

بررسی تاثیر احداث موج شکن بندر جاسک بر الگوی جریان و موج منطقه با استفاده از نرم افزار MIKE21

مریم راهبانی^۱، دانیال قادری^۲، مژگان خالقی^۳

maryamrahbani@yahoo.com

- ۱- استادیار دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان
 ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه امیرکبیر
 ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان

چکیده

در پژوهش پیش رو با استفاده از مدل عددی MIKE21، تاثیر احداث موج شکن واقع در بندر جاسک بر روی الگوی امواج و جریان منطقه بررسی شده است. به این منظور از داده های باد و ارتفاع موج مربوط به قبل از احداث موج شکن یعنی ماههای مارس و آوریل سال ۲۰۰۳ برای شبیه سازی استفاده شده است. نتایج حاصل از شبیه سازی نشان از تاثیر محسوس موج شکن بر ایجاد آرامش در حوضچه و ایجاد تغییر در جهت جریان دارد. میانگین ارتفاع موج و سرعت جریان در حوضچه آرامش به ترتیب، ۰،۱۹ متر و ۰،۲۱ متر بر ثانیه تعیین شد. این در حالیست که مقادیر مذکور در نقطه مشابه پیش از احداث موج شکن بترتیب حدود ۱ متر و ۰،۴۹ متر بر ثانیه بوده است.

واژگان کلیدی: موج شکن، دریای عمان، بندر جاسک، موج، جریان، MIKE.

تاریخ دریافت مقاله :	۹۶/۰۵/۲۱
تاریخ پذیرش مقاله :	۹۷/۰۱/۲۸

۱- مقدمه

در سال ۲۰۰۳ احداث شده است و گزارشهایی محلی مبنی بر رسوبگذاری پشت بازوها شده است. لذا الگوی موج و جریان در دو مرحله قبل از احداث موج‌شکن و با فرض احداث موج‌شکن فعلی به منظور بررسی اثر موج‌شکن صورت پذیرفت. همچنین به دلیل در دسترس نبودن داده‌های اولیه ارتفاع موج در برخی مقاطع به کمک سیستم شبکه عصبی مصنوعی و با توجه به داده‌های در دسترس مربوط به باد و ارتفاع موج، اقدام به تولید داده‌های قابل اطمینان ارتفاع موج گردید. برای اینکار از نرم‌افزار MATLAB(a2015) و جعبه ابزار شبکه عصبی، و آموزش شبکه جهت پیش‌بینی ارتفاع موج ناشی از باد استفاده شده است [۵-۸].

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

شبه‌سازای جریان و انتشار امواج در مجاورت موج‌شکن واقع در ساحل شرقی بندر جاسک (شکل ۱) انجام شد. این موج‌شکن در موقعیت $25^{\circ} 36'$ تا $25^{\circ} 44'$ شمالی و $57^{\circ} 42'$ تا $57^{\circ} 56'$ شرقی قرار گرفته است و در سال ۲۰۰۳ احداث شده است. طول بازوی اصلی موج‌شکن ۷۵۰ متر و طول بازوی فرعی ۶۴۴ متر می‌باشد. موقعیت اسکله مورد بررسی در شکل (۱) با دایره مشخص شده است.

در شکل (۲(A)) گلباد در منطقه بندر جاسک برای ماه مارس سال ۲۰۰۳ ارائه شده است. بر اساس این آمار جهت باد غالب در نزدیکی این بندر در ماه مذکور عمدتاً غربی است، این در حالیست که سرعت بادهایی که از شرق میوزند معمولاً بیشتر بوده و به بیش از 14m/s میرسد. همچنین حدود ۶٪ از این ماه جریان آرام هوا ثبت شده است. شکل (۲(B)) نمودار تراز سطح آب را در ماه مارس سال ۲۰۰۳ در آبهای ساحلی این بندر نشان می‌دهد. همانطور که در شکل می‌توان مشاهده کرد منطقه مورد مطالعه دارای جزر و مد مختلط نیم‌روزانه غالب است. همچنین می‌توان دید که تغییرات تراز سطح در این ماه به حدود 2.8m میرسد.

۲-۲- مدل عددی

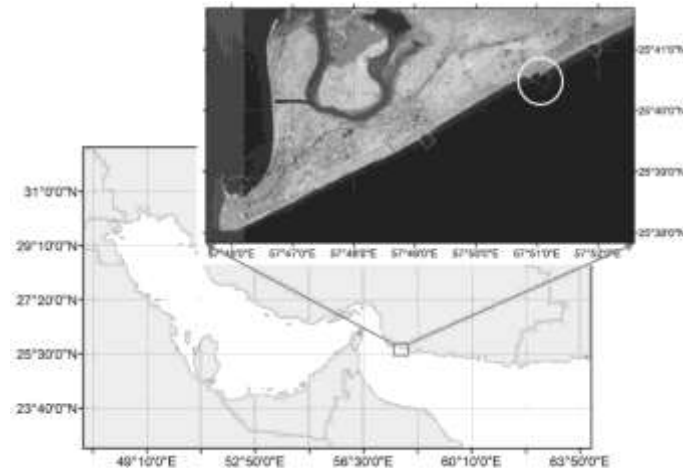
از میان مدل‌های عددی مطرح در جهان، در تحلیل پدیده‌های حاکم بر محیط دریا، مدل ریاضی MIKE تهیه شده توسط انیستیتوی هیدرولیک دانمارک (DHI) یک نرم‌افزار شناخته شده و پرکاربرد است.

جاسک شرقی‌ترین شهرستان هرمزگان است که از شرق با استان سیستان و بلوچستان هم‌جوار است و ساحل آن در برگیرنده آبهای دریای عمان است که بدلیل پیوستگی با اقیانوس هند و آبهای آزاد جهان، امکان کشتیرانی و دسترسی دریایی به جاسک را فراهم می‌کند. این امر دارای ارزش‌های اقتصادی و اجتماعی ویژه‌ای می‌باشد، از اینرو اطلاع از کم و کیف امواج و جریان‌های منطقه و نیز تاثیر سازه‌های احداث شده بر الگوی موج و جریان در این منطقه می‌تواند حائز اهمیت بسزایی باشد. از سویی بستر رسوبی دریاها و مناطق ساحلی همواره تحت تاثیر تنش‌های برشی ناشی از امواج و جریان‌ها می‌باشد [۱]. همچنین جریان‌های دریایی می‌توانند ناشی از پدیده‌های متفاوتی از قبیل جزرومد، اختلاف چگالی، موج و یا باد باشد [۲]، از این رو بررسی امواج و جریان نخستین قدمی است که برای هرگونه مطالعه و فعالیتی در جهت شناخت عوامل تاثیرگذار بر رفتار و شرایط موجود در دریا صورت می‌گیرد.

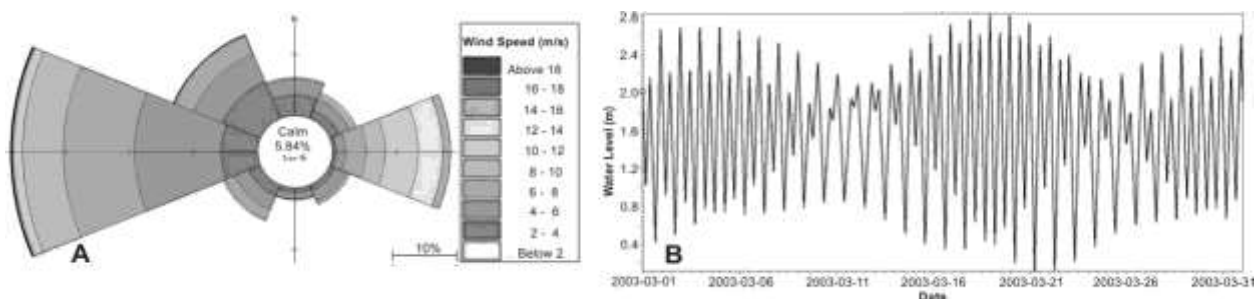
مشخصه‌های امواج دریا به شدت با زمان و مکان در حال تغییر هستند و شناخت مناسب از مشخصات امواج در یک منطقه مستلزم اندازه‌گیری‌های دراز مدت در فواصل زمانی مختلف و در نقاط متعددی از آن منطقه می‌باشد [۳]. این مسئله باعث شده که مهندسين سواحل و بنادر در پی بهترین روش مطالعه باشند که یکی از این روشها اجرای مدل‌های عددی بر روی حوزه‌های کوچک و وسیع آبی برای پیش‌بینی شرایط آینده است [۴]. در پژوهش پیش‌رو با استفاده از مدل عددی MIKE 21 اقدام به شبیه‌سازی الگوی موج و جریان در اطراف یکی از اسکله‌های جدید احداث بندر جاسک برای دو سناریوی متفاوت، سناریوی پیش و سناریوی پس از احداث موج‌شکن، شده است. تا مشخص شود که احداث موج‌شکن تا چه اندازه در ایجاد حوضچه آرامش در منطقه تاثیر داشته است و عوارض احتمالی احداث موج‌شکن چه می‌تواند باشد.

۲- مواد و روش کار

با استفاده از بسته نرم‌افزاری MIKE21 الگوی موج و جریان به کمک مدولهای موج Spectral wave (SW) و جریان Hydrodynamics (HD) برای بخش ساحلی بندر جاسک شبیه‌سازی شده است. بدین منظور شبیه‌سازی اسکله مذکور



شکل (۱) محدوده منطقه مورد مطالعه (اسکله مورد مطالعه با یک دایره در تصویر مشخص است).



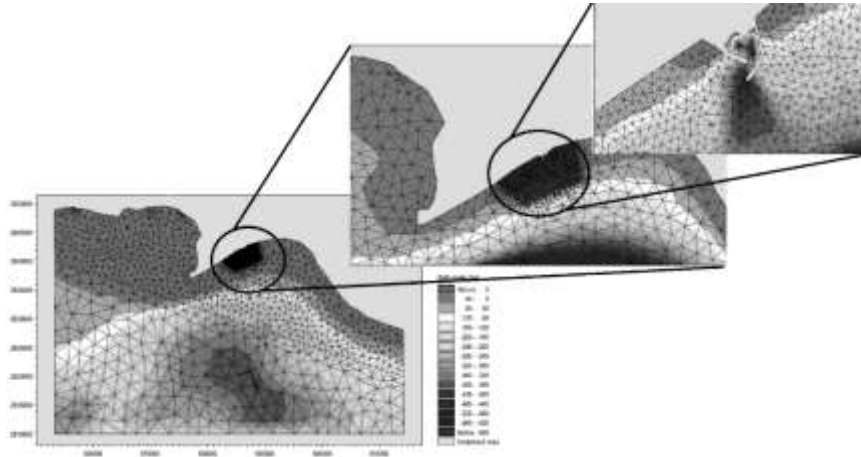
شکل (۲) (A) گلباد و (B) تراز سطح آب در منطقه مورد مطالعه در یک ماهه مارس سال ۲۰۰۳.

استفاده از مشبندی بزرگتر در محدوده کلی مدل به منظور کاهش زمان اجرای مدل می‌باشد. برای ساخت فایل عمق‌سنجی از داده‌های نقشه هیدروگرافی منطقه با مقیاس ۱:۳۵۰۰۰۰ استفاده شده، که مرجع آن مؤسسه دریا‌سالاری انگلیس می‌باشد. همچنین از شکل (۳) می‌توان دریافت که منطقه مورد مطالعه دارای ۴ مرز است که مرز شمالی به عنوان مرز خشکی و سه مرز شرقی، غرب و جنوب به عنوان مرز آبی باز در نظر گرفته شده‌است.

در مدول هیدرودینامیک داده‌های جزرومدی ایستگاه بندر جاسک به صورت تراز سطح آب بعنوان داده‌های مرزی برای مرز شرقی مدل معرفی شد. برای مرزهای غربی و جنوبی بدلیل عدم وجود ایستگاه اندازه‌گیری از مقدار ثابت استفاده شد. همچنین برای مدول موج در هر سه مرز از پارامتر تراز اول موج استفاده شده است. به منظور اعمال شرایط جوی به منطقه از داده‌های باد اصلاح شده موسسه ECMWF استفاده شده است. بدین ترتیب که داده‌های سرعت و جهت باد مربوط به ماه مورد نظر جهت شبیه‌سازی (ماه مارس و آوریل) برای کل منطقه مورد مطالعه بصورت فایل از ECMWF استخراج گردید.

این مدل قابلیت شبیه‌سازی پدیده‌ها را بصورت یک، دو و سه بعدی در کلیه محیط‌های آبی از جمله مصب‌ها، مناطق ساحلی، و دریاها و اقیانوس‌ها داراست [۹]. قابلیت‌های گوناگون این مدل در دریافت اطلاعات ورودی در محدوده‌ای وسیع و ارائه خروجی‌های مناسب جهت نیازهای تحقیقاتی و مهندسی، آنرا به ابزاری مناسب جهت شبیه‌سازی و تحلیل پدیده‌هایی چون الگوی جریان و امواج، رسوبگذاری و فرسایش در سواحل و تعیین نرخ انتقال رسوبات ساحلی تبدیل کرده‌است [۱۰]. در این پژوهش به منظور شبیه‌سازی الگوی موج و جریان از مدول‌های HD و SW بسته نرم‌افزاری MIKE21 استفاده شده است.

به این منظور و با توجه به حیطه مورد مطالعه، منطقه‌ای به طول ۶۱۰۰۰ متر و عرض ۴۰۰۰۰ متر جهت شبیه‌سازی انتخاب شد. این منطقه با استفاده از تکنیک مشبندی نامنظم به ۲۴۱۶ گره و ۴۵۹۳ المان سلول بندی گردید، به نحوی که از مشهای درشت در نواحی دورتر از موج‌شکن و از مشهای ریزتر برای نواحی نزدیک به موج‌شکن استفاده شد (شکل (۳)).

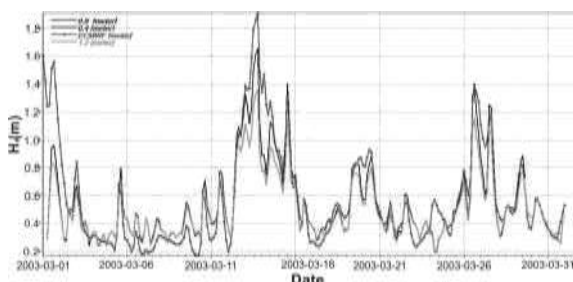


شکل (۳) نحوه شبکه بندی و نیز عمق سنجی منطقه مورد مطالعه .

جدول (۱): پرامترهای مورد استفاده در مدل سازی منطقه.

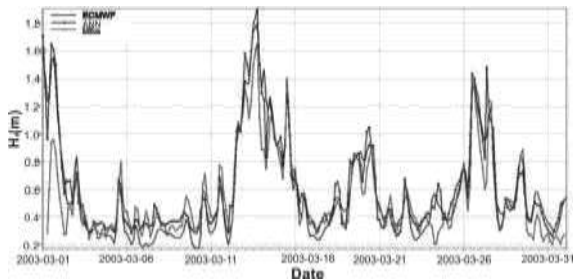
مدل	اطلاعات ورودی	پارامتر	
SW/HD	فرمولاسیون طیفی-فرمولاسیون طیفی کامل - فرمولاسیون زمانی-متغیر	معادلات پایه	۱
SW	ضرایب استهلاک انرژی $\delta=0.8$ و $Cdis=1$	سفیدک راس موج	۲
SW	تابع گاما با مقدار 0.8 - ضریب ثابت واسنجی مقدار 1	شکست موج	۳
SW	اندازه زبری (ضریب نیکورادزه) $=0.04$	اصطکاک بستر	۴
HD	با استفاده از عدد شزی $=15$		
SW/HD	چهارگانه موج-موج	انتقال انرژی	۵
SW/HD	آمار باد ISWM با گام زمانی 6 ساعت	نیروی باد	۶
SW/HD	اطلاعات جزرومدی بندر جاسک	تراز سطح آب	۷
SW/HD	نقشه عمق سنجی دریاسالاری بریتانیا	عمق سنجی	۸
HD	فرمول اسمگورینسکی $=0.28$	لزجت گردابی	
HD	با استفاده از مدل SW	تشعشعات امواج	۱۰

می‌دهد. همانطور که دیده میشود ضریب 0.8 نزدیکترین نتایج به مقادیر ثبت شده میدانی را می‌دهد. همچنین لازم بذکر است که به منظور ایجاد شرایط نزدیک به واقعیت از کوپل جریان و موج در شبیه‌سازی استفاده گردید. بعد از اینکه مدل به نحو مقتضی کالیبره شد مدل کالیبره شده برای ماه آوریل سال 2003 اجرا گردید (شکل (۷))

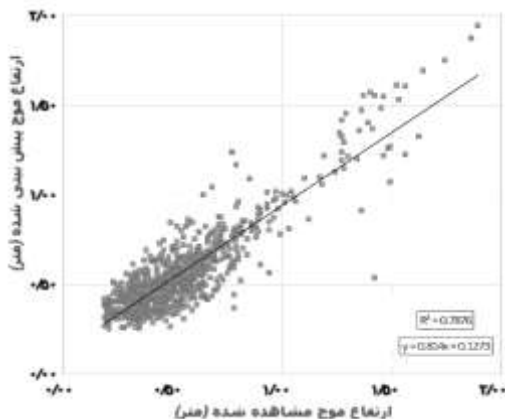
شکل (۴) مقایسه نتایج مدل با ضرایب 0.8 ، 0.4 ، 0.7 ، 0.12 ، 0.18 با ارتفاع موج اندازه‌گیری شده در ایستگاه جاسک.

این فایل بصورت یک فایل قابل شناسایی در نرم افزار بازسازی شد، که نسبت به استفاده از سرعت و جهت نقطه‌ای می‌تواند بسیار دقیق‌تر باشد. همچنین بمنظور شبیه‌سازی منطقه مورد مطالعه گام زمانی شش ساعت در نظر گرفته شد. پارامترهای سفیدک رأس موج، شکست موج و اصطکاک بستر به منظور کالیبراسیون مدل مورد استفاده قرار گرفت. از آنجا که تنها بویه اندازه‌گیری در منطقه که داده‌های میدانی در آن ثبت میشود در نقطه‌ای به مختصات $(2834369.172N, 575296.303E)$ است، لذا خروجی‌های مدل در گام اول با این اطلاعات کالیبره شده است. داده‌های مدل پس از کالیبراسیون در جدول (۱) آورده شده است. سپس داده‌های مدل با داده‌های ECMWF و نیز داده‌های شبکه عصبی مقایسه گردید. شکل (۴) ارتفاع موج حاصل از اجراهای مختلف با ضرایب شکست موج متفاوت را که جهت کالیبراسیون اجرا شده است نشان

بعلاوه محاسبه ضریب همبستگی به مقدار ۰,۹۷ و خطای RMSE به میزان کمتر از ۰,۲٪ همه نشان از قابل قبول بودن نتایج حاصل از شبکه عصبی دارد. بدین ترتیب با اطمینان از حصول ارتفاع موج شاخص قابل قبول با کمک شبکه عصبی مصنوعی در ایستگاه جاسک، از این روش برای تولید داده ارتفاع موج جهت مقایسه با داده‌های مدل جهت صحت سنجی استفاده شد.



شکل (۵) مقایسه ارتفاع موج پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی، با مقادیر حاصل از مدل مایک و داده‌های میدانی در ایستگاه بندر جاسک مارس سال ۲۰۰۳.



شکل (۶) نمودار پراکندگی ارتفاع موج شاخص حاصل از داده‌های میدانی و پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی.

۲-۳- تهیه ارتفاع موج با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی (ANN)

همانگونه که پیشتر ذکر شد داده‌های ارتفاع موج در مقاطعی جهت استفاده موجود نبود که از آن جمله می‌توان به برخی از روزها در ماه آوریل ۲۰۰۳ اشاره کرد که داده‌های ارتفاع موج در آن تاریخ موجود نبود. به همین دلیل و به منظور فایق آمدن بر مشکل ناقص بودن داده‌ها از شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. در این ابزار، هر بردار ورودی از داده‌های تصادفی با بردار خروجی متناظرش مرتبط می‌شود [۱۱].

در این مطالعه از شبکه عصبی پیشخور از نوع پرسپترون با تابع تان-سیگموئید چند لایه MLP's با سه لایه ورودی، نهان و خروجی استفاده شده است که لایه نهان دارای ۵ گره می‌باشد. همچنین به منظور آموزش شبکه عصبی مصنوعی از روش الگوریتم سرعت یادگیری متغیر استفاده شده است که حدود ۱۰ درصد از کل داده‌ها به عنوان داده‌ی ورودی در نظر گرفته شد [۸].

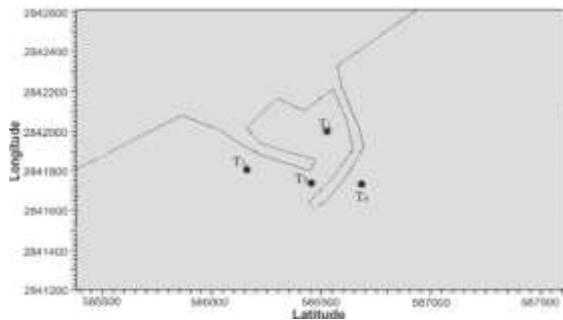
پس از آموزش شبکه عصبی نتایج نهایی ارتفاع امواج برای یک دوره سی روزه (از تاریخ ۲۰۰۳/۰۳/۰۱ تا ۲۰۰۳/۰۴/۳۱) با داده‌های میدانی پروژه ISWM و نیز ارتفاع موج حاصل از مدل MIKE مقایسه شد، که نتایج در شکل (۵) نشان داده شده است.

همانطور که مشاهده می‌شود ارتفاع موج خروجی از شبکه عصبی از دقت قابل قبولی جهت پیش‌بینی ارتفاع موج نقطه‌ای برخوردار است (جدول (۲)).

شکل (۶) نمودار پراکندگی ارتفاع موج شاخص حاصل از شبکه عصبی و داده‌های میدانی را نشان می‌دهد. پراکندگی نقاط حول محور حاکی از عملکرد مناسب شبکه عصبی است.

جدول (۲) مقادیر مختلف آماری مدل کالیبره شده مایک و شبکه عصبی مصنوعی برای ماه مارس شامل خطا و میزان همبستگی.

پارامتر	علامت اختصاری	واحد	محدوده نرمال	محدوده ایده‌آل	نتایج مدل مایک	شبکه عصبی مصنوعی
اریبی	Bias	m	[۱۲] ۰/۲-۰/۵	کمتر از ۰/۳	۰/۰۳	۰/۰۲
جذر میانگین مربع خطا	RMSE	m	[۱۳] ۰/۱-۰/۷	کمتر از ۰/۵	۰/۲۰	۰/۱
ضریب همبستگی	CC	بی بعد	[۱۴] ۰/۷۵-۰/۹	بیشتر از ۰/۸	۰/۸۵	۰/۹۷
ضریب پراکندگی	SI	بی بعد	[۱۲] ۰/۱۵-۰/۳۵	کمتر از ۰/۳	۰/۳۵	۰/۱۷

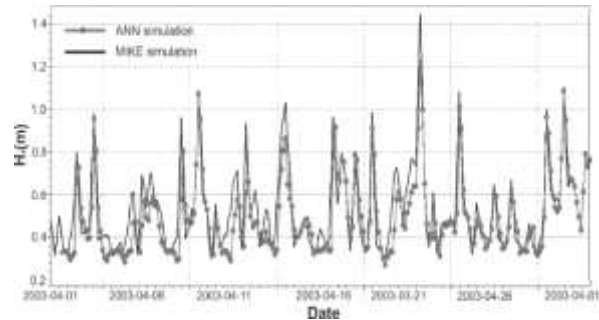


شکل (۸) نقاط انتخابی جهت بررسی نتایج حاصل از مدل سازی در منطقه مورد مطالعه.

در دهانه موج شکن (نقطه T2) نیز تغییر قابل ملاحظه در ارتفاع موج به روشنی دیده میشود. در این وضعیت ماکزیمم ارتفاع موج قبل و بعد از احداث موج شکن بترتیب ۱,۵ و ۰,۵ متر است که هر دو مربوط به ماه مارس میشود و نشان از آرامش منطقه جهت پهلوگیری کشتیها دارد. نقطه T1 در داخل حوضچه آرامش قرار دارد و توقع می رود که میزان ارتفاع موج پس از احداث موج شکن بشکل قابل ملاحظه ای کاهش یابد، نقطه T2 در بین دو بازوی موج شکن قرار دارد، نقطه T3 در مجاورت بازوی فرعی موج شکن قرار دارد، و نقطه T4 در بیرون حوضچه آرامش با فاصله ۹۰ متری از بازوی اصلی موج شکن و در عمقی معادل ۳,۵ متر واقع شده است. شکل (۹) ارتفاع امواج در نقاط T1 تا T4 را در بازه زمانی دو ماهه مارس و آوریل ۲۰۰۳ برای شرایط قبل و بعد از احداث موج شکن نشان می دهد.

همچنین زمان اوج ارتفاع موج در این ایستگاه نسبت به وضعیت پیش از احداث موج به تعویق می افتد. تاثیر موج شکن در ایستگاه T3 پشت بازوی سمت چپ تقریباً محدود است به نحوی که اختلاف ارتفاع بین امواج قبل و بعد از احداث موج شکن در حد سانتی متر است. ارتفاع موج در ایستگاه T4 که در بیرون موج شکن، پشت بازوی بلند سمت راست واقع شده است تغییرات بسیار کم و تنها در امواج با ارتفاع کم مشاهده میشود.

شکل (۱۰) سری زمانی سرعت جریان را در ایستگاههای تعیین شده برای شرایط قبل و بعد از احداث موج شکن را برای دو ماه مارس و آوریل نشان می دهد. همانطور که از شکل می توان دریافت احداث موج شکن تاثیر بسزایی در کاهش سرعت جریان چه در مدخل موج شکن (ایستگاه T2) و چه در داخل حوضچه آرامش (ایستگاه T1) داشته است.



شکل (۷) درستی سنجی اجرای مدل در ماه آوریل سال ۲۰۰۳ با استفاده از داده های شبکه عصبی.

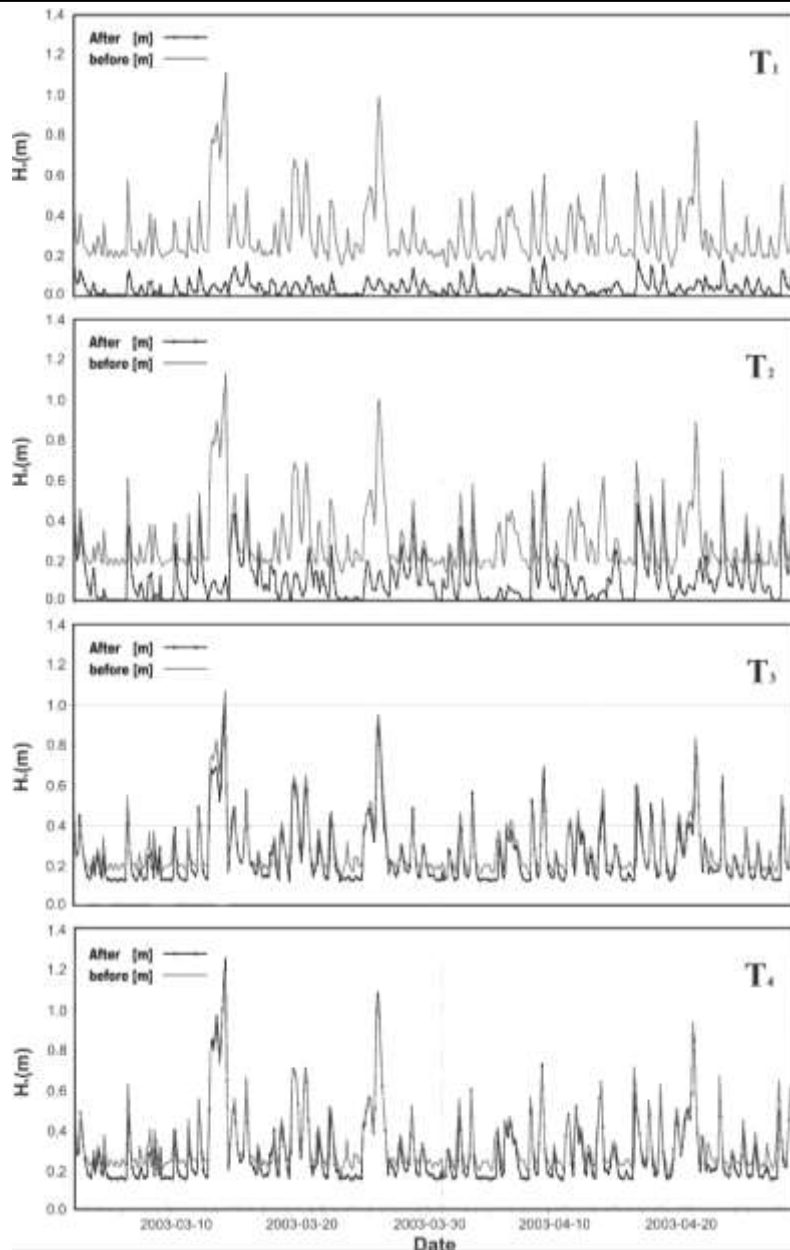
همچنین در شکل (۷) سری زمانی ارتفاع موج تهیه شده با استفاده از روش شبکه عصبی برای ماه آوریل ۲۰۰۳ با ارتفاع موج حاصل از مدل MIKE در همان ماه با هم مقایسه شده است و همانطور که دیده میشود ارتفاع موج حاصل از دو روش تطابق بسیار خوبی با هم نشان میدهند و میزان خطای مدل (RMSE) در محدوده مورد قبول است محاسبه شد (جدول (۳)).

۳- نتایج

با اجرای مدل MIKE21 بشکل کوپل (استفاده همزمان از مدل HD و SW) الگوی موج و جریان در دو بازه پیش و پس از احداث موج شکن در محدوده بندر جاسک شبیه سازی شده و شرایط با یکدیگر مقایسه گردید. شکل (۸) چهار نقطه فرضی T1 تا T4 را نشان می دهد که در آنها تاثیر موج شکن بر الگوی جریان و موج بررسی شده است. مقایسه ارتفاع موج در ایستگاه T1، داخل حوضچه آرامش موج شکن در دو وضعیت قبل و بعد از احداث موج شکن، نشان از کاهش قابل ملاحظه میزان ارتفاع موج پس از استقرار موج شکن دارد، بطوری که بیشینه ارتفاع موج قبل از احداث موج شکن از حدود بیش از ۱ متر به مقدار حدود ۰,۲ متر بعد از احداث موج شکن می رسد.

جدول (۳) مقادیر مختلف آماری درستی سنجی مدل با استفاده از نتایج شبکه عصبی در ماه آوریل سال ۲۰۰۳.

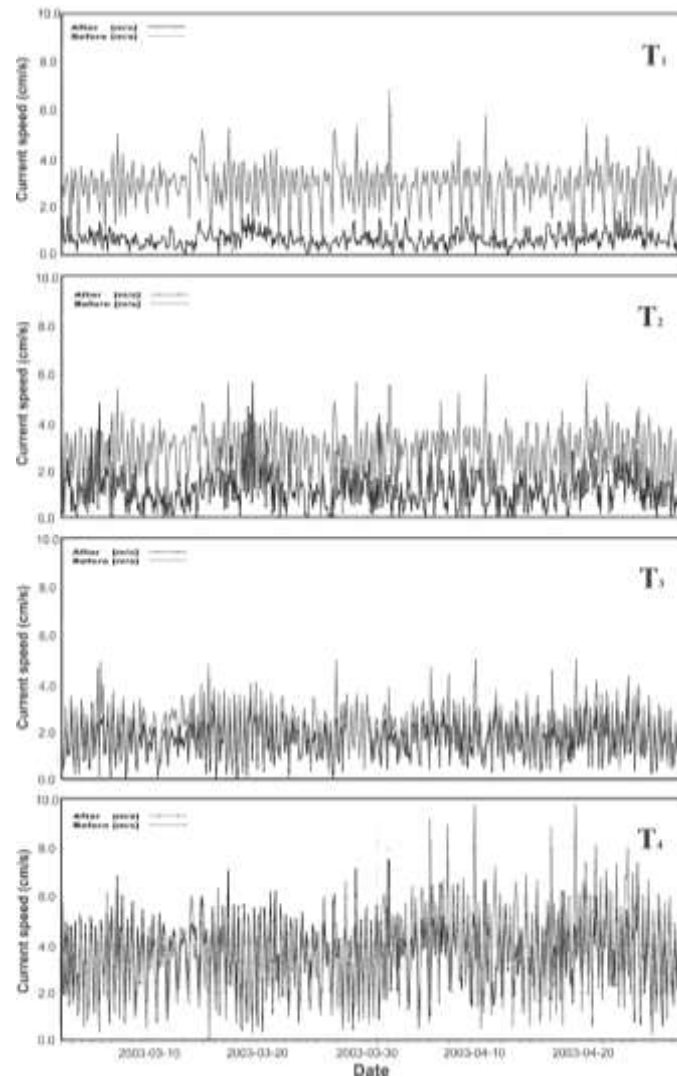
پارامتر	علامت اختصاری	واحد	مقایسه نتایج مدل مایک و شبکه عصبی
اریبی	Bias	m	۰/۰۳۹۰
جذر میانگین مربع خطا	RMSE	m	۰/۱۰۵۷
ضریب همبستگی	CC	بی بعد	۰/۸۶
ضریب پراکندگی	SI	بی بعد	۰/۲۱۳۴



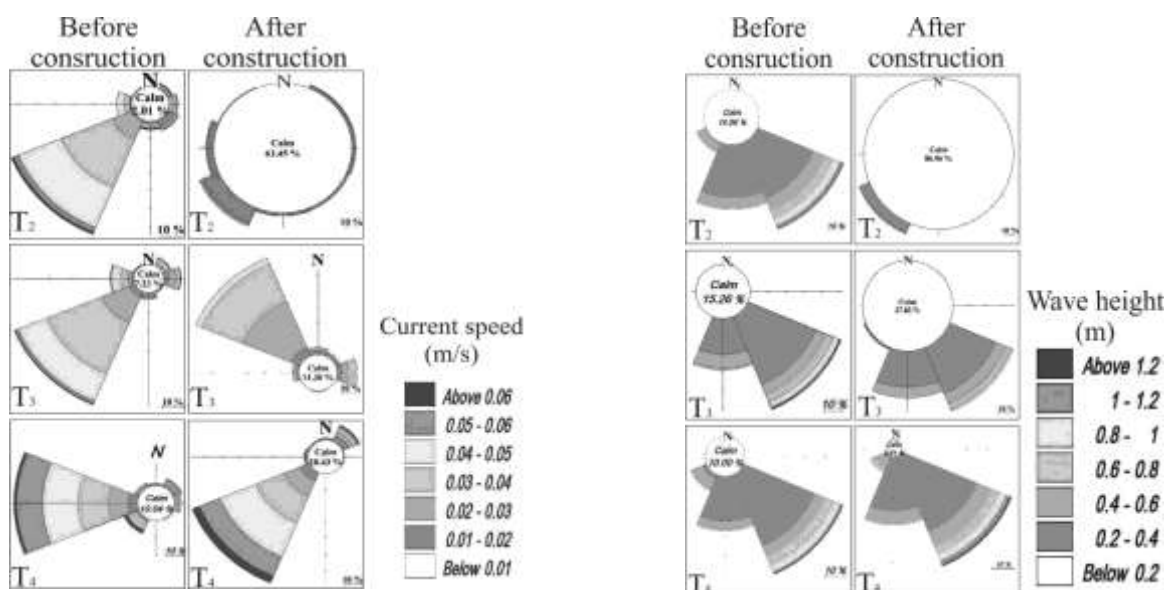
شکل (۹) سری زمانی ارتفاع موج قبل و بعد از احداث موج شکن در چهار ایستگاه انتخابی T_1 تا T_4 .

از زمان به حدود 10 cm/s نیز می‌رسد. به منظور بررسی کلی الگوی موج و جریان در ایستگاههای مختلف و بررسی اثر موج شکن در منطقه، گلموج و گلجریان در ایستگاههای T_2 ، T_3 و T_4 برای شرایط قبل و بعد از احداث موج شکن تهیه شده و بترتیب در شکل‌های (۱۱) و (۱۲) آورده شده‌است. همانگونه که در شکل (۱۱) قابل مشاهده است احداث موج شکن هیچ تاثیری بر جهت امواج نداشته است که با طبیعت وقوع موج مطابقت دارد. همچنین نتایج حاصله تطابق مناسبی با یافته‌های عسکری و همکاران [۱۵] که به تحلیل داده‌های میدانی در منطقه پرداخته‌اند، دارد.

به نحوی که سرعت متوسط حدود 2 cm/s پیش از احداث موج شکن تقریباً به وضعیت سکون پس از احداث موج شکن در داخل موج شکن تبدیل شده است (ایستگاه T_1). در ایستگاه T_2 هم سرعت پس از احداث موج شکن تقریباً نصف شده است. از سوی دیگر موج شکن تقریباً تاثیری بر سرعت جریان دو ایستگاه دیگر (T_3 و T_4) واقع در خارج از حوضچه آرامش نداشته است. این در حالیست که در ایستگاه T_3 در بازه مورد آزمایش سرعت جریان قابل ملاحظه نبوده است (کمتر از 4 cm/s)، اما در ایستگاه T_4 سرعت جریان نسبتاً قابل ملاحظه است و حتی در مقاطعی



شکل (۱۰) سری زمانی سرعت جریان در ایستگاههای انتخابی T₁ تا T₄ قبل و بعد از احداث موج شکن.



شکل (۱۱) گل موج ایستگاههای T₂، T₃ و T₄ برای شرایط قبل و بعد از احداث موج شکن.

شکل (۱۲) گل جریان ایستگاههای T₂، T₃ و T₄ برای شرایط قبل و بعد از احداث موج شکن.

جریاناتی است که از سمت دریا و یا از سوی بازوی اصلی موج شکن به این منطقه میرسد. منطقه آرام تا حدودی افزایش داشته و سرعت جریان هم کاهش داشته است.

در نقطه T4 جهت غالب جریان از وضعیت شرقی-غربی پیش از احداث موج شکن به وضعیت شمال شرقی-جنوب غربی پس از احداث موج شکن تغییر کرده است. با توجه به محل قرار گیری این ایستگاه (شکل ۸)) می توان دریافت که جریانی که پیش از احداث موج شکن مسیر خود را به سمت ساحل بندر جاسک ادامه میداد با احداث موج شکن و شکل ظاهری بازوی آن که در امتداد شمال شرقی- جنوب غربی است، جریان نیز تمایل دارد که در همین راستا ادامه حرکت دهد. که در این راستا به ایستگاه T3 میرسد و عامل ایجاد جریانی میشود که پیشتر در مورد آن بحث شد.

۴- نتیجه گیری

در این مطالعه با استفاده از مدل عددی MIKE و داده های میدانی موجود در ایستگاه جاسک و نیز داده های موجود در ECMWF اقدام به شبیه سازی الگوی موج و جریان این منطقه ساحلی برای ماههای مارس و آوریل سال ۲۰۰۳ شد. دلیل این شبیه سازی احداث موج شکن در آن سال و گزارش رسوبگذاری ناشی از احداث این موج شکن بود. مقایسه اقلیم موج در دو حالت قبل و بعد از احداث موج شکن نشان داد که قبل از احداث موج شکن ارتفاع موج با افزایش عمق بستر افزایش می یابد. اما پس از احداث موج شکن ارتفاع موج و نیز سرعت جریان در دهانه موج شکن و درون حوزه آن به شدت کاهش می یابد که این خود باعث می شود یک حوضچه آرامش مناسب جهت پهلوگیری شناورها ایجاد شود. این امر بخصوص در مورد سرعت جریان قابل ملاحظه است که با تاسیس صحیح بازوی موج شکن نسبت به جهت غالب جریان در منطقه عملاً جلوی جریان ورودی به حوضچه آرامش سد شده است.

احداث موج شکن عامل تغییر مسیر جریان در منطقه شده است که این عامل می تواند در تغییر شکل ساحل در آینده موثر باشد بطور مثال جریانی که در پشت بازوی فرعی موج شکن به سمت ساحل ایجاد شده است می تواند عامل فرسایش ساحل در منطقه پشت موج شکن شود. همچنین با توجه به جریان کلی منطقه که شمال غربی- جنوب شرقی است احداث موج شکن بعنوان مانعی در جهت جریان،

از سوی دیگر از نظر ارتفاع موج همانطور که پیشتر هم ذکر شد وضعیت متفاوت است. در ایستگاه T2، احداث موج شکن سبب شده تاثیرات موج بشکل قابل ملاحظه ای حذف شده است بطوریکه ۸۶٪ شرایط آرامش برقرار است و این در حالیست که در همان نقطه پیش از احداث موج شکن ارتفاع امواج حتی تا بیش از ۱ متر هم می رسیده است.

در ایستگاه T3 واقع در پشت بازوی فرعی موج شکن شرایط آرامش افزایش داشته مضاف بر آنکه ارتفاع امواج موجود در این ایستگاه نیز کاهش یافته است. جهت غالب در این ایستگاه به صورت جنوب شرقی-شمال شرقی می باشد. در ایستگاه T4 واقع در بیرون منطقه موج شکن شرایط قبل و بعد از احداث موج شکن از لحاظ ارتفاع امواج مشابه است اما از لحاظ منطقه آرامش قدری کاهش مشاهده می شود، که دلیل آنرا می توان به احداث موج شکن نسبت داد. جهت غالب موج در این ایستگاه نیز مجدداً جنوب شرقی- شمال شرقی می باشد.

در خصوص جریان شرایط قدری متفاوت است. بدین معنا که احداث موج شکن در جریان غالب محیط عمدتاً تاثیر داشته است. در دهانه ی موج شکن (ایستگاه T2) جهت غالب جریان پس از احداث موج شکن نسبت به پیش از احداث تغییری نداشته و سمت غالب شمال غربی-جنوب شرقی می باشد که موجب می گردد جریان عمده ای وارد حوضچه آرامش نشود. نکته قابل توجه در نقطه T2 کاهش زیاد میزان سرعت جریان از 2 cm/s به کمترین میزان تقریبی 0.6 cm/s می باشد. همچنین تصاویر نشان می دهد که با احداث موج شکن در این ایستگاه شرایط آرامش (سرعت جریان نزدیک به صفر) حدود ۶۱٪ مواقع برقرار است.

در پشت بازوی فرعی موج شکن (ایستگاه T3) جهت غالب جریان قبل از احداث موج شکن شمال غربی-جنوب شرقی بوده که نتایج نشان می دهد پس از احداث موج شکن کاملاً تغییر یافته و تبدیل به جریان غالب جنوب شرقی-شمال غربی شده است.

با توجه به موقعیت جغرافیایی این نقطه (شکل ۸)) می توان نتیجه گرفت که بدلیل احداث موج شکن جریانات در امتداد ساحلی که به این ایستگاه می رسیدند و موجب جریان غالب شمال غربی-جنوب شرقی بوده اند با احداث موج شکن قطع شده اند و لذا جریان غالبی که به این منطقه میرسد همان

- [10] MIKE 21/3., Coupled Modeling Manual, DHI Water & Environment, 2005.
- [11] Pooja, J. , and Deo, M. C., "Neural Networks in Ocean Engineering", Ships and Offshore Structures", Vol.1, No.1, pp.25-35, 2006.
- [12] Mahjoobi, J., Etemad Shahidi, A., Kazemzadeh, A. H., "Hindcasting of Wave Parameters using Different Soft Computing Methods", Applied Ocean Research, Vol.30, pp.28-36, 2008.
- [13] Cox, Andrew T., and Val R. Swail, "A Global Wave Hindcast Over the Period 1958-1997: Validation and Climate Assessment", Journal of Geophysical Research: Oceans, Vol.10, No.6, pp. 2313-2329, 2001.
- [14] Kalra, Ruchi, and M. C. Deo., "Derivation of Coastal Wind and Wave Parameters from Offshore Measurements of TOPEX Satellite using ANN", Coastal Engineering, Vol.54, No.3, pp.187-196, 2007.
- [۱۵] عسکری، ح.ر.، شانه‌ساززاده، ا.، اکبری، غ.، و اردلان، ح.، تعیین مشخصات موج مبتنی بر تحلیل داده‌های میدانی: مطالعه موردی بندر جاسک. اقیانوس شناسی، سال ۲۴، شماره ۶، ۱۳۹۵.

می‌تواند عامل رسوبگذاری در پشت بازوی اصلی موج‌شکن شود.

بعلاوه با توجه به نتایج حاصل از مدل چنین بنظر میرسد که اگر بازوی اصلی موج‌شکن تا حدود ۹۰ متر بیشتر به سمت دریا ادامه پیدا میکرد شرایط مناسبتری جهت کشتیها فراهم میشد، چرا که عمق در این منطقه نسبتاً کم است (حدود ۳،۵ متر) و در مقابل ارتفاع امواج حدود ۱ متر و نیز سرعت جریان متوسط حدود ۵ cm/s است.

۵- مراجع

- [۱] فخرالدین، ع.، مطالعه مکانیسم تجمع و آبستگي رسوبات در اطراف موج‌شکن بندر جاسک به کمک مدل عددی، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران، دانشگاه هرمزگان، ۱۳۸۸.
- [2] Stewart, R.H., "Introduction to Physical Oceanography. Texas A & M University, 2008.
- [۳] گلشنی، ع.، قربانی طالقانی، م.، بررسی اقلیم امواج در بندر امیرآباد با اجرای مدل محلی MIKE21-SW و روش‌های نیمه تجربی، فیزیک زمین و هوا، سال ۳۷، شماره ۲، ص. ۹۳-۲۱۰، ۱۳۹۰.
- [۴] مرادپور طیبی، ع.، مدلسازی عددی جریان ناشی از شکست موج و جزرومد با استفاده از نرم‌افزار مایک در بندر بواخیر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هرمزگان، ۱۳۹۳.
- [۵] نعمتی، م. و کرمی خانیکی، ع.، پیش‌یابی ارتفاع موج شاخص در خلیج فارس با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و مقایسه آن با درخت‌های تصمیم رگرسیون. نشریه علمی-پژوهشی مهندسی دریا، سال ۷، ص. ۱۱۷-۱۲۳، ۱۳۹۱.
- [6] Kalra, R., & Deo, M. C., "Derivation of Coastal Wind and Wave Parameters from Offshore Measurements of TOPEX Satellite using ANN". Coastal Engineering, Vol.54, No.3, pp.187-196. 2007.
- [7] عباس‌زاده، م.، صادقی، ک.، کتابداری، م.، ارشادی، س.، ارزیابی روش‌های پیش‌بینی مشخصات امواج با استفاده از اطلاعات موجود و ارائه مدل مناسب برای ساحل جزیره قشم. پایان نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۹۱.
- [8] خالقی، م.، مدلسازی عددی امواج ناشی از باد در شمال دریای عمان (بررسی تاثیر موج‌شکن بندر جاسک بر الگوی امواج). پایان نامه کارشناسی ارشد، فیزیک دریا، دانشگاه هرمزگان، ۱۳۹۴.
- [9] Komen, Gerbrand J., "Dynamics and Modelling of Ocean Waves", Cambridge University Press, 1996.