



مرکز بررسی اطلاعات و پژوهش

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی رانی 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





نهمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی  
**ICOPMAS 2010**  
 10-8 آذر ماه (تهران)



## بررسی عددی جریانات جزر و مدی در کانال قشم

علیرضا آروین ، دانشجوی کارشناسی ارشد ، دانشگاه هرمزگان ، [alireza.arvin@gmail.com](mailto:alireza.arvin@gmail.com) ،  
 امین صادقی، دانشجوی کارشناسی ارشد، اداره کل بنادر و دریانوردی هرمزگان ، [aminsgh@yahoo.com](mailto:aminsgh@yahoo.com) ،  
 مجتبی تجزیه چی ، استادیار ، دانشگاه هرمزگان ، [m.tajziehchi@hormozgan.ac.ir](mailto:m.tajziehchi@hormozgan.ac.ir) ،

### چکیده

کانال قشم (تنگه خوران) حد فاصل ساحل شمالی جزیره قشم و ساحل جنوبی ایران از نظر اقتصادی، استراتژیک، محیط زیست و نظامی جزو مهمترین مناطق دریایی ایران و جهان است. قرارگیری مهمترین بنادر ایران (بندر رجایی و باهنر) در شرق کانال و مهمترین زیستگاه آبی کشور (جنگل های مانگرو) در غرب کانال و ظرفیت بالای توسعه سواحل شمالی و جنوبی، اهمیت ویژه اقتصادی، زیست محیطی و استراتژیک به این منطقه بخشیده است. دستیابی به پارامترهای جریان در این محدوده با استفاده از مدل عددی اطلاعات مفیدی جهت تحقیقات بعدی در زمینه محیط زیست، رسوب، جزرومد و نوبری در اختیار می گذارد. مدلسازی عددی این تحقیق با سه مدل Mike21, Mike3, Delft3D به انجام رسید. پس از تعیین مشخصات محیطی و تشکیل شبکه محاسباتی با مثلث بندی نامنظم شرایط مرزی نوسانات سطح آب محلی ناشی از جزرومد در مرزهای باز کانال اعمال گردید. مدل هیدرودینامیک یک بار بصورت 3 بعدی اجرا شد؛ تا صحت سنجی نتایج آن با داده های میدانی 3 بعدی موجود در شرق، مرکز و غرب منطقه طرح تعیین شود. سپس مدول 2 بعدی هیدرودینامیک جهت شبیه سازی جریان های جزرومدی بطور کیفی و کمی برای یکسال شمسی (2005) استفاده شد. نتایج حاصل از آن پس از صحت سنجی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بطوریکه پس از رسیدن به این مهم و با استفاده از خروجیها نتایج بدست آمده بررسی شد. در این تحقیق تغییرات سرعت و جریان و نوسانات سطح آب در کانال قشم در طول یک دوره کامل جزرومدی یکساله مورد نقد و بررسی قرار گرفت. از جمله سایر نتایج این تحقیق می توان به بررسی دبی خالص جریان و جهت کلی جریان ورودی و خروجی به کانال در این بازه زمانی اشاره کرد.

**کلمات کلیدی:** مدلسازی عددی؛ مایک 21؛ مایک 3؛ دلفت؛ هیدرودینامیک؛ مشبندی نامنظم؛ جزرومد

### 1) مقدمه

امروزه دریاها و آبهای آزاد به عنوان مهم ترین مسیر حمل و نقل کالا به اقصى نقاط دنیا مطرح هستند. همچنین دریاها مهمترین منبع تامین پروتئین اکثر مردم جهان محسوب می شوند. بنابراین تغییر خواص آب دریاها تاثیر عمیقی بر زندگی مردم خواهد گذاشت. از طرفی شناخت و مطالعه علوم دریایی و پدیده های دریایی ناشی از آن مانند جریانهای دریایی و عواملی نظیر آن افزایش و کاهش سرعت جریان باعث تغییر شرایط بستر در داخل بنادر و نواحی ساحلی اطراف آنها می گردند. با توجه به اینکه پروژه های آبی معمولاً پر هزینه هستند؛ بررسی های اولیه به کمک مدل عددی برای دستیابی به رژیم جریان های دریایی از اهمیت مهندسی ویژه ای برخوردار است. کانال قشم (تنگه خوران) حد فاصل ساحل شمالی جزیره قشم و ساحل جنوبی ایران چه از نظر اقتصادی و چه از نظر استراتژیک و محیط زیست و نظامی جزو مهمترین مناطق دریایی ایران و منطقه است. شناخت جریان های دریایی و شبیه سازی این جریان ها برای مدیریت بهتر منابع مالی و تغذیه ساحلی در این منطقه ضروری است. از سوی دیگر مهمترین زیست گاه آبی کشور ( جنگلهای مانگرو) در غرب کانال قشم خوران واقع شده است. اگر چه اهمیت ویژه منطقه کانال قشم بر کسی پوشیده نیست؛ ولی متاسفانه تاکنون توجه چندانی به مطالعات جامع هیدرودینامیک در منطقه نشده است. با توجه به اهمیت یاد شده، منطقه مذکور با سه مدل Mike21, Mike3, Delft3D شبیه سازی شد. پس از آماده سازی اطلاعات ورودی، مدل اجرا و واسنجی شده و نهایتاً نتایج با اطلاعات میدانی موجود صحت سنجی می شود. از طرفی در جهت تدقیق مطالعات، نتایج مدل های مختلف نیز با یکدیگر مقایسه گردید. در شکل 1 محدوده اجرای مدل مشخص شده است.



(الف)

(ب)

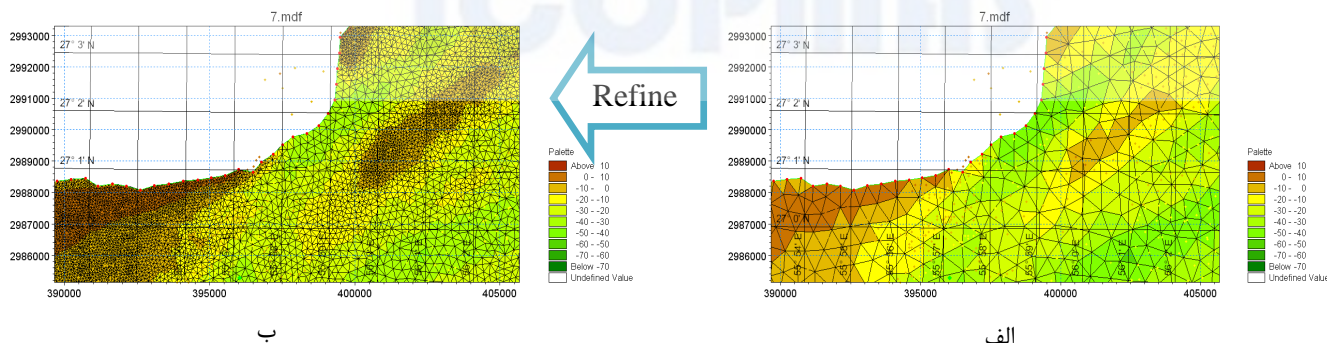
شکل 1- الف محدوده کانال قشم (ب) خط های سفید موقعیت مرزهای بسته، خطوط نقطه چین مرزهای باز را نشان می دهند

## 2) معادلات حاکم در مدل عددی

معادلات حاکم در مدل 2 بعدی، معادلات بقای جرم و مومنتم<sup>1</sup> می باشند؛ که با به کار گیری آنها در یک سیستم دو بعدی جریان، در یک لایه همگن عمقی، این مدول قادر به مدل نمودن سطوح آب و جریان ها در رودخانه های جزر و مدی، خلیج ها، و مناطق ساحلی و بندری به وسیله روش عددی می باشد [1] [2]. اساس مدول هیدرودینامیک در مدل 3 بعدی نیز حل عددی معادلات سه بعدی تراکم ناپذیر رینولدز با حد متوسط معادلات ناویر- استوکس می باشد. بنابراین مدل مرکب از پیوستگی، مومنتم، دما، شوری، معادلات چگالی بوده که بوسیله فرمول آشفتگی محدود شده اند. در محدوده افقی دو مختصات کارترین و استوانه ای بکار می رود. سطح آزاد با مختصات  $\sigma$  تخمین زده می شود. گسسته سازی فضایی معادلات اولیه با بکار بردن تکنیک احجام محدود انجام می شود. برای زمان پیوستگی روش semi-implicit بکار می رود که ترم افقی آن explicit تلقی شده و ترم قائم آن implicit محسوب می شود. همچنین در ساختار مشبندی قائم تا زمانیکه روش مشبندی نامنظم در سطح افقی بکار رود؛ اساس روی مختصات  $\sigma$  می باشد [1].

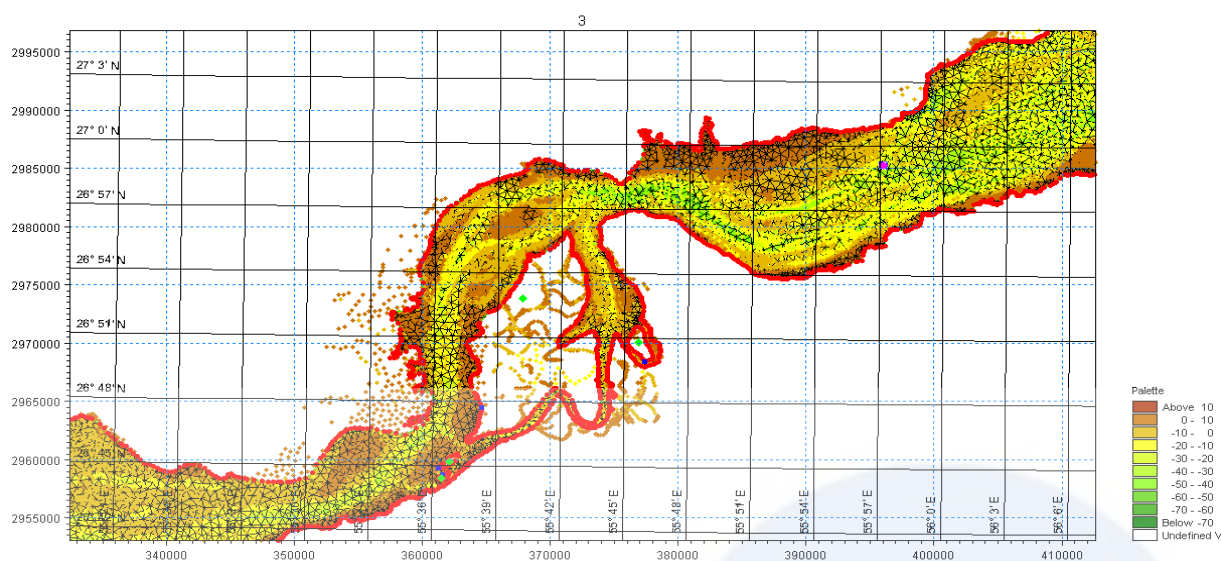
## 3) تشکیل مش نامنظم :

ایجاد فایل مش نامنظم یک کار بسیار سخت در پروسه مدل سازی است. یک فایل مش اعماق را به موقعیت های مختلف وصل می کند و حاوی اطلاعات نقاط مرزی، اعماق آب، شبکه های محاسباتی می باشد. پس از تعیین مشخصات محیطی و محاسباتی بر روی گره ها، یک شبکه محاسباتی ایجاد می شود؛ فواصل گره های شبیه سازی شده متغیر است. شبکه محاسباتی که تعیین کننده حدود منطقه است، یک شبکه با مشبندی نامنظم<sup>2</sup> می باشد. مشها به تعداد دفعات مورد نیاز صاف<sup>3</sup> شده و درون یابی هر گره در حوزه حل، بر اساس نقاط رقومی وارد شده [3] انجام می شود. از طرفی سائز مش های اولیه به عمق حساس نیستند. لذا با توجه به حساسیت بالای جریان به تغییرات عمق؛ اندازه مشها مجدداً بر مبنای تغییرات عمق بازسازی<sup>4</sup> می شوند؛ تا حساسیت پارامترهای جریان با کاهش عمق افزایش یابد. برای این منظور مساحت هر المان به صورت تابعی خطی از عمق در نظر گرفته شد. بدین ترتیب با کاهش عمق مساحت مشها کاهش می یابد؛ تا دقت و حساسیت پارامترهای مورد نظر افزایش یابد (شکل 2). مشبندی ثانویه پس از بازسازی و درون یابی مجدد در شکل (3) نشان داده شده است.



شکل 2- الف: مشبندی اولیه ب: مشبندی پس از بازسازی براساس عمق

- 1 momentum
- 2 flexible mesh
- 3 smooth
- 4 refine mesh



شکل 3- مشبندی ثانویه منطقه طرح

#### 4) شرایط مرزی

با توجه به جزرومدی بودن شدید منطقه، اثر خشکی و تری بسیار تاثیر گذار می باشد. لذا دو مرز شمالی و جنوبی؛ شامل نقاط همیشه خشک بوده تا مناطق جزرومدی کانال را که تحت تاثیر شدید تری و خشکی هستند را پوشش دهد.

از طرفی جزر و مد مهمترین عامل در ایجاد جریانهای دریایی در محدوده کانال قشم می باشد [4] [5] با توجه به کمبود داده های جزرومد در مرز غربی و عدم تطبیق محدوده زمانی در دو مرز باز شرقی و غربی، مقادیر نوسانات سطح آب با بهره جویی از ثابت های هارمونیک جزرومد سازمان نقشه برداری [3] مدلسازی شده و سپس درستی آن با داده های میدانی موجود در دو مرز کنترل گردید. لازم به ذکر است پروسه تولید و صحت سنجی جزرو مد با بهره جویی از ابزار آنالیز هارمونیک جزرومد نرم افزار مایک 21 در دو مرز شرقی (محدوده بندر رجایی) و غربی (محدوده باسعیدو قشم) برای سال 2005 صورت پذیرفت. از سوی دیگر برای بدست آوردن تغییرات نرم در سطح آب، داده ها را باید از یک فیلتر کوچک عبور داد؛ که این عمل با آنالیز فوریه، روی داده ها انجام می شود [6]. اگر چنین عملی انجام نشود امکان ناپایداری در مدل وجود دارد. پس از آن اطلاعات رقومی فیلتر شده جزر و مد در دو مرز شرقی و غربی کانال اعمال گردید.

#### 5) واسنجی مدل

قبل از اجرای نهایی مدل HD به منظور دستیابی به همسانی هر چه بیشتر نتایج شبیه سازی با اطلاعات میدانی و یافته های منطقه ای واسنجی مدل ضروری خواهد بود. واسنجی مدل 2 بعدی با تغییر در ضریب زبری (ضریب مایننگ) در محدوده ضرایب توصیه شده و اجرای مدل برای یک محدوده زمانی معین (sep 2005) و مقایسه نتایج مدل به ازای ضرایب زبری مختلف با اندازه گیری تراز آب در اسکله کاوه در محدوده مرکزی کانال قشم انجام شده است [3]. همچنین برای مدل 3 بعدی پارامترهای ویسکوزیته چرخشی افقی، ویسکوزیته چرخشی قائم، زبری بستر مینای واسنجی می باشند [7]. در مدل 3 بعدی زبری بستر بر اساس ضریب ناهمواری بستر (بر حسب متر) در نظر گرفته می شود. مقدار کمی اولیه زبری با توجه به اطلاعات موجود در طرح آبرسانی به قشم در نظر گرفته شده که با تراز سطح آب در اسکله کاوه واسنجی شد [7].

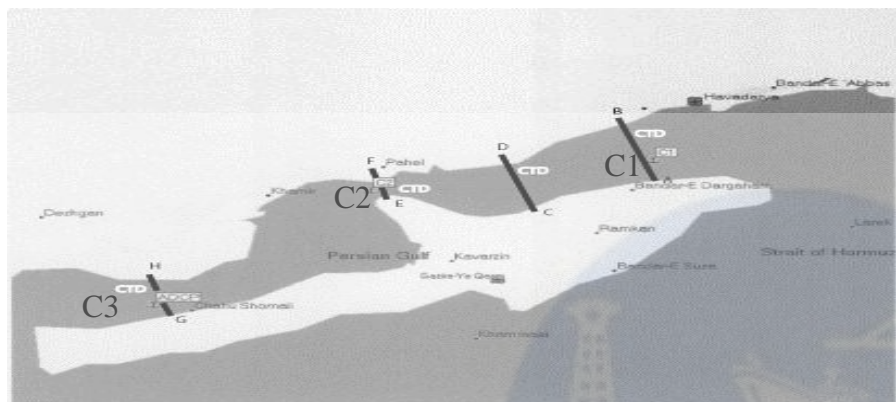
#### 6) اجرای مدل هیدرودینامیک

پس از اعمال شرایط اولیه بر روی گره های محاسباتی، مدل هیدرودینامیک 3 بعدی جهت صحت سنجی آن با داده های میدانی 3 بعدی موجود در شرق، مرکز و غرب [8] منطقه طرح اجرا گردید. جهت مدلسازی 3 بعدی از مدل هیدرودینامیک مدل Mike3 و Delft 3D بصورت مجزا بهره جویی و با یکدیگر مقایسه شد. مدلسازی در محدوده زمانی برداشت اطلاعات میدانی، در گامهای زمانی 0.75 ثانیه ای و برای 1036800 گام

زمانی و 20 لایه محاسبه گردید. سپس مدل 2 بعدی هیدرودینامیک جهت شبیه سازی الگوی جریانهای جزرومدی بطور کلی در محدوده ی کانال قشم استفاده شد. به همین جهت مدل سازی 2 بعدی برای یک دوره کامل جزرومدی، مدل هیدرودینامیک نرم افزار مایک 21 و دلفت برای یکسال شمسی (2005) اجرا شد.

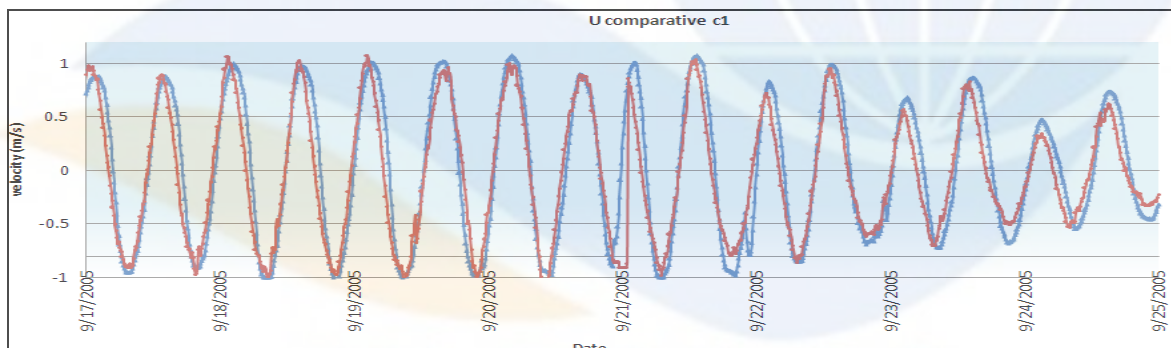
### (7) درستی سنجی مدل

در این تحقیق نتایج به دست آمده از مدل با نتایج اندازه گیری های میدانی در 3 نقطه شرقی، مرکزی و غربی (C1, C2, C3) کانال قشم [8] مقایسه و درستی سنجی شده است. شکل 4 موقعیت ایستگاههای برداشت داده ها را نشان می دهد.

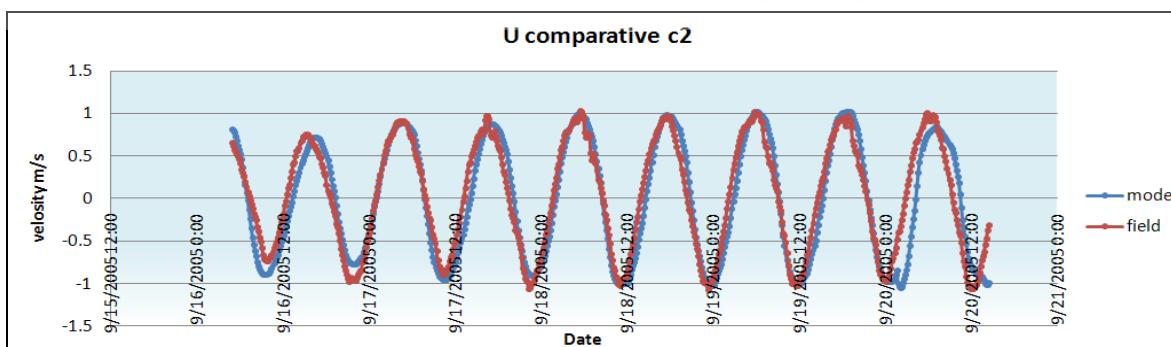


شکل 4 - مقاطع اندازه گیری متغیرهای مختلف توسط مرکز ملی اقیانوس شناسی [8]

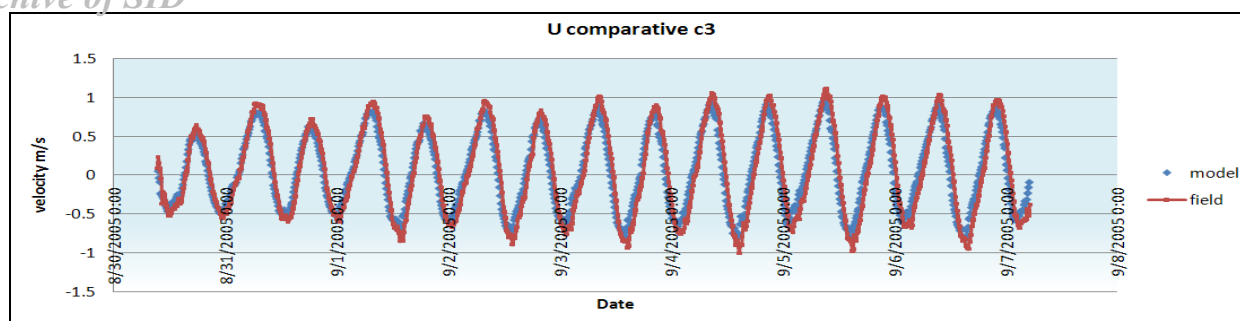
همانطور که در شکل 5، 6، 7 مشخص است، موقعیت تناوبی اطلاعات مدل سازی و داده های میدانی برداشت شده از دستگاه RCM9 و ADCP، در سه ایستگاه C1, C2, C3 برای تقریباً 9 روز از کل دوره شبیه سازی تقریباً یکسان است.



شکل 5 - مقایسه نتایج مدل برای جریان  $U$  با داده های میدانی در طول بازه شبیه سازی برای ایستگاه C1

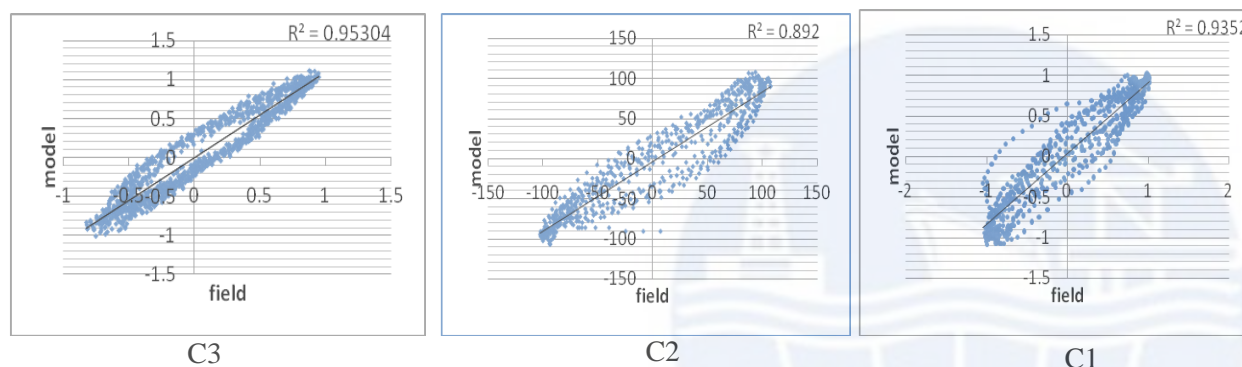


شکل 6 - مقایسه نتایج مدل برای جریان  $U$  با داده های میدانی در طول بازه شبیه سازی برای ایستگاه C2



شکل 7- مقایسه نتایج مدل برای جریان  $U$  با داده های میدانی در طول بازه شبیه سازی برای ایستگاه C3

در شکل 8 نمودار پراکندگی آماری مربوط به داده های میدانی و مدلسازی در این بازه زمانی نشان داده شده است.



شکل 8- نمودار فراوانی داده های مدل و میدانی ایستگاه C1, C2, C3 برای جریان افقی  $U$

از آنجایی که موقعیت تناوبی اطلاعات مدلسازی و اطلاعات میدانی ایستگاه های C1, C2, C3 تقریباً یکسان بوده و نمودارهای فراوانی نیز دارای همبستگی لازم هستند؛ صحت مدلسازی بیش از پیش آشکار می شود. در جدول 1 به جمع بندی این نتایج پرداخته ایم.

جدول 1 - جمع بندی نتایج مقایسه های آماری سرعت جریان مدل و میدانی

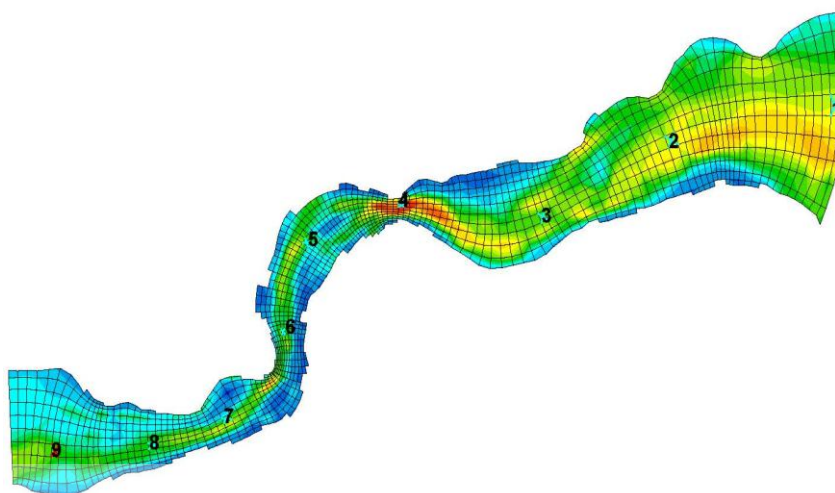
V		U		شماره ایستگاه
RMSE(cm/s)	ضریب همبستگی $\beta$	RMSE(cm/s)	ضریب همبستگی $\beta$	
5.9032	0.8967	5.7856	0.9123	ایستگاه C1
6.507	0.845	6.566	0.8721	ایستگاه C2
3.321	0.9557	5.9037	0.941	ایستگاه C3

### 8) نتایج به کارگیری مدل در کانال قشم :

پس از اجرای مدل کلیه پارامترهای مدل هیدرودینامیک شامل تغییرات تراز آب، سرعت افقی جریان، سرعت قائم جریان، سرعت برآیند جریان و ... در هر نقطه و در هر گام زمانی، بصورت تاریخچه زمانی قابل برداشت است.

### 8-1) بررسی تغییرات سرعت جریان و نوسانات سطح آب در کانال قشم

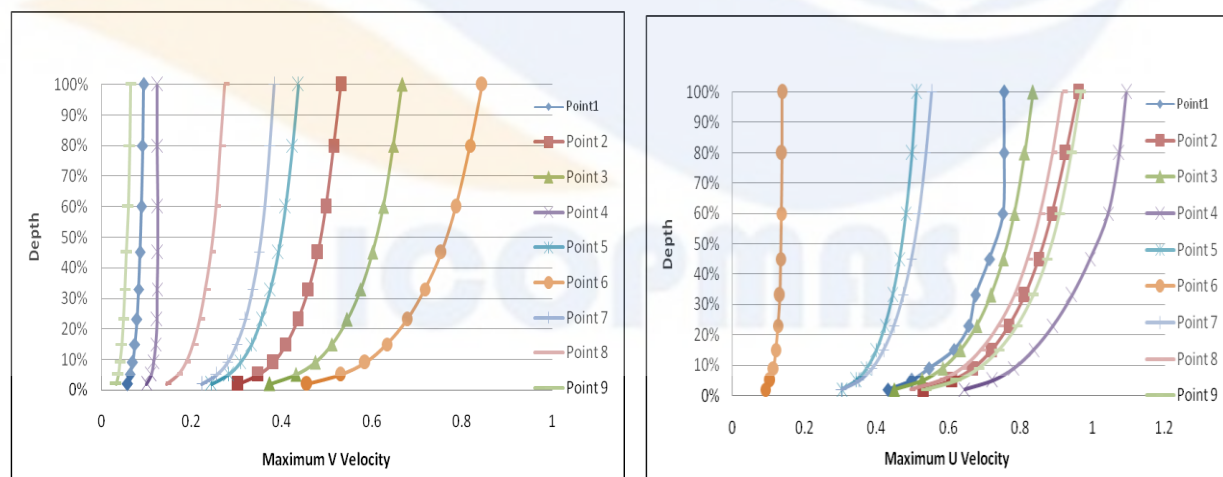
برای بررسی تغییرات سرعت جریان در کانال، 9 نقطه مشاهده (شکل 9) در کانال پیش بینی گردید و پس از اجرای یک ماهه مدل سه بعدی اطلاعات سرعت های جریان افقی و قائم در هر نقطه و در هر 20 لایه فراخونی شد. پروفیل قائم حداکثر سرعت های افقی و عمودی در هر لایه در طی یکماه مدلسازی ترسیم گردید. (شکل 10)



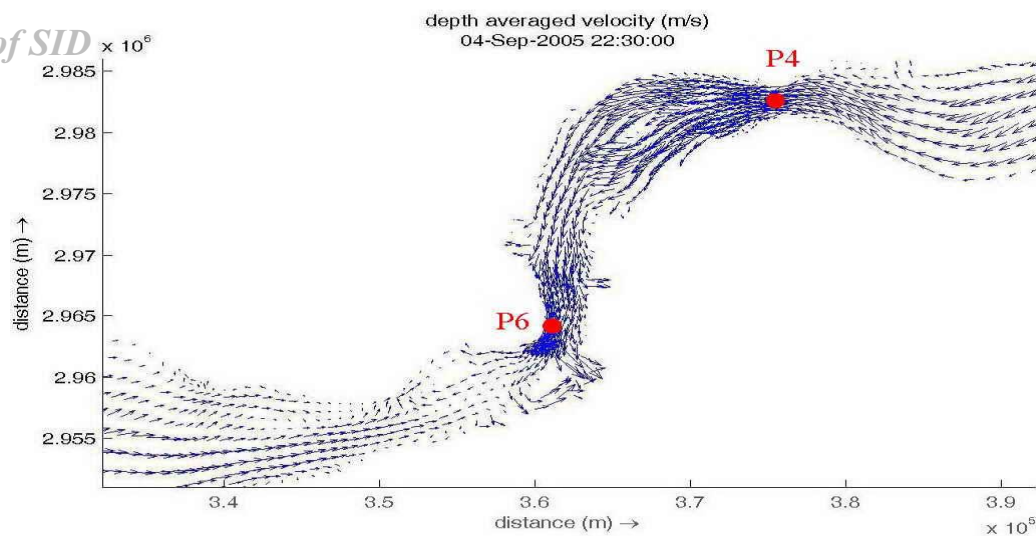
شکل 9-موقعیت نقاط مشاهده جهت بررسی تغییرات سرعت در کانال

همانگونه که در شکل 10 دیده می شود، همواره حداکثر سرعت ها در جهت شرق به غرب اتفاق می افتد. نکته قابل ملاحظه بیشتر بودن سرعت های افقی نسبت به سرعت های قائم در 8 نقطه می باشد. تنها در نقطه شماره 6 سرعت قائم بیش از سرعت افقی می باشد. در واقع همانگونه که در شکل 11 دیده می شود می توان نتیجه گرفت نقطه شماره 6 و مکانهای نزدیک به آن محل بیشترین تداخل جریان های شرقی- غربی و غربی- شرقی می باشد که باعث آشفتگی جریان در این مکان می گردد. این آشفتگی به نسبتی کمتر در نقاط 5 و 7 نیز دیده می شود. وجود آشفتگی جریان در این قسمت کانال خود می تواند عامل ایجاد تنش های بیشتر در کف کانال و وقوع پدیده فرسایش در این ناحیه باشد. بیشترین اختلاف بین سرعت های افقی و قائم در نقطه 4 یعنی محل تنگ شدگی دیده می شود.

در مدلسازی صورت گرفته با استفاده از مدل Mike [1]، بررسی صورت گرفته بر روی ماکزیمم سرعت های جریان در لایه های مختلف، نشان از افزایش ناگهانی سرعت در لایه 6 نسبت به لایه های دیگر می باشد. نتایج مدل Delft3D نشان از یک روند عادی در حداکثر سرعت های جریان در کانال می باشد.

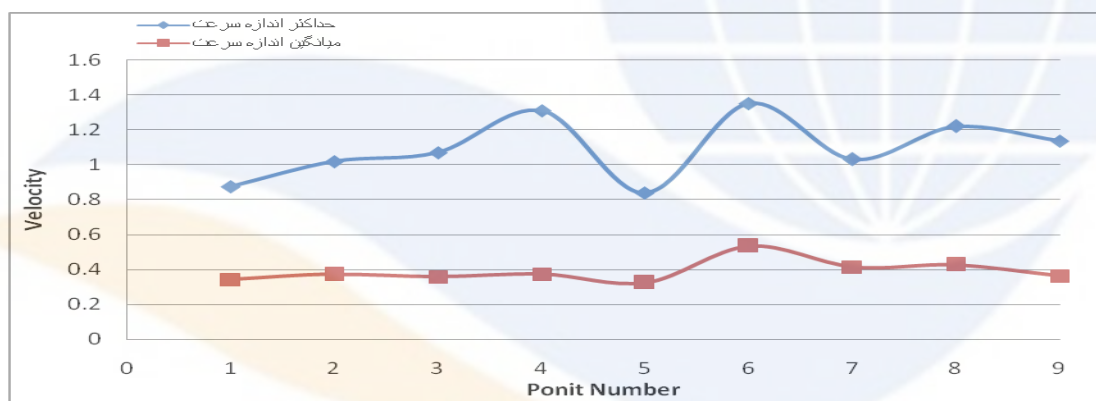


شکل 10- پروفیل قائم حداکثر سرعت  $U$ ,  $V$  در نقاط مشاهده پس از اجرای یک ماهه مدل سه بعدی

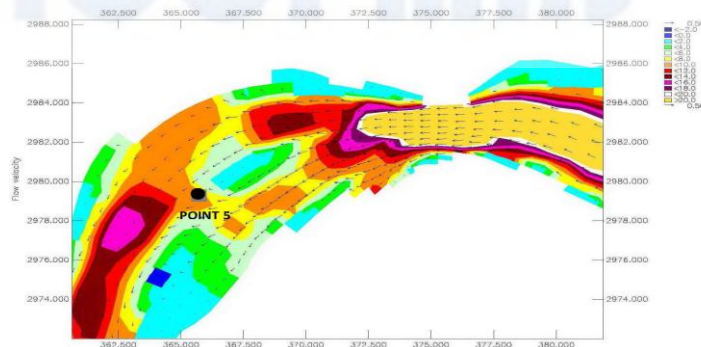


شکل 11- آشفتگی در اثر برخورد جریان های شرقی و جریان های غربی

بررسی یکساله اندازه سرعت های جریان با استفاده نتایج اجرای یکساله دو بعدی عمق متوسط مدل نیز نشان از بالاتر بودن میانگین اندازه سرعت در نقطه شماره 6 می باشد(شکل 12). حداکثر اندازه سرعت ها در نقطه 4 و 6 و حداقل ماکزیمم سرعت ها در نقطه 5 اتفاق می افتد. علت این موضوع وجود تپه جزر و مدی موجود در شرق نقطه 5 می باشد که باعث برخورد دو شاخه جریان وارد شده از سمت شرق در محل نقطه 5 و خنثی شدن نسبی جریان در محل این نقطه می شود.(شکل 13).



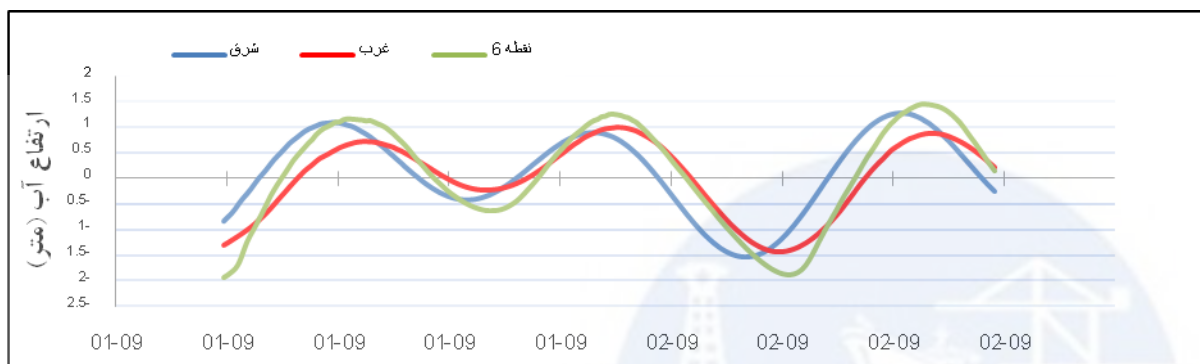
شکل 12- نمودار تغییرات میانگین و حداکثر سرعت سالیانه در 9 نقطه کانال قشم



شکل 13- برخورد دو شاخه جریان در نقطه شماره 5



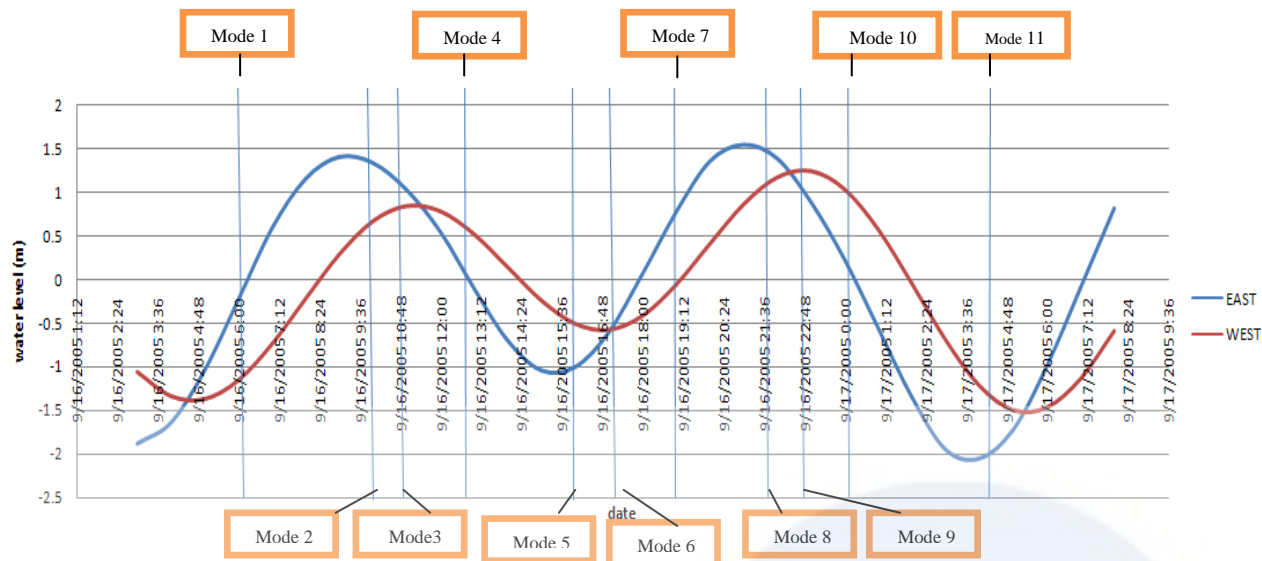
از سوی دیگر پس از بررسی روند تغییرات سرعت به صورت میانگین اندازه آن در هر 12 ماه سال در 9 نقطه کانال قشم مورد بررسی قرار گرفت. مشاهده گردید به جز در دو نقطه نزدیک به مرزهای باز (نقطه شماره 1 و 9)، در باقی نقاط حداکثر سرعت های جریان در ماه های آوریل و اکتبر (فروردین و مهر ماه) و حداقل آن در ماه جولای (تیرماه) اتفاق می افتد. پیروی نکردن نقاط شماره 1 و 9 از این روند کلی احتمالاً به دلیل نزدیکی این دو نقطه به مرزهای باز و خطای بیشتر محاسبات در این دو نقطه می باشد. نتایج نشان از وجود جریان میانگین سالیانه در حدود  $4 \frac{m}{s}$  و حداکثر  $1.4 \frac{m}{s}$  در کانال می باشد. از سوی دیگر جزر و مد عامل ایجاد جریانات، تغییرات و آشفتگی در شکل جریانات کانال قشم می باشد. بررسی تغییرات تراز سطح آب در دو نقطه شماره 1 و 9 نشان دهنده وجود اختلاف فاز در حدود  $1/5$  ساعت بین شرق و غرب کانال می باشد (شکل 14).



شکل 14- نمودار مقایسه تغییرات تراز سطح آب در نقاط 1، 6، 9

اختلاف فاز بین دو سمت کانال باعث ایجاد شرایطی متناوب در طول کانال می شود. بدین ترتیب که با تغییر جهت جریان در سمت شرق، یکسو شدن کامل جریان در سمت غرب به صورت تقریبی در 90 دقیقه بعد صورت می پذیرد. این تغییر آشفتگی شدیدی را در دو نقطه کانال باعث می شود. نقطه شماره 6 (شکل 11) که محل برخورد دو جریان با جهات مختلف می باشد و نقطه شماره 4 که به علت قرارگیری در محل تنگ شدگی کانال دارای سرعت های افقی بالایی می باشد. به هنگام فرا رسیدن تغییر جهت جریان در این منطقه آشفتگی زیادی در شکل جریانات بوجود می آید. (شکل 11).

از طرفی علی رغم اینکه معمولاً طرفین کانال تماماً در حالت جزر و یا مد هستند؛ در بسیاری از اوقات یک طرف جزر و یک طرف مد می باشد. همچنین هنگامی که طرفین کانال تماماً در حالت جزر یا مد نیز هستند، اختلاف ارتفاعی مشخص در تراز آب به دلیل اختلاف فاز زمانی تراز آب مشاهده می شود. پس از بررسی و مشاهده تکرار روند جریان در طول یکدوره کامل جزرومدی، جریانهای جزرومدی ایجاد شده در کانال را در 11 مود (شکل 15)، خلاصه گردید. این 11 مود بیانگر حالت های مختلف الگوی جریان در یک دوره جزرومدی روزانه می باشند. دسته بندی این مودها بر اساس جهت جریانهای ایجاد شده در سه ناحیه و شرایط مرزی ارتفاع سطح آب می باشد. با توجه به اینکه این 11 مود در هر دوره جزرومدی روزانه تکرار می شود (جدول 2)، می توان آن را برای کل دوره شبیه سازی بسط داد. لازم به ذکر است وقوع مودها در ماههای مختلف متفاوت است و بحث مطرح شده برای یکدوره جزرومدی قابل استناد است. نکته حائز اهمیتی که پس از بررسی نتایج مشاهده شد، این است که تغییر جهت جریان پس از رسیدن به حداکثر جزر و یا مد رخ نمی دهد؛ بلکه پس از طی یک تاخیر زمانی کوتاه پس از حداکثر جزر یا مد اتفاق می افتد. بنابراین قبل از تاخیر زمانی یاد شده جهت جریان ثابت می ماند. نکته دیگر اینکه جریان ناشی از نوسانات سطح آب در شرق دارای قدرت و انرژی بیشتری بوده و به عبارتی بر جریان غربی حاکم است. در واقع به دلیل نوسانات بالاتر تراز سطح آب در مرز شرقی نسبت به مرز غربی، غالباً جریانهای ایجاد شده در کل کانال تحت تاثیر جزرومد این مرز قرار دارد.

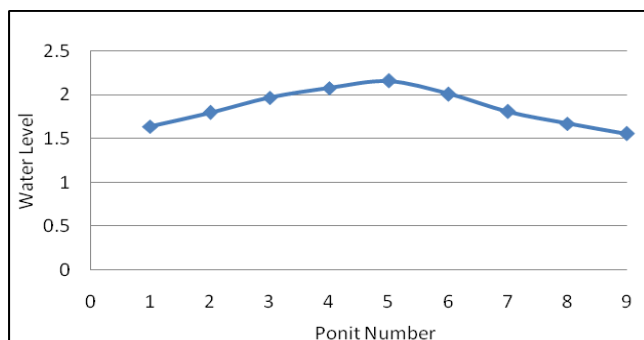


شکل 15- موقعیت زمانی مود های جزرومد کانال قشم در یک دوره جزرومدی نیمروزانه

جدول 2- خلاصه مودهای جزرومدی کانال قشم در یک دوره کامل جزرومدی

شماره مد	تاریخ	تراز ارتفاعی شرق	تراز ارتفاعی غرب	جهت جریان در ناحیه شرقی	جهت جریان در ناحیه مرکزی	جهت جریان در ناحیه غربی
مود 1	9/16/2005 AM 06:30	-0.1	-1.1	←	←	→
مود 2	9/16/2005 AM 10:00	+1.35	+0.6	←	←	←
مود 3	9/16/2005 AM 10:45	+1.2	+0.75	→	←	←
مود 4	9/16/2005 PM 12:45	+0.6	0.00	→	→	←
مود 5	9/16/2005 PM 16:00	-0.5	-1.00	→	→	→
مود 6	9/16/2005 PM 17:00	-0.5	-0.5	←	→	→
مود 7	9/16/2005 PM 19:00	+0.7	0.00	←	←	→
مود 8	9/16/2005 PM 21:45	+1.5	+1.1	←	←	←
مود 9	9/16/2005 PM 22:30	+1.00	+1.25	→	←	←
مود 10	9/16/2005 PM 23:30	+0.2	+1.0	→	→	←
مود 11	9/17/2005 PM 45:40	-2.00	-1.3	←	→	→

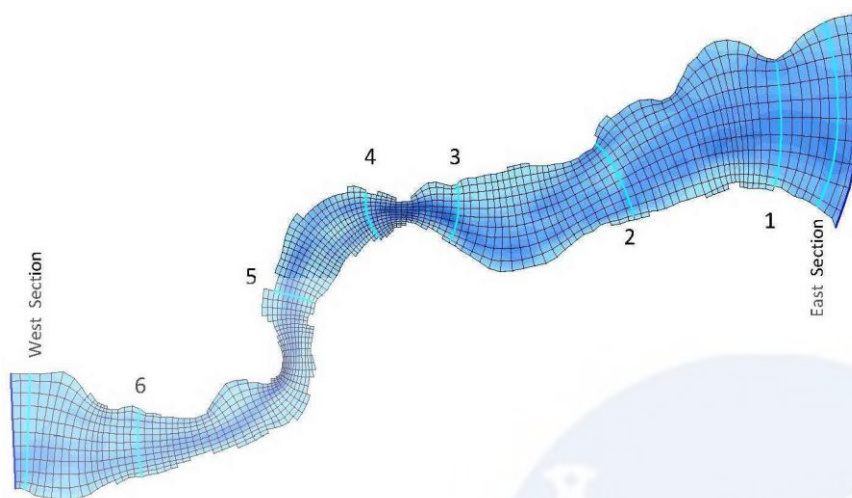
از سوی دیگر همانگونه که در شکل 16 دیده می شود حداکثر تراز ارتفاعی آب در نقطه شماره 5 بوجود می آید. بررسی نوسانات سطح آب در 9 نقطه کانال پس از اجرای یکساله مدل نشان دهنده آن است که در واقع این منطقه از کانال مجزا کننده شکل کلی نوسانات سطح آب در کانال می باشد.



شکل 16- ماکزیمم تراز سطح آب در 9 نقطه کانال حاصل از اجرای یکساله دو بعدی مدل

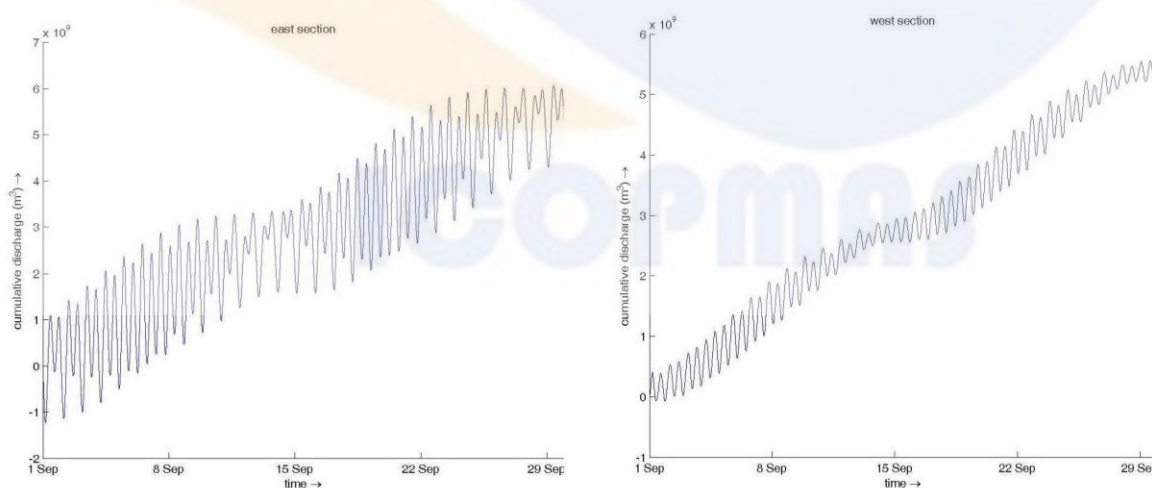
## 2-8) محاسبه دبی خالص و جهت جریان ورودی و خروجی به کانال قشم

جهت بررسی دبی عبوری از کانال، با استفاده از قابلیت مدل Delft3D-Flow در محاسبه دبی عبوری از مقاطع عرضی و نقاط در نظر گرفته شده بوسیله کاربر، هشت مقطع عرضی در کانال ایجاد گردید (شکل 17)



شکل 17- مقاطع عرضی جهت محاسبه دبی عبوری از کانال

بر اساس نتایج خروجی، پس از مدل‌سازی یکساله مدل حجم آب عبوری از مقطع شرقی  $8.70 \times 10^{10} m^3$  و از مقطع غربی  $8.56 \times 10^{10} m^3$  می‌باشد. اختلاف دو عدد ناشی از اختلاف فاز جزر و مدی بین شرق و غرب کانال و تغییر دائم جهت جریان می‌باشد (شکل 18). میانگین دبی عبوری از مقطع شرقی  $\frac{2769 m^3}{s}$  و از مقطع غربی  $\frac{2723 m^3}{s}$  می‌باشد در جدول 3 حجم و دبی آب عبوری از مقاطع عرضی، حاصل از اجرای دو بعدی عمق متوسط یکساله مدل دیده می‌شود.



شکل 18- حجم آب عبوری از شرق و غرب کانال پس از اجرای یکماهه مدل

جدول 3- حجم ، میانگین و ماکزیمم دبی عبوری از مقاطع مختلف کانال پس از اجرای یکساله مدل

شماره مقطع	حجم آب عبوری طی یکسال $m^3$	میانگین دبی عبوری $\frac{m^3}{s}$	ماکزیمم دبی عبوری $\frac{m^3}{s}$
East	$8.70 \times 10^{10}$	2769.92	217128
1	$8.72 \times 10^{10}$	2772.13	186133
2	$8.74 \times 10^{10}$	2777.26	116928
3	$8.62 \times 10^{10}$	2741.42	73785
4	$8.61 \times 10^{10}$	2738.33	73380
5	$8.59 \times 10^{10}$	2732.09	36270
6	$8.58 \times 10^{10}$	2729.50	54237
West	$8.56 \times 10^{10}$	2723.54	86943

با توجه به مثبت بودن علامت میانگین دبی عبوری از کلیه مقاطع، می توان نتیجه گرفت جریان غالب در کانال شرق به غرب می باشد. همچنین همواره حداکثر دبی عبوری نیز در جهت شرق به غرب می باشد که نشان دهنده قوی تر بودن جریان های شرقی-غربی می باشد.

### 9) نتیجه گیری :

با توجه به مقایسه های انجام شده بین نتایج مدل و داده های اندازه گیری شده در نقاط متناظر ، مشخص می شود که مدل های بکار رفته در این تحقیق برای این منطقه دارای اعتبار قابل قبولی است. فاصله دو مرز شرقی و غربی و اختلاف در ثابت های هارمونیک جزرومد(اختلاف فاز تقریباً 1/5 ساعته) طرفین کانال از سویی و شکل هندسی خاص کانال از سوی دیگر، سبب تشکیل جریانهای منحصر به فردی در کانال شده است. این جریانها را میتوان برای یکدوره جزرومدی نیمروزانه در 11 مود جریان خلاصه نمود. از طرفی علی رغم رفتار هارمونیک رفت و برگشتی جریان در کانال، جریان غالب ورودی به کانال از مرز شرقی بوده و خروجی از آن از مرز غربی می باشد. این بیانگر این است که جریان ایجاد شده ناشی از جزرومد مرز شرقی کانال در اکثر اوقات حاکم است. مقدار کمی دبی خالص ورودی  $\frac{m^3}{s}$  2769 و خروجی از آن برابر  $\frac{m^3}{s}$  2723 می باشد. همچنین سرعت جریانهای در مناطق تنگ شدگی در کانال اصلی زیاد و متغییر است. لازم به ذکر است در کانالهای فرعی و نواحی مجاور مسیر اصلی، سرعت جریان به خاطر عمق کم پایین است. از طرفی بررسی نوسانات سطح آب در 9 نقطه کانال پس از اجرای یکساله مدل نشان دهنده آن است که در واقع نقطه 5(شکل 16) از کانال مجزا کننده شکل کلی نوسانات سطح آب در کانال می باشد. و در نهایت نتایج نشان از وجود جریان میانگین سالیانه در حدود  $\frac{m}{s}$  0.4 و حداکثر  $\frac{m}{s}$  1.4 در کانال می باشد.

### 10) مراجع

[1]- DHI Software 2005, MIKE 21 User Guide Manual .

[2]- WL|Delft Hydraulics , (2006), Delft3D User Manual , Delft Hydraulics

[3]- سازمان نقشه برداری، جداول جریان های جزر و مدی سازمان نقشه برداری

[4]- شربت، س، (1386)، کاربرد نرم افزاری NASIR در مدلسازی جریانات جزر ومدی کانال قشم، دانشگاه غیر انتفاعی کیش

[5]- محموداف، م، (1386)، مدلسازی جریان های جزر و مدی کانال قشم، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هرمزگان.

[6]-U.S.Army Corps of Eng.,(1984), C.E.R.C Shore Protection Manual.

[7]-شرکت صنایع دریایی ایران (صدرا) با همکاری شرکت Lowson&Treloar، (2004)، مطالعات طرح آبرسانی به قشم ، شرکت آب منطقه ای

هرمزگان

[8]-حاجی زاده ذاکر ، ناصر، 1385، مطالعات فیزیکی اقیانوس شناسی در کانال قشم مرکز ملی اقیانوس شناسی