

بررسی تأثیر تفرق بر ارتفاع امواج در دهانه بندر کیشهر با استفاده از نرم افزار MIKE21

حمیده دقیق^۱، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۸/۲۸

دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۲/۰۵

چکیده

دهانه‌های بنادر، مصب‌ها و خورها همواره در معرض خطر امواج، انسداد و فرسایش هستند. به‌منظور حفاظت از چنین محیط‌هایی و برای افزایش ایمنی در نوابری، سازه‌های ساحلی احداث می‌شوند. یکی از این سازه‌ها، جتی است که به‌منظور تثبیت دهانه بندر در منطقه احداث می‌شود. سواحل همواره در معرض دگرگونی ناشی از امواج و فرآیندهای ساحلی هستند. احداث سازه‌های ساحلی در دریا سبب تغییر در این دگرگونی‌ها می‌شود که خود می‌تواند به‌جای سودمندی و استفاده درست، سبب افزایش مشکلات و خسارت‌های پیش‌بینی نشده شود. در این تحقیق به‌منظور ارزیابی سازه احداث شده روی دهانه بندر کیشهر واقع در سواحل جنوبی دریای خزر در استان گیلان، از دو مدول BW و NSW نرم افزار مایک ۲۱ برای شبیه‌سازی امواج در دهانه بندر استفاده شده است. مقایسه اقلیم موج در دو حالت قبل و بعد از احداث جتی نشان می‌دهد که امواج در نزدیکی ورودی بندر، ارتفاع کم‌تری در حالت بعد از احداث جتی دارند، ولی هم‌چنان نفوذ امواج شمال و شمال شرقی به بندر به‌علت طول کم جتی شرقی، آرامش ورودی بندر را مختل می‌کند و در حالت بعد از احداث جتی، هم‌چنان امواج شمال شرقی به‌دلیل شکل خاص سازه، بندر را متأثر می‌سازند و امواج شمال غربی با توجه به‌شکل سازه کم‌تر دهانه را مختل می‌کنند. کاهش ارتفاع امواج ناشی از احداث جتی‌ها در محدوده ۰/۱۵ تا ۱/۲ متر قرار دارد. هم‌چنین به‌منظور ارزیابی کارایی این دو مدول در شبیه‌سازی امواج در دهانه بندر، نمودار ارتفاع امواج حاصل از نتایج دو مدول BW و NSW را رسم کرده که نتایج نشان داد در دهانه بندر، مقادیر به‌دست آمده برای ارتفاع امواج از مدول BW به‌علت در نظر گرفتن اثر تفرق، بیش‌تر است.

واژه‌های کلیدی: بنادر، جتی، خورها، سازه‌های ساحلی، مصب‌ها

مقدمه

به‌واسطه جابه‌جایی رسوبات ساحلی، مسائل رسوب‌گذاری و فرسایش در سواحل مطرح می‌شود که هر یک از این پدیده‌ها کاربری تأسیسات و سازه‌های دریایی را می‌تواند با مشکل مواجه نماید. مخصوصاً پدیده رسوب‌گذاری در کانال دست‌رسی و حوضچه آرامش بنادر مشکلات زیادی را در بهره‌برداری آن‌ها به‌وجود می‌آورد (اسماعیلی، ۱۳۸۶). برای جلوگیری از تداخل جریان‌های ورودی به دریا و جریان‌های کرانه‌ای در محل اتصال رودخانه به دریا و یا ورودی خلیج‌ها و حوضه‌ها در این محل‌ها استفاده از جتی ضروری است. احداث این سازه‌ها در محل ورودی، تغییرات مطلوب و یا نامطلوب ناخواسته در محیط ساحلی مجاور خود ایجاد می‌کنند که عدم شناخت صحیح از آن‌ها می‌تواند طرح را با شکست روبه‌رو کند. در ایران از این نوع پروژه‌ها در محل اتصال مرداب کیشهر به دریای خزر ساخته شده است. جتی‌های احداث شده در طرفین ورودی مرداب کیشهر علاوه بر کانالیزه کردن جریان ورودی به دریا، حفاظت سواحل در محدوده ورودی و نیز امکان تردد شناورها را با ایجاد یک کانال نوابری فراهم ساخته است، ولی به‌دلیل وجود رودخانه سفیدرود با دلتای فعال آن و وجود جریان‌های کرانه‌ای در این بخش که از سمت غرب به شرق است، باعث انباشت و انتقال رسوب زیادی به‌سمت پشت جتی احداث شده می‌شود. از آنجا که ساخت سازه‌های دریایی مستلزم

^۱ نویسنده مسئول daghigh_y@yahoo.com

هزینه بسیار زیادی است، مطالعات کافی روی منطقه به منظور بهینه‌سازی سازه از لحاظ اقتصادی و اجتماعی دارای اهمیت است (سهرابی، ۱۳۸۴).

در تحقیقی Huntley و Davidson (۲۰۰۱) ابتدا با به‌دست آوردن توپوگرافی سطح آب و مدل کردن آن به‌وسیله نرم‌افزار عددی MIKE21 (HD, NSW)، به بررسی مورفولوژی ساحل در خلیج Teignmouth انگلستان پرداختند و نتیجه این کار را با تصاویر از راه دور که از طریق پنج دوربین ناحیه مورد نظر تحت پوشش قرار داشت، مقایسه کردند. برای مدل یک شبکه 1000×400 با گام مکانی ۱۰ متر در جهت‌های x و y استفاده شده است. با توجه به این‌که طول دماغه این خلیج حدود دو کیلومتر است آن‌ها شبیه‌سازی را در طول جزر و مد های مختلف که اطلاعات آن را از اندازه‌گیری‌های پروژه سواحل اروپا گرفته بودند، انجام دادند و سپس به وابستگی معنی‌داری از شبیه‌سازی عددی با تصاویر موجود رسیدند. هم‌چنین آن‌ها در این تحقیق به کمک MIKE21 و براساس تغییرات سطح آب ناشی از جزر و مد $(1/7 - 4/2)$ متر) به بررسی پدیده انتقال رسوب ناشی از این تغییرات پرداختند. ناحیه مورد بررسی در شبیه‌سازی $3/5$ کیلومتر به‌طرف دریا و چهار کیلومتر در طول خط ساحلی در نظر گرفته شده است و با توجه به محدوده کم آن، فاصله نقاط شبکه ۱۰ متر و جمعاً ۱۸۰۰۰۰ نقطه آبی در نظر گرفته شد و چون برای اجرای قسمت هیدرودینامیک MIKE21 (HD) لازم است که قسمت امواج آن (NSW) اجرا شود، در این کار سعی شد از اطلاعات خروجی قسمت MIKE21(NSW) به‌عنوان اطلاعات ورودی قسمت MIKE21 (HD) استفاده شود و در نهایت با رسم نمودار سرعت جریان برای حالات مختلف ارتفاع موج عمده به تأثیر آن‌ها در مورفولوژی ساحلی پرداختند.

کرمی‌خانگی و فلاح (۱۳۸۳) تغییرات ایجاد شده در الگوی موج و جریان فصلی دریاچه ارومیه را در اثر احداث بزرگراه شهید کلانتری مورد بررسی قرار دادند. بدین‌منظور، الگوی کلی موج و جریان با استفاده از مدول‌های NSW و HD نرم‌افزار MIKE 21 و اطلاعات تهیه شده از آمار یاد ثبت شده ایستگاه هواشناسی ارومیه، برای فصول مختلف در دو حالت قبل و بعد از احداث بزرگراه شبیه‌سازی شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که بعد از احداث بزرگراه از ارتفاع امواج در منطقه مجاور آن کاسته شده، به‌طوری‌که در فصول زمستان و بهار ارتفاع امواج در مجاورت بزرگراه نسبت به قبل از آن، در کم‌ترین حالت ۲۵ درصد کاهش یافته است.

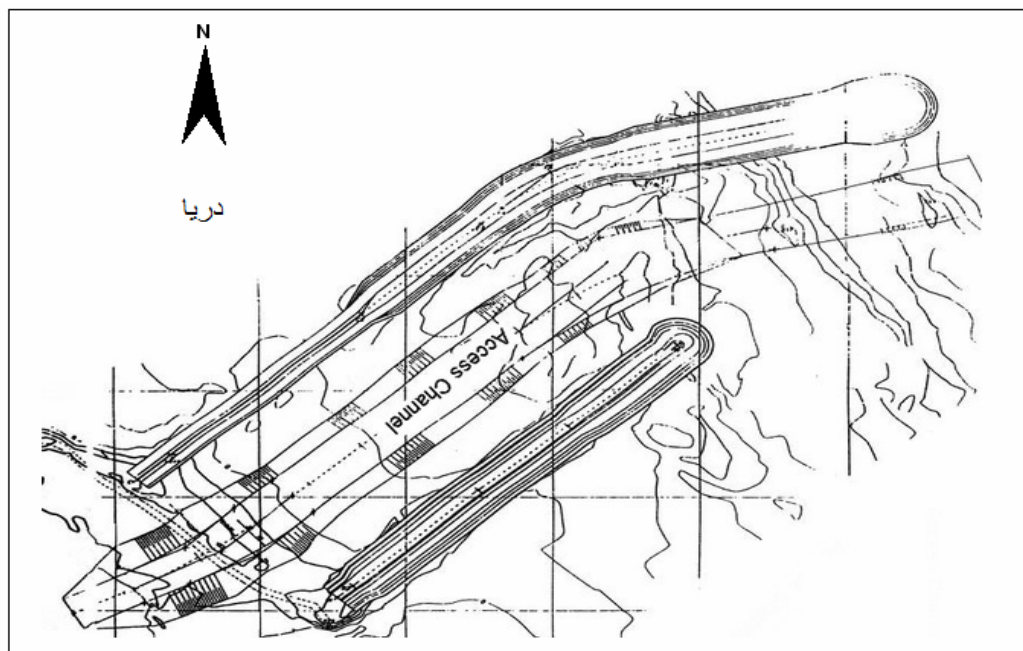
مواد و روش‌ها

بندر صیادی کیشهر در استان گیلان و در ۵۱ کیلومتری شهرستان رشت در بخش ساحلی بین شهرستان پونل و لنگرود واقع شده است. موقعیت جغرافیایی آن ۳۹ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی است. این بندر در واقع در مجاورت مردابی است که در ضلع شرقی رودخانه سفیدرود و در کنار دریا به‌طور طبیعی به‌وجود آمده است. با عنایت به اهمیت مسأله رسوب و پیچیدگی شرایط این پدیده در محدوده سواحل و دهانه مرداب، مطالعات هیدرودینامیک و رسوب از اهمیت خاصی برخوردار است. مشخصات سازه‌ای و هیدرودینامیکی بندر صیادی کیشهر در جدول ۱ و هم‌چنین یک پلان ساده از جتی‌های کیشهر در شکل ۱ نشان داده شده است.

محدوده مورد مطالعه در بخش ساحلی بین شهرستان پونل و لنگرود واقع می‌شود. این قسمت از کرانه دریای خزر در اثر کنش گسله آستارا- لاهیجان شکل خمیده به‌خود گرفته است و مشخص به دارا بودن نهشته‌های نوع سیلابی- رودخانه‌ای است. نهشته‌های سیلابی عموماً متشکل از دانه‌های ماسه‌ای، سلیتی و یا رس سلیتی است که کم‌تر منظم بوده، شیب ملایم به سوی دریا دارند. رسوب‌گذاری از نوع سیلابی- رودخانه‌ای و تشکیل ردیف رسوبی دخیل در پیش‌روی به سوی دریا و رسوب‌گذاری دریایی بوده است. رودخانه سفیدرود، مهم‌ترین زهکش منطقه و پرآب‌ترین رودخانه حوضه شمال ایران است. طول رودخانه حدود ۸۰۰ کیلومتر که از ارتفاعات کردستان، همدان، البرز و زنجان سرچشمه می‌گیرد و در مصب آن دلتای وسیعی تشکیل شده است.

جدول ۱: مشخصات بندر صیادی کیشهر

طول پهلوگیری (m)	عرض دهانه ورودی (m)	طول بازوها (m)		شعاع چرخش (m)	مساحت مفید حوضچه (m^2)	عمق حوضچه (m)	
		غربی	شرقی			ورودی	پای اسکله
۱۴۰	۱۴۰	۹۹۳	۳۵۰	۸۰	۳۰۰۰۰	-۵	-۴



شکل ۱- پلان جتی‌های کیشهر

در این تحقیق به دلیل عدم وجود اطلاعات اندازه‌گیری موج در منطقه، از تحلیل باد منطقه‌ای، موج منطقه محاسبه و تحلیل شد. این تحلیل با جمع‌آوری مشخصات باد اندازه‌گیری شده، تعیین طول بادگیر مؤثر در جهات مختلف، جمع‌آوری و تحلیل آماری بر روی داده‌های باد و در نهایت به دست آوردن خصوصیات موج منطقه به کمک روابط تجربی انجام شد. هم‌چنین دوره‌های بازگشت امواج با استفاده از روش‌های آمار و احتمالات برای تعیین طول عمر سازه محاسبه شد. در تحلیل مشخصات امواج با استفاده از آمار باد سه ویژگی سرعت، جهت و تداوم باد در بازه آماری ۳۰ ساله از سال ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۳ میلادی مورد توجه قرار گرفت.

آمار باد این ایستگاه شامل داده‌های خام سه ساعته است که مورد پردازش قرار گرفته است. برای به دست آوردن مشخصات موج آب عمیق در منطقه از روش SMB^۱ استفاده شده است. برای استفاده از این معادله‌ها باید سرعت، جهت، طول بادگیر و مدت تداوم باد مشخص باشد. به منظور تحلیل داده‌های باد از برنامه Microsoft Office Excel 2003 استفاده شد. این تحلیل شامل مراحل: تعیین جهات براساس جهات اصلی، دسته‌بندی سرعت باد با اختلاف پنج نات، تعیین میانگین دسته‌بندی‌ها، احتمال وقوع هر دسته‌بندی و تعیین دوره بازگشت هریک بود. سپس این داده با اعمال تصحیحات آیین‌نامه حفاظت سواحل (SPM) به تنش باد تبدیل و سپس با استفاده از روش SMB به موج تبدیل شد.

از جمله عوامل مهم هواشناسی که در مطالعات هیدرودینامیک و رسوب (با توجه به فقدان آمار امواج در کشور) به طور وسیعی کاربرد دارد، باد است. با توجه به یک دوره آماری ۳۰ ساله می‌توان وضعیت باد سالانه منطقه طرح را مورد مطالعه قرار داد. در این رابطه با توجه به نزدیک بودن ایستگاه سینوپتیک بندر انزلی آمار ۳۰ ساله این ایستگاه از

^۱ Sverdup-Munk-Bretchneider

سازمان هواشناسی کشور تهیه شد و گل باد سالانه منطقه به دست آمده است. با توجه به این نتیجه ۴۷/۱ درصد اوقات سال باد آرام در منطقه حاکم است و گل باد باد منطقه جهت غالب باد در جهت شمال غربی بوده است. میانگین سالانه سرعت باد در این ایستگاه ۴/۱ نات^۱ بوده است.

اطلاعات باد قبل از استفاده در معادله‌های پیش‌بینی امواج نیاز به تصحیح و بازنگری دارند. مرجع آیین‌نامه حفاظت سواحل (SPM) پنج ضریب را برای تصحیح اطلاعات باد ارائه نموده است که عبارت از تصحیح سرعت باد، ضریب اصلاح تراز اندازه‌گیری باد، اصلاح باد روی خشکی به باد روی آب، ضریب تصحیح پایداری، تبدیل سرعت باد به سرعت باد میانگین با زمان وزش مناسب و تبدیل سرعت باد به عامل تنش باد هستند.

از میان مدل‌های ریاضی مطرح در جهان در تحلیل پدیده‌های حاکم بر محیط دریا، مدل ریاضی MIKE 21 یکی از شناخته‌ترین آن‌ها است. این برنامه رایانه‌ای که به وسیله انستیتو هیدرولیک دانمارک^۲ و با همکاری انستیتو کیفیت آب^۳ پایه‌ریزی و به مرور زمان تکمیل و توسعه یافته است، دارای قابلیت‌های محاسباتی و گرافیکی بالایی در زمینه مدل‌کردن پدیده‌های مربوط به خورها، دریاچه‌ها، نواحی کم‌عمق ساحلی، خلیج‌ها و دریاها است (Manual of MIKE21, ۱۹۹۹).

مدول امواج طیفی ناشی از باد در نزدیک ساحل (NSW): ورود امواج از منطقه عمیق به نزدیک ساحل باعث تغییر مشخصات اصلی آن‌ها به دلیل اثرگذاری پدیده‌هایی مثل کم‌عمقی (Shoaling)، انعکاس (Reflection)، انکسار (Refraction) و غیره است. MIKE 21 NSW مدول امواج ناشی از باد است که انتشار، رشد و زوال امواج دوره کوتاه و دامنه کوتاه را در مناطق ساحلی توصیف می‌کند. مدول NSW می‌تواند اثرات انکسار و کم‌عمقی ناشی از تغییرات عمق، فرآیندهای ناشی از باد محلی، اتلاف انرژی ناشی از اصطکاک بستر، شکست موج و اثر متقابل امواج و جریان برهم را محاسبه کند. در نواحی باز ساحلی، برای تغییر شکل میدان موج دور از ساحل به منطقه نزدیک ساحل از این مدول استفاده می‌شود.

تعیین شرایط موج در مناطق ساحلی (یعنی ارتفاع، دوره و جهت موج) برای برآورد نیروهای موج بر خط ساحلی ضروری است. مسأله مهم دیگر در مهندسی سواحل، انتقال رسوب است که تا حد زیادی به وسیله موج ایجادکننده جریان موازی ساحل (جریان کرانه‌ای) تعیین می‌شود. جریان ناشی از موج به وسیله گرادیان‌های تنش‌های شعشی در منطقه شکست به وجود می‌آید. مدول NSW قادر است تنش‌های شعشی را محاسبه کند. با وارد کردن تنش‌های شععی در مدول هیدرودینامیکی، جریان‌های ناشی از موج را می‌توان محاسبه کرده، در مدول‌های انتقال رسوب MIKE 21 به کار برد.

دو مدول شامل در مدول BW در برنامه MIKE 21 بر پایه حل عددی روابط زمانی معادلات بوزینسکی هستند. این معادلات شامل ترم‌های غیر خطی مثل انتشار فرکانس هستند. به‌طور کلی، انتشار فرکانس در معادلات مومنوم با در نظر گرفتن اثری که افزایش سرعت عمودی بر توزیع فشار دارد، مطرح می‌شود. هر دو مدول، معادلات بوزینسکی را با استفاده از یک فرمولاسیون شار با اصلاح مشخصات انتشار خطی حل می‌کنند. این معادلات بوزینسکی افزوده شده، مدول‌ها را برای شبیه‌سازی پخش امواج جهت‌دار که به‌صورت قطاری از آب عمیق به سمت آب کم‌عمق حرکت می‌کنند، مناسب می‌سازد. بیشینه عمق به طول موج در آب عمیق برابر $h/L=0.5$ (یا $kh=3.1$) که kh عدد موج نسبی است) است. برای معادلات بوزینسکی کلاسیک، بیشینه عمق به طول موج در آب عمیق برابر $h/L=0.22$ (یا $kh=1.4$) است. معادلات مومنوم طوری ادامه داده شده‌اند که بتوانند شکست موج و جا به‌جایی خط ساحل را در نظر بگیرند.

¹ Knot (1 knot = 0.5144 m/s)

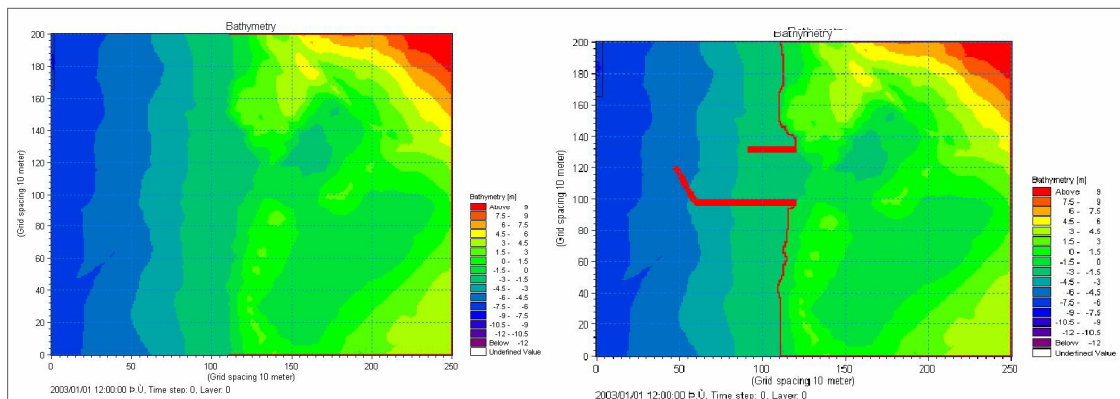
² Danish Hydraulic Institute

³ Water Quality Institute

⁴ Near shore Spectral Wind-Wave Module

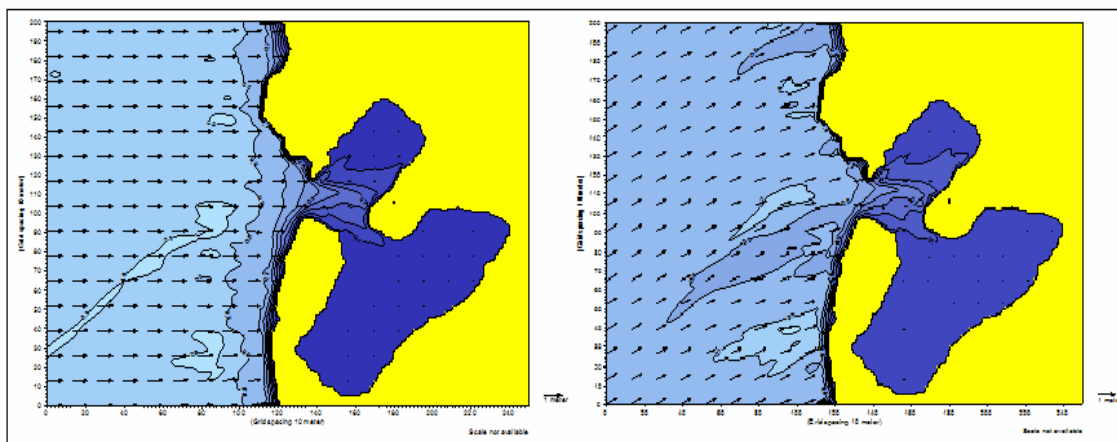
نتایج و بحث

در این تحقیق به منظور بررسی امواج، مدول NSW برای هر یک از سه جهت و برای هر یک از تداوم بادهای آن (۳، ۶ و ۹) در دو حالت قبل و بعد از احداث جتی اجرا شد. در این مدل سازی فاصله بین نقاط شبکه در دو راستای افقی و عمودی، ۱۰ متر در نظر گرفته شد. همچنین در این مدل گام زمانی ۰/۱۲۵ و زمان شبیه سازی ۲۵ دقیقه است و عدد کورانت ۰/۱ در نظر گرفته شده است. در شکل ۲ نمونه ای از توپوگرافی تهیه شده در دو حالت قبل و بعد از احداث جتی نشان داده شده است.



شکل ۲- نمونه ای از توپوگرافی تهیه شده در دو حالت قبل از احداث جتی (چپ) و بعد از احداث جتی (راست)

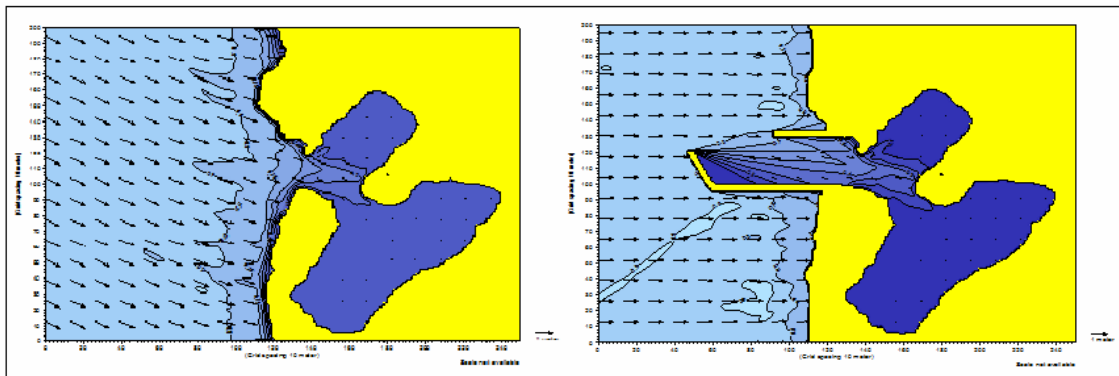
شکل های ۳ الی ۵ بیان گر ارتفاع امواج حاصل از مدول NSW در حالت قبل از احداث جتی است. همان طور که در شکل ۳ (چپ) مشخص است ارتفاع امواج در اطراف دهانه حدود 0.7 ms^{-1} است، در شکل ۳ (راست) نیز این ارتفاع حدود 0.6 ms^{-1} است و در شکل ۴ (چپ) ارتفاع حدود 0.75 ms^{-1} است. شکل های ۴ (راست) و ۵ بیان گر ارتفاع امواج حاصل از مدول NSW در حالت بعد از احداث جتی است. همان طور که در این شکل ها مشخص است، ارتفاع امواج در مقایسه با حالت قبل از احداث جتی در اطراف دهانه کاهش یافته است.



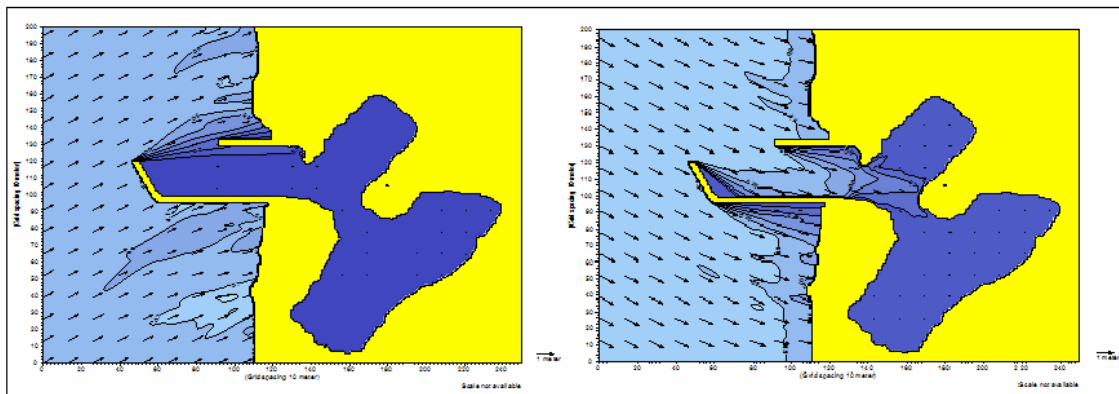
شکل ۳- بردارهای موج برای باد سه ساعته شمالی 0.9 m/s و $T_s=4.0 \text{ s}$ (چپ) و شش ساعته شمال غربی 0.9 m/s و $T_s=4.6 \text{ s}$ (راست)

شکل های ۶ و ۷ (چپ) بیان گر ارتفاع امواج حاصل از مدول BW در حالت قبل از احداث جتی است. همان طور که در شکل ۶ (چپ) مشخص است ارتفاع امواج در اطراف دهانه حدود 0.6 ms^{-1} است، در شکل ۶ (راست) نیز این ارتفاع حدود 0.5 ms^{-1} است و در شکل ۷ (چپ) ارتفاع حدود 0.6 ms^{-1} است. شکل های ۷ (راست) و ۸ بیان گر

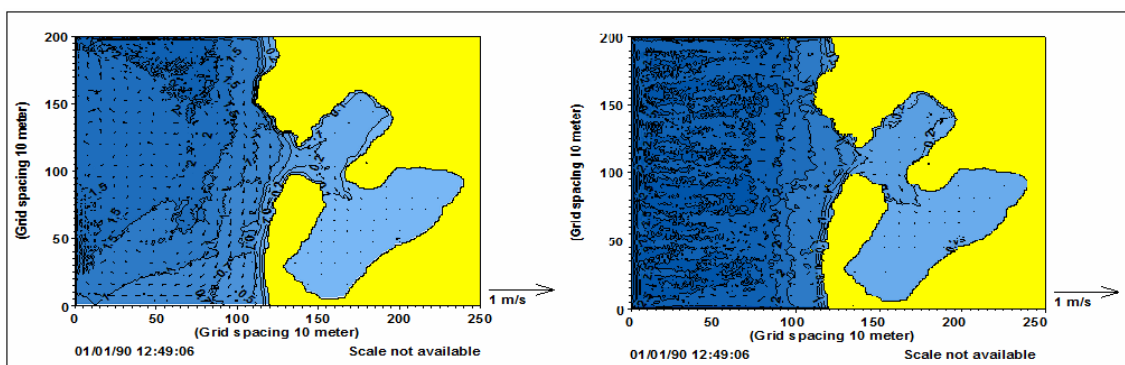
ارتفاع امواج حاصل از مدول BW در حالت بعد از احداث جتی است. همان‌طور که در این شکل‌ها مشخص است، ارتفاع امواج در مقایسه با حالت قبل از احداث جتی در اطراف دهانه کاهش یافته است.



شکل ۴- بردارهای موج برای باد سه‌ساعته شمال شرقی 11 ms^{-1} و سه‌ساعته شمالی 8 ms^{-1} (چپ) و سه‌ساعته شمالی 8 ms^{-1} و سه‌ساعته شرقی 11 ms^{-1} (راست) $H_s=0.9\text{m}$ $T_s=4.0\text{s}$

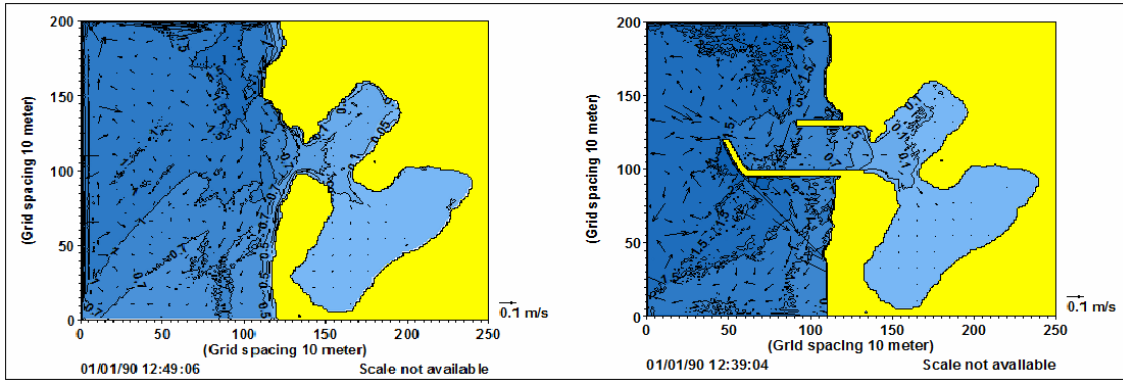


شکل ۵- بردارهای موج برای باد شش‌ساعته شمال غربی 5 ms^{-1} و سه‌ساعته شمال شرقی 11 ms^{-1} (چپ) و سه‌ساعته شمال شرقی 11 ms^{-1} و سه‌ساعته غربی 5 ms^{-1} (راست) $H_s=1.3\text{m}$ $T_s=4.7\text{s}$

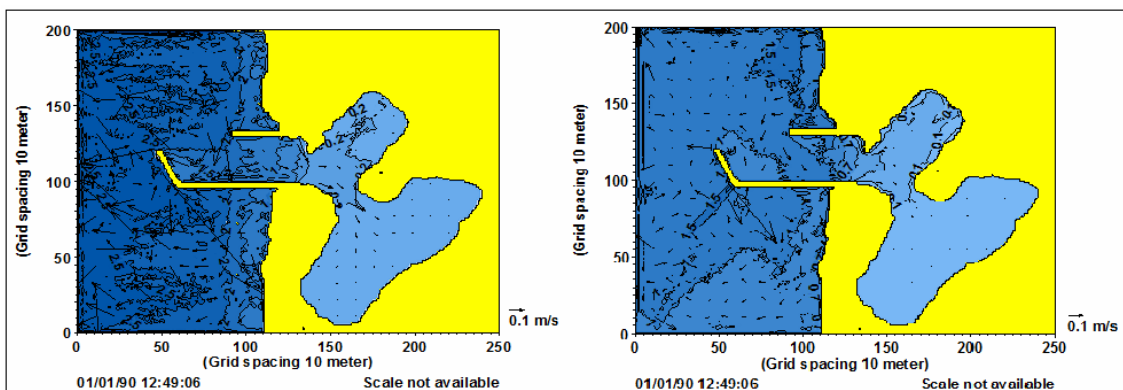


شکل ۶- نمودار ارتفاع موج و جریان مدول BW برای باد سه‌ساعته شمالی 11 ms^{-1} (چپ) و باد سه‌ساعته شمال غربی 14 ms^{-1} (راست)

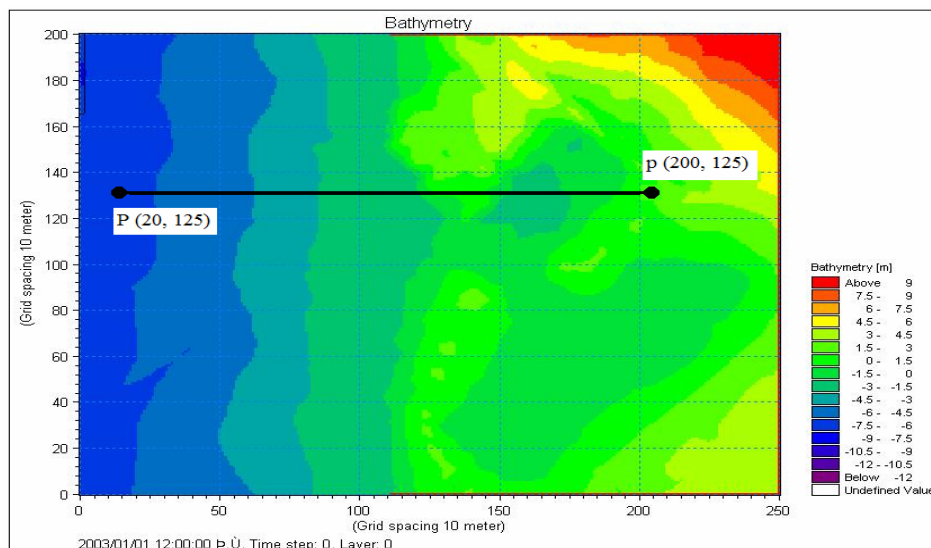
مقادیر ارتفاع امواج از دو مدول NSW و BW در حالت‌های قبل و بعد از احداث جتی برای مقطع نشان داده شده در شکل ۹ محاسبه شده و در شکل‌های ۱۰ الی ۲۲ با هم مقایسه شده‌اند.



شکل ۷- نمودار ارتفاع موج و جریان مدول BW برای باد سه‌ساعته شمال شرقی 14 m/s^{-1} (چپ) و سه‌ساعته شمالی 11 m/s^{-1} بعد از احداث جتی (راست)



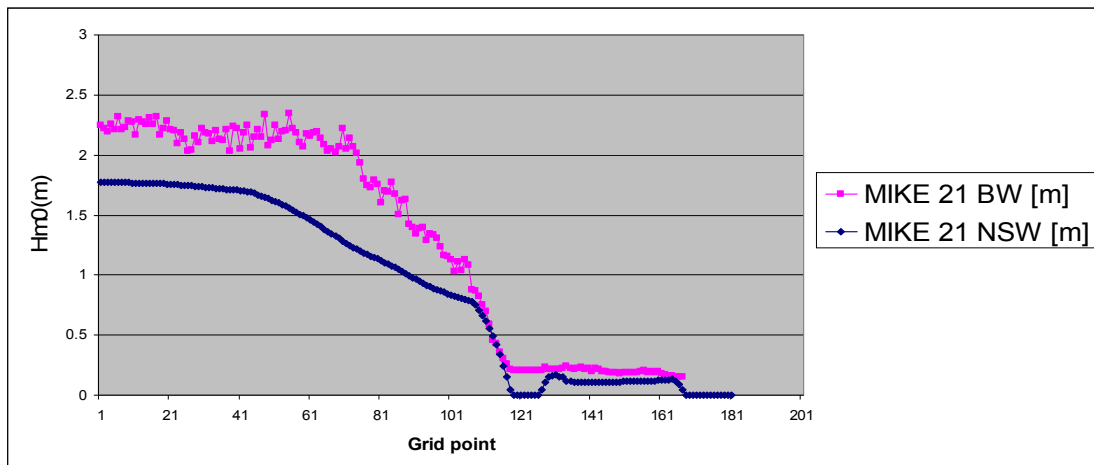
شکل ۸- نمودار ارتفاع موج و جریان مدول BW برای باد سه‌ساعته شمال غربی 14 m/s^{-1} بعد از احداث جتی (چپ) و سه‌ساعته شمال شرقی 14 m/s^{-1} بعد از احداث جتی (راست)



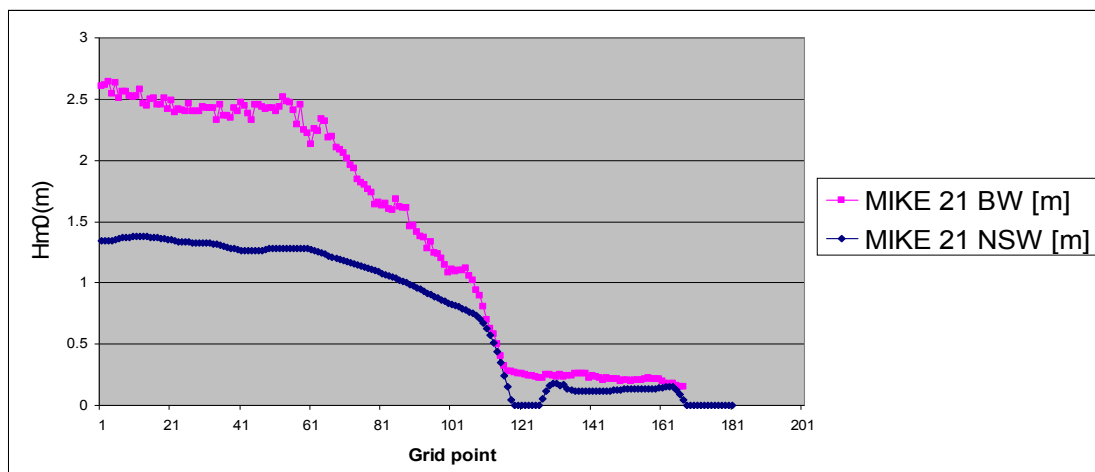
شکل ۹- مقطع مورد تحلیل قرار گرفته از نتایج مدول NSW و BW

بیش‌ترین تأثیر را بر منطقه کیاشهر می‌گذارند. امواج شمال شرقی با فرکانس وقوع $9/6$ درصد در رده بعدی قرار می‌گیرد. با توجه به نتایج مدل‌سازی امواج، محدوده‌ی ارتفاع امواج در منطقه مدل بین 0.2 تا $2/6$ متر است که وابسته به سرعت باد حاکم بر منطقه است. براساس سیر طبیعی پدیده‌های ساحلی، با افزایش ارتفاع امواج، میزان نفوذ به

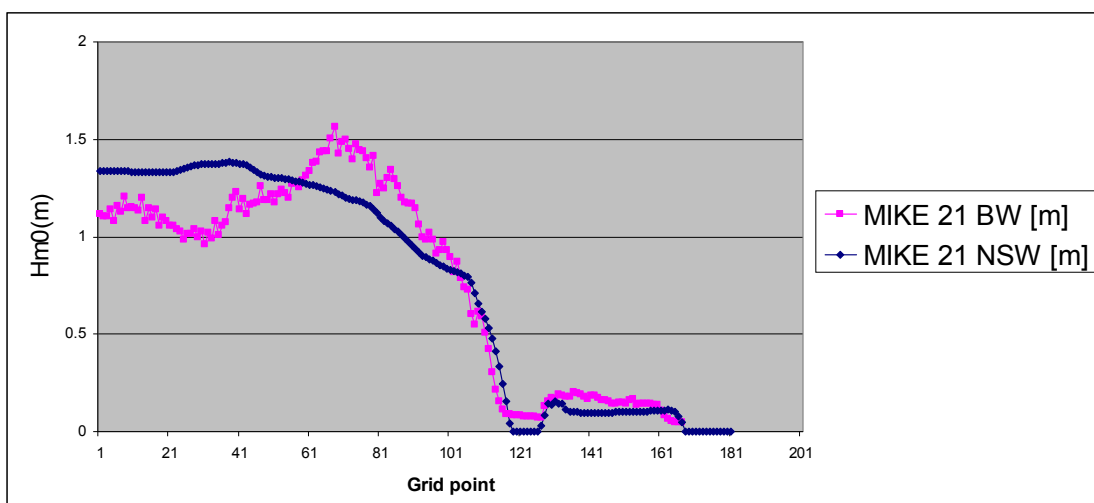
داخل دهانه طبیعی افزایش می‌یابد که جهت شمال شرقی دارای بیش‌ترین نفوذ است. البته باید توجه داشت که در مدل NSW نمی‌توان پدیده تفرق را اعمال کرد، بنابراین میزان تفرق امواج در دیگر جهت‌ها با ابهام روبرو است.



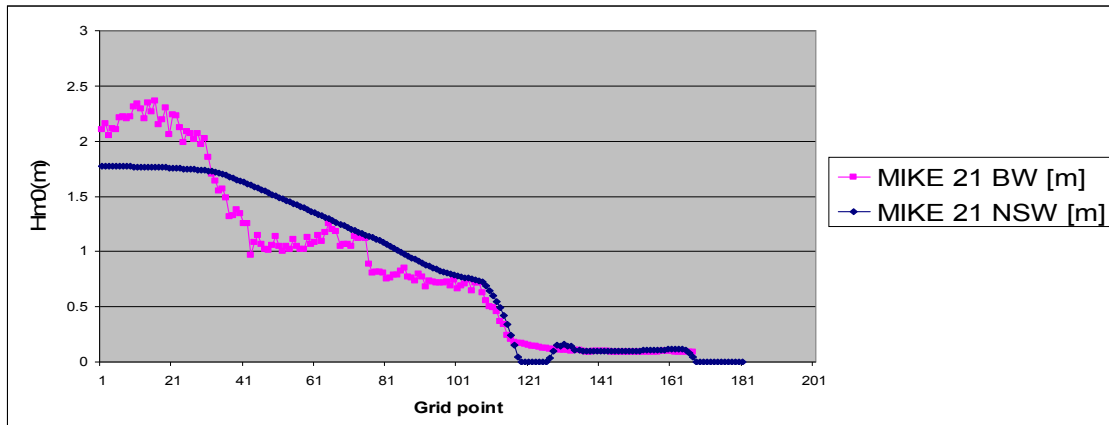
شکل ۱۰- نمودار مقایسه ارتفاع موج دو مدول BW و NSW برای باد سه‌ساعته شمالی 14 ms^{-1}



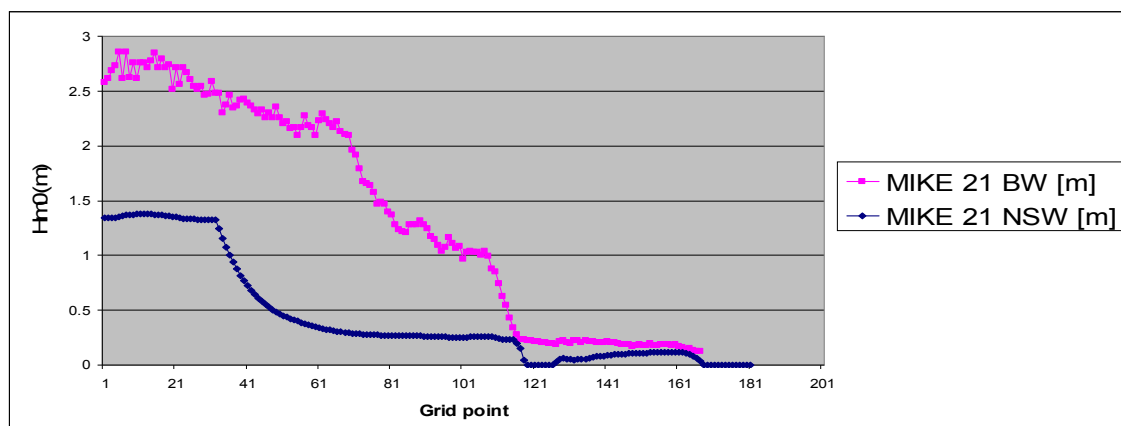
شکل ۱۱- نمودار مقایسه ارتفاع موج دو مدول BW و NSW برای باد سه‌ساعته شمال غربی 14 ms^{-1}



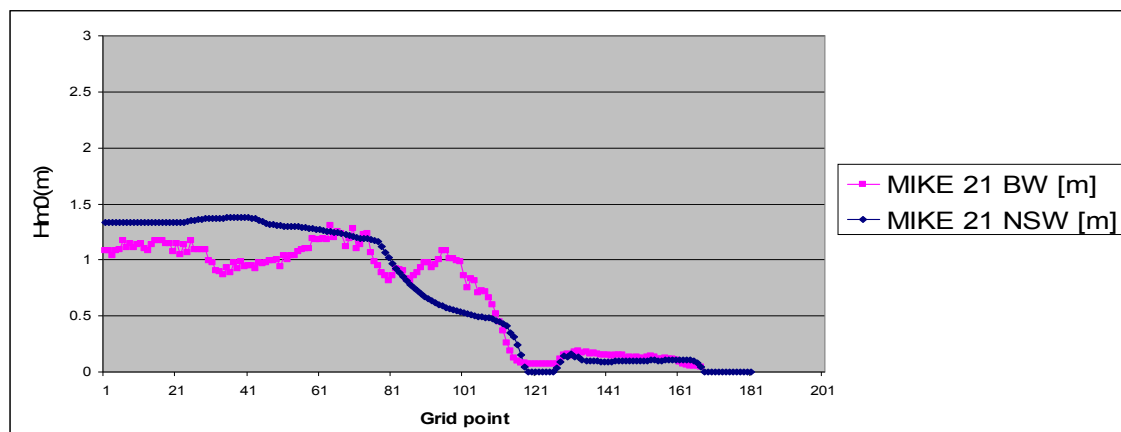
شکل ۱۲- نمودار مقایسه ارتفاع موج دو مدول BW و NSW برای باد سه‌ساعته شمال شرقی 14 ms^{-1}



شکل ۱۳- نمودار مقایسه ارتفاع موج دو مدول BW و NSW برای باد سه‌ساعته شمالی 14 ms^{-1} بعد از احداث جتی



شکل ۱۴- نمودار مقایسه ارتفاع موج دو مدول BW و NSW برای باد سه‌ساعته شمال‌غربی 14 ms^{-1} بعد از احداث جتی



شکل ۱۵- نمودار مقایسه ارتفاع موج دو مدول BW و NSW برای باد سه‌ساعته شمال‌شرقی 14 ms^{-1} بعد از احداث جتی

با نزدیک شدن امواج دور از ساحل در منطقه آب عمیق به منطقه ساحلی، در اثر پدیده‌هایی هم‌چون انکسار، کم‌عمقی، شکست و اصطکاک بستر، ارتفاع امواج در ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. هم‌چنین می‌توان چرخش پرتو امواج و عمود شدن مسیر آن‌ها بر خط ساحلی (انکسار) را با رسیدن به منطقه ساحلی به‌خوبی مشاهده نمود. برای امواج شمال‌غربی چون امواج زاویه بزرگ‌تری با خطوط تراز بستر می‌سازند، دچار انکسار بیشتری شده‌اند. امواج شمال‌شرقی نیز به‌دلیل زاویه کوچک‌تری که با خطوط تراز بستر می‌سازند، دچار انکسار کم‌تری می‌شوند. امواج شمال‌غربی $10/6$ درصد از کل امواج منطقه را تشکیل می‌دهند که در کنار امواج شمالی با فرکانس وقوع $10/5$

بیشترین تأثیر را بر منطقه کیشهر می‌گذارند. امواج شمال شرقی با فرکانس وقوع $9/6$ درصد در رده بعدی قرار می‌گیرد. با توجه به نتایج مدل سازی امواج، محدوده‌ی ارتفاع امواج در منطقه مدل بین $0/2$ تا $2/6$ متر می‌باشد که وابسته به سرعت باد حاکم بر منطقه است. بر اساس سیر طبیعی پدیده‌های ساحلی، با افزایش ارتفاع امواج، میزان نفوذ به داخل دهانه طبیعی افزایش می‌یابد که جهت شمال شرقی دارای بیشترین نفوذ است. البته باید توجه داشت که در مدل NSW نمی‌توان پدیده تفرق را اعمال کرد، بنابراین میزان تفرق امواج در دیگر جهتها با ابهام روبرو است.

مقایسه اقلیم موج در دو حالت قبل و بعد از احداث جتی نشان می‌دهد که امواج در نزدیکی ورودی بندر، ارتفاع کمتری در حالت بعد از احداث جتی دارند. ولی هم‌چنان نفوذ امواج شمال و شمال شرقی به بندر به علت طول کم جتی شرقی، آرامش ورودی بندر را مختل می‌کند و در حالت بعد از احداث جتی، هم‌چنان امواج شمال شرقی به دلیل شکل خاص سازه، بندر را متأثر می‌سازند و امواج شمال غربی با توجه به شکل سازه کم‌تر دهانه را مختل می‌کنند. کاهش ارتفاع امواج ناشی از احداث جتی‌ها در محدوده $0/15$ تا $1/2$ متر قرار دارد. هم‌چنان که مشاهده می‌شود، با احداث جتی، دهانه نسبت به قبل از آرامش بیش‌تری برخوردار شده است. البته در مدول NSW اثر خروجی رودخانه و بالاروی آب ناشی از برخورد با امواج به دلیل فقدان قابلیت تعیین چشمه یا چاهه در این مدول قابل مطالعه نیست.

در این مدول مشخصات امواج البته با در نظر گرفتن اثرات شکست موج و جا به جایی خط ساحل مشخص شدند. مشاهده شد که در دهانه بندر در مدول BW به علت در نظر گرفتن اثر تفرق، مقادیر به دست آمده برای ارتفاع امواج بیش‌تر هستند. در این مدول نیز مقایسه اقلیم موج در دو حالت قبل و بعد از احداث جتی نشان می‌دهد که امواج در نزدیکی ورودی بندر، ارتفاع کمتری در حالت بعد از احداث جتی دارند.

به منظور مقایسه نتایج مدول BW و NSW، ارتفاع امواج حاصل از دو مدول در نموداری رسم شد. در شکل‌های ۱۰ الی ۱۲ نمودار مقایسه ارتفاع امواج دو مدول BW و NSW در حالت قبل از احداث جتی و در شکل‌های ۱۳ الی ۱۵ نمودار مقایسه ارتفاع امواج این دو مدول در حالت بعد از احداث جتی نشان داده شده است. همان‌طور که در نمودارها مشاهده می‌شود مقادیر ارتفاع امواج در دهانه بندر در مدول BW به علت در نظر گرفتن اثر تفرق دارای مقادیر بیش‌تری نسبت به مدول NSW هستند. به عنوان مثال در شکل ۱۷ مقدار ارتفاع موج در دهانه بندر برای باد سه‌ساعته شمالی 14 ms^{-1} در حالت قبل از احداث جتی برای مدول NSW در حدود یک متر است در حالی که این مقدار برای مدول BW در حدود $1/6$ متر است. افزایش ارتفاع موج در حالت بعد از احداث جتی نیز مشاهده شد. به عنوان مثال در شکل ۱۵ مقدار ارتفاع موج در دهانه بندر در برای باد سه‌ساعته شمال شرقی 14 ms^{-1} در حالت بعد از احداث جتی برای مدول NSW در حدود $0/5$ متر است در حالی که این مقدار برای مدول BW در حدود یک متر است.

منابع مورد استفاده

۱. اسماعیلی، م. ۱۳۸۶. تجزیه و تحلیل انتقال رسوبات چسبنده در بندر کیشهر با استفاده از مدل عددی MIKE 21. پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.
۲. سهرابی، م. ۱۳۸۴. بررسی جریان‌های کرانه‌ای و انتقال رسوب در دهانه بندر کیشهر به منظور تعیین حداقل طول جتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.
۳. کرمی‌خانیکی، ع. و ع. فلاح. ۱۳۸۳. تعیین الگوی امواج و جریان‌های ناشی از باد در دریاچه ارومیه به کمک مدل ریاضی MIKE21. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.
4. US Army, Corps of Engineers. 2005. Coastal Engineering Manual (CEM). Government publishing service, Washington D.C.
5. Huntley, D. and M. Davidson. 2001. Modeling water surface topography at a complex inlet system. Teignmouth, UK.
6. Manual of MIKE21. 1999. Danish Hydraulic Institute, Denmark.

Investigation the Effect of Refraction on Wave Heights of Kiashar Port Using MIKE-21 modules

Hamideh Daghigh¹, Former MSc Student, Tehran Sciences and Researches Unit, Islamic Azad University, Iran

Received: 24 April 2011

Accepted: 18 November 2011

Abstract

The entrance of ports, deltas and estuary are always subjected to wave attack, obstruction and erosion effects of th environment. The coastal structures of jetty type are erected to protect the facilities of importance and to increase safety of navigation. The contradictory effects of these structures on the environment are considered in this study and for the purpose of application, the Jetty Type structures for the marine environment of Kiashar Port on the North of Iran is selected in this paper. To investigate the effect of jetty structure on Kiashahr port of Guilan provience in Iran, Mike 21 software is used in this study. Wave heights are computed for port entrance for two distinct cases of prior and after the construction of jetty. It has been observed that the wave heights are reduced considerably for the port entrance after its completion. Further, due to the direction of jetty, the port is impressed by north east waves rather than the north-west waves. The wave height reduction is bounded between 0.15 to 1.2 m inside the protected coastal area. In total, the port entrance has more tranquility compared to the original condition. Finally the comparison of wave height of two modules of BW and NSW indicate that due to the refraction effect of port entrance, the results of wave height analysis for BW module are much higher than NSW module.

Key words: Coastal structures, Deltas, Estuaries, Jetty, Ports

¹ Corresponding author: daghigh_y@yahoo.com