



ORIGINAL RESEARCH PAPER

## Assessment of natural hazards in railway lines and station areas in the Zagros region

S. Bolouri<sup>\*1</sup>, F. Sheidaei<sup>2</sup>

<sup>1</sup> GIS expert in RAJA Company Iran

<sup>2</sup> General manager of intelligence and data mining department in RAJA Company Iran

### ABSTRACT

Received: 23 November 2025  
Reviewed: 18 January 2026  
Revised: 26 February 2026  
Accepted: 15 June 2026

#### KEYWORDS:

Hazards  
Overlay  
Rail Network  
GIS  
Zagros

**Background and Objectives:** The vast country of Iran is always exposed to various land hazards. These hazards include earthquakes, subsidence, floods, extreme cold and heat, etc., which can cause serious damage to infrastructure, especially the railway network, and cause a lot of costs to the country's railways, while also causing life-threatening hazards to passengers. Therefore, it is important to study these natural hazards in the railway, especially the Zagros railway region, which is located in a mountainous region and has seen many accidents. The aim of this study is to study the impact of some hazards on the railway network.

**Methods:** For this purpose, all layers of slope, elevation, population, rainfall, river, geology, land use, soil type, and fault are analyzed after being reclassified using the AHP method and performing an overlay analysis in GIS.

**Findings:** After overlapping the fuzzy layers, the research findings indicate high to medium hazard in the study area.

**Conclusion:** The results show that this area is one of the most critical areas because about 740 square kilometers of the railway network within a 2-kilometer radius is at moderate to severe hazard and requires better management and more attention from the authorities. The results of past hazards also confirm the performance of this method.

\* Corresponding author

✉ [samira\\_boloori@yahoo.com](mailto:samira_boloori@yahoo.com)

☎ (+9821) 55127223



NUMBER OF REFERENCES

31



NUMBER OF FIGURES

14



NUMBER OF TABLES

4

## مقاله پژوهشی

## ارزیابی خطرات طبیعی در خطوط ریلی و حریم ایستگاه‌ها در ناحیه زاگرس

سمیرا بلوری<sup>۱\*</sup>، فرهاد شیدایی<sup>۲</sup><sup>۱</sup> کارشناس GIS شرکت راه آهن ایران<sup>۲</sup> مدیرکل دفتر هوشمندسازی و داده کاوی شرکت راه آهن ایران

## چکیده

**پیشینه و اهداف:** کشور پهناور ایران همواره با خطرات طبیعی متعددی روبروست. این خطرات که شامل زمین لرزه، فرونشست، سیلاب، سرما و گرمای شدید و ... است می‌تواند موجب آسیب‌های جدی به زیرساختها و بویژه شبکه ریلی شود. از این رو هزینه زیادی را به راه آهن کشور تحمیل می‌کند به علاوه می‌تواند موجب خطرات جانی برای مسافران شود. بنابراین بررسی مخاطرات طبیعی در راه آهن مسپله ای بسیار مهم می‌باشد و همواره مورد توجه مدیران می‌باشد. از طرفی ناحیه ریلی زاگرس که در منطقه ای کوهستانی واقع شده در طول سالیان متمادی شاهد سوانح زیادی متاثر از مخاطرات طبیعی بوده است. از آنجایی که خدمات رسانی بهینه و ایمن یکی از اهداف مهم راه آهن ج ۱۱ می‌باشد این تحقیق به بررسی تاثیر برخی از مخاطرات طبیعی بر روی شبکه ریلی می‌پردازد.

**روش‌ها:** بدین منظور کلیه لایه های شیب، ارتفاع، جمعیت، باران، رودخانه، زمین شناسی، کاربری زمین، جنس خاک و گسل پس از طبقه‌بندی مجدد به کمک روش AHP و انجام آنالیز همپوشانی در GIS، تحلیل می‌شوند. **یافته‌ها:** پس از همپوشانی لایه های فازی شده یافته های تحقیق نشان دهنده مخاطرات زیاد تا متوسط در منطقه مورد مطالعه است.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان می‌دهد که این منطقه جز مناطق بسیار بحرانی می‌باشد زیرا حدود ۷۴۰ کیلومترمربع از شبکه ریلی در یک حریم ۲ کیلومتری در خطر متوسط تا شدید قرار دارد. این بدان معناست که حدود ۶۰ درصد از مسیر ریلی در خطر متوسط و حدود ۲۰ درصد از مسیر ریلی در معرض خطر بالا قرار دارند. ایستگاههای دورود، قارون، بیشه، تنگه هفت، تنگ پنج و تله زنگ در معرض مخاطرات طبیعی زیادی قرار دارند و در زمره مناطق پرخطر هستند و نیازمند مدیریت بهتر و توجه بیشتر مسئولین می‌باشد. نتایج مخاطرات گذشته نیز صحتی بر عملکرد این روش می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۰۲ آذر ۱۴۰۴

تاریخ داوری: ۲۸ دی ۱۴۰۴

تاریخ اصلاح: ۰۷ اسفند ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲۵ خرداد ۱۴۰۵

## واژگان کلیدی:

مخاطرات

همپوشانی

شبکه ریلی

GIS

زاگرس

\* نویسنده مسئول

samira\_bolouri@yahoo.com

۰۲۱-۵۵۱۲۷۲۲۳

## مقدمه

پایین در ناوگان و غیره، جایگاه خاصی در بخش حمل و نقل به ویژه در برقراری توسعه پایدار دارد [۳]. بنابراین بررسی و ارزیابی خطرات احتمالی بر روی ریل بسیار اهمیت می‌یابد. همچنین نتایج پژوهشها حاکی از تأثیرگذاری غالب عوامل طبیعی نسبت به عوامل انسانی بر روی سطح ریسک می‌باشد [۴] به همین دلیل در این پژوهش ارزیابی مخاطرات طبیعی مورد توجه قرار می‌گیرد.

از طرفی برخی از نواحی در کشور به دلیل شرایط و موقعیت جغرافیایی بیش از سایر مناطق در معرض آسیب قرار دارند. منطقه ریلی زاگرس به دلیل قرار گرفتن در یک ناحیه کوهستانی و کمربند چین خوردگی متشکل از سنگ‌های پوسته‌ای تغییر شکل یافته است [۵]. مرز شمالی پهنه زاگرس، یک گسل معکوس بزرگ است که آن را گسل اصلی معکوس زاگرس می‌نامند. گسل زاگرس نیز مرز جنوبی پهنه زاگرس بلند محسوب می‌شود و این پهنه را از زاگرس چین خورده جدا می‌سازد [۶]. بنابراین این ناحیه ریلی به شدت تحت تاثیر مخاطرات طبیعی قرار دارد. به همین دلیل هدف این پژوهش بررسی و ارزیابی خطرات طبیعی

مخاطرات از جمله سیل، زلزله، فرونشست و ... همواره سبب ایجاد خسارتهای فراوانی در سراسر دنیا می‌شوند [۱]. این مخاطرات علاوه بر خسارتهای جانی موجب خرابی بسیاری از زیرساختها، تحمیل هزینه فراوان و مختل شدن برخی از خدمات‌رسانی‌ها خواهند شد. در این بین زیرساختهای راه آهن نیز در مقابل این مخاطرات آسیب‌پذیری زیادی دارند و سالانه هزینه زیادی صرف رفع اختلالات ناشی از حوادث و بحرانهای ناشی از مخاطرات می‌شود. این هزینه‌ها بار قابل توجهی را بر بودجه‌های ملی تحمیل می‌کند و بنابراین عاقلانه است که در برابر و به حداقل رساندن پیامدهای احتمالی اضطرابی طبیعی محافظت شود. برای این منظور، استفاده از مدل‌هایی که می‌توانند به شناسایی مخاطرات کمک کنند، مناسب است و بر اساس اطلاعاتی که ارائه می‌کنند، می‌توان اقداماتی را برای جلوگیری از آسیب‌های آتی اتخاذ کرد [۲].

بخش حمل و نقل ریلی به سبب مزایای مختلف از قبیل قابلیت حمل انبوه بار و مسافر، مصرف پایین انرژی، حفظ محیط زیست، استهلاک

شیب و ارتفاع بر روی بخش کوچکی از شبکه ریلی به عنوان نمونه در یک بازه ۱۰ ساله بررسی می‌کند. بنابراین فرضیه این تحقیق شامل بررسی تاثیر مخاطرات طبیعی بر روی شبکه ریلی در منطقه مورد مطالعه می باشد.

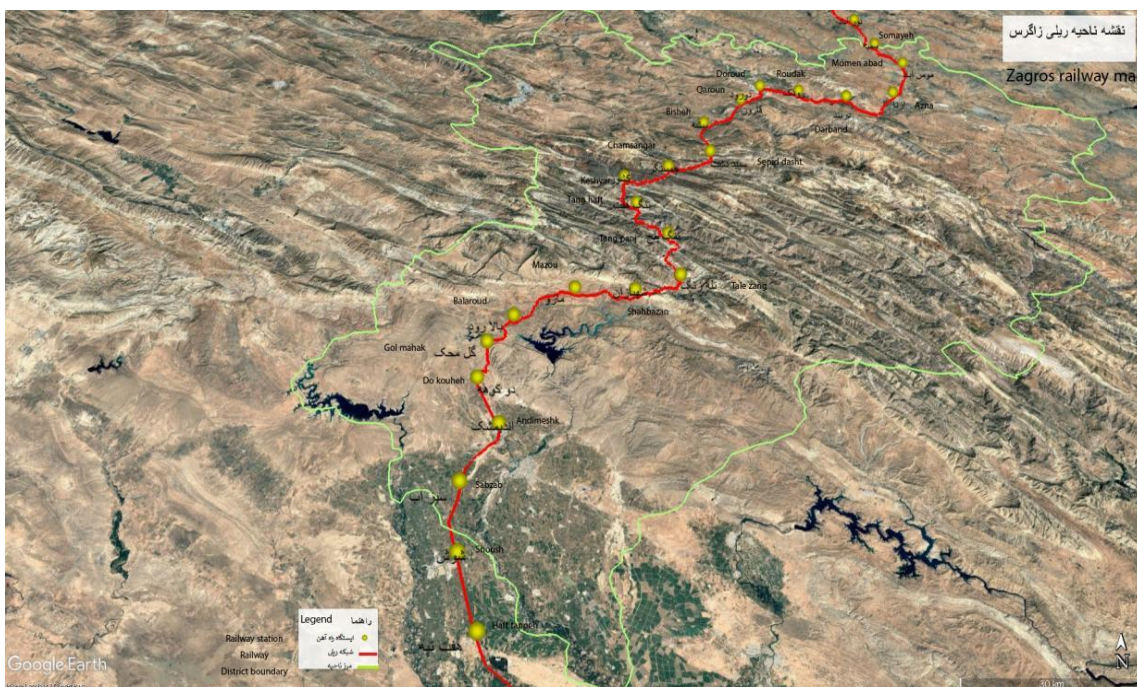


شکل ۲: شهرستانهای منطقه زاگرس  
Fig. 2: Counties of the Zagros region

بر روی ریل در ناحیه زاگرس می‌باشد. شکل ۱ وضعیت منطقه مورد مطالعه و شبکه ریلی را نشان می‌دهد.

همانطور که شکل ۱ نشان می‌دهد شبکه ریلی از میان مناطق کوهستانی سخت عبور می‌کند که این مخاطرات افزایش بلایا را به همراه دارد. طول مسیر ریلی موجود در منطقه مورد مطالعه از ایستگاه سمیه تا تله زنگ حدود ۲۰۲ کیلومتر می‌باشد که از منطقه کوهستانی زاگرس عبور می‌کند. این مسیر در امتداد گسلهای متعدد قرار دارد، جایی که زمین دارای شکستگی و دره‌های شیب‌دار است. بالاترین ارتفاع ۳۹۳۳ متر و پایین‌ترین ارتفاع حدود ۲۹ متر از سطح دریا است. میزان متوسط بارندگی سالانه در منطقه تقریباً ۵۵۰ میلی‌متر است [۷]. بنابراین، این منطقه به دلیل بارندگی فراوان و زمین منحصر به فرد، سرشار از رواناب هیدرولیکی آب است [۸]. مسیر ریلی از شهرستانهای ازنا، دورود، خرم‌آباد، الیگودرز، دزفول و اندیمشک عبور می‌کند. شکل ۲ مسیر ریلی در میان شهرستانهای منطقه زاگرس را نشان می‌دهد.

لازم به ذکر است که در دنیا در زمینه ارزیابی مخاطرات طبیعی بر روی زیرساختها و راه آهن مطالعات بسیاری انجام شده است [۹]، [۱۰]، [۱۱]، [۱۲]، [۱۳]، [۱۴]. اما در ایران بر روی این مسئله تمرکز کمتری داریم و بر روی راه آهن در زمینه مخاطرات طبیعی موثر بر ریل مطالعات زیادی انجام نشده است. به همین دلیل این پژوهش تاثیر مخاطراتی مانند سیل، زلزله، فرورانش را با لایه‌های گسل، زمین‌شناسی، جمعیت، باران سنجی، کاربری زمین، جنس خاک، رودخانه،



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه  
Fig. 1: Study area

و رودخانه‌ها و شکل ۴ (ب) حریم آنها را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

#### سنگ‌شناسی

وضعیت سنگ‌شناسی در منطقه مورد مطالعه بسیار پیچیده و متنوع است. هر بخش با توجه به سبک ساختاری و تاریخچه رسوبی خود با بخش دیگر متفاوت است [۱۷]، [۱۸]، [۱۹]. تجزیه و تحلیل هیپسومتری همچنین وجود ویژگی‌های چشم‌انداز فعال تکتونیکی را عمدتاً در بخش میانی زاگرس نشان می‌دهد [۲۰]. منطقه مورد مطالعه عمدتاً شامل چین‌های تاقدیسی و ناودیسی طولانی و منظم است [۲۱]. این کوه‌ها کاملاً منشأ رسوبی دارند و عمدتاً از سنگ آهک ساخته شده‌اند [۲۲]. در زاگرس مرتفع یا زاگرس بالاتر، سنگ‌های پالئوزوئیک را می‌توان عمدتاً در بخش‌های بالایی و بالاتر قله‌های کوه‌های زاگرس، در امتداد گسل اصلی زاگرس یافت. در دو طرف این گسل، سنگ‌های مزوزوئیک، ترکیبی از سنگ‌های تریاس (۲۰۱-۲۵۲ میلیون سال پیش) و ژوراسیک (۲۰۱-۱۴۵ میلیون سال پیش) وجود دارد که از دو طرف توسط سنگ‌های کرتاسه احاطه شده‌اند. زاگرس چین‌خورده (کوه‌های جنوب زاگرس مرتفع و تقریباً موازی با گسل اصلی زاگرس) عمدتاً از سنگ‌های ترشیاری تشکیل شده است. بیشتر ارتفاعات، سفره‌های آب زیرزمینی آهکی و دولومیتی کارستی شده هستند که بین سازندهای ضخیم مارن غیر کارستی، سنگ مارن، سنگ آهک مارنی، گچ و انیدریت قرار گرفته‌اند [۲۳]. براساس آسیب‌پذیری سنگهای موجود در منطقه سه سطح خطر بالا، پایین و متوسط مشخص شده است که در شکل ۵ نشان داده شده است.

#### داده‌های مورد نیاز

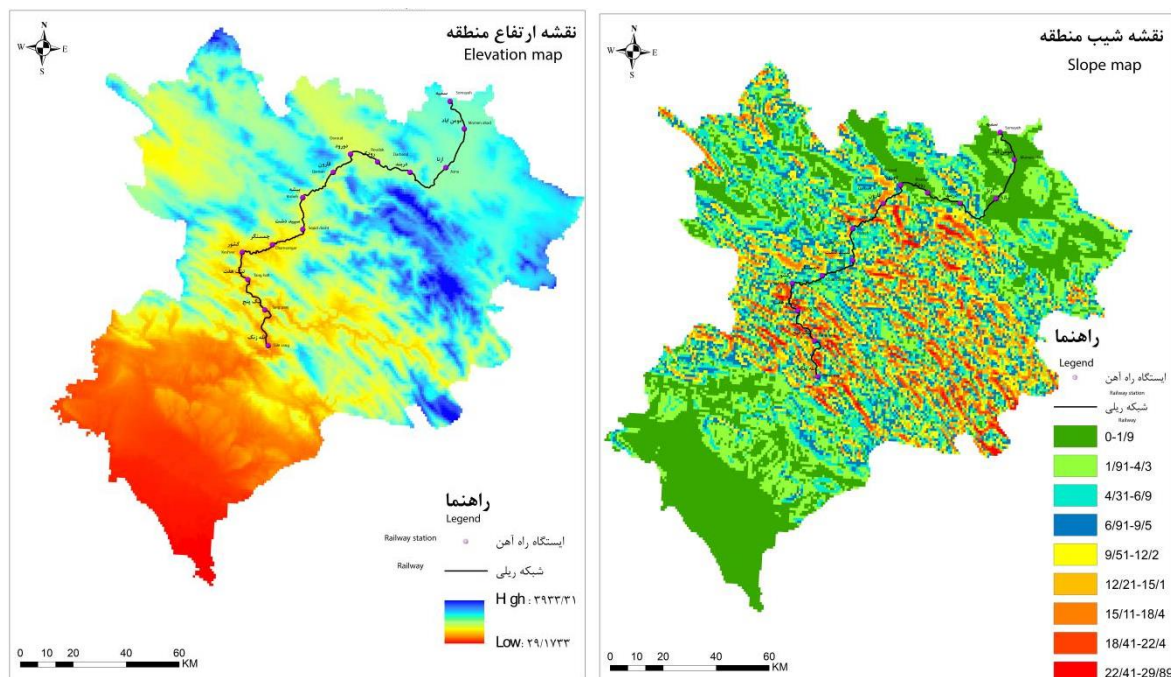
داده‌های مورد نیاز جهت این پژوهش شامل ارتفاع، شیب، جنس خاک، زمین شناسی، کاربری زمین، باران سنجی، رودخانه، گسل و جمعیت می‌باشد. تمام داده‌های مورد نیاز به منطقه مورد مطالعه منتقل شده و در سیستم GIS تجزیه و تحلیل می‌شوند. از آنجایی که GIS یک سیستم بسیار قوی در جمع‌آوری، نگهداری، مدیریت و تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌باشد [۱۵] در این تحقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این سیستم، داده‌ها باید دارای سیستم مختصات و اندازه سلول یکسانی باشند.

#### ارتفاع و شیب

شکل ۳ (الف) نقشه ارتفاع و شکل ۳ (ب) توزیع شیب در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. داده‌های ارتفاع و شیب از DEM با وضوح ۳۰ متر تولید شده و از وب سایت هوا و اقلیم شناسی ایران [۱۶] جمع‌آوری شده‌اند. همانطور که شکل‌ها نشان می‌دهند ارتفاع منطقه از حدود ۲۹ متر تا ۳۹۳۳ متر و شیب از ۰ تا ۳۰ درجه متغیر است. با وجود کوهستانی و صعب‌العبور بودن منطقه در طراحی مسیر ریلی عمدتاً توجه شده است که خطوط شبکه و ایستگاهها در نواحی با ارتفاع متوسط و شیب عمدتاً کم تا متوسط ایجاد گردد.

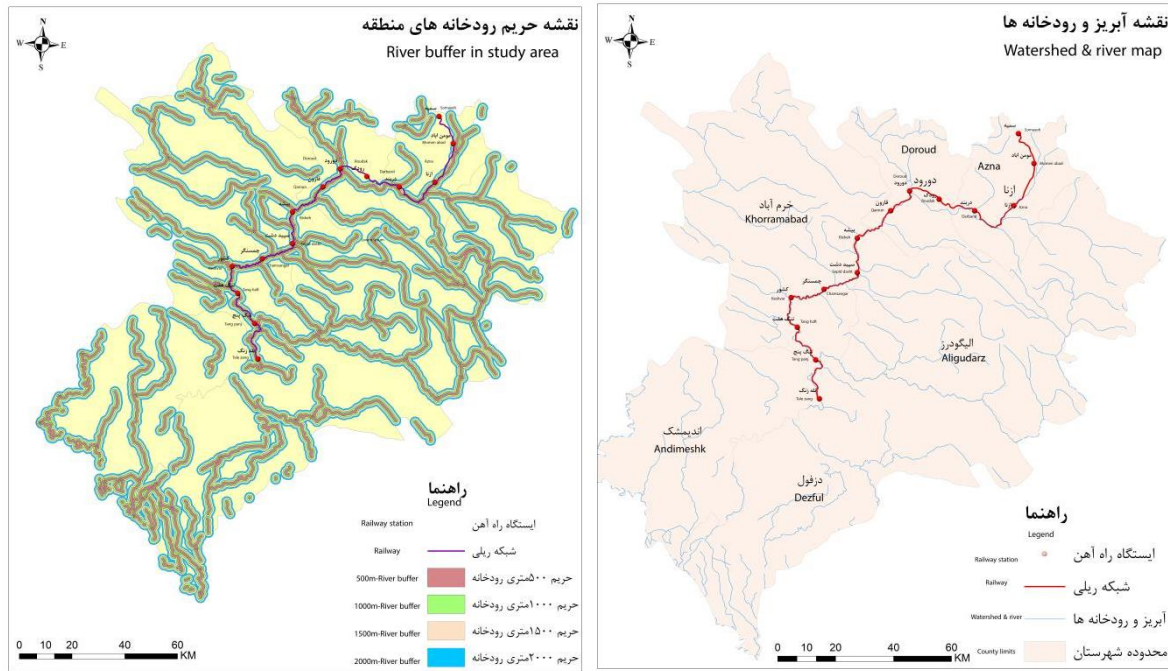
#### رودخانه‌ها و آبریزها

مسیر راه‌آهن در منطقه مورد مطالعه از آبریزهای متعدد و رودخانه‌هایی مانند رودشور، مابره عبور می‌کند و رودخانه‌های مهمی مانند کرخه، کاکلستان، سزار در مسیر ریلی قرار دارند. شکل ۴ (الف) وضعیت آبریز



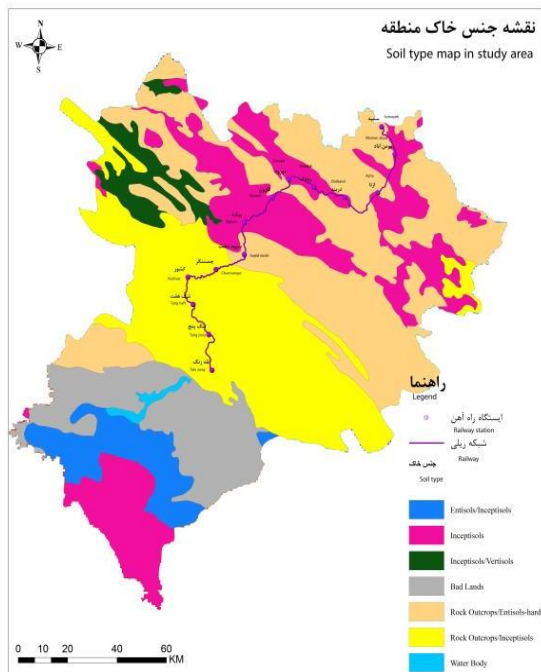
شکل ۳: (الف). ارتفاع منطقه و (ب). شیب منطقه

Fig. 3: (a). Area elevation and (b). Area slope

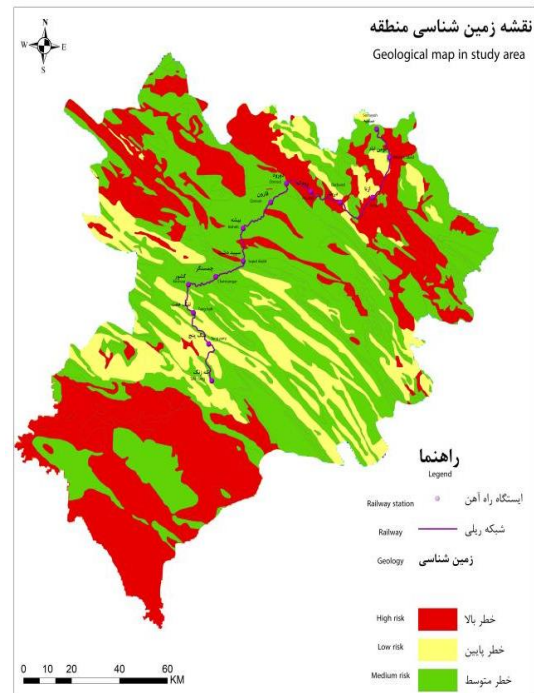


شکل ۴: آبریزها و رودخانه‌ها  
Fig. 4: Watersheds and rivers

پهنه‌های آبی می‌باشد. شکل ۶ طبقه بندی جنس خاک را در منطقه نشان می‌دهد. داده‌های موردنظر از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شده است.



شکل ۶: نقشه طبقه‌بندی جنس خاک در منطقه زاگرس  
Fig. 6: Soil type classification map in the Zagros region



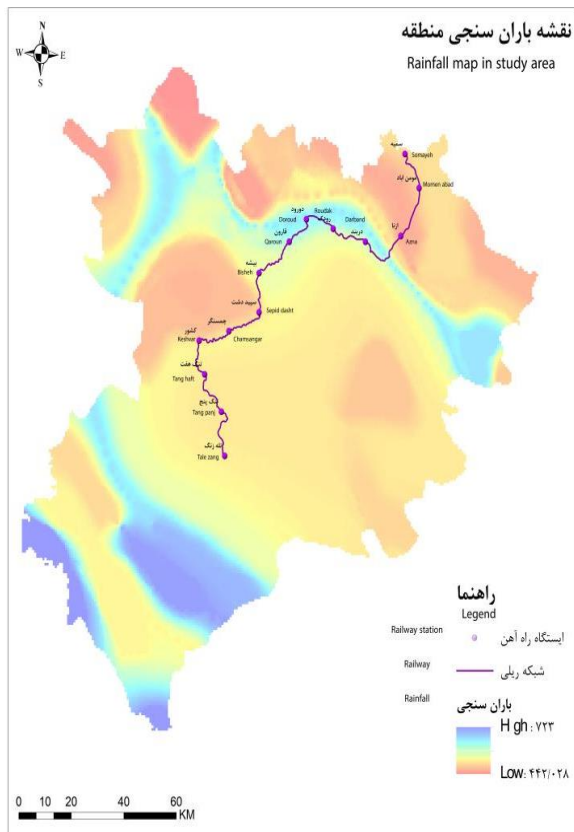
شکل ۵: سطح خطرپذیری منطقه از منظر زمین‌شناسی  
Fig. 5: Hazards level of the region from a geological perspective

همانطور که شکل نشان می‌دهد بخش‌های بالایی شبکه ریلی در معرض خطر بالا تا متوسط قرار گرفته‌اند.

#### جنس خاک

گسل  
گسل سراسری زاگرس یکی از گسل‌های بنیادین ایران در کمربند چین‌خورده و رانده زاگرس است که با طول تقریبی ۱۵۷۵ کیلومتر از مرز شمال‌غربی ایران تا شمال‌تنگه هرمز کشیده شده‌است. این

جنس خاک در منطقه زاگرس عمدتاً شامل انتیسول‌ها/اینسپتیسول‌ها، اینسپتی‌سول‌ها/ورتی‌سول‌ها، اینسپتیسول‌ها، رخنمون‌های سنگی/انتی‌سول‌ها، رخنمون‌های سنگی/اینسپتی‌سول و زمینهای ضعیف و



شکل ۸: میزان بارش باران در منطقه زاگرس  
Fig. 8: Rainfall in the Zagros region

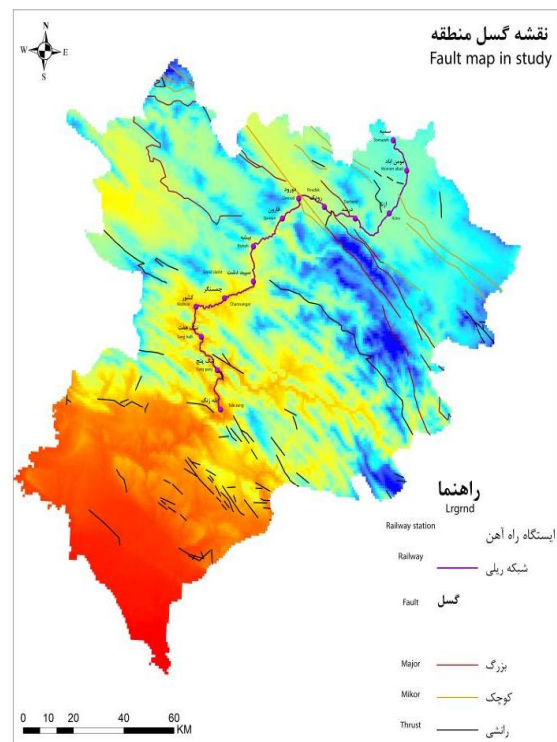
گسل راستای شمال غربی - جنوب شرقی، و سازوکار فشاری دارد. گسل سراسری زاگرس از نوع گسل‌های رانشی - فشاری است و نقش چشم‌گیری بر لرزه‌خیزی ایران دارد. مطالعات و بررسی‌ها نشان می‌دهد که ابرگسل زاگرس یک شکستگی تنها نیست، بلکه در واقع دو گسل به نام‌های راندگی اصلی زاگرس و گسل جوان زاگرس است که گاه با هم موازی بوده و گاه بر یکدیگر منطبق شده و گاهی نیز فاصله قابل ملاحظه‌ای از یکدیگر گرفته‌اند [۲۴]. مطابق با داده‌های موجود در این پژوهش گسل‌های موجود در منطقه که در بسیاری موارد با ریل تقاطع دارند به سه طبقه گسل‌های بزرگ، کوچک و رانشی تقسیم‌بندی می‌شوند. شکل ۷ پراکندگی این گسل‌ها را نشان می‌دهد.

#### باران سنجی

در منطقه زاگرس ابتدا بارش به‌طور تقریبی، هماهنگ با افزایش ارتفاع، روند صعودی داشته است؛ اما در اواسط زاگرس و قبل از رسیدن به مرتفع‌ترین قسمت زاگرس، روند کاهشی پیدا می‌کند [۷]. بیشترین مقدار بارش حدود ۷۵۰ میلی‌متر و کمترین میزان بارش در منطقه مورد مطالعه حدود ۴۴۰ میلی‌متر گزارش شده است. شکل ۸ متوسط بارش باران را با روش IDW طی ۱۰ سال گذشته نشان می‌دهد. همانطور که نقشه نشان می‌دهد بیشترین بارشها در ارتفاعات کمتر اتفاق می‌افتد. همچنین در برخی از نقاط مسیر ریلی از مناطق با بارشهای شدید تا متوسط عبور می‌کند.

#### کاربری زمین

به علت اینکه منطقه زاگرس بسیار کوهستانی و سخت می‌باشد اکثر کاربری منطقه به صورت صخره‌ای، باغ و یا جنگل می‌باشد. شکل ۹ کاربری‌های منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. این داده‌ها بر مبنای نقشه ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شده است. علاوه بر عوامل طبیعی، فعالیت‌های انسانی نیز در امتداد خطوط راه‌آهن از عوامل مهم و موثر در وقوع بلایای زمینی هستند. بنابراین جمعیت بیشتر در منطقه به معنای فعالیت بیشتر بشر در منطقه و احتمال افزایش وقوع بلایا خواهد بود. شکل ۹ نقشه کاربری‌های زمین و نقشه شکل ۱۰ توزیع جمعیت به روش IDW را نشان می‌دهد. همانطور که شکل ۹ نشان می‌دهد مسیر ریلی عمدتاً از میان کوهستانهای سخت و نواحی صخره‌ای عبور می‌کند. نقشه توزیع جمعیت در بلوک‌های آماری بر اساس آخرین سرشماری صورت گرفته و از داده‌های سازمان آمار کشور تهیه شده است [۲۵]. از آنجایی که نقشه توزیع جمعیت یک نقشه برداری پلیگونی می‌باشد جهت هماهنگی با سایر لایه‌ها لازم است که به فرمت رستر طبقه‌بندی شده تبدیل شود. به این منظور ابتدا مرکز هر پلیگون استخراج شده و سپس به روش درونیابی IDW به فرمت رستر با ابعاد سلول برابر با DEM تبدیل می‌شود.



شکل ۷: گسل‌های منطقه  
Fig. 7: Faults in the region

جدول ۱: مشخصات لایه های کاربردی  
Table 1: Characteristics of applicable layer

سال تولید	منبع	مقیاس	نام لایه
1404	مستخرج از DEM	1:25000	ارتفاع
	Derrived from DEM		Elevation
1404	مستخرج از DEM	1:25000	شیب
	Derrived from DEM		Slope
2020	Hudrosheds.org	1:25000	رورخانه
			River
2019	Geofabrik.de	1:100000	سنگ شناسی
2018	Geofabrik.de	1:100000	جنس خاک
2021	Geofabrik.de	1:100000	گسل
2021	Geofabrik.de	1:25000	باران سنجی
2021	Geofabrik.de	1:25000	کاربری زمین
1395	Amar.org.ir	1:25000	جمعیت

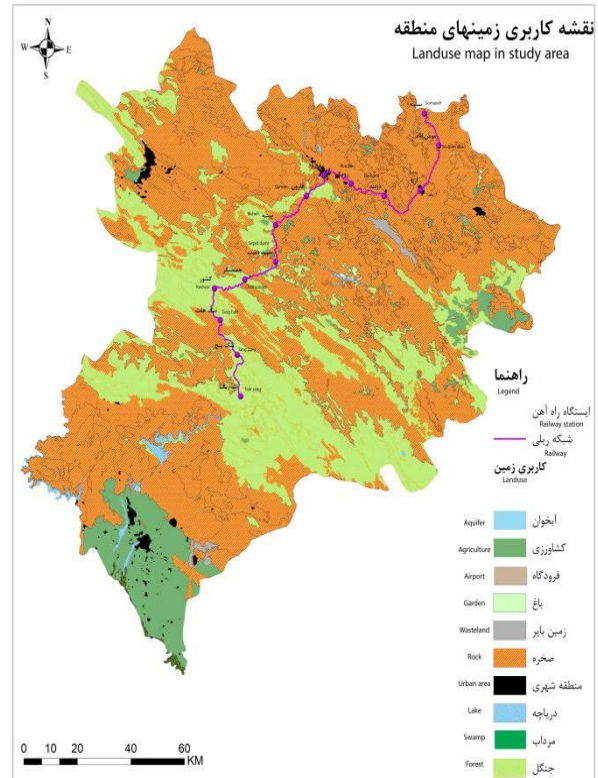
### روش تحقیق

جهت ارزیابی مخاطرات طبیعی در منطقه مورد مطالعه تمام لایه‌های نامبرده در بالا را به صورت رستر طبقه‌بندی شده تبدیل می‌کنیم. سپس تمام لایه‌های رستری که در یک سیستم مختصات و با اندازه سلول یکسان هستند به ۵ کلاس (بر اساس نظر کارشناسان) از لحاظ خطرپذیری (کم خطر-نسبتاً کم خطر-خطر متوسط-پرخطر و خیلی پرخطر) طبقه‌بندی مجدد می‌کنیم. سپس به هر لایه از روش AHP [۲۶] و از طریق ماتریس مقایسات زوجی وزنی تخصیص می‌یابد. روش AHP هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه و شاخص تصمیم‌گیری روبرو است، می‌تواند مفید باشد [۲۷]، [۲۸]. وزنهای هر لایه نرمالیزه می‌شوند تا در مقیاس بین ۰ و ۱ قرار گیرند [۲۹]. سپس در نرم افزار ArcGIS تمام لایه‌ها با وزنهای بدست آمده همپوشانی می‌شوند. لایه نهایی حاصل از همپوشانی در یک حریم ۲۰۰۰ متری برش خورده و به کلاسهای موردنظر طبقه‌بندی می‌شود. شکل ۱۱ مراحل روش تحقیق رادر این پژوهش نشان می‌دهد.

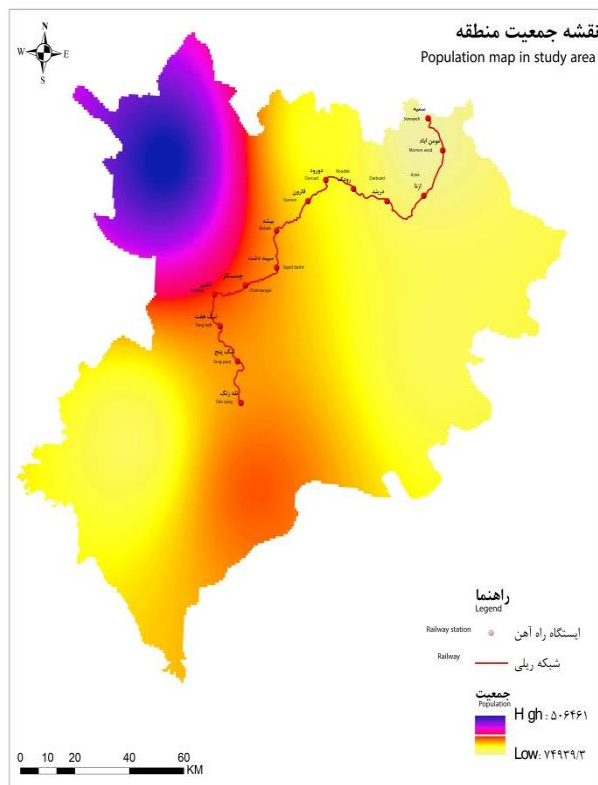
### نتایج

بر اساس روش AHP، ماتریس مقایسات زوجی مطابق با نظر کارشناسان تهیه می‌شود. جدول ۲ ماتریس مقایسات زوجی لایه‌های مورد استفاده این تحلیل را نشان می‌دهد. نسبت سازگاری (CR) ماتریس برابر با ۰.۰۲۱۵ (کمتر از ۰.۱) است که نشان می‌دهد ماتریس قضاوت سازگار است [۳۰]. اطلاعات جدول ۲ نشان می‌دهد که شیب بیشترین وزن و اهمیت و جمعیت کمترین اهمیت را در میان لایه‌ها به خود اختصاص داده است. در این مرحله کلیه لایه‌های رستری که طبقه‌بندی مجدد (به ۵ کلاس) شده‌اند از طریق Weighted Sum و با وزنهایی که از مرحله قبل بدست آمد، همپوشانی می‌شوند.

شکل ۱۲ طبقه‌بندی مجدد کلیه لایه‌ها را نشان می‌دهد. لایه‌های ارتفاع، شیب، باران و جمعیت از کمترین به بیشترین مقدار به ترتیب در کلاسهای کم خطر، نسبتاً کم خطر، خطر متوسط، پرخطر و بسیار پرخطر طبقه‌بندی می‌شوند. گسلهای بزرگ، رانشی و کوچک به ترتیب در کلاسهای کم خطر تا بسیار پرخطر طبقه‌بندی می‌شوند. در لایه



شکل ۹: کاربریهای منطقه زاگرس  
Fig. 9: Land uses of the Zagros region

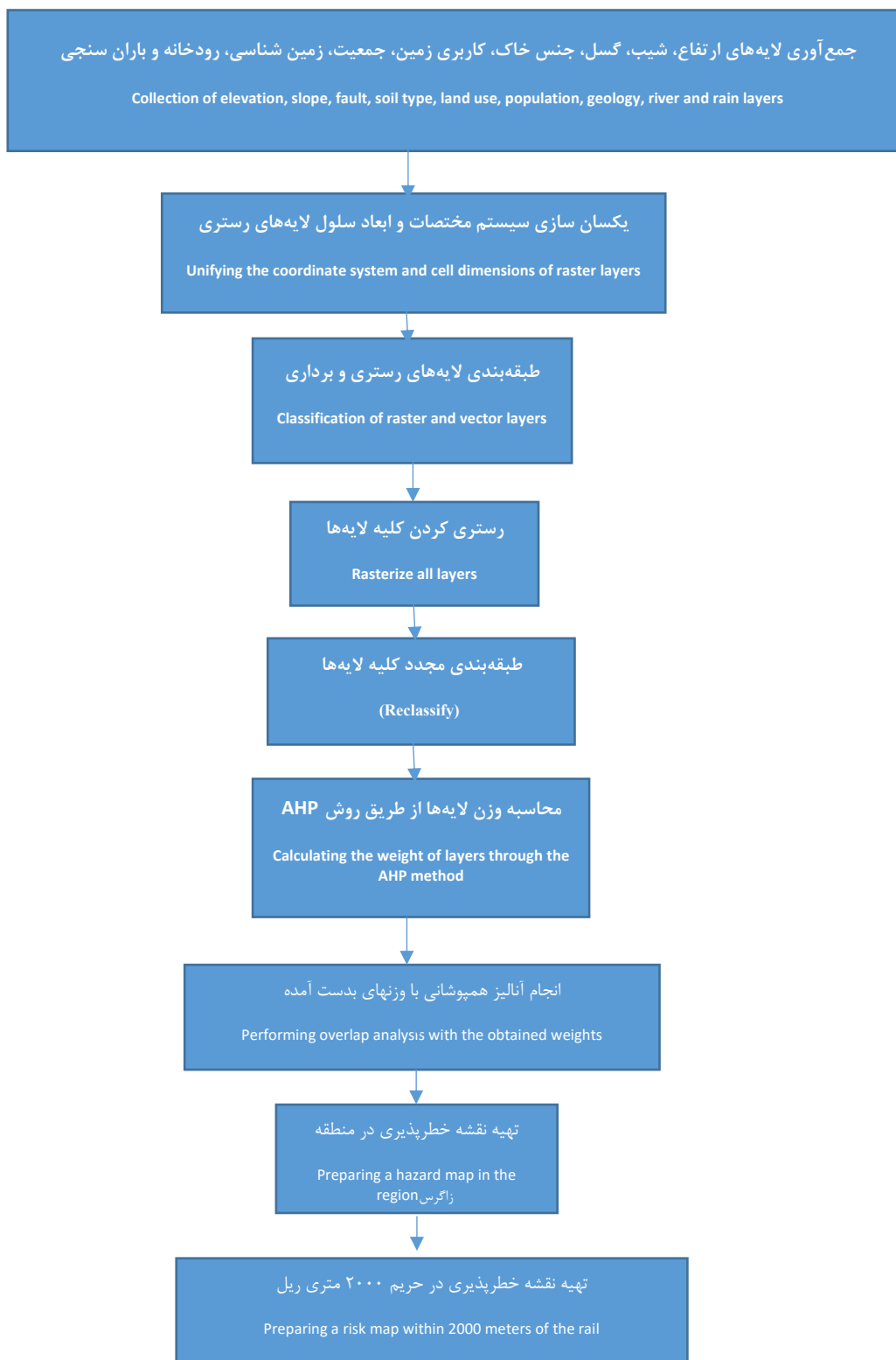


شکل ۱۰: نقشه نحوه توزیع جمعیت در منطقه  
Fig. 10: Map of population distribution in the region

جدول ۱ مشخصات نه لایه مورد استفاده را نشان می‌دهد.

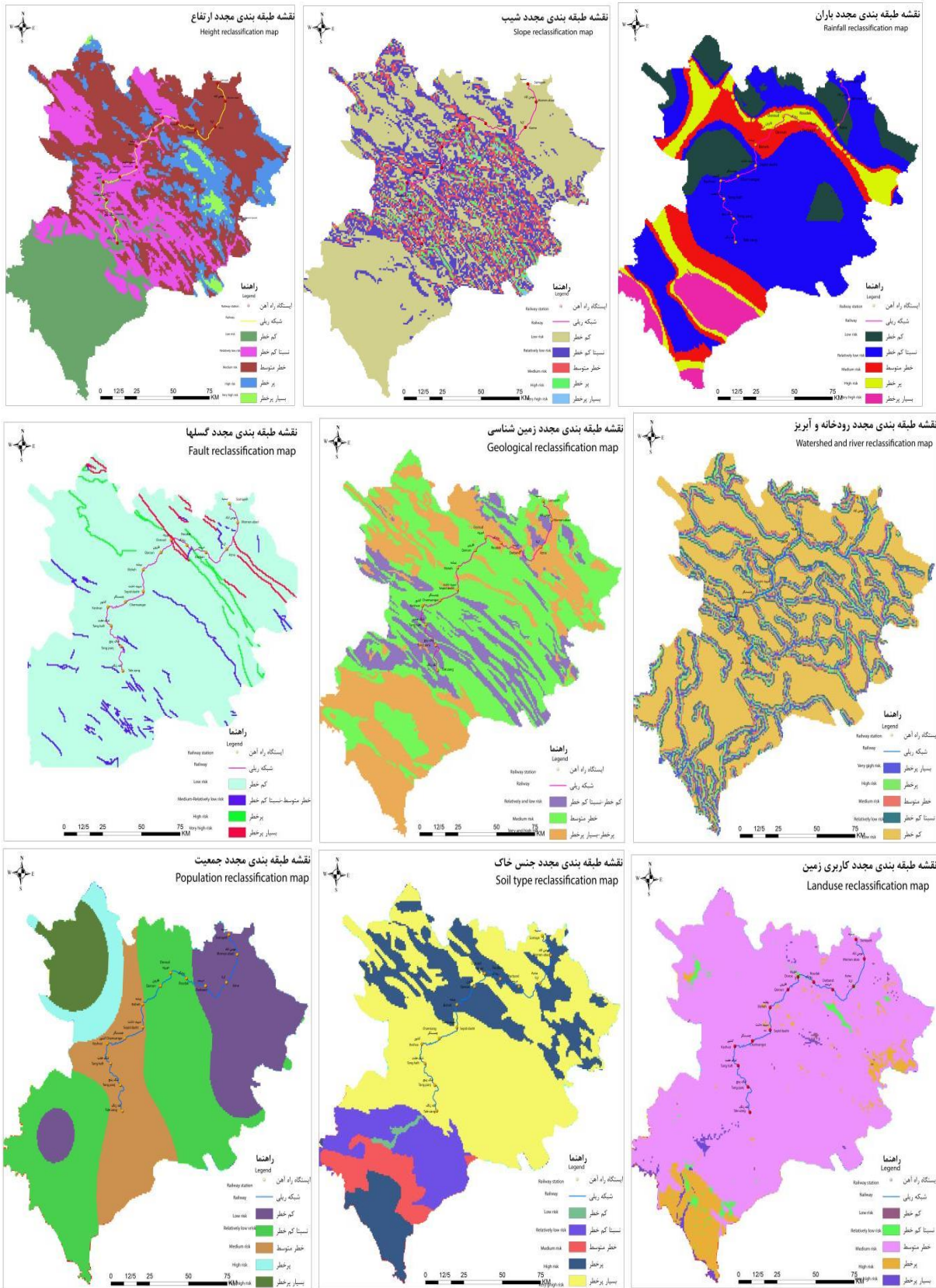
صخره و جنگل، منطقه شهری و بایر، باغ و فرودگاه به ترتیب در طبقه بسیار پرخطر تا کم خطر قرار می‌گیرند. در لایه جنس خاک صخره تا آنها در کلاسهای کم خطر تا بسیار پرخطر طبقه‌بندی می‌شوند.

زمین شناسی بخشهای پرمخاطرات تا کم مخاطرات در طبقات کم خطر تا بسیار پرخطر طبقه‌بندی می‌شوند. حریم ۵۰ متر، ۵۰۰ متر، ۱۰۰۰ متر، ۱۵۰۰ متر و ۲۰۰۰ متر به ترتیب در طبقات بسیار پرخطر تا کم خطر طبقه‌بندی می‌شوند. کاربری‌های مرداب و دریاچه، کشاورزی،



شکل ۱۱: روش تحقیق

Fig. 11: Research Methodology



شکل ۱۲: کلیه لایه‌های طبقه‌بندی مجدد شده

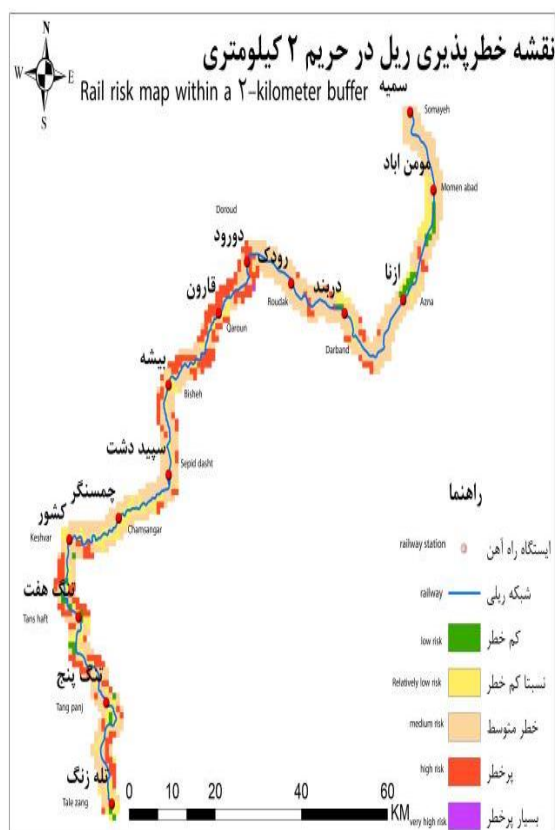
Fig. 12: All reclassified layers

جدول ۲: ماتریس مقایسات زوجی گزینه‌ها  
Table 1: Pairwise comparison matrix of options

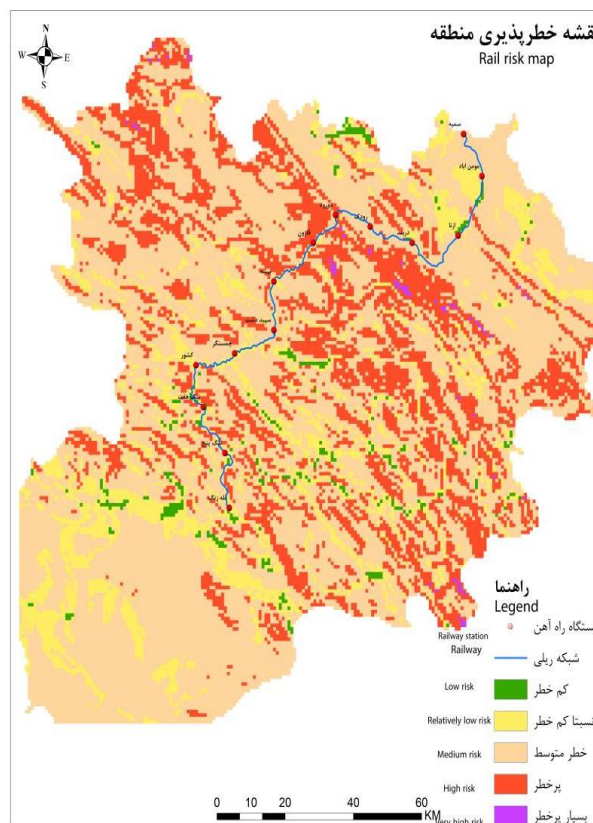
	ارتفاع Elevation	شیب Slope	جمعیت Population	کاربری زمین Landuse	گسل Fault	زمین‌شناسی Geology	جنس خاک Soil type	رودخانه River	باران Rain	وزن نرمال Normal weight
ارتفاع Elevation	1	0.23607	3.425234	1.954667	0.41861	0.490301	0.824522	1.28371	0.84642	0.0733
شیب Slope	4.236016	1	14.50935	8.28	1.77327	2.076923	3.492688	5.43782	3.58545	0.3105
جمعیت Population	0.291951	0.06892	1	0.570667	0.12221	0.143144	0.24072	0.37478	0.24711	0.0214
کاربری زمین Landuse	0.511596	0.12077	1.752336	1	0.21416	0.250836	0.421822	0.65674	0.43302	0.0375
گسل Fault	2.388813	0.56392	8.182243	4.669333	1	1.171237	1.969629	3.06655	2.02194	0.1751
زمین‌شناسی Geology	2.039563	0.48148	6.985981	3.986667	0.85379	1	1.681665	2.61821	1.72632	0.1495
جنس خاک Soil type	1.212824	0.28631	4.154206	2.370667	0.50771	0.594649	1	1.55691	1.02655	0.0889
رودخانه River	0.77899	0.18389	2.668224	1.522667	0.32609	0.38194	0.642295	1	0.65935	0.0571
باران Rain	1.181446	0.27890	4.046729	2.309333	0.49457	0.579264	0.974128	1.51663	1	0.0866
	قابل قبول									
	CR=0.0215									

شکل ۱۴ نمایش خطرپذیری ریل در حریم ۲۰۰۰ متری از آکس مسیر راه آهن در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

در مرحله بعد به لایه‌های طبقه‌بندی شده مجدد براساس جدول ۲ وزنی تعلق گرفته و تحلیل همپوشانی انجام می‌گیرد که نتایج آن در شکل ۱۳ مشخص شده است.



شکل ۱۴: نقشه خطرپذیری ریل در حریم ۲۰۰۰ متری  
Fig. 14: Rail hazard map within 2000 meters



شکل ۱۳: نقشه خطرپذیری منطقه (خروجی حاصل از همپوشانی لایه‌ها)  
Fig. 13: Area hazard map (output from overlaying layers)

لازم به ذکر است که در طبقه بندی هر لایه حد آستانه بر اساس مطالعات گذشته انجام شده است [۱۰].  
در جدول ۴ مخاطرات موثر بر ریل از سال ۱۳۹۴ تاکنون مشاهده می‌شود [۳۱].

از آنجایی که مساحت هر سلول در این پژوهش معادل ۹۰۰ مترمربع می‌باشد با محاسبه تعداد پیکسها در هر طبقه، مساحت اشغال هر طبقه مشخص می‌گردد. جدول ۳ سطح اشغال خطرپذیری هر طبقه را در حریم ۲۰۰۰ متری ریل نشان می‌دهد.

جدول ۳: مساحت خطرپذیری هر طبقه در حریم ۲۰۰۰ متری ریل  
Table 2: Hazards area of each floor within 2000 meters of the rail

طبقه Class	مساحت (کیلومترمربع) Area (KM)
کم خطر Low hazard	30
نسبتاً کم خطر Relatively low hazard	163
خطر متوسط Moderate hazard	560
پرخطر High-hazard	180
بسیار پرخطر Very hazardous	1

جدول ۴: آمار مخاطرات طبیعی موثر بر ریل  
Table 3: Statistics on natural hazards affecting railways

نوع مخاطره Type of hazard	سال Year	تعداد مخاطره Number of hazards	شدت مخاطره Severity of the hazard	بلاک انتها End block	بلاک ابتدا First block
سیل-زمین لغزش Flood-Earthquake	1395-1397-1400	3	خطر متوسط-خطر کم Moderate hazard-Low Hazard	مومن آباد Momenabad	سمیه Somayeh
سیل-زمین لغزش Flood-Earthquake	1395-1397-1400	3	خطر متوسط-خطر کم Moderate hazard-Low Hazard	ازنا Azna	مومن آباد Momenabad
زمین لغزش Earthquake	1399	1	خطر متوسط Moderate hazard	دربند Darband	ازنا Azna
سیل Flood	1399	1	خطر متوسط Moderate hazard	رودک Roudak	دربند Darband
سیل Flood	1399	1	خطر متوسط Moderate hazard	دورود Doroud	رودک Roudak
سیل-زمین لغزش Flood-Earthquake	1404-1403-1399	3	بسیار پرخطر-پرخطر-خطر متوسط Very hazardous-Moderate Hazard	قارون Qaroun	دورود Doroud
سیل-زمین لغزش Flood-Earthquake	1404-1403-1399	3	بسیار پرخطر-پرخطر-خطر متوسط Very hazardous-Moderate Hazard	بیشه Bisheh	قارون Qaroun
سیل-زمین لغزش Flood-Earthquake	1404-1403-1400-1399-1398-1395	6	خطر متوسط Moderate hazard	سپید دشت Sepid dasht	بیشه Bisheh
سیل Flood	1401-1399	۲	خطر متوسط Moderate hazard	چمسنگر Chamsangar	سپید دشت Sepid dasht
سیل Flood	1403-1400	۲	خطر متوسط Moderate hazard	کشور Keshvar	چمسنگر Chamsangar
سیل Flood	1403	1	خطر متوسط Moderate hazard	تنگ هفت Tang haft	کشور Keshvar
سیل Flood	1404-1403-1399	۳	پرخطر-خطر متوسط-کم خطر Tang panj	تنگ پنج Tang panj	تنگ هفت Tang haft

نوع مخاطره Type of hazard	سال Year	تعداد مخاطره Number of hazards	شدت مخاطره Severity of the hazard	بلاک انتها End block	بلاک ابتدا First block
سیل-زمین لغزش Flood-Earthquake	1404-1403-1399	۳	High-hazard- Moderate Hazard- Low Hazard پرخطر-خطر متوسط- کم خطر High-hazard- Moderate Hazard- Low Hazard	تله زنگ Tale zang	تنگ پنج Tang panj

[2] Koks E E, Rozenberg J, Zorn C, Tariverdi M, Vousdoukas M, Fraser S A, et al. A global multi-hazard risk analysis of road and railway infrastructure assets. *Nat Commun.* 2019; 10(1): 2677. doi: 10.1038/s41467-019-10442-3.

[3] Ayati I. Understanding railway stations and examining the possibility of their development. *The 8th Rail Transport Conference: 2006.* [In Persian]

[4] Wei Z, Luxin N. Qinghai- Xizang Railroad Construction in Permafrost Region. Shanghai University Publish; 2007.

[5] Cooper M. Structural style and hydrocarbon prospectivity in fold and thrust belts: a global review. *Geological Society, London, Special Publications; 2007.* 272(1). p. 447-472.

[6] Fault patterns and estimation of uplift velocity along the Zagros High Fault. *Journal of Engineering Geology.* 2019. [In Persian]

[7] Jafari G, Foladi N. Analysis of precipitation changes in the east and west of the main Zagros thrust. *Spatial Planning.* 1402; 1 (48). [In Persian]

[8] Sotoudeh F, Alijani B, Saliki M, Akbari M. The Influence of Zagros Mountains on Iran's Rainfall Cyclones. *Physical geography research.* 2018; 50(4): 639-653. [In Persian] <https://doi.org/10.22059/jphgr.2019.245032.1007142>

[9] Yiming C, Hengxing L, Langping L. Disaster Risk Assessment for Railways: Challenges and a Sustainable Promising Solution Based on BIM+GIS. *Ustainability.* 2023; 15(24), 16697. <https://doi.org/10.3390/su152416697>.

[10] Lyu HM, Shen SL, Arulrajah A. Assessment of geohazards and preventive countermeasures using AHP incorporated with GIS in Lanzhou, China. *Sustainability.* 2018a; 10(2): 304. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su10020304>.

[11] Hassani H, Gholinejad M, Tehrani Moghaddis S. Zoning of rockfall risk on slopes overlooking the Lorestan railway line using GIS. *Amirkabir Civil Engineering Journal.* 2013; 9, 45(2): 97-104. [In Persian] doi: 10.22060/ceej.2013.314.

[12] Ghahrudi Tali M, Ghiyathvand S, Khodabandeh Lou F. Risk assessment of the selected route for the construction of the Isfahan-Ahvaz railway against earthquakes. *Spatial analysis of environmental hazards.* 2017; 4 (4). [In Persian]

[13] Zheng Q, Lyu H, Zhou A, Shen S. Risk assessment of geohazards along Cheng-Kun railway using fuzzy AHP incorporated into GIS. 2021; 1508-1531.

## نتیجه گیری

در این پژوهش تعدادی از عوامل ایجاد خطر در امتداد مسیر راه آهن در منطقه زاگرس طی ۱۰ سال گذشته مورد بررسی قرار می گیرد. سپس، داده های مربوطه با استفاده از روش AHP وزندهی می شوند. نتایج نشان می دهد که حدود ۷۴۰ کیلومترمربع از مسیر ریلی در حریم ۲۰۰۰ متری در خطر بسیار و متوسط قرار گرفته اند. این بدان معناست که حدود ۶۰ درصد از مسیر ریلی در خطر متوسط و حدود ۲۰ درصد از مسیر ریلی در معرض خطر بالا قرار دارند. ایستگاه های دورود، قارون، بیشه، تنگه هفت، تنگ پنج و تله زنگ در معرض مخاطرات طبیعی زیادی قرار دارند و در زمره مناطق پرخطر هستند. همچنین این نشان دهنده این است که ارزیابی خطر زمین با وضعیت میدانی سازگار (جدول ۴) است. همانطور که جدول فوق نشان می دهد حدوداً ۲۰ درصد منطقه مورد مطالعه در معرض خطر بالا و ۶۰ درصد نیز در معرض خطر متوسط قرار دارند که این صحت مدل به کار رفته را نشان می دهد. هر ساله بسیاری از ایستگاه ها و خطوط ریلی در این منطقه دستخوش حوادث متعددی می شوند و این بیانگر لزوم توجه بیشتر به مخاطرات در این محدوده می باشد.

## مشارکت نویسندگان

کلیه مراحل از جمع آوری تا مرحله نگارش این تحقیق توسط نویسنده انجام شده است.

## تشکر و قدردانی

نویسنده بدینوسیله از کلیه افرادی که در انجام این تحقیق کمک و یاری نموده اند کمال تشکر و قدردانی را دارد.

## تعارض منافع

«هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسنده بیان نشده است.»

## منابع و مآخذ

[1] Sharifi M, Sarvghad A, Sayyafzade B, Koohestani S. Qualitative study of the impact of natural hazards on industrial plants with emphasis on the oil and gas industries. *Spatial analysis of natural hazards.* 2025; 4: 183-208. [In Persian]

- [23] Forti L, Perego A, Brandolini F, Mariani G, Zebari M, Nicoll K, et al. Geomorphology of the northwestern Kurdistan Region of Iraq: landscapes of the Zagros Mountains drained by the Tigris and Great Zab Rivers. *Journal of Maps*. 2021; 17 (2): 225-236. doi:10.1080/17445647.2021.1906339.
- [24] Aghanabati S A. Geology of Iran. Geology and Mineral Exploration Organization of the Country. 2004. ISBN 964-6178-13-8. [In Persian]
- [25] <https://amar.org.ir>, 1395. [Accessed 15th Dec 2025].
- [26] Saaty T, Ernest H. The Hierarchon: A Dictionary of Hierarchies. Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications; 1992. ISBN 978-0-9620317-5-5. Spiral bound.
- [27] Delbari S A, Davoudi S A. Application of the Analytic Hierarchy Process Technique in Ranking the Evaluation Indicators of Tourist Attractions. *Research and Operations and Its Applications*. 2012; 2(33): 57-79. [In Persian]
- [28] Eugenio J. AHP-express: a simplified version of the analytical hierarchical process method. *MethodsX*. 2020; 7. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.11.021>.
- [29] Qunyong Y, Nanfeng X. Scaling-based weight normalization for deep neural networks. *IEEE Access*. 1 (1); 99. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2890373.
- [30] Malczewski J. Comprehensive Geographic Information Systems. *Multicriteria Analysis*. 2018; 197-217. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09698-6>.
- [31] Islamic Republic of Iran Railway. 2025. <https://doi.org/10.1080/19475705.2021.1933614>.
- [14] Gómez-Ibáñez, J. The Experience of Railroads. Published: 01 June 2016. Open Access to Infrastructure Networks. 2016; 49. p. 311–345.
- [15] Bolouri S, Vafaeinejad A, Alesheikh A, Aghamohammadi H. Minimizing response time to accidents in big cities: a two ranked level model for allocating fire stations. *Arabian Journal of Geosciences*. 2020. DOI: 10.1007/s12517-020-05728-6.
- [16] <https://climatology.ir>. [Accessed 10th Dec 2025].r
- [17] Motiei H. Petroleum geology of Zagros. Geological Survey of Iran. 1995; 589.
- [18] Falcon NL. Southern Iran: Zagros Mountains. *Geol Soc Lond Spec Publ*. 1974; 4(1). p. 199–211.
- [19] Stoecklin J. Structural history and tectonics of Iran: a review. *AAPG Bull*. 1968; 52(7): 1229–1258.
- [20] Gürbüz A, Saein AF. Tectonic Geomorphology of the Zagros Orogen. In: *Tectonic and structural framework of the Zagros Fold-Thrust Belt*. Elsevier. 2018. p. 131–144.
- [21] Narimani H, Yassaqi A, M Goodarzi. Analysis of the folding pattern of the Mish anticline in the folded-thrust Zagros. *Iranian Geological Quarterly*. 2010; 4 (15): 39-50. [In Persian]
- [22] Babaie H.A., Ghazi A.M., Babaei A., La Tour T.E., Hassanipak A.A. Geochemistry of arc volcanic rocks of the Zagros Crush Zone, Neyriz, Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*. 2001; 19 (1–2): 61-76.

**Citation (Vancouver):** Bolouri S, Sheidaei F. [Assessment of natural hazards in railway lines and station areas in the Zagros region]. *J. RS. GEOINF. RES.* 2026; 4(1): 57-69

 <https://doi.org/10.22061/jrsg.2026.12978.1121>



#### COPYRIGHTS

© 2026 The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)