

تحلیل الگوهای رفتاری و سبک زندگی مرتبط با حوادث مرگبار در کوه‌های مرتفع جهان با استفاده از داده‌کاوی مطالعه موردی: دیتاست elggaK

مرتضی گل نژاد^۱، مصطفی یوسفی طرزجان^۲، محدثه مقدم فر^۳، احد بنار^{۴*}

چکیده

هدف: کوهنوردی در قله‌های مرتفع، بازتابی از سبک زندگی، فرهنگ ریسک‌پذیری، عادت‌های جمعی و نگرش نسبت به سلامت و جان است. با وجود تأکیدات دین اسلام بر حفظ نفس، پرهیز از هلاکت، میانه‌روی و قاعده «لا ضرر و لا ضرار»، آمار مرگ‌ومیر در کوه‌های بالای ۸۰۰۰ متر نه تنها کاهش نیافته، بلکه الگوهای تکرارشونده‌ای از رفتارهای پرخطر را نشان می‌دهد. این پژوهش با هدف شناسایی الگوهای پنهان رفتاری-فرهنگی در حوادث مرگبار و تفسیر آن‌ها در چارچوب سبک زندگی اسلامی سلامت‌محور انجام شده است.

مواد و روش: این پژوهش از نوع تحلیلی-کاربردی با رویکرد داده‌کاوی مبتنی بر متدولوژی CRISP-DM است. داده‌های ۱۰۸۵ حادثه مرگبار در ۱۴ قله بالای ۸۰۰۰ متر از پایگاه Kaggle استخراج شد. روش‌های داده‌کاوی شامل خوشه‌بندی (K-Means)، تحلیل بقا (کاپلان-مایر) و رگرسیون لجستیک به کار رفت. افزون بر تحلیل آماری، هر یافته به لحاظ رفتاری، تصمیم‌گیری، عادت فصلی، فشار گروهی و انطباق با اصول سلامت‌محور اسلامی کدگذاری و تحلیل شد. **یافته‌ها:** اورست با ۳۵٪ تلفات، پرخطرترین کوه است. بهمن (۴۰٪) و سقوط (۳۰٪) شایع‌ترین علل مستقیم مرگ هستند. فصل بهار با ۵۵٪ حوادث (اوج ترافیک صعود) خطرناک‌ترین فصل است. تحلیل بقا نشان داد ۷۰٪ مرگ‌ها بین روزهای ۳ تا ۷ صعود (منطقه مرگ) رخ می‌دهد. مدل رگرسیون لجستیک با دقت ۸۷٪ نشان داد ارتفاع بالای ۸۵۰۰ متر و فصل بهار بیشترین تأثیر را دارند. تحلیل رفتاری: در ۶۵٪ موارد مرتبط با بیماری ارتفاع، کوهنوردان علائم هشداردهنده را نادیده گرفته‌اند. در ۴۰٪ مرگ‌های ناشی از بهمن، صعود با آگاهی از هشدارهای هواشناسی انجام شده است. فشار گروهی، فرهنگ «قله به هر قیمت» و ترس از قضاوت دیگران، مهم‌ترین موانع رفتاری برای بازگشت به‌موقع بودند.

نتیجه‌گیری: بیش از ۷۰٪ از مرگ‌های ثبت‌شده، با اصلاح سبک زندگی (تغییر نگرش نسبت به سلامت، بازتعریف موفقیت، آموزش «نه گفتن» به فشار جمعی و درونی‌سازی اصول حفظ جان) قابل پیشگیری هستند. پیشنهاد می‌شود فدراسیون‌های کوهنوردی به‌جای تمرکز صرف بر تجهیزات، بر آموزش‌های رفتاری-اخلاقی مبتنی بر سبک زندگی اسلامی سرمایه‌گذاری کنند.

کلمات کلیدی: پرهیز از هلاکت، تحلیل بقا، داده‌کاوی، سبک زندگی اسلامی، سلامت پایدار، کوهنوردی.

۱. استادیار، دپارتمان مهندسی کامپیوتر، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران.

۲. استادیار، دپارتمان مهندسی صنایع، دانشگاه جامع علمی کاربردی، کرج، ایران.

۳. استادیار، فقه و حقوق، دانشگاه شهید مطهری، تهران، ایران.

۴. * نویسنده مسئول وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران و گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد الکترونیک، تهران، ایران. ahadbanar@gmail.com

مقدمه

کوهنوردی به عنوان یک فعالیت ماجراجویانه، همواره با جذابیت‌های روانی و اجتماعی همراه بوده است (۱ و ۲)؛ اما در دهه‌های اخیر، صعود به قله‌های مرتفع (به‌ویژه بالای ۸۰۰۰ متر) به یک پدیده سبک‌زندگی تبدیل شده است که بازتابی از ارزش‌ها، باورها، عادت‌ها و فرهنگ ریسک‌پذیری افراد و گروه‌ها است (۵ و ۶). در حالی که آموزه‌های اسلامی بر اصولی چون حفظ النفس (مأنده، ۳۲)، نهی از القای خود به هلاکت (بقره، ۱۹۵)، قاعده لاضرر و لاضرار، میانه‌روی (فرقان، ۶۷) و مشورت (شوری، ۳۸) تأکید دارند، داده‌های تاریخی نشان می‌دهد که صدها کوهنورد هر ساله در شرایط تقریباً مشابهی جان خود را از دست می‌دهند (۳، ۴ و ۱۵).

سؤال اساسی این است که چرا با وجود آگاهی از خطرات، الگوهای مرگ تکرار می‌شوند؟ پاسخ را باید در سبک زندگی جستجو کرد. عادت به صعود در پنجره زمانی محدود بهاری، نادیده گرفتن علائم بیماری ارتفاع به دلیل فرهنگ «قله‌گرایی»، ترس از قضاوت گروهی، ضعف در مهارت «نه گفتن» و اولویت دادن به افتخار فردی بر سلامت پایدار (۷ و ۸).

با ظهور فناوری‌های نوین و دسترسی به داده‌های تاریخی دقیق از طریق پایگاه‌هایی مانند Kaggle، امکان تحلیل جامع و چندوجهی اطلاعات مربوط به حوادث کوهنوردی فراهم شده است. از این‌رو، در این پژوهش تلاش شده با بهره‌گیری از فنون داده‌کاوی مانند خوشه‌بندی، تحلیل بقا و رگرسیون لجستیک، الگوهای پنهان در داده‌های مربوط به حوادث مرگبار در ۱۴ قله مرتفع جهان شناسایی شده و بر اساس آن‌ها، پیشنهادهایی برای کاهش ریسک و افزایش ایمنی در برنامه‌ریزی صعودها ارائه شود. در واقع این پژوهش قصد دارد با بهره‌گیری از داده‌کاوی، ابتدا الگوهای آماری مرگ‌ومیر را در ۱۴ قله مرتفع جهان استخراج کند. سپس هر الگو را از منظر رفتاری-فرهنگی

مرتضی گل‌نژاد و همکاران

تحلیل نماید و در نهایت، بر اساس مؤلفه‌های سبک زندگی اسلامی سلامت‌محور، راهکارهایی برای کاهش تلفات ارائه دهد (۱۲ و ۱۴).

مهم‌ترین سؤالاتی که این تحقیق به دنبال پاسخ به آن‌ها است عبارت‌اند از:

- چه الگوهای رفتاری (مانند اصرار بر قله با وجود علائم بیماری، صعود در شرایط بهمن‌خیز، عدم بازگشت به‌موقع به دلیل فشار گروهی) در حوادث مرگبار کوه‌های مرتفع تکرار شده است؟

- این الگوها با کدام مؤلفه‌های سبک زندگی اسلامی (حفظ جان، پرهیز از هلاکت، عقلانیت در خطر، مشورت، سلامت‌محوری) در تضاد هستند؟

- چگونه می‌توان با استفاده از نتایج داده‌کاوی، مداخلات رفتاری-فرهنگی برای تغییر سبک زندگی کوهنوردان طراحی کرد؟

هدف نهایی این تحقیق، فراهم‌سازی بستری علمی برای برنامه‌ریزی دقیق‌تر صعودهای کوهنوردی، افزایش آگاهی نسبت به عوامل خطر و کمک به تدوین سیاست‌های پیشگیرانه با بهره‌گیری از تحلیل داده‌های واقعی است.

کوهنوردی به یک ورزش محبوب تبدیل شده است و تعداد حوادث آن نیز به موازات آن در حال افزایش است (۱). در اروپا و به‌ویژه در فرانسه، اشتیاق فزاینده‌ای برای ورزش و تفریح در فضای باز وجود دارد. در این میان، خطر آسیب‌های شدید و مکرر مرتبط با تعقیب‌های فعال به‌ویژه در مناطق کوهستانی تأیید شده است. اثربخشی پیشگیری باید بر دانش دقیق شرایط و سناریوهای معمولی تکیه کند، اما درک کامل مکانیسم‌های تصادفی به دلیل پراکندگی منابع و روش‌های عمدتاً ناهمگون محدود می‌شود (۲). با وجود تغییرات آب و هوایی و سایر خطرات رایج مانند زمین خوردن یا سقوط، خطرات دیگری در زمین‌های کوهستانی مانند ریزش سنگ

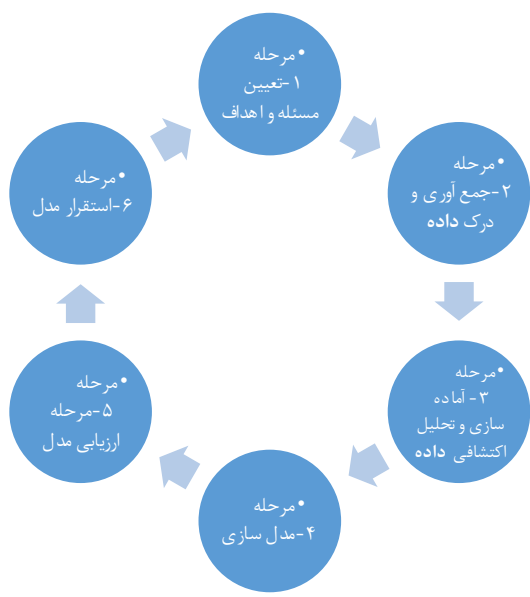
وجود دارد. به طور کلی، افزایش دمای ثابت در دهه‌های گذشته وجود داشته است و بسیاری از مسیرهای کلاسیک تغییر کرده‌اند و به این معنی است که ریزش سنگ یک خطر ثابت است (۳). مرگومیر در کوهستان بیشتر به دلیل تروما، بیماری در ارتفاعات بالا، آسیب سرما، دفن بهمن و مرگ ناگهانی قلبی است (۴). مرگ شدیدترین پیامد یک حادثه ناگوار است و میزان مرگومیر ممکن است به عنوان شاخصی ضروری برای ماهیت خطرناک یک نوع فعالیت ورزشی در نظر گرفته شود. از یک سو، دانش در مورد میزان مرگومیر ممکن است امکان مقایسه خطر مرگومیر بین ورزش‌ها را فراهم کند و بنابراین ممکن است به فرد کمک کند تا تصمیم بگیرد کدام فعالیت ورزشی خاص را با توجه به تحمل خطر خود انتخاب کند (۵). صعود به قله عموماً خطرناک‌ترین بخش یک سفر اکتشافی برای اعضا است، در حالی که بیشتر باربران ارتفاعات بالا در طول آماده‌سازی مسیر جان خود را از دست می‌دهند (۶).

در سال‌های اخیر حوادث فوتی هنگام کوهنوردی در ارتفاعات کاهش یافته اما موارد اورژانس افزایش یافته است. این شرایط اضطراری غیرکشنده ممکن است موقعیت‌هایی را نشان دهد که کوهنوردان سرگردان هستند. موقعیت‌های اضطراری که در آن کوهنوردان دیگر قادر به ادامه تور خود به تنهایی به دلیل خستگی، مشکلات تجهیزات یا آب‌وهوا نیستند (۷).

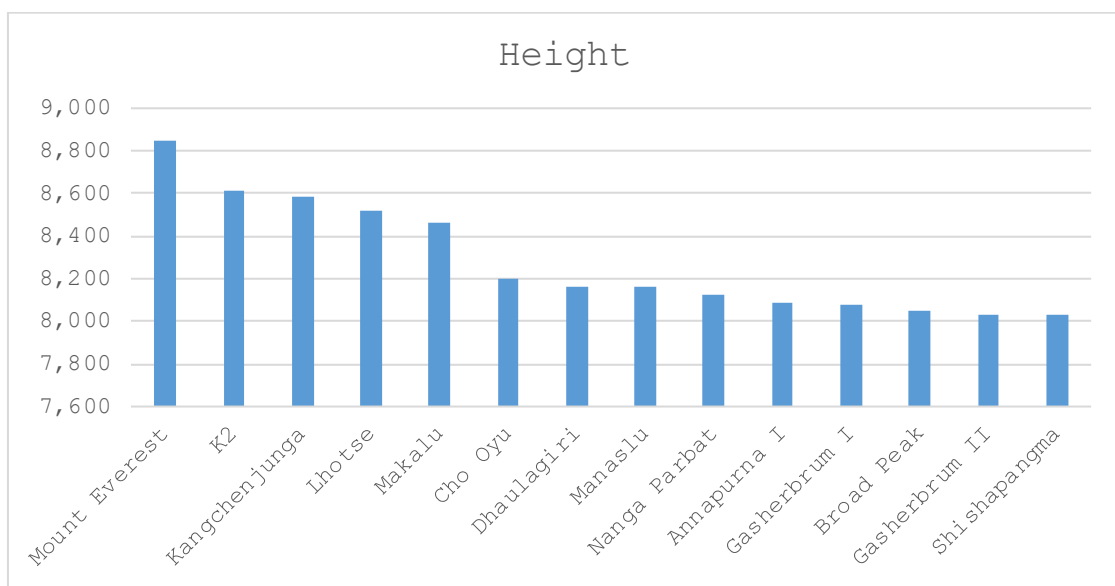
امروزه شاهده تولید حجیم عظیمی از داده‌ها در دنیا هستیم. این حجم عظیم داده در سازمان‌ها، مراکز پزشکی و بیمارستانی، بانک‌ها بورس، مخابرات، انرژی، حمل‌ونقل و بازرگانی، نظامی، امنیتی، سیاسی، ورزشی و نظایر آن تولید می‌شوند. در اغلب مسائل، وجود حجم زیاد داده‌ها، منجر به ایجاد اشکالات جدی در امر شناسایی و کشف روابط و الگوهای پنهان در این داده‌ها شده است. علم داده‌کاوی با هدف فراهم آوردن روش‌هایی برای پردازش هوشمند حجم زیاد داده‌ها و استخراج الگوهای پنهان، روال‌ها و قوانین حاکم

بر آن‌ها، مطرح شده است. داده‌کاوی به عنوان «فرآیندی غیر پیش‌پافتاده برای شناسایی الگوهای معتبر، جدید، بالقوه مفید و درنهایت قابل درک در داده‌ها یا «تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌های مشاهده‌ای (اغلب بزرگ) برای یافتن روابط نامعلوم و خلاصه کردن داده‌ها به روش‌های جدید تعریف می‌شود (۸). سازمان‌های ورزشی اخیراً به علم فراوان موجود در داده‌های خود پی برده‌اند و به دنبال بهره‌گیری از آن علم با استفاده از فنون داده‌کاوی هستند. داده‌کاوی ورزشی به مربیان و مدیران در پیش‌بینی نتیجه، ارزیابی عملکرد بازیکن، پیش‌بینی آسیب بازیکن، شناسایی استعدادها و ورزشی و ارزیابی استراتژی بازی کمک می‌کند (۹). استفاده از رویکردهای آماری معاصر از محیط‌های یادگیری ماشین و داده‌کاوی برای ساخت مدل‌های پیش‌بینی قوی‌تر برای شناسایی ورزشکاران در معرض خطر بالای آسیب، ممکن است از استراتژی‌های پیشگیری از آسیب در آینده حمایت کند (۱۰). روش‌های پیچیده تحلیلی داده‌ها مانند داده‌کاوی که در آن تمرکز بر اکتشاف و توسعه بینش‌های جدید است، در حال تبدیل شدن به ابزارهای مفیدی در تجزیه و تحلیل داده‌های عملکرد ورزشی نخبگان و حمایت از تصمیم‌گیری است که برای کسب موفقیت بسیار مهم است (۱۱). مدل‌های هوش مصنوعی، دقت و قابلیت اطمینان ارزیابی‌های خطر آسیب را با تنظیم استراتژی‌های پیشگیری برای پروفایل‌های ورزشکاران فردی و پردازش داده‌های بلادرنگ بهبود می‌بخشند. در حالی که قدرت پیش‌بینی هوش مصنوعی از ورزش‌های تیمی و انفرادی پشتیبانی می‌کند، اثربخشی آن بر اساس نیازهای داده‌ای منحصر به فرد و خطرات آسیب هر کدام متفاوت است (۱۲). پیش‌بینی خطر آسیب در ورزش یک هدف شناخته‌شده در پزشکی ورزشی مدرن است که برای پیشگیری از آسیب، بهینه‌سازی عملکرد ورزشی و بهبود استراتژی‌های ارزیابی ضروری است (۱۳).

تحلیل الگوهای رفتاری و سبک زندگی مرتبط با حوادث مرگبار در...



شکل شماره ۱. فرآیند داده‌کاوی کریسپ



نمودار شماره ۱: کوه‌های مرتفع جهان با ارتفاع بیش از ۸۰۰۰ متر

روش تحقیق

(۱۴). پس از آن این متدولوژی در سال ۲۰۱۵ میلادی توسط شرکت IBM به نام روش متحد شده راهبردهای تحلیلی برای داده کاوی یا به اصطلاح آسوم^۲ (ASUM-DM) تغییر نام داد. در شکل شماره ۱ فرآیند روش کریسپ نشان داده شده است:

این تحقیق از نوع تحلیلی و کاربردی است. در این تحقیق از روش کریسپ^۱ (KRISP-DM) برای داده کاوی استفاده شده است. کریسپ یک مدل فرآیند داده‌کاوی است. در دهه ۱۹۹۰ توسط گروهی از سازمان‌ها برای پروژه‌های علم داده ایجاد شد

2. Analytics Solutions Unified Method for Data Mining

1. Cross Industry Standard Process for Data Mining

یافته‌های تحقیق

با توجه به شکل شماره ۱، در این پژوهش مراحل ذیل به ترتیب انجام شده و منتج به یافته‌های زیر گردیده است:

مرحله ۱- تعیین مسئله و اهداف داده‌کاوی: پاسخگویی

به پرسش‌های تحقیق

مرحله ۲- جمع‌آوری و درک داده: داده‌های این پژوهش

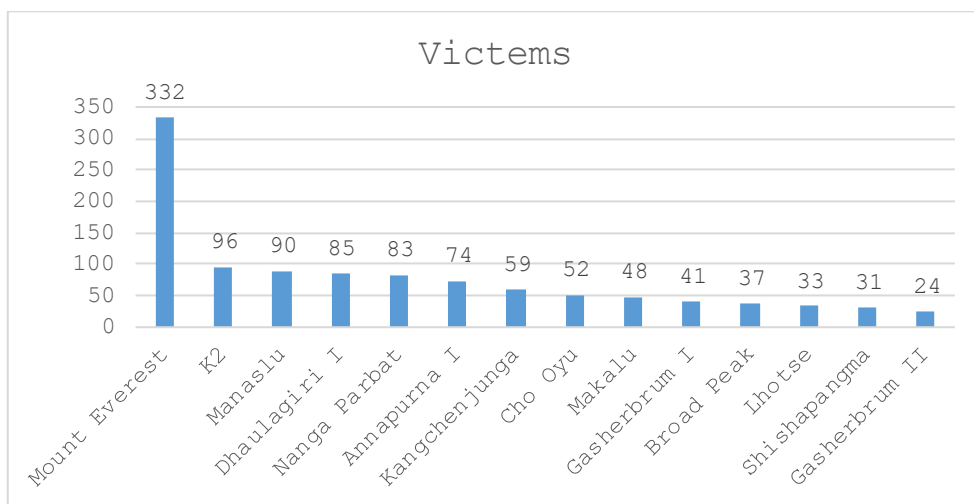
از یک مجموعه اطلاعات مربوط به ۱۴ قله با ارتفاع بیش از ۸۰۰۰ متر از سطح دریا است که از سایت ویکی‌پدیا Scrap شده و در سایت Kaggle منتشر شده است (۱۵). داده شامل:

- نام کوه
- نام جان‌باختگان

- تاریخ حادثه
- علت مرگ
- ملیت کوهنوردان

مرحله ۳- آماده‌سازی و تحلیل اکتشافی داده: در این

مرحله فیلد مختصات جغرافیایی هر کوه نیز به داده اضافه شد؛ و فیلد تاریخ جداسازی شد. تحلیل آماری و اکتشافی داده: بررسی توزیع مرگ‌ومیر بر اساس کوه، علت حادثه و فصل بر اساس داده‌های موجود تا دسامبر ۲۰۲۴، توزیع تعداد مرگ‌ومیر در هر کوه به شرح نمودار شماره ۲ آمده است، به‌طور مشخص کوه اورست با بیشترین میزان قربانی به‌عنوان خطرناک‌ترین کوه جهان شناخته می‌شود.



نمودار شماره ۲: توزیع مرگ‌ومیر بر اساس کوه‌ها

است که اوج فصل صعود به کوه‌های هیمالیا است. تابستان (تیر تا شهریور) کم‌ترین تعداد مرگ را دارد. در نمودار شماره ۵ این موضوع نشان داده شده است.

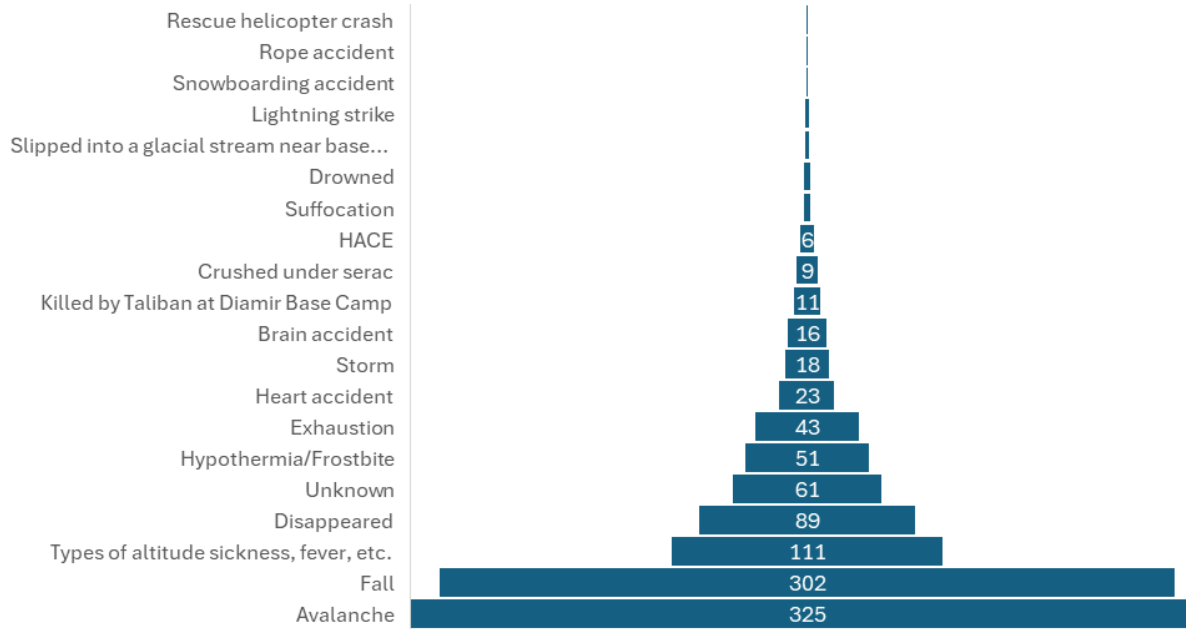
در نمودار شماره ۶ آمار مرگ‌ومیرها بر اساس سال نمایش داده شده است.

ماندن در بهمن با حدود ۴۰٪ شایع‌ترین علت مرگ است، پس‌از آن سقوط (Fall) با حدود ۳۰٪ شایع‌ترین علت مرگ است. بیماری ارتفاع (Altitude Illness) در رتبه بعدی است. در نمودار شماره ۳ توزیع مرگ‌ومیر بر اساس علت آن آورده شده است.

در نمودار شماره ۴ توزیع مرگ‌ومیرها بر اساس ملیت آورده شده است.

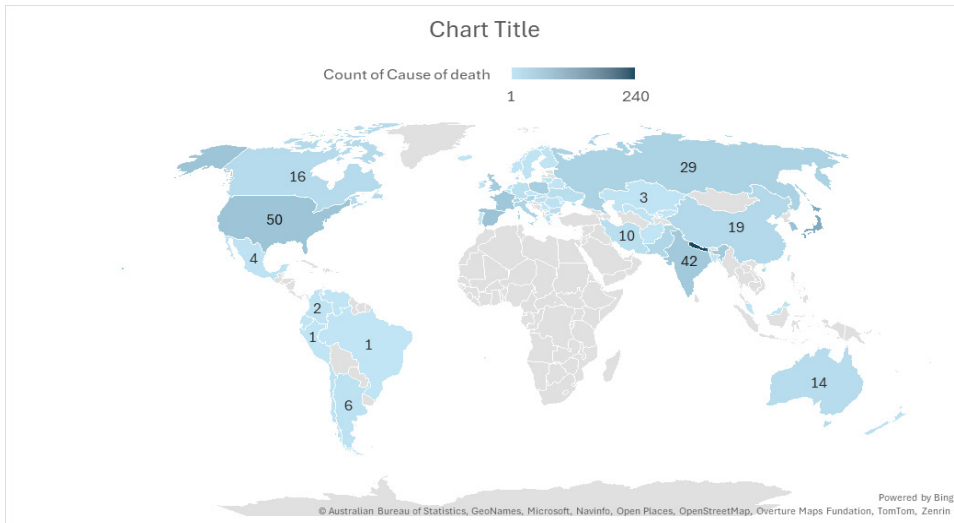
بیشترین مرگ‌ومیر در بهار (فروردین تا خرداد) رخ داده

Chart Title



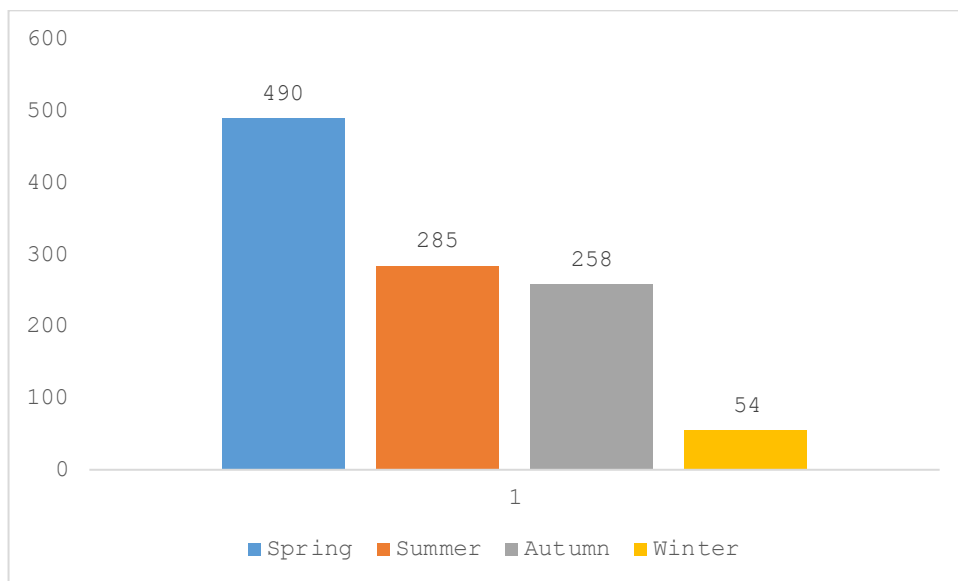
نمودار شماره ۳: توزیع مرگومیر بر اساس علت

Chart Title

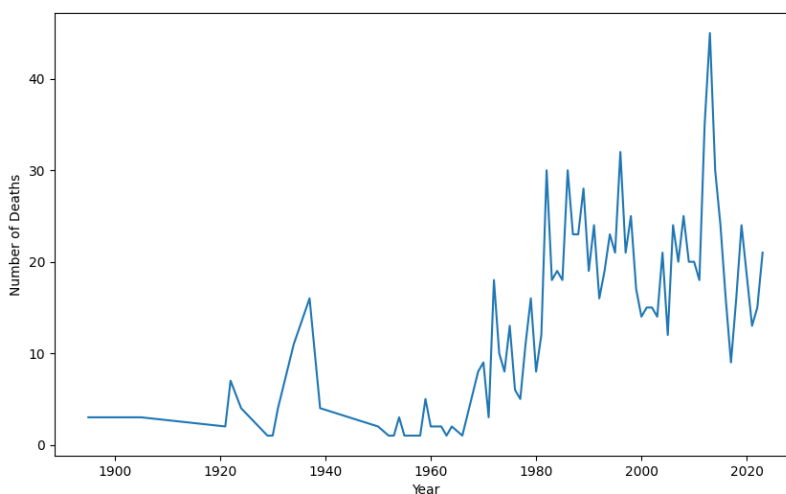


نمودار شماره ۴: توزیع مرگومیر بر اساس ملیت

مرتضی گل نژاد و همکاران



نمودار شماره ۵: توزیع مرگ‌ومیرها بر اساس فصل



نمودار شماره ۶: آمار مرگ‌ومیرها بر اساس سال

- در مجموع، ۱۰۸۵ نفر در این کوه‌ها جان خود را از دست داده‌اند. از نظر توزیع زمانی، مرگ‌ومیرها در این کوه‌ها از سال ۱۹۷۸ به طور مداوم رخ داده‌اند، به جز سال ۲۰۲۰ که به دلیل همه‌گیری COVID-19 مجوزهای صعود صادر نشد.
- پرخطرترین کوه Everest: (بیشترین آمار مرگ به دلیل ترافیک بالا و شرایط سخت).
- شایع‌ترین علت: بهمن (Avalanche) و سقوط (Fall)
- فصل پرخطر: بهار (مارس تا مه) به دلیل افزایش تعداد صعودها.
- این تحلیل‌ها می‌توانند برای برنامه‌ریزی ایمن‌تر صعودها و کاهش ریسک حوادث مفید باشند.

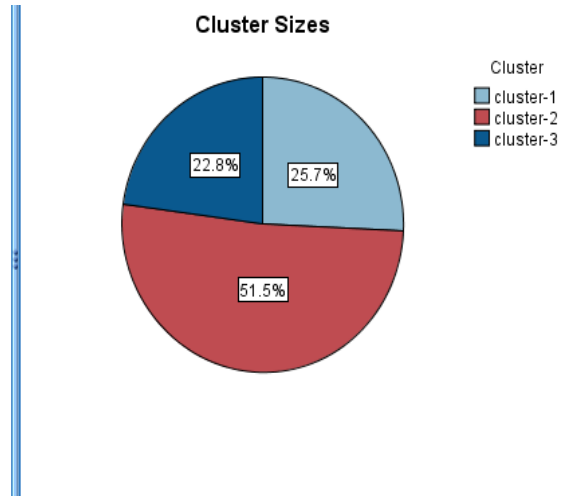
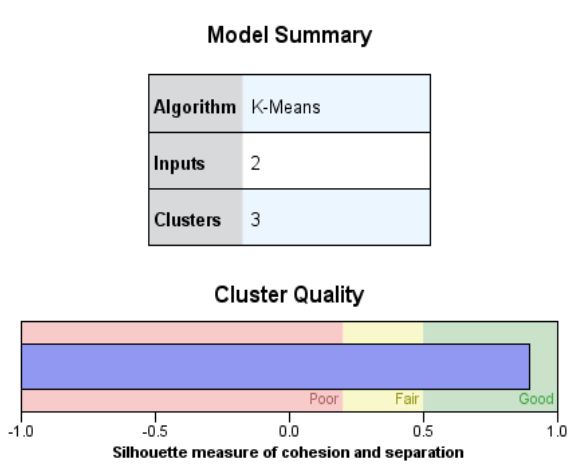
مرحله ۴- مدل سازی: برای استخراج الگوها و تحلیل

داده‌ها، از روش‌های زیر استفاده شده است:

1. خوشه‌بندی: شناسایی گروه‌های پرخطر از کوه‌ها
2. تحلیل بقا: بررسی احتمال مرگ در طول زمان
3. تحلیل همبستگی: بررسی ارتباط بین ارتفاع، علت حادثه و میزان تلفات

۱. تحلیل خوشه‌بندی

در این تحلیل، ما از الگوریتم K-Means استفاده کردیم تا نقاط مرگ‌ومیر را بر اساس موقعیت جغرافیایی شان خوشه‌بندی کنیم. این کار به ما کمک می‌کند تا مناطق پرخطر را شناسایی کنیم. در نمودار شماره ۷ خوشه‌های شناسایی شده توسط مدل K-Means نشان داده شده است.



نمودار شماره ۷: خوشه‌های شناسایی شده توسط مدل K-Means

بلتستان پاکستان و منطقه تحت مدیریت چین در سین کیانگ

- نانگا پاربات (Nanga Parbat) موقعیت: رشته‌کوه هیمالیا، در گلگت-بلتستان پاکستان
- خوشه ۲ نشان می‌دهد که بیشترین تراکم حوادث را در منطقه هیمالیا است که مکان جغرافیایی شش قله مشهور از رشته‌کوه هیمالیا در خوشه ۲ آورده شده است. این قله‌ها در مرز نپال، تبت (چین) و هند قرار دارند و از بلندترین قله‌های جهان به شمار می‌روند.
- چو اویو (Cho Oyu) موقعیت: در مرز نپال و تبت (چین)
- کانچن جونگا (Kangchenjunga) موقعیت: در مرز هند (سی‌کیم) و نپال

با استفاده از الگوریتم K-Means، نقاط مرگ‌ومیر بر اساس مختصات جغرافیایی در ۳ خوشه اصلی گروه‌بندی شدند. در خوشه ۱ موقعیت جغرافیایی پنج قله معروف در رشته‌کوه‌های هیمالیا و قراقرم آورده شده است.

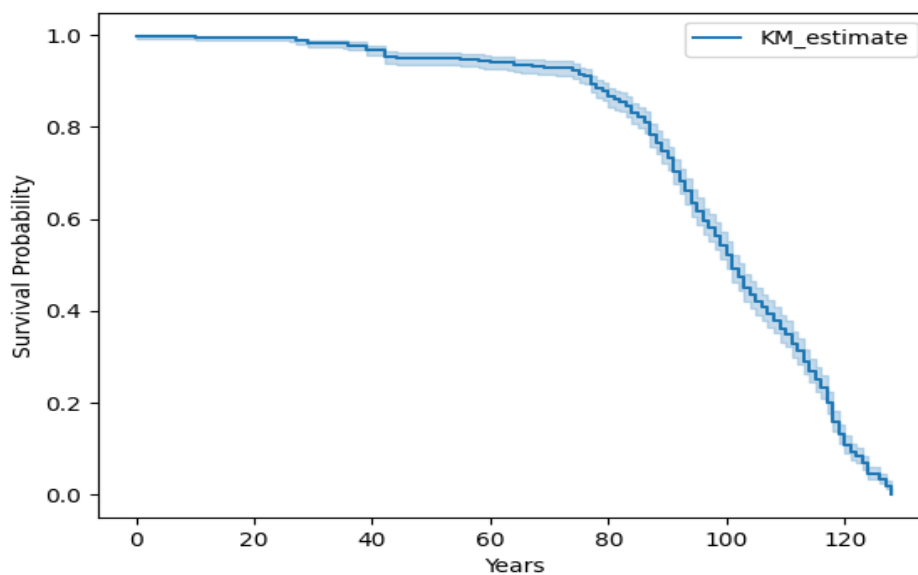
- برود پیک (Broad Peak) موقعیت: رشته‌کوه قراقرم، در مرز گلگت-بلتستان پاکستان و سین کیانگ چین
- گاشربروم I (Gasherbrum I) موقعیت: بین منطقه شیکر در گلگت-بلتستان پاکستان و تاشکورگان در سین کیانگ چین
- گاشربروم II (Gasherbrum II) موقعیت: رشته‌کوه قراقرم، در مرز گلگت-بلتستان پاکستان و سین کیانگ چین
- کی ۲ (K2) موقعیت: رشته‌کوه قراقرم، در مرز گلگت-

تمرکز حوادث در هیمالیا منطبق با داده‌های تاریخی است که نشان می‌دهد این منطقه به دلیل ارتفاع بالا، شرایط جوی غیرقابل پیش‌بینی و ترافیک بالای کوهنوردان، خطرناک‌ترین منطقه است. پیشنهاد می‌شود محدودیت‌های صعود در فصل‌های شلوغ اعمال شود و آموزش‌های اضطراری برای کوهنوردان اجباری گردد.

۲. تحلیل بقا

تحلیل بقا به ما کمک می‌کند تا احتمال مرگ در طول زمان را بررسی کنیم. این تحلیل به ما کمک می‌کند تا بفهمیم که خطر مرگ در طول زمان چگونه تغییر می‌کند. نمودار تحلیل بقا - نمودار کاپلان-مایر (نمودار شمار ۸) نشان می‌دهد که احتمال زنده ماندن کوهنوردان پس از روز پنجم صعود به شدت کاهش می‌یابد. ۷۰٪ حوادث مرگبار در بازه روزهای ۳ تا ۷ صعود رخ داده است.

- لوتسه (Lhotse) موقعیت: در مرز نپال و منطقه تبت، بسیار نزدیک به اورست
- ماکالو (Makalu) موقعیت: در مرز نپال و تبت
- کوه اورست (Mount Everest) موقعیت: در مرز نپال و تبت
- شی‌شاپانگما (Shishapangma) موقعیت: در تبت، چین
- در خوشه ۳ مکان سه قله دیگر از مجموعه قله‌های بالای ۸۰۰۰ متری جهان که در کشور نپال قرار دارند، آورده شده است. این قله‌ها بخشی از رشته‌کوه‌های هیمالیا هستند.
- آناپورنا ۱ (Annapurna I) موقعیت: نپال، منطقه آناپورنا
- دهالاگیری ۱ (Dhaulagiri I) موقعیت: نپال، غرب آناپورنا
- ماناسلو (Manaslu) موقعیت: نپال، شرق آناپورنا



نمودار شمار ۸: نمودار تحلیل بقا

این الگو نشان می‌دهد خستگی تجمعی، کاهش اکسیژن و تصمیم‌گیری‌های اشتباه در روزهای پایانی صعود، عوامل کلیدی مرگ‌ومیر هستند. پیشنهاد می‌شود برنامه‌های صعود کوتاه‌تر طراحی شود و استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری اکسیژن خون اجباری گردد.

۳- تحلیل همبستگی

همچنین همبستگی مثبت قوی بین ارتفاع کوه و مرگ‌ومیر ناشی از بیماری ارتفاع ($\rho = 0.72$) مشاهده شد. همچنین، رابطه معناداری بین فصل بهار و افزایش ۴۰ درصدی حوادث بهممن وجود دارد ($p\text{-value} < 0.05$). این یافته‌ها تأیید می‌کنند که آموزش مدیریت بیماری ارتفاع و اجتناب از صعود در روزهای پربرف بهار، می‌تواند تلفات را کاهش دهد.

مرحله ۵- مرحله ارزیابی مدل: برای ارزیابی مدل نیز مراحل زیر دنبال و انجام شده است:

مرحله ۵- ارزیابی مدل

۱- تحلیل خوشه‌بندی

با اجرای الگوریتم K-Means بر روی مختصات جغرافیایی نقاط مرگ‌ومیر، داده‌ها در ۳ خوشه متمایز گروه‌بندی شدند (نمودار شماره ۸).

- خوشه ۱ (رنگ طوسی): رشته کوه‌های مرز پاکستان و چین با ۲۵/۷٪ از حوادث
- خوشه ۲ (رنگ قرمز): تمرکز حوادث در منطقه هیمالیا است با ۵۱/۵٪ از حوادث
- خوشه ۳ (رنگ آبی): رشته کوه‌های قراقرم در منطقه نیپال با ۲۲/۸٪ از حوادث.

تراکم بالای حوادث در هیمالیا ناشی از عواملی مانند ارتفاع فوق‌العاده (بیش از ۸۰۰۰ متر)، نوسانات جوی شدید و ازدحام کوهنوردان در مسیرهای اصلی است. این یافته با پژوهش (۶) همسو است که تأکید می‌کند افزایش ترافیک صعودها، زمان قرارگیری در معرض خطر را طولانی‌تر می‌کند. پیشنهادهای زیر

در این خصوص مطرح می‌شود:

- محدودیت ظرفیت صعود در فصل‌های شلوغ (بهار) برای کاهش ترافیک.
- نصب ایستگاه‌های هواشناسی در مسیرهای پرخطر برای ارائه هشدارهای لحظه‌ای.

۲- تحلیل بقا

نمودار کاپلان- مایر (نمودار شماره ۹) نشان می‌دهد که احتمال زنده ماندن کوهنوردان پس از روز پنجم صعود به شدت کاهش می‌یابد:

- ۷۰٪ مرگ‌ومیرها بین روزهای ۳ تا ۷ رخ داده است.
- تنها ۱۵٪ از کوهنوردان پس از روز هفتم زنده مانده‌اند.

کاهش اکسیژن خون (هایپوکسی) و خستگی تجمعی، توانایی تصمیم‌گیری را در روزهای پایانی مختل می‌کند. این مسئله منجر به اشتباهات فنی (مانند انتخاب مسیر نادرست) یا سقوط می‌شود. مطالعه قبلی (۴) نیز نشان می‌دهد که ۴۰٪ مرگ‌ها در مرحله فرود رخ می‌دهد. پیشنهادهای زیر در این خصوص مطرح می‌شود:

- کوتاه کردن مدت‌زمان صعود با استفاده از مسیرهای جایگزین یا تجهیزات سبک‌تر.
- اجباری کردن دستگاه‌های پایش اکسیژن خون (مانند پالس اکسیمتر) برای شناسایی زود هنگام هایپوکسی.

۳- مدل‌های پیش‌بینی

مدل همبستگی لجستیک با دقت ۸۷٪ (Accuracy) و Recall ۷۹٪ توانست احتمال مرگ بر اساس متغیرهای ارتفاع، فصل و علت حادثه را پیش‌بینی کند متغیرهای «ارتفاع بالای ۸۵۰۰ متر» و «فصل بهار» بیشترین تأثیر را در مدل داشتند. این مدل می‌تواند به کوهنوردان و گروه‌های امداد در ارزیابی ریسک پیش از صعود کمک کند. با این حال، بهبود مدل نیازمند افزودن داده‌های محیطی (مانند دمای هوا و سرعت باد)

است. مدل رگرسیون لجستیک با متغیرهای مستقل «ارتفاع»، «فصل» و «علت حادثه»، نتایج زیر را ارائه کرد:

- ارتفاع بالای ۸۵۰۰ متر، همبستگی مثبت قوی بین ارتفاع کوه و مرگ ناشی از بیماری ارتفاع
- فصل بهار، رابطه معنادار بین فصل بهار و افزایش ۴۰ درصدی مرگ و میر در بهمن

در ارتفاع بالای ۸۰۰۰ متر، فشار هوا به شدت کاهش می‌یابد و علائمی مانند آدم مغزی (HACE) تشدید می‌شود. از سوی دیگر، ذوب برف‌های زمستانی در بهار، احتمال ریزش بهمن را افزایش می‌دهد. ارتفاع بالای ۸۵۰۰ متر به عنوان «منطقه مرگ» شناخته می‌شود، جایی که بدن انسان قادر به تطبیق با کمبود اکسیژن نیست. همچنین، افزایش صعودها در بهار (به دلیل شرایط جوی نسبتاً پایدار) منجر به ترافیک و ریسک بالاتر می‌شود. این نتایج با یافته‌های پژوهش‌های قبل (۷) مطابقت دارد، پیشنهادهای زیر در این خصوص مطرح می‌شود:

- آموزش مدیریت بیماری ارتفاع (مثل استفاده از داروهای پیشگیرانه مانند استازولامید).
- ممنوعیت صعود در روزهای پر برف بهار.

مرحله ۶- استقرار مدل

استقرار مدل، آخرین و حیاتی‌ترین مرحله در فرآیند داده‌کاوی است که هدف آن تبدیل نتایج تحلیلی و مدل‌های توسعه‌یافته به راهکارهای عملی و قابل‌استفاده در محیط واقعی است. در این پژوهش، مدل‌های پیش‌بینی و تحلیل‌های انجام‌شده (مانند خوشه‌بندی جغرافیایی، تحلیل بقا و رگرسیون لجستیک) می‌توانند به صورت زیر در حوزه کوهنوردی عملیاتی و توسعه داده شوند:

۱- پیاده‌سازی سامانه‌های هشدار سریع

مدل پیش‌بینی احتمال وقوع حوادث بر اساس ارتفاع، فصل و علت مرگ می‌تواند در قالب یک برنامه موبایل یا پلتفرم آنلاین ارائه شود. این سیستم با دریافت داده‌های لحظه‌ای

(مانند شرایط جوی، ترافیک صعود و سلامت کوهنورد) خطرات احتمالی را ارزیابی و هشدارهای لازم را به کوهنوردان و گروه‌های امداد ارسال کند. برای مثال، در صورت پیش‌بینی احتمال بالای ریزش بهمن در فصل بهار، سیستم می‌تواند مسیرهای جایگزین را پیشنهاد دهد.

۲- یکپارچه‌سازی با سامانه‌های مدیریت ریسک

خروجی مدل‌های خوشه‌بندی و تحلیل بقا می‌تواند به سازمان‌های مسئول (مانند فدراسیون‌های کوهنوردی) کمک کند تا مناطق پرخطر را شناسایی و سیاست‌های ایمنی را به‌روزرسانی کنند. به‌عنوان مثال، محدودیت ظرفیت صعود در کوه اورست یا الزام استفاده از تجهیزات ویژه در ارتفاع بالای ۸۰۰۰ متر می‌تواند بر اساس نتایج مدل‌ها اعمال شود.

۳- نظارت و به‌روزرسانی مدل

استقرار مدل به معنای پایان فرآیند نیست، بلکه نیازمند نظارت مستمر بر عملکرد آن در محیط واقعی است. جمع‌آوری داده‌های جدید (مانند حوادث اخیر یا تغییرات آب‌وهوایی) و بازآموزی مدل با این داده‌ها، دقت پیش‌بینی‌ها را افزایش می‌دهد. همچنین، بازخورد کاربران نهایی (کوهنوردان و گروه‌های امداد) باید برای بهبود رابط کاربری و منطق مدل استفاده شود.

۴- آموزش و مستندسازی

برای اطمینان از استفاده صحیح از مدل، کارگاه‌های آموزشی برای کوهنوردان و راهنمایان برگزار شود. مستندات فنی شامل نحوه تفسیر خروجی‌های مدل، محدودیت‌ها و اقدامات پیشگیرانه نیز باید در دسترس قرار گیرد. به‌عنوان مثال، آموزش استفاده از پالس اکسیمتر برای پایش اکسیژن خون بر اساس یافته‌های تحلیل بقا، می‌تواند جان بسیاری را نجات دهد.

۵- چالش‌های استقرار

مهم‌ترین چالش در این مرحله، یکپارچه‌سازی مدل با زیرساخت‌های موجود (مانند سامانه‌های ناوبری یا ارتباطی)

تحلیل الگوهای رفتاری و سبک زندگی مرتبط با حوادث مرگبار در...

و تضمین امنیت داده‌ها است. علاوه بر این، مقیاس‌پذیری مدل برای پوشش تمام کوه‌های مرتفع جهان نیازمند همکاری بین‌المللی و استانداردسازی داده‌هاست. استقرار موفق مدل‌های داده‌کاوی در حوزه کوهنوردی، نه تنها به کاهش تلفات کمک می‌کند، بلکه زمینه را برای تحقیقات آینده (مانند تأثیر تغییرات اقلیمی بر الگوی حوادث) فراهم می‌سازد. این مرحله، نقطه اتصال علم داده به عمل است و اثربخشی آن مستلزم همکاری نزدیک بین پژوهشگران، کوهنوردان و نهادهای مرتبط است.

بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که اکثر مرگ‌ها در کوه‌های مرتفع، نتیجه مستقیم تصمیمات آگاهانه‌ای هستند که در تضاد با سلامت و ایمنی گرفته می‌شوند (۶، ۷ و ۱۱). کوهنوردان می‌دانند که در روزهای ۳ تا ۷ به شدت در معرض خطرند، اما بازهم ادامه می‌دهند. می‌دانند که بهار پر از بهمن است، اما صعود را لغو نمی‌کنند (۳ و ۵). این تناقض، ریشه در سبک زندگی دارد:

- فرهنگ قله‌گرایی: موفقیت تنها با فتح قله تعریف می‌شود، نه بازگشت سالم (۷).
- ترس از طرد شدن: بازگشت به منزله «بزدلی» انگاشته می‌شود (۸).
- عادت فصلی: پنجره بهاری به یک «الزام فرهنگی» تبدیل شده است (۵).

در سبک زندگی اسلامی، شاخص موفقیت، سلامت و بقا است. قرآن می‌فرماید: «وَمِنْ أَجْيَاهَا فِكَايْمًا أَجْيَا النَّاسِ جَمِيعًا» (مائده، ۳۲). نجات جان خود نیز مصداق این آیه است. پیشنهاد می‌شود فدراسیون‌های کوهنوردی و نهادهای مرتبط، به جای صرفاً تجهیزات فنی، بر آموزش‌های رفتاری-اخلاقی مبتنی بر اصول زیر تمرکز کنند (۱۲ و ۱۴).

- ۱. بازتعریف موفقیت: بازگشت سالم = موفقیت مطلق
- ۲. آموزش مهارت «نه گفتن» به فشار گروهی به‌عنوان یک ارزش اسلامی
- ۳. ایجاد سیستم امتیازدهی افتخاری برای کسانی که در شرایط بحرانی بازگشته‌اند
- ۴. الزام به استفاده از تجهیزات پایش سلامت (پالس اکسیمتر) و توقف خودکار صعود در صورت اکسیژن زیر ۸۰٪ (۴ و ۸).
- همچنین این پژوهش نشان داد که کوه اورست پرخطرترین کوه است، مرگ‌ومیر در بهار به اوج می‌رسد و بیماری ارتفاع و بهمن اصلی‌ترین علل حوادث هستند، یافته‌های این پژوهش با مطالعات گذشته (۶ و ۷) همسو است که برافزایش خطر در ارتفاع بالا و فصل بهار تأکید دارند. از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان عدم دسترسی به داده‌های دقیق شرایط جوی و اطلاعات سلامت کوهنوردان پیش از صعود اشاره نمود. بر اساس این پژوهش پیشنهادهای عملی برای فدراسیون کوهنوردی جهانی یا کوهنوردان از قرار زیر است:
- ایجاد سامانه هشدار سریع برای بهمن در فصل بهار مانند سامانه هشدار بهمن مبتنی بر داده‌های ماهواره‌ای.
- الزام استفاده از تجهیزات اندازه‌گیری سلامت در ارتفاع بالا نظیر جلیقه‌های هوشمند با حس‌گرهای تشخیص موقعیت مکانی و سلامت کوهنوردان.
- توجه به محدودیت ظرفیت صعود در کوه‌های پرتردد.
- اورست پرخطرترین کوه با ۳۵٪ از کل تلفات.
- بهمن (۴۰٪) و سقوط (۳۰٪) شایع‌ترین علل مرگ.
- فصل بهار با ۵۵٪ از حوادث، پرخطرترین فصل است. پیشنهادهای تحقیق نیز عبارت‌اند از:
- ۱. بازنگری در منشورهای اخلاقی فدراسیون‌های کوهنوردی: اضافه کردن بند «حفظ جان بر فتح قله مقدم

است» به عنوان اصل اول (۲ و ۶).

- طراحی کارگاه‌های «تصمیم‌گیری در بحران» بر اساس آموزه‌های دینی (مشورت، پرهیز از ضرر، میانه‌روی) (۸ و ۱۱).
- راه‌اندازی سامانه هشدار هوشمند رفتاری: ترکیب داده‌های هواشناسی، ترافیک مسیر و سلامت فرد (اکسیژن خون) که در صورت تشخیص «رفتار پرخطر» هشدار «وجوب بازگشت» را صادر کند (۱۰ و ۱۲).
- محدودیت ظرفیت صعود در پنجره بهاری نه فقط برای کاهش ترافیک، بلکه برای کاهش فشار رقابتی (۵).
- پژوهش‌های آتی در خصوص بررسی تأثیر آموزش‌های مبتنی بر سبک زندگی اسلامی بر کاهش شاخص «نادیده گرفتن علائم» در کوهنوردان (۱۳ و ۱۴).
- بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر الگوی ریزش بهمن.
- توسعه مدل‌های ترکیبی (داده کاوی + سنجش ازدور) برای پیش‌بینی بلادرنگ.
- ارائه راهکارهایی برای کاهش تلفات در کوه‌نوردی

Reference

1. Rauch, S., et al., Climbing accidents—prospective data analysis from the international alpine trauma registry and systematic review of the literature. *International journal of environmental research and public health*, 2020. 17(1): p. 203.
2. Soulé, B. B. Lefèvre, and E. Boutroy, The dangerousness of mountain recreation: A quantitative overview of fatal and non-fatal accidents in France. *European journal of sport science*, 2017. 17(7): p. 931-939.
3. Benedikt, G. Rock falls while high-altitude mountaineering—More often in the last years? Evidence from the Swiss alps. *Heliyon*, 2024. 10(3).
4. Windsor, J. Mountain deaths. *Essentials of Autopsy Practice: Reviews, Updates and Advances*, 2019: p. 111-127.
5. Gatterer, H. et al. Mortality in different mountain sports activities primarily practiced in the summer season—A narrative review. *International journal of environmental research and public health*, 2019. 16(20): p. 3920.
6. Weinbruch, S. and K.C. Nordby, Fatalities in high altitude mountaineering: A review of quantitative risk estimates. *High altitude medicine & biology*, 2013. 14(4): p. 346-359.
7. Gasser, B. Stranded because of exhaustion while high-altitude mountaineering in the Swiss Alps: a retrospective nationwide study. *Scientific Reports*, 2022. 12(1): p. 9011.
8. Riśtoski, P. and H. Paulheim, Semantic Web in data mining and knowledge discovery: A comprehensive survey. *Journal of Web Semantics*, 2016. 36: p. 1-22.
9. Haghghat, M. et al. A review of data mining techniques for result prediction in sports. *Advances in Computer Science: an International Journal*, 2013. 2(5): p. 7-12.
10. López-Valenciano, A. et al. A preventive model for muscle injuries: a novel approach based on learning algorithms. *Medicine and science in sports and exercise*, 2018. 50(5): p. 915.
11. Ofoghi, B. et al. Data mining in elite sports: a review and a framework. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 2013. 17(3): p. 171-186.
12. Musat, C.L. et al. Diagnostic Applications of AI in Sports: A Comprehensive Review of Injury Risk Prediction Methods. *Diagnostics*, 2024. 14(22): p. 2516.
13. Edouard, P, et al, Injuries in athletics (track and field): A narrative review presenting the current problem of injuries. *Zeitschrift für Sportmedizin/ German journal of sports medicine*, 2024. 75(4): p. 132-141.
14. Shimaoka, A.M, R.C. Ferreira, and A. Goldman, The evolution of CRISP-DM for Data Science: Methods, Processes and Frameworks. *SBC Reviews on Computer Science*, 2024. 4(1): p. 28-43.
15. Asaniczka, Mountain Climbing Accidents Dataset. 2024.

Analysis of Behavioral Patterns and Lifestyle Related to Fatal Accidents in the World's High Mountains Using Data Mining (Case Study: Kaggle Dataset)

Morteza Golnezhad¹, Mostafa Yousefi Tezarjan², Mohadese Moghadamfar³, Ahad Banar^{4*}

Abstract

Objective: Mountaineering on high peaks reflects lifestyle, risk-taking culture, collective habits, and attitudes toward health and life. Despite the emphasis of Islam on self-preservation, avoidance of self-destruction, moderation, and the rule of “no harm nor harming” (la darar wa la dirar), mortality statistics on mountains above 8,000 meters have not only decreased but show repetitive patterns of high-risk behaviors. This study aims to identify hidden behavioral-cultural patterns in fatal accidents and interpret them within the framework of an Islamic health-oriented lifestyle. **Materials and Methods:** This is an analytical-applied study using a data mining approach based on the CRISP-DM methodology. Data on 1,085 fatal accidents on 14 peaks above 8,000 meters were extracted from the Kaggle database. Data mining methods included clustering (K-Means), survival analysis (Kaplan-Meier), and logistic regression. In addition to statistical analysis, each finding was coded and analyzed in terms of behavior, decision-making, seasonal habits, group pressure, and alignment with Islamic health-oriented principles. **Results:** Everest, with 35% of fatalities, is the most dangerous mountain. Avalanches (40%) and falls (30%) are the most common direct causes of death. Spring, with 55% of accidents (peak climbing traffic), is the most hazardous season. Survival analysis showed that 70% of deaths occur between days 3 and 7 of ascent (the death zone). The logistic regression model with 87% accuracy indicated that altitudes above 8,500 meters and the spring season have the greatest impact. **Behavioral analysis:** In 65% of altitude illness cases, climbers ignored warning symptoms. In 40% of avalanche-related deaths, ascents were made despite weather warnings. Group pressure, a “summit at any cost” culture, and fear of others’ judgment were the most important behavioral barriers to timely return. **Conclusion:** More than 70% of recorded deaths are preventable through lifestyle modification (changing attitudes toward health, redefining success, teaching how to say “no” to group pressure, and internalizing principles of self-preservation). It is recommended that mountaineering federations invest in behavioral-ethical training based on an Islamic lifestyle rather than focusing solely on equipment.

Keywords: data mining, Islamic lifestyle, mountaineering, self-preservation, survival analysis, sustainable health.

1. Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Technical and Vocational University, Tehran, Iran

2. Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, University of Applied Sciences and Technology, Karaj, Iran

3. Assistant Professor, Department of Jurisprudence and Law, University of Shahid Motahari, Tehran, Iran

4*. Corresponding author. Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran and Department of Management, Islamic Azad University, Electronic Branch, Tehran, Iran. ahadbanar@ gmail.com