مدیریت عملیات

جلسه چهاردهم

پیش بینی تقاضا

استاد

دکتر سید امیر رضا ابطحی

عضو هیأت علمی دانشکده مدیریت

دانشگاه خوارزمی

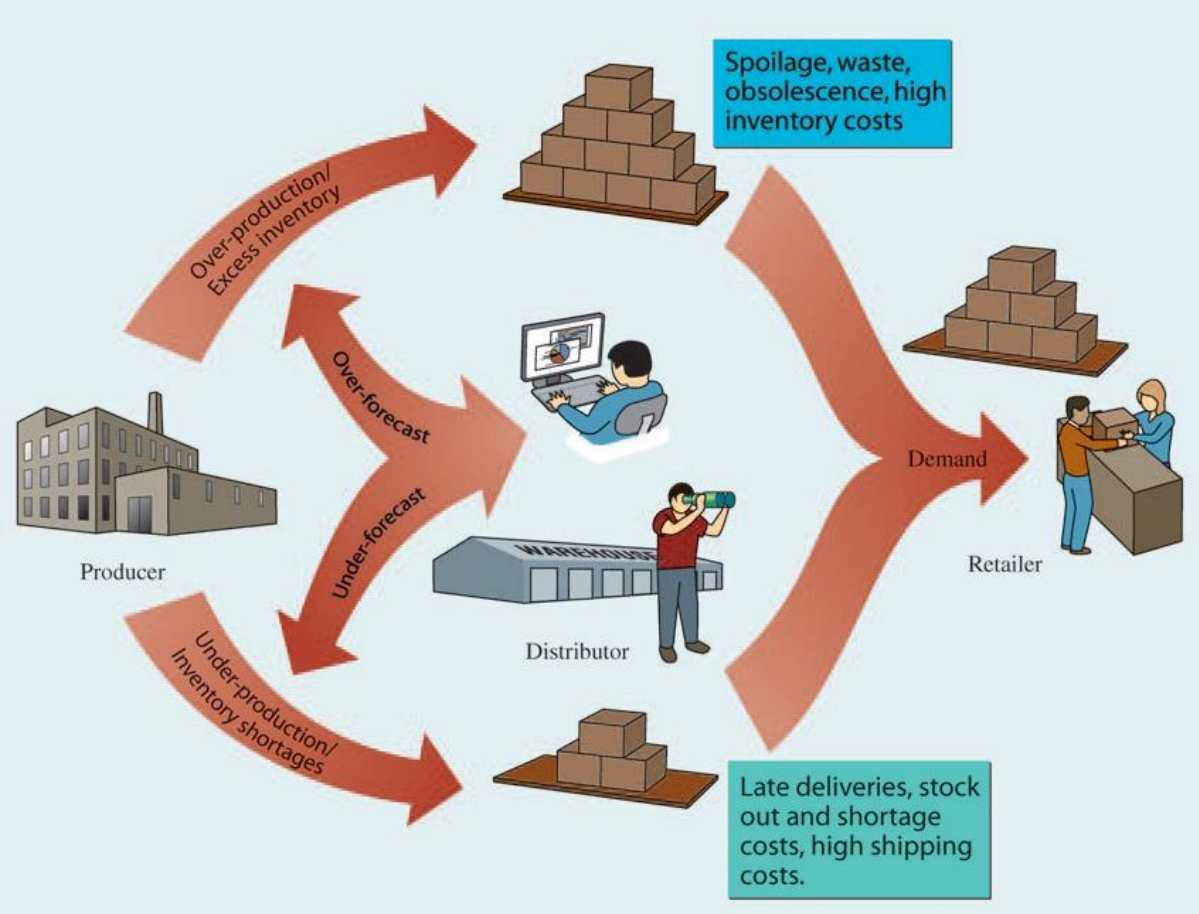
اهداف آموزشی

- نقش استراتژیک پیش بینی در مدیریت زنجیره تأمین
- عناصر پیش بینی تقاضا
- روش های سری های زمانی
- روش رگرسیون

پیش بینی

- یک پیش بینی تقاضای محصول برای بیشتر تصمیمات مهم برنامه ریزی اساسی است.
- تصمیمات برنامه ریزی مانند زمان بندی، موجودی کالا، تولید، چیدمان و تسهیلات، نیروی کار و ... تابعی از تقاضای مشتری است.
- برنامه های استراتژیک و بلندمدت مدیران عالی بر پیش بینی نوع محصولاتی که در آینده مورد تقاضای مصرف کنندگان قرار می گیرد.
- مدیریت امیدوار است که بتواند حداقل پیش بینی تقاضای کالا و خدمات را با بیشترین دقت انجام دهد.
- روش های کیفی پیش بینی
  - بر اساس قضاوت، دیدگاه ها، تجربه گذشته و با حدس و گمان
- روش های کمی پیش بینی
  - مبتنی بر فرمول های ریاضی پیش بینی انجام می پذیرد

عدم دقت در پیش بینی



عناصر پیش بینی تقاضا

- نوع روش پیش بینی به چند عامل بستگی دارد
  - چارچوب زمانی (Time Frame)
  - رفتار تقاضا
  - الگوها
    - روندها (Trends)
    - فصلی بودن (Seasonality) و ...
  - دلایل رفتار تقاضا

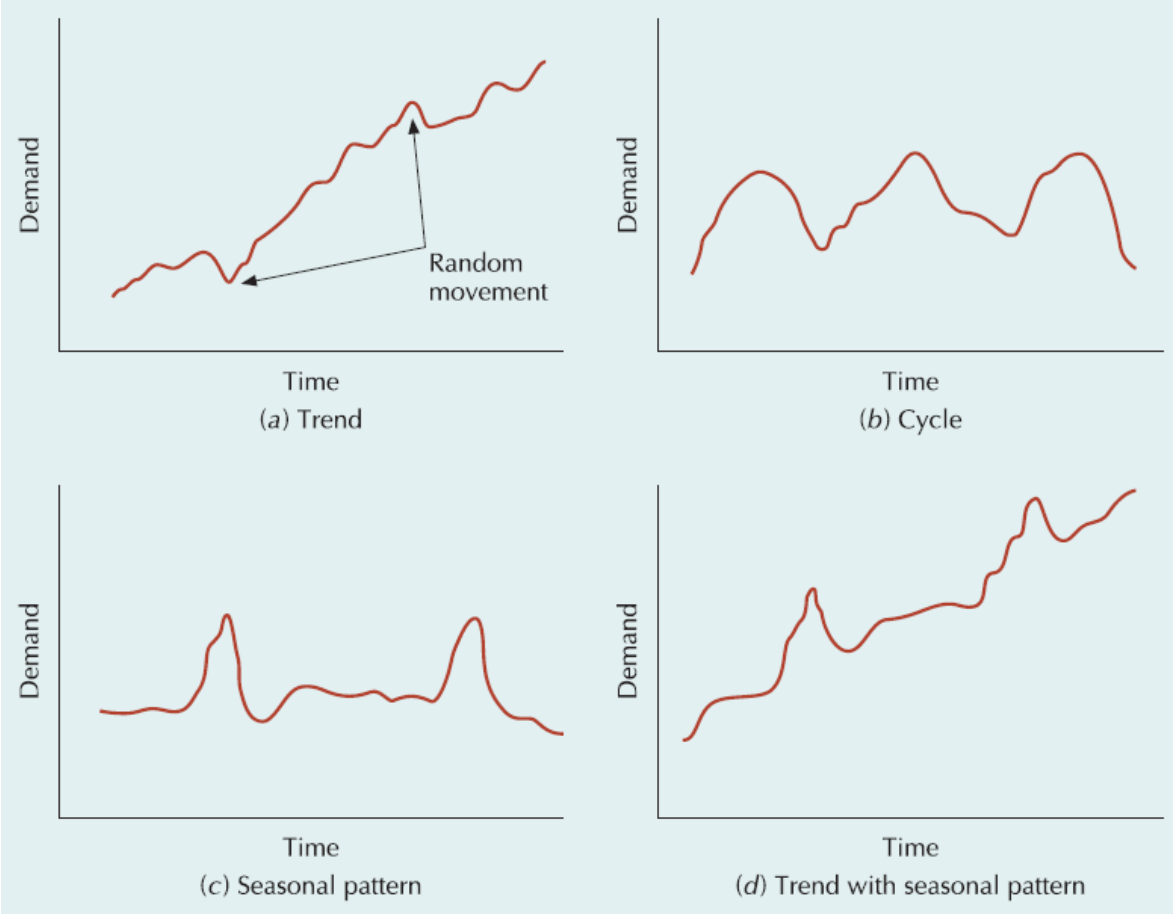
چارچوب زمانی

- تعیین می کند که تا چه زمانی را می خواهیم پیش بینی کنیم
  - پیش بینی کوتاه تا میان مدت
    - معمولاً برای تقاضای فروش روزانه، هفتگی، ماهانه تا تقاضای تقریباً دو سال آینده است.
  - پیش بینی بلندمدت
    - معمولاً مشتمل بر دوره ای بیش از ۲ سال آینده است و عموماً برای برنامه ریزی استراتژیک می باشد

رفتار تقاضا

- روندها
  - یک تغییر صعودی یا نزولی بلند مدت در تقاضا
- تغییرات تصادفی
  - جرکاتی هستند که قابل پیش بینی نیستند و از هیچ گونه الگوی خاصی پیروی نمی کنند.
- سیکل
  - یک حرکت بالا و پایین رونده در تقاضا است که پس از مدتی مجدداً تکرار می شود
- الگوی فصلی
  - یک حرکت نوسان کننده در تقاضا است که به صورت دوره ای اتفاق می افتد

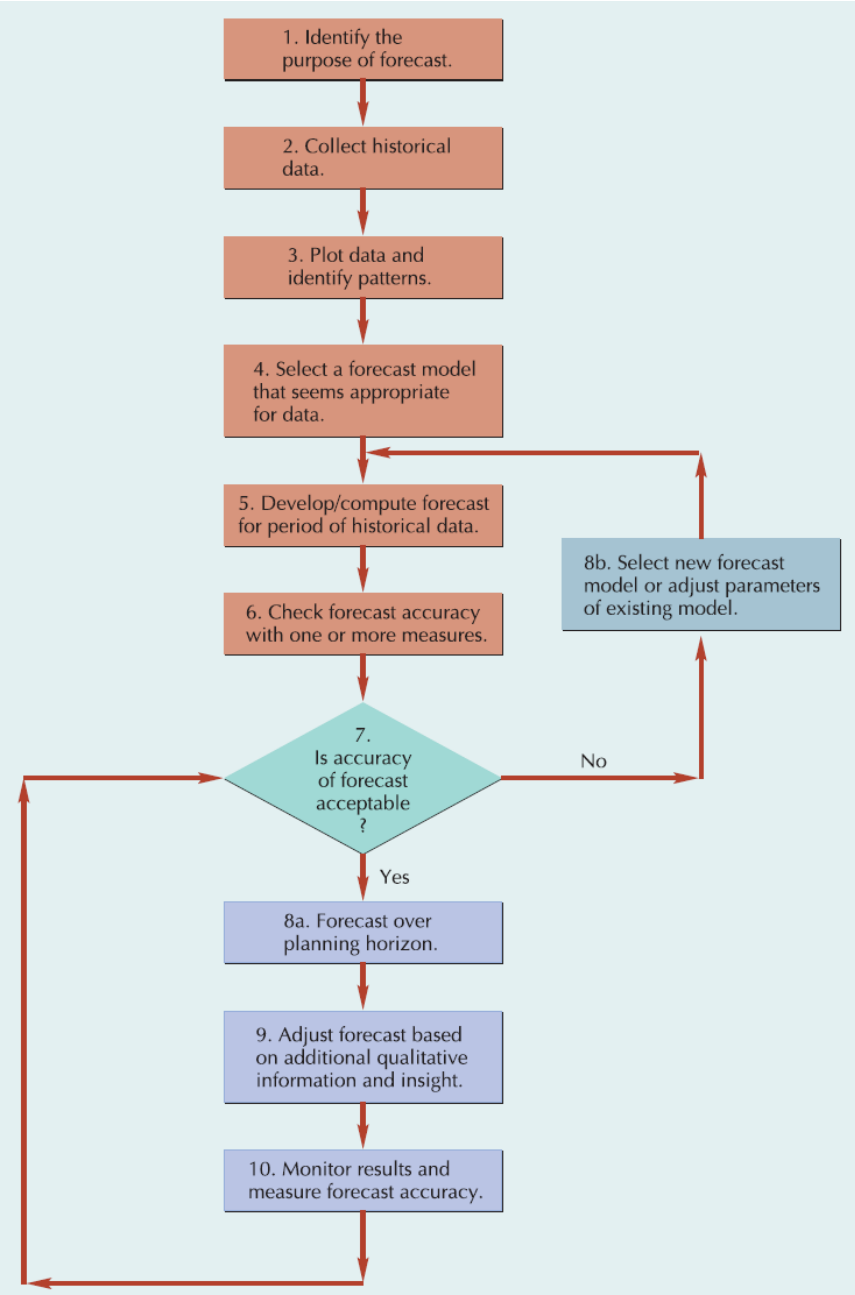
فرم های مختلف حرکت پیش بینی



روش های پیش بینی

- روش های کیفی
  - برای پیش بینی از قضاوت مدیریت، متخصصان و نظرات افراد استفاده می کند
- روش سری های زمانی
  - تکنیک های آماری که از داده های تاریخی تقاضا برای پیش بینی آینده استفاده می شود.
- روش رگرسیون
  - روش های علی نیز نامیده می شوند و به دنبال ایجاد رابطه ریاضی (به شکل رگرسیون) میان تقاضا و عواملی که رفتار کنونی تقاضا را موجب می شود، می باشد.

فرایند پیش بینی



روش سری های زمانی

- فرض می کند آنچه تاکنون اتفاق افتاده است در آینده نیز ادامه خواهد یافت.
- این روش ها پیش بینی را به یک فاکتور یعنی فاکتور زمان مربوط می سازد.
- انواع
  - میانگین متحرک (Moving Average)
  - هموارسازی نمایی (Exponential Smoothing)
  - خط روند خطی (Linear Trend Line)

میانگین متحرک

- ساده انگارانه
  - از تقاضای دوره کنونی برای پیش بینی پیش بینی تقاضای دوره بعدی استفاده می شود.
- میانگین متحرک ساده
  - از چند مقدار تقاضا در گذشته نزدیک برای پیش بینی استفاده می شود
  - برای پیش بینی تقاضایی مفید است که با ثبات است و هیچ گونه الگوی خاصی ندارد
- میانگین متحرک موزون
  - برای منعکس کردن بهتر نواسانات داده ها استفاده می شود

میانگین متحرک ساده

$$MA_n = \frac{\sum_{i=1}^{n} D_i}{n}$$

n = number of periods in the moving average
D_i = demand in period i

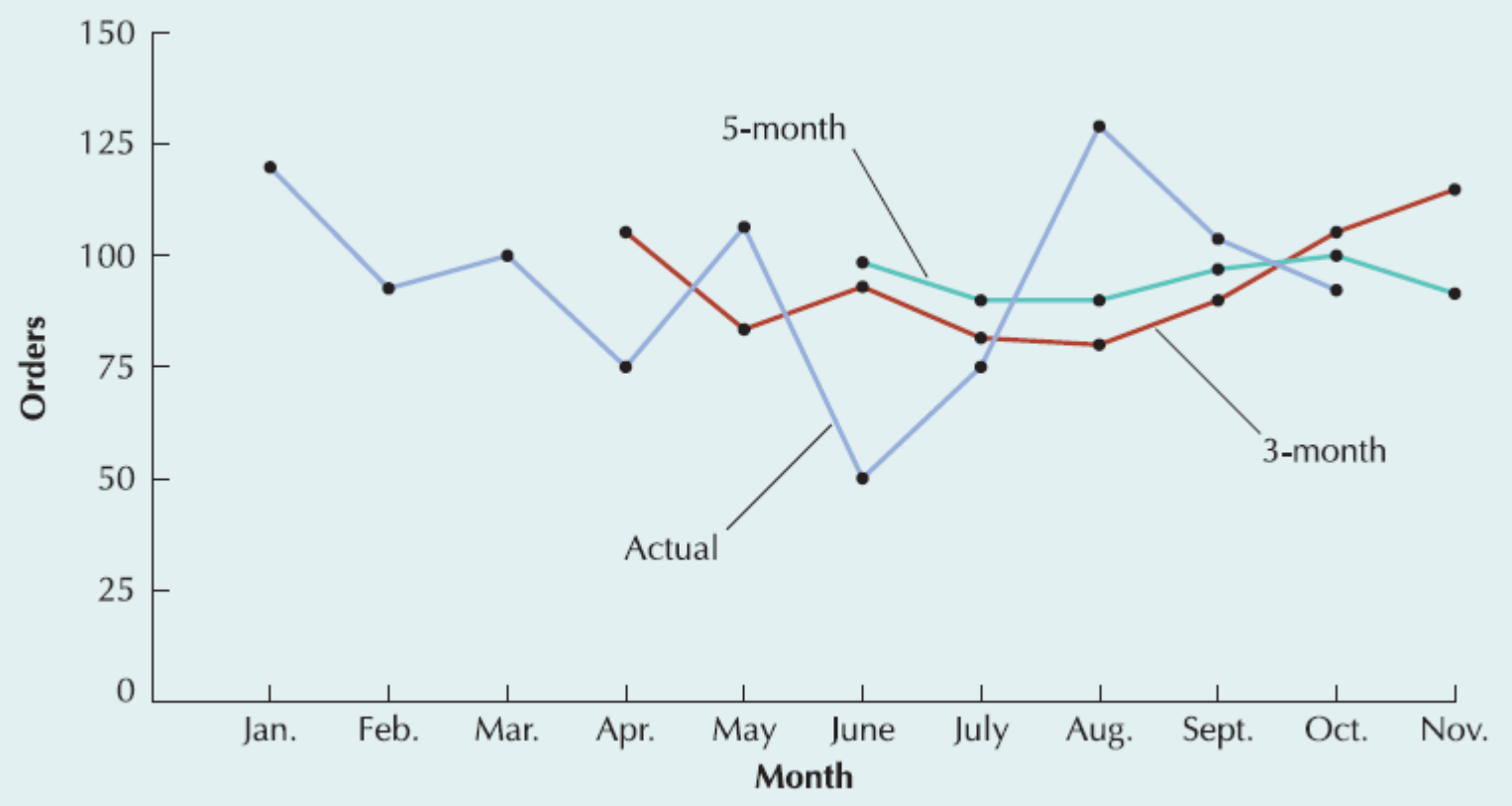
مثال

Month	Orders	Month	Orders
January	120	June	50
February	90	July	75
March	100	August	130
April	75	September	110
May	110	October	90

Three- and Five-Month Averages

Month	Orders per Month	Three-Month Moving Average	Five-Month Moving Average
January	120	—	—
February	90	—	—
March	100	—	—
April	75	103.3	—
May	110	88.3	—
June	50	95.0	99.0
July	75	78.3	85.0
August	130	78.3	82.0
September	110	85.0	88.0
October	90	105.0	95.0
November	—	110.0	91.0

نمودار


150
125
100
75
50
25
0
Orders
5-month
3-month
Actual
Jan.
Feb.
Mar.
Apr.
May
June
July
Aug.
Sept.
Oct.
Nov.
Month

میانگین متحرک موزون

$$WMA_n = \sum_{i=1}^{n} W_i D_i$$

W_i = the weight for period i, between 0 and 100 percent

$\Sigma w_i = 1.00$

مثال

The Heartland Produce Company in Example 12.1 wants to compute a three-month weighted moving average with a weight of 50% for the October data, a weight of 33% for the September data, and a weight of 17% for the August data. These weights reflect the company's desire to have the most recent data influence the forecast most strongly.

Solution

The weighted moving average is computed as

$$\begin{aligned} WMA_3 &= \sum_{i=1}^{3} W_i D_i \\ &= (0.50)(90) + (0.33)(110) + (0.17)(130) \\ &= 103.4 \text{ orders} \end{aligned}$$

Notice that the forecast includes a fractional part, 0.4. In general, the fractional parts need to be included in the computation to achieve mathematical accuracy, but when the final forecast is achieved, it must be rounded up or down.

This forecast is slightly lower than our previously computed three-month average forecast of 110 orders, reflecting the lower number of orders in October (the most recent month in the sequence).

هموارسازی نمایی

- یک روش میانگین گیری است که به داده های اخیر وزن بیشتری می دهد
- پیش بینی واکنش شدیدتری نسبت به تغییرات اخیر تقاضا خواهد داشت
- اگر تغییرات اخیر در تقاضا از یک تغییر مانند الگوی فصلی به جای نوسانات تصادفی پیروی کند این روش سودمند است
- این روش به کمترین میزان اطلاعات نیاز دارد
  - میزان پیش بینی دوره جاری
  - تقاضای واقعی دوره جاری
  - عامل هموارسازی

هموارسازی نمایی

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha)F_t$$

F_{t+1} = the forecast for the next period
D_t = actual demand in the present period
F_t = the previously determined forecast for the present period
α = a weighting factor referred to as the **smoothing constant**

مثال

HiTek Computer Services repairs and services personal computers at its store, and it makes local service calls. It primarily uses part-time State University students as technicians. The company has had steady growth since it started. It purchases generic computer parts in volume at a discount from a variety of sources whenever they see a good deal. Thus, they need a good forecast of demand for repairs so that they will know how many computer component parts to purchase and stock, and how many technicians to hire.

The company has accumulated the demand data shown in the accompanying table for repair and service calls for the past 12 months, from which it wants to consider exponential smoothing forecasts using smoothing constants (α) equal to 0.30 and 0.50.

Demand for Repair and Service Calls

Period	Month	Demand	Period	Month	Demand
1	January	37	7	July	43
2	February	40	8	August	47
3	March	41	9	September	56
4	April	37	10	October	52
5	May	45	11	November	55
6	June	50	12	December	54

پاسخ

Solution

To develop the series of forecasts for the data in this table, we will start with period 1 (January) and compute the forecast for period 2 (February) using $\alpha = 0.30$. The formula for exponential smoothing also requires a forecast for period 1, which we do not have, so we will use the demand for period 1 as both *demand* and *forecast* for period 1. (Other ways to determine a starting forecast include averaging the first three or four periods or making a subjective estimate.) Thus, the forecast for February is

$$\begin{aligned} F_2 &= \alpha D_1 + (1 - \alpha)F_1 \\ &= (0.30)(37) + (0.70)(37) \\ &= 37 \text{ service calls} \end{aligned}$$

The forecast for period 3 is computed similarly:

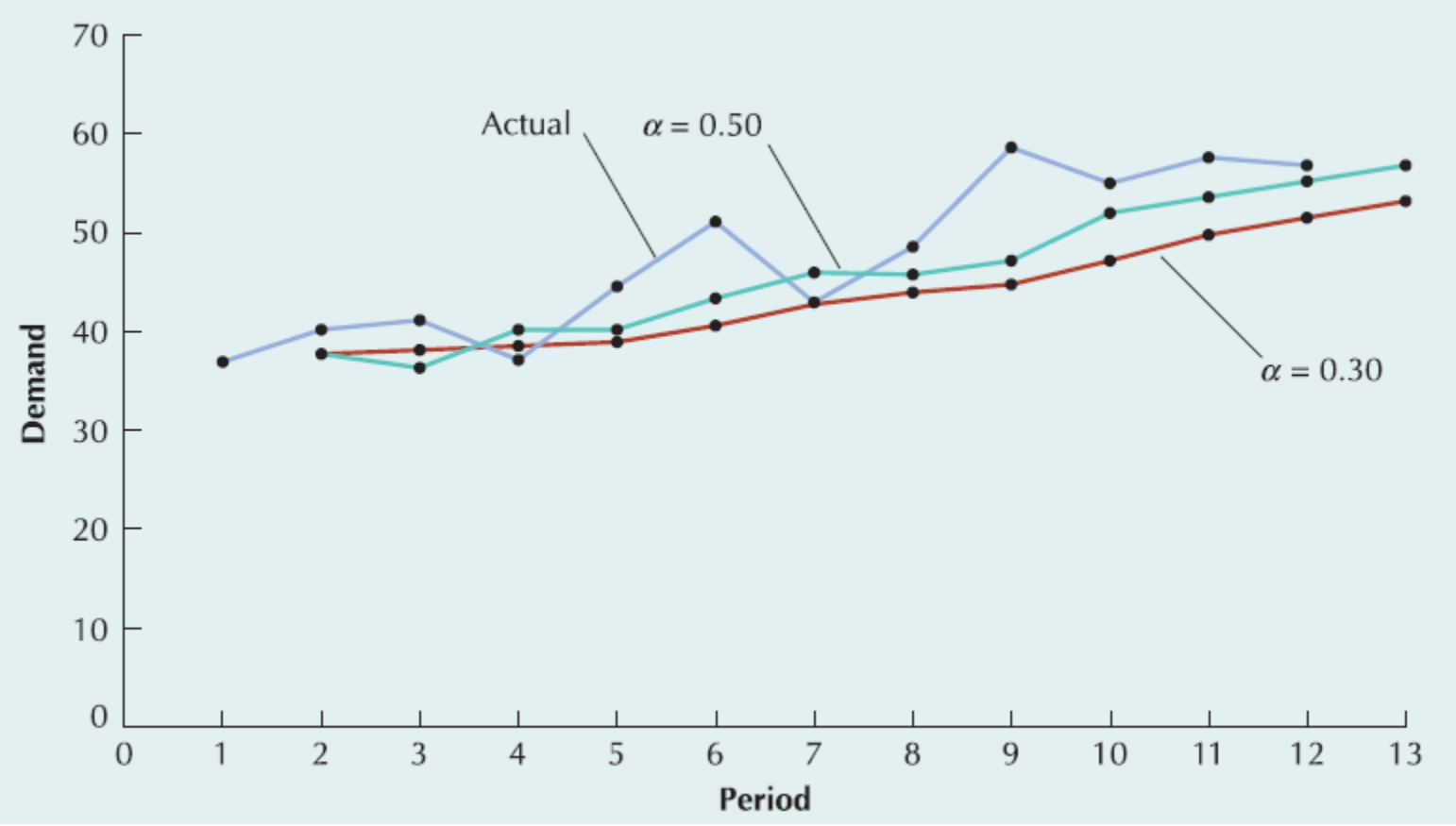
$$\begin{aligned} F_3 &= \alpha D_2 + (1 - \alpha)F_2 \\ &= (0.30)(40) + (0.70)(37) \\ &= 37.9 \text{ service calls} \end{aligned}$$

جدول

Exponential Smoothing Forecasts, $\alpha = 0.30$ and $\alpha = 0.50$

Period	Month	Demand	Forecast, F_{t+1}	
			$\alpha = 0.30$	$\alpha = 0.50$
1	January	37	—	—
2	February	40	37.00	37.00
3	March	41	37.90	38.50
4	April	37	38.83	39.75
5	May	45	38.28	38.37
6	June	50	40.29	41.68
7	July	43	43.20	45.84
8	August	47	43.14	44.42
9	September	56	44.30	45.71
10	October	52	47.81	50.85
11	November	55	49.06	51.42
12	December	54	50.84	53.21
13	January	—	51.79	53.61

نمودار


70
60
50
40
30
20
10
0
Demand
Actual
$\alpha = 0.50$
$\alpha = 0.30$
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
Period

هموارسازی نمایی تعدیل شده

- هموارسازی نمایی تعدیل شده (Adjusted Exponential Smoothing)

$$AF_{t+1} = F_{t+1} + T_{t+1}$$

T = an exponentially smoothed trend factor

$$T_{t+1} = \beta(F_{t+1} - F_t) + (1 - \beta)T_t$$

T_t = the last period's trend factor

β = a smoothing constant for trend

مثال

HiTek Computer Services now wants to develop an adjusted exponentially smoothed forecast using the same 12 months of demand shown in the table for Example 12.3. It will use the exponentially smoothed forecast with $\alpha = 0.5$ computed in Example 12.3 with a smoothing constant for trend, β, of 0.30.

پاسخ

$$T_3 = \beta(F_3 - F_2) + (1 - \beta)T_2$$
$$= (0.30)(38.5 - 37.0) + (0.70)(0)$$
$$= 0.45$$

and

$$AF_3 = F_3 + T_3$$
$$= 38.5 + 0.45$$
$$= 38.95 \text{ service cells}$$

$$T_{13} = \beta(F_{13} - F_{12}) + (1 - \beta)T_{12}$$
$$= (0.30)(53.61 - 53.21) + (0.70)(1.77)$$
$$= 1.36$$

and

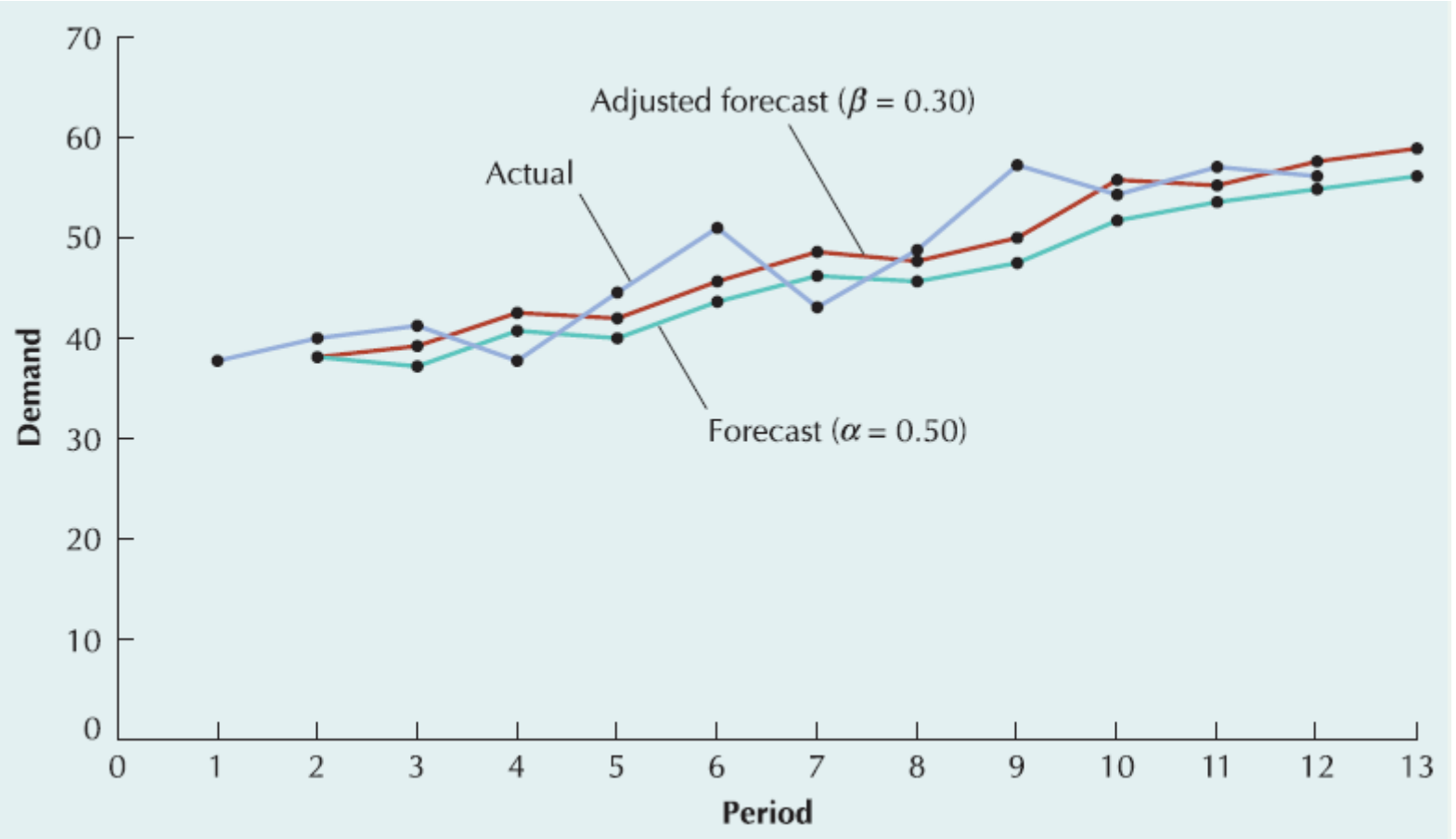
$$AF_{13} = F_{13} + T_{13}$$
$$= 53.61 + 1.36$$
$$= 54.97 \text{ service calls}$$

جدول

Adjusted Exponential Smoothing Forecast Values

Period	Month	Demand	Forecast F_{t+1}	Trend T_{t+1}	Adjusted Forecast AF_{t+1}
1	January	37	37.00	—	—
2	February	40	37.00	0.00	37.00
3	March	41	38.50	0.45	38.95
4	April	37	39.75	0.69	40.44
5	May	45	38.37	0.07	38.44
6	June	50	41.68	1.04	42.73
7	July	43	45.84	1.97	47.82
8	August	47	44.42	0.95	45.37
9	September	56	45.71	1.05	46.76
10	October	52	50.85	2.28	53.13
11	November	55	51.42	1.76	53.19
12	December	54	53.21	1.77	54.98
13	January	—	53.61	1.36	54.96

نمودار


70
60
50
40
30
20
10
0
Demand
Adjusted forecast ($\beta = 0.30$)
Actual
Forecast ($\alpha = 0.50$)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
Period

رگرسیون خطی

- روشی است که در آن رابطه ریاضی میان تقاضا و عوامل دیگر علت رفتار تقاضا برقرار می شود
- این روش یک متغیر وابسته را (تقاضا) به یک متغیر مستقل (زمان) به صورت یک معادله خطی مرتبط می کند

$$y = a + bx$$

a = intercept (at period 0)

b = slope of the line

x = the time period

y = forecast for demand for period x

$$b = \frac{\Sigma xy - n\bar{x}\bar{y}}{\Sigma x^2 - n\bar{x}^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

n = number of periods

$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$ = the mean of the x values

$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{n}$ = the mean of the y values

مثال

Least Squares Calculations

x (period)	y (demand)	xy	x^2
1	37	37	1
2	40	80	4
3	41	123	9
4	37	148	16
5	45	225	25
6	50	300	36
7	43	301	49
8	47	376	64
9	56	504	81
10	52	520	100
11	55	605	121
12	54	648	144
78	557	3867	650

محاسبات

$$\bar{x} = \frac{78}{12} = 6.5$$

$$\bar{y} = \frac{557}{12} = 46.42$$

$$b = \frac{\Sigma xy - n\bar{x}\bar{y}}{\Sigma x^2 - n\bar{x}^2}$$

$$= \frac{3867 - (12)(6.5)(46.42)}{650 - 12(6.5)^2}$$

$$= 1.72$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$= 46.42 - (1.72)(6.5)$$

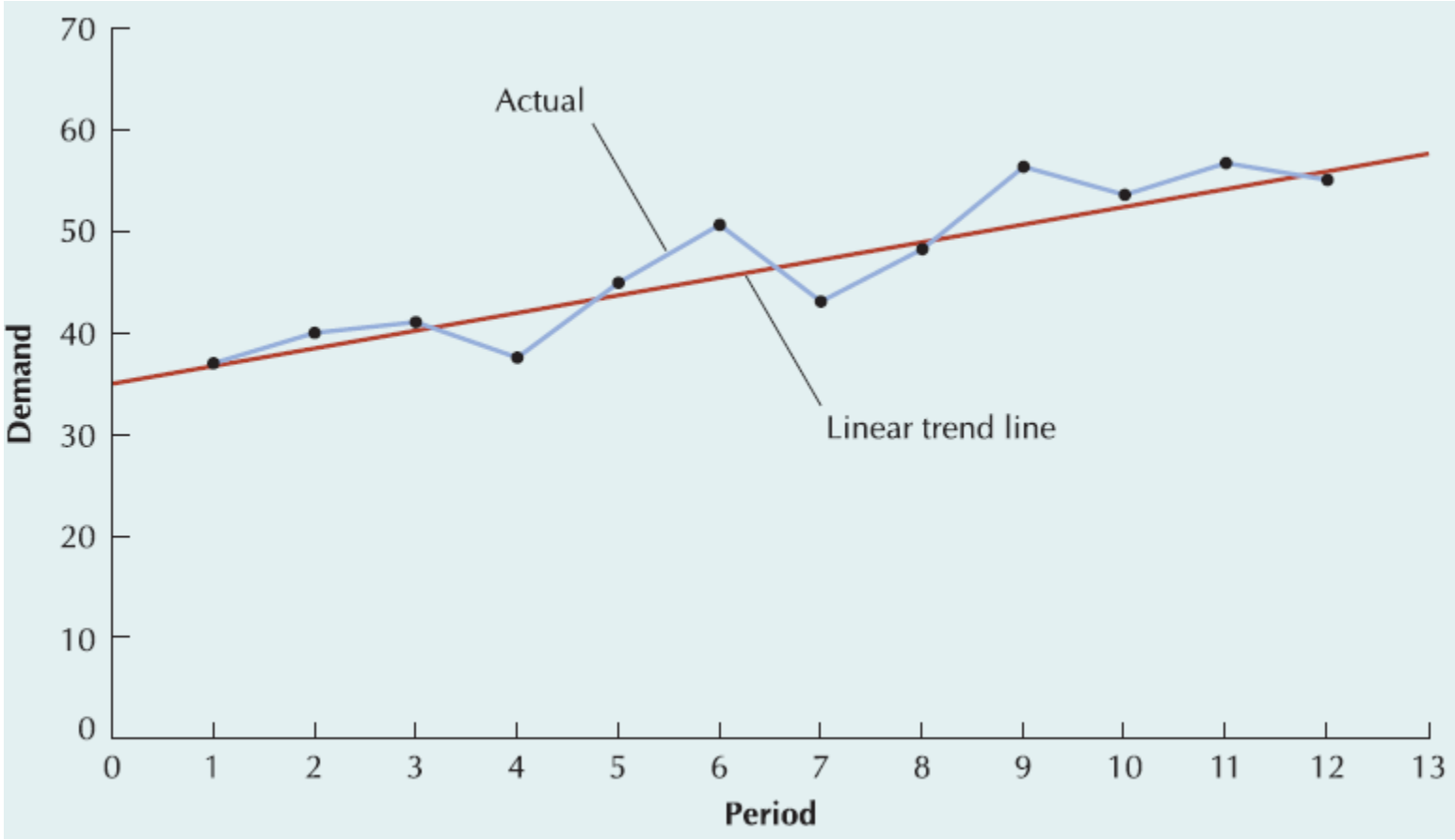
$$= 35.2$$

$$y = 35.2 + 1.72x$$

$$y = 35.2 + 1.72(13)$$

$$= 57.56 \text{ service cells}$$

نمودار


70
60
50
40
30
20
10
0
Demand
Actual
Linear trend line
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
Period

تعدیل های فصلی

- الگوی فصلی یک افزایش یا کاهش تکرار شونده در میزان تقاضا است.
- عامل فصلی
  - یک مقدار عددی است که در پیش بینی معمولی ضرب شده و پیش بینی فصلی تعدیل شده را محاسبه می کند

$$S_i = \frac{D_i}{\Sigma D}$$

مثال

Wishbone Farms grows turkeys to sell to a meat-processing company throughout the year. However, its peak season is obviously during the fourth quarter of the year, from October to December. Wishbone Farms has experienced the demand for turkeys for the past three years shown in the following table:

Demand for Turkeys at Wishbone Farms

	Demand (1000s) per Quarter				
Year	*1*	*2*	*3*	*4*	Total
2008	12.6	8.6	6.3	17.5	45.0
2009	14.1	10.3	7.5	18.2	50.1
2010	15.3	10.6	8.1	19.6	53.6
Total	42.0	29.5	21.9	55.3	148.7

حل

Because we have three years of demand data, we can compute the seasonal factors by dividing total quarterly demand for the three years by total demand across all three years:

$$S_1 = \frac{D_1}{\Sigma D} = \frac{42.0}{148.7} = 0.28$$
$$S_2 = \frac{D_2}{\Sigma D} = \frac{29.5}{148.7} = 0.20$$
$$S_3 = \frac{D_3}{\Sigma D} = \frac{21.9}{148.7} = 0.15$$
$$S_4 = \frac{D_4}{\Sigma D} = \frac{55.3}{148.7} = 0.37$$

generally increasing trend, we compute a linear trend line for the three years of data in the table to get a rough forecast estimate:

$$\begin{aligned} y &= 40.97 + 4.30x \\ &= 40.97 + 4.30(4) \\ &= 58.17 \end{aligned}$$

Thus, the forecast for 2011 is 58.17, or 58,170 turkeys.

Using this annual forecast of demand, we find that the seasonally adjusted forecasts, SF_i, for 2011 are

$$SF_1 = (S_1)(F_5) = (0.28)(58.17) = 16.28$$
$$SF_2 = (S_2)(F_5) = (0.20)(58.17) = 11.63$$
$$SF_3 = (S_3)(F_5) = (0.15)(58.17) = 8.73$$
$$SF_4 = (S_4)(F_5) = (0.37)(58.17) = 21.53$$

Comparing these quarterly forecasts with the actual demand values in the table, we see that they would seem to be relatively good forecast estimates, reflecting both the seasonal variations in the data and the general upward trend.

خلاصه مطالب

- پیش بینی تقاضا یکی از مهم ترین موضوعات برای برنامه ریزی های مختلف در شرکت هست.
- کم یا زیاد بودن پیش بینی نسبت به تقاضای واقعی هر دو سازمان را با هزینه ها و مشکلاتی مواجه می کند.
- روش های کمی مختلفی برای پیش بینی وجود دارد که هر کدام مزایای خود را دارا هستند و برای شرایط مشخصی مناسب هستند.

مراجع و منابع استفاده شده در این جلسه و برای مطالعه بیشتر

- Russell, R.S., Taylor B.W., **Operations Management : Creating Value Along the Supply Chain (7th edition)**, 2010, Wiley
- Slack, N., Chambers, S., Johnston, R., **Operations Manegement (6th edition)**, 2010, Prentice Hall
- راسل، روبرتا اس.، تیلور، برنارد دبلیو.، **مدیریت عملیات**، ترجمه جواد فیض آبادی، محمدرضا اخوان و شیرانا محلوجی، انتشارات مهربان نشر، ۱۳۸۷