it, the results were evaluated and the network output in the geographic information systems environment was converted into a landslide hazard map.

Results:A landslide hazard map was prepared and the resulting hazard map was divided into different hazard zones, classification and the amount of landslide in each zone was calculated. The results of the study of factors showed that in the Mishkhas basin of Ilam, Asmari Formation, slope class of 10 to 20 percent, class with a distance from the fault of more than 500 meters, northeast direction, distance from waterways of more than 100 meters, orchards are the most sensitive land uses and distance from the road is more than 200 meters, the classes are most sensitive to landslide occurrence and have the highest frequency of landslide occurrence in the basin.

Conclusions:The results of landslide risk zoning in the Mishkhas Basin of Ilam using the artificial neural network method show that 11.21, 6.55, 13.63, 36.94, and 31.68 percent of the basin area are in the very low, low, medium, high, and very high risk classes, respectively. About 80 percent of landslides are in the high and very high risk zones.

Cite this article: Asgari, Sh., & Shadfar, S. (2025). Landslide hazard zoning using artificial neural network in the Mishkhas watershed of Ilam. *Spatial Analysis Environmental Hazards*, 11 (4), 61-76. http//doi.org/10.61186/jsaeh.11.4.4

© The Author(s)
Publisher: Kharazmi University
DOI: http//doi.org/10.61186/jsaeh.11.4.4

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Landslides in the Mishkhas mountain basin of Ilam province are a very important issue that threatens the residents of this basin, farms and orchards, and it is necessary to plan for it in this basin. The importance of this issue, considering the role of this type of erosion in land degradation, requires that its risk zoning be addressed in order to plan for comprehensive management plans for the use of executive bodies and pay special attention to this phenomenon in regional planning, as well as to provide appropriate solutions and instructions for the prevention and control of high-risk areas. Since the artificial neural network method has been used very little in Iran for landslide risk zoning, this research focuses on landslide risk zoning using the above method. This article is extracted from the National Research Plan for Landslide Hazard Zoning using Artificial Neural Network (ANN) in selected watersheds of East Azerbaijan, Ardabil, Ilam, Tehran and Mazandaran provinces. The Mishkhas watershed of Ilam province was selected due to the destruction of orchards and agricultural lands by landslides and the economic and social necessity of the region. The aim of this research is to zone landslide hazard areas in this watershed. Using the artificial neural network method, the most sensitive classes of each factor to the occurrence of landslides and those with the highest frequency of landslide occurrence in the watershed were determined. The artificial neural network method identifies areas with high and very high risk in terms of landslide hazard, and the executive body can take necessary measures to prevent the destruction of orchards that are directly related to the livelihood of the Mishkhas watershed based on the results of the model of this research.

Methods

In this study, in order to prepare maps of effective factors and a map of landslide occurrence distribution, the following basic thematic maps and satellite images of the study area were used: - Geological map (scale 1:100,000) of the Geological Organization of Iran to extract the map of effective factors of rock units or lithology, land use map (scale 1:250,000) and extract the fault trend map for the distance and proximity of the landslide to the fault, and to extract the land use map, the soil erosion map of the Soil Conservation and Watershed Management Research Institute was used, and the road map of Ilam province was used to prepare the distance and proximity map to the road. Digital elevation data (DEM) from the PALSAR sensor of the Japanese ALOS satellite with a spatial accuracy of 12.5 meters are used to extract hydrogeomorphometric maps including catchment area and altitude, slope gradient, slope aspect, and distance to drainage. It is necessary to explain that the above-mentioned maps available at different scales were used as the basis for initial information recognition. Then, based on the information of SENTINEL2 satellite images with a spatial accuracy of 10 meters, their information scale was refined and unified to a scale of 1:100,000. In other words, the spatial data that was at a smaller base scale (1:250,000 such as land use) was refined with SENTINEL2 satellite data to a larger scale (1:100,000). From Google Earth images, in order to verify the maps of the effective factors, as well as to identify and determine the areas of the landslide occurrence and complete the information, the landslides were visited in the field and using a GPS device, the landslide points were verified and the location and height above sea level and the area of the landslides were recorded. Next, to prepare and enter spatial data for the model, all the required maps, including the maps of the effective factors, were resampled in the ArcGIS®10.8 environment in a raster format with a similar and identical cell size of 25 meters. The software used included ArcGIS@10.8 to create and manage the spatial database

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

of influencing factors, analyze and execute the model and output maps, SAGA GIS@4.9 to prepare hydrogeomorphometric information layers, SENTINEL2 to process satellite images, and EXCEL@2019 to create the descriptive database of information layers, and SPSS@26 for statistical calculations and analyses.

Results

The results show that the slope class of 10 to 20 percent has the highest frequency ratio, this is consistent with the results of research conducted in the Peltan basin of Tonekabon County, the highest proportion of landslides in the slope class of 10 to 30 percent (Shadfar., 2006) and the occurrence of landslides in the slope class of 10 to 40 percent (Chen et al., 2011). In general, the results showed that there is no linear relationship between increasing slope and landslides, so that the landslide rate increases to a certain extent of the slope and then has a decreasing trend. The class with a distance from the fault of more than 500 meters has the highest frequency ratio and the Asmari Formation with a frequency ratio of 3.49 has the highest unit in terms of landslide occurrence in the studied basin. This is consistent with the results of research conducted in the Shirin-Rod Tajan basin, which identified lithology as the most important factor in causing landslides (Fiznia et al., 2003). Also, landslides are more common in formations with less resistant rocks (Chen et al., 2011). In the Mishkhas basin, the northeast direction with a frequency ratio of 1.44, the distance from the watercourse of more than 100 meters with a frequency ratio of 1.26, and the distance from the road of more than 200 meters with a frequency ratio of 1.13 are the most sensitive classes to the occurrence of landslides in the studied basin. This is consistent with the results of research by Klarestaghi et al (2006), who consider the trend of decreasing landslide numbers with increasing distance from the road to be an indication of the effect of road construction on the occurrence of landslides.

Conclusion

In the Mishkhas basin, orchards are the most sensitive land use with a frequency ratio of 1.70. This is consistent with the results of research conducted by Fiznia et al (2003) in the Shirin-Rud-Tajan-Sari basin in Guilan province. The performance results of the neural network model in different numbers of hidden layers (3 to 20) and different learning rates (LR) (0.1 to 0.5) showed that the performance results of the model in the Mishkhas basin indicate that the model in the learning rate of 0.1 and the number of hidden layers of 7 has provided the best performance (RMSE = 0.22). The results of landslide risk zoning in the Mishkhas basin of Ilam using the artificial neural network method are 11.21, 6.55, 13.63, 36.94 and 31.68 percent of the basin area are in the very low, low, medium, high and very high risk classes, respectively. About 80 percent of landslides are located in high and very high hazard zones. Rajabi et al (2018) in the Azarshahr Chay basin, Rezaimoghadam et al (2017) in the Doab Al-Shater basin, Bakhtiariet et al (2018) in the Seymareh-Homian basin, and Yilmaz et al (2009) in Turkey concluded that the artificial neural network method is a more suitable method for investigating landslides than other methods.

Author Contributions

Data collection: First author, preparation of research report: Second author, data analysis: First author.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]

[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

Data Availability Statement

The data in this article were extracted from a research project on landslide risk zoning using artificial neural networks (ANN) in selected basins of East Azerbaijan, Ardabil, Ilam, Tehran, and Mazandaran provinces. The data is available and accessible in the archives of the Agricultural Research, Education, and Extension Organization in Tehran province, Iran.

Acknowledgements

We would like to thank the Agricultural Research, Education and Extension Organization, the Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, and the Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Ilam Province for their financial support and cooperation in carrying out this research.

We would like to thank Dr. Samad Shadfar for reviewing the text of the article and providing structural comments.

We would like to thank the esteemed referees for providing structural and scientific comments.

Funding

This article was conducted with financial support from the Agricultural Research, Education and Extension Organization, the Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, and the Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Ilam Province in the form of a research project, the first author, and also a research (for other authors).

Conflict of interest

According to the authors of this article, there is no conflict of interest.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]

[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

دانشگاه خوارزمی

تحلیل فضایی مخاطرات محیطی

شاپا الکترونیکی: ۵۱۴۶- ۲۵۸۸

Homepage: https://khu.ac.ir

پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در حوضه آبخیز میشخاص ایلام

شمس اله عسگری[۱] ✉ | صمد شادفر[۲]

۱. نویسنده مسئول، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: s.asgari@areeo.ac.ir

۲. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه:shadfar@scwmri.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۲۱

کلیدواژه‌ها:

پرسپترون،

پس انتشار خطا،

پهنه‌بندی،

زمین‌لغزش،

شبکه عصبی مصنوعی.

چکیده

هدف: زمین‌لغزش‌ها، یکی از مخاطرات طبیعی هستند که جان و مال انسانها را تهدید می کنند. زمین لغزش ممکن است در یک منطقه ده‌ها، صدها و شاید هزارن هکتار از اراضی را در زمانی کوتاه تخریب نماید. این مخاطره سالهاست که در منطقه کوهستانی میشخاص استان ایلام، اراضی باغ میوه، مزارع، عرصه‌های جنگلی و مراتع، راه‌های ارتباطی، سکونتگاه‌های روستایی را تخریب نموده است. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش جهت کنترل این مخاطره در این حوضه ضرورت دارد. هدف اصلی این تحقیق پهنه‌بندی مناطق خطر زمین‌لغزش در این حوضه آبخیز می باشد.

روش پژوهش: یکی از روش‌های نوین جهت بررسی خطر زمین‌لغزش، روش شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد. این روش نسبت به روش‌های دیگر دارای مزیت‌هایی است، توزیع آماری داده‌ها مستقل است و به متغیرهای آماری مخصوصی نیاز ندارد. در این تحقیق، ابتدا اقدام به تهیه نقشه پراکنش زمین‌لغزش در حوضه انتخابی گردید. سپس ارتباط بین متغیرهای مستقل مانند شیب، سنگ شناسی، فاصله از گسل، کاربری اراضی، فاصله از شبکه راه‌ها، فاصله از آبراهه‌ها، جهت شیب با مناطق تحت‌تاثیر زمین لغزش مورد بررسی قرار گرفت. پس از تهیه نقشه‌های وزنی، این لایه‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS به اطلاعات عددی تبدیل و پس از استاندارد کردن به نرم افزار MATLAB وارد شده و برنامه‌ای با ساختار پرسپترون با الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا، نوشته شد. بعد از مشخص شدن ساختار شبکه عصبی مصنوعی و آموزش و آزمایش آن، نتایج مورد ارزیابی و خروجی شبکه در محیط سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، تبدیل به نقشه خطر زمین لغزش شد.

یافته‌ها: نقشه خطر زمین‌لغزش تهیه شد و نقشه خطر حاصله به پهنه‌های مختلف خطر، طبقه‌بندی و مقدار زمین‌لغزش در هر پهنه آن محاسبه گردید. نتایج حاصل از بررسی عوامل نشان داد که در حوضه میشخاص ایلام سازند آسماری، طبقه شیب ۱۰تا۲۰ درصد، طبقه فاصله از گسل بیشتر از ۵۰۰ متر، جهت شمال شرق، فاصله از آبراهه‌های بیشتر از ۱۰۰ متر، باغات میوه حساس‌ترین کاربری‌ها و فاصله ازجاده بیشتر از ۲۰۰ متر، حساس‌ترین طبقات نسبت به وقوع زمین‌لغزش و دارای بیشترین نسبت فراوانی وقوع زمین‌لغزش در حوضه می باشند.

نتیجه‌گیری: نتایج پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه میشخاص ایلام با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی به ترتیب ۱۱/۲۱، ۶/۵۵، ۱۳/۶۳، ۳۶/۹۴ و ۳۱/۶۸ درصد از مساحت حوضه در کلاس‌های خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار دارند. حدود ۸۰ درصد زمین لغزش ها در پهنه های خطر زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته اند.

استناد: عسگری، شمس اله؛ و شادفر، صمد (۱۴۰۳). پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در حوضه آبخیز میشخاص ایلام. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۱۱ (۴)، ۶۱-۷۶. http//doi.org/10.61186/jsaeh.11.4.4

ناشر: دانشگاه خوارزمی © نویسندگان

CC BY NC

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]

[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

مقدمه

زمین‌لغزش در حوضه کوهستانی میشخاص استان ایلام مساله بسیار مهمی است که ساکنان این حوضه، مزارع و باغات میوه را تهدید نموده و ضرورت دارد برای مقابله با آن در این حوضه برنامه‌ریزی لازم انجام شود. اهمیت این موضوع با توجه به نقش این نوع فرسایش در تخریب اراضی ایجاب می کند که به پهنه‌بندی خطر آن جهت برنامه‌ریزی برای طرح‌های مدیریت جامع به منظور استفاده دستگاه‌های اجرایی و توجه خاص به این پدیده در برنامه‌ریزی های منطقه‌ای و نیز جهت ارائه راهکارها و دستور العمل‌های مناسب در پیشگیری و کنترل مناطق دارای خطر زیاد پرداخته شود. از آنجا که در ایران برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با روش شبکه عصبی مصنوعی بسیارکم استفاده شده، لذا در این تحقیق به پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با روش فوق پرداخته می شود. این مقاله از طرح ملی تحقیقاتی پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی (ANN) در حوضه‌های منتخب استان های آذربایجان شرقی، اردبیل، ایلام، تهران و مازندران استخراج شده است که حوضه میشخاص استان ایلام با توجه به تخریب باغات میوه و اراضی زراعی توسط زمین لغزش و ضرورت اقتصادی و اجتماعی منطقه انتخاب شد. هدف این تحقیق پهنه‌بندی مناطق خطر زمین‌لغزش در این حوضه آبخیز می باشد. با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی، حساس ترین طبقات هر عامل نسبت به وقوع زمین لغزش و دارای بیشترین نسبت فراوانی وقوع زمین‌لغزش در حوضه تعیین شد. روش شبکه عصبی مصنوعی، مناطق با خطر زیاد و خیلی زیاد را از لحاظ خطر زمین‌لغزش شناسایی و دستگاه اجرایی می تواند براساس نتایج مدل این تحقیق تمهیدات لازم جهت جلوگیری از تخریب باغات میوه که ارتباط مستقیم با معیشت زندگی حوضه آبخیز میشخاص دارد بکار گیرد.

پیشینه پژوهش

۱. پیشینه نظری

زمین‌لغزش به خانه‌ها، جاده‌ها، پل‌ها و سایر زیرساخت‌ها آسیب می‌زند یا تخریب می‌کند که اغلب این رخداد منجر به تلفات و خسارات مالی می‌شود (هی[1] و همکاران،۲۰۲۳، دای[2] و همکاران، ۲۰۲۰). زمین‌لغزش معمولا در مناطق کوهستانی رخ می‌دهد وتهدیدی جدی برای ایمنی ساکنان و محیط زیست است (هانگ[3] و دیگران،۲۰۲۰). گسترش و تشدید پدیده زمین لغزش، کشاورزی و وضعیت اجتماعی و اقتصادی بسیاری از مناطق را در کشور مورد تهدید جدی قرار داده است. علاوه بر این، سهم زمین لغزش در تخریب خاک و تولید رسوب بسیار با اهمیت و قابل توجه می باشد (شادفر و همکاران، ۲۰۲۳). موقعیت‌یابی و پیشگیری زودهنگام زمین‌لغزش از جمله مواردی است که از بهترین اقدامات موجود برای کاهش و اجتناب از تلفات اینگونه بلایا است (مانتوانی[4]و دیگران، ۲۰۲۳). از آنجا که تهیه نقشه حساسیت زمین‌لغزش به طور چشمگیری برنامه‌ریزی کاربری را بهبود می‌بخشد، می‌توان از آن به عنوان روشی کارآمد برای کاهش خسارات جانی و مالی ناشی از زمین‌لغزش‌ها استفاده کرد، بنابراین تهیه نقشه زمین‌لغزش گامی مهم برای مدیریت خطر زمین‌لغزش به منظور امنیت زندگی انسان‌ها، توسعه زیرساخت‌ها و حفاظت از محیط زیست است (ترهارست و نوهایسر[5]، ۲۰۰۷). زمین‌لغزش به عنوان نوعی حرکت توده ای شامل حرکت آهسته یا سریع خاک و مواد سنگی یا هر دو در دامنه‌های پایین، تحت نیروی جاذبه است (کروستا و کلاجیو[6]، ۲۰۰۹). شناسایی و انتخاب مناسب‌ترین روش برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در یک محدوده باعث می شود با اطمینان بالاتری به نتایج برای پیشگیری یا بهبود شرایط اقدامات لازم انجام شود. اهمیت این نقشه ها در مراحل برنامه ریزی، فعالیت های عمرانی، حفاظت خاک و ...

[1] - He
[2] - Di
[3] - Haung
[4] - Mantovani
[5] - Terhorst and Neuhauser
[6] - Crosta & Clague

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

باعث شده است تا گروه زیادی از محققان، تهیه نقشه های پهنه بندی خطر زمین لغزش را مورد توجه قرار دهند (کانفورتی[1]، ۲۰۱۴).

۲. پیشینه تجربی

در حوضه دوآب الشتر لرستان، پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی انجام شد. با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی به ترتیب ۴۴/۳۷، ۷/۴۵، ۸/۹۳، ۳۲/۴۹، ۶/۷۶ درصد از مساحت منطقه در کلاس های خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته است (رضایی مقدم و همکاران، ۲۰۱۷). محققان در حوضه سیمره هومیان به این نتیجه رسیدند که روش شبکهٔ عصبی مصنوعی بر اساس آماره های صحت سنجی مورد استفاده شامل، صحت کلی، صحت کاربر و صحت تولید کننده به ترتیب با مقادیر ۰/۷۳، ۰/۸ و ۰/۵۹ بالاترین صحت را به خود اختصاص داده است. (بختیاری و همکاران، ۲۰۲۸). از آنجا که پیش بینی زمان رخداد زمین‌لغزش‌ها از توان علم و دانش خارج است، لذا با شناسایی مناطق حساس به زمین‌لغزش و رتبه‌بندی آن می‌توان تا حدود زیادی خسارات ناشی از بروز زمین‌لغزش را محدود نمود (ارنیر و همکارن،[2]۲۰۱۹). ارزیابی خطر زمین‌لغزش با استفاده از فرایند سلسله مراتبی (AHP)، تحلیل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و مطالعات میدانی با رویکرد کاهش ریسک(مطالعه موردی: محور جاده هراز)، نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که روش شبکه عصبی مصنوعی با وضع موجود مطابقت بیشتری داشته است. خطای بدست آمده از روش شبکه عصبی مصنوعی ۸ درصد بوده و این میزان، قابل قبول بودن تحلیل‌های انجام شده را نشان می‌دهد و این روش می‌تواند در مناطق مشابه مورد استفاده قرار گیرد (عمادالدین و همکاران، ۲۰۱۹). نقشه حساسیت به زمین لغزش را می توان به عنوان مرجعی برای مدیریت حوادث در نظر گرفت (کاهن[3] و همکاران، ۲۰۲۰).

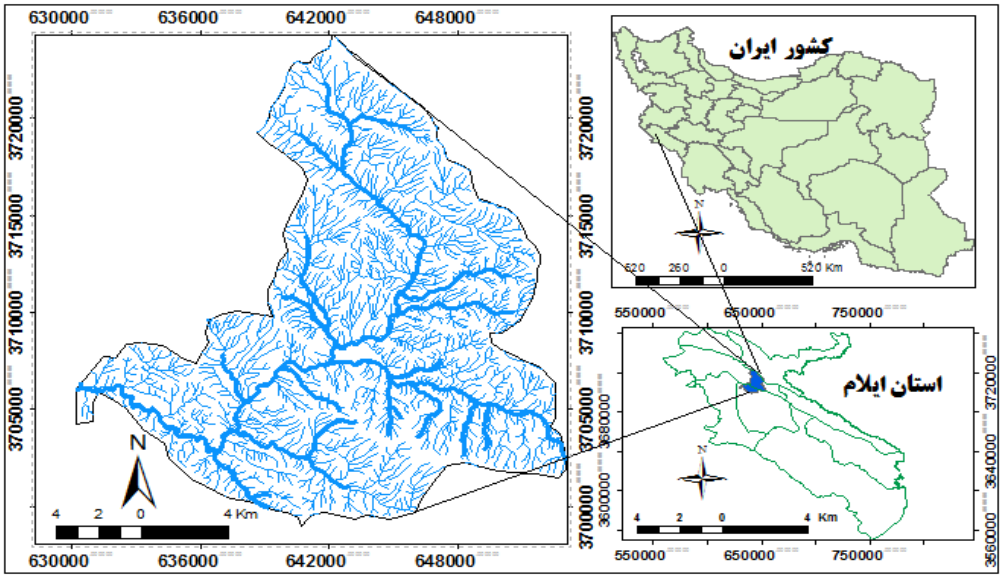
روش شناسی پژوهش

۱. قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

حوضه میشخاص شریان اصلی سد ایلام می‌باشد و در جنوب شرق شهر ایلام و شمال حوضه سد ایلام در موقعیت جغرافیایی بین طول ´۲۴ °۴۶ تا ´۳۹ °۴۶ شرقی و ´۲۵ °۳۳ تا ´۳۸ °۳۳ عرض شمالی قرار گرفته و مساحت این حوضه ۲۵۳۲۹هکتاراست شکل ۱. میانگین بارندگی ۶۸۶ میلیمتر و میانگین درجه حرارت ۱۸درجه سانتیگراد، نوع اقلیم نیمه مرطوب معتدل، بلندترین نقطه ارتفاعی ۲۴۰۰ متر و حداقل ارتفاع زیر حوضه ۱۲۰۰متر است. تشکیلات زمین شناسی سازندهای سروک، سورگاه، ایلام، پابده،گورپی، گچسارن و رسوبات کواترنری است. جمعیت بخش میشخاص طبق سرشماری نفوس مسکن سال ۱۳۹۵ در حدود ۳۸۶۳ نفر و ۶۸۱ خانوار که روستای گردشگری طولاب در این بخش قرار دارد معیشت مردم منطقه باغات میوه شامل زردآلو، هلو، گیلاس، گردو، و بادام درختی می باشد که این باغها بر روی مارنهای سست دوران سوم زمین شناسی با شیب بالای ۳۵درصد در منطقه کوهستانی استقرار دارند که هر ساله بعد از بارندگی، زمین‌لغزش باغات این محدوده را تخریب و تهدید می‌نماید.

[1] - Conforti
[2] - Ernear
[3] - Khan

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۲. داده‌ها و روش کار

در این پژوهش به منظور تهیه و آماده سازی نقشه‌های عوامل موثر و نقشه پراکنش رخداد زمین لغزش از نقشه‌های موضوعی پایه و تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه به شرح ذیل استفاده گردید:

نقشه زمین‌شناسی (مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰) سازمان زمین شناسی کشور برای استخراج نقشه عامل موثر واحدهای سنگی یا سنگ شناسی، نقشه کاربری اراضی (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰) و استخراج نقشه روند گسل جهت دوری و نزدیکی زمین لغزش از گسل و برای استخراج نقشه کاربری اراضی از طرح سیمای فرسایش خاک پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری استفاده شد و برای تهیه نقشه دوری و نزدیکی به جاده از نقشه راه‌های استان ایلام استفاده شد. داده‌های رقومی ارتفاع (DEM) حاصل از سنجنده PALSAR ماهواره ALOS ژاپن با دقت مکانی ۱۲/۵ متر به منظور استخراج نقشه های هیدروژئومورفومتری شامل مساحت حوزه آبخیز، ارتفاع، گرادیان شیب، جهت شیب و فاصله از شبکه زه‌کشی می باشند. لازم به توضیح است از نقشه‌های فوق الذکر موجود در مقیاس‌های مختلف به عنوان مبنای شناخت اولیه اطلاعاتی استفاده شد. سپس بر اساس اطلاعات تصاویر ماهواره ای SENTINEL2 با دقت مکانی ۱۰ متر مقیاس اطلاعاتی آنها در حد مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تدقیق و یکسان شد. به عبارت دیگر داده های مکانی که در مقیاس مبنای کوچکتر (۱:۲۵۰۰۰۰ مثل کاربری اراضی) بودند با داده های ماهواره ای SENTINEL2 تا مقیاس بزرگتر (۱:۱۰۰۰۰۰) تدقیق شدند. از تصاویر گوگل ارث[1] به منظور تدقیق نقشه‌های عوامل موثر و همچنین شناسایی وتعیین محدوده های رخداد زمین‌لغزش و تکمیل اطلاعات، زمین‌لغزش‌ها مورد بازدید صحرایی قرار گرفت و با استفاده از دستگاه GPS نقاط زمین‌لغزش تدقیق و موقعیت و ارتفاع از سطح دریا و مساحت زمین‌لغزش ها ثبت گردید. در ادامه برای آماده‌سازی و ورود داده‌های مکانی برای اجرای مدل، کلیه نقشه‌های مورد نیاز اعم از نقشه‌های عامل موثر در محیط ArcGIS®10.8 در قالب فرمت رستری با اندازه سلولی مشابه و یکسان ۲۵ متر نمونه‌برداری مجدد[2] گردیدند. نرم‌افزارهای مورد استفاده شامل ArcGIS@10.8 برای ایجاد و مدیریت پایگاه اطلاعاتی مکانی عوامل موثر، تحلیل و اجرای مدل و نقشه‌های خروجی، برای تهیه لایه‌های اطلاعاتی هیدروژئومورفومتریک از SAGA GIS@4.9، برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای SENTINEL2، و پایگاه توصیفی لایه‌های اطلاعاتی از EXCEL@2019، برای محاسبات و تحلیل‌های آماری از SPSS@26 استفاده شد.

[1] - Google Earth
[2] - Resample

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

۲-۱. ساخت شبکه عصبی مصنوعی

در ساخت شبکه عصبی مصنوعی اولین کار تعیین نوع شبکه است. در این تحقیق از شبکه عصبی مصنوعی با ساختار پرسپترون چند لایه به دلیل کارایی بهتر نسبت به دیگر انواع شبکه عصبی مصنوعی (لی[1] و همکاران، ۲۰۰۴، کانینی[2] و همکاران، ۲۰۰۸) و الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا (لی و همکاران، ۲۰۰۷) استفاده شد. طبق قضیه کولموگوروف، یعنی سه لایه برای تفکیک هر نوع فضایی مناسب است و هرگز نیازی به استفاده از لایه‌های بیشتر نیست (منهاج، ۲۰۰۱). در این تحقیق از ۳ لایه مطابق شکل ۲ استفاده شد. ابتدا در محیط نرم افزار MATLAB برنامه‌ای مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی نوشته شد. ساختار شبکه عصبی مصنوعی در این برنامه پرسپترون چند لایه با الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا بود که در آن تعداد نرون در لایه ورودی، تعداد نرون در لایه خروجی، تعداد پیکسل‌ها جهت آموزش و آزمایش شبکه، تعداد نرون در لایه پنهان، نسبت یادگیری، تعداد تکرار و خطای هدف قابلیت تغییر داشتند.

۲-۲. بررسی ارتباط بین عوامل موثر با زمین‌لغزش ها

در سیستم اطلاعات جغرافیایی ارتباط بین هر یک از نقشه‌های عامل با نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها با استفاده از دستور combine مورد بررسی قرار گرفت و تعداد پیکسل‌های لغزشی در هر کلاس عامل محاسبه گردید.

۲-۳. کد گذاری عوامل مؤثر بر زمین‌لغزش جهت ورود به شبکه عصبی با استفاده از نسبت فراوانی

برای محاسبه حساسیت زمین‌لغزش هر یک از طبقه‌های عوامل مختلف، از مدل احتمالی نسبت فراوانی استفاده شد. زیرا کاربرد آن ساده و نتایج آن خیلی قابل اعتماد هستند (سامبس[3] و همکاران، ۲۰۰۶، یلماز[4] و همکاران، ۲۰۰۹). برای تعیین نسبت فراوانی هر یک از طبقات عوامل موثر بر وقوع زمین‌لغزش، ابتدا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی درصد پیکسل‌های لغزشی و فاقد لغزش منطقه مورد مطالعه تعیین و سپس نسبت فراوانی برای هر یک از طبقه‌های عوامل محاسبه گردید. هرچه نسبت فراوانی زیادتر باشد، میزان حساسیت به وقوع زمین‌لغزش آن طبقه بالاتر است. سپس جهت ورود به برنامه نوشته شده در محیط MATLAB داده ها از کم به زیاد کدبندی شدند (یلماز و همکاران، ۲۰۰۹). بعد از ورود داده‌ها به شبکه عصبی مصنوعی به صورت تصادفی وزن‌دهی شدند و سپس در مرحله آموزش هر عامل دارای وزن جدیدی شدکه این وزن‌ها برای بررسی میزان خطر در دیگر پیکسل‌ها استفاده می‌شوند (لی و همکاران، ۲۰۰۶).

۲-۴. استاندارد کردن داده ها

اندازه گیری معیارها در قالب لایه‌های اطلاعاتی، با دامنه متنوعی از مقیاس‌ها صورت می گیرد بنابراین لازم است، وزن‌ها در لایه‌های اطلاعاتی مختلف به واحدهای قابل مقایسه با هم تبدیل شوند (لی و همکاران، ۲۰۰۶). استانداردسازی داده‌ها با استفاده از رابطه ۱ انجام شد.

$$z_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

(رابطه ۱)

که در آن zi مقدار استاندارد شده، xi مقدار هریک از داده‌ها، xmin حداقل مقدار دادها و xmax حداکثر مقدار داده‌ها می باشد. بعد از این که داده‌ها استاندارد شدند به نرم افزار متلب انتقال و برنامه‌ای در این محیط که ساختار آن پرسپترون چند لایه با الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا و انتخاب نمونه‌ها به صورت تصادفی باشد، نوشته شد.

[1] - Lee
[2] - Caniani
[3] - Sambath
[4] - Yilmaz

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

۲-۵. تعداد نرون‌ها در لایه ورودی

تعداد نرون‌ها در لایه ورودی بستگی به تعداد پارامترهای ورودی دارد که در این تحقیق ۷ عامل که هر کدام بیانگر یکی از عوامل موثر در وقوع زمین‌لغزش بودند به عنوان نرون‌های لایه ورودی به شبکه معرفی شدند.

۲-۶. تعداد نرون در لایه پنهان

یک روش علمی برای پیدا کردن تعداد نرون‌های لایه پنهان وجود ندارد. تعداد نرون لایه پنهان از روش آزمون و خطا بدست می‌آید. تعداد نرون‌های لایه مخفی یا پنهان باید به اندازه‌ای باشد که مسئله مورد نظر را حل کند. اگر تعداد آنها کافی نباشد ممکن است شبکه قادر به حل مسئله نباشد. اگر تعداد آنها بیش از حد باشد قدرت تعمیم پذیری شبکه کاهش می‌یابد. معمولا برای محاسبه لایه پنهان از رابطه 2n-1 استفاده می‌شود که در این رابطه n تعداد عوامل می‌باشد.

۲-۷. تعداد نرون در لایه خروجی

بسته به هدف تحقیق تعداد نرون در لایه خروجی متفاوت است (لی و پرادهن[1]، ۲۰۰۹). در این تحقیق از یک نرون در لایه خروجی به عنوان نرون هدف استفاده شد.

نسبت یادگیری، تعداد تکرار و تابع فعال

در این تحقیق، جهت تعیین مقدار نسبت یادگیری و تعداد تکرار بهینه از روش سعی و خطا و جهت تعیین تابع فعال از تابع فعال غیرخطی سیگموئید استفاده شد.

ارزیابی خروجی شبکه

در این تحقیق از معیار ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) طبق رابطه زیر برای ارزیابی استفاده شد.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n}\left(O_i - P_i\right)^2}$$

(رابطه ۲)

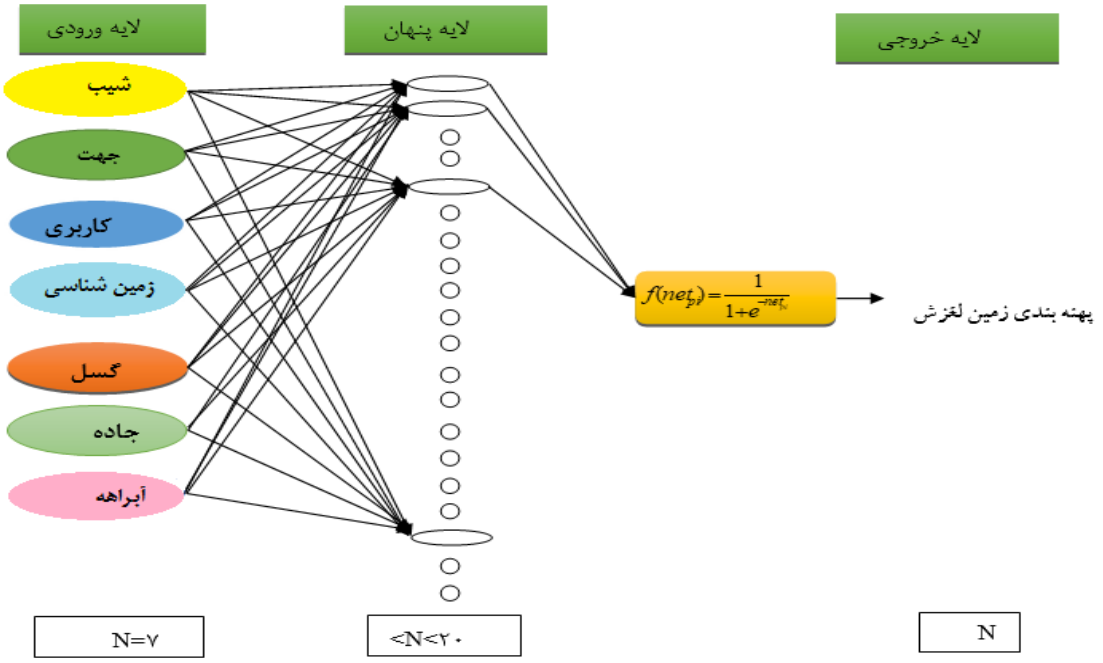
در رابطه فوق، pi مقدار برآورد شده، oi مقدار مشاهده شده و N تعداد داده ها در مرحله آزمایش می باشد.

پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی

در محیط نرم افزار MATLAB، داده های مربوطه به نرم افزار ArcGIS انتقال داده شده و اقدام به پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی در حوزه گردید. سپس مقدار مساحت هر طبقه و میزان لغزش هر کدام از آنها محاسبه شد و نقشه مربوطه ارائه گردید.

[1] - Pradhan

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]



شکل ۲. ساختار شبکه عصبی مصنوعی به‌کار رفته در حوضه آبخیز میشخاص

یافته‌های پژوهش

۱. تهیه لایه های اطلاعاتی مورد نیاز تحقیق

زمین لغزش حرکت رو به پایین سنگ و خاک تحت اثر نیروی گرانش زمین است. بر اساس این تعریف، هر اندازه زاویه شیب افزایش یابد، نیروی گرانش در ارتباط با تنش های برشی و نیروهای محرک افزایش می یابد و احتمال وقوع زمین لغزش نیز بیشتر خواهد شد. در نتیجه، این عامل یکی از مهمترین و تأثیرگذارترین عوامل در ارزیابی ثبات شیب است و نقش مهمی در نقشه حساسیت به لغزش دارد (کروستا و کلاجیو[1]، ۲۰۱۲). با استفاده از منحنی های میزان و نقاط ارتفاعی رقومی شده و روش درون یابی اقدام به تهیه مدل رقومی ارتفاعی (DEM) گردید. سپس نقشه های گرادیان شیب در جهت های x و y ساخته شدند. سرانجام نقشه شیب در محیط سیستمهای اطلاعات جغرافیایی تهیه و طبقه بندی گردید. فرسایش و زیرشویی پای شیب ها و دامنه‌ها بوسیله جریان های رودخانه‌ای، فرایندی است که عامل بسیاری از پدیده‌های زمین لغزشی است. فرسایش پای شیب به مرور زمان تأثیر نیروهای برشی مخرب را افزایش داده و در نهایت ناپایداری شیب را باعث می‌گردد. آبراهه های موجود در حوضه های مورد مطالعه رقومی گردید. در مرحله بعد لایه خطی آبراهه به یک لایه رستری تبدیل و از روی لایه رستری نقشه فاصله از آبراهه تهیه گردید. فاصله از گسل یکی از فاکتورهای مهم درتعیین ناپایداری شیب‌ها و پهنه‌بندی خطر زمین لغزش می‌باشد. (مقیمی و همکاران، ۲۰۰۹، شیرانی و همکاران، ۲۰۲۲) جهت بررسی زمین لغزش با عامل گسل، نقشه فاصله از گسل در فواصل مختلف تهیه گردید. جهت شیب دامنه به عنوان یکی دیگر از عوامل مؤثر در ایجاد زمین لغزش می‌باشد، البته این عامل نسبت به درجه شیب دامنه از اهمیت کمتری برخوردار است. در شرایط برابر دامنه‌های شمالی و غربی به دلیل ماندگاری برف و رطوبت به ویژه در فصل بهار، نقش مؤثری در زمین لغزش ایفا می‌کند. البته باید توجه داشت شمالی بودن منطقه به تنهایی نمی‌تواند ملاک ریسک‌پذیری آن دامنه باشد، زیرا به احتمال زیاد شرایط سنگ‌شناسی و همچنین پارامترهای اقلیمی و شیب دامنه در این عامل تأثیرگذار می‌باشد. جهت شیب از یک تا ۳۶۰ درجه متغیر است (گومز و کاوزوگلیو[2]، ۲۰۰۵، کانیانی[3] و

[1] - Crosta & Clague
[2] - Gomez & kavzoglu
[3] - Caniani

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

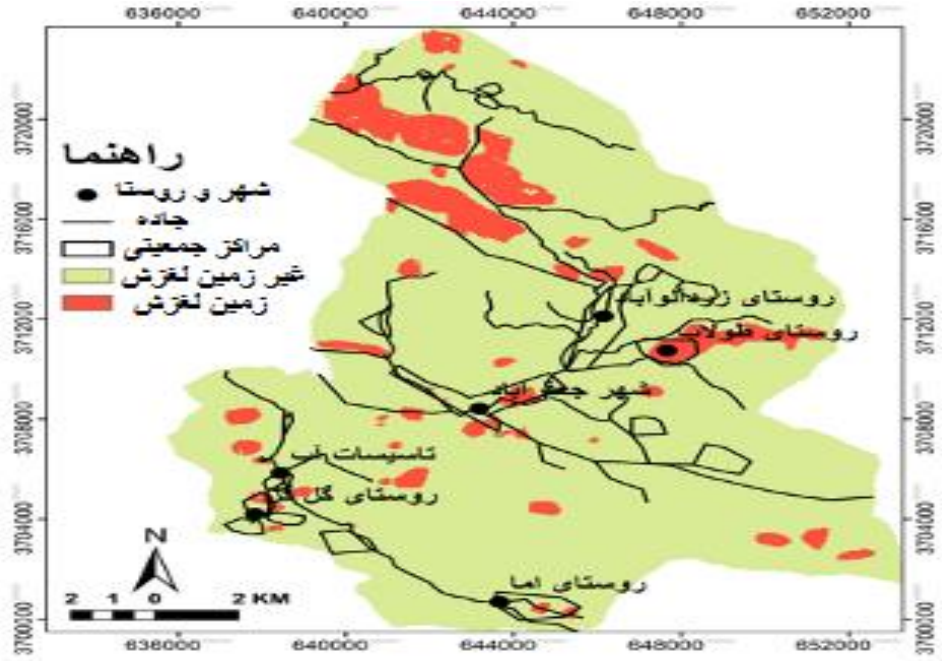
همکاران، ۲۰۰۸). نقشه جهت شیب با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) تهیه گردید. سازندهای زمین‌شناسی به دلیل ساختار سنگ‌شناسی خود، نسبت به فرسایش و عوامل آن رفتارهای یکسانی نشان نمی‌دهند و لذا تیپ‌های فرسایشی مختلفی از جمله تیپ فرسایشی آبی، تیپ فرسایشی توده‌سنگی و ... را با رخساره‌های متنوع تشکیل می‌دهند. بنابراین شناخت خصوصیات زمین‌شناسی و سازندهای منطقه در مطالعات فرسایش و حفاظت خاک امری ضروری است. بر این اساس، نقشه های سنگ شناسی حوضه های مورد بررسی با توجه به نقشه زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه گردید. کاربری اراضی یکی از شاخص‌های اصلی در مطالعه پایداری دامنه‌ها و پهنه‌بندی خطر آن‌ها در یک ناحیه می‌باشد. کاربری زمین، ویژگی‌های سطحی زمین را تحت تاثیر قرار می‌دهد و سبب تغییر رفتار آن‌ها در مقابل فرآیندهای زمین شناسی حاکم بر منطقه، از جمله هوازدگی و فرسایش می‌شود، در نتیجه ویژگی‌های ذاتی زمین از نظر خواص مهندسی نیز تحت تاثیر این پدیده قرار می‌گیرد (شادفر و یمانی، ۲۰۰۸.، کلارستاقی و همکاران، ۲۰۰۸.، لی[1] و همکاران، ۲۰۰۶.، کانیانی[2] و همکاران، ۲۰۰۸) نقشه کاربری اراضی طبق روش تحقیق تهیه شد. فعالیت‌های انسانی همچون جاده‌سازی، یکی از مهم‌ترین عوامل رخداد زمین لغزش در مناطق شیب‌دار به شمار می‌رود. جاده‌ها به‌خصوص در مناطق کوهستانی، به علت سیستم زهکشی نامناسب و بی‌ثباتی مکانیکی در دامنه‌ها یکی از عوامل شناخته‌شده در افزایش وقوع زمین لغزش می‌باشند (تیموری و همکاران، ۲۰۱۶). جاده ها وضعیت طبیعی منطقه و شیب تعادل منطقه را به هم زده و بریدگی های عمودی به وجود می آورند و بر بخش‌های پایین جاده فشار اضافی وارد می کنند و باعث افزایش زمین‌لغزش در نزدیکی جاده ها می شود (یالسین[3] و همکاران، ۲۰۱۱). نقشه جاده‌های حوزه از نقشه راه‌های استان ایلام استخراج شد.

۲. تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش و غیر زمین‌لغزشی

طبق روش تحقیق با استفاده از عکس‌های هوایی، نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، گوگل ارث و تصاویر ماهواره‌ای در حوضه شناسایی شدند و برای تکمیل اطلاعات، زمین‌لغزش ها مورد بازدید صحرایی قرار گرفت و با استفاده از دستگاه GPS نقاط زمین‌لغزش تدقیق و موقعیت و ارتفاع از سطح دریا و مساحت زمین لغزش ها ثبت گردید و در محیط نرم افزاری GIS لایه پراکنش زمین لغزشها تهیه شد شکل۳. جهت تهیه نقشه مناطق غیر لغزشی، در محیط سیستمهای اطلاعات جغرافیایی مناطقی مانند شیب های کمتراز ۵ درصد که احتمال رخداد زمین‌لغزش در آن ها کم یا نزدیک به صفر می باشد، در اولین کلاس نقشه رستری، عدد صفر قرار داده و در نهایت نقشه تولید شده به یک نقشه نقطه ای تبدیل می شود. برای جدا کردن پیکسل های غیر لغزشی معادل پیکسل‌های لغزش در یک حوضه و یا تشکیل یک جدول جداگانه که در جلوی تمامی رکوردهای آن عدد صفر باشد. با در نظر گرفتن این که احتمال وقوع زمین‌لغزش در شیب های تا ۵ درصدکمتر می باشد با بازدید صحرایی و با استفاده از گوگل‌ارث و تلفیق نقشه نقطه‌ای شیب بر روی آن ردیف‌های فاقد زمین‌لغزش مشخص شدند.

[1] - Lee
[2] - Caniani
[3] - Yalcin

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]



شکل ۳. نقشه مناطق زمین لغزشی و غیر زمین لغزشی

۱-۲-۲. مساحت زمین لغزش ها

مساحت حوزه مورد تحقیق ۲۵۳۲۹هکتار است وطبق محاسبه نرم افزار از پلی‌گونهای لایه زمین‌لغزش مساحت زمین لغزش‌های حوزه ۲۳۹۰/۸ هکتار می باشد که معادل ۹/۴۴ درصد حوزه مورد تحقیق است که این مقدار زمین لغزش با توجه به مساحت حوزه مخاطره‌ای برای حوزه می باشد بخصوص اینکه رخداد زمین‌لغزش‌ها در کاربری باغی میوه اقتصاد معیشتی آبخیزنشینان را مورد تهدید قرار داده است.

۲-۲-۲. عوامل تاثیرگذار بر وقوع زمین لغزش

نتایج بررسی ارتباط عوامل تأثیرگذار بر وقوع زمین‌لغزش در حوزه مورد تحقیق براساس روش نسبت فراوانی در جدول۱ ارائه شده است. نتایج نشان می دهد سازند آسماری با نسبت فراوانی ۳/۴۹ بیشترین نسبت فروانی به وقوع زمین‌لغزش، طبقه شیب ۱۰ تا ۲۰ درصد دارای بیشترین نسبت فراوانی، جهت شمال شرق با نسبت فراوانی ۱/۴۴درصد دارای بیش‌ترین نسبت فراوانی، فاصله از آبراهه‌های بیشتر از ۱۰۰ متر دارای بیشترین نسبت فراوانی، فاصله ازجاده بیشتر از ۲۰۰ متر با نسبت ۱/۱۳ حساس‌ترین طبقه نسبت به وقوع زمین‌لغزش وهمانطوری که در جدول ملاحظه می شود باغات میوه با نسبت فراوانی۱/۷۰حساس‌ترین کاربری نسبت به پدیده زمین‌لغزش می باشند.

جدول ۱. مقادیر حاصل از ارتباط بین عامل فاصله از گسل و زمین‌لغزش در حوضه‌های منتخب

عامل	طبقه	پیکسل در هر طبقه (درصد)	پیکسل زمین‌لغزش (درصد)	پیکسل غیرلغزشی (درصد)	نسبت فراوانی
فاصله از گسل	۱۰۰-۰	۷/۲۵	۲/۴۷	۷/۷۵	۰/۳۲
	۲۰۰-۱۰۰	۵/۹۸	۲/۸۳	۶/۳۱	۰/۴۵
	۳۰۰-۲۰۰	۱۷/۶۰	۱۱/۸۶	۱۸/۱۹	۰/۶۵
	۴۰۰-۳۰۰	۶۹/۱۷	۸۲/۸۴	۶۷/۷۵	۱/۲۲
	۵۰۰-۴۰۰	۳۸/۷۱	۴۸/۱۱	۳۸/۵۰	۱/۲۵
	>۵۰۰	۲۲/۷۳	۳۸/۷۷	۲۲/۳۷	۱/۷۳
واحدسنگ	آسماری	۲۲/۸۷	۶۴/۶۳	۱۸/۵۱	۳/۴۹
	پابده	۲۵/۵۹	۵/۲۷	۲۷/۷۱	۰/۱۹

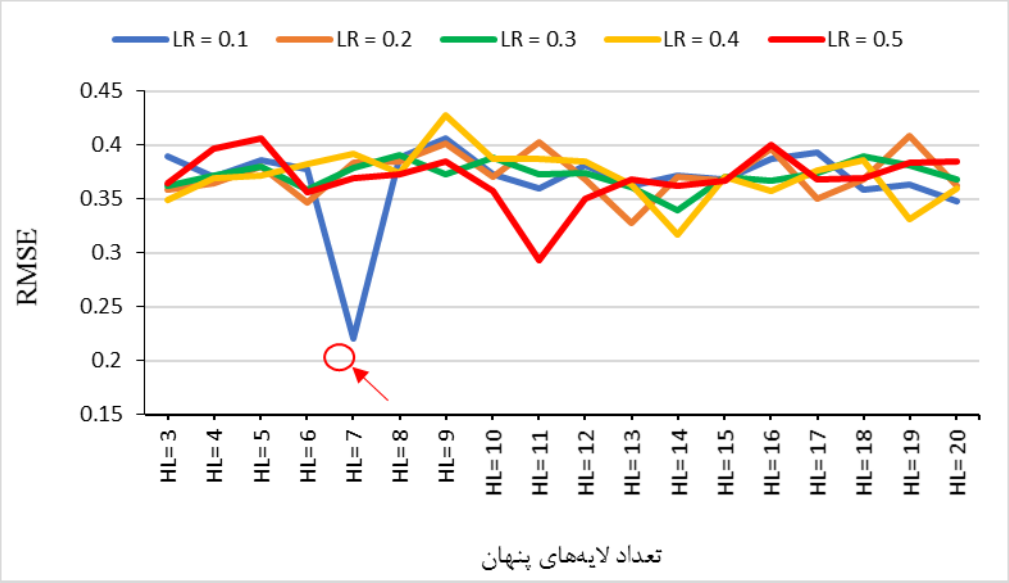
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

عامل	طبقه	پیکسل در هر طبقه (درصد)	پیکسل زمین‌لغزش (درصد)	پیکسل غیرلغزشی (درصد)	نسبت فراوانی
شناسی	گورپی	۱۷/۸۶	۱۱/۶۵	۱۸/۵۱	۰/۶۳
	کواترنری	۵/۲۱	۶/۵۰	۵/۰۸	۱/۲۸
	گچساران	۱/۸۹	۰/۴۸	۲/۰۴	۰/۲۴
	ایلام	۶/۹۰	۱/۶۰	۷/۴۵	۰/۲۱
	سورگاه	۳/۴۰	۱/۴۲	۳/۶۰	۰/۳۹
	سروک	۱۶/۲۸	۸/۴۵	۱۷/۱۰	۰/۴۹
شیب	۵-۰	۲	۰	۲/۲۰	۰
	۱۰-۵	۸/۲۷	۸/۷۲	۸/۲۳	۱/۰۶
	۲۰-۱۰	۲۲/۷۲	۲۶/۲۷	۲۲/۳۵	۱/۱۸
	۴۰-۲۰	۴۳/۲۲	۴۶/۵۵	۴۶/۸۷	۱/۰۹
	۴۰<	۲۳/۷۹	۱۸/۴۶	۱۸/۳۵	۰/۷۶
جهت شیب	صاف	۰/۰۰۳	۰	۰/۰۰۳	۰
	شمال	۱۱/۶۴	۸	۱۲/۰۲	۰/۶۷
	شمال شرق	۱۱/۶۱	۱۶/۸	۱۱/۱۳	۱/۴۴
	شرق	۷/۱۰	۷/۸۰	۷/۰۳	۱/۱۰
	جنوب شرق	۷/۷۶	۷/۷۱	۷/۷۷	۰/۹۹
	جنوب	۱۳/۷۹	۱۶/۶۹	۱۳/۴۹	۱/۲۴
	جنوب غرب	۲۵/۳۷	۲۵/۳۲	۲۵/۳۷	۱
	غرب	۱۴/۱۶	۱۱/۵۹	۱۴/۴۳	./۸۰
	شمال غرب	۸/۵۷	۶/۸۱	۸/۷۶	۰/۷۷
فاصله از آبراهه	۲۰-۰	۱۴/۳۷	۱۲/۵۶	۱۴/۵۶	۰/۸۶
	۵۰-۲۰	۱۹/۱۴	۱۶/۵۰	۱۹/۴۰	۰/۸۵
	۱۰۰-۵۰	۱۶/۹۸	۱۵/۳۹	۱۷/۱۴	۰/۸۹
	۱۰۰<	۴۹/۵۱	۵۵/۵۵	۴۸/۹۰	۱/۱۳
فاصله از جاده	۵۰-۰	۱۴/۳۷	۱۲/۵۶	۱۴/۵۶	۰/۸۶
	۱۰۰-۵۰	۱۹/۱۴	۱۶/۵۰	۱۹/۴۰	۰/۸۵
	۲۰۰-۱۰۰	۱۶/۹۸	۱۵/۳۹	۱۷/۱۴	۰/۸۹
	۲۰۰<	۴۹/۵۱	۵۵/۵۵	۴۸/۹۰	۱/۱۳
کاربری اراضی	مرتع	۳۶/۴۳	۱۵/۴۶	۴۸/۶۲	۰/۴۰
	کشاورزی	۹/۳۰	۱۲/۲۳	۹	۱/۳۶
	باغات میوه	۲/۳۳	۳/۷۰	۲/۱۸	۱/۷۰
	مناطق مسکونی	۰/۴۸	۰	۰/۵۳	۰
	جنگل	۵۱/۴۶	۶۸/۶۱	۴۹/۶۷	۱/۳۸

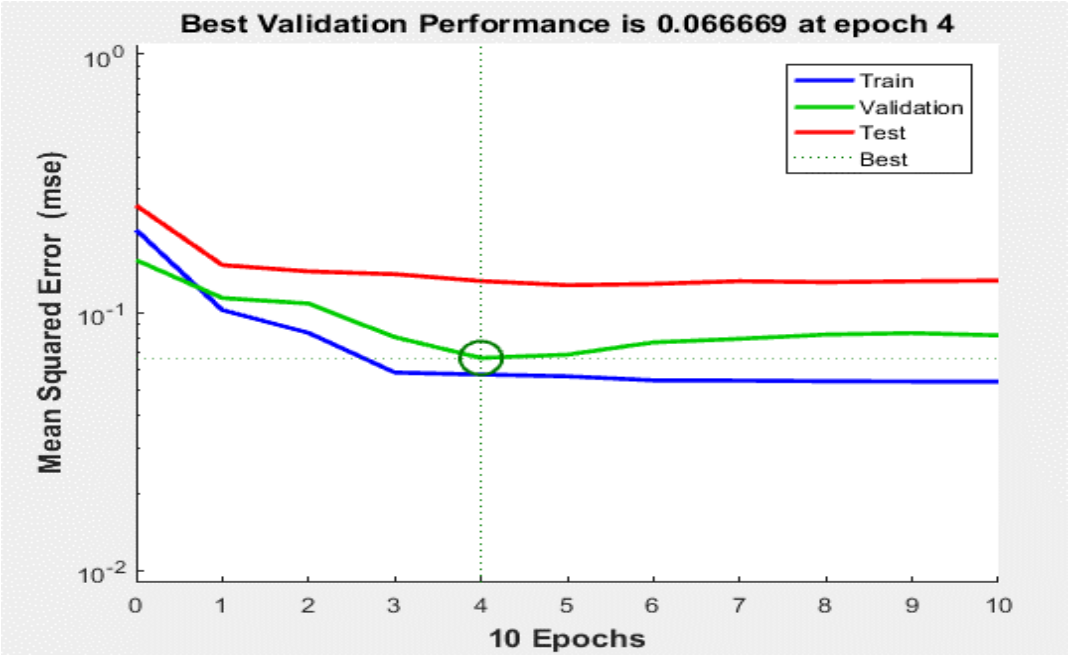
بحث

نتایج عملکرد مدل شبکه عصبی در حوزه آبخیز میشخاص ایلام حاکی از آن است که مدل شبکه عصبی مصنوعی در نرخ یادگیری ۰/۱ و تعداد لایه پنهان ۷ بهترین عملکرد (RMSE=۰/۲۲) را ارائه کرده است شکل۴. تعداد تکرار بهینه در بهترین حالت عملکردی شبکه عصبی در حوزه آبخیز میشخاص ایلام نشان داده شده است شکل۵ و نتایج پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از هوش مصنوعی در حوضه در جدول ۲ ارائه شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]



شکل۴. عملکرد مدل شبکه عصبی در تعداد لایه‌های پنهان و نرخ یادگیری (LR) مختلف در حوضه



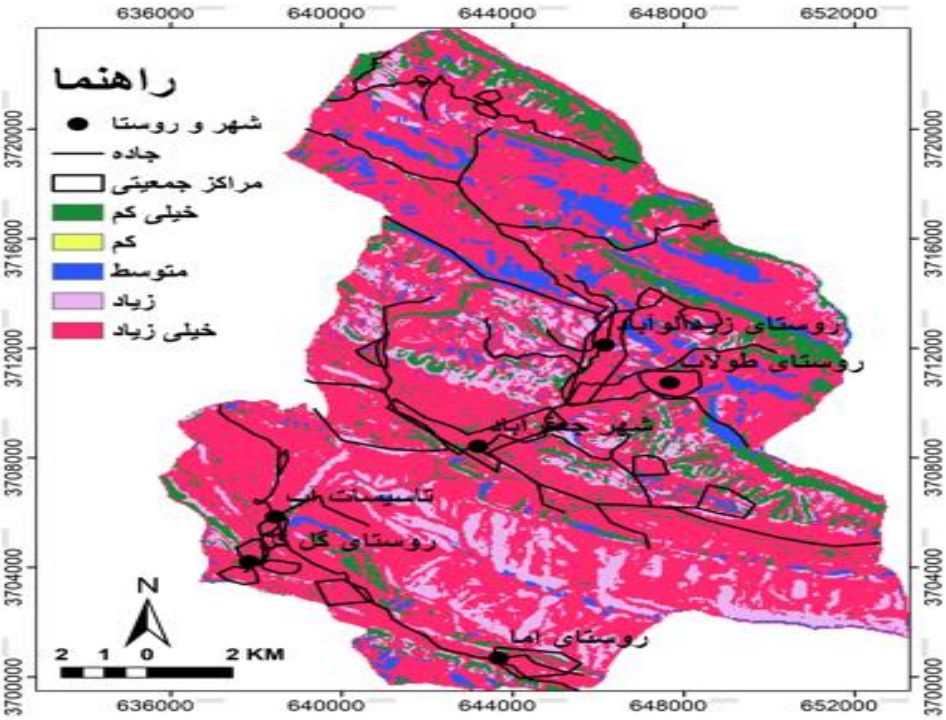
شکل ۵. تعداد تکرار بهینه در بهترین حالت عملکردی شبکه عصبی در حوزه آبخیز میشخاص ایلام

جدول۲. پهنه بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از هوش مصنوعی در حوضه میشخاص ایلام

پهنه های خطر	تعداد پیکسل(طبقه)	مساحت طبقه(هکتار)	طبقه(درصد)	تعداد پیکسل(لغزش)	مساحت زمین لغزش(هکتار)	زمین لغزش(درصد)
خیلی کم	۱۱۳۶۰	۲۸۴۰	۱۱/۲۱	۳۹۴	۹۸/۵۰	۴/۱۲
کم	۶۶۳۳	۱۶۵۸/۲۵	۶/۵۵	۸۱۵	۲۰۳/۷۵	۶/۹۹
متوسط	۱۳۸۰۶	۳۴۵۱/۵	۱۳/۶۳	۶۶۸	۱۶۷	۸/۵۲
زیاد	۳۷۴۲۳	۹۳۵۵/۷۵	۳۶/۹۴	۴۲۶۲	۱۰۴۶/۵	۳۵/۸۰
خیلی زیاد	۳۲۰۹۴	۸۰۲۳/۵	۳۱/۶۸	۳۴۲۴	۸۵۶	۴۴/۵۷

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

بر اساس نتایج پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی به ترتیب ۱۱/۲۱، ۶/۵۵، ۱۳/۶۳، ۳۶/۹۴ و ۳۱/۶۸ درصد از مساحت حوضه در کلاس‌های خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار دارند. حدود ۸۰ درصد زمین لغزش‌ها در پهنه های خطر زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته‌اند شکل۶.



شکل۶. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در حوضه سد ایلام

نتایج نشان می‌دهد که طبقه شیب ۱۰تا۲۰ درصد دارای بیشترین نسبت فراوانی می باشد، این موضوع با نتایج تحقیقات انجام شده در حوضه پلتان شهرستان تنکابن بیش‌ترین نسبت زمین‌لغزش‌ها در طبقه شیب ۱۰تا۳۰ درصد (شادفر،۲۰۰۶) و رخ دادن زمین‌لغزش در طبقه شیب ۱۰تا ۴۰ درصد (چن[1] و همکاران، ۲۰۱۱) مطابقت دارد. به طور کلی نتایج نشان داد که رابطهٔ خطی بین افزایش شیب و زمین لغزش وجود ندارد به طوری که میزان زمین لغزش تا حدی از شیب افزایش می یابد و پس از آن روند کاهشی دارد. طبقه فاصله از گسل بیشتر از ۵۰۰ متر دارای بیشترین نسبت فراوانی و سازند آسماری با نسبت فراوانی۳/۴۹ بیشترین واحد نسبت به وقوع زمین لغزش در حوضه مورد مطالعه می باشند. این موضوع با نتایج تحقیقات انجام شده در حوضه شیرین رود تجن که عامل سنگ شناسی را به عنوان مهمترین عامل ایجاد زمین لغزش معرفی نمودند (فیض‌نیا و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین در سازندهایی که سنگ های آنها مقاومت کمتری دارند زمین لغزش های اتفاق افتاده زیاد است (چن و همکاران، ۲۰۱۱) مطابقت دارد. در حوضه میشخاص جهت شمال شرق با نسبت فراوانی ۱/۴۴، فاصله از آبراهه بیشتر از ۱۰۰ متر با نسبت فراوانی ۱/۲۶، فاصله ازجاده بیشتر از ۲۰۰ متر با نسبت فراوانی ۱/۱۳، حساس ترین طبقات نسبت به وقوع زمین لغزش در حوضه مورد مطالعه می باشند. این موضوع با نتایج تحقیقات (کلارستاقی و همکاران، ۲۰۰۶) که روند کاهش تعداد زمین لغزش با فاصله گرفتن از جاده بیانگر اثر جاده سازی در وقوع زمین لغزش ها می دانند، مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در حوضه میشخاص باغات میوه با نسبت فراوانی ۱/۷۰ حساس ترین کاربری ها نسبت به پدیده زمین لغزش می باشند. این موضوع با نتایج تحقیقات انجام شده توسط (فیض‌نیا و همکاران، ۲۰۰۳) در حوضه شیرین رود تجن ساری در استان گیلان مطابقت دارد. نتایج عملکرد مدل شبکه عصبی در تعداد لایه‌های پنهان مختلف (۳ تا ۲۰) و نرخ یادگیری (LR) مختلف (۰/۱ تا

[1] - Chen

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

۰/۵) نشان داد که نتایج عملکرد مدل در حوضه میشخاص حاکی از آن است که مدل در نرخ یادگیری ۰/۱ و تعداد لایه پنهان ۷ بهترین عملکرد (RMSE=۰/۲۲) را ارائه کرده است. نتایج پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه میشخاص ایلام با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی به ترتیب ۱۱/۲۱، ۶/۵۵، ۱۳/۶۳، ۳۶/۹۴ و ۳۱/۶۸ درصد از مساحت حوضه در کلاس‌های خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار دارند. حدود ۸۰ درصد زمین لغزش ها در پهنه های خطر زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته‌اند(رجبی و همکاران، ۲۰۱۸) در حوضه آذرشهر چای، (رضایی‌مقدم و همکاران، ۲۰۱۷) درحوضه دوآب الشتر، (بختیاری و همکاران، ۲۰۱۸) در حوضه سیمره هومیان و یالماز[1] و همکاران، ۲۰۰۹) در ترکیه به این نتیجه رسیدند که روش شبکه عصبی مصنوعی نسبت به سایر روش ها، روش مناسب تری جهت بررسی زمین‌لغزش است. در نهایت با توجه به نتایج تحقیق پیشنهادها ارائه شده است.

– به‌دلیل وسعت زیاد اراضی تخریب یافته توسط زمین‌لغزش در مناطق مورد مطالعه، پیشنهاد می‌گردد که عملیات اصلاحی و کنترل لغزش‌ها، بیشتر به‌صورت عملیات بیولوژیک یا بیومکانیکی باشد تا عملیات مکانیکی و سازه‌ای، زیرا انجام عملیات مکانیکی و سازه‌ای، توجیه اقتصادی و حتی فنی هم ندارد.

– با توجه به اینکه زمین لغزش‌ها نقش تعیین کننده‌ای در تولید رسوب حوضه‌ها دارند، لازم است دربارهٔ سهم رسوب این پدیده تحقیق بیشتری صورت پذیرد.

– مدیریت حوضه در راستای هدایت ساخت و سازها از جمله راه‌های ارتباطی، سکونتگاه‌های روستایی و... انجام گیرد.

– هرگونه سرمایه‌گذاری و احداث سازه بایستی با توجه به شرایط ژئومورفولوژیکی و زمین‌شناسی حوضه انجام گیرد.

– بعد از پهنه‌بندی، برنامه‌های مطالعاتی و اجرایی در مورد تثبیت زمین لغزش‌ها بکار گرفته شود.

– با توجه به نتایج مطالعات گذشته و همچنین نتایج حاصل از این تحقیق، در خصوص تغییر کاربری اراضی جهت توسعه مناطق مسکونی یا ایجاد زیر ساخت‌های جدید، مناطق با خطر زیاد و خیلی زیاد از نظر لغزش مورد توجه قرار گیرد.

– از انجام هر گونه فعالیت های عمرانی در پهنه‌های خطر زیاد و خیلی زیاد اجتناب شود.

– از تغییرات کاربری بویژه تغییر کاربری از جنگل به مرتع و کشاورزی جلوگیری شود.

– نتایج تحقیق نشان داد که خطر زمین لغزش؛ باغات میوه حوزه میشخاص را تهدید می نماید بنابراین دستگاه اجرایی نیاز است جهت حفاظت از این نوع کاربری اقدام لازم اجرا نماید.

ملاحظات اخلاقی

نویسنده اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده و این موضوع مورد تأیید آنان است.

مشارکت نویسندگان

جمع‌آوری داده‌ها: نویسنده اول، تهیه گزارش پژوهش: نویسنده دوم، تحلیل داده‌ها: نویسنده اول

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

مقاله حاضر با حمایت مالی از طرف سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام در قالب پروژه پژوهشی، نویسنده اول و همچنین پژوهانهٔ (برای سایر نویسندگان) انجام شده است.

[1] - Yilmaz

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

سپاسگزاری

از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام به خاطر حمایت مالی و همکاری در اجرای پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌شود.

از آقای دکتر صمد شادفر به خاطر بازبینی متن مقاله و ارائه نظرهای ساختاری قدردانی می‌شود.

از داوران محترم به خاطر ارائه نظرهای ساختاری و علمی سپاسگزاری می‌شود.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]

[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

References

Bakhtiyari, M., komeh, Z., Memarian, H. (2018). A Comparison of Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Artificial Neural Network and Area Density in Quantitative Evaluation and Landslide Susceptibility Mapping within GIS Framework (Case Study: Simereh Homiyan Watershed), *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 7(3), 19-40. (InPersian). https://doi.org/ 10.22067/geo.v0i0.67234

Caniani D., Pascale S., Sdao F., Sole, A. (2008). Neural networks and landslide susceptibility: a case study of the urban area of Potenza, *Natural Hazards*, 29 (45), 55–72. https://doi.org/10.1007/s11069-007-9169-3

Chen H., Lin, G.W., Lu, M.H., Shih, T.Y., Horng, M.J., Wu, S.J., Chuang, B. (2011). Effects of topography, lithology, rainfall and earthquake on landslide and sediment discharge in mountain catchments of southeastern Taiwan. *Geomorphology* 133, 132–142. https://doi.org/10.1016/j. geomorphic. 2010. 12. 031

Conforti, M., Pascale, S., Robustelli, G., & Sdao, F. (2014). Evaluation of prediction capability of the artificial neural networks for mapping landslide susceptibility in the turbolo river catchment (Northern calabria, italy), *Catena*, 113, 236-250. https://doi.org/10.1016/j.catena.2013.08.006

Crosta, G., & Clague, J.J. (2009). Dating, triggering modeling, and hazard assessment of large, landslides, *Geomorphology*, 103 (1), 1-4. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.04.007

Dai, K. R., Z. H. Li, Q. Xu, R. Burgmann, D. G. Milledge, R. Tomas, X. M. Fan, et al. (2020). "Entering the Era of Earth Observation-Based Landslide Warning Systems: A Novel and Exciting Framework." IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine 8 (1), 136–153. https://doi.org/10.1109/MGRS.2019.2954395

Emaduddin, S., Moradi, A. (2017). Evaluation of landslide risk using hierarchical process (AHP), artificial neural network (ANN) analysis and field studies with risk reduction approach (case study: Haraz road axis). *Quantitative Geomorphology Research*, 6 (4), 172-190. (In Persian) https://doi.org/20.1001.1.22519424.1397.6.4.12.9

Erener, A., Sarp, G., & Duzgun, S. (2019). Use of GIS and remote sensing for landslide susceptibility mapping, *Advanced Methodologies and Technologies in Engineering and Environmental Science*,26(8), 384-398. https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7359-3.ch026

Gomez H., Kavzoglu T. (2005). Assessment of shallow landslide susceptibility using artificial lneural networks in Jabonosa River Basin, Venezuela, *Engineering Geology*,78 (1–2), 11–27. https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2004.10.004

He, Y., Zhao, Z., Zhu, Q., Liu, T., Zhang, Q., Yang, W., Wang, Q. (2023). An integrated neural network method for landslide susceptibility assessment based on time-series InSAR deformation dynamic features, *International Journal of DigitalEarth*, 17 (1), 136. 152. https://doi.org/10.1080/17538947.2023.2295408

Huang, F.M., Cao, Z.S., Guo, J.F., Jiang, S.H., Li, S., Guo, Z.Z. (2020). Comparisons of heuristic, general statistical and machine learning models for landslide susceptibility prediction and mapping. *Catena* 191, 104580. https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104580

Khan, A., Gupta, S., & Gupta, S. K. (2020). Multihazard disaster studies: monitoring, detection, recovery, and management, based on emerging technologies and optimal techniques. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 47(4), 31–53. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101642

Klarstaghi Atalae, H., Nejadroshan, Ma., and Ahmadi, H. (2007). Study of the occurrence of landslides in connection with the change of land use and road construction, a case study of the Tajen watershed, Sari, *Geographical Researches*, 39, (62), 81-91. (In Persian). https://doi.org/10.1080/17538947.2007.2295408

Lee S., Ryu J. H., Lee M. J., Won J. S. (2003). Use of an Artificial Neural Network for analysis of the susceptibility to landslides at Boun, Korea, *Environmental Geology*, 44 (7), 820–833. https://doi.org/10.1007/s00254-003-0825-y

Lee S., Ryu J. H., Lee M. J., Won J. S. (2006). The Application of artificial neural networks to landslide susceptibility mapping at Janghung, Korea, *Mathematical Geology*, 38 (2), 199-220. https://doi.org/10.1007/s11004-005-9012-x

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]

[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]

Lee S., Ryu J. H., Won J. S., Park H. J. (2004). Determination and application of the weights for landslide susceptibility mapping using an artificial neural network, *Engineering Geology*, 71(8), 289–302. https://doi.org/10.1016/S0013-7952(03)00142-X

Lee S., Sambath T. (2006). Landslide susceptibility mapping in the Damrei Romel area, Cambodia using frequency ratio and logistic regression models. *Environmental Geology* 50 (6), 847–855. https://doi.org/10.1007/s00254-006-0256-7

Lee. S., Chwae, U., Min, K. (2002). Landslide susceptibility mapping by correlation between topograghy and geological structure:the Janghung area,Korea. *Geomorphology*, 46, 149-162. https://doi.org/ 10.1016/S0169-555X(02)00057-0

Menhaj, M.B. (2021). Basics of Neural Networks, *Publications of Amir Kabir University of Technology (Tehran Polytechnic)*, 1(11), 715 pages.

Mantovani, J. R., Bueno, G. T., Alcântara, E., Park, E., Cunha, A. P., Londe, L., Massi, K., and Marengo, J. A. (2023). Novel Landslide Susceptibility Mapping Based on Multi-Criteria Decision-Making in Ouro Preto, Brazil. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, 7 (1), 71-92. https://doi.org/10.1007/s41651-023-00138-0

Moghimi, I., Ulumbanah, S. K., and Jafari, T. (2009). Evaluation and zoning of factors affecting the occurrence of landslides in the northern slopes of Aladagh. Case study: Chenaran drainage basin in North Khorasan province, Institute of Geography, University of Tehran, *Journal of Geographical Research*, 64(9), 53 - 77. [In Persian]. https://doi.org/10.22059/JPHGR.2009.355408.1007750

Oh, H. J., & Pradhan, B. (2011). Application of a neuro-fuzzymodel to landslid-susceptibility mapping for shallow landslides in a tropical hilly area, *Computers & Geosciences*, 37(9), 1264-1276.

Rajabi, A M., & Khosravi, H. 2019). The Zoning of Earthquake-Induced Earthquake Hazards using the AHP Model. *Journal of Engineering Geology*; 12 (4), 635-658. https://doi.org/10.18869/acadpub.jeg.12.4.635

Shadfar, S. (2016). investigation of factors affecting landslide and its zoning using GIS in Peltan watershed, *3rd Conference of Spatial Information Systems, Qeshm*, (In Persian). https://civilica.com/doc/10889

Shirani, K., & Naderi Samani, R. (2022). Determination of Effective factors and Assessment of Landslide Susceptibility Using Random Forest and Artificial Neural Network in Doab Samsami Region, Chaharmahal va Bakhtiari Province. *Watershed Management Research Journal*, 35(1), 40-60. (In Persian). https://doi.org/ 10.22092/wmrj.2021.354962.1421

Xu, C., Xu, X., Dai, F., & Saraf, A.K. (2012). Comparison of different models for susceptibility mapping of earthquake triggered landslides related with the 2008 wenchuan earthquake in china. *Computers & Geosciences*, 46, 317-329. https://doi.org/10.1016/j.cageo.2012.01.002

Yalcin, A., Reis, S., Aydinoglu, A., & Yomralioglu, T. (2011). A GIS-based comparative study of frequency ratio, analytical hierarchy process, bivariate statistics and logistics regression methods for landslide susceptibility mapping in trabzon, NE turkey. *Catena*, 85(3), 274-287. https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.01.014

Yilmaz, I. (2009). Landslide susceptibility mapping using frequency ratio, logistic regression, artificial neural networks and their comparison: A case study from Kat landslides (Tokat—Turkey), *Computers and Geosciences*, 35, 1125 – 1138. https://doi.org/10.1016/j.cageo.2008.08.007

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.4.5.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.4.4]