

فصل ۱۰- برنامه‌ریزی جمعی

✓ روشهای مختلف برنامه‌ریزی جمعی

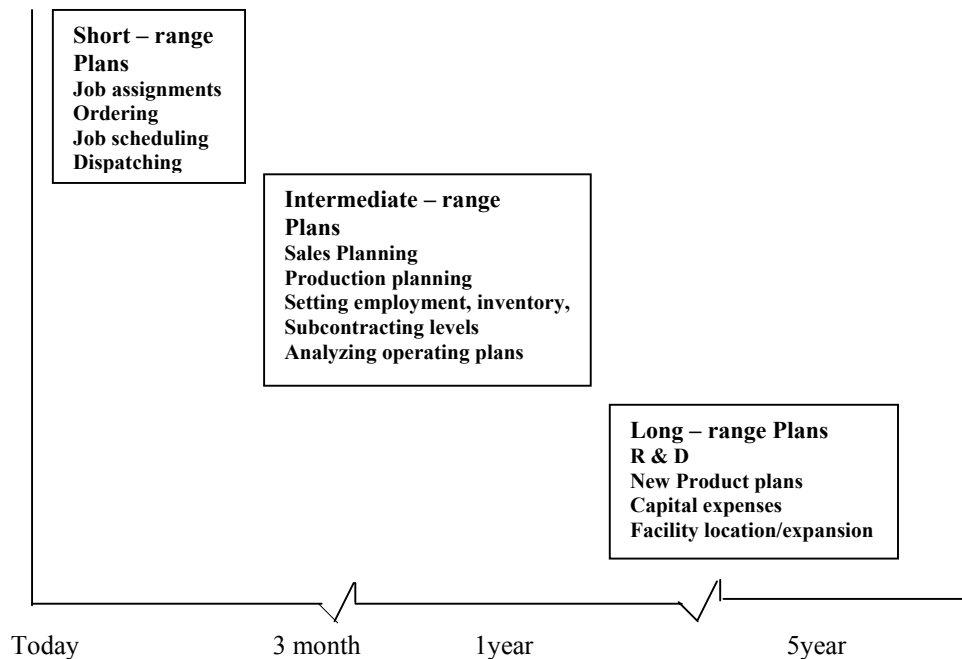
✓ رویکرد حسی

✓ روشهای نموداری

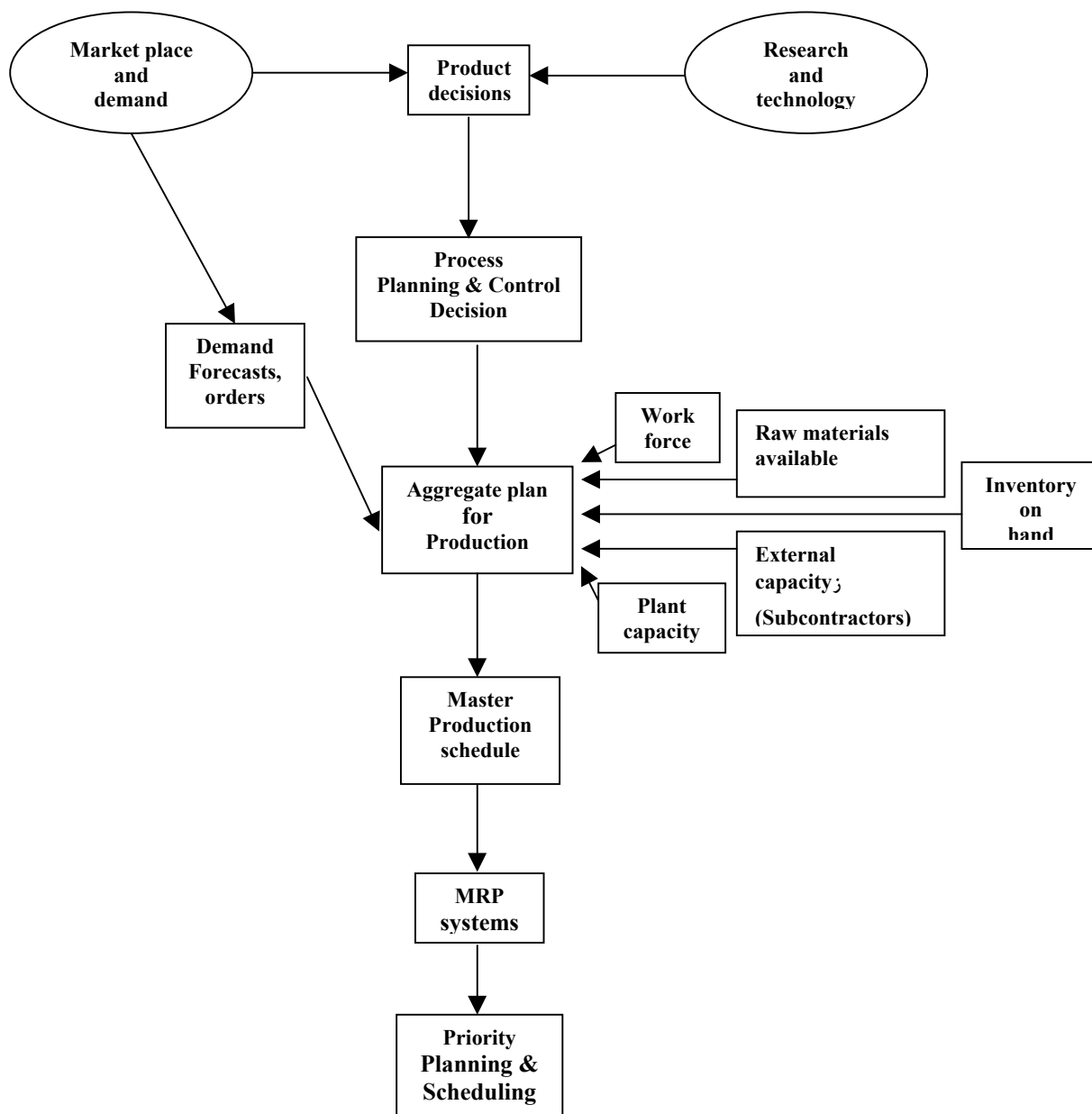
✓ روش برنامه‌ریزی خطی

برنامه‌ریزی جمعی (Aggregate Planning)

برنامه‌ریزی جمعی (Aggregate Planning) برنامه‌ریزی میان مدت تولید بوده و معمولاً برای یک دوره زمانی یک ساله انجام می‌شود. در برنامه‌ریزی جمعی با توجه به تخمین تقاضای سالانه نسبت به برنامه‌ریزی تأمین نیروی انسانی، اضافه کاریها، موجودی انبارمواد و قطعات مصرفی و قرار دادهای ساخت قطعات در خارج (Subcontracting) اقدام می‌شود. افق زمانی برنامه‌ریزی جمعی در شکل ۱-۱ و وردی ها و خروجی های سیستم برنامه‌ریزی جمعی در شکل ۱-۲ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱ افق برنامه‌ریزی



شکل ۲-۱۰ ورودیها و خروجیهای برنامه‌ریزی جمعی

UP

روشهای مختلف برنامه‌ریزی جمعی

(Intuitive Approach)

۱- رویکرد حسی

رویکرد حسی در برنامه‌ریزی جمعی یک روش شهودی بوده و نمونه آن تکرار برنامه تولید سال گذشته یک شرکت با تعدیلات جزئی برای سال آینده است. رویکرد برنامه‌ریزی جمعی حسی معمولاً متأثر از نظر مدیران صاحب نفوذ در شرکت است. نمونه آن اعمال نظر مدیران فروش و

مالی در تنظیم برنامه جمعی تولید شرکتها است. مدیران فروش معمولاً علاقمند به وجود انبار محصولات برای پاسخگویان به تقاضای مختلف مشتریان بوده در صوتی که مدیران مالی علاقمند به آزاد شدن سرمایه را که در انبارها از طریق کاهش موجودی انبارها می باشند. بدیهی است هر کدام ازدوگروه مدیران فوق که نفوذ بیشتر در سازمان تولیدی داشته باشند، در تنظیم برنامه شهودی تولید جمعی سال آینده شرکت بیشتر تأثیر گذار خواهند بود.

UP

۲- روشهای نموداری (Graphical and charting Methods)

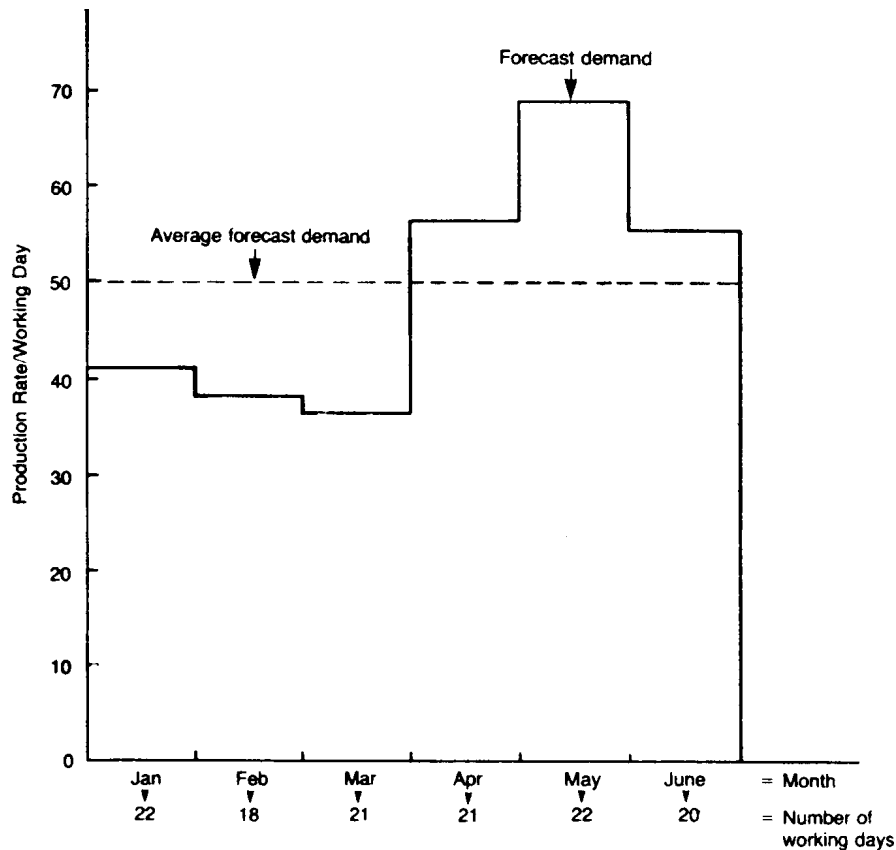
روش نموداری، ساده ترین و ابتدایی ترین روش برای برنامه ریزی جمعی است. ساده ترین برنامه جمعی سالانه، برنامه جمعی تولید بر اساس متوسط تقاضای ماهانه کلیه محصولات تولیدی شرکت است. مثال نمونه ای تقاضای ماهانه محصولات تولیدی یک شرکت در جدول ۱-۱۰ و برنامه جمعی تصویری آن در شکل ۳-۱۰ نشان داده شده است.

جدول ۱-۱۰ تخمین تقاضا برای محصولات تولیدی یک شرکت

Month	Expected Demand	Production Days	Demand Per day
Jan.	900	22	900/22 = 41
Feb.	700	18	39
Mar.	800	21	38
Apr.	1200	21	57
May.	1500	22	68
June	1100	20	55
Total	62000	124	

متوسط تقاضای روزانه محصولات تولیدی شرکت فوق $50 = 62000 \div 124$ واحد محصولات بوده و استراتژی برنامه جمعی یکنواخت برای آن تولید روزانه به میزان ۵۰ واحد محصول است. استراتژی برنامه جمعی یکنواخت و برنامه جمعی مطابق تقاضا (Chase strategy) در شکل ۳-۱۰ نشان داده شده است. استراتژی برنامه جمعی دیگر تولید روزانه ۲۸ واحد محصول و

تأمین کسری تولید از طریق قراردادهای بیرون از شرکت است. هزینه‌های هر کدام از برنامه‌های
جمعی فوق در قسمت بعد آورده شده است.



شکل ۱۰-۳ برنامه جمعی یکنواخت و برنامه جمعی مطابق با تقاضا

UP

تجزیه و تحلیل هزینه طرح‌های مختلف برنامه‌ریزی جمعی

هزینه کل برنامه‌های مختلف جمعی از طریق اطلاعات هزینه‌ای مربوط به آن محاسبه می‌شود.

اطلاعات هزینه‌ای نمونه در جدول ۱۰-۲ نشان داده شده است.

جدول ۲-۱۰ اطلاعات هزینه‌ای در برنامه‌ریزی جمعی

هزینه انبارداری	۵ دلار در واحد محصول در ماه
هزینه قرارداد ساخت در خارج	۱۰ دلار در واحد محصول
دستمزد ساعتی	۵ دلار در ساعت (۴۰ دلار در روز)
هزینه اضافه کاری	۷ دلار در ساعت برای کار روزانه بیش از ۸ ساعت
زمان مورد نیاز برای تولید هر واحد محصول	۱/۶ ساعت در واحد محصول
هزینه افزایش تولید	۱۰ دلار در واحد محصول
هزینه کاهش تولید	۱۵ دلار در واحد محصول

UP

هزینه طرح ۱: استفاده از نیروی کار ثابت

در طرح ۱ برنامه جمعی تولید بصورت ثابت یکنواخت در نظر گرفته می‌شود. برنامه جمعی طرح ۱ بر اساس متوسط تقاضای ماهانه تنظیم شده و مقدار آن با توجه به اطلاعات جدول ۱-۱۰ مساوی ۵۰ واحد محصول در ماه است. در طرح ۱ نیروی کار ثابت در نظر گرفته شده و اضافه کاری و قرارداد با خارج مورد نظر نبوده و اضافه تولید در سه ماهه اول در انبار ذخیره شده و در ماههای بعد مصرف می‌شود. در طرح فوق موجودی انبار در ابتدا و انتهای دوره برنامه ریزی صفر در نظر گرفته می‌شود.

در طرح برنامه جمعی تولید ۱ تعداد واحد محصول انبارداری شده در کل دوره برنامه‌ریزی ۱۸۵۰ واحد محصول بوده و اطلاعات مربوط به آن در جدول ۳-۱۰ نشان داده شده است. در طرح ۱ نیروی کار ثابت مورد نیاز برای تولید ۵۰ واحد محصول در روز به صورت زیر است.

$$\frac{\text{زمان تولید هر واحد محصول} \times \frac{1}{6} \times (\text{محصول}) \times 50}{\text{ساعت کار روزانه} \times 8} = 10 \text{ (کارگر)}$$

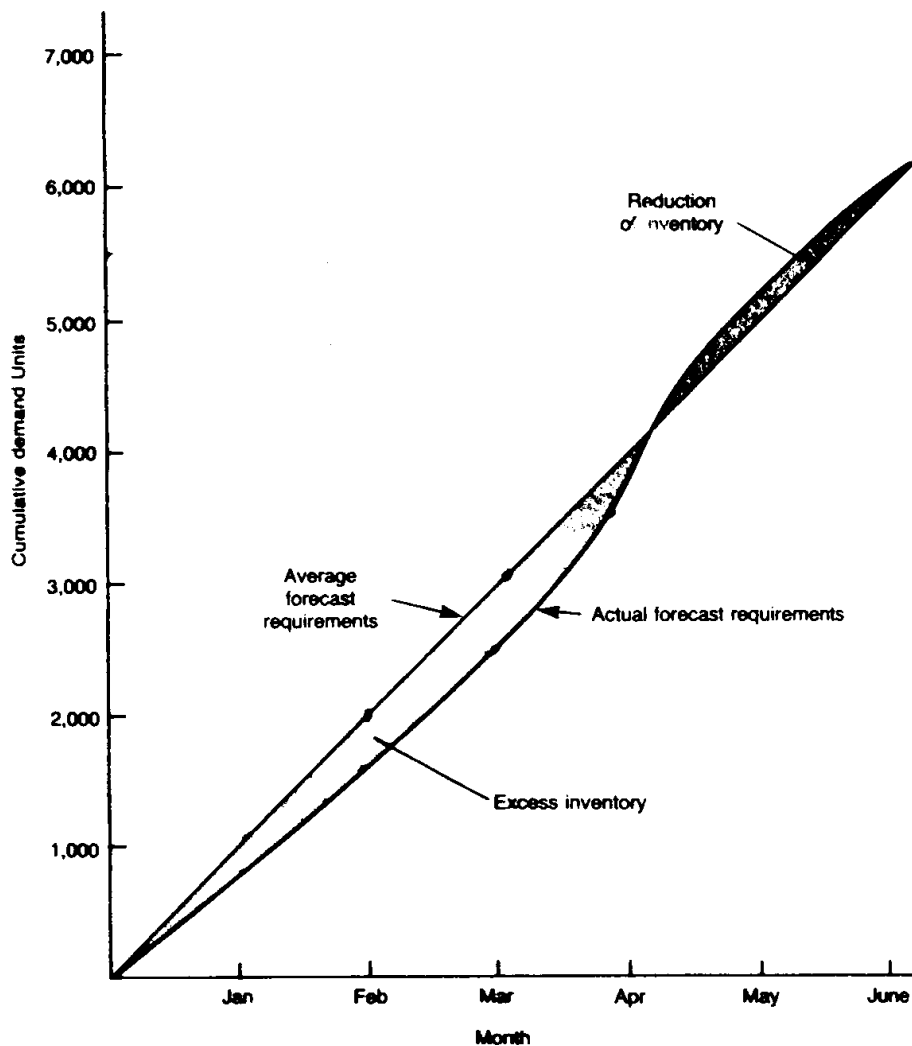
هزینه کل طرح برنامه جمعی ۱ در جدول ۱۰-۴ و نمودار تصویری آن در شکل ۱۰-۴ نشان داده شده است.

جدول ۱۰-۳ موجودی انبار در طرح ۱

Month	Production at 50 Units per Day	Demand Forecast	Monthly Inventory Change	Ending Inventory
Jan.	1,100	900	+200	200
Feb.	900	700	+200	400
Mar.	1,050	800	+250	650
Apr.	1,050	1,200	-150	500
May.	1,100	1,500	-400	100
June	1,100	1,100	-100	0
				1850

جدول ۱۰-۴ هزینه طرح برنامه جمعی تولید ۱

هزینه انبار	۹۲۵۰ = (هزینه نگهداری هر واحد محصول در ماه) × ۵ × (محصول) ۱۸۵۰
هزینه نیروی کار معمولی	۴۹۶۰۰ = (روز کار) ۱۲۴ × (مزد ساعتی) ۵ × (ساعت کار روزانه) ۸ × (کارگر) ۱۰
جمع کل هزینه	۵۸۸۵۰



شکل ۴-۱۰ نمودار تصویری برنامه جمعی تولید طرح ۱

UP

طرح ۲: استفاده از نیروی کار ثابت حداقل

در برنامه جمعی تولید ۲ از حداقل نیروی کار ثابت استفاده شده و کسری تولید از طریق قرارداد با سایر تولید کنندگان (subcontracting) تأمین می‌شود. بنا به اطلاعات جدول ۱-۱۰ حداقل تقاضای روزانه ۳۸ واحد محصول بوده بنابراین حداقل نیروی کار مورد نیاز به صورت زیر است.

$$\frac{(\quad) \times / (\quad)}{(\quad)} = /$$

در برنامه جمعی ۲ از ۷ کارگر تمام وقت و ۱ کارگر نیمه وقت استفاده نموده و کسری تولید از طریق قرار داد با سایر تولید کنندگان تأمین شده و میزان آن به صورت زیر است.

تولید داخلی = ۴۷۱۲ (تعداد روزهای کار) × ۱۲۴ (تولید روزانه) × ۳۸

تولید خارجی = ۱۴۸۸ (تولید داخلی) - ۴۷۱۲ (تقاضای کل) × ۶۲۰۰

هزینه کل طرح جمعی ۲ در جدول ۵-۱۰ نشان داده شده است.

جدول ۵-۱۰ هزینه طرح برنامه جمعی تولید ۲

هزینه نیروی کار معمولی	۳۷۶۹۶ = (روزکار) × ۱۲۴ × (مزد ساعتی) × ۵ × (ساعت کار روزانه) × ۸ (کارگر) × ۷/۶
هزینه قرارداد با بیرون	۱۴۸۸۰ = (هزینه تأمین از خارج هر واحد محصول) × ۱۰ (محصول) × ۱۴۸۸
جمع کل هزینه	۵۲۵۷۶

UP

هزینه طرح ۳: برنامه جمعی تولید بر اساس تقاضا

در طرح برنامه جمعی ۳، برنامه تولید جمعی مطابق تقاضای ماهانه بوده و تغییر نیروی انسانی بر اساس تغییر تقاضای ماهانه انجام می‌شود. هزینه کل طرح ۳ بر اساس هزینه استخدام ۱۰ دلار برای کارگر جدید و هزینه ۱۵ دلار برای بیکاری هر کارگر بصورت جدول ۶-۱۰ است.

جدول ۱۰-۶ هزینه طرح برنامه جمعی تولید ۳

Month	Forecast (Units)	Basic production Cost (Demand × 1.6 hrs per unit × \$5 Per hour)	Extra Cost of Increasing Production (hiring cost)	Extra Cost of Decreasing Production (layoff cost)	Total Cost
Jan.	900	\$ 7,200	—	—	\$ 7,200
Feb.	700	5,600	—	\$3,000(=200×15)	8,600
Mar.	800	6,400	\$1,000(=100×\$10)	—	7,400
Apr.	1,200	9,600	\$4,000(=400×\$10)	—	13,600
May.	1,500	12,000	\$3,000(=300×\$10)	—	15,000
June	1,100	8,800	—	\$ 6,000(=400×\$ 15)	\$ 14,800
		\$ 49,600	\$ 8,000	\$ 9,000	\$ 66,600

هزینه کل برنامه‌های مختلف جمعی تولید به صورت خلاصه در جدول ۱۰-۷ نشان داده

شده است. همان طور که در جدول ۱۰-۷ دیده می‌شود طرح برنامه جمعی تولید ۲ با هزینه کل

۵۲۵۷۶ دلار برنامه جمعی با کمترین هزینه کل است.

جدول ۱۰-۷ هزینه کل برنامه‌های مختلف جمعی تولید

طرح ۳	طرح ۲	طرح ۱	هزینه
		۹۲۵۰	هزینه انبار
۴۹۶۰۰	۳۷۶۹۰	۴۹۶۰۰	هزینه نیروی کار معمولی
			هزینه اضافه کاری
۸۰۰۰			هزینه استخدام
۹۰۰۰			هزینه بیکاری
	۱۴۸۸۰		هزینه قرارداد با خارج
۶۶۶۰۰	۵۲۵۷۶	۵۸۸۵۰	جمع کل

۳- برنامه‌ریزی جمعی با استفاده از برنامه ریزی خطی

برنامه تولید جمعی بهینه، از طریق روشهای شهودی و نموداری مسیر نبوده و برنامه بهینه از طریق روشهای ریاضی و برنامه ریزی خطی امکان پذیر است. برای آشنایی بیشتر با کاربرد برنامه‌ریزی خطی در برنامه جمعی تولید به مثال زیر از کتاب Evans توجه کنید.

مثال: تخمین تقاضای جمعی سالانه برای نوشابه‌های مختلف تولید یک شرکت نوشابه

سازی بر حسب هزار لیتر به صورت جدول زیر است.

تخمین تقاضا	ماه	تخمین	ماه
۳۲۰۰	۷	۱۵۰۰	۱
۳۰۰۰	۸	۱۰۰۰	۲
۲۰۰۰	۹	۱۹۰۰	۳
۱۰۰۰	۱۰	۲۶۰۰	۴
۱۸۰۰	۱۱	۲۸۰۰	۵
۲۲۰۰	۱۲	۳۱۰۰	۶

ظرفیت عادی تولیدی این کارخانه ۲۲۰۰ هزار لیتر نوشابه در ماه و موجودی اولیه نوشابه

در انبارها در ابتدای دوره برنامه ۱۰۰۰ هزار لیتر است. هزینه‌های تولید بشرح زیر است.

هزینه نیروی انسانی ۷۰ دلار در ۱۰۰۰ لیتر نوشابه

هزینه انبارداری ۱/۴ دلار در ۱۰۰۰ لیتر در هر ماه

هزینه فروش از دست رفته ۹۰ دلار در ۱۰۰۰ لیتر نوشابه

هزینه اضافه کاری ۶/۵ دلار در ۱۰۰۰ لیتر نوشابه

هزینه نیروی کار در ظرفیت عادی ۳ دلار در ۱۰۰۰ لیتر نوشابه

هزینه تغییر ظرفیت ۵ دلار در ۱۰۰۰ لیتر نوشابه

با استفاده از اطلاعات ارائه شده، برنامه جمعی تولید بهینه با استفاده از برنامه‌ریزی خطی برای شرکت فوق را به دست آورید.

حل: متغیرها در جدول برنامه‌ریزی خطی بصورت زیر است.

X_t	مقدار تولید در پریود t
I_t	موجودی انبار در انتهای پریود t
L_t	مقدار فروش از دست رفته در پریود t
O_t	مقدار اضافه‌کاری در پریود t
U_t	مقدار بیکاری در پریود t
R_t	مقدار افزایش تولید از پریود $t-1$ به پریود t
D_t	مقدار کاهش تولید از پریود $t-1$ به پریود t

مدل برنامه‌ریزی خطی.

۱- محدودیت تعادل تولید و انبار

محدودیت تعادل تولید و انبار در برنامه‌ریزی تولید با توجه به فروش از دست‌رفته بصورت زیر است.

$$\begin{bmatrix} \text{موجودی انبار} \\ \text{در انتهای} \\ \text{پریود } t-1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{تولید} \\ \text{در پریود} \\ t \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \text{تقاضا} \\ \text{در پریود} \\ t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{فروش از} \\ \text{دست رفته} \\ \text{در پریود} \\ t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{موجودی انبار} \\ \text{در انتهای} \\ t \end{bmatrix}$$

بنابراین:

$$X_t + I_{t-1} - I_t + L_t = D_t \quad \text{تقاضا در پریود } t \quad (10-1)$$

$$X_1 - I_1 + 1000 + L_1 = 1500$$

$$X_2 - I_2 + I_1 + L_2 = 1000$$

...

$$X_{12} - I_{12} + I_{11} + L_{12} = 2200$$

۲- محدودیت اضافه‌کاری و بیکاری

محدودیت اضافه‌کاری و بیکاری با توجه به ظرفیت ۲۲۰۰ هزار لیتر کارخانه بصورت زیر است.

$$O_t - U_t = X_t - 2200 \quad (10-2)$$

بنابراین:

$$X_1 - O_1 + U_1 = 2200$$

$$X_2 - O_2 + U_2 = 2200$$

...

$$X_{12} - O_{12} + U_{12} = 2200$$

۳- محدودیت تغییر ظرفیت

$$X_t - X_{t-1} = R_t - D_t \quad (10-3)$$

در معادله ۱۰-۳ اگر افزایش ظرفیت از پریود t-1 به t موجود باشد در اینصورت R_t مثبت و

D_t مساوی صفر شده و بر عکس اگر در پریود فوق نسبت به پریود قبل کاهش ظرفیت وجود داشته

باشد در اینصورت D_t مثبت و R_t مساوی صفر خواهد شد.

۴- تابع هدف

$$\min Z = 70 \sum_{t=1}^{12} X_t + 104 \sum_{t=1}^{12} I_t + 90 \sum_{t=1}^{12} L_t + 6.5 \sum_{t=1}^{12} O_t + 3 \sum_{t=1}^{12} u_t + 5 \sum_{t=1}^{12} R_t + 5 \sum_{t=1}^{12} D_t$$

جواب بهینه مدل برنامه‌ریزی خطی برنامه جمعی تولید کارخانه نوشابه‌سازی در جدول

۸-۱۰ نشان داده شده است. هزینه کل بهینه برنامه جمعی مدل برنامه‌ریزی خطی ۱/۷۹۶/۶۷۰ دلار

است.

جدول ۸-۱۰ حل بهینه مدل برنامه‌ریزی خطی برنامه جمعی تولید

Month	Production	Production Cost	Inventory	Inventory Cost	Rate – Change Cost	Overtime Cost	Undertime Cost
January	2200	\$ 154.000	1700	\$ 2.380	—	—	—
February	2200	154.000	2900	4.060	—	—	—
March	2200	154.000	3200	4.480	—	—	—
April	2200	154.000	2.800	3.920	—	—	—
May	2325	162.750	2325	3.255	625	\$ 812.50	—
June	2325	162.750	1550	2.170	—	812.50	—
July	2325	162.750	675	945	—	812.50	—
August	2325	162.750	0	—	—	812.50	—
September	2000	140.000	0	—	1625	—	\$ 600
October	1400	98.000	400	560	3000	—	2400
November	1400	98.000	0	—	—	—	2400
December	2200	154.000	0	—	4000	—	—
		\$ 1,757.000		\$ 21,770	\$ 9250	\$ 3250	\$ 5400
Total Cost = \$ 1,796,670							