مجله علوم وفنون دریایی، فصل نامه ی علمی پژوهشی

دوره ۲۱، شماره ٤ ،زمستان ۱٤۰۱، صفحات ۳۲ تا ٤۰

مقاله پژوهشی

Available Online: *http://jmst.kmsu.ac.ir*

بررسی راهکارهای افزایش ظرفیت ترابری آبی رودخانه‌های قابل کشتیرانی (مطالعه موردی رودخانه کارون، بهمنشیر و اروند)

محمدتقی منصوری کیا *، حمیدرضا شیبانی، الهام رجبی

گروه عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

نویسنده مسئول، پست الکترونیک: kia551@yahoo.com

تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۱۰/۲۸ **تاریخ بازنگری:** ۱۳۹۹/۰۲/۰۶ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۹/۰۲/۱۴

شناسه دیجیتال (DOI):10.22113/JMST.2020.216321.2344

چکیده

رود کارون تنها رودخانه قابل کشتیرانی در ایران است. سابقه کشتیرانی درکارون به قبل از ناصرالدین شاه قاجار برمی‌گردد. تغییرات آب و هوایی و خشکسالی، برداشت‌های بیشتر از آب رودخانه و کاهش دبی آن، وجود راه آهن و اتوبان‌های جدید به عنوان رقبای اصلی حمل بار از بندرهای ماهشهر و خرمشهر به اهواز سبب از رونق افتادن ترابری آبی رودخانه‌ای گشته است. مطالعات اندکی در زمینه ترابری آبی کارون وجود دارد. در این تحقیق ابتدا بخشی از نتایج آنها به شکل کلی مطرح شده است. سپس بر مبنای پذیرش جدیدترین تحقیقات، مهم‌ترین موانع فیزیکی موجود برای ترابری رودخانه ای شناسایی و راهکارهای اصلاح آنها با توجه به شرایط روز مطرح شده است. ضمنا علائم کشتیرانی موردنیاز و وسایل کمکی برای کشتیرانی نیز پیشنهاد گردیده‌اند. مطالعات پیشین شامل: مطالعات سازه پردازی ایران (۱۳۸۳) و مطالعات Adabdanan Consulting Engineers (2004) بوده و خصوصاً مطالعات Piesold (2005) که مبین ضررهای سنگین ترابری آبی خصوصاً در تناژهای بالای باربری سالیانه بوده، بررسی گردیده است. به روزترین مطالعه، بررسی‌های درحال انجام در سازمان آب وبرق‌خوزستان توسط Mansouri Kia (2018) نشان‌می‌دهد که ترابری نیمه سنگین (در سناریوی بدبینانه ۷۰۰ هزارتن و در سناریوی خوشبینانه حدود ۲۱۳۳ هزار تن در سال هدف ۱۴۲۵) همراه با توسعه گردشگری، می‌تواند فاقد ضررهای اقتصادی مطالعات پیشین باشد. سال مبنای محاسبات اقتصادی برای ترابری آبی ۱۳۹۹ است. قبلا زیان های مالی سنگین برای ترابری رودخانه ای فرض شده بود. از مهم‌ترین نتایج تحقیقات اخیر زیرسوال بردن این زیان ها با اصلاح ابعاد شناور طرح است. نتیجه مهم دیگر در تحقیق حاضر، تعیین مشکلات فیزیکی پیش روی ترابری آبی رودخانه‌ای ایران (بجز رسوب برداری که در تحقیق دیگری در حال بررسی است) و ارائه راهکارهای حل آن‌هاست. با به‌کارگیری نتایج تحقیق در حل موانع فیزیکی و سرمایه‌گذاری بخش خصوصی (یا سایر راه‌کارهای تامین مالی)، امکان احیای ترابری آبی درکارون وجود دارد.

واژگان کلیدی: خوزستان، موانع ترابری رودخانه ای، کارون، شناور، کشتیرانی.

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

۱. مقدمه

با اینکه جهش بزرگی در حمل نقل دریایی جهان تا سال ۲۰۳۰ پیش بینی شده است لیکن با مطالعه Shenoi et al. (2015) مشخص می‌گردد که سهم ایران در این زمینه به شکل متمایز و بارز مشخص نشده است. با این حال لزوم توسعه ترابری بین المللی برای ایران کاملا مشهود است. خوزستان تنها استان کشور است که درکنار این پتانسیل، امکان ترابری رودخانه ای نیز دارد. هدف این مطالعه شناسایی موانع فیزیکی موجود برای ترابری آبی درکارون و اروند است. بدین منظور ابتدا وضعیت عمومی مسیرترابری کارون، بهمن شیر و اروندر خوزستان به شکل کلی تشریح شده و سپس خلاصه ای از مطالعات قبلی ارائه و درنهایت موانع فیزیکی موجود که مانع ازترابری آبی می‌شوند و نوع و محل آنها ونیز پیشنهاداتی برای اصلاح آنها ارائه شده است. ضمنا برپایه مطالعات جدید وبرای کاهش احجام عملیات لایروبی وکاهش هزینه های آن که منجر به اقتصادی تر شدن ترابری آبی می‌گردد، تناژ شناور بهینه شده اعلام می‌گردد.

خوزستان ۴۷۱۰۵۰۹ نفرجمعیت (۵/۸۹٪ جمعیت کشور) و دارای بنادر امام خمینی، خرمشهر، آبادان، ماهشهر و اروندکناراست (Vice-presidency for science and technology, 2017). رودخانه کارون به طول حدود ۹۵۰ کیلومتر، تنها رودخانه قابل کشتیرانی در کشور است. جنگ تحمیلی و بعد از آن مدیریت وزارت نیرو بر آبراه کارون جهت ایفای وظایف کالبدی این وزارتخانه و از سوی دیگر عدم سرمایه گذاری متولیان حمل و نقل همچون سازمان بنادرو دریانوردی، سبب توجه آرام و زمان بر موضوع ترابری آبی کارون گردید. البته در نگاه اولیه، خصوصاً با توجه به پدیده تغییر اقلیم، موضوع غیرمواجه به نظر می‌رسید!. رودخانه کارون در پایین‌دست اهواز ۲۰۱ کیلومتر طول دارد و به محلی در نزدیکی خرمشهر جریان دارد که آن‌جا به دو شاخه تقسیم می‌شده و رودخانه‌های حفار (ادامه کارون بزرگ که بعضاً مارد نیز نامیده می‌شود) و بهمنشیر را تشکیل می‌دهد. حفار فقط ۶ کیلومتر طول دارد و به شطالعرب می‌ریزد وآبراه بین‌المللی اروندراتشکیل‌می‌دهد. بندر قدیمی خرمشهر روی رودخانه اروندرود بالادست تلاقی حفار واقع شده است. بهمنشیر که موازی اروندرود است حدود ۷۲ کیلومتر طول دارد و هر دو رود به خلیج فارس می‌ریزند. عمق آب در رودخانه-های بهمنشیر و خصوصاً کارون متغییر بوده و تحت تأثیرات جزر و مدی نیز هستند. اروندرود بسیار عمیق‌تر از بهمنشیر است، لیکن به علت جنگ ایران و عراق، عدم لایروبی و خشکسالی‌های اخیر ازحالت قبل از جنگ خود خارج شده است. بهمنشیر بسیار کم عمق است.

مطالعات پراکنده ای برای ترابری آبی در کارون انجام شده است. مطالعه امکان سنجی ترابری آبی در آبراه کارون توسط Mansouri Kia و Ansari (2008) و ابعاد بهینه کانال ترابری رودخانه های کارون توسط Mansouri Kia et al. و (2020 a) از بروزترین این مطالعات هستند. ضمنا در مطالعه دو سد لاستیکی که قرار است در مقطع شهری اهواز ساخته شود، نیز این مطالعات جدید برای تعبیه قفل کشتیرانی منظور شده است (Mansouri Kia et al., 2020 b).

ویژگی قابل توجه کارون در پایین دست اهواز عبارتند از: چندین پیچ و خم که کلاً شامل یک یا چند پیچ خیلی تند، سواحل شستشو شده شیب‌دار، سواحل کم عمق از داخل و جزیره‌ها و محل‌های کم عمق. موانع ترابری آبی متعددی نیز وجود دارد، از جمله: حرکت تعداداندکی قایق‌ها در کارون، تورهای ماهیگیری فراوان، وجود چند پل بتنی و شناور و نیز تعداد زیادی خروجی زهکش و فاضلاب کم تصفیه شده و یا تصفیه نشده که به کارون تخلیه می‌شوند. پل چوبیده بهمنشیر نیاز به اصلاح دارد. تعداد زیادی خطوط برق و تلفن هوایی که از رودخانه عبور می‌کنند وجود دارد که برخی از آن‌ها برای عبور بارج‌ها خیلی پایین هستند. یک پتانسیل مهم ترابری آبی نزدیکی بندر امام-خمینی بندر به سیستم کارون است که از آنجا سنگ آهن‌ها حمل شده از بندر عباس تخلیه و به راه‌آهن برای حمل به کارخانه فولاد اهواز انتقال می‌یابند. Mansouri Kia و Ansari (2008) پیش‌بینی نموده‌اند که ترابری آبی با شناورهای زیر ۶۰۰ تن اقتصادی خواهد بود. در این تحقیق با بررسی تغییر شرایط محیطی تلاش می‌گردد امکان احیای ترابری آبی کارون، با شناسایی واصلاح موانع فیزیکی پیش رو در ترابری آبی و تغییر ابعاد و تناژ شناور طرح، پیشنهادهای لازم ارائه شوند و ظرفیت اصلاح شده شناور بهینه اعلام شود.

۲. مواد و روش‌ها

ابتدا پیشینه اطلاعات کلی ترابری آبی درکارون که توسط سه شرکت مهندسین مشاور ایرانی و خارجی به نام های Iranian structural consulting engineers (2004)، Piesold (2005) و Adabdanan Consulting Engineers (2005) بررسی شده بودبازنگری گردیده است. بزرگترین محدویت مطالعات گذشته عدم دقت در انتخاب صحیح شناور طرح و بزرگ در نظرگرفتن آن بوده است.این موجب غیر اقتصادی شدن ترابری آبی میگردد.کلیه مطالعات جدید در این زمینه بررسی مجدد شده وسپس اطلاعات موجود به روزشده وتلاش گردیده که با توجه به تغییر شرایط مطالعات، کلیه اصلاحات لازم صورت گرفته است. در جدیدترین مطالعه افق دید مطالعات قدیمی تر بایک اصلاحیه تقریبا ده ساله به روز شده

است. یعنی فرض شروع ترابری عملیاتی در کارون که از سال ۱۳۹۹می باشد که تا به سال ۱۴۳۰ ادامه خواهد داشت. لازم به ذکر است که ترابری آبی رودخانه ای یک موضوع چند تخصصی است. مباحث علمی همچون ژئوتکنیک سواحل، مهندسی رودخانه وهیدرولیک وهیدرودینامیک مصب، مورفولوژی رودخانه، اقتصاد مهندسی، مباحث جامعه شناسی ، پدافند غیرعامل، مهندسی مکانیک و علوم دیگر همگی برآن اثرگذارند. میتوان از اطلاعات موجود برای بازتولید نیازهای مطالعاتی استفاده نمود. مثلا تحقیقات مختلفی برای بهبود مشخصه های ژئوتکنیکی خاک منطقه عمومی آبادان و خرمشهر انجام شده است. از جمله بررسی تأثیر پارامترهای شعاع کوبه و تعداد ضربه بر بهسازی خاک به روش تراکم دینامیکی توسط Bakhtiari et al. (2020) که نتایج آنها برای احداث سازه های‌دریایی قابل استفاده می باشند.

در تحقیقی دیگر که توسط Abdolkhanian,et al. (2018) انجام شد، مدل سازی مقایسه پخش آلودگی در اروندرود در فصول کم‌آبی و پرآبی تحلیل شده است. لازم است که مشابه با کار تحقیقی انجام شده، جلوگیری از پخش آلودگی احتمالی به علت تردد شناورها در ترابری آبی کارون (در آینده) بدرستی مطالعه گردد. در این تحقیق با فرض ثابت بودن نرخ رشد ترافیکی در ۳۰ سال آینده در استان خوزستان و امکان استقبال از ترابری آبی در کارون توسط بخش خصوصی و نیز عدم وقوع حادثه ای غیرقابل پیش‌بینی (همچون جنگ تحمیلی) نسبت به تعیین مشکلات پیش روی ترابری آبی رودخانه ای ایران و بعضی راهکارهای حل آن‌ها ارائه گردیده است.

در بررسی‌های اقتصادی اخیر توسط Mansouri Kia (2018) ترابری نیمه سنگین (در سناریوی بدبینانه۷۰۰ هزارتن و در سناریوی خوشبینانه حدود ۲۱۳۳ هزار تن در سال هدف ۱۴۲۵) همراه با توسعه گردشگری فاقد ضررهای اقتصادی مطالعات پیشین بوده و اقتصادی تلقی گردیده است. در هر سه سناریوی مورد اشاره برای تکمیل مطالعات ترابری آبی فنی و اقتصادی کارون به این جنبه ها توجه شده است.

اثرتغییرات اقلیمی در دبی رودخانه، افزایش نیازهای آبی استان و کاهش دبی حداقل در رودخانه، بهره‌برداری از راه‌آهن خرمشهر و اتوبان ماهشهر– اهواز وکوتاه تر شدن فاصله‌ی جاده-ای این دو شهر نسبت به مطالعات قبلی، رسوب‌گذاری‌های جدید در رودخانه، ساخت و بهره‌برداری سد وقفل کشتیرانی بهمن‌شیر بالادست، برداشت پل شناور در محل سد بهمن‌شیر بالادست و احداث پل جدید شناور در مارد و چندمورد دیگر، به موازات آن زمان باز و بسته شدن قفل مارد و نیروهای اعمالی بر شناور طرح نیز تحلیل شده اند. در این مقاله جدیدترین مشکلات پیش روی ترابری آبی در کارون با تعریفی از راهکارهای حل آن‌ها مورد بحث قرار گرفته‌اند.

عمق کم رودخانه کارون در بازه‌های مختلف یک مانع عمده ترابری است. بازه‌هایی از آبراه (رودخانه کارون) در پایین-دست اهواز مستقیم یا دارای انحنای کم می‌باشد. در مواردی نیز رودخانه دارای یک یا چند پیچ نسبتاً تند است. تندترین پیچ‌ها در کیلومتر ۱۶ ،۲۵، ۳۴، ۴۰، ۱۰۱، ۱۰۹، ۱۱۸، ۱۲۳، ۱۴۲، ۱۳۵، ۱۶۴ و ۱۶۸ واقع شده‌اند که مبنای سنجش طول پل سفید اهواز می‌باشد. تقریباً درقوس خارجی همه پیچ‌ها و قوس‌ها شیب سواحل بیشتر از سایر نقاط است. این‌گونه بازه‌ها فرسایش شدید داشته وعموماً ساحل عمودی دارند. در عوض شیب قوس‌های داخلی در ساحل روبروی آن‌ها کم است.

اغلب جزیره‌ها در محل‌های کم عمق و نزدیک پیچ‌ها بوجود آمده‌اند. در اهواز و اکثر سواحل، جزیره‌ها با پوشش گیاهی زیاد همراه بوده و زیستگاه شماری ازپرندگان و خزندگان و دوزیستان شده‌اند. جداره وکف رودخانه عمدتاً شامل سیلت و رس و در بازه‌هایی محدود (خصوصاً در منطقه شهری اهواز بیرون‌زده-گی‌های صخره‌ای) می‌باشند. عمده‌ی اراضی مشرف به رودخانه کارون کشت شده و دارای پوشش گیاهی‌اند. اغلب روستا (که تعدادشان هم زیاد است) در سمت خارجی پیچ‌ها و کنار ساحل رودخانه قراردارند، تا ساده‌تر آب برداشت نمایند. در مواردی ساختمان‌های مشرف به رودخانه در معرض تخریب قرار داشته یا تخریب شده‌اند. رودخانه همیشه گل‌آلود و دارای آلودگی میکروبی، انگلی و صنعتی است. تورهای ماهیگیری متعددی دربازه‌های مختلف رودخانه نصب می‌گردد. موج‌های ناشی از باد به ۴۰ سانتی‌مترمی‌رسید.

در زمان مطالعات Sweco Mahab (1976)، تردد قابل ملاحظه‌ای (بجز چند قایق کوچک و تعدادی لنج در خرمشهر) در کارون گزارش نشده است. لیکن تعداد شناورهای صیادی استان در سال ۱۳۹۵ مطابق مرکز آمار ایران برابر با ۱۶۹۵ فروند و شامل ۱۰۸۴ قایق و ۶۱۱ لنج بوده است (Statistical Center of Iran, 2017). معمولاً جاهایی که رودخانه پهن‌تر است حداکثرعمق آب نیزکمتر است. عمق دارای رنج ۳/۷ تا ۱۷متر است. سرعت جریان سطحی بطور متوسط تقریباً یک متر در ثانیه و معمولاً ۳ـ ۲ متر در ثانیه در شرایط سیلاب است. افزایش ارتفاع آب طی دی ماه تا اسفندماه به دلیل بارش مناسب و سیلاب تا ۶ متر گزارش شده (Piesold, 2005) است. البته این افزایش سریعاً فروکش نموده و خللی در ترابری آبی بوجود نمی-آورد. آمار واقعی آبگیرها مجاز و غیرمجاز بزرگ و کوچک بیش از ۱۵۰ عدد برای مصرف آبیاری، صنعتی و شرب و خانگی است.

شکل ۱- تصویر ماهواره‌ای از موقعیت رودهای قابل کشتیرانی بهمن‌شیر و اروند منتهی به رود کارون برای دسترسی به اهواز

Fig. 1- Satellite location image of the navigable rivers of Bahmanshir and Arvand leading to the Karun River for access to Ahvaz

محل‌های تقریبی آبگیرهای بزرگ در ساحل راست شامل: کیلومترهای ۲۲(جتی گسترده)، ۱۰۰ و ۱۸۸(پرورش ماهی‌ها) ودر ساحل سمت چپ شامل: کیلومترهای ۷۳ ، ۸۱، ۱۴۹(دارخوین) و ۱۹۰(ایستگاه پمپاژ مارد) می‌باشند. ورودی فاضلاب‌های تصفیه نشده اهواز وخصوصاً روستاها به کارون متعدد و در سه مورد ورود فاضلاب تصفیه شده صورت می‌گیرد. در شکل (۱) جانمایی مسیرهای کشتیرانی رودخانه‌ای اروندرود و بهمن‌شیر را نسبت به جنوب استان با خطوط قرمز نشان داده شده است. به علت تعدادزیاد موانع کشتیرانی امکان نشان دادن همه آنها بر روی شکل وجود ندارد و تنها به متراژ آنها در متن اشاره می‌گردد.

در اهواز ۹پل در یک فاصله ۱۲ کیلومتری وجود دارد. پلی نیزدر کیلومتر ۷۵ برای اتصال کارخانه نیشکر به اراضی ساحل روبروی رودخانه وجود دارد. پل شناوری در بالادست انشعاب حفار وجود دارد. در ۲۱ بازه خطوط انتقال برق (کابل های هوایی) وجود دارد که عمده‌ی آن‌ها عبارتند از:

– کیلومترهای ۱۱و ۴۴ (هر کدام دو سری خط هوایی) ۸۱، ۱۹۲ و ۲۰۰، دارای خطوط چندگانه فشارقوی

– کیلومترهای ۵۰، ۶۱، ۶۷، ۷۵، ۱۳۰، ۱۵۹، ۱۹۰، ۱۹۵ و۱۹۶، همگی دارای خطوط سه‌گانه فشار متوسط

– کیلومترهای ۶۳، ۹۸ و ۱۵۰، همگی دارای خطوط سه گانه فشار پایین

سایر موانع کارون عبارتند از:

– چندین ساختمان توریستی در حاشیه شهر اهواز

– یک جتی قدیمی و پایه‌ها در کیلومتر ۱۵۵

– پایه‌های قدیمی فولادی در کیلومتر ۱۹۴

– سیفون معکوس کارون (زیر تراز بستر رودخانه دفن شده است و مانع ترابری نیست)

احتمالاً در آینده‌ای نه چندان دور آبگیر نیروگاه اتمی دارخوین نیز به علت حساسیت‌های پدافندی یک عامل کنترلی در تربری آبی خواهد بود.

رودخانه حفار یک آبراه کوتاه مستقیم است که ساحل راست آن یک اسکله در شهرخرمشهر دارد و دو پل فولادی روی پایه‌های بتنی از آن عبور می‌کند. مانع عمده‌ای از نظر کشتیرانی در مسیر کل رود حفار وجود ندارد.

بهمنشیر دارای پیچ تندی در کنار انشعاب از کارون و تعدادی پیچ‌های بزرگ و تدریجی قبل از ورود رود بهخلیج فارس می‌باشد. سواحل بهمنشیر با روستاها و نخلستان‌های فراوان احاطه شده است. عرض وعمق آن بسیارکمتر از کارون است. یک پل با ارتفاعی کوتاه ویک اسکله در بندر تازه رشد یافته چویبده وجود دارد. تعداد زیادی قایق کوچک و تعدادی لنج در بندر چویبده (کیلومتر ۵۴ جنوب بهمنشیر نسبت به حفار) تردد دارند. تورهای ماهیگیری نیز در بازه‌های مختلف پهن شده‌اند که از موانع رود بهمنشیر برای کشتیرانی خواهند بود. مطالعات Iranian structural consulting engineers (2004) نشان می‌دهد که در بهمنشیر مواد ناریه پاکسازی شده و عملیات لایروبی نیز انجام گردیده وکشتیرانی بلامانع خواهد بود. محل پل‌های پایین تراز محل تقاطع حفار و بهمن‌شیر (که ارتفاع و

فاصله همه آن‌ها برای کشتی‌های بزرگ کافی نیست) عبارتند از: کیلومتر ۷/۵ (پل با دو دهانه اصلی و عرض ۲۵ متر)، کیلومتر ۱۰، کیلومتر ۱۱ (برای عبور لوله نفت با دهانه‌های ۱۰متری با شمع و پایه‌های فولادی و ارتفاع تنها ۵ متر بالای تراز MSL)، کیلومتر ۱۴پل ثامن‌الائمه، پل سوم (روی کانال کناری با ارتفاع ۵ تا ۶ متر)، کیلومتر۲۰ پل چهارم (سه دهانه) و کیلومتر ۵۴ (بندر چوئبده).

با توجه به قرارداد ۱۹۷۵ الجزایر، خط القعر آبراه اروند نشان دهنده مرز بین‌المللی بین ایران و عراق است. تردد در داخل مرز آبی ایران بلامانع است. در حال حاضر عمق رودخانه بین ۴ تا ۵/۵ متر در بازه‌های بالایی بین آبادان و خرمشهر می‌باشد. سالهاست که لایروبی اروند انجام نشده است. ۷۵ درصد رسوبات سیلتی است و عرض کلی رودخانه ۳۰۰ الی۴۰۰ متر است که به سمت دهانه افزایش می‌یابد. اغلب اجسام مستغرق در اروند قبلا پاکسازی شده اند. مانع خاصی در مسیر اروند وجودندارد. در شکل(۲) لایروب موجود در حال کار محدوده‌ی شهری اهواز نشان داده شده است. با توجه به کارکرد لایروب های موجود حداقل ۶ و ترجیحا ۹ لایروب برای بازکردن مسیر کانال کشتیرانی در سه سال کار پیوسته و احتمالا ۴ لایروب برای رسوب برداری سالیانه (دوران بهره برداری) لازم خواهد بود. مشکلات بهره برداری این لایروب عمدتا حل شده و تنها مشکل موجود تعداد کم آنها(۲ دستگاه) می باشد.

انواع لایروب‌های مناسب در کشور وجوددارد و امکان استفاده دارند. سازمان آب و برق خوزستان دارای لایروب‌های برنده، مکنده (کاترساکشن) مناسب بامدل IHC Beaver 3800 می‌باشد که جهت استفاده در دوره بهره‌برداری کانال کشتیرانی مناسب هستند. این لایروب قادر به حرکت درعرض-های ۶۰ تا ۶۵ متر (مشابه عرض کانال پیشنهادی) است. مشکل اصلی استفاده این لایروب اجزایی از آن است که خارج از بدنه اصلی و تا ۸/۵ متر در بالای سطح آب قرارمی‌گیرد. اجزایی از لایروب که این ویژگی را دارند در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. لازم است موانع موجو نه تنها برای عبور شناور های حمل بار که برای عبور لایروب ها نیز کنترل اصلاح شوند.

شکل۲- تصویرهوایی از لایروبی کارون توسط لایروب‌های سازمان آب و برق خوزستان (عکس از آرشیو شرکت لایروبی صبا)

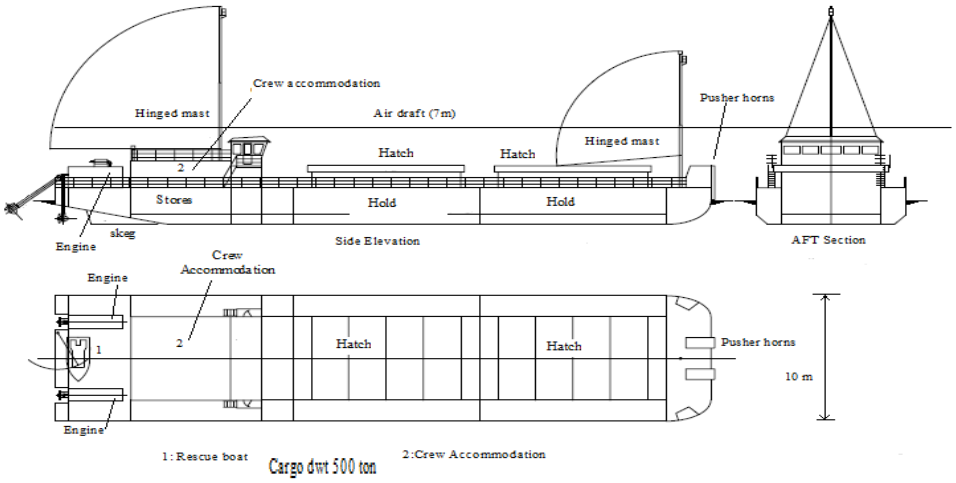
Fig. 2- Aerial photograph of Karun Dredging by Dredge ship of by Khuzestan Water and Power authority (Saba Dredging Company Archive)

جدول۱- طول اجزایی که می‌توانند مانع حرکت لایروب‌ها از زیربرخی پل‌ها یا خطوط برق باشند.

Table 1- The components length can prevent the Dredge ship moving under bridges or power lines.

نام انگلیسی	Post crane	Ladder a Frame	Anchor boom posts	wheel house	Spud legs
نام معادل فارسی	پست جرثقیل	قاب نردبان	ست تیرلنگرگاه	اتاق کنترل	بیل بلند متحرک
طول قسمت(متر)	۸/۵	۷/۸	۶/۷	۵/۹	نکته ۱

نکته ۱: زمانی‌که از بیل بلند متحرک استفاده نمی شود، می‌توان آن را به صورت تخت روی عرشه قرارداد. این اجزا می‌توانند مانع حرکت لایروب‌ها از زیر برخی پل‌ها یا خطوط برق باشند.



شکل ۳- ابعاد شناور پیشنهادی طرح (شناور مخصوص تردد در کارون)

Fig. 3- Proposed Vessel Dimensions of the project Design (according to Karun vessel Traffic)

۳. نتایج

جهت طراحی ابعاد شناور و لزوم لایروبی رودخانه برای کانال‌های کشتیرانی، به منظور تامین حداقل عمق اولیه کانال منطبق با حداقل دبی، جریان ۱۵۰ مترمکعب بر ثانیه ۳ متر در نظر گرفته شد که در زمان لایروبی بهره‌بردای حتی تا عمق ۲/۷ متر کاهش می‌یابد. حداقل عرض کف۵۰ متر می‌باشد. رودخانه کارون چندین پیچ تند با شعاع به کوچکی تقریبا۱۸۰متر دارد. کشتی پیشنهادی جدید Mansouri Kia (2018) قادر به عبور از این پیچ‌ها با حداقل اصلاح خواهدبود. برای کشتی پیشنهادی جدید عرض کانال آبراهه در محل پیچ‌ها تنها ۷۰ متر خواهد بود. در شکل (۳) ابعاد شناور پیشنهادی این تحقیق نشان داده شده است.

به عنوان پیشنهاد اصولی جهت حل مشکل موانع موجود (پل‌ها) می توان در موارد خاص، بعضی از اجزا لایروب‌ها را برای عبوراز پل‌ها و ... جدا نمود و سپس مجدداً آن‌ها رادر جای خود متصل نمود. درصورت ضرورت در مکان‌هایی که به علت شرایط کاری لایروب‌های موجود قادر به فعالیت نباشند، لایروب‌های کوچکتر موجود در کشور لازم خواهند بود. تعداد کمی ازپل‌های رودخانه کارون و بهمنشیر(همچون پل‌چوئبده)، چندین خط انتقال برق به ویژه روی رودخانه کارون می‌بایست افزایش ارتفاع یابند. البته زمانی که کشتی به پلی نزدیک شود، می‌توان دکل را پایین آورد و پس از عبور از سازه سرجای خود بازگرداند. فاصله میان پایه‌های اغلب پل‌های موجود برای عبور کشتی‌ها کافی است. اما موارد استثنایی نیز وجود دارد. در کنارسواحل بعضی از پل‌ها سازه‌های حفاظتی می‌بایست ساخته شود.

می‌بایست کلیه پل‌های شناور (همچون پل شناورحفار) برچیده شوند.

ازآنجایی‌که تمام پل‌های موجود می‌بایست دارای علامت هشدار ارتفاعی سرگیر (headroom) باشند و فاصله‌ی افقی بین پایه‌های پل برای عبور شناورها (در صورت همزمانی رفت و برگشت فاصله ۲ تا ۳ برابرمی‌گردد) باشند. لذا اگر فاصله داخلی بین پایه‌ها پل کمتر از ۲۴ متر است، لازم است پل برچیده شود. اگر فاصله داخلی پایه‌ها بین ۲۴ تا ۴۸ متراست، لازم است محدودیت سرعت در مسیر یکطرفه اعمال گردد. اگردو دهانه با این شرط وجود داشته باشد، هر دهانه برای یک جهت ترابری استفاده گردد. بیش از ۴۸ متر فاقد محدودیت خواهد بود. جدای از فاصله‌ی خالص بین پایه‌ها، هر پایه بطور مستقل می‌بایست در برابر احتمال برخورد شناورها با یکدیگر از مقاومت لازم برخوردار باشد. بدین منظور راهکارهای زیر(سازه‌های محافظت) قابل اعمال می‌باشند:

- استقرارسپرهای فلزی پیرامون هر کدام از پایه‌ها و پرنمودن آن با تونان، کوپال یا شن و بستن سپرها به پایه‌ها تا عمل ضربه گیری و جلوگیری از آب شستگی پایه را انجام دهند.
- نصب مجموعه‌ای از تیر پایه‌ها که با اجزای افقی به پیرامون پایه پل‌ها وصل می‌شوند. استقرار دولفین‌ها یا دوبه‌های شناور در بالادست و پایین دست هر پایه.

به منظور حل مشکل خطوط برق هوایی مانع تردد، حداقل فاصله ایمن با مرتفع‌ترین اجزای شناور برابر ۰/۳متر برای زیرپل-ها تعریف شده است. اما برای خطوط برق می‌بایست این عدد بسیار بیشتر باشد تا از خطر تخلیه الکتریکی جلوگیری شود. با

توجه به ارتفاع ۱۶/۵ متری دکل عقب پیشنهادی در شناور، حداقل ارتفاع سرگیر باید ۱۷/۵ باشد (Piesold, 2005). اصلاح ضوابط ارتفاع بادبان‌ها در استفاده از آب‌های داخلی را لازم دانسته است. در این تحقیق ماهیت وجودی چنین ضابطه‌ای زیرسئوال بوده است! برای افزایش ارتفاع خطوط هوایی برق می توان ترجیحاً با بالابردن خطوط مسئله را حل کرد.

آخرین اطلاعات نشان از اتمام عملیات تجسس مواد ناریه از جداره و بستر رودخانه دارد، ولی ممکن است در هنگام لایروبی از مصالح زیر بستر، موارد جدیدی دیده شود. باتوجه به تعداد شناورهای پیش‌بینی شده، توراندازی عرضی در رودخانه تنها برای ۳ ساعت در شبانه روز و با برنامه قبلی امکان‌پذیر خواهد بود، با توجه به وجود موانع قفل‌های کشتیرانی، پیشنهاد عبور همزمان دو شناور از قفل‌ها رد می‌گردد. در عوض پیشنهاد ایجاد دو معبر (دو دستگاه قفل کشتیرانی) داده شده است. برای یونیت شناور طرح پیشنهادی شامل دو برج یکی خود کشش و دیگری یدکی، طبق توصیه‌های Iribarren (1999) در بولتن PIANC N.100، محفظه معبر (Lock Chamber) نباید دارای ابعادی کمتر از موارد زیر باشد.

– طول حداقل قفل ۹۴ متر.

– عرض حداقل قفل ۱۰/۶ متر برای یونیت شناور با عرض ۱۰ متر.

– عرض حداقل برای شناورهای جفت شده پهلو به پهلو برابر۲۱/۲ متر مترادف با عرض شناور های تک ۱۰ متری.

– عمق آب بالای سیل (Sill)، ۳/۳۵متر (یعنی یک متر بیشتر از حداکثر درفت آبی).

لازم به ذکر است که قفل‌های در حال ساخت قادر به تامین این حداقل‌ها می‌باشند. تنها مشکل عرض ۲۵ متری قفل سد-های مارد و پایین دست بهمن‌شیر است که تنها پاسخگوی یونیت شناور پیشنهادی این تحقیق بوده و پاسخگوی شناورهای طرح پیشنهادی قبلی نخواهد بود. البته عرض قفل سد بالادست بهمن‌شیر ۲۰ متر است که در همه پیشنهادها برای عبور همزمان و پهلو به پهلوی شناورها مشکل دارد. مشکل وجود پل در سد بالادست بهمن شیر با متحرک نمودن آن حل شده است.البته معیارهای استاندارد همچونIABSE (1993) دراین زمینه رعایت شده است.

با توجه به اینکه فعلاً در رودخانه‌ی کارون هیچ علائمی موجود نیست، پیشنهاد می گردد؛ پیش از هرگونه تردد آبی بهتر است علائم مورد نیاز آبراهه‌ها در مکان‌های مد نظر نصب گردند. ایران راهنمای کشتیرانی IALA را امضا نموده است، لذا لازم است علائم بر اساس توصیه‌های مشخصات فنی سیستمی آن (International System) طراحی و اجرا گردند (Larsen, 1993).

برای نشان دادن دو سمت رودخانه، علائم مرکب از پایه-های جفت در اکثر بازه‌ها لازم است. درکل بهتر است علائم فلزی در دوسوی رودخانه نصب شوند تا نگهداری و مرمت آن‌ها ساده باشد درهرحال به تعداد بسیار زیادی علامت نیاز است چون رودخانه کارون تعداد زیادی پیچ وخم دارد. بویه بسادگی قابل حمل و تغیر مکان است بنابراین در بازه‌هایی که رودخانه پیوسته در حال تغییر مسیر است، استفاده از آن‌ها مفید خواهد بود. علائم پایه‌ها (pile marks) درپیچ‌ها، بیرون زدگی‌های ساحلی یا عمقی (cusp)، خاکریزها و خروجی آبراهه نصب شوند. باید پایه-ها درحالت جفت در نزدیکی کناره‌ی کانال استقرار یابند تا شناورها از بین آن‌ها عبور نمایند. گذشته از پایه‌ها می‌بایست از بازتاب امواج رادار نیز استفاده شود تا بتوان در شب و یا در مکان‌هایی که قابلیت مشاهده چشمی کم است، با رادار شناور هم ارتباط برقرار نمود. علامت‌گذاری را می‌توان از دهانه‌ی رودخانه درپایین دست و یا از اهواز آغاز نمود. درسطح ترافیک کم، می-توان تنها در روز، ترابری را انجام داد. لازم است بتوان علائم را با روشنایی مطلوب و شفاف دید تا شناورها قادر به استفاده وخواندن آن‌ها بدون بهره‌گیری از رادار باشند و از آنها سود ببرند. در هر پل، مسیر کانال آبراهه می‌بایست متناظر با مرکز دهانه باشد. توجه به انجام این نکات نیز مفید است.

– علائم روشن(واضح) کشتیرانی نصب شده روی سازه‌ها.

– رادار چراغ دریایی(Radar beacon) نصب شده در مرکز مسیر حرکت شناور.

– وجود لامپ‌های مه‌شکن درمواقع مه گرفتگی.(Fog horn)

– تابلوهای راهنما.

– نصب بویه در نزدیکی پل‌ها.

هشدار محدودیت سرعت شناورها برای عبور از دهانه پل‌ها، لزوم وجود روشنایی یانورافکن کافی برای هرنوع پایانه ونیز هرنوع پیش آمدگی ساحلی یا اسکله های موجود (تا دو متر قبل و بعد از آن‌ها)، فولادی بودن تابلوهای علائم و رنگ با کیفیت آن-ها، از سایر موارد مهم هستند. امکان استفاده از لامپ‌های خورشیدی نیز وجود دارد. با عدم وجود راه ساده و همیشگی برای دسترسی تابلوها وعلامت‌ها می‌توان احتمال تخریب یا دزدیده شدشان راکاهش داد. وسایل اولیه کشتیرانی همچون جفت میله-ها و... ابتدا بدون چراغ نصب شده و سپس چراغ‌ها نصب خواهند

گردید. هرگونه وسیله کمکی بنا به فراخور حال و شرایط محلی به وسایل کمکی کشتیرانی اضافه خواهد شد. احتمالاً بلندگو، بی‌سیم و اسلحه شلیک منور از این موارد خواهند بود.

٤. بحث و نتیجه گیری

بررسی‌های پیشین حمل و نقل آبی در کارون موانع متعددی را مطرح نموده لیکن در حال حاضر پاره‌ای از این موانع برطرف شده و مواردی جدید از موانع بوجود آمده‌اند. همچنین در مطالعات گذشته، ترابری رودخانه ای از مسیر اروند یا بهمن شیر تا بندر اهواز بیانگر زیان های مالی سنگین بوده است. از مهمترین نتایج تحقیقات اخیر زیرسئوال بردن این زیان ها با اصلاح ابعاد شناور طرح است. شناور طرح کوچکتر سبب کاهش شدید هزینه ها و اقتصادی تر شدن طرح میگردد. نتیجه مهم دیگر تعیین جامع و به روز شده مشکلات فیزیکی پیش روی ترابری آبی رودخانه کارون از هر دومسیر اروند و بهمنشیر تا اهواز و ارائه راهکارهای حل آن‌هاست. مطالعه نشان میدهد که بابکارگیری نتایج تحقیق در حل موانع فیزیکی و سرمایه گذاری بخش خصوصی (یاسایر راهکارهای تامین مالی)، امکان احیای ترابری آبی در کارون وجود دارد. با توجه به مطالعات به روز شده ترابری آبی رودخانه‌ای در کارون توسط نویسندگان این تحقیق، امکان ترابری سبک و نیم سنگین در این آبراهه وجود دارد. جالب است که ترابری آبی سبک در کارون می‌تواند یک پتانسیل اقتصادی بدون افزایش رهاسازی آب بیشتر در کارون باشد. لیکن اصلاح آبراهه برای ایجاد کانال کشتیرانی با ابعاد مناسب، رفع مشکل پل‌های موجود، مرتفع سازی کابل‌ها و دکل های برق، ایجاد علائم ایمنی و... لازم اجرا خواهد بود.

Refrences

Abdolkhanian, N., Elmizadeh, H., Dadolahi Sohrab, A., Savari, A. and FayazMohammadi, M., 2018. Comparing Modeling of Pollution in Arvand River in the Dry and Wet Seasons. (In Persian).

Adabdanan Consulting Engineers., 2004. Physical Studies of the Karun Waterway Transport Scheme. (In Persian).

Bakhtiari, M., Kamal Pourasl, E., Ahadiyan, J., 2020. Investigation of the effect of Hammer radius parameters and number of impact on soil improvement by dynamic density method in line with the construction of offshore structures. *Journal of Marine Science and Technology*, *18*(4), pp. 75-90. (In Persian).

Iranian structural consulting engineers. 2004, river transport studies, geometric design of waterway runoff.

Iribarren, J.R., 1999. PIANC Bulletin No. 100.

Larsen, O.D., 1993. *Ship collision with bridges: The interaction between vessel traffic and bridge structures* (Vol. 4). IABSE.

Mansouri Kia, M.T. and Ansari, Z., 2008. Feasibility of Water Transport in Karun Waterway. in: *4th National Congress of Civil Engineering*. May 2008. Tehran University, Iran. (In Persian).

Mansouri Kia, M.T., 2018. A *Comparative and Updated Study of River Water Transport in Iran*, Khuzestan Water and Power Organization. K.W.P.A. Technical report. pp. 2-9. (In Persian).

Mansouri Kia, M. T., Ragabi, E., Sheybani, H. R. 2020a. Determining the Optimal Dimensions of River Transportation Channel in Iran. In: *4th International Conference of Civil, Architectural and sustainable green city*. Jan 30. 2020. Hamedan university, Iran. (in Persian)

Mansouri Kia, M. T., Sheibani, H. R., Mardeshti, A. N. 2020 b. Karun rubber dams in Ahvaz. In: *4th International Conference of Civil, Architectural and sustainable green city*. Jan 30. 2020. Hamedan university, Iran. (in Persian).

Piesold, S.W., 2005. The reassessment of groundwater potential and transferable water rights in AK Basin.

Shenoi, R.A., Bowker, J.A., Dzielendziak, A.S., Lidtke, A.K., Zhu, G., Cheng, F., Argyos, D., Fang, I., Gonzalez, J., Johnson, S. and Ross, K., 2015. Global marine technology trends 2030.

Statistical center of Iran., 2017. *statistical annual of the country in 2016*. office of the head.public relations and international cooperation. (In Persian).

Sweco Mahab company limited, 1976. *Final technical Report of Feasibility study*. K.W.P.A Authority.

Vice-presidency for science and technology. Maritime industries and technology development council. In: 4th Iran maritime statistics, 2017. (printed 2018).

Journal of Marine Science and Technology

Winter 2022, Vol. 21, No.4, pp. 32- 40

Available Online*: http://jmst.kmsu.ac.ir*

Original Article

Strategies Surveys' for Increasing Navigation Capacity of Navigable Rivers (Case Study of Karun, Bahmanshir and Arvand River)

Mohammad Taghi Mansouri Kia *, Hamid Reza Sheybani, Elham Rajabi

Technical and engineering faculty, Department of civil engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran.

*Corresponding Author E-mail: Kia551@yahoo.com

Received: 18 January 2020 **Revise Date:** 25 April 2020 **Accepted:** 3 May 2020

DOI: 10.22113/JMST.2020.216321.2344

Abstract

The only navigable river is the Karun River in Iran. Karun shipping history dates back to Nasser al-Din Qajar Shah. Climate change and drought, harvests more water and reduce its capacity, the existence of new railways and highways as the main competitors of cargo from the port of Mahshahr and Khorramshahr to Ahvaz due to the boom in river water transport has been falling.

There are few studies on water transport in Karun river. In this study, some of their results are discussed in general. Then, based on the acceptance of the latest research, the most important physical barriers to river transportation have been identified and their remediation strategies adapted to the current situation. Then shipping Signs required of navigation and auxiliary's equipment for sailing have also been offered.

Previous studies included: (Iranian structural consulting engineers, 2004; Adabdanan Consulting Engineers, 2004) and Especially (Scott Wilson and Piesold, 2005) It has been attributed to the heavy losses of water transportation, especially in the high tonnage of annual freight. The most recent study, ongoing surveys at the Khuzestan Water and Power Organization (Mansouri Kia, 2018) show that the transport medium (in the pessimistic scenario optimistic scenario about 700 thousand tons and 2133 thousand tons in the target year 1425), together with previous studies is the development of tourism can be no economic losses. Water transport is the base year 2020.

Heavy financial losses were previously assumed for river transportation. The most important results of recent research suggest that these losses are reduced by modifying the design vessel dimensions.

Another important result of the present study is identifying the physical problems for the Iranian rivers transportation and to provide solutions (except for the sediment removal problem that is being investigated at another study). Applying the research results on solving physical barriers and financial support by private investment (or other financing options), revive water transportation in Karun it is possible.

Key Words: Khuzestan, river transportation barriers, Karun, vessel, shipping.

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.