Kharazmi University

Spatial Analysis Environmental Hazards

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

Assessing the potential of landslides in Sivan basin, Ilam province and the impact of that vulnerability of the region

Mohammad Reza Jafari[1]✉ | Samad Shadfar [2] | Hamidreza Pirevan[3] | Shamsola Asgar[4]

1. Corresponding Author, Department of Natural Resources and Watershed Management Research, Ilam agricultural and natural resources Research and Education, AREEO, Ilam, Iran. E-mail: mg_jafari@yahoo.com
2. Soil Conservation and Watershed Management Research lnstitute, agricultural and natural resources Research and Education, AREEO, Tehran, Iran. E-mail: samad.shadfar@gmail.com
3. Soil Conservation and Watershed Management Research lnstitute, agricultural and natural resources Research and Education, AREEO, Tehran, Iran. E-mail: hrpeyrowan@gmail.com
4. Department of Natural Resources and Watershed Management Research, Ilam agricultural and natural resources Research and Education, AREEO, Ilam, Iran. E-mail: shmsasgari@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 07 May 2023
Accepted 18 January 2025
Published online 10 August 2025

Keywords:
Vulnerability Potential,
Sivan Basin,
landslide,
Information Layers,
Weighting.

ABSTRACT

Objective: The most important goal of this research is to determine the areas susceptible to landslides in the Sivan Basin. In this research, using Google Earth images, field studies, and GPS devices, a map of landslide areas and agricultural uses, natural resources, and road facilities was prepared, so that it could be provided to watershed managers, agriculture, and natural resources, and political managers of the country in terms of time and planning.

Methods: In this research, by preparing a distribution map of landslide areas, destroyed and endangered resources are identified in different vulnerability zones, then the vulnerability potential caused by landslides is classified based on the intensity in each area. For this purpose, the information layers of landslide areas, agricultural lands, forests, residential areas and roads were prepared in the GIS environment. Then, the prepared layers based on the model (Index Overlay) were weighted and classified using the Class Maps Multi method and using expert opinion.

Results: The landslide vulnerability potential map of the Sivan Basin was prepared in five vulnerability classes: very low (19,846 hectares), low (1,793 hectares), medium (741 hectares), high (2,089 hectares), and very high (871 hectares).

Conclusions: In the Sivan basin, 44 landslides were identified, 17 of which could be measured and investigated in the field, 10 were in mountainous areas without communication roads and were inaccessible, 12 were not identified at all in the field, and 5 were leveled due to land use change to gardens and facilities. In this study, it was determined that the most damage caused by landslides in the Sivan basin is related to communication roads and forest areas, which are in the high and very high vulnerability range, agricultural lands are in the medium vulnerability range, and the least is related to residential areas, which are in the very low and low range.

Cite this article: Jafari, M.R., Shadfar, S., Pirevan, H.R., & Asgar, Sh. (2025). Assessing the potential of landslides in Sivan basin, Ilam province and the impact of that vulnerability of the region. *Spatial Analysis Environmental Hazards*, 12 (1 & 45), 21-34. http//doi.org/10.61882/jsaeh.12.1.45.21

© The Author(s)
DOI: http//doi.org/10.61882/jsaeh.12.1.45.21

Publisher: Kharazmi University

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The most important goal of this research is to determine the areas susceptible to landslides in the Sivan Basin. In this research, using Google Earth images, field studies, and GPS devices, a map of landslide areas and agricultural uses, natural resources, and road facilities was prepared, so that it could be provided to watershed managers, agriculture, and natural resources, and political managers of the country in terms of time and planning.

Methods

In this research, by preparing a distribution map of landslide areas, destroyed and endangered resources are identified in different vulnerability zones, then the vulnerability potential caused by landslides is classified based on the intensity in each area. For this purpose, the information layers of landslide areas, agricultural lands, forests, residential areas and roads were prepared in the GIS environment. Then, the prepared layers based on the model (Index Overlay) were weighted and classified using the Class Maps Multi method and using expert opinion.

Results

Based on the results of this research, 44 landslides were identified in the Sivan Basin. Some of these landslides are located along communication routes, agricultural lands, forests, and residential areas, which were examined and measured. However, some were only identified based on geological maps and Google Earth and were not accessible and measured in the field, or were not identified at all in nature. In fact, of the 44 landslides identified, 17 were measurable and measured in the field, 10 were in mountainous areas and lacked communication routes and were inaccessible, 12 were not identified at all in the field, and 5 were leveled due to change of use to gardens and facilities.

Conclusion

According to the research results, determining areas susceptible to landslides in the studied basin is a necessity so that by preparing a map of landslide areas and agricultural uses, natural resources, and road facilities, it will be practically possible in terms of time and planning for watershed managers, agriculture, and natural resources, and political managers of the country.

Keywords: Vulnerability Potential, Sivan Basin, landslide, Information Layers, Weighting.

Author Contributions

- **First Author:** Preparation of the research report, data analysis, preparation of maps and information layers.
- **Second Author:** Preparation of the research report, data analysis.
- **Third Author:** Data analysis.
- **Fourth Author:** Preparation of maps and information layers.

Data Availability Statement

Data available upon request from the authors.

Acknowledgements

The authors would like to thank all participants of the present study.

Ethical considerations

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]

[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

The authors have observed ethical principles in conducting and publishing this scientific research, and this is confirmed by all of them.

Funding
This article has no financial support.

Conflict of interest
The authors declare no conflict of interest.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

دانشگاه خوارزمی

تحلیل فضایی مخاطرات محیطی

شاپا الکترونیکی: ۵۱۴۶- ۲۵۸۸

Homepage: https://khu.ac.ir

ارزیابی پتانسیل زمین لغزش‌های حوضه سیوان، استان ایلام و تأثیر آن در آسیب پذیری منطقه

محمدرضا جعفری[۱] ✉ | صمد شادفر[۲] | حمیدرضا پیروان[۳] | شمس اله عسگری[۴]

۱. نویسنده مسئول، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: mg_jafari@yahoo.com

۲. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: samad.shadfar@gmail.com

۳. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: hrpeyrowan@gmail.com

۴. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: shmsasgari@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۵/۱۹

کلیدواژه‌ها:
پتانسیل آسیب پذیری،
حوضه سیوان،
زمین لغزش،
لایه های اطلاعاتی،
وزن دهی.

چکیده

هدف: مهمترین هدف این تحقیق تعیین مناطق مستعد آسیب‌پذیری در اثر پدیده زمین‌لغزش در حوضه سیوان است. در این پژوهش با استفاده از تصاویر Google Earth و مطالعات میدانی و دستگاه GPS، نقشه مناطق لغزشی و کاربری‌های کشاورزی، منابع طبیعی و تأسیسات جاده‌ای تهیه و تا امکانی از لحاظ زمانی و برنامه‌ریزی، برای مدیران حوزه‌های آبخیزداری، کشاورزی و منابع طبیعی و مدیران سیاسی کشور فراهم گردد.

روش پژوهش: در این پژوهش با تهیه نقشه پراکنش مناطق زمین‌لغزش، منابع تخریب یافته و در معرض خطر در پهنه‌های مختلف آسیب‌پذیری شناسایی، سپس پتانسیل آسیب‌پذیری ناشی از زمین لغزش بر اساس میزان شدت در هر منطقه، طبقه‌بندی می‌گردد. برای این منظور ابتدا لایه‌های اطلاعاتی مناطق لغزشی، اراضی زراعی، جنگلی، مناطق مسکونی و جاده‌ها در محیط GIS تهیه گردید. سپس لایه‌های تهیه شده بر اساس مدل Index Overlay به روش Multi Class Maps و با استفاده از نظر کارشناسی وزن‌دهی و طبقه‌بندی شد.

یافته‌ها: نقشه پتانسیل آسیب‌پذیری زمین‌لغزش‌های حوضه سیوان در پنج کلاس آسیب‌پذیری خیلی کم (۱۹۸۴۶ هکتار)، کم (۱۷۹۳ هکتار)، متوسط (۷۴۱ هکتار)، زیاد (۲۰۸۹ هکتار) و خیلی زیاد (۸۷۱ هکتار) تهیه گردید.

نتیجه‌گیری: در حوضه سیوان ۴۴ لغزش تعیین گردید که تعداد ۱۷ مورد آن قابل اندازه‌گیری و بررسی میدانی بود، ۱۰ مورد در مناطق کوهستانی و فاقد راه ارتباطی بوده و غیر قابل دسترسی و ۱۲ مورد آن اصلاً در عرصه شناسایی نشد و ۵ مورد به دلیل تغییر کاربری به باغات و تأسیسات تسطیح شده است. در این پژوهش مشخص گردید بیشترین خسارت‌های ناشی از زمین‌لغزش‌های حوضه سیوان به‌ترتیب مربوط به راه‌های ارتباطی و مناطق جنگلی هست که در محدوده آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند، اراضی زراعی در محدوده آسیب‌پذیری متوسط و کمترین مربوط به مناطق مسکونی هست که در محدوده خیلی کم و کم قرار دارد.

استناد: جعفری، محمدرضا؛ شادفر، صمد؛ پیروان، حمیدرضا؛ و عسگری، شمس اله (۱۴۰۴). ارزیابی پتانسیل زمین لغزش های حوضه سیوان، استان ایلام و تأثیر آن در آسیب پذیری منطقه. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۱۲ (۱ و ۴۵)، ۲۱-۳۴. http//doi.org/10.61882/jsaeh.12.1.45.21

ناشر: دانشگاه خوارزمی

© نویسندگان

CC BY NC

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]

[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

مقدمه

به طور کلی زمین لغزش عبارت است از جابه‌جایی توده‌ای از سنگ یا خاک که معمولاً به طور طبیعی و تحت تأثیر عوامل مختلف 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 فراوانی 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 و به ویژه زمین‌لغزش 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. 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 زمین لغزش 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 زمین‌لغزش، 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 می‌دانند 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 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

[1] - Vitoria & Blasio
[2] - Pauliti

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

پدیده زمین‌لغزش همه ساله در اکثر استان‌های کشور باعث خسارت‌های اقتصادی به مناطق روستایی و شهری و همچنین به تأسیساتی از قبیل جاده‌ها، خطوط آبرسانی، گاز و انتقال نیرو می شود (کاخی و غفوری، ۱۹۹۷). این پدیده می‌تواند ناشی از عوامل متعدد زمین‌شناسی، ژئومورفولوژیکی، هیدرولوژی، بیولوژی و انسانی باشد (سایدیال و اوچیبا[1]، ۲۰۰۶).

نتایج بررسی خطر زمین‌لغزش و تحلیل ریسک‌پذیری آن در نواحی روستایی در دامنه شمالی سهند نشان می‌دهد که۶۰ درصد آبادی‌های منطقه با ۱۷۵۳۱ نفر جمعیت در نواحی با خطر متوسط و ۲۰ درصد روستاها با ۲۳۴۸ نفر جمعیت در محدوده‌های با خطر زیاد زمین‌لغزش زندگی می‌کنند (کرمی و رجبی، ۲۰۰۸). برخی از خسارت‌های زمین‌لغزش ملموس می‌باشند مانند تخریب واحدهای مسکونی، تجاری، اداری، اراضی کشاورزی و نیز تأسیسات زیربنائی مانند راه‌ها و شبکه‌های آب، برق و تلفن (آن‌بالانگان و سینگ[2]، ۱۹۹۱). لوون و فلمیش[3] (۲۰۱۳)، آسیب‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از زمین‌لغزش در مناطق هیلی در فلاندر بلژیک به مساحت۲۹۱۰ 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[4]، ۲۰۱۶). یکی از بزرگترین زمین‌لغزش‌های ثبت شده در تاریخ سریلانکا به منطقه آرانایاک مربوط می‌شود. این زمین لغزش با تخریب باغات و خانه باغ‌های منطقه ثاثیرات زیادی از نظر اقتصادی و اجتماعی بر جوامع روستایی منطقه داشته است (پررا[5] و همکاران، ۲۰۱۸). کلوز و دام[6] (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 مخاطره آمیز با روش علمی و دقیق می‌تواند در راستای کاهش ریسک، مناسب‌ترین راه از نظر صرف هزینه و زمان باشد لجم اورک و پیری (۱۴۰۲)، نشان دادندکه 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. از نظر حجازی و همکاران (۱۴۰۰)، ارزیابی زمین‌لغزش‌های مناطق مخاطره‌آمیز با روش علمی و دقیق می‌تواند در راستای کاهش ریسک، مناسب ترین راه از نظر صرف هزینه و زمان باشد.

در حوزه آبخیز سیوان اشکال مختلف حرکات توده‌ای به‌ویژه در مسیر راه‌های ارتباطی، اراضی زراعی و مسکونی وجود دارد. از طرفی منابع آب حوضه سیوان مهمترین منبع تأمین آب شرب شهر ایلام و روستاهای اطراف را تشکیل داده و بر روی سازندهای زمین‌شناسی سست و حساس قرار گرفته است. با توجه به این‌که اقتصاد مردم منطقه بر اساس فعالیت‌های کشاورزی و دامداری می‌باشد و ارتباط مرکز استان (شهرستان ایلام) با شهرستان‌های دره‌شهر، بدره و آبدانان و همچنین ارتباط با استان لرستان از طریق راه‌های ارتباطی این حوضه است، لذا لزوم تعیین مناطق مستعد آسیب‌پذیری در اثر پدیده زمین‌لغزش در حوضه مورد پژوهش مهمترین هدف این تحقیق است و به یک ضرورت تبدیل شده است. بنابراین در این پژوهش سعی بر آن است با استفاده از تصاویر Google Earth و مطالعات میدانی و دستگاه GPS، نقشه مناطق لغزشی و کاربری‌های کشاورزی، منابع طبیعی و تأسیسات جاده‌ای تهیه و عملاً، امکانی از لحاظ زمانی و برنامه‌ریزی برای مدیران حوزه‌های آبخیزداری، کشاورزی و منابع طبیعی و مدیران سیاسی کشور فراهم می‌گردد.

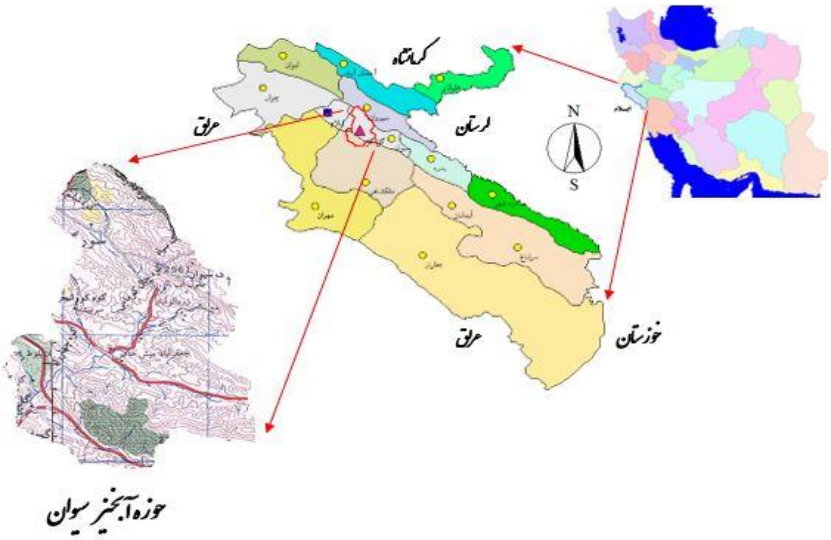
روش‌شناسی پژوهش

۱. قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

[1] - Sidle & Ochiai
[2] - Anbalagan & Singh
[3] - Leuven & Flemish
[4] - Mike et al
[5] - Perera
[6] - Klose & Damm

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

منطقه مورد پژوهش تحت عنوان واحد هیدرولوژیک گل‌گل از زیرحوضه‌های مهم سیوان بوده و با مساحت حدود ۲۵۳ کیلومترمربع در محدوده جغرافیایی ۲۵ً ۳۳° تا ۳۹َ ۳۳° عرض شمالی و ۲۷َ ۴۶° تا ۳۹َ ۴۶° طول‌شرقی بین حوضه‌های ایلام، سیروان، دره‌شهر و چنگوله قرار دارد. مهم‌ترین رود این حوضه رودخانه کنجانچم است که از اتصال دو رودخانه چاویز و سیوان تشکیل شده است. کمترین ارتفاع حوضه ۱۰۶۸ متر و بیشترین ارتفاع نیز در کوه قلارنگ واقع در شمال حوضه ۲۵۸۰ متر از سطح دریا می‌باشد. مراکز عمده جمعیتی حوضه شامل روستاهای سیوان علیا، سیوان سفلی، بهرام‌آباد و بوستانه می‌باشد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۲). شکل ۱ محدوده منطقه مورد مطالعه را در نقشه استان و کشور نشان می‌دهد.



شکل ۱. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه استان ایلام و کشور

۲. داده‌ها و روش کار

در این پژوهش به‌منظور شناسایی، قابلیت در دسترس بودن، اندازه‌گیری وسعت، مناطق تحت تأثیر لغزش و همچنین طبقه‌بندی زمین لغزش‌های حوضه سیوان از نظر شدت و میزان تخریب منابع و اراضی، بر اساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تصاویر Google Earth، نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ شرکت ملی نفت و بازدید میدانی اقدام شد. در این راستا ابتدا نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی با استفاده از نرم افزار Ilwls به محیط GIS فراخوان و رقومی گردید. سپس محدوده مورد تحقیق بر روی نقشه‌ها ترسیم و لغزش‌های تعیین شده بر اساس تصاویر Google Earth و زمین شناسی بر روی آن‌ها منتقل و جانمایی گردید. در ادامه مهمترین معیارها و شاخص‌های آسیب‌پذیر متأثر از زمین لغزش شامل اراضی جنگلی، اراضی زراعی، مناطق مسکونی و راه‌های ارتباطی تعیین و لایه های اطلاعاتی آنها تهیه گردید. در نهایت پروژه در دو فاز به شرح ذیل انجام گردید:

فاز I– تهیه نقشه پراکنش زمین لغزش

در این مرحله با بررسی نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر Google Earth، نقشه‌های زمین‌شناسی بازدیدهای میدانی و استفاده از دستگاه GPS، نقشه مناطق لغزشی در قالب یک لایه پلیگونی تولید گردید. همچنین موقعیت لغزش‌ها از نظر مسافت نسبت به راه‌های ارتباطی، مناطق مسکونی، اراضی زراعی، جنگلی و مراتعی مشخص گردید.

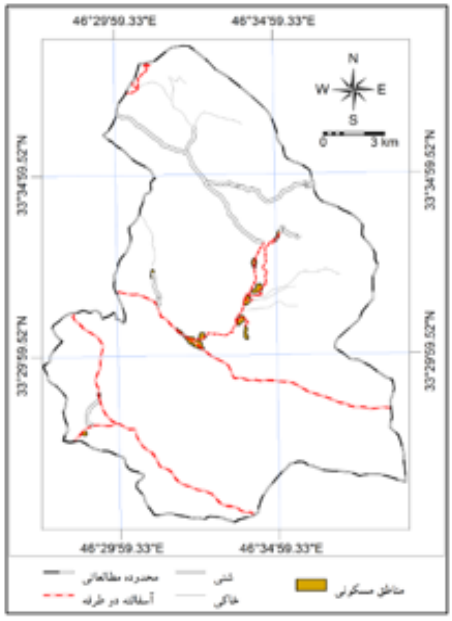
فاز II– تهیه لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز

الف- استخراج لایه‌های اطلاعاتی مناطق مسکونی و راه‌های ارتباطی: با استفاده از نقشه توپوگرافی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، تصاویر Google Earth و بازدیدهای میدانی، نقشه پراکنش مناطق مسکونی، تاسیسأت و راه‌های ارتباطی حوضه تهیه گردید (شکل ۲).

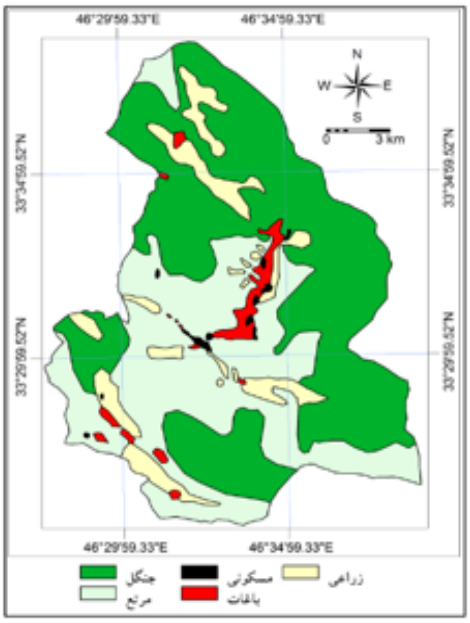
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

ب – نقشه کاربری اراضی (اراضی کشاورزی، جنگلی و مرتعی منطقه): این نقشه قبلاً بر اساس تصاویر ماهواره لندست ۸ سال ۱۳۹۲ (زمان تهیه نقشه کاربری اراضی استان ایلام)، در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شده است.

در این تحقیق به منظور دقت بیشتر در تهیه نقشه کاربری اراضی حوضه مورد مطالعه بر اساس استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شده است. روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده با توجه به قابلیت‌های نرم‌افزار Ilwis[1] شامل روش‌های بیشترین احتمال، کمترین فاصله از میانگین و متوازی‌السطح می‌باشد. لذا روش بیشترین احتمال از بین روش‌های ذکر شده انتخاب شد. با توجه به این‌که تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این تحقیق مربوط به سال ۲۰۱۳ میلادی می‌باشند، در زمان اجرای پروژه کاربری اراضی استان ایلام، با انجام عملیات کنترل صحرایی و استفاده از GPS[2] دستی و انتخاب ۱۵۰ نقطه کنترل زمینی (برای تعیین نمونه‌های تعلیمی)، انتخاب و کاربری‌های مشخص شده در نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ استان اصلاح و بروز گردید (شکل ۳).



شکل۲. نقشه مناطق مسکونی و راه‌های ارتباطی حوضه



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی حوضه

ج– تهیه نقشه‌های وزنی: برای اعمال نمودن وزن کاربری‌های مشخص شده در لایه‌های اطلاعاتی (راه‌های ارتباطی، اراضی زراعی، مناطق جنگلی، مرتعی و مسکونی) مناطق آسیب‌پذیر، ابتدا لازم بود برای هرکدام از لایه‌های یاد شده ارزش عددی تعریف شود. بنابراین در این پژوهش به‌منظور اولویت‌بندی مناطق از نظر پتانسیل آسیب‌پذیری، در محیط GIS به واحدهای لایه‌های اطلاعاتی مؤثر در وقوع لغزش وزن (امتیاز) داده شد. در واقع در این روش، واحدهای لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده براساس دانش و تجربه شخص محقق (بنابر میزان تأثیر واحدهای هر لایه اطلاعاتی بین صفر تا ۱۰ امتیاز در نظر گرفته می‌شود. در این تحقیق برای لایه واحدهای لغزشی وزن۱۰، جاده وزن ۸، جنگل وزن ۵، اراضی زراعی ۴ و مناطق مسکونی وزن ۳ در نظر گرفته شده است) وزن‌دهی و با هم تلفیق می‌شوند. نقشه حاصل از این تلفیق به درجات مختلف خطر طبقه‌بندی می‌گردد وزن واحدها در هر لایه اطلاعاتی بر اساس مدل Multi Class Map به‌شرح جداول (۱) تا (۵) داده شده است.

جدول ۱. وزن هر واحد لایه لغزش در مدل Multi Class Map

لایه مناطق لغزشی	Multi Class Map (۰ تا ۱۰)	امتیاز نهایی برحسب امتیاز لایه (۱۰)
فعال	۱۰	۱۰۰
غیرقابل دسترسی	۷	۷۰

[1] - Integrated Land and Water Information System
[2] - Global Positioning System

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

شناسایی نشده	۵	۵۰
تسطیح شده	۰	۱

جدول ۲. وزن هر واحد لایه جاده در مدل Multi Class Map

لایه راه‌های ارتباطی	Multi Class Map(۰ تا ۱۰)	امتیاز نهایی برحسب امتیاز لایه (۸)
اصلی	۱۰	۸۰
فرعی	۵	۴۰
سایر	۰	۱

جدول ۳. وزن هر واحد لایه جنگل در مدل Multi Class Map

لایه مناطق جنگلی	Multi Class Map (۰ تا ۱۰)	امتیاز نهایی برحسب امتیاز لایه (۵)
جنگل	۱۰	۵۰
غیر جنگل	۵	۲۵
سایر	۰	۱

جدول ۴. وزن هر واحد لایه زراعی در مدل Multi Class Map

لایه اراضی زراعی	Multi Class Map (۰ تا ۱۰)	امتیاز نهایی برحسب امتیاز لایه (۴)
زراعی	۱۰	۴۰
غیر زراعی	۵	۲۰
سایر	۰	۱

جدول ۵. وزن هر واحد لایه مسکونی در مدل Multi Class Map

لایه مسکونی	Multi Class Map(۰ تا ۱۰)	امتیاز نهایی برحسب امتیاز لایه (۳)
مسکونی	۵	۱۵
غیر مسکونی	۳	۹
سایر	۰	۱

در این مدل علاوه بر وزن‌دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی به هر لایه اطلاعاتی بر اساس اهمیت آن در آسیب‌پذیری وزن داده می‌شود (استاندارد سازی). طبق این مدل وزن دهی بین ۰ تا ۱۰ در نظر گرفته شده است و ارزش هر پیکسل در نقشه خروجی طبق رابطه ۱ تعیین می‌شود (سلطانی، ۱۳۸۱).

رابطه ۱

$$s = \frac{\sum_{i}^{n} s_{ij} w_i}{\sum_{i}^{n} w_i}$$

S= ارزش هر پیکسل در نقشه نهایی S_{ij} = وزن هر واحد j ام از نقشه i ام W_i= وزن نقشه i ام

- تلفیق لایه‌های وزنی بر اساس روابط حاکم بر مدل مورد استفاده در تحقیق

پس از تهیه لایه‌های وزنی مربوط به هر یک از معیارها (واحدهای لغزشی، مناطق جنگلی، راه‌های اراتباطی، اراضی زراعی و مناطق مسکونی) برای انجام عملیات ریاضی روی لایه‌های یاد شده، تمامی این لایه‌ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی به فرمت رستری تبدیل گردید. به‌عبارتی با توجه به اهمیت هر یک از لایه‌های اطلاعاتی (نقشه‌ها) در تهیه نقشه آسیب‌پذیری مناطق لغزشی، برای لایه واحدهای لغزشی وزن۱۰، جاده وزن ۸، جنگل وزن ۵، اراضی زراعی ۴ و مناطق مسکونی وزن ۳ در نظر گرفته شده است. سپس از طریق تابع Raster Calculator طبق رابطه ۲ با یکدیگر تلفیق و منطقه مورد مطالعه از نظر آسیب‌پذیری پهنه‌بندی گردید.

Suit mu= (10*landslaid) + (8*road) + (5*forest) + (4*agricultural) + (3*residential)/30 رابطه۲

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

– نقشه پتانسیل آسیب‌پذیری (vulnerability) حوضه سیوان

به‌منظور تولید و ارائه نقشه آسیب‌پذیری، بعد از تهیه و تلفیق لایه‌های وزنی، ابتدا بر اساس هیستوگرام طبقه‌بندی کمی لایه اطلاعاتی، دامنه هر واحد مؤثر در لغزش تعیین، سپس نقشه وزنی کمی مناطق آسیب‌پذیر ناشی از زمین‌لغزش تولید گردید (شکل ۱۱).

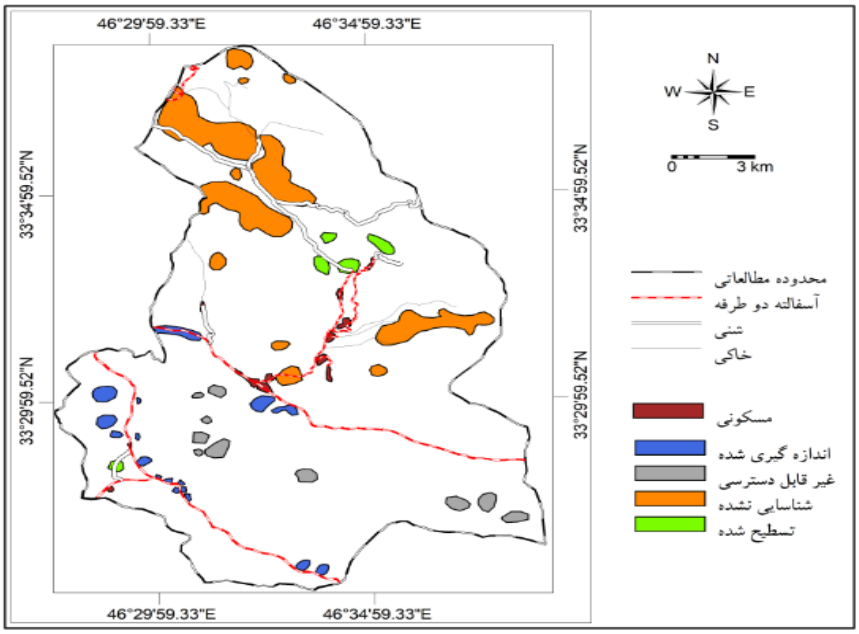
– طبقه‌بندی نقشه پتانسیل آسیب‌پذیری حوضه

نقشه مناطق آسیب‌پذیر از نظر کیفی به پنج کلاس خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد طبقه‌بندی شد (شکل ۱۲).

یافته‌های پژوهش

۱. نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌های حوضه سیوان

با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و مطالعات میدانی و استفاده از دستگاه GPS، نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌های حوضه سیوان تهیه شد. بر این اساس تعداد ۴۴ لغزش تعیین گردید. برخی از این لغزش‌ها در مسیر راه‌های ارتباطی، اراضی زراعی، جنگلی و مناطق مسکونی قرار دارند، که مورد بررسی و اندازه‌گیری قرارگرفتند. اما برخی نیز فقط براساس نقشه‌های زمین‌شناسی و Goole Earth مشخص شده و قابل دسترسی و اندازه‌گیری میدانی نبوده و یا اصلاً در طبیعت شناسایی نشدند. در واقع از ۴۴ لغزش تعیین شده، تعداد ۱۷ مورد آن قابل اندازه‌گیری و بررسی میدانی بود، ۱۰ مورد در مناطق کوهستانی و فاقد راه ارتباطی بوده و غیر قابل دسترسی و ۱۲ مورد آن اصلاً در عرصه شناسایی نشدند و ۵ مورد به دلیل تغییر کاربری به باغات و تأسیسات تسطیح شده است (شکل ۴). شکل ۵ (الف، ب) نمونه لغزش‌های رخ داده در حوضه سیوان را نشان می‌دهد.



شکل۴. نقشه موقعیت لغزش‌های مورد بررسی در حوضه سیوان

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

شکل ۵. الف و ب نمونه لغزش‌های حوضه سیوان

۲. لایه‌های وزنی حوضه

- لایه وزنی زمین لغزش

در حوضه سیوان در تمام سازندهای زمین‌شناسی از قدیم به جدید شامل سروک، ایلام، گورپی، پابده، آسماری و رسوبات عهد حاضرزمین لغزش اتفاق افتاده است، اما بیشترین شناسایی شده در تشکیلات سروک و مجاورت کواترنر قرار دارند. این مناطق نیز شامل کاربری‌های جنگلی، مرتعی و همچنین اراضی زراعی می‌باشد. طبق لایه تهیه شده وزنی زمین‌لغزش‌های حوضه، وسعت مناطق متأثر از لغزش، به ترتیب شامل پنج کلاس خیلی کم ۱۹۸۶۴، کم ۱۷۹۳، متوسط ۷۴۱، زیاد ۲۰۸۹ و خیلی زیاد ۸۴۱ هکتار برآورد گردید (شکل ۶).

-لایه وزنی راه‌های ارتباطی

بر اساس روی هم‌اندازی لایه اطلاعاتی زمین لغزش‌ها (ovrlay) و لایه راه‌های ارتباطی حوضه، وسعت محدوده راه‌های ارتباطی متأثر از آسیب زمین‌لغزش در دو کلاس زیاد و خیلی زیاد به ترتیب ۲۱۹۱ و ۲۱۶۶ هکتار برآورد گردید (شکل ۷).

- لایه وزنی مناطق جنگلی

طبق این لایه وسعت مناطق جنگلی متأثر از زمین لغزش در این حوضه حدود ۱۳۱۵۴ هکتار برآورد گردید (شکل۸).

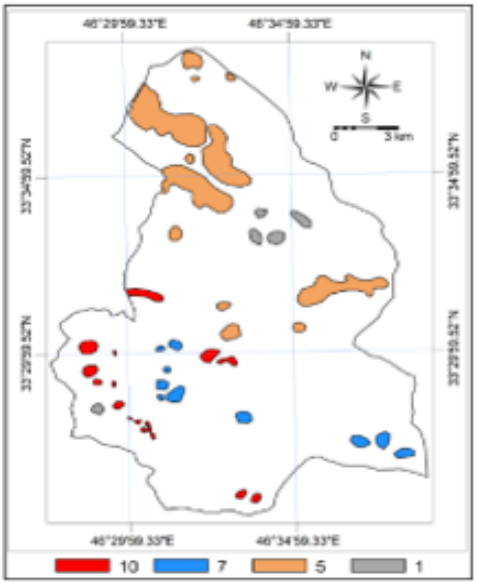
- لایه وزنی اراضی زراعی

وسعت اراضی زراعی متأثر از وقوع زمین‌لغزش در این حوضه در دو کلاس زیاد و خیلی زیاد به ترتیب حدود ۱۳۶۳و ۹۹۸ هکتار برآورد گردید (شکل ۹).

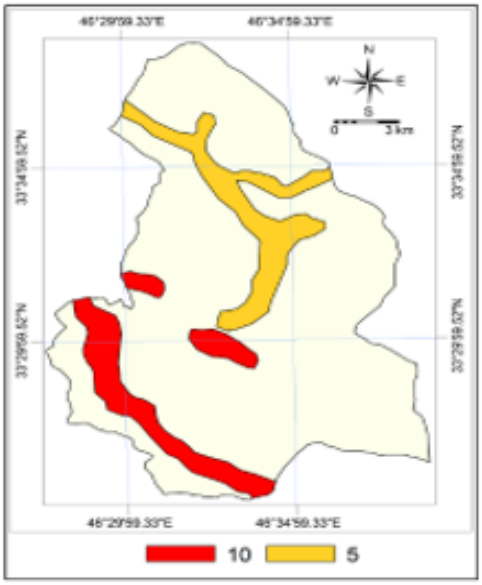
- لایه وزنی مناطق مسکونی

اگرچه در حوضه سیوان به واحدهای مسکونی آسیبی ناشی از پدیده زمین‌لغزش نرسیده است، منتهی از نظر پتانسیل آسیب‌پذیری در کلاس خیلی زیاد قرار دارد و وسعتی حدود ۱۲۳ هکتار را شامل می‌گردد (شکل ۱۰). شکل‌های ۶ الی ۱۰ به ترتیب لایه‌های وزنی مناطق لغزشی را جهت مدل‌سازی پتانسیل آسیب‌پذیری حوضه را نشان می‌دهد.

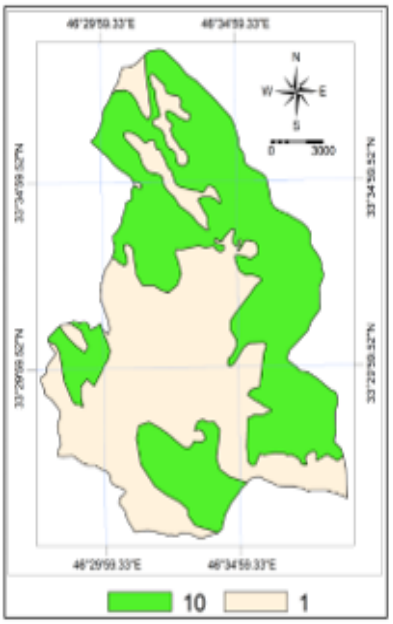
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]



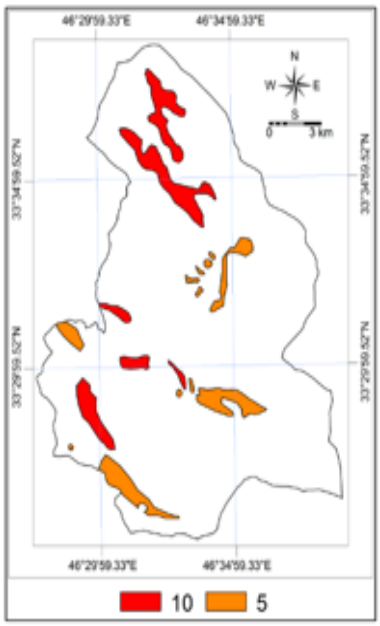
شکل ۶. لایه وزنی مناطق لغزشی حوضه سیوان



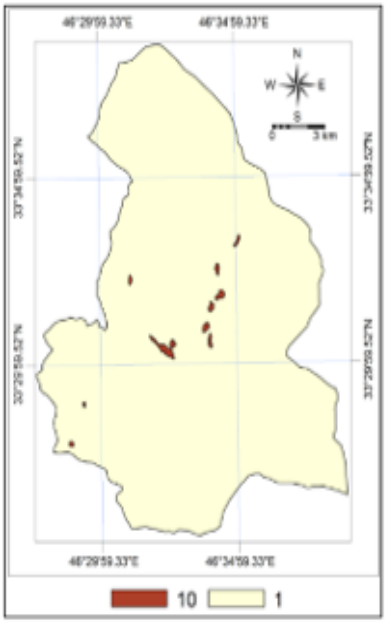
شکل ۷. لایه وزنی راه‌های ارتباطی حوضه سیوان



شکل ۸. لایه وزنی مناطق جنگلی حوضه



شکل ۹. لایه وزنی اراضی زراعی حوضه

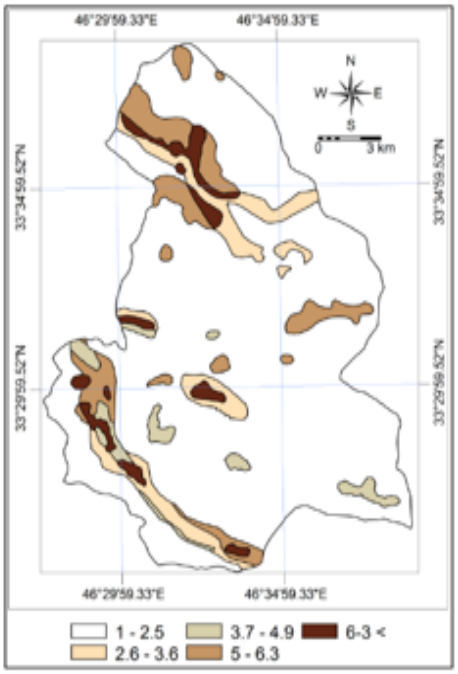


شکل ۱۰. لایه وزنی مناطق مسکونی حوضه

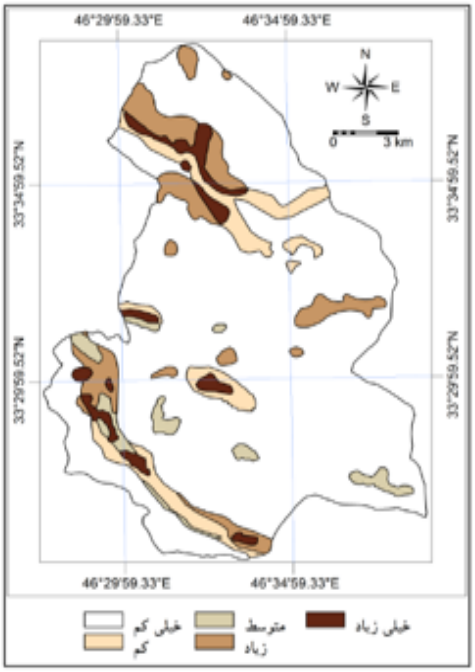
۳. نقشه پتانسیل آسیب‌پذیری حوضه

حوضه سیوان بر اساس مدل Multi Class Map از نظر طبقات آسیب‌پذیری به پنج کلاس آسیب‌پذیری خیلی کم (۱۹۸۴۶ هکتار)، کم (۱۷۹۳ هکتار)، متوسط (۷۴۱ هکتار)، زیاد (هکتار ۲۰۸۹) و خیلی زیاد (۸۷۱ هکتار) تفکیک و پهنه‌بندی گردید (شکل‌های ۱۱و ۱۳).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]



شکل ۱۱. نقشه کمی پتانسیل آسیب‌پذیری حوضه سیوان



شکل ۱۲. نقشه کیفی پتانسیل آسیب‌پذیری حوضه سیوان

۴. نتایج ارزیابی پایداری محیطی حوضه

در حوضه سیوان اشکال مختلف حرکات توده‌ای در اکثر نقاط حوضه و به‌ویژه در مسیر راه‌های ارتباطی، مناطق جنگلی، اراضی زراعی و مسکونی وجود دارد و همچنین این حوضه مهمترین منبع تأمین آب شرب شهرستان ایلام و روستاهای اطراف را تشکیل داده و روی سازندهای زمین‌شناسی سست و حساس به فرسایش قرار گرفته است، لذا در این حوضه پایداری محیطی بسیار متأثر از پدیده زمین‌لغزش در مناطق مختلف لغزشی حوضه می‌باشد. به عبارتی به دنبال آسیب‌پذیری حوضه ناشی از پدیده زمین‌لغزش، اثرات آن در تخریب مناطق جنگلی، مرتعی و به ویژه اراضی زراعی مشخص می‌گردد. از طرفی با توجه به این‌که جاده اصلی شهر ایلام (مرکز استان) به طرف شهرستان‌های بدره، دره شهر و آبدانان از حوضه سیوان می‌گذرد، در فصل زمستان وقوع پدیده لغزش که در دامنه‌های مجاور مسیر مذکور اتفاق می‌افتد، ضمن خسارت‌های فراوان به جاده، باعث مسدود شدن راه و مشکلات عدیده‌ای برای اهالی منطقه، مسافرین استان و حتی استان‌های لرستان و خوزستان می‌گردد. بنابراین با توجه به لزوم تعیین پتانسیل آسیب‌پذیری پدیده زمین‌لغزش به منظور ارزیابی پایداری محیطی حوضه سیوان در استان ایلام، تحقیق حاضر با استفاده از مدل Multi class map در محیط GIS انجام گردید. مشابه این تحقیق قبلاً توسط حائری و سمیعی (زارعی و همکاران، ۲۰۱۸؛ خلیلی زاده و مجتبی، ۱۳۸۸)، تیلسن[1] (علیمحمدی و همکاران ۲۰۱۴ و سلیمانپور و همکاران، ۲۰۱۶)، کوپتا و جوشی[2] (کریمی و همکاران، ۲۰۱۳)، (فیض‌نیا و همکاران، ۲۰۱۳) و وانگ[3] و همکاران (۲۰۱۲) انجام شده است. ابراهیمی و همکاران (۲۰۱۲)، نیز در پتانسیل-سنجی مناطق مستعد لغزش در حوضه لاسم واقع در جنوب‌شرقی دماوند (مرز بین استان مازندران و تهران)، منطقه را به پنج طبقه خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تفکیک کردند. در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوزه‌آبخیز تجن ساری از این روش استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که مدل Index overlay مناسب‌ترین مدل برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوضه مورد مطالعه می‌باشد. از نظر شادفر و سلطانی (۱۳۸۵) مدل Multi class map مناسب‌ترین مدل جهت پهنه‌بندی خطرزمین لغزش می‌باشد.

[1] -Tilcen
[2] - kopta &Joshi
[3] - Wang

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

در خصوص پایداری حوضه نسبت به پدیده زمین لغزش، نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که عمده خسارت‌های محیطی پدیده زمین لغزش در حوضه سیوان مربوط به تخریب مناطق جنگی، اراضی زراعی و راه‌های موصلاتی است. به طور کلی سیاست‌های کاهش خسارات زمین‌لغزش را می‌توان به سه سیاست کلی شامل سیاست مناسب توسعه، سیاست پیشگیر (سعی بر حفظ وضع موجود) و سیاست درمانی (کم هزینه تا پرهزینه) تقسیم نمود که می‌بایست آن‌ها را بر اساس دو عامل میزان خطر و میزان آسیب‌پذیری برای پهنه‌های مختلف ریسک زمین‌لغزش اعمال نمود (مصفایی و همکاران، ۱۳۹۹؛ کرمی و رجبی، ۲۰۰۸)، نیز نشان داد بیشترین خسارت زمین‌لغزش در نواحی روستایی دامنه شمالی کوهستان سهند مربوط به مناطق جنگلی، زمین‌های کشاورزی، خطوط انتقال نیرو و راه‌های ارتباطی بوده است. طبق اظهارات میک و همکاران (۲۰۱۶) حتی در صورت عدم وجود صدمات و تلفات جدی ناشی از زمین لغزش، اما می‌تواند تأثیرات اقتصادی و اجتماعی مهمی در منطقه وقوع داشته باشد.

بحث

زمین‌لغزش 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.

در حوضه سیوان، بیشترین وقوع زمین‌لغزش‌ها در کاربری‌های جنگلی اتفاق افتاده است. دلیل این امر به وسعت زیاد اراضی جنگلی و دخالت‌های بی‌جا و غیراصولی انسان بر می‌گردد. همچنین خشکیدگی درختان جنگلی (به‌ویژه تاج پوشش و تنه درختان که سبب کاهش مقدار و سرعت جریان آب سطحی در دامنه‌ها می‌شود) به دلیل خشک‌سالی‌های چند ساله اخیر، مضاعف بر عوامل مؤثر بر وقوع پدیده زمین‌لغزش گردیده است. بررسی فاصله از جاده‌ها و رودخانه‌ها نیز نشان می‌دهد که بیشتر زمین‌لغزش‌های اتفاق افتاده به‌ترتیب در فواصل صفر تا ۱۰۰ و صفر تا ۵۰۰ متری عوامل مذکور رخ داده است که به‌خوبی همبستگی وقوع زمین‌لغزش با حریم جاده و آبراهه را نشان می‌دهد. توسعه فرآیند جاده‌سازی به عنوان یکی از عوامل تخریب عرصه‌های منابع طبیعی مبحثی مهم به شمار می‌آید. با توجه به این‌که بسیاری از خسارت‌های وقوع لغزش به دلیل عدم رعایت اصول صحیح احداث راه‌ها، ساخت و ساز و کانال‌های انتقال آب، تغییر مسیر رودخانه و تغییر کاربری زمین بوجود آمده‌اند، ارزیابی دقیق مناطق حساس به زمین لغزش برای دستگاه‌های اجرایی اهمیت بسیاری دارد. در حوضه مورد پژوهش در خصوص ساخت و سازهای مربوط به مناطق مسکونی (روستای) اصول ایمنی مکانی رعایت شده و تاکنون گزارشی مربوط به تخریب منازل مسکونی ناشی از پدیده زمین‌لغزش ارائه نشده است.

بررسی محیطی حوضه نشان می‌دهد که کلیه خطوط ارتباطی موصلاتی در معرض خطر زمین لغزش قرار داشته و دارد. با توجه به وسعت مناطق جنگلی، سازندهای حساس به فرسایش حوضه و توسعه راه‌سازی، وقوع پدیده لغزش در این مناطق محتمل بوده و در چند سال اخیر لغزش‌های جدیدی در این حوضه و به‌ویژه در مناطق جنگلی و در مسیر راه‌سازی اتفاق افتاده است. اگرچه گزارشی در خصوص خسارت‌های زمین‌لغزش به مناطق مسکونی در حوضه سیوان ارائه نشده است ولی به دلیل مجاورت برخی روستاها با مناطق لغزشی، امکان توسعه مناطق لغزشی به برخی منازل مسکونی وجود دارد. اراضی زراعی حوضه نیز در امان از خطرات پدیده زمین‌لغزش نبوده و هم به صورت اراضی زراعی و هم زیراشکوب (اراضی زراعی در عرصه‌های جنگلی) در قسمت‌های مختلف حوضه تخریب شده است. به‌طور کلی در بررسی پایداری محیطی حوضه مشخص شده که پتانسیل آسیب‌پذیری در کل حوضه وجود دارد ولی در مسیر راه‌های ارتباطی از شدت و خسارت‌های بیشتری برخوردار است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق در حوض سیوان، تعداد ۴۴ لغزش تعیین گردید. برخی از این لغزش‌ها در مسیر راه‌های ارتباطی، اراضی زراعی، جنگلی و مناطق مسکونی قرار دارند، که مورد بررسی و اندازه‌گیری قرارگرفتند. اما برخی نیز فقط براساس نقشه‌های زمین‌شناسی و Goole Earth مشخص شده و قابل دسترسی و اندازه‌گیری میدانی نبوده و یا اصلاً در طبیعت شناسایی نشدند. در واقع از ۴۴ لغزش تعیین شده، تعداد ۱۷ مورد آن قابل اندازه‌گیری و بررسی میدانی بود،۱۰ مورد در مناطق کوهستانی و فاقد راه ارتباطی بوده و غیر قابل دسترسی و ۱۲ مورد آن اصلاً در عرصه شناسایی نشدند و ۵ مورد به دلیل تغییر کاربری به باغات و تأسیسات تسطیح شده است. بنابر نتایج تحقیق، تعیین مناطق مستعد آسیب‌پذیری در اثر پدیده زمین‌لغزش در حوضه مورد پژوهش یک ضرورت است تا با تهیه نقشه مناطق لغزشی و کاربری‌های کشاورزی، منابع طبیعی و تأسیسات جاده‌ای، عملاً امکانی از لحاظ زمانی و برنامه‌ریزی، برای مدیران حوزه‌های آبخیزداری، کشاورزی و منابع طبیعی و مدیران سیاسی کشور فراهم گردد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آنهاست.

مشارکت نویسندگان

نویسنده اول: تهیه گزارش پژوهش، تحلیل داده‌ها، تهیه نقشه‌ها و لایه‌های اطلاعاتی.

نویسنده دوم: تهیه گزارش پژوهش، تحلیل داده‌ها.

نویسنده سوم: تحلیل داده‌ها.

نویسنده چهارم: تهیه نقشه‌ها و لایه‌های اطلاعاتی.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

مقاله حاضر حامی مالی نداشته است.

سپاسگزاری

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

منابع

ابراهیمی، عطرین؛ امیرعلی عباس زاده، فاطمه؛ نورالدین، موسی؛ گنجائیان؛ حمید و زنگنه تبار، زهرا (۱۳۹۳). پتانسیل سنجی مناطق وقوع زمین لغزش در دره لاسم با استفادهاز مدل تحلیل سلسله مراتبی و منطق فازی. *نشریه جغرافیا و پایداری محیط*، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ۳۹، ۶۷-۷۶.

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.

بهاروند، سیامک (۱۴۰۲). ارزیابی حساسیت زمین لغزش با استفاده از مدل‌های نسبت فراوانی و منطق فازی (مطالعه موردی: آزاد راه خرم آباد-اراک). *نشریه علمی جغرافیا و مخاطرات محیطی*. ۱۲ (۱)، ۱۰۳-۱۱۶.

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

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]

[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

جعفری، محمدرضا؛ اعظمی، ایاد؛ حسین‌زاده، جعفر؛ عسگری، شمس اله و پیرانی، ایوب (۱۳۹۲). بررسی کارایی مدل EPM در برآورد میزان فرسایش و رسوبدهی در منطقه زاگرس میانی (حوضه سیوان). *گزارش نهایی طرح تحقیقاتی*، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.

جعفری، محمدرضا؛ شادفر، صمد؛ پیروان، حمیدرضا و عسگری، شمس اله (۱۴۰۲). ارزیابی پتانسیل آسیب‌پذیری زمین لغزش در حوضه‌های منتخب استان ایلام (مطالعه موردی: حوزه آبخیز گل‌گل). *گزارش نهایی طرح تحقیقاتی*، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.

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.

خلیلی‌زاده، مجتبی و موغلی، مرضیه (۱۳۸۸). بررسی مدل حائری-سمیعی در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از GIS (مطالعه موردی: حوضه آبخیز صفی آباد – استان گلستان). *نشریه جغرافیایی طبیعی*، ۳، ۵۰-۷۹.

دلال اوغلی، علی، فتحی، محمدحسین و خوشدل، کاظم (۱۳۹۶). کاربرد روش های 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.

سلطانی، محمدجعفر (۱۳۸۱). ارزیابی اراضی به‌منظور مکان‌یابی عرصه‌های مستعد پخش سیلاب در محیط GIS. استاد راهنما علی‌اکبر آل‌شیخ، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی دانشکده عمران. تهران

شادفر، صمد و سلطانی، محمد جعفر (۱۳۸۵). تحلیل و بررسی پتانسیل زمین لغزش با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. *سومین همایش سیستم‌های اطلاعات مکانی*، سازمان نقشه برداری کشور، تهران، ۱۷۳-۱۸۷.

علیمحمدی، صفیه؛ پاشایی، عباش و شعبان شتایی (۱۳۸۶). ارزیابی کارایی مدل‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش (روش‌های نیلسن اصلاح شده و براب) در حوزه آبخیز سید کلاته رامیان استان گلستان. *دهمین کنگره علوم خاک ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران*، تهران، ۱۶۵-۱۷۲.

فیض‌نیا، سادات؛ کلارستاقی، عطاالله؛ احمدی، حسن و صفایی، مهرداد (۱۳۸۳). بررسی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش ها و پهنه‌بندی خطر زمین لغزش (مطالعه موردی: حوزه آبخیز شیرین رود- سدتجن. *نشریه منابع طبیعی ایران*، ۱، ۳-۲۲.

کاخی، محمدرضا و غفوری، محمد (۱۳۷۶). بررسی زمین‌لغزه در روستای درقانلو شهرستان بجنورد. مجموعه مقالات دومین سمینار زمین‌لغزه و کاهش خسارت‌های آن، موسسه بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ۳۹-۳۴.

کرمی، فریبا و رجبی، معصومه (۱۳۸۸). بررسی خطر زمین لغزش و تحلیل ریسک‌پذیری آن در نواحی روستایی، مطالعه موردی، دامنه شمالی توده کوهستان سهند. *نشریه انجمن جغرافیای ایران*، ۱۸، ۱۴۱-۱۵۴.

کریمی، حاجی؛ نادری، فتح‌اله؛ ناصری، بهروز و سلاجقه، علی (۱۳۹۳). مقایسهٔ مدل‌های مختلف برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوزهٔ آبخیز زنگوان ایلام. *نشریه مرتع و آبخیزداری*، ۳، ۴۵۹-۴۸۵.

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.

مصفایی، جمال، صالحپورجم، امین؛ سرفراز، فرامرز و صمد شادفر (۱۳۹۹). پهنه‌بندی حسّاسیت زمین‌لغزش با استفاده از عملگرهای گامای فازی در آبخیز طالقان رود استا قزوین. *نشریه جغرافیا و پایداری محیط*، ۳، ۷۱-۹۰.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]

[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]

References

Anbalagan, R., & B. Singh (1996). Landslide hazard and risk assessment mapping of mountainous terrains. *Engineering Geology*, 43, 246-237.

Klose, M., & Damm, B. (2015). Landslide Economics: Concepts and Case Studies. Conference: EGU General Assembly.

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

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

Paoletti, V., Tarallo, D., Matano, F., & 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., & Alahakoon, N. (2018). Direct impacts of landslides on socio-economic systems: a case study from Aranayake, Sri Lanka. *Geoenvironmental Disaster*, 5, 1-12 **.**

Sidle, R. C., & Ochiai, H. (2006). Landslides: processes, prediction, and land use. *Water Resource Monograph*. 18,170-187.

De Blasio, F. V. (2011). Introduction to the physics of landslides, Springer: Berline. *University. Rome.*

Wang, w., Zhang W., Xia, Q. (2012). Landslide Risk Zoning Based on Contribution Rate Weight Stack Method. *International Confrence on Future Enrgy*. Environment, and Materials.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.1.2.9]

[DOI: 10.61882/jsaeh.12.1.45.21]