دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست ویکم، شماره‌ی ۷۵
پاییز ۱۴۰۰، صفحات ۵۳-۳۹

DOI:10.52547/GeoSpa.21.3.39

*مژگان انتظاری نجف آبادی[۱]
علی داودی[۲]
مجید غلامی[۳]

بررسی وضعیت زمین‌لغزش شهرستان کوهدشت با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره (Electre-1)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۰۹

چکیده

از دلایل عمده وقوع زمین‌لغزش، مدیریت نادرست زمین به‌ویژه در مناطق کوهستانی و دره‌ها می‌باشد. در این تحقیق سعی بر آن شده که با بررسی عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش و همچنین مقایسه بخش‌های شهرستان کوهدشت لرستان ازنظر حساسیت به زمین‌لغزش در قالب روش تصمیم‌گیری چند معیاره (Electre-1)، مناطق دارای ریسک بالای خطر زمین‌لغزش مشخص گردد. کاربرد روش‌های چند معیاره الکتره در رتبه‌بندی است. مدل (Electre-1) ماتریس تصمیمی را ارزیابی می‌کند که شامل m گزینه و n شاخص است. در این تحقیق گزینه‌ها، بخش‌های شهرستان کوهدشت و شاخص‌ها عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش می‌باشند. پس از وزن‌دهی، مقایسه زوجی و محاسبه وزن نهایی عوامل، مشخص شد که عامل شیب با وزن ۰/۳۷۹ و سنگ‌شناسی با وزن ۰/۲٤۸ نقش اصلی را در حساسیت منطقه مورد مطالعه دارند. همچنین منطقه ازلحاظ میزان آسیب‌پذیری در برابر زمین‌لغزش بررسی شد که بر طبق این ارزیابی بخش‌های طرهان و رومشگان (با تعداد تسلط ۲) بالاترین ریسک را برای وقوع زمین‌لغزش داشته و پس از آن به‌ترتیب بخش‌های کوهنانی (با تعداد تسلط ۱)، درب گنبد و مرکزی (بدون تعداد تسلط) قرار

*۱- گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه اصفهان، اصفهان. (نویسنده مسئول). E-mail: m.entezari@geo.ui.ac.ir
۲- دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی، گرایش ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی تهران.
۳- دانشجوی دکتری گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه اصفهان، اصفهان.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

دارند. میانگین وزن عوامل با توجه به معیارهای هماهنگ، برای بخش‌های طرهان (۰/٤۲۷)، رومشگان (۰/۰٤۱۲)، کوهنانی (۰/۳۵۹)، درب گنبد (۰/۰۲۵۳) و مرکزی (۰/۲۱۷) می‌باشد. ازجمله عواملی که سبب حساسیت بالای بخش‌های طرهان و رومشگان گشته، درصد بالای شیب‌های حساس و مستعد (۱۵ تا ٤۵ درجه)، وضعیت سنگ‌شناسی (با غلبه آهک لایه‌ای و مارن)، کاربری اراضی نامناسب و شبکه هیدرو گرافی را می‌توان نام برد.

کلید واژه‌ها: زمین‌لغزش، مدل Electre، کوهدشت.

مقدمه

زمین‌لغزش‌ها عبارت‌اند از جدایی مواد زمینی در طول سطح لایه‌بندی یا پیشانی هوازده یا هر ناحیه کم مقاومت دامنه‌ای که با لغزش‌های بعدی توده‌ای مواد به سمت پایین دامنه همراه است (Motamed, 2010: 81). بر اساس گزارش پایگاه اطلاعاتی شناخت مصیبت‌های فراگیر (EM-DAT) دانشگاه لووان بلژیک، خطر زمین‌لغزش در فهرست مصیبت‌های فراگیر قرار دارد که شناخت، آمادگی و واکنش در برابر آن ضروری می‌باشد (Moghimi and Goodarzi Nejad, 2003: 45). تنها در اسناد ۱۹٤۷ تا ۱۹۷۰، تقریباً سه هزار نفر از ساکنین کره زمین قربانی زمین‌لغزش‌ها بوده‌اند (Zomordian, 2007: 116). ازآنجاکه پیش‌بینی زمان یک زمین‌لغزش هنوز امکان‌پذیر نبوده و ابزاری برای آن، جهت این مهم تاکنون عرضه نگردیده است بنابراین شناسایی مناطق مختلفی که وقوع زمین‌لغزش در آن‌ها بیش‌تر است و نیز رتبه‌بندی آن می‌تواند ما را از خطرات ناشی از آن‌ها مصون داشته یا لااقل آسیب‌ها را کاهش دهد، اهمیت زیادی دارد (Ranjbar and Roghani, 2009: 21). دامنه‌های ناپایدار دارای مناظر متمایز معینی ازجمله موارد ذیل هستند: پرشیب‌اند، غالباً مرتفع می‌باشند، تمرکز فشار آب در آن‌ها دیده می‌شود، پوشش خاک عمدتاً هوازده است، پای دامنه غال با کنده‌شده است، مواد سست زیر مواد سخت‌تر قرار دارند، در معرض رگبارهای شدید می‌باشند و فعالیت زلزله در زمین و بستر آن‌ها زیاد است (Moghimi and Mahmoudi, 2004: 215). تصویب و اجرای هر طرح و برنامه‌ای در چنین مناطقی بدون شناخت و بررسی این مناطق زیان‌های جانی و مالی در پی خواهد داشت.

در زمینه پیشینه تحقیق می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

Amjad and Ghorbanpour (2008) پهنه‌بندی زمین‌لغزش حوضه چرمله به چهار روش تراکم سطح، وزن متغیرها و Behniafar et al (2009)، پهنه‌بندی زمین‌لغزش حوضه آبریز رودخانه کنگ به روش AHP و احتمال، Azimpour et al (2009) ارزیابی نتایج AHP در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوضه آبریز اهرچای، Ranjbar and Roghani (2009)، پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در شهرستان اردل، Ilanloo et al (2009)، پهنای باند حرارتی جابجایی حوزه آبریز سد کرج، Behniafar et al (2010) استفاده از منطق فازی در منطقه بندی فضایی زمین‌لغزش، AmirAhmadi et al (2009) پهنه‌بندی زمین‌لغزش حوضه چلاو آمل، Abedini et al (2014)، مدل‌سازی خطر وقوع زمین‌لغزش با

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

استفاده از مدل آماری رگرسیون لجستیک مطالعه موردی: استان کردستان، شهرستان بیجار، (2015) Shirani and Arab Ameri پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش با استفاده از روش رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: حوزه دز علیا)، (2015) Shirzadi et al مقایسه روش‌های رگرسیون لجستیک، فراوانی نسبت و تجزیه‌وتحلیل سلسله مراتبی در تهیه نقشه‌ی حساسیت ریزش سنگ (مطالعه موردی: استان کردستان، گدازه صلوات آباد، (2016) Arab Ameri ارزیابی توانایی پیش‌بینی مدل‌های آماری و لجستیک برای تهیه نقشه زیست‌شناسی خطر لغزش زمین (مطالعه موردی: حوزه ونک)، (2016) Deljoey et al ارزیابی روش‌های مختلف خطر زمین‌لغزش در جنگل‌های اکوسیستمی، (2019) Samandar et al. به ارزیابی عملکرد روش‌های آماری رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی چندلایه پرسپترون در پیش‌بینی وقوع حرکات توده‌ای حوضه آبریز کمانج‌چای علیا پرداختند. Faizollahpour and Momipour (2020) به پهنه‌بندی مناطق مستعد زمین‌لغزش با استفاده از پرسپترون چند لایه از نوع پیش‌خور با الگوریتم پس انتشار در حوضه رودخانه سنگورچای پرداختند. (2014) Tarun Kumar et al طرح ارزیابی حساسیت پایداری شیب (SSEP)، (2014) Marappu and Jakka روش‌های شناخت خطر لغزش زمین، Lee Lin et al (2017) نقشه‌برداری حساسیت به زمین‌لغزش با استفاده از منطق رگرسیون، Caccavaleh et al، Depak Kumar et al، نقشه‌برداری حساسیت به زمین‌لغزش و پیش‌بینی با استفاده از ماشین پشتیبانی برای حوضه رودخانه ماندانکی، هارمولا هارمیلای، هند، (2017) Poonam et al شناسایی مناطق حساس به لغزش در دره ماندهکینی (هیمالیائی مرکزی) با استفاده از روش وزن گیری شواهد، (2017) Cruizier یک مدل پیشنهادی برای وقوع رخدادهای زمستانی زمین‌لغزش منطقه‌ای چندگانه: اثر نقشه‌برداری حساسیت به لغزش، رویکردی یکپارچه برای پنهان شدن خطرات زمین‌لغزش ناشی از زلزله بر اساس سناریوهای احتمالی لرزه‌ای برای جزایر فلگرین Ischia، Procida، Vivara)، ایتالیا، (2017) Laisbeth Jacob et al ویژگی‌ها و توزیع فضایی زمین‌لغزش در کوهستان روانزوری، اوگاندا Battistini et al (2017) اعتبار مدل‌های خطر زمین‌لغزش با استفاده از یک موتور معنایی. هدف از این مطالعه، رتبه‌بندی زیر مناطق شهرستان کوهدشت ازنظر آسیب‌پذیری نسبت به زمین‌لغزش و شناسایی عوامل مؤثر در آن می‌باشد. برای این منظور از روش Electre استفاده‌شده است. در این روش عوامل تأثیرگذار در زمین‌لغزش با توجه به شرایط منطقه وزن‌دهی شده و رتبه‌بندی می‌شوند. همچنین امکان مطالعه و بررسی هم‌زمان چندین عامل وجود داشته، با مقایسه زوجی عوامل با یکدیگر و تعیین وزن نهایی آن‌ها، عوامل اصلی و مؤثرتر مشخص می‌گردند.

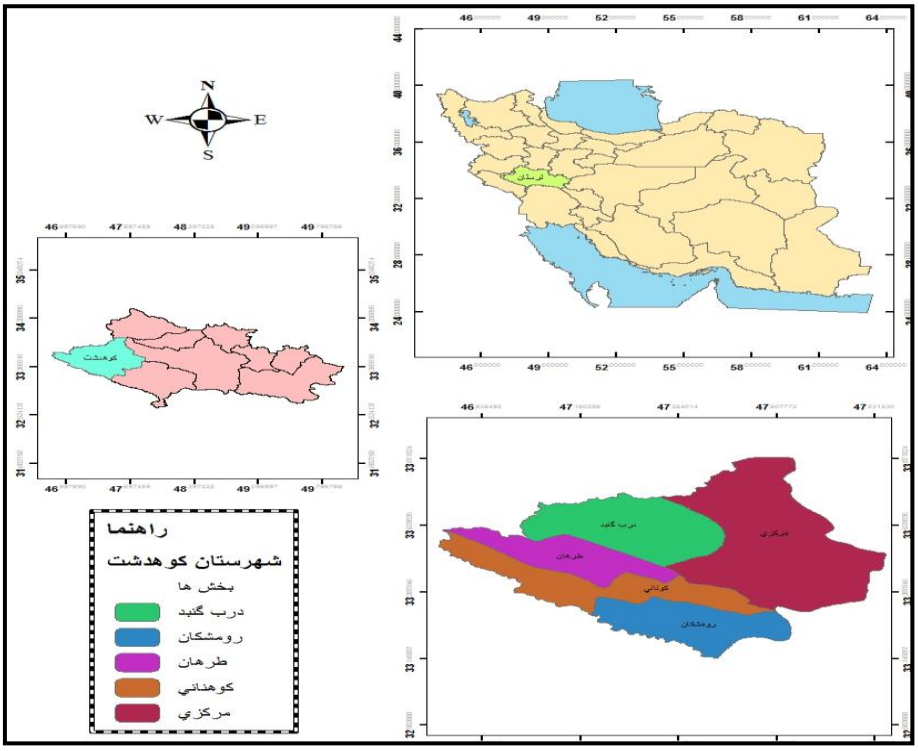
موقعیت منطقه مورد مطالعه

شهرستان کوهدشت بین ٤٦ درجه و ٥١ دقیقه تا ٤٧ درجه و ٥٠ دقیقه طول شرقی و ٣٣ درجه و ٩ دقیقه تا ٣٣ درجه و ٥٦ دقیقه عرض شمالی در غرب استان لرستان واقع شده است (شکل ١). این شهرستان از شمال به شهرستان دلفان و استان کرمانشاه، از جنوب به شهرستان پل‌دختر و استان ایلام، از شرق به شهرستان خرم‌آباد و از مغرب به استان ایلام محدودشده است. بر اساس آخرین تقسیمات کشوری شهرستان کوهدشت از ٥ نقطه شهری (بخش‌ها) درب گنبد، مرکزی، کوهنانی، طرهان و رومشگان تشکیل شده است. کوهدشت در حوزه آبریز رودخانه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

منطقه کرخه، زیر حوضه کشکان واقع شده است. حداکثر ارتفاع شهرستان ۲۶۲۵ و حداقل آن ۵۳۸ متر می‌باشد. ارتفاعات منطقه بیش‌تر در نواحی شمالی، غربی و شرقی و دشت‌ها در جنوب و مرکز منطقه واقع شده‌اند.



شکل ۱: موقعیت شهرستان کوهدشت و بخش‌های آن

Figure 1: Location of Kuhdasht city and its parts

مواد و روش‌ها

در این تحقیق سعی بر آن شده تا با استفاده از مدل Electre، مناطق مختلف شهرستان کوهدشت ازنظر ریسک وقوع زمین‌لغزش باهم مقایسه شوند. روش Electre ماتریس تصمیمی را ارزیابی می‌کند که شامل m گزینه و n شاخص است. در این ماتریس شاخصی که دارای مطلوبیت به‌طور یکنواخت افزایشی است شاخص مثبت و شاخصی که دارای مطلوبیت به‌طور یکنواخت کاهشی است، شاخص منفی می‌باشد. علاوه بر این، هر نتیجه اظهار شده در ماتریس تصمیم که پارامتری باشد لازم است کمّی شود؛ و از آنجا که شاخص‌ها برای تصمیم‌گیرنده از اهمیت یکسانی برخوردار نیست، مجموعه‌ای از وزن‌ها از سوی تصمیم‌گیرنده ارائه می‌شود.

مراحل کار در مدل Electre

۱- تعیین ماتریس تصمیم‌گیری با توجه به شاخص‌ها و گزینه‌ها

۲- بی‌مقیاس سازی با استفاده از روش مقایسه زوجی

۳- به‌دست آوردن ماتریس بی مقیاس شده موزون

٤- ارزیابی گزینه‌ها نسبت به تمام شاخص‌ها و تشکیل ماتریس‌های هماهنگ و ناهماهنگ

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

۵- به‌دست آوردن ماتریس هماهنگ مؤثر

٦- به‌دست آوردن ماتریس ناهماهنگ مؤثر

۷- به‌دست آوردن ماتریس کلی مؤثر از ترکیب ماتریس هماهنگ مؤثر و ناهماهنگ مؤثر

یافته‌ها و بحث

پیاده کردن مدل Electre بر روی شهرستان کوهدشت جهت بررسی وضعیت زمین‌لغزش

- ماتریس تصمیم (خام) برای مسئله زمین‌لغزش شهرستان کوهدشت:

برای امتیازدهی به معیارها در ماتریس خام از روش کارشناسی استفاده شده است. در این مورد از سه نفر کارشناس متخصص زمین‌شناسی، متخصص ژئومورفولوژی و متخصص آبخیزداری بهره گرفته شده است؛ که با استفاده از بازدید میدانی، داده‌ها و نقشه‌ها و اطلاعات مورد نیاز به امتیازدهی معیارها و گزینه‌ها پرداخته‌اند.

برای تشکیل ماتریس تصمیم در مدل Electre توجه به نکات زیر ضروری است:

- روند صعودی یا نزولی پارامترها را مشخص می‌کنیم؛ یعنی مشخص می‌کنیم که یک پارامتر هر چه عددش (مقدارش) بزرگ‌تر باشد مؤثرتر است یا برعکس.

- اگر در بستن ماتریس تصمیم، معیار کیفی داشته باشیم می‌توانیم آن را تبدیل به معیار کمی کنیم. برای این کار از ۱ تا ۹ به آن‌ها وزن می‌دهیم.

- اگر برای یک معیار مطلوبیت در بیش‌تر و کم‌تر نباشد باید این معیار را نیز تبدیل به اعداد ۱ تا ۹ کنیم یعنی آن مقدار که برای ما از همه مطلوب‌تر است را ۹ و آن‌که از همه کم اثرتر است را ۱ می‌دهیم.

ماتریس تصمیم (ماتریس خام) مسئله زمین‌لغزش شهرستان کوهدشت بعد از کمی کردن، تعیین روند صعودی و نزولی پارامترها و ارزش‌گذاری مقادیری که کم‌تر یا بیش‌تر بودن آن‌ها نشان‌دهنده میزان اهمیتشان نیست، به صورت جدول (۱) می‌باشد:

جدول ۱- ماتریس تصمیم برای مسئله زمین‌لغزش شهرستان کوهدشت

Table 1- Decision matrix for landslide problem in Kuhdasht city

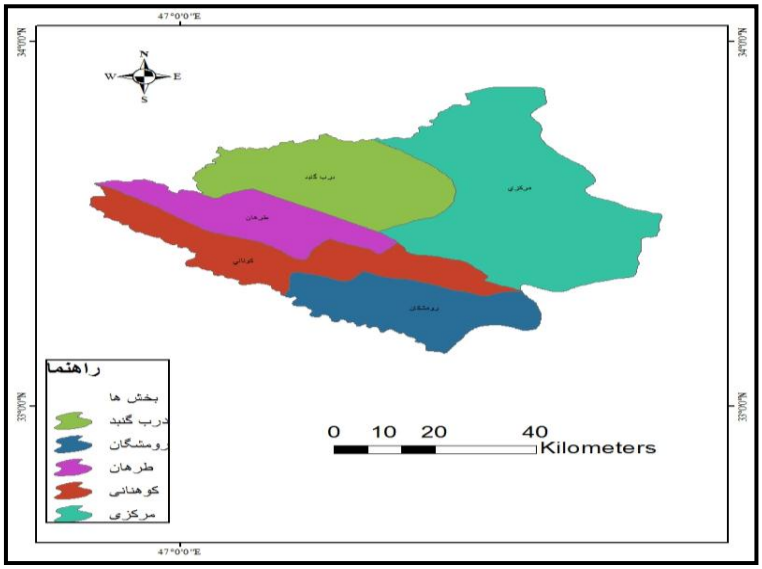
	شیب	سنگ‌شناسی	بارش	ارتفاع	کاربری اراضی	آبراهه
مرکزی	٦	۱	۸	۸	۲	۳
رومشگان	۵	۵	٤	٤	۸	۷
کوهنانی	۸	۷	۵	۵	۹	۸
درب گنبد	۹	۳	۷	۷	۳	٤
طرهان	۷	۲	٦	٦	۷	۵
جمع	۳۵	۱۸	۳۰	۳۰	۲۹	۲۷

پارامترهای در نظر گرفته‌شده در ماتریس تصمیم مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش می‌باشند. گزینه‌های ماتریس تصمیم هم ۵ بخش شهرستان کوهدشت می‌باشند (شکل ۲) که برای بررسی دقیق‌تر در روش ELECTRE

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

در نظر گرفته‌شده‌اند. امتیازی که هر بخش برای هر پارامتر گرفته است بر طبق محاسبات صورت گرفته –با توجه به اطلاعات موجود و شناخت نویسندگان از موضوع و منطقه–می‌باشد. توجه شود که اعداد بزرگ‌تر در ماتریس تصمیم، نشان‌دهنده اهمیت بیش‌تر پارامترها در رابطه با وقوع زمین‌لغزش است.



شکل ۲: گزینه‌های ماتریس خام مدل Electre (خش‌های شهرستان کوهدشت)

Figure 2: Raw matrix options in the Electre model (parts of Kuhdasht City)

– نرمالیزه کردن ماتریس تصمیم (بی‌بعد سازی مقیاس‌ها)

این مرحله شامل بی مقیاس (بی‌بعد) کردن مقیاس‌های موجود در ماتریس تصمیم است. به‌این‌ترتیب که هرکدام از مقادیر بر اندازه (جمع) بردار مربوط به همان شاخص (معیار، عامل، فاکتور خرید) تقسیم می‌شود.

جدول ۲– ماتریس نرمالیزه شده

Table 2- Normalized matrix

	شیب	سنگ‌شناسی	بارش	ارتفاع	کاربری اراضی	آبراهه
مرکزی	۰/۷۷۱٤	۰/۰٥٦٦	۰/۲٦٦۷	۰/۲٦٦۷	۰/۰٦۹۰	۰/۱۱۱۱
رومشگان	۰/۱٤۲۹	۰/۲۷۷۸	۰/۱۳۳۳	۰/۱۳۳۳	۰/۲۷٥۹	۰/۲٥۹۲
کوهنانی	۰/۲۲۸٦	۰/۳۸۸۹	۰/۱٦٦۷	۱/۱٦٦۷	۰/۳۱۰۳	۰/۲۹٦۳
درب گنبد	۰/۲٥۷۱	۰/۱٦٦۷	۰/۲۳۳۳	۰/۲۳۳۳	۰/۱۰۳٤	۰/۱٤٤۸
طرهان	۰/۲۰۰۰	۰/۱۱۱۱	۰/۲۰۰۰	۰/۲۰۰۰	۰/۲٤۱٤	۰/۱۸٥۲

– وزن دادن به ماتریس تصمیم (تشکیل ماتریس بی‌بعد وزین)

برای تشکیل ماتریس بی‌بعد وزین باید وزن پارامترها را داشته باشیم که برای این منظور نیاز به مقایسه تک‌تک عوامل باهم و ترسیم ماتریس مقایسه زوجی داریم. در این مرحله باید اهمیت فاکتورها را بیان کنیم. برای این کار عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به‌صورت زوجی مقایسه شده و وزن آن‌ها محاسبه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

می‌گردد. مقایسه زوجی در یک ماتریس K در K (که در این تحقیق برای مقایسه یک ماتریس ٦ در ٦ است) انجام می‌شود (جدول ۳). این وزن‌ها را وزن نسبی می‌نامیم. سپس با تلفیق این وزن‌ها، وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌شود (ستون بردار ویژه در جدول ٤).

جدول ۳- ماتریس مقایسه زوجی پارامترهای مؤثر در زمین‌لغزش شهرستان کوهدشت

Table 3- Matrix of pairwise comparison of effective parameters in landslide in Koohdasht city

	شیب	سنگ‌شناسی	بارش	ارتفاع	کاربری اراضی	آبراهه
شیب	۱/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	٤/۰۰۰۰	٥/۰۰۰۰	٦/۰۰۰۰
سنگ‌شناسی	۰/٥۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	٤/۰۰۰۰	٥/۰۰۰۰
بارش	۰/۳۳۳۳	۰/٥۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	٤/۰۰۰۰
ارتفاع	۰/۲٥۰۰	۰/۳۳۳۳	۰/٥۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۲.۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰
کاربری اراضی	۲/۰۰۰۰	۰/۲٥۰۰	۰/۳۳۳۳	۰/٥۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰
آبراهه	۰/۱٦٦۷	۲/۰۰۰۰	۰/۲٥۰۰	۰/۳۳۳۳	۰/٥۰۰۰	۱/۰۰۰۰
جمع	۲/٤٥۰۰	٤/۲۸۳۳	۷/۰۸۳۳	۱۰/۸۳۳۳	۱٥/٥۰۰۰	۲۱/۰۰۰۰

وزن‌هایی که در اینجا برای مقایسه زوجی پارامترها به آن‌ها داده‌شده است نیز بر اساس میزان تأثیر آن‌ها در وقوع زمین‌لغزش می‌باشد.

در گام بعدی

- ابتدا حاصل جمع هر ستون را به‌دست می‌آوریم. سپس هر عنصر در ماتریس زوجی را به جمع ستون خودش تقسیم می‌کنیم تا ماتریس مقایسه زوجی نرمالیزه شود. در آخر مقدار میانگین هر سطر در ماتریس نرمالیزه را محاسبه می‌کنیم که بردار ویژه نام دارد.

جدول ٤- تلفیق وزن‌ها در ماتریس مقایسه زوجی

Table 4- Combining weights in a pairwise comparison matrix

	شیب	سنگ‌شناسی	بارش	ارتفاع	کاربری اراضی	آبراهه	بردار ویژه
شیب	۰/٤۰۸۲	۰/۰٤٦٦۹	۰/٤۲۳٥	۰/۳٦۹۲	۰/۳۲۲٦	۰/۲۸٥۷	۰/۳۷۹٤
سنگ‌شناسی	۰/۲۰٤۱	۰/۳۳۳٥	۰/۲۸۲٤	۰/۲۷٦۹	۰/۲٥۸۱	۰/۳۳۸۱	۰/۲٤۸۸
بارش	۰/۱۳٦۱	۰/۱۱٦۷	۰/۱٤۱۲	۰/۱۸٤٦	۰/۱۹۳٥	۰/۱۹۰٥	۰/۱٦۰٤
ارتفاع	۰/۱۰۲۰	۰/۰۷۷۸	۰/۰۷۰٦	۰/۰۹۲۳	۰/۱۲۹۰	۰/۱٤۲۹	۰/۱۰۲٤
کاربری اراضی	۰/۰۸۱٦	۰/۰٥۸٤	۰/۰٤۷۱	۰/۰٤٦۲	۰/۰٦٤٥	۰/۰۹٥۲	۰/۰٦٥٥
آبراهه	۰/۰٦۸۰	۰/۰٤٦۷	۰/۰۳٥۳	۰/۰۳۰۸	۰/۰۳۲۳	۰/۰٤٦۷	۰/۰٤۳٤

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

جدول ۵- ماتریس بی‌بعد وزین

Table 5- Dimensional weightless matrix

	شیب	سنگ‌شناسی	بارش	ارتفاع	کاربری اراضی	آبراهه
مرکزی	۰/۰۶۵۰	۰/۰۱۳۸	۰/۰۴۳۷	۰/۰۳۷۳	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۴۸
رومشگان	۰/۰۵۱۴	۰/۰۶۱۹	۰/۰۲۱۳	۰/۰۱۳۲	۰/۰۱۸۰	۰/۰۱۱۲
کوهنانی	۰/۰۸۶۷	۰/۰۹۶۷	۰/۰۲۶۷	۰/۰۱۷۰	۰/۰۲۰۳	۰/۰۱۲۸
درب گنبد	۰/۰۹۷۵	۰/۰۴۱۴	۰/۰۳۷۴	۰/۰۳۳۹	۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۶۴
طرهان	۰/۰۷۵۷	۰/۰۳۷۶	۰/۰۳۲۴	۰.۰/۰۲۰۴	۰/۰۱۵۸	۰/۰۰۸۰

تشکیل مجموعه ماتریس‌های هماهنگ و ناهماهنگ

رابطه (۲)
$$V = N * W$$

جایی که V ماتریس بی مقیاس وزین و N ماتریس نرمالیزه شده و W وزن معیارها می‌باشد با استفاده از عناصر ماتریس V مجموعه هماهنگی C (k, l) که شامل معیارهایی می‌باشد که در آن‌ها گزینه k بر گزینه ۱ ترجیح داده می‌شود و مجموعه ناهماهنگی D (k, l) که شامل معیارهایی می‌باشد که در آن‌ها گزینه ۱ بر گزینه k ترجیح داده می‌شود با استفاده از روابط زیر به‌دست آورده می‌شود.

رابطه (۳)
$$C(k,l) = \begin{bmatrix} j|v_{kj} \geq v_{lj} | j \in J^+ \\ j|v_{kj} < v_{lj} | j \in J^- \end{bmatrix}$$

رابطه (٤)
$$D(k,l) = \begin{bmatrix} j|v_{kj} < v_{lj} | j \in J^+ \\ j|v_{kj} \geq v_{lj} | j \in J^- \end{bmatrix}$$

جایی که J^+ شاخص‌های مثبت و J^- شاخص‌های منفی می‌باشد.

با استفاده از اطلاعات فوق ماتریس مربع m*m هماهنگی (I) که عناصر آن از جمع اوزان شاخص‌هایی که به مجموعه هماهنگی تعلق دارند و ماتریس m*m ناهماهنگی (NI) که عناصر آن از رابطه شماره ۸ به‌دست می‌آید به‌صورت زیر تشکیل می‌شود.

رابطه (۵)
$$I_{m*m} = \begin{bmatrix} - & I_{12} & \cdots & I_{1m} \\ I_{21} & - & & I_{2m} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ I_{m1} & I_{m2} & \cdots & - \end{bmatrix}$$

رابطه (٦)
$$I_{kl} = \sum_{j \in C(k,l)} w_j$$

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

رابطه (۷)

$$NI_{m*m}=\begin{bmatrix} - & NI_{12} & \cdots & NI_{1m} \\ NI_{21} & - & & NI_{2m} \\ \vdots\vdots & & \ddots & \vdots \\ NI_{m1} & nI_{m2} & \cdots & - \end{bmatrix}$$

رابطه (۸)

$$NI_{kl}=\frac{\max_{j\in D(k,l)}\left|v_{kj}-v_{lj}\right|}{\max_{j\in J}\left|v_{kj}-v_{lj}\right|}$$

جدول ٦- ماتریس هماهنگی (I)

Table 6- Coordination matrix (I)

	مرکزی	رومشگان	کوهنانی	درب گنبد	طرهان
مرکزی		۰/٦٤٢٢	۰/٢٦٢٨	۰/٢٦٢٨	۰/٢٦٢٨
رومشگان	۰/٣٥٧٧		۰	۰/٣٥٧٧	۰/٣٥٧٧
کوهنانی	۰/٧٣٧١	۱		۰/٣٥٧٧	۰/٧٣٧١
درب گنبد	۰/٧٣٧١	۰/٦٤٢٢	۰/٦٤٢٢		۰/٨٩١٠
طرهان	۰/٧٣٧١	۰/٦٤٢٢	۰/٢٦٢٨	۰/١٠٨٩	

جدول ۷- ماتریس ناهماهنگی (N)

Table 7- Disharmony matrix (N)

	مرکزی	رومشگان	کوهنانی	درب گنبد	طرهان
مرکزی		۱	۱	۱	۱
رومشگان	۰/٣٨٦٨		۱	۱	۰/٥٢٢٧
کوهنانی	۰/١٩٣٤	۰		۰/١٩٦٠	۰/۰٧٧٣
درب گنبد	۰/١٦٤٤	۰/٦٣٧٧	۱		۰/٤١٦٧
طرهان	۰/٧٧٣٧	۱	۱	۱	

تشکیل ماتریس هماهنگ مؤثر (F) و ماتریس ناهماهنگ مؤثر (G)

برای ایجاد ماتریس هماهنگ مؤثر (F) ابتدا یک مقدار آستانه تعیین کرده و سپس هر عنصر ماتریس I را که بزرگ‌تر یا مساوی این مقدار آستانه بود در ماتریس F مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرد. یک روش عمومی برای تعیین این مقدار آستانه ($\bar{I}$) عبارت است از میانگین مقادیر ماتریس I.

رابطه (۹)

$$\bar{I}=\sum_{k=1}^{m}\sum_{l=1}^{m}\frac{I_{kl}}{m(m-1)}$$

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

رابطه (۱۰)

$$F_{kl} = \begin{cases} 0 & I_{kl} < \bar{I} \\ 1 & I_{kl} \geq \bar{I} \end{cases}$$

جدول ۸- ماتریس هماهنگ مؤثر (F)

Table 8- Effective Coordinate Matrix (F)

	مرکزی	رومشگان	کوهنانی	درب گنبد	طرهان
مرکزی		۰	۰	۰	۰
رومشگان	۱		۰	۰	۱
کوهنانی	۱	۱		۱	۱
درب گنبد	۱	۱	۰		۱
طرهان	۰	۰	۱	۱	

برای تشکیل ماتریس ناهماهنگ مؤثر (G) نیز مقدار آستانه ($\overline{NI}$) مانند ماتریس F به‌دست می‌آید. تنها تفاوت در اینجا است که هر عنصر ماتریس NI که کوچک‌تر یا مساوی این مقدار آستانه بود در ماتریس G مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرد.

رابطه (۱۱)

$$\overline{NI} = \sum_{k=1}^{m}\sum_{l=1}^{m} \frac{NI_{kl}}{m(m-1)}$$

رابطه (۱۲)

$$G_{kl} = \begin{cases} 0 & NI_{kl} > \overline{NI} \\ 1 & NI_{kl} \leq \overline{NI} \end{cases}$$

جدول ۹- ماتریس ناهماهنگ مؤثر (G)

Table 9- Effective uncoordinated matrix (G)

	مرکزی	رومشگان	کوهنانی	درب گنبد	طرهان
مرکزی		۰	۱	۱	۱
رومشگان	۱		۱	۱	۱
کوهنانی	۰	۰		۱	۰
درب گنبد	۰	۰	۰		۰
طرهان	۰	۰	۱	۱	

تشکیل ماتریس جامع مؤثر (H)

با ترکیب دو ماتریس هماهنگ مؤثر و ناهماهنگ مؤثر، ماتریس جامع مؤثر (H) که یک ماتریس بولی (صفر و یک) می‌باشد به‌دست می‌آید. عناصر این ماتریس به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

رابطه (۱۳)

$$H_{kl} = F_{kl} * G_{kl} \quad (13)$$

ماتریس H نشان‌دهنده ترتیب ارجحیت‌های نسبی از گزینه‌هاست و ملاک رتبه‌بندی و گروه‌بندی گزینه‌ها می‌باشد. به‌منظور حذف گزینه‌های کم جاذبه می‌توان گزینه‌های مؤثر را از ماتریس H تشخیص داد. بدین طریق که هر ستونی

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

از ماتریس H را که حداقل دارای یک عنصر برابر با یک باشد حذف نمود؛ زیرا آن ستون تحت تسلط ردیف یا ردیف‌هایی می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر سطری که بسامد عدد یک در آن بیش‌تر باشد بیانگر رتبه بالاتر آن گزینه می‌باشد.

جدول ۱۰- تشکیل ماتریس جامع مؤثر (H)

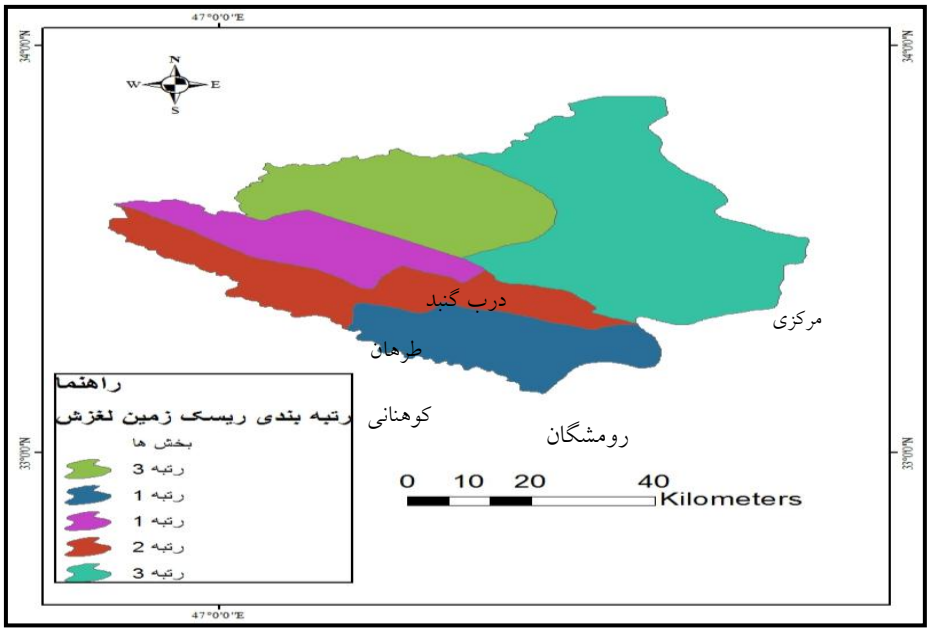
Table 10- Formation of an effective comprehensive matrix (H)

	مرکزی	رومشگان	کوهنانی	درب گنبد	طرهان
مرکزی		۰	۰	۰	۰
رومشگان	۱		۰	۰	۱
کوهنانی	۰	۰		۱	۰
درب گنبد	۰	۰	۰		۰
طرهان	۰	۰	۱	۱	

جدول ۱۱- رتبه‌بندی بخش‌های شهرستان کوهدشت ازنظر حساسیت به زمین‌لغزش

Table 11- Ranking of sections of Kuhdasht city in terms of landslide sensitivity

	تعداد مسلط	تعداد مغلوب	اختلاف	رتبه
طرهان	۲	۲	۰	۱
رومشگان	۲	۲	۰	۱
کوهنانی	۱	۳	-۲	۲
درب گنبد	۰	٤	-٤	۳
مرکزی	۰	٤	-٤	۳



شکل ۳: نقشه نهایی رتبه‌بندی ریسک زمین‌لغزش برای شهرستان کوهدشت

Figure 3: Final landslide risk ranking map for Kuhdasht city

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

نتیجه‌گیری

پس از محاسبه تعداد تسلط هر یک از گزینه‌ها (بخش‌ها)، بر اساس ترتیب نزولی آن‌ها می‌توان گزینه‌ها را رتبه‌بندی کرد. با توجه به جدول (۱۱)، بخش‌های طرهان و رومشگان (با تعداد تسلط ۲) در غرب و جنوب شهرستان بالاترین ریسک را برای وقوع زمین‌لغزش داشته و پس از آن به‌ترتیب بخش‌های کوهنانی (با تعداد تسلط ۱)، درب گنبد و مرکزی (بدون تعداد تسلط) قرار دارند. میانگین وزن عوامل با توجه به معیارهای هماهنگ، برای بخش‌های طرهان (۰/٤۲۷)، رومشگان (۰/٤۱۲)، کوهنانی (۰/۳۵۹)، درب گنبد (۰/۲۵۳) و مرکزی (۰/۲۱۷) می‌باشد. ازجمله عواملی که سبب حساسیت بالای بخش‌های طرهان و رومشگان گشته، درصد بالای شیب‌های حساس و مستعد (۱۵ تا ٤۵ درجه)، وضعیت سنگ‌شناسی (با غلبه آهک لایه‌ای و مارن)، کاربری اراضی نامناسب و شبکه هیدرو گرافی را می‌توان نام برد.

در شمال و شرق شهرستان تنها در قسمت‌هایی که ارتفاعات توسط عوامل تکتونیکی تحت تأثیر قرار گرفته‌اند حساسیت به وقوع زمین‌لغزش بالاست.

در صورت فراهم بودن شرایط بارندگی و وجود شیب مناسب، لغزیدن لایه آهک آسماری-شهبازان بر روی لایه شیل و مارن زیرین از علل اصلی وقوع لغزش در نقاط آسیب‌پذیر شهرستان کوهدشت می‌باشد.

تهیه نقشه مناطق حساس و پرخطر بهترین راهبرد برای اجتناب از ساخت‌وساز در مناطقی از شهرستان کوهدشت است که مستعد زمین‌لغزش هستند. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌تواند برای تهیه نقشه خطر زمین‌لغزش مورد استفاده قرار گیرد. نقشه‌های پهنه‌بندی زمین‌لغزش شهرستان می‌تواند برای تعیین حدود کاربری اراضی مانند ساخت جاده، قطع درختان برای الوار، یا حتی خانه‌سازی مورداستفاده قرار گیرد.

راهکارهای مهندسی جلوگیری از وقوع زمین‌لغزش در شهرستان کوهدشت

- با توجه این‌که ارتباط بین نیروهایی که مانع لغزش دامنه‌ها می‌شوند ثابت و مسلم است، مهندسان می‌توانند مقدار این نیروها را برای ثابت نگه‌داشتن دامنه‌ها متعادل کنند. برای دامنه‌ای که قسمت بالای آن زیاد از حد بارگذاری شده است می‌توانیم بخش پایینی آن را نیز بارگذاری کنیم تا مانع از حرکت دامنه‌ای شویم. برای جلوگیری از حرکات دامنه‌ای بعضی‌اوقات مهندسان تخته‌سنگ‌های بزرگ و سنگینی را در پنجه دامنه‌ها مستقر کرده تا مقاومت توده را افزایش دهند. زاویه شیب همچنین می‌تواند توسط برداشت در قسمت بالای دامنه یا بارگذاری و افزایش وزن در قاعده آن تغییر کند.
- در مورد شیب‌ها و دیواره‌های سنگی نیز می‌توان با پاشیدن سیمان شاتکریت بر روی آن‌ها و پر کردن درز و شکاف‌ها از نفوذ آب به داخل آن‌ها جلوگیری کرد.

از دیگر راه‌حل‌های مهندسی، پوشاندن دامنه‌ها با شبکه‌های فلزی سنگین و محکم برای جلوگیری از ریزش سنگ‌ها بر روی ساختمان‌ها و بزرگراه‌ها است. برخی دامنه‌ها هم باکار گذاشتن سنگ چفت‌های بزرگ مهار می‌شوند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

– جلوگیری از نفوذ آب از طریق خاک می‌تواند مقاومت دامنه را افزایش داده و احتمال لغزش را کاهش دهد. یکی از مؤثرترین مکانیزم‌ها برای جلوگیری از نفوذ آب در خاک، کاشت درختان و بوته‌هایی است که باریشه‌هایشان آب را جذب نموده و با عمل تبخیر و تعرق خاک را خشک نگه می‌دارند.

– برخی از گونه‌های درختان و بوته‌ها بیش‌تر از دیگرگونه‌ها آب را از خاک جذب می‌کنند. به‌طورکلی آن‌هایی که در مجاور رودخانه‌ها و دریاچه‌ها رشد می‌کنند آب بیش‌تری را استفاده می‌کنند. متداول‌ترین آن‌ها درختان بید، درختان پنبه‌ای و صنوبر لرزان می‌باشد. مردم بعضی‌اوقات مناطق مستعد لغزش را برای جلوگیری از نفوذ آب با پلاستیک‌های مشکی می‌پوشانند.

– زهکشی مصنوعی از دیگر راه‌های پایدار کردن بسیاری از دامنه‌هاست. اگر فضاهای منفذی و خلل و فرج خاک خیلی کوچک یا منفصل و جدا از هم باشند در آن صورت خاک نفوذپذیری کم‌تری خواهد داشت. آب نمی‌تواند به‌راحتی در بین منافذ کوچک نفوذ کند. یکی از پراستفاده‌ترین روش‌ها برای پایدار کردن این نوع دامنه‌ها، حفر سوراخ‌های کمی مورب و شیب‌دار در قسمت بالای دامنه و ملحق کردن این سوراخ‌ها به لوله‌های سوراخ‌دار می‌باشد. آب به داخل لوله‌ها زهکشی شده و از طریق لوله‌ها به بیرون هدایت می‌شود.



شکل ٤: تصویری از یک زمین لغزش در جنوب غرب شهرستان کوهدشت

Figure 4: Image of a landslide in the southwest of Kuhdasht city

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

References

- Abedini, M., GHasemian, B., SHirzadi, A., (2014), "***Modeling the risk of occurrence of landslide using a logistic regression model Case study: Kurdistan province***", Bijar city, Geography and Development, 37: 105-102. [in Persian].
- Amir Ahmadi, A., Kamrani Dalir, H., Sadeghi, M., (2010), "Landslide hazard zonation using Analytical Hierarchy Process (AHP), Case Study of Chalav Amol Basin", ***Journal of Iranian Geographical Society***, 27: 181-203. [in Persian].
- Arab Ameri, A., (2016), "Estimation of the ability to predict statistical and logistic models for the preparation of a landslide hazard zonation map (Case study: Vanak Basin)", Natural ***Geography Quarterly***, 32: 123-140. [In Persian].
- Azimpour, A., Sadouqi, H., Dalaloghly, A., Sharveti, M., (2009), "Evaluation of AHP Results in Landslide Risk Alignment, Aharchay River Basin Study", ***Geographical Space***, 26 (9): 71-87.
- Marappu, B., Sankar Jakka, R., (2018), "Landslide Hazard Zonation Methods: A Critical Review", ***International Journal of Civil Engineering Research***,16: 73-94.
- Battistini, A., Rosi, A., Segoni, S., Lagomarsino, D., Catani, F., Casagli, N., (2017), "Validation of landslide hazard models using a semantic engine on online news", ***Applied Geography***, 82: 59-65.
- Behnifar, A., Ghanbarzadeh, H., Mansouri Daneshvar, M. R., (2009), "Landslide hazard zonation and domain instability by AHP and probability methods (case study of the catchment of the Kang River, northern slopes of Binalood", ***Geographical location***, 27: 55-78. [In Persian].
- Behnifar, A., Mansouri Daneshvar, M. R., Ghanbarzadeh, H., (2010), "Application of AHP model and fuzzy logic in zoning of landslide hazards, Case study of Frizi watershed in the northern slopes of Binalood Mountains", ***Natural Geography Quarterly***, 9: 100-89. [In Persian].
- Caccavale, M., Matano, F., Sacchi, M., (2017), "An integrated approach to earthquake-induced landslide hazard zoning based on probabilistic seismic scenario for Phlegrean Islands (Ischia, Procida and Vivara), Italy", ***Geomorphology***, 295: 235-259.
- Chorley, G. R., Stanley, E. Sh., Suden, D. A., (2000), "Geomorphology (Range, Channel, Coastal and Wind Processes), A, Motamed", ***Part Publishing***, First Edition. [In Persian].
- Crozier, M. J., (2017), "A proposed cell model for multiple-occurrence regional landslide events: Implications for landslide susceptibility mapping", ***Geomorphology***, 295: 480-488.
- Deepak, K., Manoj, T., Chandra, S. D., Dericks, P. Sh., (2017), "Landslide susceptibility mapping & prediction using Support Vector Machinefor Mandakini River Basin, Garhwal Himalaya, India", ***Geomorphology***, 295: 115-125.
- Deljoei, A., Hoseini, S. A., Sadeghi, M. M., (2016), "Evaluation of different aspects of zoning the risk of landslides in forest ecosystems", ***Journal of Watershed Development Promotion and Development***, 13 (4): 7-14, [In Persian].
- Faizollahpour, M., Momipour, M., (1399), "Zoning of landslide prone areas using multilayer perceptron of feed type with post-diffusion algorithm (Case study: Sangorchai river basin)", ***Geographical space***, 20 (69): 97-116. [In Persian].
- Ilanlou, M., Moghimi, E., Sharroti, M., (2009), "Mass grave risk zonation using Analytical Hierarchy Process (AHP), (Case Study of Karaj Dam Basin)", ***Natural History Journal***, 5 (2): 85-95. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]

- Le, L., Qigen, L., Ying, W., (2017), "Landslide susceptibility mapping on a global scale using the method of logistic regression, Nat", ***Hazards Earth Syst. Sci***, 17: 1411-1424.
- Liesbet, J., Dewitte, O., Poesen, J., Maes, J., Mertens, K., Sekajugo, J., Matthieum, K., (2017), "Landslide characteristics and spatial distribution in the Rwenzori Mountains, Uganda", ***Journal of African Earth Sciences***, 134: 917-930.
- Moghimi, E., Mahmoudi, F., (2004), "***Research method in natural geography (geomorphology***)", Tehran, Ghomes publication. [In Persian].
- Poonam, N. R., Parshant, K., Pinkey, B., Dhirendra, S. B., Robert, J. W., Yashpal, S., (2017), "Identification of landslide-prone zones in the geomorphically and climatically sensitive Mandakini valley, (central Himalaya), for disaster governance using the Weights of Evidence method", ***Geomorphology***, 284: 41-52.
- Ranjbar, M., Parisa, R., (2009), "Landslide hazard zonation in Ardal city using Analytical Hierarchy Process (AHP)", ***Zagros Landscape Geographic Quarterly***, 2 (1): 21-30. [In Persian].
- Samandar, N., Hejazi, A., (1398), "Evaluation of the performance of statistical methods of logistic regression and multilayer perceptron neural network in predicting the occurrence of mass movements (Upper Kamanjachay catchment)", ***Geographical space***, 19 (66): 77-97. [In Persian].
- Shirani, K., Arab Ameri, A., (2015), "Landslide hazard zonation by using logistic regression method (Case study: Dez olya Basin)", ***Journal of Agricultural Science and Technology***, Water and Soil Science, 17: 321-334, [In Persian].
- Shirzadi, A., Soleimani, K., Habib Negad, M., Kavian, A., GHasemian, B., (2015), "Comparison of Logistic Regression, Frequency and Hierarchical Analyzes Methods in Preparation of Pelagity Sensitivity Map (Case Study: Kurdistan Province, Salavat Abad Dam)", ***Journal of Water Management***, 12: 193- 204, [In Persian].
- Smith, K., Environmental threats, Translated by Moghimi, E., Goodarzi Nezhad, Sh., ***Sublicater***, First Edition, 2003. [In Persian].
- Tarun Kumar, R., Jemal, I., Dereje, A., (2014), "Slope stability susceptibility evaluation parameter (SSEP) rating scheme – An approach for landslide hazard zonation", ***Journal of African Earth Sciences***, 99: 595-612.
- Zomoradiyan, M. J., (2007), "***Applied Natural Geography in Urban and Rural Planning***", Payam Noor University Press, 6th Edition, 2007. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.2.8]