



مرکز پژوهشی مطالعات دریایی

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی رانی 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



ارزیابی گلموجهای موجود در منطقه عسلویه

ندا فتوحی کارشناس ارشد سازه‌های هیدرولیکی - شرکت سازه‌پردازی ایران^۱
 ناصر سعادتخواه کارشناس ارشد مهندسی آب - شرکت سازه‌پردازی ایران^۲
 مهدی شفیعی فر استادیار بخش مهندسی عمران دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس^۳

مقدمه

این تحقیق به بررسی و تعیین مشخصات گلموج سالیانه در منطقه عسلویه می‌پردازد. در این نوشتار مشخصات امواج براساس منابع آماری در دسترس و روشهای تحلیل مختلف مورد بررسی قرار گرفته و پس از ارزیابی اولیه و ویژگیهای آنها، مشخصات آنها پس از انتقال به یک موقعیت خاص با هم مقایسه شده و در نهایت توصیه‌هایی در خصوص انتخاب گلموج مبنا ارائه می‌گردد.

معرفی منابع آماری

به منظور بررسی مشخصات امواج در منطقه از مراجع موج و باد معتبر موجود و در دسترس استفاده شده است که عبارتند از:
 1- مطالعات مشاور Glenn: در این مطالعات گلموج سالیانه در منطقه پارس جنوبی بر اساس گلباد مبتنی بر داده‌های مشاهداتی 44 ساله و با استفاده از روش محاسباتی (Bretschneider) در عمق 60 متری در موقعیت $52^{\circ} 5' 59'' E$ و $26^{\circ} 46' 20'' N$ و در عمق 20 متری در موقعیت $52^{\circ} 34' E$ و $27^{\circ} 28' N$ ارائه شده است. نتایج این مطالعات در برخی از مطالعات هیدرودینامیک این محدوده مورد استناد قرار گرفته و اگرچه دوره آماری طولانی از مزایای آن می‌باشد، ولیکن مواردی نظیر استفاده از روش پارامتری یک بعدی برای تعیین مشخصات موج (با توجه به پیچیدگی خطوط تراز و مرزهای ساحلی)، تخمین تقریبی زمان تداوم باد، هشت جهت بودن گلموج و قرار گرفتن امواج با ارتفاع بیش از 4 متر در یک دسته از نقاط ضعف این مجموعه به حساب می‌آیند [1].

2- آمار موج مؤسسه B.M.O: جدول گلموج داده‌های گردآوری شده توسط این مؤسسه، برای بخشی از خلیج فارس ($27^{\circ} N$ تا $28^{\circ} E$ و 51° تا $53^{\circ} E$) به مدت 48 سال در دسترس می‌باشد. دوره طولانی برداشت آمار، پوشش نسبتاً کامل آبهای فراساحلی محدوده عسلویه، برداشتهای مشاهداتی داده‌های موج، دوازده جهت بودن گلموج و مشخص نبودن موقعیت دقیق برداشت اطلاعات، از جمله مزایا و معایب این مجموعه آماری به حساب می‌آیند [2].

3- داده‌های موج ثبت شده مرکز تحقیقات آب (WRC): این داده‌ها به مدت 9 ماه توسط بویه موجنگار در ساحل مجتمع پتروشیمی در موقعیت $52^{\circ} 31' 17'' N$ و $27^{\circ} 35' 34'' E$ و عمق حدود 8 متری ثبت گردیده‌اند. به دلیل کوتاهی دوره برداشت و نزدیکی بویه به ساحل، نمی‌تواند نماینده گلموج کل منطقه محسوب شود، ولیکن در کالیبراسیون مدل‌های عددی شبیه‌سازی امواج منطقه کاربرد دارد [3].

4- آمار باد ایستگاه سینوپتیک بندر دیر: این ایستگاه نزدیکترین ایستگاه سینوپتیک به محدوده عسلویه بعد از ایستگاه کنگان می‌باشد که به سبب موقعیت استقرار ایستگاه کنگان نسبت به ساحل، داده‌های ایستگاه دیر ارجحیت بیشتری در مطالعات دارا می‌باشند. موقعیت ایستگاه در $51^{\circ} 56' E$ و $27^{\circ} 50' N$ و در ارتفاع 14 متری از سطح آزاد دریا بوده و فاصله آن از عسلویه حدود 85 کیلومتر می‌باشد. داده‌های این ایستگاه به مدت 10/5 سال با گام زمانی 3 ساعته در دسترس می‌باشد. اگرچه استفاده از داده‌های 3 ساعته باد دیر جهت شبیه‌سازی میدان موج منطقه ارزشمند است ولی بایستی به موقعیت ثبت داده‌ها در خشکی و تأثیرپذیری آنها از ارتفاعات دیر توجه نمود.

5- ماهواره Quick Scat: فرایند ثبت داده‌های باد در سطح زمین شامل سرعت و جهت باد از سوی این ماهواره که توسط NASA در فضا مستقر شده، از جولای 1999 با دو برداشت در هر روز آغاز شده است. این داده‌ها به مدت 6/5 سال در فواصل $0/25^{\circ} * 0/25^{\circ}$ در تراز مبنای 10 متر از سطح آب قابل دسترس می‌باشد. مشخصات باد در موقعیت $52^{\circ} 22' 30'' E$ و $22^{\circ} 30' N$

¹ E-mail: Fotouhi@sazehpardazi.com

² E-mail: Saadatkhah@sazehpardazi.com

³ E-mail: Shafiee@modares.ac.ir

26° از این سری اطلاعات استخراج شده است. دسترسی به داده‌های خام ماهواره‌ای در فواصل مشخص، مشخص بودن دقت برداشتها (سرعت 2m/s و جهت 20°)، کوتاهی دوره آماری و گام زمانی طولانی برداشت داده‌ها (12 ساعت) از جمله مشخصات این مجموعه آماری می‌باشند. با توجه به دو ویژگی آخر، این آمار صرفاً می‌تواند در ارزیابی گلیاد منطقه مورد استفاده قرار گیرد [4]. در شکل‌های 1 تا 6 گلموجها و گلیادهای مجموعه‌های مذکور ارائه شده است. مقایسه مشخصات کلی آنها در جداول 1 و 2 نشان می‌دهد که جهت باد غالب در منطقه شمال غرب و جهت موج غالب در آبهای دوردست شمال غرب و در نواحی کم عمق غرب می‌باشد.

روش انجام مطالعات و معرفی نرم‌افزار بکار رفته در شبیه‌سازی امواج

ارزیابی و انتخاب گلموج سالبانه منطقه بر اساس سه سری اطلاعات انجام گرفته است: گلموج BMO، مطالعات گلن و گلموج حاصل از باد دیر. روش انجام مطالعات بدین گونه بوده که ابتدا شبیه‌سازی دو بعدی میدان امواج در منطقه بر اساس آمار باد دیر با استفاده از مدول MIKE21-SW برای یک دوره 10/5 ساله انجام گرفته و پس از کالیبراسیون نتایج با داده‌های بویه WRC، گلموج حاصل از مدلسازی در موقعیت گلموجهای گلن (عمق 60 و 20 متری) استخراج گردید. در بخش دیگری از مطالعات انتقال گلموج BMO به موقعیت گلموجهای گلن با استفاده از همان مدول انجام می‌گیرد؛ بدین ترتیب که با تعیین باد معادلی که مشخصات هر یک از مولفه‌های گلموج BMO را تولید نماید، مشخصات امواج آبهای محدوده پروژه در موقعیت گلموجهای گلن از مدل استخراج شده است. نرم‌افزار استفاده شده مدل طیفی وابسته به زمان SW از بسته نرم‌افزاری Mike21 است که اساس آن بر معادلات انرژی استوار بوده و حل این معادلات بر مبنای روش حجم کنترلی (Control Volume) بر روی شبکه‌بندی مثلثی نامنظم صورت می‌گیرد. این روش به دلیل دقت بیشتر در محاسبه اثرات هندسه مرزها و توپوگرافی بستر و تغییرات زمانی باد نسبت به روشهای محاسباتی، نتایج دقیقتری بدست می‌دهد و از آنجاکه در این مدول از شبکه‌بندی نامنظم استفاده شده با ریز کردن ابعاد شبکه در محدوده مورد نظر، می‌توان برآورد بهتری از مشخصات امواج در آبهای ساحلی بدست آورد [5].

شبیه‌سازی امواج ناشی از باد دیر

به منظور شبیه‌سازی مناسب امواج ناشی از باد دیر در منطقه عسلویه، مدل بر اساس مقایسه با مشخصات امواج ثبت شده بویه WRC برای یک دوره سه‌ماهه کالیبره شده و پس از ارزیابی نتایج مدل در کل دوره برداشت بویه بر اساس پارامترهای آماری، مدلسازی برای کل دوره برداشت آمار باد دیر انجام گردید. ضرایب کالیبراسیون شامل ضرایب زبری بستر، white-capping، شکست موج به نحوی انتخاب شده که تا حد امکان رفتار کلی مدل را در منطقه عسلویه به واقعیت نزدیک کند. در شکل 7 مقایسه زمانی ارتفاع امواج بر اساس نتایج مدل و داده‌های بویه، پس از کالیبراسیون مدل ارائه شده است. همچنین نمودار پراکندگی ارتفاع امواج حاصل از مدل در مقایسه با آمار 9 ماهه بویه در شکل 8 نشان داده شده است. جهت بررسی بهتر دقت نتایج کالیبراسیون، پارامترهای آماری استاندارد که بیانگر دقت انطباق دو سری آمار بوده، محاسبه شده که مقادیر آنها با پارامترهای آماری بدست آمده توسط Swail & Cox (2000) در ارزیابی داده‌های ERA-40 و بویه در جزایر هاوایی و خلیج مکزیک، در جدول 3 مقایسه شده‌اند [6]. این پارامترهای آماری عبارتند از: Bias اختلاف میانگین دو سری آمار، RMSE جذر میانگین مربع خطاها، Scatter Index ضریب پراکنش و Correlation Factor ضریب همبستگی که مقدار سه پارامتر اول در محدوده مناسب بوده و پارامتر آخر نیز دارای اختلافی ناچیز می‌باشد. لذا با اطمینان از مقدار ضرایب کالیبراسیون، مدلسازی امواج برای 10/5 سال دوره آماری باد دیر انجام شده و مشخصات امواج در دو موقعیت گلن استخراج شده است (شکل 9).

انتقال گلموج BMO به آبهای محدوده عسلویه

مشخصات امواج آب عمیق در حین انتقال به ناحیه کم عمق به دلیل هندسه و توپوگرافی مسیر دچار تغییراتی می‌گردد که جهت محاسبه گلموج در آبهای ساحلی، در نظر گرفتن این تغییرات ضروری است. با توجه به وسعت محدوده برداشت آمار BMO، بایستی تأثیر میدان باد محلی حین انتقال امواج به آبهای ساحلی منظور شود. لذا برای انتقال گلموج BMO از مدول MIKE21-SW استفاده شده و روش انجام به این ترتیب بوده که پس از تعیین باد معادلی که مشخصات هر یک از مولفه‌های گلموج مبنای طرح را تولید نماید، مشخصات گلموج سالبانه در موقعیت‌های گلن از نتایج مدل استخراج شده است. قابل ذکر است که در این سری از مدلسازی ضرایب کالیبراسیون همان مقادیر بدست آمده در مدلسازی امواج ناشی از باد دیر در نظر گرفته شده است (شکل 10).

جمع بندی و نتیجه گیری

در جدول 4 گلموجهای حاصله از شبیه سازی امواج با استفاده از آمار باد دیر، گلموج BMO و نیز گلموج مطالعات گلن ارائه شده است. مقایسه نتایج این سه گلموج در عمق 60 متری نشان می دهد که جهت موج غالب در گلموج گلن و BMO شمال غرب و در گلموج دیر از غرب می باشد. گلموج BMO دارای حداکثر ارتفاع موج و گلموج گلن دارای کمترین درصد آرامش می باشند. اختلاف قابل توجه درصد آرامش گلموج گلن با سایر گلموجها می تواند به دلیل وجود امواج ناشی از باد محلی در جهات شمال تا غرب باشد که مشخصات امواج در این جهات بر سواحل محدوده عسلویه مؤثر نیست. در عمق 20 متری نیز جهت موج غالب در هر سه گلموج، جهت غرب می باشد. حداکثر ارتفاع موج و کمترین درصد آرامش به ترتیب مربوط به گلموج BMO و گلموج گلن می باشند. در شکل 11 فراوانی تجمعی امواج در جهات مختلف (قطاع 45 درجه) در موقعیت گلموجهای گلن مقایسه شده است. این نمودار نشان می دهد که با انتقال امواج به آبهای کم عمق روند کلی مشخصات امواج در گلموجها تقریباً یکسان می شود.

با توجه به مشخصات گلموج گلن در عمقهای مختلف و نحوه تعیین آنها و همچنین مقادیر و گلموج بدست آمده از مدلسازی امواج با استفاده از آمار باد دیر و علیرغم آنکه نتایج این مدلسازی با مقادیر بدست آمده از بویه ساحلی کالیبره شده است، گلموج بدست آمده از معادل سازی گلموج BMO به لحاظ دوازده جهته بودن، طولانی تر بودن دوره آماری و روش محاسبات انتقال موج، نسبت به دو گلموج دیگر ارجحیت نسبی خواهد داشت. با این وجود، مطمئناً این بررسی با در دست داشتن آمار مکانی (آمار خام) BMO و نیز نتایج حاصل از پروژه "مدلسازی امواج دریاهای ایران" کاملتر و جامعتر می گردد. آنچه در این تحقیق مورد نظر بوده، علاوه بر دستیابی به شناخت بهتر از وضعیت امواج در محدوده عسلویه، ارائه چند روش برای رسیدن به این شناخت با استفاده از مدلسازی ریاضی بوده است.

جدول 1- مشخصات کلی منابع آماری موج در دسترس

Ref.	Duration(yr)	Prevail Dir (deg)	Hsmax(m)	Calm<0.5m (%)
BMO(offshore)	48	300	6.5	46.1
Glenn (d=60m)	44	315	4 ⁺	20.4
Glenn (d=20m)	44	270	3.5 ⁺	38.5
WRC (Near shore)	0.75	270	1.86	77.8

جدول 2- مشخصات کلی منابع آماری باد در دسترس

Ref.	Duration(yr)	Prevail Dir (deg)	WSmax(m/s)	Calm<5m/s (%)
Dayyer (Synoptic)	10.5	300	18	55.5
Quick Scat (Satellite)	6.5	300	22	57.6

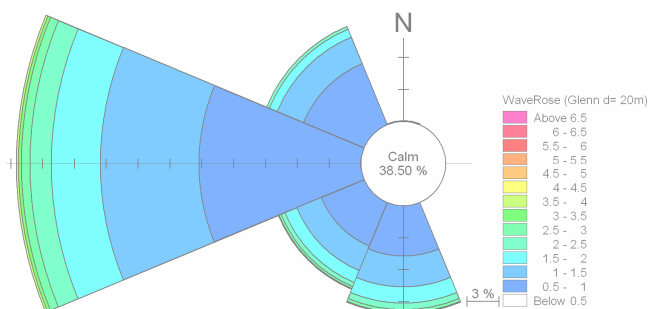
جدول 3- پارامترهای آماری استاندارد در ارزیابی نتایج شبیه سازی امواج ناشی از باد دیر

Statistical parameters	n	Bias (m)	RMSE (m)	Scatter Index	Correlation factor
Hawaiian Islands	3399	0.16 - 0.45	0.36 - 0.62	0.13 - 0.2	0.8 - 0.89
Gulf of Mexico	3452	0.1 - 0.33	0.31 - 0.49	0.29 - 0.34	0.9 - 0.93
Assaluyeh	2552	0.02	0.2	0.3	0.78

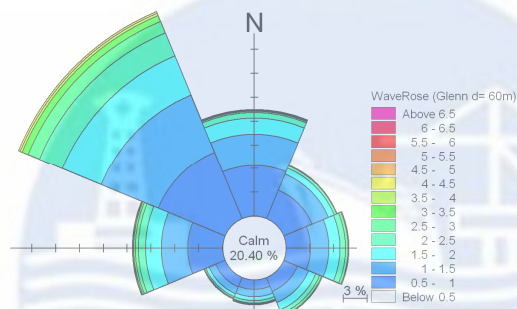
جدول 4- مشخصات امواج انتقال یافته به موقعیت گلموجهای گلن

Ref.	Duration	Prevail Dir.	Max H _s	Calm< 0.5m
------	----------	--------------	--------------------	------------

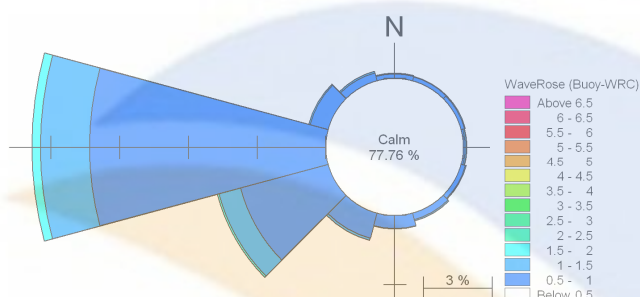
	(yr)	(deg)	(m)	(%)
Glenn (d= 60m)	44	315	4.00 ⁺	20.40
BMO (d= 60m)	48	330	6.40	46.05
Wind Wave (d= 60m)	10.5	270	4.04	44.06
Glenn(d= 20m)	44	270	3.50 ⁺	38.50
BMO (d= 20m)	48	270	4.75	49.41
Wind Wave (d= 20m)	10.5	270	3.19	54.42



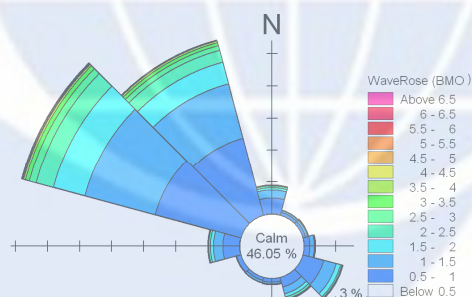
شکل 2- گلموج سالیانه Glenn در عمق 20 متری



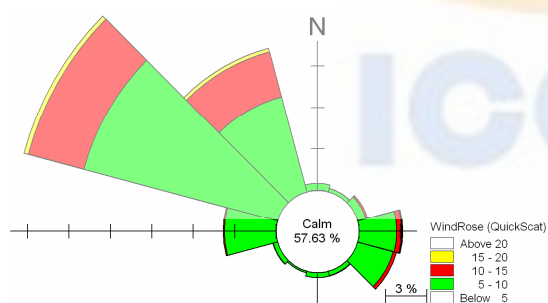
شکل 1- گلموج سالیانه Glenn در عمق 60 متری



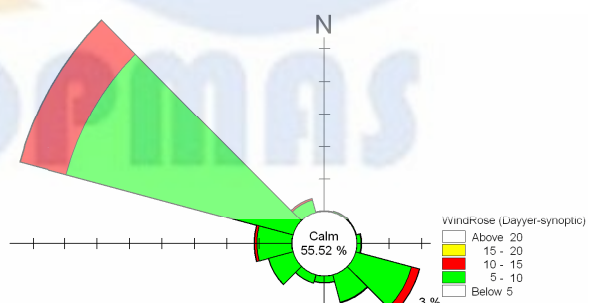
شکل 4- گلموج سالیانه بویه WRC



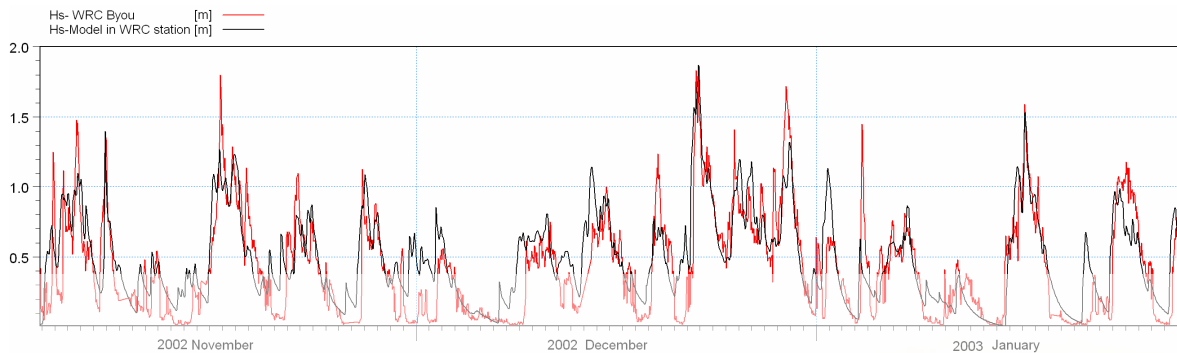
شکل 3- گلموج سالیانه BMO



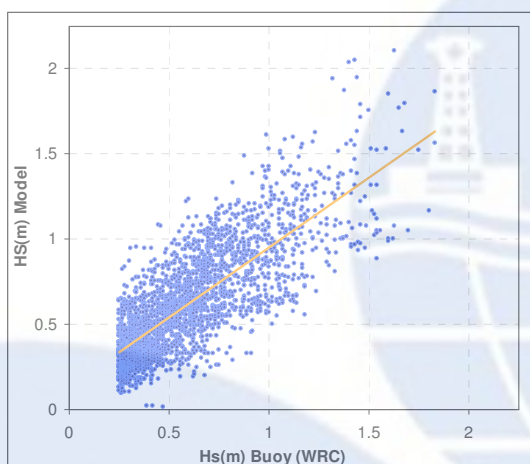
شکل 6- گلباد ایستگاه ماهواره ای QuickScat



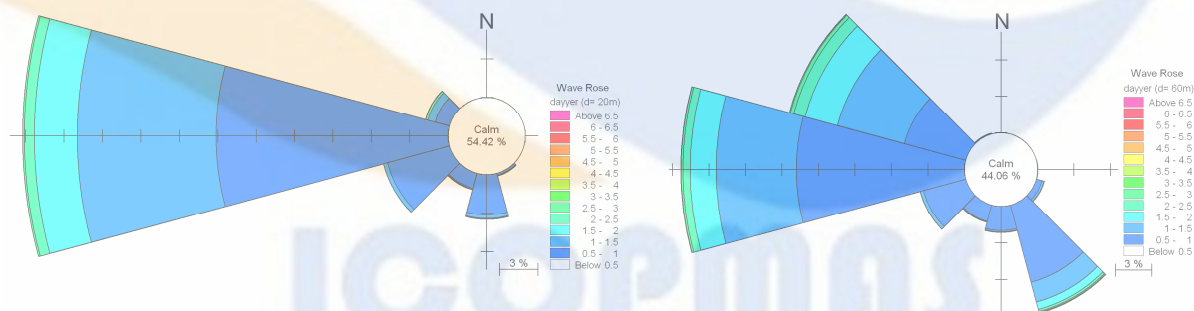
شکل 5- گلباد ایستگاه سینوپتیک بندر دیر



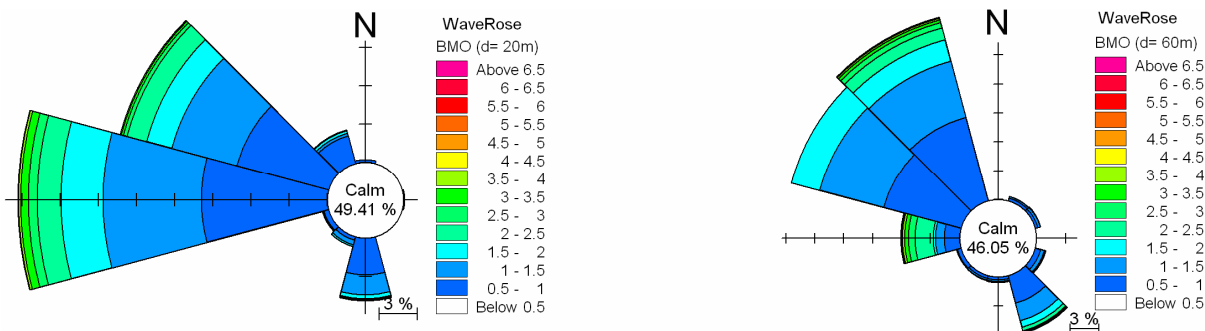
شکل 7- مقایسه سری زمانی نتایج مدلسازی امواج ناشی از باد دیر و آمار بویه WRC



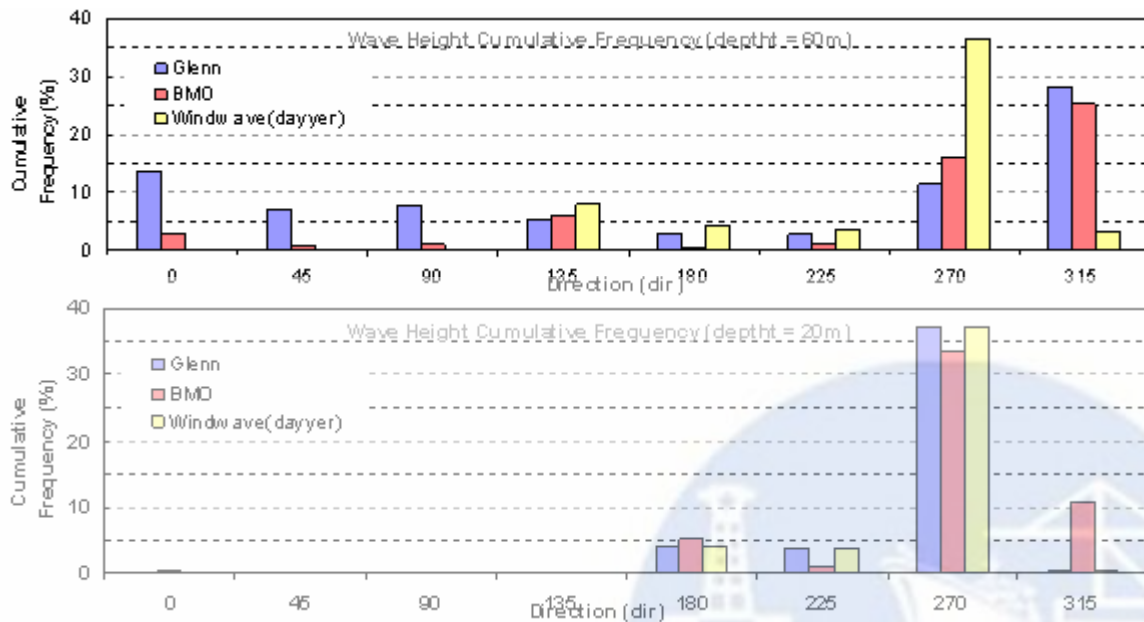
شکل 8- نمودار پراکنندگی ارتفاع موج ارتفاع موج حاصل از مدلسازی بر حسب آمار بویه WRC در مدت 9 ماه



شکل 9- گلموج سالیانه بر اساس مدلسازی باد دیر در عمق 20 و 60 متری



شکل 10- گلموج سالیانه BMO در عمق 20 و 60 متری



شکل 11- مقایسه فراوانی تجمعی امواج سه منبع آماری در موقعیت گلن

مراجع

- 1- A.H.Glenn and Associates, "Meteo-Oceanographic Conditions, Affecting Design and Operations", South Pars Gas Field Dev. Phase I, 1993.
- 2- British Meteorological Office, Wind and Wave Data, Persian Gulf, Zone 5, 2000.
- 3- Water Research Center, "Metocean and Bathymetric Data Collection Work Process Services", 2003.
- 4- <http://poet.jpl.nasa.gov>
- 5 - Manual on MIKE21 Spectral Wave Module, 2003.
- 6- S.Cairesm, J. R.Biodlet, N.Graham & V. R. Swail, "Climatological Assessment of Reanalysis Ocean Data", 2002.

ICOPMAS

A Review of Sea Waves in Assalouyeh

N. Fotouhi, MSc., hydraulic structures, SazehPardazi Iran Co.

N. Saadatkah, MSc. water engineering- SazehPardazi Iran Co.

M. Shafieefar, associate professor, civil engineering department, faculty of Engineering, TarbiatModares University

Abstract

This article tries to review annual sea waves in Assalouyeh region. For this purpose, it presents waves specifications based on the statistical data and analytical methods that are mainly used for such tasks. After analyzing data, comparisons are made among the waves of each part with those of other parts. The waves that belong to deep waters may geometrically and topographically undergo changes at the time of moving to shallow waters. It is vital to take such changes into account to assess the Assalouyeh sea waves. To achieve this aim, Glenn studies are used to obtain the main direction of annual sea waves in the region.

Keywords: *annual sea waves, Assalouyeh region, Glenn, Persian Gulf*