



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

اتصال مدل‌های هیدرودینامیکی به GIS برای شبیه‌سازی موج طوفان (خیزآب):

برنامه کاربردی برای رودخانه یانگ تسه و خلیج هانگ ژو، چین

چکیده:

موج طوفان یکی از جدی‌ترین بلاهای اقیانوسی است. پیش‌بینی عددی دقیق و به موقع یکی از اقدامات اولیه برای کنترل فاجعه می‌باشد. مدل‌های موج طوفان مرسوم، دارای دقت کم و فاقد اثرات زمانی هستند. برای غلبه بر این معایب، در این مقاله، جهت مدل‌سازی موج طوفان سه بعدی، یک مدل تحلیلی سیکلون به مدل اقیانوس (FVCOM) شامل وضوح بالا و قابلیت‌های جاری شدن سیل و خشک شدن اضافه شد. سپس برای تکمیل مدل موج طوفان، نرم افزار Marine Tools Pro را به یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) متصل کردیم. این امر کاربران نهایی را به یک پلت فرم مدل‌سازی مساعد و دسترسی آسان به داده‌های ارجاع شده جغرافیایی که برای ورودی و خروجی مدل مورد نیاز بود، مجهز کرد. یک ماژول تجزیه و تحلیل ردیابی زمانی GIS برای ایجاد یک مسیر بصری از نتایج عددی موج طوفان توسعه یافت. این توانست مسیر حرکت طوفان را در فضا و زمان ردیابی کند. قابلیت‌های نرم افزار MarineTools Pro می‌تواند در درک جامع وقایع طوفان پیچیده در تجسم داده‌ها، جست و جوی فضای و تجزیه و تحلیل نتایج شبیه‌سازی به شیوه‌ای دقیق و هدفمند کمک کند. ابزارهای توسعه یافته در این تحقیق بیشتر از این ایده حمایت کردند که سیستم یکپارچه بتواند بهره‌وری را با فراهم آوردن یک محیط عملیاتی کارآمد برای پیش‌بینی دقیق انحراف یا پیش‌بینی جریان طوفان افزایش دهد. در نهایت، این سیستم یکپارچه برای بازسازی موج طوفان تولید شده توسط گردباد اگنس (Typhoon Agnes) (شماره 8114) و میدان بادی ناشی از گردباد شبیه‌سازی شده و ارتفاع آب رودخانه یانگ تسه و خلیج هانگ ژو مورد استفاده قرار گرفت. نتایج شبیه‌سازی همبستگی خوبی با داده‌های واقعی بررسی شده را نشان دادند. رابط کاربری ساده سیستم یکپارچه برای کاربرانی که می‌خواهند استفاده از مدل موج طوفان را یاد بگیرند، مخصوصاً برای کاربرانی که برای اولین بار از این سیستم استفاده می‌کنند، بسیار مناسب است و آن‌ها می‌توانند در زمان مدل‌سازی تا حد زیادی صرفه‌جویی کنند.

کلیدواژه‌ها: موج طوفان، مدل اقیانوس ساحلی محدود (FVCOM)، سیستم اطلاعات جغرافیایی با داده‌های زمانمند (GIS)، رودخانه یانگ تسه و خلیج هانگ ژو، گردباد اگنس

1- مقدمه

موج طوفان ناشی از افزایش غیر طبیعی سطح دریا ناشی از نیروهای جوی، از جمله فشار باد و فشار اتمسفری همراه با سیکلون‌های فوق العاده گرمسیری و گرمسیری است (فلادر، 2001). این تاثیر بزرگی در مناطق ساحلی دارد و ممکن است آسیب جدی به سازه‌های ساحلی وارد کند و باعث از دست رفتن جان و مال انسان شود (مدسن و جاکوبسن، 2004). رودخانه یانگ تسه و خلیج یانگ ژو در ساحل شرقی چین و در معرض دریا واقع شده‌اند. آنها تحت تهدیدات مکرر از سیکلون‌های گرمسیری قرار می‌گیرند، دچار آسیب جدی ناشی از باد شدید، موج طوفان و سیلاب‌های داخلی می‌شوند. این سیکلون‌های گرمسیری عمدتاً در سطح اقیانوس، در شرق جزایر فیلیپین یا در نزدیکی جزیره گوام تولید می‌شوند. طبق آمارهای سال‌های 1949 تا 2008، حدود 3.5 گردباد در هر سال در این مناطق رخ داده است که باعث افزایش شدید طوفان شده است و یکی از شدیدترین بلایای اقیانوسی در منطقه را ایجاد کرده است. پیش بینی موج طوفان، بهترین راه برای کاهش خسارت آن است. تولید موج‌های بلند بوسیله طوفان‌های فوق‌العاده گرمسیری در اروپا توسط (کلیام و همکاران، 2006؛ زامپاتو و همکاران، 2006) مورد مطالعه قرار گرفت، در حالی که این موج‌های بلند ناشی از طوفان در خلیج مکزیک و ایالات متحده شرقی در شمال آمریکا توسط (پنگ و همکاران، 2006، a، b؛ وایزبرگ و ژنگ، 2008) مورد مطالعه قرار گرفت و موج‌های ناشی از گردبادها در آسیا و اقیانوسیه توسط (مکنس و همکاران، 2002؛ جین و همکاران، 2007) مورد مطالعه قرار گرفت. روش‌های پیش‌بینی به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند: روش‌های پیش‌بینی آماری تجربی (مانند کور و همکاران، 1957؛ هریس، 1959) و روش‌های پیش‌بینی عددی (به عنوان مثال، یلنسکی هنسکی، 1966؛ 1967). روش‌های پیش‌بینی آماری تجربی نیاز به نظارت دقیق و طولانی دارند، بنابراین آنها تا حد زیادی محدود شده‌اند (برای کاربردهای خاصی استفاده می‌شوند)؛ روش‌های پیش‌بینی عددی از نتایج پیش‌بینی عددی که اطلاعات مربوط به پیش‌بینی‌های طوفان مانند پیش‌بینی باد، فشار و جابجایی آب دریا در منطقه مورد مطالعه را با حل یک سری از معادلات دینامیکی پیچیده ارائه می‌دهد، استفاده می‌کنند. با

پیشرفت در فن آوری رایانه، اکثر کشورها این روش را برای پیش بینی وقوع طوفان اتخاذ کرده اند. علاوه بر این، پیش‌بینی عددی یکی از اقدامات اولیه برای کنترل فاجعه موج طوفان است. به عنوان مثال، مدل معروف SLOSH به طور گسترده‌ای برای کاربردهای دو بعدی مورد استفاده قرار گرفته است (یلنسکی هنسکی و همکاران، 1992).

آزمایش‌های عددی به ما کمک کرد تا بینشی را نسبت به مکانیزم‌های موج طوفان بدست آوریم. آنها به نوبه خود به بهبود نظریه‌های موج طوفان کمک می‌کنند. با ظهور رایانه‌های با سرعت بالا، تقریب‌های عددی برای معادلات حاکم توسعه یافته است. در اوایل دوره، شبکه‌های محاسباتی ساختاری (به طور کلی مربع‌ها) در دو بعد (به صورت عمودی یکپارچه) استفاده شد (کائو و زو، 2000؛ دایچه و همکاران، 2007؛ هو و همکاران، 2007). با این حال، مدل‌های دو بعدی ممکن است فشار ته (bottom stress) را یا کمتر از واقعیت و یا بیشتر از واقعیت تخمین بزنند. پارامترهای فیزیکی غیر واقعی یا تکنیک‌های دیگر فشار سطحی برای کالیبره کردن مدل لازم هستند. آنها اساساً ساختار جریان عمودی که ممکن است اثر قابل توجهی بر شبیه‌سازی بگذارد را نادیده می‌گیرند (وایسبرگ و ژنگ، 2008). سپس، مدل موج طوفان سه بعدی توسعه یافت. آن امکان گنجاندن توزیع مجدد توده‌ای را می‌دهد (تعادل بین شار خالص آب در داخل یک منطقه و تغییر در سطح آب) و نمایش واقع بینانه‌تری از خطوط ساحلی و عمق‌سنجی‌ها را ارائه می‌دهد. تحقیق اثر تعامل غیرخطی بین جزر و مد نجومی و موج طوفان به منظور بازتاب نوسانات دوره‌ای واضح دیده شده در مشاهدات طوفان را بررسی می‌کند (وانگ و چای، 1989). تکنیک‌های عددی اجزا محدود غیرساختاری (بی ساختار)، برای مدل‌های جریان طوفانی طراحی شدند که امکان استفاده از شبکه‌های محاسباتی تشکیل شده از مثلث‌های بدون ساختار را می‌دهند. این شبکه‌ها به راحتی پیکربندی می‌شوند تا ویژگی‌های توپوگرافی و عمق‌سنجی‌های پیچیده (مانند خطوط ساحلی نامنظم، رودخانه‌ها، خلیجک‌ها و جزایر سدی و غیره) را نشان دهند. بنابراین، آنها می‌توانند وضوح بسیار بالا را در زمینه مورد نظر (چن و همکاران، 2003؛ 2007) ارائه دهند. دقت ورودی میدان باد در طول یک سیکل گرمسیری برای نتایج مدل سازی موج طوفانی بسیار مهم است. برخی از فشار پارامتری کلاسیک (classic parametric pressure) یا مدل‌های باد اغلب به راحتی برای تولید میدان‌های بادی متقارن استفاده می‌شوند (هلند، 1980). این مدل‌های پارامتری سیکلون، در زمان اجرای سیکلون‌های قدیمی، دقت کم میدان‌های

باد را نشان دادند. با میدان‌های دقیق باد، مدل‌های موج طوفان سه بعدی در حال حاضر قادر به توضیح کامل اثر جذر و مد نجومی در سطح کل آب می‌باشند. آن‌ها همچنین می‌توانند سیلاب‌های احتمالی را در طول طوفان پیش‌بینی کنند. در این مطالعه، مدل اولیه اقیانوس (FVCOM)، که از روش نقطه شبکه خشک و تر (WDM)، استفاده کرد با اضافه کردن تغییر سطح آب با توجه به فشار اتمسفری برای مدل موج طوفان سه بعدی اصلاح شد. به طور کلی، ورودی داده‌های مدل طوفان از یک سیستم عامل DOS استفاده می‌کند. فایل‌های داده خروجی حاوی تصاویر استاتیک ترسیم شده، بودند. بنابراین، دقیق بودن و اثرات زمانی پیش‌بینی جریان موج طوفان تا حد زیادی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. علاوه بر این، تحلیل موثر و درک بصری نیز مانع می‌شوند (وایزبرگ و ژنگ، 2006a، b؛ گوا و همکاران، 2009؛ بین و همکاران، 2009). این یک حوزه پژوهش مرزی است که از طریق ترکیب با بهبود مشاهدات هواشناسی و مدل‌سازی، دقت اطلاعات عمق سنجی، قابلیت‌های محاسباتی و سیستم‌های هشدار طوفانی می‌تواند در نهایت طرح‌های بلایای ملی را بهبود بخشد (تاسینس و گاد، 2001؛ کاستروژیوانی و همکاران، 2005). سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) کاربران را قادر می‌سازد که حجم زیادی از داده‌ها را در یک فرآیند زمانی کوتاه مدت مدیریت کنند و به آن‌ها این امکان را می‌دهد که به جای اینکه زمان بیشتری برای وظایف اولیه صرف کنند این زمان را برای مطالعه کارهای مهندسی اختصاص دهند. تلاش‌های متعددی برای ادغام مدل‌های هیدرودینامیکی با GIS صورت گرفته است (به عنوان مثال تاسینس و بویل، 2001؛ جم‌اسی و تولیکس، 2004؛ ناوم و همکاران، 2005؛ انگ و همکاران، 2009). چنین ادغام‌هایی (یکپارچه‌سازی) نه تنها پیش‌پردازش و پس‌پردازش مدل‌سازی کارآمد را ارائه می‌دهند، بلکه همچنین سیستم با مدیریت داده‌های فضایی، تجزیه و تحلیل و قابلیت‌های مصورسازی را فراهم می‌کند (انگ و همکاران، 2009). این مقاله تلاش کرد تا یکپارچه‌سازی یک باد متقارن ناشی از طوفان و میدان فشار را با یک پس‌زمینه، مدل اقیانوس حجم محدود و عملکرد GIS ایجاد کند. ما تمام فرآیند مدل‌سازی را به یک محیط واحد متصل کردیم تا از مزایای هر دو سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌سازی عددی که شامل محاسبه مش، انتخاب پارامتر مدل و تنظیم، محاسبات مدل و مصورسازی نهایی نتایج می‌شوند، استفاده کنیم. این سیستم می‌تواند قابلیت استفاده از کاربرد مدل و کارایی تصمیم‌گیری را کامل کند و بهبود بخشد. بنابراین، ما مشکلات مربوط به روش عددی موج

طوفان مرسوم از جمله مسائل جمع آوری داده، مصورسازی، پرس و جو فضایی و تجزیه و تحلیل نتایج شبیه سازی را حل کردیم. به عنوان یک روش مصنوعی و معکوس / پیش‌بینی برای کنترل فاجعه طوفان، سیستم GIS را با مدل عددی طوفانی ترکیب می‌کند و محیط عملیاتی خوبی را جهت مصورسازی، پرس و جو فضایی و تجزیه و تحلیل نتایج شبیه سازی فراهم می‌کند.

با استفاده از نمونه‌ی موج طوفان که توسط گردباد اگنس شماره 8114 عبوری از YE-HB ایجاد شد، مقاله در مورد تکنولوژی یکپارچه ضروری که در آن ما ComGIS DLL (نرم افزار ابزارهای دریایی) مدل عددی موج طوفان را در داخل نرم افزار کاربردی ArcGIS تعبیه کردیم، بحث می‌کند (مرکل و همکاران، 2008؛ تاسینس و گد، 2001؛ انگ و همکاران، 2009). توسعه یک سیستم یکپارچه پیش‌بینی عددی موج طوفان پشتیبانی شده توسط GIS نیز گنجانده می‌شود. روش‌ها و تخصص‌های توسعه GIS دستکاپ خلاصه می‌شوند. روش‌های یکپارچه‌سازی از GIS و مدل کاربردی حرفه‌ای مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. سیستم ادغام بدون درز برای GIS و تمام مراحل مدل عددی، شامل پیش پردازش مدل، محاسبات مدل، پس پردازش مدل و تجسم نتایج را نشان می‌دهد. به عنوان مثال، مدل رقومی ارتفاع (DEM) برای ایجاد لندفرم (زمین‌چهر) آب برای تولید داده‌های شبکه‌های مختلف به طور خودکار استفاده شد. سپس تکنولوژی پایگاه داده فضایی GIS برای تحقق نمودار اعمال شد و امکان پرس و جو فضایی بر روی اطلاعات، مانند عمق آب، مسیر گردباد و سطح جزر و مدی را می‌دهد. آن همچنین توانست با پیش‌بینی موج طوفان، ارتباط برقرار کند. تکنولوژی تصویرسازی GIS برای شبیه سازی محیط‌های پویا ساحلی (مانند میدان جریان، توزیع پیوسته آب موج طوفان) و روند تحول آن‌ها در مناطق آسیب دیده از طوفان اعمال شد. مدل یکپارچه برای تولید موج طوفان تولید شده توسط گردباد اگنس (شماره 8114) و شبیه‌سازی میدان باد ناشی از گردباد و ارتفاع آب YEHB مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهند که سیستم خوب است و براحتی اداره می‌شود. این می‌تواند کارایی تصمیم‌گیری را برای مدل عددی موج طوفان بهبود بخشد.

مقاله شامل بخش‌های زیر است. در بخش 2، مدل عددی متصل شده با سیستم شرح داده می‌شود. این مدل شامل یک مدل بادی متقارن بوجود آمده از طوفان و یک مدل تجدید نظر شده هیدرودینامیکی FVCOM است که شامل

اثر تغییر فشار اتمسفری است. در بخش 3، روش اتصال GIS با مدل سازی هیدرولوژیکی ارائه می شود. سپس، فرآیند موج طوفان YE-HB بوسیله گردباد اگنس (شماره 8114) برای اعتبارسنجی نرم افزار ارتقا یافته ی Marine Tools Pro، شبیه سازی می شود و نتایج شبیه سازی با داده های مشاهده شده مقایسه می شوند. نتیجه گیری در بخش 4 ذکر می شوند.

2- طراحی سیستم یکپارچه

1-2 مدل سیکلون پارامتری و تحلیلی

دقت فشار اتمسفری و میدان باد در طی یک ورودی (مدخل) سیکلون گرمسیری برای مدل سازی موج طوفان بسیار مهم است. با این حال، ما اغلب اطلاعات محدودی از جمله موقعیت سیکلون، افت فشار، حداکثر سرعت باد و شعاع برای حداکثر سرعت باد را داریم. مزایای مدل های سیکلون پارامتری و تحلیلی این است که آن ها می توانند ویژگی های توزیع باد و فشار یک سیکلون گرمسیری را با اطلاعات محدودی بازسازی کنند. مدل سیکلون همچنین می تواند برای مطالعه حساسیت هر مرحله به تغییر مسیر، فشار اتمسفر مرکزی، شعاع حداکثر سرعت باد و سایر پارامترها استفاده شود (هوببرت و همکاران، 1991؛ جاکوبسن و مدسن، 2004؛ گوا و همکاران، 2009). فشار هوای تحلیلی و توزیع های سرعت به اطلاعات بسیار محدودی در مورد سیکلون از نظر شعاع حداکثر باد، حداکثر سرعت باد و افت فشار نیاز دارند. عبارات تحلیلی مماس و توزیع های سرعت شعاعی سیکلون از معادلات حرکتی حاکم مشتق می شوند. پارامتر شکل فشار هوای سیکلون و میدان باد می توانند بر اساس روابط تجربی بین حداکثر سرعت باد و افت فشار تعیین شوند. همراه با اطلاعات در مورد موقعیت سیکلون، سپس شبیه سازی موج ناشی از طوفان با استفاده از یک مدل هیدرودینامیکی امکان پذیر است. در این مدل، توزیع سرعت باد تحلیلی مشتق شده به فشار برشی و میدان فشار اتمسفری منتقل می شود که برای تغییر سطح آب به مدل هیدرودینامیکی افزوده می شود. مدل یلسنکی هنسکی (Jelesnianski) برای شبیه سازی میدان باد و فشار اتمسفر انتخاب شد (یلسنکی هنسکی، 1966). معادلات مدل به شرح زیر هستند:

$$P_r = \begin{cases} P_0 + \frac{1}{4}(P_\infty - P_0) \left(\frac{r}{R}\right)^3, & (0 < r \leq R), \\ P_\infty - \frac{3}{4}(P_\infty - P_0) \frac{R}{r}, & (r > R), \end{cases} \quad (1)$$

$$W_r = \begin{cases} W_R \left(\frac{r}{R}\right)^{1+\beta} (A\bar{i} + B\bar{j}) \frac{1}{r} + \frac{r}{r+R} (V_{0x}\bar{i} + V_{0y}\bar{j}), & (0 < r \leq R), \\ W_R \left(\frac{R}{r}\right)^\beta (A\bar{i} + B\bar{j}) \frac{1}{r} + \frac{R}{r+R} (V_{0x}\bar{i} + V_{0y}\bar{j}), & (r > R), \end{cases} \quad (2)$$

که در آن P_r و W_r : به ترتیب برابر با فشار هوای سطحی و بردار باد در فاصله شعاعی r از مرکز سیکلون؛ R : شعاع حداکثر سرعت باد؛ r فاصله از نقطه محاسبه تا مرکز گردباد؛ V_{0x} : جزء X سرعت حرکت گردباد؛ V_{0y} : جزء Y سرعت حرکت گردباد؛ \bar{i} و \bar{j} به ترتیب نشان‌دهنده اجزای X و Y ؛ W_R : حداکثر سرعت باد در شعاع R که توسط معادله فشار باد اتکینسون و هولیدی (1977) محاسبه می‌شود؛ $A = -(x - x_c) \sin \theta + (y - y_c) \cos \theta$ ؛ $B = -(x - x_c) \cos \theta + (y - y_c) \sin \theta$ ؛ (x_c, y_c) : مختصات محاسبه نقطه؛ (x, y) : مختصات مرکز گردباد؛ θ : زاویه جریان (در محاسبه، زمانی که $r \leq R$ باشد مقدار θ برابر 10° است؛ به ازای $r \geq 1.2R$ مقدار θ برابر با 25° می‌شود و زمانی که $R < r < 1.2R$ است مقدار θ برابر است با درون یابی خطی بین آن‌ها)؛ P_0 : فشار اتمسفر در مرکز گردباد؛ P_∞ : فشار اتمسفر محیطی؛ β : برابر با ضریب تضعیف باد در فاصله است. در مشاهدات واقعی، در مقایسه با فشار کم مرکزی، مشاهده حداکثر سرعت باد دشوار است، بنابراین خطا بیشتر است. اتکینسون و هولیدی (1977) تعداد زیادی از سیکلون‌های گرمسیری را در شمال غرب اقیانوس آرام را مطالعه کردند و رابطه بین سرعت باد محاسبه شده برای یک فشار و حداکثر سرعت باد را ایجاد کردند، بیان فرمولی آن به شرح زیر است:

$$W_R = 3.44(P_\infty - P_0)^{0.644}, \quad (3)$$

که در آن واحدهای W_R و P_∞ ، P_0 به ترتیب برحسب میلی بر ثانیه و hPa هستند. پائول و هوستون (1998) معتقد بودند که رابطه فوق نیز برای تعیین حداکثر سرعت باد در سایر مناطق طوفان گرمسیری قابل استفاده است. باد گرادیان (باد گرادیان، یک توازن نیروی گرادیان فشار (PGF)، گریز از مرکز (CE) و کوریولیس (CO) می‌باشد) باید تا ارتفاع 10 متر سرعت سطحی باد تنظیم شود که مطابق با پارامتر باد توسط ضریب 0.8 ضرب می‌شود. نتیجه برابر با متوسط

سرعت باد 8 تا 10 دقیقه است. فشارهای باد طوفان (τ_{sx} و τ_{sy}) با عمل بر روی مرز سطحی با استفاده از فرمول حجمی معمولی محاسبه می‌شوند:

$$\tau_{sx} = 0.8C_s\rho_s W_{rx} \sqrt{W_{rx}^2 + W_{ry}^2} \quad (4)$$

$$\tau_{sy} = 0.8C_s\rho_s W_{ry} \sqrt{W_{rx}^2 + W_{ry}^2} \quad (5)$$

که در آن ρ_{air} چگالی هوا؛ C_{wd} ضریب درگ (پسار) مربوط به سرعت باد مرزی است، W_r ، W_{rx} و W_{ry} اجزای سرعت باد هستند.

2-2 مدل موج طوفان

مخرب‌ترین موج‌های طوفان هنگامی رخ می‌دهند که وزش باد شدید و نیروهای گرادیان فشار سطح بر روی مناطق بیشمار آب کم عمق عمل کنند. شار حرکت هوا-دریا یک نیروی سطحی کلیدی در مدل‌سازی موج طوفان است. این به این دلیل است که عبارت فشار باد توسط عمق کل، نیروی گرادیان فشار سطح و عبارت‌های نیروی باد در معادلات حاکم تقسیم می‌شود. بنابراین، موج‌های طوفان در آب‌های کم عمق به سرعت افزایش می‌یابند (به عنوان مثال، فلادر، 2001). نیروی فشار و فشار باد نیز فاکتورهای مهمی هستند که عملکرد مدل را تعیین می‌کنند. نیروی درگ (پسار) هوا-آب و اصطکاک پایین به ویژه در مناطق طغیان رود یا تالاب‌های ساحلی بسیار مهم هستند. این فشار باد است که بیشترین میزان موج طوفان ناشی از سیکلون را در دریا‌های ساحلی تولید می‌کند. علاوه بر اثر بسامد پایین که ناشی از اختلال طوفان است، و همچنین به علت اتصال موج طوفان و جزر و مد نجومی، موج طوفان به طور قابل توجهی نوسان می‌کند. نوسانات در چرخه‌ی جزر و مدی عمدتاً ناشی از اتصال موج طوفان و جزر و مد نجومی است. قدرت نوسانات بستگی به جهت نسبی حرکت، محدوده افت جزر و مد و اندازه افزایش آب دارد، به طوری که بالا آمدگی‌های شدید آب زمانی که یک جزر و مد بالا وجود دارد، ظاهر نمی‌شود. در این مطالعه، ما تنها اثر بسامد پایین موج طوفان معمولی را بررسی کردیم. امواج سطحی کوتاه شامل این بررسی نمی‌شوند.

در این مقاله، یک مدل سیکلون تحلیلی وابسته به زمان اضافه شد، FVCOM یک مدل معادلات اولیه سطح آزاد سه بعدی (چن و همکاران، 2003)، برای شبیه‌سازی جزر و مد و موج طوفان سه بعدی است. FVCOM در مقابل سایر

مدل‌های معتبر آزمایش شده است. این به طور گسترده در مطالعات حرکت چرخشی اقیانوس ساحلی مورد استفاده قرار گرفت (به عنوان مثال چن و همکاران، 2007؛ هوانگ و دیگران، 2008؛ لی و همکاران، 2008). این، زیر مدل توربولانسی (آشفتگی) سطح 2/5 ملور و یامادا (1982) اصلاح شده توسط گالپرین و همکاران (1988) و فرمول بندی اسماگورینسکی (1963) را به ترتیب برای پارامتری کردن ضرایب ترکیب عمودی و افقی جریان وابسته، ترکیب کرد. تبدیل مختصات σ برای اصلاح کردن بی‌نظمی عمق‌سنجی به منظور نشان دادن دقیق خطوط ساحلی و عمق‌سنجی در جهت عمودی استفاده می‌شود، بنابراین ما می‌توانیم شرایط مرزی مناسب را اعمال کنیم و به صورت اختیاری تصمیمات مش را انتخاب کنیم (صرف نظر از مختصات عمودی استفاده شده). بنابراین، تاکید می‌تواند در مناطق ساحلی باشد جایی که عمق‌سنجی شن و ماسه خط ساحلی می‌تواند بسیار پیچیده باشد و شدیدترین موج‌های طوفان رخ می‌دهد. FVCOM معادلات اولیه را با استفاده از یک محاسبه شار یکپارچه بر روی هرمدل حجم کنترل شبکه، حل می‌کند. این توده، حرکت، انرژی، شوری، و حفظ حرارت در حجم‌های کنترل مجزا و در کل دامنه محاسباتی را تضمین می‌کند. شبیه به مدل اقیانوسی پرینستون (POM) از بلامرگ و ملوره (1987)، یک روش حالت تقسیم با مراحل زمانی خارجی و داخلی، که به ترتیب مطابق با پاسخ‌های سریعتر و کندتر باروتروپیک و باروکلامی است، برای محاسبات بازده استفاده می‌شود. FVCOM همچنین شامل مواردی برای جاری شدن سیل و خشک کردن است که یک عنصر مهم شبیه‌سازی موج طوفان است (به عنوان مثال، هاوبرت و مکس، 1999).

در اتصال موج طوفان و جزر و مد نجومی، لازم است که نقش جزر و مد نجومی را همراه با گردباد در محدوده محاسباتی و مرزهای باز دریایی عمیق در نظر بگیریم. گردباد از طریق ارائه فشار هوا و میدان باد در محاسبه مدل طوفان، مطابق با فرضیه فشار استاتیک و شرایط مرزی سطح آزاد در محدوده محاسباتی و مرز باز تاثیر می‌گذارد. سطح جزر و مد نجومی به عنوان نیروی محرکه اصلی از طریق مولفه جزر و مد نجومی شرایط مرزی، در نظر گرفته می‌شود. اما FVCOM اصلی فشارهواهای گردباد و مدل شبیه‌سازی میدان باد را ایجاد نمی‌کند. این، برای اتصال فشار ناشی از گردباد و فشار باد در داخل یک FVCOM نیاز دارد تا مدل گردباد متناسب با خودش را ایجاد کند. ما مدل سیکلون

پارامتری و تحلیلی را در بخش 1-2 برای توزیع‌های باد و فشار یک سیکلون گرمسیری اصلی اضافه کردیم (به شکل 1 نگاه کنید).

با استفاده از تقریب‌های بوسینسک (شناوری) و هیدرواستاتیک، معادلات ابتدایی بقای حرکت و جرم شامل عبارت فشار اتمسفر، که جریان‌های بازگشتی لایه پایین را تولید می‌کنند، فشار پایین ساحلی را ایجاد می‌کنند که باعث افزایش فشار باد می‌شود (افزایش موج). اثرات پیچیده مخالف ناشی از امواج به شدت وابسته به عمق سنجی محلی است (ریسیئو و وسترنیک، 2008). علاوه بر این، این اثر تا حدی برای استفاده اصلاح بادهای قوی وضعیت دریا استفاده می‌شود. با توجه به وضعیت موج ساحلی، این عبارت در فلات قاره‌ای وسیع نسبتاً کمتر اهمیت دارد (مکنس و همکاران، 2002؛ 2009). با یکپارچه سازی معادله $\frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g$ از بستر دریا تا سطح دریا، ما می‌توانیم بدست آوریم:

$$P = P_{atm} + \rho g(\zeta - z), \quad (6)$$

که در آن P_{atm} تغییر فشار اتمسفر است، ζ ارتفاع سطح دریا است. در معادله بالا، فشار اتمسفری طبیعی به فشار ناشی از گردباد تبدیل می‌شود. این یک حالت خاص فشار کم را در مرکز گردباد شکل می‌دهد. ما آیتم فشار را به FVCOM اضافه کردیم. در ادامه مختصات σ کششی در جهت عمودی معرفی می‌شود. تمام معادلات به جای Z شامل متغیر جدید σ خواهند بود. جزئیات تغییر شکل معادله در مقاله (چن و همکاران، 2003؛ 2007) دیده می‌شود. با فرض هیدرواستاتیک، ما شتاب عمودی، جهت Z از معادله حرکت را نادیده گرفتیم. در سیستم مختصات σ ، عبارت $\frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g$ به عبارت $\frac{1}{D} \frac{\partial p}{\partial \sigma} = -\rho g$ تبدیل می‌شود که در آن D عمق ستون کل آب و اتنگرال‌ها برای این فرمول است. ما یادآور می‌شویم، که مقدار P به ازای سیگمای صفر برابر با $P|_{\sigma=0} = P_{atm}$ می‌شود و وجود دارد:

$$P = -D \rho g \sigma + P_{atm} = -\rho g(z - \zeta) + P_{atm}$$

$$\begin{aligned} -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} &= \frac{1}{\rho} \frac{\partial (\rho g(z - \zeta) - P_{atm})}{\partial x} \\ &= g \frac{\partial(z - \zeta)}{\partial x} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P_{atm}}{\partial x} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P_{atm}}{\partial x}. \end{aligned} \quad (7)$$

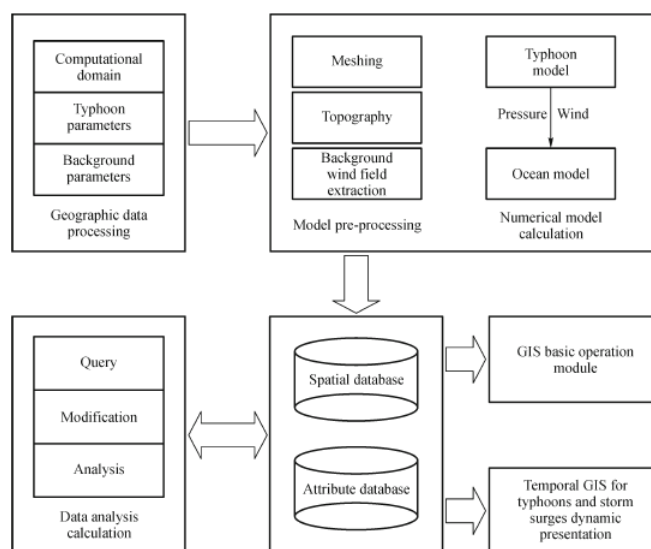
ما همچنین روش گسسته حجم محدود را برای مواجهه با عبارت جدید در معادله فوق استفاده کردیم (چن و همکاران، 2006). شرایط مرزی سطح و پایین برای حرکت (τ_{sx}, τ_{sy}) و (τ_{bx}, τ_{by}) هستند که به ترتیب برابر اجزاء فشار باد ناشی از گردباد و فشار پایین می‌باشند. فشار باد به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{\tau} = C_d \rho_{\text{air}} |\vec{V}_w| \vec{V}_w, \quad (8)$$

که در آن C_d یک ضریب درگ وابسته به سرعت باد \vec{V}_w توسط لارج و پوند (1981) داده می‌شود

$$C_d \times 10^3 = \begin{cases} 1.2, & |\vec{V}_w| \geq 11.0 \text{ms}^{-1}, \\ 0.49 + 0.065 |\vec{V}_w|, & 11.0 \text{ms}^{-1} \leq |\vec{V}_w| \leq 25.0 \text{ms}^{-1}, \\ 0.49 + 0.065 \times 25, & |\vec{V}_w| \geq 25.0 \text{ms}^{-1}. \end{cases} \quad (9)$$

اول، ما جزر و مد نجومی را شبیه‌سازی کردیم. به این منظور که شبیه‌سازی باید تثبت شود چند سیکل جزر و مدی محاسبه شدند. زمان و سطح جزر و مد محاسبه شده باید با مقادیر واقعی گزارش شده موافقت کند. سپس، ما پارامترهای گردباد را برای محاسبه همزمان با موج واسطه در یک زمان معرفی کردیم، یک اثر کوپلینگ (اتصال) محاسبه شده با گردباد و جزر و مد را تولید کردیم. در مرزها، افزودن خطی این دو شرط (عبارت) مجاز است زیرا مرزها دور از ساحل هستند و آب عمیق است. نتیجه‌ی مربوط به این مقدار، از جزر و مد نجومی محاسبه شده کم می‌شود که باعث افزایش مقادیر موج طوفان با جزر و مد نجومی و موج طوفان در اتصال می‌شود.



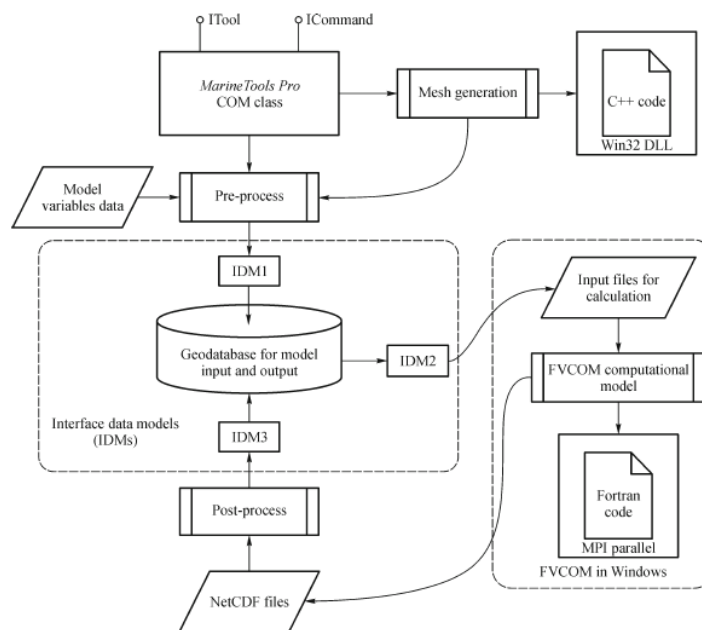
شکل 1: ساختار منطقی کلی از سیستم موج‌های طوفان

3-2 سیستم یکپارچه مبتنی بر GIS

سیستم یکپارچه مبتنی بر GIS با استفاده از آخرین نسخه نرم افزار ArcGIS 10 (ESRI) انجام شد. نرم-افزار ArcGIS 10 چندین روش جایگزین برای گسترش توابع GIS، مانند رویکرد اسکرپت مبتنی بر پایتون و رویکرد ArcObjects را فراهم می‌کند. مدل جدید افزونه دسکتاپ به دلیل نیازی به نصب برنامه‌ها و ثبت نام (COM) (الگوی جزء تشکیل دهنده شیء) ندارد به راحتی توسعه می‌یابد و در میان کاربران به اشتراک گذاشته می‌شود. افزونه حرفه‌ای به سادگی با کپی آن به یک پوشه شناخته شده به یک سیستم اضافه می‌شود و با پاک کردن آن از این پوشه حذف می‌شود. مشکل‌ترین و مهم‌ترین مسئله این است که داده‌ها بین مدل موج و GIS تعامل دارند، زیرا اطلاعات کاربر با سیستم در هر راه از طریق رابط برقرار می‌شود؛ طراحی آن برای استفاده موثر سیستم از اهمیت حیاتی برخوردار است. در اصل، برای کاربر، رابط یک سیستم است (فرانک، 1993؛ گلد، 1993). ما به صورت هوشمندانه این مشکل را با فایل NetCDF حل کرده‌ایم، این یک قالب داده و کتابخانه طراحی شده برای ذخیره‌سازی آرایه‌های چند بعدی از داده‌های علمی می‌باشد. این امر به طور گسترده‌ای در علوم جوی و اقیانوس شناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با جعبه ابزار چند بعدی بهبود یافته ما لایه‌های GIS شطرنجی، لایه‌های ویژگی، و نمایش جدول از داده‌های NetCDF، و یا تبدیل ویژگی، ردیف و داده‌های جدول به NetCDF را ایجاد می‌کنیم.

در این مقاله به منظور تشکیل سیستم یکپارچه که GIS را برای تمام مراحل مدل موج طوفان، از جمله پیش پردازش مدل، محاسبات مدل، پس پردازش مدل و مصور سازی نتیجه عددی اجرا می کند، ما مدل موج را به دستکاپ ArcGIS با تکنیک Com GIS متصل کردیم، ماژول تجزیه و تحلیل GIS ردیابی نیز توسعه یافت. این برای کار کردن ساده است و بازده تصمیم گیری را بهبود می دهد. این سیستم همچنین یک سیستم پیشگیرانه و معکوس برای باد گردباد و موج های بسیار بزرگ است که برای بررسی پاسخ های هیدرودینامیکی به تهدیدات مکرر از موج طوفان ناشی از گردباد مورد استفاده قرار می گیرد.

شکل 2 یک طرح شماتیک از افزونه MarineTools Pro را نشان می دهد که در آن یک مدل داده رابط (IDM1)، IDM2 و IDM3) استفاده شد که به عنوان پل بین مدل فضایی GIS و مدل موج طوفان عمل می کند. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل موج به عنوان واحدهای مستقل جداگانه نگهداری می شود و با استفاده از ورودی-خروجی از طریق پیش پردازش و پس پردازش در رابط کاربری گرافیکی GIS مرتبط شدند.



شکل 2: طرح شماتیک از مدل داده MarineTools Pro. مدل داده رابط Geodatabase در ArcGIS استفاده کرد که انتقال آسان داده های ورودی و خروجی FVCOM را فراهم می کند.

1-3-2 مدل پیش پردازش

اجزای پیش پردازش برای بازیابی، دستکاری، ویرایش و نمایش داده‌های جغرافیایی و عمق سنجی در منطقه مطالعه، از جمله پیکربندی و اصلاح شبکه مش، صدور داده‌های ورودی مدل از طریق رابط GIS، توسعه یافت (شکل 2). این سیستم بخشی از مناطق آسیای شرقی و شمال غربی اقیانوس آرام را به عنوان یک نقشه پایه پس زمینه استفاده کرد. داده‌های مورد نیاز شامل: یک چند ضلعی گرافیکی منطقه محاسباتی انتخاب شده در نقشه GIS، فایل پس زمینه میدان باد، عمق اندازه‌گیری شده در منطقه هدف، جریان ورودی و خروجی برای عناصر منبع، شرایط اولیه و شرایط مرزی ارتفاع جزر و مد و پیکربندی شبکه مش است. پردازش در سیستم اطلاعات جغرافیایی زمانی از پارامترهای ورودی گردباد به شرح زیر هستند: مرکز گردباد، مرکز کمترین فشار، سرعت گردباد و حداکثر شعاع باد. ورودی و خروجی فایل منبع همه انواع فرایندهای در حال اجرا هستند. آن‌ها به عنوان رابط NetCDF در GIS نمایش داده می‌شوند. به عنوان یک سیستم مستقل، کد منبع را می‌توان به عنوان یک برنامه کنسول بازنویسی کرد، به طوری که مدل موج برای برنامه می‌تواند در سیستم برنامه کاربردی به صورت تابع فراخوانی یکپارچه شود.

2-3-2 مدل پس پردازش

هدف اصلی مولفه پس پردازش این است که داده‌های خروجی مدل را بگیرد و آن‌ها را در فرم‌های لایه فضایی (بردار یا راستر)، سری زمانی و نمایه نمایش دهد. یک ماژول برای تبدیل فایل متنی خروجی به فرمت پایگاه داده (DBF) بازنویسی شد (شکل 2). ما سپس ساختار داده خود را طراحی کردیم. جدول 1 ساختار داده‌های گردباد را برای نتایج مدل موج نشان می‌دهد. داده‌های بازیابی فرمت DBF، سیستم را کارآمدتر از داده‌های فرمت متنی کرد. هر شیء (هدف) سه عنصر اساسی در یک مختصات جغرافیایی خاص فضا-زمان، فضا، زمان و مشخصه داشت. نمایش دینامیکی (پویا) شیوه‌ای است که زمان را در روند تغییر شی در نظر می‌گیرد و وضعیت دینامیکی را برای نشان دادن ماهیت و تغییر جسم به صورت سریع و آهسته، شبیه سازی می‌کند. تابع سیستم اطلاعات جغرافیایی زمانی که به صورت دینامیکی نمایش داده می‌شود، یک محیط پلتفرم تجزیه و تحلیل جغرافیایی را فراهم می‌کند. مناطق کاربردی گسترش می‌یابند. این اهداف مشاهده شده بصری در زمان و فضا، نقشه‌های مسطح و حالت استاتیک رایج را پویا و بصری

می‌سازد. بنابراین، تابع نمایش داده‌های فضا-زمان در GIS بهبود داده شد. در این مقاله، نمایش دینامیکی مسیر گردباد و بزرگ شدن توزیع ساخت توسط مدل تغییر دینامیکی موقعیت انجام شدند.

ما رابط کاربری مدل موج طوفان و GIS را با استفاده از GIS از تحلیلگر ردیابی برای بیان کردن نتایج حاصل از نتیجه شبیه‌سازی مدل توسعه داده‌ایم. ما مدل افزونه GIS را که تابع نمایش را برای داده‌های فضا زمان گردباد از جمله میدان باد گردباد و دیگر پارامترهای گردباد (به عنوان مثال مرکز گردباد و حداکثر شعاع‌ها) گسترش داد و تابع آنالیز داده‌های فضا زمان را در ArcGIS افزایش داد، را توسعه داده‌ایم. با تحلیلگر ردیابی نرم افزار ArcGIS، ما می‌توانیم تغییر مسیر گردباد را در طول زمان تصویر سازی کنیم، سن داده گردباد را با رنگ، اندازه یا شکل و گروه نمادین کنیم و داده‌ها را توسط ماهیت یا مسیر نمادین کنیم، به طور تعاملی داده‌های گردباد مبتنی بر زمان را بازیابی کنیم، تحلیل‌های تاریخی را آنالیز کنیم، که کاربران را قادر به ایجاد تصویر سازی سری زمانی می‌کند، اگر ما بتوانیم اطلاعات را از اتصالات به سرور ردیابی ArcIMS بدست آوریم، کاربران می‌توانند اطلاعات مربوط به زمان و مکان یا داده‌های گردباد در زمان واقعی را تجزیه و تحلیل کنند و همچنین می‌توانند فایل‌های انیمیشن برای خروجی AVI ایجاد کنند.

تحلیلگر ردیابی نرم افزار ArcGIS، می‌تواند نتایج مدل موج را با لایه نقطه (مرکز گردباد)، لایه چند خطی (میدان باد ایجاد شده توسط گردباد)، لایه چند ضلعی (حداکثر شعاع) و مسیرهای گردباد نمایش دهد. سپس، ArcGIS می‌تواند یک مسیر یا راه قابل مشاهده، با نشان دادن حرکت از طریق فضا و زمان پدیده‌هایی که کاربران تجزیه و تحلیل می‌کنند را ایجاد کند. ما قادر به مشاهده سری‌های زمانی پیچیده و الگوهای فضایی در یک موج طوفان یکپارچه و سیستم GIS می‌باشیم، به عنوان مثال، کاربران می‌توانند ضبط، بازیابی و آنالیزهای زمانبندی، از جمله جدول زمان بندی داده‌ها و افسست زمانی را انجام دهند. علاوه بر این، نظارت و تجزیه و تحلیل اقداماتی مانند برجسته کردن، فرو نشانیدن و فیلتر کردن در دسترس هستند. داده‌های گردباد زمانی موجود ممکن است با ویندوزهای زمان آینده (برای برنامه ریزی ماموریت) و یا ویندوزهای زمان گذشته (برای داده‌های تاریخی) تنظیم شود.

جدول 1: ساختار داده‌های گردباد برای نتایج مدل موج

No.	Field name	Field description	Type	Length	Key	Remarks (Null)
1	ID	Index	Integer		Y	N
2	PassTime	Pass time	Date		N	N
3	UserID	User	Integer		N	Y
4	Error	Error info	String		N	Y
5	Longitude	Longitude	Double	Default	N	Y
6	Latitude	Latitude	Double	Default	N	Y
7	EVector	East component of wind vector	Double	Default	N	Y
8	NVector	North component of wind vector	Double	Default	N	Y
9	Ucenter	East component of center speed	Double	Default	N	Y
10	Vcenter	North component of center speed	Double	Default	N	Y
11	R0	Maximum speed radius	Double	Default	N	Y
12	Pressure	Center pressure	Double	Default	N	Y

3- مطالعه موردی

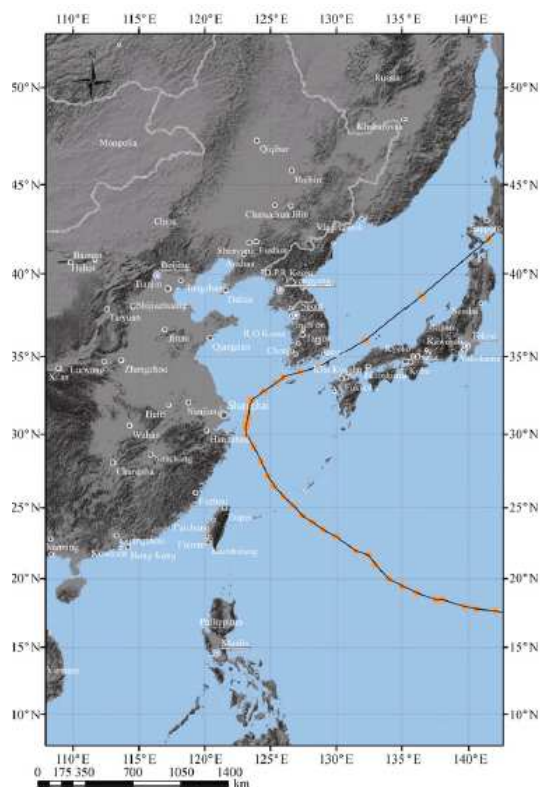
در کشورهای ساحلی شمال غربی اقیانوس آرام، چین اغلب توسط گردبادها آسیب دیده است و بالای 34 درصد آن باعث ریزش زمین می‌شود. طبق آمارهای سالهای 1949-2008، هر ساله حدود پنج گردباد که منجر به بیش از 100 سانتیمتر موج طوفان رخ داده در منطقه ساحلی چین شد. منطقه YE-HB واقع در شرق چین با تهدیدات مکرر از سیکلون‌های گرمسیری مواجه شد. آن متحمل آسیب شدیدی از باد، موج طوفان و سیلاب‌های داخلی شده است. رودخانه یانگ تسه، طولانی‌ترین رودخانه در چین، وسیع‌ترین رواناب را دارد. رودخانه یانگ تسه پای‌رودی است که تحت تاثیر رواناب و قدرت جریان جزر و مدی قرار دارد. خلیج هانگ ژو یکی از بزرگترین جزایر جزر و مدی است که بسیاری از جزایر کوچک را در بر دارد (شکل 3). خطوط ساحلی منطقه محاسباتی بسیار پیچیده هستند. گردباد اگنس در ابتدا حدود 600 کیلومتری شمال غربی غرب گوام در تاریخ 1981/08/25 شکل گرفت و با حرکت به غرب / شمال غرب به سمت دریای شرقی چین در تاریخ 1981/08/27 به سرعت به یک طوفان گرمسیری در تاریخ 1981/08/29 توسعه یافت. در روزهای پس از آن، زمانی که طوفان به سمت دهانه رودخانه حرکت کرد، فشار اتمسفری پایین‌تر در مرکز گردباد موجب افزایش نسبتاً بالای ارتفاع آب در مناطق مجاور شد و باد سطحی قوی یک حجم زیادی از آب‌های دریا را به سمت رودخانه هل داد. گردباد اگنس به شدت تحت تاثیر هیدرودینامیک‌ها قرار گرفت و موجب افزایش قابل توجهی از سطح آب، به ویژه در خلیج هانگ ژو، که منجر به سطح آب ثبت شده بسیار بالا شد.

یک مدل موج طوفان زمان حقیقی برای بازتولید کردن واکنش هیدرودینامیکی به گردباد آگنس، ردیابی موقعیت و فشار مرکز گردباد آگنس برای دوره زمانی بین 02:00 از 1981/08/30 تا 1981/09/02 02:00 (هر 6 ساعت) اجرا شد. میدان‌های فشار و باد به عنوان نیروهای خارجی بر روی مرز سطح آب در مدل تلقی شدند. مجموعه‌ای از فایل‌های ورودی مدل پس از پردازش سیستم یکپارچه مدل براساس داده‌های جغرافیایی و دیگر داده‌ها، تولید شدند. سپس شبیه سازی مدل با استفاده از فایل های ورودی مدل انجام شد. این مدل یک فایل NetCDF رابط را پس از شبیه سازی تکمیل کرد. فایل NetCDF بعداً برای بازیابی بازده به فایل‌های DBF GIS تبدیل شد. در این مطالعه، دامنه محاسباتی YE-HB و فلات مجاور، با داشتن دامنه گسترده‌ای از $116^{\circ}E$ تا $138^{\circ}E$ در طول جغرافیایی و $21^{\circ}N$ تا $41^{\circ}N$ در عرض جغرافیایی، را پوشش می‌دهد. ما به صورت محلی مناطق مربوطه را با مش‌های کوچک مثلثی اصلاح کردیم. شکل 4 (الف) یک مرور جامعی در تنظیم ورودی مدل برای شبیه سازی، از جمله لایه‌ی شطرنجی عمق آب، منابع عنصر، پیکربندی شبکه مش‌ها و افزایش ارتفاع گردباد را ارائه می‌دهد. لایه شطرنجی عمق آب از درون‌یابی از لایه نقطه عمق سنجی ورودی مدل ایجاد شد. شبکه مثلثی افقی دارای 56439 گره و 107931 عنصر دارد، با حداکثر اندازه شبکه 10000 متر در مرز باز و حداقل اندازه شبکه 500 متر در نزدیکی خط ساحلی جزایر ژوشان (شکل 4 (ب))، سطوح سیگمای 10 در وضعیت عمودی استفاده می‌شوند. توپوگرافی در دامنه محاسباتی به صورت خطی به نقاط محاسبات شبکه درون‌یابی شد. فشردگی شدن اتمسفری، فشار باد و اختلال فشار، به صورت خارجی با استفاده از مدل‌های سیکلون محاسبه شدند و از طریق شرایط مرزی به سیستم مدل اعمال شدند. در ته دریا، فشار برشی ته توسط اصطکاک مرزی ته القا می‌شود. ارتفاع بریده شده شرایط مرزی باز، در طول ارتفاعات آب وابسته به زمان متشکل از هفت جزء اصلی جزر و مد $P1, O1, K1, K2, N2, S2, M2$ (محاسبه شده توسط مدل‌های جهانی اقیانوس آرام) فراهم شد و طوفان باعث ایجاد تغییرات سطح آب در دریای عمیق ساحل شد. در سمت خشکی دامنه مدل، رواناب از رودخانه کیانتانگ و رودخانه یانگ تسه بوسیله حداکثر مقادیر در مدل با توجه به مشاهدات بلند مدت در حوادث طوفان تجویز شد. گام زمانی خارجی 10 ثانیه بود. نسبت زمان گام داخلی به گام زمانی خارجی 10 بود. نیم روز (12 ساعت) به آرامی در حال افزایش، به عنوان نقطه شروع از سه روز (72 ساعت) شبیه سازی موج گردباد

اگنس گرفته شد. یک لایه فضایی نقطه‌ای از سرعت جریان برای لایه سطحی، پوشش یک رشته عمق، در فاصله زمانی شبیه سازی تولید شد. شبیه سازی نشان می دهد که جهت جریان به خوبی با فروکشند جزر و مدی هماهنگ شد و جریان در حال حرکت از منطقه ساحلی به سمت دریا بود. کل ارتفاع آب دریا توسط مقیاس رنگی درجه بندی شده، با سبک ترین سایه برای کمترین مقدار و تاریک ترین سایه برای بالاترین مقدار نشان داده شد. این سطح در منطقه ساحلی نسبتا کم بود و به تدریج به سمت دریای آزاد افزایش یافت.

جدول 2: مقایسه مقادیر مشاهده شده و شبیه سازی شده

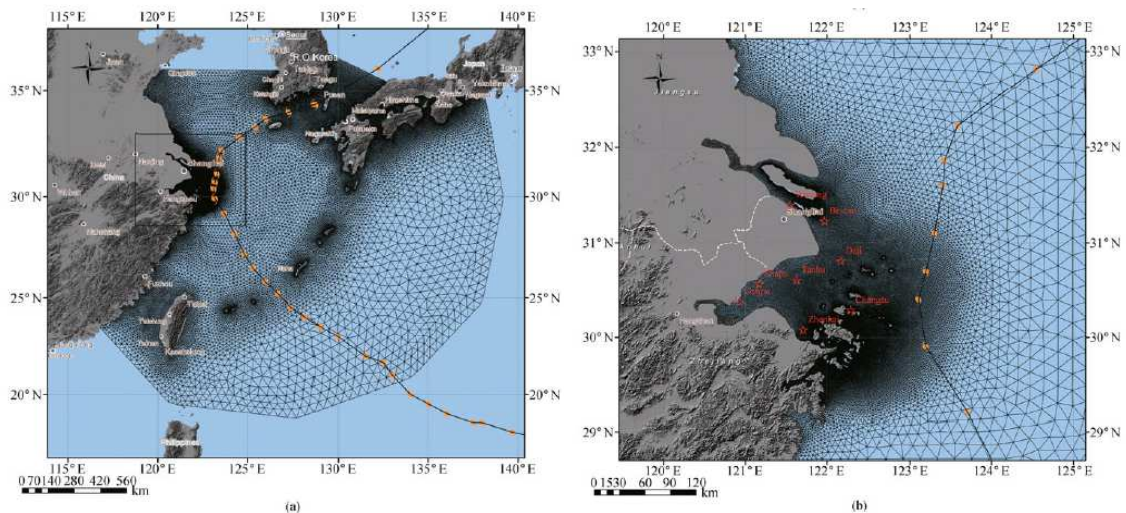
Gauge station	Time of the highest tide	The highest sea level/m		Error/m	Typhoon No.
		Observed	Simulated		
Changtu	23:00 9/1/1981	2.45	2.31	-0.14	
Daji	00:00 9/2/1981	2.99	2.63	-0.36	
Ganpu	02:00 9/2/1981	4.28	4.49	0.21	
Tanxu	02:00 9/2/1981	4.14	4.03	-0.11	8114
Wusong	01:00 9/1/1981	2.72	2.76	0.04	
Zhapu	02:00 9/2/1981	3.66	3.54	-0.12	
Zhenhai	01:00 9/1/1981	2.12	2.11	-0.01	



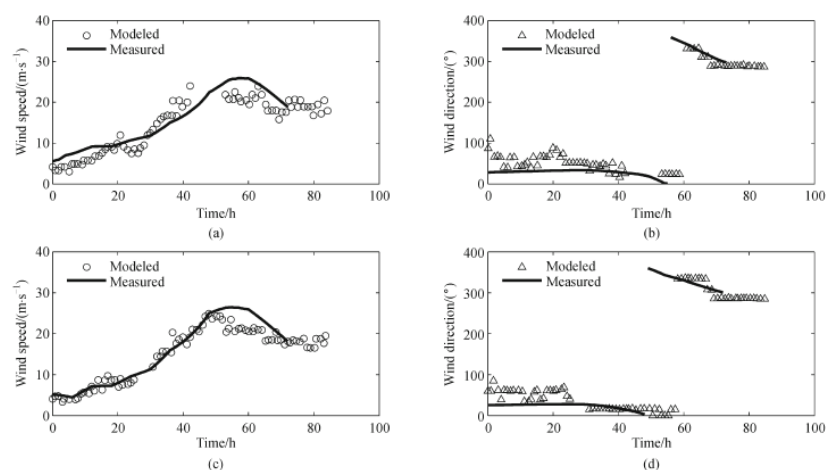
شکل 3: منطقه مورد مطالعه: دریای شرقی چین

برای بررسی توانایی سیستم مدل یکپارچه، این، در ابتدا برای بازتولید موج طوفان تولید شده توسط گردباد اگنس اعمال شد، در طی آن مشاهدات میدانی انجام شدند و میدان باد سطحی محاسبه شده و ارتفاع آب در دو ایستگاه (داجی و تانکسو) با اندازه گیری میدان‌های موجود برای اعتبار سنجی مدل مقایسه شدند. شکل 5، مقایسه‌های سرعت و جهت باد محاسبه شده و مشاهده شده را در هر دو ایستگاه داجی و تانکسو نشان می‌دهد. زمان شروع در ساعت 00:00 در تاریخ 1981/08/30 (به ساعت پکن) بود که به بعد افقی (محور افقی) زمان در هر دو شکل 5 و 6 اعمال شد. از شکل 5 دیده می‌شود که سرعت باد شبیه سازی شده در هر دو ایستگاه، کمی کمتر از اندازه‌گیری های میدانی که در مراحل اولیه توسعه سیکلونیک، با اختلاف میانگین $2.03m/s$ بود. این اختلاف احتمالاً به دلیل این واقعیت بود که مدل متقارن سیکلونیک، شکل نامتقارن ساحل دریای ساحلی را منعکس نکرد. جهت‌های پیش‌بینی شده باد در این دو ایستگاه با اختلاف میانگین در حدود 5.6 درجه در ایستگاه داجی و 8.5 درجه در ایستگاه تانکسو، به خوبی با اندازه‌گیری‌ها همخوانی دارد. ارتفاع آب شبیه‌سازی شده با داده‌های مشاهده شده در شکل‌های 6 (a) و (c) مقایسه شدند. این نشان می‌دهد که ارتفاع شبیه سازی شده از آب کمی کمتر از اندازه گیری‌های میدانی است، که ممکن است به اختلاف میدان باد محاسبه شده نسبت داده شود. خطای جذر میانگین مربعات نرمال شده بین مقادیر محاسبه شده عددی و مقادیر مشاهده شده به ترتیب در ایستگاه های داجی و تانکسو برابر با 5.31٪ و 4.34٪ بود. یک سری از تنظیمات موج وابسته به زمان، تفاوت ارتفاعات آب در مدل سازی موج طوفان و آن‌هایی که در شبیه سازی جزر و مد نجومی هستند، برای نشان دادن تأثیر طوفان ناشی از گردباد، استفاده می‌شوند. شکل (b) و (d) تنظیمات موج شبیه سازی شده در هر دو ایستگاه داجی و تانکسو را نشان می‌دهد. روند توسعه تنظیم موج در دو ایستگاه مشابه بود. جدول 2 مقایسه داده‌های مشاهده شده و شبیه سازی شده را در کل نقطه زمان نشان می‌دهد. در طول مراحل اولیه (0-50 ساعت) از توسعه گردباد، وضعیت موج به صورت پایداری افزایش یافت، و در (در 22:00 در 1981/08/31) به نقطه اوج (حدود 1.0 متر بالاتر از جزر و مد نجومی) رسید. پس از گذشت 54 ساعت، زمانی که جهت وزش باد از شمال شرقی به شمال غربی تغییر کرد، حالت موج پس از آن به سرعت کاهش یافت. به طور کلی، باد شمال شرقی آب را به خلیج هانگ ژو هل داد، و باعث ارتفاع بالاتر آب شد؛ در حالی که باد شمال غربی آب را از خلیج هانگ ژو

درگ کرد و موجب ارتفاع پایین تر آب شد. نتایج نشان دادند که گردباد موجب ایجاد نیروی خارجی، به ویژه فشار باد شد، که تأثیر قابل توجهی بر ارتفاع آب دارد. شکل 7 سطح دریای مرتفع شده را در همه جا در امتداد ساحل به سمت شمال، به ویژه در YE-HB نشان می دهد. به سمت جنوب و درون رودخانه بندر Xiangshan (در استان ژجیانگ)، سطح دریا کم شد. زمانی که طوفان عبور کرد سطح دریا در نزدیکی خلیج هانگ ژو کم شد.

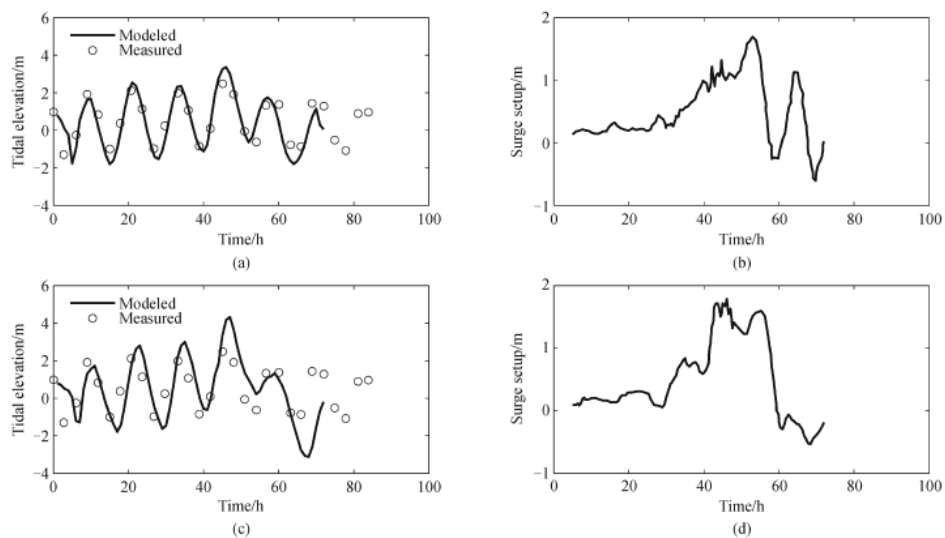


شکل 4: (الف) نقشه دریای چین شرقی، از جمله مسیر گردباد اگنس (شماره 8114). جعبه، زوم نشان داده شده در زیر را نشان می دهد. (ب) نقشه منطقه YE-HB که اغلب تحت تأثیر گردباد اگنس قرار دارد، با نشان دادن نام های ویژگی های ساحلی (به عنوان مثال، شهرها، مرزهای استانی و ایستگاه های سنجش)

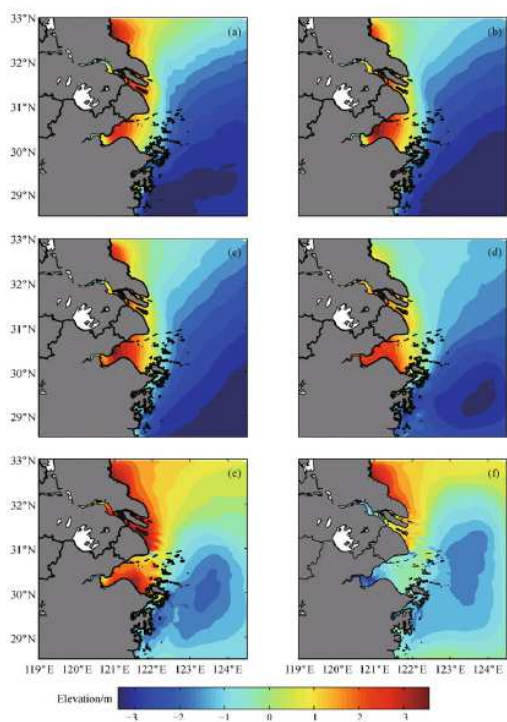


شکل 5: اعتبار سنجی میدان باد گردباد اگنس. (a) و (b) ایستگاه داجی؛ (c) و (d) ایستگاه تانکسو را نشان می -

دهند.



شکل 6: اعتبار سنجی ارتفاع آب گردباد آگنس و وضعیت موج. (a) و (b) ایستگاه داجی؛ (c) و (d) ایستگاه تانسکو را نشان می‌دهد.

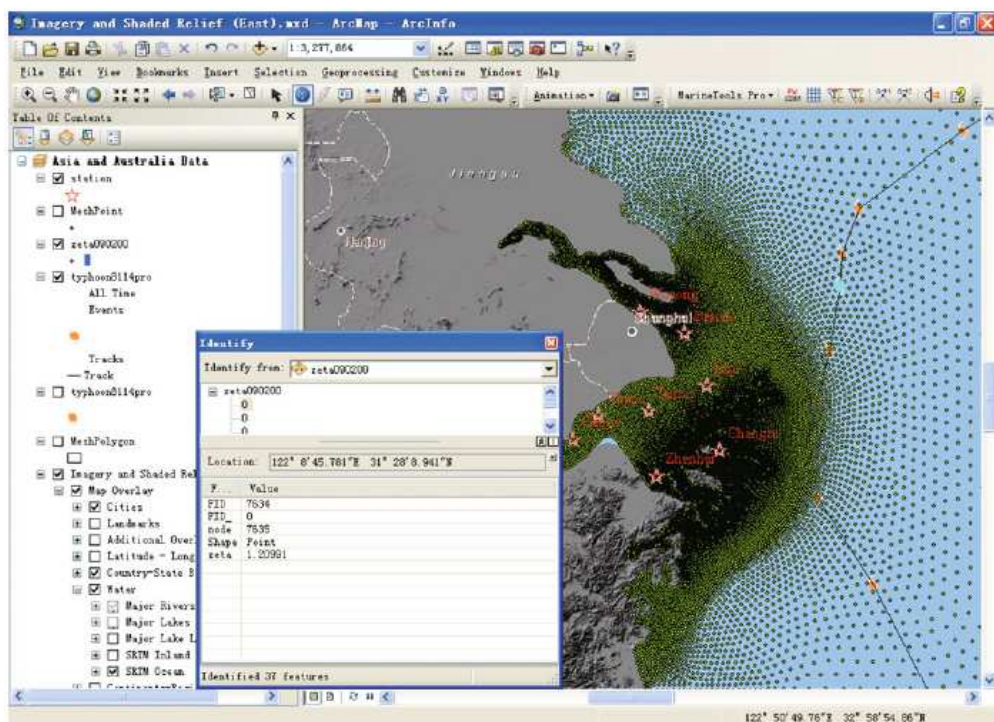


شکل 7: مدل شبیه سازی ارتفاع سطح دریا از (a) 00:12/30/08 تا (f) 00:00/20/09 در عکس‌های 12 ساعته

خلاصه

GIS برای ارجاع جغرافیایی متمایز می‌شود. این کمک می‌کند تا اشیاء فضایی را مرتبط کنید. نرم افزار GIS با ماژول‌های نرم افزاری ویژه‌ای توسعه یافته‌اند. این روند انعکاسی از کامل بودن GIS به عنوان یک صنعت و تقاضای روز افزون توسط کاربران برای راه‌حل‌های سفارشی و ساده برای مناطق کاربردی خاص است.

در این مطالعه، توصیف مدل موج طوفان بوسیله مدل اصلاح شده FVCOM، که با آیتم‌های باد و فشار معرفی شده بوسیله مدل گردباد متقارن اضافه شد، ارائه شده است. سپس مدل موج سه بعدی، به پلتفرم ArcGIS با اجزای COM متصل شد. تعامل بین اجزای سیستم با استفاده از ماژول‌های نرم افزار تخصصی GIS از طریق رویداد گردباد در مورد YE-HB در این مقاله ارائه شده است. فرآیند پیاده سازی و نتایج مدل در حال اجرا ارائه شده است. این ماژول نرم افزار تخصصی GIS، کاربرد موفقیت آمیز و دقیق شبیه سازی موج پیشرفته طوفان را از طریق یک رابط کاربر گرافیکی ساده و سر راست را ارتقا داد. GIS به مدل موج برای مشاهده و ویرایش ورودی، پیش پردازش، تولید شبکه مش و تفسیر نتایج متصل شد. سیستم یکپارچه GIS مدل خود را از دیگر مدل‌ها با توانایی‌اش از طریق تسهیل شبکه بدون ساختار FVCOM، با استفاده از رویکرد COM-GIS و توسعه با فرمت داده‌های GIS برای بیان ساختار داده‌های مدل عددی متمایز می‌کند. استفاده از رابط GIS در تعریف و تفسیر اطلاعات ورودی و خروجی مدل، مدل FVCOM را به شدت بهبود بخشید و سیستم تصمیم گیری بهتر در مدیریت زیست محیطی ساحلی را ارتقا داد. همچنین استفاده از مدل سه بعدی موج طوفان از طریق یک رابط کاربری گرافیکی ساده و آسان برای استفاده (شکل 8) بهبود یافت. این برنامه سهل‌العمل (کاربرپسند) زمان لازم برای درک استفاده از مدل به ویژه برای کاربرانی که اولین بار با این برنامه کار می‌کنند را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، نمایش خروجی مدل در محدوده فضایی و زمانی از طریق پنجره نقشه برداری GIS و ابزار سری زمانی اضافی می‌تواند نتایج قابل توجهی را که ممکن است بدون استفاده از تکنیک‌های مصورسازی در تجزیه و تحلیل رایج، کمتر قابل مشاهده باشد، را فراهم می‌کند.



شکل 8: نمایش یک مدل لایه نقطه‌ای فضایی خروجی ارتفاع دریا برای زمان شبیه سازی 1981/2/9 00:00:00 در پنجره نقشه برداری GIS و شناسایی ابزار نمایش گره ID 16280 در نقطه زمان گردباد انتخاب شده است.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی