نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال نوزدهم، شماره ۵۳، تابستان ۹۸

پهنه بندی مخاطرات جوی منطقه‌ی شمال‌غرب ایران

دریافت مقاله: ۹۶/۱۱/۴ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۵/۲۵

صفحات: ۱۹۳-۱۷۷

بتول زینالی: استادیار گروه اقلیم شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران[۱].
Email: zeynali.b@uma.ac.ir
سیما خلیلی آذر: دانش آموخته کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
Email: Sima.khalili@yahoo.com
سعیده عینی: دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
Email: Saeideh.eini@gmail.com

چکیده

هدف پژوهش حاضر، پهنه‌بندی اقلیمی مخاطرات جوی در شمال‌غرب ایران می باشد. برای این منظور از داده‌های سازمان هواشناسی کشور شامل دمای متوسط، دمای حداقل، دمای حداکثر و بارش در مقیاس روزانه و ماهانه برای تعداد سیزده ایستگاه هواشناسی سینوپتیک در محدوده سه استان آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و اردبیل برای یک دوره‌ی ۲۶ ساله (۲۰۱۵-۱۹۹۰) استفاده شد. در این تحقیق تعداد ده مخاطره جوی مهم مورد بررسی قرار گرفت. سپس نقشه‌های فراوانی وقوع به تفکیک برای هر یک از مخاطرات با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) تهیه شد. یافته‌های تحقیق نشان داد که در شمال‌غرب بخش‌های شرق و جنوب شرق، مرکز و غرب آن از جهت فراوانی وقوع جزء پرمخاطره ترین مناطق هستند. در عین حال بخش‌های شمال‌شرق از کمترین میزان خطرخیزی برخوردارند. کولاک و توفان گرد و غبار از مهم‌ترین مخاطرات جوی شمال‌غرب بود. بالاترین فراوانی مخاطره در منطقه‌ی شمال‌غرب پدیده‌ی کولاک با مجموع ۴۱۴۸ بار مخاطره در طی دوره‌ی مورد مطالعه است. بیشترین فراوانی کولاک در ایستگاه اهر با مجموع ۵۱۴ بار مخاطره مشاهده گردید. دومین مخاطره در شمال‌غرب پدیده‌ی گرد و غبار با مجموع ۱۹۴۸ بار مخاطره است. بیشترین فراوانی آن در ایستگاه مراغه با مجموع ۴۱۰ بار مخاطره مشاهده می گردد. سومین مخاطره در شمال‌غرب پدیده‌ی توفان تندری با مجموع ۱۷۷۳ بار مخاطره بوده است. ششمین مخاطره پدیده‌ی یخبندان با میانگین ۱۳۱۵ بار مخاطره است. بیشترین فراوانی یخبندان در ایستگاه خلخال با مجموع ۱۴۴ بار مخاطره شد. هفتمین مخاطره صورت گرفته در شمال‌غرب پدیده‌ی تگرگ با مجموع ۳۴۱ بار مخاطره است. بیشترین فراوانی تگرگ در ایستگاه مراغه با مجموع ۵۶ بار مخاطره گردید. هشتمین مخاطره پدیده‌ی مه با مجموع ۳۳۳ بار بوده است. بیشترین فراوانی مه در ایستگاه اهر با مجموع ۱۳۵ بار مخاطره می‌باشد. نهمین مخاطره صورت گرفته در شمال‌غرب پدیده‌ی خشکسالی با مجموع ۱۶۸ بار مخاطره است. بیشترین فراوانی خشکسالی در ایستگاه‌های ارومیه و اردبیل هر دو با مجموع ۱۶ بار مخاطره مشاهده گردید. دهمین و کمترین

۱. **نویسنده مسئول:** اردبیل، بلوار دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا ۰۹۱۴۱۵۴۹۱۴۷

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]

مخاطره مشاهده شده در شمال‌غرب پدیده‌ی بارش حدی با مجموع ۱۴۹ بار مخاطره می‌باشد. بیشترین بارش حدی در ایستگاه پارس‌آباد با مجموع ۱۹ بار مخاطره مشاهده گردید. کمترین فراوانی بارش حدی در ایستگاه‌های ماکو، خلخال هر دو با مجموع ۴ بار مخاطره بوده است.

کلید واژگان: پهنه‌بندی اقلیمی، شمال‌غرب، مخاطرات جوی، ARCGIS

مقدمه

حدود ۲۵ درصد جمعیت دنیا در نواحی مخاطره‌آمیز زندگی می‌کنند؛ اما آسیب‌پذیرترین مردم فقیرترین آن‌ها هستند. تخمین زده می‌شود. میانگین درآمد یک میلیارد نفر ثروتمندترین مردم سیّاره کره‌ی زمین ۱۵۰ برابر یک میلیارد نفر فقیرترین مردم دنیاست که ناچارند در قرارگاه‌های ناامن اعم از آلونک‌های شهری و محیط روستایی فوق‌العاده آسیب‌پذیر مستقر شوند. از لحاظ زیان جانی و تأثیر اقتصادی مربوط، سانحه بر مردم فقیری که انبوه گرد آمده‌اند شدیدترین ضربه‌ها را وارد می‌کند. مسئله‌ی مهم نحوه‌ی رویارویی انسان با مخاطرات است. مهم این است که مخاطره را چگونه بشناسیم، درباره‌ی آن چه موضعی بگیریم و چگونه درباره‌ی آن عمل کنیم. با وجود تمام پیشرفت‌های چشمگیر علمی و تکنولوژی هنوز هم انسان نگران خشم طبیعت، بلایا و حوادث است. فجایع و حوادث هنوز هم انسان‌ها را غافلگیر می‌کنند. موقعیت کشور ما چه از نظر زمین لرزه و چه از نظر تغییرات بارش، دما و پدیده‌های ناشی از آن‌ها نگران کننده بوده است. کشور ایران به عنوان دهمین کشور بلاخیز دنیا معرفی شده است (یاریان، ۱۳۹۰: ۲۰). در عین تحقیق به دنبال پاسخ دادن به این سوال می-باشیم که کدام یک از مخاطرات جوی بیشترین فراوانی را در شمال‌غرب ایران دارد؟ تحقیق نظام‌مند در مورد مخاطرات طبیعی، در واقع با کارهای (وایت[1]،۱۹۴۵) آغاز گردیده است. با توجه به تنوع بسیار زیاد مخاطرات جوی و حجم بسیار زیاد تحقیقات انجام شده در این زمینه، در ادامه تنها به برخی از پژوهش‌ها اشاره می گردد. ارن[2] و همکاران (۲۰۰۵) نیز در مطالعات خود به بررسی رخداد تگرگ در دو ایالت ترس و پونث واقع در شمال شرق جزیره‌ی ایبری پرداخته‌اند. در این مطالعه برای توصیف رخداد تگرگ و شناسایی آن از داده‌های راداری و محاسبات آماری استفاده شده است. نتایج مطالعات ایشان نشان داد که فراوانی تگرگ در منطقه مذکور افزایش پیدا کرده و این موضوع میزان خسارات وارده را بر روی محصولات باغی بیشتر کرده است.

رانگجون و اکسل[3](۲۰۰۸) با استفاده از مدل‌های رگرسیونی، پدیده‌ی مه و دید کم را در فرودگاه دانموآنگ تایلند برای ساعت ۷ بامداد فصل زمستان مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها در این بررسی، از عناصر دمای هوا در ارتفاع دو متری، رطوبت نسبی، پوشش ابر، دمای نقطه‌ی شبنم، سمت و سرعت باد، دید کافی و اختلاف فشار در بیست و چهار ساعت گذشته استفاده کرده و ضمن ارائه‌ی مدل‌های رگرسیونی، پیش‌بینی کننده‌ی توانایی دید، دریافتند که در بین متغیرهای مورد بررسی، عناصر رطوبت نسبی و پوشش ابر، ارتباط بیشتری با عنصر

1. White
2- Aren
3. Ruangjun and Excel

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]

توانایی دید دارد. فرناندا و ایراسما[1] (۲۰۱۰) ارتباط بین بارش‌های سنگین جنوب‌شرق برزیل را با سامانه‌ی حلقوی نیم‌کره جنوبی مطالعه کردند. آن‌ها دریافتند که ناهنجاری‌های بارش همراه با رخداد منطقه‌ی همگرایی اقیانوس اطلس جنوبی بوده و الگوی جوی اقیانوس آرام جنوبی به وسیله‌ی مراکز چرخندی جنوب‌شرق اقیانوس آرام تشدید می‌شود. لی[2]و همکاران (۲۰۱۰) توفان گردوغباری ۲۳ سپتامبر استرالیا را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مودیس مورد پایش قرار دادند. در این پژوهش، به منظور استخراج پارامترهای فیزیکی و حجم توفان گرد و غباری از تصاویر ماهواره‌ای به واسطه‌ی ترکیب اختلاف دمای روشنی (B T D) باند ۳۱ و ۳۲ تصاویر مادون قرمز حرارتی مودیس استفاده شده است. این روش در جدا سازی ابرها و گرد و خاک مؤثر می‌باشد. اختلاف دمایی و دمای روشنی ۱۱/۳ میکرومتر نشان داد که بیشترین نقاط در ناحیه‌ی توفان گرد و غباری در محدوده‌ی اندازه‌ی ذرات ۲ تا ۵ میکرومتر و تقریباً عمق نوری ۲۰/۵ میکرومتر هستند. نامبردگان به منظور تخمین حجم توفان گردو غبار از مدل بازیابی توفان گردوغباری استفاده کردند. بر اساس نتایج به دست آمده حجم گردوغبار در حدود ۳۰۰۰۰۰۰/۱۵ تن تخمین زده شده است که تقریباً نیمی از استرالیا را در بر گرفته است. همچنین نامبردگان اظهار داشتند که این حجم، کم تخمین زده شده است زیرا وسعت گردوغبار به قدری بزرگ بوده است که تماماً به وسیله‌ی یک واحد تصویر مودیس به علت عرض باریک تصاویر ماهواره‌ای پوشش داده نشود. کیم و جین[3] (۲۰۱۱) اندازه روند و فراوانی بارش را در پنج حوضه اصلی شبه جزیره کره با شناسایی منابع رطوبتی (گردبادی و غیر گردبادی) بررسی کردند. مطالعه آنان نشان داد که در دوره ۱۹۶۶ تا ۲۰۰۷ گردبادها عامل ۱۲ تا ۲۶ بارش‌های فصلی هستند. این پدیده با اهمیت بیشتری در حوضه رودخانه ناکدونگ مشاهده شد. گردبادهای مرتبط با رخداد بارش افزایش درخور توجهی در بخش‌هایی از حوضه رودهای هان، ناکدونگ و ژئوم داشت. از نظر گوندو و همکاران[4] (۲۰۱۴) یکی از مخاطرات جدی ناشی از پدیده خشک سالی کاهش منابع آب موجود است که بهره برداری قابل اطمینان از آبهای سطحی و زیرزمینی را دچار مشکل میسازد. چشمه های کارستی نیز به رخداد و شدت خشک سالی حساس بوده و با توجه به ویژگی های مورفولوژیکی پهنه های کارستی به خشکسالی واکنش نشان می دهند. امروزه نیاز به تامین آب برای رفع نیاز جوامع انسانی و زیست سامانه های طبیعی به طور فزاینده‌ای در سطح جهان شناخته شده است. واپلر و جیمز [5] (۲۰۱۴) رخداد توفان‌های تندری و ویژگی‌های آن را از نظر سینوپتیکی در اروپای مرکزی بررسی کردند. آن-ها در یافتند که سامانه های مختلف سینوپتیکی اعم از سیکلون جنوبی، آنتی سیکلون جنوب‌شرقی، سیکلون جنوب‌غربی و وقوع فرود در غرب اروپا شرایط لازم برای رخداد توفان تندری فراهم کرده است. راشکی و همکاران[6] (۲۰۱۵) منبع گرد و غبار جنوب غربی آسیا را با استفاده از تکنیک سنجش از دور مورد مطالعه قرار دادند. بدین منظور نامبردگان توفان گردوغباری منطقه‌ی سیستان را طی ماه‌های ژوئن تا سپتامبر با استفاده از داده‌های ایستگاه هواشناسی محلی طی دوره‌ی آماری ۲۰۱۲-۲۰۰۱ بررسی کردند. همچنین از مشاهدات

1. Fernanda and Irishma
2- Li
3. Kim and Jain
4. Gondwe et al
5. Wapler and James
6. Rashki et al

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]

ماهواره‌ای METEOSAT[1] و مدل HYSPLIT[2] استفاده کردند. نتایج به دست آمده از ترکیب ایستگاه هواشناسی، نشان دهنده‌ی دید افقی کمتر از یک کیلومتر در زابل طی ماه‌های ژوئن و ژوئیه می‌باشد. نتایج نشان داد که در موارد اندکی توفان‌های گردوغباری سیستان تحت تأثیر دریای عرب مرکزی/ جنوبی و هندی قرار میگرند در صورتی که این توفان‌ها بارگذاری آئروسل‌های دریای عرب شمالی را کنترل می‌کنند. تصاویر[3] IDDI مسیرهای اصلی توده‌ی گردوغبار را تأیید و منطقه‌ی سیستان را به عنوان یکی از منابع گردوغبار فعال در جنوب غربی آسیا معرفی می‌کند. صلاحی (۱۳۸۹) با بررسی ویژگی‌های آماری توفان‌های تندری استان اردبیل نشان داده است که روند وقوع توفان‌های تندری در ایستگاه اردبیل، خلخال و مشکین شهر افزایش و در ایستگاه پارس‌آباد کاهش یافته است. عساکره (۱۳۹۱) تغییرات توزیع فراوانی بارش‌های حدی زنجان را تحلیل نمود. وی توزیع مقادیر حدی تعمیم یافته را بر چهار نمایه‌ی فرین بارش (شامل بیشینه‌ی بارش، پنج بارش بزرگ، صدک پنجم و نودو پنجم) طی دوره‌ی ۲۰۰۶-۱۹۶۱ برازش داد. نتایج نشان داد که فراوانی و مقدار بارش‌های سبک و سنگین در زنجان به سمت کاهش میل نموده‌اند. محمدی و همکاران (۱۳۹۱) بارش‌های سیل آسای جنوب غرب ایـران، ناشـی از سـامانه سودانی مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که در توفان-های منتخب دو مرکز بیشینه تاوایی نسبی تراز میانی، یکـی در شرق دریای مدیترانه و دیگری در غرب دریای سرخ روی کشور سودان شکل گرفته‌اند. در مطالعه‌ای دیگر امیدوار و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی و تحلیل سینوپتیکی سه رخداد تگرگ شدید در استان فارس به این نتیجه رسیدند که هر سه دوره‌ی انتخابی ریزش تگرگ در استان در فروردین ماه و در اثر تشکیل و تقویت کم فشار بریده در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و ایجاد کم‌فشار و ناپایداری در سطح دریا بوده است. میرموسوی و حیدری (۱۳۹۲) به بررسی آماری و سینوپتیکی بارش تگرگ در شمال غرب پرداختند. نتایج سینوپتیک نشان داد که قرارگیری سردچال‌های ناشی از فعالیت بادهای غربی دارای هوای سرد عرض‌های شمالی، رطوبت دریای مدیترانه و سیاه بر روی منطقه، اختلاف دمای شدید بین سطح زمین و ترازهای بالا (همراه با جبهه‌های سرد) به صعود توده هوای سطح زمین منجر گشته و موجب بارش تگرگ شده است.

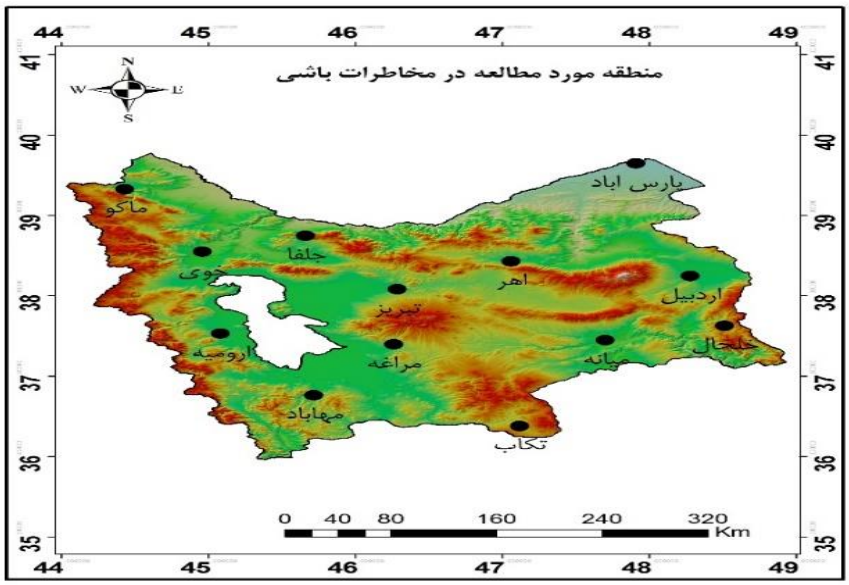
روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

منطقه‌ی شمال‌غرب کشور ایران با محدوده سیاسی استان اردبیل، آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی می باشد. ایستگاه های منتخب برای مطالعه در این منطقه شامل : اردبیل ، خلخال، پارس‌آباد، تبریز، اهر، میانه، مراغه، جلفا، ارومیه، خوی، مهاباد، ماکو، تکاب که بین عرض‌های جغرافیایی ۳۶ تا ۴۰ درجه شمالی و طول-های ۴۴ تا ۴۹ درجه شرقی قرار گرفته است می‌باشند شکل(۱).

1. Meteorological Satellite
2. Hybrid Single-Particle Lagran Integrated Trajectory
3. The Infrared Difference Dust Index

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]



شکل(۱). موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

برای انجام پژوهش از داده‌های دیده بانی ایستگاه های هواشناسی شامل دمای متوسط، دمای حداقل، دمای حداکثر و بارش، استفاده شد. داده‌های فوق در مقیاس‌های ماهانه و روزانه از سازمان هواشناسی کشور برای تعداد ۱۳ ایستگاه سینوپتیک در محدوده‌ی سه استان آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و اردبیل دریافت شد و برای یک دوره‌ی ۲۶ ساله (۲۰۱۵-۱۹۹۰) استفاده شد. روش انجام پژوهش به شرح زیر است: الف- تعیین مخاطرات جوی برای منطقه در وهله‌ی اول بر اساس سوابق موجود، گزارش‌ها و بررسی‌های پیشین و سپس بر اساس پردازش‌های انجام شده بر روی داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی صورت گرفت. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تعداد مخاطرات جوی برای محدوده شمال‌غرب به ۱۰ مورد بالغ می‌گردد که عبارتند از: (۱) خشکسالی (۲) تگرگ (۳) برف سنگین (۴) توفان تندری (۵) بارش شدید (۶) بارش حدی (۷) کولاک (۸) مه گرفتگی (۹) توفان گرد و غبار (۱۰) یخبندان. ب- پس از تعیین انواع مخاطرات جوی در سطح منطقه، جهت استخراج میزان فراوانی وقوع هر یک از مخاطرات به یکی از دو روش زیر عمل گردید: پدیده‌ها تعیین گردیده و بیانگر پدیده‌های جوی مختلف از جمله مخاطرات جوی هستند. کدهای یاد شده از جدول وضعیت جوی (WW) که به صورت سه ساعته توسط سازمان هواشناسی کشور تهیه گردیده، قابل استخراج می‌باشند.در این رابطه برای تعیین مخاطراتی چون تگرگ، توفان تندری، برف سنگین، مه گرفتگی، کولاک و توفان‌های گردو غباری و روزهای توأم با گرد و غبار از فایل داده‌های سه ساعته سازمان هواشناسی کشور برای تعداد ۱۳ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک در سطح منطقه برای یک دوره‌ی ۲۶ ساله (۲۰۱۵-۱۹۹۰) استفاده شد. کدهای مربوط به هر یک از مخاطرات جوی در جدول (۱) آورده شده است. ۲- برای برخی از مخاطرات جوی همچون یخبندان، خشکسالی، بارش‌های شدید و حدی کاربرد دارد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]

برای هر یک از مخاطره‌ها روش‌های بررسی مجزا طراحی شده است؛ که روش محاسبه مخاطرات جوی در جدول (۱) ارائه شده است پس از استخراج داده‌های فراوانی وقوع سالانه برای هر یک از مخاطرات، با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی، نقشه‌های فراوانی وقوع برای هریک از مخاطرات تهیه شد. از آنجایی که شیوه درون‌یابی مورد استفاده می‌تواند نتایج نهایی حاصل از تحقیق را بطور قابل ملاحضه‌ای تحت تأثیر خود قرار دهد، به همین جهت، در این مرحله، روش درون‌یابی بر روی داده‌ها آزمون شد و برای انجام پهنه‌بندی فضایی مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب پس از استخراج داده‌های فراوانی وقوع سالانه برای هر یک از مخاطرات، با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی جی آی اس نقشه‌های فراوانی وقوع به تفکیک برای هر یک از مخاطرات تهیه شد. داده‌های حاصل از جدول (۱) با استفاده از روش IDW[1] در محیط آرک جی ای اس درون‌یابی گردید و از همپوشانی همه‌ی لایه‌ها نقشه‌ی نهایی مخاطرات جوی در شمال‌غرب ایران تعیین گردید.

جدول (۱).روش‌های محاسبه یا حدود تشخیص انواع مخاطرات جوی(مفیدی،عباس؛۱۳۸۴)

انواع مخاطرات و روش کار

خشکسالی : جهت محاسبه‌ی خشکسالی از شاخص (SPI) استفاده شد. با استفاده از داده‌های بارش ماهانه طبق رابطه (۱) میزان آن محاسبه گردید. در این رابطه مقادیر ۲ و بالاتر به عنوان ترسالی بسیار شدید و مقادیر ۲- و کمتر به عنوان خشکسالی بسیار شدید در نظر گرفته شد. در این پژوهش از (SPI) ۱۲ ماهه استفاده شد.

$$SPI = \frac{X_{ik}\bar{X}_i}{\sigma_i}$$

σ= انحراف از معیار داده‌های I امین ایستگاه. X_{ik}= مقادیر بارندگی برای I امین ایستگاه مشاهده. $\bar{X}_i$= متوسط بارندگی ایستگاه I ام.

تگرگ: کدهای ۹۹-۹۶-۹۴-۹۳-۹۰-۸۸-۸۷-۲۷

برف سنگین : کدهای ۷۳ تا ۷۵

توفان تندری : کدهای ۹۲ تا ۹۹

بارش شدید و بارش حدی : بارش شدید و حدی بر اساس روش آستانه درصدی (مفیدی و همکاران،۱۳۸۶) و با استفاده از داده‌های بارش روزانه ۱ دوره ۲۶ ساله (۲۰۱۵-۱۹۹۰) استخراج شد. در این روش ابتدا برای هر ۱ از ایستگاه‌های شمال‌غرب، مقادیر آستانه بارش شدید وحدی بر اساس ۵٪ و ۱۰٪ از مقادیر بارش متوسط سالانه آن ایستگاه تعیین گردید. سپس ۱ آستانه متوسط برای کل شمال غرب به دست آمد..

توفن گردو غبار کدهای ۶ تا ۹ و ۳۰ تا ۳۵ .

یخبندان : از داده‌های حداقل دمای روزانه ماه‌های اکتبر تامی استفاده ش و دمای ۰ و کمتر در نظر گرفته شد.

مه گرفتگی : کدهای دیده‌بانی ۴۹-۴۰ از فایل متنی سازمان هواشناسی کشور استخراج گردید.

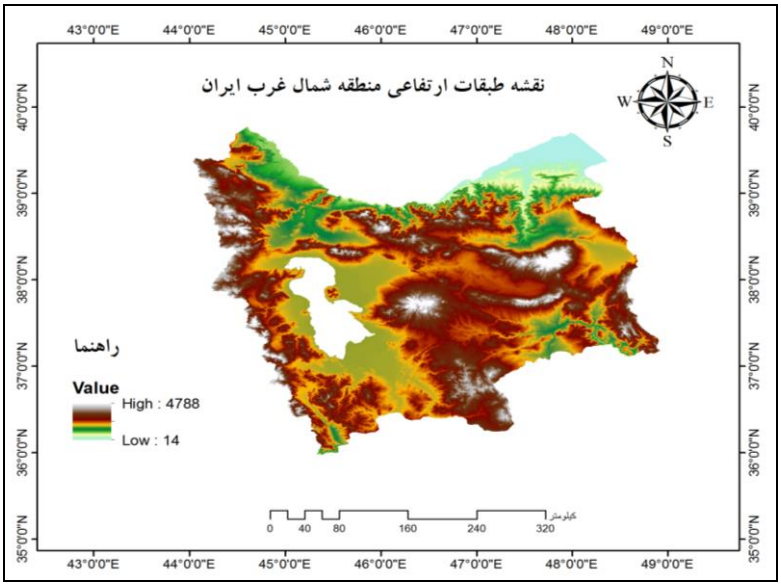
کولاک : کدهای ۳۹-۳۸ و ۷۳-۷۰

(GIS) سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مهمترین فناوری‌هایی است که امروزه برای تحلیل داده‌های جغرافیا از آن استفاده می‌شود این سیستم از سال ۱۹۶۰ آغاز شد و طی حدود ۵۰ سال اخیر جایگاه خود را در بین علومی که به نحوی با زمین سروکار دارند، پیدا کرده است (فرجزاده اصل، ۱۳۸۴). (فوت و لیزج، ۱۹۹۶) هدف نهایی GIS ایجاد سامانه پشتیبان برای تصمیم‌گیری‌ها می‌دانند. این سامانه در هنگام حل مسئله، دربرگیرنده‌ی مجموعه یکپارچه و هماهنگ از داده‌هایی است که در ابعاد فضایی مطرح می‌شوند. روشی که در آن داده‌ها در یک محیط GIS وارد، ذخیره و تحلیل می‌شوند. سیستم اطلاعات جغرافیایی را می‌توان به چهار بخش تقسیم کرد: ورود داده‌ها (شامل شناسایی و جمع‌آوری داده‌ها)،- ذخیره و مدیریت داده‌ها،- اجرا و پیاده‌سازی، پردازش و تحلیل داده‌ها- خروجی (مالکوفسکی، ۱۹۹۹: ۱۰۵).

1. Inrerse Distence Weighted Interpolation

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]

براساس داده های موجود و روش های ذکر شده، نقشه های پهنه بندی مخاطرات منطقه شمال غرب کشور ترسیم گردید. پیش از ارائه نتایج پهنه بندی، در شکل (۲) نقشه طبقات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه به منظور بررسی وضعیت توپوگرافی منطقه ارائه گردیده است.



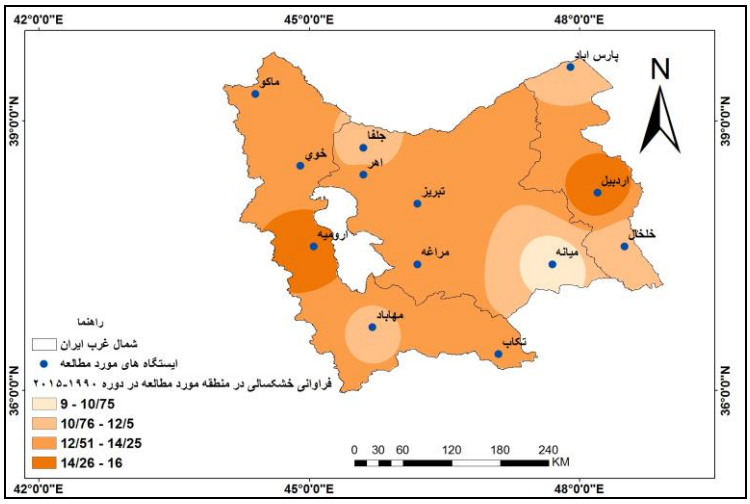
شکل (۲). نقشه طبقات ارتفاعی منطقه شمال غرب ایران

همانگونه که از مشاهده نقشه طبقات ارتفاعی منطقه مشخص است، اختلاف ارتفاع بین پست ترین نقطه منطقه در پارس آباد و بالاترین نقطه در ارتفاعات سهند و سبلان و وجود شرایط کوهستانی در کنار دشت های هموار موجب تنوع آب و هوایی و زمینه ساز رخدادهای اقلیمی مختلف در منطقه گردیده است، همچنین وجود دریاچه ارومیه از یک طرف به عنوان یک منبع آبی و از طرف دیگر خشک شدن این دریاچه نمکی در سال های اخیر و خطرارت ناشی از حرکت نمک دریاچه شرایط برای فرصت ها و تهدیدهای اقلیمی بسیاری را بوجود آورده است.

نتایج

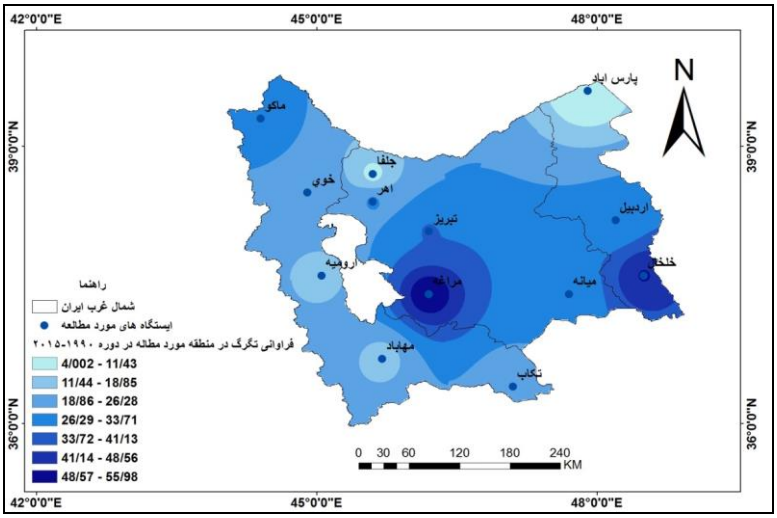
با توجه به شکل(۳) هسته‌ی کمینه‌ی فراوانی خشکسالی به ترتیب در ایستگاه‌های میانه ۹ بار، جلفا ،خلخال ۱۱ بار، مهاباد و پارس‌آباد ۱۲ بار در دوره‌ی مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) است و هسته‌ی بیشینه‌ی فراوانی خشکسالی به ترتیب در ایستگاه‌های اردبیل ، ارومیه ۱۶ خوی ،مراغه، تبریز هر سه ایستگاه ۱۴ بار است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]



شکل (۳). فراوانی خشکسالی در شمال‌غرب در دوره‌ی آماری (۲۰۱۵-۱۹۹۰)

با توجه به شکل(۴) دو هسته از نظر فراوانی تگرگ داریم. هسته‌ی بیشینه‌ی فراوانی تگرگ در طی دوره‌ی مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) در منطقه‌ی شمال‌غرب ایران در ایستگاه‌های مراغه ۵۹ بار، خلخال ۴۹ بار و هسته‌ی کمینه‌ی فراوانی آن در ایستگاه‌های پارس‌آباد ۴ بار، جلفا ۹ بار می‌باشد. پارس‌آباد و جلفا به علت ارتفاع پایین تگرگ پایینی دارند. وجود کوهستان‌های سهند و سبلان موجب شده است که ایستگاه‌های تبریز ۳۴، ماکو ۳۱، میانه ۲۸، اردبیل ۲۷ بار در دوره‌ی مورد مطالعه به ترتیب بیشترین فراوانی تگرگ را داشته باشند.

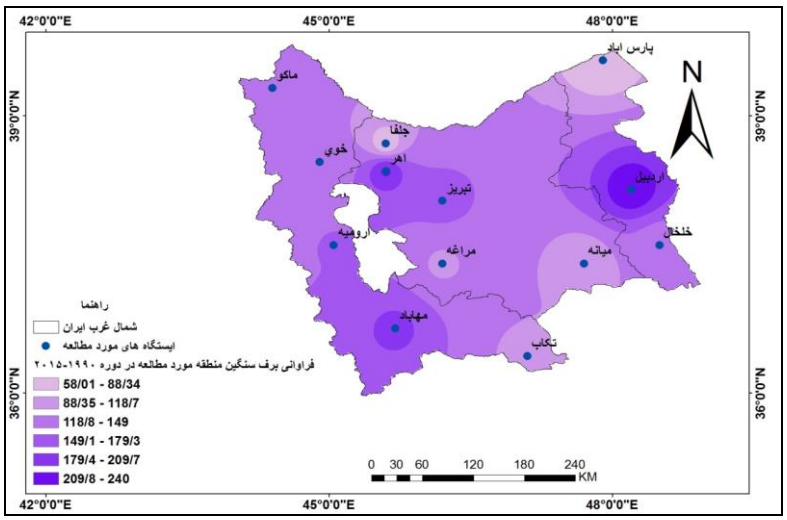


شکل (۴). فراوانی تگرگ در شمال‌غرب ایران در دوره‌ی آماری (۲۰۱۵-۱۹۹۰)

با توجه به شکل (۵) بیشترین فراوانی بارش برف در ایستگاه‌های اردبیل ۲۴۰ بار، اهر ۲۱۵، مهاباد ۱۸۹، تبریز ۱۶۰ بار و ارومیه ۱۵۰ بار در دوره‌ی مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) مشاهده می‌گردد. کمترین میزان بارش

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]

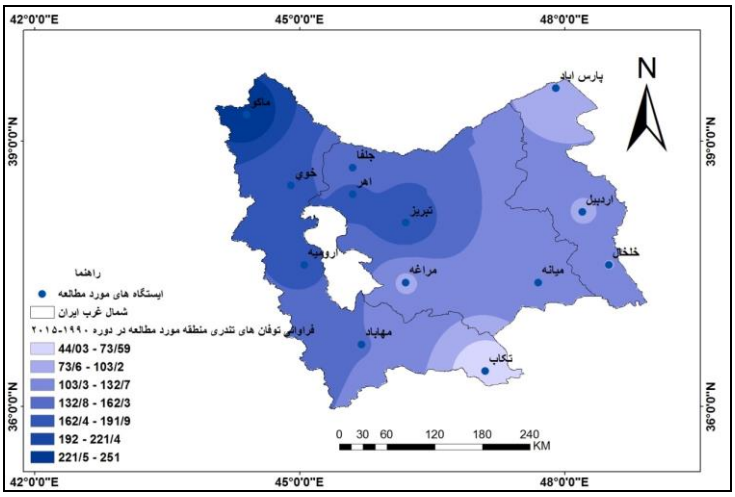
به ترتیب در ایستگاه‌های پارس‌آباد ۵۸ بار، جلفا ۶۳ میانه ۸۹ بار در کل دوره‌ی مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) مشاهده می‌گردد. برای بارش برف سنگین ارتفاع بالا نسبت به عرض جغرافیایی بالا اهمیت بیشتری دارد. وجود ارتفاعات سبلان و سهند در منطقه موجب افزایش رخداد بارش برف در ایستگاه های مجاور این ارتفاعات از جمله اردبیل و اهر گردیده است.



شکل (۵) . فراوانی برف سنگین در منطقه شمال‌غرب ایران در دوره‌ی آماری (۲۰۱۵-۱۹۹۰)

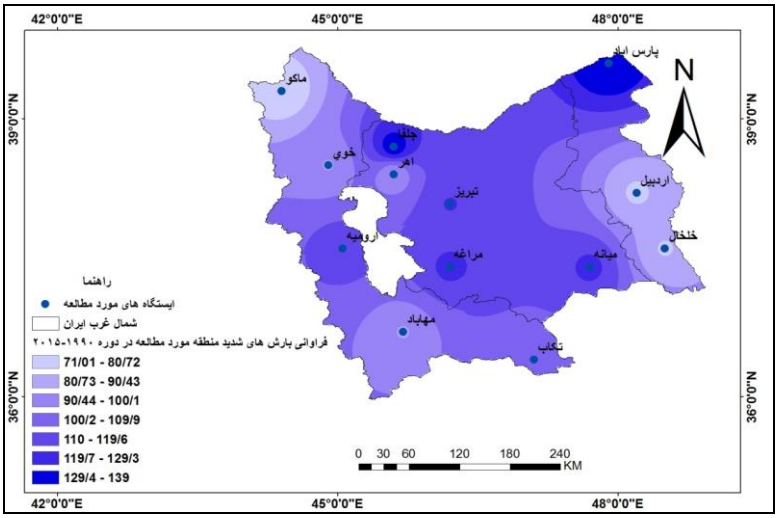
با توجه به شکل (۶) بیشترین فراوانی توفان‌های تندری در شمال‌غرب ایران در ایستگاه ماکو ۲۵۱ بار در دوره-ی مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) مشاهده می‌گردد. توفان تندری، رعد و برق است که بیشتر در بهار رخ می‌دهد. سه سامانه کم فشار سودانی، پرفشارسیبری، کم‌فشار قطبی و در نهایت کم فشار مستقر بر روی سیبیری – پرفشار اسکاندیناوی بیشترین نقش را در رخداد توفان‌های تندری در شمال‌غرب ایران داشته است. در منطقه آذربایجان به علت عرض جغرافیایی بالا، هوای سرد وجود دارد و ارتفاع آن بالا می باشد. با توجه به اینکه در اکثر مناطق ایران در فصل بهار پرفشار آزور حاکم می‌شود؛ اما در منطقه‌ی شمال‌غرب به علت عرض جغرافیایی بالا پرفشار آزور هنوز وارد منطقه نشده است (هوای سرد در منطقه حاکم است). کمترین توفان تندری در ایستگاه تکاب ۴۴ بار در دوره‌ی مورد مطالعه است که علت آن عرض جغرافیایی پایین شهرستان تکاب، دور بودن از منابع رطوبتی دریای مدیترانه و اغتشاشات غربی می‌باشد. وجود مناطق ارتفاعی مانند سهند و سبلان و همچنین ارتفاعات مهاباد و شمال آذربایجان غربی به عنوان عاملی برای رخداد بیشتر توفان های تندری در منطقه آذربایجان می گردد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]



شکل (۶). فراوانی توفان‌های تندری منطقه شمال‌غرب ایران در دوره‌ی آماری (۲۰۱۵-۱۹۹۰)

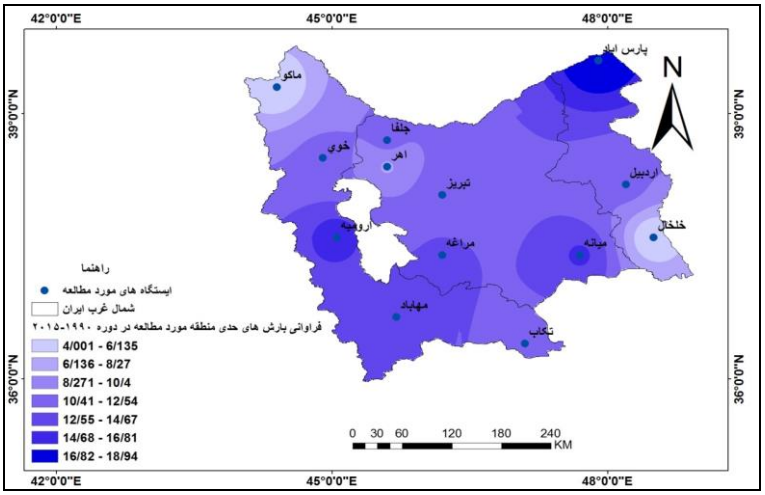
سازو کار بارش در ناحیه‌ی کوهستانی شمال غرب ایران از یک طرف به علت واقع شدن در مسیر بادهای غربی و از طرف دیگر به علت تأثیر فرآیندهای محلی بسیار پیچیده است. در ایجاد بارش‌های شدید عامل رطوبت مهم‌تر از عامل صعود می‌باشد بیشترین فراوانی بارش شدید در فصل‌هایی چون بهار و پاییز اتفاق می‌افتد. با توجه به شکل (۷) بیشترین هسته‌ی بارش شدید به ترتیب در ایستگاه‌های پارس‌آباد ۱۳۹ بار، جلفا ۱۳۷، مراغه ۱۲۲، میانه ۱۲۲، تبریز ۱۲۰ و ارومیه ۱۱۶ بار در کل دوره مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۱۹۰) مشاهده می‌گردد. کمترین هسته‌ی بارش سنگین به ترتیب در ایستگاه‌های ماکو ۷۱، اردبیل ۷۹، خلخال ۸۰، خوی، اهر و مهاباد ۹۰ بار در کل دوره‌ی مورد مطالعه مشاهده می‌گردد.



شکل (۷). فراوانی بارش شدید شمال‌غرب ایران در دوره‌ی آماری (۲۰۱۵-۱۹۹۰)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]

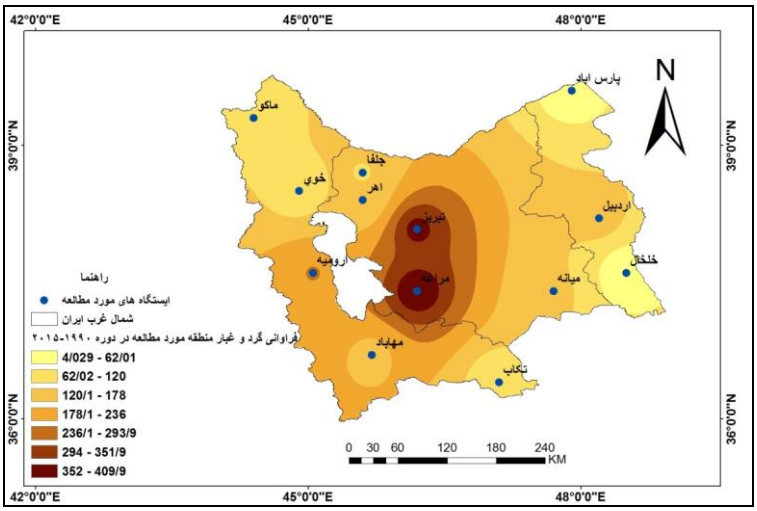
با توجه به شکل (۸) بیشترین هسته‌ی بارش حدی به ترتیب در ایستگاه پارس‌آباد ۱۹ بار، ارومیه ۱۶و میانه ۱۵ بار در دوره مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) است و کمترین هسته‌ی بارش حدی در ایستگاه‌های خلخال ۴ بار، ماکو ۴ بار و اهر ۹ بار در دوره مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) است از نظر تفکیک مکانی بیشترین بارش‌های حدی را در شمال‌شرق و جنوب‌غرب منطقه داریم و کمترین بارش حدی را در منطقه‌ی شمال‌غرب و شرق منطقه داریم. علت این موارد وجود منابع رطوبتی از جمله رود ارس در منطقه پارس‌آباد و نزدیکی به منابع رطوبتی در منطقه ارومیه را می‌توان برشمرد.



شکل (۸). فراوانی بارش حدی در شمال‌غرب ایران در دوره‌ی آماری (۲۰۱۵-۱۹۹۰)

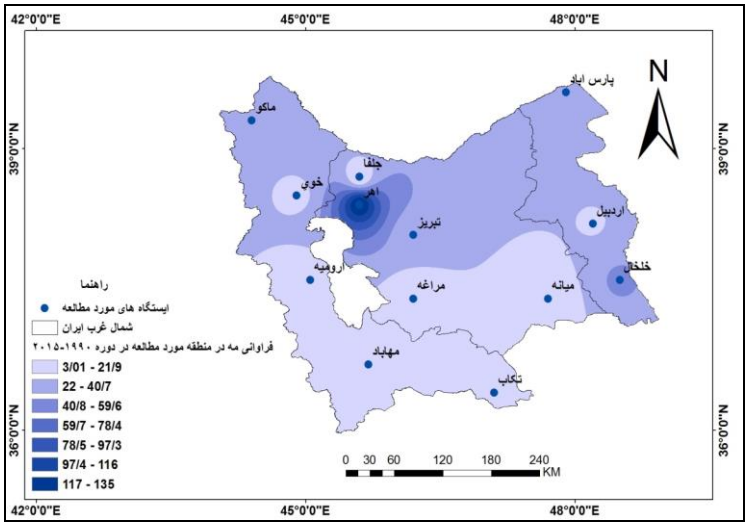
با توجه به شکل (۹) بیشترین فراوانی گرد و غبار در طی دوره‌ی مورد مطالعه در شمال‌غرب ایران به ترتیب در ایستگاه‌های مراغه ۴۱۰ بار، تبریز ۳۷۴، ارومیه ۲۳۸ و اردبیل ۱۳۹ بار در دوره‌ی مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) مشاهده می‌گردد و کمترین آن به ترتیب در ایستگاه‌های خلخال ۴ بار، پارس‌آباد ۳۰، تکاب ۷۰ و خوی ۷۶ بار در کل دوره‌ی مورد مطالعه مشاهده می‌گردد. عامل کاهش روزهای گرد و غبار در این مناطق دوری از مناطق گرد و غبار مثل نمک‌زارهای دریاچه‌ی ارومیه است. عامل دیگر مربوط به سرعت باد و عوامل محلی در ایستگا-ه‌های مورد مطالعه است. وجود ارتفاعات در ایستگاه مهاباد موجب کانالیزه شده باد در مناطق تبریز و ارومیه می گردد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]



شکل (۹). فراوانی گردوغبار در شمال غرب در دوره آماری(۲۰۱۵-۱۹۹۰)

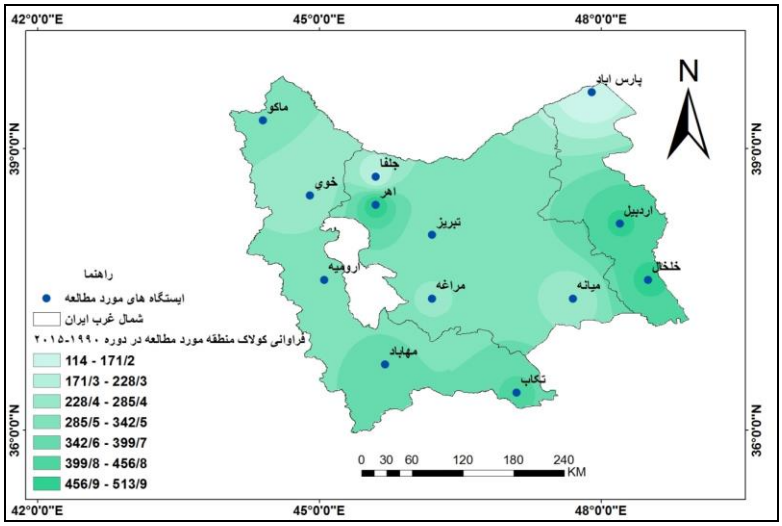
با توجه به شکل ۱۰ بیشترین فراوانی مه در ایستگاه اهر ۱۳۵ بار در کل دوره‌ی مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) مشاهده می‌گردد که علت آن می‌تواند ارتفاع بالا و رطوبت دریاچه ارومیه باشد؛ اما به طورکلی در نیمه‌ی شمالی منطقه میزان مه بیشتر از نیمه‌ی جنوبی است. علت این‌که در نیمه‌ی شمالی میزان مه بیشتر است به علت ارتفاع بالاتر و وجود قله‌ی سهند و سبلان و همچنین عرض جغرافیایی بالا می‌باشد. کمترین میزان مه به ترتیب در ایستگاه‌های ارومیه، جلفا هر دو ۳ بار، مراغه، میانه هر دو ۶ بار، تکاب ۷، مهاباد ۱۵، خوی ۱۶، اردبیل ۲۱، پارس‌آباد ۲۴، ماکو ۲۵، تبریز ۲۸ و خلخال ۴۴ بار در کل دوره‌ی مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) مشاهده شده است.



شکل (۱۰). فراوانی مه در شمال‌غرب در دوره آماری (۲۰۱۵-۱۹۹۰)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]

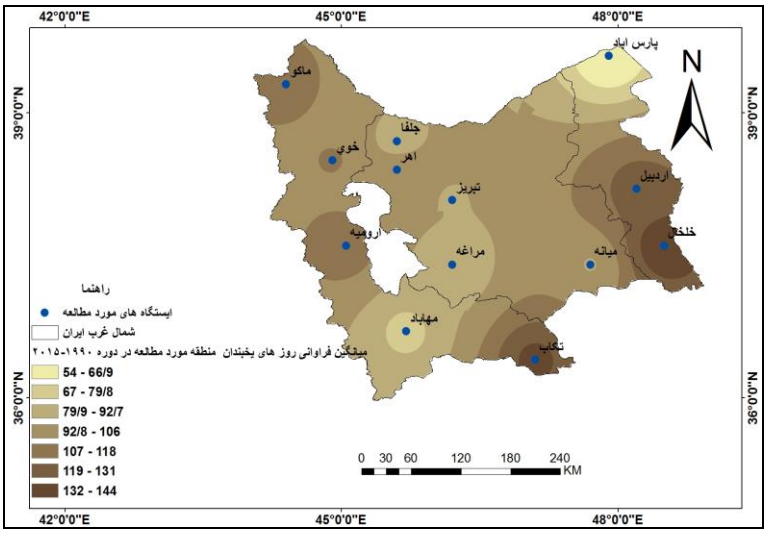
با توجه به شکل (۱۱) بیشترین فراوانی کولاک در طی دوره‌ی مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) در شمال‌غرب ایران در ایستگاه‌های اهر۵۱۴ بار، خلخال ۴۷۴، اردبیل ۴۶۸، تکاب ۴۱۰ و مهاباد ۳۶۷ بار در دوره‌ی مورد مطالعه است و کمترین آن در ایستگاه‌های پارس آباد ۱۱۴ بار، جلفا ۱۵۹، میانه ۲۲۸، خوی ۲۳۵ و مراغه ۲۷۰ بار در کل دوره‌ی مورد مطالعه مشاهده می‌گردد. علت به وجود آمدن کولاک، برف همراه با وزش باد بالای ۵۶ کیلومتر همراه با دید افقی ۴۰۰ متر است.



شکل(۱۱). فراوانی کولاک در شمال‌غرب ایران در دوره‌ی آماری (۲۰۱۵-۱۹۹۰)

با توجه به شکل (۱۲) بیشترین فراوانی یخبندان به ترتیب در ایستگاه‌های خلخال ۱۴۴/۲ بار، تکاب ۱۳۵/۴، اردبیل ۱۲۳/۶، ارومیه ۱۱۳/۷، ماکو ۱۰۹/۷ و خوی ۱۰۶/۴ بار در کل دوره مورد مطالعه مشاهده می‌گردد و کمترین آن به ترتیب در ایستگاه پارس‌آباد ۵۴/۰۳ بار و مهاباد ۷۵/۳ بار مشاهده می‌گردد. در شهرستان تبریز با توجه به وجود قله‌ی سهند دوره‌ی کوتاهتری از یخبندان را نسبت به مناطقی مثل تکاب و خلخال داریم که علت می‌تواند تعدیل شدن درجه حرارت توسط وزش بادهای غربی از روی رطوبت دریاچه‌ی ارومیه باشد. بیشترین تعداد روزهای یخبندان در شرق و غرب منطقه آذربایجان رخ داده است. شرق منطقه‌ی آذربایجان سردتر از کل منطقه است که علت می‌تواند مرتفع بودن منطقه باشد. جنوب‌شرق و شمال‌غرب (خلخال و تکاب و ماکو) سردترین مناطق به شمار می‌روند. پارس‌آباد در شمال‌غرب منطقه‌ی آذربایجان و مهاباد در جنوب غرب منطقه‌ی آذربایجان کوتاه‌ترین طول دوره‌ی یخبندان را دارند.

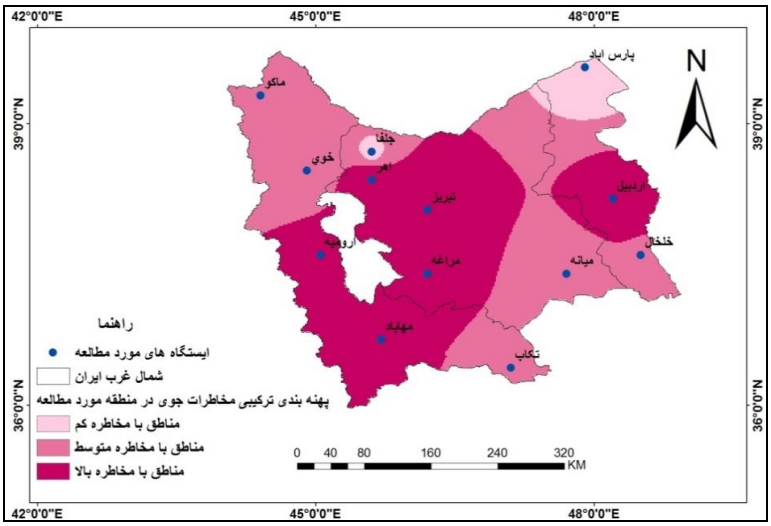
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]



شکل (۱۲). میانگین فراوانی روزهای یخبندان شمال‌غرب ایران در دوره‌ی آماری (۲۰۱۵-۱۹۹۰)

شکل (۱۳) نشان می‌دهد که در شمال‌غرب بخش‌های شرق و جنوب شرق، مرکز و غرب آن ازجهت فراوانی وقوع جزء پرمخاطره ترین مناطق محسوب می‌گردند. در عین حال بخش شمال‌شرق از کمترین میزان خطرخیزی برخوردارند. با توجه به شکل (۱۳) شرق (ایستگاه اردبیل)، جنوب غرب (ایستگاه‌های مهاباد، ارومیه) و مرکز (ایستگاه‌های مراغه، تبریز و اهر) منطقه بیشترین فراوانی مخاطرات مشاهده می‌گردد. شمال-غرب (ایستگاه‌های ماکو و خوی) و جنوب شرق (ایستگاه‌های خلخال و میانه) و جنوب منطقه و تکاب مناطق با مخاطره متوسط هستند. کمترین مخاطرات جوی در شمال شرق منطقه یعنی در (ایستگاه‌های پارس آباد و جلفا) مشاهده می‌گردد. با توجه به جدول (۲) ایستگاه اهر با مجموع ۱۳۹۵ بار مخاطره در کل دوره‌ی مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) و سایر ایستگاه‌ها مانند تبریز ۱۳۳۷/۱ بار مخاطره، اردبیل ۱۲۲۶/۶ بار مخاطره، مراغه ۱۱۸۲/۱۵ بار مخاطره، ارومیه ۱۱۳۸/۷مخاطره، مهاباد با مجموع ۱۰۴۷/۳ بار مخاطره مناطق با مخاطره بالا در شمال‌غرب محسوب می‌شوند. ایستگاه خلخال با مجموع ۱۰۴۱/۲ بار مخاطره در کل دوره‌ی مورد مطالعه و سایر ایستگاه‌ها مانند ماکو ۱۰۱/۷، تکاب ۹۲۷/۴، خوی ۸۵۸/۴، میانه ۸۴۴/۱ بار مخاطره مناطق با مخاطره متوسط در شمال‌غرب محسوب می‌شود. ایستگاه پارس آباد با مجموع ۵۳۶/۰۳ و ایستگاه جلفا با مجموع ۷۲۸/۸۷ بار مخاطره در کل دوره‌ی مورد مطالعه مناطق با مخاطره‌ی کم محسوب می‌شود. پدیده‌ی کولاک با مجموع ۴۱۴۸ بار مخاطره در طی دوره‌ی مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) بیشترین فراوانی را در شمال‌غرب ایران دارد. پدیده‌ی بارش حدی با مجموع ۱۴۹ بار مخاطره در دوره‌ی مورد مطالعه در شمال غرب ایران کمترین فراوانی را دارد. همچنین نشان می‌دهد که پدیده‌ی کولاک و توفان گرد و غبار از مهم‌ترین مخاطرات جوی شمال‌غرب می‌باشند.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]



شکل (۱۳). پهنه بندی ترکیبی مخاطرات جوی در شمال‌غرب ایران(نگارندگان:۱۳۹۴)

جدول(۲). فراوانی مخاطرات جوی در شمال‌غرب ایران در دوره‌ی آماری (۲۰۱۵-۱۹۹۰)

ایستگاه	طول	عرض	خشکسالی	برف	تگرگ	تفان تندری	کولاک	گرد و غبار	مه	بارش سنگین	بارش حدی	یخبندان	جمع
اهر	۴۵/۶	۳۸/۴	۱۳	۲۱۵	۲۷	۱۷۲	۵۱۴	۱۱۹	۱۳۵	۹۰	۸	۱۰۲	۱۳۹۵
اردبیل	۴۸/۲	۳۸/۲	۱۶	۲۴۰	۲۷	۱۰۲	۴۶۸	۱۳۹	۲۱	۷۹	۱۱	۱۲۳/۶	۱۲۲۶/۶
جلفا	۴۵/۶	۳۸/۷	۱۱	۶۳	۹	۱۳۴	۱۵۹	۱۱۶	۳	۱۳۷	۱۱	۸۵/۸۷	۷۲۸/۸۷
خوی	۴۴/۹	۳۸/۵	۱۴	۱۱۹	۲۵	۱۶۶	۲۳۵	۷۶	۱۶	۹۰	۱۱	۱۰۶/۴	۸۵۸/۴
مراغه	۴۶/۲	۳۷/۴	۱۴	۱۱۲	۵۶	۹۸	۲۷۰	۴۱۰	۶	۱۲۲	۱۳	۸۱/۱۵	۱۱۸۲/۱۵
میانه	۴۷/۷	۳۷/۴	۹	۸۹	۲۸	۱۲۸	۲۲۸	۱۲۷	۶	۱۲۲	۱۵	۹۲/۱	۸۴۴/۱
پارس‌آباد	۴۷/۹	۳۹/۶	۱۲	۵۸	۴	۸۲	۱۱۴	۳۰	۲۴	۱۳۹	۱۹	۵۴/۰۳	۵۳۶/۰۳
تبریز	۴۶/۲	۳۸/۰۸	۱۴	۱۶۰	۳۴	۱۹۱	۳۱۳	۳۷۴	۲۸	۱۲۰	۱۱	۹۲/۱	۱۳۳۷/۱
ارومیه	۴۵/۰۵	۳۷/۶	۱۶	۱۵۰	۱۵	۱۶۹	۳۰۲	۲۳۸	۳	۱۱۶	۱۶	۱۱۳/۷	۱۱۳۸/۷
مهاباد	۴۵/۷	۳۶/۷	۱۲	۱۸۹	۱۶	۱۳۳	۳۶۷	۱۶۳	۱۵	۹۰	۱۴	۷۵/۳	۱۰۴۷/۳
ماکو	۴۴/۴	۳۹/۳	۱۳	۱۲۱	۳۱	۲۵۱	۲۹۴	۸۲	۲۵	۷۱	۴	۱۰۹/۷	۱۰۰۱/۷
تکاب	۴۷/۱	۳۶/۴	۱۳	۱۰۹	۲۰	۴۴	۴۱۰	۷۰	۷	۱۰۷	۱۲	۱۳۵/۴	۹۲۷/۴
خلخال	۴۸/۵	۳۷/۶	۱۱	۱۲۸	۴۹	۱۰۳	۴۷۴	۴	۴۴	۸۰	۴	۱۴۴/۲	۱۰۴۱/۲
جمع	-	-	۱۶۸	۱۷۵۳	۳۴۱	۱۷۷۳	۴۱۴۸	۱۹۴۸	۳۳۳	۱۳۶۳	۱۴۹	۱۳۱۵/۵۵	۱۳۲۹۱/۵۵

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر به پهنه‌بندی مخاطرات جوی در شمال‌غرب ایران یعنی استان آذربایجان‌شرقی، آذربایجان غربی و اردبیل پرداخته شد. برای این منظور از داده‌های هواشناسی در مقیاس روزانه و ماهانه با دوره‌ی آماری ۲۶ ساله (۲۰۱۵-۱۹۹۰) استفاده شد. در این پژوهش تعداد ۹ مخاطره‌ی جوی که شامل (خشکسالی، بارش شدید، بارش حدی، مه، گرد و غبار، کولاک، توفان تندری، تگرگ، برف) می‌باشد مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به یافته‌ها نتایج زیر حاصل شد: مجموع کل مخاطرات جوی مشاهده شده در شمال‌غرب ۱۳۲۹۱/۵۵ بار

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]

در در دوره‌ی مورد مطالعه (۱۹۹۰-۲۰۱۵) می‌باشد. بالاترین فراوانی مخاطره در منطقه‌ی شمال‌غرب پدیده‌ی کولاک با مجموع ۴۱۴۸ بار مخاطره در طی دوره‌ی مورد مطالعه (۲۰۱۵-۱۹۹۰) است. بیشترین فراوانی کولاک در ایستگاه اهر با مجموع ۵۱۴ بار مخاطره مشاهده می‌گردد. دومین مخاطره در شمال‌غرب پدیده‌ی گرد و غبار با مجموع ۱۹۴۸ بار مخاطره است. بیشترین فراوانی آن در ایستگاه مراغه با مجموع ۴۱۰ بار مخاطره مشاهده می‌گردد. سومین مخاطره در شمال‌غرب پدیده‌ی توفان تندری با مجموع ۱۷۷۳ بار مخاطره است. ششمین مخاطره پدیده‌ی یخبندان با میانگین ۱۳۱۵ بار مخاطره است. بیشترین فراوانی یخبندان در ایستگاه خلخال با مجموع ۱۴۴ بار مخاطره مشاهده می‌گردد. هفتمین مخاطره صورت گرفته در شمال‌غرب پدیده‌ی تگرگ با مجموع ۳۴۱ بار مخاطره است. بیشترین فراوانی تگرگ در ایستگاه مراغه با مجموع ۵۶ بار مخاطره مشاهده می‌گردد. هشتمین مخاطره پدیده‌ی مه با مجموع ۳۳۳ بار مخاطره است. بیشترین فراوانی مه در ایستگاه اهر با مجموع ۱۳۵ بار مخاطره می‌باشد. نهمین مخاطره صورت گرفته در شمال‌غرب پدیده‌ی خشکسالی با مجموع ۱۶۸ بار مخاطره است. بیشترین فراوانی خشکسالی در ایستگاه‌های ارومیه و اردبیل هر دو با مجموع ۱۶ بار مخاطره مشاهده می‌گردد. دهمین و کمترین مخاطره مشاهده شده در شمال‌غرب پدیده‌ی بارش حدی با مجموع ۱۴۹ بار مخاطره می‌باشد. بیشترین بارش حدی در ایستگاه پارس‌آباد با مجموع ۱۹ بار مخاطره مشاهده می‌گردد. کمترین فراوانی بارش حدی در ایستگاه‌های ماکو، خلخال هر دو با مجموع ۴ بار مخاطره می‌باشد.

منابع

امیدوار، کمال، صفرپور، فرشاد، زنگنه، اسماعیل (۱۳۹۲)، **بررسی و تحلیل همدیدی سه رخداد تگرگ شدید در استان فارس**، جغرافیا و توسعه، **۳۰**: ۱۷۸-۱۵۷.

صلاحی، برومند (۱۳۸۹)، **بررسی ویژگی‌های آماری و همدیدی طوفان تندری استان اردبیل**، مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، **۷۲**، ۱۴۲-۱۳۹.

عساکره، حسین (۱۳۹۱)، **تغییر توزیع فراوانی بارش‌های فرین شهر زنجان**، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، **۴۵**، ۶۶-۵۱.

لشکری، حسن، آقاسی، نریمان (۱۳۹۲)، **تحلیل سینوپتیک توفان تندری تبریز در فاصله‌ی زمانی ۱۹۹۶-۲۰۰۵**، نشریه‌ی علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی، **۴۵**، ۲۰۴-۲۰۳.

موسوی، سیدحسین، حیدری، زهرا (۱۳۹۲)، **تحلیل آماری و سینوپتیکی بارش تگرگ در منطقه شمال‌غرب**، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی جغرافیای طبیعی، دانشگاه زنجان.

محمدی، حسین (۱۳۸۴)، **مفاهیم و اطلاعات آب و هوا شناسی**، دانشگاه تهران، تهران.

Aran, M., Sairouni, A., Been, J., Toda, J., Rigo, T., Cunillera, J. 2005. **Pilot project for intensive surveillance of hail eventsin terres de ponent (lledia).** Servei meteorologic de catalonya -generalitat de catalonya, Spain. 1-112.

Covello, V. T., & Mompower, J. (1985), **Risk analysis and risk management: An historical perspective**, Risk analysis. **5**, 103-120.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]

Fernanda, C.V., Irishma f. A. Cavalcanti. (2010), **Extreme precipitation over southeastern Brazil in the Austral summer and valuations with the southern Hemisphere annular mode,** Atmos. Sci. let. , **11**, 21 – 26.

Jong-Suk Kim and shaleen Jain. (2011). **Precipitation trends over the Korean peninsula: typhoon-induced changes and a typology for characterizing climate-related risk**, Environ, Res. Lett.

Gondwe, B., Alonso, G., Gotten, G. (2011), **The influence of conceptual model uncertainty on management decisions for a groundwater-dependent ecosystem in karst,** Journal of Hydrology, **40**, 204–215.

Li, X., G, L., Dong, Y., Chang, H. C. 2010**. Estimating the greatest dust storm in eastern Australia with MODIS satellite images**. Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1039 – 1042.

Ruangjun, S., Excel. R. H. B. (2008), **Regression Models for forecasting Fog and poor visibility At Doming Airport in winter,** Asian Journal of Energy Environment, **9**, 215-230.

Rashki, A., Kaskaoutis, D. G., Francois, P., Kotsiopoulos, P. G., Legrand, M, (2015), **Dust – Storm Dynamics over Sistan region, Iran: Seasonality, transport characteristics and affected areas.** Aeolian Research, **16**, 35 – 48.

Wapler, k. and James, p. (2014), **Thunderstorm occurrence and characteristics in central synoptic Conditions,** Atmospheric Research, **29**, 1-14.

White, G.F. (1945), **Human Adjustment to Floods, A Geographical Approach to the flood problem in the United States.** Department of Geography Research paper, University Of Chicago, **70**, 33-148.

White, G.F. (1963), **the limit of economic justification for flood protection**, Journal of land and public Utility Economics, **12**, 33- 148.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.4.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.53.177]