



سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.



سازمان بنادر و دریانوردی



نظام مدولار در طراحی ترمینالهای بندری

شیوا حکمتی - کارشناس ارشد معماری - دانشگاه تهران

شاهرخ زندی - کارشناس ارشد معماری - دانشگاه تهران

چکیده

مشخصه مهم در طراحی ترمینالها، برقراری توازن بین ظرفیت‌های ارتباطی داخلی بخشهای مختلف بندر، در روند حرکت کالا از کشتی؛ به اسکله، به محوطه نگهداری، به دروازه خروجی و نهایتاً به شبکه حمل و نقل داخلی می‌باشد. اما عوامل مختلف از قبیل اختلاف بین ظرفیت حمل و نقل دریایی و زمینی، نیاز به انبار کالا و مرکزیت بازرگانی بندر، لزوم طراحی محوطه‌هایی در بندر را جهت نگهداری کالا ایجاب می‌نماید. جهت افزایش کارایی این محوطه، صرفه‌جویی در زمان جابجایی و بهره‌برداری بهینه، طراحی مدولار ترمینالهای بندری و محوطه‌های نگهداری کالا، توصیه می‌شود. در این مقاله، با توجه به ویژگی‌های نظام حمل و نقل و نیازهای کنونی کشور به بررسی نظام مدولار طراحی، لزوم آن، معیارها و مبانی طراحی مدولار، انواع آن و اجزای شکل‌گیری آن، پرداخته شده و در پایان مقاله، نمونه‌ای موردی در بندر امام خمینی، ارائه می‌گردد.

ICOPMAS

مقدمه

تحولات سریع تکنولوژی، در حمل و نقل دریایی و ترکیب سیستم‌های جابجایی (زمینی، هوایی، دریایی) با یکدیگر و در نتیجه ایجاد وابستگی شدید بین این سیستم‌ها، تحولی عظیم (متناسب با روند جدید عملیات حمل و نقل کالا) در مسایلی نظیر: استاندارد شدن بسته‌های کالا برای جابجایی راحت‌تر و سریع‌تر، پیشرفت وسایل نقلیه مخصوص حمل و جابجایی کالا، تجهیز انبارها و ترمینالها به تأسیسات و تجهیزات مخصوص حمل و نگهداری کالا و طراحی و ساخت کشتی‌های مخصوص، ایجاد نموده که مستقیماً بر عملکرد و کاربرد بنادر، تأثیر می‌گذارد. بازتاب این تحولات در بنادر، سبب افزایش سرعت جابجایی کالا، اصلاح روشهای عملیاتی، تسهیل دسترسی‌ها، فراهم آوردن امکان اتوماسیون ترمینالها و شیوه‌های جدید جابجایی بسته‌های کالا، شده است.

تغییرات ناشی از پیشرفتهای حمل و نقلی، بر عملکرد متداول بنادر، طراحی، اجرا، عملیات بهره‌برداری از آنها و سیستم‌های حمل و نقلی، تأثیر خواهد گذاشت. همچنین این پیشرفت‌ها، در طراحی بندر و جانمایی کاربری‌های آن، مفاهیم جدیدی را معرفی نموده‌اند که موقعیت حمل و نقل دریایی را به عنوان بخشی از کل نظام پیچیده توزیع و حمل و نقل کالا، به طور واقع بینانه‌تری مشخص می‌نمایند. اما شکل‌گیری و عملکرد بسیاری از بنادر موجود کشور، بر پایه

شیوه‌های بهره‌برداری قدیمی، استوار بوده و افزایش بازده آنها، منوط به ایجاد تغییراتی منطبق بر تحولات و پیشرفت‌های آتی و یا ایجاد سیستمی انعطاف‌پذیر - که بتواند پذیرای تحولات و پیشرفت‌های آتی شود - می‌باشد. در صورتیکه به سرعت در این رابطه چاره‌اندیشی نشود، بازتاب اقتصادی این سیستم‌های منسوخ شده، بر بخش عمده‌ای از فعالیت‌های اقتصادی - تجاری و در نتیجه، بر توسعه اقتصادی کشور و رقابت تجاری بین بنادر، تأثیرات نامطلوب زیادی خواهند گذاشت.

امکان پیشبرد و ایجاد تحولات اساسی در کل سیستم حمل و نقل داخلی، مستلزم صرف هزینه و زمان زیادی می‌باشد. با بهره‌گیری از راه‌حل‌های جدید، رعایت اولویت‌بندی عناصر و اجزا مختلف (بخصوص اجزایی که با نظام حمل و نقل بین‌المللی، عملکرد متقابل^۱ مستقیم دارند)، می‌توان سیستم را با پیشرفت‌های فنی جدید، متناسب نمود.

معرفی سیستم مدولار در شبکه حمل و نقل داخلی و ترمینال‌های بندری، از جمله شیوه‌های مؤثر در این جهت می‌باشد. این سیستم در مراحل ابتدایی بهره‌برداری، با تسهیل و تقویت مأموریت بندر و در مراحل بعدی در ظرفیت بهره‌وری نهایی، با ایجاد تحول اساسی در عملکرد بندر، می‌تواند نقش مؤثری در بهبود کارایی بندر ایجاد نماید. هدف بیشتر بررسی‌هایی که تاکنون در مورد جریان کالا در بنادر انجام شده، پیدا کردن راه‌حل‌های زیربنایی و راهکارهای درازمدت، در مورد هر یک از اجزاء نظام بوده است. در این بررسی آرایه طرح‌هایی با قابلیت اجرای سریع، بدون نیاز به تغییرات بنیادی نظام، مورد نظر بوده است. شیوه طراحی و برنامه‌ریزی، از دوروند حرکت از کل به جزء (با مطالعه کل سیستم حمل و نقل و تعیین ظرفیت بندر و ترمینال‌های آن) از یک سو و حرکت از جزء به کل (با مطالعه و طراحی ترمینال‌های انواع کالا، شبکه‌های دسترسی و زیرساختی و ترکیب آنها) از سوی دیگر، تشکیل شده است.

۱ - لزوم طراحی مدولار

۱-۱ - مأموریت بندر

همچنان که بنادر، مراحل سیر تکامل و توسعه را می‌پیمایند، نوعی گرایش نسبت به کناره‌گیری و عقب‌نشینی از مراکز شهری و ازدحام را نیز به همراه دارند، زیرا با کمبود زمین در اطراف خود، فضای لازم برای پاسخگویی به نیازهای روزافزون متقاضیان خود (یعنی شرکتهای کشتیرانی و حمل و نقلی)، تنوع رو به تزاید تجارت و تکنولوژی و همچنین طرح‌های توسعه را نخواهند داشت^۲. پیش‌بینی شیوه‌ها و راه‌حل‌های جدید در رفع مشکلات بنادر موجود و یا طراحی بنادر جدید مبتنی بر آنها، امکان جوابگویی به مشکلات موجود و نیازهای متقاضیان را فراهم می‌آورد اما آرایه این شیوه‌ها، تنها با شناخت مأموریتها و عملکردهای متنوع بندر، امکان‌پذیر می‌باشد.

مأموریت بندر، صرفاً آرایه خدماتی مستقل و مجزا نمی‌باشد، بلکه بندر به‌عنوان حلقه‌ای از زنجیره ارتباطات حمل و نقلی محسوب می‌شود که برای انتقال کالا از مبدأ به مقصد، شکل گرفته است. عملکرد بندر در حالت ایده‌آل، تأمین جریان پیوسته و مداوم بین ترابری‌های دریایی، با ترابری‌های زمینی یا رودخانه‌ای می‌باشد.

1 - Interface

۲- ر.ک. تحلیلی بر انواع مدیریت، ساختار سازمانی و مالکیت در بنادر دنیا، بندر و دریا، شماره ۶۱-۶۰، روابط عمومی و بین‌المللی سازمان بنادر و کشتیرانی، آذر و دی ماه ۱۳۷۵، امراتی، بهروز.

انتقال کالا از کشتی به وسایل ترابری زمینی و بالعکس، ممکن است توأم با عملیات بازرگانی باشد، که در این صورت بندر، مرکزیت تجارتي نیز خواهد داشت و برای حفظ کالاها، به تأسیسات ویژه‌ای (از قبیل انبارهای کافی، مناسب و مجهز به دستگاههای تهویه و سردخانه و...) نیاز دارد. به دلیل وجود اختلاف بین حمل و نقل زمینی و دریایی، از نظر ظرفیت حمل کالا و میزان جابجایی کالا در واحد زمان و همچنین مشکل برنامه‌ریزی دقیق حمل و نقلی، تبادل مستقیم و پیوسته کالا بین این دو شیوه حمل و نقلی، به ندرت صورت گرفته و مشکل انبار کردن و رسوب کالا در بندر، پیش می‌آید.

۱-۲ - برنامه‌ریزی عملکردی ترمینالهای بندری

در برنامه‌ریزی عملکردها و کاربری ترمینالها، باید موارد زیر مد نظر قرار گیرند:

- جوابگویی به نیازهای کنونی بندر، در جهتی که بار عملیات، کاهش یابد.
 - پیش‌بینی نیازهای آتی بندر، در صورتی که روند کنونی ادامه یابد.
 - برنامه‌ریزی و پیش‌بینی عملکردهایی که بندر، در جهت تسهیل امور و افزایش کارایی، در آینده می‌تواند بپذیرد.
- اولین اقدام در این راستا، مطالعه و بررسی کلیه اطلاعات موجود در رابطه با بندر، اعم از مطالعات اقتصادی، پیش‌بینی جریانهای آتی حمل و نقلی، روند تحولات فنی و اقتصادی، مطالعات طرحهای قبلی، جمع‌آوری اطلاعات در رابطه با ابنیه و تأسیسات موجود و... می‌باشد. هدف اصلی از انجام این بررسی‌ها، تعیین ظرفیت و خدمات لازم در بندر و ترمینالهای بندری وابسته، برای سرمایه‌گذاری متناسب در هر بخش می‌باشد.

۱-۳ - معیارهای طراحی

طراحی و برنامه‌ریزی ترمینالهای بندری نوین، در جهت کمک به عملکرد بندر و کاهش بار عملیات آن ضروری به نظر می‌رسد. طراحی و برنامه‌ریزی ترمینالها، با توجه به هزینه بالای طراحی، برنامه‌ریزی و اجرای آن در بندر، بر مبنای معیارهای زیر انجام می‌شوند:

۱-۳-۱ - انعطاف‌پذیری رسیدن به الگوی بهینه بهره‌برداری، با توجه به محدودیت اطلاعات آماری در رابطه

با اقتصاد خرد و کلان کشور، مشکل به نظر می‌رسد. به دلیل پیش‌بینی و ارزیابی تقریبی و جامع از عملکرد ترمینالهای بندری، توصیه می‌شود که برای برنامه‌ریزی و شکل‌گیری عملکردها در ترمینالهای بندری، سیستم انعطاف‌پذیری اتخاذ گردد. تأمین این انعطاف‌پذیری، در دو زمینه زیر باید صورت گیرد:

- انعطاف‌پذیری در نظام قرارگیری و جانمایی کلی کاربری‌ها، جهت تطبیق با تحولات و تغییرات اقتصادی - اجتماعی یا عملیاتی بندر، در کوتاه مدت، بلندمدت و حتی حین انجام عملیات ساخت و ساز.
- انعطاف‌پذیری در معیارهای طراحی، که جهت تأمین این انعطاف‌پذیری، موارد زیر باید رعایت گردند:

- سازه‌ها و بناهای ثابت (نظیر انبارهای نگهداری کالا و...)، تا زمانی که لزوم ساخت آنها به‌طور کامل و مطلق مشخص نشود، نباید ساخته شوند.

- تا حد امکان، باید فضاهای باز را عریض و وسیع نگه داشت.

- نحوه نگهداری و جابجایی کالا در آینده، باید پیش‌بینی و در طراحی، مدنظر قرار گیرد.

- امکان افزایش ظرفیت بناها و زیرساختهای موجود و طراحی شده، در بلندمدت وجود داشته باشد.

— فضا‌هایی در مجاورت کاربری‌های پیشنهادی، جهت توسعه آتی در نظر گرفته شوند.

— شبکه زیرساختی انعطاف‌پذیری، متناسب با الگوهای متنوع جانمایی، طراحی شود.

۱-۳-۲ — عامل اقتصادی در برنامه‌ریزی و طراحی ترمینال‌های بندری، معیارهای اقتصادی زیر باید رعایت

گردد: ● رعایت اقتصاد طراحی

● حذف تردهای مضاعف

● افزایش توان بهره‌وری از واحد سطح و تجهیزات

● رعایت اقتصاد فنی در طراحی سایت

● امکان سوددهی و بازدهی اقتصادی، حتی برای دوره زمانی کوتاه‌مدت

۱-۳-۳ — هماهنگی با طرحها و برنامه‌ریزی‌های مصوب معیار سومی که باید در برنامه‌ریزی در نظر گرفته

شود، هماهنگی با توسعه اقتصادی ملی، طرح جامع بندر و طرحها و پروژه‌های مصوب سازمان بندر، در

رابطه با بندر است. شیوه طراحی بندر و ترمینال‌های وابسته به آن، باید دارای حداکثر انعطاف‌پذیری، جهت

پذیرش و هماهنگی با تصمیمات و اقدامات و پیشرفت‌های حمل و نقلی در زمانهای مختلف باشد. بدین

ترتیب که در روند طراحی و بعد از اجرای آن، امکان تبدیل به گزینه‌های مختلف، در حداقل زمان ممکنه

وجود داشته باشد.

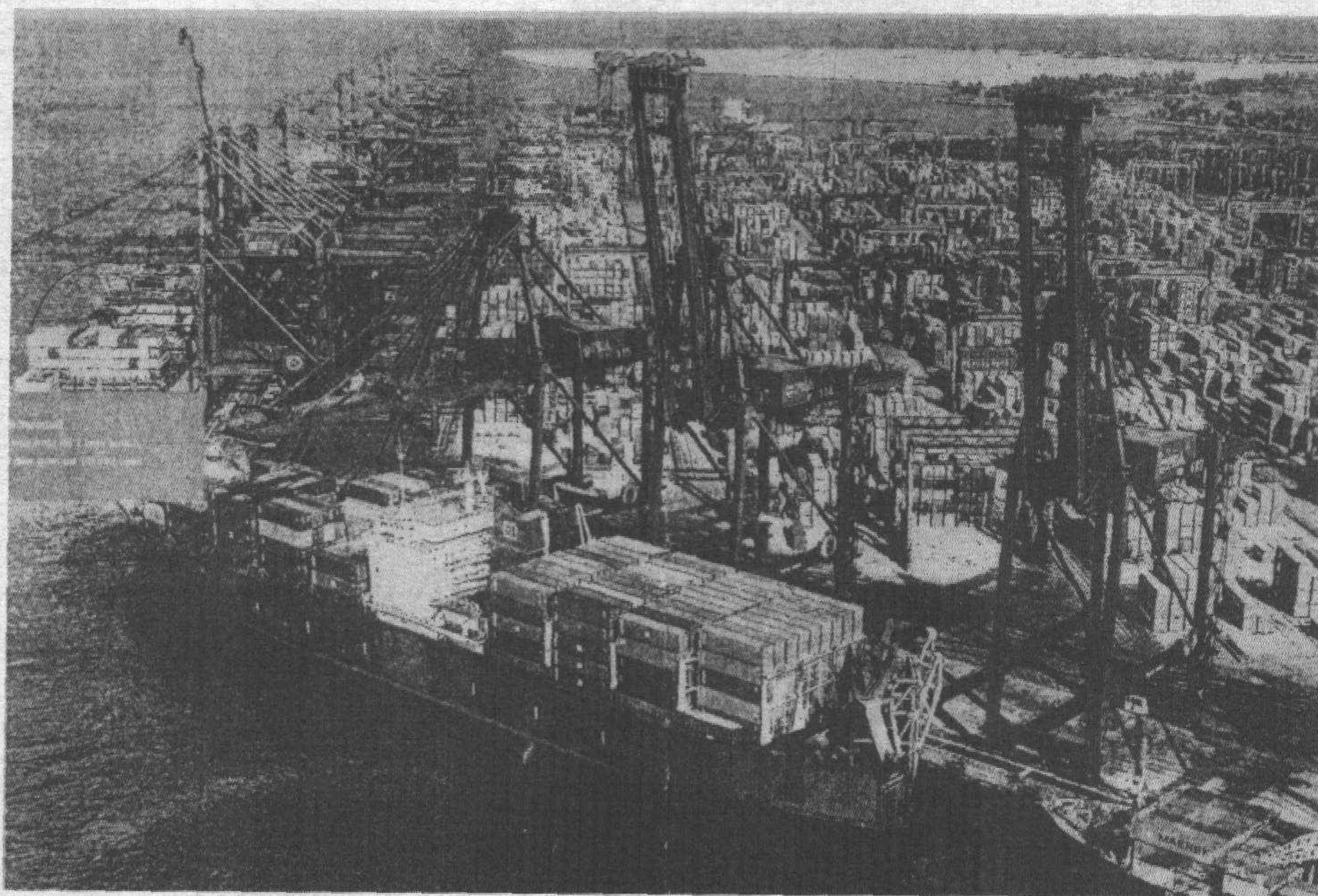
۱-۳-۴ — پیش‌بینی تحولات و پیشرفت‌های حمل و نقلی روند تحولات و پیشرفت‌های حمل و نقل دریایی،

عمدتاً در جهت‌های زیر می‌باشد:

● افزایش تناژ و سرعت کشتی‌ها

● تغییر شکل کالا (تبدیل به مدول‌های استاندارد جهت جابجایی راحت‌تر و سریع‌تر)

● اختصاصی کردن ترمینال‌ها و تجهیزات و تأسیسات، برای یک نوع کالا



شکل ۱- ترمینال کانتینری سنگاپور

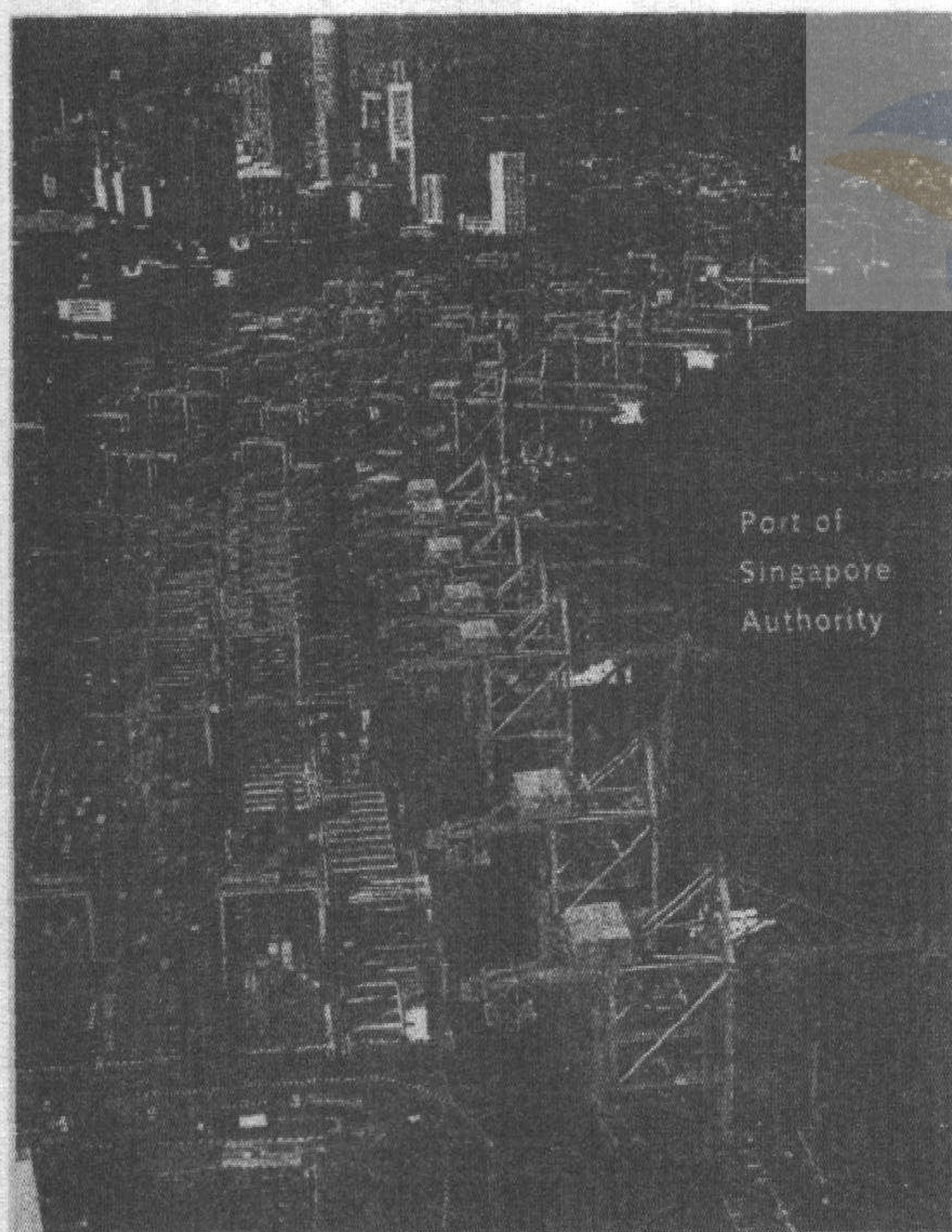
امروزه، عملکرد تغییر شکل کالا، در بسیاری از موارد از قبیل: بسته بندی کالا، تبدیل کالا به واحدهای استاندارد جهت جابجایی (کانتینر یا پالت)، مایع کردن گازها، مخلوط کردن با مایعات، باز کردن کانتینرها و ... را، بخش تجهیزات و تأسیسات بندرها به عهده دارند، که این اقدامات، در جهت کاهش زمان جابجایی و حمل و نقل کالا، هزینه‌های کشتیرانی، افزایش بهره‌وری بندر و ... می‌باشند.

برآورد می‌شود که اگر این اقدامات، در سیستم حمل و نقل دریایی اعمال شوند، در زمان و هزینه‌های مربوط به بندر، ۶۰٪ صرفه‌جویی خواهد شد. نکته‌ی حائز اهمیت در این است که بیشتر شرکتهای کشتیرانی (استفاده‌کنندگان از بنادر)، کشتی‌های خود را به آخرین پیشرفتهای فنی و تکنولوژیک در حمل و نقل دریایی، مجهز می‌کنند، اما به دلیل قرار داشتن اکثر بنادر در مالکیت بخش دولتی - با توجه به محدودتر بودن سرمایه‌گذاری در این بخش - مدت زمان بیشتری طول می‌کشد تا تحولاتی متناسب با آنها در بنادر روی دهد. بنابراین، طرح‌ها و برنامه‌های توسعه بنادر - به دلیل طول مدت و هزینه‌های زیاد اجرای اقدامات اصلاحی در بنادر - باید برای دوره‌ی زمانی بلندمدت و با پیش‌بینی تحولات فنی و اقتصادی حمل و نقل دریایی، تهیه شوند.

در ادامه روند پیشرفت و تحول صنعت حمل و نقل دریایی - با توجه به هزینه سنگین آماده‌سازی ترمینالهای بندری - باید برنامه‌ریزی بلندمدتی برای طرح انجام گیرد. پیش‌بینی سیستم‌های استاندارد و مدولار، محوطه‌های اختصاصی، تجهیزات مکانیزه، هدایت روند حمل و نقل به سمت واحدهای مدولار کالا و ...، از جمله مواردی است که پاسخگوی تحولات حمل و نقل دریایی خواهند بود.

۲ - سیستم مدولار

برای طراحی و برنامه‌ریزی ترمینالهای بندری، بر اساس مبانی، معیارها و اهداف طراحی، سیستم مدولار توصیه می‌گردد. در این روش، به جای طراحی یک واحد با ظرفیت مورد نیاز و به صورت متمرکز، مجتمعی از واحدهای کوچک، که کل ظرفیت مورد نیاز را در مجموع تأمین می‌نمایند، طراحی می‌گردد. هر واحد کوچک - که مدول نامیده می‌شود - شامل کلیه و یا برخی از عناصر تشکیل‌دهنده واحد اصلی می‌باشد. در مورد ترمینالهای بندری، به جای یک مجموعه بزرگ، چند مجموعه کوچکتر (مدول) - که پهلوی هم قرار گرفته و هر کدام از سرمایه‌گذاری، مدیریت و بهره‌برداری مستقل برخوردار هستند - طراحی واحداث می‌شوند. مزیت روش مدولار در این است که، ساخت مجتمع مدولها به جای یک واحد متمرکز، از نظر اقتصادی قابل توجیه می‌باشد.^۱



شکل ۲ - بندر سنگاپور

۱- ر.ک. صفحات ۱ الی ۱۰۰، ترمینالهای بندری کشور، گزارش ایریتک.

از آنجایی که در روش مدولار، به جای ساخت یکجای ترمینال در زمانی خاص، مدولها به تدریج در مراحل مختلف ساخته می‌شوند، ضرورت داشتن آمار و اطلاعات دقیق در مورد کالاهای وارداتی و صادراتی، خودبخود کاهش می‌یابد و مدولها، نسبت به افزایش تقاضا، در مراحل مختلف ساخته می‌شوند.^۱

۲-۱ - مبنای انتخاب سیستم مدولار

۲-۱-۱ - سرمایه (اقتصاد) حجم سازه‌ها، محوطه‌ها و تأسیساتی که برای ترمینالهای بندری ساخته می‌شوند (محوطه‌سازی، تأسیسات زیر بنائی، شبکه ارتباطی راه‌آهن، تجهیزات، ساختمانها و ...)، به حدی بزرگ بوده که ساخت یکباره آنها، توسط یک کارفرما، مستلزم سرمایه‌گذاری هنگفتی می‌باشد. طراحی محوطه و مجموعه‌های درونی آنها، باید به گونه‌ای انجام گیرد که مشوق سرمایه‌گذاری خصوصی یا دولتی باشد. با ارایه طرح تیپ و سیستم مدولار، هزینه اولیه بخش سرمایه‌گذار، برای آماده‌سازی زمین‌ها و تأمین حداقل تأسیسات (قبل از بهره‌برداری) و تأمین خدمات (بعد از بهره‌برداری) نیز کمتر شده و بازگشت سرمایه، سریعتر انجام می‌گیرد. بهره‌برداری از محوطه غیر مدولار و در حال ساخت، بخصوص به دلیل محدودیت‌های گمرکی، نه تنها راندمان کار را پائین می‌آورد، بلکه عمده عملیات ساختمانی را نیز به تعویق می‌اندازد. اگر ترمینال به روش مدولار ساخته شود، به دلیل خودکفایی هر مدول، در حینی که عملیات ساختمانی مدولهای دیگر در حال اجرا است، می‌توان بهره‌برداری از مدول ساخته شده و ترمینال را آغاز نمود، که از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه خواهد بود.

۲-۱-۲ - زمان در طرح‌های جامع ظرفیت کل بندر، در نهایت، در بلندمدت، مورد بهره‌برداری قرار خواهد گرفت، بنابراین برای دوره‌های میان مدت و کوتاه مدت، لزومی به ساخت کل محوطه، دیده نمی‌شود. اما در جهت ایجاد هماهنگی کلی در طرح، استفاده و ساخت بر مبنای یک طرح جامع همگن در فازهای مختلف توسعه، توصیه می‌شود. امکان توسعه تدریجی محوطه‌ای که به صورت مدولار ساخته شده است، بیشتر و ساده‌تر است. پس از ساخت تجهیزات و خدمات عمومی اصلی، می‌توان با ساخت یک یا چند مدول، بهره‌برداری را آغاز کرده و ساخت مدولهای دیگر را به زمانی که امکانات و نیازهای متقاضیان، وجود آنها را الزامی نمایند، موکول نمود. همچنین بعضی از تأسیسات مشترک، نظیر راه‌ها و زیرساختها، به تدریج و فقط در موقع لزوم ساخته می‌شوند. از طرف دیگر، استفاده از طراحی تیپ و مدولار - که امکان پیش‌ساختگی و انبوه‌سازی را فراهم می‌نماید - باعث صرفه‌جویی در زمان احداث، برچیدن سازه و تأسیساتی که مورد نیاز نیست و برپایی مجدد یا جابجایی آنها می‌شود.

۲-۱-۳ - مدیریت در راستای ایجاد انعطاف‌پذیری در طراحی محوطه بندری و با توجه به اینکه برآورد ظرفیت کاربریهای مورد نیاز، به طور تقریبی انجام می‌گیرد، باید روشی اتخاذ گردد که از هدر رفتن مبالغ هنگفت، به علت احداث تأسیساتی با ظرفیت بیش از حد لازم و یا اجزاء غیرضروری در آن، جلوگیری شده و

۱- البته با اینکه روش مدولار، تا اندازه زیادی نیاز به پیش‌بینی واردات و صادرات کالا را در طراحی بر طرف می‌سازد، ولی با توجه به اینکه اجزائی از این طرح (مانند انشعابهای راه و راه آهن، آب، ایستگاه برق و ...) بایستی با توجه به ظرفیتهای مورد نیاز در آینده طراحی شوند، برآورد تقریبی ظرفیت مورد نیاز برای یک دوره زمانی معقول، الزامی است.

همچنین از اشکالات ناشی از برآورد ظرفیتی کمتر از مقدار مورد نیاز، خودداری شود. این روش، علاوه بر قابل توجیه بودن از نظر اقتصادی و زمان ساخت، باید کنترل نظارت را برای سازمان بنادر یا سازمان سرمایه‌گذار و همچنین بهره‌برداری از تأسیسات را برای متقاضیان بخش خصوصی، با کیفیت بالاتری ممکن سازد. در روش مدولار، کنترل و رسیدگی سازمان، و پیاده کردن و اجرای قوانین، بهتر صورت می‌گیرد، زیرا مدولها، دارای شرایط مشابه و یکسانی می‌باشند و ابعاد و اندازه آنها، امکان مدیریت مؤثرتر را در مقیاس کلان، برای سازمان سرمایه‌گذار و در مقیاس خرد، برای متقاضیان، فراهم می‌نماید. ویژگی بارز روش مدولار، انعطاف‌پذیری آن می‌باشد و مدولها، چنان طراحی خواهند شد که ترکیب‌های متفاوتی از محوطه‌ها و انبارها را برای نگهداری کالا داشته باشند. بدین ترتیب، ایجاد و بهره‌برداری مدول، توسط متقاضی، می‌تواند برحسب تقاضای روز انجام گیرد.

۲-۲ - انواع سیستم‌های مدولار

سیستم‌های مدولار، به دو صورت باز و بسته طراحی می‌شوند. در سیستم بسته، هر قطعه، به صورت یک واحد مستقل و مجزا عمل می‌کند. یعنی به جز فضاهای کلی و عمومی - که در محل سایت به کاربری‌های رفاهی، اداری و خدماتی اختصاص یافته‌اند - نیازهای فضایی هر قطعه، کاملاً رفع می‌شود. مجموعه این فضاها، در سیستم بسته و در قطعه واگذار شده، محصور می‌باشند و قطعه را از سایر قطعات، مستقل و مجزا می‌کنند.

در سیستم باز، قطعات تفکیکی به صورت مستقل و مجزا نمی‌باشند. از تجمع چند قطعه در یک واحد مستقل، یک بلوک به دست می‌آید که شامل کلیه یا برخی از عناصر تشکیل‌دهنده ترمینالهای بندری می‌باشند. هر بلوک، ارتباط مستقیمی با شبکه‌های اصلی دسترسی ماشین رو و خطوط راه‌آهن دارد. در سیستم باز، قطعات هر بلوک، به صورت محصور نمی‌باشد و فضاهای رفاهی، خدماتی و اداری مورد نیاز قطعات در بلوک، به صورت مشترک برای همه تأمین می‌شود.

جهت انتخاب گزینه مناسب برای ترمینالهای بندری، موارد مختلف شکلی - کالبدی و عملکردی - اداری مؤثر در دو سیستم، براساس معیارهای اقتصاد، زمان و مدیریت بررسی می‌شوند.

با توجه به جدول زیر ملاحظه می‌شود که در راستای تأمین اهداف انعطاف‌پذیری در شکل‌گیری بندر و بازده اقتصادی برای متقاضیان و سازمان سرمایه‌گذار، سیستم مدولار "باز"، نسبت به سیستم مدولار "بسته"، مناسبتر بوده و کارایی بیشتری دارد. در سیستم باز، امکان انطباق با تغییر و تحولات حمل و نقلی (حجم کالا) و نحوه بهره‌برداری از قطعات و مسائل فنی، بیشتر وجود دارد. سطوح ساخته شده بناها و حصارها، در این سیستم به نسبت گزینه‌های دیگر، کمتر بوده و به صورت پراکنده نمی‌باشند. این سطوح عمدتاً به صورت محوطه‌های باز، مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند که امکان برنامه‌ریزی‌های متنوعی را فراهم می‌کنند. از دیدگاه اقتصادی، با توجه به روند تحول نظام حمل و نقلی به سمت سیستم‌هایی با وابستگی بیشتر، به تجهیزات و امکانات پیشرفته‌تر و پرهزینه‌تر، استفاده مشترک متقاضیان از تجهیزات، الزامی می‌نماید. در سیستم باز، چنین امکانی بیشتر از سیستم بسته وجود دارد. از سوی دیگر، به دلیل احداث فضایی مشترک برای کاربری‌های خدماتی، رفاهی و اداری قطعات و عدم وجود حریم‌های لازم برای دیوارها و حصارها یا همپوشانی آنها، سطوح بیشتری به کاربری‌های اصلی (انبارها یا فضاهای صنعتی) اختصاص داده می‌شود.

شاخص های ارزیابی	سیستم		ضرورت های	تأثیر بر پارامترهای			موضوع
	باز	بسته		مدیریت	زمان	اقتصاد	
سلسله مراتب، گره ترافیکی، سطح دسترسی ها، سهولت دسترسی (مستقیم - غیر مستقیم)	۴	۲	۴	*	*		دسترسی
دسترسی مستقیم- غیر مستقیم، دسترسی یکنواخت به قطعات	۳	۱	۴	*	*		راه آهن
الگوهای هندسی، جانمایی فضاها، زیبایی، صفا، هماهنگی کلی در مجموعه، سرعت ساخت	۴	۲	۲	*	*		نظم استقرار
سطح فضای مفید به فضای مرده، حریمها، تأمین روشنایی، پست برق، شبکه فاضلاب، بخش اداری - خدماتی - رفاهی	۳	۱	۲	*	*		فضاهای مفید
انشعابها، حریمها، زمان اجرا، اخذ عوارض	۳	۲	۴	*	*		فضاهای عمومی
کنترل آلودگی بصری- صوتی، محیطی، دفع مواد زائد	۴	۲	۳	*	*		تأسیسات و تجهیزات محیط زیست
تنوع توسعه بر اساس نیاز، فاز بندی توسعه، تنوع در هزینه های واگذاری زمین	۴	۱	۴	*	*		انعطاف پذیری
فرهنگ نوین حمل و نقلی، سیستم <i>manless</i> سیستم <i>paperless</i>	۴	۲	۳	*	*		الگوی حمل و نقلی مدرن
نگهبانی و کنترل (فردی - جمعی)، کنترل توسط سیستم مدار بسته	۱	۴	۲	*	*		حفاظت
توزیع عادلانه خدمات (حمل و نقلی، شهری، زیرساختی، ..)	۴	۲	۱	*	*		خدمات
شبکه اطفاء حریق، حوادث، تسریع در تخلیه کالا، کنترل از راه دور، بیمه	۳	۳	۳	*	*		ایمنی
موتورپول، تأمین تجهیزات (خصوصی، عمومی)	۴	۲	۲	*	*		خدمات تجهیزات جایابی کالا
تسریع در اجرا و بهره برداری، امکان آماده سازی قبلی، زمان اجراء، هزینه بهره برداری	۳	۱	۲	*	*		توسعه و اجرای بر مبنای الگوهای استقرار از پیش تعیین شده
هزینه ساخت و ساز حصار+ بنا، فضای درونی، فضاهای جنبی، تأسیسات زیرساختی، دسترسی ها	۲	۱	۳	*	*		هزینه بهره برداری متقاضیان
امکان وضع قوانین مالی و اخذ عوارض، امکان پیش بینی و سرمایه گذاری، ایجاد انگیزه برای سرمایه گذاری	۳	۱	۴	*	*		هزینه بهره برداری سازمان
تنوع در نحوه بهره برداری از قطعات	۱	۴	۱	*	*		استقلال هر قطعه
آماده سازی اولیه، سرمایه گذاری اولیه برای بهره برداری	۱	۴	۲	*	*		صرف جویی در هزینه اولیه ساخت و ساز برای سازمان
بقاء و کارآیی سیستم به وجود و اجرای قوانین (قانونمندی)	۱	۳	۲	*	*		وابستگی سیستم به نظم و قانون
	۱۵۵	۹۸					جمع کل

جدول ۱- ارزیابی سیستم مدولار باز و بسته

۳ - مبانی شکل‌گیری کالبدی سایت

۳-۱ - عوامل مؤثر بر برنامه‌ریزی و توزیع عملکردها

قطعات تفکیکی در ترمینالهای بندری، فقط به معنای مکانهایی جهت نگهداری کالا نمی‌باشند، بلکه به عنوان حلقه‌ای از کل زنجیره نگهداری، جریان و توزیع کالا بوده و طبیعتاً طراحی روشهای بهره‌برداری و انتخاب ماشین آلات و تجهیزات در آنها، در ارتباط با سایر عناصر سیستم، انجام می‌پذیرد. ارتباط بین ساختمانها، نوع کالا، شیوه بسته‌بندی، روش انبارداری، تجهیزات جابجایی و شیوه حمل و نقل، به قدری به هم نزدیک می‌باشند که نمی‌توان آنها را به‌طور مستقل از هم مطالعه کرد.

در یک نگاه کلی می‌توان عوامل مؤثر در شکل‌گیری سایت را به دو دسته کالبدی و عملکردی تقسیم نمود که هر یک خود شامل زیرگروه‌های دیگری می‌باشند:

- عوامل کاربردی - عملکرد تجهیزات جابجایی کالا
- شیوه حمل و نقل
- عوامل کالبدی - نوع کالا
- محوطه نگهداری کالا
- بسته‌بندی کالا
- تجهیزات جابجایی کالا

۳-۱-۱ - عوامل کاربردی

۳-۱-۱-۱ - شبکه حمل و نقل

بندر به‌عنوان مفصل بین حمل و نقل زمینی و دریایی، جزئی از کل زنجیره حمل و نقل کشوری و بین‌المللی می‌باشد. کوچکترین اختلال در یکی از اجزاء و حلقه‌های شبکه، مشکلاتی در کل سیستم ایجاد می‌کند. برای افزایش بازدهی شبکه و به حداقل رساندن مشکلات آن سیستم باید انعطاف‌پذیر بوده و دارای حداکثر بهینه راه‌حلهای گزینه^۱ برای مسیری واحد باشد.

اگر اجزای شبکه حمل و نقل در نوع وسیله نقلیه، شکل‌گیری کالبدی شبکه و جریان حمل و نقل خلاصه شود، تحقق جایگزینی مسیرها در هر یک از اجزا شبکه به شرح زیر امکان‌پذیر است:

- شیوه‌های حمل و نقل کالا در بندر
- شکل‌گیری شبکه حمل و نقل
- جریان کالا
- وسیله نقلیه

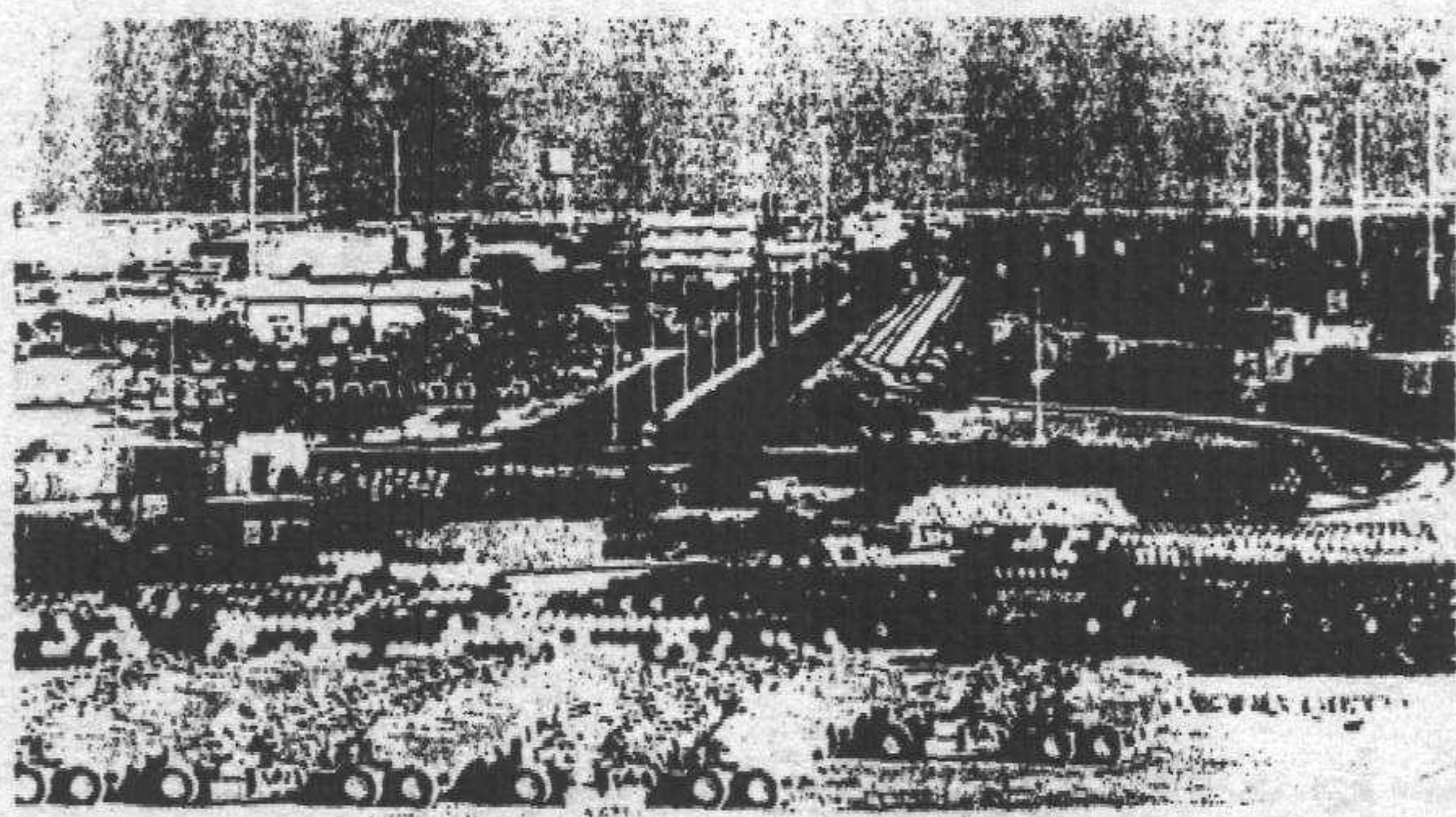
از مزایای جایگزینی در سیستم می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- در صورت ایجاد خرابی در یکی از اجزای شبکه حمل و نقل امکان استفاده از عنصر جایگزین وجود دارد، در نتیجه جریان حمل و نقل متوقف نخواهد شد.
- با توجه به شدت جریان کالا در مسیرها امکان توزیع مجدد ترافیک داخلی جهت بهینه کردن حجم ترافیک در مسیرهای مختلف وجود دارد.
- کل سرمایه انسانی، بنایی و تجهیزاتی به حداقل خواهد رسید زیرا از امکانات مشترک برای کل سیستم بهره‌برداری خواهد شد.

(۱) redundancy وجود مسیرهای متعدد و جایگزین از مبدأ A تا مقصد B که در صورت اختلال در یک مسیر گزینه، مسیری دیگر جایگزین آن گردد.

۳-۱-۲ - عوامل کالبدی

۳-۱-۲-۱ - نوع کالا



شکل ۳ - تنوع کالا در بندر

مأخذ: گزارش عملکرد ۱۳۷۴، سازمان بنادر و کشتیرانی

عواملی مانند: نوع کالا، شرایط لازم برای حمل آن و روشهای حمل و نقل آن، همه در انتخاب تجهیزات لازم برای جابجایی کالا، نحوه نگهداری آن در بندر و محوطه‌های پشتیبانی، مؤثر می‌باشند. زمانی که یکسان‌سازی بسته‌های کالا، در هنگام ورود و خروج از بندر، امکان‌پذیر یا اقتصادی نباشد، باید نوع و شرایط جابجایی کالا، در مفصل حمل و نقل (بندر) تغییر کند. برای مثال: فله مایع - که توسط کشتی‌های مخصوصی

وارد بندر می‌شود - به وسیله کامیونهای مخصوص حمل مایعات، واگنهای قطار دارای تانکهای مخصوص حمل مایعات و یا لوله‌های مخصوص حمل مایعات، از بندر به مراکز توزیع یا مصرف داخلی، حمل خواهد شد.

خصوصیات مشترک نگهداری، جابجایی و بسته‌بندی برای کالاهای مختلف، امکان دسته‌بندی و مطالعه عام و

- جامعی را برای گروههای کالای زیر، فراهم می‌نماید:
- کالای عمومی
 - کالای خطرناک
 - کالای فله خشک
 - کالای فله مایع
 - کالای سردخانه‌ای
 - کالای عمومی متحدالشکل^۱: - پالت
 - کانتینر

۳-۱-۲-۲ - بسته‌بندی کالا

شیوه بسته‌بندی کالا، نسبت به نوع آن متفاوت است و به همین ترتیب، نوع بسته‌بندی بر نوع، ظرفیت تجهیزات جابجایی، فضاها و روش انبارداری، نحوه تخلیه، بارگیری و کارآیی بالقوه تجهیزات تأثیر می‌گذارد. گاهی با توجه به حجم کالای متقاضی، شیوه جابجایی، تأسیسات و امکانات حمل و نقلی و ...، باید در نوع بسته‌بندی کالا، تبدیلی انجام گیرد. برای مثال، کانتینر حاوی کالا، وارد شده، سپس در انبارهای CFS باز شده و کالاهای درون آن، دسته‌بندی شده و در مرحله‌نهایی مجدداً دسته‌ای از کالاها، در یک کانتینر یا واگن قطار، بسته‌بندی می‌شوند.

۳-۱-۲-۳ - انبارداری

با توجه به نوع کالا و شرایط مناسب نگهداری، می‌توان انبارها را به دسته‌های عمده زیر تقسیم نمود:

- سردخانه
- انبار بسته
- هانگار
- انبار روباز
- سیلو
- مخازن نگهداری مایعات

نگهداری کالا در انبارهای فوق، به یکی از دلایل زیر می‌باشد. که هر یک بر نوع انبارها، طریقه چیدن کالا، تجهیزات جابجایی کالا و ... تأثیر دارند.

- جمع‌آوری کالا مثلاً به منظور سفارش در حجم بزرگ و حمل آن
- استفاده تدریجی در موارد لزوم
- انتظار ترخیص از گمرک و حمل به نقطه دیگر، در حالت ترانزیت
- نگهداری طویل‌المدت

۱- نحوه خاص جابجایی و نگهداری این کالاها، هرچند ممکن است شامل گروه‌های دیگر باشد، باعث شده است که به صورت جداگانه بررسی شود.

۲-۱-۲-۴ - تخلیه و بارگیری (جابجایی کالا)

جابجایی کالا، فرآیند واسط بین شیوه‌های مختلف حمل و نقل (دریایی و زمینی) با هم و با محل نگهداری کالا می‌باشد. روشهای تجهیزات جابجایی کالا، در چگونگی بهره‌برداری از ترمینال، مؤثر خواهند بود. عوامل مؤثر در انتخاب روشهای تخلیه و بارگیری و جابجایی کالا، عبارتند از:

- ورود، خروج، کنترل کالا و هماهنگی با نوسانات جریان کالا
- انواع کالاهای مختلف
- فرآیند جریان کالا در محوطه و امکان تغییر سیستم بسته‌بندی
- انواع وسائل نقلیه، حداکثر تعداد، توسعه آتی
- هر کدام از چهار پارامتر نوع کالا، نحوه بسته‌بندی، انبارداری و تخلیه - بارگیری، ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر دارند و مطالعه و بررسی هر یک، بدون توجه به سایر عوامل، امکان‌پذیر نمی‌باشد.
- برای بهره‌برداری بهینه و با حداکثر کارایی از محوطه‌های بندری، هر یک از محوطه‌های تفکیکی، به یک گروه کالا - با شرایط نگهداری و شیوه جابجایی مشابه - اختصاص داده می‌شوند.

۴ - بررسی یک نمونه

عوامل شکل‌گیری سایت با توجه به پارامترهای فوق در نمونه موردی ترمینالهای اراضی پشتیبانی بندر

امام خمینی، در جدول ۲ ارائه شده است. (مواردی که با خط ایتالیک نوشته شده‌اند، در طراحی این بندر رعایت گردیده‌اند).

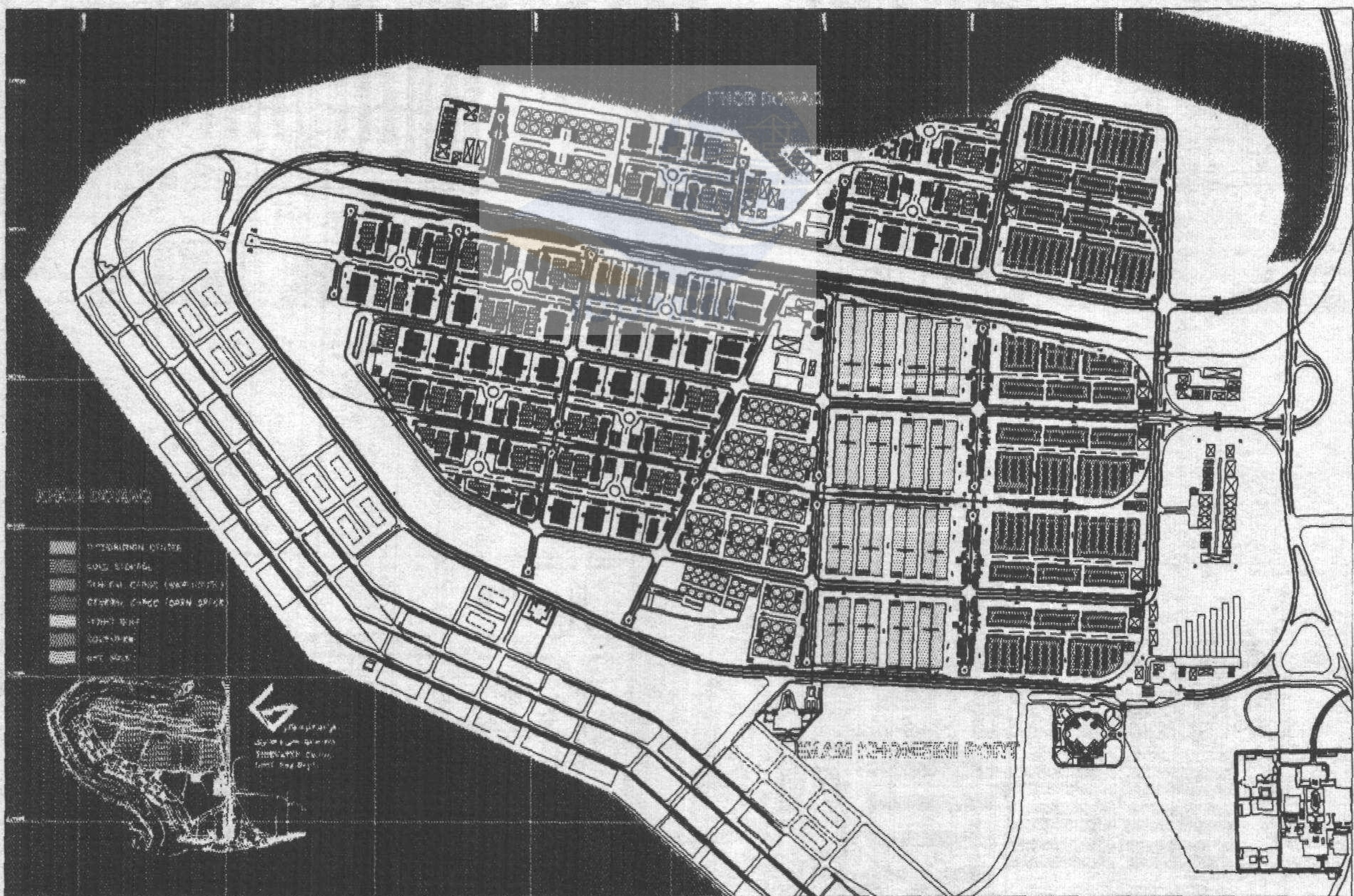
نوع کالا	نمونه	تجهیزات تخلیه و جابجایی	انواع محوطه‌های نگهداری
فله خشک	- مواد معدنی - غلات - پودر زغال - سیمان	- تسمه نقاله - دستگاههای مکنده - چنگک - استکر <i>Stacker</i> - لایستر <i>Lobster</i>	- محوطه روباز • با پوشش چادری • بی پوشش چادری - انبار مسقف - سیلو - حوضچه‌های آب
فله مایع	- مایعات خوراکی - مواد شیمیایی - گازهای فشرده - کانتینر مایعات	- دستگاههای پمپاژ درون کشتی - دستگاههای پمپاژ ساحلی - شبکه لوله	- مخازن نگهداری مایعات - محوطه‌های نگهداری کانتینرهای مایعات
کالاهای عمومی	- کالای فلزی - کالای بسته‌بندی - کالای چوبی	- جرثقیل‌های متحرک - لیفتراک - کشنده و شاسی	- انبار مسقف - هانگار - محوطه روباز
حمل و نقل کالای یک‌شکل	- پالت - کانتینر	- تاپ لیفتراک - ریج استکر - ترانستینر - استرادل کریر	- محوطه‌های روباز - انبارهای مسقف - <i>CFS</i>
کالای سردخانه‌ای	- مواد غذایی - کانتینر سردخانه‌ای	- مشابه کالای عمومی - ریج استکر	- سردخانه - محوطه روباز برای کانتینرهای سردخانه‌ای
کالاهای خطرناک	- کالاهای انفجاری - کالاهای سوختنی - کالاهای بی‌ثبات و فرار - کالاهای اکسیدکننده - کالاهای سمی - کالاهای رادیواکتیو - کالاهای خورنده و سوزنده	بسته به نوع کالا، مشابه موارد بالا	- انبار - مخازن برای نگهداری مایعات - محوطه‌های روباز برای کانتینرها

ابعاد	مدول پایه
$m = 1/2$ متر (۱)	مدول کالا (m)
$M = 5m = 6$ متر	مدول طراحی (M)
$3M = 18$ متر	مدول سازه (3M)
$n \times 3M = n \times 18$ متر	مدول سایت $n \times 3M$

سپس، هر یک از ترمینالها به صورت سیستم مدولار بسته (یا باز) با رعایت ابعاد مدولهای زیر تهیه شده است. ابعاد این مدولها برحسب نوع کالاهای استاندارد (پالت و کانتینر) و فضای مانور تجهیزات جابجایی (لیفتراک)، ابعاد بهینه سازه انبارهای مسقف (سوله) و تجهیزات زیرساختی در سایت تعیین شده‌اند.

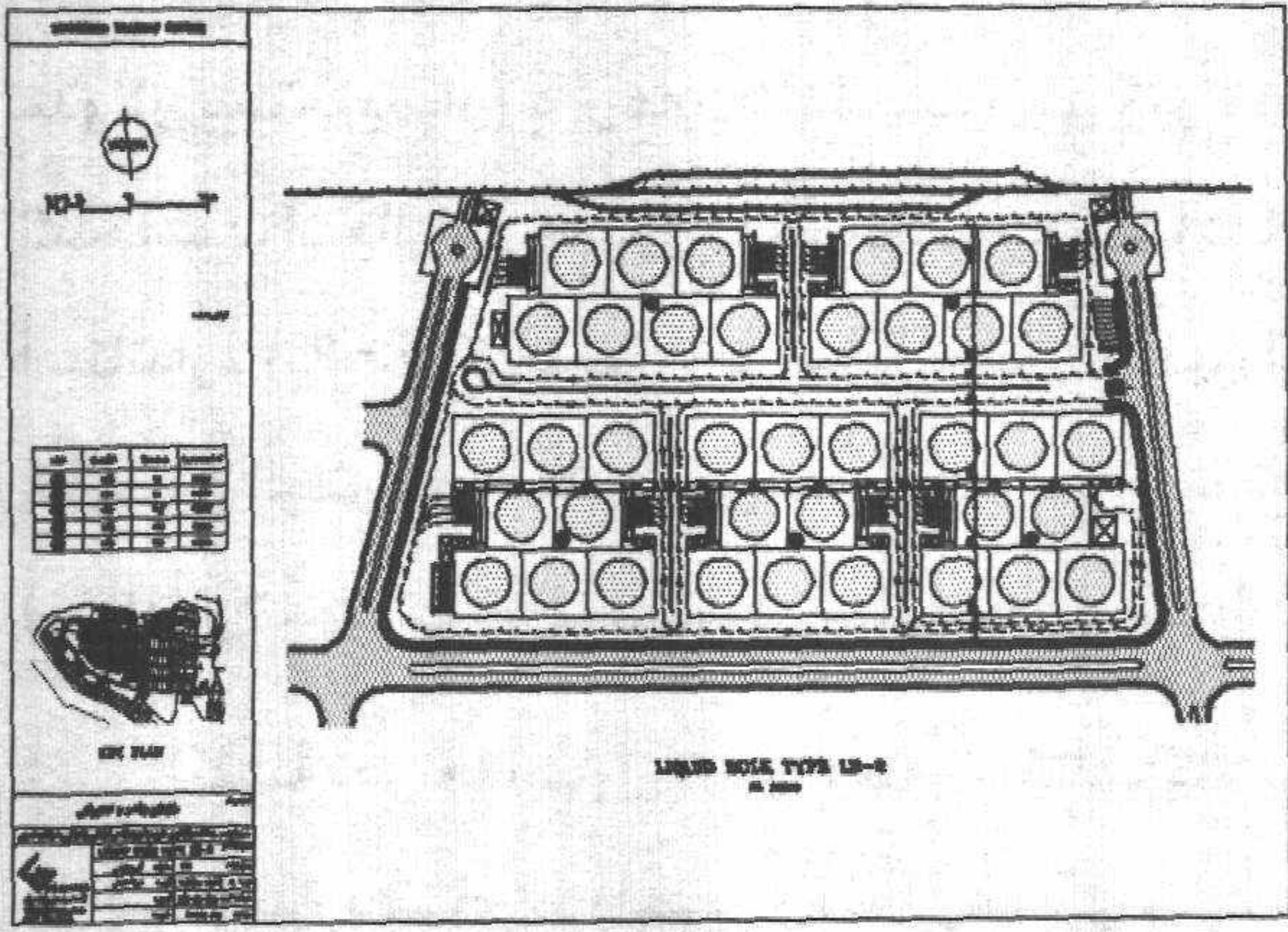
نقشه نمونه‌هایی از ترمینال‌های مختلف کالا با توجه به عوامل زیر تهیه شده‌اند:

- استانداردهای طراحی و مدول‌های پایه
- نوع، تجهیزات جابجایی و محوطه‌های نگهداری کالا
- شبکه حمل و نقل

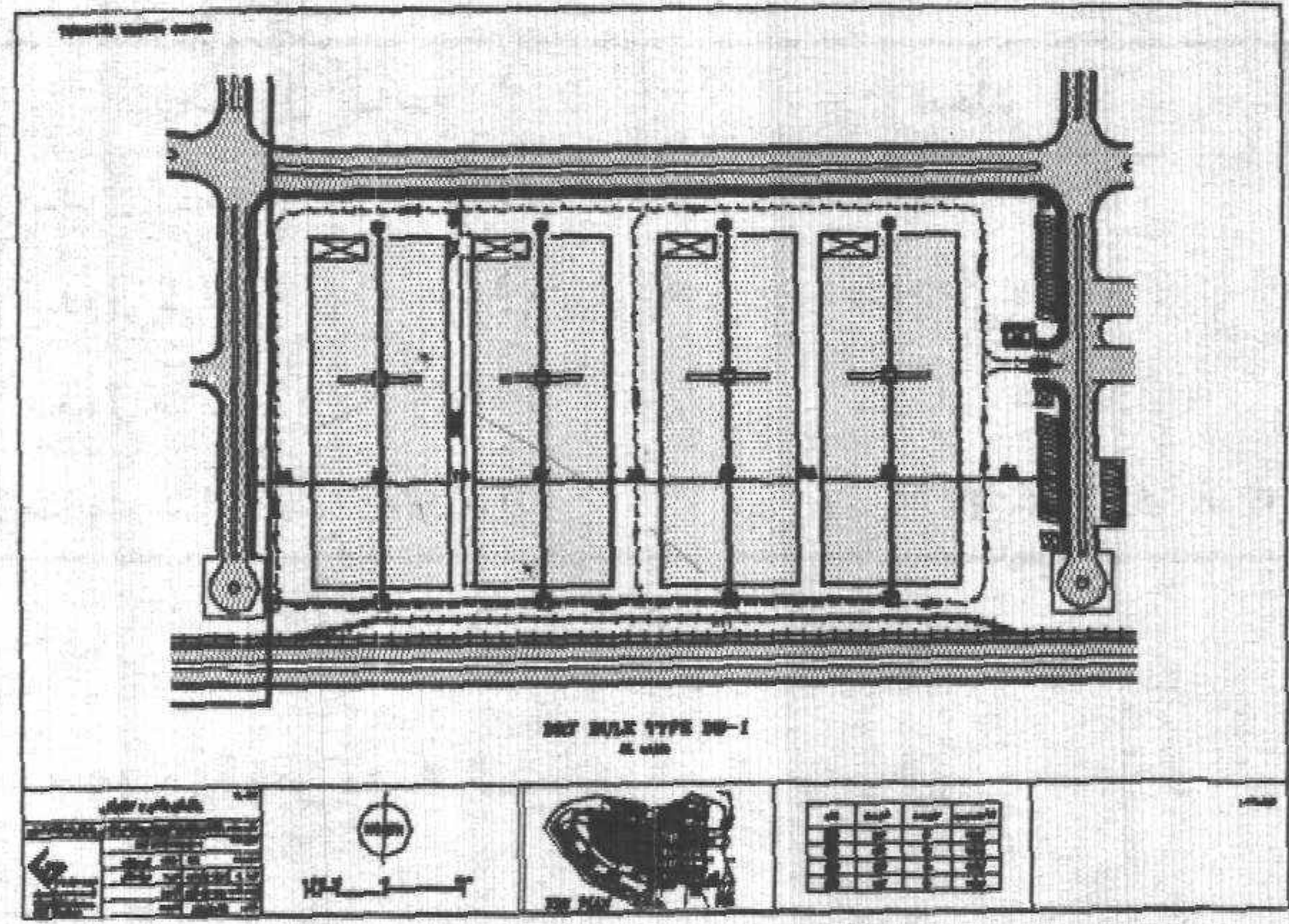


شکل ۴- سایت ترمینال‌های اراضی پشتیبانی بندر امام خمینی

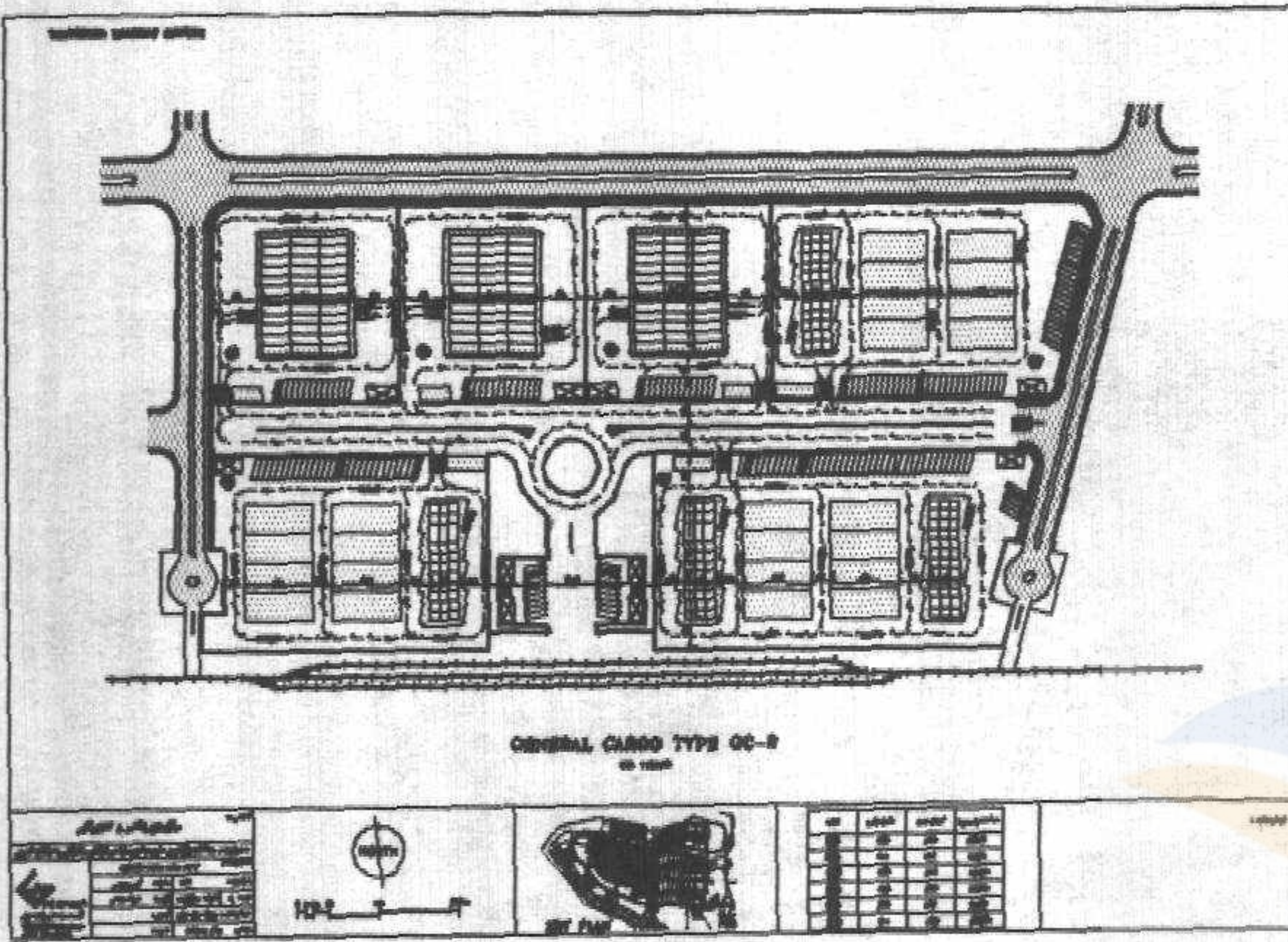
۱- ۱/۲ متر ابعاد پالت و ابعاد کانتینر ۱۲ یا ۲۴ فوتی به ترتیب ۵m و ۱۰m می‌باشد.



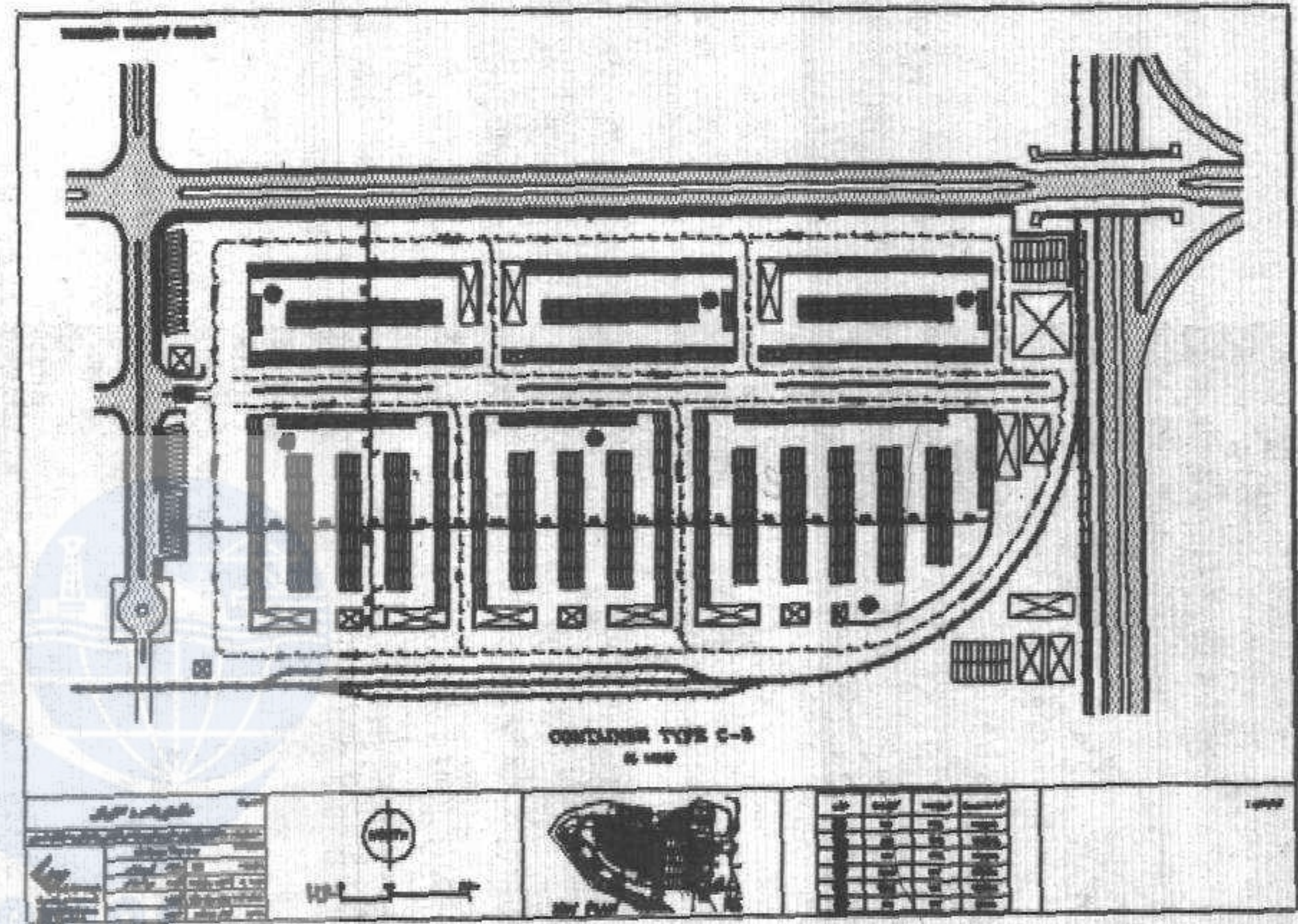
مدول فله مایع



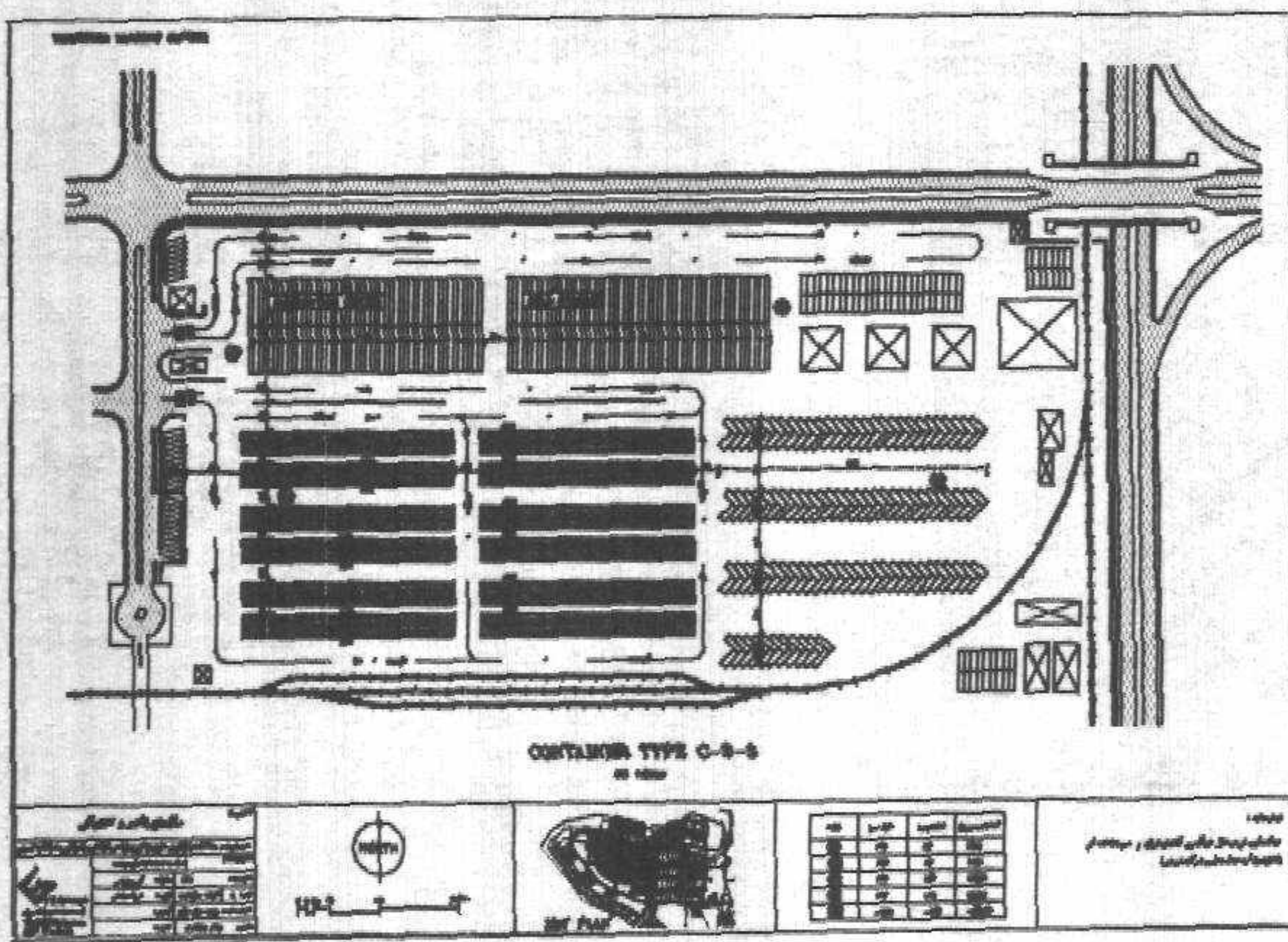
مدول فله خشک



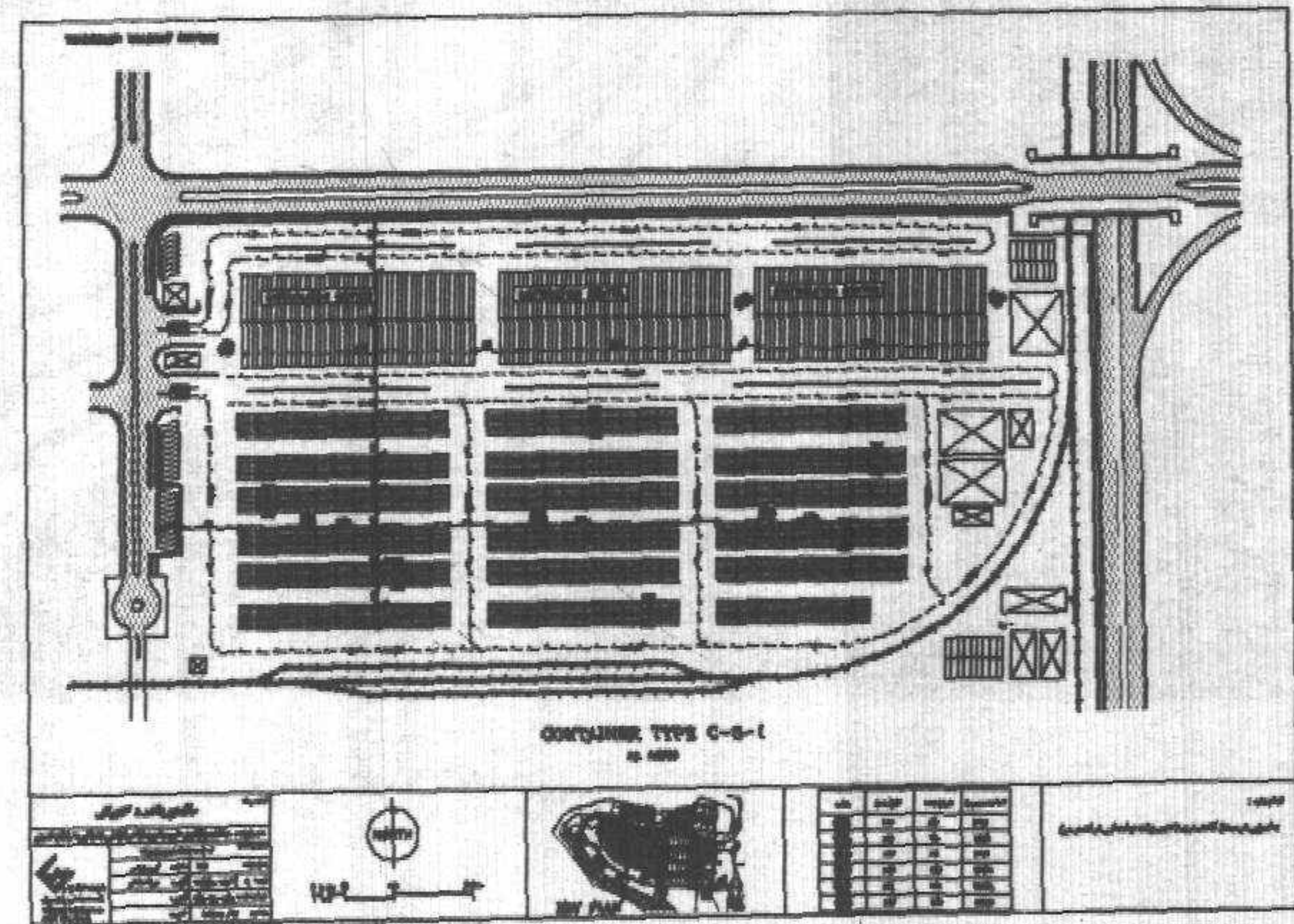
مدول کالای عمومی



مدول کانتینری (بسته)



مدول کانتینری (باز)، با کانتینرهای سردخانه‌ای



مدول کانتینری (باز)

شکل ۵

فهرست منابع و مآخذ

- مهندسین مشاور ادیبی - هاريس: طرح جامع بنادر ايران، تهران، ۱۳۵۳.
- گزارش عملکرد سازمان بنادر و کشتیرانی ۱۳۷۵.
- مهندسین مشاور پنام: طرح انبارهای ویژه کالاهای خطرناک، تهران.
- شرکت بین‌المللی مهندسی ایران: ترمینالهای بندری کشور، تهران، ۱۳۵۷.
- قریب، فریدون: شبکه ارتباطی در طراحی شهری، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۳.
- شاپن، ژان: کارهای دریایی، ساماندهی داخل بندر، ترجمه کامبیز بهنیا، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۴.
- شرکت تایدواتر، واحد مهندسی و عمران: مطالعات و بازنگری طرح جامع و طراحی اراضی پشتیبانی بندر امام خمینی، ۱۳۷۷.
- مرکز تحقیقات راه و ترابری (مترت): آیین‌نامه طرح هندسی راهها، تهران، ۱۳۷۷.
- Iran - Kampsax Consulting Engineers: Bandar Shahpoor Ten Berth Extension, Port Study, Preliminary Report, Tehran, 1351.
- De Chiara, John: Timesaver Standards for Building Types, Mc Graw Hill.
- Japan International Cooperation Agency: The Port Sector Study of the Islamic Republic of Iran, Vol.1-5, 1995.
- Atkins, Warren H.: Modern Marine Terminal Operations, The Port of Oakland, U.S.A., 1983.
- Mahoney, John: Intermodal Freight Transportation, Eno Foundation for Transportation, Connecticut, 1985.
- Hoyle, B.S. & D. Hilling (ed): Seaport Systems and Spatial Change, John Wiley & Sons, Chichester, 1983.
- Frankel, E.G.: Port Planning and Development, John Wiley & Sons, New York, 1987.
- Bruun, Pec: Port Engineering, Vol.1, Gulf Publishing Company, Houston, 1993.

Modular System in Designing Port Terminals

Sh. Hekmati., Master of Architecture, University of Tehran

Sh. Zandi., Master of Architecture, University of Tehran

Abstract

An important factor in terminal designing is to create a balance between the internal relational capabilities of different coastal parts, the cargo transportation procedure from the ship to the berth, the retention yard, the exit gate and finally to the domestic transportation network. However, different factors such as discrepancy between land and maritime transportation capability, the need of cargo storage and the centralization of commercial ports, necessitates the need of designing of some areas at berths in order to maintain the cargo. In order to increase the efficiency of this area and to decrease the transportation time and to achieve an optimum utilization, it is recommended to modularly design the berth terminals and the cargo maintenance areas. In this article, by considering the characteristics of Iranian transportation system and its current needs, the modular design system, its necessity, its criteria's and principles, its varieties and its consisting parts are surveyed and at the end, a case sample which was at Imam Khomeini Port is proposed.

Keywords: modular system; Persian Gulf; port terminal design