یادداشت فنی

اصلاح پارامترهای طیفی موج در خلیج‌فارس با در نظر گرفتن برداشت‌های میدانی در آب‌های شمالی

سعید مظاهری[۱]، احمد عرب زاده [۲*]

[۱]استادیار سازه‌های دریایی، هیئت علمی پژوهشکده فناوری و مهندسی دریا، پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی؛ said.mazaheri@inio.ac.ir
[۲]کارشناس پژوهشی مهندسی عمران سازه‌های دریایی، پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی؛ ahmadarabzadeh@inio.ac.ir

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۱۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۵/۱۲

کلمات کلیدی:
طیف انرژی موج
طیف جانسواپ
خلیج فارس
هیدرودینامیک امواج

چکیده

عمده تحلیل‌های طیفی موج در خلیج فارس برپایه بررسی اطلاعات اندازه‌گیری شده صورت گرفته است اما دقت و تعمیم پذیری ضرایب طیفی بدست آمده کاملا وابسته به تعداد ایستگاه‌های اندازه گیری، طول مدت اندازه‌گیری و پراکندگی محل‌های اندازه‌گیری است. در این تحقیق سعی شده که پارامترهای طیفی ارائه شده توسط محققیق قبلی با اضافه نمودن اطلاعات مشخصات موج برداشت شده در دو ایستگاه بوشهر و لاوان به اطلاعات موجود گذشته، مجددا تحلیل شده و ضرائب طیف مظاهری-قادری تدقیق گردد. نتایج این تحقیق نشان داد که با اضافه نمودن اطلاعات جدید به اطلاعات گذشته، ضرائب طیفی موج قابلیت اصلاح و تدقیق داشته و ضرائب جدید بدست آمده از شرایط تعمیم پذیری بهتری در بخش شمالی خلیج فارس نسبت به ضرائب طیفی ارائه شده در گذشته برخوردار است. به عبارت دیگر با استفاده از ضرایب طیفی موج اصلاح شده می توان با دقت بالاتری رفتار موج را در آب‌های شمالی خلیج فارس بیان نمود.

Modification of Wave Spectrum Parameters in Persian Gulf by Considering Field Measurements in Northern Waters

Said Mazaheri[1], Ahmad Arabzadeh[2*]

[1]Assistant Professor of Offshore Engineering, Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science, Tehran, Iran, said.mazaheri@inio.ac.ir
[2]Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science, Bushehr, Iran, ahmadarabzadeh@inio.ac.ir

ARTICLE INFO

Article History:
Received: 1 Feb. 2015
Accepted: 3 Aug. 2015

Keywords:
Energy Wave Spectrum
JONSWAP Spectrum
Persian Gulf
Wave Hydrodynamics

ABSTRACT

The most of wave spectrum analyzes in Persian Gulf were based on the existing field measurements, but the precision and applicability of the determined spectrum parameters were dependent on number of field wave stations, duration of field data and the spatial distribution of field wave stations. In this research, it is attempted to re-analysis again the wave spectrum parameters presented by previous researches by adding additional data gathered from two wave stations in Bushehr and Lavan to the previous existing data, in order to refine and extend Mazaheri-Ghaderi wave spectrum parameters. The outcome of this research showed that by adding new information and data to the existing ones, the wave spectrum parameters can be refined and modified. The new derived parameters showed better extendibility in the northern water areas of Persian Gulf in respect to previous wave spectrum parameters. In other words, by using the refined wave spectrum parameters, wave behavior can be presented more precisely in the northern water areas of Persian Gulf.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1394.11.22.5.1]

۱- مقدمه

امواج دریاها و اقیانوس‌ها اغلب به صورت نامنظم بوده و باید در یک دوره‌ی زمانی طولانی اطلاعات آن جمع‌آوری شده و به‌صورت پارامترهای قابل استفاده مرتب شوند. بارزترین مشخصه‌ی امواج دریا، طیف امواج و پارامترهای وابسته به آن است که رفتار امواج دریا در منطقه‌ی مورد نظر را بیان می‌کند و جهت طراحی سازه‌های دریایی و شناخت اندرکنش آنها با هیدرودینامیک امواج دریا کاربرد فراوان و موثری خواهند داشت. طیف موج برای هر منطقه بر اساس مشخصات موج و جریان و خصوصیات زمانی و مکانی همان منطقه تعریف می‌شود و متفاوت از دریاهای دیگر را دارد.

تهیه‌ی یک مدل طیف انرژی موج برای کل آب‌های دنیا کار مشکل و غیر ممکنی است. برای مکانهای مختلف با شرایط آب و هوایی متفاوت تعدادی مدل طیفی توسط محققین در طول دهه‌های گذشته استخراج و ارائه شده است. برای دریاهای آزاد با طول فچ نامحدود طیف P-M توصیه شده است[۱]، برای دریاهای با طول بادگیر محدود[1] طیف جانسوآپ[2] را می‌توان استفاده کرد[۲]، اوچی-هابل [۳] طی تحقیقاتی دریافت که طیف جانسوآپ با پارامترهای آماری α و γ تخمین خوبی از طیف تک قله‌ای امواج می‌باشد.

اوچی [۴] و یانگ [۵] نشان دادند طیف هایی که در شرایط طوفانی به ثبت رسیده‌اند تک قله‌ای و شبیه به طیف معرفی شده توسط جانسوآپ می‌باشند. کومار [۶] پارامترهای آماری طیف جانسوآپ[2] α و γ را برای امواج آبهای کم عمق شمال اقیانوس هند اصلاح کرد. همچنین تحقیقاتی در این زمینه در خلیج‌فارس نیز انجام شده است. آقای نیرومند و همکارانش[۷] در تحقیقات خود از اطلاعات برداشت شده در پروژه‌ی مانیتورینگ و مدلینگ سواحل خلیج فارس که توسط سازمان بنادر و دریانوردی برداشت شده، استفاده نمود. نامبرده با مطالعه وتحلیل یک سال اندازه‌گیری‌های انجام شده در چهار ایستگاه مشخص شده در جدول ۱ با پسوند نیرومند، رویدادهای طوفانی موجود و اطلاعات باد و جهت باد را در منطقه استخراج نمود. نامبردگان در این مطالعه یک طیف انرژی پنج پارامتری برای خلیج‌فارس ارائه نمودند.

مظاهری و قادری [۸] با در دست داشتن داده‌های شش ایستگاه در بازه زمانی شش ماهه در محدوده‌ی سواحل استان بوشهر به بررسی چند مدل طیفی و انتخاب مناسب‌ترین آن‌ها برای منطقه مورد مطالعه پرداختند. در جدول ۱ محل ایستگاه‌های مورد مطالعه توسط مظاهری-قادری با پسوند مظاهری آورده شده است.

جدول۱- مشخصات ایستگاههای بررسی شده توسط محققین پیشین

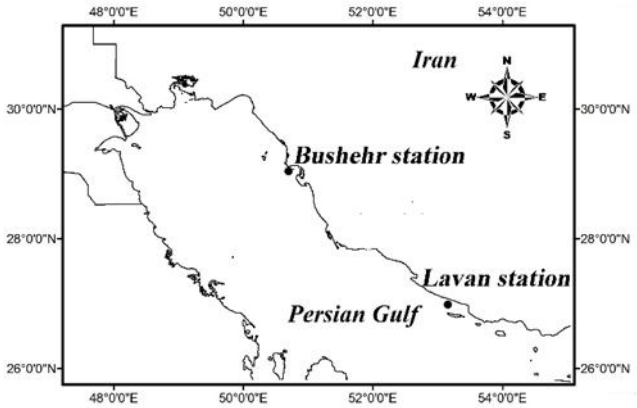
منطقه جغرافیایی	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	نام ایستگاه
۳۹	۴۳۰۵۲۴	۳۲۳۵۹۱۴	نیرومند-خارک
۳۹	۷۰۸۰۹۸	۲۹۷۲۵۲۸	نیرومند-لاوان
۴۰	۲۵۰۹۰۱	۲۹۰۵۶۴۲	نیرومند-فارور
۳۹	۶۳۴۵۸۹	۳۰۵۷۸۶۴	نیرومند-طاهری
۳۹	۶۰۲۹۸۷	۳۰۷۹۳۲۳	مظاهری-کنگان۱
۳۹	۶۵۵۸۳۶	۳۰۴۱۷۰۷	مظاهری-نخل تقی
۳۹	۶۰۱۵۲۵	۳۰۷۵۴۱۱	مظاهری-کنگان۲
۳۹	۶۳۴۵۰۹	۳۰۵۷۸۶۳	مظاهری-طاهری
۳۹	۶۳۷۹۴۶	۳۰۵۸۹۰۰	مظاهری-پرک
۳۹	۶۶۴۷۷۳	۳۰۳۶۹۳۵	مظاهری-نای بند

مظاهری و قادری نتیجه گرفتند که طیف‌های اندازه‌گیری شده در منطقه خلیج‌فارس با مدل طیفی جانسوآپ در صورت اصلاح ضرایب آن تطبیق بهتری دارند.

در این تحقیق سعی شده که پارامترهای طیفی ارائه شده توسط محققیق قبلی با اضافه نمودن اطلاعات مشخصات موج برداشت شده در دو ایستگاه بوشهر و لاوان به اطلاعات گذشته، پارامترهای طیفی امواج مجددا تحلیل شده و ضرائب طیف مظاهری-قادری تدقیق گردد.

۲- روش تحقیق

جهت دستیابی به طیف واقعی در خلیج‌فارس و مقایسه‌ی آن با طیف‌های استاندارد متداول در دنیا از اطلاعات برداشت شده در دو ایستگاه اندازه‌گیری استفاده شده است. شکل ۱ محل ایستگاه‌های اندازه‌گیری موج و جریان را در جزیره‌ی لاوان و بندر بوشهر واقع در خلیج‌فارس را نشان می‌دهد. اندازه‌گیری‌های انجام شده در این ایستگاه‌ها برای مدت ۲ ماه انجام شده است.



شکل ۱- محل ایستگاه اندازه‌گیری موج و جریان در جزیره‌ی لاوان و بندر بوشهر

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1394.11.22.5.1]

این اندازه‌گیری‌ها با دستگاه AWAC انجام شده‌اند. دستگاه موج‌نگار AWAC نصب شده از تاریخ ۲۰۱۰/۰۲/۱۲ الی ۲۰۱۰/۰۵/۱۳ به جمع‌آوری اطلاعات خام در ایستگاه لاوان و ازتاریخ ۲۰۱۱/۰۴/۰۹ الی ۲۰۱۱/۰۶/۱۹ به جمع‌آوری اطلاعات خام درایستگاه بندر بوشهر پرداخته که تنظیمات آن به قرار زیر می‌باشد.

دستگاه AWAC روی فرکانس چهار هرتز تنظیم شده است و برداشت اطلاعات را در هر یک ساعت به مدت ۱۷ دقیقه انجام می‌دهد. دستگاه در هر دو ایستگاه در عمق ۲۵ متری نصب شده است و ارتفاع نصب دستگاه از بستر دریا یک متر می باشد.

قبل از این مظاهری و قادری[۸] در سال ۲۰۱۱ با بررسی داده‌های شش ایستگاه در بازه زمانی شش ماهه در محدوده‌ی سواحل استان بوشهر دو هدف را دنبال کردند.

۱)بررسی چند مدل طیفی و انتخاب مناسب‌ترین آن‌ها.

مظاهری-قادری طیف انرژی امواج حاصل از ایستگاه‌های ثبت شده را با مدل‌های طیفی استاندارد شناخته شده در جهان مقایسه نمودند و به این نتیجه دست یافتند که طیف جانسوآپ در صورت اصلاح ضرایب آن مانند ضریب γ مناسب ترین طیف برای توصیف امواج واقعی در خلیج فارس می تواند باشد.

۲)استخراج روابط حاکم بین سه پارامتر و اصلاح پارامترهای α و γ در طیف جانسوآپ.

در ادامه مظاهری و قادری [۸] با بررسی ها و تحقیقات شان پارامترهای اصلاح شده طیف جانسوآپ را به شکل روابط زیر پیشنهاد دادند:

$$\alpha = 0.18 H_s^{1.52} T_p^{-3.53} T_{02}^{1.34}$$
$$\gamma = 8.38 H_s^{0.57} T_p^{-1.26} T_{02}^{0.41}$$

با مرور دوباره روش بدست آوردن این طیف توسط محققین درمی یابیم که این طیف پنج پارامتری بوده و از این پنج پارامتر ، سه پارامتر $(\gamma, \sigma_a, \sigma_b)$ به عنوان پارامترهای شکل[۳] بیان می‌شود که به صورت تجربی و بر اساس مشاهدات انجام شده در دریای شمال بدست آمده‌اند . این سه پارامتر در پروژه‌ی جانسواپ دارای پخشودگی[۴] بالایی می‌باشند[۲].

با توجه به مطالب فوق و روش‌های اعمال شده در خلیج‌فارس توسط محققین، بررسی و تدقیق بیشتر پارامترهای طیف جانسوآپ با استفاده از اطلاعات برداشت شده در خلیج فارس انجام می‌گیرد. این روش یکی از روش‌های موثر در اصلاح طیف جانسوآپ می-باشد[۸].

در این مطالعه پس از بررسی موقعیت مکانی برداشت اطلاعات و شرایط و دستگاه‌های اندازه‌گیری، به تحلیل اطلاعات برداشت شده پرداخته شد. پس از آن دسته‌بندی و مرتب نمودن امواج برداشت شده در ارتفاع مختلف انجام شد. پراکندگی ارتفاع موج مشخصه برحسب پریود امواج در نمودارهایی رسم شد و محدوده‌های این تغییرات که می‌تواند از ویژگی‌های خاص امواج خلیج‌فارس باشد، مشخص شد.

در انتها با استفاده از تجاربی که در تعیین طیف امواج دریاها و اقیانوس‌های دیگر مشاهده شد، تلاش برآن شد که طیف امواج بلند رسم شده و تطابق آنها با طیف استاندارد مورد ارزیابی قرار گیرد. این ارزیابی‌ها برای هر ایستگاه به طور مجزا و برای امواج بزرگتر از نیم متر انجام گرفت. در این ارزیابی پارامترهای α و γ از طیف جانسوآپ برای تمام طوفان های مشاهده شده به گونه ای تغیر داده شد تا طیف استاندارد بهترین تخمین را از طیف مشاهده ای داشته باشد

۳- نتایج

۳-۱ تحلیل اطلاعات و روابط حاصله

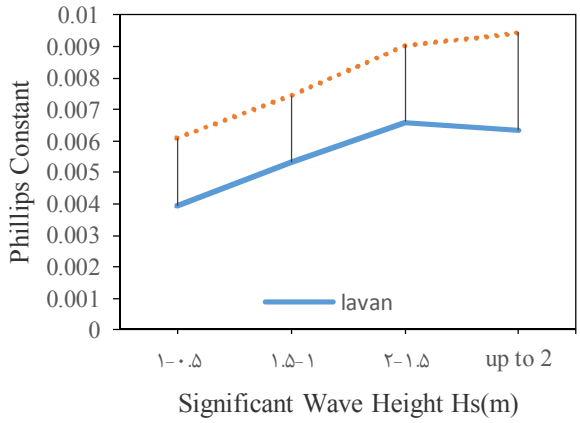
در این مطالعه پارامترهای پریود متوسط، پریود قله طیف و ارتفاع مشخصه‌ی موج برحسب هم رسم شده و محدوده‌ی تغییرات آن نسبت به یکدیگر مشخص شده است. چون امواج خیلی کوچک، چه از نظر نیروهای وارد بر سازه و چه از نظر مهندسی سازه‌های دریایی و موضوعات مرتبط به آن اثرات به مراتب کمتری از امواج بزرگ و طوفان‌ها دارند و همچنین شکل طیف این امواج از فرم خاصی طبیعت نمی‌کند و اکثراً امواج ناشی از باد محلی[۵] بوده و امواج توسعه یافته‌ای[۶] نیستند، در تحلیل‌های فوق فیلتر شده‌اند. لذا تحلیل‌ها به امواج بالای نیم متر محدود شدند.

بعد از فیلتر کردن امواج به بررسی پراکندگی پارامترهای آماری طیف جانسواپ در مقابل پریود پیک و ارتفاع موج مشخصه پرداخته می‌شود. نتایج اولیه در مورد این پراکندگی‌ها در شکل ۲ آورده شده‌اند.

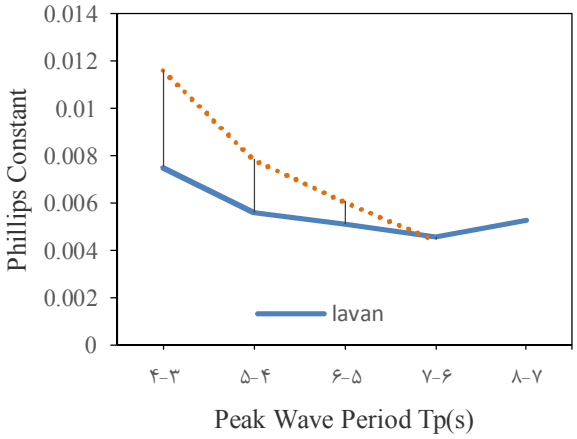
جهت دستیابی به درک بهتر از تغییرات ضرایب α و γ، میانگین ضرایب مذکور برای ارتفاع موج متفاوت و پریود پیک مختلف در شکل۲ رسم می شوند.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-03]

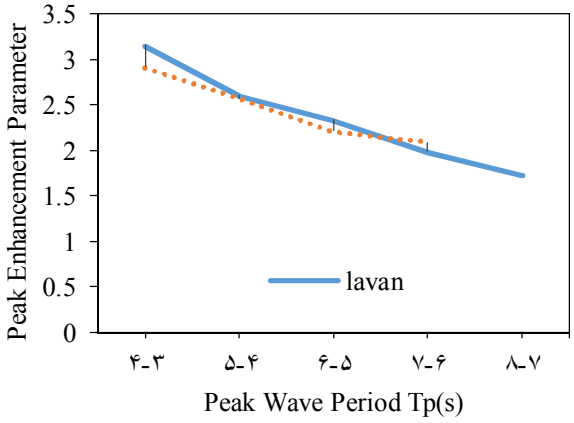
[DOR: 20.1001.1.17357608.1394.11.22.5.1]



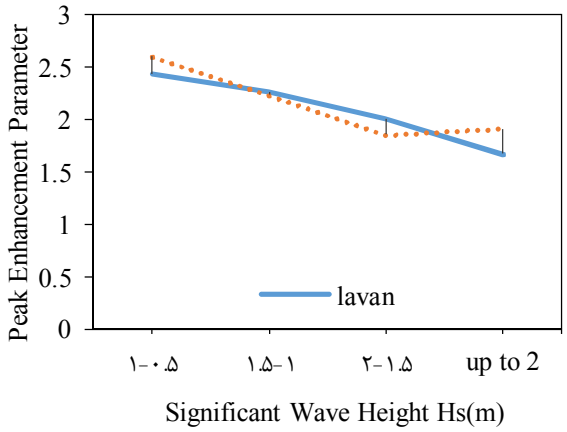
(الف)



(ب)



(ج)

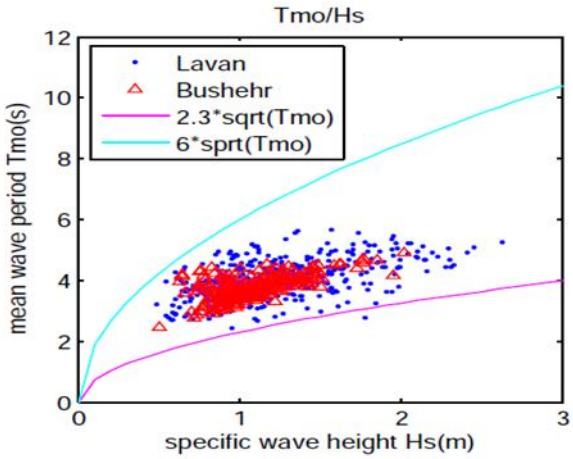


(د)

شکل۲- (الف): میانگین α در مقابل ارتفاع موج مشخصه به تفکیک ایستگاه، (ب): نمایش میانگین α در مقابل پریود پیک به تفکیک ایستگاه ، (ج): نمایش میانگین γ در مقابل پریود پیک به تفکیک ایستگاه (د): نمایش میانگین γ در مقابل ارتفاع موج مشخصه به تفکیک ایستگاه

با توجه به اطلاعات ارائه شده در شکل ۲ ملاحظه می‌شود ضریب ثابت فیلیپس α با توجه به اندازه‌گیری‌های صورت گرفته، ارقام بیشتری را برای اطلاعات منطقه بوشهر نسبت به اطلاعات منطقه لاوان به خود اختصاص داده است در حالیکه ضریب افزاینده قله طیف[۷] γ برای اطلاعات دو ایستگاه اندازه گیری در یک محدوده باقی مانده اند. این بیانگر حساسیت بیشتر ضریب ثابت فیلیپس به محل اندازه گیری نسبت به ضریب افزاینده قله طیف است.

ارتباط بین پریود متوسط و ارتفاع مشخصه‌ی امواج اندازه‌گیری شده در شکل ۳ نشان داده شده‌اند.



شکل ۳- ارتباط بین پریود متوسط و ارتفاع مشخصه‌ی امواج

اطلاعات نشان داده شده در شکل ۳ مشخص می‌کند که پریود متوسط موج (T_{M0}) بین ($2.3\ H_s^{0.5}$) و ($6\ H_s^{0.5}$) تغییر می‌کند که این تغییرات متفاوت با بازه توصیه شده توسط

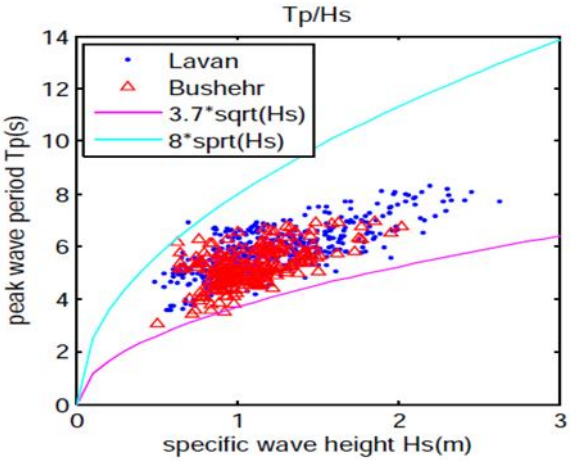
[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1394.11.22.5.1]

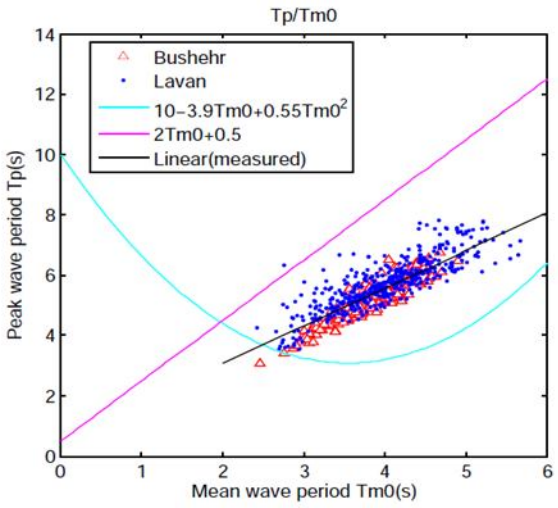
ISSC(ISSC,1979) می‌باشد، بازه معرفی شده توسط ISSC، $2.6\ H_s^{0.5}$ تا $3.9\ H_s^{0.5}$ می‌باشد[9]. همچنین این بازه برای اقیانوس هند بین $3.2H_s^{0.5}$ تا $5.5H_s^{0.5}$ معرفی شده است[6].

برای خلیج فارس و با استفاده از اطلاعات شش ایستگاه بازه تغییرات T_{M0} را بین $2.5H_s^{0.5}$ و $7H_s^{0.5}$ بدست آوردند[8]. مقایسه بین نتایج ارایه شده توسط مظاهری و مطالعه‌ی کنونی نشان می‌دهد که می‌توان بازه تغییرات T_{M0} در خلیج‌فارس را بین $2H_s^{0.5}$ و $7H_s^{0.5}$ در نظر گرفت.

در شکل ۴ پریود پیک موج در مقابل ارتفاع موج مشخصه رسم شده است و در نهایت ارتباط بین پریود پیک و پریود متوسط در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل۴- ارتباط بین پریود پیک و ارتفاع موج مشخصه



شکل ۵- ارتباط بین پریود پیک و پریود متوسط

با توجه به شکل ۶ می‌توان دریافت که پریود پیک (T_P) برای امواج اندازه‌گیری شده بین (3.7 Hs0.5) و (8 Hs0.5) متغیر است.

همانطور که در شکل(۵) نیز مشخص است پریود پیک (T_P) بین مقادیر (2 TM0 + 0.5) و (10 – 3.9 TM0 + 0.55 TM02)

متغیر است. بصورت تقریبی می‌توان پریود پیک را طبق رابطه (۱) مشخص کرد که این رابطه طبق برازش خطی انجام شده در شکل ۵ می باشد.

$$T_P = 1.249\ T_{M0} + 0.57 \qquad (۱)$$

۳-۲ مقایسه ی نتایج حاصله با نتایج پیشین

ضریب افزاینده‌ی قله طیف γ و ضریب α در هر ایستگاه به دست آمد که کمی متفاوت هستند ولی این تفاوت به‌صورت خیلی جزیی بود. بایستی توجه داشت که تغییر ضریب γ و α در طیف جانسوآپ به‌صورتی انجام شد که مقدار سطح زیر نمودار این طیف را به سطح زیر منحنی طیف اندازه‌گیری شده نزدیک کند و هم اینکه از نظر رفتاری بیشتر به هم شبیه شوند یعنی میزان تیزی و قله طیف مشاهده شده و طیف استاندارد در نزدیک ترین حالت به یکدیگر باشند. (در اکثر موارد پیش از اصلاح ضریب γ مقدار سطح زیر منحنی طیف جانسوآپ بیش‌تر از مقدار سطح زیر منحنی طیف اندازه‌گیری شده است).

با اصلاح γ و α طبق رابطه ی(۲) بر حسب H_s و f_p در رابطه‌ی جانسوآپ می‌توان طیف استاندارد و طیف مشاهده‌ای را به‌صورت مناسبی به‌هم نزدیک کرد و میزان انرژی موج واقعی که برابر با سطح زیر منحنی طیف مشاهده‌ای است را با حالتی که از طیف استاندارد بدست می‌آید به هم نزدیک کرد.

$$\alpha = 1.3H_s^{1.8}0.96f_p^{3.35} \qquad (۲)$$
$$\gamma = 5.5H_s^{0.3}f_p^{0.6}$$

رابطه(۲) با استفاده از اطلاعات ۶۸۸ طیف مشاهده شده در ایستگاه های لاوان و بوشهر بدست آمد. در شکل های ۶، ۷ و ۸ مقایسه‌ای بین طیف مشاهده‌ای(obs)، طیف جانسواپ(jon)، طیف جانسواپ اصلاح شده توسط مظاهری و قادری(m-g) و طیف جانسواپ اصلاح شده در این مطالعه (m-a) آورده شده است. این مقایسه برای طوفان‌های رخ داده در فارور، خارک و لاوان با ارتفاع موج مشخصه و بیشینه فرکانس طبق جدول ۲ انجام شده است.

جدول۲- مشخصات طوفان‌های مقایسه شده

	H_s(m)	f_p(Hz)
طوفان فارور	1.99	0.15
طوفان خارک	2.62	0.17
طوفان لاوان	2.82	0.12

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1394.11.22.5.1]

جدول ۳- خطای پیش بینی نسبت به طیف مشاهده ای

میزان خطای پیش بینی	طیف jon	طیف m-g	طیف m-a
طوفان فارور	٪۱۲	٪۲۲	٪۶
طوفان خارک	٪۴۳	٪۳۵	٪۲۸
طوفان لاوان	٪۳۰	٪۱۲	٪۸

در ادامه نیز نتایج آماری مربوط با به‌دست آوردن رابطه (۲) با استفاده از اطلاعات استخراج شده در دو ایستگاه ارائه می‌شود. جدول ۴ و ۵ نتایج آماری مربوط به رابطه (۲) را برای γ مشخص می‌کند.

جدول ۴- اطلاعات صحت برازش برای γ

اطلاعات آماری صحت برازش	
تعداد مشاهده	۶۸۸
R^2	۰/۶۴۸

جدول۵- خلاصه اطلاعات آماری مربوط به برازش γ

خلاصه اطلاعات آماری				
متغیر	تعداد مشاهده	متوسط	بیشینه	کمینه
γ	۶۸۸	۲/۲۹۳	۵/۲۳۸	۰/۶۲۶
Hs(m)	۶۸۸	۱/۱۷۷	۲/۶۲۹	۰/۴۸۶
fp(Hz)	۶۸۸	۰/۱۸۱	۰/۳۲۴	۰/۱۲۰

جدول ۶ و ۷ نتایج آماری مربوط به رابطه (۲) را برای α مشخص می‌کند.

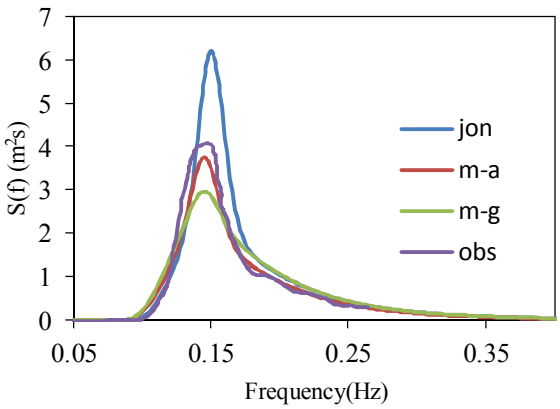
جدول۶- اطلاعات صحت برازش برای α

اطلاعات آماری صحت برازش	
تعداد مشاهده	۶۸۸
R^2	۰/۷۵۶

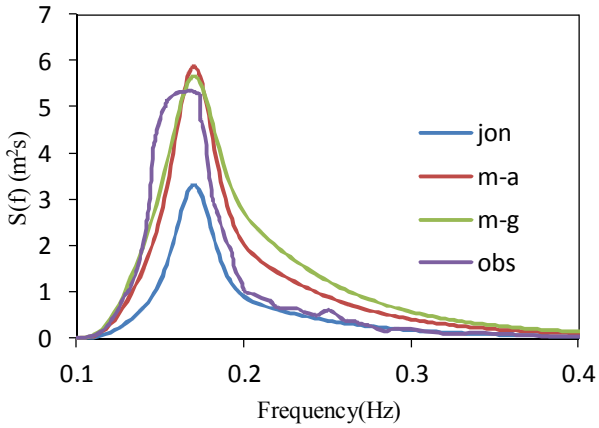
جدول۷- خلاصه اطلاعات آماری مربوط به برازش α

خلاصه اطلاعات آماری				
متغیر	تعداد مشاهده	متوسط	بیشینه	کمینه
α	۶۸۸	۰/۰۰۶	۰/۰۱۸	۰/۰۰۱
Hs(m)	۶۸۸	۱/۱۷۷	۲/۶۲۹	۰/۴۸۶
fp(Hz)	۶۸۸	۰/۱۸۱	۰/۳۲۴	۰/۱۲۰

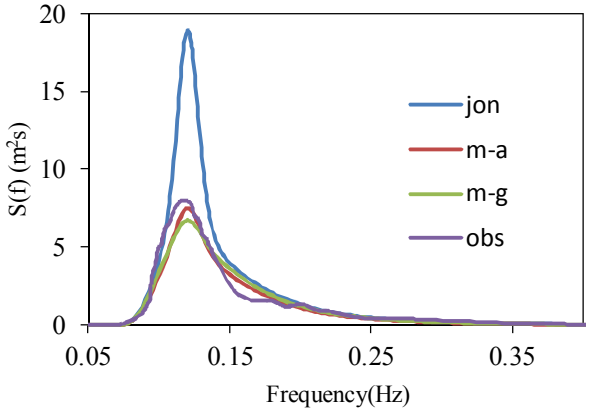
اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری‌های استفاده شده در این مقاله برای مدت دو ماه و در فصل زمستان و بهار بوده است. بنابراین تمام طوفان‌های ممکن را که در طول سال اتفاق



شکل ۶- مقایسه ای بین طیف مشاهده ای و طیف جانسواپ اصلاح شده برای طوفان فارور



شکل ۷- مقایسه‌ای بین طیف مشاهده‌ای و طیف جانسواپ اصلاح شده برای طوفان خارک



شکل ۸- مقایسه‌ای بین طیف مشاهده‌ای و طیف جانسواپ اصلاح شده برای طوفان لاوان

جدول ۳ میزان خطای پیش بینی هر کدام از طیف ها را نسبت به طیف مشاهده ای نشان می دهد.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1394.11.22.5.1]

می‌افتد پوشش نداده است و مدتی کافی برای تحلیل طیفی امواج منطقه نبوده است. با توجه به اینکه اندازه‌گیری‌ها در سواحل مرکزی خلیج‌فارس انجام شده است و اطلاعات کافی جهت بررسی طیفی برای سواحل شمال‌غربی (جایی که بنادر مهمی مثل بندر خرمشهر و بندر امام‌خمینی قرار دارد) و همچنین در قسمت شرقی (که بنادری مانند بندر شهید رجایی و شهید باهنر واقع شده است) در اختیار نیست، برای تهیه یک الگوی طیف موج مناسب برای کل سواحل خلیج‌فارس نیاز به جمع‌آوری و اندازه‌گیری‌های بیشتر با بازه‌ی زمانی مناسب است. همچنین برای بررسی طیفی امواج در تنگه‌ی هرمز نیز بایستی اندازه گیری های لازم انجام گیرد. از آنجا که خلیج‌فارس یک محدوده‌ی نیمه بسته است و امواج ثبت شده معمولاً امواج محلی منطقه هستند بنابراین طیف موج به دست آمده تنها برای همان محدوده‌ی مورد اندازه‌گیری کاربرد دارد. با این وجود، صرف نظر از سواحل شمال غربی خلیج فارس در استان خوزستان و منطقه تنگه هرمز، ضرایب طیفی پیشنهاد شده در رابطه (۲) می تواند برای آبهای منتهی به سواحل شمالی خلیج فارس استفاده شود.

۴- بحث و جمع بندی

در مطالعه ی کنونی با استفاده از اطلاعات دو ایستگاه اندازه گیری مشخصات موج در بوشهر و لاوان طیف جانسوآپ بهینه شد. روند بهینه سازی طیف توسط معرفی رابطه ی (۲) جهت تعیین γ و α بر حسب Hs و fp انجام شد.

در واقع برای هر دو ایستگاه بوشهر و لاوان این نتیجه را می‌توان استنباط کرد که صرف نظر از جهت و ارتفاع مشخصه‌ی موج، هر چه طیف منظم‌تر بوده و از ترکیب تعداد موج کم‌تری تشکیل شده باشد، پهنای باند طیف کم‌تر، قله‌ی طیف تیزتر و پروفیل طیف به سمت طیف جانسوآپ سوق پیدا می‌کند. در بسیاری از موارد نیز شکل سطح آب چنان نامنظم است که قله‌ی طیف کم است و در عوض پهنای طیف زیاد است.

کلید واژگان

1- Fetch Limited
2- JONSWAP
3- Shape Parameter
4- Scattering
5- Locally Generated Wind Wave
6- Fully Developed Wave
7- Peak Enhancement Factor

۵- مراجع

1-Pierson, W.J. and Moskowitz, L., (1964), *A Proposed Form ForFully Developed Sea Based On The Similarity Theory Of S. A. Kitaigorodskii*, Geophysical Research, Vol. 69, P.5181-5190.

2-Hasselmann, K., Barnett, T. P., Bouws, E., Carlson, H., Cartwright, D. E., Enke, K., ... & Meerburg, A. (1973), *Measurements of wind-wave growth and swell decay during the Joint North Sea Wave Project (JONSWAP)*, Deutches Hydrographisches Institut.

3-Ochi, M.K. and Hubble, E.N., (1976), *One Six Parameter Wave Spectra*, Coastal Engineering Proceedings, Vol. 1, No. 15

4-Ochi, M. K., (1993), *On hurricane-generated seas,* In Ocean Wave Measurement and Analysis, ASCE, P. 374-387

5- Young, I.R., (1998), *Observation Of The Spectra Of Hurricane Generated Waves*, Ocean Engineering, Vol. 25, P.261-276.

6- Kumar, V.S. and Kumar, K.A., (2008), *Spectral Characteristic Of High Shallow Water Waves*, Ocean Engineering, Vol. 35, P.900-911.

7-Niromand, B., Kamalian, R., Soltanpuor, M. and Allahyar, M., (2014), *Study of the wave spectra in the Persian Gulf*, Journal of Coastal Engineering Research Council, Vol. 1 P. 37

8-Mazaheri, S. and Ghaderi, Z., (2011), *Shallow Water Wave Characteristics in Persian Gulf*, Journal of Coastal Research, SI 64, P.572–575.

9-ISSC, (1979), *Report Of Committee I.1 (Environmental Condition)*, Seventh International Ship Structures Congress. Paris.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1394.11.22.5.1]