

۴

برنامه ریزی تولید

بخش چهارم
زمان بندی اصلی

هدف و سرخطها

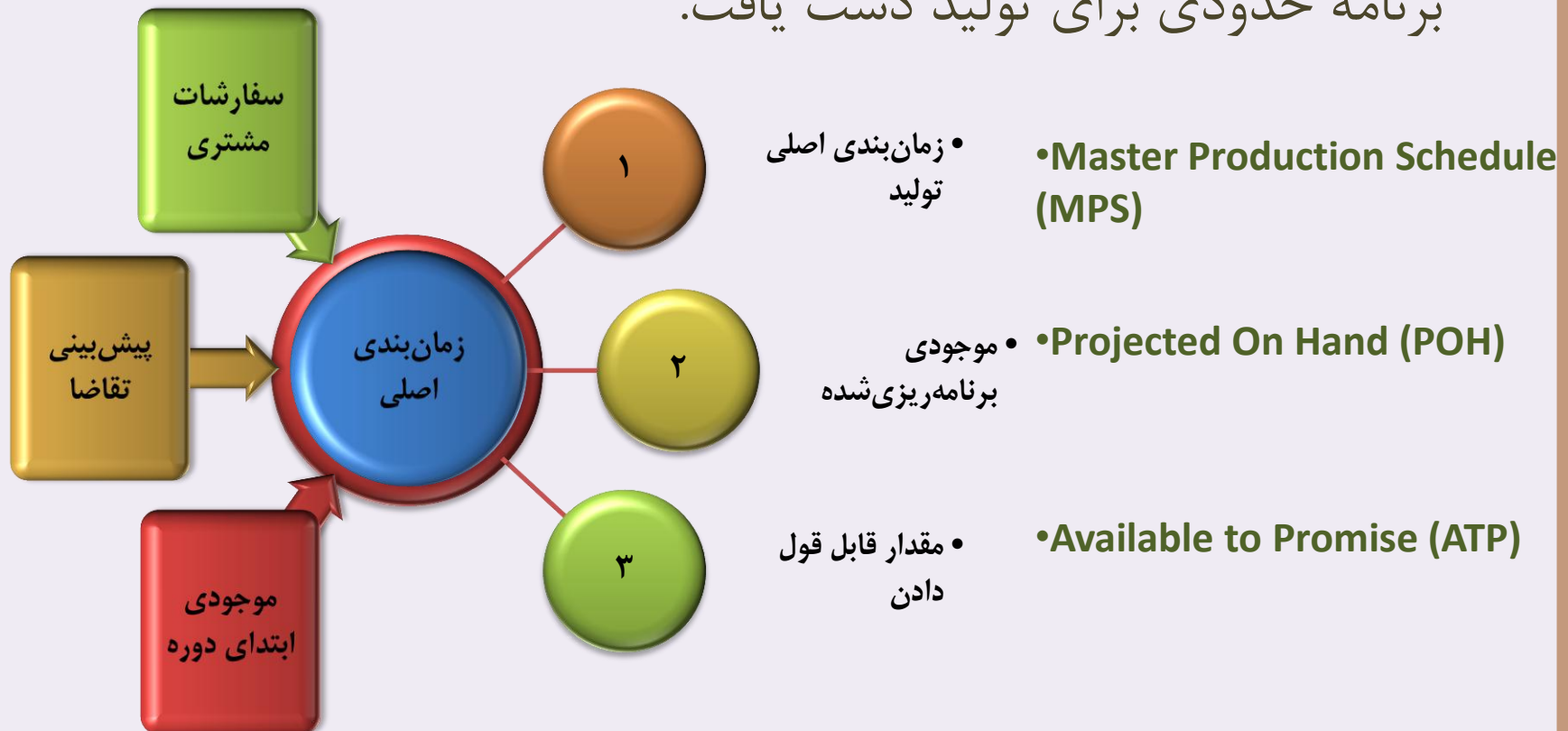
- آشنایی با زمان بندی اصلی،
- برنامه ریزی زمانی اصلی،
- برنامه ریزی سرانگشتی ظرفیت.

زمان بندی اصلی (Master Scheduling)

- زمان بندی اصلی به عنوان قلب برنامه ریزی و کنترل تولید مطرح است. این زمان بندی نشان می دهد که از تمام منابع چقدر مورد نیاز است تا تقاضاها در موعد مقرر برآورده شود. دوره MS معمولاً بر اساس هفته است.
- زمان بندی اصلی با بخشهای بازاریابی، برنامه ریزی ظرفیت، برنامه ریزی تولید، و توزیع تقاضا مرتبط است.
- شخص مسوول باید
 - تأثیر تقاضاهای جدید را ارزیابی کند،
 - تاریخ تحویل تقاضاها را تعیین کند،
 - تأثیر تأخیر در تولید یا تأخیر در تحویل اقلام خریداری شده را ارزیابی کند،
 - زمان بندی اصلی را در مواقع مورد نیاز مورد بازبینی قرار دهد، و
 - عدم وجود ظرفیتها را با عوامل بازاریابی و تولید در میان گذارد و تعارضها را برطرف کند.

ورودی و خروجی های زمان بندی اصلی

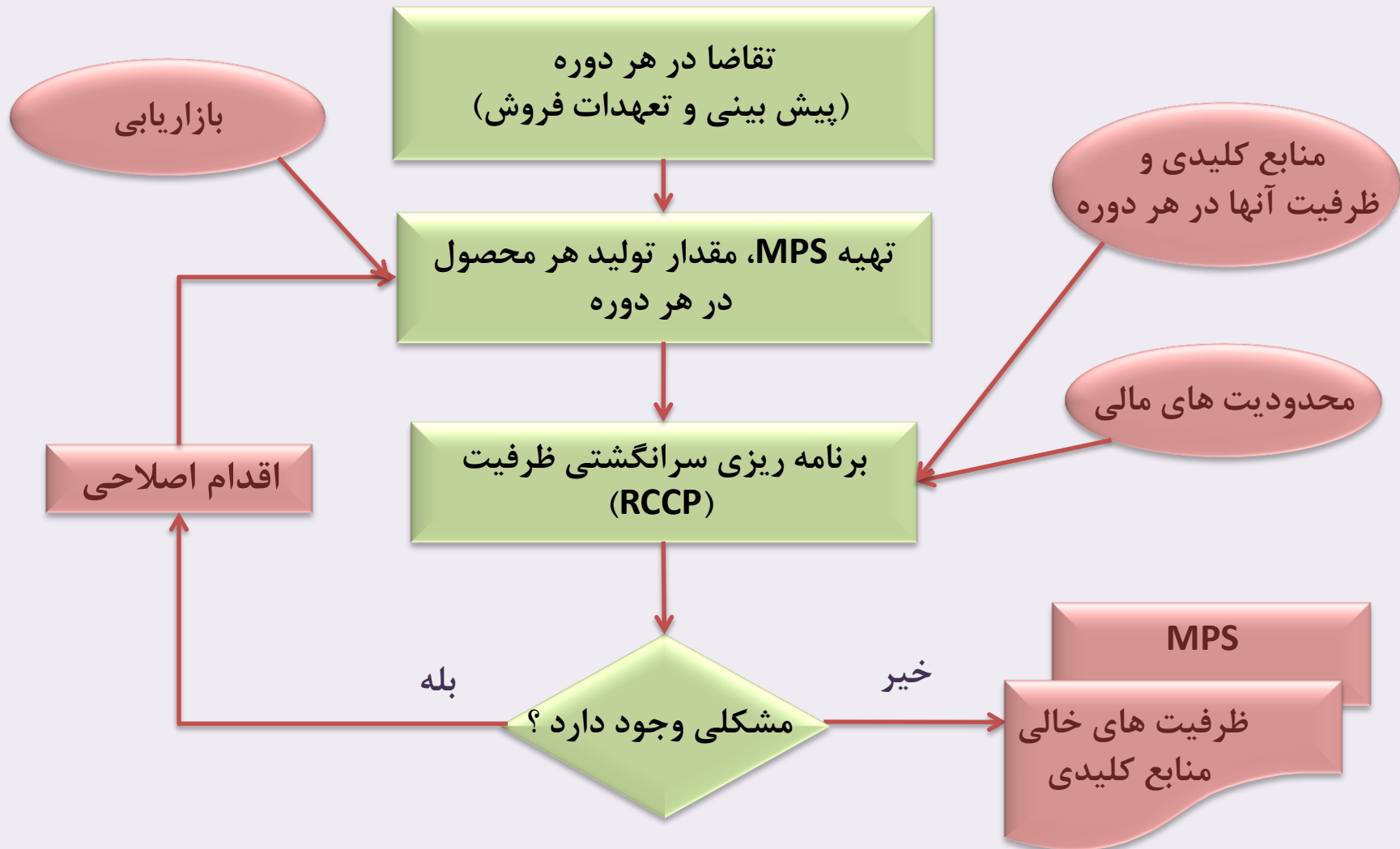
- در زمان بندی اصلی به مقدار مورد نیاز از هر محصول و زمان آن اشاره می شود. سپس با توجه به مقادیر موجودی در دست می توان به یک برنامه حدودی برای تولید دست یافت.



MPS, RCCP, ATP

- زمان بندی اصلی تولید (MPS) مقدار و زمان تولید برنامه ریزی شده را برای هر محصول به دست می دهد.
- MPS اصلی ترین خروجی زمان بندی اصلی است، و به عنوان پایه برنامه ریزی کوتاه مدت مورد استفاده قرار می گیرد.
- بعد از زمان بندی اصلی، این برنامه باید با ظرفیت تولید سازمان هماهنگ باشد. برنامه ریزی سرانگشتی ظرفیت RCCP، همزمان با برنامه ریزی اولیه، ظرفیت تولید، نیروی انسانی، مقدار انبار در دسترس، مواد اولیه و ... را مورد بررسی قرار می دهد.
- مقادیری از موجودی که تعهدی برای آنها وجود ندارد (از قبل سفارشی برای آن وجود ندارد)، به عنوان مقدار قابل قول دادن (ATP)، معرفی می شود. اطلاع از این مقدار بازاریابان را قادر می سازد تا به مشتریان در مورد زمان تحویل قولهای مناسبتری بدهند.

فرآیند زمان بندی اصلی



مثال زمان بندی اصلی

- شرکتی در نظر دارد که برای ۲ محصول خود زمان بندی مناسب تولید را ارائه دهد.
- این شرکت تقاضای هر محصول برای ۴ هفته آینده را پیش بینی کرده است.
- موجودی در دست ابتدایی از دوره قبل برای محصول ۱ معادل ۱۰ عدد و برای محصول ۲ برابر ۷۰ عدد است.
- سیاست شرکت برای تولید در دسته های ۱۸۰ تایی از هر محصول است.

دوره	۱	۲	۳	۴
پیش بینی فروش محصول ۱	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۵۰
پیش بینی فروش محصول ۲	۲۰	۴۰	۶۰	۹۰

مثال زمان بندی اصلی

محاسبه POH ابتدایی

محصول ۱	۱	۲	۳	۴
پیش بینی فروش	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۵۰
برنامه اصلی تولید MPS	؟	؟	؟	؟
POH با موجودی اولیه ۱۰	-۱۴۰	-۲۴۰	-۲۹۰	-۳۴۰

محصول ۲	۱	۲	۳	۴
پیش بینی فروش	۲۰	۴۰	۶۰	۹۰
برنامه اصلی تولید MPS	؟	؟	؟	؟
POH با موجودی اولیه ۷۰	۵۰	۱۰	-۵۰	-۱۴۰

مثال زمان بندی اصلی

محاسبه MPS

محصول ۱	۱	۲	۳	۴
پیش بینی فروش	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۵۰
MPS	۱۸۰	۱۸۰		
POH با موجودی اولیه ۱۰	۴۰	۱۲۰	۷۰	۲۰

محصول ۲	۱	۲	۳	۴
پیش بینی فروش	۲۰	۴۰	۶۰	۹۰
MPS			۱۸۰	
POH با موجودی اولیه ۷۰	۵۰	۱۰	۱۳۰	۴۰

روش حل مسائل زمان بندی اصلی

- در مرحله نخست با توجه به مقدار موجودی در دست ابتدایی، مقدار POH را به صورت مقدماتی محاسبه می کنیم.
- **تقاضای هفته جاری - موجودی در دست از هفته قبل = POH**
- تقاضای هفته جاری ممکن است از مقایسه پیش بینی تقاضا و مقدار سفارش تعهد شده مشتری به دست آید (**هر کدام که بزرگتر بود**).
- هرگاه که مقدار POH از مقدار از پیش تعیین شده (در مثال قبل صفر) کمتر شود، اقدام به برنامه ریزی برای تولید می کنیم.
- مقدار کمترین موجودی در دست بر اساس سیاستهای شرکت تعیین می شود، و می تواند به عنوان یک ذخیره احتیاطی مورد استفاده قرار گیرد.
- در هر بار زمان بندی اصلی تولید باید حداقل به مقدار دسته تولیدی (Lot or Batch) یا ضربی از آن تولید انجام شود (**در صورت وجود**).

مثال زمان بندی اصلی ۲

محاسبه MPS

موجودی اولیه

	JUNE				JULY			
64	1	2	3	4	5	6	7	8
Forecast	30	30	30	30	40	40	40	40
Customer Orders (committed)	33	20	10	4	2			
Projected on-hand inventory	31	1	-29					

در هفته ابتدایی تعهدات به مشتری از تقاضای پیش بینی شده بیشتر است.

پیش بینی از تعهدات به مشتریان بیشتر است.

مثال زمان بندی اصلی -

با توجه به هزینه های تولید

- یک کارخانه پنج محصول را تولید می کند. این محصولات در چهار کارگاه تولید می شود. زمان مورد نیاز برای فرآوری هر محصول در هر کارگاه در جداول بعد داده شده است.
- هزینه سربار تولید برای هر ساعت کاری در هر کارگاه برابر ۵۰۰ تومان در نظر گرفته شده است. اطلاعات قیمت فروش، هزینه مواد اولیه و میزان سفارش هفتگی نیز در جداول بعدی آورده شده است. همچنین اولویت تحویل محصولات با توجه به سیاستهای کارخانه تعیین شده است.

محصول	قیمت فروش هر واحد	هزینه مواد هر واحد	سفارش های هفتگی	اولویت تحویل
A	۹۰۰	۴۰۰	۱۲۰	۳
B	۸۱۰	۳۵۰	۱۰۰	۲
C	۱۱۰۰	۵۴۵	۱۰۰	۱
D	۱۳۰۰	۶۷۰	۵۰	۵
E	۲۳۰۰	۱۱۵۰	۳۰	۴

مثال - جدول زمان تولید (دقیقه)

محصول	کارگاه ۱	کارگاه ۲	کارگاه ۳	کارگاه ۴
A	۱۵	۰	۲۰	۶
B	۱۰	۷	۱۰	۱۵
C	۱۵	۷	۱۳	۱۰
D	۰	۲۳	۱۵	۶
E	۰	۶۰	۳	۴
تعداد دستگاه در هر کارگاه	دو	یک	سه	دو
زمان در دسترس (ساعت)	۸۰	۴۰	۱۲۰	۸۰

پاسخ - محاسبه سود ناخالص

- ابتدا برای هر محصول سود ناخالص آن را محاسبه می کنیم. برای این کار باید هزینه های سر بار تولید و مواد اولیه برای هر واحد محصول مشخص شود.
- مثلا برای تولید محصول A باید در مجموع ۴۱ دقیقه در کارگاههای مختلف زمان صرف شود. به عبارت دیگر ۰.۶۸ ساعت زمان صرف تولید محصول A می شود.

$$(۱۵+۰+۲۰+۶)/۶۰ = ۰.۶۸$$

- پس هزینه سر بار هر واحد برای محصول A بر اساس زمان تولید آن عبارت است از:

$$۰.۶۸ * ۵۰۰ = ۳۴۰$$

- در ضمن برای تولید هر واحد از محصول A ۴۰۰ تومان صرف مواد اولیه می شود. پس سود ناخالص واحد برای محصول A عبارت است از:

$$۹۰۰ - ۴۰۰ - ۳۴۰ = ۱۶۰$$

پاسخ - محاسبه سود ناخالص

محصول	قیمت فروش	هزینه واحد مواد	زمان تولید (ساعت)	هزینه سربار واحد	سود ناخالص واحد
A	۹۰۰	۴۰۰	۰.۶۸	۳۴۰	۱۶۰
B	۸۱۰	۳۵۰	۰.۷	۳۵۰	۱۱۰
C	۱۱۰۰	۵۴۵	۰.۷۵	۳۷۵	۱۸۰
D	۱۳۰۰	۶۷۰	۰.۷۳	۳۶۵	۲۶۵
E	۲۳۰۰	۱۱۵۰	۱.۱	۵۵۰	۶۰۰

با هدف تامین سفارش مشتریان، MPS اولیه را برابر سفارش هفتگی مشتریان در نظر می گیریم

محصول	A	B	C	D	E
MPS اولیه	۱۲۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰	۳۰

پاسخ - محاسبه سرانگشتی ظرفیت

با تطابق نیازهای کاری MPS اولیه با ظرفیت کارخانه، زمان مورد استفاده از هر کارگاه محاسبه می شود.

برای مثال محصول A در کارگاه ۱ به ۱۵ دقیقه (یا ۰.۲۵ ساعت) زمان نیاز دارد. به دلیل ۱۲۰ عدد سفارش هفتگی برای این محصول در مجموع به ۳۰ ساعت کار نیاز است. به همین ترتیب برای سایر محصولات نیز زمان مورد نیاز در کارگاه ۱ و سایر کارگاهها محاسبه می شود.

کارگاه	A	B	C	D	E	ظرفیت لازم
۱	۱۲۰*۰.۲۵	۱۰۰*۰.۱۷	۱۰۰*۰.۲۵	-	-	۷۲
۲	-	۱۰۰*۰.۱۲	۱۰۰*۰.۱۲	۵۰*۰.۳۸	۳۰*۱	۷۳
۳	۱۲۰*۰.۳۳	۱۰۰*۰.۱۷	۱۰۰*۰.۲۲	۵۰*۰.۲۵	۳۰*۰.۰۵	۹۲.۶
۴	۱۲۰*۰.۱	۱۰۰*۰.۲۵	۱۰۰*۰.۱۷	۵۰*۰.۱	۳۰*۰.۰۷	۶۱.۱

پاسخ - تطابق ظرفیت مورد نیاز و موجود

با مقایسه کل زمان مورد نیاز در هر کارگاه با زمان در دسترس آن، می توان به کمبودها پی برد.

کارگاه	ظرفیت لازم (ساعت)	ظرفیت موجود (ساعت)	کمبود	مازاد
۱	۷۲	۸۰		۸
۲	۷۳	۴۰	۳۳	
۳	۹۲.۶	۱۲۰		۲۷.۴
۴	۶۱.۱	۸۰		۱۸.۹

در اینجا مشخص می شود که زمان بندی اصلی تولید ابتدایی با ظرفیتهای موجود قابل پیاده سازی نیست، و کارگاه ۲ با کمبود زمان مواجه است.

حال با توجه به سود هر محصول و اولویتهای هر محصول تصمیم به کاهش سقف تولید گرفته می شود.

پاسخ - روش سود بیشینه

- با توجه به کمبود زمان در کارگاه ۲ فقط تمرکز خود را بر این کارگاه می گذاریم. در روش سود بیشینه، با توجه به حاشیه سود هر محصول، آنها را مرتب می کنیم.

E-D-C-A-B

- با توجه به اینکه محصول A نیازی به کارگاه ۲ ندارد، همه تقاضای آن برآورده می شود.
- در صورتی که همه توان کارگاه ۲ برای تولید محصول E گذاشته شود، کل تقاضای آن را با ۳۰ ساعت کار برآورده می کند، و ۱۰ ساعت نیز از زمان این کارگاه باقی می ماند.
- ۱۰ ساعت باقیمانده به تولید محصول D اختصاص می یابد، که در این زمان می توان ۲۶ عدد از آن تولید کرد.
- با اتمام زمان کارگاه ۲، تولید بقیه محصولات متوقف می شود، و سود ناشی از این برنامه

$$۱۲۰ * ۱۶۰ + ۲۶ * ۲۶۵ + ۳۰ * ۶۰۰ = ۳۲۰۹۰$$

برابر است با:

پاسخ - روش اولویت سفارش مشتری

- در این روش با توجه به اولویت سفارش مشتری برای هر محصول، آنها را مرتب می کنیم.

C-B-A-E-D

- با توجه به اینکه محصول A نیازی به کارگاه ۲ ندارد، همه تقاضای آن برآورده می شود.
- در صورتی که همه توان کارگاه ۲ برای تولید محصول C گذاشته شود، کل تقاضای آن را با ۱۲ ساعت کار برآورده می کند، و ۲۸ ساعت نیز از زمان این کارگاه باقی می ماند.
- ۲۸ ساعت باقیمانده به تولید محصول B اختصاص می یابد، که در ۱۲ ساعت می توان همه ۱۰۰ تقاضای آن را برآورده کرد، و ۱۶ ساعت از زمان این کارگاه باقی می ماند.
- در ۱۶ ساعت باقیمانده، می توان ۱۶ عدد از محصول E را نیز تولید کرد. و سود ناشی از

این برنامه برابر است با: $۱۶ * ۶۰ + ۱۰ * ۱۱۰ + ۱۰ * ۱۸۰ + ۱۰ * ۱۶۰ = ۵۷۸۰$

پاسخ - روش برنامه ریزی خطی

- با فرموله کردن مساله به عنوان یک مدل خطی، می توان جواب بهینه آن را به دست آورد.

$$Max Z = 160 X_A + 110 X_B + 180 X_C + 265 X_D + 600 X_E$$

St.:

$$0.25X_A + 0.17X_B + 0.25X_C \leq 80$$

$$0.12X_B + 0.12X_C + 0.38X_D + 1.00X_E \leq 40$$

$$0.33X_A + 0.17X_B + 0.22X_C + 0.25X_D + 0.05X_E \leq 120$$

$$0.10X_A + 0.25X_B + 0.17X_C + 0.10X_D + 0.07X_E \leq 80$$

$$X_A \leq 120$$

$$X_B \leq 100$$

$$X_C \leq 100$$

$$X_D \leq 50$$

$$X_E \leq 30$$

$$X_A, X_B, X_C, X_D, X_E \geq 0$$

محصول	A	B	C	D	E	سود بیشینه
MPS بهینه	۱۲۰	۱۰۰	۱۰۰	۴۲	۰	۵۹۳۳۰

محاسبه مقدار قابل قول دادن

Available to promise

- مقدار قابل قول دادن، بخشی از تولید برنامه ریزی شده است که هنوز برای آن تقاضایی تعهد نشده است و به صورت زیر محاسبه می شود:
- در دوره اول، موجودی اولیه به اضافه MPS در دوره اول منهای مجموع تعهدات به مشتری در دوره های بعدی تا اولین دوره ای (و نه خود آن) که MPS در آن برنامه ریزی شده است.
- برای دوره های بعدی:
- اگر MPS صفر باشد: ATP برابر صفر است حتی اگر در آن به مشتری تعهدی داده باشیم.
- اگر MPS صفر نباشد: ATP عبارت است از مقدار MPS منهای مجموع تعهداتی که در این دوره به مشتری داده شده تا دوره ای (و نه خود آن) که در آن MPS برنامه ریزی شده است.

محاسبه مقدار قابل قول دادن ۲

- به طور منطقی مقدار قابل قول دادن، باید مقداری مثبت یا صفر باشد.
- ولی گاهی اوقات ممکن است به دلیل سفارش بیشتر مشتریان مقدار ATP منفی گردد.
- چنین حالتی به معنای آن است که اگر از دوره‌های قبلی موجودی در دستی به هفته‌ای که ATP آن صفر شده است نرسد، ممکن است نتوان سفارش مشتریان در آن دوره را برآورده کرد.
- در هر صورت چنین دوره‌هایی نیاز به بررسی و مراقبت بیشتری در هنگام اجرای برنامه تولیدی دارند و مقدار ATP منفی آنها نیز به صورت دستی برابر صفر قرار داده می‌شود.

مثال - محاسبه مقدار قابل قول دادن

- در مثال زیر کارخانه تصمیم دارد در دسته های ۷۰ تایی محصول ۱ را تولید کند.

محصول ۱	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
پیش بینی فروش	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰
تعهد به مشتریان	۳۳	۲۰	۱۰	۴	۲	-	-	-
POH موجودی اولیه ۶۴	۳۱	۱	۴۱	۱۱	۴۱	۱	۳۱	۶۱
MPS			۷۰		۷۰		۷۰	۷۰
ATP	۱۱		۵۶		۶۸		۷۰	۷۰

تمرین زمان بندی اصلی



با توجه به مقدار پیش بینی شده برای تقاضا در کارخانه آلفا، یک زمان بندی اصلی برای آن به وجود آورید. همچنین مقدار قابل قول دادن برای هر دوره را مشخص کنید. در ابتدای دوره ۲۰۰ عدد از این محصول موجود است و در هر بار تولید باید ۲۵۰ عدد تولید شود.

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶
پیش بینی تقاضا	۱۵۰	۱۳۰	۱۶۰	۱۰۰	۱۶۰	۱۵۰
تعهد به مشتریان	۱۰۰	۱۵۰	۱۱۰	۸۰	۵۰	۱۰
POH						
MPS						
ATP						

تمرین زمان بندی اصلی



با توجه به مقدار پیش بینی شده برای تقاضا در کارخانه آلفا، یک زمان بندی اصلی برای آن به وجود آورید. همچنین مقدار قابل قبول دادن برای هر دوره را مشخص کنید. در ابتدای دوره ۲۰۰ عدد از این محصول موجود است و در هر بار تولید باید ۲۵۰ عدد تولید شود.

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶
پیش بینی تقاضا	۱۵۰	۱۳۰	۱۶۰	۱۰۰	۱۶۰	۱۵۰
تعهد به مشتریان	۱۰۰	۱۵۰	۱۱۰	۸۰	۵۰	۱۰
POH	۵۰	۱۵۰	۲۴۰	۱۴۰	۲۳۰	۸۰
MPS		۲۵۰	۲۵۰		۲۵۰	
ATP	۱۰۰	۱۰۰	۶۰		۱۹۰	

برنامه ریزی سرانگشتی ظرفیت

- مراحل انجام RCCP :
- شناسایی منابع کلیدی
- انتخاب تکنیک اجرای RCCP
- تعیین نیاز هر محصول به منابع مختلف
- تعیین موجودی از هر منبع در هر دوره (ظرفیت در دسترس)
- محاسبه ظرفیت لازم از منابع مختلف برای اجرای MPS
- مقایسه ظرفیت در دسترس و ظرفیت لازم
- اقدام اصلاحی

محاسبه ظرفیت در دسترس ۱

- برای محاسبه ظرفیت در دسترس در کارگاههای مختلف به سادگی می توان با ضرب ساعات در دسترس در یک روز در روزهای کاری در یک دوره به زمان در دسترس در یک دوره دست یافت.
- در عین حال باید توجه داشت که معمولاً ماشین آلات همیشه در دسترس نیستند. مثلاً ممکن است ماشینها خراب شوند.
- ضریبی با عنوان «ضریب کارآیی» در زمان در دسترس ضرب می شود که نشان دهنده کل ساعات در دسترس با توجه به کارآیی ماشین آلات است.

$$۱۸۰ = ۹۰\% * ۲۵ * ۸ = \text{ساعات در دسترس در یک ماه}$$

محاسبه ظرفیت در دسترس ۲

- با توجه به زمان در دسترس و در صورت کمبود می توان از روشهای متعددی استفاده کرد.
- قرارداد جنبی، هر چند بعضی از فرآیندها قابل انجام دادن در بیرون از سازمان نیست.
- اضافه کاری، هر چند ممکن است هزینه های آن نسبت به عدم برآورد تقاضا زیاد باشد.
- اضافه کردن ظرفیت تولید، هر چند ممکن است ظرفیت اضافه در بعضی مواقع مورد استفاده قرار نگیرد.
- استفاده از سایر دستگاههای موجود برای جبران کمبودها، هر چند ممکن است بسیاری از کارها با ماشینهای دیگر قابل انجام نباشد.
- در آخر و در صورتی که از روشهای بالا نتوان استفاده کرد، یا هزینه های اجرای آن زیاد باشد، باید به سراغ اصلاح زمان بندی اصلی تولید رفت.

تکنیکهای RCCP

- در این روش می توان از ”برنامه ریزی ظرفیت با استفاده از عوامل کلی“ (CPOF) استفاده کرد.
- در این روش به MPS ابتدایی و مقدار زمان فرآوری (یا درصد از کل زمان تولید) در هر ایستگاه کاری نیاز است.

مرکز کاری	سهم مشارکت
مونتاژ نهایی	۱۰٪
کوره	۱۰٪
پرس	۵٪
تزریق پلاستیک	۳۰٪
مونتاژ سوکت	۴۵٪
کل زمان لازم برای تولید یک محصول ۱۰۰ دقیقه	
MPS=1000	

مرکز کاری	CPOF (دقیقه)
مونتاژ نهایی	$100 * 0.1 * 1000 = 10000$
کوره	$100 * 0.1 * 1000 = 10000$
پرس	$100 * 0.05 * 1000 = 500$
تزریق پلاستیک	$100 * 0.3 * 1000 = 30000$
مونتاژ سوکت	$100 * 0.45 * 1000 = 45000$

پرسش و پاسخ

