نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال دهم. شماره چهل و شش . زمستان۱۴۰۰

ارزیابی روند تغییرات دمای سطح آب دریای خزر در دوره زمانی ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹

رضا ذاکری نژاد[۱]، احسان جهانیان[۲]، سعید موحدی[۳]

تاریخ ارسال:۱۴۰۰/۰۲/۰۵
تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۶/۲۲

مقاله پژوهشی

چکیده

دمای سطح آب یا دمای رویه‌ی آب در آبهای آزاد و دریای ها بعنوان یکی از شاخص های سنجش ویژگی‌های اقیانوس‌شناسی و هواشناسی شناخته می‌شود. در این پژوهش برای تحلیل تغییرات زمانی و مکانی دمای سطح آب دریای خزر از داده های (۰,۲۵ درجه) سنجنده **AVHRR** طی بازه زمانی ۱۹۸۹-۲۰۱۹ استفاده شد. ارزیابی روند تغییرات دمایی سطح اب (**SST**) دریای خزر با محاسبه میانگین دمای ماهانه، فصلی و سالانه از داده های روزانه تهیه شد. نتایج تحلیل داده های دمای سطح آب نشان می دهد، که سال ۲۰۰۳ با میانگین دمای سالانه ۱۴۰۷ درجه سلسیوس بعنوان سردترین سال و سال ۲۰۱۰ با میانگین دمای سالانه ۱۶,۵۶ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود. بر اساس نقشه های تهیه شده بخشهای جنوبی، خصوصاً جنوب شرقی خزر، گرمترین پهنه هاست و خزر میانی دمای کمتری نسبت به بقیه مناطق دارد، هر چند در برخی فصول و ماه ها، اثر عرض جغرافیایی غلبه می کند و بخشهای شمالی کمترین دماها را نشان می دهد. در واقع نتایج نشان دهنده ی این می باشد، که تغییرات زمانی سالانه **SST** در دریای خزر روندی کاملاً افزایشی دارد. با این وجود از نظر مکانی نیز، بخشهای شمالی دریای خزر کمترین دما و با کاهش میزان عرض جغرافیایی به سمت جنوب، دماها افزایش می یابد. میانگین کلی دمای رویه آب این دریا طی دوره مورد مطالعه حدود ۱۵/۶ درجه سلسیوس است. که بیانگر روند کاملا افزایشی تغییرات دمای سطح آب دریای خزر در طی سال‌های اخیر می باشد. با این حال از نظر تغییرات مکانی، فصل زمستان برعکس بقیه فصول از تغییرات عرض جغرافیایی پیروی نمی کند و حالتی کاملاً عکس را نشان می دهد، یعنی با افزایش عرض جغرافیایی، دما افزایش را نشان داد. بررسی تغییرات زمانی سالانه دمای رویه دریای خزر نشان می دهد که در طی این دوره، به طور کلی دما افزایشی است.

واژه‌های کلیدی: دمای سطح آب دریا، روند، دریای خزر، سنجنده

۱ . استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه اصفهان، ایران. Email: r.zakerinejad@geo.ui.ac.ir (نویسنده مسئول)

۲ . کارشناسی ارشد آب و هواشناسی (سینوپتیک)، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی ،دانشگاه اصفهان، ایران. Email: ehsanjahanian1915@gmail.com

۳ . دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی دانشگاه اصفهان، ایران. Email: s.movahedi@geo.ui.ac.ir

مقدمه

تغییرات دمای سطحی در دریای ها و اثرات آن بر آب و هوای مناطق اطراف آنها همواره مورد توجه پژوهشگران بوده است. دریای خزر دارای ویژگی های منحصر بفردی مانند حجم و وسعت زیاد است که باعث می شود شناخت دقیق نحوه توزیع و تغییرات دمای سطحی در ماه های مختلف به منظور پیش بینی ترسالی و خشکسالی ضروری و با اهمیت محسوب شود (8).

در یک پژوهش با مطالعه تغییرات دمای سطح آب دریای خزر به این نتیجه رسیدند، که همبستگی زمانی آنومالی‌های زمستانی و تابستانی دمای سطح اب خزر در دوره ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ با فازهای شاخص نوسانات جنوبی و نوسانات اطلس شمالی هماهنگ است و علاوه بر این در دوره ۱۹۸۲ تا ۲۰۰۰ نیز دمای سطح اب خزر با دریای سیاه در حالت کلی مشابه هم هستند (Ginzburg et al., 2005)

در مطالعه ای دیگر از داده های ماهانه دمای سطح آب سنجنده AVHRR[4] برای درک روند گرمایش حوضه مدیترانه غربی در سالهای ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۷ استفاده کردند، نتایج این پژوهش نشان داد که یک روند خطی از میانگین گرمایش ۰/۰۳ درجه در سال وجود دارد که این روند در فصل بهار در تمامی حوضه افزایش دارد و به مقدار ۰/۰۶ می رسد (Lopez & Camarasa.,۲۰۱۱). در پژوهش دیگر که به تغییرات زمانی و مکانی دمای سطح آب جنوب غربی دریای خزر طی بازه زمانی ۲۰۱۶-۱۹۸۲ و با به‌کارگیری داده‌های ماهواره‌ای با دقت ۰/۲۵درجه مورد بررسی قرار گرفت، که نتایج این تحقیقات بیانگر آن بود که میزان افزایش دمای خزر نسبت به دمای آب‌های جهانی، شدت بالاتری را نشان داد. در واقع بررسی روند ماهانه نشان داد که شدت افزایش بین ماه‌های اکتبر تا ماه می است. ناهماهنگی فضایی نیز در الگوهای زمانی دیده می‌شود که بیشتر در بخش‌های عمیق‌تر مرکزی و شمالی است (Beyraghdar et al., 2017)

پژوهشگران همچنین به بررسی روندهای بلندمدت و پویایی کوتاه مدت SST[5] در دریاهای ایتالیا پرداختند که نتایج آن ها نشان داد که تحلیل روندهای بلندمدت دمایی درپایش تغییرات آب و هوایی موثر است (Picone et al., 2019).

مطالعاتی نیز بر روی دریای سرخ با استفاده از داده های ماهواره ای IOSST[6] جهت بررسی روندهای اخیر و سناریوهای آینده را برای SST انجام گرفت، که نتایج آن ها حاکی از افزایش قابل توجه در روند دما دارد (Shaltour et al. 2019).

کاظمی و همکاران (۱۳۹۸)، تغییرات بلندمدت مقادیر ماهانه دمای سطح آب دریای خزر را طی دوره ۱۹۸۲-۲۰۱۷ با داده های NOAA[7] بررسی کردند، که نتایج آن ها نشان داد که با توجه به میانگین و انحراف معیار ناهنجاریهای دماهای متوسط سالانه، بیشترین دامنه ی تغییرات دمای سطح آب در دریای خزر شمالی در اواخر فصل زمستان تا اوایل فصل بهار متجاوز از ۸-۶ درجه سانتیگراد مشاهده شد که میزان تغییرات در تمامی ماه های سال و در مناطق مختلف دریای خزر یکنواخت نبوده به طوری که در فصل تابستان از جنوب شرق خزر تا شمال شرق ۱/۵- ۱ درجه سانتیگراد و در فصل زمستان-بهار با بیشترین مقدار در بخش های شرق تا شمال‌شرقی خزر شمالی تا بیش از ۲ درجه سانتی گراد محاسبه شد.

سلطانی و دهقانی قناتغستانی (۱۳۹۹)، در پژوهشی که در رابطه با تامین انرژی و اثر آن بر گرمایش جهانی و اکوسیستم-های آبی انجام دادند، گزارش کردند که تغییرات تراز آب دریای خزر طی سال های آبی ۹۱-۹۷ در خط ساحلی آن رو به عقب نشینی است، همچنین میانگین سالانه دمای سطحی آب در سواحل استان هرمزگان از سال ۱۹۹۵ میلادی به بعد به صورت معنی داری نسبت به سال های قبل از آن افزایش یافته است. همچنین روند افزایشی میانگین سالانه تراز دریا در بندرعباس از سال ۲۰۰۵ میلادی به بعد به صورت معنی داری نسبت به سال های قبل از آن افزایش یافته است. ارزیابی تغییرات دمایی با استفاده از تصاویر ماهواره ای به دلیل دقت و سرعت بالای پردازش از ضروریات اصلی این پژوهش محسوب می گردد. در واقع هدف اصلی در این پژوهش با توجه به اهمیت تغییرات دمایی دریای خزر در سال های اخیر به پایش تغییرات مکانی-

4. Advanced Very Heigh Resulation Radiometer
5. Sea Surface Temperture
6. Indian Ocean sea surface temperature
7. The National Oceanic and Atmospheric Administration

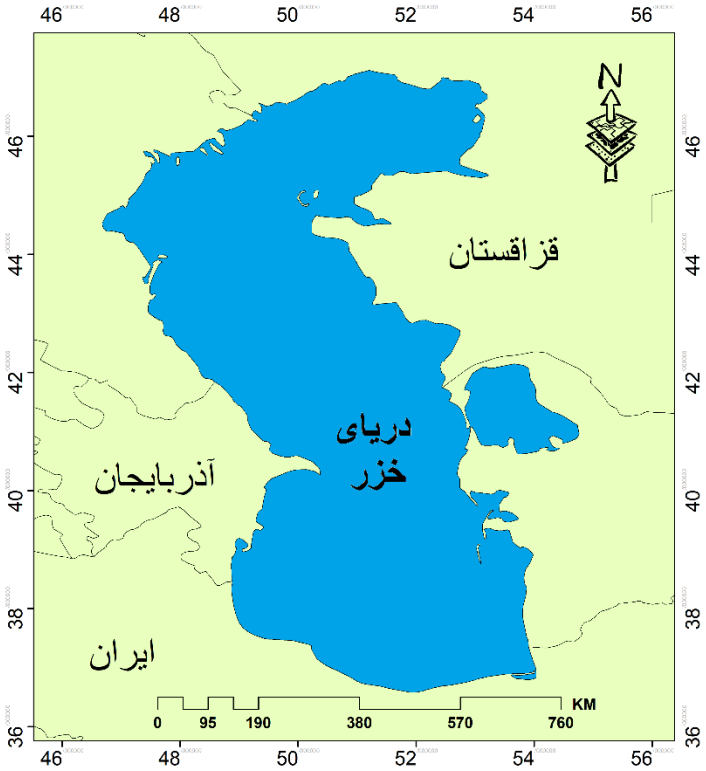
زمانی دمای سطح آب دریای خزر با استفاده از سنجنده AVHRRدر دوره زمانی ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹ پرداخته شده است.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

دریای خزر که بزرگترین دریای بسته جهان شناخته می شود، از جنوب به ایران، از شمال به روسیه، از غرب به روسیه و جمهوری آذربایجان و از شرق به جمهوری‌های ترکمنستان و قزاقستان محدود می‌شود. دریای خزر در گذشته بخشی از دریای تتیس بود که اقیانوس آرام را به اقیانوس اطلس متصل می‌کرد. این دریا در راستای شمالی جنوبی ۱۰٫۵ درجه کشیدگی دارد. دریای خزر بین طولهای جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۱ دقیقه غربی تا ۵۴ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی واقع شده است. همچنین از نظر عرض جغرافیایی بین ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه جنوبی تا ۴۷ درجه و ۸ دقیقه شمالی قرار گرفته است. طول آن حدود ۱۰۳۰ تا ۱۲۰۰ کیلومتر و عرض آن بین ۱۹۶ تا ۴۳۵ کیلومتر است و تقریباً ۳۷۰ هزارکیلومتر مساحت دارد. سطح دریای خزر در حدود ۲۸ متر پائین‌تر از سطح دریاهای آزاد است (شکل۱).

قسمت شمالی این دریا بسیار کم‌عمق است. به‌طوری‌که تنها نیم درصد آب دریا در یک‌چهارم شمالی دریا قرار دارد و عمق آن به‌طور میانگین کمتر از ۵ متر است. حدود ۱۳۰ رودخانه به این دریا می‌ریزند که اکثر آن‌ها از شمال غربی به دریا می‌پیوندند. بزرگترین آن‌ها رود ولگا است که هر سال به‌طور میانگین ۲۴۱ کیلومتر مکعب آب را وارد دریای خزر می‌کند.



شکل(۱): محدوده دریای خزر (نگارنده)

داده های مورد استفاده

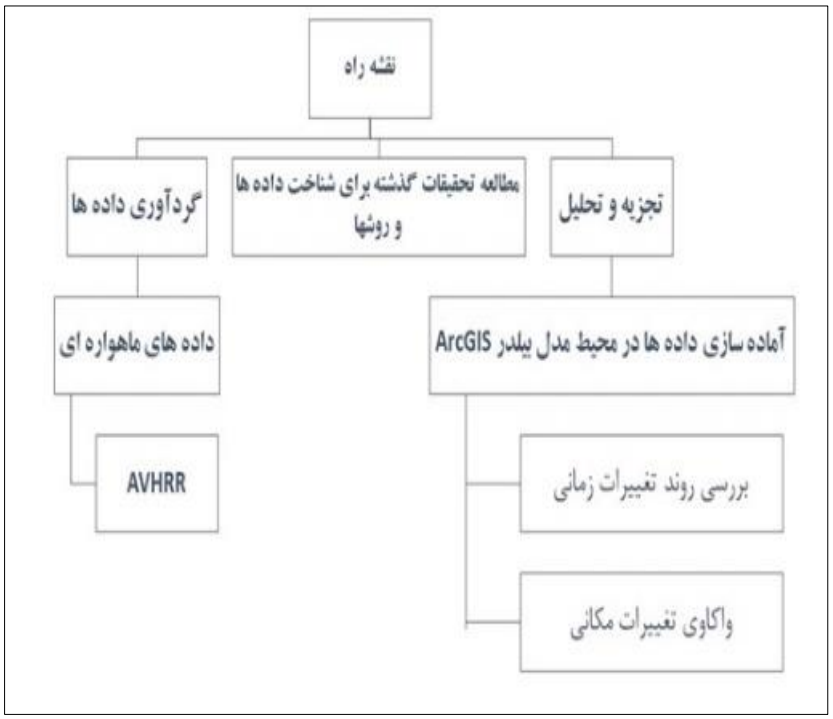
از آنجایی که هدف مورد مطالعه در این پژوهش بررسی وضعیت دمای رویه آب بر اساس داده های ماهواره ای، از متغیر SST سنجنده AVHRR برای رسیدن به این هدف استفاده شد. داده های مورد بررسی در قالب فرمت NetCDF و به صورت روزانه دریافت گردید. در ادامه محدوده آبهای پهنه خزر برای تمامی دوره مورد مطالعه (۲۰۱۹-۱۹۸۹) استخراج گردید. وبسایت زیر برای تهیه داده های روزانه استفاده شد، (www.ncei.noaa.gov/thrdds/catalog.html)؛ قسمت

OISST: Optimum Interpolation ،Marine and ocean Sea/Surface Tempertures و نهایتاً بخش OISST-V2.1- AVHRR-Daily Files گرفته شد.

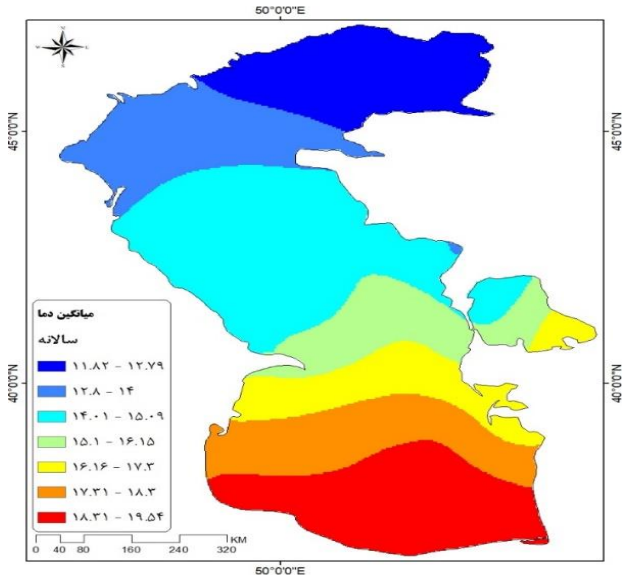
برای تهیه نقشه ها، ابتدا تصاویر تمامی روزها را از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹ دانلود شد. سپس محدوده خزر از پهنه آبهای جهان برش داده شد. نهایتاً در نرم افزار ArcGIS 10.8 با بکارگیری امکانات مدل بیلدر اقدام به تهیه نقشه های ماهانه، فصلی و سالانه گردید، که در ادامه سری زمانی داده ها نیز برای میانگین کل منطقه محاسبه شد. در پایان نیز نقشه های توزیع مکانی برای ۱۲ ماه سال میلادی که شامل ماه های، ژانویه، فوریه و مارس ، آوریل، می و جون، جولای، آگوست و سپتامبر به ترتیب و در طی دوره ی مورد مطالعه برای دریای خزر تهیه انتخاب گردید (شکل ۳).

نتایج

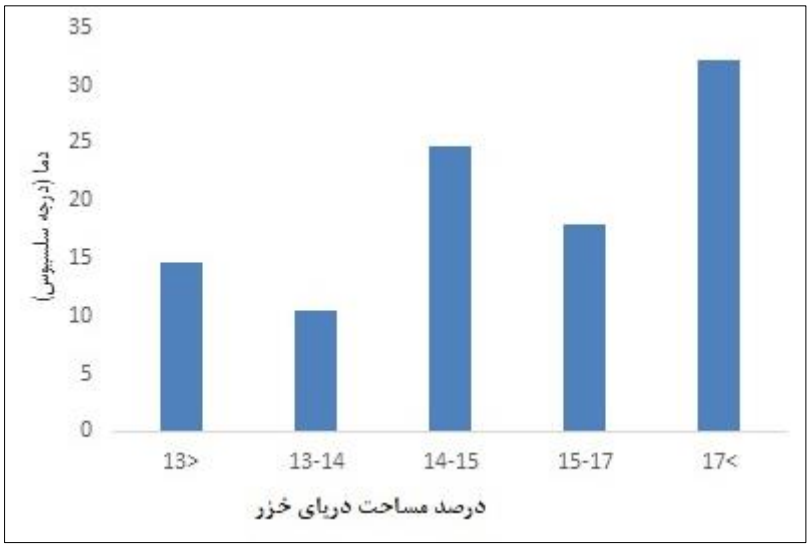
میانگین دمای سالانه محاسبه شده از تصاویر استخراج شبرای دریای خزر در شکل ۳ آورده شده است، دماهای کمتر از ۱۳ درجه معادل ۱۴/۶ درصد از وسعت دریای خزر را در برگرفته، دمای ۱۳ تا ۱۴ درجه حدود ۴۱ هزارکیلومتر مربع معادل ۱۰/۵ درصد از وسعت دریای خزر را پوشش می دهد، دمای ۱۴ تا ۱۵ درجه حدود ۹۸ هزارکیلومتر مربع معادل ۲۴/۵ درصد از وسعت دریای خزر را پوشش می دهد، دمای ۱۵ تا ۱۷ درجه حدود ۷۱ هزارکیلومتر مربع معادل ۱۸ درصد از وسعت دریای خزر را پوشش می دهد، و دماهای بیشتر از ۱۷ درجه حدود ۱۲۸ هزارکیلومتر مربع معادل ۳۲/۵ درصد از وسعت دریای خزر را پوشش می دهد (شکل های ۳و۴).



شکل(۲): فلوچارت روش تحقیق



شکل(۳):میانگین دمای سالانه رویه آب دریای خزر (۱۹۸۹-۲۰۱۹)

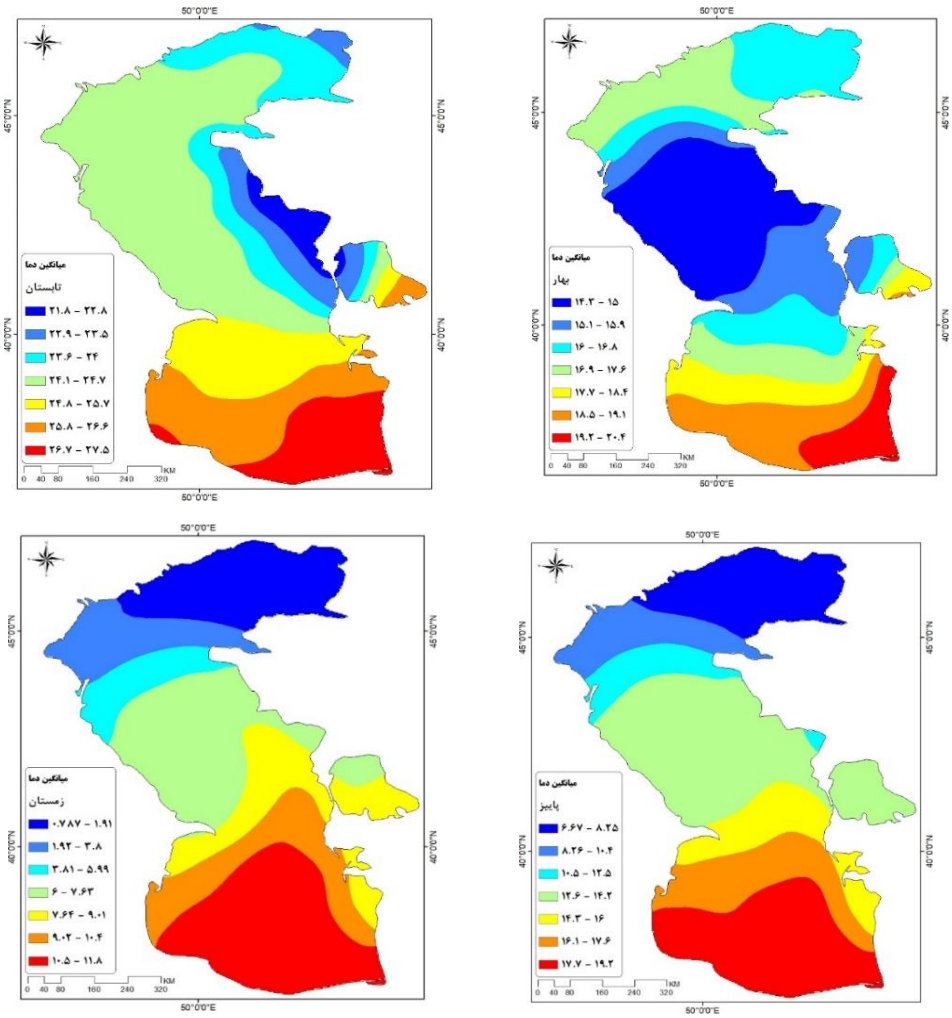


شکل(۴): درصد تغییرات دمای سالانه دریای خزر (۱۹۸۹-۲۰۱۹)

فصل تابستان با میانگین دمای ۲۴/۷۳ به عنوان گرم ترین فصل سال و فصل زمستان با میانگین دمای ۶/۹۹ به عنوان سردترین فصل سال شناخته شد. بیشینه دما میانگین فصل تابستان با مقدار حدود ۲۷/۵ تا ۲۵/۵ درجه در سواحل شمالی ایران و تا حدودی کشور آذربایجان و ترکمنستان مشاهده می شود. کمینه دمایی این فصل بیشتر در سواحل شرقی خزر که منطق بر کشورهای قزاقستان و ترکمنستان می شود قرار دارد، سواحل کشور روسیه با ورودی رود ولگا دمای تقریبی ۲۴ تا ۲۵ درجه را پوشش می دهد. کمینه دمایی فصل زمستان در شمالی ترین قسمتهای دریای خزر واقع شده که هماهنگ با کشورهای قزاقستان و تا حد کمی کشور روسیه می شود، ورودی رودخانه اورال در همین بخش دیده می شود. دمای ۲۳ تا ۲۵ درجه که قسمتهای مرکزی رو به شمال دریای خزر را پوشش می دهد، عمده این قسمت در کشور روسیه و بعد از آن قزاقستان و آذربایجان می شود. سواحل ایرانی خزر در این فصل دماهای حدود ۲۷/۵ درجه را نشان می دهد. در فصل پاییز که بعد از زمستان دومین فصل سرد سال است میانگین دمایی ۱۳/۶ درجه سلسیوس ثبت شده، نوسانات دمایی این فصل ۶/۶ تا ۱۹/۲ درجه سلسیوس است که کمینه دمایی مثل حالت سالانه در شمال و بیشینه دمایی در جنوب دریای خزر است. میانگین

کلی فصل بهار برای دریای خزر ۱۶/۵ درجه سلسیوس است، برعکس سه فصل قبلی در بهار کمینه دمایی در بخشهای مرکزی دیده می شود که حدود ۶ تا ۱۲ درجه سلسیوس است و بین کشورهای روسیه، قزاقستان، آذربایجان مشترک است. به سمت شمال دما تا ۱۴ درجه افزایش می یابد، اما بیشینه های دمایی ۱۹ درجه در جنوب شرقی دریای خزر مابین ایران و ترکمنستان دیده می شود (شکل های ۵ و۶).

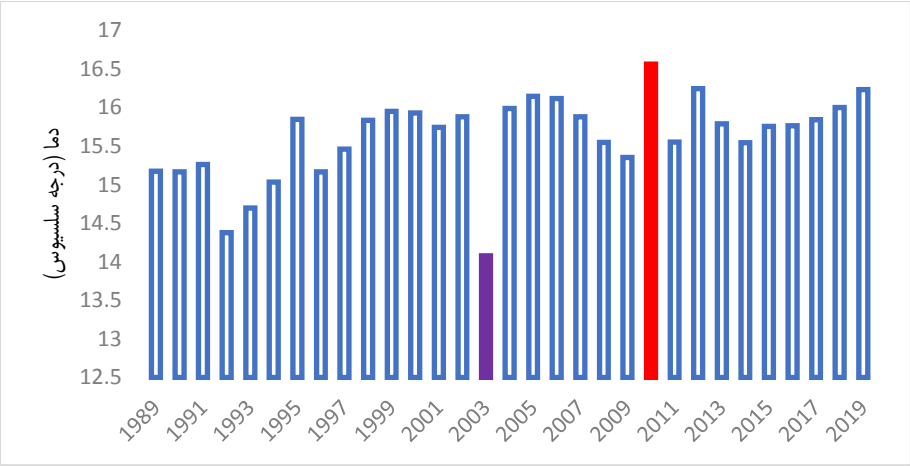
شکل(۵): پراکندگی فصلی دمای رویه آب دریای خزر (۱۹۸۹-۲۰۱۹)



شکل(۶): میانگین دمای رویه آب فصول مختلف دریای خزر (به ترتیب از بهار به زمستان)

بررسی تغییرات زمانی دمای رویه خزر

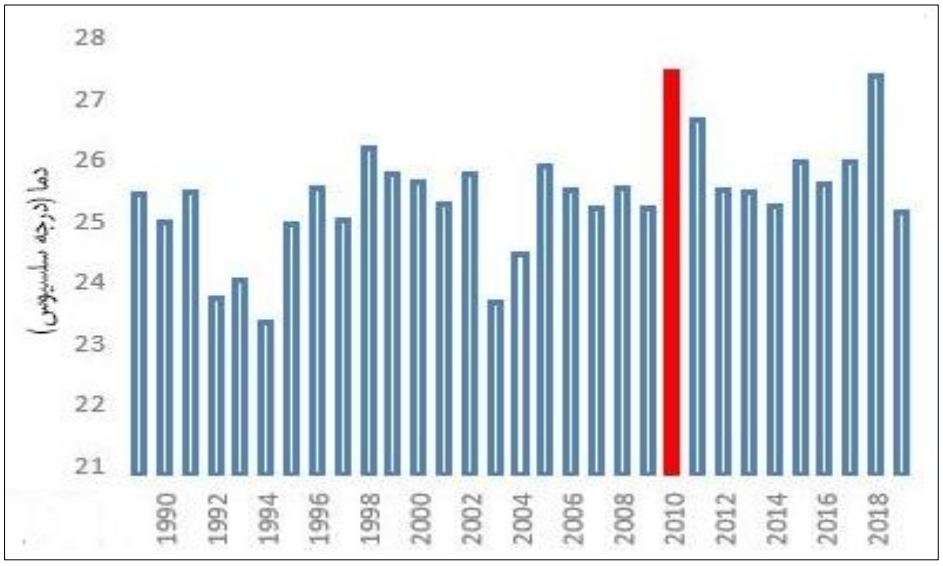
در این پژوهش که بر اساس تغییرات دمایی ماهانه و همچنین تغییرات میانگین دمایی در سطح دریای خزر نتایج نشان می دهد که در طی این دوره، به طور کلی دما افزایشی است. سال ۲۰۰۳ با میانگین دمای سالانه ۱۴/۰۷ درجه سلسیوس بعنوان سردترین سال و سال ۲۰۱۰ با میانگین دمای سالانه ۱۶/۵۶ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود (شکل ۷).



شکل(۷): تغییرات میانگین سالانه دمای رویه دریای خزر (۱۹۸۹-۲۰۱۹)

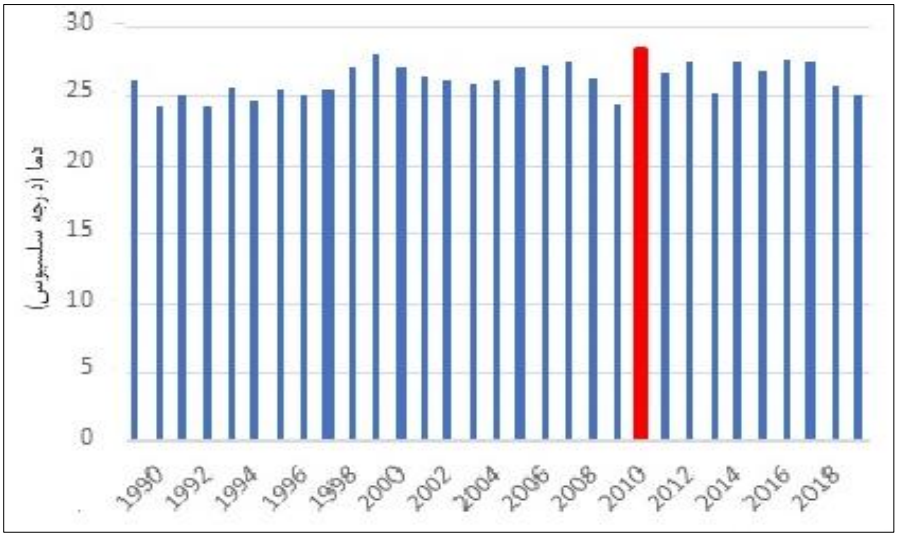
بررسی تغییرات دمای رویه خزر در فصول مختلف

بررسی تغییرات زمانی فصل بهار دمای رویه دریای خزر نشان می دهد که در طی این دوره، به طور کلی دما تا حدی افزایشی است. سال ۱۹۹۴ با میانگین دمای ۲۳/۴ درجه سلسیوس بعنوان سردترین سال و سال ۲۰۱۰ با میانگین دمای ۲۷/۶ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود (شکل ۸).



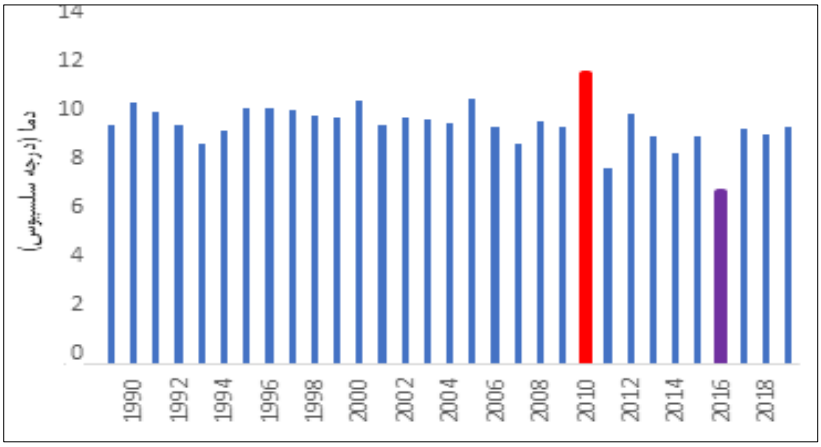
شکل(۸): تغییرات میانگین فصل بهار دمای رویه دریای خزر (۱۹۸۹-۲۰۱۹)

بررسی تغییرات زمانی فصل تابستان دمای رویه دریای خزر نشان می دهد که در طی این دوره، به طور کلی دما تا حدی افزایشی است. سال ۱۹۸۴ با میانگین دمای ۲۳/۴۴ درجه سلسیوس بعنوان سردترین سال و سال ۲۰۱۰ با میانگین دمای ۲۸/۲۶ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود (شکل۹).



شکل(۹): تغییرات میانگین فصل تابستان دمای رویه دریای خزر (۱۹۸۹-۲۰۱۹)

بررسی تغییرات زمانی فصل پاییز دمای رویه دریای خزر نشان می دهد که در طی این دوره، به طور کلی دما تا حدی افزایشی است. سال ۲۰۱۶ با میانگین دمای ۷/۰۵ درجه سلسیوس بعنوان سردترین سال و سال ۲۰۱۰ با میانگین دمای ۱۱/۸۴ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود (شکل۱۰).



شکل(۱۰): تغییرات میانگین فصل پاییز دمای رویه دریای خزر (۱۹۸۹-۲۰۱۹)

بررسی تغییرات زمانی فصل زمستان دمای رویه دریای خزر نشان می دهد که در طی این دوره، به طور کلی دما تا حدی افزایشی است. سال ۱۹۸۷ با میانگین دمای ۵/۸۶ درجه سلسیوس بعنوان سردترین سال و سال ۲۰۰۴ با میانگین دمای ۸/۰۹ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود (شکل ۱۱).

شکل۱۱): تغییرات میانگین فصل زمستان دمای رویه دریای خزر(۲۰۱۹-۱۹۸۹)

بررسی تغییرات زمانی –مکانی ماه های مختلف در دوره ی مورد بررسی

بررسی تغییرات زمانی ماه ژانویه دمای رویه دریای خزر نشان می دهد که در طی این دوره، به طور کلی دما تا حدی کاهشی است. سال ۲۰۰۸ با میانگین دمای ۶/۱۸ درجه سلسیوس بعنوان سردترین سال و سال ۲۰۰۱ با میانگین دمای ۸/۶۳ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود. در حالی که ماه فوریه در طی این دوره، به طور کلی دما تا حدی افزایشی است. سال ۲۰۰۸ با میانگین دمای ۵/۴۹ درجه سلسیوس بعنوان سردترین سال و سال ۲۰۰۴ با میانگین دمای ۷/۵۶ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود.

بررسی تغییرات زمانی ماه مارس دمای رویه دریای خزر نشان می دهد که در طی این دوره، به طور کلی دما تا افزایشی است. سال ۲۰۰۴ با میانگین دمای۸/۷ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود.

طی دوره ی ماه آوریل، به طور کلی دما افزایشی است که سال ۲۰۰۳ با میانگین دمای ۷/۵۸درجه سلسیوس بعنوان سردترین سال و سال ۲۰۰۰ با میانگین دمای.۱۲/۷۵ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود، همچنین در ماه می دمای رویه دریای خزر نشان می دهد که در طی این دوره، به طور کلی دما افزایشی است. سال ۱۹۹۲ با میانگین دمای ۱۴/۳۲ درجه سلسیوس بعنوان سردترین سال و سال ۲۰۱۲ با میانگین دمای ۱۹/۲۳ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود.

در ادامه بررسی های های ماهانه دمای سطح دریای خزر، ماه جون دمای رویه دریای خزر نشان می دهد که در طی این دوره، به طور کلی دما افزایشی است. سال ۲۰۰۳ با میانگین دمای ۲۰/۱۲ درجه سلسیوس بعنوان سردترین سال و سال ۲۰۱۹ با میانگین دمای ۲۵/۳۷ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود.

بررسی تغییرات زمانی ماه جولای دمای رویه دریای خزر نشان می دهد که در طی این دوره، به طور کلی دما افزایشی است. سال ۲۰۱۰ با میانگین دمای ۲۷/۶ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود.

در ماه آگوست، سال ۲۰۱۰ با میانگین دمای ۲۸/۲۶ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود.

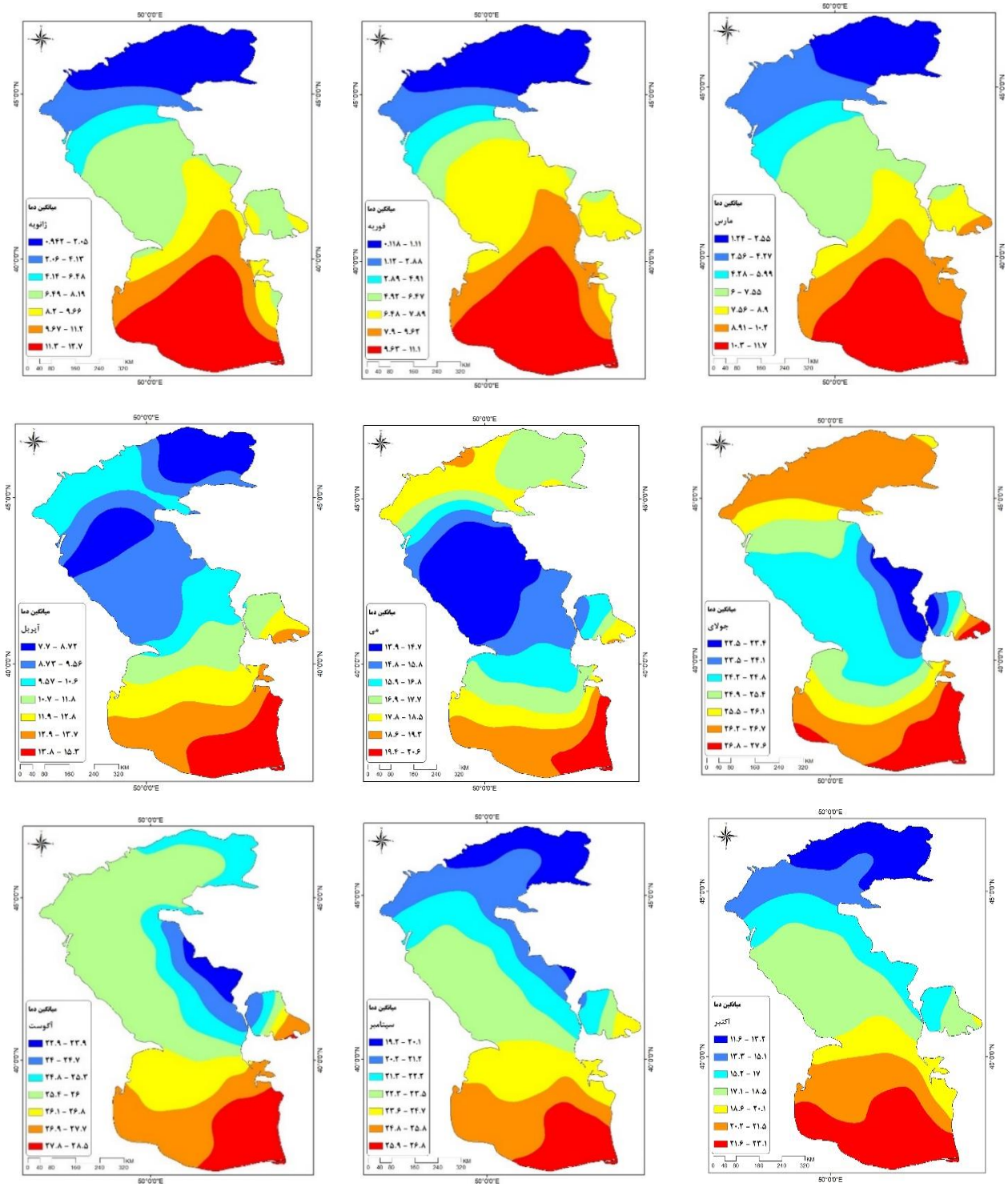
روند تغییرات ماه سپتامبر که در واقع مصادف با شهریور ماه محسوب می شود به صورت افزایشی بوده به طوری که سال ۲۰۱۷ با میانگین دمای ۲۵/۲۰۶ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود.

در ماه اکتبر دمای رویه دریای خزر نشان می دهد که در طی این دوره، به طور کلی دما افزایشی به صورتی که سال ۲۰۰۳ با میانگین دمای ۷/۵۸ درجه سلسیوس بعنوان سردترین سال و سال ۲۰۱۲ با میانگین دمای ۲۰/۰۳ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود.

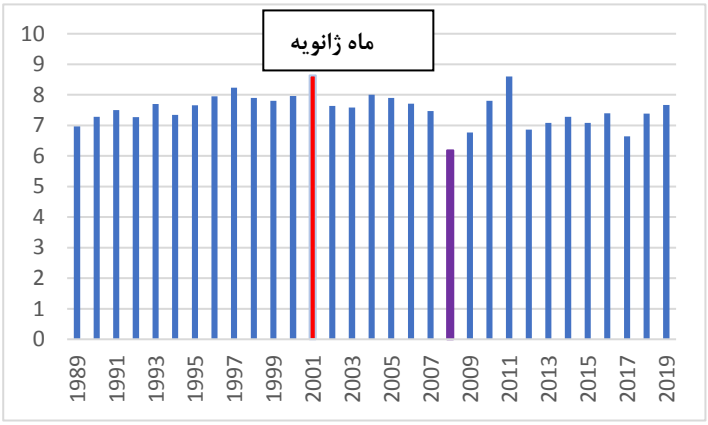
در ادامه بررسی دماهای ماهانه دمای سطحی دریای خزر در ماه نوامبر، دمای رویه دریای خزر نشان می دهد که در طی این دوره، به طور کلی دما افزایشی است به اینصورت که سال ۲۰۱۱ با میانگین دمای ۱۱/۳۶ درجه سلسیوس بعنوان

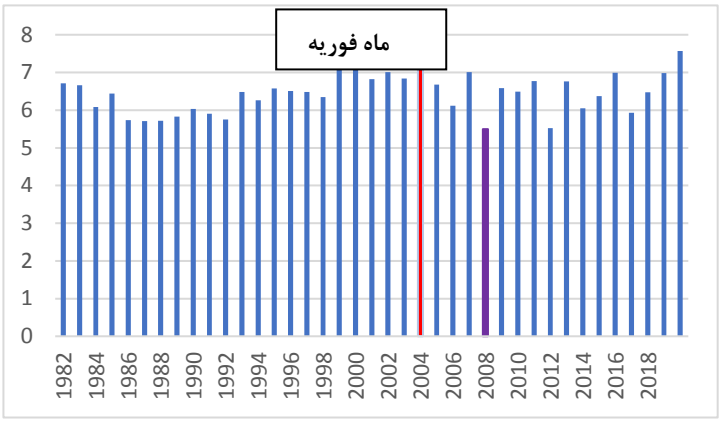
سردترین سال و سال ۲۰۰۶ با میانگین دمای ۱۵/۰۳ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود

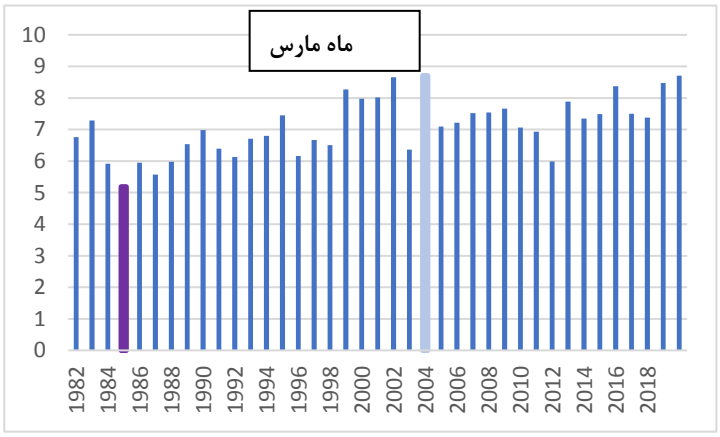
و در انتها بررسی تغییرات زمانی ماه دسامبر منطقه مورد مطالعه طی این دوره مورد ارزیابی، به طور کلی دما تاحدی کاهشی است به طوریکه سال ۲۰۱۶ با میانگین دمای ۷/۰۵ درجه سلسیوس بعنوان سردترین سال و سال ۲۰۱۰ با میانگین دمای ۱۱/۸۴ درجه سلسیوس بعنوان گرمترین سال شناخته می شود (شکل های ۱۲ و ۱۳).

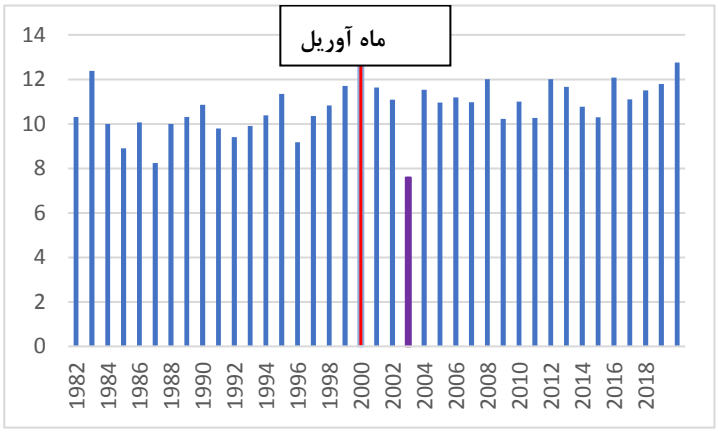


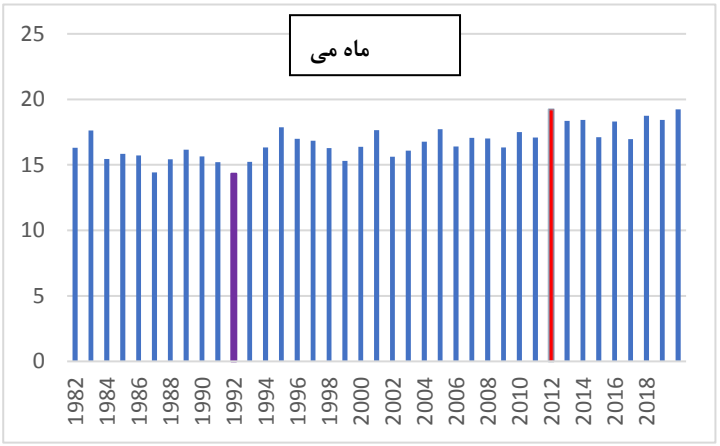
شکل(۱۲): میانگین دمای رویه آب ماه های مختلف دریای خزر

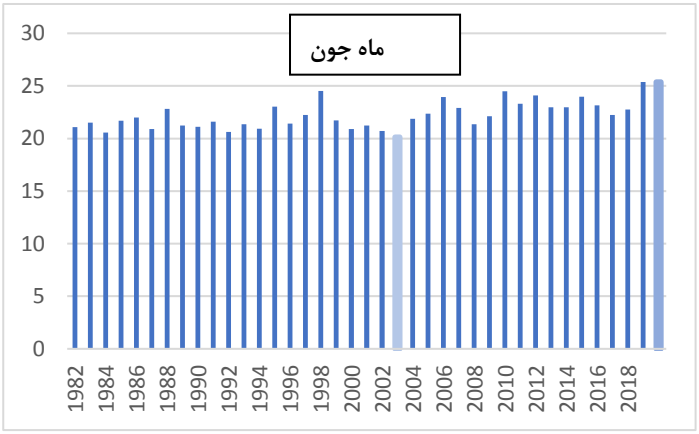




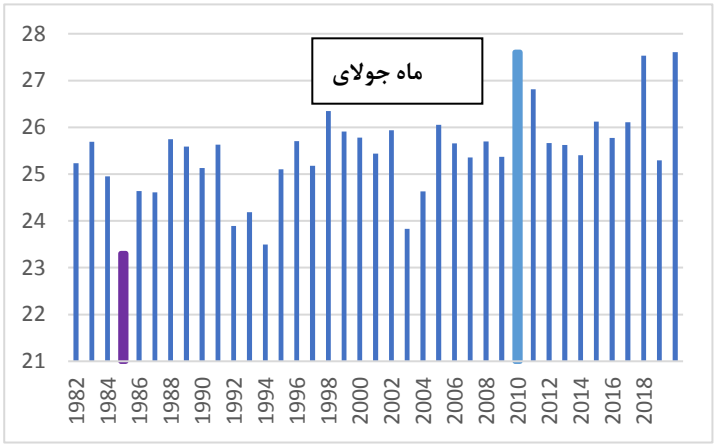


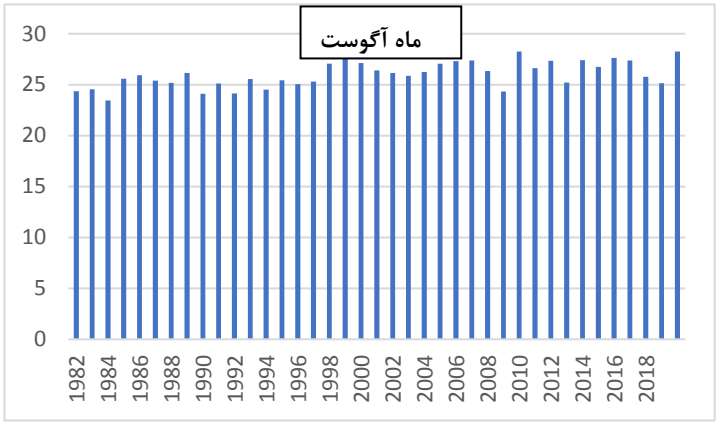


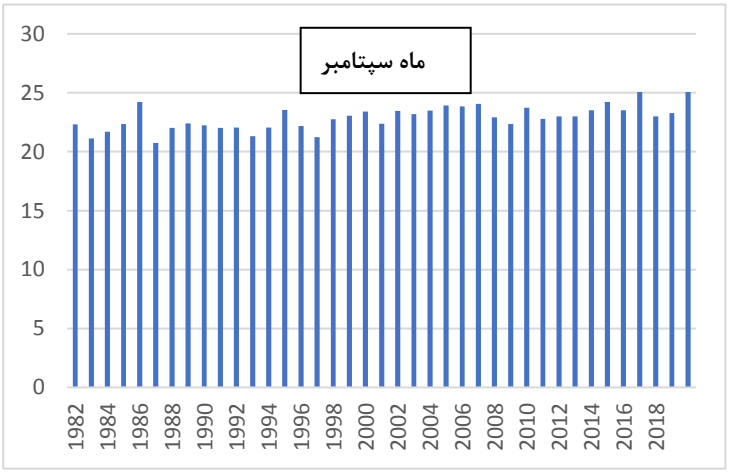


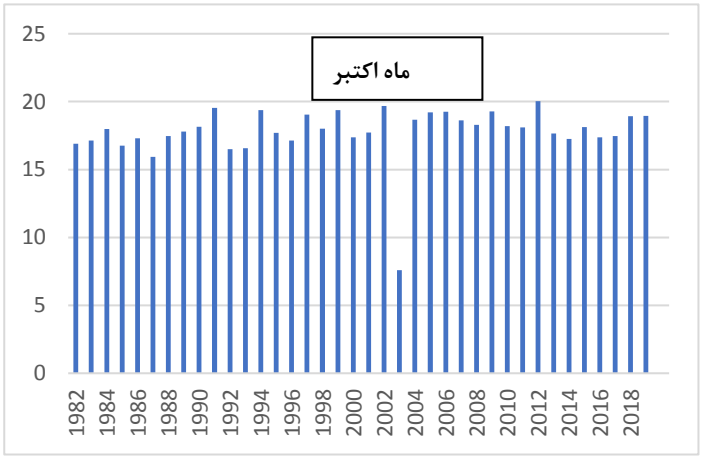


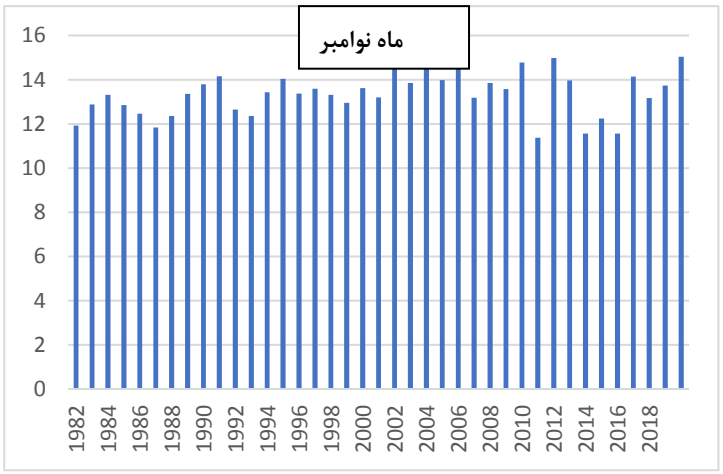
دریای خزر (محورهای عمودی در تمامی نمودارها دما می باشد) شکل(۱۳): نمودارهای روند تغییرات دمای دمای رویه آب ماه های مختلف

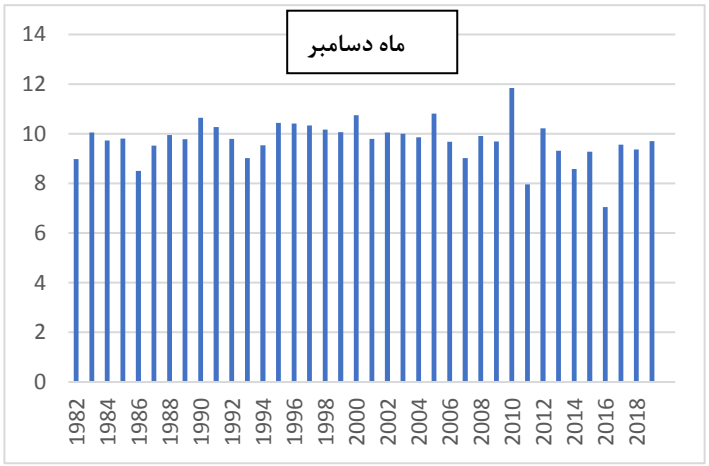




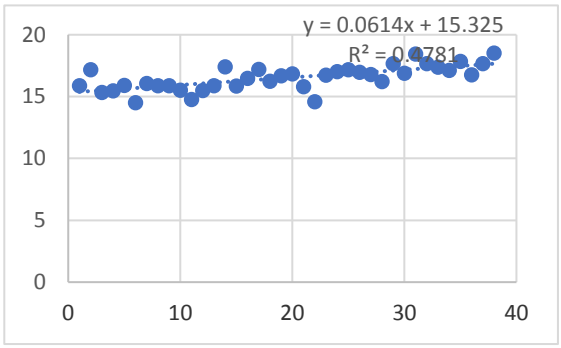




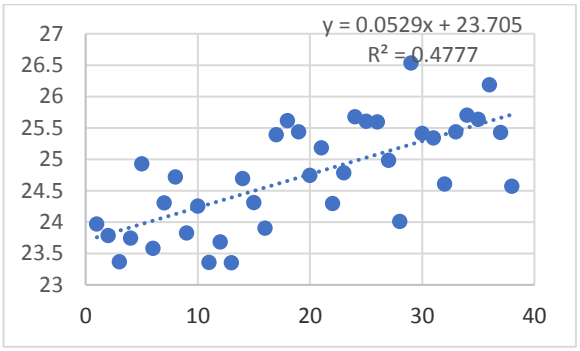




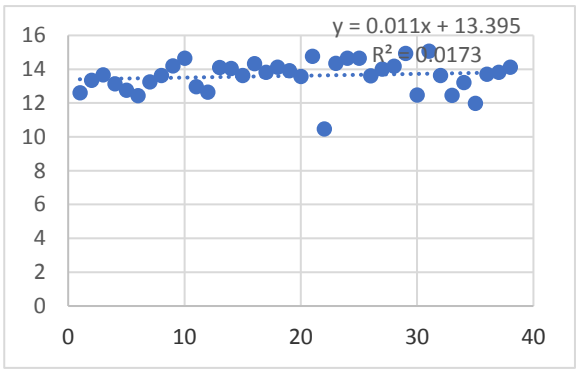
ادامه شکل(۱۳): نمودارهای روند تغییرات دمای دمای رویه آب ماه های مختلف دریای خزر (محورهای عمودی در تمامی نمودارها دما می باشد)



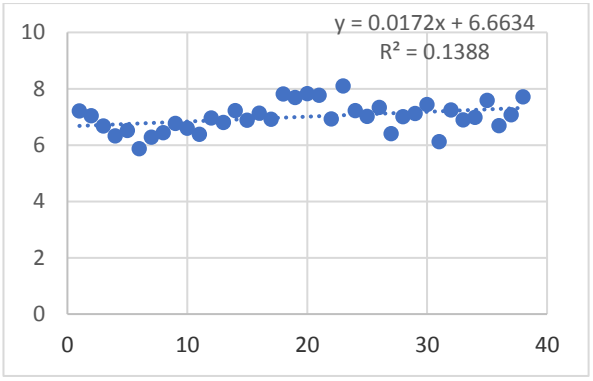
روند فصل تابستان دریای خزر



روند فصل بهار دریای خزر



روند فصل زمستان دریای خزر



روند فصل پاییز دریای خزر

شکل(۱۴): تغییرات روند سالانه دریای خزر در فصول مختلف (۱۹۸۹-۲۰۱۹) (محور عمودی دما و افقی دوره ی زمانی)

نمودار روند تغییرات زمانی دمای رویه آب نیز نشان می‌دهد که در محدوده دریای خزر در هر چهار فصل افزایشی و با روند آرامی می باشد (شکل۱۴).

بحث و نتیجه‌گیری

دمای سطح آب (SST) یکی از متغیرهای اصلی که در ایجاد تبادلات انرژی در سطح دریا شناخته می‌شود. ازآنجایی‌که دریاها و اقیانوس‌ها ظرفیت گرمایی بالایی دارند، بنابراین نقش مهمی هم در سیستم اقلیم جهانی بازی می‌کنند. از طرفی باید اشاره کرد که شرایط جوی و تغییرات آن وابستگی زیادی به شرایط اقیانوسی و دریایی و خصوصاً دمای رویه آب دارد. نتیجتاً هرگونه بررسی بر روی وضعیت اقلیمی، باعث شناخت تغییرات دمای سطحی آب نیز می‌شود. با توجه به اینکه کشور ایران از شمال و جنوب توسط آب‌ها احاطه‌شده است و نقش مؤثری که این آب‌ها و خصوصاً دمای سطحی آن بر اقلیم دارد، بررسی وضعیت آن دوچندان می‌شود؛ بنابراین تغییرات زمانی و مکانی دمای رویه خزر در مرحله اول مدنظر قرار گرفت و در ادامه رابطه آن با تغییرات آب‌های آزاد در جنوب خصوصاً خلیج‌فارس و دریای عمان بررسی شد. در پژوهش حاضر تغییرات زمانی و مکانی دمای سطح آب دریای خزر از داده های (۰/۲۵ درجه) سنجنده AVHRR طی بازه زمانی ۱۹۸۹-۲۰۱۹ مورد بررسی قرار گرفت. بعد از بررسی های صورت گرفته بر روی داده های یاخته ای دمای رویه ی آب منطقه مورد بررسی نتایج تحلیل نشان داد، که میانگین یاخته ای دمای سالانه آب در دریای خزر ۱۵/۶۲ درجه سلسیوس است که با نتایج دیگر تحقیقات در دمای سطح آب خزر نزدیک می باشد (Beyraghdar et al., 2019; Hoegh- & Bruno 2019; Khoshakhlagh et al., 2019; Picone et al., 2019)

بر اساس نقشه سالانه دمای رویه آب تهیه شده برای دریای خزر، بخشهای شمالی کمینه دمایی را نشان می دهد که حدود ۱۱ تا -۱۲/۸درجه سلسیوس است و منطقه بر مرزهای کشور قزاقستان می شود. دماهای ۱۲/۸ تا ۱۵ درجه سلسیوس در بخش های مرکزی دریای خزر قرار گرفته که از غرب به کشور روسیه و از شرق به کشور قزاقستان محدوده می شود. اما مرزهای کشور آذربایجان غرب خزر و ترکمنستان در شرق خزر دماهای ۱۵ تا ۱۸ درجه را نشان می دهد. گرم ترین بخش های آب رویه خزر نیز با سواحل ایران محدوده شده که حداکثر تا دمای ۱۹/۵ درجه سلسیوس می رسد. در ادامه نقشه‌های میانگین ماهانه، فصلی و سالانه برای هر دو پهنه آبی ترسیم و تغییرات زمانی آن‌ها نیز در قالب نمودارها ایجاد شدند. ازنظر دمایی میانگین سالانه دما ۱۳/۷ درجه سلسیوس می‌باشد که بیشترین دماها در ساحل شرقی خزر قرار دارند

ازنظر مکانی دمای رویه آب بخش‌های جنوبی، خصوصاً جنوب شرقی خزر، گرم‌ترین پهنه‌هاست و خزر میانی دمای کمترین نسبت به بقیه مناطق نشان می‌دهد، هرچند در برخی فصول و ماه‌ها، اثر عرض جغرافیایی غلبه می‌کند و بخش‌های شمالی کمترین دماها را نشان می‌دهد. شایان ذکر هست که افزایش دمای سطحی آب دریای خزر که با افزایش تبخیر و همچنین به دلیل خشکسالی اخیر بخصوص رودخانه ولگا که تامین کننده بیش از ۷۰ درصد ورودی این دریا محسوب می گردد (Frolov 2003). بررسی های آلتیمتری انجام شده طی سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ یک روند کاهشی در تراز آب دریای خزر را نشان می دهد که نرخ آن ۲۰ برابر سریعتر از افزایش تراز آب در سطح جهانی است. (Chen et al., 2017).

نتایج بررسی این نقشه‌ها و نمودارها نشان داد که پهنه آبی خزر در شمال کشور ازنظر سالانه روندی کاملاً افزایشی دارد. بااین‌حال ازنظر مکانی باید گفته شود که بخش‌های شمالی دریای خزر کمترین دما و با کاهش میزان عرض جغرافیایی به سمت جنوب دماها افزایش دارد و میانگین کلی دمای رویه آب طی ۳۰ سال موردبررسی حدود ۱۵/۶ درجه سلسیوس است. فصل تابستان که به‌عنوان گرم‌ترین فصل سال خودنمایی می‌کند تا حدی افزایشی است، همین حالت را دقیقاً می‌توان برای سردترین فصل سال یعنی زمستان هم مشاهده کرد؛ اما شدت افزایشی بودن دما در فصل تابستان نسبت به بقیه فصول بیشتر است ازنظر فصلی هم مانند خزر کاملاً دماها روندی افزایشی را نشان می‌دهد، بااین‌حال ازنظر تغییرات مکانی فصل زمستان برعکس بقیه فصول از تغییرات عرض جغرافیایی پیروی نمی‌کند و کاملاً حالتی عکس را نشان می‌دهد، یعنی با افزایش عرض جغرافیایی دما افزایش را نشان می‌دهد.

منابع

جلال زاده، زهره، ترابی، مسعود، دالکی احمد، ۱۳۸۷. مقایسه دمای سطحی حاصل از داده‌های میدانی و ماهواره‌ای در خزر جنوبی، پژوهشهای جغرافیای طبیعی، شماره ۶۵.

کاظمی، پریناز؛ مهدی غلامعلی فرد و مسعود مرادی، ۱۳۹۸. بررسی تغییرات بلندمدت مقادیر ماهانه دمای سطح آب دریای خزر طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۸۲، همایش بین المللی تغییر اقلیم، پیامدها، سازگاری و تعدیل، تهران، دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی با همکاری قطب علمی تحلیل فضایی مخاطرات محیطی.

سلطانی، مهدی و محسن دهقانی قناتغستانی، ۱۳۹۹. تأمین انرژی و تأثیر آن بر گرمایش جهانی و اکوسیستم‌های آبی، دهمین همایش سراسری محیط‌زیست انرژی و منابع طبیعی پایدار، تهران، پژوهشکده محیط‌زیست و مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.

Arpe, K., Leroy, S. A. G., Lahijani. H and Khan V. 2011. Impact of the European Russia drought in 2010 on the Caspian Sea level. Hydrology and Earth System Sciences, 16, 19-27.

Beyraghdar, O., Ghadami, M., Amini, M., Modarres, R. 2019. Spatiotemporal variation of the southern Caspian Sea surface temperature during 1982–2016. Journal of Marine Systems. 193, 126-136.

Beyraghdar Kashkooli, O., Gröger., J, Núñez-Riboni I. 2017. Qualitative assessment of climate-driven ecological shifts in the Caspian Sea. PLoS One 12, e0176892.

Chen J. L, Wilson C. R., Tapley B. D, Save H, Cretaux J. F. 2017. Long-term and seasonal Caspian Sea level change from satellite gravity and altimeter measurements. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 122, 2274-2290.

Ginzburg, A.I., Andrey, G., Kostianoy A. and Sheremet N. A. 2005. Sea Surface Temperature Variability. The Handbook of Environmental Chemistry, l, 59-81.

Hoegh-Guldberg, O., Bruno J.F. 2010. The impact of climate change on the world's marine ecosystems. Science 328, 1523–1528.

Frolov, A. V. 2003. Modeling of the Long-Term Fluctuations of the Caspian Sea Level; Theory and Applications. Moscow, GOES, 172 p.

Khoshakhlagh, F., Shakoori, A., Hadinejad, Sh., Farid, N., Momen, F., and Asadi, E., 2016. Trend of the Caspian Sea surface temperature changes, Natural Environment Change, Vol. 2, 57-66.

Lopez Garcia, M. J., and Camarasa Belmonte, A. M. 2011. Recent trends of SST in the Western Mediterranean basins from AVHRR Pathfinder data (1985–2007). Global and Planetary Change, 78, 127-136.

Soltani, M., Deghani G.M. 2020. Energy supply and its impact on global warming and aquatic ecosystems, 10th National Conference on Environment, Energy and Sustainable Natural Resources, Tehran, Environmental Research Institute and Center for Strategies for Achieving Sustainable Development(In Persian).

Shaltour, M., 2019. Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Red Sea, Oceanologia, Volume 61, Issue 4, October–December, 484-504.

Torabi, A.M., Aliakbari A.A., Salehyan H., 2018. Study of the interaction of surface water surface temperature on surface wind speed using field and satellite data in the South Caspian (Mazandaran province). Sepahr, 25, 97.

Picone, M., Orasi. A., Nardone, G. 2019. Sea Surface Temperature monitoring in Italian Seas: Analysis of long-term trends and short-term dynamics. Measurement, 129, 260-267.

Xu L., Li Q., Yu J, Wang, L., Xie J., and Shi, S. 2020. Spatio-temporal predictions of SST time series in China’s offshore waters using a regional convolution long short-term memory (RC-LSTM) network. International Journal of Remote Sensing 41.9: 3368-3389.

Investigation of Trend Changes in the Caspian Sea Surface Temperature from 1989 to 2019

Reza Zakerinejad*[۱], Ehsan Jahanian[۲], Saeid Movahedi[۳]

Abstract

Water surface temperature or surface temperature in open waters and seas is known as one of the indicators for measuring oceanographic and meteorological features. In this study, to analyze the spatio-temporal Sea Surface Temperature (SST) of the Caspian Sea, the AVHRR data (0.25 Degree) were selected for the period from 1989 to 2019. Evaluation of the trend of temperature changes in the Caspian. Sea water level was prepared by calculating the average monthly, seasonal and annual temperatures from daily data.
The results of data analysis of SST show that 2003 with an average annual temperature of 14.7 degrees Celsius as the coldest year and 2010 with an average annual temperature of 16.56 degrees Celsius as the warmest year. Average monthly, seasonal and annual temperatures were obtained from the daily data. The results indicated that the southern parts, especially the southeastern Caspian Sea, are the warmest regions and the middle Caspian Sea has a lower temperature than the other regions, although in some seasons and months, the effect of latitude prevails and the northern parts show the lowest temperatures. The annual time series of SST in the Caspian Sea have a completely increasing trend. However, from a spatial point of view, it should be said that the northern parts of the Caspian Sea have the lowest temperature and the temperatures increase with decreasing latitude to the south. The overall average surface temperature over the 30 years is about 15.6 degrees Celsius. The result also indicated that SST of the Caspian Sea it is completely increasing in terms of annuals, and in terms of seasonality and the temperatures show an increasing trend. And it shows the exact state of the image, that is, the temperature increases with increasing latitude.

Keywords: Sea surface temperature, Trend, Caspian Sea, Sensor

1 . Assistant Professor in GIS and RS, Department of Physical Geograpghical, Faculty of Geograpghical and Planning, University of Isfahan,Iran. r.zakerinejad@geo.ui.ac.ir (Corresponding Author)
2 . master student of Climatology, Department of Physical Geograpghical, Faculty of Geograpghical and Planning, University of Isfahan, Iran. ehsanjahanian1915@gmail.com
3 . Associate Professor in Climatology, Department of Physical Geograpghical, Faculty of Geograpghical and Planning, University of Isfahan,Iran s.movahedi@geo.ui.ac.ir

Extended Abstract

Research Paper

Investigation of Trend Changes in the Caspian Sea Surface Temperature from 1989 to 2019

Reza Zakerinejad[1], Ehsan Jahanian[2], Saeed Movahedi[3]

1. Assistant Professor in GIS and RS, Department of Physical Geography, Faculty of Geographical and Planning, University of Isfahan, Iran. r.zakerinejad@geo.ui.ac.ir (Corresponding Author)
2. Master student of Climatology, Department of Physical Geography, Faculty of Geographical and Planning, University of Isfahan, Iran. ehsanjahanian1915@gmail.com
3. Associate Professor in Climatology, Department of Physical Geography, Faculty of Geographical and Planning, University of Isfahan, Iran. s.movahedi@geo.ui.ac.ir

10.22125/IWE.2021.283213.1500.

Received:
25. Apri.2020
Accepted:
13. September.2020
Available online:
10. January.2022

Keywords: **Sea surface temperature, Trend, Caspian Sea, Sensor**

Abstract

Water surface temperature or surface temperature in open waters and seas is known as one of the indicators for measuring oceanographic and meteorological features. In this study, to analyze the spatio-temporal Sea Surface Temperature (SST) of the Caspian Sea, the AVHRR data (0.25 Degree) were selected for the period from 1989 to 2019. Evaluation of the trend of temperature changes in the Caspian Sea water level was prepared by calculating the average monthly, seasonal and annual temperatures from daily data.

The results of data analysis of SST show that 2003 with an average annual temperature of 14.7 degrees Celsius as the coldest year and 2010 with an average annual temperature of 16.56 degrees Celsius as the warmest year. Average monthly, seasonal and annual temperatures were obtained from the daily data. The results indicated that the southern parts, especially the southeastern Caspian Sea, are the warmest regions and the middle Caspian Sea has a lower temperature than the other regions, although in some seasons and months, the effect of latitude prevails and the northern parts show the lowest temperatures. The annual time series of SST in the Caspian Sea have a completely increasing trend. However, from a spatial point of view, it should be said that the northern parts of the Caspian Sea have the lowest temperature and the temperatures increase with decreasing latitude to the south. The overall average surface temperature over the 30 years is about 15.6 degrees Celsius. The result also indicated that SST of the Caspian Sea it is completely increasing in terms of annuals, and in terms of seasonality and the temperatures show an increasing trend. And it shows the exact state of the image, that is, the temperature increases with increasing latitude.

1. Introduction

Changes in surface temperature in lakes and its effects on the climate of the surrounding areas is always interest to many researchers in recent years. The Caspian Sea has unique features such as large volume and area, which makes it important to know exactly how the surface temperature is distributed and changes at different times. Many Studies show that climate change and global warming also affect fishing tourism, maritime transport of aquatic resources and water quality. In this study, due to the importance of temperature changes, the spatial-temporal changes in water temperature of the Caspian Sea using the AVHRR sensor in the period 1989 to 2019 have been studied.

2. Materials and Methods

Since the purpose of this study was to investigate the water surface temperature (SST) based on satellite data, the SST variable of AVHRR sensor was used to achieve this goal. The data were received in NetCDF format on a daily basis. The Caspian Sea was extracted for all 30 years (from 1989 to 2019). The following website was selected for daily data, (www.ncei.noaa.gov/thrdds/catalog.html). The Marine and Ocean section, OISST: Optimum Interpolation Sea / Surface Temperatures, and finally the OISST-V2.1-AVHRR-Daily Files section were taken. To prepare the maps, in first, all days from 1989 to 2019 were downloaded. Then the Caspian region has been clipped from the world's waters. Finally, in ArcGIS 10.8 software by using the builder model tools, monthly, seasonal and annual maps were prepared. In this research also the time series of data was calculated for the average of the whole region. At the end, spatial maps were prepared for the twelve months of the years, and also for four seasons and the studied years for the Caspian Sea

3. Results

The results in this study show that 2003 with an average annual temperature of 14.7 degrees Celsius as the coldest year and 2010 with an average annual temperature of 16.56 degrees Celsius as the warmest year. The results also indicated that the southern parts, especially the southeastern Caspian Sea, are the warmest regions and the middle Caspian Sea has a lower temperature than the other regions, although in some seasons and months, the effect of latitude prevails and the northern parts show the lowest temperatures.

4. Discussion and Conclusion

The average annual temperature calculated from the images extracted for the Caspian Sea has been estimated. According to our results, 14 to 15 degrees Celsius consist of 24.5% of the Caspian Sea, 15 - 17 degrees Celsius, 18% of the Caspian Sea, and temperatures higher than 17 degrees, around to 32.5% of our study area. The temperature of the Caspian Sea surface in January, shows that during the period of our study, the temperature is generally somewhat decreasing. In fact, 2008 is the coldest year with an average temperature of 6.18 degrees Celsius and 2001 is the warmest year with an average temperature of 8.63 degrees Celsius. While in February during of our study, the temperature is generally somewhat has been rising. In fact, 2008 is the coldest year with an average temperature of 5.49 degrees Celsius and 2004, is the warmest year with an average temperature of 7.56 degrees Celsius.

.5. Six important references

1.Beyraghdar Kashkooli, O., Gröger., J, Núñez-Riboni I. 2017. Qualitative assessment of climate-driven ecological shifts in the Caspian Sea. PLoS One 12, e0176892.

2.Chen J. L, Wilson C. R., Tapley B. D, Save H, Cretaux J. F. 2017. Long-term and seasonal Caspian Sea level change from satellite gravity and altimeter measurements. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 122, 2274-2290.

3.Ginzburg, A.I., Andrey, G., Kostianoy A. and Sheremet N. A. 2005. Sea Surface Temperature Variability. The Handbook of Environmental Chemistry, l, 59-81.

4. Hoegh-Guldberg, O., Bruno J.F. 2010. The impact of climate change on the world's marine ecosystems. Science 328, 1523–1528.

5. Shaltour, M., 2019. Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Red Sea, Oceanologia, Volume 61, Issue 4, 484-504.

6. Xu L., Li Q., Yu J, Wang, L., Xie J., and Shi, S. 2020. Spatio-temporal predictions of SST time series in China's offshore waters using a regional convolution long short-term memory (RC-LSTM) network. International Journal of Remote Sensing 41.9: 3368-3389.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.