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*
8 -10 آذر ماه ( تهران )

# مشخصه‌های هیدرودینامیک دریای خزر در منطقه ساحلی امیرآباد نکا

**امیر حسین پورمندی یکتا ، کارشناس ارشد ، موسسه تحقیقات آب ، a.pourmandi@wri.ac.ir**
**حسین اردلان ، کارشناس ارشد ، موسسه تحقیقات آب ، h.ardalan@wri.ac.ir**
**محمد بابایی ، کارشناس ، موسسه تحقیقات آب ، m.babaee@wri.ac.ir**

**کلید واژه:** دریای خزر، بندر امیرآباد، مشخصه‌های هیدرودینامیک، موج و جریان، ADCP

## 1ـ مقدمه

توسعه فعالیت‌های اقتصادی و تجاری در دریای خزر و در رأس آن فعالیت‌های نفتی، نیاز روزافزون به شناخت جامع و کامل این دریا را ضروری ساخته است. یکی از اصلی‌ترین مطالعاتی که در این دریا انجام می‌شود مطالعات شناخت پدیده‌های هیدرودینامیکی همچون موج و جریان می‌باشد. در این مقاله سعی می‌شود تا با استفاده از اطلاعات بلند مدت موج و پروفیل قائم جریان که توسط دستگاه ADCP اندازه‌گیری شده، و پردازش این اطلاعات، ضمن تعیین مشخصه پارامترهای هیدرودینامیکی منطقه، برخی پردازش‌های اولیه که در درک و شناخت منطقه موثر می‌باشند ارائه شود.

## ۲ ـ منطقه مورد مطالعه و دوره زمانی برداشت اطلاعات

محل انجام اندازه‌گیری‌ها در محدوده شمال شرقی بندر امیرآباد واقع در استان مازندران، با موقعیت جغرافیایی X=713440 و Y=4083505 در دستگاه مختصات UTM و در عمق 5 متری می‌باشدکه در شکل شماره 1 نشان داده شده است.
از دی‌ماه سال 1387 برداشت مشخصات موج و جریان لایه‌ای در یک ایستگاه و در نزدیکی بندر امیرآباد نکا توسط مؤسسه تحقیقات آب وزارت نیرو آغاز و تا زمان نگارش این مقاله همچنان ادامه داشته است. مقاله ارائه شده بر اساس اطلاعات یکساله از تاریخ شروع اندازه‌گیری تا نیمه اسفندماه سال 88 تنظیم و ارائه گردیده است.

**شکل 1) موقعیت ایستگاه برداشت اطلاعات نسبت به بندر امیرآباد**

www.SID.ir



www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

## 3 ـ تجهیزات

برداشت اطلاعات توسط یک دستگاه ADCP با فرکانس 1 مگاهرتز برداشت شد. این دستگاه از مدل AWAC و ساخت کارخانه Nortek نروژ می‌باشد. دستگاه بر اساس ارسال امواج صوتی و بازگشت این امواج در برخورد با پلانکتون‌ها و ذرات ریز شناور در آب و بکارگیری پدیده داپلر و محاسبه زمان رفت و برگشت امواج صوتی کار می‌کند.

دستگاه ADCP قادر است مشخصه‌های موج شامل ارتفاع، جهت و پریود امواج و نیز جریان لایه‌ای شامل مقدار سرعت و جهت آن را در لایه‌های مختلف اندازه‌گیری نماید. در این مطالعات سرعت و جهت جریان هر 10 دقیقه یک بار و موج هر یک ساعت یک‌بار برداشت شده است. خلاصه‌ای از نحوه تنظیم دستگاه جهت برداشت اطلاعات در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

**جدول ۱) مختصری از تنظیمات دستگاه**

| | |
|---|---|
| Profile interval (s) | 600 |
| Number of cells | 20 |
| Cell size (m) | 0.50 |
| Average interval (s) | 60 |
| Blanking distance (m) | 0.40 |
| Measurement load (%) | 62 |
| Number of wave samples | 2048 |
| Wave interval (s) | 3600 |
| Salinity (ppt) | 13 |

دستگاه در کف دریا و بر روی فریمی از جنس استیل ضد مغناطیس و در فاصله‌ای حدود ۷۰ سانتیمتری از بستر نصب گردید. بنابراین اولین اطلاعات سرعت و جهت جریان مربوط به تراز 1.1 متری از بستر می‌باشد. شکل شماره ۲ دستگاه مورد استفاده را نشان می‌دهد.

**شکل ۲) دستگاه ADCP مورد استفاده**

## ۴ ـ آنالیز اطلاعات اندازه‌گیری شده

اطلاعات خام خروجی از دستگاه ADCP توسط نرم‌افزار Explore P تولید شده توسط شرکت Nortek به اطلاعات قابل پردازش تبدیل می‌شوند. پس از تبدیل، لازم است ابتدا اطلاعات فیلتر شده و اطلاعات غلط حذف شوند. دستگاه این قابلیت را دارد تا اطلاعات غلط را از درست با کدهایی که به آنها می‌دهد مشخص نماید. برخی خطاهایی که می‌توانند تاثیرگذار باشند عبارتند از خطای ناشی از Heading، Pitch و Roll که مربوط به جابجایی دستگاه و چرخش آن با زاویه‌هایی بیش از حد مجاز حول محورهای افقی و قائم می‌باشد که در صورت بروز چنین حالتی اطلاعات ثبت شده دارای خطا می‌باشند.

عمق ایستگاه و تنظیمات صورت گرفته برای دستگاه به‌گونه‌ای بود که از بین اطلاعات برداشت شده، جریان لایه‌ای در سه عمق نزدیک بستر (1.1 متری از بستر)، عمق میانه (2.6 متری از بستر) و نزدیک سطح (4.1 متری از بستر) بعنوان شاخص لحاظ و مورد بررسی قرار گرفت. سری زمانی یکساله سرعت و جهت جریان در سه تراز (سطحی، میانی و نزدیک بستر) در شکل‌های شماره 3 ارائه شده است.

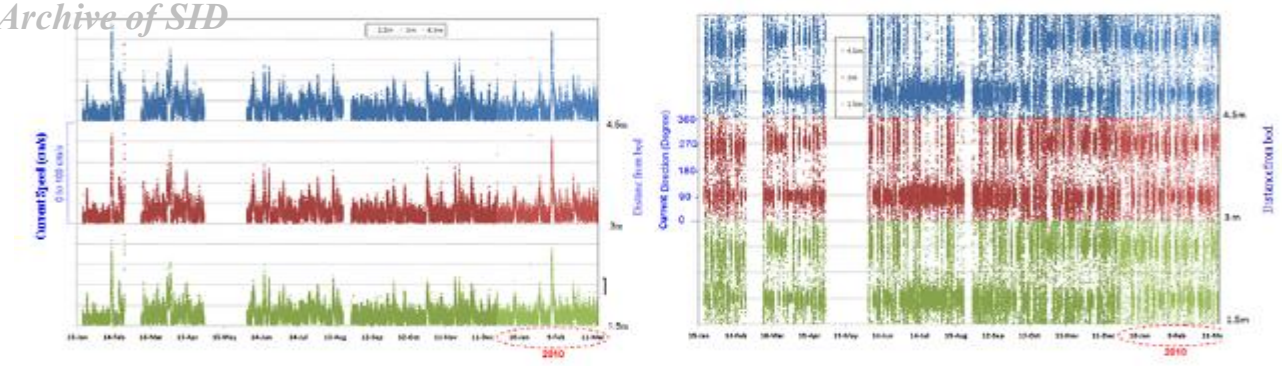
www.SID.ir



www.SID.ir

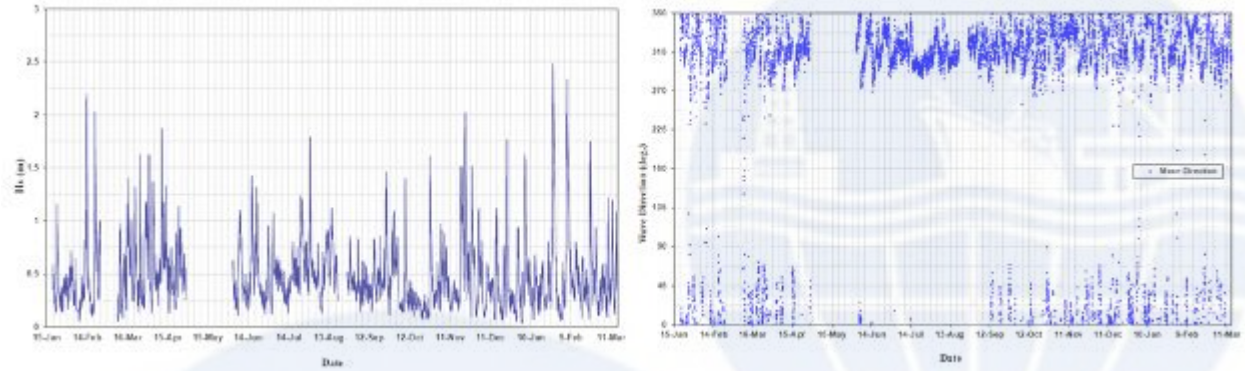
Archive of SID

Archive of SID



**شکل 3) تغییرات زمانی یکساله سرعت (شکل سمت چپ) و جهت جریان (شکل سمت راست) در سه تراز (سطحی، میانی و نزدیک بستر)**

پارامتر مهم دیگر برداشت شده توسط دستگاه AWAC ارتفاع و جهت موج بود. دستگاه بگونه‌ای تنظیم شد، تا با فرکانس ۲ هرتز و به مدت 1024 ثانیه در هر 1 ساعت اطلاعات موج را ثبت و با پردازش آنها توسط نرم‌افزارهای موجود، ارتفاع موج شاخص[1]، جهت و پریود موج که مهمترین مشخصه‌های موج می‌باشند را گزارش نماید. سری زمانی تغییرات ارتفاع و جهت موج شاخص در شکل‌های شماره 4 ارائه شده است.



**شکل 4) تغییرات زمانی ارتفاع (شکل سمت چپ) و جهت (شکل سمت راست) موج شاخص**

## 5 ـ نتایج

### 5 ـ 1ـ جریان

دریای خزر بطور کلی دارای یک جریان عمومی[2] که از مصب رودخانه ولگا سرچشمه گرفته و در طول سواحل بصورت پادساعتگرد ادامه می‌یابد و جریانات چرخشی در بخش‌های شمالی و دو ناحیه قیف مانند تشکیل شده است. با توجه به موقعیت نصب دستگاه و نزدیکی این محل به منطقه کم عمق جنوب شرق دریای خزر الگوی جریان این منطقه علاوه بر تاثیرپذیری از الگوی عمومی جریان، تحت تاثیر مورفولوژی منطقه و جریانات ناشی از موج نیز می‌باشد.

مقادیر بیشینه سرعت جریان در سه عمق اندازه‌گیری شده نزدیک بستر (1.1 متری از بستر)، عمق میانه (2.6 متری از بستر) و نزدیک سطح (4.1 متری از بستر) به تفکیک ماه‌های سال و برای 14 ماه متوالی در جدول شماره 2 ارائه شده است. بر اساس اطلاعات اندازه‌گیری شده حداکثر سرعت جریان در بهمن ماه و در لایه نزدیک سطح برداشت شده و مربوط به جهت 82 یعنی جریان غربی ـ شرقی و مطابق با الگوی جریان عمومی منطقه می‌باشد. همزمانی عملکرد جریان ناشی از موج و جریان‌های عمومی منطقه می‌تواند دلیل ایجاد این سرعت جریان بیشینه باشد. غالب جریان‌های بیشینه با جریان عمومی منطقه تطبیق دارد ولی در برخی ماه‌های سال جریان‌های با جهت جنوب شرقی ـ شمال غربی و جریان‌های شرقی ـ غربی نیز اندازه‌گیری شده است.

[1] Significant Wave Height

[2] Litoral Current

www.SID.ir



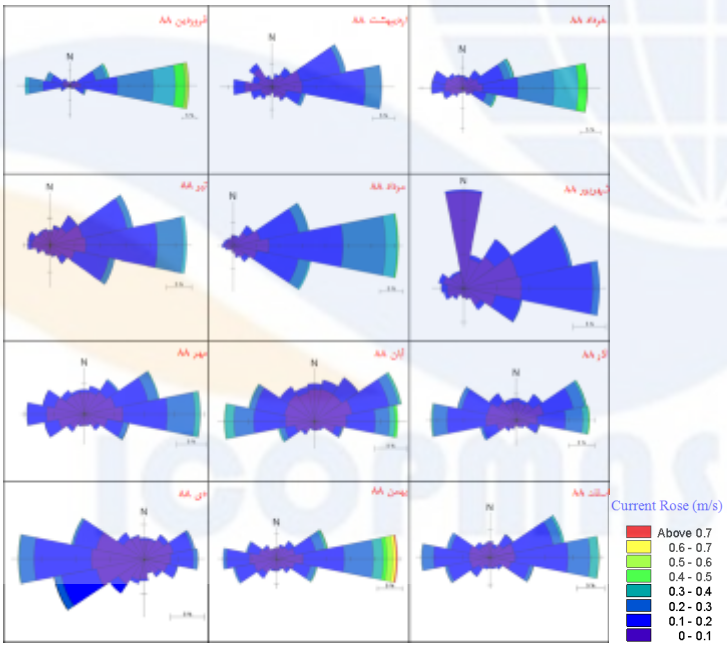
www.SID.ir

Archive of SID

**جدول 2) مقادیر بیشینه سرعت جریان در سه عمق اندازه‌گیری شده نزدیک بستر (1.1 متری از بستر)، عمق میانه (2.6 متری از بستر) و نزدیک سطح (4.1 متری از بستر)**

| ایستگاه / تراز از بستر | | سال | ۱۳۸۷ | | ۱۳۸۸ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ماه | بهمن | اسفند | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند |
| CW (1.5m) | مقدار حد اکثر سرعت جریان | سرعت | 0.84 | 0.89 | 0.63 | 0.30 | 0.59 | 0.39 | 0.49 | 0.30 | 0.44 | 0.47 | 0.48 | 0.59 | 0.76 | 0.43 |
| | | جهت | 85 | 197 | 92 | 89 | 91 | 86 | 91 | 73 | 104 | 80 | 84 | 237 | 86 | 73 |
| CW (3m) | | سرعت | 0.88 | 0.87 | 0.71 | 0.36 | 0.57 | 0.41 | 0.52 | 0.30 | 0.43 | 0.55 | 0.58 | 0.86 | 0.85 | 0.50 |
| | | جهت | 91 | 319 | 82 | 92 | 98 | 80 | 85 | 99 | 88 | 82 | 79 | 238 | 92 | 96 |
| CW (4.5m) | | سرعت | 0.95 | 0.76 | 0.70 | 0.32 | 0.55 | 0.45 | 0.55 | 0.29 | 0.43 | 0.56 | 0.61 | 0.62 | 0.87 | 0.52 |
| | | جهت | 82 | 27 | 84 | 94 | 94 | 99 | 94 | 284 | 87 | 79 | 82 | 235 | 84 | 88 |

گل‌جریان‌های ماهانه در سه لایه عمقی، میانی و سطحی به ترتیب در شکل‌های شماره 5، 6 و 7 ارائه شده است. جریان غالب از نظر فرکانس وقوع و بیشینه جریان در تمام ماه‌های سال بجز دی ماه جریان غربی ـ شرقی بوده و در دی ماه جریان‌های با جهت شرقی ـ غربی، جریان غالب منطقه می‌باشد. با عنایت به جهت جریان عمومی منطقه که یک جریان غربی ـ شرقی بوده، دلایل ایجاد جریان‌هایی با جهت عکس جریان عمومی منطقه، می‌تواند عواملی همچون شرایط مورفولوژی شرق دریای خزر و مناطق کم عمق آن ناحیه و اثر باد و امواج ایجاد شده در منطقه باشد. براساس گل‌جریان‌های فوق الگوی جریان در لایه‌های مختلف یکسان است. جهت جریان در فروردین ماه کاملاً موازی ساحل بوده و جریان مربوط به سایر جهات ناچیز می‌باشد.




**شکل ۵) گل جریان‌های ماهانه لایه عمقی**

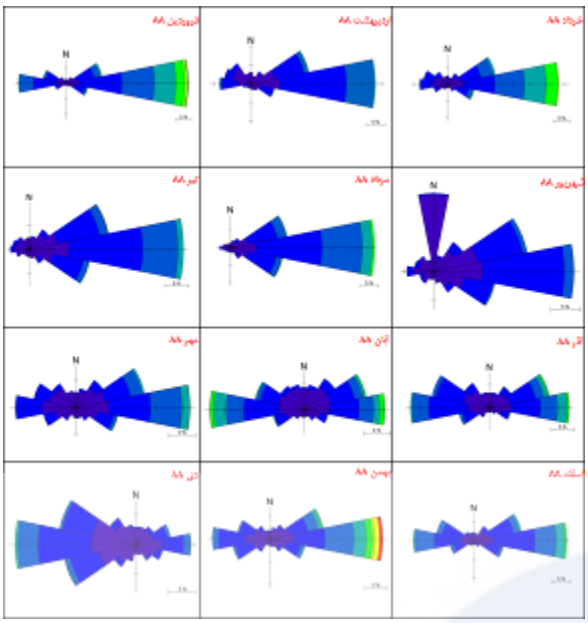
www.SID.ir



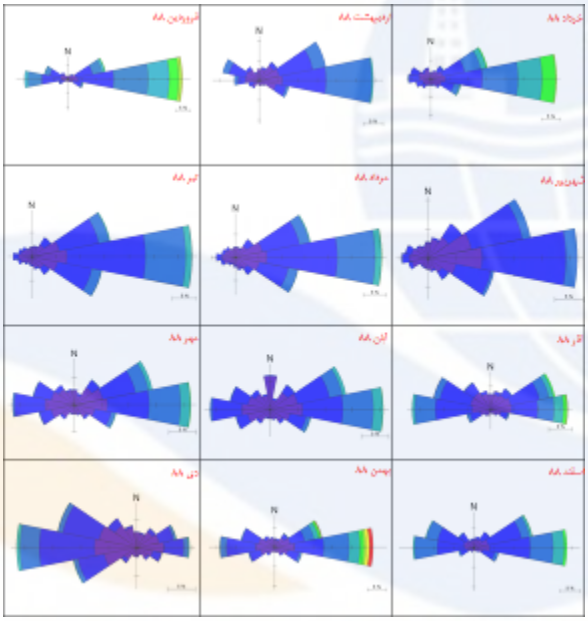
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



شکل ۶) گل جریان‌های ماهانه لایه میانی



شکل ۷) گل جریان‌های ماهانه لایه سطحی

شکل شماره 8 نمودار تغییرات زمانی و مکانی جریان یا بردارهای پیشرونده[1] در سه لایه سطحی، میانه و عمقی چهار فصل را نشان می‌دهد. مطابق با این نمودارها که جهت عمومی جریان در فصل‌های مختلف را نشان می‌دهد، جریان غالب در فصول بهار، تابستان و زمستان جریان موازی ساحل بوده و در فصل پاییز علاوه بر جریان‌های عمومی، جریان‌های عمود بر خط ساحل یا جریانات بازگشتی[2] جریان‌های قابل توجه این منطقه را تشکیل می‌دهند.

[1] Progressive Vector
[2] Rip Current

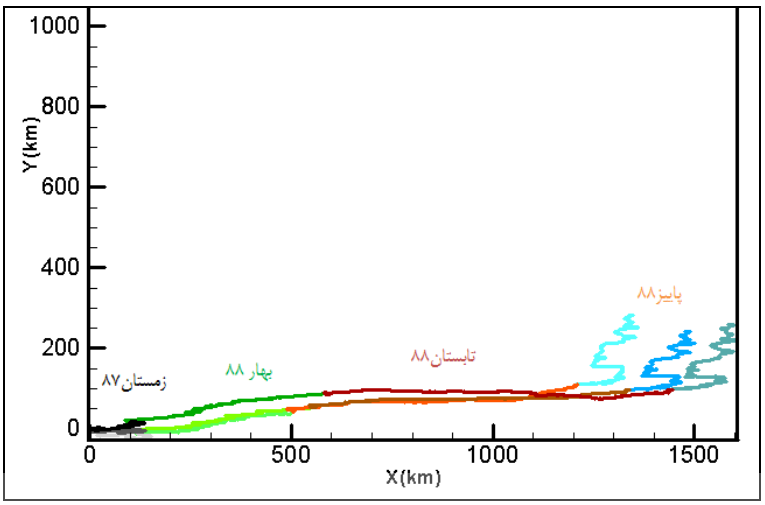
www.SID.ir



www.SID.ir

Archive of SID

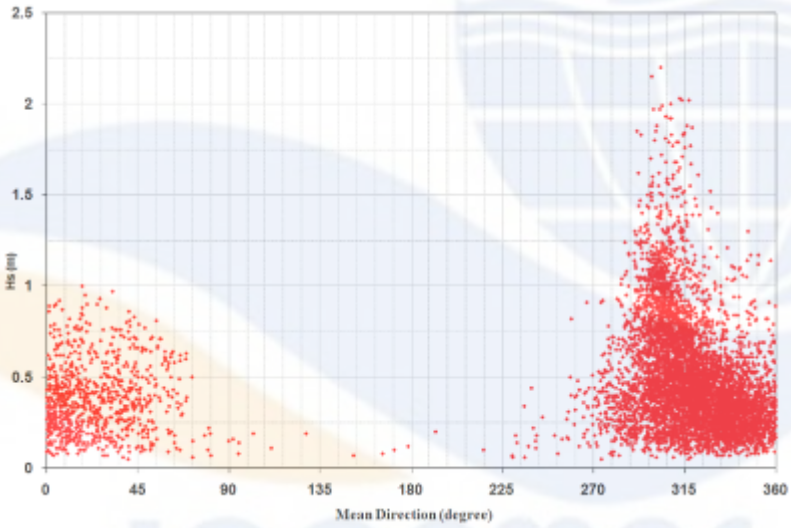
Archive of SID




شکل 8) نمودار تغییرات زمانی و مکانی جریان در سه لایه سطحی، میانه و عمقی چهار فصل

### 5 ـ 2 ـ موج

در این منطقه از دریای خزر امواج غالب از سمت شمال غرب به منطقه وارد می‌شوند. این امواج با توجه به ارتفاع و تداوم حضور در منطقه جهت احداث تاسیسات ساحلی و دور از ساحل بسیار مهم می‌باشند. امواج بیشینه منطقه مطابق با جدول شماره 3 در جهت 320 درجه و در بهمن ماه رخ داده است.




شکل ۹) نمودار تغییرات ارتفاع موج مشخصه و در مقابل جهت میانگین قطار موج

جدول 3) مقدارهای بیشینه و متوسط ارتفاع و جهت موج شاخص

| سال | ۱۳۸۷ | | ۱۳۸۸ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ماه | بهمن | اسفند | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند |
| حداکثر ارتفاع موج شاخص ثبت شده | 2.2 | 2.0 | 1.9 | 1.1 | 1.4 | 1.1 | 1.8 | 0.9 | 1.5 | 1.6 | 2.0 | 1.8 | 2.5 | 1.8 |
| جهت متناظر با حداکثر ارتفاع موج شاخص | 303 | 313 | 319 | 320 | 297 | 300 | 307 | 309 | 315 | 322 | 317 | 340 | 320 | 305 |

گل موج سالانه و فصلی منطقه به ترتیب در شکل‌های شماره 10 و 11 ارائه شده است. بررسی گل‌موج سالانه، امواج غالب منطقه را در جهت شمال غربی نشان می‌دهد و حداکثر موج منطقه در فصل زمستان رخداده است. بیشترین پراکندگی موج در فصل پاییز رخ داده و جهت شمال

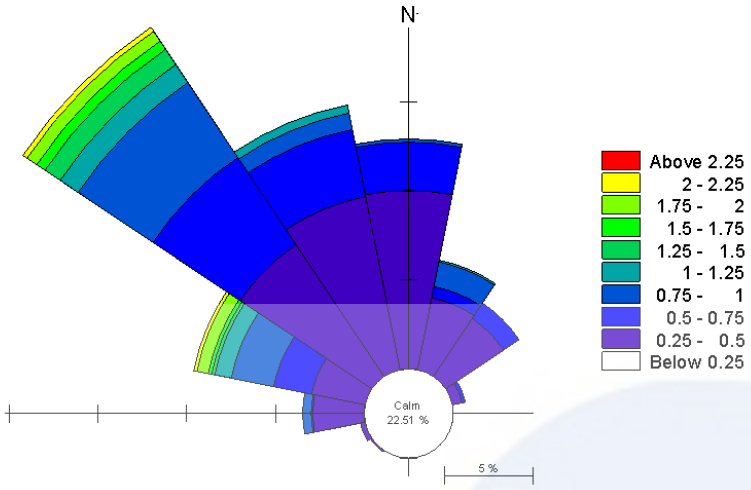
www.SID.ir



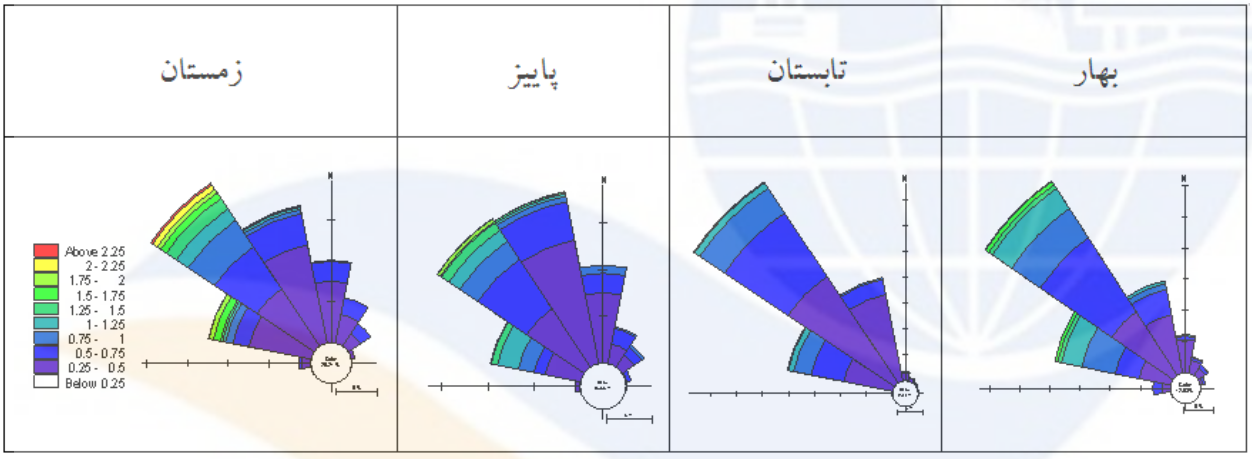
www.SID.ir

Archive of SID

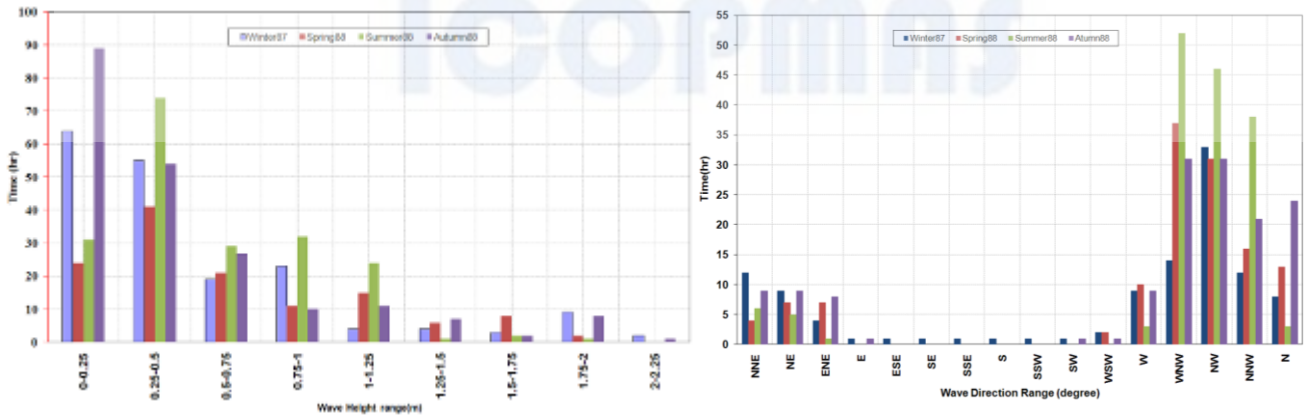
شمال غربی از نظر فرکانس وقوع قابل ملاحظه می‌باشد. همانگونه که از شکل شماره 12 مشخص است حداکثر تداوم وقوع موج در فصل تابستان رخ می‌دهد.




**شکل ۱۰) گل موج سالانه منطقه**




**شکل ۱۱) گل موج‌های فصلی منطقه**




**شکل ۱۲) حداکثر تداوم موج مربوط به جهت و ارتفاع موج برای فصول مختلف**

www.SID.ir

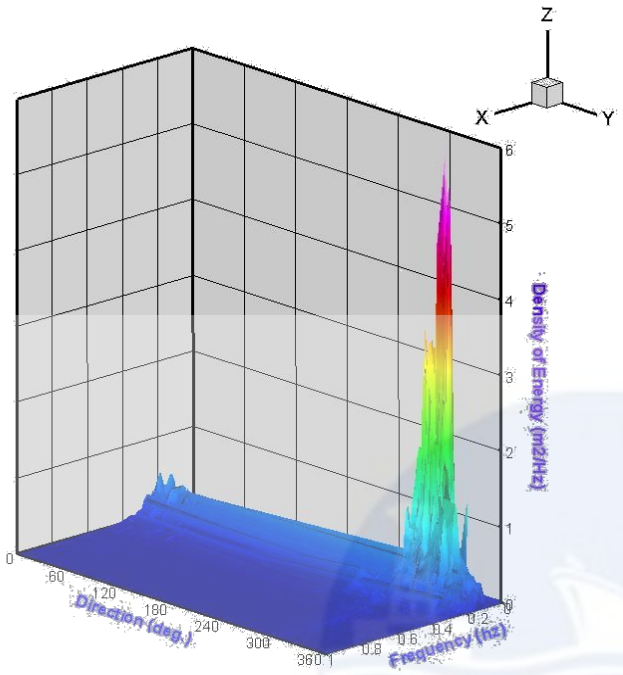


www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

طیف جهتی موج بر اساس اطلاعات یکساله آن در شکل شماره 13 ارائه شده است. جهت غالب، ارتفاع بیشینه و نیز فرکانس غالب موج در این شکل مورد تأیید قرارگرفته است.




**شکل ۱۳) نمودار جهتی طیف انرژی امواج در طول دوره یکساله**

## 6 ـ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

برداشت اطلاعات پیوسته موج و پروفیل جریان در طول یک دوره‌ی یک‌ساله امکان تحلیل رژیم هیدرودینامیک منطقه کم عمق ساحلی امیرآباد نکا را به‌وجود آورد. بر اساس بررسی و مطالعه مشخصات پروفیل جریان و موج با استفاده از نمودارها و جداول ارائه شده در این مقاله، از جمله نتایج قابل بیان موارد زیر می‌باشد:

- امواج غالب در منطقه دارای جهت شمال غربی هستند.
- امواج به وقوع پیوسته در تابستان دارای ارتفاع کمتر نسبت به زمستان ولی با مدت زمان تدوام بیشتر می‌باشند.
- با توجه به اطلاعات، کمترین مقدار آرامش دریا در تابستان رخ می‌دهد هرچند امواج به وقوع پیوسته دارای ارتفاع کمتری می‌باشند.
- حداکثر ارتفاع موج شاخص ثبت شده در این دو سال مربوط به زمستان و با ارتفاع 2.48 متر می‌باشد.
- با بررسی امواج و الگوی جریان منطقه می‌توان دریافت که بعلت عدم وجود امواج قابل ملاحظه از جهت شمال شرق جریانات خلف جریان عمومی دریای در این فصل نمی‌باشیم. بعبارت دیگر علت اصلی وقوع جریانات خلف جهت عمومی، امواج شمال شرق می‌باشد.
- جریانات ثبت شده در منطقه منطبق بر الگوی عمومی جریان در منطقه می‌باشد.
- در انتهای تابستان و در پائیز شاهد وقوع جریانات بازگشتی قوی در منطقه می‌باشیم که یکی از عوامل غرق شدن گردشگران تابستانی می‌باشد.

## 7 ـ مراجع

[۱] ـ گزارش اندازه‌گیری دریایی در منطقه امیرآباد نکا، موسسه تحقیقات آب 1388

[2]-Matthew C. Ward, Roderick thomas, Tatsu I., Hydrodynamic and Dispersion Modeling for the Azeri, chirag, Gunashi Field Offshore Baku, Azerbaizan, ASA report August 2001

[3]-Barannik V., Borysova O. and Stolbery F., The Caspian Sea Region Environmental Change, Ambio Vol.33 No. 1-2, Feb. 2004

[4]-The Caspian sea and climatic processes in the Northern Hemisphere, Kluwer Academic Publishers, 1994

[5]- A. BirolKara , AlanJ.Wallcraft , E.JosephMetzger, MuratGunduz, Impacts of freshwater on the seasonal variations of surface salinity and circulation in the Caspian Sea,

www.SID.ir



www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID




www.SID.ir



www.SID.ir