مؤسسه رده بندی آسیا
Asia Classification Society

شماره ۱

خبرنامه تخصصی

جایگاه ایران در مدیریت کربن زدایی دریایی

مؤسسه رده بندی آسیا
Asia Classification Society

فهرست مطالب

مقدمه ۱
کشتیرانی و نقش آن در گرمایش زمین ۶
استراتژی‌های اتخاذ شده برای کاهش آلایندگی هوا ۷
الزامات قانونی ۱۱
سوخت‌های جایگزین ۱۳
امارات متحده عربی؛ آینده‌نگری در سوخت‌های جایگزین ۲۱
وضعیت ایران در این دوره گذار ۲۴
منابع و مآخذ ۲۷

جایگاه ایران در مدیریت کربن زدایی دریایی

تهیه شده در مدیریت آموزش و اعتبارات مؤسسه رده بندی آسیا

خبرنامه تخصصی شماره ۱

مؤسسه رده بندی آسیا
Asia Classification Society

کشتیرانی و آلایندگی هوا

مقدمه

شاید دهه‌ها قبل دغدغه اصلی بسیاری از کشورها، خصوصاً کشورهای در حال توسعه، پیشرفت و توسعه صرفاً اقتصادی بوده است. اما در حال حاضر پیشرفت و توسعه اقتصادی تنها یک خط پیش‌فرض مستقیم و از پیش تعیین شده نیست و مسئله‌ای که همگان به آن اذعان دارند این است که برای ادامه حیات بشر در عصر حاضر باید الزامات و دستورکارهای جدیدی در نظر گرفته شود.

پدیده گرمایش و محیط زیست مسئله‌ای جهانی است. برای مثال، کلرو فلوئور کربن(CFC) وارد شده به جو زمین، صرف‌نظر از محل ایجاد آن‌ها، معضل جهانی تخریب لایه ازون را باعث می‌شود و همچنین تولید دی اکسید کربن(CO_2) به گرم شدن کره زمین و تغییر آب‌وهوا در سراسر آن منجر می‌شود.

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایـی دریـایی

زمین حدود پنج میلیارد سال عمر دارد و اقلیم آن پیوسته در حال تغییر و تحول بوده، به طوری که دمای متوسط آن همواره در نوسان بوده است. دمای متوسط کنونی زمین، چیزی در حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد است. اما آنچه باعث نگرانی است افزایش سرعت تغییر اقلیم است، به طوری که زمین خیلی سریع در حال گرم شدن است. وقتی تغییر اقلیم خیلی سریع صورت می‌گیرد، حیات روی این کره خاکی نمی‌تواند خود را با آن وفق دهد و در نتیجه شرایط زندگی در این کره خاکی به خطر می‌افتد. عمده تقصیر این گرم شدن سریع ناشی از فعالیت‌های انسانی است، چرا که با صنعتی شدن دنیا و رونق کشاورزی، گازهای گلخانه‌ای با حجم خیلی زیاد وارد اتمسفر زمین می‌شود.

انسان عصر جدید خیلی زود متوجه این مسئله شد که برای ادامه حیات بر روی کره زمین، باید از آن حفاظت کند. یعنی باید به وضعیتی دست یابد که توازنی میان خواسته‌ها و تمایلات خود و توانایی‌های محیط زیست ایجاد کند. بنابراین می‌توان گفت در حال حاضر توسعه کشورها بدون در نظر گرفتن نیازها و ظرفیت‌های زیست محیطی و همچنین مسائل و معضلات اجتماعی که ممکن است به همراه داشته باشد، میسر نخواهد بود.

به عبارت دیگر، اکتفا به امر توسعه بدون در نظر گرفتن محدودیت‌ها و چالش‌ها می‌تواند رونق و رشد بسیاری را برای کشورها داشته باشد، اما این توسعه دوامی نخواهد داشت و بیشتر از آنکه منفعت‌آفرین باشد، زیانبار خواهد بود.
در حقیقت، یکی از اصلی‌ترین دغدغه‌های انسان در عصر حاضر، ساختن جامعه‌ای پایدار است که در آن تمامی اقشار می‌توانند از ظرفیت‌ها و امکانات استفاده کنند و از این رشد و توسعه برای مدتی طولانی بهره‌مند شوند.

بشر از ده‌ها سال پیش نسبت به تخریب محیط زیست تا اندازه‌ای هشیار شده و برای همکاری‌های بین‌المللی گام‌هایی را برداشته است. در سال ۱۹۸۵ یک توافق بین‌المللی در زمینه تخریب لایه ازون به نام «کنوانسیون وین» انجام شد. گرچه این کنوانسیون مقدماتی بود و هیچیک از امضاکنندگان را وادار به کاهش در مصرف CFC و دیگر مواد مخرب لایه ازون نمی‌کرد، ولی در ادامه در سال ۱۹۸۷در مونترال، کشورهای جهان موظف شدند تا سال ۱۹۹۹ مصرف حدود پنج نوع CFC را تا حدود پنجاه درصد کاهش دهند و مصرف سه نوع از هالوژن‌ها را کاملا متوقف کنند. نتیجه این که سوراخ لایه ازون در ناحیه قطب جنوب در حال ترمیم است و پیش‌بینی می‌شود که در دوره زمانی بین سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ لایه ازون به سطح سال ۱۹۸۰ برگردد.

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

پس از پذیرش گزارش کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه پایدار در سال ۱۹۸۷ توسط مجمع عمومی سازمان ملل متحد، در سال ۱۹۹۲ رهبران جهان اصول توسعه پایدار را در کنفرانس ملل متحد در مورد محیط زیست و توسعه در ریودوژانیروی برزیل تدوین کردند که به چارچوب کنوانسیون تغییرات آب‌وهوایی یا UNFCCC[1] منجر شد.

مفهوم اصلی پایداری بدین معنا است که منابع طبیعی غیرقابل جایگزین شدن هستند، اقتصاد نیز متکی بر جامعه بوده و از سویی دیگر جامعه نیز به محیط زیست وابستگی دارد. در حقیقت، این امر بر وابستگی متقابل بین محیط زیست، اقتصاد و جامعه اذعان دارد. بنابراین ایجاد یک سبک زندگی پایدار که به تعادل بین مصرف افراد و ظرفیت محیط طبیعی برای تجدید منجر شود، ضروری است.

[1] United Nations Framework Convention on Climate Change

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

در عین حال اهداف توسعه پایدار مجموعه‌ای از ۱۷ هدف جهانی به هم پیوسته است که به منظور ارائه طرحی برای دستیابی به آینده بهتر و پایدارتر طراحی شده‌اند. "اهداف توسعه پایدار" یا SDG[۲] که به عنوان اهداف جهانی نیز شناخته می‌شوند، در سال ۲۰۱۵ توسط سازمان ملل متحد به عنوان یک فراخوان جهانی جهت اقدام برای پایان دادن به فقر، حفاظت از کره زمین و تضمین اینکه تا سال ۲۰۳۰ همه مردم از صلح و رفاه برخوردار خواهند بود، تصویب شد. چرا که جهان با چالش‌های جدی منابع طبیعی و زیست‌محیطی نظیر گرمایش زمین مواجه است.

به عبارت دیگر، اهداف توسعه پایدار فراخوانی برای همه کشورها جهت ارتقاء رفاه و در عین حال حفاظت از کره زمین، پایان دادن به فقر همزمان با استراتژی‌های رشد اقتصادی بوده و طیف وسیعی از نیازهای اجتماعی از جمله آموزش، بهداشت، حمایت اجتماعی و فرصت‌های شغلی را شامل می‌شود. برخورداری از استراتژی برای مقابله با معضل تغییرات آب هوا و آلودگی محیط زیست از دیگر اهداف اصلی این حرکت جهانی می‌باشد.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

(۱) ریشه‌کن کردن فقر، (۲) ریشه‌کن کردن گرسنگی، (۳) سلامتی و رفاه، (۴) آموزش با کیفیت، (۵) برابری جنسیتی، (۶) آب سالم و سیستم تخلیه فاضلاب، (۷) انرژی پاک و قابل‌دسترس، (۸) کار شایسته و رشد اقتصادی، (۹) صنعت، نوآوری و زیرساخت، (۱۰) کاهش نابرابری، (۱۱) شهرها و جوامع پایدار، (۱۲) مصرف و تولید مسئولانه، (۱۳) اقدام برای جلوگیری از تغییرات آب‌وهوایی، (۱۴) حیات زیر آب، (۱۵) حیات در خشکی، (۱۶) صلح، عدالت و نهادهای قدرتمند، (۱۷) مشارکت برای رسیدن به اهداف، از جمله این آرمان‌های ۱۷ گانه می‌باشند.

[۲] Sustainable Development Goals

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

از سوی دیگر برای مقابله با گرمایش زمین و پدیده گازهای گلخانه‌ای، در سال ۱۹۹۷ پروتکل کیوتو به امضاء رسید. در کیوتو برای اجرایی شدن UNFCCC کشورهای عضو، بر اساس دو فرض اولیه یکی این که زمین در حال گرم شدن است و دیگر این که انسان مسبب انتشار گاز CO_2 در جهان است، متعهد شدند انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهند. به علاوه مسئولیت این امر به عهده کشورهای توسعه‌یافته گذاشته شد؛ زیرا گفته شد که آنها به طور تاریخی مسبب انتشار گازهای گلخانه در اتمسفر زمین هستند.

در سال ۲۰۰۹ اجلاس زیست‌محیطی در کپنهاگ برگزار شد و توافق شد که کشورها بکوشند تا سال ۲۰۱۲ دمای متوسط زمین بیش از ۲ درجه سانتیگراد افزایش پیدا نکند. ولی این اجلاس به هیچ معاهده الزام‌آور قانونی منجر نشد و کشورهای توسعه‌یافته یا در حال توسعه نظیر آمریکا، چین، هند، برزیل، و آفریقای جنوبی بر پیشرفت و توسعه صنعتی خود بیش از وضعیت آب‌وهوایی جهان توجه و تأکید نشان داده، و کشورهای فقیر و کمتر توسعه‌یافته را مسبب آلودگی و تغییرات آب‌وهوایی دانستند.

نشست بیست‌ویکم مجمع اعضای کنوانسیون تغییرات آب‌وهوایی یا COP21 در سال ۲۰۱۵ میلادی در شهر پاریس برگزار شد و بر اساس آنچه در نشست‌های قبلی بیان شده بود، توافق‌نامه جدیدی موسوم به «معاهده تغییر اقلیم پاریس» به وجود آمد که در آن تمامی کشورها اعم از در حال توسعه و توسعه‌یافته باید تعهداتی در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق محدود کردن تأثیر انسان بر آب‌وهوا ارائه می‌کردند.

یکی از محورهای مهم این پیمان، محدود کردن میزان افزایش متوسط دمای جو زمین به کمتر از ۲ درجه سانتیگراد و به طور عمده تلاش برای حفظ افزایش دما در سطح ۱/۵ درجه سانتیگراد تا پایان قرن بیست و یکم است. در غیر این صورت متوسط افزایش دمای جو زمین، در مقایسه با دوران پیش از صنعتی شدن به بیش از ۳ درجه سانتیگراد خواهد رسید. هدف، اجرای پروژه‌هایی برای توقف هر چه سریع‌تر انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورها و اجرای برنامه‌هایی است تا بتوان درنهایت در سال ۲۰۵۰ بین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و جذب دوباره آن تعادلی ایجاد کرد و پس از آن، میزان انتشار دی اکسید کربن را به تدریج به صفر رساند.

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

کشتیرانی و نقش آن در گرمایش زمین

بر اساس آمار فدراسیون بین‌المللی کارگران حمل‌ونقل[۳] (ITF) کشتی‌ها علاوه بر حمل بیش از سه چهارم کالای جهان، جابه‌جایی تعداد قابل توجهی از مسافران را نیز برعهده دارند. در عین حال، کشتیرانی باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای در هوا از جمله دی اکسید کربن (CO_2)، اکسیدهای نیتروژن (NOx)، اکسیدهای گوگرد (SOx)، مونوکسید کربن (CO)، و آلاینده‌هایی نظیر هیدروکربن‌های نسوخته (UHC)و ذرات معلق نظیر PM2.5 و PM10می‌شود. بر اساس تحقیقات صورت گرفته، میزان آلودگی هوا در مناطق مسکونی در مجاورت بنادر، بالا بوده به طوری که NOx و PM2.5 منتشر شده از کشتی‌های متردد در بنادر می‌توانند به طور مستقیم اثرات سوء جدی بر سلامتی انسان داشته باشند.

CO_2 مهم‌ترین گاز در بین گازهای گلخانه‌ای بوده و اگرچه کشتیرانی سهم اندکی در پدیده گرم شدن کره زمین دارد ولی افزایش این سهم، صنعت حمل‌ونقل تجاری در دریا را با چالش جدی مواجه کرده است، به طوری که اقتصاد جهانی به دنبال کربن‌زدایی از کشتیرانی تا اواسط قرن حاضر است.

در چهارمین نسخه از مطالعه سازمان بین‌المللی دریانوردی در ارتباط با گازهای گلخانه‌ای[۴] که در سال ۲۰۲۰ میلادی منتشر شد سهم حمل‌ونقل دریایی در سال ۲۰۱۸ در میزان کلی انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای ناشی از کشتیرانی بین‌المللی، داخلی، و ماهیگیری یک هزار و ۷۶ میلیون تن واحد معادل دی اکسید کربن (CO_2e) برآورد شده است که بخش عمده ای از آن سهم CO_2 (1056 Mt CO_2e) و مابقی سهم متان (CH_4) و اکسید نیتروژن (N_2O) می‌باشد.

درحالی که سهم انتشار گاز CO_2 ناشی از حمل‌ونقل دریایی هنوز در مقایسه با سایر بخش‌ها نسبتاً کم است - در حدود ۲/۸۹ درصد از کل انتشار CO_2 حاصل از فعالیت انسان در سال ۲۰۱۸ - نرخ های رشد مورد انتظار حاکی از آن است که در فعالیت‌های کربن‌زدایی در جهان، نقش کشتیرانی به طور فزاینده‌ای پررنگ خواهد شد. همانگونه که از شکل ۱ در زیر نمایان است سهم سوخت های مصرفی کشتیرانی در انتشار گازهای گلخانه‌ای در بین سال‌های ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۹ تقریباً دوبرابر شده است!

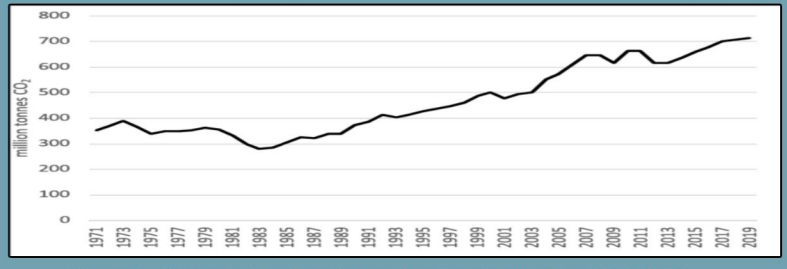
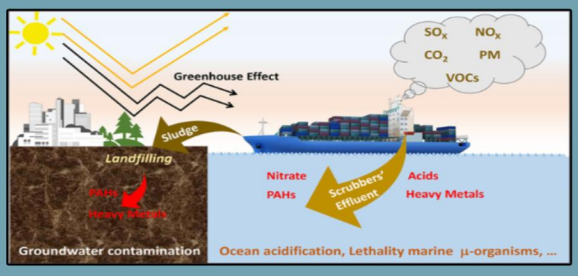


Figure 1. CO2 emissions from international marine bunkers, 1971–2019

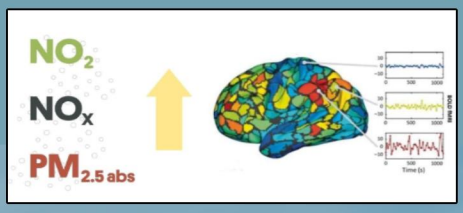
[۳] International Trasnport Workers' Federation
[۴] The fourth IMO GHG study

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایـی دریـایی

متأسفانه آمارها حکایت از استمرار این روند دارند، به طوری که پیش‌بینی IMO افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای توسط حمل‌ونقل کالا در دریا به میزان ۹۰ تا ۱۳۰ درصد تا سال ۲۰۵۰ را نشان می‌دهد، به گونه ای که سهم کشتیرانی در تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۵۰ می‌تواند به رقم ۲/۶ میلیارد تن CO_2e برسد.



NOx و PM2.5 دو آلاینده اصلی تهدیدکننده سلامت انسان می‌باشند. بر اساس تحقیقات صورت گرفته کشتیرانی به تنهایی عامل انتشار ۱۴ تا ۱۵ درصد از کل نیتروژن با منشأ احتراق سوخت‌های فسیلی و ۲ درصد از PM2.5 در سرتاسر دنیا می‌باشد. آلاینده‌هایی که در مناطق بندری می‌توانند عامل بروز بیماری های قلبی-ریوی و سرطان ریه شوند.



استراتژی‌های اتخاذ شده برای کاهش آلایندگی هوا

همانگونه که بیان شد کشتیرانی منبع انتشار مقادیر قابل توجهی از آلاینده‌ها در هوا می‌باشد، حتی با وجود آنکه در قیاس با سایر منابع آلاینده سهم کمتری داشته باشد. اهمیت نقش کشتیرانی از دو منظر قابل بررسی است: اول آنکه در توافق پاریس از کشتیرانی و نقش آن در دستیابی به اهداف انتشار صفر گازهای آلاینده در سال ۲۰۵۰ میلادی[۵] نامی برده نشده است. دوم آنکه کشتیرانی یکی از عوامل اصلی در آلودگی هوای مناطق ساحلی در مجاورت بنادر می‌باشد.

برای کاهش میزان آلاینده‌های صنعت کشتیرانی، استراتژی‌های مختلفی اتخاذ شده است. از جمله می‌توان به این موارد اشاره کرد: نوآوری‌های فناورانه برای کاهش مصرف سوخت نظیر اصلاح فرم بدنه کشتی، بهره‌گیری از منابع انرژی جایگزین در صورت امکان نظیر اتصال کشتی در بندر به برق ساحلی، کاهش شدت کربن سوخت مصرفی نظیر استفاده از سوخت LNG، جایگزین کردن سوخت‌های فسیلی با سوخت‌های مصنوعی، و یا معرفی فناوری های نوین برای رانش کشتی نظیر سیستم رانش الکتریکی. استراتژی‌های مدیریتی در این راستا می‌تواند شامل راهکارهایی نظیر کاهش سرعت[۶] و یا تغییر مسیرهای دریانوردی باشد.

[۵] 2050 Zero Emission Goals
[۶] Slow Steaming

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

با این حال، یکی از مواردی که در محافل دریایی مورد بحث و تبادل نظر بوده تأکید بیشتر IMO بر بهبود راندمان عملکرد کشتی می‌باشد که به زعم برخی کارشناسان لزوماً به کاهش انتشار گازهای آلاینده در حد مورد انتظار منجر نمی‌شود. در استراتژی اولیه IMO منتشر شده در سال ۲۰۱۸ میلادی، کاهش ۵۰ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۵۰ در مقایسه با سال ۲۰۰۸ میلادی به عنوان سال مرجع در نظر گرفته شده بود. همانگونه که از شکل شماره ۲ که در سال ۲۰۲۰ توسط IMO منتشر شده، مشهود است که یک فاصله معنادار تحت عنوان emission gap بین اهداف تعریف شده و میزان کاهش قابل انتظار تا سال ۲۰۵۰ وجود دارد که جبران آن بحث و اختلاف نظر بین کارشناسان را به دنبال داشت.

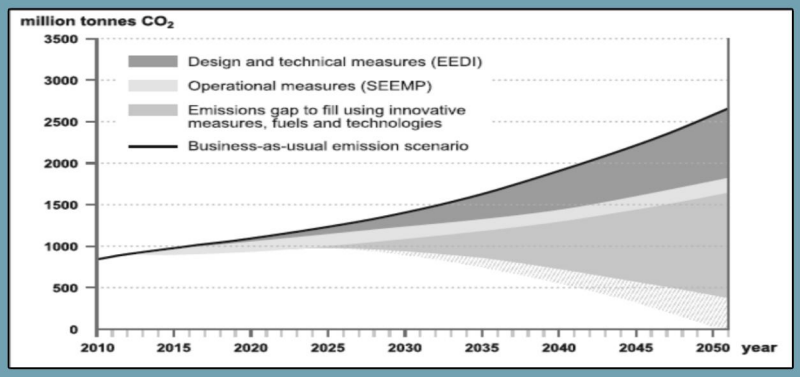


Figure 2. IMO GHG reduction pathway

استراتژی اولیه IMO در مورد گازهای گلخانه‌ای که تحت عنوان«IMO Initial GHG Strategy» در سال ۲۰۱۸ مورد تصویب قرار گرفت با اهداف دمایی توافق پاریس مطابقت نداشت. در عین حال اهداف میان‌مدت در فواصل زمانی کوتاه‌تر تا سال ۲۰۵۰ تعریف نشده بود که بتوان بر اساس آنها به درستی مسیر و حصول هدف نهایی اطمینان یافت. از جمله ایرادات مهم دیگری که به این استراتژی گرفته می‌شد عدم اعلام یک تاریخ مشخص برای دستیابی به هدف انتشار صفر یا Zero Emission بود. بر اساس مطالعات صورت گرفته و همانگونه که از شکل شماره ۳ در زیر مشخص است، دستیابی به هدف انتشار صفر تا سال ۲۰۴۰ یا ۲۰۵۰ میلادی مستلزم کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به میزان یک‌سوم یا یک‌دوم تا سال ۲۰۳۰ در مقایسه با میزان انتشار در سال ۲۰۰۸ می‌باشد.

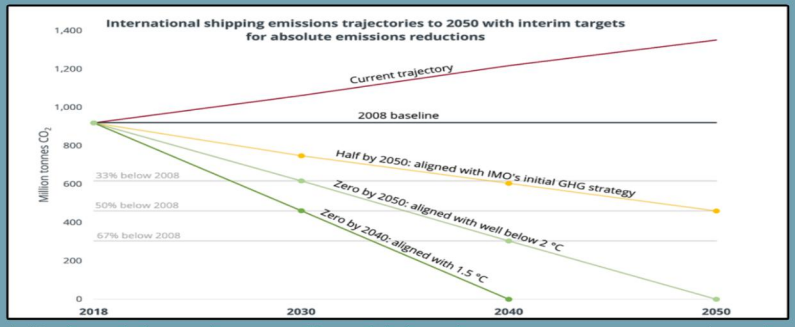


Figure 3. International shipping emissions pathways consistent with the Paris Agreement temperature goals require emissions to fall by 1/2 or 1/3 by 2030 and to be zero by 2040 or 2050

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

بر اساس پیش‌بینی صورت گرفته برای بازبینی‌های نوبه‌ای در اهداف استراتژیک IMO در خصوص به صفر رساندن گازهای گلخانه‌ای، در تابستان امسال اعضای سازمان بین‌المللی دریانوردی در هشتادمین اجلاس کمیته حفاظت از محیط زیست دریایی[۸]، راهبرد بازنگری‌شده گازهای گلخانه‌ای را به تصویب رساندند. هدف این راهبرد بازنگری‌شده[۹] مهار قابل‌توجه گازهای گلخانه‌ای در حمل‌ونقل دریایی است. اهداف جدید، شامل کاهش ۲۰ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۳۰ میلادی و کاهش ۷۰ درصدی تا سال ۲۰۴۰ میلادی (در مقایسه با سال ۲۰۰۸ میلادی) و هدف نهایی، به صفر رساندن انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۵۰ میلادی است.

تصویب استراتژی جدید IMO در خصوص کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از کشتی‌ها، بیانگر ارتقاء سطح برنامه‌ریزی این نهاد برای کاهش آلاینده‌های هوا و در راستای حرکت جهانی مبتنی بر توافق پاریس می‌باشد. خصوصاً آنکه در این استراتژی جدید، دوره انتقالی کاهش انتشار، به صورت معقول و متناسب با وضعیت جهانی صنعت کشتیرانی در نظر گرفته شده است. اهداف غایی این استراتژی را می‌توان در موارد زیر دسته‌بندی کرد:

۱- کاهش شدت انتشار کربن (میزان CO_2 خروجی به نسبت میزان بار کشتی و مسافت حمل) از طریق بهبود بازدهی انرژی کشتی‌های جدید با تجدید نظر در الزامات طراحی آنها؛

۲- کاهش ۴۰ درصدی شدت انتشار کربن توسط کشتیرانی بین‌المللی تا سال ۲۰۳۰ میلادی در مقایسه با سال ۲۰۰۸ میلادی؛

۳- تجهیز حداقل ۵ درصد و تلاش برای رساندن آن به ۱۰ درصد از ناوگان کشتیرانی بین المللی تا سال ۲۰۳۰ میلادی به فناوری‌های کاهنده گازهای گلخانه‌ای و منابع انرژی پاک؛

۴- به صفر رساندن انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۵۰ میلادی متناسب با اهداف بلندمدت دمایی توافق پاریس.

[۸] MEPC 80
[۹] IMO GHG Strategy 2023

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

استراتژی اولیه IMO با اهداف توافق پاریس برای محدود کردن افزایش گرمایش زمین به زیر ۲ درجه سانتیگراد و پیگیری تلاش‌ها برای محدود کردن آن به ۱/۵ درجه سانتیگراد سازگار نبود. این درحالیست که بر اساس برآوردهای صورت گرفته از استراتژی بازنگری شده ۲۰۲۳، سهم کشتیرانی هرچند تا سال ۲۰۳۲ از ۱/۵ درجه جهانی فراتر خواهد رفت، اما از ۲ درجه سانتیگراد تجاوز نخواهد کرد، البته به شرط آنکه مسیر کاهش انتشارمندرج در این استراتژی تجدیدنظرشده را پیگیری کند. نکته تمایز دیگر استراتژی تجدیدنظرشده IMO در سال ۲۰۲۳ میلادی، تأکید بر بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای در چرخه زندگی فعالیت‌های دریایی و یا در اصطلاح بیان شده Life Cycle Emission می‌باشد که در صنعت کشتیرانی تحت عنوان «WTW[۱۰] » شناسایی می‌شود.

شکل شماره ۴ انتشار تجمعی گازهای گلخانه‌ای در چرخه زندگی را در حد فاصل بین سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰ در مقایسه با هدف حداکثر افزایش دمایی ۱/۵ درجه سانتیگراد و ۲ درجه سانتیگراد نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود استراتژی تجدیدنظرشده IMO در صورت اجراء دقیق با خط معیار حداکثر افزایش گرمایش ۲ درجه سانتیگراد سازگار است. اگر کشورهای عضو توافق کرده بودند که تا سال ۲۰۴۰ به انتشار صفر برسند در آن صورت با خط معیار حداکثر افزایش گرمایش ۱/۵ درجه همسو می‌شد که در شکل شماره ۳ مشخص است.

[۱۰] Well To Wake

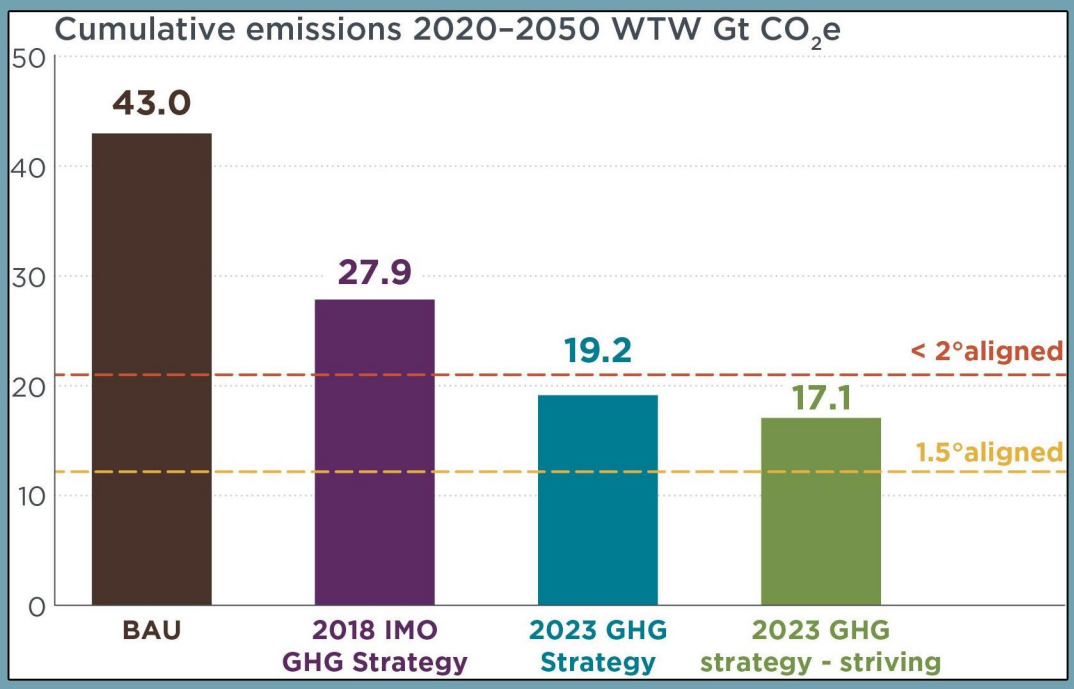


Figure 4. Cumulative well-to-wake GHG emissions from 2020–2050 implied by straight-line emissions reduction pathways for the revised (2023) strategy, the initial (2018) strategy, and business-as-usual (BAU)

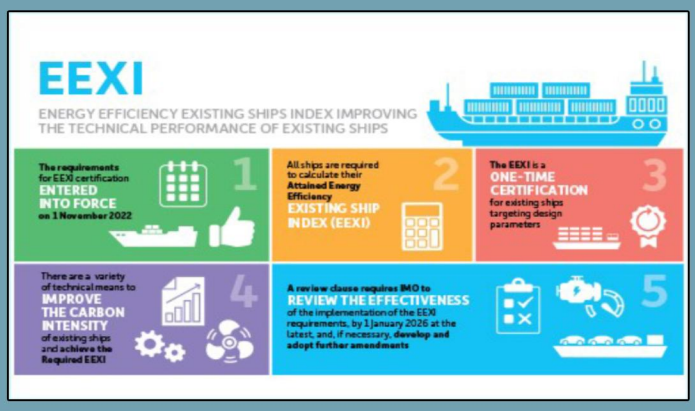
الزامات قانونی

هر چند که این استراتژی تجدید نظرشده از نظر قانونی الزام‌آور نیست، با این حال اقدامات پیش‌بینی شده در اجرای آن می‌توانند ماهیت اجباری پیدا کنند. پس از تفاهم بر روی استراتژی اولیه IMO در سال ۲۰۱۸، در مورد اقدامات کوتاه‌مدت به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از کشتی‌ها موافقت شد. دو مورد از این موارد در سال ۲۰۲۳ به اجراء درآمدند: شاخص بازده انرژی کشتی‌های موجود[۱۱](EEXI) و شاخص شدت کربن[۱۲](CII). با گنجانده شدن این موارد در کنوانسیون MARPOL دغدغه لازم‌الاجرایی آنها هم برطرف شد. با این حال به زعم برخی کارشناسان اجرای این موارد هم به اندازه کافی و در حد انتظار بازدارنده نیست.به عنوان نمونه انتظار می‌رود اجرای EEXI تا سال ۲۰۳۰ فقط در حدود یک درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای جلوگیری کند و یا شاخص CII صرفاً کشتی‌ها را از A به E درجه‌بندی می‌کند. البته هر دو معیار قرار است حداکثر تا اول ژانویه ۲۰۲۶ تجدیدنظر شوند. تغییرات مورد انتظار برای افزایش تأثیرگذاری آنها می‌تواند شامل در نظر گرفتن انتشار CO_2e به جای CO_2، پوشش انتشار گازهای گلخانه‌ای تحت CII با در نظر گرفتن انتشار در چرخه زندگی، و هدف قرار دادن کاهش بیشتر از میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای باشد.

[۱۱] Energy Efficiency eXisting ship Index
[۱۲] Carbon Intensity Indicator

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

همچنین در مورد شاخص CII می‌توان روش‌های پیشگیرانه بیشتری در نظر گرفت. به عنوان نمونه می‌توان به انتشار عمومی امتیازات کسب شده کشتی‌ها اشاره کرد تا بازار کشتیرانی به طور طبیعی کشتی‌هایی را که عملکرد بهتر یا ضعیف‌تر دارند را به تناسب پاداش داده یا مجازات کند. به علاوه، ممکن است عواقبی برای کشتی‌هایی که به طور مداوم امتیاز D یا E دارند، در نظر گرفته شود. در حال حاضر، کشتی‌هایی که برای سه سال متوالی امتیاز D یا در یک سال امتیاز E کسب کنند، ملزم به ارائه پیش‌نویس طرح اقدامات اصلاحی هستند. با این حال، هیچ الزامی برای آنچه باید در این برنامه‌ها گنجانده شود وجود نداشته و سازوکاری برای ابطال گواهینامه‌های زیست‌محیطی کشتی در صورت تکرار امتیازات ضعیف وجود ندارد.



فراتر از اقدامات کوتاه‌مدت، اقدامات میان‌مدتی نیز در IMO در حال توسعه است که پیش بینی می‌شود از سال ۲۰۲۷ لازم‌الاجراء شده و دربرگیرنده عناصر فنی و اقتصادی خواهد بود. در بعد فنی، استاندارد سوخت گازهای گلخانه‌ای (GFS) مدنظر می‌باشد که هدف آن کاهش تدریجی میزان مجاز WTW CO_2e در سوخت‌های دریایی می‌باشد. در بعد اقتصادی نیز موارد مختلفی در نظر گرفته شده است؛ از جمله مالیات بر سوخت‌های منتشرکننده و طرح های اقتصادی تشویقی و تنبیهی.

در عین حال کشورها و مناطق نیز می‌توانند الزامات خود را برای کشتی هایی که به بنادر آنها تردد می‌کنند، وضع کنند. اتحادیه اروپا این کار را تحت FuelEU Maritime انجام داد که مشابه GFS پیشنهادی IMO است و همزمان کشتیرانی را درالزامات Emission Trading System قرارداده است.موفقیت در کربن‌زدایی کشتیرانی مستلزم قوانین بین‌المللی است که با قوانین منطقه‌ای، ملی و فرعی جاه‌طلبانه‌تری تکمیل شود.

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

سوخت‌های جایگزین

به منظور تأمین اهداف مدنظر در استراتژی‌های حذف کربن و گازهای گلخانه‌ای و سایر آلاینده های هوا در کشتیرانی و صنعت حمل‌ونقل بین‌المللی، یک حرکت جهانی با عنوان Zero-Emission Shipping یا Decarbonisation of Shipping به رهبری IMO و همکاری کشورهای عضو، سایر نهادها و سازمان‌های بین‌المللی اعم از منطقه‌ای، دولتی، خصوصی و مردم‌نهاد شکل گرفته که همانگونه که بیان شد حذف کامل انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۵۰ از نتایج این حرکت جمعی خواهد بود. یکی از راه‌کارهای فنی به منظور دستیابی به این هدف، تأمین سوخت‌های پاک همزمان با حذف تدریجی سوخت‌های فسیلی است.

در شکل ۵، فناوری‌ها و سوخت‌هایی که ممکن است پتانسیل ایفای نقش برای انتقال به کشتیرانی با انتشار صفرداشته باشند معرفی شده‌اند.
با توجه به تأثیر مستقیم سوخت‌های مصرفی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از عملیات کشتیرانی، مقررات و قوانین بین‌المللی و ملی در مرحله اول از اقدامات خود در جهت جایگزینی این سوخت‌ها اقدام کرده‌اند. تاکنون این مقررات بیشتر بر آلاینده‌هایی نظیر Sox ، NOx و PM تمرکز داشته و بنابراین استفاده از نفت کوره سنگین با گوگرد کم و یا بکارگیری فناوری‌های کاهنده آلاینده‌های هوا می‌توانند الزامات این مقررات را ارضاء کنند ولی لزوماً در جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای نیستند. بنابراین استفاده از سوخت‌های جایگزینی که استفاده از آنها باعث کاهش انتشار انواع آلاینده‌ها شود موردمطالعه و تحقیقات گسترده‌ای قرار گرفته است.

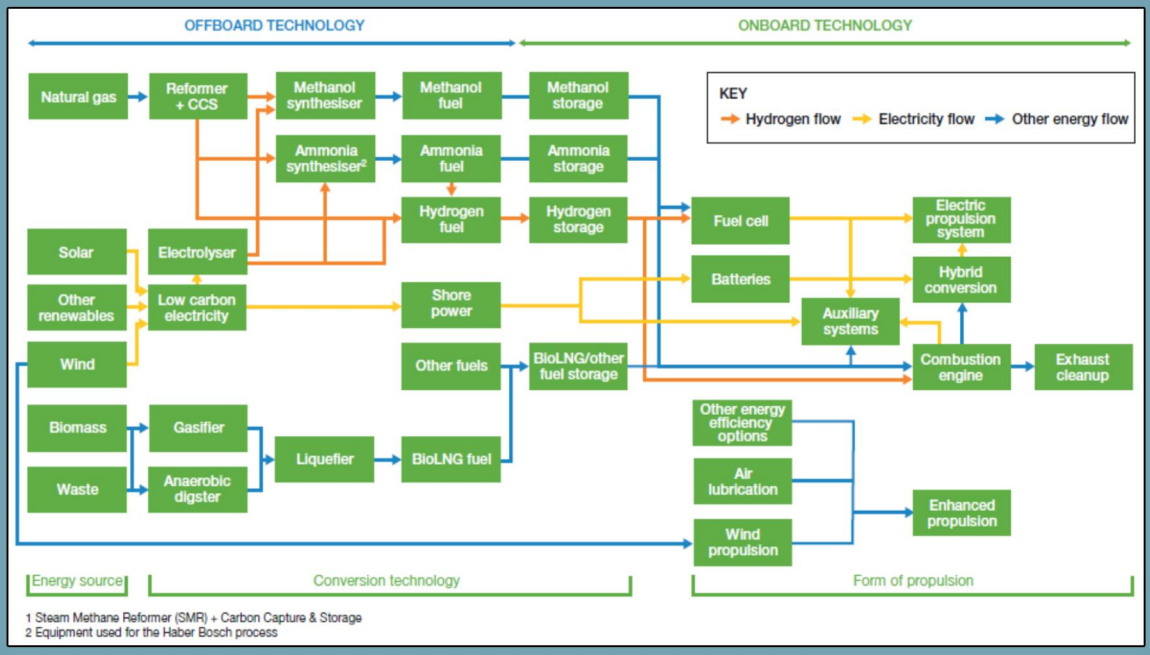


Figure 5. Technologies and fuels on a pathway to zero-emission shipping

در حالت کلی، سوخت‌های پاک یا سوخت‌های سازگار با محیط زیست به سوخت‌هایی اشاره دارند که انتشار کمتری از گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا داشته، در عین حال به روش های پایدارتری تولید می‌شوند. این سوخت‌ها و فناوری‌ها با هدف کاهش تأثیرات منفی حمل‌ونقل دریایی بر محیط زیست و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای توسعه داده می‌شوند. تعدادی از سوخت‌ها و فناوری‌های پاک در حمل‌ونقل دریایی عبارتند از:

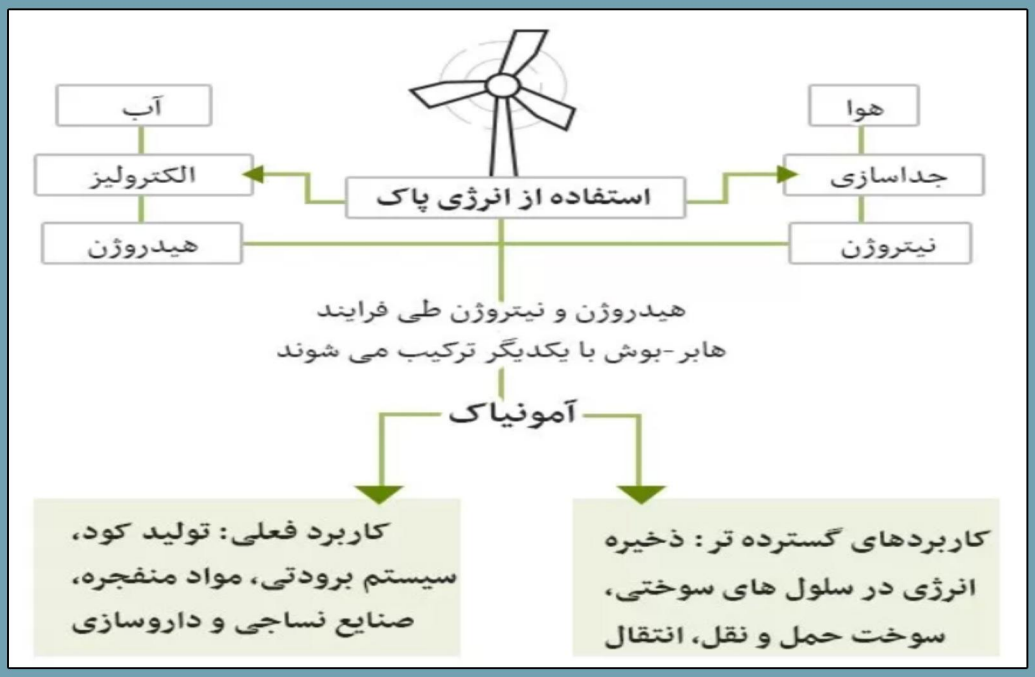
گاز طبیعی مایع: LNG سوختی است که در مقایسه با سایر سوخت‌های رایج در کشتیرانی مقدار کمتری از گازهای گلخانه‌ای، اکسیدسولفور (SOx) و مواد جامد آلاینده هوا ایجاد می‌کند.

هیدروژن: هیدروژن به عنوان یک سوخت صفر-انتشار گازهای گلخانه‌ای شناخته می‌شود و تولید آن با استفاده از الکترولیز و با بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر مثل باد و نور خورشید امکان‌پذیر است.

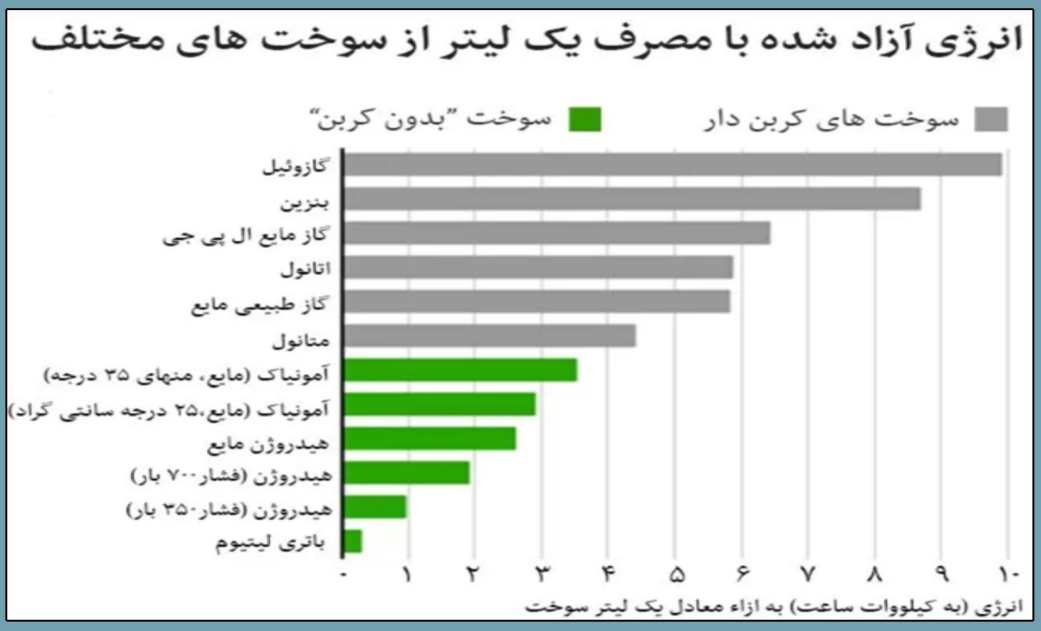
آمونیاک (NH3): آمونیاک نیز یک سوخت صفر-انتشار گازهای گلخانه‌ای است که معمولاً با استفاده از انرژی تجدیدپذیر تولید می‌شود.

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

نحوه تولید آمونیاک سبز به طور شماتیک در شکل زیر نمایش داده شده است.



بر اساس تحقیقات صورت گرفته، همانگونه که از نمودار مقایسه‌ای زیر مشهود هست راندمان سوخت‌هایی نظیر آمونیاک و هیدروژن نسبت به سوخت‌های فسیلی مورد استفاده در صنعت کشتیرانی پایین‌تر است، از این رو کشتی‌هایی که از آنها استفاده می‌کنند بایستی سوخت بیشتری حمل کنند.



جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایـی دریـایی

مشکل دیگر این است که هر چند سوزاندن سوختی مانند آمونیاک ممکن است دی اکسید کربن تولید نکند، ولی اکسید نیتروژن تولید می‌کند که آن هم یک گاز گلخانه ای است که برای حل این مسئله، باید فناوری‌های مناسب به کار گرفته شوند.
آژانس بین‌المللی انرژی پیش‌بینی کرده است که آمونیاک و هیدروژن در پی تحقق هدف به صفر رساندن انتشار کربن در جهان، اصلی‌ترین سوخت‌های دریایی خواهند شد. بر اساس این گزارش، آمونیاک ۴۵ درصد تقاضای سوخت مورد نیاز بخش حمل ونقل دریایی را پوشش خواهد داد. پیش‌بینی می‌شود کارخانه‌های کوچک تولید آمونیاک از ابتدای سال ۲۰۲۵ در سراسر جهان ظهور و آمونیاک سبز را با قیمت ۶۵۰ تا ۸۵۰ دلار به ازای هر تن تولید کنند. پس از آن، انتظار می‌رود با ساخت کارخانه‌های بزرگ‌تر در سال ۲۰۳۰ میلادی، این هزینه به ۴۰۰ تا ۶۰۰ دلار به ازای هر تن برسد و با افزایش مصرف به دلیل استفاده از این حامل انرژی به ۲۷۵ تا ۴۵۰ دلار به ازای هر تن در سال ۲۰۴۰ میلادی برسد.
یکی از مزایای آمونیاک این است که می‌تواند در موتور احتراق داخلی هم سوزانده شود. در همین راستا و بنا بر اعلام شرکت موتورسازی MAN ، این شرکت در حال ساخت موتوری دوزمانه با سوخت آمونیاک است که امیدوار است که تا سال ۲۰۲۴ آماده تحویل و نصب بر روی کشتی شود.

متانول (CH_3OH): متانول یک الکل سبک، چندمنظوره، بی‌رنگ و قابل اشتعال است که می‌تواند از منابع متنوعی از جمله گاز طبیعی، بیوماس و منابع تجدیدپذیر تولید شود. تعداد روزبه‌روز بیشتری از صاحبان کشتی‌ها در ماه‌های اخیر تصمیم به سفارش کشتی‌هایی که قادر به حرکت با متانول هستند گرفته‌اند، زیرا این سوخت دارای زیرساخت تأمین خوبی است و می‌تواند در صورت تولید از بیوماس و هیدروژن تجدیدپذیر، به کربن‌زدایی قابل‌توجهی دست یابد.

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

براساس آمار منتشر شده، تعداد کشتی‌های سفارش داده شده تا سپتامبر امسال با قابلیت استفاده از متانول به ۱۸۵ فروند رسیده است؛ در حالی که این تعداد سفارش ۵ ماه قبل تر از آن ۱۳۵ فروند بود. این کشتی‌ها عموماً دوگانه‌سوز بوده و می‌توانند سوخت‌های فسیلی سنتی را نیز بسوزانند.

همچنین اقبال شرکت‌های کشتیرانی به متانول در مقایسه با آمونیاک به علت در دسترس بودن موتورهای دریایی با سوخت متانول بوده، در حالی که موتورهای دریایی با سوخت آمونیاک همانگونه که بیان شد تا سال ۲۰۲۴ به صنعت عرضه خواهد شد و با توجه به ماهیت خورندگی و سمی بودن آمونیاک تردیدهایی به همراه خود خواهد آورد.

اما بنا بر پیش‌بینی صورت گرفته توسط مؤسسه رده‌بندی ABS میزان تولید متانول در دنیا تا سال ۲۰۳۰ میلادی به ۱۴/۳ میلیون تن خواهد رسید که این رقم برای آمونیاک ۸۷/۵ میلیون تن خواهد بود؛ یعنی تولید آمونیاک ۶ برابر بیشتر از تولید متانول در سال ۲۰۳۰.

اولین کشتی کانتینری مرسک که با سوخت متانول حرکت می‌کند ۳۰۰ تن متانول را در ماه ژوئیه سال جاری میلادی در بندر سنگاپور از یک تانکر دریافت کرد. سوخت اولیه این کشتی در کارخانه هیوندای توسط یک شرکت هلندی تأمین شده بود.

بنا بر اعلام شرکت مرسک این شرکت قصد دارد برای احداث مرکز بانکرینگ متانول در آمریکا و سنگاپور همکاری کند.مرکز بانکرینگ لوییزیانای آمریکا با هزینه دومیلیارددلار احداث می‌شود و قرار است سالانه ۴۰۰ هزار تن متانول سبز تولید کند. در سوی دیگر، بندر سنگاپور اعلام کرده است که در صدد احداث بزرگ‌ترین مرکز بانکرینگ سوخت متانول در آن بندر با کمک شرکت مرسک می‌باشد.

سوخت متانول نسبت به سایر سوخت‌ها گران‌تر است به طوری که قیمت سوخت متانول در حدود ۲ هزار و ۳۰۰ دلار در هر تن می‌باشد. احتمالاً متانول، علی‌رغم محبوبیت اخیر خود به عنوان پرکاربردترین نوع سوخت دریایی با کربن صفر دست پیدا نکند، زیرا تردیدهایی در مورد دسترسی کافی به آن وجود دارد.

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

با این حال، بنا بر اعلام مؤسسه رده‌بندی DNV و بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط این مؤسسه در سال ۲۰۲۰ میلادی، سوخت‌های آمونیاک و متانول بهترین سوخت‌های آینده صنعت کشتیرانی خواهند بود. بررسی ۱۲ نوع سوخت توسط تیم تحقیقاتی این مؤسسه نشان داده است که کاهش ۵۰٪ انتشار کربن تا سال ۲۰۴۰ میلادی فقط با سوخت‌های آمونیاک و متانول امکان‌پذیر خواهد بود، که البته بایستی توجه کرد که بر اساس استراتژی بازنگری شده IMO در سال ۲۰۲۳ حتی این میزان کاهش نیز کافی نبوده و ۲۰ درصد عقب‌تر از اهداف تعیین شده است و بایستی توسط سایر سوخت‌ها و فناوری‌ها جبران شود. همچنین در این گزارش به صاحبان خطوط کشتیرانی پیشنهاد می‌شود که به منظور صرفه‌جویی هرچه بیشتر و کاهش هزینه از سیستم‌های دوگانه‌سوز در کشتی‌ها استفاده کنند که یکی از سوخت‌ها می تواند گاز LNG باشد و دیگری آمونیاک و یا متانول.

در گزارش مؤسسه رده‌بندی DNV که در ماه نوامبر سال گذشته میلادی منتشر شد، با ثبت سفارش ساخت ۱۸ فروند کشتی کانتینری با سوخت متانول همراه با کشتی‌هایی که در ماه اکتبر همان سال با سوخت متانول توسط شرکت‌های کشتیرانی COSCO، Maersk و OOCL سفارش داده شدند، تعداد این نوع کشتی‌ها به ۴۷ فروند رسید که برای اولین بار از رزرو ساخت کشتی با سوخت LNG پیشی گرفته است. بر اساس همین گزارش علاوه بر سفارشات فوق، امضای قرارداد ۲۵ فروند تانکر با سوخت متانول نیز در همان تاریخ درحال مذاکره و امضاء بوده است.

گزارش DNV حاکی است گرایش به سمت استفاده از سوخت‌های پاک با متانول، LNG و همچنین کشتی‌های مجهز به اسکرابر روزبه‌روز شرایط بهتری به خود می‌گیرد و به نظر می‌رسد تعداد کشتی‌هایی که با سوخت پاک در سال ۲۰۲۵ میلادی فعالیت خواهند کرد به حدود ۴ هزار و ۹۸۴ فروند کشتی خواهد رسید.

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

سوخت‌های زیستی[۱۳]: محتوای انرژی سوخت زیستی از منابع زیستی و مواد آلی که بدن موجودات زنده را می‌سازند به وجود آمده است. در واقع سوخت زیستی نوعی از سوخت است که از منابع زیست‌توده (بیومس) به وجود می‌آید. این بدان معناست که ماهیت سوخت زیستی به گیاهانی نظیر جلبک‌ها و ضایعات محصولات زراعی برمی‌گردد و همین امر موجب تجدیدپذیر بودن آن می‌شود. این سوخت‌ها می‌توانند به عنوان جایگزین‌هایی برای سوخت های سنتی استفاده شوند و انتشار کمتری از گازهای گلخانه‌ای داشته باشند.

در عین حال، استفاده از این سوخت نیز با چالش‌هایی روبرو است. برای تولید سوخت‌های زیستی در مقدار انبوه نیاز به حجم بسیار زیادی از مواد غذایی و گیاهی بوده که به نوعی امنیت غذایی و داروسازی را تهدید خواهد کرد. علاوه بر این، ذخیره و نگهداری طولانی‌مدت این سوخت (بالاتر از یک سال) به دلیل ناپایداری و اکسیداسیون دشوار خواهد بود.

پیل سوختی[۱۴]: پیل‌های سوختی از هیدروژن یا سوخت‌های دیگر پاک برای تولید برق و حرکت استفاده می‌کنند. کشتی‌هایی که از این تکنولوژی‌ها استفاده می‌کنند، انتشارات مستقیمی ندارند و بسیار کارآمد هستند.

از نمونه‌های اجراء شده می‌توان به تولید موفق بزرگ‌ترین پیل سوختی هیدروژنی توسط یک کنسرسیوم نروژی با همراهی شرکت تویوتا برای نصب در کشتی اشاره کرد که در سال ۲۰۲۴ به تولید انبوه می‌رسد. با این حال استفاده از این پیل‌های سوختی با توجه به فضای مورد نیاز برای تعبیه آنها و مسائل ایمنی مرتبط، و افزایش وزن قابل توجه آنها برای دستیابی به قدرت‌های بیشتر برای کشتی‌های اقیانوس‌پیما محل تردید است.

سیستم‌های الکتریکی و هیبریدی[۱۵]: محدودیت‌های تکنولوژیکی فعلی، مانع دستیابی به شناور کاملاً الکتریکی (با استفاده از انرژی باتری یا پیل‌های سوختی) در دنیا شده و صرفاً شناورهای کوچک با برد مأموریتی کوتاه (نظیر شناورهای مسافربری در آب‌های داخلی) با این قابلیت تولید شده‌اند. در عوض شناورهای هیبریدی قابلیت عملیاتی بالاتری داشته و پس از تخلیه باتری‌های لیتیوم-یون موجود در شناور، با سوئیچ کردن به موتورهای دیزلی به فعالیت خود ادامه می‌دهند. باتری‌های تخلیه شده یا به وسیله دیزل ژنراتورهای کشتی و یا به وسیله ایستگاه‌های برقی موجود در بنادر شارژ خواهند شد.

انرژی باد و خورشیدی[۱۶]: انرژی‌های نو نظیر انرژی باد و یا انرژی خورشیدی به عنوان منابع جایگزین سوخت‌های فسیلی در نظر گرفته شده، هرچند که در تناژهای بالای شناورها به تنهایی پاسخگوی تأمین قدرت مورد نیاز برای سیستم رانش نیستند.

[۱۳] Biofuels
[۱۴] Fuel Cell
[۱۵] Hybrid and Battery Systems
[۱۶] Wind Propulsion and Solar Panels

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

ترکیب و تلفیق این سوخت‌ها و فناوری‌های پاک به حمل‌ونقل دریایی پایدارتر و کم‌انتشارتر کمک کرده و در نتیجه بهبود کیفیت هوا و کاهش اثرات اقلیمی قابل انتظار خواهد بود.

نکته مهم و قابل توجه آن است که این فناوری‌ها و منابع سوختی همگی "چرخه حیات انتشار" متفاوتی دارند که به انتشار گازهای گلخانه‌ای در طی تولید، توزیع و استفاده از آنها وابسته هستند. به عنوان مثال، در مورد سیستم رانش الکتریکی، میزان انتشار معادل CO_2 در چرخه حیات به منبع تولید برق وابسته است که مثلاً توسط انرژی تجدیدپذیر تولید شده یا سوخت‌های فسیلی، و یا برای سیستم رانش هیدروژنی، به روش تولید سوخت هیدروژن مورد استفاده وابسته است.

در عین حال نباید از این نکته مهم غافل شد که تولید و استفاده از این فناوری‌ها و سوخت های کربن-صفر می‌تواند در عین تحمیل هزینه‌های بالا، خطرات بالقوه جدیدی را در صنعت کشتیرانی به همراه داشته باشند. به عنوان نمونه شکل شماره ۶ خطرات زیست‌محیطی این سوخت‌های جایگزین را نمایش می‌دهد.

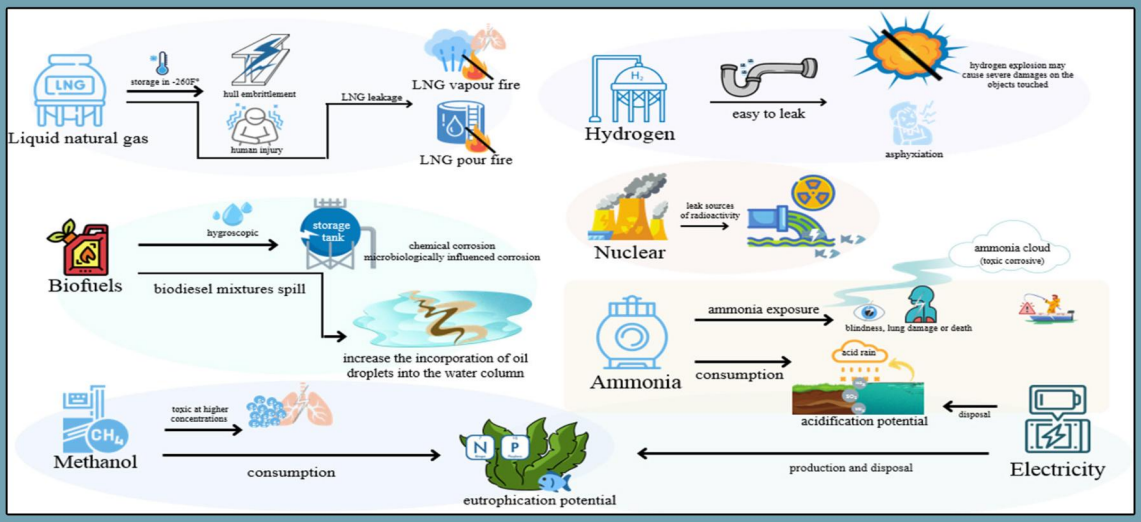


Figure 6. Special marine environmental risks posed by alternative-fuel-powered ships

امارات متحده عربی؛ آینده‌نگری در سوخت‌های جایگزین

اتاق بین‌المللی کشتیرانی[۱۷] و انجمن بین‌المللی بنادر[۱۸] به همراه گروه ویژه دریایی انرژی پاک[۱۹] در سپتامبر سال ۲۰۲۲ میلادی از ابتکاری تحت عنوان "مرکز دریایی انرژی پاک" در پیتسبورگ آمریکا رونمایی کردند. کانادا و امارات متحده عربی جزء نخستین کشورهایی بودند که حمایت خود را از ابتکار تازه راه‌اندازی‌شده اعلام کردند. در این ابتکار گردهمایی ذی‌نفعان سطح ارشد دولتی و خصوصی از بخش‌های بنادر، کشتیرانی، مالی و انرژی در سراسر زنجیره ارزش انرژی دریایی شکل گرفته در عین حال اتاق بین‌المللی کشتیرانی و انجمن بین‌المللی بنادر به دنبال اقدامی برای ارتقای تولید، صادرات و واردات سوخت‌های کم‌کربن خواهند بود. اهداف کلیدی این طرح شامل تسهیل تبادل اطلاعات و دانش درباره سیاست‌ها، برنامه‌ها و پروژه‌های کربن زدایی برای کاهش ریسک سرمایه‌گذاری و تسریع استقرار تجاری سوخت‌ها و فناوری‌های جایگزین در سراسر کشورها است.

بر اساس ادعای گزارشی که اخیرا با عنوان "نقش امارات متحده عربی در اقتصاد جهانی هیدروژن" توسط محققان مرکز سیاست جهانی انرژی در دانشگاه SIPA کلمبیا و شرکت Qamar Energy در واشنگتن منتشر شده است کشور امارات عربی متحده برای تبدیل شدن به یکی از بزرگ‌ترین و کم هزینه‌ترین تولیدکنندگان هیدروژن کم‌کربن در جهان از مزایای رقابتی برخوردار است.

از آنجا که انتظار می‌رود هیدروژن نقش مهمی را به عنوان عامل کربن‌زدایی بین‌المللی و فعال‌کننده استراتژی‌های توسعه پایدار و انتقال جهانی به منابع انرژی دارای کربن کمتر ایفاء کند، طبق پیش‌بینی شورای هیدروژن، احتمال داده می‌شود که تا سال ۲۰۵۰ هیدروژن حدود ۱۸ درصد از تقاضای جهانی انرژی را شامل شود و این در حالیست که بیش از ۳۰ کشور نقشه راه هیدروژن را منتشر کرده و بیش از ۲۲۸ پروژه در مقیاس بزرگ در سراسر زنجیره ارزش هیدروژن در دست اجراء است. استفاده از این تقاضای نوظهور فرصت مهمی را برای بازیگران انرژی جهانی فراهم کرده است.

[۱۷] International Chamber of Shipping (ICS)
[۱۸] International Association of Ports & Harbours (IAPH)
[۱۹] Clean Energy Maritime Taskforce

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

همچنین بنیاد آینده دبی در گزارشی با عنوان "هیدروژن: از هیاهو تا واقعیت" اهمیت توسعه استراتژی های یکپارچه برای تولید، ذخیره و استفاده از انرژی هیدروژن را مورد تأکید قرار داده است. در این گزارش آمده است که امارات متحده عربی نه تنها می‌تواند به یک اقتصاد هیدروژنی پیشرو در منطقه تبدیل شود، بلکه به یک صادرکننده عمده هیدروژن نیز تبدیل می‌شود. به سیاست‌گذاران در دبی اکیداً توصیه می‌شود استراتژی توسعه بخش صادرات "Producer & Hub" را دنبال کنند، که تحت تقاضای زیاد یا متوسط داخلی و بین‌المللی هیدروژن امکان‌پذیر است. این استراتژی می‌تواند سالانه ۳۲ میلیارد درهم به تولید ناخالص داخلی دبی اضافه کند، بیش از ۱۲۰ هزار شغل ایجاد کند و انتشار CO_2 معادل ۸۴ روز در سال از تولید نفت خام امارات تا سال ۲۰۵۰ را جبران کند.

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

در عین حال، امارات متحده به منظور جایگزینی سوخت‌های فسیلی با سوخت سبز تأسیسات نیروگاهی با یک میلیارد دلار سرمایه‌گذاری در منطقه صنعتی خلیفه ابوظبی احداث می‌کند. پیش‌بینی می‌شود در مرحله اول سالانه ۱۰۰۰ هزار تن آمونیاک سبز توسط نیروگاه خورشیدی ۸۰۰ مگاواتی تولید شود.

بنا بر اعلان شرکت نفت ابوظبی ADNOC تاکنون این شرکت سه محموله آمونیاک آبی به مشتریان در ژاپن فروخته و این در حالی است که امارات متحده عربی یک استراتژی متوازن برای تولید هیدروژن آبی و سبز را پوشش می‌دهد. هیدروژن آبی به هیدروژن تولید شده از گاز طبیعی با کربن مرتبط جذب شده و ذخیره شده در زیر زمین اشاره دارد. در حالی که هیدروژن سبز به هیدروژن ساخته شده از الکترولیز آب با برق تجدیدپذیر و حداقل انتشار CO_2 اشاره دارد. هیدروژن آبی در حال حاضر هزینه کمتری دارد و گامی مهم در توسعه اقتصاد هیدروژن کم‌کربن محسوب می‌شود. با این حال، هزینه تولید هیدروژن سبز با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

علاوه بر زیرساخت‌های موجود و قابلیت‌های تولید برای هر دو نوع هیدروژن، امارات دارای مزایای طبیعی قابل توجهی است. ADNOC در حال حاضر بیش از ۳۰۰ هزار تن هیدروژن در سال در تأسیسات خود تولید می‌کند. این شرکت قصد دارد تولید هیدروژن خود را به ۵۰۰ هزار تن در سال برساند و علاوه بر آن فرصت‌های جدید به ویژه در تولید آمونیاک آبی را نیز پیش می‌برد. این شامل یک کارخانه جدید آمونیاک آبی در مقیاس جهانی در مجموعه TA'ZIZ، در شهر الرویس است که فروش محموله‌های آزمایشی آمونیاک آبی به مشتریان در ژاپن را آغاز کرده است.

تلاش‌های امارات متحده عربی برای تولید هیدروژن سبز از شرایط عالی تولید خورشیدی در کشور و هزینه پایین آن برای برق خورشیدی سود می‌برد.

شرکت انرژی آینده ابوظبی (مصدر) طرح‌های متعدد هیدروژن سبز را در مجموعه مصدر با همکاری زیمنس، شرکت نفت و گاز Marubeni آمریکا، اتحاد ایرویز، گروه لوفت‌هانزا، دانشگاه علم و صنعت خلیفه و وزارت انرژی ابوظبی آغاز کرده است.

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

از دیگر کشورهای منطقه، می‌توان به عربستان سعودی نیز اشاره کرد که برنامه‌ای تحت عنوان «ابتکار سبز سعودی» را در سال ۲۰۲۱ راه‌اندازی کرد که قرار است به چالش‌های زیست‌محیطی رسیدگی کند، به طوری که این کشور تا سال ۲۰۶۰ میلادی به انتشار «صفر خالص» گازهای گلخانه ای برسد. این در حالیست که وزیر انرژی عربستان سعودی طی سخنانی در مجمعی که از طرف آرامکو، غول نفتی سعودی، برگزار شد، ادعا کرده است که بزرگ‌ترین صادرکننده نفت خام به دنبال تبدیل شدن به یک رهبر جهانی در تولید هیدروژن به‌عنوان انرژی دوستدار محیط زیست است.

وضعیت ایران در این دوره گذار

خیز کشورهای جهان و منطقه برای تولید انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر در شرایطی رخ می دهد که در ایران، سیاست‌گذاران کمترین توجهی به تولید این نوع انرژی‌ها نداشته‌اند. به عنوان نمونه در دهه ۹۰ شمسی مطابق مصوبه مجلس شورای اسلامی بنا بود که درصدی از تعرفه برق مصرف‌کنندگان برای تأمین سوخت پاک هزینه شود. اما این مصوبه به راحتی نادیده گرفته شد. این‌بی‌توجهی ایران به سوخت‌های پاک ریشه در رویکرد غلطی است که سال‌ها در دولت‌ها وجود داشته و علت آن هم دسترسی به سوخت ارزان بوده است.

امروزه فقط یک درصد تولید برق ایران از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین می‌شود، در حالی که این رقم در ترکیه بیش از ۱۸ درصد است و متوسط تولید برق دنیا از این طریق بیش از ۲۰ درصد است. سوخت فسیلی مقصر اصلی آلودگی هوای کلان‌شهرهای ایران است، چرا که نیروگاه‌های گازی به علت کمبود گاز به خصوص در فصل زمستان که شرایط برای وارونگی هوا مساعد است مجبور به مصرف مازوت هستند و این امر منجر به آلودگی هوای شدید می‌شود. آن هم در شرایطی که ایران ظرفیت تولید حدود ۸۰۰ هزار مگاوات از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر خورشید و باد را دارد و جزء کشورهایی است که با ۳۰۰ روز آفتابی در صدر دسترسی به انرژی‌های پاک به شمار می‌آید. علی‌رغم این غفلت ایران و با وجود آنکه کشورهای همسایه در حاشیه جنوبی خلیج فارس نیز به منابع بزرگ انرژی فسیلی دسترسی دارند، اما دوراندیشی آنها سبب شده که قراردادهای بزرگی در زمینه تولید سوخت پاک به امضاء برسانند و به این سمت بروند که به جای خام فروشی نفت خود، آن را تبدیل به ارزش افزوده کنند.

متأسفانه در ایران هیچ برنامه‌ای برای تولید و جایگزینی سوخت‌های پاک و انرژی‌های تجدیدپذیر وجود ندارد، چرا که حداقل ایران می‌توانست مانند سایر کشورها، سندی جامع برای توسعه استفاده از این منابع انرژی و سوخت‌های پاک با انتشار صفر تهیه کرده و در مجلس به تصویب برساند.

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

همانگونه که بیان شد جایگزینی سوخت‌های کربن-صفر به جای سوخت‌های فسیلی در صنعت کشتیرانی امری اجتناب‌ناپذیر بوده و تمامی کشورهای عضو IMO از جمله ایران برای جلوگیری از بروز محدودیت‌های احتمالی برای تردد ناوگان تحت پرچم خود بایستی با این الزامات خود را تطبیق دهند. مرور تجربیات گذشته نظیر الزام به استفاده از سوخت کم‌سولفور موسوم به قانون ۲۰۲۰ بیانگر این امر بود که هیچ پیش‌بینی برای تولید مازوت کم سولفور در کشور در فاصله تصویب این قانون در سال ۲۰۱۶ و زمان لازم‌الاجرایی آن در ژانویه سال ۲۰۲۰ صورت نگرفته است، به طوری که در نهایت با صرف هزینه‌های قابل توجه و تأمین سوخت از خارج در نهایت این قانون برای ناوگان کشور اجراء شد.

در صورتی که با برنامه‌ریزی صحیح و به موقع علاوه بر جلوگیری از غافلگیری و تحمیل هزینه های گزاف، امکان بهره‌مندی از بازار خارجی تأمین سوخت ناوگان بین‌المللی نیز می‌توانست فراهم شود.

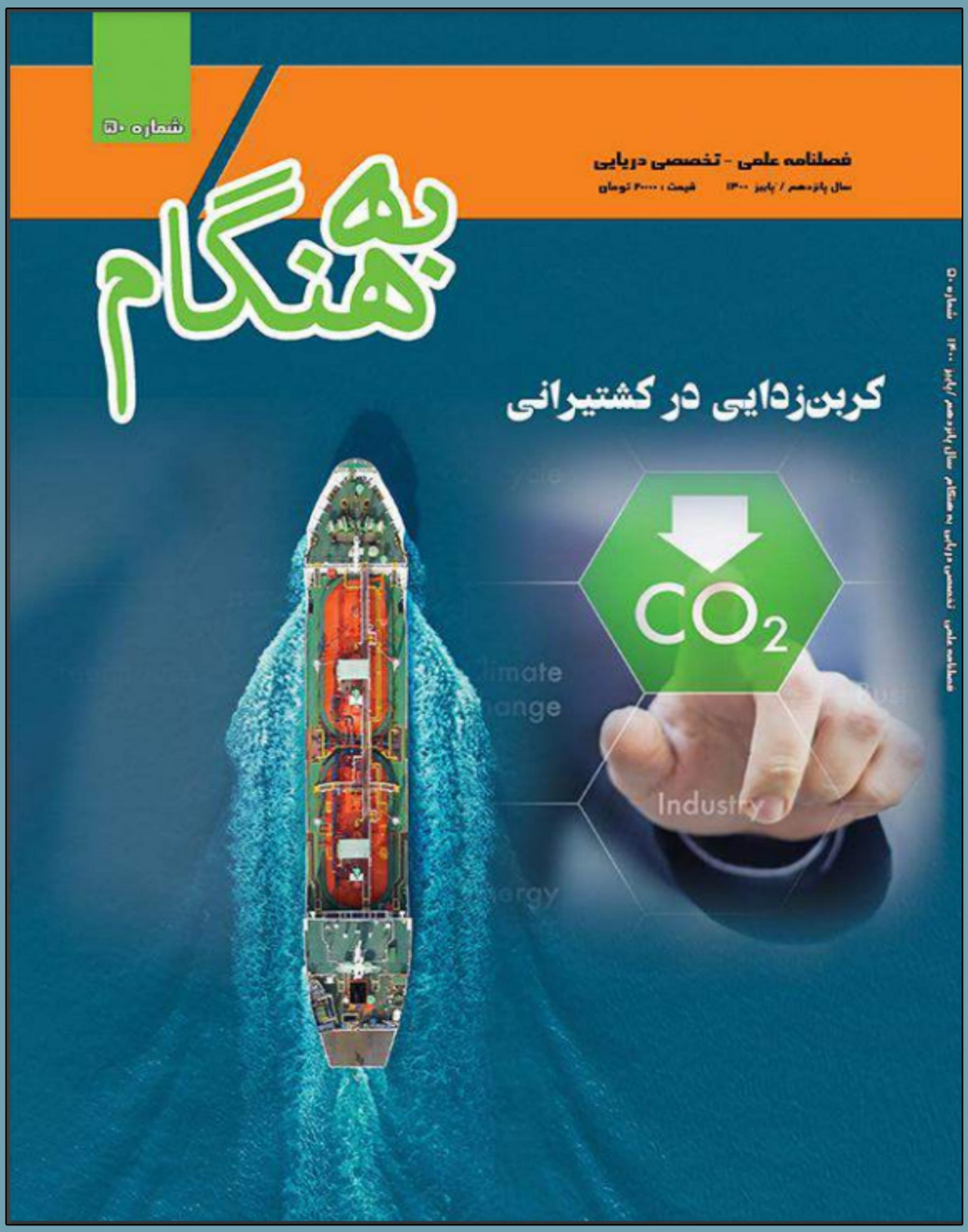
در خصوص بهره‌گیری از سوخت‌های با انتشار صفر، بر اساس تحقیقات صورت گرفته در میان مدت اقبال بیشتری به استفاده از سوخت LNG پیش‌بینی شده است و برای بلندمدت، ارجحیت به استفاده از سوخت آمونیاک و سایر سوخت‌های پاک (در صورت دستیابی به فناوری‌های مورد نیاز) خواهد بود. در ایران هم اکنون بیش از ۱۳ میدان گازی مستقل در خشکی و میدان‌های دریایی پارس جنوبی، پارس شمالی، سلمان، لاوان و کیش وجود دارد، به طوری که ایران به عنوان یکی از کشورهای دارنده ذخایر عظیم گاز طبیعی به میزان ۳۴ تریلیون مترمکعب که ۱۸ درصد ذخایر گاز جهان را تشکیل می‌دهد مطرح می‌شود.

استفاده از این ظرفیت بی‌نظیر، می‌تواند کمک شایانی در تبدیل شدن کشور به عنوان هاب تأمین سوخت LNG برای کشتیرانی منطقه کند. ایجاد زیرساخت‌های لازم بانکرینگ برای سوخت‌های ذکر شده توأم با تجهیزات مورد نیاز شناورها برای این سوخت‌ها (نظیر سیستم رانش منطبق و مخازن سوخت مناسب در کشتی) حائز اهمیت است و می‌تواند کمک قابل توجهی به جذب بازار بانکرینگ در منطقه خلیج فارس با تردد سالانه ۴۷ هزار فروند شناور کند و ایجاد اشتغال و رفع محرومیت از مناطق ساحلی جنوب کشور را به دنبال داشته باشد. همچنین باید نیم‌نگاهی در بلندمدت به سوخت‌های آمونیاک و هیدروژن داشت؛ چرا که در راستای دستیابی به هدف حذف کربن از سوخت شناورها در سال ۲۰۵۰، این سوخت‌ها نقش اساسی را بازی خواهند کرد که نیاز به برنامه‌ریزی و سرمایه گذاری طولانی‌مدت دارد.

خبرنامه تخصصی

جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

برای کسب اطلاعات بیشتر می توانید به فصلنامه علمی تخصصی - دریایی به هنگام شماره ۵۰ مراجعه فرمایید.



جایگاه ایران درمدیریت کربن زدایی دریایی

منابع و مآخذ

۱. A global review of marine air pollution policies, their scope and effectiveness, written by: S. Gossling, C. Meyer-Habighorst, A. Humpe Ocean and Coastal Management, 2021

۲. Fourth IMO Greenhouse Gas Study, IMO Publications, 2020

۳. استفاده از سوخت های پاک در حمل و نقل دریایی، مرکز همکاری های تحول و پیشرفت ریاست جمهوری ، ۱۴۰۱

۴. نقش امارات متحده در اقتصاد جهانی هیدروژن، معاونت دیپلماسی اقتصادی وزارت امور خارجه ، ۱۴۰۰

۵. منهای سوخت پاک، روزنامه شرق ،۱۴۰۱