ب) هزینه خرید مواد: (CQ= کل هزینه هر بار خرید)

هزینه‌ای است که جهت خرید مواد به سیستم موجودی شارژ می‌شود و به مقدار هر بار سفارش (Q) و قیمت واحد محصول (C) بستگی دارد.

هزینه تدارک مواد در مدل تولیدی به دو هزینه آماده‌سازی و هزینه تولید محصول تقسیم می‌شود:

الف) هزینه آماده‌سازی: (A= هزینه هر بار آماده‌سازی)

هزینه‌ای است که جهت آماده‌سازی برای تولید تعدادی محصول بر سیستم شارژ می‌شود. این هزینه به مقدار سفارش تولید بستگی ندارد. مانند هزینه تعویض قالب‌ها، هزینه آموزش کارکنان و ...

ب) هزینه تولید محصول (CQ= کل هزینه هر بار تولید)

هزینه‌ای است که جهت تولید تعدادی محصول به سیستم شارژ می‌شود و به مقدار هر بار سفارش تولید (Q) و قیمت تمام شده (متغیر) محصول (C) بستگی دارد.

مثال: کدام‌یک از هزینه‌های زیر جزو هزینه‌های آماده‌سازی نیست.

۱) هزینه بازآموزی پرسنل جدید
۲) هزینه ضایعات ابتدای تولید
۳) هزینه کارآیی پایین ابتدایی تولید
۴) هزینه ضایعات مواد

حل: گزینه ۴ صحیح می‌باشد.

هزینه ضایعات مواد به ازای واحد محصول قابل بیان است، بنابراین جزو هزینه‌های آماده‌سازی نیست.

نکته: هزینه‌های حمل و نقل مواد سفارش داده شده و بازرسی جزو هزینه‌های تدارک مواد محسوب می‌شوند. این هزینه‌ها اگر قابل بیان به ازای واحد محصول باشند در قیمت محصول محاسبه شده و جزو هزینه‌های خرید مواد و یا هزینه‌های تولید محصول قرار می‌گیرند. در غیر این‌صورت در هزینه‌های سفارش‌دهی و یا هزینه‌های آماده‌سازی محاسبه می‌گردند.

مثال: کدام‌یک از عبارت‌های زیر در هزینه‌های سفارش‌دهی هر بار (A) مورد استفاده قرار نمی‌گیرد:

۱) هزینه بازرسی وقتی که برای کلیه واحدها انجام می‌شود.
۲) هزینه بازرسی وقتی که برای تعدادی از واحدها انجام می‌شود.
۳) هزینه حمل وقتی که به ازای واحد محصول پرداخت نمی‌شود.
۴) هزینه‌های تلکس و پیگیری

حل: گزینه ۱ صحیح می‌باشد.

همان‌طور که در نکته فوق ذکر شد هزینه بازرسی وقتی که برای کلیه واحدها انجام می‌شود در هزینه خرید محاسبه می‌گردد.

۱-۴-۲- هزینه نگهداری موجودی

هزینه‌ای است که به علت نگهداری موجودی به سیستم موجودی شارژ می‌شود. این هزینه‌ها در دسته‌بندی زیر قرار می‌گیرند:

الف) هزینه تسهیلات انبار شامل اجاره سالیانه انبار، هزینه آب، برق، گاز و ...
ب) هزینه انتقال و جابه‌جایی مانند هزینه حمل و نقل داخل انبار
ج) هزینه افت و یا از بین رفتن مانند فاسد شدن، شکستن چینی‌آلات
د) هزینه متروک شدن یا از مد افتادن مانند تغییر مد لباس و یا قدیمی شدن Chipsetهای کامپیوتری
هـ) هزینه‌های بیمه و مالیات
و) هزینه سرمایه درگیر موجودی (هزینه خواب سرمایه) بدین معنی که چقدر فرصت سود از دست داده‌ایم

برای محاسبه هزینه نگهداری پارامتر h به صورت زیر تعریف می‌گردد:

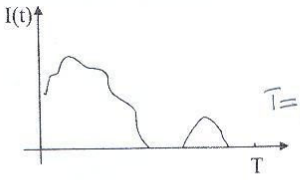
h: متوسط هزینه نگهداری هر واحد موجودی در واحد زمان

$h = i.c + \omega$

که در آن i نرخ هزینه نگهداری، c قیمت هر واحد محصول و ω هزینه نگهداری است که به قیمت کالا بستگی ندارد اما بر اساس واحد محصول بیان می‌شود.

نحوه محاسبه هزینه نگهداری از 0 تا T

هزینه نگهداری بر اساس منحنی موجودی در دست به صورت زیر محاسبه می‌گردد.



کل هزینه نگهداری از 0 تا T = h × (مساحت زیرمنحنی موجودی در دست) $= h\int_0^T I(t)dt = h\bar{I}T$

$\bar{I}$ (متوسط موجودی) $= \frac{\text{مساحت زیرمنحنی در دست}}{T} = \frac{\int_0^T I(t)\,dt}{T}$

با استفاده از رابطه هزینه نگهداری، کل هزینه نگهداری سالیانه با قرار دادن $T = 1$ به‌دست می‌آید.

کل هزینه نگهداری سالیانه $= h\bar{I}$

نکته: تمامی هزینه‌های نگهداری موجودی عموماً به قیمت محصول بستگی دارد به جز هزینه تسهیلات انبار که از دو جهت با بقیه متفاوت است:

۱- به قیمت واحد محصول (C) بستگی ندارد.

۲- تسهیلات انبار معمولاً بر اساس ماکزیمم موجودی در مدت زمان بررسی می‌شود، اما سایر هزینه‌های نگهداری بر اساس متوسط موجودی بیان می‌شود.

کل هزینه‌های سالیانه برای این حالت به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

h_1: هزینه‌هایی از نگهداری که به متوسط موجودی بستگی دارد.

h_2: هزینه‌هایی از نگهداری که به ماکزیمم موجودی بستگی دارد.

کل هزینه نگهداری سالیانه $= h_1\bar{I} + h_2 * I_{max}$

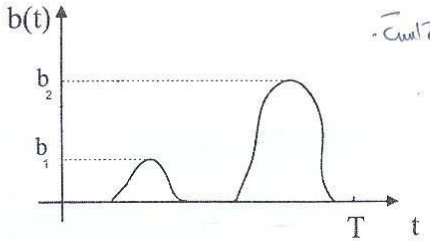
۱-۴-۳- هزینه کمبود

هزینه‌ای است که به صورت جریمه باعث عدم تامین به موقع تقاضا به سیستم شارژ می‌شود. این هزینه به دو دسته تقسیم می‌شود.

- هزینه کمبود وابسته به زمان $(\hat{\pi})$
- هزینه کمبود مستقل از زمان (π)

نحوه محاسبه کل هزینه کمبود از 0 تا T

هزینه کمبود بر اساس منحنی میزان کمبود بر حسب زمان محاسبه می‌گردد.



این هزینه‌ها کمبود برای حالت کلی است.

(مقدار کمبود از 0 تا T) π+ (مساحت زیرمنحنی کمبود) $\hat{\pi}$ = کل هزینه کمبود از 0 تا T

$$= \hat{\pi}\int_0^T b(t)dt + \pi(b_1+b_2) = \hat{\pi}\bar{b}T + \pi(b_1+b_2)$$

$\hat{\pi}\frac{\int_0^T b(t)dt}{T} \times T$

$$\bar{b} = \frac{\int_0^T b(t)dt}{T}$$ (متوسط کمبود)

مثال: منحنی موجودی خالص یک محصول در طی 10 ماه به صورت شکل زیر است. در صورتی که هزینه کمبود هر واحد تقاضا در سال 60 تومان باشد و همچنین هزینه کمبود هر واحد نیز برابر با 10 تومان باشد هزینه نگهداری هر واحد موجودی در ماه 20 تومان باشد موارد زیر را محاسبه کنید:

$\hat{\pi} = 60$ تومان/سال $= 5$ تومان/ماه

$\pi = 10$ تومان/واحد کمبود

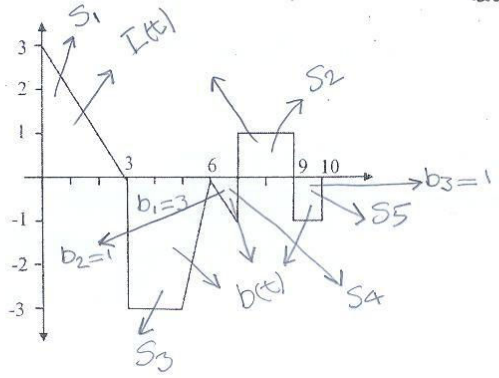
$h = 20$ تومان/واحد موجودی_ماه

الف) کل هزینه نگهداری 10 ماهه

ب) کل هزینه کمبود 10 ماهه

ج) متوسط موجودی طی 10 ماه

د) متوسط کمبود 10 ماهه



حل:

$$h = 20 \ \frac{\text{تومان}}{\text{عدد ماه}} \qquad \pi = 10 \ \frac{\text{تومان}}{\text{عدد}} \qquad \hat{\pi} = 60 \ \frac{\text{تومان}}{\text{عدد سال}} = 5 \ \frac{\text{تومان}}{\text{عدد ماه}}$$

کل هزینه نگهداری 10 ماهه $= 20\left(\frac{3\times3}{2}+1\times2\right) = 130$ تومان $= 20(S_1+S_2) = 130$ تومان

$5(S_3+S_4+S_5)+10(b_1+b_2+b_3)=95$

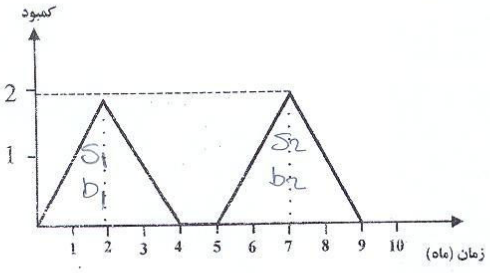
کل هزینه کمبود 10 ماهه $=5\left(3\times2+\frac{3\times1}{2}+\frac{1\times1}{2}+1\times1\right)+10(3+1+1)=150+50=95$ تومان

$$\text{متوسط موجودی}=\frac{\text{مساحت زیرمنحنی موجودی در دست}}{T}=\frac{\frac{3\times3}{2}+1\times2}{10}=0.65$$

$$\text{متوسط کمبود}=\frac{\text{مساحت زیر منحنی کمبود}}{T}=\frac{3\times2+\frac{3\times1}{2}+\frac{1\times1}{2}+1\times1}{10}=\frac{9}{10}=0.9$$

مثال: اگر هزینه کمبود یک واحد موجودی در ماه برابر 2 تومان باشد $(\hat{\pi}=2)$ و هزینه کمبود هر واحد موجودی یک تومان $(\pi=1)$ باشد. آن‌گاه هزینه کمبود در 9 ماه گذشته با توجه به منحنی کمبود زیر چقدر است؟

۱) 16 تومان
۲) 18 تومان
۳) 20 تومان
۴) 24 تومان



حل: گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

هزینه کمبود وابسته به زمان + هزینه کمبود مستقل از زمان= کل هزینه کمبود

$$=1(2+2)+2\left(\frac{2\times4}{2}+\frac{2\times4}{2}\right)=4+16=20$$

(b_1, b_2)

مثال: هزینه‌های حمل و نقل موجودی جزو کدام‌یک از هزینه‌های سیستم موجودی است؟

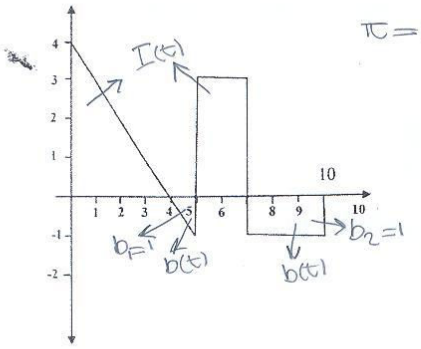
۱) هزینه خرید
۲) هزینه سفارش
۳) هزینه نگهداری
۴) می‌تواند جزو هر یک از هزینه‌های نگهداری، خرید یا سفارش باشد.

حل: گزینه ۴ صحیح می‌باشد.

هزینه‌های حمل و نقل در صورتی که در داخل انبار باشد و بر اساس واحد محصول قابل بیان باشد جزو هزینه‌های نگهداری است. در صورتی که خارج از انبار و از زمان سفارش تا درب انبار باشد، اگر به ازای واحد محصول قابل بیان باشد جزو هزینه‌های خرید و اگر قابل بیان به‌ازای واحد محصول نباشد جزو هزینه‌های سفارش است.

مثال: موجودی خالص محصولی در طی 10 ماه گذشته در شکل زیر داده شده است. اگر هزینه کمبود هر تن 100 تومان باشد، آن‌گاه کل هزینه کمبود در طی 10 ماه گذشته برابر است با:

۱) 150
۲) 200
۳) 350
۴) 400



حل: گزینه ۲ صحیح می‌باشد.

در این مثال تنها هزینه کمبود مستقل از زمان موجود است.

$\pi=100$

هزینه کمبود مستقل از زمان = هزینه کمبود $=100(1+1)=200$

۲ـ مدل قطعی ساده یا ویلسون یا مقدار سفارش اقتصادی یا EOQ

فرضیات مدل به شرح ذیل است. این فرضیات همان‌طور که ذکر گردید بر اساس عوامل موثر در مدل‌های موجودی تعیین می‌گردند.

۱ـ تقاضا قطعی و ساکن است.

۲ـ کمبود جایز نیست.

۳ـ محدودیت وجود ندارد.

۴ـ سفارش یک‌جا دریافت می‌شود.

۵ـ مدت زمان تحویل سفارش قطعی و عددی است.

۶ـ قیمت کالا در طول مدت برنامه‌ریزی ثابت است.

۷ـ مدل تک محصولی است.

در این مدل هم نرخ سفارش دهی هم نرخ تقاضا ثابت است.

پارامترهای مدل:

- (A): هزینه هر بار سفارش (هزینه سفارش‌دهی)
- (D): نرخ تقاضا
- (h): هزینه نگهداری هر واحد کالا در واحد زمان
- (i): نرخ هزینه نگهداری در کالا
- (c): قیمت واحد کالا
- (ω): هزینه نگهداری که به قیمت کالا بستگی ندارد
- ($\pi, \hat{\pi}$): هزینه‌های کسری واحد کالا هزینه‌های کسری در مدل EOQ بسیار زیاد (∞) می‌باشند
- (P): نرخ تولید، دریافت سفارش در مدل EOQ آنی و بنابراین نرخ تولید بسیار زیاد (∞) می‌باشد
- (L): مدت زمان تحویل سفارش

متغیرهای مدل:

- (Q): مقدار هر بار سفارش
- (r): نقطه سفارش بر حسب موقعیت موجودی. بدین معنی که هر وقت در نمودار موقعیت موجودی، موجودی محصول برابر مقدار r شود زمان سفارش است.
- (r_h): نقطه سفارش بر حسب موجودی خالص یا موجودی در دست. بدین‌معنی که هر وقت در نمودار موجودی خالص موجودی محصول برابر مقدار r_h شود، زمان سفارش است.
- متغیر دیگری که می‌توان آن را از طریق بقیه متغیرها به‌دست آورد T است.
- ~~(T)~~ فاصله بین دو سفارش متوالی یا فاصله بین رسیدن در سفارش متوالی یا مدت زمانی یک دوره

هدف مدل EOQ تعیین مقدار سفارش اقتصادی (Q^*) و تعیین r_h^*, r^* با کمینه کردن هزینه‌ها (هزینه نگهداری + هزینه سفارش‌دهی) است.

در این مدل Q^* را با Q_ω یا EOQ نیز نشان می‌دهند.