



مدیریت تولید

بخش ششم
برنامه‌ریزی و کنترل تولید

اهداف و سرخطها

- آشنایی با انواع برنامه ریزی،
- بررسی برنامه ریزی ادغامی،
- آشنایی با برنامه ریزی زمانی اصلی،
- آشنایی با برنامه ریزی احتیاجات مواد،
- برنامه ریزی ظرفیت مورد نیاز،
- بررسی توالی عملیات در یک ماشین،
- مسائل زمان بندی تولید در ماشینهای سری و موازی،
- مسائل زمان بندی نیروی انسانی.

برنامه ریزی چیست؟

- انتخاب اهداف قابل اندازه گیری و تصمیم گیری در خصوص نحوه دستیابی به این اهداف.
- با برنامه ریزی بستر مناسبی برای اجرا به وجود می آید و می توان نتایج به دست آمده را با موارد برنامه ریزی شده کنترل کرد.



برنامه ریزی تولید

- فرآیند تصمیم گیری در خصوص منابعی است که سازمان برای عملیات تولید آینده اش به آن ها نیاز دارد و همچنین تخصیص این منابع جهت تولید محصول مورد نظر در تعداد مورد نیاز و با کمترین هزینه (احمد ماکویی).

اهداف برنامه ریزی تولید:

- رضایتمندی مشتری،
- کمک به مدیران جهت تصمیم گیری بهتر،
- استفاده مناسب از منابع،
- کاهش هزینه های تولیدی ناشی از اضافه کاری،
- کاهش هزینه های تولیدی ناشی از قرار داد جنبی،
- کاهش هزینه های نگهداری،
- ایجاد یک بانک اطلاعاتی مناسب.

برنامه ریزی ادغامی ۱

- برنامه ریزی ادغامی (Aggregate Planning) در رده برنامه های میان مدت دسته بندی می شود. که به طور معمول از ۲ تا ۱۲ ماه را پوشش می دهد.
- هدف از برنامه ریزی ادغامی ایجاد یک طرح تولید است تا به طور مؤثر از منابع در دست سازمان برای رسیدن به تقاضای مورد نیاز مشتریان استفاده کند.
- به خصوص برنامه ریزی ادغامی برای سازمانهایی که **تقاضای فصلی** دارند یا تغییرات تقاضای زیادی را تجربه کرده اند، مناسب است.
- در برنامه ریزی ادغامی در مورد نرخ تولید محصول خروجی، استخداام و اخراج نیرو، سطح موجودی در دست، به تأخیر انداختن برآوردن تقاضا، و کمک گرفتن از قراردادهای جنبی، تصمیم گرفته می شود.

برنامه ریزی ادغامی ۲

- در بنگاههای تولیدی به جای آنکه برای تنها یک محصول برنامه ریزی انجام شود، چندین محصول از خط تولید همزمان با هم مورد توجه قرار می گیرد. از اینرو به این سطح از برنامه ریزی ادغامی گفته می شود.
- برنامه ریزی ادغامی اغلب با پیش بینی از تقاضای محصولات مورد نظر شروع می شود و سپس چندین طرح مختلف توسط برنامه ریزان عرضه می شود. این طرحها از نظر توانایی اجرا و هزینه مقایسه شده و برنامه بهتر انتخاب می شود.
- برنامه انتخاب شده به صورت مداوم (معمولا ماهانه) مورد بازبینی قرار می گیرد (برنامه ریزی موجی) تا تغییرات لازم اعمال گردد.

ورودی‌ها و خروجی‌های برنامه‌ریزی ادغامی

• ورودیها:

- ۱- منابع: نیروی انسانی، تجهیزات
- ۲- پیش‌بینی تقاضا،
- ۳- سیاستها: قراردادهای جنبی، اضافه کاری، تغییر سطح موجودی، پس‌افت تقاضا (Backorder)
- ۴- هزینه‌ها: هزینه‌نگهداری کالا، استخدام و اخراج، اضافه کاری، تغییر سطح موجودی، قرارداد جنبی.

• خروجی‌ها:

- ۱- کل هزینه مرتبط با طرح ارائه شده،
- ۲- سطح برنامه ریزی شده برای: موجودی، محصول، استخدام،

قرارداد جنبی، پس‌افت تقاضا

روند کلی برنامه ریزی با رویکرد ادغامی

برنامه ریزی ادغامی - AP

زمان بندی مادر - MS

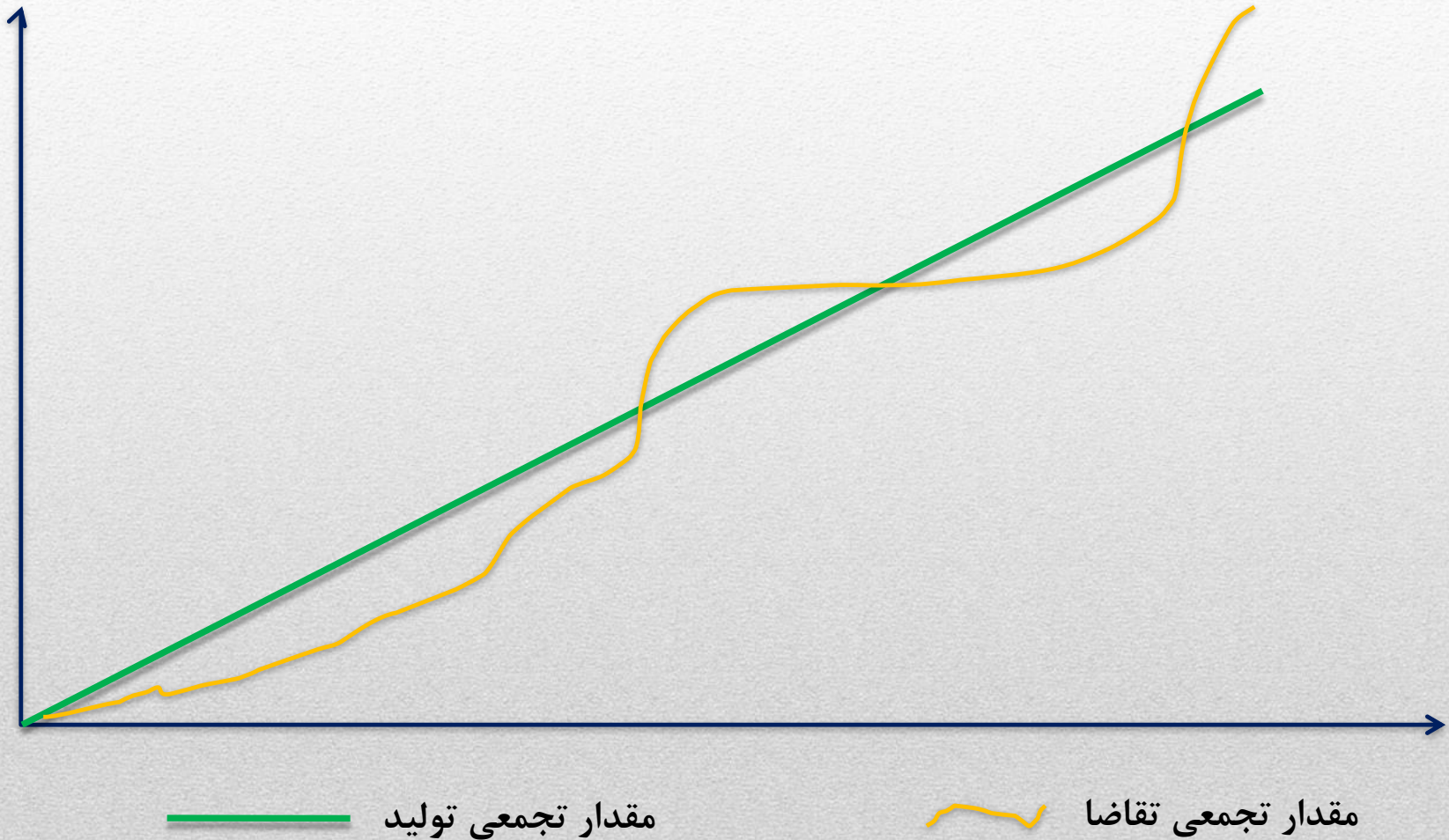
زمان بندی اصلی تولید - MPS

محاسبه سر انگشتی منابع مورد نیاز - RCCP

برنامه ریزی احتیاجات مواد - MRP

برنامه ریزی ظرفیت مورد نیاز - CRP

شماتیک برنامه ریزی ادغامی



استراتژی‌های برنامه‌ریزی ادغامی

در برابر نوساناتی که در میزان تقاضا وجود دارد می‌توان ۲ استراتژی کلی یا مخلوطی از این ۲ را به کار برد.

- استراتژی پیشگیرانه (گزینه‌های تقاضا):
 - قیمت گذاری،
 - اقدامات ترویجی (Promotion)،
 - پس‌افت تقاضا،
 - ایجاد تقاضا.
- استراتژی واکنشی (گزینه‌های عرضه):
 - استخدام و اخراج نیرو،
 - اضافه کاری،
 - به‌کارگیری نیروی نیمه‌وقت،
 - استفاده از موجودی،
 - قرارداد جنبی.

مزایا و معایب روش تثبیت سرعت تولید

- مزایا:

- ثبات در نیروی انسانی و نرخ تولید،

- معایب:

- هزینه بالای نگهداری از موجودی‌ها، و پس‌افتها (Backorder)
- هزینه بالای قراردادهای جنبی،
- عدم کنترل بر محصول حاصل از قراردادها و...

مزایا و معایب روش دنبال کردن تقاضا

• مزایا:

- حداکثر استفاده از ظرفیت نیروی کار،
- هزینه کم در نگهداری از موجودی‌ها.

• معایب:

- اخراج نیروها اثرات منفی بر آنها و بر جو روانی سازمان،
- اشتباهات ناشی از پیش‌بینی غلط خطرناک است،
- نیافتن مهارت مورد نظر در هنگام نیاز،
- احتمالا کیفیت پایینتر محصول به دلیل تجربه کمتر کارگران

هزینه‌های مرتبط با استراتژی برنامه‌ریزی ادغامی

- هزینه نگهداری کالا، هزینه پس‌افت کالا،
- در مورد هزینه نگهداری، فرض بر این است که موجودی‌ها به صورت **خطی** مصرف می‌شوند.
- هزینه عادی تولید، استخدام و اخراج نیرو، هزینه اضافه کاری تولید، قرارداد جنبی و ...

• هزینه‌های استخدام:

- هزینه معاینات پزشکی، عکسبرداری و آزمایشگاه،
- هزینه آشنایی با محیط کار،
- هزینه تهیه وسائل ایمنی جدید،
- هزینه غیر بهره‌ور بودن در دوره آموزش،
- هزینه غیر بهره‌ور بودن تعلیم دهندگان، و ...

• هزینه‌های اخراج:

- هزینه‌های قانونی،
- هزینه تجربه از دست رفته،
- کاهش اعتبار در بازار کار و ...

مراحل برنامه ریزی ادغامی

- ۱- تعیین افق مناسب برای برنامه ریزی، و تعیین تقاضا برای هر دوره در این افق،
- ۲- ظرفیت تولید محصول برای هر دوره (شامل ظرفیت عادی، اضافه کاری، قرارداد جنبی) را مشخص کنید،
- ۳- سیاستهای سازمان یا بخش مورد نظر را تدوین کنید (مثلا یک سطح مشخص از نیروی انسانی باید حفظ شود، یا مقدار مشخصی ذخیره احتیاطی لازم است)،
- ۴- هزینه واحد برای نیروی انسانی، اضافه کاری قرارداد جنبی، نگهداری موجودی، پس افست تقاضا، اخراج و ... را مشخص کنید،
- ۵- طرحهای هم ارز را پیاده سازی و محاسبات مربوطه را انجام دهید،
- ۶- بهترین طرح را انتخاب و برای اجرا معرفی کنید.

مثال برنامه ریزی ادغامی

با روش تثبیت سرعت تولید

یک شرکت تولیدی نیاز به یک برنامه ادغامی برای ۶ ماهه دوم سال دارد. پیش‌بینی تقاضا برای این کالا در ۶ ماه بعدی در زیر آورده شده است. سیاست شرکت آن است که **تعداد نیروی انسانی ثابت** بماند، ولی می‌توان از نگهداری موجودی و به تأخیر انداختن تقاضا برای برآورده کردن تقاضا استفاده کرد. موجودی این کالا در ابتدای ماه اول صفر است. **ظرفیت تولید عادی برای هر ماه ۳۰۰ واحد** در نظر گرفته شده است؛ و شرکت در این ۶ ماه نمی‌تواند از ظرفیت تولید در وقت اضافه استفاده کند. مقدار تولید و هزینه کل آن را محاسبه کنید.

دوره	تقاضا
۱	۲۰۰
۲	۲۰۰
۳	۳۰۰
۴	۴۰۰
۵	۵۰۰
۶	۲۰۰

← هزینه تولید در وقت عادی، ۲۰۰ تومان،

← هزینه قرارداد جنبی برای هر واحد، ۶۰۰ تومان،

← هزینه نگهداری هر دوره محصول، ۱۰۰ تومان،

← هزینه تأخیر در تقاضا، ۵۰۰ تومان،

مثال برنامه ریزی ادغامی

با روش تثبیت سرعت تولید

دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	مجموع
پیش‌بینی تقاضا	۲۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۱۸۰۰
محصول در وقت عادی							
محصول - پیش‌بینی تقاضا							
موجودی							
آغازین							
پایانی							
متوسط							
پس‌افت							
هزینه تولید							
هزینه موجودی							
هزینه پس‌افت							
مجموع							

مثال برنامه ریزی ادغامی

با روش تثبیت سرعت تولید

دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	مجموع
پیش‌بینی تقاضا	۲۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۱۸۰۰
محصول در وقت عادی	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۱۸۰۰
محصول - پیش‌بینی تقاضا							
موجودی							
آغازین							
پایانی							
متوسط							
پس‌افت							
هزینه تولید							
هزینه موجودی							
هزینه پس‌افت							
مجموع							

مثال برنامه ریزی ادغامی

با روش تثبیت سرعت تولید

دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	مجموع
پیش بینی تقاضا	۲۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۱۸۰۰
محصول در وقت عادی	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۱۸۰۰
محصول - پیش بینی تقاضا	۱۰۰	۱۰۰	۰	(۱۰۰)	(۲۰۰)	۱۰۰	-
موجودی							
آغازین							
پایانی							
متوسط							
پس اف							
هزینه تولید							
هزینه موجودی							
هزینه پس اف							
مجموع							

مثال برنامه ریزی ادغامی

با روش تثبیت سرعت تولید

دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	مجموع
پیش بینی تقاضا	۲۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۱۸۰۰
محصول در وقت عادی	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۱۸۰۰
محصول - پیش بینی تقاضا	۱۰۰	۱۰۰	۰	(۱۰۰)	(۲۰۰)	۱۰۰	۰
موجودی							
آغازین	۰	۱۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۰	۰
پایانی	۱۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰
متوسط	۵۰	۱۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۵۰	۰	۶۰۰
پس افت							
هزینه تولید							
هزینه موجودی							
هزینه پس افت							
مجموع							

مثال برنامه ریزی ادغامی

با روش تثبیت سرعت تولید

دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	مجموع
پیش‌بینی تقاضا	۲۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۱۸۰۰
محصول در وقت عادی	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۱۸۰۰
محصول - پیش‌بینی تقاضا	۱۰۰	۱۰۰	۰	(۱۰۰)	(۲۰۰)	۱۰۰	۰
موجودی							
آغازین	۰	۱۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۰	
پایانی	۱۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۰	۰	
متوسط	۵۰	۱۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۵۰	۰	۶۰۰
پس‌افت	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۱۰۰
هزینه تولید							
هزینه موجودی							
هزینه پس‌افت							
مجموع							

مثال برنامه ریزی ادغامی

با روش تثبیت سرعت تولید

دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	مجموع
پیش‌بینی تقاضا	۲۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۱۸۰۰
محصول در وقت عادی	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۱۸۰۰
محصول - پیش‌بینی تقاضا موجودی	۱۰۰	۱۰۰	۰	(۱۰۰)	(۲۰۰)	۱۰۰	۰
آغازین	۰	۱۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۰	۰
پایانی	۱۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰
متوسط	۵۰	۱۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۵۰	۰	۶۰۰
پس‌افت	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۱۰۰
هزینه تولید	۶۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۳۶۰K
هزینه موجودی	۵۰۰۰	۱۵۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۵۰۰۰	۰	۶۰K
هزینه پس‌افت	۰	۰	۰	۰	۵۰۰۰۰	۰	۵۰K
مجموع	۶۵۰۰۰	۷۵۰۰۰	۸۰۰۰۰	۷۵۰۰۰	۱۱۵۰۰۰	۶۰۰۰۰	۴۷۰K

محاسبات در برنامه ریزی ادغامی

- ← تولید در وقت عادی
- ← تولید در وقت اضافه
- ← محصول - پیش بینی تقاضا
- ← موجودی ابتدای دوره،
- ← موجودی انتهای دوره،
- ← متوسط موجودی دوره،
- ← پس افت،
- ← هزینه ها،
- نیروی کار * نرخ تولید در زمان عادی * مدت زمان عادی،
- نیروی کار * نرخ تولید در زمان اضافه * مدت زمان اضافه کاری،
- کل میزان تولید (عادی + اضافه + قرارداد) - میزان تقاضا دوره،
- موجودی منتقل شده از دوره قبل،
- موجودی ابتدای دوره + محصول - تقاضا،
- نصف (موجودی ابتدای دوره + موجودی انتهای دوره)،
- محصول - تقاضا + موجودی ابتدای دوره، **اگر منفی باشد.**
- ضرب مقادیر تولید، موجودی، پس افت در واحد هزینه آنها،

مثال برنامه ریزی ادغامی

با روش برآوردن تقاضا

سازمانی برای ۶ ماه آینده خود با توجه به پیش‌بینی بسیار متغیر تقاضا و هزینه بالای نگهداری محصول، در نظر گرفته است که در صورت عدم نیاز کارگران خود را اخراج کند یا نیروی جدید بگیرد. هزینه استخدام هر کارگر جدید ۶۰۰ تومان و هزینه اخراج یک کارگر ۴۰۰ تومان در نظر گرفته شده است. تعداد فعلی کارگران ۳۰ نفر است که هر کارگر در وقت عادی در هر روز ۲ واحد محصول تولید می‌کند. ضمناً حداکثر ۳ نفر در هر ماه می‌توان استخدام نمود تا توان مهارتی کارگاه مختل نشود. در هر ماه تا ۳ روز می‌توان برای هر نفر اضافه کاری در نظر گرفت. از طرفی در صورت کمبود ظرفیتهای عادی و اضافه می‌توان تا سقف ۵۰ واحد در هر ماه از قراردادجنبی استفاده کرد. هزینه های طرح مطلوب را محاسبه کنید.

روز کاری	تقاضا	دوره
۲۱	۱۱۵۰	۱
۲۳	۸۶۰	۲
۲۵	۱۰۵۰	۳
۲۰	۱۲۰۰	۴
۲۶	۹۰۰	۵
۲۲	۵۵۰	۶

۲۵ تومان،

← هزینه تولید هر واحد در وقت عادی

۳۵ تومان،

← هزینه تولید هر واحد در وقت اضافه

۴۵ تومان،

← هزینه قرارداد جنبی برای هر واحد

۳۵ تومان،

← هزینه نگهداری هر دوره محصول

۵۰ تومان،

← هزینه تأخیر در تقاضا

مثال برنامه ریزی ادغامی

با روش برآوردن تقاضا

دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	مجموع
پیش بینی تقاضا	۱۱۵۰	۸۶۰	۱۰۵۰	۱۲۰۰	۹۰۰	۵۵۰	۵۷۱۰				
استخدام (اخراج)	(۳)										
محصول در وقت عادی											
محصول در وقت اضافه											
محصول قرارداد جنبی											
محصول - پیش بینی											
متوسط موجودی											
پس افست											
هزینه استخدام / اخراج											
هزینه تولید											
هزینه موجودی											
هزینه پس افست											
مجموع											

برای به دست آوردن نیروی مورد نیاز تقاضا را بر ظرفیت تولید در زمان عادی تقسیم می کنیم.

$$1150 / (2 * 21) = 27.4$$

مثال برنامه ریزی ادغامی

با روش برآوردن تقاضا

دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۲۲	مجموع
پیش بینی تقاضا	۱۱۵۰	۸۶۰	۱۰۵۰	۱۲۰۰	۹۰۰	۵۵۰	۵۷۱۰	
استخدام (اخراج)	(۳)							
محصول در وقت عادی	۱۱۳۴							
محصول در وقت اضافه	۱۶							
محصول قرارداد جنبی	۰							
محصول - پیش بینی	۰							
متوسط موجودی	♦	♦						
پس افست	۰							
هزینه استخدام / اخراج	۱۲۰۰							
هزینه تولید	۲۸۹۱۰							
هزینه موجودی	۰							
هزینه پس افست	۰							
مجموع	۳۰۱۱۰							

ظرفیت تولید در زمان
عادی: کارکنان حاضر * تعداد
روز کاری * تولید روزانه:
 $۲۷ * ۲۱ * ۲ = ۱۱۳۴$

مثال برنامه ریزی ادغامی

با روش برآوردن تقاضا

دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	مجموع
پیش بینی تقاضا	۱۱۵۰	۸۶۰	۱۰۵۰	۱۲۰۰	۹۰۰	۵۵۰	۵۷۱۰						
استخدام (اخراج)	(۳)	(۸)	۲	۳									
محصول در وقت عادی	۱۱۳۴	۸۷۴	۱۰۵۰	۹۶۰									
محصول در وقت اضافه	۱۶	۰	۰	۱۴۴									
محصول قرارداد جنبی	۰	۰	۰	۵۰									
محصول - پیش بینی	۰	۱۴	۰	(۳۲)									
متوسط موجودی	♦	♦	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۷						
پس افت	۰	۰	۰	۳۲									
هزینه استخدام / اخراج	۱۲۰۰	۳۲۰۰	۱۲۰۰	۱۸۰۰									
هزینه تولید	۲۸۹۱۰	۲۱۸۵۰	۲۶۲۵۰	۳۱۲۹۰									
هزینه موجودی	۰	۲۴۵	۴۹۰	۲۴۵									
هزینه پس افت	۰	۰	۰	۱۶۰۰									
مجموع	۳۰۱۱۰	۲۵۲۹۵	۲۷۹۴۰	۳۴۹۳۵									

با توجه به کمبود ظرفیتهای عادی، اضافه، و قرارداد جنبی باید مابقی تقاضا را به دوره بعد پس افت کرد.

مثال برنامه ریزی ادغامی

با روش برآوردن تقاضا

دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	مجموع
پیش بینی تقاضا	۱۱۵۰	۸۶۰	۱۰۵۰	۱۲۰۰	۹۰۰	۵۵۰	۵۷۱۰						
استخدام (اخراج)	(۳)	(۸)	۲	۳	(۶)	(۶)	-						
محصول در وقت عادی	۱۱۳۴	۸۷۴	۱۰۵۰	۹۶۰	۹۳۶	۵۲۸	۵۴۸۲						
محصول در وقت اضافه	۱۶	۰	۰	۱۴۴	۰	۱۸	۱۷۸						
محصول قرارداد جنبی	۰	۰	۰	۵۰	۰	۰	۵۰						
محصول - پیش بینی	۰	۱۴	۰	(۳۲)	۴	۰	۰						
متوسط موجودی	♦	♦	♦	۷	♦	۴	۳۲						
پس افست	۰	۰	۰	۳۲	۰	۰	۳۲						
هزینه استخدام / اخراج	۱۲۰۰	۳۲۰۰	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۲۴۰۰	۲۴۰۰	۱۲۲۰۰						
هزینه تولید	۲۸۹۱۰	۲۱۸۵۰	۲۶۲۵۰	۳۱۲۹۰	۲۳۴۰۰	۱۳۸۳۰	۱۴۵۵۳۰						
هزینه موجودی	۰	۲۴۵	۴۹۰	۲۴۵	۷۰	۷۰	۱۱۲۰						
هزینه پس افست	۰	۰	۰	۱۶۰۰	۰	۰	۱۶۰۰						
مجموع	۳۰۱۱۰	۲۵۲۹۵	۲۷۹۴۰	۳۴۹۳۵	۲۵۸۷۰	۱۶۳۰۰	۱۶۰۴۵۰						

نکات برنامه ریزی ادغامی

- دقت کنید که در بسیاری از موارد و در عمل باید بین گزینه‌های مختلف تصمیم گرفت. مثلا ممکن است در موردی اگر نیروی کار کمتری را در دوره حاضر اخراج کنید، و موجودی برای دوره بعدی نگه دارید، نیاز به استخدام نیروی کمتری باشد.
- ممکن است در چنین موردی هزینه چنین طرحی از هزینه اجرای برنامه استخدام/ اخراج کامل کمتر شود.
- در مجموع هر چه میزان تغییرات در تقاضا کمتر باشد بیشتر به سمت روشهای ثبات در نیروی کار می‌رویم. اما اگر تغییرات تقاضا زیاد باشد و نیروی کار ماهری نیاز نباشد بهتر است با قراردادهای موقت و استخدام/ اخراج نیرو به مواجهه با تغییرات پردازیم.

زمان بندی اصلی

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 معمولا 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

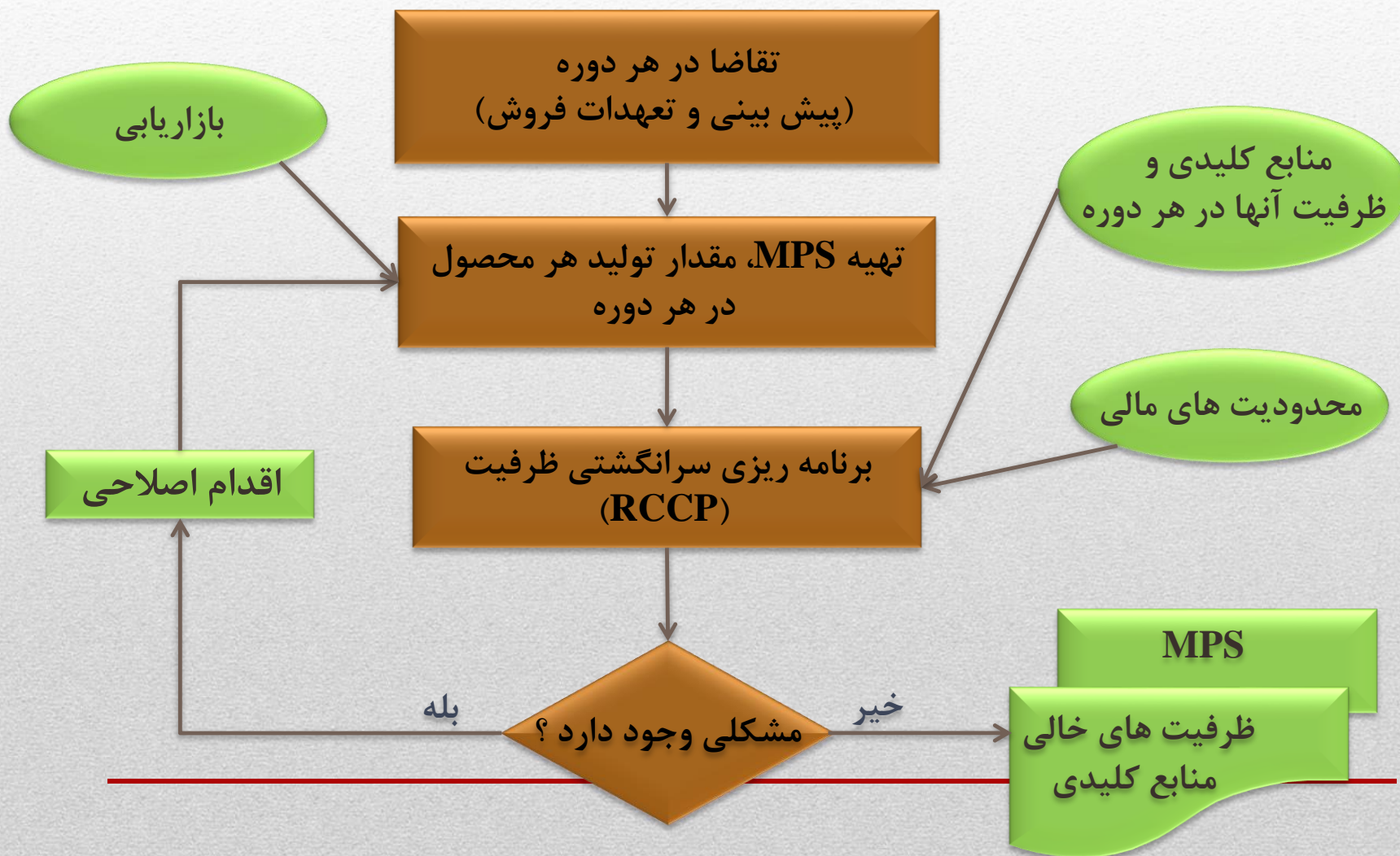
- در زمان بندی اصلی به مقدار مورد نیاز از هر محصول و زمان آن اشاره می شود. سپس با توجه به مقادیر موجودی در دست می توان به یک برنامه حدودی برای تولید دست یافت.



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 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 ضریبی از آن تولید انجام شود (**در صورت وجود**).

مثال زمان بندی اصلی ۲

موجودی اولیه	JUNE				JULY			
	1	2	3	4	5	6	7	8
64	30	30	30	30	40	40	40	40
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.

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

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

برنامه ریزی احتیاجات مواد

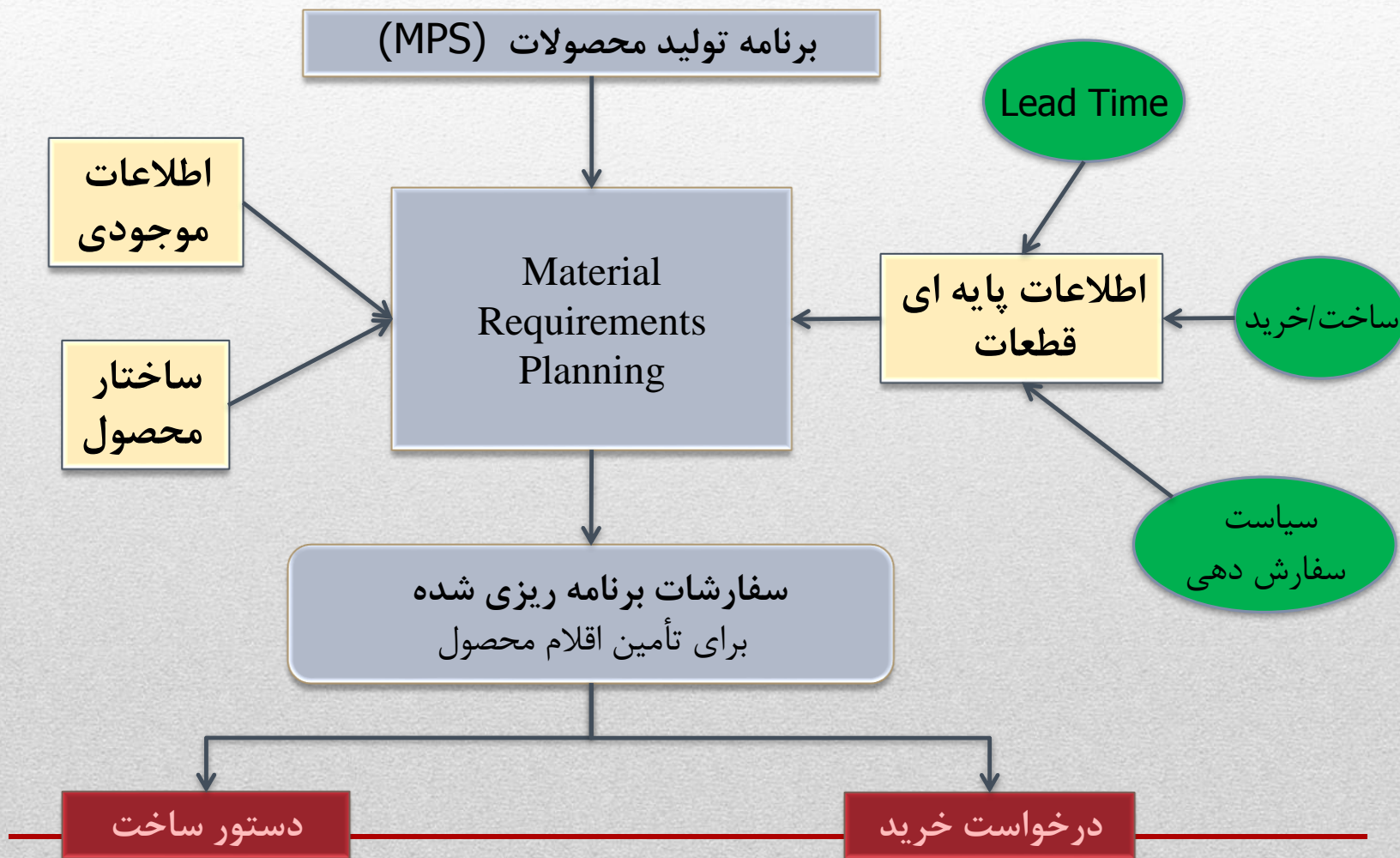
برنامه ریزی احتیاجات مواد (Material Requirements Planning- MRP)

- اساس برنامه ریزی احتیاجات مواد بر این استوار است که معمولا محصولات نهایی سازمانها که در مراحل بالاتر برنامه ریزی شده اند، خود برای تولید به تعدادی قطعات یا زیر مونتاژها نیاز دارند.
- تقاضای قطعات و زیر مونتاژها به مقدار تقاضای محصولات نهایی وابسته است. بنابراین نیاز است تا برای قطعات و زیر مونتاژهای لازم نیز برنامه ریزی خاصی صورت گیرد.
- در این حالت با توجه به برنامه ریزی سطح بالاتر (MPS) نیازی به محاسبه مجدد تقاضا برای این قطعات نیست.

ورودی‌ها برای MRP

- برای تولید یک محصول نهایی قطعات مورد نیاز به دو دسته تقسیم می‌شوند:
 - خریدنی که برای آنها باید سفارش خرید صادر شود، و
 - ساختنی که برای آنها باید برنامه‌ریزی ساخت انجام شود.
- بنابراین ورودی‌های MRP را می‌توان لیستی از محصولات نهایی، تقاضای آنها و زمان مناسب برای تولید دانست که از MPS به دست می‌آید.
- همچنین لیست احتیاجات قطعات برای تولید محصولات نهایی نیاز است. همراه با این لیست تعداد مورد نیاز از هر قطعه، و تصمیم در مورد ساخت یا خرید آنها نیز مورد نیاز است.
- در یک کلام: MRP پایه زمان بندی تولید و خرید مواد است و بیان می‌کند برای اجرای برنامه تولید اصلی چه کاری باید انجام شود؟ (البته نه چگونه باید انجام شود).

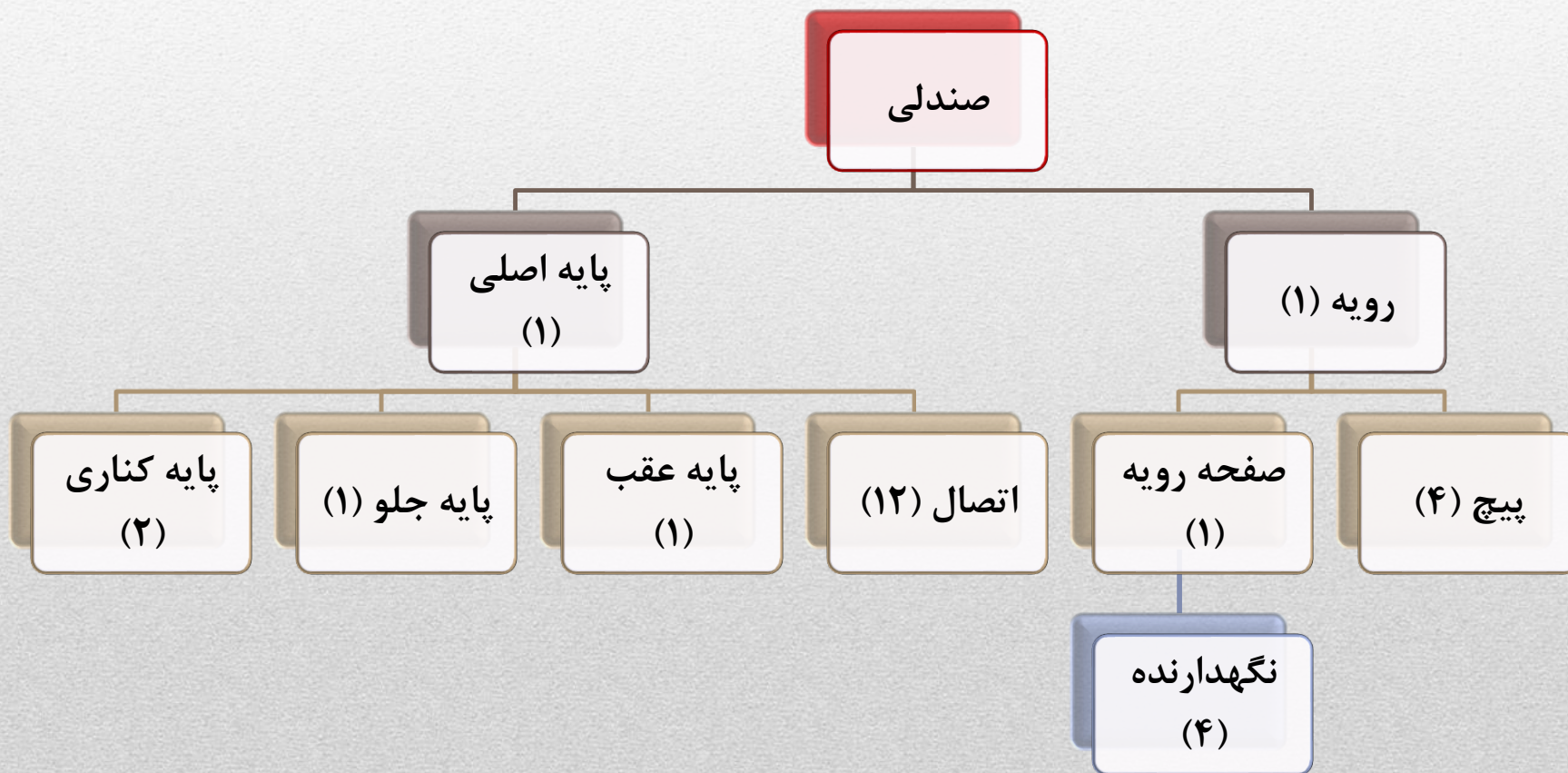
ورودی‌ها برای MRP



ساختار محصول (Bill of Material- BOM)

- یک BOM لیستی است که شامل کلیه اقلام مورد نیاز برای تولید یک محصول نهایی نیاز است. همچنین کلیه مونتاژها و زیر مونتاژها نیز نشان داده می شود.
- این لیست اغلب اوقات به صورت سلسه مراتبی (Hierarchical) نشان داده می شود. مسیرهای این درخت زیر مونتاژهای لازم برای تولید قطعات در سطوح بالاتر را نشان می دهد. همچنین مسیر مونتاژ قطعات برای رسیدن به محصول نهایی نیز نمایش داده می شود.
- همچنین گاهی اوقات تعداد لازم از هر قطعه برای مونتاژ یک واحد محصول سطح بالاتر نیز در کنار نام قطعه نشان داده می شود.

مثال - ساختار محصول BOM



سایر ورودی‌های MRP

- زمان آماده سازی (Lead Time) یکی دیگر از ورودی های برنامه MRP است که در مورد قطعات ساختنی زمان لازم برای تولید قطعه مورد نظر است.
- زمان آماده سازی قطعات خریدنی، زمان لازم برای سفارش‌دهی و دریافت قطعه مورد نظر است.
- سیاست سفارش‌دهی (بهر به بهر، ثابت و ...) برای قطعات خریدنی یا ساختنی،
- میزان موجودی در دست و همچنین سیاست مورد نظر در نگهداری آنها.
- در صورتی که BOM را بر روی یک تقویم با زمانهای سفارش دهی تلفیق کنیم به BOM فاز بندی شده دست می‌یابیم، که زمان تولید یا سفارش هر قطعه را نشان می‌دهد.

اصطلاحات مرسوم در MRP

- نیاز ناخالص
- تقاضای قطعه یا مواد ، ناشی از تقاضای اقلام سطح بالاتر در درخت محصول
- سفارشات در راه
- درخواست خریدهایی که قبلا صادر شده اند
- موجودی پیش بینی شده
- موجودی باقیمانده در انتهای دوره
- نیاز خالص
- مقدار خالص مورد نیاز که باید برای تأمین آن اقدام نمود
- دریافت برنامه ریزی شده
- نیاز خالصی که سیاست سفارش دهی در آن لحاظ شده
- ارسال سفارش تولید
- زمان شروع عملیات خرید و ساخت

محاسبات مورد نیاز MRP

دریافت های زمان بندی شده - پیش بینی موجودی - نیاز ناخالص = نیاز خالص

- نیاز خالص بر اساس سیاست شرکت تبدیل به دریافت برنامه ریزی شده می شود:
 - بهر به بهر (Lot for Lot- L4L): سفارش تولید / خرید به میزان نیاز خالص
 - بهر ثابت (Lot size): سفارش به اندازه ثابت از قبل تعیین شده یا مضربی از آن.
 - مقدار بهینه سفارش: سفارش خرید / ساخت بر اساس مقدار بهینه اقتصادی.
- تبدیل دریافت برنامه ریزی شده به زمان ارسال سفارش تولید / خرید با توجه به زمان آماده سازی مورد نیاز قطعه

مثال - برنامه ریزی احتیاجات مواد

برای تولید محصول نهایی A به ۶ قطعه دیگر نیاز است که BOM آنها در صفحه بعد نشان داده شده است. همچنین زمان آماده سازی هر قطعه در جدول زیر آورده شده. سیاست تولید همه قطعات L4L است. از محصول A، ۱۰۰ عدد در هفته ۵ نیاز است و ۱۵۰ عدد در هفته ۸.

• برای قطعات A، B، C، D، و G، هیچ موجودی اولیه در دست نیست و سفارش در راهی نیز وجود ندارد.

زمان آماده سازی

۱ هفته	A
۲	B
۱	C
۱	D
۲	E
۳	F
۲	G

- از قطعه E در ابتدای دوره ۲۰۰ عدد موجود است و ۲۰۰ عدد نیز در ابتدای دوره دوم به دست می‌رسد.
- از قطعه F در ابتدای دوره ۲۰۰ عدد موجود است و ۴۰۰ عدد نیز در ابتدای دوره سوم به دست می‌رسد.
- مطلوب است برنامه تولید قطعات برای این محصول.

مثال - محاسبه تعداد لازم برای تولید A

برای تولید هر واحد از A به

• ۲ عدد B

• ۳ عدد C

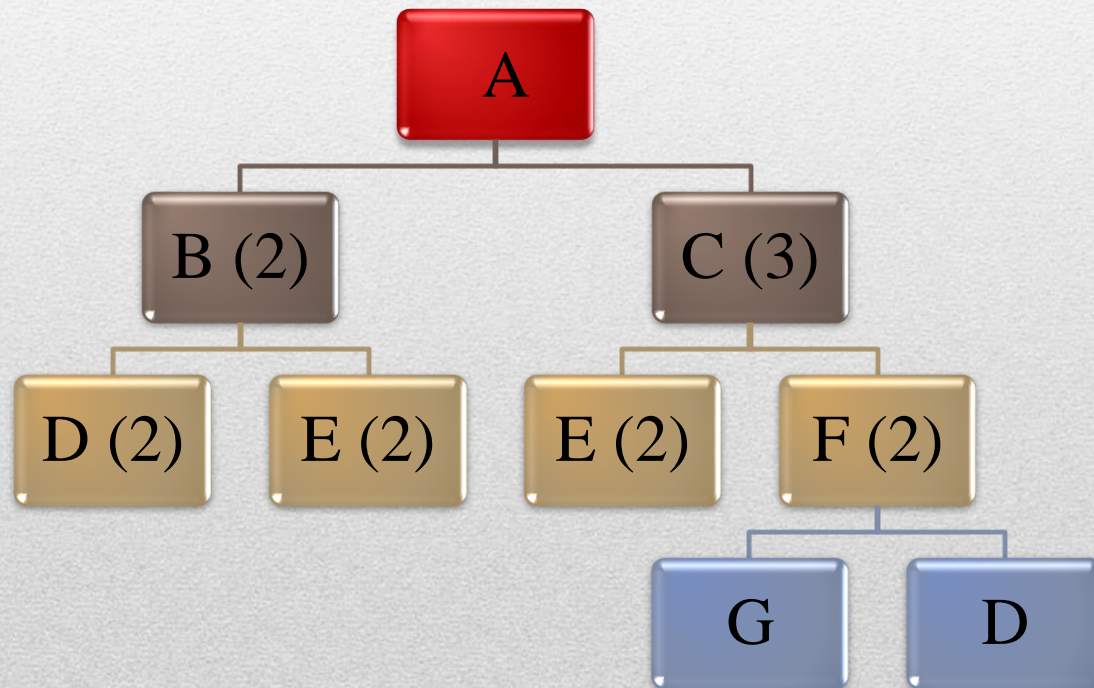
• ۱۰ عدد D

• ۱۰ عدد E

• ۶ عدد F

• ۶ عدد G

نیاز است.



پاسخ - محاسبه زمانی MRP - ۱

هفته	موجودی ابتدایی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
مقدار						۱۰۰			۱۵۰

A	نیاز ناخالص					۱۰۰			۱۵۰
زمان آماده سازی ۱ هفته	سفارش در راه								
	موجودی پیش‌بینی شده								
	نیاز خالص					۱۰۰			۱۵۰
	دریافت برنامه‌ریزی شده					۱۰۰			۱۵۰
	ارسال سفارش تولید				۱۰۰			۱۵۰	

C	نیاز ناخالص					۳۰۰		۴۵۰	
زمان آماده سازی ۱ هفته	سفارش در راه								
	موجودی پیش‌بینی شده								
	نیاز خالص					۳۰۰		۴۵۰	
	دریافت برنامه‌ریزی شده					۳۰۰		۴۵۰	
	ارسال سفارش تولید				۳۰۰		۴۵۰		

پاسخ - محاسبه زمانی MRP - ۲

	۴۵۰			۳۰۰				نیاز ناخالص	C
								سفارش در راه	زمان
								موجودی پیش‌بینی شده	آماده
	۴۵۰			۳۰۰				نیاز خالص	سازی ۱
	۴۵۰			۳۰۰				دریافت برنامه‌ریزی شده	هفته
		۴۵۰			۳۰۰			ارسال سفارش تولید	

		۹۰۰		۶۰۰				نیاز ناخالص	F
				۴۰۰				سفارش در راه	زمان
					۲۰۰	۲۰۰		موجودی پیش‌بینی شده	آماده
		۹۰۰		۰				نیاز خالص	سازی ۳
		۹۰۰						دریافت برنامه‌ریزی شده	هفته
				۹۰۰				ارسال سفارش تولید	

پاسخ - محاسبه زمانی MRP - ۲

		۹۰۰			۶۰۰			نیاز ناخالص	F
					۴۰۰			سفارش در راه	زمان آماده سازی
						۲۰۰	۲۰۰	موجودی پیش‌بینی شده	۳ هفته
		۹۰۰			۰			نیاز خالص	
		۹۰۰						دریافت برنامه‌ریزی شده	
					۹۰۰			ارسال سفارش تولید	

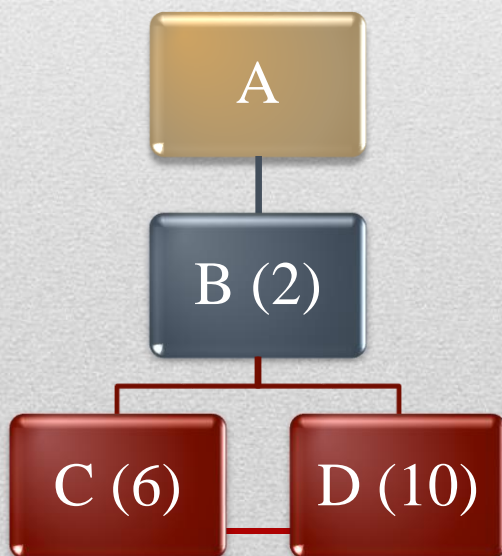
					۹۰۰			نیاز ناخالص	G
								سفارش در راه	زمان آماده سازی
								موجودی پیش‌بینی شده	۲ هفته
					۹۰۰			نیاز خالص	
					۹۰۰			دریافت برنامه‌ریزی شده	
							۹۰۰	ارسال سفارش تولید	

برنامه ریزی ظرفیت مورد نیاز (CRP)

- پس از آنکه MPS محاسبه شد، برنامه ریز باید به صورت سرانگشتی ظرفیت مورد نیاز را با ظرفیت موجود مقایسه و هماهنگ کند (RCCP).
- در مرحله بعدی و محاسبه نیازهای قطعات و مواد مورد نیاز برای اجرای MPS، به صورت دقیق میزان ظرفیت مورد نیاز برای همه قطعات ساختنی قابل محاسبه خواهد بود.
- ضمن محاسبه ظرفیت مورد نیاز، در صورتی که اختلافی بین ظرفیت در دست و ظرفیت مورد نیاز باشد، MPS باید مورد بازبینی قرار گیرد.
- ورودی CRP عبارت است از:
 - خروجی MRP،
 - ظرفیت ایستگاههای کاری، و
 - فرآیندها و زمان مورد نیاز برای تولید هر قطعه.

مثال - برنامه ریزی ظرفیت مورد نیاز ۱

- محصول زیر برای تولید به یک زیر مونتاژ و ۲ قطعه C و D نیاز دارد. عملیات مورد نیاز برای تولید A در ۳ مرکز کاری انجام می شود که هر مرکز در هر هفته ۵۷۶۰ دقیقه ظرفیت تولید دارد. جدول زیر سایر داده های مورد نیاز برای تولید A را نشان می دهد. همچنین زمان مورد نیاز برای تولید، ظرفیت مورد نیاز و MPS محصول در جداول بعد نشان داده شده است.



اقلام	سیاست سفارش دهی	موجودی در دست	سفارش در راه	زمان تحویل سفارش در راه	LT (هفته)
A	L4L	۰	۲۵۰	هفته اول	۱
B	۴۰۰	۵۰۰	۴۰۰	هفته دوم	۲
C	۲۴۰۰	۲۴۰۰	۲۴۰۰	هفته دوم	۲
D	۳۰۰۰	۴۰۰۰	۶۰۰۰	هفته دوم	۲

مثال - برنامه ریزی ظرفیت مورد نیاز ۲

شماره قطعه	ایستگاه کاری	زمان SETUP (دقیقه)	زمان عملیات (دقیقه)
A	۱	۳۰	۲.۵
	۲	۱۰	۰.۷۵
B	۱	۱۵	۰.۵
	۳	۱۵	۰.۳
C	۱	۲۵	۰.۲۵
	۲	۱۵	۰.۲۵
	۲	۲۵	۰.۷۵
D	۳	۳۰	۰.۱۵
	۱	۷۵	۰.۲۵
	۳	۳۰	۰.۷۵
	۳	۳۰	۰.۷۵

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
MPS	۲۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۱۵۰	۲۰۰	۳۰۰	۱۵۰	۲۵۰

پاسخ - برنامه ریزی ظرفیت مورد نیاز ۱

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	
A	نیاز ناخالص	۲۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۱۵۰	۲۰۰	۳۰۰	۱۵۰	۲۵۰
زمان آماده سازی ۱ هفته	سفارش در راه	۲۵۰							
	موجودی پیش بینی شده	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	نیاز خالص	۰	۲۰۰	۲۵۰	۱۵۰	۲۰۰	۳۰۰	۱۵۰	۲۵۰
	دریافت برنامه ریزی شده	۰	۲۰۰	۲۵۰	۱۵۰	۲۰۰	۳۰۰	۱۵۰	۲۵۰
	ارسال سفارش تولید	۲۰۰	۲۵۰	۱۵۰	۲۰۰	۳۰۰	۱۵۰	۲۵۰	۰

B	نیاز ناخالص	۴۰۰	۵۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۳۰۰	۵۰۰	۰
زمان آماده سازی ۲ هفته	سفارش در راه	۴۰۰							
	موجودی پیش بینی شده	۱۰۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۰	۳۰۰	۳۰۰
	نیاز خالص	۰	۴۰۰	۴۰۰	۳۰۰	۵۰۰	۰	۵۰۰	۰
	دریافت برنامه ریزی شده	۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۰	۸۰۰	۰
	ارسال سفارش تولید	۴۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۰	۸۰۰	۰	۰	۰

پاسخ - برنامه ریزی ظرفیت مورد نیاز ۲

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
C	نیاز ناخالص	۲۴۰۰	۲۴۰۰	۴۸۰۰	۰	۴۸۰۰	۰	۰
زمان آماده سازی ۲ هفته	سفارش در راه	۰	۲۴۰۰	۰	۰	۰	۰	۰
	موجودی پیش‌بینی شده	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	نیاز خالص	۰	۰	۴۸۰۰	۰	۴۸۰۰	۰	۰
	دریافت برنامه‌ریزی شده	۰	۰	۴۸۰۰	۰	۴۸۰۰	۰	۰
	ارسال سفارش تولید	۴۸۰۰	۰	۴۸۰۰	۰	۰	۰	۰

D	نیاز ناخالص	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰	۰	۸۰۰۰	۰	۰
زمان آماده سازی ۲ هفته	سفارش در راه	۰	۶۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰
	موجودی پیش‌بینی شده	۰	۲۰۰۰	۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
	نیاز خالص	۰	۰	۶۰۰۰	۰	۸۰۰۰	۰	۰
	دریافت برنامه‌ریزی شده	۰	۰	۶۰۰۰	۰	۹۰۰۰	۰	۰
	ارسال سفارش تولید	۶۰۰۰	۰	۹۰۰۰	۰	۰	۰	۰

پاسخ - خلاصه زمان تولید قطعات

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	
A	۵۰۰	۶۲۵	۳۷۵	۵۰۰	۵۰۰	۳۷۵	۶۲۵	۰	مرکز کاری ۱
B	۲۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۰	۴۰۰	۰	۰	۰	
C	۱۲۰۰	۰	۱۲۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	
D	۱۵۰۰	۰	۲۲۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	
جمع	۳۴۰۰	۸۲۵	۴۲۲۵	۵۰۰	۹۰۰	۳۷۵	۶۲۵	۰	
B	۳۰۰	۳۰۰	۶۰۰	۰	۶۰۰	۰	۰	۰	مرکز کاری ۲
C	۱۲۰۰	۰	۱۲۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	
D	۴۵۰۰	۰	۶۷۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	
جمع	۶۰۰۰	۳۰۰	۸۵۵۰	۰	۶۰۰	۰	۰	۰	
C	۱۴۴۰	۰	۱۴۴۰	۰	۰	۰	۰	۰	
D	۵۴۰۰	۰	۸۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	مرکز کاری ۳
جمع	۶۸۴۰	۰	۹۵۴۰	۰	۰	۰	۰	۰	

زمان تولید A در مرکز کاری ۱ در هفته اول = $۲۰۰ * ۲.۵ = ۵۰۰$ دقیقه

پاسخ - کل زمان لازم برای تولید

MRP مورد نظر

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
مرکز کاری ۱	۳۴۰۰	۸۲۵	۴۲۲۵	۵۰۰	۹۰۰	۳۷۵	۶۲۵	۰
مرکز کاری ۲	۶۰۰۰	۳۰۰	۸۵۵۰	۰	۶۰۰	۰	۰	۰
مرکز کاری ۳	۶۸۴۰	۰	۹۵۴۰	۰	۰	۰	۰	۰

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
مرکز کاری ۱	۱۴۵	۴۵	۱۴۵	۳۰	۴۵	۳۰	۳۰	۰
مرکز کاری ۲	۵۰	۱۰	۵۰	۰	۱۰	۰	۰	۰
مرکز کاری ۳	۷۵	۰	۷۵	۰	۰	۰	۰	۰

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
مرکز کاری ۱	$= ۱۴۵ + ۳۴۰۰$	۸۷۰	۵۰۶۰	۵۳۰	۹۴۵	۴۰۵	۶۵۵	۰
مرکز کاری ۲	۶۰۵۰	۳۱۰	۸۶۰۰	۰	۶۱۰	۰	۰	۰
مرکز کاری ۳	۶۹۱۵	۰	۱۰۰۱۵	۰	۰	۰	۰	۰

نتیجه نهایی: با توجه به زمان در دسترس هر کارگاه که ۵۷۶۰ دقیقه در هفته است، برای کارگاه‌های ۲، و ۳ ظرفیت مورد نیاز از ظرفیت در دست بیشتر است. در نتیجه برنامه‌ریز باید در MPS ارائه شده تجدید نظر کند.

توالی عملیات و زمان بندی

زمان بندی و توالی عملیات

- زمان بندی عملیات (Scheduling) در اغلب سازمانها مورد نیاز است. مثلا زمان بندی در بیمارستانها یا مراکز آموزشی.
- در یک سازمان تولیدی زمان بندی شامل ایجاد یک برنامه زمانی برای کارگران، تجهیزات، تعمیرات و ... می شود.
- یک زمان بندی مؤثر می تواند به کاهش هزینه های سازمانی و افزایش بهره وری بیانجامد. همچنین توان رقابتی بالاتر برای تولیدکنندگان نیز از نتایج زمان بندی مؤثر است.
- هدف عمده زمان بندی ایجاد تعادل میان اهداف مغایر، به کارگیری مؤثر کارگران، تجهیزات، و تسهیلات همزمان با کاهش زمان انتظار مشتریان، موجودیها و زمان فرآیندهاست.
- مسائل توالی عملیات (Sequencing) دربرگیرنده تعیین ترتیب فرآیندهای یک کار بر روی یک ایستگاه کاری است.
- همچنین توالی عملیات می تواند شامل تعیین ترتیب انجام عملیات یک کار بر روی مراکز کاری مختلف باشد.

برنامه ریزی تولید دسته‌ای

- فرآیند تولید دسته ای حد فاصل بین تولید کارگاهی و تولید پیوسته است و تولید به طور عمده انبار می شود (Make to Stock). از جمله فرآیندهای تولید دسته ای می توان به نوشابه سازی، کنسروسازی و داروسازی اشاره کرد.
- اندازه دسته در تولید دسته ای تابعی از هزینه آماده سازی و هزینه نگهداری است. در تولید دسته‌ای با افزایش اندازه دسته هزینه آماده‌سازی کاهش یافته و هزینه نگهداری افزایش می باید.
- مقدار بهینه دسته از فرمول زیر محاسبه می‌شود، که در آن D : تقاضای سال، S : هزینه سفارش، H : هزینه نگهداری هر واحد کالا، d : نرخ مصرف روزانه، و p : نرخ تولید روزانه است

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H(1-d/p)}}$$

توالی عملیات در خطوط تولید دسته‌ای

- در تعیین توالی عملیات در تولید دسته‌ای معمولا ابتدا محصولی تولید می‌شود که موجودی در انبار آن سریعتر به پایان می‌رسد.
- علاوه بر آن باید محاسبه کرد که آیا در زمان باقی‌مانده می‌توان مقادیر مورد نیاز را تولید کرد یا خیر.
- زمان به آخر رسیدن موجودی انبار (Run out time) حاصل تقسیم مقدار موجودی فعلی انبار بر مقدار تقاضا در واحد زمان (مثلا روز) است. هر محصولی که کوچکترین مقدار را داشته باشد، در اولویت تولید قرار می‌گیرد.
- تولید هر محصول معمولا مطابق با دسته بهینه تولیدی محاسبه شده از روش اسلاید قبل یا روشهای دسته تولیدی گسسته (بررسی شده در برنامه‌ریزی موجودی)، انجام می‌گیرد.

مثال - توالی عملیات در تولید دسته‌ای

- یک شرکت تولیدی محصولات بهداشتی آرایشی پنج محصول را تولید می کند. اطلاعات مربوط به اندازه دسته تولیدی، نرخ تولید و مصرف در هفته و همچنین موجودی فعلی هر یک از محصولات در جدول ذیل آورده شده است. مطلوبست تعیین اینکه آیا ظرفیت لازم برای تامین تقاضا وجود دارد و همچنین توالی عملیات محصولات.

محصول	اندازه دسته اقتصادی (Q^*)	ظرفیت تولید در هفته	زمان لازم برای تولید Q^*	تقاضا در هفته	موجودی فعلی
A	۱۰۰۰	۸۳۳	۱.۲	۱۵۰	۸۰۰
B	۸۰۰	۱۰۰۰	۰.۸	۲۵۰	۶۰۰
C	۱۵۰۰	۷۵۰	۲.۰	۱۵۰	۲۰۰۰
D	۱۸۰۰	۹۰۰	۲.۰	۱۰۰	۲۵۰۰
E	۶۰۰	۶۰۰	۱	۱۰۰	۵۲۵

پاسخ - توالی عملیات در تولید دسته‌ای ۱

- ابتدا باید ظرفیت مورد نیاز را مورد بررسی قرار داد تا مطمئن شویم می‌توانیم تولید را انجام دهیم.
- تقاضای هفتگی هر محصول تقسیم بر نرخ تولید هر محصول در هفته برابر زمان مورد نیاز برای تولید آن محصول در هفته است.
- از آنجا که مجموع زمانهای لازم برای تولید از ۱ هفته کمتر شده است، توان تولید موجود است.

محصول	تقاضای هفتگی	ظرفیت تولید هفتگی	زمان مورد نیاز (هفته)
A	۱۵۰	۸۳۳	۰.۱۸
B	۲۵۰	۱۰۰۰	۰.۲۵
C	۱۵۰	۷۵۰	۰.۲۰
D	۱۰۰	۹۰۰	۰.۱۱
E	۱۰۰	۶۰۰	۰.۱۷
جمع			۰.۹۱

پاسخ - توالی عملیات در تولید دسته‌ای ۲

• کل تولید در این شرکت با توجه به دسته تولیدی که برای هر محصول مشخص شده است ۷ هفته به طول می‌انجامد (مجموع زمانهای مورد نیاز برای تولید هر دسته از محصولات).

• $1.0 + 2.0 + 2.0 + 0.8 + 1.2 = 7 = \text{کل زمان دوره تولید}$

• برای تعیین توالی تولید ابتدا باید مقدار زمان تداوم موجودی در دست را مشخص کرد و سپس محصولی که کوچکترین مقدار را داراست در اولویت تولید قرار می‌گیرد. در اینجا محصول B در ابتدای توالی تولید قرار می‌گیرد و دسته به اندازه ۸۰۰ عدد تولید می‌شود.

محصول	زمان تداوم موجودی (هفته)
A	$800/150 = 5.33$
B	۲.۴۴
C	۱۳.۳۳
D	۲۵
E	۵.۲۵

• موجودی در دست تقسیم بر تقاضای هفتگی

پاسخ - توالی عملیات در تولید دسته‌ای ۲

- با توجه به تعیین توالی تولید محصول B، در مرحله بعد باید محاسبه نمود که پس از تولید محصول B از سایر محصولات چه مقدار موجودی در دست باقی می‌ماند. یا در واقع در طی زمان تولید چقدر از موجودی سایر محصولات مصرف می‌شود.
- تولید دسته ۸۰۰ تایی از محصول B، ۰.۸ هفته طول می‌کشد.
- با توجه به محاسبات انجام شده، محصول E در مرحله دوم تولید با اندازه دسته ۶۰۰ تایی قرار می‌گیرد.

محصول	موجودی پس از دوران تولید محصول B	تقاضای هفتگی	تداوم موجودی (هفته)
A	$800 - 150 (0.8) = 680$	۱۵۰	$630 / 150 = 4.2$
B	$600 - 250 (0.8) + 800 = 1200$	۲۵۰	۴.۸
C	$2000 - 150 (0.8) = 1880$	۱۵۰	۱۲.۵۳
D	$2500 - 100 (0.8) = 2420$	۱۰۰	۲۴.۲
E	$523 - 100 (0.8) = 445$	۱۰۰	۴.۴۵

پاسخ - توالی عملیات در تولید دسته‌ای ۶

- پس از تولید محصولات B و E، برای تعیین سومین محصول تولیدی مجدداً باید مقادیر تداوم موجودی برای تمام محصولات محاسبه گردد.
- تولید دسته ۶۰۰ تایی از محصول E، با توجه به ظرفیت تولید آن ۱ هفته طول می‌کشد.
- با توجه به محاسبات انجام شده، محصول A در مرحله سوم تولید با اندازه دسته ۱۰۰۰ تایی قرار می‌گیرد.

محصول	موجودی پس از دوران تولید محصول E	تقاضای هفتگی	تداوم موجودی (هفته)
A	$680 - 150 (1) = 530$	۱۵۰	۳.۵۳
B	$1200 - 250 (1) = 950$	۲۵۰	۳.۸
C	$1880 - 150 (1) = 1730$	۱۵۰	۱۱.۵۳
D	$2420 - 100 (1) = 2320$	۱۰۰	۲۳.۲
E	$445 - 100 (1) + 600 = 945$	۱۰۰	۹.۴۵

- به همین ترتیب ادامه پیدا می‌کند، تا جاییکه بتوان یک طرح کلی برای تولید به دست آورد.

اولویت بندی فعالیتها

برای یک ماشین

- معمولا تعدادی فعالیت در انتظار انجام بر روی **یک** ایستگاه کاری یا ماشین هستند. اولویت بندی این فعالیتها برای انجام معمولا از طریق قوانین ابتکاری زیر می شود (محدود به این موارد نیست)،
- ۱- FCFS: فعالیتهایی در اولویت انجام هستند که **زودتر به صف** انتظار معرفی شده باشند (به این روش FIFO هم می گویند)،
- ۲- SPT: فعالیتهایی با **زمان عملیات کوتاهتر** در اولویت قرار می گیرند،
- ۳- EDD: فعالیتهایی در اولویت هستند که **موعد تحویل زودتری** دارند،
- ۴- S/O: فعالیتهایی که نسبت زمان لنگی (زمان باقیمانده تا موعد تحویل منهای زمان عملیات باقیمانده برای قطعه) کوچکتری دارند. این نسبت با تقسیم زمان لنگی به تعداد فعالیت باقیمانده از یک قطعه به دست می آید.
- ۵- قواعد غیر کمی: بر اساس تشخیص موارد اورژانسی، یا رسیدگی به مشتریان مهمتر.

شاخص عملکرد در توالی عملیات

- دیرکرد (Tardiness, Delay): مقدار زمانی که یک فعالیت بیش از موعد تحویل خود طول می کشد،
- متوسط دیرکرد: متوسط زمان دیرکرد در میان تمام فعالیتهایی که بر روی یک ایستگاه کاری زمان بندی می شوند.
- زمان جریان (Flow Time): مجموع زمان پایان فعالیتهای زمان بندی شده بر روی یک ایستگاه کاری،
- متوسط زمان جریان: میانگین زمان جریان برای تمام فعالیتهای زمان بندی شده بر روی یک ایستگاه کاری.
- درصدی از فعالیتها که دچار تأخیر می شوند، یا درصدی از فعالیتها که بدون تأخیر انجام می شوند.

مثال - توالی عملیات در یک ماشین

- فعالیتهایی که در جدول زیر آورده شده است، بر روی یک ماشین باید انجام شوند. برای این فعالیتهای زمان عملیات، و موعد تحویل باقیمانده نیز آورده شده است.
- توالی این فعالیتهای را بر اساس قوانین FCFS، SPT، و EDD تعیین کنید. این روشها را بر اساس متوسط زمان جریان و متوسط دیرکرد مقایسه کنید

موعد تحویل	زمان عملیات	فعالیت
۷	۲	A
۱۶	۸	B
۴	۴	C
۱۷	۱۰	D
۱۵	۵	E
۱۸	۱۲	F

پاسخ - توالی عملیات روش SPT

- بر اساس روش SPT، فعالیتها به صورت A,C,E,B,D,F زمان بندی می شوند.
- متوسط زمان جریان = ۱۸ روز، (۱۰۸/۶)،
- متوسط مقدار دیرکرد = ۶.۶۷ روز، (۴۰/۶)،
- درصد فعالیتهای تأخیری = ۶۶.۶٪ (۱۰۰ * ۴/۶).

فعالیت	زمان عملیات	زمان جریان	موعد تحویل	دیرکرد
A	۲	۲	۷	۰
C	۴	۶	۴	۲
E	۵	۱۱	۱۵	۰
B	۸	۱۹	۱۶	۳
D	۱۰	۲۹	۱۷	۱۲
F	۱۲	۴۱	۱۸	۲۳
جمع	۴۱	۱۰۸		۴۰

زمان بندی فعالیتها بر بیش از یک ماشین

موازی

- در حالتی که تعدادی ماشین یا مرکز کاری داشته باشیم که هر یک بتوانند کار همدیگر را انجام دهند (مثلا در سیستم تولید کارگاهی، درون یک کارگاه) به این ماشینها اصطلاحا موازی می گویند.
- هدف در این مسائل کمینه کردن متوسط زمان گردش کار در کل کارگاه است.
- برای این مسائل می توان از قواعد گفته شده در مورد تک ماشینها استفاده کرد.
- در یک الگوریتم **ابتکاری**، توالی کلیه کارها را از روش SPT (کوتاهترین زمان عملیات) مرتب کنید و سپس به ترتیب کارها را روی ماشینی زمان بندی کنید که کمترین زمان تجمعی عملیات را داراست. در صورت تساوی به دلخواه یک ماشین را انتخاب کنید.

مثال - زمان بندی ماشینهای موازی

- کار زیر در کارگاه تراشکاری باید انجام شوند، این کارگاه شامل ۳ ماشین است که در دسترس هستند. یک زمان بندی مناسب برای این کارها ارائه دهید که متوسط زمان جریان در سیستم را کوچک کند.

J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	فعالیت
۲	۴	۵	۳	۲	۷	۸	۳	۶	۵	زمان عملیات

پاسخ - زمان بندی ماشینهای موازی

• ابتدا بر اساس روش SPT یک توالی مناسب از عملیاتها ارائه می شود:

• **F → J → G → C → I → A → H → B → E → D**

• سپس به ترتیب کارها را به ماشینی اختصاص دهید که کل زمان عملیات کوچکتری دارد.

																				ماشین ۱	
																					ماشین ۲
																					ماشین ۳
۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		دقیقه	

J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	فعالیت
۲	۴	۵	۳	۲	۷	۸	۳	۶	۵	زمان عملیات

زمان بندی فعالیتها بر پیش از یک ماشین

متوالی یا سری

- قانون جانسون (Johnson) تکنیکی است که با استفاده از آن می توان زمان لازم جهت اجرای گروهی از فعالیتها را به حداقل رساند.
- زمان لازم جهت انجام گروهی از فعالیتها (Makespan)، برابر مجموع زمان عملیاتی لازم برای فعالیتها بر روی ماشین آلات، زمان حمل و نقلهای لازم، و زمانهای انتظار برای فعالیت بعدی است.
- این زمان معمولا برای یک قطعه یا مجموعه فعالیتهای لازم برای یک قطعه در یک مرکز کاری محاسبه می شود.
- قانون جانسون همچنین زمانهای بیکاری ایستگاههای کاری را کمینه می کند.

شرایط به کار گیری قانون جانسون

برای دو ماشین و ۱ کار

- زمان عملیات (شامل زمان راهاندازی و زمان فرآیند) باید شناخته شده و ثابت برای هر فعالیت در هر ماشین باشد.
- زمان عملیات برای همه فعالیت‌های موجود در یک کار (که مجموعه‌ای از فعالیت‌های متوالی است)، باید مستقل از هم باشد.
- اولویت بندی در کارها را نمی‌توان استفاده کرد.
- همه کارها باید شامل دو فعالیت که هر یک بر روی یکی از ماشینها انجام شود، باشد.
- همه کارهای موجود ابتدا باید فعالیتی که بر روی ماشین ۱ دارند را تکمیل کنند، و سپس به سراغ فعالیت روی ماشین ۲ بروند.

الگوی کار گیری قانون جانسون برای دو ماشین و II کار

- ۱- ابتدا تمام کارها و زمانهای عملیاتی برای فعالیتهای بر روی ماشینها را لیست کنید،
- ۲- فعالیتی که کوتاهترین زمان را دارد، انتخاب کنید. اگر این فعالیت بر روی ماشین ۱ انجام می شود، آن را در ابتدای صف زمان بندی کنید، در صورتی که فعالیت بر روی ماشین ۲ باید انجام شود، آن را به انتهای صف منتقل کنید،
- ۳- این فعالیت را از فرآیند تصمیم گیری کنار گذارید،
- ۴- گامهای ۲ و ۳ را تا آنجا که همه فعالیتهای زمان بندی شوند ادامه دهید.

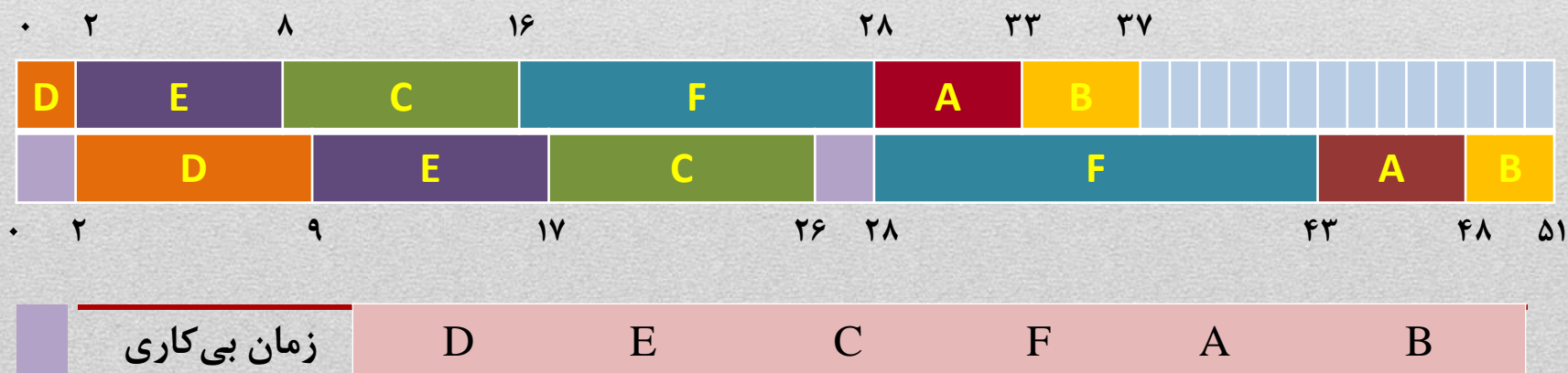
مثال - زمان بندی ماشینهای سری

- ۶ کار زیر باید بر روی ۲ ماشین انجام شوند. هر کار شامل ۲ فعالیت است، ابتدا تمیز کاری و سپس رنگ آمیزی. این فعالیتها را به گونه ای زمان بندی کنید که کل زمان تکمیل (Makespan) آنها کمینه شود.

فعالیت	زمان عملیات ماشین ۱	زمان عملیات ماشین ۲
A	۵	۵
B	۴	۳
C	۸	۹
D	۲	۷
E	۶	۸
F	۱۲	۱۵

پاسخ - زمان بندی ماشینهای سری

فعالیت	زمان عملیات ماشین ۱	زمان عملیات ماشین ۲
A	۵	۵ (۳)
B	۴	۳ (۲)
C	۸	۹
D	۲	۷
E	۶	۸
F	۱۲	۱۵



کاربرد قانون جانسون برای سه ماشین و ۱۱ کار

- به طور کلی می‌توان گفت که هیچ راه حل بهینه‌ای که بتواند زمان‌بندی مناسبی برای کارهایی که باید روی بیش از دو ماشین انجام شود وجود ندارد.
- قانون جانسون برای ۲ ماشین یا مرکز کاری که به طور سری کارهایی را انجام می‌دهند، یک راهکار ابتکاری مناسب است.
- این قانون در صورت وجود شرایطی خاص می‌تواند به زمان‌بندی ۳ ماشین نیز تعمیم یابد.
- در صورتی که **کوچکترین** زمان عملیات روی یکی از ماشینهای ۱ یا ۳ از **بزرگترین** زمان عملیات روی ماشین ۲ کوچکتر نباشد (شرط برای یکی از ماشینها کافی است)، می‌توان کارهای ماشین ۲ و **دو ماشین** دیگر را ادغام نمود و مسأله را از قانون جانسون حل کرد.

(Production and Operations Management, Chary, 2009).

مثال - زمان بندی فعالیتها روی ۳ ماشین

- ۶ کار زیر باید بر روی ۳ ماشین انجام شوند. هر کار شامل ۳ فعالیت است. این کارها را با استفاده از قانون جانسون زمان بندی کنید.

فعالیت	زمان عملیات ماشین ۱	زمان عملیات ماشین ۲	زمان عملیات ماشین ۳
A	۷	۴	۸
B	۵	۴	۹
C	۱۰	۳	۵
D	۸	۴	۱۰
E	۱۲	۳	۲
F	۸	۲	۷

پاسخ - زمان بندی فعالیتها روی ۲ ماشین - ۱

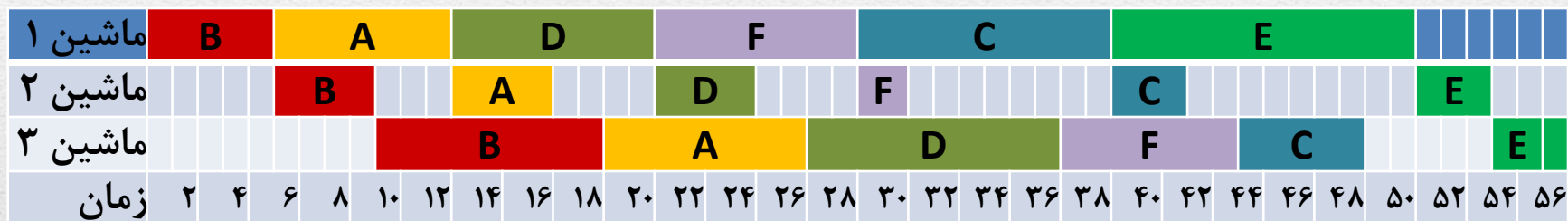
- با در نظر گرفتن اینکه بزرگترین زمان عملیاتی روی ماشین شماره ۲، از کوچکترین زمان عملیاتی روی ماشین ۱ بزرگتر نیست، می توان با ادغام (تجمیع زمان عملیات) ماشین ۱ و ۲ از یک سو، و تجمیع زمان عملیات ۲ و ۳ از سوی دیگر، تشکیل دو ماشین مجازی به زمان بندی مناسبی از طریق قانون جانسون دست یافت.

فعالیت	زمان عملیات ماشین ۱	زمان عملیات ماشین ۳
A	۱۱	۱۲
B	۹	۱۳
C	۱۳	۸
D	۱۲	۱۴
E	۱۵	۵
F	۱۰	۹

پاسخ - زمان بندی فعالیتها روی ۳ ماشین-۲

• در این حالت حل به روش جانسون برابر است با:

- B,A,D,F,C,E



زمان عملیات ماشین ۳	زمان عملیات ماشین ۱	فعالیت
۱۲	۱۱	A
۱۳	۹	B
۸	۱۳	C
۱۴	۱۲	D
۵	۱۵	E
۹	۱۰	F

زمان بندی نیروی انسانی

- بسیاری از اوقات مسأله زمان بندی نیروی انسانی مورد نیاز در سازمانهایی که نیاز مداوم به کار دارند پیش می آید.
- مؤسساتی چون بیمارستانها، نیروی پلیس، مراکز نظامی، مراکز خدمات ارتباطی (موبایل، تلفن، اینترنت)، و ... نیاز به چنین برنامه ریزی هایی دارند.
- در چنین مواقعی معمولاً برای کارمندان یک طرح کاری برنامه ریزی می شود. مثلاً ۵ روز کار متوالی و ۲ روز استراحت.
- در عین حال محدودیتهای زیادی بر این مسائل وارد می شود. مثلاً محدودیتهایی قانونی برای حداکثر کار و ...، میزان مهارت افراد مختلف که باعث نیازهای متفاوت می شود و
- در اسلایدهای بعدی با یک روش ابتکاری به حل چنین مسائلی در حالت خاص کار دوره ای (Cyclical Scheduling) برای سازمان می پردازیم.

مثال - زمان بندی نیروی انسانی

- فرض کنید سازمانی در روزهای مختلف هفته به نیروهای زیر نیاز دارد. مدیریت سازمان در نظر دارد که برای هر کارگر یک طرح شامل ۵ روز کار متوالی و ۲ روز استراحت مشخص کند و در عین حال تعداد کارمند مورد نیاز سازمان در کمترین حالت قرار گیرد. این برنامه را برای سازمان مشخص کنید.

روز	شنبه	یکشنبه	۲شنبه	۳شنبه	۴شنبه	۵شنبه	جمعه
تعداد نفر مورد نیاز	۴	۵	۳	۴	۲	۳	۲

پاسخ - زمان بندی نیروی انسانی ۱

- ۱- ابتدا یک کارگر را به سازمان اختصاص دهید، و
- ۲- دو روز متوالی را که در مجموع کمترین نیاز به کارمند دارند مشخص کرده و دور تعداد نفر مورد نیاز خط بکشید.
- در این مثال با جمع دو به دو نیروی مورد نیاز در روزهای متوالی، نتیجه آن است که در روزهای ۵ شنبه و جمعه نیروی کمتری مورد نیاز است، پس این دور روز انتخاب می شوند.

روز	شنبه	یکشنبه	۲شنبه	۳شنبه	۴شنبه	۵شنبه	جمعه
تعداد نفر مورد نیاز	۴	۵	۳	۴	۴	۳	۲
کارگر ۱	۴	۵	۳	۴	۴	۳	۲

پاسخ - زمان بندی نیروی انسانی ۲

- نکته: روزهای جمعه و شنبه را نیز باید دور روز متوالی در نظر داشت و در صورت انتخاب هر دو را با دایره مشخص کرد.
- ۳- کارگر بعدی را اضافه کرده، و در جلوی آن، مقادیر جدید نیروی مورد نیاز را بنویسید. به این صورت که: در روزهایی که در مرحله قبل انتخاب نشده‌اند، یک نفر از تعداد مورد نیاز کم کنید، و روزهایی که انتخاب شده‌اند را بدون تغییر بگذارید. روزهای تعطیل کارگر بعدی را مشخص کنید.
- نکته: در صورتی که مقادیر مورد نیاز مساوی شد، به دلخواه یکی را انتخاب کنید.

روز	شنبه	یکشنبه	۲شنبه	۳شنبه	۴شنبه	۵شنبه	جمعه
تعداد نفر مورد نیاز	۴	۵	۳	۴	۴	۳	۲
کارگر ۱	۴	۵	۳	۴	۴	۳	۲
کارگر ۲	۳	۴	۲	۳	۳	۳	۲

پاسخ - زمان بندی نیروی انسانی ۲

- ۴- قدم ۲ و ۳ را تکرار کنید، تا هنگامی که تمام نیروی مورد نیاز اختصاص یابد.
- در بعضی موارد جواب نهایی نیاز به بازبینی دارد تا جواب بهتری برای مسأله یافته شود. مثلاً ممکن است در آخر برنامه، در کل هفته ۱ یا ۲ روز به یک نیروی انسانی نیاز باشد، در این حالت می‌توان از اضافه کاری یا قرارداد موقت استفاده کرد و یک نیروی جدید استخدام نکرد.

روز	شنبه	یکشنبه	۲شنبه	۳شنبه	۴شنبه	۵شنبه	جمعه
تعداد نفر مورد نیاز	۴	۵	۳	۴	۴	۳	۲
کارگر ۱	۴	۵	۳	۴	۴	۳	۲
کارگر ۲	۳	۴	۲	۳	۳	۳	۲
کارگر ۳	۲	۳	۱	۲	۲	۳	۲
کارگر ۴	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱
کارگر ۵	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱
کارگر ۶	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰

پاسخ - زمان بندی نیروی انسانی ۴

- در مثالی که حل شد، هر کارگر در روزهایی که جلوی اسمش با خط قرمز مشخص شده است استراحت دارد و در بقیه روزها کار می کند.
- توجه کنید که کارگر ۶ تنها ۱ روز کار می کند، و کارگر ۵ نیز ۴ روز کار می کند.
- به عنوان بهتر کردن زمان بندی ارائه شده می توان برای کارگر ۵ به گونه ای شرایط فراهم شود (مثلا با افزایش حقوق، یا گردشی کردن طرح شماره ۵) که او استراحت خود را به صورت غیر متوالی یعنی روزهای دوشنبه و چهارشنبه انجام دهد، و نیازی به استخدام یک نفر جدید نباشد.

چون پیاله دلم از توبه که کردم بشکست

مخولاله جگر من بی می و پیمانہ بسوخت

باجرا کم کن و باز آ که مرا مردم چشم

خرقه از سر بره در آور دو به سکرانه بسوخت



پرسش و پاسخ