

## برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

فصل سوم:

مدل سفارش تک دوره ای (Single order quantity)

مدرس: دکتر مسعود ماهوتچی

نیمسال دوم سال تحصیلی ۱۳۸۹-۱۳۹۰

### مدل سفارش تک دوره ای

مدل سفارش تک دوره ای برای حالتی است که میزان کنترل تولید و موجودی کالاهای خریداری شده فقط برای یک بار انجام می شود. دلایل زیر برای چنین حالتی وجود دارد:

- ۱- تقاضا بصورت پیوسته نمی باشد.
- ۲- سطح تقاضا بصورت قابل توجهی از یک دوره به دوره دیگر تغییر می کند.
- ۳- عمر مفید یک کالا ممکن است بسیار کوتاه باشد. (از مد افتادگی یا فاسدشدنی بودن)

### مدل سفارش تک دوره ای

بطور کلی پیاده سازی سفارش تک دوره ای برای دو نوع تقاضای زیر استفاده می شود:

- ۱- تقاضاهایی که در دوره های خاصی اتفاق می افتد (Infrequent periods) مثل کالاهای فصلی و یا قطعات یدکی برای تعمیرات
- ۲- تقاضاهای غیر قطعی که در یک دوره کوتاه وجود دارد (ماهی تازه، گل، روزنامه و ...)

### مدل سفارش تک دوره ای

**نکته ۱:** به مساله تک دوره ای، مساله درخت کریسمس (Christmas tree problem) و یا مساله پسر روزنامه فروش (Newsboy Problem) می گویند.

**نکته ۲:** در طول یک دوره هیچ فرصتی برای جبران کمبودها وجود ندارد و تا پایان دوره، دیگر سفارشی انجام نخواهد شد. چنانچه تقاضا بیشتر از میزان سفارش باشد، نتیجه یک سود از دست رفته تلقی می شود و اگر تقاضا کمتر باشد، میزان مازاد (Overstock) به صورت های زیر برای محاسبه زیان حاصله تبدیل می شوند

- دور ریخته می شود (مثل لبنیات)
- با قیمت کمتر فروخته می شود
- تا فصل بعد ذخیره می گردد (مثل لاستیک یخ شکن)

### مدل سفارش تک دوره ای

همان طور که گفته شد سفارش تک دوره ای می تواند بر اساس موارد زیر تقسیم بندی شود:

۱- منبع تامین کننده (داخلی / خارجی)

۲- تقاضا

۳- زمان تحویل کالا

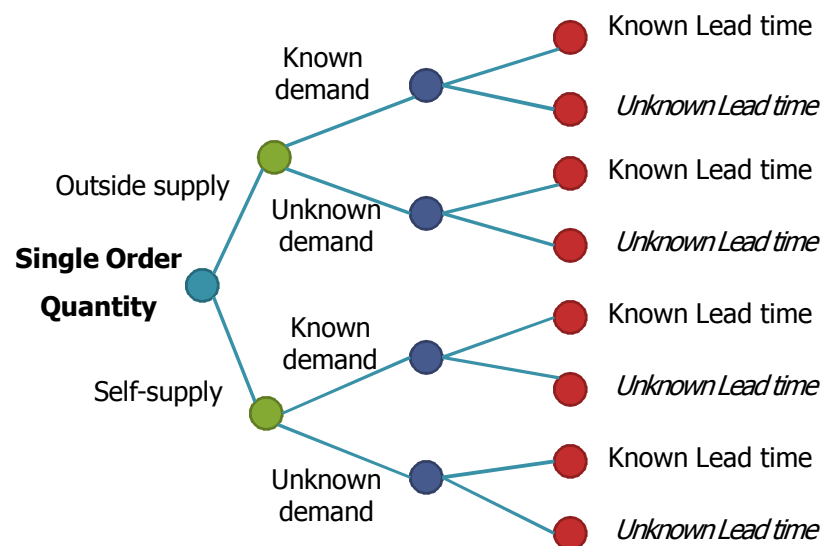
این تقسیم بندی در شکل صفحه بعد نشان داده شده است.

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

5

### مدل سفارش تک دوره ای



دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

6

### مدل سفارش تک دوره ای

**نکته ۱:** چنانچه تقاضا معلوم باشد مساله سفارش تک دوره ای ساده خواهد بود. در غیر این صورت، چنانچه تقاضا از یک توزیع شناخته شده یا تجربی تبعیت کند، مساله می تواند از طریق نظریه تصمیم گیری در شرایط ریسک حل شود. در صورتی که هیچ اطلاعاتی از ریسک در اختیار نباشد می توان از روش های بازاریابی برای تخمین ریسک استفاده نمود.

**نکته ۲:** در سفارش تک دوره ای، تقاضا در زمان تحویل کالا وجود ندارد و ذخیره ای برای تامین تقاضا نداریم. (تا زمانی که کالا تحویل نشود تقاضایی پاسخ داده نخواهد شد) اگر زمان تحویل بیش از حد انتظار باشد، بعضی تقاضاها ممکن است از دست بروند. چنانچه زودتر از حد توقع باشند، انباری برای ذخیره سازی کالا نیاز می باشد.

7 برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

دکتر مسعود ماهوتچی

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا و زمان تحویل معلوم (Known demand / lead time)

در این حالت که به ندرت در واقعیت رخ می دهد، مساله سفارش تک دوره ای محسوب نمی شود. میزان سفارش داده شده دقیقاً با تقاضا برابری می کند؛ تقاضا دقیقاً در زمان نیاز تامین می گردد.

البته ممکن است تقاضا بصورت سفارش عقب افتاده تامین شود و هیچ گونه هزینه انبارداری هم وجود نخواهد داشت.

8 برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

دکتر مسعود ماهوتچی

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا معلوم و زمان تحویل متغیر (Known demand /Variable lead time)

در این حالت تصمیم گیرنده مایل است که سفارش داده شده را در زمان مورد نظر دریافت کند و فروش از دست رفته نداشته باشد. پس بیشینه زمان تحویل کالا در نظر گرفته می شود.

چنانچه زمان تحویل کالا دارای یک تابع توزیع باشد، زمان تحویل کالا بصورتی انتخاب می شود که بیشترین احتمال قبل از نیاز مشتری را پوشش دهد. حال اگر تقاضا حتی در صورت تغییر هم ثابت بماند، تاخیر بوجود آمده فقط موجب تاخیر در انجام فعالیت تامین تقاضا خواهد شد. (مثلاً تاخیر در دریافت مصالح مورد نیاز ساختمان که فقط موجب تاخیر در ساخت ساختمان می شود).

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

9

دکتر مسعود ماهوتچی

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا معلوم و زمان تحویل متغیر (Known demand /Variable lead time)

**مثال:** شرکتی تصمیم دارد که نسبت به فروش درخت کریسمس فعالیت نماید. این درخت ها باید در اول ماه میلادی دسامبر در دسترس باشند. سفارش این درختها در چه روزی باید انجام شود اگر تابع توزیع زمان تحویل کالا بصورت زیر داده شده باشد؟

زمان تحویل	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
فراوانی	۱۰	۱۰	۱۵	۲۰	۳۰	۱۰	۵

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

10

دکتر مسعود ماهوتچی

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا معلوم و زمان تحویل متغیر (Known demand / Variable lead time)

برای تامین همه نیازها باید حداکثر زمان تحویل کالا لحاظ شود. لذا از ۱۶ روز قبل باید سفارش انجام گردد. چنانچه هدف تامین ۸۵ درصد نیاز در زمان موردنظر باشد، بهتر بود سفارشدهی ۱۴ روز قبل انجام شود.

**نکته:** چنانچه منبع تامین کننده کالا داخلی باشد (self-supplier) در آن صورت عدم قطعیت، در برنامه ریزی فرایند تولید می باشد و می توان از روش PERT برای محاسبه سطح خدمت استفاده کرد.

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

11

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

در این حالت، هدف تعیین کردن مقدار بهینه سفارش می باشد. چنانچه توزیع تقاضا مشخص باشد می توان از روش تصمیم گیری در حالت ریسک هم استفاده کرد.

یکی از اهداف می تواند این باشد که متوسط تابع سود بیشینه و یا متوسط تابع هزینه کمینه گردد. پس هدف آن است که سفارشی را بیابیم که متوسط تابع هدف را بهینه کند.

$$P(M \leq Q) = \sum_{M=0}^Q P(M) = 1 - \sum_{M=Q+1}^{M_{\max}} P(M)$$

سفرش (Lot size)

احتمال تقاضا

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

12

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

$$E(Q_i) = P(M_0) \times F(Q_i, M_0) + P(M_1) \times F(Q_i, M_1) + \dots + P(M_n) \times F(Q_i, M_n)$$

ارزش انتظاری  
استراتژی  $Q_i$

تابع هزینه/سود برای سیاست  $i$  و تقاضای  $n$

این تابع بسته به آنکه میزان تقاضا کمتر یا بیشتر از سفارش باشد و بسته به اینکه خروجی موردنظر سود و یا هزینه باشد متفاوت خواهد بود.

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

13

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

**سود:**

$$F(Q_i, M_j) = Q_i J \quad \text{if } Q_i \leq M_j$$

$$F(Q_i, M_j) = M_j J - (Q_i - M_j) L \quad \text{if } Q_i > M_j$$

**هزینه:**

$$F(Q_i, M_j) = Q_i P \quad \text{if } Q_i \geq M_j$$

$$F(Q_i, M_j) = Q_i P + (M_j - Q_i) A \quad \text{if } Q_i < M_j$$

هزینه واحد کمبود

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

14

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

پس هدف آن است که برای استراتژیهای مختلف  $Q_i$ ،  $E(Q_i)$  محاسبه شود و سپس بهترین استراتژی بر اساس  $E(Q_i)$  انتخاب گردد. این مساله در جدول زیر نشان داده شده است:

Demand \ Strategy	M0 Pr: P(M0)	M1 P(M1)	...	Mn P(Mn)	$E(Q_i)$
Q0	F(Q0, M0)	F(Q0, M1)	...	F(Q0, Mn)	$E(Q0)$
Q1	F(Q1, M0)	F(Q1, M1)	...	F(Q1, Mn)	$E(Q1)$
...	...	...	...	...	...
Qm	F(Qm, M0)	F(Qm, M1)	...	F(Qm, Mn)	$E(Qm)$

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

15

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

**مثال:** شرکتی قصد دارد در ایام کریسمس تعدادی درخت کریسمس خریداری کرده و به فروش رساند. هدف این شرکت آنست که تعداد درختهای سفارش داده شده را با توجه به رفتار تقاضا در سالهای گذشته تعیین کند. شرکت، هر درخت را با قیمت ۲ دلار خریداری می کند و آنها را به قیمت ۶ دلار می فروشد. فرض کنیم هزینه سفارش قابل چشم پوشی است. قیمت اسقاطی هر واحد فروخته نشده در انتهای دوره برابر با یک دلار است. توزیع تقاضا در ذیل داده شده است. تعداد سفارشها ضریبی از ۱۰ خواهد بود.

تقاضا	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
احتمال	۰.۱	۰.۱	۰.۲	۰.۳۵	۰.۱۵	۰.۱

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

16



### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

**ادامه مثال:** جدول ارزش انتظاری برای هر حالت بصورت زیر داده شده است. هزینه کمبود کالا صفر در نظر گرفته شده است.

احتمال	۰.۱	۰.۱	۰.۲	۰.۳۵	۰.۱۵	۰.۱	E(Qi)
تقاضا/استراتژی	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	
۱۰	$10 \times (6 - 2) = 40$	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰
۲۰	$10 \times (6 - 2) + 10 \times (1 - 2) = 30$	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۷۵
۳۰	۲۰	۷۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۰۵
۴۰	۱۰	۶۰	۱۱۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۲۵
<b>۵۰</b>	۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۰۰	<b>۱۲۷.۵</b>
۶۰	-۱۰	۴۰	۹۰	۱۴۰	۱۹۰	۲۴۰	۱۲۲.۵

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

17

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

**نکته:** همانطور که گفته شد در این روش بر اساس میانگین، تصمیم گرفته شد در حالی که در فرایندهایی که تکرارپذیری کمی دارند یا فقط یک بار تکرار می شوند این معیار می تواند گمراه کننده باشد.

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

18

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

#### Benefit (marginal) analysis

روش قبلی دارای محاسبات زیادی است. زیرا همه استراتژی های ممکن باید در نظر گرفته شود. این روش برای زمانی که تعداد استراتژیها زیاد باشد مناسب نیست. در این قسمت، هدف ارائه روش ساده تر و کاراتری می باشد.

$$EP = ER - EC$$

ارزش انتظاری هزینه ←  $EC$  ← ارزش انتظاری سود  
 $EP$  ← ارزش انتظاری درآمد

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

#### Benefit (marginal) analysis

$ER$  = درآمد حاصل از فروش + درآمد حاصل از فروش مازاد

$$= P_1 \left[ Q - \int_0^Q (Q - M) f_M dM \right] + V \int_0^Q (Q - M) f_M dM$$

$$= P_1 Q + (V - P_1) \int_0^Q (Q - M) f_M dM$$

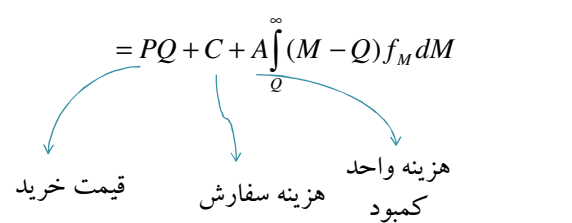
تقاضا ←  $\int_0^Q (Q - M) f_M dM$  ← سفارش  
 $P_1 Q$  ← قیمت مازاد  
 $(V - P_1) \int_0^Q (Q - M) f_M dM$  ← قیمت فروش

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

#### Benefit (marginal) analysis

$$\begin{aligned}
 EC &= \text{هزینه خرید} + \text{هزینه سفارش} + \text{هزینه کمبود} \\
 &= PQ + C + A \int_Q^{\infty} (M - Q) f_M dM
 \end{aligned}$$



دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

21

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

#### Benefit (marginal) analysis

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow EP &= P_1 Q + (V - P_1) \int_0^Q (Q - M) f_M dM - PQ - C - A \int_Q^{\infty} (M - Q) f_M dM \\
 \Rightarrow EP &= P_1 Q + (V - P_1) \left[ \int_0^{\infty} (Q - M) f_M dM - \int_Q^{\infty} (Q - M) f_M dM \right] \\
 &\quad - PQ - C - A \int_Q^{\infty} (M - Q) f_M dM \\
 EP &= P_1 Q + (V - P_1)(Q - \bar{M}) + (V - P_1 - A) \int_Q^{\infty} (M - Q) f_M dM - PQ - C
 \end{aligned}$$

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

22

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

#### Benefit (marginal) analysis

$$\frac{\partial EP}{\partial Q} = P_1 + (V - P_1) - (V - P_1 - A) \times P(M > Q) - P = 0$$

$$P - V = (-V + P_1 + A) \times P(M > Q)$$

$$\Rightarrow P(M > Q) = P(s) = \frac{P - V}{P_1 + A - V}$$

$$P(M > Q) = P(s) = \frac{ML}{MP + ML + A}$$

Marginal loss:  $(P - V)$

Marginal Profit:  $(P_1 - P)$

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

23

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

#### Benefit (marginal) analysis

**نکته ۱:** چنانچه هزینه کمبود (A) نامشخص باشد می توان هزینه واحد کمبود را صفر در نظر گرفت.

**نکته ۲:** مشخص است که هر چه MP بزرگتر باشد میزان سفارش بهینه بزرگتر می شود چرا که  $P(M > Q)$  کوچکتر خواهد شد و به عبارتی احتمال کمبود کالا کاهش می یابد.

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

24

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

#### Benefit (marginal) analysis

**مثال:** در مثال قبل چه میزان درخت کریسمس باید سفارش داده شود. از روش Marginal Benefit (حاشیه سود) استفاده کنید.

$$P(M > Q) = \frac{ML}{MP + ML + A} = \frac{2-1}{(6-2)+(2-1)+0} = \frac{1}{5} = 0.2$$

سفارش (Q)	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
$P(M > Q)$	۰.۹	۰.۸	۰.۶	۰.۲۵	۰.۱	۰

پس میزان سفارش بهینه، مانند نتیجه روش قبل، همان مقدار ۵۰ می باشد.

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

#### Benefit (marginal) analysis

**مثال:** شرکتی مقداری زمین زراعی دارد که به درختچه توت فرنگی اختصاص داده است. هزینه برش و آماده سازی (Trimming) آن برای هر واحد ۲.۵ دلار است. این درختان قرار است در فصل بهار به فروش برسند. متوسط هزینه ارسال این درختها به خرده فروشان ۰.۵ دلار برای هر واحد است. برای هر واحد فروخته شده به خرده فروشان، شرکت ۵ دلار دریافت می کند. چنانچه این درختها قطع شوند اما فروخته نشوند هیچ ارزشی نخواهند داشت. اگر کالا فروخته شود هزینه ارسال به خرده فروش پرداخت نخواهد شد. توزیع تقاضا در جدول ذیل داده شده است. چنانچه هدف حداکثر کردن سود باشد چه تعداد درخت باید سفارش داده شود؟ تقاضا در بسته های ۱۰۰۰ تایی اتفاق می افتد.

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

#### Benefit (marginal) analysis

مثال:

تقاضا	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰
احتمال	۰.۱	۰.۲	۰.۲۵	۰.۳	۰.۱۵
$P(M > Q)$	۰.۹	۰.۷	۰.۴۵	۰.۱۵	۰

$$P(S) = \frac{ML}{MP + ML + A} = \frac{2.5}{(5-3) + (2.5) + 0} = 0.55$$

تعداد ۳۰۰۰۰ عدد باید سفارش داده شود تا سود بیشینه گردد.

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

#### تحلیل هزینه (Cost Analysis)

زمانی که کالا برای استفاده داخلی تولید می شود دیگر نیازی به توجه به درآمد نداریم؛  
بعبارتی هدف، حداقل سازی ارزش انتظاری هزینه می باشد. در این حالت، اجزاء هزینه  
شامل موارد زیر است:

۱- هزینه خرید (Purchase cost)

۲- هزینه کمبود (Stock out cost)

۳- هزینه سفارش (Order cost)

۴- هزینه مازاد (Salvage / Overstock cost)

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

### تحلیل هزینه (Cost Analysis)

$$EC = PQ + C + A \int_Q^{\infty} (M - Q) f_M dM - V \left[ \int_0^{\infty} (Q - M) f_M dM - \int_Q^{\infty} (Q - M) f_M dM \right]$$

$$EC = PQ + C + (A - V) \int_Q^{\infty} (M - Q) f_M dM + V(\bar{M} - Q)$$

$$\frac{\partial EC}{\partial Q} = P - (A - V)P(M > Q) - V = 0$$

$$\Rightarrow P(M > Q) = P(s) = \frac{P - V}{A - V}$$

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

29

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

### تحلیل هزینه (Cost Analysis)

**نکته ۱:** چنانچه هزینه کمبود کمتر از هزینه خرید باشد احتمال بهینه کمبود باید برابر با ۱ باشد یعنی بصرفه است که هیچ سفارشی ندهیم تا تقاضا مشخص شود.

**نکته ۲:** چنانچه درآمد حاصل از فروش مازاد، صفر در نظر گرفته شود  $P(s) = P/A$

**نکته ۳:** چنانچه توزیع تقاضا نرمال باشد و در آن میانگین تقاضا و انحراف معیار آن داده شده باشد کفایت  $Z$  معادل  $P(s)$  را از جدول نرمال استخراج و سپس با استفاده از رابطه زیر، مقدار سفارش را محاسبه کنیم

$$Q_0 = \bar{M} + Z\sigma$$

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

30

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

### تحلیل هزینه (Cost Analysis)

**مثال:** یک دپارتمان یک کولر گازی خریداری کرده است. عمر مفید این کولر گازی ۱۲ سال در نظر گرفته شده است. مدیر دپارتمان باید در خصوص کمپرسور اضافی که باید در حال حاضر خریداری شود تصمیم بگیرد. قیمت خرید هر واحد کمپرسور که در حال حاضر خریداری می شود ۱۰۰ دلار پرداخت می کند. در حالیکه اگر این کمپرسورها در آینده خریداری شود باید مبلغ ۱۰۰۰ دلار بابت هر کدام پرداخت شود. جدول زیر تعداد خرابی این کمپرسورها را در طول عمر مفید نشان می دهد که توسط عرضه کننده کالا تعیین شده است. در این حالت تعداد کمپرسورهایی را که باید در حال حاضر خریداری گردد مشخص کنید. فرض شده هزینه نگهداری . ارزش اسقاطی کمپرسورها قابل چشم پوشی است.

دکتر مسعود ماهوتچی

31 برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

### تحلیل هزینه (Cost Analysis)

### مثال:

تعداد شکستها (M)	احتمال	P(M>P)
۰	۰.۳	۰.۷
۱	۰.۴	۰.۳
۲	۰.۲۵	۰.۰۵
۳	۰.۰۵	۰

دکتر مسعود ماهوتچی

32 برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲



### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

#### تحلیل هزینه (Cost Analysis)

**راه حل اول:** از آنجاییکه تعداد استراتژیهای ممکن کم است می توان هزینه متوسط حاصل را از هر استراتژی بدست آورد.

شکست استراتژی	۰	۱	۲	۳	ارزش انتظاری هزینه
۰	۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۱۰۵۰
۱	۱۰۰	۱۰۰	۱۱۰۰	۲۱۰۰	۴۵۰
۲	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۲۰۰	۲۵۰
۳	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰

بهترین گزینه خرید ۲ عدد کمپرسور در حال حاضر می باشد.

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

33

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

#### تحلیل هزینه (Cost Analysis)

**راه حل دوم:** استفاده از روش تحلیل هزینه.

$$P(s) = \frac{P - V}{A - V} = \frac{100 - 0}{1000 - 0} = 0.1$$

با توجه به جدول توزیع تقاضا، بهترین گزینه خرید ۲ عدد کمپرسور در حال حاضر می باشد.

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

34

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

### تحلیل هزینه (Cost Analysis)

حال فرض کنید هزینه نگهداری معادل ۱۰ درصد باید پرداخت شود که همان هزینه فرصت از دست رفته (Opportunity cost) می باشد و فرض کنید که خرابیها در دوره های برابر اتفاق می افتد؛ مثلاً یک خرابی در پایان سال ششم و دو خرابی در پایان سال چهارم و سال هشتم و سه خرابی در پایان سالهای سوم، ششم و نهم. با توجه به این فرضها، میزان کمپرسورهایی که در حال حاضر باید خریداری گردد پیدا کنید.

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

35

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

### تحلیل هزینه (Cost Analysis)

**جواب:** از آنجاییکه خرابی در پایان سالهای مختلف رخ می دهد باید ارزش فعلی آنها را در حال حاضر پیدا کرد تا گزینه ها را بتوان با یکدیگر مقایسه نمود. جدول زیر فاکتورهای لازمه را برای سالهای مربوطه محاسبه می کند:

فاکتور	شکست در سال
$1/((1.1)^3)=0.751$	۳
$1/((1.1)^4)=0.683$	۴
$1/((1.1)^6)=0.564$	۶
$1/((1.1)^8)=0.4665$	۸
$1/((1.1)^9)=0.4241$	۹

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

36

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

### تحلیل هزینه (Cost Analysis)

حال با در نظر گرفتن این فاکتورها هزینه فعلی (ارزش انتظاری) برای هر استراتژی بطور جداگانه حساب کرد (مثلاً فرض کنیم هیچ کپرسوری خریداری نشود  $Q_0=0$ )

تقاضا	احتمال	هزینه
۰	۰.۳	۰
۱	۰.۴	$1000 \times 0.564 = 564$
۲	۰.۲۵	$1000 \times 0.683 + 1000 \times 0.45665 = 1150$
۳	۰.۰۵	$1000 \times (0.751 + 0.564 + 0.4241) = 1739$

$$0.3 \times 0 + 0.4 \times 564 + 0.25 \times 1150 + 0.05 \times 1739 = 600.5$$

ارزش انتظاری برای استراتژی

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

37

### مدل سفارش تک دوره ای

تقاضا متغیر و زمان تحویل ثابت (Variable demand / Constant lead time)

### تحلیل هزینه (Cost Analysis)

جدول زیر نتایج را برای سایر استراتژیها نشان می دهد:

استراتژی	ارزش انتظاری هزینه
۱	۲۶۶.۱۵
۲	۲۲۱.۲
۳	۳۰۰.۰۰

بنابراین در این حالت باید به میزان دو عدد کمپرسور خریداری گردد.

دکتر مسعود ماهوتچی

برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی ۲

38

### مدل سفارش تک دوره ای

#### تقاضا متغیر و زمان تحویل متغیر

در این حالت می توان با این دو متغیر مانند دو متغیر مستقل عمل نمود. از آنجا که در زمان تحویل کالا تقاضایی وجود ندارد و در صورت تاخیر، فروش از دست می رود می توان حداکثر زمان تحویل کالا را لحاظ نمود و سپس مساله را با روشهای توضیح داده شده در حالت تقاضا متغیر حل کرد

**نکته:** گاهی اوقات با نوع قراردادهایی که با عرضه کننده خارجی منعقد می کنیم می توان مساله زمان تحویل کالا را ساده تر کرد.