بسمه تعالی

طرح تحقیق پایان نامه کارشناسی ارشد

نام و نام خانوادگی دانشجو	شماره دانشجویی	دانشکده	بخش/گروه	امضا دانشجو

مشخصات اساتید راهنما و مشاور	نام و نام خانوادگی	رتبه دانشگاهی	محل خدمت	امضا و تاریخ
استاد راهنمای اصلی				
استاد مشاور				

عنوان: بررسی الگوی رسوبگذاری در خورهای جزر و مدی (مطالعه موردی خور جزرومدی تیاب)
Title: Investigation of Sedimentation Pattern in tidal inlets (Tiab case study)

مقدمه

شاخابه‌ها[1] به عنوان محیط‌هایی که میان دریا و بدنه‌های آبی کوچک مجاور ارتباط برقرار می‌کنند، دارای کاربری‌های متعددی برای انسان و طبیعت می‌باشند. کشتی‌های بازرگانی و تفریحی جهت تردد میان دریا و بنادر داخلی، به کانال عبوری ایمنی احتیاج دارند که شاخابه‌ها می‌توانند از این حیث مورد استفاده قرار گیرند. جریان آب به سمت داخل و بیرون از خلیج که از طریق شاخابه‌ها صورت می‌گیرد به طور طبیعی امکان تازه شدن آب را فراهم می‌آورد. بررسی چگونگی عملکرد شاخابه‌ها نیاز به دانش و اطلاعات کافی از حرکت آب و رسوب در داخل و اطراف شاخابه دارد [۱].

خصوصیات هیدرودینامیکی در شاخابه‌های جزرومدی دارای شرایط متنوعی است. این شرایط می‌تواند از حالت نسبتاً ساده تغییر تراز آب در سیستم جزرومدی، تا حالت پیچیده‌ای که در آن تأثیر توام جزر و مد، تنش باد[2]، ریزش آب تازه[3] و امواج ناشی از باد (با پریودهای ۴ تا ۲۵ ثانیه) اثرات مشخصی را به سیستم تحمیل می‌کنند، تغییر کند.

شکل ۱ یک شاخابه ساختاریافته[4] و یک شاخابه ساختار نایافته[5] را با شکست موج روی ناحیه کم‌عمق که در حالت جزر، شاخابه را احاطه کرده نشان می‌دهد. جریان از طریق ورودی تنگه مانند به صورت یک شکاف نسبتا عمیق (به طور معمول بین ۴ تا ۲۰ متر در عمیق‌ترین نقطه)، به خلیج وارد می‌شود. ورودی در مکانی است که جریان، منطقه کم عمق اثرگذار بر امواج را می‌پیماید و در آن مکان، الگوی جریان می‌تواند به دلیل ترکیب و برهم کنش جریان‌های

---

[1] **Inlets**

[2] **Wind stress**

[3] **Freshwater influx**

[4] **Structured inlet**

[5] **Unstructured inlet**

تولید شده از جزرومد، جریان ناشی از شکست موج در منطقه کم‌عمق، جریان ناشی از باد و جریانی که به دلیل شکست موج در سواحل شنی اطراف ایجاد شده و به سمت شاخابه حرکت کرده، پیچیده باشد.

شکل ۱ - نمونه‌ای از شاخابه ساختار یافته (شکل بالا) و ساختارنایافته (شکل پایین)

شاخابه، جریان در امتداد ساحل[۶] را که بسته به وضعیت زمانی دوره جزرومدی مورد تقویت و یا تضعیف قرار گرفته، قطع می‌کند. به علاوه جریان در امتداد ساحل نیز بسته به شرایط موج تغییر می‌کند. به خصوص در شرایط طوفانی با بادهای شدید، الگوی جریان می‌تواند بسیار پیچیده شود. همچنین الگوی جریان کاملاً دوبعدی است و جریان‌هایی که به طور مایل به سمت ساحل حرکت می‌کنند، موجب تأثیر بر نحوه پخش امواج و در برخی حالات ایجاد ممانعت در برابر آن‌ها و در نتیجه شکست آن‌ها می‌شوند و لذا جریان آشفته‌تر و مغشوش‌تر می‌شود. شاخابه کم‌عمق طرح پیچیده‌ای دارد که حتی در صورت تضعیف جریان‌های جزرومدی نیز موجب ایجاد ناحیه شکست و الگوهای پیچش[۷] می‌شود. دیگر عواملی که ایجاد پیچیدگی در هیدرودینامیک شاخابه‌ها می‌نمایند، سازه‌هایی نظیر جتی‌ها[۸] هستند که موجب ایجاد الگوهای تفرق[۹] و بازتاب[۱۰] می‌گردند.

مشخصه‌های شاخابه

شاخابه‌های جزرومدی عموماً دارای یک کانال باریک و کوتاه هستند که از میان دو مانع خشکی جزیره مانند، عبور کرده و اقیانوس (یا دریا) را به یک خلیج متصل می‌کنند. برخی از این خلیج‌ها به حد کافی کوچک هستند (در حدود ده‌ها کیلومتر یا کمتر) به گونه‌ای که سطح آب آن‌ها در مواجهه با اثر جزرومد اقیانوس به طور هماهنگ بالا و پایین می‌رود. خلیج‌های بزرگ‌تر، بعضاً اتصالات وسیع‌تری با دریا دارند و ممکن است به قدر کافی طولانی باشند (هزاران کیلومتر) به طوری که تقریبا یک طول موج جزرومدی داخلی را دارا باشند و در نتیجه در یک فاصله زمانی مشخص دارای سطحی متغیر هستند.

شکل شاخابه

شکل یک شاخابه می‌تواند به طور مشخصی در طول زمان تغییر کند. غالبا شکل شاخابه بیش از آن که تحت تأثیر موازنه هیدرودینامیک و رسوب باشد، به مقدار زیادی تحت تأثیر مشخصات زمین‌شناختی یا ویژگی‌های منطقه است. تمرکز جریان‌هایی که در هر طرف شاخابه از جهات مختلف به یک نقطه می‌آیند، می‌تواند آشفتگی شدیدی ایجاد کند که باعث خالی‌کردن و عمیق‌ترکردن کانال در باریک‌ترین بخش شاخابه شود (گلوگاه[۱۱]) یا عمیق‌ترین بخش

---

۶ **Long shore**
۷ **Refraction**
۸ **Jetty**
۹ **Diffraction**
۱۰ **Reflection**
۱۱ **Inlet Throat**

شاخابه (دره[۱۲]) نامیده می‌شود. ضمن اینکه می‌تواند باعث ته‌نشینی رسوبات برداشته شده از کانال در خلیج و سمت دریا شود. عمق حداکثر در این کانال‌ها عموماً در محدوده ۴ تا ۱۵ متر است. در حالی که این عمق در سمت دریا در جایی که جریان پراکنده شده است و انتقال رسوب تحت تأثیر موج اهمیت بیشتری می‌یابد، می‌تواند تا ۱/۵ الی ۳ متر کم شود. در این میان، شاخابه ممکن است به سمت کانال‌هایی که در اثر ته‌نشینی ماسه‌های انتقال یافته از ساحل شنزار در اطراف ناحیه کم‌عمق ایجاد شده‌اند، هدایت شود. هندسه بستر یا توپوگرافی ایجاد شده می‌تواند یک الگوی پیچیده از موانع[۱۳]، پشته‌های ماسه‌ای زیر آب[۱۴] و کانال‌ها باشد. در شکل ۲، مورفولوژی دلتای جزرومدی سمت دریا برای یک شاخابه ساختار نایافته در حالت جزر نشان داده شده است.

شکل ۲ - نمونه‌ای از مورفولوژی دلتای جزرومدی

آرایش دهانه ورودی شاخابه

آرایش دهانه‌های ورودی آب، بر اساس چندین رویکرد مختلف طبقه‌بندی می‌شوند. یکی از روشهای مرسوم، توجه به میزان انرژی موج وارده و دامنه تغییرات جزر و مدی منطقه می‌باشد (شکل ۳). اما نکته اساسی دیگر آن است که اصولاً چنین ساختارهایی در نواحی دارای پوسته قاره‌ای مسطح و کم عمق و بدون وجود صخره‌های مرتفع در کنار ساحل، بهتر و بیشتر رشد می‌نمایند. حال چنانچه تبادل آب، دارای وضعیت دینامیکی لازم نباشد، مدخل مورد بحث، بزودی بسته شده و از بین می‌رود.

شکل ۳ - چگونگی تغییر شکل دلتا در شرایط مختلف جریان ناشی از موج و جریان ناشی از جزر و مد

نکته مهم در سواحلی که انرژی موج و شدت جریان جزر و مدی تا حدودی بایکدیگر برابر هستند، با توجه به حجم قابل مقایسه رسوبات در دلتا در قیاس با نواحی ساحلی اطراف آنها، کمترین تغییر در میزان رسوبات دلتا، منجر به تغییر بسیار زیادی در رسوبگذاری کل ناحیه ساحلی خواهد داشت. در حالیکه اگر انرژی امواج غالب باشد:

اولاً تشکیل دلتا بسیار غیر محتمل بوده

ثانیاً تغییر در میزان رسوبات دلتا، تأثیر بسیار ناچیزی و آنهم بر ناحیه ساحلی اطراف خود خواهد داشت.

یکی از نکاتی بایستی مورد توجه قرار گیرد آن است که سازه‌های احداثی در مدخل ورودی دریا، منجر به تغییر حجم آب مبادله شده نگردیده و به واسطه آن حجم دلتا تغییر نداشته و در نهایت بودجه رسوبی سواحل اطراف دستخوش تغییر نگردد.

یکی دیگر از نکات مهم آن است که لزوماً تمامی رسوبی که از سمت داخلی دهانه ورودی آب یا سواحل اطراف آن به محل دلتای موجود می‌رسد، امکان رسوب‌گذاری در آن نقطه را ندارد. بدین معنی که میزان نشست رسوبات و تشکیل توده آنها، با توجه به همان سه عامل ذکر شده، میزان مشخص (و البته متغیری) بوده و مازاد آن مقدار، از سیستم خارج می‌شود[۱۵]. سه مکانیزم عمده در این خصوص عبارتند از :

---

[۱۲] **Inlet Gorge**

[۱۳] **Bars**

[۱۴] **Shoal**

[۱۵] **bypass**

- جابجایی ناشی از موج در وجه خارجی (رو به دریای) توده دلتا
- جابجایی در طول کانال بر اثر جزر و مد
- تغییر مکان خود کانال

اما اگر برداشت رسوب و جابجایی کانال، منجر به آن گردد که منبع برداشت رسوبات به لایه‌های سخت (غیر قابل فرسایش) برسد، دیگر امکان تغذیه انباره رسوب نبوده و از این پس بایستی انتظار ایجاد مکانیزم دیگری را داشته باشیم. بدین ترتیب ممکن است کل دلتای بوجود آمده، به مرور تکه تکه شده و از بین برود.

الگوی جریان در شاخابه

هر شاخابه دارای دره و گلوگاه است که جریان در آن متمرکز شده و در سوی دیگر آن مجدداً گسترده می‌شود. ناحیه کم‌عمق که از گلوگاه به سمت خلیج و اقیانوس امتداد دارد به مشخصات هیدرولیکی شاخابه، شرایط موج و ژئومورفولوژی عمومی منطقه بستگی دارد. همه این عوامل بر تشخیص الگوی جریان در داخل و اطراف شاخابه و موقعیتی که در کانال جریان ایجاد می‌شود مؤثر می‌باشند. نمونه الگوهای جریان در حالات جزرومد در سمت دریا برای یک شاخابه جزرومدی در شکل ۴ نشان داده شده است.

مساله مهم در این الگو، چرخش عمومی آب است که نشان می‌دهد جریان در مجاورت خط ساحلی حتی در حالت جزر نیز به سمت داخل شاخابه می‌باشند. دلیل این مساله که ظاهراً متناقض به نظر می‌رسد اثر جریانات ایجاد شده به وسیله امواج است که در سمت پایین‌دست شاخابه، تحت تأثیر پدیده پیچش بر روی مانع خارجی، شکسته و به سمت شاخابه چرخیده و موجب حرکت جریان‌ها به سمت شاخابه می‌شوند.

شکل ۴ - شماتیک جریان مد و جزر بیرون شاخابه

متغیرهای شاخابه

با وجود اینکه سیستم‌های شاخابه‌ای به لحاظ تحلیل هیدرولیکی، کاملاً پیچیده هستند، ناحیه شاخابه می‌تواند بوسیله معیارهای اصلی ساده‌سازی شده‌ای که امکان برخورد تحلیلی با مسائل هیدرولیکی آن و تحلیل مفید سیستم آبگیری را فراهم می‌کنند، شناخته شود. تجزیه و تحلیل‌های انجام شده، برخی مشخصات هندسی شاخابه‌ها را بر اساس ۶۷ شاخابه مورد مطالعه که مداخله انسان در آن‌ها کم بوده، نشان داده شده است (شکل ۵) [۲].

شکل ۵ برخی از پارامترهای هندسی شاخابه شامل طول سمت دریای کانال L_{mw}، عمق حداقل تاج مانع بیرونی در کانال یا عمق کنترل کننده کانال (DCC) و پهنای حداقل شاخابه A_{mw} را نشان می‌دهد.

شکل ۵ - معرفی پارامترهای کانال شاخابه جزر و مدی [2]

شکل ۶ ناحیه دلتای جزر[۱۶] (AED) مرزهای این ناحیه از اطراف عبارتند از خط همتراز عمق DCC تا نقطه‌ای که این خط همتراز به موازات خط ساحلی در می‌آید، خطی که این موقعیت و خط ساحلی را به هم متصل می‌کند و خطی که پهنای حداقل شاخابه را طی می‌کند.

[۱۶] **Area of Ebb Tidal (AED)**

شکل ۶ – اندازه‌گیری مساحت دلتای جزر

در **Error! Reference source not found.**- الف تغییرات مساحت مقطع عرضی کانال در مقابل طول کانال (L_{mw})، در **Error! Reference source not found.**- ب تغییرات مساحت مقطع عرض کانال در مقابل مساحت دلتای جزر، در **Error! Reference source not found.**-الف تغییرات مساحت عرضی کانال در مقابل عمق ماکزیمم کانال (DMX) و تغییرات مساحت مقطع عرضی کانال در مقابل عمق کنترل کننده کانال (DCC) در **Error! Reference source not found.**-ب نشان داده شده است.

اندرکنش هیدرودینامیک و رسوب در شاخابه‌های جزرومدی

اندرکنش موج، جریان و رسوب در شاخابه‌ها می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر مشخصات آن‌ها داشته باشد. در محل گلوگاه یا در جایی که حداقلِ مقطع ورودی ایجاد می‌گردد، نیروی قالب برای انتقال رسوب، نوسانات جزرومدی است. با دور شدن از این مقطع، چه به سمت دریا و چه به سمت ساحل، تأثیر موج قوت پیدا می‌کند. تأثیر امواج در دهانه شاخابه می‌تواند به صورت عامل تشدیدکننده‌ای برای جزرومد، بر انتقال رسوبات از سواحل مجاور تأثیر گذارد. جریان مدی، رسوبات را به سمت ساحل و داخل مجرا هدایت می‌کند و می‌تواند موجب کم‌عمقی در این ناحیه گردد. در حالی که جریان جزری رسوبات را به سمت خارج می‌کشاند و در کم‌عمقی دهانه ورودی می‌تواند نقش داشته باشد. رسوبات می‌توانند دوباره به سمت سواحل مجاور هدایت شوند که این می‌تواند ناشی از تأثیر توام موج و جریان باشد.

ارتباط بین منشور جزرومدی و سطح مقطع کانال ورودی

O'Brien (۱۹۳۱، ۱۹۶۹) اولین بار رابطه‌ای را میان سطح مقطع حداقل گلوگاه شاخابه، زیر تراز متوسط آب، با منشور جزرومدی[۱۷] در جزرومد حداکثر ارائه نمود (شکل ۷) [۴،۳]. این رابطه برای سواحل اقیانوس آرام ارائه شده است، جایی که الگوی ترکیبی جزرومدی بر منطقه حاکم است و یک جریان قوی جزری از تراز بالای آب[۱۸] تا تراز پایین آب[۱۹] وجود دارد.

شکل ۷ – تغییرات زمانی مساحت مقطع برای شاخابه جزرومدس منطقه Wachapreaque

Jarret مطالعات گذشته را ادامه داد و توانست رابطه‌ای را که تا حد مناسبی قابل کاربرد برای سایر مناطق ساحلی با الگوی جزرومدی متفاوت باشد، ارائه کند. او همچنین رابطه ارائه شده توسط O'Brien را برای استفاده در شاخابه‌های محصور بین دو جتی توصیه نمود. این معادلات در سیستم‌های متریک و انگلیسی در جدول ۱ ارائه شده‌اند [۵]. رابطه بین منشور جزرومدی در شاخابه و در حداقل سطح مقطع جریان، براساس داده‌های Jarret در شکل ۸ رسم گردیده است.

جدول ۱ – **روابط بین حداقل سطح مقطع ورودی با منشور جزرومدی**

[۱۷] منشور جزرومدی (tidal prism) حجم آبی است که در هنگام مد و جزر به شاخابه وارد یا از آن خارج می‌گردد.

[۱۸] **High High-Water (HHW)**

[۱۹] **Low Low-Water (LLW)**

شکل ۸ - رابطه منشور جزرومد و مساحت مقطع عرضی کانال

در بخش مقدمه به صورت مختصر به تعریف شاخابه‌های جزر و و مدی، پارامترهای موثر بر عملکرد آن‌ها و پاره‌ای از تحقیقات انجام گرفته اشاره گردیده است. همانگونه که واضح است بررسی عملکرد شاخابه‌ها از دیرباز توسط محققین زیادی مورد مطالعه قرار گرفته و این نشان دهنده اهمیت موضوع مورد مطالعه است. البته وجود خورهای متعدد موجود در سواحل جنوبی کشور و مشکلات بهره‌برداری از آنها توسط ساکنین منطقه به عنوان بنادر صیادی می‌تواند ضرورت انجام چنین مطالعاتی را بیش از پیش خاطر نشان کند.

هدف تحقیق

اجزاء عمومی شاخابه‌های جزرومدی پایدارسازی شده (احداث سازه پایدار کننده مانند جتی و ...) و پایدارسازی نشده در شکل ۹ و شکل ۱۰ نشان داده شده است. در حقیقت مدخل جزرومدی، یک پهنه آبی دارای جزرومد را با محیط آبی کوچک‌تری در سمت ساحل متصل کرده و دائماً دارای جریان قابل توجهی به داخل و خارج است که تابعی از همان نوسانات سطح آب است.

شکل ۹ - شمای فرضی یک شاخابه پایدارسازی نشده

شکل ۱۰ - شمای فرضی یک شاخابه پایدارسازی شده

آن قسمت از ساحل که اکثریت امواج از آن جهت به شاخابه می‌رسند، خط ساحل بالادست[۲۰] و ساحل مقابل آن، خط ساحل پایین‌دست[۲۱] نامیده می‌شود. در طول خط ساحل بالادست، امواجی که به صورت مایل وارد می‌شوند، رسوبات را در راستای ساحل و به سمت مدخل شاخابه هدایت می‌کنند.

در نزدیکی دهانه مدخل، شکست امواج روی پشته جزری، باعث می‌شود که رسوبات، هم به سمت مدخل و هم به سمت خط ساحل پایین‌دست منتقل شوند. بنابراین شکل پشته، حالت هلالی بیشتری به خود گرفته و باعث تغییر در الگوی انکسار امواج نیز می‌گردد. بدین ترتیب قسمت قابل توجهی از رسوباتی که به سمت ساحل پایین‌دست در حال حرکت بودند، به داخل مدخل شاخابه کشیده می‌شوند و ممکن است با توجه به شکل ظاهری کانال و دهانه آن، در داخل کانال و یا در دهانه ته‌نشین شوند.

از طرف دیگر، با توجه به تغییر جهت امواج پیش‌رونده در اثر عبور از پشته جزری و با توجه به جریانات گردابه‌ای بوجود آمده در اثر این تغییر جهت‌ها، قسمتی از رسوبات پشته را نیز به سمت داخل خواهد کشاند. تمامی این انتقال رسوبات، حتی در حالتی که یک جتی در دهانه مدخل احداث شده‌است نیز (به راحتی از خلال قطعات آن) بوقوع خواهد پیوست.

نکته دیگر آن که چنانچه جریانات کرانه‌ای موازی ساحل ناشی از موج، در منطقه غالب و حاکم باشند، عمدتاً پشته جزری کم‌عمق و کمانی شکلی در جلوی دهانه مدخل تشکیل می‌گردد، اما اگر جریانات ناشی از جزرومد غالب باشند، پشته جزری بیشتر به سمت دریا کشیده شده و با تشکیل دو ردیف از رسوبات، همانند آن می‌ماند که کانال ورودی به سمت اعماق بیشتر کشیده شده‌باشد. وقوع هردوی این پدیده‌ها در یک محل مشخص دور از انتظار نمی‌باشد (شکل ۱۱).

شکل ۱۱ - یک نمونه دهانه محافظت نشده در حالت الف) برتری جریان کرانه‌ای ناشی از موج و ب) برتری جریان جزر و مدی

فرآیند کنارگذری

---

[۲۰] **Updrift shore line**

[۲۱] **Downdrift shore line**

رسوبات موجود در یک سیستم شاخابه، ممکن است یا در مدخل ورودی به تله بیافتد و یا آنکه به وسیله نیروهای طبیعی، از دهانه مدخل عبور کرده و در ساحل پایین‌دست جمع گردند. مکانیزم‌های اصلی کنارگذری رسوبات[۲۲] ممکن است انتقال ناشی از امواج در طول پشته جزر (شکل ۱۲)، انتقال به داخل و خارج از دهانه توسط جریانات جزرومدی (شکل ۱۳) و جابه‌جایی و پیوستن توده‌های ماسه‌ای[۲۳] به ساحل پایین‌دست باشند.

رسوبات جابجا شده با رانه ساحلی، از ساحل بالادست به سمت دهانه منتقل شده و مستقیماً در توده دلتای دهانه انباشته می‌شوند. اما ممکن است بخشی از این رسوبات به سمت ساحل پایین‌دست هدایت شده و به مرور ته‌نشین گردند. در نتیجه زبانه جدا شده از توده دلتا و زبانه ایجاد شده در سمت ساحل، به مرور به یکدیگر متصل شده و تشکیل یک محدوده وسیعی از رسوب را می‌دهند.

شکل ۱۲ ـ حالت ایده‌آل کنارگذری ناشی از موج

شکل ۱۳ ـ حالت ایده‌آل کنارگذری جریان ناشی از موج و جزر و مد

فرآیندهای خورهای جزر و مدی که در بالا مورد اشاره قرار گرفت می‌تواند کارآیی چنین خورهایی را با تردید جدی مواجه سازد. به همین جهت هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی اندرکنش موج، جریان و رسوب در محل گلوگاه خور تیاب، است.

ابزار تحقیق

روش‌های مختلف عددی و مدل‌های فیزیکی می‌توانند به عنوان ابزار مناسبی برای مطالعه شاخابه‌های جزر و مدی محسوب گردند. برخی از این ابزارها در ادامه به صورت مختصر مورد بررسی قرار گرفته‌اند. هر چند جهت انجام تحقیق حاضر نیاز به مطالعات بیشتری جهت انتخاب ابزار مناسب است.

۱- سیستم خودکار مهندسی سواحل (ACES):

با استفاده از این نرم‌افزار می‌توان شاخابه‌های جزر و مدی را شبیه‌سازی کرده و دبی عبوری، سرعت جریان و تراز سطح آب در آنها را به صورت متغیر با زمان ارائه کرد. البته نرم‌افزار ارائه شده قابلیت بررسی اندرکنش موج، جریان و رسوب را به صورت همزمان ندارد.

۲- مدل DYNLET:

این مدل یک بعدی می‌تواند مشخصات جریان را در کانال‌های با هندسه متغیر مورد شبیه‌سازی قرار دهد. در ضمن می‌توان اثر ضریب اصطکاک را بر تغییرات تراز سطح آب و متوسط سرعت در نقاط مختلف طول کانال محاسبه نمود.

۳- سیستم مدلسازی سواحل(Aquaveo):

با استفاده از دو زیر برنامه WIFM و CLHYD قابلیت بررسی اندرکنش موج، جریان و رسوب را جهت شکل‌های متنوع خورهای جزر و مدی را دارد. البته این نرم‌افزار اکنون تحت بسته نرم‌افزاری Aquaveo ارائه می‌گردد.

۴- نرم افزار Delft 3D:

---

[۲۲] **Sand bypassing**

[۲۳] **Sand bar**

این نرم‌افزار نیز قابلیت گسترده‌ای در شبیه‌سازی خورهای جزر و مدی دارد. البته بایستی اظهار نمود، بدلیل در حال توسعه بودن نرم‌افزار در پاره‌ای از شبیه‌سازی‌ها با خطاهایی مواجه است.

۵- نرم‌افزار :Mike

این نرم‌افزار از کارآمدترین نرم‌افزارها در مدلسازی خورهای جزر و مدی است. قابلیت این نرم‌افزار در مدلسازی‌های متفاوتی مورد بررسی قرار گرفته است، که تا کنون نتایج قابل استنادی در مقالات و مجامع علمی از این نرم‌افزار ارائه گردیده است.

مرور مقدماتی بر تحقیقات گذشته

اختلاف تراز بین دریا و خور سبب جریان‌های جزرومدی در خورها می‌گردد. تحقیقات زیادی به بررسی دینامیک جریان‌های جزرومدی در خورها پرداخته‌اند. پارامترهای مورد بررسی در این تحقیق عبارتند از: مساحت دهانه خور، مساحت سطح خور، دامنه و پریود جزر و مد، طول خور [۶، ۷، ۸، ۹]. البته تحقیقات دیگری نیز در زمینه تاثیر انتشار جزر و مدهای غیرخطی در خورهای ساحل معطوف است [۱۰، ۱۱].

Dean&Dalrymple، به بررسی رسوب‌گذاری در مقابل دهانه خورها، ناشی از جریان جزر و رسوب‌گذاری در خلیج ناشی از جریان مد پرداختند. آن‌ها دریافتند با افزایش رسوبات ناشی از جریان مد، سرعت جریان در خور افزایش می‌یابد، این افزایش سرعت جریان سبب انتقال رسوبات به سمت دهانه خور و بیرون خلیج می‌گردد. همچنین افزایش رسوبات ناشی از جریان جزر، سبب ایجاد کم‌عمقی و شکست موج بر روی این ناحیه می‌گردد. این پدیده سبب انتقال رسوب از مقابل دهانه خور به درون خلیج خواهد شد. بنابراین می‌توان استنتاج نمود که رسوبات ناشی از جریان جزر (Ebb shoal) در مقابل دهانه در حالت تعادل می‌باشد[۱۲].

Miner و همکاران به بررسی تغییرات مورفولوژیک رسوبات ناشی از جزر (Ebb shoal) در مواجه با طوفان‌های شدید پرداختند. در مطالعات انجام گرفته دریافتند در یک طوفان حدود ۹,۱*۱۰۶ مترمکعب رسوب فرسایش یافته است. که به صورت تخمین می‌توان اظهار داشت که ۱۰٪ رسوبات از رسوبات ناشی از جزر می‌باشد [۱۳].

Hoesman، به بررسی تغییرات خورهای جزر و مدی در هنگام وقوع طوفان و بازیابی شکل خور پس از طوفان پرداخت. وی در مطالعات انجام گرفته به بررسی پارامترهای بررسی و ارزیابی تغییرات مورفولوژیک خور و خط ساحل، بررسی مدل هیدرودینامیک منطقه، برسی پارامترهای باد، مد طوفان و میزان حجم انتقال رسوب در هنگام وقوع یک طوفان پرداخت[۱۴].

در داخل کشور نیز تحقیقات زیادی در زمینه اندرکنش موج و جریان و نیز انتقال رسوب تحت اثر جریانات جزر و مدی انجام یافته است. در سال ۱۳۸۳ باقری و همکاران مدل ریاضی کانال ورودی بندر امام خمینی را تهیه کرده و نحوه نشست رسوب تحت اثر جریان جزرومدی را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که مدلهای سه بعدی MIKE3 نسبت به مدل دوبعدی MIKE21 نتایج واقع‌بینانه‌تری ارائه می‌دهند [۱۵]. کاویانپور و بنی سلطان (۱۳۸۸) نیز محدودیت‌های مدل انتقال رسوب (MT) در نرم افزار MIKE3 را مورد مطالعه و بررسی قرار دادند[۱۶].

کرمی خانیکی و ضیائیان (۱۳۹۰) تاثیر عوامل هندسی بر جزر و مد در خورهای طویل را مورد مطالعه قرار داده و با مطالعه موردی خور ماهشهر به این نتیجه رسیدند که این خور عموماً رفتار خورهای مستطیل شکل کم عمق و در قسمت دهانه رفتار خورهای قیفی شکل را از خود نشان می‌دهد[۱۷].

سپهوند و همکاران (۱۳۹۱) وضعیت رژیم جریان، رسوب گذاری و تغییرات خطوط ساحلی در راستای توسعه سواحل کوه مبارک را مورد بررسی قرار داده و باتوجه به شواهد کلی، تصاویر هوایی و ماهوارهای و همچنین بازدیدهای محلی تغییرات خط ساحل درپشت هر دو موجشکن شمالی و جنوبی به این نتیجه رسیدند که با توجه به تأمین رسوبات توسط خور - مصب مبارک در جنوب بندر کوه مبارک و عدم تأمین کامل منبع رسوبی در سواحل شمالی بندر، در بخش شمالی و جنوبی بندر رسوبگذاری صورت گرفته است[۱۸].

روش تحقیق

اولین گام در انجام تحقیق انتخاب مدل عددی مناسب برای شبیه‌سازی اندرکنش موج، جریان و رسوب در دهانه خور جزر و مدی است. پس از انتخاب مدل عددی مناسب گام‌های مطالعاتی به ترتیب زیر می‌باشند.

۱. بررسی روش‌های عددی مختلف در مدل سازی خورهای جزر و مدی
۲. ایجاد هندسه مدل و اعمال شرایط مرزی
۳. اجرای مدل اولیه و پردازش نتایج اولیه
۴. صحت‌سنجی نتایج حاصله از مدل فیزیکی و عددی
۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

جنبه جدید بودن و نوآوری

با توجه به بررسی تحقیقات انجام گرفته در زمینه خورهای جزر ومدی، یکی از نکات قابل توجه این است که اکثر مطالعات انجام گرفته برای منطقه‌ای خاص (مطالعات موردی) بوده است. با توجه به بهره‌گیری ساکنین سواحل جنوب ایران از خورهای جزر و مدی به عنوان بنادر صیادی و با توجه به شرایط ویژه تنگه هرمز مطالعه موردی خورهای جزر و مدی این ناحیه می‌تواند گامی موثر برای بهره‌برداری ساکنان منطقه از این خورها باشد. با توجه به اینکه اکثر مطالعات انجام گرفته مطالعات میدانی است، بررسی اندرکنش موج، جریان جزر و مدی و رسوب و تغییرات مورفولوژیک دهانه خورهای جزر و مدی در کمتر مطالعاتی مورد توجه قرار گرفته است.

برنامه زمانبندی

برنامه زمانبندی و کنترل پیشرفت کار برای انجام مطالعات ذکر شده به صورت جدول زیر پیشنهاد می گردد.

جدول ۱- برنامه زمانبندی و کنترل پیشرفت کار

ماه		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
مقدمات	مطالعات اولیه در زمینه تحقیق												
	طرح سوالات اولیه و فرضیه تحقیق												
	ارائه پیشنهاد تحقیق												
	انتخاب روش تحقیق												
مروری بر تحقیقات گذشته	مطالعات تکمیلی در مورد روش تحقیق												
	مطالعات پایانی و مقایسه ای												
	تنظیم اولیه گزارش فصل دوم												
روش تحقیق	ساخت مدل اولیه و اعمال شرایط مرزی												
	کالیبراسیون و صحت سنجی نتایج مدل عددی												
	تنظیم اولیه گزارش فصل چهارم												
	بررسی و جمع بندی داده های جمع آوری شده												
بررسی و تحلیل اطلاعات	بررسی آماری داده های تهیه شده												
	تفسیر فیزیکی نتایج												
	بررسی تحلیل و ریاضی												
	تنظیم اولیه گزارش فصل پنجم												
	نتیجه گیری نهایی از بخش های مختلف												
نتیجه گیری و کاربردهای پیشنهادی	نتیجه گیری کلی از تحقیق												
	مقایسه نتایج با تحقیقات گذشته												
	پیشنهاد تحقیقات آتی												
	تنظیم گزارش نهایی												

مراجع

[1] U.S. Army Corps of Engineers, (2002), Coastal Engineering Manual (CEM), Engineer Manual 1110-2-1100, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, D.C.

[2] Vincent, C. L., and Corson, W. D. 1980. "The Geometry of Selected US Tidal Inlets," GITI Report 20, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC.

[3] O'Brien, M. P. 1931. "Estuary Tidal Prisms Related to Entrance Areas," Civil Engineering, pp 738-739.

[4] O'Brien, M. P. 1969. "Equilibrium Flow Areas of Inlets on Sandy Coasts," Journal of the Waterways and Harbors Division, American Society of Civil Engineers, No. WWI, pp 43-52.

[5] Jarrett, J. T. 1976. "Tidal Prism-Inlet Area Relationships, GITI Report 3, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.

[6] Lorentz, H.A., 1925. "Report of the State Commission Zuiderzee, 1918-1925."

[7] Brown, E.I., 1932. "Flow of Water in Tidal Canals," Proceedings of the American Society of Civil Engineers, pp.747-834.

[8] Keulegan, G.H., 1967. "Tidal Flow in Entrances," United States Army Corp of Engineers, Committee on Tidal Hydraulics, Technical Bulletin No. 14, Vicksburg.

[9] King, D.B., 1974. "The Dynamics of Inlets and Bays," Technical Report No. 2, Coastal and Oceanographic Engineering Laboratory, University of Florida, Gainesville.

[10] Speer, P.E. and Aubrey, D.G., 1985. "A Study of Non-Linear Tidal Propagation in Shallow Inlet/Estuarine Systems; Part II: Theory," Estuarine, Coastal, and Shelf Science, V. 21, pp 207-224.

[11] Friedrichs, C.T. and Aubrey, D.G., 1988. "Non-Linear Tidal Distortion in Shallow Well-Mixed Estuaries: A Synthesis," Estuarine, Coastal, and Shelf Science, V. 27, pp. 521-545.

[12] Dean, R.G. and Dalrymple, R.A., 2002. Coastal Processes with Engineering Applications, Cambridge University Press, 1st eds., Cambridge, United Kingdom.

[13] Miner, M.D.; Kulp, M.A.; FitzGerald, D.M; and Georgiou, I.Y., 2009. "Hurricane-Associated Ebb-Tidal Delta Sediment Dynamics," Geology, V.37, pp. 851-854.

[14] Hoesman, B.J., 2010. "BEHAVIOR OF TIDAL INLETS DURING AND AFTER SEVERE STORMS," Master of Science in Civil Engineering. Graduate Program in Civil Engineering and Geological Sciences, Notre Dame, Indiana, July 2010.

۱۵ -باقری، میثم؛ نصیری، مسعود، و مراغه‌ای، علیرضا؛ مدل سازی ریاضی کانال دسترسی بندر امام خمینی (ره)؛ ششمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی .۱۳۸۳.

۱۶ کاویانپور، محمدرضا.و بنی‌سلطان، سحر؛ ارزیابی محدودیت های شبیه سازی انتقال رسوب (MT) در نرم افزار Mike 3 . دومین سمپوزیوم بین المللی مهندسی محیط زیست . ۱۳۸۸.

۱۷- کرمی خانیکی، علی؛ و ضیائیان، فاطمه. تاثیر عوامل هندسی بر جزر و مد در خورهای طویل. مجله مهندسی دریا. سال هفتم، شماره ۱۴. پاییز و زمستان ۱۳۹۰.

۱۸- سپهوند، خدایار.صدری نسب. اکبری، محمد. و کریمی، مهدی؛بررسی وضعیت رژیم جریان، رسوب گذاری و تغییرات خطوط ساحلی در راستای توسعه سواحل کوه مبارک. اولین همآیش ملی توسعه سواحل مکران و اقتدار دریایی جمهوری اسلامی ایران. ۱۳۹۱.