

# قیاس فیزیکی عمق جریان غیردائمی با مدل‌های هیدرولیکی موجود

امین بردبار\*

۱- گروه مهندسی علوم آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۲۳

## چکیده

اساس روابط هیدرولیکی و روش عددی حل معادلات، در مدل‌های ریاضی مختلف با یکدیگر متفاوت است لذا تحقیق حاضر مقایسه‌ای بین نتایج مدل‌های هیدرولیکی در جهت تعیین میزان اختلاف موجود می‌باشد. در این راستا پس از تکمیل اطلاعات مورد نیاز، جهت شبیه سازی هیدرودینامیک رودخانه بشار، مدل‌های HEC-RAS و MIKE11 تک تک کالیبره شده و تحلیل هیدرولیکی سیلاب توسط این مدل‌ها، بترتیب با ضرایب زبری ۰/۰۵۲ و ۰/۰۳۹ انجام گرفت. در مجموع عمق آب توسط مدل HEC-RAS نسبت به مدل MIKE11 در دوره برگشت ۲، ۲۵ و ۵۰۰ ساله محاسبه گردید. لذا چون نسبت اختلاف بین نتایج مدل‌ها، بسیار کوچک (کوچکتر از ۱۰ درصد) می باشد از این رو در منطقه مورد مطالعه، میتوان از هر دو مدل هیدرولیکی HEC-RAS و MIKE11 جهت روندیابی جریان در دوره برگشت‌های متفاوت استفاده نمود.

واژه های کلیدی: مدل هیدرولیکی، جریان غیردائمی، HEC-RAS، MIKE11

## مقدمه

متفاوت، برای حل آنها ممکن است نتایج یکسانی حاصل نگردد لذا در این تحقیق، مربع رگرسیون خطی میزان عمق آب، حاصل از دو مدل هیدرولیکی MIKE11 و HEC-RAS در دوره برگشت‌های متفاوت مورد بررسی قرار گرفته است. از این رو در تحقیق حاضر، میزان اختلاف موجود بین نتایج مدل‌های هیدرولیکی فوق الذکر مورد بررسی قرار گرفته است.

با توجه به اینکه این مقاله با هدف انتخاب مدل برتر هیدرولیکی برای تخمین عمق آب رودخانه بشار ارائه شده است لذا تعیین مدلی که بتواند جوابگوی نیاز طرح باشد ضروری به نظر می رسد.

در این مقاله از تجربه سازمان‌ها و افرادی که در این زمینه کار کرده‌اند بهره گرفته شده است، در ادامه به تعدادی از آنها اشاره می‌گردد، اداره راه و ترابری آمریکا (۲۰۰۳)، دشت سیلابی رودخانه ماروچی را در محیط MIKE11 شبیه سازی نموده و با ارائه نتایج

مدل‌های ریاضی، شامل مجموعه‌ای از معادلات تحلیلی و غیرتحلیلی بوده که بسادگی قادر به توصیف یک پدیده می باشند. یکی از مهمترین اقدامات، شناخت رفتار هیدرولیکی سیلاب‌ها در سال‌های آینده، و پیشگیری از خطرات احتمالی سیلاب و همچنین تعیین دقیق بیمه سیل برای مناطق ساحلی رودخانه می باشد که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می باشد.

محدودیت‌هایی که هر مدل ریاضی برای انجام محاسبات تئوریک خود اعمال می‌کند موجب تفاوت میان نتایج حاصل از مدل‌های هیدرودینامیکی شده است. همچنین در مواردی استفاده نادرست کاربر از این برنامه‌ها میزان خطا را دو چندان کرده است. در مدل‌های ریاضی متفاوت، با قابلیت انجام محاسبات هیدرودینامیک، به دلیل استفاده از روابط و معادلات هیدرولیکی مختلف و همچنین روش‌های عددی

نرم افزار HEC-RAS و تلفیق نتایج با GIS، پهنه بندی نمود [۱].

### مواد و روش ها

بشار از زیر حوزه‌های حوزه آبریز کارون می‌باشد که در جنوب غربی کشور واقع می‌باشد. حوزه بشار در موقعیت جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۲ درجه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی قرار دارد [۶]. در این تحقیق مسیر بازه بین ایستگاه هیدرومتری قلات (بالادست) تا ایستگاه هیدرومتری شاه مختار (پایین دست) مورد بررسی قرار گرفته است طول این مسیر، تقریباً ۲۶ کیلومتر و جهت حرکت آب از ایستگاه هیدرومتری قلات به سمت ایستگاه هیدرومتری پاتاوه می‌باشد. شکل (۱) موقعیت منطقه و بازه مورد نظر را نشان می‌دهد.

جهت انجام محاسبات هیدرولوژیک از آمار سه ایستگاه هیدرومتری قلات، شاه مختار و پاتاوه استفاده شده است. از هیدروگراف دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاه قلات برای شرط مرزی ورودی به مدل‌های HEC-RAS و MIKE11 استفاده شده و از اطلاعات دبی - اشل در ایستگاه شاه مختار جهت شرط مرزی خروجی استفاده گردیده است. داده‌های دبی - اشل ایستگاه‌های قلات و پاتاوه به ترتیب برای واسنجی و آزمون صحت‌سنجی مدل‌ها مورد استفاده قرار گرفته است.

به منظور تخمین و برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای سیلاب ایستگاه هیدرومتری قلات، بازاء دوره برگشتهای مختلف، پس از تکمیل آمار مشاهداتی (بازسازی آمار مفقود) به روش تفاضلها و نسبتها، با استفاده از آمار ایستگاه مجاور (ایستگاه هیدرومتری شاه مختار)، سری آماری دبی‌های حداکثر لحظه‌ای توسط توزیع‌های مختلف آماری، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نتایج نشان داد که کمترین خطای استاندارد، مربوط به توزیع آماری لوگ پیرسون

در محیط GIS، میزان پخش سیلاب در رودخانه مورد نظر را در قالب نقشه‌های پهنه‌بندی نشان داده است [۱۰]. باروفی و همکاران (۲۰۰۱)، حوزه آبریز تاگلیامنتو در کشور دانمارک را با بهره‌گیری از مدل ریاضی MIKE11 شبیه‌سازی کرده و نقشه‌های پهنه سیلابی را برای حوزه آبخیز مورد نظر ایجاد نموده‌اند [۹]. منصور و همکاران (۲۰۰۲)، مقاله‌ای تحت عنوان ترکیب RS، GIS و مدل هیدرودینامیکی MIKE11 برای جلوگیری از حداقل خطا، برای رودخانه لنگات (کشور مالزی)، ارائه کرده‌اند و به بررسی دقت نقشه‌های پهنه سیل‌گیر پرداخته‌اند [۱۱]. برخوردار و چاوشیان (۱۳۷۹)، مقاله‌ای تحت عنوان پهنه‌بندی سیلاب، تهیه نموده‌اند که این تحقیق زیر نظر دفتر حفاظت و مهندسی رودخانه و سواحل و مهار سیلاب کشور انجام گرفته است. در این تحقیق پهنه‌بندی سیل در مدل ریاضی HEC-RAS به انجام رسیده و در نهایت نقشه سیل در نرم افزار ArcView GIS ترسیم گردیده است [۳]. وهابی (۱۳۷۶)، مطالعاتی را با استفاده از تکنیک‌های سنجش از راه دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و همچنین دو مدل ریاضی HEC-1 و MIKE11 جهت پهنه‌بندی حوزه آبخیز طالقان انجام داده و نهایتاً در نقشه پهنه‌بندی شده، مناطق ممنوعه، مشروط و مجاز را با ذکر شرایطی مشخص کرده است [۸]. بخش مطالعات مهندسی رودخانه در حوزه علاء مرودشت استان فارس، با استفاده از مدل ریاضی MIKE11 و مشخصات هندسی و هیدرولوژیکی رودخانه بعد از تعیین حداکثر تراز آب، پهنه سیلاب را برای رودخانه هلیل رود و کرخه بصورت دستی تعیین کرده است [۲]. سالمیان (۱۳۸۵)، برای پهنه‌بندی سیلاب رودخانه بشار یاسوج، به پهنه‌بندی خطر سیل، توسط نرم افزار HEC-RAS و تلفیق نتایج با GIS پرداخت [۵]. باقری عباسعلی کشی (۱۳۸۴)، سیلاب رودخانه گرمود را با استفاده از

نهایت ضریب زبری مانینگ برای مدل HEC-RAS و MIKE11 بترتیب ۰/۰۵۲ و ۰/۰۳۹ انتخاب گردید. برای کالیبراسیون هر مدل، دبی جریان و عمق آب تشکیل شده در رودخانه، مربوط به یک روز از ماه‌های پر بارش (نیمه دوم سال) انتخاب می‌گردد. بازای دبی انتخابی، عمق آب محاسبه شده در مدل باید تقریباً با عمق معادل دبی جریان در واقعیت (محاسبه شده توسط ایستگاه هیدرومتری قلات) برابر باشد. در این تحقیق دبی جریان و عمق آب معادل آن توسط ایستگاه هیدرومتری قلات بترتیب ۲۵۲ مترمکعب در ثانیه و ۱۷۰ سانتیمتر محاسبه شده است. لذا با وارد کردن دبی ۲۵۲ مترمکعب به هر مدل، عمق آب محاسبه شده توسط مدل‌های HEC-RAS و MIKE11 برای ضرایب مانینگ ۰/۰۵۲ و ۰/۰۳۹ بترتیب تقریباً برابر با ۱۶۹/۴ و ۱۶۸/۲ سانتیمتر می‌گردد که به واقعیت نزدیک می‌باشد. در نتیجه ضرایب مانینگ فوق‌الذکر جهت شبیه‌سازی داده‌ها انتخاب می‌شوند. با تکرار عمل شبیه‌سازی، برای شرایط موجود و ضرایب زبری جدید، رودخانه مورد نظر با دو مدل هیدرولیکی متفاوت مدل‌سازی گردید.

با مشخص شدن نتایج عمق آب، توسط مجموعه نرم‌افزارهای HEC-RAS و MIKE11 برای دوره برگشت‌های ۲، ۲۵ و ۵۰۰ ساله، بطور جداگانه می‌توان نمودار رگرسیون خطی دوره برگشت‌های متفاوت سیلاب را برای نتایج عمق آب سیلاب در نرم‌افزار EXCEL ترسیم و ضریب همبستگی داده‌ها را محاسبه نمود.

### نتایج و بحث

در کلیه مراحل محاسباتی و عملیاتی پهنه‌بندی سیلاب، یکی از پر کاربردترین نتایج حاصل از مدل‌های ریاضی، عمق آب در سواحل می‌باشد، که جزء مهمترین نتایج، جهت ترسیم پهنه سیلابی تلقی

تیب سه می‌باشد. در جدول (۱) دبی اوج (پیک) هیدروگراف برای دوره برگشت‌های مختلف، نشان داده شده است.

### شبیه‌سازی هیدرولیکی رودخانه

در گام نخست، نقشه مسیر طولی بازه مورد مطالعه (ایستگاه قلات تا ایستگاه شاه مختار)، از بخش نقشه‌برداری سازمان آب منطقه ای فارس، دریافت شد و پس از تعیین مختصات هر نقطه به قسمت شبکه رودخانه (River Network) هر مدل وارد گردید. دومین مرحله، تهیه مقاطع عرضی بود، مقاطع عرضی نیز از بخش مطالعات مهندسی رودخانه دریافت گردید و در نهایت مختصات هر مقطع، بصورت نقطه به نقطه به قسمت مقاطع عرضی (Cross Section) هر مدل وارد شد. لازم به ذکر است ارتفاع نقاط برداشت شده در مقاطع عرضی به فاصله ۰/۵ متر از هم و با استفاده از دوربین نقشه‌برداری برداشت شده است. سومین مرحله ورود شرایط مرزی ابتدا (هیدروگراف ایستگاه آبسنجی قلات) و انتها (دبی - اشل ایستگاه شاه مختار) به قسمت شرایط مرزی (Boundary Condition) مدل‌ها است و در مرحله چهارم، دبی پایه و ارتفاع آب اولیه که در رودخانه جریان دارد به قسمت داده‌های اولیه در منوی پارامترهای هیدرودینامیکی (HDPParameter\initial) هر مدل وارد گردید. پنجمین و آخرین مرحله، شبیه‌سازی هیدرودینامیک جریان، می‌باشد با ورود فایل‌های ایجاد شده از قسمت‌های قبل به این منو و انتخاب مد جریان غیردایمی شبیه‌سازی انجام می‌گردد. شبیه‌سازی رودخانه بشار با وجود ۴۷ مقطع عرضی در طول این مسیر ۲۶ کیلومتری مورد بررسی قرار گرفته است. پس از مدلسازی اولیه رودخانه، کالیبراسیون (Calibration) و آزمون صحت‌سنجی (Verification) مدل‌ها، برای اطلاعات موجود (اطلاعات ایستگاه‌های آبسنجی) انجام گرفت و در

MIKE11 بر مبنای شکل ۲-c دارای  $R^2 = 0/8747$  می‌باشد.

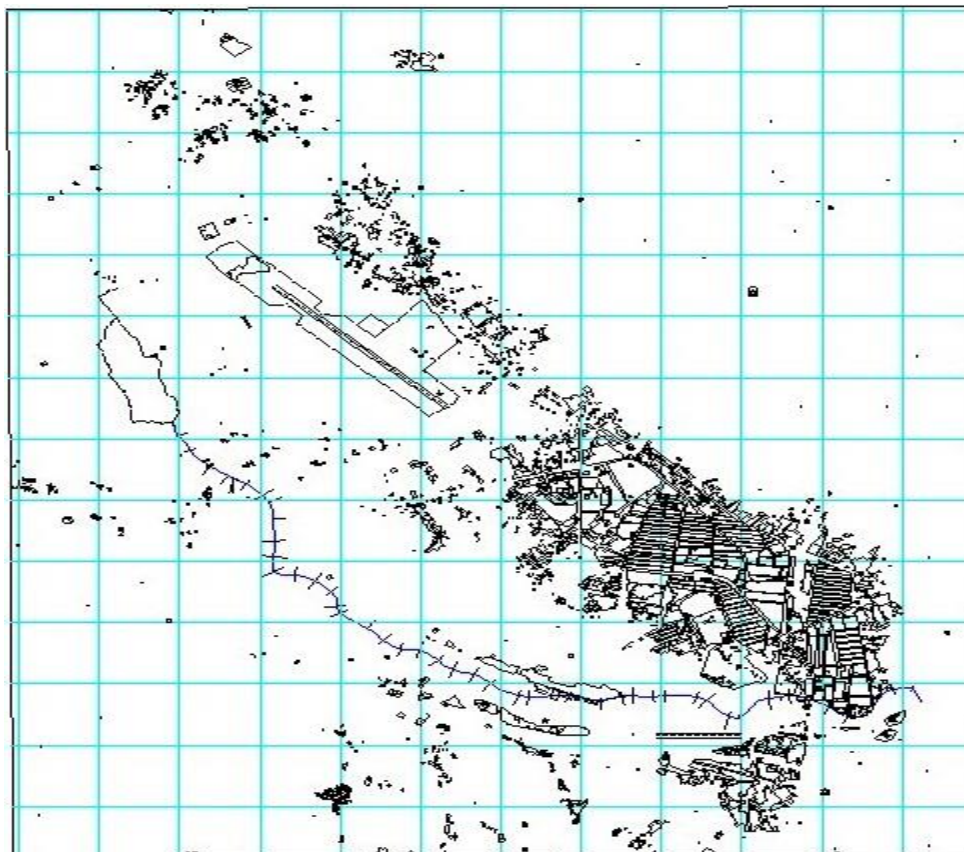
چون نتایج مجموع مربعات خطا، محاسبه شده توسط دو مدل ریاضی HEC-RAS و MIKE11 اختلاف بسیار کمی دارد لذا در حوزه رودخانه بشار می‌توان از هر دو مدل هیدرولیکی HEC-RAS و MIKE11 جهت تحلیل عمق جریان در رودخانه استفاده نمود.

می‌گردند. لذا در این تحقیق ملاک مقایسه دو مدل با یکدیگر مقایسه تطبیقی نتایج فوق الذکر می‌باشد.

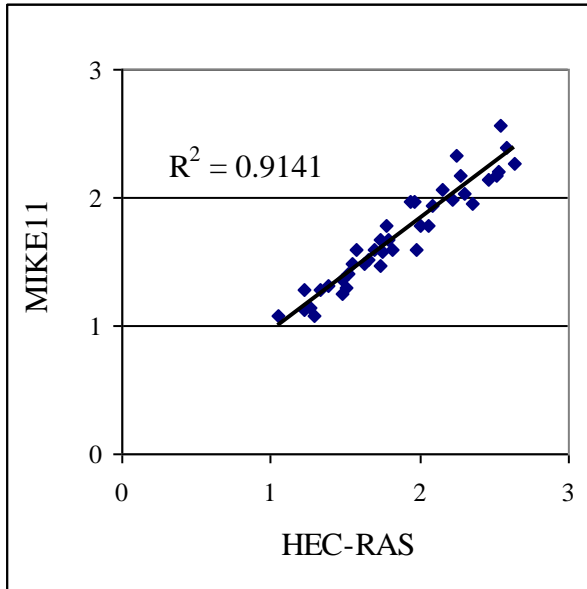
برای سیلاب ۲ ساله عمق آب در مدل HEC-RAS نسبت به مدل MIKE11 مطابق شکل ۲-a دارای  $R^2 = 0/9141$  می‌باشد. برای سیلاب ۲۵ ساله عمق آب در مدل HEC-RAS نسبت به مدل MIKE11 براساس شکل ۲-b دارای  $R^2 = 0/8847$  می‌باشد. و همچنین برای سیلاب ۵۰۰ ساله عمق آب در مدل HEC-RAS نسبت به مدل

جدول ۱- دبی اوج (پیک) هیدروگراف در دوره برگشتهای متفاوت بر حسب متر مکعب بر ثانیه

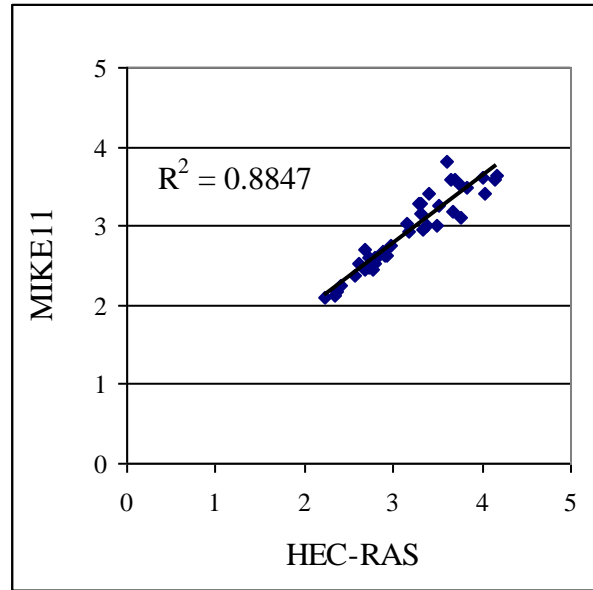
۵۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۲	روش / دوره برگشت
۱۶۷۹,۳۰	۱۲۷۳,۹۷	۱۱۲۰,۹۷	۹۵۷,۴۰	۲۶۷,۷۵	لوگک پیرسون تیب سه



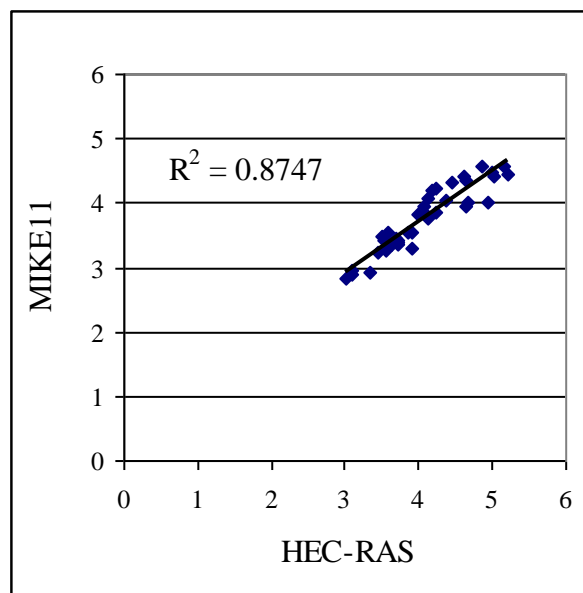
شکل ۱- موقعیت منطقه و بازه مورد نظر



a . سیلاب ۲ ساله



b . سیلاب ۲۵ ساله



c . سیلاب ۵۰۰ ساله

شکل ۲- عمق آب محاسبه شده توسط مدل ها (بر حسب متر)

منابع

- ۱- باقری عباسعلی کشی، ع. (۱۳۸۴). "پهنه بندی سیلاب رودخانه گرمروود با استفاده از مدل هیدرولیکی Hec-Ras"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۲- بخش مطالعات مهندسی رودخانه. (۱۳۷۰). "گزارش ساماندهی رودخانه های هلیل رود و کرخه"، حوزه علاء مرودشت.
- ۳- برخوردار، م. و چاوشیان، س.ع. (۱۳۷۹). "پهنه بندی سیلاب"، دفتر مهندسی رودخانه.
- ۴- حیدری، ع. (۱۳۷۹). "پیش بینی و کنترل زمان واقعی سیل"، چهارمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- ۵- سالمیان، ا. (۱۳۸۵). "پهنه بندی سیلاب رودخانه بشار با نرم افزار Hec-Ras"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد، واحد علوم و تحقیقات تهران.
- ۶- شرکت مهندسی مشاور سازه پردازی ایران. (۱۳۸۴). "گزارش طرح ساماندهی رودخانه های بشار، مارون و زهره"، سازمان آب منطقه ای فارس، کهکیلویه و بویراحمد و بوشهر.
- ۷- مطیعی و همکاران. (۱۳۸۱). "پهنه بندی سیلاب در رودخانه سفیدرود با استفاده از برنامه HEC-GeoRAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده صنعت آب و برق شهید عباسپور.
- ۸- وهابی، ج. (۱۳۷۶). "پهنه بندی خطر سیل با بکارگیری سنجش از دور و سیستمهای اطلاعات جغرافیایی در حوزه آبخیز طالقان"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- 9- Baruffi, F. and et. (2001). "WAMM Project – Tagliamento Pilot Study.", 3<sup>rd</sup> DHI Software User Conference, Denmark.
- 10-Danish Hydraulic Institute. (2003). "Maroochy River Flood Plain Model and GIS Capacity.", Denmark.
- 11-Mansor, SH. (2002). "Integration of RS, GIS and MIKE 11 Hydrodynamic Modeling for Flood Early Warning: A case study of the Langat river basin Malaysia.", Spatial & Numerical Modeling Laboratory, Institute of Advanced Technology University Putra Malaysia 43400 Serdang, Selangor, Malaysia.