WWW.20FILE.ORG

فصل ۱۱ – مدیریت انبار

- ✓ نقش و عملکرد انبار
- ✓ تجزیه و تحلیل ABC
- ✓ درستی و صحت موجودی انباره
- ✓ مدلهای کنترل موجودی
  - ✓ مدل مقدار سفارش اقتصادی
  - ✓ مدل میزان تولید
  - ✓ مدل تخفیف قیمت محصول
  - ✓ مدلهای کنترل موجودی احتمالی با زمان تحویل ثابت
  - ✓ مدل کنترل موجودی دوره ثابت

WWW.20FILE.ORG

مدیریت انبار (Inventory Management)

انبارها از منابع مصرف سرمایه شرکت‌ها محسوب شده و حدود ٤٠ درصد سرمایه گذاری شرکت‌ها در موجودی انبارها اعم از مواد خام، نیمه ساخته، محصول نهایی و لوازم یدکی تجهیزات و ماشین‌آلات مصرف می‌شود. با توجه به حجم قابل توجه سرمایه مصرفی شرکتها در موجودی انبارها، ضرورت مدیریت آن در هر سیستم تولیدی و یا خدماتی اجتناب‌ناپذیر است. بکارگیری و ابقاء سیستم‌های مناسب انبار و مدیریت انبارها از وظایف مدیران عملیات است.

UP

نقش و عملکرد انبار (Functions of Inventory)

نقش و عملکرد انبار در سیستم‌های تولیدی و خدماتی به صورت زیر است.

۱-انبار به عنوان واسطه بین تولید و تقاضا

انبار معمولاً نقش واسطه بین تولید و توزیع را دارد. در شرایط تقاضاهای فصلی و تقاضاهای نامنظم، محصولات انبار شده برای پاسخگویی به تقاضا استفاده می‌شود. در شرایط تقاضاهای فصلی، مثلاً تقاضای فصلی کولر در تابستان، بخشی از ظرفیت تولیدی کارخانجات در سایر فصلهای مختلف به تولید محصول فوق تخصیص داده شده و تولیدات فوق انبار شده و برای پاسخگویی به تقاضای فصلی محصول در تابستان استفاده می‌شود. در شرایط فوق انبار به عنوان واسطه بین تولید و تقاضا استفاده شده و از کسری موجودی محصولات و از دست رفتن سفارش مشتریان جلوگیری می‌کند.

WWW.20FILE.ORG

۲- انبار به عنوان گسترش تنوع انتخاب مشتریان

موجودی انبار امکان گسترش تنوع انتخاب محصولات توسط مشتریان را فراهم می‌کند. مثال آن انبار محصولات مختلف از نظر تنوع مدل و رنگ در فروشگاه‌های خرده‌فروشی محصولات است.

۳- انبار به عنوان سپری در برابر تورم و افزایش قیمت‌ها

در شرایط عدم اطمینان و تورم، موجودی انبار وسیله‌ایی برای حفظ ارزش پول به کار می‌رود. در شرایط فوق افراد به جای حفظ پول اقدام به خرید و نگهداری کالاهای ارزشمند نموده و از طریق افزایش قیمت محصولات انبار شده از کاهش سرمایه نقدی خود جلوگیری می‌کنند.

٤- استفاده از تخفیف مقداری

خریدهای کلان باعث تخفیف محصولات شده و بدینوسیله مصرف‌کننده با خرید انبوه خود اقدام به تشکیل انبار می‌نماید. در خریدهای انبوه و تشکیل انبار همواره خطر خرابی محصولات از مد افتادن آنها مطرح بوده و هزینه‌های انبارداری و بیمه نیز باعث افزایش قیمت محصول می‌شود.

UP

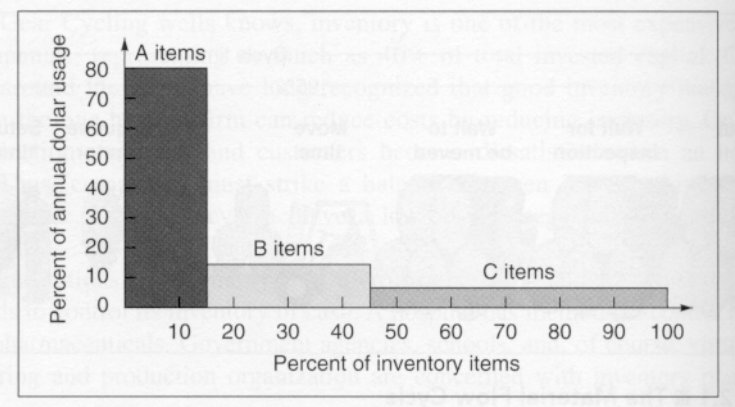
تجزیه و تحلیل ABC

در مدیریت انبار محصولات از نظر اهمیت آنها به سه گروه A, B, C تقسیم می‌شوند. گروه A شامل اقلام مهم از نظر ارزش ریالی بوده وارزش ریالی مصرف سالانه آنها حدود ۸۰-۷۰ درصد کل ارزش ریالی مواد و قطعات مصرفی در کارخانه را تشکیل می‌دهد.

اقلام گروه B اقلام دارای ارزش ریالی متوسط بوده و اقلام فوق بین ۲۵-۱۵ درصد کل ارزش ریالی مواد مصرفی در کارخانه را تشکیل می‌دهند. گروه C شامل اقلام مصرفی کم ارزش بوده و ارزش ریالی مصرف سالانه آنها حدود ۵ درصد کل ارزش ریالی مواد و قطعات مختلف مصرفی در کارخانه است. نمودار تصویری تجزیه و تحلیل ABC در شکل ۱-۱۱ نشان داده

WWW.20FILE.ORG

شده است. مثال عملی تجزیه و تحلیل ABC برای ۱۰ قطعات و مواد مصرفی یک کارخانــه در جدول ۱-۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۱ نمودار تصویری تجزیه و تحلیل ABC

جدول ۱-۱۱ تجزیه و تحلیل ABC

Item Stock Number	Percent of Number of Items Stocked	Annual Volume (units)	× Unit Cost	= Annual Dollar Volume	Percent of Annual Dollar Volume		Class
#10286	20%	1,000	$ 90.00	$ 90,000	38.8%	72%	A
#11526		500	154.00	77,000	33.2%		A
#12760		1,550	17.00	26,350	11.3%		B
#10867	30%	350	42.86	15,001	6.4%	23%	B
#10500		1,000	12.50	12,500	5.4%		B
#12572		600	$14.17	8,502	3.7%		C
#14075		2,000	.60	1,200	.5%		C
#01036	50%	100	8.50	850	.4%	5%	C
#01307		1,200	.42	504	.2%		C
#10572		250	.60	150	.1%		C
		8,550		$232,057	100.0%		

هدف از تجزیه و تحلیل ABC شناخت مواد و اقلام مصرفی مهم در مدیریت انبارهــا و توجــه کافی به زمان سفارش، مقدار سفارش و نگهداری آنها در سیستم انبار است.

WWW.20FILE.ORG

در تجزیه و تحلیل ABC علاوه بر ارزش ریالی اقلام از سایر معیارها مثـل تغیـرات مهندسـی مورد انتظار در قطعه، دوره تناوب تغییر و نوآوری در طرح قطعه، مشکلات مربوط بـه تحویـل قطعه مثلاً مدت زمان تحویل اقلام، مشکلات مربوط به کیفیت اقلام تحویلی بـرای دسـته‌بندی اقلام و مواد به گروههای A, B, C می‌توان استفاده نمود.

UP

ملاحظات مدیریتی در تجزیه و تحلیل ABC

در تجزیه و تحلیل ABC مدیران عملیات باید نسبت به موارد زیر توجه کافی داشته و توصیـه های زیر را بکار گیرند.

۱- توسعه منابع عرضه برای اقلام گروه A اولویت و اهمیت بیشتری نسبت به گروههای B,C خواهد داشت.

۲- اقلام گروه A نسبت به اقلام گروههای B,C نیاز به کنترل دقیقتر انبار داشـته، و اطلاعـات موجودی اقلام فوق باید دقیقتر از دو گروه دیگر باشد.

۳- تخمین تقاضا مواد و قطعات مصرفی گروه A باید با دقت بیشـتری نسـبت بـه گروههـای B,C انجام شود.

UP

درستی و صحت موجودی انبارها (Record Accuracy)

مدیریت انبار نیاز به اطلاع دقیق از موجودی انبارها داشته و اطلاع دقیـق از موجـودی انبارهـا پایه اصلی سیستم‌های برنامه‌ریزی تولید و کنترل موجودی‌ها است. صحت و درستی موجـودی انبارها از طریق ثبت منظم و سیستماتیک ورود و خروج کالا به انبارها، استقرار منظـم قفسـه‌ها در انبارها و شماره‌گذاری قفسـه‌ها و کالاهـا و چیدمـان منظـم قطعـات در قفسـه‌ها و اسـتفاده مطلوب از فضای انبارها امکان‌پذیر می‌شود.

WWW.20FILE.ORG

شمارش دوره‌ایی (Cycle Counting)

در شرکت‌های تولیدی و خدماتی، صحت و درستی اطلاعات و موجودی‌های انبار از طریق شمارش دوره‌ایی تأیید شده و اختلاف بین رکوردهای موجودی انبار و موجودی واقعی پیگیری شده و اصلاحات لازم در رکورد کالاهای انبار شده صورت می‌گیرد. شمارش دوره‌ایی اقلام گروه A معمولاً یک ماه یک بار و اقلام گروه B سه ماه یکبار و اقلام گروه C شش ماه یکبار است.

UP

مدل‌های کنترل موجودی

هدف از مدل‌های کنترل موجودی، تعیین زمان و مقدار بهینه سفارش با استفاده از مدل‌های ریاضی است. مدل‌های کنترل موجودی مورد بحث در این قسمت مربوط به اقلام و محصولات با تقاضای مستقل (Independent Demand) از سایر اقلام و محصولات است. مدل‌های کنترل موجودی اقلام با تقاضای وابسته نظیر اقلام مورد استفاده در خطوط مونتاژ که مصرف و برنامه سفارش و انبار آنها وابسته به تقاضای محصول نهایی است در فصل برنامه‌ریزی تأمین مواد (MRR)[1] بررسی می‌شود.

UP

هزینه‌های سفارش و نگهداری

در مدلهای کنترل موجودی، هزینه‌های سفارش (Ordering Cost) شامل هزینه‌های دفتری واداری سفارش، پردازش اطلاعات و تحویل محصول سفارش شده است. اگر قطعه در داخل کارخانه تولید می‌شود در این صورت هزینه سفارش آن به صورت هزینه آماده‌سازی خط یا ماشین‌آلات برای تولید قطعه مورد نظر است. مدیران عملیات از طریق بکارگیری سیستم‌های

1- Material Requirements Planning

WWW.20FILE.ORG

مکانیزه سفارش‌دهی و کاهش زمان‌های آماده‌سازی ماشین‌آلات، در کاهش هزینه‌های سفارش نقش دارند.

هزینه نگهداری (Holding cost) هزینه‌های مربوط به نگهداری اقلام انبار شده در طول زمان است. هزینه نگهداری شامل هزینه تأمین فضا برای انبار، نیروی انسانی، بیمه، تجهیزات حمل نقل، بهره بانکی و فساد و خرابی اقلام انبار شده است. هزینه‌های مختلف نگهداری و درصد آنها از ارزش موجودی انبارها در جدول ۲-۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۲-۱۱ هزینه‌های نگهداری در مدل‌های کنترل موجودی

Category	Cost as a Percent of Inventory Value
Housing costs, such as building rent, depreciation, operating cost, taxes, insurance	6% (3–10%)
Material handling costs, including equipment, lease or depreciation, power, operating cost	3% (1–3.5%)
Labor cost from extra handling	3% (3–5%)
Investment costs, such as borrowing costs, taxes, and insurance on inventory	11% (6–24%)
Pilferage, scrap, and obsolescence	3% (2–5%)
Overall carrying cost	26%

Note: All numbers are approximate, as they vary substantially depending on the nature of the business, location, and current interest rates. Any inventory holding cost of less than 15% is suspect, but annual inventory holding costs often approach 40% of the value of inventory.

UP

مدل مقدار سفارش اقتصادی (Economic Order Quantity Model)

مدل کنترل موجودی مقدار سفارش اقتصادی (Economic Order Quantity: EOQ) ساده‌ترین، متداولترین و قدیمی‌ترین مدل کنترل موجودی است، که هنوز در اکثر صنایع تولیدی از آن استفاده می‌شود. سابقه تاریخی مدل EOQ بر کار تحقیقی Harris[1] باز می‌گردد. مدل EOQ مقدار بهینه سفارش هر محصول یا قطعه مصرفی را با توجه هزینه کل سفارش و نگهداری آن در واحد زمان تعیین می‌کند. معروضات مدل EOQ بصورت زیر است:

1- Harris F.W., Operations and Cost (Chicago, A.W. Shaw,1915).

WWW.20FILE.ORG

۱- تنها مقدار بهینه سفارش یک قطعه معین یا محصول را به صورت مستقل از سـایر اقـلام و محصولات تعیین می شود.

۲- تقاضای سالانه محصول معین و تقریباً به صورت ثابت و یکنواخت است.

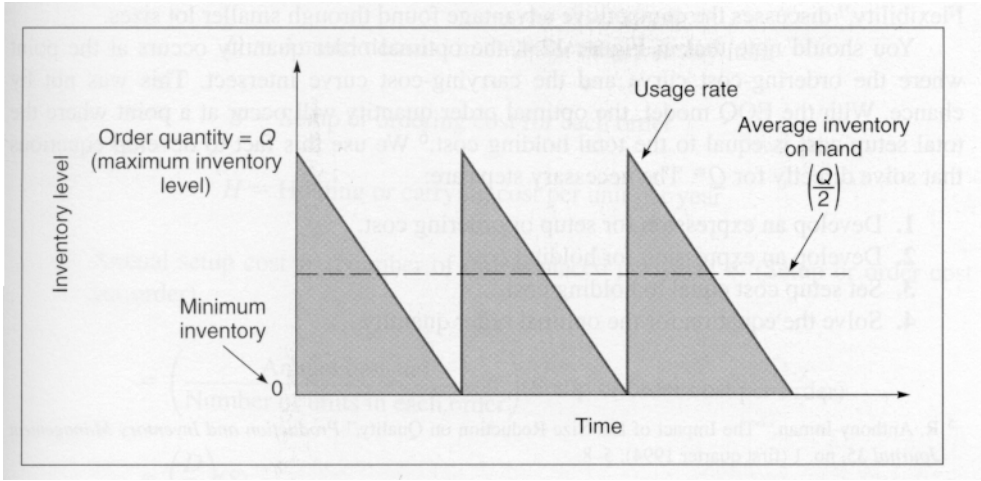
۳- زمان تحویل محصول یا قطعه (Lead Time) ثابت است.

٤- تمام سفارش در یک مرحله تحویل انبار می‌شود.

٥- قیمت قطعه یا محصول ثابت بوده و تخفیف ویژه در قیمت آن برای سفارش‌های بزرگ در نظر گرفته نمی شود.

٦- کسری موجودی در سیستم تولیدی مجاز نمی‌باشد.

با توجه به مفروضات فوق نمودار تشکیل موجودی انبار و مصرف آن در طول زمـان در مـدل EOQ بصورت شکل ۲-۱۱ است.



شکل ۲-۱۱ نمودار موجودی اقلام و مصرف آنها در مدل EOQ

در مدل EOQ اگر تقضای سالانه محصول D واحد محصول و هزینه سفارش یا آماده‌سـازی S ریال و هزینه نگهداری هر واحد کالا در طول سال H ریال در نظر گرفته شود، در اینصورت با توجه به شکل ۱-۱۱ برای سفارش Q واحد محصول، متوسط موجودی مسـاوی $\frac{Q}{2}$ در واحـد

WWW.20FILE.ORG

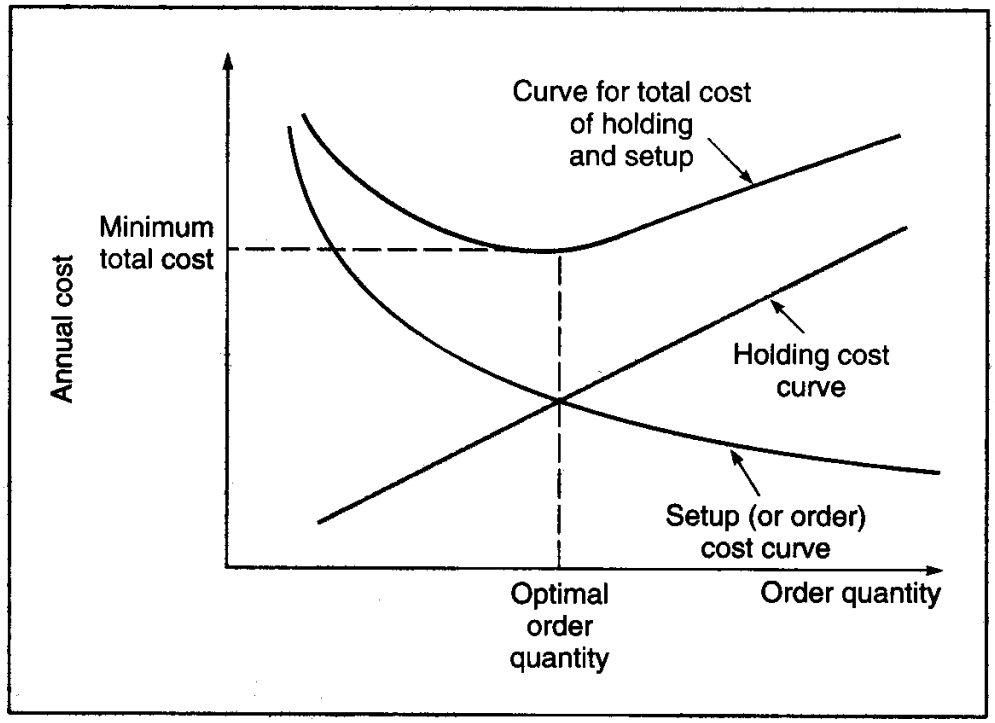
زمان بوده و هزینه نگهداری آن مساوی $\frac{Q}{2}$ H است. به صورت مشابه برای تقاضای سـالانه D واحد محصول تعداد سفارش‌ها مساوی $\frac{D}{Q}$ در طول سال بوده و هزینه سالانه سفارش مساوی $\frac{D}{Q}$ S است. هزینه کل و مقدار بهینه سفارش در مدل EOQ بصورت زیر است.

$$TC = \frac{Q}{2} H + \frac{D}{Q} S \qquad (۱۱-۱)$$

$$\frac{dTC}{dQ} = \frac{H}{2} - \frac{D}{Q^2} S = 0 \qquad (۱۱-۲)$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

نمودار تصویری هزینه نگهداری و هزینه سفارش و هزینه کل و مقدار بهینه سـفارش در مـدل EOQ در شکل ۳-۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۱ نمودار هزینه‌ها و مقدار بهینه سفارش در مدل EOQ

WWW.20FILE.ORG

مثال: اگر تقاضای سالانه برای محصولی ۱۰۰۰ واحد وهزینه سفارش ۱۰ دلار و هزینه نگهداری هر واحد محصول در طول سال ۰/۵ دلار باشد. میزان سفارش اقتصادی را تعیین کنید.

حل: با توجه به مفروضات مسئله که D=۱۰۰۰ و S=۱۰ و H=۰/۵ است. مقدار بهینه سفارش با استفاده از رابطه ۲-۱۱ بصورت زیر است.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{(2)(1000)(10)}{(0.5)}} = 200 \text{ واحد محصول}$$

UP

نقطه سفارش (Reorder Point)

در مدلهای کنترل موجودی بعد از تعیین مقدار بهینه سفارش (Q^*)، زمان سفارش نیز باید تعیین شود. در مدل EOQ، اگر تحویل سفارش فوری باشد در اینصورت در زمان موجودی صفر، سفارش به میزان Q^* انجام می‌شود. در مدل فوق اگر مدت زمان تحویل مساوی L واحد زمانی و نرخ مصرف مساوی d باشد، در اینصورت نقطه سفارش مجدد بصورت زیراست.

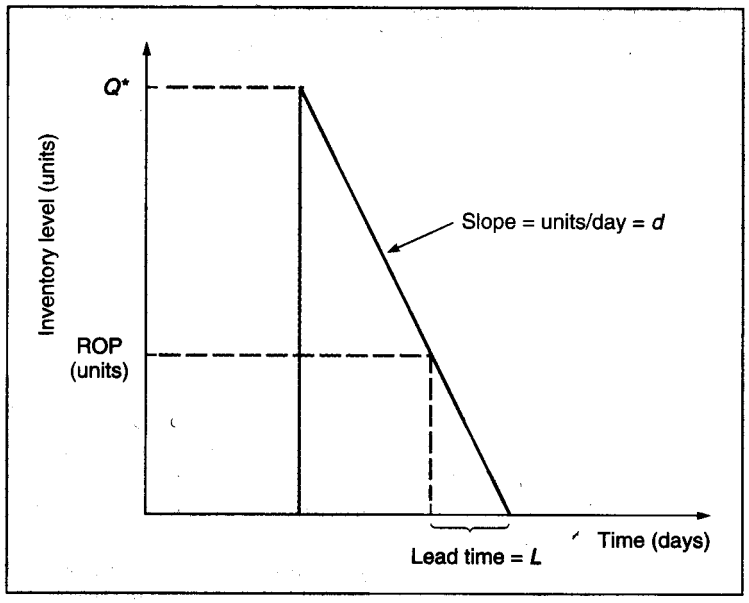
$$ROP = L \times d \qquad (۱۱-۳)$$

در رابطه ۳-۱۱، d نرخ مصرف روزانه را نشان داده ونحوه محاسبه آن بصورت زیر است.

$$d = \frac{\text{تقاضای سالانه}}{\text{روزهای کار}} \qquad (۱۱-٤)$$

نقطه سفارش مجدد در مدل EOQ در شکل ٤-۱۱ نشان داده شده است.

WWW.20FILE.ORG



شکل ٤-١١ نقطه سفارش مجدد

UP

مدل میزان سفارش تولید

(Production Order Quantity Model)

در مدل میزان سفارش تولید بر خلاف مدل EOQ، تحویل سفارش به انبار به صورت تدریجی است. در این مدل نرخ تولید روزانه p واحد محصول و نرخ مصرف روزانه d است. در مدل اخیر تولید در طول زمان t انجام شده و به میزان t (p - d) واحد محصول در دوره فوق در انبار قرار می‌گیرد. نمودار تغییرات موجودی انبار در مدل میزان سفارش تولید در شکل ٥-١١ نشان داده شده است. در این مدل میزان بهینه سفارش تولید (Q^*_P) با توجه به هزینه نگهداری سالانه هر واحد محصول در انبار (H) و هزینه آماده‌سازی سیستم تولید (S) بصورت زیر است.

(هزینه نگهداری سالانه هر واحد محصول) × (متوسط موجودی انبار) = هزینه نگهداری سالانه انبار

2/ (حداکثر موجودی انبار) =متوسط موجودی انبار

(کل مصرف در زمان t) – (کل تولید در زمانt) = حداکثر موجودی انبار

$= pt - dt$

$Q = pt$ (کل تولید در زمان t)

$t = \frac{Q}{P}$

WWW.20FILE.ORG

$$\text{حداکثر موجودی انبار} = P\left(\frac{Q}{P}\right) - d\left(\frac{Q}{P}\right)$$

$$= Q\left(1 - \frac{d}{p}\right)$$

$$\text{هزینه نگهداری سالانه} = H\,(۲/\text{حداکثر موجودی انبار})$$

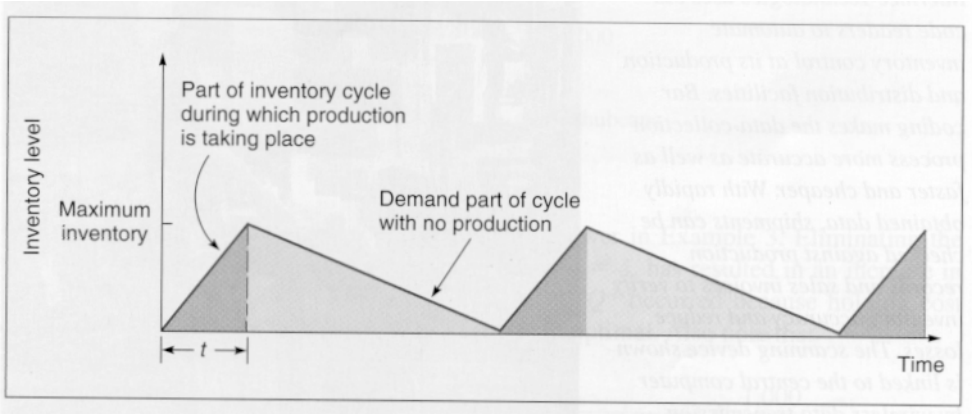
$$= \frac{Q}{2}\left[1 - \frac{d}{p}\right]H$$

در مدل میزان سفارش تولید با توجه به تقاضای سالانه D و سفارش تولید Q، تعداد سفارش ها در طول سال به میزان $\frac{D}{Q}$ بوده و با توجه به هزینه آماده‌سازی S برای هر بار سفارش هزینه کل آماده‌سازی مساوی $\frac{D}{Q}S$ است.

در مدل میزان سفارش تولید مشابه مدل EOQ، مقدار بهینه سفارش (Q^*_P) از تساوی هزینه کل آماده‌سازی وهزینه کل نگهداری بدست آمده و مقدار آن بصورت زیر است.

$$\frac{Q}{2}\left[1-\frac{d}{p}\right]H = \frac{D}{Q}S \qquad (۱۱-۵)$$

$$Q^*_P = \sqrt{\frac{2DS}{H(1-d/p)}}$$



شکل ۵-۱۱ نمودار تغییرات موجودی انبار در مدل میزان بهینه سفارش تولید

UP

WWW.20FILE.ORG

مثال: اگر تقاضای سالانه محصولی ۱۰۰۰ واحد محصول و هزینه آماده‌سازی ۱۰ دلار وهزینه نگهداری ۰/۵ دلار باشد. با توجه به نرخ تولید روزانه ۸ واحد محصول و نرخ مصرف روزانه ٦ واحد، میزان بهینه سفارش تولید را به دست آورید.

حل: با توجه به مفروضات مسئله (Q^*_P) به صورت زیر است.

$$Q^*_P = \sqrt{\frac{2DS}{H(1-d/p)}} = \sqrt{\frac{(2)(1000)(10)}{(0.5)(1-\frac{6}{8})}} = 400 \quad \text{واحد محصول}$$

UP

مدل تخفیف قیمت محصول (Quantity Discount Model)

یکی از راه‌های افزایش فروش شرکت‌ها، تخفیف قیمت محصول برای سفارش‌های بزرگ است. در مدل تخفیف قیمت محصول، میزان بهینه سفارش برای انبار با توجه به قیمت‌های مختلف محصول تعیین می شود. مثال نمونه‌ایی قیمتهای پیشنهادی و درصد تخفیفات آن برای سفارش‌های مختلف یک محصول در جدول ۳-۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۳-۱۱ قیمت محصول برای سفارش‌های مختلف در مدل تخفیف قیمت

سطح تخفیف	مقدار سفارش	درصد تخفیف در قیمت محصول	قیمت محصول
۱	۰-۹۹۹	۰	۵
۲	۱۰۰۰-۱۹۹۹	٤	٤/۸
۳	۲۰۰۰ و بیشتر	۵	٤/۷۵

WWW.20FILE.ORG

در مثال نمونه‌ایی جدول ۳-۱۱ بـا توجـه بـه تخفیـف ۵ درصـدی در قیمـت محصـول بـرای سفارش‌های بیشتر از ۲۰۰۰ واحد محصول، ممکن است سفارش کـالا جـهت انبـار در سـطح فوق در نظر گرفته شود. اما توجه داریم که هر چه موجودی انبار زیادتر شود هزینـه نگـهداری آن نیز بیشتر است. هزینه کل انبـار در مـدل تخفیـف مقـداری شـامل هزینـه سـفارش، هزینـه نگهداری و ارزش محصول انبار شده است. هزینه کل انبار (TC) در مـدل فـوق بـه توجـه بـه تقاضاهای سالانه D و هزینه سفارش S و قیمت محصول P و میزان سفارش Q، بصورت زیـر است.

$$TC = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H + PD \qquad (۱۱-٦)$$

در مدل تخفیف مقداری انبار، هدف تعیین مقدار بهینه سفارش (Q^*_P) با توجـه بـه هزینـه کـل انبار (TC) است. برای تعیین Q^* از دستورالعمل زیر استفاده می‌شود.

۱- برای هر سطح قیمت مقدار Q^* از رابطه زیر تعیین شود.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{IP}} \qquad (۱۱-۷)$$

در رابطه ۷-۱۱، D تقاضای سالانه S هزینه سفارش و I درصد معین از قیمت محصول است.

۲- اگر Q^* محاسبه شده از رابطه ۷-۱۱ برای هر سـطح قیمـت کمـتر از حداقـل سـفارش در سطح قیمت مورد نظر باشد، در اینصورت Q^* مساوی حداقل سفارش سطح قیمـت فـوق در نظر گرفته می‌شود.

۳- هزینه کل برای Q^* در هر سطح قیمت با توجه به معادله ٦-۱۱ محاسبه شده و حداقـل آن میزان بهینه سفارش را مشخص می‌کند.

مثال: اگر قیمت فروش محصول تولیدی یک شرکت برای سفارش کمتر از ۱۰۰۰ واحد ۵ دلار و برای سفارش‌های ۱۹۹۹ -۱۰۰۰ مساوی ٤/۸ دلار و برای سفارش‌های بیشتر از ۲۰۰۰ واحد

WWW.20FILE.ORG

محصول ٤/٧٥ دلار باشید. اگر هزینه سفارش ٤٩ دلار و هزینه نگهداری سالانه مساوی ٢٠ درصد قیمت محصول باشد. با توجه تقاضای سالانه ٥٠٠٠، مقدار بهینه سفارش را تعیین کنید.

حل: با استفاده از معادله ٧-١١ میزان بهینه سفارش Q^* برای سطوح مختلف قیمت بصورت زیر است.

$$Q_1^* = \sqrt{\frac{(2)(5000)(49)}{(0.2)(5)}} = 700 \quad \text{واحد محصول}$$

$$Q_2^* = \sqrt{\frac{(2)(5000)(49)}{(0.2)(4.8)}} = 714 \quad \text{واحد محصول}$$

$$Q_3^* = \sqrt{\frac{(2)(5000)(49)}{(0.2)(4.75)}} = 718 \quad \text{واحد محصول}$$

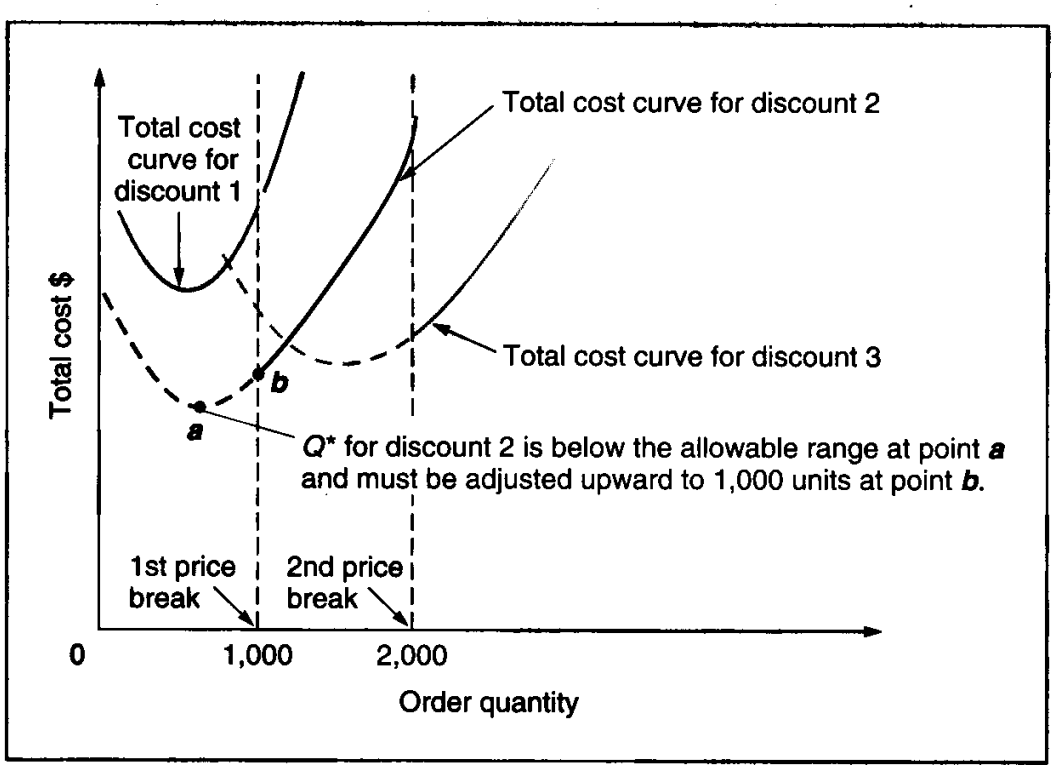
از بین Q^* های محاسبه شده Q_2^* و Q^*_3 در محدود میزان سفارش سطح قیمت مورد نظر نبوده، لذا مقادیر آنها مساوی حداقل سفارش در سطح قیمت مربوطه در نظر گرفته می‌شود. هزینه کل انبار برای $Q^*_1 = 700, Q^*_2 = 1000, Q^*_3 = 2000$ در جدول ٤-١١ نشان داده شده است.

جدول ٤-١١ هزینه کل انبار برای مثال مدل تخفیف قیمت

سطح تخفیف	قیمت محصول (P)	سطح بهینه سفارش (Q)	هزینه سفارش $\left(\frac{D}{Q}S\right)$	هزینه نگهداری $\left[\frac{Q}{2}\times(IP)\right]$	ارزش محصول (PD)	هزینه کل (TC)
١	٥	٧٠٠	٣٥٠	٣٥٠	٢٥٠٠٠	٢٥٧٠٠
٢	٤/٨٠	١٠٠٠	٢٤٥	٤٨٠	٢٤٠٠٠	٢٤٧٢٥
٣	٤/٧٥	٢٠٠٠	١٢٢/٥	٥٩٠	٢٣٧٥٠	٢٤٨٢٢/٥

میزان بهینه سفارش در جدول ٤-١١ با توجه به حداقل هزینه کل ٢٤٧٢٥ دلار، مساوی ١٠٠٠ واحد محصول است. منحنی‌های هزینه کل انبار برای سطوح مختلف تخفیف قیمت محصول در شکل ٦-١١ نشان داده شده است.

WWW.20FILE.ORG



شکل ٦-١١ منحنی‌های هزینه کل انبار برای سطوح مختلف قیمت محصول

UP

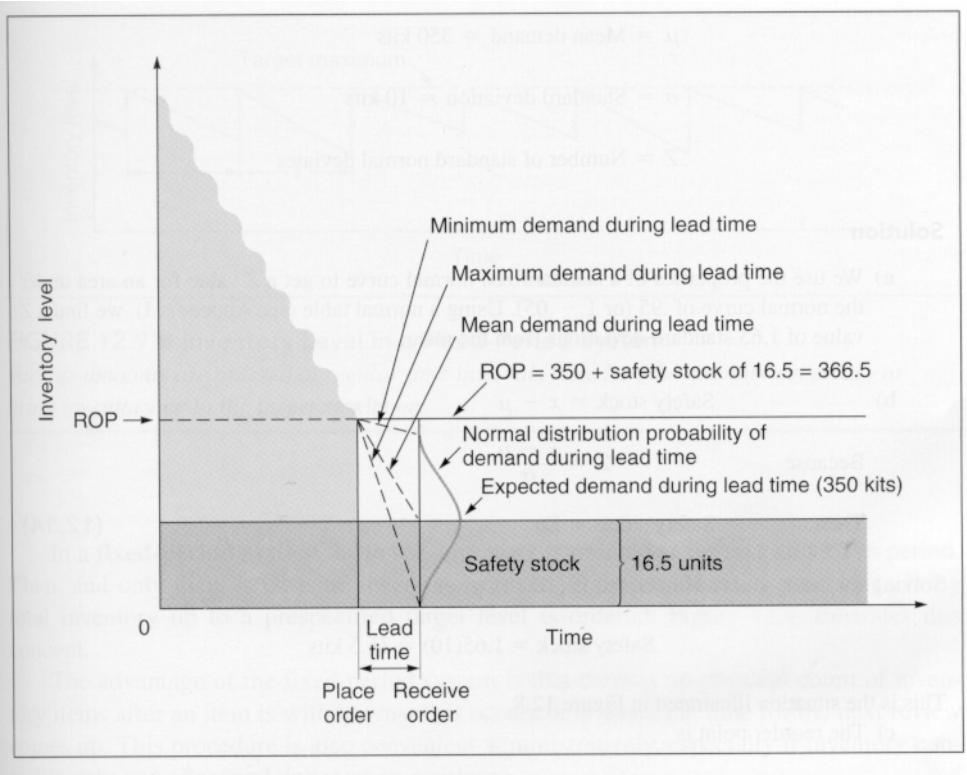
مدل‌های کنترل موجودی احتمالی با زمان تحویل ثابت

مدل‌های انبار برای تقاضای تصادفی با استفاده از مدل‌های آمار و احتمالات تدوین شده و ساده‌ترین آنها مدل انبار با تقاضای تصادفی و زمان تحویل ثابت است. در مدل تقاضا تصادفی و زمان تحویل ثابت، برای جلوگیری از کسری انبار، از موجودی اطمینان (SS: Safty Stock) استفاده می‌شود. نقطه سفارش مجدد (ROP) در مدل تقاضا تصادفی و زمان تحویل ثابت در شکل ۷-۱۱ نشان داده شده و مقدار آن بصورت زیر است.

$$ROP = d \times L + SS \qquad (۱۱-۸)$$

در معادله ۸-۱۱، d متوسط تقاضا و L زمان تحویل است.

WWW.20FILE.ORG



شکل ۷-۱۱ نقطه سفارش مجدد در انبار تقضا تصادفی و زمان تحویل ثابت

در مدل تقاضا تصادفی و زمان تحویل ثابت، موجودی ذخیره اطمینان (SS) با استفاده از مدل‌های آماری تعیین شده و مثالهای آن به صورت زیر است.

مثال ۱:در یک شرکت تولیدی نقطه سفارش مجدد مساوی ۵۰ واحد محصول در نظر گرفته شده است. هزینه نگهداری سالانه هر واحد کالای ۵ دلار و هزینه کسری آن ٤٠ دلار در سال است. توزیع تقاضا در زمان تحویل به صورت جدول زیر است.

WWW.20FILE.ORG

تقاضا	احتمال
۳۰	۰/۲
٤۰	۰/۲
٥۰	۰/۳
٦۰	۰/۲
۷۰	۰/۱

اگر تعداد سفارش محصول فوق ٦ بار در سال باشد، ذخیره اطمینان دارای کمترین هزینه کل انبار را به دست آورید.

حل: با توجه به جدول توزیع تقاضا و نقطه سفارش مجدد ٥۰ واحد محصول، حداکثر کسری انبار به میزان ۲۰= ٥۰-۷۰ واحد محصول بوده، بنابراین حداکثر موجودی اطمینان مورد نیاز به میزان ۲۰ واحد محصول است. اگر سطح موجودی اطمینان به میزان ۲۰ واحد محصول در نظر گرفته شود در این صورت هزینه اضافی انبار مربوط به ۲۰ واحد فوق مساوی ۱۰۰=٥×۲۰ دلار بوده و با توجه غیر محتمل بودن تقاضای بیشتر از ۷۰ واحد محصول، هزینه کسری انبار مساوی صفر است. در حالت اخیر برای تقاضای ۷۰ واحد محصول ٥۰ واحد آن از موجودی نقطعه سفارش مجدد و ۲۰ واحد آن از موجودی ذخیره انبار تأمین می‌شود. برای موجودی اطمینان ۱۰ واحد محصول هزینه اضافی انبار مساوی ٥۰= ٥×۱۰ دلار است. کسری انبار در حالت اخیر فقط برا تقاضای ۷۰ واحد محصول متصور بوده و ٥۰ واحد آن از نقطه سفارش مجدد و ۱۰ واحد آن از موجودی اطمینان قابل تأمین است بنابراین میزان کسری متحمل در حالت اخیر مساوی ۱۰ واحد و احتمال آن با توجه به جدول توزیع تقاضا مساوی ۰/۱ است. کل هزینه کسری در حالت اخیر مساوی ۲٤۰= ٦×٤۰×۰/۱×۱۰ دلار است. هزینه کل موجودی اطمینان ۱۰ واحد محصول مساوی هزینه کل کسری و نگهداری موجودی اطمینان فوق بوده و مساوی ۲۹۰=٥۰+۲٤۰ دلار است. هزینه کل موجودی‌های مختلف اطمینان در جدول ٥-۱۱

WWW.20FILE.ORG

نشان داده شده است. با توجه به محاسبات جدول ۵-۱۱، موجودی اطمینان ۲۰ واحد دارای کمترین هزینه کل نگهداری و کسری انبار است. بنابراین سطح بهینه موجودی اطمینان انبار مساوی ۲۰ واحد در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۵-۱۱ هزینه نگهداری وکسری در مدل احتمالی تقاضا

هزینه کل	هزینه کسری	هزینه نگهداری	موجودی اطمینان
۱۰۰	۰	۲۰×۵=۱۰۰	۲۰
۲۹۰	۱۰×۰/۱×٤۰×٦=۲٤۰	۱۰×۵=۵۰	۱۰
۹٦۰	۱۰×۰/۲×٤۰×٦×٦+۲۰×۰/۱×٤۰×٦=۲٦۰	۰	۰

مثال ۲: اگر توزیع تقاضا برای محصولی متغیر تصادفی نرمال با میانگین ۳۵۰ و انحراف استاندارد ۱۰ واحد محصول باشد برای سطح سرویس ۰/۹۵ سطح ذخیره انبار را تعیین کنید.

حل: تابع چگالی احتمال توزیع تقاضا در زمان تحویل در شکل ۷-۱۱ نشان داده شده و با توجه به سطح اطمینان ۹۵ درصد ذخیره اطمینان به صورت زیر است.

$$ROP = \mu + Z_{\alpha}\ \sigma_{d} \qquad (۱۱-۹)$$

در رابطه ۹-۱۱ μ میانگین تقاضا در زمان تحویل و σ_d انحراف معیار توزیع تقاضا در زمان تحویل و Z_α مقدار متغیر نرمال استاندارد که سطح زیر منحنی در سمت چپ آن مساوی اطمینان از عدم کسری انبار $(1-\alpha)$ است. در رابطه ۹-۱۱ $Z_\alpha\sigma_d$، موجودی ذخیره اطمینان را نشان داده و مقدار آن برای مسئله مورد نظر بصورت زیر است.

$$SS = Z_{\alpha}\sigma_{d}$$

$$= (1.65)\ (10) = 16.5 \qquad \text{واحد محصول}$$

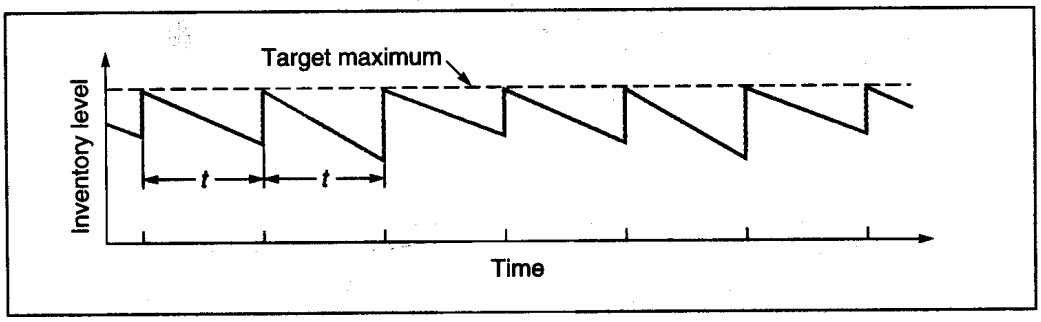
UP

WWW.20FILE.ORG

مدل کنترل موجودی دوره ثابت

(Fixed – Period Inventory Systems)

در مدل کنترل مو جودی دوره ثابت موجودی انبار در نقاط مشخص و ثابت زمانی مثلاً ابتـدای هر هفته یا هر t واحد زمانی کنترل شده و به میزان کسـری آن از سـقف از پیـش تعییـن شـده موجودی انبار سفارش می‌شود. تغییرات موجودی انبار و میزان سفارش در مدل سیســتم انبـار دوره ثابت در شکل ۸-۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۸-۱۱ تغیر موجودی درمدل کنترل مو جودی دوره ثابت

مزایای مدل کنترل مو جودی دوره ثابت عدم نیاز به شمارش انبار بعد ازخروجی کـالا از انبـار نسبت به مدل‌های سفارش مقدار ثابت (Q^*) در نقطـه سـفارش مجـدد (ROP) بـوده و امکـان سفارش محصولات هم خانواده با دوره‌های سفارش یکسـان و صرفـه‌جویی در هزینـه حمـل نقل و تحویل سفارش‌ها است. کسری احتمالی انبار در دوره ســفارش از معـایب اصلـی مـدل کنترل مو جودی دوره ثابت است.

سقف بهینه موجودی انبار درمدلهای کنترل مو جودی دوره ثابت با استفاده از تئوری احتمالات از طریق تجزیه و تحلیلی حاشیه‌ایی (Marginal Analysis) تعیین می‌شود. در تجزیه و تحلیـل حاشیه‌ایی، سقف موجودی انبار با توجه به سود و زیــان حاشـیه‌ایی انتظـاری تعییـن می‌شـود.

WWW.20FILE.ORG

درتجزیه و تحلیل حاشیه‌ایی، سود انتظاری (Marginal profit: MP) مساوی (MP) (P) بـوده، که درآن $\hat{P}$ تخمین احتمال، موجودی کمتر از تقاضا است. به صـورت مشـابه زیـان حاشـیه‌ایی (Marginal loss: ML) مساوی (ML) ($\hat{p}$ -1) بـوده کـه در آن ($\hat{p}$ -1) تخمیـن احتمـال موجودی انبار بیشتر از تقاضا است. سقف بهینه انبار در مدل درتجزیه و تحلیل حاشـیه‌ایی، بـا توجه شرط بزرگتر بودن سود حاشیه‌ایی از زبان حاشیه‌ایی انتظاری تعیین شده و رابطـه آن بـه صورت زیر است.

$$(\hat{p})(MP) \geq (1-\hat{p})(ML) \qquad (۱۱-۱۰)$$

$$\hat{p} \geq \frac{ML}{MP+ML} \qquad (۱۱-۱۱)$$

در تجزیه و تحلیل حاشیه‌ایی،سطح موجودی انبار با توجه به رابطه ۱۱-۱۱ تعییـن مـی شـود. برای آشنایی بیشتر با روش فوق به مثال زیر توجه کنید.

مثال: در یک مؤسسه تولیدی قیمت فروش هر واحدمحصول ٦ دلار و هزینه تولیـد آن ۳ دلار است .هزینه نگهداری محصول فروش نرفته برای عرضـه در دوره بعـد مسـاوی ۱ دلار اسـت. توزیع احتمالات تقاضا برای محصول فوق به صورت زیر است.

تقاضا (واحد محصول)	احتمال
۵	۰/۲
٦	۰/۳
۷	۰/۵
جمع	۱/۰۰

از طریق تجزیه و تحلیل حاشیه‌ایی سقف بهینه انبار را بدست آورید.

حل: با توجه به اطلاعات مسئله تخمین تقاضا بیشتر از موجودی بصورت زیر است.

WWW.20FILE.ORG

$$\hat{P} = \frac{ML}{ML + MP}$$
$$= \frac{1}{1 + (6 - 3)} = 0.25$$

سقف بهینه انبار با توجه به احتمال تجمعی تقاضا بزرگتر یا مساوی موجودی انبار از $\hat{P}$ تعیین شده و تصمیم‌گیری فوق به مفهوم بزرگتر بودن سود حاشیه‌ایی از زیان حاشیه‌ایی است. خلاصه محاسبه و تصمیم‌گیری در روش تجزیه و تحلیل حاشیه‌ایی در حدود ٦-١١ نشان داده شده است.

جدول ٦-١١ تصمیم‌گیری جهت سقف بهینه انبار با توجه به سود وزیان حاشیه‌ایی

سطح تقاضا	احتمال تقاضا در سطح مورد نظر	احتمال بزرگتر یا مساوی بودن تقاضا از سطح مورد نظر و مقایسه آن با $\hat{P}$
٥	٠/٢	٠/٢+٠/٣+٠/٥ ≥ ٠/٢٥
٦	٠/٣	٠/٣+٠/٥ ≥ ٠/٢٥
٧	٠/٥	٠/٥ ≥ ٠/٢٥

همانطور که در جدول ٦-١١ دیده می‌شود در سطح تقاضای ٥ واحد سود حاشیه‌ایی بزرگتر از زمان حاشیه‌ایی (٠/٢+٠/٣+٠/٥ ≥ ٠/٢٥) است. به صورت مشابه در سطح تقاضای ٦ و ٧ واحد رابطه فوق برقرار بوده بنابراین، سقف بهینه انبار برای مسئله فوق ٧ واحد محصول است. در سقف بهینه انبار به میزان ٧ واحد محصول بیشترین سود حاشیه‌ایی انتظاری عاید شرکت می‌شود.

UP