

ارزیابی و پهنه‌بندی فرایندهای هوازدگی سنگ‌ها برپایه نمودارهای لوئیس پلتیر (پژوهش موردی: استان‌های شمالی، شمال‌خاوری و مرکزی ایران)

رضا منصوری (نویسنده مسئول) ^۱* دکتر امیر صفاری ^۲

۱- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی/ مدیریت محیطی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، Re_mansouri@sbu.ac.ir

۲- دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، Saffarii@khu.ac.ir

چکیده

هوازدگی به‌گروهی از فرآیندهایی گفته می‌شود که به‌صورت دسته‌جمعی مسئول تجزیه مواد در سطح زمین یا در نزدیکی آن هستند. فرآیندهای هوازدگی در طبیعت در قالب فرایندهای فیزیکی، شیمیایی یا بیولوژیکی رخ می‌دهند. از دیدگاه ژئومورفولوژیکی، هوازدگی سنگ‌ها بسیار حایز اهمیت می‌باشد. نمودارهای پلتیر در رابطه با ژئومورفولوژی اقلیمی، تاکنون بهترین منبع در مورد فرایندهای هوازدگی می‌باشند که ژئومورفولوژیست‌ها، زمین‌شناسان و دیگران، از آنها برای تشریح فرایندهای سطح زمین بهره می‌گیرند. پلتیر با بهره‌گیری از متوسط دما و بارش سالیانه، هفت مدل گوناگون را معین نموده که می‌توان از آنها برای تشریح انواع هوازدگی استفاده نمود. این پژوهش با استفاده از دو نمودار مربوط به رژیم‌های هوازدگی و مناطق ریخت‌زاد، با هدف ارزیابی و پهنه‌بندی فرایندهای هوازدگی در هفت استان: تهران، البرز، سمنان، خراسان رضوی، خراسان شمالی، گلستان و مازندران انجام شده‌است. منطقه مورد پژوهش در موقعیت $33^{\circ} 27' 39''$ تا $38^{\circ} 16' 56''$ شمالی و $48^{\circ} 09' 50''$ تا $61^{\circ} 16' 00''$ خاوری واقع گردیده‌است. برای انجام این پژوهش، نخست داده‌های آب‌وهوایی مربوط به متوسط سالیانه دما و بارش ۲۹ ایستگاه سینوپتیک با دوره آماری مناسب، از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید و پس از رفع نواقص به پایگاه داده در محیط GIS وارد شدند. در گام بعد، پس از بررسی روند متوسط دما و بارش در منطقه، رژیم‌های هر ایستگاه بر روی نمودارهای پلتیر مشخص شدند. سپس به هر یک ضریبی داده شد و در پایگاه داده ثبت گردیدند و در پایان نقشه‌های مربوط به آنها تهیه شدند. یافته‌ها نشان دادند که از نُه حالت ریخت‌زاد نمودار پلتیر، چهار حالت: منطقه خشک، نیمه‌خشک، ساوان و معتدل در شرایط آب‌وهوایی منطقه رخ می‌دهند. بخش‌های بزرگی از منطقه در وضعیت خشک و بیشتر بخش‌های استان مازندران دارای رژیم معتدل و ساوان می‌باشند. اما از لحاظ رژیم‌های هوازدگی، بیشتر منطقه دارای هوازدگی بسیار کم و تنها بخش‌های باختری و مرکزی استان مازندران دارای هوازدگی شیمیایی متوسط می‌باشند.

واژگان کلیدی: هوازدگی، نمودارهای پلتیر، رژیم‌های هوازدگی، مناطق ریخت‌زاد.

مقدمه

تنوع چشم اندازهای طبیعی کره زمین، برآیند دخالت مشترک پویایی‌های لرونسی و بیرونی، در گذر زمان است. از مهمترین عوامل پویایی‌های بیرونی، دما و بارش و تغییرات فیزیکی آنها برحسب زمان و مکان می‌باشد. از این رو، اشتراک این دو عامل یعنی دما و بارش، به صورت نخستین و مهمترین عامل فرسایش، مسئول متلاشی شدن، انحلال و تجزیه شیمیایی سنگ‌هاست که با عنوان هوازگی و تخریب، قابل بررسی است. بنابراین، نقش اصلی این عامل (یعنی: هوازگی) متلاشی کردن سنگ‌های سخت و در نتیجه سست کردن آنها می‌باشد (محمودی، ۱۳۸۷؛ ۱۲، ب). به گونه‌ای که بلافاصله پس از آن که هوازگی و تخریب، فرآورده‌هایی را فراهم آورد، نخستین گروه از فرایندهای فرسایش وارد عمل شده و برحسب شرایط ساختمانی، سنگ‌شناسی و آب‌وهوایی حاکم بر منطقه، به صورت پدیده‌های گوناگون به تغییر و تحول چهره ناهمواری‌ها اقدام می‌کنند. در واقع مجاورت کره سنگی با جو زمین^۳ و کره زیستی^۴، سبب تخریب و متلاشی شدن سنگ‌ها به کمک عناصر اقلیمی و عوامل زیستی می‌شود (محمودی، ۱۳۸۷؛ ۴، ب).

هوازگی عموماً "تخریب کامل یک سنگ به صورت درجا" توصیف می‌شود. این امر به وضوح غیر ممکن است، زیرا حتی ظریف‌ترین تغییر شیمیایی در شبکه بلوری نیز مستلزم حرکت نسبی یا مطلق است (معتد، ۱۳۷۹؛ ۹). در جغرافیای طبیعی/ ژئومورفولوژی، هوازگی به گروهی از فرایندهایی اطلاق می‌شود که به صورت دسته‌جمعی مسئول تجزیه مواد در سطح زمین یا در نزدیکی آن هستند (گودی، ۲۰۰۴؛ ۱۱۰۸). بر این پایه، به تجزیه و خرد شدن سنگ‌ها در نتیجه عوامل گوناگونی همچون رطوبت، تغییرات دما، عوامل شیمیایی و اثر گیاهان، هوازگی گفته می‌شود (شفیقی و مدنی، ۱۳۸۵؛ ۲۴۸). همچنین، به طور سنتی، فرایندهای هوازگی در طبیعت در قالب فرایندهای فیزیکی، شیمیایی یا بیولوژیکی شناخته شده‌اند (گودی، ۲۰۰۴؛ ۱۱۰۸).

از سوی دیگر، اصولاً هوازگی و تخریب، عمل مکانیکی است (محمودی، ۱۳۸۷؛ ۱۰، الف). هوازگی مکانیکی باعث فروپاشی سنگ، بدون تغییر اساسی در مواد شیمیایی و کانی‌شناختی آنها تجزیه می‌شود. اوج هوازگی مکانیکی رُمبش مواد مادری^۵ و کاهش اندازه ذره‌آواری^۶ می‌باشد. فروپاشی سنگ منجر به تنش‌های اعمال شده در راستای مناطق ضعیف در مواد می‌شود، که ممکن است شامل شکستگی‌های ازپیش موجود، سطوح لایه‌بندی یا مرزهای میان‌دانه‌ای^۷ باشد. فرایندهای هوازگی مکانیکی، متلاشی شدن سنگ را از طریق ایجاد تنش‌هایی در سنگ توسعه می‌دهند. چنین تنش‌هایی ممکن است توسط تغییر حجمی در خود سنگ یا در نهشته‌ها یا تغییر حجمی در مواد وارد شده به حفره‌ها در سنگ تولید شوند. گسترش حجمی سنگ ممکن است ناشی از تغییرات درجه حرارت، مرطوب شدن و

^۱- Dynamic

^۲- Lithosphere

^۳- Atmosphere

^۴- Biosphere

^۵- Disintegration

^۶- Mineralogical

^۷- Decomposition

^۸- Parent Material

^۹- Clast

^{۱۰}- Intergranular

^{۱۱}- Volumetric Expansion

خشک شدن یا آزادسازی فشار باشد. گسترش حجمی مواد در ترک‌ها و منافذ سنگ، عمدتاً شامل بلورهای نمک و یخ می‌باشد. با اینکه فرآیندهای هوازگی مکانیکی ممکن است باعث متلاشی شدن سنگ توسط خودشان شوند، اما آنها اغلب در ارتباط با فرآیندهای هوازگی شیمیایی^۳ و هوازگی زیستی^۴ عمل می‌کنند (گودی، ۲۰۰۴؛ ۶۵۷).

هوازگی یخبندانی شامل فروپاشی سنگ به‌عنوان برآیندی از تنش‌های ناشی از انجماد آب می‌باشد. حجم آب، مبتنی بر انجماد، افزایش ۹ درصدی را تجربه می‌کند، که ممکن است در یک سیستم بسته، فشارهایی (از لحاظ نظری ۲۵۰ مگاپاسکال) که فراتر از مقاومت کششی سنگ (معمولاً ۲۵ مگاپاسکال) می‌باشند را ایجاد کند. در صورتی که آب در یک سنگ، سریعاً از بخش سطحی به سوی پایین منجمد شود ممکن است سیستم بسته‌ای را تولید نماید. این امر به یخ اجازه می‌دهد تا آب منافذ و ترک‌های سطحی سنگ را درزگیری یا آب‌بندی^۵ نماید. کارهای آزمایشگاهی نشان داده‌اند که سازوکارهای فراوان و گوناگونی در هوازگی یخبندانی، همچنین در انبساط حجمی آب درگیر هستند. مهم‌ترین آنها شامل مکش جذب سطحی^۶ می‌باشد. به طوری که آب منفذی به سوی جلوی جبهه انجماد حرکت می‌کند و آب جذب شده^۷ انبساط می‌یابد (۰/۶ درصد، از ۴+ درجه سانتیگراد تا ۱۰- درجه سانتیگراد). بسیاری از مطالعات آزمایشگاهی اهمیت نرخ‌های سریع انجماد (حداقل ۰/۱ درجه سانتیگراد در دقیقه)، دماهای حداقل پایین (>۵- درجه سانتیگراد) و ظرفیت رطوبت بالای سنگ در تعیین کارایی هوازگی یخبندانی که منجر به خردشدگی^۸ نمونه‌های سنگ می‌شود را نشان داده‌اند (مک‌گریوی و والی، ۱۹۸۵؛ ۳۴۳). میزان رطوبت بسیار مهم است، به طوری که وجود هوا در منافذ سنگ‌های اشباع نشده اجازه می‌دهد تا یخ به درون حفره‌ها و منافذ خالی گسترش یافته و از رشد ترک‌ها جلوگیری می‌کند. ویژگی‌های سنگ، کنترل مهمی را بر کارایی هوازگی یخبندانی اعمال می‌کنند. به گونه‌ای که بافت و ساختار سنگ، قدرت و ظرفیت جذب سطحی آب را تعیین می‌نمایند (گودی، ۲۰۰۴؛ ۶۵۸).

از دیدگاه ژئومورفولوژیکی، هوازگی سنگ‌ها به چند دلیل بسیار مهم است. نخست، فرآیندهای هوازگی، مواد و مصالح لازم از پوسته زمین را برای حمل و نقل پس از آن توسط عوامل فرسایش آماده و فراهم می‌نمایند. دوم اینکه، هوازگی جزء ضروری تشکیل خاک در سطح زمین است و سوم آن‌که، فرآیندهای هوازگی به طور مستقیم مسئول تکامل لندفرم‌ها و چشم‌اندازهای سطح زمین می‌باشند (گودی، ۲۰۰۴؛ ۱۱۰۸). از این رو، با توجه به کاربردها و استفاده‌های گوناگون از سنگ‌ها و نیز اینکه پی و شالوده بسیاری از سازه‌ها و زیر ساخت‌های انسانی بر آنها نهاده شده و می‌شود، بحث هوازگی و تخریب سنگ‌ها و نوع آن برای بسیاری از دست‌اندرکاران و مسئولان و از جمله: مهندسان راه و ساختمان، معماری، زمین‌شناسان، ژئومورفولوژیست‌ها، شهرسازان و غیره جهت مکان‌یابی و استقرار مراکز سکونتگاهی، صنعتی، رفاهی و دیگر استفاده‌های بشر از اهمیت حیاتی و بالایی برخوردار است.

^۱- Wetting and Drying

^۲- Pressure Release

^۳- Chemical Weathering

^۴- Biological Weathering

^۵- Closed System

^۶- Seal

^۷- Adsorptive Suction

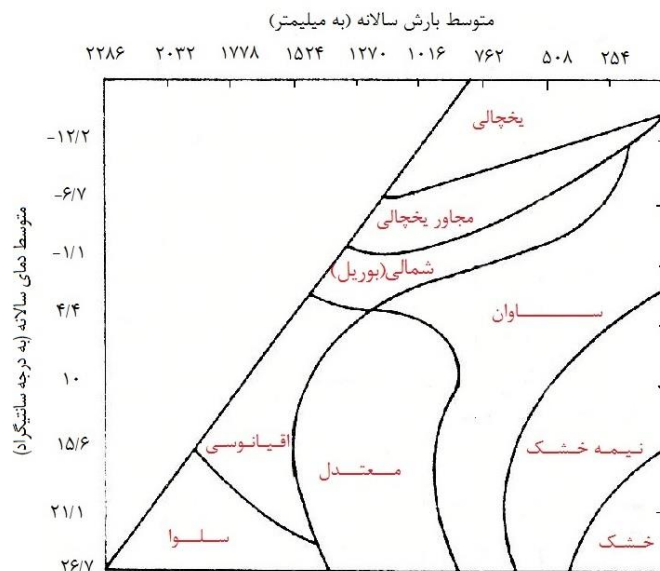
^۸- Absorbed Water

^۹- Shattering

^{۱۰}- Moisture Content

^{۱۱}- Unsaturated Rock

در دانش جغرافیای طبیعی / ژئومورفولوژی برای بررسی و تعیین نوع و شدت هوازدگی از روش لوئیس پلتیر استفاده می‌شود. وی در این روش از داده‌های مربوط به متوسط دما و بارش سالیانه بهره گرفته است. مدل‌های لوئیس پلتیر در رابطه با ژئومورفولوژی اقلیمی که در همایش سالیانه انجمن جغرافیادانان آمریکا در سال ۱۹۵۰ ارایه گردید، تاکنون بهترین منبع در ارتباط با فرایندهای هوازدگی می‌باشد که ژئومورفولوژیست‌ها، زمین‌شناسان و سایر علوم مربوطه، از نمودارهای آن برای تعیین و تشریح فرایندهای پیچیده ثابت و دائمی که در سطح کره زمین در حال رخدادن می‌باشند بهره می‌گیرند (فاولر و پیترسن، ۲۰۰۳؛ ۲). لوئیس پلتیر با بهره‌گیری از پارامترهای دوگانه متوسط دما و بارش سالیانه، هفت مدل گوناگون را معین نموده که می‌توان از آنها برای تشریح گونه‌های گوناگون پدیده‌های هوازدگی استفاده نمود. مدل‌های هفت‌گانه هوازدگی پلتیر که در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند، شامل: هوازدگی شیمیایی، کنش یخبندان، رژیم‌های هوازدگی، فرسایش بارانی، حرکات توده‌ای، کنش باد و رژیم‌های ریخت‌زاد می‌باشند (فاولر و پیترسن، ۲۰۰۳؛ ۳-۲).

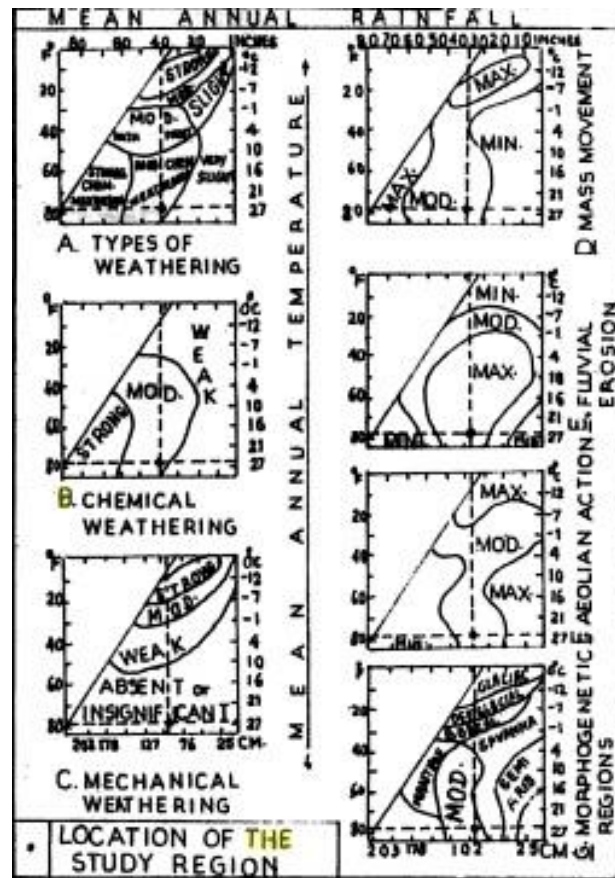


شکل ۱. نمودار پهنه‌بندی مناطق نُه‌گانه ریخت‌زاد برپایه متوسط دما و بارش سالیانه در تقسیم‌بندی لوئیس پلتیر.

منبع: پلتیر ۱۹۵۰.

^۱- Louis Peltier

^۲- Morphogenetic



شکل ۲. نمودارهای هفت گانه هوازدگی (همراه با نمودار مناطق ریخت‌زاد)، ارایه شده توسط لوئیس پلتیر. منبع: پلتیر ۱۹۵۰.

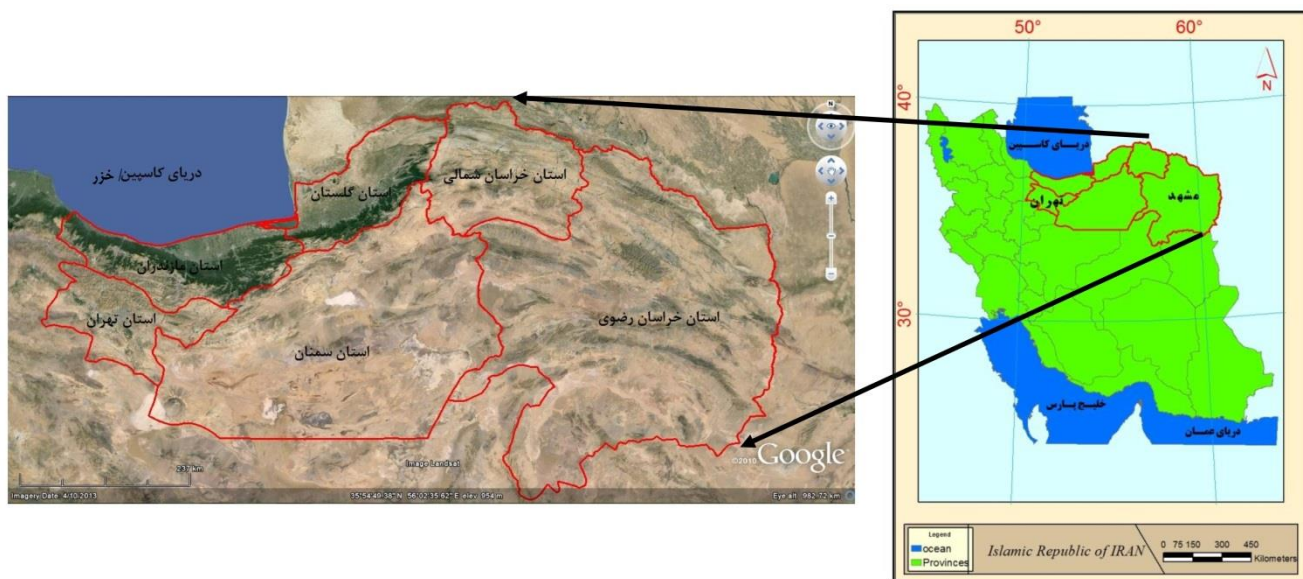
پلتیر ۱۹۵۰، با ارایه مقاله خود در همایش سالیانه انجمن جغرافیادانان آمریکا، چرخه جغرافیایی را در رژیم‌های مجاور یخچالی و در ارتباط با ژئومورفولوژی اقلیمی مورد بررسی و کنکاش قرار داده است. این پژوهش پلتیر، تاکنون بهترین منبع برای تشریح و توضیح فرایند هوازدگی در سطح کره زمین می‌باشد. فاولر و پیترسن ۲۰۰۳، در پژوهشی با به‌کارگیری مدل‌های هفت‌گانه پلتیر در قالب سامانه اطلاعات جغرافیایی، اقدام به پهنه‌بندی گونه‌های گوناگون هوازدگی در ایالات متحده نموده‌اند. کرمی ۱۳۸۳، در پژوهشی فرایندهای هوازدگی و تاثیر آنها در نواحی شهری و روستایی را در مناطق کوهستانی آذربایجان مورد بررسی قرار داده است. یافته‌های این پژوهش نشانگر این است که هوازدگی مکانیکی در ناپایداری دامنه‌ها و وقوع حرکات توده‌ای مواد در دامنه‌های ارتفاعات آذربایجان سهم عمده‌ای دارد که به شکل‌های گوناگون از جمله: ریزش‌ها، سنگ‌لغزش و جریان‌های واریزه‌ای نواحی شهری و روستایی را تهدید می‌نماید. قهرودی تالی ۱۳۸۴، در پژوهشی قلمروهای هوازدگی سنگ‌ها در ایران را با به‌کارگیری فناوری GIS پهنه‌بندی نموده و به نتایج متعددی رسیده است. وی خاطر نشان می‌کند که با توجه به شرایط متنوع هوازدگی در ایران، نیازمند پژوهش‌هایی در مقیاس ناحیه‌ای هستیم. مقصودی و همکاران ۱۳۸۹، در پژوهشی فرایندهای هوازدگی سنگ‌ها در شمال غرب ایران را براساس مدل‌های پلتیر پهنه‌بندی نموده‌اند. یافته‌های آنها

روشن می‌سازد که از نه وضعیت ریخت‌زاد موجود در مدل پلتیر، پنج وضعیت در شرایط اقلیمی منطقه اتفاق می‌افتد، به‌طوری‌که بیشتر بخش‌های شمال‌باختری کشور در منطقه نیمه‌خشک قرار می‌گیرند. همچنین، سواحل جنوب‌باختری دریای کاسپین در استان گیلان و دامنه‌های باختری زاگرس در استان کردستان، رژیم معتدل و ساوان دارند. در بیشتر مناطق کوهستانی، هوازدهی‌ها بیشتر از نوع مکانیکی ضعیف و متوسط رخ می‌دهد، در صورتی که در برخی از ایستگاه‌های واقع در سواحل جنوب‌باختری دریای کاسپین و دامنه‌های باختری زاگرس در استان کردستان هوازدهی شیمیایی همراه با عمل یخبندان تا هوازدهی شیمیایی متوسط و شدید اتفاق می‌افتد. خوش‌اخلاق و همکاران ۱۳۹۳، ضمن پهنه‌بندی و واکاوی فرایندهای هوازدهی در باختر دشت مرکزی - زاگرس دریافتند که باختر دشت مرکزی جزء مناطق مورفوکلیماتیک خشک و نیمه‌خشک است که هوازدهی شیمیایی ضعیفی در آن حاکم است و کوه‌های زاگرس اغلب جزء مناطق ساوان و معتدل است که دارای هوازدهی شیمیایی متوسط است و فرسایش جریانی و حرکات توده‌ای بیشتری را نسبت به باختر دشت مرکزی دارد.

از یک سو، مطالعه فرایندهای هوازدهی نسبت به سایر شاخه‌های ژئومورفولوژی، کمتر مورد توجه ژئومورفولوژیست‌ها واقع شده (کریمی ۱۳۸۳؛ ۱۲) و از سوی دیگر، با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران در سطح کره زمین و نحوه پراکندگی و استقرار بسیاری از روستاها و شهرها که بیشتر در پهنه‌های پرخطر زمین‌لرزه، مسیر سیل یا دامنه‌های لغزشی و غیره واقع شده‌اند، اغلب سکونتگاه‌های انسانی را در معرض پدیده‌های مخاطره‌آمیز و نامالایم طبیعی قرار می‌دهد (افراخته ۱۳۷۶، ۱۲۰). بنابراین، با توجه به کمبود پژوهش‌های ژئومورفولوژیکی صورت‌گرفته در رابطه با هوازدهی و پدیده‌های مرتبط با آن در کشور، در این پژوهش از دو نمودار مربوط به رژیم‌های هوازدهی و مناطق ریخت‌زاد ارایه شده از سوی پلتیر جهت پهنه‌بندی هوازدهی سنگ‌ها در هفت استان: تهران، البرز، مازندران، سمنان، گلستان، خراسان رضوی و خراسان شمالی در دامنه‌های شمالی و جنوبی البرز میانی و خاوری بهره گرفته شده است.

منطقه مورد پژوهش

منطقه مورد پژوهش شامل موقعیت سیاسی هفت استان: تهران، البرز، مازندران، سمنان، گلستان، خراسان رضوی و خراسان شمالی در دامنه‌های شمالی و جنوبی البرز میانی و خاوری می‌باشد. این منطقه در راستای پهنای جغرافیایی "۳۹' ۲۷' ۳۳" تا "۵۶' ۱۶' ۳۸" شمالی از خط استوا و در راستای درازای جغرافیایی "۴۸' ۰۹' ۵۰" تا "۱۶' ۰۰' ۶۱" خاوری از نیمروز گرینویچ واقع شده است. این منطقه به‌گونه‌ای گزینش شده است که از لحاظ توپوگرافیکی از تنوع متناسبی برخوردار باشد، به‌طوری‌که منطقه مورد پژوهش دامنه‌های جنوبی و شمالی رشته‌کوه البرز و نیز بخش شمال‌خاوری کشور را شامل می‌شود. به‌عبارت‌دیگر، پهنه مورد پژوهش سرزمین‌های پست کرانه‌های جنوبی و جنوب‌خاوری دریای کاسپین به‌ترتیب در استان‌های مازندران و گلستان و نیز سرزمین‌های پست داخلی ایران مرکزی در دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه سربه‌فلک کشیده البرز میانی و خاوری در محدوده سیاسی استان‌های تهران، البرز و سمنان و نیز سرزمین‌های بخش شمال‌خاوری در محدوده سیاسی دو استان خراسان رضوی و شمالی را در بر می‌گیرد (شکل ۳).



شکل ۳. موقعیت جغرافیایی و تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد پژوهش در پهنه سرزمین ایران.

منبع: تصویر ماهواره‌ای گوگل ارث ۲۰۱۷؛ تهیه و تنظیم از نویسندگان ۱۳۹۶.

داده و روش

از آنجایی که مدل‌های ارایه شده از سوی لوئیس پلتیر جهت مطالعه و بررسی فرایندهای هوازدگی برپایه استفاده از متوسط‌های دما و بارش سالیانه در هر منطقه می‌باشد، جهت انجام این پژوهش در منطقه مورد نظر، نخست داده‌های مربوط به متوسط‌های دما و بارش سالیانه ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه مورد پژوهش از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد و به رفع نواقص آماری احتمالی ایستگاه‌ها اقدام گردید. سپس، از میان تمامی ایستگاه‌های منطقه که از دوره آماری درازمدت قابل توجه و مناسبی برخوردار بودند، تعداد ۲۹ ایستگاه برگزیده شدند (جدول ۱). پس از مشخص شدن ایستگاه‌های منطقه، نخست در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی پایگاه داده‌ای تشکیل و سپس، جهت تجزیه و تحلیل و ترسیم نقشه‌های مربوط به آنها، داده‌های مربوطه در آن وارد گردیدند. از سامانه اطلاعات جغرافیایی نیز جهت تجزیه و تحلیل فضایی و ترسیم نقشه‌ها استفاده گردید. موقعیت جغرافیایی - مکانی ایستگاه‌های منطقه مورد پژوهش در شکل ۴ نشان داده شده است.

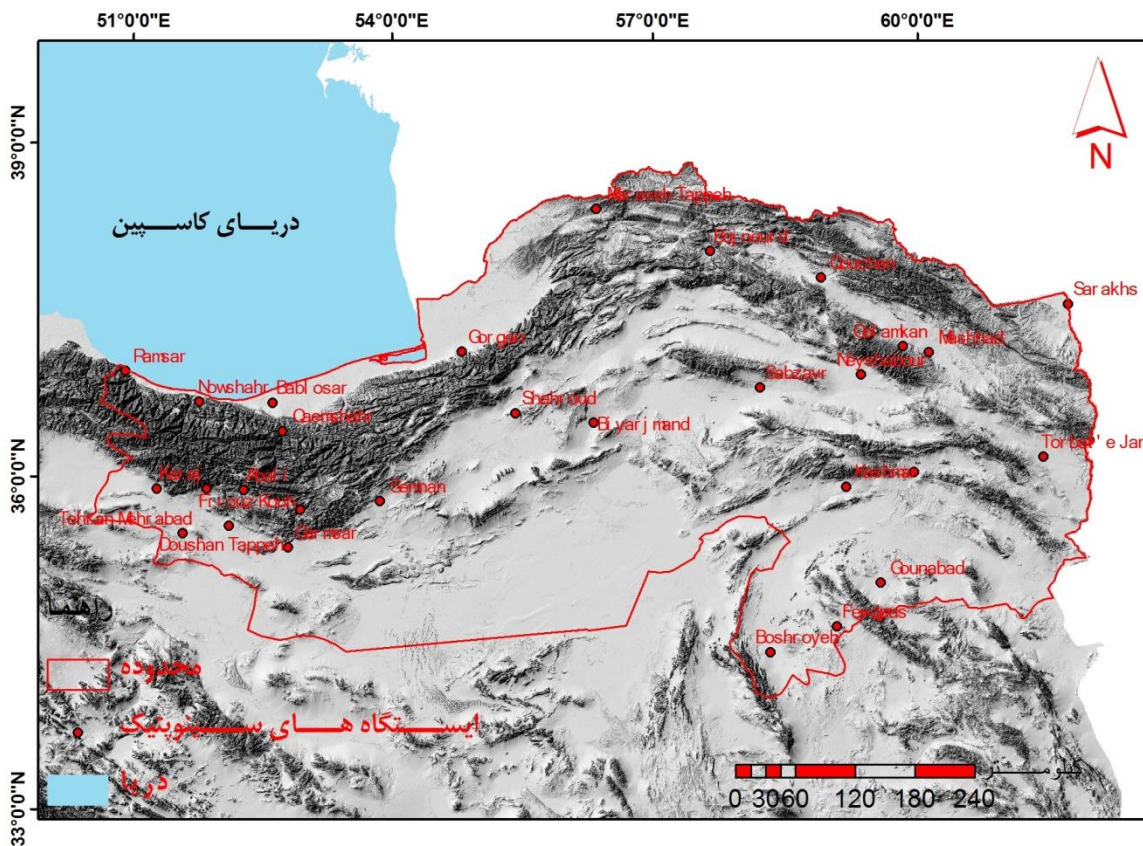
در گام بعد، به منظور شناسایی و بررسی وضعیت هوازدگی و تخریب در پهنه مورد پژوهش و برپایه مدل‌های پلتیر، دو مدل از مدل‌های هفت‌گانه وی که در تعیین نوع هوازدگی و فرم‌های ناشی از آن عملکرد مناسبی بدست می‌دهند، برگزیده و به کار گرفته شدند که عبارتند از: مناطق ریخت‌زاد و رژیم‌های هوازدگی.

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک برگزیده شده در منطقه مورد پژوهش.

نام ایستگاه	پهنای جغرافیایی	درازای جغرافیایی	فرازا از	نام ایستگاه	پهنای جغرافیایی	درازای جغرافیایی	فرازا از
-------------	-----------------	------------------	----------	-------------	-----------------	------------------	----------

سطح زمین				سطح زمین			
۱۲۸۷ M	۵۸ ۳۰ E	۳۷ ۰۴ N	قوچان	۱۱۹۰/۸ M	۵۱ ۱۹ E	۳۵ ۴۱ N	تهران (مهرآباد)
۲۳۵ M	۶۱ ۱۰ E	۳۶ ۳۲ N	سرخس	-۲۱ M	۵۲ ۳۹ E	۳۶ ۴۳ N	بابلسر
۱۲۹۳ M	۵۸ ۱۰ E	۳۴ ۰۱ N	فردوس	۱۳۴۹/۱ M	۵۴ ۵۷ E	۳۶ ۲۵ N	شاهرود
۱۱۰۹/۷ M	۵۸ ۲۸ E	۳۵ ۱۲ N	کاشمر	۹۹۹/۲ M	۵۹ ۳۸ E	۳۶ ۱۶ N	مشهد
۸۹۹/۹ M	۵۲ ۲۱ E	۳۵ ۱۴ N	گرمسار	۰ M	۵۴ ۲۴ E	۳۶ ۵۴ N	گرگان
۱۱۷۶ M	۵۹ ۱۷ E	۳۶ ۲۹ N	گلمکان	۹۷۲ M	۵۷ ۳۹ E	۳۶ ۱۲ N	سیزوار
۱۰۵۶ M	۵۸ ۴۱ E	۳۴ ۲۱ N	گناباد	-۲۰ M	۵۰ ۴۰ E	۳۶ ۵۴ N	رامسر
۱۵۴۹/۱ M	۵۱ ۲۹ E	۳۵ ۴۸ N	تهران شمال	۱۴۵۰/۸ M	۵۹ ۱۳ E	۳۵ ۱۶ N	ترت حیدریه
۱۲۱۳ M	۵۸ ۴۸ E	۳۶ ۱۶ N	نیشابور	۱۱۲۷ M	۵۳ ۲۵ E	۳۵ ۳۵ N	سمنان
۱۰۹۹/۳ M	۵۵ ۴۸ E	۳۶ ۰۵ N	بیارجمند	۱۲۰۹/۲ M	۵۱ ۲۰ E	۳۵ ۴۲ N	دوشان تپه
۹۵۰/۴ M	۶۰ ۳۵ E	۳۵ ۱۵ N	ترت جام	-۲۰/۹ M	۵۱ ۳۰ E	۳۶ ۳۹ N	نوشهر
۴۶۰ M	۵۵ ۵۷ E	۳۷ ۵۴ N	مراوه تپه	۱۱۱۲ M	۵۷ ۱۶ E	۳۷ ۲۸ N	بجنورد
۸۸۵ M	۵۷ ۲۷ E	۳۳ ۵۴ N	بشرویه	۲۴۶۵/۲ M	۵۱ ۵۳ E	۳۵ ۴۵ N	آبعلی
۱۹۷۵/۶ M	۵۲ ۵۰ E	۳۵ ۵۵ N	فیروزکوه	۱۴/۷ M	۵۲ ۴۶ E	۳۶ ۲۷ N	قائم شهر
				۱۳۱۲/۵ M	۵۰ ۵۴ E	۳۵ ۵۵ N	کرج

منبع: سازمان هواشناسی کشور ۱۳۹۶؛ تهیه و تنظیم از نویسندگان.



شکل ۴. موقعیت جغرافیایی - مکانی ایستگاه‌های سینوپتیک برگزیده شده در منطقه مورد پژوهش.

مناطق ریخت‌زاد

نمودار رژیم‌های ریخت‌زاد لويس پلتیر، که بیشتر یک طبقه‌بندی آب‌وهوایی و گیاهی است تا یک نمودار هوازدگی (فاولر و پیترسن، ۲۰۰۳؛ ۵)، با استفاده از داده‌های مربوط به متوسط دما و بارش سالیانه، نه منطقه ریخت‌زاد را مشخص می‌نماید (شکل ۱ و جدول ۲). وی خاطر نشان می‌کند که این نمودار می‌تواند رژیم‌های آب‌وهوایی گوناگونی که دما و بارش سالیانه متوسطی دارند را توصیف و تشریح نماید. هرچند به نظر می‌رسد که این نمودارها برای تعریف ویژگی‌های گوناگون فرایند هوازدگی باشند، اما واقعیت این است که هوازدگی در تمامی اشکال آن در اغلب مناطق، به‌طور هم‌زمان و در مراحل گوناگونی رخ می‌دهد.

جدول ۲. انواع مناطق ریخت‌زاد برپایه تقسیم‌بندی لويس پلتیر.

ردیف	قلمرو ریخت‌زاد	متوسط دمای سالیانه	متوسط بارش سالیانه	ویژگی‌های منطقه ریخت‌زاد
۱	سلوا	۱۶ الی ۲۹	۲۲۹۰ - ۱۴۰۰	حرکات توده‌ای شدید+ شست‌وشوی ضعیف یا کم دامنه‌ها
۲	اقیانوسی	۲ الی ۲۱	۱۹۰۰ - ۱۲۷۰	حرکات توده‌ای شدید+ عملکرد ضعیف تا متوسط آب‌های جاری
۳	معتدل	۳ الی ۲۹	۱۵۲۰ - ۸۹۰	عملکرد بیشینه آب‌های جاری+ عملکرد ضعیف(کم) گنش یخبندان و باد

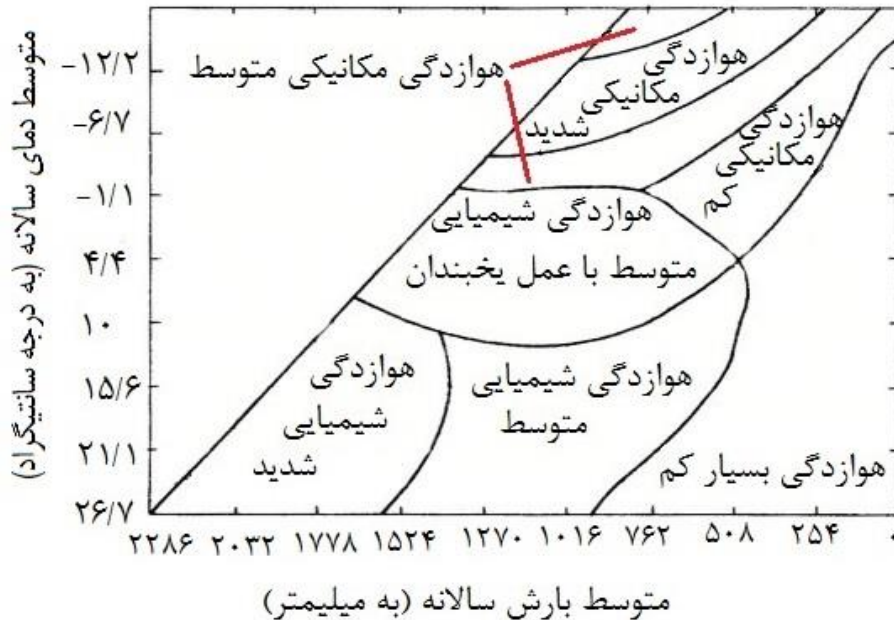
عملکرد ضعیف تا شدید آب‌های جاری + عملکرد متوسط باد	۶۴۰ - ۱۲۷۰	۱۲- الی ۲۹+	ساوان	۴
عملکرد شدید باد + عملکرد شدید تا متوسط آب‌های جاری	۲۵۰ - ۶۴۰	۲ الی ۲۹	نیمه‌خشک	۵
عملکرد شدید باد + عملکرد ضعیف آب‌های جاری و حرکات توده‌ای	۰ - ۳۸۰	۱۳ الی ۲۹	خشک	۶
عملکرد متوسط یخبندان + عملکرد ضعیف تا متوسط آب و باد	۲۵۰ - ۱۵۲۰	۳+ الی ۹-	شمالی (بوریل)	۷
فعالیت باد + حرکات توده‌ای شدید + فعالیت ضعیف آب‌های جاری	۱۳۰ - ۱۴۰۰	۱- الی ۱۵-	مجاور یخچالی	۸
فرسایش یخچالی + نیواسیون	۰ - ۱۴۰۰	۷- الی ۱۸-	یخچالی	۹

منبع: پلتیر ۱۹۵۰.

رژیم‌های هوازدگی

در نمودار رژیم‌های هوازدگی لوئیس پلتیر نیز همانند نمودار مناطق ریخت‌زاد، از دو پارامتر متوسط دما و بارش سالیانه بهره گرفته شده که برپایه آن هفت گونه متفاوت از رژیم‌های هوازدگی ارائه شده است. هرچند نمودار رژیم‌های هوازدگی پلتیر که در شکل ۵ نشان داده شده است اغلب برای چنین پژوهش‌هایی مربوط به هوازدگی مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما دیگر نمودارها برای توصیف و تشریح پدیده‌های زمین‌شناختی مربوط به آنها مهم و حایز اهمیت می‌باشند.

دو متغیری که هوازدگی را تعریف و تعیین می‌نمایند عبارتند از: متوسط دمای سالیانه و متوسط بارش سالیانه. برای تعریف نوع رژیم هوازدگی مناطق گوناگون می‌توان این دو متغیر را با هم به کار برد. همانطور که در شکل ۵ نیز مشخص است این نمودار به گونه‌ای طراحی شده است که مناطق با رطوبت و دماهای بالاتر (یعنی: مناطق گرم و مرطوب) دارای هوازدگی شیمیایی شدید و مناطق با رطوبت و دماهای پایین‌تر (یعنی: مناطق سرد و خشک) از هوازدگی شیمیایی پایینی برخوردارند. اما هوازدگی فیزیکی در مناطقی با دماهای بسیار پایین (دماهای حوالی صفر درجه و دماهای منفی) که عرصه فعالیت هوازدگی شیمیایی به دلیل کاهش مقدار رطوبت لازم در هوای سرد کاهش می‌یابد، برتری می‌یابد و بسته به میزان دمای منطقه از شدت و ضعف برخوردار خواهد بود.



شکل ۵. گونه‌های هفت‌گانه رژیم‌های هوازدگی بر پایه تقسیم‌بندی لویس پلتیر.

منبع: پلتیر ۱۹۵۰.

یافته‌های پژوهش

به طور کلی، به مواد سازنده پوسته جامد زمین سنگ گفته می‌شود. در واقع، سنگ ماده‌ای است جامد و طبیعی که از مجموعه‌ای از یک یا چند کانی تشکیل شده و ماده اصلی سازنده پوسته جامد زمین می‌باشد (علایی طالقانی، ۱۳۸۷؛ ۸۳). بنابراین، سنگ‌های تشکیل دهنده پوسته کره زمین به‌ازای کانی‌های سازنده، بافت و ساخت آنها، مقاومت‌های گوناگونی در برابر هوازدگی از خود نشان می‌دهند (معماریان، ۱۳۹۰؛ ۲۲۷). هوازدگی فرایندی است که طی آن سنگ‌ها خرد شده و به‌صورت دانه‌های ریز و درشت در می‌آیند. این فرایند توسط عوامل گوناگونی همچون رطوبت، تغییرات دما، عوامل شیمیایی و فعالیت‌های حیاتی صورت می‌گیرد. از این رو، هوازدگی را برحسب نوع تغییری که در سنگ‌ها پدید می‌آورد به دو گونه هوازدگی فیزیکی و هوازدگی شیمیایی تقسیم می‌کنند (علایی طالقانی، ۱۳۸۷؛ ۱۰۰). در این پژوهش در گام نخست به‌منظور به‌دست آوردن شمایی کلی از وضعیت متوسط دما و بارش در منطقه مورد پژوهش که بخش‌هایی از پهنه سرزمین ایران در شمال، شمال‌خاوری و ایران مرکزی، در محدود سیاسی هفت استان: تهران بزرگ، البرز، سمنان، خراسان رضوی، خراسان شمالی، گلستان و مازندران را دربر گرفته است، به پهنه‌بندی میانگین دما و بارش سالیانه در منطقه اقدام گردید. برپایه نقشه‌های به‌دست آمده مشخص گردید که منطقه مورد مطالعه در این پژوهش از لحاظ وضعیت و چگونگی روند متوسط دمای سالیانه طی دوره آماری مورد بررسی، از وضعیت نسبتاً یکنواختی برخوردار می‌باشد (شکل ۶). در واقع با توجه به داده‌های آماری مربوط به متوسط دمای سالیانه ایستگاه‌های منطقه مورد پژوهش دریافتی از سازمان هواشناسی کشور (جدول ۳) مشخص می‌گردد علیرغم اینکه گونه‌ای از یکنواختی بر میزان متوسط دمای سالیانه در این منطقه حاکم است ولی با این وجود، کمینه دمای متوسط سالیانه منطقه مربوط به

ایستگاه آبعلی (با ۸/۶ درجه سلسیوس) و بیشینه دمای متوسط سالیانه آن مربوط به ایستگاه گرمسار (با ۲۰/۳ درجه سلسیوس) می باشد. همچنین با توجه به پهنه بندی متوسط بارش سالیانه و نقشه به دست آمده از آن (شکل ۷)، مشخص گردید که برخلاف وضعیت دمای سالیانه، وضعیت پراکنش متوسط بارش سالیانه در منطقه از تنوع زیادی برخوردار می باشد. به گونه ای که دو بیشینه بارشی در منطقه وجود دارد. بیشینه نخست در بخش مرکزی و باختری جلگه ساحلی استان مازندران که از دلیل آن می توان به قرارگیری در کرانه های جنوبی دریای کاسپین اشاره کرد و بیشینه دوم که بلافصل بیشینه نخست می باشد، شامل ارتفاعات جنوبی واقع در استان است که بر دامنه های شمالی رشته کوه بلند البرز، بخش خاوری استان مازندران و بخشی از جلگه ساحلی دریای کاسپین در محدوده سیاسی استان گلستان منطبق می باشد.

پس از به دست آوردن شمایی کلی از وضعیت دما و بارش در منطقه، در گام بعد چگونگی وضعیت منطقه از لحاظ مناطق ریختزاد مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از این بررسی، موقعیت هر یک از ایستگاه های سینوپتیک منطقه در نمودار مناطق ریختزاد پلتیر مشخص و به هر کدام از آنها ضریبی به عنوان کد داده شده و در پایان به پایگاه داده ایجاد شده در سامانه اطلاعات جغرافیایی وارد شدند. سپس، به منظور انجام دادن فرایند میان یابی و تحلیل های فضایی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی از روش میان یابی کریجینگ استفاده گردید. روش کریجینگ یک روش تخمین می باشد که بر منطق میانگین متحرک وزن دار استوار بوده و می توان گفت بهترین تخمین گر نااریب است (حسینی پاک و شرف الدین، ۱۳۹۰؛ ۳۱۴). به طور کلی می توان گفت، کلیه روش های درون یابی بر مبنای این فرض توسعه یافته اند که نقاط نزدیک به یکدیگر نسبت به نقاط دورتر، همبستگی و تشابه بیشتری دارند (خسروی و جباری، ۱۳۹۰؛ ۳۰۳). در گام بعد، برآیند به دست آمده از روش میان یابی را بازطبقه بندی نموده و به هر حالت ضریبی اختصاص یافت. پایین ترین و بالاترین ضریب به ترتیب به مناطق خشک و مناطق معتدل داده شد و در پایان نقشه مناطق ریختزاد منطقه مورد پژوهش به دست آمد (شکل ۸). برپایه یافته های به دست آمده، مشخص گردید که از مناطق نُه گانه ریختزاد پلتیر، چهار وضعیت شامل: منطقه خشک، نیمه خشک، ساوان و معتدل در منطقه نمود دارد، به طوری که پهنه های بزرگ و چشمگیری از منطقه مورد پژوهش در وضعیت خشک قرار دارد که بیشتر بر مناطق خشک داخلی ایران مرکزی و شمالی خاوری منطبق است. مهمترین و بارزترین ویژگی های این منطقه ریختزاد، عملکرد شدید باد، عملکرد ضعیف آب های جاری و حرکات توده ای می باشد. همچنین، تنها ایستگاه های واقع در استان مازندران یعنی ایستگاه های: رامسر، نوشهر، بابلسر و قائم شهر در وضعیت معتدل قرار گرفتند که از ویژگی های مهم آن عملکرد بیشینه آب های جاری، عملکرد ضعیف یا اندک گنش یخبندان و باد می باشد. دامنه های شمالی رشته کوه البرز در جنوب استان مازندران و بخش خاوری این استان دارای وضعیت ساوان با ویژگی های عملکرد ضعیف تا شدید آب های جاری و عملکرد متوسط باد می باشد. وضعیت نیمه خشک نیز بیشتر در دامنه های جنوبی رشته کوه البرز، استان گلستان و بخش های شمالی استان خراسان شمالی و بخش کوچکی در جنوب باختری شهر مشهد نمود دارد که دارای ویژگی هایی از جمله: عملکرد شدید باد و عملکرد شدید تا متوسط آب های جاری است.

گام بعدی مشخص نمودن وضعیت و شدت هوازگی در منطقه بود که مورد بررسی قرار گرفت. در اینجا نیز تقریباً همان مراحل کاری برای به دست آوردن وضعیت مناطق ریختزاد به کار گرفته شد، منتها با این تفاوت که برای تعیین رژیم های هوازگی موجود در منطقه

۱- Kriging

۲- Reclassify

ضرایب اختصاص داده شده به نوع هوازدگی بدین گونه بود که کمترین و بیشترین ضریب به ترتیب به هوازدگی بسیار کم و هوازدگی شیمیایی متوسط تعلق پیدا کرد (جدول ۴) و در پایان نیز نقشه پهنه‌بندی رژیم‌های هوازدگی ترسیم گردید (شکل ۹). برپایه نقشه ارایه شده در شکل ۹ مشخص گردید که از رژیم‌های هفت‌گانه هوازدگی پلتر تنها دو گونه هوازدگی شامل: هوازدگی بسیار کم و هوازدگی شیمیایی در سطح منطقه رخ می‌دهد. به جز بخش‌های باختری و مرکزی استان مازندران که به دلیل برخورداری از بارش فراوان (بالا تر از ۱۲۰۰ میلی‌متر در سال) و دمای معتدل، قلمرو رخداد هوازدگی شیمیایی متوسط می‌باشد، بقیه پهنه منطقه مورد پژوهش در استیلای رخداد هوازدگی بسیار کم می‌باشد که از دلایل آن می‌توان به دارا بودن دماهای نسبتاً بالا (گرم) و بارش کم در ایستگاه‌های آن اشاره نمود.

جدول ۳. داده‌های مربوط به متوسط دمای سالیانه ایستگاه‌های سینوپتیک گزینش شده در منطقه مورد پژوهش.

نام ایستگاه	پهنای جغرافیایی	درازای جغرافیایی	متوسط دمای سالیانه (C)	نام ایستگاه	پهنای جغرافیایی	درازای جغرافیایی	متوسط دمای سالیانه (C)
تهران (مهرآباد)	۳۵ ۴۱ N	۵۱ ۱۹ E	۱۷/۴	قوچان	۳۷ ۰۴ N	۵۸ ۳۰ E	۱۲/۷
بابلسر	۳۶ ۴۳ N	۵۲ ۳۹ E	۱۷/۱	سرخس	۳۶ ۳۲ N	۶۱ ۱۰ E	۱۸/۰
شاهرود	۳۶ ۲۵ N	۵۴ ۵۷ E	۱۸/۲	فردوس	۳۴ ۰۱ N	۵۸ ۱۰ E	۱۷/۳
مشهد	۳۶ ۱۶ N	۵۹ ۳۸ E	۱۴/۳	کاشمر	۳۵ ۱۲ N	۵۸ ۲۸ E	۱۷/۹
گرگان	۳۶ ۵۴ N	۵۴ ۲۴ E	۱۷/۹	گرمسار	۳۵ ۱۴ N	۵۲ ۲۱ E	۲۰/۳
سبزوار	۳۶ ۱۲ N	۵۷ ۳۹ E	۱۷/۵	گلمکان	۳۶ ۲۹ N	۵۹ ۱۷ E	۱۳/۶
رامسر	۳۶ ۵۴ N	۵۰ ۴۰ E	۱۶/۱	گناباد	۳۴ ۲۱ N	۵۸ ۴۱ E	۱۷/۵
ترت حیدریه	۳۵ ۱۶ N	۵۹ ۱۳ E	۱۴/۴	تهران شمال	۳۵ ۴۸ N	۵۱ ۲۹ E	۱۵/۶
سمنان	۳۵ ۳۵ N	۵۳ ۲۵ E	۱۸/۲	نیشابور	۳۶ ۱۶ N	۵۸ ۴۸ E	۱۴/۴
دوشان تپه	۳۵ ۴۲ N	۵۱ ۲۰ E	۱۸/۰	بیارجمند	۳۶ ۰۵ N	۵۵ ۴۸ E	۱۶/۱
نوشهر	۳۶ ۳۹ N	۵۱ ۳۰ E	۱۶/۲	ترت جام	۳۵ ۱۵ N	۶۰ ۳۵ E	۱۵/۷
بجنورد	۳۷ ۲۸ N	۵۷ ۱۶ E	۱۳/۴	مراوه تپه	۳۷ ۵۴ N	۵۵ ۵۷ E	۱۸
آبعلی	۳۵ ۴۵ N	۵۱ ۵۳ E	۸/۶	بشرویبه	۳۳ ۵۴ N	۵۷ ۲۷ E	۱۹/۱
قائم شهر	۳۶ ۲۷ N	۵۲ ۴۶ E	۱۷/۰	فیروزکوه	۳۵ ۵۵ N	۵۲ ۵۰ E	۹/۰
کرج	۳۵ ۵۵ N	۵۰ ۵۴ E	۱۵/۱				

منبع: سازمان هواشناسی کشور ۱۳۹۶؛ تهیه و تنظیم از نویسندگان.

جدول ۴. داده‌های مربوط به متوسط بارش سالیانه ایستگاه‌های سینوپتیک گزینش شده در منطقه مورد پژوهش.

نام ایستگاه	پهنای جغرافیایی	درازای جغرافیایی	متوسط بارش سالیانه (MM)	نام ایستگاه	پهنای جغرافیایی	درازای جغرافیایی	متوسط بارش سالیانه (MM)
تهران (مهرآباد)	۳۵ ۴۱ N	۵۱ ۱۹ E	۲۳۲/۷	قوچان	۳۷ ۰۴ N	۵۸ ۳۰ E	۳۰۸/۴
بابلسر	۳۶ ۴۳ N	۵۲ ۳۹ E	۸۸۹/۳	سرخس	۳۶ ۳۲ N	۶۱ ۱۰ E	۱۸۳/۰

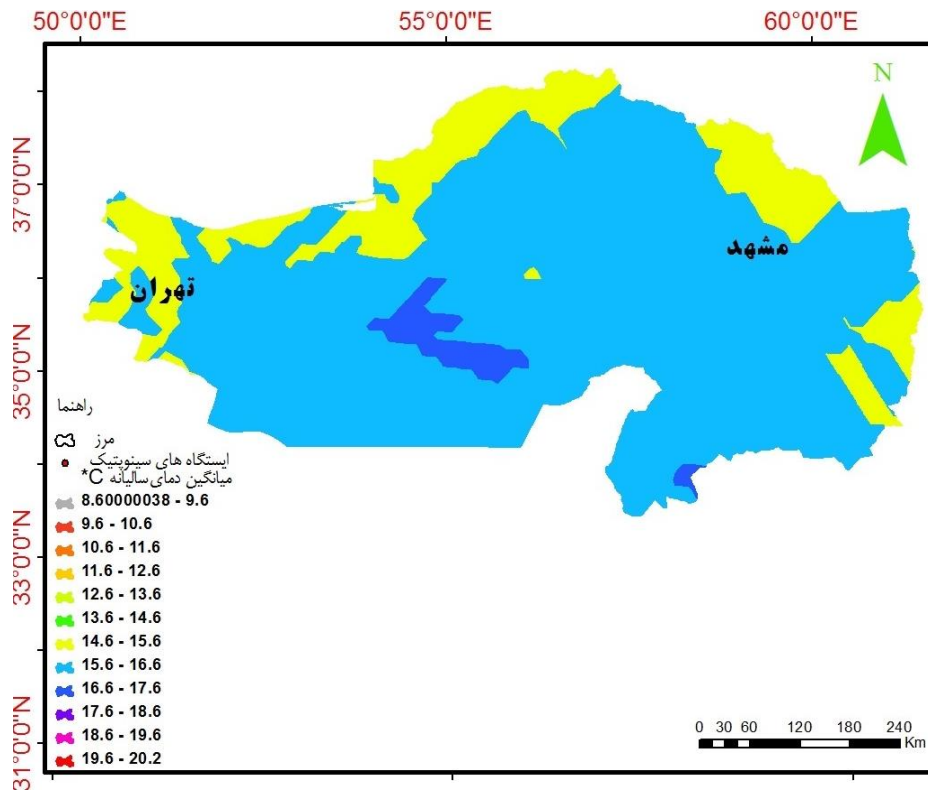
۱۴۰/۳	۵۸ ۱۰ E	۳۴ ۰۱ N	فردوس	۱۵۳/۱	۵۴ ۵۷ E	۳۶ ۲۵ N	شاهرود
۱۹۴/۴	۵۸ ۲۸ E	۳۵ ۱۲ N	کاشمر	۲۵۱/۵	۵۹ ۳۸ E	۳۶ ۱۶ N	مشهد
۱۲۱/۹	۵۲ ۲۱ E	۳۵ ۱۴ N	گرمسار	۵۷۹/۵	۵۴ ۲۴ E	۳۶ ۵۴ N	گرگان
۲۰۸/۶	۵۹ ۱۷ E	۳۶ ۲۹ N	گلکمان	۱۸۴/۹	۵۷ ۳۹ E	۳۶ ۱۲ N	سبزوار
۱۳۷/۰	۵۸ ۴۱ E	۳۴ ۲۱ N	گناباد	۱۲۰۷/۵	۵۰ ۴۰ E	۳۶ ۵۴ N	رامسر
۴۲۰/۵	۵۱ ۲۹ E	۳۵ ۴۸ N	تهران شمال	۲۶۷/۸	۵۹ ۱۳ E	۳۵ ۱۶ N	تربت حیدریه
۲۳۸/۲	۵۸ ۴۸ E	۳۶ ۱۶ N	نیشابور	۱۴۰/۷	۵۳ ۲۵ E	۳۵ ۳۵ N	سمنان
۱۲۷/۵	۵۵ ۴۸ E	۳۶ ۰۵ N	بیارجمند	۲۶۴/۷	۵۱ ۲۰ E	۳۵ ۴۲ N	دوشان تپه
۱۷۲/۸	۶۰ ۳۵ E	۳۵ ۱۵ N	تربت جام	۱۲۷۲/۸	۵۱ ۳۰ E	۳۶ ۳۹ N	نوشهر
۳۵۵/۶	۵۵ ۵۷ E	۳۷ ۵۴ N	مراوه تپه	۲۶۶/۷	۵۷ ۱۶ E	۳۷ ۲۸ N	بجنورد
۹۷/۳	۵۷ ۲۷ E	۳۳ ۵۴ N	بشرویه	۵۳۲/۴	۵۱ ۵۳ E	۳۵ ۴۵ N	آبعلی
۲۸۴/۶	۵۲ ۵۰ E	۳۵ ۵۵ N	فیروزکوه	۷۲۹/۲	۵۲ ۴۶ E	۳۶ ۲۷ N	قائم شهر
				۲۵۱/۷	۵۰ ۵۴ E	۳۵ ۵۵ N	کرج

منبع: سازمان هواشناسی کشور ۱۳۹۶؛ تهیه و تنظیم از نویسندگان.

جدول ۵. گونه‌ها و شدت هوازگی و ضریب وزنی هریک از آنها در منطقه مورد پژوهش.

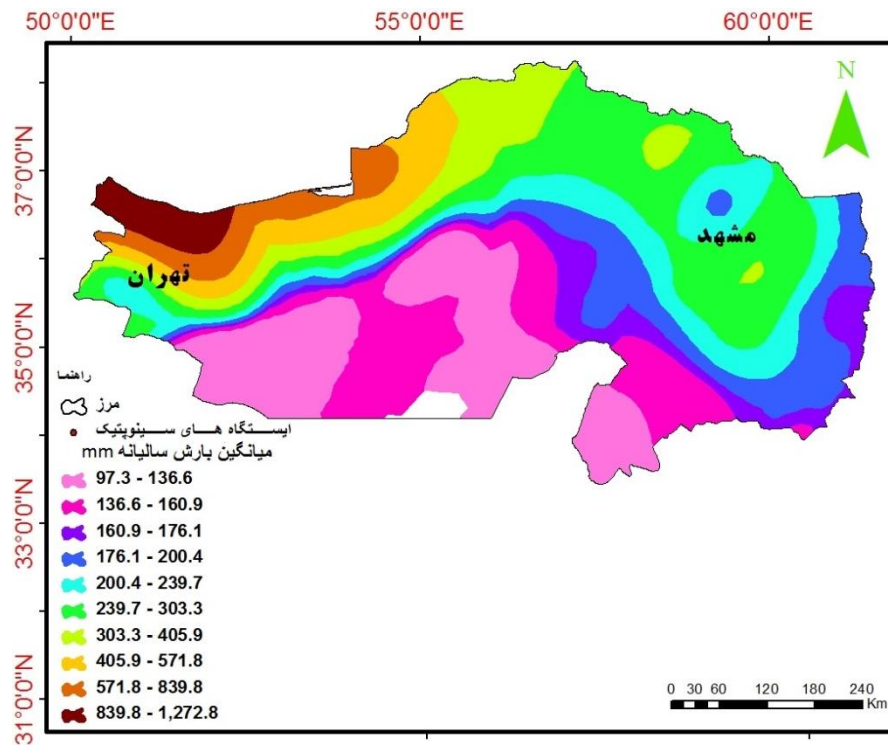
ضریب (مقدار) وزنی	گونه و شدت هوازگی
۱	هوازگی بسیار کم
۲	هوازگی شیمیایی متوسط

منبع: نویسندگان ۱۳۹۶.

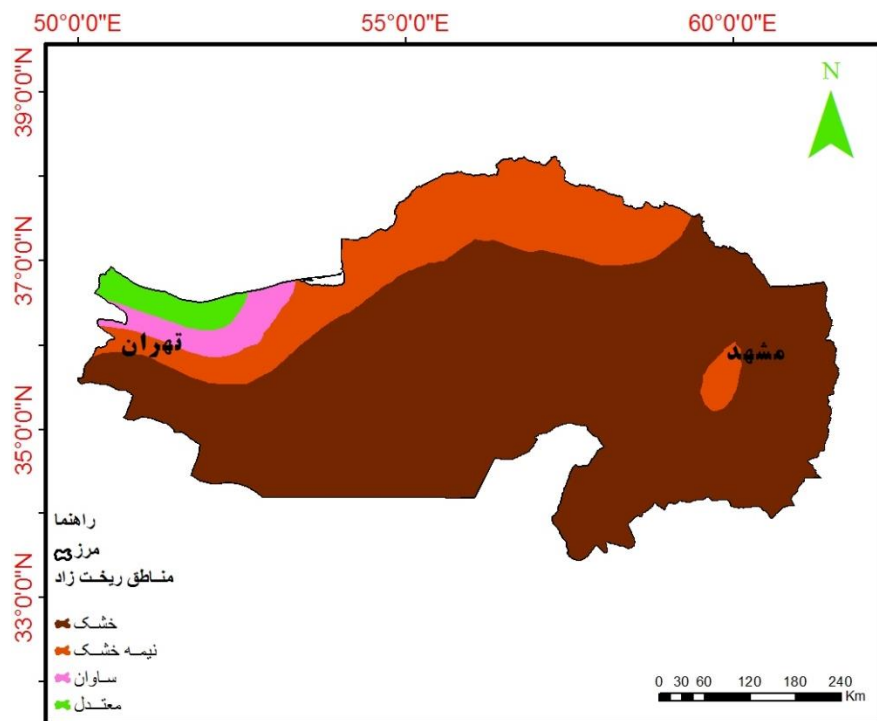


شکل ۶. پهنه بندی میانگین دمای سالیانه (به درجه سانتیگراد) ایستگاه های سینوپتیک منطقه مورد پژوهش طی دوره آماری مورد مطالعه.

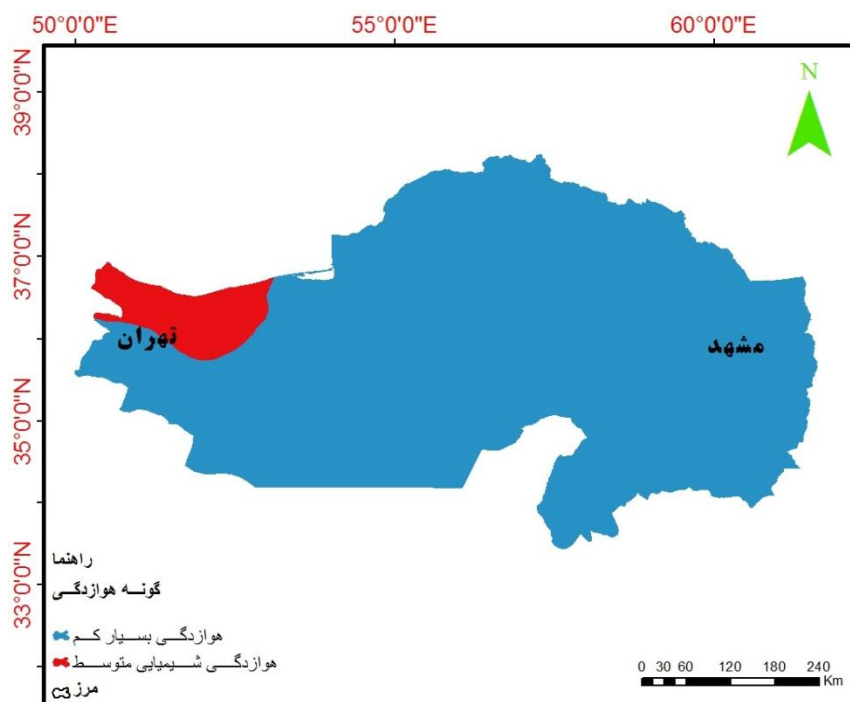
منبع: داده های دمای منطقه مورد پژوهش، سازمان هواشناسی کشور ۱۳۹۶؛ تهیه و ترسیم از نویسندگان.



شکل ۷. پهنه بندی میانگین بارش سالانه (به میلیمتر) ایستگاه های سینوپتیک منطقه مورد پژوهش طی دوره آماری مورد مطالعه. منبع: داده های بارش منطقه مورد پژوهش، سازمان هواشناسی کشور ۱۳۹۶؛ تهیه و ترسیم از نویسندگان.



شکل ۸. نقشه پهنه‌بندی مناطق ریخت‌زاد در منطقه مورد پژوهش برپایه تقسیم‌بندی لوئیس پلتیر طی دوره آماری مورد مطالعه. منبع: نویسندگان ۱۳۹۶.



شکل ۹. نقشه پهنه‌بندی رژیم‌های هوازدگی (گونه و شدت آن) در منطقه مورد پژوهش بر پایه تقسیم‌بندی لويس پلتیر طی دوره آماری مورد مطالعه.

منبع: نویسندگان ۱۳۹۶.

بحث و نتیجه‌گیری

تخریب و هوازدگی مواد طبیعی و از جمله کانی‌ها و سنگ‌های سطح کره زمین به دلیل فرایندهای گوناگون هوازدگی-همچون هوازدگی ناشی از کنش نمک (نمک‌شکافتگی)، یخ شکافتگی، هوازدگی ناشی از تابش خورشید یا خورتابی، هیدراسیون، هیدرولیز، اکسیداسیون، اکسیده‌شدن، انحلال، کرناسیون، تغییرات شیمیایی بیولوژیکی شامل تشدید هوازدگی بر اثر آلودگی و غیره- به عنوان یکی از مخاطرات محیطی می‌باشد (هارت و دیگران، ۱۹۸۶؛ ۱۳۸) به طوری که همواره کنش‌های انسانی، زیرساخت‌ها و مراکز منسوب به وی را مورد تهدیدهای جانی و مالی قرار می‌دهد.

مطالعات پیشین به ما نشان داده‌اند که تغییرات دما و نیز تغییرات در میزان آب، نقش تعیین‌کننده‌ای در تخریب و هوازدگی سنگ‌ها دارند (محمودی، ۱۳۸۷؛ ۱۹۴-۱۹۳، ب). بنابراین، عامل هوازدگی، موجب تخریب ژرف سنگ‌ها می‌گردد و شکاف‌هایی در آنها به وجود می‌آورد. با متلاشی شدن سنگ‌های متصل اصلی و یا تولید شکاف در آنها، مواد منفصل در ابعاد گوناگون فراهم می‌شوند (رجایی، ۱۳۹۲؛ ۲۹۹). پس از اینکه طی فرایند هوازدگی مواد لازم فراهم گردید، فرایندهای مربوط به انتقال مواد وارد عمل می‌شوند. حال اگر این مواد

منفصل و فرایندهای انتقال آنها در مکان‌هایی همچون مراکز سکونتگاهی روستایی یا شهری و یا اینکه در محل گذر زیرساخت‌های ارتباطی انسانی واقع شده باشند ممکن است خسارات و آسیب‌های جدی به بار آورند. از این رو، با توجه به کوهستانی و نیمه‌کوهستانی بودن سرزمین ایران (علایی طالقانی، ۱۳۸۶؛ ۱۰) و نیز اینکه بسیاری از مراکز سکونتگاهی شهری و روستای و نیز میزان قابل توجهی از خطوط جاده‌ای و ریلی سرزمین‌مان در مناطق کوهستانی واقع شده یا از چنین مکان‌هایی گذر می‌نمایند، بنابراین ضرورت انجام چنین پژوهش‌هایی بیش از پیش بر همگان به‌ویژه مسئولین و دست‌اندرکاران اجرایی و نیز مدیران و برنامه‌ریزان در سطوح شهری- روستایی روشن می‌گردد. با توجه به اهمیت موضوع و نیز کارایی نمودارهای پلتیر در نشان‌دادن گونه‌های هوازدگی، یافته‌های این پژوهش می‌تواند در امر برنامه‌ریزی، مدیریت محیط و برنامه‌های اجرایی- عمرانی در منطقه مورد توجه مسئولین امر قرار گیرد.

در ارتباط با فرایندهای هوازدگی بهترین منبعی که تاکنون ژئومورفولوژیست‌ها، زمین‌شناسان و سایر علوم مربوطه برای تعیین و تشریح فرایندهای در سطح زمین به‌کار می‌برند نمودارهای لويس پلتیر می‌باشند. این پژوهش با استفاده از دو مورد از نمودارهای ارایه شده توسط پلتیر و با هدف ارزیابی چگونگی وضعیت رژیم هوازدگی و مناطق ریخت‌زاد در منطقه مورد پژوهش انجام شده است. یافته‌های این پژوهش گویای این می‌باشند که از نه وضعیت مناطق ریخت‌زاد نمودار لويس پلتیر، چهار وضعیت یعنی: منطقه خشک، نیمه‌خشک، ساوان معتدل در شرایط آب‌وهوایی کنونی در منطقه رخ می‌دهد. همچنین، مشخص گردید که بخش‌های زیادی از منطقه در حاکمیت منطقه خشک با عملکرد شدید باد، عملکرد ضعیف آب‌های جاری و حرکات توده‌ای می‌باشد که این وضعیت با توجه به واقع شدن بیشتر منطقه مورد پژوهش در منطقه خشک داخلی سرزمین ایران تایید می‌شود. مناطق معتدل و ساوان به ترتیب با عملکرد بیشینه آب‌های جاری، عملکرد ضعیف گُش یخبندان و باد و با عملکرد ضعیف تا شدید آب‌های جاری و عملکرد متوسط باد به ترتیب در کرانه‌های جنوبی دریای کاسپین و سرزمین‌های بلافصل آنها در بیشتر بخش‌های استان مازندران واقع شده‌اند. سرانجام اینکه منطقه نیمه خشک به‌صورت کم‌رندی نسبتاً باریک منطقه خشک را از منطقه ساوان جدا نموده و به‌طور محدودتری نیز در بخش جنوب‌باختری شهر مشهد یافت می‌شود (شکل ۸). اما از لحاظ وضعیت رخ‌داد هوازدگی در منطقه مورد پژوهش، با توجه به وجود دماهای نسبتاً بالا و بارش نسبتاً پایین، وضعیت نسبتاً یکنواختی بر منطقه حکم فرماست. به‌گونه‌ای که پهنه گسترده‌ای از منطقه در قلمرو رخ‌داد هوازدگی بسیار کم قرار داشته و تنها سرزمین‌های جلگه‌ای در بخش‌های باختری و مرکزی استان مازندران به‌دلیل مجاورت با دریای کاسپین و برخورداری از بارش فراوان (بیشتر از ۱۲۰۰ میلی‌متر در سال) و دماهای نسبتاً بالا دارای هوازدگی از نوع شیمیایی متوسط می‌باشند.

منابع

- افراخته، حسن ۱۳۷۶؛ الزامات اقتصادی و اجتماعی در بازسازی سکونتگاه‌های آسیب‌دیده، اصفهان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۷، صص ۱۳۴-۱۲۰.
- حسنی‌پاک، علی اصغر، شرف‌الدین، محمد ۱۳۹۰؛ تحلیل داده‌های اکتشافی، تهران انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم.
- خسروی، یونس، جباری، محمد کاظم ۱۳۹۰؛ مبانی سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و خودآموز ARC GIS 10، زنجان، انتشارات آذرکلک، چاپ دوم.
- خوش اخلاق، فرامرز، شمسی‌پور، علی اکبر، مقصودی، مهران، مرادی مقدم، محمدامین، رستمی گهراز، هما ۱۳۹۳؛ پهنه‌بندی و واکاوی فرایندهای هوازدهی در غرب دشت مرکزی- زاگرس، مشهد، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۱۱، صص ۳۹-۲۱.
- رجایی، عبدالحمید ۱۳۹۲؛ کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط، تهران، نشر قومس، چاپ چهارم.
- سازمان هواشناسی کشور ۱۳۹۶؛ داده‌ها و آمار مربوط به متوسط دما و بارش سالیانه ایستگاه‌های منطقه مورد پژوهش، تهران.
- شفیعی، سیروس، مدنی، حسن ۱۳۸۵؛ زمین‌شناسی عمومی، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ بیست و چهارم.
- علایی طالقانی، محمود ۱۳۸۶؛ ژئومورفولوژی ایران، تهران، نشر قومس، چاپ چهارم.
- علایی طالقانی، محمود ۱۳۸۷؛ مبانی زمین‌شناسی، تهران، نشر قومس، چاپ نخست.
- قهرودی تالی، منیژه ۱۳۸۴؛ پهنه‌بندی قلمروهای هوازدهی سنگ‌ها در ایران با بکارگیری فناوری GIS، تهران، دانشگاه تربیت معلم، مجموعه مقالات نهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، صص ۱۲۴-۱۱۴.
- کرمی، فریبا ۱۳۸۳؛ فرایندهای هوازدهی و تاثیر آنها در نواحی شهری و روستایی، مطالعه مورد: مناطق کوهستانی آذربایجان، سیستان و بلوچستان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۴، صص ۸۰-۶۱.
- محمودی، فرج الله ۱۳۸۷ (الف)؛ ژئومورفولوژی اقلیمی، تهران، انتشارات دانشگاه پیام‌نور، چاپ نخست.
- محمودی، فرج الله ۱۳۸۷ (ب)؛ ژئومورفولوژی دینامیک، تهران، انتشارات دانشگاه پیام‌نور، چاپ دوم.
- مر، فرید ۱۳۸۹؛ واژه‌نامه جامع علوم‌زمین، شیراز، انتشارات مهر کوشا، چاپ سوم.
- معتمد، احمد ۱۳۷۹؛ ژئومورفولوژی (فرایندهای دامنه‌ای، آبراه‌ای، ساحلی و بادی) (ترجمه) جلد سوم، تهران، انتشارات سمت، چاپ نخست.
- معماریان، حسین ۱۳۹۰؛ زمین‌شناسی برای مهندسين، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ یازدهم.
- مقصودی، مهران، خوش اخلاق، فرامرز، حنفی، علی، روستا، ایمان ۱۳۸۹؛ پهنه‌بندی فرایندهای هوازدهی سنگ‌ها براساس مدل‌های پلتیر در شمال غرب ایران، تهران، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۴، صص ۴۶-۳۵.
- Fowler, R., Petersen, J., 2003. A Spatial Representation of Louis Peltier's Weathering, Erosion and Climatic Graphs Using Geographic Information Systems (GIS), PP: 1-32.

Goudie, Andrew, S., 2004; Encyclopedia of Geomorphology, Volume 1& 2, First published, By Routledge.
Hart, M., G., Allen and Unwin, 1986; Geomorphology pure and applied, London.
McGreevy, J., P., and Whalley, W., B., 1985; Rock moisture content and frost weathering under natural and experimental conditions; a comparative discussion, *Arctic and Alpine Research* 17, PP: 337-346.
Peltier, Louis, C., 1950; The Geographic Cycle in Pre-glacial Regions as it is Relate to Climatic Geomorphology, Annals of the Association of American Geographers, PP: 214-236.

Assessment and Zoning Processes of Weathering Rocks Based on the Louis Peltier's Graphs (Case Study: The Provinces of North, Northeast and Central of Iran)

Reza Mansouri*^۱

Ph.D Candidate of Geomorphology/ Environmental Management, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Dr. Amir Saffari

Associate Professor, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

Extended Abstract:

Introduction

Weathering refers to a group of processes collectively responsible for the breakdown of materials at or near the Earth's surface. Weathering processes are regarded as being physical, chemical or biological in nature. From a geomorphological perspective, rock weathering is extremely important. First, weathering processes prepare Earth materials for subsequent transportation by agents of erosion. Second, weathering is an essential component of soil formation at the Earth's surface. Third, weathering processes are directly responsible for land form and landscape evolution. Karst landscapes and their distinctive land form assemblages, for example, are a direct consequence of weathering processes, as are the thick regolith mantled landscapes of the tropics and subtropics. Most Geologic, Geomorphologic and other technical papers and books deal with weathering as a basis for understanding erosion and erosion processes, but not in any strong detail, and they often refer to Peltier's 1950 paper as a basis for explaining the weathering process. He defined seven graphs using two variables, including Mean Annual Temperature and the Mean Annual Precipitation that described different types of weathering phenomena. The study area is situated at coordinates system of geographical longitude from 50° 09' and 00' up to east 61° 16' and 00' and geographical latitude 33° 27' and 39' up to north 38° 16' and 56' with an area of ۳۲۴۰۴۰٫۱۹ square kilometers in North, Northeast and Central of Islamic Republic of Iran Country.

Methodology

This study is based on Louis C. Peltier's 1950 study "The Geographic Cycle in Periglacial Regions as it is Related to Climatic Geomorphology" published in the Association of American Geographers (AAG) and uses graphs that define the Chemical Weathering, Frost Action, Weathering Regions, Pluvial Erosion, Mass Movement, Wind Action and Morphogenetic Regions based on Mean Annual Temperature and Mean Annual

^۱- * Corresponding author: Tell: +98 918 344 4037

Re_mansouri@sbu.ac.ir

Precipitation. This study, using two graphs related to weathering regimes and morphogenetic regions, to investigate and zoning weathering processes in seven provinces: Tehran, Alborz, Semnan, Razavi Khorasan, North Khorasan, Golestan and Mazandaran has been done. For this study, firstly Mean Annual Temperature and the Mean Annual Precipitation data for 29 synoptic stations in during statistical period from the Meteorological Organization receives and after the eliminate of defects were entered into the database in GIS environment. In the next step, then assessment the trend of average temperature and precipitation in the region, regimes both stations were marked on Peltier graph. Next to each was assigned coefficient and in the database were recorded and at the end of their maps were created.

Discussion

Weathering is the decomposition of earth rocks, soils and their minerals through direct contact with the planet's atmosphere. Weathering occurs in different intensities and types, like chemical and physical weathering. Because it is highly a function between temperature and precipitation, weathering varies spatially as climate itself. A graph defining weathering regions by Louis C. Peltier, 1950, (Figure 1), suggests the relative importance of the various types of physical and chemical weathering in different regions of the Earth. This diagram is going to be used to aid the development of an ArcGIS tool. Addressing weathering with this method could be done for any parts of the world where there is temperature and precipitation data. Since this data can be obtained monthly, annually and historically, a wide variety of studies can be produce. Weathering can be useful to understand situations were reduction of elevation and relief in land forms and landscapes are happening or even be used as criteria for determining places for burying wastes in the ground. Buildings made of any stone, brick or concrete are susceptible to the same weathering agents as any exposed rock surface. Also statues, monuments and ornamental stonework can be badly damaged by natural weathering processes.

Conclusion

The results indicate that based on Peltier graph in this area, from 9 Peltier's Morphogenetic Regions, including: Selva, Maritime, Arid, Semi-Arid, Savanna, Moderate, Boreal, Glacial and Periglacial, four regions arid, semi-arid, savanna and moderate occur in the region. The large part of the region is on dry situation and the most parts of Mazandaran province are in the savanna and moderate region. But in terms of the weathering regimes, the most of area have a weathering very low, and western and central parts of Mazandaran province only have a moderate chemical weathering. Chemical Weathering occurs where water and high temperatures allow for chemical reactions to take place.

Key words: Weathering, Peltier's Graphs, Weathering Regimes, Morphogenetic Regions.