

آشکارسازی تغییر اقلیم منطقه خلیج فارس با استفاده از داده‌های خروجی مدل CGCM. AIB

زهرا حجازی زاده*

استاد آب و هواشناسی دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

محمد سلیقه

دانشیار آب و هواشناسی دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

صمد کمالی

دانشجوی دکتری آب و هواشناسی دانشگاه خوارزمی، پردیس تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۳/۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۲

چکیده

جهت آشکارسازی تغییر اقلیم ابتدا عناصر اقلیمی دما، بارش، فشار تراز دریا و نم ویژه خلیج فارس مشخص گردید و به دو بخش سواحل شمالی و سواحل جنوبی تقسیم گردید. برای ایستگاه‌ها دوره آماری مشخص (۲۰۱۵-۱۹۷۰) انتخاب گردید و سپس از وبگاه شبکه تغییر اقلیم کانادا داده‌های ایستگاه شامل (بارش، دما، ارتفاع ژئوپتانسیل و نم ویژه) اخذ گردید و در مرحله بعد همین روند برای دوره آینده (۲۰۵۰-۲۰۱۶) انجام گرفت. با توجه به اینکه کمیت‌های یاد شده از عوامل تاثیر گذار در تغییرات اقلیم می‌باشد کمیت‌های مورد ذکر برای همه ایستگاه‌ها بر اساس خروجی مدل CGCM در دوره کنونی و آینده، به صورت فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در فصل زمستان تغییرات دمایی در نواحی جنوبی خلیج فارس تغییرات چشمگیری داشته به طوری که پیش‌بینی می‌شود در دوره آینده دما تقریباً ۳ درجه نسبت به زمان کنونی افزایش یابد و همچنین در فصل بهار شرایط دمایی نسبت به دوره کنونی در سواحل جنوبی خلیج فارس، منطقه ابوموسی، بندر لنگه، جزیره کیش و قسمت‌های غربی جزیره قشم، پهله دمایی افزایش پیدا کند و بین ۲۸ تا ۳۱ درجه سانتی‌گراد خواهد رسید. در فصل تابستان سیطره مونسون‌های تابستانی سبب افزایش دما در پهله خلیج فارس می‌گردد به طوری که کل پهله، دمایی بین ۳۰ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد دارد. در این فصل نیز پیش‌بینی می‌شود که در دوره آینده روند افزایشی دما شدت بیشتری به خود گیرد و در فصل پاییز نیز پهله دمایی بالاتر از ۲۸ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته و قسمت اعظم خلیج فارس را در بر گیرد.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، دما، بارش، مدل AIB، خلیج فارس.

مقدمه

اقلیم تبلور یک مجموعه ای از عناصر جوی و تبلور اندرکنش این عناصر در قالب زمان است. به همین دلیل در نگاه اول اقلیم یک پدیده پیچیده و مرموز به نظر می‌رسد. این پیچیدگی از طرفی به دلیل کثرت عناصر دخیل در این سامانه است. از طرفی مقادیر این عناصر در زمان و مکان قابل تغییر است و در عین حال برخی نیروهای دینامیک نیز در این کنش و واکنش ها اثرگذار است و بر پیچیدگی اقلیم می افزاید. بنابراین هرگونه تغییری در مقدار این عناصر می تواند در ساز و کار اقلیم اثر گذاشته و آن را دچار تغییر نماید. این تغییر در هریک از عناصر می تواند در مقدار و یا واکنش عناصر دیگر نیز بروز پیدا کند و در نهایت در سازوکار سامانه اثر گذاشته و تبدیل به یک روند شده و تداوم یابد.

خلیج فارس با بزرگی نزدیک به ۲۳۵ هزار کیلومترمربع در شمال غربی اقیانوس هند جای دارد که از تنگه هرمز به دریای عمان و سپس به دریای عرب می‌پیوندد. از ویژگی‌های بارز این پهنه آبی، ژرفای بسیار کم آن است. بیشینه ژرفا در دهنه تنگه هرمز دیده می‌شود که نزدیک به ۱۰۰ متر است. ژرفای کم خلیج فارس با میانگین نزدیک به ۵۰ متر، این پهنه آبی را به اندازه زیادی به نیروی رانش باد، نیروی سایش کف و ترموهالاین^۱ که همان شیب تغییرات چگالی و دما در نیمرخ قائم آب دریا است، وابسته می‌کند. منطقه خلیج فارس در نتیجه عقب‌نشینی خشکی و پیشروی آب دریا است، یعنی همان میزان که از آثار تغییر اقلیم در افزایش سطح آب دریا انتظار می‌رود به همان اندازه نیز خود آب پیشروی و افزایش سطح دارد. خلیج فارس منطقه‌ای کم‌عمق است و دمای آن به ضرورت تحت تأثیر گرم شدن جهانی واقع می‌شود و انتظار می‌رود افزایش دمای آب خلیج فارس در اثر تغییر اقلیم و گرم شدن جهانی، کم‌عمق بودن، اختلاط کامل و زمان کم اقامت آب (میانگین مدت زمان ۳-۵ سال) بالاتر از میانگین جهانی باشد؛ و به‌طور قابل ملاحظه‌ای میزان تبخیر از بارندگی در آن بیشتر است.

افزایش دمای هوای مجاور سطح دریا سبب افزایش بادهای، افزایش تبخیر و اختلاط آب می‌شود. افزایش سرعت باد در میزان پیشروی جریان آب ورودی از دریای عمان به خلیج فارس مؤثر است و سبب کاهش این پیشروی می‌گردد. آب‌های خلیج فارس و دریای عمان افزون بر آن که نقش ارزشمندی در زندگی اقتصادی، اجتماعی مردم ایران دارند، پیشینه پررنگی نیز در پیدایش الگوهای گوناگون آب و هوایی در ایران و به‌ویژه پهنه‌های جنوبی دارند (ناظم السادات و شیروانی، ۱۳۸۴). در پژوهش حاضر تلاش بر این است تا ضمن شناخت رفتار کمیت‌های مورد مطالعه در زمان حاضر و آینده شرایط تغییر اقلیم را با استفاده از داده‌های گردش عمومی جو مرکز هدلی NCEP مطابق با چهارمین گزارش ارزیابی AR4 که از سال ۲۰۰۷ به بعد ارائه شده و داده‌های خروجی مدل CGCM2.3.2a SR_A1B را برای ایستگاه‌های منطقه خلیج فارس بررسی نماید. از جمله مطالعاتی که در راستای پژوهش در زمینه تغییر اقلیم در سطح جهان انجام گرفته است می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

1. Thermohaline

رحیم زاده و همکاران در سال ۱۳۸۴ در مقیاس‌های سالانه و نیز در مقیاس روزانه، وجود تغییراتی همچون، روند، جهش، نوسان‌های غیر معمول، تغییر در تابع توزیع در میانگین‌های سالانه و همچنین تغییراتی در شاخص‌های حدی از جمله تداوم موج‌های گرمایی، دامنه شبانه روزی دما، طول دوره رشد و غیره را نشان دادند (رحیم زاده و همکاران، ۱۳۸۴: ۲۶). عزیزی و همکاران در سال ۱۳۸۷ نیز با داده‌های ماهانه ۱۶ متغیر اقلیمی، در دو گروه متغیرهای دما و رطوبت طی دوره ۵۰ ساله مبتنی بر تحلیل آماری چند متغیره و مدل‌های پیش‌بینی باکس جنکینز، به بررسی تغییر اقلیم پرداختند. با توجه به محاسبه‌های صورت گرفته بر روی داده‌ها، متغیرهای دمایی به ویژه میانگین حداقل دما، حداقل مطلق و دمای نقطه شبنم دارای روند تغییرات معنی دار ولی با جهت‌های متفاوت بودند. در حالی که داده‌های رطوبت و بارش غالباً از روند تغییرات معنی داری برخوردار نیستند (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۴: ۳۴). رحیم زاده و عسگری در سال ۱۳۷۸ با استفاده از آخرین روش‌های آماری توصیه شده در سازمان هواشناسی جهانی، مطالعات متفرقه‌ای را که در دیگر کشورها انجام شده نیز مد نظر قرار داده‌اند. نتایج مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که الگوی تغییرات دماهای حداقل و حداکثر و میانگین در سطح کشور یکسان نیست. هرچند روند افزایش دمای حداقل در اکثر ایستگاه‌ها به ویژه ایستگاه‌های واقع در شهرهای بزرگ و رو به گسترش قابل ملاحظه می‌باشد که به عنوان مثال می‌توان به روند شهر اصفهان اشاره کرد (رحیم زاده و عسگری، ۱۳۷۸: ۱۳). بررسی وضعیت SST در منابع داخلی کشور ایران به دهه ۱۳۸۰ با مطالعات حسن زاده و خدابخش در سال ۱۳۸۱ شروع شد. آن‌ها با مطالعه دمای سطح آب و انتقال اکمن در ناحیه خلیج فارس بیان می‌دارند که ناهمسازی با دگرگونی‌های کوتاه مدت وضع هوا، نوسان پایداری زیادی دارند و چگونگی آب و هوای خشکی‌ها در بازه زمانی بسیار کوتاه تا چند دهه به این شازه‌های اقیانوسی وابسته است (حسن زاده و خدابخش: ۱۳۸۱: ۲۱۳). ناظم السادات وقاسمی در سال ۱۳۸۲، وضعیت SST با توجه به این که روند گرم و سرد شدن دریا طولانی مدت صورت می‌گیرد، پایش مداوم نوسان‌های دمای سطح آب را در یکی دو ماه آینده در بسیاری از مواد روشن می‌سازد. به این ترتیب، با توجه به این که دمای سطح آب و بارش، قابلیت زیادی برای پیش‌بینی‌های اقلیمی SST به وسیله مدل‌های مختلف پیش‌بینی شدنی است، ارتباط همزمان خواهد داشت (ناظم السادات و قاسمی، ۱۳۸۲: ۱۸). ناظم السادات و همکاران همچنین در سال ۱۳۸۳ با بررسی تأثیر نوسان‌های دمای سطح آب دریای خزر بر بارش فصول زمستان و بهار نواحی شمال و جنوب غربی ایران دریافتند که وقوع شرایط گرم در دمای دریای خزر عموماً موجب ۲۰ درصد کاهش در بارش فصل زمستان در سواحل دریای خزر و نواحی شمالی استان‌های فارس و خوزستان شده است (ناظم السادات، ۱۳۸۳: ۱۴). حق طلب و همکاران (۱۳۹۲) در مدل‌سازی اقلیم استان تهران و مازندان با استفاده از مدل اقلیمی LARS-WG به این نتیجه رسیده‌اند که در استان مازندران میزان بارندگی به طور کلی کاهش می‌یابد. به طوری که فصل زمستان حدود ۴ درصد افزایش و در فصل تابستان ۸ درصد کاهش پیش‌بینی شده است. در استان تهران نیز میزان بارندگی در دوره آینده کاهش می‌یابد. در زمستان ۱۱ درصد افزایش و در تابستان ۳۳ درصد کاهش خواهد داشت (حق طلب و همکاران، ۱۳۹۲: ۴۲-۳۷).

خسروی و همکاران در سال ۱۳۹۰، تأثیر آنومالی دمای سطح دریای عمان را بر بارندگی فصول پاییز و زمستان سواحل جنوب شرقی ایران مطالعه کرده و به این نتیجه رسیدند که وقوع شرایط گرم (سرد) در دمای سطح آب دریای عمان در فصل بهار با کاهش (افزایش) بارندگی در فصول پاییز و زمستان ایستگاه‌های مورد مطالعه همراه بوده است (خسروی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۸). سعادت آبادی و ایزدی در سال ۱۳۹۲ ارتباط بی‌هنجاری‌های دمای سطح آب سطح اقیانوس هند و دریای عرب با بی‌هنجاری‌های بارش نیمه جنوبی ایران را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که بردار شار رطوبت ویژه، همگرایی و واگرایی آن و خطوط جریان در ترازهای پایین جو به گونه‌ای است که در زمان فعالیت سامانه‌های کم فشار دینامیکی، شرایط مناسبی برای تغذیه رطوبت از روی دریای عرب، دریای سرخ و خلیج فارس را فراهم می‌کند. آن‌ها همچنین دریافتند که همبستگی معناداری بین بی‌هنجاری‌های بارش و بی‌هنجاری‌های دمای سطح آب نواحی غربی اقیانوس هند در ماه‌های اکتبر، نوامبر و ژانویه و برای نواحی شرقی آن ماه‌های اکتبر و نوامبر وجود دارد (سعادت آبادی و ایزدی، ۱۳۹۲: ۱۳۵). عباس نیا و همکاران در سال ۱۳۹۴ به بررسی تحلیل دامنه عدم قطعیت تغییرات آینده دمای حداکثر روزانه بر روی ایران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند و نتایج کار ایشان نشان داد که در مجموع عوامل مهم و مؤثر در تغییرات آینده دمای ایران را در سه گروه: عامل ارتفاع، عرض جغرافیایی و رطوبت جوی دسته بندی کرد. چرا که بر اساس تمامی خروجی‌های مدل-سناریوها، ارتفاع‌ها عرض‌های شمالی ایران، بیشترین افزایش دما را تجربه خواهند نمود (عباس نیا و همکاران، ۱۳۹۴: ۳۰). کربلایی درئی و همکاران در سال ۱۳۹۴ به شبیه سازی متغیرهای اقلیمی استان سمنان با سناریوی مدل گردش عمومی جو پرداختند و نتایج کار ایشان نشان داد که سناریوی A1B توانمندی چشمگیری در شبیه سازی سری‌های زمانی متغیرهای هواشناسی بویژه در سه ماهه زمستان و بهار دارد و همچنین دمای کمینه و بیشینه این استان در سمت شرق و شمال این استان افزایش قابل توجهی خواهد داشت (کربلایی درئی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱). کیخسروی در سال ۹۴ در ارزیابی آثار تغییر اقلیم در خراسان شمالی با استفاده از مدل LARS و SIAP به این نتیجه رسیدند که بر اساس مدل لارس با توجه به روند کاهش بارندگی و افزایش توامان دمای حداقل و حداکثر می‌توان انتظار داشت میانگین دمای منطقه در دهه‌های آتی نیز افزایش چشمگیری خواهد داشت. دو سناریو A1B و A2، بیش از نیم درجه سانتی‌گراد افزایش دمای متوسط حداقل و حداکثر سالانه را تا سال ۲۰۳۶ پیش‌بینی می‌کنند. در بررسی رفتار سنجی‌های انجام شده با استفاده از شاخص SIAP در نتایج سناریو A1B و A2 می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت در دهه‌های آتی شرایط خشکی و خشکسالی نسبت به دوره گذشته بیشتر شده و از شرایط هوای مرطوب و خیلی مرطوب کاسته می‌شود (کیخسروی، ۱۳۹۴: ۱-۱).

کایانو، برهماندا، مورا^۲ (۱۹۸۸) خشکی شدیدی را که در طول سال ۱۹۸۳ در منطقه وسیعی از سرزمین‌های حاره‌ای ایجاد شده بود در ارتباط با ال نینو ۸۳-۱۹۸۲ می‌دانند در مقابل، بارندگی در این مناطق در سال ۱۹۸۴ بالای حد نرمال بود. در این پژوهش گردش‌های حاره‌ای این دو سال مورد بررسی قرار گرفته و ملاحظه شد که تراکم و محل وقوع

² -Kayano, Brahmanda and Moura

حرکت‌های نزولی و صعودی، با ناهنجاری‌های بارندگی همچنین ناهنجاری‌های تشعشع موج بلند خروجی ارتباط داشته است و بر تغییرات فصلی که در تضعیف ال نینوی ۸۳-۸۲ دخالت داشته‌اند، اشاره دارد (کایانو، برهماندا، مورا، ۱۹۸۸: ۸۸-۷۷). در مطالعه‌ای که توسط کریشنامورتی و شوکلا^۳ (۱۹۹۹) در مورد خشکسالی صورت گرفته است، تغییر پذیری فصلی و سالانه بارندگی هند مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش داده‌های ۳۷۰۰ ایستگاه مطالعاتی مورد استفاده و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است و مشخص شده که سال‌های با خشکی شدید همراه با آنومالی بارندگی منفی در مقیاس بزرگ، برای کل هند در تمام فصل موسمی دوام داشته و تغییر پذیری فصلی بارندگی نیز در طول فصل موسمی با وقوع دوره‌های برگشتی مشخص می‌شود (کریشنامورتی و شوکلا، ۱۹۹۹: ۲۳۳-۲۵۱). در پژوهش دیگری که توسط اسمیت^۴ (۲۰۰۲) در مورد خشکسالی صورت پذیرفته است با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، این پدیده در جنوب فلوریدای ایالات متحده آمریکا بررسی شده است. در طول زمستان و بهار سال ۲۰۰۱ میلادی در جنوب فلوریدا یکی از بدترین و شدیدترین خشکسالی‌ها در تاریخ ثبت شده است. در این مطالعه سعی شده از داده‌ها و اطلاعات به صورتی مداوم در سراسر دوره‌های خشکسالی جهت مدیریت منابع آبی و کاهش آثار اکولوژیکی خشکسالی استفاده شود (اسمیت، ۲۰۰۰: ۵۳۵-۲۶۰). روستیسیوسی و رینوم در سال ۲۰۰۸ تغییرات و روند شاخص دماهای فرین روزانه را در اروگوئه بررسی کردند و شاخص‌های دمای فرین را به ۴ گروه دسته بندی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که شب‌های سرد طی دوره مورد مطالعه دارای روند منفی است. بیش‌ترین روند منفی مربوط به شب‌های سرد می‌باشد. در حالی که روزهای گرم و شب‌های گرم روند مثبتی را نشان می‌دهند (روستیسیوسی و رینوم، ۲۰۰۸: ۱۰۹۵-۱۰۸۳). چانگ چان و همکاران^۵ در سال ۲۰۰۷ با بررسی اثر تغییر اقلیم بر دما، بارش و سطح پوشش برف و روند تغییرات آنها در حوضه رودخانه تاریم چین پرداختند. نتایج نشان داد که افزایش جهشی در دما و بارش در اواسط دهه ۱۹۸۰ با استفاده از روش‌های تعیین روند ناپارامتریک مشاهده می‌شود ولی تغییر سطح پوشش برف قابل توجه نیست (چانگ چان و همکاران، ۲۰۰۰-۱۴۷۴: ۱۴۶۵). کیلی^۶ در سال ۱۹۹۹ تغییر اقلیم را در ایرلند با استفاده از داده‌های بارش و دبی مورد بررسی قرار داد و نتیجه گیری کرد که افزایش در بارش و دبی رودخانه‌های ایرلند در چند دهه اخیر با نوسان‌های فشار هوا در سطح اقیانوس اطلس شمالی مرتبط می‌باشد (کیلی، ۱۹۹۹: ۱۵۱-۱۴۱). مطالعات انجام شده در سودان توسط علاجیب و مان سل^۷ در سال ۲۰۰۰ نشان می‌دهد، در تمام مناطق به جزء منطقه شمالی، متوسط درجه حرارت سالانه روند افزایشی معنی داری داشته است. به نحوی که از دهه ۱۹۴۰ تا ۲۰۰۰ متوسط درجه حرارت سالانه، افزایشی بین ۰/۸ تا ۰/۲ درجه سانتی‌گراد را در هر دهه دارا بوده است (علاجیب و مان سل، ۲۰۰۰، ۲۸۸-۲۶۳). استوارت و همکاران^۸ در سال ۲۰۰۴ زمان جریان رواناب ناشی از ذوب برف در شمال غربی آمریکا را در شرایط تغییر اقلیم پیش‌بینی کردند. بر اساس

³ -Krishnamurthy and Shukla

⁴ -Smith

⁵ -Changchun et al

⁶ -Kiely

⁷ - Elagib and Mansell

⁸ -Stewart et al

این پیش‌بینی با استفاده از مدل‌های اقلیمی با توجه به تغییر دما و بارش در قرن ۲۱ در مناطق مورد بررسی، رواناب ناشی از ذوب برف حدود ۳۰ تا ۴۰ روز زودتر جاری می‌شود (استوارت و همکاران، ۲۰۰۴-۲۳۳۲).

نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که در میانگین دمای منطقه تغییری مشاهده نشده و عموماً مقدار کل بارش در نیمه گرم سال، کاهش پیدا کرده است. برنز و همکاران^۹ در سال ۲۰۰۷ روندهای اقلیمی و آثار آنها را بر منابع آب در حوضه کوهستان کاتس کیل در نیویورک آمریکا مورد بررسی قرار دادند. آنها در پژوهش خود از آزمون ناپارمتریک من - کندال برای محاسبه روندهای سالانه، ماهانه و چند ماهه، در دما، میزان بارش، رواناب حدی و تبخیر تعرق پتانسیل در ناحیه مورد مطالعه در طول سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۵۲ بر مبنای داده‌های نه ایستگاه دماسنجی، ۱۲ ایستگاه بارانسجی و هشت ایستگاه اندازه گیر سیلاب استفاده کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که یک الگوی افزایشی دما، بارش، رواناب و تبخیر و تعرق پتانسیل در ناحیه وجود دارد. همچنین متوسط دمای هوای سالانه منطقه‌ای با اندازه ۰/۶ درجه در طول ۵۰ سال از دوره مورد بررسی افزایش یافته است که بزرگ‌ترین افزایش‌ها و بیشترین تعداد روندهای صعودی مهم در حداقل دمای هوای روزانه وجود دارد (برنز و همکاران، ۲۰۰۷، ۱۷۰-۱۵۵). در سال ۲۰۰۸ تودیسکو و ورنی^{۱۰} در بررسی تغییر اقلیم مرکز ایتالیا، روند افزایش کمینه دما در سه منطقه پروچا، ترنی و اسپولتو روند افزایش بیشینه دما در اسپرلتو و روند افزایش متوسط دما در پروچا و اسپولتو در نیم قرن گذشته ثبت شده است (تودیسکو و ورنی، ۲۰۰۸: ۱۱-۱). زمنف و استراتونویچ (۲۰۱۰) در ۴ منطقه اروپا با استفاده از ۱۵ مدل گردش عمومی جو و تحت چهار سناریوی انتشار و توسط مدل ریز مقیاس آماری LARS-WG5 به بررسی تاثیر تغییر اقلیم بر تنش گرما در مرحله گلدهی گندم پرداختند. نظر آنها بر این است که استفاده از گروه چند مدلی AR4 اجازه می‌دهد تا بررسی محدوده عدم قطعیت در اثرات تغییرات اقلیمی ناشی از عدم قطعیت در پیش‌بینی‌های اقلیمی امکان پذیر است (زمنف و استراتونویچ، ۲۰۱۰: ۱۴-۱). روی و همکاران (۲۰۰۹) تاثیرات تغییر اقلیم و تنش رطوبتی را بر محصول‌های کشاورزی در جنوب غربی بنگلادش مورد بررسی قرار دادند. آنها تغییر اقلیم را تا سال ۲۰۷۵ تعیین نمودند. بر اساس نتایج حاصله متوسط دما برای سال‌های ۲۰۳۰ و ۲۰۷۵ به ترتیب ۰/۸۸ و ۲/۴۲ درجه سانتی‌گراد افزوده می‌شوند. افزایش دما در ماه‌های زمستان بیش از سایر ماه‌های سال خواهد بود. بر اساس نتایج آنها افزایش در میانگین بارش سالانه برای سال‌های ۲۰۳۰ و ۲۰۷۵ به ترتیب برابر ۲ و ۱۰/۱ درصد بود (روی و همکاران، ۲۰۰۹: ۸-۱).

موقعیت منطقه مورد مطالعه

خلیج فارس دریای است که در ۲۴ تا ۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ تا ۵۶ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد. این خلیج از شمال به ایران و مغرب به عراق، کویت، عربستان و جنوب به امارات متحده عربی و از شرق به تنگه هرمز و دریای عمان محدود است. وسعت آن حدود ۲۳۲۸۵۰ کیلومتر مربع و طول متوسط آن از

^۹ -Burns et al

^{۱۰} - Todisco and Vergni

مصعب ارون رود تا ساحل عمان ۸۰۵ کیلومتر و متوسط عرض آن حدود ۲۸۸ کیلومتر می‌باشد. خلیج فارس پیشرفتگی آب در سرزمینی است که تا محور ۱۰۰۰ کیلومتر (از شط العرب تا تنگه هرمز) ادامه دارد. مدخل آن در تنگه هرمز با حدود ۸۵ کیلومتر و بخش پایانی آن در راس خلیج فارس با حدود ۳۲۰ کیلومتر بوده و بیشترین عرض آن شامل ۳۲۵ کیلومتر است. عمق متوسط آن ۳۵ متر است که در پاره ای نقاط به ۹۰ تا ۱۰۰ متر می‌رسد.



شکل ۱: موقعیت خلیج فارس

داده‌ها و روش‌ها

به منظور دستیابی به اهداف تحقیق از دو پایگاه داده (محیطی و جوی) بهره گرفته شد:

– داده‌های محیطی

داده‌های محیطی در این تحقیق، مقادیر دما ایستگاه‌های همید واقع خلیج فارس با بیشترین طول دوره آماری است. پس از گردآوری داده‌ها به بازسازی نواقص آماری پرداخته شد.

– داده‌های جوی

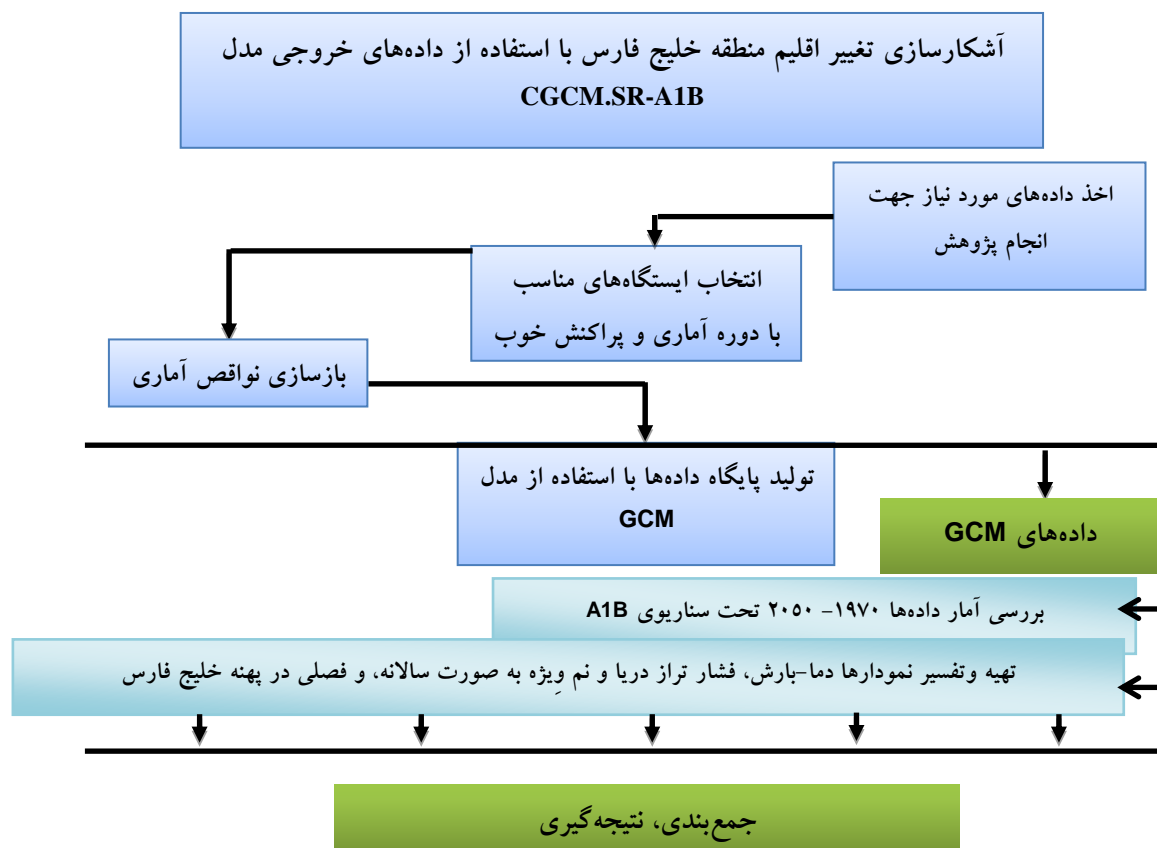
این داده‌ها شامل متغیرهای فشار تراز دریا (هکتوپاسکال)، مؤلفه باد (متر بر ثانیه)، ارتفاع ژئوپتانسیل (متر) و رطوبت ویژه و نم ویژه، دما است. این داده‌ها از پایگاه مرکز ملی پیش‌بینی محیطی و مرکز ملی پژوهش‌های جوی (NCEP/NCAR)^{۱۱} و (HadSST)^{۱۲} وابسته به مرکز مطالعات هدلی گردآوری شده است. پایگاه داده اول در مقیاس زمانی مختلف در اختیار کاربران قرار گرفته است. و با تفکیک مکانی ۲/۵×۲/۵ درجه قوسی بررسی شد. از پایگاه دوم داده‌های با تفکیک افقی ۲/۵×۲/۵ درجه قوسی داده‌های دمای سطح آب (SST) دریافت شد. همچنین داده‌های مدل‌های GCM از وبگاه شبکه تغییر اقلیم کانادا اخذ گردید.

¹¹. www.cdc.noaa.gov

¹². Met Office Hadley Centre.

- روندیابی پژوهش

برای انجام بررسی تغییر اقلیم منطقه خلیج فارس در نخستین گام ابتدا ای مورد نیاز از سایت‌های مذکور اخذ شد و در مرحله بعد از داده‌های مدل‌های گردش عمومی جو برای دهه‌های آینده به منظور مطالعات تغییر اقلیم، برای محدوده خلیج فارس اخذ شد. کلیه مراحل محاسباتی و ترسیم در این پژوهش با کمک نرم‌افزارهای Microsoft Excel، SPSS، GrADS 2.0.a7 انجام شده است. نمودار جریانی این پژوهش در ادامه به اختصار نشان داده شده است. لازم به ذکر است که در این تحقیق از داده‌های سناریوی a1b استفاده شده است. (شکل ۲)



شکل ۲: فلوچارت پژوهش (منبع: نگارندگان)

یافته‌ها

در این بخش ابتدا بر اساس داده‌های گردش عمومی جو مرکز هدلی NCEP مطابق با چهارمین گزارش ارزیابی AR4 که از سال ۲۰۰۷ به بعد ارائه و استفاده شد و همچنین از سناریوی A1B نیز استفاده گردید چرا که طبق بررسی‌های (انصاری و همکاران، ۱۳۹۳؛ کربلائی درئی و همکاران، ۱۳۹۴؛ قربانی، ۱۳۹۲؛ عباس نیا و همکاران، ۱۳۹۲؛ Ghosh and Mujumdar, 2007) توانمندی چشمگیرتری در شبیه سازی دارد. داده‌های خروجی مدل CGCM2.3.2a SR_A1B که شامل متوسط دما، بارش، فشار تراز دریا و نم ویژه به صورت فصلی و سالانه برای ایستگاه‌های دیلم، بوشهر، بندرعباس، ابوموسی و کیش به عنوان ایستگاه‌های انتخابی سواحل شمالی و ایستگاه‌های کویت و دبی، بحرین، به عنوان

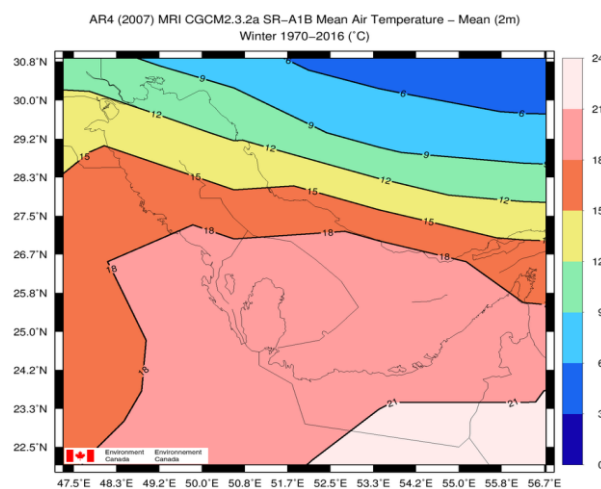
ایستگاه‌های جنوبی پرداخته شده است.

تحلیل مقایسه دمای فصلی پهنه خلیج فارس در دوره کنونی و آینده بر اساس داده‌های خروجی

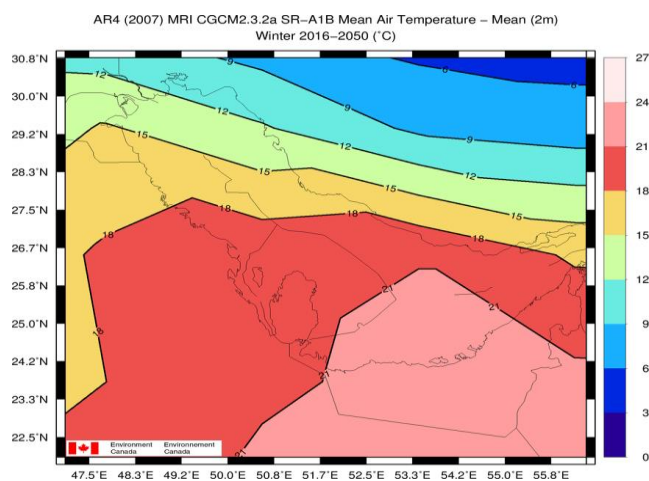
مدل CGCM2.3.2a SR_A1B

فصل زمستان

شکل ۳ و ۴ پهنه‌های دمایی خلیج فارس را در دوره کنونی و آینده در فصل زمستان نشان می‌دهد. در این فصل پهنه دمایی بین ۹ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. تغییرات زیادی در نواحی شمال غربی و مرکز و جنوب غربی خلیج فارس مشاهده نمی‌شود ولی در نواحی جنوبی تغییرات بسیار چشمگیر می‌باشد. به طوری که تمام محدوده جنوب و جنوب شرقی و نواحی شمالی خلیج فارس در پهنه‌ای بین ۱۸ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد قرار دارد و پیش‌بینی می‌شود که در دوره آینده این رقم به ۲۴ درجه برسد که تقریباً ۳ درجه افزایش می‌یابد و پهنه دمایی بین ۲۱ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد به سواحل جنوبی خلیج فارس و کل محدوده امارت متحده بجز نوار شرقی کشور امارات متحده را شامل می‌شود.



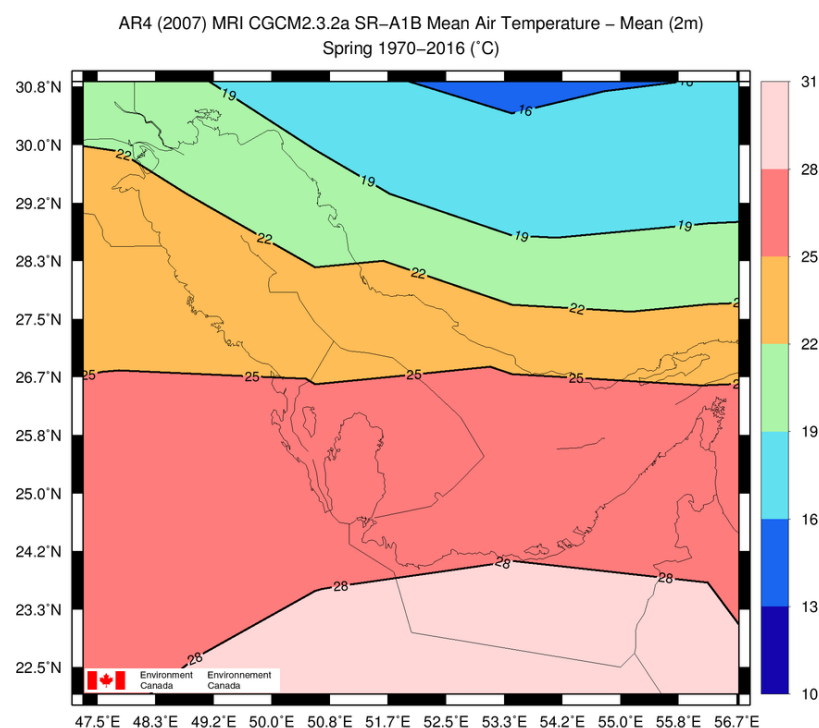
شکل ۳: نقشه دمای کنونی پهنه خلیج فارس در فصل زمستان (دوره آماری ۲۰۱۶-۱۹۷۰) (منبع: نگارندگان)



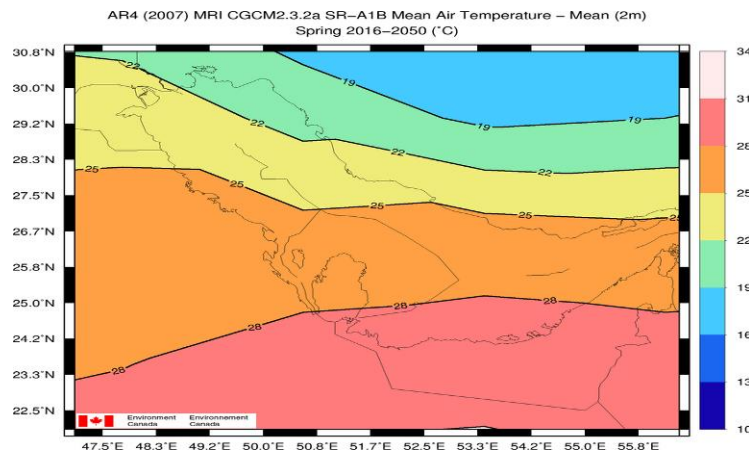
شکل ۴: نقشه دمای آینده پهنه خلیج فارس در فصل زمستان (دوره آماری ۲۰۵۰-۲۰۱۶) (منبع: نگارندگان)

فصل بهار

شکل ۵ و ۶ پهنه دمایی دوره کنونی و آینده خلیج فارس را در فصل بهار نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که پهنه دمایی در عرض‌های ۲۲,۵ تا ۲۶,۷ درجه شمالی کاملاً حالت مداری پیدا می‌کند. در این ماه بین شمال غربی منطقه تا جنوب شرقی‌ترین نقطه دما بین ۱۹ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. گستره بین ۱۹ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد شامل قسمت‌های شمال غربی خلیج فارس (از عبدلیه تا جزیره خارک و بوشهر) می‌باشد و پهنه بین ۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد شامل عرض‌های ۲۶,۷ تا ۳۰ درجه شمالی (کویت، سفانیه، منیفا و بندر دیر) می‌باشد. پهنه دمایی بین ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد شامل کل محدوده سواحل جنوبی خلیج فارس شامل (منامه، بحرین، ابوظبی، دوبی، شارجه) ابوموسی، بندرلنگه و جزیره کیش تا قسمت‌های غربی جزیره قشم می‌باشد. پیش‌بینی می‌شود در دوره آینده پهنه دمایی به سمت بالا گسترش می‌یابد و شرایط دمایی نسبت به دوره کنونی همراه با افزایش دما می‌باشد. به طوری که در دوره آینده سواحل جنوبی خلیج فارس پهنه دمایی بین ۲۸ تا ۳۱ درجه سانتی‌گراد را خواهد داشت.



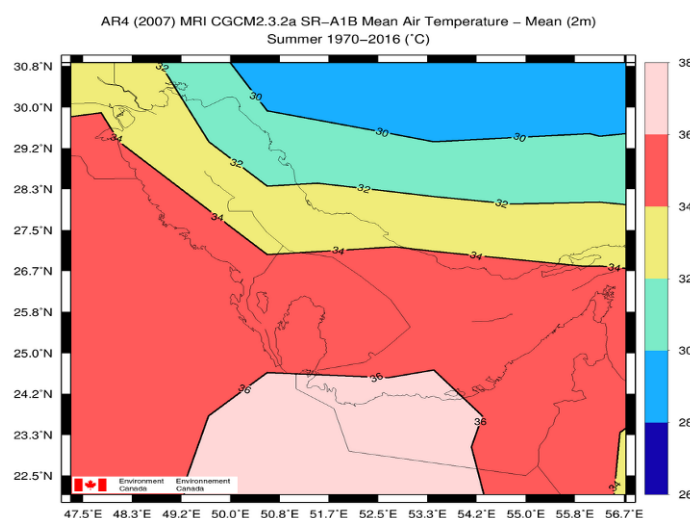
شکل ۵: نقشه دمای کنونی پهنه خلیج فارس در فصل بهار (دوره آماری ۲۰۱۶-۱۹۷۰) (منبع: نگارندگان)



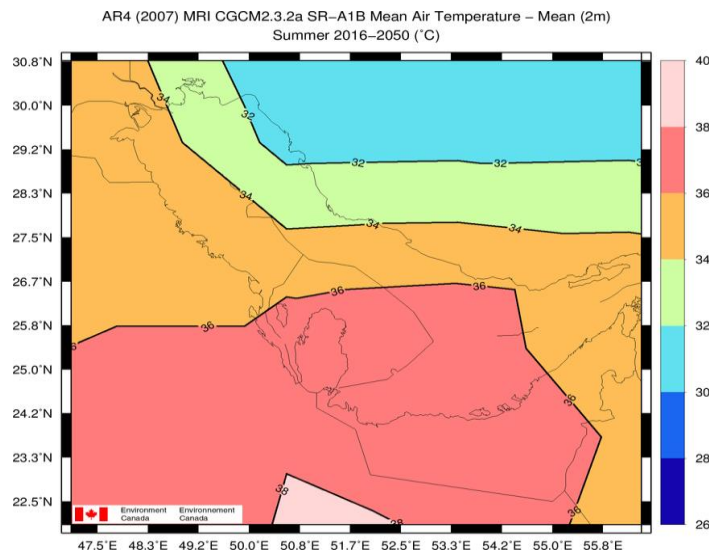
شکل ۶: نقشه دمای آینده پهنه خلیج فارس در فصل بهار (دوره آماری ۲۰۱۶-۲۰۵۰) (منبع: نگارندگان)

فصل تابستان

شکل ۷ و ۸ پهنه دمایی فصل تابستان خلیج فارس را در دوره کنونی و آینده نشان می‌دهد. در این فصل با سیطره مونسون‌های تابستانه که از شرق و جنوب شرق به سمت پهنه خلیج فارس روانه می‌شوند و سبب افزایش دما در پهنه خلیج فارس می‌گردد. به طوری که کل پهنه دمایی بین ۳۰ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد دارد. در این ماه بین بالاترین نقطه و پایین‌ترین نقطه در خلیج فارس ۸ درجه اختلاف دما وجود دارد و در این فصل فقط قسمت‌های غربی سواحل امارات متحده عربی بیشترین دما را دارد که دما بین ۳۶-۳۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. پیش‌بینی می‌شود که در دوره آینده روند افزایشی دما شدت بیشتری به خود می‌گیرد به طوری که در مقایسه با پهنه کوچکی که در دوره کنونی در قسمت‌های غربی امارات متحده مشاهده می‌شود به سمت عرض‌های بالاتر صعود کرده و تقریباً تمام سواحل امارات متحده عربی بجز قسمت شرقی و همین‌طور دوحه و بحرین تا جزیره ابوموسی و قسمت‌های جنوبی بندر لنگه و جزیره کیش را هم در بر می‌گیرد پهنه دمایی مزبور بین ۳۶ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد است.



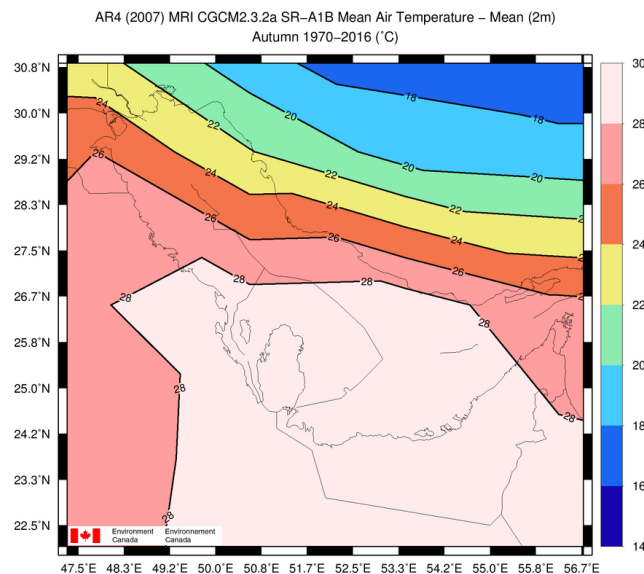
شکل ۷: نقشه دمای کنونی پهنه خلیج فارس در فصل تابستان (دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۱۶) (منبع: نگارندگان)



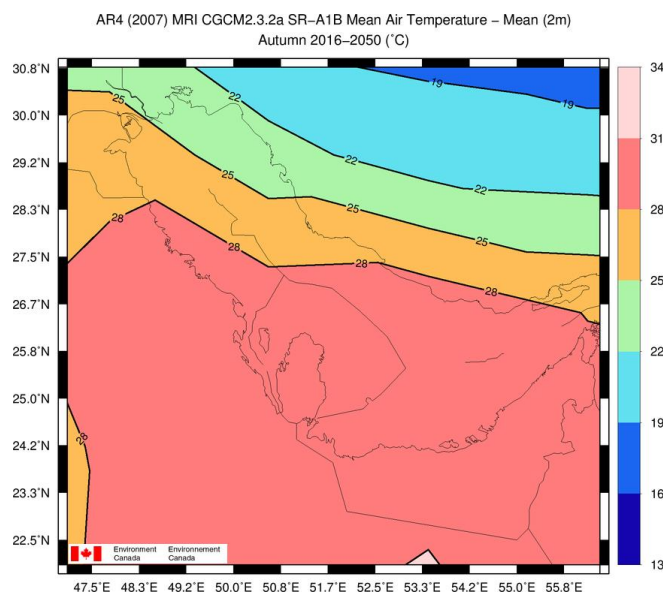
شکل ۸: نقشه دمای آینده پهنه خلیج فارس در فصل تابستان (دوره آماری ۲۰۱۶-۲۰۵۰) (منبع: نگارندگان)

فصل پاییز

شکل ۹ و شکل ۱۰ پهنه دمایی فصل پاییز خلیج فارس را در دوره کنونی و دوره آینده نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود منحنی‌های هم‌دما با فشردگی بیشتری در کنار هم قرار گرفته‌اند و پهنه دمایی بین ۲۲ تا ۳۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. در این ماه تغییرات در چهار پهنه دمایی مشاهده می‌شود در پهنه ابتدایی دما بین ۲۲ تا ۲۴ درجه سانتیگراد و قسمت‌های محدودی از بصره تا بندر ریگ را شامل می‌شود. پهنه دمایی دوم از ۲۴ تا ۲۶ درجه سانتیگراد که در عرض‌های ۲۹,۲ درجه تا ۳۰ درجه شمالی از کویت تا بندر بوشهر قرار دارد. در پهنه سوم که بین ۲۶ تا ۲۸ درجه سانتیگراد قسمتی از منیفا تا بندر دیر را پوشش می‌دهد و در نهایت پهنه چهارم بیشترین پهنه را در خلیج فارس شامل شده است و شامل قسمت‌هایی از بحرین تا تمام نواحی و سواحل امارات متحده عربی و بخش‌هایی از سواحل شمالی شامل ابوموسی - بندرلنگه و بندر کیش می‌باشد. پیش‌بینی می‌شود در دوره آینده این پهنه افزایش یافته و تمام بخش‌های شمالی و جنوبی و قسمت‌هایی از مرکز و جنوب غربی خلیج فارس را در بر گیرد.



شکل ۹: نقشه دمای کنونی پهنه خلیج فارس در فصل پاییز (دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۱۶) (منبع: نگارندگان)



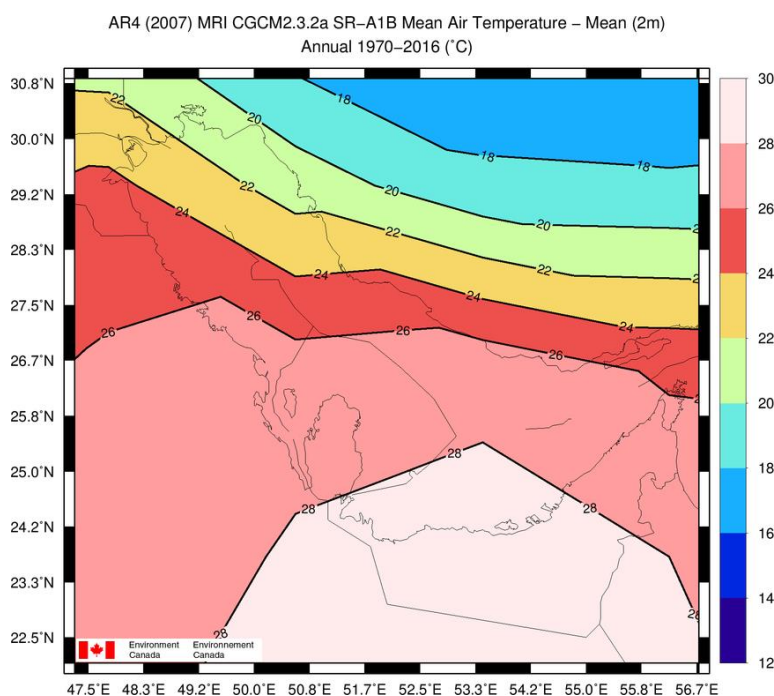
شکل ۱۰: نقشه دمای آینده پهنه خلیج فارس در فصل پاییز (دوره آماری ۲۰۱۶-۲۰۵۰) (منبع: نگارندگان)

– تحلیل مقایسه دمای سالانه پهنه خلیج فارس در دوره کنونی و آینده بر اساس داده‌های خروجی

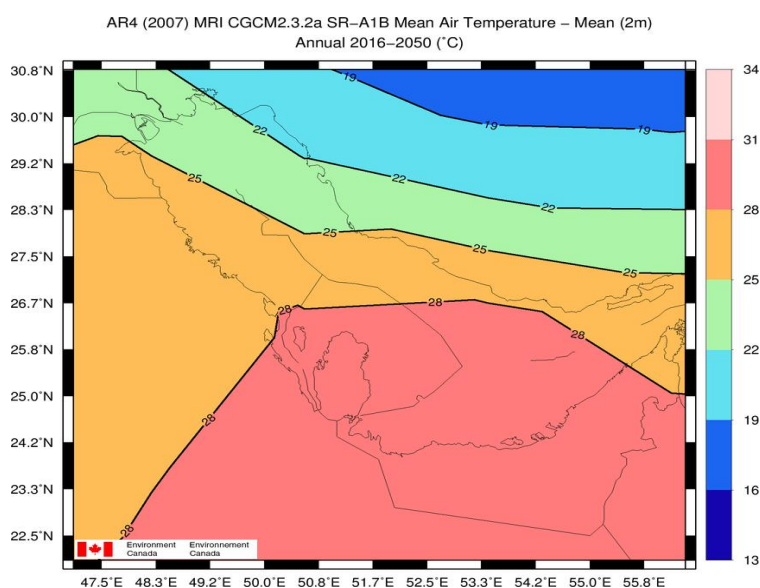
مدل CGCM2.3.2a SR_A1B

شکل شماره ۱۱ و ۱۲ دمای سالانه پهنه خلیج فارس در دوره کنونی و آینده را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود تغییرات در پهنه دمایی کنونی در قسمت‌های شمال غربی خلیج فارس از محدوده آبادان تا قسمت‌های شمالی بوشهر دمای بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد از محدوده بصره تا قسمت‌های شمالی کویت تا بوشهر و بندر دیلم پهنه دمایی بین ۲۲ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. از محدوده کویت تا منیفا در قسمت‌های جنوب غربی خلیج فارس تا محدوده بندر دیر و قسمت‌های شمالی جزیره کیش در بخش‌های شمالی خلیج فارس از بندر لنگه تا تنگه

هرمز پهنه دمایی بین ۲۴ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد و از منامه تا دوحه و تمامی پهنه تا خروجی تنگه هرمز دارای روند دمایی بین ۲۶ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد و فقط بخش‌هایی از جنوب و جنوب‌شرقی خلیج فارس که شامل محدوده دبی تا ابوظبی دارای پهنه دمایی بین ۲۸ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. و در آینده پیش‌بینی می‌شود پهنه دمایی نسبت به دوره ۴۶ ساله گذشته روندی صعودی بین ۱ تا ۲ درجه را نشان دهد و مناطقی که در دوره کنونی دمایی بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد دارند در آینده دمایی بین ۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد دارند.



شکل ۱۱: نقشه دمای سالانه دوره کنونی پهنه خلیج فارس (۲۰۱۶-۱۹۷۰) (منبع: نگارندگان)



شکل ۱۲: نقشه دمای سالانه در دوره آینده پهنه خلیج فارس (۲۰۵۰-۲۰۱۶) (منبع: نگارندگان)

برای پی بردن به میزان معنی بودن مقادیر دما، مقدار معنی داری دمای ایستگاهها (P-values) محاسبه شد. با توجه به P-values که در این پژوهش در همه ایستگاهها صفر است بدین معنی که برابر با سطح معناداری ۰/۰۵ می باشد یعنی با فاصله اطمینان ۹۵٪، نتایج دادهها مورد تایید قرار می گیرد (جدول ۱).

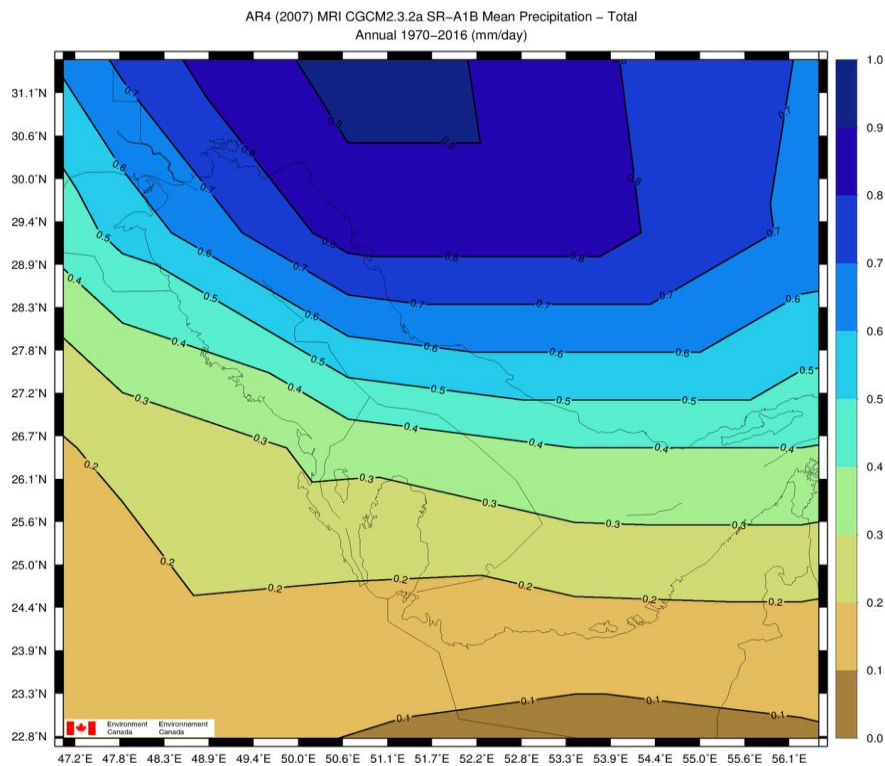
جدول ۱: نتایج روند معناداری دمای ایستگاههای منتخب در پهنه خلیج فارس (منبع نگارندگان)

| سالانه | پاییز | تابستان | بهار | زمستان | ضرایب | ایستگاهها | خلیج فارس |
|--------|-------|---------|-------|--------|----------|----------------|-------------|
| ۰/۹۸۸ | ۰/۸۶۶ | ۰/۹۰۴ | ۰/۷۹۳ | ۰/۸۰۵ | R | دیلیم | سواحل شمالی |
| ** | ** | ** | ** | ** | P-values | | |
| ۰/۹۱۱ | ۰/۸۸۲ | ۰/۸۹۵ | ۰/۸۰۷ | ۰/۸۱۵ | R | بونشهر | |
| ** | ** | ** | ** | ** | P-values | | |
| ۰/۹۰۲ | ۰/۸۴۴ | ۰/۸۸۳ | ۰/۸۰۰ | ۰/۸۰۴ | R | بندر لنگه | |
| ** | ** | ** | ** | ** | P-values | | |
| ۰/۹۱۱ | ۰/۸۸۲ | ۰/۸۹۵ | ۰/۸۰۷ | ۰/۸۱۵ | R | کیش | |
| ** | ** | ** | ** | ** | P-values | | |
| ۰/۸۹۷ | ۰/۸۰۴ | ۰/۷۳۱ | ۰/۸۵۶ | ۰/۸۳۳ | R | ابوموسی | |
| ** | ** | ** | ** | ** | P-values | | |
| ۰/۹۱۱ | ۰/۸۸۲ | ۰/۸۹۵ | ۰/۸۰۷ | ۰/۸۱۵ | R | مرکز خلیج فارس | ز |
| ** | ** | ** | ** | ** | P-values | | |
| ۰/۸۹۷ | ۰/۸۰۴ | ۰/۷۳۱ | ۰/۸۵۶ | ۰/۸۳۳ | R | دبی | سواحل جنوبی |
| ** | ** | ** | ** | ** | P-values | | |
| ۰/۹۱۱ | ۰/۸۸۲ | ۰/۸۹۵ | ۰/۸۰۷ | ۰/۸۱۵ | R | بحرین | |
| ** | ** | ** | ** | ** | P-values | | |
| ۰/۹۱۴ | ۰/۸۶۲ | ۰/۹۰۳ | ۰/۸۱۷ | ۰/۷۸۵ | R | کویت | |
| ** | ** | ** | ** | ** | P-values | | |

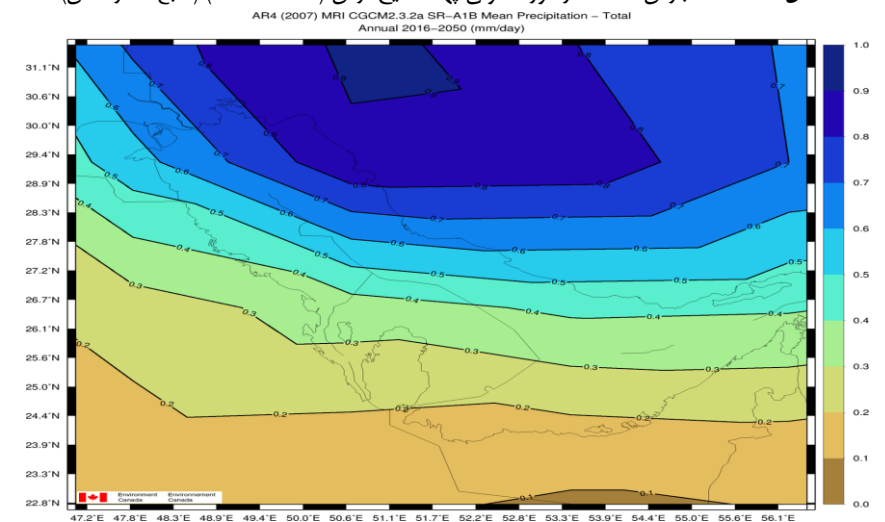
– بررسی وضعیت بارش در دوره کنونی و آینده بر اساس دادههای خروجی مدل CGCM2.3.2a

SR_A1B

شکل ۱۳ نقشه بارش دوره کنونی (۲۰۱۶-۱۹۷۰) و شکل ۱۴ نقشه بارش را طی ۳۴ سال آینده (۲۰۵۰-۲۰۱۶) را نشان می دهد ملاحظه می شود در دوره کنونی نسبت به دوره آینده علیرغم افزایش دمای منطقه خلیج فارس، پیش بینی ها براساس مدل های آب و هوایی نشان می دهد که در طی دهه های آینده بارش بر منطقه خلیج فارس روند خاصی را نشان نمی دهد با این وجود در سواحل جنوبی، مقداری افزایش بارش مشاهده می شود.



شکل ۱۳: نقشه بارش سالانه در دوره کنونی پهنه خلیج فارس (۱۹۷۰-۲۰۱۶) (منبع: نگارندگان)



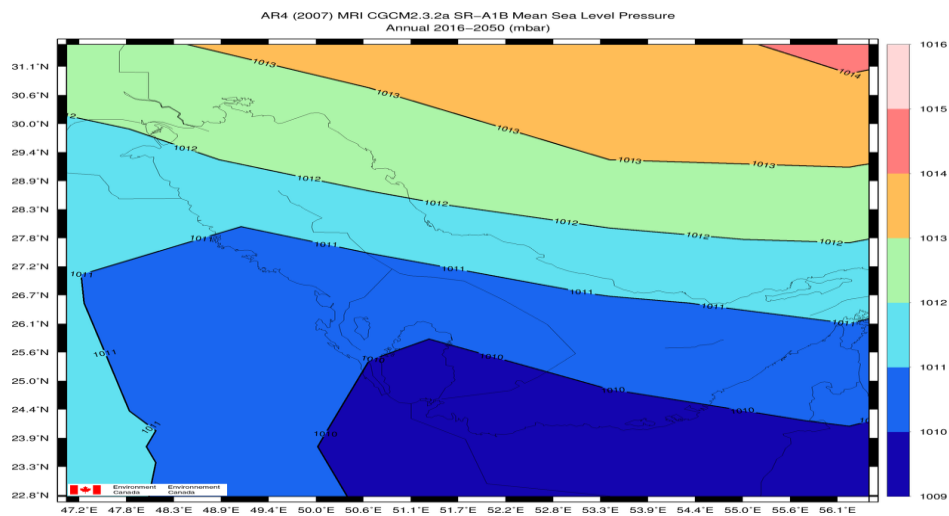
شکل ۱۴: نقشه بارش سالانه در دوره آینده پهنه خلیج فارس (۲۰۱۶-۲۰۵۰) (منبع: نگارندگان)

- بررسی وضعیت فشار تراز دریا در دوره کنونی و آینده بر اساس داده‌های خروجی مدل

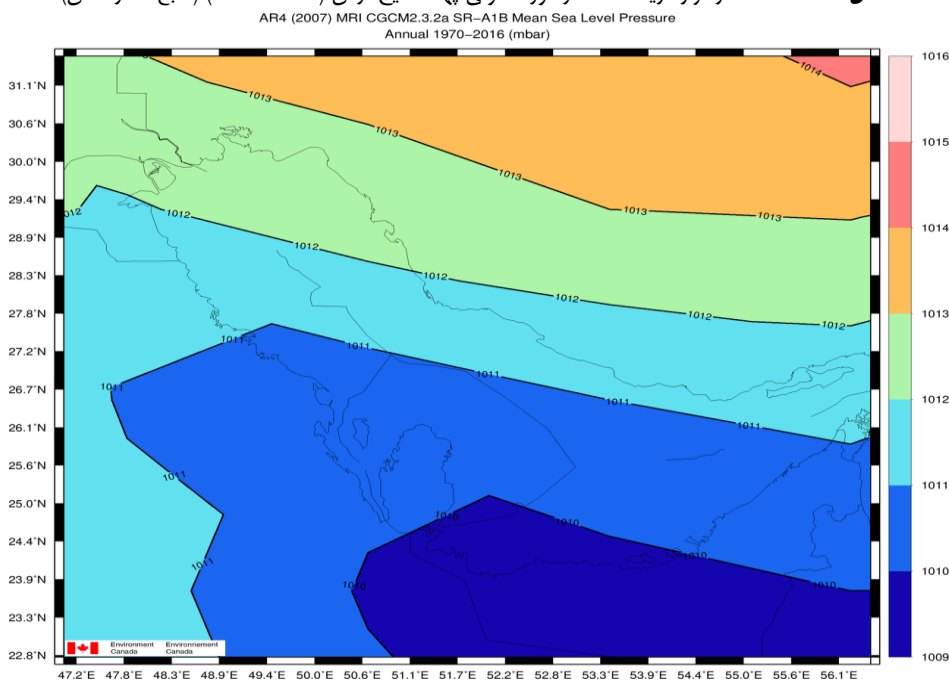
CGCM2.3.2a SR_A1B

در بررسی اشکال ۱۵ و ۱۶ که به بررسی وضعیت پراکنش فشار در تراز دریا در پهنه خلیج فارس پرداخته شده است. مشاهده می‌شود که منحنی کم فشار با منحنی هم‌فشار ۱۰۱۰ هکتوپاسکال در جنوب خلیج فارس قرار دارد. که به سمت عرض‌های بالاتر در حال گسترش می‌باشد. و بر روی شمال‌ری خلیج فارس محدوده آبادان تا بندر دیر به ۱۰۱۲ هکتوپاسکال می‌رسد. این در حالی است که پیش‌بینی می‌شود در دوره آینده این روند به سمت عرض‌های پایین

تر کشیده شود.



شکل ۱۵: نقشه فشار تراز دریا سالانه در دوره کنونی پهنه خلیج فارس (۲۰۱۶-۱۹۷۰) (منبع: نگارندگان)



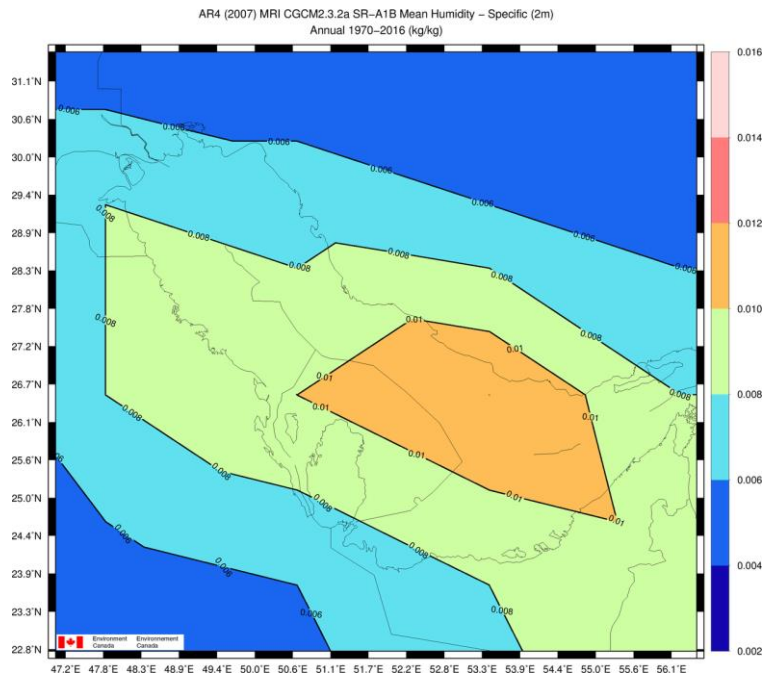
شکل ۱۶: نقشه فشار تراز دریا سالانه در دوره آینده پهنه خلیج فارس (۲۰۱۶-۲۰۵۰) (منبع: نگارندگان)

– بررسی وضعیت نم ویژه در دوره کنونی و آینده بر اساس داده‌های خروجی مدل CGCM2.3.2a

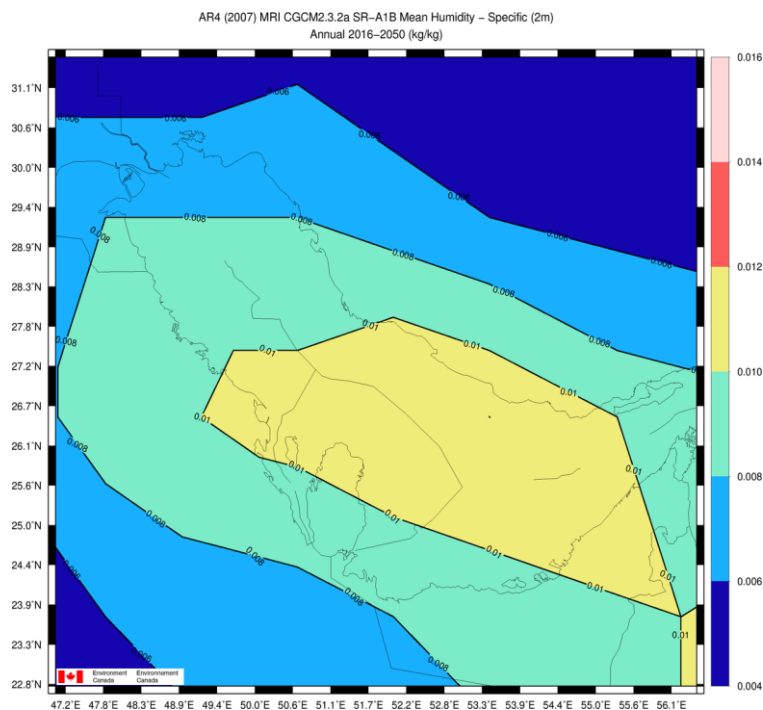
SR_A1B

شکل‌های ۱۷ و ۱۸ نم ویژه را در پهنه خلیج فارس در دوره کنونی و آینده را نشان می‌دهد که هسته نم ویژه در مرکز و شمال پهنه خلیج فارس متمرکز شده است و در دهه کنونی این هسته محدوده کوچک‌تری از مرکز و شمال خلیج فارس که شامل (کیش، ابوموسی، بندر لنگه و جزایر تنب بزرگ و کوچک) را در بر گرفته قابل مشاهده است. مقدار نم ویژه به ۱۰ گرم در کیلوگرم می‌رسد در حالی که این مقدار در سایر مناطق یک‌روند کاهشی دارد و به ۲ گرم در کیلو گرم می‌رسد. پیش‌بینی می‌شود در دوره آینده روند افزایشی نم ویژه بر روی پهنه خلیج فارس گسترده تر شده و قسمت‌های جنوبی

خلیج فارس (دبی، شارجه، بحرین) را نیز در برخواهد گرفت.



شکل ۱۷: نقشه نم ویژه سالانه در دوره کنونی پهنه خلیج فارس (۱۹۷۰-۲۰۱۶) (منبع: نگارندگان)



شکل ۱۸: نقشه نم ویژه سالانه در دوره آینده پهنه خلیج فارس (۲۰۱۶-۲۰۵۰) (منبع: نگارندگان)

نتیجه گیری

پژوهش حاضر به منظور بررسی کمیت‌های دما، بارش، فشارتراز دریا و نم ویژه خلیج فارس به عنوان نمایه‌ای از تغییر اقلیم انجام گرفت. داده‌های گردش عمومی جو مرکز هدلی NCEP مطابق با چهارمین گزارش ارزیابی AR4 که از سال

۲۰۰۷ به بعد ارائه و استفاده شد و داده‌های خروجی مدل CGCM2.3.2a R_A1B که شامل متوسط دما، بارش، فشار تراز دریا و نم ویژه به صورت فصلی و سالانه برای ایستگاه‌های دیلم، بوشهر، بندرعباس، ابوموسی و کیش به عنوان ایستگاه‌های انتخابی سواحل شمالی و ایستگاه‌های کویت و دبی، بحرین، به عنوان ایستگاه‌های جنوبی دریافت گردید. نتایج دمای کنونی و آینده در فصول سال بیانگر آن است که در فصل زمستان، تغییرات دمایی زیادی در نواحی شمال-غربی و مرکز و جنوب‌غربی خلیج فارس مشاهده نمی‌شود ولی در نواحی جنوبی تغییرات بسیار چشمگیر می‌باشد. به طوری که تمام محدوده جنوب و جنوب‌شرقی و نواحی شمالی خلیج فارس در پهنه‌ای بین ۱۸ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد قرار دارد و پیش‌بینی می‌شود که در دوره آینده این رقم به ۲۴ درجه برسد که تقریباً ۳ درجه افزایش می‌یابد. در فصل بهار پهنه دمایی در عرض‌های ۲۲,۵ تا ۲۶,۷ درجه شمالی کاملاً حالت مداری پیدا می‌کند. در این فصل بین شمال‌غربی منطقه تا جنوب‌شرقی ترین نقطه دما بین ۱۹ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد است. گستره بین ۱۹ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد شامل قسمت‌های شمال‌غربی خلیج فارس (از عبدلیه تا جزیره خارک و بوشهر) می‌باشد و پهنه بین ۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد شامل عرض‌های ۲۶,۷ تا ۳۰ درجه شمالی (کویت، سفانیه، منیفا و بندر دیر) است. پهنه دمایی بین ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد شامل کل محدوده سواحل جنوبی خلیج فارس شامل (منامه، بحرین، ابوظبی، دوی، شارجه) ابوموسی، بندرلنگه و جزیره کیش تا قسمت‌های غربی جزیره قشم می‌باشد. پیش‌بینی می‌شود در دوره آینده پهنه دمایی به سمت بالا گسترش می‌یابد و شرایط دمایی نسبت به دوره کنونی همراه با افزایش دما است. به طوری که در دوره آینده سواحل جنوبی خلیج فارس پهنه دمایی بین ۲۸ تا ۳۱ درجه سانتی‌گراد را خواهد داشت. در فصل تابستان با سیطره مونسون‌های تابستانه که از شرق و جنوب‌شرق به سمت پهنه خلیج فارس روانه می‌شوند و سبب افزایش دما در پهنه خلیج فارس می‌گردد. به طوری که کل پهنه دمایی بین ۳۰ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد دارد. در این ماه بین بالاترین نقطه و پایین‌ترین نقطه در خلیج فارس ۸ درجه اختلاف دما وجود دارد. پیش‌بینی می‌شود که در دوره آینده روند افزایشی دما شدت بیشتری به خود می‌گیرد. در فصل پاییز منحنی‌های هم دما با فشردگی بیشتری در کنار هم قرار گرفته‌اند و پهنه دمایی بین ۲۲ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در این ماه تغییرات در چهار پهنه دمایی مشاهده می‌شود در پهنه ابتدایی دما بین ۲۲ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد و قسمت‌های محدودی از بصره تا بندر ریگ را شامل می‌شود. پهنه دمایی دوم از ۲۴ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد که در عرض‌های ۲۹,۲ درجه تا ۳۰ درجه شمالی از کویت تا بندر بوشهر قرار دارد. در پهنه سوم که بین ۲۶ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد قسمت‌هایی از منیفا تا بندر دیر را پوشش می‌دهد و در نهایت پهنه چهارم که بیشترین پهنه را در خلیج فارس شامل شده است و شامل قسمت‌هایی از بحرین تا تمام نواحی و سواحل امارات متحده عربی و بخش‌هایی از سواحل شمالی شامل ابوموسی - بندرلنگه و بندر کیش می‌باشد. پیش‌بینی می‌شود در دوره آینده این پهنه افزایش یافته و تمام بخش‌های شمالی و جنوبی و قسمت‌هایی از مرکز و جنوب‌غربی خلیج فارس را در بر می‌گیرد. در مقیاس سالانه پهنه دمایی نسبت به دوره ۴۶ ساله گذشته روندی صعودی بین ۱ تا ۲ درجه را نشان می‌دهد و مناطقی که در دوره کنونی دمایی بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد دارند در آینده دمایی بین ۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد دارا می‌باشند.

در بررسی بارش در دوره کنونی و دوره آینده ملاحظه شد که در دوره کنونی نسبت به دوره آینده علیرغم افزایش دمای منطقه خلیج فارس، پیش‌بینی‌ها براساس مدل‌های آب و هوایی نشان می‌دهد که در طی دهه‌های آینده بارش بر منطقه خلیج فارس به ویژه سواحل جنوبی آن افزایش خواهد داشت.

در بررسی وضعیت پراکنش فشار در تراز دریا مشاهده می‌شود که منحنی کم‌فشار با منحنی هم‌فشار ۱۰۱۰ هکتوپاسکال در جنوب خلیج فارس قرار دارد. که به سمت عرض‌های بالاتر در حال گسترش می‌باشد. و بر روی شمال-غربی خلیج فارس محدوده آبادان تا بندر دیر به ۱۰۱۲ هکتوپاسکال می‌رسد. این در حالی است که پیش‌بینی می‌شود در دوره آینده این روند به سمت عرض‌های پایین‌تر کشیده می‌شود.

در بررسی مقدار نم و یخ در پهنه خلیج فارس ملاحظه شد که هسته نم و یخ در مرکز و شمال پهنه خلیج فارس متمرکز شده است و در دهه کنونی این هسته محدوده کوچک‌تری از مرکز و شمال خلیج فارس که شامل (کیش، ابوموسی، بندرلنگه و جزایر تنب بزرگ و کوچک) را در بر گرفته است. مقدار نم و یخ به ۱۰ گرم در کیلوگرم می‌رسد در حالی که این مقدار در سایر مناطق یک‌روند کاهشی دارد و به ۲ گرم در کیلوگرم می‌رسد. پیش‌بینی می‌شود در دوره آینده روند افزایشی نم و یخ بر روی پهنه خلیج فارس گسترده‌تر شده و قسمت‌های جنوبی خلیج فارس که شامل (دبی، شارجه، بحرین) را نیز در بر خواهد گرفت. لذا نتایج این پژوهش با، نتایج مطالعات صورت گرفته در سطح جهان مانند الکساندرو و همکاران در سال ۲۰۰۶ در سطح جهان، بانزراگ و همکاران در سال ۲۰۰۷ در مغولستان و کاری که توسط سازمان هواشناسی در زمینه تغییر اقلیم در ایران انجام داده است، مطابقت دارد. چرا که بررسی تغییر اقلیم نشان داد که تا سال ۲۰۳۹ به‌طور میانگین دمای کشور تا ۰/۵ درجه افزایش می‌یابد. (بابائیان و همکاران، ۱۳۸۷). با این وجود متوسط دمای سالانه در منطقه خلیج فارس ۱ درجه افزایش را در دوره آینده نشان می‌دهد.

منابع

- ۱- بابائیان، ایمان. نجفی نیک، زهرا. زایل عباسی، فاطمه. حبیبی نو خندان، مجید. ادب، حامد (۱۳۸۸): ارزیابی تغییر اقلیم کشور در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ میلادی با استفاده از ریز مقیاس نمایی داده‌های مدل گردش عمومی جو ECHO-G. جغرافیا و توسعه، ۱۶. صص ۱۵۲-۱۳۵.
- ۲- حسن‌زاده، اسماعیل، و خدابخش، حسن، (۱۳۸۱): مطالعه دمای سطح آب و انتقال اکمن در ناحیه خلیج فارس: مجله پژوهش فیزیک ایران، ۲۱۳-۳۲۲.
- ۳- رحیم زاده. فاطمه، عسگری. احمد، نوحی. کیوان، (۱۳۸۲): گشتی بر تفاوت نرخ افزایش دمای حداقل و حداکثر و کاهش دامنه شبانه‌روزی دما در کشور، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم.
- ۴- عباس نیا، محسن، طاووسی، تقی، خسروی، محمود، توروس، حسین، (۱۳۹۴): تحلیل دامنه عدم قطعیت تغییرات آینده دمای حداکثر روزانه بر روی اسران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی سپهر،

دوره ۲۵، شماره ۹۷، بهار ۹۵، صص ۴۳-۳۰.

- ۵- حق طلب، نفیسه، گودرزی، محسن، حبیبی نو خندان، مجید، باوری، احمدرضا، جعفری، حمیدرضا (۱۳۹۲): مدل سازی اقلیم استان های تهران و مازندران با استفاده از مدل اقلیمی LARS-WG و مقایسه تغییرات آن در جبهه های شمالی و جنوبی البرز مرکزی، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۵، شماره ۱، صص ۴۹-۳۷.
- ۶- سعادت آبادی، عباس. ایزدی، پریرسا، (۱۳۹۲): ارتباط بی هنجاری های دمای آب سطح اقیانوس هند و دریای عرب با بی هنجاری های بارش نیمه جنوبی ایران، مجله فیزیک و زمان، دوره ۳۹، صص ۱۵۷-۱۳۵.
- ۷- عزیزی، قاسم. کریمی احمدآباد، مصطفی. سبک خیز، زهرا، (۱۳۸۴): روند دمایی چند دهه نشریه علوم جغرافیایی دانشگاه تربیت معلم، جلد ۴، شماره ۵، پاییز و، CO اخیر ایران و افزایش زمستان ۱۳۸۳ و بهار و تابستان، صص ۴۳-۲۵.
- ۸- خسروی، محمود. سلیقه، نجار. صبا، بهروز، (۱۳۹۰): تأثیر آنا مالی های دمای سطح دریای عمان بر بارندگی فصول پاییز و زمستان سواحل جنوب شرقی ایران، نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، دوره ۱۶، شماره ۳۷، صص ۸۱-۵۹.
- ۹- کربلایی درئی، علیرضا، حجازی زاده، زهرا، حسینی، سید محمد، (۱۳۹۴): شبیه سازی متغیرهای اقلیمی استان سمنان با سناریوی مد گردش عمومی جو، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره پانزدهم، پاییز، صص ۲۴-۱.
- ۱۰- کیخسروی، قاسم، (۱۳۹۴): ارزیابی اثرات تغییر اقلیم آبی با استفاده از مدل LARS و شاخص خشک سالی SAIP در خراسان شمالی، دومین کنفرانس بین المللی مهندسی محیط زیست، تهران، صص ۱۳-۱.
- ۱۱- ناظم السادات، سید جعفر، شیروانی، امین، (۱۳۸۴): پیش بینی دمای سطح آب خلیج فارس با استفاده از رگرسیون چندگانه و تحلیل مؤلفه اصلی: مجله علوم و فنون، (۳) کشاورزی و منابع طبیعی، ۹، صص ۱-۱۱.
- ۱۲- ناظم السادات، سید محمد جعفر، (۱۳۸۸): مبانی هوا و اقلیم شناسی، چاپ اول: مرکز نشر دانشگاهی، تهران، صفحه ۴۴۰.
- ۱۳- ناظم السادات، سید محمد جعفر، قاسمی، احمدرضا، (۱۳۸۳): تأثیر نوسان های دمای سطح آب دریای خزر بر بارش فصل های زمستان و بهار نواحی شمالی و جنوب غربی ایران: مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴، صص ۱-۱۵.

- 14- Alexander L, Zhang X, Peterson TC, Caesar J, Gleason B, Klein Tank A, Haylock M, Collins D, Trewin B, Rahimzadeh F, Taghipour A, Kumar Kolli R, Revadekar JV, Griffiths G, Vincent L, Stephenson D, Burn J, Aguilar E, Brunet M, Taylor M, New M, Zhai P, usticucci M, Vazquez-Aguirre JL. (2006): Global Observed Changes in Daily Climate Extremes of Temperature and Precipitation. *Journal of Geophysical Research* 111:1-11;
- 15- Banzragch Nandintsetseg, a J. Scott Greeneb and Clyde E. Gouldenc. (2007): Trends in Extreme Daily Precipitation and Temperature Near Lake H'ovsg'ol, Mongolia. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY*. 1-5;
- 16- Elagib, N.A. and M.G. Mansell, (2000): Recent Trends and Anomalies in Mean Seasonal and Temperature Over Sudan. *J. Arid Environ*, 45:263-288.
- 17- Burns, D. A., Klaus, J., and McHale, M. R. (2007): "Recent Climate Trends and Implications For Water Resources in The Catskill Mountain Region, New York, USA." *J. Hydrology.*, 336, 155-170
- 18- Changchun X., Ch. Yaning, L., Weihong and Ch. Y. Ge Hongtao (2007): "Potential Impact of Climate Change on Snow Cover Area in The Tarim River Basin" *Journal of Environmental Geology*, Vol. 53, No. 7, p1465-1474
- 19- Frich, P., L.V. Alexander, P. Della- Marta, B. Gleason, M. Haylock, A.M. G. Klein Tank, T. Peterson, (2002): "Global Changes in Climatic Extremes During the Secend Half of The 20th Century". *Climate Res.*, 19, 193p
- 20- Kayano, Mt, B Armanda, Rao. V, Moura, AD, "Tropical Circulations and The Associated Rainfall Anomalies During Two Contrasting Years", *Journal of Climatology*, Vol 8, No 5, Sep-Oct (1998): p 477-88.
- 21- Krishnamurthy, V. and Shukla, J. (1999): Intra Seasonal and Intramural Variability of Rain Fall Over India Center for Ocean-Land, Atmosphere Studie. P. 233-251
- 22- Kiely, G. (1999): Climate Change in Ireland From Precipitation and Stream Flow

- Observations. *Advances in Water Resource* 23:141-151.
- 23-IPCC. (2007): Fourth Assessment Report Climate Change. Paris, <http://www.IPCC.ch>. J. Am. Stat. Assoc. 74: 365-367.
- 24- Semenov, M., Strat on Ovitch, P. (2010): Use of Multi-Model Ensembles From Global Climate Models For Assessment of Climate Change Impacts, *Climate Research*. 41: 1-14.
- 25- Smith, S. M., Assessing Drought- Relate Ecological Risk in The Florida Everglades, *Journal of Environmental Management*, Vole 68, Issue4, August (2003): Pages 360-535.
- 26- Stewart, I.T., Cayan, D. R. and Detainer, M. D. (2004): Changes in Snowmelt Runoff Timing in Western North America Under 'Business as Usual' Climate Change Scenario. *Climate Change Journal* 62, 217-232
- 27- Rusticucci, M., and Renom, M. (2008): Variability and Trends in Indices of Quality-Controlled Daily Temperature Extremes in Uruguay. *Int. J. Clim.* 28: 1083-1095.
- 28- Roy K., Rahman M., and Kuman U. (2009): Future Climate Change and Moisture Stress: Impact on Crop Agriculture in South-Western Bangladesh. *Climate Change and Development Perspective*. 1(1):1-8.
- 29- Todisco F and Vergni L, (2008): Climatic Changes in Central Italy and Their Potential Effects on Corn Water Consumption. *Agric For Meteorol* 148: 1-11.

Climate Change Detection Persian Gulf Region Using Data Output CGCM.

A1B

Hejazizadeh, Zahra*

Master of Geographic Sciences Faculty of Climate-Khwarizmi, Tehran, Iran

Najar Salighe, Mohammad

Master of Geographic Sciences Faculty of Climate-Khwarizmi, Tehran, Iran

Kamali, Samad

PhD Student of The University Khwarizmi, Tehran, Iran

Abstract

First, it was determined to detect climate change of temperature, precipitation, sea level pressure and not particularly Persian Gulf, and was divided into two parts, the northern coast and South Coast. Specified period (2015-1970) was selected for the stations listed were selected and were taken from the website of climate change Canada's network of station data (rainfall, temperature, heights, and not special). And then the same process was used for the next period (2050-2016). Given that the quantities mentioned factors are affecting climate change, The quantity mentioned in the current and future period, seasonally and annually were investigated based on the output of the model for all stations CGCM2.3.2a SR_A1B. The results showed that temperature changes in winter has changed dramatically in the southern part of the Persian Gulf, As predicted to rise in the coming period, roughly 3 degrees relative to the current time. In spring, temperatures are expected (Abu Musa area, Bandar Length, Kish Island and western parts of the island) to increase compared to the current period in the southern coast of the Persian Gulf and The temperature will be 28 to 31 degrees Celsius. In the summer monsoon summer dominated by an increase in temperature across the Persian Gulf as the total area, the temperature is between 30 and 38 degrees Celsius. This chapter also predicts that in the coming period will be automatically increased as temperatures increase. In the autumn season is also expected to be higher than 28 ° C extended temperature zones and involve large part of the Persian Gulf.

Key Words: Climate change, Temperature, Precipitation, Model A1B, Persian Gulf.

* E-mail: hedjazizadeh@yahoo.com

Cell: 09121092405