بررسی تغییرات تراز دریا در اثر پارامترهای هواشناختی با استفاده از مدل های آماری در سواحل شمالی خلیج فارس

مسعود ترابی آزاد * و مائده هنرمند
گروه فیزیک دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۱۲

چکیده

در تحقیق حاضر، مطالعه جامعی بر روی تغییرات تراز دریا در ایستگاه های جزر و مدی خلیج فارس که ثبت دراز مدت داده های جزر و مدی بیش از یک سال را داشته اند، انجام شده است. میانگین تراز دریا با استفاده از داده های جزر و مدی محاسبه و اثرات بارومتری، نیروی باد و دما بر روی میانگین تراز دریا محاسبه شده است. توسط مدل های آماری، اثرهای مختلف جوی بر روی نوسان های تراز دریا مورد بررسی و مدل های غالب مربوط به نوسانات تراز دریا معرفی و مورد تجزیه و تحلیل فیزیکی قرار گرفته است. سپس میانگین تراز دریا در ایستگاه های بندرعباس و بوشهر در یک دوره ۱۱ ساله (۲۰۰۰ الی ۲۰۱۰) محاسبه شد. میانگین تراز دریا در این ایستگاه ها، روندی افزایشی به ترتیب ۵ سانتی متر و ۴ سانتی متر در طی دوره مربوطه نشان می دهد. در دوره های اشاره شده نوسان های میانگین تراز دریا حدود ۳۵ سانتی متر در بندر عباس و حدود ۵۰ سانتی متر در بوشهر می باشد. در تحلیل رگرسیون، روش های همزمان و اثرات پارامترهای مستقل فشار، دما و تنش باد بر پارامتر وابسته میانگین تراز دریا مورد مطالعه قرار گرفته و مدل های ریاضی استخراج گردید. نتیجه مدل ها با نتیجه داده ها مقایسه شده است. نتایج نشان می دهد که بین میانگین های ماهانه پارامترهای تراز دریا، دما و فشار جو همبستگی بالایی وجود دارد.

واژگان کلیدی: تراز دریا، مدل های آماری، سرعت باد، سواحل شمالی خلیج فارس * نگارنده پاسخگو: Torabi_us@yahoo.com

ساحلی، برنامه ریزی اقتصادی، امورکشاورزی، مسائل زیست محیطی و کلیه امور مربوط به ناوبری و سازه های دریایی را تحت تاثیر قرار می دهد(Wunsch *et al.*, 1969). نظریان (۱۳۸۱)، روند تغییرات دو سالانه سطح تراز دریا را با استفاده از دو روش آلتی متری ماهواره‌ای و جزر و مد سنجی در ناحیه دریای عمان، بندر چابهار را بررسی نموده و همچنین مقایسه‌ای را در بندر چابهار برای سال های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ میلادی انجام داده است. در تحقیقات مشابه، صفاری(۱۳۸۴) تغییرات تراز میانگین دریا و گردش سطحی دریای عمان را با استفاده از ارتفاع سنجی ماهواره ای مطالعه نموده است. داده های جزر و مدی منطقه‌ی جاسک را برای سال ۱۹۹۷ تا سال ۲۰۰۵ مورد تحلیل قرار داده است. رضایی (۱۳۸۷) نوسانات تراز دریا را با استفاده از اطلاعات ماهواره ای و جزر و مد سنجی در دریای عمان، دو بندر چابهار و جاسک مورد بررسی و مطالعه قرار داد. با استفاده از جزر و مدسنج ها برآورد شد که تراز دریای بندر چابهار ماهانه ۰/۰۱۸ سانتی متر افزایش یافته و تراز همین بندر را با استفاده از اطلاعات ماهواره ای ۰/۰۰۶۱ سانتی متر در هر ماه پیش بینی گردید. همچنین سطح تراز دریا در سواحل بندر جاسک را کاهشی پیش بینی کرد. براساس اطلاعات جزر و مد سنجی، کاهش ماهانه‌ای با ۰/۰۱ سانتی متر در ماه در دوره ی مورد مطالعه حاصل شد. این میزان کاهش توسط داده های ماهواره ای کمی بیشتر و حدود ۰/۰۱۷ سانتی متر در ماه برآورد گردید. حسن زاده و علیزاده (۱۳۸۲) از طریق محاسبه ی همبستگی بین دمای هوای منطقه و میانگین تراز دریا و همچنین محاسبات آماری افزایش سطح تراز دریا در سواحل شمالی خلیج فارس را مورد تائید قرار دادند، هرچند این ارزیابی موید این نکته است که تاثیر تغییر اقلیم روی سطح تراز دریا در دهه های آینده بیشتر محسوس خواهد بود و نیازمند تحقیقات وسیع تری است.

مطالعات متعددی در این زمینه صورت گرفته است مانند، جعفری در سال(۱۳۸۹) به بررسی اثرات افزایش دمای ناشی از تغییر اقلیم جهانی بر میانگین سطح تراز آب (MSL) در استان هرمزگان از سواحل شمالی خلیج

مقدمه

بحث تراز دریا و عواقب ناشی از افزایش آن از جمله مباحثی است که ذهن بشر را به خود معطوف ساخته است. به دلیل اهمیت این موضوع در دنیا مطالعات گسترده ای انجام می گردد.

خلیج فارس دریای کم عمق نیمه بسته ای است که میزان تبخیر در آن، بسیار بیشتر از بارش و ورودی رودخانه ها است. مساحت خلیج فارس حدودkm^2 ۲۲۶×^{3}۱۰ است و متوسط عمق آن ۳۵ متر می باشد. آب شیرین ورودی عمدتا از مصب رودخانه اروند و با سهم کمتری توسط رودخانه های ایران در شمال خلیج فارس تامین می شود. بیشترین درون شارش سالانه آب شیرین حدود km^3 ۱۰۰ است که این مقدار ۱ درصد از کل حجم آب خلیج فارس را تشکیل می دهد. میزان تبخیر حدود cm/y ۲۰ تخمین زده شده می شود. حجم آب کاهش یافته بواسطه تبخیر، حدود ۵ برابر مقداری است که توسط رودخانه جایگزین می شود (حافظ نیا، ۱۳۷۹). اقلیم خلیج فارس اکثرا توسط باد های شمال غربی و فشار بالا در طی فصل زمستان توصیف می شود. با شروع فصل تابستان خلیج فارس تحت تاثیر دو سیستم باد متفاوت قرار می گیرد. خط جدایی در تنگه هرمز قرارمی گیرد، جایی که بادهای گرم شمال غربی خلیج فارس بر بادهای سردتر مانسون جنوب غربی غالب می شود. در طی این فصل فشارجو پایین است. تراز دریا در خلیج فارس بطور عمده تحت تاثیر تبادل آب در تنگه هرمز و شرایط جوی در منطقه است (Pond, 1981 & Large). نوسان های تراز دریا از جمله پارامترهای مهم دریایی است که امروزه از الویت های فیزیکی دریا به شمار می رود (Sultan *et al.*, 1995).

واضح است که چرخه فصلی میانگین تراز دریا در طول خطوط ساحلی، ترکیبی از بازتاب هواشناسی و اقیانوس شناسی هر ناحیه است. بدیهی ترین نتایج افزایش تراز دریا، فرسایش ساحلی، و جاری شدن سیل در زمین های پست و تخریب سازه های ساحلی می باشد که خود عاملی برای معطوف ساختن ذهن بشر به این مسئله است. لذا افت و خیزهای تراز دریا جنبه های مهم اقلیم

ساعتی با میانگین گیری ابتدا به داده های ساعتی و سپس به صورت داده های روزانه و نهایتا به صورت ماهیانه تبدیل شدند. در داده ها، با تبدیل به میانگین ماهانه، اثر جزر و مد از بین برده شد و به صورت تراز باقیمانده به دست آمد، یعنی تراز دریا منهای اثر جزر و مد (IOC, 1985).

با استفاده از اطلاعات موجود در سازمان هواشناسی کشور از سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ داده‌های فشار، دما و سرعت باد در ایستگاه های مورد مطالعه به صورت میانگین ماهانه مورد استفاده قرار گرفت و در نمودارها از میانگین‌های فصلی و سالانه نیز بهره جسته شده است. در این بخش آنالیزهای رگرسیونی در مورد هر دو ایستگاه انجام شده است. پارامترهایی که در روش قدم به قدم از مدل حذف می شوند را باقیمانده می نامند و همچنین در مقایسه پارامترهای ورودی در روش همزمان با منحنی های استاندارد، باقیمانده در نظر گرفته می شوند.

به منظور انجام آزمون نرمال بودن توزیع متغیر، علاوه بر آزمون توزیع متغیر تابع (وابسته) به آزمون توزیع متغیر های مستقل تحقیق نیز پرداخته شده است. با استفاده از نرم افزار «MINITAB 14» ضرایب همبستگی پیرسون بین پارامترهای MSL، فشار جو، دمای هوا و سرعت باد محاسبه شده است (چتفیلد،۱۳۸۹).

نتایج

نمودارهای MSL بندرعباس به صورت سالانه، ماهانه و فصلی در شکل (۱) ارائه شده است. با توجه به نمودارها، متوسط MSL برابر با ۲۹۲/۴۵ سانتی متر است که در دامنه تغییرات متوسط حدود ۴۰ سانتی متر می‌باشد. هر چند میزان تغییر واقعی سطح آب تا چند متر می‌رسد. با توجه به اثر معکوس بارومتری بر روی تراز دریا، کاهش در روند فشار موجب افزایش تراز دریا می‌شود و از طرفی روند افزایش دما موجب انبساط گرمایی و بالا آمدن تراز دریا خواهد شد. با توجه به اینکه ابتدای سال های میلادی در زمستان واقع است، قابل مشاهده است که حداقل تراز دریا در ابتدای سال های میلادی واقع شده است که نشانگر تاثیر دما بر تراز دریا می‌باشد. اما در کل، روند فارس پرداخته و نشان داد که اثر افزایش دمای جهانی بر میانگین سطح تراز آب بیشتر از اثر دمای هوای منطقه و نیز بیشتر از دمای سطحی دریا (SST) می باشد. Mahongo در سال ۲۰۰۹ به مطالعه تغییر اقلیم و تاثیر آن بر روی تغییرات سطح آب دریا پرداخته و نتیجه گرفت که بالا آمدن سطح آب دریا مشکلات متعددی از جمله سیلاب گرفتگی و جابه جایی اراضی مرطوب و پست، افزایش حساسیت پذیری به صدمات طوفان ساحلی و سیل، فرسایش خط ساحلی و پیشروی آب شور درون خورها و منابع آب شیرین و مشکلات ثانویه دیگر در پی خواهد داشت. همینطور Sultan و همکاران طی یک دورهٔ ۱۱ ساله در سواحل جنوبی خلیج فارس تغییر تراز میانگین دریا را بررسی کرده و نتیجه گرفتند که دامنه مولفه سالانه این تغییرات ۱۱/۳ سانتی متر و سهم تغییرات تراز دریا بیشتر ناشی از فشارجو می‌باشد (Sultan *et al.*, 1995). هدف از انجام این تحقیق بررسی فرکانس های جزر و مدی در سواحل شمالی خلیج فارس، مطالعه ی تغییرات سالانه و ماهیانه تراز دریا و تاثیرگرمایش جهانی بر تراز دریا و توجیه فیزیکی آن می باشد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش سواحل شمالی خلیج فارس بود و با استفاده از داده های جزر و مدی و هواشناسی در ایستگاه های ساحلی، علل بالا آمدن سطح آب مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. برای محاسبه میانگین تراز دریا از داده‌های جزر و مد سنج های متعلق به سازمان نقشه برداری کشور در ایستگاه های بندرعباس و بوشهر طی سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ استفاده شده است (Tsimplis & Woodworth, 1994). جزر و مد سنج های ایستگاه های اشاره شده در هر شبانه روز، ۴۸ داده ارائه می‌نمایند و در واقع تراز سطح آب را در هر نیم ساعت ثبت می‌نمایند، هر چند در مواردی به علت خرابی دستگاه ها یا علل دیگر داده‌ای ثبت نمی گردد، اما به علت بازه طولانی بررسی، این مساله خطای قابل توجهی ایجاد نمی کند. داده های نیم

$$y_t = ۲۹۰/۵۲ + ۰/۰۱۸t \quad (۱)$$

نتایج بررسی ضرایب همبستگی پیرسون بین پارامترهای MSL، P و T و W در جدول (۱) ارائه شده است.

تغییرات درMSL با زمان t در بندرعباس، روندی صعودی با شیب بسیار ملایم است که معادله آن به صورت معادله(۱) می‌باشد (شکل ۲) که نشانگر افزایش تراز آب به میزان ۰/۰۱۸ سانتی متر تقریباً ۰/۰۲سانتی متر به ازای هر ماه است.

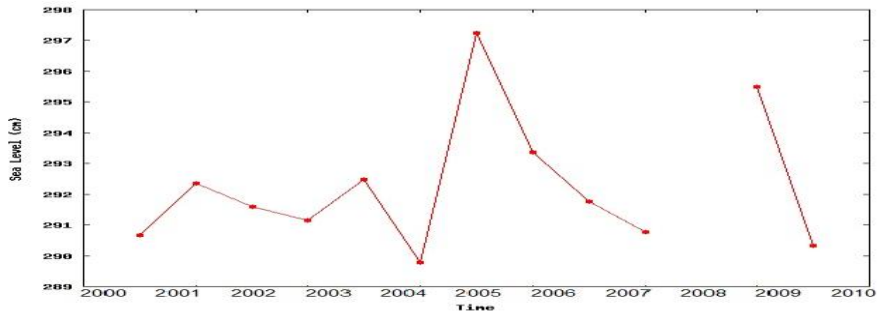
جدول۱- ضرایب پیرسون بین متغیرهایMSL ، دما، فشار و باد در بندرعباس

ضریب پیرسون	MSL	P	T	W
MSL	۱	-۰/۶۷۶	۰/۶۷۵	۰/۴۶۸
P	-۰/۶۷۶	۱	-۰/۹۱۶	-۰/۲۶۳
T	۰/۶۷۵	-۰/۹۱۶	۱	۰/۰۷۰
W	۰/۴۶۸	-۰/۲۶۳	۰/۰۷۰	۱

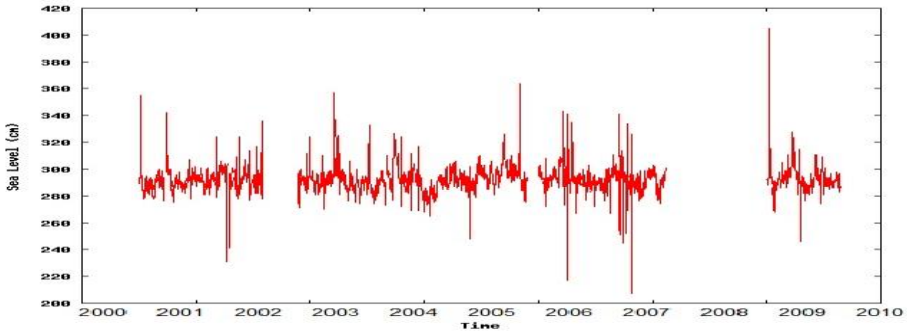
قدم بر حسب تک تک متغیرها بررسی انجام شد. نمودارهای باقیمانده تراز میانگین دریا در بندرعباس به صورت سالیانه، روزانه، ماهیانه و فصلی در شکل (۳) ارائه شده است.

همانطور که اشاره شد ضریب پیرسون، شدت یک رابطه خطی بین دو متغیر را نشان می‌دهد. وجود علامت منفی در همبستگی P، معرف اثر معکوس بارومتری می‌باشد. برای به دست آورد تابع رگرسیون MSL به صورت قدم به

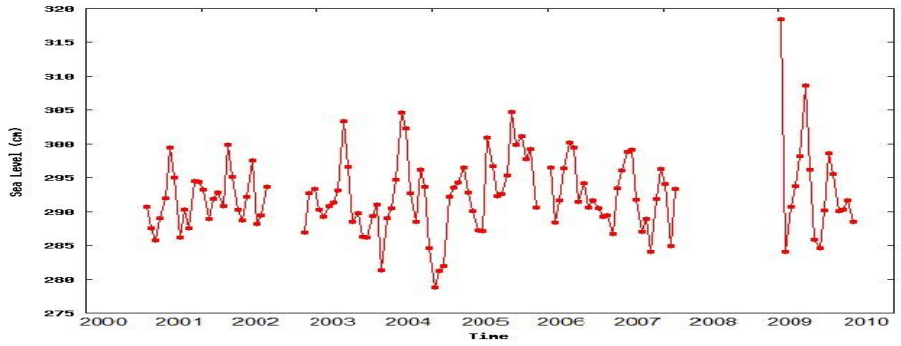
الف



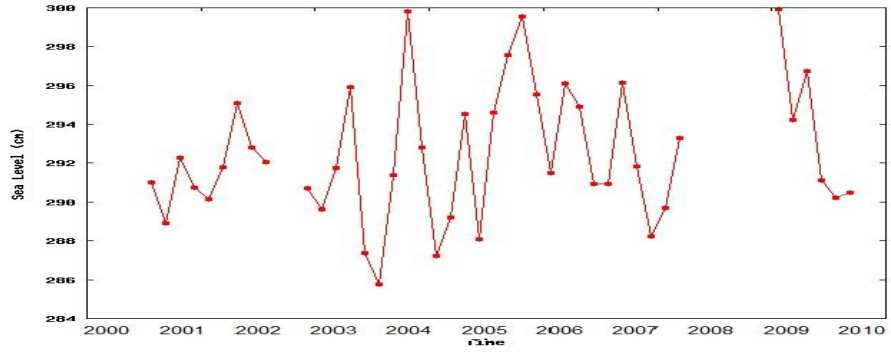
ب



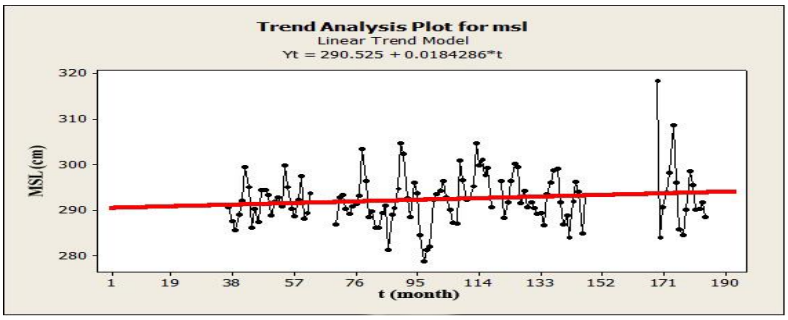
ج



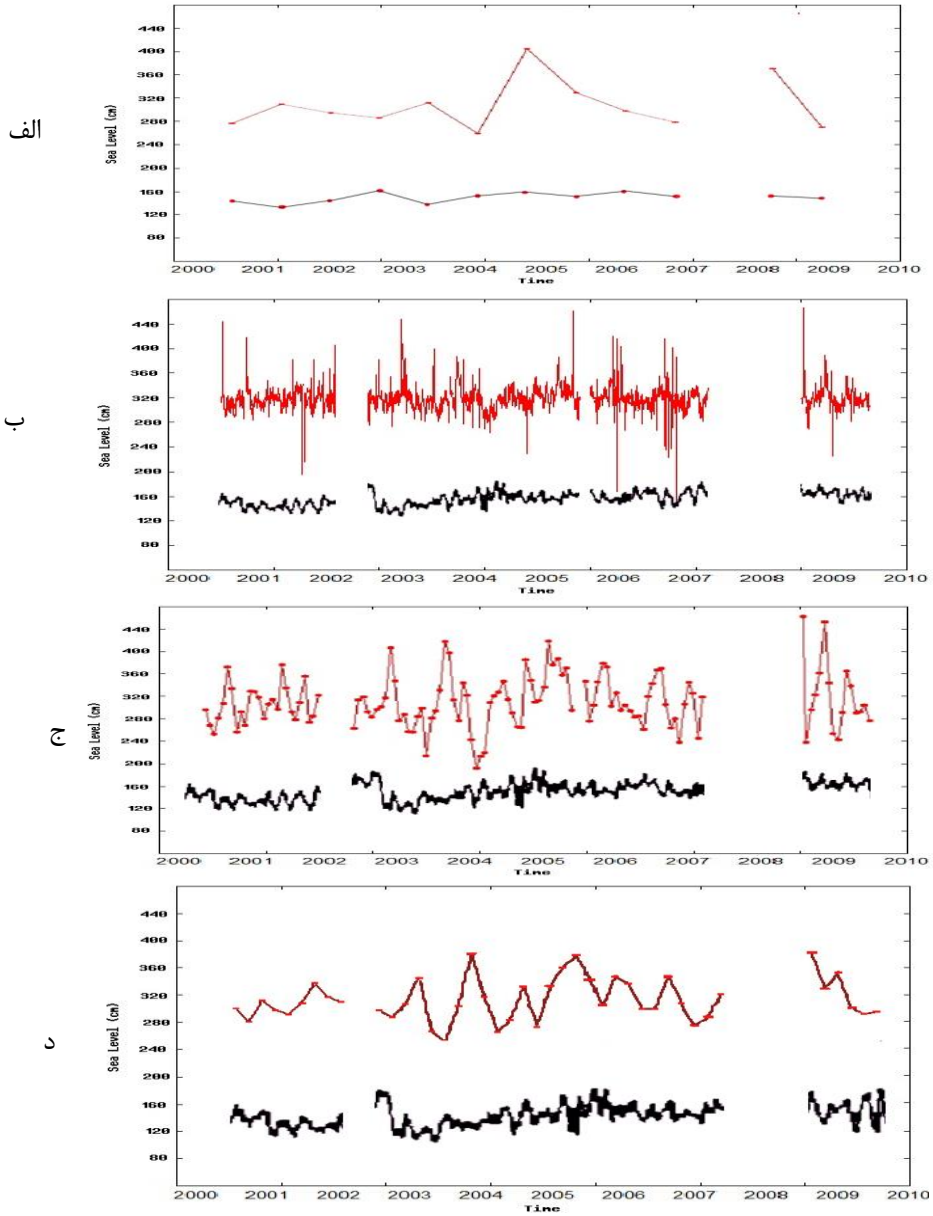
د



شکل ۱- نمودارهای تراز میانگین دریا در بندرعباس به صورت الف) سالیانه ب) روزانه ج) ماهیانه د) فصلی



شکل ۲- نمودار روند تغییرات MSL در بندرعباس با زمان



شکل ۳ - نمودارهای باقیمانده تراز میانگین دریا در بندرعباس به صورت الف) سالیانه ب) روزانه ج) ماهیانه د) فصلی

- معادله های خط رگرسیون MSL در منطقه بندرعباس، خط رگرسیون MSL بر حسب دما:

$MSL = ۲۷۷ + ۰/۶۰۵\ T \quad R= ٪ ۵۴/۸$ (۲)

معادله خط رگرسیون MSL بر حسب فشار:

$MSL = ۶۳۳ + ۰/۳۲۷\ P \quad R= ٪ ۵۴/۲$ (۳)

معادله خط رگرسیون MSL بر حسب W:

$MSL = ۲۸۹ + ۰/۵۰۴\ W \quad R= ٪ ۳۲/۸$ (۴)

و معادله خط رگرسیون MSL بر حسب P و T:

(۵)

$MSL = ۴۶۴ + ۰/۳۰۸\ T - ۰/۱۷۸\ P \quad R= ٪ ۶۶/۶$

خط رگرسیون MSL بر حسب T و W:

(۶)

$MSL = ۲۷۴ + ۰/۵۹۲\ T + ۰/۴۴۳\ W \quad R= ٪ ۶۸/۲$

خط رگرسیون MSL بر حسب P و W:

(۷)

$MSL = ۶۰۴ + ۰/۳۱۰\ P + ۰/۲۳۱\ W \quad R= ٪ ۶۴/۷$

و در حالت کلی خط رگرسیون MSL بر حسب T و P و W:

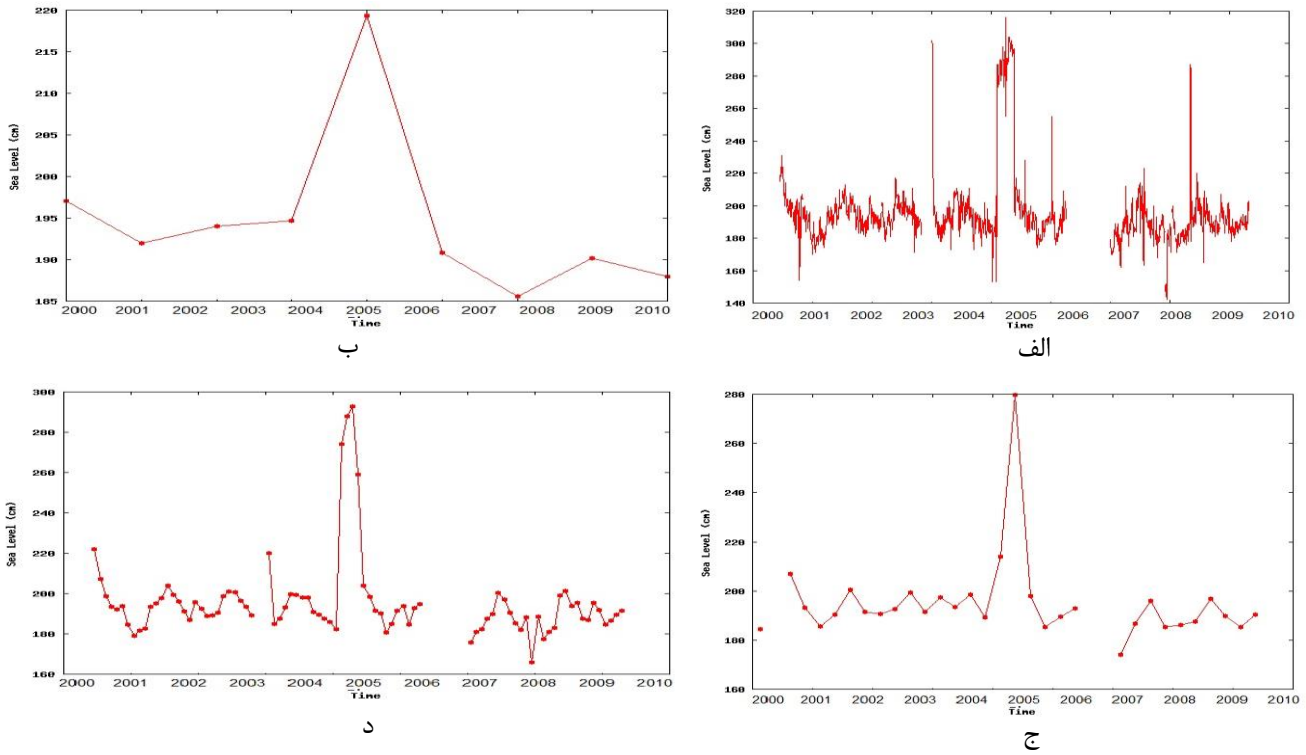
(۸)

$MSL = ۳۲۴ - ۰/۰۴۸\ P + ۰/۴۰۹\ W + ۰/۵۱۳T \quad R= ٪ ۷۷/۶$

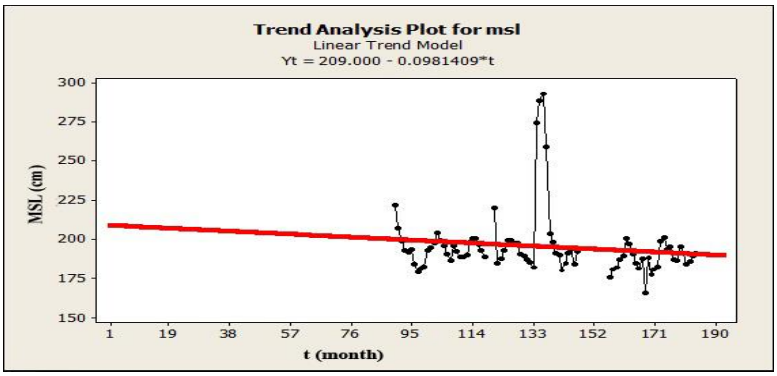
با توجه به مدل های ارائه شده، مدل نهایی که سه متغیر دما، فشار و سرعت باد در نظر گرفته شده اند(معادله ۸) با توجه به ضریب همبستگی بالاتری که دارد، برتر به نظر می‌رسد. هر چند مقدار ۰/۶۰۲۲ برای R^2 محاسبه شد به این معنی که ۶۰ درصد تغییرات مربوط به این سه متغیر است و ۴۰ درصد مربوط به متغیرها و عوامل در نظر نگرفته شده می‌باشد. در شکل (۴) نمودارهای MSL که توسط جزر و مد سنج های محلی بوشهر به صورت ماهانه، فصلی و سالانه ثبت شده اند. میانگین تراز دریا در این نمودارها ۱۹۵/۶۵۸ سانتی متر است و دامنه تغییرات متوسط برابر با ۱۲۵ /۰۹۷ سانتی متراست. مطابق شکل ۵ بر خلاف منطقه بندرعباس، در بوشهر تغییرات MSL روندی منفی و نزولی با زمان t دارد و معادله آن بصورت

$y_t = ۲۰۹ - ۰/۰۹۸۱۴t$

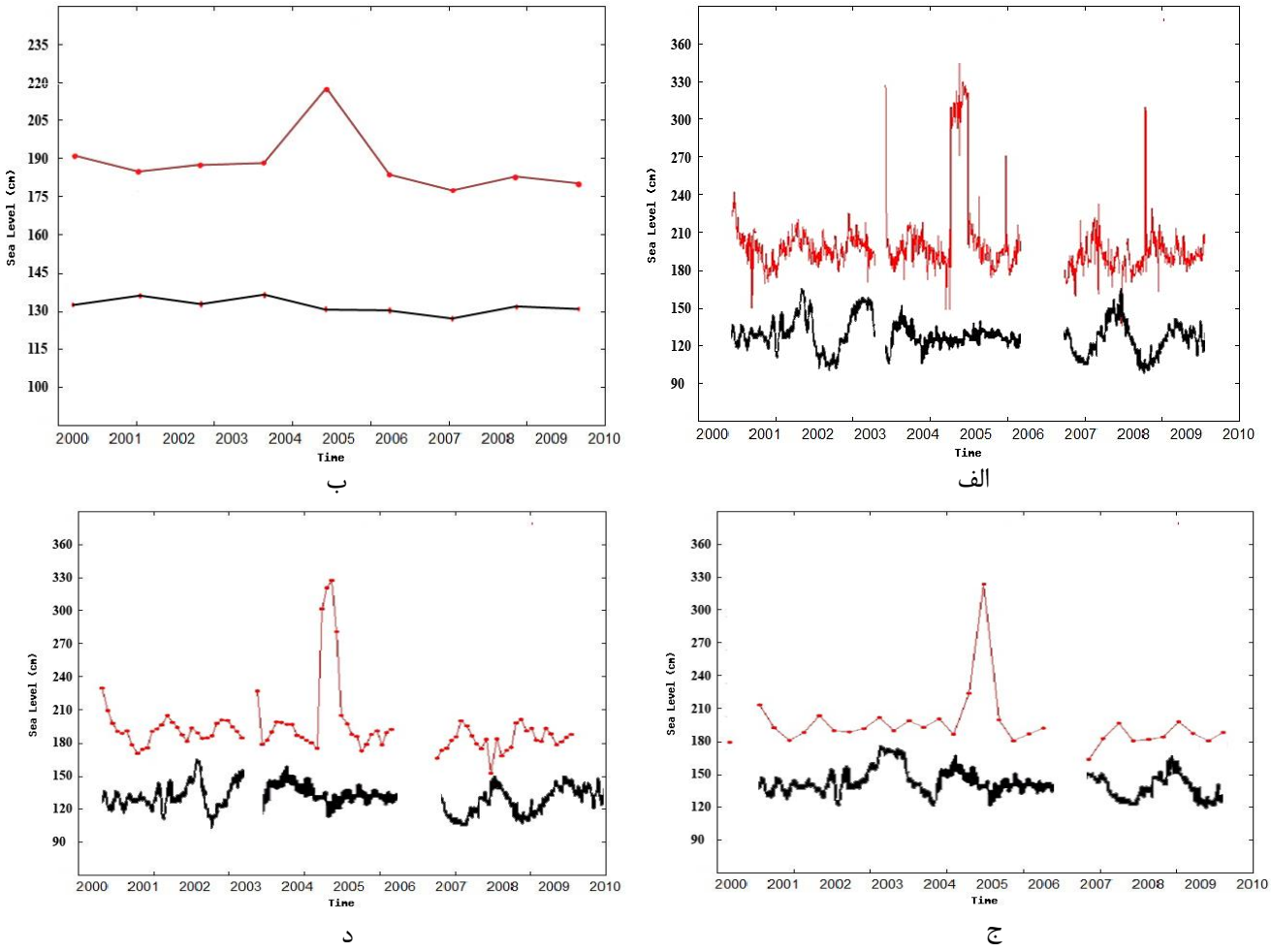
است. بطوریکه در هر ماه حدود ۰/۱ سانتی متر کاهش تراز دریا محاسبه شد. نمودارهای باقیمانده تراز میانگین دریا در بوشهر به صورت سالیانه، روزانه، ماهیانه و فصلی در شکل (۶) ارائه شده اند.



شکل۴ - نمودارهای MSL در بوشهر به صورت الف) روزانه ب) سالیانه ج) فصلی د) ماهیانه



شکل۵ - نمودار روند تغییر MSL در بوشهر



شکل۶- نمودارهای باقیمانده MSL در بوشهر به صورت الف) روزانه ب) سالیانه ج) فصلی د) ماهیانه

در جدول ۲ ضرایب همبستگی پیرسون با استفاده از نرم افزار MINITAB14 برای MSL، P، T وW محاسبه شده اند.

جدول۲ . ضرایب پیرسون بینMSL ، فشار، دما و باد در بوشهر

ضریب پیرسون	MSL	P	T	W
MSL	۱	-۰/۶۳۷	۰/۵۶۲	۰/۶۲۱
P	-۰/۶۳۷	۱	-۰/۹۲۰	-۰/۷۴۷
T	۰/۵۶۲	-۰/۹۲۰	۱	۰/۶۵۹
W	۰/۶۲۱	-۰/۷۴۷	۰/۶۵۹	۱

(۱۴)

MSL = ۱۷۶ + ۰/۹۵ T - ۰/۸ W

R= ٪ ۵۲/۹

و در حالت کلی معادله خط رگرسیون MSL بر حسب P و W و T:

(۱۵)

MSL = ۳۳۹۷ - ۳/۰۵ P - ۳/۹۲ W - ۳/۳۵T

R= ٪ ۶۸/۷

با توجه به ضرایب رگرسیون چندگانه مدل نهایی که هر سه متغیر وارد شده‌اند(معادله ۱۵)، به نظر می‌رسد مدل کامل تری می‌باشد اما مسلماً جامع نیست.

در مرحله بعد نمودارهای پراکندگی بین متغیرها رسم شده است. شکل(۷) پراکندگی خطی بین MSL و P را در بندرعباس نشان می‌دهد، نشان از رابطه خطی بین این دو پارامتر دارد. در منطقه بوشهر، نمودارهای پراکندگی حاکی از وجود داده‌های پرت است که در پاره‌ای مواقع مشاهده می‌شوند. نمودارهای پراکندگی بین MSL و دما، MSL و فشار، MSL و باد برای بندر عباس و بوشهردر شکل های(۷ تا ۱۲)نشان داده شده است. در جدول (۳) مدل های رگرسیونی برتر تراز آب برای مناطق بوشهر و بندرعباس محاسبه شده است.

این ضرایب قدرت رابطه‌ی خطی بین دو متغیر را نشان می‌دهند. علامت منفی در بعضی از ضرایب مثل ضریب بین P و MSL نشانگر اثر معکوس بارومتری می‌باشد. از روش قدم به قدم، متغیرها را تک تک وارد تا مدلی بهینه از بین مدلهای ارائه شده حاصل شود.

- معادله های خط رگرسیون MSL در منطقه بوشهر، معادله خط رگرسیون MSL برحسب دما T:

(۹)

MSL = ۱۷۳ + ۰/۸۱۳ T R= ٪ ۵۱/۴

که R ضریب همبستگی است.

معادله خط رگرسیون MSL بر حسب P:

(۱۰)

MSL = ۹۰۱ - ۰/۶۹۹ P R= ٪ ۵۴/۵

خط رگرسیون MSL بر حسب W:

MSL = ۱۹۳ + ۰/۲۸ W R= ٪ ۳۰ (۱۱)

خط رگرسیون MSL بر حسب T و P:

(۱۲)

MSL = ۲۱۲۲ + ۲/۱۲ T – ۱/۸۵ P

R= ٪ ۵۸/۱

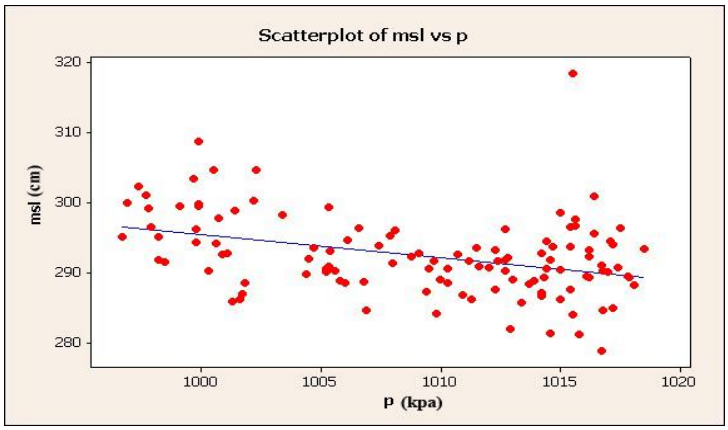
خط رگرسیون MSL بر حسب P و W:

(۱۳)

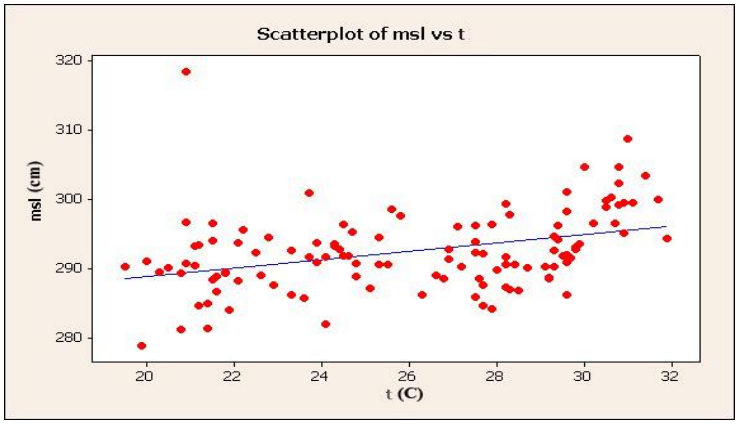
MSL = ۱۲۴۷ - ۱/۰۲ P - ۲/۴ W

R= ٪ ۵۷/۸

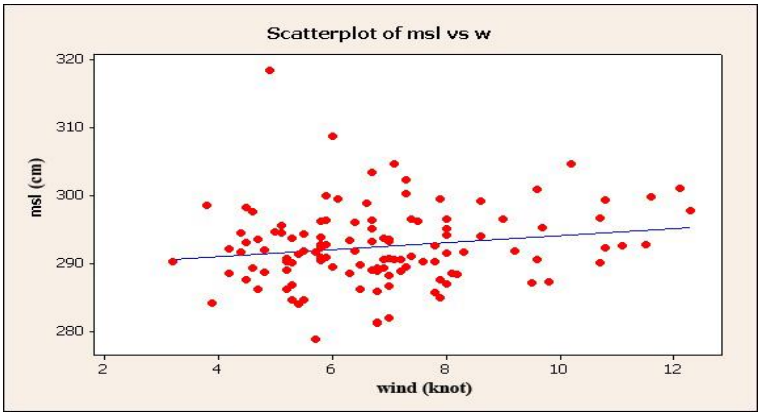
رگرسیون MSL بر حسب W و T:



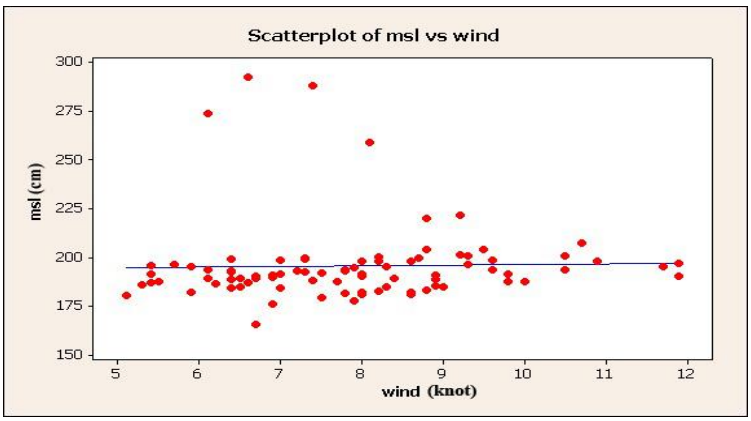
شکل ۷ - نمودار پراکندگی بین MSL و فشار در بندرعباس



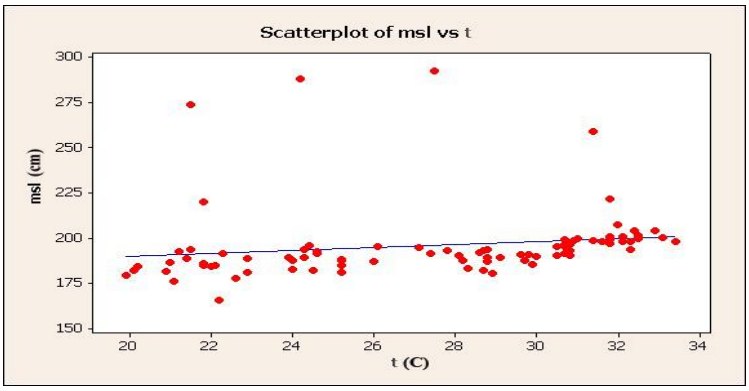
شکل ۸-نمودار پراکندگی بین دما و MSL در بندرعباس



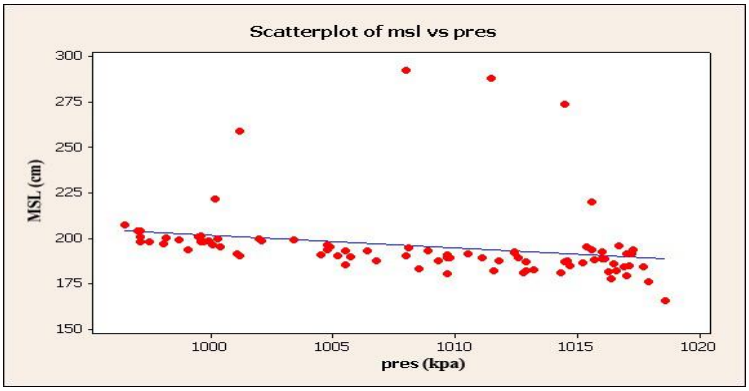
شکل ۹ - نمودار پراکندگی بین MSL و باد در بندرعباس



شکل ۱۰-نمودار پراکندگی بین MSL و باد در بوشهر



شکل۱۱ -نمودار پراکندگی بین MSL و دما در بوشهر



شکل ۱۲- نمودار پراکندگی بین MSL و فشار در بوشهر

جدول ۳ – مدل های رگرسیونی برتر تراز آب برای مناطق بوشهر و بندرعباس

ایستگاه با داده های جزر و مد سنجی	ضریب فشار	ضریب دما	ضریب سرعت باد	روند تغییر تراز آب در ماه (cm)	معادله رگرسیون	ضریب رگرسیون چندگانه(درصد)
بندرعباس	-۰/۰۴۸	۰/۵۱۳	۰/۴۰۹	۰/۰۱۸	MSL = ۳۲۴ - ۰/۰۴۸ P + ۰/۴۰۹W + ۰/۵۱۳T	۷۷/۶
بوشهر	-۳/۰۵	-۳/۳۵	-۳/۹۲	-۰/۰۹۸۱	MSL = ۳۳۹۷ - ۳/۰۵ P - ۳/۹۲W - ۳/۳۵T	۶۸/۷

بحث و نتیجه گیری

در زمینه ارائه مدلی برای پیش بینی تراز دریا، همانطورکه در قبل به آن اشاره شد، سه عامل سرعت باد، فشار هوا و دمای هوا مورد بررسی قرار گرفتند و مدل تراز دریا براساس این سه متغیر ارائه شد. نتایج مدل با داده های ۱۱ ساله مقایسه شد، و میزان همخوانی آنها با روش های آماری تعیین شد. نتایج نشان می دهد که بین میانگین های ماهانه پارامترهای تراز دریا، دما و فشار جو همبستگی بالایی وجود دارد.

در حالتی که هر سه متغیر با هم وارد معادله می‌شوند، ضریب رگرسیون چندگانه به مقدار یک نزدیکتر است و معادلهٔ با هر سه متغیر نتایج بهتری ارائه می‌کند. ضرایب این معادلات در جدول (۳) ارائه شده است. در این معادلات فشار برحسب کیلوپاسکال، سرعت باد بر حسب نات، دما بر حسب درجه سانتی گراد و تراز دریا برحسب سانتی متر به دست می‌آید. برهمکنش جفت شده جو-دریا و اثرات متقابل آنها باعث می شود که هر نوع تغییر در یکی، موجب تغییر در حالت و وضعیت فیزیکی دیگری شود.

بطور میانگین ماهانه تراز دریا، در ایستگاه های بندرعباس و بوشهر در دوره های مورد بررسی تغییرات شدید فصلی با پارامترهای هواشناختی دمای هوا، فشار هوا و سرعت باد را نشان می دهند. روند افزایشی تراز دریا و دما و نیز روند کاهش فشار در خلیج فارس بیانگر تغییر تدریجی اقلیم در این ناحیه است.

ضریب همبستگی چند گانه بین پارامترهای MSL، P و T نشان می دهد که بین این پارامترها همبستگی معنی داری وجود دارد و همانگونه که انتظار می رفت، همبستگی معکوس بین MSL وP مشاهده شد، که مربوط به اثر معکوس فشار بارومتری بر روی تراز دریاست. در دوره ی ۱۱ ساله ی ایستگاه های بندرعباس و بوشهر مشاهده می شود که با تغییر طول دوره ضرائب همبستگی بین پارامترهای MSL، P و T تغییر کرده است؛ لذا می توان نتیجه گرفت که انتخاب طول دوره به طور مناسب می تواند در بررسی ها و پیش بینی ها به طور قابل توجهی موثر باشد و دقت مطالعات و تحقیق را تغییر دهد. همچنین مدل های رگرسیون متفاوتی در این دوره بدست آمده است.

در تحلیل رگرسیونی همزمان و قدم به قدم دوره های ۱۱ ساله بندرعباس و بوشهر، R^2 بیانگر سهم تغییرات متغیر و متغیرهای مستقلی است که میتواند در MSL ایجاد تغییر کند و فقط مربوط به همان پارامترها می باشد. بقیه سهم تغییرات در تحلیل رگرسیون همزمان مربوط به پارامترهای مختلف دیگر(شناخته یا ناشناخته) می باشد که در رگرسیون وارد نشده اند.

به هر حال تغییرات فصلی در تراز دریا در ایستگاه های خلیج فارس وجود دارد. مقادیر بیشینه در اواخر تابستان به ویژه در ماه جولای، و کمینه ها معمولا در بهار و زمستان رخ داده اند. به منظور بررسی های بیشتر در زمینه ی علل و عوامل تغییرات فصلی نیاز به توصیف و فهم کامل دوره ی میانگین تراز دریا و نیروهای مختلف مربوط به آن است.

در طول دوره ی ۱۱ ساله ی ایستگاه های بندرعباس و بوشهر روند افزایشی تراز دریا در بندرعباس حدود ۵ سانتی متر و در بوشهر حدود ۴ سانتی متر مشاهده شد، که در بندرعباس بیشتر از بوشهر است.

این وضعیت در گردش آب در خلیج فارس و سرعت حرکت آب اثر می گذارد. گرچه بیشتر بودن دامنه تغییرات تراز دریا در بوشهر (حدود ۵۰ سانتی متر) نسبت به بندرعباس(حدود ۳۵ سانتی متر) می تواند به شدت تغییرات وزش باد و وضعیت درون شارش آب شیرین رودخانه های شمالی خلیج فارس نسبت داده شود. علاوه بر این تغییرات دمایی در بوشهر نیز از بندرعباس بیشتر است.

همانطور که اشاره شد در منطقه بندرعباس، روند کاهش فشار به میزان ۰/۰۰۳۲کیلوپاسکال در هر ماه می‌باشد. این روند برای بوشهر حدوداً برابر با ۰/۰۰۲ کیلوپاسکال در هر ماه است.

اما در رابطه با دما، هر دو ایستگاه روند افزایشی تقریباً یکسانی را نشان می‌دهند در ایستگاه‌های بندرعباس و بوشهر این میزان برابر با ۰/۰۰۳درجه سانتی گراد در ماه است که بعد از صد سال ۳/۶۶ درجه سانتی گراد افزایش

دما پیش بینی می‌شود. که تاییدی است بر گرم شدن نسبی منطقه مورد مطالعه زیرا این ایستگاه ها در مناطقی به دور از تجمع جمعیتی و صنعتی قابل ملاحظه واقع شده اند(جعفرپور،۱۳۹۱ ؛ عسگری،۱۳۷۱).

اما به هر حال در منطقه بندرعباس، روند تغییرات تراز دریا صعودی است. این میزان برای داده‌های جزر و مدسنج، شیبی معادل با ۰/۰۱۸سانتی متر در هر ماه دارد. بر این اساس برای صد سال آینده ۲۱/۶سانتی متر بالا آمدگی آب دریا در سواحل شمالی خلیج فارس پیش بینی می‌شود.

در منطقه بوشهر نتایج کاملاً متفاوتی به دست آمده است که نشان از کاهش تراز دریا دارد. با استفاده از اطلاعات جزر و مد سنج ها، این میزان حدود ۰/۰۱سانتی متر در هر ماه برآورد می‌شود.

منابع

جعفر پور، ا. ۱۳۹۱. اقلیم شناسی. چاپ هشتم. انتشارات دانشگاه تهران. ایران.

جعفری، ا. ۱۳۸۹. بررسی اثرات افزایش دمای ناشی ازتغییراقلیم برمیانگین سطح تراز آب در سواحل شمالی خلیج فارس(استان هرمزگان)،پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا ،دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

چت فیلد، ک. ۱۳۸۹. مقدمه ای بر تحلیل سریهای زمانی.ترجمه نیرومند، ح. و بزرگ نیا، ا. ، دانشگاه فردوسی مشهد. ایران.

حافظ نیا، م. ۱۳۷۹. خلیج فارس و نقش استراتژیک تنگه هرمز. سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی. ایران.

حسن زاده، ا. و علیزاده، ح.۱۳۸۲. تراز دریا و تغییرات آب و هوا در سواحل خلیج فارس. سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم ، اصفهان. .

رضایی، ا. ۱۳۸۷. مطالعه نوسانات تراز آب دریا با استفاده از داده های ماهواره ای و جزر و مد سنجی در سواحل شمالی دریای عمان (چابهار و جاسک). پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

عسکری، م.۱۳۷۱، تغییر اقلیم. مجله نیوار، ۱۶-۱۳: ۴۴-۵۲.

صفاری، م. ۱۳۸۴. گردش سطحی دریای عمان با استفاده از ارتفاع سنجی ماهواره‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان. ایران.

نظریان، م. ۱۳۸۱. تعیین روند تغییرات دو سالانه سطح تراز دریا با استفاده از دو روش آلتی متری ماهواره‌ای و جزرومد سنجی در ناحیه دریای عمان- بندر چابهار، یازدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، تهران.

IOC. 1985. Manual on sea-level measurement and interpretation. Vol. 1 - Basic procedures, Intergovernmental Oceanographic Commission Manuals and Guides, No. 14. IOC, Paris.

Large, W. & Pond, S. 1981. Open ocean momentum flux measurements in moderate to strong winds. *Journal of Physical Oceanography*, 11:324-326.

Mahongo, S. B. 2009. The changing global climate and its implication on sea level trends in Tanzania and the Western Indian Ocean Region. *Journal of Marine Science*, 8(2):147 – 159.

Sultan, S. A.R., Ahmad, F., Elghribi, N. M. & Al subhi, A. M. 1995. An analysis of Persian Gulf monthly mean sea level. *Continental Shelf Research*, 15(11/12): 1471-1482.

Tsimplis, M. N. & Woodworth, P.L. 1994. The global distribution of the seasonal sea level cycle calculated from coastal tide gauge data. *Journal of Geophysical Research*, 99(C8):16031-16039.

Wunsch, C., Hansen, D.V. & Zetler, B.D. 1969. Fluctuations of the Florida Current inferred from sea level records. *Deep-Sea Research*, 16: 447-470