

بررسی اثرات افزایش دمای ناشی از تغییر اقلیم جهانی بر میانگین سطح تراز آب (MSL) در سواحل شمالی خلیج فارس (سواحل استان هرمزگان)

اعظم جعفری^۱

مسعود ترابی آزاد^{۲*}

M_Azad@iau-tmb.ac.ir

شهاب سهرابی^۳

تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۱۲

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۱۰

چکیده

زمینه و هدف: یکی از پیامدهای احتمالی گرمایش زمین بالا آمدن سطح آب دریاهاى آزاد می باشد. دانشمندان افزایش میزان گازهای گلخانه ای (کنترل کننده دمای زمین) را دلیل این گرمایش جهانی دانسته و با اندازه گیری های ماهواره ای به طور متوسط سالیانه ۱ تا ۲ میلی متر برای افزایش سطح تراز آب دریاهاى آزاد پیش بینی نموده اند.

روش بررسی: این پژوهش با جمع آوری و آنالیز داده های دراز مدت میانگین سالانه دمای هوای جهان (Gtemp)، میانگین سالانه دمای هوای استان هرمزگان (Temp)، میانگین سالانه دمای سطحی آب (SST) و همچنین میانگین سالانه سطح تراز آب دریا (MSL) مربوط به این سواحل، ابتدا معنی داری تغییرات آن ها را در گروه بندی های ۵ ساله طی ۲۰ سال اخیر با یک گروه دراز مدت از هر متغیر به عنوان شاهد، از طریق آزمون دانکن مورد مقایسه قرار می دهد، سپس با توجه به معنی دار شدن روند افزایشی میانگین گروه های مربوط به سال های اخیر، مابین سه متغیر اول (Temp، Gtemp و SST) به عنوان متغیرهای مستقل با متغیر آخر (MSL) به عنوان متغیر وابسته از طریق رگرسیون چند متغیره به استخراج معادله رگرسیون، نحوه و میزان تاثیر هر یک از آنها را در پارامتر MSL می پردازد و از این طریق پیش بینی های لازم را در این خصوص ارایه می کند.

یافته ها و نتیجه گیری: نتایج این تحقیق نشان می دهد که روند افزایشی میانگین سالانه مقادیر گروه های آزمایشی منتهی به سال ۲۰۰۸ (یعنی سال های اخیر) در هر ۴ متغیر ذکر شده تفاوت معنی داری با گروه های قبل از خود (طی ۲۰ ساله اخیر) و همچنین با گروه شاهد (میانگین دراز مدت هر یک از گروه ها) داشته است. همچنین سه متغیر Temp، Gtemp و SST در معادله رگرسیون چند متغیره برای محاسبه ی MSL به ترتیب دارای ضرایب ۴/۵۴، ۱/۷۱۳، و ۰/۷۹۸ می باشند.

واژه های کلیدی: گرمایش جهانی، خلیج فارس، دمای سطحی آب (SST)، میانگین تراز آب دریا (MSL)، سواحل هرمزگان

۱- دانشجوی دکترای نانو فیزیک، دانشگاه زنجان

۲- دانشیار فیزیک دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال^{*} (مسوول مکاتبات)

۳- دانشجوی دکترای، دانشگاه ساری

The study of temperature increases effects due to global climate change on the Mean Sea Level (MSL) in the north coasts of Persian Gulf (Hormozgan province)

Azam Jafari¹

Masoud Torabi Azad^{2*}

M_Azad@iau-tnb.ac.ir

Shahab Sohrabi³

Abstract

Background and Objective: One of the probable results of global warming is rise of free seas level. Scientists believe the increase of greenhouse gases (earth temperature controller) is the reason of this global warming and by using satellite measurements, have forecasted averagely 1-2 mm for increase of free seas level.

Methods: This research by collecting and analyzing long term data of annual mean of global temperature (Gtemp), annual mean of Hormozgan province temperature (Temp), annual mean of sea surface temperature (SST) and also annual mean sea level (MSL) related to these coasts, at first compares the significance of their changes in 5 years groupings during recent 20 years with a long term group of each variable as control, by using Duncan test, then considering being significant the increasing trend of mean of recent years groups, derives the regression equation between first three variables (Gtemp, Temp and SST) as independent variables with the last variable (MSL) as dependent variable using multi- variable regression, studies the quality and quantity of influence of each one of them on MSL and by this mean, propounds the necessary predicts in this regard.

Findings and Conclusion: The results of this study show the increasing trend of annual mean of the quantities of experimental groups concluded to 2008 (namely recent years) in each of four mentioned variables has had significant difference with groups before them (during recent 20 years) and also with control group (long term mean of each one of the groups). Moreover, three variables including Gtemp, Temp and SST in multi-variable regression for calculating MSL have coefficients of 4.45, 1.713 and 0.798 respectively.

Keywords: Global warming, Persian Gulf, sea surface temperature (SST), mean sea level (MSL), Hormozgan coasts

1- Ph.D student of Nano Physics, Zanjan University, Zanjan, Iran

2- Associate Prof. Faculty of Marine Science and Technology, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran, Iran *(Corresponding Author).

3- Ph.D student, Sari University, Sari, Iran

مقدمه

تغییر اقلیم پدیده ای است که طی آن با افزایش گازهای گلخانه ای (CO_2 - CH_4 - N_2O و...) انرژی منعکس شده از زمین امکان خروج پیدا نکرده و لذا زمین مرتباً گرم تر می شود، یعنی دمای هوا روند افزایشی خواهد داشت. اندازه گیری های ثابت شده میانگین جهانی دمای هوا را در سال های ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ میلادی 14°C نشان می دهد لیکن پس از آن روند افزایش دما ادامه یافته بطوری که این میانگین در سال های ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰ به $14/29^\circ\text{C}$ و از ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷ به $14/44^\circ\text{C}$ رسیده است. پیش بینی های محققان علوم هواشناسی بیان کننده ی این مطلب است که میانگین دمای هوا در سال های آتی آن قدر زیاد می شود که حتی از میانگین طولانی مدت خود نیز بالاتر خواهد رفت چراکه دمای هوای کره ی زمین در مناطق قطبی و استرالیا $0/4^\circ\text{C}$ افزایش یافته است (۱). این افزایش دمای ناشی از تغییر اقلیم به دو طریق باعث بالا رفتن سطح تراز آب دریاها و آزاد خواهد شد اولاً ذوب صفحات عظیم یخهای قطبی را در بر خواهد داشت که ذوب این صفحه های یخی طبیعتاً باعث افزایش سطح تراز آب دریاها و آزاد خواهد شد، ثانیاً افزایش دمای هوا، افزایش دمای سطحی آب را در پی خواهد داشت که این خود سبب افزایش حجم آب و در نتیجه افزایش سطح تراز آب دریا خواهد شد (۲). دانشمندان افزایش میزان گازهای گلخانه ای که کنترل کننده ی دمای زمین است را دلیل این گرمایش جهانی دانسته و با اندازه گیری های ماهواره ای به طور متوسط سالیانه ۱ تا ۲ میلی متر برای افزایش سطح تراز آب دریاها و آزاد پیش بینی نموده اند (۳).

این فرایند در دراز مدت سبب بروز مشکلات متعددی نظیر به زیر آب رفتن بسیاری از مناطق مسکونی، از بین رفتن بسیاری از زمینهای زراعی، تخریب سازه های دریایی، بنادر، اسکله ها و بسیاری موارد دیگر خواهد شد (۲). به همین دلیل محققان کشور وظیفه دارند ابعاد مختلف این موضوع را در سواحل ایران مورد مطالعه و بررسی قرار دهند. صمدیان فرد و همکاران در خصوص تجزیه و تحلیل هوشمند اثرات گرمایش زمین بر دمای

سطح دریا در استان هرمزگان، سواحل خلیج فارس مطالعاتی را انجام دادند (۴).

از آن جا که در خصوص اثرات تغییر اقلیم بر میانگین سطح تراز دریا در سواحل جنوبی کشور کم تر تحقیقات مدونی صورت پذیرفته است، این پژوهش سعی دارد که با مرور مطالعات و تحقیقات انجام شده قبلی و با بکار گیری روش های آماری تجزیه واریانس، آزمون های مقایسه میانگین و نهایتاً رگرسیون چند گانه، نحوه ی تاثیر افزایش دمای ناشی از گرمایش جهانی زمین بر میانگین سطح تراز آب در سواحل استان هرمزگان را از طریق جمع آوری داده های دمای هوای جهانی، دمای هوای منطقه، دمای سطحی آب دریا در طول ۲۰ سال گذشته و همچنین داده های جزرومدی مربوط به ایستگاه های ساحلی این استان از بدو تاسیس تا کنون مورد بررسی قرار دهد و با استخراج میانگین سطح تراز آب دریا (MSL) از این داده ها، میزان همبستگی این متغیرها را با روش های آماری بررسی نماید. در نهایت بوسیله بررسی نتایج حاصله و مقایسه آن با نتایج بدست آمده از داده های ماهواره ای تراز دریا در منطقه خلیج فارس که توسط ماهواره های ارتفاع سنجی (TOPEX, JASON-1, JASON-2) موجود است، پیش بینی های لازم را در این خصوص ارائه نموده و نتایج حاصله از آن را به تفصیل مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد.

مواد و روش ها

تغییر اقلیم پدیده ای است که بررسی همه جانبه آن نیازمند بررسی دراز مدت مولفه های مختلفی مانند میانگین دمای هوای جهانی، مقدار گازهای گلخانه ای موجود در جو و... است. در این تحقیق صرفاً به موضوع افزایش دمای هوای ناشی از این پدیده و نقش احتمالی آن در تغییر میانگین سطح تراز آب های آزاد از جمله سواحل استان هرمزگان پرداخته شده است لذا ابتدا متغیرهای مورد نظر و نحوه ی استخراج آن ها بیان می شود و سپس با استفاده از روش تجزیه واریانس به بررسی تفاوت ها و تغییرات آن ها پرداخته و نهایتاً میزان همبستگی

است. جهت پیدا کردن دمای سطحی آب (SST) در این مطالعه ابتدا سواحل استان هرمزگان شبکه بندی شد، سپس داده های مربوط به طول و عرض جغرافیایی مربوط به خط ساحلی استان با دقت ۰/۰۵ عرض جغرافیایی به طور ماهیانه از سال ۱۹۸۵ تاکنون (۲۰۰۹) دریافت شد. سپس با استفاده از نرم افزار EXCEL از داده ها طبق شبکه بندی مشخص شده میانگین گیری سالانه شد. بعد از آن با استخراج میانگین سالانه، این اطلاعات برای ۲۰ سال اخیر به ۴ گروه ۵ ساله و یک میانگین ۵ ساله قبل از آن (به عنوان شاهد) تقسیم بندی گردید و معنی داری تغییرات این میانگین از طریق آزمون دانکن و با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از طرفی مابین میانگین دمای جهانی ۲۰ ساله اخیر با میانگین دمای سطحی آب سواحل این استان در همین مدت رگرسیون گرفته و میزان همبستگی این دو متغیر محاسبه شد.

سطح تراز متوسط دریا از میانگین گیری ترم بلند مدت تغییرات سطح لحظه ای دریا بدست می آید. اگر سطح لحظه ای را از کلیه عوامل تغییر دهنده آن تصحیح کنیم، سطح تراز متوسط دریا (MSL) به دست می آید. از آن جا که اندازه گیری سطح تراز متوسط دریا می بایست براساس مشاهدات طولانی مدت صورت پذیرد تا امکان آشکار سازی کلیه فرکانس های جزر و مدی پدیدار گردد، بایستی حرکت نوتیشن (Notation) زمین با دوره تناوب ۱۸/۶ سال که بزرگ ترین مولفه جزر و مدی در آن قرار می گیرد را شامل شود (۹). در این جا با در نظر گرفتن این مطلب و از آنجا که در این تحقیق مشاهدات طولانی مدت مورد استفاده قرار گرفته اند تاثیر اثرات لحظه ای خود به خود ناچیز شده و قابل نظر کردن می باشد.

جهت انجام این تحقیق با مراجعه حضوری به سازمان نقشه برداری کشور اطلاعات مربوط به تراز دریا در سواحل استان هرمزگان دریافت شد. در استان هرمزگان دو ایستگاه دائمی جزر و مد سنجی در بندر عباس و جاسک قرار دارد. این ایستگاه ها مشاهدات مربوط به جزر و مد (tide) را به طور روزانه و هر ساعت ثبت می کنند. داده های تراز دریا در این ایستگاه ها از بدو تاسیس تا کنون موجود است، که برای بندر

و رابطه ی خطی (رگرسیون) بین آن ها با استفاده از نرم افزارهای آماری EXCEL و SPSS به شرح زیر مورد بررسی و آزمون قرار خواهد گرفت (۵،۶).

برای استخراج میانگین سالانه دمای هوای جهانی (Gtemp) از طریق مراجعه به سایت سازمان هواشناسی جهانی به دریافت داده های دمای هوا مربوط به ۵۰ سال اخیر اقدام شد (۷). سپس میانگین دمای هوای ۲۰ سال اخیر را به ۴ گروه ۵ ساله تقسیم نموده و میانگین این گروه ها محاسبه شد. بدلیل این که مطالعات مربوط به تغییرات اقلیم در ترم های زمانی بلند مدت مد نظر و معتبر می باشد یک میانگین ۳۰ ساله از سال ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ را به دست آورده و این میانگین را به عنوان شاهدی جهت مقایسه ی میانگین گروه های ۵ ساله (۲۰ سال اخیر) در نظر گرفته و معنی داری تغییرات آنها از طریق آزمون مقایسه میانگین دانکن (Duncan) بوسیله نرم افزار SPSS مورد آزمون قرار داده شد.

با مراجعه حضوری به سازمان هواشناسی کشور میانگین ماهانه دمای هوا (Temp) موجود در ایستگاه های سینوپتیک منتخب (بنادر جاسک، لنگه و بندر عباس) که از قدمت بیشتری برخوردار بوده و در تمام سواحل استان هرمزگان پراکنده اند، دریافت شد. سپس با استخراج میانگین سالانه برای بنادر فوق، این اطلاعات را برای ۲۰ سال اخیر به ۴ گروه ۵ ساله و یک میانگین ۲۰ ساله قبل از آن (به عنوان شاهد) تقسیم بندی نموده و معنی داری تفاوت های این میانگین ها را از طریق آزمون دانکن و با استفاده از نرم افزار SPSS مورد آزمون قرار داده شد. از طرفی مابین میانگین دمای جهانی ۲۰ ساله اخیر با میانگین دمای هوای ۳ بندر فوق در همین مدت از طریق نرم افزار فوق رگرسیون گرفته و میزان همبستگی این دو متغیر محاسبه شد.

دمای سطحی آب با مراجعه به سایت ماهواره NOAA بدست آورده شد (۸). این سایت دمای سطحی آب را در منطقه ای با طول و عرض جغرافیایی مشخص بدست می دهد. میانگین ماهانه دمای هوا در این سایت از سال ۱۹۸۵ به بعد موجود

۲-۱- صحت سنجی داده های ماهواره ای (کالیبراسیون

(SST

به منظور کالیبره کردن داده های دمای سطحی آب بدست آمده از ماهواره، انجام اندازه گیری های میدانی ضروری است به همین منظور مقادیر دمای سطحی آب از داده های ماهواره ای با داده های میدانی اندازه گیری شده مقایسه شد. در استان هرمزگان توسط سازمان هواشناسی این استان دمای سطحی آب در سراسر سال ۲۰۰۵ در ایستگاهی در مجاورت قشم در موقعیت $19^{\circ}E$ و $26^{\circ}57'N$ اندازه گیری و ثبت شد. این ثبت ها به صورت روزانه و راس ساعت ۱۲ ظهر انجام پذیرفته اند (۱۰). از آن جا که در این مطالعه میانگین ماهانه SST از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۹ از ماهواره NOAA دریافت شده، بنابراین از داده های میدانی ذکر شده میانگین گیری ماهانه شد. داده های ماهواره ای مربوط به همین طول و عرض جغرافیایی در سال ۲۰۰۵ و میانگین داده های میدانی در جدول (۱) خلاصه شده اند.

جدول ۱- میانگین ماهانه دمای سطحی آب (ماهواره ای - میدانی) مربوط به سال ۲۰۰۵ واقع در موقعیت

$19^{\circ}E$ و $26^{\circ}57'N$

Table 1-Monthly Average of Sea Surface Temperature (Satellite-Field) in 2005 located in position $26^{\circ}57.5'N$ and $19^{\circ}E$

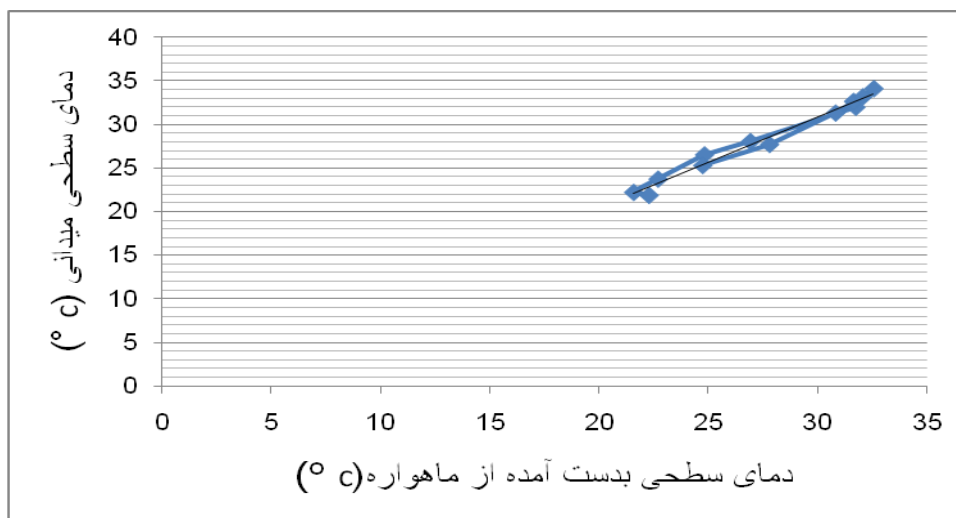
ردیف	ماه	SST میدانی (° c)	SST ماهواره ای (° c)
۱	JAN.	۲۱/۸۸	۲۲/۲۶
۲	FEB.	۲۲/۲۱	۲۱/۵۶
۳	MAR.	۲۳/۷۴	۲۲/۶۸
۴	APR.	۲۶/۵۲	۲۴/۸
۵	MAY	۲۸/۰۴	۲۶/۹
۶	JUNE	۳۱/۹۷	۳۱/۷۲
۷	JULY	۳۲/۶۳	۳۱/۶۲
۸	AUG.	۳۴/۰۹	۳۲/۵۵
۹	SEP.	۳۳/۱۷	۳۲/۰۵
۱۰	OCT.	۳۱/۳	۳۰/۸
۱۱	NOV.	۲۷/۷	۲۷/۷۸
۱۲	DEC.	۲۵/۳	۲۴/۷۲

عباسی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۸ و برای ایستگاه جاسک از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۸ این اطلاعات دریافت شد. از آن جا که برای بدست آوردن میانگین تراز آب دریا بیش از ۸۷۰۰ مشاهده (۲۴ * ۳۶۵) در هر سال موجود است، لذا اثرات لحظه ای در طی این مشاهدات بسیار ناچیز بوده و قابل صرف نظر است. در خصوص این متغیر نیز پس از محاسبه ی میانگین سالانه ی تراز دریا با استفاده از نرم افزار EXCEL، آن ها را به ۴ گروه تقسیم کرده و میانگین تغییرات آن ها از طریق آزمون دانکن با نرم افزار SPSS مورد آزمون قرار داده شد. لازم به توضیح است که چون ثبت این متغیر در کشور ما در حدود ۲۰ سال قدمت دارد لذا ما با کمبود داده های طولانی مدت مواجه شده و مجبور به مقایسه ی گروه های آزمایشی با یکدیگر شده ایم. برای بهبود این وضعیت از طریق به کار گیری داده های ارتفاع سنجی ماهواره های TOPEX و JASON-1 و JASON-2 و داده های جزر و مدی مقایسه به عمل آمد.

شکل ۱ رابطه ی دمای سطحی حاصل از برداشت داده های

می کند.

میدانی و داده های ماهواره ای برای سال ۲۰۰۵ را بیان



شکل ۱- صحت سنجی داده های ماهواره ای

Fig1- Verification of Satellite data

به وسیله نرم افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت. با آنالیز واریانس برای گروه های فوق مشاهده شد که قسمت عمده ای از مجموع تغییرات کل مربوط به تغییرات مابین گروه های آزمایشی بوده و فقط سهم کوچکی از آن به تغییرات درون گروهی اختصاص دارد لذا F محاسبه شده بسیار بزرگتر از F موجود در جداول استاندارد فیشر می باشد که معرف متفاوت بودن میانگین گروه های آزمایشی مختلف است و برای مقایسه و طبقه بندی این گروه ها از آزمون دانکن استفاده شد. نتیجه در جدول (۲) خلاصه شده است.

با توجه به رابطه رگرسیونی مربوطه از طریق فرمول $y = 1/0.32 x$ کلیه داده های ماهواره ای تصحیح گردیده و در ادامه کار مورد استفاده قرار گرفت.

۱. یافته ها

جهت آنالیز آماری میانگین سالانه دمای هوای جهانی طی ۲۰ سال اخیر، پس از تقسیم بندی آن ها به گروه های ۵ ساله آن ها را با گروه شاهد که میانگین دمای هوای سالانه از سال ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۹ می باشد مورد مقایسه قرار داده و تغییرات آن

جدول ۲- طبقه بندی گروه های مورد آزمون (میانگین سالانه دمای هوای جهان)

Table 2- Classification of the groups (The average annual air temperature in the world)

گروه های آزمایشی	سال	میانگین سالانه دمای هوای جهان (°C)
۱ (شاهد)	۱۹۶۰-۱۹۸۹	۱۴/۰۷۹ ^a
۲	۱۹۹۰-۱۹۹۴	۱۴/۳۰ ^b
۳	۱۹۹۵-۱۹۹۹	۱۴/۴۶۳ ^{bc}
۴	۲۰۰۰-۲۰۰۴	۱۴/۵۸ ^{cd}
۵	۲۰۰۵-۲۰۰۹	۱۴/۶۸۲ ^d

می گیرند و در سراسر خط ساحلی واقعد به عنوان شاخص انتخاب و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. جهت آنالیز آماری میانگین دمای هوای بندر لنگه طی ۲۰ سال اخیر، پس از تقسیم بندی به گروه های ۵ ساله آن ها را با گروه شاهد که میانگین دمای هوای سالانه از سال ۱۹۶۶ (بدو تاسیس) تا ۱۹۸۹ می باشد مورد مقایسه قرار داده، سپس با ورود داده های مربوط به این گروه های آزمایشی در نرم افزار SPSS و تجزیه واریانس آن ها از طریق مقایسه میانگین ها به روش ANOVA، نتیجه به طور خلاصه در جدول (۳) ارائه شده است.

در جدول (۲) بین مقادیر میانگین هایی که حروف مشابه ندارند اختلاف معنی داری وجود دارد ($P \leq 0.05$). با مشاهده طبقه بندی گروه ها و با سطح اطمینان ۹۵٪ می توان اظهار داشت که مابین تمامی گروه ها با گروه شاهد، تفاوت معنی دار است یعنی میانگین سالانه دمای کره زمین در گروه های ۵ ساله از سال ۱۹۹۰ به بعد با میانگین ۳۰ ساله همین دما به طور معنی داری متفاوت است. به این معنی که میانگین سالانه دمای جهانی هوا از سال ۲۰۰۵ به بعد تفاوت معنی داری با سال های قبل از ۱۹۹۹ دارد. هر چند از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۴ نیز نسبت به سال های قبل از ۱۹۸۹ افزایش دمای معنی داری دارند. از آن جا که استان هرمزگان در دو طرف تنگه هرمز واقع است برای بررسی دمای هوا در این استان ۳ بندر لنگه، عباس و جاسک که کل سواحل استان را در دو طرف این تنگه در بر

جدول ۳- طبقه بندی گروه های مورد آزمون (میانگین سالانه دمای هوای بندر لنگه)

Table 3-Classification of the groups (The average annual air temperature in the Bandar Lengeh)

گروه های آزمایشی	سال	میانگین سالانه دمای هوای بندر لنگه (°C)
۱ (شاهد)	۱۹۶۶-۱۹۸۸	۲۶/۳۴۱۷ ^a
۲	۱۹۸۹-۱۹۹۳	۲۶/۳۲۰۰ ^a
۳	۱۹۹۴-۱۹۹۸	۲۶/۹۴۰۰ ^b
۴	۱۹۹۹-۲۰۰۳	۲۷/۵۲۰۰ ^c
۵	۲۰۰۴-۲۰۰۸	۲۷/۵۳۲۵ ^c

که ادامه این روند در گروه های ۴ و ۵ حتی با گروه ۳ نیز متفاوت می باشد.

جهت آنالیز آماری میانگین دمای هوای بندر عباس طی ۲۰ سال اخیر، پس از تقسیم بندی به گروه های ۵ ساله آن ها با گروه شاهد - که میانگین دمای هوای سالانه از سال ۱۹۷۱ تا ۱۹۸۸ می باشد- مورد مقایسه قرار گرفت.

در جدول (۳) بین مقادیر میانگین هایی که حروف مشابه ندارند اختلاف معنی داری وجود دارد ($P \leq 0.05$). با مشاهده طبقه بندی گروه ها و با سطح اطمینان ۹۵٪ می توان اظهار داشت که تفاوت معنی داری مابین گروه ۲ با گروه شاهد وجود ندارد یعنی میانگین سالانه دمای هوای بندر لنگه از سال ۱۹۶۶ تا سال ۱۹۹۴ همگن می باشد لیکن این میانگین از سال ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۹ تغییر معنی داری نموده

جدول ۴- طبقه بندی گروه های مورد آزمون (میانگین سالانه دمای هوای بندر عباس)

Table 4- Classification of the groups (The average annual air temperature in the Bandar Abbas)

گروه های آزمایشی	سال	میانگین سالانه دمای هوای بندر عباس (°C)
۱ (شاهد)	۱۹۷۱-۱۹۸۸	۲۶/۶۵۵۶ ^a
۲	۱۹۸۹-۱۹۹۳	۲۶/۳۶۰۰ ^a
۳	۱۹۹۴-۱۹۹۸	۲۶/۸۴۰۰ ^{ab}
۴	۱۹۹۹-۲۰۰۳	۲۷/۳۴۰۰ ^b
۵	۲۰۰۴-۲۰۰۸	۲۷/۲۳۸۴ ^b

در مورد آنالیز دمای هوای بندر جاسک به همان روش، پس از تقسیم بندی به گروه های ۵ ساله میانگین آن ها با گروه شاهد که میانگین دمای هوای سالانه از سال ۱۹۶۸ تا ۱۹۸۹ می باشد مورد مقایسه قرار گرفت.

در جدول (۴) بین مقادیر میانگین هایی که حروف مشابه ندارند اختلاف معنی داری وجود دارد ($P \leq 0.05$). همان طور که در جدول مشاهده می گردد با سطح اطمینان ۹۵٪ می توان اظهار داشت که میانگین دمای هوای ده ساله ی منتهی به ۲۰۰۸ بندر عباس نسبت به سال های قبل از ۱۹۹۳ افزایش معنی داری دارد.

جدول ۵- طبقه بندی گروه های مورد آزمون (میانگین سالانه دمای هوای بندر جاسک)

Table 5- Classification of the groups (The average annual air temperature in the Jask Port)

گروه های آزمایشی	سال	میانگین سالانه دمای هوای بندر جاسک (°C)
۱ (شاهد)	۱۹۶۸-۱۹۸۹	۲۶/۶۱۲۵ ^a
۲	۱۹۹۰-۱۹۹۴	۲۶/۸۲۰۰ ^{ab}
۳	۱۹۹۵-۱۹۹۹	۲۷/۱۲۰۰ ^{bc}
۴	۲۰۰۰-۲۰۰۴	۲۷/۴۶۰۰ ^c
۵	۲۰۰۵-۲۰۰۸	۲۷/۴۳۶۳ ^c

هوای بندر جاسک از سال ۱۹۹۵ تا کنون روند افزایشی معنی داری نسبت به سال های قبل از ۱۹۹۰ دارد. در مورد میانگین دمای سطحی آب این سواحل پس از تقسیم بندی، آن ها با گروه شاهد که میانگین سالانه دمای سطحی آب از سال ۱۹۸۵ تا ۱۹۸۹ می باشد مورد مقایسه قرار داده شد.

در جدول (۵) بین مقادیر میانگین هایی که حروف مشابه ندارند اختلاف معنی داری وجود دارد ($P \leq 0.05$). با مشاهده طبقه بندی گروه ها و با سطح اطمینان ۹۵٪ می توان اظهار داشت که تفاوت معنی داری مابین گروه های ۳ و ۴ و ۵ با گروه ۱ (شاهد) وجود دارد یعنی میانگین سالانه دمای

جدول ۶- طبقه بندی گروه های مورد آزمون (میانگین سالانه دمای سطحی آب)

Table 6- Classification of the groups (The average annual Sea Surface Temperature)

گروه های آزمایشی	سال	میانگین سالانه دمای سطحی آب (° C)
۱ (شاهد)	۱۹۸۵-۱۹۸۹	۲۷/۱۶۰۲۲ ^a
۲	۱۹۹۰-۱۹۹۴	۲۶/۹۵۶۴۷ ^a
۳	۱۹۹۵-۱۹۹۹	۲۷/۷۷۱۷۹ ^b
۴	۲۰۰۰-۲۰۰۴	۲۷/۷۱۰۴۱ ^b
۵	۲۰۰۵-۲۰۰۸	۲۷/۶۶۱۷۲ ^b

پس از میانگین گیری مورد استفاده قرار گرفت. لازم به ذکر است که هر عدد میانگین سالانه، حاصل میانگین گیری از ۳۶۵ روز سال است که برای هر روز آن ۴۸ مشاهده ثبت شده موجود است.

جهت آنالیز آماری میانگین تراز دریا در این بندر طی ۱۹ سال اخیر، پس از تقسیم بندی، میانگین آن ها با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفت.

در جدول (۶) بین مقادیر میانگین هایی که حروف مشابه ندارند اختلاف معنی داری وجود دارد ($P \leq 0.05$).

با مشاهده طبقه بندی گروه ها و با سطح اطمینان ۹۵٪ می توان اظهار داشت که تفاوت معنی داری مابین گروه های ۳ و ۴ و ۵ با گروه ۱ (شاهد) و گروه ۲ وجود دارد، یعنی میانگین سالانه دمای سطحی آب در سواحل استان هرمزگان از سال ۱۹۹۵ به بعد به صورت معنی داری نسبت به سال های قبل از آن افزایش یافته است.

در استان هرمزگان ۲ ایستگاه دائمی جزر و مد سنجی در بندر عباس و جاسک قرار دارد بنا براین اطلاعات مربوط به این دو ایستگاه به عنوان شاخص میانگین سالانه تراز دریای سواحل استان هرمزگان مورد بررسی قرار گرفت.

تراز متوسط دریا (MSL) از میانگین اندازه گیری ساعتی سطح آب در یک دوره طولانی به طور ایده آل یک دوره ۱۹ ساله (زیرا در طی این مدت، ماه و خورشید تقریباً در کلیه وضعیت های ممکن نسبت به زمین قرار می گیرند) حاصل خواهد شد. در ایستگاه بندر عباس مشاهدات حاصل از اندازه گیری سطح آب به صورت ساعتی از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۰۸ ثبت شده و

جدول ۷- طبقه بندی گروه های مورد آزمون (میانگین سالانه تراز دریا در بندر عباس)

Table 7- Classification of the groups (The average annual Sea Level in Bandar Abbas)

گروه های آزمایشی	سال	میانگین سالانه تراز دریا در بندر عباس (cm)
۱	۱۹۹۰-۱۹۹۴	۳۱۸/۰۱۱۱ ^a
۲	۱۹۹۵-۱۹۹۹	۳۲۱/۵۵۳۹ ^{ab}
۳	۲۰۰۰-۲۰۰۴	۳۲۳/۰۶۰۵ ^{ab}
۴	۲۰۰۵-۲۰۰۸	۳۲۶/۶۱۸ ^b

از سال ۱۹۹۷ شروع به کار نموده است، لذا اطلاعات این ایستگاه تا سال ۲۰۰۸ فقط ۱۲ سال می باشد. ضمناً با شروع این مطالعه و مراجعات و پیگیری های متعدد با سازمان نقشه برداری کشور اطلاعات قبلی مربوط به چند ماه از سال ۲۰۰۱ این متغیر مورد اصلاح واقع شده که میانگین سالانه آن از ۲۲۰/۴۴۰۸ cm به ۱۹۱/۲۴۰۵ cm تصحیح شد.

جهت آنالیز آماری میانگین تراز دریا در بندر جاسک طی ۱۲ سال اخیر، پس از تقسیم بندی، آن ها در ۴ گروه ۳ ساله با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند.

در جدول (۷) بین مقادیر میانگین هایی که حروف مشابه ندارند اختلاف معنی داری وجود دارد ($P \leq 0.05$).

با مشاهده طبقه بندی گروه ها و با سطح اطمینان ۹۵٪ می توان اظهار داشت که تفاوت معنی داری مابین گروه آخر یعنی از سال ۲۰۰۵ به بعد با گروه اول یعنی ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۴ وجود دارد.

ایستگاه جزر و مد سنجی بندر جاسک به عنوان دومین ایستگاه، در استان هرمزگان کار ثبت مشاهدات جزر و مدی را انجام می دهد اما متأسفانه از قدمت طولانی برخوردار نبوده و از

جدول ۸- طبقه بندی گروه های مورد آزمون (میانگین سالانه تراز دریا در جاسک)

Table 8- Classification of the groups (The average annual Sea Level in Jask)

گروه های آزمایشی	سال	میانگین سالانه تراز دریا در جاسک (cm)
۱	۱۹۹۷-۱۹۹۹	۱۹۲/۹۱۰۶ ^{ab}
۲	۲۰۰۰-۲۰۰۲	۱۹۳/۸۴۳۳ ^{ab}
۳	۲۰۰۳-۲۰۰۵	۱۹۰/۶۱۸۷ ^a
۴	۲۰۰۶-۲۰۰۸	۱۹۶/۶۶۶۱ ^b

بندر عباس (۱۹ سال) اکتفا نموده و به استخراج معادلات از سواحل این بندر پرداخته شد.

از آن جا که بنا بر فرض اولیه، متغیر وابسته ی میانگین سطح تراز دریا (MSL) تحت تاثیر مستقیم میانگین دمای کره ی زمین (گرمایش جهانی)، میانگین دمای سطحی آب و میانگین دمای هوای منطقه قرار دارد پس از آنالیز واریانس میانگین گروه های متغیرهای فوق و معنی دار شدن آن ها لازم است نحوه و میزان تاثیر هر یک از آن ها در متغیر وابسته (MSL) مشخص شود.

در جدول (۸) بین مقادیر میانگین هایی که حروف مشابه ندارند اختلاف معنی داری وجود دارد ($P \leq 0.05$).

همان طور که در جدول (۸) مشخص است میانگین سالانه تراز دریا در ۳ سال آخر منتهی به ۲۰۰۸ با روند تدریجی افزایشی ملایمی در حال امتداد می باشد.

به دلیل اطلاعات محدودی که از میانگین سطح تراز دریا در سواحل بندر جاسک موجود است استخراج معادله رگرسیونی برآمده از چنین اطلاعات ناقصی از دقت کافی برخوردار نبوده و لذا به اطلاعات طولانی مدت جزر و مد سنجی

$$MSL = ۹/۱۴۷ Gtemp + ۱۹۰/۳$$

$$R^2 = ۰/۳۰۹$$

بنابراین می توان پیش بینی کرد که به ازای یک درجه سانتی گراد افزایش میانگین سالانه دمای هوای جهان، تراز دریا در بندر عباس مقدار ۹/۱۴۷ سانتی متر افزایش خواهد یافت. لازم به ذکر است که در صورتی که روند افزایش دما برطبق ۱۸ سال گذشته باشد در حدود ۳۹ سال طول خواهد کشید که میانگین سالانه دمای هوا ی جهان یک درجه سانتی گراد افزایش پیدا کند.

با استفاده از معادله رگرسیون و داشتن هر کدام از متغیرهای مستقل یعنی دمای هوای منطقه، دمای سطحی آب و دمای هوای جهان می توان تراز دریا را محاسبه کرد. اما برای دریافت معادله ای که بطور همزمان اثر هر سه متغیر مستقل را بر روی متغیر وابسته یعنی تراز دریا مورد مطالعه قرار داده، و میزان تاثیر هر یک را به طور مشخص بیان نماید نیاز به استخراج معادله رگرسیونی چند متغیره داریم که بدین منظور به شکل زیر عمل گردید.

۳-۱- استخراج معادله رگرسیونی چند متغیره به روش قدم به قدم

با وارد نمودن اطلاعات ۱۹ ساله اخیر هر یک از این متغیرها در توسط نرم افزار SPSS به منظور استخراج معادله رگرسیونی چند متغیره به روش قدم به قدم و پس از دریافت خروجی اطلاعات، در جدول "پرت بودن باقی مانده ها (Case wise Diagnostics)" داده ی مربوط به سال ۱۹۹۰ متغیر MSL به دلیل این که بیش از ۳ انحراف معیار با میانگین جامعه اش فاصله داشت داده ی پرت شناخته شد و خود نرم افزار توصیه به حذف این داده نمود. پس از اجرای این توصیه و کنترل پیروی نمودن پراکندگی داده های موجود از جامعه نرمال آنالیز اطلاعات به شکل جدول (۹) مشخص شد.

در ابتدا اثر هر کدام از این متغیرها ی مستقل (Gtemp,Temp,SST) را بر متغیر وابسته (MSL) با دریافت معادله رگرسیونی بررسی کرده و در نهایت معادله رگرسیون چند متغیره را استخراج می شود.

نحوه ی ارتباط و میزان تاثیر گذاری میانگین سالانه دمای هوای بندر عباس بر میانگین سالانه تراز دریا طی ۱۸ سال منتهی به سال ۲۰۰۸ طبق معادله رگرسیونی مربوطه با همبستگی قابل قبولی به شکل زیر بدست آمد.

$$MSL = ۳/۵۲۴ Temp + ۲۲۷/۹$$

$$R^2 = ۰/۳۶۵$$

بنابراین می توان پیش بینی کرد که به ازای یک درجه سانتی گراد افزایش دمای هوای منطقه، تراز دریا مقدار ۳/۵۲۴ سانتی متر افزایش خواهد یافت. لازم به ذکر است که در صورتی که روند افزایش دما برطبق ۱۸ سال گذشته باشد حدود ۱۶/۳ سال طول خواهد کشید که میانگین سالانه دمای هوا در بندر عباس یک درجه سانتی گراد افزایش پیدا کند.

نحوه ی ارتباط و میزان تاثیر گذاری میانگین سالانه دمای سطحی آب در بندر عباس بر میانگین سالانه تراز دریا طی ۱۸ سال منتهی به سال ۲۰۰۸ طبق معادله رگرسیونی مربوطه به صورت زیر بدست آمد.

$$MSL = ۳/۱۰۶ SST + ۲۳۵$$

$$R^2 = ۰/۲۹۵$$

بنابراین می توان پیش بینی کرد که به ازای یک درجه سانتی گراد افزایش دمای سطحی آب، تراز دریا مقدار ۳/۱۰۶ سانتی متر افزایش خواهد یافت. لازم به ذکر است که در صورتی که روند افزایش دما برطبق ۱۸ سال گذشته باشد به طور متوسط ۱۶/۵ سال طول خواهد کشید که میانگین سالانه دمای سطحی دریا در بندر عباس یک درجه سانتی گراد افزایش یابد.

نحوه ی ارتباط و میزان تاثیر گذاری میانگین سالانه دمای هوای جهانی بر میانگین سالانه تراز دریا طی ۱۸ سال منتهی به سال ۲۰۰۸ طبق معادله رگرسیونی مربوطه به صورت زیر بدست آمد.

جدول ۹- میزان همبستگی پیرسون

Table 9- The Pearson correlation

		MSL	GTEMP	TEMP	SST
Pearson Correlation	MSL	1.000	.556	.605	.544
	GTEMP	.556	1.000	.691	.550
	TEMP	.605	.691	1.000	.859
	SST	.544	.550	.859	1.000
Sig. (1-tailed)	MSL	.	.008	.004	.010
	GTEMP	.008	.	.001	.009
	TEMP	.004	.001	.	.000
	SST	.010	.009	.000	.
N	MSL	18	18	18	18
	GTEMP	18	18	18	18
	TEMP	18	18	18	18
	SST	18	18	18	18

طبق جدول (۹) میزان همبستگی هر سه متغیر مستقل به ترتیب ۰/۵۵۶، ۰/۶۰۵، و ۰/۵۴۴ می باشد که همگی آن ها معنی دارند. (SST، TEMP، GTEMP) با متغیر وابسته (MSL)

جدول ۱۰- ضرایب معادله رگرسیون

Table 10- Regression coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	190.392	49.552		3.842	.001
	GTEMP	9.148	3.418	.556	2.676	.017
2	(Constant)	193.629	47.653		4.063	.001
	GTEMP	4.346	4.545	.264	.956	.354
	TEMP	2.460	1.610	.422	1.528	.147
3	(Constant)	188.364	51.429		3.663	.003
	GTEMP	4.540	4.718	.276	.962	.352
	TEMP	1.713	2.724	.294	.629	.540
	SST	.798	2.310	.140	.345	.735

a Dependent Variable: MSL

$$(\text{Gtemp}) + 1/713 (\text{temp}) + 0/798 (\text{SST})$$

$$\text{MSL} = 188/364 + 4/54$$

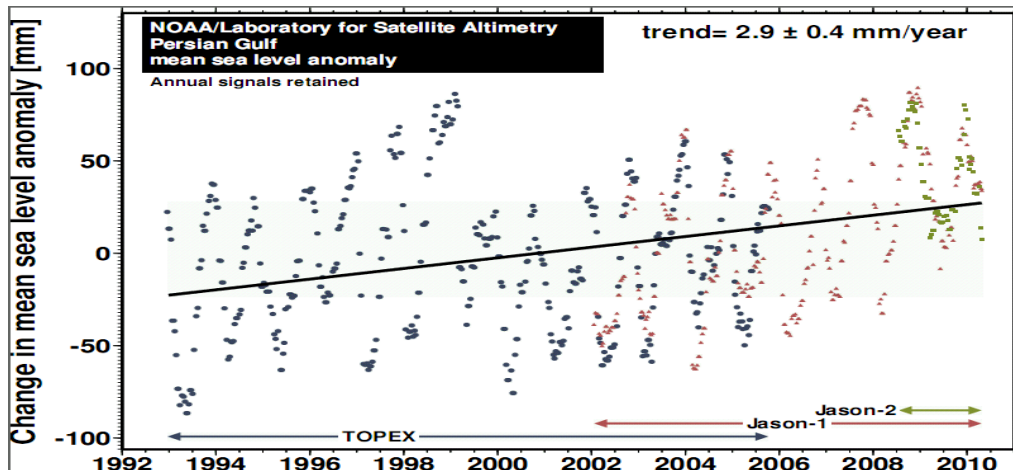
معادله رگرسیون حاصل از این ضرایب به شکل زیر است:

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$$

بر اساس رابطه فوق با توجه به روند صعودی هر یک از متغیرها می توان MSL سواحل بندر عباس را بر مبنای این روند در سال های آینده برآورد نمود.

۲-۳- تطبیق نتایج حاصله با داده های ماهواره ای در شکل (۲) تغییرات میانگین سالانه سطح تراز آب دریا (MSL) برای خلیج فارس از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۰

بر حسب میلی متر بیان شده است. همان طور که ملاحظه می شود این تغییرات توسط سه ماهواره TOPEX ، Jason-1 و Jason-2 برای هر سال $0.4 \pm 2/9$ میلی متر مورد محاسبه قرار گرفته و اعلام شده است.

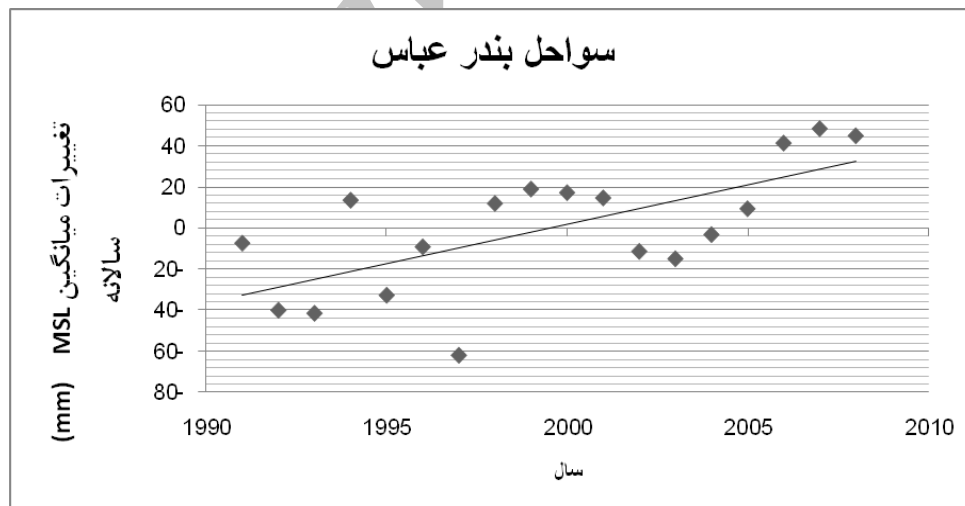


شکل ۲- تغییرات سالانه MSL با استفاده از داده های ماهواره ای در خلیج فارس

Fig2-MSL annual changes in the Persian Gulf using satellite data

مشاهده های جزر و مد سنجی ثبت شده در ایستگاه شهید رجایی گزارش شده است.

از طرفی شکل (۳) بیان گر تغییرات میانگین سالانه MSL سواحل بندر عباس در مدت اخذ شده می باشد که توسط



شکل ۳- تغییرات سالانه MSL در سواحل بندر عباس

Fig3- MSL annual changes in the coast of Bandar Abbas

$$R^2 = 0.446$$

روند افزایش تراز سالانه دریا در سواحل بندر عباس به صورت رابطه ی زیر محاسبه شد.

با دقت در شیب خط برازش مربوط به نمودارهای بندر فوق و مقایسه آن ها با شیب خط برازش محاسبه شده از طریق

$$\text{Trend} = 3/9 \pm 0.7 \text{ mm/year}$$

داده های ماهواره ای، متوجه حد بالایی از تطابق این نمودار خواهیم شد در حقیقت این مطلب بیان گر آن است که اندازه گیری ها یا مشاهده های ثبت شده از طریق دستگاه های جزر و مد سنجی با داده های ماهواره ای کاملا منطبق است.

نتایج

۴-۱- نتایج بدست آمده مربوط به بررسی میانگین سالانه

دمای هوا

- طبق آنالیز آماری میانگین سالانه دمای جهانی هوا از سال ۲۰۰۵ به بعد تفاوت معنی داری با سال های قبل از ۱۹۹۹ دارد. هر چند از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۴ نیز نسبت به سال های قبل از ۱۹۸۹ افزایش دما معنی دار است.
- میانگین سالانه دمای هوای بندر لنگه از سال ۱۹۶۶ تا سال ۱۹۹۳ همگن می باشد لیکن این میانگین از سال ۱۹۹۴ تا ۱۹۹۸ تغییر معنی داری نموده که ادامه این روند از سال ۱۹۹۹ حتی با قبل از آن نیز متفاوت بوده و افزایش معنی داری دارد.
- در مورد بندر عباس میانگین دمای هوای ده ساله ی منتهی به ۲۰۰۸ یعنی از سال ۱۹۹۹ تا سال ۲۰۰۸ نسبت به سال های قبل از ۱۹۹۳ روند افزایشی معنی داری دارد.
- میانگین سالانه دمای هوای بندر جاسک از سال ۱۹۹۵ تا کنون روند افزایشی معنی داری نسبت به سال های قبل از ۱۹۹۰ دارد.

۴-۲- نتیجه بدست آمده مربوط به بررسی میانگین

سالانه دمای سطحی آب

- میانگین سالانه دمای سطحی آب (SST) در سواحل استان هرمزگان از سال ۱۹۹۵ به بعد به صورت معنی داری نسبت به سال های قبل از آن افزایش یافته است.

۴-۳- نتایج بدست آمده مربوط به بررسی میانگین

سالانه تراز دریا

- روند افزایشی میانگین سالانه تراز دریا در بندر عباس نیز معنی دار است به طوری که از سال ۲۰۰۵ به بعد میانگین سالانه تراز دریا روند افزایشی نسبت به سال های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۴ داشته است.
- در مورد جاسک میانگین سالانه تراز دریا در ۳ سال آخر منتهی به ۲۰۰۸ با روند تدریجی افزایشی ملایمی در حال امتداد می باشد.

۴-۴- معادلات رگرسیونی بدست آمده

- در هنگامی که تاثیر میانگین سالانه دمای هوای بندرعباس (Temp) به تنهایی بر روی میانگین سالانه تراز دریا مورد بررسی قرار گیرد، معادله رگرسیونی حاصله به شکل زیر خواهد بود:

$$MSL = 3/524 \text{ Temp} + 227/9$$

$$R^2 = 0/365$$

بر این اساس، پیش بینی می شود که به ازای یک درجه سانتی گراد افزایش دمای هوای بندر عباس، تراز دریا مقدار ۳/۵۲۴ سانتی متر افزایش خواهد یافت. لازم به ذکر است که در صورتی که روند افزایش دما برطبق ۱۸ سال گذشته باشد حدود ۱۶/۳ سال طول خواهد کشید که میانگین سالانه دمای هوا در بندر عباس یک درجه سانتی گراد افزایش پیدا کند.

- در هنگامی که تاثیر میانگین سالانه دمای سطحی دریا (SST) به تنهایی بر روی میانگین سالانه تراز دریا در بندر عباس مورد بررسی قرار گیرد، معادله رگرسیونی حاصله به شکل زیر خواهد بود:

$$MSL = 3/106 \text{ SST} + 235$$

$$R^2 = 0/295$$

بر همین اساس پیش بینی می شود که به ازای یک درجه سانتی گراد افزایش دمای سطحی آب ، تراز دریا مقدار

• مقدار افزایش سالانه MSL برای بندرعباس به صورت $Trend = 3/9 \pm 0/7 \text{ mm /year}$ به دست آمد. این مقدار در مقایسه با آمارهای بدست آمده از ماهواره از تطابق بالایی برخوردار است. ماهواره های TOPEX ، Jason-1 و Jason-2 مقدار این روند افزایشی را برای کل خلیج فارس $Trend = 2/9 \pm 0/4 \text{ mm /year}$ پیش بینی نموده اند.

پیشنهادها

۱. توصیه می شود که اثر افزایش دمای ناشی از تغییر اقلیم درمورد بنادر دیگر استان و همچنین درمورد کل خلیج فارس با استفاده از داده های ارتفاع سنجی ماهواره ای بررسی شود.
۲. در این مطالعه روند افزایش دما ناشی از پدیده تغییر اقلیم در سواحل هرمزگان مورد تایید قرار گرفت، پیشنهاد می شود در مطالعات بعدی اثرات ناشی از این پدیده از جمله : به وجود آمدن سیلاب و جا به جایی اراضی مرطوب و پست، افزایش حساسیت پذیری به صدمات طوفان ساحلی و سیل، فرسایش خط ساحلی، پیشروی آب شور درون خورها و منابع آب شیرین، تغییر محدوده ی جزر و مدی در محل رودخانه ها و خلیج های کوچک، تغییرات در الگوهای رسوبگذاری، کاهش نفوذ نور به ارگانیسم های ته دریا، افزایش ارتفاع امواج، و ... در این سواحل از طریق مشاهدات میدانی مورد توجه و بررسی قرار گیرد.
۳. پیشنهاد می شود جهت بررسی دقیق تر اثر تغییر اقلیم بر MSL خلیج فارس پارامترهای دیگر نیز از جمله جریان های ورودی و خروجی از طریق تنگه هرمز، دبی رودخانه های ورودی به خلیج فارس، مقدار بارش و میزان تبخیر طی یک دوره نسبتاً طولانی به همراه سایر پارامترها بررسی شود.

۳/۱۰۶ سانتی متر افزایش خواهد یافت . لازم به ذکر است که در صورتی که روند افزایش دما برطبق ۱۸ سال گذشته باشد به طور متوسط ۱۶/۵ سال طول خواهد کشید که میانگین سالانه دمای سطحی دریا در بندر عباس یک درجه سانتی گراد افزایش یابد.

• در هنگامی که تاثیر میانگین سالانه دمای هوای جهان (Gtemp) به تنهایی بر روی میانگین سالانه تراز دریا در بندر عباس مورد بررسی قرار گیرد، معادله رگرسیونی حاصله به شکل زیر خواهد بود:

$$MSL = 9/147 \text{ Gtemp} + 190/3$$

$$R^2 = 0/309$$

بر این اساس پیش بینی می شود که به ازای یک درجه سانتی گراد افزایش میانگین سالانه دمای هوای جهان، تراز دریا در بندر عباس مقدار ۹/۱۴۷ سانتی متر افزایش خواهد یافت . لازم به ذکر است که در صورتی که روند افزایش دما برطبق ۱۸ سال گذشته باشد در حدود ۳۹ سال طول خواهد کشید که میانگین سالانه دمای هوای جهان یک درجه سانتی گراد افزایش پیدا کند.

• در استخراج معادله رگرسیونی چند متغیره به روش قدم به قدم از سه متغیر مستقل بیش ترین تاثیر را میانگین سالانه دمای هوای جهانی (Gtemp) با ضریب ۴/۵۴ و سپس دمای هوای منطقه (temp) با ضریب ۱/۷۱۳ و نهایتاً دمای سطحی آب (SST) با ضریب ۰/۷۹۸ بر روی متغیر وابسته یعنی میانگین سطح تراز دریا (MSL) اختصاص داده است که این معادله به شکل زیر است.

$$MSL = 188/364 + 0/798 (SST) + 1/713 (temp) + 4/54 (Gtemp)$$

$$MSL = 188/364 +$$

۴-۵- پیش بینی روند افزایش سطح دریا

Surface Temperature in Hormuzgan Coast, Persian Gulf, Int. J. of Global Warming ,Vol 9, Issue 4,452-466.

۵. افشین نیا. م. ۱۳۷۲، روش های آماری و کاربرد آن در علوم، انتشارات انا.
۶. غیاثوند. ا. ۱۳۸۷، کاربرد آمار و نرم افزار SPSS در تحلیل داده ها، نشر لویه

7. www.worldweather.org/
8. <http://oceanwatch.pifsc.noaa.gov/las/sevlets/constrain>

۹. جلیل نژاد. م. ۱۳۸۵، ارزیابی مدل های مختلف بکار رفته در تعیین MSL با استفاده از مشاهدات ارتفاع سنجی ماهواره ای، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی دانشگاه تهران.
۱۰. رئیسی. الف. ۱۳۸۵، بررسی پارامترهای فیزیکی و دینامیک آب در تنگه هرمز (قشم و بندر عباس) پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

۴. از آن جا که یک مرکز جمع آوری داده (Data center) مشخص در کشورمان وجود ندارد جمع آوری داده برای مطالعات دراز مدت کار بسیار مشکلی است. پیشنهاد می شود آرشیوی از داده های مورد نیاز برای مطالعات اقیانوس شناسی در دو منطقه ی خزر و خلیج فارس که تنها سواحل موجود در ایران هستند تهیه و به صورت وب سایت برای استفاده محققین در دسترس قرار گیرد.

منابع

1. <http://www.isfahanmetportal.ir/>
2. Mahongo. Sh, 2006, Impacts of sea level change, Odin Africa / Gloss Training Workshop on Sea – Level Measurement and Interpretation. Oostende, Belgium.
3. Sinha.P.C.,2003, Sea Level Rise due to Global Warming and Climate Variability, Antarctic Geosciences, Ocean atmosphere Interaction and Paleoclimatology .pp 148-159
4. 10. Samadianfard.S, Delirhasannia.R, Torabi Azad.M, Samadianfard.S, Jeihouni.M, 2016, Intelligent Analysis of Global Warming Effects on Sea

Archive of SID