



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



ارزیابی اطلاعات موج جمع آوری شده توسط بویه های سازمان بنادر و کشتیرانی

حسین مثقالی
سازمان بنادر و کشتیرانی
مدیر پروژه اندازه گیری مشخصه های
دریایی کشور

مجید جندقی علائی
سازمان بنادر و کشتیرانی
مدیر کل اداره مهندسی سواحل و بنادر

محمد رضا الهیار
سازمان بنادر و کشتیرانی
دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های دریایی
دانشگاه تهران

۱- مقدمه

به دلیل گستردگی مرزهای آبی کشور و نیازمندی شناخت ویژگیهای گوناگون آن و نیز عدم وجود کاری فراگیر و پیوسته، برای اندازه گیری و تحلیل داده های محیط دریا، سازمان بنادر و کشتیرانی بر آن شد تا مراحل اجرایی پروژه اندازه گیری مشخصه های دریایی کشور را شروع نماید. در پروژه مذکور استقرار یازده مجموعه کامل اندازه گیری پارامترهای اقیانوس شناسی و هواشناسی در سواحل شمال و جنوب کشور پیش بینی گردید. هر مجموعه از سه بخش تشکیل شده است: ۱- ایستگاه دریایی یا بویه موج نگار که وظیفه جمع آوری داده های اقیانوس شناسی و هواشناسی را در آب عمیق به عهده دارد. ۲- ایستگاه ساحلی که اندازه گیریها را مشابه بویه از روی یک سکوی ثابت و در نزدیکی ساحل انجام می دهد. ۳- ایستگاه مادر که داده های جمع آوری شده توسط بویه را نمایش داده و ثبت می نماید.

۲- مشخصات بویه موج نگار

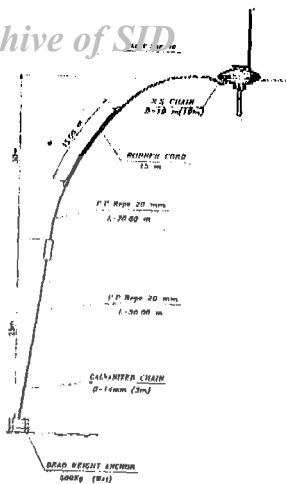
۲-۱- مشخصات مکانیکی

بویه موج نگار مجموعه کاملی از تجهیزات مکانیکی و برقی است که برای اندازه گیری پارامترهای هواشناسی و اقیانوس شناسی به کار می رود. بویه ها از نظر قرار گیری در دریا به دو دسته کلی سطحی و زیرسطحی تقسیم می شوند که خود بویه های سطحی نیز به دو گروه بویه های دنبال کننده سطحی (بویه های دیسکی) و بویه های مستقل از شیب (بویه های SPAR) تقسیم می شوند.

بویه موج نگار سازمان بنادر و کشتیرانی با هزینه ای تقریباً نصف دستگاه مشابه خارجی توسط پژوهشکده علوم زیر دریا دانشگاه صنعتی اصفهان در مدت دو سال ساخته شد. این بویه از نوع سطحی و دیسکی می باشد بطوریکه قابلیت دنبال کردن سطح آب را دارا بوده و از روی حرکات آن می توان به مشخصات موج منطقه رسید.

این بویه قادر است پارامترهای مختلف اقیانوس شناسی و هواشناسی شامل پارامترهای مختلف موج (نظیر ارتفاع مشخصه و پرپود موج، مشخصات طیفی موج و ...)، شوری آب، دمای آب، رطوبت نسبی هوا، جهت باد، سرعت باد، فشار هوا و دمای هوا را اندازه گیری کرده و داده ها را پس از آنالیز، در زمانهای معین توسط فرستنده رادبویی به ایستگاه مادر مخابره نماید (شکل ۱). سیستم مهار بویه موج نگار از نوع تک نقطه ای است و شامل طناب لاستیکی، زنجیر، طناب ناپلونی و اتصالات و نیز لنگر قفلی می باشد (شکل ۲). منبغ تغذیه آن، باتریهای سیلد اسیدی شارژ پذیر می باشد که توسط سلولهای خورشیدی شارژ می گردد.

به هنگام ارسال داده های بویه به ساحل اطلاعات مربوط به مختصات نقطه استقرار بویه (که توسط GPS نصب شده بر روی بویه اندازه گیری شده است) و همچنین وضعیت باتریهای بویه به همراه اطلاعات هواشناسی و اقیانوس شناسی مذکور به ساحل مخابره می شود. بدین ترتیب می توان از طریق کامپیوتر ایستگاه مادر وضعیت کلی بویه را کنترل نمود.



شکل ۲- سیستم مهار بندی و اجزاء مختلف بویه موج نگار

شکل ۱- بویه موج نگار سازمان بنادر و کشتیرانی

۲-۲- پردازش داده های ثبت شده

یکی از اهداف عمده موج نگاری تخمین چگالی طیف توان جهت دار امواج دریا می باشد چرا که با کمک آن می توان به بسیاری از پارامترهای مهم موج (خصوصاً پارامترهای جهت دار) دست یافت. در بویه مذکور ابتدا با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده توسط حسگر خیز و قطب نما، شیب نوسانات سطح آب در دو امتداد شمال و شرق (Y, X) محاسبه می گردد. آنگاه به کمک مقادیر اندازه گیری شده توسط حسگر خیز و شیب های فوق الذکر مقادیر چگالی طیف توان یک بعدی و تابع گسترده زوایه ای محاسبه می شود. بدین ترتیب بر اساس روابط ذیل می توان به چگالی طیف توان جهت دار رسید.

$$S(w, \theta) = S(w)D(w, \theta) \quad (1)$$

۱۸۴

$$D(w, \theta) = \frac{1}{2\pi} \left\{ 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} [a_n(w) \cos(n\theta) + b_n(w) \sin(n\theta)] \right\} \quad (2)$$

در روابط فوق $S(w)$ چگالی طیف توان یک بعدی، $D(w, \theta)$ تابع گسترده زوایه ای، w فرکانس زوایه ای و θ جهت انتشار امواج نام دارند. ضرایب a_n و b_n با استفاده از سریهای زمانی η (نوسانات سطح آب) و X و Y تخمین زده می شوند.

بر روی داده های ثبت شده دو نوع پردازش صورت می گیرد که عبارتند از: ۱- پردازش اولیه توسط کامپیوتر مستقر در بویه ۲- پردازش نهایی در کامپیوتر ایستگاه مادر (پس از ارسال اطلاعات). بدین ترتیب که ابتدا از روی سبزی زمانی موج نگاری اخیر و زوایای غلتش، پیچش و سمت بویه) پارامترهای مورد نیاز برای تخمین طیف و نیز پارامترهای آماری مربوط به ارتفاع و پریود موج (شامل η , H_{max} , H_{sd} , میانگین H , متوسط $H_{1/10}$, T_c , T_z , H_{max}) محاسبه و به ساحل مخابرات می گردد. در کار کامپیوتر ایستگاه نیز از روی اطلاعات واصله، تخمین طیف و استخراج بقیه پارامترهای لازم (از جمله میان های طیفی مختلف H_n و ...) محاسبه و ارائه می گردد.

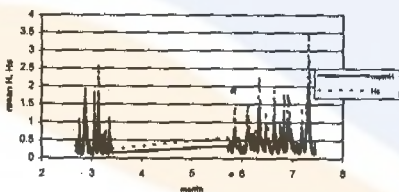
۳- موقعیت بویه ها و داده های جمع آوری شده

در حال حاضر که فاز اول پروژه اندازه گیری مشخصه های دریایی به اتمام رسیده است، از سه بویه در بندر انزلی و بندر امیر آباد در شمال کشور و بوشهر در جنوب کشور جهت اجرای پروژه استفاده می شود. داده های جمع آوری شده توسط این بویه ها، همچنین موقعیت جغرافیایی محل استقرار آنها (تا اردیبهشت ۸۱) در جدول ذیل آمده است.

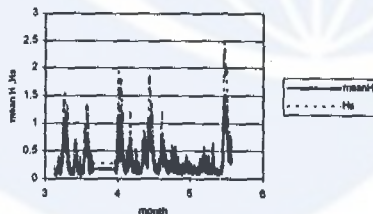
جدول ۱ - موقعیت جغرافیایی و زمان ثبت اطلاعات بویه موج نگار در هر یک از سه بندر

بندر محل استقرار بویه	موقعیت به آب اندازی بویه		زمان اطلاعات جمع آوری شده
	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	
بندر انزلی	۳۳° ۳۱' ۳۹"	۳۶° ۳۴' ۳۷"	خرداد تا شهریور ۱۳۷۹
	۳۳° ۳۱' ۴۹"	۳۶° ۳۴' ۳۷"	اسفند ۷۹ تا فروردین ۸۰
	۳۶° ۲۸' ۳۹"	۳۷° ۲۹' ۵۴"	مرداد تا مهر ۸۰
	۳۶° ۲۹' ۰۵"	۳۷° ۳۰' ۱۰"	اردیبهشت ۸۱
بندر امیر آباد	۵۳° ۲۲' ۱۸"	۳۶° ۵۱' ۲۴"	اول اسفند ۸۰ تا اردیبهشت ۸۱
بندر بوشهر	۳۲° ۳۴' ۵۰"	۴۹° ۲۸' ۲۸"	آبان ۸۰ تا دی ۸۰

لازم به ذکر است که اطلاعات سال ۱۳۷۹ در بندر انزلی حاصل از اندازه گیری پیوسته بویه و مخابره ساعت به ساعت آن به ایستگاه مادر می باشد که به دلیل ضروری نبودن پیوستگی اندازه گیری و نیز مصرف بالای انرژی باتریها، از سال ۱۳۸۰ دوران روشن دستگاه به بیست دقیقه در هر ساعت کاهش یافت. در دو نمودار ذیل دو پارامتر مهم مربوط به ارتفاع موج (H_s و H_{1/3}) اندازه گیری شده توسط بویه موج نگار بندر انزلی در سالهای ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ نشان داده شده است.



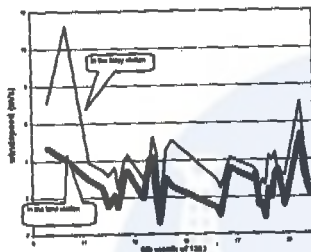
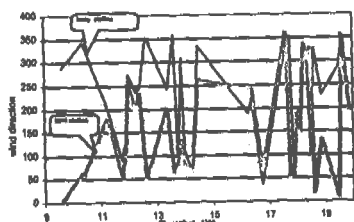
نمودار ۲: ارتفاع متوسط و مشخصه موج
سال ۱۳۸۰ (بندر انزلی)



نمودار ۱: ارتفاع متوسط و مشخصه موج
سال ۱۳۷۹ (بندر انزلی)

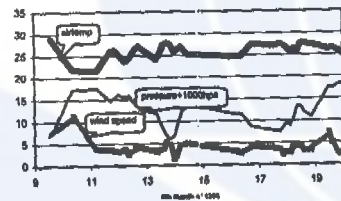
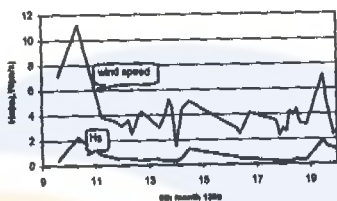
متأسفانه در آبهای ایران (به خصوص در بنداری که پروژه اجرا گردیده است) منبهی مناسب، معتبر و قابل اعتماد که بوسیله آن بتوان نتایج اندازه گیری شده توسط بویه را مقایسه نمود وجود ندارد. اما با توجه به اینکه داده های اندازه گیری شده توسط بویه متنوع هستند (پارامترهای هواشناسی و اقیانوس شناسی) می توان مقادیر مرتبط با یکدیگر را که توسط سنسورهای مختلف دستگاه اندازه گیری شده اند با یکدیگر مقایسه نمود. در این تحقیق به منظور ارزیابی اطلاعات ثبت شده بویه بندر انزلی مقایسه

مذکور در بازه زمانی دهه دوم شهریور ۱۳۸۰ و همچنین مقایسه ارتفاع مشخصه موج با دست آمده با ارتفاع محاسبه شده بوسیله فرمول SMB و اطلاعات باد بویه صورت گرفته است. نتایج مقایسات در نمودارهای ذیل آمده است:



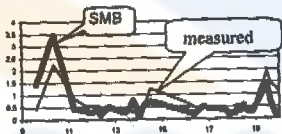
نمودار ۴: مقایسه جهت باد در ساحل و در محل استقرار بویه

نمودار ۳: مقایسه سرعت باد در ایستگاه ساحلی و محل استقرار بویه



نمودار ۶: مقایسه سرعت باد و ارتفاع موج مشخصه

نمودار ۵: مقایسه فشار هوا، دمای هوا و سرعت باد



نمودار ۷: مقایسه ارتفاع موج مشخصه اندازه گیری شده با ارتفاع محاسبه شده توسط روش SMB

در نمودارهای فوق ارتباط پارامترهایی که انتظار می رفت به یکدیگر وابسته باشند به وضوح مشخص است و جای شرح و تفصیلی باقی نمی گذارد.

۴-مراجع

۱- جزوات دوره آموزش طرح اندازه گیری مشخصه های دریایی کشور پژوهشکده علوم و تکنولوژی زیر دریا دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- اطلاعات جمع آوری شده توسط بویه های سازمان بنادر و کشتیرانی در سه بندر بوشهر، انزلی و امیر آباد