

# ارزیابی ایمنی جاده‌ای با رویکرد مخاطرات محیطی: مسیر سنندج - مریوان با استفاده از GIS

عثمان باقدم<sup>۱</sup>، منوچهر فرج زاده اصل<sup>۲\*</sup>، سیاوش شایان<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- استادیار گروه سنجش از دور، دانشگاه تربیت مدرس

۳- استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس

پذیرش: ۸۳/۸/۱۲

دریافت: ۸۲/۱۰/۲

## چکیده

این مقاله با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰، نقشه‌های کاربری اراضی ۱:۲۵۰۰۰ و آمار ایستگاههای هواشناسی و هیدرومتری ایمنی جاده‌های منطقه مطالعه شده (با توجه به پارامترهای مخاطرات محیطی) بررسی شده است. لایه‌های اطلاعاتی مختلف جدولی و نقشه‌ای با توجه به توزیع فضایی، زمان و شدت اثر مخاطرات روی هم انطباق داده شده‌اند؛ سپس طی یک بررسی میدانی به کمک آثار و شواهد موجود و با در نظر گرفتن اطلاعات ذکر شده، نقشه‌های حساسیت زمین‌شناسی، مخاطرات اقلیمی، هیدرولوژیک و مخاطرات ژئومورفولوژیک ترسیم شده‌اند. در نهایت با انطباق سه نقشه مذکور، نقشه مخاطرات محیطی محور ارتباطی سنندج - مریوان استخراج شد. بر اساس آن ۶۵ درصد از طول محور ارتباطی مورد نظر از نقاط با خطر بسیار زیاد، ۲۵ درصد از نقاط با خطر زیاد و ۱۰ درصد از نقاط با خطر متوسط عبور می‌کنند.

**کلید واژه‌ها:** ارزیابی ایمنی جاده‌ای، بلایای طبیعی، سنندج، مریوان.

## ۱- مقدمه

جاده‌ها جزئی از توسعه تمدن و حامی فعالیت‌های اقتصادی می‌باشند، باید اظهار داشت زیربنای زندگی جدید، جاده‌ها هستند که اخیراً حالتی بحرانی پیدا کرده‌اند [۱]، صص ۱۳۳،

E-mail: Farajzam@modares.ac.ir

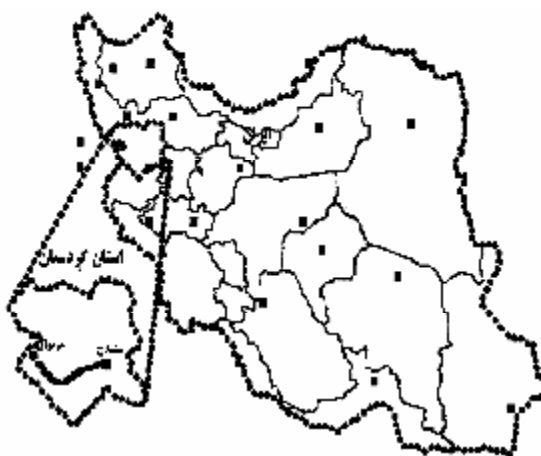
\* نویسنده مسئول مقاله

۲۴۹-۲۶۲]. علت این امر، رخداد حوادث در جاده‌ها است که بخشی از آنها مربوط به وقوع بلایای طبیعی مانند لغزش و سیل است. این نکته نشان می‌دهد که مسیر جاده‌ها بدرستی و با نگرش یکپارچه ناظر بر مخاطرات محیطی انتخاب نشده است. بنابراین بجز امنیت در عبور و مرور که باید بر راههای کشور حاکم باشد لازم است تا مسائل فنی مهندسی ترافیک به طور دقیق مد نظر قرار گیرد؛ همچنین ضروری است که راهها در برابر تأثیر عوامل جغرافیایی و مخاطرات محیطی مخرب هم هر چه بیشتر ایمن شوند تا بستر مناسب و مطمئنی برای توسعه، بویژه توسعه پایدار فراهم آید [۲، صص ۴۷-۵۵]. نقش بسترهای جغرافیایی (که در بعضی مناطق موانع بسیار سختی ایجاد می‌کنند) در احداث شبکه راههای ارتباطی از اهمیت قابل توجهی برخوردار است [۳، ص ۱۰۲]. مطالعات جامعی که به یک نوع ارزیابی راهها را به لحاظ فاکتورهای مخاطرات محیطی بررسی کند، وجود ندارد. بنابراین بیشتر مطالعات انجام‌گرفته به صورت کلی و در زمینه مسائل فنی نظیر وضعیت هندسی راهها و یا ارزیابی جاده با توجه به یک یا چند فاکتور در بلایای طبیعی انجام شده است. فورمن<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۷م. عوامل اکولوژیکی تأثیر گذار را بر جاده ارزیابی کرد [۴]. کل و لندرز<sup>۲</sup> در سال ۱۹۹۶م. و ویلیام<sup>۳</sup> در سال ۱۹۹۸م. ساخت و نگهداری جاده‌ها را با تأثیرات کوتاه‌مدت و بلندمدت بر محیط بررسی کردند [۵، صص ۱۶۸-۱۸۴]. آریل و هرمن<sup>۴</sup> نیز در سال ۱۹۹۹م. کارکرد، آثار و مدیریت جاده‌های جنگلی را ارزیابی کردند. آنها با در نظر گرفتن شرایط اکوسیستم، مدیریت جاده را یادآور شدند [۱، ص ۲۴۹].

بهبانی سال ۱۳۷۸هـ. ش.، در ایران، نقش پارامترهای جوی در رابطه با حمل و نقل را بررسی کرد. او راهکارهای کاهش خطرهای اقلیمی در جاده‌های کشور را بیان نمود [۶، ص ۳۵]. فلاح تبار در سال ۱۳۷۹هـ. ش. نقش پارامترهای جغرافیایی مؤثر بر راههای کشور را به صورت کلی معرفی کرد [۲، صص ۴۷-۵۵]. محمودی نیز در سال ۱۳۷۸هـ. ش. رانش و ناپایداری دامنه‌ای را در طول مسیر ساندج - مریوان به مسافت ۶۰ کیلومتر از قلاجی تا نگل مطالعه کرد. او همچنین توزیع فضایی این حرکات و عوامل به‌وجودآورنده آنها را ارزیابی کرد [۷، ص ۱۴۶].

- 
1. Forman
  2. Cole and Landers
  3. William
  4. Ariel and Herman

هدف از انجام این مطالعه، حفظ سرمایه ملی و تقلیل هزینه‌های حفظ و نگهداری جاده، ایجاد ایمنی در شبکه حمل و نقل و اثربخشی آن بر توسعه و بالابردن ضریب ایمنی جاده‌ای است. منطقه مطالعه شده جاده‌ای به طول ۱۲۰ کیلومتر است که در غرب ایران و در استان کردستان قرار دارد. این محور شهرهای مریوان در غرب قسمت استان را به سنندج در شرق استان متصل می‌کند (نقشه ۱).



نقشه ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعه شده

## ۲- مواد و روشها

خصوصیات توپوگرافی، زمین‌شناسی، اقلیمی، هیدرولوژیک و ژئومورفولوژیک برای ارزیابی و تحلیل خطر در جاده ارتباطی مورد نظر بررسی شد. همچنین با توجه به پارامترهای محیطی، به تحلیل حساسیت و خطر به صورت نواحی با حساسیت و خطر بسیار زیاد، زیاد، متوسط و کم پرداخته شد. لذا با ترکیب و روی هم نهی لایه‌های مختلف بر اساس زمان و شدت اثر در محیط نرم افزار آرک ویو<sup>۱</sup>، بترتیب اولویت، نقشه مخاطرات ژئومورفولوژیک، مخاطرات اقلیمی و هیدرولوژیک، حساسیت زمین‌شناسی ترسیم شد. در نهایت نیز با انطباق نقشه‌های مذکور، نقشه مخاطرات محیطی محور ارتباطی سنندج - مریوان رسم شد.

---

1. Arcview

## ۱-۲- توپوگرافی

برای بررسی خصوصیات توپوگرافی منطقه مطالعه شده، از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ به عنوان نقشه مبنا، استفاده شد [۸]. خطوط منحنی میزان در نقشه‌های مذکور پس از اسکن شدن رقومی شد؛ سپس نقشه‌های سطوح ارتفاعی، جهت شیب و شیب منطقه مطالعه شده در محیط آرک ویو و ایلویس<sup>۱</sup> ترسیم شد.

### ۱-۱-۲- ارتفاع

نقشه سطوح ارتفاعی منطقه مطالعه شده از ۱۱۰۰ - ۲۶۰۰ متر در ۷ سطوح ارتفاعی دسته‌بندی شده است. بیشترین طول مسیر در سطوح ۱۲۰۰-۱۳۰۰ متر با ۲۲ درصد، کمترین طول مسیر در سطوح ۲۰۰۰-۲۱۰۰ متر با ۳/۱ درصد و به طور کلی ۵۰ درصد از طول مسیر منطقه مطالعه شده در سطوح ارتفاعی ۱۱۰۰-۱۴۰۰ متر قرار دارد. با توجه به کاهش دما به‌ازای افزایش ارتفاع و تعداد روزهای یخبندان متفاوت در سطوح ارتفاعی مختلف از پارامتر سطوح ارتفاعی در تهیه لایه خطر یخبندان استفاده شد.

### ۲-۱-۲- جهت شیب

نقشه جهت شیب بر اساس آزیموت ۰ تا ۳۶۰ درجه، در چهار جهت آفتابی، نسبتاً آفتابی، سایه‌دار و نسبتاً سایه‌دار دسته‌بندی شده است [۹، ص ۱۰۲]. بیشترین طول محور در جهت آفتابی با ۴۳ درصد و کمترین طول محور منطقه مطالعه شده در جهت سایه‌دار با ۱۳ درصد قرار دارد. با توجه به نحوه قرارگیری دامنه‌ها و دریافت تابش متفاوت، از پارامتر جهت شیب در تهیه لایه خطر یخبندان استفاده شده است.

### ۳-۱-۲- شیب

نقشه شیب منطقه مطالعه شده بر اساس شیب ۰ تا ۱۰۰ درصد در ۷ طبقه شیب دسته‌بندی شده است. کمترین طول محور ارتباطی در شیب ۵۰ تا ۶۰ درصد با ۰/۳ درصد، بیشترین طول محور در شیب ۰ تا ۱۰ درصد با ۶۰ درصد و به طور کلی بیش از ۷۵ درصد در شیب

---

1. ILWIS

۰ تا ۲۰ درصد قرار دارد. با توجه به تأثیر میزان شیب در ایجاد و افزایش حرکات دامنه‌ای از پارامتر شیب در تهیه لایه مخاطرات ژئومورفولوژیک استفاده شده است.

## ۲-۲- زمین شناسی

بر اساس سن و جنس واحدها، نقشه زمین‌شناسی منطقه با استفاده از نقشه زمین‌شناسی ۱: ۲۵۰۰۰ و مطالعات قسمتی از محور از قلاجی تا نگل به وسیله وزیری در سال ۱۳۷۸ هـ. ش. ترسیم شد [۱۰: ۱۱، ص ۲]. بر اساس این نقشه بیشترین طول محور با ۵۷/۳ درصد از جنس شیل رسی، مارن و شیست و کمترین طول محور با ۷ درصد از جنس سنگ آهک، آهک مارنی و ماسه سنگ عبور می‌کند. بنابراین میزان حساسیت با توجه به دو پارامتر میزان مقاومت واحدهای زمین‌شناسی مختلف و توزیع فضایی گسلها، در محور ارتباطی مذکور تفکیک شد [۱۲، ص ۴۵۱]. طبق جدول ۱ واحدهایی که مقاومت بالایی در برابر تخریب دارند، دارای حساسیت کم و واحدهایی که دارای مقاومت خیلی پایین در مقابل نیروهای تخریب هستند، دارای حساسیت بسیار زیاد می‌باشند (جدول ۱).

جدول ۱ تحلیل حساسیت زمین‌شناسی محور ارتباطی سنندج - مریوان

طول محور (درصد)	علامت روی نقشه زمین‌شناسی	نوع سنگ (لیتولوژی)	مقاومت سنگ در برابر نیروهای تخریب	توصیف میزان حساسیت
۲۶	$K_f, G, K_p, K_1, K_{pm}$	نفوذیهای آذرین، کوارتزیت دگرگونه	بالا	حساسیت کم
۷	$K_p, Pen, Mz_1$	سنگ آهک، آهک مارنی، ماسه سنگ، گنیس	متوسط	حساسیت متوسط
۹/۷	Omc	کنگومرا، تراورتن	پایین	حساسیت زیاد
۵۷/۳	$Q_2, K_2, K_8, Pe, e, Om_1$	شیل رسی، مارن، شیست	خیلی پایین	حساسیت بسیار زیاد

## ۲-۳- آب و هوا

در قسمت آب و هوا با استفاده از آمار ایستگاههای هواشناسی (از غرب به شرق مریوان، سنندج) و ایستگاههای تبخیرسنجی (از غرب به شرق گاران، تفلی، سروآباد، چشمیدر و نگل)

در محور مطالعه شده به ذکر خصوصیات بارش و دما پرداخته شد؛ آنگاه نقشه خطوط همدمای و همبارش سالیانه بر اساس روابط میانگین دمای سالیانه (رابطه ۱) و میانگین بارش سالیانه (رابطه ۲) ترسیم گردید [۱۳، ص ۲۱].

$$T = 27/63 - 0/1 * H \quad \text{رابطه ۱}$$

$$P = 17130 + 0/2 H * 360 L \quad \text{رابطه ۲}$$

در روابط مذکور، T نشان‌دهنده میانگین دمای سالیانه و P نشان‌دهنده میانگین بارش سالیانه است. همچنین در روابط مذکور، H نمایشگر ارتفاع از سطح دریا و L نمایشگر طول جغرافیایی نقطه مورد نظر می‌باشد. این روابط از طریق محاسبه معادله رگرسیون خطی و براساس داده‌های هفت ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی موجود در منطقه، یعنی ایستگاه‌های سنندج، مریوان، سروآباد، چشمیدر، تفتلی، گاران و نگل محاسبه شده‌اند. ضریب همبستگی محاسبات مذکور بیش از ۰/۹ است که نشان‌دهنده دقت بسیار خوب مدل محاسباتی و معنادار بودن آن می‌باشد.

## ۲-۴- هیدرولوژی

در قسمت هیدرولوژی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، نخست حوزه‌های اصلی و فرعی تفکیک شد؛ سپس با استفاده از نقشه خطوط همدمای و همبارش سالیانه در محور مطالعه شده، پارامترهای مورد نیاز رابطه جاستین استخراج شد (رابطه ۳). در نهایت با توجه به رابطه جاستین و آمار ایستگاه‌های هیدرومتری محور رواناب سالیانه و آبدی ماهیانه برای هر یک از حوزه‌های اصلی (از غرب به شرق: آزاد - نگل، شویشه - نگل، کوماسی - نگل، آزاد - رزاب، آزاد - دوآب، گاران - تفتلی) و فرعی (از غرب به شرق: شماره ۱ - ۸۰) به دست آمد [۱۴]: سپس میزان تناسب آبگذرها با رواناب، آبدی سالیانه حوزه‌ها و نقاط آبگیر جاده مشخص شد [۱۵].

$$R = K.S^{0/155} \times \frac{P^2}{1/8T + 32} \quad \text{رابطه ۳}$$

در رابطه مذکور  $R$  رواناب بر حسب میلیمتر،  $K$  ضریب جاستین (که در این مطالعه  $۰/۶۹$  در نظر گرفته شده است)  $S$  بیانگر شیب حوزه،  $P$  بارش متوسط سالیانه به سانتیمتر و  $T$  درجه حرارت متوسط حوزه برحسب درجه سانتیگراد است.

### ۲-۵- ژئومورفولوژی

در قسمت ژئومورفولوژی، خصوصیات ژئومورفولوژی با تأکید بر دو پارامتر حرکات دامنه‌ای و پیچان رودها بررسی شد؛ سپس با بررسی نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، مطالعات میدانی و مشاهده اشکال ژئومورفولوژی، نقشه ژئومورفولوژی ترسیم شد. در این نقشه حرکات دامنه‌ای و میزان خطرآفرینی پیچان رودها نشان داده شده است [۹؛ ۱۰؛ ۱۶].

با در نظر گرفتن میزان حساسیت و مقاومت واحدهای زمین‌شناسی مختلف و همچنین ترکیب لایه توزیع فضایی گسلها، نقشه میزان حساسیت در محور ارتباطی سنج - مریوان ترسیم شد (جدول ۱).

### ۳- تهیه نقشه مخاطرات

#### ۳-۱- پهنه‌بندی مخاطرات اقلیمی و هیدرولوژیک

برای پهنه‌بندی مخاطرات اقلیمی و هیدرولوژیک، ابتدا نقشه خطر یخبندان در مسیر جاده بررسی شد. برای تهیه این نقشه بر اساس گرادیان دما به ازای ارتفاع در منطقه، یعنی کاهش دما به ازای ارتفاع (رابطه ۱) تعداد روزهای یخبندان بر اساس الگوی رگرسیون خطی برآورد شد که نتیجه به دست آمده در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس این جدول مشخص شد که ۱۶۰ روز از سال یا حدود نیمی از سال (در ارتفاعات ما بین ۱۸۰۰ - ۲۶۰۰ متری)، یخبندان رخ می‌دهد. این موضوع عامل مهمی در بروز تصادفات جاده‌ای منطقه مورد نظر به‌شمار می‌آید. در ارتفاع بین ۱۰۰۰ - ۱۱۰۰ متری نیز - بر اساس محاسبات صورت گرفته - فقط ۳۰ روز از سال دارای یخبندان است. بنابراین به این علت، احتمال خطر کمتری وجود دارد. عامل مهمی که علاوه بر قرارگیری مسیر جاده در سطوح دچار یخبندان، در تشدید یا تضعیف شرایط یخبندان تأثیرگذار می‌باشد، جهت شیب مسیر راه است که در این زمینه یخبندانهای اتفاق افتاده در مناطق

سایه‌دار یا شیبهای رو به شمال به علت عدم تابش آفتاب برای افزایش یافتن دما و به دنبال آن رفع یخبندان، از شدت بیشتری برخوردار بوده‌اند؛ قاعدتاً دوام یخبندان در این مناطق نیز بسیار بیشتر بوده است؛ در این صورت احتمال خطر را بیشتر می‌کند. بر اساس جدول ۲، جهت شیب در مسیر راه (در چهار گروه سایه‌دار تا آفتابی) ارزشگذاری شده و مناطق با شرایط یخبندان طولانی مدت به همراه موقعیت سایه‌دار در مسیر جاده به عنوان مناطق با خطر بسیار زیاد و بر عکس معرفی شده‌اند. برای تهیه نقشه توزیع مناطق مه‌گیر و دچار کولاک - با توجه به عدم وجود ایستگاههای هواشناسی - از مطالعات میدانی، پرسش از افراد محلی و تجربه رانندگان استفاده شد؛ آنگاه مناطق مه‌گیر و کولاک‌گیر روی نقشه مسیر مطالعه و مشخص شدند. نقاط کولاک‌گیر به طور عمده در فصل زمستان و در گردنه‌ها مشاهده می‌شود. نواحی مه‌خیز نیز در دره‌های بسته و چاله‌ها دیده می‌شوند که به طور عمده در فصل زمستان و بهار رخ می‌دهند. در مطالعه حاضر نقاط کولاک‌گیر به علت خطر آفرینی به عنوان نقاط با خطر بسیار زیاد و نقاط مه‌خیز به لحاظ شدت کمتر و دوره تأثیرگذاری کمتر با خطر متوسط معرفی شده‌اند (جدول ۳). همچنین نقاط بهمن‌خیز به دلیل رخدادهای نادر به عنوان مناطق با خطر متوسط معرفی شده است.

جدول ۲ میزان خطر یخبندان بر اساس ارتفاع و جهت

تعداد روزهای یخبندان بر اساس ارتفاع	سطوح ارتفاعی	توصیف جهت شیب	جهت شیب بر حسب آزیموت	توصیف میزان خطر
۱۶۰	۲۶۰۰-۱۸۰۰	سایه‌دار	۳۶۰-۳۱۵ ۴۵-۰	خطر بسیار زیاد
۱۲۰	۱۸۰۰-۱۳۰۰	نسبتاً آفتابی	۲۷۰-۲۲۵ ۱۳۵-۹۰	خطر زیاد
۶۰	۱۳۰۰-۱۱۰۰	نسبتاً سایه‌دار	۲۲۵-۱۸۰ ۱۸۰-۱۳۵	خطر متوسط
۳۰	۱۱۰۰-۱۰۰۰	آفتابی	-	خطر کم



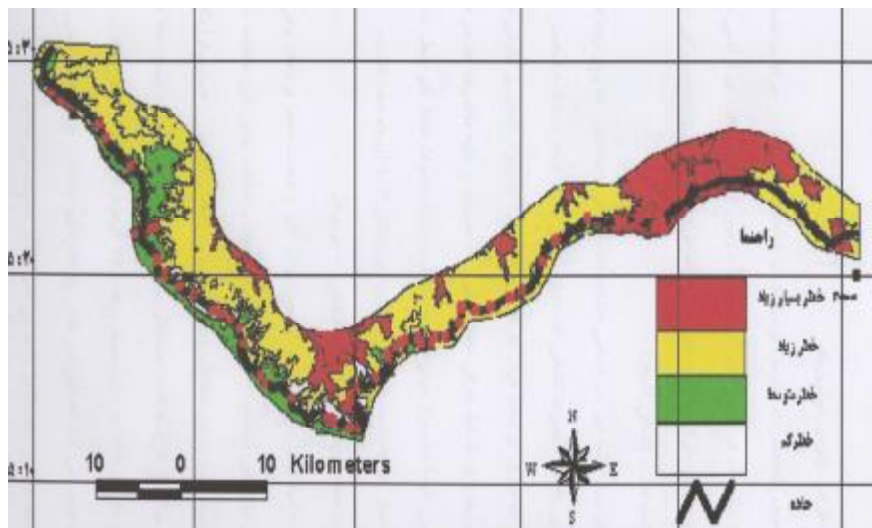
جدول ۳ میزان خطر آفرینی پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیک

توصیف میزان خطر	نوع خطر
خطر بسیار زیاد	یخبندان، کولاک، آبگرفتگی
خطر متوسط	بهمن، مه

نواحی مخاطره آمیز هیدرولوژیکی بر اساس برآورد دبی ماهانه برای هریک از حوزه‌های اصلی و فرعی (که قبلاً به آن اشاره گردید) شناسایی شد و مناطق آن روی نقشه تعیین شدند. در مجموع بخشی از پلها و آبگذرهایی که روی این آبراه‌ها ایجاد شده‌اند، به طور عمده به دلیل فرسودگی و عدم برآورد صحیح میزان دبی خروجی در فصول و ایام پر بارش، توانایی انتقال آب را بین دو طرف مسیر جاده نداشته‌اند که باعث آبگرفتگی جاده و تخریب آن می‌شود. با توجه به این موضوع، مناطق مورد نظر به عنوان مناطق با خطر بسیار زیاد شناخته شده و مابقی آبگذرها به عنوان نواحی با خطر کم معرفی شده‌اند.

با همپوشانی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، لایه‌های جداگانه مذکور (که هر یک نشان‌دهنده مناطق پر خطر تا کم خطر از نظر مخاطره اقلیمی و هیدرولوژیک مورد نظر بوده است) با یکدیگر تلفیق شدند. در این صورت نقشه نهایی (که نشان‌دهنده خطر اقلیمی و هیدرولوژیک است) تهیه شد (نقشه ۲).

این نقشه نشان می‌دهد که فقط بخش اندکی از مسیر جاده از خطر متوسط و کم (حدود ۱۰ درصد) برخوردار است و مابقی مسیر از خطر زیاد تا بسیار زیاد برخوردار می‌باشد که نیازمند اعمال تمهیداتی برای کاهش اثرهای مخاطرات اقلیمی و هیدرولوژیک در این مناطق می‌باشد.

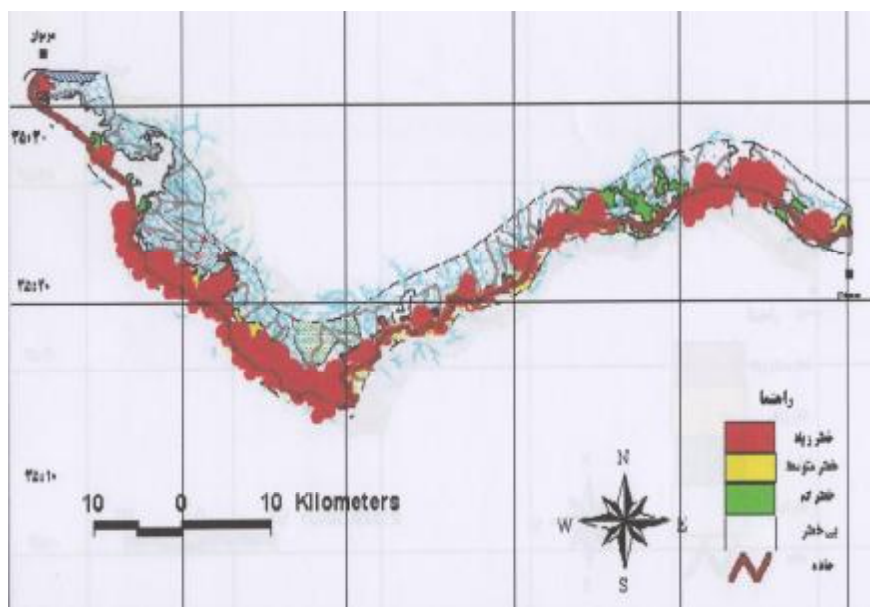


نقشه ۲ پهنه‌بندی مسیر جاده از نظر مخاطرات اقلیمی و هیدرولوژیک

### ۲-۳- پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفولوژیک

برای پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفولوژیک از دو عامل حرکات دامنه‌ای و پیچان رود (ماندر) استفاده شده است، به این ترتیب براساس مطالعات میدانی در مسیر جاده، مناطق دارای حرکات دامنه‌ای از نوع لغزشها و ریزشها روی نقشه مربوط به آن تعیین شد؛ سپس با استفاده از نقشه لیتولوژی، شیب و کاربری اراضی موجود در مسیر جاده، مناطق دارای استعداد زمین لغزش مشخص و روی نقشه مربوط به آن نمایش داده شد. از نظر ماندراه‌های رودخانه‌ای و براساس مشاهدات میدانی، مناطقی - که پیچ رودخانه کاملاً چسبیده به محور بوده است - به عنوان مناطق با خطر بسیار زیاد معرفی و روی نقشه مربوطه نمایش داده شده‌اند. همچنین در مناطقی که مسیر جاده از ماندراه‌های رودخانه‌ای فاصله چند ده متری عبور می‌کند، به عنوان مناطق با خطر متوسط ارزشگذاری شده است. این امر شاید به این علت باشد که در مواقع سیلابی، سطح رودخانه افزایش پیدا کرده و سیلاب به وجود آمده جاده را فرا می‌گیرد. مناطقی که در فاصله دورتری از پیچان رودها و مسیر اصلی رودخانه

قرار گرفته‌اند، نیز به عنوان مناطق کم خطر مشخص شده‌اند. برای تعیین مناطق سه‌گانه مزبور در مسیر جاده از توابع تحلیلی بافرینگ در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. در نهایت با همپوشانی لایه‌های دوگانه مذکور، نقشه پهنه‌بندی ژئومورفولوژیکی تهیه شد (نقشه ۳). این نقشه نشان می‌دهد که تقریباً کلیه مسیر جاده در مناطق با خطر زیاد و متوسط قرار می‌گیرد. مناطق با خطر کم و یا بی خطر هم دارای گستره بسیار محدودی می‌باشند.

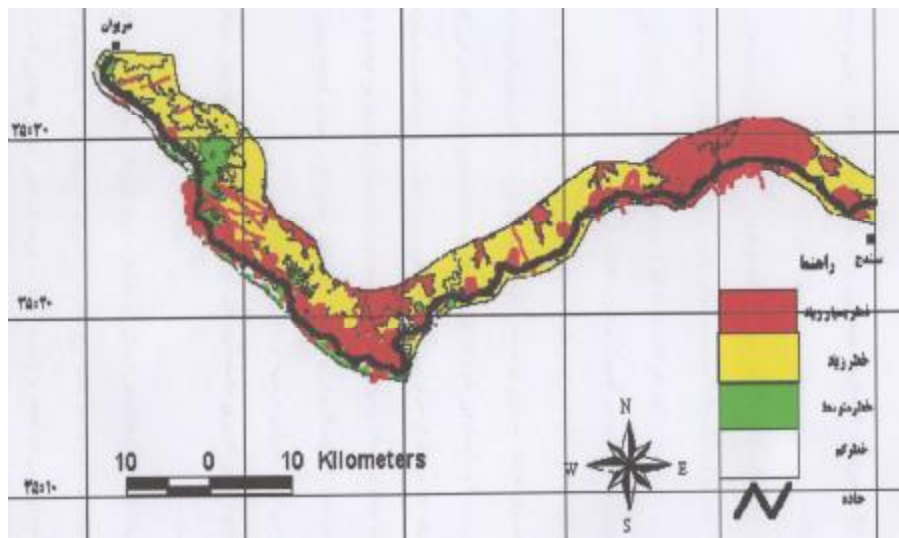


نقشه ۳ پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفولوژیک مسیر مطالعه شده

### ۳-۳- پهنه‌بندی مخاطرات محیطی

با همپوشانی دو لایه پهنه‌بندی مخاطرات اقلیمی - هیدرولوژیک و ژئومورفولوژیک در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه پهنه‌بندی مخاطرات محیطی به عنوان نتیجه و هدف این مطالعه به دست آمد (نقشه ۴). همان‌طور که نقشه مذکور نشان می‌دهد، ۶۵ درصد از طول

مسیر ارتباطی بررسی شده از خطر بسیار زیاد برخوردار است. ۲۵ درصد از مسیر با خطر متوسط و تنها ۱۰ درصد از مسیر دارای خطر متوسط برخوردار می‌باشند. این امر نشان‌دهنده نقش مخاطرات محیطی در ایمنی جاده است و ضرورت توجه به دست اندرکاران برای مکانیابی و طراحی صحیح مسیر جاده‌ها را نشان می‌دهد.



نقشه ۴ پهنه‌بندی مخاطرات محیطی در محور مطالعه شده

#### ۴- نتیجه‌گیری

جاده ارتباطی منطقه مطالعه‌شده (به لحاظ حساسیت زمین‌شناسی) از نقاط ۵۷/۲ درصد با حساسیت بسیار زیاد، ۹/۷ درصد حساسیت زیاد، ۷ درصد حساسیت متوسط و ۲۶ درصد با حساسیت کم عبور می‌کند. بنابراین با توجه به اینکه حدود ۵۷/۲ درصد از جاده ارتباطی منطقه مطالعه شده از نواحی خط القعرها و به طور عمده روی رسوبات جدید، آبرفتی و معمولاً با مقاومت خیلی پایین و حساسیت بسیار بالا عبور می‌کند، در نتیجه باید گفت که این نواحی برای حرکات دامنه‌ای (ریزش و لغزش) مستعد می‌باشند. گزارشهای موجود و

محاسبه با رانندگان بیانگر این نکته است که این حرکات در طول تمام فصول سال، بخصوص فصول مرطوب اتفاق می‌افتد.

بیشتر لغزشها در طول فصلهای مرطوب به دلیل اشباع رسوبات ریزدانه از آب روی می‌دهد؛ همچنین در فصول خشک به دلیل از دست دادن آب بین رسوبات، بخصوص رسوبات درشت دانه، فضاهای خالی بین آنها ایجاد می‌شود که این فضاها زمینه ایجاد ریزش را فراهم می‌کند.

بنابراین با توجه به اینکه ۶۷ درصد طول مسیر از واحدهای زمین‌شناسی با حساسیت بسیار زیاد تا زیاد عبور می‌کند، حرکات دامنه‌ای به لحاظ اثرگذاری بر جاده و وقوع ناگهانی آن و فعالیت در طول تمام سال از مهمترین پارامترهای خطر ساز و تهدیدکننده ایمنی جاده مورد نظر محسوب می‌شود (جدول ۱). در مجموع وجود ساختارهای زمین‌شناسی با حساسیت بسیار زیاد و نفوذپذیر بودن گسلهای متعدد، ساختار توپوگرافیک کوهستانی با شیبهای تند، تغییر کاربری دامنه‌ها و ساخت خود جاده از عوامل اساسی ایجاد و تشدیدکننده خطر حرکات دامنه‌ای در طول مسیر می‌باشد.

با توجه به نقشه سطوح ارتفاعی منطقه مطالعه شده از طول مسیر مورد نظر ۱۱/۳ درصد از سطوح ۱۸۰۰-۲۶۰۰، ۵۱/۶ درصد از سطوح ۱۳۰۰-۱۸۰۰ و ۲۷/۱۲۵ از سطوح ۱۰۰۰-۱۳۰۰ متر عبور می‌کند (شکل ۲). همچنین با توجه به نقشه جهت شیب، ۴۲/۹۵ درصد از نقاط آفتابی، ۲۸/۲ از نقاط نسبتاً آفتابی، ۱۲ درصد از نقاط سایه دار و ۱۵/۸ درصد از نقاط نسبتاً سایه دار عبور می‌کند (شکل ۳). لازم به ذکر است که وجود تعداد روزهای یخبندان در سطوح ارتفاعی، جهت‌های شیب مختلف در فصل سرد به دلیل کوهستانی بودن منطقه، یخبندانهای طولانی مدت و شدید (در حدود ۱۲۰ روز در سال در حدود ۴۴ درصد از مقطع جاده) و وجود بوران در گردنه‌ها و نقاط مرتفع از پارامترهای تهدید کننده ایمنی جاده در فصل سرد یخبندان و کولاک شدید در سطح جاده منطقه مطالعه شده می‌باشد.

در طول فصول پربارش محور ارتباطی منطقه مطالعه شده به دلیل عدم تناسب آبگذرهای قطع‌کننده جاده با رواناب تولید شده به وسیله حوزه‌های اصلی و فرعی مشرف بر جاده در این نواحی دچار آبگرفتگی می‌شود که یک پارامتر تهدیدکننده به شمار می‌آید. سایر مخاطرات اقلیمی نظیر بهمن و مه نیز به دلیل وسعت و شدت عمل کم به لحاظ تهدید برای جاده دارای خطر متوسط می‌باشند (جدول ۳).

در مجموع، ترکیبی از مجموعه مخاطرات طبیعی محور ارتباطی سنندج - مریوان (به لحاظ مقطع طولی نشان می‌دهد که در طول مسیر) ۶۵ درصد از نقاط با خطر بسیار زیاد، ۲۵ درصد از نقاط با خطر زیاد و ۱۰ درصد از نقاط با خطر متوسط می‌باشند. نتایج بررسی روی زمین نشان می‌دهد که نقشه مذکور توانسته است مخاطرات موجود در مسیر راه را نشان دهد. بنابراین این نقشه می‌تواند به عنوان نقشه پایه برای برنامه‌ریزیها مورد استفاده و استناد قرار گیرد.

## ۵- منابع

- [1] Ariel E., Lugo, Hermmann, Gucinski; Function, effects and management of forest roads: Horst ecology and management. 1999.
- [۲] فلاح تبار، نصرالله؛ «تأثیر برخی عوامل جغرافیایی بر شبکه راههای کشور»؛ مجله پژوهشهای جغرافیایی، ش ۳۸، ۱۳۷۹.
- [۳] بدری فر، منصور؛ جغرافیای اقتصادی (عمومی - کشاورزی)؛ تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۳.
- [4] Forman, R.T.T.; Road ecology and density and effect zone: Ecological society of America; 1998.
- [5] Cole, D.N., Landres, P.B.; Threats to wilderness ecosystems: Ecol. 6, 1996.
- [۶] بهبهانی، حمید، صالحی، ساسان؛ «روش‌های ایمن‌سازی جاده‌ها در مقابل یخ و برف مناسب برای ایران»، مجله جاده؛ ش ۴۵، ۱۳۷۸.
- [۷] محمودی، فرج الله؛ مطالعه و بررسی رانش و ناپایداری دامنه‌ای مسیر سنندج - مریوان (نگل تا قلاجی)؛ انتشارات اداره راه و ترابری استان کردستان.
- [۸] سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح؛ نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱: ۵۰۰۰۰، شیت‌های سنندج - آویهنگ - سروآباد - مریوان - نی.
- [۹] دهقانیان، سیاوش، کوچکی، عوض، کلاهی اهری، علی؛ جغرافیای کشاورزی؛ مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۴.
- [۱۰] سازمان زمین‌شناسی کشور؛ نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱: ۲۵۰۰۰۰، شیت‌های سنندج و بانه.

- [۱۱] معین وزیری، حسین؛ مطالعه و بررسی رانش و ناپایداری دامنه‌ای مسیر سنندج - مریوان (نگل تا قلاجی) قسمت زمین‌شناسی؛ انتشارات اداره راه و ترابری استان کردستان: ۱۳۷۸.
- [۱۲] طاهری، علی، علی بیگی، حسین؛ «مطالعه طرح انتقال آب زاینده رود - کاشان از دیدگاه زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک»؛ دومین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۰.
- [۱۳] حیدری، طالب، حمید دهقان؛ مطالعه و بررسی رانش و ناپایداری دامنه‌ای مسیر سنندج - مریوان (نگل تا قلاجی) قسمت اقلیم‌شناسی؛ انتشارات اداره راه و ترابری استان کردستان.
- [۱۴] وحید خواه، سعید؛ مطالعه و بررسی رانش و ناپایداری دامنه‌ای مسیر سنندج - مریوان (نگل تا قلاجی) قسمت هیدرولوژی؛ انتشارات اداره راه و ترابری استان کردستان، ۱۳۷۸.
- [۱۵] علیزاده، امین؛ اصول هیدرولوژی کاربردی؛ مشهد: انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ۷، ۱۳۷۴.
- [۱۶] نقشه قابلیت اراضی استان کردستان با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، وزارت جهاد کشاورزی.