



TEHRAN- IRAN



09361582933



hamedjafari310@gmail.com

SKILL AND KNOWLEDGE:

Microsoft project (MSP)

P6 oracle

Delay analysis & legal issues

Matlab

TEKLA

ETABS

SAFE

HAMED JAFARI

EXPERIENCE

FATA project, administrative building by (1398-1399)

Technical office • Shams Omran

Kavir motor project & Mes Khatun Abad (1401)

Project control specialist & delay analysis • Saman Dezh pars

Teaching scheduling & Microsoft project (1401)

Teaching assistant of scheduling and control • Iran University of science and technology, Dr. Ghoddousi

Construction mechanized rail terminal for bulk mineral materials in Shahid Rajaei port (HIMCO) (1401)

Research assistant • Iran University of science and technology , Dr. Shirzadi

Construction mechanized rail terminal for bulk mineral materials in Shahid Rajaei port (HIMCO) (1402)

Technical office & Project control specialist • HIMCO

Farhang parking, bagh ketab (1403 – now)

Project control specialist • Shahid Rajaei institute, Gharargah Khatam

EDUCATION

• B.Sc. civil engineering at Khaje nasir university (1395-1400)

Ranked 1500th between more than 180 thousand volunteers for entrance government (average: 16.48)

• M.Sc. Construction management at Iran University of science and technology (1400-1402)

Ranked 68th between more than 4 thousand volunteers for entrance government (average: 18.59)

Thesis: Using meta heuristic algorithms to Optimize wharf site layout (by using this result, I could decrease about 8 million \$ of overall cost of this project)

Supervisors: Dr. Ghoddousi, Dr. Shirzadi and Dr.malekitabar

CERTIFICATIONS FROM ACEMI

- Golden certification in delay & analysis course (1402)
- Presence certification for delay & analysis by P6 oracle (1402)



Mohsen Naderi

investment &Construction

Cellphone: +**989132115679**

Email: **Mohsen.Naderi.Boldajy@gmail.com**

Respected Employer,

I am pleased to have been given the opportunity to hereby express my eagerness to collaborate with your esteemed organization. I would like to provide an overview of my personal qualities in the areas of work, academia, social engagement, and personal development. Additionally, I will present a detailed report on my employment history with civil engineering companies and projects throughout my career. Furthermore, I will share a list of my educational background and specialized courses. I will also provide a comprehensive list of my skills, showcasing my professional proficiency in each area. If you are interested, I can offer detailed reports on recent projects where I played a key role. I hope this compilation will assist in further understanding my qualifications. Thank you sincerely for taking the time to review these documents and consider my application.

A Glimpse into My Story

I was born in ۱۹۸۵ in Isfahan, Iran. Growing up in a family deeply involved in civil engineering, it was no surprise that I pursued a career in this field. After completing my diploma in Mathematics and Physics, I chose to enroll in the Civil Engineering program with a specialization in general construction at Isfahan University. Concurrently, I joined my uncle's engineering contracting company, where I gained practical experience while studying. Fueled by my passion for this field, I decided to further my education in civil engineering and obtain an engineering degree.

Throughout my academic journey, I dedicated myself to both my studies and working on various civil engineering projects. This hands-on experience allowed me to develop valuable skills. Around eight years after obtaining my engineering degree, I ventured into diverse engineering roles within construction workshops, as outlined in the subsequent report. The projects primarily encompassed road construction, bridge building, metro development, and landscaping. I sought to collaborate with reputable organizations to undertake these endeavors.

In ۲۰۱۶, I was honored by local authorities in Isfahan as the recipient of an award for Best Technical Manager. This recognition led to my appointment as the Manager of Technical and Engineering Offices. Concurrently, I pursued postgraduate studies in Civil Engineering with a specialization in Construction Engineering and Management at Iran University of Science and Technology. From ۲۰۱۸ until the present day, I have successfully managed two major projects, overcoming numerous challenges to deliver results within tight timeframes, and providing substantial value to project stakeholders.

As the recent larger-scale projects demanded additional expertise, I embarked on complementary training programs in areas such as economics, port construction, and technology. My current perspective differs greatly from when I first embarked on my project management career in ۲۰۱۸. While I maintain strong connections with universities and industry experts, my primary focus remains hands-on involvement in construction projects. Throughout my career, I have been fortunate to receive commendations from notable authorities, including the Minister of Labor of Iran, the Minister of Roads and Urban Development of Iran, the Governor of Isfahan, and the Mayor of Isfahan.

Over my professional tenure of more than ۱۵ years, I have successfully executed and documented projects in road construction, bridge building, metro development, and port construction. These projects have received endorsement from the Ministry of Labor of Iran. As a highly skilled and adaptable Project Manager, I am recognized for my problem-solving abilities and leadership acumen.

My educational background, coupled with family experiences, has instilled in me a drive for continuous growth and advancement in this field. I aspire to reach greater heights alongside your esteemed organization. Committed to enhancing my general and specialized knowledge in civil engineering, I continually seek to expand my expertise in areas such as geotechnical engineering, surveying, design, economics, environmental impact assessment, technology, and construction methodologies. These areas serve as vital puzzle pieces that complete my comprehensive understanding of construction projects. Furthermore, I possess a strong inclination to engage in social activities and philanthropic endeavors, ranging from providing specialized training to interns to making meaningful contributions to the underprivileged.

If I were to describe myself in one brief statement, I am an adept and bold Project Manager specializing in the design and implementation of engineering-driven construction methodologies and construction management.

About Me:

I am an accomplished Chief Executive Officer (CEO), Project Manager, Senior Engineer, and seasoned professional in the field of civil engineering. With a profound understanding of engineering disciplines and construction management, I possess a wealth of experience collaborating with renowned companies and organizations in the "Transportation and Urban Development" as well as "Industries and Mining" sectors. My expertise predominantly lies in "mega projects." Throughout my career, I have cultivated strong and productive relationships with employers, consultants, and contractors, amassing nearly ۲۰ years of hands-on experience in cutting-edge construction methodologies, meticulous budgeting, strategic planning, preparation of feasibility studies, statistical analysis, modeling, technical report writing and review, and project management.



Mohsen Naderi

investment & Construction

Cellphone: +989132115679

Email: Mohsen.Naderi.Boldajy@gmail.com

Industrial Construction Expertise:

- Master's degree in Construction Engineering and Management from Iran University of Science and Technology, graduating in ۲۰۱۸.
- Bachelor's degree in Civil Engineering with a specialization in Civil Construction from Bu-Ali Sina University of Technology, graduating in ۲۰۰۹.
- Associate degree in Civil Engineering with a focus on General Construction from Isfahan Ashrafi Esfahani University, graduating in ۲۰۰۶.

Associations and Trade Guilds:

- Member of the Tehran Chamber of Commerce
- Member of the Rail Transportation Companies Guild
- Member of the Ports Association of Iran
- Member of the Iranian Shipping and Related Services Association

Key Skills (Management):

- Clear communication with stakeholders
- Negotiation and report writing
- Planning and cost control
- Project deliverables
- Crisis management
- Decision-making and handling complex decisions
- Exceptional leadership skills
- Conducting high-level management meetings
- Management of intricate projects
- Excellent problem-solving skills
- Cost reduction and savings
- Simultaneous management of multiple tasks
- Effective task prioritization
- Statistical analysis
- Effective team leadership
- Stakeholder engagement
- Execution and oversight of complex projects

Key Skills (Engineering):

- Preparation of required estimates
- Shop drawing issues
- Project estimation
- Various progress reports
- Archiving and categorization
- Preparation of investment packages and feasibility studies
- Profit and loss analysis
- Correspondence and letter drafting
- Quality control inspections
- Delays and suspensions
- Preparation, organization, and defense of meeting minutes
- Surveying concepts
- Contractual documentation
- Supervisory and management reports
- Tender documents and evaluation
- Inclusion of subcontractors
- Drawing control and discrepancy identification

Key Skills (Software):

- Proficiency in Autodesk Civil 3D software
- Proficiency in EDraw Max software
- Advanced proficiency in Microsoft Office
- Proficiency in Power BI software
- Proficiency in Google SketchUp software
- Excel engineering expertise
- Proficiency in AutoCAD software
- Proficiency in Autodesk Revit software
- Specialization in creating specific technical forms
- Proficiency in MS Project software
- Professional proficiency in Autodesk Revit software
- Professional progress report writing

Professional Experience:

۲۰۲۱ – Present | **CEO at Hamrah International Management Company, Road, Rail, Marine (HIMCO)**



- Construction of a Mechanized Terminal for mineral products in bulk in the west of the Shahid Rajaei Port; the project encompassed a pier, wharf, and rail, Solar Power Plant — Bandar Abbas
- Specialized Consultant at Omid Taban Hoar Energy Management Company in the field of investment based on engineering and construction management.
- Specialized Consultant at Shiraz Petrochemical Company in the field of investment for marine and port development based on engineering and construction management.
- Construction of a Mechanized Terminal for mineral products in bulk in the Persian Gulf Special Economic Zone (Barko); the project encompassed a pier, wharf, and rail, — Bandar Abbas (investment package preparation)
- Construction of Electric Steel Plant in the Persian Gulf Special Economic Zone, Bandar Abbas (investment package preparation and project management)



Mohsen Naderi

investment & Construction

Cellphone: +989132115679

Email: Mohsen.Naderi.Boldajy@gmail.com

- Procurement and commissioning of the first phase of the rail transport program (Russian wagons)
- Collaboration in establishing Yazd Airline (Sepahan Hamrahe Isatis) as the Chairman of the Board of Directors

۲۰۱۷ – ۲۰۲۱ | Project Manager at Henza Road and Construction Company, Isfahan



- Management of major bridge construction projects on the East Sepahan Expressway, including the construction and installation of four large, prefabricated metal bridges, and related technical structures and facilities
- Emergency Water Transmission Line Project in ۱۴ counties of Isfahan
- Coordination and contract negotiations with subcontractors and suppliers, drafting service agreements and addendums.
- Quality control inspections, technical control, design control, evaluations, and validation of documents for execution
- Preparation and planning of supervision reports to ensure adequate project time and cost management, and progress reporting



۲۰۱۳ – ۲۰۱۷ | Deputy CEO at Isfahan Municipality Construction Organization

- Technical Office Manager at Isfahan Municipality Construction Organization
- Chief Technical Officer of the Mega Project of Interchanges and Overpasses in Esteghlal Square
- Chief Technical Officer of Azadi Intersection Station
- Technical Office Management of several bridge projects, such as the collection of overpasses and non-level interchanges in Esteghlal Square, Ashkavand Bridges, Malik Ashhtar Water Channel, Iron Market Bridge, and Motehri Bridge
- Technical Office Management of several street renovation projects in Isfahan (approximately ۳۰ streets)
- Simultaneous management of technical offices for several landscaping, metro, and BRT projects such as City Train Warehouse, Honar Park (Abshar Park), and Ejlas
- Upgrading the level of documentation for Isfahan Municipality Construction Organization projects
- Simultaneous management of technical offices for a minimum of ۲۰ large, medium, and small construction workshops
- Significant achievement in documenting the largest project in Isfahan (Esteghlal) with approximately ۱,۵۰۰ meetings in one year.
- Management of projects worth nearly ۷۰ million \$ in two years (contract signing, project progress reports, and documentation)

۲۰۱۲ – ۲۰۱۳ | Technical Manager at Molavi Road and Building Company



- Implementation of a ۷-kilometer route for the electric train in Fooladshahr, including a ۱۵۰۰-meter tunnel and gallery, two bridges, and special earthworks and traffic management.

۲۰۰۹ – ۲۰۱۰ | Executive Workshop Manager at Jahankowsar Company



- Workshop construction at Safa Metro Station
- Workshop construction at University Metro Station

۲۰۰۸ | Technical Workshop Specialist at Shalehsooz Company



- Construction of a ۲۲۰-bed hospital in Ayatollah Borujerdi, Borujerdi

۲۰۰۷ | Technical Workshop Specialist at Veresk Company



- Project of a ۳۶۶-unit residential complex in Shahid Beheshti Town, Tehran

۲۰۰۵ – ۲۰۰۷ | Technical Workshop Specialist at Ibneheyeh Fanavari Tehran Company



- Project of a ۴۲۰-unit residential complex in Shahid Beheshti Town, Tehran, consisting of ۸ ۱۲-story complexes
- Project of a ۳۲۰-unit residential complex in Shahid Keshvari Town, Tehran, consisting of ۴ ۱۲-story complexes

۲۰۰۳ – ۲۰۰۵ | Technical and Execution Technician at Arian Zagros Company





Mohsen Naderi

investment &Construction

Cellphone: +**989132115679**

Email: Mohsen.Naderi.Boldajy@gmail.com

- Street construction and asphalt in Aligoodarz, Lorestan
- Street construction and asphalt in Nahavand, Hamadan

Core Skills (Execution):

- | | | |
|--|--|--|
| • Complex industrial projects | • Assembly and disassembly of heavy steel components | • Reinforcement in civil, industrial, and heavy construction |
| • Execution of soil projects | • Heavy bridge construction projects | • Precast beam system |
| • Asphalt plants | • Sand and gravel crushing plants | • High-rise building projects |
| • Highway and road projects | • Precast segmental system | • Water, sewage, and canal pipeline installations |
| • Heavy and large-scale concrete pouring | • Extensive earthwork projects | • Precast box system |
| • Piling and anchoring | • Extensive pile drilling | • Metro station projects |
| • Dock and wharf projects | • Precast beam system | • Large-scale drainage system implementation |
| • Sensitive concrete pouring | • Road and railway construction projects | • Guardrail structure projects |

Key Achievements and Milestones:

- | | |
|--|---|
| • Iran Concrete Association Award for the Independence project in ۲۰۱۶. | • Received an appreciation plaque from the honorable Minister of Roads and Urban Development in ۲۰۲۱. |
| • Best Technical Expert of Isfahan Municipality's Civil Organization in ۲۰۱۵. | • Received an appreciation plaque from the CEO of Atieh Saba Investment Company, a national retirement fund, in ۲۰۲۱. |
| • Tehran Golden Brick International Award for the Independence project in ۲۰۱۵. | • Received an appreciation plaque from the Civil Deputy of Isfahan Municipality in ۲۰۱۳. |
| • Received an appreciation plaque from the Director-General of Crisis Management at Isfahan Governorate in ۲۰۱۰. | • Tehran Golden Brick International Award for the Independence project in ۲۰۱۶. |
| • Received an appreciation plaque from the Governor of Isfahan in ۲۰۱۰. | • Tehran Golden Brick International Award for the Independence project in ۲۰۱۶. |
| • Significant achievements in collecting project documentation. | • DADMAN International Award for the Independence project in ۲۰۱۶. |
| • Major accomplishments in managing multiple projects simultaneously. | |

Positions of Responsibility:

- Engaging in charitable programs for the underprivileged in Isfahan and Bandar Abbas.
- Voluntary mentorship of technicians and new interns in Isfahan and Tehran.
- Training the staff of technical offices in the civil projects of Isfahan Municipality.
- Participation in relevant seminars and sharing individual knowledge and expertise



Mohsen Naderi

investment & Construction

Cellphone: +**989132115679**

Email: Mohsen.Naderi.Boldajy@gmail.com

Construction of a Mechanized Terminal for mineral products in bulk in the west of the Shahid Rajaei Port; the project encompassed a pier, wharf, and rail, Solar Power Plant — Bandar Abbas



Hamrah International Managment Co.



Hamrah International Managment Co.



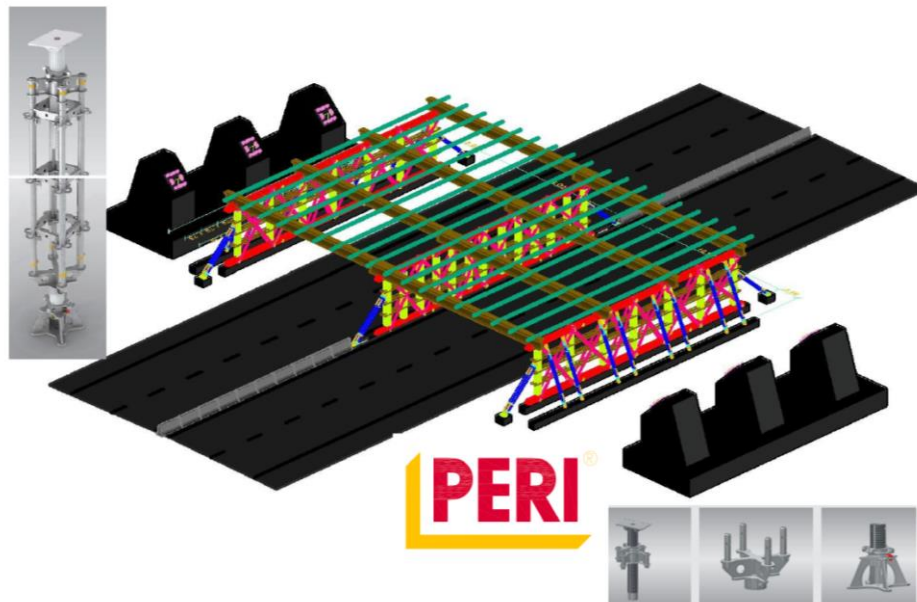
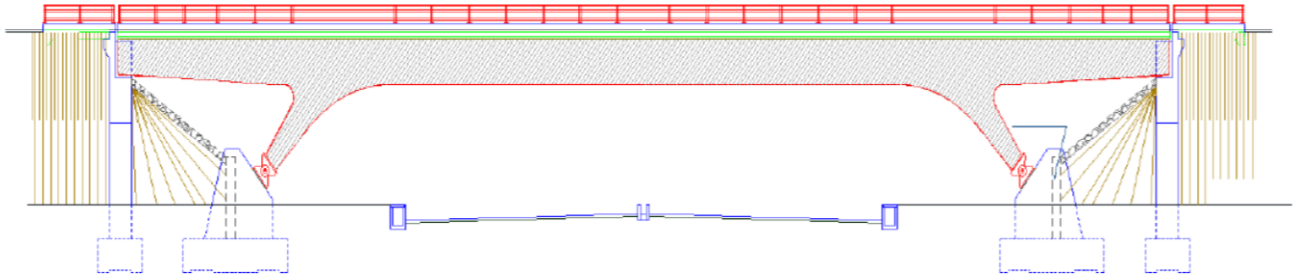
Mohsen Naderi

investment & Construction

Cellphone: +**989132115679**

Email: Mohsen.Naderi.Boldajy@gmail.com

East Sepahan Expressway, including the construction and installation of four large, prefabricated metal bridges, and related technical structures and facilities





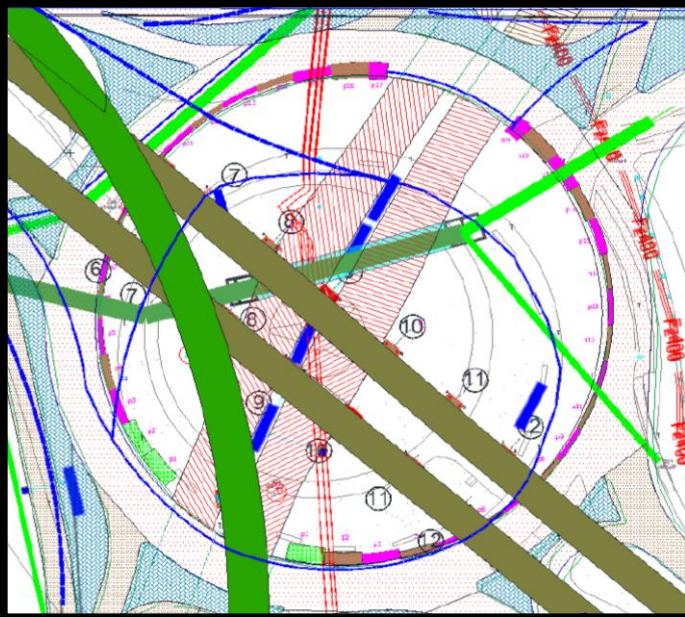
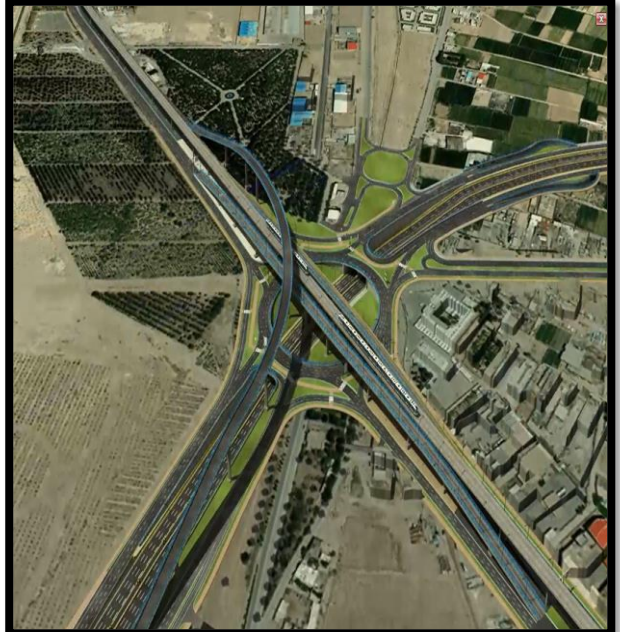
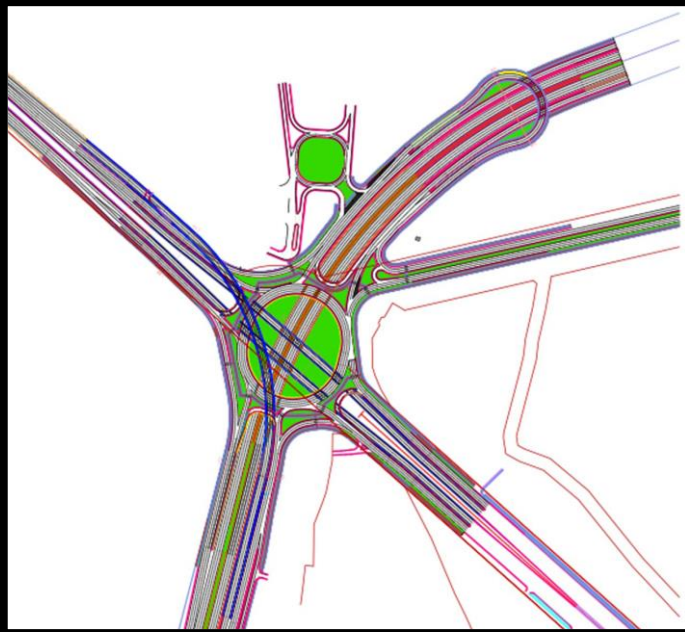
Mohsen Naderi

investment & Construction

Cellphone: +**989132115679**

Email: Mohsen.Naderi.Boldajy@gmail.com

Mega Project of Interchanges and Overpasses in Esteghlal Square



Existent Dike

Authors:

Hamed Jafari

Ali Akbar Shirzadi

Mohsen Naderi

An optimization approach for berth location by genetic algorithm, event tree and neural network; Case study: mechanized railway terminal for transportation of mineral bulk materials in Shahid Rajaei port

یکی از چالش‌های بنادر مواد فله معدنی ایران، عدم وجود تجهیزات مکانیزه و جابه جایی این مواد از مسیرهای جاده ای است. بارگیری و حمل به شیوه‌های سنتی هزینه‌های زیادی را به شرکت‌ها و صنایع معدنی ایران تحمیل می‌کند و حاشیه سود شرکت‌ها را کاهش می‌دهد و همچنین باعث می‌شود بهره‌وری بنادر نیز کاهش یابد و نتیجه آنکه باعث کاهش علاقه سرمایه‌گذاران در این حوزه می‌شود؛ علاوه بر این، بارگیری و حمل مواد فله معدنی به شیوه سنتی نیز آسیب زیادی به محیط زیست وارد می‌کند. بنابر ملاحظات و مطالعات انجام شده در این زمینه، با پیشنهادی از سوی تعدادی از شرکت‌های فعال در بخش معادن مانند گل گهر سیرجان، تجلی، چادر ملو یزد و... و با موافقت سازمان بنادر و دریانوردی جمهوری اسلامی ایران، پروژه‌ای تحت عنوان احداث پایانه مکانیزه ریلی حمل مواد فله معدنی در بندر شهید رجایی در قالب یک قرارداد B.O.T به مدت ۳۳ سال در سال ۱۳۹۸ آغاز گردید و شرکت‌های مذکور، شرکت پروژه‌ای را تحت عنوان هیمکو تاسیس کردند تا متولی اجرای این کار باشد. این شرکت در راستای رسالت خود، دانشگاه علم و صنعت ایران را به عنوان مشاور عالی این پروژه انتخاب نمود تا دپارتمان‌های مختلف آن، آخرین یافته‌های علمی را بررسی کنند.

پروژه حاضر به دلیل وجود معارضات مختلف با چالش‌های زیادی مواجه شده است و دوره مطالعات آن طولانی‌تر از حد انتظار گردید که باعث نگرانی سهامداران آن شده است. یکی از چالش‌های اساسی این پروژه، جانمایی پست اسکله‌هاست. در مقاله حاضر به بررسی تعداد و جانمایی پست اسکله‌های این پروژه پرداخته شده است تا ضمن کاهش هزینه ساخت پروژه، خسارات احتمالی در دوره بهره‌برداری را با توجه به تحریم‌های ظالمانه علیه کشور جمهوری اسلامی ایران به حداقل برساند. برآوردهای انجام شده توسط مشاور مادر این پروژه، نشان می‌دهد که بودجه مورد نیاز جهت ساخت و تجهیز کل پروژه حدود ۲۲۰ میلیون یورو است که جزو ۵۰ پروژه بزرگ ایران از نظر مالی به شمار می‌رود.



موقعیت پروژه احداث پایانه مکانیزه ریلی حمل مواد فله معدنی در بندر شهید رجایی

بهینه کردن جانمایی اسکله با استفاده از الگوریتم ژنتیک، درخت رویداد و شبکه عصبی؛ مطالعه موردی: پایانه مکانیزه ریلی حمل مواد فله معدنی بندر شهید رجایی

حامد جعفری^{۱*}، علی اکبر شیرزادی جاوید^۲، محسن نادری^۳

۱- کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

۲- دانشیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

۳- کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

چکیده

در این پژوهش با استفاده از الگوریتم ژنتیک که نوعی از الگوریتم‌های فراکاوشی است، تعداد بهینه اسکله‌های موردنیاز بر مبنای تعداد کشتی‌های موجود، سود حاصل از صادرات و واردات سنگ آهن و زمان انتظار محاسبه می‌شود و بهترین کروموزوم‌های هر نسل بر حسب مقدار بیشینه سود حاصل، طی بازه بهره‌برداری پروژه، دسته‌بندی می‌شوند. همچنین با استفاده از درخت رویداد و با در نظر گرفتن احتمالات جزر و مد، عرضه و تقاضای بازار و تأثیر تحریم، علاوه بر شناسایی بهترین تعداد کشتی‌ها و زمان انتظار، بهترین ظرفیت ممکن برای طرح را نیز شناسایی می‌کند تا پروژه با ریسک حداقل به سود حداکثری در زمان بهره‌برداری برسد؛ سپس با استفاده از شبکه عصبی و با در نظر گرفتن هزینه‌های لایروبی، دایک و تسمه‌نقاله، جانمایی دقیق محل اسکله مشخص می‌شود تا هزینه ساخت آن به حداقل مقدار ممکن کاهش یابد. این پژوهش به صورت موردی روی احداث پایانه مکانیزه ریلی مواد فله معدنی اسکله بندر شهید رجایی انجام شده است و به متخصصین این حوزه جهت مطالعات امکان‌سنجی و پایه کمک می‌کند که بهینه‌ترین حالت ممکن در سریع‌ترین زمان شناسایی شود تا از هدررفت وقت و منابع جلوگیری شود. در این پژوهش، استفاده از ۲ پست اسکله و با ظرفیت ۱۶ میلیون تن در سال، به عنوان بهترین طرح شناسایی شده است. همچنین؛ بهترین مکان جهت احداث اسکله نیز در فاصله ۳۵۰ متر از انتهای زمین شناسایی شده است. طرح پیشنهادی حاضر حدود ۸ میلیون یورو کاهش هزینه را در قسمت ساخت اسکله در مقایسه با طرح مشاور مادر این پروژه (۲۵ میلیون یورو) داده است و مورد تایید سازمان بنادر و دریانوردی جمهوری اسلامی ایران قرار گرفته است که هم‌اکنون در حال اجراست. لازم به ذکر است که محاسبه تعداد و جانمایی اسکله‌ها جهت احداث یک پایانه به این شیوه تاکنون انجام نشده است.

کلمات کلیدی: بندر شهید رجایی، مواد فله معدنی، جانمایی اسکله، تعداد اسکله.

*نویسنده مسئول و مسئول مکاتبات : حامد جعفری

پست الکترونیکی : hamedjafari310@gmail.com

بهینه‌کردن جانمایی اسکله باتوجه‌به طرح‌های موجود از منظر افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها، از چالش‌های اساسی بنادر است. با بررسی مقالات، دو حوزه مطالعاتی وجود دارد که موردتوجه پژوهشگران قرار گرفته است: تخصیص کشتی‌ها به اسکله^۱ (BAP) و تخصیص به انبار^۲ (YAP). حوزه BAP به مسائلی مانند برنامه‌ریزی جهت مشخص کردن زمان ورود و خروج کشتی، زمان بارگیری، فاصله بین کشتی‌ها، نوع پست اسکله و... می‌پردازد و هدف آن، کاهش زمان بارگیری و باراندازی کشتی، کاهش تعداد کشتی‌هایی که امکان خدمت‌رسانی به آن‌ها وجود ندارد و کاهش انحراف بین برنامه واقعی و برنامه اولیه است. حوزه YAP به مسائلی مانند یافتن موقعیت مکانی مناسب برای انبار کردن و انتقال مصالح می‌پردازد. این حوزه در پایانه‌های فله‌ای موردتوجه قرار گرفته و در پایانه‌های کانتینری کمتر موردتوجه بوده است. از سویی دیگر، پژوهش‌هایی برای انتخاب بهترین طرح ممکن باتوجه‌به پیشنهادی موجود انجام شده است. در این دسته از پژوهش‌ها، با استفاده از ابزارهایی چون سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری^۳، تحلیل سلسله‌مراتبی^۴ و... بهترین طرح موجود انتخاب می‌شود. در این پژوهش‌ها، با استفاده از طرح‌های پیشنهادی توسط نخبگان، طرح برتر شناسایی می‌شود. از آنجاکه ساخت بندر جدید هزینه زیادی دارد و معیارهای متعددی برای جانمایی بندر و مشخص شدن وضعیت اسکله‌ها وجود دارد، لازم است در مرحله مطالعات توجیهی، آن‌ها را در نظر گرفت. در پژوهش‌های گذشته، بر اساس نظر خبرگان، جانمایی بین چند طرح پیشنهادی انجام می‌شد که در آن احتمال خطا وجود داشت. سپس بعد از تعیین جانمایی، روی بهترین برنامه زمان‌بندی ممکن، جهت پهلوگرفتن کشتی‌ها تحقیقاتی صورت می‌گرفت.

پژوهش حاضر باتوجه‌به ظرفیت و نوع کشتی، زمان انتظار در صف و سود حاصل از صادرات و واردات مواد فله معدنی، بهینه‌ترین تعداد اسکله موردنیاز را بر اساس طرح برتر محاسبه می‌کند و مشخص می‌سازد اسکله در کدام نقطه ساخته شود تا هزینه ساخت آن کاهش یابد. باتوجه‌به اطلاعات محاسبه شده، مشاورین و متخصصین قادر خواهند بود جانمایی بهینه را بادقت بالایی شناسایی کنند. این پژوهش به‌صورت مطالعه موردی انجام می‌شود. سازمان بنادر و دریانوردی جمهوری اسلامی ایران، طی یک برنامه توسعه در نظر دارد برای صادرات و واردات مواد فله معدنی، پایانه مکانیزه ریلی در بندر شهید رجایی احداث کند. به دلیل مشکلات زیست‌محیطی، حقوقی و اقتصادی، چندین جانمایی برای اسکله‌ها پیش‌بینی شده است و از بین جانمایی‌های موجود، یک جانمایی انتخاب می‌شود. به دلیل پیچیده و زمان‌بر بودن مطالعات، حدود ۳ سال زمان صرف شده است تا از بین گزینه‌های پیشنهادی، یک طرح انتخاب شود. پژوهش حاضر این امکان را فراهم می‌سازد تا در زمان بسیار کم‌تری به نسبت ذکر شده، جانمایی برتر شناسایی شود و دقت برآوردها بالا رود. لازم به ذکر است این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار متلب^۵ سال ۲۰۱۵ انجام می‌شود.

۲- مروری بر ادبیات پیشین

در سال‌های اخیر، تناژ حمل‌شده کالاهای فله‌ای توسط کشتی‌ها رشد چشمگیری داشته است؛ به‌گونه‌ای که در سال ۲۰۰۸، این عدد ۵/۴ میلیارد تن بوده که تقریباً ۶۶ درصد از کل کالاهای حمل‌شده در جهان بوده است. اما توجه کمی به اهمیت بهینه‌سازی بنادر فله‌ای شده و بنادر کانتینری بیش‌تر موردتوجه بوده است [۱]. ارزیابی پایانه‌ها، نیازمند بررسی ابعاد مختلف اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی است. از آنجاکه هزینه این طرح‌ها زیاد است و رقابت بالایی در به‌دست‌آوردن زمین وجود دارد، لازم است روند ارزیابی را با دقت بیش‌تری دنبال کرد. در بسیاری از طرح‌ها، استفاده از تحلیل منفعت – سود^۶ و تحلیل چندمعیاره^۷، به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا بهترین گزینه موجود را انتخاب کنند. استفاده از تحلیل چندمعیاره در برنامه‌ریزی به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته درحالی‌که استفاده از تحلیل منفعت – سود در روند ارزیابی هر طرح در طول پروژه مورد استفاده قرار گرفته است. اما مزیت نسبی تحلیل چندمعیاره این است که علاوه بر ارزیابی اقتصادی به‌صورت کمی، می‌توان ارزیابی کیفی همان تحلیل‌های کمی را نیز با استفاده از سیستم نمره‌دهی انجام داد. این پژوهش با بهره‌گیری از مصاحبه و استفاده از تحلیل قدرت – نقص – فرصت – تهدید، اطلاعات مربوط به سه گزینه موجود را به دست آورد و با استفاده

¹ Berth allocation problem (BAP)

² Yard assignment problem (YMP)

³ DSS

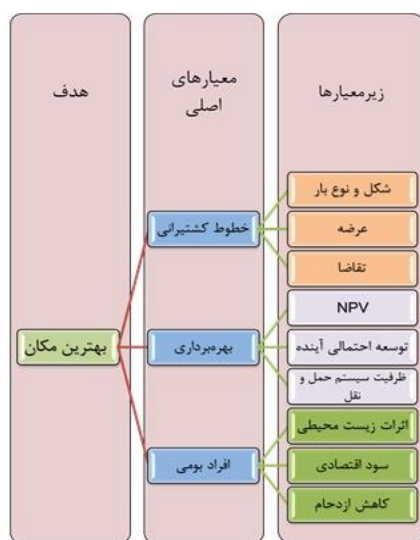
⁴ AHP

⁵ MATLAB

⁶ Cost-benefit analysis

⁷ Multi-criteria analysis

از روش تحلیل سلسله‌مراتبی، روش دلفی^۸ و طیف لیکرت^۹ گزینه برتر را پیدا نمود. معیارهای طرح در شکل ۱ آورده شده است [۲]. چالش‌های روبه‌رو در بین مدیران تقسیم می‌شود: مسائل برنامه‌ریزی و مسائل بهره‌برداری. مسائل برنامه‌ریزی شامل تصمیمات میان‌مدتی و کوتاه‌مدتی مدیران مانند تخصیص به انبار و تخصیص کشتی‌ها به اسکله با توجه به تخصیص منابعی مانند تجهیزات است. مسائل بهره‌برداری شامل تصمیمات روزانه مانند تغییر در ساعات کاری جرثقیل با توجه به اختلالات پیش‌آمده در محل پروژه است [۱]. جهت نمایش زمان خدمت‌رسانی، از نمودار زمان - اسکله استفاده می‌شود. کشتی‌ها با مستطیل نمایش داده می‌شوند که طول مستطیل برابر با طول کشتی و عرض آن برابر زمان تحویل بار است. ضمن آنکه زمان خدمت‌رسانی کشتی برابر است با مجموع زمان حمل و زمان انتظار برای پهلوگرفتن در اسکله (شکل ۲). لازم به ذکر است در این نمودار هیچ مستطیلی نباید با مستطیل دیگر همپوشانی داشته باشد [۳]. طرح‌بندی اسکله‌ها، جایگاه کشتی‌ها را برای لنگرگرفتن تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. سه نوع طرح برای لنگرگرفتن وجود دارد که در شکل ۳ مشاهده می‌شود. در حالت گسسته، هر کشتی فقط به یک اسکله تخصیص داده می‌شود؛ اما در حالت پیوسته بر خلاف حالت گسسته این محدودیت وجود ندارد و در حالت ترکیبی می‌توان از هر دو ایده فوق به طور هم‌زمان استفاده کرد. انتخاب هر یک از این سه حالت به فاصله بین کشتی‌ها و عمق زیر آب کشتی بستگی دارد و می‌توان با در نظر گرفتن قیدهای فاصله بین کشتی‌ها، آبخور کشتی، نوع بار فله و رعایت نوبت در بارگیری - باراندازی کشتی‌ها و با بهره‌گیری از ابزارهایی مانند برنامه‌ریزی خطی ترکیبی^{۱۰}، مسئله تخصیص به اسکله را حل کرد [۴].



شکل ۱: معیارهای طرح [۲]

ایمای^{۱۱} و همکاران [۵]، با در نظر گرفتن حالت گسسته در بنادر کانتینری و تبادل^{۱۲} زمان خدمت‌دهی کشتی - نارضایتی تغییر نوبت کشتی‌ها، مسأله تخصیص کشتی به اسکله را مطرح نمود. در این مقاله قیدی برای طول کشتی و یا حداقل فاصله ایمن بین کشتی‌ها در نظر گرفته نشده و با استفاده از روش وزنی و برنامه‌ریزی خطی، تخصیص صورت گرفته است. ایمای و همکاران [۶]، با بهره‌گیری از روش بهینه‌سازی خطی ترکیبی و ساده‌سازی لاگرانژی^{۱۳}، پژوهش خود را که مطالعه موردی بندر کوبه در ژاپن بود و در سال ۱۹۹۷ انجام داده بودند [۵]، کامل کردند. از آنجایی که در هر ماه، فقط نه ساعت تمام اسکله‌های بندر به صورت هم‌زمان مشغول به فعالیت بودند، هزینه‌های استفاده از بندر به ازای هر کانتینر مبلغ بالایی بود و هدف این مقاله آن است که تعداد اسکله‌های موجود را کاهش دهد و سطح خدمت‌رسانی را حفظ کنند.

⁸ Delfi

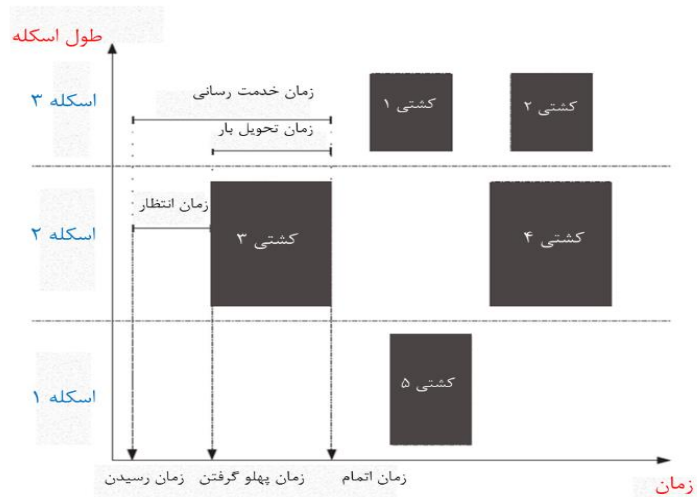
⁹ Likert

¹⁰ Mixed integer linear programming

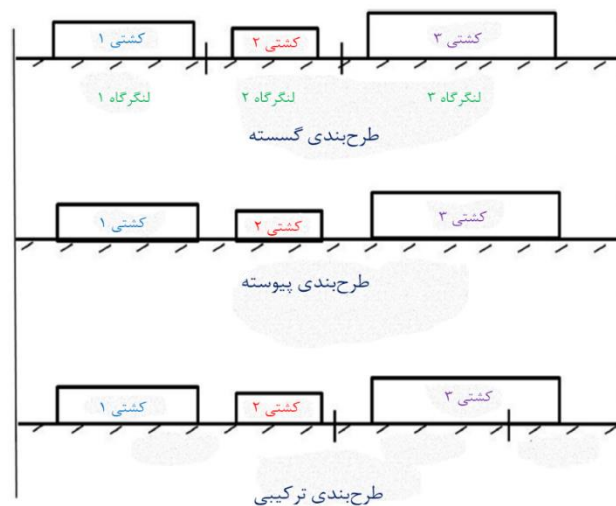
¹¹ Imai

¹² Trade_off

¹³ Lagrangian relaxation



شکل ۲: نمودار زمان - اسکله [3]



شکل ۳: انواع طرح بندی پست اسکله [4]

در پژوهش قبلی، فرض محققین بر این بود که کشتی‌ها در حالت سکون^{۱۴} قرار دارند اما در پژوهش جدید خود این فرض را در نظر گرفتند که وقتی کشتی‌ها به بندر می‌رسند، اسکله‌ها همچنان کار می‌کنند. ضمن آنکه در پژوهش جدید خود قیدی را در نظر نگرفتند و اسکله‌ها را نیز همانند پژوهش قبلی خود، به حالت گسسته فرض کردند. موناکو^{۱۵} و سامارا^{۱۶} [۷]، پژوهش ایمای و همکاران [۶] را ادامه دادند. آن‌ها با استفاده از روش ساده‌سازی لاگرانژی و با فرض کردن تعدادی قید، مساله را حل کردند و دقت نتایج خود را به نسبت نتایج ایمای و همکاران [۶]، بهبود بخشیدند. همچنین در این پژوهش اثبات شد الگوریتم پیشنهاد شده به نسبت سیمپلکس^{۱۷} دقت بهتری دارد و سیمپلکس قادر به پیدا کردن جواب بهینه نیست. لارسن و همکاران [۸]، پژوهش ایمای و همکاران [۶] و موناکو و سامارا [۷] را ادامه دادند و با تغییراتی در الگوریتم پیشنهادی آن‌ها، زمان تحلیل را کوتاه کردند. نیشیمورا^{۱۸} و همکاران [۹]، با هدف کاهش زمان انتظار و زمان کار، مسئله BAP را از طریق الگوریتم ژنتیک، برنامه‌نویسی کردند. در این پژوهش با بهره‌گیری از قانون حق تقدم، از دو کروموزوم^{۱۹} استفاده کردند. طول کروموزوم اول بیانگر مجموع تعداد کشتی و تعداد اسکله‌ها منهای ۱ است و در جایی که عدد صفر در کروموزوم ایجاد می‌شود، نوبت کشتی‌ها تغییر

¹⁴ Static

¹⁵ Monaco

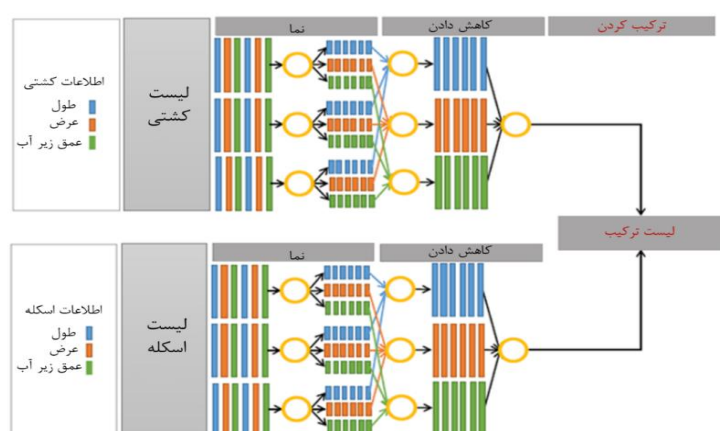
¹⁶ Sammarra

¹⁷ CPLEX

¹⁸ Nishimura

¹⁹ Chromosome

می‌کند. کروموزوم دوم نیز از دو بخش تشکیل شده است؛ طول کروموزوم بیانگر تعداد کشتی‌هاست و ژن‌های غیرصفر نشان می‌دهند که کشتی‌ها باتوجه به حق تقدم، در کدام اسکله پهلو گرفته‌اند. ژن‌های صفر نیز نشان می‌دهند که هیچ کشتی تخصیص داده نشده؛ لازم به ذکر است که قید محدودیت عمق آب نیز در نظر گرفته شده است و بعد از ایجاد نسل جدید و قبل از محاسبه با استفاده از تابع برازندگی^{۲۰}، این قید بررسی می‌شود. تسای^{۲۱} و همکاران [۱۰] با ارائه الگوریتم جدید بر مینا GA و تابع هدف کاهش زمان انتظار کشتی‌ها، بهبود قابل توجهی در دقت نتایج در مقایسه با نیشیمورا و همکاران [۹] ایجاد کردند و زمان تحلیل را بسیار کاهش دادند. این مقاله با بهره‌گیری از روش تاگوچی^{۲۲}، از بهترین پارامترها برای دو عملگر جهش و آمیزش استفاده می‌کند. تاگوچی در دهه ۱۹۵۰ میلادی این روش را جهت بهبود کیفیت محصولات ابداع کرد. الگوریتم پیشنهادی ابتدا یک لیست از اسکله‌ها و یک لیست دیگر از کشتی‌ها باتوجه به زمان ورود کشتی‌ها، مشخصات و قیدهای فیزیکی دریافت می‌کند و در مرحله بعد این دو لیست با عملگرهای جهش و آمیزش، با یکدیگر ترکیب می‌شوند (شکل ۴). در گام بعد با استفاده از روش تاگوچی، تابع برازندگی کنترل می‌شود. گنجی و همکاران [۱۱] نیز پژوهشی با استفاده از GA انجام دادند. به جهت کاهش طول کروموزوم و زمان تحلیل، از کروموزومی با دو بخش استفاده کردند.



شکل ۴: نمایش تشکیل لیست ترکیب [10]

یان^{۲۳} و همکاران [۱۲]، روش متفاوتی را در مقایسه با سایر پژوهشگران انتخاب کردند. این مقاله با استفاده از شبکه اسکله – جریان^{۲۴} و بدون استفاده از الگوریتم‌های فراکاوشی، مسأله BAP را با طرح‌بندی ترکیبی حل کردند. پژوهشگران با تقسیم کشتی‌ها به سه دسته بزرگ، متوسط و کوچک، برای هر کدام برنامه‌ای طراحی کردند. در نهایت با مقایسه نتایج این روش با محاسبات دستی رایج در بنادر، نتیجه گرفته شد که این روش اثربخشی بسیار مناسبی داشته و در قیاس با الگوریتم‌های فراکاوشی، برای مسئولان بنادر روش بهتر و کارآمدتری است؛ زیرا می‌تواند تغییرات جزئی روزانه را به راحتی در خود جای دهد اما در مدل‌های بزرگ، این روش کارایی خود را از دست می‌دهد و باید از فراکاوشی‌ها استفاده شود.

حوزه YAP به بررسی نحوه انبارش مصالح و نحوه جابه‌جایی کالا می‌پردازد و ضمن تأثیر بر مسافت حمل، بازدهی ذخیره‌سازی انبار را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین حوزه YAP و BAP به یکدیگر مرتبط هستند. شروع و پایان بارگیری – باراندازی، نحوه توزیع منابع مانند ماشین‌آلات را مشخص می‌کند. علاوه بر این، انتخاب اسکله مناسب جهت پهلو گرفتن کشتی مسیر حمل را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱]. ایمای و همکاران [۱۳]، پژوهشی درباره نحوه تخصیص هم‌زمان اسکله و جرثقیل روی طرح‌بندی پیوسته انجام دادند. در صورتی که تعداد جرثقیل‌ها زیاد باشند، طبق قاعده حق تقدم هر کشتی می‌تواند پهلو بگیرد و در صورتی که تعداد جرثقیل‌ها کم باشند، این الگوریتم برنامه را

²⁰ Fitness function

²¹ Tsai

²² Taguchi

²³ Yan

²⁴ The berth-flow network

به گونه ای تغییر می دهد تا زمان تأخیر کل کشتی ها را کاهش دهد. رویز^{۲۵} و همکاران [۱۴]، با استفاده از الگوریتم ژنتیک تصادفی مغرضانه^{۲۶} و با هدف کاهش هزینه های جابه جایی کانتینرها بین کشتی ها و همچنین اختصاص جرثقیل هایی با حداکثر ظرفیت متناسب با هر کشتی، پژوهشی را انجام دادند. این پژوهش بر خلاف ایمای و همکاران [۱۳]، زمان سرویس دهی هر کشتی را تابعی از تعداد جرثقیل ها قرار می دهد و جهت مدل سازی زمان سرویس دهی، از جدولی که به مدل معرفی استفاده شده است، استفاده می کند. همچنین؛ نتیجه می گیرند که استفاده از الگوریتم ژنتیک تصادفی مغرضانه نسبت به سیمپلکس برتری دارد و سیمپلکس حتی برای مدل های کوچک نیز نمی تواند مؤثر باشد. جیاموباردو^{۲۷} و همکاران [۱۵] نیز پژوهشی مشابه رویز و همکاران [۱۴] انجام دادند و یافته های ایشان، مشابه یکدیگر بود.

۳- روش تحقیق

۳-۱- معیارها

در این پژوهش از الگوریتم ژنتیک جهت یافتن تعداد بهینه اسکله ها و تعداد کشتی های مورد نیاز استفاده خواهد شد. در گام بعد، کروموزوم های بهینه هر نسل از منظر سود پروژه دسته بندی می شوند و با استفاده از درخت رویداد، اثر تحریم، ظرفیت عرضه و تقاضای بازار، اثر جزر و مد و تعداد کشتی های ۶۰ و ۸۰ هزار تنی بررسی می شوند. در گام نهایی با استفاده از شبکه عصبی، محل دقیق اسکله ها مشخص می شوند. از آنجایی که بخش قابل توجهی از هزینه های ساخت پست اسکله (که از طریق مصاحبه با خبرگان و اسناد پروژه به دست آمده است)، متعلق به لایروبی، دایک و تسمه نقاله است؛ از این سه عامل جهت تعیین جانمایی پست اسکله ها استفاده می شود.

۳-۲- تشریح الگوریتم ژنتیک مورد استفاده در پژوهش

اولین گام جهت مدل سازی، مشخص کردن فنوتایپ پژوهش است. ویژگی هایی که در این پژوهش بررسی می شوند در جدول ۱ اشاره شده است. در گام دوم، ژنوتایپ^{۲۸} پژوهش مشخص می شود. در این مرحله صفات و ویژگی هایی که در جدول ۱ ذکر شده است، در کروموزوم ها قرار می گیرند (شکل ۵). در گام سوم جمعیت اولیه تشکیل می گردد. ابتدا تعداد کشتی های ۶۰ و ۸۰ و تعداد پست اسکله به صورت تصادفی انتخاب می شوند. سپس با استفاده از کروموزوم اول، زمان تأخیر یا بیکاری هر کروموزوم محاسبه می شود. در گام بعد، هزینه خسارت^{۲۹} یا هزینه بیکاری^{۳۰} (که به صورت روزانه است) در زمان تأخیر یا بیکاری ضرب می شود و با در نظر گرفتن هزینه ساخت هر پست اسکله و سود حاصله از صادرات یا واردات هر تن مواد فله معدنی، سود کل پروژه در کروموزوم دوم محاسبه می شود. در گام چهارم به هر یک از کروموزوم ها، امتیاز داده می شوند. با استفاده از سودهای هر ژن، سود کل محاسبه می شود (رابطه (۱)) و سپس امتیاز دهی می شوند. در این رابطه C_{NC} سود تنزیل نشده، I_P سود صادرات و واردات هر تن سنگ آهن، C_W هزینه ساخت پست اسکله و C_D خسارت تأخیر یا بیکاری هست که به صورت روزانه محاسبه شده است.

$$C_{NC} = I_P - C_W - C_D \quad (1)$$

از آنجایی که در بازه بهره برداری ارزش زمانی پول را نیز باید لحاظ کرد، از رابطه (۲) استفاده می شود که i نرخ تنزیل سالیانه، n دوره بهره برداری و C_C سود تنزیل شده است:

$$C_C = C_{NC} \times (1 + i)^n \quad (2)$$

²⁵ Ruiz

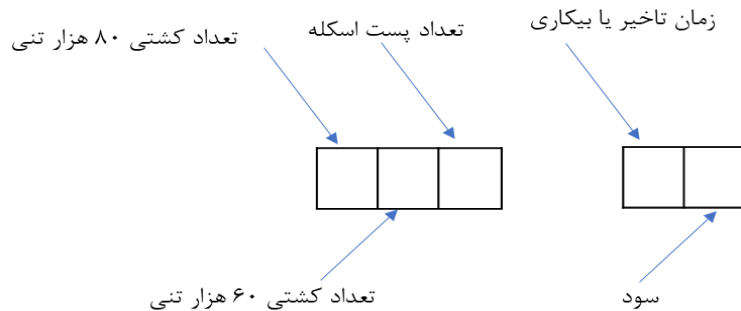
²⁶ Biased random key genetic algorithm

²⁷ Giallombardo

²⁸ Genotype

²⁹ Demurrage

³⁰ Idle cost



شکل ۵: نمایش کروموزوم استفاده شده در این پژوهش

جدول ۱: فنوتایپ پژوهش

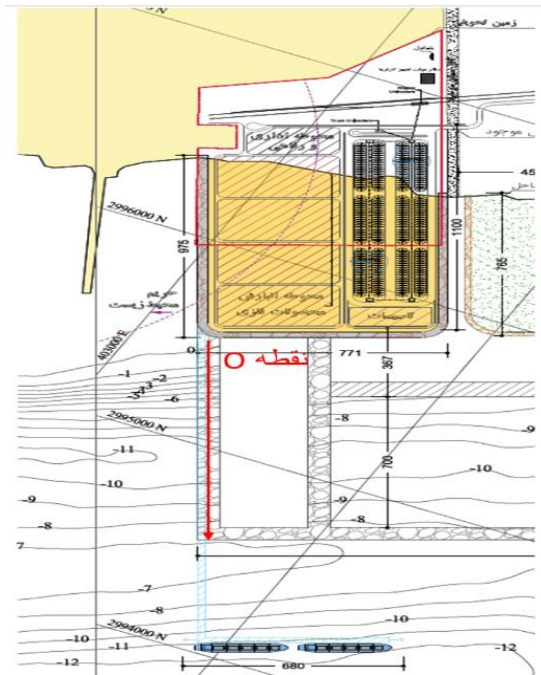
ردیف	ویژگی‌ها
۱	تعداد پست اسکله
۲	تعداد کشتی ۶۰ هزار تنی
۳	تعداد کشتی ۸۰ هزار تنی
۴	میزان تأخیر (روز)
۵	سود پروژه در بازه بهره‌برداری

۳-۳- تشکیل درخت رویداد

پس از دسته‌بندی بهترین کروموزوم‌های هر نسل بر اساس سود پروژه، ۴ عامل مهم تأثیر گذار که در مصاحبه با خبرگان به دست آمده است در نظر گرفته می‌شود: احتمال رخ دادن اثر جزر و مد، تغییر ظرفیت طرح ناشی از تحریم، ظرفیت عرضه و تقاضای بازار و تعداد کشتی‌های در دسترس. در گام پایانی این مرحله، درخت رویداد تشکیل می‌شود و بهترین کروموزوم شناسایی می‌شود. به دلیل رخ دادن جزر و مد، محدودیت‌هایی در بعضی از ساعات برای تردد شناورها ایجاد می‌شوند؛ زیرا با پایین رفتن آب ممکن است کشتی ۸۰ هزار تنی نتواند پهلو بگیرد و این مورد تأثیر زیادی در نتایج پژوهش دارد. از سویی دیگر تحریم یا ظرفیت عرضه و تقاضای بازار ناشی از عوامل مختلف، در جانمایی و ارزیابی پروژه نقش بسزایی دارد که باید مورد بررسی قرار گیرد.

۳-۴- جانمایی اسکله

در این بخش پس از تعیین تعداد پست اسکله‌ها با استفاده از مراحل بخش ۲-۳ و ۳-۳، به جانمایی اسکله پرداخته می‌شود. ۳ عامل بسیار تأثیرگذار در انتخاب محل قرارگیری پست اسکله جهت صادرات و واردات مواد فله‌معدنی عبارتند از: حجم لایروبی، حجم دایک و طول تسمه نقاله. برای محاسبه احجام دایک و لایروبی لازم است با استفاده از مقطع زدن، مساحت را محاسبه و سپس حجم برآورد گردد. بدین جهت؛ انتهای خشکی باتوجه به شکل ۶ به عنوان مبدا (نقطه O) در نظر گرفته می‌شود و مختصات (X, Y) با توجه بستر دریا و فاصله هر نقطه از مبدا به دست می‌آید. در گام بعدی با استفاده از شبکه عصبی، بهترین تابع ممکن پیدا شده و در نهایت می‌توان مقاطع را به دست آورد.



شکل ۶: پروژه مکانیزه حمل مواد فله معدنی بندر شهید رجایی

۵-۳- فرضیات پژوهش

این پژوهش به صورت موردی روی پروژه احداث پایانه مکانیزه ریلی حمل مواد فله معدنی بندر شهید رجایی انجام می شود. سازمان بنادر و دریانوردی جمهوری اسلامی ایران در نظر دارد در غرب این بندر و قالب قرارداد B.O.T، جهت صادرات و واردات مواد فله معدنی با سرمایه گذاری شرکت هایی چون گل گهر سیرجان و چادرملو یزد در قالب قرارداد B.O.T، به منظور رونق گرفتن صنعت فولاد و جلوگیری از خام فروشی، این پایانه را احداث کند. یکی از چالش های این برنامه، بهینه کردن جانمایی اسکله است. این پژوهش در راستای یافتن طرح و جانمایی برتر، مفروضات زیر را در نظر گرفته است:

- معیار توقف الگوریتم، ۱۰۰ نسل است.
- نرخ تنزیل سالیانه برابر ۳ درصد است.
- نرخ آمیزش ۸۰٪ است و کروموزوم ها از یک نقطه شکسته می شوند.
- مابه التفاوت درآمد و هزینه تمام شده به ازای صادرات هر تن سنگ آهن، ۱۰ دلار در نظر گرفته می شود.
- نرخ جهش ۱۰٪ است.
- طرح بندی اسکله، گسسته است.
- تکثیر و امتیازدهی هر کروموزوم با استفاده از رابطه های (۱) و (۲) ارزیابی می شود.
- ظرفیت اسمی این پایانه ۱۵ میلیون تن در سال است.
- ظرفیت کشتی ها ۶۰ و ۸۰ هزار تن است.
- در ۳ سال اول به دلیل ساخت اسکله و در نظر گرفتن تاخیرات احتمالی، درآمدزایی صورت نمی گیرد.
- هزینه خسارت تأخیر یا هزینه بیکاری روزی ۱۰۰ هزار دلار در نظر گرفته می شود.
- ظرفیت تسمه نقاله با احتساب ضریب اطمینان ۲۰۱۶ تن بر ساعت است.
- روزهای کاری در هر سال ۳۵۰ روز در نظر گرفته می شود.
- مقادیر Max و Min برای فنوتایپ پژوهش (پایانه بندر شهید رجایی) در جدول ۲ آمده است:

جدول ۲: مقادیر Max و Min پروژه پایانه مکانیزه حمل مواد فله معدنی بندر شهید رجایی

فئوتاىپ	Min	Max
تعداد كشتى ۸۰ هزارتنى	۰	۱۱۰
تعداد كشتى ۶۰ هزارتنى	۰	۱۵۰
تعداد پست اسكله	۱	۳
زمان تأخير	-	-
سود پروژه	-	-

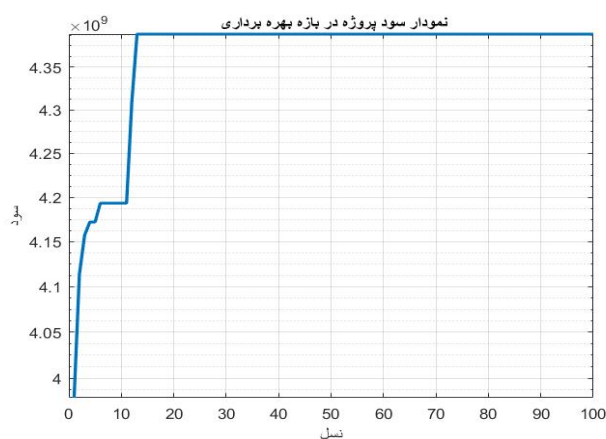
۴- نتاىچ و تفسىر آن‌ها

خروجى الگورىتم ژنتىك در اشكال ۷ و ۸ نشان داده شده‌است. در شكل ۷، ۵۰ كروموزوم برتر در پاىان نسل ۱۰۰ با ظرفىت ۱۷ مىلىون تن نشان داده شده و كروموزوم اول به عنوان بهترىن كروموزوم شناخته شده‌است. باتوجه‌به اىن كروموزوم، در صورت استفاده از ۱۰۱ كشتى ۸۰ هزار تنى و ۱۵۰ كشتى ۶۰ هزار تنى و همچنىن با ساخت ۲ پست اسكله، مى‌توان به بهىنه‌ترىن حالت ممكن رسىد. در اىن حالت، ۹۷ روز- پست اسكله (به عباترى ۴۹ روز در هر سال)، اسكله‌ها بىكار هستند و مى‌توان از ظرفىت ۱۷ مىلىون تن نىز فراتر رفت (علامت منفى به معنى بىكار بودن اسكله مى‌باشد) . سود پروژه نىز با احتساب نرخ تنزىل ۳ درصد سالىانه در بازه بهره‌برى، ۴/۴ مىلىارد دلار مى‌باشد. لازم به ذكر است كه قىد تعداد كشتى در برنامه اعمال شده است تا باتوجه‌به موقعىت جغرافىاىى منطقه، احتمال دارد كشتى‌هاى زىادى تردد نكنند و به جهت واقع‌بىنى پروژه، متخصصىن مى‌توانند باتوجه‌به آمار واقعى ، بازه تعداد كشتى را انتخاب كنند.

Pop 1x50 struct with 3 fields

Fields	Position	Delay	TotalProfit
1	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
2	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
3	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
4	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
5	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
6	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
7	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
8	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
9	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
10	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
11	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
12	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
13	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
14	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
15	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
16	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
17	[101,150,2]	-97	4.3889e+09
18	[101,150,2]	-97	4.3889e+09

شكل ۷: نتاىچ پاىانه مكانىزه اسكله بندر شهىد رجائى با ظرفىت اسمى ۱۷ مىلىون تن در سال



شكل ۸: نمودار الگورىتم پاىانه مكانىزه اسكله بندر شهىد رجائى با ظرفىت ۱۷ مىلىون تن در سال

در شکل ۸، روند رسیدن به پاسخ بهینه طی ۱۰۰ نسل نشان داده شده است. در این نمودار مشاهده می شود که در نسل های اولیه کروموزوم هایی با سودآوری حدود ۴ میلیارد دلار توسط الگوریتم شناسایی شده و سپس در نسل های بعد کروموزوم هایی با سودآوری بهتر (حدود ۴/۴ میلیارد دلار) یافت شده است. بر اساس شکل ۱۰، کروموزوم برتر هر نسل (مجموعاً ۱۰۰ کروموزوم) به ۲ دسته تقسیم می شود:

- کروموزوم هایی با سودآوری حدود ۴ میلیارد دلار در بازه بهره برداری پروژه
- کروموزوم هایی با سودآوری حدود ۴/۴ میلیارد دلار در بازه بهره برداری پروژه

همان گونه که ذکر شد، شکل ۷ نشان می دهد که روزهای بیکار نیز وجود دارد و باز هم قابلیت افزایش ظرفیت وجود دارد. بدین جهت، ظرفیت را عدد بالاتری (۲۶ میلیون تن) وارد کرده تا الگوریتم بررسی کند آیا در صورت استفاده از ۲ پست اسکله می توان به این ظرفیت رسید؟ اگر پاسخ منفی است، کدام ظرفیت بهینه ترین حالت ممکن برای استفاده از ۲ پست اسکله است؟ با چه تعداد کشتی و چند روز زمان تاخیر؟

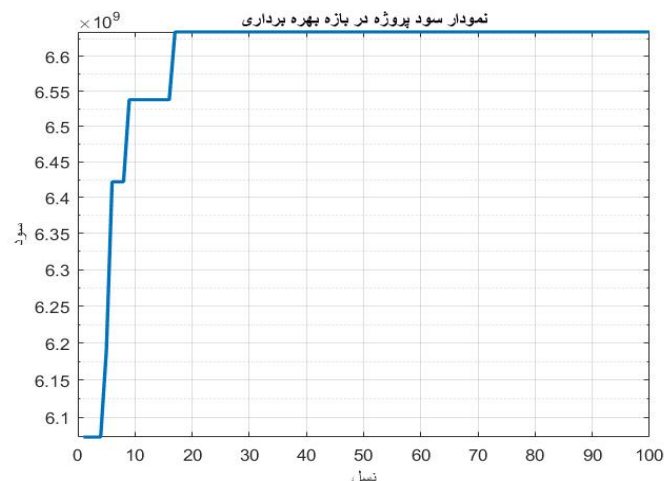
در شکل های ۹، ۱۰ و ۱۱ خروجی الگوریتم با ظرفیت ۲۶ میلیون تن آورده شده است: باتوجه به شکل ۹ مشاهده می شود تعداد پست اسکله های بهینه ۳ عدد می باشد. بنابراین لازم است جهت یافتن پاسخ بهینه، از نسل های قبل استفاده گردد. در شکل ۱۰ مشاهده می شود در نسل ۱۰، سودآورترین کروموزوم با ۲ پست اسکله وجود دارد و در نسل ۱۱، کروموزومی با ۳ پست اسکله (۳ پست اسکله از طریق جهش ژن به دست آمد) به عنوان بهترین کروموزوم شناسایی شده است. با مقایسه کروموزوم نسل ۱۰ با نسل ۱۰۰ مشاهده می شود اختلاف چندانی از نظر سودآوری وجود ندارد؛ بنابراین می توان کروموزوم شماره ۱۰ را سودآورترین کروموزوم جهت استفاده از ۲ پست اسکله دانست (با ظرفیت تقریباً ۲۶ میلیون تن).

Fields	Position	Delay	TotalProfit
1	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
2	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
3	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
4	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
5	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
6	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
7	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
8	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
9	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
10	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
11	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
12	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
13	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
14	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
15	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
16	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
17	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
18	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
19	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
20	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
21	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
22	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
23	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
24	[166,218,3]	-116	6.8326e+09
25	[166,218,3]	-116	6.8326e+09

شکل ۹: نتایج پایانه مکانیزه ریلی اسکله بندر شهید رجایی با ظرفیت ۲۶ میلیون تن در سال

Generation: 1	EightyTon: 148	SixtyTon: 218	BerthNumber: 2	Best Result: 6366507060.0976
Generation: 2	EightyTon: 148	SixtyTon: 218	BerthNumber: 2	Best Result: 6366507060.0976
Generation: 3	EightyTon: 151	SixtyTon: 218	BerthNumber: 2	Best Result: 6416212413.1025
Generation: 4	EightyTon: 151	SixtyTon: 218	BerthNumber: 2	Best Result: 6416212413.1025
Generation: 5	EightyTon: 151	SixtyTon: 218	BerthNumber: 2	Best Result: 6416212413.1025
Generation: 6	EightyTon: 151	SixtyTon: 218	BerthNumber: 2	Best Result: 6416212413.1025
Generation: 7	EightyTon: 151	SixtyTon: 218	BerthNumber: 2	Best Result: 6416212413.1025
Generation: 8	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 2	Best Result: 6664739178.1269
Generation: 9	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 2	Best Result: 6664739178.1269
Generation: 10	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 2	Best Result: 6664739178.1269
Generation: 11	EightyTon: 160	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6672857478.0727
Generation: 12	EightyTon: 160	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6672857478.0727
Generation: 13	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 14	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 15	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 16	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 17	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 18	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 19	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 20	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 21	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 22	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 23	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 24	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 25	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 26	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 27	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 28	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 29	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 30	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 31	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629
Generation: 32	EightyTon: 166	SixtyTon: 218	BerthNumber: 3	Best Result: 6832646772.0629

شکل ۱۰: نتایج پایانه مکانیزه ریلی اسکله بندر شهید رجایی با ظرفیت ۲۶ میلیون تن در سال



شکل ۱۱: نمودار الگوریتم پایانه مکانیزه اسکله بندر شهید رجایی با ظرفیت ۲۶ میلیون تن در سال

بنابراین، باتوجه به اشکال ۹، ۱۰ و ۱۱، می‌توان کروموزوم‌ها را به ۲ دسته تقسیم کرد:

- کروموزوم‌هایی با سودآوری حدود ۶/۸ میلیارد دلار در بازه بهره‌برداری پروژه و ۳ پست اسکله.
- کروموزوم‌هایی با سودآوری حدود ۶/۵ میلیارد دلار در بازه بهره‌برداری پروژه و ۲ پست اسکله.

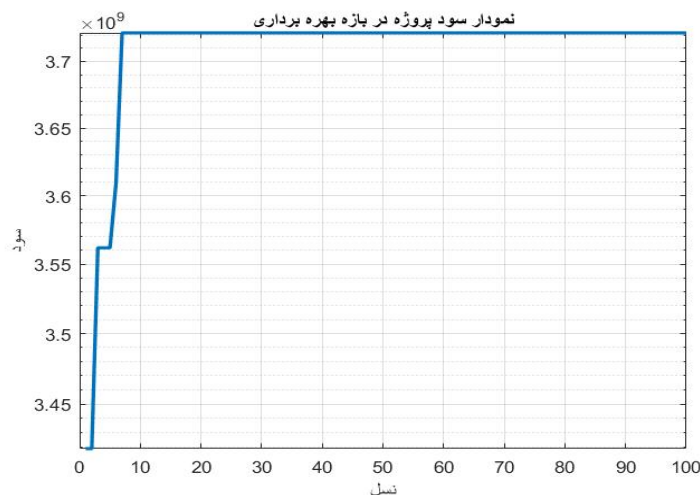
در حالتی دیگر ظرفیت روی عدد پایین‌تری قرار می‌گیرد تا بهترین کروموزوم با یک پست اسکله شناسایی گردد. بدین جهت؛ ظرفیت ۱۵ میلیون تن (همان ظرفیت پروژه که توسط مشاور طرح تعیین گردیده است) به برنامه وارد می‌شود. باتوجه به شکل ۱۲، ظرفیت ۱۵ میلیون تن با ۲ پست اسکله با بهترین سود تامین می‌گردد به گونه‌ای که ۸۳ روز پست اسکله در سال بیکار خواهد بود. در نتیجه؛ باید بهترین کروموزومی با یک پست اسکله وجود داشته باشد. باتوجه به شکل ۱۳، مشاهده می‌شود در نسل ۲۴ و ۲۵، دو کروموزوم با تعداد کشتی‌های یکسان وجود دارد با این تفاوت که در نسل ۲۴، ۱ پست اسکله وجود دارد و در نسل ۲۵، ۲ پست اسکله وجود دارد. از نظر سود پروژه در بازه بهره‌برداری نیز، تفاوت جزئی با یکدیگر دارند؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت کروموزوم ۲۴ بهترین کروموزوم در صورت استفاده از ۱ پست اسکله که ظرفیت آن ۱۵ میلیون تن است. در شکل ۱۴ روند رسیدن به بهترین کروموزوم طی ۱۰۰ نسل با ظرفیت ۱۵ میلیون تن نشان داده شده است.

Fields	Position	Delay	TotalProfit
1	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
2	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
3	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
4	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
5	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
6	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
7	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
8	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
9	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
10	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
11	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
12	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
13	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
14	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
15	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
16	[118,90,2]	-166	3.6684e+09
17	[118,90,2]	-166	3.6684e+09

شکل ۱۲: نتایج پایانه مکانیزه ریلی اسکله بندر شهید رجایی با ظرفیت ۱۵ میلیون تن در سال

Command Window					
Generation: 1	EightyTon: 118	SixtyTon: 84	BerthNumber: 2	Best Result: 3551061426.0966	
Generation: 2	EightyTon: 118	SixtyTon: 84	BerthNumber: 2	Best Result: 3551061426.0966	
Generation: 3	EightyTon: 118	SixtyTon: 84	BerthNumber: 2	Best Result: 3551061426.0966	
Generation: 4	EightyTon: 118	SixtyTon: 84	BerthNumber: 1	Best Result: 3591124524.0933	
Generation: 5	EightyTon: 118	SixtyTon: 84	BerthNumber: 1	Best Result: 3591124524.0933	
Generation: 6	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 7	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 8	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 9	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 10	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 11	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 12	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 13	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 14	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 15	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 16	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 17	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 18	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 19	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 20	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 21	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 22	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 23	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 24	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 1	Best Result: 3668198328.0998	
Generation: 25	EightyTon: 118	SixtyTon: 90	BerthNumber: 2	Best Result: 3668387622.0901	

شکل ۱۳: نتایج پایانه مکانیزه ریلی اسکله بندر شهید رجایی با ظرفیت ۱۵ میلیون تن در سال



شکل ۱۴: نمودار الگوریتم پایانه مکانیزه اسکله بندر شهید رجایی با ظرفیت ۱۵ میلیون تن در سال

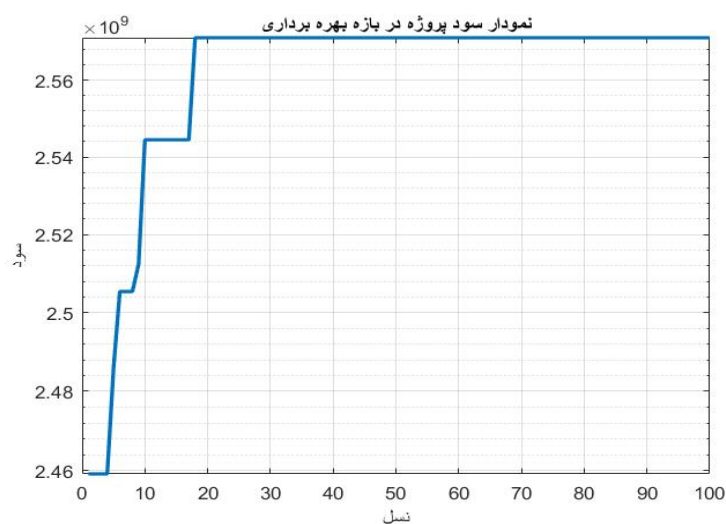
بنابراین، باتوجه به اشکال ۱۲، ۱۳ و ۱۴، می توان کروموزوم ها را به ۲ دسته تقسیم کرد:

- کروموزوم هایی با سود ۳/۶ میلیارد دلار در بازه بهره برداری و ۱ پست اسکله.
- کروموزوم هایی با سود ۳/۶ میلیارد دلار در بازه بهره برداری و ۲ پست اسکله.

ظرفیت ۱۰ میلیون تن در سال نیز به برنامه وارد شده که نتایج آن در اشکال ۱۵ و ۱۶ مشاهده می شود. در این حالت استفاده از ۱ پست اسکله بهینه ترین حالت ممکن شناسایی شده است و به سود ۲/۶ میلیارد دلار در بازه بهره برداری می رسد. در جدول ۳ خلاصه دسته بندی های انجام شده آورده شده است:

Pop			
1x50 struct with 3 fields			
Fields	Position	Delay	TotalProfit
1	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
2	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
3	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
4	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
5	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
6	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
7	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
8	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
9	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
10	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
11	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
12	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
13	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
14	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
15	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
16	[83,50,1]	-1	2.5711e+09
17	[83,50,1]	-1	2.5711e+09

شکل ۱۵: نمودار الگوریتم پایانه مکانیزه اسکله بندر شهید رجایی با ظرفیت ۱۰ میلیون تن در سال

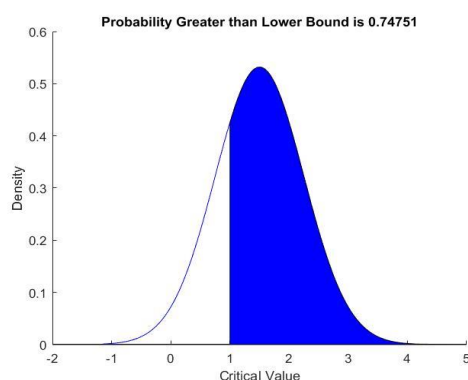


شکل ۱۶: نمودار الگوریتم پایانه مکانیزه اسکله بندر شهید رجایی با ظرفیت ۱۰ میلیون تن در سال

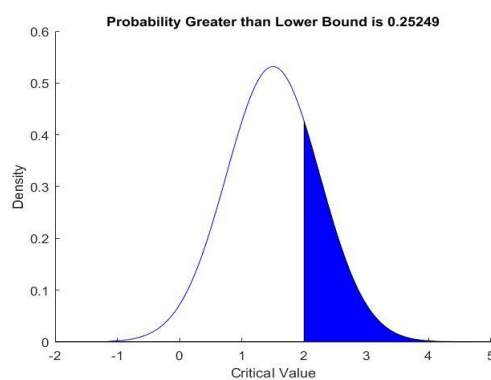
جدول ۳: دسته‌بندی کروموزوم‌ها

ظرفیت (میلیون تن در سال)	سود (دلار)	تعداد کشتی ۸۰ هزار تن	تعداد کشتی ۶۰ هزار تن	تعداد پست اسکله	تأخیر یا بیکاری در سال (روز - پست اسکله)
۱۷	۴ میلیارد	۹۶	۱۴۱	۲	-۶۵
	۴/۴ میلیارد	۱۰۱	۱۵۰	۲	-۴۹
۲۶	۶/۸ میلیارد	۱۶۶	۲۱۸	۳	-۳۹
	۶/۵ میلیارد	۱۶۶	۲۱۸	۲	۱۱۷
۱۵	۳/۶ میلیارد	۱۱۸	۹۰	۲	-۸۳
	۳/۶ میلیارد	۱۱۸	۹۰	۱	۱۸۴
۱۰	۲/۶ میلیارد	۸۳	۵۰	۱	-۱

در صورت استفاده از کشتی‌هایی تا ظرفیت ۶۰ تن، عمق آبخور ۱۴ - متر (نسبت به MSL^{31}) و برای شناورهای ۸۰ تن با در نظر گرفتن تا ۱ متر افزایش ارتفاع آب ناشی از جزر و مد کفایت می‌کند. پس از بررسی داده‌ها و گزارش‌های اسکله شهید رجایی، مشخص گردید که این امکان وجود دارد که در زمان بهره‌برداری، شناورهایی با ظرفیت بیش از ۸۰ تن مورد استفاده قرار گیرند [۱۶]. در این صورت لازم است تردد این شناورها در زمان‌هایی صورت گیرد که عمق آبخور آن‌ها تأمین گردد. در اشکال ۱۷ و ۱۸، احتمال زمانی که سطح آب دریا بین ۱ و ۲ متر بالاتر از میانگین سطح آب‌های آزاد (MSL) باشد، آمده است. برای بررسی جزر و مد، از داده‌های شهر بندرعباس استفاده شده است که تنها ۳۰ کیلومتر با اسکله بندر شهید رجایی فاصله دارد. جهت بررسی احتمال وقوع این پدیده از تابع توزیع نرمال استفاده شده است. با مطالعه داده‌ها، مشخص گردید سطح آب دریا بین ۰.۵ تا ۳.۵ متر بالاتر از MSL قرار دارد [۱۷]. با توجه به اشکال ۱۷ و ۱۸، احتمال تردد شناورهای ۸۰ و ۶۰ هزار تنی با در نظر گرفتن جزر و مد در جدول ۴ آورده شده است. در عناوین هر دسته، ظرفیت اسمی آمده و ظرفیت واقعی کروموزوم‌های ذیل هر دسته، مبنای محاسبه احتمالات تحریم و ظرفیت عرضه و تقاضای بازار قرار گرفته است. ظرفیت ۱۷ میلیون تن در سال، همان ظرفیتی است که توسط خبرگان به برنامه وارد می‌شود؛ اما ممکن است تحت قیدهای مختلف الگوریتم، یافتن کروموزوم‌هایی بهتر توسط برنامه و... دقیقاً به همان عدد ۱۷ میلیون تن نرسد و به جهت بااهمیت بودن کروموزوم، مورد بررسی قرار گرفته است. ظرفیت واقعی این دسته با توجه به ژن‌های کروموزوم ذیل آن دسته محاسبه شده که اعداد ۱۷/۱ و ۱۶/۱ میلیون تن در سال هستند.



شکل ۱۸: احتمال بالا آمدن سطح آب دریا بیش از ۱ متر



شکل ۱۷: احتمال بالا آمدن سطح آب دریا بیش از ۲ متر

جدول ۴: احتمال تردد شناورهای ۶۰ و ۸۰ هزار تنی

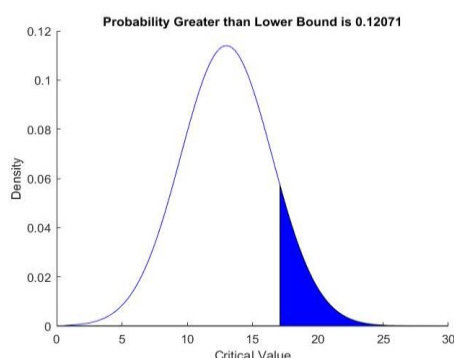
ظرفیت اسمی (میلیون تن در سال)	ظرفیت واقعی (میلیون تن در سال)	نسبت تعداد کشتی‌های ۶۰ هزار تن به کل	نسبت تعداد کشتی‌های ۸۰ هزار تن به کل	احتمال تردد کشتی ۶۰ هزار تن	احتمال تردد کشتی ۸۰ هزار تن
۱۷	۱۶/۱	۰/۶	۰/۴	۰/۵۸۸	۰/۳
۲۶	۲۶/۳	۰/۵۷	۰/۴۳	۰/۵۵	۰/۳۲۲
۱۵	۱۵	۰/۴۳	۰/۵۷	۰/۴۲	۰/۴۲۷
۱۰	۱۰	۰/۳۸	۰/۶۲	۰/۳۷۳	۰/۴۶۵

از آنجایی که به دلیل تحریم علیه کشور جمهوری اسلامی ایران؛ امکان دارد ظرفیت آن دسته محقق نشود، لازم است احتمال آن را در نظر گرفت. بدین جهت؛ از تابع توزیع نرمال در این خصوص استفاده می‌شود. بازه ظرفیت این دسته از ۶ تا ۲۰ میلیون فرض شده است؛

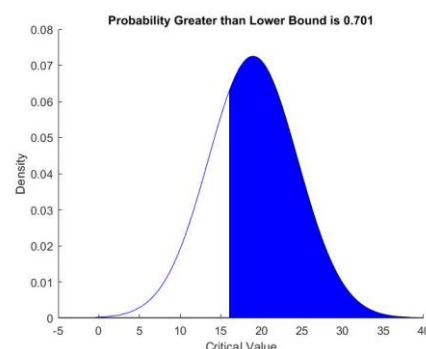
³¹ Mean Sea Level

بنابراین میانگین تابع توزیع نرمال (μ) عدد ۱۳ و مقدار انحراف از معیار (σ) با فرض 2σ برابر ۳.۵ تعیین گردید. برای ظرفیت و تقاضای بازار نیز از تابع توزیع نرمال استفاده شده و بازه ظرفیت این دسته از ۸ تا ۳۰ میلیون در نظر گرفته شده است؛ بنابراین میانگین تابع توزیع نرمال (μ) عدد ۱۹ و مقدار انحراف از معیار (σ) با فرض 2σ برابر ۳.۵ تعیین گردید.

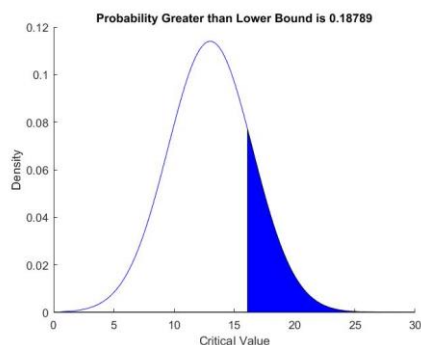
جهت در نظر گرفتن سود هر دسته، بیشترین سود دسته‌های فوق (دسته ۲ با ظرفیت ۲۶ میلیون تن در سال) به عنوان مبنا و مساوی با ۱ در نظر گرفته می‌شود و سود سایر دسته‌ها به نسبت سود دسته ۲ محاسبه می‌شود. نسبت‌های محاسبه شده در ظرفیت عرضه و تقاضا و همچنین در ظرفیت طرح ضمن تحریم، ضرب می‌شود. نتایج و احتمالات در جدول شماره ۵ ذکر شده‌است. در شکل ۲۷، درخت رویداد پروژه ترسیم شده‌است. از آنجایی که در دسته ظرفیت ۲۶ میلیون تن در سال، احتمال ظرفیت در وقوع تحریم، عدد بسیاری کوچکی در مقایسه با سایر دسته‌ها به دست آمده، در درخت رویداد ذکر نشده است. بیشترین امتیاز کسب شده با رنگ قرمز نشان داده شده است. در صورتی که طرح بر مبنای ۱۶ میلیون تن در سال اجرا شود و با در نظر گرفتن تحریم‌ها بتوان تا سقف ۱۰ میلیون تن در سال صادرات یا واردات نمود، بهترین حالت ممکن است. کروموزوم مربوط به این طرح، ذیل دسته اول است که با توجه به شکل ۸ استخراج شده است.



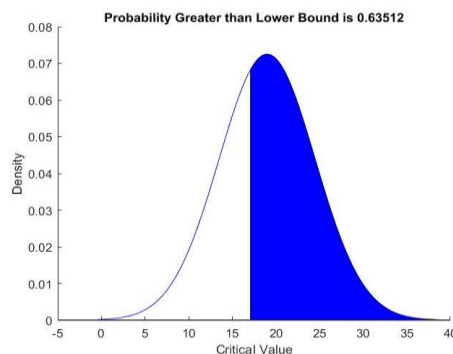
شکل ۲۰: احتمال تحریم با ظرفیت ۱۷/۱ میلیون تن در سال



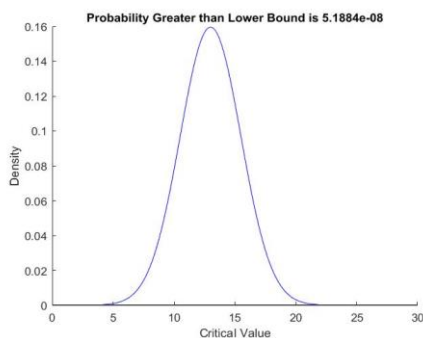
شکل ۱۹: احتمال عرضه و تقاضای بازار با ظرفیت ۱۷/۱ میلیون تن در سال



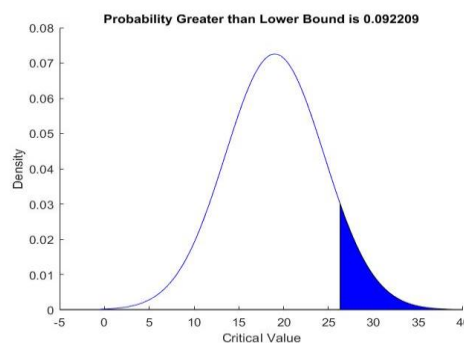
شکل ۲۲: احتمال تحریم با ظرفیت ۱۶/۱ میلیون تن در سال



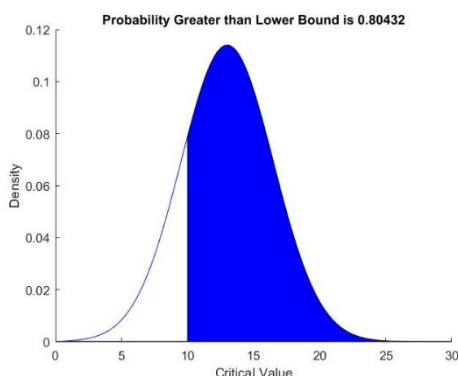
شکل ۲۱: احتمال عرضه و تقاضای بازار با ظرفیت ۱۶/۱ میلیون تن در سال



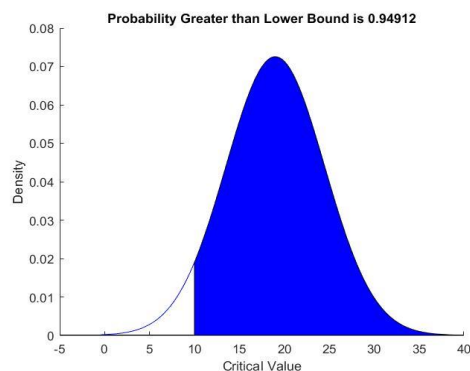
شکل ۲۴: احتمال تحریم با ظرفیت ۲۶/۳ میلیون تن در سال



شکل ۲۳: احتمال عرضه و تقاضای بازار با ظرفیت ۲۶/۳ میلیون تن در سال



شکل ۲۶: احتمال تحریم با ظرفیت ۱۰ میلیون تن در سال



شکل ۲۵: احتمال عرضه و تقاضای بازار با ظرفیت ۱۰ میلیون تن در سال

جدول ۵: نتایج و احتمالات ۴ دسته

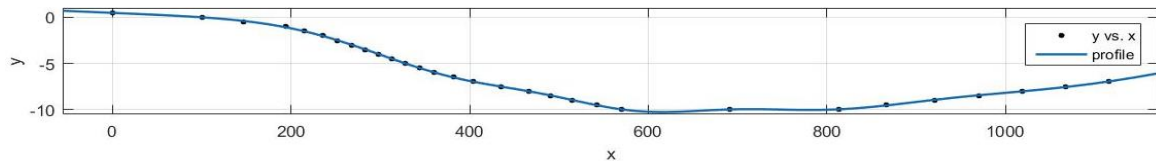
ظرفیت اسمی (میلیون تن در سال)	ظرفیت واقعی (میلیون تن در سال)	نسبت سود	احتمال عرضه و تقاضای بازار	احتمال ظرفیت در وقوع تحریم	تعداد پست اسکله	تأخیر یا بیکاری در سال (روز - پست اسکله)
۱۷	۱۶/۱	۰/۵۹	۰/۶۴	۰/۱۹	۲	-۶۵
	۱۷/۱	۰/۶۵	۰/۷	۰/۱۲	۲	-۴۹
۲۶	۲۶/۳	۱	۰/۰۹	7.2×10^{-5}	۳	-۳۹
	۲۶/۳	۱	۰/۰۹	7.2×10^{-5}	۲	۱۱۷
۱۵	۱۵	۰/۵۳	۰/۷۷	۰/۲۸	۲	-۸۳
	۱۵	۰/۵۳	۰/۷۷	۰/۲۸	۱	۱۸۴
۱۰	۱۰	۰/۳۸	۰/۹۵	۰/۸۱	۱	-۱

این مسیر نشان می‌دهد باتوجه به احتمالات جزر و مد، بهتر است بیش‌تر کشتی‌ها با ظرفیت ۸۰ هزار تن باشند؛ همچنین دو مسیر سبز رنگ دیگر نیز در شکل ۲۷ مشخص شده است که از نظر امتیاز به مسیر قرمز رنگ، نزدیک هستند. در این دو مسیر نیز به‌مانند طرح ۱۶ میلیون تن در سال، استفاده از کشتی‌هایی با ظرفیت ۸۰ هزار تن بهتر است و در اثر تحریم، می‌توان به ظرفیت ۱۰ میلیون تن در سال رسید؛ بنابراین باتوجه به جدول ۳، استفاده از ۲ پست اسکله بهینه است.

جهت جانمایی ۲ پست اسکله مذکور، لازم است از تابع بستر دریا استفاده شود. باتوجه به شکل ۶، نقطه O به عنوان مبدأ انتخاب و مختصات طولی و عرضی (X,Y) از روی بستر قرائت می‌شود. با استفاده از شبکه عصبی، بهترین تابع ممکن با مجموع مربعات خطا (SSE) برابر با 0/79 و ضریب تصمیم‌گیری (R-Square) برابر با 0/999 یافت شد. رابطه (۳)، تابع بستر دریا را نشان می‌دهد. فاصله مبدأ تا کانال کشتی اسکله بندر شهید رجایی حدود ۱۱۰۰ متر است. بنابراین اسکله باید در جایی قرار داده شود تا کم‌ترین هزینه به پروژه تحمیل شود. در جدول ۶، فرضیات و عوامل تأثیرگذار در جانمایی اسکله آمده است.

شروع	طرفیت بازار	طرفیت در وقوع تحریم	نسبت گشتی یا اثر حرر و مد	اسیاز: $(P_1)(P_2) \times 100$
		۱۰ میلیون	۸۰ تن	۱۲/۸۵
		۶۰ تن	۳۷۳	۱۰/۳
		۸۰ تن	۳۰/۳	۳/۱
		۱۷/۱ میلیون	۶۰ تن	۴/۱۲
		۸۰ تن	۴۲۷	۵/۶۸
		۶۰ تن	۴۲	۵/۶
		۸۰ تن	۳۰/۳	۳
		۶۰ تن	۵۸۸	۵/۹۲
	۲۶/۳ میلیون	۱۷/۱ میلیون	۸۰ تن	۹/۷۴
		۶۰ تن	۵۸۸	۱۹/۰۸
		۸۰ تن	۴۶۵	۵۹/۳۸
		۶۰ تن	۳۷۳	۴۷/۶۴
		۸۰ تن	۴۲۷	۲۶/۳
		۶۰ تن	۴۲	۳۵/۸۶
		۸۰ تن	۳۰/۳	۱۳/۹۸
		۶۰ تن	۵۸۸	۲۷/۳۹
		۸۰ تن	۴۶۵	۶۱/۵۳
		۶۰ تن	۳۷۳	۴۹/۳۵
		۱۵ میلیون	۸۰ تن	۲۷/۲۴
		۶۰ تن	۴۲	۲۶/۷۹
		۸۰ تن	۳۰/۳	۱۶/۴۸
		۶۰ تن	۵۸۸	۲۸/۳۸
		۸۰ تن	۴۲۷	۲۵/۷۸
		۶۰ تن	۴۲	۲۵/۳۶
		۸۰ تن	۴۶۵	۵۸/۳۶
		۶۰ تن	۳۷۳	۴۶/۷۲
		۸۰ تن	۴۶۵	۵۱/۵۳
		۶۰ تن	۳۷۳	۴۱/۳۳

شکل ۲۷: درخت رویداد پایانه مکانیزه ریلی حمل مواد فله معدنی اسکله بندر شهید رجایی



شکل ۲۸: نمودار بستر دریا

$$\begin{aligned}
 y = & -0.638 \times \exp\left(-\left(\frac{(x-164)/5}{14/41}\right)^2\right) - 2.783 \times \exp\left(-\left(\frac{(x-318)/7}{118/2}\right)^2\right) \\
 & - 5.831 \times \exp\left(-\left(\frac{(x-318)/7}{118/2}\right)^2\right) - 3.085 \times \exp\left(-\left(\frac{(x-545)/5}{73/43}\right)^2\right) \\
 & - 3.859 \times \exp\left(-\left(\frac{(x-629)/9}{65/6}\right)^2\right) - 7.508 \times \exp\left(-\left(\frac{(x-746)/7}{177/1}\right)^2\right) \\
 & - 0.4455 \times \exp\left(-\left(\frac{(x-952)/9}{79/79}\right)^2\right) - 7.194 \times \exp\left(-\left(\frac{(x-952)/9}{283/4}\right)^2\right)
 \end{aligned}
 \quad (3)$$

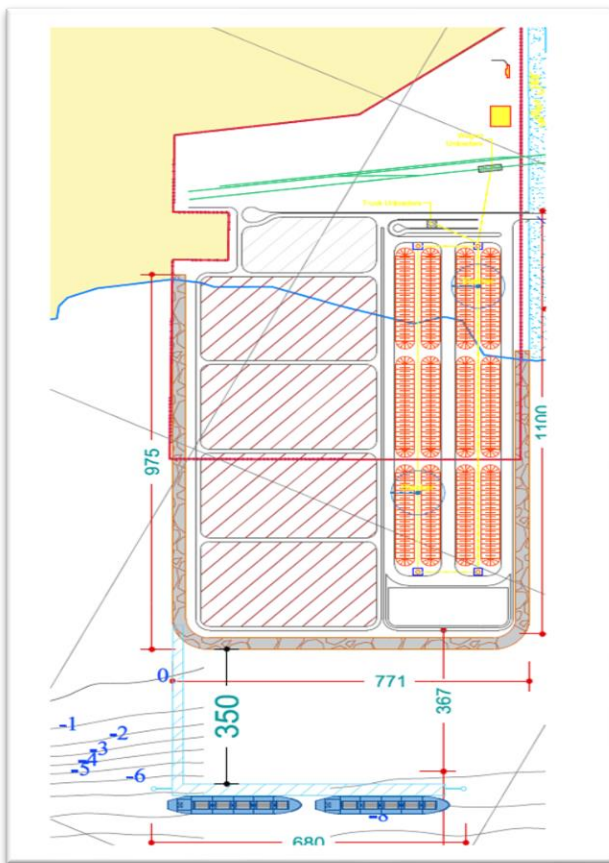
جدول ۶: عوامل تأثیرگذار و فرضیات در جانمایی اسکله پایانه مکانیزه ریلی اسکله بندر شهید رجایی

عوامل تأثیرگذار	فرضیات
دایک	شیب دایک
	عرض دایک
	تراز تاج دایک
لایروبی	شیب کانال لایروبی
	عرض کانال لایروبی
	تراز کف کانال لایروبی
تسمه‌نقاله	طول تسمه‌نقاله

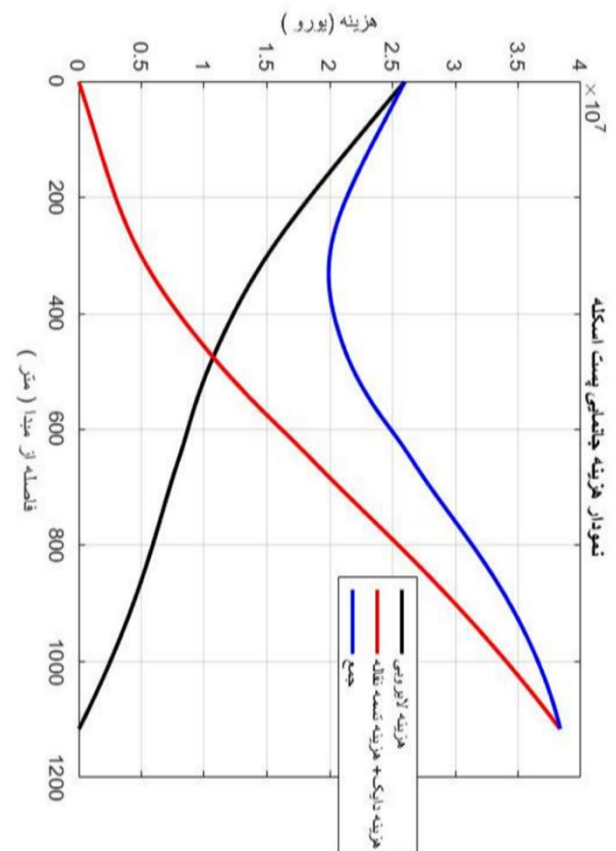
شکل ۲۹ قسمت الف، هزینه‌های دو حالت را نشان می‌دهد:

- در صورتی که از مبدأ (نقطه O) به سوی کانال کشتیرانی (که در فاصله حدود ۱۱۰۰ متر از مبدأ واقع شده است) مقطع زده شود، احجام و هزینه دایک محاسبه می‌شود. از سویی دیگر؛ با پیشروی در دریا به طول بیش‌تری از تسمه نقاله نیاز است که این طول، متناسب است با فاصله از مبدأ O. بنابراین این دو عامل همسو با یکدیگر هستند (نمودار قرمز).
- بر خلاف حالت قبل که برای دایک از ابتدا مقطع زده شد، برای لایروبی از انتها (حدوداً فاصله ۱۱۰۰ متر از مبدأ) مقطع زده می‌شود و به سمت مبدأ (نقطه O) ادامه می‌یابد (نمودار مشکی).

اگر دو حالت فوق با یکدیگر جمع شوند، هزینه جانمایی اسکله در هر نقطه به دست می‌آید و در فاصله ۳۵۰ متر از نقطه O مشاهده می‌شود که هزینه در حداقل مقدار قرار دارد (نمودار آبی). بنابراین باتوجه به شکل ۲۹ قسمت ب، این نقطه بهترین مکان برای احداث ۲ پست اسکله است؛ در حالی که مشاور مادر این پروژه احداث اسکله را در فاصله حدود ۵۰ متر از انتهای زمین استحصالی پیشبینی کرده بود. برآوردهای انجام شده نشان می‌دهد که این طرح حدود ۸ میلیون یورو کاهش هزینه در ساخت اسکله‌ها داشته است.



الف. نمودار هزینه جانمایی



ب. محل ساخت اسکله

شکل ۲۹: نمودار هزینه جانمایی و محل ساخت اسکله‌های پروژه پایانه مکانیزه ریلی حمل مواد فله معدنی بندر شهید رجایی

۵- جمع‌بندی

- ۱- این پژوهش، به‌صورت موردی روی احداث پایانه مکانیزه ریلی مواد فله معدنی بندر شهید رجایی انجام‌گرفته است. در این پژوهش، الگوریتم ژنتیک با استفاده از زمان انتظار کشتی‌ها، بهینه‌ترین تعداد اسکله‌ها و بهترین حالت برای تعداد کشتی‌های ۸۰ و ۶۰ هزار تن را شناسایی کرد.
- ۲- اعداد به‌دست‌آمده از کروموزوم‌ها به معنای بهترین بودن نیست. با مطالعه اسناد و اطلاعات پروژه مشخص گردید جزر و مد، ظرفیت بازار و تحریم نقش بسزایی دارند؛ لذا با درنظرگرفتن احتمالات هر یک از عوامل فوق‌الذکر، کروموزوم‌ها به ۴ دسته از نظر تعداد پست اسکله، سود پروژه و ظرفیت هر پست اسکله تقسیم‌بندی شدند و در نهایت؛ درخت رویداد این پروژه ترسیم شد. با ترسیم درخت رویداد مشخص گردید که طرح ۱۶ میلیون تن در سال با احتساب ۲ پست اسکله و با فرض محدودیت در صادرات و واردات مواد فله معدنی به دلیل تحریم‌ها تا ۱۰ میلیون تن در سال، بیش‌ترین امتیاز را کسب کرده است.
- ۳- جهت بهینه‌سازی جانمایی ۲ پست اسکله طرح ۱۶ میلیون تن در سال، با استفاده از شبکه عصبی، تابعی برای بستر دریا یافت شد (با مجذور مربعات خطا ۰/۷۹ و ضریب تصمیم‌گیری ۰/۹۹۹). با استفاده از تابع مذکور و با درنظرگرفتن هزینه‌های سه عامل لایروبی، دایک و تسمه‌نقاله، مشخص گردید در فاصله ۳۵۰ متر از انتهای زمین، بهترین نقطه مناسب جهت احداث پست اسکله است.

۶- پیشنهادها

موارد زیر در راستای ادامه فرآیند این تحقیق پیشنهاد می‌شود:

- ۱- برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود که حوزه YAP بیشتر مورد بررسی قرار گیرد تا باتوجه‌به ذخایر انبار موجود و دستگاه‌هایی همچون واگن برگردان^{۳۲}، استاکر^{۳۳}، ریکلایمر^{۳۴}، تعداد بهینه واگن‌ها^{۳۵} و کامیون‌های موردنیاز محاسبه شوند تا مشاورین این پروژه بتوانند برآورد دقیق‌تری داشته باشند؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که جهت نیل به اهداف فوق؛ از برنامه‌ریزی خطی و شبیه‌سازی گسسته^{۳۶}، استفاده گردد.
- ۲- در پژوهش حاضر فرض شده است که امکان استفاده از اسکله‌های فاز ۳ بندر شهید رجایی فراهم نیست؛ بنابراین این حالت می‌تواند جزو پژوهش‌های آتی مورد تحلیل قرار گیرد.
- ۳- تأثیر نقش تحریم در پروژه حاضر، نیاز به دسترسی اطلاعات طبقه‌بندی شده است که برای پژوهش حاضر امکان‌پذیر نبوده است؛ لذا جهت اجرای مطالعات بازار و نقش تحریم در آن، نیاز به پژوهش‌های گسترده‌تری است.

تشکر و قدردانی

در پایان از راهنمایی‌های پروفسور پرویز قدوسی و دکتر حسن ملکی‌تبار که در به ثمر رساندن این پژوهش همکاری فراوانی داشتند، کمال سپاس را دارم. همچنین از پرسنل شرکت هیمکو به خصوص جناب آقای مهندس نادری (مدیرعامل محترم شرکت هیمکو) که در به ثمر رسیدن این پژوهش کمک شایانی داشتند نیز قدردانی می‌شود.

³² Tippler

³³ Stacker

³⁴ Reclaimer

³⁵ Wagon

³⁶ Discrete event simulation

این مقاله از سوی فدراسیون FONASBA به عنوان یکی از ۸ مقاله منتخب دنیا در زمینه کارگزاران کشتی در سال ۲۰۲۴ شناخته شد و از سوی شرکت هیمکو نیز مورد حمایت مالی و معنوی قرار گرفته است.

مراجع

- [۱] Robenek, T., Umang, N., Bierlaire, M., & Ropke, S. (2014). A branch-and-price algorithm to solve the integrated berth allocation and yard assignment problem in bulk ports. *European Journal of Operational Research*, 235(2), 399–411
- [۲] Notteboom, T. (2011). An application of multi-criteria analysis to the location of a container hub port in South Africa. *Maritime policy & management*, 38(1), 51–79
- [۳] Buhrkal, K., Zuglian, S., Ropke, S., Larsen, J., & Lusby, R. (2011). Models for the discrete berth allocation problem: A computational comparison. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(4), 461–473
- [۴] Umang, N., Bierlaire, M., & Vacca, I. (2013). Exact and heuristic methods to solve the berth allocation problem in bulk ports. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 54, 14–31
- [۵] Imai, A., Nagaiwa, K. I., & Tat, C. W. (1997). Efficient planning of berth allocation for container terminals in Asia. *Journal of Advanced transportation*, 31(1), 75–94
- [۶] Imai, A., Nishimura, E., & Papadimitriou, S. (2001). The dynamic berth allocation problem for a container port. *Transportation Research Part B: Methodological*, 35(4), 401–417
- [۷] Monaco, M. F., & Sammarra, M. (2007). The berth allocation problem: a strong formulation solved by a Lagrangean approach. *Transportation Science*, 41(2), 265–280
- [۸] Buhrkal, K., Zuglian, S., Ropke, S., Larsen, J., & Lusby, R. (2011). Models for the discrete berth allocation problem: A computational comparison. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(4), 461–473
- [۹] Nishimura, E., Imai, A., & Papadimitriou, S. (2001). Berth allocation planning in the public berth system by genetic algorithms. *European Journal of Operational Research*, 131(2), 282–292
- [۱۰] Tsai, A. H., Lee, C. N., Wu, J. S., & Chang, F. S. (2015). A novel berth-based genetic algorithm for berth allocation planning. In *Proceedings of the ASE BigData & SocialInformatics 2015* (pp. 1-9)
- [۱۱] Seyedalizadeh Ganji, S. R., Babazadeh, A., & Arabshahi, N. (2010). Analysis of the continuous berth allocation problem in container ports using a genetic algorithm. *Journal of marine science and technology*, 15, 408–416
- [۱۲] Yan, S., Lu, C. C., Hsieh, J. H., & Lin, H. C. (2015). A network flow model for the dynamic and flexible berth allocation problem. *Computers & Industrial Engineering*, 81, 65–77
- [۱۳] Imai, A., Chen, H. C., Nishimura, E., & Papadimitriou, S. (2008). The simultaneous berth and quay crane allocation problem. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(5), 900–920
- [۱۴] Lalla-Ruiz, E., González-Velarde, J. L., Melián-Batista, B., & Moreno-Vega, J. M. (2014). Biased random key genetic algorithm for the tactical berth allocation problem. *Applied Soft Computing*, 22, 60–76
- [۱۵] Giallombardo, G., Moccia, L., Salani, M., & Vacca, I. (2010). Modeling and solving the tactical berth allocation problem. *Transportation Research Part B: Methodological*, 44(2), 232–245
- [۱۶] Shahidrajaeepoort, <https://shahidrajaeepoort.pmo.ir/fa/specialpage/homepage>.
- [۱۷] Tide-forecast, 2024, <https://www.tide-forecast.com/locations/Bandar-Abbas-Iran/tides/latest>.