

تدوین یک سامانه جدید پهنه‌بندی ایران از لحاظ نیاز سرمایش در دهه‌های آینده

حجت الله یزدان پناه^{۱*}، رضا ابراهیمی^۲، فاطمه تقوی‌نیا^۳

۱. دانشیار آب و هواشناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۲. دانشجوی دکترا آب و هواشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته آب و هواشناسی کاربردی، دانشگاه محقق اردبیلی،

چکیده:

هدف از این پژوهش تدوین یک سامانه جهت پهنه‌بندی ایران برحسب نیاز سرمایش در دهه‌های آینده می‌باشد. برای محاسبه درجه روز نیاز به داده‌های میانگین دمای هوا می‌باشد. نخست داده‌های مدل دینامیکی، *EH5OM* از موسسه ماکس پلانک آلمان استخراج گردید. سپس داده‌های دمای خروجی این مدل در نسخه چهارم مدل *RegCM4* ریزمقیاس‌نمایی شد. میانگین دمای روزانه شبیه‌سازی‌شده در بازه زمانی ۳۶ ساله (۲۰۵۰-۲۰۱۵) با ابعاد $27^{\circ} \times 27^{\circ}$ ، درجه طول و عرض جغرافیایی که حدوداً نواحی با ابعاد $30^{\circ} \times 30^{\circ}$ کیلومتر مساحت ایران را پوشش می‌دهند در ماتریسی به ابعاد 2138×13140 استخراج گردید که سطرها بیانگر زمان و ستون‌ها بیانگر مکان می‌باشند. جهت محاسبه درجه روز نیاز به انتخاب آستانه دمایی برای هر بخش از کشور می‌باشد لذا نخست نقشه *Dem* ایران با ابعاد $30^{\circ} \times 30^{\circ}$ کیلومتر بر حسب شیب ارتفاعی، رطوبت و دما که مهمترین عوامل در تغییرات درجه روز می‌باشند از طریق تصاویر ماهواره *ASTER* تهیه و در این *Dem* ایران به چهار پهنه کلان اقلیمی کوهستانی و کوهپایه‌ای، دشت، سواحل جنوبی و سواحل شمالی تقسیم بندی شد. بعد از مشخص شدن آستانه دمایی هر پهنه، در نرم افزار *Gis* این آستانه‌ها به یاخته‌های مرتبط با هر پهنه تعمیم داده شد. در نهایت میانگین ماهانه، فصلی و سالانه درجه روز سرمایش محاسبه و نقشه‌های آن ترسیم گردید. نتایج گویای آن است که از لحاظ نیاز سرمایش ماهانه پهنه سواحل و جلگه‌های جنوبی با نیاز سرمایش ۳۰۰-۴۵۰ درجه روز بیشترین نیاز سرمایش کشور را در ماه‌های گرم سال در دهه‌های آینده دارا می‌باشند که بیشینه آن را جلگه خوزستان به میزان ۴۵۰ درجه روز در ماه‌های ژولای و اوت داراست. درمیزان نیاز سرمایش سالانه نیز قله‌های کوهستانی زاگرس با میزان نیاز صفر درجه روز کمترین و بیشترین آن را جلگه خوزستان، سواحل چابهار و بخش‌های شرقی سواحل خلیج فارس به میزان ۲۲۰۰ درجه روز دارند.

واژگان کلیدی: درجه روز سرمایش، مدل *RegCM4*، پهنه‌بندی، ایران

مقدمه

همان‌گونه که بیان گردید گرمایش جهانی می‌تواند جنبه‌های مختلف آب‌وهوا را تحت تأثیر قرار دهد. یکی از این فرا سنج‌های آب و هوایی، دما، به‌ویژه درجه روز می‌باشد که اهمیت بسیاری زیادی در کنار بارش برای توصیف اقلیم یک ناحیه دارد. درجه روز عبارت است از اندازه‌گیری میانگین دمای روزانه هوا با استفاده از دمای آستانه که این آستانه‌های دمایی انتخاب‌شده برای محاسبه درجه روز سرمایش بستگی به اهداف ویژه دارند. درجه روز یک اندازه‌ای از میانگین دمای هواست که بیان‌کننده رفاه و آسایش بشر است. در تعریفی دیگر درجه روز تفاضل میان میانگین دمای هوا با دمای آستانه انتخابی است، اگر جواب این تفاضل مثبت باشد نیاز به سرد کردن محیط و اگر جواب به‌دست‌آمده از این تفاضل منفی باشد نیاز به گرم کردن محیط وجود دارد (گین^۴ و همکاران، ۲۰۱۰: ۱۳۴۵).

نخست فرمول محاسبه و واکاوی درجه روز توسط توماس^۵ (۱۹۵۲)، مورد استفاده قرار گرفت. فرانک^۶ (۲۰۰۵)، اثر گرمایش جهانی را بر روی انرژی مصرفی مورد نیاز برای گرمایش و سرمایش در زوربخ بررسی کرد. محاسبات صورت گرفته بیانگر کاهش تدریجی در مصرف انرژی برای گرمایش ساختمان‌ها به میزان ۳۳ تا ۴۴ درصد در طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۵۰ است. لی و همکاران^۷ (۲۰۰۷)، به واکاوی گرمایش جهانی و اثرات آن بر میزان انرژی مصرفی در چین پرداختند. وی بیان کرد که داده‌های دمای روزانه باید دارای یک توزیع نرمال باشند که توزیع نرمال برای به دست آمدن رابطه میان میانگین دمای روزانه هوا و میزان درجه روز مورد نیاز برای گرمایش و سرمایش استفاده می‌شود. روشن و گراب (۲۰۱۲) به واکاوی اثر تغییر اقلیم بر مصرف انرژی (گرمایش و سرمایش) ایران پرداختند. مدل مورد استفاده جهت شبیه‌سازی MAGICC می‌باشد. جهت شبیه‌سازی نیازهای گرمایش و همچنین میزان نیاز به سرمایش در دوره‌های ۲۰۲۵ تا ۲۰۷۵ در نواحی مرکزی و جنوب شرقی از سناریوهای A1, B1 استفاده گردید. واکاوی‌ها نشان‌دهنده این است که بیشترین نیاز به گرمایش

طی چند دهه اخیر، رشد صنایع و کارخانه‌ها از یک سو و جنگل‌زدایی و تخریب محیط‌زیست از سوی دیگر باعث افزایش روزافزون تخریب طبیعت و افزایش گازهای گلخانه‌ای در سطح کره زمین شده است. این پیامد منفی باعث ایجاد تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای در وضعیت آب و هوایی کره زمین شده، به‌نحوی که در سال‌های اخیر شدت خشک‌سالی‌ها و سیلاب‌ها و پدیده‌های حدی در بخش‌های مختلف کره زمین افزایش قابل‌ملاحظه‌ای داشته است. تغییرپذیری اقلیم می‌تواند با استفاده از روش‌های دیرینه اقلیم‌شناسی، تحلیل همدید، مدل‌های آماری، مدل‌های قیاسی و شناسایی علل پویایی یک پدیده صورت پذیرد (کری موک^۱، ۲۰۰۸: ۴۰). یکی از جنبه‌های تغییر اقلیم گرمایش جهانی است. امروزه شواهد زیادی دال بر وجود گرمایش جهانی وجود دارند که شامل، افزایش دمای اندازه‌گیری شده، تغییر مسیر جریان‌های اقیانوسی، تغییر میزان انرژی ورودی به زمین، تغییر در الگوی بارش، تغییر سطح آب دریاها و اقیانوس‌ها، عقب نشینی صفحات یخی، از بین رفتن صخره‌های مرجانی، افزایش دمای اقیانوس‌ها، فراوانی خشک‌سالی‌ها در آسیا و آفریقا و ذوب یخ در قطب‌ها می‌باشند. یکی از نگرانی‌های بزرگ پژوهشگران آب و هواشناسی، درباره گرمایش جهانی ناشناخته ماندن تمام جنبه‌های این رویداد است، زیرا مسائل عمده‌ای در آب و هواشناسی هنوز وجود دارد که به علت ماهیت پیچیده جو هنوز ناشناخته مانده‌اند (کاسپر^۲، ۲۰۱۰: ۱۷). برای انجام مطالعات گرمایش جهانی و اثر آن بر فراسنج‌های اقلیمی در دوره‌های آتی، در ابتدا باید فراسنج‌های اقلیمی تحت تأثیر تغییرات گازهای گلخانه‌ای شبیه‌سازی شوند. روش‌های مختلفی برای این کار وجود دارد که معتبرترین آن‌ها استفاده از داده‌های مدل گردش عمومی جو^۳ است. برای استفاده کاربردی از خروجی این مدل‌ها نیاز به اجرای فرایند ریزمقیاس‌نمایی است.

5 Thomas
6 Frank
7 Li et al

1. Cary Mock et al
2. Casper
3 GCM
4 Gin et al

نتایج حاصل از واکاوی نقشه‌های میانگین سالانه مجموع درجه/ روزهای گرمایش و سرمایش در سطح منطقه، بیانگر بخش‌بندی گیلان به دو پهنه کلان اقلیمی هموار و ناهموار است. از آنجاکه ایران در یک منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان واقع شده و میانگین دمای آن بالاتر از میانگین دمای جهانی است، بر اثر گرمایش جهانی شاهد افزایش میانگین دمای کشور در دهه‌های آتی نسبت به زمان حال خواهیم بود. در نتیجه کشور در دهه‌های آینده با بحران افزایش مصرف انرژی برای سرمایش یا خنک کردن محیط خواهد بود. لذا شناخت تغییرات زمانی، مکانی این فراسنج‌ها در دهه‌های آینده و ناحیه بندی مناطق از لحاظ نیاز به انرژی سرمایشی می‌تواند گامی در برای توسعه اقتصاد کشور از طریق صرفه‌جویی در منابع عظیم انرژی و راهگشای برنامه‌ریزی‌های ملی، منطقه‌ای و محلی برای اصلاح الگوهای مصرف انرژی باشد.

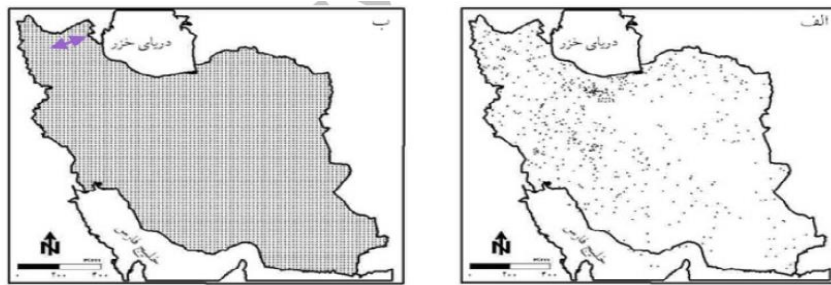
- ۱- تدوین و ارائه یک سامانه جهت پهنه‌بندی مناطق مختلف کشور بر حسب ارتفاع و رطوبت و دما
- ۲- انتخاب آستانه‌های دمایی برای هر کدام از پهنه‌ها برای محاسبه درجه روز سرمایش
- ۳- شبیه‌سازی میانگین ماهانه فصلی و سالانه درجه روز سرمایش کشور برای نخستین بار از مهم‌ترین اهداف این پژوهش می‌باشند.

داده‌ها و روش‌ها:

محدوده مورد مطالعه :

محدوده مورد مطالعه کشور ایران با مساحت ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربع میان ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی و ۴۴ تا ۶۴ درجه طول شرقی واقع شده است (نگاره ۱).

محیط در ماه ژانویه و بیشترین میزان نیاز به سرمایش در ماه ژوئیه می‌باشد. وانگ^۱ و همکاران (۲۰۱۴) در مقاله‌ای اثر گرمایش جهانی را بر روی تغییرات انرژی مورد نیاز گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها با استفاده از مدل گردش عمومی هوا برای ۵ ناحیه ایالات متحده که دارای اقلیم‌های مختلف سرد و گرم و مرطوب می‌باشند بررسی کردند. نتایج نشان داد که میزان مصرف انرژی طبق سناریوی A1B و A1FI در طی سال‌های ۲۰۵۰ به میزان ۲۶- تا ۱۰۱ درصد و طی سال‌های ۲۱۰۰ به میزان ۴۶- تا ۳۵۰ درصد می‌باشد. بورا و همکاران^۱ (۲۰۱۵) در پژوهشی به واکاوی درجه روزهای گرمایش و سرمایش در نواحی مختلف هند پرداختند. نتایج نشان داد که با افزایش میانگین دمای روزانه در برخی مناطق میزان نیاز سرمایش و گرمایش به تبع آن تغییر می‌کند. از جمله مطالعات داخلی نیز می‌توان به مواردی اشاره داشت مسعودیان و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی به واکاوی جمع میانگین درجه روزهای گرمایش و سرمایش در قلمرو ایران پرداختند. نتایج نشان داد که بیشترین میزان نیاز سرمایشی در بخش‌های گرم کشور و در ماه‌های گرم و بیشترین نیاز گرمایشی در ماه‌های سرد سال و در مناطق کوهستانی مشاهده گردید. بابائیان و همکاران (۱۳۹۳) به شبیه‌سازی آسایش اقلیم استان خراسان رضوی تحت سناریوهای تغییر اقلیم پرداختند. سپس برای آگاهی از وضعیت زیست‌اقلیمی آینده استان در شرایط تغییر اقلیم تحت سناریوهای گوناگون برای دوره آماری برای دوره ۲۰۱۰-۲۰۱۱ شبیه‌سازی گردید. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد علیرغم اینکه نمایه زیست‌اقلیمی در آینده به سمت مقادیر نامساعد گرم تغییر خواهند کرد. رضانی و کاظم نژاد (۱۳۹۳)، میانگین مجموع درجه/ روز گرمایش و سرمایش ماهانه، فصلی و سالانه استان گیلان را محاسبه، ترسیم و مورد واکاوی قرار دادند.



شکل ۱. محدوده‌ی مورد مطالعه. الف) شبکه‌بندی منظم ایران
ب) شبکه میان‌یابی

داده‌های دمایی روزانه با ابعاد $27^{\circ} \times 27^{\circ}$ ، درجه طول و عرض جغرافیایی که حدوداً نقاطی با ابعاد $30^{\circ} \times 30^{\circ}$ کیلومتر مساحت ایران را در بازه زمانی ۳۶ ساله (۲۰۵۰-۲۰۱۵) پوشش می‌دهند ریزمقیاس شد. ابعاد یاخته‌ها $2140^{\circ} \times 13140^{\circ}$ می‌باشد. در این ماتریس سطرها (۱۳۱۴۰) نشان‌دهنده زمان (هرروز، هرسال) و ماتریس ستون‌ها یاخته‌ها (نقاط میان‌یابی شده با ابعاد $30^{\circ} \times 30^{\circ}$ کیلومتر) می‌باشند.

روشی نو جهت انتخاب آستانه دمایی

جهت محاسبه درجه روز سرمایش از آستانه‌های دمایی متفاوت در داخل و خارج کشور برحسب ویژگی‌های اقلیمی مناطق مورد مطالعه استفاده می‌شود در ایران سازمان هواشناسی کشور این آستانه را ۲۱ درجه سانتیگراد برآورد کرده که ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۸) و رضانی و کاظم نژاد (۱۳۹۱) از این آستانه دمایی استفاده کرده‌اند. همچنین آستانه دمایی $23/9$ درجه سانتیگراد که انجمن استاندارد آمریکا برای ایران معرفی کرده نیز توسط روشن و همکاران (۲۰۱۲) جهت محاسبه نیاز سرمایش کشور استفاده شده است. مسعودیان و همکاران (۱۳۹۱) نیز جهت واکاوی روند نیاز سرمایش از آستانه دمایی ۱۸ و ۲۵ درجه سانتیگراد استفاده کرده‌اند که به ترتیب این آستانه‌ها مبین میانگین دمای کشور و بیشینه دمای کشور می‌باشند (مسعودیان و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۵). اما محاسبه نیاز سرمایش تنها با یک آستانه دمایی آن هم برای کشوری همانند ایران که از تنوع توپوگرافی و اقلیمی برخوردار است بنظر امری منطقی به حساب نمی‌آید. لذا در این پژوهش سعی

برای شبیه‌سازی میانگین دمای هوا نخست داده‌های مدل گردش عمومی هوا^{۱۱} از موسسه ماکس پلانک آلمان استخراج شد. از آنجاکه تجزیه و تحلیل تغییرات آب و هوایی بر اساس یک مدل دارای نقطه‌ضعف در مقایسه با رویکرد چند مدلی است (روکنر^{۱۱} و همکاران، ۲۰۰۳: ۱۲). در این پژوهش از مدل ترکیبی اقیانوس جو، EH50M که شامل داده‌های دینامیک و ترمودینامیک جو، لایه مرزی، توپوگرافی سطح زمین، شیمی جو و هواویزها، شار جریانات اقیانوسی، پوشش آبی، گیاه و خاک سطح زمین می‌باشند در بازه زمانی (۲۰۱۵-۲۰۵۰) تحت سناریو A1B استفاده شد. این مدل در برگیرنده سه سناریو A1, B1, A1B است. به دلیل حجم زیاد داده‌های هر سناریو در این پژوهش سناریو A1B، انتخاب گردید که سناریو بی متعادل بوده و بیانگر استفاده از سوخت‌های فسیلی با حفظ تعادل و همچنین استفاده از سوخت‌های غیر فسیلی است. در نهایت میانگین دمای روزانه ایران در بازه زمانی مذکور شبیه‌سازی شد. با توجه به اینکه این پژوهش بعد منطقه‌ای (ایران) دارد و مدل‌های گردش عمومی هوا کل سیاره زمین را در برمی‌گیرند، لذا قادر به آشکارسازی رفتار اقلیم در مقیاس محلی و منطقه‌ای نیستند. بنابراین داده‌ها در نسخه چهارم مدل‌های اقلیم منطقه‌ای^{۱۲} که برای فرایندهای کوچک مقیاس و منطقه‌ای مناسب (ترندروشن و همکاران، ۲۰۱۲: ۲۴۵، راندال^{۱۳}، ۲۰۰۷: ۵۹۸). ریزمقیاس شدند.

10 GCM

12 Regional Climate Modelling

۱۳ Randal

۳۰ متر برای کل ایران استخراج گردید. سپس تصاویر وارد نرم‌افزار آرک جی ای اس^{۱۶} شدند و با استفاده از نزدیک‌ترین همسایه، هر یاخته بر اساس موقعیت قرارگیری آن روی دم نمونه‌گیری مجدد شد. و نهایت یاخته‌های جدید با دم تولیدشده از هم جدا شدند. رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی^{۱۷} و حداقل مربعات معمولی^{۱۸} یا حداقل مربعات خطی روش‌های پذیرفته جهانی می‌باشند که برای تخمین ارتباط بین یک متغیر وابسته و مجموعه‌ای از یک یا چند متغیر مستقل می‌باشند. رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی در یک حالت پذیرفته شده می‌تواند به صورت رابطه شماره (۱) نوشته شود (چندر^{۱۹} و همکاران، ۲۰۰۹: ۱۶۲۴، سان^{۲۰} و همکاران، ۱۳۴: عها^{۲۰۰۴}). مدل (GWR) بجای گسترش پارامترهای معمولی به شناسایی و برآورد یک مدل از طریق رابطه شماره (۲) می‌پردازد (بارسی^{۲۱} و همکاران، ۲۰۰۳: ۱۴۷).

بر آن شد که ابتدا ایران بر حسب ویژگی‌های اقلیمی (دما، رطوبت) و توپوگرافی پهنه بندی و مناطق همگن اقلیمی مشخص شوند سپس یاخته های (مکان ها) پژوهش به پهنه های مورد نظر تعمیم داده شود. با توجه به اینکه ابعاد داده ها ۳۰*۳۰ کیلومتر می باشد نخست از طریق تصاویر ماهواره ای کشور ایران در ابعاد ۳۰*۳۰ کیلومتر بر حسب ویژگی های اقلیمی یاد شده پهنه بندی شد شکل (۲).

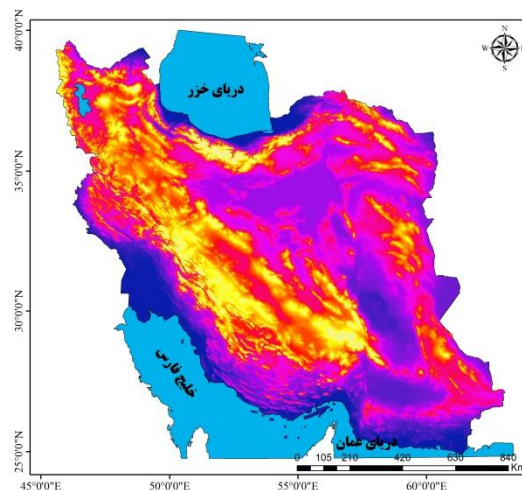
پهنه بندی ایران با تصاویر ماهواره ای و رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی

ابتدا تصاویر ماهواره ای استر^{۱۴} از تارنمای اینترنتی پایگاه علوم زمین آمریکا (<http://glovis.usgs.gov>) بارگیری گردید. بعد از بارگیری، زوج تصاویر داده‌ها وارد نرم‌افزار پردازش تصویر ENVI شدند و دم^{۱۵} با قدرت تفکیک مکانی

$$y_i = \beta_0 + \sum_K \beta_K x_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad (2)$$

در روابط فوق y متغیر وابسته، x_i متغیر مستقل، β_0 و β_1 ضرایبی هستند که باید تخمین زده شوند، ε جزء خطا است، u_i ، v_i طول و عرض جغرافیایی نقطه i ام می‌باشد و $\beta_k(u_i, v_i)$ پیاده‌سازی فاکتور مورد بررسی روی یک سطح پیوسته است (چندر و مارکان، ۲۰۰۳: ۲۶۷۵).



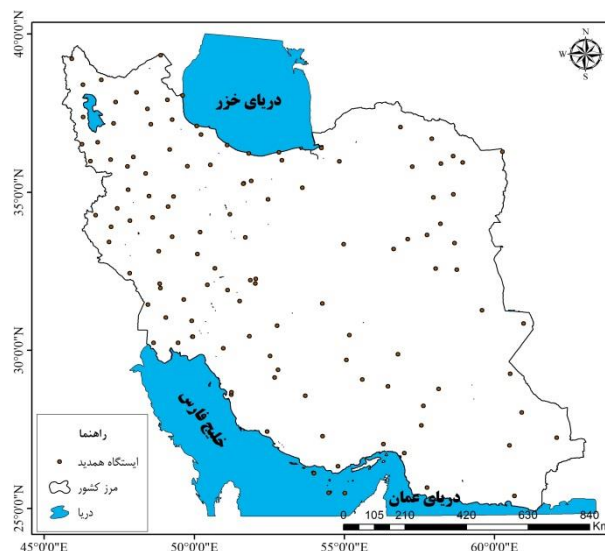
شکل ۲- پهنه بندی ایران بر حسب شیب ارتفاعی، دما و رطوبت

18 Ordinary least squares
19 Chander et al
20 Sun et al
21 Barsi et al

14 Advanced Space borne Thermal Emission and Reflection Radiometer
۱۵ DEM
۱۶ ARCGIS
17 Geographically Weighted Regression

انتخاب آستانه دمایی یاخته‌ها

پس از پهنه بندی ایران در مرحله بعد می بایست آستانه دمایی هرکدام از پهنه ها مشخص شود لذا بدین جهت میانگین دمای روزانه ۱۸۰ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی که دارای آمار ۴۴ساله (۲۰۱۴-۱۹۷۰) بودند انتخاب گردید شکل (۳). پس از آن به منظور مشخص نمودن آستانه دمایی هر پهنه برای محاسبه درجه روز سرمایش ابتدا داده های در دسترس از آن جاکه آستانه های استفاده شده برای محاسبه نیازهای سرمایشی در ایران عمدتاً بین ۱۸ تا ۲۴ درجه سانتی گراد می باشد (خلیلی و همکاران ۱۳۷۸، مسعودیان و همکاران، ۱۳۹۱، روشن و همکاران ۲۰۱۲، رضانی و همکاران، ۱۳۹۳) و همچنین این دامنه آستانه ای طبق تعریف انجمن استاندارد آمریکا نیز می باشد (رضانی و همکاران، ۱۳۹۳) لذا میانگین دماهای بین ۱۸ تا ۲۴ هر ایستگاه استخراج و صدک ۹۰ درصد یعنی آستانه دمای گرم تا مرز دماهای بیش از حد گرم برای نیاز سرمایش (علیچانی، ۱۳۸۹: ۱۵) روی آنها اعمال و آستانه های سرمایش ۱۸۰ ایستگاه استخراج شد در نهایت در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی آستانه های هر ایستگاه به یاخته های اطراف خود تعمیم و نیازهای سرمایشی آنها محاسبه گردید.



شکل (۳): نقشه ایستگاه های انتخابی جهت محاسبه آستانه دمایی

Tb آستانه دمایی مورد استفاده برای محاسبه درجه روز سرمایش، T_i میانگین دمای هر روز هر یاخته (بورا و همکاران، ۲۰۱۵: ۷۴، وانگ^{۲۲} و همکاران، ۲۰۱۴: ۴۳۲). میانگین ماهانه، فصلی و سالانه درجه روز نیاز سرمایش به ترتیب در ماتریسی به ابعاد ۲۱۳۸×۱۲ ، ۲۱۳۸×۴ و ۲۱۳۸×۱ استخراج و نقشه های میانگین ماهانه فصلی و سالانه درجه ساعت سرمایش ترسیم گردید. در فرآیند پردازش و واکاوی داده ها از نرم افزارهای متلب، جی ای اس، گرز، سورفر استفاده شد.

محاسبه درجه روز سرمایش

در این پژوهش برای محاسبه درجه روز سرمایش از رابطه زیر استفاده خواهد شد.

$$CDD_d = \left[\sum_{i=1}^{24} (T_i - T_b)^+ \right] \div 24 \quad T_b \quad (1)$$

نتایج و بحث

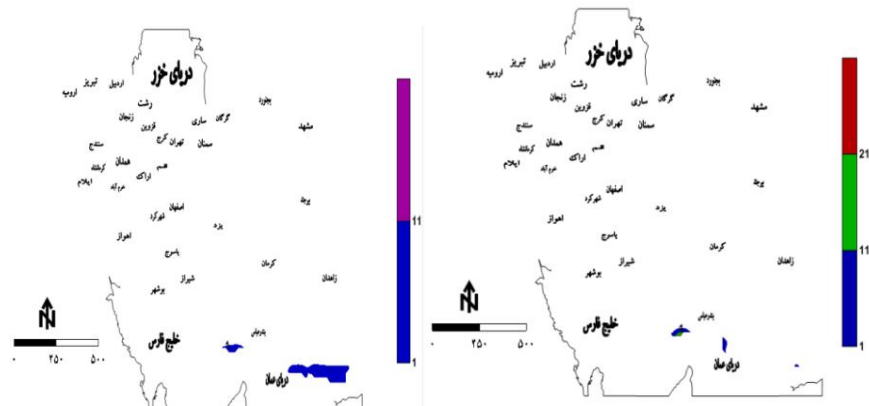
واکاوی نیاز سرمایش ماهانه تحت سناریو AIB

همان‌گونه که بیان گردید، ایران برحسب ارتفاع و رطوبت به چهار ناحیه کلان اقلیمی (ارتفاعی، دشت، سواحل شمال و سواحل و جلگه‌های جنوبی) پهنه‌بندی و آستانه‌های دمای هر پهنه متناسب با شرایط اقلیمی آن پهنه انتخاب گردید. سپس میانگین ماهانه نیاز سرمایشی محاسبه و نقشه‌های آن ترسیم گردید (نگاره‌های شماره (۱۲-۱)). اگر سال را به دو نیمه گرم و سرد تقسیم کنیم مشاهده خواهیم کرد که در دهه‌های آینده در نیمه سرد سال (ژانویه، فوریه، مارس، اکتبر، نوامبر، دسامبر) نیاز سرمایش محیط بسیار کمتر از نیمه گرم سال می‌باشد. در ماه‌های ژانویه و فوریه اکثر مناطق کشور فاقد نیاز سرمایش می‌باشند (نگاره‌های (۲۱)). در ماه مارس نیاز سرمایش در سواحل دریای عمان و هرمزگان به ۵۰ درجه روز می‌رسد که بیشینه آن را خط ساحلی این مناطق داراست و با فاصله از ساحل نیاز سرمایش تغییر می‌یابد. نوار کوهپایه‌ای و دشت‌ها و چاله‌های کشور نیز با ۱۰ درجه روز نیاز سرمایش به شکل یک پهنه اقلیمی نمایان می‌باشند پهنه ساحلی شمال با وجود ارتفاع کم اما به دلیل اثر تعدیلی رطوبت دریا و توده‌های هوایی مؤثر در این منطقه نیاز سرمایش آن با مناطق ارتفاعی در ماه‌های سرد سال برابر است (مسعودیان و همکاران: ۱۳۹۴) (نگاره (۳)). در ماه آوریل علاوه بر افزایش ۱۵۰ درجه‌ای نیاز سرمایش سواحل و پسرکرانه‌های دریای عمان و هرمزگان نسبت به ماه مارس، نیاز سرمایش جلگه‌ها و سواحل خلیج فارس، چاله‌ها و دشت‌های داخلی و بیرونی کشور نیز افزایش و به میزان ۵۰ درجه روز می‌رسد. نوار ارتفاعی کشور (کوهستانی و کوهپایه‌ای) به مانند فصل زمستان کمترین میزان سرمایش را در کشور دارا است (نگاره (۴)). در ماه می بیشترین میزان سرمایش کشور در جلگه‌ها و سواحل جنوبی است که بیشینه آن را سواحل دریای عمان با ۴۰۰ درجه روز به خود اختصاص می‌دهد. پهنه کوهستانی و نیمه مرکزی و غربی سواحل خزر در این ماه با نیاز سرمایش ۳۰ درجه روز کمترین میزان را در کشور برحسب سناریوی مذکور خواهند. نیاز سرمایش چاله‌ها و دشت‌های داخلی و بیرونی به میزان ۲۵۰-۱۰۰ درجه روز در نوسان است. نیاز سرمایش

کمتر ارتفاعات زاهدان، دشت کویر و باریکه مجاور نوار کوهپایه‌ای نسبت به چاله لوت، دشت سیستان و دشت‌ها و چاله‌های مجاور سواحل و جلگه‌های جنوبی گویای تغییرات این فراسنج برحسب تغییرات ارتفاع و عرض جغرافیایی است (نگاره (۵)). بیشترین میزان نیاز سرمایش کشور در ماه‌های (ژوئن، ژولای، اوت) خواهد بود. در ماه ژوئن پهنه ارتفاعی کشور با میزان سرمایش ۱۸۰-۰ درجه روز خنک‌ترین ناحیه کلان اقلیمی کشور است. نیاز سرمایش در این پهنه برحسب تغییرات ارتفاع تغییر می‌یابد به گونه‌ای که هرچه از سمت ناحیه کوهپایه‌ای به سمت مناطق کوهستانی و بلندی‌ها پیشروی کنیم نیاز سرمایش کاهش می‌یابد و بالعکس. چاله‌های و دشت‌های کشور نیز با نیاز سرمایش ۳۳۰-۱۸۰ درجه روز نمایان می‌باشند. بخش‌های مجاور جلگه‌ها و سواحل جنوبی، دشت زابل و لوت بیشترین میزان و دشت کویر، دشت مغان، دشت گرگان و دشت‌های مجاور نوار کوهپایه‌ای کمترین میزان را در این پهنه به خود اختصاص می‌دهند. بیشترین نیاز سرمایش کشور در جلگه‌ها و سواحل جنوبی و پسرکرانه‌ای به ویژه جلگه خوزستان به میزان ۴۸۰-۳۳۰ درجه روز نمایان است (نگاره (۶)) گرمترین ماه‌های کشور ژولای و اوت می‌باشند نیاز سرمایش توده‌های کوهستانی در این دو ماه ۱۰۰ درجه روز خواهد بود. بخش‌های کوهپایه‌ای مجاور توده‌های کوهستانی و رشته‌کوه‌های البرز شرقی با ۱۵۰ درجه روز نیاز سرمایش دومین منطقه خنک کشور در ماه‌های مذکور می‌باشند. سواحل و جلگه‌های جنوبی با نیاز سرمایش ۵۰۰-۳۰۰ درجه روز بیشترین نیاز سرمایش کشور را در ماه‌های گرم سال در دهه‌های آینده دارا می‌باشند که بیشینه آن را جلگه خوزستان به میزان ۵۰۰ درجه روز در ماه‌های ژولای و اوت داراست این نتایج با نتایج (روشن و همکاران: ۲۰۱۲) که بیان کردند که طی دهه‌های ۲۰۲۵، ۲۰۵۰ و ۲۰۷۵ بیشترین نیاز سرمایشی در سواحل و جلگه‌های جنوبی می‌باشد همخوانی دارد. تغییرات نیاز سرمایش دشت‌ها و چاله‌های داخلی و بیرونی کشور برحسب تغییرات ارتفاع، عرض جغرافیایی و محتوی رطوبت جو قابل توجه می‌باشد (نگاره (۷) و ۸). در ماه سپتامبر بیش از نیمی از وسعت کشور که شامل نوار کوهستانی، کوهپایه‌ای، سواحل مرکزی

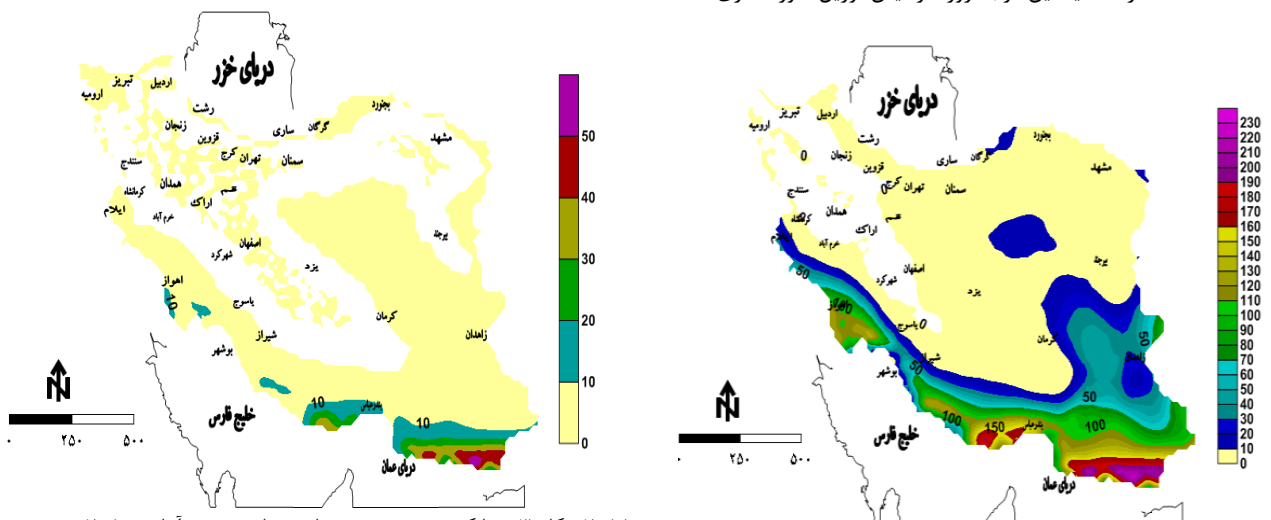
باشند نگاره (۹). با شروع فصل پاییز اکثر مناطق کشور به جز جلگه ها و سواحل جنوبی و پسرکرانه ای نیاز سرمایش بسیار ناچیزی خواهند داشت. در ماه اکتبر پهنه ساحلی جنوب دارای نیاز سرمایش ۲۵۰ درجه روز می باشد که برحسب فاصله از ساحل نیاز سرمایش کاهش تدریج خواهد داشت که فشردگی خطوط نیز گواه این نکته می باشد نگاره (۱۰). در ماه نوامبر میزان سرمایش این بخش به میزان ۱۰۰ درجه روز کاسته شده و در دسامبر این منطقه نیز فاقد نیاز سرمایش خواهد بود نگاره (۱۱ و ۱۲).

و غربی خزر می باشند نیاز سرمایشی آن ها کاهش و به میزان ۶۰ درجه روز می رسد. نیاز سرمایش یکسان دشت کویر و بخش های شمالی بلوک لوت با بخش ارتفاعی کشور را می توان ناشی از خنک تر شدن دمای این نقطه از کشور در دهه های آینده در ماه سپتامبر دانست. این درحالی است که بلوک لوت، دشت ترکمن و دشت های بیرونی با نیاز سرمایش ۱۲۰ درجه روز در این ماه نمایان می باشند. جلگه ها و سواحل جنوبی بویژه سواحل خلیج فارس و جلگه خوزستان گرمترین نواحی کشور در این ماه می



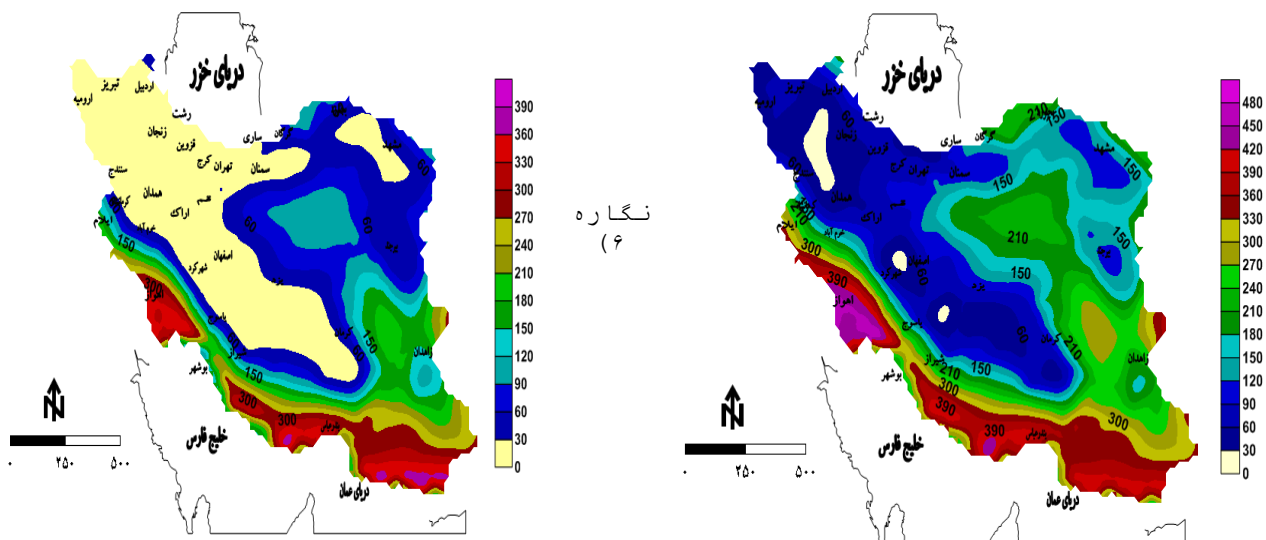
نگاره (۲) میانگین درجه روز سرمایش فوریه دوره آماری ۲۰۱۵-۲۰۵۰ نگاره (۱) میانگین درجه روز سرمایش ژانویه دوره آماری ۲۰۱۵-۲۰۵۰

نگاره (۴) میانگین درجه روز سرمایش آوریل دوره آماری ۲۰۵۰-



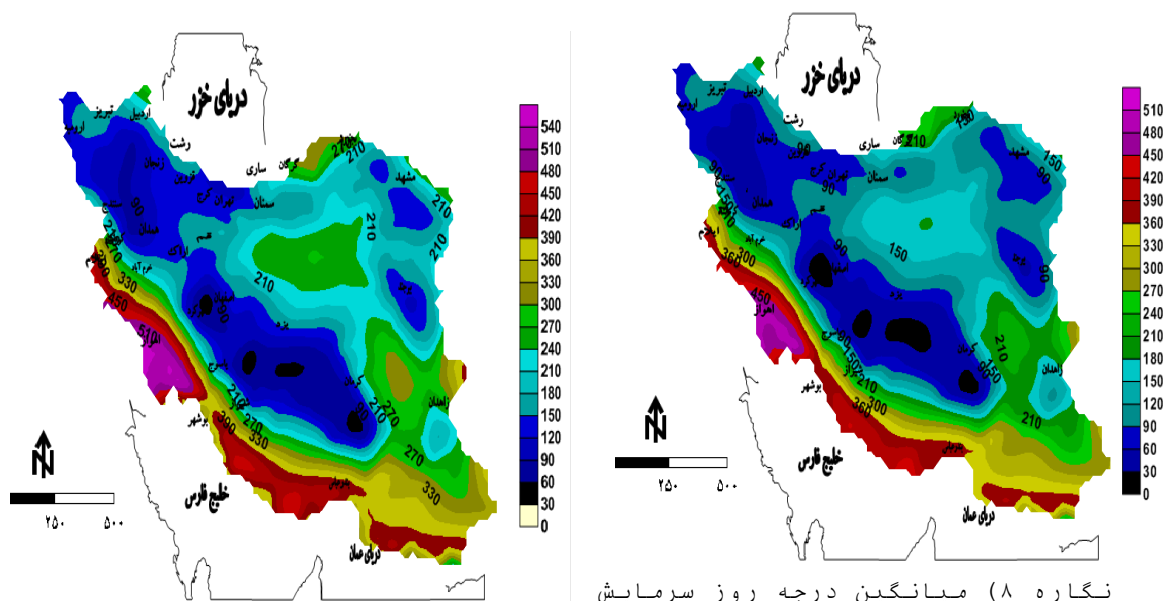
۲۰۱۵ نگاره (۳) میانگین درجه روز سرمایش مارس دوره آماری ۲۰۵۰-

۲۰۱۵



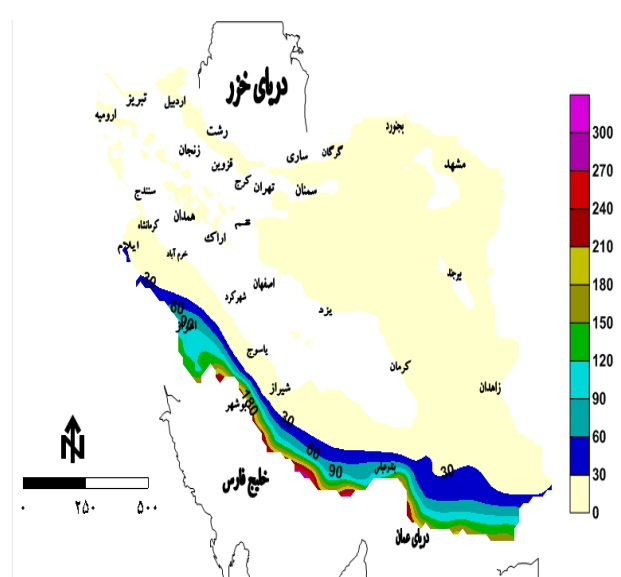
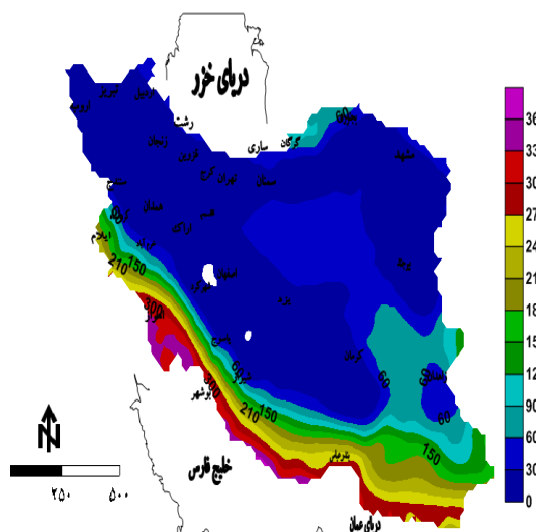
نگاره (۶)

میانگین درجه روز سرمایه‌ش ژوئن دوره آماری ۲۰۱۵-۲۰۵۰ (۵ میانگین درجه روز سرمایه‌ش می دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵)



نگاره (۸) میانگین درجه روز سرمایه‌ش اوت دوره آماری ۲۰۱۵-۲۰۵۰

(۷) میانگین درجه روز سرمایه‌ش ژوئیه دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

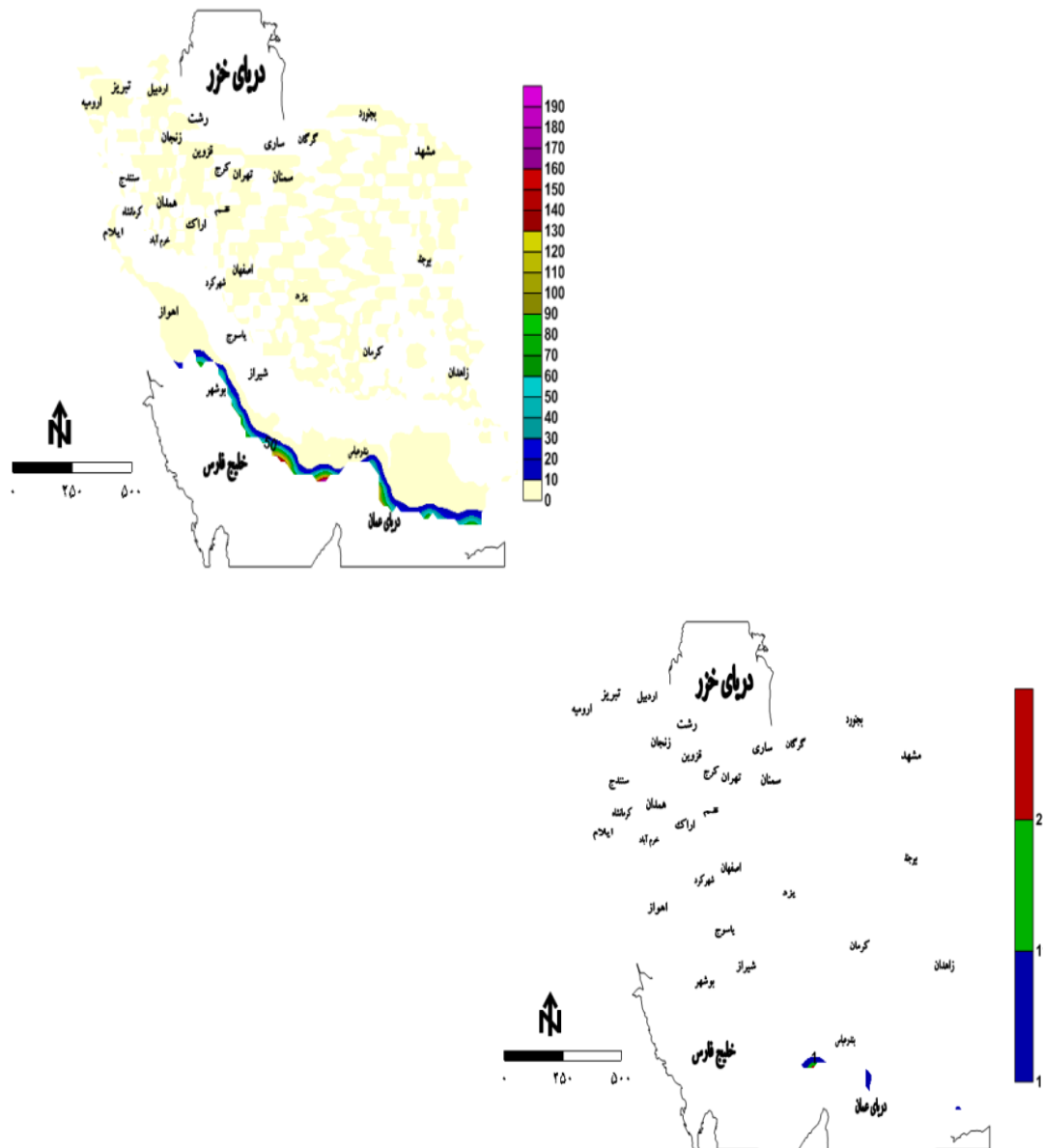


نگاره (۱۰) میانگین درجه روز سرمایش

نگاره (۹) میانگین درجه روز سرمایش

اکتبر دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵

سپتامبر دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۵



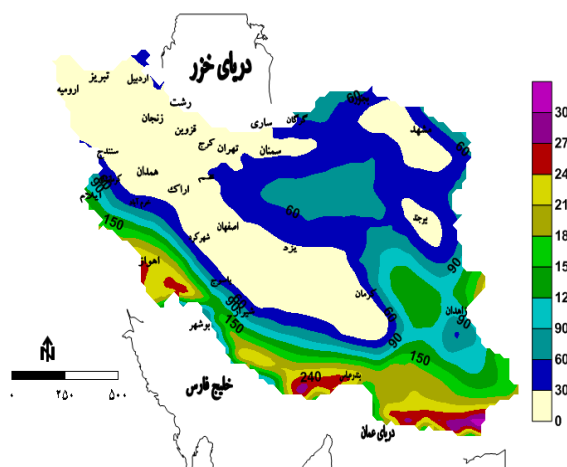
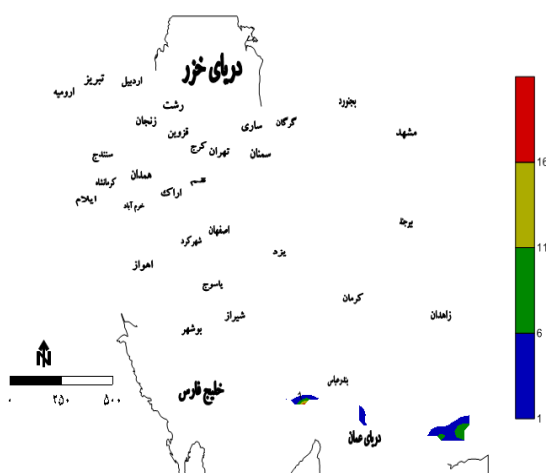
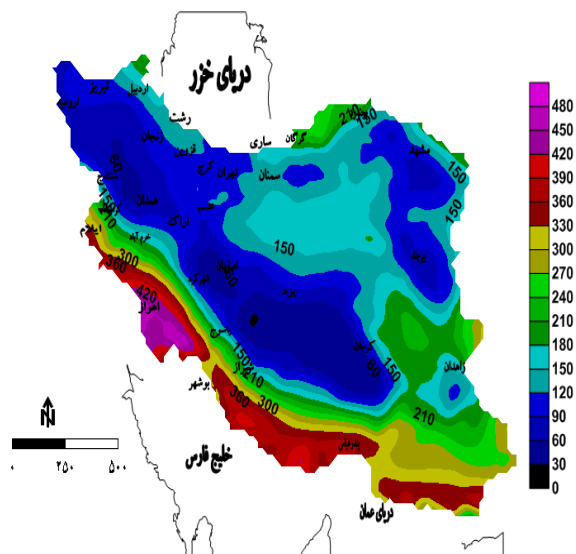
نگاره ۱۲) میانگین درجه روز سرمایه‌ش دسامبر دوره آماری ۲۰۱۵-۲۰۵۰ (۱۳) در فصل بهار طبق نگاره ۱۱) میانگین درجه روز سرمایه‌ش نوامبر دوره آماری ۲۰۱۵-۲۰۵۰

سرمایش خواهد بود نگاره (۱۳). در فصل بهار طبق نگاره (۱۴) پهنه ارتفاعی کشور با میزان نیاز سرمایشی ۰-۳۰ درجه روز کمترین و پهنه ساحلی جنوب با نیاز سرمایش ۱۵۰-۳۰۰ درجه روز بیشترین نیاز سرمایشی کشور را داراست که بیشینه آن در سواحل چابهار و سواحل شرقی خلیج فارس نمایان است. بیشترین نیاز سرمایش کشور در فصل تابستان است نگاره (۱۵) که بیشینه آن در جلگه خوزستان به میزان ۴۵۰ درجه روز نمایان می‌باشد. دشت‌های

نیاز سرمایش فصلی و سالانه

اگر ایران را از لحاظ شرایط دمایی به دو فصل گرم و سرد تقسیم نمایم، مشاهده می‌کنیم که نیاز سرمایش در فصول سرد سال (زمستان و پاییز) کمترین و در فصول گرم سال (بهار و تابستان) بیشترین میزان را دارا می‌باشند. در فصل پاییز، نیاز سرمایش فقط در پهنه ساحلی و پسرکرانه ای جنوب مشاهده می‌شود. فصل زمستان کشور فاقد نیاز

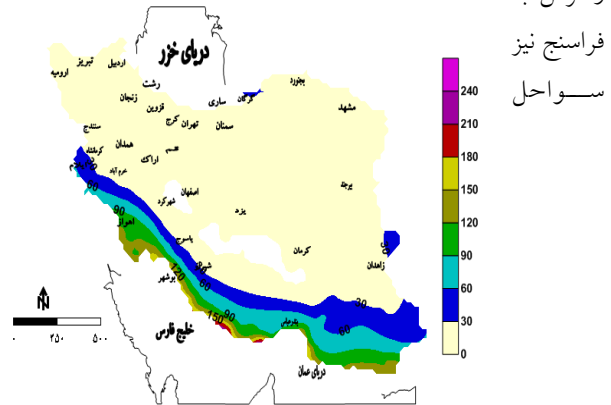
داخلی به دو زیر ناحیه دشت‌های شمالی (کویر) و دشت‌های جنوبی (لوت) قابل تقسیم است علت کمبود نیاز سرمایش دشت کویر نسبت به دشت لوت را دوری از منابع رطوبتی می‌توان دانست (مسعودیان وهمکاران:۱۳۹۳). پهنه ساحلی شمال در همه فصول سال نیاز سرمایشی یکسانی با ناحیه ارتفاعی دارند. وجود خرده اقلیم‌های دشت ترکمن و دشت مغان بیش از هر چیز نقش مهم ارتفاع و رطوبت را در مقابل عرض جغرافیایی در میزان نیاز سرمایش گویاست. در فصل پاییز نیاز سرمایش محدود به جلگه‌ها و سواحل جنوبی است (نگاره ۱۶).



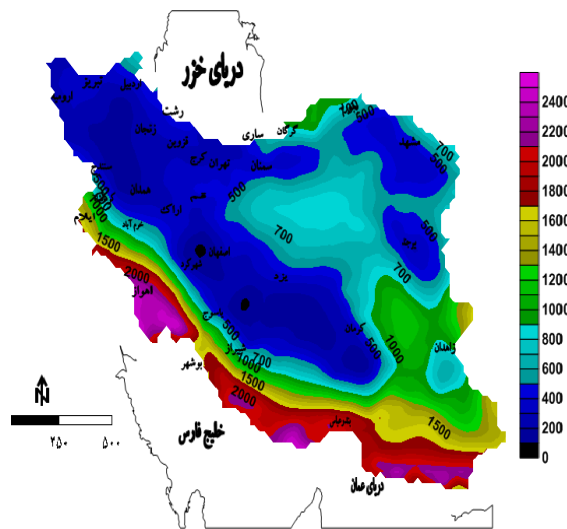
نگاره ۱۲) میانگین درجه روز سرمایش فصل بهار دوره آماری ۲۰۱۵-۲۰۵۰
 نگاره ۱۱) میانگین درجه روز سرمایش فصل زمستان دوره آماری ۲۰۱۵-۲۰۵۰

شکل ۱۴- میانگین درجه‌روز سرمایش فصل پائیز دوره آماری ۲۰۱۵-۲۰۵۰- میانگین درجه روز سرمایش فصل تابستان دوره آماری ۲۰۱۵-۲۰۵۰

کمترین نیاز سرمایش سالانه را توده‌های کوهستانی و کوهپایه‌ای کشور به میزان ۴۰۰ درجه روز داشته که کمینه آن در بلندی‌های زاگرس به فراسنج نیز سواحل



در جلگه خوزستان، سواحل چابهار و بخش‌های شرقی خلیج فارس به میزان ۲۲۰۰ درجه روز دارند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- میانگین سالانه درجه روز سرمایش دوره آماری ۲۰۱۵-۲۰۵۰

شبه‌سازای شد. جهت انتخاب آستانه دمایی نخست ۲۱۳۸ یاخته‌ایران برحسب ارتفاع و رطوبت جوی پهنه بندی و آستانه دمایی هرپهنه به یاخته‌ها تعمیم داده شده است. بیشترین مصرف انرژی کشور جهت سرمایش محیط در دهه‌های آتی را ماه‌های ژولای و اوت (۵۴۰ درجه روز) دارا می‌باشند. سواحل و جلگه‌های جنوبی با نیاز سرمایش ۵۰۰-۳۰۰ درجه روز بیشترین نیاز سرمایش کشور را در ماه‌های گرم سال در دهه‌های آینده دارا می‌باشند که بیشینه آن را جلگه خوزستان به میزان ۵۰۰ درجه روز در ماه‌های ژولای و اوت و سواحل دریای عمان و هرمزگان به میزان ۲۰۰ درجه روز در ماه‌های مارس و آوریل خواهند داشت. این نتایج با نتایج (روشن و همکاران: ۲۰۱۲) که بیان کردند که

نتیجه‌گیری

تا همین اواخر، سیاست آب و هوادر بخش انرژی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای متمرکز شده است بااین حال آگاهی از آسیب پذیری آب و هوا و نیازهای بخش انرژی در اثر وقوع پدیده گرمایش جهانی در حال افزایش است. یکی از اثرات گرمایش جهانی تغییرات میانگین دمای هوا می‌باشد. امروزه یک از معضلات بسیاری از کشورها از جمله ایران مصرف انرژی جهت سرمایش بوده و باتوجه به وقوع گرمایش جهانی و تغییرات دمایی ناشی از این رویداد در دهه‌های آینده بنظر می‌رسد که نیاز به مصرف انرژی جهت سرمایش محیط افزایش یابد. در این پژوهش نیازهای سرمایش ماهانه، فصلی و سالانه کشور در دهه‌های آینده

۶. مسعودیان، سیدابوالفضل، علیجانی، بهلول، ابراهیمی، رضا (۱۳۹۱). واکاوی میانگین مجموع درجه/روز نیاز (گرمایش و سرمایش) در قلمرو ایران. پژوهش‌نامه‌ی جغرافیایی، شماره ۱، صفحه ۳۶-۲۳.
۷. مسعودیان، سیدابوالفضل، ابراهیمی، رضا، یار احمدی، الهام (۱۳۹۳). واکاوی مکانی- زمانی میزان روند ماهانه درجه روز گرمایش در قلمرو ایران زمین، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، سال ۱۲، شماره ۲۳ صص. ۱۲۷-۱۱۱.
8. Barsi, J. A., Schott, J. R., Palluconi, F. D., Helder, D. L., Hook, S. J., Markham, B. L., et al. (2003). Landsat TM and ETM+ thermal band calibration. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 29(2), 141-153.
9. Cary J. Mock, esley-Ann Dupigny-Giroux . (2009). *Editors Historical Climate Variability and Impacts in North America*, Springer Dordrecht Heidelberg London New York. 1 - 480.
10. Chander, G., & Markham, B. (2003). Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(11), 2674-2677.
11. Chander, G., & Groeneveld, D. P. (2009). Intra-annual NDVI validation of the Landsat TM radiometric calibration. *International Journal of Remote Sensing*, 30(6), 1621-1628.
12. Fengqing .Jiang, Xuemei. Li., Binggan. Wei ., Ruji Hu .Zhen,(2010).Observed trends of heating and cooling degree-days in Xinjiang Province, China. *Theor Appl Climatol*: 97.349.
13. Gin, E.W.L., Lee, T.C. and Chan, K.Y. (2010).Past and Future Changes in the Climate of Hong Kong. Accepted for publication in *Acta Meteorologica Sinica* . 1340-1360.
14. Julie Kerr Casper, (2009) *Global warming, climate manegment, An imprint of Infobase Publishing 172 West 71st Street New York NY* .1-21.
15. Li. Chean ,Fang .XiuQi, LI. Shuai, (2007). Impacts of climate warming on heating energyconsumption and southern boundaries of severe cold and cold regions in China, *Springer*: 2854-2858.
16. Pallavi Borah, Manoj Kumar Singh, Sadhan Mahapatra,(2015).Estimation of degree-days for different climatic zones of North-EastIndia". *Sustainable Cities and Society* 14.70-81.
17. Roeckner E, Brokopf R, Esch M, Giorgetta M, Hagemann S, Kornblueh L, Manzini E, Schlese U Schulzweida U (2006) Sensitivity of simulated climate to horizontal and vertical طی ده‌های ۲۰۲۵، ۲۰۵۰، بیشترین نیاز سرمایشی در سواحل و جلگه‌های جنوبی می‌باشد همخوانی دارد. کاهش نیاز سرمایشی توده‌های کوهستانی و قله زاکرس مرکزی و جنوبی نسبت به نقاط ارتفاعی دیگر کشور در ماه های ژولای و اوت گویای خنک تر شدن این بخش از کشور در ماه های مذکور می باشد.کاهش یکباره نیاز سرمایش بخش های ارتفاعی کشور (کوهستانی وکوهپایه ای) در ماه سپتامبر خنک تر شدن هوا در دهه های آتی در این مناطق گویاست وجود خرده اقلیم‌های دشت ترکمن،دشت مغان،دشت زابل،بلوک لوت و بلندی های تفتان بیش از هر چیز نقش مهم ارتفاع و رطوبت را در مقابل عرض جغرافیایی در میزان نیاز سرمایش گویاست.
- ### منابع
۱. بابائیان، ایمان، رضایی پور، آذر و آهنگرزاده ، زهرا (۱۳۹۳): شبیه سازی آسایش اقلیم استان خراسان رضوی تحت سناریوهای تغییر اقلیم . مطالعات جغرافیایی مناطق خشک سال پنجم، شماره هجدهم، زمستان صص ۹۵-۱۱۲.
۲. حبیبی، مجید، بابائیان، ایمان و ملبوسی، شراره. (۱۳۸۷). مدل سازی اقلیمی و تغییرات اقلیمی ایران ، پروژه خاتمه یافته پژوهشکده اقلیم شناسی.
۳. خلیلی، علی(۱۳۷۹).تدوین یک سامانه جدید پهنه بندی اقلیمی از دیدگاه نیازهای گرمایش و سرمایش محیط و اعمال آن برگستره ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی .شماره ۷۵ صص. ۱۲۷۴۲-۱۲۷۳۴.
۴. رمضانی، بهمن کاظم نژاد، زهرا(۱۳۹۳)، واکاوی و اقلیم بندی مجموع میانگین نیاز(گرمایش و سرمایش) در قلمرو گیلان با تأکید بر مصرف گاز طبیعی خانوار، چشم‌انداز جغرافیایی در مطالعات انسانی، سال نهم، شماره ۲۶، صص ۱۶-۱.
۵. علیجانی، بهلول، قویدل رحیمی، یوسف(۱۳۸۹).مقایسه وپیش بینی تغییرات دمای سالانه تبریز با ناهنجاری های دمایی کره ی زمین با استفاده از روش های رگرسیون خطی و شبکه عصبی مصنوعی ، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۶، صص ۱۹-۱.

- Northern Hemisphere extratropical cyclones: A comparison of detection and tracking methods and different reanalyses. *Mon. Wea. Rev.*, 174, 882–891.
22. Sun Y.J., Wang J.F., Zhang R.H., Gillies R.R., Xue Y. and Y.C. Bo, (2004). Air Temperature retrieved from remote sensing data based on thermodynamics. *Theor. Appl. Climatol.*, Published Online. 129-1140.
23. T. Frank.(2005):Climate change impacts on building heating and cooling energy demand in Switzerland. *Energy and Buildings* 37 (2005) 1175–1185.
24. Thomas, H. S. C, (1952) .Seasonal degree days statistics for the United States. *Mon Wea. Rev.*, 80, 143–14.
25. Wang. H, Qingyan C.(2014). Impact of climate change heating and cooling energy use in buildings in the United States", *Energy and Buildings*, pp.82 , 428–436
- resolution in the ECHAM5 atmosphere model. *J Clim* 19:3771–3791.
18. Roshan, Gh. R., Grab, S.W.(2012).Regional Climate Change Scenarios and Their Impacts on Water Requirements for Wheat Production in Iran, *International Journal of Plant Production*, Vol. 2, PP. 239-265.
19. Roshan, G. R., & Grab, S. W. (2012). Regional climate change scenarios and their impacts on water requirements for wheat production in Iran. *Int J Plant Prod*, 6(2), 239-266.
20. Randall DA et al. (2007). Climate models and their evaluation. In: Solomon S, Qin D, Manning M Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL (eds) *Climate change 2007: the physical science basis*. Cambridge University Press, Cambridge.593-662.
21. Raible, C. C., P. M. Della-Marta, C. Schwierz, H. Wernli, and R. Blender, (2008)