

# مدیریت‌های کنترل

## انبار

ویژه دانشجویان ★

★ با هر آموزگار

★ همراه با ارائه یک مدل کاربردی جدید ( قسمت سوم )

### ★ قسمت اول : مقدمه

کنترل موجودی انبار یکی از مهمترین مسائلی است که همواره توجه مدیران رده‌های بالای مؤسسات بازرگانی و صنعتی را بخود جلب کرده است . از دیدگاه مدیریت مالی اهمیت موضوع زمانی نمایان می‌شود که تأثیر رویدادها و استراتژی‌های اتخاذ شده بر نسبتهای مالی مورد بررسی قرار گیرد .

به طور کلی ، هر رویه‌ای که به تواند با حفظ معیارهای کارایی ، هزینه‌ها یا میزان سرمایه‌گذاری را کاهش دهد رویه‌های مطلوب به شمار می‌رود . از اینرو است که کنترل موجودی انبار بر بیشتر نسبتهای مالی تأثیر مستقیم یا غیر مستقیم می‌گذارد .

از جمله نسبتهایی که تأثیر اتخاذ سیاستهای کنترل موجودی بر آنها محسوس بوده و بسادگی قابل لمس است ، می‌توان نسبت آنی ( سریع ) و همچنین نسبت گردش موجودی کالا را نام برد . بنا بر تعریف ، نسبت سریع با رابطه زیر به دست می‌آید :

$$\text{نسبت سریع} = \frac{\text{موجودی کالا} - \text{دارائیهای جاری}}{\text{بدهیهای جاری}}$$

افزایش این نسبت دلالت بر افزایش توانایی شرکت در تأدیه سریع دیون جاری خود هنگام مطالبه بستانکاران دارد و بدیهی است چنانچه بتوان با رعایت سایر جوانب و ملاحظات مانند ریسک کسر موجودی - میزان سرمایه‌گذاری در موجودی کالا را کاهش داد ، این امر منجر به افزایش کسر فوق خواهد گردید و البته عکس آن نیز صادق است . نسبت گردش موجودی کالا نیز با کاهش متوسط موجودی کالا بهبود می‌یابد چراکه باعث کاهش در مخرج کسر زیر می‌گردد :

فروش

$$\text{نسبت متوسط موجودی کالا} = \frac{\text{گردش موجودی کالا}}{\text{فروش}}$$

همانگونه که در قسمت دوم این مقاله ملاحظه خواهید کرد، کاهش سطح موجودی انبار از یک سو باعث صرفه جویی در هزینه استفاده از منابع مالی شده، لیکن از سوی دیگر موجب افزایش گروهی دیگر از هزینه‌ها می‌گردد. لذا علیرغم نشانه‌های مثبتی که در بالا به آنها اشاره گردید، کاهش بی رویه سطح موجودی انبارها می‌تواند روی نسبتهای سودآوری شرکت اثرات نامطلوبی بجای گذارد.

اینکه اهمیت کنترل موجودی انبار از دید مدیران مالی یادآوری گردید، نگاهی به درون انباریک مؤسسه بازرگانی یا صنعتی می‌اندازیم تا ببینیم چه چیزهایی در آنجا نگهداری می‌شود. لیکن قبل از آن به تعریف یک واژه مصطلح می‌پردازیم.

*SKU* چیست؟ *SKU* مخفف عبارت *Stock - Keeping Unit* بوده و به یک قلم کالا که در انبار نگهداری شود اطلاق می‌گردد. بدلیل رعایت اختصار، در دنباله این گزارش از واژه یاد شده کرارا " استفاده خواهد شد.

انبارهای مؤسسات بازرگانی و صنعتی از *SKU* های گوناگون تشکیل یافته که به صورتهای مختلف گروه بندی می‌شوند. متداولترین شکل گروه بندی، تقسیم *SKU* ها به مواد اولیه، کار در جریان (کالای نیمه ساخته) و کالای ساخته شده می‌باشد. البته در هر شرکت انواع دیگری از *SKU* ها مانند ابزار و مواد مصرفی، ملزومات اداری، لوازم یدکی ماشین آلات و غیره نیز نگهداری می‌شود.

تصمیم در مورد میزان متوسط موجودی انبار برای هر یک از *SKU* ها وظیفهای پیچیده و در عین حال مهم برای مدیران یک مؤسسه می‌باشد. ذیلاً " به مهمترین عوامل موثر در اینگونه تصمیم‌ها اشاره می‌شود:

مواد اولیه: پیش‌بینی تولید - درجه اطمینان از منابع فروشنده - کارایی و برنامه ریزی تدارکات و هماهنگی آن با عملیات تولید - قابل دوام بودن یا فاسد شدنی بودن مواد تسهیلات و امکانات نگهداری مواد.

کالای نیمه ساخته: عموماً " تحت تاثیر زمان فرآیند تولیدات است که می‌توان آنرا از راه تجدید نظر و بهبود در روشهای مهندسی کاهش داد. بعلاوه تصمیم در مورد خرید یا تولید برخی از قطعات نیز می‌تواند به کاهش زمان فرآیند تولید و باآمال متوسط موجودی کالای نیمه ساخته کمک نماید.

موجودی کالای ساخته شده: هماهنگی تولید و فروش - فصلی بودن یا نبودن طبیعت تقاضا برای فرآورده‌ها - تغییر در شرایط فروش (مثلاً " از نقد به نسیه یا بالعکس) قابل دوام بودن یا فاسد شدنی بودن محصول - عوامل دیگر مانند فرم، مد، تغییر سلیقه مصرف کنندگان و غیره.

بندرت اتفاق می افتد که بین مدیران بخشهای مختلف یک مؤسسه بر سر تعیین سطح متوسط موجودی *SKU* ها اتفاق نظر حاصل گردد. بطور مثال، مدیر فروش همواره علاقمند است که انبار کالای ساخته شده مملو از انواع فرآورده های شرکت باشد تا بتواند پاسخگوی هر نوع تقاضا در هر زمان باشد و در واقع هیچ فرصتی را بدلیل کسر موجودی از دست ندهد. بر خلاف مدیر فروش، مدیر تولید می خواهد که انبار کالای ساخته شده در حداقل سطح ممکن نگهداری شود در حالیکه انبار مواد اولیه موجودی فراوان داشته باشد، تا بدینوسیله بتواند با آزادی کامل و در زمانهای مناسب در مورد انتخاب ترکیب تولید بهینه تصمیم گیری نماید.

اینگونه اختلاف نظرها زمانی شدت پیدا می کند که یک مؤسسه به مراکز سود مختلفی تقسیم شده و هر یک از مدیران در صدد باشند تا با نشان دادن سود بیشتری، لیاقت و کاردانی خویش را به اثبات برسانند.

در اغلب موارد، مدیران مالی با کمک مدل های ریاضی موجودی انبار می توانند نوعی مصالحه ایجاد نمایند. در قسمت بعدی، مدل کلاسیک کنترل موجودی معرفی خواهد گردید.

### ★ قسمت دوم: معرفی مدل کلاسیک کنترل موجودی انبار

پیدایش مدل کلاسیک موجودی انبار - موسوم به *EOQ* - به دهه های اول قرن بیستم بر می گردد و در مواقع جزء نخستین تلاشهایی است که پیروان مکتب مدیریت علمی در کاربرد روشهای ریاضی بعمل آورده اند، می باشد.

در طبقه بندی مدلها، مدل مزبور یک مدل ریاضی و مشخص بحساب می آید، لیکن صورتهای احتمالی آن نیز رفته رفته توسعه یافته که باعث نزدیکتر شدن مدل پیش با مسائل دنیای واقعی گردیده است. مثال جامع علوم انسانی  
 بطور اجمال، هدفی که در بکارگیری این مدل دنبال می شود این است که مقدار یا ارزشی برای *EOQ* تعیین گردد که به موجب آن مجموع هزینه هایی که در قلمرو تصمیم گیری واقع می شوند به حداقل کاهش یابند.

در این قسمت کوشش خواهد گردید که مرور سریعی به صورت کلاسیک و ساده مدل بنمائیم و لذا با تعریف هزینه های درگیر در مدل بحث را دنبال می کنیم.

۱ - انواع هزینه های دخیل در تشکیل اساس مدل کنترل موجودی:

الف - هزینه سفارش: شامل کلیه هزینه ها از زمان صدور برگه درخواست خرید تا

تحويل کالا به انبار می‌گردد. دو روش برای تخمین هزینه سفارش متداول است که ذیلاً " به اختصار از آنها یاد می‌کنیم:

روش اول: برآورد هزینه‌های سفارش در دو سطح مختلف و محاسبه متوسط هزینه هر بار سفارش در فاصله این دو سطح. بعنوان مثال، در جدول شماره ۱ هزینه‌های سفارش یک سازمان فرضی در سطوح ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ سفارش در سال نمایش داده شده است و طبق این روش، هزینه هر بار سفارش به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{مجموع هزینه در سطح } ۳۰۰۰ \text{ سفارش در سال} - \text{مجموع هزینه در سطح } ۵۰۰۰ \text{ سفارش در سال} = \text{هزینه متوسط هر بار سفارش}$$

$$= \frac{۳۰۰۰ - ۵۰۰۰}{۲۰۰۰} = \frac{۲۳۵۲۵۰ - ۳۴۳۲۵۰}{۲۰۰۰} = ۵۴ \text{ ریال}$$

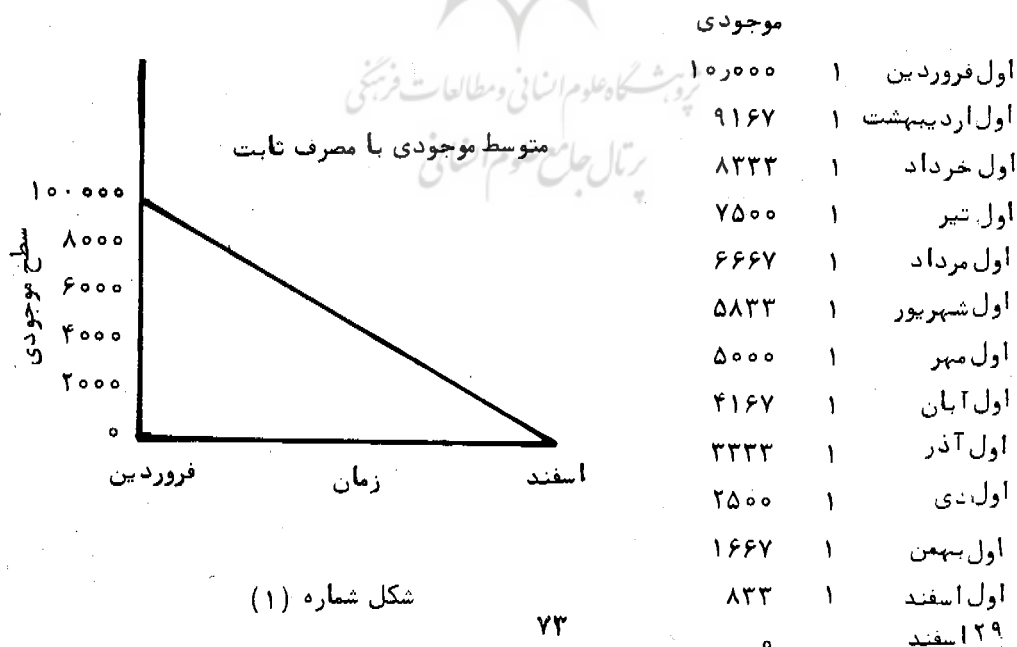
در ۳۰۰۰ سفارش در سال  
در ۵۰۰۰ سفارش در سال

نوع هزینه	حقوق سالیانه	تعداد کارمند مورد نیاز	هزینه سالیانه	تعداد کارمند مورد نیاز	هزینه سالیانه
رئیس قسمت خرید	۳۰۰۰۰ ریال	۱	۳۰۰۰۰	۱	۳۰۰۰۰ ریال
مسئول خرید	۲۰۰۰۰	۳	۶۰۰۰۰	۵	۱۰۰۰۰۰
معاون مسئول خرید	۱۵۰۰۰	۲	۳۰۰۰۰	۳	۴۵۰۰۰
کارمند اجرایی	۱۲۰۰۰	۱	۱۲۰۰۰	۲	۲۴۰۰۰
کارمند دفتری	۱۰۰۰۰	۳	۳۰۰۰۰	۴	۴۰۰۰۰
ماشین نویسی	۹۵۰۰	۲	۱۹۰۰۰	۳	۲۸۵۰۰
مواد مصرفی	—	—	۵۰۰	—	۵۰۰
مسئول دریافت	۱۰۰۰۰	۲	۲۰۰۰۰	۳	۳۰۰۰۰
مواد مصرفی تحويل	—	—	۳۰۰	—	۵۰۰
مسئول حسابهای پرداختی	۱۱۰۰۰	۳	۳۳۰۰۰	۴	۴۴۰۰۰
ملزومات حسابداری	—	—	۴۵۰	—	۷۵۰
کل هزینه			۲۳۵۲۵۰ ریال		۳۴۳۲۵۰ ریال

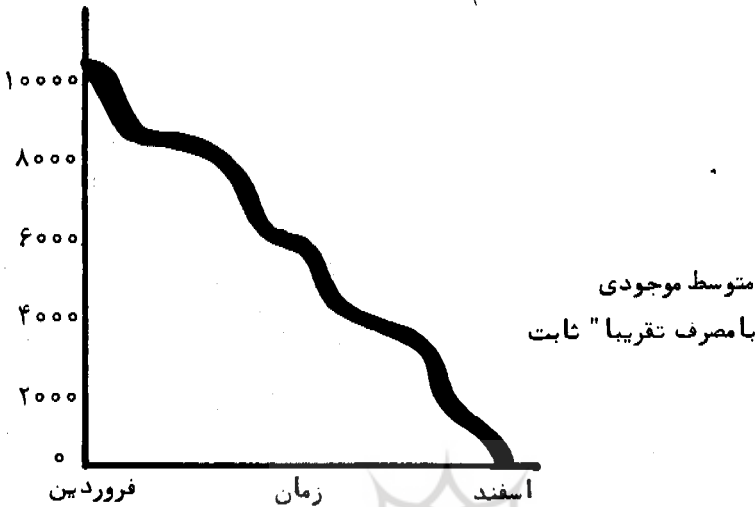
روش دوم: تجزیه صورت برآورد هزینه‌های سفارش به ثابت و متغیر و در نظر گرفتن تنه‌ا قسمت متغیر آن، زیرا چنین تصور می‌گردد که هزینه‌های ثابت برای کلیه سطوح سفارش تغییر نکرده و تأثیر روی تصمیم‌گیری نمی‌گذارد.

ب - هزینه نگهداری: شامل هزینه‌هایی است که شرکت برای نگهداری کالا متحمل می‌شود. از جمله اقلام تشکیل دهنده هزینه نگهداری، موارد زیر را می‌توان نام برد:

بهره یا فرصت از دست رفته - کسری‌ها - بیمه - مالیات - عملیات انبارداری - فضای اشغال شده - استهلاک - زیانهای ناشی از منسوخ شدن یا از رواج افتادن کالا. در مدل کنترل موجودی معمولاً "هزینه نگهداری بصورت درصدی از ارزش پولی متوسط موجودی یک واحد SKU بیان می‌گردد. متوسط موجودی در حقیقت عددی است که نماینده میانگین موجودی انبار در سرتاسر سال یا دوره مالی است. مثلاً "اگر فرض کنیم که شرکتی از یک SKU به ارزش ۱۰۰۰۰۰ ریال در سال نیاز داشته باشد و کلیه مایحتاج سالانه خود را در آغاز سال خریداری و در انبار نگهداری نموده تا در سرتاسر سال بتدریج آنرا مصرف کند، محاسبه متوسط موجودی انبار این شرکت بشرح مندرج در حاشیه شکل شماره (۱) خواهد بود. البته در عمل بندرت پیش می‌آید که روند مصرف همانند شکل (۱) منظم بوده و دارای شیب ثابت باشد، بلکه اکثراً "نمودارهای واقعی موجودی انبار شبیه به شکل (۲) می‌باشند که برای تحلیل مورد نظر ما می‌توان چنین حالتی را نیز مبنای محاسبه متوسط موجودی قرار داد زیرا که تقریب نسبتاً "خوبی از وضعیت واقعی بدست خواهد آمد.



$$\text{متوسط موجودی} = \frac{65000}{13} = 5000 = \frac{i}{p} = \text{موجودی اولیه}$$



شکل شماره (۲)

ج - هزینه کسری؛ زمانی است که شرکت در اثر عدم امکان پاسخگویی به تقاضاهای رسیده بعد از اتمام موجودی متحمل می‌شود. محاسبه این هزینه کار بسیار دقیق و پیچیده‌ای است و نیازمند داده‌هایی شامل توابع توزیع احتمالات و غیره می‌باشد بنابراین این نوع هزینه در مدل کلاسیک مورد بحث ما در نظر گرفته نخواهد شد. هزینه کسری در مورد بعضی از SKU ها - مثلاً " مواد اولیه در کارخانه‌ها - بسیار سنگین بوده و گاهی نیز جنبه حیاتی پیدا می‌کند.

در مورد کالای ساخته‌شده نیز کسر موجودی زیانبار است بدلیل آن که به حسن شهرت فروشنده لطمه زده و باعث از دست دادن مشتری می‌گردد.

۲ - مفروضات مدل مورد مطالعه: برای سادگی تجزیه و تحلیل‌های اولیه، مفروضات زیر را در نظر می‌گیریم:

- تقاضای سالانه برای هر SKU ثابت بوده و میزان آن معلوم می‌باشد.
- زمان لازم برای دریافت کالا (فاصله سفارش تا تحویل) ثابت و مشخص است.
- ترمیم انبار (پر کردن آن) آبی است. به عبارت دیگر کالا بطور یکجا وارد انبار می‌شود.

- تخمین هزینه‌های نزدیک به واقعیت امکان پذیر می‌باشد.

ناگفته پیداست که تحقق همه شرایط فوق در عمل تقریباً ناممکن است، لذا برای نزدیکتر شدن نتایج به دست آمده از بکارگیری مدل به دنیای واقعیات، مدلهایی توسعه یافته‌اند که با حذف یک یا چند مورد از مفروضات فوق اقدام به حل مسائل می‌گردد. البته هر چهار تعداد مفروضات مدل کلاسیک کاسته شود، مدل پیچیده‌تر نیز می‌گردد. در قسمت سوم این گزارش، نشان داده خواهد شد که در صورت حذف فرض آخر (تخمین هزینه) چگونه می‌توان از مدل استفاده نمود.

### ۳- تجزیه و تحلیل مدل با استفاده از جدول مجموع هزینه‌ها

به یک مثال عددی توجه کنید. یک شرکت مفروض از یک SKU به میزان ۱۰۰۰۰۰ ریال در سال نیاز دارد. هزینه سالیانه نگهداری موجودی کالا در این شرکت برابر ۱۲/۵٪ ارزش متوسط موجودی است و هزینه هر بار سفارش ۲۵ ریال برآورد شده است. داده‌های مسئله در جدول شماره (۲) ارائه شده است. همچنین هزینه‌های سفارش، نگهداری و مجموع آنها برای هفت (۷) حالت مختلف محاسبه گردیده است. این حالات عبارتند از خرید یکجا و یکباره/ ۵۰۰۰۰ ریال، دو سفارش ۵۰۰۰ ریالی، سه سفارش ۳۳۳۳ ریالی و الی آخر

تعیین مقدار اقتصادی سفارش

تعداد سفارشات در سال	۱	۲	۳	۴	۵	۱۰	۲۰
(۲) $110000(1) =$ ارزش ریالی هر سفارش	۱۱۰۰۰۰	۵۵۰۰۰	۳۳۳۳	۲۷۵۰۰	۲۲۰۰۰	۱۱۰۰۰	۵۵۰۰
(۳) $(21/2) =$ متوسط موجودی انبار	۵۰۰۰۰	۲۵۰۰۰	۱۶۶۶	۱۱۵۰	۷۰۰۰	۳۵۰۰	۱۷۵۰
(۴) $12.5\% \times (3) =$ هزینه نگهداری	۶۱۵	۳۱۲	۲۰۸	۱۵۶	۱۲۵	۶۲	۳۱
(۵) $25 \times (1) =$ هزینه سفارش	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰
(۶) $(4) + (5) =$ مجموع هزینه سالانه	۶۴۰	۳۶۲	۲۸۳	۲۵۶	۲۵۰	۳۱۲	۵۳۱

جدول شماره (۲)

بهبینه

از جدول فوق چنین استنتاج می‌گردد:

– با افزایش تعداد سفارشهای سالیانه، متوسط موجودی انبار و در نتیجه هزینه نگهداری کاهش می‌یابد.

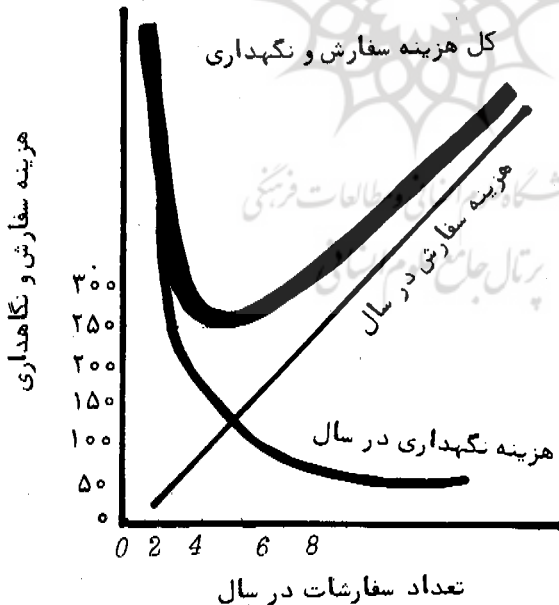
– با افزایش تعداد سفارشهای سالیانه، هزینه سفارش افزایش می‌یابد.

– حداقل مجموع هزینه‌ها در جایی تحقق می‌یابد که هزینه سفارش برابر با هزینه نگهداری می‌گردد.

با توجه به جدول شماره (۲)، بهترین تصمیم عبارت خواهد بود از سفارش ۲۰۰۰ ریال کالا به تعداد ۵ بار در سال (هر ۷۳ روز یکبار).

#### ۴- تجزیه و تحلیل گرافیک مدل

در شکل شماره (۳) داده‌های مثال مذکور در بند ۳ بصورت گرافیک نمایش داده شده‌اند. همانگونه که ملاحظه می‌شود، نتایج بدست آمده از تحلیل جدول مجموع هزینه‌ها، از طریق نمودار نیز قابل دستیابی می‌باشد.



شکل شماره (۳)



## ۵- تجزیه و تحلیل ریاضی مدل

در فرموله کردن مسئله از نشانه‌های زیر استفاده خواهد شد:

$$A = \text{ارزش پولی نیاز (یا مصرف) سالیانه از یک SKU}$$

$$R = \text{بهای یک واحد}$$

$$Q = \text{تعداد هر بار سفارش}$$

$$P = \text{هزینه هر بار سفارش}$$

$$C = \text{هزینه نگهداری سالیانه (در صدی از R)}$$

$$N_u = \text{تعداد بهینه هر بار سفارش (EOQ)}$$

با توجه به نشانه‌های فوق هزینه‌های سفارش و نگهداری را می‌توان بشرح زیر فرموله

کرد:

$$\text{هزینه سفارش سالیانه} = \frac{A/R}{Q} \cdot P$$

$$\text{هزینه نگهداری سالیانه} = \frac{Q}{2} \cdot R \cdot C$$

بنابراین مجموع دو هزینه عبارت خواهد بود از  $TC = \frac{A/R}{Q} P + \frac{Q}{2} \cdot R \cdot C$  در رابطه بالا مجموع هزینه  $(TC)$  در واقع تابعی است از تعداد هر بار سفارش  $(Q)$  به تعبیر ریاضی  $TC = FC(Q)$  از اینرو برای حداقل نمودن هزینه کل  $(TC)$  می‌توان از قواعد مشتق‌گیری در آنالیز ریاضی کمک گرفت و بنابراین

$$\frac{dTC}{dQ} = -\frac{AP}{RQ^2} + \frac{RC}{2}$$

$$\frac{dTC}{dQ} = 0 \longrightarrow Q^* = EOQ = N_u = \sqrt{\frac{2AP}{R^2C}}$$

برای حصول اطمینان از اینکه  $Q$  بدست آمده، تابع مجموع هزینه را بحداقل می‌رساند

(طول نقطه می‌نیم است نه ماکزیمیم)، مشتق دوم را محاسبه می‌کنیم:  $\frac{d^2TC}{dQ^2} = \frac{2AP}{RQ^3} > 0$  چون مشتق دوم همواره مثبت است لذا  $Q$  بدست آمده مربوط به نقطه ماکزیمیم نمی‌باشد.



## ۶- باز داده‌های مدل :

مدل کنترل موجودی کالا دو نوع باز داده می‌تواند داشته باشد. نوع اول، همانگونه که در بالا ملاحظه گردید، مقدار بهینه را ارائه می‌نماید و فرم دیگر به مواصل بهینه برای تکرار سفارش‌ها منتج می‌گردد.

فرمولهای زیر بسادگی از فرمول  $N$  بدست می‌آید.

$$N_{\text{بار}} = N_u \cdot R = \sqrt{\frac{2AP}{C}}$$

$$N_o = \frac{A}{N_u} = \sqrt{\frac{AC}{2P}}$$

$$N_d = \frac{365}{N_u} = \sqrt{\frac{266450 \cdot P}{AC}}$$

بدیهی است که با بکارگیری فرمولهای فوق می‌توان کلیه نتایج بدست آمده از تحلیل جدول هزینه در بند ۳ این قسمت را محاسبه و تایید نمود.

### ★ قسمت سوم: استفاده از مدل در شرایط نارسائی اطلاعات حسابداری درباره هزینه‌ها

در پاراگراف ۲ از قسمت دوم گفته شد که توسعه مدل از طریق حذف هر یک از مفروضات امکان پذیر می‌باشد. در این قسمت فرض آخر را که عبارت از امکان تخمین هزینه‌های سفارش و موجودی است حذف نموده و چگونگی استفاده از مدل کنترل موجودی را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

در عمل گاهی پیش می‌آید که هنگام تصمیم‌گیری در مورد تعیین  $EOQ$  اطلاعات حسابداری دقیق، روشن و قابل اعتمادی درباره هزینه‌های موجودی و نگهداری در دسترس نباشد. برای روشن‌تر شدن زمینه‌های کاربردی موضوع به موارد نمونه زیر توجه کنید:

- فروشگاههای نه چندان بزرگ عموماً فاقد سیستم‌های حسابداری سازمان یافته میباشند و لذا دسترسی مدیران آنها به گزارشهای مالی دقیق اگر غیر ممکن نباشد، با دشواری صورت می‌پذیرد. البته نداشتن سیستم حسابداری پیچیده را نباید حمل بر بی‌کفایتی مدیران اینگونه فروشگاهها نمود، بلکه در اینجا مسئله مقایسه هزینه اطلاعات

( بر قرار نمودن یک سیستم حسابداری عریض و طویل ) در برابر سود مورد انتظار از همان اطلاعات خود نمایی می کند .

— در اکثر موارد ، اساس بر آورد هزینه های موجودی و نگهداری را اطلاعات تاریخی تشکیل می دهد . بنا بر این یک بنگاه اقتصادی جدید الاحداث قادر به بر آورد صحیح هزینه های تجربه نشده خود نمی باشد . لیکن علیرغم آن ، مدیران مسئول می خواهند که اقدام به سفارش و خرید مثلا " مواد اولیه نموده تا فعالیت های بنگاه را آغاز نمایند . یادآوری این نکته ضروری است که مدلی که ذیلا " معرفی خواهد شد هرگز ما را به نقطه بهینه مطلق نمی رساند ، بلکه تنها کمک می کند تا در شرایط عدم دسترسی به اطلاعات مالی کافی ، تصمیماتی اتخاذ کنیم که حتی المقدور دارای کمترین انحراف از نقطه مزبور باشیم . از لحاظ تئوری ، رسیدن به نقطه بهینه زمانی میسر است که کلیه پارامترهای مسئله برای تجزیه و تحلیل کننده معلوم باشد .

اساس مدل مورد بحث بر این پایه است که هزینه نگهداری تابعی است مستقیم از متوسط موجودی انبار و همچنین هزینه سفارش تابعی است مستقیم از تعداد دفعات سفارش در سال ، بزبان ریاضی :

( متوسط موجودی انبار )  $F$  = هزینه نگهداری

( تعداد دفعات سفارش )  $G$  = هزینه سفارش    لذا بر اساس آنچه که گفته شد چنین استنباط می گردد که در صورت کاهش متوسط موجودی انبار ، قطعا " هزینه نگهداری نیز کاهش می یابد و همچنین کاهش تعداد دفعات سفارش ، کاهش هزینه سفارش را در پی خواهد داشت . استنتاج اخیر عمومیت داشته و مستقل از ارزش پولی هر یک از هزینه ها است . یعنی صرف کاهش هر یک از متغیرهای مستقل ( متوسط موجودی انبار و تعداد دفعات سفارش ) دلالت بر کاهش متغیر وابسته متناظر با آن خواهد نمود .  
اکنون مطالب را با ذکر یک مثال عددی دنبال می کنیم .

جدول شماره (۳) وضع موجود در فروشگاه  $X$  را نشان می دهد .



ارزش پولی مورد تعداد دفعات ارزش پولی هر استفاده در سال سفارش در سال سفارش سفارش سفارش  
مانده متوسط موجودی

شماره ۱	۱۰۰۰۰۰ ریال	۴	۲۵۰۰ ریال	۱۲۵۰ ریال
شماره ۲	۸۰۰۰۰	۴	۲۰۰۰	۱۰۰۰۰
شماره ۳	۵۰۰۰۰	۴	۱۲۵۰	۶۲۵
شماره ۴	۱۰۰۰۰	۴	۲۵۰	۱۲۵
شماره ۵	۶۰۰	۴	۱۵۰	۷۵
کل کار قسمت خرید	۲۰		متوسط مانده موجودی	۳۰۷۵ ریال

### جدول شماره (۳)

فعالیت فروشگاه مزبور عبارت از تدارک و تهیه ۵ قلم کالا و عرضه آنها برای مشتریان خود می باشد. این اقلام در زیر ستون SKU از شماره ۱ الی ۵ شماره گذاری شده اند. ستون بعدی ارزش پولی تقاضای سالانه (A) را برای هر یک از SKU ها نشان می دهد. مدیر فروشگاه برای هر یک از SKU ها ۴ بار در سال اقدام به ترمیم انبار می کند، لذا ارزش پولی هر بار ترمیم انبار (سفارش) در ستون چهارم آورده شده است (A/4). ستون پنجم عبارت از متوسط موجودی هر یک از اقلام بوده که از نصف کردن ستون چهارم بدست آمده است.

بطور خلاصه فروشگاه مورد مطالعه جمعا " ۲۰ بار در سال دست به سفارش کالا می زند و بر این اساس، ارزش پولی متوسط موجودی انبار آن (در هر زمان) برابر ۳۰۷۵ ریال می باشد.

سئوالی که مطرح می گردد این است که به چه ترتیب مدیر فروشگاه می تواند مجموع هزینه های نگهداری و موجودی را کاهش داده بدون آنکه به ارزش پولی حقیقی این هزینه ها آگاه باشد. (یعنی P و C) مجهول باشند)

برای پاسخ به این سئوال دو روش زیر توسعه یافته اند:

الف: حداقل کردن هزینه نگهداری بدون افزایش هزینه سفارش

قبلا " اثبات گردید که برای هر یک از SKU ها رابطه

$$N_{opt} = \sqrt{\frac{2AP}{C}}$$

صدق می‌کند رابطه اخیر را می‌توان بصورت  $N_{\text{ش}} = \sqrt{A} \cdot \sqrt{\frac{2P}{C}}$  نیز نوشت.

مجهول بوده و لذا با  $X$  جایگزین می‌گردد. پس  $N_{\text{ش}} = X\sqrt{A}$

و با تقسیم طرفین بر  $A$  خواهیم داشت  $\frac{N_{\text{ش}}}{A} = \frac{X}{\sqrt{A}}$

طرفین رابطه فوق را معکوس می‌کنیم  $A/N_{\text{ش}} = \frac{1}{X} \sqrt{A}$

و اگر بخواهیم فرمول مزبور را برای مجموع SKUها تعمیم دهیم خواهیم داشت

$$\Sigma (A/N_{\text{ش}}) = \frac{1}{X} \Sigma \sqrt{A} \quad X = \frac{\Sigma \sqrt{A}}{\Sigma (A/N_{\text{ش}})}$$

توجه کنید که  $(\Sigma(A/N_{\text{ش}}))$  در معادله اخیر عبارت است از مجموع تعداد سفارشهای سالیانه می‌باشد.

اینک  $X$  را برای وضع موجود در فروشگاه محاسبه می‌کنیم. برای این کار، مقادیر

$\sqrt{A}$  در جدول شماره (۴) محاسبه شده‌اند:  $X = 3163/20 = 15815$

موجودی فروشگاه:  $X$

حداقل متوسط موجودی بدون افزایش حجم کار قسمت خرید محاسبه شده است

تعداد سفارش هر سال	متوسط موجودی	ریال هر سفارش	$X$	$\sqrt{A}$	ارزش ریالی مصرف (A)	SKU
$\sqrt{A}/X$	$X\sqrt{A}/2$	$X\sqrt{A}$				
۶,۳۲	۷۵,۷۹۰,۷۵	۱۵۸۱,۰۵۰	۱۵,۸۱۵	۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰ ریال	شماره ۱
۵,۶۶	۲۰۷,۳۳	۱۴۱۴,۶۵	۱۵,۸۱۵	۸۹,۴۵	۸۰,۰۰۰	شماره ۲
۴,۴۷	۵۵۹,۱۴	۱۱۱۸,۲۸	۱۵,۸۱۵	۷۰,۷۱	۵۰,۰۰۰	شماره ۳
۲,۰۰	۲۵۰,۲۰	۵۰۰,۳۹	۱۵,۸۱۵	۳۱,۶۴	۱۰,۰۰۰	شماره ۴
۱,۵۵	۱۹۳,۷۳	۳۸۷,۴۶	۱۵,۸۱۵	۲۴,۵۰	۶۰۰	شماره ۵
<u>۲۰,۰۰</u>	<u>۱,۲۵۰,۱۵</u>			<u>۳۱۶۳</u>		

جدول شماره (۴)

نتیجه محاسبات در جدول شماره ۴ ارائه گردیده است .

از رابطه  $N_{ij} = X \sqrt{A}$  ارزش پولی بهینه هر بار سفارش برای یکایک  $SKU$  ها محاسبه در ستون پنجم جدول درج شده‌اند . متوسط موجودی هر  $SKU$  عبارت است از حاصل تقسیم ارزش پولی هر بار سفارش بر ۲ بوده و در جدول شماره (۴) زیر ستون ششم نشان داده شده است . تعداد هر بار سفارش نیز از تقسیم تقاضای سالیانه (  $A$  ) بر ارزش پولی هر بار سفارش (ریال  $N$  یا اعداد ستون پنجم) بدست می‌آید که این نیز در ستون شماره ۷ جدول مزبور آورده شده است .  
از مقایسه نتایج بدست آمده از جدول (۴) با وضع موجود در جدول شماره (۳) نتایج زیر بدست می‌آید :

– مجموع تعداد سفارشهای سالیانه ثابت مانده‌است (۲۵ سفارش) و این بدان معنی است که در هزینه سفارش هیچگونه صرفه جویی بعمل نیامده است .

– متوسط موجودی انبار از ۳۰۷۵ ریال به ۲۵۰۱/۱۵ ریال کاهش یافته که این نشان دهنده صرفه جویی در هزینه نگهداری می‌باشد .

یادآوری این نکته در اینجا لازم است که پدید آمدن اعداد کسری در ستون تعداد دفعات سفارش هیچ اشکالی ندارد زیرا ۶۳۲ بار سفارش در سال به معنی سفارش  $SKU$  شماره ۱ ، هر ۵۸ روز یکبار می‌باشد

$$\frac{365}{632} \approx 58$$

ب : حداقل کردن هزینه سفارش بدون افزایش هزینه نگهداری مجدداً رابطه زیر را برای هر  $SKU$  می‌نویسیم

$$N_{ij} = \sqrt{\frac{2AP}{C}} \longrightarrow N = X\sqrt{A}$$

رابطه فوق را برای کلیه  $SKU$  ها تعمیم می‌دهیم

$$\sum N_{ij} = X \sum \sqrt{A} \quad X = \frac{\sum N_{ij}}{\sum \sqrt{A}}$$

$X$  را برای وضع موجود در فروشگاه  $X$  محاسبه می‌کنیم .

$$X = \frac{2 \times 3075}{3163} = 1944$$

مانند حالت الف، نتیجه محاسبات در جدول شماره (۵) نشان داده شده است.

حداقل ساختن کار قسمت خرید بدون افزایش کل متوسط موجودی

تعداد سفارش برای هر سفارش ریال	متوسط موجودی برای هر سفارش	ریال هر سفارش	ارزش مالی مصرف در هر سال	SKU	(A)	$\sqrt{A}$	X	$X\sqrt{A}$	$X\sqrt{A}/2$	$\sqrt{A}/X$
۵,۱۴	۹۷۲,۰۰	۱۹۴۴,۰۰	۱۰۰,۰۰۰	شماره ۱	۱۰۰,۰۰۰	۱۰	۱۹,۴۴	۱۹۴۴,۰۰	۴۸۶,۰۰	۰,۱۰
۴,۶۰	۸۶۹,۴۵	۱۷۳۸,۹۱	۸۹,۴۵	شماره ۲	۸۰,۰۰۰	۲۸,۲۸	۱۹,۴۴	۱۷۳۸,۹۱	۴۳۴,۹۵	۰,۱۱
۳,۶۴	۶۸۷,۳۰	۱۳۷۴,۶۰	۷۰,۷۱	شماره ۳	۵۰,۰۰۰	۲۲,۳۶	۱۹,۴۴	۱۳۷۴,۶۰	۳۴۳,۳۰	۰,۱۲
۱,۶۳	۳۰۷,۵۴	۶۱۵,۰۸	۳۱,۶۴	شماره ۴	۱۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰	۱۹,۴۴	۶۱۵,۰۸	۱۵۳,۷۷	۰,۱۳
۱,۲۶	۲۳۸,۱۴	۴۷۶,۲۸	۲۴,۵۰	شماره ۵	۶۰۰	۲۴,۵۰	۱۹,۴۴	۴۷۶,۲۸	۱۱۹,۰۷	۰,۱۴
۱۶,۲۷	۳۰۷۴,۴۳		۳۱۶,۳							

### جدول شماره ۵

از مقایسه نتایج بدست آمده در جدول شماره ۵ با وضع موجود در جدول شماره ۳ چنین استنتاج می شود:

– متوسط موجودی کالا تقریباً "ثابت مانده" و لذا در هزینه نگهداری کالا تغییری حاصل نشده است.

– تعداد دفعات سفارش از ۲۰ بار در سال به ۱۶/۲۷ بار در سال کاهش یافته و این دلالت بر کاهش هزینه سفارش دارد.

### تجزیه و تحلیل نهایی:

در پاراگرافهای الف و ب فوق دیدیم که چگونه می توان با ثابت نگهداشتن یکی از هزینه ها، دست به صرفه جویی در هزینه دیگر زد. اینک حالاتی را در نظر می گیریم که مدیران در موقعیت تصمیم گیری قرار گرفته و علیرغم نداشتن اطلاعات دقیق از میزان واقعی هر یک از هزینه ها می خواهند برای سئوالات زیر پاسخی بیابند:



۱- اگر امکانات تدارکاتی شرکت (تعداد سفارشات سالانه) با صرف هزینه اضافی مشخص و معلومی به میزان معینی افزایش یابد، در عوض این افزایش، چه مقدار از متوسط موجودی کالا در انبار کاسته خواهد شد؟

۲- اگر به هر دلیل ناچار به افزایش متوسط موجودی کالا شویم، به چه میزان می توان امکانات تدارکاتی موجود را کاهش داد؟

ذیلاً "دوشق تصمیم گیری فوق را روی مثال عددی فروشگاه X مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهیم:

۱- فرض می کنیم که مدیر فروشگاه سرگرم بررسی استخدام یک مامور خرید اضافی می باشد. وی می داند که در صورت استخدام این مامور خرید، توان تدارکاتی فروشگاه از ۲۵ سفارش به ۲۴ سفارش در سال افزایش خواهد یافت.

بدیهی است که افزایش تعداد سفارشات، کاهش در سطح متوسط موجودی کالا را در پی خواهد داشت.

حال مدیر فروشگاه می خواهد هزینه اضافی استخدام مامور خرید خرید و صرفه جویی ناشی از کاهش متوسط موجودی کالا را ارزیابی و مقایسه نماید. برای این کار، محاسبات بطریق زیر صورت می پذیرد:

$$X = \frac{\sum \sqrt{A}}{\sum (A/N)} = \frac{316.3}{24} = 13.18$$

اینک با استفاده از مقدار بدست آمده برای X جدولی نظیر جداول (۴) و (۵) باید تهیه گردد تا متوسط موجودی جدید نیز محاسبه گردد. در اینجا برای پرهیز از اطاله کلام، از محاسبات جزئی جدول صرف نظر کرده و به ذکر نتیجه اکتفا می کنیم. متوسط موجودی در این حالت از ۲۵۰۱/۱۵ (جدول ۴) به ۲۰۸۴/۴۳ ریال کاهش خواهد یافت. حال باید میزان صرفه جویی در هزینه سرمایه به ارزش ۴۱۶/۷۲ ریال را با هزینه اضافی ناشی از استخدام مامور خرید اضافی را مورد مقایسه قرار داد و سپس اقدام به تصمیم گیری نمود.

۲- فرض می کنیم که ضمن بررسی وضع موجود، مدیر فروشگاه دریابد که مقدار قابل توجهی از فضای انبارهای خود عملاً "بلااستفاده بوده و ضمناً" متوسط موجودی نقدی فروشگاه بدون هیچ دلیلی موجهی در سطح بالایی قرار دارد. لذا مدیر مزبور به فکر می- افتد که سطح موجودی انبارها را افزایش دهد و ضمناً "می خواهد تاثیر تصمیم خود را روی حجم کار ماموران خرید بسنجد. اگر مدیر فروشگاه در این اندیشه باشد که سطح موجودی کالای خود را به میزان متوسط ۱۰۰۰ ریال افزایش دهد، این بدان معنی خواهد بود که



ارزش پولی هر بار سفارش به میزان  $2 \times 1000$  ریال باید افزایش یابد. لذا  $X$  جدید بصورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$X = \frac{N\Phi + (2X1000)}{\sqrt{A}} = \frac{(2X3075) + (2X1000)}{316.30} = 25.77$$

اگر جدول دیگری برای  $X$  فوق محاسبه گردد، تعداد سفارشهای بهینه در سال برابر  $12/27$  بار خواهد بود.

اینک مدیر فروشگاه می تواند هزینه ناشی از افزایش متوسط موجودی بمیزان  $1000$  ریال را با اثرات ناشی از کاهش تعداد دفعات سفارشی به اندازه  $4$  سفارش در سال ( $12/27$ ) - مقایسه نموده و تصمیم گیری نماید.

در پایان این قسمت ذکر این نکته جالب است که یکی از محققین در زمینه مدل‌های کنترل موجودی ادعا نموده است که در ضمن یک تجربه عملی، روش فوق را در کارخانهای که دارای حدود  $16000$  قلم  $SKU$  بوده پیاده کرده و در نهایت موفق به ارائه پیشنهادی شده که بموجب آن  $18\%$  از سطح متوسط موجودیها کاسته شده است.



★ قسمت چهارم: منابع و مأخذ مورد استفاده

1- Levin, Kirkpatrick and Rubin - Quantitative Approaches to Management. Fifth edition 1984 Chapter 7.

- ۲ - مدیریت مالی - تالیف وستون و برینگام - ترجمه آقایان دکتر عبده تبریزی و دکتر مشیرزاده - فصل
- ۳ - دکتر اصغرپور - تصمیم گیری و تحقیق عملیات در مدیریت - دانشگاه تهران، چاپ سوم - فصل هفتم، مبحث یکم.

