Kharazmi University

Spatial Analysis Environmental Hazards

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

Zoning of mass movement in the Chamgardlan watershed of Ilam and investigation of factors affecting its occurrence

Mohammad Reza Jafari [1]✉

1. Corresponding author, Natural Resources and Watershed Management Research Department, Ilam agricultural and natural resources Research and Education, AREEO, Ilam,, Iran. E-mail: mg_jafari@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 08 November 2024
Accepted 23 December 2024
Published online 23 December 2024

Keywords:
GIS,
Mass movement,
Logistic regression,
Aerial photo.

ABSTRACT

Objective: Considering that there are different forms of mass movements in the ChamGardlan watershed, especially along communication routes, agricultural and residential areas, it is necessary to create refugee maps Therefore, it is impossible to examine the factors influencing its situation in order to prevent and control this phenomenon. Therefore, during the field visits, geographical, physiography, land use, vegetation cover, soil, climatology, geography and geomorphology maps were produced in the GIS environment.

Methods: The method of this research has been accomplished base of distinction of the geomorphological units while using aerial photos and crossing basis maps. Then, the effective factors on the occuration of mass movements were studied using logistic regression equations. So that, the factors such as slope, geological formation type, pedologic, climatic, etc. were taked into consideration as independant variables, and mass movements occurance frequency as function of mentioned factors.

Results: The result indicated that the effective factors related to frequency of land sliding happening in the area in arrangement, are slope, geological formation type and mass movements type (both kind and amount of salts in soil) and also landuse.

Conclusions: The results indicate that the factors affecting the occurrence of mass movements in the Chamgardlan watershed include: slope, formation type, soil-related factors, and changes in land use. The highest frequency of mass movements was in the slope class of 30-50%. The rate of landslides was higher in sensitive and fine-grained clay formations such as Pabdeh, Gurpi, and Gachsaran, and in calcareous formations that have greater resistance to erosion. The soil texture in the landslide areas is mainly clay and clay-loam, and the water absorption capacity in them is so high that the relevant areas are prone to landslides. A study of satellite images at two time points and field surveys showed that overuse of rangelands and forests, which has caused the loss of vegetation, has increased the likelihood of mass movements in the region. In addition, changes in land use and unprincipled road construction, especially in the rangeland and forest lands of the studied basin, have increased the likelihood of mass movements.

Cite this article: Jafari, M.R. (2024). Zoning of mass movement in the Chamgardlan watershed of Ilam and investigation of factors affecting its occurrence. *Spatial Analysis Environmental Hazards*, 11 (3), 95-108. https://doi.org/10.61186/jsaeh.11.3.8

© The Author(s)
Publisher: Kharazmi University
DOI: https://doi.org/10.61186/jsaeh.11.3.8

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Considering that there are different forms of mass movements in the ChamGardlan watershed, especially along communication routes, agricultural and residential areas, it is necessary to create refugee maps Therefore, it is impossible to examine the factors influencing its situation in order to prevent and control this phenomenon. Therefore, during the field visits, geographical, physiography, land use, vegetation cover, soil, climatology, geography and geomorphology maps were produced in the GIS environment.

The method of this research has been accomplished base of distinction of the geomorphological units while using aerial photos and crossing basis maps. Then, the effective factors on the occuration of mass movements were studied using logistic regression equations. So that, the factors such as slope, geological formation type, pedologic, climatic, etc. were taked into consideration as independant variables, and mass movements occurance frequency as function of mentioned factors. The result indicated that the effective factors related to frequency of land sliding happening in the area in arrangement, are slope, geological formation type and mass movements type (both kind and amount of salts in soil) and also landuse.

Methods

The method of work in this research is based on the recognition of geomorphological working units, which was done with the help of aerial photo interpretation and cutting of base maps. For this purpose, first, using the collected information and field operations, landslide areas and information layers of factors effective in landslides were identified in the GIS environment. Then, the factors effective in the occurrence of mass movements were examined using logistic regression relationships. In a way, in which factors such as slope, type of geological formation, soil, climate were considered as independent variables and the frequency of mass movements as a function of the aforementioned factors. For statistical analysis, the logistic regression method applicable in the $SPSS_{15}$ software was used

Results

The results of field surveys, interpretation of aerial photographs and satellite images, and the distribution map of mass movements show that the largest volume of landslides is in the northern and to some extent southeastern areas located on more sensitive formations, and block collapses and debris flows have spread mainly in the northwestern areas of the basin, which are calcareous and more resistant formations. The highest frequency of mass movements is related to the Pabdeh, Gurpi, Asmari, Gachsaran, Sarvak, Surgah, and Ilam formations, respectively, and no mass movements are observed in the Quaternary formation. Changes in the frequency of mass movements in soil types show that the highest frequency of occurrence includes, respectively: shale, marly limestone, and marl, all rocky, and in some places with sedimentary and discontinuous soils, generally without vegetation cover or with very little vegetation cover and very high water erosion. The changes in the frequency of occurrence of mass movements in different slope classes show that the highest frequency is related to the slope class of 30-50 percent and the lowest frequency is related to the slope class of 5-10 percent. It also shows the changes in the frequency of occurrence of mass movements with types of land use. The highest land use changes have occurred in pasture, forest and road lands, and the lowest in agricultural lands, respectively.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]

[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

Conclusion

The results indicate that the factors affecting the occurrence of mass movements in the Chamgardlan watershed include: slope, formation type, soil-related factors, and changes in land use. The highest frequency of mass movements was in the slope class of 30-50%. The rate of landslides was higher in sensitive and fine-grained clay formations such as Pabdeh, Gurpi, and Gachsaran, and in calcareous formations that have greater resistance to erosion. The soil texture in the landslide areas is mainly clay and clay-loam, and the water absorption capacity in them is so high that the relevant areas are prone to landslides. A study of satellite images at two time points and field surveys showed that overuse of rangelands and forests, which has caused the loss of vegetation, has increased the likelihood of mass movements in the region. In addition, changes in land use and unprincipled road construction, especially in the rangeland and forest lands of the studied basin, have increased the likelihood of mass movements.

Author Contributions

Data collection: Mohammad Reza Jafari; Research report preparation: Mohammad Reza Jafari; Data analysis: Mohammad Reza Jafari and Samad Shadfar.

Data Availability Statement

Data is available upon request from the authors.

Acknowledgements

We would like to thank Dr. Samad Shadfar and Dr. Shams-ollah Asgari 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.

Ethical considerations

The author has observed ethical principles in conducting and publishing this scientific research, and this is confirmed by him.

Funding

The study was not funded by any governmental or non-governmental institutions.

Conflict of interest

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

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]

[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

دانشگاه خوارزمی

تحلیل فضایی مخاطرات محیطی

شاپا الکترونیکی: **۵۱۴۶– ۲۵۸۸**

Homepage: https://khu.ac.ir

پهنه‌بندی حرکت توده‌ای در حوزه آبخیز چم‌گردلان ایلام و بررسی عوامل مؤثر در وقوع آن

محمدرضا جعفری [۱] ✉

۱. نویسنده مسئول، گروه تحقیقات منابع طبیعی و آبخیزداری، تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: mg_jafari@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۰/۰۳

کلیدواژه‌ها:
GIS،
حرکت توده‌ای،
رگرسیون لجستیک،
عکس هوایی.

چکیده

هدف: با توجه به این‌که در حوزه‌آبخیز چم‌گردلان شکل‌های مختلف حرکات توده‌ای به‌ویژه در مسیر راه‌های ارتباطی، اراضی زراعی و مسکونی وجود دارد، ضرورت ایجاد نقشه‌های پهنه‌بندی برای آن‌ها و نیز بررسی عوامل مؤثر در وقوع آن به‌منظور پیشگیری و کنترل این پدیده را اجتناب ناپذیر می‌سازد. لذا در این پژوهش، ضمن بازدیدهای میدانی، اقدام به ایجاد نقشه‌های زمین‌شناسی، فیزیوگرافی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، فرسایش، کلیماتولوژی، خاکشناسی و ژئومورفولوژی در محیط GIS گردید.

روش پژوهش: روش انجام کار در این پژوهش بر مبنای تشخیص واحدهای کاری ژئومورفولوژی بوده که به کمک تفسیر عکس‌های هوایی و قطع دادن نقشه‌های پایه صورت گرفته است. سپس عوامل مؤثر بر وقوع حرکات توده‌ای با استفاده از روابط رگرسیون لجستیک مورد بررسی قرار گرفت. به‌نحوی که در آن عواملی مانند شیب، نوع سازند زمین‌شناسی، خاک، اقلیم به عنوان متغیرهای مستقل و فراوانی وقوع حرکات توده‌ای به عنوان تابعی از عوامل مذکور در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج حاصله نشان داد که مؤثرترین عوامل در ارتباط با فراوانی وقوع زمین‌لغزش‌ها در منطقه، به‌ترتیب عبارت از شیب، تشکیلات زمین‌شناسی، جنس توده لغزشی (نوع و میزان املاح در خاک) و کاربری اراضی می‌باشند.

نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از آن است که عوامل مؤثر در وقوع حرکات توده‌ای در حوزه آبخیز چم‌گردلان شامل: شیب، نوع سازند، عوامل مربوط به خاک و تغییر در کاربری اراضی می‌باشند. بیشترین فراوانی رخداد حرکات توده‌ای در کلاس شیب ۵۰–۳۰ درصد بوده است. در سازندهای حساس و ریزدانه رسی نظیر پابده، گورپی و گچساران میزان زمین‌لغزش‌ها بیشتر بوده و در سازندهای آهکی که مقاومت بیشتری در مقابل فرسایش دارند. بافت خاک در مناطق لغزشی عمدتاً رسی و رسی– لومی بوده و ظرفیت جذب آب در آن‌ها به‌حدی است که پهنه‌های مربوطه مستعد ایجاد لغزش می‌باشند. بررسی تصاویر ماهواره‌ای در دو مقطع زمانی و برداشت‌های صحرایی صورت گرفته مشاهده شد که استفاده بیش از حد از مراتع و جنگل‌ها که موجب از بین رفتن پوشش گیاهی شده احتمال وقوع حرکت‌های توده‌ای را در منطقه افزایش داده است، به‌علاوه تغییر در کاربری اراضی و جاده‌سازی غیر اصولی خصوصاً در اراضی مرتعی و جنگلی حوضه مورد مطالعه احتمال بروز حرکات توده‌ای را افزایش داده است.

استناد: جعفری، محمدرضا (۱۴۰۳). پهنه‌بندی حرکت توده‌ای در حوزه آبخیز چم‌گردلان ایلام و بررسی عوامل مؤثر در وقوع آن. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۱۱ (۳)، ۹۵–۱۰۸. https://doi.org/10.61186/jsaeh.11.3.8

ناشر: دانشگاه خوارزمی

© نویسندگان

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

مقدمه

یکی از انواع مخاطرات محیطی که خسارت‌های زیادی به اراضی جنگلی، مرتعی، زراعی و تأسیسات زیربنایی وارد نموده و در برخی موارد مهاجرت آبخیزنشینان را نیز به دنبال داشته است، انواع حرکات توده‌ای می‌باشد. با توجه به این‌که این پدیده باعث مخاطرات زیادی برای آبخیزنشینان و از بین رفتن بخشی از سرمایه‌های ملی می‌گردد، متأسفانه پتانسیل آسیب‌پذیری ناشی از این پدیده کمتر مورد توجه قرارگرفته است.

به طور کلی حرکات توده‌ای زمین عبارت است از حرکت توده‌ای از سنگ یا خاک که معمولاً به طور طبیعی و تحت تأثیر عوامل مختلفی به خصوص نیروی جاذبه زمین در دامنه‌های شیب‌دار رخ می‌دهد. این پدیده در محل‌هایی که از مصالح دستی انباشته شده و با این انباشتگی شیب‌دار گردیده نیز صورت می‌گیرد ولی چنین لغزشی با لغزش‌های طبیعی که اغلب اتفاق می‌افتد از نظر عامل به وجود آورنده (عامل انسانی) و وسعت متفاوت می‌باشد. این پدیده طبیعی همه ساله در دنیا زیان‌های جانی و مالی هنگفتی به بار می‌آورند و کشورهای مختلف جهان به منظور جلوگیری و کنترل آن هزینه زیادی را متقبل می‌شوند. خسارت‌ها و تلفات ناشی از وقوع زمین انواع حرکات توده‌ای بسته به وسعت و نزدیکی آن‌ها به مناطق مسکونی و تأسیسات مختلف، می‌تواند متفاوت باشد. این پدیده زمانی‌که جوامع انسانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد می‌تواند به حادثه خطرناکی تبدیل شود. که موجب خسارات جانی و مالی و از جمله تخریب منابع طبیعی، تخریب مناطق مسکونی، از بین رفتن مزارع و زمین‌های کشاورزی و جاده‌ها، تخریب پل ها، خطوط راه‌آهن، بسته شدن تونل ها، شکسته شدن سدها و تخریب دکل‌های برق و مواردی از این قبیل می شود. حرکات توده‌ای به‌ویژه زمین لغزش‌ها در ایران نیز تاکنون موجب تلفات جانی و مالی فراوانی شده است. زمین لغزش یکی از پرخسارت‌ترین پدیده‌های موجود در کشور ایران می‌باشد و سالانه خسارات فراوانی به شهرها، روستاها و تأسیسات وارد می‌کند، علاوه بر خسارت‌های جانی و مالی باعث اختلاف در اکوسیستم شده و مشکلاتی در زمینه مسایل زیست محیطی نیز بوجود می‌آورد. انواع زمین لغزش‌ها با این‌که نسبت به سایر پدیده‌های دیگر از قبیل سیل، زلزله، آتشفشان، آتش سوزی و ... سرعت کمتری دارد ولی در مجموع خسارتی که وارد می‌کند قابل توجه می‌باشد (جعفری و همکاران، ۱۴۰۲).

پیشینه پژوهش

۱. پیشینه نظری

کشور ایران به دلیل شرایط خاص و مناسب عوامل مؤثر در ایجاد حرکت‌های توده‌ای از جمله کشورهایی است که کم و بیش با این حوادث طبیعی روبرو است. از مهمترین این شرایط می‌توان به عوامل زمین‌شناسی، آب و هوایی، وضعیت پوشش گیاهی، جنگلی، لرزه خیزی و ... اشاره نمود. حقیقت امراین‌که این حوادث غیرمترقبه درکشور ما در خیلی موارد خسارات‌های فراوان جانی و مالی و گاهاً به تنهایی در بعضی از شرایط حتی بیشتر از خسارات ناشی از پدیده زمین‌لرزه را موجب شده است. در خصوص وقوع انواع حرکت‌های توده‌ای، تحقیقات و مطالعاتی در مناطق مختلف دنیا انجام شده است و دیدگاه‌های متفاوتی بنابر شرایط طبیعی محل وقوع ارائه شده است ازجمله: برخی محققان ناپایداری دامنه‌ها را از پدیده‌های ژئومورفولوژیکی– زمین‌شناسی می دانند که در تغییر شکل زمین نقش مؤثری دارد (ویتوریا و بلازیو[1]، ۲۰۱۲)، زمانی این فرآیند، فعالیت‌های انسان را تحت تأثیر قرار دهد، به پدیده‌ای خطرناک تبدیل می‌گردد (پائولیتی[2]، ۲۰۱۳) و جعفری و همکاران ۱۴۰۲) و باعث بروز خطرات جانی و مالی فزاینده‌ای می‌گردد، که جبران این خسارت‌ها ممکن نیست و یا به وقت و هزینه بسیار زیاد نیاز دارد (احمدآبادی و رحمتی، ۱۳۹۴). ارزیابی ناپایداری دامنه‌ای مانند بسیاری از موضوعات زمین‌شناسی محیطی، از پیچیده‌ترین مسائل است که به دلیل تنوع عوامل مؤثر در وقوع ناپایداری دامنه‌هاست (پورهاشمی و همکاران، ۱۳۹۳). تهیه نقشه آسیب‌پذیری زمین‌لغزش و ارزیابی شدت

[1] - Vitoria & Blasio

[2] - Paoletti

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

آن می‌تواند کمک شایانی در زمینه مدیریت محیط و اتخاذ تصمیمات درست در مقابله با این مخاطره باشد (دلال اغلی و همکاران، ۱۳۹۶).

۲. پیشینه تجربی

تا کنون روش‌ها و مدل‌های متعددی برای پهنه‌بندی حرکات توده‌ای پیشنهاد گردیده است. به طور کلی این روش‌ها به سه دسته اصلی تجربی، تعیینی[1] و آماری[2] تقسیم می‌شوند. در روش‌های تجربی مانند: روش مورا و وارسون[3] که اولین بار در کاستریکا ارائه گردید، برای مناطق با شدت بارندگی زیاد مناسب می باشد، البته با تغییراتی در امتیازات طبقات با پتانسیل خطر زمین لغزش آن در مناطق خشک نیز کاربرد خواهد داشت. روش براب[4]، توسط براب و همکاران اولین بار در استان سن ماتئو کالیفرنیا ارائه شد و در حال حاضر در مناطق مشابهی مانند ایالات متحده استفاده می شود. روش آن بالاگان[5]، در بخشی از کشور هند جهت تهیه نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش ارائه شد، که برای مناطق مشابه توصیه می‌شود. روش کاناگاوا [6]، این روش پهنه‌بندی حرکات توده‌ای در شیب‌های مستعد گسیختگی در حوضه کاناگاوا ژاپن استفاده گردید. اما در این تحقیق نتایج تحقیق لجم اورک و پیری (۱۴۰۲)، نشان می‌دهد که بیشترین زمین‌لغزش‌های رخداده در شهرستان باغملک در ارتباط با شیب و جنس زمین بوده؛ چراکه این عوامل با دخالت فعالیت‌های شبکه آب‌های سطحی، بارندگی و دیگر عوامل یادشده، باعث سست شدن پیوند بین رسوبات شده و حرکت آن‌ها را موجب می‌شود. حساس‌ترین قسمت‌های منطقه نیز جنوب‌غرب و قسمت‌هایی از شرق و غرب منطقه بوده و مقاوم‌ترین قسمت منطقه قسمت‌های شمال، شمال‌غرب و بخش‌هایی از شرق منطقه بوده است. اسکندری و همکاران (۱۳۹۵)، در تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر وقوع حرکت‌های توده‌ای با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره حوزه‌آبخیز تنگ شول استان فارس، به این نتیجه رسیدند که بیشترین ارتباط فراوانی بین وقوع حرکت‌های توده‌ای حادث شده در منطقه تحقیق، به ترتیب بین درجه شیب، سازند زمین شناسی و بافت خاک است. نظری بیاتی و همکاران (۱۴۰۲)، برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در منطقه کلوز از مدل ترکیبی قضیه بیز ANP استفاده کردند. نتایج مدل ترکیبی قضیه بیز ANP برای پهنه بندی خطر زمین‌لغزش در این نوع مناطق مناسب بوده و نقشه حاصل از آن همراه با شرح تفصیلی می‌تواند به عنوان ابزاری ارزشمند در برنامه‌ریزی محیطی و کاهش هزینه‌های رخ داد زمین‌لغزش مورد استفاده قرار گیرد.

شیرانی و همکاران (۱۳۹۲)، در بررسی عوامل موثر بر حرکات توده‌ای بر پایه تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش ارتفاعات دنای زاگرس، شش عامل شیب، جهت شیب، سنگ‌شناسی، کاربری زمین‌ها، بارندگی و فاصله از آبراهه، انتخاب و بررسی شد. در ادامه نقشه پراکنش خطر زمین‌لغزش و محاسبات آماری مربوط به چهار روش ارزش اطلاعات، تراکم سطح، رگرسیون خطی و تحلیل ممیزی بررسی و در پایان نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، تهیه شد. نتایج حاصل نشان داد که بهترین نقشه پهنه‌بندی خطر، نقشه حاصل از روش آماری ارزش اطلاعات است که امکان استفاده در کارهای عمرانی و برنامه‌ریزی را دارد. همچنین اهمیت عوامل مؤثر در رخداد زمین‌لغزش در منطقه به ترتیب شامل سنگ‌شناسی، فاصله از آبراهه، کاربری زمین، شیب، جهت شیب و بارندگی هستند. تقوایی‌مقدم و حسینی‌نژاد (۱۳۹۲)، در پهنه‌بندی خطر حرکت‌های توده‌ای در حوضه آبخیز طالقان با استفاده از GIS، پارامترهایی چون شیب، جهت شیب، لیتولوژی، کاربری ارضی، بارش، فاصله از رودخانه، فاصله از گسل و فاصله از جاده را مورد بررسی قرار دادند. نتیجه تحقیقات آن‌ها نشان دهنده فعال بودن منطقه از نظرحرکات توده‌ای می باشد به نحوی که ۱/۸ از مساحت منطقه در معرض خطر انواع حرکت‌های توده‌ای می‌باشد. آن‌ها اظهار نمودند که، نقشه های پهنه‌بندی خطر وقوع حرکت توده‌ای جهت هرگونه استفاده از اراضی حوضه برای کاربران و برنامه‌ریزان لازم است.

[1] - Deteminestic
[2] - Statistical
[3] - Mora and varson Method
[4] - Brabb Method
[5] - Anbalagan
[6] - Kanagawa

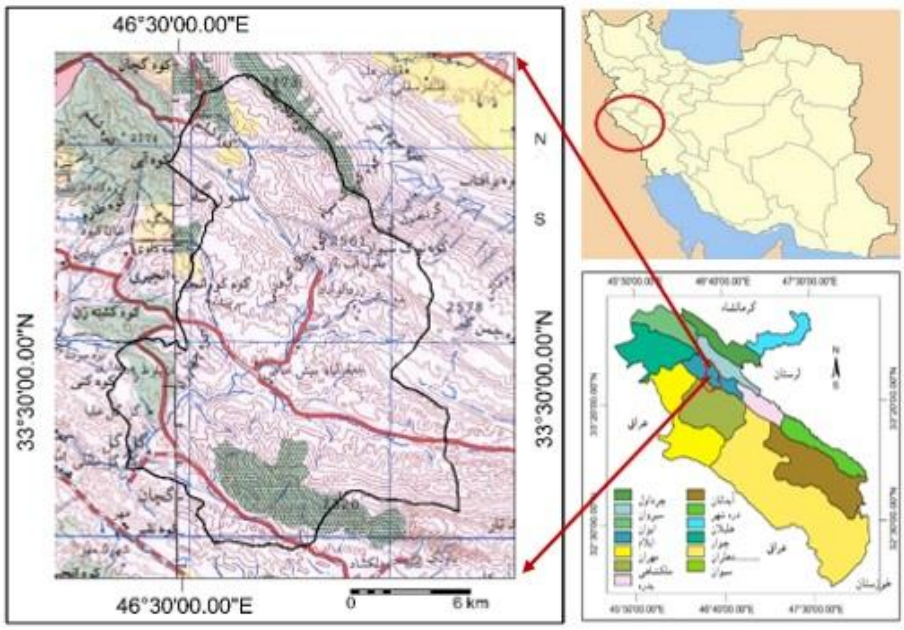
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

لوون و فلمیش[1] (۲۰۱۳)، آسیب‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از زمین‌لغزش در مناطق هیلی در فلاندر بلژیک به مساحت ۲۹۱۰ کیلومتر مربع واقع در غرب بروکسل را مورد بررسی و ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که حدود ۲۳ درصد منطقه مورد مطالعه را مناطق مسکونی، راه‌های موصلاتی و خطوط ریلی تشکیل می‌دهد. وقوع زمین‌لغزش می‌تواند تأثیرات اقتصادی و اجتماعی مهمی در منطقه وقوع داشته باشد. این تأثیرات می‌تواند شامل میزان دسترسی جوامع نسبتاً دور دست از خدمات رفاهی و بازار باشد (میک و همکاران[2]، ۲۰۱۶). یکی از بزرگترین زمین‌لغزش‌های ثبت شده در تاریخ سریلانکا به منطقه آراناياک مربوط می‌شود. این زمین‌لغزش با تخریب باغات و خانه باغ‌های منطقه تأثیرات زیادی از نظر اقتصادی و اجتماعی بر جوامع روستایی منطقه داشته است (پررا و همکاران[3]، ۲۰۱۸). (کلوز و دام[4] (۲۰۱۵) بررسی خطرات زمین‌لغزش را از نظر اقتصادی شامل دو موضوع بسیار مهم می‌دانند: اول، ارزیابی اقتصادی خسارات لغزش. دوم ارزیابی آسیب‌پذیری، یعنی مطالعه مناطق در معرض خطر لغزش، حساسیت و مقاومت آن در برابر لغزش. ارزیابی و پهنه‌بندی مناطق مخاطره‌آمیز با روش علمی و دقیق می‌تواند در راستای کاهش ریسک، مناسب‌ترین راه از نظر صرف هزینه و زمان باشد (حجازی، ۱۴۰۰).

روش شناسی پژوهش

۱. قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

حوزه‌آبخیز چم‌گردلان با مساحت ۲۵۳ کیلومتر مربع در موقعیت جغرافیایی بین ۲۵ ˚۳۳ تا ´۳۹ ˚۳۳ عرض شمالی و ´۲۷ ˚۴۶ تا ´۳۹ ˚۴۶ طول‌شرقی در جنوب‌شرقی شهرستان ایلام قرار دارد (شکل ۱). مهمترین رود در این حوضه رودخانه کنجانچم می‌باشد که از اتصال دو رود خانه چاویز و چم‌گردلان تشکیل شده است. کمترین ارتفاع حوزه ۱۰۶۸ متر و بیشترین ارتفاع نیز در کوه قلارنگ واقع در شمال حوضه ۲۵۸۰ متر می‌باشد. بیشترین درجه حرارت روزانه ثبت شده ۴۰/۶ درجه سانتی‌گراد و کمترین آن (حداقل مطلق روزانه) ۱۴/۶- درجه سانتی‌گراد و جزء منطقه معتدل محسوب می‌گردد و اقلیم آن در طبقه‌بندی دمارتن، مدیترانه‌ای است (مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد کشاورزی ایلام ۱۳۷۳).



شکل ۱. نقشه موقعیت حوضه چم گردلان در نقشه استان ایلام و کشور

[1] - Leuven and Flemish
[2] - Mike et al
[3] - Perera et al
[4] - Klose and Damm

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

۲. داده‌ها و روش کار

در این تحقیق ابتدا با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده و عملیات صحرائی به شناسایی مناطق لغزشی اقدام و لایه‌های اطلاعاتی عوامل مؤثر در لغزش در محیط GIS تهیه گردیده، سپس با امتیازدهی به عوامل مؤثر، اقدام به پهنه بندی خطر حرکات توده‌ای در منطقه تحقیق شد، بدین‌گونه که پس از تعیین محدوده منطقه مورد مطالعه، نقشه طبقات ارتفاعی (هیپسومتری)، شیب، جهت شیب و شبکه آبراهه با استفاده از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مصلح و نرم افزار ILWIS تهیه شد، سپس با کنترل‌های میدانی از صحت آن‌ها اطمینان حاصل گرید. در ادامه نقشه زمین شناسی با استفاده از نقشه‌های پایه ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی تهیه و جهت مطالعه ویژگی‌های ژئومورفولوژی منطقه، نقشه ژئومورفولوژی تا حد واحدکاری به کمک نقشه زمین‌شناسی، توپوگرافی و عکس‌های هوایی تهیه شد. نقشه موقعیت مکانی حرکات توده‌ای خاک نیز با هدف مشخص کردن محل، گستره و نوع حرکات توده‌ای، با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و اصلاحات زمینی تنظیم، سپس مطالعات ویژگی‌های خاک در منطقه به کمک نتایج مطالعات انجام شده در منطقه و بررسی‌های میدانی از طریق حفر پروفیل خاک انجام گرفت. نقشه پوشش گیاهی (تیپ و تراکم) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تهیه نقشه NDVI به صورت نقشه نظارت شده با انتخاب نقاط تعلیمی و استفاده از کوادرات ۱×۱ متر به‌منظور تهیه فرم‌های رویشی و تیپ های گیاهی تهیه و نقشه کاربری اراضی نیز با استفاده از مطالعات انجام شده در منطقه تحقیق و گزارش‌های مربوطه تهیه می‌شود، نهایتاً نقشه همباران با استفاده از آمار و اطلاعات اندازه‌گیری ایستگاه‌های هواشناسی موجود در داخل مناطق مجاور حوزه‌آبخیز مورد مطالعه تنظیم می‌گردد. سپس در مرحله تجزیه و تحلیل نتایج و نتیجه‌گیری روند رخداد و گسترش حرکات توده‌ای خاک در منطقه تحقیق از طریق قطع دادن نقشه موقعیت مکانی و گستره هر یک از انواع حرکات توده ای خاک با عوامل ثابت و متغیر مربوط به منطقه تحقیق تهیه و رابطه انتزاعی و توام عوامل ثابت و متغیر با رخداد و تغییرات حرکات توده‌ای از طریق تجزیه و تحلیل همبستگی حرکات توده‌ای خاک به‌عنوان متغیر وابسته و عوامل ثابت و متغیر منطقه تحقیق به‌عنوان متغیرهای مستقل جهت مشخص کردن عوامل مؤثر در شکل‌گیری و گسترش حرکات توده‌ای خاک و تعیین سهم مشارکت هر یک از آن‌ها بررسی و پس از روی‌هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی، در نهایت مدل رگرسیونی و پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای در منطقه تحقیق تهیه می‌شود. برای تجزیه و تحلیل آماری، در این تحقیق از روش رگرسیون لجستیک قابل اجرا در نرم‌افزار spss15 استفاده شد. در رگرسیون لجستیک پیش فرض نرمال بودن وجود ندارد و احتمال‌های به‌دست آمده خارج از محدوده صفر و یک نیست. دیگر این‌که در تحلیل تشخیص چنانچه پیش‌فرض توزیع چند متغیری نرمال برای پیش‌بینی که، خیلی هم عملی نیست رعایت نشود، ناریبی قابل ملاحظه‌ای ایجاد می‌کند، بخصوص اگر بعضی از پیش‌بینی‌ها اسمی دو مقوله ای باشند (هاسمر و لوشو[1]، ۱۹۸۹).

در روش رگرسیون ابتدا تمام عوامل مؤثر در وقوع حرکت‌های توده‌ای به‌صورت کمی تبدیل می‌شوند. عواملی مثل شیب و عمق خاک کمی هستند ولی بقیه عوامل نیاز به کدهای معنا دار دارند که در جدول به‌جای کیفیت آن‌ها نوشته شوند. در ابتدا به این عوامل کد داده می‌شود و رابطه رگرسیون لجستیک بین متغیرهای مستقل و وابسته برقرار می‌شود. به‌طوری‌که متغیرهای وابسته، تحت عنوان (y)، وقوع یا عدم وقوع حرکت‌های توده‌ای می‌باشند و متغیرهای مستقل (xi)، برخی عوامل زمین‌محیطی شامل شیب و جهت شیب، بافت خاک، ساختمان خاک، میزان املاح خاک، عمق خاک، کاربری اراضی، نوع سازند زمین‌شناسی، آب و هوا و میزان آهک می‌باشند. بعد از وارد کردن داده‌ها در محیط spss از مسیر Analyze > Regression > Binary logistic Regression اجرا گردید. بعد از مقایسه، پارامترها در سطح ۹۹ درصد و ۹۵ درصد قابل قبول دانسته می‌شوند.

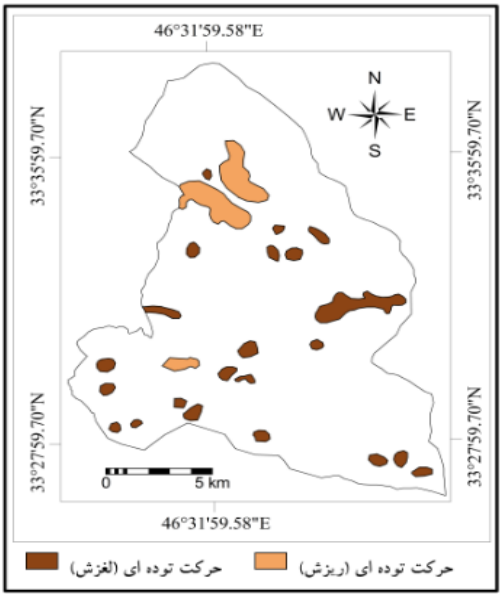
یافته‌های پژوهش

۱. بررسی‌های نقشه پراکنش حرکت‌های توده‌ای

[1] - Hosmer and Leweshow

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

نتایج بررسی‌های میدانی، تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، نقشه پراکنش حرکت‌های توده‌ای را به‌صورت شکل ۲ نشان می‌دهد. چنان‌که ملاحظه می‌شود بیشترین حجم لغزش‌ها در نواحی شمالی و تا حدی جنوب‌شرقی مستقر بر سازندهای حساس‌تر و ریزش‌ها و واریزه‌های بلوکی عمدتاً در نواحی شمال‌غربی حوضه که سازندهای آهکی و مقاوم‌تر بوده‌اند، گسترش داشته‌اند. فاکتورهای مورد بررسی شامل شیب، جهت شیب، بافت، ساختمان و عمق خاک و میزان املاح موجود در سازند، کاربری اراضی، نوع سازند زمین‌شناسی، تاج پوشش، تراکم شبکه آبراهه‌ها و نوع فرسایش و تأثیر این عوامل را بر وقوع حرکات توده‌ای مورد بررسی قرار داده است به‌گونه‌ای که از ۳۰ نقطه در سطح حوضه، ۱۷ مورد وقوع و ۱۳ مورد عدم وقوع حرکات توده ای ثبت شده است. شکل‌های ۳ و ۴ نمونه زمین‌لغزش و ریزش در حوضه چم‌گردلان می‌باشد.



شکل ۲. پراکنش حرکت‌های توده‌ای در حوزه آبخیز چم‌گردلان

شکل ۳. نمونه ریزش در حوزه‌آبخیز چم‌گردلان (تشکیل تالوس)

شکل ٤. نمونه زمین‌لغزش در حوزه‌آبخیز چم‌گردلان

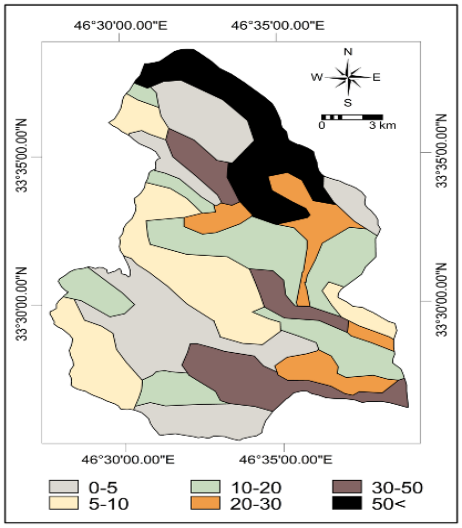
معادله‌ای که از تحلیل آماری رگرسیون لجستیک به‌دست آمده به صورت رابطه ۱ می‌باشد.

$$Y(0,1) = \frac{EXP(22.35X_1 + 4.98\ X_2 - 42.86X_3 - 24.25X_4 + c)}{1+EXP(22.35X_1 + 4.98X_2 - 42.86X_3 - 24.25X_4 + c)}$$ ۱) رابطه

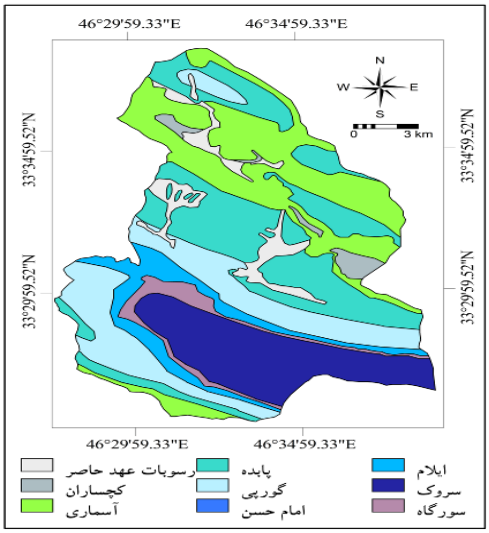
در این معادله: X_1 فاکتور شیب، X_2 فاکتور نوع سازند زمین‌شناسی، X_3 فاکتور خاک‌شناسی، X_4 فاکتور کاربری اراضی و ۳۸/۹ ضریب ثابت (C) می‌باشد. فراوانی رخداد حرکات توده‌ای در حوزه‌آبخیز چم‌گردلان با Y نشان داده شده است و تابعی از صفر و یک است (صفر عدم وقوع و یک، وقوع حرکات توده‌ای)، که به عوامل مؤثر در وقوع حرکات توده‌ای وابسته است. این رابطه نشان می‌دهد که هر یک از عوامل با چه ضریبی در وقوع حرکات توده‌ای تأثیر دارند. بنابراین فاکتور شیب، نوع سازند

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

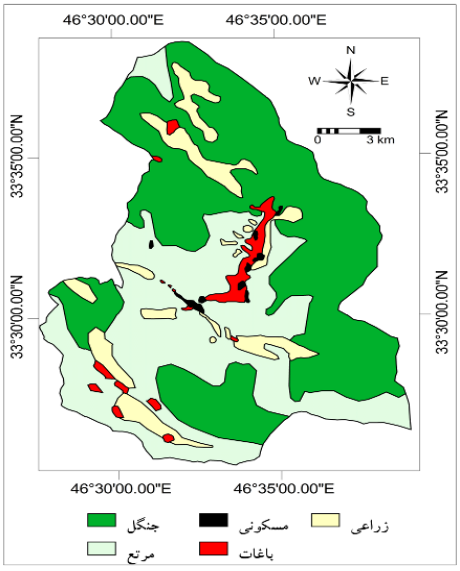
زمین‌شناسی، کاربری اراضی و خاک به‌ترتیب بیشترین تأثیر را در رخداد و گسترش حرکت‌های توده‌ای دارا می‌باشند شکل‌های ۵،۶،۷ و ۸.



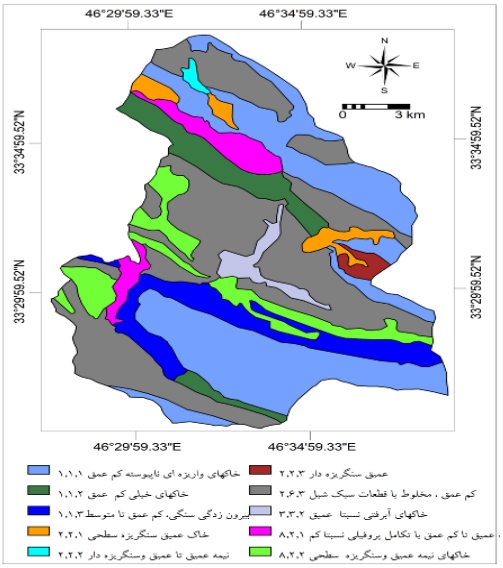
شکل ۵. نقشه کلاس‌هاس شیب حوضه چم‌گردلان



شکل ٦. نقشه سازند زمین‌شناسی حوضه چم‌گردلان



شکل ۷. نقشه کاربری اراضی حوضه چم‌گردلان

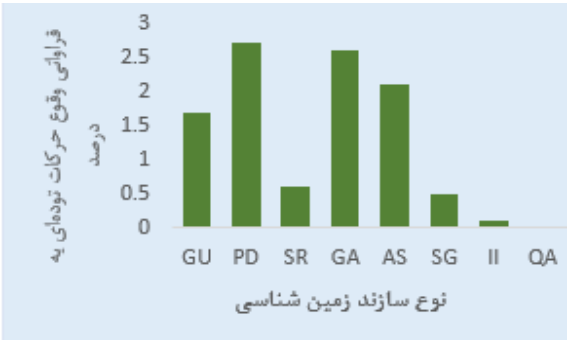


شکل ۸. نقشه اجزائ واحد اراضی حوضه چم‌گردلان

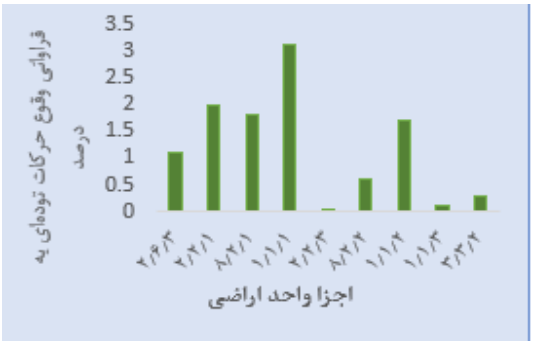
در ادامه نمودار تأثیر هر یک از عوامل ارائه شده است شکل‌های ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲. شکل ۹ تغییرات فراوانی وقوع حرکات توده‌ای در انواع سازندهای زمین‌شناسی را نشان می‌دهد. مطابق شکل، بیشترین فراوانی وقوع حرکات توده‌ای به‌ترتیب مربوط به سازندهای پابده، گورپی، آسماری، گچساران، سروک، سورگاه و ایلام بوده و در سازند کواترنر هیچ نوع حرکت توده‌ای مشاهده نمی‌شود. شکل ۱۰ تغییرات فراوانی وقوع حرکات توده‌ای در انواع خاک‌ها را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که بیشترین ارتباط فراوانی بین خاک گروه ۱،۱،۱ و کمترین ارتباط بین خاک گروه ۲،۲،۳ که به ترتیب شامل: سنگ‌های شیل، آهک مارنی و مارن تماماً سنگی و در برخی نقاط دارای خاک‌های واریزه‌ای و ناپیوسته، عموماً بدون پوشش گیاهی و یا با پوشش گیاهی بسیار کم و فرسایش آبی بسیار زیاد می‌باشد. دیگری متشکل از مخروطه افکنه‌های جوان و رسوبات کواترنری بدون بیرون‌زدگی سنگی و یا با بیرون‌زدگی سنگی ناچیز در قسمت‌های فوقانی، پوشش خاکی عمیق سنگریزه‌دار، پوشش گیاهی متوسط تا خوب از نوع گیاهان مرتعی و جنگلی که فرسایش آبی نسبتاً زیاد می‌باشد. شکل ۱۱ تغییرات فراوانی وقوع حرکات توده‌ای را در کلاس‌های مختلف شیب نشان می‌دهد، ملاحظه می‌شود که بیشترین فراوانی مربوط به کلاس شیب ۵۰-۳۰ درصد و کمترین فراوانی

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

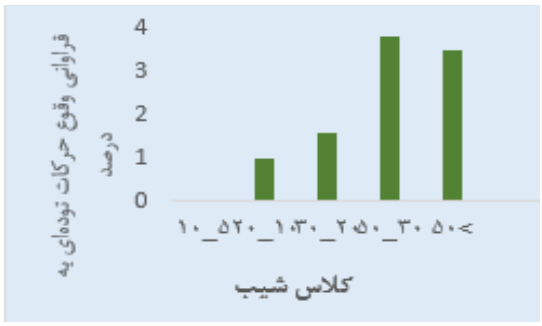
مربوط به کلاس شیب ۱۰-۵ درصد می‌باشد. شکل ۱۲ تغییرات فراوانی وقوع حرکات توده‌ای را با انواع کاربری اراضی نشان می‌دهد. که به‌ترتیب بیشترین تغییرات کاربری در اراضی مرتعی، جنگلی و جاده‌ای و کمترین آن در اراضی زراعی صورت گرفته است.



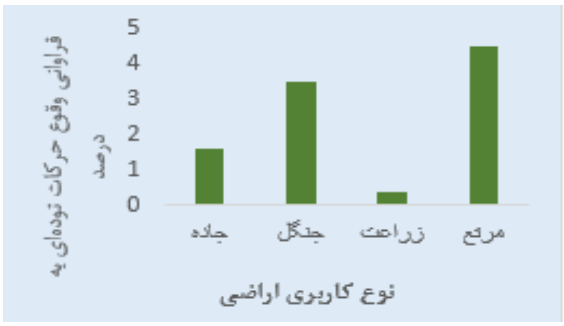
شکل ۱۰. تغییرات فراوانی وقوع حرکات توده‌ای در سازندهای زمین شناسی



شکل ۹. تغییرات فراوانی وقوع حرکات توده‌ای در انواع مختلف خاک

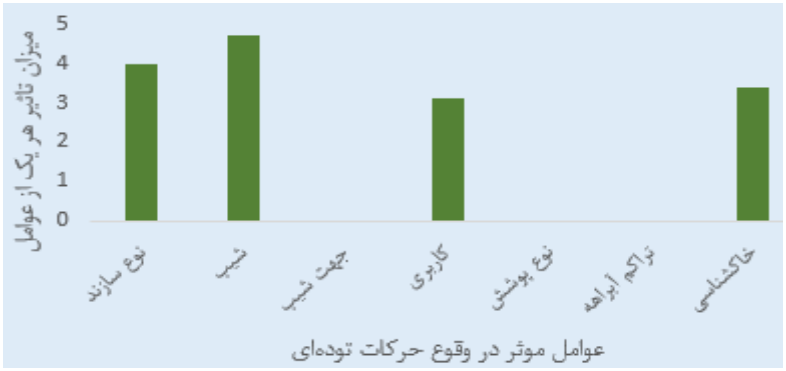


شکل ۱۱. تغییرات فراوانی وقوع حرکات توده‌ای در کلاس‌های مختلف شیب



شکل ۱۲. تغییرات فراوانی وقوع حرکات توده‌ای در انواع مختلف کاربری اراضی

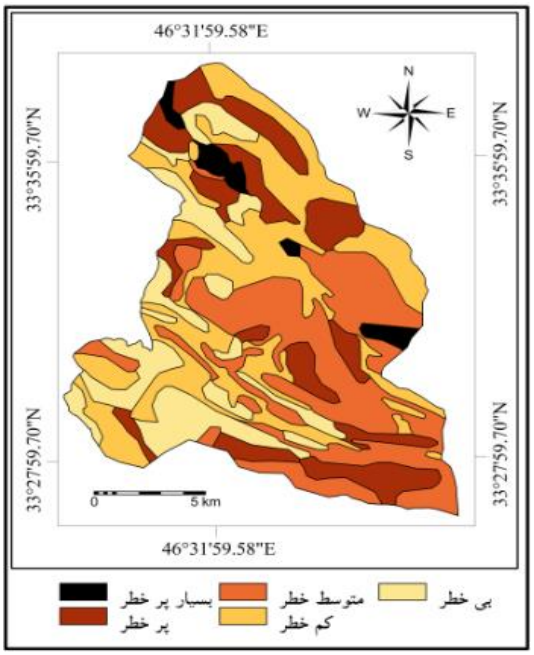
شکل ۱۳ میزان تأثیر عوامل مختلف در وقوع حرکات توده‌ای را نشان داده، که به‌ترتیب شیب، نوع سازند زمین‌شناسی، عوامل مربوط به خاک و تغییرات در کاربری اراضی بیشترین تأثیر را در رخداد حرکات توده‌ای دارا می‌باشند.



شکل۱۳. میزان تأثیر عوامل مختلف در وقوع حرکت‌های توده‌ای در حوزه آبخیز چم‌گردلان

شکل ۱۴ نیز نقشه پهنه‌بندی حرکت‌های توده‌ای را به‌صورت پهنه‌های بسیار پرخطر، با خطر بالا، متوسط خطر، کم خطر و پهنه بی‌خطر را نشان می‌دهد. مطابق شکل بیشترین فراوانی به‌ترتیب مربوط به پهنه‌های با خطر متوسط، کم خطر و پرخطر است و پهنه‌های بی‌خطر و بسیار پرخطر در رده‌های بعد قرار می‌گیرند.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]



شکل۱٤. نقشه پهنه بندی خطر حرکات توده ای در حوزه آبخیز چم‌گردلان

۲. صحت سنجی نقشه پهنه‌بندی حرکات توده‌ای

به‌منظور صحت‌سنجی نقشه پهنه‌بندی حرکت‌های توده‌ای تهیه شده، اقدام به تطبیق نقشه حرکات توده‌ای موجود در منطقه (زمین‌لغزش و ریزش) بر روی نقشه پهنه‌بندی گردید. از انطباق این دو نقشه می‌توان نتیجه گرفت که از همخوانی نقشه پهنه بندی تهیه شده و لغزش‌ها و ریزش‌های موجود می‌توان به صحت نقشه حاصل پی برد. همچنین مشخص شد روش مورد استفاده در این پژوهش روش کاملاً مناسبی برای پهنه‌بندی حرکات توده‌ای در حوضه مورد مطالعه می‌باشد.

به‌طور کلی عوامل مؤثر در فرسایش توده‌ای زمین در حوزه‌آبخیز چم گردلان به چهار دسته شامل: جنس توده لغزشی، توپوگرافی، عامل انسانی و آب و هوا (بارش و ...) تقسیم می‌شوند.

۲-۱. جنس توده لغزشی: این عامل به سه صورت اثرات خود را اعمال می‌نماید: نوع سازند زمین‌شناسی، میزان آهک و بافت خاک. در سازندهای گچی، رسی و نمکی، این مواد در نتیجه شست و شو از منطقه خارج شده و یا به افق‌های پایین‌تر حرکت نموده‌اند، ظاهراً نمک به‌عنوان عامل تشدید کننده و آهک به‌عنوان عامل کند کننده حرکت‌های توده‌ای در سازندهای مارنی و رسی عمل می‌کند. بیشترین رخداد حرکت‌های توده‌ای در سازندهای حساس نظیر گچساران از گروه فارس و سازند شیلی پابده رخ داده است. آهک نیز ارتباط معکوس با فراوانی حرکات لغزشی دارد، به‌طوری‌که درسازندی نظیر آهک آسماری، حرکت‌های توده‌ای اغلب به‌صورت ریزش یا واریزه‌های بلوکی است. بافت خاک مناطق لغزشی، اغلب رسی و یا رسی لومی می باشد که این بافت موجب بالا رفتن ظرفیت نگهداری آب خاک می‌شود. میزان آب در خاک در وقوع حرکات لغزشی بسیار مهم است.

۲-۲. توپوگرافی: عوامل توپوگرافی شامل شیب و جهت شیب می‌باشد. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که اکثر مناطق لغزشی دارای شیب ۵۰-۳۰ درصد می‌باشند. عامل شیب موجب افزایش نیروی ثقل و به حرکت درآمدن لایه‌ها می‌شود. دامنه‌های رو به شمال به‌علت این‌که مدت کمتری از نور خورشید بهره‌مند هستند، دمای کمتری داشته و این پدیده موجب کاهش تبخیر و افزایش رطوبت لایه‌ها و افزایش زمین‌لغزش ا خواهد شد. البته در منطقه مورد مطالعه اغلب شیب‌ها جهت شمالی داشته (هم مناطق لغزشی و هم مناطق غیر لغزشی) لذا ارتباط معنی‌داری بین لغزش‌های موجود و جهت، برقرار نگردید.

۲-۳. عامل انسانی: انسان با تغییرات در کاربری اراضی موجب تشدید حرکت‌های توده‌ای می‌شود این تغییرات، به‌طور دقیق با مشاهده عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در دو مقطع زمانی (عکس‌های هوایی سازمان جغرافیایی ارتش مربوط

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

به سال ۱۳۴۴ و ۱۳۸۰) قابل بررسی بوده، به کمک عکس‌های هوایی رقومی شده موقعیت دقیق پهنه‌ها تعیین و سپس برداشت های صحرایی در نقاط لغزشی صورت گرفته و مشخص شد که تغییر کاربری اراضی بخصوص ایجاد جاده و قطع بی‌رویه درختان جنگلی، از عوامل مؤثر بررخداد حرکت‌های توده‌ای می‌باشد، جاده‌سازی غیر اصولی موجب تمرکز هرزآب‌های بالادست در آبراهه‌های زیر جاده‌ها و ایجاد فرسایش شدید در پایین‌دست دامنه می‌شود. استفاده بی‌رویه و تبدیل اراضی جنگلی به اراضی کشاورزی و ایجاد شبکه جاده غیر اصولی و عبور از مناطق حساس از عوامل مهم ایجاد حرکات توده‌ای بوده است (احمدی و فیض‌نیا، ۱۳۸۵). وجود پوشش گیاهی مانع حرکت توده‌ای خاک حتی در شیب‌های تند می‌شود (رفاهی، ۱۳۸۲). با توجه به این‌که ریشه گیاهان با جذب آب مانند فیلتر عمل نموده و نفوذ آب به داخل خاک را کنترل می‌نمایند، بنابراین تخریب پوشش گیاهی در نتیجه چرای مفرط و یا تبدیل اراضی مرتعی و جنگلی به اراضی کشاورزی این پدیده را تشدید نموده است (احمدی، ۱۳۸۵).

۲-٤. عوامل آب و هوایی: ایستگاه‌های منطقه نشان می‌دهدکه کل منطقه بارندگی بالای۶۰۰ میلی‌متر داشته و تمام لغزش‌های رخداده در محدوده خطوط هم‌باران۶۰۰، ۶۲۰ و۶۴۰ میلی‌متر رخ داده است. بنابراین رطوبت که به‌عنوان عامل مهمی در وقوع حرکت‌های تودهای محسوب می‌شود در منطقه هیچ محدودیتی نداشته است. می‌توان گفت که در هر منطقه با توجه به شرایط محیطی عوامل ویژه‌ای باعث به‌وجود آمدن حرکت‌های توده‌ای می‌شوند. با توجه به آنچه گفته شد، منطقه از نظر شرایط آب و هوایی و زمینی برای ایجاد حرکت‌های توده‌ای مستعد است. بنابراین باید در استفاده و بهره‌وری از این مناطق کمال دقت را داشت.

در کشور ما نخستین بار ایزانلو در سال ۱۳۷۶، برای پهنه‌بندی وقوع حرکت‌های توده‌ای در حوضه رودخانه بیدو از مدل آماری رگرسیون لجستیک، سامانه اطلاعات جغرافیایی و داده‌های سنجش از دور استفاده نموده و با استفاده از شش متغیر زمین شناسی، شاخص تراکم پوشش گیاهی، پوشش زمین، فاصله از گسل‌ها، شیب و جهت دامنه‌ها اقدام به پیش‌بینی و پهنه‌بندی وقوع حرکت‌های توده‌ای نموده و نتیجه به‌دست آمده حاکی از آن بوده است که روش آماری رگرسیون لجستیک از دقت قابل قبولی در منطقه مورد نظر برخوردار است. غیومیان نیز در سال۱۳۸۱ با استفاده از روش‌های آماری دو متغیره، چند متغیره خطی[1] که حداقل مربعات وزن‌دار، تحلیل ممیزی[2]، لجستیک با داده‌های گسسته و پیوسته و منطق فازی منطقه رودبار استان گیلان به مقیاس ۵۰۰۰۰ :۱ را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم افزار Ilwis اقدام به پهنه‌بندی زمین‌لغزش نموده است. لایه های اطلاعاتی به کار رفته شامل لیتولوژی، فاصله از گسل، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، بارندگی و حداکثر شتاب زلزله بوده صحت نقشه پهنه‌بندی تهیه شده با نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته و از بین تحلیل‌های آماری، روش رگرسیون لجستیک بالاترین میزان دقت را نشان داده است.

بحث

حرکات توده‌ای و پیامدهای ناشی از آن‌ها به‌ویژه زمین لغزش همه ساله در اکثر استان‌های کشور موجب وارد آوردن خسارت‌های اقتصادی به جاده‌ها، خطوط راه‌آهن، خطوط انتقال نیرو و ارتباطات، کانال‌های آبی و آبرسانی، تأسیسات و مراکز صنعتی و مسکونی، سدها و دریاچه‌های طبیعی و مصنوعی می‌شود و موجب تخریب مراتع و اراضی کشاورزی تسریع فرسایش و انتقال گسترده‌ی رسوبات به پشت سدها می‌گردد نتایج تحقیقات لوون و فلمیش (۲۰۱۳) این موضوع را مورد بررسی و تایید می‌کند.

با توجه به این مسائل به جرأت می‌توان گفت که از جمله حساس‌ترین و مهمترین مسائل در پروژه‌های عمده عمرانی همچون انتخاب مسیر احداث بزرگراه ها و جاده‌های اصلی و فرعی کوهستانی، انتخاب محل احداث سدهای خاکی و بتونی و کانال‌های انتقال آب، احداث تونل‌ها و طرح هایی همچون توسعه جنگل‌ها و مراتع طبیعی و هرگونه توسعه معدنی، مطالعه پایداری دامنه‌ها می‌باشد، جعفری و همکاران، ۱۴۰۱) در طرح تحقیقاتی که با همکاری پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری انجام داده است به این نتایج رسیده است. البته چنانچه بتوان نقشه پهنه‌بندی انواع حرکات توده‌ای را با روش‌های نوین GIS

[1] - Linear Regression

[2] - Discriminant Analysis

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

همچنین بهره‌گیری از فناوری سنجش از دور تهیه نمود و به طور علمی مورد بررسی قرار داد می توان خسارتهای وارده را کاهش داد بار بر نظر حجازی(۱۴۰۰) این مهم از طریق روش‌های علمی ممکن است. همچنین حسینی‌نژاد (۱۳۹۲)، در پهنه بندی خطر حرکت‌های توده‌ای در حوضه آبخیز طالقان از GIS استفاده نموده است، وی اظهار نموده که، نقشه‌های پهنه بندی خطر وقوع حرکت توده‌ای جهت هرگونه استفاده از اراضی حوضه برای کاربران و برنامه‌ریزان لازم است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج حاکی از آن است که عوامل مؤثر در وقوع حرکات توده‌ای در حوزه آبخیز چم‌گردلان شامل: شیب، نوع سازند، عوامل مربوط به خاک و تغییر در کاربری اراضی می‌باشند. بیشترین فراوانی رخداد حرکات توده‌ای در کلاس شیب ۵۰-۳۰ درصد بوده و در کمتر و بیشتر از آن فراوانی کاهش می‌یابد. در سازندهای حساس و ریزدانه رسی نظیر پابده، گورپی و گچساران میزان زمین لغزش‌ها بیشتر بوده و در سازندهای آهکی که مقاومت بیشتری در مقابل فرسایش دارند، حرکت‌های توده‌ای خشک نظیر ریزش و واریزه‌های بلوکی مشاهده می‌شود. بافت خاک در مناطق لغزشی عمدتاً رسی و رسی- لومی بوده و ظرفیت جذب آب در آن‌ها به‌حدی است که پهنه‌های مربوطه مستعد ایجاد لغزش می‌باشند. همچنین با بررسی تصاویر ماهواره‌ای در دو مقطع زمانی و برداشت‌های صحرایی صورت گرفته مشاهده شد که استفاده بیش از حد از مراتع و جنگل‌ها که موجب از بین رفتن پوشش گیاهی شده احتمال وقوع حرکت‌های توده‌ای را افزایش داده است، به‌علاوه تغییر در کاربری اراضی و جاده‌سازی غیر اصولی خصوصاً در اراضی مرتعی و جنگلی حوضه مورد مطالعه احتمال بروز حرکات توده‌ای را افزایش داده است. با توجه به این‌که رگرسیون دو متغیره محدودیت فرض استقلال شرطی لایه‌های اطلاعاتی را داراست و زمانی‌که متغیر وابسته از نوع اسمی دو وجهی (مانند بلی، خیر، بودن یا نبودن و ...) باشد، در این صورت به‌جای رگرسیون چندمتغیره باید از رگرسیون لجستیک استفاده کرد (سرمد، ۱۳۸۴). نتایج به‌دست آمده از روش آماری رگرسیون لجستیک و بررسی عوامل مختلف، چهار عامل ذکر شده در سطح ۹۵ درصد و ۹۹ درصد معنادار و صحت این روش در حوزه‌آبخیز چم‌گردلان در استان ایلام تایید می‌شود. بنابراین روش مذکور برای مناطقی با اقلیم مشابه توصیه می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

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

مشارکت نویسندگان

جمع‌آوری داده‌ها: محمدرضا جعفری؛ تهیه گزارش پژوهش: محمدرضا جعفری؛ تحلیل داده‌ها: محمدرضا جعفری.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسنده این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

مقاله حاضر از هیچ سازمان دولتی یا غیردولتی حمایت مالی دریافت نکرده است.

سپاسگزاری

از آقایان دکترصمد شادفر و دکتر شمس‌اله عسگری به خاطر بازبینی متن مقاله و ارائه نظرهای ساختاری قدردانی می‌شود.
از داوران محترم به خاطر ارائه نظرهای ساختاری و علمی سپاسگزاری می‌شود.

منابع

اسکندری، محسن؛ نجابت، مسعود؛ و سلیمان‌پور، سیدمسعود (۱۳۹۵). تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر وقوع حرکت‌های توده ای با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره حوزه‌آبخیز تنگ شول استان فارس، *یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

احمد آبادی، علی؛ و رحمتی، مریم (۱۳۹۴). کاربرد شاخص‌های کمی ژئومورفومتریک در شناسایی پهنه‌های مستعد زمین‌لغزش با استفاده از مدل SVM (مطالعه موردی: آزاد راه پل زال خرم‌آباد). *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۳، ۲۱۳-۱۹۷.

احمدی، حسن (۱۳۸۵). *ژئومورفولوژی کاربردی*، جلد اول (فرسایش آبی)، انتشارات دانشگاه تهران.

احمدی، حسن؛ و فیض نیا، سادات (۱۳۸۵). *سازندهای دوره‌ی کواترنر*، انتشارات دانشگاه تهران.

آرنف، استن (۱۳۷۵). *سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی*، ترجمه سازمان نقشه‌برداری کشور.

تقوایی‌مقدم، ابراهیم؛ و حسینی‌نژاد، مینا (۱۳۹۲). پهنه‌بندی خطر حرکت‌های توده‌ای در حوزه آبخیز طالقان با استفاده از GIS، *یازدهمین کنگره جغرافی‌دانان ایران*.

پورهاشمی، سیما؛ امیر احمدی، ابوالقاسم؛ و اکبری، الهه (۱۳۹۳). انتخاب مدل مناسب از بین روش‌های آماری دومتغیره جهت پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در محیط GIS مطالعه موردی: حوزه‌آبخیز بقیع. *فصل‌نامه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۱۵، ۸۹-۷۱.

دلال اوغلی، علی؛ فتحی، محمدحسین؛ و خوشدل، کاظم (۱۳۹۶). کاربرد روش‌های نوین تصمیم گیری چند شاخصه در برآورد پتانسیل سیل خیزی با تاکید بر عوامل ژئومورفیک (مطالعه موردی: حوضه رودخانه آجر لو چای). *نشریه فضای جغرافیایی*، ۵۹، ۶۷-۸۲.

جعفری، محمدرضا؛ عسگری، شمس‌اله؛ و پیرانی، ایوب (۱۴۰۲). *ارزیابی پتانسیل آسیب‌پذیری زمین لغزش در حوضه‌های منتخب استان های آذربایجان شرقی، اردبیل، ایلام، تهران و مازندران*، انتشارات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

حجازی، اسدالله؛ رضایی مقدم، محمدحسین؛ و ناصری، عدنان (۱۴۰۰). پهنه‌بندی احتمال وقوع زمین لغزش در پایین‌دست سد سنندج. *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۲، ۵۵-۷۰.

رفاهی، حسنقلی (۱۳۸۲). *فرسایش آبی و کنترل آن*، انتشارات دانشگاه تهران.

لجم اورک، مرتضی؛ و پیری، زهرا (۱۴۰۲). پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و فن GIS (مطالعهٔ موردی: شهرستان باغملک)، *نشریه جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۳، ۱۹۵-۲۱۵.

مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد کشاورزی استان ایلام (۱۳۷۳). *مطالعات مرحله توجیهی طرح آبخیزداری حوزه آبخیز چم گردلا ن گزارش خاکشناسی و قابلیت اراضی*. ۸-۲۵

مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد کشاورزی استان ایلام (۱۳۷۳). *مطالعات مرحله توجیهی طرح آبخیزداری حوزه آبخیز چم گردلا ن گزارش هیدرولوژی*.

نظری‌بیاتی، فرنگیس؛ جعفربیگلو، منصور؛ محمدخان، شیرین؛ و مقصودی، مهران (۱۴۰۱). پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش در منطقه کلور با استفاده از مدل ترکیبی قضیه بیز ANP، *نشریه جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۴۲، ۱-۲۲.

سرمد، زهره (۱۳۸۲). *آمار استنباطی گزیده ای از تحلیل های آماری تک متغیره*، انتشارات سمت.

شیرانی، کورش؛ سیف، عبدالله؛ و نصر، احمد (۱۳۹۲). بررسی عوامل موثر بر حرکات توده‌ای برپایه تهیه نقشه‌های پهنه بندی خطر زمین لغزش (مطالعه موردی: ارتفاعات دنای زاگرس)، *فصلنامه علوم زمین*، ۲۳ (۸۹).

شریعت‌جعفری، محسن (۱۳۷۴). *زمین‌لغزش (مبانی و اصول پایداری شیب‌های طبیعی)*. انتشارات سازه.

غیومیان، جعفر؛ فاطمی‌عقدا، سید محمود؛ اشقلی‌فراهانی، عقیل؛ و تشنه‌لب، محمد (۱۳۸۱). پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمشخصه فازی (مطالعه موردی منطقه رودبار گیلان)، *نشریه پژوهش سازندگی*، ۱۵ (۴-۳)، ۶۷-۸۰.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

References

Ahmadabadi, A., Rahmati, M. (2015). Application of quantitative geomorphometric indicators in identifying landslide-prone areas using the SVM model (Case study: Pol-Zal Expressway, Khorramabad). *Quantitative Geomorphology Research*, 3, 197-213. (in Persian)

Ahmadi, H. (2006). *Applied Geomorphology*, Volume 1 (Water Erosion), Tehran University Press. (in Persian)

Ahmadi, H. and Feiznia, S. (2006). Quaternary Formations, Tehran University Press. (in Persian)

Arnaf, A. (2006). *Geographic Information Systems*, translated by the Iranian Mapping Organization. (in Persian)

Dalal Oghli, A., Fathi, M.H., and Khoshdel, K. (2017). Application of modern multi-attribute decision-making methods in estimating flood potential with emphasis on geomorphic factors (Case study: Ajar-Luchay River Basin). *Geographical Space Journal*, 59, 67-82. (in Persian)

Eskandari, M., Nejabet, M., and Soleimanpour, S. M. (2016). Preparation of a zoning map of the risk of mass movements using the multivariate regression method in the Tang-Shol watershed of Fars province, 11th National Conference on Watershed Science and Engineering, Iran. (in Persian)

Ghayoumian, J., Fatemi Aghda, S.M., Ashgholi Farahani, A., and Teshne Lab, M. (2002). Landslide hazard zoning using fuzzy multi-attribute decision-making method (case study of Rudbar region of Gilan), *Journal of Construction Research*, 15 (4-3), 67-80. (in Persian)

Hejazi, A.A., Rezaei Moghadam, M.H., and Nasseri, A. (2013). Landslide probability zoning downstream of Sanandaj Dam. *Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards*, 2, 55-70. (in Persian)

Hosmer, D.W., and Lemeshow, S. (1989). Applied Logistic Regression. *John Wiley & Sons, Inc., New York.*

Jafari, M.R., Asgari, S.A., and Pirani, A. (2013). Landslide vulnerability potential assessment in selected basins of East Azerbaijan, Ardabil, Ilam, Tehran and Mazandaran provinces, *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute Publications*. (in Persian)

Klose, M., and Bodo, D. (2015). Landslide Economics: Concepts and Case Studies. onference: *EGU General Assembly.*

Lajm-e-Orak, M., and Piri, Z. (2013). Landslide risk zoning using the Analytic Hierarchy Process (AHP) model and GIS technology (case study: Baghmalek County), *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 3, 195-215. (in Persian)

Leuven, K. U., and Flemish, G. (2013). Economic valuation of landslide damage in hilly regions: A case study from Flanders, Belgium. *Science of The Total Environment*, 447, 323-336.

Mike, G. S., Palmer, P. D., Harmer. C., and Sharpe, J. (2016). The Economic Impact of Landslides and Floods on the Road Network. *Procedia Engineering*, 143, 1423-1425.

Nazari Bayati, F., Jafar Biglo, M., Mohammad Khan, Sh., and Maghsoudi, M. (1993). Landslide Risk Zoning in the Klor Region Using the Bayesian ANP Theorem Hybrid Model, *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 42, 1-22. (in Persian)

Paoletti, V., Tarallo, D., Matano, F., and Rapolla, A. (2013). Level-2 susceptibility zoning on seismicinduced landslides: An application to Sannio and Irpinia areas, Southern Italy. *Physics and Chemistry of the Earth*, 63, 147-159

Perera, E. N. C., Jayawardana, D. T., Jayasinghe, P., Bandara R. M. S., and Alahakoon, N. (2018). Direct impacts of landslides on socio-economic systems: a case study from Aranayake, Sri Lanka. *Geoenvironmental Disaster*, 5, 1-12.

Pourhashmi, S., Amir Ahmadi, A., and Akbari, A. (2014). Selecting an appropriate model among bivariate statistical methods for landslide hazard zoning in GIS environment: Case study: Baqi watershed. *Quarterly of Geographical Studies of Arid Regions*, 15, 71-89. (in Persian)

Refahi, H. (2003). *Water erosion and its control*, University of Tehran Press. (in Persian)

Sarmad, Z. (2003). *Inferential statistics: a selection of univariate statistical analyses*, Samt Publications. (in Persian)

Shariat Jafari, M. (1994). *Landslide (Fundamentals and Principles of Stability of Natural Slopes*). Sazeh Publications. (in Persian)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]
[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]

Shirani, K., Seif, A., and Nasr, A. (2013). Investigation of factors affecting mass movements based on the preparation of landslide hazard zoning maps (case study: Zagros Denai Heights), *Quarterly Journal of Earth Sciences*, 23 (89). (in Persian)

Soeters, R. and van westen, C. J. (1996). Slope Instability Recognition, Analysis.

Taghvaei Moghadam, A., and Hosseini Nejad, M. (2013). Zoning the Risk of Mass Movements in the Taleghan Watershed Using GIS, *11th Congress of Iranian Geographers*. (in Persian)

Vitoria, F., and Blasio. (2012). Introduction to the physics of landslides, Springer: Berline. *University. Rome.*

Watershed Management, Jihad Keshavarzi Organization, Ilam Province (1994). Studies of the feasibility phase of the Cham Gardlan Watershed Management Plan, *Soil and Land Capability Report*. 8-25. (in Persian)

Watershed Management, Jihad Keshavarzi Organization, Ilam Province (1994). Studies of the feasibility phase of the Cham Gardlan Watershed Management Plan, *Hydrology Report*. (in Persian)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-15]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1403.11.3.6.0]

[DOI: 10.61186/jsaeh.11.3.8]