ادامه فصل هشتم

برای فرمول بندی عوامل ذیل را داریم:

p= میزان تولید هر ایستگاه کاری ، تعداد واحد ستاده در هر دوره.

T= زمان فرایند برای هر واحد به دقیقه.

D= مدت زمان عملیات هر دوره (D=۸ برای یک نوبت کاری، D=۱۶ برای دو نوبت کاری، D =۲۴ برای سه نوبت کاری) بر حسب ساعت.

E= بازدهی تجهیزات که به درصدی از زمان کارکرد در دوره بیان می شود (این بازدهی مربوط به زمانهای هدر رفته برای خرابی، تنظیم و تعمیر و دلایل دیگر است که باعث از کار افتادگی ماشین می شود).

N= تعداد ماشین های مورد نیاز در هر ایستگاه کاری که از این رابطه قابل محاسبه است:

$$N = \frac{TP}{60DE}$$

یا :

تعداد ماشین مورد نیاز(زمان فرایند هر واحد در ساعت)= $\frac{\text{میزان مورد نیاز ستاده}}{\text{زمان در دسترس/سیکل زمانی}}$

برای نشان دادن قابلیت کاربرد فرمول فوق ، فرض کنیم که کارخانه ای باید تولیدی برابر با ۳۰۰۰ قطعه در روز، برای مونتاژ به کارگاه دیگری تحویل دهد. زمان فرایند هر محصول ۲/۵ دقیقه و بازدهی تجهیزات برای دو نوبت کاری در روز برابر با ۸۰ درصد برآورد شده است. تعداد تجهیزات مورد نیاز را میتوان از فرمول ذیل چنین محاسبه کرد:

$$N = \frac{TP}{60DE} = \frac{2.5 \times 3000}{60 \times 16 \times 0.8} = 9.77 \sim 10$$

اگر میزان بازدهی ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شود، برابر است با:

$$N = \frac{TP}{60DE} = \frac{2.5 \times 3000}{60 \times 16 \times 1} = 7.81 \sim 8$$

تعیین بازدهی مراحل

تعیین بازدهی مراحل یکی از مشکل ترین معیارهاست که باید با دقت و صحت قابل قبولی محاسبه شود و می توان آن را به صورت فرمول ذیل نشان داد:

$$E = \frac{H}{D} \text{ یا } \quad E = 1 - \frac{DT+ST}{D}$$

در این فرمول :

E = بازدهی هر مرحله یا دستگاه.

H= زمان انتظارعملیات درهر دوره (ساعت).

D = طول مدت زمان یک دوره ی عملیاتی (ساعت).

DT= زمان از کارافتادگی دستگاه (ساعت).

ST= زمان تنظیم فرایند سفارشهای مختلف هر دوره است.

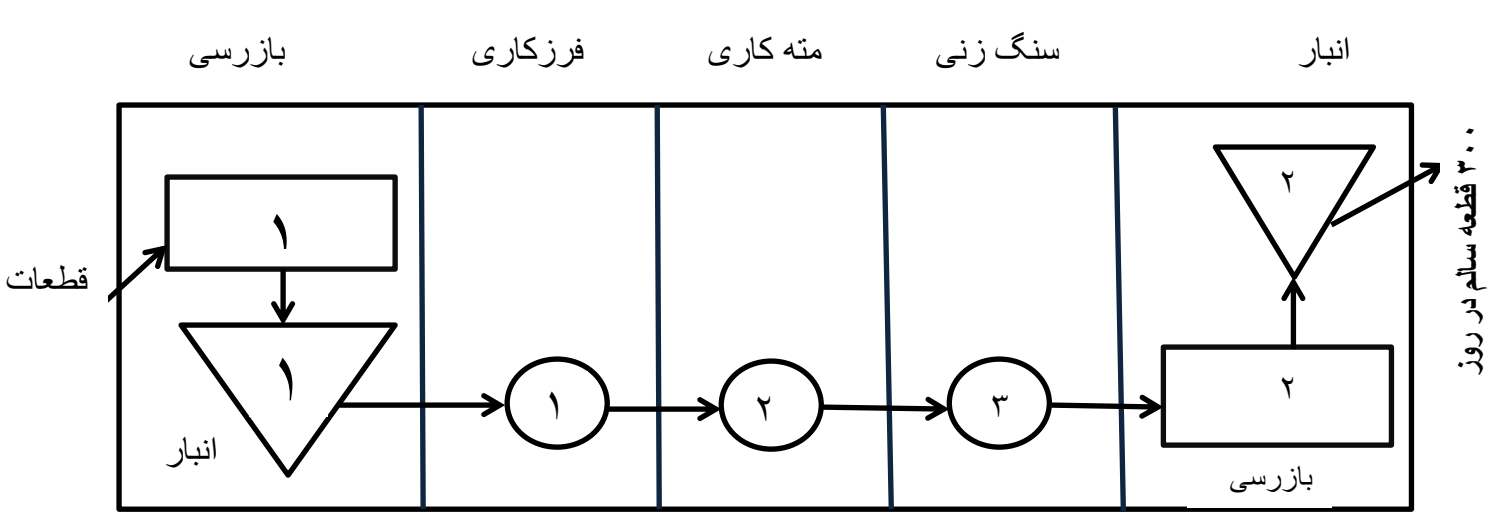
حتی با پیشرفته ترین فناوری تولیدی هم باید انتظار داشت که مقداری از زمان عملیاتی تلف شود. این مقدار زمان از دست رفته می تواند به تعمیر و تنظیم دستگاهها به هنگام خاموشی یا تاخیر در تحویل مواد اولیه یا قطعات یدکی و غیره مربوط باشد.

اندازه گیری مقدار بازدهی در هر مرحله به سه عامل بستگی دارد:

۱. نوع تجهیزاتی که مورد استفاده قرار می گیرد؛
۲. چگونگی عملکرد تجهیزات در موقع عملیات، مثل سرعت، تغذیه و تنظیم؛
۳. سیاستهای نگهداری و پیشگیری تجهیزات .

امروزه این روند با پیشرفت تکنولوژی و فناوری معمولا بصورت خودکار در حال انجام است و با برنامه ریزی مناسب تعمیرات پیشگیرانه نرخ ازکارافتادگی دستگاهها کاهش یافته و در نتیجه افزایش بازدهی صورت گرفته است و در کنار آن با روشهای پیشرفته اتوماسیون و استفاده از سیستم های رباتیک و آموزشهای صحیح و مثبت در اپراتور و کنترل حوادث غیرمنتظره وضعیت بازدهی را در شرایط بهتری قرار داده است . لذا تسلط مدیر صنعتی در استفاده و بکارگیری سیستم های کنترلی و جلوگیری از عوامل خارج از کنترل از ضروری ترین موارد مدیریت صنعتی کارخانجات می باشد.

مثال: یک شرکت سازنده قطعات، قراردادی را با یک تولید کننده اتومبیل بسته است. طبق قرار داد، شرکت باید روزانه ۳۰۰ قطعه به کارخانه تحویل دهد. تولید این قطعات پس از بازرسی، طی سه مرحله متوالی فرزکاری، مته کاری و سنگ زنی آماده تحویل می شود، شکل پایین این سه مرحله را نشان می دهد و همچنین آمار فرایند قطعات در جدول زیر آمده است.



سه مرحله به اضافه بازرسی و تحویل

جدول آمار فرایند قطعات

درصد معیوب	زمان متوسط تنظیم در روز (دقیقه)	زمان متوسط خرابی در روز (دقیقه)	زمان عملیات برای هر واحد (دقیقه)	ساعت کاری در هر دوره کار	مراحل تولید
۶	۱۶	۸۰	۱۵	۸	۱
۴	۳۰	۹۰	۱۰	۸	۲
۹	۸	۴۰	۲۰	۸	۳

*قطعات معیوب نمی توانند دوباره تعمیر شوند، بنابراین غیر قابل استفاده محسوب می شوند.

می خواهیم تعداد ماشین آلات را برای هر مرحله طوری محاسبه کنیم که شرکت بتواند جوابگوی تقاضای ۳۰۰ قطعه در روز به کارخانه ماشین سازی باشد. قبل از آنکه شرکت به این کار بپردازد، باید بازدهی هر مرحله را محاسبه کند، به طوری که بتوان مقدار P_i را با توجه به تقاضا برآورد کرد.

برای پیدا کردن بازدهی از این فرمول استفاده می کنیم:

$$E = 1 - \frac{DT + ST}{D}$$

یا:

$$E = 1 - \frac{\text{زمان غیر قابل دسترسی در هر دوره کاری}}{\text{ساعات کاری در هر دوره کاری}}$$

برای کارگاه فرزکاری (مرحله ۱) :

$$E_{۱} = 1 - \frac{80+16}{60(8)} = 1 - 0.2 = 0.8$$

برای کارگاه مته کاری (مرحله ۲) :

$$E_{۲} = 1 - \frac{90+30}{60(8)} = 1 - 0.25 = 0.75$$

برای کارگاه سنگ زنی (مرحله ۳) :

$$E_{۳} = 1 - \frac{40+8}{60(8)} = 1 - 0.1 = 0.9$$

بنابراین مقدار بازدهی مرحله ۱ تا ۳ به ترتیب ۰/۸ ، ۰/۷۵ و ۰/۹ محاسبه شده است.

تعیین میزان تولید در هر مرحله P_i : چون نتیجه عملکرد هر مرحله ، تولید قطعات سالم و معیوب است ؛ بنابراین مجموع قطعات تولید شده در هر بخش باید در این رابطه صدق کند:

$$P_i = \frac{P_{gi}}{1 - Z_i} \qquad i = 1،2، 3$$

بنابراین اگر از مرحله نهایی ، یعنی مرحله سوم شروع کنیم ، می توانیم به مرحله شروع سفارش برسیم.

برای مرحله سوم (کارگاه سنگ زنی) داریم :

$P_{gi} =$ 300 روز/ واحد (تقاضای نهایی)

$$P_3 = \frac{P_{g3}}{1 - Z_3} = \frac{300}{1 - 0.09} = 329.67 \sim 330$$

بنابراین می توان P_3=330 واحد در نظر گرفت.

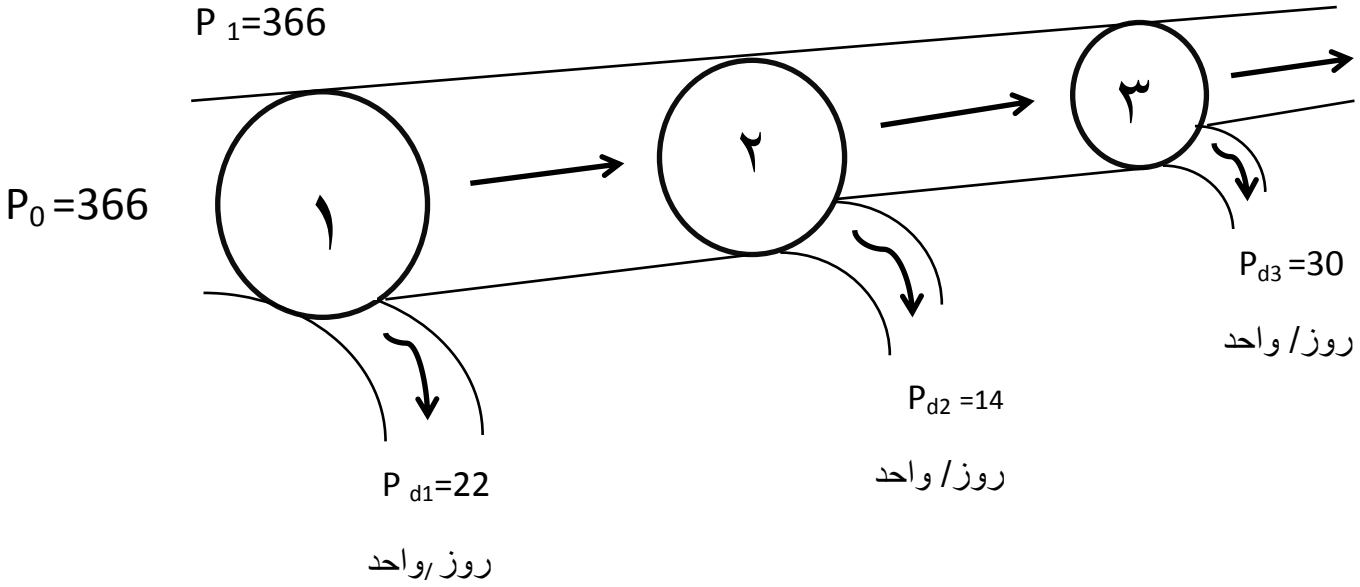
برای کارگاه مته کاری (مرحله ۲) داریم :

$$P_2 = \frac{p_{g2}}{1 - Z_2} = \frac{330}{1 - 0.04} = \frac{330}{0.96} = 343.75 \sim 344$$

برای کارگاه فرزکاری (مرحله ۱) داریم :

$$P_1 = \frac{P_{g1}}{1 - Z_1} = \frac{344}{1 - 0.06} = \frac{344}{0.94} = 365.95 \sim 366$$

بنابراین ، برای آنکه ۳۰۰ واحد محصول سالم در آخرین مرحله نصیب تولید کننده شود، باید در ابتدا برای مواد اولیه، تقاضای ۳۶۶ واحد را داشت. این مرحله در شکل پایین نشان داده شده است.



- شکل تعیین میزان تولید هر مرحله

در هر بخش ، برای محاسبه تجهیزات مورد نیازی که برای ساخت قطعات به کار می رود ، از فرمول مربوط به همان بخش استفاده می شود.

در مرحله اول :

$$N_1 = \frac{T_1}{60} \times \frac{P_1}{DE_1} = \frac{15 \times 366}{60 \times 8 \times 0.8} = 14.3 \sim 15$$

ماشین فرز مورد نیاز N_1=15 .در صورتیکه بازدهی این مرحله ۱۰۰ درصد باشد، داریم:

$$N_1 = \frac{T_1}{60} \times \frac{P_1}{DE_1} = \frac{15 \times 366}{60 \times 8 \times 1} = 11.4 \sim 12$$

در مرحله دوم:

$$N_2 = \frac{T_2}{60} \times \frac{P_2}{DE_2} = \frac{10 \times 344}{60 \times 8 \times 0.75} = 9.5 \sim 10$$

ماشین مته مورد نیاز $N_2 = 10$ ، در صورتیکه بازدهی این مرحله ۱۰۰ درصد باشد. داریم :

$$N_2 = \frac{T_2}{60} \times \frac{P_2}{DE_2} = \frac{10 \times 344}{60 \times 8 \times 1} = 7.1 \sim 8$$

در مرحله سوم :

$$N_3 = \frac{T_3}{60} \times \frac{P_3}{DE_3} = \frac{20 \times 330}{60 \times 8 \times 0.9} = 15.3 \sim 16$$

ماشین سنگ مورد نیاز $N_3 = 16$، در صورتیکه بازدهی این مرحله ۱۰۰ در صد باشد.داریم:

$$N_3 = \frac{T_3}{60} \times \frac{P_3}{DE_3} = \frac{20 \times 330}{60 \times 8 \times 1} = 13.07 \sim 14$$

همان طور که ملاحظه شد می توان تعداد ماشین را گرد کرد و حد بالایی را در نظر گرفت؛ ولی در عمل ، این کار ممکن است به نحو دیگری بررسی شود. هر کارخانه معمولا تعداد مختلفی خطوط تولیدی یا محصولات تولیدی دارد که می توان با برنامه ریزی صحیح، ساعات بیکاری ماشینها را پر نمود. در نظر گرفتن یک ماشین به جای ۰/۶۵ ماشینی که به طور نظری محاسبه شده است، در حقیقت ۳۵ درصد ظرفیت خالی را برای یک ماشین به همراه دارد. اگر بتوان این مقدار را با کارهای دیگری پر کرد، برای سفارش خرید این قسمت از خارج یا ساخت داخلی، ممکن است مطالعه اقتصادی لازم شود. توجه شود که اگر به طور نظری تعداد ماشین ۴/۲۵ شد و ما آن را ۴ ماشین در نظر گرفتیم ،درحقیقت مقدار ۲۵ درصد ظرفیت یک ماشین را بین ۴ ماشین تقسیم کرده ایم که این اضافه کاری مشهود نخواهد بود. بنابراین مدیریت باید در این قسمت، سیستمی از ظرفیتهای خالی را برای هر عملیات در دست داشته باشد تا طی آن بتواند این ظرفیتها را با برنامه ریزی صحیح پر کند.

برنامه ریزی تفصیلی

این برنامه ریزی شامل تعیین نیازمندیهای ویژه به تسهیلات، تجهیزاتو نیروی کار به منظور حمایت از نیازهای ظرفیتی کل است که از طریق پیش بینیهای بلند مدت تعیین می شود.

۱. برنامه ریزی تسهیلات

ظرفیت اضافی را می توان از طریق راههای مختلفی ایجاد نمود. مثلا تسهیلات قدیمی را میتوان توسعه داد یا مدرنیزه کرد و یا تسهیلات جدیدی احداث نمود. در برنامه ریزی تسهیلات اضافی باید چندین موضوع را در نظر گرفت. اول از همه تعداد یا اندازه تسهیلات اضافه شده است. معمولا از پیشنهادات مبتنی بر صرفه جویی های مقیاسی می توان برای توجیه تسهیلات بزرگ استفاده کرد. در حالت کلی هزینه واحد محصول با نرخ کمتری از مقدار تولید افزایش می یابد. به عنوان مثال ،اگر F معادل کل هزینه ثابت، V هزینه متغیرهر واحد محصول و Q مقدار تولید باشد، آنگاه :

$$\text{کل هزینه واحد محصول} = \frac{\text{هزینه ثابت} + \text{متغیرهزینه}}{\text{کل تولید}}$$

$$\text{کل هزینه واحد محصول} = \frac{F + VQ}{Q} = \frac{F}{Q} + V$$

هزینه متغیر واحد محصول (V) ثابت است و به موازات افزایش Q ، مقدار $\frac{F}{Q}$ کاهش می یابد. یعنی هزینه ثابت بر روی تعداد واحدهای بیشتری پخش می شود که در نتیجه کل هزینه واحد محصول کاهش خواهد یافت. زمانی که ظرفیت اضافه می شود، افزایش اولیه در کمیت تولید(Q) به اندازه کافی بزرگ نیست تا هزینه ثابت اضافی را خنثی یا تعدیل نماید؛ در نتیجه باید هزینه کل بالاتری را برای واحد محصول متحمل شویم؛هرچند با اضافه شدن حجم تولید و استفاده بیشتراز ظرفیت اضافی منافع ناشی از صرفه جویی مقیاسی ظاهر خواهد شد.

تسهیلات بزرگ دارای عیب یا عدم صرفه جویی مقیاسی نیزهستند. نیروی کار بزرگ نیازمند مدیران و سرپرستان بیشتری است که این امر به افزایش دیوان سالاری منجر می گردد. همچنین، تسهیلات بزرگ می توانند به کاهش مرکزیت کارخانه، کاهش کارایی و از دست دادن موقعیت راهبردی منجر شوند. به عنوان مثال، در صنایع الکترونیک سه منطقه مرکزی تولید عبارت است از: توسعه و ساخت نمونه اولیه، تولید اجزا، مونتاژ و آزمایش.

از طریق متمرکز کردن هر یک از مناطق مرکزی در یک تسهیلات کوچک و منفرد، سازمان می تواند مزیتهای راهبردی را کسب نماید. به عنوان مثال، توسعه و تولید نمونه اولیه نیازمند فناوری بالا و انعطاف پذیری زیاد در تغییر محصول است. ساخت اجزا نیازمند حجم زیاد تولید و انعطاف پذیری محدود و مونتاژ و آزمایش نیازمند تجهیزات ویژه و حجم بالای ظرفیت است. به علاوه با یک

کارخانه بزرگ آسیب پذیری بیشتری به واسطه حوادث طبیعی،اعتصاب و کاهش تقاضای آینده وجود دارد. با چندین تسهیلات کوچک ،سازمان می تواند در صورت نیاز به پول نقد یا در صورت وقوع تغییر در جهت گیری راهبردی ، به سرعت کارخانه های کوچکش را بفروشد.

همچنین یکی از مسائلی که باید در نظر گرفته شود،هزینه حمل مواد اولیه به کارخانجات و هزینه حمل کالای ساخته شده به انبار یا به دست مشتریان است. چنین هزینه هایی احتمالا تمام یا بخش مهمی از مزایای ساخت محصول در یک کارخانه بزرگ را خنثی می کنند.

موضوع دیگری که باید در نظر داشت استفاده روزانه از تسهیلات است، به عنوان مثال،آیا تسهیلات باید یک نوبت کاری در روز کار کنند؟ هزینه زیاد سرمایه گذاری تجهیزات به طرفداری از عملیات پیوسته تمایل دارد. کارکردن یکنواخت و خرابی تجهیزات می تواند به افزایش هزینه تعمیرات و نگهداری منجر گردد. از سوی دیگر، هرینه کارگری مختلفی برای نوبتهای عصر و شب وجود دارد و کیفیت نیروی کار در طول این اوقات ممکن است کاهش یابد. به عنوان یک شاخص، صنایع سرمایه بر به صورت سه نوبت کاری و صنایع کاربر یک نویت کاری کار می کنند.

۲. برنامه ریزی تجهیزات و نیروی کار

تعیین تجهیزات مورد نیاز برای کالای ساخته شده با تحلیل اقلامی که باید تولید شوند و تجهیزات مورد نیاز ساخت آنها آغاز می شود. برای این کار باید خصوصیات هر یک از قطعات و اجزا تشکیل دهنده ، روش ساخت و مراحل فرایند تولید و مونتاژ محصول را به صورت تفصیلی بیان نمود. با استفاده از این اطلاعات می توانیم زمان پردازش (T) و کارایی(E) هر یک از عملیات را تعیین کنیم .

کارایی کمیت بدون واحدی است که به صورت "بخشی از زمان که تجهیزات فعال هستند" تعریف می شود.در تحلیل انجام شده باید عواملی از قبیل زمان تنظیم ماشین آلات ،تعمیرات و نارسائیهای غیره منتظره را نیز محسوب نمود. کلیه این جزئیات در حیطه تحلیل فرایند و طراحی و اندازه گیری کار قرار می گیرند.

همانطور که اشاره شد اگر تولید مورد نیاز معادل p واحد در روز و روزانه D ساعت قابل دسترس باشد،آنگاه تعداد ماشین آلات مورد نیاز از طریق این فرمول محاسبه می شود:

$$N = \frac{TP}{60DE}$$

در این فرمول :

N= تعداد ماشین های مورد نیاز. D=ساعت کار روزانه.

T=زمان پردازش (زمان انجام فعالیت). E=کارایی.

P= تولید روزانه.

تا زمانی که عواملی نظیر ضایعات،دوباره کاری، تغییر در ترکیب محصول یا تاخیر ناشی از عملیات قبلی به حساب نیاید، این تعداد ماشین محاسبه شده کاملا تخمینی خواهد بود؛هرچند به عنوان یک ابزار برنامه ریزی برای تعیین تجهیزات مورد نیاز به صورت کلی می تواند مفید باشد.

مثال: در یک واحد بطری پر کنی یک کارخانه تولید مواد شوینده هر ماشین بطری پر کنی می تواند با کارایی ۰/۸۵ تعداد ۶ بطری را در هر دقیقه پر کند. این واحد روزی یک نوبت کاری کار می کند و تعداد مورد نیاز روزانه ۵۰۰۰ بطری است. با استفاده از اطلاعات فوق تعداد ماشینهای بطری پرکنی مورد نیاز بدین صورت محاسبه می شود:

$$N = \frac{\frac{1}{6} \times 5000}{60 \times 8 \times 0.85} = 2.04$$

معادله فوق را می توان برای تخمین نیروی کار مورد نیاز هم استفاده قرار داد.

در سازمانهای خدماتی ، برنامه ریزی نیروی کار یکی ازجنبه های مهم برنامه ریزی ظرفیت محسوب می شود. تعداد پرستار در بیمارستان، تعداد اپراتور در یک شرکت تلفن، نمونه هایی از این برنامه ریزی است. سازمانهای خدماتی باید معادله $N = \frac{TP}{60DE}$ را تعدیل نمود، زیرا کارکنان سازمانهای خدماتی وظایف متنوعی را انجام می دهند. همچنین فعالیتهای انجام شده در این گونه سازمانها معمولا دارای زمان طولانی تری است و از این رو بهتر است که به جای دقیقه، فعالیتها را بر حسب ساعت اندازه گیری کنیم.

در حالت کلی برای سازمانهای خدماتی این فرمول را خواهیم داشت:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^{K} T_i P_i}{DE}$$

دراین فرمول:

N= نیروی کار مورد نیاز. K= تعداد فعالیتهای مختلف انجام شده.

T_i = زمان فعالیت i ام . P_i= بازده فعالیت i برحسب واحد زمان.

D= کل زمان قابل دسترس. E= کارایی.

مثال:یک کارگر عادی دو نوع فعالیت را انجام می دهد. فعالیت ۱ نیازمند ۴ ساعت و فعالیت ۲ نیازمند۱/۵ ساعت است. هر کارگر ۴۰ ساعت در هفته کار می کند و درصد مجاز برای زمان شخصی و فعالیتهای متفرقه معادل ۲۰ درصد است. بنابراین کارایی معادل ۰/۸=۰/۲-۱ برآورد شده معادل ۴۰ کیسه در هفته از نوع ۱ و ۶۰ کیسه در هفته از نوع ۲ است ؛ بنابراین خواهیم داشت:

T_1= زمان فعالیت اول =۴ ساعت.

T_2= زمان فعالیت دوم = ۱/۵ ساعت.

P_1= تعداد کیسه های نوع اول = ۴۰ .

P_2= تعداد کیسه های نوع دوم = ۶۰ .

D= ۴۰ ساعت در هفته.

تعداد کارکنان مورد نیاز برای این سازمان بدین صورت محاسبه می شود:

$$N = \frac{T_1P_1 + T_2P_2}{DE}$$

$$N = \frac{(4 \times 40) + (1.5 \times 60)}{40 \times 0.8} = 7.8125 \sim 8$$

بنابراین، برای تامین تقاضای پیش بینی شده به ۸ کارگر نیاز است.

در صورتیکه میزان کارایی را ۱۰۰ درصد در نظر بگیریم تعداد کارکنان برابر است با:

$$N = \frac{(4 \times 40) + (1.5 \times 60)}{40 \times 1} = 6.02 \sim 7$$