

## الگوی جریان‌های جزر و مدی در بندر کنگان

کامران لاری<sup>1</sup>، مسعود ترابی آزاد<sup>2</sup>، فرناز اسدی<sup>3</sup>

1 و 2- گروه فیزیک دریا دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال  
3- کارشناس ارشد فیزیک دریا دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

### چکیده

در این تحقیق یک مدل غیر خطی جهت مدل سازی جریان کشندی در منطقه های دریایی با آب کم عمق ارائه گردیده است. این مدل بر اساس حل معادلات آب کم عمق استوار بوده و اثرات چرخش زمین و تغییرات توپوگرافی و اثرات اصطکاک بستر در آن دخالت داده شده است. جهت سهولت در محاسبه، برنامه ای به زبان MATLAB و C++ نوشته شده است. در نهایت توسط این برنامه، جریان کشندی در بندر کنگان واقع در خلیج فارس برای فصول مختلف سال محاسبه و همچنین نتایج آن به شکل نمودار ارائه شده است. این تحقیق نشان می دهد که بیشینه اندازه سرعت جریان های کشندی مربوط به فصل بهار است و مقدار آن 0/17 متر بر ثانیه و کمترین آن در فصل تابستان دارای مقدار 0/132 متر بر ثانیه است. بیشینه این جریان ها در نواحی کم عمق ساحلی است و در نواحی دیگر از شدت جریان کاسته می شود. اجرای یک ساله برای تمام فصول در چندین ایستگاه در بندر کنگان نشان می دهد که متوسط سرعت جریان های کشندی 0/146 متر بر ثانیه است و بطور میانگین بین 0/001 تا 0/996 متر بر ثانیه نیز تغییر می کند.

**کلمات کلیدی:** بندر کنگان، خلیج فارس، آب کم عمق، جریان کشندی، ارتفاع کشند.

### مقدمه

جریان های کشندی از مهمترین جریان های دریایی است که تنگه ها و کانال ها و خلیج ها، رودخانه ها، خورها در آب های کم عمق ساحلی بعلت ویژگی های محلی تشدید پیدا می کنند و از سایر جریان ها متمایز و با اهمیت تر می شوند.

عامل مستقیم بوجود آورنده جریان های کشندی از مؤلفه افقی نیروهای بوجود آورنده کشند در نزدیکی سواحل، از اختلاف دوره های کشند در نزدیکی سواحل، از اختلاف دوره های کشند در سطح بوجود می آید. نیروی بوجود آورنده کشند بر همه ذرات آب وارد می شود در نتیجه کل لایه آب از سطح تا بستر دریا تحت تأثیر جریان های کشندی قرار می گیرد. اگرچه میزان این جریان ها در آب های عمیق قابل توجه نمی باشد ولی در آب های کمتر از 200 متر در فلات قاره ها به واسطه ساخت و ساز بنادر، مهندسی سواحل، امور ناوبری و دهها استفاده دیگر جلب توجه می نماید. این جریانها معمولاً دوره مشابه کشند در محل مورد نظر را دارند.

### مواد و روش ها

معادلات حاکم بر حرکت امواج جزر و مدی در آب کم عمق به شکل مقابل است:

$$\frac{d\vec{U}}{dt} = -\frac{1}{\rho}\vec{\nabla}P - \vec{\Omega} \times \vec{U} + \vec{g} + \Phi \quad (1)$$

که در آن  $\rho$  چگالی،  $-\frac{1}{\rho}\vec{\nabla}P$  نیروهای ناشی از تغییرات فشار،  $-2\vec{\Omega} \times \vec{U}$  نیروی کوریولیس،  $\vec{g}$  نیروی گرانشی و  $\Phi$  نیروهای اصطکاکی منظور شده اند. در منطقه مورد مطالعه رابطه (2) برقرار است:

$$\frac{H}{L} \ll 1 \quad (2)$$

بردار سرعت به شکل  $\vec{U} = u\vec{i} + v\vec{j} + w\vec{k}$  می باشد که بیانگر مؤلفه های سرعت در راستای افقی و عمودی هستند. با استفاده از معادله پیوستگی، با فرض اینکه آب دریا غیر قابل تراکم باشد، خواهیم داشت:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{U} = 0 \quad (3)$$

می‌آید، و چون برای موج کم دامنه  $\eta_0 \ll H_0$  است بنابراین

$$\text{داریم } \left( \frac{U}{h} \cong \frac{U}{H_0} \right).$$

بسط معادله حاکم با در نظر گرفتن توضیحات گفته

شده، به صورت زیر می‌شود:

(9)

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} + \left[ u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right] - fv = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \tilde{P}}{\partial x} - \frac{k'}{h} u \\ \frac{\partial v}{\partial t} + \left[ u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right] + fu = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \tilde{P}}{\partial y} - \frac{k'}{h} v \\ \frac{\partial w}{\partial t} + \left[ u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right] = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \tilde{P}}{\partial z} - g \end{cases}$$

با توجه به فرضیات در نظر گرفته شده و تحلیل ابعادی

معادله‌های بالا، از مؤلفه Z معادله فوق نتیجه می‌شود:

(10)

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial \tilde{P}}{\partial z} - g = 0$$

معادلات نهایی به شکل زیر بدست

می‌آیند:

(11)

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} - fv = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{k'}{H_0} u \\ \frac{\partial v}{\partial t} + fu = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{k'}{H_0} v \end{cases}$$

به این ترتیب می‌توان مؤلفه‌های بردارهای سرعت

جریان کشندی را محاسبه نمود:

(12)

$$\begin{aligned} u = & \frac{-g\eta_0 k \sigma \left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right) + \frac{2k'}{h} \sigma \left( gfl\eta_0 + gk\eta_0 \frac{k'}{h} \right)}{\left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right)^2 + \frac{4k'^2}{h^2} \sigma^2} \cos(kx + ly - \sigma t) \\ & + \frac{-g\eta_0 k \sigma^2 \frac{2k'}{h} + \left( gfl\eta_0 + gk\eta_0 \frac{k'}{h} \right) \left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right)}{\left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right)^2 + \frac{4k'^2}{h^2} \sigma^2} \sin(kx + ly - \sigma t) \end{aligned}$$

(البته این فرض منطقی است زیرا در منطقه مورد نظر

اختلاط آب زیاد است). به لحاظ تحلیل ابعادی، از رابطه

(3) می‌توان نتیجه گرفت که:

$$w = \frac{D.u}{L} \quad (4)$$

و با توجه به رابطه (4) و رابطه (2) خواهیم داشت:

(5)

$w \ll u$  بنابراین نیازی به محاسبه مؤلفه عمودی

سرعت جریان (w) نمی‌باشد، پس موج حاصل از کشند

یک موج تخت است که سرعت مؤلفه‌های افقی و عمودی

آن در سطح به ترتیب u و v در نظر گرفته می‌شود. به دلیل

اختلاط آب در منطقه مورد مطالعه، محیط، باروتروپیک در

نظر گرفته می‌شود یعنی:

(6)

$$\frac{\partial \rho}{\partial x} = \frac{\partial \rho}{\partial y} = 0.$$

فرض دیگری که در مسئله اعمال شده است، کم دامنه

بودن حرکت می‌باشد. این شرط به صورت زیر است:

$$\frac{\eta_0}{H_0} \ll 1 \quad (7)$$

$\eta_0 \ll H_0$

در اینجا  $\eta_0$  دامنه موج و  $H_0$  عمق متوسط تراز آب

است. در معادلات موج کم دامنه در آب کم عمق جمله

اصطکاک منظور می‌شود. جمله اصطکاک به شکل

$$\frac{-1}{\rho_w} [\tau_s - \tau_b]$$

تنش ناشی از باد و  $\tau_b$  تنش بستر می‌باشد، به طوریکه:

$$\tau_{by} = k' \rho_w \frac{v}{h} \quad \tau_{bx} = k' \rho_w \frac{u}{h}$$

در اینجا  $k' = 75 \times 10^{-4} \text{m/s}$  ضریب کشش عمقی و

h عمق معشوش نشده آب بوده که ثابت و برابر با  $H_0$

فرض می‌شود. عمق آب از رابطه  $h = H_0 + \eta$  بدست

محاسبات فوق، جریان کشندی روی سطح آب محاسبه می‌شود.

### مدل مورد استفاده کشندی

در مدل سازی کشندی، ارتفاع آب ناشی از هر مؤلفه کشند را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$\eta = f\eta_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + g + V_\theta\right) \quad (17)$$

که در آن:

$\eta$ : تراز آب بالا یا زیر محور X هاست، که محور X ها

می‌تواند  $M.S.L^1$  یا هر مبنای دیگری باشد.

$\eta_0$ : دامنه هر مؤلفه است که با استفاده از آنالیز هارمونیک

یک سری مشاهدات کشندی محاسبه می‌شود. در اینجا

از نقشه‌هایی که از سازمان بنادر و دریانوردی تهیه شده

استفاده می‌کنیم و از آنها دامنه‌های مؤلفه‌های کشندی

را استخراج می‌کنیم.

$V_\theta$ : شناسه نجومی است که برای مؤلفه‌های مهم در جداول

کشندی (از جمله آدمیرالتی<sup>2</sup>) منتشر می‌گردد. این

جداول از سازمان بنادر و دریانوردی تهیه شده است.

$f$ : فاکتور گرهی که مقدار آن برای هر روز باید از جداول

کشندی استخراج گردد.

مقادیر  $f$  و  $V_\theta$  را می‌توان از جداول کشندی

آدمیرالتی به دست آورد.

$g$ : تأخیر فاز است که با توجه به مشاهدات کشندی محاسبه

می‌شود.

قابل ذکر است از شناسه‌های نجومی و فاکتور گرهی

بکار رفته در هر سال می‌توان مدل سازی را برای آن سال

انجام داد. بنابراین در پاسخ معادلات می‌توان از شناسه به

جای فاز استفاده کرد و فاکتور گرهی را به صورت ضربی

(13)

$$v = \frac{-g\eta_0 l \sigma \left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right) + \frac{2k'}{h} \sigma \left( gfk\eta_0 + gl\eta_0 \frac{k'}{h} \right)}{\left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right)^2 + \frac{4k'^2}{h^2} \sigma^2} \cos(kx + ly - \sigma t)$$

$$+ \frac{-g\eta_0 k \sigma^2 \frac{2k'}{h} + \left( -gfk\eta_0 + gl\eta_0 \frac{k'}{h} \right) \left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right)}{\left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right)^2 + \frac{4k'^2}{h^2} \sigma^2} \sin(kx + ly - \sigma t)$$

بنابراین بردار سرعت بصورت زیر مشخص می‌شود:

$$\vec{U} = u\hat{i} + v\hat{j} \quad (14)$$

(15)

$$u_{||} = \frac{-g\eta_0 \sigma \left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right) + \frac{2k'}{h} \sigma \left( g\eta_0 \frac{k'}{h} \right)}{\left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right)^2 + \frac{4k'^2}{h^2} \sigma^2} \times k \times \cos(kx + ly - \sigma t)$$

$$+ \frac{g\eta_0 \sigma^2 \frac{2k'}{h} + \left( -g\eta_0 \frac{k'}{h} \right) \times \left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right)}{\left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right)^2 + \frac{4k'^2}{h^2} \sigma^2} \times k \times \sin(kx + ly - \sigma t)$$

از آنجائیکه بدست آوردن مؤلفه‌های بردار عدد موج

مشکل است، مقدار مؤلفه‌های سرعت در راستای بردار

انتشار ( $u_{||}$ ) و مقدار مؤلفه سرعت در راستای عمود بر بردار

انتشار ( $u_{\perp}$ ) بیشتر مفید خواهند بود. این مؤلفه‌ها را می‌توان

از روابط ذیل بدست آورد:

(16)

$$u_{\perp} = \frac{-\frac{2k'}{h} \sigma \cdot g \cdot f \eta_0}{\left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right)^2 + \frac{4k'^2}{h^2} \sigma^2} \times k \times \cos(kx + ly - \sigma t)$$

$$+ \frac{-g \cdot f \cdot \eta_0 \left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right)}{\left( f^2 - \sigma^2 + \frac{k'^2}{h^2} \right)^2 + \frac{4k'^2}{h^2} \sigma^2} \times k \times \sin(kx + ly - \sigma t)$$

در رابطه  $\vec{U} = u_{||}\hat{K}_{||} + u_{\perp}\hat{K}_{\perp}$ ؛ که در آن  $\hat{K}_{||}$  بردار

یکه موازی با بردار انتشار؛  $\hat{K}_{\perp}$  بردار یکه عمود بر بردار

انتشار،  $u_{||}$  مؤلفه سرعت در راستای بردار انتشار و  $u_{\perp}$  مؤلفه

سرعت عمود بر راستای بردار انتشار است. با اعمال

2. Admiralty Tide Tables

1. Mean Sea Level

مطالعه و همینطور عمق ایستگاه و فاصله جریان سنجی تا سطح آب، دامنه هر مؤلفه و تأخیر فاز گرینویچ نیز از کاربر خواسته می‌شود و در ادامه برنامه اجرا می‌شود و سرعت و جهت جریان کشندی آن منطقه، خروجی این برنامه خواهد بود.

مشخصه های کشندی در هر ایستگاه از نمودارهای هم کشند بدست آمده‌اند. این نمودارها براساس اندازه‌گیری‌های میدانی و تحلیل فوریه و ترسیم خطوط هم کشند حاصل شده‌اند. مقادیر مورد نظر به وسیله درونیابی نقاط برای فاصله‌های معینی حساب می‌شوند. عمق ایستگاه‌ها نیز به همین روش از روی نقشه هیدروگرافی منطقه خلیج فارس برای بندر کنگان بدست می‌آیند.

شهرستان کنگان در منتهی الیه جنوب شرقی استان بوشهر در نوار ساحلی خلیج فارس قرار دارد. این بندر در دامنه کوههای ساحلی و در موقعیت ۲۷ ۴۵ شمالی و ۵۲ ۰۴ شرقی در شمال غربی بندر طاهری و 220 کیلومتری جنوب شرقی بوشهر واقع شده است. همچنین از غرب به شهرستان دیر و از سمت شرق به عوبنات (تمبک فعلی) محدود می‌گردد.

از  $\frac{2\pi}{T}t + g + V_0$ ،  $kx + ly - \sigma.t$  برای تصحیح دامنه بکار برد.

### نرم افزار سرعت جریان کشندی

با استفاده از توضیحات فوق، برنامه‌ای به زبان ++C نوشته شده تا بتواند سرعت و جهت شارش کشندی را به سهولت محاسبه نماید. این کار در دو مرحله انجام شده است:

الف) در ابتدا از دستورات موجود در جداول کشندی آدمیرالتی برنامه‌ای مدل می‌شود تا فاکتور گرهی و شناسه‌های نجومی هر مؤلفه را برای منطقه درونیابی کند. خروجی برنامه فعلی یکی از ورودی‌های برنامه بعدی است.

ب) سپس با استفاده از مطالب توضیح داده شده برنامه‌ای دیگر مدل می‌شود که سرعت و جهت شارش کشندی خروجی آن خواهد بود. علاوه بر فایل قسمت الف، روز، ماه و سال شروع و پایان مدل‌سازی ورودی این برنامه خواهد بود. به این ترتیب فاکتور گرهی و شناسه نجومی برای هر روز از دوره مدل‌سازی از این فایل خوانده می‌شود. طول و عرض جغرافیایی ایستگاه مورد



شکل 1: جانمایی بندر کنگان در خلیج فارس

## نتایج

ابتدا ایستگاه‌ها را به فاصله 2/5 کیلومتر شبکه‌بندی کرده و داده‌های هر ایستگاه در این منطقه طبق نقشه‌های هم‌جزر و مد بعنوان ورودی‌های برنامه استفاده و پس از اجرا اندازه سرعت جریان و جهت غالب جریان در ساعات

مختلف برای ایستگاه‌های متعدد بدست آمد که آنها بطور فصلی تفکیک شده‌اند و سرعت متوسط و جهت جریان در چهار فصل سال برای سال 2004 میلادی طبق جدول زیر بدست آمده است:

جدول 1: سرعت جریان کشند در فصول مختلف سال 2004 میلادی

ساعت	بهار (سرعت جریان m/s)	تابستان (سرعت جریان m/s)	پائیز (سرعت جریان m/s)	زمستان (سرعت جریان m/s)
۰۰/۰۰	۰/۱۷۴	۰/۲۸۵	۰/۱۴۹	۰/۲۲۸
۰۱/۰۰	۰/۰۶۳	۰/۲۴۴	۰/۲۰۴	۰/۲۶۹
۰۲/۰۰	۰/۱۳۲	۰/۱۶۲	۰/۲۲۱	۰/۲۵۶
۰۳/۰۰	۰/۲۲۷	۰/۰۶۷	۰/۱۹۱	۰/۱۹۱
۰۴/۰۰	۰/۲۶۵	۰/۰۶۴	۰/۱۱۸	۰/۰۹۸
۰۵/۰۰	۰/۲۴۵	۰/۱۴۶	۰/۰۵۲	۰/۰۶۷
۰۶/۰۰	۰/۱۸	۰/۱۹۶	۰/۱۳۶	۰/۱۵۴
۰۷/۰۰	۰/۰۹۵	۰/۲۰۱	۰/۲۴۲	۰/۲۲۴

۰۸/۰۰	۰/۰۴۸	۰/۱۶۵	۰/۳۱۴	۰/۲۴۷
۰۹/۰۰	۰/۰۴۹	۰/۱۰۱	۰/۳۳۵	۰/۲۱۸
۱۰/۰۰	۰/۰۶۲	۰/۰۵	۰/۳۰۱	۰/۱۴۹
۱۱/۰۰	۰/۰۵۲	۰/۰۴۳	۰/۲۲۱	۰/۰۶
۱۲/۰۰	۰/۰۶۲	۰/۰۶۷	۰/۱۱۵	۰/۰۵۲
۱۳/۰۰	۰/۱۳۳	۰/۰۶۷	۰/۰۴۴	۰/۱۱۴
۱۴/۰۰	۰/۱۹۶	۰/۰۴۸	۰/۱۰۷	۰/۱۴۶
۱۵/۰۰	۰/۲۲۵	۰/۰۶	۰/۱۷	۰/۱۳۶
۱۶/۰۰	۰/۲۰۵	۰/۱۲۱	۰/۱۹۱	۰/۰۴۴
۱۷/۰۰	۰/۱۳۷	۰/۱۶۸	۰/۱۷۲	۰/۰۵۳
۱۸/۰۰	۰/۰۶	۰/۱۸۱	۰/۱۲۴	۰/۰۵۹
۱۹/۰۰	۰/۱۳۴	۰/۱۴۹	۰/۰۶۴	۰/۱۰۵
۲۰/۰۰	۰/۲۵۷	۰/۰۸۴	۰/۰۳۲	۰/۱۲۳
۲۱/۰۰	۰/۳۴۸	۰/۰۷	۰/۰۲۸	۰/۱۰۳
۲۲/۰۰	۰/۳۸۵	۰/۱۷۳	۰/۰۳۳	۰/۰۵۸
۲۳/۰۰	۰/۳۵۹	۰/۲۶۹	۰/۰۳۱	۰/۰۵۳

جدول 2: جهت جریان کشند در فصول مختلف سال 2004 میلادی

ساعت	بهار (جهت جریان)	تابستان (جهت جریان)	پائیز (جهت جریان)	زمستان (جهت جریان)
۰۰/۰۰	۱۸۵/۴۸	۱۸۳/۹۲	۱۹۷/۱۴	۵/۳۷
۰۱/۰۰	۱۸۵/۴	۱۸۴/۰۱	۵/۶۷	۵/۳۹
۰۲/۰۰	۴/۹۶	۱۸۵/۴۳	۵/۳۸	۵/۴۱
۰۳/۰۰	۵/۳۸	۱۸۱/۳۹	۷/۹۹	۵/۴۲
۰۴/۰۰	۳/۹۶	۴۱/۸۷	۹/۳۱	۵/۸۸
۰۵/۰۰	۴	۷/۸۹	۴/۲۸	۱۸۲/۲۸
۰۶/۰۰	۵/۴۴	۵/۳۹	۱۶۸/۶	۱۸۳/۸۳
۰۷/۰۰	۳۵۹/۶۸	۵/۶۲	۱۸۵/۳۶	۱۸۵/۳۸
۰۸/۰۰	۳۰۷/۴	۴/۵۲	۱۸۳/۸۱	۱۸۳/۸
۰۹/۰۰	۱۷۶/۵۳	۵/۴۵	۱۸۳/۸۰	۱۸۵/۴۱
۱۰/۰۰	۱۹۰	۳۵۲/۷۳	۱۸۳/۸۹	۱۸۵/۴۳
۱۱/۰۰	۱۸۸/۸۶	۲۰۰/۲۶	۱۸۵/۴۳	۱۸۱/۳۵
۱۲/۰۰	۲۲۴/۱۲	۱۹۲/۲۸	۱۸۴/۵۳	۳۴۱/۸۴

۱۳/۰۰	۱۸۵/۹۴	۱۹۱/۴۸	۱۸۵/۴۴	۱۲/۳۷
۱۴/۰۰	۸/۷۶	۱۹۳/۴۱	۴/۵۵	۸/۴۳
۱۵/۰۰	۸/۸۸	۳۱۰/۲۶	۵/۳۸	۵/۴۱
۱۶/۰۰	۹/۵۸	۱/۱	۵/۳۹	۰/۸۸
۱۷/۰۰	۱۱/۵۲	۴/۴۷	۵/۴۱	۴/۴۷
۱۸/۰۰	۵/۵۵	۵/۹	۵/۴۴	۳۴۲/۹۹
۱۹/۰۰	۱۷۲/۳۳	۶/۴۲	۰/۲۱	۱۹۳/۲۴
۲۰/۰۰	۱۸۵/۰۳	۷/۶۸	۳۲۶/۱۲	۱۹۱/۲۷
۲۱/۰۰	۱۸۳/۹۱	۱۳/۸۳	۱۸۲/۹۵	۱۹۱/۹۸
۲۲/۰۰	۱۸۳/۹۶	۱۷۸/۸	۱۸۹/۴۷	۱۹۶/۷۴
۲۳/۰۰	۱۸۴/۰۴	۱۸۵/۳۶	۱۸۸/۱۹	۲۶۶/۶۵

### بدست آوردن جریان و بررسی ویژگی‌های

#### کشندی در سه ایستگاه تصادفی در بندر کنگان

در این مرحله، بطور تصادفی یک ایستگاه دلخواه

مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مشخصات جغرافیایی ایستگاه تصادفی

عرض جغرافیایی  $27/50^{\circ}N$

طول جغرافیایی  $52^{\circ}E$

عمق:  $4/7\ m$

جدول 3: مقایسه نتایج حاصل از اجرای برنامه جریان‌های کشندی

در سال 2004

فصل	میانگین سرعت بدست آمده (m/s)
بهار	۰/۱۷
تابستان	۰/۱۳۲
پائیز	۰/۱۴۹
زمستان	۰/۱۳۳

هرچه دامنه تغییرات جریان کشندی بیشتر باشد، گرادیان

سرعت جریان نیز بیشتر و تلاطم و ناپایداری در ستون آب

در اثر کشندی بیشتر خواهد بود. با توجه به جداول بالا

بیشترین دامنه تغییرات سرعت جریان کشندی در فصل بهار

مشاهده می‌شود ( $0/987\ m/s$ ) و کمترین دامنه تغییرات در

فصل تابستان اتفاق می‌افتد ( $0/945\ m/s$ ). در نتیجه

می‌توان از عان کرد که در فصل بهار بیشترین تلاطم و

ناپایداری را در منطقه در اثر جریان کشندی داریم. بنابراین

اختلاط در ستون آب در اثر کشندی در این فصل بیشتر است.

پیشینه اندازه سرعت جریان‌های کشندی اختصاص به فصل

بهار دارد که مقدار میانگین  $0/17\ m/s$  بدست آمده است

که این پیشینه‌ها بر حداکثر ارتفاع کشندی منطبق است. لذا

نتیجه می‌شود که ارتفاع کشندی عامل مؤثر بر جریان کشندی

است. ضمن اینکه کمترین مقدار اندازه سرعت جریان‌های

کشندی اختصاص به فصل تابستان دارد که مقدار میانگین

آن  $0/132\ m/s$  بدست آمده است.

جدول 4: ویژگی‌های کشندی ایستگاه

مؤلفه کشندی	$M_2$	$S_2$	$K_1$	$O_1$
دامنه (متر)	۰/۵۲۸	۰/۱۶۶	۰/۲۱۸	۰/۱۱۸
تأخیر فاز گرینویچ	۱۵۲/۲۲	۲۰۱/۳۴	۲۰۸/۵	۱۸۴/۷۷

مشخصات فوق به عنوان ورودی برنامه در نظر گرفته شده‌اند و جریان برای روزهای خاصی در چهار فصل سال مدل‌سازی می‌شود که در جدول شماره 5 آورده شده است.

جدول 5: مقادیر جریان حاصل از اجرای برنامه برای ایستگاه

ساعت	فصل زمستان		فصل پائیز		فصل تابستان		فصل بهار	
	سرعت جریان	جهت جریان	سرعت جریان	جهت جریان	سرعت جریان	جهت جریان	سرعت جریان	جهت جریان
۰۰/۰۰	۰/۰۷۸	۳/۷۶	۰/۰۳۹	۱۸۴/۲۱	۰/۲۳۳	۱۸۴/۱۹	۰/۳۳۴	۱۸۴/۲۶
۰۱/۰۰	۰/۱۷۲	۳/۸۸	۰/۲	۱۸۴/۹۶	۰/۱۵۱	۱۸۵/۱۸	۰/۲۱۲	۱۸۵/۴
۰۲/۰۰	۰/۲۳۴	۳/۹۷	۰/۳۲	۳/۳۲	۰/۱۲۴	۲/۶۵	۰/۱۲۴	۳/۳۹

ادامه جدول 5: مقادیر جریان حاصل از اجرای برنامه برای ایستگاه

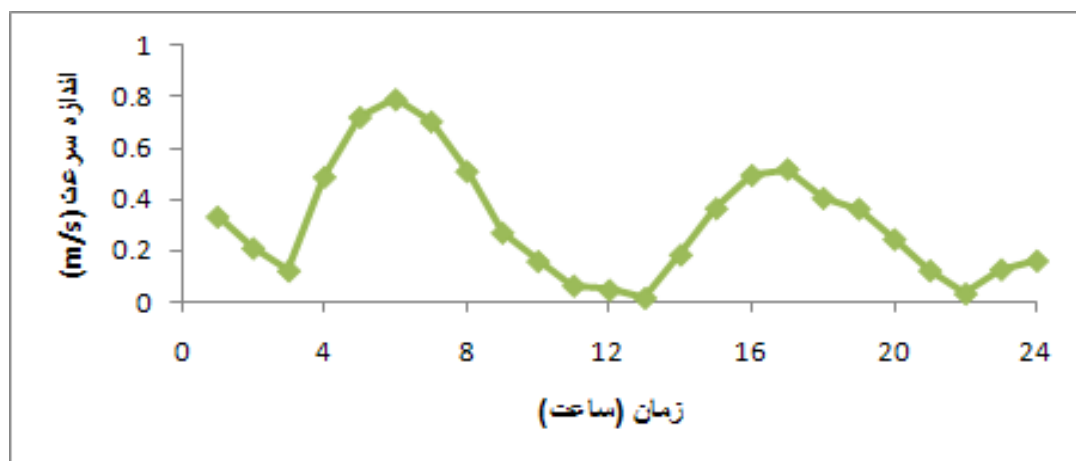
ساعت	فصل زمستان		فصل پائیز		فصل تابستان		فصل بهار	
	سرعت جریان	جهت جریان	سرعت جریان	جهت جریان	سرعت جریان	جهت جریان	سرعت جریان	جهت جریان
۰۳/۰۰	۰/۳۴۵	۴/۰۷	۰/۳۶۱	۳/۸۴	۰/۳۳۶	۳/۷۴	۰/۴۸۹	۳/۸۸
۰۴/۰۰	۰/۴۲۳	۴/۲۲	۰/۳۰۶	۴/۰۴	۰/۴۴۸	۳/۹۳	۰/۷۲۲	۳/۹۱
۰۵/۰۰	۰/۵۱۵	۴/۹۴	۰/۱۶۲	۴/۳۴	۰/۴۴۸	۴/۰۶	۰/۷۹۱	۴
۰۶/۰۰	۰/۵۱۲	۱۸۲/۸۴	۰/۰۴۲	۱۶۵/۴۶	۰/۳۵۳	۴/۲۷	۰/۷۰۵	۴/۱
۰۷/۰۰	۰/۴۸۶	۱۸۳/۷۶	۰/۲۶	۱۸۳/۵۳	۰/۳۰۱	۵/۵	۰/۵۱۱	۴/۲۷
۰۸/۰۰	۰/۴۵۱	۱۸۳/۸۹	۰/۴۴۳	۱۸۳/۸	۰/۱۴۳	۱۸۳/۳۴	۰/۲۷۲	۵/۱۳
۰۹/۰۰	۰/۳۷۷	۱۸۳/۹۸	۰/۵۵	۱۸۳/۹۱	۰/۰۷۳	۱۸۳/۷۳	۰/۱۶۱	۱۸۳/۵۷
۱۰/۰۰	۰/۲۶۷	۱۸۴/۰۷	۰/۵۵۵	۱۸۴	۰/۰۱۲	۱۸۳/۹۴	۰/۰۶۶	۱۸۳/۸۲
۱۱/۰۰	۰/۱۵۴	۱۸۴/۲	۰/۴۵۷	۱۸۴/۱۲	۰/۰۴۱	۱۸۴/۴۶	۰/۰۴۹	۱۸۴/۰۱
۱۲/۰۰	۰/۰۹۴	۱۸۴/۶۱	۰/۲۷۷	۱۸۴/۴	۰/۰۶۶	۰/۹	۰/۰۱۸	۱۸۴/۲
۱۳/۰۰	۰/۱۴۸	۲/۸۸	۰/۰۵۳	۰/۳۳	۰/۲۳۲	۳/۶	۰/۱۸۶	۱۸۶/۴۴
۱۴/۰۰	۰/۳۱۸	۳/۷۷	۰/۱۶۷	۳/۶	۰/۳۸۸	۳/۸	۰/۳۶۷	۲/۵



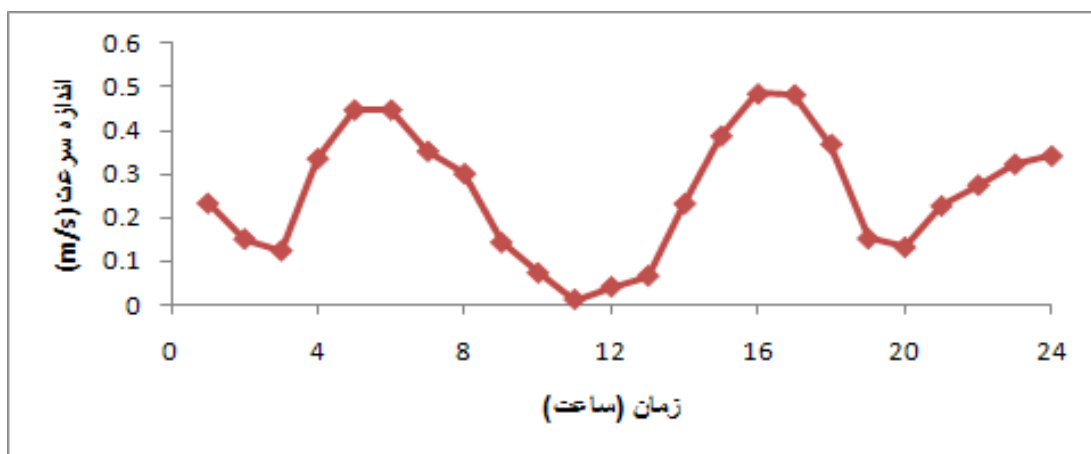
۱۵/۰۰	۰/۴۹۶	۳/۹۷	۰/۴۸۵	۳/۹	۰/۳۴	۳/۸۲	۰/۳۸۱	۳/۹۴
۱۶/۰۰	۰/۵۱۹	۳/۹۶	۰/۴۸۳	۳/۹۹	۰/۴۳۴	۳/۹۲	۰/۳۳۱	۴/۰۸
۱۷/۰۰	۰/۴۰۷	۴/۱۱	۰/۳۶۹	۴/۰۹	۰/۴۳۴	۴	۰/۱۹۳	۴/۳۵
۱۸/۰۰	۰/۳۶۵	۴/۵۳	۰/۱۵۲	۴/۲۸	۰/۳۵۱	۴/۰۸	۰/۰۱۱	۸/۲۶
۱۹/۰۰	۰/۲۴۷	۱۸۲/۶۶	۰/۱۳۲	۶/۴۸	۰/۲۰۹	۴/۲۲	۰/۱۶	۱۸۳/۶۲
۲۰/۰۰	۰/۱۲۵	۱۸۳/۶۸	۰/۲۲۷	۱۸۳/۴۸	۰/۰۴۶	۵/۴۷	۰/۲۶۷	۱۸۳/۸۹
۲۱/۰۰	۰/۰۳۵	۱۸۳/۹۱	۰/۲۷۵	۱۸۳/۷۹	۰/۰۹۸	۱۸۳/۱۸	۰/۲۷۸	۱۸۴/۰۴
۲۲/۰۰	۰/۱۲۹	۱۸۳/۹۲	۰/۳۲۳	۱۸۳/۹	۰/۱۹	۱۸۳/۷۶	۰/۱۸۶	۱۸۴/۳۲
۲۳/۰۰	۰/۱۶۳	۱۸۴	۰/۳۴۲	۱۸۳/۹۸	۰/۲۱۲	۱۸۳/۹۲	۰/۰۱۱	۳۵۶/۶۸

هارمونیکی داشته باشد که به وضوح در شکل های 2 تا 9 ملاحظه می گردد.

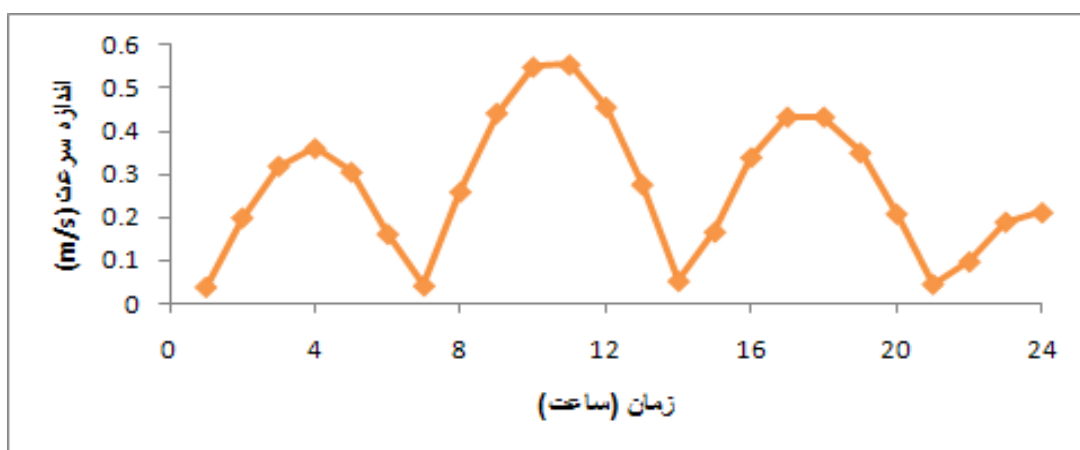
با توجه به اینکه یک نیروی هارمونیک کشند را سبب می شود، انتظار می رود تغییرات ارتفاع آب و همینطور تغییرات سرعت جریان آب در این ایستگاه نیز تغییرات



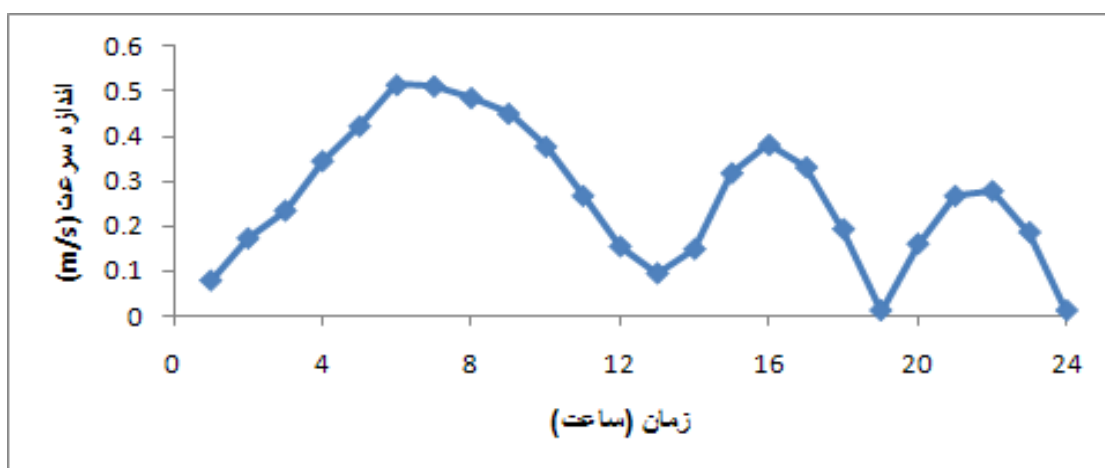
شکل 2: تغییر اندازه سرعت بر حسب زمان (فصل بهار)



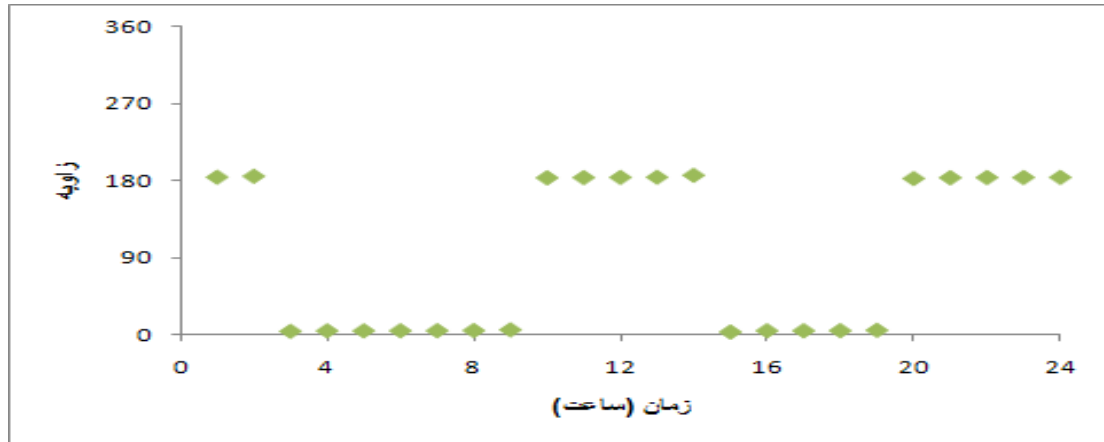
شکل 3: تغییر اندازه سرعت برحسب زمان (فصل تابستان)



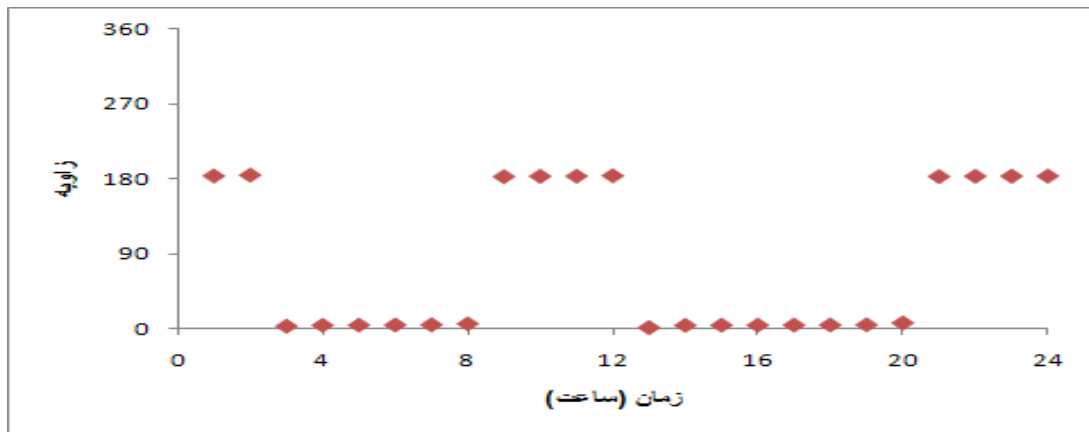
شکل 4: تغییر اندازه سرعت برحسب زمان (فصل پاییز)



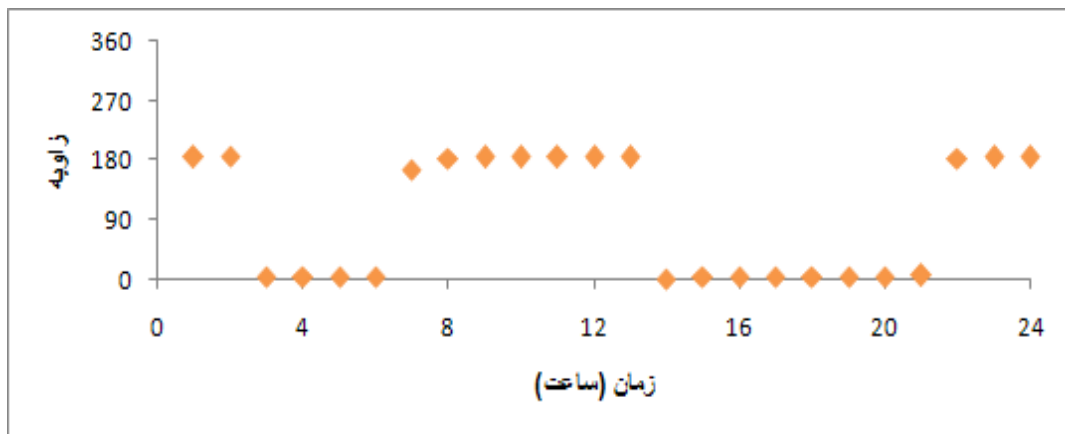
شکل 5: تغییر اندازه سرعت برحسب زمان (فصل زمستان)



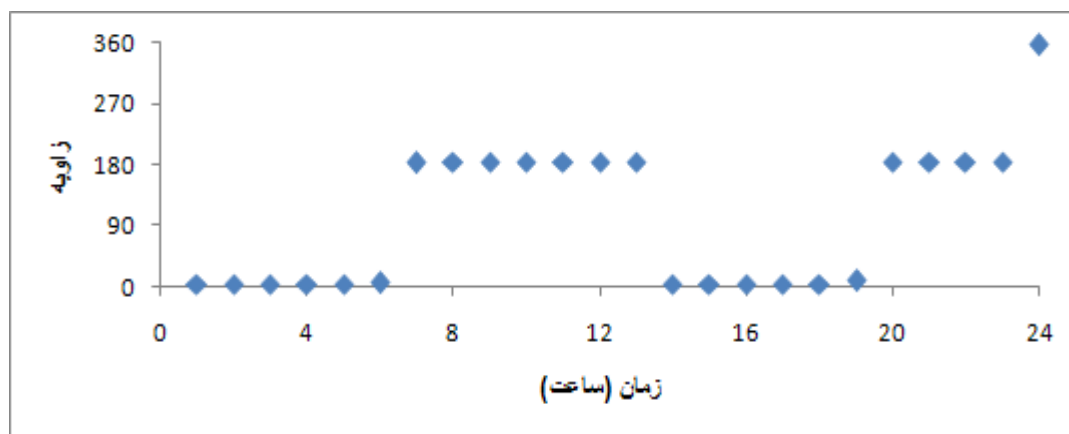
شکل 6: تغییرات جهت بردار جریان با زمان (فصل بهار)



شکل 7: تغییرات جهت بردار جریان با زمان (فصل تابستان)



شکل 8: تغییرات جهت بردار جریان با زمان (فصل پاییز)



شکل 9: تغییرات جهت بردار جریان با زمان (فصل زمستان)

### بحث و نتیجه‌گیری

از مقایسه نتایج حاصل از برنامه می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین دامنه تغییرات سرعت جریان‌های کشندی در فصل بهار مشاهده می‌شود ( $0/987 \text{ m/s}$ ) و کمترین دامنه تغییرات در فصل تابستان اتفاق می‌افتد ( $0/945 \text{ m/s}$ ). در نتیجه می‌توان اشاره کرد که در فصل بهار بیشترین تلاطم و ناپایداری را در منطقه در اثر جریان‌های کشندی داریم. بنابراین اختلاط در ستون آب در اثر کشند در این فصل بیش از سایر فصول است. نتایج فصلی در منطقه نشان می‌دهد که میانگین سرعت جریان کشندی در فصل بهار بیشترین است و مقدار آن  $\text{m/s}$   $0/17$  بدست آمده و کمترین مقدار اندازه سرعت جریان‌های کشندی اختصاص به فصل تابستان دارد که مقدار میانگین آن  $0/132 \text{ m/s}$  بدست آمده است. اجرای یک ساله برای تمام فصول این برنامه در چند ایستگاه در بندر کنگان نشان می‌دهد که سرعت متوسط جریان‌های کشندی  $0/146$  متر بر ثانیه است. ضمن اینکه بیشترین ناپایداری در اثر جریان کشندی در چندین ایستگاه مربوط به فصل بهار و کمترین آن در فصل تابستان می‌باشد. بطور متوسط سرعت جریان‌های کشندی بین  $0/001$  تا  $0/996$  متر بر ثانیه تغییر می‌کند.

### منابع

- 1- اشتی لرکی، ا. (1378) بررسی تاثیرات جریانات جزر و مدی خلیج فارس بر روی حمل و ته نشست رسوبات در رودخانه بهمینشیر، پایان نامه (کارشناسی ارشد)، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی.
- 2- بختیاری، م. (1369). راهنمای مفصل ایران، جلد 22، استان هرمزگان، انتشارات گیئاشناسی.
- 3- ترابی آزاد، م. (1378). مدل حرکات آب در مقیاس متوسط خلیج فارس، پایان نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران.
- 4- زکی، ب. (1377)، مدل نمودن جزر و مد در بندر ماهشهر. پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشگاه شهید چمران اهواز، 125 ص.
- 5- Al-Rabeh, A. H. and Gunay, N. (1992). On the application of a hydrodynamic model for a limited sea for a limited sea area. Coastal Engineering, 17:173-194.
- 6- A. Knauss John, Introduction to Physical Oceanography, (1997).
- 7- Godin, G. G. (1972). The Analysis of Tides. University of Toronto Press. 264 pp.
- 8- Kodama, T. and Yang, S. S. Y. (1996). Model Verification on Tidal current Analysis in Tokyo Bay. International Journal for Numerical Methods in Fluid, 22, 43-66.
- 9- Reynolds, M. R. (1993) Overview of physical oceanographic measurement taken during the Mt. Micheal Cruise to the ROPME Sea Area, Brookhaven National Laboratory.
- 10- Pedlosky, J. (1987). Geophysical Fluid Dynamics. Second Edition. Springer Verlag, New York, U.S.A.

