

مدل‌های تنظیم

موجودی‌های مواد

رتال جامع علوم انسانی

سجاد علی

- تعیین مقدار مطلوب موجودی مواد، و زمان مناسب برای خرید آنها، تصمیم پیچیده‌ای است که ممکن است نتوان آن را جدا از تصمیم تهیه و نگهداری وجوه نقدی مورد بررسی قرار داد. این تصمیم نیز به نوبه خود تا حدی به حجم مانده حسابهای دریافتنی یا بدهکاران تجاری موسسه بستگی دارد. به این ترتیب تصمیمهای مربوط به حجم موجودی مواد قسمتی از تصمیم کلی مربوط به تعیین سرمایه در گردش، یعنی جمع مبلغ داراییهای جاری منهای بدهیهای جاری است که موسسه باید نگهداری نماید. به این جهت تعجب‌آور نیست که بعضی از تحلیلگران مالی سعی کرده‌اند احتیاجات نقدی موسسه را نیز به عنوان قسمتی از مسئله کلی موجودیها، اعم از موجودیهای نقدی و جنسی، مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند. البته بحث در اینجا بسیار محدودتر است و تنها به بررسی مسائلی می‌پردازند که در حسابداری مدیریت در نتیجه کاربرد مدل‌های ریاضی مبتنی بر تصمیمات مدیریت برای حل مسائل مربوط به موجودی مواد رعایت می‌شود. در بسیاری از موسسات موجودیهای جنسی مهمترین قلم دارایی عملیاتی را تشکیل می‌دهد و کفایت یا عدم کفایت سیاستهای عملیاتی مربوط به حجم این موجودیها ممکن است تاثیر قابل ملاحظه‌ای در میزان سود ویژه موسسه داشته باشد. مدل‌های ریاضی پیش ساخته‌ای برای تنظیم حجم موجودیهای جنسی، کم و بیش برای کلیه موارد و شرایط نگهداری موجودیهای مواد خام و کالای ساخته شده تهیه گردیده و اغلب شرکتهای فروشنده یا اجاره دهنده ماشینهای حساب حاضرند آنها را به قیمت مناسبی در اختیار مشتریان خود قرار دهند. دامنه این مدلها از مدل‌های بسیار ساده برای مواردی که جمع مصرف و سرعت تقاضا برای آحاد کالا مشخص باشد، تا مدل‌های پیچیده برای مواردی که میزان تقاضای مصرف مواد با درجه دقت معقولی قابل پیش‌بینی نیست را در بر می‌گیرد. این مدلها ممکن است محتاج به کار بردن روشهای پیچیده ریاضیات عالی باشند. خوشبختانه مفروضات عمومی حسابداری که برای مدل‌های موجودی مواد لازم است از موردی به مورد دیگر چندان تفاوت نمی‌کند، و در نتیجه می‌توان مسائل حسابداری مربوط به آن را در محدوده یک مدل ساده و بعضی از متفرعات آن بررسی کرد هرچند استفاده از مدل‌های ریاضی موجودی مواد حتی در کشورهای پیشرفته هنوز عمومیت نیافته، ولی با پیشرفت استفاده از ماشینهای حسابگر الکترونیکی (که یکی از

محققین ایرانی اخیراً اصطلاح "راهانه" یعنی تنظیم کننده را برای آن توصیه کرده است) استفاده از آنها به تدریج توسعه می یابد. عموماً در موسساتی که استفاده از این مدلها باب شده است، حسابدار موسسه در جمع آوری مفروضات یا داده‌هایی که برای اجرای این مدلها لازم است شرکت نمی کند. شاید علت عدم مشارکت حسابداران و دستگاه حسابداری موسسات در استفاده از این مدلها این باشد که حسابداران با ماهیت این مدلها که غالباً جنبه ریاضی آنها به جنبه حسابداریشان می چربد آشنائی کافی ندارند. به منظور آشنا ساختن دانشجویان و خوانندگان این نشریه به بحث در باره مفروضات یا داده‌های حسابداری مورد احتیاج مدل عمومی "با صرفه‌ترین مقدار سفارش" و بعضی از متفرعات آن، و ارتباط آن با حسابداری صنعتی و مدیریت از جنبه‌های برنامه‌ریزی و کنترل موجودیها، می پردازیم.

۲- برقراری تعادل یا توازن بین هزینه‌های موجودیها - مدلهای موجودی مواد چنان طرح ریزی می شوند که توازن مطلوب بین هزینه‌های تدارک و نگهداری موجودی و هزینه‌های ناشی از عدم نگهداری یا تمام شدن موجودی را طوری برقرار کند که این هزینه‌ها بر روی هم به حداقل خود برسند. انگیزه‌های نگهداری موجودی مواد را می توان بطور کلی به سه دسته تقسیم کرد:

۱- انگیزه معاملات،

۲- انگیزه احتیاط،

۳- انگیزه انتفاع.

انگیزه معاملات با عملیاتی ناشی از لزوم نگهداری موجودی است در حدی که احتیاجات روزمره موسسه را برای تولید و فروش محصولاتش تامین نماید. این انگیزه وقتی مورد پیدا می کند که دو شرط تحقق یافته باشند:

اولاً: موسسه بتواند میزان تقاضا برای محصول خود، و در نتیجه میزان تقاضا برای عوامل تولید منجمله مواد مصرفی را بطور قطع پیش بینی کند.

ثانیاً: اطمینان کامل داشته باشد که قیمت مواد لااقل برای چند دوره عملیاتی متوالی ثابت خواهد ماند.

در صورت عدم تحقق شرط اول، انگیزه احتیاط حاکم بر تصمیمات موسسه خواهد بود، بدین معنی که موسسه ممکن است تصمیم به نگهداری موجودیهای اضافی بگیرد تا چنانچه میزان تولید محصول و در نتیجه میزان احتیاج به مواد مصرفی در تولید را کمتر از مقدار واقعی پیش بینی کرده باشد، مبادا جریان تولید محصولش بدین سبب

دچار وقفه گردد. به عبارت دیگر با این فرض که زبان یا هزینه ناشی از تمام شدن موجودیها بیشتر از هزینه نگهداری موجودیهای احتیاطی است، موسسه ترجیح خواهد شد که پیوسته مقداری موجودی احتیاطی نگاهداری نماید. همچنین چنانچه موسسه انتظار تغییر قیمت مواد مصرفی در تولید و یا بهای محصول خود را در آینده داشته باشد، ممکن است تصمیم به نگهداری موجودیهای بیشتر یا کمتر از حد لزوم بگیرد تا از افزایش یا کاهش قیمتها در آینده منتفع گردد. معذالک باید توجه داشت که موسسه هیچگاه نمی تواند در انتظار تنزل قیمتها خریدهای خود را به کلی متوقف کند، چه این عمل معارض نگهداری موجودیها بر اساس انگیزه معاملات یا عملیاتی خواهد بود، بلکه معمولاً موسسه بتدریج موجودیهای خود را کاهش می دهد، ولی این عمل را فقط تا حدی ادامه خواهد داد که زبان یا هزینه ناشی از تمام شدن موجودیها از حد معقول و قابل جبرانی تجاوز ننماید.

۳- هزینههای مربوط به نگهداری موجودیهای جنسی - هزینههای مربوط به موجودیهای جنسی را که طبعاً در تعیین مطلوبترین مدل سیاست موجودیهای موسسه موثرند می توان به سه گروه تقسیم کرد:

۱- هزینه تدارکات کالا،

۲- هزینه نگهداری کالا،

۳- هزینه ناشی از عدم نگهداری موجودی به میزان کافی (زبان تمام شدن موجودیها).

هزینههای وابسته به سفارش و دریافت کالا، یا در مواردی که مورد احتیاج توسط خود موسسه ساخته می شود و هزینههای آماده کردن ماشین کار را می توان زیر عنوان اول طبقه بندی نمود. عمومی ترین هزینههای تدارک کالا به قرار زیراند:

۱- هزینه تنظیم سفارش کالا (بررسی و تعیین مقداری که باید سفارش داده شود و کارهای دفتری تنظیم برگ سفارش).

۲- هزینه دریافت و بازرسی کالای دریافتی مورد سفارش (صرف وقت مامور دریافت کالا برای جور کردن آحاد کالای رسیده و تطبیق آن با سفارش).

۳- هزینه پرداخت بهای کالای خریداری شده (سندرسی یا رسیدگی به صحت سیاهه های کالا و تهیه دستور پرداخت و پرداخت).

در مورد موسساتی که کالای مورد احتیاج خود را اساساً تولید می کنند هزینههای آماده کردن ماشین کار را می توان جایگزین هزینه تنظیم سفارش کالا و انجام پرداخت

آن دانست. هزینه‌های آماده کردن ماشین شامل هزینه‌هایی از قبیل تغییر دادن جریان تولید به منظور ساختن قطعات منفصله مورد احتیاج موسسه است.

در موسساتی که تولید مرحله‌ای یا مراحل عمل مختلف دارند هزینه‌های آماده کردن شامل هزینه‌های تغییر سرعت تولید خواهد بود؟
متداولترین هزینه‌های نگاهداری کالا به قرار زیراند:

الف - هزینه سرمایه به‌کار رفته در موجودیها (بهره پول یا هزینه گبر انداختن پول در موجودیها):

ب - هزینه‌های انبار کردن موجودیها (اجاره محل انبار یا تخصیص قسمتی از فضای کارخانه به انبار):

پ - هزینه‌های کهنگی، نابایی و ضایع شدن مواد، منجمله شکستگی:

ت - هزینه‌های بیمه و سایر عوارضی که بر اساس ارزش مواد تعلق می‌گیرد.

هزینه‌های عدم نگهداری موجودی کافی یا هزینه‌های تمام شدن موجودی شامل مواد زبر است:

۱ - هزینه‌های انجام سفارشات عقب‌افتاده مشتریان (هزینه‌های استثنائی دفتری برای تنظیم اسناد و جا به‌جا کردن و حمل و نقل سفارشات عقب افتاده):

۲ - هزینه عدم رضایت مشتریان (هزینه یا عدم نفع فروشهای از دست رفته).
هزینه‌های تمام شدن موجودی، شاید مشکلترین هزینه‌ها از لحاظ برآورد و محاسبه

باشند. مثلاً هزینه‌های اضافی انجام سفارشات عقب‌افتاده ممکن است برای هریک

از سفارشات به‌موقع انجام نشده ثابت نباشد. بعضی از هزینه‌های اضافی

انجام این قبیل سفارشات با درجه فعالیت موسسه بستگی دارند، بطوری‌که هر مبلغ

هزینه واحدی که برای آنها محاسبه شود در اکثر موارد یک نرخ متوسط خواهد بود.

برآورد هزینه‌های ناشی از فروشهای از دست رفته از این هم مشکلتر است، یعنی باید

برآورد شود که چه سفارشات بر اثر عدم انجام به‌موقع برای همیشه از دست خواهند

رفت. در بعضی موارد برآورد دقیق این هزینه‌ها تقریباً غیرممکن است، در این صورت

فقط به نشان دادن حدود تقریبی مبلغ آنها اکتفا می‌شود. به این جهت در دنباله

این بحث به منظور تنظیم مدل ریاضی با صرفه‌ترین مقدار سفارش از هزینه‌های یادشده

صرف‌نظر می‌شود. فرض کنیم که هزینه‌های تمام شدن موجودیها منحصر به هزینه‌های

اضافی انجام سفارشات عقب افتاده خواهد بود، چه منعکس نمودن هزینه فروشهای از

دست رفته در یک مدل ریاضی مستلزم تجزیه و تحلیل نسبتاً پیچیده‌ای خواهد بود.

هزینه‌های نگهداری موجودیها را معمولاً می‌توان به شکل درصدی از سرمایه مصرف شده در موجودیها یعنی مثلاً "به شکل مبلغ ۲ ریال برای هر ۱۰۰ ریال ارزش موجودی، بیان نمود، چه تغییرات بسیاری از این هزینه‌ها تابع تغییرات سرمایه مصرف شده در موجودیها خواهد بود، و در اکثر موارد می‌توان برآوردهای نسبتاً دقیقی از این هزینه‌ها کرد. مثلاً هزینه‌های بیمه، انبارداری و هزینه تلوچی بهره سرمایه به کار رفته را می‌توان با دقت معقولی برآورد نمود.

برآورد هزینه‌های ضایع شدن و ناباب شدن مواد هرچند مشکلتر است، معمولاً در تصمیمات مربوط به موجودیها نیز اثر تعیین کننده ندارد.

اندازه‌گیری هزینه‌های تدارک کالا از این جهت پیچیده و مشکل است که اکثر آنها هزینه‌های مشترک چندین فعالیت می‌باشند، یعنی مثلاً افرادی که با تنظیم اسناد سفارش جنس، دریافت اجناس رسیده و پرداخت بهای آن سروکار دارند معمولاً دارای وظایف متعدد و متنوعی بوده و به این ترتیب خدمات مشترکی انجام می‌دهند. در این شرایط غالباً تعیین هزینه‌های اضافی تنظیم و به جریان انداختن یک سفارش بخصوص تقریباً غیرممکن است، و چنانچه مثلاً جمع این هزینه‌ها را روی یک نمودار پراکندگی به شکل تابعی از تعداد سفارشات داده شده رسم کنیم منحنی نمایش این تابع به احتمال قوی یک رابطه کاذب یا احتمالاً یک رابطه پله‌ای خواهد بود.

تجزیه دقیق این هزینه‌های دفتری مستلزم به کاربردن تکنیکهای آماری رگرسیون چند متغیری خواهد بود که تاثیر سایر مقیاسهای فعالیت را در این هزینه‌ها در نظر بگیرد. بطوری که در کتابهای حسابداری مدیریت نیز توصیه شده است، حسابدار مدیریت با حسابدار هزینه باید مفروضات یا داده‌هایی را که برای تهیه و اجرای مدلهای تصمیمات مدیریت لازم است تهیه کند. اولین مسئله‌ای که در اجرای مدلهای تنظیم موجودی باید مورد توجه حسابدار قرار گیرد این است که هزینه‌هایی را که در بالا ذکر شد با چه درجه‌ای دقتی می‌توان با تحمل هزینه معقول به دست آورد، و همچنین تعیین این که اندازه‌گیریها با چه درجه‌ای دقت برای این منظور لازم است. درجه دقت داده‌های مورد نیاز بستگی به این دارد که مدلهای تنظیم موجودی مبتنی بر تصمیمات مدیریت تا چه حد نسبت به اشتباهات اندازه‌گیری حساسیت داشته باشند. در دنباله این بحث نشان داده خواهد شد که چگونه یکی از مدلهای نسبتاً ساده‌تر تصمیم‌گیری را می‌توان برای تعیین درجه اهمیت نسبی هریک از سه دسته از هزینه‌های نگهداری موجودی (هزینه‌های تدارک، انبار کردن و تمام شدن موجودی) مورد استفاده قرار داد. ■

۴ - ضابطه باصرفه‌ترین مقدار موجودی - اولین اقدام تشریحی ما در تنظیم یک مدل ریاضی، شرح چگونگی تنظیم ضابطه با فورمول باصرفه‌ترین مقدار سفارش خواهد بود. این قبیل مدلها از اوائل قرن بیستم در ایالت متحده و بعضی دیگر از کشورهای غربی مورد استفاده موسسات تجاری و صنعتی قرار گرفته و در مواردی به‌کار می‌روند که اولاً "جمع مقدار تقاضا مشخص باشد و ثانیاً" وقفه‌های ناشی از تمام شدن موجودی مجاز شناخته نشده باشد، یعنی مقدار هر سفارش طوری تنظیم شود که هیچگاه کار موزه به علت کمبود موجودی مواد دچار وقفه نگردد. واضح است موسسه‌ای که چنین سیاستی را اتخاذ می‌کند به‌طور ضمنی هزینه با زبان ناشی از تمام شدن موجودیها را بسیار سنگین تلقی می‌نماید. چنین سیاستی غیرمنطقی نیست، چه در بسیاری از موارد ممکن است خدمت راضی‌کننده، یعنی تحویل به موقع سفارشات مشتریان مهمترین عامل جلب مشتری باشد.

برای این منظور و در بقیه این بحث علامتهای اختصاری زیر را به‌کار خواهیم

برد.

$C_p =$ هزینه‌های خرید با تدارک کالا (در هر دوره زمانه)

$C_s =$ هزینه انبار کردن (در هر دوره زمانه)

$C_s^* =$ هزینه انبار کردن (در سرتاسر دوره)

$C_o =$ هزینه تمام شدن موجودی (در هر دوره زمانه)

$D =$ جمع تقاضای مواد در سرتاسر دوره زمانه

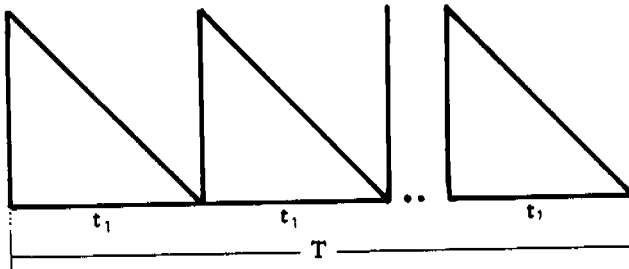
$q =$ مقدار سفارش شده در هر سفارش (با صرفه‌ترین مقدار سفارش)

$\frac{D}{q} = N$ تعداد سفارشات داده شده در سرتاسر دوره زمانه

$t_s =$ فاصله زمانی بین دریافت دو سفارش متوالی

$$t_s = \frac{T}{D/q} = \frac{Tq}{D} \quad \text{ضمناً}$$

این وضع به‌طور ترسیمی در نمودار (۱) زیر نشان داده شده است.



نمودار ۱

به فرض یک‌نواخت بودن و تجدید موجودی q به محض اتمام موجودی قبلی، به‌فرض این‌که مصرف مواد به‌طور یک‌نواخت انجام گیرد، سطح متوسط موجودی $\frac{q}{2}$ بوده و جمع هزینه‌های موجودیها در هر دوره زمانی t_s عبارت خواهد بود از جمع هزینه‌های نگهداری در همین دوره، به‌اضافه هزینه‌های عمل کردن یک سفارش. در تمام مدت T جمع هزینه‌ها عبارت خواهد بود از هزینه‌های نگهداری موجودی به‌اضافه هزینه‌های کلیه سفارشات. چون هزینه‌های نگهداری موجودی معادل با $\frac{q}{2}(C_s t)$ و هزینه هر سفارش معادل C_p و جمع تعداد سفارشات معادل D/q می‌باشد پس معادله جمع هزینه‌ها عبارت خواهد بود از:

$$TC = \left(\frac{q C_s t_s}{2} + C_p \right) \frac{D}{q}$$

$$t_s = \frac{T}{D/q} = \frac{Tq}{D} \quad \text{ضمناً چون}$$

$$TC = \left(\frac{q C_s Tq}{2D} + C_p \right) \frac{D}{q} \quad \text{پس خواهیم داشت}$$

$$(1) \quad = \frac{C_s Tq}{2} + \frac{C_p D}{q}$$

جمع هزینه‌ها وقتی به حداقل خود می‌رسد که مشتق اول تابع (۱) نسبت به

متغیر q مساوی صفر باشد یعنی:

$$\frac{d(TC)}{dq} = \frac{C_s T}{2} - \frac{C_p D}{q^2} = 0$$

$$(2) \quad q^* = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_s T}} = \left(\frac{2C_p D}{C_s T}\right)^{1/2} \quad \text{با}$$

چنانچه مقدار q را که از معادله (۲) به دست آمده در معادله (۱) قرار دهیم

خواهیم داشت.

$$TC = \frac{C_s T(2C_p D/C_s T)^{1/2}}{2} + \frac{C_p D}{(2C_p D/C_s T)^{1/2}}$$

$$(1 \text{ الف}) \quad = (2C_p D C_s T)^{1/2} = \sqrt{2C_p D C_s T} \quad \text{با}$$

تبصره ۱ - چنانچه فرض کنیم C_s^* هزینه نگهداری موجودیها در تمام دوره T باشد محاسبات فوق به شرح زیر ساده خواهد شد.

$$TC = \frac{q C_s^*}{2} + \frac{C_p D}{q}$$

$$\frac{d(TC)}{dq} = \frac{C_s^*}{2} + \frac{(-C_p D)}{q^2} = 0$$

$$(3) \quad q^* = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_s^*}}$$

$$TC = \frac{(2C_p D/C_s^*)^{1/2}}{2} C_s^* + \frac{C_p D}{(2C_p D/C_s^*)^{1/2}} \quad \text{در این حالت}$$

$$(1 \text{ ب}) \quad = (2C_p D C_s^*)^{1/2} = \sqrt{2C_p D C_s^*}$$

به طوری که عامل T از کلیه محاسبات حذف می شود.

تبصره ۲ - به منظور اطمینان از اینکه مقدار q^* که از رابطه (۳) به دست می آید

حداقل است نه حداکثر، کافی است ثابت کنیم که مشتق رابطه (۳) یعنی

مشتق دوم رابطه (۱) به ازاء این مقدار q مثبت است چه اگر مقدار q^*

حداکثر می بود مشتق دوم رابطه (۱) به ازاء این مقدار منفی می شد.

$$\frac{d^2(TC)}{dq^2} = \frac{d}{dq} \left(\frac{d(TC)}{dq} \right) = \frac{2C_p D}{q^4} = \frac{2C_p D}{q^3}$$

چون کلیه متغیرها فقط مقدارهای مثبت می پذیرند، لذا مقدار q^* که از رابطه

(۳) به دست می آید بهیوسته حداقل خواهد بود.

اکنون که مقدار q^* از رابطه (۳) به دست آمد، می توانیم با صرفه ترین تعداد سفارش یعنی N^* را به دست آوریم.

$$N^* = \frac{D}{q^*} \quad \text{یا} \quad N^* = \frac{D}{\sqrt{2C_p D / C_s^*}}$$

$$(۴) \quad N^* = \sqrt{\frac{DC_s^*}{2C_p}} \quad \text{یا بالاخره}$$

مثال عددی - فرض کنیم تقاضای موسسهای برای ماده، به خصوصی به میزان $D = 30,600$ عدد در سال بوده، هزینه های سفارش کالا مبلغ $20,223$ ریال برای هر سفارش و هزینه انبار کردن کالا از قرار عددی 100 ریال در سال باشد. ضابطه با صرفه ترین مقدار سفارش عبارت خواهد بود از:

$$q^* = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_s^*}} = \sqrt{\frac{2(20,223 \times 30,600)}{100}} = 400 \quad (\text{عدد})$$

$$N^* = \frac{30,600}{400} = 76.5 \approx 77 \quad \text{تعداد سفارشات در سال از رابطه (۴) به دست می آید.}$$

جمع هزینه های کالا از رابطه (۱ ب) به دست می آید.

$$TC = \sqrt{2C_p DC_s^*} = \sqrt{2(100)(30,600)(20,223)} = 400,000 \quad (\text{ریال})$$

ضابطه با صرفه ترین مقدار سفارش را می توان طوری تکمیل نمود که حالت کلی تری را که در آن کمبود موجودی مجاز شناخته شده باشد در برگرد دوره مصرف و تجدید موجودی مواد را می توان به نحوی که در شکل ۲ نشان داده شده است منعکس نمود، که در آن s نماینده سطح موجودی در زمانی است که مقدار سفارش q واصل شده و سفارشات عقب افتاده کالای ساخته شده انجام شده باشد.

در فاصله زمانی t_2 که جزئی از زمان بین تحویل دو سفارش متوالی است مؤسسه با کمبود موجودی به میزان متوسط $(q-s)/2$ واحد مواجه بوده و هزینه چنین کمبودی در این فاصله زمانی برابر با مبلغ $\frac{C_0 t_2 (q-s)}{2}$ خواهد بود. با توجه به تساوی زوایای دو مثلث ABC و CDE در نمودار ۲ این دو مثلث متشابه اند و خواهیم داشت:

$$\frac{(q-s)}{t_2} = \frac{s}{t_1}$$

$$\frac{q}{ts} = \frac{s}{t_1} = \frac{(q-s)}{t_2}$$

همچنین چون

$$t_1 = \frac{st_s}{q}$$

پس خواهیم داشت

$$t_2 = \frac{(q-s)t_s}{q}$$

و

جمع هزینه‌های مواد عبارت است از (هزینه نگهداری + هزینه کمبود موجودی + هزینه سفارش) × (تعداد دفعات سفارش)، یعنی:

$$\begin{aligned} TC &= \left[\frac{SC_s t_1}{2} + \frac{(q-s)C_o t_2}{2} + C_p \right] \frac{D}{q} \\ &= \left[\frac{SC_s}{2} \left(\frac{st_s}{q} \right) + \left(\frac{(q-s)C_s (q-s)t_s}{2p} + C_p \right) \frac{D}{q} \right] \\ &= \left[\frac{s^2 C_s t_s}{2q} + \frac{(q-s)^2 C_o t_s}{2q} + C_p \right] \frac{D}{q} \end{aligned}$$

و چون طبق مدل قبلی $t_s = T/q$ پس خواهیم داشت:

$$TC = \frac{s^2 C_s T}{2qD} \cdot \frac{D}{q} + \frac{(q-s)^2 C_o Tq}{2qD} \cdot \frac{D}{q} + \frac{C_p D}{q}$$

$$(5) \quad = \frac{s^2 C_s T}{2q} + \frac{(q-s)^2 C_o T}{2q} + \frac{C_p D}{q}$$

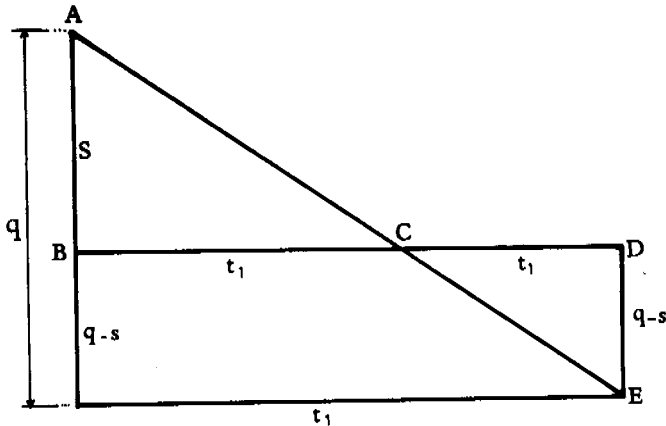
حال اگر تابع (5) را نسبت به هر یک از تغییرهای q و s مشتق بگیریم، می‌توانیم با صرفه‌ترین مقادیر این دو متغیر، که آنها را به ترتیب با علامات q^{**} و s^* مشخص

خواهیم کرد، به شرح زیر به دست آوریم.

$$(6) \quad q^{**} = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_s T}} \cdot \sqrt{\frac{C_s + C_o}{C_o}}$$

$$(7) \quad s^* = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_s T}} \cdot \sqrt{\frac{C_o}{C_s + C_o}}$$

$$(A) \quad TC = \sqrt{2C_p D C_s T} \quad \sqrt{\frac{C_o}{C_s + C_o}}$$



نمودار ۲ - ارتباط مقدار سفارش q با سطح موجودی s و کمبود موجودی $(q - s)$

در رابطه (۶) چنانچه C_o به سمت بی نهایت میل کند، جزء دوم رابطه به سمت مقدار واحد میل خواهد کرد و به همان فورمولی خواهیم رسید که در رابطه (۲) به دست آمد. به این ترتیب می توان رابطه (۲) را حالت خاصی از رابطه عمومی تر (۶) دانست که در آن هزینه کمبود موجودی بی نهایت بزرگ فرض شده است.

همچنین از مقایسه رابطه (۷) با رابطه (۲) نتیجه می گیریم که سطح موجودی از مقدار قبلی خود یعنی

$$q^* = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_s T}}$$

$$\sqrt{\frac{C_o}{C_s + C_o}}$$

به نسبت عامل

تقلیل یافته است. این ضریب همواره کمتر از واحد خواهد بود مگر وقتی که C_o به سمت بی نهایت میل کند که در این صورت ضریب مزبور به طرف واحد میل خواهد کرد.

ضمناً می توان با قرار دادن C_s^* به جای $C_s T$ عامل T را از روابط (۶) و (۷) و (۸) حذف نمود.

اکنون می توان با مراجعه به مفروضات مثال عددی قبل ملاحظه نمود که منظور

نمودن هزینه تمام شدن موجودی چه تاثیری در باصرفه‌ترین مقدار سفارش خواهد داشت.

علاوه بر مفروضاتی که ذکر شد، فرض می‌کنیم که طبق برآورد موسسه، هزینه‌های ناشی از کمبود موجودی برای هر واحد مواد به ۵۵۰ ریال در سال بالغ گردد. طبق رابطه (۶) خواهیم داشت
(پس از حذف T)

$$q^{**} = 400 \frac{650}{550} = 400 (1/09) = 436$$

بنابراین تعداد سفارشات (تقریباً) $N^* = 3600/436 = 8/3$ تبصره - باید توجه داشت که منظور از $8/3$ سفارش در سال این نیست که سفارش کمتر از واحد (مثلاً $0/3$ سفارش) صادر کنیم بلکه منظور این است که فاصله بین هر دو سفارش متوالی $= \frac{360}{8/3} = 44$ روز باشد. البته موجودی مواد که ممکن است در پایان هر سال از آخرین محموله دریافتی در آن سال باقی مانده باشد در اوایل سال بعد مصرف خواهد شد.

همچنین از رابطه (۷) خواهیم داشت:

$$S^* = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_s^*}} \cdot \sqrt{\frac{C_o}{C_s + C_o}} = 400 (0/92) = 368$$

براساس نتایج فوق دستورالعمل مبتنی بر سیاست تنظیم موجودیها به این شرح خواهد بود: در هر سفارش تعداد ۴۳۶ واحد کالا سفارش داده شود که مصرف حداکثر ۶۸ واحد آن در فاصله بین دو سفارش متوالی برای اتمام سفارشات عقب‌افتاده مشتریان مجاز خواهد بود.

جمع هزینه مواد طبق رابطه (۸) عبارت خواهد بود از:

$$TC = \sqrt{2C_p D C_s^*} \cdot \sqrt{\frac{C_o}{C_s + C_o}} \\ = 400000 (0/92) = 360800 \text{ (ریال)}$$

صحت محاسبه جمع هزینه به مبلغ فوق را می‌توان بدون استفاده از فرمولهای ریاضی هم به ترتیب زیر اثبات نمود:

۱ - براساس تقریباً $8/3$ سفارش در سال، هزینه سالانه تنظیم سفارشات $8/3 \times 2'223 = 18'450$ ریال.

۲ - به فرض این که مصرف مواد بطور یک نواخت روزانه ۱۰ عدد باشد موسسه بطور متوسط ۶/۸ روز در هر دوره یا جمعا " ۵۶/۱ روز (با ۱/۸۷ ماه) در سال فاقد موجودی خواهد بود.

نرخ هزینه کمبود موجودی در هر ماه $\frac{۵۵۰}{۱۲}$ یا تقریبا " ۴۶ ریال برای هر واحد و تعداد متوسط کمبود موجودی $\frac{۴۲۶ - ۳۶۸}{۲} = ۳۴$ واحد خواهد بود، بنابراین جمع هزینه کمبود موجودی عبارت است از:

ریال واحد ماه

$$۴۶ \times ۳۴ \times ۱/۸۷ = ۲۰۹۰۰ \text{ ریال}$$

۳ - موسسه بطور متوسط تعداد ۱۸۴ $\frac{۰}{۰} ۲ = ۳۶۸$ واحد موجودی را برای تقریبا " ۳۰۴ = ۵۶ - ۳۶۰ روز در سال یا تقریبا " ۱۰ ماه در سال نگاهداری می کند با نرخ ماهانه انبار کردن $\frac{۱۰۰}{۱۲} = ۸/۴$ ریال.

ریال ماه

در ماه جمع هزینه انبار کردن عبارتست از $۱۰ \times ۱۸۴ \times ۸/۴ = ۱۵۰۴۵۰$ ریال

همین معادلات را می توان برای تعیین این که اشتباهات در برآورد انواع هزینه های وابسته به موجودیها تا چه حد در صحت تصمیمات مدیریت براساس مدل با صرفه ترین مقدار سفارش موثراند، یا به عبارت دیگر برای سنجش درجه حساسیت تصمیمات مزبور نسبت به بروز اشتباهات در انواع برآوردها، مورد استفاده قرار داد. مثلا" اگر فرض کنیم که به زعم حسابدار موسسه، هزینه های انبار کردن کالا ممکن است تا حدود ۱۰% (یعنی تا میزان ۱۰ ریال در سال برای هر واحد موجودی) کمتر از میزان واقعی برآورد شده باشند، تاثیر اصلاح این اشتباه در مقادیر q^{**} و S^* به ترتیب زیر خواهد بود:

$$q^{**} = \sqrt{\frac{۲(۲۲۲۳) ۳۰۶۰۰}{۱۱۰}} \cdot \sqrt{۱/۲۰}$$

$$= ۳۸۰ (۱/۰۹) = ۴۱۴ \text{ (واحد)}$$

$$S^* = ۳۸۰ \sqrt{\frac{۵۵۰}{۶۶۰}}$$

$$= ۳۸۰ (۰/۹۱۲) = ۳۴۶ \text{ (واحد)}$$

بنابراین نتیجه اصلاح این اشتباه این است که تعداد آحاد سفارش شده در هر دوره و همچنین سطح موجودی مواد را به میزان ۲۲ واحد نسبت به محاسبه قبلی کاهش

دهد. در نتیجه تعداد سفارشات سالانه نیز مختصری افزایش خواهد یافت (از ۸/۳ به ۸/۷ سفارش در سال) ولی میزان کمبود موجودی در همان رقم قبلی ۶۸ واحد باقی خواهد ماند.

ضمناً "جمع هزینه‌ها تقریباً" ۱۰۹۰۰ ریال افزایش یافته، به ۳۸۰۷۰۰ ریال بالغ خواهد گردید. ولی جالب توجه است که اشتباه مشابه عددی ۱۰ ریال در هزینه‌های کمبود موجودی نقش تعیین‌کننده در تصمیماتی که توسط موسسه براساس محاسبات قبلی اتخاذ شده است نخواهد داشت، چه این اشتباه فقط در عامل $\sqrt{\frac{C_o}{C_s + C_o}}$ منعکس شده و آن را از $\sqrt{\frac{550}{650}}$ به $\sqrt{\frac{560}{660}}$ تغییر خواهد داد که تفاوت این دو رقم قابل اغماض است. سنجش تاثیر ۱۰٪ اشتباه در برآورد هزینه‌های تدارک کالا را به عهده خوانندگان محول می‌کنیم. ■



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

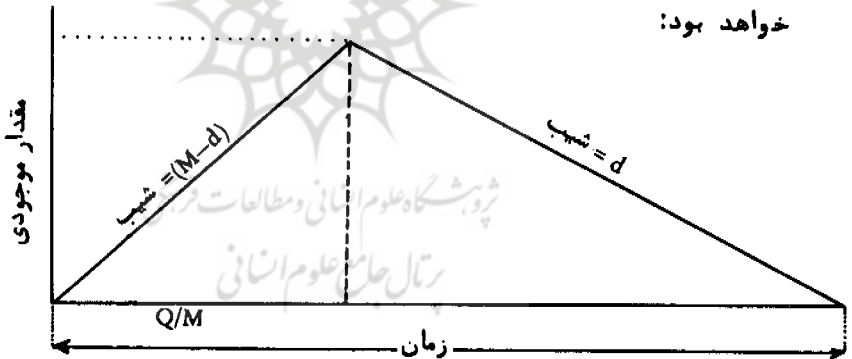
۵- قطعات ساخت مؤسسه - اکنون فرض می‌کنیم موسسه‌ای قطعات منفصله مورد احتیاج خود را رأساً تولید می‌کند و میزان تولید روزانه M عدد و جمع تقاضای سالانه D عدد و هزینه‌های به‌کار انداختن ماشین در هر نوبت کار C_u (نظیر C_p) و تقاضای روزانه d عدد است. مدت زمان هر نوبت تولید معادل Q/M یعنی خارج قسمت تعدادی که باید تولید شود بر میزان تولید روزانه است. به فرض این‌که موجودی در آغاز هر نوبت تولید به صفر برسد، حداکثر موجودی معادل $(M-d)Q/M$ بوده و متوسط موجودی معادل $(M-d)Q/2M$ خواهد بود؛ چنانچه C_s نماینده هزینه‌های انبار کردن در مدت زمان T باشد، جمع هزینه موجودی در چنین شرایطی عبارت خواهد بود از:

$$TC = \frac{D}{Q} C_u + (M-d) \frac{Q}{2M} C_s$$

$$\frac{d(TC)}{dQ} = -\frac{DC_u}{Q^2} + \frac{M-d}{2M} C_s = 0 \quad \text{و چون}$$

$$(9) \quad Q^* = \frac{2DC_u M}{C_s (M-d)} \quad \text{پس}$$

به شکل ترسیمی، منحنی نمایش چنین مدل تنظیم موجودی مانند نمودار ۳ زیر خواهد بود:



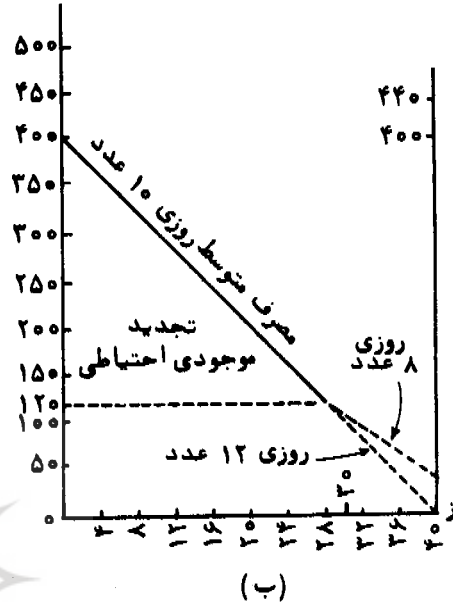
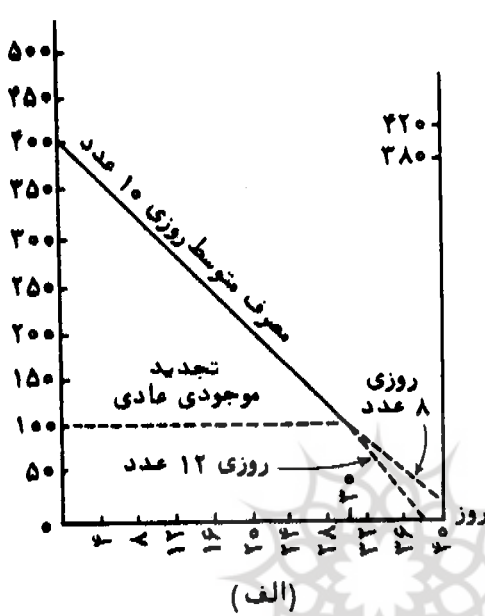
نمودار ۳ - منحنی نمایش تغییرات موجودی بر حسب زمان

۶- مدت سفارش و موجودیهای احتیاطی - اکنون به بررسی تاثیر مدت سفارش، که عبارت از فاصله زمانی بین دادن یک سفارش و دریافت کالای مورد سفارش می باشد، در مدل‌های تنظیم موجودی می پردازیم.

به فرض این که حد تجدید سفارش ثابت باشد، حداکثر خطر تمام شدن موجودی برای موسسه در فاصله بین تاریخ ارسال سفارش و تاریخ دریافت کالای مورد سفارش وجود خواهد داشت. برای ساده کردن بحث فرض می کنیم که مدیریت موسسه قبول کرده باشد که به یک برآورد منحصر به فرد ۳,۶۰۰ واحد برای جمع تقاضای مواد در سال اکتفا کند، ولی برآورد می کند که مصرف روزانه مواد بین حداقل ۸ واحد و حداکثر ۱۲ واحد تغییر خواهد کرد. چنانچه موسسه سطح موجودی مواد را بطور مداوم زیر نظر داشته باشد، این نوسانات در میزان مصرف روزانه فقط در فاصله زمانی مدت سفارش که مسئله امکان توقف تولید موسسه به علت عدم تحویل به موقع مواد مطرح است، جنبه حساس پیدا خواهد کرد. مثلاً فرض کنیم موسسه در شرایط فرض اول مثال فوق هر موقع که سطح موجودیش به ۱۰۰ واحد (حد تجدید سفارش) تنزل کند سفارشی برای ۴۰۰ واحد مواد بدهد و ضمناً کالای مورد سفارش ۱۰ روز (مدت سفارش) پس از سفارش دادن تحویل شود. به این ترتیب در فاصله ۱۰ روزه دوره سفارش ممکن است موسسه بین ۸۰ واحد (روزانه ۸ واحد) و ۱۲۰ واحد (روزانه ۱۲ واحد) کالا مصرف کند. در صورتی که مصرف کالا در این مدت روزانه به حداکثر ۱۲ واحد برسد، در تاریخ تحویل سفارش جدید موسسه ۲۰ واحد کمبود موجودی خواهد داشت. از طرف دیگر در صورتی که مصرف مواد در این مدت از میزان حداقل روزی ۸ واحد تجاوز نکند، در تاریخ تحویل سفارش جدید موسسه ۲۰ واحد موجودی خواهد داشت. این حالات مختلف در نمودار ۴ (الف) بطور ترسیمی نمایش داده شده اند.

چنانچه موسسه بخواهد از زبانه‌های ناشی از کمبود موجودی مصون بماند، لازم خواهد بود که تعداد ۲۰ واحد موجودی اضافی را بعنوان موجودی احتیاطی نگهداری نماید، تا در مواردی که در مدت سفارش مصرف روزانه مواد به حداکثر می رسد، در روزهای آخر قبل از تحویل محموله جدید با کمبود موجودی مواجه نگردد. بدین منظور لازم است حد تجدید سفارش به جای ۱۰۰ واحد به ۱۲۰ واحد افزایش یابد. تاثیر نگهداری موجودی احتیاطی و حداقل و حداکثر مصرف روزانه در مدت سفارش در نمودار ۴ (ب) نشان داده شده است. بطوری که در نمودار مزبور ملاحظه می شود، ممکن است در تاریخ تحویل محموله جدید موجودی موسسه به حداقل صفر واحد (در صورت

مصرف روزانه ۱۲ واحد در مدت سفارش) یا به حد متوسط ۲۰ واحد (در صورت مصرف روزانه ۱۰ واحد) یا به حداکثر ۴۰ واحد (در صورت مصرف روزانه ۸ واحد) رسیده باشد.



نمودار ۴ - سطح موجودی در هنگام دریافت محموله جدید به فرض:

(الف) عدم نگهداری موجودی احتیاطی.

(ب) نگهداری موجودی احتیاطی.

باید توجه داشت که اعمال سیاست نگهداری موجودی احتیاطی ممکن است برای موسسه پرخرج باشد و این بستگی به هزینه‌های اضافی انبارکردن کالا خواهد داشت. سیاست مصونیت از تمام شدن موجودی در مدت سفارش فقط هنگامی قابل توجه است که موسسه به این نتیجه رسیده باشد که زبان یا هزینه ناشی از تمام شدن مواد به مراتب بیشتر از هزینه نگهداری آحاد اضافی موجودی احتیاطی است. این نوع پایاپای یا تنها در بین هزینه‌های کمبود موجودی و هزینه‌های نگهداری موجودی احتیاطی در مثال عددی زیر تشریح شده است.

فرض می‌کنیم موسسه براساس تجربه گذشته ترتیب توزیع فراوانی برای تعداد

آحاد کلای مصرفی در مدت سفارش را در جدول زیر خلاصه کرده باشد:

جمع تعداد مصرف درصد احتمال وقوع با فراوانی نسبی

۲/۵	۹۰
۱۰	۹۵
۷۲/۵	۱۰۰
۱۰	۱۰۵
۵	۱۱۰
<hr/>	
%۱۰۰	
=====	

هزینه‌های انبارکردن کالا: عددی ۲۵۰ ریال در سال

هزینه‌های تمام شدن موجودی: عددی ۱۰۵۰۰ ریال در سال

معادل عددی ۱۵۰ ریال در هر دوره سفارش

تعداد سفارشات سالانه: ۱۰ سفارش

حد معمولی تجدید سفارش ۱۰۰ واحد است و اکنون می‌خواهیم هزینه‌های اضافی نگهداری موجودی احتیاطی را محاسبه کنیم. به فرض این‌که هر وقت سطح موجودی به حد تجدید سفارش یعنی ۱۰۰ رسید موسسه سفارش جدیدی برای q^* واحد بدهد، براساس جدول توزیع فراوانی فوق می‌توان انتظار داشت که در ۱۵٪ از موارد در مدت سفارش فاقد موجودی باشد و در ۸۵٪ بقیه موارد موجودی کافی داشته باشد. حال به محاسبه و مقایسه هزینه‌های نگهداری یا عدم نگهداری موجودی احتیاطی می‌پردازیم.

(الف) به فرض عدم نگهداری موجودی احتیاطی:

سطح مصرف که منجر به کمبود موجودی می‌شود	درصد احتمال وقوع با فراوانی نسبی	کسری موجودی (برحسب تعداد)	هزینه یا زیان ناشی از کمبود موجودی ریال
۱۰۵	%۱۰	۵	$۷۵ = ۵(۱۵۰)(۱۰)$
۱۱۰	%۵	۱۰	$۷۵ = ۱۰(۱۵۰)(۵)$
			برآورد هزینه در هر دوره ۱۵۰
			برآورد هزینه سالانه (تعداد سفارشات) $\times ۱۵۰ = ۱۰۵۰۰$
			=====

(ب) به فرض نگهداری موجودی احتیاطی در سطح ۵ واحد:

ریال	هزینه یا زیان ناشی از کمبود موجودی	کسری موجودی (برحسب تعداد)	درصد احتمال وقوع یا فراوانی نسبی	سطح مصرف که منجر به کمبود موجودی می شود
	$37/5 = 5(150) (\%5)$ (تعداد سفارشات) $\times 37/5 =$ ۳۷۵		۵%	۱۱۰
	$10062/50 = 5(250) (\%85)$			
	برآورد هزینه سالانه $10327/5$ =====			
(ج) به فرض نگهداری موجودی احتیاطی در سطح ۱۰ واحد:				
	- ۰ -			هزینه های کمبود موجودی
	$20125 = 5(250) (\%85)$			هزینه های اضافی انبار کردن
	$125 = 5(250) (\%10)$			
	برآورد هزینه سالانه 20250 =====			

به این ترتیب کم خرج ترین سیاست موجودی موسسه عبارت است از نگهداری موجودی احتیاطی در سطح ۵ واحد که در این صورت احتمال تمام شدن موجودی در مدت سفارش فقط ۵% خواهد بود.

۷- تخفیفهای خرید عمده نسبت به کلیه واحدها هر سفارش - از آغاز این بحث تاکنون فرض شده است که سیاست تنظیم موجودیها تحت تاثیر بهای خرید واحد کالا قرار نمی گیرد و به عبارت دیگر بهای خرید واحد کالا در هر حال ثابت فرض شده است. ولی در واقع فورمول محاسبه جمع هزینه کالا باید شامل بهای خرید کالا نیز باشد. البته چنانچه بهای خرید واحد صرفنظر از مقدار خرید همواره ثابت باشد، منظور نمودن یا منظور ننمودن بهای خرید تاثیری در محاسبه باصرفه ترین مقدار سفارش

نخواهد داشت. ولی در اکثر موارد عملاً این فرض صدق نمی‌کند، چه نرخهای اعلان کالا ممکن است با حجم سفارش تغییر کند.

قبل از اینکه به بحث در باره تأثیر تخفیفهای خرید عمده در رابطه با صرفه‌ترین مقدار سفارش بپردازیم لازم است یادآور شویم که تنها عوامل هزینه‌ای که از این تخفیفها متاثر می‌شوند عبارتند از جمع بهای خرید کالا و هزینه‌های انبارکردن کالا. چون هزینه‌های انبارکردن کالا شامل بهره، سرمایه، حق بیمه، کالا و احتمالاً سایر مواردی هستند که به تناسب قیمت موجودی کم و زیاد می‌شوند، لذا از این به بعد فرض خواهیم کرد که C_p بجای این که نماینده مبلغ هزینه واحد کالا در یک دوره سفارش باشد، اکنون معرف درصد معینی در سال از قیمت موجودی است (یعنی مثلاً هزینه‌های انبارکردن کالا معادل ۱۰ درصد در سال از قیمت موجودی متوسط است). اکنون جمع هزینه موجودی (به انضمام بهای خرید) را می‌توان به شکل زیر نشان داد که در آن p نماینده قیمت خرید با نرخ واحد کالا است:

$$TC = D(P) + \frac{C_s q P}{2} + \frac{D}{q} C_p$$

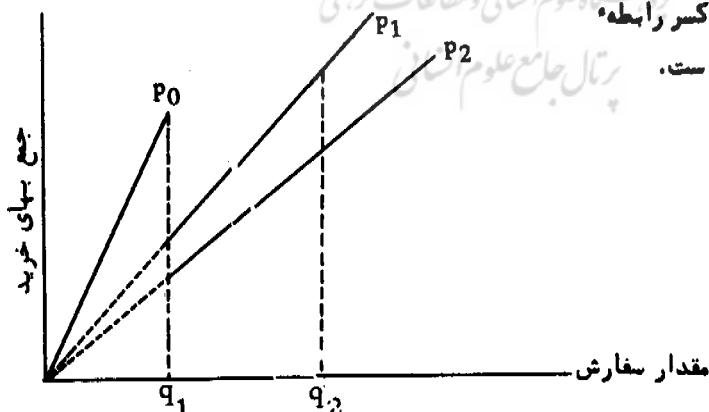
$$\frac{d(TC)}{dq} = \frac{C_s P}{2} - \frac{DC_p}{q^2} = 0$$

$$(10) \quad q^* = \sqrt{\frac{2DC_p}{C_s P}}$$

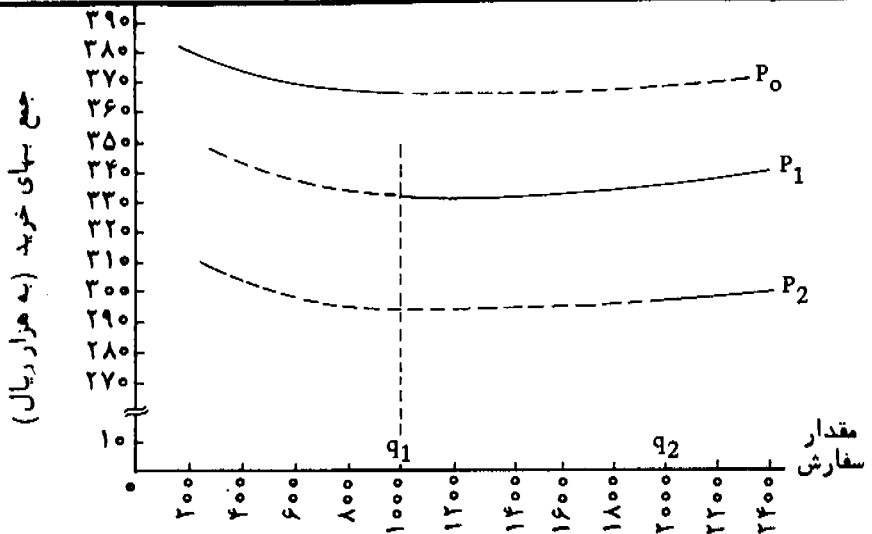
ملاحظه خواهد شد که تنها اختلاف رابطه (۱۰) با رابطه (۲۰) این است که

عامل p در مخرج کسر رابطه

(۱۰) منظور شده است.



نمودار ۵ - توابع منقطع بهای خرید با سه نرخ واحد $P_0 > P_1 > P_2$



نمودار ۶- منحنیهای جمع هزینه سالانه مواد با نرخهای $P_0=100$ ، $P_1=90$ و $P_2=80$

فرض می‌کنیم موسسه بتواند از صفر تا q_1 واحد مواد را به نرخ P_0 و از q_1 تا q_2 واحد را به نرخ P_1 و از q_2 به بالا را به نرخ عددی P_2 خریداری نماید. جمع بهای خرید به ترتیبی که در نمودار ۵ نشان داده شده است تغییر خواهد کرد که در آن P_0 و P_1 و P_2 دارای شیبهای مختلف می‌باشند به نحوی که در شکل نشان داده شده است.

هر موقع که نرخ مواد به علت تغییر حجم سفارش تغییر کند شیب منحنی نمایش جمع قیمت مواد به نرخ قدیم قطع شده و منحنی جدیدی با شیب جدید متناسب با نرخ جدید رسم می‌شود. ضمناً برای هر یک از نرخهای یک منحنی، جمع هزینه مواد به دست می‌آید که فقط تا حجمی که نرخ مزبور صدق می‌کند ادامه داشته و در نقطه تغییر نرخ قطع شده و منحنی بعدی شروع خواهد شد، همچنان که در نمودار ۶ نشان داده شده است.

به منظور تشریح موضوع به ذکر یک مثال عددی می‌پردازیم. فرض کنیم $(P_0=100)$ ، $(P_1=90)$ ، $(P_2=80)$ ریال بوده و $(C_s = 10\%$ درصد در سال) و $(C_p = 10000)$ ریال و $(D=3600)$ باشد. تغییر نرخ کالا در سطوح 10000 واحد و 20000 واحد پیش می‌آید. به عبارت دیگر اگر موسسه هر بار 999 واحد کالا سفارش دهد، جمع هزینه‌های سالانه بر اساس رابطه فوق عبارت خواهد بود از:

$$TC_0 = 31600(100) + \frac{10\%(999)100}{2} + \frac{31600}{999}(10000)$$

$$= 360,000 + 4,995 + 3,605 = 268,600 \text{ (ریال)}$$

در حالی که اگر هر با ۱۰,۰۰۰ واحد سفارش دهد با نرخ تخفیف یافته، عددی ۹۰ ریال جمع هزینه‌های سالانه عبارت خواهد بود از

$$TC_1 = 3,600 (90) + \frac{10(10,000)90}{2} + \frac{3,600}{10,000} (10,000) =$$

$$= 324,000 + 4,500 + 3,600 = 332,100 \text{ (ریال)}$$

همچنین با سفارش ۱۰,۹۹۹ واحد در هر بار، جمع هزینه بالغ بر ۳۳۴,۸۰۰ ریال خواهد بود، در صورتی که اگر هر بار ۲,۰۰۰ واحد سفارش دهد از نرخ تخفیف یافته ۸۰ ریال استفاده خواهد کرد و در این صورت جمع هزینه بالغ بر ۲۹۷,۸۰۰ خواهد بود. منحنیهای تغییر جمع هزینه‌های سالانه، خرید و نگهداری مواد برحسب حجم هر سفارش در نمودار ۶ نشان داده شده است.

با ملاحظه منحنیهای فوق و توجه به این امر که، در مرز تغییر نرخ خرید واحد کالا، جمع هزینه‌های سالانه، خرید و نگهداری موجودیها یکباره از سطح قبلی به سطح پایین‌تری تنزل می‌کند، مسئله عمده‌ای که در تجزیه و تحلیل تغییر قیمتها از لحاظ تاثیر آن در مدلهای تنظیم موجودی کالا پیش می‌آید مورد توجه قرار خواهد گرفت. چنانچه با صرفه‌ترین مقدار سفارش یعنی q^* را از رابطه (۱۰) با نرخ $P_2 = 80$ ریال مقایسه کنیم جواب $q^* = 950$ به دست خواهد آمد. ولی این جواب قابل قبول نیست، چه نرخ عددی ۸۰ ریال فقط برای سفارشات از ۲,۰۰۰ عدد به بالا قابل حصول است همچنین مقدار q^* در نرخ ۹۰ ریال از همان رابطه معادل ۸۹۵ واحد به دست می‌آید، در حالی که می‌دانیم این نرخ فقط به سفارشات بین ۱,۰۰۰ واحد و ۲,۰۰۰ واحد تعلق می‌گیرد. بنابراین غالباً تناقضی بین مقدارهایی که از مدل ریاضی به دست می‌آیند و مقدارهایی که فروشندگان کالا برای اعطای تخفیف تعیین می‌کنند وجود خواهد داشت که باید به‌بهترین وجهی آنها را با هم وفق داد.

بطور کلی راه حل مسائل مربوط به تخفیفهای وابسته به مقدار سفارش این است که جمع هزینه‌ها را در نقطه تغییر قیمت با جمع هزینه‌های مربوط به با صرفه‌ترین مقدار سفارش برای هر یک از نرخها مقایسه کنیم.

اولین قدم این است که مقدار $q = q^*$ را در نازلترین نرخ قابل حصول مقایسه کنیم. چنانچه جواب q^* در شرایط مسئله قابل قبول باشد همان جواب مسئله خواهد

بود، چه q_2^* در نقطه حداقل منحنی نازلترین قیمت خواهد بود. چنانچه این جواب قابل قبول نباشد یعنی q_2^* کمتر از حداقل مقداری باشد که می‌توان به نرخ حداقل سفارش داد، آنگاه جمع هزینه را در نقطه تنزل قیمت (یعنی به‌ازای حداقل مقداری که می‌توان در نازلترین قیمت سفارش داد) محاسبه می‌کنیم. مثلاً در مثال عددی که در بالا ذکر شد، ابتدا مشخص می‌کنیم که در نرخ ۸۰ ریال جواب $q_2^* = ۹۵۰$ به دست آمده از معادله (۱۰) قابل قبول نیست. سپس جمع هزینه را در $q = ۲۰۰۰۰$ (حداقل مقداری که می‌توان در نرخ $P_2 = ۸۰$ سفارش داد) محاسبه می‌کنیم تا به رقم ۲۹۷۰۸۰۰ ریال برسیم. در آزمایش بعدی با صرفه‌ترین مقدار سفارش $q - q_1^*$ را در نازلترین نرخ بعدی یعنی $P_1 = ۹۰$ ریال محاسبه می‌کنیم. چنانچه مقداری که به دست می‌آید قابل قبول باشد یعنی q_1^* از حداقل مقداری که می‌توان به این نرخ خریداری کرد کمتر نباشد، همان جواب مطلوب است، در این صورت جمع هزینه را برای مقدار q_1^* محاسبه کرده و با جمع هزینه‌ای که در وهله اول به دست آمده بود مقایسه می‌کنیم تا معلوم شود کدام راه با صرفه‌تر است. چنانچه مقدار q_1^* از حداقل مقداری که می‌توان در نرخ P_1 سفارش داد کمتر باشد، آنگاه جمع هزینه را به‌ازای حداقل مقداری که می‌توان در نرخ P_1 سفارش داد محاسبه می‌کنیم و جمع هزینه‌ای را که به این ترتیب به دست می‌آید با جمع هزینه‌ای که در آزمایش اول محاسبه شده بود مقایسه می‌کنیم. بعداً این عملیات را برای نرخ $P_0 = ۱۰۰$ ریال نیز عیناً تکرار می‌کنیم، تا آخر.

بر اساس مفروضات این مثال عددی، در نرخ $P_1 = ۹۰$ ریال مقدار $q_1^* = ۸۹۵$ خواهد بود که جواب قابل قبول نیست. پس جمع هزینه را در حداقل مقدار $q = ۱۰۰۰۰$ که با این نرخ سازگار می‌باشد محاسبه می‌کنیم و به رقم هزینه ۳۳۲۰۱۰۰ ریال می‌رسیم. بالاخره مقدار q_0^* را در نرخ $P_0 = ۱۰۰$ ریال محاسبه می‌کنیم و به رقم $q_0^* = ۸۵۰$ واحد، که جواب قابل قبول در این نرخ بوده و جمع هزینه آن بالغ بر ۳۶۸۰۶۰۰ ریال می‌باشد، می‌رسیم. اکنون با مقایسه سه مبلغ جمع هزینه در هر یک از سه نرخ به این نتیجه می‌رسیم که کمترین هزینه متعلق به میزان سفارش $q = ۲۰۰۰۰$ در هر دفعه می‌باشد که جمع هزینه سالانه آن برای ۳۰۶۰۰ واحد کالا بالغ بر $TC = ۲۹۷۰۵۰۰$ ریال می‌شود.

۸- انگیزه انتقال از تغییرات احتمالی قیمت مواد - با توجه به مطالبی که در بالا ذکر شد، اکنون می‌توانیم بعضی از مسائل مربوط به محاسبه انگیزه انتقال با استفاده از تغییرات احتمالی قیمت‌ها را در با صرفه‌ترین مقدار سفارش مورد بررسی قرار دهیم. مدل‌های تنظیم موجودی معمولاً عواملی برای بهره‌گیری از تغییر قیمت‌ها یعنی خریدهای زاید

بر مصرف عادی در انتظار افزایش قیمت‌ها با خودداری از خرید به میزان عادی در انتظار کاهش قیمت‌ها (که در حقیقت نوعی بورس بازی است)، دربردارند. لذا به نظر می‌رسد چنانچه بخواهیم انگیزه^۴انتفاع را در این مدل‌ها بگنجانیم، باید موضوع را از راه تجزیه و تحلیل و محاسبه^۵میزان صرفه‌جویی اضافی در جمع هزینه‌ها مورد مطالعه قرار دهیم، چنانکه در بند بالا در مورد تخفیف قیمت‌ها عمل کردیم.

مثلاً^۶ چنانچه دستگاه مدیریت موسسه‌ای انتظار داشته باشد که در آینده^۷ نزدیکی قیمت‌ها بطور موقت یا بطور دائم افزایش یابند، ممکن است تصمیم به خرید مقداری مواد بیش از حد معمول بگیرد تا از قیمت‌های نازل جاری بهره‌گیری کافی کرده باشد. مقدار مواد اضافی که موسسه می‌تواند خریداری نماید طبعاً^۸ تابع عوامل محدود کننده‌ای از قبیل ظرفیت انبار، اعتبارات تجاری و نقدینگی موسسه خواهد کرد. میزان صرفه‌جویی احتمالی ناشی از اعمال این سیاست عبارت است از حاصلضرب تعداد مواد خریداری شده زاید بر مقدار عادی در تفاوت بین نرخ فعلی و نرخ مورد انتظار، به‌علاوه^۹کاهش هزینه‌های سفارش کالا، منهای هزینه‌های اضافی انبارکردن موجودی کالای زاید بر میزان عادی، که البته این هزینه‌ها براساس تعداد آحاد اضافی و مدت نگهداری آنها در انبار محاسبه می‌شوند. تل انبارکردن نفت خام توسط شرکت‌های نفتی در دسامبر ۱۹۷۶ در انتظار افزایش قریب‌الوقوع قیمت‌های اعلان شده^{۱۰}نفت خام توسط کشورهای تولیدکننده^{۱۱} عضو اوپک، مثال بارزی از اجرای سیاست مبتنی بر انگیزه^{۱۲}انتفاع است.

مثلاً^{۱۳} فرض کنیم که با مفروضات مثال قبلی، مدیریت موسسه کاملاً^{۱۴} قانع شده باشد که در طی دوره^{۱۵} بعد تجدید موجودی، نرخ مواد به میزان ۱۰٪ افزایش یافته و از ۱۰۰ ریال به ۱۱۰ ریال خواهد رسید، ولی C_p همچنان ۱۰۰۰۰ ریال و C_s همان ۱۰٪ در سال و متوسط مصرف روزانه همچنان ۱۰ عدد بوده و ضمناً^{۱۶} حداکثر ظرفیت کوتاه مدت انبار برای ۱۰،۰۰۰ واحد است، بطوری‌که قبلاً^{۱۷} دیدیم با صرفه‌ترین مقدار سفارش ۴۰۰ واحد است، بنابراین موسسه می‌تواند تا ۶۰۰ واحد کالای اضافی سفارش دهد. چون هزینه‌های متغیر را تابع خطی از تعداد کالا فرض می‌کنیم، می‌توانیم حداقل صرفه‌جویی از اعمال سیاست انتفاع را به ترتیب زیر محاسبه نماییم.

$$\text{ریال } 7,700 = (100) (10\%) \left(\frac{600}{360} \times \frac{600}{4} - \frac{600}{400} \right) + C_p (110 - 100) = 600$$

مبلغ کاهش جمع هزینه‌ها.

توضیح اینکه موسسه ۱۰ ریال در نرخ خرید ۶۰۰ واحد اضافی استفاده می‌کند و

همچنین تعداد سفارشات ۱/۵ واحد کمتر خواهد شد، ولی در مقابل باید ۶،۰۰۰ ریال در موجودیهای اضافی سرمایه‌گذاری کند که این سرمایه به مدت ۶۰ روز، قبل از اینکه سطح موجودی به میزان عادی برسد، در موجودیهای اضافی راکد یا حبس بوده و در این مدت متوسط موجودی اضافی ۳۰۰ واحد خواهد بود.

محاسبه نفع حاصل از نخردن یا کمتر از معمول خریدن کالا در انتظار کاهش قیمتها در آینده ممکن است مشکلتر باشد. در این صورت موسسه ممکن است تعداد کالای خریداری را کاهش دهد ولی باید توجه داشته باشد که این عمل ممکن است هزینه‌های تمام شدن موجودی را دربر داشته باشد. گذشته از این زبان احتمالی، موسسه می‌تواند در نتیجه خودداری از خرید در دوره جاری، از ارزش فعلی (مبلغ تنزیل شده برای یک دوره) کاهش آتی قیمتها، به علاوه مبلغ صرفه‌جویی شده در هزینه‌های انبارکردن کالا، منهای هزینه افزایش تعداد سفارشات، منتفع گردد. در این قبیل محاسبات، صرفنظر از طرز محاسبه، نکته مهمی که باید در نظر گرفته شود این است که به موضوع تهاثر هزینه‌ها یا تاثیر متقابل هزینه‌های انگیزه، انتفاع، انگیزه، معاملاتی یا عملیاتی و انگیزه، احتیاط در یکدیگر توجه کافی شود. این رابطه با تاثیر خنثی‌کننده در کنترل و ارزشیابی عملیات، منجمله کنترل و ارزشیابی سیاستهای تنظیم موجودی، حائز اهمیت است.

۹- نتیجه‌گیری - در پایان این مقاله لازم است اشاره‌ای هم به موضوع عملی بودن اجرای مدل ساده تنظیم موجودی که در بالا مورد بحث قرار گرفت بشود، اگر تصور شود که مدیریت موسسه‌ای سعی می‌کند کلیه اقلام موجودی موسسه را به وسیله مدلهای تنظیم موجودی تحت کنترل قرار دهد، چنین تصویری از واقعیت به دور خواهد بود، چه تنوع عملیات بسیاری از موسسات (از جمله شرکتهای مجتمع نفتی و صنایع شیمیائی) ممکن است مستلزم نگاهداری بیش از ۵۰،۰۰۰ قلم موجودیهای متمایز باشد. خوشبختانه یکی از خصوصیات که غالباً در عمل مشاهده شده و لزوم کنترل کلیه اقلام موجودی را تا حد زیادی کاهش می‌دهد این است که تعداد معدودی از اقلام موجودی قسمت اعظم ارزش کل موجودیهای موسسه را به خود اختصاص می‌دهند. مثلاً از بررسی اقلام متنوع موجودی در یک موسسه معلوم شد که ۱۰٪ اقلام موجودی ۷۷٪ جمع ارزش موجودیها را تشکیل می‌داد، همچنین ۲۰٪ از اقلام دیگر موجودی بیش از ۱۷٪ ارزش کل موجودیها را تشکیل می‌داد، بطوری که ۳۰٪ از اقلام موجودی حدود ۹۵٪ ارزش کل موجودیها را به خود اختصاص داده بود، در نتیجه این بررسی موسسه توانست برای

کنترل، موجودیهای خود را به سه گروه (الف) و (ب) و (پ) طبقه‌بندی کند:
گروه (الف) مشتمل بر ۱۰٪ از اقلام موجودی بود که ۷۷٪ ارزش کل موجودی را تشکیل می‌داد، گروه (ب) مشتمل بر ۲۰٪ اقلام موجودی بود که بیش از ۱۷٪ ارزش کل را تشکیل می‌داد و بالاخره گروه (پ) مشتمل بر ۷۰٪ بقیه اقلام موجودی بود که فقط ۵٪ از ارزش کل را تشکیل می‌داد. گروه (الف) در سیستم کنترل موجودیها بیش از همه مورد توجه بود و برای بسیاری از اقلام این گروه قواعد تصمیم‌گیری بر اساس مدل‌های تنظیم موجودی وضع شده بود، در حالی که در مورد گروه (پ) به روشهای کنترل معمولی اکتفا شده بود.

این روش طبقه‌بندی اقلام موجودی برحسب درجه اهمیت آنها، کار استفاده از مدل‌های موجودی را در موسساتی که کنترل موجودی آنها ظاهراً "غیرممکن به نظر می‌رسد" آسان خواهد کرد و در شماره بعد به تفصیل مورد بررسی قرار خواهد گرفت. ■

دل خویشان نمی‌دانم که چون است
که از دست شکیبایی برون است
که باران بیشتر سیلاب خون است
که آب چشمها عناب‌گون است
که بار از طاقت مسکین فزون است
زمانه مادری بی‌مهر و دون است
که از دوران آدم تا کنون است
همی بینم که عنوانش به خون است

سعدی

غریبان را دل از بهر تو خون است
عنان گریه، چون شاید گرفتن
دگر سبزی نروید بپر لب جوی
دگر خون سیاوشان بود رنگ
شکیبایی محبوی از جان مهجور
که دنیا صاحبی بدعهد و خونخوار
نه اکنون است بر ما جور ایام
نمی‌دانم حدیث نامه چون است