Archive of SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

نهمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی
ICOPMAS 2010
10- 8 آذر ماه (تهران)

پیش یابی 60 ساله مشخصات امواج در جنوب خلیج فارس با استفاده از مدل SWAN به روش شبه زمانی

علی اصغر گلشنی ، استادیار ، موسسه ملی اقیانوس شناسی ، agolshani@hotmail.com

چکیده

هدف از این مطالعه، شبیه سازی بلند مدت میدان موج در جنوب خلیج فارس به روش شبه زمانی می باشد. به این منظور ابتدا کلیه منابع اطلاعات باد و موج از قبیل اطلاعات اندازه گیری شده، ماهواره ای و مدلهای عددی موجود در منطقه گردآوری و با هم مقایسه شده اند. نهایتا اطلاعات باد اصلاح شده مدل NCEP/NCAR به دلیل داشتن بیشترین بازه زمانی به عنوان باد ورودی به مدل انتخاب شده است. سپس مدل SWAN در حالت پایدار برای حالات مختلفی از سرعت و جهت باد اجرا گردیده است. گام بعدی تشکیل جداول دو بعدی درونیابی برای هر یک از پارامترهای موج با توجه به سرعت و جهت باد در نقاط مورد اهمیت بوده است. پس از تشکیل این جداول، سری زمانی باد اصلاح شده NCEP/NCAR با استفاده از این جداول درونیابی شده و سری زمانی مشخصات موج بدست می آید. تطابق نسبتا خوبی بین نتایج مدل و داده های نقاط واسنجی وجود دارد، لذا می توان با اطمینان خوبی از نتایج مدل استفاده نمود. با توجه به طولانی بودن مدت مدلسازی می توان با اعمال آنالیز حدی، مشخصات موج با دوره بازگشتهای بزرگتر را بدست آورد. مزیت این روش آن است که بجای اجرای مدل در حوزه زمانی به مدت 60 سال با اجرای مدل برای حالاتی محدود در حوزه فرکانسی و استفاده از جداول درونیابی مدت زمان اجرا به شدت کاهش می یابد.

کلید واژه: مدلسازی امواج، پیش‌یابی امواج، خلیج فارس، مدل SWAN

1- مقدمه

تاثیر امواج بر فعالیتهای مرتبط با محیط دریا از قبیل ساخت و نگهداری سازه‌های ساحلی و فراساحل، کشتیرانی و حمل و نقل دریایی، حفاظت از سواحل و حفظ محیط زیست موجب شده است تا راه‌حل‌های گوناگونی برای تعیین مشخصه‌های موج توسط محققین ارائه شود. اندازه‌گیریهای میدانی، بررسی‌های تحلیلی، روشهای تجربی و نیمه تجربی، مدل‌سازی‌های فیزیکی و شبیه‌سازی‌های عددی از جمله روشهایی هستند که بنا بر مقتضیات طرح (اهمیت، دقت موردنظر، امکانات و زمان) مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این وجود، به دلیل ماهیت پیچیده و تصادفی امواج، رویکرد به بررسی‌های جامع و درازمدت اقلیم موج همراه با لحاظ مساله عدم قطعیت این پدیده ضروری است. در این راستا، پیش‌یابی موج (wave hindcast) با استفاده از مدل‌های عددی، یکی از جدیدترین تلاش‌ها در زمینه شناخت صحیح اقلیم موج به شمار می‌رود. در این مقاله با استفاده از مدل موج SWAN و اطلاعات گردآوری و تحلیل شده باد، موج و عمق سنجی، اقلیم موج در خلیج فارس به روش شبه زمانی به مدت 60 سال شبیه سازی می گردد. به دلیل وجود اطلاعات مناسبی از باد و موج دور از ساحل در جنوب خلیج فارس، مدل موج در این بخش از خلیج فارس واسنجی می گردد.

2- منابع مختلف اطلاعات باد و موج در منطقه

به دلیل حجم زیاد پروژه های عمرانی و تفریحی در سواحل امارات متحده عربی، اطلاعات مناسبی از باد و موج دور از ساحل در این منطقه موجود می باشد. جدول 1 مشخصات این اطلاعات را نشان می دهد. لازم به ذکر است که داده های مدلهای عددی NCEP/NCAR و ERA40 و ماهواره QuikSCAT از طریق وب سایتهای ذکر شده در بخش مراجع بصورت رایگان قابل دسترسی می باشند.

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

منبع دیگری از داده های موج بنام پروژه مدلسازی امواج دریاهای ایران (Iranian Sea Wave Modeling, ISWM) در مرکز ملی اقیانوس شناسی موجود می باشد [1]. در فاز سوم از این پروژه امواج ناشی از باد در خلیج فارس و دریای عمان در بازه زمانی ژانویهٔ 1992 تا دسامبر 2002 شبیه‌سازی شده‌اند. به دلیل کمتر بودن بازه زمانی اجرای این مدل نسبت به داده های مدل PERGOS و بزرگتر بودن درشتنمایی آن در جنوب خلیج فارس (0/25 درجه) در اینجا مورد استفاده قرار نمی گیرد.

جدول 1) منابع اطلاعات باد و موج موجود در منطقه

منبع داده	نوع داده	بزرگنمایی (درجه)	بازه زمانی	گام زمانی (ساعت)	مختصات جغرافیایی
ایستگاه Arzanah اداره هواشناسی امارات متحده عربی	باد موج	---	2003/1/1- 12/31/ 2007 (5 سال)	3، 6 و 12 (غالبا 3)	52/5667 شرقی 24/7833 شمالی
مدل عددی NCEP/NCAR (NOAA) [2]	باد	1/185	1948/1/1- 12/31/ 2007 (60 سال)	6	52/5 شرقی 25/7139 شمالی
مدل عددی ERA40 (ECMWF) [3]	باد موج	1/125 1/5	1957/9/1- 2002/8/31 (46 سال)	6	52/5 شرقی 25 شمالی
مدل عددی PERGOS (DHI/OceanWeather) [4]	باد موج	0/0625	1983/1/1- 12/31/ 2002 (20 سال)	1	52/5625 شرقی 24/5 شمالی
ماهواره QuikSCAT (NASA) [5]	باد	0/25	1999/7/1- 12/31/ 2007 (7/5 سال)	تقریبا 12	52/625 شرقی 25/625 شمالی

3- تحلیل اطلاعات باد و موج موجود در منطقه

اطلاعات ماهواره QuikSCAT اختلاف زیادی با سایر منابع داشته و بطور محسوسی بزرگتر می باشند. مطالعه ای در خلیج فارس و دریای عمان که در مرکز ملی اقیانوس شناسی انجام شده است، نشان می دهد که داده های این ماهواره فقط در محدوده 5-15 متر بر ثانیه از دقت قابل قبولی برخوردارند، لذا این منبع از اطلاعات باد در این مطالعه مورد استفاده قرار نمی گیرد[6]. باد مدلERA40 نیز به دلیل داشتن مقدار ماکزیمم کمتر از باد مدل NCEP/NCAR و به دلیل اهمیت مقدار ماکزیمم باد در تحلیل های حدی از این مجموعه حذف گردیده، هر چند که مقدار متوسط بیشتری از باد مدل NCEP/NCAR دارد. بر اساس مقایسه دقت و مقایسه مقادیر متوسط و ماکزیمم منابع مانده از اطلاعات باد در دوره همپوشانی آنها با داده های ایستگاه Arzanah که معتبرترین داده است، نهایتا یک سری زمانی از اطلاعات باد ترکیبی به منظور انجام تحلیل حدی به شرح زیر تشکیل گردید:

- باد مدل NCEP/NCAR از سال 1948 تا سال1982 که در ضریب 1/1 ضرب شده است
- باد مدل PERGOS از سال 1983 تا سال2002 که در ضریب 1/08 ضرب شده است

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

- باد ایستگاه Arzanah از سال 2003 تا 2007سال بدون اعمال ضریب

تحلیل حدی با اعمال توزیع گامبل بر این سری زمانی باد ترکیبی، باد ساعتی 18 متر بر ثانیه برای دوره بازگشت 50 ساله و 18/7 متر بر ثانیه برای دوره بازگشت 100 ساله را نتیجه می دهد. مطالعه دیگری که در دبی توسط W.H.Melbourne با استفاده از 16 سال اطلاعات اندازه گیری شده باد (1989-1974) انجام شده است، باد ساعتی 26/2 متر بر ثانیه برای دوره بازگشت 50 ساله را ارائه میدهد که با نتیجه ما تطابق ندارد[7]. دلیل این اختلاف می تواند کوتاه بودن بازه زمانی اندازه گیری ایستگاه Arzanah (5 سال) که به عنوان مرجع مقایسه در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است، در مقایسه با بازه زمانی اندازه گیری باد مورد استفاده توسط این شخص (16 سال) باشد. این مسئله لزوم اعمال ضرائب بزرگتری را بر بادهای مدلی مشخص می سازد.

داده های موج مدل ERA40 نیز از مقادیر ماکزیمم و متوسط کمتری نسبت به مدل PERGOS برخوردار بوده که این مسئله به دلیل بزرگنمایی بیشتر مدل ERA40 در مقایسه با مدل PERGOS می باشد. لذا این منبع اطلاعاتی از مجموعه داده ها حذف گردیده و از دو منبع دیگر به عنوان نقاط واسنجی و صحت سنجی در مدل SWAN استفاده می گردد.

4- مدل SWAN

پیچیدگی انتقال امواج به حدی است که مدلسازی عددی، دقیق ترین راه برای شبیه سازی پارامترهای موج می باشد. مدل SWAN (Simulating Wave Nearshore) یک مدل نسل سوم است که توسط دانشگاه تکنولوژی دلفت هلند تهیه شده و از این مدل در این مطالعه استفاده شده است. SWAN مدل طیفی است که تولید امواج ناشی از باد، انتشار، انکسار، شکست، پدیده سفیدک راس موج، اندرکنش امواج با جریانات، اندرکنش امواج با امواج (کاهش، انتشار) ، انتقال بخشی و انعکاس از سازه را در نظر می گیرد. این مدل، قابلیت شبکه بندی منحنی و ریز کردن شبکه را داراست و شرایط غیر پایدار (مثلا امواج ناشی از سیکلون ها) را نیز در نظر می گیرد[8].

5- برپایی مدل

در این مطالعه از سه شبکه به شرح زیر استفاده شده است:

- شبکه اول : طول 525 کیلومتر، عرض 470 کیلومتر و مش مربعی با بعد 5 کیلومتر
- شبکه دوم : طول 300 کیلومتر، عرض 240 کیلومتر و مش مربعی با بعد 3 کیلومتر
- شبکه سوم : طول 100 کیلومتر، عرض 100 کیلومتر و مش مربعی با بعد 1 کیلومتر

شکل 1 شبکه های در نظر گرفته شده برای اجرای این مدل را نشان می دهد. منابع اصلی اطلاعات عمق یابی برای ساخت این شبکه ها، نقشه های آدمیرالیتی (دریانوردی) می باشند. اطلاعات این نقشه ها نسبت به LAT (Lowest Astronomical Tide) بوده که معمولا بصورت جغرافیایی تغییر می کند. تغییرات LAT نسبت به MSL در محدوده مدل ما اندک می باشد، لذا در اینجا از یک تبدیل خطی برای مدل کردن یک تراز خاص استفاده می شود. این نقشه ها در ابتدا رقومی و به فرمت xyz در آمده اند. سپس با استفاده از زیر برنامه های RGFGRID (برای ساخت مش) و QuikIn (برای درونیابی داده های عمق روی شبکه) از نرم افزار Delft3D فایل مش عمق حاصل شده است.

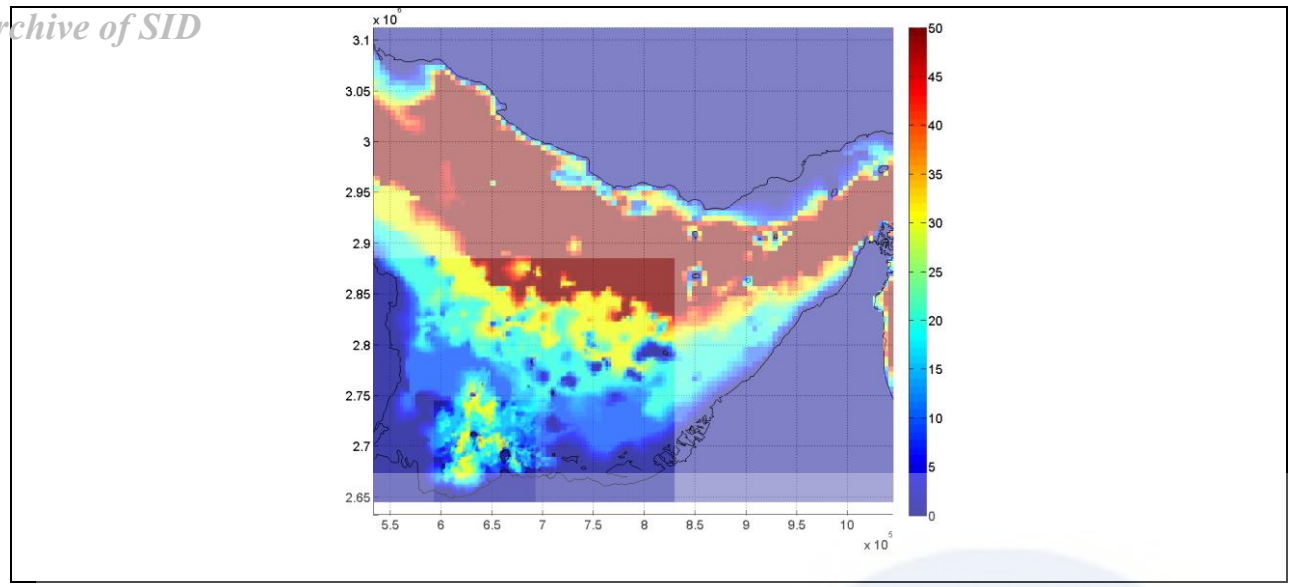
باد مدل NCEP/NCAR به دلیل داشتن بیشترین دوره زمانی (60 سال) به عنوان باد ورودی به مدل انتخاب میشود. با افزایش سرعت این باد توسط ضریب 1/54 ماکزیمم سرعت باد ساعتی 26 متر بر ثانیه در طی 60 سال حاصل می شود که با مطالعه انجام شده توسط W.H.Melbourne تطابق دارد، لذا از این باد افزایش یافته در مدل استفاده می شود.

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



شکل 1) محدوده اجرای مدل SWAN

6- اجرای مدل

مدل در حالت پایدار (stationary) برای 154 حالت مختلف از سرعت و جهت باد (10 حالت برای سرعت باد از 2 تا 26 متر بر ثانیه با افزایش 2 متر بر ثانیه و 12 حالت برای جهت باد از 0 تا 330 درجه با افزایش 30 درجه) اجرا گردیده است. فرض شده که سرعت و جهت باد در محدوده مدل ثابت بوده و بر این اساس میدان موج پایدار برای هر یک از این حالات محاسبه گردیده است. در تمامی حالات فرض شده که تراز آب یک متر بالای LAT است که نزدیک به MSL می باشد.

گام بعدی تشکیل جداول دو بعدی درونیابی برای هر یک از پارامترهای موج با توجه به سرعت و جهت باد در نقاط مورد اهمیت می باشد. پس از تشکیل این جداول، سری زمانی باد افزایش یافته NCEP/NCAR با استفاده از این جداول درونیابی شده و سری زمانی مشخصات موج بدست می آید. به این روش، روش شبه زمانی گفته می شود. مزیت این روش این است که بجای اجرای مدل در حوزه زمانی (غیر پایدار) به مدت 60 سال با اجرای مدل برای حالاتی محدود و در حوزه فرکانسی (پایدار) و استفاده از جداول درونیابی مدت زمان اجرا به شدت کاهش می یابد.

7- واسنجی و صحت سنجی مدل

نتایج مدل SWAN با برداشتهای ایستگاه Arzanah (واسنجی مدل) و نتایج مدل PERGOS (صحت سنجی مدل) مقایسه شده اند که در جدول 2 آمده است. شکل 2 نیز نمودار پراکندگی ارتفاع موج مشخصه مربوط به نقاط واسنجی و صحت سنجی را نشان می دهد. این شکل نشان می دهد که تطابق نسبتا خوبی بین نتایج مدل و داده های این نقاط وجود دارد، هر چند که این مدل میانگین بالاتر و ماکزیمم کمتری نسبت به داده های نقاط واسنجی و صحت سنجی می دهد. لذا می توان با اطمینان خوبی از نتایج مدل استفاده نمود و با توجه به بلند بودن مدت مدلسازی می توان با اعمال آنالیز حدی، مشخصات موج با دوره بازگشتهای بزرگتر (تا سه برابر دوره مدلسازی یعنی180 سال) را بدست آورد.

جدول 2) مقایسه نتایج مدل با داده های نقاط واسنجی و صحت سنجی

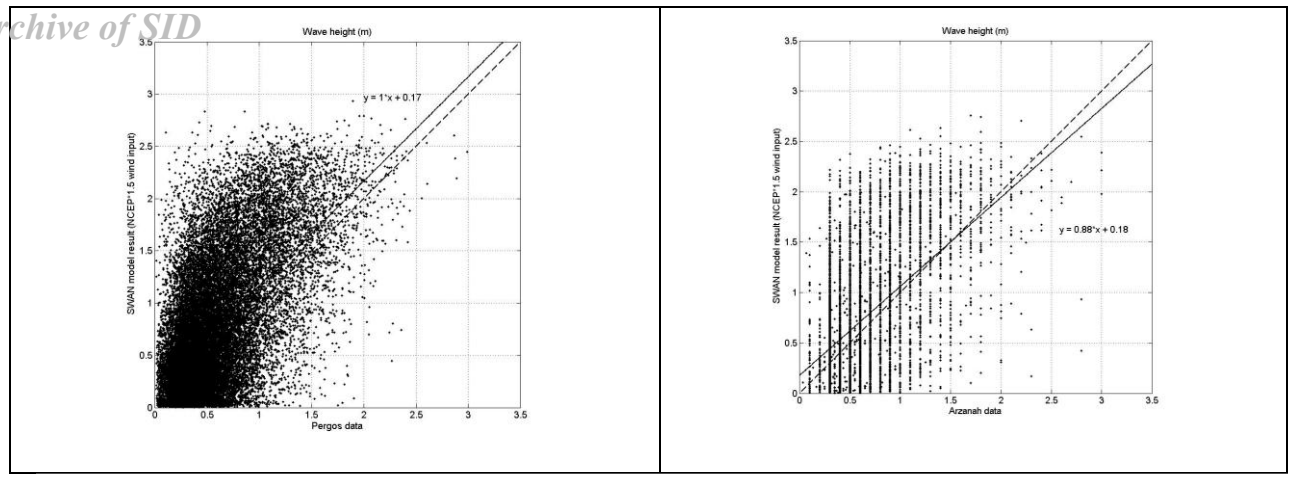
منبع، نوع و بازه زمانی مقایسه داده ها	داده های نقاط واسنجی		مدل SWAN	
	میانگین	ماکزیمم	میانگین	ماکزیمم
ایستگاه Arzanah ، ارتفاع موج مشخصه 2007/12/31-2003/1/1	0/63 متر	3/30 متر	0/73متر	3/10 متر
مدل PERGOS ، ارتفاع موج مشخصه 2002/12/31-1983/1/1	0/57 متر	3/10 متر	0/64متر	2/93 متر

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



شکل 2) نمودار پراکندگی مربوط به مقایسه نتایج مدل با داده های نقاط واسنجی و صحت سنجی

(چپ: مدل Pergos ، راست: ایستگاه Arzanah)

8- نتیجه گیری

باد مدل NCEP/NCAR به دلیل داشتن بیشترین دوره زمانی به مدت60 سال به عنوان باد ورودی به مدل انتخاب میشود. با افزایش سرعت این باد توسط ضریب 1/54 ماکزیمم سرعت باد ساعتی 26 متر بر ثانیه در طی 60 سال حاصل می شود که با مطالعه انجام شده توسط W.H.Melbourne تطابق دارد، لذا از این باد افزایش یافته در مدل استفاده می شود.

تطابق نسبتا خوبی بین نتایج مدل SWAN و داده های نقاط واسنجی و صحت سنجی وجود دارد، هر چند که این مدل میانگین بالاتر و ماکزیمم کمتری نسبت به داده های این نقاط می دهد.

با توجه به بلند بودن مدت مدلسازی می توان با اعمال آنالیز حدی، مشخصات موج با دوره بازگشتهای بزرگتر تا سه برابر دوره مدلسازی (180 سال) را بدست آورد. با استفاده از روش شبه زمانی یا بعبارتی تشکیل جداول درونیابی می توان بجای اجرای مدل در حوزه زمانی (غیر پایدار) به مدت 60 سال، مدل را برای حالاتی محدود و در حوزه فرکانسی (پایدار) اجرا و مدت زمان اجرا را به شدت کاهش داد.

9- مراجع

[1]- Taebi et al. (2007), An Approach towards Wave Climate Study in the Persian Gulf and the Gulf of Oman: Simulation and Validation, Journal of Marine Engineering, Vol.4, No. 7,p.11-32.

[2]- NOAA website, http://www.cdc.noaa.gov/data/

[3]- ECMWF website, http://www.ECMWF.int/products/data

[4]- OceanWeather website, http://www.oceanweather.com/metocean/

[5]- PODAAC QuikSCAT website, http://podaac.jpl.nasa.gov/quikscat/

[6]- Golshani, A. and Taebi, S. (2008), Evaluation of Wind Vectors Observed by QuikSCAT/SeaWinds using Synoptic and Atmospheric Models Data in Iranian Adjacent Seas, Journal of Marine Engineering, Vol.4, No. 8, p.49-65. (In Persian)

[7]- Holmes, John D. (2001), Wind Loading of Structures

[8]- SWAN website, http://www.swan.tudelft.nl/

www.SID.ir

www.SID.ir