

((خورشید باش که اگر خواستی بر کسی نتابی نتوانی))

ارزیابی کار و زمان (کارسنجی)

رشته های مدیریت صنعتی و مهندسی صنایع

مدرس: مهندس بهداد مسگریان

فصل اول

مطالعه کار: ثبت سیستماتیک روش فعلی انجام کار به جهت بررسی و حذف حرکات زائد و یا مثل بهترین

روش برای انجام کار و اختصاص دادن زمان به آن.

مطالعه کار = ارزیابی کار و زمان = مطالعه روش + زمان سنجی

تعریف گلوگاه: ایستگاهی است که زمان لازم برای انجام عملیات بیشتر از زمان سیکل است. یعنی در واقع

سرعت تولید در این مرحله، پایین تر از سرعت نرمال و استاندارد است.

سؤال: کارایی چیست؟ اثربخشی چیست؟ تفاوت بین کارایی و اثربخشی را بیان کنید.

بخش اول: مطالعه روش

تعداد ماشین آلات:

مدل اول: انتخاب یک ماشین از بین چند ماشین برای تولید قطعه‌ای مشخص:

مثال: فرض کنید که ماشین آلات x, y, z هر سه قادر به تولید محصول مورد نظر باشند، با توجه به

اطلاعات زیر، بهترین ماشین برای انجام تولید را مشخص کنید. (فرض اینکه قیمت ماشینها، متفاوت باشند).

زمان استاندارد عملیات (دقیقه)	راندمان	درصد ضایعات
x	۵/۲	٪۹۰
y	۳/۲	٪۹۰
z	۴/۱	٪۹۰

میزان تولید واقعی مورد نیاز = ۴۸۰۰۰

تعداد روز کاری در سال = ۳۰۰

تعداد ساعات کاری در روز = ۸

تولید محصول نهایی مورد نیاز در یکساعت ۲۰ = $\frac{48000}{300 \times 8} = \frac{\text{نیاز}}{\text{توان}}$ = محصولتعداد

اما چون ضایعات داریم و هم‌چنین راندمان ٪۱۰۰ نیست. پس حتماً باید تعدادی بیشتر از ۲۰ عدد تولید

کنیم که پس از حذف ضایعات و راندمان ماشین، در نهایت به همان ۲۰ عدد مورد نیاز دست یابیم.

$$\hat{P} = \frac{P}{(1 - \beta)\alpha} = \frac{20}{(1 - 5\%) \times 0.9} = 23.39$$

$$\frac{23.39}{11.53} = 2.02 = x \text{ تعداد ماشین مورد نیاز از } x$$

$$\frac{23.39}{18.75} = 1.24 = y \text{ تعداد ماشین مورد نیاز از } y$$

$$\frac{23.39}{14.63} = 1.59 = z \text{ تعداد ماشین مورد نیاز از } z$$

$$\frac{60}{5.2} = 11.53 = \text{توان ماشین } x \text{ در یکساعت}$$

$$\frac{60}{3.2} = 18.75 = \text{توان ماشین } y \text{ در یکساعت}$$

$$\frac{60}{4.1} = 14.63 = \text{توان ماشین } z \text{ در یکساعت}$$

اگر قیمت ماشین‌ها را برابر فرض کنیم از ماشین y استفاده می‌کنیم، چون به تعداد کمتری از اون نیاز داریم. اما در صورتیکه قیمت ماشین‌ها برابر نباشند. (قیمت x تعداد ماشین مورد نیاز) می‌شود. آن که کمتر شد را به عنوان بهترین ماشین انتخاب می‌کنیم.

مثال: فرض کنید ماشین‌آلات A, B, C هر سه قادر به تولید محصول مورد نظر ما باشند. با توجه به اطلاعات زیر بهترین ماشین برای انجام تولید را مشخص کنید.

زمان استاندارد عملیات	راندمان	درصد ضایعات
A	۵/۲	۸۰٪
B	۳/۲	۹۰٪
C	۴/۱	۹۵٪

میزان تولید واقعی مورد نیاز = ۴۸۰۰۰

تعداد روز کاری در سال = ۳۰۰

تعداد ساعات کاری در روز = ۸

$$\text{تولید محصول نهایی مورد نیاز در یکساعت} = 20 = \frac{48000}{300 \times 8} = \frac{\text{نیاز}}{\text{توان}} = \text{محصولتعداد}$$

$$\hat{P}_A = \frac{P}{(1 - \beta)\alpha} = \frac{20}{(1 - \%8) \times 0.8} = 25.77$$

$$\hat{P}_B = \frac{P}{(1 - \beta)\alpha} = \frac{20}{(1 - \%5) \times 0.9} = 23.39$$

$$\hat{P}_C = \frac{P}{(1 - \beta)\alpha} = \frac{20}{(1 - \%2) \times 0.95} = 21.48$$

$$\frac{25.77}{11.53} = 2.23 = x \text{ تعداد ماشین مورد نیاز از } x$$

$$\frac{23.39}{18.75} = 1.24 = y \text{ تعداد ماشین مورد نیاز از } y$$

$$\frac{21.48}{18.63} = 1.46 = z \text{ تعداد ماشین مورد نیاز از } z$$

$$\frac{60}{5.2} = 11.53 = \text{توان ماشین } x \text{ در یکساعت}$$

$$\frac{60}{3.2} = 18.75 = \text{توان ماشین } y \text{ در یکساعت}$$

$$\frac{60}{4.1} = 14.63 = \text{توان ماشین } z \text{ در یکساعت}$$

اگر قیمت ماشین‌ها یکی باشد، بهتر است که از ماشین B استفاده کنیم.

مدل دوم: محاسبه تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز خط تولید:

فرض کنید ماشین‌آلات صنعتی ۱ تا ۷ به ترتیب، فرآیند تولید یک محصول را تشکیل دهد. اگر نیاز سالیانه ۱۳۴ هزار عدد محصول باشد و در طول سال ۲۰۰۰ ساعت زمان در اختیار داشته باشیم، و راندمان هر ماشین ۹۰٪ باشد، با توجه به اطلاعات زیر، تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز برای هر مرحله را مشخص کنید.

شماره عملیات	زمان استاندارد تولید یک قطعه (دقیقه)	درصد ضایعات
۱	۱.۷۲	۲
۲	۰.۷۵	۱
۳	۲.۱	۰
۴	۳.۴	۴
۵	۱.۳	۳

۶	۰.۹۲	۲
۷	۰.۸۱	۱

$$\text{نیاز} = \frac{\text{محصول تعداد}}{\text{توان}}$$

$$\text{ساعتیکدر نیاز مورد محصول تعداد} = \frac{134000}{2000} = 67$$

شماره عملیات	تعداد قطعات خروجی	درصد ضایعات	تعداد قطعات ورودی
۷	۶۷	۱	$P = \frac{67}{1 - 0.01} = 67.67$
۶	۶۷.۶۷	۲	$P = \frac{67.67}{1 - 0.02} = 69.05$
۵	۶۹.۰۵	۳	$P = \frac{69.05}{1 - 0.03} = 71.19$
۴	۷۱.۱۹	۴	$P = \frac{71.19}{1 - 0.04} = 74.16$
۳	۷۴.۱۶	۰	$P = \frac{74.16}{1 - 0} = 74.16$
۲	۷۴.۱۶	۱	$P = \frac{74.16}{1 - 0.01} = 74.9$
۱	۷۴.۱۹	۲	$P = \frac{74.19}{1 - 0.02} = 76.43$



تعداد تولید در هر دقیقه

تعداد قطعات ورودی	تعداد ورودی با در نظر گرفتن راندمان (نیاز)	توان هر ماشین در یک ساعت	تعداد ماشین مورد نیاز
۷۶.۴۳	$\frac{76.43}{0.9} = 84.92$	$\frac{60}{1.72} = 34.88$	$\frac{84.92}{34.88} = 2.43$
۷۴.۹	$\frac{74.9}{0.9} = 83.22$	$\frac{60}{0.75} = 80$	$\frac{83.22}{80} = 1.04$

$\frac{82.4}{28.57} = 2.88$	$\frac{60}{2.1} = 28.57$	$\frac{74.16}{0.9} = 82.4$	۷۴.۱۶	۳
$\frac{82.4}{17.64} = 4.67$	$\frac{60}{3.4} = 17.64$	$\frac{74.16}{0.9} = 82.4$	۷۴.۱۶	۴
$\frac{79.1}{46.15} = 1.71$	$\frac{60}{1.3} = 46.15$	$\frac{71.19}{0.9} = 79.1$	۷۱.۱۹	۵
$\frac{76.72}{65.21} = 1.17$	$\frac{60}{0.92} = 65.21$	$\frac{69.05}{0.9} = 76.72$	۶۹.۰۵	۶
$\frac{75.18}{74.07} = 1.01$	$\frac{60}{0.81} = 74.07$	$\frac{67.67}{0.9} = 75.18$	۶۷.۶۷	۷

مثال: مثال قبل را با اطلاعات زیر حل کنید:

$$\text{ماشینتعداد} = \frac{\text{نیاز}}{\text{توان}} = \frac{134000}{2000} = 67$$

شماره عملیات	زمان استاندارد (دقیقه)	درصد ضایعات	راندمان هر ماشین
۱	۱.۷۲	۲	۶۵
۲	۰.۷۵	۱	۹۰
۳	۲.۱	۰	۸۰
۴	۳.۴	۴	۷۵
۵	۱.۳	۳	۶۵
۶	۰.۹۲	۲	۸۰
۷	۰.۸۱	۱	۹۵

شماره عملیات	تعداد قطعات خروجی	درصد ضایعات	تعداد قطعات ورودی
۷	۶۷	۱	۶۷.۶۷
۶	۶۷.۶۷	۲	۶۹.۰۵
۵	۶۹.۰۵	۳	۷۱.۱۹
۴	۷۱.۱۹	۴	۷۴.۱۶

۷۴.۱۶	۰	۷۴.۱۶	۳
۷۴.۹	۱	۷۴.۱۶	۲
۷۶.۴۳	۲	۷۴.۹	۱



تعداد ماشین مورد نیاز	توان هر ماشین در یکساعت	تعداد ورودی با در نظر گرفتن راندمان (نیاز)	تعداد قطعات ورودی	
$\frac{117.58}{34.88} = 3.37$	$\frac{60}{1.72} = 34.88$	$\frac{76.43}{0.65} = 117.58$	۷۶.۴۳	۱
$\frac{83.22}{80} = 1.04$	$\frac{60}{0.75} = 80$	$\frac{74.9}{0.9} = 83.22$	۷۴.۹	۲
$\frac{92.7}{28.57} = 3.24$	$\frac{60}{2.1} = 28.57$	$\frac{74.16}{0.8} = 92.7$	۷۴.۱۶	۳
$\frac{98.88}{17.64} = 5.6$	$\frac{60}{3.4} = 17.64$	$\frac{74.16}{0.75} = 98.88$	۷۴.۱۶	۴
$\frac{109.52}{46.15} = 2.37$	$\frac{60}{1.3} = 46.15$	$\frac{71.19}{0.65} = 109.52$	۷۱.۱۹	۵
$\frac{86.31}{65.21} = 1.32$	$\frac{60}{0.92} = 65.21$	$\frac{69.05}{0.8} = 86.31$	۶۹.۰۵	۶
$\frac{71.23}{74.07} = 0.96$	$\frac{60}{0.81} = 74.07$	$\frac{67.67}{0.95} = 71.23$	۶۷.۶۷	۷

مدل سوم: محاسبه تعداد ماشین مورد نیاز چند کاره برای پوشش دادن یک برنامه تولید فرض کنید ماشین، یک ماشین CNC باشد، که قادر به تولید سه نوع محصول A و B و C باشد. اگر راندمان این ماشین ۹۰٪ باشد و درصد ضایعات ۵٪ باشد، با توجه به برنامه ریزی، تعداد ماشین مورد نیاز را مشخص کنید. تعداد ساعاتی که ماشین در طول هفته در اختیار ما قرار دارد، ۴۸ ساعت است.

برنامه	محصول	A	B	C
تقاضای هفتگی		۴۵۰۰	۳۲۰۰	۱۴۰۰

زمان آماده سازی	۱۰ دقیقه	۵	۸
تعداد آماده سازی	۲	۳	۲ ← منظور آماده کردن هر ماشین برای تولید هر سری از A یا B یا C است.
زمان استاندارد تولید یک قطعه	۲	۳.۱	۴.۲

۴۸ = زمان دسترسی به ماشین (توان)

۹۰٪ = راندمان

۵٪ = درصد ضایعات

(اگر زمان های اتلافی دیگری هم داده بود اضافه می کنیم.) ←

خالص زمان تولید + زمان آماده سازی = زمان کل تولید (نیاز)

$$\text{ساعت به } 0.85 = \frac{(10 \times 2) + (5 \times 3) + (2 \times 8)}{60} = \text{سازیا ماده زمان}$$

$$\hat{P}_A = \frac{4500}{0.95 \times 0.9} = 5263.15$$

$$\hat{P}_B = \frac{3200}{0.95 \times 0.9} = 3742.69$$

$$\hat{P}_C = \frac{1400}{0.95 \times 0.9} = 1637.42$$

$$\text{تولید زمان خالص} = \frac{(5263.15 \times 2) + (3742.69 \times 3.1) + (1637.42 \times 4.2)}{60} = 483.43$$

$$\text{نیاز مورد ماشین تعداد} = \frac{\text{نیاز}}{\text{توان}} = \frac{483.42 + 0.85}{48} = 10.08$$

سؤال: اگر مقدار مصرفی واقعی ماده α در قطعه β هزار واحد و ضایعات نیز ۱۰٪ باشد، مقدار مصرف ماده

α در یک قطعه β چقدر است؟ ۹۰۰ تا

$$\hat{P}_\alpha = 100$$

$$\beta = 0.1 \text{ ضایعات}$$

$$\hat{P}_\alpha = \frac{P}{1 - \beta} \rightarrow 1000 = \frac{P}{(1 - 0.1)} \rightarrow 1000 = \frac{P}{0.9} \rightarrow P = 0.9 \times 1000 = 900$$

مقدار مصرف ماده α در یک قطعه β برابر ۹۰۰ واحد است.

سؤال: اگر کل زمان مورد نیاز برای تولید و تعویض ابزار ۹۰ ساعت و تعداد ماشین مورد نیاز ۶ ماشین باشد،

زمان دسترسی به ماشین، چند ساعت کار در هفته خواهد بود؟ ۱۵ ساعت

$$\frac{\text{کل مورد زمان نیاز}}{\text{توان}} = \text{تعداد ماشین} \rightarrow \text{ساعت} = ۹۰ = \text{کل زمان مورد نیاز}$$

عدد ۶ = تعداد ماشین مورد نیاز

$$\rightarrow 6 = \frac{90}{x} \rightarrow x = \frac{90}{6} = 15 \text{ ساعت هفته در کار}$$

تمرین: محصولی تحت ۳ مرحله روی ماشین ساخته می شود، چنانچه نیاز به ۱۰۰ واحد محصول نهایی

داشته باشیم، میزان ورودی به مرحله دوم چقدر است؟

مرحله	۱	۲	۳
ضایعات	۱٪	۵٪	۲۰٪



$$100 - 0.01 = 99 \quad (۱)$$

$$99 - 0.05 = 94 \quad (۲)$$

شماره عملیات	تعداد قطعات خروجی	ضایعات	تعداد قطعات ورودی
۳	۱۰۰	۰/۲	$\frac{100}{1} - 0.2 = 125$
۲	۱۲۵	۰/۵	$\frac{125}{1} - 0.5 = 250$
۱	۲۵۰	۰/۰۱	$\frac{250}{1} - 0.01 = 252.52$



سؤال: قرار است در یک دوره ۱۵۰ ساعته، ۱۵۰۰ کارتون بالیفتراک با ضریب استفاده ۹۰٪ و گنجایش ۵۰ کارتون حمل شود. زمانهای استاندارد رفت و برگشت، به ترتیب ۵ و ۴ دقیقه است. زمان تخلیه و بارگیری لیفتراک برابر با یکدیگر است که مساوی ۲/۵ دقیقه است، چه تعداد لیفتراک مورد نیاز است؟

$$\text{یافتتعداد حملبرایلیفتراکبرگشت 15000 کارتن} = \frac{15000}{50 \times 0.9} = 333.4$$

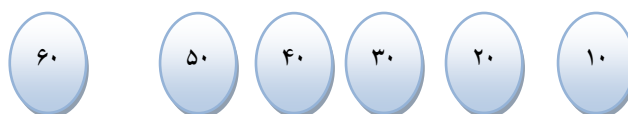
$$\text{کلزمان برگشتورفت ساعتبه} = \frac{(333.4 \times 5) + (333.4 \times 4)}{60} = 50.01$$

$$\text{وتخلیهکلزمان بهبارگیری ساعت} = \frac{2 \times (333.4 \times 2.5)}{60} = 27.8$$

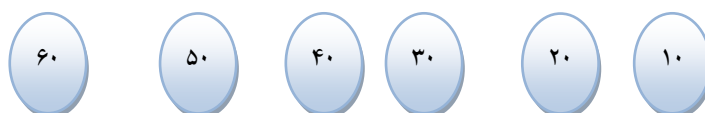
$$\text{زمان کل نیازمورد} = 50.01 + 27.8 = 77.81$$

$$\text{تعداد موردماشین نیاز} = \frac{77.81}{150} = 0.52$$

مربوط به قسمت جدول فرآیند عملیات چند قطعه‌ای (چند محصولی) صفحه ۵۶ جزوه



مثال: قطعه شماره ۱: انبار مواد اولیه - تراش - فرز - تراش - کنترل نهایی - انبار نهایی

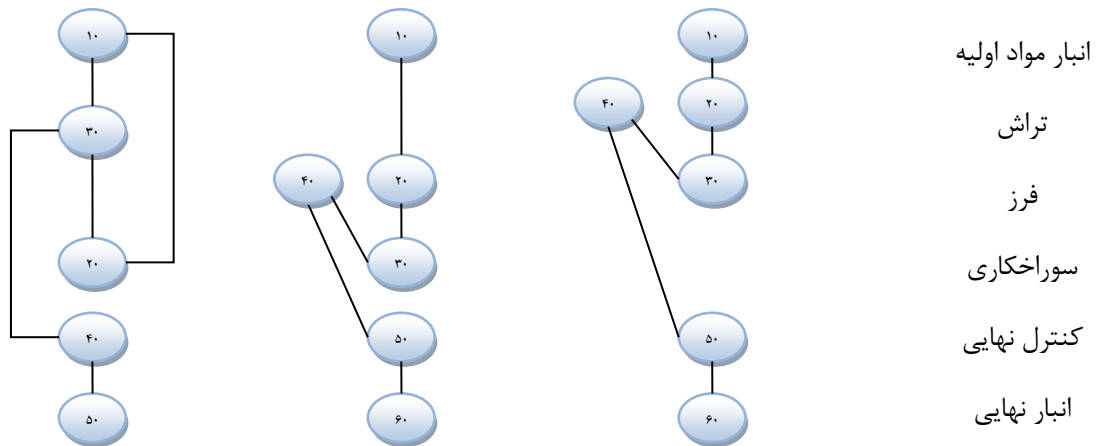


قطعه شماره ۲: انبار مواد اولیه - فرز - سوراخکاری - فرز - کنترل نهایی - انبار نهایی



قطعه شماره ۳: انبار مواد اولیه - سوراخکاری - تراش - کنترل نهایی - انبار نهایی

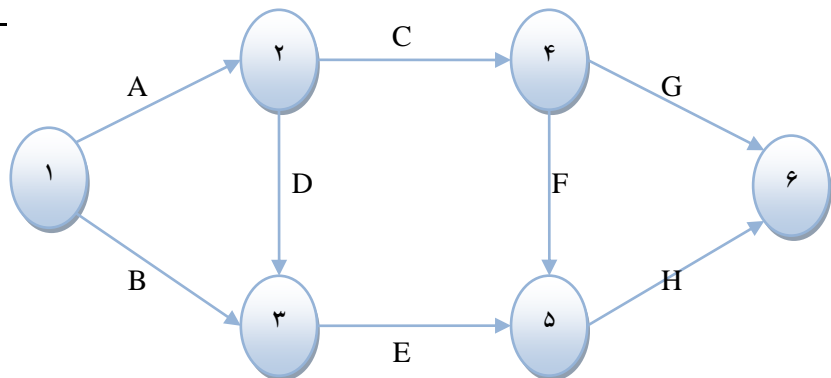
شماره محصول				نام واحدها
قطعه شماره ۱	قطعه شماره ۲	قطعه شماره ۳	قطعه شماره ۴	



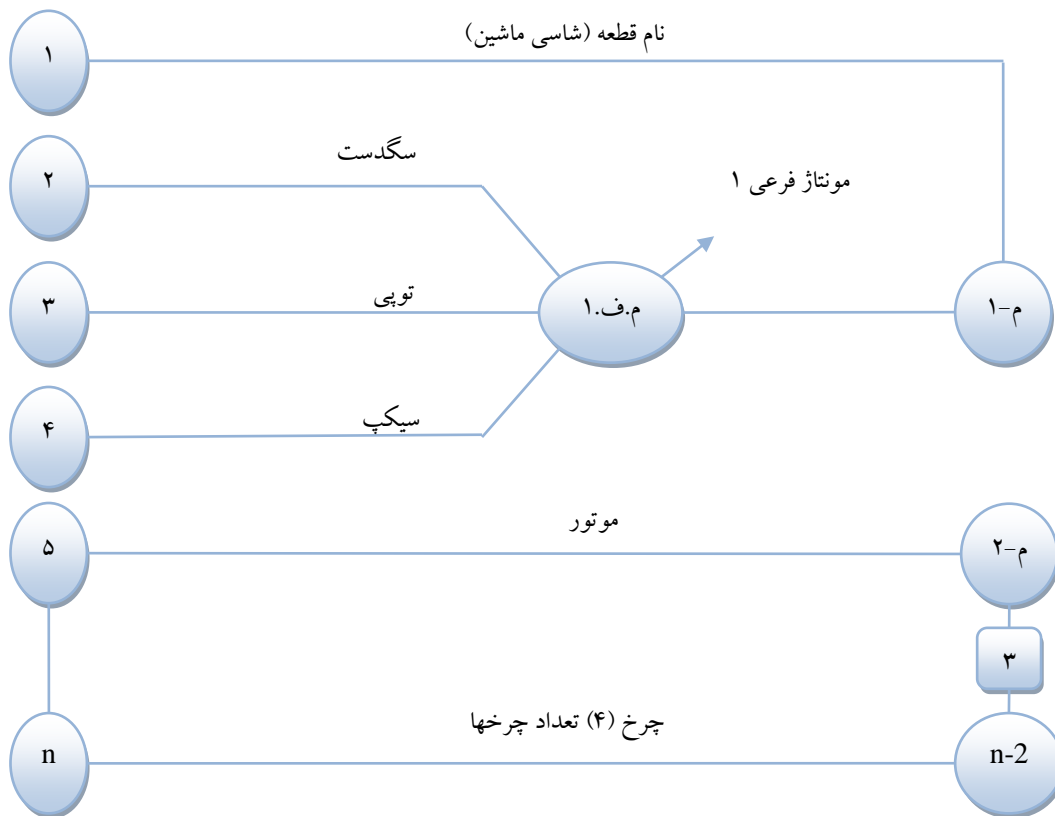
این رفت و برگشتهایی که در بعضی قسمتهای جدول بالا وجود دارد نشان دهنده اینه که استقرار ماشین-آلات به طرز صحیح و مناسبی صورت نگرفته.

نمودار تقدم و تأخر: نمودار گرافیکی است که ترتیب انجام فعالیتها و نیز ریز فعالیتها و اطلاعات پیش نیازی و پس نیازی بین فعالیتها را مشخص می کند.

پیش نیاز	فعالیت
-	A
-	B
A	C
A	D
D,B	E
C	F
C	G
F,E	H



نحوه ترسیم نمودار مونتاز



مثلاً در اینجا اجزای سگدست و تویی و سیکپ اول با هم مونتاژ می‌شن (مونتاژ فرعی) و خارج از خط مونتاژ اصلی، سپس قطعه بدست آمده روی شاسی ماشین مونتاژ می‌شه. اما موتور و چرخ ها به صورت مستقیم و بدون نیاز به مونتاژ فرعی، روی شاسی ماشین مونتاژ می‌شن.

بالانس خط: منظور از بالانس خط اختصاص دادن فعالیتها به ایستگاههای کاری به ترتیبی است که در خط تولید یا مونتاژ، گلوگاه بوجود نیاید. و تا حد ممکن از زمان و ظرفیت استفاده بهینه داشته باشیم.

راندمان خط: درصد زمانیکه کل خط در حال کار کردن است.

$$\text{خطر اندمان} = \frac{\text{ایستگاهها کاریزمانمجموع}}{\text{دستگاهها تعداد} \times \text{سیکلزمان}} \rightarrow R = \frac{\sum t_i}{n \cdot c}$$

n , c هر دو باید اسمی باشند، نه تئوری.

اطلاعات مورد نیاز برای بالانس خط:

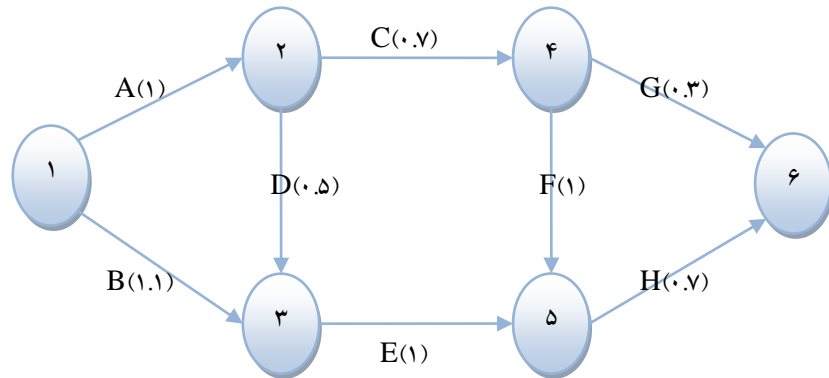
۱. زمان سیکل

۲. عناصر کاری و زمان استاندارد هر کدام

۳. روابط پیش‌نیازی بین عناصر کاری (نمودار تقدم و تأخر)

سؤال: اگر نمودار تقدم و تأخر مونتاژ یک محصول مطابق نمودار زیر باشد، راندمان این خط را حساب کنید.

زمان سیکل ۲/۲ دقیقه می‌باشد. (برای مونتاژ هر محصول)



نکته ۱: عناصر کاری باید به ترتیبی به ایستگاههای کاری اختصاص داده شود که زمان هر ایستگاه کاری کمتر یا مساوی زمان سیکل باشد.

نکته ۲: زمانی می‌توان عنصر کاری را به ایستگاه کاری اختصاص داد که عناصر کاری پیش نیاز آن انجام شده باشد.

شماره ایستگاه	عناصر کاری	زمان عناصر (استاندارد)	زمان تجمعی	زمان باقی مانده	راندمان ایستگاه
۱	A	۱	۱	۱.۲	$R = \frac{2.1}{2.2} \times 100$ $= 95\%$
	B	۱.۱	۲.۱	*۰.۱	
۲	C	۰.۷	۰.۷	۱.۵	$R = \frac{2.2}{2.2} \times 100$ $= 100\%$
	D	۰.۵	۱.۲	۱	
	**E	۱	۲.۲	۰	
۳	G	۰.۳	۰.۳	۱.۹	$R = \frac{2}{2.2} \times 100$ $= 90\%$
	F	۱	۱.۳	۰.۹	
	H	۰.۷	۲	۰.۲	

* الان هم می‌توانیم D را شروع کنیم، هم C. اما چون زمان باقی مانده فقط ۰/۱ هست و برای D یا C باید حداقل ۰.۵ یا ۰.۷ زمان باقی داشته باشیم، نمی‌توانیم آنها را وارد کنیم.

** F یا G هم می‌شود فرقی ندارد اما E ارجحیت دارد.

$$\text{خطکلراندمن} = \frac{2.1 + 2.2 + 2}{3 \times 2.2} \times 100 = 95\%$$

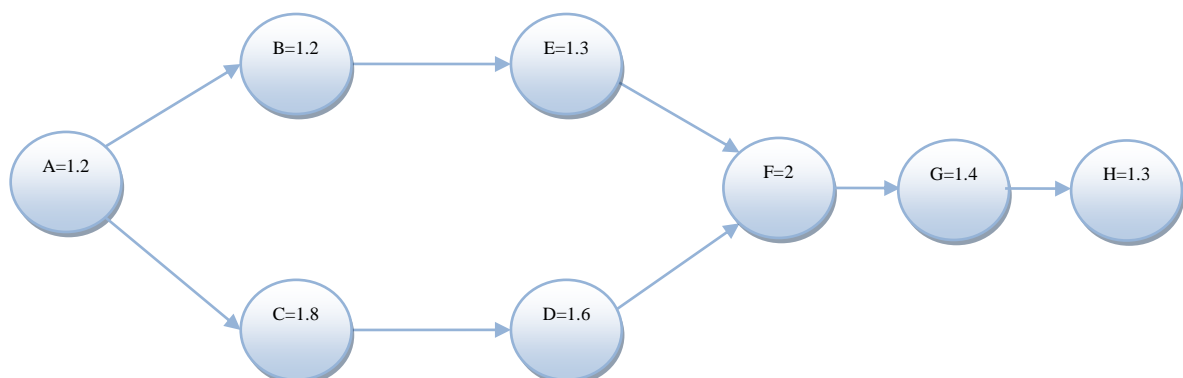
سؤال: اگر نیاز سالیانه محصول ۵۰,۰۰۰ عدد باشد. و هر سال کاری ۲۵۰ روز باشد، و روز کاری ۸ ساعت با دو استراحت ۲۰ دقیقه‌ای باشد. در نتیجه زمان سیکل برابر با چند دقیقه است؟ نیاز روزانه برابر چند عدد است.

$$\text{عدد} = \frac{50,000}{250} = 200 \quad \text{نیاز روزانه}$$

$$\text{زمان دقیقه به سیکل} = \frac{\text{کل زمان کاری دسترس در روز}}{\text{تعداد نیازمورد تولید محصول در روز}} = \frac{(8 \times 60) - 2 \times 20}{200} = \frac{440}{200} = 2.2 \text{ دقیقه}$$

سؤال: خط مونتاژ زیر را در نظر بگیرید، که قرار است ۱۴۰ واحد محصول را در یک شیفت ۷ ساعته تولید نماید. درصد بیکاری خط چقدر است؟

(۱) ۱۵.۴۵ (۲) ۱۸.۷۵ (۳) ۱۹.۲۷ (۴) ۲۱.۳۳



$$\text{سیکل زمان} = \frac{\text{کل در کار زمان در دسترس روز}}{\text{تعداد روز در محصول نیاز مورد}} = \frac{7 \times 60}{140} = 3 \text{ دقیقه}$$

شماره ایستگاه	زمان باقی مانده	زمان تجمعی	زمان عناصر (استاندارد)	عناصر کاری
۱	۱.۸	۱.۲	۱.۲	A
	۰	۳	۱.۸	C
۲	۱.۸	۱.۲	۱.۲	B
	۰.۵	۲.۵	۱.۳	E
۳	۱.۴	۱.۶	۱.۶	D
۴	۱	۲	۲	F
۵	۱.۶	۱.۴	۱.۴	G
	۰.۳	۲.۷	۱.۳	H

$$R = \frac{3}{3} \times 100$$

$$= 100\%$$

$$R = \frac{2.5}{3} \times 100$$

$$= 83\%$$

$$R = \frac{1.6}{3} \times 100$$

$$= 53\%$$

$$R = \frac{2}{3} \times 100$$

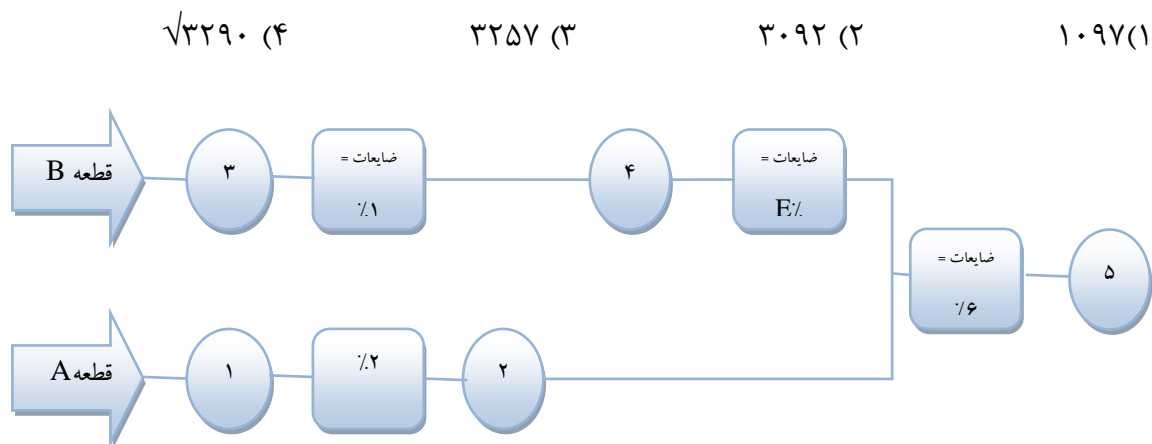
$$= 66\%$$

$$R = \frac{2.7}{3} \times 100$$

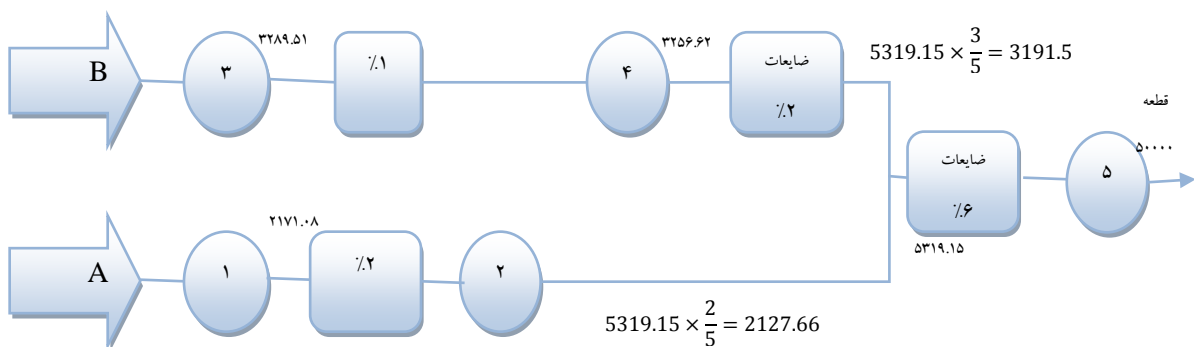
$$= 60\%$$

$$100\% - \frac{3 + 2.5 + 1.6 + 2 + 2.7}{5 \times 3} \times 100\% = 100\% - 78.67\% = 21.33\%$$

سؤال: محصول نهایی کارخانه‌ای از دو قطعه A و سه قطعه تشکیل شده است. قطعات نامرغوب در ایستگاههای بازرسی از قطعات سالم جدا می‌شود. کل تعداد قطعه ورودی B چقدر باشد تا در نهایت ۱۰۰۰ محصول سالم داشته باشیم.



روش حل خودم:



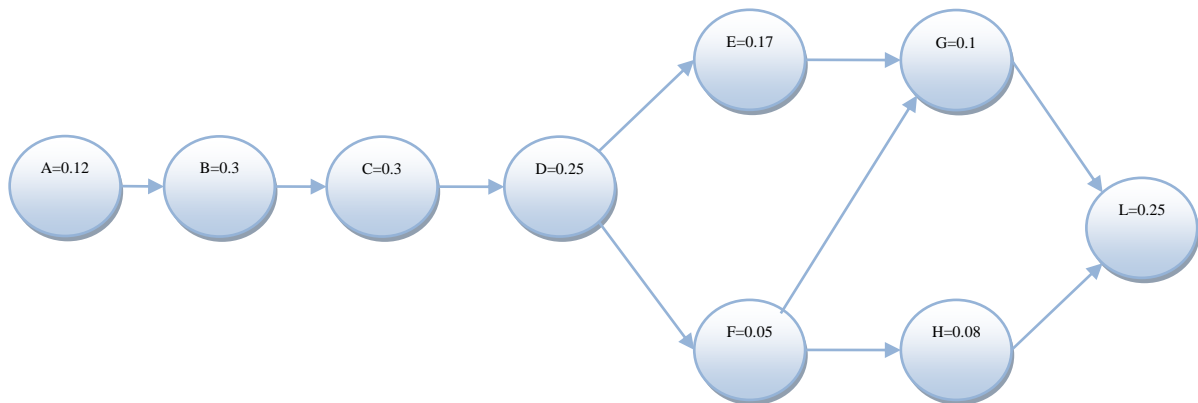
$$2) X_B = \frac{N}{(1 - P_3)(1 - P_4)(1 - P_6)} = \frac{3000}{(0.98)(0.99)(0.94)} = 3290$$

$$3) \frac{1000}{1 - \%6} = 1063.829 \approx 1063.83 \quad \text{و} \quad \frac{1063.83}{1 - \%2} = 1085.5 \quad \text{و} \quad \frac{1085.54}{1 - \%1} = 1096.505$$

$$\rightarrow 1096.505 \times 3 = 3289.51 \approx 3290$$

سؤال: تقاضای مورد نیاز کالایی ۵۰۰۰ عدد در هفته است. تعداد ساعات کاری ۴۰ ساعت در هفته است. با

توجه به شکل زیر مطلوبست محاسبه زمان سیکل، تعداد ایستگاههای کاری و کارایی خط؟



$$(۱) \quad ۰.۳۶ - ۴ - ۰.۷۸ \quad (۳) \quad ۰.۴۸ - ۵ - ۰.۹۰$$

$$(۲) \quad ۰.۴۸ - ۴ - ۰.۸۹.۳ \quad (۴) \quad ۰.۴۸ - ۴ - ۰.۸۷.۵$$

$$T = \frac{40 \times 60}{5000} = 0.48 \text{ زمان سیکل به دقیقه}$$

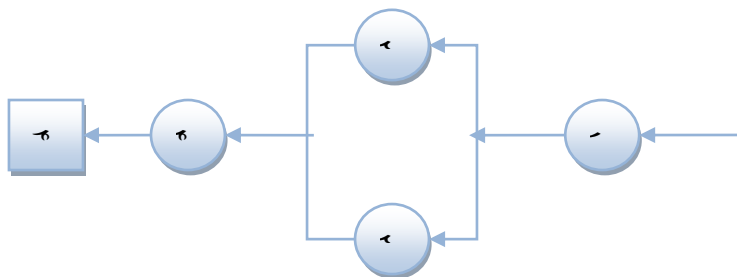
شماره ایستگاه	راندمان ایستگاه	زمان باقی مانده	زمان تجمعی	زمان عملیات	عناصر کاری
۱	$R = \frac{0.42}{0.48} \times 100 = 87.5\%$	۰.۳۶	۰.۱۲	۰.۱۲	A
		۰.۰۶	۰.۴۲	۰.۳	B
۲	$R = \frac{0.36}{0.48} \times 100 = 75\%$	۰.۱۲	۰.۳۶	۰.۳۶	C
۳	$R = \frac{0.47}{0.48} \times 100 = 97.9\%$	۰.۲۳	۰.۲۵	۰.۲۵	D
		۰.۰۶	۰.۴۲	۰.۱۷	E
		۰.۰۱	۰.۴۷	۰.۰۵	F
۴	$R = \frac{0.43}{0.48} \times 100$	۰.۳۸	۰.۱	۰.۱	D

	H	۰.۰۸	۰.۱۸	۰.۳	= 89.6%
	L	۰.۲۵	۰.۴۳	۰.۰۵	

$$R_T = \frac{0.42 + 0.36 + 0.47 + 0.43}{4 \times 0.48} = 87.5\%$$

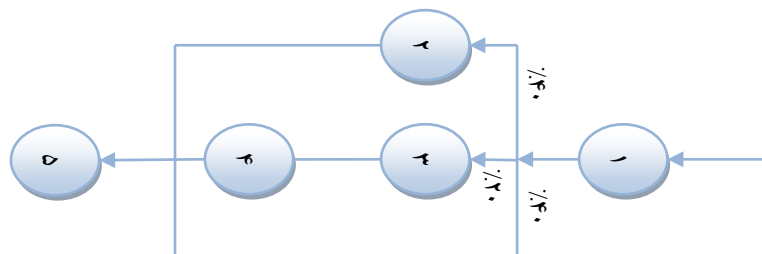
تکنیک‌های سازه سازی در رسم OPC:

۱. برای رسم ایستگاههای نواری به ترتیب زیر اقدام می‌کنیم: (ایستگاه موازی به منظور رفع گلوگاهها)



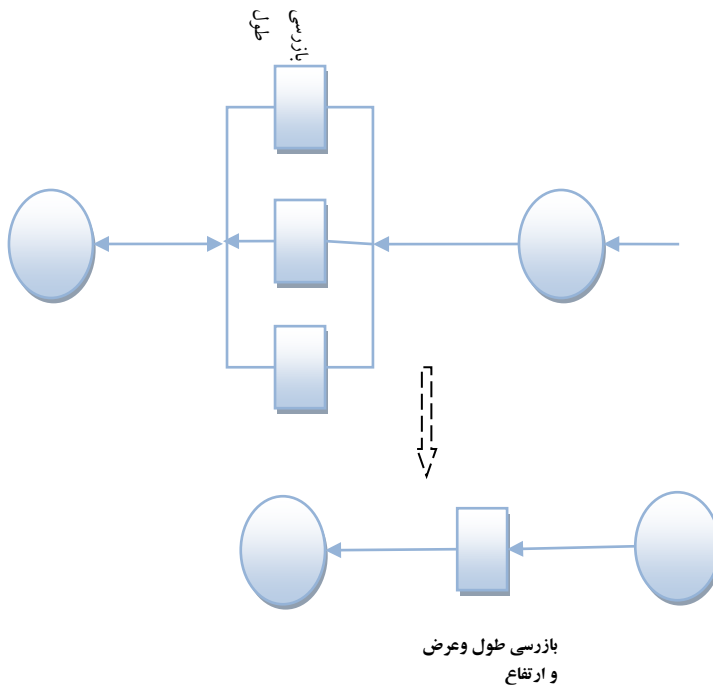
۲. امکان دارد در فرآیند تولید بعد از مرحله‌ای عملیاتی که روی قطعات انجام می‌شود، مختلف باشد. این

موضوع را به طریق زیر نمایش می‌دهیم.

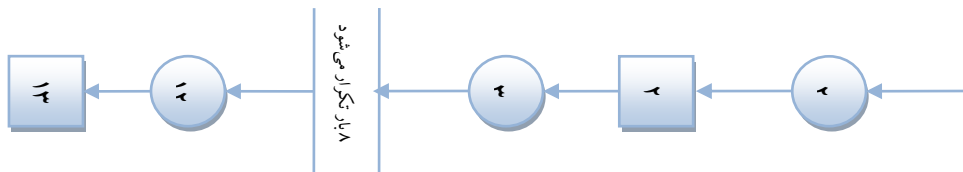


۳. اگر در یکی از مراحل بازرسی، بازرسی‌هایی که روی قطعه کار انجام می‌شوند، بیش از یک حالت باشد،

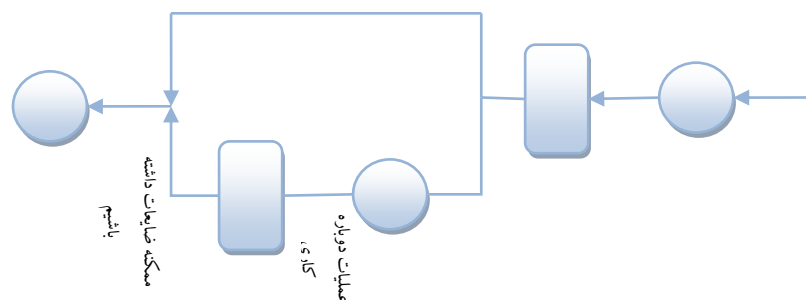
می‌توان به طریق زیر عمل کرد:



۴. اگر عملیات تولیدی روی قطعه تا سه مرحله تکرار شود، هر سه مرحله را نمایش می‌دهیم، اما اگر بیش از سه مرحله تکرار شود، به طریق زیر نمایش می‌دهیم:

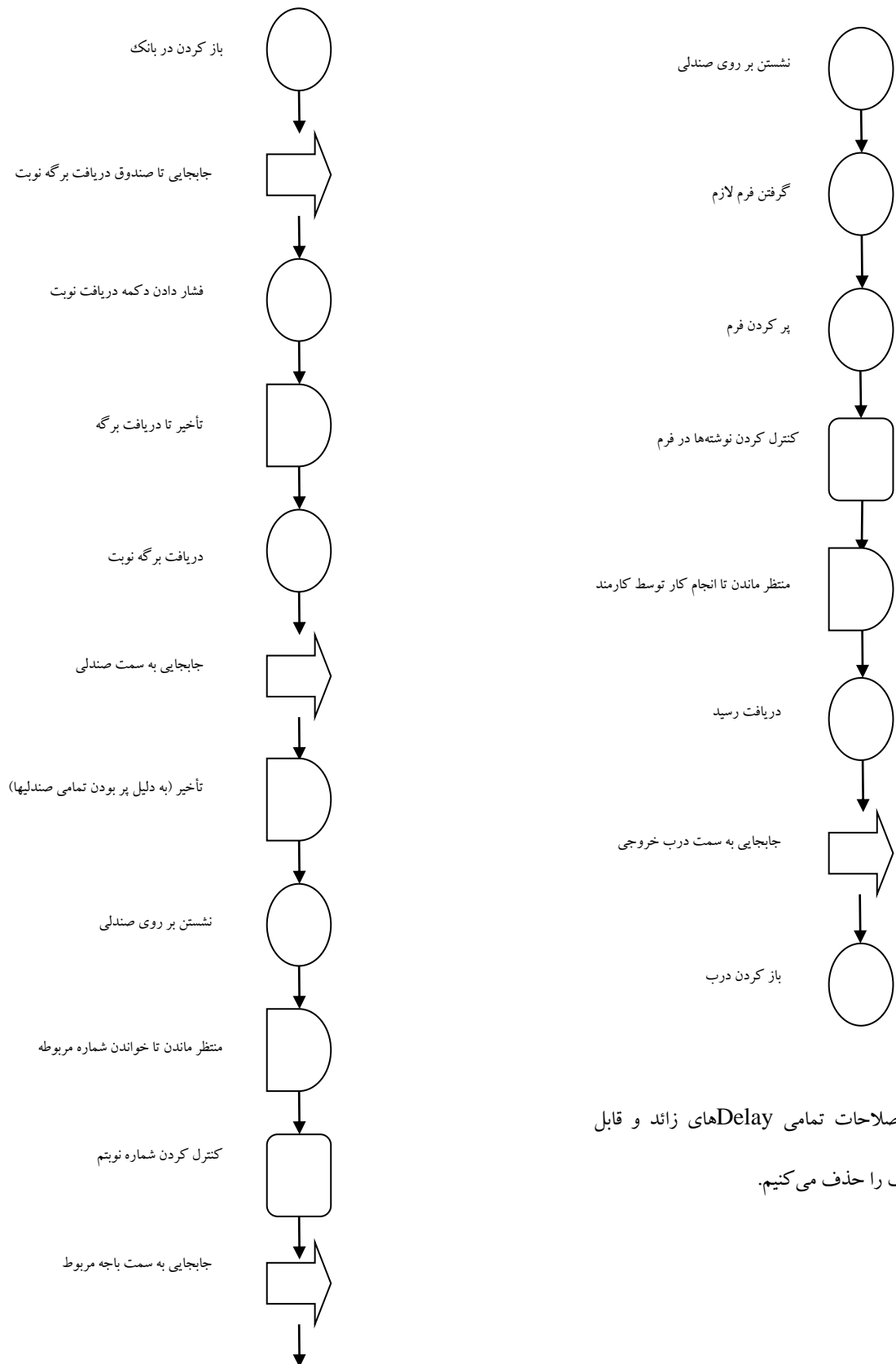


۵. برای نمایش جاهایی که عملیات دوباره کاری داریم به ترتیب زیر عمل می‌کنیم. اگر عملیات دوباره کاری بخواد از مسیر (۱) میره و گرنه از مسیر (۲) میره.



سؤال: شما به عنوان یک نفر جهت انجام عملیات بانکی به یکی از شعبات بانک مراجعه کرده‌اید. FPC

مربوط به لحظه ورود به بانک تا لحظه خروج را تهیه کنید. اصلاحات لازم را انجام دهید.



در اصلاحات تمامی Delay های زائد و قابل

حذف را حذف می‌کنیم.

نمودار فرآیند جریان

این نمودار مشابه جدول فرآیند عملیات است با این تفاوت که در این جدول از ۵ عنصر ذیل استفاده می-شود:

A. عملیات: منظور انجام تغییرات فیزیکی یا شیمیایی به وسیله دست یا ماشین بر روی قطعه است. تا در نتیجه قطعه به محصول نهایی نزدیک شود. مانند تایپ نامه یا عملیات سوراخکاری. در این قسمت امکان دارد که عملیات تغییر کرده و یا جابجا شود، اما هرگز امکان حذف آن وجود ندارد. زائد محسوب نمی-شود.

B. حمل و نقل: منظور جابجا کردن قطعه یا هر چیزی به اندازه بیش از ۱/۵ متر است. کاملاً زائد ← باید سعی در حذف آن شود.

C. انبار: منظور توقف مواد و قطعات به ترتیبی است که اقدام به نسبت کردن و شمارش قطعات شود. ۳ نوع انبار وجود دارد: ۱- انبار مواد اولیه؛ ۲- انبار حین فرآیند؛ ۳- انبار محصول نهایی. زائد ← باید حذف شوند.

D. انبار موقت یا تأخیر: منظور منتظر ماندن مواد و قطعات است، اما بدون شمارش و ردیابی ← زائد
E. بازرسی: منظور کنترل کردن مشخصات محصول تولید شده با مشخصات محصول طراحی شده است. ← زائد.

مثال: اگر هزینه هر ساعت کار ماشین ۱۵۰ واحد پولی و هزینه هر ساعت دستمزد اپراتور ۸۰ واحد پولی و ماشین‌ها کاملاً یکسان (سرویس همزمان) باشند، با فرض اینکه زمان کار ماشین پس از بارگذاری ۲۰ دقیقه باشد و باز و بسته کردن و آماده سازی ۸ دقیقه طول بکشد، زمان سیکل کاری و اقتصادی‌ترین تخصیص برای تعداد ماشین با یک اپراتور را مشخص کنید.

از اونجا که هیچی در مورد فاصله نگفته، پس فاصله، ناچیز و نزدیک به صفر بوده.

$$m = 20 \quad I = 8 \quad w = 0 \quad N = \frac{20 + 8}{8} = 3.5$$

$$N_1 = 3 \rightarrow T = I + m = 20 + 8 = 28 \text{ : اول حالت}$$

$$\rightarrow T(C) = \frac{(80 \times 28) + (150 \times 28) \times 3}{3} = 4946.66\sqrt{}$$

$$\text{دومحالت: } N_2 = 4 \rightarrow T = N_2(I + m) = 4 \times (8 + 0) = 32$$

$$\rightarrow T(C) = \frac{(80 \times 32) + (150 \times 32) \times 4}{4} = 5440$$

۳ ماشین اختصاص داده می شود و زمان سیکل ۲۸ دقیقه می شود.

تمرین: سه ماشین در کارگاهی موجود است. مدیریت مایل است زمینه نیروی انسانی را که در کارگاه لازم هستند تعیین نماید، با توجه به اطلاعات زیر تعداد بهینه نیروی انسانی چند نفر است. هزینه استفاده از ماشین ۲۰۰۰ ریال در ساعت، نرخ دستمزد اپراتور ۱۰۰۰ ریال در ساعت و زمان متوسط ساخت و سرویس یک قطعه ۹ ساعت بر ماشین است.

$$\text{روش ۱: } \text{تعداد انسانی نیروی} = \frac{\text{زمان استاندارد عملیات}}{\text{سیکل زمان}}$$

برآورد نشان داده هر ماشین ۴۰ درصد اوقات به اپراتور نیاز دارد.

روش ۲:

$$I + m = 9$$

$$I = \frac{40}{100} \times 9 = 3.6$$

$$m = 5.4$$

$$n = \frac{I + m}{I + w} = \frac{9}{3.6} = 2.5$$

درسته که در صورت سؤال گفته ۳ تا ماشین در کارگاه وجود دارد، اما این به این معنی نیست که ما قراره هر ۳ تا ماشین روبه یک اپراتور اختصاص بدیم. پس اول باید بیایم ببینیم به هر اپراتور چند تا ماشین می شه اختصاص داد. بعد با توجه به اینکه ۳ تا ماشین در کارگاه وجود داره، تعداد بهینه نیروی انسانی رو تعیین کرد.

$$\text{اگر } n = 2 \rightarrow T_C = \frac{1000 \times 9 + 2 \times 2000 \times 9}{2} = 22500\sqrt{}$$

$$\text{اگر } n = 3 \rightarrow T_C = \frac{1000 \times 3 \times 3.6 + 3 \times 2000 \times 3.6 \times 3}{3} = 25200$$

چون اقتصادی تره، $n=2$ رو انتخاب می‌کنیم. پس باید به هر اپراتور ۲ ماشین رو اختصاص بدیم. اما چون ۳ تا ماشین در کارگاه داریم. پس باید او تا نیروی انسانی بهش اختصاص بدیم.

تمرین: در یک کارگاه زمان به کارگیری یک ماشین ۵ دقیقه، زمان بازرسی قطعه ۳ دقیقه، زمان استارت توسط کارگر ۳ دقیقه، زمان بارگذاری ۱ دقیقه و زمان تخلیه نیز ۱ دقیقه است. اگر نرخ اپراتور در هر ساعت ۲ واحد پولی و نرخ ماشین در هر ساعت ۴ واحد پولی باشد، میزان بیکاری اپراتور چقدر است؟

به کار گیری ماشین $m=5$ بازرسی قطعه $= 3$ استارت $= 3$

بارگذاری $= 1$ تخلیه $= 1$ $K_I = 2$ $K_2 = 4$

$$n = \frac{I + m}{I + w} = \frac{(3 + 1 + 1) + 5}{(3 + 1 + 1) + 3} = \frac{10}{8} = 1.25$$

$$\text{اگر } n = 1 \rightarrow T = I + m = 10$$

$$\text{اگر } n = 2 \rightarrow T = N(I + m) = 16$$

$$\text{میزان اپراتور بیکاری} = (I + m) - N(I + w) = 10 - 1(8) = 2$$

N تعداد نهایی ماشین اختصاص داده شده به اپراتور

بسته‌بندی و بازرسی مربوط به w می‌باشد.

تمرین: زمان عملیات ماشین ۳ دقیقه می‌باشد. زمان باز و بسته کردن قطعات ۷ دقیقه، و زمان بازرسی محصول ۵ دقیقه است. اگر هزینه ساعتی اپراتور ۱۰ تومان و هزینه ساعتی ماشین ۲۰ تومان باشد، و اگر ۱۸ ماشین داشته باشیم. نیروی انسانی مورد نیاز چقدر است؟

$$m = 3 \quad I = 7 + 5 = 12 \quad K_1 = 10 \quad K_2 = 20 \quad N = 18$$

$$n = \frac{I + m}{I + w} = \frac{12 + 3}{12 + 0} = \frac{15}{12} = 1.25$$

$$\text{اگر } n = 1 \rightarrow T.C = \frac{(10 \times 12) + (1 \times 20 \times 15)}{1} = 450 \sqrt{\quad}$$

$$n = 2 \rightarrow T.C = \frac{(2 \times 10 \times 12) + (1 \times 1 \times 20 \times 12)}{2} = 600$$

بهتر است که به هریک نفر اپراتور، یک ماشین اختصاص داده شود، حال که ۱۸ ماشین داریم به ۱۸ نفر نیروی انسانی نیاز است.

تمرین: در صورتیکه زمان کار اپراتور با هر ماشین ۱ دقیقه و زمان عملیات ماشین ۴ دقیقه باشد، در صورتیکه زمان حرکت کارگر بین دو ماشین به صفر نزدیک باشد، در شرایط سرویس همزمان می‌توان چند ماشین را به یک اپراتور اختصاص داد؟

$$m = 4 \quad I = 1 \quad w = 0$$

$$n = \frac{I + m}{I + w} = \frac{1 + 4}{1 + 0} = 5$$

مثال: در کارخانه‌ای کار با دو ماشین مخلوط کن و یک ماشین پرکن و سه ماشین درب شیشه‌بندی به یک نفر اختصاص داده شده، هر سیکل کاری شامل ۳ مرتبه بارگذاری مخلوط کن ۶۰ مرتبه شیشه پرکن، دو مرتبه درب بندی می‌شود. با توجه به اطلاعات زیر زمان سیکل را حساب کنید.

مخلوط کردن	شیشه پرکن	درب بندی
کار اپراتور و ماشین	۴	۳
کار ماشین	۱۰	۲۰
کار اپراتور ماشین	۴	۴

اینجا الان ما ۴ تا ماشین مخلوط کن می‌خواهیم، اما دو تا داریم. پس چون تعداد ماشین در اختیار کننده، اپراتور بیکار می‌مونه، بر همین باید از فرمول اول بریم.

$$N_{\text{کنیمخلوط}} = \frac{I + m}{I + w} = \frac{5 + 15}{5} = 4 > 2 \rightarrow T = 3(5 + 15) = 60$$

$$N_{\text{کنپر شیشه}} = \frac{I + m}{I + w} = \frac{8 + 10}{8} = 2.25 > 1 \rightarrow T = 6(8 + 10) = 108$$

$$N_{\text{درب بندی}} = \frac{I + m}{I + w} = \frac{7 + 20}{7} = 3.85 > 3 \rightarrow T = 2(27) = 54$$

بزرگترین زمان از میان زمان‌های بالا به عنوان زمان سیکل در نظر گرفته می‌شود.

مثال: در حالت سرویس کاملاً تصادفی اگر در هر ساعت مقدار تولید ۴ ماشین برابر ۳/۳ واحد در هر ساعت باشد، و نرخ دستمزد ساعتی اپراتور ۵۰۰ ریال، و نرخ ساعتی کرایه ماشین ۷۰۰ ریال باشد. کل هزینه متوسط برای هر قطعه چقدر است؟

$$500 \quad (1) \quad 1000 \sqrt{2} \quad (2) \quad 1500 \quad (3) \quad 533.4 \quad (4)$$

$$T_c = \frac{500 + 4 \times 700}{3.3} = \frac{3300}{3.3} = 100$$

$$T_c = \frac{K_1 + NK_2}{\text{از حاصل قطعات تعداد } N \text{ ساعت هر در ماشین}}$$

مثال: با اختصاص سه ماشین به هر اپراتور، زمان ماشینی برای هر قطعه ۰/۸۲ ساعت است. زمان سرویس برای هر قطعه ۰/۱۷ ساعت و زمان متوسط بیکاری برای هر ماشین، در ساعت ۱۳/۹ درصد ساعت است. الف) زمان متوسط مورد لزوم برای تولید هر قطعه را محاسبه کنید.

ب) با نرخ دستمزد اپراتور ساعتی ۴۰۰ ریال، کرایه ماشین ساعتی ۶۰۰ ریال، هزینه متوسط برای هر قطعه را بدست آورید.

$$\text{ساعت } 1/86\% = 100 - 13/9 = 86/1\%$$

$$0/99 = 0/17 + 0/82 \text{ زمان لازم برای تولید در هر یک ساعت}$$

$$\text{کل لازم زمان تولید برای} = \frac{\text{زمان قطعه هر تولید برای لازم}}{\text{دسترس در زمان کل}}$$

$$\text{هر برای تولید زمان قطعه} = \frac{0.99}{86.1\%} = 1.14$$

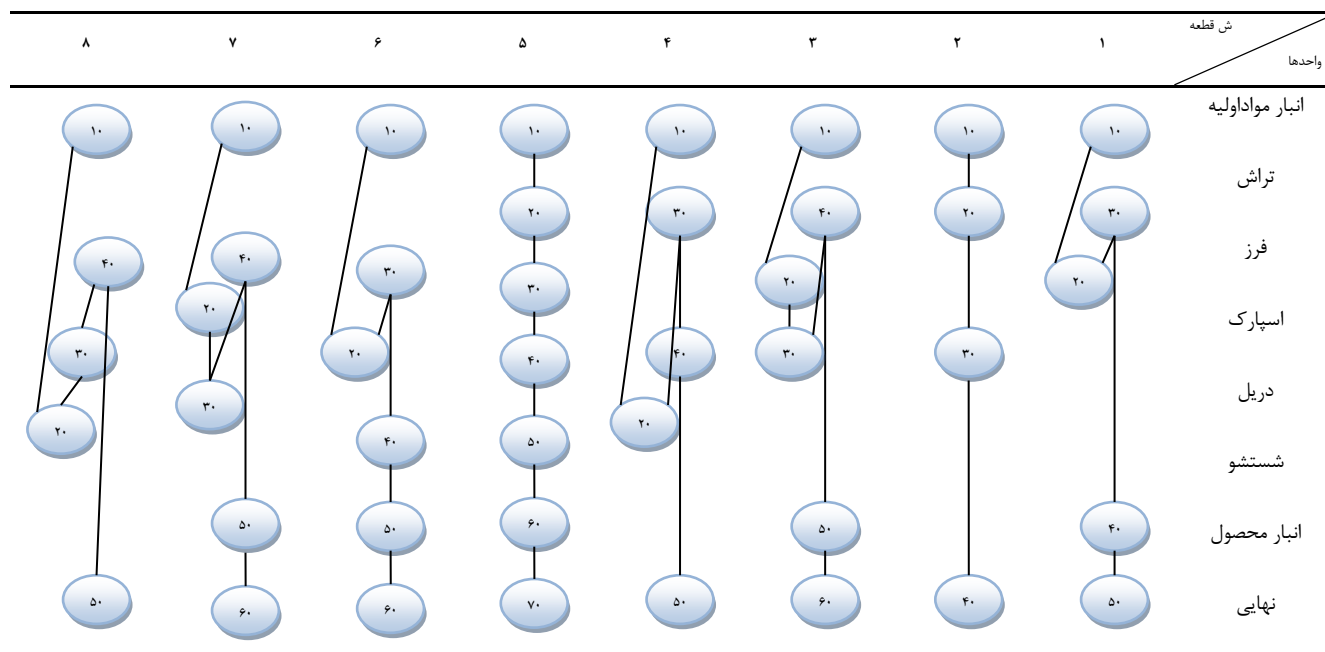
$$\text{ساعت } 1/14 \quad 1 \text{ قطعه}$$

$$\text{ساعت } 1 \quad 0/87 \text{ قطعه}$$

$$2.61 = 3 \times 0.87 = \text{میزان تولید توسط } 3 \text{ ماشین}$$

$$T_c = \frac{K_1 + NK_2}{\text{از حاصل قطعات تعداد } N \text{ ساعت هر در ماشین}} = \frac{400 + 3 \times 600}{2.61} = 842.91$$

جدول فرآیند عملیات چند قطعه‌ای (چند محصولی): مربوط به صفحه ۹۰ جزوه



جدول از - به:

از	به	انبار مواد اولیه	تراش	فرز	اسپارک	دریل	شستشو	انبار محصول نهایی	جمع
انبار مواد اولیه	۸	۲	۲	۲	۲	۲	-	-	۸
تراش	۵	-	۱	۲	-	۲	-	-	۵
فرز	۶	-	۱	۲	۱	۱	۱	-	۶
اسپارک	۷	-	۱	۲	۲	-	-	۲	۷
دریل	۵	-	۱	۱	۱	۲	-	-	۵
شستشو	۵	-	-	-	-	-	۵	-	۵
انبار محصول نهایی	۰	-	-	-	-	-	-	۰	۰
جمع		۰	۵	۶	۷	۵	۵	۸	

اعداد در دو قسمت جمعند، باید

دوبه دو با هم برابر باشند. (چرا)؟

اعداد چسبیده به قطر اصلی و بالای قطر اصلی ← حرکت به جلو

اعداد چسبیده به قطر اصلی و پایین قطر اصلی ← برگشت به عقب

تذکر: اگر یک خانه با قطر اصلی فاصله داشته باشیم ← یعنی یک پرش (به سمت جلو یا عقب)

برگشت به عقب	حرکت به جلو
$1 \times (1+2+1) = 4$	$1 \times (2+1+2+2+5) = 14$
$2 \times (1+1) = 4$	$2 \times (2+2+1) = 10$
$3 \times (1) = 3$	$3 \times (2+1+2) = 15$
	$4 \times (2+2+1) = 20$

$$11 = 3+4+4 = \text{مجموع عقب}$$

$$59 = 14+10+15+20 = \text{مجموع جلو}$$

$$\text{میزان کل حمل و نقل} = 59+11 = 70$$

هرچقدر این عدد (گشتاور طرح) که در اینجا میزان حمل و نقل رو به مامیگه، عدد کوچکتری باشد، خوب مسلماً بهتره.

مثال: جهت ساخت قطعه‌ای به ترتیب ۳ عملیات مطابق جدول زیر نیاز است. عملیات سوم به آماده سازی اتوماتیک نیاز دارد و این آماده سازی برای هر ۱۰۰ قطعه، ۲۰ دقیقه طول می‌کشد. هر نوبت کاری ۸ ساعت و ضریب استفاده از ماشین‌آلات ۹۰٪ است. میزان تولید مورد نیاز در یک شیفت کاری ۲۰۰ قطعه است. پس از نوبت کاری، ۲۵ دقیقه صرف نظافت دستگاهها می‌شود، چه تعداد ماشین مورد نیاز است.

$$\text{برای ماشین ۳: } 20 \quad 100$$

$$224 \quad ?=45$$

$$\hat{P}_1^{\text{واقعی}} = \frac{200}{0.9 \times 0.99} = 224$$

$$\hat{P}_2^{\text{واقعی}} = \frac{200}{0.9 \times 0.98} = 226.7$$

$$\hat{P}_c = \frac{200}{0.9 \times 0.99} = 224$$

$$70 = 25 + 45 = \text{زمان آماده سازی}$$

$$\text{ماشینتعداد} = \frac{\text{نیاز}}{\text{توان}} = \frac{(224 \times 8) + (226.7 \times 5) + (224 \times 4) + (70)}{8 \times 60} = 11.67$$

فکر می‌کنم چون ۲۵ دقیقه نظافت دستگاهها، پس از نوبت کاری انجام می‌شه، نباید در زمان آماده‌سازی محاسبه بشه.

ش عملیات	۱	۲	۳
زمان عملیات (دقیقه)	۸	۵	۱۰
درصد ضایعات	۱	۲	۱

مثال: طرح استقرار کارخانه‌ای را با داده‌های زیر به روش مارپیچی کامل کنید. عرض نوارها را ۲ در نظر ببرید. (مربوط به صفحه ۹۹ جزوه)

مساحت (مترمربع)	نام قسمت	کد دیارتان
$12000 \div 1000 = 12$	دریافت و انبار مواد	A
$8000 \div 1000 = 8$	فرزکاری	B
$6000 \div 1000 = 6$	پرس کاری	C
$12000 \div 1000 = 12$	تراش کاری	D
$7000 \div 1000 = 7$	مونتاژ	E
$12000 \div 1000 = 12$	آبکاری	F
$8000 \div 1000 = 8$	انبار محصول و ارسال	G

$$13 \times 5 = \text{طول و عرض} = 13 \div 5 = 65$$

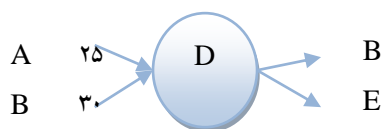
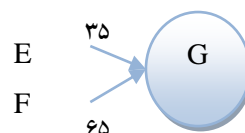
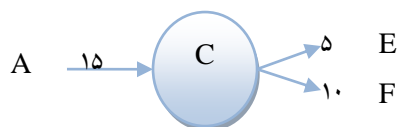
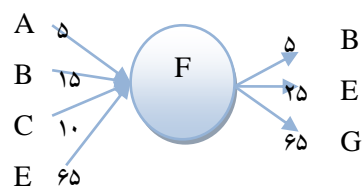
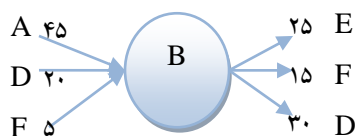
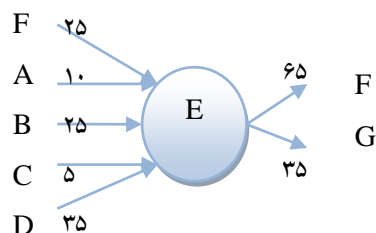
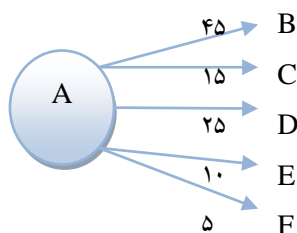
درصد حمل و نقل

تعداد	دفعات حمل	ترتیب و توالی ساخت	شماره قطعه
۱۵	۳۰	ABFEG	۱

۲	ADEFG	۱۰	۵
۳	ACFEG	۲۰	۱۰
۴	ABDEFG	۶۰	۳۰
۵	AFBEG	۱۰	۵
۶	AEFG	۲۰	۱۰
۷	ADBEFG	۴۰	۲۰
۸	ACEG	۱۰	۵
	جمع	۲۰۰	

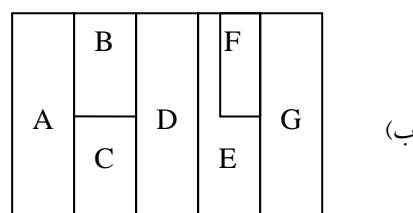
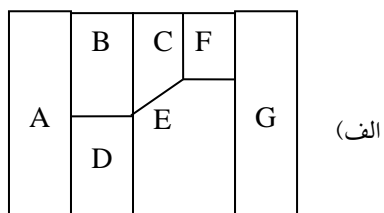
۶۵ رو همین طور بر عدد ۹ به پایین تقسیم می کنیم، به هر کدام بخش پذیر بود. طول و عرض رو برای ما مشخص می کنند.

از	به	A	B	C	D	E	F	G
A			۴۵	۱۵	۲۵	۱۰	۵	۰
B		۰		۰	۳۰	۲۵	۱۵	۰
C		۰	۰		۰	۵	۱۰	۰
D		۰	۲۰	۰		۳۵	۰	۰
E		۰	۰	۰	۰		۶۵	۳۵
F		۰	۵	۰	۰	۲۵		۶۵
G		۰	۰	۰	۰	۰	۰	



$$\text{ارزیابیمعیار} = \frac{\text{جمع بینجریان هایبخش مجاورغیر}}{\text{جمع کلجریان}}$$

طرح‌های استقرار:

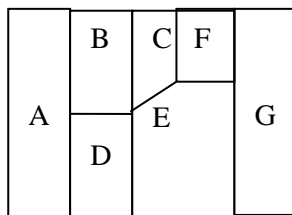


$$\text{ارزیابیمعیار} = \frac{15 + 10 + 5 + 25 + 15 + 5}{435} = 0.17$$

(ب)

A	A	B	B	C	C	E	E	E	E	G	G	G
A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	G	G
A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G
A	A	B	B	D	D	D	D	F	F	F	F	G
A	A	A	A	D	D	D	D	F	F	F	F	G

(الف)



A	A	D	D	D	D	E	E	E	E	G	G	G
A	A	D	D	D	D	C	C	E	E	F	G	G
A	A	D	D	B	B	C	C	E	E	F	F	G
A	A	D	D	B	B	C	C	F	F	F	F	G
A	A	A	A	B	B	B	B	F	F	F	F	G

۳۱

جنگ جهانی دوم معطوف به کدام یک از موارد زیر بوده است؟

الف) امور دفتری ب) امور اداری ج) امور تجاری و اداری د) کارخانجات✓

۵. هدف اصلی مطالعه روش‌ها در طرح‌ریزی کارخانه کدام مورد زیر می‌باشد؟

الف) تقلیل عملیات اضافی در انجام کار✓ ب) سنجش زمان‌های غیرمؤثر کار

ج) سنجش کارایی فعالیتها د) سنجش اثربخشی فعالیتها

۶. برای موفقیت در انجام کار مورد مطالعه بهتر است کدام یک از کارهای زیر در اولویت بررسی قرار گیرد؟

الف) کارهای تکراری و عمومی ب) کارهای ساده

ج) کارهای مشقت‌زا✓ د) کارهای اداری

۷. کدام نمودار زیر نحوه ساخت هریک از قطعات محصول را به طور یکجا و چگونگی ملحق شدن قطعات

خریداری و یا ساخته شده برای تولید محصول را نشان می‌دهد.

الف) نمودار مونتاژ تئوری ب) نمودار مونتاژ (از نظر تقدم و تأخر)

ج) نمودار فرآیند عملیات✓ د) نمودار انسان - ماشین

۸. در نمودار مونتاژ واقعی، مجموع عملیات هر ایستگاه با کدام شکل زیر نشان داده می‌شود؟

الف) یک مثلث ب) حداقل یک مثلث ج) یک دایره✓ د) حداقل یک دایره

۹. فهرست نمودن عملیات و بازرسی‌ها به ترتیب برای هریک از قطعات ساختنی در کدام قدم از قدم‌های

رسم نمودار فرآیند عملیات انجام می‌گیرد؟

الف) قدم اول ب) قدم دوم✓ ج) قدم سوم د) قدم چهارم

۱۰. در جدول جریان فرآیند عملیات نوع ماشین، سمبل کدام مورد زیر وجود ندارد؟

الف) انبار✓ ب) عملیات ج) تأخیر د) همه موارد

۱۱. پایه و اساس طرح‌ریزی کارخانه را چه چیزی تشکیل می‌دهد؟

الف) طراحی محصول ب) طرح‌ریزی ماشین‌آلات

ج) طرح‌ریزی جریان مواد✓ د) طرح استقرار بخش‌های سرویس دهنده

۱۲. روش بهبود یافته براساس کدام گزینه زیر می تواند حاصل گردد؟

الف) ساده سازی و تقلیل فعالیتها ب) کسب موافقت سرپرستان بخشها در مورد تغییرات

پیشنهادی

ج) دقت در هنگام طرحریزی کارخانه د) آموزش اپراتورها برای روشهای جدید

بررسی منتقدانه روش موجود – تکنیک پرسشی

سئوالات ثانویه

۱. پیرامون مواد: آیا امکان دریافت مواد از پیمانکار دیگری، قیمت کنند و کیفیت بالاتر وجود دارد؟ آیا مقدار مواد مورد نیاز سفارش داده شده، متناسب با نیاز است؟ آیا از ضایعات مواد، استفاده دیگر و درستی می‌شود؟ آیا کنترل مواد ورودی و حین فرایند به روش درست، جهت جلوگیری از ضایعات صورت می‌گیرد؟
۲. پیرامون حمل و نقل مواد: آیا نوع وسیله حمل و نقل مناسب است؟ آیا برنامه‌ریزی حمل و نقل امکان کاهش تعداد و مسافت حمل و نقل وجود دارد؟ آیا جایگزینی برای وسیله حمل و نقل در صورت خراب می‌باشد؟
۳. پیرامون ابزار و تیر و بندها: آیا نوع ابزار مناسب فرایند تولید ماست؟ آیا کنترل ابزار در صورت نیاز به تعویض به موقع آن صورت می‌گیرد؟ آیا امکان استفاده از تجهیزاتی مانند جیگ و فیکسچر وجود دارد؟
۴. پیرامون ماشین‌آلات: آیا امکان تغییر سرعت ماشین وجود دارد؟ آیا امکان تفکیک عملیات توسط ماشین وجود دارد؟ آیا امکان ترکیب عملیات وجود دارد؟ آیا در صورت خرابی ماشین، روال مشخصی برای راه‌اندازی مجدد و سریع دارد؟ آیا امکان ایجاد تغییر در ساختمان ماشین جهت راحتی هست؟
۵. پیرامون کارگر: آیا اپراتور برای انجام کار، علم و تجربه کافی را دارد؟ آیا شرایط ایجاد انگیزه برای اپراتور وجود دارد؟ آیا امکانات رفاهی وجود دارد؟ آیا کنترل و نظارت بر کارگر وجود دارد؟
۶. پیرامون محیط کاری: آیا نور، حرارت، رطوبت در محیط کاری تحت کنترل است؟ آیا امکانات رفاهی مانند رختکن، سالن غذاخوری، سرویس بهداشتی و پارکینگ وجود دارد؟ آیا امنیت مللی و جانی در محیط کاری وجود دارد؟ آیا محیط کاری، متناسب با محصول تولیدی است؟

منحنی یادگیری

R : نرخ یادگیری (درصد کاهی $f(r)$ ، زمانیکه r دو برابر می شود). $0.10 < R < 0.50$ (همواره)

$f(r)$: زمان لازم برای ساخت r امین محصول

a : زمان لازم برای ساخت اولین محصول

r : شماره r امین محصول ساخته شده

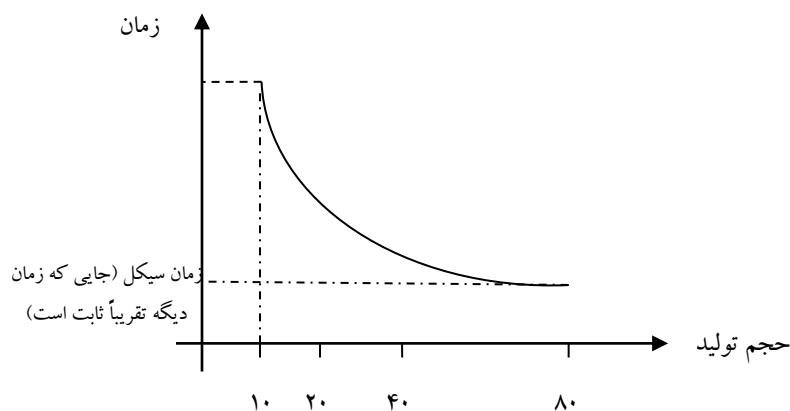
b : ضریب کاهش منفی $-1 < b$

$$f(r) = ar^b, \quad b = \frac{\log R}{\log 2}$$

$$f(2r) = a(2r)^b = a2^b r^b \rightarrow \frac{f(2r)}{f(r)} = \frac{a2^b r^b}{ar^b} = R \rightarrow R = 2^b$$

$$\rightarrow \log 2^b = \log R \rightarrow b \log 2 = \log R \rightarrow b = \frac{\log R}{\log 2}$$

زمان لازم برای تولید کردن ۱۰ امین محصول



مثال: اگر نرخ یادگیری (R) مساوی با ۰.۸ باشد و زمان لازم برای تولید اولین محصول $a = 1$ باشد زمان لازم

برای ساخت دومین، ۴ امین و هشتمین محصول و زمان لازم برای تولید ۴ محصول چقدر است؟

$$a=1 \quad R=0.8$$

$$2 \rightarrow 1 \times 0.8 = 0.8 = f(2) = 1 \times 2^{-0.32} = 0.8$$

$$4 \rightarrow 0.8 \times 0.8 = 0.64 = f(4) = 1 \times 4^{-0.32}$$

$$8 \rightarrow 0.64 \times 0.8 = 0.512$$

زمان لازم برای تولید ۸ آمین محصول ↑

$$b = \frac{\log R}{\log 2} = \frac{\log 0.8}{\log 2} = -0.32$$

$$f(r) = 1^{-0.32} + 2^{-0.32} + 3^{-0.32} + 4^{-0.32} = 3.2 < 4 \text{ محصول}$$

مثال: اگر میزان تولید مورد نیاز در یک روز ۲۳۵ عدد باشد و زمان لازم برای تولید اولین محصول ۶ دقیقه

باشد، و نرخ یادگیری ۰.۹ باشد، زمان در اختیار در طول یک روز ۴۷۰ دقیقه باشد. انتظار می‌رود که پس از

چه میزان تولید به زمان سیکل برسیم؟ و این میزان تولید چه مدت زمانی طول می‌کشد؟

$$\text{زمان سیکل: زمان لازم برای تولید چندمین محصول } 2 = \frac{470}{235} = 2$$

$$b = \frac{\log R}{\log 2} = \frac{\log 0.9}{\log 2} = -0.15$$

$$f(r) = ar^b = 2 \rightarrow 2 = 6 \times r^{-0.15} \rightarrow r^{-0.15} = \frac{1}{3} \rightarrow r^{0.15} = 3$$

$$\rightarrow 0.15 \log r = \log 3 \rightarrow \log r = \frac{\log 3}{0.15} = 3.18$$

یعنی ۱۵۱۳ محصول بعد به ۲ دقیقه برای زمان دار دنیا تولید. $r = 10^{3.18} = 1513$

$$\text{ب) } F(r) = \text{زیرمساحت منحنی} = \int_0^r f(r) dr = \int_0^r ar^b dr = \int_0^r r^b dr \rightarrow$$

$$F(r) = \frac{ar^{b+1}}{b+1} \rightarrow F(1513) = \frac{6 \times 1513^{-0.15+1}}{-0.15+1} = 3561 \text{ دقیقه} \rightarrow \frac{3561}{470} = 7.57 \text{ روز}$$

$$\text{روز تولید مثلاً اول } 470 = \frac{6 \times r^{-0.15+1}}{-0.15+1} \rightarrow r = 140$$

$$\text{روز تولید اول + مثلاً دوم } 2 \times 470 = 640 = \frac{6 \times r^{-0.15+1}}{-0.15+1} \rightarrow r = 320$$

$$\text{تولید روز دوم} = 140 - 320 = 180$$

:

$$\text{دقیقه } 3561 = (0.57 \times 470) + (7 \times 470) \rightarrow 235 = \text{تولید روز } 7.57$$

مدت زمانی که طول می‌کشد در ۷.۵۷ روز، تعداد ۲۳۵ عدد محصول تولید کنیم، ۳۵۶۱ دقیقه است.

$$\text{جدید روش به تولید برای لازم زمان} - \text{قدیم روش به تولید برای لازم زمان} = \frac{\text{شده جوی صرفه زمان در صد}}{\text{جدید روش به تولید برای لازم زمان}}$$

مثال:

$$\begin{aligned} \text{دقیقه 8} &= \text{برای لازم زمان تولید قدیم روش به} \\ \text{دقیقه 5} &= \text{زمان لازم تولید برای جدید روش به} \end{aligned} \rightarrow \text{جوی صرفه زمان در صد} = \frac{8-5}{5} \times 100 = 60\%$$

$$\text{میزان تولید قدیم روش به} - \text{میزان تولید به جدید روش} = \frac{\text{افزایش در صد خروجی}}{\text{میزان تولید به روش قدیم}}$$

$$\text{میزان تولید یک ساعت در قدیم روش به} = \frac{60}{8} = 7.5$$


$$\text{میزان تولید جدید روش به در یک ساعت} = \frac{60}{5} = 12$$

مطالعه حرکات خرد

مثال: نامه نگاری

۱. جستجو: از لحظه‌ای که چشم یا دست شروع به جستجو می‌کند. - جستجو برای یافتن قلم
۲. انتخاب: جستجو برای انتخاب و پیدا کردن یک شیء - انتخاب قلم
۳. گرفتن: زمانی که صرف در اختیار گرفتن می‌شود - گرفتن قلم
۴. جابجایی: حرکت دست خالی برای رسیدن به شیء - رفتن دست برای رسیدن به قلم
۵. حمل شیء: حرکت شیء از یک نقطه به نقطه دیگر - حمل قلم از جا قلمی به سمت کاغذ
۶. نگهداشتن: نگهداشتن شیء بعد از گرفتن - نگهداشتن قلم در دست
۷. رها کردن شیء: زمانی که طول می‌کشد تا شیء رها شود - رها کردن قلم در جا قلمی
۸. قرار دادن: قرار دادن شیء به حالتی که باید قرار بگیرد - چرخش قلم در دست
۹. بازرسی: بازدید شیء از نظر تطابق با استانداردها - بازدید قلم از نظر هماهنگی
۱۰. مونتاژ: اتصال یک شیء به شیء دیگر - بستن در قلم
۱۱. جدا کردن: جدا کردن یک شیء از شیء دیگر - باز کردن در قلم
۱۲. استفاده: به کار بردن ابزار یا وسیله - نوشتن
۱۳. تأخیر غیرقابل اجتناب: تأخیری که خارج از کنترل عمل کننده باشد - نوشتن نامه با یک دست
۱۴. تأخیر قابل اجتناب: تأخیری که جلوگیری از آن امکان پذیر باشد - تایپ به جای نوشتن نامه
۱۵. طراحی یا مکث کردن: مدت زمانی که طول می‌کشد ما فکر کنیم - فکر کردن روی متن نامه
۱۶. استراحت برای رفع خستگی: مدت زمانی که هر دو دست در حالت بیکاری باشند - زمانی که نوشتن تمام شده
۱۷. قرار دادن در محل معین: قرار دادن شئی در جهت و مکان مشخص - قرار دادن نامه در پاکت

تفاوت میان جدول فعالیت‌های دستی و جدول سیموچارت:

سیموچارت	فعالیت‌های دستی
استفاده از ۱۷ عنصر ترپلیگ	

نیاز به فیلمبرداری ندارد	نیاز به فیلمبرداری دارد
هزینه کم	هزینه بالا
جزئیات کلی تر	جزئیات دقیق تر

مزیت سیموچارت: حرکات زائد را دقیق می توان تشخیص داد و تجزیه و تحلیل کرد و با اطمینان بیشتری حذف کرد.

نکته: برای اصلاح سیموچارت و جدول فعالیت های دستی، از اصول اقتصادی حرکت استفاده می کنیم.

بخش دوم: زمان سنجی

«روش‌های زمان سنجی مستقیم»

تعریف زمان سنجی: به کاربرد روش‌های علمی برای تعیین زمان لازم برای انجام کار توسط اپراتور با مهارت متوسط، با کارایی مطلوب و در شرایط استاندارد.

نکته در رابطه با زمان نرمال و استاندارد:

۱. زمان استاندارد همیشه از زمان نرمال بزرگتر است.
۲. زمان نرمال امکان دارد که از زمان مشاهده بزرگتر یا کوچکتر باشد ← بستگی به ضریب عملکرد دارد.

توزیع نرمال: اگر در نتیجه R بار آزمایش، ما شروع به جمع‌آوری n مشاهده تصادفی (x_n, \dots, x_1) بنماییم، تجربه نشان می‌دهد که متغیر $\bar{X} = x_1 + x_2 + \dots + x_n$ دارای توزیع نرمال است.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

میانگین

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

واریانس

$$S = \sqrt{S^2}$$

معیار انحراف

نکات:

۱. با احتمال ۶۸ درصد نتیجه زمان سنجی بین $\bar{X} - S, \bar{X} + S$ قرار می‌گیرد.
 ۲. با احتمال ۹۵.۵ درصد، نتیجه زمان سنجی بین $\bar{X} - 2S, \bar{X} + 2S$ قرار می‌گیرد.
 ۳. با احتمال ۹۹.۷ درصد، نتیجه زمان سنجی بین $\bar{X} - 3S, \bar{X} + 3S$ قرار می‌گیرد.
- دلایل تقسیم سیکل عملیات به عناصر کاری:

۱. ما عناصر کاری را مشخص می‌کنیم تا مشخص شود، کدام عنصر کاری توسط اپراتور انجام می‌شود، که بتوان به آن ضریب عملکرد اختصاص داد.

۲. باید عناصری که گاه‌گاهی انجام می‌شوند (اتفاقی) شناسایی شوند و زمان لازم برای انجام آنها

جداگانه در نظر گرفته شود.

۳. عناصری که تکراری هستند، شناسایی شده و فقط یکبار مورد زمان سنجی قرار بگیرند.

اجزاء عناصر کاری:

۱. جزء تکراری: منظور عناصری است که در تمام سیکل‌های عملیاتی تکرار می‌شوند. مانند سوار کردن

قطعه روی ماشین

۲. جزء گاهگاهی: منظور عناصری است که در دوره‌های منظم یا غیرمنظم انجام می‌شوند. مانند کنترل

کردن قطعه کار که دارای دور منظم است و نامنظم مثل خرابی ماشین هنگام کار.

۳. جزء ثابت: منظور عنصری است که زمان لازم برای انجام دادن آن، ارتباطی با مشخصات مواد و

قطعات ندارد. مثل روشن کردن ماشین.

۴. جزء متغیر: منظور عنصری است که زمان لازم برای انجام دادن آن، با مشخصات مواد، تغییر می‌-

کند. مانند تراشکاری که بستگی به جنس و ضخامت قطعه کار دارد.

۵. جزء دستی: منظور عنصری است که به وسیله اپراتور انجام می‌شود. مانند سوار کردن قطعه روی

ماشین.

۶. جزء ماشینی: منظور عنصری است که به وسیله ماشین انجام می‌شود. مانند تراشکاری اتوماتیک

۷. جزء تعیین کننده یا حاکم: منظور عنصری است که وقتی به موازات عناصر دیگر انجام می‌شود،

زمان بیشتری نیاز دارد.

۸. جزء خارجی: منظور عنصری است که خارج از سیکل عملیاتی انجام می‌شود، مانند برطرف کردن

زنگ زنگی قطعات.

روش‌های ثبت نتایج زمان سنجی با کرونومتر

۱. روش پیوسته یا تجمعی: در زمان سنجی به روش پیوسته، همزمان با آغاز سیکل عملیاتی، کرونومتر آغاز به کار می‌کند. و تا پایان سیکل عملیاتی کرونومتر متوقف نمی‌شود. یعنی در لحظه پایان عنصر کاری، زمان آن ثبت می‌شود؟

مثال:

۱۰: زمان پایان عنصر ۱

۳۰: زمان پایان عنصر ۲

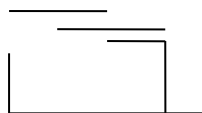
۷۵: زمان پایان عنصر ۳

$۱۰ + ۳۰ = ۴۰$ = زمان عنصر کاری ۱ و ۲

۲. روش گسسته: در این روش زمان هر عنصر کاری به طور مجزا ثبت می‌شود. یعنی همزمان با عنصر کاری، کرونومتر استارت زده می‌شود و در پایان عنصر کاری متوقف می‌شود.

۳. زمان‌گیری تفاضلی:

$$a - b - c - d$$



۴. روش استفاده از چند کرونومتر بهم پیوسته: در این روش ما از ۳ کرونومتر استفاده می‌کنیم. که همزمان با آغاز سیکل عملیاتی، کرونومتر ۱ شروع به کار کرده، و زمان مربوط به عنصر اول را ثبت می‌کند. در لحظه‌ای که عنصر اول به اتمام برسد.

با فشار دکمه، کرونومتر ۱ متوقف می‌شود و کرونومتر ۲ شروع به کار می‌کند و اقدام می‌کند برای ثبت کردن زمان مربوط به عنصر دوم. و ما زمان عنصر کاری دوم، دکمه را فشار می‌دهیم که کرونومتر دوم متوقف می‌شود و کرونومتر اول صفر می‌شود. کرونومتر سوم شروع به کار می‌کند برای اندازه‌گیری کردن زمان عنصر سوم. با پایان عنصر سوم، دکمه را فشار می‌دهیم که در نتیجه کرونومتر شماره ۱ مجدداً شروع به کار کرده و زمان مربوط به عنصر چهارم را ثبت می‌کند. و کرونومتر دوم صفر می‌شود. این کار تا جایی ادامه دارد که

سیکل عملیاتی به پایان برسد.

روشهای تعیین سیکل مورد مشاهده:

روش آماری: α = خطای نوع اول، $C = (1-\alpha) \leftarrow$ ضریب اطمینان

$$P(|x - \bar{x}|) \leq 1 - \alpha \rightarrow P(-\varepsilon \leq x - \bar{x} \leq \varepsilon) \leq 1 - \alpha$$

$$\rightarrow P(\bar{x} - \varepsilon \leq X \leq \varepsilon + \bar{x}) \leq 1 - \alpha \rightarrow \varepsilon = \sigma_{\bar{x}} \cdot Z_{\alpha/2}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{b}{\sqrt{n}}, \varepsilon = \frac{\sigma \cdot Z_{\alpha/2}}{\sqrt{n}}, \quad \varepsilon = K \bar{X} = \frac{\sigma \cdot Z_{\alpha/2}}{\sqrt{n}}$$

$$n = \frac{t_{\alpha/2, n-1} \times S}{K \bar{X}} \quad n < 30 \quad \text{برای} \quad n = \left(\frac{\sigma \cdot Z_{\alpha/2}}{K \bar{X}} \right)^2 \quad n \geq 30$$

تمرین: مجموع ۱۲ بار نمونه برداری از زمان انجام یک فعالیت چقدر باشد تا با احتساب ضریب عملکرد ۹۵

درصد و بیکاری مجاز ۱۲ درصد زمان نرمال ۳۷ ثانیه شود؟

$$445.47 \quad (1) \quad 468.39 \quad (2) \quad 545.62 \quad (3) \quad 454.74 \quad (4)$$

زمان مشاهده \times ضریب عملکرد = زمان نرمال

$$36 = 0.95 \times \text{زمان مشاهده} \rightarrow \text{زمان مشاهده} = \frac{36}{0.95} = 37.89 \rightarrow 37.89 \times 12 = 454.74$$

برای مثال

$$\text{ظرفیت ایستگاه یک در تولید کاری} = \frac{\text{زمان در شیفتهای یک در اختیار}}{\text{زمان سیکل تولید لازم محصولیک}} = \frac{440}{2} = 220$$

تمرین: انواع کرنومتر را معرفی کنید.

مثال: یک عنصر کاری مورد زمان سنجی قرار گرفته و نتایج زیر بدست آمده؛ محدوده اطمینان را برای آن

مشخص کنید.

$$40-41-39-42-40-43-39$$

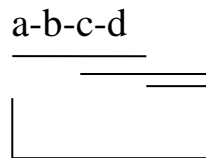
$$\bar{X} = \frac{284}{7} = 40.57 \quad S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = 2.88 \rightarrow S = \sqrt{2.88} = 1.69$$

قرار می گیرد 40.57 ± 1.69 : با احتمال ۶۸ درصد بین

قرار می‌گیرد $(1.69 \pm 2) \pm 40.57$: با احتمال ۹۵.۵ درصد بین

قرار می‌گیرد $(1.69 \pm 3) \pm 40.57$: با احتمال ۹۹.۷ درصد بین

زمان گیری تفاضلی:



مثال: فرض کنید که یک سیکل عملیاتی از ۴ عنصر تشکیل شده‌اند، که مجبور

هستیم ۴ بار سیکل عملیاتی را مورد زمان سنجی قرار دهیم. نتایج زیر بدست آمده. زمان هر عنصر کاری را

مشخص کنید.

$$A = a + b + c = 0.9$$

$$B = b + c + d = 0.8$$

$$C = c + d + a = 0.9$$

$$D = d + a + b = .7$$

$$T = A + B + C + D = 3a + 3b + 3c + 3d = 3.3$$

$$\rightarrow a + b + c + d = 1.1 = T'$$

$$d = T' - A = 1.1 - 0.9 = 0.2$$

$$a = T' - B = 1.1 - 0.8 = 0.3$$

$$b = T' - C = 1.1 - 0.9 = 0.2$$

$$c = T' - D = 1.1 - 0.7 = 0.4$$

روش وستینگهاوس:

$$61 \leq R \leq 139$$

معیار	مهارت	تلاش	شرایط محیط	سازگاری	درجه
خیلی عالی	۱۵	۱۴	۶	۵	۳۹

عالی	۹	۸	۴	۳
خوب	۷*	۵	۱	۲
متوسط	۰	۰	۰	۱۰۰
کمی ضعیف	-۸	-۴	-۲	-۳
خیلی ضعیف	-۱۶	-۱۲	-۷	-۴
				-۳۹

* یعنی تا ۷ تا می تونه بهش اضافه کند.

$$\text{حداقل } ۱۰۰ - ۳۹ = ۶۱$$

$$\text{حداکثر } ۱۰۰ + ۳۹ = ۱۳۹$$

مثال: میانگین زمان مشاهده برای یک عنصر کاری ۵ دقیقه است. اگر ضریب عملکرد ۰.۹ باشد، و درصد بیکاری مجاز ۱۲ درصد باشد، زمان استاندارد چقدر است؟

$$۵.۰۴ = (۱.۱۲) \times ۴.۵ = (\text{درصد بیکاری مجاز} + ۱) \times \text{زمان نرمال} = \text{زمان استاندارد}$$

$$۴.۵ = ۰.۹ \times ۵ = \text{ضریب عملکرد} \times \text{زمان مشاهده} = \text{زمان نرمال}$$

مثال: یک سیکل عملیاتی شامل عناصر زیر است. نتایج مشاهدات در جدول زیر قید شده است. با توجه به اطلاعات زیر، زمان استاندارد برای تولید یک قطعه چند ثانیه است؟

از روش پیوسته استفاده کنید.

شرح جزئیات	در عناصر	ضریب عملکرد	زمان مشاهده شده	درصد بیکاری مجاز	زمان مشاهده شده خالص	زمان نرمال
برداشتن قطعه سوار کردن	A	۱۱۰	۸۵	٪۱۲	۸۵	۹۳.۵
قطعه روی ماشین	B	۹۵	۱۲۵	٪۱۸	۴۰	۳۸
جدا کردن قطعه از ماشین	C	۸۵	۱۵۵	٪۱۴	۳۰	۲۵.۵

کنترل کردن قطعه	D	۷۰	۱۹۰	٪۱۵	۳۵	۲۴.۵
--------------------	---	----	-----	-----	----	------

اضافات مجاز	زمان استاندارد
A	۱۱.۲۲
B	۰.۱۸ × ۳۸ = ۶.۸۴
C	۳.۵۷
D	۳.۶۷

→ $207.43 = 11.22 + 6.84 + 3.57 + 3.67$ زمان استاندارد برای تولید یک قطعه

اگر کل زمان مفید در یک شیفت کاری، ۳۹۰ دقیقه باشد، ظرفیت خط تولید در این مرحله کاری چقدر است؟

$$\text{زمان استاندارد تولید یک قطعه دقیقه‌حسب} = \frac{207.43}{60} = 3.45$$

$$\text{تولید ظرفیت مرحله‌ایندر کاری} = 390 \div 3.45 = 113.014$$

مثال: ارزیابی برای شروع روش نمونه‌برداری از کار، ۲۰ بار مراجعه کرده، که از این تعداد، ۱۶ بار اپراتور در حال کار بوده و ۴ بار بیکار بوده، برای شروع روش نمونه‌برداری از کار، مشخص کنید که ارزیابی باید چند بار مراجعه کند؟

$$P = \frac{16}{20} \times 100 = 0.8 \times 100 = 80\% \quad \text{۱۶ بار مشغول کار به}$$

$$q = 1 - 0.8 = 0.2 = 20\% \quad n = \frac{4pq}{k^2}, k = 0.05$$

$$n = \frac{4 \times 0.8 \times 0.2}{(0.05)^2} = 256 \quad \text{تعداد ارزیابی مراجعات}$$

مثال: در یک کارخانه‌ای شیفت کاری، ۸ ساعت است که شروع کار ۷ صبح است. قرار است به روش نمونه‌برداری از کار، زمان لازم برای انجام مراحل خط تولید مشخص شود. مشخص کنید که اگر هر بازدید یا نمونه‌برداری از خط تولید ۱۰ دقیقه طول بکشد. زمان‌های مراجعه باید چه زمان‌هایی باشد؟

$$\frac{8 \times 60}{10} = 48$$

: اعداد تصادفی

۵۶ ۱۹ ۱۱ ۷ ۲۵ ۱۴ ۶ ۸ ۲
۶۴ ۱۸ ۳۵ ۴۷ ۱۸ ۳۲ ۷

اعدادی که تکراری و یا بزرگتر از ۴۸ هستند و حذف می‌کنیم، به این دلیل که در جواب نهایی بی‌تأثیرند.

: به ترتیب صعودی

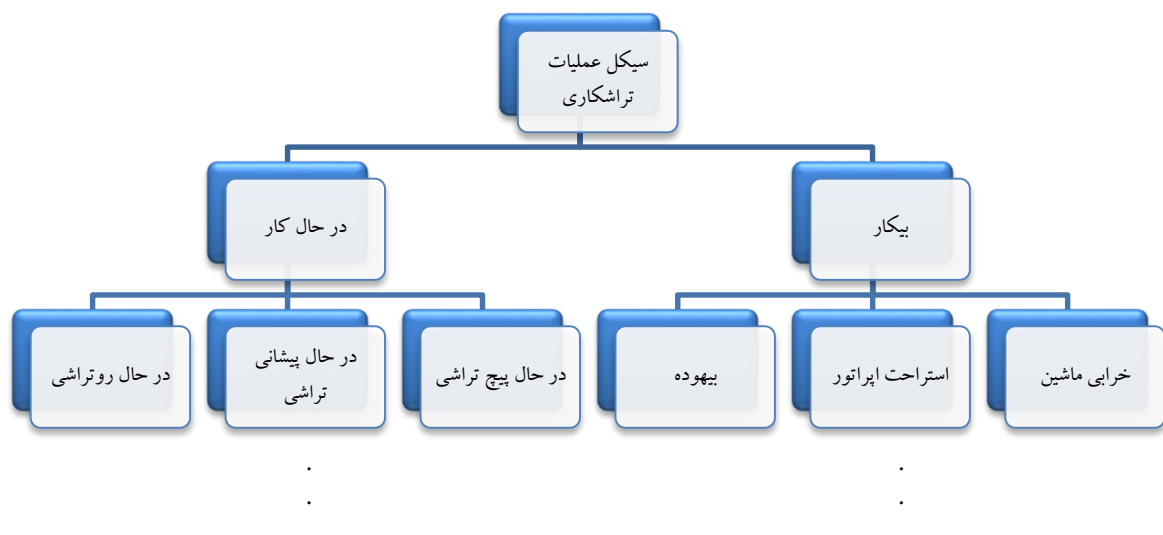
۴۷ ۳۵ ۳۲ ۲۵ ۱۹ ۱۸ ۱۴ ۱۱ ۸ ۷ ۶ ۲

اعداد تصادفی	۲*	۶	۷	۸	۱۱	۱۴	۱۸	۱۹	۲۵	۳۲	۳۵	۴۷
زمان‌های مراجعه	۷:۲۰'	۸	۸:۱۰'	۸:۲۰'	۸:۵۰'	۹:۲۰'	۱۰	۱۰:۱۰'	۱۱:۱۰'	۱۲:۲۰'	۱۲:۵۰'	۱۴:۵۰'

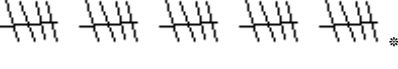
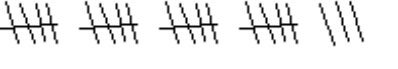
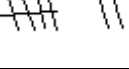

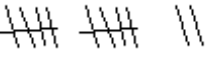

* یعنی ۲ تا ۱۰ دقیقه که گذشت، باید شروع کنیم.

۱۵: پایان کار

۷: شروع کار



تعداد کل مراجعات را ۷۵ بار در نظر می‌گیریم.

در حال کار ۵۵ بار	رو تراشی		$\frac{25}{75} \times 100 = 33\%$
	پیشانی تراشی		$\frac{23}{75} \times 100 = 30\%$
	پیچ تراشی		$\frac{7}{75} \times 100 = 10\%$
بیکار ۲۰ بار	بیهوده		$\frac{3}{75} \times 100 = 4\%$
	استراحت اپراتور		$\frac{12}{75} \times 100 = 16\%$
	خرابی ماشین		$\frac{5}{75} \times 100 = 6.66\%$

* از ۷۵ بار مراجعه، ۲۵ بار در حال روتراشی بوده.

فرض: تعداد قطعات تولیدی = ۳۲۵ زمان کل در اختیار: ۴۸۰'

دقیقه $0.48 = \frac{158.4}{325} \rightarrow$ کل زمان روتراشی $158.4' = 480 \times 0.33$: اگر کاریشیفت $480'$ باشد

$0.48 \times 60 \rightarrow$ زمان ماشین خرابی کل $31.96' = 480 \times 6.66\%$: مثلاً یا

زمان لازم برای روتراشی ثانیه قطعه یک $29.24 =$

$1.65 = \frac{31.96}{3}$: زمان در، خرابی استاندارد مثلاً صورتیکه ۳ بار نشده خراب باشد

تمرین: زمان پیشانی تراش و پیچ تراشی را تعیین کنید.

دقیقه $0.44 = \frac{144}{325} \rightarrow$ $144 = 480 \times 0.3$: زمان پیشانی تراشی

زمان لازم برای پیشانی تراشی به ثانیه: $26.58 = 0.44 \times 60$

دقیقه $0.14 = \frac{48}{325} \rightarrow$ $48 = 480 \times 0.1$: زمان پیچ تراشی

زمان لازم برای پیشانی تراشی به ثانیه: $8.86 = 0.14 \times 60$

مثال: زمان های زیر مربوط به عنصر طی کردن فاصله توسط اپراتور در سالن تولید است. زمان لازم برای طی

کردن فاصله ۱۵ متر را مشخص کنید.

عوامل مؤثر در تعیین زمان عنصر:

۱. اصلی: مانند مسافت

۲. فرعی: مانند وضعیت جسمانی اپراتور - رطوبت - دما - روشنایی

میانگین	زمان نرمال	ضریب عملکرد	زمان مشاهده	مسافت
$\frac{2 + 2.7 + 2.37}{3}$	۲	۱۰۰	۲	۱۰ متر
$= 2.35$	۲.۷	۹۰	۳	
	۲.۳۷	۹۵	۲.۵	
$\frac{5.5 + 5.95 + 5.5}{3}$	۵.۵	۱۱۰	۵	۲۰ متر
$= 5.65$	۵.۹۵	۸۵	۷	
	۵.۵	۱۰۰	۵.۵	

$$۱۰ \quad ۲.۵$$

$$۱۵ \quad x=۴$$

$$۲۰ \quad ۵.۶۵$$

$$\frac{15 - 10}{20 - 15} = \frac{x - 2.35}{5.65 - x} \rightarrow 5.65 + 2.35 = 2x \rightarrow x = 4$$

سؤال: بانک اطلاعاتی زیر مربوط به فرایند تراشکاری است. اگر سفارش دریافت شده باشد که عرض تراشکاری ۸mm باشد و عمق براده برداری ۳mm باشد، زمان لازم برای انجام دادن آن را مشخص کنید.
فرایند تراشکاری:

۱. عوامل اصلی: عرض تراش + عمق تراش

۲. عوامل فرعی: وضعیت ماشین - جنس ابزار - ...

عمق					عرض
۸	۶	۴	۳	۲	
۹'	۷'	۵'		۳'	۶
		۶.۳۳	۹۵.۳۳	۴.۳۳	۸
۱۲'	۱۱'	۹		۷'	۱۲

۱۵'		۱۴'		۱۲'		۲۰'	
۶	۵	۶	۳	۶	۵	۶	۵
۱۲	x	۸	m	۸	x	۸	x
۲۰	۱۴	۱۲	۷	۱۲	۹	۱۲	۹
$\frac{12-6}{20-12} = \frac{x-5}{14-x} \rightarrow x = 9$				$\frac{8-6}{12-8} = \frac{x-3}{7-x} \rightarrow x = 4.33 \rightarrow x = 6.33$			

طبق عمق:

۲ ۴.۳۳

۳ x

۴ ۶.۳۳

$$\frac{3-2}{4-3} = \frac{X-4.33}{6.33-X} \rightarrow x = 5.33$$

سیستم داده‌های استاندارد: زمانیکه نوع تولید ما سفارشی باشد، یعنی اینکه زمینه کاری شرکت مشخص است که می‌تواند ماشین افزار یا صنایع ریخته‌گری یا صنایع چوب یا ... باشد. اما تولید به صورت سفارشی انجام می‌شود. یعنی اینکه با شرکت در مناقصه‌ها، سفارش از طرف مشتری دریافت می‌شود.

پس در این نوع تولید، حجم تولید پائین اما تنوع تولید بالاست. با توجه به اینکه زمینه کاری شرکت ثابت است، ضرورت دارد که یک بانک اطلاعاتی تشکیل دهیم و زمان لازم برای عناصر کاری شرکت را ثبت کنیم. تا در هنگام دریافت سفارش جدید دیگر نیازی به زمان‌سنجی مجدد و تکراری نداشته باشیم. تا در هزینه و زمان صرفه‌جویی شود.

التماس دعا