

اولویت بندی استراتژیها در ارزیابی رسمی ایمنی ترافیک دریایی با روش

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در محیط فازی

منصور کیانی مقدم^۱، حسین طالب نژاد^۲

^۱استادیار دانشگاه دریانوردی چابهار

^۲دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه دریانوردی چابهار و کارشناس ایمنی دریانوردی اداره کل بنادر و دریانوردی استان بوشهر

چکیده

ارتقاء سطح ایمنی دریانوردی و کاهش خسارات جانی و مالی و آسیب های وارده به محیط زیست دریا به منظور حفظ جایگاه بنادر در اقتصاد کشور، کاهش ریسک سرمایه گذاری در صنایع دریایی و کشتیرانی و همچنین توسعه پایدار اقتصاد دریایی، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بندر بوشهر به عنوان یکی از با قدمت ترین بنادر ایران، با توسعه سریع زیرساخت ها و تمرکز صنایع مختلف در سال های اخیر، لزوم بررسی ایمنی ترافیک دریایی در آن ناحیه را موجه می سازد. در این پژوهش از روش ارزیابی رسمی ایمنی (Formal Safety Assessment)، که مورد تایید سازمان جهانی دریانوردی (IMO) بوده و در فرآیند قانون گذاری آن سازمان مورد استفاده می باشد، به منظور ارزیابی استراتژی های مدیریت ترافیک در بندر بوشهر استفاده شده است؛ نتایج تحقیق نشان داد که پنج راهکار کنترلی شامل اجرای صحیح قوانین موجود، ارائه خدمات ترافیک شناورها (VTS)، بهبود ارتباطات رادیویی و نحوه اطلاع رسانی، تدوین قوانین جدید و تغییرات مورد نیاز آبراه، به ترتیب اهمیت و تاثیرگذاری اولویت بندی می شود. در پایان استراتژی " اجرای صحیح قوانین موجود" به عنوان ارجح ترین راهکار، در جهت بهبود ایمنی ترافیک دریایی به مدیران توصیه شده است.

واژه های کلیدی: ترافیک دریایی، ارزیابی رسمی ایمنی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در محیط فازی

۱- مقدمه

صنعت کشتیرانی به عنوان یکی از مولفه های پر اهمیت در حمل و نقل دریایی، به علت شرایط محیطی فعالیت و بین المللی بودن آن همواره با مخاطرات بسیاری روبرو می باشد. امروزه با روند رو به رشد اقتصاد جهانی و در نتیجه افزایش میزان حمل و نقل کالا و مواد اولیه از طریق دریا، اهمیت و توجه به مسائل ایمنی و امنیتی در تردد شناورها نیز دچار تحول بنیادین گشته است. از سویی دیگر نقش بنادر در اتصال بین حمل و نقل دریایی و دیگر شیوه های حمل همچون حمل جاده ای، ریلی و هوایی، همچنین وجود سرمایه های با ارزش انسانی و مادی، به عنوان نقاط بسیار حساس و حتی گاهی از نقاط استراتژیک کشورها محسوب می شوند.

توسعه تکنولوژی، بهره مندی انسانها از خدمات بیشتر، سریعتر و با هزینه کمتر را سبب شده است. همسو با این توسعه، نیاز به ارتقاء ایمنی در سطح بالاتر افزایش یافته است. لذا توجه خاص به ایمنی ضرورت اجتناب ناپذیر بوده و از اساسی ترین ابزارها برای ارتقاء سطح ایمنی، ارزیابی مستمر آن است

در طراحی سیستم مدیریت ترافیک شناورها، دو تفکر عملیاتی متداول وجود دارد. اول اینکه دریانوردان به منظور تصمیم گیری مناسب باید به اطلاعات دقیق، به موقع و مورد نیاز دسترسی داشته باشند. دوم اینکه مکانیزم هایی جهت اجرای دستورات و اطمینان از نتایج مورد انتظار ایجاد گردد. آشکار است که کلیه موارد تهدید کننده ایمنی یک آبراه، تنها با اقدامات مدیریت ترافیک شناورها قابل رفع نمی باشد؛ به عنوان مثال امکان از دست رفتن سیستم هدایت یا رانش کشتی با ابزار مدیریت ترافیک شناورها قابل برطرف شدن نیست، اما در این مواقع نیز ممکن است ابزار مدیریت ترافیک، ابعاد منفی اتفاق را کاهش دهد. در بندری که مدیریت ترافیک شناورها به اجرا گذاشته شده است، اداره کنندگان آن ابزارهای موجود را انتخاب و بکار می گیرند تا بتوانند امور روزمره ترافیکی و موارد ایمنی متناسب با ویژگی های خاص آن بندر را به طور موثر اجرا نمایند؛ لذا ویژگی های متفاوت بنادر، نیازمند اقدامات موثر مدیریت ترافیک منحصر به هر بندر است (Sollasi, 2005).

بر اساس بند های ۷ و ۸ از ماده سوم آئین نامه سازمان بنادر و دریانوردی، نظارت کامل در امور کشتیرانی ساحلی و بازرگانی و مجاهدت در توسعه آنها و تأمین ایمنی عبور و مرور و انجام هر نوع اقدامی که در پیشرفت و توسعه فعالیت کشتیرانی های بازرگانی و ساحلی لازم است و اداره و برقرار نمودن علائم و وسائل روشنایی دریایی و رودخانه ای برای تأمین ایمنی عبور و مرور کشتی ها و شناورها در حیطه وظایف سازمانی قرار گرفته است. تأمین ایمنی آبراه ها و سواحل از وظایف حاکمیتی سازمان بنادر و دریانوردی قلمداد می گردد و تدوین استراتژی ها و نظارت صحیح بر عملکرد کنترل ترافیک دریایی نیز تاثیر مستقیم بر ضریب ایمنی دریایی و بهره وری صنعت کشتیرانی در کشور خواهد داشت؛ که این مهم با توجه به طرح های توسعه بنادر و افزایش حجم تردد دریایی در آینده نزدیک چالش برانگیز خواهد بود.

۲- روش تحقیق

با روش ارزیابی رسمی ایمنی (FSA) می توان وضعیت ایمنی یک سیستم را در پنج مرحله زیر مورد تحلیل قرار داد:

- ۱- شناسایی خطرات
 - ۲- تحلیل فاکتورهای ریسک
 - ۳- شناسایی روش های کنترلی ممکن
 - ۴- ارزیابی هزینه - فایده
 - ۵- توصیه ها جهت تصمیم گیری
- ارزیابی رسمی ایمنی در طراحی شناورها، کشتیرانی و مدیریت ایمنی مورد استفاده قرار می گیرد و با تحلیل کلی در طراحی شناور، بازرسی، عملیات، ناوبری و غیره سطح ایمنی دریانوردی را ارتقاء می بخشد. فرآیند یاد شده را می توان بر اساس تجزیه و تحلیل طراحی شناورها و تکنیک های مهندسی، عملیات و کنترل شناورها، استانداردها و مقررات مدیریت ایمنی و مجموعه ای از نیازهای واقعی به منظور بهبود رویه ها و قوانین فعلی و همچنین ایجاد قوانین جدید به کار گرفت (Wang, ۲۰۰۱).
- در این مقاله آخرین مرحله از فرآیند FSA که همان ارائه توصیه های مدیریتی است با تکمیل فرمهای نظرسنجی توسط متخصصان بخش عملیات دریایی در بندر بوشهر و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط فازی تحلیل و استراتژیهای مربوطه اولویت بندی می گردد.

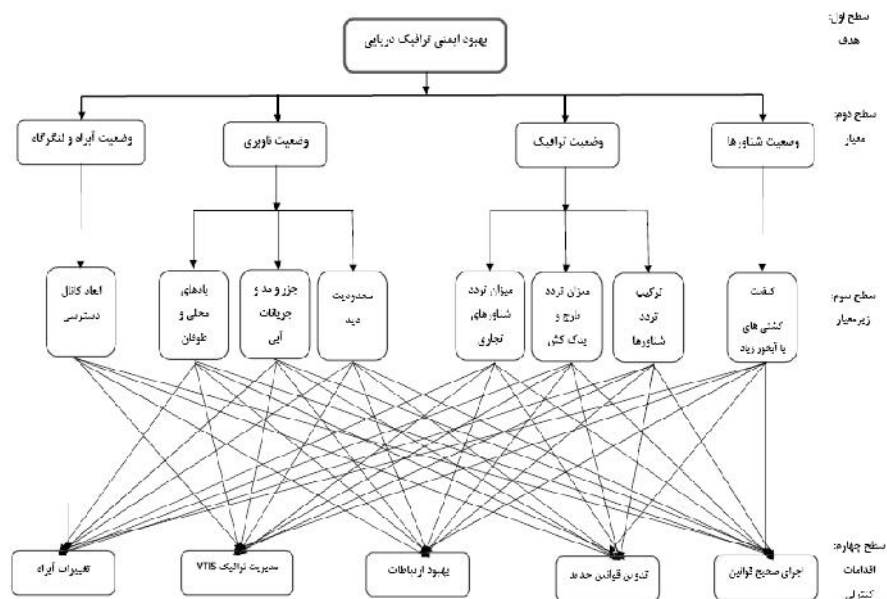
۳- شناسایی استراتژیها در جهت ارتقاء ایمنی ترافیک دریایی در بندر بوشهر

با شناسایی وضعیت بندر بوشهر پنج راهکار کنترلی با پیشنهاد متخصصان برای کاهش و کنترل ترافیک دریایی در منطقه مورد مطالعه، شناسایی و تعیین شد:

- ✓ اجرای مناسب قوانین موجود
 - ✓ تدوین قوانین جدید
 - ✓ بهبود ارتباطات
 - ✓ ارائه خدمات ترافیک شناورها VTS
 - ✓ تغییرات مورد نیاز در آبراه
- با توجه به فاکتورهای محیطی مورد مطالعه و تاثیر شرایطی همچون وضعیت جوی، ورود شناورهای مختلف با پرچم های متفاوت و مدیریت شرکتهای حمل و نقل دریایی با کیفیت های متفاوت، راهکارهای پیشنهادی از سوی متخصصان و کارشناسان مربوطه در جهت کنترل شرایط و کاهش زیان های احتمالی انتخاب شده است.

۳- ۱ نمودار سلسله مراتبی هدف، معیار و زیرمعیارها

به منظور استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط فازی (FAHP)، پس از تعریف هدف، شناسایی معیار و زیرفاکتورها و اقدامات کنترلی، نمودار سلسله مراتبی منسجمی از عناصر نامبرده ترسیم شد:



نمودار ۱- سلسله مراتب هدف، معیار، زیر معیار و اقدامات کنترلی برای کنترل ترافیک دریایی بندر بوشهر

۳-۲ ماتریس مقایسات زوجی و نسبت سازگاری ماتریسها

ماتریس حاصل شده از مقایسات زوجی فاکتورها و زیر فاکتورها نسبت به هدف این پژوهش در دو سطح معیار و زیرمعیار انجام شد. قبل از محاسبه وزنهای نسبی باید نسبت سازگاری ماتریسها محاسبه گردد و در صورت کسب سازگاری قابل قبول، محاسبات ادامه یابد. در جدول زیر نسبت سازگاری ماتریسها نشان داده شده و نشان دهنده این است که کلیه ماتریسها دارای نسبت سازگاری مناسب ($r \leq 0.1$) می باشند.

جدول ۱- نسبت سازگاری ماتریسهای مقایسه زوجی

ماتریس	λ_{max}	CI	RI	CR
۱	۴/۱۶۲	۰/۰۵۴	۰/۹	۰/۰۶
۲	۳/۰۵۵	۰/۰۲۷	۰/۵۸	۰/۰۴۷
۳	۳/۰۵۴	۰/۰۲۷	۰/۵۸	۰/۰۴۷
۴	۵/۴۲۷	۰/۱۰۷	۱/۱۲	۰/۰۹۶
۵	۵/۳۹۲	۰/۰۹۸	۱/۱۲	۰/۰۸۸
۶	۵/۲۸۱	۰/۰۷	۱/۱۲	۰/۰۶۲
۷	۵/۴۱۳	۰/۱۰۳	۱/۱۲	۰/۰۹۲
۸	۵/۱۵۸	۰/۰۳۹	۱/۱۲	۰/۰۳۳
۹	۵/۳۲۱	۰/۰۸۰	۱/۱۲	۰/۰۷۲
۱۰	۵/۲۳۳	۰/۰۵۸	۱/۱۲	۰/۰۵۲
۱۱	۵/۴۰۱	۰/۱	۱/۱۲	۰/۰۸۹

۳-۳ محاسبه و تحلیل وزن نسبی هر کدام از استراتژیها نسبت به فاکتورهای ریسک

بس از انجام عملیات فازی، وزن های هر یک از فاکتورها و روش های کنترلی مورد بررسی، محاسبه می گردد. بر اساس آنالیز توسعه Chang در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، با وجود یازده ماتریس، یازده گروه از وزن های نرمال شده بدست می آید.

$$W_1 = \begin{bmatrix} VC & TC & NC & AW \\ 0.271 & 0.250 & 0.228 & 0.250 \end{bmatrix}$$

وزن نرمالیز شده W_1 :

$$W_2 = \begin{bmatrix} MT & BT & TM \\ 0.378 & 0.33 & 0.292 \end{bmatrix}$$

وزن نرمالیز شده W_2 :

$$W_7 = \begin{bmatrix} RI & LP & IRC & VTS & CWW \\ 0.214 & 0.197 & 0.197 & 0.191 & 0.201 \end{bmatrix}$$

وزن نرمالیز شده W_7 :

$$W_3 = \begin{bmatrix} TW & CT & VR \\ 0.331 & 0.369 & 0.300 \end{bmatrix}$$

وزن نرمالیز شده W_3 :

$$W_8 = \begin{bmatrix} RI & LP & IRC & VTS & CWW \\ 0.226 & 0.138 & 0.166 & 0.212 & 0.208 \end{bmatrix}$$

وزن نرمالیز شده W_8 :

$$W_4 = \begin{bmatrix} RI & LP & IRC & VTS & CWW \\ 0.273 & 0.176 & 0.245 & 0.237 & 0.070 \end{bmatrix}$$

وزن نرمالیز شده W_4 :

$$W_9 = \begin{bmatrix} RI & LP & IRC & VTS & CWW \\ 0.202 & 0.176 & 0.164 & 0.203 & 0.175 \end{bmatrix}$$

وزن نرمالیز شده W_9 :

$$W_5 = \begin{bmatrix} RI & LP & IRC & VTS & CWW \\ 0.200 & 0.188 & 0.211 & 0.211 & 0.191 \end{bmatrix}$$

وزن نرمالیز شده W_5 :

$$W_{10} = \begin{bmatrix} RI & LP & IRC & VTS & CWW \\ 0.229 & 0.186 & 0.178 & 0.182 & 0.224 \end{bmatrix}$$

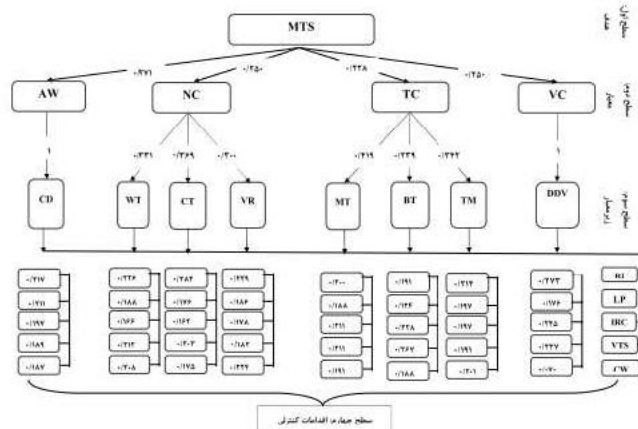
وزن نرمالیز شده W_{10} :

$$W_6 = \begin{bmatrix} RI & LP & IRC & VTS & CWW \\ 0.191 & 0.124 & 0.228 & 0.267 & 0.188 \end{bmatrix}$$

وزن نرمالیز شده W_6 :

$$W_{11} = \begin{bmatrix} RI & LP & IRC & VTS & CWW \\ 0.217 & 0.211 & 0.197 & 0.189 & 0.187 \end{bmatrix}$$

وزن نرمالیز شده W_{11} :



نمودار ۲- درختچه وزن های نرمال شده فاکتورها و زیرفاکتورها

برای بدست آوردن وزن روشهای کنترلی، ماتریس های بدست آمده را با هم ضرب می کنیم. با ضرب ماتریس های سطوح پایین تر در ماتریس های سطوح بالاتر در نهایت به جواب نهایی خواهیم رسید.

۴- نتایج

راهکارهای کنترلی پیشنهادی و همچنین رتبه بندی آنها در جهت بهبود ایمنی ترافیک دریایی و کاهش اثرات فاکتورهای محیطی موجود در منطقه تحت مطالعه، مورد بررسی قرار گرفت و راهکارهای کنترلی به ترتیب زیر اولویت بندی شد:

جدول ۲- وزن مطلق روش های کنترلی ممکن در درختچه فازی

ردیف	روش های کنترلی ممکن	وزن مطلق
۱	اجراء صحیح قوانین موجود	۰/۲۳۵
۲	خدمات ترافیک شناورها VTS	۰/۲۱۹
۳	بهبود ارتباطات رادیویی و نحوه اطلاع رسانی	۰/۲۰۵
۴	تدوین قوانین جدید و بهبود روش ها	۰/۱۸۷
۵	تغییرات مورد نیاز آبراه	۰/۱۶۲

همان طور که مشاهده می گردد، سه راهکار اجراء صحیح قوانین موجود، خدمات ترافیک شناورها و بهبود ارتباطات رادیویی و اطلاع رسانی از اهمیت تقریباً یکسانی برخوردارند و می توان آنها را بعنوان بهترین روش های کنترل در نظر گرفت.

راهکار کنترلی اجراء صحیح قوانین موجود، به عنوان استراتژی برتر، لزوم نظارت دقیق بر نحوه عبور و مرور شناورها و اطمینان از قانونی بودن کلیه تردها را توصیه می نماید. این در حالی است که استراتژی دوم یعنی ارائه خدمات ترافیک شناورها (VTS) در واقع ابزاری مفید در جهت نظارت و کنترل دقیق بر تردد شناورها در دسترس مدیران قرار می دهد.

بهبود ارتباطات رادیویی و نحوه اطلاع رسانی به شناورها که در رده سوم استراتژی ها قرار گرفته، در جهت راهنمایی و آگاه سازی پرسنل شناورها از قوانین محلی، وضعیت ترافیک، شرایط آب و هوایی و دیگر اطلاعات مورد نیاز دارای اهمیت است.

جایگاه تدوین قوانین جدید و بهبود روش ها در رده چهارم استراتژی ها قرار گرفته است و نشان می دهد که از نظر متخصصان، در صورت اجرای صحیح قوانین موجود نیازی به تدوین قوانین جدید نمی باشد و فرآیندها اصلاح می شوند.

تغییرات فرم و یا ابعاد کانال دسترسی به بندر، آخرین امتیاز را در بین استراتژیها کسب نموده و این موضوع از نظر کارشناسان و متخصصان، نشان-دهنده این است که اشکالات فعلی در ساختار فیزیکی آبراه از اهمیت کمتری نسبت به نحوه مدیریت و نظارت بر کنترل ترافیک شناورها موثر می-باشد.

۴-۲ راهکارهای مدیریتی

- ۱- با بهره‌گیری از تکنیک‌ها و مدل‌های نوین میتوان داده‌ها و اطلاعات پراکنده موجود را به شکلی هدفمند جمع‌آوری نمود و با نشان دادن ارتباطات منطقی بین آنها، ابزارهای مناسبی جهت تصمیم‌گیری مدیران در بنادر و پایانه‌های کشور ایجاد نمود.
- ۲- در بحث ایمنی، بخصوص ایمنی عملیات دریایی بررسی فاکتورهای محیطی و ارزیابی ایمنی و ریسک‌های موجود به منظور تداوم فعالیت‌ها بسیار پر اهمیت است، تا آنجا که توصیه می‌شود قبل از ارائه طرح‌های توجیهی به منظور ساخت و یا توسعه بنادر، تاسیسات ساحلی و فراساحلی، مطالعات ارزیابی ایمنی عملیات دریایی توسط متقاضیان و کارفرمایان مربوطه الزامی گردد.
- ۳- بهره‌گیری از روش‌های ارزیابی ایمنی استاندارد و تایید شده از سوی سازمان‌های بین‌المللی در دستور کار ارگان‌های دریایی کشور مخصوصاً "سازمان بنادر و دریانوردی" به عنوان متولی امور دریایی و کشتیرانی در کشور قرار گیرد.
- ۴- با توجه به نتایج تحقیق و اولویت بندی راهکارها، آشکار است که تنها خرید تجهیزات و ورود تکنولوژی‌های نوین در بهبود وضعیت ایمنی کافی نمی‌باشد و نحوه اجرای صحیح قوانین از اهمیت بیشتری برخوردار است.
- ۵- تهیه دستورالعمل جامع در خصوص مدیریت ترافیک شناورها در بندر، با توجه به مقتضیات و محدودیت‌های بندر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و میتواند از برخورد سلیقه‌ای افراد در شرایط مختلف تصمیم‌گیری جلوگیری به عمل آورد.
- ۶- تهیه طرح‌ها و روش‌های مواجهه با شرایط اضطراری در آبراه‌ها و کانال دسترسی بندر از اهمیت ویژه‌ای در کنترل حوادث و سوانح دریایی برخوردار است.
- ۷- بازرسی دقیق ایمنی شناورها توسط افسران کنترل و بازرسی شناورها (PSC, FSC) قبل از ورود و خروج شناورها، مخصوصاً "شناورهای با کیفیت پایین (شناورهای با عمر زیاد یا تحت مدیریت شرکت‌های کشتیرانی غیر معتبر) می‌تواند از وقوع بسیاری از سوانح احتمالی جلوگیری به عمل آورد.
- ۸- با توجه به اینکه در حال حاضر اطلاعات مربوط به وضعیت جوی توسط ایستگاه‌های موجود در فرودگاه‌ها گزارش شده و تنها به صورت اطلاعات پیش‌بینی وضعیت آب و هوا و اخطارهای ایمنی مربوطه از طریق ایستگاه‌های رادیویی VHF^۱ و سیستم NAVTEX^۲ به شناورها اعلام و ارسال می‌گردد، در صورت استقرار سیستم PORTS^۳ در بندر می‌توان مشخصه‌های دریایی را به صورت لحظه‌ای و با دقت بیشتر در دسترس دریانوردان و راهنمایان بندر قرار داد.
- ۹- در طول مسیر کانال خارجی بندر، شناورهایی که مسیرشان به سمت جزیره خارک یا دیگر مناطق شمالی خلیج فارس می‌باشد و دارای آب‌خوردی به نسبت کمی هستند، به طور معمول پس از طی بویه شماره ۶، کانال را ترک می‌نمایند. در این خصوص می‌توان یک کانال فرعی طراحی نمود تا تردد اینگونه شناورها قانونمند و ایمن گردد.
- ۱۰- با توجه به تمرکز اسکله‌ها و صنایع دریایی فعال در محدوده بندر بوشهر تهیه مکانیزم ویژه‌ای به منظور عدم تداخل ارتباطات رادیویی بین شناورها، ایستگاه‌های رادیویی محلی و مرکز کنترل ترافیک بندر مورد نیاز است.
- ۱۱- تردد بارج و یدک کش در آبراه بوشهر که معمولاً به حمل مواد معدنی مشغول‌اند، با حساسیت و دقت بیشتری انجام گردد، زیرا معمولاً توانایی مانور و یدک کشی در این موارد با مشکلات متعددی مواجه است.
- ۱۲- وضعیت ایمنی علائم کمک ناوبری در آبراه و خورها مورد بررسی مجدد قرار گیرد. به عنوان نمونه در انتهای کانال داخلی و در ناحیه خورهای لشکری و سلطانی محدوده آبراه برای دریانوردان با علائم کمک ناوبری مشخص نشده است.
- ۱۳- با وجود اینکه در مرکز کنترل ترافیک دریایی بندر بوشهر از سیستم AIS^۴ استفاده می‌شود اما داده‌های سیستم فوق در دسترس نبوده و بانک اطلاعاتی مفیدی در خصوص میزان تردد شناورها موجود نیست.

Very High Frequency Band – channel 16
 Navigational Telex (Navtex)
 Physical Oceanographic Real-Time System (PORTS)
 Automatic Identification System (AIS)

۱۴- نظر به محدودیت دید ایجاد شده توسط ریزگردها و یا غبارهای محلی، نیاز به اعلام دقیق میزان دید افقی مجاز برای تردد شناورهای مختلف می باشد.

۱۵- عملیات لایروبی و هیدروگرافی در بندر بوشهر از کیفیت مناسبی برخوردار نیست در نتیجه بر نحوه سیاست گذاری بندر در خصوص میزان مجاز آبخور شناورهای ورودی و فاصله بستر تا کف کشتیها (UKC) تاثیر گذاشته و می تواند بر ایمنی تردد شناورهای با آبخور بالا و همچنین اقتصادی بودن تردد به این بندر اثر منفی داشته باشد.

۵- منابع

- [۱] اصغریور، م. تصمیم گیری چندمعیاره، انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۸۸، ص: ۱۹۵.
- [۲] بهرامی، ع. و شیخ الاسلام، ف. الگوریتمی برای رسم و تحلیل درخت تصمیم گیری فازی، سیزدهمین کنفرانس ملی انجمن کامپیوتر ایران، ۱۹ الی ۲۱ اسفند ۱۳۸۶؛ جزیره کیش، ایران.
- [۳] قدسی پور، ح. مباحثی در تصمیم گیری چند معیاره- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۳۸۸، ص ۳۲-۱.
- [۴] وحیدیان، ع. و طارقیان، ح. مقدمه‌ای بر منطق فازی برای کاربردهای علمی، ترجمه، دانشگاه فردوسی مشهد، ص ۱۱۵-۱، ایران، ۱۳۸۶.
- [5] Hu, s., Fang Q., Xia, H. and Xi, Y. **Formal Safety Assessment Based on Relative Risks Model in Ship Navigation**, Reliability Engineering and System Safety 92, 2006, pp. 369-377.
- [6] Kiani, M. **The Impact of Automation on the Efficiency and Cost Effectiveness of the Quayside and Container Yard Cranes and the Selection Decision for the Yard Operating Systems**, Ph.D. Thesis, Liverpool John Moores University, 2006 .
- [7] Kontovas, C. **Formal Safety Assessment Critical Review and Future Role**, Division of Ship Design and Maritime Transport, National Technical University of Athens, 2005.
- [8] MSC/Circ.1023-MEPC/Circ.392, **Consolidated Text of the Guidelines for Formal Safety Assessment(FSA) for use in the IMO Rule-making Process**, 2007.
- [9] Saaty, T. **How to Make Decisions; The Analytical Hierarchical Structure**, Journal of Mathematical Psychology, Vol. 15, 1990, pp. 30-47.
- [10] Sollosi, J. **The Work of the Harbormaster**, The Provision of Navigational Information and Advice by a Vessel Traffic System, chapter 35, page 170, Nautical Institute, London, 1998.
- [11] Van der Tak, c. and De Jong, J. **Safety Assessment in Ports**, XII International Conference on Shipping and Shipping Research, Venice, Italy, 2000.
- [12] Wang, J. **Current Status and Future aspects of Formal Safety Assessment of Ships**, Saf Sci, 38, 2001, pp. 19-30.
- [13] Zhang, J. and Hu, S. P. **Application of Formal Safety Assessment Methodology on Traffic Risks in Coastal Waters & Harbors**, Marine Merchant College, Shanghai Maritime University, 2009.
- [14] Wang, J. **Current Status and Future aspects of Formal Safety Assessment of Ships**, Saf Sci, 38, pp. 19-30, 2001.