فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- بیان موضوع واهمیت آن

حدود هفتاد درصد سطح کره ی زمین پوشیده از آب اقیانوس هاست ونقش این آب ها در تحول آب وهوای روی قاره ها بیش از خود قاره هاست .میزان جذب و ذخیره نمودن کارمایه ی گرمایی اقیانوس ها با توجه به متفاوت بودن ظرفیت گرمایی ویژه، سپیدایی ، شفافی ،جابه جایی و برخی ویژگی های دیگر آن ها ،به مراتب از خود قاره ها بیش تر است واز طرفی دیگر تقریباً تمامی بارندگی ها یی که آب رابرای گونه های مختلف مصرف در اختیار انسان قرار می دهد، منشا اقیانوسی دارند.هم چنین هوای گذر کننده از روی هر قاره ای ،صرف نظر از تا خیر زمانی مدت ها از طرف سطح زیرین اقیانوسی خود ،در معرض شار گرمایی، شار رطوبتی، شار نمک و... قرار داشته است و این خود دال بر این مدعی است که اقیانوس ها نقش به سزایی در تکوین و تحول آن توده هوا را دارند(.دکتر زمانیان، ۱۳۸۴)

یکی از مهم ترین اقدامات برای پیگیری نقش اقیانوس ها در تعیین اقلیم جهانی ،مدل سازی برای آن ها می باشد. طراحی مدل های اقیانوسی ومطالعه در مورد آن ها حوزه ی پر اهمیتی درپهنه ی پژوهش های هواشناسی واستفاده از مدل های اقیانوسی نیز بخش مهمی از میدان کار بسیار وسیع و عملی آن می باشد.

۱-۱-۱- مدل اقیانوسی

تعیین روی سان هایی از فراسنج های اقیانوس شناختی ،در قالب میدان های مختلف آن فراسنج ها ،که می توانند یک کمیت برداری یا یک کمیت نابرداری باشند،را مدلی از آن فراسنج ها می گویند.این روی سان ها می توانند برای زمان گذشته ،حال و یا آینده باشند.می توان هدف از مدل سازی را چنین بیان کرد:شناخت فرایند های اثر متقابل جو واقیانوس به منظور پیش بینی وضعیت دریا اعم از موج ،جریان ،سطح تراز آب دریا،میدان دما ،میدان شوری و... و بالاخره استفاده از این پیش بینی ها برای کمک به پیش بینی اقلیم.

به علاوه مدل ها می توانند با منظور ومقاصد مختلفی طراحی ومورد استفاده قرار گیرند. در زمینه ی اقیانوس شناسی فیزیکی مدل های متنوعی وجود دارند ولی بیش از همه ،مدل های آماری، مدل های همدیدی، مدل های فیزیکی ومدل های عددی معمول تر هستند. امروزه مدل های عددی نه تنها

روی سان های تمامی فراسنج ها را در زمان های گذشته در فرایند شبیه سازی میتوانند به تصویر بکشند بلکه به خوبی می توانند روی سان های آنها را هم که درزمانهای آینده اتفاق می افتند، با دقت بسیار بالایی نمایش دهند.این مدل ها قادرند علاوه بر زمان های گذشته و حال ،بلکه برای زمان اینده نیز میدان جریان ،میدان دما ،میدان شوری، میدان چگالی، میدان ژئو پتانسیل، میدان سرعت قائم، میدان فشار و... را در چندین تراز، میدان موج سطحی را در سطح، میدان موج داخلی را در تراز های بین لایه های با چگالی متفاوت و به همین ترتیب میدان فشار کف را در بستر دریا با دقت های قابل قبولی مشخص نمایند(.دکتر زمانیان، ۱۳۸۴)

۱-۱-۲-مدل دو لایه

مدل های ریاضی اقیانوسی به شکل های مختلفی عرضه می گردند. شاید بتوان ساده ترین مدل را ،مدل آب های کم عمق و جامع ترین آن ها را مدل معادلات مقدم در نظر گرفت که این مدل دوم بایستی شامل تمامی معادلات مرتبط به پیش بینی فرا سنج ها باشد در حالی که مدل آبهای کم عمق تنها میدان های مولفه ی شرق سوی جریان و مولفه ی شمال سوی جریان را برای یک لایه و نیز میدان تراز سطح را می تواند پیش بینی نماید.

مدل های معادلات مقدم نیز باتوجه به سه بعدی بودنشان می توانند در راستای قائم از قابلیت تفکیک بالایی برخوردار باشند؛ مثلاً چندین لایه باشند (مدل های چند لایه) و از این نوع. ساده ترین این مدل ها در راستای قائم به دو لایه قابل تفکیک است. در این جا آن چه که لایه ها را از هم تفکیک میکند این است که لااقل یک فراسنج اقیانوس شناختی در این دو لایه با یک دیگر تفاوت دارند، گرچه اگر این اصطلاح به شکل معمول به کار رود؛ به این معنی است که دو لایه دارای دو چگالی متفاوت هستند.

علاوه بر مواردی که در مورد مدل های ریاضی یا عددی ازآن یاد شد، این مدل ها با توجه به توانایی هایشان از دستگاههای مختصات مختلف و هم چنین روش های متنوعی برای حل معادلات مدل استفاده می کنند.

چنان چه می دانیم چرخش آب های اقیانوسی بر اثر عوامل مختلفی نظیر باد،کشند، موج، اختلاف چگالی، روان آب رود خانه ها و..... به وجود می آیند که هرکدام از عوامل فوق دارای منشاء مختلفی نسبت به دیگری می باشند. هر اندازه درک ما از این عوامل و چگونگی تاثیر آنها بر اقیانوس ها بیش تر باشد و به دنبال آن بتوانیم فرآیند اثر گذاری این پدیده ها را بهتر شناسایی کنیم، در زمینه مدل سازی اقیانوسی گامی بیشتر از گذشته، به پیش رفته ایم.

۱-۲-کشند

۱-۲-۱-کشند و منشا تولید آن

کشندها یکی از حرکات تناوبی اقیانوسی هستند که به دلیل چرخش ماه و زمین و توسط تغییرات نیروی جاذبه ی ماه و خورشید بوجود می آیند.بالا آمدن و پایین رفتن قائم سطح آب دریا بر اثر گرانش ماه و خورشید را کشند گفته و حرکت افقی ناشی از این بالا و پایین رفتن را جریان کشندی می گویند.

کشندها میتوانند به یک دریانورد کمک کنند واگر اطلاعی از فرایند این عمل نداشته باشند، باعث درد سر او میشوند. یک فراکشند بلند ممکن است عمق لازم را جهت عبور کردن از یک منطقه ی کم عمق، برای یک کشتی فراهم سازد. در حالی که یک فروکشند بلند میتواند از داخل یا خارج شدن یک کشتی از بندر ممانعت کند. هم چنین جریانات کشندی می توانند به پیش روی او کمک کنند و یا این که او را به عقب برانند.

اگر تمام سطح زمین پوشیده از آب بود ارتفاع فراکشند پیشینه ی به ۱/۵۸متر می رسید. در شرایط فعلی در وسط اقیانوسها ارتفاع کشند در حدود یک متر است اما در سواحل تحت تاثیر شرایط محلی ارتفاع آن به ۱۰ متر وحتی ۱۸ متر هم میرسد. (پوق ، ۱۹۸۷)

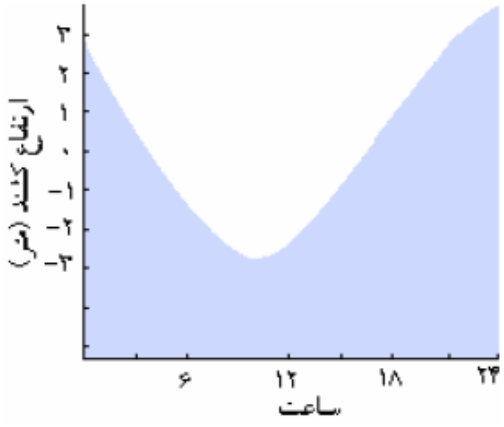
پدیده ی کشند در برخی از رودخانه ها نیز دیده میشود. در دهانه ی رودخانه هایی که به دریا می ریزند به هنگام فرا کشند، جریان متوقف شده وآب در اغلب نقاط رودخانه بالا می آید. در دهانه ی برخی از رودها موجی که در اثر فراکشند ایجاد می شود، باد جریان سوی رودخانه حرکت میکند. در رود تسین تانگ که به خلیج هانگچو میریزد موج فراکشندی به صورت دیواره ای از آب به ارتفاع ۳ تا ۴ متر با سرعت ۲۲ کیلومتر در ساعت در جهت باد جریان سوی رودخانه پیش روی می کند.

کشند معلول جاذبه ی ماه و خورشید است.گرچه جرم خورشید ۳۰ میلیون برابر جرم ماه است اما خورشید ۳۹۰ برابر دورتر از ماه نسبت به زمین قرار دارد. به همین علت ماه ۲/۱۷ برابر خورشید در ایجاد کشند موثر است. از این رو میتوان گفت که ماه کشندها را هدایت مینماید.

دامنه و دوره ی کشند به سبب عمق و شکل سواحل و عوامل دیگر موجود در هر محل متفاوت است. در سواحل اروپای غربی در هر شبانه روز، دو بار کشند ایجاد می شود که به کشند نیم روزانه معروف است. در برخی نقاط کشند هر روز یک بار اتفاق می افتد این نوع کشند را کشند روزانه می گویند. یک نوع دیگر از کشند نیزمشاهده می شود که حد واسط بین دو نوع قبلی است و به کشند مختلط موسوم است.

۱-۲-۲-انواع کشند (روزانه ، نیم روزانه و مختلط)

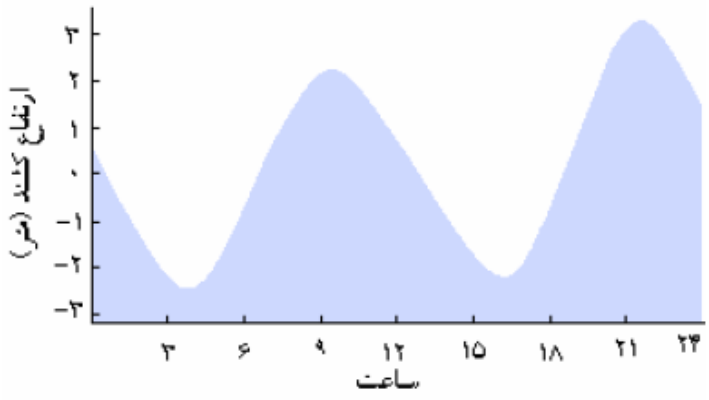
در کشند های روزانه فقط یک فرا کشند بلند ویک فرو کشند بلند در طول روز مشاهده می شود . کشندهای روزانه در سواحل شمالی خلیج مکزیک ،جاوا ، خلیج تونکین و..... از این نوع هستند.کشند در سواحل بندر پی های چین که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است نیز نمونه ای از کشندهای روزانه می باشد.



شکل ۱-۱- کشند روزانه در سواحل بندر پی های چین(در یک روز ویژه)

در کشندهای نیم روزانه در طول روز دو فراکشند ودو فرو کشند اتفاق می افتد. در اغلب محیط های اقیانوسی که در آنها کشند از نوع نیم روزانه است ارتفاع دو فراکشند و دو فروکشند باهم برابر نیست .(پوق ، ۱۹۸۷)

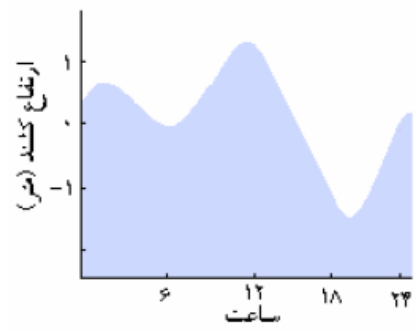
کشندها در سواحل نیویورک در کشور آمریکا از نوع نیم روزانه هستند که در شکل ۱-۲ نشان داده شده است .



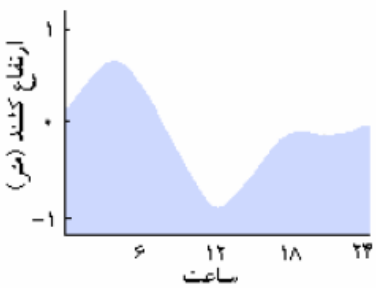
شکل ۱-۲- کشند نیم روزانه در سواحل بندر نیویورک(در یک روز ویژه)

در نوع مختلط، کشندها با اختلاف زیاد در ارتفاع فرا کشندها و فروکشندها، شاخص می گردند. در این حالت نیز در طول روز دو فراکشند و دو فرو کشند اتفاق می افتد و به ندرت ممکن است که کشند روزانه یا

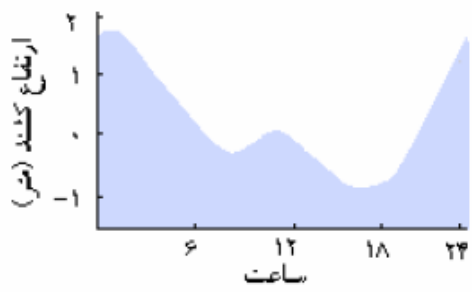
نیم روزانه تنها داشته باشیم. کشندهای آب های اقیانوس آرام در سواحل آمریکا و بسیاری از نقاط جهان از نوع مختلط هستند. به نمونه هایی از کشندهای مختلط، که در شکل های ۱- ۳ ، ۱-۴ ، ۱-۵ نشان داده شده اند، توجه نمایید.



شکل ۱-۳- کشند نوع مختلط در سواحل لوس آنجلس
(در یک روز ویژه)



شکل ۱-۴- کشند نوع مختلط در سواحل سیاتل آمریکا
(در یک روز ویژه)



شکل ۱-۵- کشند نوع مختلط در سواحل هونولولو
(در یک روز ویژه)

در سیاتل اختلاف عمده ای بین فروکشندها وجود دارد در حالیکه دو فروکشند اختلاف زیادی باهم ندارند. در هوتولولو بیش ترین اختلاف در ارتفاع فراکشندها وجود دارد وفرو کشندها اختلاف چندانی باهم ندارند.

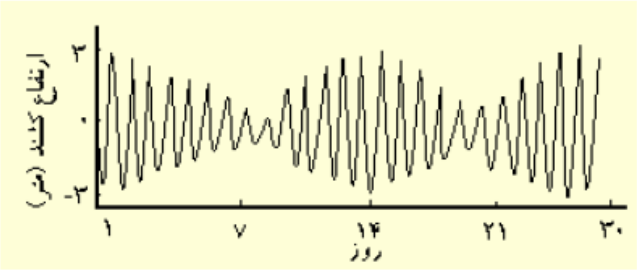
۱-۲-۳-اثرات ویژه ی کشندی

وقتی یک موج وارد منطقه ی آب کم عمق می شود سرعت آن کاهش پیدا می کند و تا هنگامی که فرود موج از فراز موج کوتاه تر باشد پیش روی موج کند تر میگردد ودر نتیجه پیشانی موج تیز تر میشود. در اغلب مصب ها، پیش روی موج کشندی بیش از حد کاهش پیدا میکند و فراکشند آب به شکل ناگهانی کم میشود. در این هنگام پیش روی در خلاف جهت وهمراه با شکست صورت میگیرد که این پیش روی همراه با شکست به پله موج معروف است. پله موجها که هم بزرگ وهم خطرناک هستند به هنگام کشندهای شدید، ممکن است به صورت موج صرف دربیایند. از دیگر شکل های ویژه ی کشندی می توان فرو کشند

دوگانه در هوک وان هلند و فراکشند دوگانه در ساوتهمتون انگلستان را نام برد.در چنین مواردی اغلب افت یا خیز جزئی در بین دو فراکشند یا فرو کشند اتفاق می افتد.

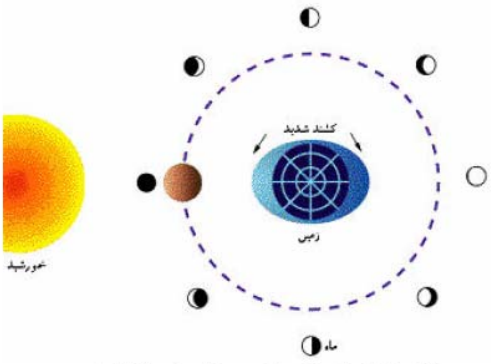
۱-۲-۳-تغییرات در ارتفاع کشند

با وجود اینکه کشند را در مکان های مختلف می توان برحسب نوع طبقه بندی کرد، ممکن است در طول ماه تغییرات زیادی در کشند روی دهد.(شکل ۱-۶)



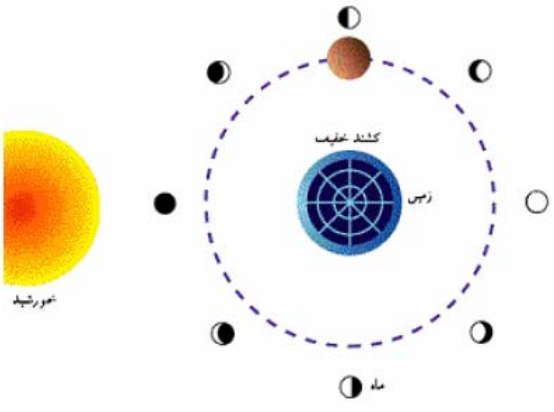
شکل ۱-۶- تغییرات ماهیانه ی ارتفاع کشند در سواحل جزیره ی هرمز- ایران (اکتبر ۲۰۰۱)

وقتی که تقریبا ماه وخورشید و زمین در امتداد یک خط قرار گرفته باشند، نیروهای مولد کشند خورشید با نیروهای مولد کشند ماه عمل میکنند. در این صورت کشندهای حاصله راجست کشد میگویند که ارتفاع کشند در این حالت از میانگین بیش تر است. این کشندها هنگامی اتفاق می افتند که ماه نو ویا کامل است.(شکل ۱-۷)



شکل ۱-۷- وقوع کشند شدید هنگامی که ماه کامل است

بین دو جست کشند؛ یعنی وقتی که ماه در ربع اول یا ربع سوم قرار دارد، تاثیرات نیروهای مولد کشند خورشیدی در جهت تضعیف نیروی کل مولد کشند پیش میرود. در این حالت ارتفاع کشند از حالت میانگین کم تر است وبه پست کشند موسوم میباشد که کمترین مقدار ارتفاع کشند نیز، در این حالت اتفاق می افتد.(شکل ۱-۸)



شکل ۱-۸- وقوع کشند خفیف هنگامی که ماه نیمه است

هنگامی که ماه در مدار حرکتی خود به دور زمین در نزدیک ترین فاصله خود نسبت به زمین قرار گرفته باشد (حضیض) ارتفاع کشند بیشتر از میانگین می شود و به اصطلاح کشندهای حضیضی روی می دهد وهنگامی که ماه در دورترین فاصله نسبت به زمین قرار گرفته باشد(اوج) کشندهای کوتاه تر اوجی رخ می دهند.گاهی بعضی از این پدیده ها بر هم منطبق شده، جست کشندهای حضیضی و پست کشندهای اوجی به وقوع می پیوندند.

۱-۳- جریان های کشندی

۱-۳-۱- جریان های کشندی و غیر کشندی

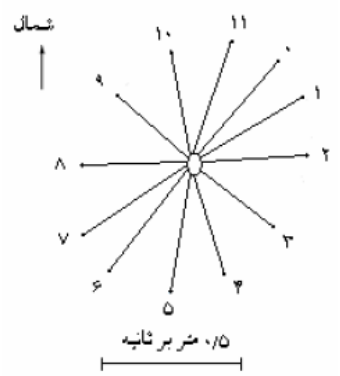
کشند علاوه تغییر سطح تراز آب دریا، باعث به وجود آمدن دنباله ی جریان نیز می شود. ویژگی مهم جریان های کشندی گستردگی آن ها می باشد که در مقیاس افقی به ده ها یا صد ها کیلومتر می رسد که در مسائل ناوبری اهمیت فراوانی دارد.

حرکت افقی آب را جریان می گویند که ممکن است از نوع کشندی ویا غیر کشندی باشد. شارش متناوب آب دریا بر اثر نوسانات کشندی تراز آب دریا را جریان کشندی گویند. در محیط های اقیانوسی آزاد، هرجا صحبت از جریان باشد ترکیبی از جریان های کشندی و غیر کشندی خواهیم داشت .

جریان های کشندی اغلب در مصب ها و روی فلات قاره ها رخ میدهند و در بیشتر آبهای ازاد فلات قاره و در دریا های باز کم عمق، ویژگی های جریان های کشندی تحت الشعاع تندی آنها قرار دارد ولی هیچ گاه مقدار این جریان ها به صفر نمی رسد.(پوق ، ۱۹۸۷)

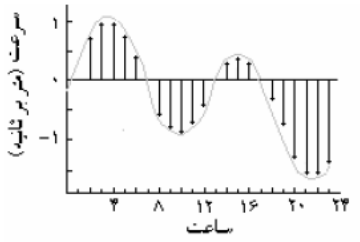
۱-۳-۲-ویژگی عمومی جریان های کشندی

در دور از ساحل جایی که هیچ مانعی جریان ها را محدود نمیکند در هر لحظه و به شکل پیوسته در هر نقطه، سوی وتندی جریان دریک چرخه کشندی تغییر پیدا می کند. این چرخش ها به دلیل چرخش زمین می باشد و در صورتی که عوامل تعدیل کننده ای تحت شرایط محلی، روی جریانها تاثیر نگذارند، این چرخشها در نیمکره شمالی ساعتگرد و در نیمکره جنوبی پاد ساعتگرد هستند. در یک چرخه ی کشندی معمولاً تندی جریان کشندی تغییر خواهد کرد، به این ترتیب که دو تندی بیشینه در تقریباً دو جهت مخالف، همچنین دو کمینه تندی را در نیمه راه-زمانی و مکانی- دو بیشینه خواهیم داشت. نمونه ای از این جریانهای چرخشی را در شکل(۱-۹) مشاهده می کنید که خطوط پیکان دار سوی و تندی را در هر ساعت نشان می دهند.(پوق،۱۹۸۷).



شکل ۱-۹- چرخه ی جریان کشندی نیم روزانه در دریای سرخ.
اعداد نشان گر ساعت هستند.

این شکل گاهی گل جریان نیز نامیده می شوند. به دلیل روی سان بیضی گون ایجاد شده از اتصال نوک پیکان ها به یک دیگر، این شکل ها بیضی جریان نیز خوانده می شوند. در محل رود خانه ها و تنگه های باریک این روی سان به یک خط راست –رفت و برگشت – مبدل می شود.گاهی اوقات به دلیل محدودیت ایجاد شده مکانی، جریان یک توقف کوتاه را خواهد داشت و به دلیل تعویض جهت جریان، حالتی بدون جریان پیش می آید که به آن آب- ساکن می گویند. نمونه ای از این جریان را در شکل (۱-۱۰) مشاهده می کنید که خطوط پیکان دار سرعت را در هر ساعت نشان می دهند.



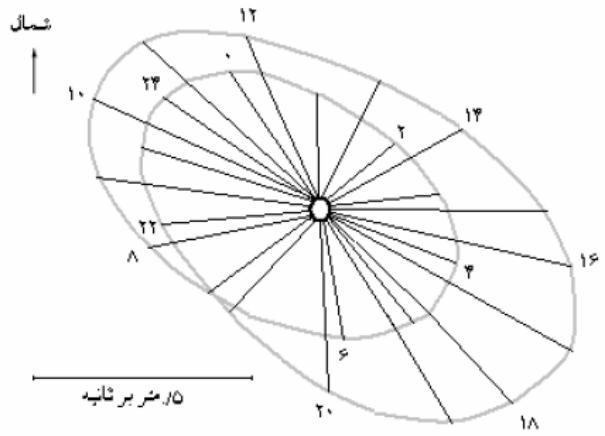
شکل ۱-۱۰- جریان کشندی نیم روزانه در دهانه ی تنگه ی آدمیرالتی(Admiralty) در یک روز ویژه

همان گونه که از شکل پیداست، منحنی جریان های کشندی در این حالت ویژه مانند منحنی های کشندی به شکل سینوسی می باشد.

دلیل اینکه خم بالایی، اندکی با حالت سینوسی متفاوت میباشد این است که در دوسوی یک تنگه، ویژگی کشند ازلحاظ دامنه ومرحله متفاوت است. واین تفاوت از ویژگی های جریان های هیدرولیکی می باشد و به دلیل همین ویژگی به شکل پیوسته ارتفاع آب در دوسوی باریکه یا تنگه متفاوت خواهد بود. توجه داریم که درنزدیکی آب ساکن جریان ضعیف می شود وهرچه به سمت سرعت بیشینه نزدیک می شویم جریان کشندی قوت میگیرد. طبق قرارداد سوی جریان، سویی است که جریان به سوی آن، شارش می یابد. شارش جریان به سمت ساحل وبه سمت بالای رودخانه را سیلان و خلاف آن را فروکش کردن می گویند. اگر جریان کشندی نیم روزانه خالص باشد هر کدام از جریان های سیلان و فروکش کردن ۶ ساعت و۱۲ دقیقه طول میکشد ولی در حضور عوامل غیر کشندی، تداوم سیلان و فروکش کردن کاملاً نابرابر خواهد بود.(پوق ،۱۹۸۷)

۱-۳-۳-انواع جریان های کشندی

جریان های کشندی نیز مانند کشندها به انواع روزانه، نیم روزانه و مختلط طبقه بندی می شوند. نوع مختلط در اغلب جای ها، تمایل نیم روزانه دارد. جریان های کشندی درمصب های کشندی سواحل اقیانوس اطلس در آمریکا نوعی کشند نیم روزانه برگشتی است. در سواحل خلیج مکزیکو مانند ورودی خلیج کوچک موبایل، جریان های کشندی، روزانه خالص هستند. اغلب جای ها، جریان های کشندی با درجه های متفاوتی مختلط هستند. در خلیج کوچک تامپا و ورودی گالوستون، در هر روز، وقتی که ماه بیش ترین زاویه میل خود را داراست، تنها یک سیلان و یک فروکش داریم. در همین مکان وقتی که ماه در صفحه ی استوا قرار دارد، در هر روز کشندی دو سیلان و دو فروکش داریم. در سواحل اقیانوس آرام، در آمریکا در هر روز دو سیلان و دو فروکش داریم که یکی از سیلان ها یا فروکش ها دارای سرعت بیش تر و تداوم بیش تری نسبت به دیگری می باشد واین نابرابری با تغییر زاویه ی میل ماه تغییر پیدا میکند. جریان های چرخشی از نوع نیم روزانه خالص، دور از ساحل روی سان بیضی گون خود را در هر ۱۲ ساعت و۲۵ دقیقه تکرار می کنند. اگر جریان کشندی از نوع مختلط باشد در هر ۲۴ ساعت و ۵۰ دقیقه دو روی سان بیضی گون با اندازه های مختلف را خواهیم داشت. (شکل ۱-۱۱)



شکل ۱-۱۱- جریان کشندی مختلط در سواحلSwiftshore Bank در یک روز ویژه .
اعداد نشان گر ساعت هستند.

هرچه نابرابری روزانه شدیدتر باشد اختلاف انـدازه ی دو روی سـان نیـز بیشـتر خواهـد بـود. در جریـان هـای چرخشی از نوع روزانه، روی سان دوم ناپدید شده وتنها یک روی سـان بیضـی گـون در هـر ۲۴ سـاعت و ۵۰ دقیقه خواهیم داشت.

برای مطالعه ی بیش تر در مورد نحوه ی ایجاد کشند و جریان های کشندی نظر خواننده را به نوشته های پـوق (۱۹۸۷) و کانتها (۲۰۰۰) معطوف می داریم.

۱-۴- اهمیت بررسی کشند و جریان های کشندی و زمینه های کاربرد آن

اکتشاف، بهره برداری و استخراج از منابع نفت وگاز در دریاهـا، نـاوبری، شـیلات، حفاظـت از محـیط زیست دریایی هم چنین ساخت سازه های ساحلی و دیگـر پـروژه هـای مهندسـی از جملـه پایـداری دهانـه ی رودخانه ها وکانال ها ی کشتیرانی ،صیادی و.... ، نیازمند تعیین سطح تراز آب دریا و جریـان هـای دریـایی از جمله بررسی های دقیق کشند به ویژه در مناطقی که جریان های کشندی نقش به سـزایی را در انتقـال رسـوب ایفا می کنند، می باشد. در این راستا، وبنا براین که تمامی سواحل جنوبی کشور تحت تاثیر جریان های ناشـی از کشند بوده و از لحاظ اقتصادی و بازرگانی بسیار حائز اهمیت میباشند، مطالعات اساسی ودقیـق در بررسـی، شناخت و پیش بینی این جریان ها ضروری می باشد.

امروزه در مناطق مختلف دنیا از مدل های عددی برای بررسی وپـیش بینـی جریـان هـا وامـواج اسـتفاده می گردد. دلیل این امر قابلیت تغییر درضـرایب و بهبـودی کـاربری فراسـنج هـای موجـود در معـادلات مـدل می باشد که می توان به این وسیله با آزمایش و فراسنجی این ضرایب با استفاده از داده های اندازه گیری شده نتایج را تا دقت های بسیار بالایی به واقعیت نزدیـک کـرد. و در نهایـت اینکـه بررسـی هـای کشـندی بخشـی ازمطالعات گسترده تری هستند که برای شناخت وضیعت اقیانوس ها وپیش بینی اقلیم صورت می گیرد.

۱-۵- روش های پیش بینی جریان های ناشی از کشند

در بخش ۱-۱-۱ به چند مدل معمول در زمینه ی اقیانوس شناسی فیزیکی برای بررسی فرایندهای اقیانوسی اشاره شد.جست وجوهای به عمل آمده از آن حاکی ازآن است که اغلب بررسی های مربوط به جریان های ناشی از اختلاف چگالی با استفاده از مدل های عددی صورت می گیرد. شاید پر هزینه بودن اندازه گیری های مربوط به دما و شوری، هم چنین مشکلاتی نظیر امکان ناپذیر بودن اندازه گیری ها مخصوصاَ در اعماق اقیانوس ها سبب شده است که بررسی این جریان ها به عنوان بخشی از چرخش های دما – شوری اقیانوس ها، با استفاده از روش های آماری، همدیدی و..... کمتر صورت بگیرد.

برای پیش بینی کشند و جریان های کشندی روش های گوناگون ومتنوعی ذکر شده اند. معمول ترین وکاربردی ترین این روش ها، روش های نجومی، آماری و روش های عددی می باشند. در ادامه ی این بخش به معرفی اصول هریک از این روش ها می پردازیم.

۱-۵-۱- روش های نجومی

در این روش با استفاده از مدارهای حرکتی زمین، ماه و دیگر اجرام نجومی و با ملاحظات تغییرات فاصله ی هر کدام از اجرام آسمانی نزدیک به زمین تابع توانش کشندی برای نقاط روی زمین محاسبه می گردند. در این روش ها از معادلات پیچیده ای شامل معادلات لژاندر و بسل برای محاسبه ی تابع توانش کشندی استفاده می گردد. با استفاده از این روش دامنه و مرحله ی کشندی برای اقیانوس های باز با دقتی بالا پیش بینی می گردند. دقت این روش برای محیط هایی که بتوان اصطکاک و پستی و بلندی بستر را نادیده گرفت، نسبت به روش های دیگر بیش تر است ولی نظر به اینکه جریان های کشندی در دریاهای کم عمق متأثر از اصطکاک و پستی و بلندی بستری، جریان های غیر کشندی، امواج و..... می باشند، به کار بستن این روش برای مناطق کم عمق و مقیاس های خرد توصیه نمی شود(کانتها ،۲۰۰۰).به علاوه اثرهای جوی مانند تغییرات فشار جوی و باد وهم چنین اثرهای اقیانوس شناختی مانند جریان های اقیانوسی وتغییرات چگالی؛ تراز آبی متفاوت ازآنچه که در جدول های کشندی محاسبه شده است رابه دست خواهند داد.

۱-۵-۲- روش های آماری

در این روش بااستفاده از تجزیه وتحلیل هماهنگ اندازه گیری های طولانی مدت؛ با استفاده از سری های فوریه، روش کمترین مربعات و.... منحنی های پیچیده ی کشندی به منحنی های ساده تر هماهنگ (سینوسی وکسینوسی)تجزیه می گردندکمیت هایی که نماینده ی این مولفه های هماهنگ هستند دامنه و مرحله های استخراج شده از تجزیه وتحلیل می باشند. این مولفه ها برای هر منطقه ی دریایی ثابت بوده ودر طول زمان تغییر نمی کنند. از برهم نهی این مولفه ها کشند برای زمان های آینده نیز پیش بینی می گردد.(فرزین گهر ،۱۳۷۷).

عیب اصلی این روش در دسترس نبودن داده های طولانی مدت اندازه گیری شده ی کشندی که بتوان به صحت آن ها یقین داشت، می باشد. از طرفی دیگر عمده ی اندازه گیری ها، مربوط به نوسانات سطح تراز آب بوده و تفکیک این نوسانات از نوسانات غیر کشندی از جمله نوسانات فشار جو، تاثیرات ورودی رودخانه هاو.... کاری دشوار و همراه با خطاست. و از طرفی دیگر درمحاسبه ی کشند با استفاده ازثوابت هماهنگ اثرات غیر خطی نادیده گرفته می شوند و به دلیل عدم وجود دیده بانی کافی این نوع مدل ها با محدودیت مواجه هستند.(گوأ،۱۹۸۸)

این مدل ها دو مشکل دیگر نیز دارند؛ اول آن که عوامل تشکیل دهنده ی ضرایب شان، با گذر زمان در حال تغییر هستند و دوم این که پیش بینی این روش ها، احتمال غالب است که در عمل معلوم نیست که اتفاق بیافتد.(زمانیان ،۱۳۸۴)

۱-۵-۳- روش های عددی

اساس این روش استفاده از معادلات مربوط به تمامی فراسنج های تاثیر گذار برهر فرایند اقیانوسی می باشد. این روش دربخش ۱-۱ معرفی شد. از آنجایی که مدل های عددی شامل معادلات پیچیده ای از جمله معادلات تکانه، دما، شوری، قوانین گرماپویشی و... هستند و حل این معادلات به روش تحلیلی امکان پذیر نیست، از روش های عددی برای حل این معادلات استفاده می شود.

باتوجه به افزایش قدرت محاسباتی در سال های اخیر واستفاده از رایانه هایی که می توانند حجم بالایی ازمحاسبات را درزمان کوتاهی انجام دهند، هم چنین پیشرفت وارائه ی مدل های عددی کار آمدتر، استفاده از روش های عددی به لحاظ دقت های بالا وکم هزینه بودن آن ها یکی از بهترین روش ها می باشد. این روش ها در سال های اخیر پیشرفت چشم گیری داشته اند وتحقیقات بسیاری توسط این روش ها صورت گرفته است که درفصل دوم به مواردی از این پژوهش ها اشاره شده است.

مدل های عددی ممکن است دوبعدی یاسه بعدی وصریح یا ضمنی باشند. در روش عددی حل معادلات، جمله های موجود در معادلات گسسته سازی می گردند و برای این منظور لازم است که محیط مورد مطالعه شبکه بندی گردد. برای مقاصد مختلف، مدل های عددی از شبکه بندی های مختلفی استفاده می کنند. برای گسسته سازی معادلات از روش های مختلفی نظیر تفاضل متناهی، اجزاءمتناهی، احجام متناهی، اجزاءمرزی و روش طیفی استفاده می گردد. بر این اساس طرح واره های عددی متنوعی برای استفاده درگسسته سازی معادلات ارائه شده اند که با توجه به هدف تحقیق می توان از طرح واره های گوناگونی بهره جست.

فصل دوم

مروری بر مطالعات انجام شده در کانال قشم

الگوی جریانات غیر دائمی در کانال قشم به واسطهٔ نوسانات جزرو مدی در دو طرف مرز باز کانال میباشد. تغییرات نوسانات آب در تنگهٔ هرمز و خلیج فارس سبب به وجود آمدن رفتار جزر و مدی ویژه ای در دو طرف مرز باز کانال می شود. ویژگی های هندسی کانال بواسطه تغییرات تراز سطح آب سبب به وجود آمدن سطوح جزرو مدی میشود که توسط جنگلهای حرا پوشیده می شود.

از این رو در نظر گرفتن اثر جنگلها در مدلسازی و تعیین مرزهای کانال امری ضروری میباشد.

۲-۳- مروری بر مطالعات انجام شده

کارهای دیده بانی و مطالهات نظری بر روی کشند تاریخچه ای طولانی دارد. امروزه مدلهای کامپیوتری مختلفی در مورد پیش بینی کشند ارائه شده است، که در آنها موئلفه های مختلف کشند ی با دقتی در حد سانتی متر پیش بینی می شوند.

اما در مورد منطقه مورد مطالعه مطالعات چندانی انجام نشده است. به همین دلیل ما این فصل را به دو قسمت تقسیم نموده ایم، که در بخش اول پیشینه مدل سازی کشند، و در بخش دوم مطالعات انجام یافته در منطقه قشم مورد بررسی قرار می گیرد.

۲-۳- بخش اول

تحقیقات انجام گرفته در رابطه با کشند و جریانهای کشندی

خالقی زواره در سال ۱۹۹۲، یک مدل غیر خطی فشار گرای را برای خلیج فارس طراحی کرد. این مدل مبتنی بر انتگرال گیری از معادلات آب کم عمق در راستای عمق بوده و نسبت به چرخش زمین (نیروی کریولیس) و اثرات پستی و بلندی بستری حساس بود.وی برای حل عددی معادلات از روش تفاضل متناهی بهره جست. این مدل برای تعیین عکس العمل خلیج فارس نسبت به نیروی باد و نیروی کشند با استفاده از شبیه سازی عددی طراحی شده بود.

نتایج این شبیه سازی به شکل چرخش آب ها در خلیج فارس و همچنین نوسانات سطح تراز آب دریا نشان داده شد. پس از شبیه سازی مقایسه ای بین اندازه گیری های نوسانات سطح تراز آب دریا در ایستگاه های بوشهر و کنگان با مقادیر پیش بینی شده توسط مدل بعمل آمد. این مقایسه توافق قابل قبولی را بین دیده بانی

و مقادیر پیش بینی شده توسط نشان داد.در این مدل همچنین اثرات جملات غیر خطی فرارفتی مورد بررسی قرار گرفت.

زمانیان در سال ۱۹۹۴،یک مدل عددی سه بعدی دو لایه مبتنی بر معادلات مقدم برای پیش بینی ارتفاع سطح دریا، میدان شوری و دمای آب دریا، میدان جریان افقی و قائم برای خلیج فارس طراحی کرد. از ویژگی های بارز این مدل در نظر گرفتن نیروهای کشندی، باد، تغییرات چگالی و روان آب رودخانه ها بود. وی برای حل عددی معادلات از روش تفاضل متناهی استفاده کرد.وی همچنین قبل از اجرای برنامه، مدل روی یک حوضه مستطیل شکل و تحت شرایط آزمایشگاهی، با مرزهای باز بسته و با کف تراز و ناتراز با عمق های مختلف اجرا کرد. و در نهایت اجرای مدل نشان داد که نیروی کشندی در آب همگن، جریان فشارگرای ایجاد می کند، حال اینکه این نیرو در آب با چگالی لایه ای به ویژه در محل های باریک هجوم آب مثل تنگه هرمز، جریان چگال گرای ایجاد می کند. که این یک نتیجه کاملاً جدید بود.

ممیز و خالقی زواره در سال ۱۳۷۶، یک مدل عددی دو بعدی خطی فشارگرای را به منظور بررسی کشند در منطقه خور موسی و خور ماهشهر ارائه کردند. ایشان در این مدل از معادلات آب کم عمق و پیوستگی در راستای قائم انتگرال گیری کرده و شتاب کوریولیس را مقداری ثابت در نظر گرفته و بر روی عرض جغرافیایی منطقه محاسبه کردند. همچنین جهت حل معادلات از روش تفاضل متناهی و جهت شبکه بندی منطقه از روش آراکاوا C استفاده نمودند. ایشان با توجه به مشخصات هندسی محیط و مشخصات فیزیکی نظیر ضریب نا همواری بستر و غیر یکنواخت بودن محیط علاوه بر شرایط مرزی از شرایط اولیه نیز برای اجرای مدل استفاده کردند. همچنین شکل خط ساحلی را از روی نقشه خور موسی رسم کرده و برای حل معادلات به کار بردند. نیروی کشند با استفاده از نوسانات کشندی در طول مرز دریایی آزاد اعمال شد و تغییرات ارتفاع کشند بر حسب زمان در مرز دریایی آزاد با استفاده از تجزیه و تحلیل به روش سری فوریه، در مدل اعمال گردید. و نتایج بر اساس جریانو نوسانات ارتفاع سطح دریا بیان گردید. قابلیت این مدل پیش بینی خطوط هم ارتفاع سطح آب، توزیع خطوط هم سرعت، توزیع برداری جریان و جهت جریان، برای عکس العمل خور به نوسانات کشندی نیم روزانه در طول مرز دریایی آزاد می باشد. وچنان چه تغییرات در مولفه قائم سرعت قابل چشم پوشی باشد، بررسی جریانهای کشندی به وسیله این مدل در منطقه خور موسی و خور ماهشهر امکان پذیر خواهد بود.

۲-۳- بخش دوم
تحقیقات انجام گرفته درکانال قشم

شربتی و همکاران در تحقیقی تحت عنوان:

"مدلسازی عددی جریانات جزرو مدی در کانال قشم تحت تاثیر نوسانات جزر و مدی در تنگه هرمز" به بررسی کشند در منطقه پرداختند. ایشان از نرم افزار NASIR برای بدست آوردن الگوی جریان کشندی در کانال استفاده کردند. این نرم افزار نوسانات سطح آب و مولفه های سرعت را در صفحه افق با حل معادلات پیوستگی و اندازه حرکت میانگین گیری شده در عمق و با استفاده از روش رئوس سلول احجام متناهی بر روی شمای مثلثی بی ساختار حل مینماید.

numerical analyser for scientific and industrial requirements

مدل ایشان میتوانست اثر اصطکاک بستر، دیواره ها، هندسهٔ پیچیدهٔ حوزه حل و همچنین اثر خشکی و تری را با تغییر دو پارامتر اصلی عمق اولیه و حداقل عمق در مناطق جزرومدی لحاظ نماید. همچنین از اثرات باد و نیروی کوریولیس به سبب کوچک بودن حوزهٔ حل، صرف نظر کردند. معادلات گسسته شده بر روی شبکه های مثلثی بی ساختار حل شده، حوزهٔ حل نیز با استفاده از روش مثلث بندی دلاونی گسسته شد. همچنین برای اجتناب از اثرات نوسانات عددی ناخواسته در حل صریح معادلات، از روش لزجت مصنوعی مناسب استفاده کردند.

آنها برای گسسته سازی معادلات از شمای رئوس سلول روش احجام محدود استفاده نمودند. برای استفاده از این روش محدودهٔ حل به تعدادی زیر محدودهٔ مثلثی تقسیم شد و مقادیر متغییرهای جریان (u,v.h) وابسته به x.y.t در رئوس مثلث هایی که در یک نقطه مشترکند شکل گرفت. و در نهایت برای محاسبه مقادیرمجهول نیز از روابط پیوستگی و اندازهٔ حرکت بر روی حجم کنترل انتگرال گرفتند. با توجه به اینکه روش احجام محدود تنها قادر به گسسته سازی معادلات با مشتق مکانی است، برای گسسته سازی عبارت مشتق زمانی روابط فوق از روش تفاضل متناهی استفاده کردند.

ایشان در مدل ازدونوع شرط مرزی جریان و شرط مرزی دیواره استفاده نمودند.

شرایط مرزی جریان، نوسانات سطح آب در دومرز ورودی واقع در بندر شهید رجایی (مرز شرقی) و بندر باسعید و (مرزغربی) به مدل اعمال گردید.

شرط مرزی دیواره، در مرزهای خشک(سواحل) مو لفه های سرعت عمود بر مرز صفر در نظر گرفته شد. بنابراین در این نوع مرزها ازشرط مرزی دیواره لغزان جهت حفظ مولفه های مماس سرعت بر مرزها استفاده نمودند.هم چنین برای در نظر گرفتن تنشهای برشی ناشی از بستر در مناطق کم عمق ساحلی از ضریب کاهش سرعت مماسی در مرزها استفاده کردند.

و در نهایت مدل ایشان این توانایی را داشت تا اثر نوسانات جزرومدی را در دو مرز بازو همچنین اثر خشکی و تری را در مناطق جزرومدی پیش بینی بدهد.

اردشیر فرهادی در مقاله ای تحت عنوان:

«پیش بینی جریانهای جزر و مدی جزیره قشم با استفاده از روش آنالیز هارمونیکی» داده های ۱۵ روزه (۱۷ ژانویه لغایت ۱ فوریه ۲۰۰۳) اندازه جریان های جزر ومدی در کانال را با استفاده از روش آنالیز هارمونیکی در مورد سری های زمانی حاصل از اندازه گیری، مولفه های تشکیل دهنده امواج جریانهای جزر و مدی، جدا سازی کرده و ثابتهای آنها (دامنه و فاز) محاسبه نمود.

سپس با کمک این ثابتها جریانهای جزر و مدی و دامنه و فاز ۲۲ مولفه مهم جزر و مدی را محاسبه نمود. ایشان در نهایت یک بسته نرم افزاری با کاربری ساده برای محاسبه ثابتها تدوین و معرفی نمودند.

فصل سوم

مواد و روش ها

دستور سازی مدل[1] و معرفی روش های عددی

[1] *Formulation of mdel*