

## مطالعه جریان‌های ساحلی ناشی از شکست موج در خلیج فارس (سواحل خلیج نایبند)

مسعود ترابی‌آزاد<sup>۱</sup>، کامران لاری<sup>۱</sup>، فریبا کوهی<sup>۲</sup>

M\_Azad@Iau-tnb.ac.ir

۱ - دانشیار دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۲ - کارشناس ارشد دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

### چکیده

مشخصات امواج دریا به سبب جابجایی آنها از مناطق عمیق به آبهای کم عمق، تحت تأثیر توپوگرافی بستر دچار تغییراتی می‌شود. از جمله این تغییرات شکست موج به دلیل تغییر ارتفاع و اصطکاک بستر است. شکست امواج باعث ایجاد جریان‌های نزدیک ساحل بصورت موازی و عمود بر ساحل می‌شود. مؤلفه موازی ساحل این جریان‌ها، جریان‌های در امتداد ساحل نامیده می‌شوند. در این تحقیق به بررسی این جریان‌ها در منطقه خلیج نایبند پرداخته شده است. در ابتدا جهت موج غالب در منطقه مشخص گردیده، سپس با استفاده از نقشه هیدروگرافی منطقه، شیب ساحل محاسبه شده است. سپس با استفاده از داده‌های مربوط به موج از جمله، ارتفاع، پریود و جهت موج مربوط به ماه‌های می، ژوئن، ژولای و آگوست سال ۱۹۹۲ سرعت جریان‌های در امتداد ساحل توسط روابط موجود بدست آمده است. این سرعت‌های محاسبه شده با سرعت‌های جریان اندازه‌گیری شده در منطقه در ماه‌های می، ژوئن، ژولای، و آگوست سال ۱۹۹۲ مقایسه شده و سازگارترین رابطه انتخاب گردید. همچنین ضریب برآزشی برای این رابطه محاسبه شده است. نتایج نشان می‌دهد که سرعت میانگین جریان‌های در امتداد ساحل ناشی از شکست موج خلیج نایبند  $0/3 \text{ m/s}$  می‌باشد و جهت غالب موج شمال غربی است. همچنین عرض ناحیه شکست در منطقه خلیج نایبند  $65 \text{ m}$  برآورد شده است.

واژگان کلیدی: جریان‌های در امتداد ساحل، شکست موج، روابط تحلیلی، خلیج نایبند، خلیج فارس.

تاریخ دریافت مقاله : ۹۶/۰۵/۱۶

تاریخ پذیرش مقاله : ۹۷/۰۳/۰۳

## ۱- مقدمه

سواحل کشور به دلیل اهمیت اقتصادی و توسعه‌ای به مطالعات علمی دقیق نیاز دارند. سواحل خلیج نایبند به عنوان قسمتی از آبهای شمالی خلیج فارس به لحاظ سیاسی، اقتصادی و نظامی دارای اهمیت ویژه‌ای است. به دلیل شرایط خاص اقلیمی، عوامل طبیعی حاکم بر منطقه و ویژگیهای اقتصادی از جمله استخراج نفت و میعانات گازی، به توجه خاصی در زمینه مطالعات دریایی نیازمند است. مطالعات متعددی در خلیج فارس انجام شده است، اما مطالعات علمی در خلیج نایبند محدود است و احتیاج به مطالعات بیشتری دارد. در این مقاله جریان‌های در امتداد ساحل ناشی از شکست موج در خلیج نایبند با استفاده از داده‌های میدانی موج و جریان مطالعه و بررسی می‌گردد. جریان در امتداد ساحل، مؤلفه موازی جریان‌های نزدیک ساحل می‌باشد که اصلی‌ترین نقش را در تغییر شکل ساحل، انتقال رسوب ساحل و توپوگرافی منطقه ساحلی ایفا می‌کند [۱].

در عبور آب از مناطق عمیق دریا به مناطق کم عمق، به دلیل تاثیر توپوگرافی بستر، مشخصه‌های امواج دریا دچار فرآیندهای مختلفی از جمله انکسار، تفرق، شکست، پراکندگی و... می‌شود. شکست موج یکی از فرآیندهای مهمی است که بر روی موج تاثیر می‌گذارد و ناحیه شکست، فعال‌ترین ناحیه ساحلی است که در انتقال رسوب و تغییرات بستر دریا در اثر امواج و جریان‌های نزدیک ساحل ایجاد می‌شود [۲]. در فرایند شکست موج، آب نزدیک پایه موج با بستر دریا برخورد می‌کند و توسط اصطکاک عقب می‌نشیند و باعث افزایش ارتفاع و کاهش طول موج می‌شود. تا زمانی که ارتفاع آنقدر زیاد می‌شود که موج فرو می‌ریزد. بعد از شکست، امواج به شکل عمودی آب را به ساحل می‌آورند، آب در ساحل بالا می‌رود سپس عقب نشینی می‌کند و در ناحیه شکست در آبهای کم عمق باقی می‌ماند. آبی که درون ناحیه شکست پخش شده، باید به دریا باز گردد. این کار توسط جریان‌هایی که به موازات ساحل حرکت می‌کنند یا جریان‌های در امتداد ساحل، انجام می‌شود. سپس آب بعد از طی مسافتی می‌چرخد و به صورت عمود بر ساحل به شکل یک جریان شکافنده سریع و باریک حرکت می‌کند [۳]. جریان‌های شکافنده معمولاً صدها متر فضا را اشغال می‌کنند. مدل‌ها و روابط

متعددی برای محاسبه سرعت جریان‌های در امتداد ساحل وجود دارد، که با استفاده از معادلات تکانه، معادلات بقای جرم و معادلات تنش تشعشعی به دست آمده‌اند. در ادامه به چند رابطه از آنها که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته اشاره می‌شود. سرعت جریان‌های در امتداد ساحل به عواملی مانند ارتفاع موج، زاویه شکست موج و شیب ساحل بستگی دارد [۴].

معادله تصحیح شده لانگوت - هیگنس (۱۹۰۷) برای سرعت جریان در طول ساحل توسط رابطه (۱) ارائه می‌شود:

$$V=20.7m (gH_b)^{1/2} \sin 2 \alpha_b \quad (1)$$

مانک، تریلور (۱۹۴۹) با رویکرد تکانه، قطار موجی را در نظر می‌گیرند که به یک ساحل با یک خط شکست با زاویه  $\alpha$  نزدیک می‌شود و با فرض جریان یکنواخت و پایا در جهت خط ساحلی سرعت جریان ساحلی توسط فرمول (۲) ارائه می‌گردد [۵].

$$V=a/2[(1+4c/a \sin \alpha_b)^{1/2} \quad (2)$$

$$a=(2.61H_b m \cos \alpha_b)/fT \quad (3)$$

$$m=h_b/1, c=(2.28 g h_b)^{1/2} \quad (4)$$

اینمان و کوین (۱۹۵۱) این موضوع را با استفاده از داده‌های بدست آمده در آزمایشگاه و عملیات میدان بررسی و فرمول (۵) را ارائه کردند:

$$v=[(1/4x^2+y)^{1/2}-1/2x]^2 \quad (5)$$

$$x=(64.6 H_b/\cos \alpha_b)/T \quad (6)$$

$$y=c \sin \alpha_b \quad (7)$$

$$C=(2.28 g H_b)^{1/2} \quad (8)$$

سرعت جریان‌های ساحلی توسط ناگای در سال ۱۹۵۴ طی تحقیقاتی به صورت فرمول (۹) بدست آمد:

$$V=(1/g) H_b c k [(1+16 \sin \alpha_b/k H_b)^{1/2} -1] \quad (9)$$

$$k=m/f h_b \quad (10)$$

در سال ۱۹۸۷، گالوین و ایگلسون سرعت جریان‌های ساحلی را از معادله پیوستگی که ناشی از بقای جرم است توسط رابطه (۱۱) بدست آوردند.

$$V=gTm \sin 2\alpha_b \quad (11)$$

کومر و اینمن در ۱۹۷۹ برای سرعت جریان در امتداد ساحل در میانه ناحیه شکست بر اساس رابطه نرخ انتقال رسوب در امتداد ساحل که توسط کومر ارائه شده، رابطه‌ای به صورت رابطه (۱۲) بدست آوردند [۶].

$$V_b=1.17(gH_b)^{1/2} \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (12)$$

انتقال رسوب نزدیک بستر دریا با لایه گل آلود سیال<sup>۲</sup> در سواحل خلیج توكيو پرداخته شده است. مطالعات عددی و تحلیلی آنها نشان داد که مدل شار انتشار<sup>۳</sup>، نتایج منطقی و قابل اطمینانی بعد از کالیبره کردن و صحت سنجی پارامترهای مدل به صورت سری زمانی برای تخمین شار فرسایشی<sup>۴</sup> سیال، ارائه می‌دهد [۱۰].

دانگ فنگ<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۳) به صورت عددی و دو بعدی به مدلسازی جریان‌های کشندی (جزرومدی)، انتقال رسوبات معلق و تغییرات مورفولوژیکی سواحل خلیج هانگ ژو چین پرداخته اند [۱۱].

مطالعات ژانگ<sup>۶</sup> و همکارانش (۲۰۱۱) به بررسی یک مدل فرآیند محوری برای انتقال رسوب تحت جریان‌ها و امواج پرداخته، که مدل ارائه شده آنها بر مبنای معادله لایه مرزی مرتبه اول و معادله دیفیوژن - جابجایی رسوب می‌باشد. برای محدوده جریانات آشفته از مدل  $K - \epsilon$  استفاده شده است. که در نهایت نتایج عددی، با کمترین خطا نتایج آزمایشگاهی را تایید کرد. مدل ژانگ و همکارانش علاوه بر قابلیت پیش بینی انتقال رسوب تحت جریان و امواج، توانایی شناخت فرآیندهای مورفولوژیکی در نواحی ساحلی واقعی را هم دارد [۱۲].

در تحقیقات نیکمنش و طالب بیدختی (۲۰۱۳)، یک مدل عددی ترکیبی برای شبیه سازی غلظت رسوبات چسبنده در مناطق خیزاب ساحلی<sup>۷</sup> ارائه شد. که در این مطالعه، برای بررسی اندکنش موج و بستر و هم چنین پیش بینی پروفایل غلظت از مدل‌های فرسایش ما و سنفورد<sup>۸</sup>، مدل رسوب گذاری کرون<sup>۹</sup>، مدل شکست موج تایما<sup>۱۰</sup> و مدل ویسکوز الاستیک- پلاستیک بهره گرفته شده است. در نهایت نتایج آنالیز شده با نتایج تجربی و اندازه گیری‌های میدانی مورد مقایسه قرار گرفت [۱۳].

ایوگن روسو و سوارز<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۱)، نیز یک سیستم پیش‌بینی موج منعطف برای تفرق و اندرکنش سه گانه موج توسعه داده‌اند که قابلیت ارائه اطلاعاتی در زمینه شرایط موج در ورودی بنادر لیکسوز<sup>۱۲</sup> و سینز<sup>۱۳</sup> پرتغال دارد. در سیستم

که در این روابط،  $V_b$  سرعت جریان در طول ساحل در موقعیت شکست،  $m$  شیب ساحل،  $g$  شتاب جاذبه،  $H_b$  ارتفاع شکست،  $h_b$  عمق شکست  $\alpha_b$  زاویه بین قله شکست و خط ساحل،  $f$  ضریب اصطکاک بستر،  $T$  پریود موج،  $C$  تندی موج در شکست،  $L$  طول بستر از خط ساحل تا خط شکست می‌باشد. همچنین زاویه موج در حال شکست از رابطه (۱۳) که به رابطه اسنل معروف است بدست می‌آید.

$$(13) \quad (\sin \alpha_0) T / L_0 = (\sin \alpha_b) T / L_b$$

$\alpha_0$  زاویه نزدیک شدن موج به ساحل در آب عمیق،  $\alpha_b$  زاویه شکست موج،  $T$  پریود موج،  $L_0$  طول موج در آب عمیق و  $L_b$  طول موج در نقطه شکست می‌باشد. برای عمق و ارتفاع موج در نقطه شکست از رابطه (۱۴) که توسط سینگامستی و ویند (۱۹۸۰) با استفاده از رابطه وگل، بدست آمده استفاده شده است.

$$(14) \quad H_b = H_0 [0.575 m^{0.031} (H_0/L_0)^{-0.254}]$$

$$(15) \quad h_b = H_b / (b - a H_b / T^2)$$

$$(16) \quad a = 1.36(1 - e^{-19m})$$

$$(17) \quad b = 1 / (0.64(1 + e^{-19.5m}))$$

که در آن  $T$  پریود موج،  $m$  شیب بستر،  $H_0$  ارتفاع موج،  $H_b$  ارتفاع شکست،  $h_b$  عمق شکست و ضرایب  $a$  و  $b$  با استفاده از روابط ۱۶ و ۱۷ بدست می‌آیند [۷ و ۸].

بهلولی و همکاران (۱۳۸۷) شبیه سازی اندرکنش غیر خطی امواج در آبهای عمیق و کم عمق را ارائه کرده‌اند. اندرکنش امواج اثر قابل توجهی بر نحوه انتشار امواج در آبهای عمیق و کم عمق دارد. در تحقیق آنها با توسعه مدل طیفی موج بر اساس الگوهای جدید محاسباتی، اثر اندرکنش امواج در مدل اعمال شده و با مدل‌های مشابه مورد مقایسه قرار گرفته است. با توجه به تفاوت‌های فیزیکی فرآیند اندرکنش امواج در آبهای عمیق و کم عمق دو گزینه اندرکنش سه نقطه‌ای (برای آبهای کم عمق) و چهار نقطه‌ای (برای آب عمیق) در نظر گرفته شده است [۹].

در تحقیق ناکاگاوا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اندازه گیری میدانی و ارائه یک مدل عددی برای محاسبه فرآیند

<sup>8</sup> Sanford and Maa

<sup>9</sup> krone

<sup>10</sup> Tajima

<sup>11</sup> Eugen Rusu and Soares

<sup>12</sup> Leixoes

<sup>13</sup> Sines

<sup>1</sup> Nakagawa

<sup>2</sup> Fluid Mud Layer

<sup>3</sup> Diffusion

<sup>4</sup> Erosion Flux

<sup>5</sup> Dong-Feng

<sup>6</sup> Zhang

<sup>7</sup> Surf Zone

برای انتخاب مناسب ترین رابطه سرعت جریان‌های در امتداد ساحل ناشی از شکست موج خلیج نایبند، از داده‌های موج بویه موج نگار مربوط به ماههای می، ژوئن، ژولای و آگوست سال ۱۹۹۲ استفاده شده است. شکل (۲) فراوانی ارتفاع، پیرو و جهت موج را برای داده‌های مذکور نشان می‌دهد. همچنین از داده‌های دستگاه جریان سنجی در ماههای می، ژوئن، ژولای و آگوست ۱۹۹۲ استفاده شده که فراوانی آنها در شکل (۳) نشان داده شده است. گلموج ۱۱ ساله موج‌های خلیج نایبند رسم شده تا جهت غالب مشخص شده و با توجه به آن الگوی مناسبی از سرعت‌های جریان در امتداد ساحل ناشی از شکست موج خلیج نایبند به دست آید (شکل (۴)).

### ۳- بحث

در این تحقیق برای محاسبه سرعت جریان‌ها ابتدا پارامترهایی همچون ارتفاع موج و طول موج در نقطه شکست و همچنین عرض ناحیه شکست حساب شده است. نتیجه محاسبات در شکل‌های (۵) و (۶) ارائه شده است. پس از آن با توجه به جهت موج، زاویه موج در آب عمیق که به صورت زاویه بین موج ورودی و خطوط هم عمق در نظر گرفته می‌شود، تعیین گردید. از این زاویه استفاده شده تا با کمک رابطه (۱۳) زاویه موج در حال شکست تعیین گردد. بعد از آن سرعت‌های جریان در امتداد ساحل توسط روابط مختلف محاسبه گردیده است.

ارائه شده آن‌ها، از مدل عددی SWAN برای مدلسازی انتقال موج و از مدل عددی WAM برای نیروهای اقیانوسی استفاده شده است [۱۴].

در مقاله مروری برنارد<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۳)، به تحقیق جامع در خصوص الگو و نرخ انتقال رسوب در سواحل خلیج سانفرانسیسکو تا قبل از قرن ۲۰ پرداخته شده است [۱۵].

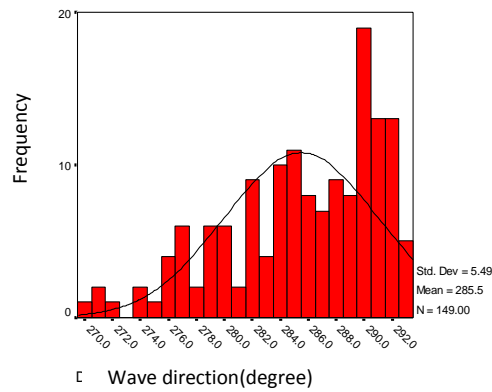
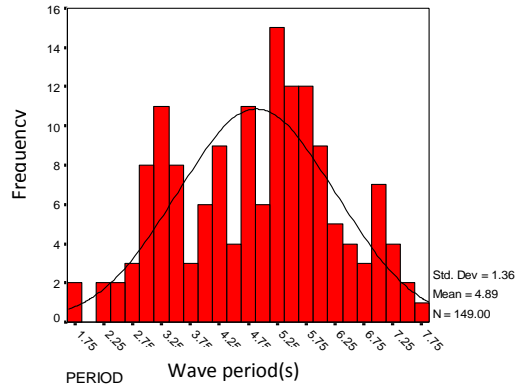
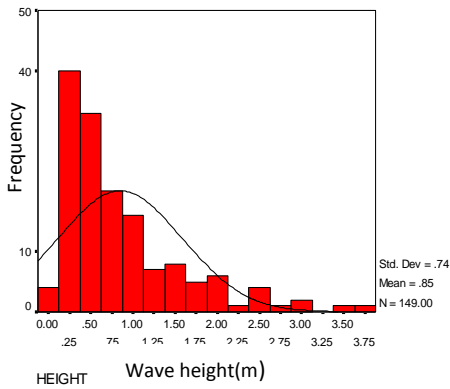
### ۲- روش تحقیق

خلیج نایبند به عنوان قسمتی از آبهای سواحل خلیج فارس در قسمت شمال غربی آن واقع است، از نظر موقعیت جغرافیایی دارای طول جغرافیای ۴۰' و ۵۲° شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰' و ۲۷° شمالی است [۱۶]. برای بررسی جریان‌های ناشی از شکست موج، از داده‌های بویه موج نگار شامل ارتفاع، پیرو و جهت موج و داده‌های دستگاه جریان سنج شامل سرعت و جهت جریان که توسط سازمان بنادر و دریا نوردی کشور در سال ۱۹۹۲ جمع آوری شده است، استفاده گردید. همچنین شیب ساحل در منطقه مورد نظر با استفاده از نقشه هیدرو گرافی تهیه شده توسط سازمان نقشه برداری کشور محاسبه و مورد استفاده قرار گرفته است. ایستگاه اندازه گیری داده‌های موج و جریان مورد استفاده، در طول جغرافیایی ۱۰' و ۵۲° و عرض ۴۰' و ۲۷° و عمق ۱۰ تا ۸۱ متر قرار گرفته اند که در شکل (۱) نشان داده شده است. در این تحقیق از نرم افزارهای Spss و Matlab برای تحلیل داده‌ها استفاده به عمل آمده است.

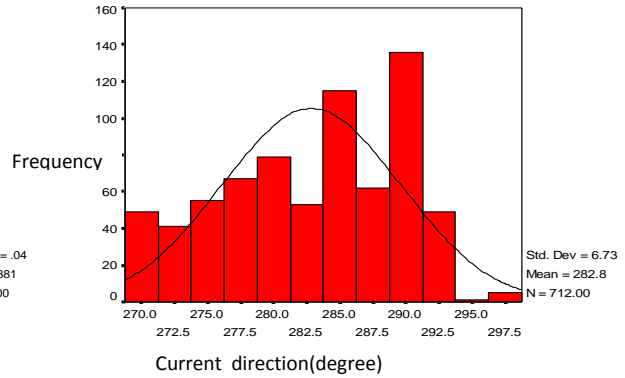
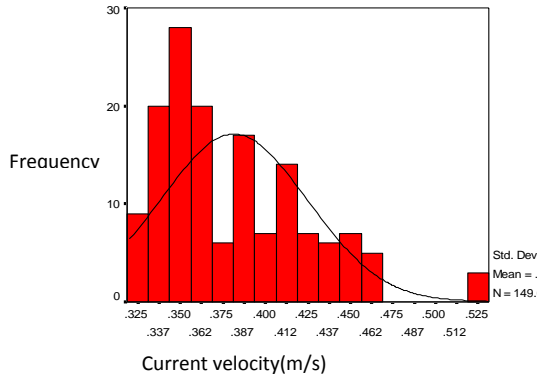


شکل (۱) موقعیت جغرافیایی خلیج نایبند (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰).

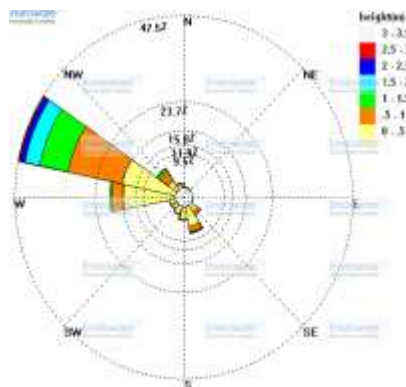
<sup>۱</sup> Barnard



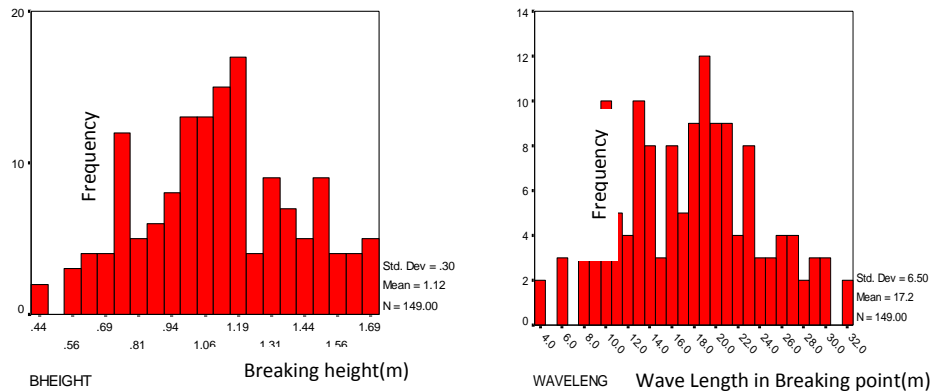
شکل (۲) فراوانی ارتفاع، پرپود و جهت موج بویه موج نگار خلیج نابیند در می، ژوئن، ژولای و آگوست ۱۹۹۲.



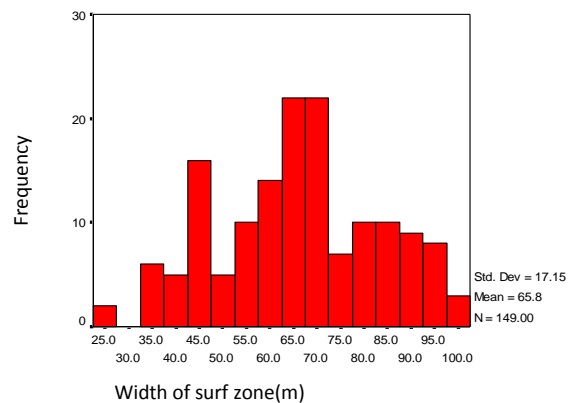
شکل (۳) فراوانی سرعت و جهت جریان خلیج نابیند در می، ژوئن، ژولای و آگوست ۱۹۹۲.



شکل (۴) گلموج ۱۱ ساله موج های خلیج نابیند.



شکل (۵) فراوانی ارتفاع موج و طول موج در نقطه شکست خلیج نایبند.



شکل (۶) فراوانی عرض ناحیه شکست موج در خلیج نایبند.

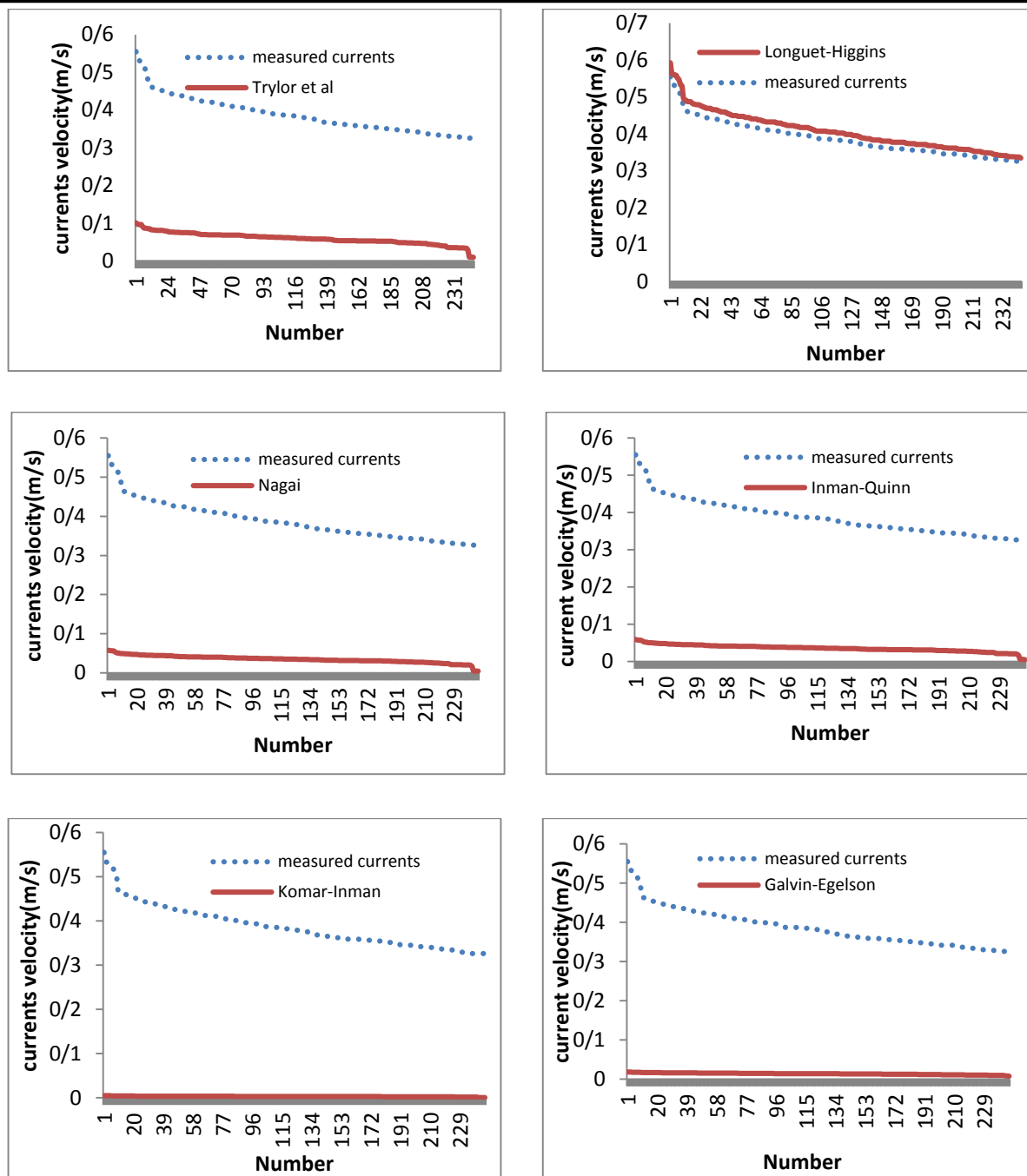
منطقه می‌باشد. ۱- میانگین مقادیر سرعت‌های حاصل از آن با میانگین مقادیر سرعت‌های اندازه‌گیری شده نزدیک است. ۲- فاصله بین مقادیر سرعت‌های حاصل از این رابطه و مقادیر سرعت‌های اندازه‌گیری شده کم و یکنواخت است. ۳- ضریب تعیین  $R^2$  آن بسیار بالا است. ۴- ضریب همبستگی این رابطه با جریان‌های اندازه‌گیری شده زیاد است. بنابراین با توجه به نمودار پراکنش و ضریب برازش رابطه Longuet-higgins می‌توان رابطه‌ای با رابطه ۱۷ برای بدست آوردن سرعت جریانهای ساحلی ناشی از شکست موج در خلیج نایبند ارائه کرد.

$$V=228.5m (gH_b)^{1/2}\sin 2\alpha_b + 0.17 \quad (17)$$

به منظور انتخاب سازگارترین رابطه، نمودار مقایسه‌ای سرعت‌های حاصل از اندازه‌گیری جریان و سرعت‌های حاصل از محاسبه جریان در یک نمودار رسم شده است (شکل (۷)). در مرحله بعد با رسم و مقایسه نمودار پراکنش مقادیر سرعت‌های حاصل از روابط و سرعت‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های میدانی، ضریب برازش برای هر رابطه تعیین گردید. نتایج این بررسی در شکل (۸) نشان داده شده است. ضریب همبستگی بین مقادیر سرعت‌های حاصل از اندازه‌گیری و سرعت‌های حاصل از هر رابطه بدست آمده و در جدول (۱) ارائه شده است. نتایج حاصل از ارزیابی‌های فوق نشان می‌دهد که رابطه Longuet-higgins به چهار دلیل سازگارترین رابطه با جریانهای اندازه‌گیری شده در

جدول (۱) ضریب همبستگی برای روابط مختلف با جریان اندازه‌گیری شده

| Longuet-higgins | Trylor et al   | Inman-Quinn | سرعت جریان مورد نظر |
|-----------------|----------------|-------------|---------------------|
| ۰/۹۶۶           | ۰/۹۴۲          | ۰/۹۳۸       | ضریب همبستگی        |
| Nagai           | Galvin-Egelson | Komar-Inman | سرعت جریان مورد نظر |
| ۰/۹۳۶           | ۰/۹۴۰          | ۰/۹۳۰       | ضریب همبستگی        |



شکل (۷) نمودارهای مقایسه‌ای سرعت جریان‌های اندازه‌گیری شده و محاسبه شده با روابط مختلف.

گلموج‌های رسم شده برای امواجی که از شمال غرب وارد منطقه می‌شوند رخ می‌دهد و دارای مشخصه‌های شکست موجی به صورت، ارتفاع شکست  $1/12$  m، طول موج شکست  $17/2$  m، عمق شکست  $1/24$  m، و زاویه شکست موج  $27/46$  درجه می‌باشند.

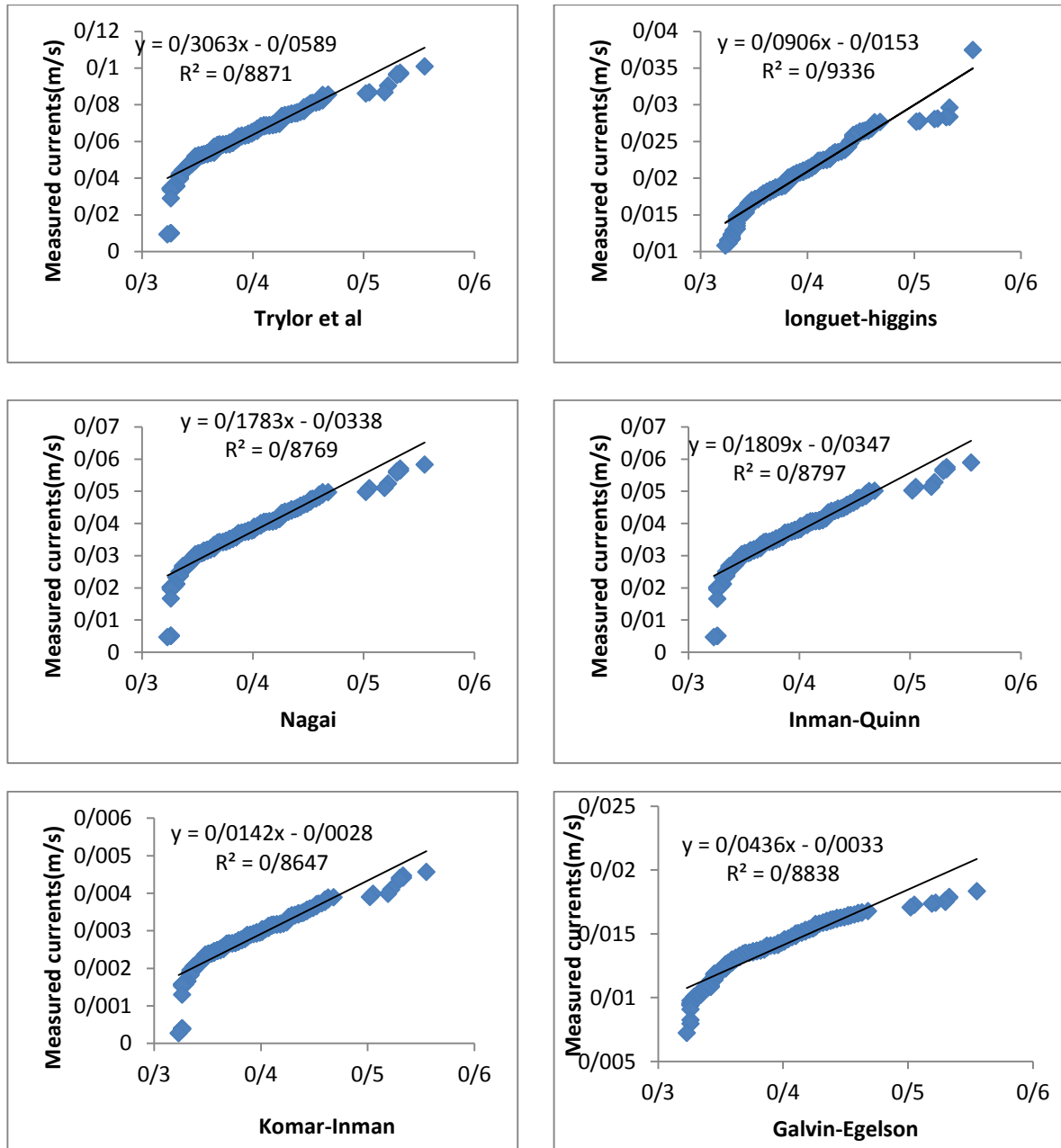
۲- شیب منطقه  $0/02$  است که پارامتر مهمی در محاسبات محسوب می‌شود.

در ادامه، مقادیر سرعت بدست آمده از رابطه فوق و مقادیر سرعت اندازه‌گیری شده در خلیج نایبند مقایسه شده که در شکل (۹) نشان داده شده است.

#### ۴- نتیجه گیری

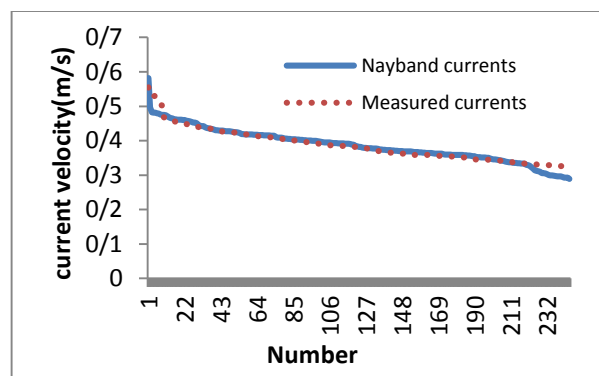
با بررسی داده‌های میدانی در منطقه خلیج نایبند در طی سال ۱۹۹۲ نتایج زیر حاصل شد:

۱- پدیده شکست موج غالب در خلیج نایبند با توجه به



شکل (۸) ضریب برازش روابط سرعت جریان‌های در امتداد ساحل نایبند.

۳ - با توجه به شکل (۶)، عرض ناحیه شکست ۶۵/۸۶ m بیشترین فراوانی را در سواحل خلیج نایبند دارد.  
 ۴ - نمودار مقایسه‌ای شکل (۷) نشان می‌دهد که مقادیر سرعت‌های جریان حاصل از محاسبه با رابطه Longuet-higgins همخوانی خوبی با سرعت‌های جریان اندازه‌گیری شده دارند. میانگین سرعت‌های جریان در امتداد ساحل ناشی از شکست موج اندازه‌گیری شده حدود ۰/۳۸ m/s می‌باشد. این میانگین برای رابطه Longuet-higgins مقدار ۰/۱۲۹ m/s، رابطه Trylor et al مقدار ۰/۲۹۱ m/s، رابطه Nagai مقدار ۰/۰۸ m/s،



شکل (۹) نمودار مقایسه مقادیر سرعت اندازه‌گیری شده و مقادیر حاصل از رابطه (۱۷).



[۲] عبدالهی، م، بررسی و تحلیل الگوی شکست امواج در سواحل بوشهر، پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۸۷.

[۳] مؤمنی، الف، مبانی اقیانوس شناسی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۷۵.

[۴] بلالی، م، مطالعه جریان‌های ساحلی ناشی از باد در منطقه شمال غربی خلیج فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۸۷.

[5] Stewart, R.H., Introduction to Physical Oceanography, Department of Oceanography Texas A and M University, 2008.

[6] MacMahan, J.H., Thornton, Ed.B, and Renier S.H., "Rip Current Reviv", Coastal Engineering, Vol.53, pp.191-208 2005.

[7] Army U.S., Shore Protection Manual, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Vicksburg, Mississippi 39180, ,Vol.1, pp.40-50, 1984.

[8] Smith, M., Coastal Engineering Manual, Part 2-Chapter 4, U.S.Army, pp.II-4-1-II-1-26, 2003.

[۹] بهلولی، الف، منتظری، م، کمیجانی، ه، شبیه‌سازی اندر کنش غیرخطی امواج در آب‌های عمیق و کم عمق، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، ۱۳۸۷.

[10] Nakagawa, Y., Nadaoka, K., Yagi, H., Arijji, R., and Yoneyama, H., "Field Measurement and Modeling of Near-bed Sediment Transport Processes with Fluid Mud Layer in Tokyo Bay", Ocean Dynamics, Vol.62, pp.1535-1544, 2012.

[11] Dong-feng, X., GAO, S., WANG, Z., and PAN, C.H., "Numerical Modeling of Tidal Currents, Sediment Transport and Morphological Evolution in Hangzhou Bay", China, International Journal of Sediment Research, Vol.28, pp.316-328, 2013.

[12] Zhang, C., Zheng, J., Wang, Y., and Zhang, M., "A Process-based Model for Sediment Transport under Various Wave and Current Conditions", International Journal of Sediment Research, Vol.26, pp.498-512, 2011.

[13] Nikmanesh, M.R., and Talebbeydokhti, N., "Numerical Simulation for Predicting Concentration Profiles of Cohesive Sediments in Surf Zone", Scientia Iranica, Vol.20, pp.454-465, 2013.

[14] Rusu, E., and Soares, C.G., "Wave Modelling at the Entrance of Ports", Ocean Engineering, Vol.38, pp.2089-2109, 2011.

[15] Barnard, P.L., Schoellhamer, D.H., Jaffe, B.E., and McKee, L., "Sediment Transport in the San Francisco Bay Coastal System, Marine Geology, Vol.345, pp.3-17, 2013.

[۱۶] جداری عیوضی، ج، جغرافیای آب‌ها، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۴.

مقدار  $0.085$  m/s، رابطه Galvin-Egelson مقدار  $0.085$  m/s، رابطه Komar-Inman مقدار  $0.06$  m/s می‌باشد.

۴- رابطه Longuet-higgins ضریب تعیین  $R^2$  معقولی با مقدار  $0.933$  دارد.

معادله نمودار پراکنش آن  $y=0.090x+0.015$  است. یعنی این رابطه به ضریب برازشی حدود  $0.09$  نیازمند است.

۵- ضرایب همبستگی جریان اندازه‌گیری شده منطقه با روابط مختلف برای رابطه Longuet-higgins مقدار

$0.966$ ، رابطه Tylor et al مقدار  $0.942$ ، رابطه Inman-Quinn مقدار  $0.938$ ، رابطه Nagai مقدار  $0.936$ ،

رابطه Galvin-Egelson مقدار  $0.940$ ، رابطه Komar-Inman مقدار  $0.930$  می‌باشد.

۶- سرعت جریان‌های در امتداد ساحل ناشی از شکست موج در خلیج نایبند در سال  $1992$ ، در جهت شمال در

بهار  $0.385$  متر بر ثانیه، در تابستان  $0.21$  متر بر ثانیه، در پاییز  $0.135$  متر بر ثانیه و در زمستان  $0.380$  متر بر ثانیه

، در جهت شمال غربی در بهار  $0.66$  متر بر ثانیه، در تابستان  $0.63$  متر بر ثانیه، در پاییز  $0.41$  متر بر ثانیه و در

زمستان  $0.61$  متر بر ثانیه می‌باشد.

۷- نتایج حاصل از محاسبه سرعت جریان‌های در امتداد ساحل ناشی از شکست موج، نتایج حاصل از اندازه‌گیری

سرعت جریان‌های در امتداد ساحل ناشی از شکست موج را تایید می‌کند. بنابراین جریان‌های در امتداد ساحل ناشی از

شکست موج خلیج نایبند از مرتبه  $0.3$  m/s می‌باشد.

در این تحقیق جریان‌های ساحلی ناشی از شکست موج در خلیج نایبند مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه پیشنهاد

می‌شود جریان‌های ساحلی ناشی از جزر و مد در این منطقه مورد بررسی قرار گیرد. برای مناطق ساحلی دیگر خلیج

فارس نیز مقدار جریان‌های ساحلی ناشی از شکست موج بررسی شود. مطالعات عملی و تحقیقات آزمایشگاهی برای

شبیه‌سازی جریان‌های ساحلی ناشی از شکست موج انجام گیرد.

## ۵- منابع

[۱] توبک، ن، مدل عددی جریان‌های عمود بر ساحل، پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ۱۳۸۱.