

بهبود چشمگیر پروژه‌های بزرگ عمرانی در مطالعات مهندسی ارزش

مطالعه موردی: طرح بازسازی و ارتقا ظرفیت اسکله‌های غربی بندر نوشهر

چکیده

کاربرد مهندسی ارزش در طی ۱۶ سال (از ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۲) در ۵۸۰۰ پروژه با هزینه‌ی کل ۳۷۴ میلیارد دلار موجب دستیابی به منفعتی معادل با ۲۳ میلیارد دلار شده است که این مبلغ بیش از ۶ درصد هزینه‌ی کل پروژه‌ها است. در این ۱۶ سال درصد صرفه‌جویی سالانه مطالعات ارزش (حدود ۳۵۰ پروژه) از ۳ تا ۱۰ درصد متغیر بوده است. بر اساس بررسی‌های انجام شده پتانسیل صرفه‌جویی در کشورهای در حال توسعه می‌تواند ۲ یا ۳ برابر و یا حتی بیشتر باشد. بنابراین پتانسیل متوسط صرفه‌جویی ۲۰ درصد یا بیشتر در پروژه‌های عمرانی این کشورها وجود دارد. در این چارچوب باید توجه داشت که با وجودیکه به‌صورت کلی نمی‌توان انتظار صرفه‌جویی‌ها ۵۰ درصدی یا بیشتر را از مطالعات ارزش داشت در برخی پروژه‌ها که شرایط خاص و استثنایی در آنها حاکم است ممکن است منافع مطالعات ارزش بسیار چشمگیر شود. نمونه‌ای از این مطالعات ارزش حتی در کشورهای پیشرفته نیز انجام شده‌اند. مطالعه مهندسی ارزش طرح بازسازی و ارتقا ظرفیت اسکله‌های غربی بندر نوشهر از جمله مطالعات بسیار موفق مهندسی ارزش در سازمان بنادر و دریانوردی کشور است که درصد صرفه‌جویی این مطالعه ۵۰ تا ۷۰ درصد برآورد شده است. در این مقاله روند انجام این مطالعه و نتایج آن ارائه می‌گردد.

کلمات کلیدی: مهندسی ارزش، صرفه جویی، بندر نوشهر

مقدمه

به‌دنبال الزامی شدن انجام مطالعات مهندسی ارزش در پروژه‌های بزرگ‌راهی آمریکا در سال ۱۹۹۵، از دو سال بعد به جدیت این الزام قانونی در پروژه‌های بزرگ اعمال گردید و این روند تا کنون نیز ادامه یافته است. در طی ۱۶ سال (از ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۲) در ۵۸۰۰ پروژه با هزینه‌ی کل ۳۷۴ میلیارد دلار از این تکنیک استفاده گردید و نتایج بسیار درخشان بوده است (جدول (۱)). منافع این مطالعات حدود ۲۳ میلیارد دلار برآورد شده است که بیش از ۶ درصد هزینه‌ی کل پروژه‌ها است. در این ۱۶ سال درصد صرفه‌جویی سالانه مطالعات ارزش (حدود ۳۵۰ پروژه) از ۳ تا ۱۰ درصد متغیر بوده است. بر اساس بررسی‌های انجام شده پتانسیل صرفه‌جویی در کشورهای در حال توسعه می‌تواند ۲ یا ۳ برابر یا حتی بیشتر باشد. بنابراین پتانسیل متوسط

صرفه‌جویی ۲۰ درصد یا بیشتر در پروژه‌های عمرانی این کشورها وجود دارد که این پتانسیل می‌تواند اثر شگرفی در رشد اقتصادی این کشورهای داشته باشد. در این چارچوب باید توجه داشت که با وجودیکه به‌صورت کلی نمی‌توان انتظار صرفه‌جویی‌ها ۵۰ درصدی یا بیشتر را از مطالعات ارزش داشت در برخی پروژه‌ها که شرایط خاص و استثنایی در آنها حاکم است ممکن منافع مطالعات ارزش بسیار چشمگیر شود. نمونه‌ای از این مطالعات ارزش حتی در کشورهای پیشرفته نیز انجام شده‌اند.

سال	۱۹۹۷	۱۹۹۸	۱۹۹۹	۲۰۰۰	۲۰۰۱	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	جمع
تعداد مطالعات ارزش	۳۶۹	۴۳۱	۳۸۵	۳۸۸	۳۷۸	۳۷۷	۳۴۴	۳۲۴	۳۰۰	۲۴۲	۳۱۶	۳۸۸	۴۲۷	۴۰۲	۳۷۸	۳۵۲	۵۸۰۱
هزینه تضمینی مطالعات ارزش (میلیون دلار)	۵	۷	۷	۸	۸	۹	۸	۷	۱۰	۸	۱۲	۱۲	۱۷	۱۴	۱۳	۱۲	۱۵۷
هزینه تضمینی پروژه مورد مطالعه (میلیون دلار)	۱۰۰۹۳	۱۷۲۲۷	۱۸۸۳۷	۱۶۲۳۰	۱۸۸۸۲	۲۰۶۰۷	۲۰۴۸۰	۱۸۶۷۳	۲۱۵۷۶	۲۱۵۲۷	۲۴۸۱۰	۲۹۵۹۶	۲۹۱۶۰	۳۴۲۲۸	۳۲۲۵۷	۳۰۲۷۳	۳۷۴۴۸۵
ارزش پیشنهادی مورد قبول (میلیون دلار)	۵۲۰	۷۶۹	۸۴۶	۱۱۲۸	۸۶۵	۱۰۴۳	۱۰۱۶	۱۱۱۵	۳۱۸۰	۱۶۵۰	۱۹۷۰	۲۵۳۰	۱۷۰۰	۱۹۸۰	۱۰۱۰	۱۱۴۵	۲۲۴۸۷
نرخ بازگشت هزینه مطالعات ارزش	۱:۱۰۶	۱:۱۱۷	۱:۱۱۳	۱:۱۴۵	۱:۱۱۹	۱:۱۱۶	۱:۱۲۰	۱:۱۴۵	۱:۳۲۵	۱:۲۴۰	۱:۱۵۷	۱:۲۰۵	۱:۱۰۰	۱:۱۴۶	۱:۸۰	۱:۹۶	۱:۱۴۶
درصد صرفه‌جویی پروژه (%)	۸/۳۵	۴/۴۷	۴/۳۹	۶/۹۴	۴/۵۸	۵/۰۶	۵/۴۲	۵/۹۷	۱۰/۰۹	۸/۲۹	۷/۹۵	۸/۵۳	۵/۸۴	۵/۷۹	۳/۱۲	۳/۷۸	۶/۱۵

جدول (۱) منافع مطالعات مهندسی ارزش در پروژه‌های بزرگ‌راهی آمریکا

در رسته‌ی مهندسی ارتش آمریکا نیز حدود ۴۹ سال است که مهندسی ارزش به صورت پیوسته در پروژه‌ها اعمال گردیده و منافع آن بیش از ۵ میلیارد دلار برآورد شده است. در مطالعات مهندسی ارزش انجام شده رسته‌ی مهندسی ارتش آمریکا صرفه‌جویی‌ها ۲۰ تا ۳۰ درصد بارها مشاهده شده است ولی در یکی پروژه‌ها که در رابطه با تثبیت دیواره‌ها یک رودخانه در تنسی انجام گردید، صرفه‌جویی کم سابقه ۶۳ درصدی مشاهده گردید (شکل (۱)).



US Army Corps
of Engineers

Value Engineering

Nashville District
Riverbank Stabilization at Moccasin Bend
Chattanooga, Tennessee



شکل (۱) کاربرد مهندسی ارزش در بهسازی بستر رودخانه تنسی

در ایران نیز مطالعه مهندسی ارزش طرح بازسازی و ارتقا ظرفیت اسکله‌های غربی بندر نوشهر از جمله مطالعات بسیار موفق مهندسی ارزش در سازمان بنادر و دریانوردی کشور است که درصد صرفه‌جویی این مطالعه ۵۰ تا ۷۰ درصد برآورد شده است.

مهندسی ارزش ابزاری است که با استفاده از یک تیم چند تخصصه در صدد دستیابی به گزینه‌هایی است که نسبت به طرح اولیه دارای برتری‌هایی چون کاهش هزینه، افزایش کیفیت، بهبود ایمنی، بهبود رضایت ذینفعان، بهبود ساخت‌پذیری و ... باشد. در مطالعه مهندسی ارزش بازسازی و ارتقاء ظرفیت اسکله‌های غربی بندر نوشهر تلاش شد هزینه‌های غیرضروری شناسایی شده و با ارتقاء خلاقیت و هم‌افزایی کارشناسان متخصص در کارگاه مهندسی ارزش، کارکردهای اصلی طرح مبنا با روش‌هایی با کیفیت بالاتر و هزینه کمتر ارضا شود.

مطالعه مهندسی ارزش طرح بازسازی و ارتقا ظرفیت اسکله‌های غربی بندر نوشهر

مهندسی ارزش روندی است که ذهن ما را برای ارائه ایده‌های جدید آماده می‌کند که این امر با شکستن محدودیت‌های تخیل تحقق می‌یابد. به منظور ارتقای سطح کیفیت یک طرح مهندسی و همچنین کاهش هزینه‌های غیرضروری آن، به تکنیک‌ها و ابزارهای مختلف نیاز داریم. خوشبختانه انعطاف‌پذیری متدولوژی ارزش این امکان را فراهم کرده است که این روش به صورت یک جعبه ابزار از چندین تکنیک مختلف، تفکر خلاق، توفان فکری، مدل هزینه و ...، برای نیل به اهداف خود استفاده کند. مراحل برنامه کار مهندسی ارزش شامل ۳ گام اصلی پیش‌کارگاه، کارگاه و پس‌کارگاه است.

مطالعه مهندسی ارزش طرح بازسازی و ارتقا ظرفیت اسکله‌های غربی بندر نوشهر از جمله مطالعات موفق مهندسی ارزش در سازمان بنادر و دریانوردی است. این مطالعه در زمانی شکل گرفت که طرح شرکت تهران برکلی برای این بازسازی ارائه و تصویب شده بود. با توجه به هزینه طرح و الزام سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی سابق مبنی بر لزوم انجام مطالعه مهندسی ارزش در پروژه‌های بیش از ۱۰۰ میلیارد ریال و نیز سیاست‌های سازمان مبنی بر استفاده از این ابزار مدیریتی، این پروژه برای انجام مطالعه مهندسی ارزش انتخاب گردید.

اهداف پروژه که در اینجا منظور و مقصود نهایی اجرای پروژه است، برای بازسازی اسکله‌های غربی بندر نوشهر به شرح زیر تعریف می‌گردد:

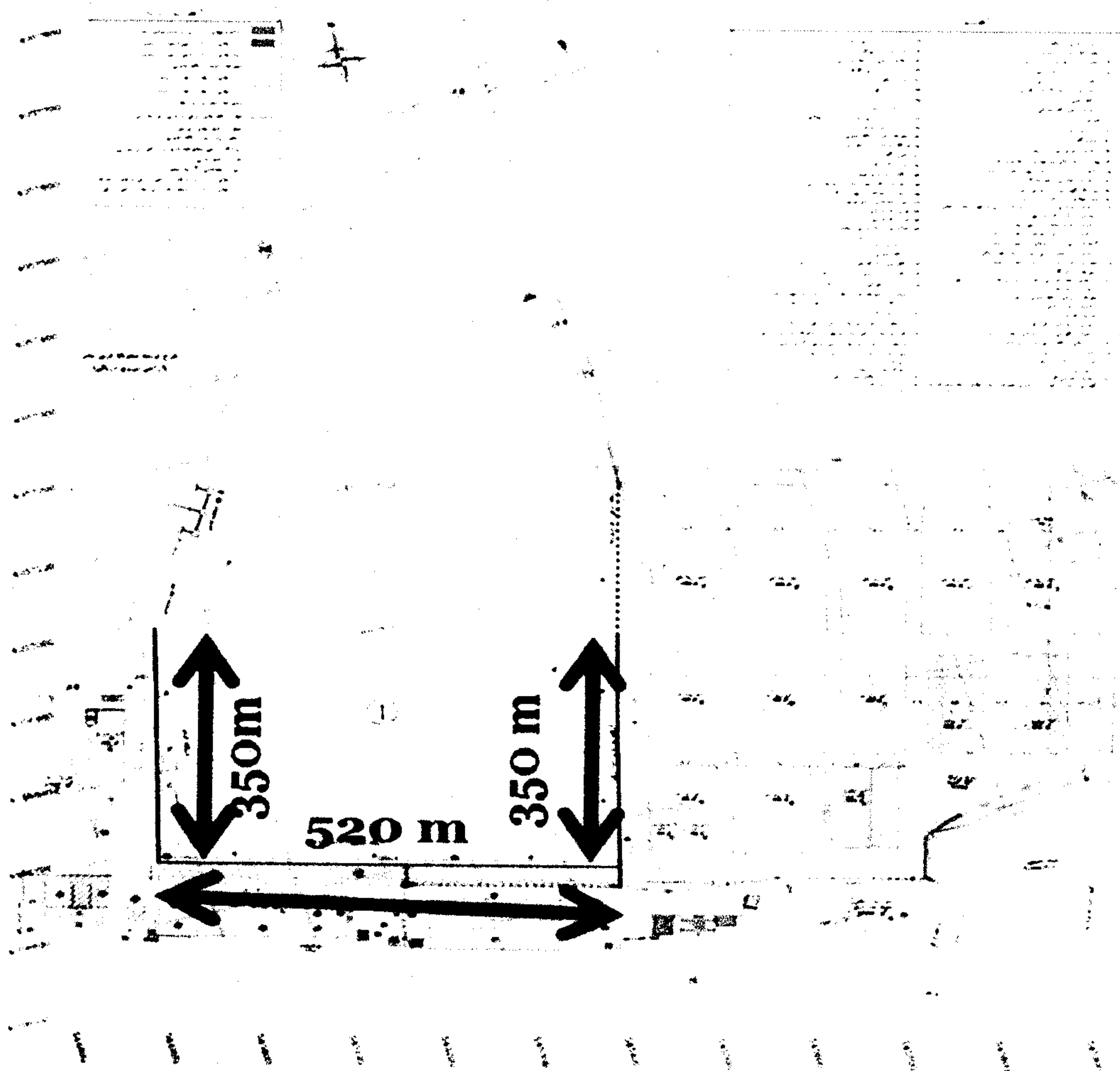
- حفظ ظرفیت اسمی اسکله غربی
 - افزایش ظرفیت در صورت امکان
 - امکان پذیرش شناورهای با تناژ بالاتر (بیش از ۵۰۰۰ تن)
 - امکان استفاده از جرثقیل‌های ریلی (تا حد امکان بکرای موجود)
- این مطالعه مهندسی ارزش با رویکرد افزایش و ارتقای کارکردهای پروژه، افزایش رضایت ذینفعان و کاهش هزینه دوره عمر پروژه آغاز شد.

ناحیه مورد مطالعه

بندر نوشهر بعنوان نزدیک‌ترین بندر تجاری کشور به پایتخت (۲۰۰ کیلومتر) از طریق چهار مسیر کندوان، هراز، فیروزکوه و جاده رشت - قزوین به مراکز مهم تجاری - صنعتی دسترسی دارد. با راه‌اندازی آزاد راه تهران - شمال این مسافت به ۱۲۰ کیلومتر کاهش خواهد یافت و بدین ترتیب به موقعیتی استثنایی در بهره‌برداری از توانمندی‌های ترانزیتی کریدور شمال - جنوب دست خواهد یافت.

بندر نوشهر در حال حاضر بهترین آبخور را در بین بنادر شمالی کشور داراست و در آینده نزدیک با توجه به بازسازی و توسعه اسکله‌های آن به آبخوری با عمق ۷/۵ متر دست خواهد یافت و با توجه به ورود کشتی‌هایی با ظرفیت بیشتر و کاهش قیمت تمام شده کالاها موقعیت ممتاز دیگری برای این بندر رقم خواهد خورد.

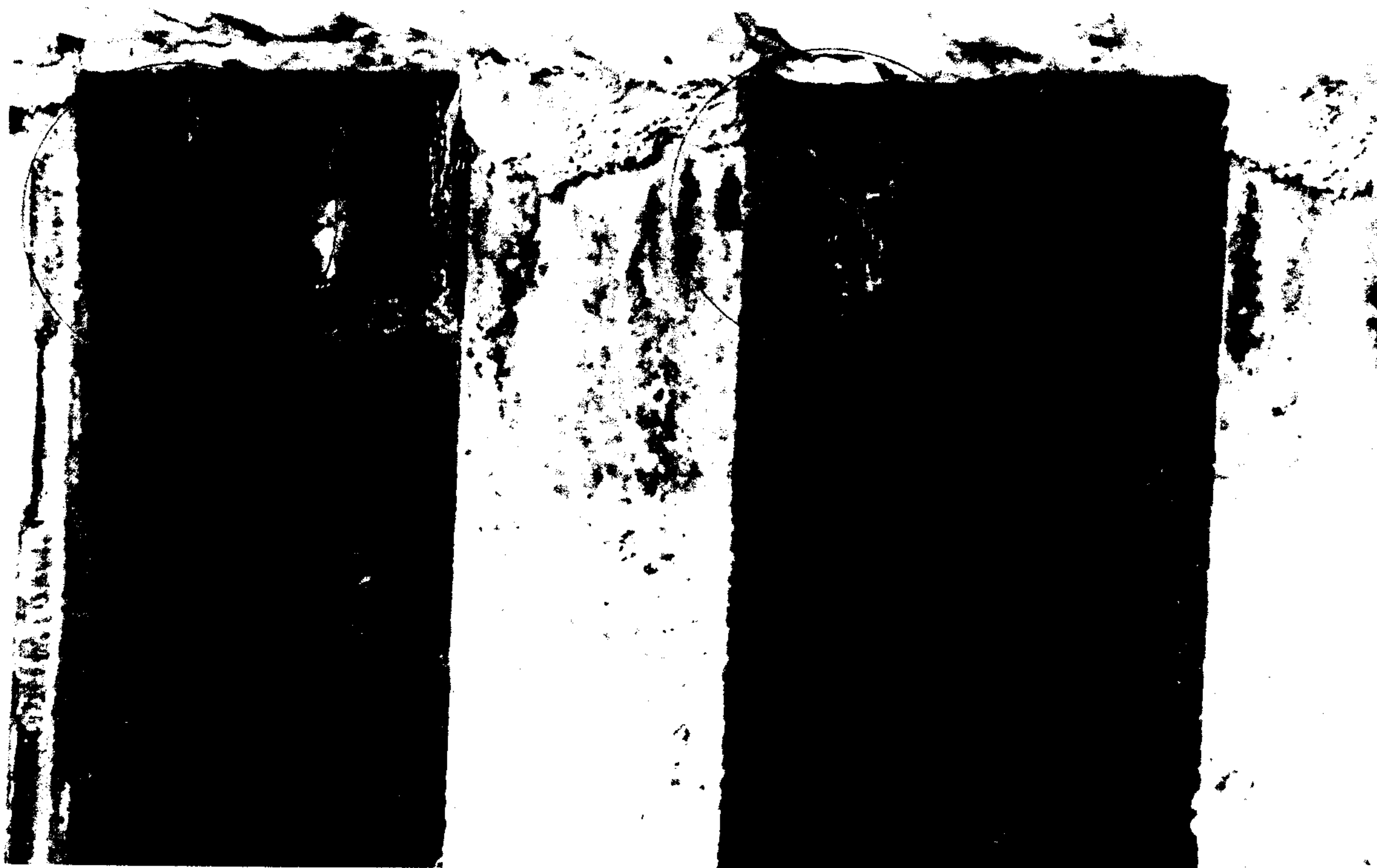
همچنین بندر نوشهر با توجه به اتصالات مستقیم به مخازن نفتی چالوس با حجم ذخیره‌ای ۶۵ میلیون لیتر، بیشترین حجم سوآپ فرآورده‌های نفتی را در شمال کشور به خود اختصاص داده است و تا ۱/۵ میلیون تن در سال قابل افزایش داشته است. دسترسی سریع به پایتخت، موقعیت استراتژیکی ایده‌آل، زمینه‌های مستعد سرمایه‌گذاری در بخش‌های تجاری و کشتیرانی و جاذبه‌های توریستی و تفریحی بی‌نظیر از یک سو و تبدیل بندر نوشهر به منطقه ویژه اقتصادی که از طرح‌های در دست اقدام سازمان بنادر می‌باشد از سوی دیگر، توجه ویژه سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی را به آن معطوف ساخته است.



شکل (۲) ناحیه مورد مطالعه

در این مطالعه طرح مبنای مورد نظر بر روی اسکله‌های غربی بندر نوشهر متمرکز است که طول آن ۳۵۰ متر می‌باشد. با توجه به پایان عمر مفید این اسکله‌ها و خوردگی شدید دیواره و در نتیجه افزایش ریسک بهره‌برداری از اسکله‌ها و از طرفی با توجه به طرح‌های آتی این بندر مبنی بر افزایش عمق آبخور بندر به ۷/۵ متر و نیز نیاز به نصب جرثقیل‌های جدید در

اسکله‌های غربی، طرح مطالعات مرحله اول و دوم بازسازی و افزایش ظرفیت اسکله‌های غربی از طرف اداره کل بنادر و دریانوردی استان مازندران به مهندسان مشاور تهران برکلی واگذار گردید.



شکل (۳) وضعیت فعلی اسکله‌های غربی

معرفی طرح مبنا

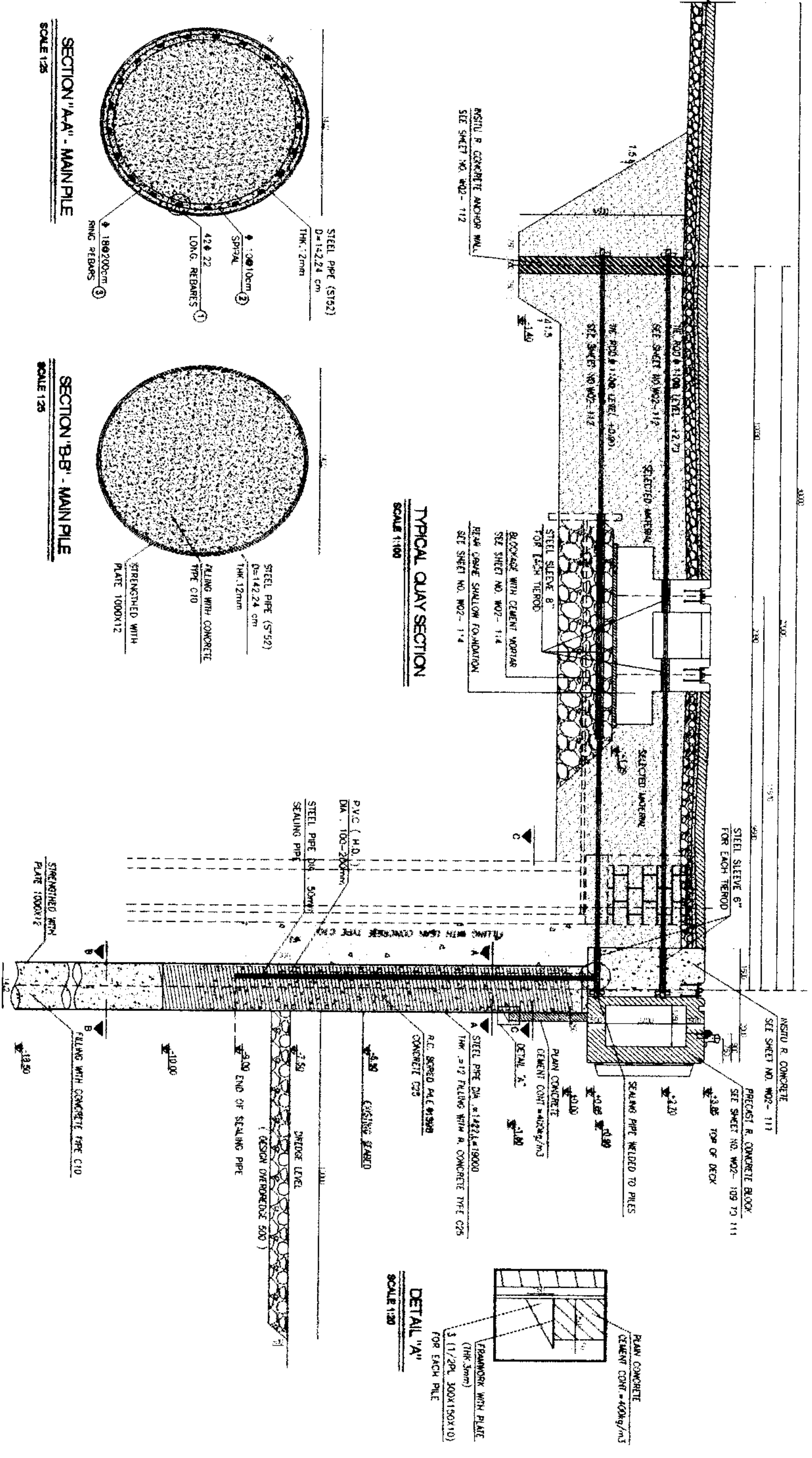
مطالعه مهندسی ارزش بازسازی اسکله‌های غربی بندر نوشهر در زمانی شکل گرفت که طرح شرکت تهران برکلی برای این بازسازی ارائه و تصویب شده بود. با ابلاغ شفاهی این مطالعه به مهندسان مشاور کریت‌کارآ، گردآوری اطلاعات و برنامه‌ریزی‌های اولیه برای دستیابی به اهداف مطالعه آغاز گردید. در جلسه‌ای در محل شرکت تهران- برکلی، اطلاعات داده‌ای پروژه دریافت شد. سپس در جلسه‌ای که با نمایندگان اداره کل مهندسی عمران سازمان بنادر و دریانوردی برگزار شد، چالش‌های طرح مرور شد و اطلاعات بیشتری از این پروژه دریافت گردید. همچنین فهرست تیم مناسب برای این مطالعه به پیشنهاد این اداره کل به دست آمد.

با توجه به تأکید کارفرما طرح مبنی بر استفاده از جرثقیل‌های بکرا و لحاظ کردن تأسیسات لازم برای استقرار آتی جرثقیل‌های طرح در پروژه بازسازی اسکله‌های غربی بندر نوشهر، مشاور طرح پیشنهاد کرده است که در اجرا اسکله‌های جدید غربی، از سیستم لوله‌های کنار هم به قطر حدود $1/4$ متر با مقاومت در برابر مقاومت خاک و پهلوگیری شناورها و انتقال بار ریل جلویی جرثقیل به خاک استفاده شود. بنابراین لوله‌های کنار هم اجرا شده در دیواره اسکله علاوه بر تحمل بارهای جانبی

ناشی از فشار خاک، نیروی مهار شناور و پهلوگیری شناورهای، تحت اثر بارهای محوری ناشی از ریل رو به دریای جرثقیل‌ها است.

این روش به علت حذف یک ردیف شمع عمیق زیر ریل جلویی (رو به دریا) جرثقیل و عدم نیاز به برچیدن اسکله موجود، نسبت به گزینه‌های دیگر اقتصادی‌تر است.

مقطع عمومی از این گزینه به صورت شماتیک در شکل زیر نشان داده شده است.



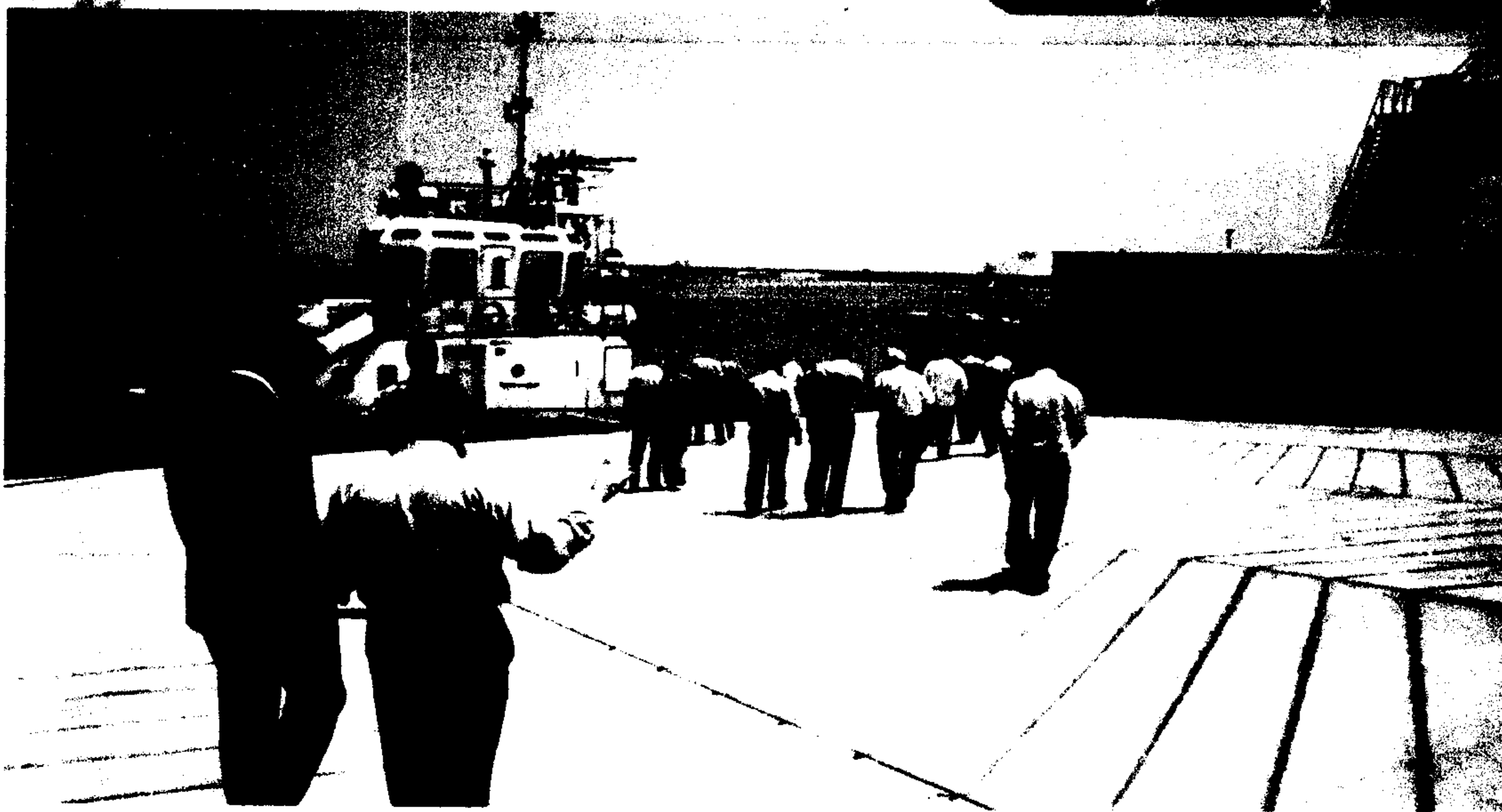
شکل (۳) جزئیات طرح مینا

روش مطالعه مهندسی ارزش

روش مطالعه مهندسی ارزش تکنیکی است ساختاریافته که با بهره‌گیری از یک تیم چندتخصصه و خلاق در جهت تحلیل کارکردهای یک محصول، خدمات یا سیستم با هدف برآورده کردن کارکردهای مورد نیاز با هزینه طول عمر پایین‌تر و با حفظ یا ارتقاء آنچه ارزش دارد، (همچون کارایی، قابلیت اطمینان، قابلیت نگهداری و تعمیرات، زیبایی و غیره) اقدام می‌نماید.

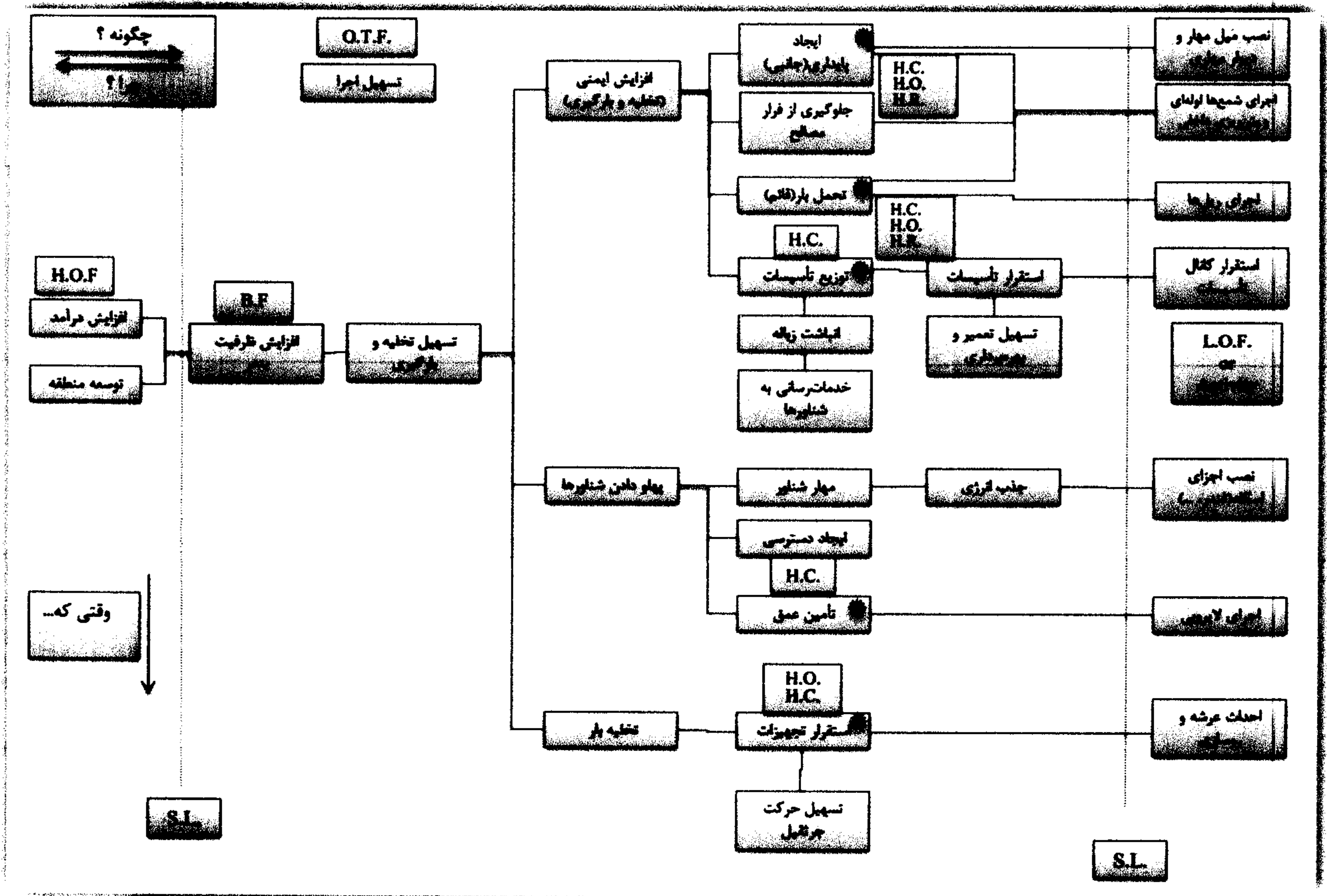
مراحل انجام مطالعات ارزش شامل پیش کارگاه، کارگاه و پس کارگاه می‌باشد. گام پیش کارگاه شامل شناخت پروژه، جمع‌آوری اطلاعات و انتخاب تیم مهندسی ارزش است که همزمان با شروع مطالعه و برگزاری جلسات آغاز می‌شود. گام کارگاه خود شامل فاز اطلاعات، تحلیل کارکرد، خلاقیت، ارزیابی (قضاوت) و توسعه می‌باشد.

در این مطالعه در فاز اطلاعات ابتدا سیمای کلی طرح توسط مشاور ارابه و مورد پرسش و پاسخ تیم قرار گرفت، سپس بازدید از محل بندر و اسکله‌ها انجام گرفت و شرایط محلی، تجهیزات موجود، نوع مسأله، وضعیت فعلی و ... مورد توجه قرار گرفت.



شکل (۵) بازدید اعضای تیم از ناحیه مورد مطالعه

پس از آن در فاز تحلیل کارکرد پس از ایجاد شناخت کامل تیم از طرح، نمودار تحلیل کارکرد (شکل شماره ۵) طرح با دیدگاه جزء به کل ترسیم می‌گردد. در این مرحله کارکردهای پر هزینه (HC)، پر ریسک (HR) و پر فرصت (HO) انتخاب خواهند شد. در فاز خلاقیت تعداد زیادی گزینه و ایده در جهت ارضای کارکردهای منتخب ارائه می‌گردد.



شکل (۶) نمودار تحلیل کارکرد

در ادامه مطالعه حاضر در فاز خلاقیت در مجموع ۱۹۵ ایده برای ۵ کارکرد تحمل بار، ایجاد پایداری، استقرار تجهیزات، توزیع تأسیسات و تأمین عمق ارائه شد. در فاز خلاقیت مدت زمانی در حدود ۱ تا ۲ دقیقه به اعضای تیم مهندسی ارزش داده شد تا ایده های تازه و روش های نوآورانه ای در جهت تأمین کارکردهای منتخب ارائه کنند. در این مرحله که به نام طوفان فکری نیز خوانده می شود، ایده ها ارزیابی نشده و مورد قضاوت قرار نمی گیرند، به طوری که حتی ایده های خارج از قاعده و عرف مهندسی و عمرانی نیز ثبت شده تا در مراحل بعدی بازبینی شوند. سپس فاز ارزیابی آغاز شده و مزایا، معایب و امکان پذیری ایده ها مورد بحث قرار گرفتند. در نهایت پس از ارائه معیارهای ارزیابی و امتیاز هر یک از آنها، ۱۹ ایده تحت نام پیشنهادیه انتخاب شدند تا با دقت توسعه یافته و مورد بررسی قرار گیرند.



شکل (۷) فاز ارزیابی

در گام پس کارگاه، پیشنهادیه‌ها تکمیل و در صورت لزوم، سناریوها و یا گزینه‌هایی از ترکیب آن‌ها تولید و با توجه به نظرات تیم تخصصی و با استفاده از معیارهای ارزیابی و لحاظ نمودن اثرات اقتصادی ایده‌ها، شاخص ارزش برای هر یک محاسبه و نتایج کار به ترتیب شاخص ارزش برای سازمان بنادر و دریانوردی در فاز ارایه، توصیف گردید.



شکل (۸) فاز توسعه-گام پس کارگاه

نتایج

برای مقایسه گزینه‌های مختلف، پس از محاسبات مربوط به دوره عمر هر گزینه، شاخص ارزش گزینه‌ها محاسبه گردید. شاخص ارزش عبارت است از:

$$\text{شاخص ارزش} = \frac{\text{کارکرد} * \text{کیفیت}}{\text{هزینه}}$$

با گزینش گزینه‌ها و حذف گزینه‌های دارای امتیاز کیفی کمتر از ۵، با توجه به ترکیب کلی گزینه‌ها، تعداد ۱۰ گزینه منتخب شکل گرفت. گزینه‌های برتر از دید تیم مهندسی ارزش براساس سه دیدگاه شکل گرفته بود که تعدادی ایده نماینده این دیدگاه‌ها بود:

- دیدگاه امکان جابجایی جرثقیل بکرا به اسکله جنوبی بر اساس کاهش حجم عملیات در اسکله غربی
- دیدگاه امکان ترمیم اسکله غربی به جای بازسازی
- دیدگاه تغییرات ساختاری بر روی سازه جرثقیل برای کاهش میزان تغییر در اسکله تازه تعمیر جنوبی

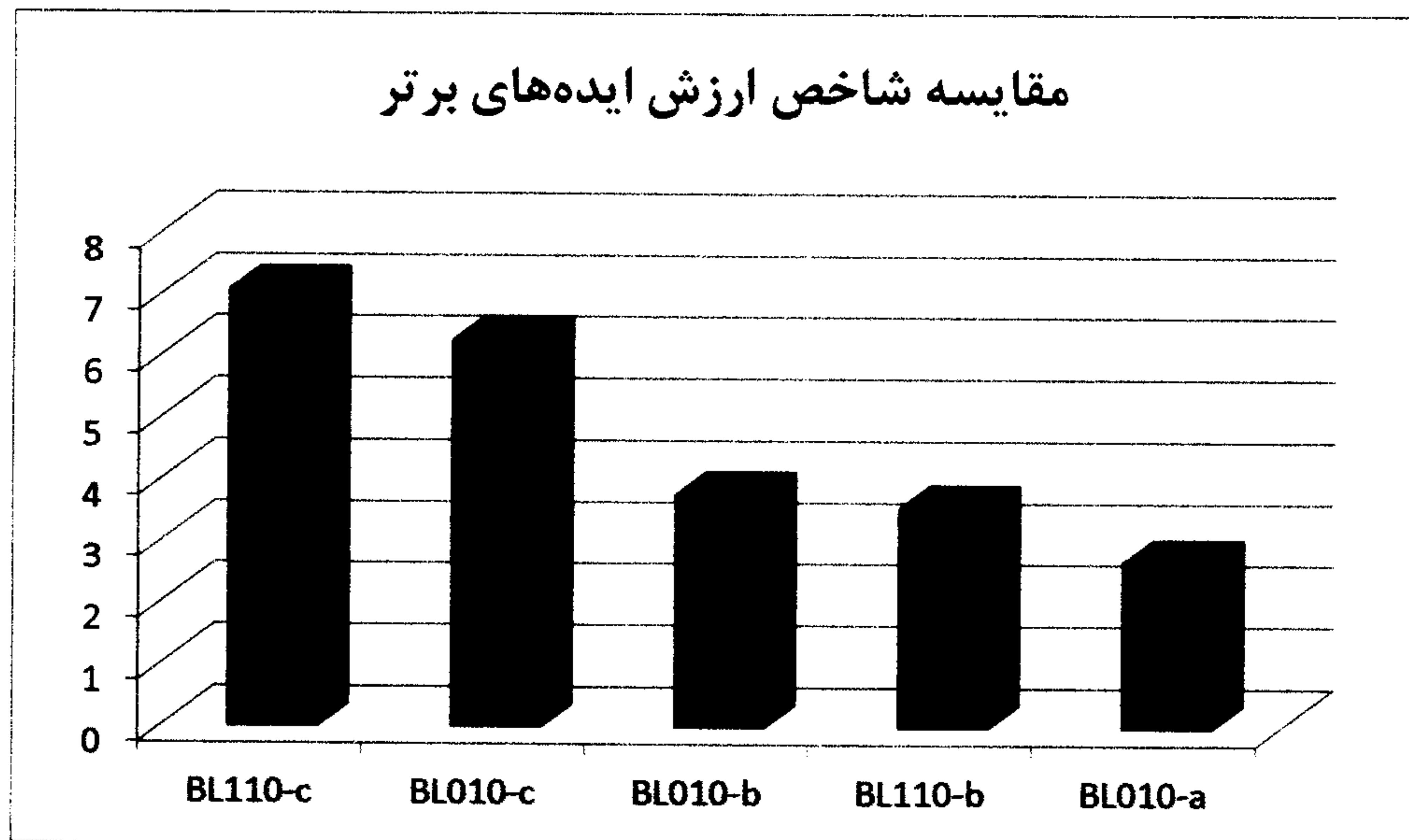
گزینه‌های بعدی نیز به تدریج از این دیدگاه‌های کلی فاصله گرفتند و به سمت شیوه‌های اجرای کم‌هزینه‌تر برای بازسازی اسکله غربی متمایل شدند، تا جایی که آخرین گزینه‌ها از نظر اولویت‌بندی عملاً تغییرات کمی را در شیوه اجرا یا سازه اسکله غربی پیشنهاد می‌کردند.

با توجه به تصمیم‌های راهبردی در خصوص مسائل فوق در این پروژه از جمله انتقال یا عدم انتقال جرثقیل بکرا به اسکله جنوبی، ترمیم یا بازسازی و تغییر یا عدم تغییر در سازه جرثقیل‌ها، تصمیم‌گیری در بین این گزینه‌ها بر اساس جدول زیر ممکن خواهد بود. در صورت عدم وجود تصمیم خاص در این پروژه نیز می‌توان به ترتیب شاخص ارزش بالاتر، انتخاب گزینه برتر را انجام داد.

به این ترتیب پنج گزینه منتخب با توجه به امتیاز کیفی و شاخص ارزش عبارتند از:

اولویت	کد	گزینه‌ها / تصمیم‌های کلیدی	انتقال جرثقیل‌های بکرا پس از تغییر span به اسکله‌های جنوبی و ترمیم اسکله غربی به روش قالب‌بندی، آرماتوربندی و بتن‌ریزی در پیشانی	انتقال جرثقیل‌های بکرا به اسکله‌های جنوبی و ترمیم اسکله غربی به روش قالب‌بندی، آرماتوربندی و بتن‌ریزی در پیشانی	انتقال جرثقیل‌های بکرا به اسکله‌های جنوبی و ترمیم اسکله غربی به روش شمع و تیر عرضی بتنی	انتقال جرثقیل‌های بکرا به اسکله‌های جنوبی و بازسازی اسکله غربی به روش شمع فولادی و میل‌مهاری	انتقال جرثقیل‌های جنوبی	انتقال جرثقیل بکرا به اسکله‌های جنوبی	بازسازی اسکله غربی، انتقال جرثقیل بکرا به اسکله‌های جنوبی	بازسازی اسکله غربی، انتقال جرثقیل بکرا به اسکله‌های جنوبی بعد از تغییر در جرثقیل‌ها	بازسازی اسکله‌های غربی بدون انتقال جرثقیل‌های بکرا	امتیاز کیفی با فرض ۵ برای طرح مبنا	صرفه‌جویی دوره عمر (ساخت + بهره‌برداری) به میلیارد ریال	شاخص ارزش با فرض (یک) برای طرح مبنا
۱	BL۱۱۰-c		انتقال جرثقیل‌های بکرا پس از تغییر span به اسکله‌های جنوبی و ترمیم اسکله غربی به روش قالب‌بندی، آرماتوربندی و بتن‌ریزی در پیشانی	انتقال جرثقیل‌های بکرا به اسکله‌های جنوبی و ترمیم اسکله غربی به روش قالب‌بندی، آرماتوربندی و بتن‌ریزی در پیشانی	انتقال جرثقیل‌های بکرا به اسکله‌های جنوبی و ترمیم اسکله غربی به روش شمع و تیر عرضی بتنی	انتقال جرثقیل‌های بکرا به اسکله‌های جنوبی و بازسازی اسکله غربی به روش شمع فولادی و میل‌مهاری	انتقال جرثقیل‌های جنوبی	انتقال جرثقیل بکرا به اسکله‌های جنوبی	بازسازی اسکله‌های غربی، انتقال جرثقیل بکرا به اسکله‌های جنوبی	بازسازی اسکله غربی، انتقال جرثقیل بکرا به اسکله‌های جنوبی بعد از تغییر در جرثقیل‌ها	بازسازی اسکله‌های غربی بدون انتقال جرثقیل‌های بکرا	۶.۱۹	۳۱۷	۷.۰۸
۲	BL۱۰۰-c			انتقال جرثقیل‌های بکرا به اسکله‌های جنوبی و ترمیم اسکله غربی به روش قالب‌بندی، آرماتوربندی و بتن‌ریزی در پیشانی	انتقال جرثقیل‌های بکرا به اسکله‌های جنوبی و ترمیم اسکله غربی به روش شمع و تیر عرضی بتنی							۵.۴۹	۳۱۷	۶.۲۶
۳	BL۱۰۰-b			انتقال جرثقیل‌های بکرا به اسکله‌های جنوبی و ترمیم اسکله غربی به روش شمع و تیر عرضی بتنی	انتقال جرثقیل‌های بکرا به اسکله‌های جنوبی و ترمیم اسکله غربی به روش شمع و تیر عرضی بتنی							۶.۵۶	۲۵۰	۳.۷۷
۴	BL۱۱۰-b			انتقال جرثقیل‌های بکرا به اسکله‌های جنوبی و ترمیم اسکله غربی به روش شمع و تیر عرضی بتنی	انتقال جرثقیل‌های بکرا به اسکله‌های جنوبی و ترمیم اسکله غربی به روش شمع و تیر عرضی بتنی							۶.۱۹	۲۵۰	۳.۵۶
۵	BL۱۰۰-a				انتقال جرثقیل‌های بکرا به اسکله‌های جنوبی و ترمیم اسکله غربی به روش شمع و تیر عرضی بتنی							۶.۷۸	۱۹۰	۲.۶۹

جدول (۳) امتیاز کیفی، صرفه‌جویی هزینه دوره عمر و شاخص ارزش گزینه‌ها به ترتیب اولویت



(نمودار شماره ۱) نمودار مقایسه شاخص ارزش ۵ پیشنهادیه برگزیده

با توجه به اینکه طراحی طرح مبنا با فرض استقرار جرثقیل‌های بکرا بر روی اسکله‌های غربی انجام گرفته لذا با تغییر رویکرد و توسعه ایده‌هایی که استقرار این جرثقیل‌ها را بر روی اسکله‌های جنوبی پیشنهاد می‌کردند، گزینه‌هایی به دست آمد که در آنها درصد بالایی از هزینه دوره عمر طرح مبنا صرفه‌جویی شد.

با توجه به اینکه هزینه دوره عمر طرح مبنا ۳۸۴ میلیارد ریال برآورد شده و با عنایت به جدول شماره ۱، پنج گزینه برتر ۴۹ تا ۸۲ درصد صرفه‌جویی در بر دارند. همچنین شاخص ارزش ۱۷۰ تا ۶۰۰ درصد افزایش داشته که رقم غیرمنتظره‌ای در مطالعات مهندسی ارزش محسوب می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

روش‌های مدیریتی می‌تواند با استفاده از خرد جمعی موجود در متخصصان مستقل و کاربران از خلاقیت و پتانسیل‌های کلیه ذی‌نفعان پروژه‌های عمرانی در جهت استفاده‌های بهینه از منابع محدود و بهبود کیفیت زیست و توسعه پایدار استفاده نماید. در حقیقت ایده‌های بسیاری از متخصصین می‌تواند در بستر روش‌های مدیریتی در ساختار پروژه‌ها جاری گردد. مطالعه مهندسی ارزش طرح بازسازی و ارتقا ظرفیت اسکله‌های غربی بندر نوشهر که درصد صرفه‌جویی آن ۵۰ تا ۷۰ درصد برآورد شده است از جمله موفق‌ترین مطالعات مهندسی ارزش در ایران بوده‌است. طی روند این مطالعه ایده‌های نوین و منحصر به فردی در زمینه

ارضای هرچه بهتر اهداف پروژه مطرح شد. این ایده‌ها پس از توسعه و بررسی‌های مشاور ارزش به کارفرما ارائه شده تا در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی مورد بررسی قرار گیرند.

سپاسگزاری:

از کلیه اعضای تیم مهندسی ارزش طرح بازسازی و ارتقا ظرفیت اسکله‌های غربی بندر نوشهر برای تلاش تیمی، خلاقانه و هم‌افزایانه‌شان تقدیر می‌گردد:

ردیف	نام	نام خانوادگی	تخصص
۱	منصور	بیات	ترمیم سازه‌های دریایی
۲	موسی	بهزادی	بهره‌برداری
۳	علی اصغر	حاج‌زمانی	ساخت پروژه‌های دریایی
۴	حمیدرضا	حسن‌لی	طراحی سازه‌های دریایی
۵	شهرام	حیدری	طراحی سازه‌های دریایی
۶	آیت	رضازاده	سازه‌های دریایی
۷	مهدی	رضوی	ارزش
۸	مهدی	زارع شحنه	تجهیزات
۹	محمدعلی	شریفیان	بهره‌برداری
۱۰	موسی	صالحی‌نژاد	تجهیزات
۱۱	غلامرضا	فضایی	طراحی سازه‌های دریایی
۱۲	پویا	قلی‌پور	ارزش
۱۳	علی	کبیری	ارزش
۱۴	شایان	کوچکیان صبور	سازه‌های دریایی
۱۵	علی	کوروش‌نیا	سواحل و بنادر
۱۶	هانیه	محمدی‌مقدم	ارزش
۱۷	محسن	مصطفایی	بهره‌برداری
۱۸	افشین	مهرداد	بهره‌برداری
۱۹	علی	میرزاعسگری	سازه‌های دریایی

مراجع

۱. گزارش مطالعات مرحله اول بازسازی و ارتقاء ظرفیت اسکله‌های غربی بندر نوشهر، تهیه شده توسط مهندسان مشاور تهران برکلی، آبان‌ماه ۱۳۹۰
۲. گزارش مطالعات مرحله دوم بازسازی اسکله‌های غربی بندر نوشهر، تهیه شده توسط مهندسان مشاور تهران برکلی، تیرماه ۱۳۹۱
۳. ارائه طرح بازسازی و ارتقاء ظرفیت اسکله‌های غربی بندر نوشهر، اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۲
۴. مستندات جلسه پیش‌کارگاه، کارگاه و پس‌کارگاه مهندسی ارزش بازسازی اسکله‌های غربی بندر نوشهر، سازمان بنادر و دریانوردی، خردادماه تا مردادماه ۱۳۹۲
۵. گزارش نهایی مطالعات مهندسی ارزش بازسازی اسکله‌های غربی بندر نوشهر، شرکت مهندسان مشاور کریت کارآ، ۱۳۹۲
۶. امامی کامران (۱۳۸۶)، هم‌افزایی روش‌های نوین مدیریت ساخت در پروژه‌های آبی، مجموعه مقالات دومین کنفرانس تجربه‌های ساخت تاسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی.
۷. انجمن مقامات بزرگراه‌های آمریکا (آشتو) (۱۳۸۴) "پیاده‌سازی مهندسی ارزش"، مترجمان کامران و کورش امامی، پروژه پیاده‌سازی مهندسی ارزش در وزارت راه و ترابری.

۸. Dell'Isola, Alphonse.J. (۱۹۸۸), Value Engineering In The Construction Industry, Smith, Hinchman & Grylls, USA.
۹. Emami, K., et al. (۲۰۰۵), "Creative Harmony with Floodwaters by Value Engineering ", Proceeding of Kuwait First International Conference of Value Engineering.
۱۰. Hannan, D., Enhancing Projects Value By Enhancing & Expanding Our Professionals Skills", The proceeding of the first Kuwait International Conference on Value Engineering, ۲۰۰۴.
۱۱. Martyn R. Phillips (۱۹۹۸), "Challenging the Project Management Paradigm; Integrating Strategic Value with Project Development & Execution ", SAVE Proceeding.
۱۲. Miles, Lawrence D. (۱۹۷۲), "Techniques of Value Analysis and Engineering", New York, McGraw-Hill Book Company.
۱۳. Mohammad T.R.A., "Value Engineering Applications in Civil Engineering Constructions", The proceeding of the first Kuwait International Conference on Value Engineering, ۲۰۰۴.
۱۴. Park, R (۱۹۹۹), "Value Engineering, a Plan for Invention", CRC Press.
۱۵. USBR Value Engineering Guidance Handbook.
۱۶. Zimmerman (۱۹۸۸), L.W., "Value Engineering, A Practical Approach for Owners, Designers and Contractors", CBS Publishers.
۱۷. Mukhopadhyaya Anil Kumar (۲۰۰۹) "Value Engineering Mastermind: From Concept to Value Engineering Certification", Response Books.