WWW.20FILE.ORG

فصل ۱۲- برنامه‌ریزی تأمین مواد

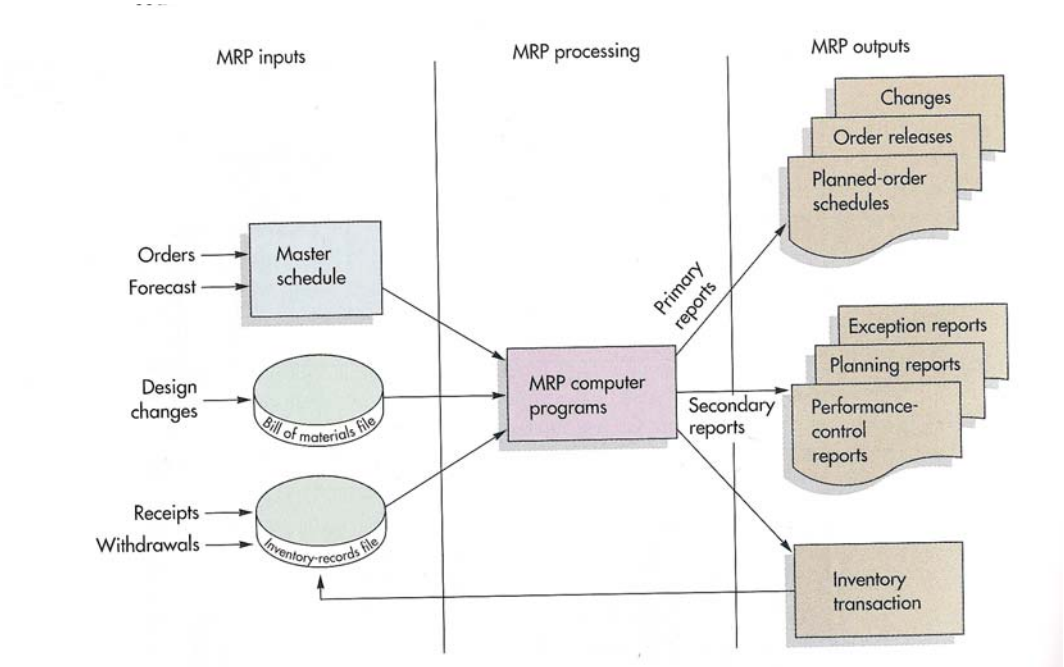
- ✓ برنامه اصلی تولید
- ✓ لیست قطعات
- ✓ سیستم MRP
- ✓ پویایی سیستم MRP
- ✓ حفاظ زمانی
- ✓ تعیین اندازه دسته‌ها در سیستم MRP
- ✓دسته به میزان موردنیاز
- ✓روش EOQ
- ✓روش Blancing Part Piriod (PPB)

WWW.20FILE.ORG

برنامه‌ریزی تأمین مواد

Material Requirements Planning (MRP)

برنامه‌ریزی تأمین مواد (MRP) یک سیستم اطلاعاتی برنامه‌ریزی برای سفارش ساخت و تولید قطعات و سفارش مواد اولیه برای محصولات نهایی در برنامه اصلی تولید (Master production Schedule) است. در سیستم MRP، سفارش محصولات نهایی با توجه به اقلام مصرفی (Bills Of Material) و زمان تولید آنها به برنامه سفارش ساخت و تولید تبدیل می‌شود. شمای کلی سیستم MRP و ورودی‌ها و خروجی‌های آن در شکل ۱-۱۲ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۲ شمای کلی سیستم MRP

UP

WWW.20FILE.ORG

برنامه اصلی تولید (Master Production Schedule: MPS)

برنامه اصلی تولید (Master Production Schedule: MPS) یکی از ورودی‌ها اصلی سیستم MRP است. برنامه اصلی تولید، برنامه هفتگی یا ماهانه تولید محصولات مختلف یک شرکت را با توجه به برنامه جمعی تولید سالانه (Aggregate production plan) آنها را نشان می‌دهد. برنامه اصلی تولیدنمونه ایی یک شرکت در جدول ۱-۱۲ نشان داده شده است. توجه داریم که مجموع برنامه تولید ماهانه محصولات مختلف تولیدی هر شرکت مساوی برنامه تولید جمعی ماهانه آن است.

در سیستم MRP با استفاده ازاطلاعات برنامه اصلی تولید و ساختار محصول، نسبت به تنظیم برنامه ساخت قطعات و برنامه سفارش قطعات و مواد مصرفی اقدام می‌شود.

جدول ۱-۱۲ برنامه اصلی تولید

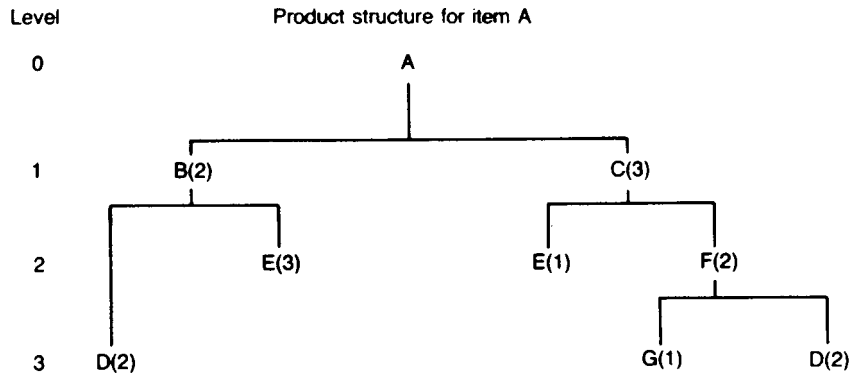
Months	January				February			
Aggregate Production Plan (Shows the total quantity of amplifiers)	1,500				1,200			
Weeks	1	2	3	4	5	6	7	8
Master Production Schedule (Shows the specific type and quantity of amplifier to be produced)								
240 watt amplifier	100		100		100		100	
150 watt amplifier		500		500		450		450
75 watt amplifier			300				100	

UP

WWW.20FILE.ORG

لیست قطعات (Bills of Materials)

لیست قطعات (Bills of Materials: BOM)، لیست کلیه قطعات و اقلام معرفی در محصول نهایی را نشان می‌دهد. لیست قطعات ساختار سلسله مراتبی ساخت و مونتاژ محصول نهایی را نشان می‌دهد. لیست قطعات مثال نمونه‌ایی محصول A در شکل ۲-۱۲ نشان داده شده است. در شکل ۲-۱۲ اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده تعداد قلم مورد نیاز برای ساخت محصول است. در شکل فوق قلم مصرفی D برای قطعه B، برای راحتی محاسبات MRP به جای سطح ۲ در سطح ۳ نشان داده شده است. در MRP نمایش اقلام مصرفی در پایین‌ترین سطح ممکنه به کدگذاری در پایین‌ترین سطح (Low Level Coding) معروف است.



شکل ۲-۱۲ ساختار درختی محصول A

UP

انواع لیست قطعات

Modular Bills: ساختار درختی محصول با توجه به Module های اصلی تولید در شرکت را نشان می‌دهد. در بعضی از شرکت‌ها مجموعه اقلام هم‌خانواده به صورت Module های اصلی تولید در نظر گرفته شده و از ترکیب آنها محصولات متنوع تولیدی ارائه می‌شود.

WWW.20FILE.ORG

Planning Bill: ساختار محصول با توجه به کیت‌های (kit) معرفی شده از خانواده اقلام مصرفی برای بخش تولید را نشان می‌دهد. کیت‌های مرکب از خانواده اقلام مصرفی معمولاً برای سهولت در برنامه‌ریزی تولید تدوین می‌شوند.

Phantom Bills: لیست اقلام و قطعات مصرفی در خطوط مونتاژ را به صورت مجازی نشان می‌دهد. اقلام فوق مستقیماً از مونتاژ قبلی به مونتاژ بعدی منتقل شده و هیچگونه انبار و نگهداری در مورد آنها انجام نمی‌شود. نام‌گذاری و کدگذاری اقلام فوق در ساختار محصول فقط جهت توجه خاص به عملیات مربوط به آنها است.

UP

سیستم MRP

در سیستم MRP با توجه ساختار درختی محصول (BOM)، زمان ساخت قطعات (Lead times: LT) و وضعیت موجودی اقلام و سفارش‌های انجام شده، به صورت عقب‌گرد از روی برنامه اصلی تولید (MPS) نسبت به تعیین برنامه ساخت و تولید اقلام مورد نیازاقدام می‌شود. مثال نمونه‌ایی رکوردهای MRP برای تقاضای ۵۰ واحد محصول A در هفته هشتم در برنامه اصلی تولید در شکل ۳-۱۲ نشان داده شده است. موجودی اقلام و زمان ساخت آنها بصورت جدول۲-۱۲ است.

جدول۲-۱۲ موجودی اقلام و زمان ساخت آنها

قلم	موجودی	زمان ساخت (هفته)
A	۱۰	۱
B	۱۵	۲
C	۲۰	۱
D	۱۰	۱
E	۱۰	۲
F	۵	۳
G	۰	۲

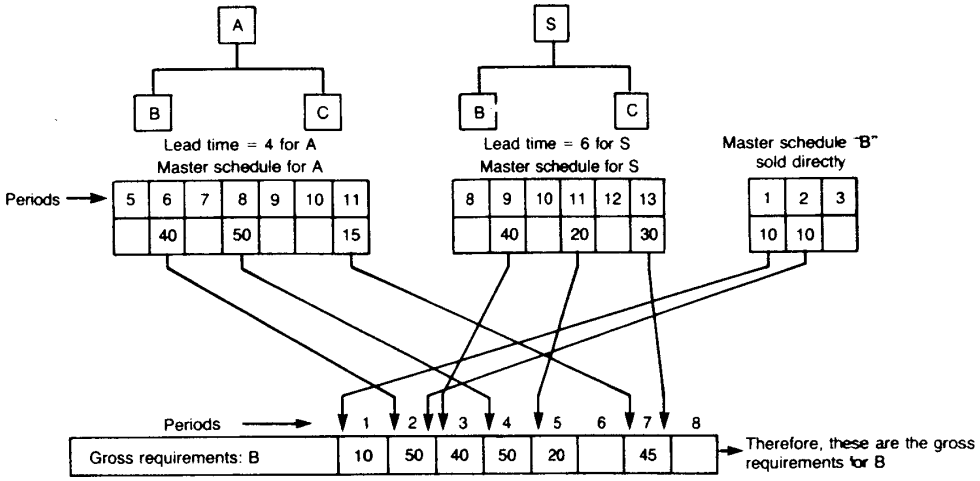
WWW.20FILE.ORG

Lot Size	Lead Time (weeks)	On Hand	Safety Stock	Allo-cated	Low-Level Code	Item Identi-fication		Week 1	2	3	4	5	6	7	8
Lot-for-Lot	1	10			0	A	Gross Requirements								50
							Scheduled Receipts								
							Projected On Hand 10	10	10	10	10	10	10	10	10
							Net Requirements								40
							Planned Order Receipts								40
							Planned Order Releases							40	
Lot-for-Lot	2	15			1	B	Gross Requirements							80^A	
							Scheduled Receipts								
							Projected On Hand 15	15	15	15	15	15	15	15	
							Net Requirements							65	
							Planned Order Receipts						65		
							Planned Order Releases					65			
Lot-for-Lot	1	20			1	C	Gross Requirements							120^A	
							Scheduled Receipts								
							Projected On Hand 20	20	20	20	20	20	20	20	
							Net Requirements							100	
							Planned Order Receipts							100	
							Planned Order Releases						100		
Lot-for-Lot	2	10			2	E	Gross Requirements					130^B	200^C		
							Scheduled Receipts								
							Projected On Hand 10	10	10	10	10	10			
							Net Requirements					120	200		
							Planned Order Receipts					120	200		
							Planned Order Releases			120	200				
Lot-for-Lot	3	5			2	F	Gross Requirements						200^C		
							Scheduled Receipts								
							Projected On Hand 5	5	5	5	5	5	5		
							Net Requirements						195		
							Planned Order Receipts						195		
							Planned Order Releases			195					
Lot-for-Lot	1	10			3	D	Gross Requirements			390^F		130^B			
							Scheduled Receipts								
							Projected On Hand 10	10	10	10					
							Net Requirements			380		130			
							Planned Order Receipts			380		130			
							Planned Order Releases		380		130				
Lot-for-Lot	2	0			3	G	Gross Requirements			195^F					
							Scheduled Receipts								
							Projected On Hand			0					
							Net Requirements			195					
							Planned Order Receipts			195					
							Planned Order Releases	195							

شکل ۳-۱۲ رکوردهای MRP برای محصول A

در سیستم MRP برنامه سفارش و ساخت و تولید اقلام مختلف به توجه به مصرف آنها در مونتاژ محصولات مختلف و فروش مستقیم آنها قابل تنظیم است. مثال نمونه‌ایی آن ، تقاضای ناخالص قطعه B که در مونتاژ محصولات نهایی A,S بکار رفته و فروش مستقیم نیز برای آن در نظر گرفته شده، در شکل ۳-۱۲ نشان داده شده است.

WWW.20FILE.ORG



شکل ۳-۱۲ تقاضای ناخالص برای سفارش‌های مختلف

UP

پویایی سیستم MRP

سیستم MRP یک سیستم ثابت نبوده و به راحتی در آن تغییردر سفارش مشتری، تغییردر برنامه تولید به خاطر کمبود مواد و خرابی احتمالی ماشین‌ها و تغییر در طرح محصول قابل اعمال است. در سیستم MRP کلیه تغییرات فوق از طریق اجرای دوره‌ایی سیستم (Regeneration Approach) برای کلیه محصولات و زیرمجموعه آنها و یا انجام فوری تغییرات در زمان وقوع آنها برای محصول موردنظر و اقلام متأثر از آن (Net Change Approach) قابل اعمال است.

توجه داریم که در کاربرد عملی سیستم‌های MRP بسیاری از شرکت‌ها تغییرات جزئی برنامه‌ایی را نادیده گرفته و تمایلی به اعمال آنها در برنامه MRP ندارند. تغییرات جزیی و مکرر در میزان سفارش مشتری، طرح محصول و تغییر ظرفیت بخش ها باعث عصبیت و بهم خوردگی کارکرد سیستم MRP (System nervousness) شده و باید از آن اجتناب شود. یکی از وظایف مهم مدیران عملیات جلوگیری و کاهش از عصبیت‌های فوق از طریق ارزیابی نیازها

WWW.20FILE.ORG

برای تغییرات فوق و تأثیر تغییرات فوق بر سایر بخش‌های تولیـد اسـت. بـرای جلـوگـیری و کاهش عصبیت‌های سیستم MRP از ابزارهای زیر می‌توان کمک گرفت.

UP

۱- حفاظ زمانی

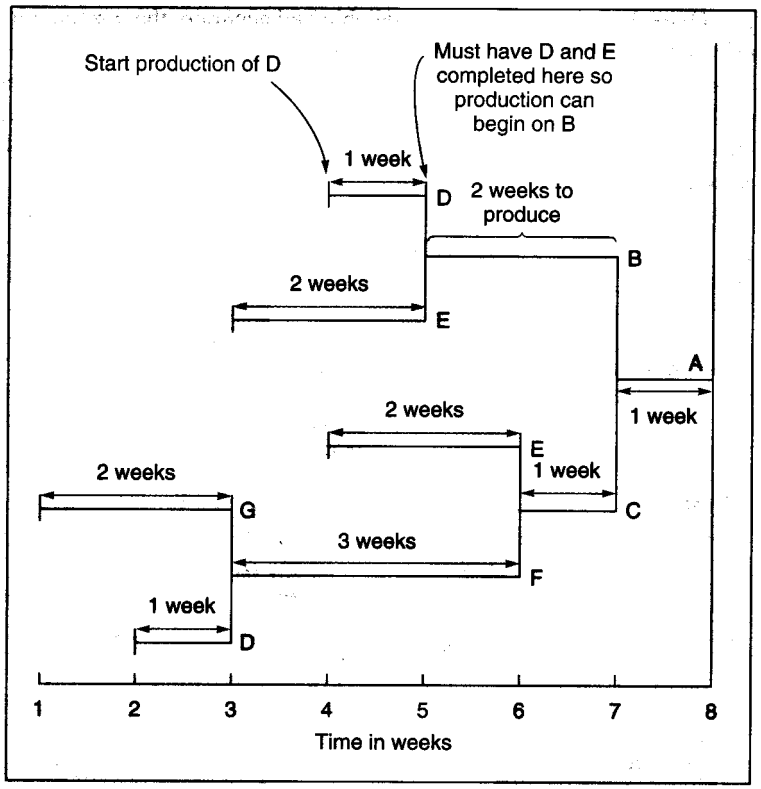
حفاظ زمانی (Time fence)، بخشی از برنامه اصلی تولید (MPS) که ثابت فرض شده و تغییر در آن مجاز نمی‌باشد، است. در سیستم MRP حفاظ زمانی برای هر محصول مسـاوی حداقـل زمان لازم برای تکمیل آن در ساختار زمانی تکمیل محصول نهایی است.

به عنوان یک مثال نمونه ایی، اگر لیسـت قطعـات و زمـان تحویـل (LT) هـر یـک از قطعـات محصول A به صورت جدول ۳-۱۲ باشد، در این صورت زمان تحویل محصول مطابق نمـودار ساختار زمانی شکل ٤-۱۲ مساوی ۸ هفته است. بنابراین در رکوردهـای MRP حفـاظ زمـانی برای محصول A حداقل مساوی ۸ هفته بوده و در رکوردهای MRP امکـان تغیـیری سـفارش محصول فوق برای ۸ هفته اول میسر نخواهد بود.

جدول ۳-۱۲ قطعات مصرفی در محصول A و زمان تحویل آنها

Component	Lead Time
A	1 Weak
B	2 Weak
C	1 Weak
D	1 Weak
E	2 Weak
F	3 Weak
G	2 Weak

WWW.20FILE.ORG



شکل ٤-١٢ زمان تکمیل محصول A

UP

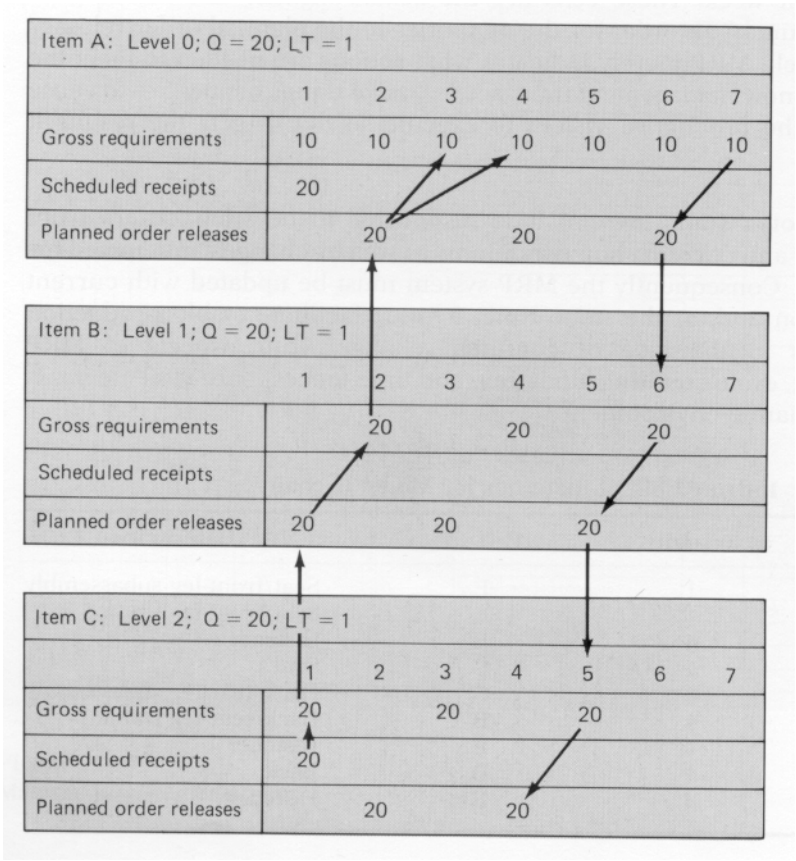
٢- Pegging

pegging یک روش پیگیری تغییرات سلسله مراتبی در رکورهای MRP است. مثال نمونه‌ایی Pegging رکوردهای MRP در شکل ٥-١٢ نشان داده شده است. در مثال نمونه‌ایی شکل ٥-١٢ اگر برنامه تحویل ٢٠ قطعه C در هفته اول به دلیل خرابی ماشین یا کسری مواد اولیه میسر نشود، در این صورت برنامه سفارش ٢٠ قطعه B در هفته اول و ٢٠ قطعه A در هفته دوم باید حذف شده و رکورهای MRP فوق مورد بازنگری قرار گیرد.

به صورت مشابه اگر در هفته هفتم سفارش محصول A از ١٠ واحد به ٢٠ واحد افزایش یابد، در این صورت برنامه سفارش اقلام وابسته به A نیز باید به صورت سلسله‌مراتبی مورد تجدید

WWW.20FILE.ORG

نظر قرار گرفته و اصلاحات لازمه در آن انجام شود. در MRP به تجدید نظرکوردها از بالا بـه پایین و یا از پایین به بالا Pegging گویند.



شکل ۵-۱۲ Pegging رکوردهای MRP

UP

تعیین اندازه دسته‌ها در سیستم MRP (Lot Sizing Techniques)

تعیین اندازه دسته‌های سفارش ساخت و تولید در سیستم MRP بـه یکـی از روش‌هـای زیـر امکان‌پذیر است.

WWW.20FILE.ORG

دسته به میزان مورد نیاز (Lot for Lot)

در روش دسته به میزان مورد نیاز (Lot – for – lot)، انـدازه دسـته‌های سـفارش شـده دقیقـاً مساوی تقاضای خالص در هفته‌های مختلف با توجه زمان تحویل آنها است. مثـال نمونـه ایـی اندازه، دسته به میزان مورد نیاز برای یک رکورد MRP در جدول ٤-١٢ نشان داده شده است.

جدول ٤-١٢ اندازه دسته به میزان مورد نیاز در MRP

MRP Lot-Sizing Problem: Lot-for-Lot Technique

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gross Requirements		35	30	40	0	10	40	30	0	30	55
Scheduled Receipts											
Projected on Hand	35	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Requirements		0	30	40	0	10	40	30	0	30	55
Planned Order Receipts			30	40		10	40	30		30	55
Planned Order Releases		30	40		10	40	30		30	55	

Holding costs = $1/unit/week; setup cost = $100; gross requirements average per week = 27; lead time = 1 week.

در جدول ٤-١٢ زمان تحویل سفارش مساوی یک هفته بوده هزینه هر بار سفارش ١٠٠ دلار و هزینه نگهداری هر واحد کالا در انبار برای هر هفته ١ دلار است. هزینه کل سفارش و انبـار در جدول ٤-١٢ با توجه ٧ مرتبه سفارش مساوی ٧٠٠=١٠٠×٧ دلار است.

UP

٢- روش EOQ

انـدازه دسـته‌های در روش EOQ مسـاوی انـدازه اقتصـادی دسـته هـا (Q^*) اسـت. در مثـال نمونه‌ایی جدول ٤-١٢ با توجه به هزینه سفارش ١٠٠ دلار و هزینه نگهداری ١ دلار بـرای هـر واحد محصول در هفته، و متوسط تقاضای هفتگی $\frac{270}{10} = 27$ واحـد محصـول، مقـدار بهینـه سفارش بصورت زیر است.

WWW.20FILE.ORG

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

$D = 27 * 52 = 1404$ تقاضا سالانه

$S = 100$ هزینه سفارش دهی

$H = 1 * 52 = 52$ هزینه نگهداری

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times 1404 \times 100}{52}} = 73$$ واحد محصول

$$TC = \frac{Q^*}{2} H + \frac{D}{Q^*} S$$

$$= \frac{73}{2} \times 52 + \frac{1404}{73} \times 100 = 3.798$$ هزینه کل سالانه

هزینه کل سفارش و نگهداری در برنامه فوق مساوی $730 = 3798 \times \frac{10}{52}$ دلار است. سفارشها درمثال MRP اخیر در جدول ۵-۱۲ نشان داده شده است.

جدول ۵-۱۲ اندازه دسته به روش EOQ در MRP

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gross Requirements		35	30	40	0	10	40	30	0	30	55
Scheduled Receipts											
Projected on Hand	35	35	0	43	3	3	66	26	69	69	39
Net Requirements		0	30	0	0	7	0	4	0	0	16
Planned Order Receipts			73			73		73			73
Planned Order Releases		73			73		73			73	

Holding costs = $1/unit/week; setup cost = $100; gross requirements average per week = 27; lead time = 1 week.

در جدول ۵-۱۲ هزینه سفارش با توجه به ٤ مرحله سفارش، مساوی ٤٠٠=١٠٠×٤ دلار است از طرف دیگر در جدول فوق مجموع اقلام نگهداری شده در انبار در هفته‌های مختلف ۳۷۵ واحد محصول بوده که هزینه نگهداری آن مساوی ۳۷۵=۱×۳۷۵ دلار است. مجموع هزینه سفارش و نگهداری در جدول فوق مساوی ۷۷۵=۳۷۵+٤٠٠ دلار است. توجه داریم که اختلاف هزینه کل ۷۷۵ دلار اخیر و هزینه کل ۷۳۰ دلار مربوط به روش Q^* مربوط به استفاده نسبت ۱۰ هفته از ۵۲ هفته هزینه کل سفارش و نگهداری سالانه است.

UP

WWW.20FILE.ORG

۳- روش Part Period Balancing (PPB)

در این روش اندازه دسته سفارش با توجه به تعادل بین هزینه نگهداری محصول در انبار و هزینه سفارش‌دهی انجام می‌شود. در این روش تعداد دوره‌هایی که تقاضای خالص آنها به صورت جمعی سفارش می‌شود از طریق مقایسه هزینه نگهداری آنها و معیار زیر تعیین می‌شود.

$$\text{Economic Part Period (EPP)} = \frac{\text{هزینه سفارش}}{\text{هزینه نگهداری}}$$

در روش PPB تقاضای خالص دوره ها آنقدر در هم ادغام شده و در یک مرحله سفارش می‌شوند که هزینه نگهداری آنها نزدیکترین عدد به مقدار معیار EPP باشد. در مثال نمونه‌ایی جدول ٤-١٢، معیار EPP با توجه به هزینه سفارش ١٠٠ دلار و هزینه نگهداری هفتگی ١ دلار برای هر واحد کالا مساوی $\frac{100}{1}=100$ دلار است. محاسبات مربوط به تعیین اندازه دسته‌ها در مثال فوق در جدول ٦-١٢ نشان داده شده است.

جدول ٦-١٢ تعیین اندازه دسته از روش PPB

PPB Calculations

Periods Combined	Trial Lot Size (Cumulative Net Requirements)	Part Periods	Costs		
			Setup	Holding	Total
2	30	0	40 units held for 1 period = $40		
2, 3	70	$40 = 40 \times 1$	10 units held for 3 periods = $30		
2, 3, 4	70	40			
2, 3, 4, 5	80	$70 = 40 \times 1 + 10 \times 3$	100	+ 70	= 170
2, 3, 4, 5, 6	120	$230 = 40 \times 1 + 10 \times 3 + 40 \times 4$			
(Therefore, combine periods 2 through 5; 70 is as close to our EPP of 100 as we are going to get.)					
6	40	0			
6, 7	70	$30 = 30 \times 1$			
6, 7, 8	70	$30 = 30 \times 1 + 0 \times 2$			
6, 7, 8, 9	100	$120 = 30 \times 1 + 30 \times 3$	100	+ 120	= 220
(Therefore, combine periods 6 through 9; 120 is as close to our EPP of 100 as we are going to get.)					
10	55	0	100	+ 0	= 100
			300	+ 190	= 490

UP

WWW.20FILE.ORG

همانطور که در جدول ٦-١٢ دیده می‌شود با توجه مقادیر تقاضای خالص در هفته‌های مختلف امکان سفارش تقاضای خالص هفته دوم (٣٠ واحد محصول) با توجه به زمان تحویل یک هفته‌ایی در هفته اول ممکن بوده در این صورت کل سفارش فوق در هفت دوم مصرف شده و هزینه انبار آن صفر است. بصورت مشابه با توجه به زمان تحویل یک هفته‌ایی امکان ادغام تقاضای خالص هفته دوم وسوم موجود بوده، در اینصورت سفارش به میزان ٧٠= ٤٠+٣٠ واحد محصول در هفته دوم انجام شده وهزینه کل انبار برای تصمیم فوق مساوی ٤٠= ١×٤٠ دلار برای نگهداری سفارش ٤٠ واحد تقاضای خالص هفته سوم در هفته اول است .سفارش فوق به مدت یک هفته انبار شده و در هفته سوم مصرف می شود. به صورت مشابه امکان ادغام تقاضای خالص هفته‌های متوالی میسر بوده و هزینه انبارداری آنها محاسبه شده و اعداد فوق با معیار١٠٠= EPP دلار مقایسه شده و کوچکترین عدد نزدیک به آن تعیین می‌شود. در جدول ٦-١٢ هزینه‌های انبار برای ادغام تقاضای هفته دوم تا ششم محاسبه شده و هزینه انبار مربوط به سفارش جمعی هفته دوم تا پنجم ٧٠ دلار و هزینه انبار سفارش جمعی هفته دوم تا ششم ٢٣٠ دلار است.از آنجاکه هزینه انبار سفارش جمعی هفته دوم تا پنجم (٧٠ دلار) نسبت به هزینه سفارش جمعی هفته دوم تا ششم (٢٣٠ دلار) به معیار١٠٠= EPP دلار نزدیکتراست، لذا در هفته دوم به میزان تقاضای خالص جمعی هفته های دوم تا پنجم٨٠ (واحد محصول) سفارش می‌شود. تصمیم‌گیری برای تعیین میزان سفارش دوره سیستم و دوره‌های بعد از طریق ادغام تقاضای خالص دوره‌های فوق و مقایسه هزینه نگهداری آنها با معیار ١٠٠= EPP دلار انجام شده است. میزان بهینه سفارش‌ها در روش PPB و هزینه کل سفارش و نگهداری مثال نمونه‌ایی جدول ٦-١٢مساوی ٤٩٠= ١٩٠+١٠٠×٣ دلار است. برنامه سفارشها در حل نهایی روش PPB در جدول ٧-١٢ نشان داده شده است.

WWW.20FILE.ORG

جدول ۷-۱۲سفارشها در روش PPB

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gross Requirements		35	30	40	0	10	40	30	0	30	55
Scheduled Receipts											
Projected on Hand	35	35	0	50	10	10	0	60	30	30	0
Net Requirements		0	30	0	0	0	40	0	0	0	55
Planned Order Receipts			80				100				55
Planned Order Releases		80				100				55	

UP

هزینه کل سفارش و نگهداری در روشهای مختلف اندازه دسته ها در مثال نمونـــه ای MRP بصورت خلاصه در جدول۸-۱۲ نشان داده شده است. همـــانطور کـه در جـدول ۸-۱۲ دیده می شود هزینه کل سفارش و نگهداری در روش PPB به مراتب کمـــتر از روش EOQ و اندازه دسته به میزان مورد نیاز(Lot for Lot) در مثال نمونه ای است.

جدول ۸-۱۲ هزینه کل سفارش و نگهداری

Lot-for-Lot	$700
EOQ	$730
Part Period Balancing(PPB)	$490

UP