



Environmental benefits of using shore power in Shahid Bahonar port

Mohsen Dehghani Ghanatghestani¹ | Soghrat Jahandari²

1. Corresponding Author, Department of Environment, Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, Bandar Abbas, Iran. E-mail: m.dehghani@iauba.ac.ir

2. Department of Environment, Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, Bandar Abbas, Iran. E-mail: s.jahandarii2017@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 21 February 2023

Received in revised form 25

April 2023

Accepted 06 May 2023

Published online 23 September 2023

Keywords:

Environment,

Green port,

Shore power,

Shahid bahonar port.

ABSTRACT

Despite the many years of implementation of the shore power solution in advanced ports of the world, the benefits of this strategy in developing countries such as Iran have not been studied yet. This research seeks to answer the question that if shore power is used in Shahid Bahonar port, what environmental benefits will be given to the beneficiaries of this port (port employees, operating companies inside the port, people who live in the vicinity of the port). This research has been used as a developmental goal and a descriptive-survey method. The research questionnaire consisted of 5 environmental questions and 8 questions in the stakeholders' section, which were answered by 83 experts of port and maritime affairs of Shahid Bahonar Port Complex. Binomial test and Spearman's correlation were used in the data analysis section. The findings of the research showed that the use of coastal electricity for ships in Shahid Rajaei port has environmental benefits such as reducing greenhouse gas production, making life more pleasant on the coast and off the coast, reducing noise and odor pollution, developing green ports and reducing disease. respiratory, cardiovascular and cancer; And in the research stakeholders' section, benefits such as port income generation, saving maintenance and generator life, preventing inefficient electricity production through the ship's diesel generator, saving on the ship's energy bill, reducing costs by eliminating the cost of setting up the generator, Reducing the working hours of the ship's generator will bring job creation in the port and reduce electricity production costs. The result of the research proved the significant relationship between the use of coastal electricity and the reduction of air pollution by ships and the increase in the satisfaction of the stakeholders' of Shahid Bahonar Port.

Cite this article: Dehghani Ghanatghestani, M., & Jahandari, S. (2023). Environmental benefits of using shore power in Shahid Bahonar port. *Journal of Natural Environment*, 76 (3), 463-478. DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2023.355667.2532>



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2023.355667.2532>



بررسی مزایای محیط‌زیستی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر

محسن دهقانی قناتغستانی^۱ | سقراط جهانداری^۲

۱. نویسنده مسئول، گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، بندرعباس، ایران. رایانامه: m.dehghani@iauba.ac.ir

۲. گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، بندرعباس، ایران. رایانامه: s.jahandarii2017@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>نوع مقاله: مقاله پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۲</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۲/۰۵</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۶</p> <p>تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱</p> <p>کلیدواژه‌ها: برق ساحلی، بندر سبز، بندر شهید باهنر، محیط زیست.</p>	<p>با وجود اجرای چند ساله راهکار برق ساحلی در بندر پیشرفته جهان، مزایای این استراتژی در کشورهای در حال توسعه همچون ایران هنوز مورد مطالعه قرار نگرفته است. این تحقیق به دنبال پاسخگویی به این سوال می‌باشد که در صورت استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر چه مزایای محیط‌زیستی نصیب ذینفعان این بندر (کارکنان بندر، شرکت‌های اپراتوری داخل بندر، مردمی که در مجاورت بندر زندگی می‌کنند) می‌شود. این تحقیق از نوع هدف، توسعه‌ای و روش اجرای آن، توصیفی-پیمایشی است. پرسشنامه تحقیق از ۵ سوال محیط‌زیستی و ۸ سوال در بخش ذینفعان تشکیل شده بود که توسط ۸۳ نفر از کارشناسان امور بندری و دریایی مجتمع بندری شهید باهنر پاسخ داده شدند. در بخش تجزیه و تحلیل اطلاعات از آزمون دوجمله‌ای و همبستگی اسپیرمن استفاده شد. یافته‌های تحقیق نشان داد استفاده از برق ساحلی برای کشتی‌ها در بندر شهید باهنر از لحاظ محیط‌زیستی مزایایی همچون کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، خوشایندتر شدن زندگی در ساحل و خارج از ساحل، کاهش آلودگی صوتی و بو، توسعه بندر سبز و کاهش بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی و سرطانی؛ و در بخش ذینفعان تحقیق مزایایی همچون درآمدزایی بندر، صرفه‌جویی در تعمیر و نگهداری و عمر ژنراتور، جلوگیری از تولید ناکارآمد برق از طریق ژنراتور دیزل کشتی، صرفه‌جویی در صورت‌حساب انرژی کشتی، کاهش در هزینه‌ها با از بین بردن هزینه راه‌اندازی ژنراتور، کاهش ساعات کار ژنراتور کشتی، اشتغال‌زایی در بندر و کاهش هزینه‌های تولید برق را به همراه خواهد داشت. نتیجه تحقیق، رابطه معنی‌دار بین استفاده از برق ساحلی و کاهش آلودگی هوا به وسیله کشتی‌ها و افزایش رضایت‌مندی ذینفعان بندر شهید باهنر را به اثبات رساند.</p>

استناد: دهقانی قناتغستانی، محسن؛ و جهانداری، سقراط (۱۴۰۲). بررسی مزایای محیط‌زیستی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر. محیط زیست طبیعی، ۷۶

(۳)، ۴۶۳-۴۷۸.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2023.355667.2532>



© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

بیشترین انرژی مصرف شده توسط کشتیرانی بین‌المللی از سوخت بی کیفیت با محتوای گوگرد بالا تأمین می شود (Wang et al., 2015). انتشار گازهای گلخانه‌ای از کشتی‌ها در بنادر و اطراف آن یکی از عوامل اصلی آلودگی هوای شهری در شهرهای ساحلی و داخلی رودخانه‌ها است (Gillingham and Huang, 2020). بنادر نه تنها نقاط گره‌ای در زنجیره‌های تأمین جهانی هستند، بلکه در عین حال، نقاط تمرکز انتشار گازهای گلخانه‌ای در هوا هستند. کشتی‌هایی که در داخل مصب‌ها و مناطق بندری مانور می‌دهند و کشتی‌هایی که در اسکله هستند، به میزان زیادی در آلودگی هوای شهرهای بندری نقش دارند. بنابراین، تلاش برای کاهش این آلاینده‌ها نه تنها به خود خطوط کشتیرانی، بلکه به مقامات بندری، اپراتورهای بندری و شهرهای بندری نیز واگذار می‌شود. یکی از گزینه‌هایی که اخیراً مورد توجه سیاسی قرار گرفته است، نیروی برق ساحلی است (Chou et al., 2017). هنگامی که کشتی‌ها در بندر هستند، سوخت دیزل را در ژنراتورهای داخلی می‌سوزانند تا الکتریسیته تولید کنند و سهم قابل توجهی در کیفیت پایین هوای محلی و منطقه‌ای دارند (Vaishnav et al., 2016). اتصال کشتی‌های پهلو گرفته به برق شبکه خشکی و استفاده از یدک‌کش‌های الکتریکی دو رویکرد برای کاهش خسارات آلودگی است (Gillingham and Huang, 2020). برای کاهش آلودگی هوای محلی، بسیاری از بنادر در کشورهای توسعه یافته، کشتی‌های پهلو گرفته را ملزم می‌کنند که به جای سوختن گازوئیل، از برق مستقر در ساحل استفاده کنند تا نیاز برق خود را برای اموری از جمله روشنایی چراغ کشتی، تجهیزات حمل بار و تهویه مطبوع برآورده کنند (Liao et al., 2017). سیستم برق‌رسانی ساحلی یک سیستم یکپارچه و مطمئن برای انتقال برق از ساحل به کشتی می‌باشد. سیستم برق ساحل به کشتی یک سیستم انعطاف‌پذیر بوده که می‌تواند با هر نوع پروژه‌ای سازگار شود (Khabazasabat, 2015). بخش حمل و نقل دریایی برای تجارت جهانی ضروری است، اما به شدت باعث انتشار کربن دی‌اکسید و آلودگی هوای محلی می‌شود. بنابراین، افرادی که در نزدیکی بنادر زندگی می‌کنند یا کار می‌کنند می‌توانند تحت تأثیر آلودگی هوا قرار بگیرند، با مرگ و میر زودرس و افزایش مراجعه به بیمارستان برای بیماری‌های تنفسی، قلبی و ریوی مواجه شوند (Gillingham and Huang, 2020). در پاسخ به این نگرانی‌ها، مسئولان بنادر اقداماتی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در مناطق اطراف بنادر کرده‌اند که استفاده از برق ساحلی یکی از این راهکارها می‌باشد. با وجود اجرای چند ساله این راهکار در بنادر پیشرفته جهان، مزایای این استراتژی در کشورهای در حال توسعه همچون ایران هنوز مورد مطالعه قرار نگرفته است. این تحقیق به دنبال پاسخگویی به این سوال می‌باشد که در صورت استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر چه مزایای محیط‌زیستی نصیب ذینفعان این بندر (کارکنان بندر، شرکت‌های اپراتوری داخل بندر، مردمی که در مجاورت بندر زندگی می‌کنند) می‌شود. در سال‌های اخیر بحث‌های سیاستی قابل توجهی در مورد برق‌رسانی فعالیت‌های بندری با استفاده از برق شبکه خشکی وجود داشته است. به عنوان مثال، کشتی‌ها می‌توانند در حین لنگر انداختن به شبکه برق خشکی وصل شوند و یدک‌کش‌های برقی می‌توانند برای مانور در بنادر و سپس وصل شدن به شبکه خشکی استفاده شوند. سایر فعالیت‌ها مانند تجهیزات حمل بار و وسایل نقلیه مسافت کوتاه نیز می‌توانند برقی شوند (Gillingham and Huang, 2020). برق‌رسانی کشتی‌رانی از طریق آب به عنوان پتانسیل زیادی برای انتقال آلودگی از بنادر (هم داخلی و هم ساحلی) و آبراه‌های مناطق پرجمعیت به نیروگاه‌های کم‌آلاینده در مکان‌های دورتر مورد بحث قرار گرفته است. این سیاست در حال حاضر به صورت محدود در چندین بندر اجرا می‌شود. به عنوان مثال، لانگ بیچ و لس آنجلس هر دو برنامه‌های محدودی برای برق‌رسانی برای کشتی‌های اقیانوس پیما دارند (Wilkerson et al., 2013).

کاهش مصرف سوخت فسیلی از بنادر در سال‌های اخیر مورد توجه فزاینده‌ای قرار گرفته است. برای دستیابی به هدف پایداری زیست‌محیطی، مقامات بندری و سیاست‌گذاران نوآوری‌های تکنولوژیکی و سازمانی مانند بهینه‌سازی عملیات بندری را بکار گرفته‌اند، اتخاذ فناوری‌های جدید و استفاده از سوخت‌های پاک‌تر (به عنوان مثال، انرژی‌های تجدیدپذیر، گاز طبیعی مایع و سوخت زیستی). سایر تجهیزات حمل بار مربوط به بندر با موتور دیزل، مانند جرتفیل‌های اسکله، هدایت‌شونده خودکار وسایل نقلیه (AGV) و وسایل نقلیه سنگین نیز می‌توانند برای دستیابی به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای برقی شوند (Brown and Li, 2019). مطالعات اثر برق‌رسانی کشتی‌ها در اسکله (که به آن‌ها اتوی سرد، نیروی دریایی جایگزین، منبع تغذیه ساحلی یا برق ساحلی نیز گفته می‌شود) بر انتشار گازهای گلخانه‌ای را بررسی و تأیید کرده‌اند.

هدف از مطالعه حاضر، کاهش آلودگی هوا به وسیله کشتی‌ها در بندر شهید باهنر ارائه راهکارهای استفاده از برق ساحلی و افزایش رضایت‌مندی ذینفعان بندر شهید باهنر با استفاده از برق ساحلی می‌باشد. در همین راستا، بایستی این سوالات را مطرح کنیم که مزایای محیط‌زیستی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر کدام‌اند و مزایای استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر برای ذینفعان آن کدام است؟

از همین رو فرضیه‌های زیر را در نظر می‌گیریم:

- ۱) رابطه معنی‌داری بین استفاده از برق ساحلی و کاهش آلودگی هوا به وسیله کشتی‌ها در بندر شهید باهنر وجود دارد.
- ۲) رابطه معنی‌داری بین استفاده از برق ساحلی و افزایش رضایت‌مندی ذینفعان بندر شهید باهنر وجود دارد.

ادبیات پژوهش

تردد کشتی‌ها در بنادر در مقایسه با ترافیک در دریای آزاد متراکم‌تر است. آلودگی جوی ناشی از آن نیز شدیدتر است و اغلب در نزدیکی مناطق مسکونی رخ می‌دهد که در نهایت بر سلامت عمومی تأثیر می‌گذارد. آلاینده‌های سمی اصلی منتشر شده از کشتی‌ها عبارتند از دی‌اکسید گوگرد (SO_2)، ذرات معلق (PM)، مونوکسید کربن (CO)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x) و ترکیبات آلی فرار (VOCs). علاوه بر این، مانند هر فرآیند احتراق هیدروکربنی، دی‌اکسید کربن (CO_2) منتشر می‌شود که در سطوح فعلی سمی نیست. با این حال، این گاز اصلی گلخانه‌ای است و سبب گرمایش جهانی می‌شود (Kotrikla et al., 2017).

سازمان‌های جهانی و منطقه‌ای اخیراً مقرراتی را برای کاهش انتشار آلاینده‌ها از کشتی‌ها در بنادر و مناطق ساحلی تصویب کرده‌اند. براساس کنواسیون مارپل ۷۸/۷۳، میزان گوگرد سوخت دریایی در مناطق کنترل انتشار گوگرد (SECA) باید کمتر از ۱٪ جرمی (m/m) تا پایان سال ۲۰۱۴ و ۰٫۱٪ (m/m) پس از آن باشد. محدودیت‌های عمومی گوگرد در سایر مناطق دریایی ۳٫۵٪ (m/m) است و در صورتی که صنایع پالایشگاهی بتوانند تقاضا را برآورده کنند، تا اول ژانویه ۲۰۲۰ به ۰٫۵٪ (m/m) کاهش می‌یابد. از ۱ ژانویه ۲۰۱۳، سازمان بین‌المللی دریانوردی اقداماتی را برای کاهش دی‌اکسید کربن توسط کشتی‌ها انجام داده است که شاخص طراحی بازده انرژی (EEDI) اجباری را برای کشتی‌های جدید و طرح مدیریت بهره‌وری انرژی کشتی (SEEMP) برای تمام کشتی‌ها معرفی کرده‌اند (Tzannatos and Nikitakos, 2013).

اتحادیه اروپا دستورالعملی را صادر کرد که در ۱ ژانویه ۲۰۱۰ لازم‌الاجرا شد که براساس آن میزان گوگرد در سوخت‌های دریایی در زمان پهلوگیری کشتی‌ها کمتر از ۰٫۱٪ (m/m) باشد. این دستورالعمل برای کشتی‌هایی که کمتر از ۲ ساعت در بندر هستند و کشتی‌هایی که تمام موتورها را خاموش می‌کنند و در حین اسکله در بنادر از برق ساحلی استفاده می‌کنند، اعمال نمی‌شود (Zis et al., 2014).

انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از کشتی‌های در اسکله که از برق ساحلی استفاده می‌کنند به مخلوط انرژی که بندر به آن متکی است بستگی دارد و این در سطح منطقه‌ای و بین‌المللی متفاوت است اما کاهش در اکثر موارد قابل تحقق است (Tzannatos and Nikitakos, 2013). Zis و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که تأمین برق ساحلی برای تمام کشتی‌های پهلوگیری، می‌تواند انتشار گازهای گلخانه‌ای در بندر را به میزان ۴۸ تا ۷۰ درصد برای دی‌اکسید کربن، ۳ تا ۶۰ درصد برای دی‌اکسید گوگرد، ۴۰ تا ۶۰ درصد برای اکسیدهای نیتروژن و ۵۷ تا ۷۰ درصد کربن سیاه (BC) به ترتیب کاهش داد (Kotrikla et al., 2017).

برق ساحلی که با نام‌های مختلفی مانند نیروی دریایی جایگزین یا اتوی سرد نیز شناخته می‌شود، کشتی‌ها را در اسکله قادر می‌سازد تا از برق ساحلی برای تأمین انرژی سیستم‌های الکتریکی روی کشتی مانند روشنایی، تهویه، ارتباطات، پمپ‌های کالا و سایر تجهیزات حیاتی استفاده کنند. در حالی که موتورهای کمکی خود را خاموش می‌کنند. این کشتی‌ها را می‌توان به منابع تغذیه خشکی متصل کرد تا عملیات کشتی بدون وقفه ادامه یابد و در عین حال انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از موتورهای کمکی حذف شود. برق از شبکه برق محلی از طریق یک ایستگاه فرعی در بندر می‌آید و به اتصالات برق ویژه در سیستم برق ساحلی کشتی وصل می‌شود (Wang et al., 2015).

بنادر به‌طور فزاینده‌ای از انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از عملیات بندری آگاه هستند که می‌تواند رابطه بین بنادر و جوامع مجاور را تحت فشار قرار دهد. در نتیجه، جوامع همسایه که گاهی اوقات به‌طور منفی تحت تأثیر انتشار بندر قرار می‌گیرند، می‌توانند

گسترش بندر را محدود کنند. سپس این بنادر را وادار می‌کند تا به‌طور داوطلبانه انواع ابتکارات بندر پاک و سبز را برای به حداقل رساندن اثرات نامطلوب اجرا کنند. در نتیجه، انرژی و برق ساحلی جذاب‌تر شده است؛ زیرا انتشار گازهای گلخانه‌ای از کشتی‌های در اسکله را که اغلب بزرگترین آلاینده‌ها در بندر هستند، حذف می‌کند. همان‌طور که بنادر بیشتر زیرساخت برق ساحلی را ایجاد می‌کنند، اثر شبکه نرخ بهره‌برداری از تجهیزات برق ساحلی توسط کشتی‌ها را افزایش، هزینه کلی را کاهش می‌دهد و جذابیت برق ساحلی را تقویت می‌کند (Ericsson and Fazlagim, 2018).

ملاحظات فنی برق ساحلی: الزامات برق و زیرساخت ساحلی شامل یک پست صنعتی برای دریافت توان انتقال یافته از شبکه محلی، معمولاً ۳۴/۵ کیلو ولت و یک ترانسفورماتور برای کاهش ولتاژ به‌منظور سازگاری با مشخصات الکتریکی کشتی (یعنی ۶/۶ کیلو ولت یا ۱۱ کیلو ولت ۳ فاز، ۶۰ هرتز) است. فهرست غیرجامعی از نیازمندی‌های زیرساخت‌های خشکی شامل: تابلوی توزیع، قطع‌کننده‌های مدار، اتصال ایمنی زمینی، لوله‌های کابل زیرزمینی، طاق‌ها و پریش‌های برق و ارتباطات و دوشاخه‌ها است. در ارتباط با اسکله‌های موجود باید برای نصب کابل‌های برق ساحلی و لوازم جانبی اصلاح شود اما برای ساخت اسکله جدید، الزامات فنی و مشخصات برق و زیرساخت ساحلی را می‌توان در مرحله طراحی قرار داد (Vaishnav et al., 2016).

کشتی‌هایی که در برنامه برق‌رسانی ساحلی شرکت می‌کنند به نصب پریش‌های کابل برق ساحلی و یک سیستم مدیریت الکتریکی مرتبط نیاز دارند. مقاوم‌سازی را می‌توان در ناوگان موجود بدون ظرفیت برق ساحلی انجام داد. برای ساختمان‌ها و اسکله‌های جدید، مالک کشتی می‌تواند درخواست کند که یک سیستم آماده انرژی در ساحل به‌عنوان بخشی از طراحی سیستم الکتریکی کشتی گنجانده شود. یک سیستم برق ساحلی داخلی شامل پنل‌های مخزن، یک برد سوئیچ ولتاژ، قطع‌کننده مدار و یک سیستم کنترل و نظارت است. بسته به فرکانس و ولتاژ منبع تغذیه ساحل و سیستم‌های الکتریکی کشتی، ترانسفورماتور دوم برای کاهش ولتاژ بیشتر از سیستم برق ساحلی و یا مبدل فرکانس الکتریکی (یعنی ۵۰ هرتز به ۶۰ هرتز یا بالعکس) ممکن است مورد نیاز باشد (Winebrake et al., 2018). علاوه بر سیستم‌های ساحلی و کنار کشتی، در نقاط مختلف دنیا تغییرات زیادی در سطوح قدرت، ولتاژ و فرکانس وجود دارد. سیستم‌های ولتاژ پایین (معمولاً ۴۰۰ تا ۴۸۰ ولت) که قبلاً اعمال شده‌اند، به کابل‌های اتصال متعدد نیاز دارند، در حالی که سیستم‌های ولتاژ بالا (۶/۶ تا ۱۱ کیلو ولت) راحت‌تر کار می‌کنند. تفاوت فرکانس الکتریکی بین آمریکای شمالی و بخش‌هایی از ژاپن در مقایسه با سایر نقاط جهان نیز عاملی است که باید در نظر گرفته شود. علاوه بر این، فرکانس و ولتاژ سیستم‌های الکتریکی داخلی ممکن است در اندازه‌ها و دسته‌های مختلف کشتی متفاوت باشد. کشتی‌های اقیانوس‌پیما که به بنادر اروپایی می‌روند معمولاً سیستم‌های الکتریکی ۶۰ هرتزی بیشتری دارند، در حالی که کشتی‌های کوچک‌تر دارای سیستم‌های ۵۰ هرتز هستند. در نوع دوم، در درجه اول کشتی‌های کوچک‌تری هستند که به قاره‌های دیگر سفر نمی‌کنند (Yang and Chang, 2013). میانگین تقاضای برق و اوج نیاز به توان در انواع و اندازه‌های مختلف کشتی نیز متفاوت است. این تفاوت تأثیر قابل توجهی بر هزینه سیستم برق ساحلی دارد. بنابراین مهم است که گزینه‌های کاهش انرژی را دنبال کرد و از قبل تقاضای اوج مصرف را ارزیابی کرد. جدول ۱ توان مورد نیاز برای کشتی‌های مختلف را گزارش می‌کند.

زیرساخت‌های برق ساحلی نیز بسته به نوع کشتی متفاوت است. برای کشتی‌هایی مانند تانکرها، کشتی‌های کروز و کشتی‌های روبه‌رو که معمولاً در یک اسکله پهلو می‌گیرند و از جرثقیل استفاده نمی‌کنند، اتصال به ساحل آسان‌تر است. در پایانه‌های کانتینری که کشتی‌ها همیشه در یک موقعیت پهلو نمی‌گیرند، نیاز به نقاط اتصال بیشتری وجود دارد. کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیکی، سازمان بین‌المللی استاندارد و موسسه مهندسی برق و الکترونیک به‌طور مشترک یک استاندارد داوطلبانه برای سیستم‌های برق ساحلی منتشر می‌کنند. این استانداردها، اتصالات و واسط خشکی، داخل کشتی و ساحل به کشتی را پوشش می‌دهد. نحوه طراحی، نصب و آزمایش سیستم‌های برق ساحلی با ولتاژ بالا را شرح می‌دهد، به جنبه‌های ایمنی مانند خاموش شدن اضطراری می‌پردازد، و الزامات اضافی را برای کشتی‌های مسافربری رو-رو، کشتی‌های کروز، کشتی‌های کانتینری، تانکرها و حامل‌های گاز مایع شده طبیعی ایجاد می‌کند. قابل ذکر است که این استانداردها به مسائل فرکانس و سیستم‌های ولتاژ پایین رسیدگی نمی‌کند (Kim et al., 2012). تحلیل هزینه-منفعت برق ساحلی: سوخت دیزلی که توسط کشتی‌های اقیانوس‌پیما استفاده می‌شود، اغلب نفت کوره

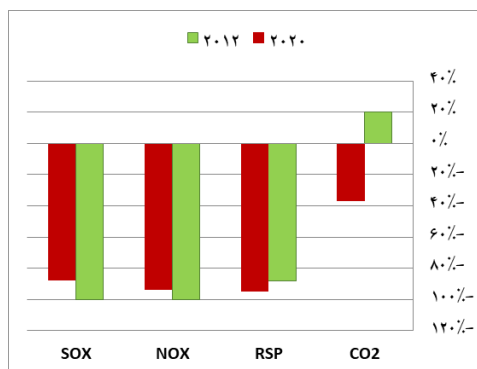
جدول ۱. مشخصات برق ساحلی (Ng et al., 2013)

نوع کشتی (طول)	میانگین تقاضای برق (مگاوات)	اوج تقاضای برق (مگاوات)	اوج تقاضای برق برای ۹۵٪ کشتی‌ها (مگاوات)
کانتینری کمتر از ۱۴۰ متر	۰/۱۷	۱	۰/۸
کانتینری بیشتر از ۱۴۰ متر	۱/۲	۸	۵
رو=	۱/۵	۲	۱/۸
تانکرها	۱/۴	۲/۷	۲/۵
کروز کمتر از ۲۰۰ متر	۴/۱	۷/۳	۶/۷
کروز بیشتر از ۲۰۰ متر	۷/۵	۱۱	۹/۵
کروز بیشتر از ۳۰۰ متر	۱۰	۲۰	۱۲/۵

سنگین یا روغن باقیمانده نامیده می‌شود. همان‌طور که از نامش پیداست، گازوئیل دریایی در انتهای فرآیند پالایشگاه قرار دارد بنابراین سرشار از گوگرد است اما قیمت پایینی دارد. سازمان بین‌المللی دریانوردی، نهاد نظارتی برای کشتیرانی بین‌المللی، در تلاش است تا سطح گوگرد مجاز در سوخت دیزل دریایی را کاهش دهد. مقررات فعلی این سازمان، کشتی‌های اقیانوس‌پیما را ملزم می‌کند که از سوخت‌هایی با سطح گوگرد بیش از ۳۵۰۰۰ قسمت در میلیون (ppm) استفاده کنند. میانگین سطح جهانی گوگرد ppm ۲۷۰۰۰ است که کمتر از نیاز قانونی است. پس از سال ۲۰۲۰، سطح مجاز گوگرد در گازوئیل‌های دریایی به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد و به ppm ۵۰۰۰ می‌رسد، مشروط به بررسی در سال ۲۰۱۶ که ممکن است این مقررات را به سال ۲۰۲۵ موکول کند (Paul, 2018).

هزینه یک سیستم برق ساحلی شامل سرمایه‌گذاری ثابت و هزینه‌های عملیاتی است. سرمایه‌گذاری ثابت شامل سرمایه‌گذاری ساحلی و کنار کشتی در زیرساخت‌های برق ساحلی، از جمله نصب برق فشار قوی، ترانسفورماتور، تابلو و تابلوی کنترل، سیستم توزیع برق، سیستم حلقه کابل و مبدل فرکانس است. بزرگ‌ترین هزینه‌های مرتبط با زیرساخت‌های ساحلی، تجهیزات تبدیل فرکانس و تأمین برق ولتاژ بالا در کنار اسکله هستند که حدود نیمی از کل سرمایه‌گذاری ثابت را تشکیل می‌دهند. بسته به نوع و اندازه کشتی و نیاز به ترانسفورماتور داخلی، هزینه‌های تغییرات در کنار کشتی می‌تواند از ۳۰۰ هزار دلار تا ۲ میلیون دلار متغیر باشد. همچنین تفاوت قابل توجهی بین پروژه‌های مقاوم‌سازی و نوساز وجود دارد، به طوری که بازسازی گاهی اوقات تا دو برابر بیشتر از سرمایه‌گذاری‌های افزایشی در ساخت جدید هزینه دارد. هزینه عملیاتی در درجه اول مربوط به هزینه‌های برق و مالیات است که هر دو براساس منطقه متفاوت هستند. برخی از کشورها، مانند سوئد، مالیات برق مصرفی سیستم‌های برق ساحلی را کاهش می‌دهند. با این حال، برخی از تأمین‌کنندگان برق نیز هزینه اتصال را دریافت می‌کنند (Chou et al., 2017).

مزیت اصلی استفاده از برق ساحلی، بهبود کیفیت هوای محلی است. انتشار گازهای گلخانه‌ای در اسکله با انتشارات ناشی از تولید الکتریسیته در جاهای دیگر که انرژی ساحل را تأمین می‌کند، جایگزین می‌شود. انتشار گازهای گلخانه‌ای از تولید برق معمولاً کمتر است و بیشتر از مراکز جمعیتی رخ می‌دهد. با این حال، کاهش واقعی انتشار گازهای گلخانه‌ای باید به دقت ارزیابی شود و تحت تأثیر سه عامل کلیدی است. اولین و مهمترین عامل انتشار، گازوئیل دریایی است. برای کشورهایی که مناطق کنترل انتشار ساحلی دارند، کاهش خالص انرژی از ساحل کمتر از کشورهای است که مقررات گوگرد سخت‌گیرانه‌تری دارند، زیرا سطح گوگرد گازوئیل دریایی مصرف‌شده در مناطق کنترل انتشار، ۸۰ درصد کمتر از میزان گوگرد مصرف‌شده در خارج از مناطق کنترل انتشار است. دوم، کاهش واقعی انتشار گازهای گلخانه‌ای به عوامل انتشار نیروگاه‌های تغذیه‌کننده شبکه محلی یا ملی نیز بستگی دارد. نیرویی که از توربین‌های بادی و نیروگاه‌های آبی تأمین می‌شود، باعث انتشار آلاینده نمی‌شود. سوم، تأثیر واقعی بر سلامت انسان به محل تولید گازهای گلخانه‌ای مربوط می‌شود. در بیشتر شرایط، بنادر و ایستگاه‌های تولید برق از مراکز شهر دور هستند. اما در شهرهایی مانند هنگ‌کنگ که بندر در نزدیکی مناطق مسکونی قرار دارد، انتقال گازهای گلخانه‌ای از کشتی‌ها به نیروگاه‌ها ممکن است مزایای بیشتری به همراه داشته باشد (Valkeejärvi, 2006). شکل ۱، کاهش انتشار ناشی از تولید یک کیلووات ساعت انرژی از طریق تولید برق را با کارکرد یک موتور کمکی دریایی در اسکله مقایسه می‌کند. این نشان می‌دهد که انرژی ساحلی ابزار امیدوارکننده‌ای برای کاهش آلودگی دریایی حتی در سال ۲۰۲۰ است، زمانی که سطح گوگرد گازوئیل دریایی به میزان



شکل ۱. کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با تغییر از دیزل‌های دریایی به برق ساحلی (Saenz, 2019)

قابل توجهی کاهش یابد. در سال ۲۰۱۲، شدت انتشار گازوئیل دریایی فقط برای CO₂ کمتر بود که منعکس‌کننده بازدهی حرارتی بیشتر موتورهای دیزل دریایی فعلی است. به‌طور متوسط، تغییر از گازوئیل‌های دریایی به برق خشکی باعث کاهش انتشار SO_x تا ۸۸ درصد، NO_x تا ۹۴ درصد، PM تا ۹۵ درصد و CO₂ تا ۳۷ درصد در سال ۲۰۲۰ می‌شود (Song and Xiao, 2015).

پیشینه پژوهش

Wang و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود به بررسی هزینه‌ها و مزایای برق ساحلی در بندر شنژن چین پرداختند. انتشار گازهای گلخانه‌ای به عنوان عامل سرطان شناخته شده است و با بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی مرتبط است. همچنین ارتباط بین انتشار گازهای گلخانه‌ای صنعت کشتیرانی و اثرات منفی بهداشتی و محیط‌زیستی در این بندر مورد تأیید قرار گرفته است. استفاده از برق ساحلی در کاهش اثرات منفی بهداشتی و محیط‌زیستی مؤثر بوده است. Khabazasabat (۲۰۱۵) در تحقیق خود به سیستم برق ساحل به کشتی جهت کاهش آلودگی محیط‌زیست در بندر بوشهر پرداختند. یافته‌های این تحقیق نشان داد این سیستم برای انواع کشتی‌ها از قبیل تانکرها، جنرال کارگوها، مسافربری، کانتینربرها قابل استفاده است که باعث جلوگیری از آلودگی هوا و همچنین درآمدزایی برای بندر می‌گردد. از مزایای این سیستم پیاده‌سازی آسان تجهیزات مانند ترانسفورماتور در ایستگاه‌های فرعی می‌باشد. با استفاده از سیستم برق ساحل به کشتی، کشتی می‌تواند ژنراتورهای خود را از مدار خارج و از برق ساحلی استفاده نماید که این عمل باعث کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و ورود آن به محیط‌زیست می‌گردد. Li و همکاران (۲۰۱۸) توسعه بنادر سبز با در نظر گرفتن انرژی امواج ساحلی را مورد مطالعه قرار دادند. یافته‌های تحقیق نشان داد که تولید برق از طریق امواج ساحلی و بکارگیری آن در کشتی‌ها باعث کاهش هزینه‌های تولید برق و درآمدزایی برای بندر و کاهش آلودگی محیط‌زیستی توسط کشتی‌ها می‌شود.

Saenz (۲۰۱۹) در تحقیق خود به تجزیه و تحلیل انرژی و برآورد هزینه یک سیستم منبع تغذیه ساحلی در بندر گاول پرداخت. یافته‌ها نشان داد ترافیک دریایی به‌شدت در حال افزایش است، بنابراین آلودگی محیطی و همچنین صدا و ارتعاشات از نگرانی‌های عمده در شهرهای بندری هستند. سیستم‌های منبع تغذیه ساحل به کشتی راه‌حلی امکان‌پذیر برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای باشد، زیرا در حالی که کشتی در کنار اسکله می‌ماند، موتورهای کمکی خاموش می‌شوند.

Huang و Gillingham (۲۰۲۰) در تحقیق خود به بررسی اثرات بلندمدت محیط‌زیستی و اقتصادی برق‌رسانی به کشتی‌ها در بنادر ایالات متحده پرداختند. یافته‌های آنان نشان داد برق‌رسانی منجر به کاهش جزئی انتشار کربن در سال‌های اولیه پیش‌بینی شده می‌شود و این کاهش‌ها با تکامل شبکه برق تا سال ۲۰۵۰ افزایش می‌یابد. همچنین برق‌رسانی تمام سوخت‌های ایالات متحده منجر به کاهش ۶۵ درصدی آلودگی هوا تا سال ۲۰۵۰ می‌شود. Tang و همکاران (۲۰۲۰) هزینه خدمات برق ساحلی در چین را مورد تحقیق قرار دادند. یافته‌های آنان نشان داد وقتی از ظرفیت کامل برق ساحلی استفاده شود هزینه خدمات برق ساحلی نسبت به تولید برق توسط خود کشتی، هر کیلووات ۰/۳۸ یوان، ارزان‌تر خواهد بود. Czermański و Krämer (۲۰۲۰) در تحقیق خود به بررسی برق ساحلی یکی از گزینه‌های کاهش انتشار هوا در بنادر پرداختند. یافته‌های آنان نشان داد با اجرای برق ساحلی در بنادر می‌توان به الزامات سازمان جهانی دریانوردی در زمینه انتشار آلاینده‌ها دست یافت. Schenk و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیق

خود به بررسی اثرات کلان اقتصادی و محیط‌زیستی برق‌رسانی بنادر پرداختند. استفاده از برق ساحلی برای کشتی‌ها و تجهیزات بندری باعث کاهش انتشار سالانه هوا شده است. علاوه بر این، محل انتشار گازهای گلخانه‌ای از تولید برق باعث کاهش غلظت انتشار گازهای گلخانه‌ای نزدیک به بندر می‌شود. از سویی دیگر، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با صرفه‌جویی در هزینه همراه است زیرا در برخی بنادر قیمت برق در کمتر از قیمت سوخت دیزل است. همچنین، برق رسانی بندر می‌تواند تولید اقتصادی و اشتغال را در بیشتر مناطق افزایش دهد.

Lathwal و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیق خود به بررسی پیامدهای محیط‌زیستی و بهداشتی نیروی ساحلی برای کشتی‌هایی که در بنادر اصلی هند عزیمت کردند، پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد تغییر از سوخت با سولفور بالا به نیروی برقی ساحلی، انتشار ذرات معلق همچون سولفات را تا ۳۹ و نیترات را تا ۸۵ و انتشار کربن دی‌اکسید را تا ۱۲ درصد کاهش می‌دهد. همچنین صرفه‌جویی در هزینه مادام‌العمر تغییر از سوخت با سولفور بالا به برق ساحلی ۷۳ میلیون دلار و ۳۷۰ میلیون دلار برای سوخت کم گوگرد است. Tan و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیق خود به انتخاب کشتی و ارزیابی خدمات برق ساحلی برای شبکه‌های کشتیرانی کانتینری رودخانه Yangtze پرداختند. یافته‌های آنان نشان داد بکارگیری خدمات برق ساحلی مزایایی همچون کاهش ساعات کار ژنراتور کشتی، صرفه‌جویی در تعمیر و نگهداری و عمر ژنراتور، جلوگیری از تولید ناکارآمد برق از طریق ژنراتور دیزل کشتی، صرفه‌جویی در صورت‌حساب انرژی کشتی، کاهش ارتعاشات روی کشتی، کاهش در هزینه‌ها با از بین بردن هزینه راه‌اندازی ژنراتور، خوشایندتر شدن زندگی در ساحل و خارج از ساحل، کاهش وجود مواد مضر در هوا و کاهش آلودگی صوتی و بو را به همراه دارد. Bakar و همکاران (۲۰۲۳) در خصوص چالش‌ها و ارزیابی تأمین برق کشتی‌ها (برقی شدن کشتی‌ها) به‌عنوان یک جایگزین برجسته برای حذف گازهای گلخانه‌ای خطرناک مطالعات گوناگونی انجام دادند. آن‌ها نشان دادند سیستم Cold ironing نه تنها به‌عنوان منبع تغذیه جایگزین برای کشتی‌های برقی، بلکه به‌عنوان بخشی از استراتژی بندر سبز عمل می‌کند.

روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق از نوع هدف، توسعه‌ای است زیرا به دنبال شناسایی مزایای محیط‌زیستی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر است. همچنین، روش اجرای آن، توصیفی-پیمایشی استفاده شده است. در مرحله توصیفی از مطالعات کتابخانه‌ای شامل مقالات و پایان‌نامه‌ها جهت شناسایی مزایای محیط‌زیستی استفاده از برق ساحلی و در مرحله پیمایشی از پرسشنامه محقق‌ساخته جهت ارزیابی مزایای محیط‌زیستی، استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر استفاده شد. کارشناسان امور بندری و دریایی مجتمع بندری شهید باهنر جامعه آماری تحقیق انتخاب شدند که حجم آنان، ۱۰۰ نفر برآورد شد. حجم نمونه با توجه به جدول مورگان، ۸۰ نفر می‌باشد که جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر، تمامی اعضا به‌عنوان نمونه انتخاب شدند.

مجتمع بندری شهید باهنر: بندر شهید باهنر از بنادر قدیمی استان و جزء ۸ بندر فعال ایران به‌شمار می‌رود. در سال ۱۳۳۴ در بررسی محل مناسب برای ایجاد اسکله جدید بندرعباس (بندر شهید باهنر فعلی) کارشناسان خورچلو در منطقه سورو با توجه به عوامل طبیعی و تاریخی، محلی مناسب برای اولین اسکله جدید بندرعباس در نظر گرفتند و در آبان‌ماه سال ۱۳۴۶ ساخت بنای اسکله سورو (بندر شهید باهنر فعلی) آغاز گردید. این اسکله تا مدتی به‌نام اسکله سورو یا اسکله جدید شناخته می‌شد. بعد از انقلاب شکوهمند اسلامی این بندر به بندر شهید باهنر تغییر نام داد. از لحاظ موقعیت دریایی، این بندر در کنار جزیره قشم قرار گرفته است و از تأثیر امواج بلند دریای عمان و خلیج فارس مصون می‌باشد. بندر شهید باهنر سومین بندر صادراتی کشور است که در امور صادرات کالای غیر نفتی و حمل و نقل کالا و حمل و نقل مسافربری جایگاه ویژه‌ای دارد. ویژگی خاص این بندر، برخورداری از آب‌خور ۱۰/۲ متر در زمان جذر کامل است که پس از بنادر امام خمینی و شهید رجایی بالاترین آب‌خور را در بین بنادر کشور دارا است. این بندر در گذشته نه چندان دور تنها بندر اصلی بندرعباس بوده و به‌لحاظ اینکه در محدوده شهر بندرعباس قرار دارد، همه روزه پذیرای تعداد زیادی گردشگر و مسافر بوده و حجم قابل توجهی از تجارت بندرعباس وابسته به فعالیت این بندر می‌باشد و نقش به‌سزایی در رونق اقتصادی منطقه دارد.

روش و ابزار گردآوری اطلاعات: در بخش کتابخانه‌ای از مقالات و پایان‌نامه‌های داخلی و بین‌المللی جهت شناسایی مزایای محیط‌زیستی استفاده از برق ساحلی در بنادر استفاده شد و در بخش میدانی، پرسشنامه محقق‌ساخته (۵ سوال محیط‌زیستی و ۸

جدول ۲. پرسشنامه شناسایی مزایای محیط‌زیستی استفاده از برق ساحلی در بنادر

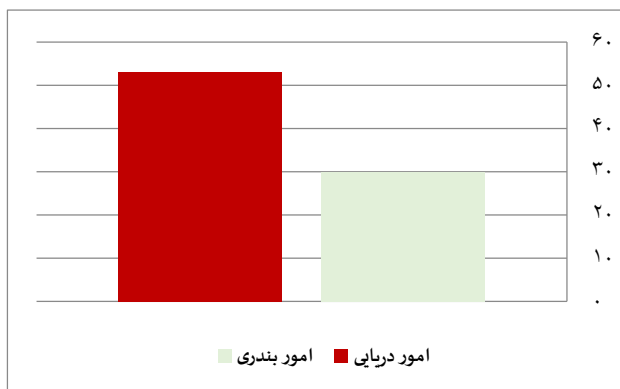
عبارت	کاملاً موافقم	نظری ندارم	مخالقم	کاملاً مخالف
استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای می‌شود.				
استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث خوشایندتر شدن زندگی در ساحل و خارج از ساحل می‌شود.				
استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث کاهش آلودگی صوتی و بو می‌شود.				
استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث توسعه بنادر سبز می‌شود.				
استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث کاهش بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی و سرطانی در پس کرانه و ساحل مجاور این بندر می‌شود.				
استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث افزایش درآمدزایی بندر می‌شود.				
استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث صرفه‌جویی در تعمیر و نگهداری و عمر ژنراتور کشتی‌های پهلوگرفته در این بندر می‌شود.				
استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث جلوگیری از تولید ناکارآمد برق از طریق ژنراتور دیزل کشتی‌های پهلوگرفته در این بندر می‌شود.				
استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث صرفه‌جویی در صورتحساب انرژی کشتی‌های پهلوگرفته در این بندر می‌شود.				
استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث کاهش در هزینه‌ها با از بین بردن هزینه راه‌اندازی ژنراتور کشتی‌های پهلوگرفته در این بندر می‌شود.				
استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث کاهش ساعات کار ژنراتور کشتی‌های پهلوگرفته در این بندر می‌شود.				
استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث افزایش اشتغال‌زایی در بندر می‌شود.				
استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث کاهش هزینه‌های تولید برق در بندر می‌شود.				

جدول ۳. نتیجه پایایی پرسشنامه

پارامتر	شماره سوالات	آلفای کرونباخ
محیط‌زیستی	۵-۱	۰/۹۲۶
اقتصادی	۱۳-۶	۰/۸۴۳
ضریب آلفای کرونباخ کل		۰/۸۹۷

سوال اقتصادی) برای بررسی این مزایا در بندر شهید باهنر برای ذینفعان بندر بکار گرفته شد (جدول ۲). روایی پرسشنامه از طریق محتوایی و صوری و پایایی آن با توجه به ضریب آلفای کرونباخ (۰/۸۹۷) مورد تأیید قرار گرفته است (جدول ۳).

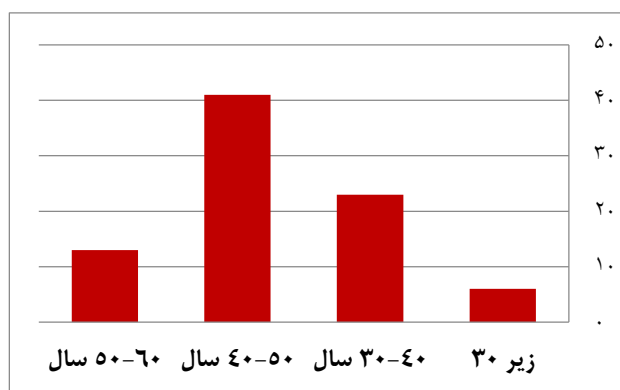
تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای بررسی مشخصات پاسخ‌دهندگان پرسشنامه شامل جنسیت، محل فعالیت، سابقه کار، سن و تحصیلات از آمار توصیفی شامل نمودار و جداول فراوانی استفاده شد. نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۳ در این بخش بکار گرفته شد. در بخش استنباطی برای تجزیه و تحلیل سوالات پرسشنامه از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد. پیش از تعیین آزمون آماری ابتدا از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای تعیین ماهیت داده‌ها استفاده شد که اگر سطح معنی‌داری بیشتر از ۰/۰۵ بود فرضیه H_0 یعنی توزیع داده‌ها نرمال است، تأیید می‌شود و چنانچه سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ بود فرضیه H_1 یعنی توزیع داده‌ها نرمال نیست، تأیید می‌شود. در صورت نرمال بودن داده‌ها از آزمون T و چنانچه غیرنرمال بود از آزمون دوجمله‌ای برای بررسی سوالات استفاده شد. در بخش بررسی صحت یا نادرستی فرضیات تحقیق در صورت نرمال بودن داده‌ها از ضریب همبستگی پیرسون و در صورت غیرنرمال شدن داده‌ها از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد.



شکل ۲. نمودار میله‌ای فراوانی شغلی پاسخ‌دهندگان

جدول ۴. فراوانی شغلی پاسخ‌دهندگان

امور دریایی	امور بندری	فراوانی (نفر)
۵۳	۳۰	۵۳
۶۴	۳۶	۶۴



شکل ۳. نمودار میله‌ای فراوانی سن پاسخ‌دهندگان

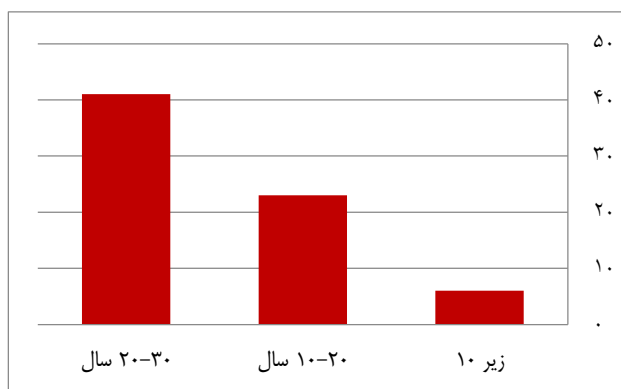
یافته‌های پژوهش

بررسی توصیفی پاسخ‌دهندگان: ۱۰۰ پرسشنامه بین جامعه آماری تحقیق پخش گردید که ۸۳ مورد به محقق برگردانده شد بنابراین تجزیه و تحلیل‌های توصیفی و آماری این بخش براساس این تعداد می‌باشد. شکل ۲ به بررسی شغل پاسخ‌دهندگان پرداخته است. بیشتر پاسخ‌دهندگان در امور دریایی مشغول بودند. با توجه به جدول ۴، ۳۰ نفر معادل ۳۶ درصد در امور بندری و ۵۳ نفر معادل ۶۴ درصد در امور دریایی فعالیت داشتند. شکل ۳ به بررسی سن پاسخ‌دهندگان پرداخته است. بیشتر پاسخ‌دهندگان در رده سنی ۴۰-۵۰ سال بودند. با توجه به جدول ۵، ۶ نفر معادل ۷ درصد زیر ۳۰ سال، ۲۳ نفر معادل ۲۸ درصد بین ۳۰ تا ۴۰ سال، ۴۱ نفر معادل ۴۹ درصد بین ۴۰ تا ۵۰ سال و ۱۳ نفر معادل ۱۶ درصد بین ۵۰ تا ۶۰ سال سن داشتند. شکل ۴ به بررسی سن پاسخ‌دهندگان پرداخته است. بیشتر پاسخ‌دهندگان ۲۰-۱۰ سال سابقه کاری داشتند. براساس نتایج جدول ۶، ۳۰ نفر معادل ۳۶ درصد زیر ۱۰ سال، ۳۵ نفر معادل ۴۲ درصد بین ۱۰ تا ۲۰ سال و ۱۸ نفر معادل ۲۲ درصد بین ۲۰ تا ۳۰ سال سابقه کاری داشتند. شکل ۵ به بررسی تحصیلات پاسخ‌دهندگان پرداخته است که بیشتر آن‌ها مدرک فوق‌لیسانس داشتند. با توجه به نتایج جدول ۷، ۳ نفر معادل ۴ درصد مدرک لیسانس، ۷۶ نفر معادل ۹۱ درصد مدرک فوق‌لیسانس و ۴ نفر معادل ۵ درصد دکترا داشتند.

بررسی آمار توصیفی سوالات پرسشنامه: در جدول ۸، آمار توصیفی سوالات مرتبط با مزایای محیط‌زیستی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر بیان شده است. با توجه به نتایج به دست آمده به طور میانگین و در مجموع ۴۲/۶۶ و ۲۷/۷ درصد از پاسخ‌دهنده‌ها نظر موافق و یا کاملاً موافق دارند و ۶/۵ درصد مخالف و تنها ۱/۴ درصد کاملاً مخالف هستند. در جدول ۹، آمار

جدول ۵. فراوانی سن پاسخ‌دهندگان

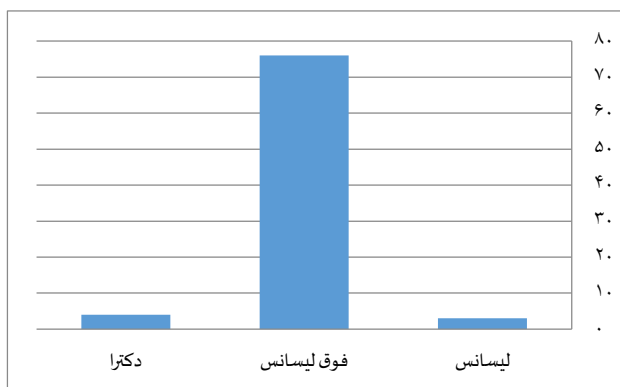
سال	زیر ۳۰ سال	۳۰-۴۰ سال	۴۰-۵۰ سال	۵۰-۶۰ سال
فراوانی (نفر)	۶	۲۳	۴۱	۱۳
فراوانی (درصد)	۷	۲۸	۴۹	۱۶



شکل ۴. نمودار میله‌ای فراوانی سابقه‌ی کاری پاسخ‌دهندگان

جدول ۶. فراوانی سابقه‌ی کاری پاسخ‌دهندگان

سال	زیر ۱۰ سال	۱۰-۲۰ سال	۲۰-۳۰ سال
فراوانی (نفر)	۳۰	۳۵	۱۸
فراوانی (درصد)	۳۶	۴۲	۲۲



شکل ۵. نمودار میله‌ای فراوانی تحصیلات پاسخ‌دهندگان

جدول ۷. فراوانی تحصیلات پاسخ‌دهندگان

سطح تحصیلات	فوق لیسانس	لیسانس	دکتر
فراوانی (نفر)	۳	۷۶	۴
فراوانی (درصد)	۴	۹۱	۵

توصیفی سوالات مرتبط با مزایای اقتصادی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر بیان شده است. با توجه به نتایج، به‌طور میانگین و در مجموع بیشترین پاسخ‌ها در مزایای اقتصادی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر موافق و کاملاً موافق و کمترین پاسخ‌ها نظر کاملاً مخالف را داشته است.

نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف: با توجه به نتایج جدول ۱۰، سطح معنی‌داری زیر ۰/۰۵ می‌باشد بنابراین فرضیه H_1 یعنی توزیع داده‌ها غیرنرمال است، مورد تأیید قرار گرفت. در نتیجه از آزمون دوجمله‌ای استفاده شد. جدول ۱۱ به ارائه نتایج آزمون دوجمله‌ای سوالات مزایای محیط‌زیستی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر پرداخته است. با توجه به نتایج:

برای سوال اول، با توجه به اینکه سطح معنی‌داری به‌دست آمده از نسبت آزمون کمتر می‌باشد ($P < ۰/۰۶$) در نتیجه فرضیه H_1 تأیید می‌شود. یعنی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای می‌شود.

جدول ۸. آماره توصیفی پرسشنامه-مزایای محیط‌زیستی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر

شاخص	گویه	توزیع پاسخ‌ها برحسب درصد							آماره‌های توصیفی	
		کاملاً موافق	موافق	نظری ندارم	مخالف	کاملاً مخالف	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
محیط‌زیستی	۱	۱۸/۱	۴۴/۶	۱۵/۷	۱۶/۹	۴/۸	۳/۵۴	۱/۱۱۸	۱	۵
	۲	۳۲/۵	۴۷	۱۶/۹	۳/۶	۰	۴/۰۸	۰/۷۹۹	۲	۵
	۳	۳۰/۱	۴۵/۸	۲۱/۷	۱/۲	۱/۲	۴/۰۲	۰/۸۲۶	۱	۵
	۴	۲۵/۳	۳۸/۶	۲۷/۷	۸/۴	۰	۳/۸	۰/۹۱۶	۲	۵
	۵	۳۲/۵	۳۷/۳	۲۶/۵	۲/۴	۱/۲	۳/۹۷	۰/۸۹۶	۱	۵

جدول ۹. آماره توصیفی پرسشنامه-مزایای اقتصادی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر

شاخص	گویه	توزیع پاسخ‌ها برحسب درصد							آماره‌های توصیفی	
		کاملاً موافق	موافق	نظری ندارم	مخالف	کاملاً مخالف	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
اقتصادی	۶	۳۱/۳	۴۱	۲۰/۵	۷/۲	۰	۳/۹۶	۰/۹۰۳	۲	۵
	۷	۲۴/۱	۳۰/۱	۲۱/۷	۹/۶	۱۴/۵	۳/۵۵	۱/۲۷۱	۱	۵
	۸	۲۷/۷	۱۹/۳	۲۲/۹	۱۹/۳	۱۰/۸	۳/۳۳	۱/۳۵۵	۱	۵
	۹	۳۹/۸	۳۴/۹	۲۱/۷	۳/۶	۰	۳/۳۱	۱/۰۹۴	۲	۵
	۱۰	۳۲/۵	۴۴/۶	۱۹/۳	۳/۶	۰	۳/۴۲	۱/۱۳۶	۲	۵
	۱۱	۱۸/۱	۳۰/۱	۳۲/۵	۱۴/۵	۴/۸	۴/۰۳	۱/۰۰۵	۱	۵
	۱۲	۳۶/۱	۲۶/۵	۲۲/۹	۶	۸/۴	۴/۰۶	۰/۸۶۹	۱	۵
	۱۳	۳۷/۳	۳۹/۸	۱۵/۷	۳/۶	۳/۶	۴/۱	۰/۸۱۶	۱	۵

جدول ۱۰. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف

سوال	کولموگروف-اسمیرنوف	سطح معنی‌داری	سوال	کولموگروف-اسمیرنوف	سطح معنی‌داری	سوال	کولموگروف-اسمیرنوف	سطح معنی‌داری
۱	۲/۶	۰/۰۰۰	۶	۲/۲۳	۰/۰۰۰	۱۱	۱/۶۷	۰/۰۰۸
۲	۲/۳	۰/۰۰۰	۷	۲/۲	۰/۰۰۰	۱۲	۲/۱۴	۰/۰۰۰
۳	۲/۲۵	۰/۰۰۰	۸	۲/۱۷	۰/۰۰۰	۱۳	۲/۳۳	۰/۰۰۰
۴	۲/۰۲	۰/۰۰۱	۹	۲/۹۲	۰/۰۰۱			
۵	۲/۰۹	۰/۰۰۱	۱۰	۱/۵۲	۰/۰۱۹			

برای سوال دوم، با توجه به اینکه سطح معنی‌داری به‌دست آمده از نسبت آزمون کمتر می‌باشد ($P < 0/06$) در نتیجه فرضیه H_1 تأیید می‌شود. یعنی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث خوشایندتر شدن زندگی در ساحل و خارج از ساحل می‌شود.

برای سوال سوم، با توجه به اینکه سطح معنی‌داری به‌دست آمده از نسبت آزمون کمتر می‌باشد ($P < 0/06$) در نتیجه فرضیه H_1 تأیید می‌شود. استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث کاهش آلودگی صوتی و بو می‌شود.

برای سوال چهارم، با توجه به اینکه سطح معنی‌داری به‌دست آمده از نسبت آزمون کمتر می‌باشد ($P < 0/06$) در نتیجه فرضیه H_1 تأیید می‌شود. استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث توسعه بنادر سبز می‌شود.

برای سوال پنجم، با توجه به اینکه سطح معنی‌داری به‌دست آمده از نسبت آزمون کمتر می‌باشد ($P < 0/06$) در نتیجه فرضیه H_1 تأیید می‌شود. استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث کاهش بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی و سرطانی در پسرکانه مجاور این بندر می‌شود. نتایج جدول ۱۲، به ارائه نتایج آزمون دوجمله‌ای سوالات مزایای اقتصادی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر پرداخته است. با توجه به نتیجه جدول ۱۲، نتایج زیر حاصل شد:

برای سوال ششم، با توجه به اینکه سطح معنی‌داری به‌دست آمده از نسبت آزمون کمتر می‌باشد ($P < 0/06$) در نتیجه فرضیه H_1 تأیید می‌شود. استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث افزایش درآمدزایی بندر می‌شود.

جدول ۱۱. تحلیل دوجمله‌ای مزایای محیط‌زیستی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر

محدوده	تعداد	نسبت مشاهدات	نسبت آزمون	سطح معنی‌داری
۱	۳۱	۰/۳۷	۰/۶	۰/۰۰۰
	۵۲	۰/۶۳		
۲	۱۶	۰/۱۹	۰/۶	۰/۰۰۰
	۶۷	۰/۸۱		
۳	۲۰	۰/۲۴	۰/۶	۰/۰۰۰
	۶۳	۰/۷۶		
۴	۳۰	۰/۳۶	۰/۶	۰/۰۱۳
	۵۳	۰/۶۴		
۵	۲۵	۰/۳	۰/۶	۰/۰۰۰
	۵۸	۰/۷		

جدول ۱۲. تحلیل دوجمله‌ای مزایای اقتصادی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر

محدوده	تعداد	نسبت مشاهدات	نسبت آزمون	سطح معنی‌داری
۶	۲۱	۰/۲۵	۰/۶	۰/۰۰۲
	۶۲	۰/۷۵		
۷	۱۹	۰/۲۳	۰/۶	۰/۰۰۰
	۶۴	۰/۷۷		
۸	۲۱	۰/۲۵	۰/۶	۰/۰۰۱
	۶۲	۰/۷۵		
۹	۲۸	۰/۳۴	۰/۶	۰/۰۰۰
	۵۵	۰/۶۶		
۱۰	۳۲	۰/۳۹	۰/۶	۰/۰۴۱
	۵۱	۰/۶۱		
۱۱	۲۹	۰/۳۵	۰/۶	۰/۰۰۰
	۵۴	۰/۶۵		
۱۲	۳۱	۰/۳۷	۰/۶	۰/۰۰۱
	۵۲	۰/۶۳		
۱۳	۱۹	۰/۲۳	۰/۶	۰/۰۰۰
	۶۴	۰/۷۷		

برای سوال هفتم، با توجه به اینکه سطح معنی‌داری به دست آمده از نسبت آزمون کمتر می‌باشد ($P < 0/6$) در نتیجه فرضیه H_1 تأیید می‌شود. استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث صرفه‌جویی در تعمیر و نگهداری و عمر ژنراتور کشتی‌های پهلو گرفته در این بندر می‌شود.

برای سوال هشتم، با توجه به اینکه سطح معنی‌داری به دست آمده از نسبت آزمون کمتر می‌باشد ($P < 0/6$) در نتیجه فرضیه H_1 تأیید می‌شود. استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث جلوگیری از تولید ناکارآمد برق از طریق ژنراتور دیزل کشتی‌های پهلو گرفته در این بندر می‌شود.

برای سوال نهم، با توجه به اینکه سطح معنی‌داری به دست آمده از نسبت آزمون کمتر می‌باشد ($P < 0/6$) در نتیجه فرضیه H_1 تأیید می‌شود. استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث صرفه‌جویی در صورت حساب انرژی کشتی‌های پهلو گرفته در این بندر می‌شود.

برای سوال دهم، با توجه به اینکه سطح معنی‌داری به دست آمده از نسبت آزمون کمتر می‌باشد ($P < 0/6$) در نتیجه فرضیه H_1 تأیید می‌شود. استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث کاهش در هزینه‌ها با از بین بردن هزینه راه‌اندازی ژنراتور کشتی‌های پهلو گرفته در این بندر می‌شود.

برای سوال یازدهم، با توجه به اینکه سطح معنی‌داری به دست آمده از نسبت آزمون کمتر می‌باشد ($P < 0/6$) در نتیجه فرضیه H_1

جدول ۱۳. ضریب همبستگی بین استفاده از برق ساحلی و کاهش آلودگی هوا

متغیر وابسته	متغیر مستقل	کاهش آلودگی هوا
	شدت	۰/۹۰۳
برق ساحلی	معنی داری	۰/۰۰۰
	تعداد	۸۲

متغیر وابسته	متغیر مستقل	افزایش رضایت‌مندی ذینفعان بندر
	شدت	۰/۸۳۴
برق ساحلی	معنی داری	۰/۰۰۰
	تعداد	۸۲

تأیید می‌شود. استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث کاهش ساعات کار ژنراتور کشتی‌های پهلو گرفته در این بندر می‌شود. برای سوال دوازدهم، با توجه به اینکه سطح معنی‌داری به‌دست آمده از نسبت آزمون کمتر می‌باشد ($P < 0/06$) در نتیجه فرضیه H_1 تأیید می‌شود. استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث افزایش اشتغال‌زایی در بندر می‌شود. برای سوال سیزدهم، با توجه به اینکه سطح معنی‌داری به‌دست آمده از نسبت آزمون کمتر می‌باشد ($P < 0/06$) در نتیجه فرضیه H_1 تأیید می‌شود. استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر باعث کاهش هزینه‌های تولید برق در بندر می‌شود. نتیجه آزمون فرضیه‌های تحقیق: در این بخش با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها (نتیجه آزمون کولموگروف-اسمیرنوف) از ضریب همبستگی اسپیرمن برای آزمون فرضیه‌ها تحقیق استفاده شد. فرضیه اول) رابطه معنی‌داری بین استفاده از برق ساحلی و کاهش آلودگی هوا به‌وسیله کشتی‌ها در بندر شهید باهنر وجود دارد (جدول ۱۳).

بین استفاده از برق ساحلی و کاهش آلودگی هوا رابطه معناداری وجود دارد؛ زیرا سطح معنی‌داری به‌دست آمده ($0/000$) کمتر از آلفای تحقیق ($0/05$) می‌باشد و نتیجه کلی در سطح اطمینان ۹۹ درصد، رابطه بین دو متغیر مستقل و وابسته را تأیید می‌کند. شدت همبستگی بین دو متغیر در سطح خیلی قوی قرار دارد. فرضیه دوم) رابطه معنی‌داری بین استفاده از برق ساحلی و افزایش رضایت‌مندی ذینفعان بندر شهید باهنر وجود دارد (جدول ۱۴). بین استفاده از برق ساحلی و افزایش رضایت‌مندی ذینفعان بندر رابطه معنی‌داری وجود دارد؛ زیرا سطح معنی‌داری به‌دست آمده ($0/000$) کمتر از آلفای تحقیق ($0/05$) می‌باشد و نتیجه کلی در سطح اطمینان ۹۹ درصد، رابطه بین دو متغیر مستقل و وابسته را تأیید می‌کند. شدت همبستگی بین دو متغیر در سطح قوی قرار دارد.

بحث

در این تحقیق، مزایای محیط‌زیستی استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر با استفاده از ۸۳ نفر از کارکنان امور بندری و دریایی این بندر مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه آزمون دوجمله‌ای نشان داد در بخش محیط‌زیستی، استفاده از برق ساحلی مزایایی از جمله کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، خوشایندتر شدن زندگی در ساحل و خارج از ساحل، کاهش آلودگی صوتی و بو، توسعه بنادر سبز و کاهش بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی و سرطانی را به‌همراه دارد. مطالعات Khabazabat (۲۰۱۵) در رابطه با سیستم برق ساحل به کشتی جهت کاهش آلودگی محیط زیست؛ Liao و همکاران (۲۰۱۷) درباره شارژ برق کم ولتاژ ساحلی هوشمند در بندر داخلی؛ Huang و Gillingham (۲۰۲۰) اثرات محیط‌زیستی و اقتصادی بلندمدت برق‌رسانی کشتی‌رانی از طریق آب در ایالات متحده و Chou و همکاران (۲۰۱۷) محاسبات افت ولتاژ و طراحی کابل برق برای سیستم‌های توزیع برق بندر با اتصال ساحلی ولتاژ بالا نشان دادند با کاهش انتشار آلاینده‌های هوا، تولید گازهای گلخانه‌ای کاهش می‌یابد. مطالعه Tan و همکاران (۲۰۲۱) در رابطه با انتخاب کشتی و ارزیابی خدمات برق ساحلی برای شبکه‌های کشتیرانی کانتینری

رودخانه داخلی نشان دادند استفاده از برق ساحلی باعث کاهش آلودگی صوتی و بو در داخل و خارج از بندر شده است در نتیجه، زندگی در ساحل و خارج از ساحل خوشایندتر می‌شود.

Li و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیق خود نشان دادند با بهره‌گیری از برق ساحلی انتشار آلاینده‌های محیط‌زیستی کاهش یافته و بنادر می‌توانند در مسیر سبز شدن مطابق با قوانین سازمان جهانی دریانوردی گام بردارند. Wang و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود بیان داشتند که با کاهش انتشار آلاینده‌هایی از جمله کربن مونواکسید و سولفات احتمال وقوع بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی و سرطانی در شهرهای بندری کاهش می‌یابد. نتیجه آزمون دوجمله‌ای نشان داد در بخش ذینفعان استفاده از برق ساحلی مزایایی همچون درآمدزایی بندر، صرفه‌جویی در تعمیر و نگهداری و عمر ژنراتور، جلوگیری از تولید ناکارآمد برق از طریق ژنراتور دیزل کشتی، صرفه‌جویی در صورت‌حساب انرژی کشتی، کاهش در هزینه‌ها با از بین بردن هزینه راه‌اندازی ژنراتور، کاهش ساعات کار ژنراتور کشتی، اشتغال‌زایی در بندر و کاهش هزینه‌های تولید برق را به‌همراه خواهد داشت. Khabazasabat (۲۰۱۵) در تحقیق خود گزارش کرد که بنادر با فروش برق ساحلی در بلندمدت می‌توانند درآمد کسب نمایند و در آینده به توسعه پایدار برسند. Pan و همکاران (2020) نشان دادند استفاده از برق ساحلی در خطوط کشتیرانی، موجب صرفه‌جویی در تعمیر و نگهداری و عمر ژنراتور کشتی‌ها، جلوگیری از تولید ناکارآمد برق از طریق ژنراتور دیزل کشتی، صرفه‌جویی در صورت‌حساب انرژی کشتی، کاهش در هزینه‌ها با از بین بردن هزینه راه‌اندازی ژنراتور و افزایش عمر تجهیزات برق‌رسانی و تولید برق در کشتی خواهد شد. Sheng و همکاران (۲۰۲۰) اشتغال‌زایی در بندر را نتیجه استفاده از برق ساحلی در بنادر عنوان کردند؛ زیرا بنادر برای حفظ و نگهداری تجهیزات برق‌رسان نیاز به جذب نیروهای متخصص دارد. Lee و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود نشان دادند هزینه‌های تولید برق توسط بندر در بلندمدت با بهسازی زیرساخت‌های برق‌رسانی از طریق مصرف درآمد بندر از طریق فروش انرژی، کاهش می‌یابد. به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی، یافته‌های تحقیق رابطه معنی‌دار بین استفاده از برق ساحلی و کاهش آلودگی هوا به‌وسیله کشتی‌ها و افزایش رضایت‌مندی ذینفعان بندر شهید باهنر را به اثبات رساند.

پیشنهاد‌های کاربردی تحقیق: برای استفاده از برق ساحلی در بندر شهید باهنر راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود: مطالعات پروژه برق‌رسانی به اسکله‌های بندر شهید باهنر توسط مشاوران ذیصلاح برای تهیه برآورد هزینه اجرایی پروژه و ارائه طرح توجیهی اقتصادی صورت گیرد.

پیشنهادات موضوعی برای مطالعات آتی: پروژه امکان‌سنجی ایجاد یک زیرساخت الکتریکی در ساحل برای تأمین انرژی الکتریکی کشتی‌ها در یکی از بنادر اجرا شود. پیشنهاد می‌شود سیاست‌های برق ساحلی و کاهش سرعت برای کاهش انتشار آلاینده‌های کشتی‌ها در نزدیکی و در بنادر مورد ارزیابی قرار گیرد. در ارتباط با اجرای مفاد کنوانسیون مارپل و ضمیمه ششم آن که مربوط به آلودگی هوا توسط کشتی‌ها است در بندر شهید باهنر تحقیق و مطالعه جامع‌تری انجام شود.

References

- Bakar, N.N.A., Bazmohammadi, N., Vasquez, J.C., Guerrero, J.M., 2023. Electrification of onshore power systems in maritime transportation towards decarbonization of ports: A review of the cold ironing technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 178, 113243.
- Brown, M., Li, Y., 2019. Carbon pricing and energy efficiency: pathways to deep decarbonization of the US electric sector. *Energy Efficiency* 12(2), 463-481.
- Chou, M., Su, C., Lee, Y., 2017. Voltage-drop calculations and power cable designs for harbor electrical distribution systems with high voltage shore connection. *IEEE Transactions on Industry Applications* 53(3), 1807-1814.
- Ericsson, P., Fazlagicm, I., 2018. Shore-side power supply - a feasibility study and a technical solution for an on-shore electrical infrastructure to supply vessels with electrical power while in port. Master of Science Thesis, Department of Energy and Environment, Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden.
- Gillingham, K., Huang, P., 2020. The Long-run Environmental and Economic Impacts of Electrifying Waterborne Shipping in the United States. *Environmental Science & Technology* 54(16), 9824-9833.
- Khabazasabat, S., 2015. Shore-to-ship electrical system to reduce environmental pollution. 17th Marine Industries Conference, Kish Island. (in Persian)

- Kim, J., Rahimi, M., Newell, J.P., 2012. Life-Cycle Emissions from Port Electrification: A Case Study of Cargo Handling Tractors at the Port of Los Angeles. *International Journal of Sustainable Transportation* 6(6), 321-337.
- Kotrikla, A.M., Nikitakos, N., Lilas, T.E., 2017. Shore Side Electricity and Renewable Energy Potential at Igoumenitsa Port. Conference: ECONSHIP 2015 "Shipping and Ports at Crossroads: Competition, Global Sourcing and Regulatory Challenges", Chios, Greece.
- Krämer, I., Czermański, E., 2020. Onshore power one option to reduce air emissions in ports. *Sustainability Management Forum* 28(1), 13-20.
- Lathwal, P., Vaishnav, P., Morgan, M.G., 2021. Environmental and health consequences of shore power for vessels calling at major ports in India. *Environmental Research Letters* 16(6), 40-49.
- Li, L., Zhu, J., Ye, G., Feng, X., 2018. Development of green ports with the consideration of coastal wave energy. *Sustainability* 10(11), 4270.
- Liao, G., Hu, J., Liu, X., 2017. Study on intelligent low-voltage shore power charging pile in inland port. 36th Chinese Control Conference (CCC), Dalian, China.
- Ng, S.K., Loh, C., Lin, C., Booth, V., Chan, J.W., Yip, A.C., Li, Y., Lau, A.K., 2013. Policy change driven by an AIS-assisted marine emission inventory in Hong Kong and the Pearl River Delta. *Atmospheric Environment* 76, 102-112.
- Pan, L., Shao, j., Xu, c., 2020. Control Research on Electrical System of Intelligent Low Voltage Shore Side Electric Pile for River Port 37th Chinese Control Conference (CCC), Wuhan, China.
- Paul, S., 2018. Low-Voltage Shore Connection Power Systems: Optional Designs and a Safety Loop Circuit. *IEEE Industry Applications Magazine* 24(5), 62-68.
- Saenz, J., 2019. Energy analysis and costs estimation of an On-shore Power Supply system in the Port of Gävle. Master Thesis, University of Gävle.
- Schenk, E., Carr, E., Corbett, J.J., Winebrake, J.J., 2020. Macroeconomic and environmental impacts of port electrification: Four port case studies. *Maritime Administration, US Department of Transportation: Washington, DC, USA.*
- Song, Y.Q., Xiao, L.M., 2015. Technology of Uninterruptable Shore-side Power Supply for Berthing Vessels and Its Application. 3rd International Conference on Advances in Energy and Environmental Science (ICAEE), Zhuhai, China.
- Tan, Z., Liu, Q., Song, J., Wang, H., Meng, Q., 2021. Ship choice and shore-power service assessment for inland river container shipping networks. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 94, p.102805.
- Tang, S., Li, Y., Liu, N., Li, H., 2020. Research on the charging rules of shore power service charge in China. In *E3S Web of Conferences* 145, 02011.
- Tzannatos, E., Nikitakos, N., 2013. Natural gas as a fuel alternative for sustainable domestic passenger shipping in Greece. *International Journal of Sustainable Energy* 32(6), 724-734.
- Vaishnav, P., Fischbeck, P.S., Morgan, M.G., Corbett, J.J., 2016. Shore power for vessels calling at US ports: benefits and costs. *Environmental science & technology* 50(3), 1102-1110.
- Valkeejärvi, K., 2006. The ship's electrical network, engine control and automation. *Marine Technology, Royal Belgian Institute of Marine Engineers.*
- Wang, H., Mao, X., Rutherford, D., 2015. Costs and benefits of shore power at the port of Shenzhen. *The International Council on Clean Transportation (ICCT).*
- Wilkerson, J.T., Cullenward, D., Davidian, D., Weyant, J.P., 2013. End use technology choice in the National Energy Modeling System (NEMS): An analysis of the residential and commercial building sectors. *Energy Economics* 40, 773-784.
- Winebrake, J.J., Green, E.H., Carr, E.W., 2018. An Assessment of Macroeconomic Impacts of Medium- and Heavy-Duty Electric Transportation Technologies in the United States. *Energy and Environmental Research Associates: Pittsford, NY, USA.*
- Yang, Y., Chang, W., 2013. Impacts of electric rubber-tired gantries on green port performance. *Research in Transportation Business and Management* 8, 67-76.
- Zis, T., North, R.J., Angeloudis, P., Ochieng, W.Y., Harrison Bell, M.G., 2014. Evaluation of cold ironing and speed reduction policies to reduce ship emissions near and at ports. *Maritime Economics & Logistics* 16, 371-398.