



دانشگاه فردوسی مشهد
علوم ریاضی
ریاضی کاربردی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته
ریاضی کاربردی

عنوان

رویکردی مبتکرانه در بهره‌برداری از ظرفیت انبار

استاد راهنما

دکتر حامد رضا طارقیان

استاد مشاور

دکتر محمد هادی فراهی

نگارنده

خلیل عرفانی حیدرنیا

۱۳۹۰



بسمه تعالی
مشخصات پایان‌نامه تحصیلی دانشجویان
دانشگاه فردوسی مشهد

عنوان: رویکردی مبتکرانه در بهره‌برداری از ظرفیت انبار

نام نویسنده: خلیل عرفانی حیدرنیا
استاد راهنما: دکتر حامد رضا طارقیان
استاد مشاور: دکتر محمد هادی فراهی

دانشکده: علوم ریاضی گروه: ریاضی کاربردی رشته تحصیلی: ریاضی کاربردی
تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۱۲/۱۵ تاریخ دفاع: ۱۳۹۰/۱۲/۱۵
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد تعداد صفحات: ۱۱۶

چکیده پایان‌نامه :
بهره برداری و استفاده مناسب از فضای در دسترس انبار در ذخیره سازی محصولات، موضوع مورد توجه بسیاری از شرکت هاست، مخصوصا در حالتی که فضای ذخیره سازی گران و هزینه بر باشد. هدف اصلی این پایان‌نامه، تعیین اندازه بسته‌بندی و طراحی فضای ذخیره‌سازی به طور همزمان و برآورد تاثیر اندازه بسته‌بندی‌ها، ابعاد پالت‌ها و طراحی قفسه‌ها بر روی فضای مورد استفاده انبار است. بیان مدل‌های ریاضی این مسئله، متاثر از نوع روش ذخیره سازی کالا در انبار است. بعد از ارائه مدل‌های ریاضی مسئله مورد بحث، با استفاده از رهیافتی ابتکاری که فضای جستجو را بصورت ضمنی برای یافتن جواب بهینه بررسی می‌کند، به حل این مدل‌ها می‌پردازیم و در نهایت، جهت نشان دادن اهمیت پرداختن به این موضوع، یک مورد مطالعاتی خاص را بررسی می‌کنیم.

واژگان کلیدی: بهینه‌سازی ظرفیت انبار، بسته‌بندی اولیه، بسته‌بندی ثانویه، بارگذاری روی پالت،

امضای استاد راهنما: تاریخ:

تقدیم به همه آنهایی که

می‌خوانند بیشتر بدانند

هو العلمیم

زیباترین نام را بر زبان جاری می‌کنم ... که هر کس زبان به حمد تو گشود بی‌تردید نگاه تو بر او افتاده. پس بر قلبم آن جاری کن که خود می‌پسندی در ثنایت لب‌گشایم.

در وادی معرفت نگنجد، سرچشمه هدایت نجوشد، سر بر قامت بندگی فرو نیافتد ...، گر گنجینه‌ای را که مقدسش خواندی و به آن قسم یاد کردی^۱، کوچک شمرده شود و تنها خاطره جوهر خشک شده‌ای از آن بر برگ برگ صفحات زندگی باقی ماند.

تو علم را روشنی قرار دادی و فانوسی در بیغوله راه که مسیر را، راه نماید و تزکیه را مقدم بر آن دانستی تا نگاهبانش باشد که تزکیه و تعلیم در معیت هم، گوهر وجودی انسان را به نور تو منور کند، پرده از واقعیات کنار زند. آنجاست که حقیقت رخ نمایاند، نظر فراتر افتد، خوان گنجینه‌های دانش رنگین شود و ... آری آنجاست که آدمی معنا یابد.

من اگر وعده‌هایم با تو زیر خروارها تل فراموشی و غفلت مدفون گردیده، اگر زشتی طغیان در نظرم زیبا جلوه‌گری می‌کند و چشمانم خشک‌تر از آن است که در مقام توبه اشکی بر آن جاری شود، بدان از سر جهل است و نسیان... اما بار الها چشم طمع بر رحمت دوخته‌ام و در تمنای رهایی از ظلمت ضلالت، ترنم باران معرفت را می‌طلبم، امید آنکه جوانه‌های حقیقت را در وجودم برویاند و انعکاس آن چشمانم را روشن کند.

اکنون چهره بر چهره خاک می‌سایم و تو را به حبیبیت قسم می‌دهم که... ”هر آن خصلت ناپسند که در من می‌بینی به لطف واسع خویش اصلاحش فرمای تا پسندیده شود و هر آن عیب که نفسم را به فساد بیالاید از من بازگیر و هر آن نقص که جانم را از کمال باز دارد برطرفش فرمای!“

و در آن روز که نوبت زندگانی به سر رسد و پیک مرگ حلقه بر در خانه تن بکوبد و دعوت واجب الاجابه تو از آسمان‌ها به گوش آید... پروردگارا! بر محمد (ص) و آل پاکش درود فرست و به حق ایشان عمر ما را با رستگاری به پایان آور و عاقبتمان را ختم به خیر فرمای...!

زبان قاصراست و مجال کوتاه...

تو خود قصیده‌ی مهر را از لوح نانوشتی قلمم بخوان...!

سپاس‌گزاری...

ستایش مخصوص خداوند، پروردگار جهانیان است. سپاس مخصوص اوست که ستایشگران از ادای حق سپاسش عاجزند، حسابگران از شمارش نعمت‌های بی‌پایانش وامانده و تلاشگران در ادای حقش درمانده. سپاس می‌گویم او را که به من توفیق اتمام این دوره از تحصیل را عنایت فرمود، که اگر فضل او نبود، این مهم امکان‌پذیر نبود. هرچند واژه‌ها در ادای حق تشکر آنانی که در تمام دوران زندگی جرعه نوش محبت‌شان بوده‌ام، ناتوانند ولی به رسم ادب و احترام بوسه بر دستانشان زده و بر خود واجب می‌دانم زحمات پدر و مادر عزیز و مهربانم را که همواره راهگشای مشکلاتم در تمام مراحل زندگی بوده‌اند، ارج نهم و مراتب تشکر قلبی را از الطاف و مهربانی آنان ابراز دارم.

سپاس و تقدیر بی‌پایان خود را تقدیم استاد راهنمای بزرگوار و توانمندم جناب آقای دکتر طارقیان می‌نمایم که با صبر حوصله فراوان و نظرات و راهنمایی‌های ارزنده نقش مهمی در به ثمر رسیدن این پایان‌نامه ایفا کردند. همچنین از جناب آقای دکتر فراهی که مطالعه و مشاوره این پایان‌نامه را به عهده گرفته‌اند، از اساتید محترم، جناب آقای دکتر وحیدیان کامیاد و جناب آقای دکتر رهبرنیا که زحمت داوری را تقبل کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم.

همچنین از تمام مسئولین و کارکنان محترم دانشکده علوم ریاضی و بویژه دوستان عزیزم آقایان دکتر محمدولی احمدی، مرتضی دهقان و سید مهدی موسوی، که در نگارش این پایان‌نامه متحمل زحماتی شدند، سپاسگزاری می‌کنم و برای آنها بهترین‌ها را از خداوند متعال مسئلت دارم.

خلیل عرفانی‌حیدرینیا
۱۳۹۰

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱ مقدماتی در مورد مفهوم انبار و ساختار فیزیکی آن
۲	۱-۱ تعاریف انبار و انبارداری
۲	۱-۱-۱ تعاریف انبار
۳	۲-۱-۱ تعاریف انبارداری
۳	۲-۱ سیستم تولید به هنگام
۵	۳-۱ نقش انبار در اقتصاد کشور
۵	۱-۳-۱ نقش انبار در تجارت
۶	۲-۳-۱ نقش انبار در صنعت
۶	۴-۱ انواع انبار
۶	۱-۴-۱ انواع انبار از نظر نوع کالایی که در آن نگهداری می‌شود
۸	۲-۴-۱ انواع انبار از نظر چگونگی ماهیت عمل
۹	۳-۴-۱ انواع انبار از نظر انجام عملیات توسط انسان یا ماشین
۱۰	۵-۱ دستورالعمل طراحی سیستم فیزیکی انبار
۱۳	۲ رویکردی مبتکرانه در بهره برداری از ظرفیت انبار
۱۴	۱-۲ معرفی
۱۶	۲-۲ مروری بر مقالات
۱۸	۱-۲-۲ معرفی مختصری از مسائل مرتبط با انبار
۱۹	۲-۲-۲ بیان چند مورد از روش‌های حل مسائل انبار
۲۶	۳-۲ مدل ریاضی مسئله
۲۶	۱-۳-۲ نماد گذاری
۲۸	۲-۳-۲ مدل
۳۶	۴-۲ روش حل
۳۶	۱-۴-۲ مدل تک کالایی مسئله

۳۸	.....	الگوریتم حل نسخه تک کالایی مسئله	۲-۴-۲
۴۴	.....	الگوریتم حل نسخه چند کالایی مسئله	۳-۴-۲
۵۰	.....	نتایج محاسباتی	۵-۲
۳ بررسی تاثیر اندازه بسته‌ها و طراحی قفسه‌ها بر فضای مورد استفاده انبار، در یک مورد			
۵۴	.....	مطالعاتی خاص	
۵۵	.....	معرفی	۱-۳
۴ تعیین ابعاد بهینه‌ی فضای مربوط به قفسه‌های انبار، با حجم ثابت			
۷۳	.....	
۷۴	.....	معرفی	۱-۴
۷۶	.....	نماد گذاری	۲-۴
۷۸	.....	مدل مسئله	۳-۴
۷۹	.....	مسئله آ	۱-۳-۴
۸۱	.....	مسئله ب	۲-۳-۴
۸۲	.....	عملیات پیش پردازنده	۳-۳-۴
۸۳	.....	روش حل	۴-۴
		حل مسئله آ	۱-۴-۴
۸۴	.....	(بیشینه سازی تعداد پالت در سطح انبار)	
		حل مسئله ب	۲-۴-۴
۸۸	.....	(بیشینه سازی تعداد بسته‌های اولیه در حجم انبار)	
۹۲	.....	مثال حل شده	۵-۴
آ برنامه‌های مربوط به الگوریتم های فصل (۲) به زبان متلب			
۹۹	.....	
ب برنامه‌های مربوط به الگوریتم های فصل (۴) به زبان متلب			
۱۰۷	.....	
۱۱۱	.....	مراجع	

پیش‌گفتار

فلسفه وجودی انبار در سازمان‌های تولیدی و خدماتی بویژه سازمان‌های تولیدی و صنعتی، پیشگیری از بروز اختلال در فرایندهای تولیدی و حمایت از این فرایندها در قبال تغییرات ناگهانی در مشخصه‌های عوامل تولید، از جمله قابلیت دسترسی و قیمت مواد اولیه و قطعات، میزان نرخ تقاضا و غیره است.

نقش انبار در اقتصاد کشورهای مختلف متفاوت است. در کشورهای پیشرفته، انبارها حلقه‌هایی از زنجیر تولید، توزیع و مصرف می‌باشند و بدین وسیله تولید انبوه کارخانه‌ها و صنایع به دست مصرف‌کنندگان داخلی رسیده، یا به مراکز صادراتی منتقل می‌شود. در برخی کشورها که واردات کالا و مواد مختلف درصد زیادی از نیاز کشور را تشکیل می‌دهد، انبارها بطور عمده نقش واسطه را در انتقال کالا از مبادی ورودی کشور به مناطق مختلف و سپس توزیع محلی به عهده دارند. بنابراین استفاده از شیوه‌های صحیح انبار داری موجب کاهش هزینه‌های مربوطه می‌گردد که نهایتاً باعث کاهش بهای پرداختی از طرف مصرف‌کننده خواهد شد.

از طرف دیگر، وضعیت انبارهای یک کارخانه تاثیر قابل توجهی بر امور جاری آن دارد. با توجه به نقش عظیم صنایع در فعالیت‌های اقتصادی هر کشور و اینکه حجم زیادی از سرمایه کارخانه‌ها بصورت کالا در انبار نگهداری می‌شود ضرورت توجه به انبار و مسائل مربوط به آن در صنایع روشن می‌گردد.

یکی از مسائل مرتبط با انبار، مسئله استفاده از فضای انبار است. بهینه‌سازی فضای انبار یکی از ارکان مدیریت بهینه تولید است و در واحدهای تولیدی که از فضای کافی برای ذخیره‌سازی تولیدات خود برخوردار نیستند، نقش حیاتی دارد. این موضوع در شرکت‌هایی که برای نگهداری تولیدات خود از سیستم‌های خاص و پرهزینه (به عنوان مثال سیستم‌های برودتی برای نگه‌داری مواد غذایی و دارو) بهره‌می‌برند، اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. بنابراین بهینه‌سازی فضای در دسترس و استفاده بهینه از آن، موضوع مهمی است که در این پایان‌نامه به آن پرداخته شده‌است. با توجه به مطالب بیان شده، این پایان‌نامه را در ۴ فصل تدوین نموده‌ایم.

در فصل اول به ذکر مقدماتی در مورد مفهوم انبار و انبارداری و مطالبی از جمله نقش انبار در اقتصاد یک کشور، انواع انبار و ... پرداخته شده‌است.

فصل دوم به بیان یک مسئله کاربردی در مورد استفاده بهینه از فضای در دسترس انبار اختصاص دارد. در واقع

هدف اصلی در این فصل، تعیین اندازه بسته‌بندی و طراحی فضای ذخیره‌سازی به طور همزمان و برآورد تاثیر اندازه بسته‌بندی‌ها، ابعاد پالت‌ها و طراحی قفسه‌ها بر روی فضای مورد استفاده انبار است. تاکید بیشتر این فصل بر بهینه سازی ارتفاع انبار است. همچنین در این فصل سه روش مختلف ذخیره سازی محصولات در انبار بررسی شده است و میزان فضای مورد استفاده در دو روش با هم مقایسه شده است. در فصل سوم تاثیر اندازه بسته‌بندی‌ها و طراحی قفسه‌ها بر فضای مورد استفاده انبار، در یک مورد مطالعاتی خاص مورد بررسی قرار گرفته است.

فصل چهارم به بهینه سازی فضای مربوط به قفسه‌های انبار، با حجم ثابت اختصاص دارد. همانطور که می‌دانید، هر مجتمع انبار، دارای بخش‌های مختلفی است. به عنوان مثال اتاق کنترل، اتاق انباردار، بخش مربوط به هماهنگی کامیون‌ها، واحد بسته‌بندی و واحد ذخیره سازی محصولات از جمله این بخش‌هاست. برای اختصاص فضا به قسمت ذخیره سازی محصولات یا همان قفسه‌های انبار، با محدودیت‌هایی مواجه هستیم. فرض شده است که فضای مربوط به احداث قفسه‌ها دارای حجم ثابتی است. هدف اصلی تعیین ابعاد بهینه‌ی طول، عرض و ارتفاع این فضا بر اساس شرایط و محدودیت‌های موجود است. در این فصل مدل بیان شده تا حدی مبتنی بر فرضیات فصل دوم است. همچنین در قسمتی از روش ارائه شده برای حل این مدل، از روش ارائه شده در فصل دوم (الگوریتم حل مدل تک کالایی)، استفاده شده است.

فصل ۱

مقدماتی در مورد مفهوم انبار و ساختار

فیزیکی آن

انواع تعاریف موجود در ارتباط با دو مفهوم انبار و انبارداری، بررسی نقش انبار در اقتصاد یک کشور (تجارت و صنعت)، انواع انبار از لحاظ ساختمان و مواد ذخیره شده در آن و غیره از جمله مواردی است که در این بخش به اختصار به آن پرداخته شده است. هدف اصلی در این فصل آشنایی کلی با مفاهیم مرتبط با انبار است.

۱-۱ تعاریف انبار و انبارداری

در این بخش به تعاریف مختلف از انبار و انبارداری اشاره می شود [۴].

۱-۱-۱ تعاریف انبار

- انبار محلی برای ذخیره کالا توسط تولید کنندگان و عمده فروشان است [۵۰].
- محلی جهت پذیرش، تحویل، ترکیب، توزیع و ذخیره بار [۱۳].
- محل نگهداری کلیه اقلام مورد نیاز تا زمانی که طبق برنامه تولید به آنها احتیاج افتد [۱].
- عمارتی جهت ذخیره توده ای مواد اولیه، قطعات نیم ساخته و محصولات نهایی جهت انتقال یا تقسیم به دسته های کوچکتر و توزیع در آینده [۴۹].
- محلی برای نگهداری کالا و مواد است. در صنعت برای نگهداری مواد اولیه، کالای نیم ساخته، محصولات یک واحد تولیدی، قطعات یدکی دستگاه ها و ماشین آلات و اجناس اسقاط، و در تجارت به منظور نگهداری اقلام و کالاهای خریداری شده برای توزیع و فروش استفاده می شود [۶].
- انبار به هر محل و فضایی که بتوان در آن مواد اولیه قابل مصرف در ساخت، انواع محصولات و یا محصولات ساخته شده و قابل فروش و یا کالاهای نیم ساخته، انواع قطعات، لوازم یدکی، تجهیزات، ماشین آلات، ملزومات، ابزار آلات و هرگونه کالای مستعمل و غیر قابل استفاده و نامعلوم نگهداری نمود، اطلاق می شود [۵].

۲-۱-۱ تعاریف انبارداری

- عمل ذخیره، محافظت و اداره مواد خام و کالاها در انبار [۵۴].
- انجام عملیات فیزیکی و اداری مورد نیاز در انبار مانند پذیرش، طبقه بندی، شناسایی، بازرسی، محافظت، چیدن، بازیابی و آماده سازی برای ارسال [۵۷].
- دسته ای از فعالیت‌های حمل و نقل مواد که در داخل انبار و مکان‌های دریافت و ارسال انجام می‌گیرند مانند دریافت کالا، ذخیره انتخاب سفارش، جمع بندی، طبقه بندی و ارسال [۵۹].
- دریافت جنس یا کالا از خارج (از قسمت‌های مختلف یا دیگران) و نگهداری آنها طبق نظم و اصولی که متضمن سهولت در تحویل دادن (صدور) و تحویل گرفتن (ورود) با صرف حداقل وقت و نیروی مورد نیاز و رساندن اجناس و کالای مورد نیاز قسمت‌ها یا خریداران به آنها در حداقل وقت ممکن [۵].

۲-۱ سیستم تولید به هنگام

همانطور که می‌دانید، مواد موجود در انبارها به منزله‌ی سرمایه‌های راکد یک شرکت محسوب می‌شود، لذا ممکن است نگهداری این سرمایه‌ها در انبار موجب اتلاف سرمایه گردد. همچنین فرایند انبارداری با هزینه‌هایی مثل فضا و زمان ذخیره‌سازی محصولات در انبار، حقوق انباردار و غیره همراه است. حال با وجود این هزینه‌های انبارداری شاید این فکر به ذهن خطور کند که چرا از سیستمی جامع برای کنترل موجودی تولید مثل سیستم تولید به هنگام^۱ که اساساً بر کاهش هزینه‌ها از طریق حذف موجودی‌های انبار تمرکز دارد، استفاده نمی‌شود؟ برای پاسخ به این سوال نیازمند آشنایی بیشتر با این سیستم هستیم، که در ادامه به آن می‌پردازیم.

سیستم تولید به هنگام، سیستمی جامع برای کنترل موجودی‌های تولید است. در این سیستم هیچ موجودی مواد اولیه ای خریداری نمی‌شود و هیچ محصولی ساخته نمی‌شود، مگر در هنگام ضرورت. این سیستم اساساً بر کاهش هزینه‌ها از طریق حذف موجودی‌های انبار تمرکز دارد.

این فلسفه برای اولین بار در دهه ۱۹۵۰ میلادی توسط تایچی اهنو^۲ در کارخانه تویوتا^۳ توسعه یافت که هدف آن برآورده ساختن تقاضای مشتریان با حداقل تأخیر بود. ظهور این سیستم در ژاپن، با یک سری جنبه‌های فرهنگی قوی در این کشور مرتبط بود.

^۱Just inTime System-JIT

^۲taiichi ohno

^۳TOYOTA

در سیستم تولید به هنگام، مواد اولیه به هنگام نیاز خریداری و بلافاصله مصرف و به کالای ساخته شده تبدیل می‌شوند و کالای ساخته شده نیز بلافاصله برای مشتریان ارسال می‌شود. این سیستم از آنجائیکه موجب کاهش موجودی‌ها می‌شود از اشغال فضا و راکد ماندن سرمایه، جلوگیری می‌کند و موجب افزایش بهره‌وری می‌شود. اجرای موفقیت‌آمیز این سیستم نیازمند مشارکت تک تک افراد سازمانی در آن، تولید محصولات با کیفیت بالا، تحویل به موقع محصولات به مشتریان، برنامه‌ریزی دقیق و فرهنگ سازمانی مطلوب است. به دلیل کاهش فضای مورد نیاز، استفاده از چنین سیستمی به خصوص برای کشورهای کم وسعت که با کمبود فضا مواجه هستند مفید است.

این سیستم با محدودیت‌های اساسی مواجه است، از جمله:

۱- این سیستم خوب است، اما اگر به صورت اتفاقی یک نوسان شدید در تقاضا به وجود آید، این سیستم قابلیت انعطاف لازم برای تطابق با سطح جدید تقاضا را ندارد. در واقع این سیستم، در شرایطی که قیمت مواد خام دچار نوسان است با موفقیت انجام نمی‌گیرد و با مشکل مواجه می‌شود. نوریس^۱ در سال ۱۹۹۴ اشاره کرد که میزان ذخیره‌های موجودی در این سیستم بر اساس این فرض تلویحی هستند که همیشه موجودی اضافی برای دریافت سریع با قیمتی مشابه قیمت‌های قدیمی در دسترس است.

۲- محدودیت‌های لجستیکی نیز ممکن است موفقیت این سیستم را محدود نمایند. هنگامی که موجودی مواد اولیه ذخیره شده در انبار کافی نیست، وقفه در دریافت مواد خام در زنجیره عرضه می‌تواند به سرعت باعث تعطیلی کارخانه یا کمبود کالای ساخته شده شود. به عنوان مثال، در ابتدای استفاده از این سیستم، مدیران توپوتا با هیچ محدودیت لجستیکی مواجه نشدند، زیرا امکانات ساخت آنها از نظر جغرافیایی به هم نزدیک بودند، با این وجود مدیران نیسان که کارخانه‌هایش پراکنده‌تر از توپوتا بودند، متوجه شدند که باید سطح بیشتری از ذخیره مواد اولیه را نسبت به توپوتا نگهداری کنند تا با این کار از افزایش ترافیک و رفت و آمد در مناطق شهری جلوگیری کنند.

۳- اجرای موثر این سیستم نیازمند این است که کارگران به خوبی آموزش دیده باشند و مهارت‌ها و شایستگی‌های لازم برای ایفای مسئولیت‌هایی که به آنان محول شده است را دارا باشند، با این وجود اخیراً نیروی کار با استعداد ژاپنی از پذیرش کارهای کارگری اجتناب می‌کنند که این امر باعث استفاده از نیروی کار خارجی که مهارت کمتری نسبت به ژاپنی‌ها دارند و متعاقباً باعث کاهش کیفیت و بهره‌وری شده است. مدیران ژاپنی همچنین متوجه شدند اعتماد که به عنوان یک شرط لازم برای موفقیت این سیستم است، نمی‌تواند به طور تمام و کمال در خصوص عرضه‌کنندگان خارجی اعمال شود.

^۱ Norris

باتوجه به مطالب گفته شده، اجرای این سیستم نیاز به برنامه ریزی دارد و کار آسانی نیست و چنین نیست که شرکتی تصمیم بگیرد که این مسأله را امروز در سازمان حاکم کند و مطابق با آن عمل کند، بلکه باید اسباب و مقدمات و زیرساخت‌های این کار فراهم شود. بنابراین اگر در سازمان یا شرکتی این زیرساخت‌ها فراهم نباشد، امکان پیاده سازی این سیستم هم میسر نخواهد بود. لذا در این حالت با اتخاذ شیوه‌های صحیح انبارداری می‌توان هزینه‌های مربوطه را کاهش داد [۴۷].

۳-۱ نقش انبار در اقتصاد کشور

درصد قابل توجهی از درآمد ناخالص ملی هر کشور، به صورت مواد اولیه، محصول نیم‌ساخته و کالاهای ساخته شده در انبارها نگهداری می‌شود. البته نقش انبار در اقتصاد کشورهای مختلف متفاوت است. در کشورهای پیشرفته، انبارها حلقه‌هایی از زنجیر تولید، توزیع و مصرف می‌باشند و بدین وسیله تولید انبوه کارخانه‌ها و صنایع به دست مصرف کنندگان داخلی رسیده، یا به مراکز صادراتی منتقل می‌شود. در برخی کشورها که واردات کالا و مواد مختلف درصد زیادی از نیاز کشور را تشکیل می‌دهد، انبارها بطور عمده نقش واسطه را در انتقال کالا از مبادی ورودی کشور به مناطق مختلف و سپس توزیع محلی به عهده دارند. در چنین وضعیتی، بهایی که مصرف کننده برای کالا پرداخت می‌کند برابر مجموع قیمت خرید کالا، هزینه حمل و نقل، هزینه انبارداری و سود فروشنده است، که اغلب هزینه حمل و نقل و انبارداری در مقایسه با قیمت تمام شده کالا، مبلغ قابل توجهی را به خود اختصاص می‌دهد. استفاده از شیوه‌های صحیح انبارداری موجب کاهش هزینه‌های مربوطه می‌گردد که نهایتاً باعث کاهش بهای پرداختی از طرف مصرف کننده خواهد شد.

۱-۳-۱ نقش انبار در تجارت

انبار یکی از پایه‌های اصلی تجارت محسوب می‌شود زیرا قسمت اعظم سرمایه شرکت‌های تجاری را موجودی انبارها تشکیل می‌دهد. هر کالا برای مصرف کننده از دو لحاظ دارای ارزش است:

۱- قابلیت کاربرد

۲- قابلیت دسترسی

قابلیت کاربرد به طراحی و ساخت محصول بستگی دارد. قابلیت دسترسی فیزیکی نیز از عوامل مهمی است که در ارزش کالا نقش موثری دارد. منظور از قابلیت دسترسی، موجود بودن کالا در محلی است که به آن نیاز می‌باشد. به عنوان مثال یک قطعه یخ در قطب شمال فاقد ارزش و در مناطق استوایی دارای ارزش زیادی است.

مصرف کننده، قابلیت کاربرد و سهولت دسترسی را با هم می‌خواهد. یکی بدون دیگری کالا را فاقد ارزش می‌کند و پیوستگی این دو عامل با یکدیگر ارزش کل کالا را بالا می‌برد. در اینجا است که انبار نقش عمده خود را نشان می‌دهد.

۱-۳-۲ نقش انبار در صنعت

فعالیت و تلاش صنایع و کارخانه‌ها، تهیه مواد اولیه مختلف و ساخت و تولید محصول می‌باشد. در هر کارخانه انبارهای مختلفی از قبیل انبار مواد اولیه، انبار مواد نیم‌ساخته، انبار محصول، انبار ابزار آلات، انبار قطعات یدکی دستگاه‌ها، انبار قالب، انبار ملزومات، انبار ضایعات و غیره وجود دارد. فعالیت اصلی هر کارخانه تولید و ساخت کالا است. اما معمولاً مشاهده می‌شود که به انبار و نحوه نگهداری کالاها و مواد در کارخانه‌ها توجهی نمی‌شود. در صورتی که وضعیت انبارهای یک کارخانه تاثیر قابل توجهی بر امور جاری آن دارد. با توجه به نقش عظیم صنایع در فعالیت‌های اقتصادی هر کشور و اینکه حجم زیادی از سرمایه کارخانه‌ها بصورت کالا در انبار نگهداری می‌شود ضرورت توجه به انبار و مسائل مربوط به آن در صنایع روشن می‌گردد.

۱-۴ انواع انبار

انبارهای متنوع و مختلفی در عمل وجود دارد و تاکنون تقسیم بندی‌های مختلفی در مورد آن‌ها شده است. در اینجا از جهات زیر انواع انبارها را بررسی می‌کنیم:

- از نظر کالایی که در آن نگهداری می‌شود
- از نظر چگونگی و ماهیت عملکرد
- از نظر انجام عملیات انبار توسط انسان یا ماشین

۱-۴-۱ انواع انبار از نظر نوع کالایی که در آن نگهداری می‌شود

علاوه بر شکل و حالت مواد، شرایط و خصوصیات کالا در نوع انباری که برای نگهداری آن مورد نیاز است، موثر می‌باشد. بنابراین در این حالت انبار را می‌توان به صورت زیر تقسیم بندی نمود:

۱-۱-۴-۱ انبار کالاهای معمولی

منظور از انبارهای کالاهای معمولی، انباری است که خصوصیات مواد و اقلام، ما را به استفاده از وسائل و تجهیزات مخصوص جهت کنترل شرایط آن محدود نمی‌سازد و اقلام در این انبار معمولاً به صورت جامد بسته بندی شده (بسته‌ها و کارتن‌ها)، می‌باشد.

۲-۱-۴-۱ انبار مواد قابل اشتعال یا انفجار

انبارهایی که برای نگهداری این قبیل مواد به کار می‌روند، باید دارای شرایط ویژه بوده و از ایمنی کامل برخوردار باشد. در انبارهایی که مواد قابل اشتعال وجود دارد باید تدابیر حفاظتی شدیدی از نظر موقعیت و محل، نوع ساختمان، سیستم‌های جلوگیری از حریق و غیره صورت گیرد. بشک‌های نفت، بشک‌های بنزن، چلیک‌های حاوی مواد آتش‌گیر و کیسول‌های قابل احتراق نمونه‌هایی از این مواد می‌باشند. انبارهایی که مواد قابل انفجار در آنها نگهداری می‌شود باید به شکل مخصوص و متناسب با مواد انبار شده در محل‌هایی دور از اماکن عمومی ساخته شوند.

۳-۱-۴-۱ انبارهای کالاهای فاسد شونده

بسیاری از مواد از قبیل: مواد غذایی دارویی و شیمیایی وجود دارد که باید در درجه حرارت‌های ویژه‌ای انبار شوند. به عنوان مثال برای نگهداری مواد غذایی به سردخانه (انبار سرد) نیاز است. سردخانه‌ها خود بر حسب نوع مواد و اقلامی که در آن نگهداری می‌شوند به دو دسته سردخانه بالای صفر و سردخانه زیر صفر درجه سانتی‌گراد تقسیم می‌شوند. از سردخانه‌های بالای صفر درجه سانتی‌گراد برای نگهداری اقلامی مانند محلول‌های شیمیایی، سرم‌ها، داروها، میوه جات، سبزیجات، لبنیات و غیره استفاده می‌شود. در سردخانه‌های زیر صفر درجه، که دمای آنها گاهی تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد زیر صفر نیز می‌رسد، گوشت منجمد گاو، گوسفند، مرغ، کره و غیره نگهداری می‌گردد.

۴-۱-۴-۱ انبار مواد شیمیایی و سموم

مواد شیمیایی غالباً خواص مختلف خطرناکی دارند به طوری که ممکن است در تماس با اعضای بدن، اقلام دیگر انبار، ساختمان انبار و تجهیزات حمل و نقل اثرات نامطلوبی بر جای گذارند. بسیاری از مواد شیمیایی با پخش شدن در فضا در دراز مدت می‌توانند تاثیراتی بر روی حس بینایی و لامسه افراد که با آن سر و کار دارند، بگذارند. تاثیرات تخریبی سموم بر روی بدن انسان نیاز به توضیح ندارد. لذا چنین موادی باید در انبارهای جداگانه با در

نظر گرفتن کلیه شرایط ایمنی و حفاظتی نگهداری شوند.

۱-۴-۵ انبار مواد فله ای

این گونه انبارها غالباً برای نگهداری یک نوع از مواد فله ای بکار می‌رود، ولی ممکن است از یک انبار در طول زمان برای نگهداری مواد مشابه استفاده نمود. مشخص بودن نوع موادی که قرار است انبار شوند، جهت طراحی سازه‌ای و ساخت آنها از ابتدا لازم است. سیلوهای غلات، سیمان، تانکرهای مواد شیمیایی و نفتی از جمله موادی هستند که در این نوع انبارها هستند. خصوصیات ویژه این اقلام، نحوه طراحی و ساخت، آنها را از سایر انواع انبار جدا می‌سازد.

۱-۴-۲ انواع انبار از نظر چگونگی ماهیت عمل

گرچه تمامی انبارها برای نگهداری اقلام مختلف کالا بکار می‌روند لیکن مسائلی از قبیل :

- محل و موقعیت انبار
- نحوه ساختن انبار
- تاسیسات مورد نیاز
- تنوع کالاهایی که به انبار وارد می‌شوند
- میزان حجم یا وزن مواد که در طی زمان معینی به انبار وارد یا از آن خارج می‌شوند
- موقعیت انبار در ارتباط با فعالیت‌های اقتصادی جامعه

وجود دارند که به همراه پاره‌ای مسائل دیگر، انبارها را از نظر چگونگی و ماهیت عمل آنها از یکدیگر متمایز می‌کند. بر این اساس انبارها را می‌توان به صورت زیر تقسیم نمود :

۱-۴-۲-۱ انبارهای گمرکی و ترانزیت

حجم فعالیت‌ها در این انبارها فوق العاده است و از راه ارتباطات هوایی دریایی، راه آهن و جاده‌ای، وظیفه تحویل اقلام و محصولات وارداتی یا ارسال اقلام صادراتی انجام می‌شود. اقلام در این گونه انبارها عمدتاً به صورت واحد بار از قبیل کانتینرهای استاندارد، واحدهای بار پالتی، صندوق‌ها و در پاره‌ای موارد اقلام تکی حجیم یا وزین می‌باشند. حجم بالای مواد و اقلام، اجازه انبار کردن آنها را به شکل ساده و بصورت انباشته (کپه

ای) می‌دهد. فعالیت عمده در این انبارها عبارت از دریافت، انتقال به محل انبار، انبار نمودن و سپس ارسال است. قابل ذکر است که مقدار قابل ملاحظه ای از اقلام، به خاطر بسته‌بندی خاصی که دارند و به علت اینکه در محیط باز فاسد نشده و از بین نمی‌روند و یا مانند آهن آلات دچار زنگ زدگی و پوسیدگی نمی‌گردند، در اینگونه انبارها در محوطه سرباز نگهداری می‌شوند.

۱-۲-۲-۴ انبارهای توزیع محلی

این انبارها جهت توزیع اقلام و محصولات مختلف برای یک ناحیه یا شهر، یا برای انبار نمودن نیازهای سالیانه موسسات و سازمانهای خدماتی بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این گونه انبارها فعالیت‌های ارسال بیش از دریافت می‌باشد، زیرا اقلام به صورت واحد بار به مقدار زیاد دریافت می‌شود و سپس به صورت دسته‌های کوچکتر یا قطعات منفرد تحویل متقاضیان می‌گردد. تنوع اقلام در اینگونه انبارها در مقابل وزن و حجم اقلام متوسط است. استفاده از سیستم‌های قفسه‌بندی در چنین انبارهایی مشاهده می‌شود.

۱-۲-۳-۴ انبارهای کارخانه‌های صنعتی

کارخانه‌ها دارای انبارهای متعددی هستند. تعیین محل و برآورد فضای انبار کارخانه‌ها در ارتباط تنگاتنگ با طراحی کلی کارخانه، صورت می‌گیرد. موضوع قابل توجه در انبار کارخانه‌ها، مشخص بودن تعداد، مقدار، نوع مواد و قطعات یا محصولاتی است که در انبارها نگهداری می‌شود و به این ترتیب با استفاده از آمار و اطلاعات و پیش بینی‌هایی که صورت می‌گیرد، می‌توان با تقریب بسیار خوبی نیاز به فضا، تجهیزات حمل و نقل، تجهیزات نگهداری و ظروف مورد نیاز انبار را محاسبه نمود. نکته قابل توجه دیگر، به خصوص در انبار مواد اولیه و قطعات نیم‌ساخته، تنوع اقلام و طرح ظروف و روشهای مناسب برای نگهداری آنهاست. این تنوع اقلام، استفاده از انواع روش‌های قفسه‌بندی را در انبارهای کارخانه‌ها معمول کرده است.

۱-۴-۳ انواع انبار از نظر انجام عملیات توسط انسان یا ماشین

در انبارهایی که از تجهیزات حمل و نقل معمولی نظیر لیفت تراک، ریچ تراک و تجهیزات مشابه به منظور حمل اقلام کالا استفاده می‌کنند، نیروی انسانی مستقیماً نقش اساسی داشته و هدایت تجهیزات حمل و نقل، انتخاب محل مناسب و خالی در انبار را به عهده دارد. با پیشرفت سیستم‌های رایانه‌ای به منظور کاهش دادن نیروی کار در انبارها و افزایش عملیات، از این سیستم‌ها در انبار نیز استفاده شده است و در نتیجه انبارهای اتوماتیک با کنترل رایانه ای به وجود آمده اند.

در انبارهای اتوماتیک، سطح بالایی از مکانیزاسیون همراه با کنترل رایانه ای بکار گرفته می‌شود. انبارها مکانیزم

اتوماتیک انواع مختلفی داشته و مسائل ویژه خود را دنبال می‌کنند [۶]. برای آشنایی با انبارها با مکانیزم اتوماتیک به [۲] مراجعه کنید.

۵-۱ دستورالعمل طراحی سیستم فیزیکی انبار

گاهی انبار یا مجتمع انبار قبلاً ساخته شده است و باید کالاها را در داخل آنها به گونه اصولی و اقتصادی ذخیره نمود و گاهی انبار از قبل ساخته شده ای وجود نداشته و باید تمام مسائل آن را از ابتدا بررسی نموده و سرانجام شکل مطلوب انبار یا مجتمع انبارها را پیشنهاد کرد. جریان فعالیت‌ها جهت طراحی یک پروژه سیستم فیزیکی انبار به اختصار به شرح زیر است:

- تهیه اطلاعات:
- نخستین گام، جمع آوری اطلاعات مختلف در رابطه با ویژگی‌های انبار مورد نیاز و نهایتاً تهیه لیست اقلامی است که باید در انبار ذخیره شود.
- بررسی و تکمیل اطلاعات اولیه:
- منظور از این مرحله خلاصه کردن، تثبیت و تکمیل اطلاعات فرم‌های قبلی با توجه به احتمال حذف یا اضافه شدن محصولی به خط تولید در آینده است.
- آیا انبار ساخته شده است یا نه؟
- حالت اول: انبار ساخته شده موجود است. در این حالت باید کلیه محدودیت‌های موجود مانند ابعاد مختلف انبار، یک یا چند طبقه بودن و ارتفاع انبار، تحمل باربری انبار، محل درب‌های انبار و غیره در نظر گرفته شود و سپس با توجه به جمع‌بندی و اولویت دادن به این محدودیت‌ها به مطالعه مراحل بعدی پرداخت.
- حالت دوم: انبار ساخته شده‌ای وجود ندارد و در نظر است با اتکاء به طرح بهینه سیستم فیزیکی، نسبت به ساخت انبار اقدام شود. نوع این محدودیت‌ها با محدودیت‌هایی که در حالت اول وجود داشت متفاوت است و بیشتر در قسمت مکان‌یابی محل و موقعیت استقرار انبار مطرح می‌شود.
- در نظر گرفتن یک یا چند طرح کلی و مناسب در رابطه با انبار
- تفکیک و گروه بندی اقلام
- انتخاب نوع و تعداد ظروف ذخیره سازی برای هر گروه

- انتخاب نوع و تعداد قفسه و تجهیزات ذخیره سازی
 - تعیین نوع و تعداد وسایل حمل و نقل
 - تهیه چیدمان مقدماتی:
- هدف از این مرحله که در واقع جمع بندی مراحل قبلی است، تعیین موقعیت ذخیره سازی هر گروه کالا در انبار است.
- ارزیابی فضا و طرح اولیه:
- در این مرحله نسبت فضای استفاده شده به فضای کل انبار، محاسبه شده و از میان چند طرح مختلف، طرحی که در آن، نسبت فوق بیشتر است انتخاب می شود.
- آیا سیستم ذخیره سازی مناسب است؟
- در صورتی که جواب مثبت است به مرحله بعدی رفته و در صورتی که جواب منفی باشد، به مرحله تفکیک و گروه بندی اقلام بر می گردیم. سپس با توجه به یک یا چند طرح کلی که از ابتدا در نظر گرفته شده بود، سایر مراحل به ترتیب تکرار می شود تا در پاسخ به این سوال که آیا سیستم ذخیره سازی مناسب است؟، جواب مثبت داده شود.
- ارزیابی فنی و اقتصادی طرح:
- معمولا برای حل مشکل انبارها بیش از یک راه حل وجود دارد. لذا از نظر اقتصادی لازم است طرح های مختلفی تهیه شود و از دو بعد کمی و کیفی با یکدیگر مقایسه شوند تا مناسب ترین آنها انتخاب شود.
- آیا طرح انتخاب شده با توجه به محدودیت ها، بهترین طرح است؟
- در این مرحله در صورتی که بهترین طرح انتخاب شده باشد، به مرحله بعد رفته و در غیر این صورت به مرحله در نظر گرفتن یک یا چند طرح کلی و مناسب در رابطه با انبار، باز می گردیم. در این حالت با توجه به تجارب کسب شده، طرح های قبلی رفع نقص و تکمیل شده، یا طرح جدیدی ارائه می شود و سپس گام های دستورالعمل مجددا طی می شود.
- تهیه نقشه استقرار قفسه ها، تجهیزات و چیدمان نهایی
- در این نقشه ابعاد دقیق راهروها، اتاق انباردار، فضای تخلیه و بارگیری مشخص می شود.
- شکل ظاهری و خصوصیات انبار:
- در این مرحله باید اطلاعاتی که به طرح سازه انبار کمک می کند، جمع بندی و تدوین گردد. این اطلاعات در زمینه های مختلف مانند میزان باربری و شیب مناسب کف انبار، تهویه، نورگیری، اتاق انباردار و