

به نام خدا

کنترل موجودی

احسان جوانمردی

دانشجوی دکتری مدیریت سیستم ها-دانشگاه شیراز

۱۳۸۹

[Www.iepnu.ir](http://www.iepnu.ir)



فصل اول

مفاهیم و مقدمات

۱-۱- مقدمه:

از مسئولیت های مهم و اساسی در واحدهای صنعتی، برنامه ریزی و کنترل موجودی ها است. فعالیتهای متمرکز شده با عنوان کنترل موجودی ها همواره مورد توجه خاص مدیریت است و اصولاً مدیران عملیاتی درصدد هستند که طرحی برای کنترل موجودی داشته باشند ولی با توجه به اثرات محیطی نمی توان یک طرح عمومی و کلی ارائه داد. بلکه بایستی با استفاده از تجربه، شرایط محیطی را کشف نمود و سپس با برقراری یک مکانیزم کنترل اثر آنرا مورد ارزیابی قرار داد. از این رو واحدهای مرتبط با کنترل موجودی ها در صنعت هر یک به نوعی خاص، سیاستهای رایج و نحوه اعمال فعالیتهای برنامه ریزی و کنترل موجودی ها را مورد توجه قرار داده و بنابر مصالح خود به نوعی سیاست و خط مشی برای اداره این فعالیتهای گرایش پیدا می کنند و می بایست ضمن در نظر گرفتن اهداف و استراتژی های کلی سازمان و ضمن توجه به مجموعه عوامل و شرایط حاکم بر سازمان روشها و سیاستهایی را اتخاذ نمایند و به اجرا در آورند که در اقتصاد کلی سازمان اثر مثبت داشته باشد.

فعالیت مدیریت موجودی که مشتمل بر فعالیتهای برنامه ریزی و کنترل موجودی می باشد به دو بخش برنامه ریزی و کنترل قابل تفکیک است. در بخش برنامه ریزی، سیاست ها و شیوه های مناسب اقتصادی تدوین می شود. بخش کنترل نقش اجرا کننده و به کار گیرنده این روشها و سیاستهای تدوین شده را بر عهده خواهد داشت. اگر بخواهیم مدلهای کنترل موجودی را دسته بندی نماییم می توانیم به نمونه زیر اشاره نماییم:

۱- مدلهای کنترل موجودی در شرایط اطمینان

۲- مدلهای کنترل موجودی در شرایط عدم اطمینان

۳- مدلهای کنترل موجودی در شرایط ریسک (با وجود توزیع احتمال متغیرهای تصادفی)

۴- مدل برنامه ریزی و کنترل مواد ^۱MRP

۵- مدل موجودی صفر - درست به موقع ^۲

نیاز واقعی برای تجزیه و تحلیل موجودی ابتدا در صناعی تشخیص داده شد که ترکیبی از مشکلات برنامه ریزی تولید و مشکلات موجودی داشتند. یعنی جایی که اقلام و محصولات به طور انباشته تولید می شدند. هزینه راه اندازی ماشین آلات نسبتاً بالا بود و سپس در کارخانه انبار می شدند. اولین بیان در مورد فرمول ساده اندازه انباشته اقتصادی به وسیله فردی به نام فورد هریس ^۳ از موسسه وستینگهاوس در سال ۱۹۱۵ ارائه شد. این فرمول ها بعدها به عنوان فرمول ویلسون معروف شد زیرا به وسیله ار. اچ. ویلسون ^۴ به عنوان بخش لازم و کاملی از طرح کنترل موجودی عنوان گردید.

¹ Material Requirement Planning

² Just in time (JIT) – Zero Inventory – Stock Less

³ Ford Harris

⁴ R.H.Wilson



اولین کتاب کاملی که به مسائل موجودی پرداخت اثر ریموند^۱ بود و زمانیکه در M.I.T بود نوشت. در اثنای جنگ جهانی دوم که علوم مدیریت و تحقیق در عملیات ظهور کرد توجه دقیق تری بر روی طبیعت احتمالی مسائل موجودی معطوف شد و مدل‌های احتمالی معرفی گردیدند. بطور کلی ۳ استراتژی در مدلسازی موجودی را می‌توان در نظر داشت :

۱- مدلسازی جزئی موجودی به همراه آنالیزهای ریاضی گسترده با تعداد محدودی متغیر تصمیم‌گیری:

در این استراتژی مدل‌های ریاضی با تعداد محدودی متغیر تصمیم‌گیری ایجاد می‌شوند. یک مثال کلاسیک از این دسته مدل اندازه انباشته اقتصادی (EOQ^2) می‌باشد که تحت یکسری فرضیات مشخص، هزینه کل سفارش دهی را حداقل می‌کند. مدل‌های برنامه ریزی خطی^۳ که با استفاده از روش‌های سیمپلکس^۴ حل می‌شوند و همچنین بعضی از مدل‌های شبیه‌سازی^۵ نیز از این دسته هستند.

۲- مدلسازی با دید وسیع تر موجودی و با در نظر گرفتن متغیرهای تصمیم بیشتر و با تلاش کمتر در جهت رسیدن به جواب بهینه ولی با آنالیزهای ریاضی:

در این استراتژی ها سعی می‌شود که مدل‌ها شرایط واقعی را بیشتر در نظر بگیرند. در این مدل‌ها حتی ممکن است که جنبه ریاضی و همچنین توابع مشخص ریاضی تعریف نشود و در واقع به یک جواب شدنی که کارایی نسبتاً خوبی دارد اکتفا شود بعنوان مثال روش برنامه ریزی MRP^6 در این دسته قرار دارد.

۳- مدلسازی در جهت کاهش موجودی‌ها بدون استفاده از و یا استفاده بسیار محدود از مدل‌های ریاضی:

در این استراتژی تلاش می‌شود که بدون استفاده از مدل‌های ریاضی، سطوح موجودی کاهش داده شود. به عنوان مثال فلسفه JIT در این دسته قرار می‌گیرد. در این مدل فعالیت‌های بدون ارزش حذف می‌شوند و این با بهبود مستمر تکرار می‌گردد.

۲-۱- تعریف موجودی :

صرفنظر از معنای لغوی کلمه موجودی، آنچه که در ادبیات مدیریت موجودی ها و مهندسی صنایع از این واژه برداشت می‌شود به شرح زیر می‌باشد:

(موجودی‌ها عبارتند از : اجناس ، مصالح، مواد و قطعاتی که ذخیره می‌شوند تا در امر تولید ، فروش و اداره صنعت مورد مصرف قرار می‌گیرند.)

- در این تعریف از واژه مصرف استفاده شده و بنابراین دارایی‌هایی مثل ساختمان‌ها، زمین، ماشین‌آلات ، و حتی وسایل و مبلمان اداره جزء موجودی‌ها قلمداد نمی‌شوند.

- طبق این تعریف کالایی که در خط تولید در جریان است یا عملیاتی روی آن صورت می‌گیرد و جزء فرآیند است، موجودی محسوب نمی‌شود مثلاً نفت در خط لوله ...

¹ F.E.Raymond

² Economic order Quantity

³ Liner Programming

⁴ Simplex

⁵ Simulation

⁶ Material Requirement Planning

۳-۱- انواع موجودی :

موجودی ها را می توان بنا به شرایطی که در مسیر تولید دارند را به ۵ گروه تقسیم کرد:

۱- مواد اولیه^۱

۲- قطعات مربوط به تولید (آماده مونتاژ یا زیر مونتاژها)^۲

۳- قطعات نیمه تمام در مسیر تولید (قطعات بین کارگاهی، کالای نیمه ساخته)^۳

۴- محصولات تمام شده (محصول نهایی)^۴

۵- سایر مواد و قطعات (مواد غیر مستقیم، ملزومات)^۵

نکته : هر کدام از این موجودی ها جهت مصرف، فروش و یا تبدیل نگهداری می شوند.

۳-۱-۱- مواد اولیه :

مواد اولیه نباید با مواد خام اشتباه شوند. با این وجود برخی از مواد اولیه یک کارخانه می تواند ماده هم خام باشد. مواد خام به آن دسته از مواد اطلاق می شود که مستقیماً از طبیعت برداشت شده اند و تغییرات فیزیکی یا شیمیایی قابل توجهی بر روی آنها صورت نگرفته است.

مثال برای مواد خام : سنگ آهن، نفت خام، غلات و ...

مثال برای مواد اولیه : آرد ، ورق های فولادی و ...

۳-۱-۲- قطعات مربوط به تولید :

قطعاتی هستند که بر روی آنها کلیه عملیات ساخت انجام شده و هم اکنون به صورت قطعه ای کامل و آماده مونتاژ شدن بر روی محصول نهایی هستند. مثلاً کاربراتورهای موتورهای درون سوز یا حتی کل موتور درون سوز و ...

۳-۱-۳- قطعات نیمه تمام در مسیر تولید:

در یک تعریف کلی هر نوع مواد، مصالح و قطعاتی که وارد خط تولید شده و هنوز به صورت تمام شده به انبار تحویل نگردیده اند، جزو این گروه از موجودی ها به حساب می آیند.

مثلاً : مقداری پارچه که از مرحله برش گذشته اند و در جلوی ماشین های دوخت منتظر عملیات دوخت هستند.

۳-۱-۴- محصولات تمام شده (نهایی) :

محصولات تمام شده و آماده فروش یا فرآورده نهایی، آنهایی هستند که کلیه عملیات تولیدی کنترل کیفیت و بسته بندی بر روی آنها انجام گرفته و به انبار تحویل شده اند و آماده فروش می باشند. این محصولات ممکن است بنابه سفارش مشتری به مقدار معین تولید شده باشند ولی هنوز به مشتری تحویل نشده باشند. همینطور ممکن است بر اساس پیش بینی های بخش فروش محصولات آماده شده و تدریجاً به بازار تحویل شوند.

۳-۱-۵- سایر مواد قطعات (ملزومات) :

¹ Raw Material

² Production Parts

³ Work In Process

⁴ Finish Goods

⁵ Indirect Material

اینها موادی هستند که در جریان تولید (یا در پشتیبانی از تولید) در کارخانه مصرف شده‌اند، ولی در فرآورده نهایی اثری از آنها وجود ندارد. این مواد که مواد غیر مستقیم می باشند به کلیه مواد و قطعاتی که مستقیماً بر روی محصول تمام شده اضافه نخواهد شد گفته می شوند.

مثلاً : انواع روغن های هیدرولیک در داخل پرسها و یا انواع پرسها و یا انواع مواد و قطعات مورد مصرف در اداری و همچنین دارای مصارف عمومی نظیر لوازم التحریر و همچنین وسایل مصرفی ایمنی نظیر دستکش ها و عینک های ایمنی و...

نکات :

- در واقع امر کنترل تولید و موجودی، برنامه ریزی و کنترل کالاها و مواد به منظور (هدف) حفظ و نگهداری موجودی در سطحی است که تقاضای مشتریان برآورده شد و در عین حال کمترین هزینه را در برداشته باشد.
- موجودی در هر حالتی هزینه است اما این دلیل نمی شود که موجودی نگهداری نکرد.
- کنترل موجودی با هدف حمایت از تولید انجام می شود.

۴-۱- اهمیت موجودی ها

موجودی ها از جمله دارایی هایی هستند که نیازمند توجه دقیق مدیریت واحدهای تجاری - تولید می باشند. موجودی ها دو ویژگی مهم دارند که این دو ویژگی توجه خاص به آن را الزامی می کند.

ویژگی اول این است که مقدار زیادی از منابع واحدهای تجاری - تولیدی در موجودی ها نهفته است. ویژگی دوم در گردش موجودی هاست که بر خلاف دارایی های غیر جاری (که ظرف مدتی بیشتر از یکسال به پول نقد تبدیل می شود) بطور مداوم مصرف و مجدداً جایگزین می شوند.

علیرغم هزینه های مرتبط با نگهداری موجودی ها داشتن موجودی در کارخانه امری غیر قابل اجتناب می باشد. مساله مهم این است که هزینه های روبرو شدن با کمبود کالا و مواد اولیه و قطعات یدکی مشکلات توقف تولید از دست رفتن فرصت فروش کالا و کسر اعتبار سازمان را در بر خواهد داشت. در مواردی هزینه این اشکالات می تواند به مراتب بیشتر از هزینه های ذخیره موجودی باشد. بنابراین برنامه ریزی موجودی ها و همچنین موجودی ها باید بتواند اهداف سازمانی را پشتیبانی نماید و این بدان معنی است که برنامه ریزی موجودی ها به استراتژی های طراحی شده برای سازمان متکی است. افزایش موجودی و موجودی در دسترس به تقاضای مشتریان به موقع جواب می دهد ولی افزایش موجودی یعنی دارایی راکد و زمانی که دارایی راکد باشد یعنی سمت راست ترازنامه افزایش می یابد که ممکن است سمت چپ ترازنامه با وام و استقراض آن را پوشش دهد. به عبارت دیگر شرکتها وام می گیرند و آن را به شکل موجودی در انبار ها نگه می دارند و این یعنی کند شدن جریان نقدینگی.

۵-۱- دلایل نگهداری موجودی :

- ✓ بعلت دیر رسیدن احتمالی مواد یا محصولات به کارخانه یا فروشگاه نگهداری موجودی ضروری است. (مشتری نمی تواند صبر کند تا کالا تولید شود ← بالا بردن سطح خدمت به مشتری)
- ✓ تغییرات قیمت ها (خرید با قیمت کمتر هنگامیکه تورم وجود داشته باشد).

✓ اعتبار شرکت ← به خصوص برای شرکت های کوچک ← افزایش مقدار فروش ← دلایل روانی (مثلا فروشگاه های لوازم خانگی)

✓ مقابله با تغییرات ناگهانی تقاضا

✓ هموار سازی خط تولید

✓ خرابی ماشین آلات (موجب جداسازی عملیات مختلف از هم می گردد).

✓ استفاده از تخفیف خرید مناسب

✓ دست مدیران را برای برنامه ریزی های مستقل از هم باز می گذارد.

هدف اولیه مدیریت موجودی رسیدن به این اطمینان است که مواد و قطعات و محصولات به تعداد مورد انتظار در زمان مورد انتظار وجود دارند.

بر طبق اصول احتمال می توان این استنباط را انجام داد که یک سفارش با یک احتمالی با توجه به موجودی های جاری تکمیل می شود. این احتمال با سطح سرویس^۱ مرتبط می باشد که برای یک مورد به صورت زیر تعریف می شود :

(کل تقاضای سالانه / تعداد مورد انتظار کمبود در یک سال) - ۱ = سطح سرویس

که این سطح سرویس عددی ما بین ۰ تا ۱ می باشد.

۶-۱- رویکرد بخشهای مختلف سازمان در قبال موجودی ها :

۱- **بخش فروش** : موجودی بالا را می پسندد چرا که تا موجودی نباشد نمی توان فروشی داشت.

۲- **بخش تولید**: موجودی بالا بهتر است چرا که باعث کاهش هزینه تولید می شود.

۳- **بخش خرید**: موجودی بالا بهتر است چرا که از تخفیف ها می توان بهره برد.

۴- **بخش مالی** : موجودی پایین بهتر است چرا که سرمایه را کد را نمی پسندد.

۵- **بخش مهندسی** : موجودی پایین را مناسب می داند چرا که تنوع محصول و طراحی محصولات جدید را هدف قرار می دهد.

۷-۱- دو سوال اساسی که باید در کنترل موجودی پاسخ دهیم:

۱- چه موقع موجودی را تهیه کنیم ؟ (زمان سفارش)

۲- چه مقدار از موجودی را تهیه کنیم ؟ (مقدار سفارش)

هدف : حداقل کردن هزینه ها

البته همه سیستم های موجودی با این ۲ سوال مواجه نیستند، مثلاً آب پشت سد با اینکه نوعی موجودی محسوب می شود اما عرضه و تهیه مجدد آن دست سازمان مسوول نیست و به بارش باران بستگی دارد.

۸-۱- هزینه های سیستم موجودی :

¹ Service Level

بطور کلی تصمیم گیری درباره موجودی ها تحت تاثیر هزینه ها قرار می گیرد و می توان انواع هزینه های مربوط به سفارش را به سه دسته طبقه بندی نمود :

- ۱- هزینه های نگهداری موجودی کالا در انبار موسسه^۱
- ۲- هزینه های سفارش یا نصب و راه اندازی^۲
- ۳- هزینه های کمبود و کسری^۳

هر کدام از هزینه های دسته بندی شده فوق دارای زیر هزینه هایی به شرح زیر می باشند :

۱-۸-۱- هزینه نگهداری و انبار کردن موجودی ها:

این نوع هزینه ها جهت سهولت بیان هزینه های انبارداری یا هزینه های نگهداری نیز نامیده می شوند. هزینه های انبار داری به حجم موجودی های یک کارخانه بستگی دارد و هر قدر موجودی های یک کارخانه زیادتر باشد هزینه های انبار داری بیشتری را در بر خواهد داشت. انواع هزینه های نگهداری عبارتند از :

الف - هزینه سرمایه راکد : یا هزینه های ناشی از رکود وجوه صرف شده در موجودی ها، بهره وام جهت تهیه موجودی های راکد مانده است و یا هزینه فرصت بکار انداختن این سرمایه شخصی در امور و سرمایه گذاری های دیگر است لذا عدم استفاده از آن در جهت سود آوری، هزینه ای برای کارخانه به شمار می آید.

ب - هزینه های محل و بیمه، مالیات و دستمزد انباردارها : جهت نگهداری اجناس و کالا به فضا، حرارت و تهویه، نگهبان و همچنین بیمه کردن کالا در مقابل خسارات آتش سوزی و سایر خطرات نیاز است و چنین عملیاتی هزینه دارد. این علاوه بر هزینه دستمزد انباردارها و مدیران و متصدیان انبارها و مالیات بر موجودی هاست.

ج - هزینه ناشی از فاسد شدن و جابجا کردن کالاها و فرسودگی و استهلاك موجودی ها و انبارها : بعضی از کالاها ممکن است با آمدن کالای جدیدتر به بازار از رونق افتاده و خریداری نداشته و غیر قابل فروش گردند. همچنین بسیاری از کالاها و محصولات از جمله مواد غذایی و شیمیایی در صورتی که بیش از زمان معین در انبار بمانند فاسد می شوند و برای کارخانه هزینه ای به بار خواهند آورد. فرسودگی و استهلاك وسایل انبار و ساختمانها و ماشین های حمل و نقل و خود موجودی که در انبار نگهداشته شده نیز هزینه نگهداری موجودی کالا را بالا می برد.

۲-۸-۱- هزینه سفارش یا نصب و راه اندازی

این هزینه، هزینه ای است که برای رسیدن کالا به انبار شرکت در صورت خرید و یا آماده سازی و نصب مجدد ماشین آلات در صورت تولید پرداخت می شود. هر زمان که سفارش داده می شود و یا به طور کلی وقتی درخواست خرید به اداره خرید فرستاده می شود هزینه سفارش یا نصب نیز شروع می شود و اهم هزینه های سفارش برای خرید و یا تهیه و تدارکات کالا و موجودی برای موسسه عبارتند از :

الف - هزینه های مربوط به حقوق و دستمزد پرسنل تدارکات

ب - هزینه های مربوط به سفارش خرید و پیگیری آن

ج - هزینه های دفتری مربوط به تهیه فرمهای درخواست خرید و ارسال فرمهای جدید و لوازم التحریر و فاکس، تلفن و مانند اینها

¹ Holding Costs

² Ordering or Setup Costs

³ Stock Out Costs

د - هزینه های مربوط به بازرسی و ممیزی کردن سفارشات و حسابرسی و ارزیابی اقلام انتقالی به انبار

ه - هزینه های تخفیف در مقابل مقادیر فروش. این تخفیف جهت تشویق به سفارشات با حجم زیادتر اهدا می شود. لذا جهت بهره گیری از آن مجبور به دادن سفارش بیشتری هستیم و مقدار سفارش هر دفعه آنقدر بالا می رود تا به حد نصاب پیشنهاد فروشنده برسد و در آن صورت هزینه عدم استفاده از تخفیف را نپرداخته ایم.

و - تغییرات فصلی قیمت ها. در مواردی که به علت بالا رفتن تقاضا در فصول خاص، قیمت ها نوساناتی در تابعیت از فصل داشته باشند، کارخانه جهت استفاده از این امتیاز در اوان ارزانی یا مواعد ارزان شدن خریدهای بیشتری نموده و سفارشات را افزایش می دهد تا در موقع گران شدن دچار هزینه فرصت نشود.

ز - هزینه های آماده کردن تجهیزات. در صورتیکه سفارش ساخت مواد و قطعات به قسمت تولید داخل کارخانه داده شود، برای هر بار سفارش، قسمت تولید مجبور است تا ماشین آلات و تجهیزات را آماده و تنظیم نماید و ابزار کار را فراهم نماید. اوقات مدیریت، سرپرستان و کارکنان نیز جهت تنظیم برنامه های مربوطه صرف خواهد گردید. این نوع هزینه ها بستگی به حجم سفارش ندارد و در هر بار سفارش به کارخانه تحمیل خواهد شد.

ح - هزینه های خرابی محصولات. در اوایل تولید و ساخت تا وقتی که تولید حالت منظم و ثابت به خود گیرد این هزینه ها تحقق می یابد و محصولات خراب شده به کل مقدار سفارش بستگی ندارد و به تعداد دفعات سفارش مربوط است

ط - هزینه های کارگری. جهت آشنایی کارکنان به امور ساخت و پیدا کردن سرعت و دقت لازم در تولید جنس، یعنی هزینه های کارگری یا دستمزد در اوایل تولید به علت سرعت پایین و دقت کم، بالاست. این با دفعات سفارش مرتبط می باشد و مثل سایر هزینه های سفارش به مقدار سفارش بستگی ندارد.

۳-۸-۱- هزینه های کسری یا فقدان موجودی

این هزینه شامل هزینه هایی است که در اثر نبودن موجودی ایجاد می شود. یعنی وقتی موجودی جوابگوی تقاضا نباشد در حالیکه مشتری خواستار کالا است و تولید هم منتظر رسیدن مواد و قطعات و... است بنابر این سازمان مشتری را از دست می دهد. اینگونه هزینه ها شامل موارد زیر می گردد :

الف - هزینه توقف خط تولید : در مراحل از تولید که به مواد اولیه و قطعاتی نیاز باشد ولی در انبار موجود نباشد

ب - هزینه اجرایی عملیات تولیدی با کارایی کم

ج - هزینه غیر ملموس و ملموس کاهش اعتبار شرکت در دیدگاه مشتریان و دیگر گروههای اجتماعی

د - هزینه فرصتهای از دست رفته ناشی از فروشهای از دست رفته

ه - هزینه جایگزینی مواد اولیه نسبتاً گران به علت نبودن موجودی ارزان تهیه شده قبلی

و - هزینه ناشی از عدم اجرای قراردادهای به موقع که خود شامل هزینه های اطلاع بعدی و هزینه تحویل بعدی به مشتری و از بین رفتن ضمانتنامه های حسن انجام کار می باشد.

به طور خلاصه هزینه های یک سیستم موجودی شامل موارد زیر است و به شکل زیر محاسبه می شوند:

۱- **هزینه نگهداری** : به مقدار وابسته است:

[متوسط موجودی در طول زمان × هزینه نگهداری هر واحد کالا در طول زمان]

۲- **هزینه خرید**: به مقدار وابسته است:

[قیمت هر واحد کالا × تعداد کالا]

۳- **هزینه کمبود** : به مقدار وابسته است و بر ۲ نوع است :

۱- وابسته به زمان (با افزایش زمان زیاد می شود)

۲- مستقل از زمان (فروش از دست رفته)

۴- هزینه سفارش دهی : به مقدار بستگی ندارد:

[هزینه هر بار سفارش \times تعداد دفعات سفارش]

۵- هزینه های کنترل سیستم : به مقدار بستگی ندارد.

در بررسی مسائل کنترل موجودی در مرحله اول باید تشخیص داد که هزینه در کدام دسته قرار می گیرد. به طور مثال:

۱- هزینه های حمل و نقل:

۱-۱- داخل سازمان : اگر به تعداد وابسته باشد هزینه نگهداری و اگر وابسته نباشد هزینه سفارش

دهی.

۱-۲- خارج سازمان: اگر به تعداد وابسته باشد هزینه خرید و اگر وابسته نباشد هزینه سفارش دهی.

۲- هزینه پست و ارسال مکاتبات اگر برای کل اقلام باشد جز هزینه های سفارش دهی می باشد.

۳- بازرسی اگر به صورت تصادفی باشد جز هزینه های سفارش دهی و اگر به صورت تکی و برای کل اقلام انجام شود

هزینه خرید محسوب می شود.

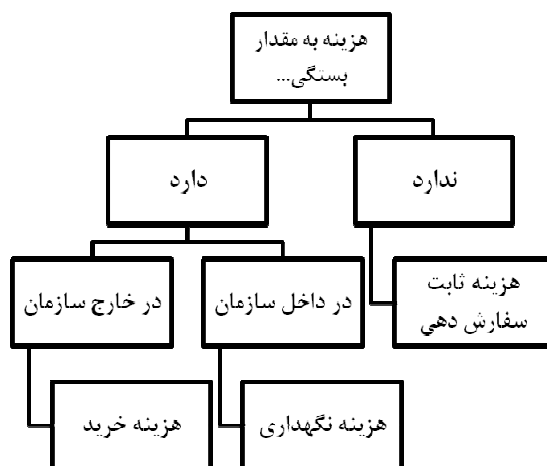
نکات :

۱- انواع هزینه هایی که به مقدار بستگی ندارند به هزینه های ثابت سفارش دهی بر می گردند.

۲- انواع هزینه هایی که به مقدار بستگی دارند یا هزینه خرید، یا هزینه نگهداری هستند.

۳- اگر هزینه در داخل سازمان رخ داد در هزینه نگهداری و اگر در خارج سازمان رخ داد در هزینه خرید محاسبه می شود.

در شکل ۱-۱ به طور خلاصه هزینه هایی که در مسائل مطرح می شوند دسته بندی گردیده اند:

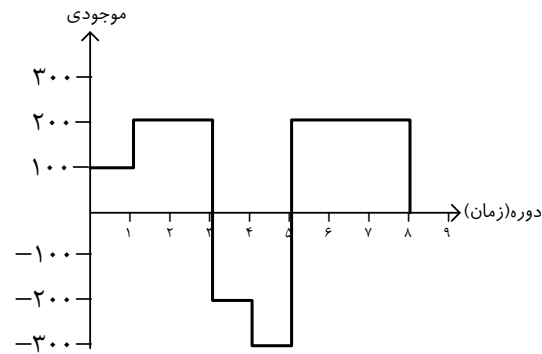


شکل ۱-۱- هزینه هایی که در مسائل مطرح می شوند

۹-۱- نمودارهای موجودی در مقابل زمان :

۹-۱-۱ معرفی:

- در این نمودارها محور عمودی موجودی خالص و محور افقی نشان دهنده‌ی زمان است.
- از این نمودارها برای بررسی رفتار موجودی و البته بدست آوردن هزینه‌های نگهداری، کمبود و ... استفاده می‌کنیم.



شکل ۱-۲- نمودارهای موجودی-زمان

- قسمت زیر نمودار نشان دهنده کمبود و قسمت بالا نشانه موجودی در دست است.
 - هر بار حرکت صعودی در نمودار نشان دهنده‌ی یکبار سفارش‌دهی است مثلاً در نمودار مقابل ۲ بار سفارش دهی در دوره‌های ۱ و ۵ انجام شده است.
 - مساحت زیر نمودار در قسمت بالای بردار زمان نشان دهنده‌ی نگهداری است:
- $$[\text{هزینه نگهداری در هر دوره} \times \text{مساحت}] = \text{هزینه نگهداری}$$
- مساحت زیر نمودار در قسمت زیرین بردار زمان نشان دهنده‌ی کمبود است و هزینه کمبود به دو صورت هزینه کمبود وابسته به زمان و مستقل از زمان است:

$$[\text{هزینه کمبود در هر دوره} \times \text{مساحت}] = \text{هزینه کمبود وابسته به زمان}$$

$$[\text{هزینه کمبود هر واحد} \times \text{تعداد کمبود}] = \text{هزینه ثابت کمبود}$$

مثلاً در نمودار مقابل ۲۰۰ واحد کمبود در دوره ۳ و ۱۰۰ واحد کمبود در دوره ۴ داریم.

۹-۱-۲- متغیرهای حالت در سیستم موجودی :

$I(t)$: موجودی در دست در لحظه‌ی t

$B(t)$: کمبود در لحظه‌ی t

$Ns(t)$: موجود خالص در لحظه‌ی t

$O(t)$: سفارش در راه در لحظه‌ی t

$Y(t)$: موقعیت موجودی

روابط : $I(t) \cdot b(t)$

$$NS(t) = I(t) - b(t)$$

$$Y(t) = NS(t) + O(t)$$

۳-۹-۱- یک مثال مهم :

در نمودار زیر اگر هزینه نگهداری هر تن محصول در سال ۲۴۰۰ تومان و هزینه کمبود هر تن محصول در سال ۲۰۰ تومان و هزینه ثابت کمبود هر واحد نیز ۵۰۰ تومان و هزینه هر بار سفارش دهی نیز ۳۰۰ تومان باشد موارد زیر را بدست آورید:

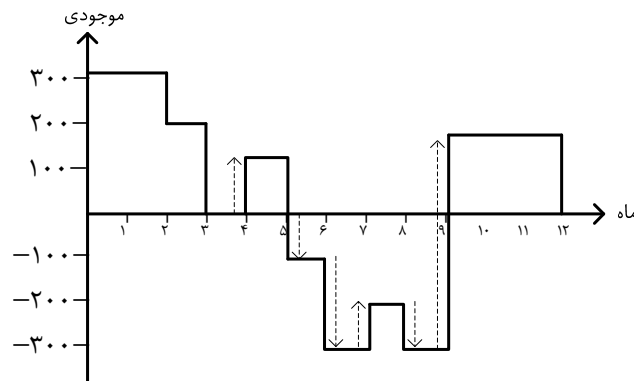
۱- متوسط موجودی

۲- متوسط کمبود

۳- هزینه نگهداری محصول

۴- هزینه کمبود

۵- هزینه سفارش دهی



نکته :

۱- در حل این گونه مسائل مهم ترین نکته هم واحد کردن هزینه ها با مقیاس نمودار است یعنی به طور مثال اگر واحد

هزینه نگهداری به سال بود و مقیاس نمودار به ماه بود باید هزینه نگهداری را به ۱۲ تقسیم کرد تا به ماه شود.

۲- هر بار حرکت صعودی در نمودار به منزله یک ارسال سفارش است.

۳- در محاسبه هزینه کمبود دو نوع هزینه داریم:

۱- هزینه ثابت کمبود \leftarrow تعداد دفعات کمبود (تعداد کمبود) \times هزینه

۲- هزینه وابسته به زمان \leftarrow مساحت \times هزینه

حل مثال :

۱- متوسط موجودی :

$$1500 = 600 + 200 + 100 + 600 = \text{مساحت قسمت بالای نمودار}$$

$$\text{متوسط موجودی} = \frac{1500}{12} = 125$$

۲- متوسط کمبود :

$$\text{مساحت پایین نمودار} = 100 + 300 + 200 + 300 = 900$$

$$\text{متوسط کمبود} = \frac{900}{12} = 75$$

۳- هزینه نگهداری محصول در سال :

$$[\text{مساحت بالای نمودار} \times \text{هزینه نگهداری}] = 1500 \times 200 = 300,000$$

$$\text{در ماه} = \frac{2400}{12} = 200 \quad \text{هزینه نگهداری}$$

(چرا که هزینه نگهداری به سال بود)

۴- هزینه کمبود محصول در سال :

$$\text{هزینه ثابت} = (100 + 200 + 100) \times 500 = 200,000$$

$$\times 200 = (100 + 300 + 200 + 300) \times 200 = \text{هزینه کمبود وابسته به زمان}$$

$$\Rightarrow \text{کل هزینه کمبود} = 200,000 + 180,000 = 380,000$$

۵- هزینه سفارش دهی :

سه بار سفارش دهی انجام شده یکی در دوره ی ۴ به مقدار ۱۰۰۰ واحد و یکی در دوره ی ۷ به مقدار ۱۰۰ واحد و در نهایت در دوره ی ۹ به میزان ۵۰۰ واحد و کل هزینه سفارش دهی برابر ۹۰۰ تومان خواهد شد.

۱-۱۰- سیستم های مختلف سفارش دهی :

سیستمهای معمول سفارش دهی به دو گروه اصلی تقسیم می شوند:

۱- سیستم نقطه ی سفارش (سفارش مستمر، مرور پیوسته، نقطه ی سفارش مجدد یا مقدار ثابت سفارش^۱) یا FOS

۲- سیستم دوره سفارش (دوره های ثابت سفارش، مرور دوره ای یا سفارشات دوره ای^۲) یا FOI

۱-۱۰-۱- سیستم نقطه سفارش (Fos) :

- در این روش مقدار سفارش دهی ثابت است.

- نقطه ی سفارش داریم و موجودی کالا به طور دائم تحت کنترل است و در لحظه ای که موجودی به نقطه ی سفارش مربوط به خودش رسید برای آن کالا سفارش به میزان معین و ثابت صادر می شود.

- سیستم دو ظرفی^۳ عملاً مشابه با سیستم نقطه سفارش می باشد.

^۱ Order Point (or Continuous ordering , or Reorder point , or Fix order quantity) - (FOS)

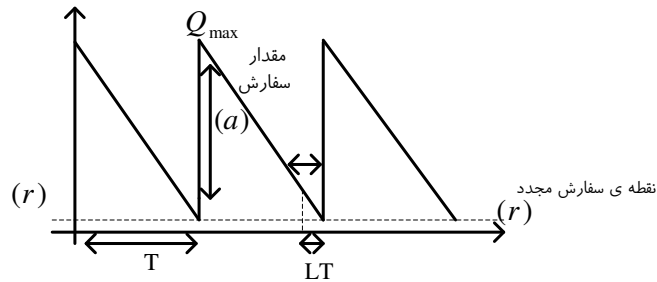
^۲ Periodic Ordering (or Fixed period ordering or Periodic review) - (FOI)

^۳ Tow – Bin System (Double – Bin system)

- تابع مشخصه این سیستم به قرار زیر است :

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_n$$

- نمودار سیستم های FOS به شکل زیر خواهد بود :



شکل ۳-۱- نمودار سیستم های FOS

- عملکرد سیستم به این صورت است که در لحظه ای که موجودی به مقدار r یا نقطه ی سفارش مجدد می رسد سفارش به میزان ثابت تعیین شده صادر می شود. ضمناً در این سیستم لزومی ندارد مقادیر T ها برابر باشند. مدت زمانی که از لحظه ی ارسال تا لحظه ی دریافت سفارش طول می کشد را فاصله زمانی تحویل یا LT به معنای Lead time گویند.

- در این سیستم مقادیر سفارش در هر دوره یکسان است. (Q_i ها برابر است)

- این روش را روش (r, Q) نیز می نامند.

- به دلیل برابر نبودن احتمالی زمان های LT مقادیر Q_{max} در هر دوره یکسان نیستند.

۲-۱۰-۱- سیستم FOI :

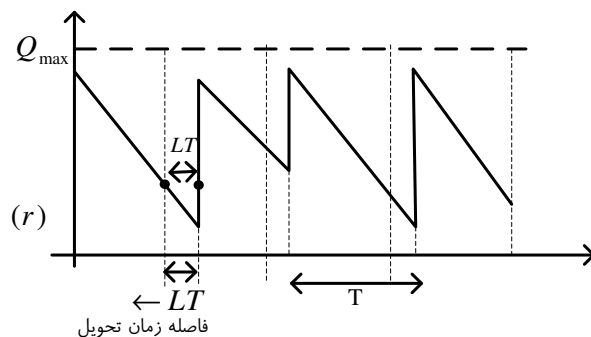
در این سیستم ها، در زمان های مشخص، مثلاً هر هفته یا هر ماه، مقدار موجودی کالا بررسی می شود و آن گاه سفارش برای کالا صادر می شود. این سفارش به اندازه ای است که مقدار کل موجودی به یک حداکثر ثابت و مشخص برسد. سیستم بازبینی عینی^۱ عملاً مشابه سیستم های دوره سفارش هستند با این تفاوت که به جای کنترل و یادداشت کتبی مقادیر موجودی، در تاریخهای مشخص با فواصل زمانی مساوی از مقدار موجودی بازدید عینی به عمل می آید و مقدار لازم جهت رسانیدن مقدار کل موجودی و سفارش شده به یک حداکثر تعیین شده سفارش می شود. تابع مشخصه این سیستم به قرار زیر است :

$$T_1 = T_2 = T_3 = \dots = T_n$$

- این سیستم ها را (R, T) نیز می نامند. (T به معنای دوره یا پریود بررسی است).

- نمودار این سیستم ها را در زیر مشاهده می کنید:

¹ Visual review system



شکل ۱-۴ - سیستم FOI

- در این سیستم مقادیر سفارش در هر دوره یکسان نیست اما مقدار Q_{\max} ثابت است.
- به دلیل وجود LT مقدار موجودی به Q_m نمی‌رسد.
- دوره سفارش یعنی T در تمام مدت ثابت است اما مقادیر سفارش (Q) برابر با مقدار $Q_{\max} - Q$ است.

۳-۱-۱- مقایسه دو سیستم :

- ۱- سیستم FOS به دلیل ثابت بودن مقدار Q و برابر بودن آن با مقدار اقتصادی سفارش موجب می‌شود که مخارج انبار داری به حداقل برسد. در حالی که در سیستم FOI به دلیل برابر نبودن مقادیر سفارش و در نتیجه برابر نبودن آنها با مقدار اقتصادی سفارش هزینه‌های موجودی افزایش خواهد یافت.
- نتیجه اینکه :

جمع هزینه‌های انبارداری در سیستم FOS کمتر از FOI است.

- در سیستم FOS احتمال اشتباه زیاد است.
- محصولاتی که کنترل دقیق نیاز دارند با سیستم FOS بررسی می‌شوند.
- اگر از چند منبع کالا تهیه کنیم، از سیستم FOS استفاده می‌کنیم اما اگر محدودیت منابع داریم از FOI استفاده می‌کنیم.

- در سیستم FOS :

- ۱- کمبود کمتر رخ می‌دهد و هزینه کمبود کمتر است.
- ۲- متوسط موجودی کمتر است.
- ۳- هزینه نگهداری کمتر است.
- ۴- موجودی اطمینان (SS) کمتر است.
- ۵- هزینه‌های بخش کنترل بسیار بالا می‌رود.

- در محصولات ارزان قیمت به دلیل اینکه تعداد دفعات سفارش و هزینه خرید و تورم تاثیر چندانی در آنها ندارند از سیستم FOS استفاده می کنیم.
- محصولات گران قیمتی که نیاز به کنترل دقیق دارند نیز از سیستم FOS استفاده می کنند.

- در سیستم FOI :

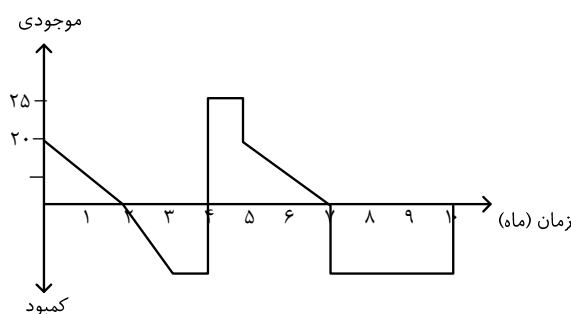
- احتمال کمبود بالاتر است.
- هزینه نگهداری بالاتر است.
- موجودی اطمینان بیشتری داریم.
- اگر محدودیت منبع باشد بهتر است که از FOI استفاده شود.
- نکته مهم : - اگر دوره ی سفارش یعنی T به سمت صفر میل کند آنگاه سیستم های FOI و FOS یکسان می شوند.
- اگر مقدار سفارش یعنی Q به سمت یک میل کند آنگاه سیستم های FOI , FOS یکسان می شوند.

۴-۱۰-۱- سایر سیستم های سفارشات

مفروضات مورد نظر در کاربرد دو سیستم فوق الذکر این است که مصرف کالاها تقریباً به صورت مستمر در طول سال ادامه دارد (سیستم های تولید پیوسته و احتمالاً تولید دسته ای). در شرایطی که مصارف کالا و قطعات در دوره های مختلف سال ، مثلاً در هفته ها یا ماههای مختلف کاملاً متفاوت است و یا اینکه قطعات مرکب (هر قطعه شامل چندین قطعه کوچکتر بصورت درختی هستند) در کارخانه تولید می شود مستلزم سفارش یک سلسله قطعات کوچکتر خواهد بود. روشهای کنترل موجودی نسبت به دو روش اصلی که بیان شد، تفاوت های زیادی خواهند داشت از جمله این سیستم ها، سیستم برنامه ریزی مواد MRP می باشد.

۱۱-۱- تست های طبقه بندی شده فصل اول

- ۱- اگر هزینه کمبود هر واحد کالا ۱۰ تومان و مستقل از طول زمان کمبود و هزینه ی نگهداری هر واحد ۳ تومان در ماه باشد، هزینه مربوط به کالایی که دارای وضعیت مشابه شکل زیر می باشد، در طول ۱۰ ماه برابر است با: (سراسری ۷۵)



(۱) ۹۴۵ تومان

(۲) ۵۹۵ تومان

(۳) ۷۲۰ تومان

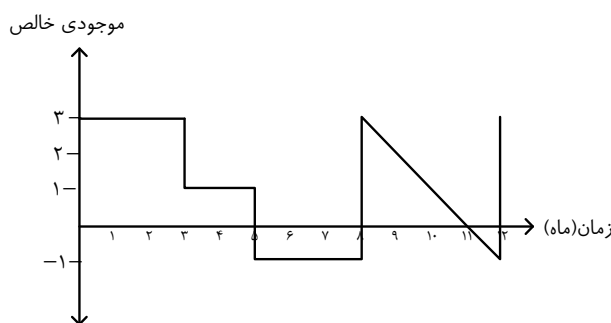
(۴) ۷۵۵ تومان

۲- کدامیک از موارد زیر جزء هزینه های نگهداری به حساب نمی آیند؟ (سراسری ۷۵)

(۱) هزینه تهیه درخواست خرید (۲) هزینه مالیات

(۳) هزینه سرمایه درگیر در موجودی (۴) هزینه بیمه انبار

۳- هزینه نگهداری هر تن از محصول تولیدی در هر ماه برابر ۲۰۰ تومان است و هزینه کمبود هر تن از آن محصول در هر ماه ۱۰۰ تومان است. موجودی خالص این محصول برای ۱۲ ماه گذشته برحسب زمان در شکل زیر رسم شده است. کل هزینه ی نگهداری موجودی این محصول در سال گذشته برابر با کدامیک از مقادیر زیر است؟ (سراسری ۷۶)



(۱) ۴۰۰۰ تومان

(۲) ۳۸۰۰ تومان

(۳) ۳۱۰۰ تومان

(۴) ۳۶۰۰ تومان

۴- با توجه به اطلاعات موجود در سوال فوق کل هزینه کمبود در طی سال گذشته برابر کدامیک از مقادیر زیر است؟ (سراسری ۷۶)

(۱) ۱۵۰ تومان (۲) ۲۰۰ تومان (۳) ۴۰۰۰ تومان (۴) ۳۵۰ تومان

۵- کدامیک از موارد زیر جزء هزینه های سفارش دهی به حساب نمی آید؟ (سراسری ۷۶)

(۱) هزینه مرور موجودی (بررسی مقدار موجودی) به منظور اینکه چه مقدار باید سفارش داده شود.

(۲) هزینه انبار کردن موقتی کالاهای وارده وقتی به مقدار مواد بستگی دارد.

(۳) هزینه ثابت هر بار دریافت مواد

(۴) هزینه هر بار حمل مواد وقتی به مقدار مواد بستگی ندارد.

۶- برنامه ریزی و کنترل تولید و موجودی ها شامل برنامه ریزی برای کدامیک از موارد زیر است؟ (سراسری ۷۶)

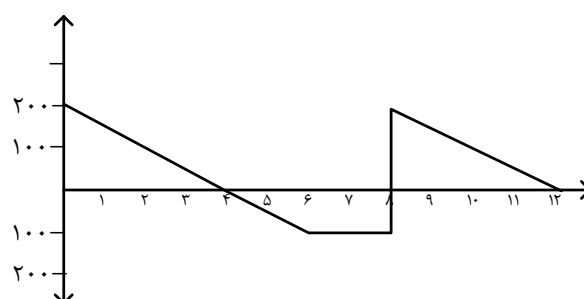
(۱) ماشین آلات تولیدی - مواد اولیه - محصول نهایی - قطعات نیمه ساخته

(۲) ماشین آلات تولیدی - ابزار آلات پشتیبانی - مواد اولیه - محصول نهایی

(۳) ابزار آلات پشتیبانی - مواد اولیه - محصول نهایی

۴) مواد اولیه - قطعات نیمه ساخته - محصول نهایی - قطعات یدکی محصول نهایی
 ۷- وضعیت موجودی شرکتی در سال گذشته طبق نمودار می باشد. در صورتی که هزینه ی کمبود هر واحد ۲۰ تومان باشد، کل هزینه های کمبود این کالا در سال گذشته برابر است با:

(سراسری ۷۷)



(۱) ۶۰۰۰ تومان

(۲) ۲۰۰۰ تومان

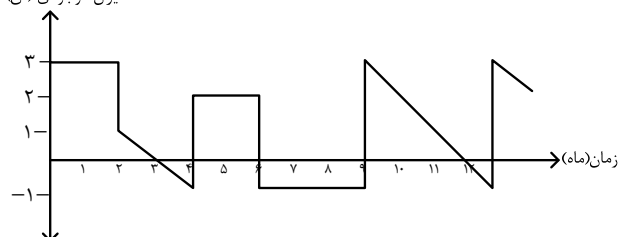
(۳) ۱۰۰۰ تومان

(۴) ۵۰۰ تومان

۸- هزینه نگهداری هر تن از یک محصول تولیدی در هر ماه برابر ۱۰۰ تومان و هزینه کمبود هر تن از این محصول در هر ماه ۲۰۰ تومان می باشد موجودی خالص و کمبود برای این محصول در ۱۲ ماه گذشته برحسب زمان در شکل زیر ترسیم شده است کل هزینه نگهداری موجودی این محصول در سال گذشته چه مقدار است؟

(سراسری ۷۸)

میزان موجودی (تن)



(۱) ۱۵۰۰

(۲) ۱۶۰۰

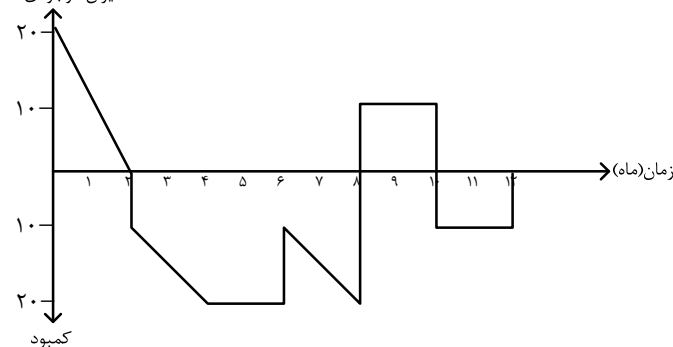
(۳) ۱۷۵۰

(۴) ۲۰۰۰

۹- وضعیت موجودی شرکتی طی ۱۲ ماه گذشته طبق نمودار می باشد. این شرکت به ازای هر واحد کمبود هزینه ای معادل ۵ تومان در ماه برای خود منظور می نماید. همچنین به علت تاخیر در تحویل کالا به مشتری باید ۱۰ تومان به ازای هر واحد پرداخت نماید. کل هزینه های ناشی از عدم تامین به موقع کالا طی ۱۲ ماه چقدر است؟

(سراسری ۷۹)

میزان موجودی ۲۰



(۱) ۴۰۰

(۲) ۵۰۰

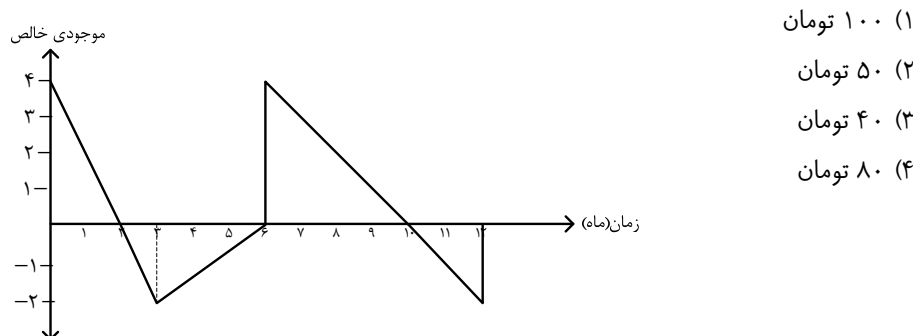
(۳) ۶۰۰

(۴) ۱۰۰۰

۱۰- در صورتیکه هزینه های حمل و نقل کالایی مستقل از مقدار سفارش باشد و این هزینه افزایش یابد، کل هزینه نگهداری سالیانه این کالا.....
(سراسری ۷۹)

(۱) کاهش می یابد. (۲) افزایش می یابد. (۳) ثابت باقی می ماند. (۴) قابل پیش بینی نیست.
۱۱- شرکتی جهت نگهداری مواد اولیه اقدام به اجاره انبار با اجاره بهای ثابتی در سال نموده است. از سال آینده قرار است اجاره بهای این انبار افزایش یابد. مقدار سفارش اقتصادی این کالا در سال آینده نسبت به شرایط حاضر.....
(سراسری ۷۹)

(۱) کاهش خواهد یافت. (۲) افزایش خواهد یافت.
(۳) اطلاعات کافی نیست. (۴) ثابت باقی خواهد ماند.
۱۲- موجودی خالص یک قلم کالا در طی ۱۲ ماه گذشته در شکل زیر داده شده است. هزینه ی نگهداری هر واحد در ماه ۵۰ تومان است. هزینه ی ثابت برای هر واحد کمبود برابر ۱۰۰ تومان و هزینه کمبود وابسته به زمان ۲۰۰ تومان برای هر واحد در ماه است. متوسط هزینه ی نگهداری موجودی این کالا طی ۱۲ ماه گذشته برابر است با:
(آاد ۷۹)

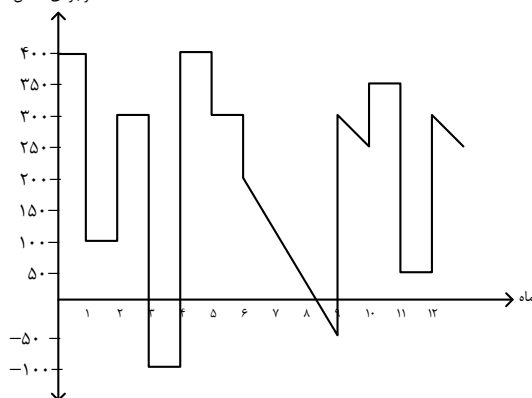


۱۳- در سوال فوق، متوسط هزینه ی کمبود این کالا در طی ۱۲ ماه گذشته برابر است با: (آزاد ۷۹)
(۱) ۵۰۰ تومان
(۲) ۴۰۰ تومان
(۳) ۱۰۰ تومان
(۴) ۶۰۰ تومان

۱۴- کدامیک از عبارات زیر در هزینه ی آماده سازی مورد استفاده قرار نمی گیرد؟ (آزاد ۷۹)
(۱) هزینه ضایعات اولیه تولید
(۲) هزینه راندمان اولیه تولید
(۳) هزینه تعویض قید و بست
(۴) هزینه مواد

۱۵- وضعیت موجودی و سفارش دهی شرکتی طی ۱۲ ماه گذشته به صورت زیر بوده است. اگر هزینه هر بار سفارش دهی بر طبق جدول زیر باشد، هزینه کل سفارش دهی ۱۲ ماه گذشته این شرکت چند تومان است؟ (فرض می شود در ابتدای دوره اول هزینه سفارش دهی نداشته باشیم)
(سراسری ۸۰)

موجودی خالص



مقدار سفارش	هزینه هر بار سفارش دهی
۰-۱۵۰	۵۰
۱۵۱-۴۰۰	۸۰
۴۰۱→	۱۱۰

۲۵۰ (۴)

۳۷۰ (۳)

۴۰۰ (۲)

۵۵۰ (۱)

۱۶- موجودی خالص یک قلم کالا در طی ۱۲ ماه گذشته در شکل زیر داده شده است. هزینه نگهداری هر واحد در ماه ۴۰ تومان است. هزینه ثابت کمبود برای هر واحد ۱۲۰ تومان و هزینه کمبود وابسته به زمان ۱۸۰ تومان برای هر واحد در ماه است. متوسط هزینه ی نگهداری موجودی این کالا در ماه برابر است با:

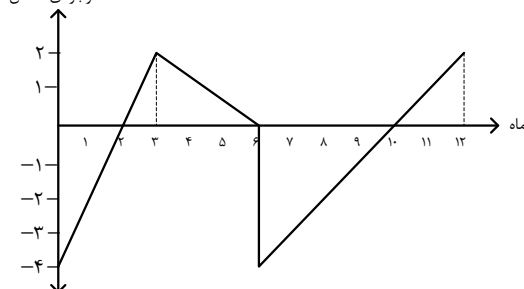
۶۰ (۱)

۲۰ (۲)

۳۰ (۳)

۴۰ (۴)

موجودی خالص



۱۷- در سوال فوق، کل هزینه ی کمبود این کالا در طی ۱۲ ماه گذشته برابر است با: (آزاد ۸۰)

۲۸۰۰ (۴)

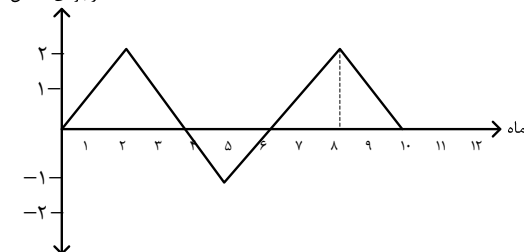
۱۹۶۰ (۳)

۱۸۰۰ (۲)

۲۷۶۰ (۱)

۱۸- موجودی خالص محصولی در طی ۱۰ ماه گذشته در شکل زیر رسم شده است. هزینه نگهداری هر واحد موجودی در ماه ۱ تومان و هزینه کمبود هر واحد موجودی شامل یک مولفه ثابت ۱۰ تومان برای هر واحد و یک مولفه وابسته به زمان (جریمه دیر کرد) برابر ۲۰ تومان برای هر واحد کمبود پس افت در ماه است. در این حالت هزینه نگهداری در طی ۱۰ ماه گذشته برابر چند تومان است؟ (سراسری ۸۱)

موجودی خالص



(۱) ۱۰

(۲) ۹

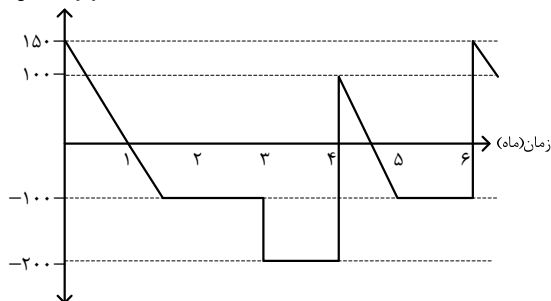
(۳) ۸

(۴) ۷

۱۹- وضعیت موجودی کالا در انبار شرکتی طی ۶ ماه گذشته، طبق نمودار زیر می باشد. اگر هزینه کمبود هر واحد این کالا ۱۰ تومان باشد، کل هزینه های کمبود این کالا طی شش ماه گذشته برابر است با:

(سراسری ۸۲)

موجودی خالص



(۱) ۵۰۰۰ تومان

(۲) ۴۷۵۰ تومان

(۳) ۴۰۰۰ تومان

(۴) ۳۰۰۰ تومان

۲۰- وضعیت موجودی محصولی طی ۱۲ ماه بصورت زیر است. مقدار موجودی از ابتدای ماه اول تا

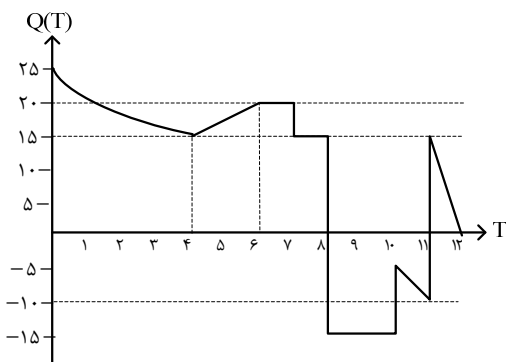
انتهای ماه چهارم از رابطه $Q(T) = S - X\sqrt{\frac{T}{t}}$ پیروی می کند که در آن S مقدار موجودی در لحظه $T=0$ و X اندازه تقاضا در طول زمان t برحسب ماه است. اگر هزینه نگهداری هر واحد محصول در ماه برابر با ۵ واحد پولی و هزینه متغیر هر واحد کمبود ۶۰ واحد پولی در سال باشد. در این صورت مجموع هزینه های نگهداری محصول فوق در طی ۱۲ ماه برابر است با: (سراسری ۸۳)

(۱) تقریباً ۶۳ واحد پولی

(۲) تقریباً ۹۵ واحد پولی

(۳) تقریباً ۷۵۴ واحد پولی

(۴) تقریباً ۸۱۵ واحد پولی

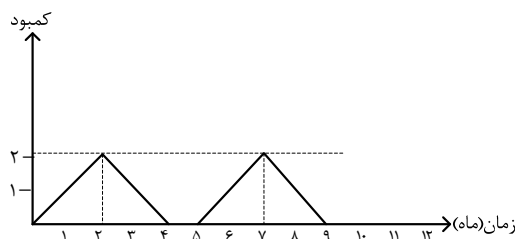


۲۱- اگر هزینه کمبود یک واحد موجودی در ماه برابر ۲ تومان باشد ($\pi=2$) و هزینه کمبود هر

واحد موجودی یک تومان ($\pi=1$) باشد. آنگاه هزینه کمبود در ۹ ماه گذشته با توجه به منحنی

(سراسری ۸۴)

کمبود زیر چقدر است؟



(۱) ۱۶ تومان

(۲) ۱۸ تومان

(۳) ۲۰ تومان

(۴) ۲۴ تومان

۲۲- هزینه های حمل و نقل موجودی جزو کدامیک از هزینه های سیستم موجودی است؟
(سراسری ۸۴)

(۱) هزینه خرید

(۲) هزینه سفارش

(۳) هزینه نگهداری

(۴) می تواند جزو هر یک از هزینه های نگهداری، خرید و یا سفارش باشد.

۲۳- کدامیک از موارد زیر جزو هزینه های کمبود نیست؟
(سراسری ۸۴)

(۱) هزینه های اضافه کاری برای جبران کمبودها

(۲) هزینه جریمه دیر کرد اتمام پروژه بدلیل عدم وجود مواد کافی

(۳) هزینه های مرتبط با ایجاد توافق یا مشتریان در مورد موعد تحویل سفارشات معوقه

(۴) هزینه های خرید مواد اولیه برای تولید محصول جهت پاسخگویی به تقاضاهای عقب افتاده

۲۴- کدام یک از جملات زیر نادرست است؟
(سراسری ۸۵)

(۱) نگهداری موجودی بعضاً باعث هموارسازی عملیات سازمان می شود.

(۲) نگهداری موجودی می تواند به دلیل مقابله با عدم قطعیت تقاضا باشد.

(۳) نگهداری موجودی می تواند به دلیل جلوگیری از زیان ناشی از افزایش قیمت در آینده باشد.

(۴) نگهداری موجودی در هر شرایطی امری غیر اقتصادی است. چرا که اصولاً نگهداری موجودی هزینه را است.

۲۵- هزینه های بازرسی و دریافت موجودی می تواند جزء کدام یک از هزینه های زیر باشد؟
(سراسری ۸۵)

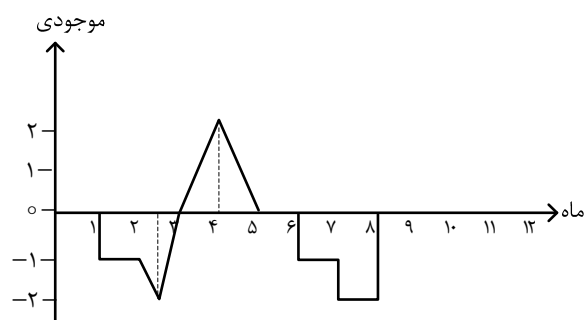
(۱) هزینه خرید

(۲) هزینه نگهداری

(۳) هزینه افت موجودی

(۴) جزو هیچیک از هزینه های خرید، نگهداری و افت موجودی نمی تواند باشد.

۲۶- اگر هزینه نگهداری یک واحد موجودی در ماه برابر ۳۰۰ تومان و هزینه کمبود یک واحد موجودی برابر ۱۰۰ تومان باشد و منحنی موجودی خالص به شرح شکل زیر باشد، کدام یک از گزاره های زیر در مورد هزینه نگهداری و کمبود در طی ۹ ماه گذشته صحیح است؟ (سراسری ۸۵)



(۱) ۱۳۰۰ تومان

(۲) ۱۱۰۰ تومان

(۳) ۱۰۰۰ تومان

(۴) ۹۰۰ تومان

۲۷- کدام یک از موارد زیر جزو هزینه های نگهداری موجودی محسوب نمی شود؟ (سراسری ۸۵)

(۱) هزینه ساخت انبار (۲) هزینه فاسد شدن موجودی

(۳) هزینه حمل و نقل موجودی در داخل انبار (۴) هیچکدام

۲۸- هزینه انبارگردانی پایان سال مالی جزو کدام هزینه هاست؟ (سراسری ۸۵)

(۱) جزو هزینه های سیستم تولید است.

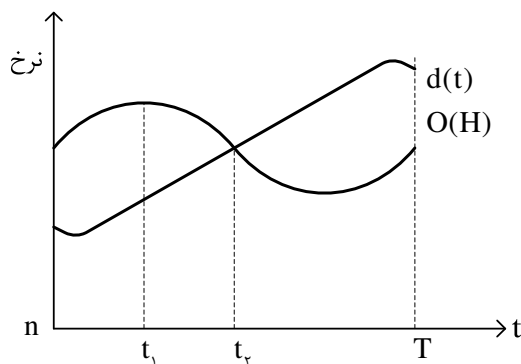
(۲) جزو هزینه های سیستم خرید است.

(۳) جزو هزینه های سیستم موجودی است.

(۴) جزو هزینه های سیستم مالی و حسابداری است.

۲۹- اگر در شکل زیر $Q(t)$ و $d(t)$ به ترتیب نرخ ورود کالا به سیستم و نرخ تقاضای کالا از

سیستم در زمان t باشد و در زمان صفر هیچ موجودی در سیستم نباشد؟ (سراسری ۸۵)



(۱) در مورد موجودی سیستم نمی توان اظهار نظر قطعی کرد.

(۲) در زمان t_p بیشترین موجودی انباشته شده در سیستم وجود خواهد داشت.

(۳) در زمان t_1 بیشترین موجودی انباشته شده در سیستم وجود خواهد داشت.

(۴) در زمان T بیشترین موجودی انباشته شده در سیستم وجود خواهد داشت.

۳۰- کدامیک از موارد زیر مجموعه اجزای کاملی هستند که با شناخت آنها می توان سیستم

موجودی را تجزیه و تحلیل کرد؟ (سراسری ۸۵)

(۱) زمان تدارک، تقاضا، محدودیت ها و هزینه ها

(۲) محدودیت ها، جایگزینی، تقاضا، زمان تدارک

(۳) زمان تدارک، تقاضا، هزینه ها و جایگزینی

۴) تقاضا، محدودیت ها، هزینه ها و جایگزینی (Replenishment)

۳۱- در مورد سیستم دو ظرفی (Two Bin System) کدام عبارت درست است؟ (سراسری ۸۸)

- ۱) در این سیستم مقدار سفارش کمتر از نقطه سفارش است.
- ۲) این سیستم حالت خاصی از سیستم های مرور دائم است.
- ۳) این سیستم جزء یکی از سیستم های مرور دوره ای است.
- ۴) در این سیستم مقدار موجودی در دست همیشه برابر صفر است.

۱۳-۱- پاسخنامه تشریحی تست های طبقه بندی شده فصل اول

۱- گزینه «۲» صحیح است.

هزینه نگهداری \times موجودی نگهداری شده = هزینه ی نگهداری

$$\text{هزینه ی نگهداری} = \left(\frac{20 \times 2}{2} + 25 \times 1 + \frac{20 \times (7-5)}{2} \right) \times 3 = 195$$

$$400 = \pi \times (\text{مقدار موجودی کمبود}) = 10 \times (20 + 20)$$

$$595 = 400 + 195 = \text{کل هزینه ی نگهداری و کمبود}$$

۲- گزینه «۱» صحیح است. هزینه تهیه در خواست خرید جزء هزینه های سفارش دهی محسوب می شود.

۳- گزینه «۳» صحیح است.

$$3100 = \left(3 \times 3 + 2 \times 1 + \frac{3 \times 3}{2} \right) \times 200 = \text{هزینه نگهداری} \times \text{مساحت بالای نمودار}$$

۴- گزینه «۴» صحیح است.

$$350 = \left(3 + \frac{1 \times 1}{2} \right) \times 100 = \text{هزینه کمبود} \times \text{مساحت پائین نمودار} = \text{هزینه کمبود وابسته به زمان}$$

۵- گزینه «۲» صحیح است. هر هزینه ای که به مقدار بستگی دارد جزو هزینه های سفارش دهی نخواهد بود.

۶- گزینه «۴» صحیح است. ماشین آلات تولیدی و ابزار آلات پشتیبانی با توجه به نوع تعریفشان موجودی محسوب نمی گردند، چون برای مصرف در زمان خاصی نگهداری نمی شوند. البته اگر منظور از ابزار آلات پشتیبانی، ابزار یدکی ماشین آلات خط تولید بود، آنگاه موجودی محسوب می شدند و گزینه های ۳ و ۴ صحیح بودند.

۷- گزینه «۲» صحیح است چون هزینه ی کمبود مستقل از زمان است و در کل ۱۲ ماه یکبار و به میزان ۱۰۰ واحد کمبود داشته ایم داریم:

$$2000 = 20 \times 100 = \text{هزینه کمبود}$$

۸- گزینه «۱» صحیح است.

$$h = \frac{\text{تومان}}{\text{ماه}} = 10 \quad \text{و} \quad \hat{\pi} = \frac{\text{تومان}}{\text{ماه}} = 20$$

$$\text{کل هزینه ی نگهداری} = \left[(2 \times 3) + \left(\frac{1 \times 1}{2} \right) + (2 \times 2) + \left(\frac{3 \times 3}{2} \right) \right] \times 100 = 1500$$

توجه گردد که اگر واحد h برابر با $\frac{\text{تومان}}{\text{سال}}$ می بود آنگاه باید h را تقسیم بر ۱۲ می نمودیم.

۹- گزینه «۴» صحیح است. میزان تقاضای برآورده نشده در سال برابر مساحت زیر نمودار می باشد.

$$\hat{\pi} = 5$$

$$\pi = 10$$

$$\text{کل هزینه ی کمبود وابسته به زمان} = 5 \times \left[\frac{(10+20) \times 2}{2} + 2 \times 20 + \frac{2 \times (20+10)}{2} + 2 \times 10 \right] = 600$$

$$\text{کل هزینه ثابت کمبود} = 10 \times [10 + 10 + 10 + 10] = 400$$

$$\text{کل هزینه کمبود} = 600 + 400 = 1000$$

۱۰- گزینه «۲»

در صورتی که هزینه ی حمل و نقل مستقل از مقدار سفارش باشد آنگاه این هزینه در هزینه سفارش دهی A منظور می گردد با افزایش A بدلیل رابطه مستقیم A و Q مقدار Q نیز افزایش می یابد و در این صورت هزینه نگهداری موجودی $\left(\frac{HQ}{2} \right)$ نیز افزایش خواهد یافت.

۱۱- گزینه «۴» صحیح است. اجاره بهای ثابت انبار با مقدار Q رابطه ای ندارد. چرا که ثابت است!

۱۲- گزینه «۲» صحیح است.

$$\text{کل هزینه ی نگهداری} = \left(\frac{4 \times 2}{2} + \frac{4 \times 4}{2} \right) \times 50 = 600$$

$$\text{تومان} = 50 = \frac{600}{12} = \text{متوسط هزینه ی نگهداری}$$

۱۳- گزینه «۱» صحیح است.

$$\text{هزینه کمبود مستقل از زمان} = (2+2) \times 100 = 400$$

$$\text{هزینه کمبود وابسته به زمان} = \left(\frac{2 \times (4)}{2} + \frac{2 \times (2)}{2} \right) \times 200 = 1200$$

$$\text{متوسط هزینه ی کمبود} = \frac{1200}{12} + 400 = 500$$

۱۴- گزینه «۴» صحیح است. هزینه ی مواد جزء هزینه های خرید است.

۱۵- گزینه «۲» سفارشات صادر شده بدین شرح است.

$$(300-100) = 200, (400-(-100)) = 500, (300-(-100)) = 400, (350-200) = 150$$

$$(300-50) = 250$$

$$80 + 110 + 80 + 50 + 80 = 400$$

حال هزینه سفارش دهی عبارت است از:

۱۶- گزینه «۲» صحیح است.

$$\text{کل هزینه نگهداری} = \left(\frac{2 \times (4)}{2} + \frac{2 \times 2}{2} \right) \times 40 = 240$$

$$\text{متوسط هزینه ی ماهیانه} = \frac{240}{12} = 20$$

۱۷- هیچ کدام صحیح نیست.

$$\text{هزینه کمبود مستقل از زمان} = (4+4) \times 120 = 960$$

$$\text{هزینه ی کمبود وابسته به زمان} = \left(\frac{4 \times 2}{2} + \frac{4 \times (4)}{2} \right) \times 180 = 2160$$

$$\text{کل هزینه ی کمبود} = 3120$$

۱۸- گزینه «۳» صحیح است.

$$h = 1$$

$$\pi = 10 \quad \text{هزینه نگهداری} = \left[\frac{4 \times 2}{2} + \frac{4 \times 2}{2} \right] \times 1 = 8$$

$$\hat{\pi} = 20$$

۱۹- گزینه «۴» صحیح است.

چون هزینه کمبود داده شده مستقل از زمان است و برحسب واحد موجودی است هزینه کمبود هر واحد موجود را در کل واحدهای مواجه شده با کمبود ضرب می کنیم.

$$\text{هزینه کمبود} = 10 \times [100 + (100) + 100] = 3000$$

۲۰- گزینه «۳» صحیح است. می توان قسمت اول که به صورت منحنی است به صورت خط مستقیم در نظر گرفت و مساحت زیر منحنی را حساب کرد.

$$\text{کل هزینه نگهداری} = \left[\frac{(25-15) \times 4}{2} + (15 \times 8) + (20-15) \times (7-6) + \frac{(20-15)(6-4)}{2} + \frac{15 \times (12-11)}{2} \right] \times 5 = 787.5$$

چون تقریب ها رو به بالا بود پس مقدار واقعی کوچکتر از این مقدار خواهد بود.

۲۱- گزینه «۳» صحیح است.

$$\hat{\pi} = 2, \pi = 1$$

$$\text{کل هزینه کمبود} = \left[\frac{4 \times 2}{2} + \frac{4 \times 2}{2} \right] \times 2 + [2+2] \times 1 = 20$$

۲۲- گزینه «۴» صحیح است اگر هزینه حمل و نقل به تعدادی کالای سفارش داده شده بستگی داشته باشد جزء هزینه های خرید منظور می گردد. اگر هزینه حمل و نقل به تعداد کالای سفارش داده شده بستگی نداشته باشد. آنگاه هزینه حمل و نقل جزء هزینه سفارش دهی منظور می گردد. هزینه های حمل و نقل داخل انبار نیز جزء هزینه های نگهداری حساب می شوند.

۲۳- گزینه «۴» صحیح است هریک از سه گزینه اول ارتباط مستقیم با کمبود دارند ولی در گزینه «۴» هزینه های خرید مواد اولیه در هر حالتی جز هزینه های خرید محاسبه می شوند.

۲۴- گزینه «۴» صحیح است. همان طور که در درس ذکر کردیم با اینکه نگهداری موجودی هزینه است اما آنرا به دلایل ذکر شده نگهداری می کنیم.

۲۵- گزینه «۱» صحیح است هزینه بازرسی و دریافت موجودی در صورتی که وابسته به تعداد کالا باشد، جز هزینه های خرید و در صورتی که وابسته به مقدار سفارش نباشد جز هزینه های سفارش دهی لحاظ می شود.

۲۶- گزینه «۳» صحیح است.

$$h = 300 \frac{\text{تومان}}{\text{ماه}}, \pi = 100$$

$$\text{تومان} = \frac{2 \times 2}{2} \times 300 = 600 = \text{هزینه های نگهداری}$$

$$\text{هزینه کمبود} = [1 + (1) + 1 + (1)] \times 100 = 400$$

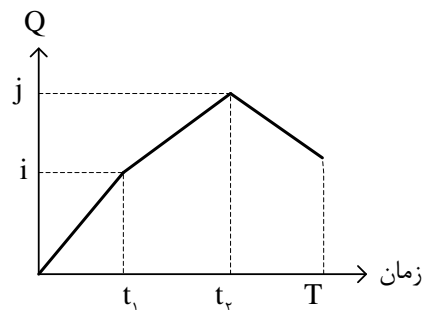
$$\text{هزینه نگهداری کمبود} = 600 + 400 = 1000$$

۲۷- گزینه «۱» صحیح است. هزینه ساخت انبار ربطی به موجودی ندارد.

۲۸- گزینه «۳» صحیح است. هزینه انبار گردانی پایان سال مالی جزء هزینه های کنترل سیستم است.

۲۹- گزینه «۲» صحیح است در ابتدا نرخ ورود کالا بیشتر از نرخ خروج کالا از انبار است. اگر فرض نمائیم که میزان موجودی در لحظه t_1 به i رسیده باشد. پس از زمان t_1 علی رغم اینکه نرخ ورود کاهش یافته است ولی کماکان نرخ ورود کالا بیشتر از نرخ خروج است لذا همچنان موجودی انبار افزایش می یابد در لحظه t_2 که نرخ ورود و خروج برابر می گردند سطح موجودی به j که مطمئناً بیشتر از i است خواهد رسید. از زمان t_2 به بعد نیز سطح موجودی انبار به علت بیشتر بودن تقاضا از ورود کالا به انبار کاهش خواهد یافت.

نمودار روبرو تقریباً گویای نحوه ورود کالا به انبار می باشد که در آن انحنای نمودارهای ورود و خروج در نظر گرفته نشده است و تنها اختلاف دو نمودار منظور شده است.



۳۰- گزینه «۴» صحیح است رجوع کنید به کتاب دکتر بهروز کریمی انتشارات پارسه

(۳۱) گزینه ۲

فصل دوم

تعیین اندازه انباشته اقتصادی (مدل EOQ)

از اهداف اصلی برنامه ریزی و کنترل موجودی تعیین مقدار مناسب و اقتصادی برای هر بار سفارش کالا می باشد، که به ازاء آن جمع هزینه های موجودی ها در یک دوره مشخص زمانی در حداقل ممکن باشد. منشا تفاوت مدل های کنترل موجودی در، فرضیات مختلف آنها است. بنابراین برای شناخت هر مدل ابتدا باید فرضیات آن مدل را بررسی نمود.

۱-۲- فرضیات مدل EOQ عبارتند از:

۱- مقدار تقاضا معین و قطعی بوده و دارای نرخ ثابت D واحد کالا، در واحد زمان است.

۲- کمبود مجاز نیست.

۳- مقدار T ثابت و مشخص است.

۴- تخفیف مجاز نیست و به عبارتی قیمت کالا در طول مدت برنامه ریزی ثابت است.

۵- هیچ محدودیت خاصی وجود ندارد.

۶- تمام سفارش یکجا به انبار می رسد و مقدار آن هم برابر Q است.

۷- هزینه سیستم مستقل از قیمت خرید است.

۸- مدت زمان تحویل سفارش قطعی و ثابت است.

هدف مدل : تعیین مقدار سفارش اقتصادی و تعیین نقطه سفارش بهینه

پارامترهای مدل :

D : نرخ تقاضای سالیانه

n : تعداد دفعات ارسال سفارش در سال

A : هزینه ثابت سفارش دهی

K : هزینه سفارش دهی در سال

C : قیمت خرید هر واحد کالا

LT : مدت زمان انتظار برای دریافت سفارش از لحظه ی صدور سفارش

T : پریود زمانی - زمان مابین دو سفارش متوالی

r : نقطه ی سفارش مجدد

Q : مقدار سفارش اقتصادی - اندازه انباشته

i : نرخ هزینه نگهداری هر واحد کالا در واحد زمان

H : هزینه نگهداری هر واحد کالا در واحد زمان ($h = i.c$)

SS : ذخیره اطمینان

r : نقطه سفارش مجدد

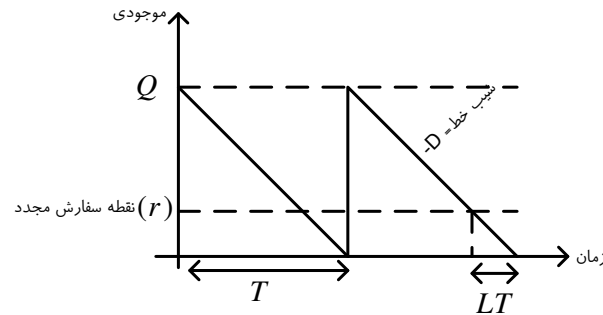
TCH یا THC : کل هزینه نگهداری



TOC یا TCA: کل هزینه سفارش دهی

- در این مدل دریافت آنی و مصرف تدریجی است.

نمودار موجودی-زمان این مدل به شکل ۱-۲ می باشد:



شکل ۱-۲- نمودار موجودی-زمان مدل EOQ

حال به ۳ سوال زیر باید پاسخ دهیم:

۱- چه مقدار سفارش دهیم؟ (مقدار Q بهینه چقدر است؟)

۲- چه زمانی سفارش دهیم؟ (نقطه‌ی سفارش مجدد؟)

۳- چقدر هزینه داریم؟

هدف: حداقل کردن هزینه سیستم

هزینه سیستم موجودی = هزینه خرید + هزینه سفارش دهی + هزینه نگهداری

نکته:

تعداد سفارشات در سال

زمان مابین دو سفارش متوالی

$$\left. \begin{array}{l} n = \frac{D}{Q} \Rightarrow \\ T = \frac{Q}{D} \Rightarrow \end{array} \right\} \Rightarrow T = \frac{1}{n}$$

در صفحات گذشته در محاسبه‌ی هزینه نگهداری می‌بایست متوسط موجودی را محاسبه می‌کردیم. با در نظر گرفتن این

موضوع به ادامه بحث توجه کنید:

۱- هزینه خرید سالیانه: C . D

[تقاضای سالیانه \times قیمت هر واحد کالا]

۲- هزینه سفارش دهی سالیانه: A.n یا $A \cdot \frac{D}{Q}$

[تعداد دفعات سفارش دهی × هزینه هر بار سفارش]

$$3- \text{هزینه نگهداری سالیانه} : \leftarrow h \cdot \frac{Q}{2}$$

[متوسط موجودی در سال × هزینه نگهداری هر واحد کالا در سال]

که در محاسبه هزینه نگهداری متوسط موجودی در سال به شکل زیر بدست آمد:

۱- مساحت زیر نمودار موجودی در کل سال با توجه به اینکه این نمودار به شکل یک مثلث با اضلاعی به اندازه های Q و

T هستند که در طی سال به تعداد n بار تکرار می شوند پس مساحت زیر نمودار برابر است با :

$$\text{مساحت زیر نمودار} = \frac{QT}{2} \times n = \frac{QT}{2} \times \frac{1}{T} = \frac{Q}{2}$$

نتیجه اینکه هزینه کل برابر است با :

$$K = A \frac{D}{Q} + h \frac{Q}{2} + CD$$

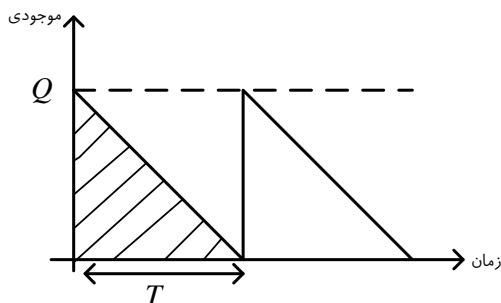
با گرفتن مشتق از این رابطه نسبت به Q مقدار بهینه سفارش مشخص می شود:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

که آن را Q ویلسون نامیده و با Q_w نشان می دهیم.

نکته : متوسط موجودی در هر سیکل به شکل زیر محاسبه می شود:

مساحت زیر نمودار در هر دوره = متوسط موجودی هر سیکل



شکل ۲-۲

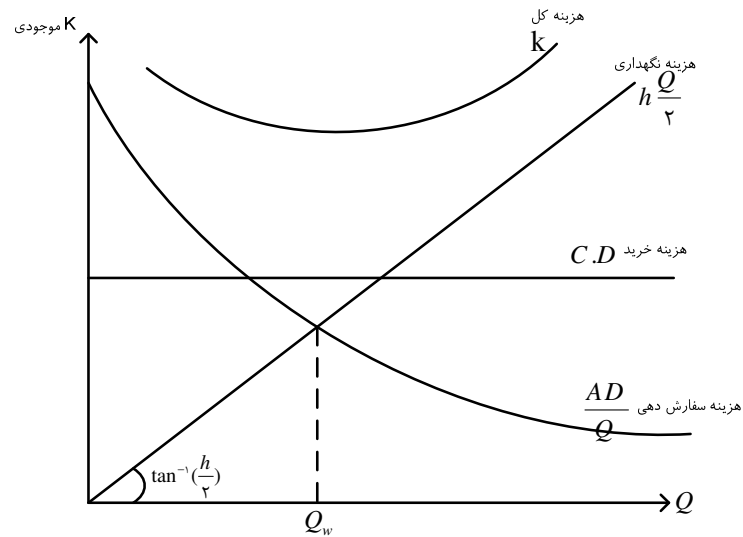
در نتیجه داریم:

$$\text{مساحت قسمت هاشورخورده در شکل ۲-۲} = \frac{Q \times T}{2} = \frac{Q}{2} \times \frac{Q}{D} = \frac{Q^2}{2D}$$

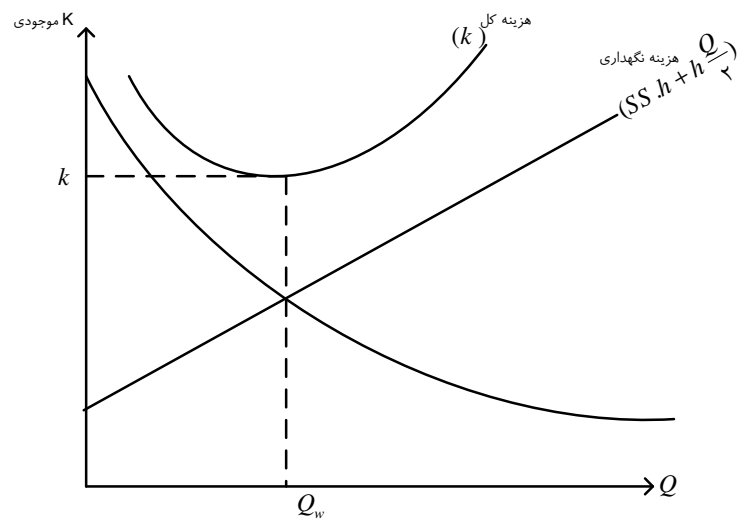
و برای محاسبه هزینه نگهداری در هر سیکل کافی است که $\frac{Q^2}{2D}$ را در h ضرب کنیم و برای یافتن هزینه نگهداری در

کل سال کافی است که $\frac{Q^2}{2D}$ را در n یا $\frac{D}{Q}$ ضرب کنیم که برابر $\frac{Q}{2}$ خواهد شد.

۲-۲- نمودار های هزینه در برابر موجودی



شکل ۲-۳- نمودار هزینه های موجودی در مقابل مقدار سفارشی (بدون ذخیره اطمینان)



شکل ۲-۴- نمودار هزینه های موجودی در برابر مقدار سفارش (همراه با ذخیره اطمینان)

و در صورتی که در سیستم ذخیره اطمینان هم وجود داشته باشد نمودار هزینه ها به شکل ۲-۴ می شود.

نکته : از روی نمودار مشخص است که در نقطه ی بهینه ی سفارش دهی یعنی در حالتی که مقدار سفارش برابر با Q_w باشد هزینه نگهداری و هزینه سفارش دهی با هم برابرند.
در نتیجه داریم :

$$K = \frac{AD}{Q} + \frac{hQ}{2} + CD \Rightarrow K^* = C.D + HQ^*$$

از این فرمول استفاده کرد.

و چنانچه از هزینه خرید صرفنظر کنیم، داریم :

$$K^* = \sqrt{2ADH}$$

که K^* را K_w یا k ویلسون نیز می نامند.

نکته : - اگر از مقدار Q^* کمتر سفارش دهیم هزینه سفارش دهی بیشتر از هزینه نگهداری شده و در نهایت هزینه کل نیز افزایش می یابد.

- اگر از مقدار Q^* بیشتر سفارش دهیم هزینه سفارش دهی کمتر از هزینه نگهداری شده و هزینه کل افزایش می یابد.

- در هر حال با تغییر Q بهینه مقدار هزینه کل افزایش می یابد. چرا که از نقطه ی بهینه فاصله گرفته ایم.

مثال : مصرف سالانه محصولی دارای نرخ ثابت و یکنواخت ۲۰۰۰ واحد در سال است. هزینه هر بار سفارش دهی این محصول ۳۰/۰۰۰ تومان و قیمت خرید آن ۲۵۰ واحد است. چنانچه نرخ هزینه نگهداری ۲۰ درصد در سال باشد مقدار بهینه هر بار سفارش از این محصول برابر خواهد بود با :

(۱) ۱۰۹۵	(۲) ۱۴۱۴	(۳) ۱۵۴۹	(۴) اطلاعات کافی نیست
----------	----------	----------	-----------------------

حل : گزینه ۳ صحیح است.

$$D = 2000$$

$$A = 30000$$

$$H = i.c = 0.2 \times 250 = 50$$

$$Q_w = \sqrt{\frac{2AD}{h}} = \sqrt{\frac{2 \times 30000 \times 2000}{50}} \approx 1549$$

نکته : اگر در مسئله ای هزینه اجاره انبار را نیز در نظر گرفته بود می بایست آن را در هزینه نگهداری محاسبه کنیم،
طریقه محاسبه بر اساس زیر است:

۱- اگر گفته شد که فضای انبار را نمی توان به کالای دیگری اختصاصی داد، در این صورت هزینه اجاره به «حداکثر

موجودی» تعلق می گیرد و به شکل زیر هزینه نگهداری محاسبه می شود:

$$H = h + 2w$$

۲- اگر گفته شد که فضای انبار را می توان در صورت خالی بودن به کالای دیگری اختصاصی داد، در این صورت هزینه اجاره به «متوسط موجودی» تعلق می گیرد و به شکل زیر هزینه نگهداری محاسبه می شود:

$$H = h + w$$

نکته: اجاره انبار ثابت تأثیری در مقدار Q ندارد. زیرا وقتی شما در هر حال مجبور به پرداخت هزینه ای به طور ثابت در سال هستید و این هزینه چه سفارشی انجام شود و چه نشود باید پرداخت گردد پس دیگر ربطی به سیستم موجودی نداشته و ما برنامه ریزی برای آن نداریم چرا که در هر حال باید به طور ثابت پرداخت شود.

۳-۲- چه زمانی سفارش دهیم؟

تا اینجا به دو سوال اول که «چه مقدار سفارش دهیم؟» و «حداقل هزینه چقدر است؟» پاسخ دادیم، حال باید به این پرسش که «چه زمانی سفارش دهیم؟» پاسخ گفت.

- زمانی سفارش می دهیم که موجودی به مقدار نقطه ی سفارش مجدد برسد. در واقع باید زمانی سفارش بدهیم که همزمان با اتمام موجودی در پایان دوره، موجودی برای دوره بعد آماده باشد. چرا که کمبود مجاز نیست.

- حال اگر به محض صدور سفارش موجودی بدستمان برسد یعنی $LT = 0$ باشد آنگاه وقتی موجودی به صفر رسید سفارش داده و در همان لحظه نیز سفارش را دریافت می کنیم در غیر این صورت (یعنی در حالتی که $LT \neq 0$ باشد) نقطه ی سفارش مجدد که زمان سفارش را تعیین می کند وقتی خواهد بود که «به اندازه ی تقاضای زمان LT » موجودی داشته باشیم، به عبارت دیگر:

$$\text{تقاضا در زمان } LT = D \cdot LT = \text{نقطه ی سفارش مجدد}$$

که باید توجه داشت که LT ، D می بایست هم مقیاس باشند یعنی اگر تقاضا به سال بود، LT نیز باید در واحد سال باشد.

- نکته: تقاضا در مدت زمان تحویل = متوسط موجودی در راه $D \cdot LT$

تعداد سفارشات در راه = تعداد دوره ی کامل درون $m = \left\lceil \frac{LT}{T} \right\rceil = LT$

موجودی در راه MQ

جز صحیح

نقطه ی سفارش مجدد:

(موجودی در دست و در راه با توجه به موقعیت موجودی کامل)

$$r = \begin{cases} D \cdot LT \\ DLT - MQ \end{cases}$$

با توجه به موجودی در دست

$$m = \left\lceil \frac{LT}{T} \right\rceil \quad \text{حداقل سفارشات در راه}$$

چند مثال مهم :

۱- حجم سرمایه گذاری در حالت بهینه در یک انبار ۳۱۲۰ تومان و نرخ سالیانه نگهداری ۰/۲ است مدیریت مایل به کاهش سرمایه گذاری به ۲۰۰۰ تومان در حالت بهینه است. در این صورت اگر سایه پارامترها ثابت باشند نرخ هزینه نگهداری چقدر باید باشد؟

حل - حجم سرمایه گذاری نسبت عکس با جذر نرخ هزینه نگهداری دارد:

$$\Rightarrow \frac{3120}{2000} = \sqrt{\frac{i_r}{0.2}} \Rightarrow i_r = 0.49$$

۲- در یک مدل EOQ، هر دو ماه یکبار سفارش داده می شود. و هزینه هر بار سفارش ۵۰/۰۰۰ تومان است. هزینه نگهداری سالیانه چقدر است؟

$$A = 50,000$$

$$T = \frac{1}{6} \text{ سال} \rightarrow n = 6 \text{ بار} \Rightarrow \left(\frac{D}{Q}\right)A = 6 \times 50,000 = 300,000$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{2}h = 300,000 \rightarrow \text{هزینه نگهداری سالیانه}$$

۳- در صورتی که در یک سیستم مقدار تقاضا ۲۴۰۰ واحد در سال و هزینه نگهداری هر واحد کالا در ماه ۳ تومان باشد و هزینه سفارش دهی هم برابر ۶۰۰ تومان برای هر بار سفارش باشد مقدار Q_W و K_W را محاسبه کنید.

- حل :

$$D = 2400 \text{ واحد در سال}$$

$$H = 3 \text{ ماه در سال} \rightarrow h = 12 \times 3 = 36 \text{ تومان در سال} \Rightarrow Q_W \sqrt{\frac{2AD}{h}} = 282/8$$

$$K_W = \sqrt{2ADh} = 10182/3$$

۴- در مثال قبل فرض کنید زمان تدارک ۶ ماه باشد، نقطه ی سفارش مجدد را بر حسب موجودی در راه و در دست محاسبه کنید.

- حل :

$$T = \frac{Q}{D} = \frac{28218}{2400}, LT = \frac{1}{2} \text{ سال}, m = \left\lceil \frac{LT}{T} \right\rceil = \left\lceil \frac{1/2}{0.11175} \right\rceil = 4$$

$$\rightarrow r = \begin{cases} D.LT = 1200 \\ D.LT - MQ = 1200 - 4 \times (282/8) = 68/8 \end{cases}$$

۲-۴- تحلیل حساسیت در مدل EOQ :

به توجه به شکل ۲-۵ می بینیم که :

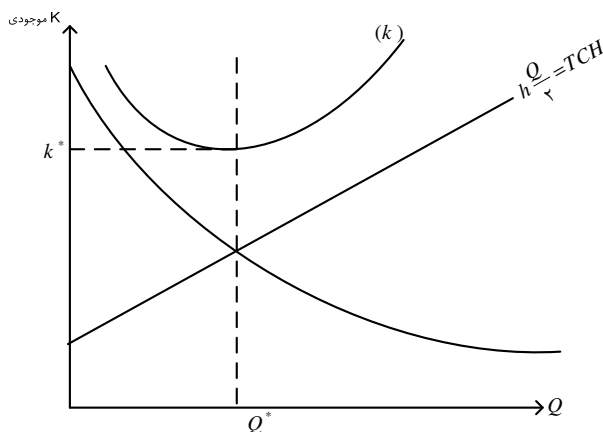
۱- با افزایش Q هزینه سفارش دهی (TC_A) کاهش و هزینه نگهداری سالیانه (TC_H) افزایش می یابد.

۲- با کاهش Q هزینه سفارش دهی سالیانه (TC_A) افزایش و هزینه نگهداری سالیانه (TC_H) کاهش می یابد.

۳- با افزایش Q ، روند افزایش هزینه نگهداری به صورت خطی با ضریب $\frac{H}{2}$ است.

۴- شیب خط مماس بر منحنی سفارش دهی در نقطه Q بهینه برابر با $\left(-\frac{H}{2}\right)$ است.

۵- شیب خط مماس بر منحنی هزینه نگهداری در نقطه Q بهینه برابر با $\left(\frac{H}{2}\right)$ است.



شکل ۲-۵- تحلیل حساسیت

۶- حساسیت هزینه نسبت به تغییرات Q به شکل زیر محاسبه می شود:

$$\frac{K}{K^*} = \frac{1}{2} \left(\frac{Q}{Q^*} + \frac{Q^*}{Q} \right)$$

۷- حساسیت Q نسبت به پارمترهای A , H , D را از طریق فرمول $Q_W = \sqrt{\frac{2AD}{H}}$ محاسبه می کنیم.

مثال : بر اساس مقدار سفارش اقتصادی ، مجموع هزینه های نگهداری و سفارش دهی سالیانه ۳۰۰۰ تومان است، اگر مقدار سفارش طوری انتخاب شود که کل هزینه های نگهداری سالیانه ۷۵۰ تومان شود، کل هزینه های سفارش دهی سالیانه تحت سفارش جدید چقدر می شود؟

حل :

$$\left. \begin{aligned} HQ^* &= 3000 \\ HQ &= 1500 \Rightarrow \frac{HQ}{2} = 750 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{Q^*}{Q} = 2$$

$$\rightarrow \frac{K}{K^*} = \frac{1}{2} \left[\frac{Q}{Q^*} + \frac{Q^*}{Q} \right] = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} + 2 \right) = 1.25$$

$$\frac{K}{K^*} = 1.25 \rightarrow K = 1.25 \times 3000 = 3750$$

نتیجه اینکه هزینه سفارش دهی برابر با ۳۰۰۰ تومان خواهد بود.

نکات :

۱- تغییر LT تأثیری روی Q ندارد. و LT تنها بر روی نقطه ی سفارش مجدد موثر است و مقدار سفارش را تغییر نمی دهد.

۲- با افزایش هزینه نگهداری هر واحد در سال مقدار Q کاهش می یابد و در نتیجه مقدار هزینه سفارش دهی سالیانه افزایش می یابد.

مثال : مصرف سالیانه مواد اولیه در یک شرکت تولیدی ۱۶۶ تن و هزینه سفارش دهی آن ۲۰۰۰ تومان و قیمت هر تن از این مواد ۱۰۰ تومان و هزینه نگهداری هر تن ۰/۵ تومان در ماه است. همچنین هزینه های بیمه و آتش سوزی ۲ درصد متوسط موجودی ها است. کل هزینه سفارش دهی سالیانه این کالا در حالت اقتصادی چقدر است؟
حل :

$$D = 166 \text{ ماه} \rightarrow 166 \times 2 = 2000 \text{ سال}$$

$$A = 2000 \text{ تومان}$$

$$H = (0.5 \times 12) + (ic) = 6 + (0.2 \times 100) = 6 + 20 = 26$$

$$\rightarrow TCA = \frac{KW}{2} = \frac{\sqrt{2ADH}}{2} = 4000$$

۵-۲- گسسته بودن واحد کالا:

در شرایطی که اندازه ی سفارش (Q) گسسته فرض شود یا D را گسسته فرض کنیم (یعنی تقاضا ها n تا، n تا برسد) یا سفارش را تنها در بسته های n تایی بتوان صادر کرد می توان برای تشخیص Q^* بهینه از روش زیر استفاده کرد :

قدم اول - مقدار Q_w را بدون توجه به گسسته بودن محاسبه کنید.

قدم دوم - مقدار Q^* بهینه را از طریق فرمول زیر بدست می آوریم : Q^* بهینه ضربی از n است که در فرمول زیر صدق کند: (n واحد بسته ها)

$$Q^*(Q^* - n) \leq Q_w^2 \leq Q^*(Q^* + n)$$

قدم سوم : هزینه نگهداری در این مدل ها به شکل زیر محاسبه می شود.

$$TC_H = \frac{h}{2} \cdot (Q^* - n)$$

مثال: در یک سیستم موجودی تقاضا برای محصول ثابت و برابر ۲۴۰۰ است و هزینه ثابت هر بار سفارش ۶۰ تومان است. هزینه نگهداری سالیانه هر واحد نیز ۵ تومان می باشد. اگر مقدار سفارش تنها بتواند مضربی از ۱۰۰ باشد آنگاه مقدار سفارش را تعیین کنید:

$$\left. \begin{array}{l} A = 60 \\ H = 5 \\ D = 2400 \end{array} \right\} \Rightarrow Q_w = 240$$

$$Q_w^* = \frac{2AD}{h} \quad \text{نکته:}$$

$$Q^*(Q^* - n) \leq Q_w^2 \leq Q^*(Q^* + n)$$

$$\begin{array}{ll} \text{غ ق ق} & \rightarrow \begin{cases} 300 \times (200) \leq 57600 \leq 300 \times (400) \\ 200 \times (100) \leq 57600 \leq 200 \times (300) \end{cases} \\ \text{قابل قبول} & \end{array}$$

پس ۲۰۰ واحد کالا سفارش می دهیم.

۶-۲- تست های طبقه بندی شده فصل دوم

۱- قیمت خرید کالایی ۲۰ تومان، تقاضا سالیانه آن ۱۰۰۰ واحد و مینیمم مجموع هزینه های سفارش و نگهداری سالیانه ی آن ۸۰۰ تومان می باشد. مقدار سفارش اقتصادی این کالا ۶۰۰ واحد، ولی شرکت آن در بسته های ۱۲۰۰ تایی سفارش می دهد. در این صورت مجموع هزینه ها شامل هزینه ی خرید، نگهداری و سفارشات (سالیانه) برابر است با: (سراسری ۷۵)

$$(۱) ۲۹۴۱۵ \text{ تومان} \quad (۲) ۲۱۱۳۱ \text{ تومان} \quad (۳) ۲۱۰۰۰ \text{ تومان} \quad (۴) ۲۶۰۰۰ \text{ تومان}$$

۲- مقدار اقتصادی تولید یک کالا در هر بار تولید (EOQ) برابر با عدد q است. ولی به دلیل نوسانات عامل فیزیکی تولید به مقدار دقیق q امکان پذیر نیست. موافقت شده که مقدار حداقل هر بار تولید (q_{\min}) و حداکثر مقدار هر بار تولید (q_{\max}) به نحوی کنترل شود که هزینه ی موجودی ها (آمادگی + نگهداری) بیش از $A\%$ از مقدار هزینه ی می نیمم (مربوط به EOQ) تجاوز ننماید. در این صورت: (سراسری ۷۵)

$$(۱) \quad q_{\min} < q = q_{\max} \quad \text{یا} \quad q = q_{\min} < q_{\max} \quad (۲) \quad q_{\min} < q < q_{\max}$$

$$(۳) \quad q > q_{\max} > q_{\min} \quad (۴) \quad q < q_{\min} < q_{\max}$$

۳- کدامیک از عبارات زیر در فرضیات اولیه مدل اصلی (مدل ساده) EOQ نیست؟ (سراسری ۷۵)

(۱) تقاضا قطعی است. (۲) تخفیف قیمت وجود دارد.

(۳) مدت تحویل ثابت است. (۴) تقاضا در طی زمان یکنواخت و پیوسته است.

۴- فرض کنید در مدل اصلی (مدل ساده) EOQ مقدار هزینه سفارش دهی در هر بار ۵۰۰ تومان

است. اگر مقدار سفارش برابر EOQ انتخاب شود و مقدار تقاضای سالیانه ۵ برابر EOQ باشد، کدامیک از عبارات زیر صحیح است؟ (سراسری ۷۵)

- (۱) مجموع هزینه های سفارش دهی و نگهداری سالیانه ۵۰۰۰ تومان است.
- (۲) مجموع هزینه ههای سفارش دهی و نگهداری سالیانه ۱۰۰۰۰ تومان است.
- (۳) مجموع هزینه های سفارش دهی و نگهداری سالیانه ۲۰۰۰۰ تومان است.
- (۴) برای تعیین هزینه های سفارش دهی و نگهداری سالیانه به اطلاعات بیشتری نیاز است.
- ۵- مدت زمان تحویل محصول ($Lead\ Time$) ۴ ماه، مصرف سالیانه محصول ۱۲۰۰ واحد و مقدار هر بار سفارش محصول ۱۵۰ واحد است. نقطه سفارش این محصول بر حسب موجودی در دست با کدامیک از مقادیر زیر برابر است؟ (سراسری ۷۵)

- (۱) ۱۰۰ واحد (۲) ۷۵ واحد (۳) ۱۲۵ واحد (۴) ۱۵۰ واحد

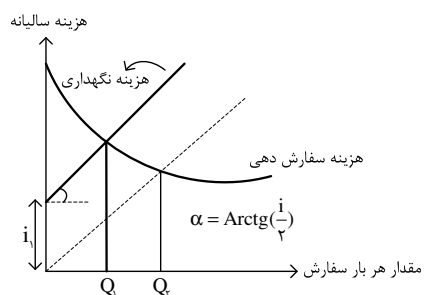
۶- یک کارخانه که دارای سیستم تولیدی دسته ای ($Batch\ Production$) می باشد در هر بار که به تولید محصول " x " می پردازد این محصول را در حجمی بیشتر از مقدار اقتصادی (EOQ) تولید می کند. جمع هزینه های نگهداری (انبارداری) کالای " x " را در سال THC می نامیم. جمع هزینه های آمادگی سیستم برای تولید " x " در سال را TOC می نامیم. در این شرایط کدامیک از گزاره های زیر می تواند صحیح باشد. (سراسری ۷۶)

$$(۱) \quad TOC = ۷۰۰, THC = ۱۰۰۰ \quad (۲) \quad \frac{1}{2} TOC \leq THC \leq 2 TOC$$

$$(۳) \quad TOC = ۱۰۰۰, THC = ۱۰۰۰$$

$$(۴) \quad TOC = ۱۰۰۰, THC = ۷۰۰$$

۷- هزینه های ثابت یک انبار تک کالایی در سال i_1 ریال و هزینه های نگهداری کالا در این انبار، i_2 ریال به ازاء هر واحد کالا در سال است. در این شرایط، با مراجعه به شکل، مقدار اقتصادی هر بار سفارش این کالا (EOQ)، (سراسری ۷۶)



- (۱) در نقطه Q_2 است.
- (۲) در نقطه Q_1 است.
- (۳) در بین نقطه های Q_1, Q_2 است.
- (۴) در نقطه ی بزرگتر از Q_2 یا کوچکتر از Q_1 است.

۸- در صورتی که هزینه های نگهداری کالایی وابسته به قیمت آن باشد و نرخ بهره بانکی افزایش یابد، مجموع هزینه های موجودی ها شامل سفارش دهی و هزینه نگهداری این کالا: (سراسری ۷۶)

- (۱) افزایش می یابد.
- (۲) کاهش می یابد.
- (۳) ثابت باقی می ماند.
- (۴) مستقل از نرخ بهره بانکی است.
- ۹- هزینه ی نگهداری هر واحد کالایی برابر ۴ تومان می باشد. اما در محاسبه مقدار سفارش اقتصادی بجای ۴، عدد یک منظور می گردد. در این صورت هزینه های سالیانه کالا نسبت به حالت بهینه (مجموع هزینه های سفارش دهی و نگهداری): (سراسری ۷۶)

- (۱) ۵۰٪ کاهش می یابد. (۲) ۵۰٪ افزایش می یابد.

(۳) ۲۵٪ افزایش می یابد. (۴) ۲۵٪ کاهش می یابد.

۱۰- فرض کنید در استفاده از مدل **EOQ** مقدار واقعی هزینه ی ثابت هر بار سفارش برابر ۱۰۰ تومان و هزینه ی سالیانه سیستم (مجموع هزینه های نگهداری و سفارش دهی سالیانه) در حالت بهینه برابر ۱۰۰۰۰ تومان باشد. اگر از مقدار هزینه ی ثابت سفارش دهی اطلاع نداشته باشید و به جای آن مقدار تخمینی ۴۰۰ تومان را در استفاده از فرمول **EOQ** به کار برید، آنگاه به نظر شما افزایش هزینه ی سالیانه سیستم نسبت به مقدار بهینه برابر کدامیک از مقادیر زیر است؟

(سراسری ۷۷)

(۱) ۱۰۰۰۰ تومان (۲) ۲۵۰۰ تومان (۳) ۴۰۰۰ تومان (۴) ۵۰۰۰ تومان

۱۱- در مدل اصلی **EOQ** مدت تحویل را با **L** و فاصله دو سفارش متوالی را با **T** نشان دهید و فرض کنید $L > T$ است. در این صورت کدامیک از عبارات زیر صحت ندارد؟ (سراسری ۷۷)

(۱) نقطه سفارش برحسب موجودی در دست می تواند برابر **L** باشد.

(۲) نقطه سفارش برحسب موجودی در دست می تواند برابر صفر باشد.

(۳) موجودی در دست می تواند از **EOQ** بیشتر شود.

(۴) در هر لحظه از زمان حداقل یک سفارش در راه (دریافت نشده) وجود دارد.

۱۲- اگر میزان تقاضای سالیانه محصولی برابر **R**، هزینه ی هر واحد محصول **P**، هزینه نگهداری سالیانه هر واحد **H** باشد و Q^* برابر مقدار سفارش اقتصادی برای این محصول باشد، هزینه کل سالیانه (**T**) این محصول برابر است با:

(سراسری ۷۷)

$$T = PR + HQ^* \quad (۱) \quad T = 2PR + 2HQ^* \quad (۲)$$

$$T = PR + \frac{1}{2}HQ^* \quad (۳) \quad T = 2PR + HQ^* \quad (۴)$$

۱۳- اگر مقدار تقاضای سالیانه محصول ۲۰۰۰ عدد و هزینه هر بار سفارش دهی ۲۰۰ تومان و هزینه نگهداری هر واحد محصول سالیانه ۲۰ تومان باشد و مدت زمان تحویل برابر ۵ روز و سال کاری برابر ۲۵۰ روز باشد مقدار سفارش اقتصادی چند واحد بوده و چند روز بطول می انجامد تا به صفر برسد (اگر موجودی دیگری در انبار نباشد) (سراسری ۷۸)

(۱) ۵۴۰ (۲) ۱۲/۵ و ۱۰۰ (۳) ۱۵ و ۸۰ (۴) ۲۵ و ۲۰۰

۱۴- برای یک نوع ماده شیمیایی که همواره به مقدار سفارش (**EOQ**) خریداری می شود، کل هزینه های سفارش دهی در سال برابر با ۱۰۰۰۰۰ واحد پول است. در صورتیکه هزینه نگهداری هر واحد این ماده در سال ۵۰ واحد پول باشد، مقدار اقتصادی سفارش (**EOQ**) چند واحد است؟

(۱) ۲۰۰۰ واحد (۲) تقریباً ۲۵۵۰ واحد (۳) ۴۰۰۰ واحد (۴) قابل محاسبه نیست.

۱۵- بر طبق سیستم نقطه سفارش اقتصادی اگر **R** میزان تقاضای سالیانه، **H** هزینه نگهداری سالیانه هر واحد محصول و **C** هزینه هر بار سفارش دهی باشد، تعداد دفعات سفارش در سال برابر است با:

(سراسری ۷۸)

$$\frac{R}{2HC} \quad (۱) \quad \sqrt{\frac{RH}{2C}} \quad (۲) \quad \sqrt{\frac{R}{2HC}} \quad (۳) \quad \sqrt{\frac{2RH}{C}} \quad (۴)$$

۱۶- در یک واحد صنعتی که جهت سفارشات خود از سیستم مقدار سفارش اقتصادی استفاده می نماید و Q مقدار سفارش اقتصادی و H هزینه نگهداری یک واحد کالا در سال است اگر بجای Q ،

مقدار $\frac{Q}{2}$ سفارش داده شود تفاوت هزینه کل موجودی چقدر خواهد شد؟ (سراسری ۷۸)

$$\text{HQ (۴)} \quad \frac{\text{HQ}}{3} \text{ (۳)} \quad \frac{\text{HQ}}{2} \text{ (۲)} \quad \frac{\text{HQ}}{4} \text{ (۱)}$$

۱۷- در شرکتی برای تعیین میزان سفارش اقتصادی برای قطعه ای با استفاده از فرمول ویلسون، در تخمین هزینه سفارش و هزینه نگهداری اشتباه رخ داده و در نتیجه اندازه سفارش (Q) دو برابر اندازه سفارش اقتصادی (Q_0) محاسبه شده است و بنابراین شرکت متحمل هزینه بیشتری به لحاظ هزینه متغیر سیستم موجودی (هزینه سفارش و نگهداری) شده است. مشخص کنید درصد افزایش متوسط هزینه متغیر سالانه نسبت به حالت بهینه چه مقدار بوده است و توضیح اینکه کمبود موجودی مجاز نمی باشد؟ (سراسری ۷۸)

$$15(1) \quad 25(2) \quad 35(3) \quad 50(4)$$

۱۸- در یک مدل اندازه انباشته بدون کمبود موجودی، کالا هر ۲ ماه یکبار سفارش داده می شود و هزینه ثابت هر بار سفارش ۵۰۰۰۰ تومان است. هزینه نگهداری سالیانه در حالت بهینه چند تومان است؟ (سراسری ۷۸)

$$100000(1) \quad 200000(2) \quad 300000(3) \quad 600000(4)$$

۱۹- در محاسبه مقدار سفارش اقتصادی قیمت هر واحد کالا بجای ۱۵ عدد ۲۵ منظور شده است. اگر هزینه های نگهداری سالیانه برابر TCH و هزینه های سفارش دهی سالیانه TCS باشد. در برابر اشتباه فوق چه رابطه ای خواهیم داشت؟ (سراسری ۷۹)

$$TCH > TCS \text{ (۱)} \quad TCH = TCS \text{ (۲)} \quad TCH \leq TCS \text{ (۳)} \quad TCH \neq TCS \text{ (۴)}$$

۲۰- اگر مقدار سفارش اقتصادی را با Q و کل هزینه های نگهداری سالیانه را با TCH نشان دهیم، با افزایش یافتن هزینه نگهداری هر واحد کالا در سال..... (سراسری ۷۹)

(۱) هم Q و TCH هر دو ثابت باقی خواهد ماند.

(۲) Q کاهش اما TCH افزایش می یابد.

(۳) Q کاهش و TCH ثابت خواهد بود.

(۴) Q کاهش اما در مورد TCH نمی توان نظر داد.

۲۱- مصرف سالیانه دو کالای A و B یکسان و هزینه های سفارش دهی و نگهداری آنها نیز یکسان است. در محاسبه مقدار سفارش اقتصادی کالای A ، مقدار مصرف دو برابر مقدار واقعی و در محاسبه مقدار سفارش اقتصادی کالای B ، مقدار مصرف نصف مقدار واقعی منظور شده است. اگر مجموع هزینه های سالیانه هر یک از این دو کالا را به ترتیب با TCA و TCB نشان دهیم، آنگاه:

(سراسری ۷۹)

$$TCA < TCB \text{ (۲)} \quad TCA = TCB \text{ (۱)}$$

$$TCA > TCB \text{ (۳)} \quad \text{در مقایسه } TCA \text{ و } TCB \text{ نمی توان اظهار نظر کرد. (۴)}$$

۲۲- در تعیین نقطه سفارش چه فاکتوری مهم است؟ (سراسری ۷۹)

- (۱) مقدار سفارش
(۲) میزان تقاضا سالیانه
(۳) هزینه نگهداری هر واحد کالا
(۴) میزان تقاضا در مدت زمان تحویل

۸-۲- پاسخنامه تست های طبقه بندی شده فصل دوم

۱- گزینه «۳» صحیح است.

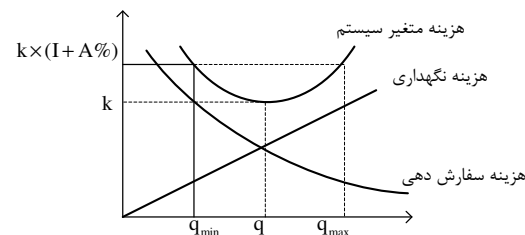
$$C = 20 \quad \frac{K(Q)}{K(Q)^*} = \frac{1}{2} \left(\frac{Q^*}{Q} + \frac{Q}{Q^*} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{1200}{600} + \frac{600}{1200} \right)$$

$$D = 1000$$

$$K(Q^*) = 800 \quad \frac{K(Q)}{800} = 1/25 \Rightarrow K(Q) = 1000$$

$$Q^* = 600 \quad TC = 20 \times 1000 + 1000 = 21000$$

$$Q = 1200$$



۲- گزینه «۲» صحیح است. در فاصله بین q_{min} تا q_{max} همواره هزینه متغیر سیستم کمتر از $A\%$ از مقدار K^* تجاوز خواهد نمود.

۳- گزینه «۲» صحیح است. در مدل EOQ قیمت کالا در طول افق برنامه ریزی همواره ثابت است.

۴- گزینه «۱» صحیح است.

تومان $A = 500$

$$D = 5EOQ \Rightarrow \text{تعداد سفارش در سال} = \frac{5EOQ}{EOQ} = 5$$

$$\text{کل هزینه ی سفارش دهی سالیانه} = 5 \times 500 = 2500$$

$$\text{تومان} \quad 5000 = 2 \times n \times A = 2 \times 5 \times 500 = 5000 \quad \text{کل هزینه ی سفارش دهی} = 2 \times \text{کل هزینه ی متغیر سیستم}$$

۵- گزینه «۱» صحیح است.

$$r^* = LT \times D - mQ^*$$

$$T = \frac{150}{1200}$$

$$m = \left[\frac{LT}{T} \right] = \left[\frac{\frac{4}{12}}{\frac{150}{1200}} \right] = 2 \Rightarrow r = \frac{4}{12} \times 1200 - 2 \times 150 = 100$$

۶- گزینه «۱» صحیح است. چون مقدار تولید بیشتر از Q^* است لذا هزینه ی نگهداری بیشتر از هزینه ی سفارش دهی خواهد شد که در گزینه «۱» این رابطه نشان داده شده است. البته در صورتی که همین اعداد را در گزینه «۲» جایگزاری نمائیم. می بینیم که این رابطه نیز صادق است و می تواند در شرایط خاص صحیح باشد.

۷- گزینه «۲» صحیح است. در این شرایط فقط به شکل توجه کنید، نقطه بهینه در محل برابری TCH و TCA می باشد و هزینه های ثابت انبار نقشی در مقدار بهینه ندارند.

۸- گزینه «۱» صحیح است. با افزایش نرخ بهره بانک، هزینه سرمایه درگیر در موجودی افزایش یافته و متعاقباً هزینه ی نگهداری افزایش می یابد. سیستم برای برقراری تعادل بین هزینه ی نگهداری و هزینه سفارش دهی مقدار Q را کاهش می دهد و در نهایت هم هزینه ی سفارش دهی و هم هزینه ی نگهداری تا حدودی افزایش یافته و در نتیجه کل هزینه ی سیستم افزایش خواهد یافت.

۹- گزینه «۳» صحیح است.

$$\begin{cases} Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \Rightarrow Q = \sqrt{\frac{2DA}{\frac{1}{4}H}} = 2Q^* \\ H_1 = \frac{1}{4}H \end{cases}$$

$$\frac{K}{K^*} = \frac{1}{2} \left(\frac{Q}{Q^*} + \frac{Q^*}{Q} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{2Q^*}{Q^*} + \frac{Q^*}{2Q^*} \right) = 1/25$$

۱۰- گزینه «۲» صحیح است. اگر A ، چهار برابر شود، Q دو برابر می شود و ۲۵ درصد افزایش هزینه خواهیم داشت.

۱۱- گزینه «۱» به رابطه $r = D.Lt - M.Q$ توجه کنید. چون $L > T$ است پس همواره $M \geq 1$ و حداقل یک سفارش در راه وجود دارد، موجودی در دسترس بیشتر از EOQ نمی شود، نقطه سفارش نیز می تواند صفر باشد، ولی برابری نقطه سفارش با L مفهومی ندارد.

۱۲- گزینه «۱» صحیح است. PR هزینه خرید کالا و HQ^* هزینه سفارش دهی و نگهداری می باشد. همان فرمول

$$K = \frac{AD}{Q} + \frac{hQ}{2} + CD \Rightarrow K^* = C.D + HQ^*$$

۱۳- گزینه «۴» صحیح است.

$$D = 2000 \quad Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 2000 \times 200}{20}} = 200$$

$$A = 200$$

$$H = 20 \quad T = \frac{Q^*}{D} = \frac{200}{2000} = 0.1 \text{ سال} \Rightarrow 0.1 \times 250 = 25 \text{ روز}$$

۱۴- گزینه «۳» صحیح است در حالت بهینه کل هزینه های سفارش دهی سالیانه برابر با کل هزینه های نگهداری سالیانه می باشد پس خواهیم داشت:

$$\frac{HQ}{2} = \frac{D}{Q} A = 100 / 0.00 \Rightarrow \frac{50 \times Q}{2} = 100 / 0.00 \Rightarrow Q = 4000$$

۱۵- گزینه «۲» صحیح است تعداد سفارش در سال از نسبت میزان تقاضا بر میزان سفارش دهی بدست می آید.

$$N = \frac{R}{Q^*} = \frac{R}{\sqrt{\frac{2RC}{H}}} = \sqrt{\frac{RH}{2C}}$$

۱۶- گزینه «۱» صحیح است.

$$\frac{K}{K^*} = \frac{1}{2} \left(\frac{Q}{Q^*} + \frac{Q^*}{Q} \right)$$

$$\frac{K}{K^*} = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{Q^*} + \frac{Q^*}{Q} \right) \Rightarrow K = 1/25 K^*$$

$$K^* = \left(\frac{HQ}{2} \right) \times 2 = HQ$$

$$(K - K^*) = (0.25) K^* = \frac{HQ}{4}$$

۱۷- گزینه «۲» صحیح است.

$$\text{روش اول: } Q = 2Q^*$$

$$\frac{K}{K^*} = \frac{1}{2} \left(\frac{Q}{Q^*} + \frac{Q^*}{Q} \right) = 1/25 \Rightarrow 1/25 \Rightarrow K = 1/25 K^*$$

$$\text{روش دوم: } \frac{K}{K^*} = \frac{1 + \alpha^2}{2\alpha} = \frac{1 + 4}{4} = 1/25 \quad \text{۲۵٪ افزایش هزینه داریم:}$$

۱۸- گزینه «۳» صحیح است. در حالت بهینه کل هزینه نگهداری سالیانه برابر با کل هزینه سفارش دهی سالیانه می باشد.

لذا خواهیم داشت:

$$THC = TOC = \frac{D}{Q} \times A = n.A = 6 \times 50 / 0.00 = 300 / 0.00$$

۱۹- گزینه «۳» صحیح است.

با افزایش قیمت خرید کالا هزینه نگهداری افزایش می یابد ($h = ic$) پس مقدار سفارش کمتر شده لذا مقدار هزینه سفارش دهی آن بیشتر از شرایط واقعی بوده، پس مقدار هزینه ی نگهداری کوچکتر از مقدار هزینه ی سفارش دهی می شود.

۲۰- گزینه «۲» صحیح است با افزایش یافتن هزینه نگهداری هر واحد کالا مطمئناً مقدار سفارش کاهش خواهد یافت زیرا با کاهش Q متوسط موجودی کاهش یافته و افزایش هزینه نگهداری را تعدیل می نماید اما این تعدیل نمی تواند جلوی افزایش هزینه نگهداری کل سیستم را بگیرد و فقط مقدار هزینه را با افزایش هزینه سفارش دهی متعادل می نماید.

$$H \uparrow \Rightarrow TCH \uparrow, TCA \uparrow, Q \downarrow$$

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \xrightarrow{H \uparrow} Q \downarrow$$

۲۱- گزینه «۱» صحیح است چون مصرف و هزینه سفارش دهی و هزینه نگهداری دو کالای B, A یکسان است لذا هزینه کل بهینه آن نیز یکسان است.

$$K_A^* = K_B^*$$

$$A \text{ کالای } D = 2D_A \Rightarrow Q_A = \sqrt{2}Q_A^*$$

$$B \text{ کالای } D = \frac{1}{2}D_B \Rightarrow Q_B = \frac{1}{\sqrt{2}}Q_B^*$$

$$\frac{K_A}{K_A^*} = \frac{1}{2} \left(\frac{Q_A}{Q_A^*} + \frac{Q_A^*}{Q_A} \right) = 1/0.6$$

$$\frac{K_B}{K_B^*} = \frac{1}{2} \left(\frac{Q_B}{Q_B^*} + \frac{Q_B^*}{Q_B} \right) = 1/0.6$$

$$K_A = K_B = 1/0.6 K_A^* = 1/0.6 K_B^*$$

۲۲- گزینه «۴» صحیح است. نقطه سفارش طبق فرمول $r=D.LT$ تعیین می شود که در واقع $D.LT$ همان میزان تقاضا در مدت زمان تحویل است. چون نرخ مصرف را در مدت زمان تحویل ضرب می نماید.

فصل سوم

در نظر گرفتن سفارشات عقب افتاده (مدلهای دارای کمبود)

۱-۳-مقدمه

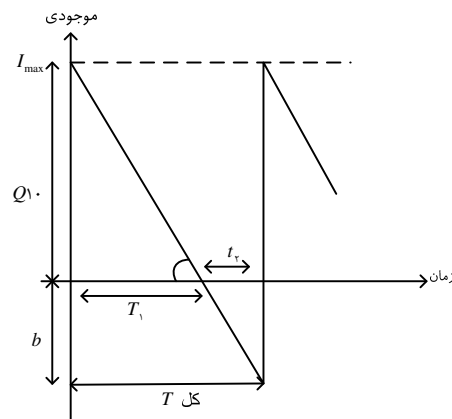
با ورود تقاضا به سیستم کنترل موجودی، در صورتیکه موجودی های انبار نتواند این تقاضا را ارضا کند تحویل کالا یا به تاخیر می افتد و یا اینکه فروش از دست رفته (کمبودی که قابل جبران نیست) اتفاق می افتد. در شرایطی که احتمال وجود تقاضای ناگهانی وجود دارد موجودی انبار باید در سطح قابل قبولی نگهداری شود که این امر موجب افزایش هزینه های نگهداری می باشد در این حالت هر چند هزینه های نگهداری افزایش می یابد ولی در مجموع هزینه های کل سیستم موجودی کاهش می یابد و این بدلیل مواجه نشدن سیستم موجودی با تقاضای پس افت^۱ و فروش از دست رفته^۲ می باشد. شکل ۱-۳ اتفاقاتی که در مدل دارای کمبود می افتد را شرح می دهد.

در این حالت یکی از فرضیات مدل EOQ یعنی عدم وجود کمبود را حذف می کنیم.



^۱ تقاضای پس افت به شرایطی گفته می شود که کمبود قابل جبران است.

^۲ فروش از دست رفته به شرایطی گفته می شود که کمبود قابل جبران نیست.



شکل ۱-۳- مدل کمبود قابل جبران

هزینه کمبود موجودی به صورت $\pi + \pi t$ در نظر گرفته می شود :

π = هزینه وابسته به زمان هر واحد کمبود (هزینه کمبود هر واحد کالا در واحد زمان)

π = هزینه ثابت هر واحد کمبود

t_2 = مدت زمانی که کالا با کمبود مواجه است.

در مجموع اینکه کمبود بر دو نوع است:

۱- کمبود قابل جبران

۲- فروش از دست رفته

نکات :

۱- با توجه به شکل ۱-۳ سطح بهینه حداکثر موجودی کاهش می یابد. (در حالت EOQ مقدار MAX برابر Q^* بود اما در

این مدل به دلیل وجود کمبود برابر $Q^* - b$ خواهد بود.)

۲- در این مدل t_1 مدت زمانی است که کمبود نداریم و t_2 مدت زمانی است که با کمبود مواجه هستیم. در این حالت و با

توجه به شکل فرمول های زیر صادق است:

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= \frac{Q-b}{D} \\ T_r &= \frac{b}{D} \\ T &= \frac{Q}{D} \end{aligned} \right\} \Rightarrow T = T_1 + T_r$$

-۳

$$\text{متوسط موجودی در واحد زمان} = \frac{\text{مساحت قسمت بالای نمودار}}{\text{زمان (پریود)}} = \frac{\frac{(Q-b)}{2} \cdot \frac{(Q-b)}{D}}{\left(T = \frac{Q}{D}\right)}$$

$$\Rightarrow \text{متوسط موجودی در واحد زمان} = \frac{(Q-b)^2}{2Q}$$

$$\text{مساحت قسمت زیر نمودار} = \frac{\text{متوسط کمبود در واحد زمان}}{\text{زمان (پریود)}}$$

$$= \frac{T_r \cdot \frac{b}{2}}{T = \frac{Q}{D}} = \frac{b^2}{2Q}$$

$$\text{تعداد دفعات کمبود} \uparrow \left[\pi \cdot b \cdot \frac{D}{Q} + \pi \cdot \frac{b^2}{2Q} \right] = \text{هزینه متغیر کمبود} + \text{هزینه ثابت کمبود} = \text{کل هزینه کمبود}$$

و این دقیقاً همان چیزی است که در نمودارهای موجودی در برابر زمان در فصل اول بدست می آورديم.

۴- محاسبه ی $\pi \leftarrow$ هزینه کمبود = سود خالص + هزینه بالا سری + حقوق + ...

به طور مثال فرض کنید نوعی قطعه برای یک ماشین مصرف می شود. معمولاً هر ماشین روزانه یک قطعه مصرف می کند. و بدون آن قادر به انجام کار نیست. تولید روزانه هر ماشین ۱۰۰ عدد است و هزینه های بالا سری تولید ۵۰ تومان و سود خالص ۷۰ تومان است.

ضمن اینکه هزینه اولیه هر محصول ۶۰ تومان است و حقوق اپراتور ۲۰۰۰ تومان در روز است. هزینه کمبود هر عدد قطعه ی یدکی چقدر است؟

در این مثال در اثر نبود یک قطعه ماشین از کار می افتد و لذا به ازاء هر روز از کار افتادگی تولید ۱۰۰ قطعه عقب می افتد. اپراتور حقوقش را دریافت می کند اما بیکار است و هزینه های بالاسری هم پرداخت می شود. فلذا داریم:

$$\text{تومان } 14000 = 2000 + (100 \times 50) + (100 \times 70) = \text{هزینه کمبود هر قطعه}$$

سود از دست رفته

حال باید به ۲ سوال زیر پاسخ دهیم:

۱- چه مقدار سفارش دهیم؟

۲- چه زمانی سفارش دهیم؟

و در نهایت اینکه هزینه این مقدار از سفارش چقدر است؟

$$\left. \begin{array}{l} \text{معرفی چند پارامتر: } b \leftarrow \text{مقدار کمبود} \\ I \leftarrow \text{موجودی انبار} \end{array} \right\}$$

و واضح است که هر پارامتری که دارای ستاره بود به معنای بهینه بودن است.

۲-۳- کمبود قابل جبران:

در این حالت مشتری در صورت کمبود موجودی صبر می کند تا کالا آماده شود در این حالت فروش از دست نمی رود و تنها شامل هزینه کمبود می شود.

حالت های مختلف مسئله کمبود قابل جبران:

۱- اگر $\pi D > K_w$ باشد آنگاه $b^* = 0$ است.

۲- اگر $\pi D < K_w$ و $\pi = 0$ باشد در این حالت اصلاً سیستم موجودی نداریم. این حالت معمولاً زمانی اتفاق می افتد که مقدار π را اشتباهاً بسیار کم تخمین زده باشیم. در این حالت $T_2 = \infty$ خواهد شد.

۳- اگر $\pi D = K_w$ و $\pi = 0$ باشد آنگاه هر b را که انتخاب کنیم با توجه به آن می توان مقدار Q^* را محاسبه نمود و در واقع هر b دلخواه بهینه خواهد بود.

۴- اما مهمترین حالت که در اکثر تست ها مورد سوال قرار می گیرد این است که ما فرض را بر این می گذاریم که هزینه ثابت کمبود یعنی π برابر صفر است، پس با فرض $\pi = 0$ داریم:

$$1- Q^* = Q_w \sqrt{\frac{\hat{\pi} + h}{\hat{\pi}}} \Rightarrow Q^* \text{ بیشتر از } Q_w \text{ خواهد بود}$$

$$2- K^* = K_w \sqrt{\frac{\hat{\pi}}{\hat{\pi} + h}} = \hat{\pi} b^* = H \cdot I_{\max} \Rightarrow k^* \text{ کمتر از } k_w \text{ خواهد بود}$$

$$k^* = \frac{D}{Q} \cdot A + H \left(\frac{(Q-b)^+}{2Q} \right) + \left[\pi b \cdot \frac{D}{Q} + \pi \cdot \frac{b^+}{2Q} \right] \leftarrow \text{هزینه کمبود}$$

$$3- b^* = \frac{K_w}{\sqrt{\hat{\pi}(\hat{\pi} + h)}} = Q^* \left(\frac{h}{\hat{\pi} + h} \right) \quad \text{مقدار کمبود در حالت بهینه}$$

$$4- I_{\max} = Q^* - b^* = Q_w \sqrt{\frac{\hat{\pi}}{\hat{\pi} + h}} = Q^* \left(\frac{\hat{\pi}}{\hat{\pi} + h} \right)$$

و مشخص است که حداکثر موجودی کمتر از حداکثر موجودی در حالت EOQ خواهد بود.

نکات :

$$1- \text{در حالت کمبود قابل جبران } I_{\max} \leq I_{\max w}, k_w \geq k^*, Q_w \leq Q^*$$

$$2- \frac{\text{کل هزینه کمبود}}{\text{کل هزینه نگهداری}} = \frac{h}{\hat{\pi}}$$

$$3- \text{در حالت بهینه کل هزینه های نگهداری و سفارش دهی برابر است با } b^* \cdot \hat{\pi} = I_{\max} \cdot H$$

۴- در این مدل اگر $\hat{\pi} \rightarrow \infty$ آنگاه $Q^* \rightarrow Q_w$ ، $I_{\max} \rightarrow Q_w$ ، $b \rightarrow 0$ می رود، در نتیجه در مدل EOQ هزینه کمبود برابر بینهایت است. (تحلیل کنید که چرا؟)

۵- اگر $\hat{\pi} \rightarrow 0$ برود آنگاه $I_{\max} \rightarrow 0$ ، $Q_w \rightarrow b$ ، یعنی در حالتی که $\hat{\pi}$ به صفر نزدیک می شود اصلاً موجودی نگهداری نمی کنیم.

تحلیل نکات ۴ و ۵ :

- با افزایش $\hat{\pi}$ ، مقدار Q کاهش می یابد و با کاهش $\hat{\pi}$ ، مقدار Q افزایش، پس رابطه ی $\hat{\pi}$ و Q عکس است.
- با افزایش $\hat{\pi}$ ، مقدار I_{\max} افزایش یافته و با کاهش $\hat{\pi}$ مقدار I_{\max} هم کم می شود. پس $\hat{\pi}$ و I_{\max} رابطه مستقیم دارند. به طور خلاصه می توان گفت:

مدل کمبوددار	رابطه	مدل EOQ
Q^*	$<$	$\sqrt{\frac{2DA}{H}}$
I_{\max}	$>$	$\sqrt{\frac{2DA}{H}}$
k^*	$>$	$\sqrt{2DAH}$

حال به این سوال پاسخ می دهیم که «چه زمانی سفارش دهیم؟»

نقطه ی سفارش مجدد در مدل کمبود قابل جبران به صورت زیر است:

$$\begin{cases} r = D.LT - b^* & \text{بر حسب موجودی در دست و در راه} \\ r = D.LT - mQ^* - b^* & \text{بر حسب موجودی در دست} \end{cases}$$

در این حالت r می تواند مقادیر منفی را هم به خود اختصاص دهد. در حالتی که r مقدار منفی شود یعنی اینکه هر گاه به مقدار r کمبود داشتیم سفارش ارسال می کنیم.

مثال : در یک سیستم موجودی ، تقاضا برای قطعه ای دارای نرخ ثابت و سالانه ۵۶۰۰ قطعه می باشد. برای این قطعه Q_w برابر ۴۰۰ واحد محاسبه شده است و با توجه به کمبود موجودی ، مقدار سفارش بهینه ۵۶۰ واحد شده است. برای حالت اخیر مقدار نقطه ی سفارش مجدد را بر حسب موجودی در دست محاسبه کنید.
(توجه کنید که مدت زمان تدارک برابر ۲ ماه است)

حل :

$$\left. \begin{array}{l} LT = 2 \text{ ماه} = \frac{1}{6} \text{ سال} \\ D = 5600 \text{ سال} \\ Q_w = 400 \\ Q^* = 560 \end{array} \right\} \begin{cases} \rightarrow T = \frac{Q}{D} = \frac{560}{5600} = \frac{1}{10} \text{ سال} \\ \rightarrow M = \left[\frac{LT}{T} \right] = \left[\frac{\frac{1}{6}}{\frac{1}{10}} \right] = 1 \end{cases}$$

$$Q^* = Q_w \sqrt{\frac{\hat{\pi} + h}{\hat{\pi}}} = 40 \cdot \sqrt{\frac{\hat{\pi} + h}{\hat{\pi}}} \rightarrow \sqrt{\frac{\hat{\pi} + h}{\hat{\pi}}} = 1.4$$

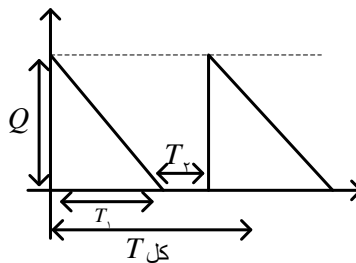
$$\Rightarrow I_{\max} = Q_w \sqrt{\frac{\hat{\pi}}{\hat{\pi} + h}} = 40 \cdot \frac{1}{1.4} = 28.57$$

$$\Rightarrow b^* = Q^* - I_{\max} = 560 - 28.57 = 274/3$$

$$\Rightarrow r = D.LT - MQ^* - b^* = \left(560 \cdot \frac{1}{6}\right) - (560) - (274/3) \approx 100$$

۳-۳- حالت فروش از دست رفته :

در این حالت تقاضایی که با کمبود موجودی روبرو می شود دیگر برآورده نمی شود و در واقع کمبود مجاز است اما قابل جبران نیست. در حل مسائل این بخش دقیقاً شبیه به مدل EOQ عمل می کنیم. هدف در این حالت یافتن مقدار سفارش بهینه (Q^*) با در نظر گرفت T_2 و با حداقل کردن هزینه ها است. در شکل ۳-۲ رفتار این مدل نشان داده شده است.



شکل ۳-۲- کمبود غیر قابل جبران (فروش از دست رفته)

T_2 = مدت زمانی از یک دوره که سیستم دارای کمبود است.

$$T = T_1 + T_2 = \frac{Q}{D} + T_2 \Rightarrow T_1 = \frac{Q}{D}$$

$$\text{هزینه خرید سالیانه} = CQ(n) = CQ\left(\frac{1}{T}\right) = CQ\left(\frac{1}{T_1 + T_2}\right)$$

حالات مختلف مسئله فروش از دست رفته:

۱- اگر $\pi D > K_w$ باشد آنگاه $T_2 = 0$ است و مدل به EOQ تبدیل می شود.

۲- اگر $\pi D < K_w$ باشد در این حالت اصلاً سیستم موجودی نداریم. در این حالت $T_2 = \infty$ خواهد شد.

نکته مهم: با توجه به حالات بالا T_2 یا صفر است و یا بینهایت. در حالتی که تقاضا قطعی باشد T_2 هرگز مقدار مثبت نمی گیرد و لذا یا اصلاً سیستم موجودی نداریم یا همان EOQ است.

نکته :

۱- اگر در مدل کمبود مجاز مقدار h به سمت ∞ میل کند آنگاه رابطه ی Q به شکل زیر خواهد بود:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{\Pi}}, K^* = \sqrt{2AD\Pi}$$

در این حالت همواره حداکثر موجودی در دست صفر خواهد بود ($I_{\max} = 0$) و همواره کمبود داریم. چرا که به دلیل بالا بودن مقدار h به صفر نیست که موجودی نگهداری کنیم.

چند مثال :

۱- یک قطعه خریداری شده دارای نرخ تقاضای ماهیانه ۵۸۳/۳ واحد است و هزینه ثبت و سفارش دهی آن ۱۰۰ تومان و هزینه هر واحد ۸ تومان است. نرخ هزینه نگهداری سالیانه ۰/۱ می باشد. کمبود مجاز است و به صورت سفارشات تأخیر شده در می آیند. هزینه سالیانه هر واحدی که به تأخیر می افتد ۳ تومان است. مقدار انباشته اقتصادی بهینه و تعداد بهینه سفارشات دچار تأخیر شده را در هر سیکل بدست آورید؟

حل :

$$D = 583/3 \times 12 = 7000 \text{ سال}$$

$$A = 100$$

$$H = 8 \times 0/1 = 0/8$$

$$\Pi = 3$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \cdot \sqrt{\frac{\Pi + h}{\Pi}} = 1489$$

$$b^* = Q^* \left[\frac{h}{\Pi + h} \right] = 313$$

۲- در یک سیستم موجودی، کمبود مجاز نمی باشد، مقدار سفارش اقتصادی برابر ۲۸۱۴/۲ تن و نقطه ی سفارش مجدد بر اساس موجودی در دست و در دست و در راه برابر ۶۳۴۶/۱۵ می باشد. چنانچه کمبود مجاز باشد، مقدار سفارش اقتصادی به ۳۴۷۶/۸ می رسد. برای این حالت نقطه ی سفارش مجدد بر اساس مقدار سفارش در راه و در دست در دست چقدر است؟

حل :

$$Q^* = Q_w \sqrt{\frac{\Pi + h}{\Pi}} \Rightarrow 3476/8 = 2814/2 \sqrt{\frac{\Pi + h}{\Pi}} \Rightarrow \sqrt{\frac{\Pi + h}{\Pi}} = 1235$$

$$\Rightarrow I_{\max} = Q_w \sqrt{\frac{\Pi}{\Pi + h}} = 2277/8 \Rightarrow b^* = Q - I_m = 1199$$

$$\Rightarrow r = DL - b^* = 6346/15 - 1199 \approx 5150$$

۳-۴- تست های طبقه بندی شده فصل سوم

۱- واحد هزینه ی مواجهه با کسری (کمبود) را با نماد C_s نشان می دهیم. در صورتی که مواجهه با کسری مجاز نباشد. در مدل های کنترل موجودی خواهیم داشت: (سراسری ۷۵)

$$(1) 0 \leq C_s < \infty \quad (2) C_s = \infty \quad (3) C_s = 0 \quad (4) C_s > 0$$

۲- در صورتی که کمبود کالا مجاز و قابل جبران باشد حداکثر فضای لازم جهت نگهداری این کالا نسبت به حالتی که کمبود مجاز نباشد: (سراسری ۷۶)

(۱) ثابت است. (۲) افزایش می یابد. (۳) کاهش می یابد. (۴) قابل پیش بینی نیست.
۳- کمبود کالایی مجاز و قابل جبران است. با افزایش هزینه های کمبود، مقدار سفارش اقتصادی این کالا: (سراسری ۷۷)

(۱) ثابت باقی می ماند. (۲) افزایش می یابد. (۳) کاهش می یابد. (۴) قابل پیش بینی نیست.
۴- تقاضای سالانه قطعه ای ۸۰۰ واحد، هزینه سفارش دهی ۳۰ واحد پولی و هزینه ی نگهداری سالانه هر قطعه ۳ واحد پولی می باشد. اگر کمبود مجاز باشد و هزینه ی هر قطعه ای که با تاخیر تحویل می شود. برابر یک واحد پولی در سال محاسبه شود، معین کنید هزینه ی متغیر سالیانه این قطعه (هزینه نگهداری+ هزینه سفارش دهی+ هزینه ی کمبود) به کدام مقدار زیر نزدیکتر است؟ (سراسری ۷۷)

(۱) ۶۰۰ واحد پولی (۲) ۸۰۰ واحد پولی (۳) ۹۰۰ واحد پولی (۴) ۷۰۰ واحد پولی
۵- مقدار سفارش کالایی در دو حالت کمبود و عدم کمبود برای شرایطی که هزینه کمبود هر واحد محصول به اندازه زیادی افزایش می یابد. در این صورت مقدار سفارش اقتصادی (سراسری ۷۸)

(۱) در حالت کمبود به مقدار سفارش اقتصادی در حالت عدم کمبود نزدیکتر می شود.
(۲) در حالت کمبود از مقدار سفارش اقتصادی در حالت عدم کمبود خنثی بیشتر می شود.
(۳) در حالت کمبود از مقدار سفارش اقتصادی در حالت عدم کمبود خیلی کمتر می شود.
(۴) هیچکدام

۶- در یک سیستم موجودی با نرخ تقاضای ثابت، در حالتی که کمبود موجودی مجاز نمی باشد میزان سفارش اقتصادی کالایی برابر ۲۸۱۴/۲ تن و نقطه سفارش مجدد (بر مبنای موجودی در دست و سفارش در راه) برابر ۶۳۴۶/۱۵ تن محاسبه شده است. چنانچه کمبود مجاز باشد و هزینه مربوط به هزینه کمبود واحد کالا در سال در محاسبات منظور شود میزان سفارش اقتصادی ۳۴۷۶/۸ تن محاسبه می شود. برای این حالت نقطه سفارش مجدد (بر مبنای موجودی در دست و سفارش در راه) را محاسبه و مشخص کنید کدام پاسخ به جواب نزدیکتر است؟ (سراسری ۷۸)

(۱) ۵۱۵۰ تن (۲) ۵۶۵۰ تن (۳) ۶۱۵۰ تن (۴) ۶۳۴۶ تن
۷- یک قطعه خریداری شده دارای نرخ تقاضای سالیانه ۴۰۰۰ واحد است. هزینه ثابت سفارش ۶۰ تومان بوده و هزینه هر واحد ۴ تومان است. نرخ هزینه نگهداری موجودی سالیانه ۰/۱۵ است. کمبود موجودی مجاز بوده و بصورت سفارشات تاخیر شده در می آیند. هزینه سالیانه هر واحدی که به تاخیر می افتد ۱ تومان است. اندازه انباشته اقتصادی چند واحد است؟ (سراسری ۷۸)

(۱) ۱۰۱۸ (۲) ۱۱۳۱ (۳) ۱۲۵۲ (۴) ۱۳۰۴
۸- اگر تقاضای سالیانه محصولی R و هزینه نگهداری سالیانه هر واحد H و هزینه هربار سفارش دهی C و ضمناً کمبود مجاز و هزینه سالیانه هر واحد کمبود برابر k باشد اگر بخواهیم مقدار سفارش

اقتصادی ۲ برابر حداکثر موجودی باشد چه رابطه ای باید بین هزینه نگهداری سالیانه (H) و هزینه کمبود سالیانه (k) برقرار باشد؟ (سراسری ۷۹)

$$H = \frac{1}{2}k \quad (1) \quad H = k \quad (2) \quad H = \frac{3}{2}k \quad (3) \quad H = 2k \quad (4)$$

۹- در مدل EOQ در زمانی که کمبود کالا جایز باشد و هزینه ی کمبود کالا برای هر واحد در سال $\hat{\pi}$ و هزینه ی نگهداری سالیانه آن H باشد، اگر هزینه ی نگهداری سالیانه از H به H_1 تغییر کند. در این صورت مقدار سفارش اقتصادی به اندازه کدام یک از ضرایب زیر تغییر پیدا می کند؟ (آزاد ۷۹)

$$\sqrt{\frac{H_1(\hat{\pi} + H_1)}{H(\hat{\pi} + H)}} \quad (4) \quad \sqrt{\frac{H_1}{2H}} \quad (3) \quad \sqrt{\frac{H(\hat{\pi} + H_1)}{H_1(\hat{\pi} + H)}} \quad (2) \quad \sqrt{\frac{H}{H_1}} \quad (1)$$

۵-۳- پاسخنامه تشریحی تست های طبقه بندی شده فصل سوم

۱- گزینه «۲» صحیح است. برای اینکه هیچ کالایی با کمبود مواجه نشود باید هزینه ی کمبود را بسیار زیاد در نظر گرفت تا کوچکترین کمبودی باعث افزایش خیلی زیاد هزینه ی کل سیستم گردد و مدل مجبور گردد مقدار کمبود را صفر نماید.

۲- گزینه «۳» صحیح است. حداکثر فضای مورد نیاز برای انبار در دو حالت کمبود مجاز و کمبود غیر مجاز در زیر آمده است. همان طوری که از روابط پیداست مقدار حداکثر موجودی در حالت مجاز بودن کمبود کمتر از حالت عدم کمبود می باشد.

$I_{\max} = Q^*$ در حالت عدم کمبود

$$I_{\max} = Q^* \sqrt{\frac{\hat{\pi}}{\hat{\pi} + h}} \quad \text{در حالت مجاز بودن کمبود}$$

۳- گزینه «۳» صحیح است. رابطه Q و π عکس است.

۴- گزینه «۱» صحیح است.

$$k^* = HQ^* = \sqrt{2 \times 800 \times 30 \times 3} \sqrt{\frac{1}{1+3}} = 600$$

۵- گزینه «۱» صحیح است. با توجه به اینکه هزینه کمبود افزایش می یابد پس بهتر است که برای کاهش هزینه های سیستم موجودی مقدار کمبود کاهش یابد. در مدل EOQ مقدار هزینه کمبود ∞ است و با افزایش هزینه کمبود در حالت کمبود به مدل EOQ نزدیک می شویم.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{\hat{\pi} + H}{\hat{\pi}}} \xrightarrow{\hat{\pi} \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{2DA}{H}}$$

۶- گزینه «۱» صحیح است در حالت اول Q_1 و در حالت دوم Q_2 تا سفارش می دهیم:

$$Q_r = Q_1 \sqrt{\frac{\hat{\pi} + H}{\hat{\pi}}} \Rightarrow 3476 / 8 = 2814 / 2 \sqrt{\frac{\hat{\pi} + H}{\hat{\pi}}} \Rightarrow \sqrt{\frac{\hat{\pi} + H}{\hat{\pi}}} = 1 / 23$$

$$I_m^* = Q_1 \sqrt{\frac{\hat{\pi}}{\hat{\pi} + H}} = \frac{2814 / 2}{1 / 23} = 2277 / 8$$

$$r_r = D.LT - b^* = D.LT - (Q_r - I_m^*) = 6346 / 15 - (3476 / 8 - 2277 / 8) = 5150$$

۷- گزینه «۲» صحیح است.

$$D = 4000, A = 60, C = 4, i = 0.15, \hat{\pi} = 1$$

$$H = ic = 0.15 \times 4 = 0.6$$

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{\hat{\pi} + H}{\hat{\pi}}} = \sqrt{\frac{2 \times 4000 \times 60}{0.6}} \sqrt{\frac{1 + 0.6}{0.6}} = 1131$$

۸- گزینه «۲» صحیح است.

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{\hat{\pi} + H}{\hat{\pi}}}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{\hat{\pi}}{\hat{\pi} + H}}$$

$$Q = 2I_{\max} \Rightarrow \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{\hat{\pi} + H}{\hat{\pi}}} = 2 \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{\hat{\pi}}{\hat{\pi} + H}} \Rightarrow \hat{\pi} + H = 2\hat{\pi} \Rightarrow \hat{\pi} = H$$

نرخ هزینه نگهداری و هزینه کمبود بایستی برابر باشند.

۹- گزینه «۲» صحیح است.

$$\frac{Q_1}{Q_w} = \frac{\sqrt{\frac{2DA}{H_1}} \sqrt{\frac{\hat{\pi} + H_1}{\hat{\pi}}}}{\sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{\hat{\pi} + H}{\hat{\pi}}}} = \sqrt{\frac{H(\hat{\pi} + H_1)}{H_1(\hat{\pi} + H)}}$$

فصل چهارم

مدل تولید اقتصادی (EPQ)

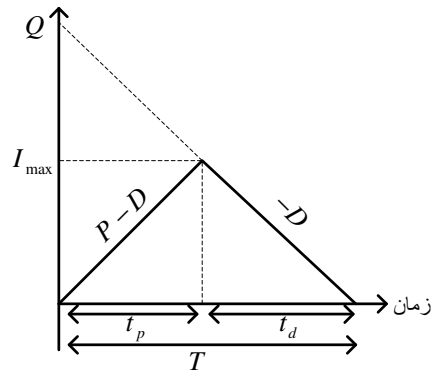
۱-۴- مدل های تولید بدون در نظر گرفتن کمبود

در مدل های قبل چون اقلام سفارش را خریداری می کردیم لذا تمام سفارش یکجا دریافت می شد اما در صورتی که مسئله به شکل تولید باشد، به طور مثال در یک کارخانه تولیدی، آنگاه سفارش به مرور دریافت می شود. این مدل ها به مدل های دریافت تدریجی هم معروف هستند. در این مدل ها نرخ تولید را با P نشان داده و نرخ مصرف هم که همان D می باشد.



(۱) $D \geq P$ باشد آنگاه اصلاً سیستم موجودی نخواهیم داشت چرا که هر چه تولید می شود با نرخ سریعتری مصرف می شود فلذا کالایی در انبار باقی نمی ماند.

(۲) اگر $P > D$ باشد آنگاه یک سیستم موجودی به شکل ۴-۱ خواهیم داشت:



شکل ۴-۱- مدل دریافت تدریجی

معرفی پارامترها :

P = نرخ تولید
 D = نرخ تقاضا
 T_p = مدت زمانی که تولید و مصرف داریم
 T_d = مدت زمانی که فقط مصرف داریم.
 $P-D$ = نرخ افزایش سطح موجودی انبار
 I = سطح موجودی انبار
 A = هزینه ثابت تولید
 C = هزینه متغیر هر واحد تولید

$$\left. \begin{aligned} T_p &= \frac{Q}{P} \\ T &= \frac{Q}{D} = t_p + t_d \end{aligned} \right\} \Rightarrow t_d = \frac{I_{\max}}{D}, \quad \frac{t_p}{t_d} = \frac{D}{P-D}$$

$$T = \frac{Q}{D} = t_p + t_d$$

$$t_d = \frac{I_{\max}}{D} = T - t_p = \frac{Q}{D} - \frac{Q}{P} \Rightarrow I_{\max} = Q^* \left(1 - \frac{D}{P} \right) \quad (1)$$

I_{\max} حداکثر موجودی انبار می باشد.

(۲) چه مقدار سفارش دهیم؟ (سفارش بهینه) :

$$Q^* = Q_w \sqrt{\frac{P}{P-D}}$$

مشخص است که Q^* در این حالت نسبت به Q_w افزایش می یابد.

(۳) هزینه این سفارش بهینه چقدر است؟

$$K^* = \frac{D}{Q} A + h \frac{I_{\max}}{2}$$

$$k^* = k_w \sqrt{\frac{P-D}{P}}$$

مشخص است که این هزینه از K_w کمتر است.

در حالت بهینه داریم:

$$H \cdot \frac{I_{Max}}{2} = \frac{D}{Q} \cdot A$$

همچنین

$$I_{MAX} = Q_w \sqrt{\frac{P-D}{P}}$$

$$T = T_w \sqrt{\frac{P}{P-D}}$$

پس در این مدل :

$$k^* < K_w \quad (1)$$

$$Q^* > Q_w \quad (2)$$

(۳) متوسط موجودی در این مدل نسبت به مدل EOQ کمتر است زیرا در مدل EOQ مقدار حداکثر موجودی انبار برابر

$$Q_w \text{ بود اما در این مدل برابر است با } Q_w \cdot \sqrt{\frac{P-D}{P}} \text{ که واضح است در این شرایط: } I_{max} < Q_w$$

(۴) Q و T در این مدل نسبت به مدل EOQ افزایش دارند.

نکته مهم :

- وقتی $p \rightarrow \infty$ برود سیستم همان مدل EOQ خواهد شد. در واقع در مدل EOQ نرخ تولید بینهایت است.

- با افزایش نرخ P ، Q کم می شود. در واقع رابطه P ، Q رابطه عکس است.

- نقطه ی سفارش مجدد در مدل های تولیدی :

$$r = D.LT - m.Q \quad \text{اگر} \quad LT - (m.t) < t_d$$

$$r = [T - (LT - m.T)] \cdot (P-D) \quad \text{اگر} \quad LT - (m.t) > t_d$$

نکته: شیب منحنی هزینه نگهداری نقطه بهینه برابر $\frac{h}{2}(1 - \frac{D}{P})$ و شیب منحنی هزینه سفارش دهی در نقطه بهینه برابر

$$-\frac{h}{2}(1 - \frac{D}{P}) \text{ می باشد.}$$

مثال : در یک شرکت تولیدی تقاضای سالیانه ۶۴۰۰ واحد و نرخ تولید روزانه ۱۲۸ واحد و هزینه ثابت تولید ۲۴۰ واحد پولی است. و نرخ هزینه نگهداری ۰/۳ در سال و قیمت هر واحد کالا هم ۱۰۰ تومان می باشد. تعداد روزهای کاری در سال ۲۵۰ روز و مدت زمان تحویل کالا هم یک هفته است. موارد زیر را بدست آورید:

۱- مقدار سفارش بهینه (Q^*)

۲- حداکثر موجودی انبار (I_{\max})

۳- دوره ی برنامه ریزی (T)

۴- مدت زمان تولید (t_p)

۵- مدت زمان مصرف (t_d)

۶- هزینه کل سیستم (k^*)

۷- نقطه سفارش مجدد (r)

حل:

$$D = 6400$$

$$P = 128 \times 250 = 3200$$

$$LT = 7 \text{ روز}$$

$$H = 0/3 \times 100 = 30$$

$$A = 240$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \sqrt{\frac{p}{p-D}} = 358 \quad (1)$$

$$I_{\max} = Q^* \times (1 - \frac{D}{P}) = 282 \quad (2)$$

$$T_p = \frac{Q^*}{P} = \frac{358}{3200} = 0/11 \text{ سال} = 2.8 \text{ روز} \quad (4)$$

$$T = \frac{Q^*}{D} = \frac{358}{6400} = 0/056 \text{ سال} = 14 \text{ روز} \quad (3)$$

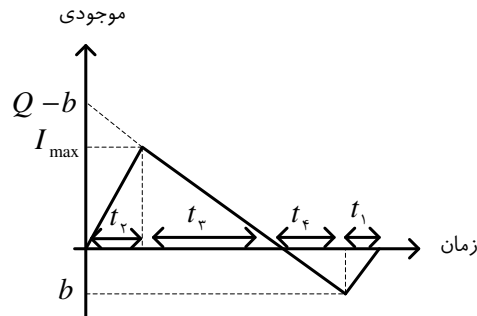
$$T_d = T - t_p = 14 - 2/8 = 11/2 \text{ روز} \quad (5)$$

$$k = k_w \sqrt{\frac{P-D}{P}} = 8592 \quad (6)$$

۲-۴- مدل تولید اقتصادی در زمانی که کمبود مجاز بوده و قابل جبران باشد

عملکرد این مدل به شکل زیر است:

$$\frac{t_4}{t_1} = \frac{t_3}{t_2} = \frac{P}{D} - 1$$



شکل ۲-۴- مدل تولید با کمبود مجاز

در این حالت مقادیر Q^* , b^* , K^* و حداکثر موجودی به شکل زیر بدست می آیند:

$$1) Q^* = Q_w \sqrt{\frac{\hat{\pi} + h}{\hat{\pi}}} \cdot \sqrt{\frac{P}{P-D}}$$

$$2) b^* = \frac{hQ^*}{\hat{\pi} + h} \left(1 - \frac{D}{P}\right)$$

$$3) K^* = K_w \sqrt{\frac{P-D}{P}} \cdot \sqrt{\frac{\hat{\pi}}{\hat{\pi} + h}} + CD$$

$$4) K^* = \hat{\pi} \cdot b^* = H \cdot I_{\max} \quad \leftarrow \text{در نقطه بهینه}$$

$$5) I_{\max} = Q \times \sqrt{\frac{P-D}{P}} \cdot \sqrt{\frac{\hat{\pi}}{\hat{\pi} + h}}$$

با نگاهی کوتاه به فرمول ها متوجه می شویم که این حالت در واقع تلفیقی از دو مدل کمبود و تولید است.

نقطه ی سفارش مجدد در این مدل :

$$\begin{cases} r = D.LT - m.Q - b^* & \text{اگر } LT - (m.t) < t_d \\ r = [T - (LT - m.T)] \cdot (P-D) - b^* & \text{اگر } LT - (m.T) > t_d \end{cases}$$

نکات :

۱- وقتی $\hat{\pi} \rightarrow \infty, p \rightarrow \infty$ آنگاه مدل همان EOQ خواهد شد.

۲- در این مدل داریم :

$$\frac{\text{هزینه نگهداری (TCH)}}{\text{هزینه کمبود (Tcb)}} = \frac{\text{میزان موجود}}{\text{میزان کمبود}} = \frac{\hat{\pi}}{h} = \frac{I_{\max}}{b^*}$$

۳- متوسط کمبود در این مدل:

$$\frac{b^2}{2I_{\max}}$$

۴- در مدل سفارش اقتصادی ساده داریم: $I_{\max} = Q^*$

۵- در مدل سفارش اقتصادی با کمبود مجاز: $I_m + b^* = Q^*$

۶- در مدل تولید اقتصادی بدون کمبود: $I_{\max} = Q^* \left(1 - \frac{D}{P}\right)$

۷- در مدل تولید با کمبود مجاز: $I_{\max} + b^* \neq Q^*$ و $I_{\max} = Q^* \left(1 - \frac{D}{P}\right) \sqrt{\frac{\pi}{\pi + h}}$

۸- P , π با Q رابطه عکس دارند.

۳-۴- تست های طبقه بندی شده فصل چهارم

۱- در مدل مقدار تولید اقتصادی کدام یک از عبارات زیر در مورد مینیمم مجموع هزینه های آماده سازی و نگهداری (سالیانه) صادق است. (سراسری ۷۵)

(۱) از حاصلضرب تولید بهینه و مقدار تقاضای سالیانه تقسیم بر نرخ تولید سالیانه

(۲) از دو برابر حاصلضرب مقدار تقاضای سالیانه و هزینه آماده سازی تقسیم بر مقدار تولید اقتصادی

(۳) از حاصلضرب مقدار تقاضای سالیانه و هزینه آماده سازی تقسیم بر مقدار تولید اقتصادی

(۴) از نصف حاصلضرب مقدار تقاضای سالیانه و هزینه آماده سازی تقسیم بر مقدار تولید اقتصادی

۲- در مدل مقدار تولید اقتصادی، نرخ مصرف و نرخ تولید کلایی به صورت ثابت و به ترتیب برابر D و P می باشد. اگر نرخ تولید از P به P_1 کاهش یابد در این مقدار تولید اقتصادی (در صورت ثابت ماندن سایر پارامترها): (سراسری ۷۵)

(۱) به اندازه $\sqrt{\frac{1 - \frac{D}{P_1}}{1 - \frac{D}{P}}}$ افزایش می یابد. (۲) به اندازه $\sqrt{\frac{P_1}{P_1 - D}}$ کاهش می یابد.

(۳) به اندازه $\sqrt{\frac{P_1}{P_1 - D}}$ افزایش می یابد. (۴) به اندازه $\sqrt{\frac{1 - \frac{D}{P_1}}{1 - \frac{D}{P}}}$ کاهش می یابد.

۳- در یک سیستم سفارشات، دریافت به صورت آنی (لحظه ای) بوده و در این شرایط مقدار اقتصادی سفارش (EOQ) برابر با ۸۰۰ است. اخیراً دریافت حالت تدریجی دارد. در شرایط جدید سایر پارامترها مانند قبل است، مقدار اقتصادی سفارش به ۱۶۰۰ رسیده است. در شرایط جدید نسبت سرعت مصرف به سرعت دریافت کالا برابر است با: (سراسری ۷۵)

(۱) ۰/۲۵ (۲) صفر (۳) ۰/۷۵ (۴) ∞

۴- شرکتی تاکنون یکی از قطعات مورد نیاز خود را سفارش ساخت می داده که به علت عدم تحویل به موقع، شرکت هزینه ی کمبودی معادل ۴ برابر هزینه ی نگهداری هر واحد برای خود منظور می نموده است. جهت جلوگیری از کمبود، شرکت اقدام به ساخت این قطعه در کارخانه نموده است. در صورتی که نرخ تولید دو برابر نرخ مصرف و سایر هزینه ها در دو حالت خرید و تولید یکسان باشد حجم انبار موردنیاز جهت نگهداری قطعه در شرایط جدید (تولید) نسبت به حالت قبل: (سراسری ۷۵)

(۱) کاهش می یابد. (۲) قابل پیش بینی نیست.

(۳) افزایش می یابد. (۴) ثابت است.

۵- در روش مقدار تولیدی اقتصادی، اگر P نرخ تولید و r نرخ تقاضای محصول باشد ($p > r$) و Q میزان تولید محصول در هر بار تولید باشد، در این صورت حداکثر موجودی در این سیستم کدامست؟ (در صورتی که موجودی ذخیره صفر باشد) (سراسری ۷۸)

(۱) $\frac{QP}{r}$ (۲) $Q(p-r)p$ (۳) $Q(p-r)$ (۴) $\frac{Q(p-r)}{p}$

۶- در یک سیستم تولیدی مقادیر اقتصادی تولید (EPQ) در شرایطی محاسبه شده است که نسبت هزینه نگهداری هر واحد کالا به هزینه مواجهه با کسری کالا برابر با ۱۰٪ بوده است. اخیراً مدیریت اعلام نموده که مواجهه با کسری مجاز نیست. در این شرایط مقدار EPQ نسبت به قبل چه تغییری (بطور کلی) می یابد. (سراسری ۷۸)

(۱) ۵ درصد کمتر می شود. (۲) ۵ درصد بیشتر می گردد.

(۳) ۱۰ درصد کمتر خواهد بود. (۴) ۱۰ درصد بیشتر می گردد.

۷- یک قطعه ساخته شده دارای نرخ تقاضای سالیانه ۱۰۰۰۰ واحد است. ماشینی که در ساخت این قطعه استفاده شده دارای نرخ تولید ۱۴۰۰۰ واحد در سال است. هزینه راه اندازی ماشین ۴۰۰ تومان بوده و هزینه متغیر هر واحد ۲۵ تومان است. کمبود موجودی مجاز نیست. نرخ هزینه نگهداری موجودی ۰/۲ است. مقدار تولید اقتصادی برابر است با:

(۱) ۱۳۱۳ واحد (۲) ۱۳۸۳ واحد (۳) ۱۴۰۷ واحد (۴) ۱۴۲۵ واحد

۸- در سیستم مقدار تولید اقتصادی (EPQ) اگر نرخ تولید روزانه P و نرخ تقاضایی روزانه ثابت و برابر r باشد چنانچه نرخ تولید روزانه برابر نرخ تقاضا باشد در آن صورت ... (سراسری ۷۹)

(۱) در هر صورت مواجه با کمبود می شویم.

(۲) در هر صورت مواجه با افزایش موجودی می شویم.

(۳) تولید همیشه بایستی ادامه داشته باشد تا مواجه با کمبود نشویم.

(۴) در بعضی از مواقع مواجه با کمبود و بعضی از مواقع مواجه با افزایش موجودی می شویم.

۹- چه شرایطی وجود داشته باشد تا مقدار تولید اقتصادی در حالتی که کمبود مجاز است دو برابر وقتی باشد که کمبود مجاز نباشد؟ (سراسری ۷۹)

(۱) هزینه کمبود هر واحد کالا دو برابر هزینه نگهداری هر واحد کالا باشد.

(۲) هزینه نگهداری هر واحد کالا سه برابر هزینه کمبود هر واحد کالا باشد.

۳) هزینه کمبود هر واحد کالا برابر هزینه نگهداری هر واحد کالا باشد.

۴) هزینه نگهداری هر واحد کالا دو برابر هزینه کمبود هر واحد کالا باشد.

۱۰- در مدل تولید اقتصادی (EPQ) اگر هزینه ی نگهداری سالیانه هر واحد H و نرخ تولید سالیانه P و مقدار تقاضای سالیانه D باشد در صورت افزایش نرخ تولید به دو برابر، مقدار تولیدی اقتصادی: (آزاد ۷۹)

۱) به اندازه $\sqrt{\frac{2P-2D}{2P-D}}$ افزایش می یابد. ۲) به اندازه $\sqrt{\frac{1-2P}{1-D}}$ افزایش می یابد.

۳) به اندازه $\sqrt{\frac{2P-2D}{2P-D}}$ کاهش می یابد. ۴) به اندازه $\sqrt{2}$ افزایش می یابد.

۱۱- عمده ترین تفاوت دو مدل سفارش اقتصادی و تولید اقتصادی در چیست؟ (سراسری ۸۰)

۱) در مدل سفارش اقتصادی محموله کالای درخواستی یکجا تحویل می شود.

۲) در مدل تولید اقتصادی، هزینه انبارداری هر واحد کالا در سال کمتر است.

۳) همیشه در مدل تولید اقتصادی، تقاضای مشتریان یکجا برآورده می شود.

۴) در مدل تولید اقتصادی، هزینه هر بار راه اندازی کمتر از هزینه سفارش دهی در مدل سفارش اقتصادی است.

۱۲- یک کارخانه تولیدی مواد غذایی، نوعی کنسرو را می تواند روزانه ۵۰۰۰ عدد تولید کند. متوسط فروش روزانه این نوع کنسرو ۲۵۰ عدد می باشد. هزینه آماده سازی تجهیزات برای تولید برابر ۲۲۰۰ تومان هزینه نگهداری سالانه هر قوطی کنسرو برابر ۱۵ تومان است. کارخانه ۳۰۰ روز در سال کار می کند کارخانه تولید این محصول را بر اساس اندازه دسته (انباشته) اقتصادی برنامه ریزی کرده است. مشخص کنید مصرف هر دسته (انباشته) این محصول چه مدت بر حسب روز طول می کشد؟ (سراسری ۸۰)

۱) بیش از ۲ ۲) تقریباً ۲ ۳) تقریباً یک ۴) تقریباً $\frac{1}{2}$

۱۳- در یک سیستم کنترل موجودی، قطعه با نرخ ثابت مصرف و سفارش جایگزینی بر اساس اندازه اقتصادی تولید (EPQ) انجام می گیرد و کمبود مجاز نمی باشد. هزینه هر نوبت آماده سازی برای تولید (C) برابر ۱۶۰۰ تومان و فاصله زمانی بین دو سفارش متوالی بهینه (T) برابر یک ماه است. معین کنید کل هزینه سالانه نگهداری این قطعه کدام گزینه است؟ (سراسری ۸۱)

۱) ۱۶۰۰ تومان ۲) ۹۶۰۰ تومان

۳) ۱۹۲۰۰ تومان ۴) با اطلاعات داده شده قابل محاسبه نیست.

۱۴- تقاضا برای یک محصول تولیدی در کارگاهی برابر ۱۰۰۰ واحد در سال است. این محصول را می توان با نرخ ۲۰۰۰ واحد در سال تولید کرد. هزینه آماده سازی هر بار تولید این محصول ۱۰۰ تومان و هزینه نگهداری هر واحد در سال ۱۰ تومان است. با توجه به این اطلاعات مقدار زمان تولید در هر دوره چقدر است؟ (سراسری ۸۱)

۱) ۰/۱ سال ۲) ۰/۲ سال ۳) ۰/۵ سال ۴) ۰/۷۵ سال

۱۵- چه شرایطی وجود داشته باشد تا مقدار تولید اقتصادی در حالتی که کمبود مجاز است دو برابر

وقتی باشد که کمبود مجاز نباشد؟ (سراسری ۸۲)

(۱) هزینه کمبود هر واحد کالا دو برابر هزینه نگهداری هر واحد کالا باشد.

(۲) هزینه نگهداری هر واحد کالا سه برابر هزینه کمبود هر واحد کالا باشد.

(۳) هزینه کمبود هر واحد کالا برابر هزینه نگهداری هر واحد کالا باشد.

(۴) هزینه نگهداری هر واحد کالا دو برابر هزینه کمبود هر واحد کالا باشد.

۴-۴- پاسخنامه تشریحی تست های طبقه بندی شده فصل چهارم

۱- گزینه «۲»

$$K^* = 2 \frac{D}{Q} A$$

۲- گزینه «۱»

هر چه نرخ تولید کاهش پیدا کند میزان Q^* افزایش می یابد و اگر P آن قدر کاهش یابد که $P = D$ گردد آنگاه مقدار Q^* بی نهایت می گردد.

$$Q^* = Q_w \sqrt{\frac{P}{P-D}}$$

با کاهش P و Q^* افزایش خواهد یافت:

میزان افزایش نیز طبق نسبت زیر بدست خواهد آمد:

$$\frac{Q'}{Q^*} = \frac{\sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P_1}{P_1-D}}}{\sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P}{P-D}}} = \sqrt{\frac{1-\frac{D}{P_1}}{1-\frac{D}{P}}}$$

۳- گزینه «۳»

$$Q_{EOQ}^* = \sqrt{\frac{2DA}{H}} = 800 \Rightarrow \sqrt{\frac{P}{P-D}} = 2 \Rightarrow \frac{D}{P} = \frac{3}{4}$$

$$Q_{EPQ}^* = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P}{P-D}} = 1600$$

۴- گزینه «۱»

$$\frac{EPQ \text{ مدل } I_{\max}}{EOQ \text{ مدل } I_{\max}} = \frac{\sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P-D}{P}}}{\sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{\pi}{\pi+H}}} = \frac{\sqrt{\frac{1}{2}}}{\sqrt{\frac{4}{5}}} = \sqrt{\frac{5}{8}}$$

۵- گزینه «۴» در مدل EPQ داریم:

$$I_{\max} = Q \left(\frac{P-D}{P} \right)$$

۶- گزینه «۱»

$$\frac{H}{\hat{\pi}} = 0/1$$

$$EPQ_{\text{کمبود دار}} = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P}{P-D}} \sqrt{\frac{\hat{\pi} + H}{\hat{\pi}}}$$

$$EPQ_{\text{ساده}} = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P}{P-D}}$$

۵٪ کمتر می شود.

$$\frac{EPQ_{\text{ساده}}}{EPQ_{\text{کمبود دار}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{\hat{\pi} + H}{\hat{\pi}}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1 + 0/1}{1}}} = 0/95$$

۷- گزینه «۱»

$$D = 10/000, P = 140/000, A = 400, C = 25, i = 0/2$$

$$H = ic = 0/2 \times 25 = 5$$

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P}{P-D}} = \sqrt{\frac{2 \times 10/000 \times 400}{5}} \sqrt{\frac{140/000}{140/000 - 10/000}} = 1313$$

۸- گزینه «۳»

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P}{P-D}}$$

چون مقدار $P = D$ است پس مقدار $Q = \infty$ می گردد لذا زمانی که دستگاه شروع به تولید می نماید باید ∞ کالا تولید نماید، لذا همواره به تولید خود ادامه می دهد تا دچار کمبود نشود.

۹- گزینه «۲»

اگر مقدار تقاضای کالا در مدت ۳۰ روز X واحد باشد چون نرخ تولید دو برابر نرخ تقاضا است پس در عرض مدت ۱۵ روز مقدار X واحد تولید می شود.

۱۰- گزینه «۳»

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{h}} \sqrt{\frac{P}{P-D}} \Rightarrow \frac{Q'}{Q} = \sqrt{\frac{2P-2D}{2P-D}}$$

$$Q' = \sqrt{\frac{2DA}{h}} \sqrt{\frac{2P}{2P-D}}$$

۱۱- گزینه «۱»

۱۲- گزینه «۳»

$$P = 5000, D = 250, A = 2200, H = 15$$

تقریباً ۱ روز

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P}{P-D}} = \sqrt{\frac{2 \times 250 \times 2200}{15}} = \sqrt{\frac{5000}{5000-250}} = 277 \Rightarrow T = \frac{Q}{D} = \frac{277}{250} \approx 1$$

۱۳- گزینه «۳»

در حالت بهینه کل هزینه نگهداری سالیانه با کل هزینه آماده سازی سالیانه برابر است.

$$A = 1600, T = 1 \text{ ماه} \Rightarrow N = \text{تعداد سفارش در سال} = \frac{12}{1} = 12$$

$$\text{تومان} = 12 \times 1600 = 19200 = \text{کل هزینه نگهداری} = \text{کل هزینه آماده سازی}$$

۱۴- گزینه «۱»

$$D = 1000, P = 2000, A = 100, H = 10$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P}{P-D}} = \sqrt{\frac{2 \times 1000 \times 100}{10}} \sqrt{\frac{2000}{2000-1000}} = 200$$

$$t_p = \frac{Q}{P} = \frac{200}{2000} = 0.1 \text{ سال}$$

۱۵- گزینه «۲»

در مدل تولید اقتصادی در حالت مجاز بودن کمبود داریم:

$$EPQ = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P-D}{P}} \sqrt{\frac{\hat{\pi}+H}{\hat{\pi}}}$$

از مقایسه این مدل با مدل EPQ بدون کمبود داریم:

$$\frac{\text{EPQ کمبود دار}}{\text{EPQ بدون کمبود}} = \frac{\sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P-D}{P}} \sqrt{\frac{\hat{\pi}+H}{\hat{\pi}}}}{\sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P-D}{P}}} = 2 \Rightarrow \frac{\hat{\pi}+H}{\hat{\pi}} = 4 \Rightarrow \frac{H}{\hat{\pi}} = 3$$



فصل پنجم

حالت چند کالایی و سفارش همزمان

۱-۵- مقدمه

در قسمتهای قبل همواره وضعیت موجودی و سیاست های سفارش دهی کالاها به صورت منفرد و مستقل از سایر کالاهای موجود در انبار بررسی گردید اما گاهی به دلایل مختلف برای یک سیستم موجودی با چندین کالا، یک هزینه سفارش دهی (یا راه اندازی تولید) پرداخته می شود. مثلاً به جای اینکه هر کالا جداگانه سفارش داده شود و به هر کدام یک هزینه حمل و نقل جداگانه تخصص یابد، همه را با هم سفارش داده و یک هزینه حمل و نقل بیشتر نمی پردازیم.

دلایل مختلفی می تواند باعث سفارش دهی همزمان چندین کالا شود که برخی از آنها عبارتند از :

۱- **محدودیت ها** : مثلاً محدودیت در فضای انبار یا محدودیت در سرمایه

۲- **هزینه های سفارش دهی** : به طور مثال هزینه سفارش دهی همزمان چند کالا با یک کالا تفاوت نکند.

۳- قیمت خرید : خرید در حجم پولی بالاتر موجب استفاده از تخفیف می شود.

۴- محدودیت های تولید : به طور مثال محدودیت ظرفیت ماشین آلات تولیدی و ...

۲-۵- حالت EOQ ساده :

در این حالت N تعداد کالاهای موجود در سیستم و A نیز هزینه سفارش دهی کل خواهد بود و توجه کنید که هزینه سفارش دهی (A) مستقل از تعداد اقلام در سفارش و مستقل از مقادیر Q_j ها خواهد بود.

نکته : در این سیستم به ازای یک سیاست بهینه ، پروندهای برنامه ریزی تمام اقلام یکسان خواهد بود یعنی $T_j = T$ و در

نتیجه : $T = \frac{Q}{D} \Rightarrow Q = T.D$ پس برای محاسبه مقدار سفارش بهینه برای هر کدام از کالاها یعنی Q_j^* به شرح زیر

عمل می کنیم:

قدم اول : محاسبه ی T^* کل از طریق فرمول زیر :

$$A. n = \frac{A}{T}$$

$$K(T) = \frac{A}{T} + \sum_{j=1}^N \frac{H_j D_j T}{2} \rightarrow \frac{\partial K}{\partial T} = 0 \Rightarrow T^* = \sqrt{\frac{2A}{\sum_{j=1}^N H_j D_j}}$$

قدم دوم : محاسبه ی مقدار Q_j^* برای هر کالا از طریق فرمول :

$$Q_j^* = D_j T^*$$

قدم سوم : محاسبه ی هزینه کل:

$$K^* = \frac{2A}{T^*}$$

یا

$$K^* = \sqrt{2A \sum_{j=1}^N H_j D_j} \quad \text{یا} \quad K^* = \frac{A}{T^*} + \sum_{j=1}^N \frac{H_j D_j T^*}{2}$$

(در حالت بهینه چون مقدار $\frac{A}{T^*}$ با $\sum \frac{H_j D_j T^*}{2}$ که همان $\sum \frac{H_j Q_j}{2}$ می باشد برابر است پس می توان از همان

فرمول اول یعنی $K^* = \frac{2A}{T^*}$ استفاده نمود.)

- توجه کنید که در این مسائل حتماً باید قید شود که کالاها را همزمان سفارش می دهیم. در این صورت اگر قید شود

که کالاها را همزمان سفارش می دهیم ولی A ها یکسان نبودند در صورت کسر T^* به جای $2A$ باید مقدار $2 \sum A_j$ را

قرار دهیم.

۳-۵- مدل EPQ :

در این حالت نیز مثل قبل ابتدا می بایست مقادیر T^* کل را بدست آورده و پس از آن مقدار Q_j^* ها را محاسبه کرد با این تفاوت که حالا دیگر مقدار نرخ تولید یعنی P برابر ∞ نبوده و مقداری واقعی است پس داریم:

قدم اول - محاسبه ی T^* :

$$T^* = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N A_j}{\sum_{j=1}^N H_j D_j (1 - \frac{D_j}{P_j})}}$$

قدم دوم: $Q_j^* = D_j T^*$

قدم سوم: $K^* = \frac{\sum A_j}{T^*} + \sum \frac{H_j Q_j}{2} (1 - \frac{D_j}{P_j})$

نکات:

۱- کسر $\frac{D_j}{P_j}$ نشان دهنده ی درصدی از زمان است که ماشین به تولید محصول j ام مشغول است. واضح است که شرط

وجود جواب در این مسئله این است که $\sum_{j=1}^N \frac{D_j}{P_j} < 1$ باشد.

۲- کسری از زمان که ماشین بیکار است نیز از فرمول زیر بدست می آید:

$$\alpha = 1 - \sum_{j=1}^N \frac{D_j}{P_j}$$

حال اگر در مدل EPQ برای هر محصول زمان آماده سازی نیز داشتیم:

فرض کنید:

T_{pj} = مدت زمانی است که ماشین مشغول تولید محصول j ام است.

S_j = زمان آماده سازی ماشین برای تولید محصول j ام است.

در این حالت قدم های حل مسئله به شرح زیر است:

(۱) محاسبه ی T_{\min} :

$$T_{\min} = \frac{\sum_{j=1}^N S_j}{1 - \sum_{j=1}^N \frac{D_j}{P_j}}$$

(۲) محاسبه ی T^* :

$$T^* = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N A_j}{\sum_{j=1}^N H_j D_j (1 - \frac{D_j}{P_j})}}$$

(۳) مقایسه ی T^* , T_{\min} و تعیین T بهینه :

$$Max\{T_{\min}, T^*\} = T \text{ بهینه}$$

(۴) تعیین مقادیر Q_j^* برای هر محصول :

$$Q_j^* = D_j \cdot (T_{\text{بهینه}})$$

مثال : برای کالاهای ۱ تا ۴ مقادیر D_j , A_j , h_j , P_j داده شده است. با فرض ۲۵۰ روز کاری در سال ، مقدار هزینه بهینه سالانه را بدست آورید:

محصول	تقاضای سالانه	هزینه خرید	نرخ تولید روزانه	H_j	A_j	نرخ تولید سالانه (خودمان بدست آوریم)
۱	۵۰۰۰	۲۰	۳۰	۸	۱۰۰	$30 \times 250 = 7500$
۲	۷۰۰	۴۵	۱۲	۱۰	۵۰۰	۳۰۰۰
۳	۱۲۰۰	۱۰	۴۰	۲۰	۲۰۰	۱۰۰۰۰
۴	۴۰۰۰	۹۰	۱۸	۳۰	۷۰۰	۴۵۰۰

حل :

$$T^* = \sqrt{\frac{2 \sum A_j}{\sum h_j D_j (1 - \frac{D_j}{P_j})}}$$

پس به شکل زیر عمل می کنیم:

محصول	$\frac{D_j}{P_j}$	$1 - \frac{D_j}{P_j}$	$H_j D_j$	$H_j D_j (1 - \frac{D_j}{P_j})$
۱	۰/۶۶۶	۰/۳۳	۴۰۰۰	$13333/3$
۲	۰/۲۳۳	۰/۷۶۶	۷۰۰	$5366/6$
۳	۰/۱۲	۰/۸۸	۲۴۰۰	۲۱۱۲۰
۴	۰/۸۸۸	۰/۱۱۱	۱۲۰۰۰	$13333/3$

در نتیجه :

$$T^* = \sqrt{\frac{2(15000)}{53153/3}} = \sqrt{0.864} = 0.93$$

حال می توان مقادیر Q_j^* ها را هم بدست آورد:

$$Q_1^* = D_1 T^* = 1185$$

$$Q_2^* = 165/9$$

$$Q_3^* = 284/4$$

$$Q_4^* = 948$$

حل برای محاسبه ی K^* داریم :

$$K^* = \frac{\sum A_j}{T^*} + \frac{h_j Q_j}{2} \left(1 - \frac{D_j}{P_j}\right)$$

$$\Rightarrow k^* = \frac{1500}{0.2337} + \left(\frac{9480}{2} \left(0.33\right) + \frac{1659}{2} \left(0.76\right) + \frac{5688}{2} \left(0.88\right) + \frac{28440}{2} \left(0.11\right) \right) = 6329/11 + 6298/67 = 12627/78$$

۴-۵- تست های طبقه بندی شده فصل پنجم

۱- اطلاعات مربوط به دو نوع مواد اولیه در یک شرکت طبق جدول زیر می باشد. این شرکت جهت تولید این مواد از یک ماشین استفاده می نماید. مقدار تولید اقتصادی هر یک از مواد I و II برابر است با: (سراسری ۷۶)

	I	II
مصرف سالیانه	۶۰۰۰	۱۸۰۰۰
تولید سالیانه	۴۰۰۰۰	۳۶۰۰۰
هزینه آماده سازی ماشین	۵۰۰	۷۰۰
هزینه نگهداری هر واحد در سال	۸	۶

(۱) ۹۴۰ و ۲۹۰۰ (۲) ۸۴۶ و ۲۰۵۰ (۳) ۱۰۰۰ و ۳۰۰۰ (۴) ۱۵۰۰ و ۱۵۰۰

۲- در انبار شرکتی جهت دو قطعه A , B لازم است سطح موردنیاز تعیین شود. با توجه به اطلاعات داده شده و با فرض اینکه موجودی هر دو قطعه ممکن است هم زمان به حداکثر برسد، مشخص کنید سطح انبارهای موردنیاز برای دو قطعه با کدامیک از حالت های زیر تطابق نزدیک دارد؟ (سراسری ۷۷)

قطعه	مصرف سالیانه (عدد)	نرخ تولید سالیانه (عدد)	هزینه آماده سازی (واحد پول)	هزینه نگهداری سالیانه (واحد پول)	سطح مورد نیاز (m^2)
A	۱۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۵۰	۴	$\frac{1}{10}$
B	۱۲۰۰۰	۶۰۰۰۰	۳۵۰	۵	$\frac{1}{12}$

(۱) ۲۰۰ متر مربع (۲) ۱۷۴ متر مربع (۳) ۱۸۲ متر مربع (۴) ۲۱۷ متر مربع

۳- دو محصول A , B با هم سفارش داده می شوند (فروشنده هر دو محصول یکی است) و مقدار تقاضای سالیانه برای محصول A برابر ۵۰۰ واحد و محصول B برابر ۱۵۰۰ واحد است. اگر هزینه

نگهداری هر واحد محصول A, B سالیانه ۱۰ تومان و هزینه هر بار سفارش دهی ۱۰۰ تومان باشد
تعداد دفعات بهینه سفارش در سال چقدر است؟ (سراسری ۷۸)

(۱) ۶ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴) ۱۲

۴- در یک کارگاه صنعتی سه نوع محصول بوسیله یک ماشین تولید می شود. حداکثر ظرفیت تولیدی ماشین برای محصول یک برابر ۲۷۰۰۰ واحد در سال، برای محصول ۲ برابر ۳۶۰۰۰ واحد در سال و برای محصول ۳ برابر ۹۰۰۰ واحد در سال است. سایر ارقام مربوط به جدول زیر آمده است: (سراسری ۷۸)

محصول	۱	۲	۳
مصرف سالیانه به واحد	۹۰۰۰	۱۸۰۰۰	۶۰۰۰
هزینه نگهداری هر واحد در سال به تومان	۵	۶	۸
هزینه هر بار سفارش به تومان	۸۰۰	۷۰۰	۵۰۰

مقدار اقتصادی هر بار تولید برای هر یک از محصولات چه مقدار است؟

(۱) ۲۰۰۰ و ۳۲۰۰ و ۱۹۰۰ (۲) ۱۶۰۰ و ۴۲۰۰ و ۱۷۰۰

(۳) ۱۸۰۰ و ۳۶۰۰ و ۱۲۰۰ (۴) ۱۲۰۰ و ۲۸۰۰ و ۱۰۰۰

۵- در مسأله قبل متوسط موجودی در انبار برای هر یک از محصولات چه مقدار است؟ (سراسری ۷۸)

(۱) ۶۰۰، ۹۰۰، ۲۰۰ (۲) ۷۰۰، ۱۲۰۰، ۳۰۰

(۳) ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۴۰۰۰ (۴) ۴۰۰، ۱۱۰۰، ۵۰۰

۶- در مدل ساده موجودی که کمبود مجاز نیست و تقاضای سالیانه معلوم و ثابت است، فرض کنید تقاضا گسسته است و تقاضای مشتری برابر یک واحد است. اگر هزینه نگهداری یک واحد محصول در سال را با h و مقدار سفارش بهینه را با Q^* نشان دهیم، در این صورت متوسط مقدار هزینه نگهداری سالیانه در حالت بهینه بر کدامیک از گزینه های زیر منطبق است؟ (سراسری ۸۱)

(۱) کمتر از $h \frac{Q^*}{2}$ است. (۲) مساوی $h \frac{Q^*}{2}$ است.

(۳) مساوی $h(Q^* + 1)$ است. (۴) مساوی $h(\frac{Q^*}{2} + 1)$ است.

۷- برای ارسال یک بسته از طریق پست، هزینه هر بار رفتن به محل دفتر پست ۲۰۰ ریال است. هزینه پست به صورت زیر محاسبه می شود:

بابت هر بسته پستی: مبلغ ثابت ۱۰۰۰ ریال، بابت هر کیلو کالا در بسته پستی: ۵۰۰ ریال، مصرف کالا در مقصد ۵۰۰ کیلو در سال است و هزینه سالیانه نگهداری کالا در مقصد ۳۰۰۰ ریال به ازاء هر کیلو برآورده می شود. هر بار که به اداره پست می روند فقط یک بسته ارسال می کنند. در این صورت وزن اقتصادی هر بسته باید چند کیلو باشد؟ (سراسری ۸۱)

(۱) ۸/۱۶ (۲) ۱۸/۵۰ (۳) ۲۰/۰۰ (۴) ۲۲/۳۶

۸- دستگاهی توانایی تولید ۳ کالا را دارد. اگر ظرفیت تولید هر کدام ۲۰۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۰۰۰ عدد در سال باشد و مقدار مورد نیاز از هر کدام از این کالا به ترتیب ۸۰۰، ۴۰۰ و ۱۰۰ عدد در سال

باشد آنگاه طول دوره تناوب دستگاه چقدر است؟ (سراسری ۸۲)

(۱) ۰/۴۵ ماه (۲) ۵/۴ ماه (۳) ۴ ماه (۴) هیچکدام

۹- شرط لازم برای شدنی بودن تولید n محصول با یک ماشین تولیدی وقتی که نرخ تقاضای سالیانه، نرخ تولید و زمان آماده سازی محصول λ ام، به ترتیب S_j, P_j, D_j باشد چیست؟

$$(۱) \sum_{j=1}^n \frac{D_j}{P_j} < 1 \quad (۲) \sum_{j=1}^n \frac{D_j}{P_j} - \sum_{j=1}^n S_j$$

$$(۳) \sum_{j=1}^n \frac{D_j}{P_j} + \sum_{j=1}^n S_j < 1 \quad (۴) \sum_{j=1}^n \frac{D_j}{P_j} - \sum_{j=1}^n S_j > 1$$

۱۰- در یک سیستم موجودی پنج نوع کالای مختلف نگهداری می شود که هر یک دارای نرخ تقاضای ثابت و یکنواخت خاص خود در سال است. چنانچه هزینه سفارش در این سیستم مستقل از تعداد تنوع اقلام در سفارش باشد و مقداری ثابت در نظر گرفته شود، در رابطه با پریود بهینه سفارش این اقلام چه می توان گفت؟ (سراسری ۸۳)

(۱) تمامی اقدام دارای پریود سفارش یکسان هستند.

(۲) پریود سفارش تمامی اقلام لزوماً با هم برابر نیست ولی پریودهای سفارش آنها مضربی از یک مقدار ثابت خواهد بود.

(۳) هر یک از اقلام دارای پریود سفارش خاص خود هستند که با دیگری لزوماً برابر نیست و با توجه به قیمت هر واحد محصول، میزان تقاضای سالانه و هزینه نگهداری هر واحد در یال تعیین خواهد شد.

(۴) نمی توان قضاوت کرد.

۱۱- در مدل تولید چند محصولی توسط یک منبع تولید همزمان با زمان آماده سازی برای هر بار تولید محصول، مسئله وقتی جواب دارد که: (سراسری ۸۴)

(۱) کسر بیکاری ماشین بزرگتر یا مساوی صفر باشد.

(۲) زمان بیکاری ماشین بزرگتر از مجموع زمان های آماده سازی باشد.

(۳) نسبت مجموع زمانهای آماده سازی به کسر بیکاری ماشین بزرگتر از یک باشد.

(۴) نسبت مجموع زمان های آماده سازی به کسر بیکاری ماشین کوچکتر از یک باشد.

۱۲- سفارش محصولی تنها در بسته های ۲۰۰ تایی قابل انجا است، چنانچه تقاضای سالانه این محصول ۲۰۰۰، هزینه هر بار سفارش ۱۰۰ و هزینه نگهداری هر واحد محصول در سالی ۲۰ واحد پولی باشد مقدار اقتصادی هر بار سفارش چقدر است؟ (سراسری ۸۵)

(۱) ۴۰۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۲۰۰ (۴) ۱۰۰

۱۳- در یک سیستم کنترل موجودی با شرایط مدل ساده قطعی دو نوع کالا کنترل می شود. تقاضای سالیانه و هزینه ثابت هر بار سفارش برای کالای یک به ترتیب ۵۰۰ واحد کالا و ۵۰ واحد پول و برای کالای شماره ۲ به ترتیب ۴۰۰ واحد کالا و ۲۰ واحد برآورده شده است. اگر هزینه نگهداری قابل چشم پوشی باشد مقدار سفارش برای هر کالا چقدر است؟ (سراسری ۸۶)

$$(۱) Q_2 = 80, Q_1 = 100 \quad (۲) Q_2 = 100, Q_1 = 500$$

$$(۳) Q_2 = Q_1 \text{ مقدار بسیار زیاد} \quad (۴) Q_2 = 80, Q_1 = 50$$

۱۴- دو محصول A و B با هم سفارش داده می شوند. هزینه های ثابت هر بار سفارش ۱۰۰ تومان، هزینه نگهداری هر واحد محصول A و هزینه نگهداری هر واحد محصول B مساوی و برابر ۱۰ تومان برای هر واحد در سال است. تقاضای سالیانه محصول A برابر ۵۰۰ واحد و محصول B برابر ۱۵۰۰ واحد است. هر دوره سفارش بهینه برابر است با:

$$(۱) ۰/۱ \text{ سال} \quad (۲) \frac{1}{5} \text{ سال} \quad (۳) \frac{\sqrt{3}}{15} \text{ سال} \quad (۴) \frac{2}{\sqrt{30}} \text{ سال}$$

- ۱۵- در مدل چند محصولی با محدودیت منبع تولیدی وقتی که سه قلم کالا تولید می شود و از سیکل ثابت گردش استفاده می شود اگر A_1 (هزینه راه اندازی برای تولید محصول یک) کاهش پیدا کند. کدام حالت زیر رخ نمی دهد؟ (سراسری ۸۷)
- ۱- هزینه کل سیستم کاهش پیدا می کند.
 - ۲- مقدار سفارش کالای اول کاهش پیدا می کند.
 - ۳- هزینه های نگهداری سالیانه سیستم کاهش پیدا می کند.
 - ۴- مقدار سفارش کالای دوم و سوم ممکن است افزایش پیدا کند.

۵-۵- پاسخنامه تشریحی تست های طبقه بندی شده فصل پنجم

۱- گزینه «۱»

$$T^* = \sqrt{\frac{2\sum A_i}{\sum D_i H_i \left(\frac{P_i - D_i}{P_i}\right)}} = \sqrt{\frac{2(500 + 700)}{6000 \times 8 \times \left(\frac{40000 - 6000}{40000}\right) + 18000 \times 6 \times \left(\frac{36000 - 18000}{36000}\right)}} = 0/159$$

$$Q_1^* = T^* D_1 = 940, \Rightarrow Q_2^* = 2900$$

۲- گزینه «۲» این مدل چند محصولی نیست.

$$Q_A = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P-D}{P}} = 774/6$$

$$Q_B = 1159/3$$

$$\text{سطح مورد نیاز} = \frac{1}{10} \times 774/6 + \frac{1}{12} \times 1159/3 = 174m^2$$

۳- گزینه «۳»

$$D_A = 500, D_B = 1500, H = 10, A = 100$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2A}{\sum H_i D_i}} = \sqrt{\frac{2 \times 100}{10(500 + 1500)}} \Rightarrow T^* = 0/1$$

$$\text{بار} = N = \frac{1}{0/1} = 10 \text{ تعداد سفارش}$$

۴- گزینه ۳- اما در واقع مسئله غلط است: مسئله شرط لازم برای داشتن جواب را ندارد چون

روش اول: $\frac{6000}{9000} + \frac{18000}{36000} + \frac{9000}{27000} = 1/5$ که بزرگتر از یک است. اگر شرط را چک نکنیم داریم:

$$T^* = \sqrt{\frac{2 \sum A_j}{\sum H_j D_j (1 - \frac{D_j}{P_j})}}$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2 \times (800 + 700 + 500)}{5 \times 9000 (1 - \frac{9000}{27000}) + 6 \times 18000 (1 - \frac{18000}{36000}) + 8 \times 6 (1 - \frac{6000}{9000})}} \Rightarrow T^* = 0/2$$

$$Q_1 = T^* D_1 = 0/2 \times 9000 = 1800, Q_2 = 3600, Q_3 = 1200$$

روش دوم: چون مقدار D_2 دو برابر مقدار D_1 می باشد لذا مقدار Q_2 نیز باید دو برابر Q_1 شود و همین طور Q_2 باید سه برابر Q_3 گردد که تنها در گزینه ۳ این شرایط مشاهده می شود.

۵- گزینه «۱»

$$\bar{I} = \frac{I_{\max}}{2} = \frac{Q^*}{2} \left(\frac{P-D}{P} \right) \Rightarrow \bar{I}_1 = \frac{1800}{2} \left(\frac{27000-9000}{27000} \right) = 600$$

$$\bar{I}_2 = 900, \bar{I}_3 = 200 \text{ و به همین ترتیب داریم:}$$

۶- گزینه «۳» به درس مراجعه کنید.

۷- گزینه «۳»

هزینه ثابت پستی همان A می باشد.

$$A = 200 + 1000 = 1200, D = 500, h = 3000$$

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 500 \times 1200}{3000}} = 20$$

۸- گزینه «۲»

$$T_{\min} = \frac{\sum_{j=1}^3 S_j}{1 - \sum_{j=1}^3 \frac{D_j}{P_j}} = \frac{0/75}{1 - \left(\frac{800}{2000} + \frac{400}{1200} + \frac{100}{1000} \right)} = 0/45 \text{ سال} = 5/4 \text{ ماه}$$

$$T^* = 4 \text{ ماه} \Rightarrow T = \max \{T_{\min}, T^*\} = 5/4 \text{ ماه}$$

۹- گزینه «۱»

شرط لازم برای تولید n محصول با یک ماشین، $\sum_{j=1}^n \frac{D_j}{P_j} < 1$ است ولی شرط کافی نیست.

۱۰- گزینه «۱»

در مسئله چند محصولی T بدست آمده برای همه کالاها یکسان است.

۱۱- گزینه «۱»

شرط لازم برای جواب داشتن مسئله $\sum \frac{D_j}{P_j} \leq 1$ است و از طرفی دیگر داریم:

$$1 - \sum \frac{D_j}{P_j} = \text{زمان بیکاری ماشین}$$

از تلفیق دو رابطه فوق برای جواب داشتن مسئله داریم: ≥ 0 زمان بیکاری ماشین

۱۲- گزینه «۳»

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 2000 \times 100}{20}} = 141/42$$

چون کالا در بسته های ۲۰۰ تایی سفارش داده می شود باید یا صفر و یا ۲۰۰ عدد سفارش دهیم. چون مدل EOQ است سفارش صفر نداریم پس ۲۰۰ عدد سفارش می دهیم.

۱۳- گزینه «۳»

$$D_1=500, A_1=50, D_2=400, A_2=20, H_j=0$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2A}{\sum_{j=1}^2 H_j D_j}} \Rightarrow T^* = \infty \Rightarrow Q_j^* = D_j T^*$$

از آنجایی که هزینه نگهداری نداریم لذا بدیهی است که باید در ابتدا هر چقدر که می توان (یعنی بی نهایت) سفارش داد تا هزینه کل سیستم حداقل گردد.

۱۴- گزینه «۱»

$$T^* = \sqrt{\frac{2A}{H(D_1 + D_2)}} = \sqrt{\frac{2 \times 100}{10(500 + 1500)}} = 0/1 \text{ سال}$$

۱۵- گزینه «۴» صحیح است. منظور از محدودیت منبع یعنی سیستم موجودی FoI است. ضمناً با کاهش A_1 امکان ندارد که سفارش کالای دوم و سوم افزایش یابد.

فصل ششم

در نظر گرفتن محدودیت ها در سیستم های موجودی

اکثر سیستم های موجودی در عمل آن چیزی نیستند که تا کنون بررسی کردیم. برخی از آنها تنها به ذخیره ی یک قلم کالا اکتفا نمی کنند و برخی دیگر دارای محدودیت هایی در حجم انبار، تعداد سفارشات یا تعداد دفعات تولید و ... هستند. در ادامه به بررسی برخی از این محدودیت ها می پردازیم.

ابتدا به بررسی یک مدل تک کالایی اما دارای محدودیت خاصی در حجم واحدهای انبار خواهیم پرداخت. و پس از آن مدل های محدودیت در سیستم های چند کالایی را بررسی می نمایم.

۱-۶- روند تغییرات هزینه و مقدار سفارش اقتصادی در صورت وجود محدودیت واحد های انبار:

در اینجا شرایطی را در نظر می گیریم که حجم واحدهای انبار که می تواند برای جا دادن یک کالای خاص از آنها استفاده شود محدود است. بنابراین در صورتی که مقدار سفارش اقتصادی از حجم یک واحد انبار بیشتر باشد، لازم خواهد بود که واحدهای دیگری از انبار در اختیار گرفته شوند. به طور مثال فرض کنید در یک پمپ بنزین حجم هر مخزن برای نگهداری بنزین ۲۵۰۰ لیتر و مقدار اقتصادی هر بار سفارش ۶۰۰۰ لیتر باشد. در این صورت لازم است که ۳ مخزن اجاره شود. اما واضح است که بخشی از مخزن سوم خالی می ماند، اما هزینه اجاره به کل مخزن اختصاص می یابد. در این حالت لازم است که هزینه سیستم در مقادیر ۵۰۰۰ و حتی ۲۵۰۰ هم بررسی شود. و هر کدام از حالات که هزینه کمتری داشتند به عنوان مقدار بهینه سفارش انتخاب گردند. (مقادیر ۵۰۰۰ و ۲۵۰۰ حجم مخازن اول و دوم است).

هزینه های سیستم در این حالت به شرح زیر محاسبه می گردد:

Q_0 : حجم هر واحد انبار

Q : مقدار سفارش

$$TIC = A \cdot \frac{D}{Q} + \left[h_1 \cdot \left\{ \frac{Q}{Q_0} \right\} + h_2 \cdot \frac{Q}{2} \right]$$

h_1 : هزینه اجاره هر واحد انبار

h_2 : هزینه نگهداری هر واحد کالا در واحد زمان (همان i.c)

- علامت $\left\{ \frac{Q}{Q_0} \right\}$ به معنای بزرگترین عدد صحیح است که برابر یا بزرگتر از کسر $\frac{Q}{Q_0}$ می باشد (عکس جز صحیح)



- در واقع ما در فرمول تنها در هزینه نگهداری باید هزینه اجاره واحد های انبار را نیز محاسبه کنیم.

قدمهای حل مسئله به شرح زیر است:

۱- حل مدل بدون در نظر گرفتن محدودیت و بدست آوردن Q^* بهینه

۲- بدست آوردن هزینه سیستم با توجه به انتخاب Q^*

۳- بدست آوردن هزینه برای Q های نقاط شکست (یعنی نقاط حجم انبارها) برای مقادیر کمتر از Q^* اولیه

۴- مقایسه هزینه ها و انتخاب کمترین آنها

مثال : یک نوع ماده شیمیایی باید در تانکهایی به ظرفیت ۸۰ لیتر نگهداری شود. این تانکها دارای هزینه سالیانه ۱۰۰۰۰ تومان کرایه می باشند. هزینه نگهداری هر لیتر از این ماده در سال ۲۰۰ تومان است و هزینه هر بار سفارش نیز ۶۰۰ تومان می باشد. مصرف سالیانه این ماده ۱۸۰۰ لیتر است. نقطه‌ی سفارش اقتصادی این ماده را محاسبه کنید؟
حل :

$$Q_w = \sqrt{\frac{2AD}{h}} = \sqrt{\frac{2 \times 600 \times 1800}{200}} \approx 104 \text{ لیتر}$$

$$A = 600$$

$$D = 1800$$

$$h_2 = 200$$

$$h_1 = 10000$$

و این برابر دو تانک می شود.

حال هزینه ها را محاسبه می کنیم:

(۱) برای مقدار ۱۰۴ لیتر

$$TIC = 600 \times \frac{1800}{104} + 10000 \times \left\{ \frac{104}{80} \right\} + 200 \times \frac{104}{2} = 407784$$

(۲) برای مقدار ۸۰ لیتر

$$TIC = 600 \times \frac{1800}{80} + 10000 \times \left\{ \frac{80}{80} \right\} + 200 \times \frac{80}{2} = 31500$$

با توجه به هزینه‌ها مقدار سفارش بهینه برابر ۸۰ لیتر خواهد بود.

۲-۶- محدودیت در سیستم های موجودی چند کالایی:

در اینجا فرض بر این است که در سیستم موجودی چندین کالا مطرح است و این سیستم دارای محدودیت هایی مثل سرمایه، فضای انبار و یا تعداد سفارشات و ... است.

روش کلی حل مسائل با محدودیت به شکل زیر است:

- ۱- ابتدا مسائل را بدون در نظر گرفتن محدودیت حل می کنیم.
 - ۲- مقادیر بدست آمده برای Q ها را در محدودیت داده شده امتحان می کنیم. اگر محدودیت نقض نشد که حل مسئله به پایان رسیده است. اما در غیر این صورت به گام سوم می رویم.
 - ۳- با توجه به نوع محدودیت با چک کردن گزینه های سوال و استفاده از روشهای تستی حل که در ادامه خواهد آمد مسئله را حل می کنیم.
- تذکر : در کتب مختلف از تابع لاگرانژ نیز برای حل مسائل استفاده گردیده که ما آن را نیز در اینجا معرفی خواهیم کرد.

۱-۲-۶- محدودیت روی مساحت یا فضای انبار:

فرض کنید کل فضای در دسترس F باشد و نماد f_j نیز مساحت اشغال شده توسط هر واحد کالای j باشد. در این صورت می بایست :

$$\sum_{j=1}^N f_j Q_j \leq F$$

باشد.

در این مدل محدودیت ، روش حل تستها به شرح زیر است:

- ۱- محاسبه Q ها بدون توجه به محدودیت
 - ۲- محاسبه فضای مورد نیاز
- در این مرحله یکی از دو اتفاق زیر رخ می دهد:
- الف - محدودیت ارضا می شود ← حل تمام است.
 - ب - محدودیت ارضا نمی شود ← گزینه ها را در مسئله تست می کنیم

دو نکته بسیار مهم :

- ۱- در این محدودیت می بایست I_{\max} یعنی حداکثر موجودی انبار را مبنای محاسبه قرار داد چرا که در بعضی مدل ها مثل مدل های تولید یا کمبود مقدار I_{\max} کمتر از مقدار سفارش است.
 - ۲- در این حالت اگر محدودیت فعال شود مقادیر Q^* های بهینه حتماً کمتر یا برابر Q_w اولیه خواهد بود ولی این کاهش برای همه ی کالاها به یک نسبت نخواهد بود. (چرا؟)
- تابع لاگرانژ این محدودیت :

$$Q_j^* = \sqrt{\frac{2A_j D_j}{h_j + 2\theta f_j}} \quad \text{که } \theta \text{ همان ضریب لاگرانژ است.}$$

مقادیر Q_j^* را از این رابطه بدست آورده (بر حسب θ) و در رابطه $\sum f_j Q_j - F = 0$ قرار می دهیم. با استفاده از این رابطه مقادیر θ بدست آمده و به واسطه آن Q_j^* ها نیز بدست می آیند.

مثال : در یک کارگاه نرخ تقاضا برای محصول ۱۰۰۰ واحد در سال است. این محصول با نرخ ۲۰۰۰ واحد در سال در این کارگاه تولید می شود و هزینه آماده سازی هر بار دستگاه برای هر بار تولید محصول ۸۰۰ تومان است. قیمت هر واحد محصول انبار شده برابر ۲۰۰ تومان و نرخ هزینه نگهداری این محصول ۰/۱ در سال است. در این کارگاه محدودیت فضای انبار به میزان ۱۵۰ واحد داریم. با توجه به این محدودیت متوسط موجودی انبار چقدر است؟

$$\begin{matrix} 200 & (1) & 400 & (2) & 150 & (3) & 75 & (4) \end{matrix}$$

حل : گزینه ۴ صحیح است.

نکته : هر گاه در مسئله ای گفت متوسط موجودی انبار چقدر است در واقع می بایست $\frac{I_{\max}}{2}$ را محاسبه کرد.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \sqrt{\frac{P}{P-D}} = 400 \Rightarrow I_{\max} = Q^* \left(1 - \frac{D}{P}\right) = 200 > 150.$$

$$I_{\max} = 150 \Rightarrow \frac{I_{\max}}{2} = 75 \Rightarrow \text{محدودیت فعال است}$$

۲-۲-۶- محدودیت روی سرمایه:

این محدودیت به شکل $\sum C_j Q_j \leq M$ است که M کل سرمایه در دسترس و C_j قیمت محصول j ام می باشد. این نوع محدودیت تقریباً شبیه محدودیت انبار است و لذا روش حل مسائل آن تقریباً شبیه قبل است.

نکات قابل توجه در حل این مسائل به شرح زیر است:

(۱) اگر در صورت سوال سرمایه درگیر در موجودی را خواسته باشد بسته به نوع مدل باید مقدار $I_{\max} \cdot C$ یا $Q \cdot C$ را محاسبه کرد.

(۲) اما اگر متوسط سرمایه درگیر در موجودی را خواست باید از $\frac{CI_{\max}}{2}$ یا $\frac{CQ}{2}$ استفاده کرد.

در حل این مسائل درست مثل قبل ابتدا Q_w رد بدون در نظر گرفتن محدودیت ها محاسبه کرده و اگر محدودیت ها ارضا شد که هیچ، اما در غیر این صورت باید از روشهای حل تستی استفاده نمود.

نکته : در صورت وجود محدودیت سرمایه تمام Q_j ها به یک نسبت کاهش خواهند یافت.

استفاده از تابع لاگرانژ : تابع لاگرانژ این محدودیت نیز به شکل زیر است :

$$Q_j = \sqrt{\frac{2AD}{h + 2\theta C_j}}$$

برای حل این مسائل با تابع لاگرانژ می بایست تمام $\sum Q_j C_j$ ها را محاسب و برابر مقدار M قرار دهیم.

مثال : محصولی دارای تقاضای ۴۰۰۰ واحد در سال است. این محصول را می توان با نرخ ۸۰۰۰ واحد در سال تولید کرد. هزینه هر بار آماده سازی ۲۵۰۰ تومان و هزینه نگهداری هر واحد محصول ۱۰۰ تومان در سال است. چنانچه هزینه تولید هر واحد محصول ۲۰۰ تومان باشد، در حالتی که حداکثر سرمایه درگیر در موجودی این محصول ۲۰۰۰۰ تومان باشد مقدار بهینه تولید چقدر است؟

$$100 \quad (1) \qquad 200 \quad (2) \qquad 300 \quad (3) \qquad 400 \quad (4)$$

حل : گزینه دوم صحیح است.

$$D = 4000$$

$$P = 8000$$

$$C.I_{\max} < 20000 \rightarrow \text{محدودیت مسئله}$$

$$A = 2500$$

$$H = 100$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \cdot \sqrt{\frac{P-D}{P}} = \sqrt{\frac{2 \times 2500 \times 4000}{100}} \times \sqrt{\frac{1}{2}}$$

$$C = 200$$

$$\Rightarrow I_{\max} = 315$$

$$CI_{\max} = 315 \times 200 = 63000 \geq 20000$$

پس محدودیت فعال است حال دو راه داریم :

(۱) روش تابع لاگرانژ

(۲) روش تستی و استفاده از روش زیر :

$$CI_{\max} = 20 / 0.00 \Rightarrow 200 \times I_{\max} = 20 / 0.00$$

$$\Rightarrow I_{\max} = 100$$

$$I_{\max} = Q \left(1 - \frac{D}{P} \right) \Rightarrow 100 = Q \left(\frac{1}{2} \right) \Rightarrow Q^* = 200$$

۳-۲-۶- محدودیت روی تعداد سفارشات :

این محدودیت بر خلاف دو محدودیت قبلی معمولاً Q را افزایش می دهد. در این حالت مثلاً بیش از R بار در سال نمی توان سفارش داد یعنی

$$\sum \frac{D_j}{Q_j} \leq R$$

باشد.

تابع لاگرانژ این محدودیت برابر است با :

$$Q_j = \sqrt{\frac{2D_j(A_j + Q)}{h_j}}$$

که مثل قبل Q_j ها را بر حسب Q بدست آورده و در فرمول $\sum \frac{D_j}{Q_j} = R$ قرار داده و به واسطه آنها Q_j ها را محاسبه می کنیم.

نکته : باز هم تاکید می شود که در تمام مسائل محدودیت دار ابتدا Q_w را محاسبه کنید، شاید اصلاً محدودیت فعال نبود. مثل : در یک کارگاه تولیدی نرخ تقاضا برای محصول ۱۰۰۰ واحد در سال است. این محصول با نرخ ۲۰۰۰ واحد در سال در این کارگاه تولید می شود، و هزینه هر بار آماده سازی دستگاه برای هر بار تولید این محصول ۸۰۰ تومان است. قیمت هر واحد محصول ۲۰۰۰ تومان و نرخ هزینه نگهداری این محصول ۱۰ درصد در سال است. در این کارگاه به علت حجیم بودن محصول و محدودیت فضا، حداکثر می توان ۲۰۰ واحد از این محصول را انبار کرد. با توجه به این محدودیت متوسط موجودی را در حالت بهینه بدست آورید.

۱۰۰ (۴)

۲۰۰ (۳)

 $۲۰۰\sqrt{\frac{1}{2}}$ (۲)

۴۰۰ (۱)

حل : گزینه ۴ صحیح می باشد:

$$D = 1000$$

$$P = 2000$$

$$A = 800$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \cdot \sqrt{\frac{P}{P-D}} = 400$$

$$\left. \begin{matrix} C = 200 \\ j = 0/1 \end{matrix} \right\} \Rightarrow h = 0/1 \times 200 = 20 \Rightarrow I_{\max} = 400 \cdot \left(1 - \frac{1}{2}\right) = 200$$

$$F = 200$$

محدودیت فعال نیست اما پاسخ مسئله به دلیل اینکه گفته است متوسط موجودی در حالت بهینه چقدر است برابر است با :

$$\frac{I_{\max}}{2} = \frac{200}{2} = 100$$

یک مثال در رابطه با تابع لاگرانژ : کارگاهی سه نوع محصول انبار می کند، سیاست این است که بیش از ۱۴۰۰۰ تومان سرمایه درگیر نباشد، هزینه کمبود نداریم و نرخ هزینه نگهداری ۰/۲ در سال است. اندازه انباشته بهینه هر محصول و ضریب تابع لاگرانژ را بدست آورید:

محصول	۱	۲	۳
تقاضا	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۰۰۰

۵۰	۱۰۰	۲۰	قیمت
۱۰۰	۷۵	۵۰	هزینه هر بار سفارش

(الف) ۱۴۵ ، ۱۴۴ ، ۱۱۴

(ب) ۱۴۵ ، ۴۴ ، ۱۱۴

(ج) ۱۶۱ ، ۵۰ ، ۱۳۰

(د) ۲۰۰ ، ۶۱ ، ۱۵۸

حل : گزینه دوم جواب است.

$$H_j = \cdot / 2 \times c_j$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2 \times 50 \times 1000}{\cdot / 2 \times 20}} = 158$$

$$Q_2 = \sqrt{\frac{2 \times 75 \times 500}{\cdot / 2 \times 100}} = 61$$

$$Q_3 = \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 2000}{\cdot / 2 \times 50}} = 200$$

$$\sum C_j Q_j = 20 \times (158) + 100 \times (61) + 50 \times (200) = 19260 > 14000$$

پس محدودیت فعال است حال برای حل مسئله به روش تستی واضح است که گزینه های ۴ و یک نمی توانند جواب مسئله باشند چرا که ۴ که حالت بدون محدودیت است و در گزینه یک هم باید تمام Q_j ها کاهش می یافتند اما نیافته بودند پس گزینه های ۲ یا ۳ جواب است که با چک کردن گزینه ها می توان فهمید که گزینه دوم درست است.

اما حل همین مسئله با روش تابع لاگرانژ :

$$Q_j^* = \sqrt{\frac{2A_j D_j}{C_j(j + 2\theta^*)}} \Rightarrow \sum C_j Q_j^* = M \Rightarrow \sum \sqrt{\frac{2C_j A_j D_j}{j + 2\theta^*}} = 14000$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{1 \times 10^6}{\cdot / 1 + \theta}} + \sqrt{\frac{3 / 75 \times 10^6}{\cdot / 1 + \theta}} + \sqrt{\frac{10 \times 10^6}{\cdot / 1 + \theta}} = 14000 \Rightarrow \cdot / 436$$

$$\Rightarrow Q = \cdot / 91$$

حال با قرار داده $\cdot / 91$ در معادله ی اصلی Q_j ها بدست می آید:

$$Q_1 = 114, Q_2 = 44, Q_3 = 145$$

۳-۶- تست های طبقه بندی شده فصل ششم

۱- مصرف سالیانه دو کالا به ترتیب ۱۰۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ واحد و هزینه نگهداری هر واحد هر یک از دو کالا ۲ تومان در سال می باشد. این دو کالا الزاماً باید با همدیگر سفارش داده شوند. هزینه ی سفارش دهی این دو کالا مجموعاً ۱۰۰۰ تومان و بیش از ۵ بار سفارش دهی در سال مجاز نیست. مقدار سفارش اقتصادی هر یک از دو کالا برابر است با: (سراسری ۷۵)

$$(1) \quad 2132 \text{ و } 2559 \quad (2) \quad 3162 \text{ و } 3464 \quad (3) \quad 2000 \text{ و } 2400 \quad (4) \quad 2236 \text{ و } 2449$$

۲- با دستگاهی می توان محصول را با نرخ سالیانه ۱۰۰۰۰ واحد تولید کرد. سرعت تقاضای سالیانه برای این محصول ۵۰۰۰ واحد است. هزینه ی آماده سازی هر بار این دستگاه برای تولید برابر ۲۰۰ تومان، هزینه ی نگهداری هر واحد این محصول در سال ۱۰۰ تومان و هزینه ی مواد برای هر واحد محصول ۵۰ تومان است. اگر قرار باشد حداکثر سرمایه درگیر در موجودی این محصول برابر ۲۰۰۰ تومان باشد آنگاه مقدار بهینه ی تولید این محصول به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ (سراسری ۷۶)

$$(1) \quad 40 \text{ واحد} \quad (2) \quad 80 \text{ واحد} \quad (3) \quad 100 \text{ واحد} \quad (4) \quad 200 \text{ واحد}$$

۳- در یک سیستم موجودی که تقاضا برای یک ماده اولیه ثابت و یکنواخت فرض شده، اندازه سفارش اقتصادی این ماده برابر ۱۴۵ کیلوگرم محاسبه شده است. اخیراً تصمیم بر این شده که ماده مذکور در بسته های ۱۰۰ (یکصد) کیلوگرمی تهیه و توزیع گردد، لذا هر سفارش فقط می توان مضربی از ۱۰۰ کیلوگرم باشد. در این صورت مقدار سفارش اقتصادی چند کیلوگرم است؟ (سراسری ۷۸)

$$(1) \quad 100 \quad (2) \quad 200 \quad (3) \quad 300 \quad (4) \quad 400$$

۴- برای نگهداری یک نوع کالا باید ظروف مخصوص به ظرفیت ۸۰ لیتر و با کرایه ثابت h_1 ریال در سال کرایه شد. هزینه نگهداری کالا در تانک نیز h_2 ریال به ازاء هر لیتر در سال است. با توجه به سرعت تقاضای کالا و هزینه هر بار سفارش آن، نقطه ویلسون برابر با ۱۰۰ واحد کالا محاسبه شده است. برای سفارش بهینه و اقتصادی این کالا به مقدار EOQ، باشد چند ظرف کرایه نمود؟ (سراسری ۷۸)

$$(1) \quad \text{یک} \quad (2) \quad \text{دو} \quad (3) \quad \text{دو یا سه} \quad (4) \quad \text{یک یا دو}$$

۵- تقاضای سالانه یک محصول ۱۰۰۰۰ واحد می باشد و قیمت هر واحد از محصول برابر ۱۰۰ تومان بوده و نرخ هزینه نگهداری برابر ۰/۲ در سال است. چنانچه هزینه هر بار سفارش ۱۰ تومان باشد و محدودیت بودجه به مقدار ۲۰۰۰۰ تومان در سال وجود داشته باشد مقدار اقتصادی

سفارش چقدر است؟ (سراسری ۷۸)

۷۰ (۱) ۱۰۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۳۰۰ (۴)

۶- تقاضای سالانه یک محصول ۱۰۰۰۰ واحد می باشد و قیمت هر واحد از محصول برابر ۱۰۰ تومان بوده و نرخ هزینه نگهداری برابر ۲/۰ در سال است. چنانچه هزینه هر بار سفارش ۱۰ تومان باشد و محدودیت بودجه به مقدار ۲۰۰۰۰ تومان در سال وجود داشته باشد مقدار اقتصادی سفارش چقدر است؟ (سراسری ۷۹)

۷۰ (۱) ۱۰۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۳۰۰ (۴)

۴-۶- پاسخنامه تشریحی تست های طبقه بندی شده فصل ششم

۱- گزینه «۱»

$$T = \sqrt{\frac{2A}{H(D_1 + D_2)}} = \sqrt{\frac{2 \times 1000}{2(1000 + 12000)}} = 0.2132$$

$$T_{\min} = \frac{1}{5} = 0.2$$

$$T^* = \max\{T, T_{\min}\} = 0.2133 \quad Q_A = T^* D = 1232, Q_B = 2558$$

۲- گزینه «۲»

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \cdot \sqrt{\frac{P-D}{P}} = 100 \Rightarrow \text{سرمایه درگیر} = 100 \times 50 = 5000 \neq 2000$$

حداکثر مقدار تولید ۸۰ واحد است.

$$2000 = \frac{Q \times 100}{2} \left(\frac{10000 - 5000}{10000} \right) \Rightarrow Q = 80$$

۳- گزینه «۲»

روش اول: در حالت گسسته رابطه زیر داریم:

$$Q^*(Q^* - u) \leq \frac{2DA}{H} \leq Q^*(Q^* + u)$$

$$Q^* = 100 \Rightarrow 0 \leq 21025 \leq 20000$$

$$Q^* = 200 \Rightarrow 20000 \leq 21025 \leq 60000 \Rightarrow Q^* = 200$$

روش دوم:

$$\frac{K}{K^*} = \frac{1}{2} \left(\frac{Q}{Q^*} + \frac{Q^*}{Q} \right)$$

$$Q = 100 \Rightarrow \frac{K}{K^*} = \frac{1}{2} \left(\frac{100}{145} + \frac{145}{100} \right) = 1.0698$$

$$Q = 200 \Rightarrow \frac{K}{K^*} = \frac{1}{2} \left(\frac{200}{145} + \frac{145}{200} \right) = 1.0521$$

هنگامی که به مقدار ۲۰۰ عدد سفارش می دهیم هزینه ها کمتر از حالتی که ۱۰۰ واحد سفارش می دهیم افزایش می یابد. مقادیر ۳۰۰ و ۴۰۰ نیز چون قطعاً هزینه بیشتری نسبت به سفارش ۲۰۰ عدد خواهند داشت سفارش مناسبی نمی باشند.

۴- گزینه «۴»

در اینجا با توجه به مقدار هزینه های سیستم یا یک ظرف انتخاب نموده و ۸۰ عدد سفارش می دهیم و یا ۲ ظرف اجاره نموده و ۱۰۰ عدد سفارش می دهیم.

۵- گزینه «۲»

ابتدا بدون توجه به محدودیت اعمال شده مسئله را حل می نمائیم. سپس شرایط محدودیت را بر روی جواب بدست آمده مورد بررسی قرار می دهیم:

$$i = 0/2, C = 100, D = 10000, A = 10$$

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 10000 \times 10}{0/2 \times 100}} = 100$$

حال محدودیت بودجه را مورد بررسی قرار می دهیم:

$$C \times I_{\max} = 100 \times 100 = 10/000$$

چون جواب بهینه بدست آمده و محدودیت را برآورده می نماید لذا جواب $Q = 100$ مورد قبول است.

۶- گزینه «۱»

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \sqrt{\frac{P}{P-D}} = 50$$

$$\bar{I} = \frac{I_{\max}}{2} = \frac{1}{2} Q \left(\frac{P-D}{P} \right) = \frac{1}{2} \times 50 \times \left(\frac{5000-1000}{5000} \right) = 20$$

$$C \times \bar{I} = 500 \times 20 = 10000 \neq 8000$$

محدودیت فعال است لذا باید متوسط موجودی را از مقدار سرمایه در نظر گرفته شده بدست آورد.

$$C \times \bar{I} = \frac{8000}{500} \Rightarrow \bar{I} = 16$$

$$Q = 2 \times \bar{I} \times \left(\frac{P}{P-D} \right) = 2 \times 16 \times \frac{5000}{5000-1000} = 40$$



فصل ۷

مدلهای تخفیف

۷-۱- مقدمه

تا اینجا فرض براین بود که قیمت هر واحد کالا مستقل از مقدار انباشته خرید یا تولید است. اما در این مبحث فرض می شود که قیمت هر واحد کالا به حجم خرید یا در واقع به Q مربوط است. تخفیفات عبارت است از شرایطی که قیمت واحد کالا بستگی به مقدار هر بار سفارش دارد. به این مفهوم که فروشندگان و تامین کنندگان کالا پیشنهاد می دهند در صورتیکه

مقدار سفارش (Q) به حدود مشخصی افزایش یابد حاضرند که کل مقدار Q را با قیمتی مشخص بفروشند. یا اینکه مقادیری که از حد مشخصی بیشتر خریداری شود شامل کاهش قیمت می شوند، البته همیشه هم کاهش قیمت را به عنوان تخفیف در نظر نمی گیریم بلکه گاهی مدلهای تخفیف دچار افزایش قیمت هستند که این مدل ها را به مدل های مبارزه با احتکار هم می شناسیم. هدف از ارائه این تخفیفات تشویق خریداران به خرید یکجا و در مقادیر زیاد می باشد و بر عکس در مدل های مبارزه با احتکار جلوگیری از خرید زیاد توسط مشتریان است. مزایای یک تخفیف تجاری قیمت کمتر، کاهش هزینه های سفارش بدلیل کاهش تعداد دفعات سفارش دهی می باشد ولی از طرفی دیگر هزینه های نگهداری بدلیل افزایش سطح موجودی افزایش می یابد.

مدلهای تخفیف بر دو نوع هستند :

۱- مدل تخفیف کلی یا مقداری

۲- مدل تخفیف نموی یا افزایشی یا تدریجی

۷-۲ - مدل تخفیف کلی :

در این مدل تخفیف به کل واحدهای خریداری شده تعلق می گیرد و در واقع قیمت خرید کل اقلام یکسان است. در این مدل قیمت های ارائه شده مربوط به کل مقدار سفارش می باشد:

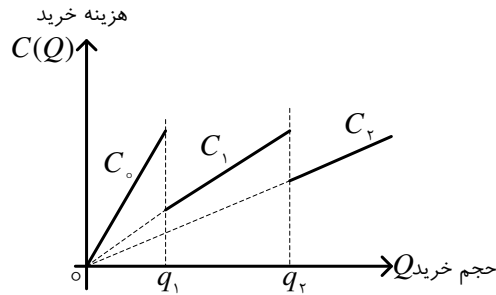
مقدار هر بار سفارش (Q)	قیمت واحد کالا (U) برای کل مقدار سفارش
از صفر تا q_1 ($0 \leq Q < q_1$)	C_0
از q_1 تا q_2 ($q_1 \leq Q < q_2$)	C_1
از q_2 تا ...	\vdots
از q_{n-1} تا q_n	C_{n-1}
از q_n به بالا ($q_n \leq Q$)	C_n

در این نمادها فرض بر این است که $0 < q_1 < q_2 < q_3 < q_4 < q_5 \dots$ و در نتیجه با توجه به اینکه معمولاً در برابر سفارش بیشتر قیمت کمتر خواهد شد خواهیم داشت: $C_0 < C_1 < \dots < C_{n-1} < C_n$. در این مدل چنانچه مقدار سفارش تا سقف q_1 باشد، قیمت خرید هر واحد کالا C_0 است و چنانچه مقدار سفارش تا سقف q_2 باشد قیمت خرید هر واحد کالا C_1 و... است. در این مدل در بازه های تعیین شده کل محموله با قیمت مربوطه محاسبه می شود.

نکته قابل توجه اینکه در این مدل کمبود مجاز نمی باشد. ضمن اینکه باز هم تاکید می کنیم کلیه هزینه ها در تمامی مدل ها باید به سال باشند. (در واقع باید هم واحد باشند).

به نقاط q_1 و q_2 و q_3 و q_4 و... نقاط شکست می گویند.

چنانچه هزینه کل خرید را به حسب Q رسم کنیم خواهیم داشت:

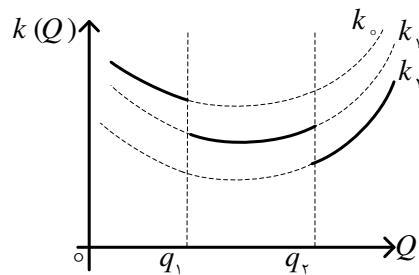


شکل ۱-۷- نمودار حجم خرید در برابر هزینه خرید در تخفیف کلی

تابع هزینه کل در این سیستم ها به شکل زیر خواهد بود :

$$TIC = K_j(Q) = A \cdot \frac{D}{Q} + \left(ic_j \right) \frac{Q}{2} + C_j D \quad \text{if } (q_j \leq Q < q_{j+1})$$

نکته مهم اینکه هر یک از توابع تنها در نقاطی که با خط پر کشیده شده اند قابل حصول هستند. توابع $K_j(Q)$ به شکل زیر خواهند بود:



شکل ۲-۷- نمودار هزینه کل در تخفیف کلی

مسائلی که در این فصل مطرح می شوند عمدتاً بر دو نوع هستند :

۱- مدلهای که با افزایش خرید، قیمت کاهش می یابد.

۲- مدلهایی که با افزایش خرید، قیمت کالا افزایش می یابد. (مثلاً برای مبارزه با احتکار)

روش حل این گونه مسائل در حالتی که با افزایش حجم خرید C (قیمت) کم می شود به ترتیب زیر است:

۱- برای این مدلها از انتها شروع به حل می کنیم یعنی بررسی را از کمترین قیمت ممکن آغاز می کنیم و مقدار Q^* را محاسبه می کنیم.

۲- اگر Q^* بدست آمده از قیمت C_j ، در فاصله ی مورد نظر یعنی فاصله ی مجاز C_j قرار داشت که متوقف می شویم ، در غیر این صورت به سراغ یک قیمت قبل تر می رویم یعنی قیمت C_{j-1} که بیشتر از C_j می باشد.

۳- هر گاه Q^* در فاصله مجاز قرار گرفت ، مقدار هزینه $k_j(Q)$ را بدست می آوریم. سپس همین هزینه را برای نقطه شکست سمت راست آن نقطه یعنی برای حالتی که q_{j+1} مقدار سفارش دهیم هم محاسبه می کنیم. هر کدام از این هزینه ها که کمتر بودند جواب مسئله هستند. پس :

در این نوع تخفیف نقاط شکست هم می توانند جواب مسئله باشند.

مثال : برای خرید کالایی، پیشنهاد قیمت و شرایط ، به شرح زیر از فروشنده کالا دریافت شده است. این قیمت برای کل کالاهای خریداری شده می باشد:

مقدار سفارش :	۰ تا ۴۹۹	۵۰۰ تا ۲۴۹۹	۲۵۰۰ تا ۴۹۹۹	۵۰۰۰ یا بیشتر
قیمت کالا :	۵	۴/۷۵	۴/۶	۴/۵

مقدار مصرف کالا در سال ۲۵۰۰ واحد و هزینه های نگهداری برابر با ۰/۱ متوسط موجودی پولی انبار است. هزینه های سفارش دهی برای هر بار سفارش ۱۰۰ واحد پول می باشد. مقدار سفارش اقتصادی و هزینه مربوط را محاسبه کنید.

حل :

$$A = 100 \quad , \quad i = 0/1$$

$$D = 2500$$

$$Q_w = \sqrt{\frac{2AD}{ic}}$$

از انتها شروع به حل می کنیم :

$$Q_r = \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 2500}{0.1 \times 4/5}} = 1054 \quad \text{قابل قبول نیست}$$

چرا که در فاصله ی مجاز قرار ندارد یعنی $1054 \nless 5000$ نیست.

$$2500 \leq 1043 \leq 4999 \quad \text{قرار ندارد پس قابل قبول نیست.}$$

$$Q_r = \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 2500}{0.1 \times 4/6}} = 1043$$

$$500 \leq 1026 \leq 2499 \quad \text{در فاصله ی مجاز قرار دارد.}$$

$$Q_r = \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 2500}{0.1 \times 4/75}} = 1026$$

پس هزینه را برای مقدار Q_2 یعنی ۱۰۲۶ واحد خرید محاسبه می کنیم:

$$K(1026) = TIC_{1026} = \frac{100 \times 2500}{1026} + \frac{0.1 \times 4/75 \times 1026}{2} + 2500 \times 4/75 = 12362/32$$

حال باید نقطه ی شکست سمت راست ۱۰۲۶ یعنی مقدار ۲۵۰۰ را هم بررسی کنیم:

$$K(2500) = \frac{100 \times 2500}{2500} + \frac{0.1 \times 4/6 \times 2500}{2} + 2500 \times 4/6 = 12175$$

چون $12362/32 > 12175$ پس مقدار ۲۵۰۰ واحد خرید بهینه است.

نکته: حال اگر به جای کاهش قیمت با افزایش قیمت روبرو باشیم (مثلاً در حالتی که دولت برای مبارزه با احتکار این کار را انجام داده است) آنگاه می بایست از نقطه ابتدایی این مسئله را بررسی کنیم و مقدار خرید بهینه نقطه ی Q اولی که در فاصله مجاز قرار گرفته است یا نقطه ی شکست سمت چپ آن است.

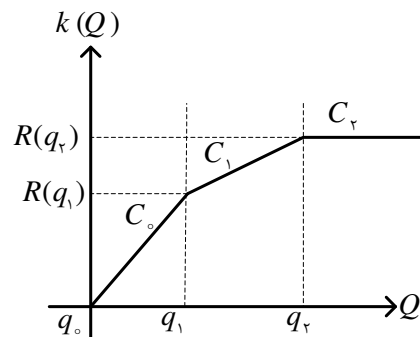
(درست عکس حالت کاهش قیمت عمل می کنیم و در واقع در این مدل هایی که قیمت به کل کالاهای خریداری شده تعلق می گیرد باید از کمترین قیمت شروع به حل نمود).

۷-۳- حالت تخفیف افزایشی یا نموی :

در این نوع تخفیف، قیمت مشمول تخفیف به کل اقلام خریداری شده تعلق نمی گیرد و تنها به بخشی از آن ها که در بازه مورد نظر قرار دارند تعلق می گیرد. در واقع C_j تنها شامل واحدهایی می شود که در فاصله ی q_j و q_{j+1} قرار دارند. به طور مثال قیمت کالا بدین شکل محاسبه می گردد که q_1 واحد اول را با قیمت C_0 و از q_1 تا q_2 واحد را با قیمت C_1 خریداری می کنیم.

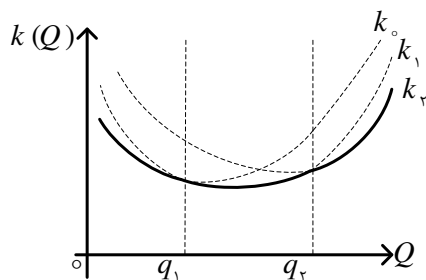
$$C = \begin{cases} C_0 & 0 \leq Q < q_1 \\ C_1 & q_1 \leq Q < q_2 \\ C_2 & q_2 \leq Q < q_3 \\ \vdots & \vdots \\ C_n & q_n \leq Q \end{cases}$$

اگر هزینه ی خرید Q واحد را با $R(Q)$ نشان دهیم در این صورت نمودار هزینه خرید به شکل ۷-۳ خواهد بود:



شکل ۷-۳- نمودار هزینه خرید در تخفیف نموی

و نمودار هزینه کل سیستم به شکل زیر خواهد بود :



شکل ۴-۷- نمودار هزینه کل سیستم در تخفیف نمودی

نکته مهم : در مدل های تخفیف نمودی نقاط شکست نمی توانند جواب مسئله باشند.

یک سوال : چرا در مدل های تخفیف کلی نقاط شکست می توانند جواب باشند و به عنوان نقطه ی بهینه معرفی می شوند اما در تخفیف افزایشی نمی توانند؟ (تحلیل کنید ؟)

واضح است که در تخفیف کلی در نقاط شکست تنها با یک واحد خرید بیشتر (یعنی خرید در نقطه ی شکست) کل اقلام مشمول تخفیف می شوند پس نقطه ی شکست به طور منطقی می تواند نقطه بهینه خرید باشد.

- در مدل های تخفیف افزایشی بر عکس قبل از ابتدا یعنی از بیشترین قیمت شروع به بررسی می کنیم. (بر خلاف مدل قبل که از کمترین قیمت شروع به حل می کردیم).

قدم های حل مدل :

۱- ابتدا مقدار q_j و C_j را مشخص کنید.

۲- سپس مقادیر V_j را برای تمام قیمت ها تعیین کنید، V_j همان هزینه خرید برای q_j واحد است که به شکل زیر محاسبه می گردد:

$$V_j = C \cdot (q_1 - q_0) + C_1 (q_2 - q_1) + \dots + C_{j-1} (q_j - q_{j-1})$$

۳- برای هر مقدار j ، مقدار Q را از رابطه ی زیر بدست آورید:

$$Q_j = \sqrt{\frac{2D(A + V_j - q_j c_j)}{ic_j}}$$

اگر این مقدار در فاصله ی مجاز قرار داشت که آنگاه هزینه ی آن را محاسبه می کنیم، در غیر این صورت آن را حذف می کنیم.

۴- هزینه ی Q_j هایی را که در فاصله ی مجاز شان قرار داشتند را محاسبه می کنیم، کل هزینه سالیانه را به شکل زیر محاسبه می کنیم:

$$K_j = \left(\frac{D}{Q_j} \right) A + [V_j + (Q_j - q_j) C_j] i / 2 + \frac{D}{Q_j} [V_j + (Q_j - q_j) C_j]$$

و هر کدام از Q_j های مجاز که هزینه کمتری داشتند بهینه است.

مثال : با توجه به جدول زیر مقدار سفارش بهینه را در حالتی که $D=120000$ واحد در سال باشد و هزینه سفارش دهی ثابت برابر ۱۰۰ دلار و $i = 0/2$ باشد را بدست آوردید :

اندازه سفارش	قیمت هر واحد
کمتر از ۵۰۰۰ واحد	۳ دلار
بین ۵۰۰۰ تا ۱۰/۰۰۰	۲/۹۶
بیشتر از ۱۰/۰۰۰ واحد	۲/۹۲

حل :

قدم اول :

$$q_0 = 0, q_1 = 5000, q_2 = 10000$$

$$C_0 = 3, C_1 = 2/96, C_2 = 2/92$$

قدم دوم :

$$V_0 = 0$$

$$V_1 = 3 (500 - 0) = 1500$$

$$V_2 = 3 (5000) + 2/96 \times (5000) = 29800$$

قدم سوم :

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2D(A + \gamma_0 - q_0 C_0)}{ic_0}} = 6324 \leftarrow \text{غ ق ق - در فاصله ۰ تا ۵۰۰۰ قرار ندارد}$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2D(A + \gamma_1 - q_1 C_1)}{ic_1}} = 11028 \leftarrow \text{در فاصله ۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ نیست}$$

$$Q_2 = 16691 \leftarrow \text{قابل قبول است}$$

به دلیل اینکه در فاصله مجاز تنها مقدار Q_2 قرار داشت پس Q_2 به عنوان بهینه خرید مشخص گردد، هزینه آن نیز به شرح زیر است:

$$TC_2 = \left(\frac{D}{Q_2} \right) A + [V_2 + (Q_2 - q_2) C_2] \frac{i}{2} + \frac{D}{Q_2} [V_2 + (Q_2 - q_2) C_2]$$

$$= 360 / 365$$

۷-۴- مدل حراج :

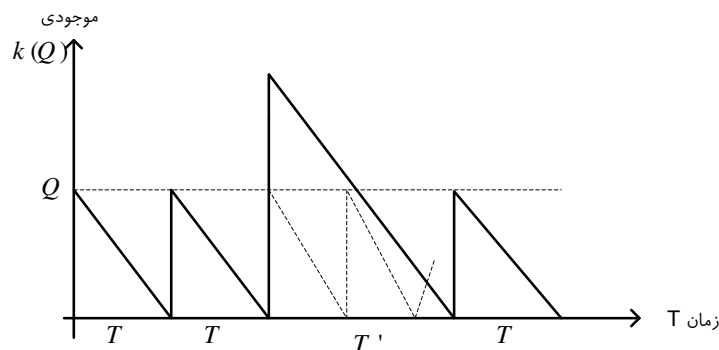
در مدل‌های حراج فرض بر این است که فروشنده در یک مقطع کوتاه کالای خود را با قیمتی پایین عرضه می‌کند، و پس از اتمام آن زمان مجدداً به حالت اول باز می‌گردد. هدف در این مدل استفاده از این تخفیف زمانی به بهترین نحو ممکن است، اگر سفارش در حالت عادی Q و در زمان حراج Q' واحد باشد واضح است که

$$Q' \geq Q$$

خواهد بود.

زمان بهینه خرید در این مدل نیز لحظاتی پیش از پایان زمان حراج است. معیار تصمیم‌گیری در این مدل‌ها هزینه‌های سیستم در طول دوره $\frac{Q'}{D}$ است و طبیعتاً به مقایسه‌ی هزینه‌ها در دو حالت استفاده از فرصت حراج و عدم استفاده از آن در طول دوره‌ی زمانی $\frac{Q'}{D}$ می‌پردازیم.

نمودار این مدل‌ها به شکل زیر است :



شکل ۷-۵- نمودار موجودی در برابر زمان مدل حراج

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{Q}{D} \\ T' &= \frac{Q'}{D} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \frac{Q'}{Q} \quad \text{و} \quad Q = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad \text{مقدار سفارش در حالت عادی}$$

$$\text{مقدار سفارش در حالت حراج} = Q' = \frac{dD}{i(c-d)} + \frac{CQ}{c-d}$$

$$D = \text{تخفیف یا کاهش قیمت در حالت حراج} \leftarrow c - d = \text{قیمت جدید}$$

ضمناً میزان صرف جویی حاصل از سفارش در زمان حراج به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$G = A \left[\left(\frac{Q'}{Q} \right)^2 - 1 \right]$$

مثال : تقاضای ماهیانه گازوئیل در یک پمپ بنزین ۶۶۶/۶۶ لیتر می باشد. هزینه تولید هر لیتر گازوئیل ۱۰ دلار و هزینه سفارش دهی ثابت آن نیز ۳۰ دلار است. نرخ هزینه نگهداری نیز ۰/۳ برای هر واحد در سال است. پالایشگاه اعلام کرده که در بازه زمانی کوتاهی قیمت هر لیتر را به ۹ دلار رسانده است. مقدار سفارش بهینه خرید و مقدار صرفه جویی را محاسبه کنید؟

حل : توجه کنید که مقدار تقاضا به ماه داده شده و باید به سال تبدیل شود.

$$A = 300$$

$$C = 10$$

$$d = 1$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 8000 \times 30}{0.3 \times 10}} = 400$$

$$i = 0/3$$

$$D = 666/66 \times 12 = 8000 \quad \text{در سال} \quad Q' = \frac{1(8000)}{0.3(9)} + \frac{10(400)}{9} = 340.7$$

$$T' = \frac{340.7}{8000} = 0.0426 \quad \text{در سال}$$

$$T = \frac{400}{8000} = 0.05 \quad \text{در سال}$$

$$G = dQ' - dQ - \frac{diQ'}{2D} + \frac{icQQ'}{2D} - \frac{i(c-d)(Q')^2}{2D} + \frac{AQ'}{Q} - A$$

$$\Rightarrow G = 1(340.7) - 1(400) - \frac{(0.3)(1)(400)^2}{2(8000)} + \frac{(0.3)(10)(400)(340.7)}{2(8000)}$$

$$- \frac{0.3(10-1)(340.7)^2}{2(8000)} + \frac{(30)(340.7)}{400} - 30 = 1529/22$$

۵-۷- در نظر گرفتن تغییر قیمت کالا در حالتی که می دانیم قیمت کالا افزایش خواهد یافت :

مثلاً در شرایطی که می دانیم قیمت از ماه آینده به دلیل افزایش نرخ گمرک به میزان مشخصی افزایش قیمت خواهد داشت، این افزایش قیمت را با K نشان می دهیم:

$$K = \text{میزان افزایش قیمت}$$

$$q = \text{وضعیت موجودی در لحظه ی قبل از سفارش}$$

$$Q' = \text{میزان سفارش در لحظه ی } q \text{ (در لحظه ی پیش از افزایش قیمت)}$$

$$Q^* = \text{میزان سفارش پس از افزایش}$$

$$Q' = Q^* + \frac{K(iQ^* + D)}{ic} - q$$

- در این مدل درست در لحظه‌ی پیش از افزایش قیمت به میزان Q واحد سفارش می‌دهیم.

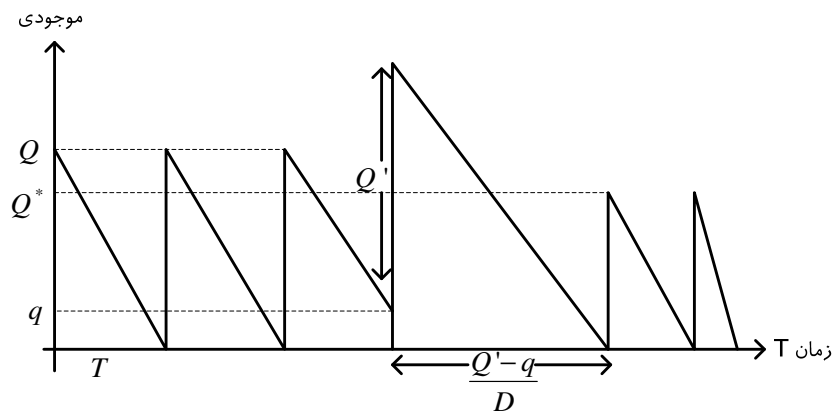
$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{i(c+k)}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{ic}}$$

در این حالت نمودار زمان موجودی به شکل زیر خواهد بود :

$\frac{Q'}{D} \leftarrow$ مدت زمانی که خرید عمده پاسخگوی آن است.

$\frac{Q'+q}{D} \leftarrow$ فاصله زمانی از خرید عمده تا خرید بعدی



شکل ۶-۷- نمودار موجودی در برابر زمان مدل حراج

واضح است که با افزایش قیمت خرید، مقدار بهینه Q نیز کاهش می‌یابد چرا که با افزایش قیمت خرید در واقع هزینه نگهداری افزایش می‌یابد زیرا :

$$h = ic$$

نکته : میزان صرف جویی حاصل از سفارش پیش از افزایش قیمت به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$G = A \left[\left(\frac{Q'}{Q} \right)^2 - 1 \right]$$

نکته : نقطه‌ی سفارش مجدد قبل و بعد از تغییر قیمت هیچ تفاوتی نمی‌کند زیرا تنها به D , LT وابسته است.

مثال : در مثال پمپ بنزین و فروشنده گازوئیل فرض کنید قرار است قیمت هر لیتر کالا از ۱۰ تومان به ۱۱ تومان افزایش یابد. اگر وضعیت موجودی در لحظه‌ی قبل از سفارش عمده ۳۴۶ لیتر باشد، میزان سفارش عمده چقدر است و صرفه جویی چقدر خواهد بود؟ مدت زمانی که خرید عمده پاسخ‌گوی آن خواهد بود چقدر است؟

حل :

$$D = 8000, C = 10, K = 1, A = 30, i = 0/3, q = 346$$

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h}} = 400$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2(8000)(30)}{0.3(11)}} = 381.4$$

$$Q' = Q^* + \frac{K(iQ^* + D)}{ic} - q = 381.4 + \frac{1(0.3(381.4) + 8000)}{(10)(0.3)} - 346$$

$$\Rightarrow Q' = 2740$$

$$G = A \left[\left(\frac{Q'}{Q} \right)^2 - 1 \right] = 30 \left[\left(\frac{2740}{400} \right)^2 - 1 \right] = 1379 \quad \text{میزان صرفه جویی}$$

- مدت زمانی که خرید عمده پاسخ گوی آن است :

$$\frac{Q'}{D} = \frac{2740}{8000} = 0.342 \quad \text{سال}$$

- فاصله زمانی از خرید عمده تا خرید بعدی :

$$\frac{q + Q'}{D} = \frac{346 + 2740}{8000} = 0.386 \quad \text{سال}$$

پس از اتمام این مدت دیگر باید هر لیتر گازوئیل را به قیمت ۱۱ دلار خرید.

۶-۷- تست های طبقه بندی شده فصل هفتم

۱- برای آماده سازی تولید قطعه x لازم است برای هر بار تولید قطعه یک قالب جدید خریداری

شده و روی ماشین نصب شود. این قالب بعداً غیر قابل استفاده می شود. داریم:

قیمت خرید یک قالب آلومینیومی که می تواند حداکثر ۴۵۰ قطعه تولید کند = ۱۱۰ واحد پول

قیمت خرید یک قالب با آلیاژ عالی که می تواند حداکثر ۲۰۰۰ قطعه تولید کند = ۲۰۰ واحد پول

هزینه ی هر بار نصب قالب و پیاده کردن قالب = ۵۰ واحد پول

هزینه ی نگهداری هر یک قطعه x در سال = ۲۰ واحد پول

مصرف سالیانه ی قطعه x = ۱۰۰۰۰

نرخ (ساعت) تولید در واحد زمان برابر بی نهایت منظور می گردد. مقدار اقتصادی هر بار تولید

قطعه مساوی است با: (سراسری ۷۶)

(۱) ۴۵۰ عدد (۲) ۵۰۰ عدد (۳) ۴۰۰ عدد (۴) ۲۰۰۰ عدد

۲- در یک انبار دو طبقه که برای نگهداری یک نوع محصول منفرد استفاده می شود. ابتدا باید

طبقه اول را کرایه نمود و در صورت کمبود فضا می توان طبقه دوم را نیز کرایه نمود. داریم:

کرایه سالیانه طبق اول = ۱۰۰ حجم طبقه اول = ۲۰۰ واحد کالا

کرایه سالیانه طبق دوم = ۸۰ حجم طبقه دوم = ۲۰۰ واحد کالا

هزینه ی هر بار سفارش = ۵۰۰ مصرف سالیانه کالا = ۱۸۰ واحد

هزینه ی نگهداری هر واحد کالا در سال = ۲

مقرون به صرفه است که: (سراسری ۷۶)

(۱) هر دو طبقه را کرایه کنند. (۲) تنها طبقه اول را کرایه کنند.

(۳) کرایه سالیانه انبارها اثری در پاسخ مسئله (۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

ندارد.

۳- در یک مدل تخفیف نموی اگر مقدار خرید مساوی و یا کمتر از q_1 باشد هزینه ی هر واحد

C_1 ، اگر مقدار خرید بیشتر از q_1 باشد هزینه هر واحد برای واحدهای اضافه بر q_1 برابر

C_1 ($C_1 < C_0$) است. مقدار بهینه سفارش را با Q نشان دهید. در این صورت به نظر شما

کدامیک از عبارات زیر صحیح است؟ (سراسری ۷۷)

(۱) Q همیشه کوچکتر از q_1 است.

(۲) Q نمی تواند برابر q_1 باشد.

(۳) Q همیشه بزرگتر از q_1 است.

(۴) برای تعیین Q باید هزینه ی سیستم در نقطه q_1 محاسبه شود.

۴- مصرف سالیانه کالایی ۱۷۰۰ واحد، هزینه سفارش دهی آن ۶۰۰ تومان و هزینه ی نگهداری هر

واحد آن ۴ تومان در سال می باشد. هزینه ی حمل و نقل هر واحد این کالا طبق جدول زیر برآورده

شده است. مقدار سفارش اقتصادی این کالا: (سراسری ۷۷)

هزینه ی حمل هر واحد	مقدار سفارش
۲	۰-۲۰۰
۳	۲۰۱-۵۰۰
۳/۵	۵۰۱-۱۰۰۰
۴	۱۰۰۱-∞

(۱) ۷۱۴ (۲) اطلاعات کافی نیست (۳) حداکثر ۷۱۴ (۴) حداقل ۷۱۴

۵- فروشنده ای برای کالایی به ازاء مقادیر هر بار سفارش (q) تخفیف به شرح زیر فائل شده است:

مقدار هر بار سفارش	قیمت واحد کالا
$0 < q < 10$	۱۰۰
$10 \leq q < 20$	۹۰
$20 \leq q$	۸۰

نقطه ویلسون «نقطه مینیمم نسبی تابع هزینه کل موجودی ها» برای این کار برابر با ۱۵ واحد کالا

است مقدار اقتصادی هر بار سفارش در کدام یک از مجموع اعداد قرار می گیرد؟ (سراسری ۷۸)

(۱) ۱۰ و ۱۵ (۲) ۱۰ و ۲۰ (۳) ۱۵ و ۲۰ (۴) ۲۰ یا بیشتر

۶- محصولی در انباشته های Q تایی خریداری شده و دریافت می شود. نرخ تقاضای سالیانه در مقدار ۱۰۰۰۰ واحد ثابت بوده، هزینه ثابت هر بار سفارش ۶۴ تومان، هزینه متغیر هر واحد محصول ۴ تومان، نرخ هزینه نگهداری موجودی در سال ۲۵ درصد بوده، هیچ کمبود موجودی مجاز نیست. هزینه اجاره برای ذخیره موجودی که براساس ماکزیمم موجودی تعیین می شود در نرخ هزینه نگهداری موجودی گنجانده نشده و به شرح زیر منظور می گردد: برای سطح موجودی تا ۵۰۰ واحد، یک تومان برای هر واحد محصولی در سال، و برای مقادیر محصول اضافه بر ۵۰۰ واحد، ۱/۵ تومان برای هر واحد محصول در سال، در این صورت اندازه انباشته اقتصادی برابر است با: (سراسری ۷۸)

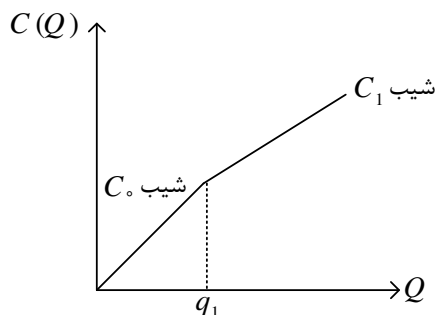
(۱) ۵۴۵ واحد (۲) ۵۶۶ واحد (۳) ۵۷۳ واحد (۴) ۶۵۳ واحد

۷- مقدار تقاضای سالیانه محصولی ۸۰۰۰ عدد می باشد. اگر هزینه هر بار سفارش دهی برابر ۲۰۰ تومان و هزینه نگهداری سالیانه هر واحد کالا از جدول زیر تبعیت کند مقدار سفارش اقتصادی چقدر است؟ (سراسری ۷۹)

هزینه نگهداری سالیانه هر واحد کالا	مقدار سفارش
۲۰ تومان	۱ - ۳۰۰
۱۸ تومان	$301 \rightarrow \infty$

(۱) ۴۲۲ (۲) ۴۰۰ (۳) ۳۰۱ (۴) ۳۰۰

۸- در یک مسئله تخفیف اگر مقدار هر بار خرید برابر Q باشد آن گاه مقدار هزینه مواد در هر بار $C(Q)$ در شکل رسم شده است. اگر قیمت هر واحد مواد را با C نمایش دهیم و مقدار EOQ را به ازاء $C = C_0$ با $Q_W(0)$ و به ازاء $C = C_1$ با $Q_W(1)$ نشان دهید. فرض کنید $q_1 < Q_W(0)$ و نیز $q_1 < Q_W(1)$ است. با توجه به این اطلاعات کدام عبارت صحیح است؟ (سراسری ۷۹)



- (۱) برای پیدا کردن مقدار سفارش بهینه به هیچگونه محاسبه سالیانه ای نیاز نیست.
- (۲) برای پیدا کردن مقدار سفارش بهینه باید هزینه سالیانه سیستم در نقطه q_1 محاسبه شود.
- (۳) برای پیدا کردن مقدار سفارش بهینه باید هزینه سالیانه سیستم در نقطه $Q_W(1)$ محاسبه شود.
- (۴) برای پیدا کردن مقدار سفارش بهینه باید هزینه سالیانه سیستم در نقطه $Q_W(0)$ محاسبه شود.
- ۹- جهت جلوگیری از احتکار، قیمت کالایی طبق جدول پیشنهاد شده است. به طوری که

$C_1 < C_2 < C_3 < \dots$ می باشد. هزینه نگهداری این کالا مستقل از قیمت می باشد. اگر کل هزینه های نگهداری سالیانه را با TC_h و کل هزینه های سفارش دهی سالیانه را با TC_s نشان دهیم، کدام عبارت را خواهیم داشت؟ (سراسری ۷۹)

قیمت هر واحد	مقدار سفارش
C_1	$0-q_1$
C_2	q_1-q_2
C_3	q_2-q_3

$$TC_h > TC_s \quad (۲)$$

$$TC_h = TC_s \quad (۱)$$

$$TC_h \leq TC_s \quad (۴)$$

$$TC_h \neq TC_s \quad (۳)$$

۱۰- شرکت مگاموتور در حال حاضر وظیفه تولید اتومبیل پراید را بر عهده دارد. میزان تولید در سال جاری برابر ۱۵۰۰۰۰ واحد است. شرکت سر سیلندر این موتور را که در هر واحد تنها یکی مصرف دارد از شرکتی در گلبایگان سفارش می دهد و قیمت هر سر سیلندر ۱۵۰۰۰۰ واحد پول است. هر تریلر قادر به انتقال ۱۵۰۰ سرسیلندر به شرکت است و برای هر بار انتقال ۲۰۰۰۰۰ واحد پول تقاضا می کند. چنانچه نرخ تخفیف برابر ۱۷ درصد باشد در این صورت میزان سفارش اقتصادی برابر است با: (آزاد ۸۶)

$$(۱) \text{ تقریباً } ۱۰۰۰$$

$$(۲) \text{ تقریباً } ۱۵۰۰$$

$$(۳) \text{ تقریباً } ۲۰۰۰$$

$$(۴) \text{ تقریباً } ۵۰۰$$

۷-۷- پاسخنامه تشریحی تست های فصل هفتم

۱- گزینه «۳»

$$Q_1^* = \sqrt{\frac{2DA_1}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 1000(50+110)}{20}} = 400 < 450$$

$$Q_2^* = \sqrt{\frac{2DA_2}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 1000(50+200)}{20}} = 500 < 2000$$

$$K_2^* = 5000, K_1^* = 4000$$

۲- گزینه «۱»

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 180 \times 500}{2}} = 300 \neq 180$$

چون در محدوده مجاز قرار ندارد، لذا باید یا ۱۰۰ واحد سفارش دهیم یا ۱۸۰ واحد که برای انتخاب آن باید هزینه هر یک را محاسبه نمائیم:

$$+ \frac{D}{Q}A + h\frac{Q}{2} = 100 + \frac{180}{100} \times 500 + \frac{2 \times 100}{2} = 1100$$

هزینه سفارش دهی + کرایه انبار = $K_{Q=100}$

$$K_{Q=180} = 100 + 80 + \frac{180}{180} \times 500 + \frac{2 \times 180}{2} = 860$$

۳- گزینه «۲» در تخفیف نمودی نقاط شکست جواب نیستند.

۴- گزینه «۱»

۵- گزینه «۳»

چون مقدار Q^* در بازه ۱۰ تا ۲۰ قرار دارد و چون در حالت تخفیف کلی هستیم لذا میزان سفارش اقتصادی ۱۵ و یا ۲۰ است. از این لحاظ ممکن است ۲۰ شود که با سفارش ۲۰ عدد کالا و قیمت ۸۰ تومان هزینه کل سیستم کمتر از حالت قبل شود.

۶- گزینه «۲»

$$D = 10000, A = 64, C = 4, i = 0/25$$

$$Q < 500 \Rightarrow Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{H+2}} = 653/2 \text{ غیر قابل قبول}$$

$$Q > 500 \Rightarrow Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{H+2 \times 1/5}} = 566 \text{ قابل قبول}$$

۷- گزینه «۱»

ابتدا مسأله را برای هزینه نگهداری ۱۸ تومان حل می نمائیم. در صورتیکه جواب در منطقه مجاز بود آنرا می پذیریم.

$$D = 8000, A = 200, H = 18$$

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 8000 \times 200}{18}} = 422 > 301 \Rightarrow Q^* = 422$$

۸- گزینه «۱»

با توجه به شکل مدل تخفیف نمودی است. چون $q_1 < Q_w^{(1)}$ می باشد در محدوده قابل قبول قرار دارد و $Q_w^{(0)}$ در محدوده قابل قبول قرار ندارد نیازی به محاسبه نیست و $Q_w^{(1)}$ بهینه می باشد.

۹- گزینه «۴»

چون این مدل عکس مدل تخفیف کلی می باشد، چون ممکن است مقدار Q برای استفاده از تخفیف کوچکتر از Q^* باشد لذا هزینه نگهداری نیز ممکن است که کوچکتر از هزینه سفارش دهی باشد.

۱۰- گزینه «۲»

اگر هر بار فقط تا سقف ۱۵۰۰ واحد بتوان سفارش داد.

$$D = 150000$$

$$C = 150000$$

$$A = 20000$$

$$i = 0/17$$

$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{h}} = \sqrt{\frac{2 \times 150000 \times 200000}{0/17 \times 150000}} = 1534 \neq 1500$$

در محدوده مجاز قرار ندارد حال اگر هر بار سقف دو تریلر سفارش دهیم:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 150000 \times 400000}{0/17 \times 150000}} = 2169$$

بین نقطه شکست $Q = 1500$, $Q = 2169$ یکی را باید سفارش دهیم که هر کدام که هزینه کمتری داشت سفارش داده می شود.



فصل ۸

روشهای مختلف کنترل موجودی

۸-۱- مقدمه

برای کنترل صحیح و منظم سفارشات و موجودی ها معمولاً دستیابی به مقادیر دو پارامتر لازم است:

- مقدار هر بار سفارش

- تاریخ مناسب صدور سفارش

سیستمهای مختلف صدور سفارش و کنترل موجودی باید در ساختاری متناسب با شرایط، به دو سوال بالا پاسخ دهند.

سیستمهایی که در این جزوه مطرح می گردند عبارتند از روش های :

۱- سیستمهای دو ظرفی یا Min - max یا (tow bin system)

۲- سیستمهای بازدید عینی یا visual review system

۳- طبقه بندی ارزش اجناس یا سیستم ABC

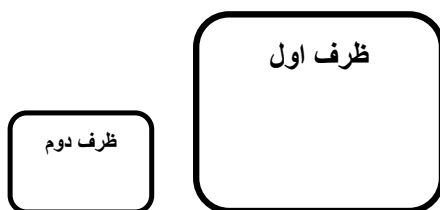
۴- سیستمهای نقطه سفارش و دوره سفارش که قبلاً در مورد آنها صحبت گردید.

۵- سیستم برنامه ریزی مواد مورد نیاز (MRP)

۶- سیستم خرید به موقع (JIT)

۲-۸ - سیستم های دو ظرفی :

- این سیستم ها عملاً مشابه با سیستم نقطه سفارش است.
- به جای استفاده از کاغذ و کامپیوتر و ثبت اسناد و ... عملیات با استفاده از دو ظرف بزرگتر و کوچکتر انجام می گردد.
- ظرفیت ظرف کوچکتر (ظرف دوم) برابر با نقطه ی سفارش است. و موقع رسیدن کالا به انبار ابتدا ظرف کوچک پر شده و باقی کالا در ظرف بزرگتر نگهداری می شود. کلیه برداشت ها از ظرف اول (بزرگتر) انجام می گیرد و وقتی موجودی ظرف بزرگتر به صفر رسید سفارش مجدد ارسال می گردد.



شکل ۱-۸- سیستم دو ظرفی

نکات :

- ظرف بزرگتر ← برای پاسخ گویی به تقاضای جاری است.
- ظرف کوچکتر ← برای پاسخ گویی به تقاضا در زمان LT
- تا ظرف بزرگتر موجودی اش به پایان نرسد به سراغ ظرف کوچکتر نمی رویم.
- وقتی محتویات ظرف بزرگتر تمام شد، سفارش صادر می شود.
- نقطه ی سفارش مجدد = حجم ظرف کوچکتر
- مقدار سفارش = حجم ظرف بزرگتر
- پس از رسیدن سفارش ابتدا ظرف کوچکتر پر می شود.
- نوعی سیستم FOS یعنی سیستم نقطه سفارش است.
- بدلیل حذف کاغذ بازی های اداری هزینه های سیستم کمتر است.

- در این روش $LT < T$ است.
- مقدار سفارش همواره ثابت و برابر حجم ظرف اول (بزرگتر) است.
- مقدار SS (موجودی اطمینان) در این روش صفر است.
- حجم ظرف کوچکتر هرگز به صفر نمی رسد.

۳-۸- سیستم های بازدید عینی :

- این سیستم ها عملاً مشابه سیستمهای دوره سفارش (FOI) هستند.
- به جای کنترل و یادداشت کتبی تنها با نظارت، در فواصل زمانی معین به مقداری سفارش صادر می شود که حجم موجودی به مقداری معین و حداکثر برسد.
- برای کالاهای دارای حجم زیاد (مانند مواد شیمیایی یا مایعات که در تانکرها ذخیره شده اند) که دارای ارزش استراتژیک یا قیمت بالایی نیستند، این روش پیشنهاد می گردد.
- نکته :** سیستمهای دو ظرفی و بازدید عینی، جهت کالاهایی که دارای ارزش ریالی بالایی نیستند و در عین حال کمبود اتفاقی آنها باعث خسارت نمی شود به دلیل حذف عملیات کاغذی مقرون به صرفه هستند.
- نکته :** - سیستم دو ظرفی ساده شده روش های FOS است.
- سیستم بازدید عینی ساده شده روشهای FOI است.

۴-۸- طبقه بندی ارزشی اجناس یا سیستم طبقه بندی ABC :

روشهای مختلفی برای دسته بندی اقلام در سازمانها وجود دارد که عبارتند از:

- ۱- روش ABC
- ۲- روش FSN
- ۳- روش VED
- ۴- روش قطعات خاص

که تقریباً هر ۴ روش شبیه هم عمل می کنند، ما در اینجا تنها روش ABC را شرح داده و جهت دیگر روش تنها به یک توضیح کوتاه اکتفا می کنیم.

۱-۴-۸- روش ABC

- در این روش موجودی ها را به سه دسته تقسیم می کنیم :

دسته A : از لحاظ تنوع درصد کمی از موجودی ها را به خود اختصاص می دهند ولی از نظر ارزش، درصد بالایی از ارزش موجودی ها را تشکیل می دهند. (حداکثر ۱۵ درصد موجودی ها هستند اما ۸۵ درصد ارزش پولی را به خود اختصاص می دهند)

دسته B: بین دو دسته با ارزش متوسط

دسته C: در مقابل دسته A قرار دارند یعنی درصد زیادی از موجودی ها را به خود اختصاص می دهند اما از لحاظ ارزش پولی مقدار کمی دارند. (حداکثر ۵ درصد ارزش پولی اما حداقل ۵۰ تا ۶۰ درصد موجودی ها)

نتیجه اینکه دقیق ترین و بیشترین کنترل را روی اقلام دسته A انجام می دهیم و کمترین را روی دسته C.

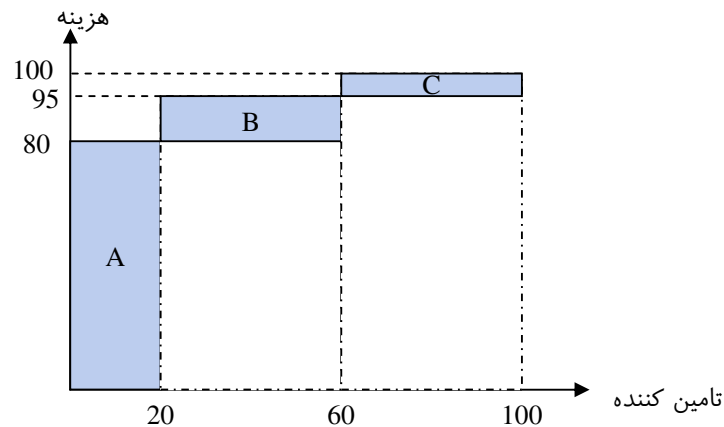
- برای اقلام دسته A از سیستم FOS استفاده می کنیم.

- برای اقلام دسته B, C از سیستم FOI استفاده می کنیم.

در جدول عملیات کنترلی برای اجناس طبقات A, B, C را مشاهده می کنید:

طبقه	A	B	C
درجه کنترل	حداکثر دقت با استفاده از روشهای دقیق	کنترل در حد متوسط و سعی در حفظ آمار مقادیر مصرف و موجودی ها	کنترل های ساده و بازدیدهای عینی دوره ای بدون نیاز به محاسبات
نوع آمارگیری از موجودی	برداشت آمار دقیق از میزان مصرف، ضایعات، LT و مقادیر موجودی	برداشت آمار قابل اطمینان در مقادیر مصرف و مقادیر موجودی	ساده ترین نوع آمارگیری
اولویت در سفارش	دقت زیاد در پایین آوردن فاصله زمانی تحویل (LT) و جلوگیری از نوسانات پارامترها	اولویت در حد متوسط، ولی در نظر گرفتن اولویت بالا جهت اقلامی که گاهی به صورت ضروری لازم می شوند.	پایین ترین سطح اولویت
روش سفارش	تعیین مقادیر دقیق سفارش و مقدار ذخیره اطمینان با سطح بالا	دقت در بررسی های اولیه جهت تعیین سفارش ولی دقت کمتر در تصحیح مقدار سفارش و موجودی اطمینان	هیچ گونه محاسبه ای نیاز نیست و نهایتاً سفارشات در فواصل طولانی مثلاً هر سال یکبار انجام می گیرد.

نمودار ABC می تواند برای هر کدام از روشهای قید شده کاربرد داشته باشد و نمایش دهنده وضعیت توزیع این قطعات باشد:



شکل ۸-۲- آنالیز ABC جهت دسته بندی قطعات

۸-۴-۲ روش FSN

این تقسیم بندی بر اساس نرخ مصرف اقلام می باشد

- F: سریع

- S: آهسته

- N: ایستا

بیشترین توجه به اقلام گروه F معطوف می گردد

۸-۴-۳ روش VED

این تقسیم بندی بر اساس درجه اهمیت قطعات می باشد

- V: حیاتی

- E: اصلی

- D: مطلوب

بیشترین توجه به اقلام گروه V معطوف می باشد

۸-۴-۴ روش قطعات خاص

- قطعات کم کاربرد

- قطعات پر مصرف که به طور منظم تامین می شوند

- قطعات مهم

که بیشترین توجه به قطعات مهم و قطعات پر مصرف که بطور منظم تامین می شوند معطوف می باشد.

۸-۵ سیستم برنامه ریزی مواد مورد نیاز MRP

روشهای رایج قید شده پیش از این، اغلب با در نظر گرفتن هزینه های موجودی ها به دنبال دستیابی به مقادیر و زمانهای مناسب سفارش هستند . بیشتر روشهای ذکر شده متکی بر مجموعه ای از فرضیات کلی نظیر وجود تقاضای پیوسته به صورت معین و احتمالی بودند. در موارد ذکر شده وابستگی کالاها به یکدیگر مورد نظر قرار نگرفتند. MRP در اوایل دهه ۱۹۶۰ در آمریکا بعنوان یک رویکرد کامپیوتری برای برنامه ریزی مواد اولیه و تولید ارائه شد. پس از سال ۱۹۷۵ توسط اورلیکی منتشر گردید بدون شک تکنیک MRP پیش از جنگ جهانی دوم در بخش های مختلف اروپا به کار گرفته شده است.

امروز برنامه ریزی احتیاجات مواد MRP یک نگرش پذیرفته شده برای تامین مواد در اکثر شرکتهای می باشد و بسیاری از تصمیم گیران صنعتی از طریق مشاهده این سیستم در نرم افزارهای کنترل تولید خود با آن آشنا هستند. نرم افزار MRP در طول زمان تبدیل به یک سیستم اطلاعاتی که خوب توسعه داده شده است، شده است.

۱-۵-۸- ورودیهای اصلی سیستم MRP:

- زمان بندی اصلی تولید (MPS^۱): بیان آشکاری از احتیاجات محصول در بالاترین سطح بر حسب مقدار و موعد تحویل
- سفارشات به جریان افتاده برای تولید
- لیست مواد BOM^۲: برای هر کالای واحد باید یک لیست مواد / ساختار محصول تهیه شده باشد تا وضعیت و ساختار صحیح محصول و زیر قطعات را نشان دهد
- سفارشات به جریان افتاده برای خرید
- پرونده اصلی موجودی انبار قطعات: شامل موجودی های فعلی انبار، موجودی تخصیص یافته به سفارشات به جریان افتاده و دریافت های زمانبندی شده
- زمان پیشبرد: زمان پیشبرد lead time هر قطعه چه خریدنی و چه ساختنی

۲-۵-۸- پردازشات سیستم MRP:

- انفجار سفارش برنامه ریزی شده محصول برای محصول والد به احتیاجات ناخالص قطعات
- خالص سازی احتیاجات
- تعیین اندازه اقتصادی انباشته
- اعمال برگشت به عقب برای جبران زمان پیشبرد

۳-۵-۸- خروجی سیستم MRP: سفارشات برنامه ریزی شده خرید / ساخت

یک سیستم برنامه ریزی احتیاجات مواد فعالیت خود را بر مبنای سر برنامه تولید به عنوان ورودی شروع کرده و سپس از یکسری رویه ها برای ایجاد یک برنامه زمانبندی برای احتیاجات خالص هر قطعه به منظور پیاده سازی سربرنامه تولید استفاده می کند.

^۱ Master production scheduling

^۲ Bill of material

سیستم مورد نظر از بالاترین سطح BOM به سمت پایین، سطح به سطح و قطعه به قطعه حرکت می کند تا اینکه کلیه قطعات برنامه ریزی شوند.

۴-۵-۸- اشکالات وارد بر سیستم برنامه ریزی مواد MRP :

اگرچه بکارگیری MRP در بسیاری از موارد موفقیت آمیز بوده است ولی بسیار از کارخانجات در رابطه با بکارگیری سیستم MRP بجای موفقیت با مشکلات بسیاری مواجه شده اند (براون و همکاران، ۱۹۹۶) به نظر می رسد که علل این امر نقاط ضعف ذاتی MRP و اجرای ضعیف آن بوده است. برخی از این موارد شامل موارد زیر می شود :

- ۱- بکارگیری زمانهای پیشبرد از پیش قطعی
- ۲- عدم توانایی مد نظر قرار دادن مستقیم محدودیتهای منابع حین تدوین سربرنامه تولید
- ۳- عدم قابلیت کاربرد در موقعیتهای و شرایط پیچیده سطح کارخانه

۶-۸- سیستم خرید به موقع (JIT)

JIT یک فلسفه مدیریت ژاپنی است که از اوایل دهه ۱۹۷۰ در بسیاری از موسسات تولیدی ژاپن مورد استفاده قرار گرفت. JIT در آغاز به عنوان روشی برای کاهش سطح موجودی انبارهای شرکتهای ژاپنی مطرح گردید. ولی امروزه بعنوان یک فلسفه مدیریتی در برگرفته یک سری جامع از اصول و تکنیک های تولید گسترش یافته است.

بیشتر کارخانه های بزرگ سازنده، فلسفه ساخت (خرید) کاملاً به موقع را تجربه می کنند که هدف ساده اما قابل بحث آن در دسترس بودن مقدار دقیقی از قطعات و مواد، درست در مواقع ساخت و مونتاز است. یک هدف این فلسفه رسانیدن موجودی به صفر می باشد ولی این تنها هدف JIT نیست.

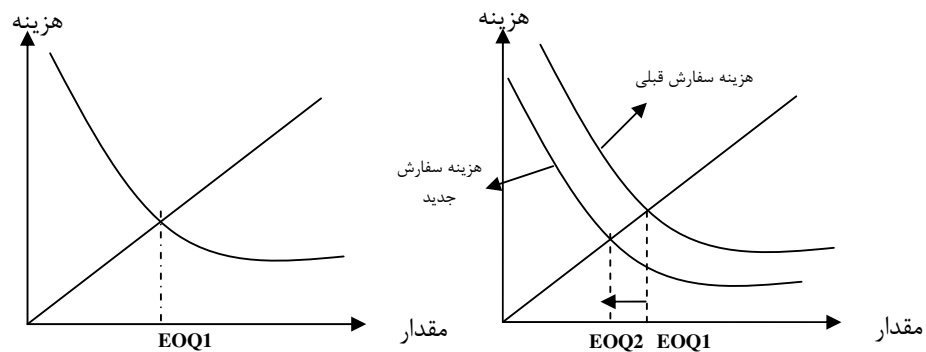
در مدل سنتی عملیات با موجودی بالا، تصمیمات خرید بستگی به مدل اقتصادی سفارش دارد که در آن هزینه به حداقل برسد. تمامی شرکتهای آمریکایی از مدل EOQ استفاده می کنند. آنهایی که به نظام JIT روی آورده اند کم کم از مدل سنتی مقادیر زیاد به مقادیر سفارشی در نظام JIT روی آورده اند. کاهش تمامی هزینه های نگهداری با مقادیر کمتر در نظام بهنگام شروع می شود. به اعتقاد اسکانبرگر^۱، JIT نوعی سیستم تولیدی است که در مدیریت تولید سادگی را جایگزین پیچیدگی نموده است. JIT می کوشد تا سیستم تولیدی را به گونه ای طراحی نماید تا محصولات ۱۰۰٪ سالم و کاملاً اثربخش تولید نماید و می توان گفت که که JIT در صدد دستیابی به اهداف ذیل می باشد :

- معیوبی صفر
- زمان آماده سازی یا برپایی صفر
- موجودی صفر
- جابجایی یا حمل و نقل صفر
- از کار افتادگی صفر
- زمان پیشبرد صفر
- اندازه انباشته یک

¹ Schonberger

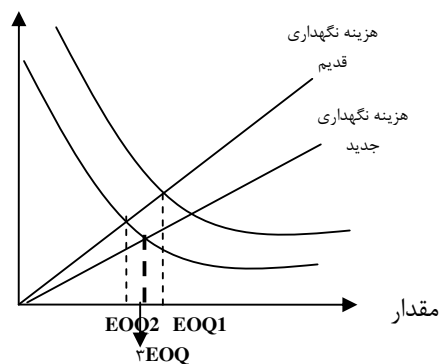
اگر JIT به شکل مناسبی پیاده سازی شود تاثیرات بسیار مثبتی را بر روی زنجیره تامین خواهد داشت. کاهش سطح موجودی، افزایش کیفیت، کاهش زمان پیشبرد، کاهش دوباره کاری ها و ضایعات، کاهش از کار افتادگی تجهیزات و در صورتیکه JIT پیاده سازی شود شرکت از هزینه خرابی در محموله خریداری شده رهایی پیدا می کند.

بسیاری از شرکتهای آمریکایی تolerانس ۱ تا ۳ درصد خرابی در قطعات خریداری شده را می پذیرند که این مقدار وقتی که حجم خرید یک میلیون قطعه باشد چیزی در حدود ۱۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ خرابی در قطعات خریداری شده را مجاز می شمارد.



شکل ۸-۳- تاثیر نظام به هنگام در کاهش هزینه های سفارش

شکل ۸-۴- نمودار اصلی نقطه سفارش اقتصادی



شکل ۸-۵- تاثیر نظام به هنگام در کاهش هزینه های نگهداری

۷-۸- تست های طبقه بندی شده فصل هشتم

- ۱- در طبقه بندی اقلام توسط آنالیز ABC، کدامیک از عبارات زیر صحیح است؟ (سراسری ۸۳)
- (۱) گروه A، گروه اقلامی است که از نظر تعداد بیشترین درصد اقلام موجودی هستند.
- (۲) گروه C، گروه اقلامی است که از نظر تعداد کمترین درصد اقلام موجودی هستند.
- (۳) گروه C، گروه اقلامی است که مصرف سالیانه آنها (برحسب پول) بیشترین درصد را دارد.
- (۴) گروه A، گروه اقلامی است که مصرف سالیانه آنها (برحسب پول) بیشترین درصد را دارد.
- ۲- در آنالیز ABC اقلام موجودی، گروه اقلامی که شامل بیشترین درصد اقلام بوده ولی کمترین درصد حجم پولی را دارا هستند، عبارتند از: (آزاد ۸۳)

(۱) C (۲) A (۳) B (۴) Z

- ۳- هدف از روش تحلیل و طبقه بندی ABC اقلام چیست؟ (سراسری ۸۵)
- (۱) تعیین اقلام موجودی که می بایست کنترل شوند.
- (۲) تفکیک اقلام با ارزش بالا از اقلام با ارزش پائین.
- (۳) تعیین سیاست و سیستم مناسب برای کنترل موجودی اقلام.
- (۴) تمامی موارد صحیح است.
- ۴- سرعت تقاضای یک کالا به صورت متغیر تصادفی می باشد که برای سفارش آن از سیستم دو ظرفی استفاده می شود. مقدار موجودی ظرف دوم در لحظه دریافت سفارش جدید برابر است با: (سراسری ۷۶)

- (۱) نصف ظرف اول (۲) به اندازه نقطه سفارش مجدد
- (۳) صفر (۴) مقدار نامعلوم است.

- ۵- در یک سیستم دوظرفی (TWO-BIN) متوسط میزان موجودی کالا در لحظه دریافت سفارش جدید چه مقدار است؟ (سراسری ۸۰)

- (۱) برابر صفر (۲) برابر نصف حجم ظرف کوچک تر
- (۳) از نصف حجم ظرف کوچک تر، کمتر (۴) از نصف حجم ظرف کوچک تر، بیشتر
- ۶- در یک سیستم دوظرفی (Two-Bin) مقدار سفارش، حداکثر برابر است با: (سراسری ۸۳)

- (۱) حجم ظرف بزرگ تر
- (۲) مجموع حجم دو ظرف
- (۳) مصرف در طول یک دوره

- (۴) حجم ظرف بزرگ تر به علاوه مصرف در فاصله زمانی تحویل کالا (LT)

- ۷- در مورد تجزیه و تحلیل ABC کدام عبارت زیر غلط است؟ (سراسری ۸۷)
- (۱) آنالیز ABC را می توان بدون توجه به ارزش مصرف سالیانه نیز انجام داد.
- (۲) در تحلیل ABC تحت هر شرایطی تعداد اقلام دسته B کمتر از تعداد اقلام دسته C بدست می آید.

۳) آنالیز ABC به منظور سیاستگذاری مناسب برای کنترل موجودی اقلام در یک موسسه استفاده می شود.

۴) در تحلیل ABC چنانچه تعداد اقلام دسته A زیاد باشد باید تحلیل را با درصد کمتر A مجدداً انجام داد.

۸-۸- در مورد سیستم دو ظرفی (Two Bin System) کدام عبارت درست است؟ (سراسری ۸۸)

۱) در این سیستم مقدار سفارش کمتر از نقطه سفارش است.

۲) این سیستم حالت خاصی از سیستم های مرور دائم است.

۳) این سیستم جزء یکی از سیستم های مرور دوره ای است.

۴) در این سیستم مقدار موجودی در دست همیشه برابر صفر است.

۸-۸- پاسخنامه تشریحی تست های فصل هشتم

۱- گزینه «۴» اقلام دسته A بیشترین حجم پول و کمترین درصد اقلام موجودی هستند.

۲- گزینه «۱»

۳- گزینه «۴»

۴- گزینه «۲»

سیستم مدل دوظرفی FOS می باشد. لذا در ظرف دوم که ظرف کوچک تر است به میزان نقطه سفارش مجدد موجودی قرار دارد. که خود مجموع میانگین تقاضا در مدت LT و میزان SS می باشد میزان متوسط موجودی در هنگام دریافت سفارش برابر با SS می باشد.

۵- گزینه «۳»

سیستم مدل دوظرفی FOS می باشد. لذا در ظرف دوم که ظرف کوچک تر است به میزان نقطه سفارش مجدد موجودی قرار دارد. که خود مجموع میانگین تقاضا در مدت LT و میزان SS می باشد میزان متوسط موجودی در هنگام دریافت سفارش برابر با SS می باشد که لزوماً از نصف ظرف کوچک تر کمتر می باشد.

۶- گزینه «۱»

در سیستم دوظرفی هنگامی که موجودی ظرف بزرگ تر تمام شد آن گاه به میزان اندازه ظرف بزرگ تر سفارش می دهیم.

۷- گزینه «۲» صحیح است.

۸- گزینه ۲



فصل ۹

تکنیکهای مختلف تعیین اندازه انباشته به صورت پویا

در این بخش به تشریح مدلهایی خواهیم پرداخت که در آنها برای چند دوره آینده مقادیر مصرف را به طور معین در دست داریم اما این مقادیر الزاماً مساوی نیستند. از کاربردهای اصلی این مدلها در عملیات های تعیین اندازه دسته سفارشات (Lot sizing) در «سیستمهای برنامه ریزی کالای مورد نیاز (MRP)» می باشد. این روشها اکثراً ابتکاری می باشند، در زیر بطور خلاصه به معرفی این روشها خواهیم پرداخت، این روشها عبارتند از :

۱- روش به اندازه نیاز (Lot for lot)

۲- روش مقدار سفارش ثابت (Fixed order Quantity)

۳- دوره سفارش ثابت (Fixed order periods)

۴- روش مقدار سفارش اقتصادی EOQ

۵- مقدار سفارش دوره ای

۶- حداقل هزینه واحد (یا روش LUC) (Least unit cost)

۷- حداقل هزینه کل (یا روش LTC) (Least total cost)

۸- بالانس هزینه های نگهداری و سفارش

۹- روش و اگنر ویتین

۱۰- روش سیلور - میل (Silver - meal)

۹-۱- روش Lot - for - Lot :

در این روش در هر پریود تنها به اندازه تقاضای همان پریود سفارش می دهیم. در نتیجه در این روش هزینه نگهداری صفر است و هزینه سفارش دهی حداکثر خواهد بود. این روش برای محصولات سطوح بالایی و نزدیک به محصول نهایی مناسب است.

۹-۲- روش مقداری سفارش ثابت (FOQ) :

در این روش میزان سفارش ثابتی را در نظر گرفته و در هر پریود ضربی از آن را سفارش می دهیم. این روش زمانی مناسب است که محدودیت بسته بندی داریم. مثلاً فرض کنید LT برابر صفر و محدودیت بسته بندی به شکلی داریم که تنها بسته های ۱۵ تایی از محصولی را می توان سفارش داد در این صورت بر اساس جدول زیر عمل خواهیم کرد:

پریود	۱	۲	۳	۴	۵	۶
تقاضا	-	۳۰	۱۰	۴۵	۳۵	۱۰
برنامه سفارش	-	۳۰	۱۵	۴۵	۳۰	۱۵

۹-۳- روش دوره سفارش ثابت (FOP) :

این روش مشابه روش FOQ است با این تفاوت که به جای ثابت در نظر گرفتن مقدار سفارش، زمان سفارش را ثابت در نظر می گیریم و مقدار سفارش برابر مجموع تقاضای دوره های زمانی ثابت است یعنی مثلاً فرض کنید هر ۲ پریود یکبار سفارش دهیم یعنی مقدار (FOP=2) باشد، آنگاه خواهیم داشت:

پریود	۱	۲	۳	۴	۵	۶
تقاضا	-	۳۰	۱۰	۴۵	۳۵	۱۰
برنامه سفارش	۳۰	-	۵۵	-	۴۵	-

۹-۴- روش مقدار سفارش اقتصادی (EOQ) :

این روش همان روش معروف Q_w و EOQ است که در حالت گسسته انجام می شود، با ارائه یک مثال موضوع روشن خواهد شد. فرض کنید مقدار هزینه نگهداری برابر ۱۵ واحد پول و هزینه سفارش دهی برابر ۸۰ واحد پولی باشد. در این صورت مقدار میانگین تقاضا را برای پریودها بدست آورده و در فرمول Q_w قرار می دهیم. پس از آن که مقدار سفارش بهینه مشخص شد باید زمان بهینه سفارش دهی را نیز با تقسیم Q بر D معین کنیم.

$$H = 15, A = 80, D_{(\text{mean})} = 25 \Rightarrow Q_w \sqrt{\frac{2(25)(80)}{15}} = 52$$

$$T = \frac{Q}{D} = \frac{52}{25} \approx 2 \searrow$$

هر دو پریود یکبار سفارش می دهیم.

پریود	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
تقاضا	۲۵	۲۵	۲۵	۱۵	۱۵	۵۰	۵۰	۱۰	۱۰
برنامه سفارش	۵۲	-	۵۲	-	۵۲	-	۵۲	-	۵۲

۹-۵- روش مقدار سفارش دوره ای (POQ) :

این روش تقریباً شبیه روش EOQ است، با این تفاوت که در این روش دوره ی سفارش ثابت است و مقدار سفارش از تفاضل حداکثر موجودی و مقدار موجودی در لحظه ی سفارش بدست می آید. این روش تقریباً با روش FOI یکسان است. فرض کنید موجودی اولیه برابر صفر و و فرجه سفارش (LT) نیز برابر صفر باشد. پریود سفارش دهی برابر ۲ (T = 2) و حداکثر موجودی بتواند ۱۴۰ واحد باشد، با توجه به این داده ها و جدول زیر خواهیم داشت:

پریود	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
تقاضا	۴۵	۶۰	۳۵	۵۰	۷۰	۶۰	۶۰	۵۰	۵۵
برنامه سفارش	۱۴۰	-	۱۰۵	-	۸۵	-	۱۳۰	-	۱۱۰
موجودی		-	۳۵	-	۵۵	-	۱۰	-	۳۰

۹-۶- روش حداقل هزینه واحد (LUC)

در این روش مقدار سفارش را به گونه ای تعیین می کنیم که جمع هزینه های سفارش دهی و نگهداری به ازاء هر واحد کالا به حداقل برسد یعنی در واقع :

$$unit\ cost = \frac{A + h}{quantity}$$

در این روش از پریود اول شروع به حل کرده و هزینه نگهداری و سفارش دهی را محاسبه کرده و به مقدار سفارش تقسیم می کنیم. پس از آن به سراغ پریود دوم رفته و فرض می کنیم سفارش دو پریود را یکجا انجام دهیم. باز هم مقدار UC را محاسبه کرده و اگر این مقدار کمتر از مرحله قبل بود که به سراغ پریود سوم هم می رویم و در غیر این صورت به اندازه قبل سفارش می دهیم.

با یک مثال مسئله روشن تر می شود. فرض کنید مقدار $A = 2000$, $h = 2$ باشد. در این صورت باتوجه به جدول داریم :

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
-----	---------	----------	-------	-----	-------	--------

تقاضا	۱۰۰	۲۵۰	۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰
برنامه ریزی	۶۰۰	-	-	-	۳۵۰	-

با استفاده از جدول زیر مسئله را حل می کنیم :

سفارش در ابتدای فرورین	برای پریودهای	هزینه نگهداری	هزینه سفارش	جمع	Luc
۱۰۰	۱	۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰
۳۵۰	۳و۲و۱	$۲۵۰ \times ۲ \times ۱ = ۵۰۰$	۲۰۰۰	۲۵۰۰	۷/۱۴
۶۰۰ (بهینه)	۴و۳و۲و۱	$(۵۰۰ \times ۲) + (۲۵۰ \times ۲ \times ۲) = ۲۰۰۰$	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۶/۶۷*
۸۰۰	۵و۴و۳و۲و۱	$(۲۰۰ \times ۲) + (۷۰۰ \times ۲) + (۴۵۰ \times ۲ \times ۲) = ۳۶۰۰$	۲۰۰۰	۵۶۰۰	۷

سفارش در ابتدای مرداد	برای پریودهای	هزینه نگهداری	هزینه سفارش	جمع	Luc
۲۰۰	۵	۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰
۳۵۰	۶و۵	۳۰۰	۲۰۰۰	۲۳۰۰	۶/۵۷*

نکته : این روش برای زمانی مناسب است که هزینه نگهداری برای تمام افق برنامه ریزی یکسان نباشد، مثلاً هزینه نگهداری در ماه اردیبهشت با تیر متفاوت باشد. در این شرایط استفاده از روش Luc بسیار مناسب است.

۹-۷- روش حداقل هزینه کل (LTC) و روش بالانس هزینه نگهداری و سفارش دهی :

در این دو روش که تقریباً یکسان هستند به این نکته ابتکاری توجه می شود که اصولاً در سیستمهای سفارش دهی، در صورتیکه اختلاف بین هزینه های سفارش دهی و نگهداری در واحد زمان به حداقل برسد، سیاست سفارش در حدود مناسب و اقتصادی قرار دارد. یاد آوری این نکته که در روش EOQ، در نقطه ی بهینه، هزینه سفارش دهی و نگهداری با هم برابر بود به درک بهتر این روش می انجامد. بنابراین در این روش سعی می شود که هر بار، به اندازه ای سفارش بدهیم که هزینه های سفارشات و هزینه های نگهداری به نزدیکترین مقدار خود برسند، در این روش ها قدر مطلق تفاضل این دو هزینه را حداقل می کنیم، یعنی :

$$(|\text{هزینه سفارش دهی} - \text{هزینه نگهداری}|) \text{ Min}$$

در هر دوره به اندازه ای سفارش می دهیم که این مقدار حداقل شود.

مثال : فرض کنید در جدول زیر $H = 1$ و $A = 200$ واحد پولی باشد.

پریود	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
تقاضا	۳۰	۵۰	۲۰	۴۰	۵۰	۲۰	۳۰	۴۰
برنامه سفارش	۱۴۰	-	-	-	۱۴۰	-	-	-

مقدار سفارش در پریود اول	برای پریودهای	هزینه نگهداری	هزینه سفارش دهی	اختلاف
۳۰	۱	۰	۲۰۰	۲۰۰
۸۰	۲ و ۱	۵۰	۲۰۰	۱۵۰
۱۰۰	۳ و ۲ و ۱	۹۰	۲۰۰	۱۱۰
۱۴۰*	۴ و ۳ و ۲ و ۱	۲۱۰	۲۰۰	۱۰*
۱۹۰	۵ و ۴ و ۳ و ۲ و ۱	۲۶۰	۲۰۰	۶۰

مقدار سفارش در پریود ۵	برای پریودهای	هزینه نگهداری	هزینه سفارش	اختلاف
۵۰	۵	۰	۲۰۰	۲۰۰
۷۰	۶ و ۵	۲۰	۲۰۰	۱۸۰
۱۰۰	۷ و ۶ و ۵	۸۰	۲۰۰	۱۲۰
۱۴۰*	۸ و ۷ و ۶ و ۵	۲۰۰	۲۰۰	۰*

۸-۹- روش واگنر - ویتین :

این الگوریتم بر اساس برنامه ریزی پویا عمل می کند و تمامی ترکیبهای امکان پذیر را بررسی می کند، در حالی که روشهای قبل نقطه ی مینیمم نسبی را محاسبه می کنند، این روش به دنبال نقطه ی مینیمم مطلق می گردد و حداقل هزینه ی سفارش دهی و نگهداری را محاسبه می کند. این روش بهترین روش حل مسائل این چینی است.

۹-۹- روش سیلور - میل :

در این روش مقادیر سفارش دهی به گونه ای تعیین می شوند که هزینه موجودی ها به ازاء هر دوره حداقل شود یعنی :

(هزینه نگهداری $\frac{A}{Q}$ سفارش دهی)

تعداد دوره ها

با یک مثال مسئله به راحتی قابل درک خواهد شد:

فرض کنید هزینه نگهداری $0/2$ برای هر واحد و $A = 200$ باشد:

پریود	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
تقاضا	۱۰۰	۲۵۰	-	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۲۵۰	۱۵۰	-
سفارش	۳۵۰	-	-	۶۲۵	-	-	-	۱۵۰	-

سفارش در پریود اول	برای پریودهای	هزینه نگهداری	هزینه سفارش	جمع	n
۱۰۰	۱	۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
۳۵۰	۲ و ۱	۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۱۲۵
۳۵۰*	۳ و ۲ و ۱	۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۸۳/۳*
۶۰۰	۴ و ۳ و ۲ و ۱	۲۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۱۰۰

سفارش در پریود چهارم	برای پریودهای	هزینه نگهداری	هزینه سفارش دهی	جمع	n
۲۵۰	۴	۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
۴۵۰	۵ و ۴	۴۰	۲۰۰	۲۴۰	۱۲۰
۶۰۰	۶ و ۵ و ۴	۴۰+۶۰=۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۱۰۰
۶۲۵*	۷ و ۶ و ۵ و ۴	۱۰۰+۱۵=۱۲۵	۲۰۰	۳۲۵	۸۱/۲۵*

۸۹	۴۴۵	۲۰۰	$۱۲۵+۱۲۰=۲۴۵$	۸و۷و۶و۵و۴	۷۷۵
----	-----	-----	---------------	-----------	-----

۱۰-۹- تست های طبقه بندی شده فصل نهم

۱- اگر تقاضا برای محصولی برای ۱۰ پریود آینده به صورت زیر باشد و اگر هزینه هر بار سفارش دهی برابر ۲۰۰ تومان و هزینه نگهداری هر واحد کالا در هر پریود برابر ۵ تومان باشد، اگر بخواهیم به روش LUC (حداقل هزینه هر واحد کالا) مقادیر سفارش را تعیین کنیم اولین مقدار سفارش چقدر خواهد بود؟ (سراسری ۷۹)

پریود	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
تقاضا	۳۰	۵۰	۴۰	۶۰	۲۰	۷۰	۸۰	۱۰۰	۳۰	۵۰
	۳۰ (۴)			۸۰ (۳)			۱۰۰ (۲)		۱۲۰ (۱)	

۲- مصرف کالایی طی دوره های آتی طبق جدول زیر و هزینه نگهداری هر واحد آن ثابت و برابر ۵ تومان در دوره می باشد. هزینه سفارش دهی این کالا در دوره اول ۷۰ تومان و در سایر دوره ها ۲۰۰ تومان می باشد. مقدار سفارش این کالا در دوره اول براساس روش LTC (حداقل

هزینه کل چند واحد است؟ (سراسری ۷۹)

دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶
مصرف	۰	۱۰	۳۰	۴۰	۶۰	۲۰

(۱) ۰ (۲) ۱۰ (۳) ۴۰ (۴) ۸۰

۳- مقادیر تقاضای کالایی در ۱۰ ماه آینده در جدول زیر نشان داده شده است. اگر هزینه نگهداری هر واحد کالا در هر ماه برابر ۲ واحد پولی و هزینه هر بار سفارش دهی برابر جدول زیر باشد، چنانچه هر بار به اندازه تقاضای دو ماه سفارش داده شود. هزینه کل (هزینه نگهداری- هزینه

سفارش دهی) چقدر خواهد بود؟ (سراسری ۸۳)

ماه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
تقاضا	۴۰	۳۰	۷۰	۴۰	۶۰	۴۰	۵۰	۷۰	۸۰	۶۰

هزینه سفارش دهی	تعداد سفارش
۵۰ واحد پولی	۱-۱۰۰
۸۰ واحد پولی	۱۰۱ و بیشتر

(۱) ۱۰۴۰ واحد پولی (۲) ۹۴۰ واحد پولی

(۳) ۸۲۰ واحد پولی (۴) ۷۶۰ واحد پولی

۴- مقادیر تقاضای محصولی در ۱۰ دوره آینده در جدول زیر آورده شده است:

پریود	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
تقاضا	۳۰	۶۰	۸۰	۶۰	۵۰	۳۰	۷۰	۱۰۰	۶۰	۴۰

اگر هزینه نگهداری هر واحد محصول در هر دوره برابر ۲ واحد پولی و هزینه هر بار سفارش دهی برابر ۸۰ واحد پولی باشد، اولین و دومین مقدار سفارش با استفاده از روش حداقل هزینه هر واحد (LUC) چقدر خواهد بود؟ (سراسری ۸۳)

(۱) به ترتیب ۹۰ و ۸۰ (۲) به ترتیب ۹۰ و ۱۴۰

(۳) به ترتیب ۳۰ و ۱۴۰ (۴) به ترتیب ۱۷۰ و ۱۴۰

۵- تقاضای محصولی طی پریودهای مختلف (هفتگی) به صورت زیر است. در صورتی که هزینه هر بار سفارش ۲۰۰ تومان و هزینه نگهداری هر واحد محصول در هفته ۲ واحد پولی باشد، مقدار اولین سفارش بر طبق روش سیلور-میل (silver - MEAL) به چه میزان خواهد بود؟ (سراسری ۸۳)

پریود	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
مقدار تقاضا	۱۰۰	۵۰	۴۰	۹۰	۱۵۰	۱۵۰	۲۰۰	۱۰۰

(۱) ۱۰۰ واحد (۲) ۱۵۰ واحد (۳) ۱۹۰ واحد (۴) ۲۸۰ واحد

۶- در یک سیستم سفارشات براساس حداقل هزینه واحد (LUC) کدامیک از گزاره های زیر همواره صحیح است؟ (آزاد ۸۳)

(۱) بهتر است مقدار هر بار سفارش دقیقاً برابر با مصرف یک دوره کامل باشد.

(۲) مقدار هر بار سفارش باید همواره از مصرف یک دوره بیشتر باشد.

۳) برای یک دوره از دوره قبل مقداری موجودی رسیده است، ولی ممکن است این مقدار موجودی برای مصرف کامل دوره کافی نباشد.

۴) مقدار هر بار سفارش باید مساوی با مصرف یک یا چند دوره کامل باشد.

۹-۱۱- پاسخنامه تشریحی تست های طبقه بندی شده فصل نهم

۱- گزینه «۳»

اگر به مقدار یک دوره سفارش دهیم:

$$\text{هزینه سفارش دهی} + \text{هزینه نگهداری} = \frac{\text{هزینه هر واحد کالا}}{\text{تعداد سفارش شده}}$$

$$\text{هزینه هر واحد کالا با سفارش یک دوره} = \frac{0+200}{30} = 6/66$$

$$\text{هزینه هر واحد کالا با سفارش دو دوره} = \frac{50 \times 5 + 200}{50+30} = 5/62$$

$$\text{هزینه هر واحد کالا با سفارش سه دوره} = \frac{50 \times 5 + 40 \times 5 \times 2 + 200}{30+50+40} = 7$$

چون هزینه هر واحد کالا با سفارش برای سه دوره افزایش یافت لذا تعداد سفارش قبل از این دوره یعنی سفارش برای دو دوره بهینه خواهد بود.

۲- گزینه «۲»

هزینه سفارش دهی - هزینه نگهداری = اختلاف هزینه نگهداری و سفارش دهی

$$= |0 - 70| = 70 \quad \text{فقط برای دوره اول سفارش دهیم}$$

$$= |50 - 70| = 20 \quad \text{برای دو دوره اول سفارش دهیم}$$

$$= |10 \times 5 + 30 \times 5 \times 2 - 70| = 280 \quad \text{برای سه دوره اول سفارش دهیم}$$

چون با سفارش برای سه دوره افزایش اختلاف هزینه های سفارش دهی و نگهداری را مشاهده می نمایم لذا به میزان دو دوره سفارش می دهیم.

۳- گزینه «۳»

جمع	هزینه نگهداری	هزینه سفارش	
۱۱۰	$30 \times 2 = 60$	۵۰	سفارش اول (ماه ۱ و ۲)
۱۶۰	$40 \times 2 = 80$	۸۰	سفارش دوم
۱۳۰	$40 \times 2 = 80$	۵۰	سفارش سوم
۲۲۰	$70 \times 2 = 140$	۸۰	سفارش چهارم
۲۰۰	$60 \times 2 = 120$	۸۰	سفارش پنجم
۸۲۰	جمع =		

۴- گزینه «۱»

$$h = 2, A = 80$$

در روش LUC باید حداقل هزینه را برای هر واحد داشته باشیم:

: اولین سفارش

$$\frac{\text{هزینه سفارش} + \text{هزینه نگهداری}}{\text{تعداد واحد}} = \frac{0 + 80}{30} = 2/67$$

هزینه هر واحد $\Rightarrow 30$: سفارش برای ماه اول

$$\frac{60 \times 2 + 80}{90} = 2/22$$

هزینه هر واحد $\Rightarrow 90$: سفارش برای ماه اول و دوم

$$\frac{60 \times 2 + 80 \times 2 \times 2 + 80}{170} = 3/05$$

هزینه هر واحد $\Rightarrow 170$: سفارش برای ماه اول و دوم و سوم

چون هزینه هر واحد افزایش یافته است لذا توقف نموده و به میزان دوره های اول و دوم سفارش می دهیم که ۹۰ عدد می باشد.

(چون دوره های اول و دوم را سپری نموده ایم از دوره سوم شروع می نمائیم): دومین سفارش

$$\frac{0 + 80}{80} = 1$$

هزینه هر واحد $\Rightarrow 80$: سفارش برای ماه سوم

$$\frac{60 \times 2 + 80}{140} = 1/42$$

هزینه هر واحد $\Rightarrow 140$: سفارش برای ماه سوم و چهارم

چون هزینه واحد افزایش یافته است لذا توقف نموده و به میزان ۸۰ عدد سفارش می دهیم.

۵- گزینه «۲»

روش سیلور-میل همانند روش LUC است با این تفاوت که در این روش هدف کمترین مقدار هزینه دوره می باشد.

$$\frac{\text{هزینه سفارش} + \text{هزینه نگهداری}}{\text{تعداد دوره}} = \frac{0 + 200}{1} = 200$$

هزینه متوسط هر دوره \Rightarrow سفارش برای هفته اول

$$\frac{50 \times 2 + 200}{2} = 150$$

هزینه متوسط هر دوره \Rightarrow سفارش برای هفته اول و دوم

$$\frac{50 \times 2 + 40 \times 2 \times 2 + 200}{3} = 153/33$$

هزینه متوسط هر دوره \Rightarrow سفارش برای هفته اول و دوم و سوم

چون متوسط هزینه هر دوره افزایش یافت لذا توقف نموده و برای هفته های اول و دوم یعنی (۱۵۰ = ۱۰۰ + ۵۰) واحد کالا سفارش می دهیم.

۶- گزینه «۴»

در روش LUC همواره باید به مقداری سفارش صادر گردد که تقاضای یک یا چند دوره آینده را تأمین نماید.



فصل ده

مدلهای احتمالی کنترل موجودی

۱-۱۰-۱- مقدمه و یادآوری :

برای درک بهتر مسائل این فصل ، نیاز به یادآوری مفاهیم اولیه‌ای از احتمال مثل امید ریاضی، واریانس و احتمال تجمعی بپردازیم.

الف- امید ریاضی : امید ریاضی یک تابع احتمال از طریق فرمول زیر بدست می آید:

$$\mu_x = E(X) = \sum xf(x) \text{ اگر تابع گسسته باشد}$$

$$\mu_x = E(X) = \int xP(x)dx \text{ اگر تابع پیوسته باشد}$$

امید ریاضی همان مقدار متوسط یا میانگین است. در سوالات کنترل موجودی در بخش احتمال به خصوص در محاسبه میانگین تقاضا و زمان تحویل از مفهوم امید ریاضی استفاده بسیاری می شود.

ب- واریانس : برای بدست آوردن واریانس کافی است فرمول زیر را به کار ببریم :

$$\delta_x^2 = V(x) = E(x^2) - E^2(x)$$

می دانیم که :

$$E(x^2) = \begin{cases} \sum x^2 P(x) & \text{در حالت گسسته} \\ \int x^2 f(x) dx & \text{در حالت پیوسته} \end{cases}$$

انحراف معیار نیز از گرفتن جذر واریانس بدست می آید.

ج- احتمال تجمعی : احتمال تجمعی یک تابع احتمال تا نقطه ی x_i از طریق فرمول زیر محاسبه می شود:

$$F_{x_i}(x) = \begin{cases} \sum_{x=0}^{x_i} p(x) & \text{در حالت گسسته} \\ \int_{x=0}^{x_i} f(x) dx & \text{در حالت پیوسته} \end{cases}$$

با یک مثال این موارد را بهتر درک خواهیم نمود.

مثال : در تابع احتمال گسسته زیر امید ریاضی، واریانس و احتمال تجمعی را تا هر کدام از x_i ها محاسبه کنید.

x_i تقاضا	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰
احتمال $f(x_i)$	۰/۰۲۵	۰/۱	۰/۲	۰/۳۵	۰/۲	۰/۱	۰/۰۲۵
احتمال تجمعی	۰/۰۲۵	۰/۱۲۵	۰/۳۲۵	۰/۶۷۵	۰/۸۷۵	۰/۹۷۵	۱

حل : برای بدست آوردن امید ریاضی کفایت مجموع ضرایب مقادیر (x_i) را در احتمال هر یک بدست آوردیم یعنی :

$\mu_D =$ میانگین تقاضا

$$\mu_D = E(x) = \sum x_i P(x_i) = (30 \times 0/025) + (40 \times 0/1) + (50 \times 0/2) + \dots \\ + (80 \times 0/1) + (90 \times 0/025) = 60$$

$$\text{واریانس} = V(x) = \delta_x^2 = E(X^2) - E^2(x)$$

$$E(x^2) = \sum x^2 P(x) = (30^2 \times 0.025) + (40^2 \times 0.1) + \dots + (80^2 \times 0.1) + (90^2 \times 0.025)$$

$$\Rightarrow E(x^2) = 3765$$

$$\Rightarrow V(x) = 3765 - (60)^2 = 3765 - 3600 = 165$$

تا اینجا تفاوتی میان سیستمهای سفارش دهی قائل نبودیم، چرا که در حالت غیر احتمالی همه ی سیستمهای موجودی یعنی FOI و FOS یکسان عمل می کنند، اما در شرایط احتمالی دیگر عملکرد این دو سیستم یکسان نخواهد بود.

۲-۱۰- ذخیره ایمنی (SS) Safety stock :

اساساً هر جا شرایط احتمالی مطرح باشد، SS یا ذخیره ایمنی هم مطرح می شود و واضح است که در شرایط غیر احتمالی به ذخیره ایمنی نیازی نداریم. این ذخیره را به دلایل زیر نگهداری می کنیم:

۱- جبران تقاضای واقعی نسبت به تقاضای پیش بینی شده در شرایطی که تقاضای واقعی بیشتر باشد. (پیش بینی D > واقعی)

۲- جبران تولید واقعی نسبت به تولید برنامه ریزی شده (پیش بینی P < واقعی)

۳- جبران زمان تدارک واقعی نسبت به زمان تدارک مورد انتظار (انتظاری LT > واقعی)

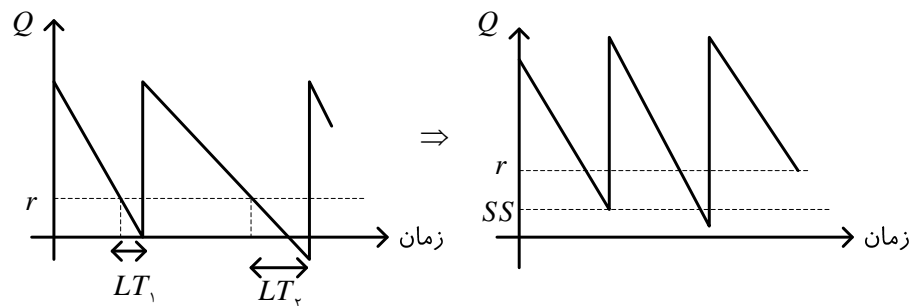
در واقع فلسفه وجودی SS برای مقابله با کمبود و حداقل کردن هزینه کمبود است.

ذخیره ایمنی یک از عوامل تاثیر گذار در تعیین نقطه ی سفارش مجدد است. با توجه به اینکه در شرایط واقعی فواصل زمانی تحویل (LT ها) و مقادیر مصرف در این دوره های زمانی یکسان نیستند لذا استفاده از ذخیره ایمنی پر اهمیت جلوه می کند.

سوال: به نظر شما در سیستم FOS نیاز به SS بالاتری داریم یا در سیستم های FOI ؟ چرا ؟

پاسخ: واضح است که مقدار ذخیره ایمنی FOI بیشتر از سیستمهای FOS خواهد بود. چرا که سیستمهای FOS دائماً تحت کنترل هستند و لذا نقش احتمالات در آنها کمتر نمود دارد.

با توجه به نمودارهای زیر نقش ذخیره ایمنی در تعیین نقطه ی سفارش مجدد را بهتر درک خواهیم نمود:



شکل ۱۰-۱- در حالت بدون ذخیره ایمنی

۲-۱۰- در حالت دارای ذخیره ایمنی

واضح است که در شکل (۱) در صورت وقوع رخداد های پیش بینی نشده، مثلاً افزایش زمان LT یا افزایش مصرف، در این فاصله سیستم نمی تواند با این مشکلات مقابله کرده و دچار کمبود خواهد شد، اما در شکل (۲) و با وجود تعیین ذخیره ایمنی مناسب دیگر مشکلات وقوع کمبود رخ نخواهد داد.

- با توجه به اشکال ۱-۱۰ و ۲-۱۰ واضح است که نقطه ی سفارش مجدد در حالتی که سیستم دارای ذخیره ایمنی (SS) می باشد به صورت زیر محاسبه خواهد :

$$D.LT = \text{تقاضا در زمان تحویل} = r$$

در حالت بدون ذخیره :

$$D.LT + SS = \text{ذخیره ایمنی} + \text{تقاضا در زمان تحویل} = r$$

در حالت دارای ذخیره :

در نتیجه وجود ذخیره ایمنی موجودی موجب:

۱- کاهش هزینه کمبود

۲- افزایش هزینه نگهداری

۳- افزایش سطح سرویس به مشتری

در اینجا توجه به این نکته که اصلاً فلسفه نگهداری موجودی چیست موجب می شود موضوع نگهداری ذخیره ایمنی هم بهتر درک شود. درست است که نگهداری موجودی در هر حالتی یک هزینه است اما به دلیل افزایش سطح سرویس به مشتری لازم است که موجودی نگهداری شود.

سطح سرویس :

برای بدست آوردن مقدار ذخیره ایمنی ، از مفهومی به نام سطح سرویس استفاده می کنیم. سطح سرویس در واقع «احتمال عدم مواجه با کمبود» است.

$$\text{سطح سرویس} = \text{احتمال عدم مواجه با کمبود}$$

- در سطح سرویس ۱۰۰ درصد تمامی تقاضاها ارضا شده و هیچ گاه کمبود نخواهیم داشت.

- سطح سرویس α درصد به معنای آن است که در هر ۱۰۰ سفارش به طور متوسط $100 - \alpha$ بار با کمبود مواجه می شود. یعنی مثلاً سطح سرویس ۹۰ درصد به معنای آن است که در هر ۱۰۰ سفارش به طور متوسط ۱۰ بار با کمبود مواجه می شویم.

معرفی چند پارامتر :

$D.Lt$: متغیر تصادفی تقاضا در مدت زمان تحویل

μ_{DLt} : میانگین تقاضا در مدت زمان تحویل

SS: موجودی اطمینان

R : نقطه سفارش مجدد

δ_{DLT} : انحراف معیار تقاضا در مدت زمان تحویل

α : سطح سرویس (احتمال عدم مواجهه با کمبود)

در مسائل دارای سطح سرویس می بایست احتمال تجمعی به سطح سرویس مورد نظر برسد، مثلاً :

تقاضا در زمان تحویل (DLT)	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰
احتمال	۰/۰۲۵	۰/۱	۰/۲	۰/۳۵	۰/۲	۰/۱	۰/۰۲۵
احتمال تجمعی	۰/۰۲۵	۰/۱۲۵	۰/۳۲۵	۰/۶۷۵	۰/۸۷۵	۰/۹۷۵	۱

در محاسبه مقدار D.LT از روی جدول فوق در سطوح مختلف سرویس خواهیم داشت:

مقدار D.LT	در سطح سرویس:
۷۰	۸۷/۵ درصد
۸۰	۹۷/۵ درصد
۶۰	۵۰ درصد

در این مثال درست است که برای رسیدن به سطح سرویس ۵۰ درصد باید D.LT را ۶۰ در نظر بگیریم اما با در نظر گرفتن ۶۰ سطح سرویس واقعی سیستم ۶۷.۵ درصد خواهد شد.

نکته قابل توجه اینکه در سطح سرویس ۵۰ درصد از هر ۱۰ سفارش، به طور متوسط ۵ سفارش با کمبود روبرو می شود.

۳-۱۰- بررسی سیستمهای مختلف کنترل موجودی در حالت احتمالی :

همانطور که پیش از این گفته شد دو نوع سیستم موجودی عبارتند از :

۲- سیستم موجودی با اندازه سفارش ثابت (FOS)

۳- سیستم فاصله سفارش ثابت (FOI)

مدلهای احتمالی به سه دسته زیر تقسیم می شوند :

۱- زمانیکه تقاضا (D) احتمالی باشد ولی مدت زمان تحویل (L) ثابت باشد (تقاضا در مدت زمان تحویل احتمالی است).

۲- زمانیکه که تقاضا (D) ثابت باشد ولی مدت زمان تحویل (L) احتمالی باشد.

۳- زمانی که هم تقاضا و هم مدت زمان تحویل (L) احتمالی باشد.

واضح است که اگر هم تقاضا و هم مدت زمان تحویل قطعی باشند مدل دیگر شبیه مدل های فصل های قبل است و اصلا دیگر احتمالی نیست. تفاوت مدل های فوق در محاسبه برخی پارامترها در دو مدل FOS و FOI می باشد.

۱-۳-۱۰- سیستم FOS : (سیستم مرور دائم)

در این سیستم ذخیره ایمنی تنها باید برای مدت زمان تدارک، مقابله با کمبود را به عهده داشته باشد.

یعنی :

$$r = D.LT + SS = \mu_{D.LT} + SS$$

$$\Rightarrow SS = r - DLT$$

$$\Rightarrow SS = r - \mu_{D.LT} = (\text{متوسط تقاضا در زمان LT}) - (\text{مقدار تقاضای LT در سطح سرویس قابل قبول})$$

مثال : در جدول قبل با فرض سطح سرویس ۰/۸۷۵ ، مقدار ذخیره ایمنی مناسب را معین کنید :

حل : ابتدا مقدار میانگین $\underline{D.LT}$ را بدست می آوریم.

$$\mu_{D.LT} = E(D.LT) = (30 \times 0/025) + (40 \times 0/1) + \dots + (90 \times 0/025) = 60$$

با توجه به احتمال تجمعی از روی جدول $\alpha = 0/875 \Rightarrow r = 70$

$$\Rightarrow r = \mu_{D.LT} + SS \Rightarrow 70 = 60 + SS$$

$$\Rightarrow SS = 10$$

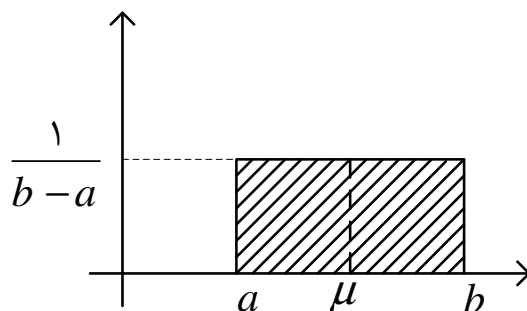
در همان مثال قبل اگر سطح سرویس ۱۰۰ درصد مدنظر بود آنگاه نقطه ی سفارش مجدد برابر ۹۰ شده و مقدار ذخیره ایمنی برابر ۳۰ واحد می شد زیرا :

با توجه به احتمال تجمعی $\alpha = 100\% \Rightarrow r = 90$

$$\Rightarrow SS = r - DLT = 90 - 60 = 30$$

۱-۳-۱۰-۱ محاسبه SS در توزیع یکنواخت :

تابع توزیع یکنواخت دارای شکل مستطیلی است و بنابراین دارای ارتفاع ثابت در کل محدوده تابع است. این تابع دارای دو پارامتر حداقل و حداکثر است که با (a, b) نمایش می دهیم، تابع احتمال این توزیع به شکل زیر است :



شکل ۳-۱۰- توزیع یکنواخت

$$f(x) = \frac{1}{b-a}$$

$$\mu = \frac{a+b}{2}$$

$$\sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{12}$$

مثال : با فرض یکنواخت بودن مصرف در فاصله ی زمانی تحویل، مقادیر حداقل و حداکثر برابر ۱۲۰ و ۱۸۰ واحد می باشد. نقطه ی سفارش مجدد این کالا برای سطح اطمینان ۰/۹۱۷ چه قدر خواهد بود. سطح ذخیره ایمنی (ss) چقدر باید باشد؟

حل :

$$f(x) = \frac{1}{b-a} = \frac{1}{60}$$

$$\Rightarrow \int_{120}^r \frac{1}{60} dx = 0.917 \Rightarrow r = 175$$

$$\alpha = 0.917$$

$$\mu = \frac{a+b}{2} = \frac{120+180}{2} = 150$$

$$\Rightarrow r = \mu_{D,LT} + SS \Rightarrow 175 = 150 + SS \Rightarrow SS = 25$$

۲-۱-۳-۱۰- محاسبه ی SS در صورت نرمال بودن تابع توزیع :

رابطه ی نقطه ی سفارش و ذخیره ایمنی را به یاد آورید:

$$r = (D.LT + SS) = \mu_{D,LT} + SS$$

بسته به قطعی بودن و یا احتمالی بودن تقاضا و یا LT رابطه ی فوق را برای توزیع نرمال به شکل زیر باز نویسی می کنیم:

$$\text{رابطه ی کلی : } SS = Z_{1-\alpha} \sqrt{\mu_D^2 \cdot S_{L_t}^2 + \sigma_D^2 \cdot \mu_{L_t}}$$

$$r = D.LT + SS \Rightarrow r = \mu_D \cdot \mu_{L_t} + SS$$

و می دانیم که در حالت قطعی $SS = 0$ خواهد بود.

در رابطه ی بالا ۲ پارامتر D و LT را داریم که هر کدام بسته به شرایط می توانند قطعی یا احتمالی باشند، در رابطه ی SS هر گاه این دو پارامتر احتمالی بودند، دارای واریانس (σ^2) و میانگین یعنی μ هستند اما اگر هر کدام از آنها قطعی بودند

دیگر دارای واریانس نخواهند بود و به جای واریانس آنها مقدار صفر را در رابطه قرار می دهیم بدین ترتیب فرمول های زیر را خواهیم داشت:

۱- D, LT هر دو قطعی باشند:

$$SS = 0$$

$$r = D.LT$$

۲- D, LT هر دو احتمالی باشند:

$$SS = Z_{1-\alpha} \sqrt{\mu_D^2 \cdot \delta_{LT}^2 + \delta_D^2 \cdot \mu_{LT}}$$

$$r = (\mu_D \cdot \mu_{LT}) + SS$$

۳- D قطعی باشد و LT احتمالی ، در این حالت $\delta_D^2=0$ خواهد بود:

$$SS = Z_{1-\alpha} \sqrt{\mu_D^2 \cdot \delta_{LT}^2} = Z_{1-\alpha} \cdot D \cdot \delta_{LT}$$

$$r = (D \times \mu_{LT}) + SS$$

۴- D احتمالی و LT قطعی باشد، در این حالت $\delta_{LT}^2=0$ خواهد بود:

$$SS = Z_{1-\alpha} \sqrt{\delta_D^2 \cdot \mu_{LT}} = Z_{1-\alpha} \cdot \delta_D \cdot \sqrt{\mu_{LT}}$$

$$r = \mu_D \cdot \mu_{LT} + SS = \mu_D \cdot LT + SS$$

نکته : هر گاه در مسئله ای میانگین و واریانس مصرف در زمان تحویل را داده باشد آنگاه : $SS = Z_{\alpha} \cdot \delta_{DLT}$

و

$$r = \mu_{DLT} + SS$$

برای سهولت محاسبات و عدم نیاز به جدول توزیع نرمال در زیر برخی از مقادیر مهم تر Z را به ازاء سطوح اطمینان مختلف برای توزیع نرمال ارائه می کنیم:

$$Z_{0/005} = 2/575 > Z_{0/01} = 2/33 > Z_{0/025} = 1/96 > Z_{0/05} = 1/64$$

۹۹/۵	۹۹	۹۷/۵	۹۵	۹۰	۷۵	۵۰	α
درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	
۲/۵۷	۲/۳۳	۱/۹۶	۱/۶۴۵	۱/۲۸	۰/۶۷۴	۰	Z

مثال : برای کالایی مقدار مصرف دارای توزیع نرمال، با میانگین ۶۰ و انحراف استاندارد ۲۰ می باشد. اگر مدت زمان تحویل برابر ۱ روز باشد آنگاه مقدار ذخیره اطمینان را برای سطح سرویس ۹۵ درصد در سیکل سفارش بدست آورید؟

حل :

$$r = \mu_{D.LT} + SS \Rightarrow r = 60 \times (1) + 32/8 = 92/8$$

$$SS = Z_{0/05} \cdot \delta_D \sqrt{LT} = 1/64 (20) \sqrt{1} = 32/8$$

مثال : توزیع تقاضا در زمان تحویل کالایی نرمال با میانگین ۱۲۵ و انحراف معیار ۱۵ است. اگر سطح خدمت ۹۰ درصد باشد، موجودی اطمینان و نقطه ی سفارش مجدد چقدر است ؟

$$\alpha = 0/1 \longrightarrow Z_{1-\alpha} = 1/28$$

$$SS = Z_{1-\alpha} (\delta_\alpha) = 1/28 \times (15) = 19/2$$

نکته : میانگین توزیع تقاضا در زمان تحویل یعنی $\mu_{D.LT}$

$$r = \mu_{D.LT} + SS = 125 + 19/2 = 144/2$$

۳-۱-۳- محاسبه میزان کمبود:

در سیستمهای احتمالی به دلیل عدم قطعیت مصرف و مدت زمان تحویل وجود کمبود معمولاً اجتناب ناپذیر است. این مقدار کمبود را به صورت زیر در مسائل احتمالی محاسبه می کنیم:

۱- ابتدا بایست تعداد متوسط کمبود در هر سیکل را محاسبه کرد.

$$\bar{b}(r) = \text{متوسط تعداد کمبود در هر سیکل (در انتهای LT)}$$

$$\bar{b}(r) = \begin{cases} \int_r^\infty (x-r) f(x) dx & \text{در حالت پیوسته} \\ \sum_{x=r+1}^\infty (x-r) P(D_L = x) & \text{در حالت گسسته} \end{cases}$$

در نقاطی که دارای تقاضایی بیش از سطح سرویس مورد نظر می باشند امکان وقوع کمبود وجود دارد، در واقع باید احتمال نقاطی را محاسبه کنیم که بیش تر از سطح سرویس مورد نظر هستند. (با یک مثال موضوع به راحتی قابل فهم خواهد بود). این مقدار در واقع امید ریاضی $(x-r)$ یا امید ریاضی نقاطی است که تقاضایی بیش تر از r دارند.

در صورتی که تابع تقاضا نرمال باشد می توان از رابطه ی زیر نیز استفاده کرد:

$$\bar{b}(r) = \delta_{DLT} \cdot \underbrace{Gu(k)}_{\text{در صورت سوال داده می شود}}$$

$$k = \frac{r - \mu_{D.LT}}{\delta_{DLT}}$$

۲- پس از محاسبه کمبود در هر سیکل لازم است که میزان متوسط کمبود در هر سال را نیز محاسبه کنیم:

$$\frac{D}{Q} = \text{تعداد دفعات وقوع کمبود} = \text{تعداد پریودها}$$

$$B(r) = \frac{D}{Q} \bar{b}(r) = \text{متوسط کمبود در هر سال}$$

یک مثال برای درک بهتر چگونگی محاسبه $\bar{b}(r)$:

با توجه به جدول زیر اگر سطح خدمات ۰/۸ و میانگین مصرف در زمانی LT ۵۲.۵ واحد باشد مقدار متوسط کمبود در سال را محاسبه کنید. (فرض کنید $Q = 100$ و $D = 1000$ واحد در سال باشند)

D.LT	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰
احتمال	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۲	۰/۱۵	۰/۰۵
احتمال تجمعی (خودمان باید محاسبه کنیم)	۰/۱	۰/۳	۰/۶	۰/۸	۰/۹۵	۱

حل : برای حل مسئله ابتدا احتمال تجمعی را محاسبه می کنیم (در جدول بالا محاسبه شده) و مشاهده می کنیم که نقطه ی سفارش مجدد با توجه به سطح سرویس ۸۰ درصد برابر ۶۰ می شود پس :

$$\text{واحد } r = 60$$

$$\text{واحد } SS = 60 - 52.5 = 7.5$$

برای محاسبه $\bar{b}(r)$ باید مقادیری که از r بیشتر هستند را از r کم کرده و در احتمالشان ضرب کنیم و این مقادیر را با هم جمع کنیم یعنی :

$$\bar{b}(r) = \sum_{x=r}^{\infty} (x-r) f(x) = (70-60)(0/15) + (80-60)(0/05)$$

$$\Rightarrow \bar{b}(r) = 10(0/15) + (20)(0/05) = 1/5 + 1 = 2/5$$

$$B(r) = \frac{D}{Q} \bar{b}(r) \Rightarrow \frac{1000}{100} \times \bar{b}(r) = 10 \times 2/5 = 25$$

مثال : اگر تقاضای محصولی در زمان LT دارای توزیع نرمال $\delta = 5, \mu = 25$ باشد و سطح سرویس نیز برابر ۰/۹ در نظر گرفته شود آنگاه مقدار کمبود در هر سیکل را محاسبه کنید؟ ($Gu_{(1/28)} = 0.0475$)

$$\alpha = 0/1 \longrightarrow Z = 1/28 \quad \text{حل :}$$

$$SS = Z \cdot \delta_{DLT} \Rightarrow SS = (1/28)(5) = 6/4$$

$$\Rightarrow r = 25 + 6/4 = 31/4$$

$$k = \frac{r - \mu}{\delta} = \frac{31/4 - 25}{5} = 1/28$$

$$G(1/28) = 0/0475 \Rightarrow \bar{b}(r) = \delta(Gu(1/28)) = 5 \times 0/0475 = 0/24$$

۰/۲۴ واحد کالا در هر سیکل کمبود خواهیم داشت.

مثال : تقاضای سالیانه محصولی دارای توزیع نرمال با میانگین ۲۰۰۰ واحد و انحراف معیار ۱۵۰ واحد است. با در نظر گرفتن سطح سرویس ۹۰ درصد، اگر فاصله تدارک $\frac{3}{4}$ ماه باشد و هزینه هر بار سفارش ۲۰۰ واحد پولی و هزینه نگهداری کالا در سال ۲۰ واحد باشد، مقدار ذخیره اطمینان، نقطه سفارش مجدد و مقدار متوسط کمبود در سال را محاسبه کنید.

$$(Z_{0/9} = 1/28, Gu_{(1/28)} = 0/0475)$$

حل :

$$\mu_D = 2000$$

$$\delta_D = 150$$

$$LT = \frac{3}{4} \text{ ماه} = \frac{3}{4} \times \frac{1}{12} = \frac{3}{48}$$

$$\alpha = 0/9 \rightarrow Z_\alpha = 1/28$$

$$h = 20$$

$$A = 200$$

$$SS = Z_{1-\alpha} \cdot \delta_D \cdot \sqrt{LT} = 1/28 \times 150 \times \sqrt{\frac{3}{48}}$$

$$\Rightarrow SS = 48$$

$$r = \mu_{DLT} + SS = \frac{2000 \times 3}{48} + 48 = 125 + 48 = 173$$

$$\bar{b}(r) = Gu(1/28) \times \delta_{DLT} = 0/0475 \times 150 \sqrt{\frac{3}{48}} = 1/78$$

$$\Rightarrow B(r) = \frac{D}{Q} \cdot \bar{b}(r) = \frac{2000}{200} \times 1/78 = 17/8 \text{ سال}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times A \cdot D}{h}} = \sqrt{\frac{2 \times 200 \times 2000}{20}} = 200$$

۴-۱-۳-۱۰- محاسبه زمان و تعداد دفعات کمبود :

T_b = متوسط زمان بین دو سیکل کمبود دار

N_b = متوسط تعداد دفعات وقوع کمبود در سال (تعداد سیکلهای دارای کمبود) که با ضرب تعداد کل دوره ها در احتمال کمبود بدست می آید:

$$N_b = \frac{1}{T_b}, N_b = \frac{D}{Q} \cdot (1 - \alpha)$$

ضمناً درصد مشتریانی که با کمبود مواجه می شوند نیز از طریق زیر بدست می آید:

$$\frac{B(r)}{D}$$

نکات:

۱- در حل سوالات حتماً به این نکته دقت کنید که δ, μ داده شده مربوط به D و LT هستند یا $D.LT$.

۲- به طور متوسط در هر $\frac{1}{\alpha}$ سفارش کمبود رخ می دهد.

۳- در این سیستم (FOS) متوسط موجودی برابر است با: $\bar{I} = \frac{Q}{2} + SS$

۴- با توجه نکته قبل در محاسبه هزینه نگهداری داریم: $Tch = h \cdot \left(\frac{Q}{2} + SS \right)$

۵- برای یادگیری بهتر فرمول ها سعی کنید آنها را تحلیل کنید و با خود بگویید منظور از این فرمول چیست یا چرا این گونه شد. در این صورت به راحتی فرمول برایتان جا می افتد.

مثال: میانگین تقاضای محصولی در مدت زمان تحویل آن ۹۰ واحد و توزیع احتمالی تقاضا در این مدت به شرح جدول زیر است:

DLT	۸۰	۸۵	۹۰	۹۵	۱۰۰	۱۰۵
احتمال	۰/۳	۰/۲	۰/۰۵	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱

اگر متوسط تقاضای سالیانه ۵۰۰ واحد و مقدار هر بار سفارش ۵۰ تومان باشد، و احتمال کمبود در هر بار دریافت ۳۰ درصد تخمین زده شود، مقدار ذخیره اطمینان چقدر است؟ چقدر طول می کشد تا در یکی از دوره ها کمبود رخ دهد؟ متوسط مقدار کمبود در سال چقدر است و چند درصد مشتریان با کمبود مواجه می شوند؟

حل :

$$1 - \alpha = 0/3 \rightarrow \text{سطح سرویس} = 0/7$$

ابتدا احتمال تجمعی میانگین مصرف در مدت زمان تحویل را محاسبه می کنیم و در نقطه ای که این احتمال از ۰/۷ بیشتر شود آن نقطه را به عنوان نقطه سفارش مجدد در نظر می گیریم.

$$D = 500$$

$$Q = 50$$

$$\mu_{DLT} = 90$$

DLT	۸۰	۸۵	۹۰	۹۵	۱۰۰	۱۰۵
-----	----	----	----	----	-----	-----

احتمال	۰/۳	۰/۲	۰/۰۵	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱
احتمال تجمعی	۰/۳	۰/۵	۰/۵۵	۰/۷۵	۰/۹	۱

با توجه به احتمال تجمعی نقطه ی $r=95$ بدست می آید و در واقع عملاً سطح سرویس واقعی ۷۵ درصد می شود. از اینجا به بعد به جای سطح سرویس ذکر شده در سوال ، سطح سرویس واقعی که ۷۵ درصد است را قرار می دهیم.

$$\Rightarrow r = 95$$

$$ss = 95 - 90 = 5$$

$$N_b = \frac{D}{Q} \cdot \alpha = \frac{500}{50} \times (0/25) = 2/5 \quad \text{تعداد دفعات کمبود در سال}$$

$$T_b = \frac{1}{N_b} = \frac{1}{2/5} = 0/4 \quad \text{سال}$$

$$B(r) = \frac{D}{Q} \bar{b}(r)$$

$$\begin{aligned} \bar{b}(r) &= (100 - 95) (0/15) + (105 - 95) (0/1) \\ &= (5) (0/15) + (10 \times 0/1) = 1/75 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow B(r) = 10 \times 1/75 = 17/5 \quad \text{واحد در سال}$$

$$\Rightarrow \frac{B(r)}{D} = \frac{17/5}{500} = 0/035 \longrightarrow \text{درصد مشتریانی که با کمبود مواجه می شوند.}$$

مثال : توزیع احتمال تقاضای محصولی در مدت زمان تحویل یکنواخت و به شکل زیر است:

$$f(DLT) = \begin{cases} \frac{1}{100} & 0 \leq DLT < 100 \\ 0 & \end{cases}$$

چنانچه از سیستم FOS استفاده شود و مقدار هر بار سفارش ۴۰ واحد باشد، و متوسط تقاضای سالیانه نیز ۴۰۰ واحد تخمین زده شود و آنگاه با فرض سطح اطمینان ۰/۹ مقدار SS را محاسبه کنید؟

حل :

$$F(r) = \int_0^r \frac{1}{100} dx = \frac{r-0}{100-0} = \frac{r}{100} = 0/9$$

$$\Rightarrow r = 90$$

$$\Rightarrow \mu_{DLT} = \frac{a+b}{2} = \frac{100}{2} = 50$$

$$\Rightarrow SS = 90 - 50 = 40$$

۲-۳-۱۰- سیستم های FOI و شرایط احتمالی :

در این سیستم ها در فواصل زمانی ثابت سفارش را ارسال کرده و دیگر به طور دائم سیستم موجودی تحت نظر نخواهد بود، لذا احتمال وقوع کمبود بیشتر است و در نتیجه می بایست فاصله زمانی T را نیز به LT برای در نظر گرفتن مقدار مناسب SS در نظر بگیریم، لذا به طور ساده می توان گفت در تمامی فرمولهایی که در سیستم FOS، از LT استفاده گردیده بود حال می بایست LT را با $LT+T$ جایگزین کنیم پس در واقع داریم :

معرفی پارامترها :

D_{L+T} : متغیر تصادفی تقاضا در مدت زمان تحویل به علاوه یک دوره

$F(D_{L+T})$: تابع توزیع متغیر تصادفی تقاضا در مدت زمان تحویل به علاوه یک دوره

$\mu_{D,(L+T)}$: میانگین تقاضا در مدت زمان تحویل به علاوه یک دوره

$\delta_{D,(L+T)}$: انحراف معیار تقاضا در مدت زمان تحویل به علاوه یک دوره

r : حداکثر مقدار موجودی (همان نقطه سفارش در مدل قبل)

d : میانگین نرخ تقاضای روزانه

$$r = \mu_D \cdot \mu_{(LT+T)} + Z_{1-\alpha} \cdot \sqrt{\mu_D^2 \cdot \delta_{(LT+T)}^2 + \delta_D^2 \cdot \mu_{(LT+T)}^2}$$

تفاوتی نمی کنند

$$\bar{b}(R) = E(b(R)) = \int_r^\infty (x - R) f(x) dx$$

$$B(R) = \frac{1}{T} (\bar{b}(R)) = \frac{D}{Q} \cdot (\bar{b}(R))$$

$$\bar{b}(R) = \delta_{D(LT+T)} \cdot Gu(k)$$

نکته : در حالت کلی نقطه سفارش مجدد (r) برابر است با حداقل مجموع موجودی در دست و در راه یعنی اگر در سوالی پرسیده شود که حداقل موجودی در دست و در راه به چه میزان است باید (r) را محاسبه کرد.

نکته : برای محاسبه هزینه کمبود کافی است مقدار هزینه را در متوسط کمبود ضرب کنیم:

$$- \text{متوسط هزینه کمبود در هر دوره : } \pi \bar{b}(r)$$

$$- \text{متوسط هزینه کمبود سالیانه : } \pi \cdot B(r) = \frac{D}{Q} \cdot \pi \bar{b}(r)$$

نکته : با توجه به موارد ذکر شده واضح است که در سیستم FOS بدلیل کمتر بودن متوسط موجودی نسبت به سیستم FOI هزینه نگهداری کمتر است. همچنین به دلیل بررسی مداوم و تحت نظر قرار داشتن سیستم به طور دائم مقدار متوسط کمبود و هزینه کمبود در سیستمهای FOS کمتر از FOI است .

۴-۱۰- حالت تقاضای احتمالی با معلوم بودن هزینه کمبود (سفارش عقب افتاده)

در صورتی که سیستم احتمالی باشد و هزینه هر واحد سفارش عقب افتاده (کمبود) نیز معلوم باشد، میتوان احتمال کمبود را (در واقع سطح سرویس) را مشخص نمود:

$$(1 - \alpha) = \frac{hQ}{\pi D} \rightarrow \text{احتمال کمبود}$$

و در نتیجه احتمال عدم کمبود یا سطح سرویس به مشتری $(1 - \alpha)$ خواهد بود.

- در حالتی سیستم کمبود غیر قابل جبران یا فروش از دست رفته داشته باشد خواهیم داشت.

$$(1 - \alpha) = \frac{hQ}{\pi D + hQ} \leftarrow \text{احتمال کمبود}$$

مثال: تقاضای سالیانه محصولی ۱۸۰۰ واحد و هزینه هر بار سفارش دهی آن ۳۰ تومان و درصد هزینه نگهداری آن نیز ۰/۱۵ می باشد. اگر هزینه خرید هر واحد محصولی ۲۰ تومان و هزینه کمبود یک تومان باشد و جدول زیر را برای توزیع تقاضا در زمان تحویل داشته باشیم مقدار نقطه‌ی سفارش مجدد را محاسبه کنید.

DLT	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
احتمال	۰/۱۲	۰/۳	۰/۲۸	۰/۱	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۲

حل: ابتدا مقدار Q را محاسبه می کنیم:

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \cdot \sqrt{\frac{\pi + h}{\pi}} = \sqrt{\frac{2 \times 30 \times 18000}{0.15 \times 20}} \cdot \sqrt{\frac{3+1}{1}} = 1200$$

پس از آن مقدار α (احتمال کمبود) را محاسبه می کنیم:

$$1 - \alpha = \frac{hQ}{\pi D} = \frac{3 \times 1200}{1 \times 18000} = 0.2$$

پس سطح سرویس برابر ۰/۸ خواهد بود. با محاسبه احتمال تجمعی نقطه‌ی سفارش مجدد برابر ۸۰ بدست می آید:

$$r = 80$$

نکته: در سیستم FOS اگر نقطه‌ی سفارش مجدد افزایش یابد آنگاه هزینه نگهداری سالیانه افزایش می یابد.

- در سیستم FOI, FOS \leftarrow با افزایش LT نقطه سفارش مجدد افزایش می یابد و همچنین هزینه های نگهداری و حداکثر موجودی نیز افزایش می یابد.

- نکته مهم اینکه در هر دو سیستم FOI, FOS اجاره بهای ثابت انبار تأثیری در مقدار سفارش اقتصادی ندارد. یعنی با افزایش و کاهش آن مقدار Q تغییری نمی کند.

۵-۱۰- مدلهای تک پریودی احتمالی:

در این مدلها از دو فرض پیروی می کنیم:

۱- تقاضا احتمالی و با تابع توزیع معلوم است.

۲- کالا تنها برای یک پریود خریداری می شود.

این مدل در واقع برای اقلامی است که تنها در یک پریود ارزش دارند و پس از آن بی ارزش می شوند مثلاً روزنامه ها یا پوستر های تبلیغاتی انتخابات یا پرچم هایی که برای یک مناسب خاص تولید می شوند. در این سیستم ها تنها یک فرصت خرید آن هم در ابتدای پریود وجود دارد.

پارامترهای مدل :

D = مقدار تقاضای پریود تصمیم

$f(D)$ = تابع چگالی تقاضا

C = هزینه خرید یا تولید کالا

V = قیمت فروش کالا

H = هزینه نگهداری هر واحد کالا که چون مدل تک پریودی است به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

ارزش اقساط-هزینه خارج کردن از سیستم + هزینه نگهداری H

I = سطح موجودی قبل از سفارش

π = هزینه کمبود یک واحد کالا

R = سطح موجودی پس از سفارش

$Z(R)$ = سود حاصل در یک پریود

هدف در این مسائل تعیین سطح بهینه خرید می باشد که آن را از طریق محاسبه R^* که همان سطح بهینه موجودی است بدست می آوریم.

روش حل مسائل این چنینی به صورت زیر است:

۱- ابتدا مقدار رابطه ی $\frac{V + \pi - C}{V + \pi + H}$ را محاسبه می کنیم.

۲- مقدار بدست آمده از رابطه ی بالا را مساوی تابع توزیع تجمعی $F(R)$ قرار می دهیم و مقدار R را محاسبه می کنیم یعنی در واقع:

$$F(R^*) = \frac{V + \pi - c}{V + \pi + H}$$

یا

$$\int_0^{R^*} f(D) dD = \frac{V + \pi - c}{V + \pi + H}$$

۳- با بدست آوردن R^* از رابطه ی بالا مقدار بهینه خرید را مشخص می کنیم.

R^* در واقع حداکثر موجودی ما می بایست باشد پس اگر :

(۱) $R^* > I$ باشد باید به اندازه $R^* - I$ سفارش بدهیم.

(۲) $R^* < I$ باشد نیاز به دادن سفارش نیست.

مثال : تقاضای محصولی دارای توزیع نمایی با میانگین ۲۰۰ واحد در طول هفته است. عمر مفید این محصول هم تنها یک هفته می باشد. و اگر تا آخر هفته مصرف نشود دور ریخته می شود. هزینه تولید هر واحد محصول ۳ واحد پول و قیمت فروش آن نیز ۴۰ واحد پول است. هزینه انهدام این محصول در انتهای هفته هم ۱ واحد پول می باشد و هزینه کمبود هم نداریم. مقدار بهینه تولید را محاسبه کنید؟

از آنجا که توزیع نمایی دارای تابع به شکل زیر است:

$$\mu = \frac{1}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{\mu}, f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$$

پس تابع توزیع تقاضا به شکل زیر خواهد بود :

$$f(D) = \frac{1}{200} e^{-\frac{1}{200}D}$$

حالا باید در ابتدا توزیع تجمعی را محاسبه و برابر $\frac{V + \pi - c}{V + \pi + H}$ قرار دهیم.

$$F(D) = \int_0^D \frac{1}{200} e^{-\frac{1}{200}D} dD = 1 - e^{-\frac{1}{200}D} \Big|_0^R$$

$$\Rightarrow 1 - e^{-\frac{R}{200}} = \frac{4 + 0 - 3}{4 + 0 + 1} = \frac{1}{5} = 0.2 \quad \text{واحد کالا}$$

$$\Rightarrow R = 44.62$$

مثال : در جدول زیر و با فرض اینکه هزینه خرید برابر ۳۵۰۰ واحد پولی و قیمت فروش کالا نیز ۸۰۰۰ واحد پولی باشد مقدار بهینه سفارش را بدست آورید اگر در انبار شرکت ۳۰۰ واحد از این کالا هنوز موجود باشد و قیمت حراج نیز ۲۰۰۰ تومان در آخر دوره باشد.

D	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰	۱۰۰
P(D)	۰.۲	۰.۳	۰.۲	۰.۱	۰.۲

حل: قیمت حراج را در هزینه نگهداری منفی می گذاریم چون هزینه اسقاط می باشد:

$$I = 300$$

$$V = 8000$$

$$C = 3500$$

$$H = -2000 \quad (\text{قیمت حراج})$$

$$\Rightarrow F(R) = \frac{8000 - 3500}{8000 - 2000} = 0.75$$

- حال با بررسی احتمال تجمعی جدول مقدار ۰/۷۵ بین دو عدد ۸۰۰ و ۹۰۰ بدست می آید که بایست ۹۰۰ واحد را در نظر بگیریم. فلذا مقدار $R^* = 900$ خواهد بود.

حال با توجه به وجود ۳۰۰ واحد در انبار می بایست:

$$R^* - I = 900 - 300 = 600$$

واحد سفارش دهیم.

۶-۱۰- تست های طبقه بندی شده فصل دهم

۱- از کالایی هر T ماه به اندازه ای سفارش می دهیم که به حداکثر سطح موجودی خود (E) برسد. اگر نرخ تقاضای ماهیانه این کالا (D) به صورت یک متغیر تصادفی و زمان انتظار تحویل آن L بصورت ثابت باشد در این صورت میانگین موجودی در طول دوره برابر است با: (سراسری ۷۵)

$$E - \frac{DT}{2} - D.L \quad (1)$$

$$E - \frac{DT + D.L}{3} \quad (3)$$

۲- تقاضای سالیانه کالایی به صورت تابع نرمال با میانگین ۸۰۰۰ واحد و انحراف معیار ۱۰۰۰ واحد است. L زمان انتظار تحویل کالا به صورت ثابت و نیم ماه می باشد. اگر سطح سرویس این کالا ۹۵٪ باشد، نقطه سفارش مجدد برابر است با: (اعداد رند شده اند) $P(Z \leq 1/64) = 0.95$ (سراسری ۷۵)

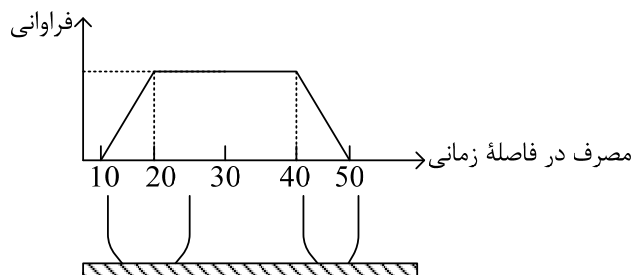
$$697 \quad (1) \quad 333 \quad (2) \quad 806 \quad (3) \quad 669 \quad (4)$$

۳- تقاضای هفتگی کالایی به صورت ثابت و ۵ واحد می باشد. توزیع زمان انتظار تحویل به صورت جدول زیر می باشد. اگر سطح سرویس این کالا ۹۵٪ باشد، در این صورت نقطه سفارش مجدد برابر است با: (سراسری ۷۵)

زمان انتظار تحویل (L)	۳	۴	۵	۶	۷
$p(L)$	۰/۲۵	۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۱	۰/۰۵

$$20 \quad (4) \quad 15 \quad (3) \quad 30 \quad (2) \quad 25 \quad (1)$$

۴- در یک سیستم ساده دو ظرفی برای کنترل موجودی اطلاعات زیر در دست است: تابع توزیع مصرف در فاصله زمانی تحویل مطابق تابع چگالی زیر است و لازم است سطح اطمینان از موجودی برابر ۰/۸۵ باشد. در این صورت ظرف کوچک تر باید ظرفیتی نزدیک تر به کدام یک از اعداد زیر داشته باشد؟ (سراسری ۷۵)



۴۱ (۱) ۲۰ (۲) ۱۰ (۳) ۳۳/۵ (۴)

۵- مصرف روزانه کالایی ثابت و برابر ۱۰ واحد، اما پیش زمان تأمین این کالا (LT) متغیر و براساس جدول زیر می باشد. مقدار سفارش کالا ثابت و برابر ۴۰۰ واحد است. در صورتی که هزینه نگهداری هر واحد ۲ تومان در سال و کل هزینه های نگهداری برابر ۴۸۰ تومان در سال باشد نقطه سفارش مجدد این کالا برابر است با:

پیش زمان	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
احتمال	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۳

۴۰ (۱) واحد ۱۲۰ (۲) واحد ۱۱۰ (۳) واحد ۸۰ (۴) واحد

۶- افزایش نقطه سفارش مجدد باعث می گردد: (سراسری ۷۵)

(۱) مقدار سفارش کاهش یابد. (۲) هزینه نگهداری افزایش یابد.

(۳) هزینه های کسری افزایش یابد. (۴) هر سه مورد فوق.

۷- مقدار مصرف کالایی در فاصله زمانی تحویل احتمالی بوده و توزیع آن نزدیک به تابع نرمال است. سیاست سفارشات براساس نقطه سفارش (order point) است (کنترل موجودی مقداری یا سفارشات مستمر). برای اطمینان از موجودی باید مقداری کالا به صورت ذخیره اطمینان (Safety stock یا Buffer) در انبار باشد، داریم:

سطح اطمینان از موجودی $= A\%$ ، میانگین مصرف در فاصله زمانی تحویل $= \bar{r}$ ، انحراف معیار (انحراف استاندارد) در مصرف در فاصله زمانی تحویل $= S$ ، مقدار ذخیره ی اطمینان به کدام یک از عوامل زیر بستگی دارد؟ (سراسری ۷۶)

۱) A, S ۲) S, \bar{r} ۳) A, S, \bar{r} ۴) A, \bar{r}

۸- سرعت تقاضای یک کالا به صورت متغیر تصادفی می باشد که برای سفارش آن از سیستم دو ظرفی استفاده می شود. مقدار موجودی ظرف دوم در لحظه دریافت سفارش جدید برابر است با: (سراسری ۷۶)

۱) نصف ظرف اول ۲) به اندازه نقطه سفارش مجدد

۳) صفر ۴) مقدار نامعلوم است.

۹- سرعت تقاضای ماهانه کالایی به صورت یک متغیر تصادفی است که میانگین مصرف ماهیانه ی آن برابر ۵۰ واحد می باشد و این کالا را هر ماهه سفارش می دهیم. اگر فاصله ی زمانی تحویل این کالا سه ماه و ذخیره ایمنی آن برابر ۵۰ واحد باشد، در این صورت میانگین سطح موجودی برابر است با: (سراسری ۷۶)

- (۱) ۲۵۰ واحد (۲) ۲۰۰ واحد (۳) ۱۵۰ واحد (۴) ۲۲۵ واحد
- ۱۰- در سیستم نقطه سفارش (سفارشات مستمر یا کنترل موجودی مقداری) با افزایش یافتن هزینه های سفارش، در صورتی که سطح خدمت دهی (سطح اطمینان از موجودی) ثابت باشد، مقدار کمبود این کالا در سال (سراسری ۷۶)
- (۱) کاهش می یابد. (۲) افزایش می یابد.
- (۳) ثابت باقی می ماند. (۴) قابل پیش بینی نیست.
- ۱۱- اگر سطح خدمت دهی (احتمال مواجه نشدن با کمبود) کالایی افزایش یابد، کدام یک از گزاره های زیر صحیح می باشد؟ (سراسری ۷۷)
- (۱) نقطه سفارش مجدد و مقدار سفارش اقتصادی افزایش اما مقدار ذخیره احتیاطی (اطمینان) ثابت باقی می ماند.
- (۲) نقطه سفارش مجدد و مقدار ذخیره ی احتیاطی (اطمینان) ثابت اما مقدار سفارشی اقتصادی افزایش می یابد.
- (۳) نقطه سفارش مجدد و مقدار ذخیره ی احتیاطی (اطمینان) و مقدار سفارش اقتصادی هر سه افزایش می یابد.
- (۴) نقطه سفارش مجدد و مقدار ذخیره ی احتیاطی (اطمینان) افزایش می یابد اما مقدار سفارش اقتصادی ثابت باقی می ماند.
- ۱۲- طول دوره سفارش T (فاصله زمانی بین دو سفارش متوالی) برای محصول ثابت و برابر ۱ ماه انتخاب شده است. مدت تحویل (LT) این محصول ۳ ماه است. توزیع تقاضای این محصول در طی هر ماه متغیر تصادفی با توزیع نرمال با میانگین ۱۰۰ واحد و انحراف معیار ۲۰ واحد است. قرار است سطح خدمت این محصول طوری انتخاب شود که احتمال کمبود در موقع دریافت سفارش ۵ درصد باشد.
- (توجه: برای متغیر تصادفی نرمال و استاندارد داریم: $P\{u < 1/65\} = 0/95$) (سراسری ۷۷)
- (۱) ۱۷۵ (۲) ۲۶۵ (۳) ۱۲۵ (۴) ۱۱۶
- ۱۳- در یک سیستم سفارش دهی به صورت نقطه سفارش (کنترل موجودی نقطه ای) با افزایش یافتن مقدار سفارش اقتصادی: (سراسری ۷۷)
- (۱) متوسط کمبود در سال کاهش می یابد.
- (۲) مقدار ذخیره ی احتیاطی (اطمینان) افزایش می یابد.
- (۳) احتمال مواجه شدن با کمبود کاهش می یابد.
- (۴) مصرف کالا در طول پیش زمان تحویل (LT) کاهش می یابد.
- ۱۴- در سیستم های سفارشات دوره ای یا دوره ثابت سفارش یا (**Periodic Review Order**) مقدار هر بار سفارش (Q) از فرمول زیر تعیین می شود:
- $$Q = Q_m - Q_e$$
- که در این فرمول، Q_m مقدار ماکزیمم و Q_e مقدار موجودی در لحظه صدور سفارش است.
- در مورد Q_m کدام یک از گزاره های زیر صحیح است؟ (سراسری ۷۷)

- (۱) در هر دوره، حداقل در یک لحظه، موجودی به Q_m می رسد.
- (۲) در هیچ موردی مقدار موجودی به Q_m نخواهد رسید.
- (۳) معمولاً موجودی به Q_m نمی رسد مگر این که مصرف در فاصله زمانی تحویل برابر صفر باشد.
- (۴) به محض دریافت کالای سفارش شده، موجودی به Q_m می رسد.
- ۱۵- در سیستم مرور دوره ای (دوره سفارش ثابت) میزان حداکثر موجودی (در شرایطی که موجودی ذخیره صفر باشد) برابر است با: (سراسری ۷۷)
- (۱) میزان تقاضا در زمان دوره سفارش منهای تقاضا در طی زمان تحویل
- (۲) میزان تقاضا در طول زمان تحویل
- (۳) میزان تقاضا در طول زمان تحویل + تقاضا در طول دوره سفارش
- (۴) میزان تقاضا در طول دوره سفارش
- ۱۶- میانگین مصرف کالایی در سال برابر ۱۸۰۰۰ واحد با هزینه ی هر بار سفارش ۲۰۰ تومان، هزینه نگهداری سالانه هر واحد ۵ تومان و زمان انتظار تحویل کالا (LT) برابر ۲ روز به طور ثابت موجود می باشد، اگر مصرف این کالا به صورت یک متغیر تصادفی و احتمال کمبود کالا در هر دوره برابر ۱۲/۵ درصد باشد. در این صورت با توجه به جدول زیر مقدار ذخیره ی ایمنی (اطمینان) برابر است با: (سراسری ۷۷)

تقاضا در زمان LT	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰
احتمال وقوع	۰/۰۲۵	۰/۱	۰/۲	۰/۳۵	۰/۲	۰/۱	۰/۰۲۵

(۱) ۱۰ واحد (۲) ۳۰ واحد (۳) ۲۵ واحد (۴) ۲۰ واحد

۱۷- کالایی را در اول هر پریود (T) به اندازه ای سفارش می دهیم تا به حداکثر مقدار خود یعنی E برسد. اگر نرخ مصرف این کالا به صورت یک متغیر تصادفی و زمان انتظار تحویل این کالا (LT) به صورت ثابت فرض شود، در این صورت کدام یک از عبارات زیر معرف میانگین موجودی ها در هر پریود و زمان انتظار تحویل (LT) می باشد. (سراسری ۷۷)

(۱) حداکثر موجودی منهای (میانگین مصرف مورد انتظار در هر پریود به علاوه مصرف مورد انتظار در زمان انتظار تحویل کالا)

(۲) میانگین مجموع مصرف موردانتظار در هر پریود به علاوه و زمان انتظار تحویل کالا

(۳) میانگین مصرف موردانتظار در هر پریود به علاوه مصرف موردانتظار در زمان انتظار تحویل کالا

(۴) حداکثر موجودی منهای میانگین مجموع مصرف موردانتظار در هر پریود و زمان انتظار تحویل کالا

۱۸- نرخ مصرف کالایی به صورت یک متغیر تصادفی با زمان انتظار تحویل کالای ثابت (LT) که در هر دوره در یک سطح موجودی مشخص به اندازه ی ثابت سفارش داده می شود کدام یک از عبارات زیر در مورد این کالا صحیح است؟ (سراسری ۷۷)

(۱) اختلاف حداکثر موجودی و سطح ذخیره ایمنی (اطمینان) برابر نقطه سفارش مجدد می باشد.

(۲) اختلاف نقطه سفارش مجدد و سطح ذخیره ی ایمنی (اطمینان) معرف مصرف مورد انتظار در

هر پریود می باشد.

(۳) سطح ذخیره ایمنی (اطمینان) بیشتر از سطح نقطه سفارش مجدد این کالا می باشد.

(۴) اختلاف نقطه سفارش مجدد و سطح ذخیره ایمنی (اطمینان) معرف میانگین تقاضا در زمان انتظار تحویل کالا می باشد.

۱۹- کالایی هر سال به اندازه ای سفارش داده می شود تا به یک سطح حداکثر (E) برسد. اگر مصرف این کالا به صورت یک متغیر تصادفی باشد در این صورت کدام گزینه صحیح می باشد؟ (سراسری ۷۸)

(۱) سطح ذخیره ایمنی از تفریق میانگین مصرف سالانه از نقطه سفارش مجدد به دست می آید.

(۲) سطح ذخیره ایمنی از تفریق میانگین مصرف مورد انتظار سالانه از حداکثر سطح موجودی به دست می آید.

(۳) نقطه سفارش مجدد از مجموع میانگین مصرف در زمان انتظار.

(۴) سطح ذخیره ایمنی از تفریق میانگین از مصرف مورد انتظار در سال و زمان انتظار تحویل کالا از حداکثر سطح موجودی به دست می آید.

۲۰- توزیع احتمال در زمان تحویل تقاضا به صورت زیر است:

تقاضا در زمان تحویل	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴
احتمال تقاضا	٪۱۷	٪۳۱	٪۱۹	٪۱۸	٪۱۵

در چه نقطه ای بایستی سطح سفارش قرار داده شود تا این که با احتمال ۸۵٪ کمبود موجودی پیش نیاید؟ (سراسری ۷۸)

(۱) ۳۰ (۲) ۳۲ (۳) ۳۳ (۴) ۳۴

۲۱- تابع احتمال توزیع نرخ مصرف (سرعت مصرف) در کالای A و B هر دو نوع از نوع نرمال بوده و میانگین آنها نیز با هم مساوی است، ولی مقدار واریانس در توزیع مصرف کالای A بیشتر از کالای B است. در این صورت در صورتی که نقطه سفارش کالا برابر با یکدیگر در نظر گرفته شود سطح قابلیت اطمینان برای دسترسی به کالای (سراسری ۷۸)

(۱) A کمتر از کالای B است.

(۲) B کمتر از کالای A است.

(۳) A و B مساوی است.

(۴) به هیچ یک از عبارات ذکر شده نمی توان اطمینان داشت.

۲۲- در صورتی که مقدار ذخیره اطمینان مربوط به مواد اولیه در یک کارخانه زیاد باشد برای جلوگیری از کدام عامل است؟ (سراسری ۷۸)

(۱) هزینه های زیاد مربوط به انبارداری (۲) نوسانات سرعت تولید

(۳) هزینه های زیاد مربوط به سفارش مواد اولیه (۴) هزینه های زیاد مربوط به کنترل کیفیت

۲۳- در یک کارخانه تابع توزیع تقاضا در فاصله زمان تحویل برای یک کالا به شکل تابع یکنواخت با حداقل صفر و حداکثر ۴۰۰ است. می خواهیم به میزان ۸۰ درصد اطمینان داشته باشیم که از

لحظه ای که کالا را سفارش می دهیم تا وقتی که کالا به دستمان می رسد با کمبود مواجه نخواهیم شد در این صورت باید: (سراسری ۷۸)

(۱) مقدار ذخیره اطمینان برای این کالا برابر ۲۲۰ باشد.

(۲) مقدار ذخیره اطمینان برای این کالا برابر با ۸۰ باشد.

(۳) نقطه سفارش برای این کالا برابر با ۸۰ باشد.

(۴) نقطه سفارش (re-order) برای این کالا برابر با ۳۲۰ باشد.

۲۴- تقاضای کالایی به صورت یک متغیر تصافی با میانگین مصرف ۱۸۰۰۰ واحد در سال می باشد، چنانچه هزینه هر بار سفارش ۲۰۰ تومان، هزینه نگهداری سالانه هر واحد ۵ تومان و زمان انتظار تحویل (LT) یک روز باشد و اگر سطح سرویس این کالا در هر دوره ۸۵ درصد باشد و مصرف آن در زمان (LT) به صورت زیر باشد، ذخیره اطمینان این کالا چند واحد است؟ (سراسری ۷۸)

مقدار تقاضا	۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵
احتمال تقاضا	۰/۲۵	۰/۱	۰/۲	۰/۳۵	۰/۲	۰/۱	۰/۰۲۵
	۱۸ (۴)		۱۵ (۳)		۱۰ (۲)		۵ (۱)

۲۵- در یک سیستم دوطرفی (Two-Bin) حجم ظرف کوچک تر برابر کدام عبارت است؟ (سراسری ۷۹)

(۱) مصرف در طول دوره.

(۲) بستگی به حجم ظرف بزرگ تر است.

(۳) مصرف در طول پیش زمان (LT)

(۴) متوسط مصرف در طول پیش زمان (LT) به علاوه مقدار ذخیره اطمینان.

۲۶- اگر سیستم مورد اعمال برای محصولی، سیستم دوره سفارش اقتصادی و R تقاضای سالیانه محصول و L مدت زمان تحویل و T دوره سفارش اقتصادی باشد. در صورتی که مدت زمان تحویل محصول افزایش یابد به شرط آن که سایر عوامل ثابت باقی بمانند کدام گزینه صحیح است؟ (سراسری ۷۹)

(۱) حداکثر موجودی کاهش می یابد.

(۲) حداکثر موجودی افزایش می یابد.

(۳) حداکثر موجودی تغییری نمی کند.

(۴) حداکثر موجودی کاهش پیدا می کند مادامی که $L < T$ باشد.

۲۷- در یک سیستم نقطه سفارش در صورت افزایش یافتن هزینه های نگهداری و ثابت ماندن سطح خدمت، متوسط میزان کمبود این کالا در سال (سراسری ۷۹)

(۱) کاهش خواهد یافت.

(۲) افزایش خواهد یافت.

(۳) قابل پیش بینی نیست.

(۴) ثابت باقی خواهد ماند.

۲۸- با افزایش یافتن مقدار سفارش اقتصادی و ثابت باقی ماندن سطح خدمت، کل هزینه سالیانه

موجودی ها (سراسری ۷۹)

(۱) کاهش خواهد یافت. (۲) افزایش خواهد یافت.

(۳) قابل پیش بینی نیست. (۴) ثابت باقی خواهد ماند.

۲۹- در یک سیستم نقطه سفارش هر زمان سطح موجودی کالا به S رسید، به اندازه Q واحد سفارش داده می شود. مصرف روزانه این کالا (D) یک متغیر و پیش زمان تأمین کالا (LT) نیز یک متغیر تصادفی می باشد. متوسط سطح موجودی این کالا در طول یک سال برابر با کدام رابطه است؟ (سراسری ۷۹)

$$\frac{Q}{2} \quad (1) \quad Q - \frac{D.LT}{2} \quad (2)$$

$$\frac{Q+S}{2} - D.LT \quad (3) \quad \frac{Q}{2} + S - \overline{D.LT} \quad (4)$$

۳۰- مدت تحویل محصولی (فاصله زمانی از موقع سفارش دادن تا رسیدن مواد به انبار) برابر یک ماه است. تقاضای محصول متغیری تصادفی و توزیع احتمالی آن در طی مدت تحویل (**Lead Time**) به صورت یکنواخت بین صفر و ۲۰۰ واحد است. مقدار هر بار سفارش این محصول همیشه ثابت و برابر ۱۲۰ واحد است. سطح خدمت این محصول طوری انتخاب شده که احتمال کمبود موجودی در موقع رسیدن مواد سفارشی به انبار برابر ۰/۱ باشد. در این صورت کدام عبارت صحیح است؟ (سراسری ۷۹)

(۱) موجودی اطمینان (**Safety stack**) این محصول ۸۰ واحد است.

(۲) موجودی اطمینان (**Safety stack**) این محصول ۳۰ واحد است.

(۳) موجودی اطمینان (**Safety stack**) این محصول ۹۰ واحد است.

(۴) موجودی اطمینان (**Safety stack**) این محصول ۶۰ واحد است.

۳۱- اگر زمان تحویل کالای سفارش شده، قطعی نباشد و توزیعی به صورت جدول زیر داشته باشد و اگر تقاضا در هر روز برابر ۲۰ عدد باشد موجودی ذخیره اطمینان چقدر باید باشد تا حداقل با احتمال ۹۷٪ مواجه با کمبود نشویم؟ (سراسری ۷۹)

مدت تحویل	روز ۱	روز ۲	روز ۳	روز ۴	روز ۵	روز ۶
احتمال	۰/۱	۰/۲۵	۰/۳۵	۰/۱۵	۰/۱	۰/۰۵

۵۹ (۴)

۶۱ (۳)

۶۰ (۲)

۳۹ (۱)

۳۲- مصرف سالیانه کالایی ۳۵۰ واحد و مقدار سفارش آن در هر بار ثابت و برابر ۵۰ واحد و هزینه کمبود هر واحد آن ۱۰ تومان می باشد. مصرف این کالا در طول پیش زمان (LT) طبق جدول زیر گزارش شده است. نقطه سفارش مجد این کالا جهت حداقل کردن هزینه های نگهداری به شرط آن که هزینه های کمبود سالیانه از ۲۵ تومان تجاوز ننماید چقدر است؟ (سراسری ۷۹)

مدت تحویل	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
احتمال	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۳

۱۷ (۴)

۱۶ (۳)

۱۵ (۲)

۱۴ (۱)

- ۳۳- روش سفارش دهی یک کالا، نقطه سفارش (کنترل موجودی مقداری) می باشد. با افزایش یافتن هزینه های سفارش دهی این کالا می یابد. (سراسری ۸۰)
- (۱) نقطه سفارش مجدد کاهش
(۲) متوسط کمبود سالیانه کاهش
(۳) مقدار ذخیره احتیاطی افزایش
(۴) احتمالی مواجه شدن با کمبود کاهش
- ۳۴- در یک سیستم دوطرفی (TWO-BIN) متوسط میزان موجودی کالا در لحظه دریافت سفارش جدید چه مقدار است؟ (سراسری ۸۰)
- (۱) برابر صفر
(۲) برابر نصف حجم ظرف کوچک تر
(۳) از نصف حجم ظرف کوچک تر، کمتر
(۴) از نصف حجم ظرف کوچک تر، بیشتر
- ۳۵- در تعیین میزان موجودی اطمینان برای یک کالا، میزان موجودی اطمینان به بستگی دارد. (سراسری ۸۰)
- (۱) هزینه خرید هر واحد کالا
(۲) تعداد سفارشات در سال
(۳) مقدار سفارش کالا
(۴) توزیع مصرف کالا در مدت زمان تحویل
- ۳۶- تقاضا برای محصولی در طی مدت تحویل آن متغیری تصادفی است. اگر سطح خدمت این محصول (یعنی احتمال نداشتن کمبود در موقع دریافت سفارش) برابر ۹۰ درصد باشد، آن گاه کدام عبارات صحیح است؟ (سراسری ۸۰)
- (۱) در هر دوره ۹۰ درصد تقاضا برآورده می شود.
(۲) در هر دوره ۱۰ درصد مشتریان با کمبود روبرو می شوند.
(۳) به طور متوسط در هر ۱۰ دور (بار) سفارش در یک دور کمبود رخ می دهد.
(۴) به طور متوسط ده درصد تقاضای سالیانه با کمبود روبرو می شود.
- ۳۷- در شرکتی مقدار سفارش محصولی برابر تقاضای ۴ هفته ای آن است (سال را ۵۰ هفته فرض کنید). این شرکت مایل است در هر سال به طور متوسط در دو سفارش (دو بار سفارش) برای این محصول کمبود رخ دهد. با توجه به این اطلاعات سطح خدمت (احتمال نداشتن کمبود در موقع دریافت مواد) برای این محصول چند درصد است؟ (سراسری ۸۰)
- (۱) ۸۴ (۲) ۹۲ (۳) ۹۶ (۴) ۹۸

پاسخنامه تستهای فصل ۱۰

۱- گزینه «۱» منظور از E همان نقطه سفارش مجدد است:

$$\bar{I} = \frac{Q}{2} + SS = \frac{DT}{2} + (E - D(L + T)) = E - \frac{DT}{2} - DL$$

۲- گزینه «۴»

$$SS = Z_{0.95} \sigma_d \sqrt{LT} = 1/64 \times 1000 \times \sqrt{\frac{0.5}{12}} = 334/76$$

$$r = 8000 \times \frac{0.5}{12} + 334/76 = 668/1$$

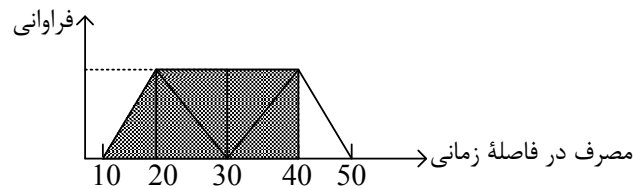
۳- گزینه «۲»

برای این که به سطح قابلیت اطمینان ۹۵٪ برسیم باید نقطه سفارش مجدد را برای زمان تحویل ۶ هفته در نظر گرفت.

$$r = \frac{\text{واحد}}{\text{هفته}} = \frac{۶ \times ۵ \text{ هفته}}{۳۰} = ۱ \text{ واحد}$$

۴- گزینه «۱»

ظرفیت ظرف کوچک تر همان نقطه سفارش مجدد می باشد زیرا هنگام اتمام موجودی ظرف اول که ما فقط به میزان ظرفیت ظرف دوم موجودی خواهیم داشت سفارش صادر می شود. میزان قابلیت اطمینان هنگامی که ۴۰ عدد سفارش دهیم برابر مساحت قسمت هاشور خورده در شکل زیر می باشد.



دوزنقه تشکیل شده است از ۶ مثلث با مساحت مساوی که در قسمت هاشور خورده آن ۵ عدد از این مثلث ها وجود دارد.

$$\text{مساحت قسمت هاشور خورده} = \frac{5}{6} = 0.833$$

در صورتی که بخواهیم قابلیت اطمینان ۰/۸۵ باشد باید مقداری به ۴۰ افزود که گزینه «۱» تنها مقدار بیشتر از ۴۰ می باشد.

۵- گزینه «۲»

$$\begin{aligned} \overline{LT} &= \sum xf(x) \\ &= 4 \times 0/05 + 5 \times 0/07 + 6 \times 0/15 + 7 \times 0/2 + 8 \times 0/15 + 9 \times 0/12 + 10 \times 0/1 + \\ &\quad 11 \times 0/08 + 12 \times 0/05 + 13 \times 0/03 = 8 \\ \text{کل هزینه نگهداری} &= H\bar{I} = H \left(\frac{Q}{2} + SS \right) = 2 \times \left(\frac{400}{2} + SS \right) = 480 \Rightarrow SS = 40 \\ r &= \bar{D} \cdot \overline{LT} + SS = 10 \times 8 + 40 = 120 \end{aligned}$$

۶- گزینه «۲»

افزایش نقطه سفارش مجدد در واقع معلول افزایش SS است پس افزایش هزینه نگهداری را باعث

می شود و باعث کاهش هزینه ی کسری شده و تأثیری در مقدار سفارش نخواهد داشت.

۷- گزینه «۱»

در سیستم FOS موجودی ذخیره تنها به میزان سطح اطمینان و انحراف معیار مصرف در فاصله زمانی تحویل بستگی دارد.

$$SS = z_{\alpha} \cdot \sigma_{LT}$$

۸- گزینه «۳»

مقدار موجودی ظرف دوم در هنگام دریافت سفارش باید برابر SS باشد که در هیچ کدام از گزینه ها موجود نمی باشد و مقدار آن از نصف ظرف کوچک تر کمتر می باشد. در صورتی که $SS = 0$ باشد گزینه «۳» صحیح خواهد بود.

۹- گزینه «۳»

در این جا میانگین موقعیت موجودی را خواسته است:

$$50 + \frac{50}{2} \times (1+3) = 150 = \text{میانگین مصرف در زمان تحویل و دوره} + \text{موجودی ذخیره} = \text{میانگین موجودی}$$

۱۰- گزینه «۱»

چون سطح خدمت ثابت می باشد لذا مقدار کمبود کالا تغییری نمی کند. افزایش هزینه ی سفارش دهی (A) باعث افزایش مقدار Q می شود و چون باقی پارامترهای رابطه زیر ثابت می باشد لذا B(r) کاهش خواهد یافت.

$$B(r) = \frac{D}{Q} \bar{b}(r)$$

۱۱- گزینه «۴»

SS با میزان سطح خدمت دهی رابطه مستقیم دارد و افزایش SS باعث افزایش نقطه سفارش دهی می شود.

$$SS = z_{1-\alpha} \sigma_{LT}$$

افزایش سطح خدمت باعث افزایش $Z_{1-\alpha}$ و متعاقباً افزایش SS می شود.

$$r = \bar{D} \cdot \overline{LT} + SS$$

۱۲- گزینه «۴»

$$SS = Z_{1-\alpha} \cdot \sigma_D \sqrt{T + LT} = 1/65 \times 20 \times \sqrt{1+3} = 66$$

$$\text{متوسط موجودی} = \frac{100 \times 1}{2} + 66 = 116$$

۱۳- گزینه «۱»

با افزایش Q مقدار متوسط کمبود در سال کاهش می یابد.

$$B(r) = \frac{D}{Q} \bar{b}(r)$$

باید توجه نمود که هیچ کدام از سایر گزینه ها با میزان سفارش اقتصادی رابطه ای ندارند.

۱۴- گزینه «۳»

در صورتی که در طول مدت LT مصرفی نداشته باشیم سطح موجودی به Q_m می رسد.

$$Q_m = DLt + DT \quad \text{گزینه «۳»}$$

۱۶- گزینه «۱»

$$P(D_{LT} \leq r) = 0.875 \Rightarrow r = 70$$

$$\overline{LT} = \sum xf(x) = 60$$

$$SS = r - \overline{LT} = 70 - 60 = 10$$

۱۷- گزینه «۲»

سیستم FOI است.

۱۸- گزینه «۴»

$$r = \mu_{DLt} + SS \rightarrow \mu_{DLt} = r - SS$$

۱۹- گزینه «۴»

سیستم موجودی سؤال FOI است. در این سیستم سطح موجودی ذخیره از رابطه زیر به دست می آید که همان گزینه ۴ می باشد.

$$E = \overline{D}_{LT+T} + SS \Rightarrow SS = R - \overline{D}_{LT+T}$$

۲۰- گزینه «۳»

DL	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴
f(x)	۰/۱۷	۰/۳۱	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۵
احتمال عدم مواجهه با کمبود	۰/۱۷	۰/۴۸	۰/۶۷	۰/۸۵	۱

چون با احتمال ۸۵٪ تقاضای رسیده در زمان تحویل کوچک تر مساوی ۳۳ می باشد اگر در هنگامی که سطح موجودی به ۳۳ رسیده است سفارش دهیم با احتمال ۸۵٪ با کمبود مواجهه نمی گردیم.

۲۱- گزینه «۱»

چون واریانس در توزیع مصرف کالای A بیشتر است پس تقاضا تغییرات زیادی خواهد داشت و با توجه به یکسان بودن سطح سفارش دو کالا لذا احتمال کمبود در کالای A کمتر است.

۲۲- گزینه «۲»

ذخیره اطمینان مواد اولیه برای جلوگیری از کمبود و افزایش سطح قابلیت اطمینان برآورده نمودن تقاضا می باشد لذا گزینه ۲ که مرتبط با تقاضا می باشد صحیح است.

۲۳- گزینه «۴»

$$1 - \alpha = 0.8 \Rightarrow \int_0^r \frac{dx}{400} = 0.8 \Rightarrow \frac{r}{400} = 0.8 \Rightarrow r = 320$$

$$\overline{D}_{LT} = \frac{0 + 400}{2} = 200 \Rightarrow SS = r - \overline{D}_{LT} = 320 - 200 = 120$$

۲۴- گزینه «۱»

$$1 - \alpha = 0.85 \Rightarrow r = 35$$

$$\bar{D}_{LT} = \sum x f(x) = 30$$

$$SS = r - \bar{D}_{LT} = 35 - 30 = 5$$

۲۵- گزینه «۴»

چون سیستم دوطرفی حالت خاصی از FOS می باشد و از آنجایی که در هنگام اتمام موجودی ظرف بزرگ تر سفارش صادر می شود لذا حجم ظرف کوچک تر همان نقطه سفارش در سیستم FOS می باشد.

$$r = \overline{DLT} + SS$$

۲۶- گزینه «۲»

چون سیستم بیان شده در مسئله سیستم FOI می باشد لذا با افزایش مدت زمان تحویل میزان حداکثر موجودی تغییری نخواهد کرد ولی میزان SS و همین طور r افزایش خواهد داشت (E حداکثر میزان موجودی)

$$E - r_1 = \text{میزان سفارش در حالت اول}$$

$$E - r_2 = \text{میزان سفارش در حالت افزایش زمان سفارش}$$

۲۷- گزینه «۴»

چون سطح خدمت ثابت مانده است لذا میزان کمبود این کالا در سال تغییری نخواهد کرد ولی هزینه نگهداری سالانه سیستم افزایش خواهد یافت.

۲۸- گزینه «۲»

چون تمام پارامترها ثابت مانده اند و فقط میزان Q افزایش یافته است لذا قطعاً هزینه سیستم نسبت به حالت بهینه افزایش خواهد یافت.

$$\frac{K}{K^*} = \frac{1}{2} \left(\frac{Q}{Q^*} + \frac{Q^*}{Q} \right)$$

۲۹- گزینه «۴»

سیستم بیان شده همان سیستم FOS می باشد که در آن میزان میانگین موجودی نگهداری شده $\bar{I} = \frac{Q}{2} + SS$ می باشد.

$$r = \overline{D.LT} + SS \Rightarrow SS = r - \overline{D.LT}$$

$$\bar{I} = \frac{Q}{2} + S - \overline{D.LT}$$

۳۰- گزینه «۱»

$$1 - \alpha = 0.9 \Rightarrow \int_0^r \frac{1}{200} dx = 0.9 \Rightarrow \frac{r}{200} = 0.9 \Rightarrow r = 180$$

$$\bar{D}_{LT} = \frac{0+200}{2} = 100 \Rightarrow SS = r - \bar{D}_{LT} = 180 - 100 = 80$$

۳۱- گزینه «۴»

برای این که با احتمال حداقل ۹۷٪ با کمبود روبرو نگردیم باید احتمال کمبود کمتر از ۰/۰۳ باشد، تنها در صورتی که زمان تحویل را ۶ روز در نظر بگیریم احتمال کمبود کمتر از ۰/۰۳ و برابر صفر خواهد شد.

$$r = 6 \times 20 = 120$$

$$\bar{D}_{LT} = 20 \times (0/1 + 0/25 \times 2 + 0/35 \times 3 + 0/15 \times 4 + 0/1 \times 5 + 0/05 \times 6)$$

$$\bar{D}_{LT} = 61 \Rightarrow SS = r - \bar{D}_{LT} = 120 - 61 = 59$$

۳۲- گزینه «۱»

$$\text{متوسط هزینه کمبود در هر دوره} = \pi \cdot \sum (x - r) p_r(X = x) = \pi \times \bar{b}(r) = 10 \bar{b}(r)$$

$$\text{متوسط هزینه کمبود سالانه} = \frac{D}{Q} \pi \bar{b}(r) = \frac{350}{50} \times 10 \times \bar{b}(r) = 70 \bar{b}(r)$$

اگر وقتی میزان موجودی به ۱۴ عدد رسید سفارش صادر شود آن گاه هزینه کمبود برابر ۲۳/۱ و کمتر از ۲۵ خواهد شد.

r	متوسط هزینه کمبود سالیانه
17	0
16	$70 \times (0/03 \times 1) = 2/1$
15	$70 \times (0/03 \times 2 + 0/07 \times 1) = 9/1$
14	23/1
13	47/6

۳۳- گزینه «۲»

با افزایش یافتن هزینه های سفارش دهی میزان سفارش اقتصادی یعنی Q^* افزایش می یابد و لذا میزان متوسط کمبود سالیانه کاهش خواهد یافت.

$$B(r) = \frac{D}{Q} \times b(r)$$

میزان r, SS و همین طور احتمال مواجه شدن با کمبود رابطه ای با AQ^* ندارند.

۳۴- گزینه «۳»

سیستم مدل دوطرفی FOS می باشد. لذا در ظرف دوم که ظرف کوچک تر است به میزان نقطه سفارش مجدد موجودی قرار دارد. که خود مجموع میانگین تقاضا در مدت LT و میزان SS می باشد میزان متوسط موجودی در هنگام دریافت سفارش برابر با SS می باشد که لزوماً از نصف ظرف کوچک تر کمتر می باشد.

۳۵- گزینه «۴»

میزان موجودی اطمینان از رابطه $SS = r - D.LT$ و یا از رابطه $SS = Z_{1-\alpha} \sigma_{D.LT}$ به دست می آید که هر دو رابطه به میزان مصرف کالا در مدت زمان تحویل بستگی دارد.

۳۶- گزینه «۳»

سطح خدمت درصد تعداد دوره هایی که در سال با کمبود مواجه می شوند را نشان می دهد.

۳۷- گزینه «۱»

$$N_b = \text{تعداد کمبود در سال} = \frac{D}{Q} \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{Q}{D} N_b$$

$$\frac{Q}{D} = \frac{4}{50}, N_b = 2 \Rightarrow \alpha = \frac{4}{50} \times 2 = 0.16$$
$$\Rightarrow 1 - \alpha = \text{سطح خدمت} = 1 - 0.16 = 0.84$$

فصل ۱۱

پیش بینی

۱۱-۱- مقدمه

پیش بینی در صنعت، عبارت از ایجاد رابطه میان تغییرات غیر قابل کنترل بازار و اقتصاد در خارج از محیط صنعت، با تغییرات قابل کنترل داخل محیط صنعت است. بنابراین، انجام عمل پیش بینی مستلزم مطالعه و آنالیز دقیق عوامل محیط خارج است. در بسیاری از موارد، مطالعه ی این عوامل با بررسی روند حرکت آنها در گذشته که از آمار و ارقام و اطلاعات دوره های قبل قابل دسترسی است، امکان پذیر خواهد بود. البته در استفاده از آمار گذشته باید عوامل آینده و تغییرات احتمالی را نیز با آن آمار تلفیق کرد.

امور داخلی شرکت که با استفاده از پیش بینی های انجام شده قابل برنامه ریزی و کنترل هستند عبارتند از :

- ۱- برنامه ریزی و برنامه بندی تولید
 - ۲- خرید و ذخیره مواد و قطعات
 - ۳- بررسی نیروی انسانی لازم
 - ۴- بررسی سرمایه گذارهای لازم جهت تکمیل تجهیزات
- و برپایه این بررسی ها، بررسی بودجه لازم جهت به عمل در آوردن این اهداف.



۱۱-۲- انواع پیش بینی از نظر افق زمانی برنامه ریزی :

- بلند مدت : برای برنامه ریزی استراتژیک سازمان
- میان مدت : برای مواردی مثل برنامه ریزی سالانه
- کوتاه مدت : برای مواردی مثل برنامه ریزی روزانه یا هفتگی

۱۱-۳- انواع روشهای پیش بینی :

عمومی ترین تقسیم بندی روشهای پیش بینی عبارت از دو روش زیر هستند:

- ۱- روش های نظری یا کیفی (judgment method)
- ۲- روش های آماری و محاسباتی یا کمی (statistical method)

۱۱-۳-۱- روشهای نظری (کیفی) :

بدیهی است که انجام هر نوع پیش بینی به روش محاسباتی و با نشان دادن آمار و ارقام امکان پذیر نیست. در واقع در این نوع روشها، اطلاعاتی کمی یا موجود نیستند یا ارزش ندارند ولی در عوض دانش کیفی مناسب در دسترس است. عوامل مختلف نظیر تغییر و تحولات اجتماعی، سیاست های داخلی و خارجی دولتها، نحوه حرکت سطح توقعات مردم و

شرایط رقبا در پیش بینی های این چنینی موثرند. در این روش ها پیش بینی عموماً توسط افراد خبره و استفاده از عقاید آنها صورت می گیرد. مثل پیش بینی مصرف نفت باتوجه قیمت و سایر عوامل.

به طور کلی دقت پیش بینی های نظری بستگی به میزان مهارت فرد پیش بینی کننده در قضاوت و حدس مسائل آینده دارد. و در کل این پیش بینی ها از آن جهت که برآمار و اطلاعات ثبت شده ای مبتنی نیستند، کلاً نمی تواند ازاطمینان بالایی برخوردار باشند، به هر حال در بسیاری از امور تنها راه پیش بینی ، همین روش ها است.

۲-۳-۱۱- روشهای کمی یا آماری و محاسباتی :

در این روشها اطلاعات کمی به میزان کافی در دسترس هستند و این اطلاعات در قالب داده های عددی قابل اندازه گیری می باشند. فرض عمومی در این روشها آن است که آنچه در آینده اتفاق می افتد با آنچه در گذشته اتفاق افتاده است مطابقت دارد.

۴-۱۱- تکنیکهای پیش بینی :

۱-۴-۱۱- روش تقاضای آخرین دوره : بر اساس این روش مقدار مصرف در دوره قبل به عنوان پیش بینی دوره ی بعد استفاده می شود.

- این روش برای زمانی که تقاضا دارای تغییرات کم باشد مناسب است.

- ایراد این روش اینست که تمام وقایع دوره قبل را به دوره آتی منتقل می کند.

۲-۴-۱۱- روش میانگین ساده : میانگین مصرف تمام دوره های قبل به عنوان پیش بینی دوره آتی استفاده می شود.

- برای زمانی مناسب است که نوسانات تقاضا کم باشد.

- همه ی داده های گذشته را در پیش بینی دخالت می دهد.

- به همه ی داده های گذشته وزن یکسان $\left(\frac{1}{n}\right)$ می دهد.

۳-۴-۱۱- روش میانگین متحرک ساده :

- در این روش تعدادی از دوره های قبل را مشخص کرده و برای پیش بینی استفاده می کنیم.

- در واقع دوره های گذشته دور را از پیش بینی حذف می کنیم.

معرفی چند پارامتر که در روش های مختلف پیش بینی استفاده می گردند:

F_t = مقدار پیش بینی دوره ی t ام

D_t = مقدار واقعی دوره ی t ام

N = تعداد کل دوره ها

K = تعداد دوره هایی که در روش پیش بینی مورد استفاده قرار گرفته اند.

W_t = ضریب وزن اهمیت دوره t ام

- در روش میانگین متحرک ساده پیش بینی دوره t ام به صورت زیر بدست می آید:

$$F_t = \frac{\sum_{j=t-k}^{t-1} D_j}{k}$$

- اگر تقاضا دارای روند خاصی نباشد و یانوسات کم باشد بهتر است تعداد سیکل های مورد استفاده (k) را بزرگتر انتخاب کنیم.

- اگر تغییرات فراوان و یا روند خاص و یا نوسانات زیاد در دوره مشاهده شده باشند، بهتر است مقدار k را کوچکتر انتخاب و دوره های کمتری را در پیش بینی دخالت دهیم.

- در این روش دوره های مورد استفاده وزن یکسان دارند.

- منظور از روند در اطلاعات گذشته مثلاً وجود چنین شرایطی در اعداد گذشته است:

۱۰ - ۲۰ - ۳۰ - ۴۰ - ۵۰ - ۶۰ - ۵۰ - ۴۰ - ۳۰ - ۲۰ - ۱۰

- در این روش پیش بینی همواره نسبت به مقدار واقعی دارای تأخیر است. یعنی مثلاً اگر روند صعودی است مقدار پیش بینی کمتر از مقادیر واقعی جلو می رود و اگر روند نزولی است مقدار پیش بینی بیشتر از مقادیر واقعی خواهد بود. مقدار این تأخیر به تعداد پریودهای به کار رفته بستگی دارد و با افزایش زمان این عقب افتادگی بیشتر هم می شود.

مثال: مقادیر واقعی مصرف یک نوع کالا در ۲ سال گذشته (شامل ۸ دوره و هر دوره برابر یک فصل) به شرح زیر است، مقدار پیش بینی را با در نظر گرفتن یک تناوب چهار دوره ای با استفاده از روش میانگین متحرک ساده از ابتدای سال دوم به بعد را محاسبه کنید:

دوره	مقدار واقعی	مقدار پیش بینی
۱	۹۰۰	-
۲	۷۵۰	-
۳	۶۵۰	-
۴	۷۰۰	-
۵	۸۰۰	۷۵۰
۶	۷۰۰	۷۲۵
۷	۶۰۰	۷۱۲/۵
۸	۶۵۰	۷۰۰
۹	*	۶۸۷/۵

$$f_5 = \frac{900+750+650+700}{4} \leftarrow$$

$$f_5 = \frac{600+700+800+700}{4} \leftarrow$$

- مشاهده می کنید که هر گاه مقادیر واقعی روند نزولی داشتند مقدار پیش بینی بیشتر و هرگاه مقادیر واقعی روند صعودی دارند مقادیر پیش بینی کمتر است.

۴-۱۱-۴ روش میانگین متحرک وزنی :

- در این روش بر خلاف قبل به تمام دوره های دورتر وزن کمتر می دهیم.

$$F_t = \frac{\sum w_j D_j}{\sum w_j}$$

۵-۱۱-۴ روش میانگین متحرک تصحیح شده برای روند:

- اگر تقاضا دارای روند باشد، میانگین متحرک دارای تأخیر فازی به اندازه ی $\frac{(k-1)T}{2}$ می باشد. که K تعداد دوره های در نظر گرفته شده و T روند است که مثلاً در حالت روند زیر T برابر ۱۰ خواهد بود :

$$۱۰ - ۲۰ - ۳۰ - ۴۰ - ۵۰ - \dots$$

روش اصلاح شده برای مواقعی که روند داریم به شکل زیر خواهد بود:

$$F_t = \frac{\sum D_j}{k} + \frac{6(\delta(t))}{k(k+1)}$$

که

$$\delta(t) = \sum D_j \cdot j$$

۶-۱۱-۴ روش هموار سازی نمایی :

در ابتدا به معرفی چند پارامتر می پردازیم:

F_t = مقدار پیش بینی دوره ی t ام

N = تعداد دوره ها

K = تعداد دوره های مورد استفاده در پیش بینی

D_t = مقدار واقعی

α = ضریب هموار سازی نمایی ($0 \leq \alpha \leq 1$)

E_t = میزان خطا در پیش بینی دوره ی t

روش هموار سازی نمایی حالت تکمیل شده ای از روش میانگین متحرک وزنی می باشد. در روش میانگین متحرک وزنی، دوره ی گذشته را در پیش بینی دخالت داده و دوره های دور تر از k را دخالت نمی دهیم. اما در این روش تمام دوره ها را با این تفکر که دوره های دورتر اثر کمتری دارند دخالت می دهد.

مقدار پیش بینی دوره ی $t+1$ ام از روش زیر بدست می آید:

$$F_{t+1} = \alpha \cdot (تقاضای واقعی دوره ی t) + (1 - \alpha) \cdot (تقاضای دوره t)$$

$$\longrightarrow F_{t+1} = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot F_t$$

یا

$$F_{t+1} = F_t + \alpha (D_t - F_t)$$

یعنی

پیش بینی دوره ی $t+1$ ام = پیش بینی دوره ی t ام + α (خطای پیش بینی در دوره ی t ام)

نکات :

۱- رابطه بین α (ضریب هموار سازی) و k (تعداد پریودهای روش میانگین متحرک) به شکل زیر است:

$$\alpha = \frac{2}{k+1}$$

۲- رابطه ی α و k با توجه به نکته ی اول یک رابطه ی معکوس است یعنی :

○ هرگاه نوسانات کم باشد تعداد دوره ها را بیشتر در نظر می گیریم و بدین ترتیب مقدار α کمتر می شود.

○ هرگاه نوسانات زیاد باشد تعداد دوره ها را کمتر در نظر می گیریم و بدین ترتیب α بزرگتر خواهد بود.

۳- اگر بخواهیم به گذشته های نزدیک اهمیت بیشتری بدهیم (یعنی k را کوچکتر در نظر بگیریم)، α بزرگتری را انتخاب می کنیم.

۴- اگر بخواهیم به گذشته های دور اهمیت بیشتری بدهیم (یعنی k بزرگ در نظر بگیریم)، α را کوچکتر انتخاب می کنیم.

۵- α ی بزرگتر به خطاها سریعتر واکنش نشان می دهد.

پس :

- هر چه α بزرگتر باشد :

۱. k کوچکتر خواهد بود $\left(\alpha = \frac{2}{k+1} \right)$

۲. نوسانات بیشتری داشته ایم.

۳. ارزش بیشتری به دوره های نزدیکتر داده ایم.

۴. خطاها را زودتر تشخیص می دهیم.

مثال : اگر میانگین متحرک ۹ ماهه برای ماه بیست و دوم برابر مقدار ۱۹۰ باشد، پیش بینی ماه ۲۴ ام را محاسبه کنید.

ماه	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳
تقاضا	۱۶۰	۱۸۰	۱۷۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۵	۱۷۰	۱۶۰	۱۸۰	۲۰۰	۱۹۵	۱۷۱

حل :

$$\alpha = \frac{2}{k+1} = \frac{2}{9+1} = 0.2$$

$$F_{22} = 190$$

$$F_{23} = F_{22} + \alpha(D_{22} - F_{22}) = 190 + 0.2(195 - 190) = 191$$

$$F_{24} = F_{23} + \alpha(D_{23} - F_{23}) = 191 + (0.2 \times (-20)) = 187$$

مثال : اگر ضریب هموار سازی نمایی برابر با $0/3$ و تخمین ماه چهارم برابر 300 باشد، پیش بینی ماه هشتم را محاسبه کنید:

ماه	۴	۵	۶	۷
تقاضا	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰

حل :

$$F_4 = 300$$

$$F_5 = F_4 + \alpha(D_4 - F_4) = 300 + 0/3(100) = 330$$

$$F_6 = 330 + (0/3 \times 170) = 381$$

$$F_7 = 381 + (0/3 \times 219) = 446/7$$

$$F_8 = 446/7 + (0/3 \times 253/3) = 523$$

۷-۴-۱۱- روش هموار سازی نهایی با تصحیح روند:

در حالتی که T مقدار روند واقعی و D مقدار تقاضای واقعی در پریود t ام باشد داریم :

تقاضا	D-3T	D-2T	D-T	D
پریود	t-3	t-2	t-1	t

ابتدا به معرفی چند پارامتر می پردازیم :

$$T_t = \text{خطای روند}$$

$$\bar{T}_t = \text{متوسط روند برای دوره ی } t \text{ ام}$$

$$F_t = \text{مقدار پیش بینی دوره ی } t \text{ ام}$$

$$A_t = \text{پیش بینی دوره ی } t \text{ ام با استفاده از روش هموار سازی نمایی ساده}$$

برای پیش بینی با استفاده از این روش، قدمهای زیر را دنبال می کنیم:

۱- محاسبه ی T_t :

$$T_t = A_t - A_{t-1}$$

$$A_t \leftarrow A_t = A_{t-1} + [(\alpha) \times (D_{t-1} - A_{t-1})]$$

۲- محاسبه ی \bar{T}_t :

$$\bar{T}_t = \alpha T_t + (1 - \alpha) \bar{T}_{t-1}$$

۳- محاسبه پیش بینی دوره ی $(t-1)$ ام :

$$F_{t+1} = A_t + \frac{1 - \alpha}{\alpha} \bar{T}_t$$

۴- پیش بینی تقاضای L ماه بعد :

$$F_{t+1} = \begin{cases} F_t & \text{اگر روند ادامه نیابد} \\ F_t + & \text{اگر روند ادامه یابد} \end{cases}$$

پیش بینی کل برای L ماه آینده برابر است با :

اگر روند ادامه نیابد

اگر روند ادامه یابد

$$D_L^C = \sum_{j=1}^L F_{t+j} = \begin{cases} LFt \\ LFt + \frac{L(L-1)}{2} \bar{T}_t \end{cases}$$

مثال : در یکی از کارخانجات تولیدی از روش هموار سازی نهایی با تصحیح روند استفاده شده است. داده های مسئله به صورت زیر می باشند. مقدار پیش بینی ماه بعد را محاسبه کنید:

ضریب هموار سازی = ۰/۱۵

متوسط روند در ماه های گذشته = ۱

مقدار متوسط تقاضا در ماه های گذشته = ۶۳ تن

مقدار متوسط تقاضای واقعی ماه جاری = ۷۱ تن

حل :

$$\alpha = 0 / 15$$

$$\bar{T}_0 = 1$$

$$A_0 = 63$$

$$A_0 = 63$$

$$\Rightarrow A_1 = 63 + 0 / 15 (71 - 63) = 64 / 2$$

$$D_0 = 71$$

$$T_1 = 64 / 2 - 63 = 1 / 2$$

$$\bar{T}_t = \alpha T_1 + (1 + \alpha) \bar{T}_0 = (1 / 2)(0 / 15) + (0 / 85)(1) = 1 / 03$$

$$F_1 = A_1 + \frac{1 - \alpha}{\alpha} \bar{T}_t = 64 / 2 + \frac{0 / 85}{0 / 15} (1 / 03) = 70 / 0367$$

$$F_2 = F_1 + L \bar{T}_t \Rightarrow F_2 = 70 / 0367 + 1 \times 1 / 03 = 71 / 067$$

۸-۴-۱۱- روش تعیین معادله خط به روش برگشتی (رگرسیون) :

روش رگرسیون از متداول ترین روش ها برای پیش بینی است. در این روش متغیری که باید پیش بینی گردد را متغیر وابسته می نامیم. این متغیر به یک یا چند متغیر دیگر که آنها را مستقل می نامیم وابسته است. این متغیر می تواند به عواملی مثل میزان تبلیغات، وضعیت اقتصادی جامعه و ... وابسته باشد. در نمونه ساده ی این روش، متغیر وابسته تنها به یک متغیر مستقل وابسته است و معادله ی خط را به صورت زیر نمایش می دهیم :

$$Y = a + bx$$

که در آن :

Y = متغیر وابسته

X = متغیر مستقل

a = محل تقاطع خط با محور y ها

b = شیب خط

می باشند.

مقادیر a , b به صورت زیر محاسبه می شوند:

فرض کنید n تعداد کل مشاهدات است.

$$b = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum x_i^2 - n (\bar{x})^2}$$

$$a = \bar{y} - b \bar{x}$$

مثال : در ۵ سال گذشته، مقادیر هزینه های آگهی در برابر مقادیر فروش انواع تلوزیون در یک کارخانه به شرح زیر بوده است. در صورتیکه در سالهای ۶ و ۷ به ترتیب ۱۱۰ و ۱۲۵ میلیون ریال بودجه برای آگهی در نظر گرفته شود، پیش بینی مقدار فروش چقدر است؟

سال	۱	۲	۳	۴	۵
هزینه (هزار تومان)	۱۰۰	۱۵۰	۸۰	۷۰	۱۲۰
فروش (میلیون تومان)	۲۰	۳۲	۱۵	۱۴	۲۵

حل : با استفاده از فرمولهای قبل :

$$b = 0/23$$

$$a = -2/72 \Rightarrow y = -2/72 + 0/23x$$

حال برای سالهای ۶ و ۷ داریم :

$$\Rightarrow y = -2/72 + 0/23(110) = 22/58 \text{ سال ششم}$$

$$\Rightarrow y = -272 + 0/23(125) = 26/03 \text{ سال هفتم}$$

۵-۱۱- تست های طبقه بندی شده فصل یازدهم

۱- در کدامیک از حالات زیر از روش نمو هموار (هموارسازی نمایی) با تصحیح روند استفاده می شود؟ (سراسری ۷۵)

(۱) مصرف کالا دارای روند افزایش باشد. (۲) مصرف کالا دارای روند کاهش باشد.

(۳) مصرف کالا دارای نوسانات زیاد باشد. (۴) هر سه مورد فوق

۲- تقاضای محصولی در ۴ ماه اخیر به صورت زیر بوده است:

با استفاده از روش هموارسازی نمایی با ضریب هموارسازی $\alpha = 0/5$ ، اگر تخمین تقاضا برای ماه سوم برابر ۳۲ باشد آن گاه مقدار پیش بینی تقاضای ماه پنجم با کدام یک از مقادیر زیر برابر است؟

ماه	۱	۲	۳	۴
تقاضا	۲۵	۲۳	۴۰	۴۲

(۱) ۴۱ واحد (۲) ۳۹ واحد (۳) ۳۶ واحد (۴) ۳۲ واحد

۳- پیش بینی تقاضای کالایی در دوره t با استفاده از روش هموارسازی نمایی با ضریب ثابت

$\alpha = 0/3$ و $\alpha = 0/2$ برابر است با:

$\alpha = 0/2$



۸۷ واحد
سازی را "a" می
نامیم. هر مقدار a که بزرگتر باشد
پیش بینی دوره های آینده: (سراسری ۷۶)

$\alpha = 0/3$

خ	۶
---	---

پیش بینی مصرف دوره $t+1$ عبا
۸۱ واحد (۱)
۹۳ (۲)
۴- در روش پیش بینی براساس ر
نامیم. هر مقدار a که بزرگتر باشد
پیش بینی دوره های آینده: (سراسری ۷۶)

(۱) اگر مقادیر واقعی دوره های خیلی دور کوچک باشند، بیشتر می شود.

سلامتی و تعجیل در فرج آقا امام زمان (عج) صلوات

زده می شود. فرض کنید پیش بینی برای آخرین دوره پریود ۲۰۰۰۰ واحد بوده و مقدار واقعی فروش ۲۱۰۰۰ واحد باشد. در این صورت مقدار پیش بینی برای پریود آینده برابر است با: (سراسری ۷۷)

۲۰۶۰۰ (۱) ۲۰۲۰۰ (۲) ۱۹۷۰۰ (۳) ۲۰۳۰۰ (۴)

۶- تقاضای واقعی ماهیانه برای ۱۲ ماه قبل محصولی به صورت زیر است اگر پیش بینی تقاضا براساس متحرک ۹ ماهه برای ماه بیست و دوم برابر ۱۹۰ واحد باشد پیش بینی تقاضا را برای ماه بعد (۲۴) براساس روش پیش بینی هموارسازی نمایی چقدر است؟ (سراسری ۷۸)

ماه	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳
تقاضا	۱۶۰	۱۸۰	۱۷۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۵	۱۷۰	۱۶۰	۱۸۰	۲۰۰	۱۹۵	۱۷۱
	۱۹۸ (۴)			۱۸۷ (۳)			۱۷۶ (۲)			۱۶۹ (۱)		

۱۱-۶- پاسخنامه تشریحی تست های طبقه بندی شده فصل یازدهم

۱- گزینه «۴»

۲- گزینه «۲»

$$F_4 = \alpha D_3 + (1 - \alpha) F_3 = 0/5 \times 40 + 0/5 \times 32 = 3600$$

$$F_5 = 0/5 \times 42 + 0/5 \times 36 = 39$$

۳- گزینه «۱»

در اینجا با دو روش پیش بینی را انجام داده است و با هر کدام مقدار خطا را بدست آورده است. چون مقدار خطا را با استفاده از مقدار واقعی تقاضا بدست می آوریم، لذا از دو روش می توان میزان تقاضای واقعی را به این قرار به دست آورد.

$$D_t = 80 + 5 \\ D_t = 91 - 6 \Rightarrow D_t = 85$$

در اینجا برای محاسبه میزان پیش بینی تقاضا دوره ی $t + 1$ نگفته است از کدام α استفاده می نمائیم. لذا از هر دو α مقدار را بدست می آوریم

$$\alpha = 0/2 \Rightarrow F_{t+1} = 0/2 \times 85 + 0/8 \times 80 = 81$$

$$\alpha = 0/3 \Rightarrow F_{t+1} = 0/3 \times 85 + 0/7 \times 91 = 89/2$$

$$\alpha = \frac{2}{n+1} \quad \text{۴- گزینه «۴»}$$

۵- گزینه «۴»

$$A_t = (1 - \alpha)A_{t-1} + \alpha D_{t-1}$$

$$A_t = 0/7 \times 20000 + 0/3 \times 21000 = 20300$$

۶- گزینه «۳»

$$\alpha = \frac{2}{N+1} = \frac{2}{9+1} = 0/2$$

$$F_{23} = \alpha D_{22} + (1 - \alpha)F_{22} = 0/2 \times 195 + 0/8 \times 190 = 191$$

$$F_{24} = \alpha D_{23} + (1 - \alpha)F_{23} = 0/2 \times 171 + 0/8 \times 191 = 187$$

سلامتی و تعجیل در فرج آقا امام زمان (عج) صلوات

Www.iepnu.ir

