

## ارزیابی مخاطرات محیطی و ژئومورفولوژیکی و نقش آن در حمل و نقل جاده‌ای (مطالعه موردی: گردنه الماس)

محمدرضا افشاری آزاد<sup>۱</sup>

هاله پورکی<sup>۲</sup>

### چکیده

حمل و نقل جاده‌ای نقش کلیدی و موثر در اجرای برنامه توسعه پایدار کشورها ایفا می‌کند و سلامت عبور و مرور در طول سال از آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. گردنه الماس یکی از ارتفاعات البرز غربی بین خلخال و اسالم جاده‌ای به طول ۳۰ کیلومتر می‌باشد. این راه ارتباطی از بخش‌های پرشیب و از محدوده‌های پرخطری عبور می‌کند و همواره در معرض تهدید انواع خطرات، بویژه در معرض وقوع انواع حرکات دامنه‌ای قرار دارد. بررسی آثار ژئومورفیکی ایجاد خطوط ارتباطی و شناسایی مخاطرات طبیعی و تصادف جاده‌ای ناشی از عوامل ژئومورفولوژیکی، رابطه بین پدیده‌های اقلیمی، حوادث جاده‌ای و تعیین نقاط پرخطر و ارائه پیشنهادات و راهکارهایی برای بالا بردن ضریب ایمنی حمل و نقل جاده‌ای در یکی از محورهای ارتباطی شمال کشور یعنی محور اسالم-خلخال (گردنه الماس) اهداف این تحقیق را شامل می‌شوند. روش مطالعه در این پژوهش مبتنی بر مشاهدات میدانی و تفسیر این مشاهدات از نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی، عکس‌های هوایی می‌باشد. همچنین با تهیه نقشه پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفولوژیکی منطقه نتایج نشان داد در مسیر ارتباطی بررسی شده ۶۴ درصد از خطر بسیار زیاد و زیاد برخوردار است و در مجموع، از مسیری مخاطره‌آمیز عبور می‌کند. ارزیابی ژئومورفولوژیکی انجام شده در این تحقیق، آسیب‌پذیری جاده و سایر تأسیسات ایجاد شده در منطقه را بخوبی نشان می‌دهد. **واژگان کلیدی:** ژئومورفولوژی، حمل‌ونقل جاده‌ای، گردنه الماس، راه اسالم-خلخال، تصادف جاده‌ای.

[Email:pourkey@yahoo.com](mailto:Email:pourkey@yahoo.com)

۱- دکترای تخصصی جغرافیای طبیعی و استادیار دانشگاه.

۲- کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی).

## مقدمه

راه‌های ارتباطی به دلیل گسترش بیش از حد خود از واحدهای طبیعی گوناگون که هر یک دارای ویژگی‌های خاص ژئومورفولوژیکی هستند عبور می‌کنند (بهبهانی، ۱۳۷۸: ۲۹۳). با وجود تهدید سیستم‌های حمل و نقل به وسیله مخاطرات محیطی، این سیستم‌ها خود نیز در مواردی در ایجاد مخاطرات محیطی دخیل هستند (کاوا<sup>۱</sup>، همکار، ۲۰۰۴: ۱۲) لذا، توجه به تحولات ژئومورفیک و تغییرات مسیریابی پس از احداث راه‌ها نیز امری ضروری است (جونز<sup>۲</sup> همکار، ۱۹۸۳: ۳۴۶). از آنجا که ارتفاع زیاد جاده‌های کوهستانی و تفاوت‌های اقلیمی در طول مسیرهای ارتباطی مشکلات بیشماری را در ماه‌های سرد سال برای راهداران و کاربران جاده‌ها به بار می‌آورند، به این علت دوره سرد سال و متغیرهای اقلیمی مربوط به آن بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. آگاهی از زمان آغاز و خاتمه یخبندان نقش بسیار مؤثری در مدیریت عملیات راهداری زمستانه، اقدامات ایمنی پلیس راه، آمادگی بیشتر رانندگان و کلیه افرادی که به نوعی با شبکه حمل و نقل در ارتباط هستند، دارد (حبیبی، همکار، ۱۳۷۸: ۲۸).

جاده‌ها از بخش‌های مهم چشم‌اندازها و یکی از مظاهر تخریب انسانی آنها نیز محسوب می‌شوند (شی و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۸: ۳۰۵) عواملی مثل ویژگی‌های زمین‌شناسی و لیتولوژیکی، شرایط توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، میزان رطوبت موجود در خاک، نیروی ثقل، پوشش خرده‌سنگی دامنه‌ها و... در ایجاد آنها مؤثرند. در محاسبهٔ مخارج ساخت و احداث بزرگراه‌های جدید و نگهداری جاده‌های موجود در نواحی کوهستانی، اطلاع از نحوهٔ وقوع لغزش، بزرگی (حجم) و میزان تخریب آن امر مهمی است (جونز و<sup>۴</sup> همکار، ۱۹۸۳: ۱۲۹-۱۵۲). توجه به این روابط در راه‌های روستایی مناطق کوهستانی حساس به فرایندهای ژئومورفولوژیک مثل گردنه الماس، از جمله نکات مورد تأکید این پژوهش است.

1- Cova and Conger

2- Jones et al Brunnsden

3- Shi et al

4- Jones, D.K.C., Brunnsden

پیشینه مطالعاتی توسط محققان مختلفی صورت گرفته که شامل فورمن ۱ در سال ۱۹۹۷ میلادی عوامل اکولوژیکی تأثیرگذار را بر جاده ارزیابی کرد. لارسون و براد معتقد بودند که مقایسه تصادفات به هنگام ریزش باران با زمانی که بارندگی نباشد وابسته به دمای هوا است به طوری که حداکثر تعداد تصادفات هنگامی رخ می‌دهد که بارندگی با دمای صفر درجه سانتی‌گراد و یا کمتر همراه است (والامن<sup>۲</sup>، همکاران، ۱۹۹۹: ۸۷). بهبهانی سال ۱۳۷۸ هـ.ش. در ایران، نقش پارامترهای جوی در رابطه با حمل‌ونقل را بررسی کرد. او راهکارهای کاهش خطرهای اقلیمی در جاده‌های کشور را بیان نمود (بهبهانی، ۱۳۷۸: ۲۹۴). فلاح تبار در سال ۱۳۷۹. نقش پارامترهای جغرافیایی مؤثر بر راه‌های کشور را به صورت کلی معرفی کرد (فلاح تبار، ۱۳۷۹: ۱۸۳).

توجه به نقش یافته‌های ژئومورفولوژی در پروژه‌های راهسازی، شناسایی ویژگی‌های ژئومورفولوژیک مسیر راه گردنه الماس می‌توانند به عنوان زمینه‌ساز بهره‌برداری بهینه از امکانات محیط طبیعی تلقی شوند.

### مشخصات جغرافیایی محدوده مطالعاتی

گردنه الماس یکی از ارتفاعات البرز غربی بین استان اردبیل (خلخال) و استان گیلان (تالش) بوده و عارضه‌ای توپوگرافیکی است که ارتفاع زیاد، شیب تند و در فاصله ۱۵ کیلومتری شهر خلخال و در ۷ کیلومتری روستای مجره قرار گرفته است و ارتفاع متوسط آن ۱۸۳۷ متر از سطح دریا می‌باشد. موضوع این تحقیق، در واقع مسیر جاده ارتباطی شهر اسالم به خلخال به فاصله ۳۰ کیلومتر است. این جاده، در طول مسیر خود از واحدهای مختلف توپوگرافیکی و ژئومورفولوژیک عبور می‌کند این منطقه از نظر زمین‌شناسی جزو ارتفاعات البرز غربی بوده و بدلیل داشتن شرایط توپوگرافیکی مناسب از نظر شیب نسبت به ارتفاعات اطراف و نزدیکی فرهنگ اهالی تالش و مردم خلخال مسیر رفت و آمد مردم محلی قرار گرفته است.

1- Forman

2- Wallaman, C., Wretling, P. and Oberg, G



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه در گردنه الماس  
(ماخذ - نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور)



عکس (۱) تصویر ماهواره‌ای گردنه الماس توسط گوگل ارت

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه روش تحقیق به صورت توصیفی-تحلیلی بوده و مشاهدات میدانی در کنار تحلیل داده‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی از طریق بررسی نقشه‌های موجود و تفسیر عکس‌های هوایی منطقه مطالعه شده، مهم‌ترین ابزار کار در تهیه این مقاله بوده است. و در این بررسی نقشه‌ها و نمودارها در محیط‌های Excel، AutoCAD، GIS، و... تهیه و اطلاعات به دست آمده با استفاده از روش کتابخانه‌ای، مشاهدات و در کنار اطلاعات به دست آمده از مطالعات میدانی، داده‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی از طریق بررسی نقشه‌های موجود و تفسیر عکس‌های هوایی منطقه مطالعه شده است.

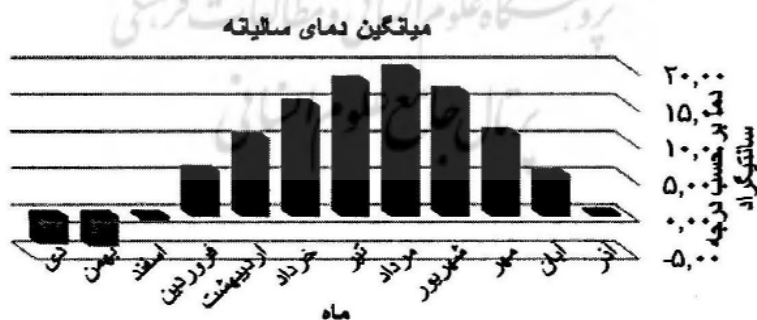
## هوا و اقلیم منطقه مورد مطالعه

## دما

در بررسی عناصر اقلیمی محدوده الماس از داده‌های ۲۰ ساله (۱۳۶۷-۱۳۸۷) ایستگاه سینوپتیک خلخال استفاده شده است، با بررسی جدول و نمودار ۱ میانگین دمای سالانه این منطقه ۸/۱ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است و هشت ماه از سال (از مهر تا اردیبهشت) میانگین ماهانه درجه حرارت کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد و در تمام فصول زمستان زیر صفر بوده است. در این دوره آماری میانگین درجه حرارت در هیچ ماهی به ۲۰ درجه نرسیده و حداقل متوسط ماهانه بین ۱۰/۵- (سال ۱۳۶۷) و ۳/۹- درجه (سال ۱۳۷۲) و حداکثر متوسط بین ۲۰/۵ درجه (مرداد ۱۳۶۶) و ۱۶/۶ درجه (تیر ۱۳۷۲) در نوسان بوده است. میانگین اختلاف بین سردترین و گرم‌ترین ماه در خلخال حدود ۲۵ درجه می‌باشد.

جدول (۱) میانگین دمای محدوده بر حسب درجه سانتی‌گراد

متوسط سالانه	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دما (درجه سانتی‌گراد)
۸/۱	۳/۷	-۴	-۰/۴	۶/۲	۱۰/۷	۱۵/۱	۱۸/۳	۱۹/۸	۱۶/۸	۱۱/۲	۵/۶	-۰/۳	خلخال



نمودار (۱) نمودار متوسط دمای ماهانه ایستگاه خلخال به درجه سانتی‌گراد

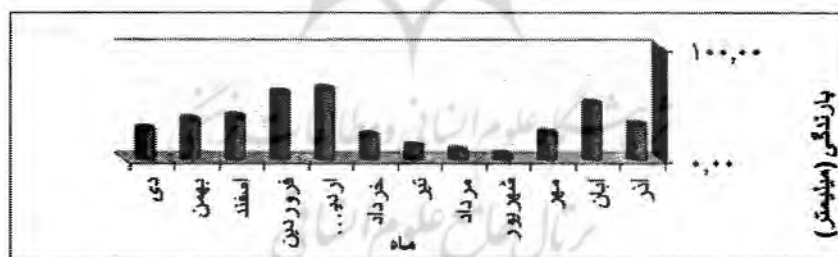
ماخذ: سازمان هواشناسی استان اردبیل

## بارندگی

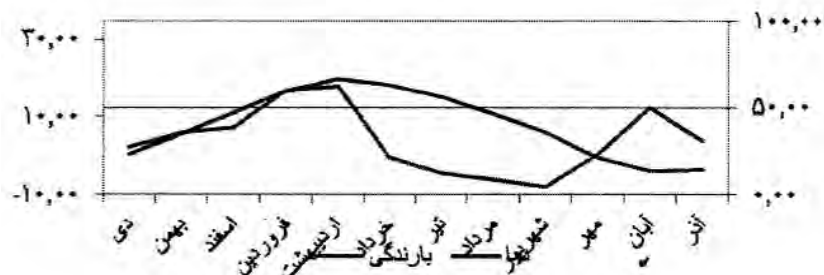
بر اساس داده‌های ۲۰ ساله (۱۳۶۷-۱۳۸۷) هواشناسی ایستگاه خلخال، میزان بارندگی متوسط شهر خلخال ۳۸۱/۸۴ میلی‌متر بوده اردیبهشت ماه با ۶۲/۴ میلی‌متر پرباران‌ترین و شهریور ماه با ۴/۱ میلی‌متر خشک‌ترین ماه سال در خلخال است. در توزیع فصلی بارش نیز در خلخال فصل بهار پرباران‌ترین فصل است. در خلخال ۳۳/۱ درصد از مجموع بارش سالانه در فصل بهار اتفاق افتاده است. کم‌باران‌ترین فصل تابستان است، که خلخال ۵/۵ درصد از بارش سالانه را دریافت می‌کند. جدول و نمودار ۲ میانگین ماهانه بارش ایستگاه‌های منتخب را نشان می‌دهد.

جدول (۲) میانگین بارندگی ماهانه ایستگاه خلخال بر حسب درجه سانتی‌گراد

متوسط سالانه	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دما (درجه سانتی‌گراد)
۳۸۱/۴۸	۲۷/۱۰	۳۵/۶۰	۳۸/۲۰	۵۹/۴۰	۶۲/۵۰	۲۱/۲۰	۱۲/۱۰	۸/۵۰	۴/۵۰	۲۳/۲۰	۴۹/۵۰	۳۱/۰۰	خلخال

نمودار (۲) نمودار میانگین بارندگی ماهانه ایستگاه خلخال بر حسب درجه سانتی‌گراد  
ماخذ - سازمان هواشناسی استان اردبیل

در بررسی نمودار آمبروترمیک در ایستگاه خلخال (نمودار شماره ۳) نیمه شهریور، دما بر بارندگی فزونی داشته و در نتیجه سه ماه از سال به عنوان «دوره خشک» محسوب می‌گردد.



نه

ودار (۳) نمودار آمبروترمیک در ایستگاه خلخال

### روزهای برفی

بر اساس داده‌های ۲۰ ساله (۱۳۷۷-۱۳۸۷) هواشناسی ایستگاه خلخال، بیشترین روزهای برفی بر اساس جدول شماره ۳ مربوط به ماه‌های دی و بهمن می‌باشد.

جدول (۳) میانگین میانگین روزهای برفی ایستگاه خلخال بر حسب درجه سانتی‌گراد

متوسط سالانه	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	میانگین روزهای برفی
۲۱/۸	۴/۹۱	۶/۸۲	۳/۴۵	۱/۵۵	۰/۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۳۶	۴/۴۵	خلخال

ماخذ - سازمان هواشناسی استان اردبیل

### روزهای یخبندان

در جدول ۴ شاخص‌های آماری مربوط به یخبندان در ایستگاه خلخال برای دوره ۷ ساله ۸۱-۸۷ خلاصه شده، بر اساس این داده‌ها، در هشت ماه از سال یخبندان وجود دارد که به طور متوسط از ۳ تا ۲۸ روز در هر ماه دیده می‌شود. در بعضی از سال‌ها، در ماه‌های خرداد و شهریور هم یخبندان مشاهده شده است و باین ترتیب در خلخال در طول هفت سال فقط

دو ماه تیر و مرداد خطر یخبندان وجود ندارد. تعداد روزهای یخبندان در دوره آماری مذکور بین ۱۸ روز در سال ۱۳۸۷ و ۱۳۷ و ۱۳ روز در سال ۱۳۸۶ در نوسان بوده و میانگین آن ۱۳۴ روز در سال بوده است.

جدول (۴) میانگین میانگین روزهای یخبندان ایستگاه خلخال بر حسب درجه سانتی‌گراد

میانگین روزهای یخبندان	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	متوسط سالیانه
خلخال	۲۴	۱۶	۹	۱	۰	۰	۰	۳	۱۶	۲۵	۲۸	۲۸	۱۳۴

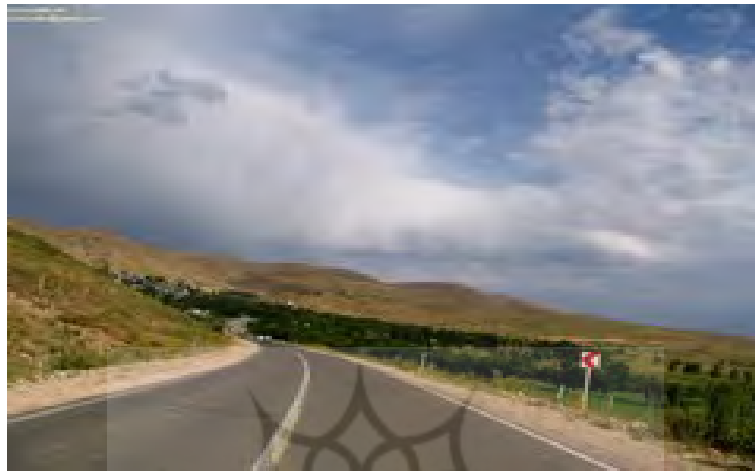
ماخذ- سازمان هواشناسی استان اردبیل

تعیین خصوصیات، موقعیت و ویژگی‌های کلی منطقه مورد مطالعه

#### ارتفاع

با توجه به نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ شماره ۲ گردنه الماس بین کوه‌های هفت‌خونی، الماس، مالان، چوکورمشه و ازنا قرار گرفته است (شکل شماره ۲). سطوح ارتفاعی منطقه مطالعه شده توسط نرم‌افزار GIS، از ۲۰۰-۳۲۰۰ متر در ۵ سطوح ارتفاعی دسته‌بندی شده است. میانگین ارتفاع ۱۸۴۰ متر بوده و بیشترین طول مسیر در سطوح ۱۵۰۰-۲۷۰۰ متر با ۷۶ درصد قرار دارد. شکل شماره ۳ نقشه سطوح ارتفاعی محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



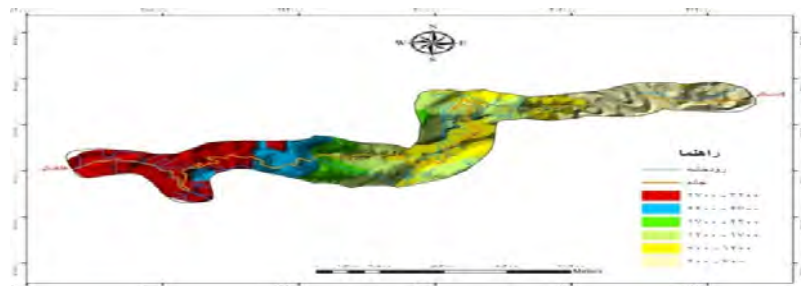


عکس (۲) نقش توپوگرافی در پیچ گردنه الماس



شکل (۲) نقشه توپوگرافی گردنه الماس

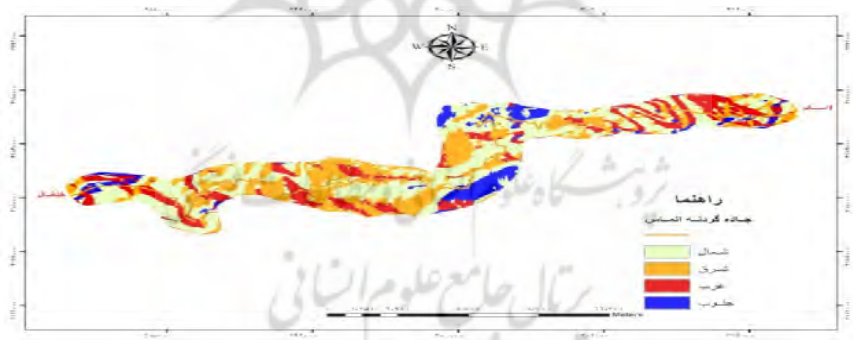
(ماخذ - نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور)



شکل (۳) نقشه سطوح ارتفاعی گردنه الماس

### جهت شیب

نقشه جهت شیب بر اساس آزمایشات ۰ تا ۳۶۰ درجه، در چهار جهت آفتابی، نسبتاً آفتابی، سایه‌دار و نسبتاً سایه‌دار دسته‌بندی شده است (دهقانیان، ۱۳۷۴: ۱۰۲). بر اساس شکل شماره ۴ بیشترین طول محور در جهت سایه با ۳۲ درصد و کمترین طول محور منطقه مطالعه شده در جهت آفتابی با ۱۴ درصد قرار دارد. با توجه به نحوه قرارگیری دامنه‌ها و دریافت تابش متفاوت، موجب افزایش مخاطرات ژئومورفولوژیک شده است.

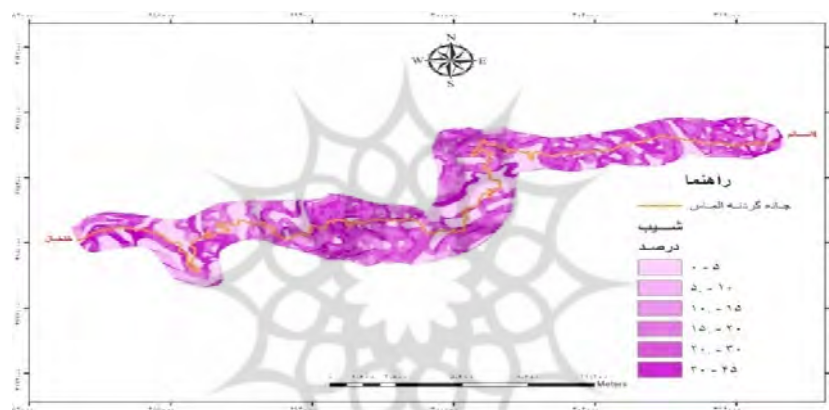


شکل (۴) نقشه جهت شیب گردنه الماس  
(ماخذ - نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور)

### شیب

شیب‌های طبیعی محدوده کوهستانی و مسیر مورد مطالعه در خطر ساز کردن جاده بخصوص

در فصول پاییز و زمستان نقش بسزایی در یخبندان و مه گرفتگی دارد. با توجه به شرایط سخت محیطی به اجبار جاده از محدوده معینی می‌گذرد نقشه شیب (شکل شماره ۵) منطقه مطالعه شده توسط نرم‌افزار GIS، شیب ۰ تا ۱۰۰ درصد در ۶ طبقه شیب دسته‌بندی شده است. به طور کلی بیش از ۶۸ درصد در شیب ۲۰ تا ۳۰ درصد قرار دارد. با توجه به تأثیر میزان شیب در ایجاد و افزایش حرکات دامنه‌ای از پارامتر شیب در تهیه لایه مخاطرات ژئومورفولوژیکی استفاده شده است.



شکل (۵) نقشه شیب گردنه الماس  
(ماخذ - نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور)

### عوامل ژئومورفولوژیکی فعال در طول مسیر زمین‌شناسی

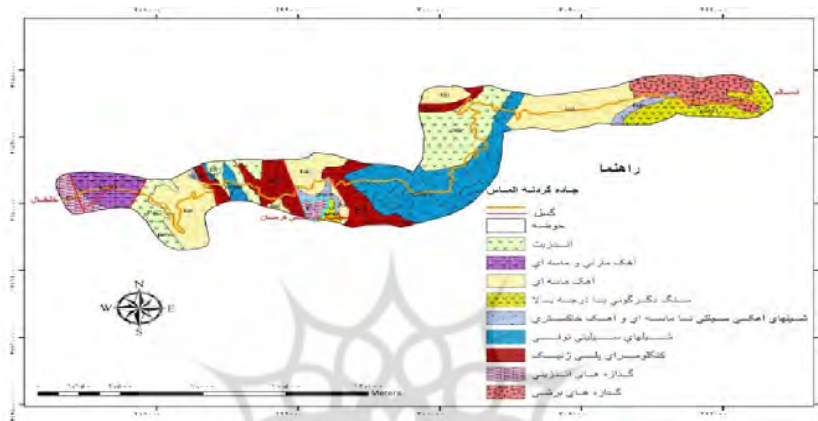
این منطقه بخش کوچکی از پهنه رسوبی - زمین‌ساختی البرز غربی - آذربایجان است. واحدهای سنگی مختلفی از اتوسن تا عصر حاضر برونزد دارند و در طول زمان وقایع و پدیده‌های زیادی را تحمل کرده‌اند که از جمله می‌توان به چین خوردگی، گسلش، ولکانیسم و دگرسانی اشاره کرد. بعضی از این پدیده‌ها باعث به وجود آمدن کانی‌های جدید در سنگ‌های قدیمی شده‌اند که دارای ارزش هستند. از این میان اُکرسانی اهمیت بیشتری دارد. با نگاهی شکل شماره ۶ می‌توان دریافت که مهم‌ترین عوارض ساختمانی منطقه، گسل‌های شرق و غرب تالش است. دو گسل مهم در محدوده مورد مطالعه وجود دارد که

شامل گسل نیکی گه مربوط به قسمت شرقی حوضه می‌باشد و روند شمال غربی-جنوب شرقی دارد. دیگری گسل امامرود که مربوط به غرب محدوده مورد مطالعه می‌باشد که آن نیز روند شمال غربی-جنوب شرقی دارد. چندین گسل فرعی نیز در قسمت‌های غربی و مرکزی محدوده وجود دارند.

ریخت ناهمواری‌های منطقه تحت تاثیر شرایط آب و هوای ویژه منطقه کوهستانی می‌باشد. عناصر اصلی تشکیل‌دهنده ریخت‌شناسی منطقه عبارتند از: کوه‌ها، آبراهه‌ها و تپه‌های نسبتاً هموار. به طور عمده در این منطقه سنگ‌های آتشفشانی بیرون‌زدگی دارند این سنگ‌ها از انواع بازالت، فونولیت، تراکی، آندزیت و آندزیت هستند. در بخش غربی منطقه نیز سنگ‌های رسوبی آواری و میان لایه‌های آهکی مشاهده می‌شوند. سنگ‌های آتشفشانی در شرق منطقه از توپوگرافی خشن‌تری برخوردارند. در بخش میانی منطقه به دلیل دگرسانی سنگ‌ها و عملکرد گسل‌های عمیق توپوگرافی ملایم‌تر است. عوامل مؤثر بر هوازگی (فیزیکی و شیمیایی) سنگ‌ها را به تدریج متلاشی و به خاک‌های سطحی و قطعات ریز و درشت رسوبی کرده‌اند. مواد آواری و غیرآواری (شیمیایی) محصولات هوازگی می‌باشند که توسط حمل‌کننده‌های طبیعی مانند آب‌های جاری و زیرزمینی، باد و نیروی گرانش زمین از محل سنگ اصلی دور شده‌اند. از عوامل مؤثر بر میزان پایداری سنگ‌های منطقه می‌توان به ترکیب، بافت و ساخت سنگ‌ها، اقلیم و مقدار شیب سطح زمین اشاره کرد. بیشترین کانی‌هائی که در حجم سنگ‌های مورد اشاره به چشم می‌خورد عبارتند از: الیوین، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت و پلاژیوکلازهای متوسط تا کلسیم‌دار. این کانی‌ها در شرایط سطح زمین دوام و پایداری کمتری دارند و به همین دلیل سنگ‌ها به طور عمده زودفرسا هستند.

نقش تشکیلات زمین‌شناسی هم در خطر‌ساز کردن جاده نقش مهمی دارد عبور چند گسل و وجود کنگلومرا در کنار ماسه سنگ قابل نفوذ می‌تواند به جمع‌آوری آب‌های سطحی و تکه‌تکه شدن سنگ‌ها روی دامنه به لحاظ هوازگی کمک می‌کند. همچنین اختلاف دما بین فصول سال می‌تواند در ریزش سنگ‌های دامنه تأثیر داشته و هنگام ریزش خطر‌ساز

گردد. ضمن آنکه عبور چندین گسل می‌تواند باعث خساراتی به سطح جاده و جابجایی مواد روی دامنه گردد.



شکل (۶) نقشه زمین‌شناسی گردنه الماس  
(ماخذ - نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی کشور شیت خلخال)

### آب‌های سطحی

هروچای یا رود هروآباد رودخانه اصلی منطقه از ارتفاعات تالش سرچشمه می‌گیرد که زهکشی آب‌های سطحی گردنه الماس را به عهده دارد و با دریافت شاخه‌هایی از کوهستان از نو از وسط شهر خلخال می‌گذرد. جهت جریان این رودخانه جنوبی - شمالی است و در محل چلمبر به آریاچای می‌پیوندد. خطوط ارتباطی منطقه در تمام مسیر خود در امتداد گردنه، بستر رودخانه اصلی منطقه را دنبال می‌کنند. آب‌های سطحی محدوده مورد مطالعه (شکل شماره ۷) در دو طرف جاده جریان دارند که در هنگام بارندگی از روی دامنه به سمت جاده جریان می‌یابند. به همین دلیل است که پل‌های متعددی در مسیر جاده احداث گردید است. آب‌های سطحی مسیر غالباً فصلی بوده و در ماه‌های پر بارش دارای شبکه آب می‌باشند. برخی اوقات هنگام بارندگی‌های شدید، روانه‌های گلی موجب کندی حمل و نقل یا گاهی مسدود شدن جاده گردیده است که بندرت باعث خسارت به وسایل نقلیه گردیده است.



شکل (۷) نقشه رودخانه گردنه الماس  
(ماخذ - نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ : سازمان نقشه‌برداری کشور)

### حرکات توده‌ای

حرکات توده‌های به حرکت مواد به طرف پایین دست دامنه تحت تأثیر مستقیم نیروی جاذبه اطلاق می‌شود (ویکندر<sup>۱</sup>، مونرو<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱: ۳۰۲) در دامنه‌های منطقه مطالعه شده شامل حرکت توده‌ای شامل لغزش و سولیفلوکسیون، ریزش، خزش و شستشوی سطحی، اثر فرسایشی رودخانه و زیرکنی جاده، ریزش واریزه‌ها در دامنه‌های سنگی، دیده می‌شود.

### بررسی ویژگی‌های هندسی جاده در بروز حوادث جاده‌ای

محور گردنه الماس از خلخال تا انتهای حوضه استحفاظی استان گیلان یک مسیر پریپیچ و خم با سرازیری‌های تند می‌باشد. در مجموع مسیر تعداد ۲۱ پیچ در گردنه مورد نظر شمارش گردید که از این تعداد ۸ پیچ به صورت پیچ خطرناک می‌باشد. همچنین شیب بعضی از قسمت‌های جاده تا ۲۵ درصد نیز می‌رسد. برای مشخص کردن تأثیر عوامل توپوگرافی در این مسیر، محور مورد مطالعه به قسمت‌های مختلفی تقسیم‌بندی شده است. برابر بررسی‌ها

1- Wicander

2- Monroe

و نتایج به دست آمده در مقاطعی که جاده گردنه الماس دارای بیشترین پیچ و شیب می‌باشد، (مانند ۳ کیلومتری روستای مجره) حداکثر تصادفات در هنگام ریزش برف و باران، صورت گرفته است.

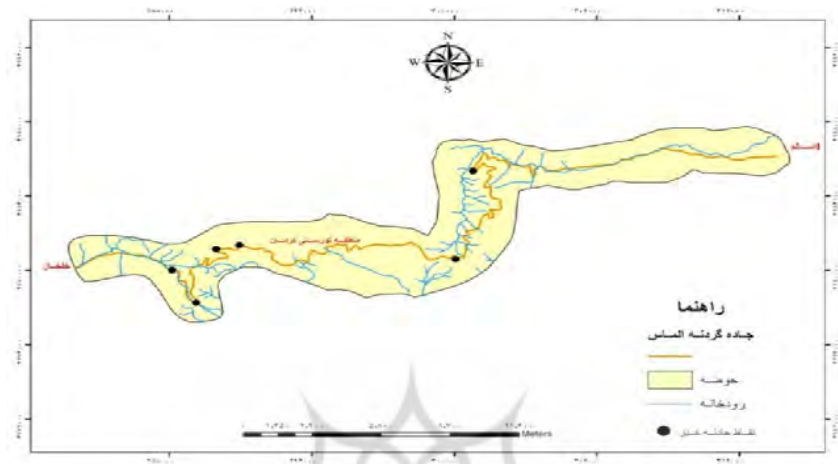


عکس (۳) یخبندان و برف در زمستان گردنه الماس

در تفسیر این موضوع به دو مورد زیر می‌توان اشاره کرد:

- در شرایط نامساعد جوی به ویژه در هنگام ریزش برف و باران، دو عامل پیچ و شیب نقش بسیار موثری در افزایش خطر تصادفات در محور مزبور را دارند.

نظر به اینکه محور مورد مطالعه در نواحی کوهستانی واقع می‌باشد بنابراین شیب و پیچ جاده و بارندگی (برف و باران) تاثیر بسزایی در بروز حوادث جاده‌ای داشته‌اند.



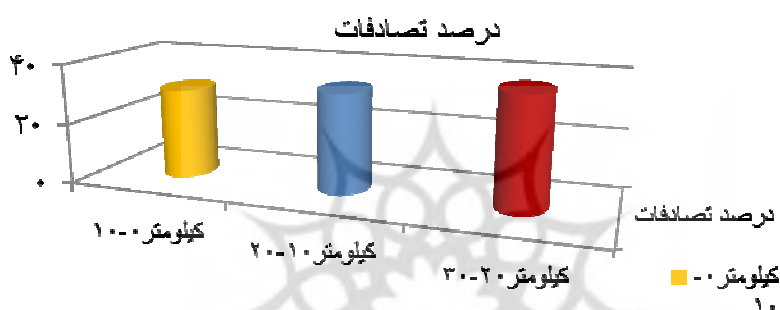
شکل (۷) نقشه نقطه حادثه خیز گردنه الماس  
(ماخذ - نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور)

در بررسی جدول ۶ و نمودار شماره ۴ مسیر کیلومتر ۰-۱۰ کیلومتر با توجه به آمارهای مربوط به تصادفات جاده‌ای محور مورد مطالعه، نقطه حادثه‌خیز خطرناکی در سه کیلومتری روستای مجره واقع می‌باشد همچنین با توجه به کم‌عرض بودن جاده و خطر ریزش سنگ در این محدوده درصد تصادفات و حوادث جاده‌ای در این بخش به دلیل تردد زیاد وسایل نقلیه اهالی روستای مجره همچنین حیوانات اهلی نسبت به بخش‌های دیگر زیاد می‌باشد. بعد از کیلومتر ۱۰ و قبل از سه‌راهی پونل پک سرازیری با شیب تند و پیچ‌وخم‌های خطرناک وجود دارد که به عنوان منطقه پرخطر از لحاظ توپوگرافی تلقی می‌شود. وقوع یخبندان و کولاک در فصل زمستان در پرخطر کردن این محدوده تأثیرگذار بوده است. اکثر تصادفات در این محدوده از نوع فوتی گزارش شده است. بیشترین تصادفات در محور ۲۰-۳۰ کیلومتر می‌باشد در این بخش از مسیر بر میزان ارتفاعات افزوده شده است، و جاده وضع مناسبی ندارد و در اکثر بخش‌های محدوده جاده باریک است. این مسیر به علت دارا بودن شیب زیاد و پرپیچ‌وخم بودن سبب بروز تصادفات می‌شود. از ۱۱۰ مورد تصادفی که طی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۸۹ رخ داده حدود ۷۶ مورد در نقاطی که دارای شیب و پیچ تند می‌باشد اتفاق افتاده است.



جدول (۶) محل وقوع تصادفات گردنه الماس به درصد طی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۸۹

محل وقوع تصادفات	تعداد تصادفات	درصد تصادفات
کیلومتر ۰-۱۰	۲۳	۲۹/۰۹
کیلومتر ۱۰-۲۰	۵۳	۳۰
کیلومتر ۲۰-۳۰	۵۳	۴۰/۹۱



با بررسی جدول ۷ و نمودار شماره ۵ بیشترین تصادفات در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور با ۳۳ درصد و سپس در پائیز با ۱۸ درصد رخ داده که علت آن شرایط خاص توپوگرافی شیب زیاد و پیچ‌وخم‌های خطرناک و کمترین تصادف در فصل زمستان و دلیل آن به دلیل ریزش برف و مسدود شدن جاده می‌باشد. عناصر و پدیده‌های اقلیمی از مهم‌ترین عوامل بروز تصادفات گردنه الماس در طی ماه‌های سرد بوده است، به طوری که با بررسی فراوانی تصادفات در پدیده‌های مختلف اقلیمی مشخص شد.

جدول (۷) درصد تصادفات فصلی گردنه الماس به درصد طی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۸۹

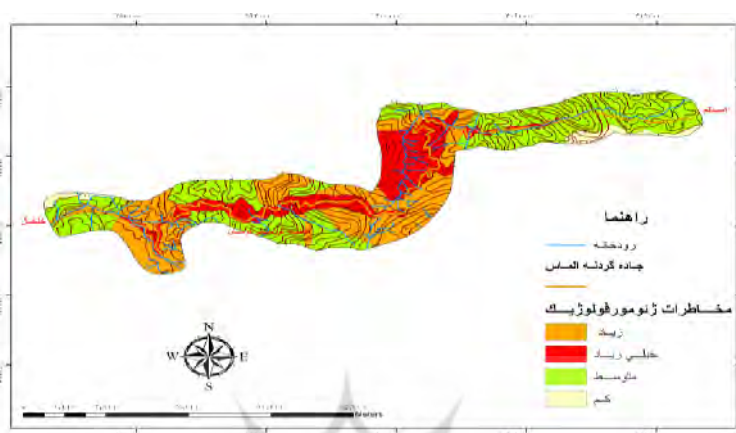
درصد تصادفات	فصول سال	ردیف
۱۸	بهار	۱
۳۳	تابستان	۲
۱۷	پائیز	۳



نمودار (۵) درصد تصادفات فصلی گردنه الماس

### پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفولوژیک

برای پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفولوژیک براساس مطالعات میدانی در مسیر جاده، و با استفاده از نقشه لیتولوژی، شیب، جهت شیب و کاربری اراضی موجود در مسیر جاده، مشخص و روی نقشه مربوط به آن نمایش داده شد. 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. مطالعه به دست آمده (شکل شماره ۸) همانطور که نقشه مذکور نشان می‌دهد، ۲۸ درصد از طول مسیر ارتباطی بررسی شده از خطر بسیار زیاد، ۳۶ درصد از مسیر با خطر زیاد و تنها ۲۵ درصد از مسیر دارای خطر متوسط برخوردار می‌باشند. این امر نشان‌دهنده نقش مخاطرات محیطی در ایمنی جاده است.



شکل (۸) پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفولوژیکی گردنه الماس

### نتیجه‌گیری و پیشنهادات

به غیر از عوامل انسانی که سهم آنها در تصادفات و مخاطرات جاده‌ای بسیار زیاد می‌باشد سهم عوامل طبیعی نیز انکارناپذیر است و آن نشان‌دهنده اثرپذیری جاده‌ها از عوامل ژئومورفولوژیکی و همچنین، نقش جاده‌ها و عملیات عمرانی مرتبط با آنها در افزایش مخاطرات ژئومورفولوژیکی است.

راه گردنه الماس در مجموع، از مسیری مخاطره آمیز عبور می‌کند در بررسی خطرهای ژئومورفولوژیکی علاوه بر مسیر راه، وجود این خطرها در کل گردنه نیز قابل توجه است. آنچه که در حال حاضر در گردنه الماس مشاهده می‌شود، عدم توجه به ویژگی‌های واحدهای ژئومورفولوژیکی می‌تواند مشکلاتی را به دنبال داشته باشد. ارزیابی ژئومورفولوژیکی انجام شده در این تحقیق، آسیب‌پذیری جاده و سایر تأسیسات ایجاد شده در منطقه را بخوبی نشان می‌دهد. شیب محدوده در خطر ساز کردن محور نقش مهمی دارد. شیب‌های طبیعی می‌توانند در فصول پاییز و زمستان تأثیر بسزایی در ایجاد یخبندان و لغزندگی جاده داشته باشند. تشکیلات زمین شناسی نیز با ریزش سنگ‌های دامنه، همچنین گسل‌های موجود در محدوده خطر ساز باشند. عناصر اقلیمی مثل تعداد روزهای یخبندان در سطوح ارتفاعی،

جهت‌های شیب مختلف در فصل سرد به دلیل کوهستانی بودن منطقه، یخبندان‌های مداوم و شدید زمستانی (در حدود ۱۳۴ روز در سال در حدود ۶۵ درصد از مقطع جاده) و وجود بوران در گردنه‌ها، بارندگی نسبتاً کم (میانگین سالیانه ۳۸۱/۸۴)، آب و هوای معتدل تابستانی، وزش باد مداوم همراه با کولاک‌های شدید در زمستان از ویژگی‌های آب و هوای گردنه‌الماس می‌باشد. بارش‌های سنگین برف را می‌توان از اواسط پاییز تا اواسط بهار در آن نقاط مرتفع از پارامترهای تهدیدکننده ایمنی جاده در فصل سرد یخبندان و کولاک شدید در سطح جاده منطقه مطالعه شده می‌باشد. همچنین با تهیه نقشه پهنه بندی مخاطرات زئومورفولوژیکی منطقه ۶۴ درصد از طول مسیر ارتباطی بررسی شده از خطر بسیار زیاد و زیاد برخوردار است. میزان تصادفات در زمانی رخ می‌دهد که تردد زیاد باشد و با توجه به اینکه در مواقع ناپایداری جوی میزان تصادفات به حداقل رسیده است، نشان‌دهنده این موضوع است که در این مواقع تردد کم شده است. تعداد تصادفات ثبت شده رابطه مستقیمی با نسبت بارش به درجه حرارت دارد. تعداد تصادفات در جاده‌های یخبندان و برفی همزمان با افزایش دما افزایش می‌یابد. این تعداد در طی شب دو برابر بیشتر از ساعات روز است. 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.

## منابع

- ۱- بهبهانی، حمید؛ صالحی، ساسان (۱۳۷۸)، «روش‌های ایمن‌سازی جاده‌ها در مقابل یخ و برف مناسب برای ایران»، *مجله جاده*، شماره ۴۵.
- ۲- بهبهانی، حمید (۱۳۷۶)، «*طرح هندسی راه*»، انتشارات نشر دانشگاهی.
- ۳- حبیبی نوخندان، مجید (۱۳۷۸)، «*مطالعه پدیده‌های اقلیمی مؤثر بر تردد و تصادفات جاده‌های کوهستانی و ارائه راهکارهای اجرایی مؤثر (مطالعه موردی جاده هراز)*»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی تهران.
- ۴- دهقانین، سیاوش؛ کوچکی، عوض و کلاهی‌اهری، علی (۱۳۷۴)، «*جغرافیای کشاورزی*»، مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۵- سازمان هواشناسی استان اردبیل، «*آمار هواشناسی ایستگاه خلخال*»، از سال ۱۳۶۶ تا سال ۱۳۸۷.
- ۶- علیجانی، بهلول (۱۳۷۴)، «*آب و هوای ایران*»، انتشارات پیام نور.
- ۷- فلاح‌تبار، نصرالله (۱۳۷۹)، تأثیر برخی عوامل جغرافیایی بر شبکه راه‌های کشور، *مجله پژوهش‌های جغرافیایی*، ش ۳۸.
- ۸- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی کشور شیت خلخال.
- ۹- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی کشور شیت خلخال.
- 10- Cova, T.J., and Conger, S. (2004), "*Transportation Hazards*", In: *Handbook of Transportation Engineering*, M. Kutz (ed.), McGraw Hill, New York, pp. 17.1-17.24.
- 11- Forman, R.T.T (1998), "Road Ecology and Density and Effect Zone", *Ecological Society of America*.
- 12- Jones, D.K.C., Brunnsden, D., Goudie A.S (1983), "*A Preliminary Geomorphological Assessment of Part of the Karakoram Highway*", *Q. J. Eng. Geol London*, Vol.16 pp. 355-311.

- 13- Monroe, J.S., Wicander, R. (2001), *The Changing Earth, Exploring Geology and Evolution*; Brooks/ Cole Pub.
- 14- Shi, X.Z., Wang, K., Warner, E.D., Yu.D.S., Wang, H.J., Yang, R. W., Liang, Y., Shi, D.M., (2008), "*Relationship between Soil Erosion and Distance to Roadways in Undeveloped Areas of China*", *Catena* 72, 305-313.
- 15- Wallaman, C., Wretling, P. and Oberg, G. (1999), "Effects of Winter Road Maintenance", *Finland Road Administration*, 86-88.

