هشتمین همایش صنایع دریایی
۹ لغایت ۱۱ آبانماه ۱۳۸۵
استان بوشهر

مدل کامپیوتری جامع جهت آنالیز دیتاهای خام

ناشی از بویه های موج نگار

محمدجواد کتابداری[۱] , علی نظری شهربیجاری[۲]

دانشکده مهندسی کشتی سازی و صنایع دریائی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر

چکیده

موج یکی از مهمترین پدیده های طبیعی است که در سطح دریاها و اقیانوسها بوقوع می پیوندد. این امواج در شرایط عادی به طور متوسط ارتفاعی کمتر از ۲ متر دارند. اما در مواقع طوفانی تا ارتفاع ۳۰ متر رسیده و قادرند خسارات و لطمات شدیدی به کشتیها، سازه های دریایی کنار ساحل و فراساحل و خط ساحلی وارد نمایند. از این رو همواره سعی بشر در شناخت و پیش بینی مشخصات و رفتار این امواج در فصول مختلف سال و نقاط مختلف دریا بوده است. . بر این اساس نسلهای مختلف از مدلهای پیش بینی مشخصات امواج دریاها ارائه و بکار برده می شوند که جهت کالیبراسیون آنها نیاز به شناخت امواج در هر منطقه می باشد. از طرفی شناخت امواج دریایی در یک منطقه جغرافیائی نیازمند به در اختیار داشتن اطلاعات میدانی از تغییرات پروفیل سطح آب و شرایط آب و هوایی و سرعت و جهت وزش باد در طول سالیان متمادی می باشد. بویه های موج نگار و پلات فرمها از وسایل متداول این اندازه گیریها می باشند. این تجهیزات معمولا مجهز به نرم افزارهایی هستند که بعضی اطلاعات موج را در فواصل زمانی معین به ایستگاه مادر در ساحل ارسال می نمایند.

---

[1] عضو هیئت علمی

[2] کارشناس ارشد کشتی سازی

بررسیهای مولفین مقاله نشان داد که این نرم افزارها فقط اطلاعات محدودی را به ساحل ارسال می نمایند و اطلاعات بسیاری در این پروسه صرفنظر می گردد. هدف از انجام این تحقیق تهیه برنامه کامپیوتری جامع جهت آنالیز دیتای خام بویه های موج نگار می باشد. نتایج برنامه نشان میدهد که اولا جهت اخذ اطلاعات مورد اعتماد از دیتاهای ثبت شده توسط بویه های موج نگار مراحل متعددی باید طی گردد ثانیا اطلاعات ذی قیمت بسیاری در تاریخچه زمانی موج موجود می باشد که قابل استخراج بوده ولی تاکنون به دلیل عدم درک اهمیت آنها صرفنظر گردیده است.

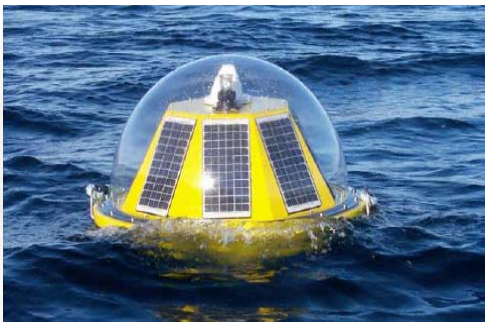
کلمات کلیدی: آنالیز موج، آنالیز حوزه زمان، آنالیز حوزه فرکانس، دیتای موج ، موج نگار

۱-مقدمه

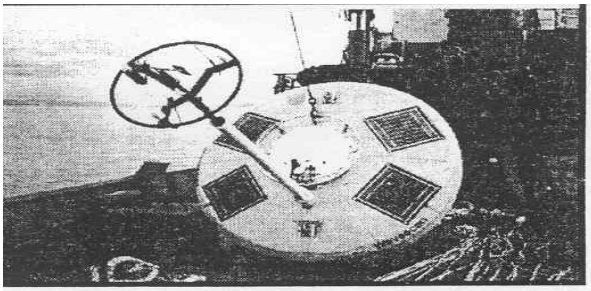
پروژه اندازه گیری مشخصه های دریائی به منظور جمع آوری اطلاعات جامع از شرایط اقلیمی مناطق مختلف در یائی کشور چند سالی است آغاز و هم اکنون نیز با گستردگی بیشتری ادامه دارد. در این رابطه تجهیزات متفاوتی که اکثرا ساخت کشورهای خارج می باشند مورد استفاده قرار می گیرند. این دستگاهها قادر به جمع آوری اطلاعات هوا شناسی و اقیانوس شناسی مانند سرعت، جهت و مدت وزش باد ، دما، فشار ورطوبت هوا، غلظت و شوری آب دریا، تاریخچه زمانی تغییرات تراز آب و ... می باشند. هریک از این دستگاهها نرم افزار مربوط به خود را دارند که در آنها برخی اطلاعات مهم موج مانند ارتفاع وپریود موج از دیتای خام استخراج میگردد. ولی به دلیل محدودیت حافظه پس از مدتی تاریخچه زمانی ثبت شده از حافظه پاک می گردد و دستیابی به اطلاعات مفید دیگر را غیر ممکن می نماید. نظر به اینکه با دردست داشتن اطلاعات خروجی محدود فعلی این بویه ها نمی توان به اطلاعات دیگر دست یافت نرم افزارهایی لازم است که بتوان از دیتاهای اخذ شده موجود استفاده بهینه نمود.

۲-ثبت دیتا توسط بویه های موج نگار

معمولا بویه های موج نگار تغییرات تراز سطح آب رابر حسب زمان ثبت می نمایند. شکل ۱ چند نمونه ازاین موج نگار ها را نشان میدهد. برخی از آنهادر چند سال اخیر در آبهای ایران به آب انداخته شده و مورد استفاده قرار گرفته اند.

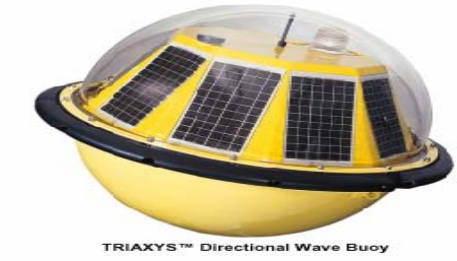


بویه موج نگار Triaxys



بویه موج نگار Wavescan

بویه برآب ۲



بویه موج نگار Triaxys

شکل۱ چند نمونه از بویه های موج نگار

بعلت تعداد زیاد دیتاها و محدودیت حافظه بویه های موج نگار معمولا اطلاعات اولیه درخود موج نگار توسط سیستم سخت افزاری و نرم افزاری خاص پردازش می شود و فقط اطلاعات ارتفاع و پریود مشخصه متوسط موج در فواصل زمانی مشخص(معمولا ۳ ساعت) بصورت متوسط به ایستگاه مادر در ساحل ارسال می گردد.

۳- اطلاعات موجود در تاریخچه زمانی موج و نحوه استخراج آنها

ثبت دیتا توسط موج نگارها معمولا با خطاهایی همراه است که قبل از استخراج هر گونه اطلاعاتی لازم است این خطاها را شناخت وآنرا حذف نمود.

۳-۱ خطاهای احتمالی در رکورد موج

- وجود Trend در موج: گاهی تراز متوسط دیتاهای زمانی ثبت شده توسط بویه ها شیبی به سمت بالا یا پایین دارد. عموما این مسئله بواسطه اختلال در دستگاهها وتجهیزات است. گاهی ممکن است ترند بدلیل تاثیر تغییرات جذر و مد بر روی سنسور فشار بویه بروز نماید.
- وجود Noise در موج: وجود پارازیت و ارتعاشات با فرکانس بالا در تاریخچه زمانی موج را نویز گویند. نویز ممکن است بدلیل حرکت پروانه شناورهای عبوری یا تشدید های موردی در سیستم موج نگار و مهار آن ایجاد گردد.
- وجود MWL در موج: معمولا در اثر عبو ر موج به طور طبیعی تراز سطح آب بالا (Set up) یا پایین (Set down) می رود. گاهی نیز این تغییرات تراز سطح آب در صورتی که شدید باشد بعلت وجود اختلال Drift در دستگاه می باشد.

۳-۲ اطلاعات موجود در رکورد موج

پس ازحذف خطاهای فوق که در شرح برنامه خواهد آمد اطلاعاتی بشرح ذیل را میتوان از رکورد موج استخراج نمود.

- پروفیل سطح آب: عبارتست از تغییرات سطح آب در هر لحظه از زمان در بازه زمانی یا مکانی مشخص با داشتن پروفیل سطح آب می توان به وضعیت امواج منطقه به لحاظ درجه نامنظمی و خطی یا غیر خطی بودن پی برد.
- تاریخچه زمانی فشار موج در هر عمق: با داشتن دیتای خام موج می توان به کمک تئوری موج Airy و روابط زیر به تاریخچه فشار کل شامل فشار هیدرواستاتیکی و فشار دینامیکی موج در هر عمق دست یافت:

$$p(t) = -\rho g z + \rho g k_p(z)\eta(t) \qquad (۱)$$

$$k_p(z) = \frac{\cosh\{k(h+z)\}}{\cosh(kh)} \qquad (۲)$$

در این روابط $p(t)$ فشار کل در عمق z ، $\eta(t)$ پروفیل سطح آب، $k_p(z)$ ضریب فشار در عمق z، h عمق آب، k عدد موج و ρ دانسیته آب دریا و z عمق از سطح آب است که تاریخچه فشار در آن مورد نظر است.

- تعیین اینکه موج تا چه حد از تئوری موج خطی تبعیت می نماید با کنترل معیارهای زیر در آنالیز Zero up-crossing که در آن L طول موج و H ارتفاع موج می باشد:

$$\frac{H}{L} << 1 \qquad (۳)$$

$$\frac{HL^2}{h^3} << 1 \qquad (۴)$$

- تشخیص موج بلند (Long wave) از موج کوتاه (Short wave): امواج با نسبت $\frac{h}{L} < \frac{1}{20}$ در دسته امواج بلند و امواج با نسبت $\frac{h}{L} > \frac{1}{2}$ در دسته امواج کوتاه طبقه بندی می گردند.

- تعیین ارتفاع مشخصه (Significant wave height) و خصوصیات دیگر موج مانند $H_{1/10}$، $H_{ave.}$، $H_{\min}$، $H_{\max}$: میانگین ۱/۳ بالاترین ارتفاع موج های موجود در یک رکورد موج را که به کمک تاریخچه زمانی موج به کمک روش Zero up-crossing محاسبه می گردد ارتفاع موج مشخصه نامیده و با $H_{1/3}$ نشان می دهند. در صورتیکه این ارتفاع در بازه فرکانسی از رابطه $4\sqrt{m_o}$ محاسبه گردد آن را با Hs نشان می دهند که در آن m_o سطح زیر منحنی طیف انرژی موج است و از رابطه زیر حاصل می گردد (Goda, 1985):

$$m_0 = \overline{\eta^2} = \lim_{t_0 \to \infty} \frac{1}{t_0} \int_0^{t_0} \eta^2 dt = \int_0^{\infty} S(f) df \qquad (۵)$$

میانگین ۱/۱۰ بالاترین ارتفاع موج های موجود در رکورد موج را با $H_{1/10}$ نشان می دهند. خصوصیات دیگر موج نیز به کمک روش Zero up-crossing در بازه زمان محاسبه می گردد.

- تعیین پریود مشخصه و خصوصیات دیگر مانند $T_{1/10}$، T_z ، T_{ave} ،$T_{\min}$، $T_{\max}$: میانگین پریودهای متناظر با۱/ ۳ بالاترین ارتفاع امواج در یک رکورد موج را پریود مشخصه گفته و با Ts یا $T_{1/3}$ نشان می دهند. پریود Zero up-crossing از رابطه زیر حاصل می گردد که در آن T_R طول رکورد موج و N_z تعداد موجها در رکورد موج است:

$$T_z = \frac{T_R}{N_z} \qquad (۶)$$

دیگر پریود ها مانند $T_{1/10}$ نیز بر اساس پریود های متناظر با ارتفاعات محاسبه می گردد.

- تعیین طول موج: طول موج متناظر با هر پریود برای تک تک امواج موجود در رکورد موج از رابطه Dispersion relation یعنی:

$$\omega^2 = gk \tanh kh \qquad (۷)$$

محاسبه می گردد که در آن ω فرکانس زاویه ای هر موج می باشد. طول موجهای $\lambda_{1/3}$ $\lambda_{1/10}$، $\lambda_{ave.}$، $\lambda_{\min}$، $\lambda_{\max}$ نیز به طریق مشابه بر اساس فرکانسهای متناظر قابل محاسبه هستند.

- تعیین طیف انرژی موج (Wave energy spectum): با داشتن تاریخچه زمانی موج با استفاده از تبدیل فوریه و به کمک رابطه زیر انرژی موج در حوزه فرکانس یا طیف انرژی موج حاصل می گردد که در آن c_n دامنه مولفه n ام در سری فوریه می باشد:

$$S(f_n) = \frac{1}{df} \sum_{f_n}^{f_n+df} \frac{1}{2} c_n^{\,2} \qquad (۸)$$

- کنترل وضعیت شکست موج به کمک رابطه Miche:

$$H/L \le 1/7 \tanh kh$$

- هرچه رابطه به تساوی نزدیکتر باشد نشان می دهد موج در آستانه شکست بوده و ناپایدار تر می باشد.
- تعیین توزیع احتمالی نرمال و رایلی برای دامنه و ارتفاعات موج: پروفیل موج ازیک پروسه آماری پیروی می نماید که سه شرط stationarity, ergodicity و Gaussian را ارضا می نماید. شرط گوسی بودن موج در واقع همان پیروی از توزیع نرمال به شرح ذیل است:

$$P(\eta) = \frac{1}{(2\pi m_0)^{1/2}} \exp\left[-\frac{(\eta - E[\eta])^2}{2m_0}\right] \qquad (۹)$$

که در آن:

$$E(\eta) = \overline{\eta}_j = \lim_{N\to\infty} \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} \eta_j \qquad (۱۰)$$

وm_0 واریانس می باشد :

$$m_0 = \overline{\eta^2} = E\left[\left(\eta - E[\eta]\right)^2\right] \qquad (۱۱)$$

Longuet-Higgins (1952) ثابت کرد که توزیع فرکانسی ارتفاعات امواج دریا از توزیع رایلی تبعیت می نماید:

$$P(x)=\frac{\pi}{2}x\exp\left[\frac{-\pi}{4}x^2\right] \qquad :x=\frac{H}{\overline{H}} \qquad (۱۲)$$

- تعیین فاکتور گروهی GF (Groupy Factor) موج: فاکتور گروهی امواج می تواند مشخص نماید که آیا موج ثبت شده یک موج گروهی یا غیر گروهی است. به عبارت دیگر فاکتور گروهی به ما نشان می دهد که آیا گروههای موج وجود دارند و اگر وجود دارند با چه درجه و خصوصیتی وجود دارند . با استفاده از فاکتور گروهی می توان به درجه خطرناک بودن یک موج گروهی پی برد (Ketabdari, 2001). این فاکتور به سه روش قابل محاسبه می باشد:

❖ روش SIWEH (Funke and Mansard, 1979): این روش عمدتا یک روش طیفی بوده و فرمول ارائه شده برای فاکتور گروهی در روش سیوه به شرح ذیل می باشد :

$$GF=\frac{\sqrt{\frac{1}{T_n}\int_0^{T_n}\left[E(t)-\overline{E}\right]^2dt}}{\overline{E}} \qquad (۱۳)$$

که در رابطه فوق :

$$E(t)=\frac{1}{T_n}\int_{-\infty}^{\infty}\eta^2(t+\tau)Q(\tau)d\tau \qquad (۱۴)$$

$$Q(\tau)=\begin{cases}1-\dfrac{|\tau|}{T_P} & |\tau|<T_P\\ 0 & |\tau|>T_P\end{cases} \qquad (۱۵)$$

در روابط بالا $\overline{E}$ متوسط انرژی موج گروهی (همان m_0) ، E تاریخچه انرژی موج ، η جا به جایی سطح آب ، T_n پریود محدوده موج ثبت شده ، T_P پریود پیک طیف موج و $Q(\tau)$ یک تابع هموار ساز می باشد . در این روش فاکتور گروهی در واقع انحراف معیار انرژی موج نسبت به متوسط آن می باشد که توسط انرژی موج متوسط بی بعد گردیده است.

❖ روش لیست (List,1991): در این روش که یک روش حوزه زمانی می باشد فاکتور گروهی از فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$GF=\frac{\sqrt{2}\sigma_A}{\overline{A(t)}} \qquad (۱۶)$$

که در آن σ_A و $\overline{A(t)}$ انحراف معیار و متوسط تابع پوش موج $A(t)$ می باشند.

❖ روش کتابداری (Ketabdari, 2000): این روش یک روش حوزه زمانی بوده و از رابطه زیر فاکتور گروهی را محاسبه می نماید:

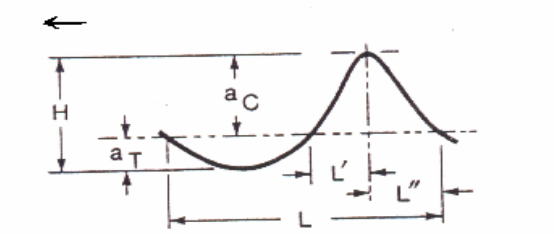
$$GF = \frac{\sqrt{\frac{1}{N_{tr}} \sum_{k=1}^{k=N_j} j_{1k} \sum_{i=1}^{i=i_j} (H_i - H_T)^2}}{H_T} \qquad (۱۷)$$

که در آن H_T ارتفاع موج حدی، H_iارتفاع امواج در گروه، N_{tr} تعداد امواج با ارتفاع بیشتر از H_T، N_j تعداد کل run ها در رکورد موج و j_{1k} طول k run ام می باشد.

- تعیین عدم تقارن افقی در موج: عدم تقارن افقی موج با رابطه:

$$\alpha = \frac{a_C}{a_T} \qquad (۱۸)$$

بیان می گردد که درآن a_C و a_T مقادیر نشان داده شده در شکل ۲ می باشند. هرچه α از عدد ۱ بزرگتر باشد نشانه غیر خطی بودن بیشتر موج است.



شکل۲ پارامترهای تقارن افقی و عمودی موج

- تعیین عدم تقارن عمودی در موج: عدم تقارن عمودی موج با رابطه:

$$\beta = \frac{L'}{L''} \qquad (۱۹)$$

بیان می گردد که مطابق شکل ۲ L' فاصله افقی تاج موج تا نقطه zero-up و L'' فاصله افقی تاج موج تا نقطه zero-down می باشد. هر چه βاز ۱ بزگتر باشد نشاندهنده تمایل بیشتر موج به ناپایداری و شکست در لحظه برخورد به سازه های دریایی و سواحل می باشد.

- تعیین شیب در جلو و عقب موج: شیب جلو و عقب موج به ترتیب از روابط زیر حاصل می گردند:

$$Frs = \frac{a_C}{L'} \qquad (۲۰)$$

$$\mathrm{Re}s = \frac{a_C}{L''} \qquad (۲۱)$$

این نسبتها نیز به نوعی وضعیت خطرناکی موج در لحظه برخورد به سازه را مشخص می نمایند.

۴-مدل تهیه شده و قابلیتهای آن

بر نامه ای کامپیو.تری تحت ویندوز و درمحیط MATLAB جهت آنالیز موج درحوزه فرکانس و زمان نهیه گردیده به طوریکه اطلاعات دیتای خام بویه موج نگار را پردازش نموده و کلیه پارامترهای مورد نیاز جهت طراحی را از آن استخراج نماید. برنامه به صورت Active عمل نموده و بسیار User friendly بوده که تاریخچه زمانی موج را اخذ نموده و با پرسیدن سوالات تکمیلی مواردی به شرح ذیل را به ترتیب انجام می دهد:

۴-۱ حذف خطاها

- ✓ رسم پروفیل دیتای خام موج
- ✓ کنترل وجود ترند و حذف آن از داده های موج
- ✓ کنترل وجود نویز در دیتای خام و حذف آن از داده های موج
- ✓ محاسبه MWL و حذف آن از رکور د موج با درخواست کاربر

۴-۲ آنالیز حوزه زمان

- ✓ رسم پروفیل سطح آب در بازه زمان بعد از حذف خطاها
- ✓ تبدیل تاریخچه زمانی موج به تاریخچه زمانی فشار در عمق خواسته شده
- ✓ *تشخیص امواج بلند و کوتاه از همدیگر*
- ✓ تفکیک امواج ثقلی از امواج جزرو مدی
- ✓ تجزیه امواج موجود در رکورد موج به روش Zero up- crossing
- ✓ تعیین ارتفاع و پریود مشخصه به روش حوزه زمانی
- ✓ تعیین دیگر ارتفاعات و پریودها بر اساس روش حوزه زمانی

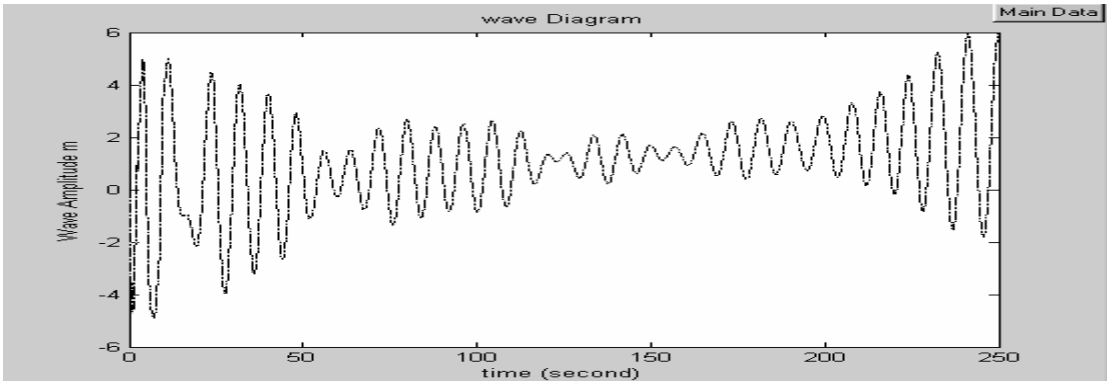
- ✓ . تعیین عدم تقارن افقی و عمودی در موج
- ✓ تعیین شیب در جلو و عقب موج
- ✓ تعیین وضعیت امواج به لحاظ در حال شکست (Breaking) یا شکسته نشده (Non-Breaking) بودن
- ✓ تعیین فاکتور گروهی موج به روش لیست
- ✓ تعیین فاکتور گروهی موج به روش کتابداری
- ✓ تعیین توزیع احتمالی نرمال (گوسی) دامنه ها
- ✓ تعیین توزیع احتمالی رایلی ارتفاعات

۳-۴ آنالیز حوزه فرکانس

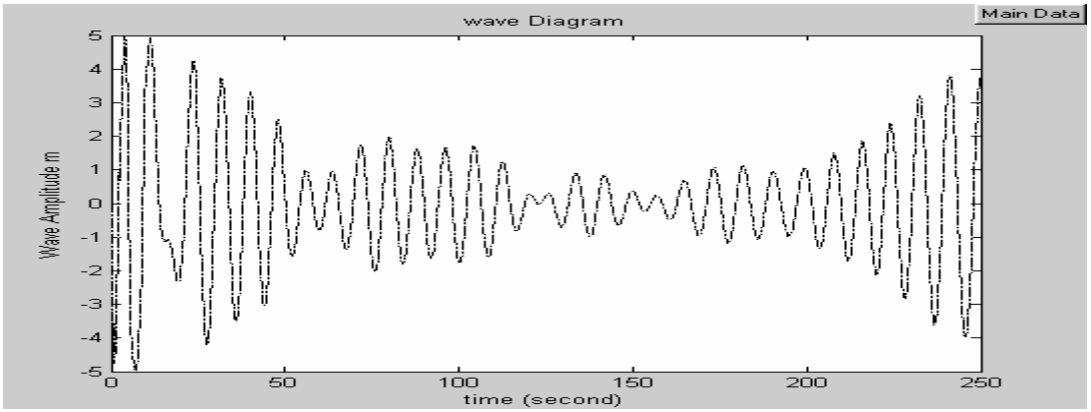
- ✓ تعیین طیف انرژی موج از تاریخچه زمانی تصحیح شده پروفیل سطح آب
- ✓ تعیین فرکانس پیک f_p و ارتفاع پیک موج H_p
- ✓ تعیین طیف انرژی فشار در هر عمق مورد نظر از تاریخچه زمانی موج یا فشار و تعیین فشار پیک P_p
- ✓ هموار کردن (Smoothing) طیف به کمک فیلتر Moving average
- ✓ مقایسه طیف موجود با طیفهای معتبر مانند طیف پیرسون-مسکویچ و جان سوپ
- ✓ تعیین فاکتور گروهی موج به روش طیفی SIWEH

۵- نمونه ای از نتایج برنامه

همانطور که ذکر شد اولین اقدام برنامه تشخیص و حذف خطاها است. شکل ۳ .الف نمونه ای از یک داده ترند دار را نمایش میدهد. نرم افزار تهیه شده این ترند را تشخیص داده و نسبت به حذف آن اقدام نموده است(شکل ۳.ب).



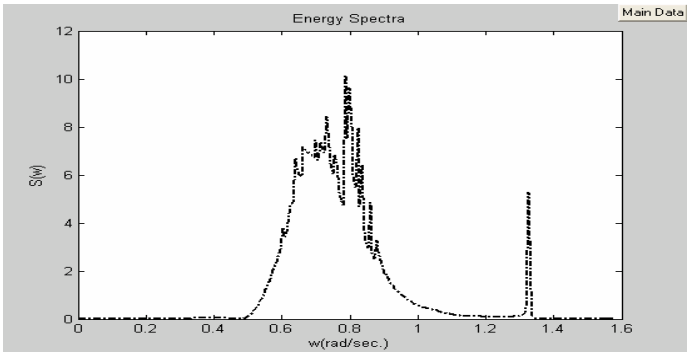
(الف)



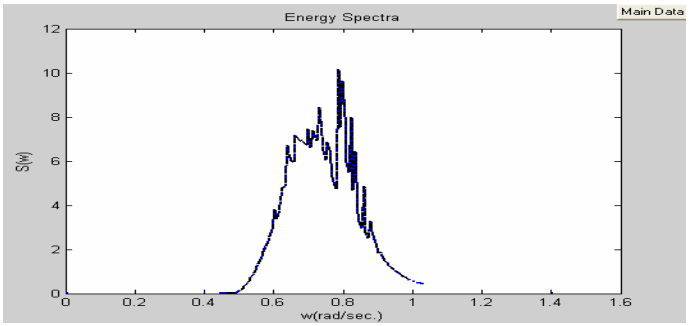
(ب)

شکل ۳ الف) نمونه ای از موج دارای ترند ب) همان موج پس از حذف ترند

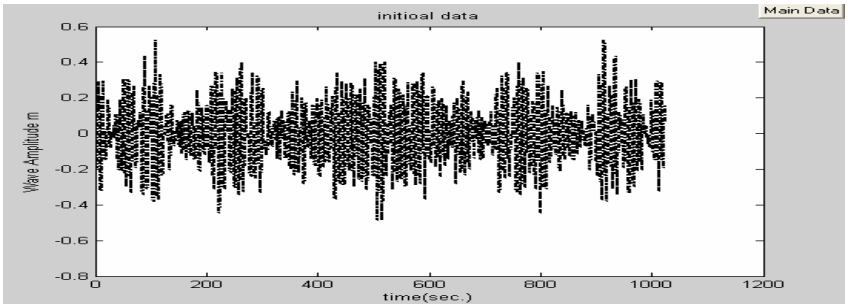
در شکل ۴.الف نمونه ای از طیف دیتای دارای نویز، که در اثر عبور یک شناور از نزدیکی بویه ایجاد گردیده، توسط برنامه محاسبه و رسم گردیده است. همانطور که ملاحظه می گردد این حرکت شناور تولید نوسانات فرکانس بالا نموده است. برنامه ضمن شناخت این نویز اثرات آن را به کمک فیلتر پایین گذر (Low-pass Filter) در بازه فرکانس حذف (شکل۴.ب) و مجددا موج را در بازه زمان باز سازی نموده است(شکل۴.ج)..



(الف)



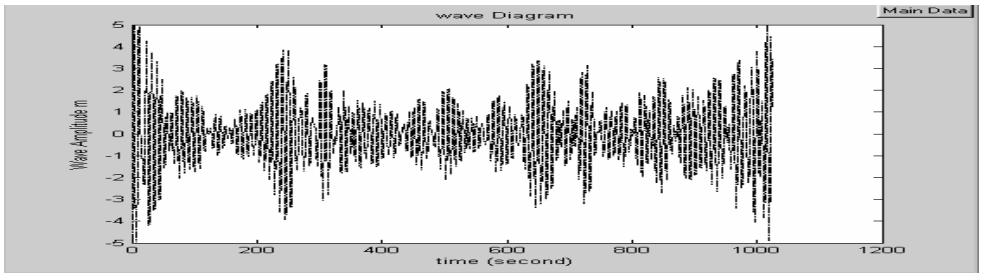
(ب)



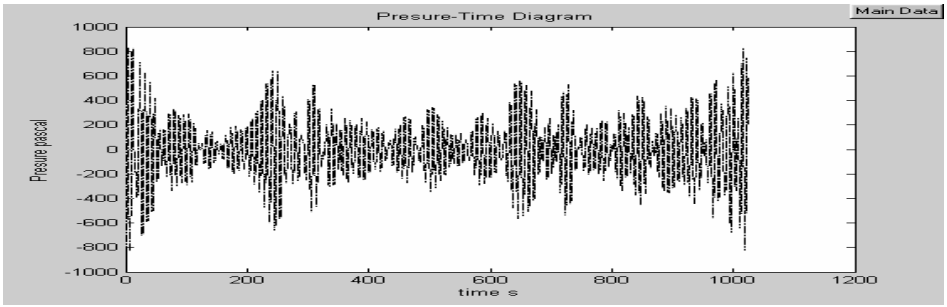
(ج)

شکل ۴ الف) طیف انرژی موج نویزدار ب) حذف نویز از طیف ج) تاریخچه زمانی بازسازی شده موج پس ازحذف نویز

شکل ۵ نمونه ای از تاریخچه زمانی موج ثبت شده را نشان می دهد که تاریخچه فشار آن در سطح آب توسط برنامه محاسبه و ترسیم گردیده است.



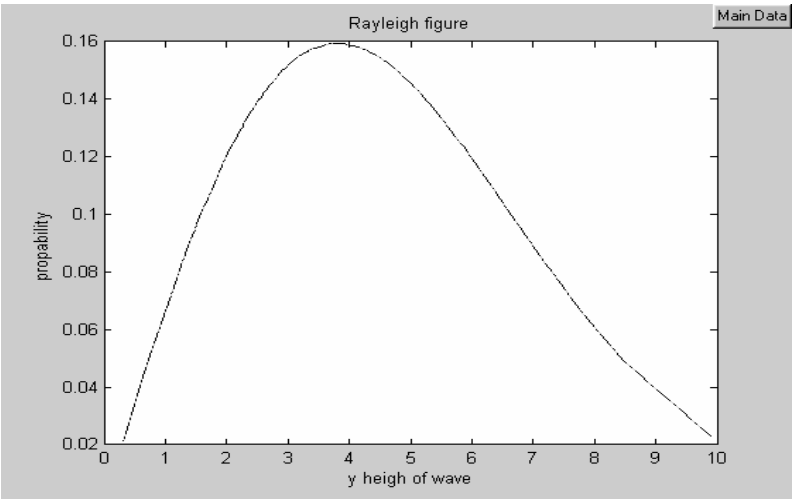
(الف)پروفیل سطح آب



(ب) تاریخچه زمانی فشارموج در سطح آب

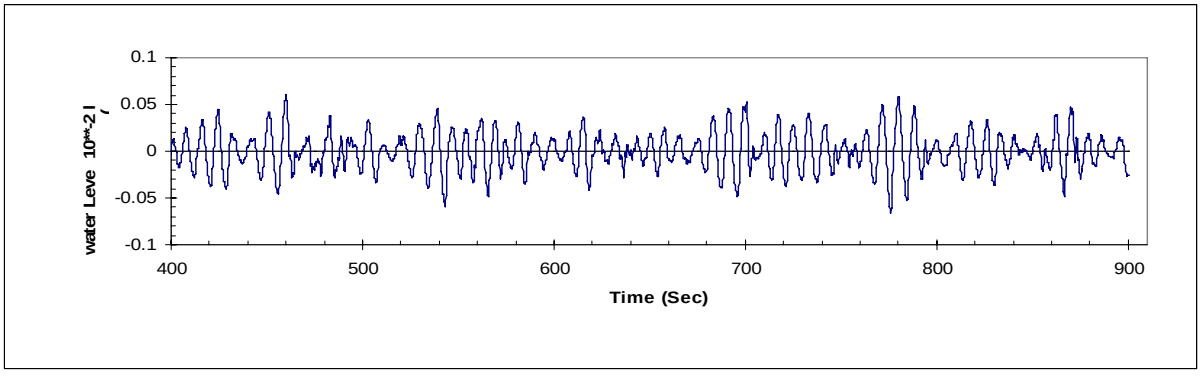
شکل ۵ تبدیل تاریخچه زمانی موج به فشار

شکل ۶ توزیع رایله را که برای پروفیل سطح آب شکل ۵.الف توسط برنامه محاسبه و ترسیم گردیده است نشان می دهد. این شکل نشان می دهد که توزیع دامنه موج ثبت شده نمونه با دقت خوبی از توزیع رایله پیروی می نماید.



شکل ۶ توزیع رایلی برای رکورد موج شکل ۵.الف

شکل ۷ یک موج گروهی نمونه و محاسبه فاکتور گروهی آن به دو روش مختلف را نشان می دهد. برای این موج روش SIWEH فاکتور گروهی برابر ۱,۱۲ و روش کتابداری آن را برابر ۰,۵۸ داده است. لازم به تذکر است که روش سیوه از سمت بالا حدی نداشته (unbounded) ولی روش کتابداری حد بالایی برابر ۱ دارد.



شکل۷ تاریخچه زمانی موج گروهی و محاسبه فاکتور گروهی آن به دو روش مختلف

الف) $GF_{SIWEH} = 1.12$ **ب)** $GF_{Ketabdari} = 0.58$

۶- خلاصه بحث و نتیجه گیری

توانائی فهم و پیش بینی اینکه تحولات ساحلی و فراساحلی در محدوده امواج تولید شده در دریا کجا وچگونه رخ میدهد میتواند از بروز خسارات هنگفت و فجایع دریایی جلوگیری نماید. جهت این مهم نیاز به ارائه مدلهایی جهت پیش بینی وضعیت امواج دریاهای مختلف می باشد. به منظور کالیبراسیون و معتبر نمودن این مدلها لازم است دیتاهای لازم توسط بویه های موج نگار که در نقاط مختلف دریاهای دنیا و توسط ارگانهای مختلف نصب می گردند جمع آوری گردند. گرچه از سالها پیش هزینه های بسیار در سراسر دنیا و اخیرا در ایران صرف جمع آوری دیتای امواج دریا می گردد، اما تحقیقات مولفین نشان می دهد که نرم افزارهای اختصاصی خاصی که توسط شرکتهای سازنده در این دستگاهها تصب می گردد اولا قادر به تصحیح خطاهای موجود در دیتای خام نمی باشد. ثانیا خروجیهای این نرم افزارها اکثرا محدود به اطلاعات ارتفاع و پریود مشخصه موج بوده که به صورت متوسط زمانی هرچند ساعت یکبار به ایستگاه مادر در ساحل مخابره می گردد. برای مثال دیتای جمع آوری شده از بعضی سواحل شمال و جنوب ایران توسط بویه S4 در سالهای اخیر خطا ها وتناقضات مختلفی را نشان داده که اکثرا بعلت فقدان نرم افزار جامع آنالیز موج در بویه بوده است. علاوه بر اینها به نظر مولفین اطلاعات ذی قیمت بسیاری در رکورد موج وجود دارد که باید جزو معیارهای طراحی در نظر گرفته شود ولی روال موجود این پارامترها را در نظر نگرفته و حذف می نماید. کد تهیه شده در این تحقیق این امکان را فراهم می آورد که ضمن تصحیح دیتای خام موج کلیه پارامترهای ممکن از رکورد موج استخراج و بدین ترتیب با سرشکن شدن هزینه جمع آوری دیتا نسبت به مقدار اطلاعات اخذ شده و از طرف دیگر افزایش دقت و ضریب اطمینان طراحی می توان هزینه های هنگفتی را در کارهای دریایی صرفه جویی نمود. برای نمونه اهمیت چند مورد از پارامترهای اضافی اخذ شده از رکورد موج که توسط نرم افزارهای متداول موج نگارها صرفنظر ولی کد تهیه شده آنها را منظور می نماید در اینجا تشریح می گردد:

- ✓ موج در هنگام برخورد به سازه در صورتیکه در حال شکست باشد ایجاد ضربه نموده و این اثر باعث افزایش نیروی موج در حال شکست به سازه تا چند برابر نسبت به موجی که شکسته نمی شود می گردد (Rezaei, 2003). این اثر هیچگاه خود را در اطلاعات فعلی ارتفاع و پریود مشخصه متوسط اخذ شده از بویه های موج نگار نشان نخواهد داد.
- ✓ امواج گروهی به امواج خطر ناک دریا معروف هستند (Ketabdari, 2001). این امواج قادرند :

- باعث ایجاد رزونانس و در نهایت گسیختگی مهار سکوهای دریایی شوند(Naess, 1978).
- لایه های محافظ (Armor Units) موج شکنهای شیبدار سنگی را از جا بکنند (Gravesen and Sorensen, 1977).
- از روی موجشکنها عبور نموده و وارد حوضچه شوند و باعث چپ شدن کشتیهای پهلو گرفته شوند(Wang et al., 2004)
- باعث تحریک و انتقال شدید رسوبات دریایی گردند (Ketabdari, 2002)

این فاکتور هیچگاه از خروجیهای فعلی بویه های موج نگار حاصل نمی گردد.

امید است تحقیق حاضر انگیزه ای باشد جهت مدیران و تصمیم گیرندگان دریایی کشور تا توجه بیشتری به ایده ها و پتانسیلهای داخل کشور معطوف دارند.

مراجع :

1. **Funke, E. R. and Mansard, E. P. D., (1979):** "On the synthesis of realistic sea states in a laboratory flume", Lab. Tech. Rept., Rept. No. LTR-HY-66, Division of Mechanical Eng., Canada

2. **Goda, Y., (1985):** "Random Sea and design of maritime structures" Univ. of Tokyo press.

3. **Gravesen, H. and Sorensen, T., (1977):** "Stability of rubble mound breakwaters", Proc. 23rd PIANC Conf., Leningrad

4. **Ketabdari, M. J., (2000):** "Efferct of waves and wave groups on the movement of bed sediment" PhD. Thesis School of Civil Eng. University of Birmingham, U.K.

5. **Ketabdari, M. J., (2001):** "Simulation of groupy waves, Dangerous sea waves", Proc. Third National Conference of Marine Industry, Tehran, Iran, pp. 84-93.

6. **Ketabdari, M. J., (2002):** "Mechanism of vortex generation on ripple beds and its effect on sediment transport in the sea", Proc. ICOPMAS 2002, Ramsar, Iran, pp.296-305

7. **List, J. H., (1991):** "Wave groupiness variations in the near-shore", Coastal Eng., Vol. 15, pp. 475-496.

8. **Longuet-Higgins, M. S., (1952):** “On the statistical distribution of the heights of sea waves”, J. Mar. Res., Vol. 11, pp. 245-266.

9. **Naess, A., (1978):** “On experimental prediction of low frequency oscillations of moored offshore structures”, Norvegian Marine Res., No. 3, pp. 30-37.

10. **Rezaei, H., (2003)**, "Numerical Model for Evaluation of Breaking Wave Impact on Floating Breakwater" Msc thesis, Dep. Of Marine Tech. Amirkabir Un. Of Tech.

11. **Wang J. G., Nogami T., Dasari G. R., Li P. Z., (2004):** “A weak coupling algorithm for seabed–wave interaction analysis”, Comput. Methods Appl. Mech. Engrg., 193, 3935-3956