پهنه‌بندی ریسک جزر و مدی خور ماهشهر با استفاده از GIS

علی محمدپور[1] سعید ترک قشقایی نژاد[2]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۰۵/۲٤ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۰۱/۱۷

****

چکیده

بندر ماهشهر یکی از بزرگترین بنادر جنوب کشور است که در معرض خطرات ناشی از پیشروی آب دریا از طریق خور ماهشهر قرار دارد. به منظور کاهش ریسک فرآیند جزر و مدی، مدیران بحران و طراحان شهری نیازمند یک طرح مناسب بر اساس نقشه پهنه‌بندی خطر در منطقه مورد مطالعه هستند. به هرحال نقشه پهنه‌بندی ریسک ناشی از فرآیند جزر و مدی به تنهایی کافی نیست؛ یک سیستم مفید به منظور افزایش کارایی نتایج ریسک ناشی از جزر و مد نیازمند مشخص کردن نقاط حساس و آسیب‌پذیر است. در این تحقیق، جهت کاهش ریسک فرآیند جزر و مدی به کمک نرم افزار Hecgeoras حداکثر گسترش پهنه تحت پوشش در زمان مد مشخص شد. به منظور نیل به اهداف مورد نظر از داده‌های هیدروگرافی بستر و آمار و اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری با دقت بالا استفاده شد. این پهنه مساحتی در حدود ۹٤٤ هکتار را احاطه می‌کند که با توجه به شرایط خاک‌شناسی منطقه که طی بازدیدهای صحرایی مشاهده شد، عملاً در هنگام فرآیند مد و در زمان بروز حوادث، کمک رسانی زمینی به دلیل چسبندگی بالای خاک منطقه مورد مطالعه، مختل می‌شود. با توجه به شرایط خاکشناسی منطقه، غرقاب شدن خاک منطقه باعث افزایش حالت چسبندگی خاک و به نوبه خود عاملی مضاعف در هنگام پیشروی آب دریا در کمک‌رسانی‌ها خواهد بود. در این مطالعه مناطق حساس در معرض آسیب پیشروی آب، شناسایی و معرفی گردید. همچنین با بررسی نتایج و بازدیدهای زمینی، صحت نتایج بدست آمده با قطعیت بیشتری ارائه شد. بدین منظور در دو فصل زمستان ۱۳۹۵ و تابستان ۱۳۹٦ اقدام به بازدیدهای زمینی صورت گرفت تا با توجه به تغییرات اقلیمی نتایج بهتر و دقیق‌تری حاصل شود. در واقع تهیه نقشه پهنه جزر و مدی در مناطق ساحلی، برای کاهش ریسک فرآیند جزر و مدی بسیار مؤثر و مفید است.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی ریسک، جزر و مد، خور ماهشهر، Hecgeoras .

****

۱- استادیار جغرافیای سیاسی، دانشگاه مالک اشتر، تهران (نویسنده مسئول) mohammadpour1976@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری دانشگاه شهیدچمران، اهواز

مقدمه

خور ماهشهر یکی از خورهای موجود در ساحل شمالی خلیج فارس به صورت آبراهه‌ای باریک مسافتی بطول تقریبی ۱۵ کیلومتر است که از این مقدار ۱ کیلومتر را در قسمت قدیم شهر ماهشهر می‌پیماید. در دوران قبل جریان جزر و مد در مسیر آن مانع باتلاقی و راکد شدن آب در خور می‌گردید. در سال‌های اخیر احداث سازه‌های مربوط به پل‌های اتصال دهنده در روی خور در نقاط مختلف شهر به یکدیگر، ورود هرز آب‌ها به همراه رسوبات ریزدانه از محدوده حوضه آبخیز خور ماهشهر و رسوب گذاری حاصل از آن و افزایش رقوم کف آن و همچنین تخلیه فاضلاب‌های شهری و زباله‌ها به خور بطور مستمر منجر به تبدیل این خور به کانالی مرده و جایگاهی جهت تجمع زباله ها گشته است *(شهرداری بندر ماهشهر، ۱۳۸۷)*.

یکی از معضلات طبیعی که در منطقه مورد مطالعه وجود دارد گسترش پهنه جزر و مدی خور ماهشهر است. سیلاب جزر و مدی علاوه بر تأسیسات و زیرساخت‌ها، برای ساکنین نیز خطراتی را به همراه دارد. همزمان با گرم شدن کره زمین و افزایش سطح آب دریا، سطح آب در خورها نیز افزایش یافته است. در آینده‌ای نه چندان دور، تأثیر سیلاب جزر و مدی بیش از مقدار پیش‌بینی شده خواهد بود *(Nugraha et al, 2015)*.

تأثیر سیلاب‌های جزر و مدی می‌تواند بصورت مستقیم یا غیرمستقیم باشد *(Gamilar et al, 2009)*. تأثیر مستقیم آن بر روی ساختمان‌ها، خانه‌ها، آثار محیطی مضر برای سلامتی وکاهش عمر انسان می‌باشد. همچنین بصورت غیر مستقیم باعث کاهش درآمد، از دست دادن شغل و ناپایدار شدن شرایط اقتصادی و نظامی می‌شود. این شرایط نشان می‌دهد که شناخت پهنه‌های جزر و مدی تا چه حد می‌توانند از بروز چنین حوادثی جلوگیری کند.

وجود کانون‌های اقتصادی با بعد ملی، مانند پتروشیمی امام خمینی بعنوان نقطه اتکا اقتصادی شهر و نیز وجود اسکله و کشتی‌های این بندر و نقش مهمی که در صادرات و واردات کالا و حمل و نقل دریایی ایفا می‌کنند، از یکسو و نیز ویژگی‌های جغرافیایی شهر به لحظ همجواری با کشورهای قابل سیاحت، غنی و پر درآمد حوزه خلیج فارس، قابلیت تبدیل به منطقه آزاد تجاری و توریستی، برخورداری از راه آهن و امکان دسترسی به نقاط مختلف کشور، همگی از قابلیت‌ها و امکانات منحصر به فرد این شهر ساحلی است ولی این دورنمای زیبا که امکان پیشرفت شهر را برای تبدیل شدن به یکی از پر رونق ترین شهرهای ساحلی به تصویر می‌کشد تنها با تأمین شرایط حفاظتی امکان‌پذیر است. مدل‌های عددی جریان آب سطحی از مهمترین بخش‌های مطالعاتی در مدیریت ریسک خورها می‌باشد. نتایج شبیه‌سازی نقش مهمی در ممانعت و کنترل پهنه‌های گسترش جزر و مدی ایفا می‌کند. اغلب مدل‌های آب سطحی یک بعدی در مطالعات مهندسی مورد علاقه هستند *(Fread, D.L., 1993; Ervine and MacLeod., 1999; HEC-RAS; ISIS; MIKE11)*، دلیل این موضوع محاسبات سریع و کاربرد آسان آنهاست *(An et al., 2015)*، در همین راستا مدل‌های دو بعدی نیز مورد استفاده قرار گرفته اند *(Bates and De Roo, 2000; Yoon and Kang, 2004; Kim and Cho, 2011)*.

مطالعات فراوانی که از سال ۱۹۷۰ انجام شده‌اند، تا حد زیادی توانایی مدل‌سازی پهنه‌های جزر و مدی را بهبود بخشیده‌اند. در این میان مدل‌های زیادی به طور گسترده در پهنه‌بندی خطر سیلاب مورد استفاده قرار گرفته و توسعه یافته‌اند *(Apel et al., 2006; Dutta et al., 2006; Baky et al., 2012)*، در زمینه تعیین خطرات سیلاب *(Bhuiyan and Dutta, 2012; Merz et al., 2010)*، پیش‌بینی سیلاب *(Arduino et al., 2005)*، طراحی منابع آبی *(Vaze et al., 2013)* و همچنین به عنوان پیش طرحی مهم برای بررسی فرسایش رودخانه و انتقال رسوب سیلابی عمل کرده است *(Marriott, 1992; Pizzuto, 1987)*و هیدرولوژی سیستم خور *(Dutta et al., 2013)* همراه با مدل‌های هیدرولوژیکی و مدل‌های رودخانه و خور، کاربرد مدل پهنه‌های سیلابی با هدف کاهش خطر سیلابی گسترش یافته است. در گذشته مطالعاتی بر روی خور ماهشهر صورت گرفته *(فرهادی و*

الرمضان، ۱۳۷۵؛ حیدری‌نژاد و زکی، ۱۳۷۷؛ فلاحی و دیگران، ۱۳۹۲؛ کریمی خانیکی و دیگران، ۱۳۹۳؛ تقی‌زاده، ۱۳۹۳) که در این مطالعات به مدل‌سازی جریان و الگوهای جریان پرداخته شده است.

مدل‌سازی پهنه‌های جزر و مدی در سال‌های اخیر با ظهور ابزارهای جغرافیایی و بخصوص سیستم اطلاعات جغرافیایی، بسیار پیشرفت کرده است. در حقیقت، در این مطالعه ترکیبی از Hec Geo Ras و GIS برای تعیین گسترش پهنه جزر و مدی مورد استفاده قرار گرفته است. به این منظور داده‌ها با Hecgeoras و GIS به اشتراک گذاشته می‌شود. مدیریت پهنه جزر و مدی یک موضوع مکانی است، زیرا شدت و ویژگی‌های جزر و مدی با موقعیت جغرافیایی متفاوت است***(Foudi et al., 2015)*** . همانگونه که ابزار GIS توسعه یافته است تا تجسم جغرافیایی و بهره‌وری محاسباتی را افزایش دهد، نسخه‌های Hecgeoras نیز به دنبال آن توسعه یافته‌اند (HEC, 2002; HEC, 2005; HEC, 2009; USACE, 2016). در این مطالعه تلاش شد تا به کمک نرم‌افزار Hecgeoras، که یکی از برنامه‌های جانبی Arcgis با قابلیت طراحی داده‌های زمین مرجع مطالعات هیدرولیکی است، پهنه‌بندی جزر و مدی صورت بگیرد. از این برنامه پیشتر جهت بررسی سیلاب‌ها در رودخانه‌ها استفاده می‌شد که در این تحقیق تصمیم گرفته شد به کمک توانایی آن منطقه مورد مطالعه از نظر پهنه جزر و مدی مورد مطالعه قرار گیرد.

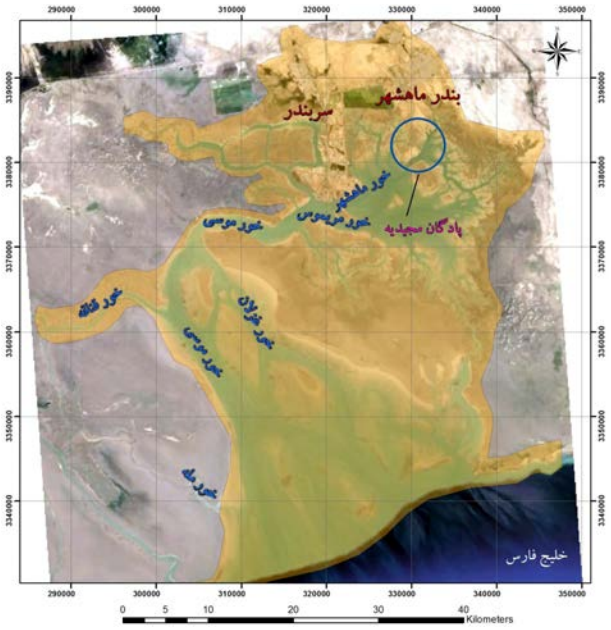
یکی از اهداف پهنه‌بندی جزر و مدی، محافظت از تأسیسات و مناطق مسکونی در معرض خطر مد می‌باشد. برای حفاظت از آنها، نیاز به مشخص شدن موقعیت تأسیسات حساس به پیشروی آب دریا است. به همین منظور، پس از تهیه نقشه پهنه‌بندی جزر و مدی، این مناطق شناسایی و معرفی گردیدند.

منطقه مورد مطالعه

خور موسی به همراه خور ماهشهر آبراهی به طول ۸۶ کیلومتر تشکیل می‌دهند. در سراسر این آبراه جزر و مد آمیخته[1] با غالبیت جزر و مد نیمروزی حکمفرما می‌باشد. به طرف رأس خور، غالبیت جزر و مد نیمروزی بیشتر می‌گردد. با درنظر گرفتن عمق متوسط ۴/۳۸متر، جزر و مد نیمروزی M2 با طول موج تقریبی ۸۶۰ کیلومتر به خور می‌تواند در این آبراه تقویت گردد. تغییر عرض کانال به همراه تغییر در عمق در خمیدگی شدید واقع در میانه این آبراه موجب بازتاب امواج جزر و مد می‌گردد. در خور ماهشهر و رأس آن (بندر ماهشهر) از شدت امواج روزانه کاسته می‌گردد، و این چیزی است که اندازه گیری ارتفاع آب نیز، آن را نشان می‌دهد. پارامترهایی چون باد، بارندگی، دما، رطوبت و فشار از عوامل اقلیمی هستند که بر میزان این جریانات تأثیر می‌گذارند.

شهرستان ماهشهر با حدود ۷۳۰۴ کیلومتر مربع مساحت، در جنوب شرقی و در شمال خاوری خور موسی، بین ۳۰ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و۱۳ دقیقه طول خاوری نسبت به نصف‌النهار گرینویچ واقع گردیده است. امتداد بندر ماهشهر تا جنوب رأس‌القطب کشیده شده و تشکیل یک خلیج پهناوری را می‌دهد که طول بین دو رأس خلیج در حدود ۵۵ کیلومتر است. بلندی آن از سطح دریا ۵ متر است. در این قسمت بجز کوه بنک که نزدیک کرانه واقع شده و ارتفاع آن ۳۶۰۰ متر است، مابقی هم پست و کم ارتفاع می‌باشد. به علت ارتفاع اندک ساحلی، ارتفاع امواج جذر و مد گاه به ۳ متر می‌رسد. اراضی مجاور خور دستخوش پیش آمدگی آب بوده و با مشکلات کشاورزی و ساختمانی روبرو می‌باشند. شیب زمین از شمال شرقی به جنوب غربی است. آب و هوای شهر ماهشهر مرطوب، و بالاترین درجه حرارت ۴۷/۷ و میانگین درجه حرارت آن در سال ۲۴/۸ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ساعت ۶/۳۰ ، ۶۵ درصد و ساعت ۱۸/۳۰، ۴۰ درصد است. میزان بارندگی سالیانه ۱۹۵/۸ میلیمتر گزارش شده است ***(سازمان هواشناسی استان خوزستان، ۱۳۹۶)***. قسمت اعظم حوضه دارای واحدهای رسی-سیلتی می‌باشد. نگاره ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

1- mixed tide



نگاره ۱: موقعیت و نام خورها در منطقه مورد مطالعه

زمینه مطالعات

شهرداری بندر ماهشهر در سال ۱۳۸۷ به منظور ساماندهی خور ماهشهر طی مطالعاتی به منظور دستیابی و شناخت ناهمواری‌های بستر در خور ماهشهر، از داده‌های حاصل از عملیات عمق یابی در کانال دسترسی تا شهر ماهشهر و قسمت‌های داخل دریا تا اسکله سپاه در «طرح ساماندهی خور ماهشهر» استفاده کرد. این اطلاعات مکمل اندازه‌گیری‌های انجام شده برای اجرای مدل‌های ریاضی جهت دستیابی به الگوی گسترش جزرو مد و جریان در منطقه می‌باشد.

در این مطالعه از نقشه توپوگرافی که در قسمت دریایی آن، جریان‌های دو بعدی جریان دارد نقشه توپوگرافی بستر تهیه شده و برای قسمت کانال دسترسی مقاطع به فاصله حدود ۲۰۰ متر با مقیاس ۱:۲۰۰ برداشت شده بود.

همچنین داده‌های جزر و مدی با استفاده از نتایج حاصله جزر و مد در دو ایستگاه پل لوله‌ای و پادگان سپاه استخراج گردیدکه نتایج مورد استفاده در ایستگاه پادگان سپاه به مدت ۳۲ روز از ۸۶/۱۱/۲۱ تا ۸۶/۱۲/۲۲ و ایستگاه پل لوله‌ای به مدت ۳۳ روز از ۸۶/۱۱/۲۵ تا ۸۶/۱۲/۲۸ بوده است (نگاره ۲).

نگاره ۲: تصویر اشل‌های مستقر در پل لوله و پادگان سپاه

نگاره ۳: فلوچارت روش تحقیق

زمین‌شناسی

منطقه مورد مطالعه از نظر زمین‌شناسی در حاشیه جنوب غربی ناحیه زاگرس چین خورده واقع می‌باشد. این ناحیه بر اثر فعالیت‌های تکتونیکی گسترده‌ای که منجر به ایجاد کمربند چین‌خورده و فعال زاگرس، کوه‌های مرتفع و تشکیل آبراهه‌هایی بزرگ از قبیل خلیج‌ها و دریاها گردیده، بوجود آمده است.

کمربند مذکور از منطقه بندر عباس آغاز می‌شود و با روند شمال غربی- جنوب غربی تا فاصله‌ای حدوداً ۱۳۰۰ کیلومتر ادامه می‌یابد. عرض این کمربند حدوداً ۳۰۰ کیلومتر است. منطقه مورد مطالعه در قسمت جنوب غربی این کمربند واقع می‌باشد.

کوه‌های واقع در ناحیه شمال خور ماهشهر یا به عبارت دیگر در حوضه آبخیز این خور بر اثر فعالیت‌های تکتونیکی فوق‌الذکر بوجود آمده و لایه‌های سنگی در آن دچار تغییر شکل شده‌اند. این تغییر شکل در قالب ایجاد تاقدیس‌ها و ناودیس و همچنین ناپیوستگی‌های متنوع و متعدد صورت گرفته است. این ناپیوستگی‌ها شامل گسل‌های رانده، گسل‌های امتداد لغز راست گرد و چپ گرد، گسل‌های نرمال و درز و شکاف‌های فراوان می‌باشد. گسل رانده آغاجاری واقع در امتداد حاشیه ارتفاعات شمال منطقه مورد مطالعه یکی از این گسل‌ها به شمار می‌رود. توده‌های عظیمی از لایه‌های سنگی بر اثر فعالیت این گسل به سمت جنوب غربی رانده شده و در مقابل، توده‌های عظیمی از سنگ‌ها به زیرزمین فرورفته و در زیر رسوبات کواترنر مدفون شده‌اند.

مواد و روش‌ها

در این بخش تلاش شد تا داده‌های مورد نیاز و روش کار این تحقیق شرح داده شود. متدولوژی استفاده شده در این مطالعه بصورت مرحله به مرحله در نگاره ۳ ارائه شده است.

اطلاعات مورد نیاز

به طور کلی اطلاعات لازم جهت مطالعات هیدرولیک به چهار دسته تقسیم می‌شوند.

الف- اطلاعات نقشه برداری شامل نقشه‌های با مقیاس ۱:۵۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ و مقاطع عرضی رودخانه، که با توجه به اهمیت پروژه، از نقشه‌های با دقت بالاتر نیز می‌توان استفاده نمود *(شهرداری ماهشهر، ۱۳۸۷؛ سازمان نقشه برداری کشور، ۱۳۹۶)*.

ب- عکس‌های ماهواره‌ای هنگام مد جهت مشاهده‌ی محدوده گستره پهنه جزر و مدی و کالیبره کردن این محدوده توسط مدل ریاضی مورد نیاز می‌باشد. مقیاس این عکس‌ها با توجه به مورد می‌تواند ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ باشد.

ج- با توجه به مقیاس بالای عکس‌ها و تصاویر ماهواره‌ای، جهت بررسی محلی و تدقیق مشاهدات عکس ماهواره‌ای، نیاز به بازدید محلی از خور و بویژه پرسش‌های لازم در این مورد از اهالی بومی منطقه می‌باشد.

د- آمار و اطلاعات هیدرولوژی

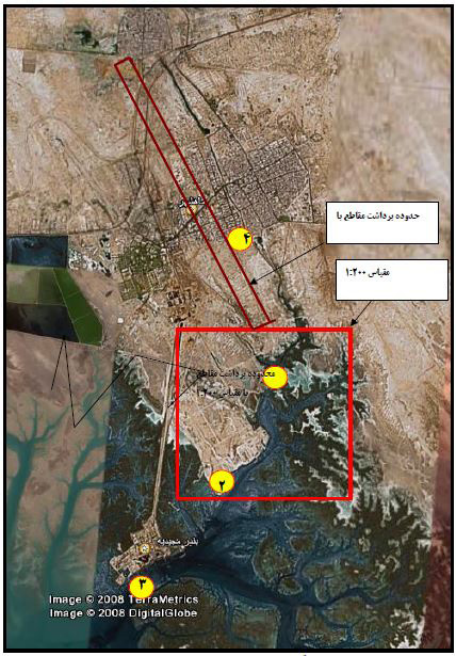
ه- آمار و اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری در خصوص استخراج روابط دبی-اشل خور به منظور استفاده در کالیبراسیون مدل (جدول ۱).

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌ها *(شهرداری ماهشهر، ۱۳۸۷)*

نام ایستگاه	کمیت مورد اندازه گیری
ایستگاه ۲ (کانال ماهشهر در محل پل لوله ای)	جزرومد
ایستگاه۳ (اسکله سپاه)	جزر و مد
طول کانال از ایستگاه ۱ تا ۲	برداشت مقاطع با مقیاس۱:۲۰۰
محدوه بین ایستگاه ۱ تا۲	هیدروگرافی با مقیاس ۱:۲۰۰۰

داده‌های هیدروگرافی بستر

به منظور دستیابی به داده‌ها و شناخت ناهمواری‌های بستر در خور ماهشهر، عملیات عمق‌یابی در کانال دسترسی تا شهر ماهشهر و قسمت‌های داخل دریا تا اسکله سپاه توسط شهرداری ماهشهر در سال ۱۳۸٦ انجام گرفته است. نگاره ٤ محدوده عملیات هیدروگرافی و موقعیت ایستگاه‌های اندازه‌گیری در خور ماهشهر را نشان می‌دهد. همانطور که در این نگاره نشان داده شده است، برای قسمت دریایی خور که در آن جریان‌های دو بعدی وجود دارد نقشه توپوگرافی بستر تهیه شده و برای قسمت کانال دسترسی مقاطع به فاصله حدود ۲۰۰ متر با مقیاس ۱:۲۰۰ برداشت شده است *(شهرداری ماهشهر، ۱۳۸۷)*.



نگاره٤: موقعیت ایستگاه‌های اندازه‌گیری در خور ماهشهر بر روی عکس ماهواره‌ای

روش تحلیل اطلاعات جزر و مد

مدل ریاضی Hec-georas

در این تحقیق برای مدل کردن خور ماهشهر، از مدل ریاضی Hecgeoras که دارای قابلیت‌های بسیار بالایی برای مدل نمودن شبکه‌های خورها است استفاده گردید. به طور

نگاره ۵: پیشروی مد در حاشیه و بخش شهری خور ماهشهر

کلی جریان جزر و مد دارای ماهیتی دو بعدی است و مدل فوق‌الذکر توانایی حل و مدل نمودن این نوع جریان را دارا است. نرم‌افزار Hecgeoras که یک سیستم جامع نرم افزاری می‌باشد، توسط شرکت Esri طراحی و تولید شده است. مؤلفه شبیه‌سازی جریان ناپایدار مدل Hecgeoras قابلیت شبیه‌سازی جریان غیرماندگار یک بعدی را در یک شبکه کامل از کانال‌های روباز دارا می‌باشد. سیستم حل کننده معادله جریان غیرماندگار از مدل UNET تهیه شده توسط دکتر رابرت ال بارکاو *(بارکاو ۱۹۹۷ و ۱۹۹۷ ،HEC)* اقتباس شده است. این مؤلفه جریان غیرماندگار در ابتدا برای محاسبات رژیم جریان زیربحرانی تهیه شده بود. به طور کلی جریان خورها دارای ماهیتی دو بعدی است و این مدل توانایی حل و مدل نمودن این نوع جریان را دارا است *(جبلی فرد و همکاران، ۱۳۸۱)*.

شرایط مرزی مدل

در مدل Hecgeoras چندین نوع مختلف از شرایط مرزی وجود دارد که کاربر می‌تواند از آنها استفاده نماید (مانند: هیدروگراف جریان، هیدروگراف اشل، هیدروگراف جریان و اشل، منحنی سنجه آب، عمق نرمال). در این تحقیق با توجه به شرایط حاکمه، عمق نرمال به عنوان شرایط مرزی مورد استفاده قرار گرفت.

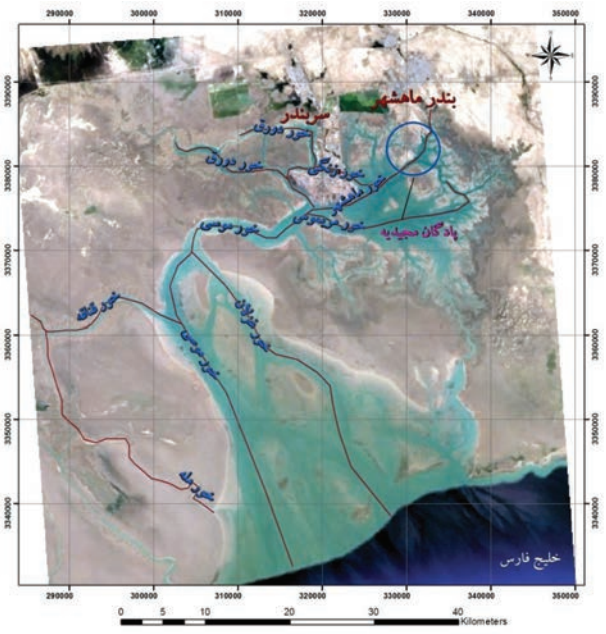
کالیبراسیون مدل

تطابق مدل ریاضی با شرایط فیزیکی محل و پروژه که منجر به تعیین عددی پارامترهایی در مدل ریاضی می‌گردد را کالیبراسیون مدل می‌گویند. معمولاً برای کالیبراسیون از اطلاعات و مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری بالادست و پایین دست بازه مورد مطالعه کمک گرفته می‌شود تا صحت محاسبات و همچنین روند تغییر مشخصات جریان کنترل گردد. در این تحقیق تلاش شد با بازدیدهای صحرایی (در دو فصل تابستان ۹۵ و زمستان ۹۶) نسبت به صحت نتایج بدست آمده اطمینان حاصل کرد (نگاره ۵).

معرفی وضع موجود

به منظور تحلیل جزر و مد و بررسی وضع موجود، ابتدا می‌بایست حوزه مطالعاتی بندر ماهشهر در بازه مورد مطالعه را با استفاده از توپوگرافی، به مدل معرفی نمود. بدین منظور نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس مسیر ۱:۲۵۰۰۰ در بازه‌ی مورد نظر آن، تهیه و استخراج گردید. با استفاده از نرم افزار ArcGIS از نقشه توپوگرافی منطقه، فایل TIN تهیه شد. سپس با استفاده از نرم افزار HecGeo-RAS اطلاعات خورها شامل مسیر خورها، سواحل راست و چپ و مقاطع عرضی به مدل HecGeo -RAS معرفی گردید. نگاره ٦ مسیر خورهای واقع شده در حوزه مطالعاتی بندر ماهشهر را در

بازه‌ی مورد مطالعه نمایش می‌دهد.



نگاره ٦: خورهای اصلی منتهی به بدنه آبی بندر امام خمینی

ضریب زبری مانینگ

افت طولی ناشی از زبری یکی از عمده افت‌های انرژی در خور می‌باشد و نقش مؤثری در تراز آب و سرعت جریان در هر مقطع دارد. تعیین ضریب زبری مناسب که معرف شرایط واقعی خور باشد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین دلیل در مراجع مختلف برای تخمین آن، روش‌ها و روابط زیادی ارائه شده‌اند، که در این تحقیق از داده‌های اصلاح شده گارت و آلدریج، ۱۹۷۳ استفاده شد ***(Aldridge & Garrett, 1973)*** (جدول ۲). برای یک خور ممکن است تغییرات زیادی در ضریب n وجود داشته باشد. ضریب زبری، باید با استفاده از بازدیدها و قضاوت مهندسی تیپ‌بندی شده و براساس شرایط تقریباً یکسان بازه‌ها، از روی جداول و اشکال موجود (مثل راهنمای USGS) برآورد گردد.

روش دیگر، مقایسه وضعیت و شرایط خور تحت مطالعه با خورهای دیگر می‌باشد که در مراجع مختلف با نمایش تصویری از خور، مقدار ضریب زبری آن را ارائه نموده‌اند. مقدار n در رودخانه‌های طبیعی با بستر ثابت بستگی به اندازه مصالح بستر دارد، در مجاری آبرفتی معمولاً در اثر حرکت مصالح کف، فرم بستر شکل می‌گیرد که خود بر روی زبری تأثیر می‌گذارد. در چنین مجاری معمولاً زبری یا مقاومت جریان ناشی از اندازه ذرات است. برای تعیین مقدار n روش‌های متعددی وجود دارد، از جمله: نوع مصالح بستر و کانال، تجربه، روش تحلیلی، تهیه اسلاید و عکس و مقایسه آنها با nهای محاسبه شده از پروژه‌های دیگر.

مقدار n نهایی با توجه به مجموع زبری مربوطه به عوامل مختلف و از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$n=(n_1+n_2+n_3+n_4+n_5)m$$

n_1= ضریب زبری پایه

n_2= زبری اضافه مربوط به پوشش گیاهی

n_3= زبری اضافه مربوط به تغییرات در اندازه مقطع وشکل آبراهه

جدول ۲: مقادیر ضریب مانینگ محاسبه شده برای بازه‌های مختلف خور ماهشهر در محدوده مطالعاتی

بازه	نوع دانه‌بندی	کانال اصلی (n_0)	پهنه سیل‌گیر (n_0)	درجه نامنظمی (n_1)	تغییرات مقطع (n_2)	عوارض (n_3)	پوشش گیاهی		ضریب مئاندری (m)	n	
							کانال اصلی	پهنه سیل‌گیر		کانال اصلی	پهنه سیل‌گیر
خور ماهشهر	ریزدانه	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰	۰/۰۰۲	۰	۰/۰۱٦	۰/۰۲۵	–	۰/۰٤	۰/۰٤۵

n_4= زبری اضافی مربوط به نامنظمی سطح آبراهه
n_5= زبری اضافی مربوط به موانع عمودی

اجرای مدل

به منظور ورود پارامترهای مورد نیاز به مدل مراحل زیر صورت گرفته است:

۱- تهیه فایل Tin از روی نقشه توپوگرافی مسیر خور ماهشهر (نگاره ۷).

۲- با توجه به نقشه Tin تهیه شده و با استفاده از نرم افزار Hecgeoras نسبت به تهیه و استخراج پارامترهای ورودی مدل به شرح ذیل اقدام گردید.

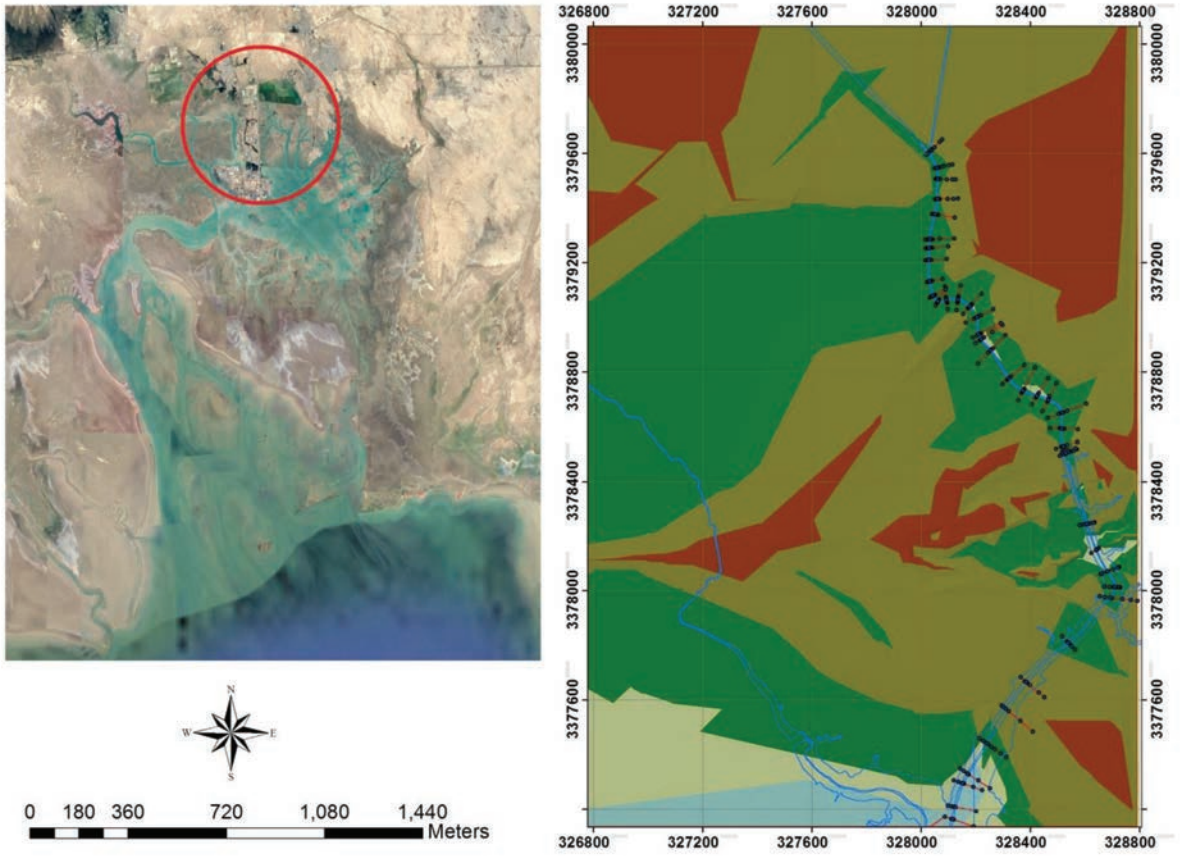
- مسیر خط مرکزی و اصلی خور
- محدوده جناحین و دیواره‌های چپ و راست و راست و مسیر اصلی خور
- محدوده سیلاب‌گیر چپ و راست خور
- مقاطع عرضی خور

۳- پردازش اطلاعات در محیط GIS،

٤- بررسی پهنه‌های آبگیر حوضه مورد مطالعه و تأثیر آن بر روی تأسیسات حساس.

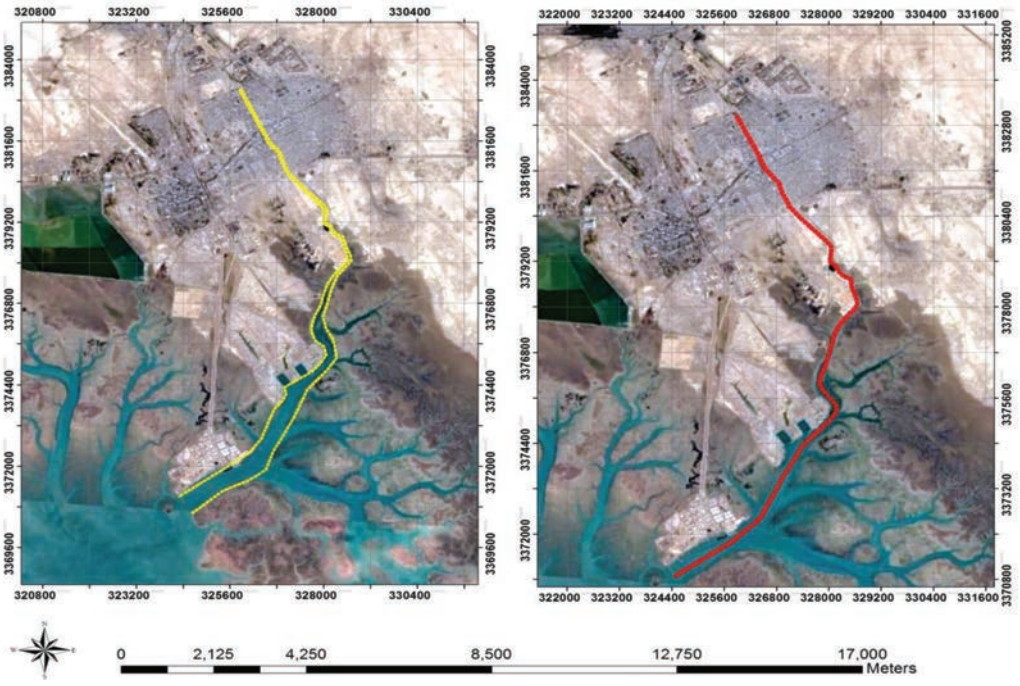
تهیه و بکارگیری بسته الحاقی Hecgeoras در محیط Arcgis

استفاده از بسته الحاقی Hecgeoras جهت تهیه و استخراج Feature Classهای مختلف از خور در قالب یک فرمت Geodatabase و در محیط Arcgis از دیگر مواد لازم در این گونه مطالعات می‌باشد. به طوری که باید در بازه مورد مطالعه، با توجه به نقشه Tin منطقه، و با استفاده از بسته الحاقی Hecgeoras نسبت به تهیه و استخراج Feature

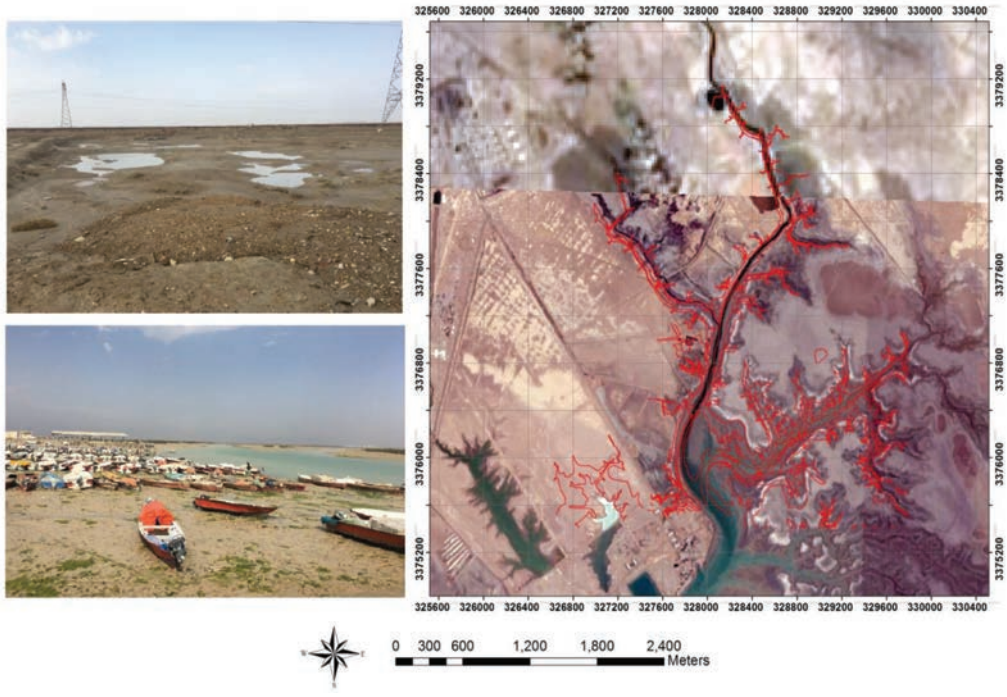


نگاره ۷: نقشه Tin تهیه شده از نقشه توپوگرافی مسیر خور ماهشهر

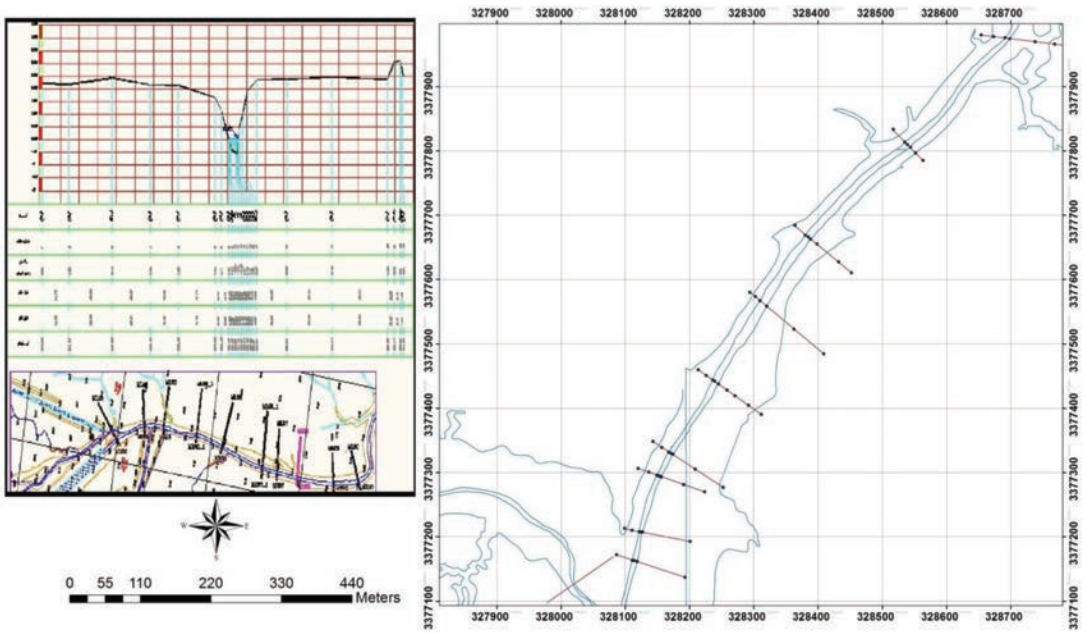
Class های ذیل در فرمت Geodatabase اقدام گردد:
۱- مسیر خط مرکزی و اصلی خور (نگاره ۸)
۲- محدوده جناحین و دیواره‌های چپ و راست مسیر اصلی خور (نگاره ۸)
۳- محدوده جناحین چپ و راست پهنه آبگیر خور (نگاره ۹)
٤- مقاطع عرضی خور (نگاره ۱۰)، اطلاعات مربوط به مقاطع عرضی خور ماهشهر از شهرداری بندر ماهشهر دریافت شد.



نگاره ۸: مسیر خط مرکزی و اصلی خور ماهشهر و محدوده جناحین و دیواره‌های چپ و راست مسیر اصلی خور



نگاره ۹: محدوده جناحین چپ و راست پهنه آبگیر خور



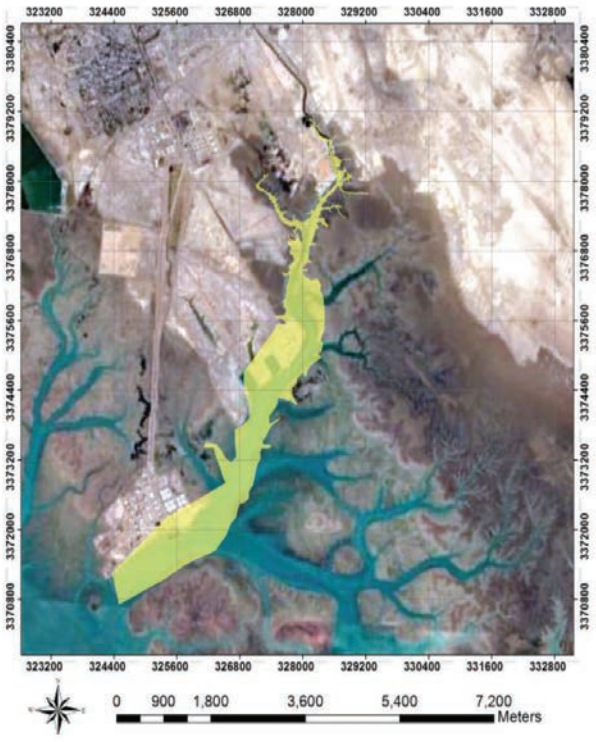
نگاره ۱۰: مقاطع عرضی خور

نتایج اجرای مدل

پروفیل سطح آب یا به عبارت دیگر منحنی سطح آب نمایشی از وضعیت جریان در هر مقطع است که به فاکتورهای مختلفی از جمله شیب بستر و ضریب زبری بستگی دارد. هر گونه تجزیه و تحلیل پروفیل سطح آب که منجر به پیش بینی شکل عمومی جریان می‌شود به طراحان کمک می‌کند تا بتوانند پروفیل جریانی را که ممکن است در اثر طراحی اتفاق بیافتد را حدس بزنند .بنابراین پس از تعیین پروفیل سطح آب در کلیه مقاطع در هر دوره و در طول بازه مطالعاتی با استفاده از نرم افزار GIS می‌توان پهنه جزر و مدی را برای هر دوره به دست آورد.

تهیه نقشه پهنه‌بندی جزر و مدی

پس از تعیین پروفیل سطح آب در کلیه مقاطع در هر دوره، و در طول بازه مطالعاتی با استفاده از بسته الحاقی Hecgeoras نقشه‌ی پهنه‌ی جزر و مدی برای هر دوره در محیط GIS به دست آمد (نگاره ۱۱). شایان ذکر است به منظور کنترل صحت نتایج پهنه بندی جزر و مدی، مطالعات میدانی و بررسی آثار جزر و مدهای قبلی اتفاق افتاده، و تطبیق آنها با مقادیر پهنه‌بندی، صحت نتایج پهنه‌بندی جزر و مدی مورد تأیید قرارگرفت.



نگاره ۱۱: نقشه پهنه بندی جزر و مد خور ماهشهر

نگاره ۱۲: تأسیسات و مخازن گازی بندر ماهشهر و مناطق شهری حاشیه خور ماهشهر

بحث و نتیجه‌گیری

همانگونه که پیشتر شرح داده شد، تلاش گردید تا پس از مشخص کردن پهنه جزر و مدی مناطق و تأسیسات حساس و در معرض خطر پیشروی آب دریا شناسایی و از آسیب‌های احتمالی پیشگری شود. همانگونه که از نگاره ۱۲ مشخص است، تأسیساتی همچون مخازن گازی بندر ماهشهر، پادگان مجیدیه و در منطقه شهری مناطق مسکونی در معرض آبگرفتگی و خطرات جانبی آن هستند.

همانگونه که در نگاره ۱۲ ملاحظه می‌شود در فصول تابستان و زمستان همواره تغییرات سطح آبی بالاست، به همین منظور با توجه به ساعات نوسانات سطح آب باید تدابیر لازم جهت برنامه‌های نظامی و تأسیسات حساس منطقه دیده شود. هر چند عمق آبی منطقه قابل ملاحظه است اما باید به این نکته توجه شود که امتداد خور ماهشهر تا منطقه شهری ادامه می‌یابد و این مسئله در واقع مسیر آبی به منطقه شهری را می‌تواند جهت اقدامات جنگی مهیا کند. استفاده مناسب از شرایط موجود می‌تواند کمک شایانی به دفع حملات و خرابکاری‌های هدفمند نماید.

یکی از مهمترین و در واقع خطرناکترین منابع انرژی واقع شده در حاشیه خور ماهشهر، مخازن گاز واقع شده در این منطقه است (نگاره ۱۲). هرچند در نزدیکی این مخازن پادگان سپاه مجیدیه مستقر است اما این مسئله عدم توجه به وجود خور ماهشهر و در واقع وجود یک مسیر آبی سهل و الوصول را رد نمی‌کند. بنابراین باید همواره این شاهراه آبی مورد توجه و حفاظت بیشتری قرار گیرد. البته پیشروی آب دریا در این بخش قابلیت آسیب رسانی به تأسیسات مربوطه را دارد.

حال با تمامی شرایط و مستحدثات موجود در مسیر و حاشیه خور ماهشهر و با توجه به گستره پهنه جزر و مدی مطالعه شده در این پژوهش لازم است توجهی هرچند اجمالی به شرایط خاکشناسی و زمین‌شناسی منطقه مورد

مطالعه داشته باشیم. با توجه به شرایط خاکشناسی منطقه، در حالت مد بیشترین مقدار غرقاب شدن خاک منطقه را مشاهده کردیم که این پدیده باعث افزایش حالت چسبندگی خاک و به نوبه خود عاملی مضاعف در هنگام پیشروی آب دریا در کمک رسانی‌ها خواهد بود.

بر اساس مطالعات انجام گرفته در این تحقیق، پهنه جزر و مدی، از لحاظ زمانی و مکانی در منطقه مورد مطالعه (خور ماهشهر)، تعیین گردیده و در قالب نقشه ارائه شده است. در حقیقت مقادیر این نقشه، یک ارائه گرافیکی از دستاورد نهایی این مطالعه به شمار می‌رود که هدف اصلی تحقیق را تحقق بخشیده است. همچنین با بررسی نتایج و بازدیدهای زمینی، صحت نتایج بدست آمده با قطعیت بیشتری ارائه شد. بدین منظور در دو فصل زمستان و تابستان اقدام به بازدید صورت گرفت تا با توجه به تغییرات اقلیمی نتایج بهتر و دقیق‌تری حاصل شود. بر اساس مشاهدات اولیه و نتایج بدست آمده از مطالعات گذشته، تغییرات سطح آب در اثر جزر و مد در فصل زمستان بیشتر از تابستان است. پس از تعیین پروفیل سطح آب در کلیه مقاطع، و در طول بازه مطالعاتی با استفاده از بسته الحاقی Hecgeoras نقشه‌ی پهنه‌ی جزر و مدی برای هر دوره در محیط GIS به دست آمد. نتایج در این بخش نشان داد که پهنه جزر و مدی مساحتی در حدود ۹٤٤ هکتار را در بر می‌گیرد.

منابع و مآخذ

۱. تقی‌زاده، ف. بررسی جریان‌های جزر و مدی در خور مریموس. فصلنامه دیدگاه. تابستان ۹۳، ۱۳۹۳.

۲. جبلی فرد، س و همکاران. سیستم تحلیل رودخانه (Hec-Ras). انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر. ۱۳۸۱.

۳. حیدری نژاد، ق. زکی، ب. مدل نمودن جزر و مد در بندر ماهشهر با استفاده از سری‌های زمانی و شناسایی و تفسیر امواج مختلف تشکیل‌دهنده آن با استفاده از F.F.T. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۷۷.

٤. سازمان نقشه‌برداری کشور، نقشه ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰ بندر ماهشهر، ۱۳۹٦.

۵. سازمان هواشناسی استان خوزستان، آمار و اطلاعات ایستگاه بندر ماهشهر، ۱۳۹٦.

٦. فرهادی، ا. الرمضان، ق. آنالیز هارمونیکی جزر و مد در خور موسی، پایان نامه کارشناسی ارشد، سازمان بنادر و کشتیرانی، ۱۳۷۵.

۷. فلاحی، ف. عظام، م. کرمی خانیکی، ع. مدل‌سازی عددی جریان های جزرومدی و انتشار آلودگی در خور ماهشهر با استفاده از مدل MIKE3. پانزدهمین کنفرانس دینامیک شاره ها، ۱۳۹۲.

۸. کرمی خانیکی، ع. بخشنده، ف. لاری، ک. تأثیر پدیده جزر و مد بر الگوی جریان و انتقال رسوب در مصب‌ها با کمک نرم افزار مایک ۲۱. مجله مهندسی منابع آب. سال هفتم، ۱۳۹۳.

۹. گزارش مطالعات مدل‌سازی خور ماهشهر، طرح ساماندهی خور ماهشهر، شهرداری ماهشهر، ۱۳۸۷.

10. Aldridge, B, N., Garrett, J, M. Roughness coefficients for stream channels in Arizona. Prepared in cooperation with the Arizona Highway Department. Tucson, Arizona February 1973.

11. Apel, H., Thieken, A., Merz, B., Bl€oschol, G., 2006. A probabilistic modelling system for assessing flood risks. Nat. Hazards 38 (1e2), 79e100.

12. Arduino, G., Reggiani, P., Todini, E., 2005. Recent advances in flood forecasting and flood risk assessment. Hydrol. Earth Syst. Sci. 9 (4), 280e284.

13. Baky, A.A., Zaman, A.M., Khan, A.U., 2012. Managing Flood Flows for Crop Production Risk Management with Hydraulic and GIS Modeling: Case Study of Agricultural Areas in Shariatpur APCBEE Procedia, pp. 318e324.

14. Bates, P.D., De Roo, A.P.J., 2000. A simple raster-based model for flood inundation simulation. J. Hydrol. 236 (1e2), 54e77

15. Ben Khalfallah, C., Saidi, S. Spatiotemporal floodplain mapping and prediction using HEC-RAS - GIS tools: Case of the Mejerda river, Tunisia. Journal of African Earth Sciences. 2018, Vol 142, pp 44-51.

16. Bhuiyan, M., Dutta, D., 2012. Analysis of flood vulnerability and assessment of the impacts in coastal zones of Bangladesh due to potential sea-level rise. Nat. Hazards 61 (2), 729e743.

2002. Hydrologic Engineering Center, Institute for Water Resources, U.S. Corps of Engineers, Davis, CA.
28. HEC, 2005. HEC-GeoRAS e an Extension for Support of HEC-RAS Using ArcGIS (v8.3/ 9.1), CPD-83, September 2005. Hydrologic Engineering Center, Institute for Water Resources, U.S. Corps of Engineers, Davis, CA.
29. HEC, 2009. HEC-GeoRAS e an Extension for Support of HEC-RAS Using ArcGIS (v9.2/ 9.3), CPD-83, September 2009. Hydrologic Engineering Center, Institute for Water Resources, U.S. Corps of Engineers, Davis, CA.
30. HEC, 2016. HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Version 5.0, CPD-68, February 2016. Hydrologic Engineering Center, Institute for Water Resources, U.S. Corps of Engineers, Davis, CA.
31. Kim, H., Cho, Y., 2011. Numerical model for flood routing with a Cartesian cut-cell domain. J. Hydraul. Res. 49 (2), 205e212.
32. Marriott, S., 1992. Textural analysis and modeling of a flood deposit - river Severn. UK. Earth Surf. Process. Landf. 17 (7), 687e697.
33. Merz, B., Kreibich, H., Schwarza, R., Thieken, A., 2010. Review article 'Assessment of economic flooddamage'. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 10 (8), 1697e1724.
34. Nugraha, A., Santosa, P., Aditya, T. Dissemination of tidal flood risk map using online map in semarang (International Conference on Tropical and Coastal Region Eco-Development 2014 (ICTCRED 2014)). Procedia Environmental Sciences, 2015. Vol 23, pp 64-71.
35. Pizzuto, J.E., 1987. Sediment diffusion during overbank flows. Sedimentology 34 (2), 301e317.
36. Selmi, M., 2013. Protection contre les inondations des Zones Nord et Est du Grand Tunis. Institut National Agronomique De Tunisie, p. 90.
37. US Army Corps of Engineers, Davis California, 2016. Hec-RAS. River Analysis System. Hydraulic Reference Manual.Version 5.0
38. Vaze, J., Viney, N., Stenson, M., Renzullo, L., Van Dijk, A., Dutta, D., Crosbie, R., Lerat, J., Penton, D., Vleeshouwer, J., Peeters, L., Teng, J., Kim, S., Hughers, J.,
39. Yoon, T.H., Kang, S.K., 2004. Finite volume model for two-dimensional shallow water flows on unstructured grids. J. Hydraul. Eng. 130 (7), 678e688.
17. Dawes, W., Zhang, Y., Leighton, B., Perraud, J.-M., Joehnk, K., Yang, A., Wang, B., Frost, A., Elmahdi, A., Smith, A., Daamen, C., 2013. The Australian water ressource assessment system (AWRA). In: Proceedings of the 20th International Congress on Modelling and Simulation (MODSIM2013). Adelaide, Australia.
18. Dutta, D., Herath, S., Musiake, K., 2006. An application of a flood risk analysis system for impact analysis of a flood control plan in a river basin. Hydrol. Process. 20 (6), 1365e1384.
19. Dutta, D., Teng, J., Vaze, J., Lerat, J., Marvanek, S., 2013. Storage-based approaches to build floodplain inundation modelling capability in river system models for water resources planning and accounting. J. Hydrol 504 (0), 12e28.
20. Ervine, D.A., MacLeod, A.B., 1999. Modelling a river channel with distant floodbanks. Proc. Inst. Civil Eng. Water Maritime Energy 136, 21e33.
21. Euchi, K. , 2013. Protection contre les inondations de la ville de Kasserine. Institut National Agronomique De Tunisie, p. 195.
22. Foudi, S., Os_es-Eraso, N., Tamayo, l., 2015. Integrated spatial flood risk assessment: the case of Zaragoza. Land Use Pol. 42, 278e292.
23. Foudi, S., Os_es-Eraso, N., Tamayo, l., 2015. Integrated spatial flood risk assessment: the case of Zaragoza. Land Use Pol. 42, 278e292.
24. Fread, D.L., Hsu, K.S., 1993. Applicability of two simplified flood routing methods:level-pool and Muskingum-Cunge. In: ASCE National Hydraulic Engineering Conference, pp. 1564e1568. San Francisco, 26-30 July 1993.
25. Gichamo, T.Z,. Popescu, I,. Jonoski, A., Solomatine, D. River cross-section extraction from the ASTER global DEM for flood modeling. Environmental Modelling & Software. Vol 31, 2012, pp 37-46.
26. Gumilar, I., Abidin H.Z., Andres, H., Mahendra, A.D., Sidiq, T.P., Gamal, M. Studi Potensi Kerugian Ekonomi Akibat Penurunan Muka Tanah (Study of potential economic losses as a result of land subsidence). Proceeding of FIT ISI Annual 2009. Department of Geodetic Engineering. Diponegoro University. Semarang-Indonesia. (2009).
27. HEC, 2002. HEC-GeoRAS e an Extension for Support of HEC-RAS Using ArcView, CPD-76, October