

Www.iepnu.com

بہ نام خدا

ٹایپ درس کنترول موجودی

8312156029 علیرضا قدیمی

8312156006 حامد بخشی



پیش بینی

- پیش بینی و اهمیت آن
- انواع تغییرات (منابع تغییرات)
- تغییرات روندی
- تغییرات دوره ای
- تغییرات فصلی
- تغییرات نامنظم

- تکنیک های پیش بینی :

- رگرسیون :

$$y = a + bx$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$, a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

مثال :

$$A = - 2 . 72$$

$$B = 0.23$$

$$Y = - 2.72 + .23 x$$

سال	هزینه آگهی	مقدار فروش
1	100	20
2	150	32
3	80	15
4	70	14
5	120	25



- روش مقدار واقعی دوره قبل :

مقدار پیش بینی	مقدار واقعی	دوره
-	10	1
10	12	2
12	11	3
11	10	4
10	9	5
9	7	6

$$F_t = d_{t-1}$$

- در نظر گرفتن روند در روش مقدار واقعی دوره قبل :

پیش بینی	واقعی	دوره
-	10	1
-	12	2
14	11	3
10	10	4
9	9	5
8	7	6

$$T_t = D_t - D_{t-1}$$

$$F_t = D_{t-1} + T_{t-1} = 2D_{t-1} - D_{t-2}$$

- تصحیح روندی در روش هموار سازی نمایی :

$$A_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1}$$

$$F_{T+H} = A_t + T_t$$

مثال 6-9 ، 6-10 صفحه 221

- شاخص های ارزیابی پیش بینی ها :

$$E_t = D_t - F_t$$

$$CFE = \sum E_t$$

$$\bar{E} = \frac{CFE}{P}$$

- میزان خطا

- خطای جمعی پیش بینی

- میانگین خطای پیش بینی

$$\Pi_{SE} = \frac{\sum E_t^2}{P}$$

- میانگین مربعات خطا

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (E_t - \bar{E})^2}{P - 1}}$$

- انحرافات معیار

$$\Pi_{AD} = \frac{\sum |E_t|}{P}$$

- میانگین مطلق انحراف

$$\Pi_{APE} = \frac{\sum (|E_t| \div D_t)}{P} \times 100$$

- میانگین درصد مطلق خطا

- مثال 6 - 11 صفحه 266

- تمرین ها به ترتیب توزیع شود. (10 تمرین)

- روش سیلور - میل :

N اقتصادی در جایی است که :

$$M_{CPP_{k/n+1}} > M_{CPP_{k/n}}$$

$$n - k + 1 = m, \quad S = \sum_{i=k}^n (i - k) di$$

$$\Rightarrow \frac{C_k + \sum_{i=k}^{n+1} h(i - k) di}{m+1} > \frac{C_k + \sum_{i=k}^n h.(i - k).di}{m}$$

$$\Rightarrow \frac{C_k + h .S + h (n + 1 - k) .d_{n+1}}{m+1} > \frac{C_k + h .S}{m}$$

$$\Rightarrow m^2 h d_{n+1} > C_k + h \sum_{i=k}^{n+1} (i - k) di$$



- روش واگنر - ویتین :

در صورتی که برنامه بهینه برای n دوره اول افق N دوره ای تهیه شده باشد و برای یک دوره t ($t < n$) مقدار $q_t = 0$ باشد ، لازم نخواهد بود که برای یافتن سیاست بهینه ، تغییری در سیاست دوره های t و قبل از آن داده شود .

- الگوریتم واگنر - ویتین :

$$t = 1 \quad (1)$$

$$n = 0 \quad (2)$$

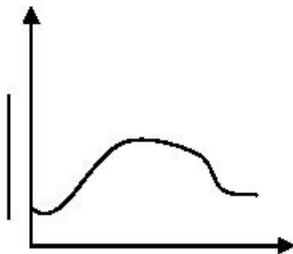
(3) دوره های t تا $t+n$ را در نظر بگیرید .

مقدار سفارش و فواصل زمانی بین سفارشات در سیستم های سفارشات دوره ای (دوره ثابت سفارشات)

- فواصل زمانی بین سفارشات :

$$\bar{T} = \frac{EOQ}{D}$$

- مقدار سفارش :



$$Q = Q_m - Q_E$$

$$Q_m = D(T + L) + B$$

$$Q_m = D(T + L)$$

اگر توزیع احتمالی مصرف در $T + L$ نرمال باشد : $B = Z \cdot \sigma_{T+L}$

اگر δ در $T + L$ نا معلوم و در t معلوم باشد : $\delta_{T+L} = \delta_t \sqrt{\frac{T+L}{t}}$

- وضعیت موجودی در لحظه صدور سفارش

$$IP = OH + SR - BO$$

← وضعیت موجودی
↓ موجودی در دست
↓ سفارش شده
↓ عقب افتاده (پس افت)

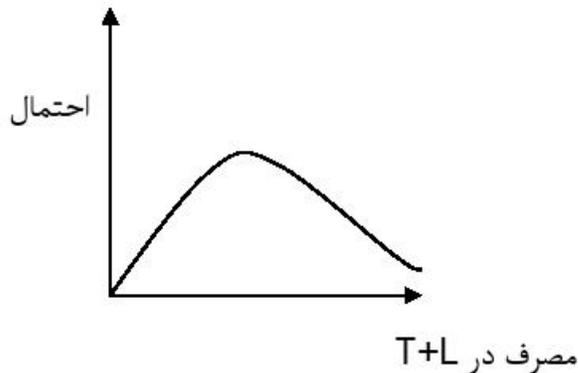
مثال 8 - 2 صفحه 285

- تعیین سطح اطمینان از موجودی وقتی فاصله زمانی تحویل متغیر باشد :

$F_{(T+L)}$: تابع توزیع احتمالی مصرف در فاصله زمانی $T + L$

$F_{(T+L)}$: تابع تجمعی مصرف احتمال در فاصله زمانی $T + L$

$$F_{(T+L)}(Q_M) = \sum P(L=L_0) \cdot F_{(T+L_0)}(Q_M)$$



مثال 8 - 4 صفحه 288

مثال 8 - 5 صفحه 290

سیستم های سفارش مستمر (نقطه سفارش) با تابع مصرف غیر خطی و معین

$I P(t)$: موجودی فیزیکی انبار و مقدار سفارش در راه منهای سفارشات پس افت در لحظه t .

$Q(t)$: مقدار سفارش در لحظه t

OP : نقطه سفارش

$$\begin{cases} I P(t) \leq O P \\ I P(t) > O P \end{cases}$$

اگر $Q(t) = Q = Q_m - I P(t)$

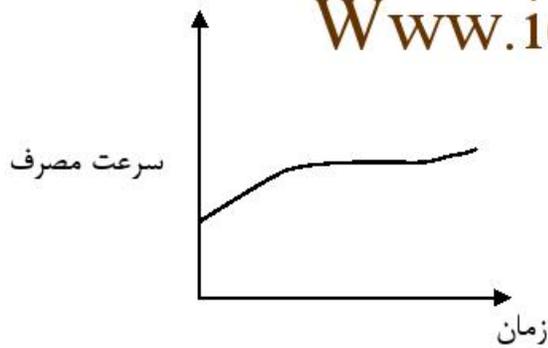
اگر $Q(t) = 0$

- افق برنامه ریزی (T و 0)

$d(t)$: سرعت لحظه ای مصرف در لحظه t

$D(t)$: مقدار تجمعی مصرف تا لحظه t





$$D(t) = \int_0^t d(t) dt$$

- اگر در بازه (0 و t) مقدار n سفارش در t₁ و و t_n و به مقادیر Q(t₁) و ... و Q(t_n) صادر شود .

جمع کل سفارش $Tq(T) = \sum_{i=1}^n Q(t_i)$

$$IP(t) = IP(0) + TQ(t) - D(t)$$

موجودی اولیه و در لحظه صفر

- هزینه ها :

اگر $IP(t) \geq 0$ $THC(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} h \cdot IP(t) dt$ = جمع هزینه های نگهداری در فاصله t₁ تا t₂

$$t_{m+1} = t_m + \frac{\bar{Q}}{d(t_{m+1}, t_m)} = t_m + \frac{D(T) - d(t_1)}{h \cdot d(t_{m+1}, t_m)} \quad (5)$$

$$Q_m = D(t_{m+1}) - D(t_m) \quad (6)$$

- الگوریتم :

(1) مقدار t₁ از رابطه (1)

(2) مقدار \bar{d} از رابطه (2)

(3) مقدار n از رابطه (3) و گرد کردن آن

(4) مقدار (t_i) D و t_i و Q_i از روابط (4) و (5) و (6) به صورت

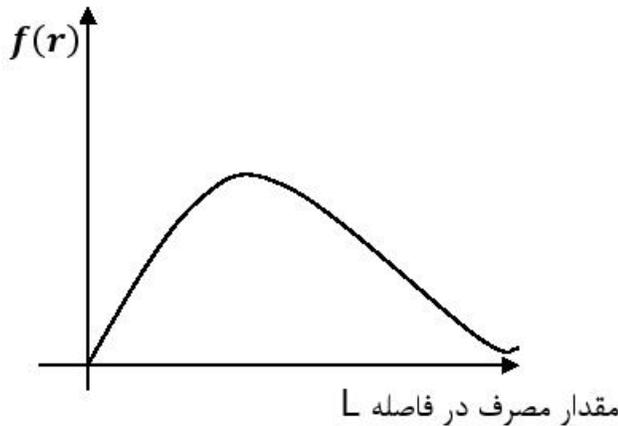
بازگشتی و تکرار به دست می آیند .

- مثال 9-2 : صفحه 341

- تمرین ها توزیع شود . (6 تمرین)



سیستم های سفارشات مستمر (نقطه سفارش) با تقاضای احتمالی



$$P (L \text{ مصرف در فاصله } \leq a) = \int_0^a F_L (r) dr$$

$$P (L \text{ مصرف در فاصله } \geq b) = \int_b^{\infty} F_L (r) dr$$

$$P (a \leq L \text{ مصرف در } \leq b) = \int_a^b F_L (r) dr$$

$$L \text{ مقدار میانگین مصرف در فاصله } = \bar{D} \cdot L, P (r \leq L \text{ مصرف در } \leq R + dr) = f (r) dr$$

$$\text{مقدار مورد انتظار مصرف} = r f (r) dr$$

$$\bar{D} \cdot L = \int_0^{\infty} r f (r) dr$$

OP : مقدار موجودی در لحظه صدور سفارش

$K (OP)$: مقدار موجودی مثبت که به OP وابسته است \leftrightarrow $L \text{ مصرف در } \leq OP$

$V (OP)$: مقدار کمبود کالا که به OP وابسته است \leftrightarrow $L \text{ مصرف در } > OP$

<p>اگر مقدار احتمالی مصرف باشد</p>	}	$K (OP) = \int_0^{OP} (OP - r) F(r) dr \quad r \leq op$ <p>موجودی مثبت مورد انتظار</p> $V (OP) = \int_{OP}^{\infty} (r - OP) F(r) dr \quad r \leq op$ <p>کمبود مورد انتظار</p>
--	---	--

- داریم : $K (OP) = OP - \bar{D} \cdot L + V (OP)$



- سیاست ذخیره پایه (نقطه سفارش پایه) :

$$\Rightarrow TIC = THC + TSC \Rightarrow \text{مقدار هر بار سفارش} \Rightarrow \text{هزینه سفارش دهی پایین یا ناچیز}$$

پایین Q

$$THC = h \times (\text{متوسط موجودی مثبت}) = h \cdot k (op)$$

$$TSC = S \times (\text{تعداد سفارشات در واحد زمان}) \times (\text{متوسط موجودی منفی در هر بار سفارش}) = S \cdot V(OP) \cdot \frac{\bar{D}}{Q}$$

$$\Rightarrow TIC = h \cdot k(op) + s \cdot [k(op) + \bar{D} \cdot L - OP] \cdot \frac{\bar{D}}{Q}$$

$$\frac{\delta TIC}{\delta OP} = h \cdot \frac{\delta k(op)}{\delta op} + S \left[\frac{\delta k(op)}{\delta op} - 1 \right] \cdot \frac{\bar{D}}{Q} = 0$$

$$\frac{\delta k(op)}{\delta op} = \int_0^{OP} f(r) dr = F(op) \quad (2)$$

$$\Rightarrow \frac{\delta TIC}{\delta OP} = h \cdot F(op) + s [F(op) - 1] \cdot \frac{\bar{D}}{Q} \Rightarrow F(op) \frac{S \cdot \bar{D}}{hQ + S \bar{D}} \quad (1)$$

$$K(OP) = \int_0^{OP} (OP - r) \cdot f(r) dr = \int_0^{OP} op \cdot f(r) dr - \int_0^{OP} r f(r) dr$$

$$\Rightarrow op \int_0^{OP} f(r) dr - \int_0^{OP} r f(r) dr$$

$$\Rightarrow \frac{\delta k(op)}{\delta op} = \int_0^{OP} f(r) dr + op \cdot F(op) - op \cdot F(op) = \int_0^{OP} f(r) dr$$

از رابطه (1)، $F(op)$ به دست می آید و از رابطه (2) می توان op را به دست آورد

- مثال 10 - 1 : صفحه 325



مثال 10 - 2 : صفحه 326

- مدل عمومی :

a ($0 \leq a \leq 1$) : کسری از کل مقدار کمبود که بعد از رسیدن سفارش جدید جبران می شود

$V(OP)$: میزان کمبود S' : هزینه کمبود به ازای هر واحد کمبود بابت کسر اعتبار

$$TIC = TOC + THC + TSC$$

$$TOC = C \cdot \frac{\bar{D}}{Q}, \quad THS = h \left[K(OP) + \frac{1}{2} [Q - a \cdot V(OP)] \right]$$

$$TSC = \frac{\bar{D}}{Q} \times V(OP) \times S' + \frac{\bar{D}}{Q} \times (1 - a) \times V(OP) \times (U' - U)$$

$$\Rightarrow TIC = C \cdot \frac{\bar{D}}{Q} + h \left\{ K(OP) + \frac{1}{2} [Q - aV(OP)] \right\} + \frac{\bar{D}}{Q} V(OP) [S' + (1-a)(U' - U)]$$

$$\Rightarrow \frac{\delta TIC}{\delta Q} = 0 \Rightarrow Q = \sqrt{\frac{\{C + [S' + (1-a)(U' - U)] \cdot V(OP)\} \cdot \bar{D}}{h}} \quad (I)$$

$$\frac{\delta TIC}{\delta OQ} = 0 \Rightarrow \frac{\delta K(OP)}{\delta OQ} = f(OP) = \frac{\frac{\bar{D}}{Q} [S' + (1-a)(U' - U)] - \frac{a}{2} h}{\frac{\bar{D}}{Q} [S' + (1-a)(U' - U)] + (1 - \frac{a}{2})} \quad (II)$$

الگوریتم حل :

1) مقدار اولیه $V(OP)$ را برابر صفر قرار داده و Q را از رابطه (I) بدست می آوریم

2) با Q به دست آمده مقدار $F(OP)$ را از رابطه (II) و OP را از آنجا به دست می آوریم

3) با داشتن OP مقدار $V(OP)$ و از آنجا مقدار جدید Q را می یابیم .

4) در صورتی که مقادیرهای آخر Q کاملاً به هم نزدیک باشند مقادیر Q و OP مناسب بوده و متوقف می شویم و در غیر

این صورت به قدم 2 می رویم .

$$\text{میزان خطا} = \frac{Q_n - Q_{n-1}}{Q_{n-1}} \leq m$$

- مدل جبران کامل تقاضای پس افت :

$$a=1 \Rightarrow Q = \sqrt{\frac{2[C + S' \cdot V(OP)] \cdot \bar{D}}{h}}$$

$$\frac{\delta K(OP)}{\delta OP} = F(OP) = \frac{S' \cdot \frac{\bar{D}}{Q} - \frac{h}{2}}{S' \cdot \frac{\bar{D}}{Q} + \frac{h}{2}}$$

- انتگرال Normalloss :

$$I(\delta) = \int_{\delta}^{\infty} (U - \delta) \frac{1}{\sqrt{2n}} e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

- جدول صفحه 462

- اعداد به صورت اعشاری هستند

- برای $\delta < 0$ داریم : $I(\delta) = I(-\delta) - \delta$

- تغییر متغیرها جهت تبدیل انتگرال های $V(OP)$ اگر تابع توزیع مصرف نرمال باشد به صورت زیر است :

$$V(OP) = \int_{OP}^{\infty} (r - op) \cdot \frac{1}{\delta \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{r - \mu}{\delta}\right)^2} dr$$

$$z = \frac{r - \mu}{\delta} \Rightarrow dz = \frac{1}{\delta} dr \Rightarrow dr = \delta dz$$

$$\delta = \frac{op - \mu}{\delta} \Rightarrow op = \delta z + \mu$$

$$\Rightarrow V(OP) = \delta \cdot \int_{z(OP)}^{z(\infty)} \frac{z - \delta}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} z^2} dz = \delta \cdot I(\delta)$$

- مثال 10 - 4 صفحه 333



- مدل عدم جبران تقاضای پس افت :

$$a = 0 \Rightarrow q = \sqrt{\frac{2 [c + (S' + U' - U) \cdot V(OP) \cdot \bar{D}]}{h}}$$

$$\frac{\delta K(OP)}{\delta OP} = F(OP) = \frac{\frac{\bar{D}}{Q} (S' + u' - u)}{\frac{\bar{D}}{Q} (S' + u' - u) + h}$$

مثال 10 - 5 صفحه 336

- تمرین ها توزیع شود. (10 تمرین)

سیستم های سفارشات دوره ای با مصرف احتمالی

- مدل های سفارشات دوره ای با هزینه سفارشات قابل اغماض

- اگر مقدار سفارش به اندازه dQ تغییر کند هزینه نگهداری به مقدار dh و هزینه مواجهه با کمبود به مقدار ds تغییر

خواهد یافت .

$T + L$: تابع احتمالی توزیع مصرف در فاصله زمانی

$$P(T + L \text{ در مصرف } \leq Q_m) = \text{احتمال عدم کمبود} = \int_0^{Q_m} F(r) dr$$

$$P(T + L \text{ در مصرف } > Q_m) = \text{احتمال مواجهه با کمبود} = \int_{Q_m}^{\infty} F(r) dr$$

$$\text{هزینه مورد انتظار نگهداری} = dh \cdot \int_0^{Q_m} f(r) dr = dh \cdot F(Q_m)$$

$$\text{هزینه مورد انتظار کمبود} = dh \cdot \int_{Q_m}^{\infty} f(r) dr = dh [1 - F(Q_m)]$$

$$\Rightarrow dp = dh F(Q_m) - ds [1 - F(Q_m)]$$

0
جهت مینیمم شدن

$$\Rightarrow F(Q_m) = \frac{ds}{ds + dh}$$



مثال 11 - 1 صفحه 348

- شرایط عمومی هزینه های نگهداری و مواجهه با کمبود :

$$ds = s' + (u' - u)$$

S' : هزینه کسر اعتبار

$$dh = h + (u - u_0)$$

u' : فروش کالا

u : هزینه کالا

U_0 : هزینه اسقاطی

مثال 11 - 2 صفحه 349

برای تبدیل به نرمال استاندارد :

$$Z = \frac{r - \mu}{6} \Rightarrow r - \mu = 6 \cdot Z \Rightarrow dr = 6 \cdot dZ$$

$$\begin{cases} Z \left(q_0 - \frac{\bar{D} \cdot \bar{T}}{2} \right) = \frac{q_0 - \frac{\bar{D} \cdot \bar{T}}{2} - \mu}{6} \delta \quad (III) \\ Z(\infty) = \frac{\infty - \mu}{6} = \infty \end{cases}$$

محدوده های بالا و پایین انتگرال

$$Q_s^* = \delta \int_{\delta}^{\infty} (Z - \delta) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{Z^2}{2}} dZ = 6 \cdot I(\delta)$$

با رابطه (III) q_0 بدست می آید $\Rightarrow \delta$ قابل محاسبه است $\Rightarrow I(\delta) = \frac{Q_s^*}{6}$

$$\Rightarrow Q_m \equiv Q^* + \bar{Q}_s = Q^* + q_0 - \frac{\bar{D}T}{2}$$

مثال 11 - 4 صفحه 356

تمرین ها توزیع شود. (4 تمرین)



برنامه‌ریزی سفارشات و کنترل موجودی در سیستم‌های چندکالایی با هزینه مشترک سفارش‌دهی

- انواع وابستگی‌ها و اثرات متقابل سیاست‌های کنترل موجودی کالا بر یکدیگر:

- تأثیر متقابل به علت محدودیت‌ها

- تأثیر متقابل در هزینه‌های سفارش‌دهی

- تأثیر متقابل در قیمت‌های خرید

- تأثیر متقابل در محدودیت‌های تولید

- مدل‌های چند کالایی با اثرات متقابل در هزینه‌های سفارش‌دهی - مصرف معین سفارشات همگام (هماهنگ):

n : تعداد انواع کالاها

C : هزینه ثابت سفارش‌دهی

$$t'_j = \sqrt{\frac{2C_j}{h_j D_j}} \quad (1)$$

C_j : هزینه متغیر سفارش‌دهی کالای **j**ام

h_j : هزینه نگهداری کالای **j**ام

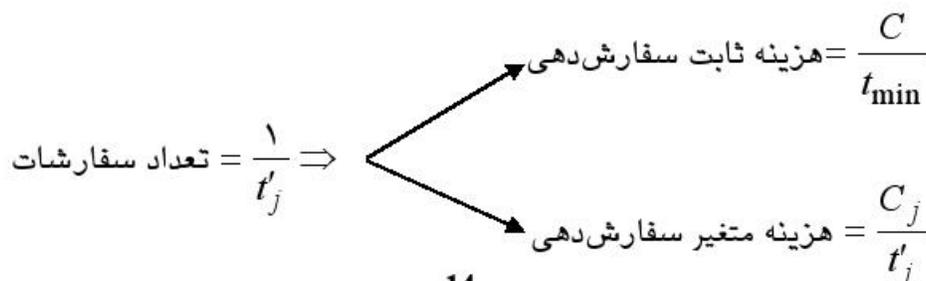
D_j : مصرف کالای **j**ام

t'_j : فاصله زمانی بین سفارشات برای کالای **j**ام $t_{\min} = \min_j \{t'_j\}$

$$TIC = \frac{C}{t_{\min}} + \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{t'_j} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n h_j D_j t'_j$$

یک سیاست بهینه در نظر گرفتن زمان سفارش بقیه کالاها در ضریبی از

t_{min} برای کاهش هزینه سفارش‌دهی **C** می‌باشد.



$$Q_j = D_j t'_j \Rightarrow \text{متوسط موجودی} = \frac{1}{2} D_j t'_j \Rightarrow \text{هزینه نگهداری هر کالا} = \frac{1}{2} h_j Q_j$$

$$t'_j = t_{\min} \cdot K_j \text{ با فرض}$$

$$\Rightarrow TIC = \frac{1}{t_{\min}} \left(C + \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{K_j} \right) + \frac{1}{2} t_{\min} \left(\sum_{j=1}^n h_j D_j K_j \right)$$

$$\frac{\partial TIC}{\partial t_{\min}} = -\frac{1}{t_{\min}^2} \left(C + \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{K_j} \right) + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n h_j D_j K_j = 0$$

$$\Rightarrow t_{\min}^* = \sqrt{\frac{2 \left(C + \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{K_j} \right)}{\sum_{j=1}^n h_j D_j K_j}} \quad (2)$$

الگوریتم حل:

(1) با فرمول (1) برای همگی کالاها محاسبه شود

(2) $t_{\min} = \min\{t'_j\}$ محاسبه شود.

$$K'_j = \frac{t'_j}{t_{\min}} \quad (3)$$

(4) گرد شده K'_j به نزدیکترین عدد صحیح $K_j =$

(5) t_{\min}^* با فرمول (2) محاسبه شود



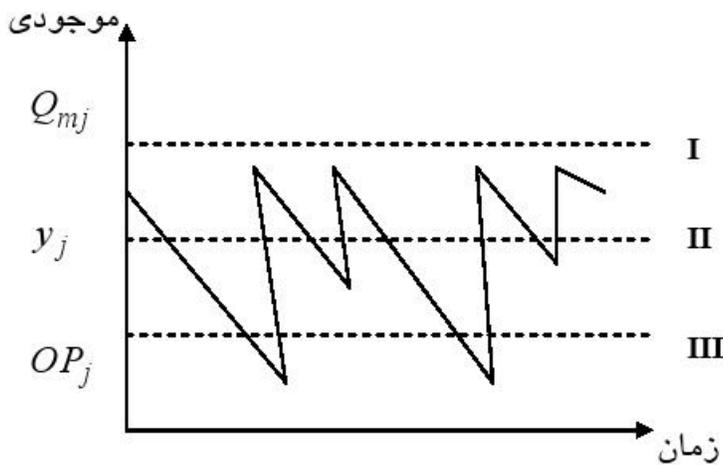
$$t_j^* = t_{\min}^* \times K_j \quad (6)$$

$$Q_j^* = t_j^* D_j \quad (7)$$

مثال 1-12 صفحه 364

-مدلهای چند کالایی در ساختار سفارشات همگام (هماهنگ):

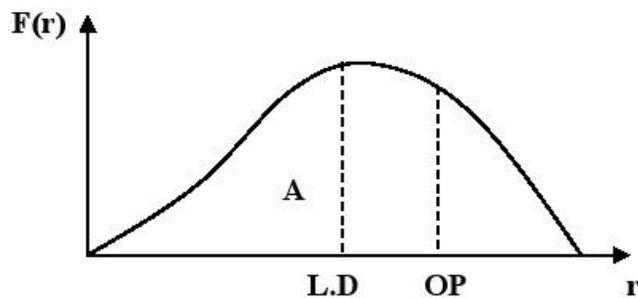
در این مدل علاوه بر در نظر گرفتن حد OP ، یک حد y نیز در نظر گرفته می‌شود که هنگام سفارش کالایی که به OP رسیده، کالاهایی که به y رسیده‌اند هم سفارش داده می‌شوند.
در این مدل سه متغیر OP_j ، y_j ، Q_{mj} را می‌بایست بدست آوریم.



-الگوریتم حل مدل:

(1) OP_j را طوری بیابید که سطح اطمینان از موجودی برابر $A\%$ باشد.

$$OP_j = L_j \bar{D}_j + \sigma_j Z_A \quad (1)$$



$$t'_{\min} = \sqrt{\frac{2C_j}{h_j D_j}} \quad (2)$$

$$t_{\min} = \min_j \{t'_j\} \quad (3)$$

$$K_j = \frac{t'_j}{t_{\min}} \quad (4) \quad (\text{بدلیل احتمالی بودن مصرف گرد کردن } K_j \text{ بی معنی است.})$$

$$TIC = \frac{C}{t_{\min}} + \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{K_j t_{\min}} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n h_j D_j t_{\min} K_j \quad (5)$$

$$\frac{\partial TIC}{\partial t_{\min}} = 0 \Rightarrow t_{\min}^* = \sqrt{\frac{2(C + \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{K_j})}{\sum_{j=1}^n h_j D_j K_j}}$$

(6) برای محاسبه Q_{mj} از پارامتر a_j به صورت زیر استفاده می شود:

(سفارشات یکجا = $a_j = 1$, $C_j = 0 \Rightarrow a_j = 0$, $C = 0 \Rightarrow a_j = 0$ سفارشات مستقل)

$$a_j = \frac{C}{C + C_j}$$

$$0 \leq a_j \leq 1$$

$$\text{اگر } a_j = 0 \Rightarrow Q_{mj}^* = OP_j + \bar{D}_j t_j$$

\Rightarrow هر چه n بیشتر باشد تعداد کالاهایی که به OP می رسند بیشتر است $a_j = 1$ اگر

و برای کنترل این وضع باید Q_{mj} را بالا برد

$$P \Rightarrow \text{به طور ابتکاری } t_j \leq Q_{mj}^* - OP = \frac{n}{n+1} = P$$

$$\Rightarrow Q_{mj}^* = OP_j + \bar{D}_j t_j + Z_p \cdot \sigma$$

$$a_j = a \Rightarrow Q_{mj}^a = (1-a)Q_{mj}^* + aQ_{mj}^{\setminus} \quad (2) \quad (\text{به جای } a \text{ می توان از } a_j \text{ استفاده نمود})$$

$$\bar{Q}_{ej} = Q_{mj}^a - \bar{D}_j t_j \quad \text{از یک طرف} \quad (7)$$

$$Q_{ej} = y_j - \bar{D}_j \cdot \frac{t_{\min}^*}{2} \quad \text{از طرف دیگر}$$

$$\Rightarrow y_j = Q_{mj}^a - \bar{D}_j \left(t_j - \frac{t_{\min}^*}{2} \right) \quad (3)$$

از لحظه‌ای که موجودی جنس j وارد ناحیه II می‌شود توسط متوسط زمان از این لحظه تا لحظه‌ای که برای آن سفارش

صادر خواهد شد برابر $\frac{t_{\min}^*}{2}$ است زیرا کمترین زمان صفر و بیشترین زمان t_{\min}^* است پس متوسط $\frac{t_{\min}^*}{2}$ خواهد شد.

- OP_j, Q_{mj}, y_j از رویداد (1) و (2) و (3) بدست می‌آیند که این مقادیر با توجه به الگوریتم و قوانین ابتکاری و

منطقی استفاده شده مناسب و در حد بهینه می‌باشند.

-مثال 12-3 صفحه 374

-تمرین‌ها توزیع شود. (8 تمرین)

-برنامه‌ریزی سفارشات و کنترل تولید در سیستم‌های چند کالایی با محدودیت منابع تولیدی:

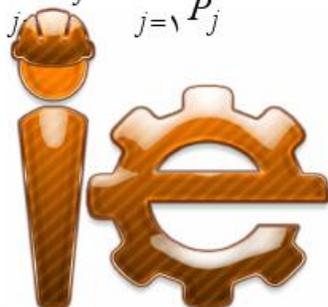
D_j : سرعت تقاضای کالای j ام P_j : سرعت تولید کالای j ام بر روی منبع تولیدی

π_j : زمان مصرف شده توسط ماشین برای تولید کالای j ام

N_c : تعداد دفعات تکرار یک سیکل تولید در واحد زمان T_c : زمان یک سیکل تولید

F_c : زمان آزاد یک سیکل تولید T_s : زمان آماده‌سازی ماشین در یک سیکل

$$\gamma_j = \frac{D_j}{P_j} \rightarrow s = \sum_{j=1}^n \gamma_j = \sum_{j=1}^n \frac{D_j}{P_j} \rightarrow 0 < s \leq 1$$



-الگوریتم اول جهت مقادیر بهینه در محدودیت منابع تولیدی:

$$Q_g = \sum_j Q_j \rightarrow Q_j \cong \frac{D_j}{\sum_j D_j} \times Q_g$$

$$\text{میانگین موجودی کالای زام (از قبل می دانیم)} = \frac{1}{\nu} Q_j (1 - \gamma_j) \Rightarrow THC = \frac{1}{\nu} \sum_j h_j Q_j (1 - \gamma_j)$$

$$\text{تعداد سفارشات کالای ز در واحد زمان} = \frac{D_j}{Q_j} \rightarrow TOC = \sum_j \frac{C_j D_j}{Q_j} \Rightarrow THC = TOC \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\nu} \sum_j h_j Q_j (1 - \gamma_j) = \sum_j \frac{C_j D_j}{Q_j} \rightarrow \text{مقدار } Q_j \text{ را بر حسب } Q_g \text{ قرار می دهیم}$$

$$\Rightarrow Q_g = \sqrt{\frac{\nu (\sum D_j)^2 \cdot \sum C_j}{\sum (D_j h_j (1 - \gamma_j))}}, N_j = \frac{D_j}{Q_j}, N_c = \frac{\sum D_j}{Q_g}$$

$$T_c = \frac{1}{N_c} = \sqrt{\frac{\nu \sum C_j}{\sum h_j D_j (1 - \gamma_j)}} \text{ طول زمان یک سیکل}$$

$$\Rightarrow N_c = \sqrt{\frac{\sum h_j D_j (1 - \gamma_j)}{\nu \sum C_j}} \text{ تکرار سیکل در واحد زمان}$$

$$F_c = T_c - \sum \frac{Q_j}{P_j} - T_s \text{ مقدار زمان آزاد یک سیکل}$$

$$\pi_j = \frac{Q_j}{P_j} \text{ زمان لازم برای تولید کالای } j$$

- مثال 1-13: صفحه 389

$$TIC = TOC + THC = \sum \frac{C_j}{t_j} + \frac{1}{2} \sum h_j D_j t_j (1 - \gamma_j)$$

-الگوریتم دوم:

$$t'_j = \sqrt{\frac{rC_j}{h_j D_j}}, \quad t_{\min} = \min\{t'_j\}, \quad K'_j = \frac{t'_j}{t_{\min}}$$

→ K_j گرد شده K'_j به نزدیکترین عدد صحیح

$$\Rightarrow TIC = \frac{1}{t_{\min}} \sum_j \frac{C_j}{K_j} + \frac{1}{r} t_{\min} \sum_j h_j D_j (1 - \gamma_j) K_j$$

$$\frac{\partial TIC}{\partial t_{\min}} = -\frac{1}{t_{\min}^2} \sum_j \frac{C_j}{K_j} + \frac{1}{r} \sum_j h_j D_j (1 - \gamma_j) K_j = 0$$

$$\Rightarrow t_{\min}^* = \sqrt{\frac{\sum_j \frac{C_j}{K_j}}{\sum_j h_j D_j (1 - \gamma_j) K_j}}$$

-سیکل نمونه : عبارتست از یک ترتیببندی منظم از تولید یک مجموعه از کالاها که در آن به تعداد یک یا چند دفعه به مقدار مشخص تولید شده و دوباره سیکل تکرار می شود.

زمان یک سیکل نمونه

$$f_j = \frac{\text{تعداد دفعات تولید کالای } j \text{ در یک سیکل نمونه}}{\text{فاصله زمانی بین دو نوبت تولید } j}$$

$$T_c = t_{\min}^* \cdot K_j \text{ (کوچکترین مضرب مشترک بین } K_j \text{ ها)}$$

$$S < 1 \Rightarrow F_c = T_c - \sum_j f_j \pi_j - T_s = T_c - \sum_j f_j \frac{Q_j}{P_j} - T_s$$

$$\rightarrow t_j^* = t_{\min}^* \cdot K_j \rightarrow Q_j^* = t_j^* \cdot D_j \rightarrow \pi_j = \frac{Q_j}{P_j}$$

$$TOC_j = (\text{هزینه آماده سازی } j) \times (\text{تعداد دفعات تولید } j \text{ در سیکل}) \times (\text{تعداد سیکل در واحد زمان})$$

$$= \frac{1}{T_c} \times f_j \times C_j \Rightarrow TOC = \frac{1}{T_c} \sum_j f_j C_j$$

$$THC_j = (\text{میانگین موجودی } j) \times h_j = \left(\frac{1}{\gamma} Q_j (1 - \gamma_j) + \bar{B}_j \right) h_j$$

B_j : مقدار موجودی ذخیره کالای j ام در لحظات شروع تولید در داخل یک سیکل نمون

$$\bar{B}_j = \frac{\sum_{j=1}^{f_j} B_j}{f_j}$$

$$THC = \frac{1}{\gamma} \sum h_j [Q_j (1 - \gamma_j) + \bar{B}_j]$$

$$\Rightarrow TIC = \frac{1}{T_c} \sum f_j C_j + \frac{1}{\gamma} \sum h_j [Q_j (1 - \gamma_j) + \bar{B}_j]$$

مراحل الگوریتم دوم به صورت زیر خلاصه می‌شود:

$$t'_j \rightarrow t_{\min} \rightarrow K'_j \rightarrow K_j \rightarrow t_{\min}^* \rightarrow t_j^* \rightarrow Q_j^* \rightarrow \pi_j \rightarrow T_c \rightarrow f_j \rightarrow F_c \rightarrow TIC$$

-ترتیب بندی عملیات در سیکل نمونه تولید:

1) زمان آزاد سیکل را به تعداد مناسبی قسمت بندی کنید و این تعداد را با F_f نشان دهید.

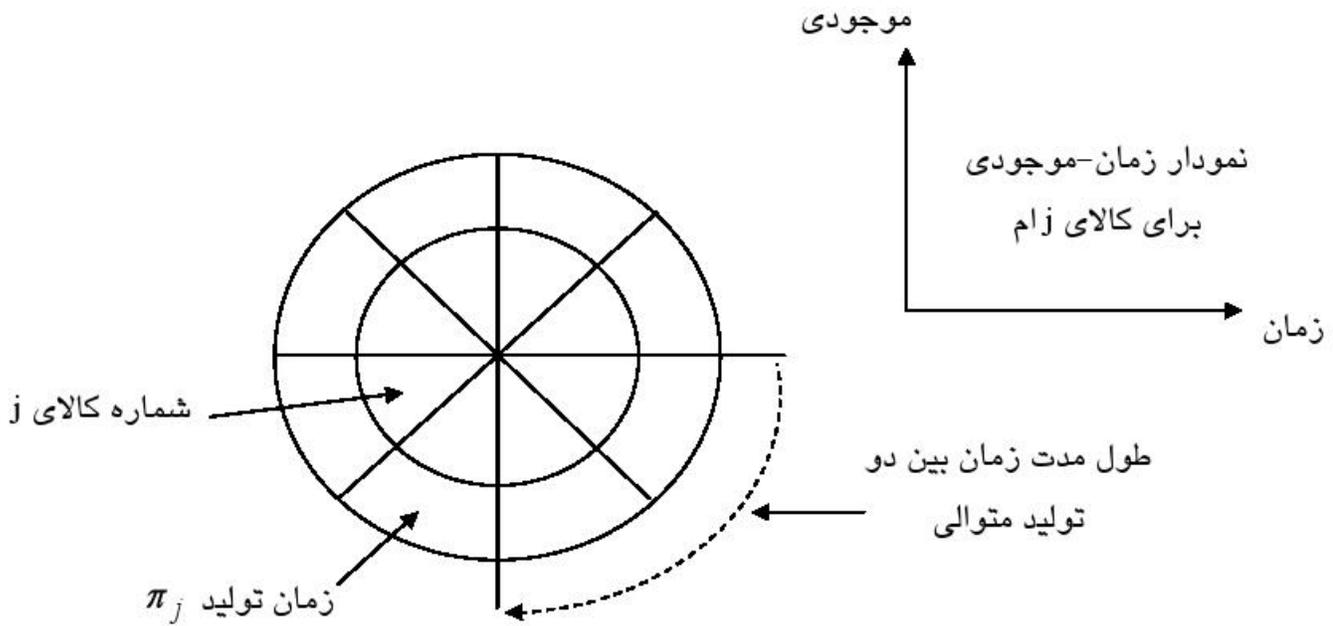
$$2) \text{ دایره‌ای را ترسیم و به } n \text{ قطاع تقسیم کنید: } N = \sum_{j=1}^n f_j + F_f$$

3) زمانهای تقسیم شده آزاد سیکل را برحسب نیاز در قطاع‌های مناسب قرار دهید.

4) برنامه‌های تولید کالاهای موردنظر سیکل تولید را با توجه به تساوی فواصل بین دوبار تولید متوالی کالا در محلهای

مناسب قرار دهید.





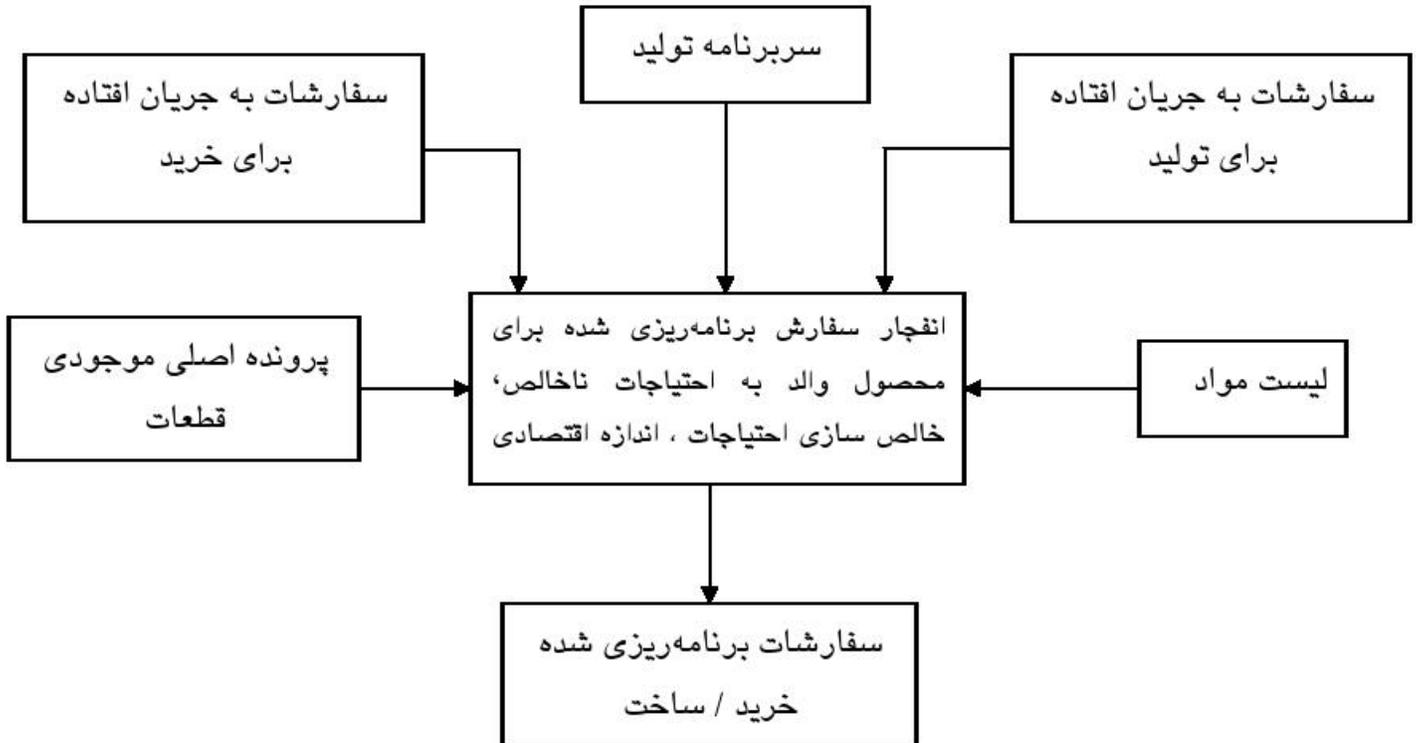
-مثال 3-13 : صفحه 398

- تمرینها توزیع شود. (10 تمرین)



کنترل موجودی 2

برنامه‌ریزی احتیاجات مواد (MRP):



- سیستم های کششی (JIT) و سیستم‌های فشاری (MRP):

- ویژگیهای MRP:

- محصول‌گرا - آینده‌گرا - شامل احتیاجات مرحله‌بندی شده

- محاسبه احتیاجات هر قطعه - شامل برنامه‌ریزی اولویت - شامل تمرکز بر سفارشات

- MPS (Master Production Schedule) زمان‌بندی اصلی تولید:

برنامه تولیدی که نشان می‌دهد چه مقدار از هر نوع محصول و در چه زمانی بایستی تولید شود.

- MS (زمان‌بندی اصلی) (Master Scheduling):



نمونه‌ای از MS

	1	2	3	4
پیش بینی تقاضا	150	100	50	50
MPS	169	169	22	0
تعهدات	110	80	5	15

-دیرترین زمان استارت MPS:

- بدون در نظر گرفتن MPS:

	1	2	3	4	
محصول 1					
پیش بینی تقاضا	150	100	50	50	→ دیرترین زمان شروع از هفته 1 MPS
MPS					
موجودی در دست	10	-140	-240	-290	-340
محصول 2					
پیش بینی تقاضا	20	40	60	90	→ از هفته 3
MPS					
موجودی در دست	70	50	10	-50	-140
محصول 3					
پیش بینی تقاضا	30	30	35	45	→ از هفته 4
MPS					
موجودی در دست	100	70	40	5	-40



-با در نظر گرفتن MPS:

(MPS ها از روش خاصی بدست نیامده‌اند و فقط برای مثال آورده شده‌اند)

	1	2	3	4
محصول 1				
پیش‌بینی تقاضا	150	100	50	50
MPS	180	180		
موجودی در دست	10	40	120	70
محصول 2				
پیش‌بینی تقاضا	20	40	60	90
MPS			180	36
موجودی در دست	70	50	10	130
محصول 3				
پیش‌بینی تقاضا	30	30	35	45
MPS				144
موجودی در دست	100	70	40	5

-تخمین سرانگشتی ظرفیت تولید موردنیاز (RCCP) (Rough Cut Capacity Planning) جهت برنامه تولید اقلام محصول و یا MPS منابع تولیدی خاصی مورد نیاز است. محاسبه میزان منابع مصرفی جهت MPS و مقایسه آن با منابع در دسترس را RCCP گویند. RCCP می‌تواند منجر به تغییر MPS گردد.

-مثال : کارخانه‌ای 5 نوع محصول E,D,C,B,A تولید کرده و 4 مرکز کاری دارد. دستمزد کارگران هر هفته 14000 و هزینه هر ساعت کاری 50 واحد پول است. اطلاعات کاملتر در جدول زیر آمده است مقدار منابع مورد نیاز (مراکز کاری) را برای هر محصول محاسبه نمایید.



محصول	قیمت فروش هر واحد	هزینه مواد هر واحد	تقاضای هفتگی	اولویت تحویل
A	90	30	120	3
B	91	28	100	2
C	101	35	100	1
D	146	80	50	5
E	224	84	30	4

زمان مورد نیاز از هر مرکز به ازای هر نوع محصول به صورت زیر است:

محصول	مرکز 1	مرکز 2	مرکز 3	مرکز 4
A	15 دقیقه	0	20	6
B	10	7	10	15
C	15	7	13	10
D	0	23	15	6
E	0	60	3	4
زمان در دسترس (ساعت)	80 ساعت	40	120	80



-سود ناخالص هر واحد محصول :

محصول	قیمت	هزینه مواد	زمان تولید واحد	هزینه سربار واحد	سود ناخالص واحد
A	90	30	120	3	3
B	91	28	100	2	2
C	101	35	100	1	1
D	146	80	50	5	5
E	224	84	30	4	4

$$A = 15 + 0 + 20 + 6 = 41 = .68h \rightarrow .68 \times 50 = 34 \rightarrow 90 - (30 + 34) = 26$$

- MPS اولیه:

می توان MPS اولیه را معادل سفارشات هفتگی مشتریان در نظر گرفت.

محصول	A	B	C	D	E
MPS اولیه	120	100	100	50	30

- محاسبه RCCP

کاری	A	B	C	D	E
1	$120 \times .25$	$100 \times .17$	$100 \times .25$	-	-
2	-	$100 \times .12$	$100 \times .12$	$50 \times .38$	30×1
3	$120 \times .35$	$100 \times .17$	$100 \times .22$	$50 \times .25$	$30 \times .05$
4	$120 \times .1$	$100 \times .25$	$100 \times .17$	$50 \times .1$	$30 \times .07$



کار	موردنیاز هر هفته (ساعت)	در دسترس در هفته	بار کاری
1	72	80	72/80=90%
2	73	40	183%
3	92/6	120	77%
4	61/1	80	76%

بار کاری 183% دارای مشکل است پس MPS می‌بایست تغییر کند (چون مراکز کاری قابلیت افزایش ندارند)

روشهای اصلاح (تغییر) MPS:

- روش حسابداری هزینه

- روش برنامه‌ریزی خطی

- روش اولویت بندی براساس سفارش مشتری

- روش حسابداری هزینه:

در این روش اولویت تولید به محصولی داده می‌شود که سود بیشتری دارد.

چون مرکز 2 دارای محدودیت است $E > D > C > B > A$: اولویت سود ناخالص

بنابراین محاسبات فقط برای این مرکز محاسبه می‌شود.

محصول	A	B	C	D	E
MPS	120	0	0	26	30
حسابداری هزینه					

$$= 120 \times 26 + 26 \times 29.5 + 30 \times 85 = \text{سود کل}$$



$$E: 30 \times 1 = 30$$

$$D: 10 \div 38 = 26$$

$$C = .$$

$$B = .$$

$$A = 120 \rightarrow \text{چون به مرکز 2 نیاز ندارد}$$

-روش برنامه ریزی خطی:

در این روش به دلیل در نظر گرفتن محدودیتهای ظرفیت نیازی به RCCP نیست.

تعداد قابل تولید از محصول i ام $X_i =$

$i=A,B,C,D,E$

$$\text{Max } Z = 26X_A + 28X_B + 28.5X_C + 29.5X_D + 85X_E$$

$$\text{S.t: } .25X_A + .17X_B + .25X_C \leq 80$$

$$.12X_B + .12X_C + .38X_D + X_E \leq 40$$

$$.33X_A + .17X_B + .22X_C + .25X_D + .05X_E \leq 120$$

$$.1X_A + .25X_B + .17X_C + .1X_D + .07X_E \leq 80$$

$$0 \leq X_A \leq 120$$

$$0 \leq X_B \leq 100$$

$$0 \leq X_C \leq 100$$

$$0 \leq X_D \leq 50$$

$$0 \leq X_E \leq 30$$

$$\rightarrow X_A = 120, X_B = 100, X_C = 100, X_D = 42, X_E = 0$$

محصول	A	B	C	D	E
MPS با برنامه ریزی خطی	120	100	100	42	0

$$\text{سود ناخالص} = 120 \times 26 + 100 \times 28 + 100 \times 28.5 + 42 \times 29.5 = 10009$$

- روش اولویت بندی براساس سفارش مشتری:

اولویت بندی برحسب زمان تحویل به مشتری $\rightarrow C > B > A > E > D$

محصول	A	B	C	D	E
MPS	120	100	100	-	6
بر حسب اولویت تحویل محاسبات					

$$\text{سود ناخالص} = 26 \times 120 + 28 \times 100 + 28.5 \times 100 + 85 \times 100 = 9280$$

$$\left. \begin{array}{l} C : 100 \times 17 = 17 \\ B : 100 \times 17 = 17 \\ A = 120 \\ E = 1 \times 6 = 6 \\ D = 0 \end{array} \right\} \rightarrow \text{براساس مرکز کاری 2}$$



- لیست مواد (قطعات) (BOM) (Bill of Material):

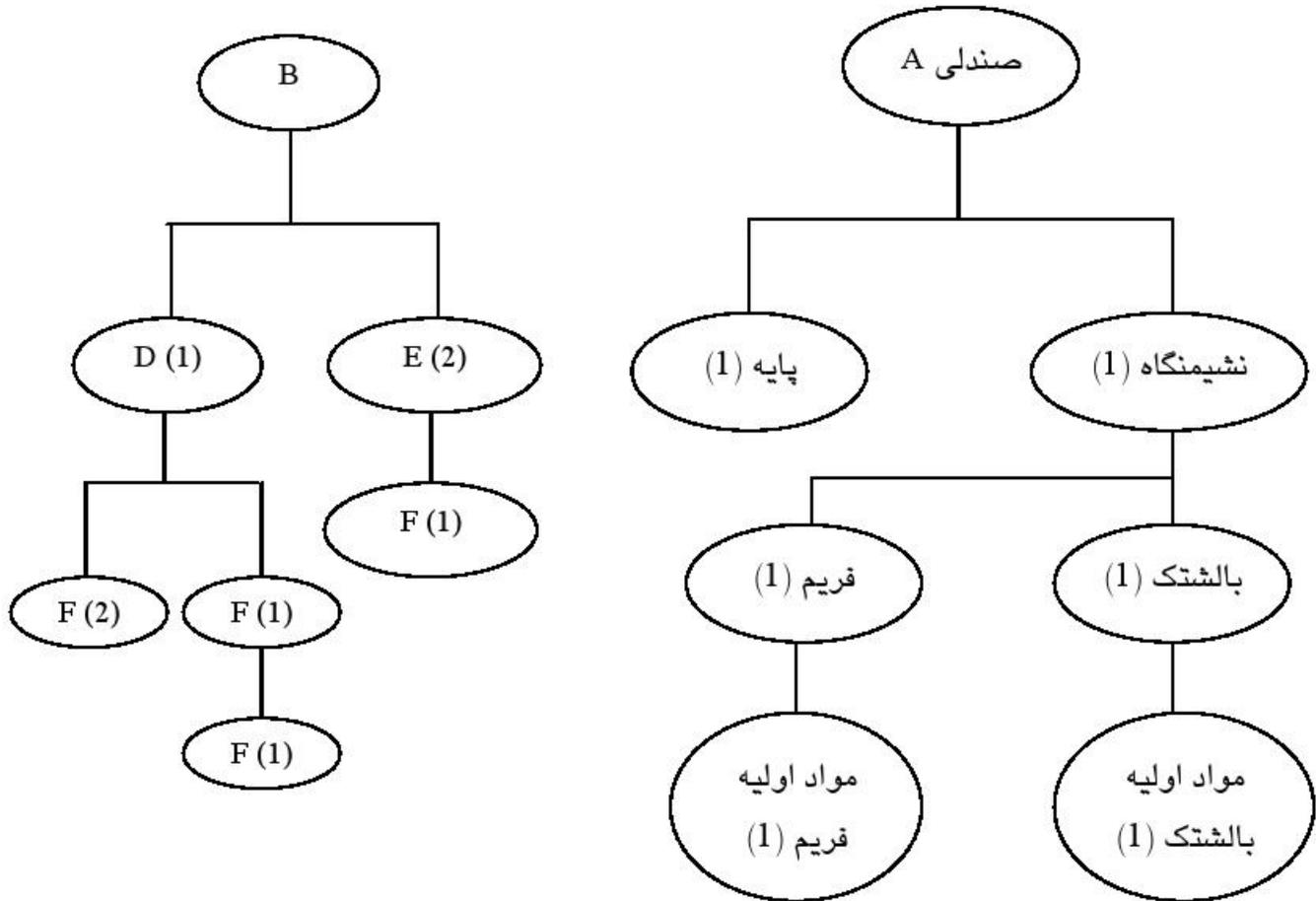
لیست قطعات در مرکز کاری مونتاژ					
کد ساخت:				محصول: کولر آبی	
تاریخ:				2800-A	
ردیف	شماره قطعه	شرح قطعه	تعداد	منبع تهیه	ملاحظات
1	M-150	پروانه هوا	1	ساخت	
5	M-151	تسمه پروانه	1	خرید	

لیست مواد					
ردیف	شماره قطعه	شرح قطعه	شرح منبع	مقدار مورد نیاز از منبع	
1	F-456	صندلی A	نفر - ساعت نیروی انسانی	1	

داده‌های اصلی قطعات					
سطح	شماره قطعه	اندازه انباشته	زمان پیشبرد	نام قطعه	ساختنی/خریدنی
0	F-449	L	2	صندلی B	س
1	F-455	L	2	پایه	خ



- درخت محصول:



شماره قطعه: A-454				قطعه: A
4	3	2	1	شماره دوره
				احتیاجات خالص
				دریافتهای زمان بندی شده
				موجودی پیش بینی شده
				احتیاجات خالص
				سفارشات برنامه ریزی شده

نام کالا:	فاصله زمانی تحویل:	ذخیره اطمینان:	مقدار هر بار سفارش:	سیاست سفارش دهی
شماره دوره				
جمع نیاز				
دریافتهای در راه				
پیش بینی موجودی آماده				
دریافتهای برنامه ریزی شده				
صدور سفارشات				



پارامترهای موردنیاز :

- احتیاجات ناخالص (جمع نیاز)

- دریافت‌های زمان‌بندی شده (دریافت‌های در راه)

- موجودی پیش‌بینی شده (پیش‌بینی موجودی آماده)

- احتیاجات خالص (دریافت‌های برنامه‌ریزی شده)

- سفارشات برنامه‌ریزی شده (صدور سفارشات)

دریافت‌های زمان‌بندی شده - موجودیهای پیش‌بینی شده - احتیاجات ناخالص = احتیاجات خالص

- فاصله زمانی تحویل: فاصله بین زمان سفارش تا زمان تحویل کالا

زمان پیشبرد:

زمان آماده‌سازی	زمان فرآیند	زمان حمل و نقل	زمان صف
-----------------	-------------	----------------	---------

فاصله زمانی تحویل: شامل مراحل اداری صدور سفارش، امور بانکی، حمل و نقل، کنترل کیفیت، احتمالاً ساخت کالا توسط

تأمین کننده (درون سازمانی یا برون سازمانی) / آماده سازی سیستم تولید، فرآیند تولید، انتظار کالای نیمه‌تمام (WIP)

بین ماشین‌آلات و ...

زمان پیشبرد: شامل فاصله زمانی تحویل، زمان مونتاژ یا ساخت ، امور اداری تحویل کالا به مشتری، و ... می‌باشد.

در جداول MRP بیشتر از زمان پیشبرد استفاده می‌شود تا فاصله زمانی تحویل.



- مثال:

صندلی				
4	3	2	1	شماره دوره
100				ناخالص
				دریافت
			0	موجودی
100				خالص
	100			سفارشات

پایه				
4	3	2	1	شماره دوره
	400			ناخالص
				دریافت
			0	موجودی
	400			خالص
			400	سفارشات



- مثال: جدولهای MRP را برای صندلی های A, B و پایه های آنها تشکیل دهید. $A \leftarrow 4$ (پایه)
 $B \leftarrow 3$

MPS

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	شماره هفته
80			50							صندلی a
	70			40						صندلی b

اقلام	A	B	B	C	C	C	D	D	D	D
مرکز کاری	1	2	1	3	1	2	2	3	1	3
زمان راه اندازی / دسته	30 دقیقه	10	15	15	25	15	25	30	75	30
زمان عملیات / قطعه	2.5 دقیقه	75	5	3	25	25	75		5	75

(زمان عملیات / قطعه) + (زمان راه اندازی / دسته) = زمان فرآیند یک قطعه
 اندازه دسته

اقلام	A	B	B	C	C	C	D	D	D	D
عملیات	1	1	2	1	2	3	1	2	3	4
دسته	200	400	400	2400	2400	2400	6000	6000	6000	6000
راه اندازی	30	10	15	15	25	15	25	30	75	30
عملیات	2.5	75	5	3	25	25	75	15		75
ضریب مصرف	1	2	2	6	6	6	10	10	10	10
فرآیند	2.65	775	538	306	260	256	754	155	513	755

زمان کل	2650	1550	1076	1836	1560	1536	7540	1550	3150	7550
مرکز کاری	1	2	1	3	1	2	2	3	1	3

- تعداد 1000 کالا از A مورد نیاز است به عنوان MPS :

- دسته A معادل 200 گرفته شده چون با توجه به نیاز B به مقدار 400 و ضریب مصرف 2 ، مقدار 200 برای A مناسب است ، در حالی که L4 L بود .

مرکز کاری	جهت یک واحد محصول	زمان لازم
1	10 . 416	دقیقه
2	10 . 626	دقیقه
3	10 . 936	دقیقه

$$\text{زمان کل مرکز کاری } i = \frac{\sum i}{MPS=1000}$$

زمان لازم هر واحد
محصول در مرکز کاری ام

- مثال : تولید هر واحد محصول A , B , C , D , E یک نفر - ساعت نیاز دارد .

نفر - ساعت مورد نیاز

4	3	2	1	هفته
70	70	70	70	A
60	60	80	80	B
140	120	100	100	C
15	10	15	10	D
20	30	35	40	E



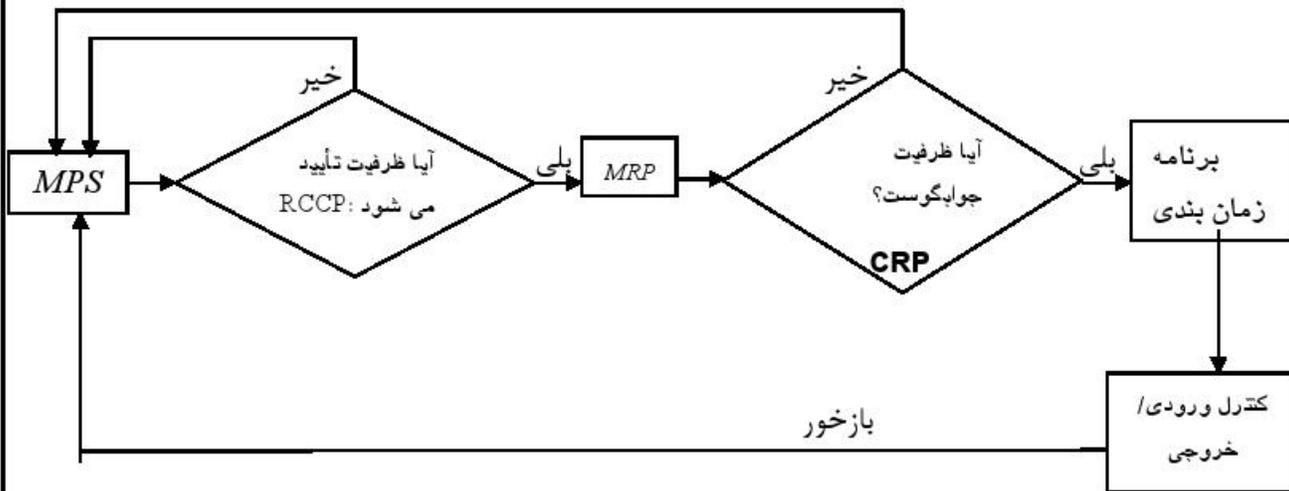
RCCP

4	3	2	1	هفته
300	300	300	300	نفر - ساعت در دسترس
305	290	300	300	نفر - ساعت مورد نیاز
-5	10	0	0	اختلاف

- برنامه ریزی احتیاجات (CRP) (Capacity Requirments Plannig) :

RCCP به بررسی و تعیین ظرفیت موجود با توجه به MPS می پردازد ولیکن CRP به تعیین میزان منابع مورد نیاز برای امور تولیدی می پردازد .

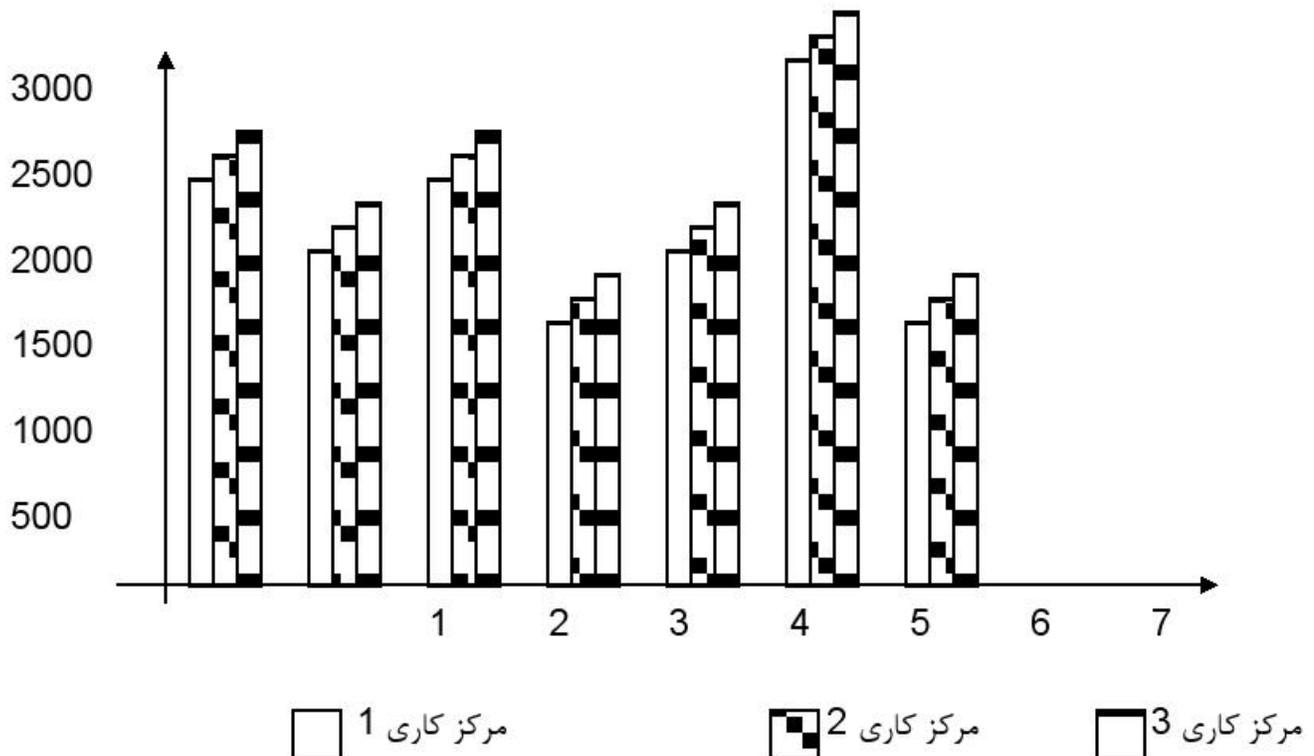
- MRP حلقه بسته :



- مثال : با توجه به مثال و داده های مثال RCCP و در ادامه آن داریم :

مرکز کاری	زمان در دسترس	راندمان	درصد اشتغال	صف برنامه ریزی شده
1	2400 دقیقه	%100	%100	4 روز
2	2400	%100	%100	4
3	2400	%100	%100	4

دوره	1	2	3	4	5	6	7	---	12	سطح
MPS	250	200	250	150	200	300	150	---	200	
	RCCP									
1	2604	2083	2604	1562	2083	3125	1562	---		
2	2657	2125	2657	1594	2125	3188	1594	---		2230
3	2731	2187	2734	1640	2184	3281	1640	---		



برخی پریودها مقدار مورد نیاز از ظرفیت در دسترس بیشتر است ولیکن متوسط ظرفیت مورد نیاز در کل از ظرفیت در دسترس کمتر است ، بنابراین MPS داده شده تأیید گردید . MRP اجرا می شود .

اول MRP مطابق با داده های فوق به صورت زیرند :

اندازه دسته : L 4 L		پیش زمان (L_t) = 1							قطعه A
دوره	0	1	2	3	4	5	6	7	
تقاضای ناخالص		250	200	250	150	200	300	150	
دریافت زمان بندی شده		250							
Poh موجودی (در دست)	0	0	0	0	0	0	0	0	
سفارش برنامه ریزی شده		200	250	150	200	300	150	250	

پریود	تقاضا	تعداد پریود نگهداری شده	قطعه پریود	قطعه پریود تجمعی
2	15	1	$15 * 1 = 15$	15
3	9	2	$9 * 2 = 18$	33
4	17	3	51	84
5	8	4	32	116
6	10	5	50	166

↓

برای 5 دوره اول سفارش داده شود ، برای مابقی دوره ها به طور مشابه

LUC ، LTC : مثال پایه ها را با روش LUC ، LTC با $C = 150$ و $h = 10$ حل نمایید .

MRPII (Manu featuring Resource Planning) (برنامه ریزی منابع تولیدی) :

اگر در برنامه ریزی *MRP* شدنی بودن تولید از بابت منابع تولیدی ، نیروی انسانی ظرفیت ماشین آلات و... بررسی شود ، *MRP* به *MRPII* تبدیل می شود .

در *MRP* به دنبال این بودیم که چقدر منابع احتیاج است یا باید تولید شود و در *MRPII* به دنبال برنامه ریزی منابع موجود هستیم که به درستی استفاده شوند .

$$MRPII = MRP + RCCP + CRP$$

↙
↘

برنامه ریزی سرانگشتی ظرفیت موردنیاز برنامه ریزی احتیاجات ظرفیت

- تکنیک های *RCCP* :

- روش برنامه ریزی ظرفیت با استفاده از عوامل کلی (*CPOF*)

(Capacity PLannig Using overall Faetors)

در این روش سه نوع اطلاعات لازم است : *MPS* ، زمان تولید هر واحد ، سهم مشارکت هر مرکز کاری در تولید هر واحد .

$CPOF_i = MPS \times \text{درصد مشارکت مرکز } i \text{ ام} \times \text{کل زمان تولید یک واحد}$: ظرفیت مرکز کاری *ام*

نام کالا	LT	موجودی جاری	موجودی تخصیص یافته	دریافت های زمان بندی	موعد تحویل
صندلی A	2	10	0	-	-
صندلی B	2	30	0	-	-
پایه	2	40	0	30	3

جواب : جدول 9-5 ، 10-5 ، 11-5 صفحه 149 ، 150 کتاب غضنفری

- ذخیره احتیاطی :

- ذخیره احتیاطی به شرط پنهان نکردن عیوب مجاز است .



- مقدار ذخیره احتیاطی :

$$\bar{D} = \frac{D}{N} = \frac{\text{کل مصرف}}{\text{تعداد دوره}} \rightarrow \text{ذخیره احتیاطی } B = iL\bar{D}$$

بر حسب نیاز و تجربه , 50% , 25% = i

- جدول 10-6 و 11-6 صفحه 170 و 171 دو روش جهت محاسبه ذخیره احتیاطی

$$B = 20 \left(\begin{array}{l} \text{همواره در ذهن داشته باشیم} \\ \text{از ابتدا از موجودی کم نماییم} \end{array} \right) \left(\begin{array}{l} \text{درمورد جدول پایه ها با فرض} \\ \text{جداول را از دو روش تشکیل دهید .} \end{array} \right)$$

- سیستم های سفارش دهی در تعیین اندازه انباشته (اندازه دسته تولیدی) :

- بهر به بهر (Lot For Lot) (L4L) (دسته به دسته)

- مقدار سفارش ثابت (FOQ)

- مقدار سفارش اقتصادی (EOQ)

- دوره سفارش ثابت (FOP)

- مقدار سفارش دوره ای (POQ)

- تعادل قطعه - پریود (PORT Period balancing) (PPB)

LUC -

TC - واگنرویتین

- بهر به بهر : هر مقدار نیاز است سفارش داده شود .

- مقدار سفارش ثابت : مقدار مشخصی جهت سفارش تعیین می شود که در هر دوره که نیاز به کالا موجود بود به آن مقدار

سفارش داده شود .



$$\text{مقدار سفارش} = \begin{cases} \text{FOQ} & (\text{اگر نیاز کمتر از FOQ است}) \\ \text{FOQ} & \text{محدودیت سفارش موجود است و } \text{نیاز} > \text{FOQ} \\ \text{K.FOQ} & \text{محدودیت موجود نیست و نیاز } > \text{K.FOQ} ; \text{K کمترین} \\ & \text{یا به صورت دسته سفارش} \\ & \text{داده می شود.} \end{cases}$$

- مقدار سفارش اقتصادی :

اگر جداول برای n دوره داده شده باشد و کلیه هزینه ها مربوط به این n دوره باشند :

$$D = \sum_{i=1}^n D_i \quad \text{احتیاجات ناخالص دوره } i \text{ ام : } D_i$$

(دریافت های زمان بندی شده و موجودی پیش بینی شده به دلیل این که هر دوره ممکن است موجود نباشند و یا از سفارشات قبلی باقی مانده اند جزء مصرف هر دوره محسوب نمی شوند .)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2CD}{h}}$$

هر بار که نیاز به سفارش موجود باشد به مقدار EOQ سفارش صادر می شود .

توجه شود که تعداد سفارشات معادل $\frac{D}{EOQ}$ بوده و تجاوز نکند .

D'_i : احتیاجات خالص i ام / $D' = \sum_{i=1}^n D'_i$ ← می توان از D' هم در صورتی که تداوم داشته باشد در هر دوره استفاده

نمود و یا اگر برنامه ریزی فقط برای این چند دوره است .

- دوره سفارش ثابت :

در این روش دوره ثابتی جهت سفارش در نظر گرفته می شود ، و مقدار سفارش معادل نیاز این چند دوره بر حسب احتیاجات خالص می باشد و چنانچه در طی دوره ای احتیاجات خالص مجموعاً صفر باشد در آن دوره سفارش داده

نمی شود .
 احتیاجات خالص دوره i ام = $\sum_{i=K}^{K+FOP-1}$ مقدار سفارش در دوره FOP

- سفارشات دوره ای :

تعداد دوره بهینه جهت سفارش از رابطه زیر به دست آمده و مطابق با روش دوره ثابت عمل می کنیم :

$$POQ = \frac{EOQ}{D} \quad \text{یا} \quad POQ = \frac{EOQ}{D}$$

- تعادل قطعه - پیوند :

در این روش ابتدا عدد EPP را از رابطه زیر محاسبه کرده و سپس آن را با مقدار PP (قطعه پیوند) مقایسه می کنیم .
جایی که این دو مقدار نزدیکترین باشند مناسب ترین دوره برای سفارش است .

$$EPP = \frac{C}{h}$$

$$PP_i = (D_i \text{ یا } \dot{D}_i) * (\text{تعداد پیوند نگهداری شده})$$

LUC (حداقل هزینه هر واحد) :

مشابه روش مطرح شده عمل شود . (برای احتیاجات خالص یا ناخالص)

- LTC (حداقل هزینه کل) :

مطابق روش مطرح شده عمل شود .

- واگنرویتین :

مشابه روش بیان شده در قبل عمل شود .

- مثال :

- مقدار سفارش ثابت : برای $FOQ = 200$ در مثال پایه ها یا جدول 2 - 9 صفحه 238 غضنفری .

- مقدار سفارش اقتصادی : $C = 150 \$$ و $h = 10 \$$ سالانه ، جدول 5-9 صفحه 241

- دوره سفارش ثابت : $FOP = 4$ جدول 7-9 صفحه 243

- مقدار سفارش دوره ای : جدول 8-9 صفحه 243

- تعادل قطعه-پیوند : $C=5.75$ و $h=.05$ و $Epp=115$



- مثال :

هر واحد محصول متوسط 100 دقیقه زمان نیاز دارد و طبق MPS ، 1000 واحد کالا می بایست ساخته شود .

مرکز کاری	سهم مشارکت	CPOF
مونتاژ نهایی	10%	دقیقه $100 \times .1 \times 1000 = 10000$
کوره	10%	$100 \times .1 \times 1000 = 1000$
پرس	5%	$100 \times .05 \times 1000 = 500$
تزریق پلاستیک	30%	$100 \times .3 \times 1000 = 30000$
مونتاژ سوکت	45%	$100 \times .45 \times 1000 = 45000$

- روش لیست کارها (BOL) (Bill of Labor) :

در این روش به دو دسته اطلاعات نیاز است ، MPS و مقدار منبع مصرفی یا مراکز کاری مورد نیاز هر واحد محصول .

$$MPS \times \text{مقدار زمان یا منبع مورد نیاز هر واحد} = BOL_i \text{ ظرفیت مورد نیاز از هر مرکز کاری}$$

$$MPS = 1000$$

- مثال :

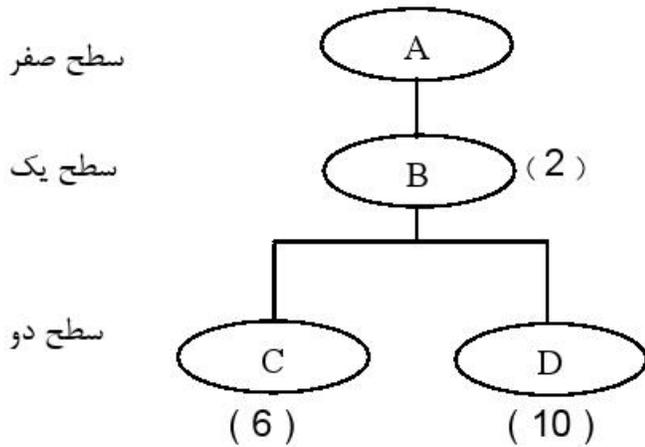
مرکز کاری	زمان	BOL
مونتاژ نهایی	10 دقیقه	$10 \times 1000 = 10000$
کوره	10	10000
پرس	5	5000
تزریق پلاستیک	30	30000
مونتاژ سوکت	45	45000



- نحوه بدست آوردن زمان مورد نیاز هر مرکز کاری به ازای هر واحد محصول :

- مثال :

تخصیص	LT	تاریخ تحویل	در دست تولید	موجودی اولیه	اندازه دسته	قلم
0	1 هفته	7 / 3	250	0	L4L	A
0	2	7 / 10	400	500	400	B
0	3	7 / 10	2400	1500	2400	C
0	4	7 / 10	6000	2500	6000	D



دوره	اندازه دسته = 400							قطعه B
	0	1	2	3	4	5	6	
تقاضای ناخالص		400	500	300	400	600	300	500
دریافت			400					
POH	500	100	0	100	100	0	100	0
سفارشات	400	400	500	400	400	400	400	400



اندازه دسته = 2400		LT=3						قطعه C
دوره	0	1	2	3	4	5	6	7
تقاضای ناخالص		1200	1200	1500	1200	1200	1200	1200
دریافت			2400					
POH	1500	300	1500	0	1200	0	1200	0
سفارشات		2400	0	2400	0	2400	2400	0

اندازه دسته = 6000		LT=4						قطعه D
دوره	0	1	2	3	4	5	6	7
تقاضای ناخالص		2000	2000	2500	2000	2000	2000	2000
دریافت			6000					
POH	2500	500	4500	2000	0	4000	2000	0
سفارشات		6000	0	0	6000	0	0	0

سفارشات برنامه ریزی شده MRP کلیه قطعات

قطعه	1	2	3	4	5	6	7
A	200	250	150	200	300	150	250
B	400	400	500	400	400	400	400
C	2400	0	2400	0	2400	2400	0
D	6000	0	0	6000	0	0	0

این جدول ورودی برای CRP است .

محاسبه زمان های مراکز کاری به دو دسته تقسیم می شوند . زمان های شامل جداول MRP و زمان های تولید داخل

کارگاه و زمان کل مورد نیاز مراکز کاری از جمع این دو زمان بدست می آید . به صورت جداول زیر :

(توجه شود که پیش زمان برای انتقال بین مراکز کاری برای هر قطعه 1 هفته است)

جدول زیر بر اساس زمان های راه اندازی بدست آمده است ، بر حسب اولویت استفاده از مراکز کاری :

مرکز کاری	قطعه	1	2	3	4	5	6	7
1	A	30	30	30	30	30	30	30
	B	0	15	15	15	15	15	15
	C	0	25	0	25	0	25	25
	D	0	0	75	0	0	75	0
	جمع	30	70	120	70	45	145	70
2	A	0	0	0	0	0	0	0
	B	10	10	10	10	10	10	10
	C	0	0	15	0	15	0	15
	D	25	0	0	25	0	0	0
	جمع	35	10	25	35	25	10	25
3	A	0	0	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0	0	0
	C	15	0	15	0	15	15	0
	D	0	30	0	30	30	0	30
	جمع	15	30	15	30	45	15	30

جدول زیر از ضرب تعداد هر دسته در زمان تولید هر واحد بر حسب داده های جداول MRP بدست می آید .:

مرکز کاری	قطعه	1	2	3	4	5	6	7
1	A	500	625	375	500	750	375	625
	B	0	200	15	250	200	200	200
	C	0	600	0	600	0	600	600
	D	0	0	3000	0	0	3000	0
	جمع	500	1425	3575	1350	950	4175	1425

2	A	0	0	0	0	0	0	0
	B	300	300	375	300	300	300	300
	C	0	0	600	0	600	0	600
	D	4500	0	0	4500	0	0	0
	جمع	4800	300	975	4800	900	300	900
3	A	0	0	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0	0	0
	C	600	0	600	0	600	600	0
	D	0	900	0	5100	900	0	2100
	جمع	600	900	600	5100	1500	600	2100

جدول زیر جمع زمان های راه اندازی و تولید را در سه مرکز کاری نشان می دهد .

	1	2	3	4	5	6	7
مرکز کاری 1	530	1495	3695	1420	995	4320	1495
مرکز کاری 2	4835	310	1000	4832	925	310	925
مرکز کاری 3	615	930	615	2130	1545	615	5130

با توجه به این که موعد تحویل کالای A یک هفته و B , C , D دو هفته دیگر است ، بنابراین مقداری از ظرفیت مراکز کاری به تحویل این قطعات اختصاص می یابد که نشان دهنده این است که از قطعه A یک عملیات و از سایر قطعات 2 عملیات باقی مانده است ، بنابراین جدول زیر را می توان بدست آورد :



قطعه	مرکز کاری	هفته	فرمان راه اندازی	محاسبه زمان عملیات	زمان عملیات	مجموع زمان ها
A	1	1	30		625	655
B	2	1	10	250×2.5 $400 \times .75$	300	310
B	1	2	15	400×5	200	215
C	1	1	25	2400×25	600	625
C	2	2	15	2400×25	600	615
D	1	1	75	6000×5	3000	3075
D	3	2	30	$6000 \times .75$	4500	4530

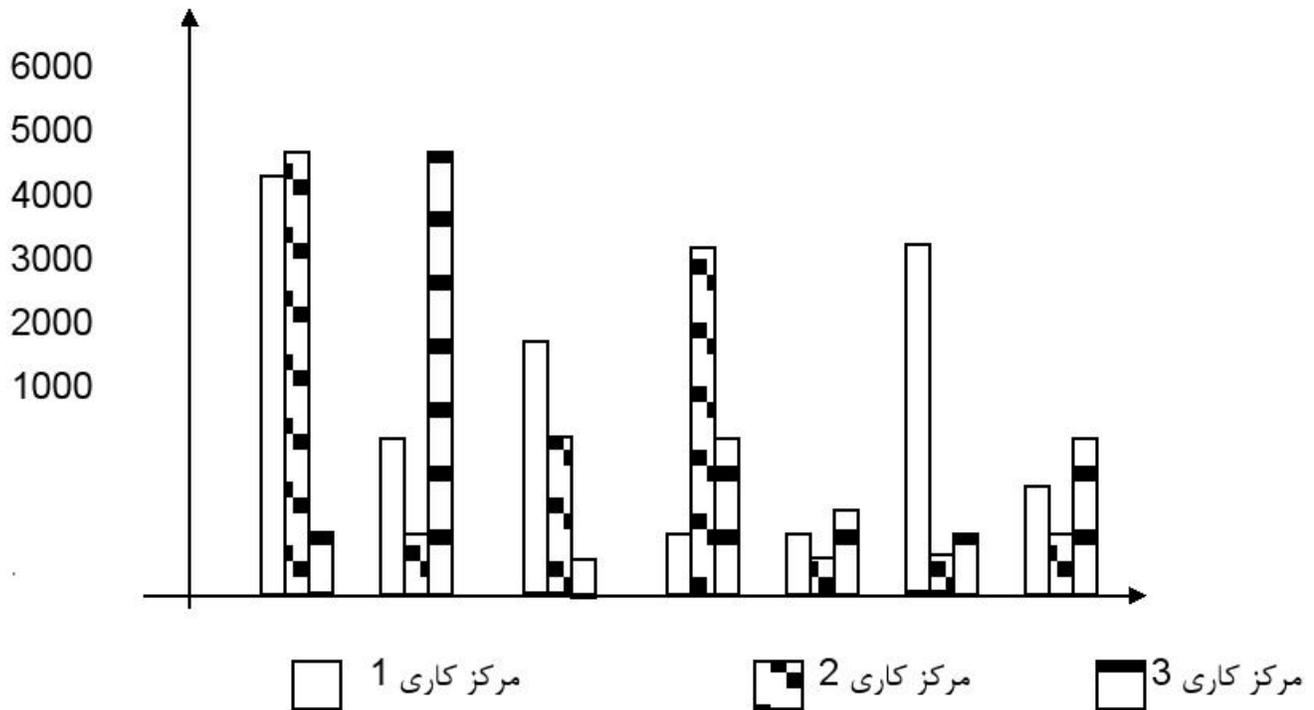
جمع زمان های هر مرکز کاری به صورت زیر است

مرکز کاری	1	2
1	4355	215
2	310	615
3	0	4530

جمع کل زمان ها شامل جدول *MRP* و تولیدات کارگاه در نهایت به صورت جدول و نمودار زیر است .

مرکز کاری	1	2	3	4	5	6	7
1	4885	1710	3695	1420	995	4320	1495
2	5145	925	1000	4835	925	310	925
3	615	5460	615	2130	1545	615	2130



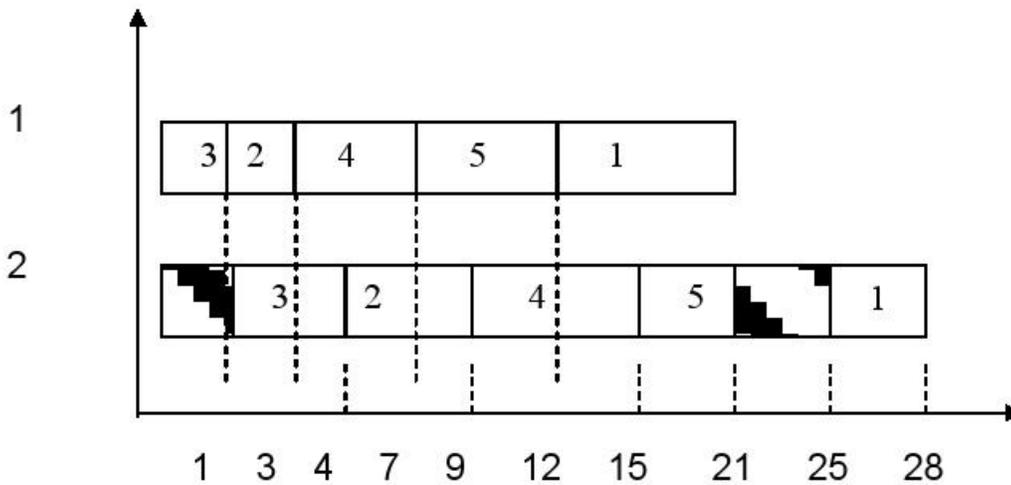


- زمان بندی و تعیین ترتیب عملیات :

شماره کار	زمان ماشین 1	زمان ماشین 2
1	13	3
2	2	5
3	1	3
4	4	6
5	5	6

با فرض : 3 → 2 → 4 → 5 → 1





n کار بر روی یک ماشین $(n / 1)$

- جواب های مجزا برای این حالت متعادل $n!$ است .

انجام کار : مدت زمان لازم برای انجام کار J ام

آماده بودن کار : نقطه ای از زمان که کار J ام به کارگاه رسیده است

موعد تحویل : نقطه ای از زمان که قرار است کار J ام تحویل داده شود .

خاتمه کار : زمانی است که عملیات تولیدی روی کار J ام به اتمام می رسد . (C_j)

کار در جریان ساخت : مدت زمانی که کار J ام در سیستم می ماند . (F_j)

$$F_j = C_j - r$$

زمانی که اتمام کار J ام نسبت به موعد تحویل تأخیر و یا تقدم دارد ، مغایرت خاتمه کار موعد تحویل (L_j) است .

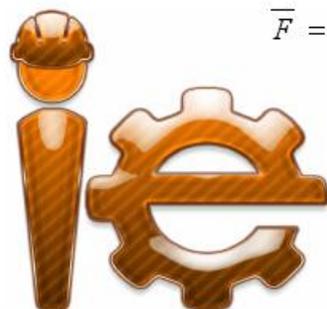
$$L_j = C_j - d$$

کارکرد کار : مدت زمانی که خاتمه کار نسبت به موعد تحویل تأخیر دارد . (T_j)

$$T_j = \max\{0, L_j\}$$

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n F_j$$

میانگین زمان کار در جریان ساخت :



$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_j T_j$$

میانگین دیر کرد کارها :

- فاصله دیرکرد کار J به صورت زیر تعریف می شود :

- قضیه 5 : ترتیب به دست آمده از الگوریتم ویلکرسون - ایروین \bar{T} را حداقل می کند اگر برابر فواصل دیرکرد هر جفت

کار A و J، هیچ نقطه t موجود نباشد به طوری که :

$t \in I_i$ و $t \in I_j$ بشود.

j	tj	dj
1	4	16
2	7	16
3	1	8
4	6	21
5	3	9

- مثال :

مرحله	لیست برنامه ریزی شده	f_α	α	β	δ	لیست برنامه ریزی شده	نتیجه تعمیم قاعده
1	خالی	0	-	1	2	2-3-4	
2	1	5	1	2	3	3-4	
3	1-3	11	3	2	4	4	شرط پوش
3	1	5	1	-	4	2-3	
4	1-4	9	4	2	3	3	

$$\Rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \Rightarrow \bar{T} = 5$$

ضیه 6: اگر ترتیب EDD بیش از یک کار دارای دیرکرد تولید ننماید، \bar{T} را حداقل خواهد کرد.

قضیه 7: اگر تمامی کارها یک موعد تحویل داشته باشند، ترتیب SPT، \bar{T} را حداقل خواهد کرد.

قضیه 8: اگر ترتیب SPT موجب شود که هیچ کاری به موقع انجام نشود، سپس این ترتیب \bar{T} را حداقل خواهد کرد.

- می توان در تعیین بهترین حالت ترتیب از برنامه ریزی پویا نیز استفاده نمود.

$$F_{\max} = \max \{F_j\} \quad \text{- حداکثر زمان کار در جریان ساخت :}$$

$$T_{\max} = \max \{T_j\} \quad \text{- حداکثر دیرکرد کارها :}$$

$$N_T = \sum_j \delta(T_j) \quad \text{- تعداد کارهای دیرکرد :}$$

$$\delta(x) = \begin{cases} 1 & x > 0 \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

- مسائل بدون موعد تحویل :

- زمان کار در جریان ساخت و موجودی :

J_t : تعداد کارهای موجود در سیستم در لحظه t

$t_{[j]}$: مدت زمان انجام کار بر روی کار j ام از لحاظ اولویت

- در فاصله زمانی (a, b) داریم :

$$\bar{T} = \frac{1}{b-a} \int_0^b J(t) dt$$

$$F_{[j]} = t_{[1]} + t_{[2]} + \dots + t_{[j]} \quad \text{-}$$

$$F_{\max} = t_{[1]} + t_{[n]} \quad \text{-}$$

$$\bar{J} = \frac{1}{F_{\max}} \{n t_{[1]} + 2t_{[n-1]} + t_{[n]}\} [0 / F_{\max}] \quad \text{- در فاصله}$$

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \{F_{[1]} + \dots + F_{[n]}\} \quad -$$

$$\bar{F} = \bar{J} \cdot F_{\max} \quad -$$

- حداقل کردن متوسط زمان کار در جریان ساخت :

- SPT : اجرای کارها بر اساس ترتیب صعودی زمان انجام کار به عنوان ترتیب کوتاهترین زمان انجام کار .

- قضیه 1 : ترتیب عملیات SPT $(t_{[1]} \leq \dots \leq t_{[n]})$ متوسط زمان کار در جریان ساخت (\bar{F}) را حداقل می کند .

- حداقل کردن متوسط وزنی کار در جریان ساخت :

- قضیه 2 : ترتیب WSPT $(t_{[1]}/w_{[1]} \leq \dots \leq t_{[n]}/w_{[n]})$ متوسط وزنی زمان کار در جریان ساخت (\bar{f}_w) را

حداقل می کند .

$$\bar{f}_w = \frac{\sum_j w_j F_j}{\sum_j w_j}$$

- دخالت دادن موعد تحویل :

- معیار مغایرت موعد تحویل و زمان خاتمه کار :

$$L_j = C_j - d_j$$

- قضیه 3: ترتیب SPT، متوسط مغایرت موعد تحویل و زمان کار (L) را حداقل می کند.

$$I = \frac{1}{n} \sum_j L_j = \frac{1}{n} \sum_j (C_j - d_j) = \frac{1}{n} \sum_j (F_j - d_j)$$

- مرتب نمودن کارها بر اساس زودترین موعد تحویل را EDD گویند .

- قضیه 4 : ماکزیمم مغایرت موعد تحویل و زمان انجام کار (L_{\max}) و ماکزیمم دیرکرد کار (T_{\max}) توسط ترتیب EDD

$(d_{[1]} \leq \dots \leq d_{[n]})$ حداقل می شوند .

- $[K] = j$: یعنی کار j ام در اولویت k ام قرار گیرد .



- مثال :

کار	زمان فرآیند	موعد تحویل
1	4	16
2	7	16
3	1	8
4	6	21
5	3	9

$$\sum t_j = 21 \rightarrow d_4 \geq 21 \rightarrow [5] = 4$$

$$\sum t_j = 15, t_2 > t_1 \rightarrow [4] = 2$$

$$\sum t_j = 8, t_1 > t_5 > t_3 \rightarrow [3] = 1$$

$$\sum t_j = 4, t_5 > t_3 \rightarrow [2] = 5 \rightarrow [1] = 3$$

$$\Rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 4, \bar{T} = 0, \bar{F} = 9.8$$

- مثال

J	1	2	3	4	5
T_{j1}	3	5	1	6	7
T_{j2}	6	2	2	6	5

مرحله	کارهای برنامه ریزی نشده	حداقل t_{jk}	تخصیص	برنامه جزئی
1	1, 2, 3, 4, 5	T_{31}	$3 = [1]$	$3 \times \times \times \times$
2	1, 2, 4, 5	T_{22}	$2 = [5]$	$3 \times \times \times 2$
3	1, 4, 5	T_{11}	$1 = [2]$	$3 \ 1 \times \times 2$
4	4, 5	T_{22}	$5 = [4]$	$3 \ 1 \times 5 \ 2$
5	4	$T_{41} = t_{42}$	$4 = [3]$	$3 \ 1 \ 4 \ 5 \ 2$

24 = زمان انجام کل کارها روی 2 ماشین

$\rightarrow 3 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 2$



- تمرین های 1 تا 16 از صفحات 510 تا 6516 حل شوند . (فاطمی قمی)

- رویکرد (First In First Out) F I F O

هر کاری اول بیاید اول روی آن عملیات انجام می شود .

- رویکرد (Number In Nentqueue) N I N Q :

هر کار به ماشینی تعلق می گیرد که از تعداد کار کمتری برخوردار است .

- رویکرد (Work In Nentqueue) W I N Q

هر کار به ماشینی تعلق می گیرد که از حجم کاری کمتری برخوردار است .

- حداقل کردن تعداد کارهای دارای دیرکرد :

- اگر EDD موجب برنامه ای شود که $N_T = 0$ یا $N_T = 1$ باشد آنگاه آن یک ترتیب بهینه است ولیکن اگر $N_T > 1$

(تعداد کارهای با تأخیر) از الگوریتم زیر استفاده نمایید .

- الگوریتم هاکسون برای حداقل کردن N_T :

1) مجموعه L را تهی فرض کرده و کلیه n کار را به صورت EDD در E قرار دهید.

2) اگر هیچ کار در E تأخیر نداشته باشد متوقف شده جواب بهینه به دست آمده است .

در غیر این صورت اولین کار با تأخیر را در E انتخاب نمایید . (کار [K]) .

3) از میان کارهایی که در نوبت اول تا K ام هستند کار با بیشترین t_j را مشخص نموده و آن را از E برداشته و در L قرار دهید. زمان ختم کارهای E را به روز کرده و به 2 بروید.

- مثال :

j	t_j	d_j
1	4	16
2	7	16
3	1	8
4	6	21
5	3	9

$\begin{cases} L = \emptyset \\ E = \{1, 2, 3, 5, 4\} \end{cases} \xrightarrow{\text{کار سوم با تأخیر است}} \rightarrow$ کار دوم بیشترین زمان را داراست

$\begin{cases} L = \{2\} \\ E = \{1, 2, 3, 5, 4\} \end{cases} \xrightarrow{\text{کار چهارم اولین با تأخیر}} \rightarrow$ کار دوم بیشترین زمان

$\rightarrow \begin{cases} L = \{2, 4\} \\ E = \{1, 3, 5\} \end{cases} \longrightarrow$ هیچ کاری در E تأخیر ندارد \rightarrow ترتیب بهینه 1-3-5-2-4

- حداقل کردن متوسط دیرکرد کارها :

- الگوریتم و یلکرسون - ایروین برای حداقل کردن \bar{T} :

1) تمام کارهایی که در لیست برنامه ریزی نشده هستند با EDD مرتب کنید و دو کار اول این لیست را a و b بنامید.

اگر $\max\{t_a, t_b\} \leq \max\{d_a, d_b\}$ آنگاه کار با موعد تحویل کمتر را در نوبت اول قرار دهید در غیر این صورت کار

کوتاهتر را اول قرار دهید، کار نوبت دار شده را α نامیده و دیگر را β بگذارید. (کار مبنا)

α : اندیس آخرین کار در لیست برنامه ریزی شده

β : اندیس کار مبنا

δ : اندیس اولین کار در لیست برنامه ریزی نشده.

2) اگر $F_\alpha + \max\{t_\beta, t_\delta\} \leq \max\{d_\beta, d_\delta\}$ بوده یا اگر $t_\beta \leq t_\delta$ باشد کار β را به لیست برنامه ریزی شده

اضافه کنید. حال کار β کار α شده و کار δ از لیست برنامه ریزی نشده برداشته شده و کار β می شود و کار بعدی در

لیست برنامه ریزی نشده حال کار δ می شود. قدم 2 را تا زمانی که لیست برنامه ریزی نشده تهی شود تکرار کنید و کار β را به لیست برنامه ریزی شده اضافه کرده و متوقف شوید.

اگر $\max\{d_\beta, d_\alpha\} \times \max\{t_\beta, t_\alpha\} > F_\alpha + \max\{t_\beta, t_\alpha\}$ بوده و $t_\beta > t_\alpha$ باشد آنگاه کار β را به لیست برنامه ریزی نشده برگردانید و کار δ را به جای کار β قرار داده و به 3 بروید.

3) اگر $\max\{d_\alpha, d_\beta\} \leq F_\alpha - t_\alpha + \max\{t_\alpha, t_\beta\}$ باشد یا اگر $t_\alpha \leq t_\beta$ باشد، آنگاه کار β را به لیست برنامه ریزی شده اضافه کنید، $\alpha \leftarrow \beta$ ، اولین کار برنامه ریزی نشده کار مبنا (β) بشود و کار بعدی در لیست برنامه ریزی نشده کار δ بشود و به قدم 2 بروید.

اگر $\max\{d_\alpha, d_\beta\} \times \max\{t_\alpha, t_\beta\} > F_\alpha - t_\alpha + \max\{t_\alpha, t_\beta\}$ باشد و $t_\alpha > t_\beta$ آنگاه شرط پرش پیش می آید و به 4 بروید.

4) (شرط پرش) کار α را از لیست برنامه ریزی شده برداشته و آن را با ترتیب EDD به لیست برنامه ریزی نشده برگردانید. اگر کارهایی در لیست برنامه ریزی شده باقی می ماند، آخرین کار باقیمانده را به α گرفته و به 3 بروید. اگر هیچ کار در لیست برنامه ریزی شده باقی نمانده باشد، کار β را در اولین نوبت لیست برنامه ریزی شده قرار داده و آن را به جای α در نظر بگیرید. اولین کار برنامه ریزی نشده را کار مبنا (β) گرفته و کار بعدی در لیست برنامه ریزی نشده را δ بگیرید و به 2 بروید.

- الگوریتم فوق گاهی اوقات یک ترتیب بهینه را می دهد و نه همیشه.

- ماشین های موازی یکسان و کارهای مستقل:

- حداقل کردن زمان انجام کل:

Π : زمان انجام کل

$$\Pi^* = \max \left\{ \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n t_j, \max [t_j] \right\}$$

m: تعداد ماشین های موازی

- الگوریتم مک نوگتن برای حداقل کردن M با m ماشین موازی یکسان:

1) در زمان صفر کار را برای تخصیص به ماشین (1) انتخاب کنید



- (2) هر کار غیر برنامه ریزی شده را انتخاب کنید و آن را بدون تأخیر بر روی همان ماشین اجرا کنید . این قدم را تکرار کنید تا وقتی که زمان انجام کار در ماشین از زمان M^* تجاوز کند . (یا این که تمام کارها برنامه ریزی شده باشند .)
- (3) با شروع در زمان صفر ، مجدداً کارهای برنامه ریزی شده ماورای M^* را به ماشین بعدی تخصیص دهید و به 2 برگردید .

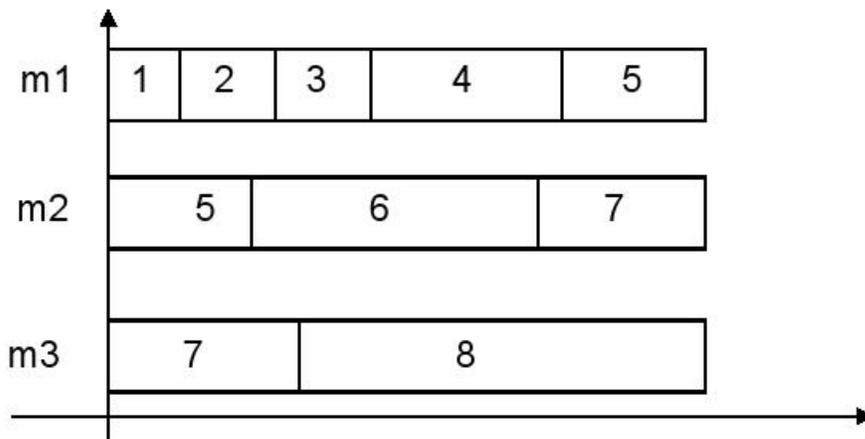
- این مسأله معمولاً یک جواب نداشته و این روش سعی در حداقل کردن بریدگی ها نمی کند .

$$M^* = 12$$

$$m = 3$$

- مثال :

j	1	2	3	4	5	6	7	8
tj	1	2	3	4	5	6	7	8



- در الگوریتم فوق همانطور که از مثال مشاهده می شود بریدگی مجاز است و در حالت غیر مجاز بودن بریدگی الگوریتمی توسعه داده نشده است ولی می توان از LPT در این زمینه استفاده نمود .

- LPT : طولانی ترین زمان انجام کار .

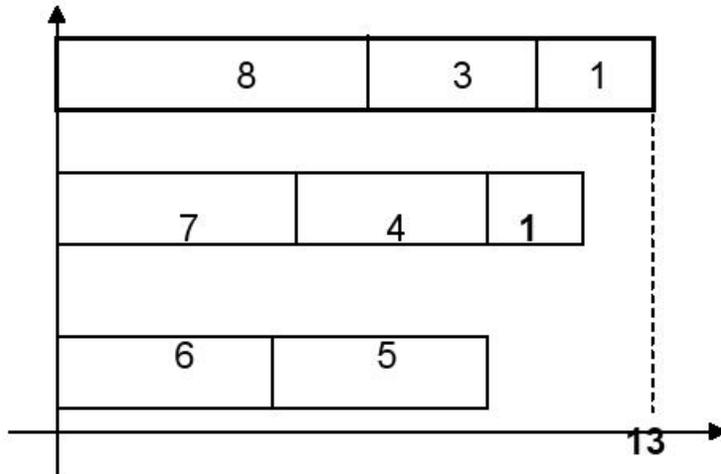
- الگوریتم ابتکاری برای حداقل کردن M :

(1) ترتیب LPT کارها را بنا کنید .

- (2) کارها را به ترتیب اجرا کنید ، هر بار کار را به ماشینی تخصیص دهید که در حال حاضر کمترین مقدار کار را به خود تخصیص داده است .

- این الگوریتم زمان انجام کل بهینه را تضمین نمی کند .

- مثال : برای مثال فوق داریم :



- مدلسازی زمان بندی و اولویت بندی :

Y : زمان انجام کل برنامه

$$\begin{aligned}
 &Min \quad y \\
 &S.t \quad y - \sum_{i=1}^n t_i x_i \geq 0 \quad 1 \leq j \leq m \\
 &\quad \quad \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \quad 1 \leq i \leq m \\
 &\quad \quad \text{صحیح} \quad x_{ij} \geq 0
 \end{aligned}$$

- این مدل شامل $(m + n)$ محدودیت و $mn + 1$ متغیر می باشد ولی خواص مدل فوق تا کنون بررسی نشده است .

- حداقل کردن میانگین زمان کار در جریان ساخت (\bar{F}) برای ماشین های موازی یکسان :

- الگوریتم برای حداقل کردن \bar{F} با ماشین های موازی یکسان :

1) ترتیب SPT همه کارها را بنا کنید .

2) بر روی ماشینی که در حال حاضر کمترین کار را به خود تخصیص داده ، کار بعدی را بر اساس لیست مرتب شده کارها

تخصیص دهید . (گره ها را به طور دلخواه بگشایید) این قدم را تکرار کنید تا تمامی کارها تخصیص داده شوند .

- توالی انجام کارها در ماشین های سری :

- قضیه 9: در یک ترتیب بهینه ، کار i قبل از کار j قرار می گیرد اگر :

(قاعده جانسون)

$$T_{i1} : \text{زمان کار } i \text{ روی ماشین } 1 : \min \{t_{i1}, t_{j2}\} \leq \min \{t_{i2}, t_{j1}\}$$

$$T_{i2} : \text{زمان کار } i \text{ روی ماشین } 2$$

- الگوریتم اجرای قاعده جانسون برای 2 ماشین :

$$1) \min \{t_{i1}, t_{j2}\} \text{ را به دست آورید .}$$

2) اگر حداقل زمان انجام کار مربوط به ماشین 1 بوده ، کار را از لحاظ ترتیب در اولویت اول قرار دهید و به 3 بروید .

اگر حداقل زمان انجام کار مربوط به ماشین 2 بوده ، کار را از لحاظ ترتیب در اولویت آخر قرار دهید و به 3 بروید .

3) کار تخصیص داده شده را از لیست کارها حذف نموده و به قدم 1 بروید ، تا وقتی که تمامی کارها برنامه ریزی شوند .

(گره ها را می توان به طور اختیاری گشود .)

- سه ماشین و n کار :

در حالت خاص می توان الگوریتم جانسون را برای حالت 3 ماشین نیز تعمیم داد . اگر یکی از شرایط زیر برقرار باشد

الگوریتم جانسون قابل اجرا است :

$$\min \{t_{i1}\} \geq \max \{t_{i2}\}$$

$$\min \{t_{i3}\} \geq \max \{t_{i2}\}$$

در این حالت دو ماشین مجازی 1 و 2 در نظر گرفته و زمان های عملیات آنها را به صورت زیر به دست می آوریم :

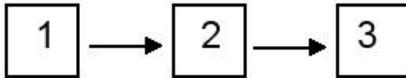
$$\begin{cases} t'_{i1} = t_{i1} + t_{i2} \\ t'_{i2} = t_{i2} + t_{i3} \end{cases}$$



حال الگوریتم جانسون را برای دو ماشین مجازی به کار می بریم .

- مثال :

j	T _{j1}	T _{j2}	T _{j3}
1	8	2	4
2	5	4	5
3	6	1	3
4	7	3	2



$$\min \{t_{i1}\} = 5 > \max \{t_{i2}\} = 4$$

j	t' _{i1}	t _{i2}
1	10	6
2	9	9
3	7	4
4	10	5

2 → 1 → 4 → 3

- چنانچه m ماشین و n کار داشته باشیم می توان

از الگوریتم جانسون بدین صورت استفاده نمود که چندین دسته ماشین مجازی در نظر می گیریم که دسته اول از زمان ماشین 1 و ماشین m ایجاد شود ، دسته دوم از ماشین 1 + ماشین 2 و ماشین m + ماشین 1 - m ایجاد شود و دسته (m - 1) ام از ماشین 1 + + ماشین m - 1 و ماشین m + + ماشین 2 ایجاد شود . حال الگوریتم جانسون را برای (m - 1) دسته فوق پیاده نموده و از بین آنها کمترین زمان انجام کل کار را به دست آورده و جواب بهینه را بیابید .

البته این روش ممکن است هنوز جواب بهینه نباشد ولی معمولاً به جواب بهینه نزدیک است . این روش نیازی به برقراری شرط ذکر شده در حالت 3 ماشین ندارد .



n - کار و m ماشین :

این حالت غیر از مولد های برنامه ریزی اعداد صحیح ، تکنیک انشعاب و تحدید و چند الگوریتم هیوریستیک به صورت راهکارهای ابتکار تا کنون بررسی نشده و راهکاری پیدا نشده است .



کنترل موجودی 2

- برنامه ریزی ادغامی کالا (گروهی) :

- برنامه ریزی برای تولید کالا در یک سازمان به صورت کالاهای با خواص مشترک و به صورت کلی و نه جزئی بینانه را برنامه ریزی ادغامی (گروهی) نامند .

- برنامه ریزی گروهی با روش ترابری :

مصرف دوره های دوره های تولید	1	2	3	4	5	حداکثر ظرفیت
	-----	-----	-----	-----	-----	C_1
	-----	-----	-----	-----	-----	$C_2 a^u_{ij}$
	-----	-----	-----	-----	-----	$C a^u_{ij}$
	-----	-----	-----	-----	-----	C_4
تقاضا	D_1	D_2	D_3	D_4	$D_5 + q_e$	

$$a^u_{ij} = \begin{cases} i < j & \text{هزینه نگهداری + هزینه تولید پیمانکاری + هزینه تولید در اضافه کاری + هزینه تولید در وقت معمولی} \\ i = j & \text{پیمانکاری + اضافه کاری + هزینه معمولی} \\ i > j & \text{کمبود + پیمانکاری + اضافه کاری + هزینه معمولی} \end{cases}$$

a^u_{ij} = تعداد کالای قابل تولید در دوره i ام برای پاسخگویی به نیاز مصرف در دوره j ام

(تعداد کالایی که باید در دوره i تولید بشود و در دوره j مصرف شود)

$$TC = \text{کل هزینه} = \sum_i \sum_j a^u_{ij} \cdot a^u_{ij}$$

$$D_j = \sum_i a_{ij}''$$

↓
تقاضای دوره j ام

$$C_i \geq \sum_j a_{ij}''$$

↓
حداکثر ظرفیت دوره i ام

- بلکه هزینه ها برای هر واحد محصول می باشند .

پارامترهای مورد نیاز :

h : هزینه نگهداری هر واحد در هر دوره S : هزینه کمبود هر واحد در هر دوره

C : هزینه بیکاری کارگران (ماشین ها) P_r : هزینه تولید در ساعات معمولی

P_0 : هزینه تولید در اضافه کاری P_c : هزینه تولید توسط پیمانکاری

q_0 : موجودی در ابتدای دوره (افق برنامه ریزی)

q_e : موجودی در انتهای دوره (افق برنامه ریزی)

R_t : حداکثر ظرفیت در ساعات معمولی O_t : حداکثر ظرفیت در ساعات اضافه کاری

C_t : حداکثر ظرفیت پیمانکار D_t : تقاضای دوره t ام U : جمع ظرفیت بیکارمانده

		دوره های مصرف				ظرفیت بیکار	حداکثر ظرفیت
		1	2	3	4		
0	موجودی در ابتدای افق	0	h	$2h$	$3h$	$4h$	q_0
	ساعات معمولی	P_r	P_r+h	P_r+2h	P_r+3h	c	R_1
	ساعات اضافه کاری	P_0	P_0+h	P_0+2h	P_0+3h		O_1
	پیمانکاری	P_c	P_c+h	P_c+2h	P_c+3h		C_1
	تقاضا (مصرف)	D_1	D_2	D_3	$D_4 + q_e$	U	

- برای تعادل و برابر شدن مقدار تقاضا و ظرفیت تولید می توان از ستون ظرفیت بی کاری و ردیفی با عنوان تقاضای جبران نشده استفاده نمود .

$$\sum_i D_i + U + q_e = \sum_j R_j + O_j + C_j + q_0 -$$

- در خانه های بالایی هزینه هر واحد محصول بر حسب اینکه تولید در ساعات معمولی یا اضافه کاری یا پیمانکاری و به صورت انبارداری و یا کمبود هستند میبایست محاسبه شود و در خانه های پایینی می بایست تعداد تولید مجاز در هر دوره و برای مصرف در هر دوره تعیین شده یا نوشته شوند .

- مثال 15 - 1 صنحه 450 (شیر محمدی)

- مثال 15 - 2 صنحه 454 (شیر محمدی)

- برنامه ریزی گروهی به روش برنامه ریزی خطی :

تعیین مناسب ترین زمان و تعداد تولید از طریق برنامه ریزی خطی امکان پذیر است . با توجه به پارامترهای زیر مدل را می توان تعیین نمود .

D_t : تقاضای دوره t ام q_t : مقدار موجودی در پایان دوره t ام

W_t : تعداد کارگران (نیروی انسانی) در آغاز دوره t ام

H_t : تعداد کارگران جدید استخدام شده در آغاز دوره t ام

L_t : تعداد کارگران اخراج شده در آغاز دوره t ام

P : سرعت تولید توسط هر کارگر در هر دوره

Q_t : میزان محصول قابل تولید به صورت اضافه کاری در آغاز دوره t ام

C_t : میزان محصول قابل تولید به صورت پیمانکاری در آغاز دوره t ام

e : درصد مجاز تولید در اضافه کاری نسبت به زمان معمولی

h : هزینه نگهداری هر واحد کالا در هر دوره C_H : هزینه استخدام هر کارگر

C_L : هزینه اخراج هر کارگر P_r : هزینه تولید هر محصول در زمان معمولی

P_0 : هزینه تولید هر محصول در اضافه کاری



P_C : هزینه تولید هر محصول بصورت پیمانکاری

n : تعداد دوره های این برنامه ریزی

مدل برنامه ریزی خطی به صورت زیر خواهد بود :

$$\text{Min } z = TC = \sum_{t=1}^n (P_r \cdot PW_t + C_H \cdot H_t + C_L \cdot L_t + hq_t + P_C \cdot C_t + P_O \cdot O_t)$$

S . T :

$$W_t = W_{t-1} + H_t - L_t \quad (\text{تعداد کارگران})$$

$$q_t = W_{t-1} + PW_t + O_t + C_t - D_t \quad (\text{موجودی})$$

$$O_t \leq e \cdot (P \cdot W_t) \quad (\text{اضافه کاری})$$

$$q_t, w_t, H_t, L_t, C_t, O_t \geq 0 \text{ و عدد صحیح}$$

در این مدل :

$n, C_L, C_H, h, P_C, P_O, P_r, e, P, W_1, q_n, q_0, D_t$ مطلوبند و مابقی متغیرها از مدل به دست آمده و بزرگتر یا مساوی صفر می باشند .

در مورد متغیرهای تولید شرط صحیح بودن نیز صادق است . در مورد تعداد افراد اخراج شده یا استخدام شده نیز به همین صورت .

- تمرین 1 از صفحات 459 ، 460 حل شود .

برنامه ریزی تولید ادغامی در یک فرآیند شش قدمی قابل انجام است :

1) افق برنامه ریزی را انتخاب کرده و آن را به مجموعه ای از پریودها تقسیم نمایید .

2) پیش بینی تقاضای ادغامی برای هر خانواده از محصول .

3) تغییر سطح تقاضاها در پریودهای مختلف در صورتی که میزان نیازهای تولید از پریودی به پریود دیگر دارای تغییرات قابل توجه باشد. (تغییر در قیمت ، انگیزش و ...)

4) مقایسه تقاضا یا ظرفیت هر پرپود و تصحیح ظرفیت در صورت نیاز به کمک تنظیم سطح نیروی انسانی ، اضافه کاری ها یا زیر ظرفیت تولید کردن ، تنظیم ساعات کاری در هر روز ، بستن قراردادهای جنبی ، انباشتن موجودی ، سیاست کسری ، عدم تأمین نیاز مشتری و

5) انتخاب یک استراتژی برای برنامه ریزی تولید ادغامی (بر حسب تثبیت سرعت تولید یا ارضاء تقاضا و ...)

6) بهبود بخشیدن برنامه تولید ادغامی با روش های بهینه سازی یا هیورسیتیک .

- مدیریت تقاضا :

برای مقابله با شرایط متغیر در کیفیت و کمیت تقاضا دو راه موجود است :

- مدیریت عرضه (تسلیم در مقابل نوسانات تقاضا)
- اداره کردن تقاضا (سعی در تأثیر روی الگوی تقاضا به نفع سازمان)

- مدیریت عرضه :

- استراتژی تثبیت سرعت تولید :

در تمام پرپودها تولید با سرعت تقریباً یک نواخت انجام شود .

- استراتژی ارضاء تقاضا :

تولید به اندازه نیاز هر روزه انجام شود و موجودی نگهداری شده صفر است .

- اداره کردن تقاضا :

- تولید محصول مکمل :

- ایجاد انگیزه در مشتریان :

کاهش قیمت ها ، تبلیغات ، تخفیف و

- سیاست کسری :

قبول کردن کسری برای پرپودهای آینده و در نظر گرفتن جریمه بابت تأخیر در تحویل تقاضا بر مشتری

- مثال :

خانواده محصول	ساعت کار مورد نیاز
3 چرخه	75.
دو چرخه استاندارد	1
دو چرخه سفارشی	1.5

پیش بینی تقاضا برای ماه های آینده و مقدار ساعت کار مورد نیاز بر حسب ساعت به صورت جدول زیر است :

(1) ماه	(2) استاندارد			ساعات کار مورد نیاز			جمع ساعت(8)
	3 چرخه	2 چرخه	(4) تقاضا سفارشی	3 چرخه(5)	استاندارد(6)	(7) سفارشی	
1	4800	2795	1070	3600	2795	1605	8000
2	3600	2100	800	2700	2100	1200	6000
3	5000	2750	1000	3750	2750	1500	8000
4	7800	4600	1700	5850	4600	2550	13000
5	11400	6655	2530	8550	6655	3795	19000
6	12000	6500	3000	9000	6500	4500	20000
7	12600	7200	2900	6450	7200	4350	21000
8	11000	7700	2700	8250	7700	4050	20000
9	9000	5550	1800	6750	5550	2700	15000
10	5600	4300	1000	4200	4300	1500	10000
11	6000	3550	1300	4500	3550	1950	10000
12	8400	3000	1800	6300	3000	2700	12000
جمع	97200	56700	21600	72900	56700	32400	162000

$$\text{ستون 5} = .75 \times \text{ستون 2}$$

$$\text{ستون 6} = 1 \times \text{ستون 3}$$

$$\text{ستون 7} = 1.5 \times \text{ستون 4}$$

$$\text{ستون 8} = \text{ستون 5} + \text{ستون 6} + \text{ستون 7}$$



در حال حاضر 70 کارگر تمام وقت به مدت 8 ساعت در روز و 5 روز در هفته کار می کنند . این کار مان می تواند حداکثر 85 کارگر استخدام نماید . تعداد روزهای کاری و ساعات کار عادی در دسترس به ازای 70 کارگر 80 کارگر در جدول زیر آمده است :

(1) ماه	(2) روز کاری	(3) هر کارگر	(4) 70 کارگر	(5) 85 کارگر
1	16	128	8960	10880
2	14	112	7840	9520
3	21	168	11760	14280
4	22	176	12320	14960
5	22	176	12320	14960
6	20	160	11200	13600
7	22	176	12320	14960
8	22	176	12320	14960
9	20	160	11200	13600
10	22	176	12320	14960
11	19	152	10640	12920
12	21	168	11760	14280
جمع	241	1928	134960	163880

با توجه به دو جدول اخیر ، واضح است با 70 کارگر نمی توان تقاضا را جبران نمود و با 85 کارگر مازاد نیروی کار داریم ، می بایست تعدیلی بین این دو صورت گیرد .

می توان با انتخاب استراتژی مناسب (روش ارضاء تقاضا ، تثبیت سرعت تولید ترکیبی از آنها) برآورد صحیحی به عمل آورد .



دوره	تقاضا	ظرفیت در دسترس (منابع تولید) اضافه کاری وقت عادی		(پیمانکاری) قرارداد جنبی	متوسط تولید روزانه(ساعت)	
70	1	8000	8000	-	500	
	2	6000	8000	-	459	
	3	8000	8000	-	381	
	4	13000	12320	180	500	
80	5	19000	14960	3040	1000	818
	6	20000	13600	3400	3000	850
	7	21000	14960	3040	3000	818
	8	20000	14960	3040	2000	818
	9	15000	13600	1400	-	750
70	10	10000	10000	-	-	455
	11					
	12					

روش ارضاء تقاضا

$$\text{متوسط تولید روزانه ماه } i \text{ ام} = \frac{\text{اضافه کاری + وقت عادی}}{\text{تعداد روزهای کاری ماه } i \text{ ام}}$$

- اضافه کاری ها و قراردادهای جنبی به صورت فرضی نوشته شده اند ولی می توانند از ضوابط خاصی پیروی کنند .

(معمولاً اضافه کاری ها اضافه نموده و چنانچه هنوز کمبود نیروی کاری داشته باشیم از قرار جنبی استفاده می شود .)

- متوسط تولید روزانه از 381 تا 850 متغیر است .



دوره	تقاضا	وقت عادی	قرارداد جنبی	وجودی ابتدای ماه	تغییرات موجودی ماه	وجودی انتهای ماه	متوسط تولید روزانه	
84	1	8000	10752	-	-	2752	2752	672
	2	6000	9408	-	2752	3048	6160	672
	3	8000	14112	-	6160	6112	12272	672
	4	13000	14784	-	12272	1784	14056	672
	5	19000	14784	-	14056	(4216)	9840	672
	6	20000	13440	-	9840	(6560)	3280	672
	7	21000	14784	-	3280	(3280)	0	672
	8	20000	14784	5216	-	-	-	672
	9	15000	13440	1560	-	-	-	672
	10	10000	13784	-	-	4784	4784	672
	10000	12768	-	4784	2768	7552	672	
	12000	14112	-	7552	2112	9664	672	

روش تثبیت سرعت تولید

دوره	تقاضا	وقت عادی	اضافه کاری	قرارداد جنبی	وجودی ابتدای ماه	تغییرات موجودی ماه	انتهای ماه	متوسط روزانه تولید
1	8000	8960	-	-	-	960	960	560
2	6000	7840	-	-	960	1840	2800	560
3	8000	11760	-	-	2800	3760	6560	560
4	13000	12320	-	-	6560	(680)	5880	560
5	19000	14960	2488	2000	5880	448	6328	793
6	20000	13600	2080	2000	6325	(2320)	4008	784
7	21000	14960	2488	2000	4008	(1552)	2456	793
8	20000	14960	2488	2000	2456	(552)	1904	793
9	15000	11200	1896	-	1904	1904	-	655
10	10000	12320	-	-	-	2320	2320	560
11	10000	10640	-	-	2320	640	2960	560
12	12000	11760	-	-	2960	(240)	2720	560

روش ترکیبی



- برنامه تولید

- برنامه تولید باید مقادیر مورد نیاز از محصول را در زمان مورد نظر و با کمترین هزینه کل که با احتیاجات کیفی پایدار باشد تهیه نماید .

- برنامه تولید تعیین کننده نیازهای تجهیزات و سطح موجودی های مورد انتظار می باشد.

- عاملی که باید در برنامه تولید مورد بررسی قرار گیرد ، ثبات نیروی کار است . موقعی که تقاضا در طی دوره ها تقریباً ثابت است ، احتیاج برای ثبات نیروی کار مشکل چندانی به وجود نمی آورد .

- برنامه تولید برای تقاضای ثابت :

- مثال

پریود	ماهیارنه		تجمعى	
	واحد	ساعت	واحد	ساعت
1	125	1250	125	1250
2	125	1250	250	2500
3	125	1250	375	3750
4	125	1250	500	5000
5	125	1250	625	6250
6	125	1250	750	7500
7	125	1250	875	8450
8	125	1250	1000	10000
9	125	1250	1125	11250
10	125	1250	1250	12500
11	125	1250	1375	13750
12	125	1250	1500	15000

- جدول مقابل پیش بینی

تقاضا برای محصول را به صورت ماهیارنه

و تجمعى بر حسب واحد کالا و ساعت

نشان می دهد .

- هر واحد محصول نیاز به 10 ساعت

کار تولیدی دارد .





ساعات کار تولید مورد نیاز



ساعت کار در دسترس در وقت معمولی

پریود	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	جمع
روز	22	19	21	22	22	20	22	22	20	23	19	21	253
ساعات کار معمولی	176	152	168	176	176	160	196	176	160	184	152	168	1944
ساعت کار تجمعی		176	328	496	672	848	1008	1104	1280	1440	1624	1776	1944

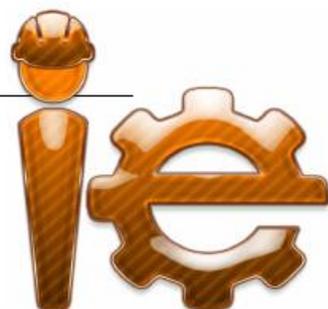
در دوره 7 به اندازه 80 ساعت کار معمولی مرخصی وجود دارد.

$$7.7 = \frac{\text{کل تقاضای دوره ها}}{\text{ساعات معمولی دسترس در کل دوره ها}} = \frac{15000}{1944} = \text{تعداد نیروی کار مورد نیاز}$$

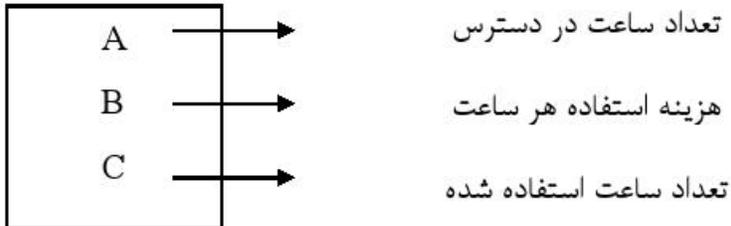
باید مشخص نماییم که آیا 7 نفر مناسب است یا 8 نفر. اگر هر ساعت اضافه کاری هزینه \$ 2 و هزینه کار رسمی \$ 4 باشد:

$$\left. \begin{aligned} & 1392 = 15000 - 7(1944) = \text{مقدار کار اضافه کار : 7 نفر} \\ & \Rightarrow \text{هزینه} = 1392 \times 2 = 2784 \\ & 552 = 15000 - 8(1944) = \text{مقدار کار رسمی : 8 نفر} \\ & \Rightarrow \text{هزینه} = 552 \times 4 = 2208 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{8 نفر مناسب تر} \\ \text{است} \end{array}$$

در جدول زیر که می تواند طرح تولید را بسازد، در سمت چپ جدول تعداد ساعات کار تولید مورد نیاز در هر ماه و در بالای جدول تعداد ساعات کار رسمی (R.T.) و تعداد ساعات کار اضافه کاری (P.O.T) (تعداد ساعت اضافه کاری 25٪ تعداد ساعت رسمی فرض شده است.) قرارداده می شود.



هزینه اضافه کاری هر ساعت \$ 2 و هزینه نگهداری موجودی در انبار برای هر ساعت کار تولیدی در هر ماه \$ 0.08. در نظر گرفته شده است. هر خانه جدول به صورت زیر تکمیل می شود :



- جدول زیر بر حسب نیاز ساعات کار و ساعات دسترس بر حسب 7 نفر تنظیم شده است.

ماهی که باید در آن تولید شود

دوره	نفرساعت موردنیاز	1		2		3		4	
		R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.	R.T.	O.T.
		1232	308	1064	266	1176	294	1232	308
1	1250	1232 0 1232	308 12 18						
2	1250		290 2008 ---	1064 0 1064	266 2 186				
			290 2016 ---		80 2008 ---	1176 0 1176	294 2 74		

- برنامه تولید مشخص شده به صورت زیر است :



دوره	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	کل تولید
R.T. کل تولید	1232	1064	1176	1232	1232	1120	672	1232	1120	1288	1064	1176	13608
O.T برنامه ریزی شده		186	74	18	278	280	168	18	130	0	148	74	1392

- جدول (3 - 7) صفحه 256 (فاطمی قهمی)

برای تعیین هزینه ها داریم :

$$\text{هزینه های اضافه کاری} = 1392 \times 2 = 2784 \text{ \$}$$

$$\text{هزینه های نگهداری موجودی} = 260 (016) + 150 (008) + 38 (008) = 56064 \text{ \$}$$

$$\text{TIC}_7 = \text{هزینه کل} = 2840.64 \text{ \$}$$

$$\text{TIC}_8 = 2329.28 \text{ \$}$$

به طور مشابه :

هزینه کل برای 7 نفر \$ 36.511 بیش از هزینه کل 8 نفر است .

- تمرین : طرح تولید را برای 8 نفر محاسبه کرده و به دست آورید .

- تمرینات 1 و 2 از صفحات 268 و 269 حل شوند . (فاطمی قمی)

- مثال : در جدول زیر :

کار	زمان فرآیند	موعد تحویل
1	4	16
2	7	16
3	1	8
4	6	21
5	3	9

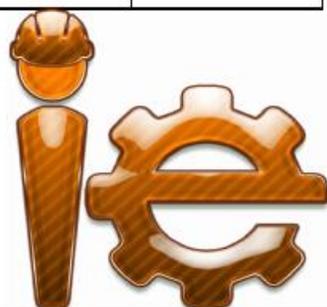
(1) ترتیب بهینه را جهت حداقل کردن

\bar{F} بیابید .

(2) ترتیب بهینه را جهت حداقل کردن

\bar{F}_w بیابید .

(3) ترتیب بهینه برای \bar{L}



SPT مقدار \bar{F} را حداقل می کند و \bar{l} را نیز حداقل می کند .

$$\Rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \Rightarrow \bar{f} = \frac{1}{n} \sum F_j = \frac{2+5+10+16+24}{5} = 11.4$$

$$\bar{l} \sum \frac{l_i}{n} = \frac{-4-5-8+8+11}{5} = .4$$

WSPT مقدار \bar{F}_w را حداقل می کند .

J	1	2	3	4	5	⇒
t_j/w_j	$3/2$	2	$6/5$	$5/3$	2	⇒

→ {

3	→	1	→	4	→	2	→	≤
3	→	1	→	4	→	5	→	2

$$\bar{F}_w = \frac{5 \times 6 \times 2 \times 9 + 3 \times 14 + 1 \times 16 + 4 \times 24}{5 + 2 + 3 + 1 + 4} =$$

EDD مقدار T_{\max} , L_{\max} را حداقل می کند .

$$\Rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \Rightarrow \begin{cases} \min L_{\max} \\ \min T_{\max} \end{cases} = 6$$

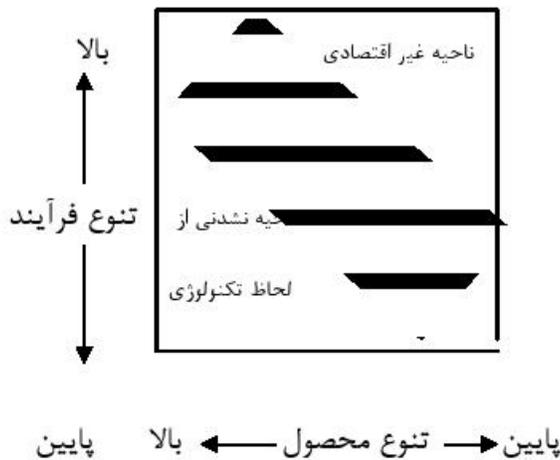


سیستم تولیدی JIT (Just In Time) (رویکرد تولید به موقع) :

- JIT نوعی فلسفه تولیدی است با یک هدف بسیار ساده ، یعنی : اقلام مورد نیاز را با کیفیت مورد نیاز و به مقدار مورد نیاز و دقیقاً در زمان مورد نیاز تولید کنید .

- اهداف رویکرد JIT :

- معیوبی صفر
- زمان آماده سازی صفر (زمان برپایی)
- موجودی صفر
- جابجایی یا حمل و نقل صفر - از کارافتادگی صفر
- زمان پیشبرد صفر
- اندازه انباشته یک



- تطابق ماهانه / تطابق روزانه

هر ماه = 20 روز کاری
هر روز = 8 ساعت

ساعتی	روزانه	ماهانه	نوع محصول
6	60	1200	A
2	20	400	B
8	80	1600	C
2	20	400	D
3	30	600	E
3	30	600	F
24 در هر 48 دقیقه	240 در هر روز	4800 در هر ماه	تقاضا

- تولید مختلط :

AAAAAABBCCCCCCCCDDEEEFFF

یا

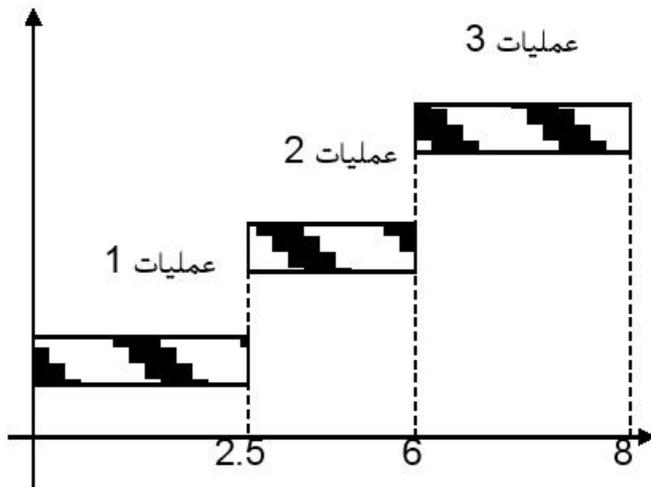
ACAECFBCACDAEFCBCADCFEAC → بشرطی که زمان آماده سازی صفر باشد

- تکنیک های کاهش زمان پیشبرد :

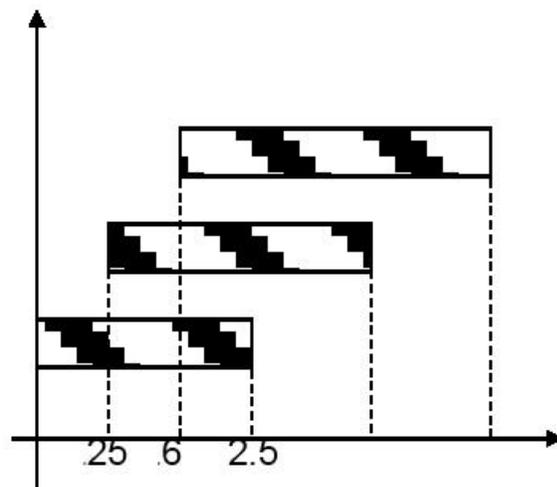
زمان آماده سازی	زمان فرآیند	زمان حمل و نقل	زمان صف
-----------------	-------------	----------------	---------

- کاهش زمان صف :

- دسته انتقالی - دسته فرآیندی



دسته فرآیندی = دسته انتقالی = 10



دسته فرآیندی = 10

دسته انتقالی = 1

- منابع تولیدی :

- نیروی کار انعطاف پذیر

- تجهیزات انعطاف پذیر



- جنبه های کنترل کیفی JIT :

- چراغ قرمز : ماشین با مشکل مواجه شده است

- چراغ سفید : پایان عملیات تولید

- چراغ سبز : عدم انجام کار به واسطه کمبود مواد

- چراغ آبی : قطعه معیوب

- چراغ زرد : نیازمند آماده سازی

- انواع عملیات تولیدی :

- عملیات تجزیه ای

- عملیات ترتیبی

- عملیات ترکیبی

- کارت های کانبان :

- کانبان های برداشت :

فرآیند پیش نیاز : عملیات فریم فرآیند بعدی : مونتاز	شماره قفسه : A 61 شماره قلم : P - 447 نام قلم : فریم صندلی B	
شماره صدور	نوع جعبه	ظرفیت جعبه
3/4	A	10

فرآیند پیش نیاز : عملیات فریم	شماره قفسه : 22A شماره قلم : P - 447 نام قلم : فریم خام
----------------------------------	---

- کانبان های تولید :

- نحوه کارکرد (استفاده) از کانبان های برداشت و تولید :

شکل های 11-13 تا 16-13 صفحه 343 تا 345

OPT (تکنولوژی تولید بهینه) (Optimized Production TechnoLogy) :

TOC (تکنولوژی محدودیت ها) (Theory Of Constraints)

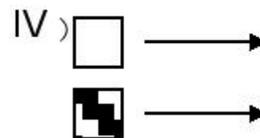
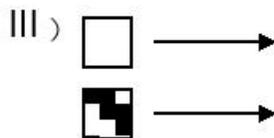
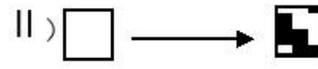
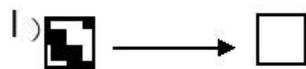
رویکرد OPT کسب پول است و تمامی فعالیت های شرکت وسیله ای برای رسیدن به این هدف می باشد .

گلوگاه :

نقطه یا محل انباشتی که مقدار محصول قابل تولید توسط کارخانه را پایین نگه می دارد را گلوگاه گویند ، گاه می توان در

جریان عبوری ، منابع ، ماشین آلات و ... باشد .

انواع ارتباطات میان گلوگاه و غیر گلوگاه :



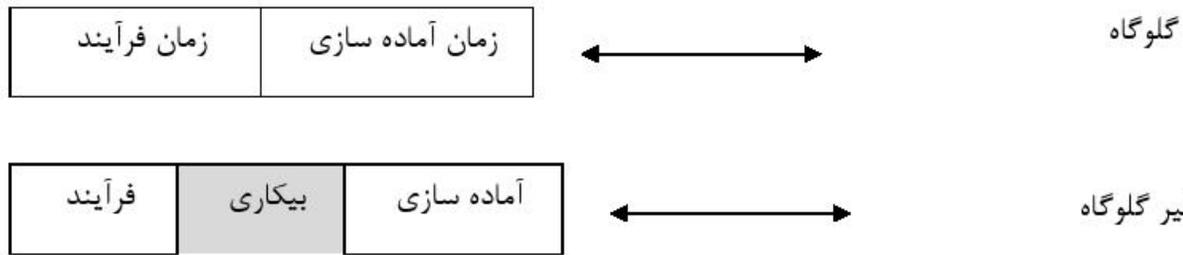
- قاعده 1 : سطح راندمان غیر گلوگاه نه به واسطه توان بالقوه آن بلکه توسط برخی محدودیت سیستم تعیین می گردد .

- قاعده 2 : راندمان (کارآیی) (یعنی نرخ به کارگیری یا حجم کار انجام شده) و اثر بخشی (یعنی نرخ کار ساز بودن یا

ثمره کار انجام شده) برای یک منبع مترادف یکدیگر نیستند .



- زمان های آماده سازی :



- قاعده 3 : یک ساعت از دست رفته در گلوگاه معادل یک ساعت از دست رفته در کل سیستم است .

- قاعده 4 : صرفه جویی زمان در یک منبع غیر گلوگاهی کاری واهی است .

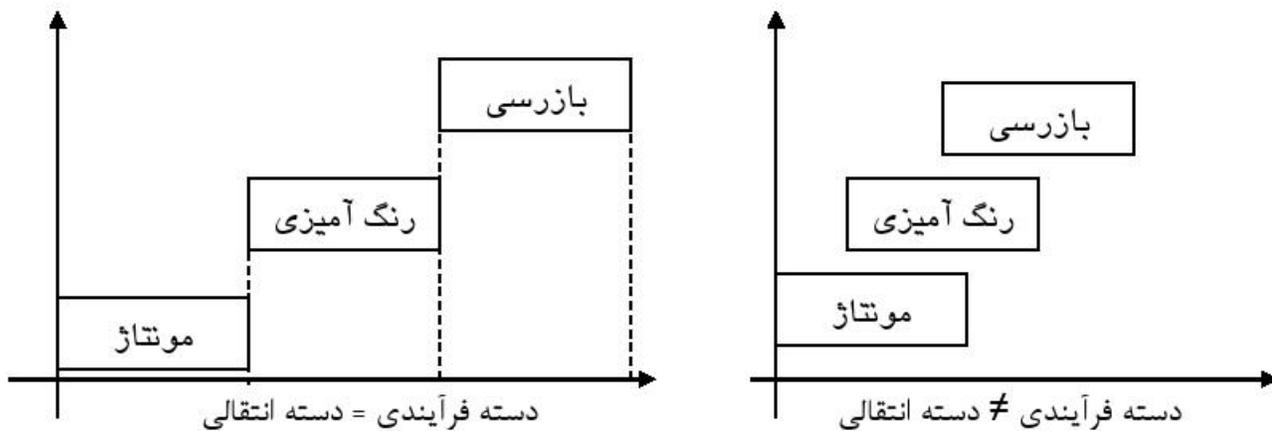
- قاعده 5 : گلوگاه ها در سیستم هدایت کننده سطح خروجی و موجودی می باشند .

- اندازه انباشته ها :

- دسته انتقالی

- دسته فرآیندی

- قاعده 6 : دسته انتقالی ممکن است و البته در اغلب اوقات بهتر است با دسته فرآیندی برابر نباشد .



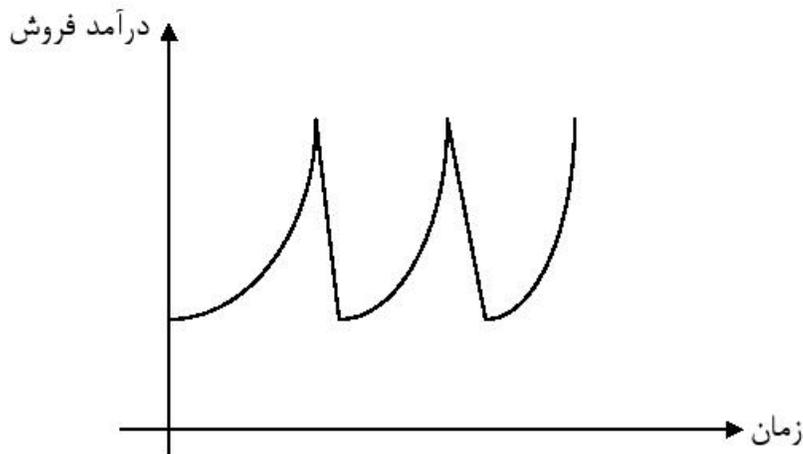
- قاعده 7 : دسته فرآیندی باید متغیر باشد و نه ثابت .

- زمان پیشبرد و اولویت ها :

- زمان پیشبرد = زمان فرآیند هر واحد × اندازه انباشته + زمان صف + زمان آماده سازی + زمان حمل و نقل

- زمان های پیشبرد واقعی ثابت نیستند .

- زمان پیشبرد از قبل معین نیستند، بلکه وابسته به ترتیب موجود در منابع با ظرفیت محدود یا گلوگاه ها می باشند .
- زمان های پیشبرد و قطعی نمی توانند مشخص شوند مگر این که ظرفیت نیز در نظر گرفته شود .
- قاعده 8 : ظرفیت و اولویت بایستی به طور همزمان در نظر گرفته شوند و نه به صورت متوالی .
- انتظار از بالانس بار کاری :
- قاعده 9 : جریان را بالانس کنید نه ظرفیت را .
- پدیده چوب گلف :



- قاعده 10 : مجموع بهینه های محلی ، برابر بهینه کل نیست .
- مثال : زمان فعالیت های قابل انجام بر روی یک کالا به صورت زیر است .



مرکز 2 گلوگاه است .

- مثال : می خواهیم دو نوع کالای A , B به اندازه انباشته 100 واحد و با زمان فرآیند 35. برای هر یک تولید نماییم .
- اگر تولید این دو نوع کالا بر روی دو مرکز (دو ماشین) جدا انجام گیرد ، زمان پیشبرد هر یک چقدر است ؟ چنانچه فقط

یک مرکز (ماشین) جهت کاری موجود باشد زمان پیشبرد چقدر است ؟



زمان پیشبرد A : ساعت $35 = 100 \times .35$: در حالت دو ماشین

زمان پیشبرد B : ساعت $35 = 100 \times .35$

$35 =$ زمان پیشبرد A \rightarrow B دوم ، A اول : در حالت یک ماشین

$70 =$ زمان پیشبرد B

$70 =$ زمان پیشبرد A \rightarrow B دوم ، A اول

$35 =$ زمان پیشبرد B

- مثال : اگر یک سفارش برای تولید 100 واحد کالای B در ابتدای هفته اول دریافت شده باشد و می بایست تا پایان هفته

تحويل دهیم ، با در نظر گرفتن زمان فرآیند .

جداول و نمودارهای زیر وضعیت برنامه ریزی به صورت MRP و OPT نشان می دهد .

B

شرح	مونتاز	رنگ آمیزی	بازرسی
زمان آماده سازی	.5	.75	.5
زمان فرآیند	.25	.35	.2
زمان اپراتور	.25	.35	.2
زمان حمل	1	1	1
(بر حسب ساعت)			

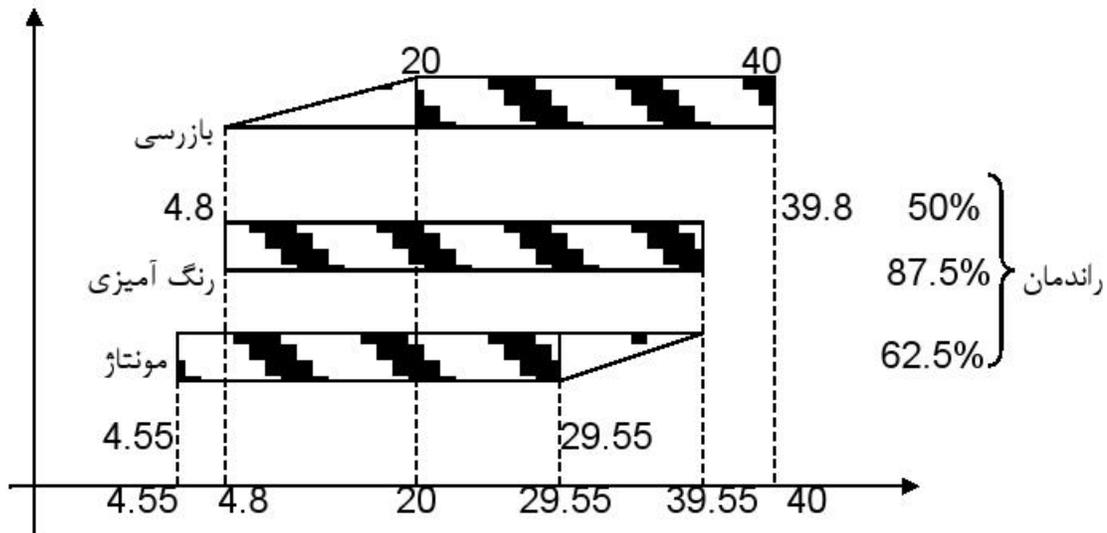


زمان فرآیند برای کل سفارش
 مرکز زمان

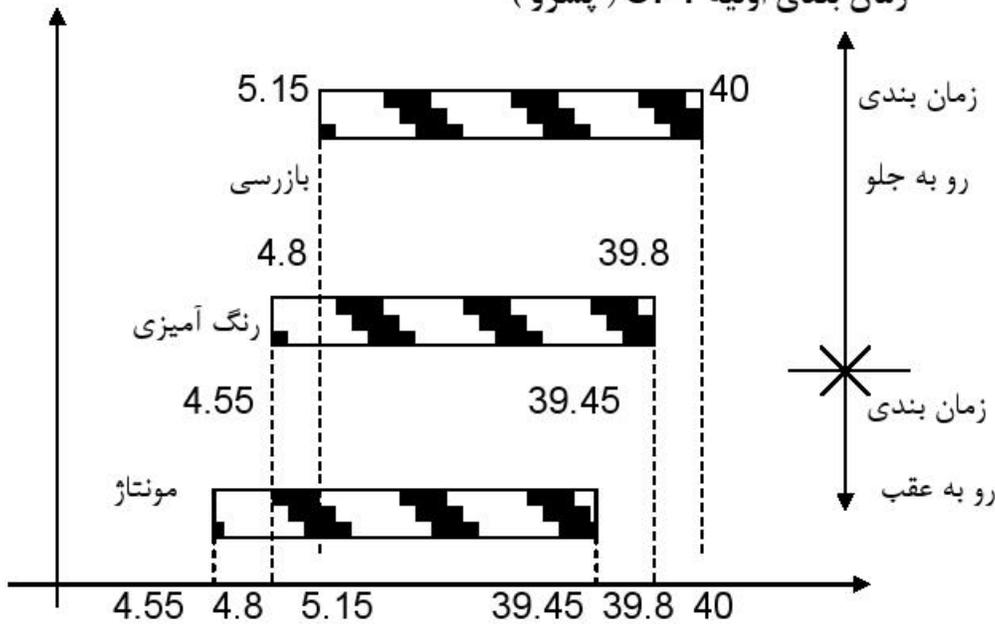


مونتاژ	25 ساعت
رنگ آمیزی	35 ساعت
بازرسی	20 ساعت

زمان بندی MRP



زمان بندی اولیه OPT (پسرو)

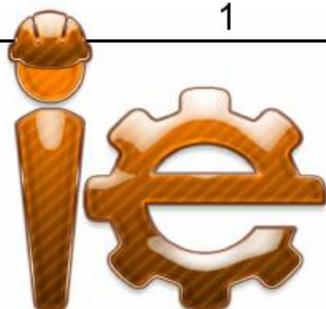


زمان بندی نهایی OPT

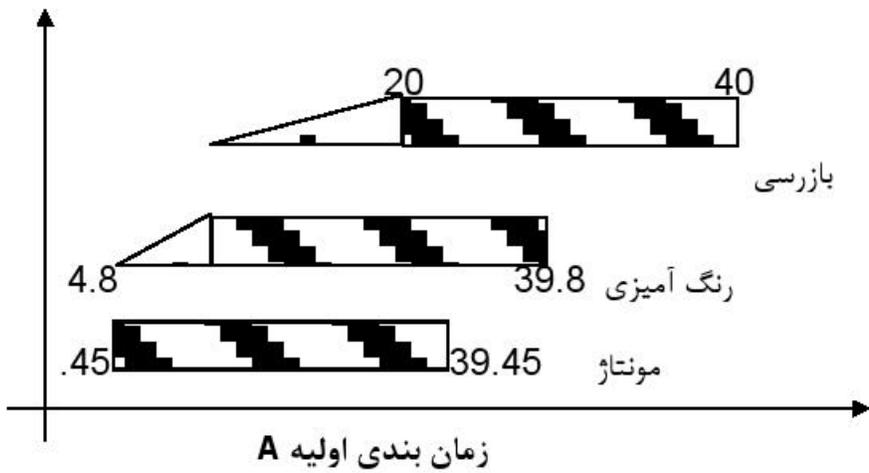
مثال :

کالای A

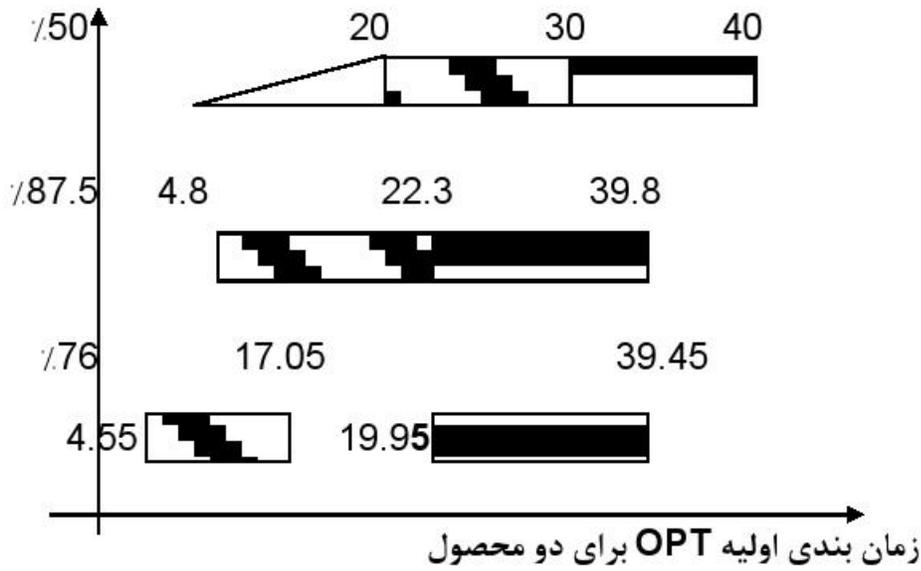
شرح	مونتاژ	رنگ آمیزی	بازرسی
زمان آماده سازی	.5	.75	.5
زمان فرآیند	.39	.35	.2
زمان اپراتور	.39	.35	.2
زمان حمل	1	1	1



زمان بندی برای سفارش 100 کالای A:



- مثال: اگر هر دو محصول A و B و هر کدام با اندازه انباشته 50 واحد باشند، زمان بندی های OPT را انجام دهید.



مثال : اندازه انباشته = 100 کالا

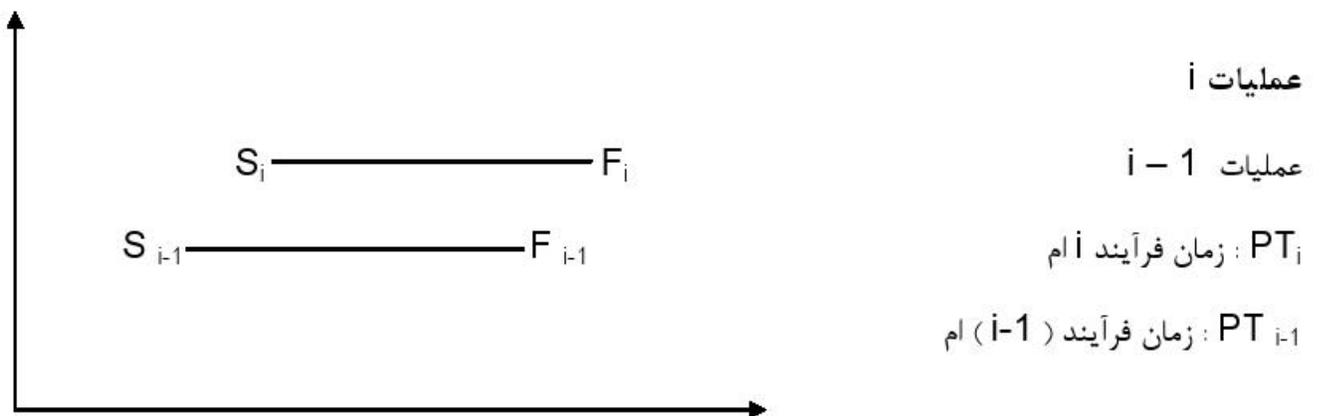
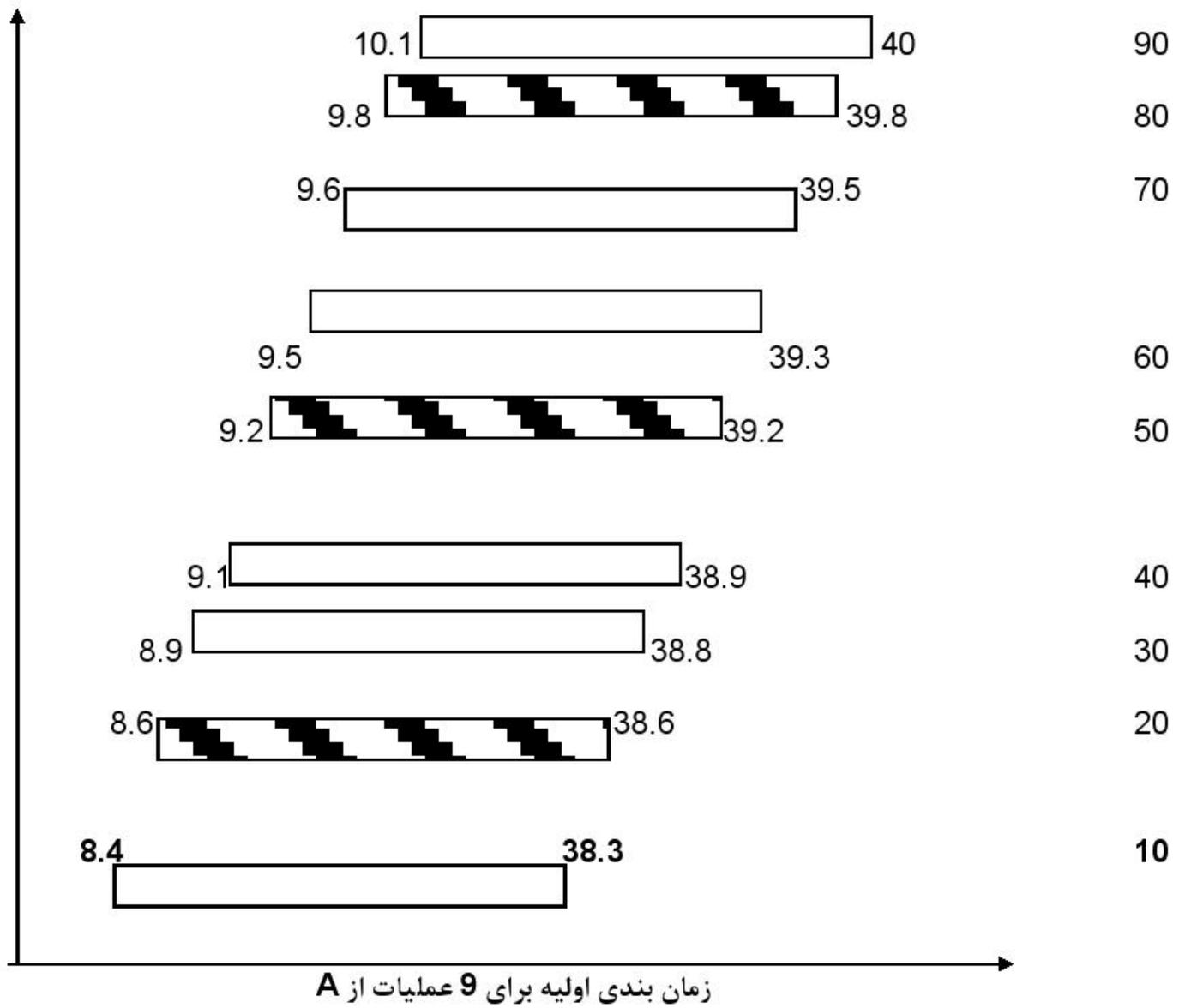
محصول A

90	80	70	60	50	40	30	20	10	عملیات
.2	.3	.2	.7	.3	.1	.2	.3	.2	فرآیند

محصول B

90	80	70	60	50	40	30	20	10	50% عملیات
.2	.35	.25	.15	.4	.08	.15	.3	.2	فرآیند





اگر طول هر فعالیت برابر با (زمان فرآیند * اندازه انباشته) شود آن فعالیت گلوگاه است .

$$\begin{cases} f_{i-1} = f_i - pt_i \\ s_{i-1} = s_i - pt_{i-1} \end{cases}$$

- تمرین : برای کالای B به تنهایی و با اندازه انباشته 100 و همچنین برای A و B با هم و با اندازه انباشته 50 واحد برای هر یک زمان بندی را انجام دهید .

سلامتی و تحمیل در فرج آقا امام زمان (عج) صلوات

