Assessment of temperature hazards of cold oven in Central Zagros

Abstract

Central Zagros, having high natural and human potentials such as high population density, unique hydrological conditions, high altitude diversity, having environmental capabilities that can be exploited in agricultural and industrial sectors, faces many environmental challenges, such as climatic hazards and its consequences such as cold waves. , drought, flood, etc. are among its most important manifestations. In this research, using the annual temperature data of 10 selected stations during a period of 15 years (2006-2020), the temperature hazards of Central Zagros were analyzed. The minimum daily temperature of the cold period of the stations from January 1 (December 22) to April 15 (April 4) during a period of 104 days and for a total of 15 years (5 days belonging to leap years) is equivalent to day 1565 = (15*104) +5 was extracted at each station and the raw data matrix of daily minimum temperature was prepared. Next, in order to distinguish cold, very cold and super cold days, the indexing method (characteristics of tendency to the center and dispersion of data) was used and the standardized minimum daily temperature index was calculated for all stations. Days with a negative standardized index anomaly of 0 to (-1.2) are called cold days (0 to -5.5 degrees) Celsius, days with an index anomaly of (-1.2) to (-2.4) as days Very cold (-5.5 to -11 degrees) and days with a negative index anomaly of more than -2.4 were designated as cold cloudy days (less than -11 degrees). In the continuation of applying cluster analysis using the accumulation method on the temperature data matrix of 1565*10 and drawing a zoning map using (GIS), four cold zones with frequent occurrences (low, medium, high and very high) were revealed in central Zagros. did A) Low risk: in a small part of the extreme southwest of the Middle Zagros region, near Noorabad station. b) Moderate risk: the western part of middle Zagros and including Lordegan, Yasouj and Sisherd stations c) High risk: the eastern part of central Zagros including the surrounding areas of Euclid, Semiram and Sepidan stations d) Very dangerous: the northern and northeastern part of Zagros The middle can be seen in the surrounding area of Kohrang, Shahrekord and Borujen stations.

Key words: Central Zagros, environmental hazards, minimum temperature, indexing, cluster analysis

ارزیابی مخاطرات دمایی فرین سرد در زاگرس مرکزی

چکیده

زاگرس مرکزی با داشتن پتانسیلهای بالای طبیعی و انسانی چون تراکم جمعیّت بالا، شرایط هیدرولوژیکی منحصر بفرد، تنوع ارتفاعی بالا، داشتن توانهای محیطی قابل بهره برداری بسیار در بخشهای کشاورزی و صنعتی چالشهای محیطی بسیاری پیش روی دارد که مخاطرات اقلیمی و پیامدهای آن چون امواج سرمایی، خشکسالی، سیل و ... از مهمترین مظاهرآن است. در پژوهش حاضر با بهره گیری از داده های دمای سالانه ۱۰ ایستگاه منتخب طی دوره زمانی ۱۵ ساله (۲۰۰۶-۲۰۲۰) مخاطرات دمایی زاگرس مرکزی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. دمای حداقل روزانه دوره سرد ایستگاهها از اول دی ماه (۲۲ دسامبر) تا ۱۵ فروردین ماه (۴ آوریل) طی یک دوره ۱۰۴ روزه و مجموعا برای ۱۵ سال (۵ روز متعلق به سالهای کبیسه) معادل روز ۱۵۶۵= ۵+(۱۰۴*۱۵) در هر ایستگاه استخرج شد و ماتریس داده های خام دمای حداقل روزانه آماده سازی شد. در ادامه جهت تشخیص روزهای سرد، خیلی سرد و اَبر سرد از روش شاخص سازی(مشخصات گرایش به مرکز و پراکندگی داده ها) استفاده شد و شاخص استاندارد شده دمای حداقل روزانه برای همه ایستگاهها محاسبه گردید. روزهای با ناهنجاری منفی شاخص استاندارد شده ۰ تا (۱/۲-) تحت عنوان روزهای سرد(۰ تا ۵/۵- درجه) سانتیگراد، روزهای با ناهنجاری شاخص (۱/۲-) تا (۲/۴-) به عنوان روزهای خیلی سرد (۵/۵- تا ۱۱- درجه) و روزهای با ناهنجاری منفی شاخص بیش از ۲/۴- با عنوان روزهای اَبر سرد (کمتر از ۱۱- درجه) تعیین شد. در ادامه اعمال تحلیل خوشه ای به روش پایگانی انباشتی بر روی ماتریس داده های دمایی۱۰* ۱۵۶۵ و ترسیم نقشه پهنه بندی با استفاده از (GIS) چهار پهنه سرمایی با رخداد فراوانی (کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) را در زاگرس مرکزی آشکار نمود. الف) کم مخاطره: در بخش کوچکی از منتهی الیه جنوبغربی منطقه زاگرس میانی در مجاورت ایستگاه نورآباد. ب) متوسط مخاطره: بخش غربی زاگرس

میانی و در برگیرنده ایستگاههای لردگان، یاسوج و سی سخت ج) زیاد مخاطره: بخش شرقی زاگرس مرکزی در برگیرنده مناطق پیرامونی ایستگاههای اقلید، سمیرم و سپیدان د) بسیار پُر مخاطره: که بخش شمالی و شمالشرقی زاگرس میانی در محدوده پیرامونی ایستگاههای کوهرنگ، شهرکرد و بروجن مشاهده می شود.

واژگان کلیدی: زاگرس مرکزی، مخاطرات محیطی، دما، شاخص سازی، تحلیل خوشه ای

۱-مقدمه

دما به عنوان یکی از بارزترین و مهمترین عناصر آب وهوایی است که پدیده های دیگر محیطی، خصوصاً عوامل مؤثر در فعالیتهای انسانی را کنترل می کند و خود نیز در کنترل عوامل دیگر مانند ارتفاع از سطح دریا می باشد. دما بعنوان یک پارامتر ترمودینامیک و مهم جوی منشأ بسیاری از تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیست محیطی و اقلیمی است. بررسی شرایط دمایی بعنوان نمادی از مخاطرات جوی، همزمان با گرمایش جهانی، از چالشهای زیست محیطی قرن حاضر است. به دلیل اهمیت و تأثیر دما بر شرایط محیطی و زیستی و نیز نقش آن در ایجاد و تنوع زیست بوم‌ها و کنترل شرایط مطلوب حیات، بررسی تغییرات رفتاری آن در بازه های زمانی طولانی مدت(روند) و کوتاه مدت(فازها و چرخه ها) ضروری است. شناسایی و تعیین الگوی فضایی مخاطرات دمایی برای اتخاذ تصمیم های کارآمد و پیاده سازی برنامه های پیشگیرانه قبل از وقوع بحران حائز اهمیت است. از آن جاکه هر نوع برنامه ریزی اعم از مدیریت بحران بلایای طبیعی(سیل، یخبندان و...)، پیش بین های جوی و نیز توسعه اجتماعی و اقتصادی درکشور نیازمند شناخت دقیق توانهای محیطی و از جمله پارامترهای اقلیمی و سیستم های ایجاد کننده آن می باشد، بررسی مخاطرات دمایی بعنوان یکی از پارامترهای مهم و تأثیر گذار اقلیمی، ضروری به نظر می رسد و می تواند راهگشای برنامه ریزیهای ملّی، منطقه ای و محلی باشد.

شرایط آب و هوایی در زاگرس مرکزی و دمای پایین یکی از عوامل ایجاد محدودیت در جهت توسعه منطقه است به طوری که عدم برنامه ریزی صحیح و تأمین تسهیلات و امکانات متناسب با شرایط اقلیمی در زاگرس مرکزی می تواند مانع بزرگی بر مسیر توسعه باشد. زمستان‌های خشن، سرد و برفی از ویژگی‌های اقلیم کوهستانی زاگرس مرکزی است. از جمله اثرات مخاطرات سرمایی، ترکیدن لوله‌ها و اتصالات آب، یخبندان سطح معابر و خیابان‌ها، افزایش مصرف انرژی و افت فشار در شبکه‌های گاز و برق، از بین‌رفتن محصولات کشاورزی و همچنین شیوع بیماری‌های مرتبط با دما مثل سرماخوردگی، ذات‌الریه و تشدید آسم و ... است. نتایج پژوهش حاضر در تنظیم برنامه های زمانی برای اجرای سیاستهای کلان انرژیی، مدیریت مصرف سوخت، گردشگری و سایر سازمانهای برنامه ریزی و مدیریت کشور به منظور کاهش مخاطرات موثر خواهد بود.

بررسی شرایط دمایی فرین جهت پیش آگاهی، مدیریت بحران و کاهش ریسک مخاطرات اقلیمی همواره مورد نیاز و توجه برنامه ریزان محیطی قرار دارد. در این راستا با توجه به ویژگیهای زاگرس مرکزی چون تراکم جمعیّت بالا، شرایط هیدرولوژیکی

منحصر بفرد، داشتن توانهای محیطی قابل بهره برداری بسیار در بخشهای کشاورزی و صنعتی، شناخت دقیق پتانسیلهای اقلیمی از جمله دما و عوامل موثر بر رخداد و پیش بینی آن جهت برنامه ریزی های منطقه ای لازم و ضروری به نظر می رسد.

در بحث درشرایط دماهای فرین سرد در ایران و جهان پژوهشهای متعددی انجام شده است. مسعودیان و دارند(۱۳۹۰) ضمن تحلیل زمانی– مکانی روند روزهای فرین سرد ایران یافتند که گستره روند منفی رخداد تعداد روزهای فرین سرد طی دوره (۱۳۴۰–۱۳۸۲) بیشتر از گستره روند مثبت است. روند مثبت تعداد روزهای فرین سرد بر روی ناهمواری های مرتفع شهرکرد, سنندج, زنجان تا اردبیل و به صورت نوار باریکی بر روی رشته کوه های البرز قرار گرفته اند, در حالی که روند منفی رخداد تعداد روزهای فرین سرد, نیمه مرکزی و جنوبی کشور را در بر دارد. بیشترین و کمترین رخداد سرماهای فرین ایران به ترتیب مربوط به برج های دی و تیر است.

جلالی و همکاران (۱۳۹۵) ساختار فضایی تغییرات زمانی مکانی تداوم موج‌های سرمایشی دهه‌های اخیر شمال غرب ایران را ارزیابی کردند. نتایج نشان داد عمدهٔ تمرکز هسته‌ها در نواحی شرقی منطقهٔ مطالعه بوده و در دوره‌های اخیر از شدت هسته‌های امواج سرمایی کاسته شده است. دوستکامیان و همکاران(۱۳۹۶) در واکاوی و شناسایی تغییرات مکانی پهنه های گرم و سرد دمایی ایران یافتند که از وسعت مکانی پهنه‌های دمایی سرد ایران در دوره‌های اخیر کاسته شده است مقدار دمای آن‌ها هم افزایش قابل محسوسی داشته است به‌طوری‌که میانگین پهنه‌های سرد دمایی ایران در دوره اول (۱۳۵۰–۱۳۴۱) با گستره ۲۶/۴ درصد دارای دمایی ۱۲/۷ درجه سانتی‌گراد بوده است که در دوره پنجم (۱۳۸۱–۱۳۹۰) این گستره به ۲۵/۸ و دمای ۱۳/۴ درجه سانتی‌گراد رسیده است که بیانگر افزایش ۰/۷ درجه سانتی‌گراد دمای پهنه‌های سرد می‌باشد. برنا و همکاران(۱۴۰۰) ضمن ارزیابی مخاطرات دمایی در خوزستان، چهار پهنه مخاطره‌آمیز دمایی (کم مخاطره، مخاطره متوسط، پرمخاطره و بسیار پرمخاطره) را در استان آشکار نمود. الف) ناحیه کم مخاطره: با روند شمالغربی– جنوبشرقی استان شامل سرزمین‌های کوهستانی و نسبتا مرتفع که بر روی ارتفاعات زاگرس در منتهی‌الیه شرق و شمالشرقی؛ ب) ناحیه متوسط مخاطره: شامل کمربند کم ارتفاع مجاور رشته‌کوه زاگرس در جنوبشرق؛ شرق و شمالی؛ ج) ناحیه زیاد مخاطره: در برگیرنده سرزمین‌های کم‌ارتفاع مرکزی، شرقی و غربی استان؛ د) ناحیه پرمخاطره: که بیشتر مناطق مرکزی و غربی خوزستان را شناسایی نمودند.

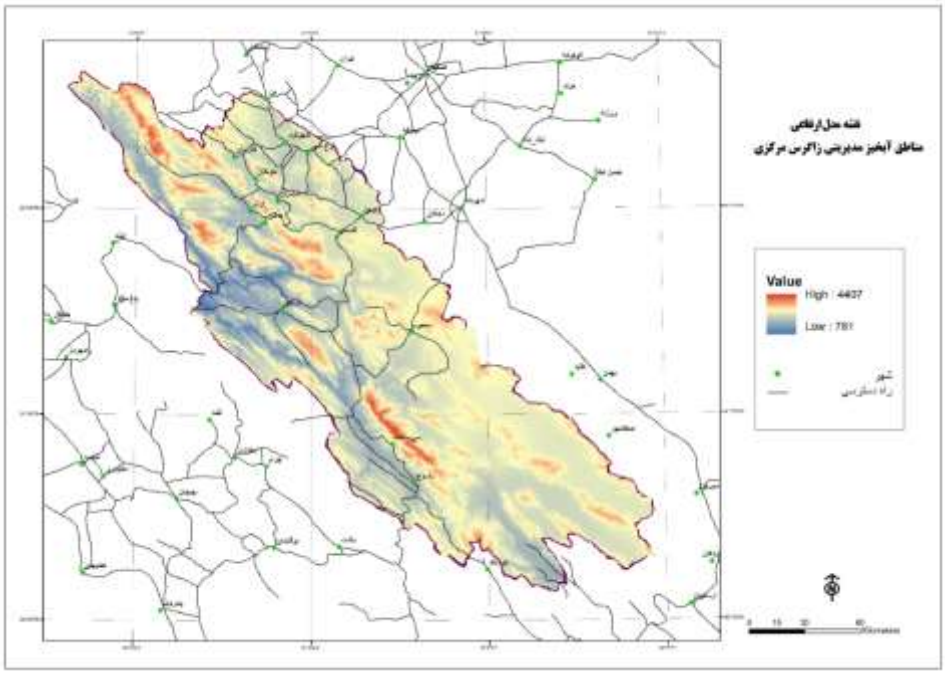
جعفری و همکاران(۱۴۰۰) روند تغییرات و توزیع فضایی روزهای سرد فرین شمال غرب ایران را بررسی نمودند و یافتند که وجود روند کاهشی روزهای سرد فرین در اکثر ماه ها (بجز در یکی دو ایستگاه) فاقد معنی داری آماری می باشند و تنها در ماه مارس روند کاهشی معنی داری در حدود ۵۰ درصد از ایستگاه ها رخ داده است. تحلیل فضایی روند ماه مارس نشان داد که روند کاهشی معنی دار در شمال غرب و جنوب شرق منطقه تشکیل خوشه و لکه سرد داده است.

ژانو و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی نمایه های فرین حوضه رودخانه های چین طی دورهٔ ۲۰۰۹–۱۹۶۰ دریافتند که در سراسر حوضه، نمایه های فرین سرد روزهای یخبندان، روزهای یخی شبهای سرد، روزهای سرد، دوام امواج سرما و دامنه دمای شبانه روزی روند منفی معناداری را نشان میدهد. راستکاچی(۲۰۱۶) تغییرات موجهای گرما و دماهای گرم حدی در آرژانتین را بررسی

کرد. نتایج نشان داد که امواج گرمایی یکی از پیامید های تغییرات اقلیمی می باشد و هرساله بر فراوانی وشدت آن افزوده می شود. شی و همکاران(۲۰۱۶) توزیع زمانی– مکانی رخدادهای اقلیمی پرتکرار را بررسی کردند. ایشان یافتند که با توجه به تغییرات اقلیمی رخداد دماهای گرم و سرد بیشتر می شود و انجام راهکارهای مدیریتی و سازگارانه حائز اهمیت می باشد. لاتکا و همکاران (۲۰۱۷) امواج گرمایی را از طریق سناریوها تغییر اقلیم در اروپا بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که تحت شرایط تغییر اقلیم جهانی فراوانی رخدادها گرمایی و مخاطرات دمایی در حال افزایش است.

از آنجا که شناسایی و تعیین الگوهای فضایی و مکانی تغییرات دمایی برای اتخاذ تصمیم های کارآمد و پیاده سازی برنامه های پیشگیرانه قبل از وقوع بحران حائز اهمیت است. در پژوهش حاضر سعی شده است تا مخاطرات ویژگیهای مکانی دمای حداقل در ساختار منطقه ای زاگرس مرکزی مورد واکاوی و پهنه بندی قرار گیرد.

زاگرس مرکزی به دلیل شرایط خاص جغرافیایی یعنی موقعیتش در منطقه جنب حاره، طی سال مورد هجوم توده‌های هوا و سامانه های همدید با منشأ مختلف و خصوصیات فیزیکی گوناگون قرار می‌گیرد که با ورود خود، موجب تنوع و تغییر در عناصر آب و هوایی منطقه از جمله دما می‌گردند. زاگرس مرکزی عمدتاً کوهستانی و در دامنه ارتفاعی ۸۳۰ تا ۴۴۱۶ متر از سطح دریا قرار دارد. میانگین ارتفاع محدوده ۲۳۳۲ متر است. ۳۴ درصد از محدوده، ارتفاع ۲۴۰۰– ۲۱۰۰ متر و کمتر از یک درصد آن، ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر دارد. این منطقه سکونتگاه و محل تأمین معیشت حدود ۱۰ درصد از جمعیت کشور است. زاگرس مرکزی تقریباً تمام استان چهارمحال و بختیاری، مناطق وسیعی از استان کهگیلویه و بویراحمد، قسمت اعظم اقلید، سپیدان، آباده و ممسنی در استان فارس و سمیرم در استان اصفهان را در بر می گیرد شکل(۱). میزان نزولات جوی منطقه سالیانه ۵۰۰ میلی متر (بیشتر از متوسط بارندگی ایران) است. زاگرس منبع تأمین آب ۹۲ رودخانه مهم کشور و آبخیز بزرگترین و طولانی‌ترین رودخانه‌های کشور نظیر کارون، جراحی، کوهرنگ، لردگان، مارون، کر، اردکان، سمیرم، زاینده رود، دالکی و... است که به سمت جنوب، غرب و مرکز کشور جریان می‌یابند و مناطق غرب، جنوب غرب و بخشی از مناطق مرکزی ایران وابسته به پایداری این آبخیزهای حیاتی است (مطالعات ارزیابی توان اکولوژیک کوهستان زاگرس مرکزی، ۱۳۹۴)

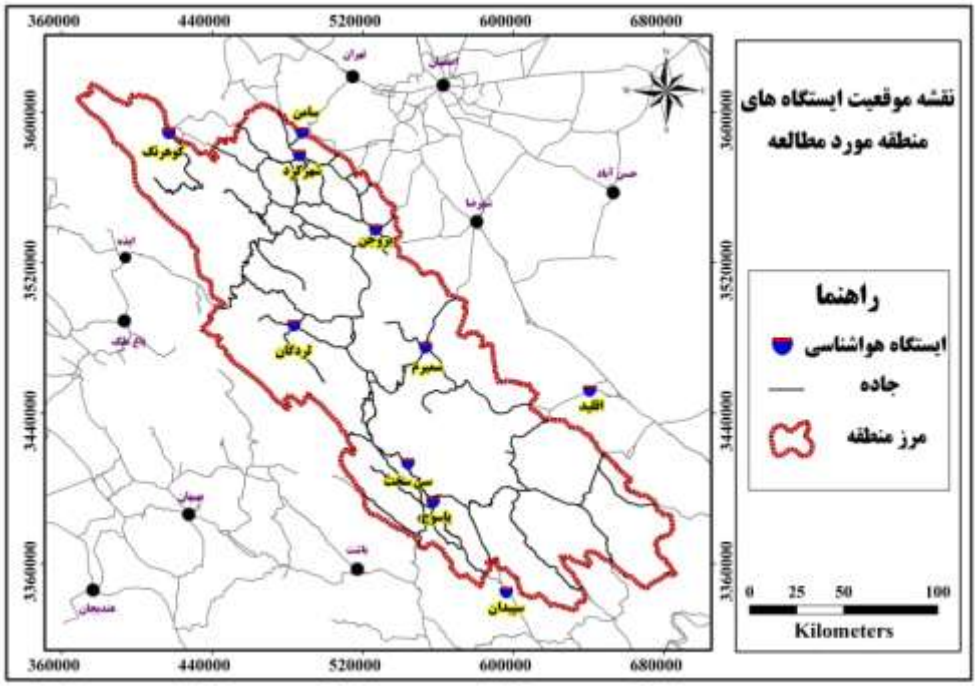


شکل(۱) موقعیت جغرافیایی و ارتفاعی زاگرس مرکزی

۲- داده ها و روش شناسی

رویداد فرین عبارت است از پدیـده نـادری کـه از دیدگاه آماری در ناحیه های بالا و پایین توزیـع آمـاری قرار گیرد و از این رو، احتمال وقـوع آن رویـداد خیلـی کم است. برای مثال، کلمه نـادر مـی توانـد بـه مفهـوم مقادیر پایین و بالای صدکهـای (۹۵ و ۵) ،(۹۰ و۱۰) و یا به صورت مقادیر بالاتر از یک آستانه و یا تداوم یـک شرایط ویژه تعریف شود. نمایه های فرین ساده و شفاف مبتنـی بـر داده هـای بلنـد مـدت و همگـن، وضـعیت رویدادهای فرین را بیان میکننـد. ایـن نمایـه هـا بایـد جنبه هایی از رخداد تغییر اقلیم و تأثیرات آن را نمایش دهند (رحیم زاده و همکاران، ۱۳۸۸). دماهـای فرین به دو دسته گرماهـای فـرین و سـرماهای فـرین تقسیم میشود که به عبـارتی گرماهـای فـرین شـامل دماهای بسیار بالاتر از حد معمـول و سـرماهای فـرین دماهای بسیارکمتر از حد معمول می باشد. دمای فرین اینگونه تعریف میشود: دما از مقدار میانگین خود در مکان مورد نظر بسیار بالاتر یا پایینتر رود؛ مبتنی بر این تعریف روشهای گوناگونی بیان شده است. امروزه از طریق شاخص های صدک (در سطح ۹۰ درصد)(بالاترین و پایینترین حد دما را به عنوان فرین انتخاب مینمایند؛ ژانگ و همکاران (۲۰۰۶). همچنین در مقایسه با میانگین به مقادیر حدی یا افراطی بالا (مقادیر بسیار بزرگ) و حدی یا افراطی پایین (مقادیر بسیار کوچک) مقادیر فرین گفته میشود (ریسنچ،۲۰۰۹).

برای شناسایی رخداد سرماهای فرین از شاخص نمره استاندارد شده(Z) بهره گرفته شد رابطه (۱). بر این اساس ابتدا داده های دمای حداقل روزانه ۱۰ ایستگاه منطقه طی دوره زمانی ۱۵ساله (۲۰۰۶–۲۰۲۰) مورد بررسی قرار گرفت شکل (۲). در ادامه به منظور آماده سازی و تحلیل داده ها مراحل زیر انجام گرفت.



شکل (۲) موقعیت ایستگاههای زاگرس مرکزی

۱– داده های دمای حداکثر روزانه ۱۰ ایستگاه منطقه طی دوره زمانی ۱۵ساله (۲۰۰۶–۲۰۲۰) و نبود و مفقودی داده ها از طریق روشهای آماری میانگین و ..... بازسازی گردید و صحت داده ها کنترل شد.

۲– با توجه به مشاهده روزهای با دمای برابر یا کمتر از صفر درجه(روزهای زمستانی) از اول دی ماه در اکثر ایستگاههای منتخب و نیز کارکردن بر روی مقادیر فرین دما، دمای حداقل روزانه دوره سرد ایستگاههای منطقه از اول دی ماه (۲۲ دسامبر) تا ۱۵ فروردین ماه(۴ آوریل) طی یک دوره ۱۰۴ روزه و مجموعا برای ۱۵ سال (۵ روز متعلق به سالهای کبیسه) معادل روز ۱۵۶۵= ۵+(۱۰۴*۱۵) در هر ایستگاه استخرج شد و ماتریس داده های خام دمای حداقل روزانه آماده سازی شد.

۳– در ادامه جهت تفکیک و تشخیص روزهای سرد، خیلی سرد و آبر سرد از روش شاخص سازی(مشخصات گرایش به مرکز و پراکندگی داده ها) استفاده شد رابطه (۱).

$T_{\min} = \left(T_{\min i} - \sum T_{mim}\right) / SD$	رابطه(۱)

$T_{\min}$: دمای استاندارد شده هر روز زمستانی طی دوره آماری

$T_{\min i}$: از حداقل دمای روزانه

$\sum T_{\min}$: میانگین دمای روزانه هر روز طی ۱۵ سال

SD : از انحراف معیار هر روز طی ۱۵ سال

۴- در ادامه برای تشخیص روز سرد، میانگین و انحراف معیار بلند مدت داده های دمای حداقل کل ایستگاهها برای هر روز طی دوره ۱۵۶۵ روزه محاسبه شد. پس از استانداردسازی داده های ایستگاهها، آستانه ۱/۲- نمره شاخص استاندار(علیجانی و هوشیار،۲۰۰۲) بعنوان مبنای فرین های سرد در نظر گرفته شد که شامل روزهای سرد تا اَبر سرد می شود.

۵- روزهای با ناهنجاری منفی شاخص استاندارد شده ۰ تا (۱/۲-) تحت عنوان روزهای سرد با دمای(۰) تا (۵/۵-) درجه سانتیگراد، روزهای با ناهنجاری منفی شاخص استاندارد شده (۱/۲-) تا (۲/۴-) به عنوان روزهای خیلی سرد با دمای(۵/۵-) تا (۱۱-) و روزهای با ناهنجاری منفی شاخص استاندارد شده بیش از ۲/۴- با عنوان روزهای اَبر سرد (کمتر از ۱۱- درجه) شناسایی و نامگذاری شدند.

۶- نقشه های پهنه بندی روزهای سرد، خیلی سرد و اَبر سرد زاگرس میانی ترسیم و تفسیر گردید. برای پهنه بندی آستانه های حدی دمایی حداقل منطقه، تحلیل خوشه ای به روش پایگانی انباشتی بر روی ماتریس داده های دمایی۱۰* ۱۵۶۵ انجام شد و با استفاده از قابلیتهای سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) پنج پهنه سرمایی با رخداد فراوانی (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) شناسایی و مورد تحلیل فضایی و مکانی قرار گرفت.

۳- بحث

دما بعنوان یک پارامتر ترمودینامیک و مهم جوی منشأ بسیاری از تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیست محیطی و اقلیمی است. روند رخداد آستانه های حدی دمایی بعنوان نمادی از مخاطرات جوی، همزمان با گرمایش جهانی، یکی از چالشهای زیست محیطی قرن حاضر است. در همین راستا جهت ارزیابی مخاطرات دمایی فرین سرد در زاگرس مرکزی، ابتدا روزهای آستانه های حدی حداقل دما در محدوده کمتر از صفر درجه سانتیگراد تا حداقل دمای مشاهده شده طی دوره آماری در ایستگاههای منتخب استخراج گردید جدول(۱) و در ادامه فراوانی روزهای شاخص سازی شده برای سه آستانه سرد، خیلی سرد و ابر سرد محاسبه شد جدول(۲).

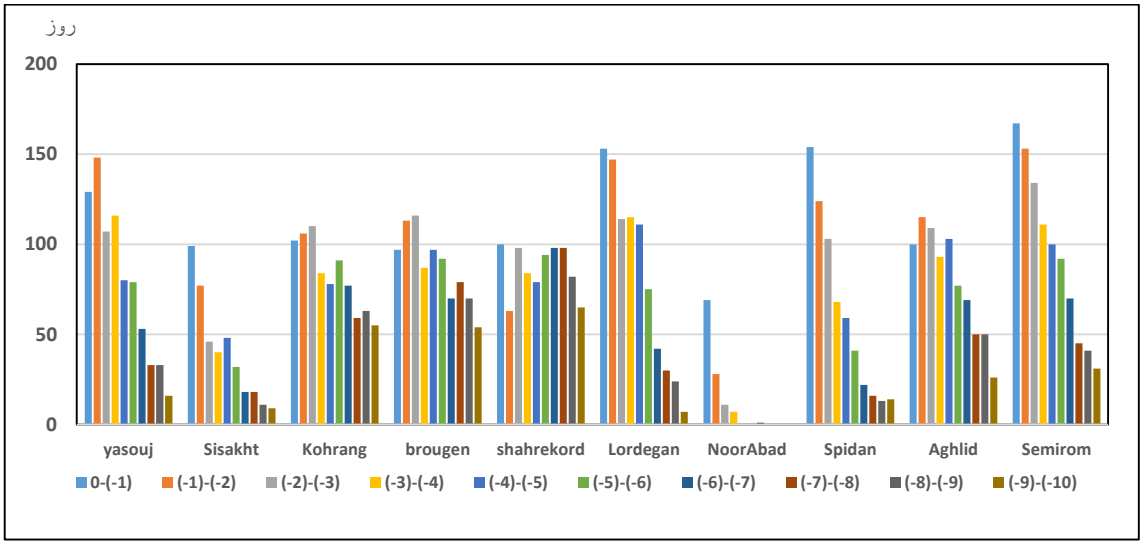
جدول (۱) محاسبات روزهای سرد و حدی دما در ایستگاههای منتخب زاگرس میانی

تعداد روزهای با دمای	yasouj	Sisakht	Kohrang	brougen	shahrekord	Lordegan	NoorAbad	Spidan	Aghlid	Semirom
0-(-1)	129	99	102	97	100	153	69	154	100	167
(-1)-(-2)	148	77	106	113	63	147	28	124	115	153
(-2)-(-3)	107	46	110	116	98	114	11	103	109	134
(-3)-(-4)	116	40	84	87	84	115	7	68	93	111
(-4)-(-5)	80	48	78	97	79	111	0	59	103	100
(-5)-(-6)	79	32	91	92	94	75	0	41	77	92
(-6)-(-7)	53	18	77	70	98	42	1	22	69	70
(-7)-(-8)	33	18	59	79	98	30	0	16	50	45
(-8)-(-9)	33	11	63	70	82	24	0	13	50	41
(-9)-(-10)	16	9	55	54	65	7	0	14	26	31
(-10)-(-11)	6	3	59	53	76	8	0	2	36	24
(-11)-(-12)	4	3	35	46	61	3	0	4	16	21
(-12)-(-13)	4	3	38	39	58	0	0	1	20	4
(-13)-(-14)	2	1	39	22	30	0	0	4	3	3
(-14)-(-15)	0	0	27	21	22	2	0	1	7	4
(-15)-(-16)	1	0	35	12	26	0	0	2	1	3
(-16)-(-17)	0	0	23	17	9	1	0	0	1	0
(-17)-(-18)	0	0	30	15	14	0	0	0	0	1
(-18)-(-19)	0	0	23	11	18	0	0	0	0	0
(-19)-(-20)	0	0	21	6	12	0	0	0	0	0
(-20)-(-21)	0	0	16	8	8	0	0	0	0	0
(-21)-(-22)	0	0	14	7	7	0	0	0	0	0
(-22)-(-23)	0	0	10	4	7	0	0	0	0	0
(-23)-(-24)	0	0	9	1	1	0	0	0	0	0
(-24)-(-25)	0	0	4	3	6	0	0	0	0	0
(-25)-(-26)	0	0	5	1	4	0	0	0	0	0
(-26)-(-27)	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0
(-27)-(-28)	0	0	1	0	8	0	0	0	0	0
(-28)-(-29)	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0
(-29)-(-30)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

جدول (۲) فراوانی روزهای سرد، خیلی سرد و آبر سرد بر اساس شاخص استاندارد شده دما در ایستگاههای منتخب

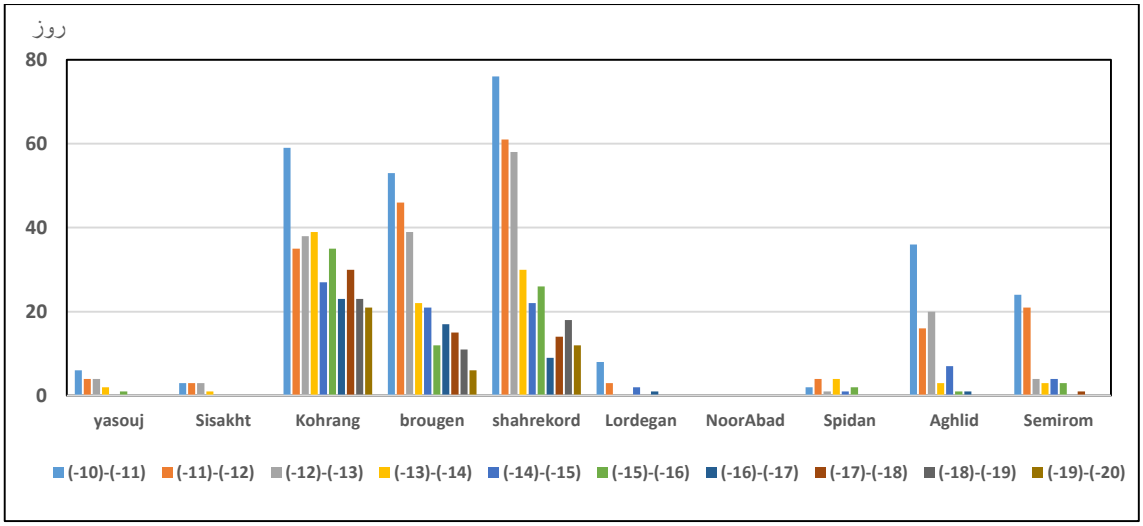
index	yasouj	Sisakht	Kohrang	brougen	shahrekord	Lordegan	NoorAbad	Spidan	Aghlid	Semirom
0-(-1.2)	549	250	488	516	432	589	54	411	503	605
(-1.2)-(-2.4)	141	58	313	326	420	111	1	67	231	211
کمتر از (-2.4)	11	6	333	214	301	6	0	11	48	36

بررسی فراوانی تعداد روزهای دمای ۰ تا ۱۰- درجه در ایستگاههای زاگرس میانی در جدول (۱) و شکل(۳) نشان داد که طی دوره آماری ایستگاه نورآباد با ۱۱۶ روز کمترین و ایستگاه سمیرم با ۹۴۴ روز بیشترین دمای صفر ۰ تا ۱۰- را داشته اند. در آستانهای دمایی ۰ تا ۵- همگونی رفتاری بیشتری میان ایستگاههای منطقه دیده می شود ولی با رسیدن به دماهای کمتر از ۵- درجه ناهمگونی نسبتاً زیادی میان ایستگاههای منطقه مشاهده می شود به عبارتی تفاوتها پر رنگتر می شوند به گونه ای که رخداد دمای کمتز از ۵- در ایستگاه ها مانند نورآباد به صفر و در برخی دیگر مانند سپیدان، لردگان به کمتز ۷۰ روز می رسد.



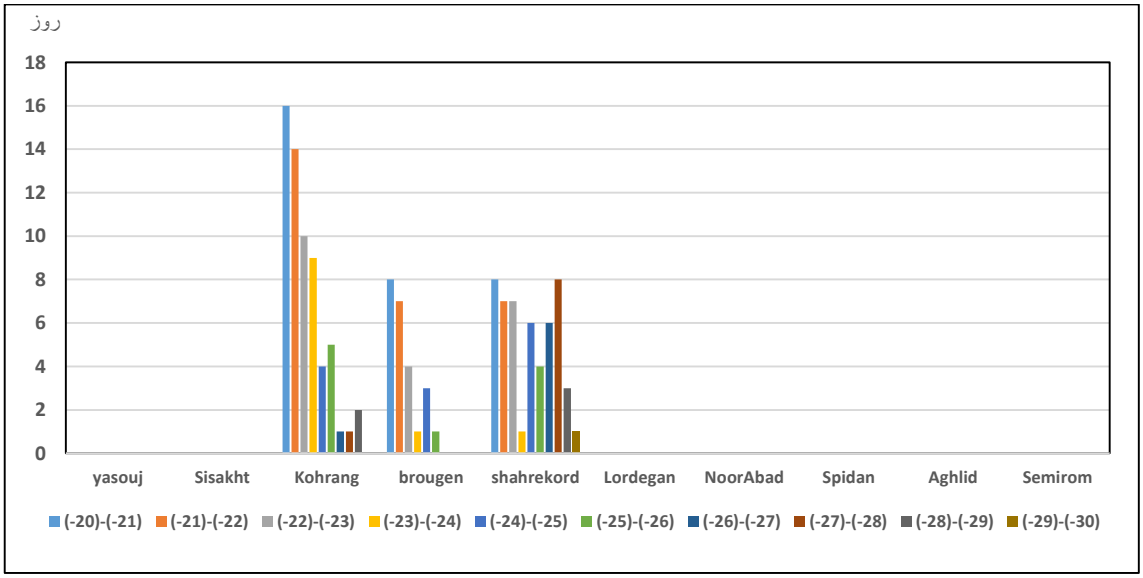
شکل (۳) فراوانی تعداد روزهای دمای ۰ تا (۱۰-) درجه در زاگرس میانی در دوره آماری(۲۰۰۶-۲۰۲۰)

بررسی تعداد فراوانی روزهای با آستانه دمایی ۱۰- تا ۲۰- درجه در ایستگاههای منتخب زاگرس میانی طی دوره آماری ناهمگونی کاملا آشکاری را در رفتار دمایی ایستگاهها نشان می دهد به گونه ای که ایستگاههای کوهرنگ و شهرکرد با بیش از ۳۰۰ روز رکوردار بوده و سردترین ایستگاهها هستند. در ایستگاه نورآباد هیچ دمای زیر ۱۰- ثبت نشده است. فراوانی روزهای ۱۰- درجه در باقیمانده ایستگاههای منطقه بین ۱۰ روز در سی سخت تا ۸۴ روز در اقلید متغیر است شکل(۴).



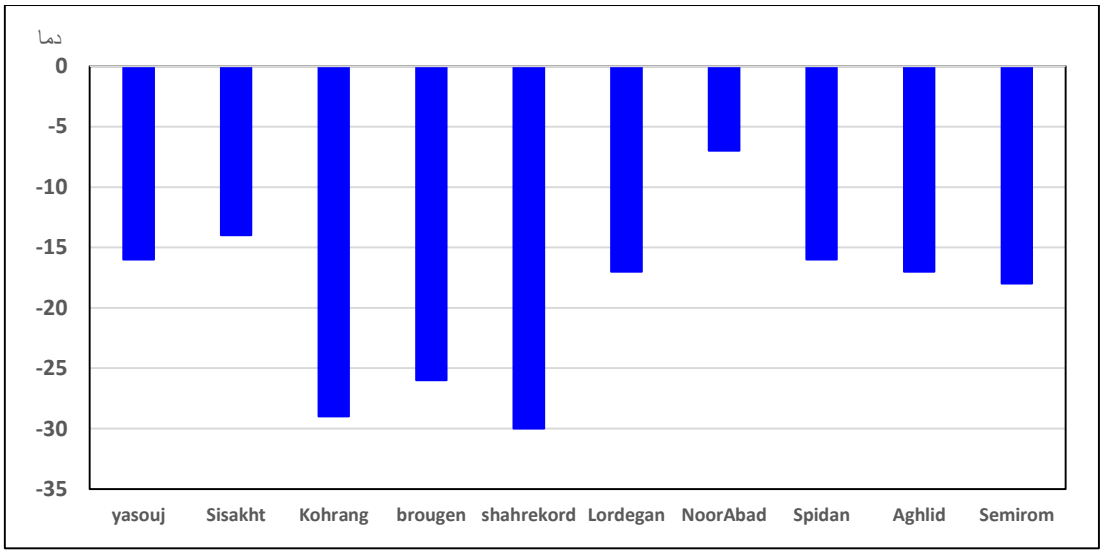
شکل (۴) فراوانی تعداد روزهای دمای (۱۰-) تا (۲۰-) درجه در زاگرس میانی در دوره آماری(۲۰۰۶-۲۰۲۰)

با رسیدن به آستانه دمایی ۲۰- تا ۳۰- درجه تغییرات محسوسی در گروه بندی ایستگاههای منطقه مشاهده می شود با این توصیف که تعداد بیشتری از ایستگاهها فاقد دمای ثبت شده هستند. بررسی شکل(۵) آشکار می سازد که در آستانه دمایی ۲۰- تا ۳۰- درجه در دوره آماری ۲۰۰۶-۲۰۲۰ تنها سه ایستگاه شهرکرد، بروجن و کوهرنگ آمار ثبت شده دارند. ایستگاه کوهرنگ با ثبت ۶۳ روز دمای کمتر از ۲۰- درجه رکورددار است.



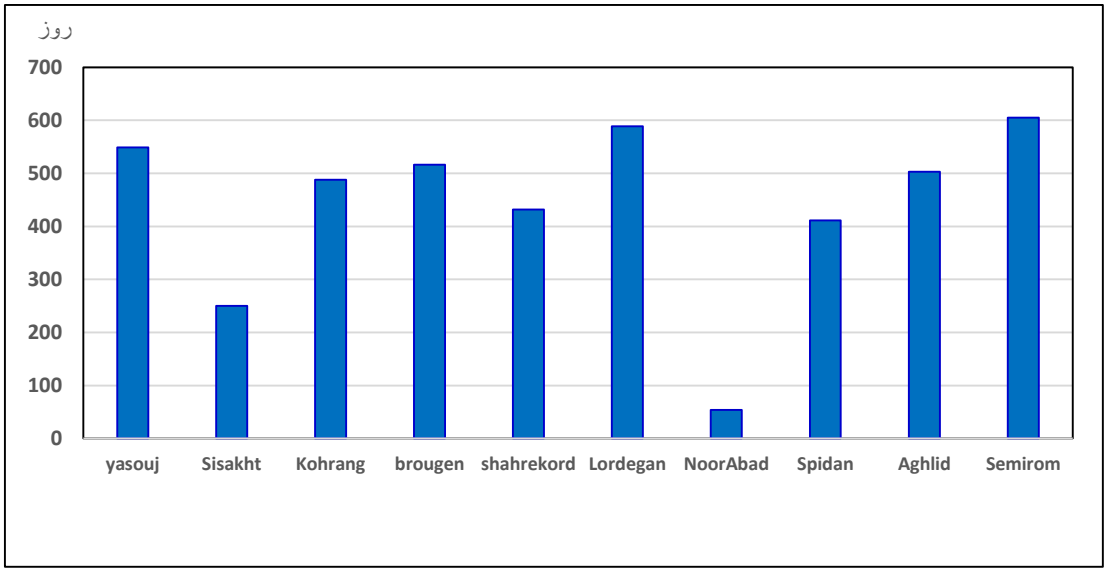
شکل (۵) فراوانی تعداد روزهای دمای (۲۰-) تا (۳۰-) درجه در زاگرس میانی در دوره آماری(۲۰۰۶-۲۰۲۰)

بررسی شکل(۶) آشکار می سازد که حداقل دمای کمینه مشاهده شده در منطقه طی دوره آماری به کمتر از ۳۰- درجه نمی رسد. حداقل دمای مشاهده شده طی بازه زمانی آماری در منطقه با ۳۰- درجه متعلق به ایستگاه شهرکرد می باشد. پس از آن استگاه کوهرنک با ۲۹- و بروجن با ۲۶- در تبه های دوم و سوم قرار دارند.



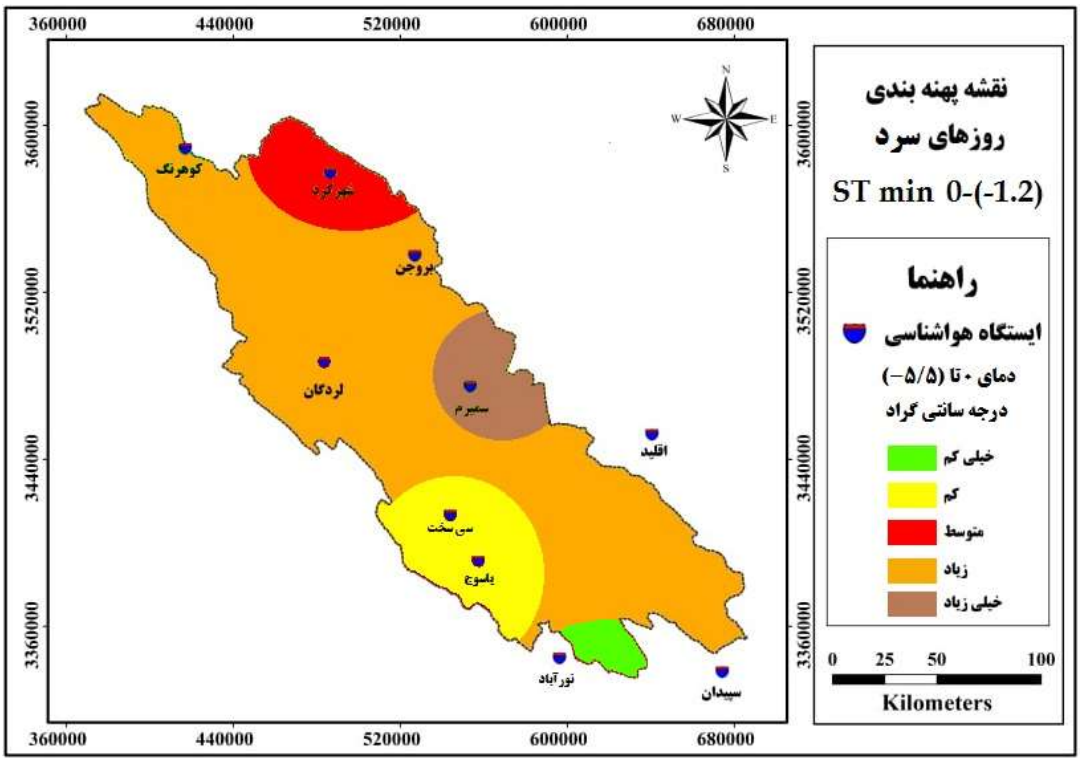
شکل (۶) حداقل دمای کمینه مشاهده شده در ایستگاههای منتخب زاگرس میانی در دوره آماری(۲۰۰۶-۲۰۲۰)

در ادامه تحلیل نمودار و نقشه روزهای با ناهنجاری منفی شاخص استاندارد شده ۰ تا (۱/۲-) تحت عنوان روزهای سرد با دمای(۰) تا (۵/۵-) درجه سانتیگراد در زاگرس میانی پنج پهنه با پراکندگی فضایی و مساحت متفاوت را نشان آشکار نمود. در بخش کوچکی از جنوب زاگرس میانی به مرکزیت ایستگاه نورآباد فراوانی خیلی کم مشاهده می شود. مناطق پیرامونی ایستگاههای سی سخت و یاسوج در جنوبغربی در پهنه دارای فراوانی کم قرا گرفته اند. در بخشی از شمالشرقی منطقه به مرکزیت ایستگاه شهرکرد فراوانی متوسط مشاهده می شود. ایستگاه سمیرم در شرق منطقه تنها نماینده پهنه دارای فراوانی خیلی زیاد می باشد. باقیمانده مساحت زاگرس میانی شامل ایستگاههای سپیدان، کوهرنگ، اقلید، لردگان و بروجن در پهنه دارای فراوانی زیاد قرار می گیرند شکلهای(۷) و (۸).

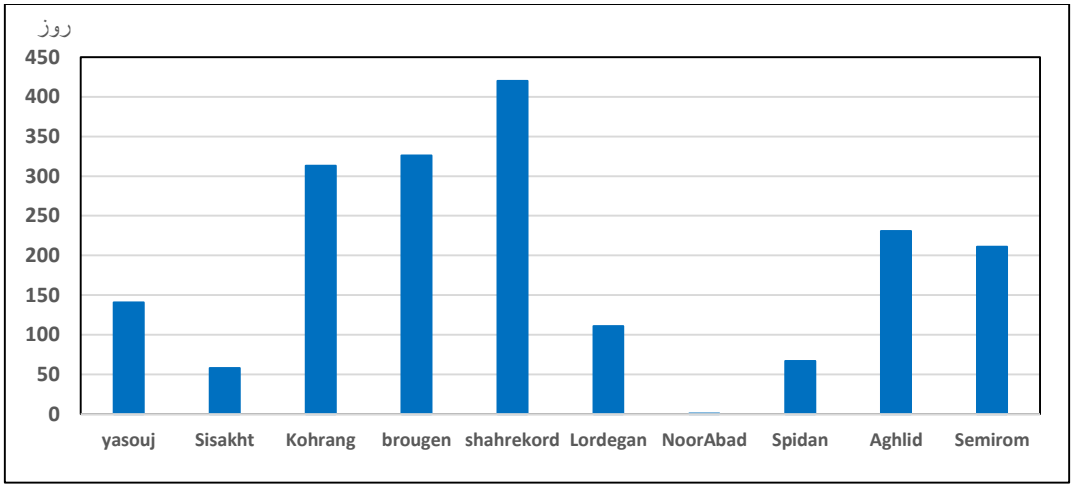


شکل (۷) فراوانی روزهای با ناهنجاری شاخص استاندارد ۰ تا (۱/۲-) با عنوان روزهای سرد در زاگرس میانی

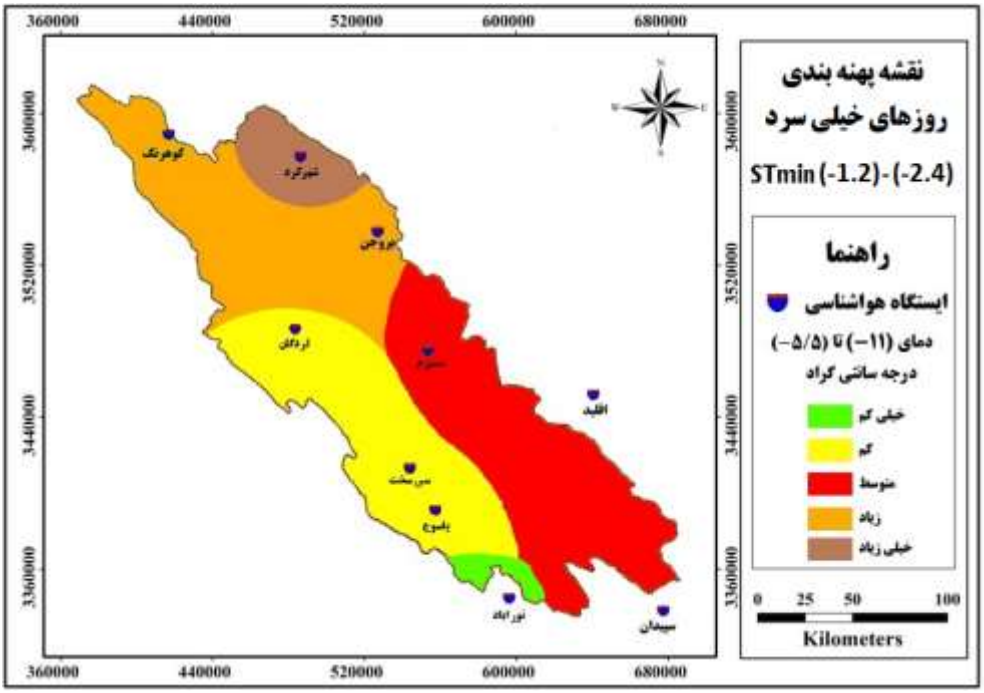
بررسی شکلهای(۹) و (۱۰) نمودار و نقشه روزهایی که ناهنجاری منفی شاخص استاندارد شده آنها (۱/۲-) تا (۲/۴-) انحراف معیار کمتر از میانگین بود و تحت عنوان روزهای خیلی سرد با دمای(۵/۵-) تا (۱۱-) درجه پنج پهنه دمایی را با آستانه های فراوانی کم تا خیلی زیاد در منطقه زاگرس میانی آشکار نمود. بر این اساس بخش کوچکی از شمال شرق منطقه در گروه فراوانی خیلی زیاد به مرکزیت ایستگاه شهرکرد قرار دارد. مناطق پیرامونی ایستگاههای کوهرنگ و بروجن در شمال منطقه مطالعاتی در گروه فراوانی زیاد قرار دارند. بخشهای شرقی و جنوبی به مرکزیت ایستگاههای سمیرم، اقلید و سپیدان در طبقه فراوانی متوسط قرار گرفته اند. مناطق پیرامونی ایستگاههای لردگان، یاسوج و سی سخت در بخش غربی پهنه فراوانی کم را به خود اختصاص داده اند. در بخش کوچکی از جنوبغربی زاگرس میانی به مرکزیت ایستگاه نورآباد نیز فراوانی خیلی کم مشاهده می شود.



شکل (۸) پهنه بندی روزهای با ناهنجاری شاخص استاندارد ۰ تا (۱/۲-) با عنوان روزهای سرد در زاگرس میانی



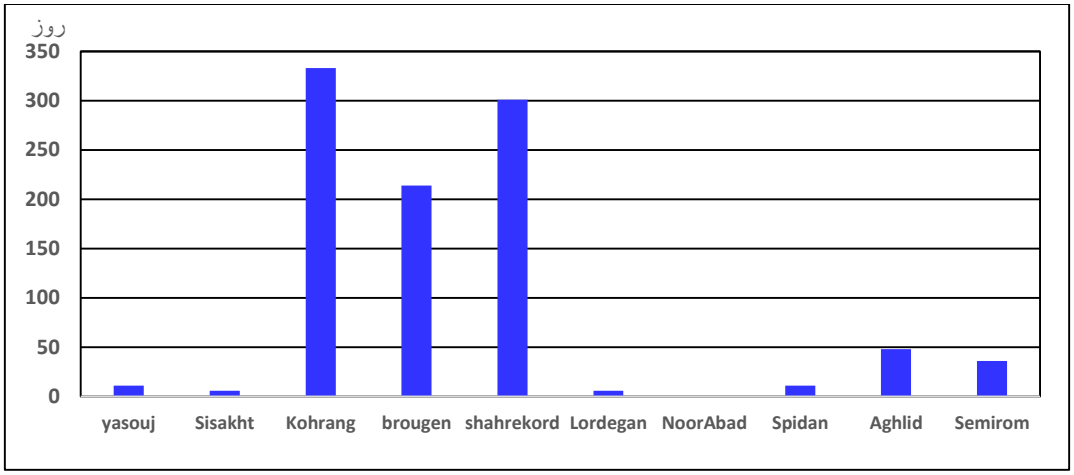
شکل (۹) فراوانی روزهای با ناهنجاری شاخص استاندارد (۱/۲-) تا (۲/۴-) با عنوان روزهای خیلی سرد در زاگرس میانی



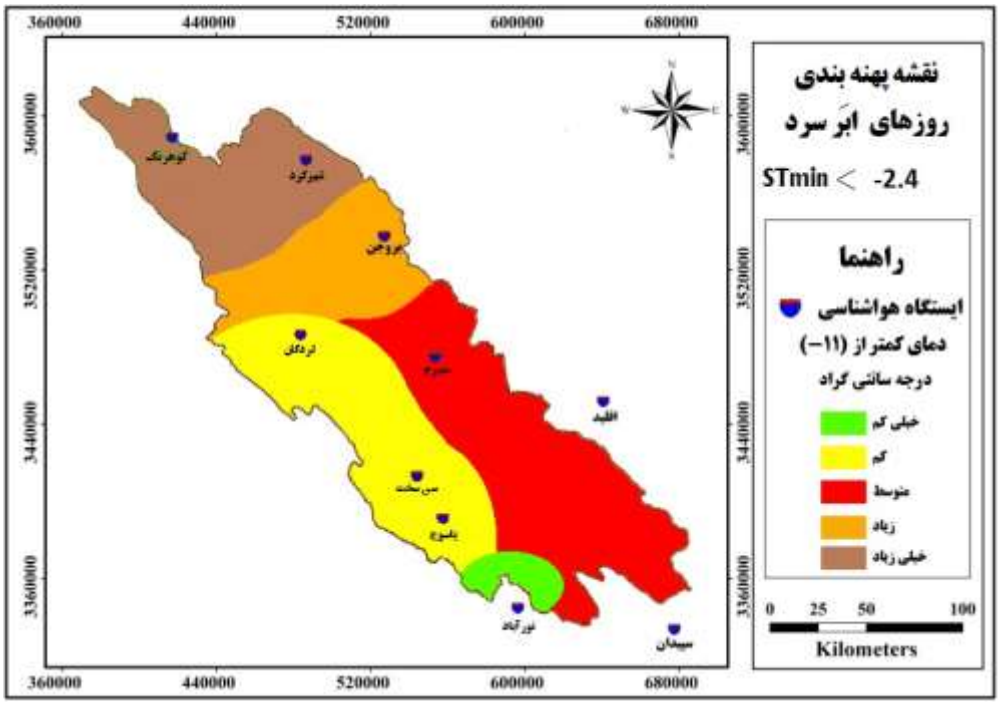
شکل (۱۰) پهنه بندی روزهای با ناهنجاری شاخص استاندارد (۱/۲-) تا (۲/۴-) با عنوان روزهای خیلی سرد در زاگرس میانی

تحلیل نمودار و نقشه روزهای با ناهنجاری منفی شاخص استاندارد شده بیش از ۲/۴- با عنوان روزهای آبر **سرد** (کمتر از ۱۱- درجه) در زاگرس میانی پنج پهنه با پراگندگی فضایی و گستردگی مکانی متفاوت را در این آستانه دمایی آشکار نمود. بخش کوچکی از جنوبغربی به مرکزیت ایستگاه نورآباد تعداد روزهای آبر **سرد** خیلی کمی را تجربه نموده است. ایستگاههای یاسوج، سی سخت و لردگان به نمایندگی از بخشهای غربی روزهای آبر **سرد** کمی را ثبت نموده اند. بخشهای شرقی منطقه شامل

ایستگاههای سمیرم، سپیدان و اقلید در گروه فراوانی متوسط قرا گرفته اند. ایستگاه بروجن به تنهایی نماینده طبقه فراوانی زیاد است و بخشهای شمالی و شمالشرقی منطقه زاگرس میانی(محدوده پیرامونی ایستگاههای کوهرنگ و شهرکرد) بیشترین فراوانی روزهای آبر سرد مشاهده می شود شکلهای (۱۱) و (۱۲).



شکل (۱۱) فراوانی روزهای با ناهنجاری شاخص استاندارد کمتر از (۲/۴-) با عنوان روزهای آبر سرد در زاگرس میانی



شکل (۱۲) پهنه بندی روزهای با ناهنجاری شاخص استاندارد کمتر از(۲/۴-) با عنوان روزهای آبر سرد در زاگرس میانی

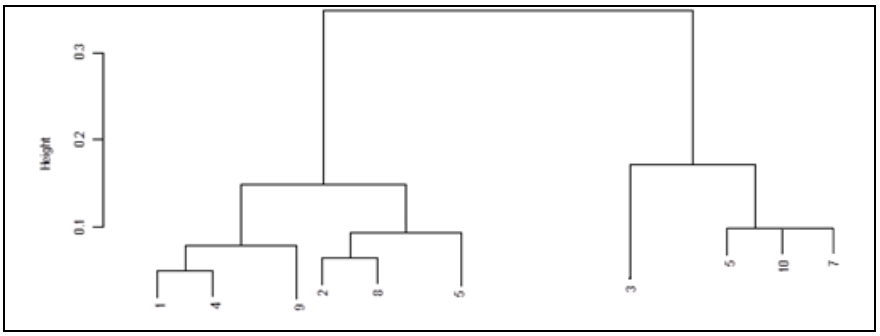
بررسی شکلهای(۱۳) و (۱۴) چهار پهنه مخاطره آمیز دمایی(سرمایی) را در قالب چهار رده کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد در زاگرس میانی آشکار نمود.

کم مخاطره: این ناحیه در بخش کوچکی از منتهی الیه جنوبغربی منطقه زاگرس میانی در مجاورت ایستگاه نورآباد با کمترین ارتفاع (۹۷۲ متر) مشاهده می شود. در این ناحیه، مخاطرات سرمایی به حداقل می رسد و در طول دوره آماری مورد بررسی بندرت دمای کمتر از ۷- ثبت شده است.

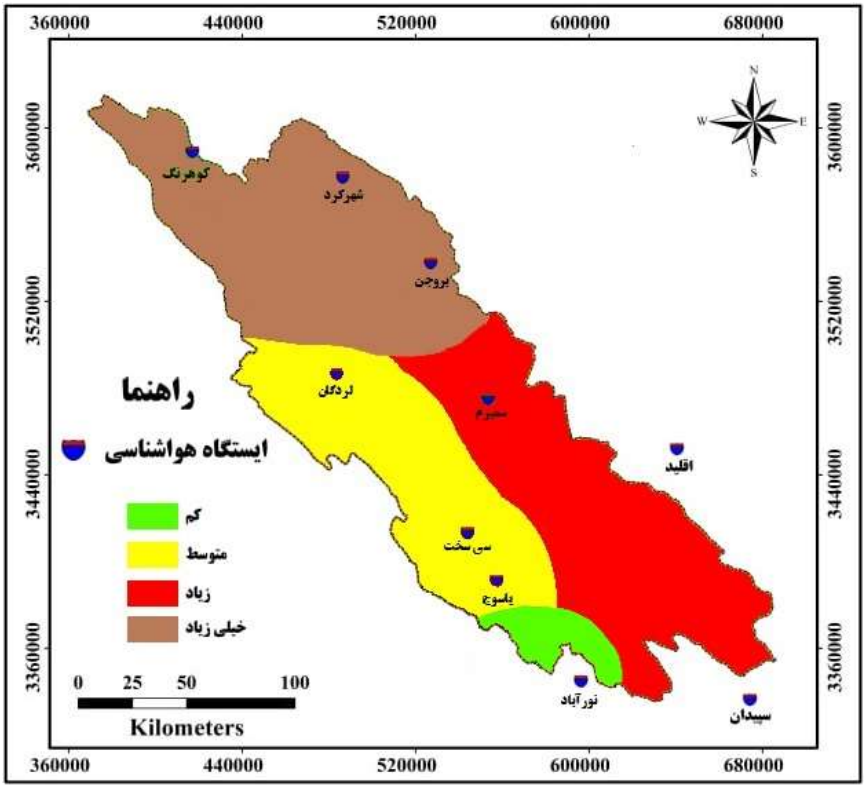
متوسط مخاطره: این ناحیه در بخش غربی زاگرس میانی و در برگیرنده ایستگاههای لردگان، یاسوج و سی سخت بوده و در مناطق نسبتا مرتفع دیده می شود. در این ناحیه فراوانی رخداد روزهای سردتر از ۱۰- درجه سانتیگراد کمتر از ۲۰ روز در طول دوره آماری مورد بررسی است و حداقل دمای ثبت شده در این ناحیه بندرت به کمتر از ۱۷- رسیده است.

زیاد مخاطره: این ناحیه را می توان نماینده سرزمین‌های مرتفع زاگرس میانی دانست که پیرامون ایستگاههای اقلید، سمیرم و سپیدان با ارتفاعی بیش از ۲۲۰۰ تا ۲۴۵۰ متر گسترش یافته است. در این ناحیه فراوانی رخداد روزهای سردتر از ۱۰- درجه سانتیگراد بصورت متغیر در ایستگاهها حدود ۵۰ تا ۸۰ روز در طول دوره آماری است و حداقل دمای ثبت شده در این ناحیه بندرت به کمتر از ۲۰- رسیده است.

بسیار پُر مخاطره: بیشترین مخاطرات سرمایی در بخش شمالی و شمالشرقی زاگرس میانی در محدوده فضایی ایستگاههای کوهرنگ، شهرکرد و بروجن بوقوع پیوسته است. در ناحیه بسیار پُر مخاطره، فراوانی رخداد روزهای سردتر از ۱۰- درجه سانتیگراد بصورت متغیر در ایستگاهها حدود تا ۲۶۵ در بروجن تا حدود ۴۰۰ روز در کوهرنگ طی دوره آماری بوده است. حداقل دمای ثبت شده در این ناحیه به رکورد ۳۰- هم رسیده است.



شکل(۱۳) دارنمای دمای حداقل در ایستگاههای منتخب زاگرس میانی



شکل(۱۴) نقشه پهنه بندی مخاطرات دمایی حداقل در ایستگاههای زاگرس میانی بر اساس روش تحلیل خوشه ای

۴- نتیجه‌گیری

بررسی مخاطره آمیزی دمای حداقل در زاگرس میانی آشکار نمود که وقوع مخاطرات سرمایی یکی از ویژگی های بارز منطقه می باشد که تحت تأثیر عواملی مانند عرض جغرافیایی متغیر، تنوع ارتفاعی زیاد و نیز ناهمگونی سامانه های فشار ورودی در فصول سرد از تنوع مکانی نسبتاً بالایی برخوردار است. بررسی نمودارها و نقشه های حاصل نشان داد که در آستانه های دمایی بالاتر(۰تا ۵- درجه) رفتار فضایی و مکانی ایستگاههای منتخیب همگونی بیشتری را آشکار می سازند و پهنه های دمایی هماهنگتری را نشان می دهند؛ اما با رفتن به آستانه های دمایی پایینتر(کمتر از ۱۰-درجه) پهنه های دمایی متفاوت‌تر و رفتار ایستگاهها ناهمگون‌تر می شود. کم مخاطره‌ترین پهنه دمایی سرد زاگرس مرکزی با روند شمالغربی- جنوبشرقی به مرکزیت ایستگاههای لردگان و یاسوج در غرب و جنوبغربی منطقه گسترش یافته است و پُر مخاطره‌ترین پهنه دمایی زاگرس میانی منطبق بر مرتفعترین ایستگاهها (کوهرنگ، شهرکرد و بروجن) در شمال و شمالشرقی منطقه مشاهده می شود. نتایج این تحقیق دلالت بر این حقیقت علمی دارد که جهت شاخت و تحلیل دقیقتر مخاطرات سرمایی زاگرس میانی باید از شاخصهای مختلف استفاده کرد؛ زیرا این شاخص ها مکمل همدیگر هستند و تنها با استفاده از یک شاخص نمی توان به نتایج دقیقی در این زمینه دست یافت.

منابع و مأخذ

۱- برنا، رضا، امانی ماندانا و ظهوریان، منیژه(۱۴۰۰) ارزیابی مخاطرات دمایی استان خوزستان، جغرافیا و مخاطرات محیطی زمستان ۱۴۰۰- شماره ۴۰، صص ۲۲۹ تا ۲۴۵
۲- جعفری رقیه، کریم امینی نیا، پناهی علی (۱۴۰۰)روند تغییرات و توزیع فضایی روزهای سرد فرین شمال غرب ایران، فصلنامه فضای جغرافیایی، پیاپی ۷۶ (زمستان ۱۴۰۰)
۳- جلالی مسعود، دوستکامیان مهدی، محمدی بیگدلی فرشته(۱۳۹۵) تحلیل ساختار فضایی تغییرات زمانی-مکانی تداوم موج های سرمایش طی دهه های اخیر،نشریه :مخاطرات محیط طبیعی سال:۱۳۹۵ ،دوره:۵، شماره:۱۰،صفحات :۴۳-۵۹
۴- دوستکامیان مهدی، حقیقی اسماعیل و بور بوری رضا (۱۳۹۶) واکاوی و شناسایی تغییرات مکانی پهنه های گرم و سرد دمایی ایران طی دوره‌های مختلف، مجله جغرافیا و مخاطرات طبیعی، شماره ۲۲ تابستان ۱۳۹۶، صص ۱۶۲-۱۴۱.
۵- رحـــیم زاده، فاطمـــه. دهقـــانی، رضـــا. پوراصـــغریان، آرزو. (۱۳۹۰) ارزیابی روند و جهش نمایههای حدی دما و بـارش در اسـتان هرمزگـان، جغرافیـا و توسـعه، بهـار ۱۳۹۰، دوره ۹، شماره ۲۱ صص ۱۱۶-۹۷.
۶- سازمان هواشناسی کشور، مرکز خدمات ماشینی،«آمار روزانه عناصر اقلیمی ایستگاههای سینوپتیک و کلیماتولوژی در سالهای ۲۰۲۲-۲۰۰۶ میلادی»، تهران.
۷- مطالعات ارزیابی توان اکولوژیک کوهستان زاگرس مرکزی، سازمان حفاظت محیط زیست؛معاونت محیط طبیعی و تنوع زیستی
۸- علیجانی، بهلول و کاویانی، محمدرضا(۱۳۸۶) مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت، چاپ یازدهم.
۹- مسعودیان، سید ابوالفضل؛ دارند، محمد (۱۳۹۱) تحلیل زمانی- مکانی روند روزهای فرین سرد ایران. تحقیقات جغرافیایی، دوره ۲۷، شمارهٔ ۱۰۵ :۵۶-۳۷.
۱۰- یارمرادی زهرا، نصیری بهروز ، کرمپور مصطفی (۱۳۹۵) تحلیل همدیدی امواج سرمایی مخاطره‌آمیز شمال شرق کشور و نقش الگوهای فشاری تراز دریا و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در وقوع آنها ، آب و هواشناسی کاربردی دوره ۳، شماره ۱ ، شماره پیاپی ۴، صص ۲۳-۵۷.
11-Lhotka, O., Kyselý, J., & Farda, A. Climate change scenarios of heat waves in Central Europe and their uncertainties. Theoretical and App
12-Shi, J., Wen, K., & Cui, L. Temporal and spatial variations of high-impact weather events in China during 1959– 2014. Theoretical and Applied Climatology, 2016; 129(1-2):
13-Radinović, D., & Ćurić, M. Criteria for heat and cold wave duration indexes. Theoretical and Applied Climatology,
14 - Rensch (2009). A tracking climatology for heat wave in southern, Australia University of Melbourne, Melbourne, Australia.vol.9, pp.20-34.
15.- Zhang, S., Zhang, D., Wang, S., & Song, Y. (2006). Climatic characteristics of summer high temperature and assessment methods in the large cities of North China. Journal of Geographical Sciences, 16(1), 13-22.
16.- Zhao, C., Wang, W., & Xing, W. (2012). Regional analysis of extreme temperature indices for the Haihe river basin from 1960 to 2009. Procedia Engineering, 28, 604-60