بسم الله الرحمن الرحيم
هو الاوّل و الاخر و الظاهر و الباطن

ارزیابی کار و زمان

مدرس: فرزاد بهروزی(PhD)

uoqom@chmail.ir

http://fbieuniversity.blog.ir

دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم

بهمن 92

نام درس: ارزیابی کار و زمان

20 نمره شامل موارد زیر:

- ✓ 14 نمره آزمون پایانترم
- ✓ 6 نمره انجام پروژه یا ترجمه متون تخصصی مرتبط با درس با هماهنگی و تایید استاد ;و سوال شفاهی از مطالب تدریس شده در جلسات قبل
- ✓ 2 نمره مازاد (اخلاق و رفتار دانشجو)

- تذکر1: هرجلسه غیبت موجب کسر 0.5 نمره از 2 نمره مازاد میگردد.
- تذکر2: غیبت بیش از 3 جلسه موجب حذف دانشجو خواهد شد.

مقدمه

کاربردهای ارزیابی کار و زمان

- افزایش بهره وری
- تجزیه و تحلیل کارایی عملیات
- تعیین استانداردهای انجام کار جهت برنامه ریزی و کنترل موثر تولید
- یکی از موثرترین ابزار تحقیقاتی و کنترلی مدیریت بر روی کارایی افراد و سازمان

- **رعایت موارد زیر هنگام حضور در کلاس الزامیست:**

✓ حضور بموقع در کلاس(15 دقیقه پس از شروع کلاس اجازه حضور در کلاس داده نخواهد شد، بدلیل بر هم خوردن نظم و تمرکز کلاس)

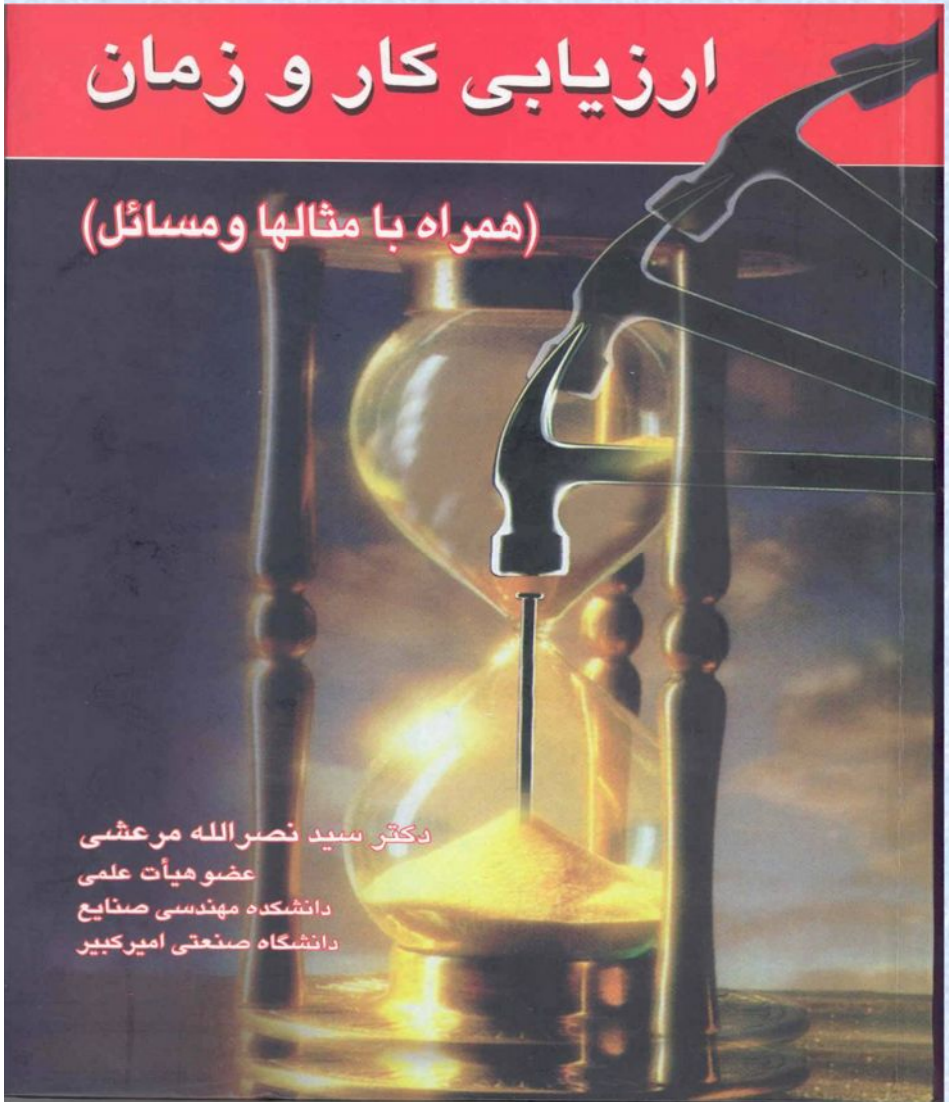
✓ خاموش بودن تلفن همراه

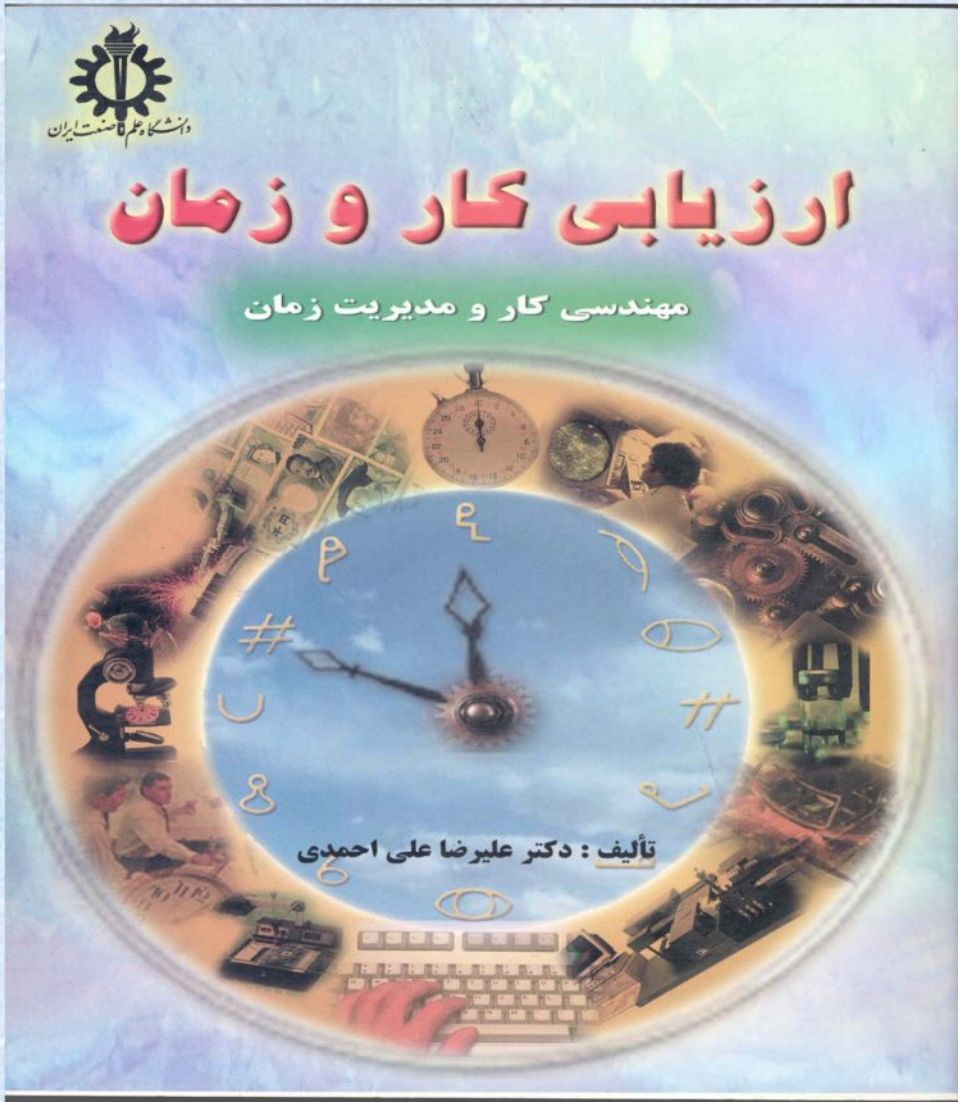
✓ سوال از مطالب تدریس شده پس ازاتمام درس و نه در بین آن

✓ رعایت حرمت کلاس و عدم صحبت نمودن در حین تدریس

منابع:

- ارزیابی کار و زمان : دکتر علیرضا علی احمدی، دانشگاه علم و صنعت
- ارزیابی کار و زمان : دکتر سید نصرالله مرعشی، دانشگاه امیر کبیر





موضوع ارزیابی کار و زمان

- ثبت سیستماتیک وقایع (در قالب جداول) و راه های موجود و پیشنهاد شده برای انجام کار و مقایسه آنها با معیارهای اقتصادی.

- مجموعه تکنیکهایی برای بررسی، ثبت و مطالعه عملکرد جاری و بهبود و توسعه آن

فهرست

- فصل اول- مقدمه و تاریخچه ارزیابی کارو زمان
- فصل دوم - مطالعه روش ها
- فصل سوم -تجزیه و تحلیل عملیات، بهبود در خطوط تولیدی و متعادل کردن آن
- فصل چهارم - زمانسنجی

❖فصل اول- مقدمه و تاریخچه

ارزیابی کارو زمان

جایگاه درس ارزیابی کار و زمان در رشته مهندسی صنایع

ارزیابی کار و زمان از زیربنایی ترین و اساسی ترین دروس رشته مهندسی صنایع و پیش نیاز یک شاخه مهم از دروس این رشته می باشد.

دانشی است که در کلیه واحدهای تولیدی و صنعتی و حتی خدماتی جهت بالابردن بهره وری در فرآیند، مورد نیاز مهندسین صنایع می باشد.

کاربردهای ارزیابی کار و زمان

- افزایش بهره وری
- تجزیه و تحلیل کارایی عملیات
- تعیین استانداردهای انجام کار جهت برنامه ریزی و کنترل موثر تولید
- یکی از موثرترین ابزار تحقیقاتی و کنترلی مدیریت بر روی کارایی افراد و سازمان

موضوع ارزیابی کار و زمان

- ثبت سیستماتیک وقایع (در قالب جداول) و راه های موجود و پیشنهاد شده برای انجام کار و مقایسه آنها با معیارهای اقتصادی.

- مجموعه تکنیکهایی برای بررسی، ثبت و مطالعه عملکرد جاری و بهبود و توسعه آن

زمان سنجی

- فردریک تیلور (1881) پدر علم زمان سنجی
- تیلور امیدوار بود که با مطالعات زمان سنجی بتواند مقدار کاری را که یک نفر در روز انجام می دهد را محاسبه نماید و مشخص نماید که چه نسبتی از نیروی کار یک شخص بکار گرفته می شود.
- تیلور در سال 1883 با روش سیستماتیک مطالعه کار توانست یک کار مشخص را به عناصری تقسیم کرده و تک تک این عناصر را بررسی کند.

- زمان سنجی یک عنصر در مدیریت علمی است که می تواند مهارت مدیریت را از مدیران به افراد انتقال دهد.

Taylor, 1883

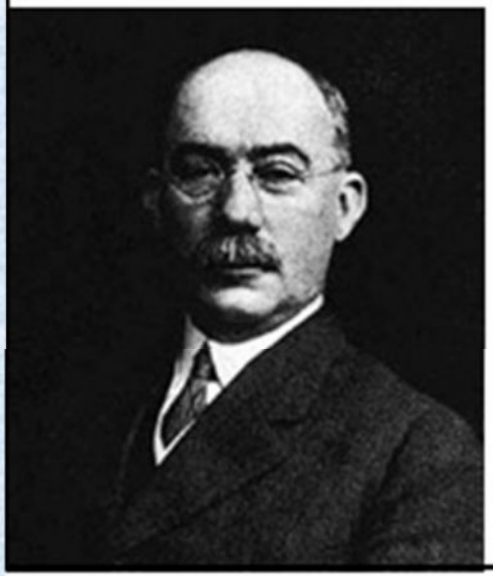
مطالعه حرکت

- به دنبال نظریات تیلور مبنی بر لزوم تجزیه و تحلیل حرکات، فرانک گیلبرت و لیلیان گیلبرت کوششهای فراوانی صرف پایه گذاری و توسعه روش علمی تجزیه و تحلیل حرکات کردند.
- تجزیه و تحلیل حرکات به عنوان یکی از فنون ساده کردن کار و یکی از ملزومات اندازه گیری کار می باشد.

Gilberth, 1885

هنری گانت (1861-1919)

- فعالیت در زمینه سیستمهای انگیزشی و تقویتی برای کارگران. او برای مدیران سیستم پاداشی در نظر گرفت که متناسب با میزان آموزشی بود که به پرسنل خود در زمینه بهبود عملکرد می دادند.
- ارزیابی نتایج مدیریت به وسیله نمودارهای گانت و دیگر روشها.
- گانت چارت (مدیریت پروژه)
- مسئولیت های اجتماعی کسب و کارها



مطالعه حرکات جزئی

- فن مطالعه جزئیات حرکات برای اولین توسط گیلبرت در سال 1912 بکار گرفته شد.

- مطالعه جزئیات حرکات عبارتست از بررسی اجزاء اساسی یا حرکات جزئی یک عمل با استفاده از یک دوربین فیلمبرداری و یک وسیله اندازه گیری زمان بطوریکه فواصل زمانی دقیق را روی فیلم مشخص نماید تا امکان بررسی حرکات جزئی و اختصاص زمان به آنها فراهم گردد.(سایکلوگرافی)

مهندسی روشها

- در دهه 1930 مهندسی روشها توسط مینیارد پایه ریزی شد.

- مسئولیت طراحی کارهایی که کارگران باید انجام دهند را بر عهده دارد و مشخص می نماید در کجا از نیروی انسانی در جریان تولید استفاده می گردد و چگونگی استفاده از ابزار ومواد را تعیین می نماید.

کاربرد روش سنجی و کارسنجی در امور اداری و تولیدی

- اغلب بررسیها تا قبل از جنگ جهانی دوم در زمینه های روش سنجی و زمان سنجی معطوف به کارخانجات و کارگاه های تولیدی بوده است.
- در سالهای اخیر، روش سنجی و زمان سنجی در اندازه گیری کارهای اداری و دفتری مورد توجه خاص قرار گرفته است.

مطالعه کار(ارزیابی کار وزمان) :اصطلاحی است که تکنیکهای مطالعه روش و زمانسنجی را که برای تامین حداکثر استفاده از نیروی انسانی، تجهیزات و مواد اولیه مورد نیاز برای انجام یک کار مشخص بکار می رود را در بر می گیرد.

اهداف مطالعه کار

- **موثرترین استفاده از تجهیزات و مواد اولیه**
- **موثرترین استفاده از نیروی انسانی**
- **عملکرد مطلوب مجموعه تجهیزات، مواد اولیه و نیروی انسانی**

اجزاء مطالعه کار: مطالعه کار از دو قسمت مطالعه روش واندازه گیری کار تشکیل شده است

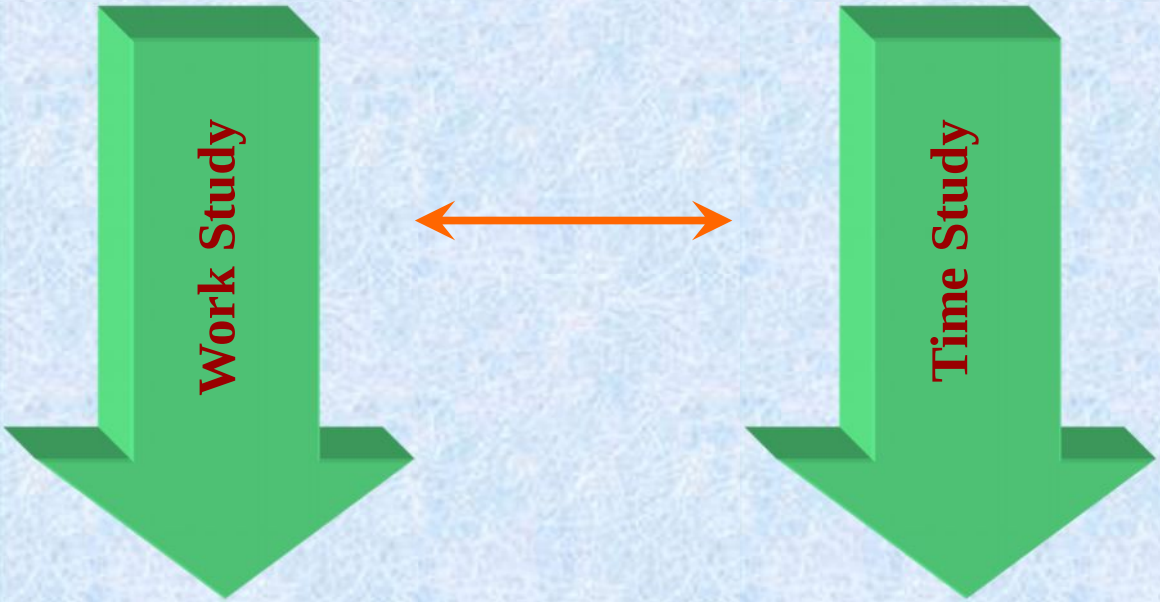
مطالعه کار

مطالعه روش (Method study): ثبت، تجزیه و تحلیل دقیق روش فعلی انجام یک فعالیت به منظور بدست آوردن روش جدید یا پیشنهادی که از طریق آن بتوان کار را با بازدهی بیشترانجام داد .

اندازه گیری کار (زمانسنجی یا کار سنجی):

بکارگیری تکنیکهایی جهت تعیین زمان لازم و استاندارد انجام کارمشخص که توسط یک کارگر واجد شرایط در سطح عملکرد مطلوب انجام شود.

ارزیابی کار و زمان



اهمیت زمان و بهبود عملکرد از دیدگاه اسلام

۱- سوره والعصر

۲- وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ (انعام،۱۴۱: اعراف ، ۳۱) ← ضرورت دوری از اسراف

۳- وَأَنَّ الْمُسْرِفِينَ هُمْ أَصْحَابُ النَّارِ (غافر،۴۳) ← توجه به عاقبت بد اسراف

اسراف دارای مفهومی کلی و قابل تعمیم به همه جنبه های زندگی است. اتلاف منابع (نیروی انسانی، سرمایه، انرژی، مواد اولیه،...) نیز نوعی اسراف و مورد نهی خداوند متعال است.

فلسفه بهبود مستمر

مَن ساوی یَوماه فهُوَ مَغبون (امام علی (ع))

هر صبح در آفریقا، یک غزال از خواب برمی خیزد. او میداند که باید سریعتر از تندترین شیربدود درغیراینصورت شکار وکشته خواهد شد. همچنین، هر روز صبح یک شیر نیز از خواب برمیخیزد. او نیز میداند که باید سریعتر از کندترین غزال بدود در غیر اینصورت از گرسنگی خواهد مرد .

مهم نیست که شما یک شیر باشید یا غزال ، وقتی خورشید طلوع میکند شما باید بهتر از قبل بدوید.

قد نَجیَ مَن کانَ غَدهُ خَیراً مِن أمسِه وَ مَن ساوی یَوماه فهُوَ مَغبون وَ مَن کانَ أمسَهُ خَیراً مِن یَومُه فهُوَ مَلعون (پیامبر اکرم(ص))

فی کل شیءٍ اسراف (پیامبر اکرم(ص)،وسائل الشیعه ج20،ص245)

پس در هر چیزی اتلاف وجود دارد (اشاره به فراگیربودن اتلاف)

کل مازاد علی الاقتصاد اسراف (امام علی(ع)،غررالحکم،ح6816)

شاخص استاندارد جهت تعیین مرز اتلاف

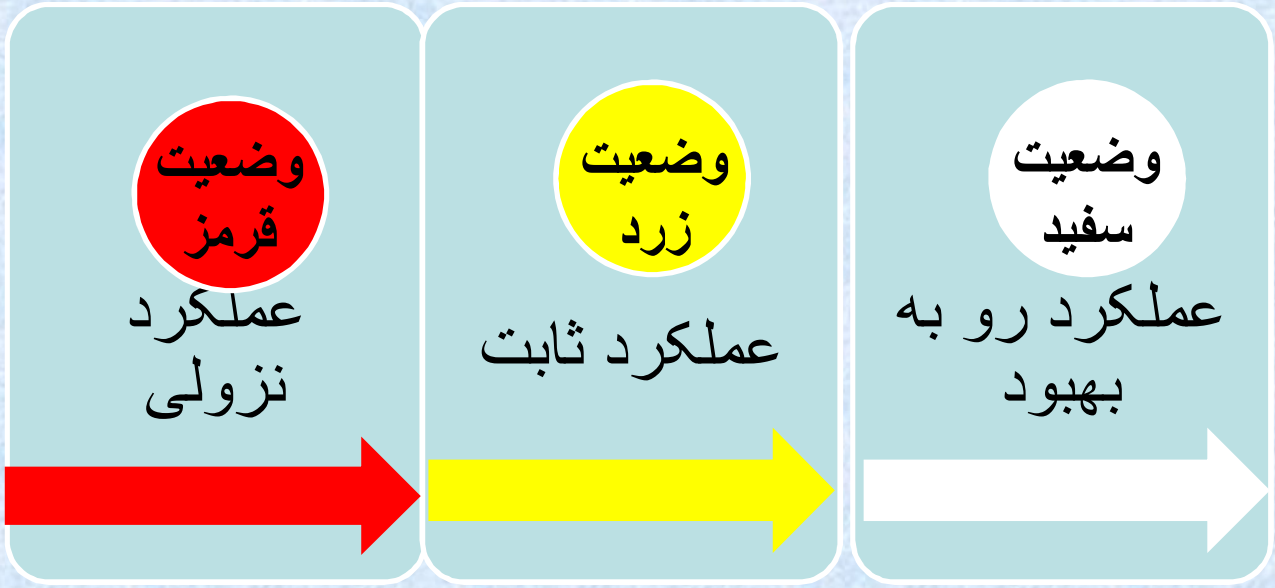
آیا میتوان با صرف نظرازیک فرآیند، عملکرد یا منبع در حال مصرف به همان اهداف موردنظر رسید؟(در اینجا VE کاربرد دارد)

حداقل منابع (پول، زمان، مواد اولیه، نیروی کار، ماشین آلات، تجهیزات....) برای رسیدن به هدف(تولید محصول) چقدر است؟

مدل اسلامی بهبود مستمر عملکرد
(مدل مفهومی 1)

- پیامبر اکرم (ص)فرمودند:
- " قد نَجی مَن کانَ غَده خَیراً مِن أمسِه وَ مَن ساوی یوماه فَهُوَ مَغبون و مَن کانَ أمسَهُ خَیراً مِن یَومِه فَهُوَ مَلعون" :
- **هر کسی که فردایش از دیروزش بهتر باشد، نجات پیدا کرد و هر کس دو روزش مساوی باشد، او ضررکرده است و هر کسی دیروزش بهتر از امروزش باشد ملعون است.**

ضرورت ارزیابی وبهبود مستمر عملکرد فرد، سیستم، فرآیند



❖فصل دوم – مطالعه روش ها

- اندازه گیری پیش نیاز بهبود عملکرد است.

You can’t manage what you can’t measure.

- صنعت همیشه بدنبال دستیابی و تطبیق با عملکرد عالی در فرایندهای تجاری است.
- جهت شناسایی عملکرد عالی، در ابتدا باید عملکردهای فرایندهای سازمان اندازه گیری و سنجیده شود.

مطالعه روش (Method study):ثبت، تجزیه و تحلیل دقیق روش فعلی انجام یک فعالیت به منظور بدست آوردن روش جدید یا پیشنهادی که از طریق آن بتوان کار را با بازدهی بیشترانجام داد .

اهداف مطالعه روش

- بهبود فرآیندها و روشهای تولید
- بهبود استقرار تجهیزات در کارگاه و مناطق کاری
- بهبود در طرح ماشین آلات و تجهیزات از نظر فاکتورهای انسانی
- استفاده بهتر از مواد اولیه، تجهیزات و نیروی کار
- صرفه جویی در نیروی کار و کاهش کارهای طاقت فرسا و غیر ضروری
- ایجاد و توسعه محیط فیزیکی بهتر برای انجام کار

مراحل مطالعه کار چه در زمینه مطالعه روشها وچه در زمینه ارزیابی زمان:

1- انتخاب (Select)

2- ثبت (Record)

3- تجزیه و تحلیل (Examine)

4- بهبود و توسعه وایجاد (Develop)

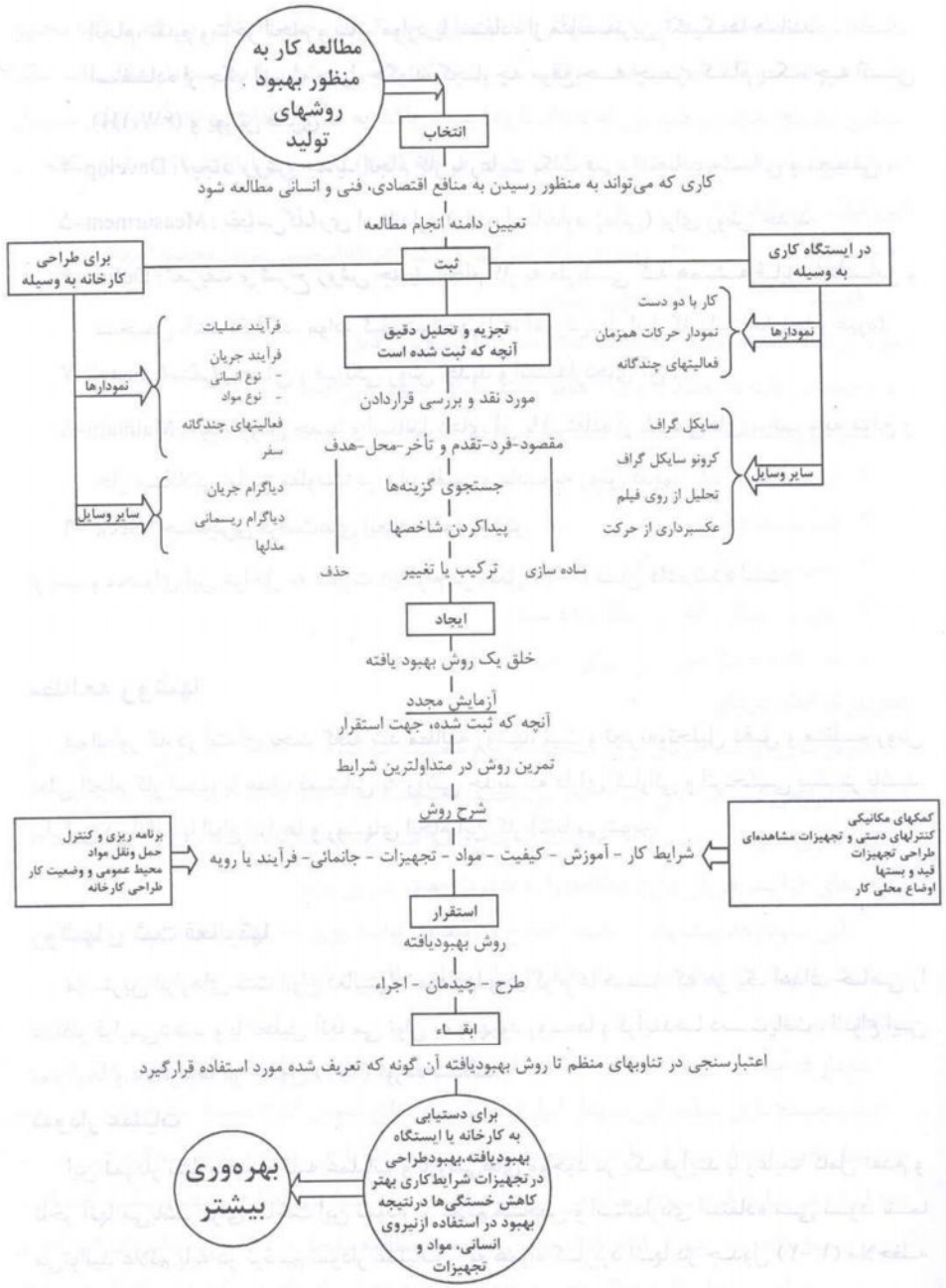
5- مقیاس گذاری (Measurment)

6- تعریف و شرح روش جدید (Define)

7- استقرار (Install)

8- نگهداری و ابقاء (Maintain)

9- جستجوی بهبود (Seek)



شکل ۱-۱ دیاگرام مراحل مطالعه کار

❑ انتخاب (Select)

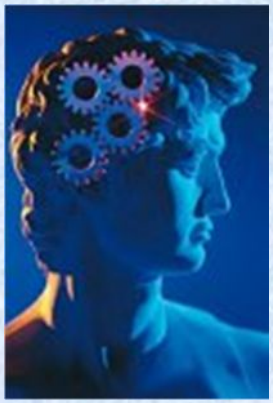
- انتخاب کار بمنظور مطالعه و تجزیه و تحلیل
- بهبود در زمینه های فنی، اقتصادی یا انسانی
- کاری انتخاب شود که از نظر فنی امکان بهبود در آن وجود داشته باشد.

❑ ثبت (Record)

- ❖ ثبت کلیه جزئیات واقعی روش موجود انجام کار از طریق مشاهده مستقیم
- ❖ ثبت هر آنچه که مربوط به روش فعلی انجام کار است.
- ❖ ثبت در قالب ابزارهای ترسیمی مناسب (نمودارها، دیاگرام ها،گراف ها و فیلم می پذیرد.

❑ تجزیه و تحلیل (Examine)

- ❖ بررسی دقیق و منتقدانه اطلاعات جمع آوری شده
- ❖ تجزیه و تحلیل آنچه که ثبت شده هدف، مکان، شخص انجام دهنده،وسیله انجام وتاخر وتقدم انجام کاربه وسیله مناسب ترین وسیله
- ❖ استفاده از چک لیست چرا، چگونه، کجا، چه موقع، چه چیز، کدام یک، چه کسی(4w,1h) و طوفان ذهنی



❑ بهبود و توسعه وایجاد (Develop)

❖ طراحی و توسعه روش

❖ طرح و تدوین مناسبترین روش با در نظرگرفتن شرایط واقعی و ایده آل

❖ ایجاد روش جدید انجام کار با رعایت نکات فنی، اقتصادی، انسانی و محیطی

❑ مقیاس گذاری (Measurment)

- مقیاس گذاری استاندارد برای روش جدید
- اندازه گیری حجم کار مورد نیاز در روش جدید
- مطالعه زمان استاندارد انجام روش جدید
- زمان سنجی

❑ تعریف و شرح روش جدید (Define)

- ❖ تعریف روش جدید با توجه به تعیین زمان مربوطه
- ❖ تعریف و تشریح روش جدید انجام کار بگونه ای که قابل شناسایی و تشخیص باشد
- ❖ تعریف مواردی نظیر: فرایند، مواد، کیفیت، تجهیزات، آموزش، شرایط کار، استانداردها و ...

❑ استقرار (Install)

- اعمال روش جدید بر مبنای استانداردهای تعین شده در زمان مجاز آن

❑ ابقاء و نگهداری (maintain)

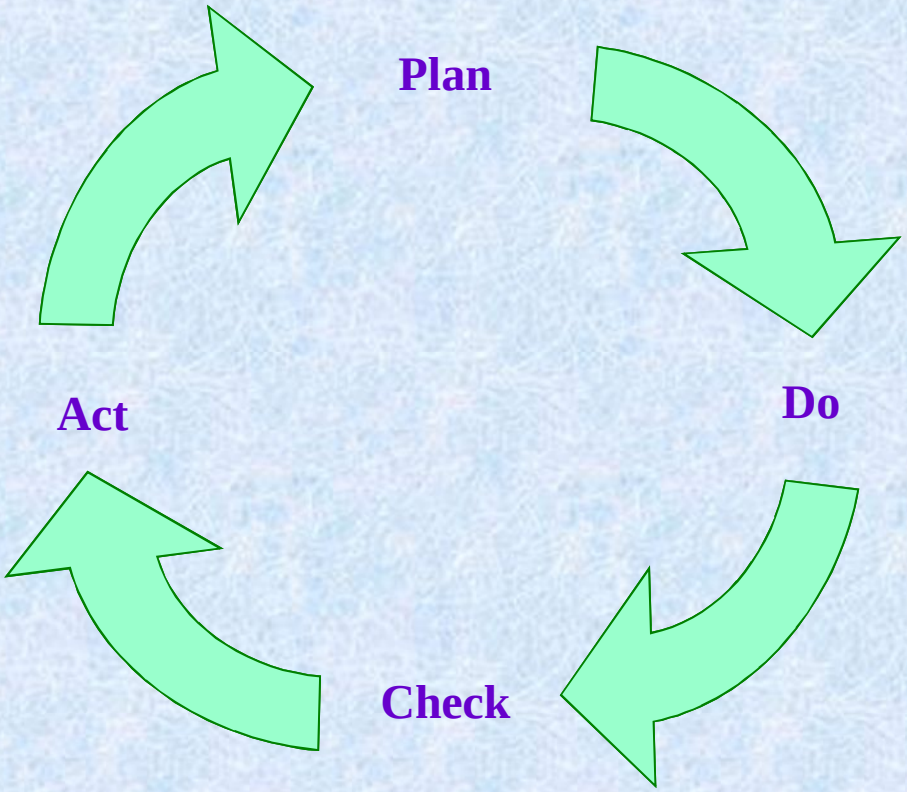
- ابقاء روش جدید بوسیله روشهای صحیح کنترل
- ارزیابی استانداردهای جدید انجام کار
- ابقاء روش جدید و استانداردهای آن با استفاده از بازرسی های مرتب و بموقع
- حل مشکلاتی مانند مقاومت در برابر تغییر و عادت به روش قدیم

❑ جستجوی بهبود (Seek)

- جستجوی فرصت های ایجاد بهبود بیشتر
- انجام مستمر بهبودهای جزئی
- تداوم حرکت به جلوی چرخه مطالعه کار

(Select)
(Record)
(Examine)

چرخه مطالعه کار



(Develop)
(Measurment)
(Define)
(Install)

(Seek)

(Maintain)

انواع ثبت روش

- روش انشایی: برای خواننده آسانتر است ولیکن قابل اندازه گیری نیست.
- روش مصاحبه: بصورت سوال و جواب است.
- روش سیستماتیک: در قالب جداول و نمودارها و دیاگرام های استاندارد است

ابزار مطالعه روش و ابزار ثبت (روشهای ثبت فعالیتها):

نمودارها ودیاگرامها

- ✓ **نمودار فرآیند عملیات**
- ✓ **نمودار فرایند جریان**
- ✓ **نمودار سفر یا از –به**
- ✓ **نمودار انسان ماشین**
- ✓ **نمودار فعالیت چند گانه**
- ✓ **نمودار فرایند گروهی**
- ✓ **نمودار مونتاژ**

سایر ابزار

- ✓ **نمودار رابطه میان فعالیتها**
- ✓ **نمودار دست راست – دست چپ**
- ✓ **نمودار حر کات هم زمان**
- ✓ **دیاگرام جریان**
- ✓ **دیاگرام رابطه**
- ✓ **دیاگرام تقدم وتاخر**
- ➢ **دیاگرام ریسمانی**

نمودار فرآیند عملیات (Operation Process Chart)

- نمودار فرآیند عملیات نشان دهنده کلیه مراحل ساخت قطعات یک محصول از ماده اولیه تا محصول نهایی و چگونگی اتصال این قطعات به یکدیگر می باشد.
- این نمودار نشان دهنده تقدم و تاخر تمام عملیات و بازرسی های موجود در یک فرآیند ساخت و مونتاژ است.

کاربردهای نمودار opc

۱-تعیین فعالیتهای عمده وتوالی آنهاوایجاد یک دیدگاه کلی برای ساخت قطعه

۲- تجزیه و تجزیه وتحلیل عملیات به منظور ایجاد بهبود

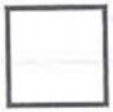
۳- تجزیه و تحلیل بازرسی ها به منظور ایجاد بهبود در بازرسی ها، مکان یابی محل بازرسی

٤- شناخت فرایند از نظرمواد تشکیل دهنده آن

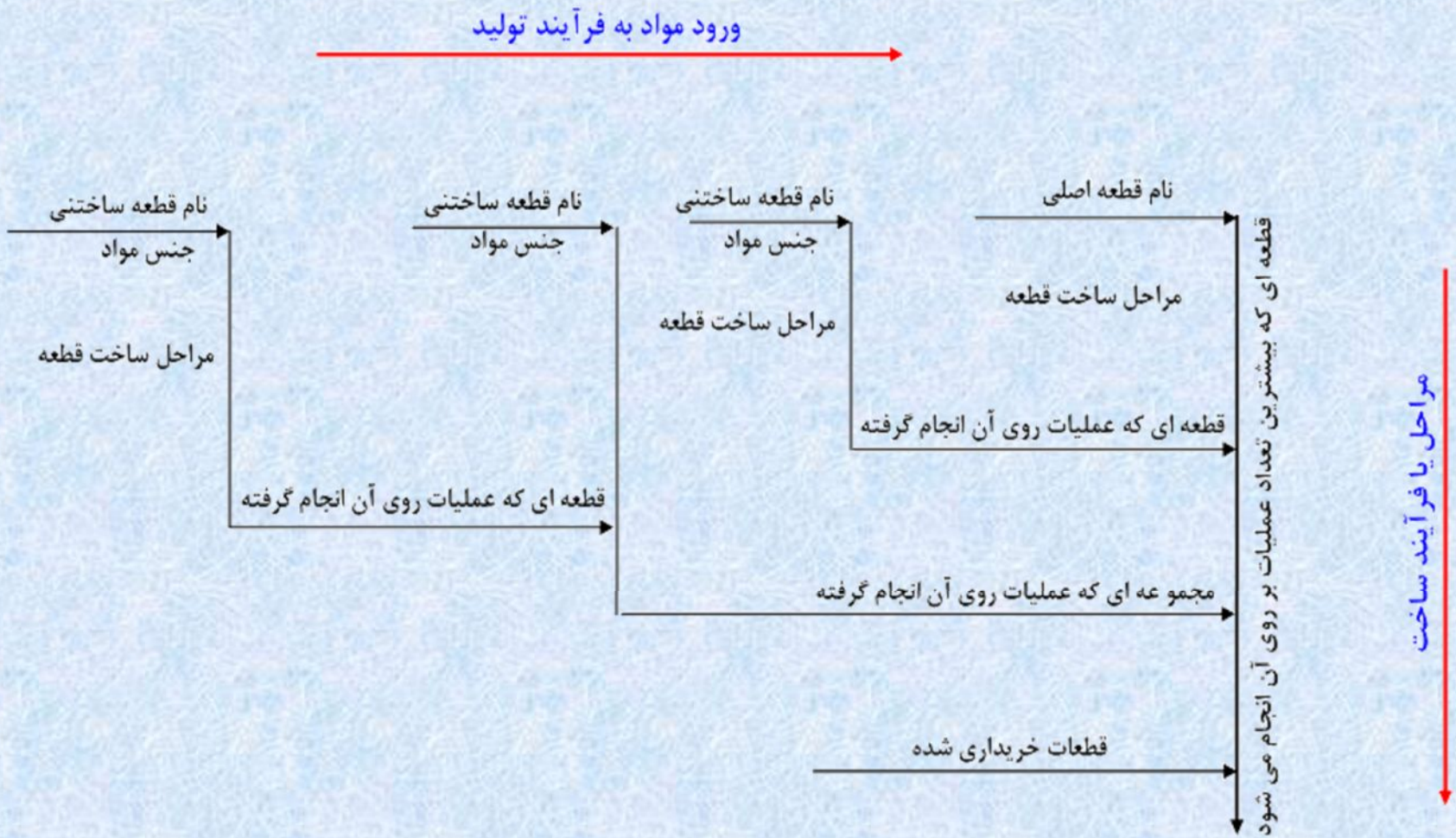
٥-چگونگی ساخت و ایجاد یک واحد تولیدی یا ایجاد یک محصول جدید

٦- کمک به سایر نمودارهای از قبیل انسان ماشین ، نمودار فرایند جریان و ...

جدول ۲-۱ علائم پایه در رسم نمودار عملیات

ردیف	عنصر	نماد	مفهوم	مفهوم عنصر فرآیند
۱	عملیات		عملیات	بیانگر هر نوع تغییر عمدی در مواد یا قطعات، تغییر فیزیکی یا شیمیایی، مونتاژ یا جداسازی، برنامه‌ریزی، طراحی،آماده‌سازی جهت انجام فعالیت بعدی و هر گام مفیدی که یک مرحله به محصول نهایی نزدیک‌تر شویم، می‌باشد.
۲	بازرسی		بازرسی کمی	بیانگر مقایسه نتایج با یک معیار کمی است. به عنوان مثال اندازه‌گیری طول (در بعضی از موارد همه نوع بازرسی را شامل می‌شود)
			بازرسی کیفی	بیانگر مقایسه نتایج با یک معیار کیفی مثل کیفیت مواد، رنگ، وضعیت ظاهری و می‌باشد.

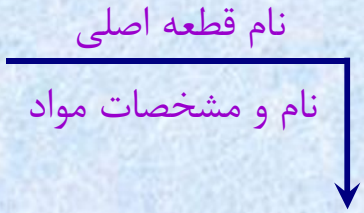
نمونه ای از نمودار فرآیند عملیات



مراحل رسم نمودار OPC

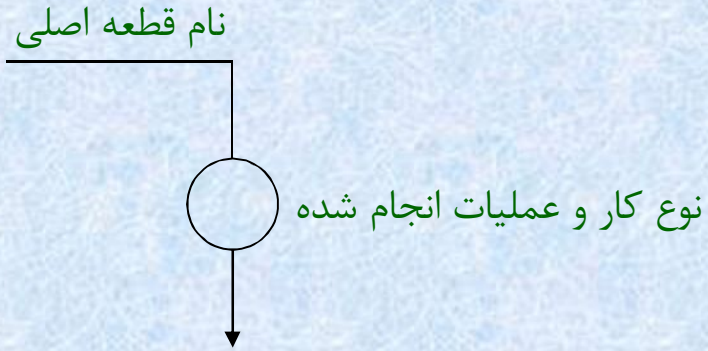
1- مشخص نمودن قطعه یا جزء اصلی محصول

2- استخراج فهرست عملیات و بازرسی ها با شرح آن



3- ترسیم نمودار از گوشه راست بالایی صفحه شروع می شود.

ابتدا قطعه اصلی بهمراه مشخصاتش از طریق خطی افقی وارد فرآیند تولید می شود.

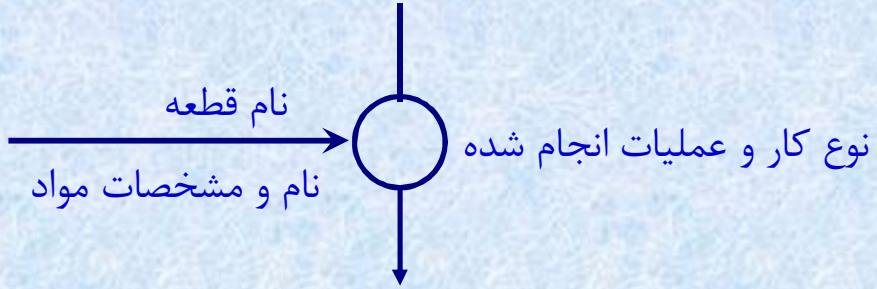


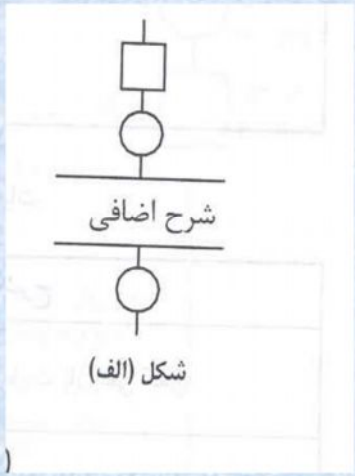
مراحل رسم نمودار OPC

4- نوع و شرح عملیات روی قطعه اصلی با توجه به توالی انجام آنان، در سمت راست هر علامت تعبیه شده در خط عمودی، نوشته می شود.

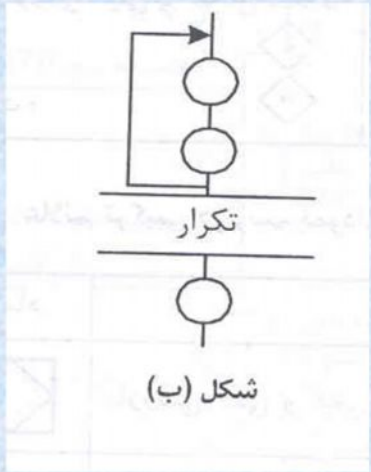
5- عملیات بر روی قطعه اصلی ادامه می یابد تا قطعه یا جزء دیگری به قطعه اصلی ملحق شود. این عمل با رسم یک خط افقی از چپ به راست که خط قائم را قطع می کند نشان داده می شود.

6- عملیات به ترتیب و براساس جریان کلی فرآیند شماره گذاری می شود.

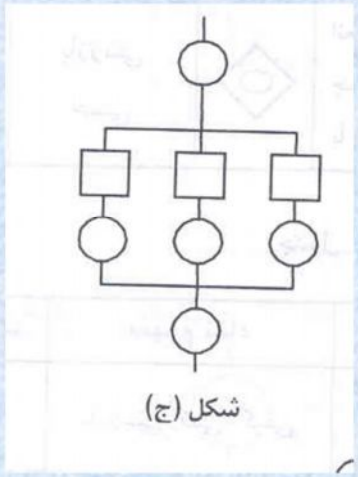


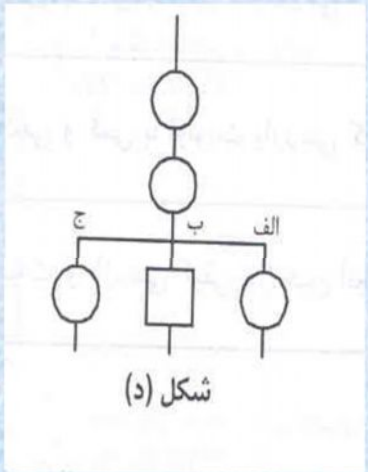


شکل (الف)

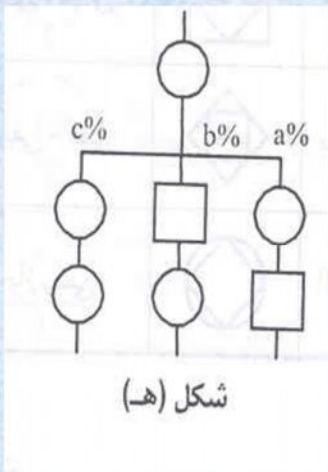


شکل (ب)


شکل (ج)



شکل (د)

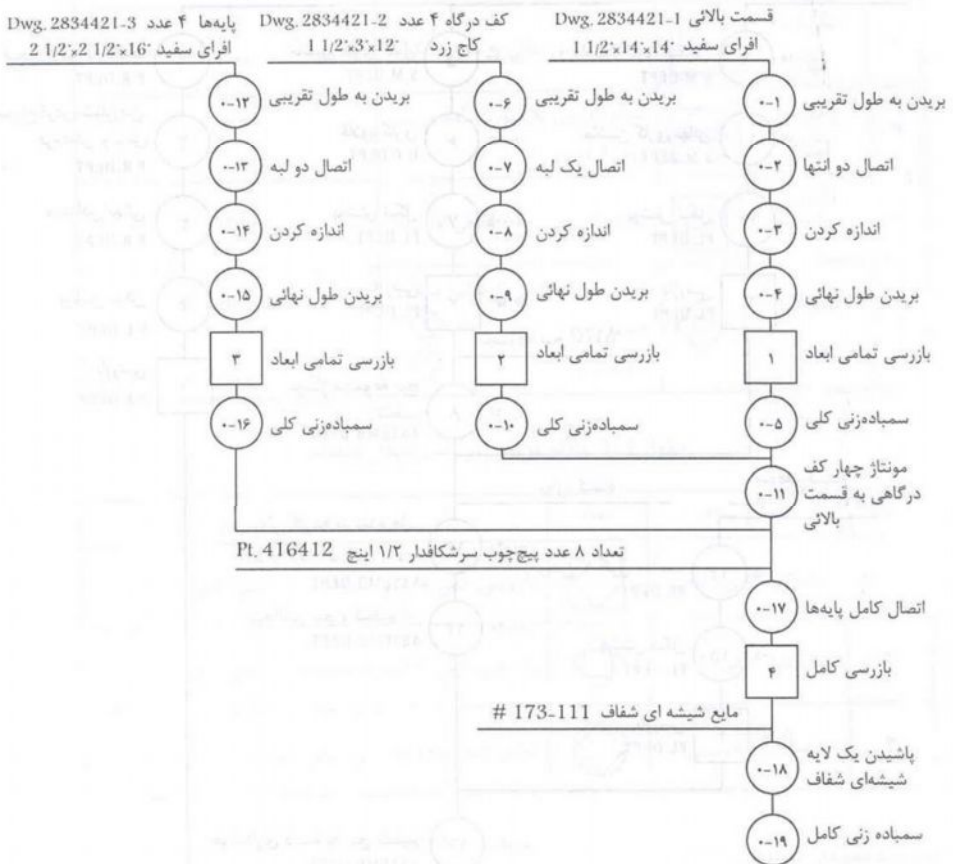


شکل (هـ)

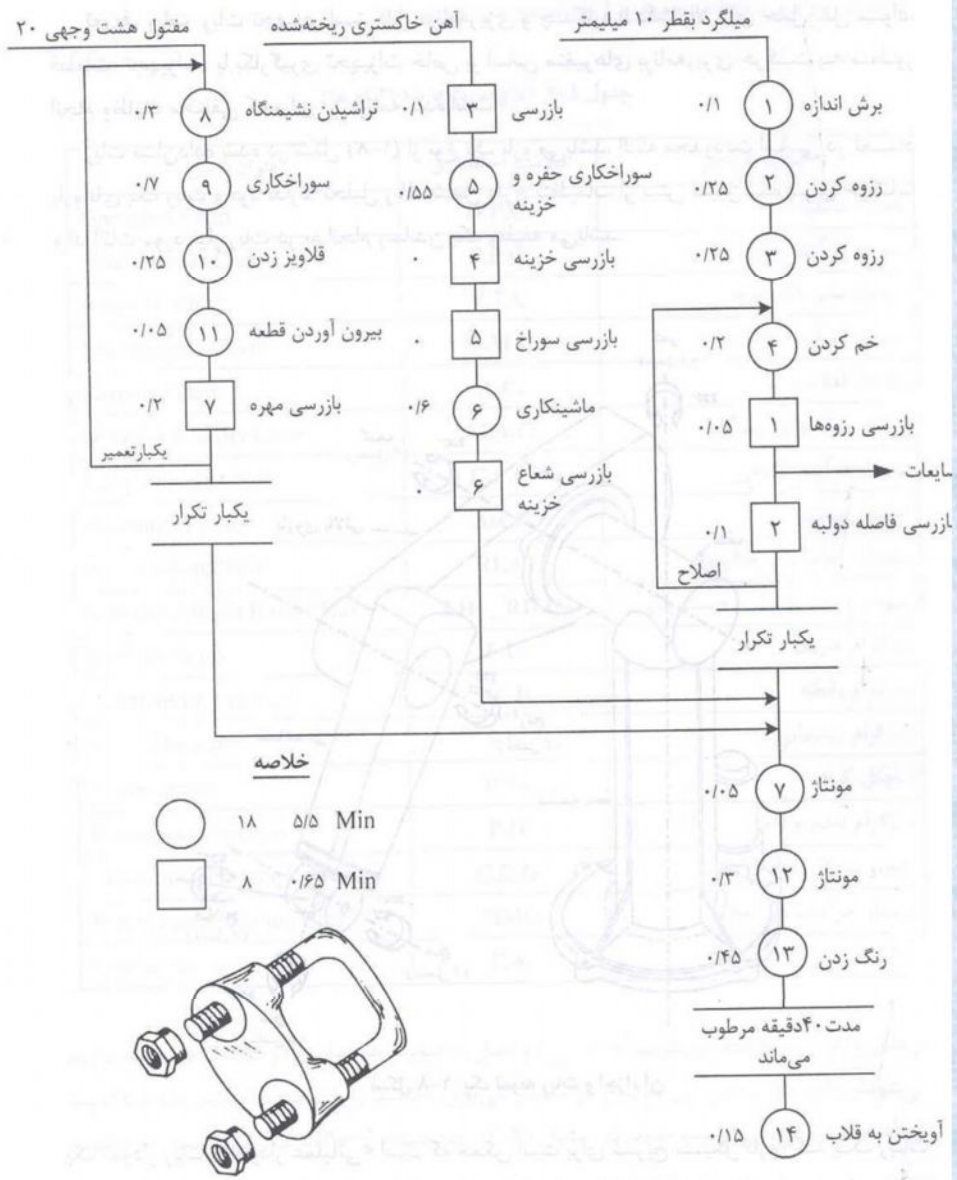
نمودارعملیات تولید پایه های تلفن مدل ۲۸۳۴۴۲۱

وضعیت موجود

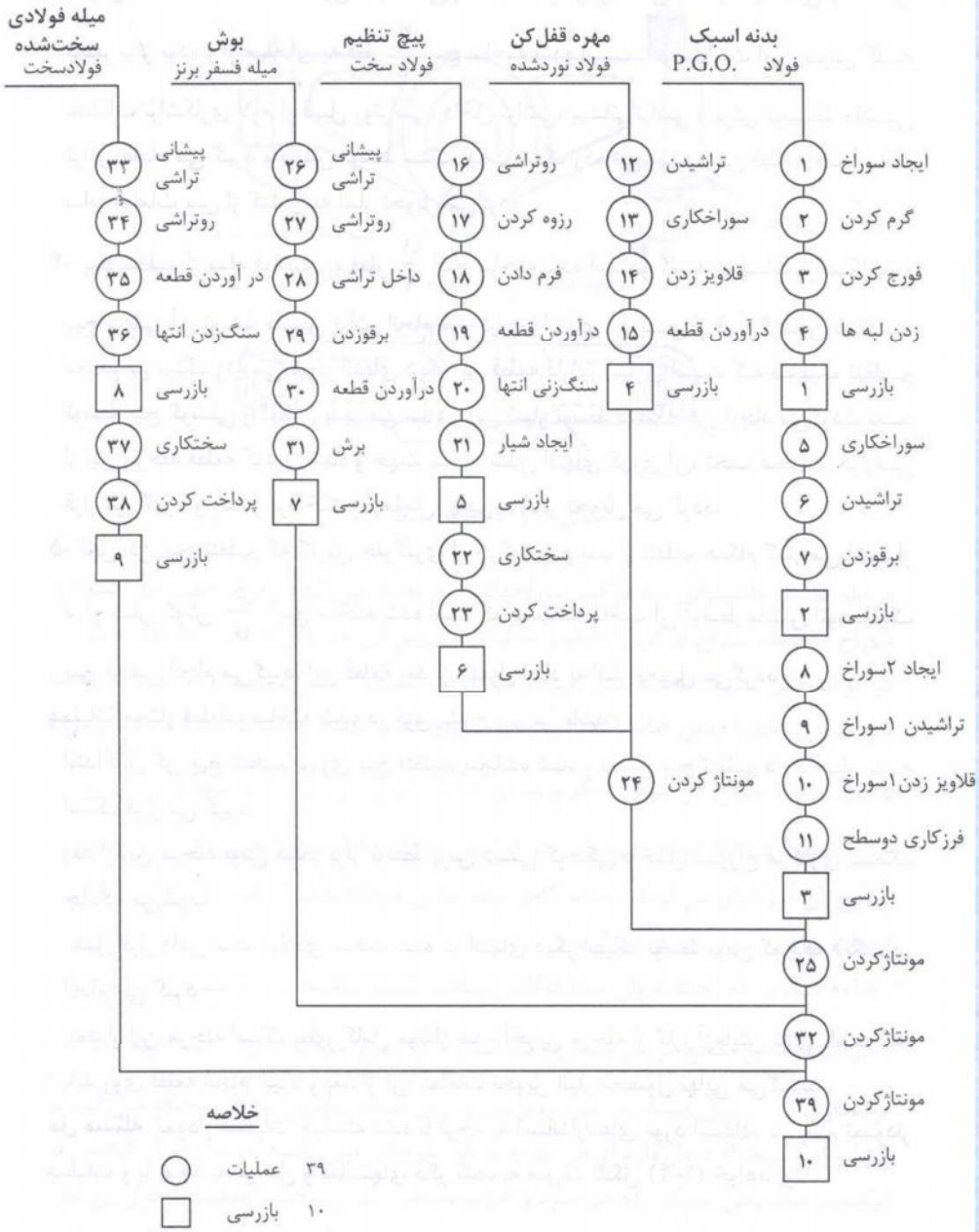
قطعه شماره : ۲۸۳۴۴۲۱ شماره نقشه : ۲۸۴۴۲۱ ترسیم کننده : بی. وی. ان ۸۷/۴/۱۲



نمودار عملیات تولید بست دوپایه



شکل ۷-۱ نمودار عملیات تولید بست دوپایه



شکل٤-١ نمودار فرآیند عملیات ساخت و مونتاژ اسبک

نمودار فرآیند جریان (Flow Process Chart)

برای مستند سازی وضعیت موجود با حداقل میزان نوشتن مورد استفاده قرار می گیرد.این نمودار مجموعه ای از اطلاعات را به صورت گرافیکی خلاصه سازی نموده و تصویری از عملیات آنچنان که هست ، ایجاد می نماید.پیشنهادات جهت اصلاح فرایند می تواند روی نمودار و در قسمت مورد نظر ثبت گردد.این نمودار به هنگام انجام تغییرات پیشنهادی می تواند مهندسین را در توصیف حالات پیچیده یاری نماید.
در این جدول از 5 عنصر ذیل استفاده می شود:

عملیات

حمل و نقل

انبار

انبار موقت یا تاخیر

بازرسی

کاربردهای نمودار FPC

- تشخیص وتحلیل عملیات، بازرسی ها، حمل و نقل ها وتاخیرات موجود جهت بهبود آن
- کاربرد در مسائل طراحی کارخانه
- کاربرد در سیستمهای حمل ونقل
- تشخیص فعالیتهای غیر مفید که هزینه های پنهان ایجاد می کنند
- فراگیری وآموزش ، ارتقاء بهره وری، بالانس خط، زمانسنجی، ظرفیت سنجی، نگهداری و تعمیرات

مراحل تجزیه و تحلیل فرایند به کمک نمودار FPC

1- تقسیم بندی فعالیتها بر اساس مفید وغیر مفید(بهبود مفیدها و حذف و کاهش فعالیتهای غیر مفید

۲- انجام موارد زیر برای هر فعالیت

الف)Elimination

ب)Simpilification

ج)Combination

د)Rearrange

ه)Addition

۳- تحلیل شاخص های بهره وری (جنبه زمانی)

$$\text{شاخص بازرسی} = \frac{\text{زمان بازرسی}}{\text{زمان سیکل}}$$

$$\text{شاخص عملیات} = \frac{\text{زمان عملیات}}{\text{زمان سیکل}}$$

$$\text{شاخص حمل و نقل} = \frac{\text{زمان حمل و نقل}}{\text{زمان سیکل}}$$

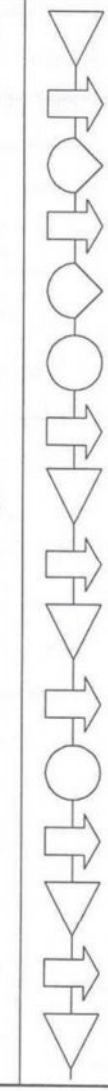
$$\text{شاخص زمان تاخیر} = \frac{\text{زمان تاخیر}}{\text{زمان سیکل}}$$

جدول ۵-۱ سایر علائم رسم نمودار فرآیند جریان

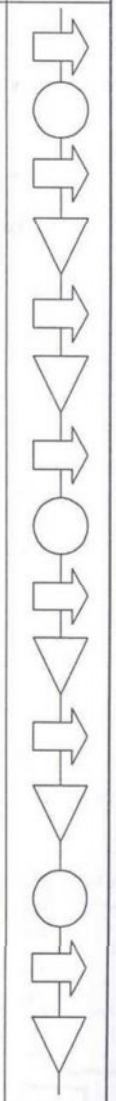
ردیف	عنصر	نماد	مفهوم نماد	مفهوم عنصر فرآیند
۱	حمل و نقل		جابجائی	تغییر مکان کارگر، مواد و یا تجهیزات از محلی به محل دیگر را نشان می‌دهد. در این جابجایی ذکر نام وسیله، مسافت جابجایی و زمان الزامی است .
۲	تأخیر		انتظار	هنگامی صورت می گیرد که عمل برنامه ریزی شده بعدی بصورت فوری و طبق برنامه انجام نپذیرد.
۳	انبار		انباشت	نوعی ذخیره سازی کنترل شده را نشان می‌دهد که در آن برداشت یا گذاشتن مواد نیاز به اخذ مجوز قانونی داشته باشد

جدول ٦-١ علائم ترکیبی در رسم نمودار فرآیند جریان

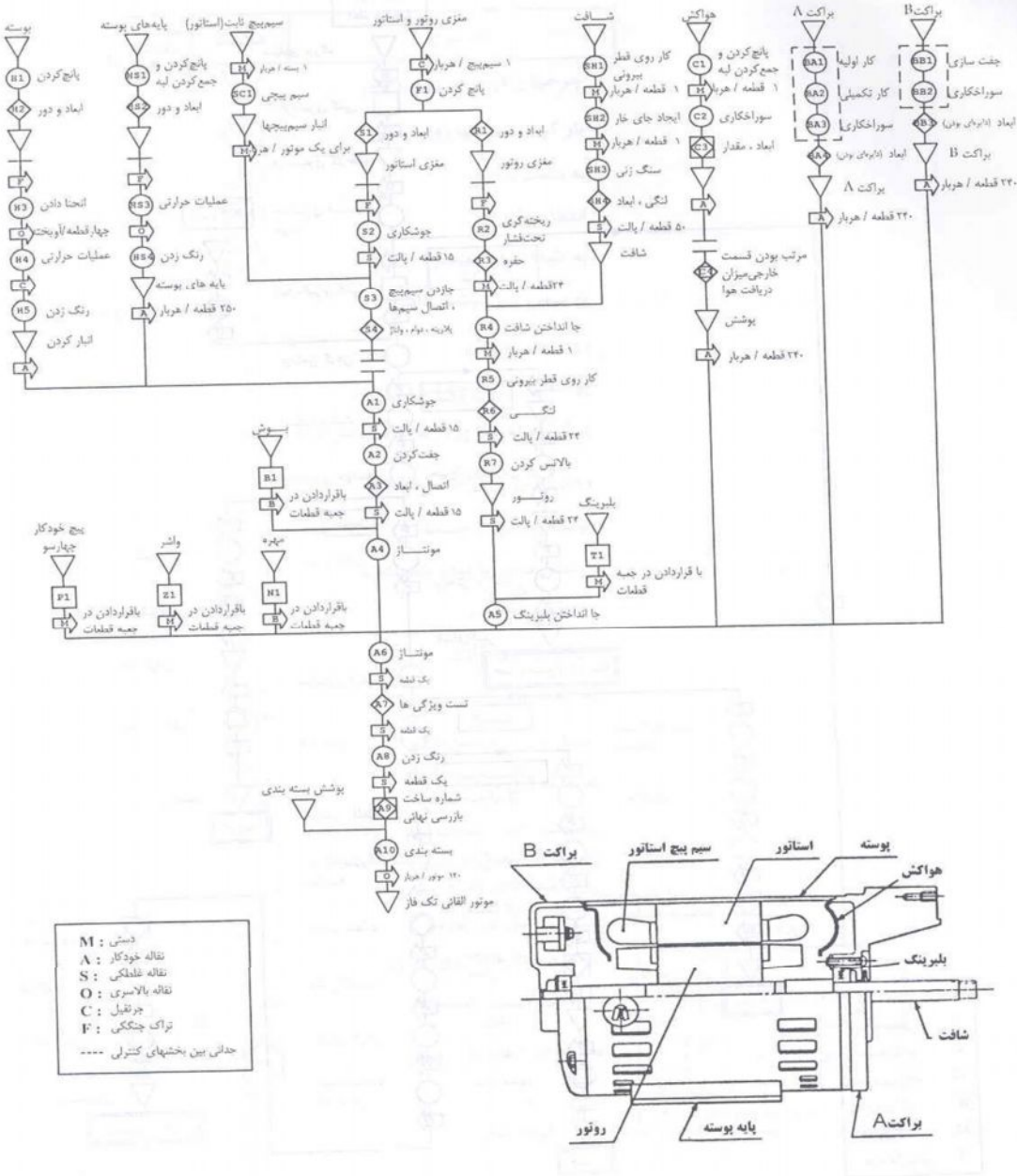
ردیف	مفهوم نماد	نماد	شرح
۱	تأخیر-حمل‌ونقل		تأخیر و در همان حال حمل‌ونقل
۲	عملیات- حمل‌ونقل		انجام عملیات و در همان حال حمل‌ونقل
۳	بازرسی-تأخیر		بازرسی و درهمان حال ایجاد تأخیر
۴	بازرسی-عملیات-حمل‌ونقل		بازرسی و در همان حال انجام عملیات و حمل‌ونقل

نشانه	مراحل	وسیله مورد استفاده
	انبار قطعه‌کار	
	انتقال قطعه‌کار به بالابر	تراک‌چنگکی
	ثابت‌کردن قطعه‌کار در بالابر	بالابر
	انتقال قطعه‌کار به خط	بالابر
	بستن قطعه‌کار به دستگاه تراش	دستگاه‌تراش
	ماشینکاری قطعه‌کار	دستگاه‌تراش
	انتقال قطعه‌کار به هاپر	نقاله زنجیری
	باقی‌ماندن قطعه‌کارها در هاپر	هاپر
	انتقال قطعه‌کارها در هاپر میانی	نقاله زنجیری
	چیدن قطعه‌کارها با هاپر میانی	هاپر میانی
	انتقال قطعه‌کار به تریمر	نقاله زنجیری
	ماشینکاری قطعه‌کار با تریمر	تریمر
	انتقال قطعه‌کار به هاپر	نقاله زنجیری
	باقی‌ماندن قطعه‌کارها در هاپر	هاپر
	بردن قطعه‌کار به نقاله	هاپر
	چیدن قطعه‌کارها با استفاده از نقاله	نقاله

شکل ۹-۱ نمودار فرآیند جریان تولید پیچ

نشانه	مراحل	وسیله مورد استفاده
	انتقال قطعه کار به پیش‌پردازنده	نقاله زنجیری
	ماشینکاری قطعه کار	ماشین پیش‌پردازنده
	انتقال قطعه کار به هاپر	نقاله زنجیری
	باقی‌ماندن قطعه‌کارها در هاپر	هاپر
	انتقال قطعه کار به هاپر میانی	نقاله زنجیری
	چیدن قطعه‌کارها با هاپر میانی	هاپر
	انتقال قطعه کار به دستگاه رولینگ	هاپر
	ماشینکاری قطعه کار با دستگاه رولینگ	رولینگ
	انتقال قطعه کار به جعبه حمل	نقاله زنجیری
	باقی ماندن قطعه کار در جعبه حمل	جعبه حمل
	حمل قطعه کارها به محوطه بسته‌بندی	تراک چنگکی
	باقی ماندن قطعه کارها در محوطه بسته‌بندی	جعبه حمل
	بسته‌بندی قطعه کارها	
	انتقال قطعه کارها به انبار	تراک چنگکی

(ادامه) شکل ۹-۱ نمودار فرآیند جریان تولید پیچ



شکل ۱۲-۱ نمودار فرآیند جریان تولید موتور القائی تک‌فاز

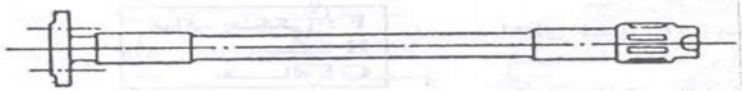
شرح محتوای فرآیند	ترتیب فرآیند	زمان (min)	فاصله (m)
در انبار مواد			
به سمت ابتدای خط با تراک چنگکی		۰/۸۵	۱۵
در پالت		۱۲۵/۰۰	
به سمت کارگاه ماشین‌کاری		۰/۰۵	۱
پیشانی تراشی با ماشین فرز	۱	۱/۰۰	
انتقال اتوماتیک با نقاله		۰/۲۰	۳
خشن تراشی محور با ماشین تراش	۲	۱/۰۰	
انتقال اتوماتیک با نقاله		۰/۲۰	۳
تراش نهائی محور با ماشین تراش	۳	۱/۵۰	
انتقال اتوماتیک با نقاله		۰/۲۰	۳
بازرسی اتوماتیک قطر محور	۴	۰/۵۰	
به سمت انبار محل کار با دست		۰/۲۰	۳
در پالت		۶۲/۵۰	
به سمت ماشین با دست		۰/۰۵	۱
دنده تراشی انتهای محور	۵	۰/۲۵	
انتقال اتوماتیک با نقاله		۰/۳۵	۵
تمیز کاری	۶	۰/۲۵	
انتقال اتوماتیک با نقاله		۰/۳۵	۵
آبدیده کردن محور	۷	۰/۷	
به سمت انبار محل کار با دست		۰/۱۰	۲
در پالت		۶۲/۵۰	
به سمت ماشین با دست		۰/۱۰	۲
سنگ‌زنی محور	۸	۱/۵۰	
به ایستگاه بازرسی با دست		۰/۱۵	۳
بازرسی قطر محور	۹	۰/۳۵	
به سمت انبار محل کار با دست		۰/۱۵	۳
در پالت		۳۰/۰۰	
به سمت ماشین بازرسی با دست		۰/۱۵	۳
بازرسی سطح محور	۱۰	۰/۵۰	
به سمت ماشین با دست		۰/۱۵	۳
ماشین‌کاری فلنج انتهائی با دستگاه تراش اتوماتیک	۱۱	۱/۰۰	
به سمت ماشین با دست		۰/۱۵	۳
سوراخکاری با ماشین دریل	۱۲	۰/۵۰	
به سمت انبار محل کار با دست		۰/۱۵	۳
در پالت		۱۲۵/۰۰	
بازرسی کمی	۱۳	۰/۱۰	
به سمت انبار قطعات تکمیل شده با تراک چنگکی		۰/۷۵	۷
در محل انبار قطعات تکمیل شده			

F : تراک چنگکی
H : دست
C : نقـــاله

شکل ۱۳-۱ نمودار فرآیند جریان تولید قطعه محور

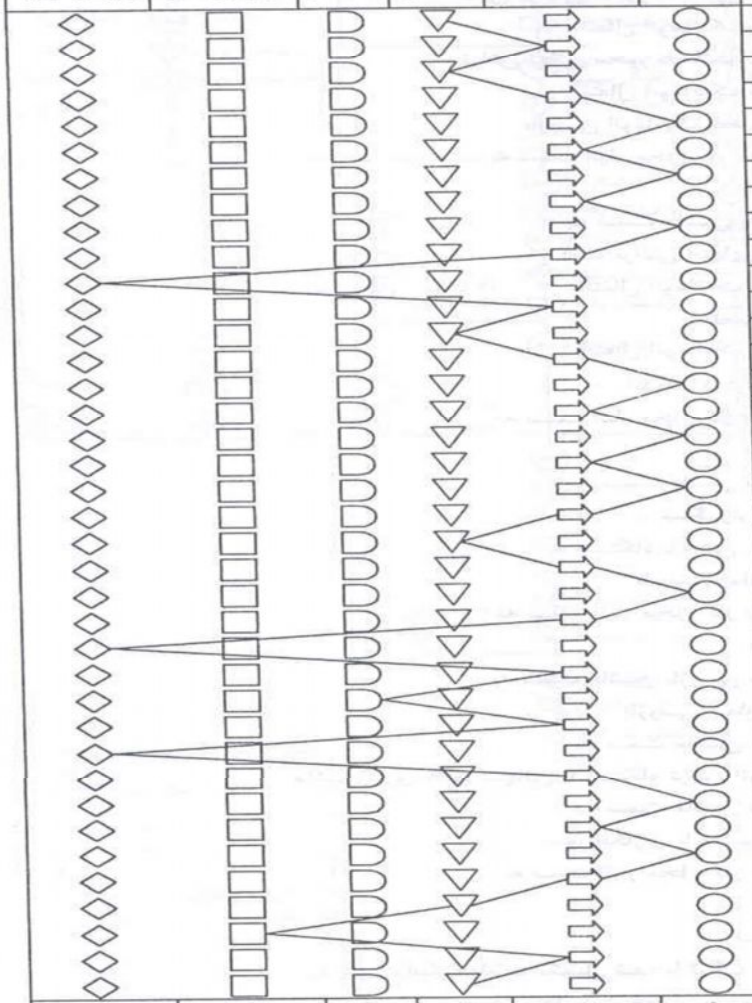
نام قطعه : محور　　شماره قطعه :　　ترسیم کننده:　　تاریخ: ۹۰/۲۶　　صفحه: ۱ از ۱

عناصر فرآیند	عملیات	حمل و نقل	انبار	تاخیر	بازرسی کمی	بازرسی کیفی
دفعات	۹	۱۸	۶	۱	۱	۳
نسبت به کل	۲۳/۷	۴۷/۴	۱۵/۸	۲/۶	۲/۶	۷/۹
زمان لازم(دقیقه)	۷/۷	۴/۳	۳۷۵	۳۰	۰/۱	۱/۳۵
نسبت به کل	۱/۸	۱	۸۹/۶	۷/۳	۰/۱	۰/۳
فاصله (متر)	–	۶۸	–	–	–	–



شرح	فاصله (متر)	زمان (دقیقه)
در انبار مواد		
به سمت ابتدای خط با تراک چنگکی	۰/۸۵	۱/۰
در پالت	۱۲۵	۱/۰
به سمت ماشین با دست	۰/۰۵	۰/۲
پیشانی‌تراشی با ماشین فرز	۱	۰/۵
انتقال اتوماتیک با نقاله	۰/۲	–
خشن‌تراشی محور با ماشین تراش	۱	۰/۸
انتقال اتوماتیک با نقاله	۰/۲	۱/۸
ماشین‌کاری نهائی با ماشین تراش	۱/۵	۰/۲
انتقال اتوماتیک با نقاله	۰/۲	۰/۲
بازرسی اتوماتیک قطر محور	۰/۵	–
به سمت انبار محل کار با دست	۰/۲	۰/۳
در پالت	۶۲/۵	۰/۶
به سمت ماشین با دست	۰/۰۵	۱/۱
دنده‌تراشی انتهای محور	۰/۲۵	۰/۶
انتقال اتوماتیک با نقاله	۰/۳۵	۰/۶۵
تمیزکاری	۰/۲۵	۵/۵
انتقال اتوماتیک با نقاله	۰/۳۵	۰/۶
آبدیده کردن محور	۰/۷	۰/۶۵
به سمت انبار محل کار با دست	۰/۱	۰/۶
در پالت	۶۲/۵	۱/۸
به سمت ماشین با دست	۰/۱	۰/۶
سنگ‌زنی محور	۱/۵	۰/۲
به سمت ایستگاه بازرسی با دست	۰/۱۵	۰/۶
بازرسی قطر محور	۰/۳۵	–
به سمت انبار محل کار با دست	۰/۱۵	۰/۶
در پالت	۳۰	۰/۶
به سمت ماشین بازرسی با دست	۰/۱۵	۰/۵
بازرسی سطح محور	۰/۵	
به سمت ماشین با دست	۰/۱۵	
ماشینکاری فلنج انتهائی با دستگاه تراش اتوماتیک	۱	
به سمت انبار ماشین با دست	۰/۱۵	
سوراخ‌کاری با دریل	۰/۵	
به سمت انبار محل کار با دست	۰/۱۵	
در پالت	۱۲۵	
بازرسی کمی	۰/۱	
به سمت انبار قطعات تکمیل شده با تراک چنگکی	۰/۷۵	
در محل انبار قطعات تکمیل شده		
جمع	۶۸	

ترتیب فرآیند



	عملیات	حمل و نقل	انبار	تاخیر	بازرسی کمی	بازرسی کیفی
تعداد	۹	۱۸	۶	۱	۱	۳
زمان	۷/۷	۴/۳	۳۷۵	۳۰	۰/۱	۱/۳۵

شکل ۱۴-۱ نمودار فرآیند جریان تولید قطعه محور

نمودار فرآیند جریان — نوع انسان / مواد / تجهیزات

خلاصه — شماره نمودار : ۳ — صفحه : ۱ از ۱

فعالیت	موجود	پیشنهادی	اختلاف
عملیات ○	۲		
حمل و نقل ⇨	۱۱		
تأخیر D	۷		
بازرسی □	۲		
انبار ▽	۱		
فاصله (m)	۵۶/۲		
زمان (نفر-دقیقه)	۱/۹۶		
هزینه : کار	۱۰/۱۹ دلار		
مواد	-		
جمع کل	-		

موضوع نمودار : صندوق قطعات Tشکل B*487 (۱۰کارتن در هر صندوق)

فعالیت : دریافت، کنترل، بازرسی و شمارش قطعات T شکل و پرکردن در صندوق

روش : موجود / پیشنهادی

موقعیت : بخش تحویل

اپراتور : — شماره ساعتها : به ستون ملاحظات مراجعه کنید

ترسیم شده توسط :

اصلاح شده توسط :

تاریخ :

شرح	تعداد	علامت ○	⇨	D	□	▽	زمان (min)	فاصله (m)	ملاحظات
بلندکردن از کف کامیون، قراردادن روی سطح شیبدار								۱/۲	۲ نفر کارگر
لغزاندن روی سطح شیبدار							۱۰	۶	۲ نفر کارگر
لغزاندن به طرف محل جمع‌آوری و چیدن روی هم								۶	۲ نفر کارگر
انتظار برای باز شدن							۳۰	-	
برداشتن صندوقها از روی یکدیگر								-	
برداشتن درب صندوق، درآوردن صورت تحویل							۵	-	۲ نفر کارگر
قراردادن روی گاری دستی								۱	
حمل به میز تحویل							۵	۹	۲ نفر کارگر
انتظار برای تخلیه از روی گاری دستی							۱۰	-	
قراردادن صندوق روی میز							۲	۱	۲ نفر کارگر
درآوردن کارتنها از صندوق، بازکردن، کنترل کردن									
برگرداندن محتویات به جای قبلی							۱۵	-	انباردار
بازکردن صندوق روی گاری دستی							۲	۱	۲ نفر کارگر
انتظار برای انتقال							۵	-	
انتقال به میز بازرسی							۱۰	۱۶/۵	۱ نفر کارگر
انتظار برای بازرسی							۱۰	-	صندوق روی گاری
برداشتن قطعات T شکل از داخل صندوقها و کارتنها							۲۰	۱	بازرسی
بازرسی طبق نقشه، برگرداندن به جای خود									
ماندن درانتظار کارگر منتقل کننده							۵	-	صندوق روی گاری
حمل به میز شماره‌گذاری							۵	۹	۱ نفر کارگر
درانتظار شماره‌گذاری							۱۵	-	صندوق روی گاری
درآوردن قطعات T شکل از داخل صندوق و کارتنها							۱۵	-	کارگر انبار
شماره‌گذاری روی میز و بازگرداندن به جای خود									
ماندن در انتظار کارگر حمل کننده							۵	-	صندوق روی گاری
انتقال به محل توزیع							۵	۴/۵	۱ نفر کارگر
انبار کردن									
جمع کل		۲	۱۱	۷	۲	۱	۱۷۴	۵۶/۲	

شکل ۳۴-۱ نمودار فرآیند جریان بازرسی و علامت‌گذاری قطعات ضایعاتی (روش موجود)

نمودار فرآیند جریان — نوع انسان / مواد / تجهیزات

خلاصه — شماره نمودار : ۴ — صفحه : ۱ از ۱

فعالیت	موجود	پیشنهادی	اختلاف
عملیات ○	۲	۲	-
حمل و نقل ⇨	۱۱	۶	۵
تأخیر D	۷	۲	۵
بازرسی □	۲	۱	۱
انبار ▽	۱	۱	-
فاصله (m)	۵۶/۲	۳۲/۲	۲۴
زمان (نفر-دقیقه)	۱/۹۶	۱/۱۶	۰/۸
هزینه : کار	۱۰/۱۹ دلار	۶/۰۳ دلار	۴/۱۶ دلار
مواد	-		
جمع کل	۱۰/۱۹ دلار	۶/۰۳ دلار	۴/۱۶ دلار

موضوع نمودار : صندوق قطعات Tشکل B*487 (۱۰کارتن در هر صندوق)

فعالیت : دریافت، کنترل، بازرسی و شمارش قطعات T شکل و پرکردن در صندوق

روش : موجود / پیشنهادی

موقعیت : بخش تحویل

اپراتور : — شماره ساعتها : به ستون ملاحظات مراجعه کنید

ترسیم شده توسط :

اصلاح شده توسط :

تاریخ :

شرح	تعداد	علامت ○	⇨	D	□	▽	زمان (min)	فاصله (m)	ملاحظات
بلندکردن از کف کامیون، قراردادن روی سطح شیبدار								۱/۲	۲ نفر کارگر
لغزاندن روی سطح شیبدار							۵	۶	۲ نفر کارگر
قراردادن روی گاری دستی								۱	۲ نفر کارگر
حمل به محل باز کردن							۵	۶	۱ نفر کارگر
برداشتن درب صندوق							۵	-	۱ نفر کارگر
حمل به میز تحویل							۵	۹	۱ نفر کارگر
انتظار برای تخلیه از روی گاری دستی							۵	-	
درآوردن کارتنها از صندوق، بازکردن و قراردادن قطعات									
روی میز، شمارش و بازرسی طبق نقشه							۲۰	-	بازرسی
شماره‌گذاری روی میز و بازگرداندن به جای خود									کارگر انبار
ماندن در انتظار کارگر حمل کننده							۵	-	
انتقال به محل توزیع							۵	۹	۱ نفر کارگر
انبار کردن								-	
جمع کل		۲	۶	۲	۱	۱	۵۵	۳۲/۲	

شکل ۳۶-۱ نمودار فرآیند جریان بازرسی و علامت‌گذاری قطعات ضایعاتی (روش پیشنهادی)

نمودار فرآیند جریان

روش فعلی ☑ روش پیشنهادی :☐

موضوع نمودار : درخواست ابزارهای کوچک — **تاریخ :** .

نمودار از روی میز سوپر وایزر شروع شده — **ترسیم کننده :** J.C.H.

و به میز تایپیست دپارتمان خرید ختم می‌شود. — **شماره :** R 136

دپارتمان : لابراتوار تحقیقات — **صفحه :** ۱ از ۱

شرح فرآیند	علامتهای نمودار	زمان (min)	فاصله (قدم)
نوشته شدن درخواست به وسیله سوپر وایزر (یک نسخه)			
انتظار روی میز سوپروایزر			
انتقال توسط پیک به منشی مدیرکل			۶۵
روی میز منشی (انتظار برای تایپ)			
تایپ درخواست (کپی درخواست اصلی)			
به وسیله منشی به مدیرکل			۳۵
روی میز مدیرکل (انتظار برای تأیید)			
بررسی و تأیید بوسیله مدیرکل			
روی میز مدیرکل (انتظار برای پیک)			
به واحد خرید			۲۰
روی میز عامل خرید (انتظار برای تأیید)			
بررسی و تأیید			
روی میز عامل خرید (انتظار برای پیک)			
به میز تایپیست			۵
روی میز تایپیست (انتظار برای تایپ)			
تایپ دستور خرید			
روی میز تایپیست (انتظار برای انتقال به دفتر سرپرست)			
جمع کل	۸ ۲ ۴ ۳		۱۰۵

شکل ۲۳-۱ نمودار فرآیند جریان درخواست ابزارهای کوچک (روش موجود)

نمودار سفر یا از-به (From-To Chart)

ابزار ترسیمی بهبود و طرح استقرار

- جدول از- به یکی از تکنیکهای مورد استفاده در "مطالعه روش"، "طراحی کارخانه" و "برنامه ریزی حمل و نقل" می باشد.

- معمولا در مواردی که قطعات بسیاری از یک محل بگذرند، یا ارتباط بین تعداد زیادی از بخش ها مطرح باشد از این جدول استفاده می شود.

موارد استفاده از جدول از- به:

- تجزیه و تحلیل و بهبود مسیر حرکت مواد
- طرح ریزی بخش هایی از جریان مواد
- تعیین محل استقرار بخشهای مختلف در کارخانه
- مقایسه طرح های مختلف استقرار بخشهای مختلف
- اندازه گیری راندمان جریان مواد
- کوتاه کردن سیکل های تولید
- ارزیابی نحوه حرکت مواد
- ...

روش تهیه جدول از-به

- تعیین بخشهایی که در جدول بکار می روند.
- درج اسامی بخشها را به ترتیبی که ظاهرا بهترین استقرار بخشها می باشد(طبق الگوی جریان مواد فعلی) در ستون سمت راست و همچنین سطر بالای جدول "از- به".
- درج اطلاعات مربوط به انتقال قطعات از بخشی به بخش دیگر از جدول فرآیند عملیات چند قطعه ای در جدول از- به.
- محاسبه مجموع فاصله ×تعداد جابجائی ها در کلیه خانه های جدول
- مقایسه عدد به دست امده با طرح های پیشنهادی دیگر و انتخاب طرح برتر

نکات جدول از-به

- اعداد زیر قطر اصلی (مربعهای محل تقاطع هر بخش با خودش) در جدول "از- به" نشاندهنده "برگشت به عقب" می باشند.
- اعدادی که بالای قطر اصلی و چسبیده به قطر هستند، نشاندهنده حرکت بین دو بخش مجاور هم می باشند و اعدادی که از قطر اصلی یک یا چند خانه بالاتر هستند، نشاندهنده پرش از بخشی به بخش دیگر و عبور از بخشهای مجاور می باشند.

به / از	مواد خام	اره	تراش	دریل	فرز	بازرسی	بسته بندی	کالای نهائی
مواد خام		۱۶	۴۰	۷۲	۸۸	۶۰	۳۶	۲۰
اره	۱۶		۲۴	۵۶	۷۲	۴۴	۲۰	۴۶
تراش	۴۰	۲۴		۳۲	۴۸	۲۰	۴۴	۶۰
دریل	۷۲	۵۶	۳۲		۱۶	۳۶	۶۰	۷۶
فرز	۸۸	۷۲	۴۸	۱۶		۵۲	۷۶	۹۲
بازرسی	۶۰	۴۴	۲۰	۳۶	۵۲		۲۴	۴۰
بسته بندی	۳۶	۲۰	۴۴	۶۰	۷۶	۲۴		۱۶
کالای نهائی	۲۰	۳۶	۶۰	۷۶	۹۲	۴۰	۱۶	

شکل ۵۹-۱ نمودار سفر نشاندهنده فواصل پیموده شده میان بخشها

به / از	مواد خام	اره	تراش	دریل	فرز	بازرسی	بسته بندی	کالای نهائی
مواد خام		۱۳		۳				
اره			۵		۸			
تراش				۵	۱۱			
دریل			۳		۵	۸		
فرز				۸		۱۶		
بازرسی			۸				۱۶	
بسته بندی								۱۶
کالای نهائی								

شکل ۶۰-۱ نمودار سفر نشاندهنده تعداد پالتهای جابجا شده میان بخشها

J / I	ماشین‌کاری (۱)	پلاستیک (۲)	انبار مواد اولیه (۳)	جوش (۴)	رنگ (۵)	جمع $\sum_j$
ماشین‌کاری (۱)	–	$M_{۱۲}X_{۱۲}$	$M_{۱۳}X_{۱۳}$	$M_{۱۴}X_{۱۴}$	$M_{۱۵}X_{۱۵}$	$\sum_j M_{۱j}X_{۱j}$
پلاستیک (۲)	$M_{۲۱}X_{۲۱}$	–	$M_{۲۳}X_{۲۳}$			$\sum_j M_{۲j}X_{۲j}$
انبار مواد اولیه (۳)			–			
جوش (۴)				–		
رنگ (۵)	$M_{۵۱}X_{۵۱}$	$M_{۵۲}X_{۵۲}$	$M_{۵۳}X_{۵۳}$	$M_{۵۴}X_{۵۴}$	–	$\sum_j M_{۵j}X_{۵j}$
جمع $\sum_i$						$\sum_i \sum_j M_{ij}X_{ij}$

نمودار انسان ماشین

هدف از رسم این نمودار ایجاد ارتباط بهینه بین انسان وماشین می باشد به نحوی که در طول سیکل کاری هم انسان و هم ماشین به کار مشغول باشند.

- این جدول وضعیت کار یا بیکاری یک کارگر را در مقابل وضعیت کار یا بیکاری ماشین یا ماشین هایی که به او تخصیص داده شده را نشان می دهد.
- با استفاده از این جدول میتوان کارایی یک کارگر را در قبال اداره و کنترل یک ماشین یا چند ماشین مشخص نمود.

هنگام بیکاری انسان روشهای زیر جهت ایجاد کار وجود دارد:

۱- تخصیص ماشین الات جدید

۲- ایجاد کارهای مکمل مانند حمل ونقل و برچسب زدن

جدول انسان-ماشین

- زمان مندرج در این نمودار، زمان استاندارد با در نظر گرفتن زمانهای مجاز برای رفع خستگی و تاخیرات غیر قابل اجتناب و بیکاریهای مجاز برای رفع نیازهای شخصی می باشد.
- به حالتیکه در یک ایستگاه کاری یک کارگر با بیش از یک ماشین کار می کند، ماشین کوپلینگ (Machine Coupling) گویند.

روابط انسان و ماشین

یکی از حالات ذیل:

- سرویس همزمان
- سرویس کاملا تصادفی
- ترکیبی از سرویس همزمان و سرویس کاملا تصادفی

سرویس همزمان

- N: تعداد ماشینهایی که یک نفر متصدی ماشین می تواند کنترل و تغذیه نماید.
- l: کل زمان کار اپراتور با هر ماشین بصورت توام(زمان نصب و تخلیه و بارگذاری قطعه، راه اندازی، تنظیم، استارت)
- m: زمان فعالیت مستقل ماشین (کل زمان عملیات اتوماتیک هر ماشین)
- w: زمان فعالیت مستقل انسان (زمان قدم زدن تا پای هر ماشین یا بازرسی)

$$N = \frac{l+m}{l+w}$$

سرویس همزمان

- T.E.C: هزینه تولید در هر سیکل ناشی از یک ماشین
- N_1: تعداد ماشینهایی که یک نفر متصدی ماشین می تواند کنترل و تغذیه نماید.
- K_1: نرخ اپراتور به واحد پول در هر ساعت
- K_2: هزینه ماشین به واحد پول در هر ساعت

$$(T.E.C.)_{N1} = \frac{K_1(l+m)+N_1K_2(l+m)}{N_1}$$

سرویس کاملا تصادفی

تعداد قطعات تولیدی توسط N ماشین در هر ساعت با استفاده از اطلاعات زیر بدست می آید:

- زمان متوسط لازم برای هر قطعه
- زمان متوسط سرویس ماشین برای هر قطعه
- زمان متوسط بیکاری یا هدر رفته در هر ساعت

مراحل تعیین تعداد تخصیص بهینه ماشین به اپراتور در حالت تصادفی:

۱- با کمک نمونه برداری فعالیت مقادیر احتمال کارکرد ماشین(p) و عدم کارکرد آن (q) رابه دست می آوریم.

۲- n ماشین به اپراتور اختصاص می دهیم.

۳- از طریق بسط دو جمله ای نیوتن احتمال خرابی ماشین ها و زمان از دست رفته را محاسبه می کنیم

$$(p+q)^n = p^n + n\,p^{n-1}q + \frac{n(n-1)}{2!}p^{n-2}q^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{3!}p^{n-3}q^3 + \ldots + q^n$$

که در آن :

$p^n =$ احتمال کارکرد همزمان n ماشین (در یک مشاهده تصادفی)

$n\,p^{n-1}q =$ احتمال کارکرد همزمان $n-1$ ماشین و یک ماشین متوقف

$\frac{n(n-1)}{2!}p^{n-2}q^2 =$ احتمال کارکرد همزمان $n-2$ ماشین و دو ماشین متوقف

$q^n =$ احتمال عدم کارکرد n ماشین

٤- مجموع زمانهای از دست رفته و درصد آن را محاسبه نموده و زمان مفید کارکرد ماشبن ها را به دست می آوریم

داریم :

زمان از دست رفته	احتمال وقوع	تعداد ماشین متوقف
۰	p^n	۰
۰	$n\,p^n q$	۱
(زمان شیفت)(احتمال) ۱	$\frac{n(n-1)}{2!}p^{n-1}q$	۲
(زمان شیفت)(احتمال) ۲	مقدار احتمال این حالت	۳
۰	۰	۰
۰	۰	۰
(زمان شیفت)(احتمال) $(n-1)$	q^n	n

A = کل زمان از دست رفته

درصد زمان از دست رفته= مجموع زمانهای از دست رفته / کل زمان در دسترس برای ماشینها(تعداد ماشینها* زمان شیفت)

۵- با استفاده از فرمول زیر هزینه هر قطعه محاسبه می گردد(K1 هزینه ساعتی اپراتور و K2 هزینه ساعتی ماشین)

$$T.E.C.=\frac{K_1+NK_2}{\text{تعداد تولید توسط } N \text{ ماشین در هر ساعت}}$$

۶- به ازای مقادیر مختلف nزمان مفید را محاسبه نموده که می نیمم هزینه تخصیص مورد نظرمی باشد

مثال:

مثال فرض کنید $n=۶$ و با استفاده از نمونه‌برداری فعالیتها $p=۶۰\%$ و $q=۴۰\%$ داریم :

$$(p+q)^۶=p^۶+۶p^۵q+۱۵p^۴q^۲+۲۰p^۳q^۳+۱۵p^۲q^۴+۶pq^۵+q^۶$$

$$p^۶=۰/۰۴۶ \quad و \quad ۶p^۵q=۰/۱۸۶ \quad و \quad ۱۵p^۴q^۲=۰/۳۱ \quad و \quad ۲۰p^۳q^۳=۰/۲۷۶$$
$$۱۵p^۲q^۴=۰/۱۳۸ \quad و \quad ۶pq^۵=۰/۰۴ \quad و \quad q^۶=۰/۰۰۴$$

زمان از دست رفته	احتمال وقوع	تعداد ماشین متوقف
–	۰/۰۴۶	۰
–	۰/۱۸۶	۱
۱ (۰/۳۱)(۸) = ۲/۴۸	۰/۳۱	۲
۲ (۰/۲۷۶)(۸) = ۴/۴۱۶	۰/۲۷۶	۳
۳ (۰/۱۳۸)(۸) = ۳/۳۱۲	۰/۱۳۸	۴
۴ (۰/۰۴)(۸) = ۱/۱۸۴	۰/۰۴	۵
۵ (۰/۰۰۴)(۸) = ۰/۱۶	۰/۰۰۴	۶
۱۱/۵۵۲		

زمان از دست رفته $\frac{۱۱/۵۵۲}{۴۸}=۲۴\%$

زمان مفید $۶۰-۰/۲۴\times۶۰=۴۵/۵۶$

فرض کنید K1=3000تومان و K2=5000تومان وهرماشین در هر ساعت ۸ قطعه تولید می کند

$$\frac{٥٦/٤٥}{60} * 6 * 8 = 36.44$$

تعداد تولید در هر ساعت

تعداد ماشینها

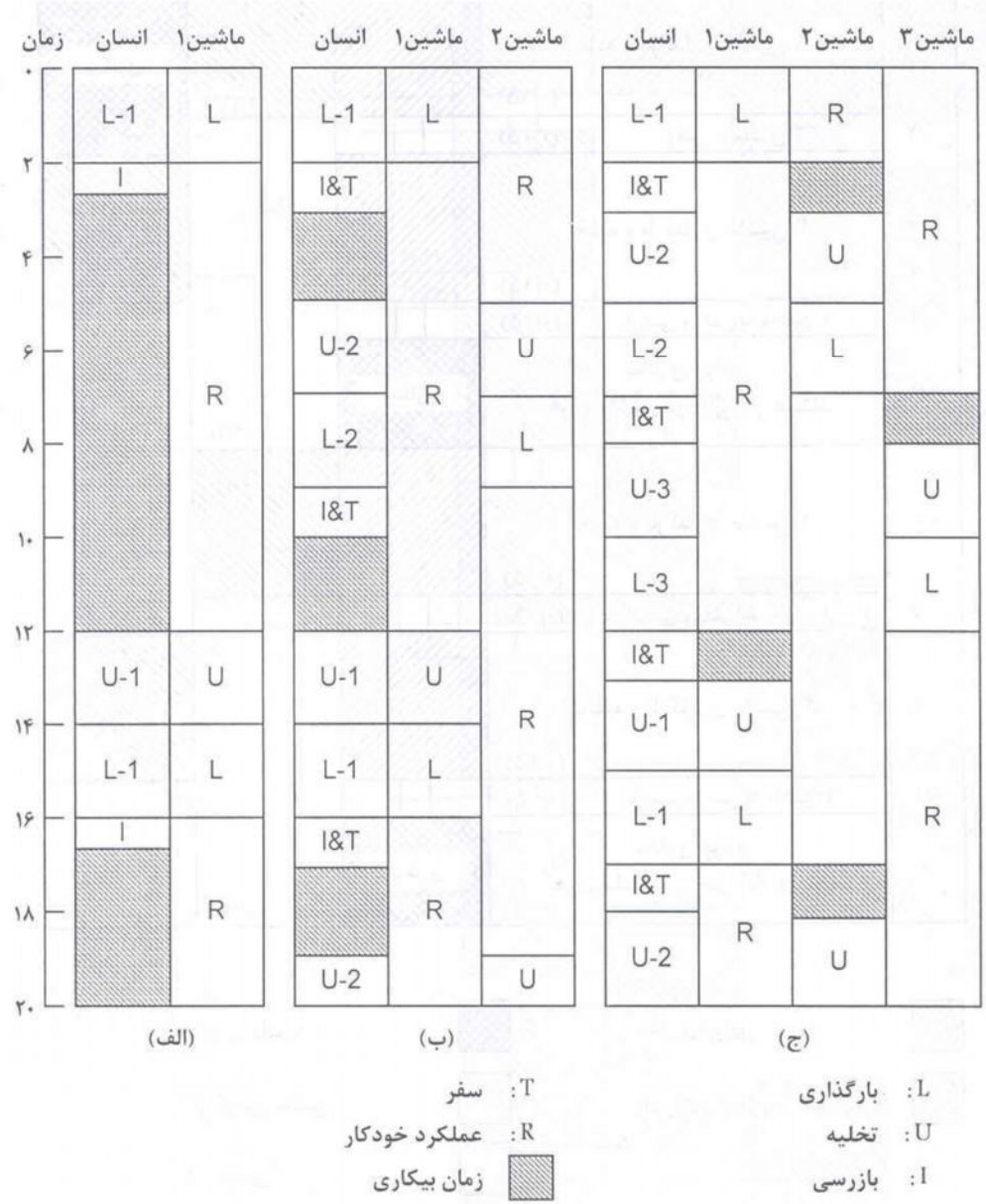
تعداد تولید در ساعت

تومان هزینه هر قطعه تولیدی

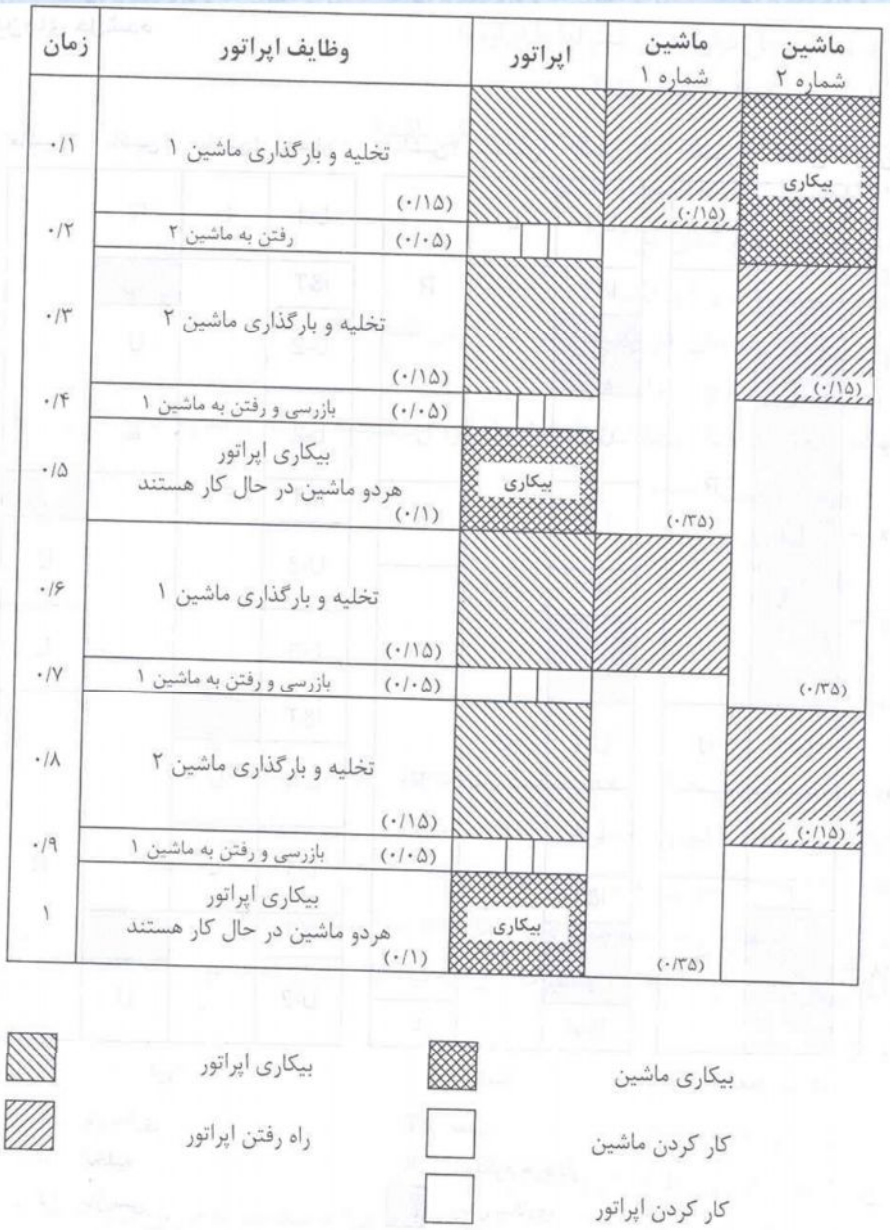
$$T.E.C.= \frac{3000+6*5000}{٣٦.٤٤} = 906$$

ترکیبی از سرویس همزمان و سرویس کاملا تصادفی

- معمولی ترین نوع رابطه بین انسان و ماشین ترکیبی از سرویس همزمان و سرویس کاملا تصادفی است.



شکل ۵۳-۱ نمودار زمان انسان - ماشین مربوط به تخصیص یک، دو و سه ماشین به یک اپراتور

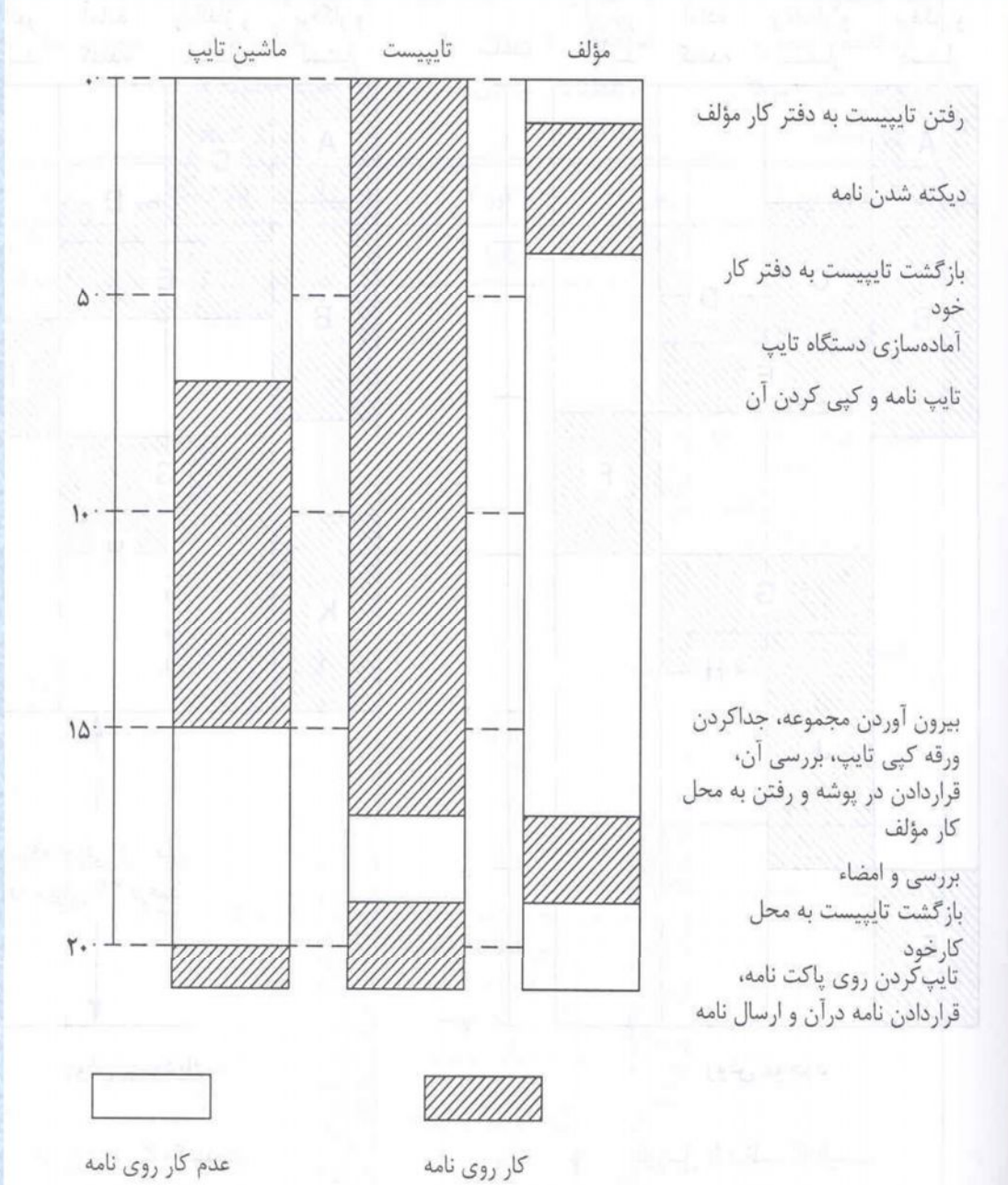


شکل ٥٤-١ نمودار زمان انسان - ماشین برای تخصیص دو ماشین به یک اپراتور

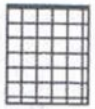
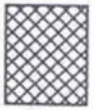
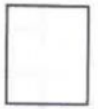
نمودار فعالیت های چند گانه:

ابزاری است گرافیکی که برای نمایش مراحل مختلف انجام شده توسط یک کارگر یا چند کارگر وبا یک ویا چند ماشین به نحوی که همکاری و هماهنگی بین موضوعات مورد بررسی را نشان می دهد.

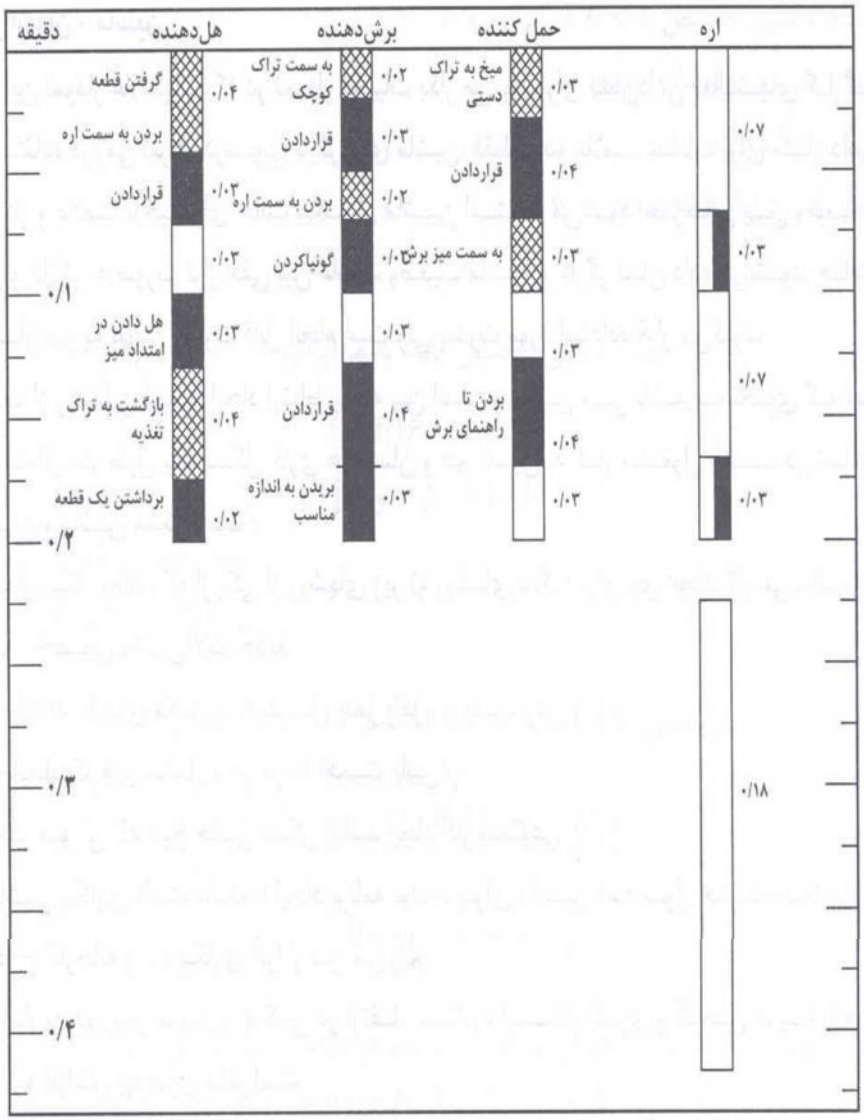
دراین نمودار فعالیت ها به دو دسته مستقل و وابسته تقسیم می شوند فعالیت های مستقل می بایست تا حد امکان به صورت همزمان و فعالیتهای وابسته به هم با رعایت وابستگی در حداقل زمان ممکن انجام پذیرند تا بدین ترتیب طول زمان سیکل کاهش یابد.


ماشین تایپ
تایپیست
مؤلف
۰
۵۰
۱۰۰
۱۵۰
۲۰۰
رفتن تایپیست به دفتر کار مؤلف
دیکته شدن نامه
بازگشت تایپیست به دفتر کار خود
آماده‌سازی دستگاه تایپ
تایپ نامه و کپی کردن آن
بیرون آوردن مجموعه، جداکردن ورقه کپی تایپ، بررسی آن، قراردادن در پوشه و رفتن به محل کار مؤلف
بررسی و امضاء
بازگشت تایپیست به محل کارخود
تایپ‌کردن روی پاکت نامه، قراردادن نامه درآن و ارسال نامه
عدم کار روی نامه
کار روی نامه

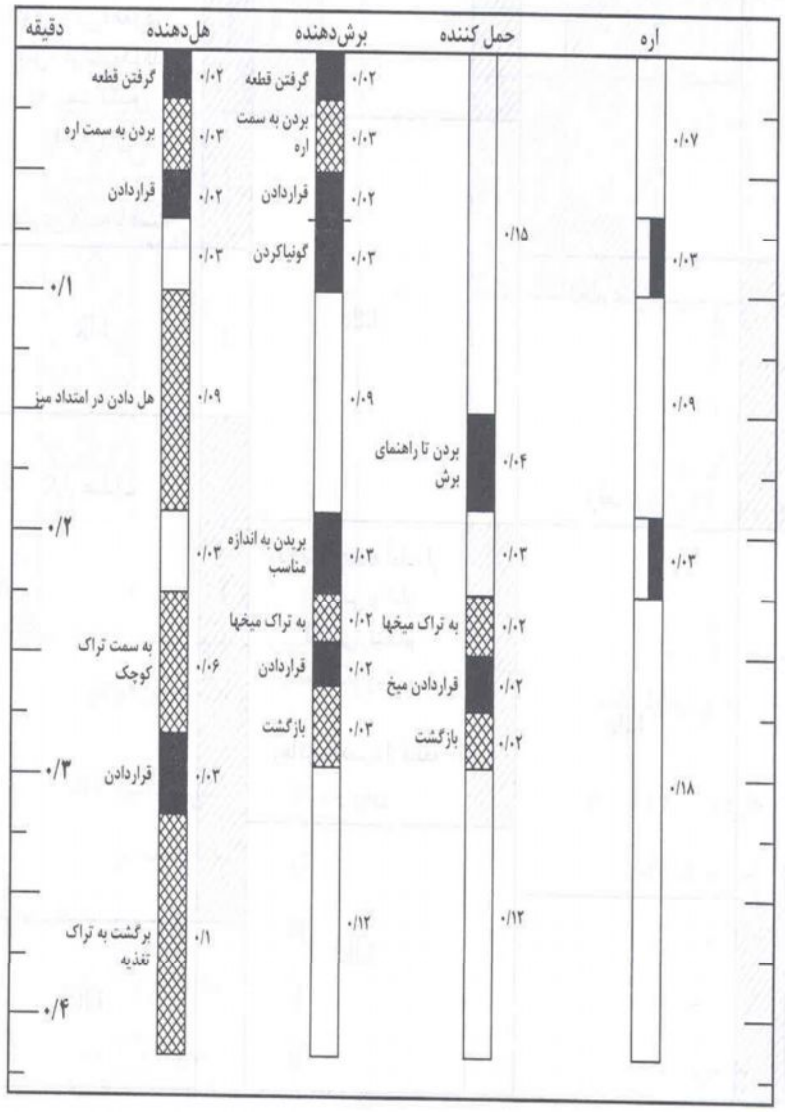
جدول ۷-۱ کدهای نمودار فعالیتهای چندگانه

علامت	عنوان	فعالیت کارگر در این حالت	کارکرد ماشین در این حالت
	عملیات فرعی	عضوی از بدن یا اپراتور در حال انجام کاری در مکانی است	ماشین در حال کار است
	عملیات فرعی	بکار نمی رود	ماشین در حال کار است، اپراتور در حال هدایت آن است
	تعیین مقدار	حالت خاصی از عملیات که در آن فرد مقدار چیزی را تعیین می‌کند	بکار نمی‌رود
	بازرسی	حالت خاصی از عملیات که در آن مشخصه ای با حالت استاندارد آن مقایسه می‌شود	بکار نمی‌رود
	جابجائی	عضوی از بدن یا اپراتور از/به طرف شئ حرکت می‌نماید	بکار نمی‌رود
	نگهداشتن	عضوی از بدن شئی را در محلی ثابت نگه‌داشته است	بکار نمی‌رود
	تأخیر	عضوی از بدن یا اپراتور بیکار است	

میزان سایه‌های درون هر علامت نمایشگر میزان مفید بودن آن می‌باشد.



شکل ۵۱-۱ نمودار فعالیتهای چندگانه (روش بهبود یافته)



شکل ۵۰-۱ نمودار فعالیتهای چندگانه (روش موجود)

نمودار فرایند گروهی:

این نمودار کارگروهی از افراد را که با هم به عنوان یک تیم کاری فعالیت می کنند با هدف بهینه سازی نیروی انسانی ، کاهش زمان بیکاری وافزایش زمان عملیاتی بررسی می کند.

در این نمودار تمام فعالیتهای افراد تیم به وسیله خطوط پیوسته ای که نمایشگر فعالیت انها با توجه به یک مقیاس مدرج زمانی است نمایش داده می شود.

عدم وجود خط پیوسته نشان دهنده بیکاری فرد است.زمان بیکاری و اشتغال هر فرد را می توان از نمودار به دست اورد و برای ان شاخص های زیر را تعریف نمود.

$$\text{شاخص کار} = \frac{\text{زمان کاری}}{\text{کل زمان سیکل}}$$

$$\text{شاخص بیکاری} = \frac{\text{زمان بیکاری}}{\text{کل زمان سیکل}}$$

نمودار فرآیند گروهی

روش موجود

پرس اکستروژن هیدرولیک　　دپارتمان :11　　ترسیم کننده :　　شماره نقشه:

هدایت کننده پروفیل		دستیار دامی‌کوب		دامی‌کوب		متصدی کوره		دستیار اپراتور پرس		اپراتور		دستگاه	
زمان	عمل	زمان	عمل	زمان	عمل	زمان	عمل	زمان	عمل	زمان	عمل	زمان	عمل
۰/۲	هل‌دادن شافت به سمت خنک کننده	۰/۱۲	کنار بردن از پرس کوچک و قراردادن کنار انبر	۰/۱	قراردادن براده‌ها زیر پرس	۰/۲	مرتب کردن مجدد بیلتها در کوره	۰/۱۲	گریس‌زدن حدیده و قراردادن در هد حدیده	۰/۰۷	بالا بردن بیلت	۰/۰۷	بالا بردن بیلت
۰/۱۵	برگشتن به سمت پرس			۰/۱۲	فشردن دامی روی براده‌ها					۰/۰۸	قراردادن بیلت	۰/۰۸	قراردادن بیلت
				۰/۱۸	آماده کردن براده‌ها					۰/۰۴	قراردادن دامی	۰/۰۴	قراردادن دامی
				۰/۱۲	آماده کردن دامی و قراردادن کنار انبر					۰/۰۵	اعمال فشار	۰/۰۵	اعمال فشار
۰/۴۵	گرفتن میله با انبر و بیرون‌آوردن آن	۰/۶۸	زمان بیکاری			۰/۵۱	زمان بیکاری	۰/۶۸	زمان بیکاری	۰/۴۵	اکسترود	۰/۴۵	اکسترود
۰/۱۱	صاف‌کردن انتهای میله با پتک	۰/۲	بردن براده‌ها به پرس کوچک	۰/۴۳	زمان بیکاری	۰/۱۹	بازکردن درب کوره و خارج کردن بیلت	۰/۱۱	حرکت دادن هد و بیرون‌آوردن براده‌ها	۰/۰۶	بازکردن حدیده	۰/۰۶	بازکردن حدیده
۰/۰۹	نگهداشتن میله مادامی که حدید بیرون کشیده می‌شود			۰/۰۵	گرفتن انبر و بردن به موقعیت مناسب	۰/۱	بیرون‌کشیدن بیلت و بستن درب کوره	۰/۰۴	پاک کردن میله از براده ها	۰/۱	جداکردن و بیرون آوردن براده‌ها	۰/۱	جداکردن و بیرون آوردن براده‌ها
								۰/۰۵	کنار کشیدن حدیده از انتهای میله	۰/۱۵	بیرون آوردن پیستون و بستن حدیده	۰/۱۵	بیرون آوردن پیستون و بستن حدیده
۱/۰۰		۰/۳۲		۰/۵۷		۰/۴۹		۰/۳۲		۱/۰۰		۱/۰۰	: زمان کاری (دقیقه)
۰/۰۰		۰/۶۸		۰/۴۳		۰/۵۱		۰/۶۸		۰/۰۰		۰/۰۰	: زمان بیکاری (دقیقه)

شکل ۴۵-۱ نمودار فرآیند گروهی (روش موجود)

نمودار مونتاژ(Assembly Chart)

- مراحل مونتاژ یک محصول را از نظر تقدم و تاخر نشان می دهد.
- تصویری از ترتیب و توالی اتصال کلیه قطعات(خریدنی و ساختنی) با رعایت ترتیب مونتاژهای فرعی به خط مونتاژ اصلی است.

انواع نمودار مونتاژ

- نمودار مونتاژ مجازی(تئوری)
- نمودارمونتاژ (عملی یا واقعی):
  - ✓ نمودار مونتاژ وضع موجود(قبل از بالانس)
  - ✓ نمودار مونتاژ بهبودیافته(بعد از بالانس)

نمودار مونتاژ مجازی

مراحل مونتاژ یک محصول را از نظر تقدم و تاخر فنی نشان می دهد.

- شرایط، محدودیت ها و روش مونتاژ شبیه سازی می شود.
- لزوماً این نمودار در عمل پیاده نمی شود.
- مبنایی است جهت طراحی نمودار مونتاژ عملی

نمودار مونتاژ عملی

- مراحل مونتاژ یک محصول را از نظر تقدم و تاخر بصورت عملی و کابردی نشان می دهد.
- معمولاً در هر مرجعی منظور از نمودار مونتاژ همان نمودار مونتاژ عملی است.

اصطلاحات در نمودار مونتاژ

مونتاژ

- ✓ ترکیب و اتصال قطعات در جهت تکمیل محصول
- ✓ تعبیه کردن و نصب قطعات بر روی قطعات دیگر

خط مونتاژ

- ✓ مسیر تکمیل و مونتاژ محصول که از قطعه اصلی شروع شده و تا محصول نهایی ادامه می یابد.

زیرمونتاژ

- ✓ اتصال قطعات به یکدیگر در بیرون خط مونتاژ که بصورت یک مجموعه مرکب با شکل جدید وارد خط مونتاژ اصلی می شود.

قطعه اصلی

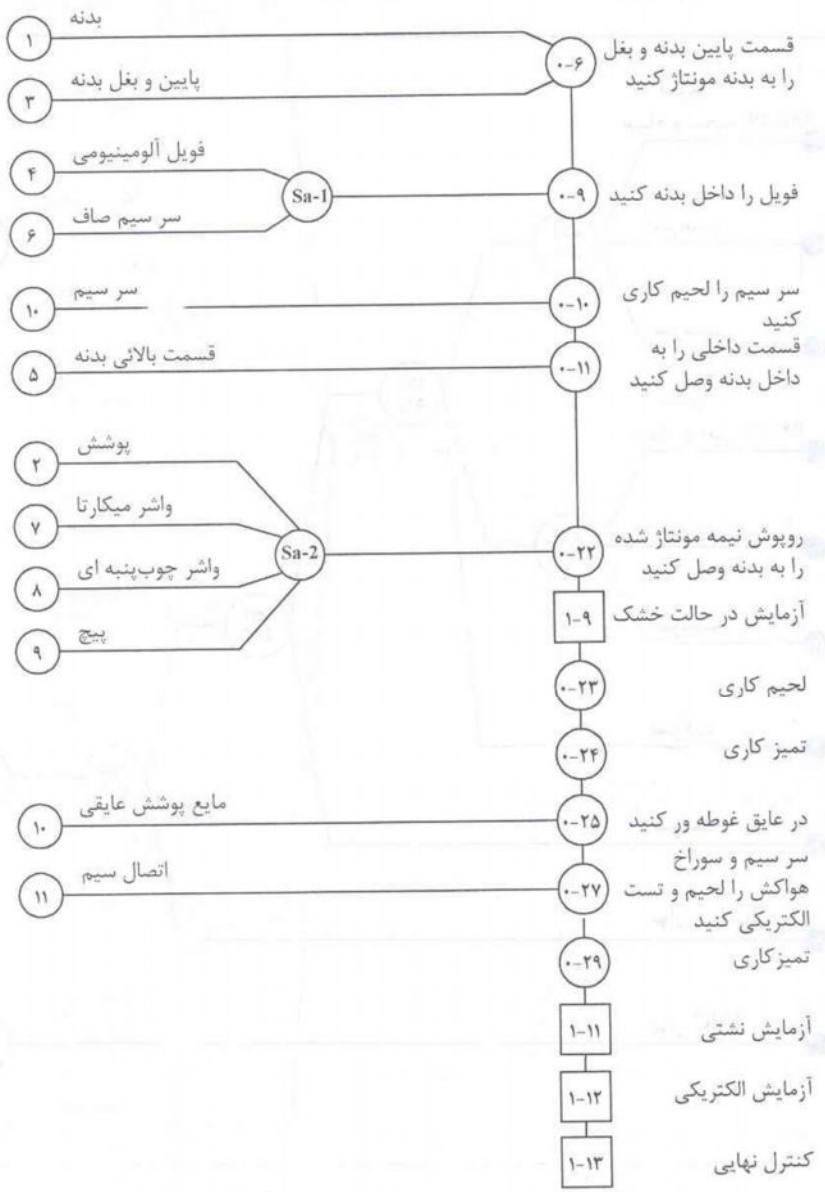
- ✓ پایه و base برای مونتاژ و اتصال قطعات دیگر ، که بعنوان محوری(خط مونتاژ) برای مونتاژ اصلی در نظر گرفته می شود.

ایستگاه مونتاژ(اصلی یا فرعی)

- ✓ مکانی است که در آن چند قطعه به یکدیگر متصل و مونتاژ می شوند. ممکن است که در یک ایستگاه یک یا چند عملیات مونتاژ یا زیرمونتاژ انجام گیرد.

نحوه ترسیم نمودار مونتاژ

- ابتدا قطعه اصلی انتخاب می شود.
- به ترتیب اضافه شدن هر قطعه به قطعه اصلی ترسیم را ادامه می دهیم.
- در نقاطی که بعلت وجود مونتاژ فرعی، عملیات خارج از خط اصلی انجام می گیرد، باید ترتیب ورود رعایت گردد.
- اگر از یک قطعه خاص چند عدد استفاده شود، دقیقاً باید ثبت شود.
- کلیه مونتاژهای اصلی و فرعی در سمت چپ محور اصلی ثبت می شوند.



شکل ۴۰-۱ نمودار مونتاژ

نمودار دمونتاژ

- این نمودار طریقه باز شدن قطعات یک محصول را نشان می دهد.

توجه

- نمودار مونتاژ و دمونتاژ عکس یکدیگرند.
- در نمودار دمونتاژ بازرسی وجود ندارد.
- عملیات ساخت در حین مونتاژ در آن ثبت نمی شود.

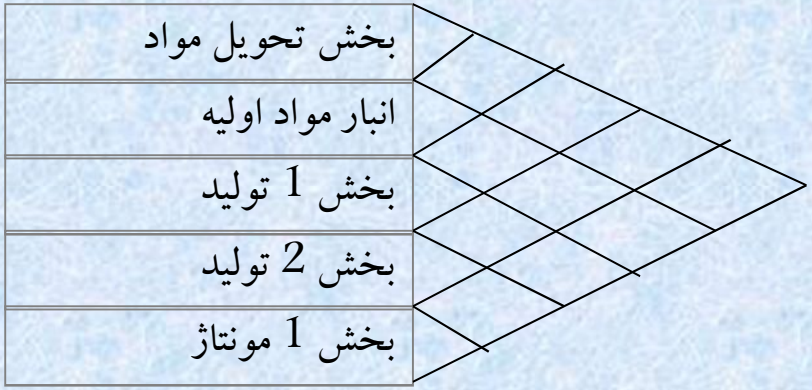
جدول رابطه فعالیتها

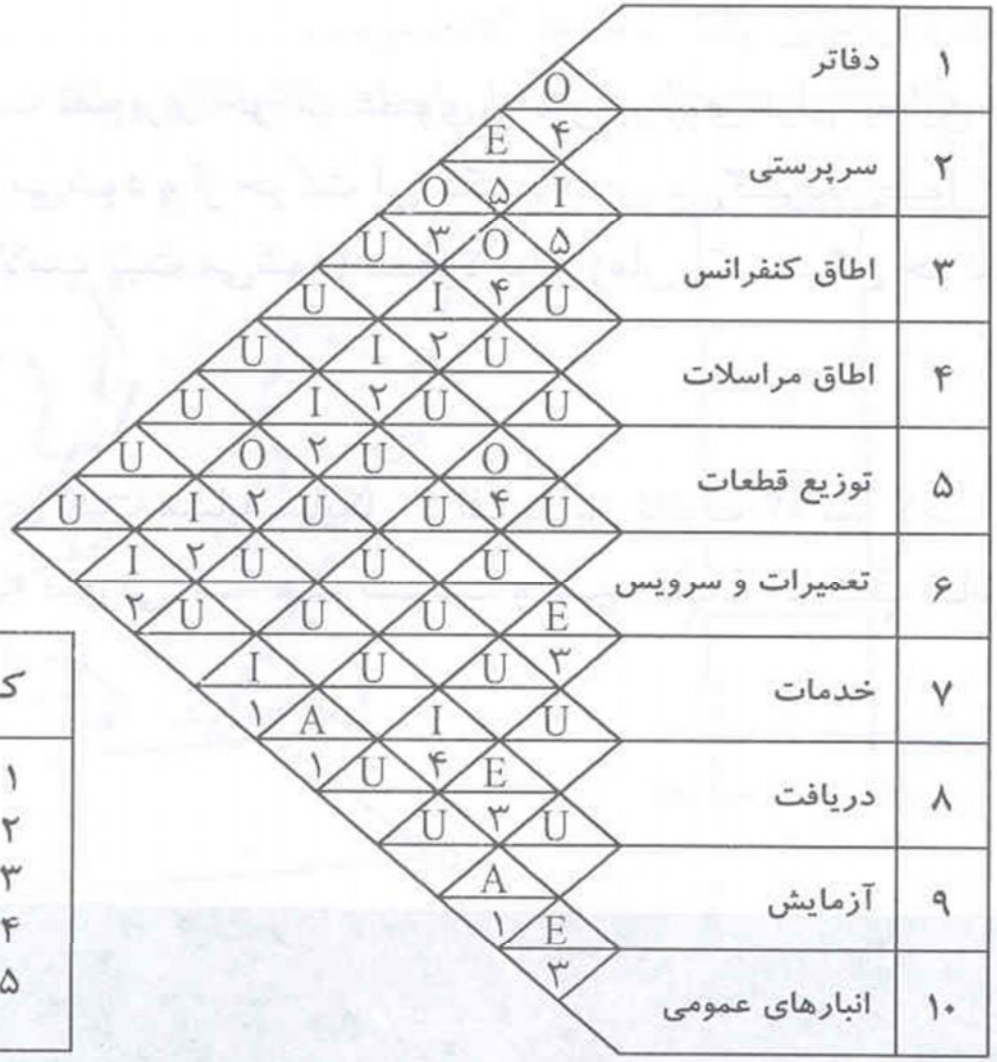
جدول رابطه فعالیت ها شباهت زیادی به جدول "از- به" دارد با این تفاوت که دیگر ترتیب قرار گرفتن بخش ها در این جدول تغییر نمی کند و فقط به یک صورت نوشته می شود.
وارقام نمودار از به همچنین رابطه فعالیتها به صورت کیفی بوده و با استفاده از حروف یا رنگها و یا اعداد و اهمیت ارتباط بخشهای مختلف با یکدیگر گزارش می گردد.

در این نمودار تمامی ترکیبات دو تائی ممکن برای رابطه بین فعالیت ها ارزیابی شده و با حروف A,E,I,O,U,Xنشان می دهیم

حرف	شرح
A	کاملا ضروری
E	بسیار با اهمیت
I	با اهمیت
O	معمولی
U	بی اهمیت
X	نا مطلوب

نمونه ای از جدول رابطه فعالیتها





کد	علت
۱	جریان مواد
۲	راحتی کنترل
۳	پرسنل مشترک
۴	ارتباط ضروری
۵	راحتی

شکل ٦٦-۱-الف نمودار رابطه بین فعالیتها

نمودار دست راست–دست چپ(LeftHand- Right Hand chart)

این نمودار روشی بصری برای تحلیل روابط وتعادل در کارهایی که با دو دست انجام می شود ایجاد می نمایند.دراین نمودار عناصر کاری را که نقطه شروع و خاتمه مشخصی را دارد در دو ستون که هر کدام نماینده یک دست می باشد ثبت می گردد.

سپس با انالیز عناصر ، سعی می گردد، حرکات غیر مفید حذف شده ویا کاهش یابد

نمودار فرآیند دو دست

جانمائی ایستگاه کاری

شماره نمودار : ۱ صفحه : ۱ از ۱

نقشه و قطعه : لوله شیشه‌ای به قطر ۳ میلیمتر و طول اولیه ۱ متر

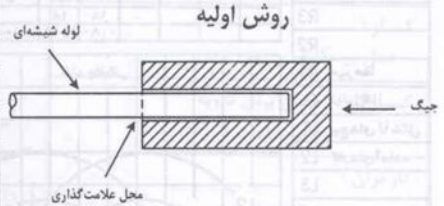
عملیات : برش به طول ۱/۵ سانتیمتر

موقعیت : کارگاه عمومی

اپراتور :

ترسیم کننده : تاریخ :

روش اولیه



شرح مربوط به دست راست	شرح مربوط به دست چپ
برداشتن سوهان	نگهداشتن (توقف) لوله
نگهداشتن (توقف) سوهان	به سمت جیگ
سوهان به سمت لوله	واردکردن لوله در جیگ
نگهداشتن (توقف) سوهان	فشردن به انتها
خط انداختن لوله با سوهان	نگهداشتن (توقف) لوله
نگهداشتن (توقف) سوهان	عقب‌کشیدن (بیرون کشیدن) لوله به آرامی
نگهداشتن (توقف) سوهان	چرخاندن لوله ۱۲۰ / ۱۸۰ درجه
حرکت سوهان به سمت لوله	فشردن به انتهای جیگ
خط انداختن لوله	نگهداشتن (توقف) لوله
قراردادن سوهان روی میز	عقب‌کشیدن (بیرون کشیدن) لوله
حرکت به سمت لوله	حرکت دادن لوله به سمت دست راست
خم کردن لوله	خم کردن لوله تا شکستن
رهاسازی قطعه بریده شده	نگهداشتن (توقف) لوله
به سمت سوهان	تغییر گرفتن (عنصر Grasp)لوله

خلاصه				
روش	موجود		پیشنهادی	
	L.H.	L.H.	L.H.	L. H.
عملیات	۸	۵		
حمل و نقل ها	۲	۵		
تأخیرات	-	-		
توقف‌ها	۴	۴		
بازرسی‌ها	-	-		
جمع کل	۱۴	۱۴		

شکل ۸۱-۱ نمودار فرآیند دودست بریدن لوله شیشه‌ای

نمودار دست راست – دست چپ

شماره :

تاریخ : صفحه ۱ از ۱

تهیه کننده نمودار :

تایید کننده نمودار :

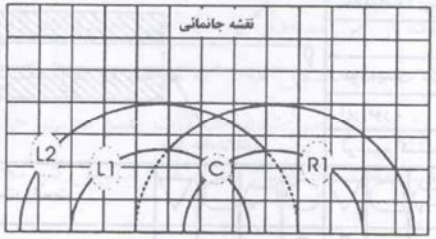
روش جاری ☒ پیشنهادی ☐

موضوع نمودار : مونتاژ بست کابل U شکل

کاربر:

خلاصه فعالیتها بازای یک قطعه	موجود		پیشنهادی		بهبود (سرعت موتی)	
	RH	LH	RH	LH	RH	LH
عملیات ○	۹	۲				
دستاتی ⇨	۶	۳				
مخر ▽	۰	۱۲				
تمیز D	۲	۰				
جمع	۱۸	۱۸				
مسافت پیموده شده (متر)	۱,۱۵	۰,۸۰				

شرح جانمایی	
R6	
R5	
R4	
R3	
R2	
R1	مهره‌ها
C	زینی ها
L1	پیچ‌های U شکل
L2	کارهای آماده
L3	
L4	
L5	
L6	



نقشه ساده قطعه

پیچ

زینی

مهره‌ها

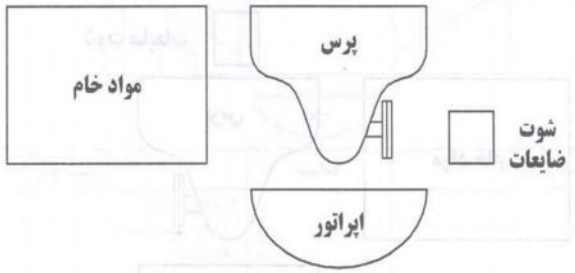
شرح فعالیتهای دست راست	○	⇨	▽	D	ردیف	○	⇨	▽	D	شرح فعالیتهای دست چپ
به سمت C					۱					به سمت L1
زینی را می گیرد					۲					پیچ را می گیرد
به سمت بالای C / حالت زینی را تنظیم می‌کند					۳					به سمت بالای C / حالت پیچ را تنظیم می‌کند
روی پیچ قرار می‌دهد					۴					پیچ را نگه می‌دارد
روی پیچ جا می‌زند					۵					پیچ را نگه می‌دارد
به سمت R1					۶					پیچ را نگه می‌دارد
مهره را می‌گیرد					۷					پیچ را نگه می‌دارد
به سمت بالای C					۸					پیچ را نگه می‌دارد
روی پیچ قرار می‌دهد					۹					پیچ را نگه می‌دارد
مهره را روی پیچ محکم می‌کند					۱۰					پیچ را نگه می‌دارد
به سمت R1					۱۱					پیچ را نگه می‌دارد
مهره را می‌گیرد					۱۲					پیچ را نگه می‌دارد
به سمت زینی					۱۳					پیچ را نگه می‌دارد
روی پیچ قرار می‌دهد					۱۴					پیچ را نگه می‌دارد
مهره را روی پیچ محکم می‌کند					۱۵					پیچ را نگه می‌دارد
انتظار برای دست چپ					۱۶					به سمت L2
انتظار برای دست چپ					۱۷					مجموعه مونتاژ شده را رها می‌کند

نمودار دست راست – دست چپ

عملیات : پرس دستی یک ورق

شماره قطعه : P-1107-7 **شماره نقشه :** PB-1107 **تاریخ :** ۱۲/۱/

تهیه کننده : وی. ایتل **صفحه :** ۱ از ۱



دست راست	علامت	دست چپ
۱- پائین‌آوردن اهرم پرس		**۱- برداشتن قطعه از هاپر**
نگهداشتن اهرم	Re H	درازکردن دست به سمت قطعه
نگهداشتن اهرم	G H	گرفتن قطعه
حرکت دادن اهرم پرس به پائین	M M	حرکت دادن قطعه به مجاورت قالب
۲- بالا بردن دسته پرس		**۲- انتظار برای دست راست**
برگرداندن اهرم پرس	UD M	تأخیر اجتناب ناپذیر
رهاکردن اهرم پرس	UD R1	تأخیر اجتناب ناپذیر
۳- گرفتن قطعه از قالب		
درازکردن دست به سمت قطعه	Re	**۳- انتظار برای دست راست**
گرفتن قطعه	UD G	تأخیر اجتناب ناپذیر
	UD	تأخیر اجتناب ناپذیر
۴- قراردادن قطعه در شوت		
حرکت دادن قطعه به سمت شوت	M	**۴- قراردادن قطعه در فیکسچر**
رهاکردن قطعه	M R1	حرکت دادن قطعه به سمت فیکسچر
انتظار برای دست چپ	P UD	قراردادن قطعه در فیکسچر
	R1	رهاکردن قطعه
۵- گرفتن اهرم پرس		**۵- انتظار**
درازکردن دست به سمت اهرم	UD Re	تأخیر اجتناب ناپذیر
گرفتن اهرم	UD G	تأخیر اجتناب ناپذیر

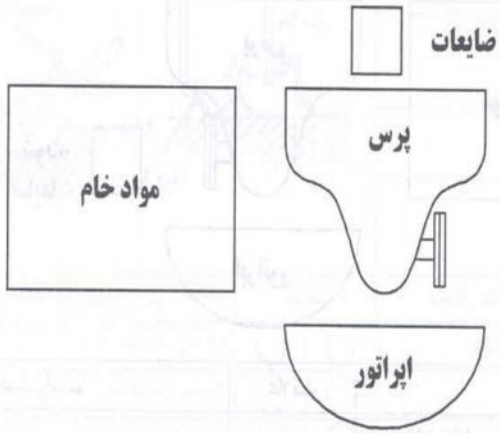
شکل ۸۵-۱ نمودار دست راست-دست چپ پرسکاری ورق (روش موجود)

نمودار دست راست – دست چپ

عملیات : پرس دستی یک ورق

شماره قطعه : P-1107-7 **شماره نقشه :** PB-1107 **تاریخ :** ۱۲/۱/

تهیه کننده : وی. ایتل **صفحه :** ۱ از ۱

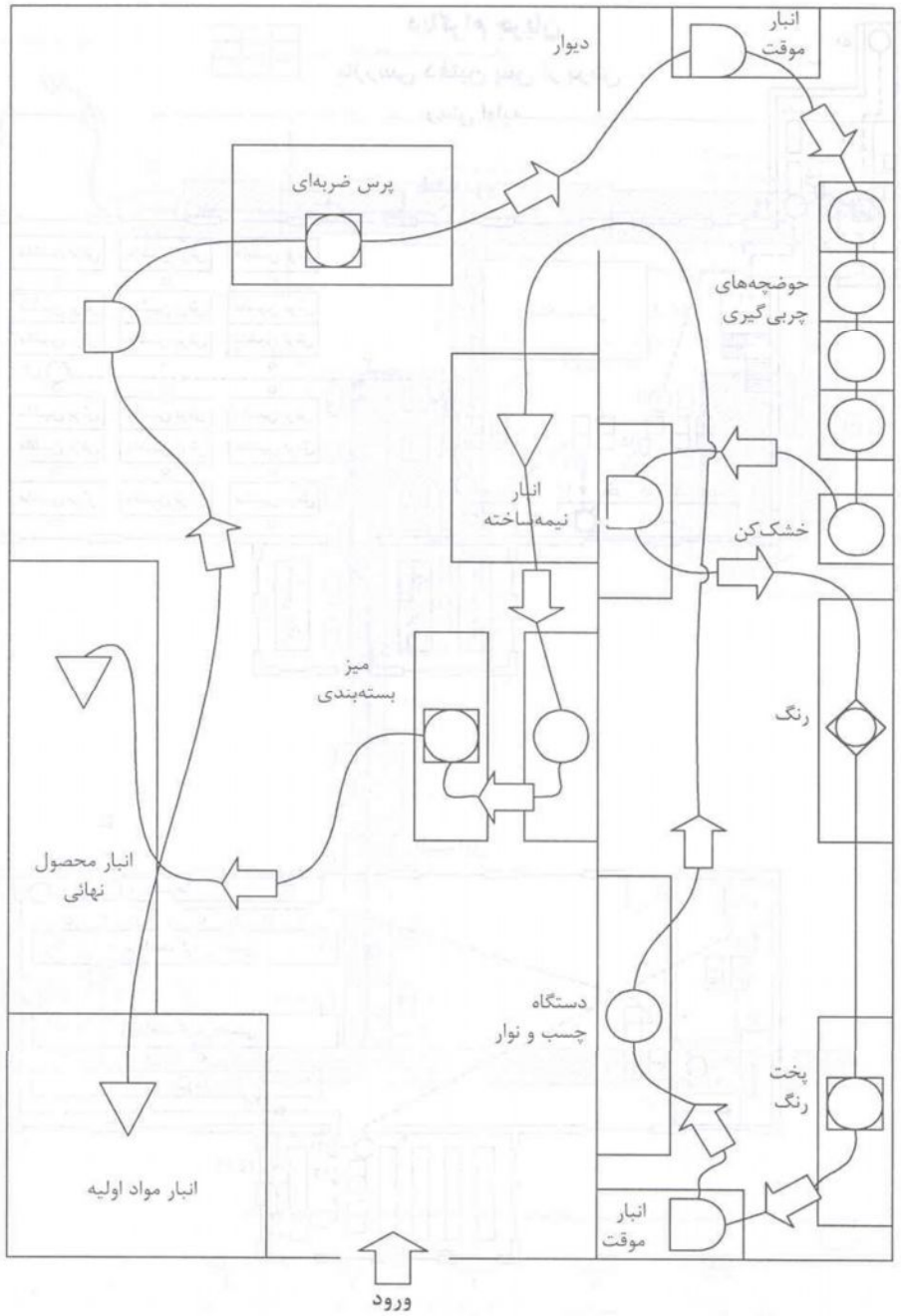


دست راست	علامت	دست چپ
۱- پائین‌آوردن اهرم پرس		**۱- برداشتن قطعه از هاپر**
نگهداشتن اهرم	Re H	درازکردن دست به سمت قطعه
	G	گرفتن قطعه
حرکت دادن اهرم پرس به پائین	M M	حرکت دادن قطعه به مجاورت قالب
۲- بالا بردن دسته پرس		**۲- قراردادن قطعه در فیکسچر**
برگرداندن اهرم پرس	M	حرکت‌دادن قطعه به سمت فیکسچر
نگهداشتن اهرم پرس	P M	قراردادن قطعه
	R1 H	رهاکردن قطعه

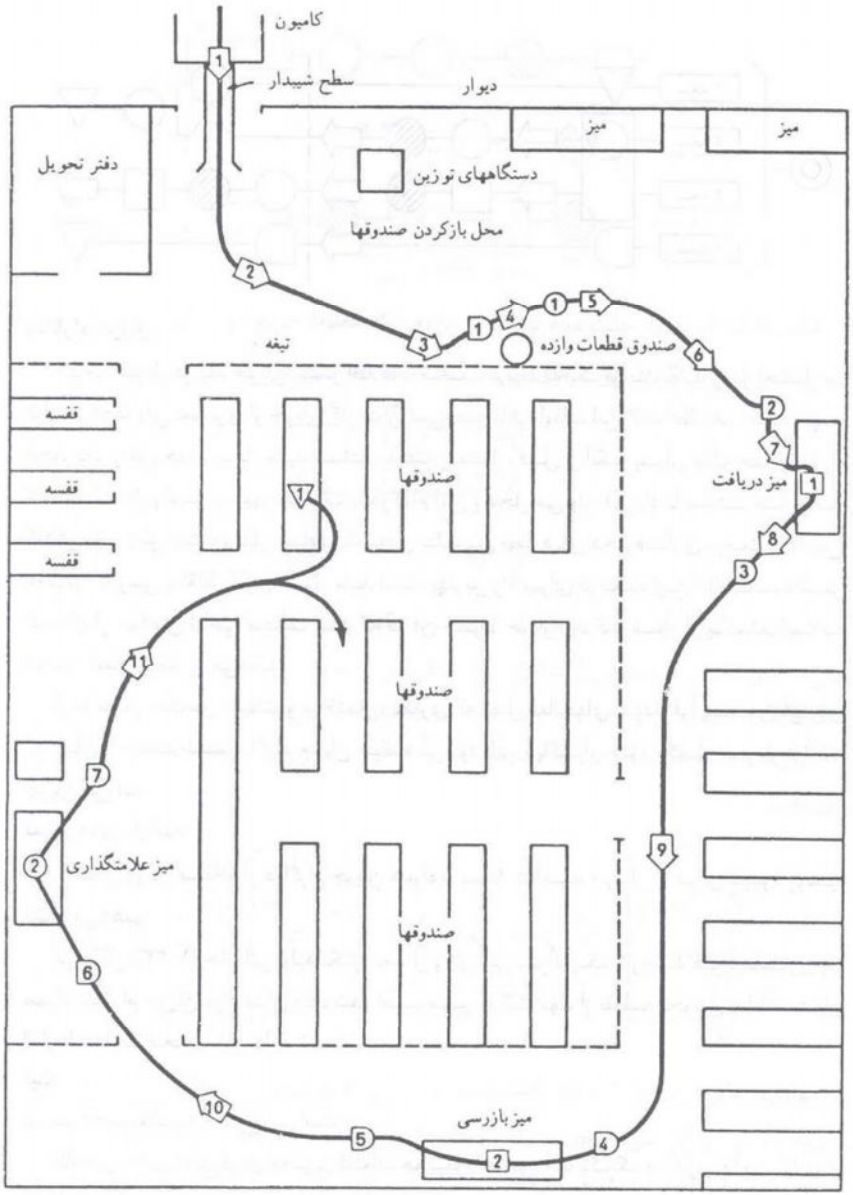
شکل ۸۶-۱ نمودار دست راست-دست چپ پرسکاری ورق (روش بهبودیافته)

دیاگرام (نقشه) جریان

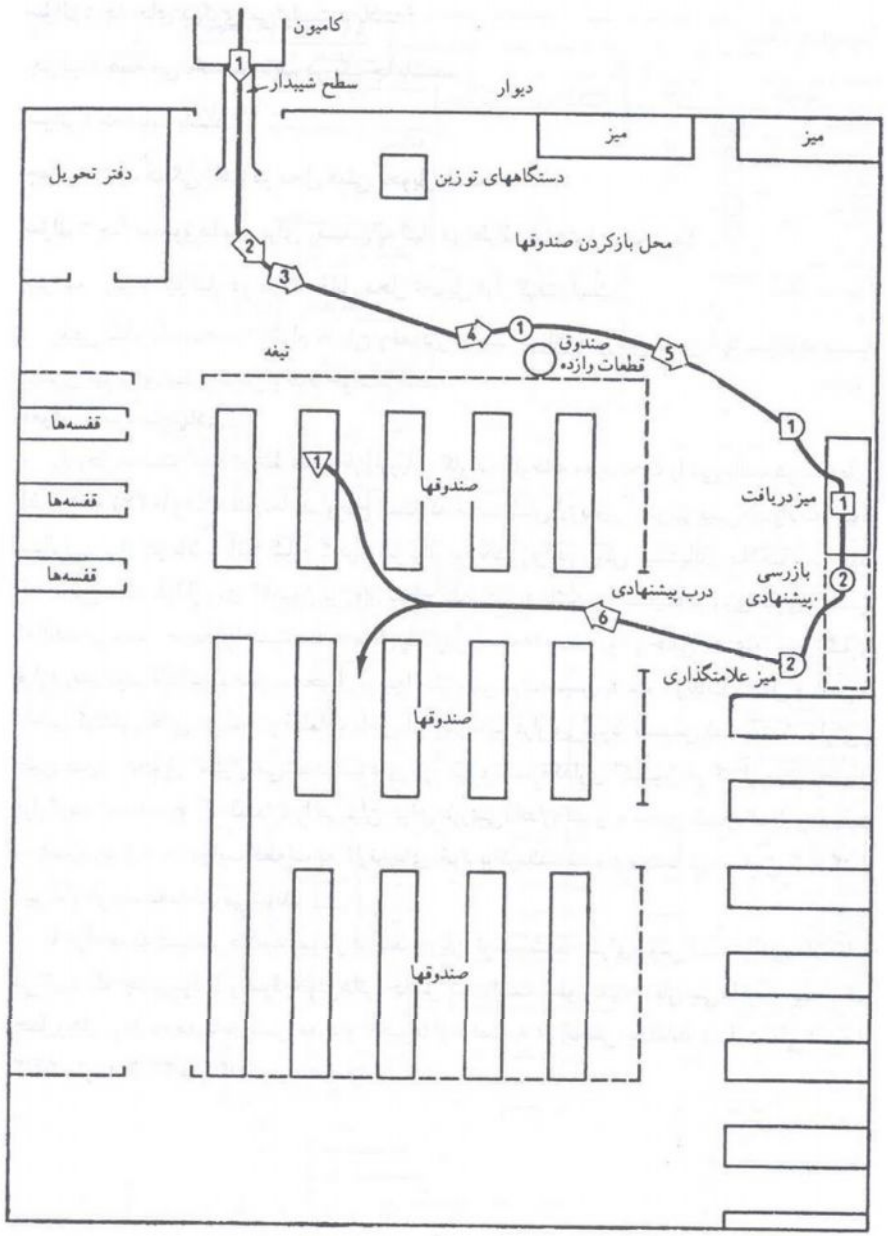
- یک نقشه جریان طرح استقرار ساده ای است از سالن کارخانه که بر روی آن جریان فرآیند عملیات ساخت و مونتاژ تعدادی از قطعات اصلی محصول رسم شده است.
- در دیاگرام جریان از رنگهای مختلف برای نشان دادن مسیرهای مختلف مواد و قطعات استفاده می شود و به صورت دوبعدی و سه بعدی است.
- با استفاده از دیاگرام جریان میتوان اشکالات و ایرادات چیدمان، شلوغی فضای تولیدی، تراکم و ترافیک در سطح کارخانه هنگام ساخت را شناسایی نمود.
- از این نمودار می توان برای بهبود استفاده نمود به عنوان مثال قبل از اینکه بتوان یک حمل و نقل را کاهش داد ، لازم است بررسی گردد که تجهیزات را در کجا و محل قرار داد تا مسافت حمل ونقل کاهش یابد



شکل ۳۹-۱ دیاگرام جریان



شکل ۳۳-۱ دیاگرام جریان بازرسی و علامت‌گذاری قطعات ضایعاتی (روش موجود)



شکل ۳۵-۱ دیاگرام جریان بازرسی و علامت‌گذاری قطعات دریافتی (روش پیشنهادی)

نمودار حرکات همزمان:

(Simultaneous Motion Chart)

نموداری است که اغلب برمبنای تحلیل فیلم که برای ثبت همزمان تربلیگ ها یا گروههائی از انها که به وسیله قسمتهای مختلف بدن یک یا چند کارگر انجام می شود،برحسب یک مقیاس مشترک زمانی به کار می رود.این نمودار بطور عمده برای حرکات کوتاه مدت بکار می رود که اغلب با سرعت زیاد انجام می شود.

نمودار حرکات همزمان

روش : اولیه
شماره فایل : ۱۲۱۷

عملیات : پیچیدن رول کاغذ
شماره عملیات : ۲

نام قطعه : لوله کاغذ
تهیه کننده : JWC

اپراتور : اسمیت
تاریخ تهیه : ۶/۹/

شرح دست راست	علامت	زمان	زمان کل بر حسب دقیقه	زمان	علامت	شرح دست چپ
به سمت کاغذ	TE	۱۲		۲۴	UD	برای دست راست
کاغذ	G	۸				
کاغذ به سمت منطقه کاری	TE	۱۰		۳	TE	به سمت کاغذ در دست راست
				۳	G	کاغذ
برای پیچیدن	P	۴		۴	P	برای پیچاندن
در داخل لوله	A	۴۵		۴۸	A	پیچانده به صورت لوله $\frac{۳}{۸}$ اینچی
لوله در دست چپ	RL	۱				
به سمت چسب	TE	۱۲		۳۲	H	برای دست راست
چسب	G	۶				
بر قوطی برای خارج کردن بیشتر	U	۱۴				
به سمت درز رول	TL	۶		۴	TL	به سمت چسب
چسب روی درز	P	۲				
زدن چسب به لبه دیگر	U	۱۲				
به سمت قسمت دوم	TL	۲			H	برای بکارگیری چسب
چسب روی درز	P	۲				
چسب برای قسمت دوم	U					

شکل ۹۲-۱ نمودار حرکات همزمان پیچیدن رول کاغذ

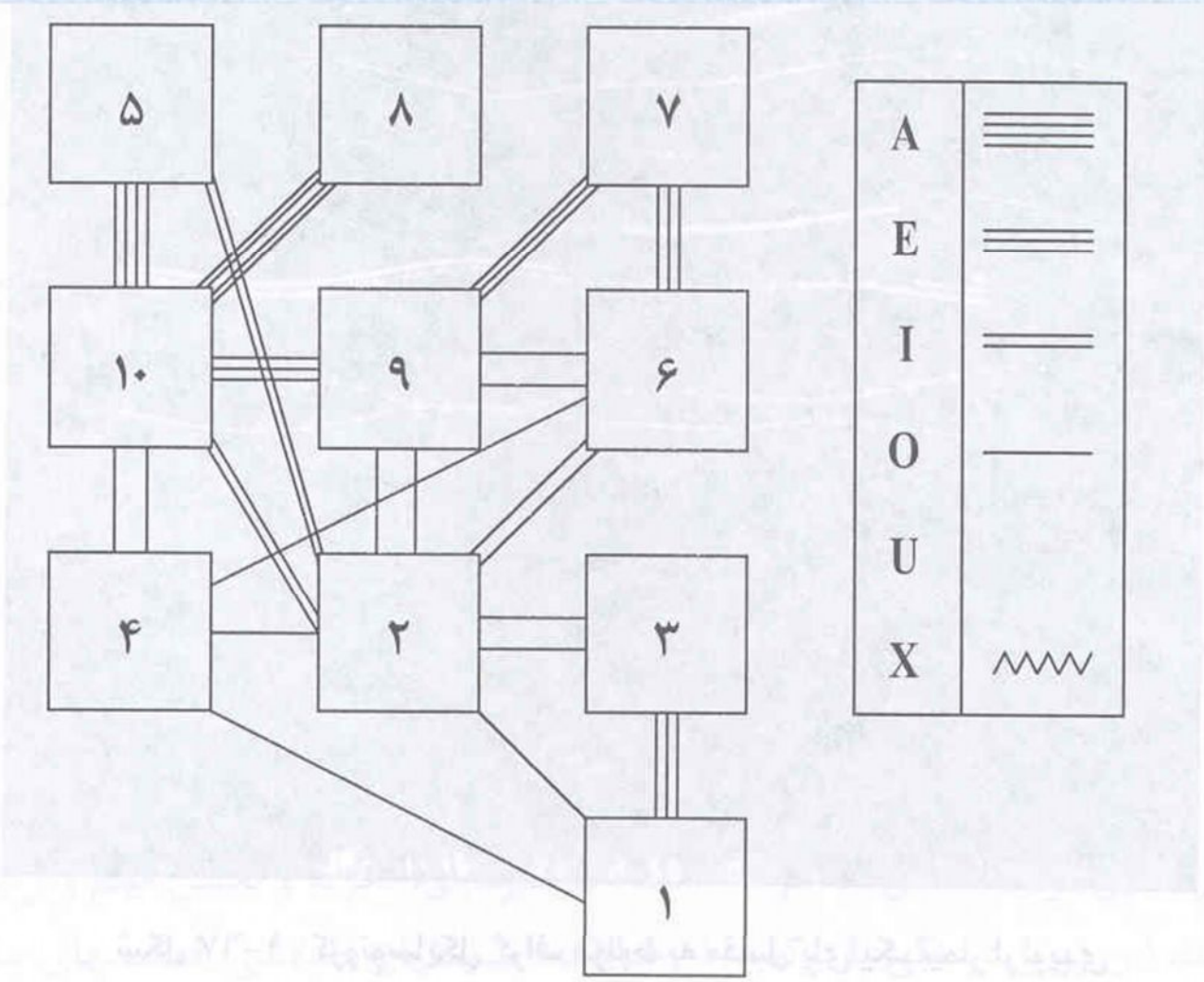
دیاگرام رابطه:(Relationship Diagram)

رابطه بین فعالیتها به تنهایی مد نظر باشد. ← نمودار رابطه بین فعالیتها

جریان مواد عامل مهمی مهمی باشد ← دیاگرام جریان

هم رابطه بین فعالیتها مهم باشد و هم جریان مواد ← ترکیب ارتباط فعالیت ها و جریان و ایجاد دیاگرام رابطه

دردیاگرام رابطه فعالیتها با مربعهای مساوی نمایش داده شده و انها توسط تعدادی خطوط که نشاندهنده اهمیت ویا وزن ارتباط میان فعالیتها می باشند به هم متصل شده اند . این مربع ها انقدر جابجا می شوند تا ارتباطی مناسب بین فعالیتها به دست اید.



شکل ٦٦-١-ب دیاگرام رابطه

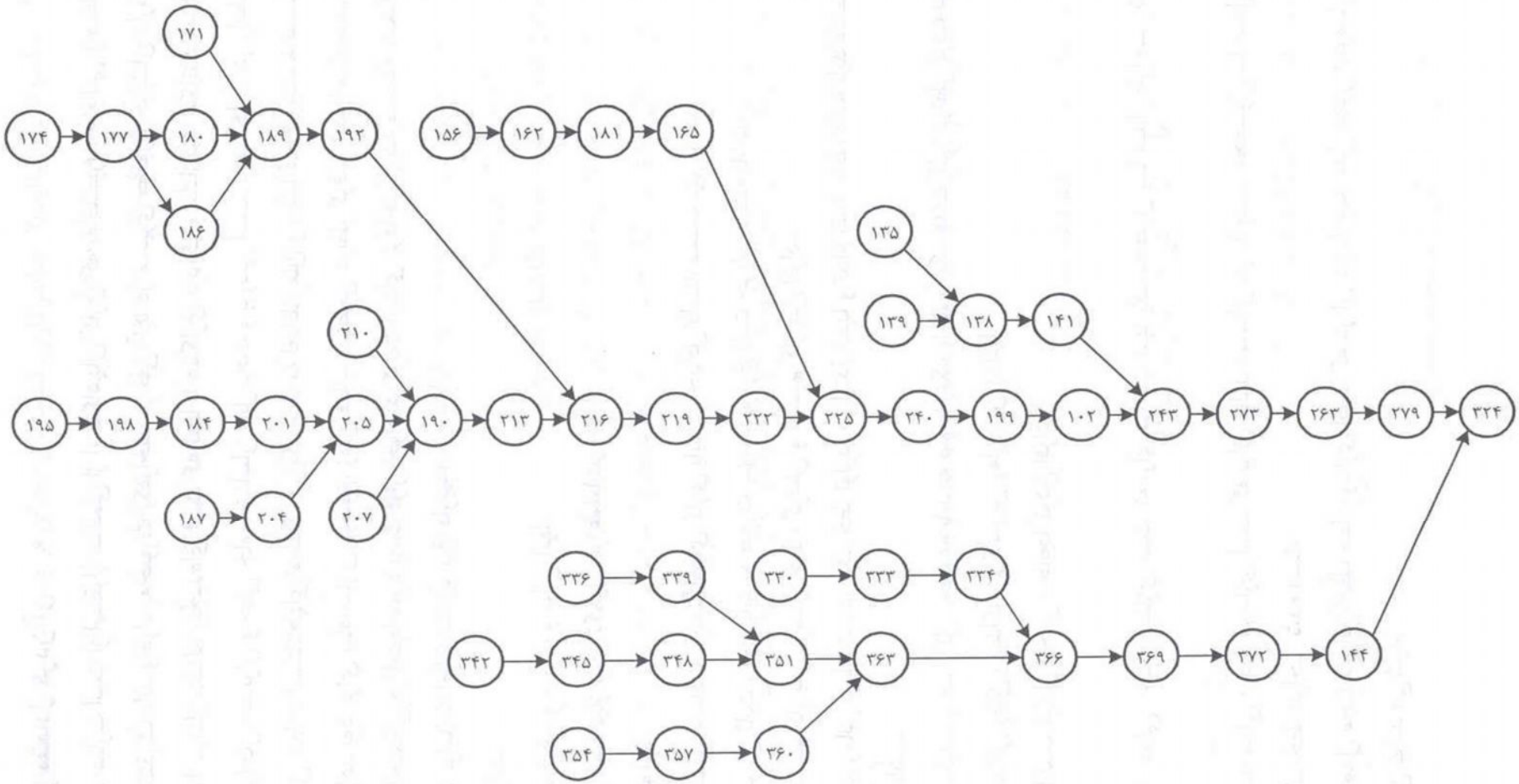
دیاگرام تقدم وتاخر: (Precedence Diagram)

این دیاگرام نشان دهنده توالی انجام عملیات و وابستگی انها به یکدیگر می باشند. به عبارت دیگر این دیاگرام نشان دهنده پیش نیازهای هر عملیات می باشد.

در این دیاگرام برای هرجفت از عملیات یکی از دو حالت ارتباطی وجود دارد:

۱- یکی یا چند تا از عناصر باید بر دیگری تقدم داشته باشد.

۲- دو عنصر مستقل از هم هستند و ارتباطی با هم ندارند

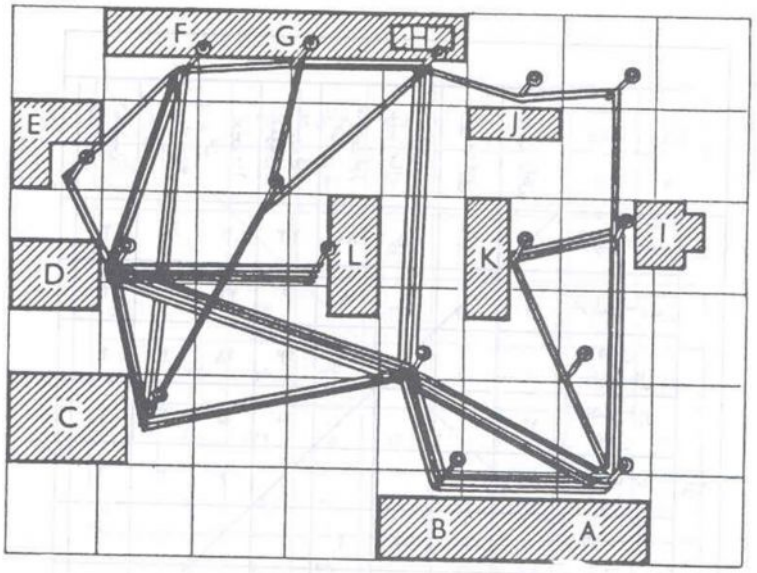


شکل ۷۱-۱ قسمتی از نمودار تقدم و تأخر برای تولید یخچال (هر دایره نمایشگر یک فعالیت است)

دیاگرام ریسمانی: (String Diagram)

دیاگرام ریسمانی عبارت است از طرح یا مدلی با مقیاس معین ، که در ان از ریسمان برای ترسیم و اندازه گیری خط سیر مواد، کارگران، تجهیزات و ... استفاده می شود.بنابراین دیاگرام ریسمانی نوع خاصی از دیاگرام جریان است که در ان از نخ و ریسمان برای اندازه گیری فاصله استفاده می شود.

یکی از فنون ثبت وبررسی فعالیتهای مربوط به جابجائی و حمل و نقل مواد ، استفاده از دیاگرام ریسمانی است.



شکل ۶۲-۱ دیاگرام ریسمانی

❑ عکس محصول

- معرفی اولیه محصول به بازار و مشتریان

دوره عمر محصول

مرحله معرفی: در این مرحله کالا و خدمات به بازار عرضه می شود.

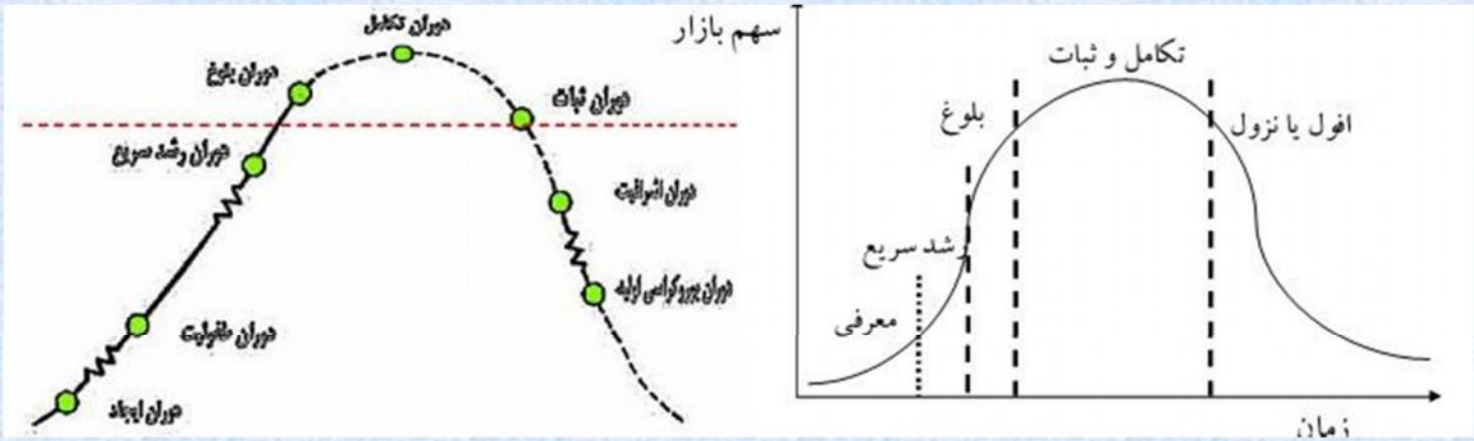
مرحله رشد سریع : در این مرحله معمولاً تولید کننده تولید و نیز قیمت محصول را بالا می برد.

مرحله بلوغ : در این مرحله دیگر مشتری در شناخت محصول به بینش بالائی دست یافته است و آشنا به کیفیت و در مقایسه با آن قیمت است. پس در این حال اگر مشاهده شود که دستگاهها و سرمایه نمی تواند کیفیت مورد نظر بایار را تامین کند، نباید به سراغ چنین محصولی رفت. بعبارتی وارد شدن جهت تولید محصولی که در مرحله بلوغ است بسیار مشکل بوده و نیاز به بازاریابی سخت دارد.

مرحله اشباع : در این مرحله به لحاظ تولید، بازار اشباع از محصول است و ورود تقریباً غیر ممکن و غیر اقتصادی است.

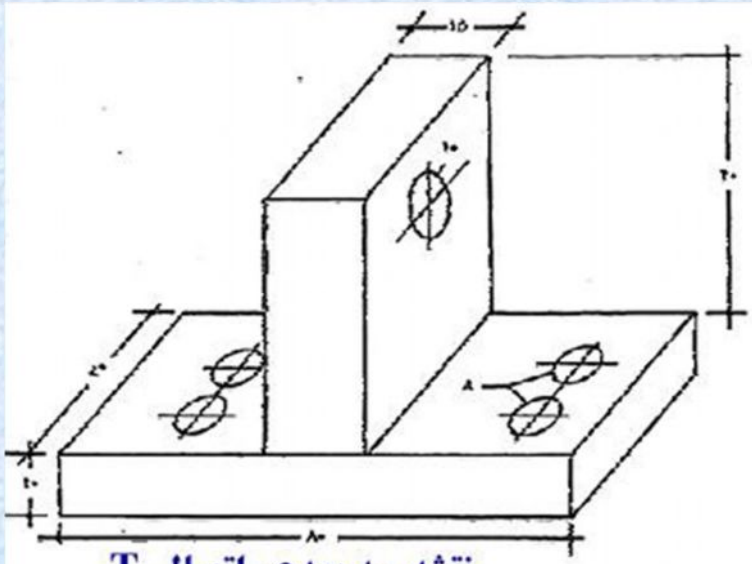
مرحله نزول : در این مرحله فروش به شدت نزول پیدا میکند.

منحنی (دوره) عمر محصول	منحنی (دوره) عمر سازمان
1- مرحله(دوره) معرفی و طفولیت	1- دوره ایجاد
2- مرحله (دوره)رشد سریع	2- دوره طفولیت
2- مرحله(دوره) بلوغ	3- دوره رشد سریع
3- مرحله(دوره) اشباع، تکامل و ثبات	4- دروه بلوغ
4- مرحله(دوره) افول یا نزول	5- دوره تکامل
	6- دوره ثبات
	7- دوره اشرافیت
	8- دوره بوروکراسی اولیه

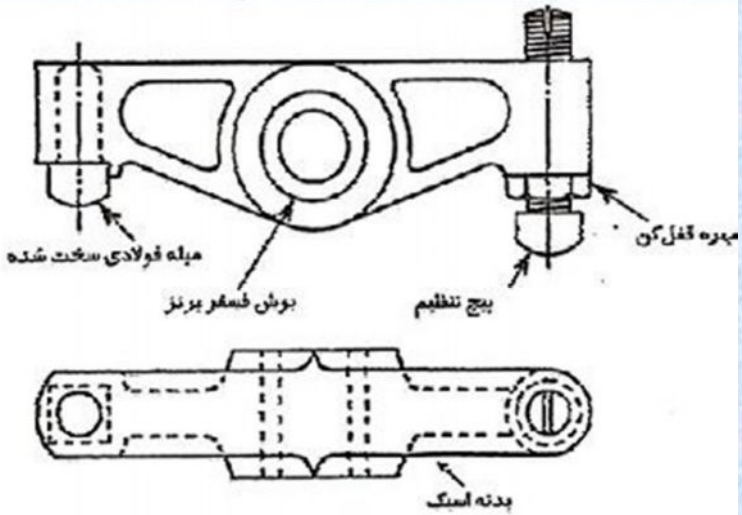


نقشه محصول

- توسط مهندسین طراح قطعات محصول برای ساخت قطعات استفاده می شود.
- تمامی جزئیات، ابعاد و اندازه های قطعه در آن درج شده است.
- نقشه ها معمولاً بصورت دو بعدی، سه بعدی و مرکب می باشند و گاهی به آنها نقشه آبی (Blue print) نیز گفته می شود.
- معمولا در پائین نقشه ها قسمتی بعنوان Legend وجود دارد که اطلاعات نقشه از جمله نام قطعه، کد قطعه، واحد اندازه گیری، ابعاد، جنس، وزن، سختی، عنوان فایل ، نام و امضای تهیه کننده، تائید کننده و تصویب کننده، آرم شرکت و ... را به نمایش می گذارد.



نقشه سه بعدی اتصال T



شکل ۳-۱ قطعات اسبک

❑لیست قطعات

- چه قطعاتی در محصول بکار رفته اند؟
- از هرکدام چه تعدادی؟
- درصد ضایعات هرقطعه در تولید محصول چقدر است؟
- کد و مشخصات کامل فنی قطعات؟
- ارجاع به نقشه محصول برای قطعات ساختنی

نمونه ای از لیست قطعات

نام کارخانه: تهیه کننده:

نام محصول: لیست قطعات تاریخ:

تولید سالیانه: تایید کننده:

ردیف	نام قطعه	کد قطعه	شماره نقشه	مشخصات فني	مورد مصرف	تعداد در محصول	درصد ضایعات	احتیاجات سالانه	خريدني ساختني	محل تامين

انواع قطعات محصول

- **قطعات خریدنی:** هیچگونه عملیات ساخت بر روی قطعات خریدنی صورت نمی گیرد و مستقیماًدر مونتاژ و ساخت محصول استفاده میشود.

- **قطعات ساختنی:** بصورت مواد اولیه وارد شرکت می شوند، عملیات ساخت بر روی آنان صورت می پذیرد و در مونتاژ و ساخت محصول از آنان استفاده می شود.

- **قطعات نیمه ساخته:** قبل از مونتاژ در محصول، نیاز به عملیات تکمیلی دارند.

لیست مواد

شناسایی مواد مصرفی در یک مرکز تولیدی

- نشان دهنده مواد مصرفی در کل مرکز یا بخش های مختلف برای تولید یک محصول خاص
- تکمیل توسط بخش های فنی، طراحی، تدارکات و انبار

نمونه ای از لیست مواد

تهیه کننده: نام کارخانه:

تاریخ: لیست مواد مورد نیاز نام محصول:

تایید کننده: تولید سالیانه:

ردیف	نام مواد	کد	مشخصات فني	مورد مصرف	تعداد در محصول	مقدار در واحد	درصد ضایعات	احتیاجات سالانه	خريدني ساختني	محل تامين

لیست مواد

توجه:

- مقدار مصرف مواد اولیه در هر قطعه محصول کمی متفاوت از مقدار حقیقی آن قبل از تولید است.

$$\text{مقدار مصرف واقعی هر ماده در یک قطعه} = \frac{\text{مقدار مصرف هر ماده در یک قطعه}}{1 - \text{درصد ضایعات}}$$

$$\text{احتیاجات سالانه} = \text{تولید سالیانه} \times \frac{\text{مقدار/تعداد کل در واحد محصول}}{1 - \text{درصد ضایعات}}$$

لیست ماشین آلات

لیست ماشین آلات براساس ماشین آلات کارگاهی موجود ثبت می شود.

توجه:

- **لوازم، ابزارآلات و تجهیزات مرتبط با هر ماشین، تسهیلات جانبی محسوب می شوند.**

نمونه ای از لیست ماشین آلات

لیست ماشین آلات موجود

اسم واحد: نقشه: میزان تولید:

نام محصول: شماره: تاریخ تهیه:

ردیف	نام ماشین	مشخصات فني مدل	وسایل و ابزار کمکي لازم	تسهیلات لازم	کشور سازنده	تعداد	قیمت خرید

صورت مسئله:

۴۸۰۰۰ = تقاضای سالیانه تولید قطعه مورد نظر

تعداد تئوریک ماشین	ضایعات (β)	راندمان ماشین (α)	زمان استاندارد (بر حسب دقیقه)	ماشین های کاندید شده:
؟	۵٪	۹۵٪	۵	x ماشینهای
؟	۵٪	۹۵٪	۲/۵	y کاندید شده:
؟	۵٪	۹۵٪	۱۵	z

وقت در دسترس هر یک از ماشین آلات ساعت ۸ = روز کاری روز ۳۰۰ = سال کاری

راه حل:

$$\text{تعداد ماشین تئوریک مورد نیاز برای تولید قطعه مورد نظر} = \frac{\text{نیاز واقعی به تولید قطعه مورد نظر}}{\text{توان هر ماشین برای تولید قطعه مورد نظر}}$$

$$\text{تقاضای قطعه در ساعت} = \frac{۴۸۰۰}{۳۰۰ \times ۸} = \text{نیاز واقعی به تولید قطعه ؛ ساعت / قطعه ۲۰} = \frac{۲۰}{\alpha(۱-\beta)} = ۲۲/۱۶$$

تعداد تئوریک ماشین x $\quad \Rightarrow x = \frac{۲۲/۱۶}{۱۲} = ۱/۸۵$ قطعه / دقیقه ۱۲ $= \frac{۶۰}{۵} =$ توان تولید ماشین x

تعداد ماشین y $\quad \frac{۲۲/۱۶}{۲۴} = ۰/۹۲$ قطعه / دقیقه $\quad ۲۴ = \frac{۶۰}{۲/۵} =$ توان تولید ماشین y

تعداد ماشین z $\quad \frac{۲۲/۱۶}{۴} = ۵/۵۴$ قطعه / دقیقه $\quad z = \frac{۶۰}{۱۵} = ۴$ توان تولید ماشین z

اکنون در صورتیکه قیمت هر سه نوع ماشین مساوی باشد، مسلماً ماشین نوع y ترجیح داده خواهد شد و در صورتیکه قیمتهای خرید ماشین آلات متفاوت باشد، ملاک حداقل هزینه سرمایه گذاری (قیمت هر ماشین × تعداد ماشین مورد نیاز) خواهد بود.

ج- محاسبه تعداد ماشین بر اساس فرآیند تولید:

فرض کنید ماشین X قادر است قطعات A و B و C را تولید کند راندمان عملیات ٪۹۵ و ضایعات ٪۵ است جزئیات مربوط به تولید هر قطعه در زیر آمده است. مطلوب است تعداد لازم از ماشین X با توجه به ۴۸ ساعت کار در هفته

ساعت کار در هفته ۴۸ = زمان دسترسی به ماشین

جزئیات تولید	محصول A	B	C
تقاضای هفتگی	۱۰۰۰	۵۰۰۰	۲۵۰۰
زمان استاندارد (دقیقه)	۱	۰/۶	۰/۲
زمان آماده سازی (دقیقه)	۳۰	۵۰	۱۰
تعداد دفعات آماده سازی برای کل تولید	۱	۴	۶

زمان خالص تولید + زمان آماده سازی = کل زمان تولید

$$\text{زمان آماده سازی (ساعت)} = \frac{1}{60}\ (1\times30)+(4\times50)+(6\times10)=4{,}84$$

تقاضای واقعی برای تولیدی این قطعات بدین شرح محاسبه می گردد:

$$\text{قطعه A} = \frac{1000}{\alpha(1-\beta)} = \frac{1000}{(0/95)(0/95)} = 1108$$

$$\text{قطعه B} = \frac{5000}{(0/95)(0/95)} = 5540$$

$$\text{قطعه C} = \frac{2500}{(0/95)(0/95)} = 2770$$

$$\text{زمان خالص تولید (ساعت)} = \frac{1}{60}[(1108\times1)+(5540\times0/6)+(2770\times0/2)] = 83/1$$

ساعت ۸۳/۱=

ساعت = ۸۷/۹۴ = ۸۳/۱ + ۴/۸۴ = کل زمان تولید

$$\text{تعداد ماشین مورد نیاز} = \frac{\text{کل زمان مورد نیاز برای تولید}}{\text{زمان دسترسی به ماشین}} = \frac{87/94}{48} = 1/83$$

فرض کنید که ماشین یک تا هفت، عملیات یک تا هفت را به ترتیب جهت تولید ۱۳۴ هزار قطعه مورد نظر در سال انجام می دهند. هر سال کاری برابر ۲۰۰۰ ساعت در نظر گرفته شده است راندمان همه ماشینها ٪۹۰ است، سایر اطلاعات مورد نیاز در جدول زیر داده شده است. تعداد ماشین آلات از نوع یک تا هفت را محاسبه نمایید.

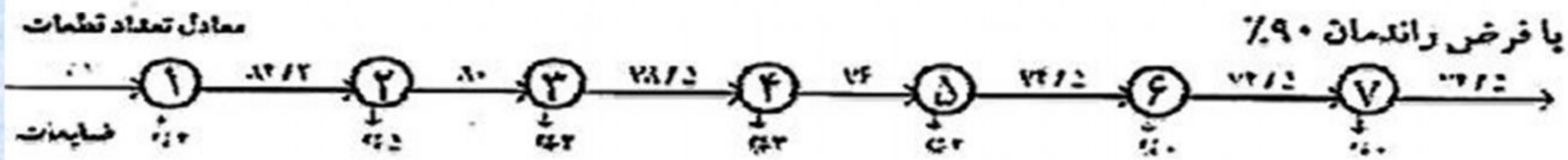
شماره ماشین یا مرحله عملیات	زمان استاندارد عملیات	درصد ضایعات	ظرفیت ماشین بر حسب قطعه در ساعت
۱	۱	۴	$\frac{۶۰}{۱} = ۶۰$
۲	۲٫۵۲	۵	۲۳٫۸
۳	۰٫۷۲	۲	۸۳٫۴
۴	۰٫۲۵۲	۳	۲۳۸
۵	۱٫۰۸۳	۲	۵۵٫۴
۶	۱٫۰۸۱	۰	۵۵٫۵
۷	۰٫۴۱۹	۰	۱۴۳

$$\text{توان تولید مورد نیاز در ساعت} = \frac{۱۳۴۰۰۰}{۲۰۰۰} = ۶۷$$

* در اینجا فرض آنست که راندمان ماشین ها در محاسبهٔ زمان استاندارد هر عملیات ٪۱۰۰ محاسبه شده است و در صورتیکه در محاسبهٔ زمان استاندارد راندمان واقعبینانه و ٪۹۰ محاسبه شده بود، ظرفیت ماشین در هر ساعت ۰٫۹ مقادیر فوق بدست می آمد و در این صورت نیازی به محاسبات جدول آخری برای محاسبه تعداد هر نوع ماشین با توجه به راندمان آنها نبود.

شماره عملیات	تعداد خروجی مورد نیاز	درصد ضایعات	تعداد قطعات ورودی به ماشین در این مرحله
۷	۶۷	۰	$\frac{۶۷}{۱-۰} = ۶۷$
۶	۶۷	۰	$\frac{۶۷}{۱-۰} = ۶۷$
۵	۶۷	۲	$\frac{۶۷}{۱-۰/۰۲} = ۶۸/۳$
۴	۶۸/۳	۳	$\frac{۶۸/۳}{۱-۰/۰۳} = ۷۰/۵$
۳	۷۰/۵	۲	$\frac{۷۰/۵}{۱-۰/۰۲} = ۷۲$
۲	۷۲	۵	$\frac{۷۲}{۱-۰/۰۵} = ۷۵/۹$
۱	۷۵/۹	۴	$\frac{۷۵/۹}{۱-۰/۰۴} = ۷۸/۹$

شماره عملیات	تعداد ورودی به ماشین	معادل تعداد قطعات ورودی با توجه به راندمان	ظرفیت ماشین در ساعت	تعداد ماشین مورد نیاز (تعداد تئوریک)
۱	۷۸٫۹	$\frac{۷۸/۹}{۰/۹۰} = ۸۷/۷$	۶۰	$\frac{۸۷/۷}{۶۰} = ۱/۴۶$
۲	۷۵٫۹	۸۴٫۲	۲۳٫۸	۳٫۵۴
۳	۷۲	۸۰	۸۳٫۴	۰٫۹۶
۴	۷۰٫۵	۷۸٫۵	۲۳۸	۰٫۳۳
۵	۶۸٫۳	۷۶	۵۵٫۴	۱٫۱۸
۶	۶۷	۷۴٫۵	۵۵٫۵	۱٫۳۴
۷	۶۷	۷۴٫۵	۱۴۳	۰٫۵۲



لیست تجهیزات و ابزار آلات

این لیست معمولاً برای هر محصول خاص براساس کاربرد ابزارهای مختلف در بخش های مختلف پر می شود.

- **بعلت کثرت، ابزارها باید توسط کدهای مناسب شناسایی شوند.**

انواع ابزار آلات

اختصاصی: ابزارهای مورد استفاده در فعالیتهایی که در تکرار زیاد انجام می شوند و تماس کارگر با آن مستمر است و فقط برای آن فعالیت خاص طراحی شده اند.

✓عمومی: ابزارهای مورد استفاده در فعالیتهای موردی (تعداد دفعات استفاده از این نوع کم می باشد).

لیست ابزار آلات

نام بخش: نام محصول: تاریخ تهیه:

ردیف	نام ابزار	کد ابزار	مشخصات فني	محل مورد استفاده	تعداد	واحد	ملاحظات

برگه عملیاتی

- جدولی است که اطلاعات مربوط به روند ساخت یک قطعه، بهمراه الزامات، در آن ثبت می شود.
- این برگه فقط مختص قطعات ساختنی است.
- ماشین آلات و ابزارهای مورد استفاده در فرآیند ساخت نیز در برگه عملیاتی منظور می گردد.

نمونه ای از برگه عملیاتی

نام قطعه:	**برگه عملیاتی**	**تاریخ تهیه:** **تهیه کننده**
شرکت: محصول: **قطعه:** کد قطعه: وزن قطعه: تعداد مصرف در محصول: تعداد مورد نیاز:		شماره نقشه: مقیاس نقشه:

عمل	مرحله	شرح عمل	ماشین	ابزار	مواد خام مصرفي	وزن مواد خام	توضیحات

برگه عملیاتی

- در برگه عملیاتی، لزوماً بازرسی ثبت نمی شود.
- برای قطعات ساختنی میتوان بجای برگه عملیاتی از جدول فرایند عملیات استفاده کرد.

جدول فرآیند عملیات
(OPT) Operation Process Table

جدول فرآیند عملیات جدولی است که اطلاعات کلیه مراحل تولید، از ماده اولیه تا قطعه نهایی بهمراه ماشین آلات و ابزارها و زمان مورد نیاز و لوازم جانبی در آن مشخص شده است.

نمونه ای از جدول فرآیند عملیات

جدول فرآیند عملیات		
تعداد مورد نیاز	شماره نقشه:	نام محصول:
		روزانه:
تعداد حفره در قالب:	شماره قطعه:	نام قطعه:

ردیف	مرحله	شرح عملیات	ماشین	ابزار	زمان استاندارد	ظرفیت ماشین	تعداد ماشین	تعداد کارگر	فضای مورد نیاز	توضیحات

جدول فرآیند عملیات

- جدول فرآیند عملیات نوع تکمیل یافته برگه عملیاتی است.
- کلیه مراحل ساخت یک قطعه همراه با بازرسی در مراحل مختلف در این جدول ثبت می شود.
- این جدول همانند برگه عملیاتی مخصوص قطعات ساختنی است.
- حمل و نقل، تاخیر و انبار در این جدول ثبت نمی شود.

کاربردهای جدول فرآیند عملیات

- این جدول بهمراه برگه عملیاتی، روش انجام کار را مشخص می کنند که هر اپراتور موظف است برطبق این دو جدول عمل نمایند.
- یکی از مهمترین منابع اطلاعاتی جهت آنالیز و بررسی داده ها و شناسایی بهبود است.
- برای طراحی جدول از-به از دو جدول فوق استفاده می شود.

جدول فرآیند عملیات ساخت و مونتاژ

- کلیه مراحل ساخت و مونتاژ یک قطعه اصلی از یک مجموعه یا محصول را نشان می دهد.
- علاوه بر تمام مراحل ساخت یک قطعه اصلی، نحوه و روش مونتاژ قطعات به قطعه اصلی را تا تکمیل محصول نهایی نشان می دهد.
- شکل کلی آن مشابه جدول فرآیند عملیات می باشد.
- این جدول مخصوص هر قطعه اصلی از یک زیرمجموعه از محصول است.
- حمل و نقل، تاخیر و انبار در این جدول ثبت نمی شود.

جدول فرآیند عملیات چند قطعه ای(چند محصولی)

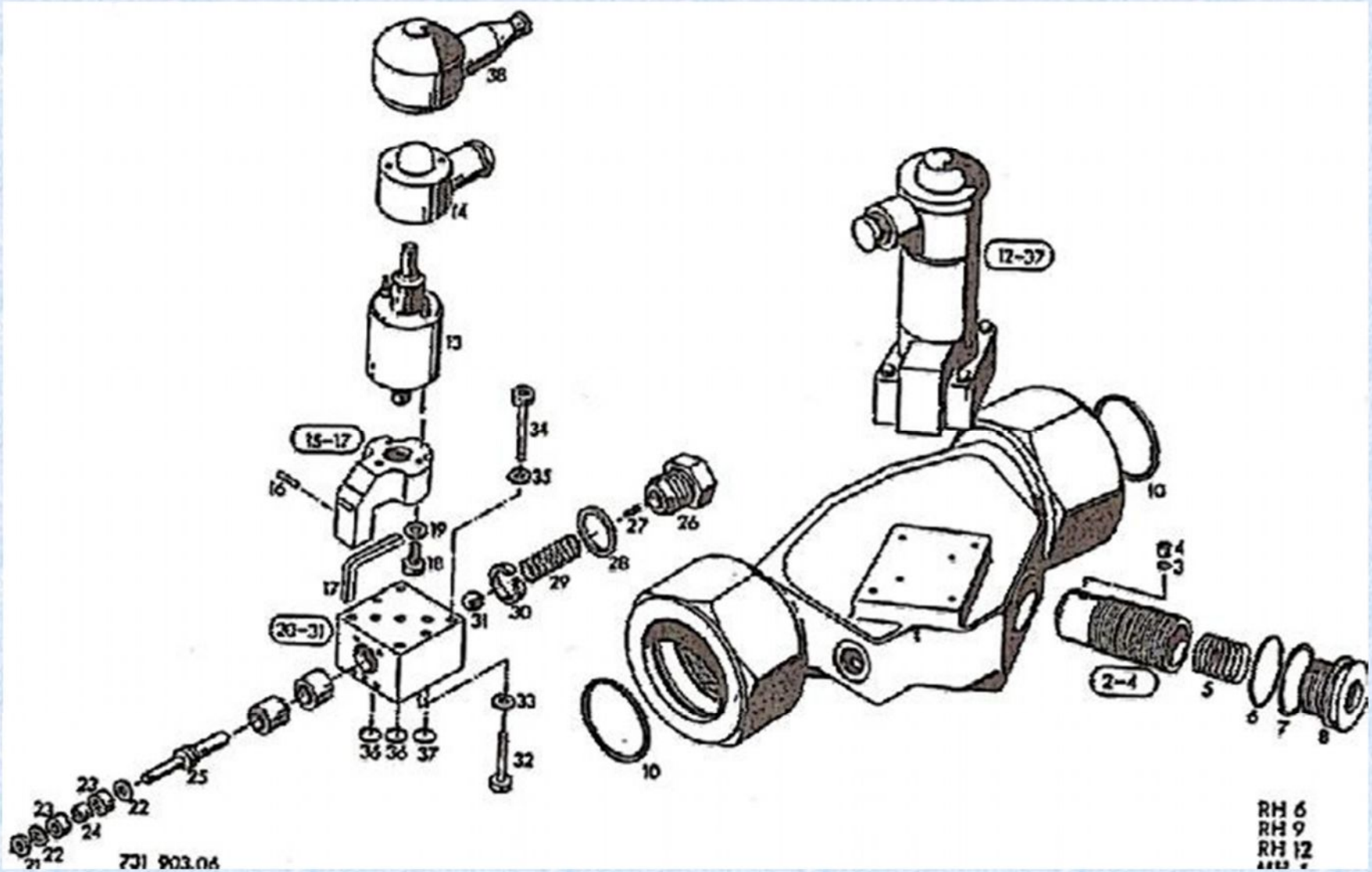
- جدولی است که مراحل تولید (فرآیند تولید) قطعات را با یکدیگر مقایسه می کند.
- تمام قطعات یا محصولات مورد مقایسه را در سطر اول جدول ردیف کنید.
- طبق فرآیند تولید هر قطعه، ارتباط بین بخش ها را با شماره های صعودی مشخص کنید.

نمونه ای از جدول فرآیند عملیات چند قطعه ای

جدول فرآیند عملیات چند قطعه اي			
نام بخشهاي عملياتي به ترتيب استقرار	...	قطعه 2	قطعه 1
آماده سازي مواد اوليه		10	10
فرز			30
تراش		20	20
مته		30	40
...		...	...

نقشه انفجاری محصول

- عکس اجزاء مختلف محصول که بترتیب به هم متصل می شوند در کنار یکدیگر نشان داده می شوند.
- روش مونتاژ محصول بصورت تصویری نشان می دهد.
- توالی و ترتیب اتصال قطعات به یکدیگر مشخص می شود.

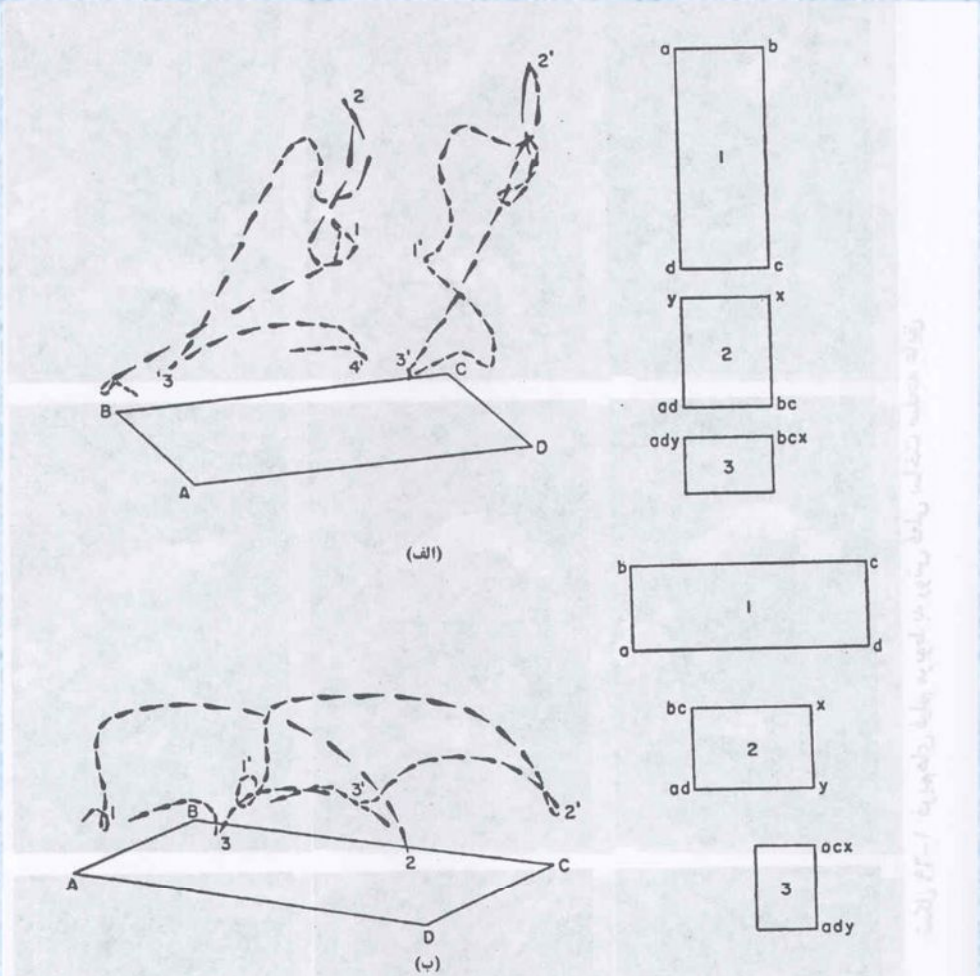

38
14
13
12-37
15-17
34
35
16
19
18
17
27
26
28
29
30
31
20-31
33
32
36
36
37
10
10
4
3
2-4
5
6
7
8
25
23
22
24
23
22
21
731 903.06
RH 6
RH 9
RH 12

سایکل گراف و کرونو سایکل گراف:

سایکل گراف عبارت است از ثبت تصویری حرکت عضوی از بدن بر روی فیلم ، به این صورت که یک لامپ به عضو مورد نظر وصل می شود و از حرکت ان عکسبرداری می گردد.

در این روش در واقع مسیر حرکت لامپهای ریز در حین حرکت در فضا ثبت می شود

کرونو سایکل گراف ثبت تصویری است مشابه سایکل گراف با این تفاوت که یک وسیله برای قطع و وصل جریان قرار داده می شود به طوری که لامپها روشن و خاموش می شوند به طوری که هم سرعت و هم جهت حرکت قابل تعیین و محاسبه هستند . فاصله نقاط در این منحنی بستگی به سرعت کارگر دارد. هر چه سرعت کارگز بیشتر باشد فاصله نقاط زیاد و هر چه سرعت کارگر کمتر باشد فاصله نقاط به هم نزدیک تر است.



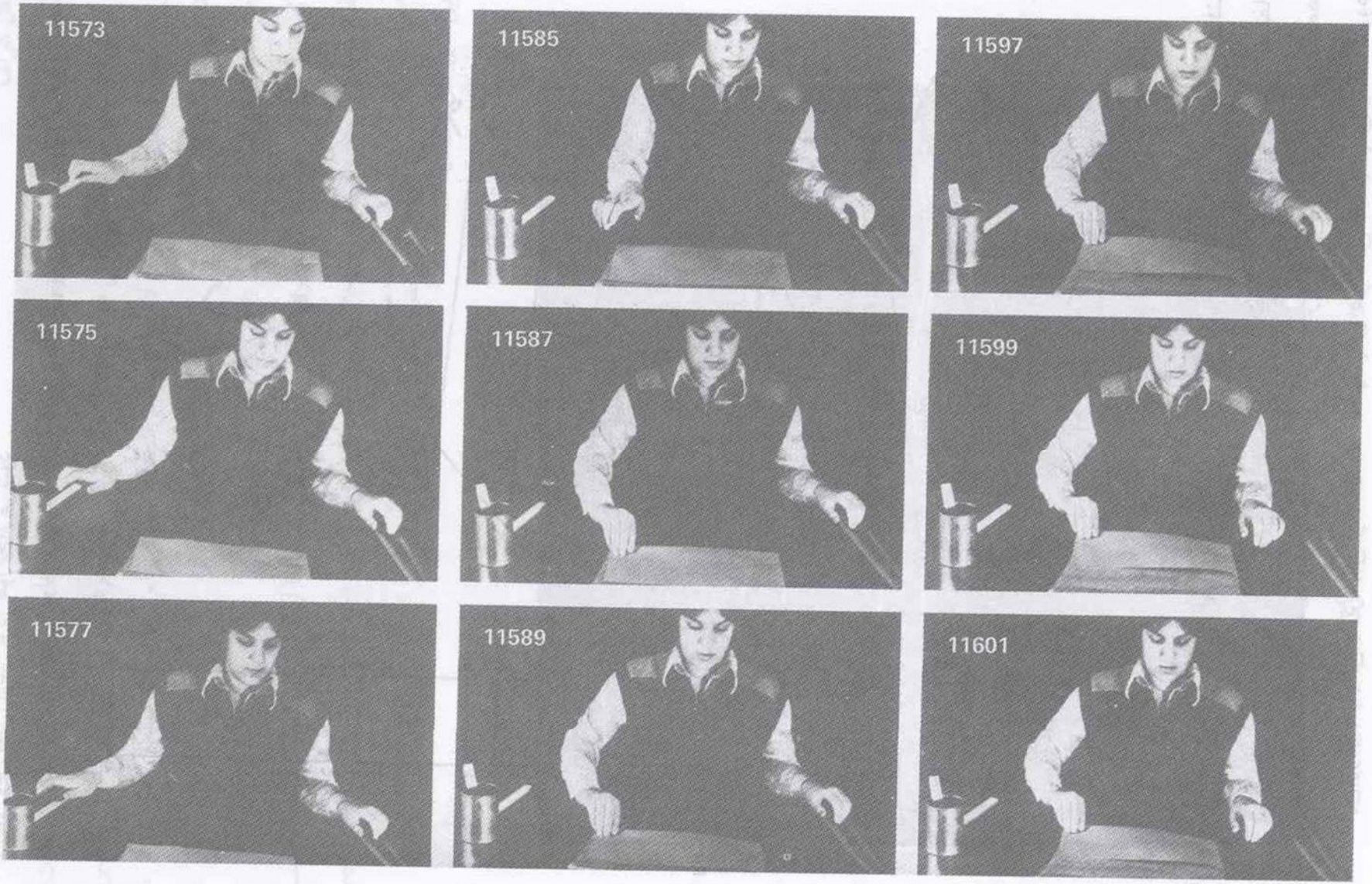
شکل ۶۸-۱ کرونوسایکل گراف مربوط به تاکردن حوله

آنالیز فیلم:(Film Analysis)

عبارت است از تجزیه وتحلیل نوعی نوار ویدئوئی خاص که با یک سرعت خاص گرفته شده است.

این فرایند شامل سه مرحله است :فیلمبرداری ، تجزیه و نحلیل فیلم و ارائه داده ها

کاربرد عمده این روش در یکی یا ترکیبی از حالات :سیکلهای طولانی ، فعالیتهای یک گروه و سیکل های نامنظم می باشد. این روش شرح مفصل تری رانسبت یه مشاهده چشمی ایجاد می کند.



شکل ۶۹-۱ فریم‌های فیلم مربوط به روش فعلی ساخت صفحه عایق

به نام خدا

جزوه آموزشی
کار (روش) سنجی و زمان سنجی
(درس ارزیابی کار و زمان)

مدرس: دکتر فرزاد بهروزی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم

گرد آوری و تالیف:
دکتر سیف برقی
[redacted]

مقدمه

تکنیک مطالعه کار (ارزیابی کار و زمان) از دو تکنیک *روش سنجی* و *زمان سنجی* تشکیل شده است که هدف از آن استفاده اثر بخش از مواد اولیه، نیروی انسانی، تجهیزات و ماشین آلات و ترکیب آنها می باشد.

در روش سنجی روش های موجود انجام کار به دقت ثبت شده، تحلیل گردیده و بهبودهای مورد نیاز در آنها به منظور کاهش عملیات اضافی، کاهش هزینه ها و تسهیل روش های انجام کار انجام می شود. در روش سنجی فرایندها و روش های کاری و استقرار تجهیزات و ماشین آلات (لی اوت) بهبود یافته و از مواد اولیه، نیروی انسانی و تجهیزات استفاده بهتری به عمل می آید.

در زمان سنجی از تکنیک هایی به منظور تخصیص زمان انجام کار مشخص توسط افراد مجرب و با عملکرد مشخص استفاده می شود تا از این طریق زمان های غیرموثر کاری مشخص گردد.

از ترکیب روش سنجی و زمان سنجی زمان استاندارد جهت انجام عملیات بهبود یافته کار به دست می آید. به عبارت دیگر ابتدا روش های انجام کار بهبود یافته و بهترین روش انجام کار مشخص می گردد. سپس حجم کاری روش های بهبود یافته اندازه گیری شده و زمان نرمال انجام کار بهبود یافته مشخص می شود. در مرحله بعد زمان استاندارد روش های جدید به دست آمده و از این طریق روش های انجام کار شرکت مشخص شده و زمان سنجی می گردند.

فرآیند ارزیابی کار و زمان شامل مراحل اصلی ذیل می باشد که مراحل ۱ الی ۴ در فاز روش سنجی، مراحل ۵ الی ۷ در فاز زمان سنجی و مراحل ۸ الی ۱۰ در فاز پیاده سازی و استقرار انجام می شوند:

الف- فاز روش سنجی:

۱- انتخاب کار مورد مطالعه

۲- مستندسازی اولیه شامل ثبت کلیه جزئیات روش موجود از طریق مشاهده مستقیم و استفاده از ابزار ترسیمی

۳- بررسی دقیق و منتقدانه مشاهدات و اطلاعات جمع آوری شده و تجزیه و تحلیل آنها حصول اطمینان از آنکه از کاراترین روش ها و حرکات استفاده شده و کلیه عناصر خارجی و غیر مفید از عناصر مفید تفکیک شده اند.

۴- طراحی مناسب ترین روش انجام کار با در نظر گرفتن شرایط واقعی و اصول اقتصادی حرکت و مشخص نمودن کار استاندارد

ب- فاز زمان سنجی:

۵- زمان سنجی کار استاندارد و تعیین زمان های پایه (نرمال)

۶- شناسایی و تعیین زمان های مجاز

۷- تعیین زمان های استاندارد

پ- فاز پیاده سازی و استقرار:

۸- تعریف روش جدید و تدوین آئین نامه، دستورالعمل و فرم های مربوطه

۹- اجرا و پیاده سازی روش جدید

۱۰- کنترل نحوه انجام روش جدید و حفظ و نگهداری سیستم

در بخشهای بعدی به تفصیل مراحل ۱ تا ۱۰ به تفصیل توضیح داده خواهد شد.

۱– فاز روش سنجی

همانطور که در بخش مقدمه بدان اشاره شد این فاز از ۴ بخش زیر تشکیل می گردد.

۱– انتخاب کار مورد مطالعه

۲– مستندسازی اولیه شامل ثبت کلیه جزئیات روش موجود از طریق مشاهده مستقیم و استفاده از ابزار ترسیمی

۳– بررسی دقیق و منتقدانه مشاهدات و اطلاعات جمع آوری شده و تجزیه و تحلیل آنها حصول اطمینان از آنکه از کاراترین روش ها و حرکات استفاده شده و کلیه عناصر خارجی و غیر مفید از عناصر مفید تفکیک شده اند.

۴– طراحی مناسب ترین روش انجام کار با در نظر گرفتن شرایط واقعی و اصول اقتصادی حرکت و مشخص نمودن کار استاندارد

۱–۱– انتخاب کار مورد مطالعه

معمولا در سازمانها فعالیتهای بسیاری وجود دارند که نیازمند ایجاد بهبود و اصلاح روشهای کاری می باشند، لیکن ممکن است اصلاح و بهبود در کلیه فعالیتهای سازمان از توجیه اقتصادی لازم برخوردار نباشد و یا بعضا انجام بهبود در یک فعالیت یا در یک بخش تولیدی همراه با مقاومت شدید نیروی انسانی باشد. بنابراین لازمست این دو مسئله مهم یعنی مقاومت نیروی انسانی و برخورداری از توجیه اقتصادی به طور همزمان در انتخاب یک کار برای بهبود مورد توجه قرار گیرد. تجربه برخی از شرکتها در خصوص آغاز بهبود فعالیتها از بخشهایی که توام با مقاومت شدید نیروی انسانی بوده است نشان می دهد که این مورد از ریسک بالایی برخوردار بوده و حتی ممکن است ریشه بهبود سازمانی را تا مدتهای مدیدی در سازمان بخشکاند. بنابراین فعالیتهایی جهت بهبود باید در الویت انتخاب قرار گیرند که علاوه بر داشتن کمترین مقاومت نیروی انسانی از توجیه اقتصادی لازم نیز برخوردار باشند.

صرفه اقتصادی در بهبود یک فعالیت را می توان با در نظر گرفتن تکثر انجام آن فعالیت و منافع حاصل از بهبود آن فعالیت برآورد کرد، به عبارت دیگر می توان گفت:

صرفه اقتصادی بهبود = تعداد بارهای اجرای فعالیت در طول یکسال × منافع حاصل از بهبود

بنابراین ممکن است بهبود در انجام یک فعالیت منفعت زیادی حاصل کند لیکن به دلیل پایین بودن تعداد بارهای اجرا از صرفه اقتصادی لازم برای انتخاب برخوردار نباشد. بدیهی است فعالیتهایی دارای الویت بالاتر برای انتخاب جهت بهبود

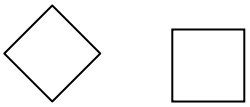
برخوردارند که مجموعا صرفه اقتصادی بالاتری برای سازمان داشته باشند. البته شرط مقاومت نیروی انسانی نیز باید رعایت شود.

۱-۲- مستندسازی اولیه

به طور کلی به منظور ایجاد بهبود در هر فعالیتی شرط لازم مستند سازی آن فعالیت می باشد. فعالیت صورت گرفته می تواند مونتاژ یک محصول، تولید محصول و یا فعالیتی باشد که توسط یک کارگر صورت می گیرد. به منظور تجزیه و تحلیل بهتر کار باید از ابزارهای مختلف مستند سازی استفاده کرد. این ابزارها معمولا نیاز به یک سری علائم استاندارد دارند. به طور کلی عملیات یا فعالیتهای صنعتی را می توان شامل ۵ مورد زیر دانست که معمولا در کارخانجات برای تبدیل مواد اولیه به محصول نهایی انجام می شوند.

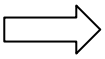
۱- دایره

به مفهوم عملیات (Operation) است. بیانگر هر نوع تغییر عمدی در مواد یا قطعات، تغییر فیزیکی یا شیمیایی، مونتاژ یا جداسازی، برنامه ریزی، طراحی، آماده سازی جهت انجام فعالیت بعدی و به طور کلی هر گام مفیدی که یک مرحله به محصول نهایی نزدیک تر شویم می باشد. مثل سوراخ کردن قطعه فلزی، برش ورق، ماشینکاری قطعه، اتصال دو قطعه به هم و یا ترکیب مواد شیمیایی



۲- مربع یا لوزی

به مفهوم انجام بازرسی می باشد. معمولا مربع جهت بازرسی کمی و لوزی جهت بازرسی کیفی مورد استفاده قرار می گیرد. بازرسی کمی بیانگر مقایسه نتایج با یک معیار کمی است. به عنوان مثال اندازه گیری طول یا وزن محصول، لیکن بازرسی کیفی بیانگر مقایسه نتایج با یک معیار کیفی مثل کیفیت مواد، رنگ، وضعیت ظاهری و ... می باشد که معمولا توسط چشم یا دست انجام می گیرد.

۳- حمل ونقل یا جابجایی 

تغییر مکان کارگر، مواد و یا تجهیزات از محلی به محل دیگر را نشان می دهد. معمولا در جابجایی یک جسم وسیله مورد استفاده، مسافت و زمان ذکر می شود. مثل جابجایی قطعات نیمه ساخته از ماشین ۱ به ۲ با لیفتراک

۴- تاخیر یا انتظار

هنگامی صورت می گیرد که عمل برنامه ریزی شده بعدی بصورت فوری و طبق برنامه انجام نپذیرد. می تواند اجتناب پذیر یا اجتناب ناپذیر باشد. مثل انتظار مواد و قطعات نیمه ساخته در صف جهت انجام عملیات توسط ماشین بعدی، انتظار مواد جهت رسیدن بالابر

۵- انبار

نوعی ذخیره سازی کنترل شده را نشان می دهد که درآن برداشت یا گذاشتن مواد معمولا ثبت می شود. مثل مواد اولیه انبار شده در انبار مواد یا توده مواد خام انباشته شده. معمولا قطعات یا محصولات در حین انبار، نیاز فوری ندارند.

نکته: معمولا حالت تاخیر دارای زمان کوتاه بوده، لیکن انبار طولانی تر می باشد.

عمومی ترین نمودارهای مورد استفاده در نمایش یا تحلیل عملیات صنعتی به شرح زیر می باشند:

۱- نمودار مونتاژ (Assembly Chart) (AC)

۲- نمودار فرایند عملیات (Operation Process Chart) (OPC)

۳- نمودار فرایند جریان (Flow Process Chart) (FPC)

۴- جدول فعالیتهای دست راست و چپ (Right and Left Hand)

۱- نمودار مونتاژ

نمودار مونتاژ ترتیب سوار کردن قطعات را بر روی یکدیگر از ابتدا تا تشکیل محصول نهایی نمایش می دهد. این نمودار می تواند جنبه های زیر را مشخص سازد.

الف- محصول از چه قطعاتی تشکیل شده است؟

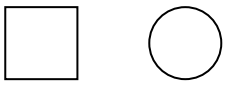
ب- قطعات چگونه به یکدیگر می پیوندند؟

ج- هر مونتاژ فرعی شامل چه قطعاتی است؟

د- قطعات چگونه به خط مونتاژ وارد می شوند؟

ه- ارتباط قطعات در جریان مونتاژهای فرعی چگونه است؟

در این نمودار عموما از علامت دایره (به مفهوم عمل مونتاژ) و مربع (به مفهوم بازرسی) استفاده می شود:



جهت رسم نمودار با توجه به لیست قطعات، یکی از قطعات را به عنوان قطعه اصلی انتخاب نموده (معمولا قسمت اساسی و پایه ای محصول انتخاب می شود) و در سمت چپ کاغذ قسمت بالا قراردهید. سایر قطعات را به ترتیبی که می بایست وارد خط مونتاژ شوند در زیر قطعه اصلی قرار دهید. همانطور که از مثال داده شده مشخص است، خط اصلی مونتاژ در سمت راست کاغذ قرار داده می شود و مونتاژهای فرعی (زیر مونتاژها) ما بین این دو قسمت قرار می گیرند.

نکته۱: شماره قطعات داخل دایره هایی که اندازه آنها عموما کوچکتر از دایره های اصلی (که نشان دهنده عمل مونتاژاست) می باشد، در سمت چپ نمایش داده می شود.

نکته۲: مونتاژهای اصلی با نماد A و مونتاژهای فرعی با نماد S^nA ,..., SSSA, SSA, SA نمایش داده می شوند. بهتر است اندازه دایره های مونتاژهای فرعی در هر سطح با سطح دیگر متفاوت باشد. معمولا سطوح بالاتر را بزرگتر رسم می کنند. یعنی مثلا اندازه دایره SSA کمی بزرگتر از SA و SA کمی بزرگتر از A در نظر گرفته می شود.

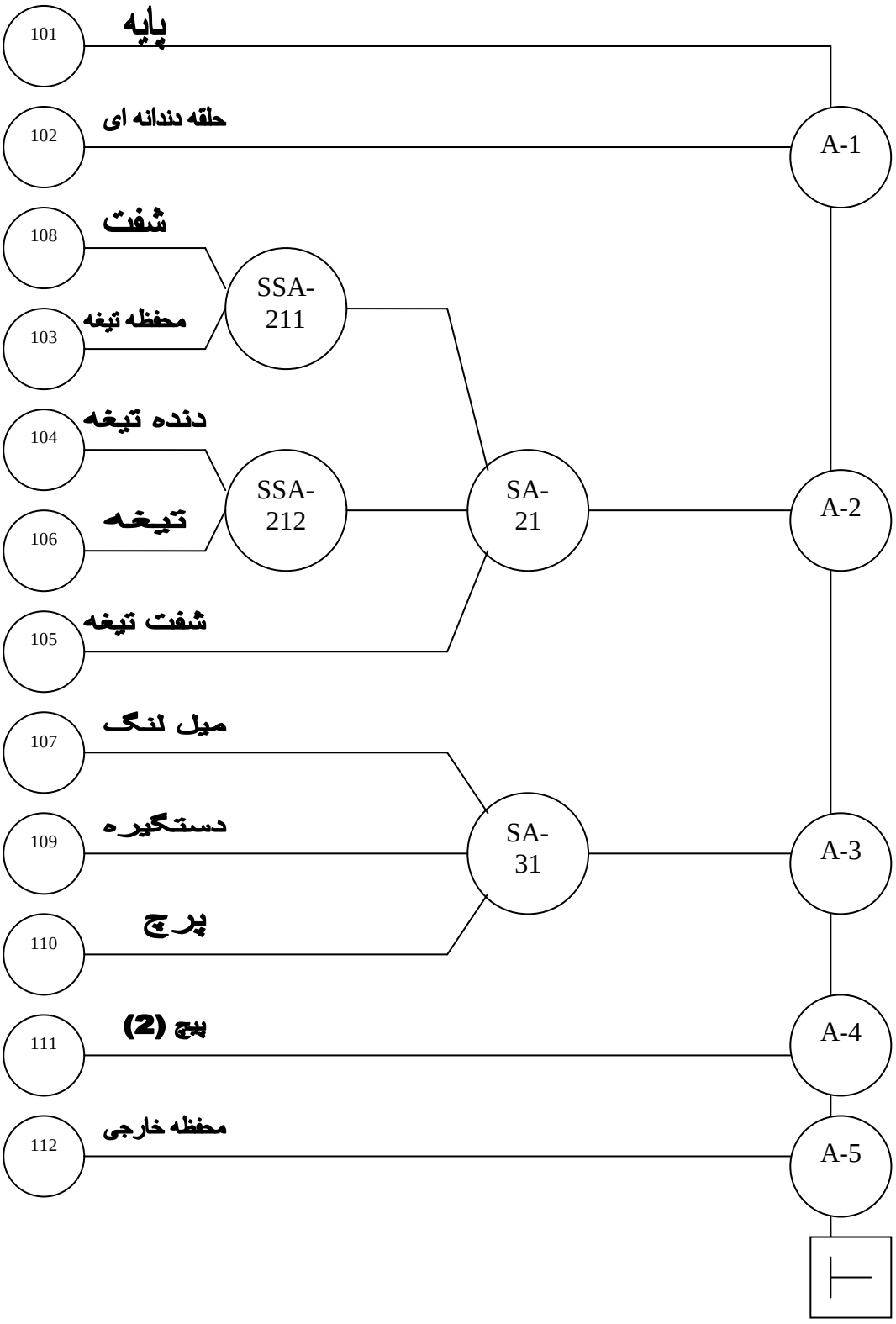
مثال: لیست قطعات (Part List) به همراه مراحل ساخت قطعات مختلف محصول مداد تراش اداری به صورت زیر داده شده است. نحوه مونتاژ آن بدین شرح است:

در ابتدا حلقه دندانه ای روی پایه بسته می شود (ایستگاه اول مونتاژ). سپس مجموعه مونتاژ شده شفت و محفظه تیغه به همراه مجموعه مونتاژی دنده تیغه و تیغه و همچنین شفت تیغه به تنهایی با هم مونتاژ شده و به مجموعه اصلی اضافه می شوند (ایستگاه مونتاژ دوم). در ادامه دستگیره روی میل لنگ پرچ شده و نهایتا ۲ عدد پیچ و سپس محفظه خارجی به مجموعه اضافه می شوند و بازرسی نهایی صورت می گیرد.

مطلوبست رسم نمودار مونتاژ محصول به کمک علائم مربوطه و رعایت استانداردهای رسم

کد قطعه	نام قطعه	ضریب مصرف	مراحل ساخت
۱۰۱	پایه	۱	ریخته گری- سوراخکاری- تمیز کاری
۱۰۲	حلقه دندانه ای	۱	خریداری می شود.
۱۰۳	محفظه تیغه	۱	ریخته گری- تمیزکاری- سوراخکاری و قلاویز کاری
۱۰۴	دنده تیغه	۱	تراشکاری و بریدن- دندانه بریدن
۱۰۵	شفت تیغه	۱	خریداری می شود.
۱۰۶	تیغه	۱	دندانه بریدن- سوراخکاری و برش- سختکاری- سنگ زنی
۱۰۷	میل لنگ	۱	ریخته گری- سوراخکاری- قلاویز کردن
۱۰۸	شفت	۱	تراشیدن و بریدن

۱۰۹	دستگیره	۱	خریداری می شود.
۱۱۰	پرچ	۱	خریداری می شود.
۱۱۱	پیچ	۲	خریداری می شود.
۱۱۲	محفظه خارجی	۱	خریداری می شود.


101
پایه
102
حلقه دندانه ای
108
شفت
103
محفظه تیغه
SSA-211
104
دنده تیغه
106
تیغه
SSA-212
105
شفت تیغه
SA-21
107
میل لنگ
109
دستگیره
110
پرچ
SA-31
111
بیج (2)
112
محفظه خارجی
A-1
A-2
A-3
A-4
A-5

۲- نمودار فرایند عملیات

نمودارفرایند عملیات علاوه بر نمایش ترتیب سوار کردن قطعات، کلیه عملیات و بازرسیها در طول فرایند تولید محصول را نیز نشان می دهد. از این رو الگوی جریان مواد را به طرز بهتری نسبت به نمودار مونتاژ نمایش می دهد. این نمودار می تواند جنبه های زیر را مشخص سازد.

الف- کلیه عملیاتی که بر روی هر قطعه انجام می شود.

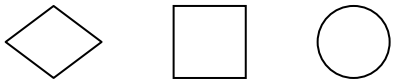
ب- ترتیب انجام عملیات بر روی هر قطعه

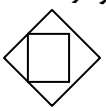
ج- مونتاژهای فرعی انجام گرفته

د- قطعات خریداری شده و ساخته شده

ه- مونتاژهای انجام گرفته جهت تکمیل محصول نهایی

در این نمودار عموما از علامت دایره (به مفهوم عملیات) و مربع (به مفهوم بازرسی کمی) و لوزی (به مفهوم بازرسی کیفی) استفاده می شود:

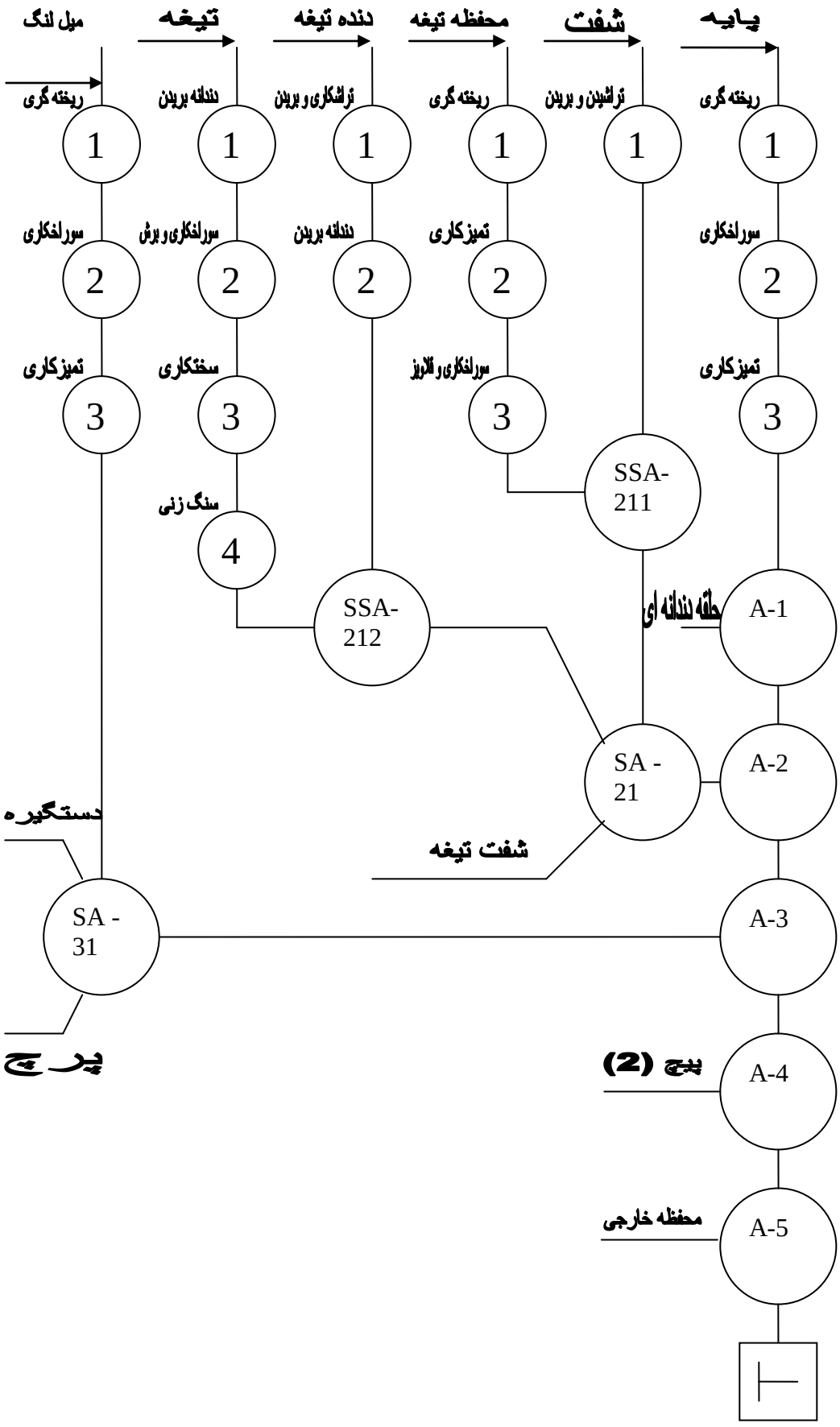


گاهی اوقات از علائم ترکیبی در رسم این نمودار استفاده می شود که در واقع به مفهوم وقوع همزمان دو حالت است. مثلا وقوع همزمان بازرسی کمی و کیفی 

جهت رسم نمودار قطعه اصلی را که سایر قطعات برآن سوار می شوند و بیشترین عملیات بر روی آن انجام می شود را در قسمت بالا و سمت راست کاغذ قرار می دهیم. سپس عملیات و بازرسی های لازم جهت تکمیل قطعه مورد نظر را مطابق مثال های ارائه شده در زیر قطعه نمایش می دهیم. به همین ترتیب سایر قطعات ساختنی را نیز به ترتیب پس از قطعه اول ازسمت راست قرار می دهیم و عملیات و بازرسی های لازم را در زیر هر یک نمایش می دهیم.

نکته: در صورتیکه قبلا نمودار مونتاژ رسم شده باشد، ترتیب قرار گرفتن قطعات ساختنی درنمودار فرایند عملیات از روی نمودار مونتاژ به سهولت به دست خواهد آمد.

اطلاعات مثال قبل را در نظر بگیرید. برای محصول مورد نظر نمودار فرایند عملیات به صورت زیر قابل رسم است.


میل لنگ
تیغه
دنده تیغه
محفظه تیغه
شفت
پایه
ریخته گری
دندانه بریدن
تراشکاری و بریدن
ریخته گری
تراشیدن و بریدن
ریخته گری
1
سوراخکاری
سوراخکاری و برش
دندانه بریدن
تمیزکاری
سوراخکاری
2
تمیزکاری
سختکاری
سوراخکاری و فلوز
تمیزکاری
3
سنگ زنی
4
SSA-211
SSA-212
حلقه دندانه ای
A-1
SA - 21
A-2
دستگیره
شفت تیغه
SA - 31
A-3
پرچ
پیچ (2)
A-4
محفظه خارجی
A-5

۳- نمودار فرایند جریان

این نمودار کلیه عملیات، بازرسیها، حمل و نقل ها، تاخیرها و انبارهای لازم برای تولید محصول یا قطعه ای از محصول را نشان می دهد. می تواند بصورت جدولی بدون قالب جدول تهیه شود. فواید این نمودار عبارتند از:

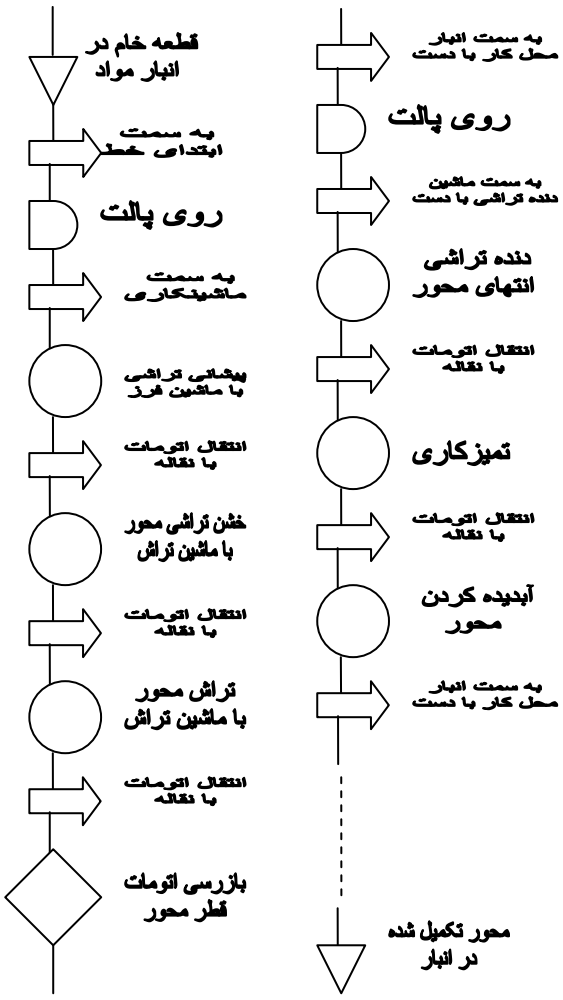
۱- ثبت کلیه مراحل فرایند

۲- فراهم آوردن مبنایی برای بررسی امکان اصلاح و بهبود عملیات و فعالیتها

۳- نشان دادن فواصل حرکتها و زمان عملیات

در این نمودار عموما از علامت دایره (به مفهوم عملیات) و مربع (به مفهوم بازرسی کمی) و لوزی (به مفهوم بازرسی کیفی) و علامتهای توضیح داده شده مربوط به حمل ونقل، تاخیر و انبار استفاده می شود.

مثال: مراحل تولید قطعه محور توسط علائم مربوطه در یک نمودار فرایند جریان به صورت زیر نشان داده می شود: می توان در کنار هر مورد زمان یا مسافت اجرای آن را نیز نوشت.



۴- جدول فعالیتهای دست راست و چپ

این جدول برای ثبت فعالیتهای انجام شده توسط دو دست راست و چپ به طور جداگانه اما همزمان بکار می رود. برای بهبود فعالیتهای دستی که در اجرای آنها از دو دست به طور همزمان استفاده می شود، می توان از این جدول کمک گرفت. به عنوان مثال جدول زیر نشان دهنده فعالیتهای یک کارگر با استفاده از دست راست و چپ به طورهمزمان می باشد.

روش فعلی ×						روش پیشنهادی					
	○	⇨	⇩	□	▽	صفحه: ۱ از ۲					
جمع	۱۵	۱۵	۱۳	۳	–	تاریخ:					
راست	۱۰	۱۱	–	۲	–	موضوع عملیات: جوشکاری بازوی شانه ای					
چپ	۵	۴	۱۳	۱	–	شروع عملیات:	پایان عملیات:				
دست راست	علائم					دست چپ	علائم				
شرح	○	⇨	⇩	□	▽	شرح	○	⇨	⇩	□	▽
حرکت دست به سمت تسمه ها		×				انتظار			×		
گرفتن دو تسمه	×					انتظار			×		
حمل دو تسمه به روی میز		×				انتظار			×		
قراردادن دو تسمه روی میز	×					انتظار			×		
حرکت دست به سمت نبشی		×				انتظار			×		
گرفتن نبشی	×					انتظار			×		
حمل نبشی به روی میز		×				انتظار			×		
تنظیم تسمه ها				×		تنظیم و نگهداشتن نبشی در وسط	×			×	
حرکت دست به سوی نبشی		×				نگهداشتن نبشی (استمرار)	×				
آوردن قطعه نبشی		×				نگهداشتن نبشی (استمرار)	×				
قراردادن نبشی در زیر لبه تسمه	×					رها کردن نبشی	×				

حرکت دست به سوی انبر		×				حرکت دست به سوی ماسک		×		
گرفتن انبر جوشکاری دارای الکترود	×					گرفتن ماسک	×			
حمل انبر تا محل جوش		×				حمل ماسک تا نزدیک چشم		×		
تنظیم الکترود با قطعه			×			انتظار			×	
عملیات جوشکاری	×					نگهداری ماسک در جلوی چشم	×			
حمل انبر به سمت محل اول		×				حمل ماسک به محل اولیه		×		
قراردادن انبر	×					قراردادن ماسک	×			
بازگشت دست به روی میز		×				بازگشت دست		×		
گرفتن انبردست	×					انتظار			×	
گرفتن شانه ای با انبردست	×					انتظار			×	
حمل بازوی شانه ای		×				انتظار			×	
قراردادن بازوی شانه ای به کنار	×					انتظار			×	
بازگشت		×				انتظار			×	
قراردادن انبردست	×					انتظار			×	

با توجه به نمودار فوق می توان بهبود در انجام عملیات از طریق کاستن از انتظارات دست چپ ایجاد کرد. مثلا همزمان با حرکت دست راست به سمت تسمه ها و برداشتن آنها، دست چپ نیز به سمت نبشی حرکت و آنها را بگیرد.

۱-۳- بررسی دقیق و منتقدانه

عبارت است از تجزیه و تحلیل حرکات مختلف بدن به منظور به دست‌آوردن مناسبترین حرکات و بهبود حرکات مفید و حذف یا کاهش حرکات غیر مفید. آنالیز حرکت مرحله آغازین طراحی در ایستگاههای کاری می‌باشد. معمولا در سه بخش انجام می شود.

۱ -تحلیل تربلیگی

۲ -تکنیک پرسشی یا فن سوال و جواب

۳ -تحلیل اصول اقتصادی حرکت شامل:

الف- اصول اقتصادی حرکت در رابطه با بدن انسان.

ب- اصول اقتصادی حرکت در رابطه با طرح میز کار.

ج- اصول اقتصادی حرکت در رابطه با ماشین‌آلات و ابزار.

۱- تحلیل تربلیگی

تربلیگ‌ها به طور عمده به حرکات بدن انسان در محل کار و فعالیتهای ذهنی همراه با آنها اشاره دارند و عبارتند از:

۱ -Search (Sh یا S): جستجو برای پیدا کردن شی. این تربلیگ ذهنی و غیر مفید است.

۲ -Select (St یا Se): انتخاب یک شی از میان سایر اشیاء. این تربلیگ ذهنی و غیر مفید است.

۳ -Reach : Transport empty (Re - Te): حرکت دست به سمت شی با هدف گرفتن آن، این تربلیگ فیزیکی و مفید است و به صورت «(نوع)(مسافت)R» نشان داده می‌شود.

۴ -Grasp (G): به دست آوردن کنترل شی، این تربلیگ فیزیکی و مفید بوده و به صورت «(نوع) G» نشان داده می‌شود.

۵ -Move: Transport loaded (M-TL): جابجایی شی از محلی به مرحله دیگر و به صورت« (وزن) (نوع) (مسافت)M» نشان داده می‌شود. این تربلیگ فیزیکی و مفید می‌باشد.

۶ -Position (P): قرار دادن شی همراه با تنظیم و جهت دادن. به صورت «(نوع کنترل)(نوع تقارن)(نوع اتصال) P» نشان داده می‌شود. این تربلیگ نیمه فیزیکی- نیمه ذهنی و غیر مفید می‌باشد.

۷ -Pre-position (PP): قرار دادن شی به صورتی که امکان استفاده بعدی آن سهل‌تر باشد. این تربلیگ فیزیکی و مفید است.

۸ -Assemble (A): مونتاژ قطعه. این تربلیگ مفید و هدف اصلی است.

۹ -Disassemble (Da): جداسازی دو قطعه. این تربلیگ مفید و هدف اصلی است.

۱۰ - Use (U): استفاده از ابزار برای جداسازی و یا اتصال دو شی. این تربلیگ مفید و هدف اصلی است.

۱۱ - Release load (Rl): رها کردن کنترل شی. به صورت «(نوع) RL» نشان داده می‌شود. این تربلیگ فیزیکی و مفید است.

۱۲ - Hold (H): نگاه داشتن شی در یک دست هنگامی که دست دیگر کاری روی آن انجام می‌دهد. این تربلیگ فیزیکی و غیر مفید است (گروه تأخیرات).

۱۳ - Plan (Pl-Pn): تعیین آنچه که باید در مرحله بعدی به انجام برسد. این تربلیگ ذهنی و غیر مفید است.

۱۴ - Avoidable delay (Ad): تأخیر قابل اجتناب، غیر مفید (گروه تأخیرات).

۱۵ - UnAvoidable delay (Ud): تأخیر اجتناب‌ناپذیر، غیر مفید (گروه تأخیرات).

۱۶ - Rest to overcome fatigue (R): فائق شدن بر خستگی، غیر مفید (گروه تأخیرات).

۱۷ - Inspect (I): بررسی انطباق شیء با اندازه، شکل، رنگ استاندارد یا سایر خصوصیات کیفی از قبل تعیین شده.

به منظور بهبود فعالیتهای مختلف می توان از چک لیستی مطابق زیر استفاده کردو پاسخ به سوالات زیر نشان دهنده نقاط و فرصتهای بهبود در این خصوص می باشد.

چک لیست سئوالات تربلیگ ها

:Search

۱ - آیا اقلام به خوبی مشخص شده‌اند، آیا می‌توان از برچسب و رنگ کمک گرفت؟

۲ - آیا می‌توان از ظروف شفاف استفاده کرد؟

۳ - آیا لی‌اوت (Layout) بهتر ایستگاه کاری این تربلیگ را حذف خواهد کرد؟

۴ - آیا میزان روشنائی کافی است؟

۵ - آیا می‌توان ابزار و قطعات را در محل‌های از پیش تعیین شده قراردارد؟

Select:

۱ – آیا قطعات مشترک را می‌توان جایگزین یکدیگر نمود؟

۲ – آیا می‌توان ابزار را استاندارد کرد؟

۳ – آیا مواد و قطعات در ظروف مشترکی نگهداری می‌شوند؟

۴ – آیا می‌توان از قفسه برای نگهداری قطعات در محل‌های از پیش تعیین شده کمک گرفت؟

Grasp:

۱ – آیا برای کارگر امکان دارد بیش از یک قطعه را بردارد؟

۲ – آیا استفاده از ظروف لبه‌دار، گرفتن قطعات کوچک را ساده می‌کند؟

۳ – آیا به منظور انجام این تربلیگ به صورت ساده و سریع می‌توان قطعات یا ابزار را در محل‌های از پیش تعیین شده خاصی قراردارد؟

۴ – آیا می‌توان از وسایل مغناطیسی، مکنده یا امثال آنها کمک گرفت؟

۵ – آیا امکان استفاده از نقاله وجود دارد؟

۶ – آیا کارگر قبلی می‌تواند قطعه را در محل از پیش تعیین‌شده‌ای قراردهد به نحوی که کارگر بعدی به سهولت تربلیگ را انجام دهد؟

Reach و Move:

۱ – آیا می‌توان مسافتها را کوتاه کرد؟

۲ – آیا می‌توان از سرسره کمک گرفت؟

۳ – آیا حمل و نقل‌ها را می‌توان از طریق مکانیزاسیون و استفاده از پدالهای پائی، راحت‌تر انجام داد؟

۴ – آیا به وسیله حمل تعداد بیشتری از قطعات به صورت بار واحد، مدت حمل و نقل کاهش می‌یابد؟

۵ – آیا تغییر جهت‌های ناگهانی قابل حذف هستند؟

Hold:

۱ – آیا امکان استفاده از تجهیزات مغناطیسی برای این منظور وجود دارد؟

۲ – آیا می‌توان از فیکسچر دو تائی استفاده کرد؟

Release

۱ - آیا می‌توان از بیرون انداز مکانیکی استفاده نمود؟

۲ - آیا ظروف مورد استفاده از نظر طراح و اندازه مناسب هستند؟

۳ - آیا امکان رهاکردن همزمان چند قطعه وجود دارد؟

Position:

۱ -آیا تلرانسها قابل تغییر می‌باشند؟

۲ -آیا انجام این تربلیگ بدلیل وجود پلیسه‌ها مشکل شده است؟

Pre- Position:

۱ -آیا می‌توان ابزارها را بالای ایستگاه کار آویزان نمود؟

۲ -آیا می‌توان از راهنما استفاده نمود؟

Inspect:

۱ -آیا می‌توان بازرسی را حذف کرد یا آنرا با تربلیگ دیگری ادغام نمود؟

۲ -آیا امکان استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری چندمنظوره وجود دارد؟

۳ -آیا به وسیله افزایش روشنائی، زمان بازرسی کاهش خواهد یافت؟

۴ -آیا کارگر در فاصله مناسبی از قطعات قرارداشته و آنها را بازرسی می‌کند؟

۵ -آیا استفاده از چشم الکترونیکی امکان‌پذیر است؟

۶ -آیا حجم تولید بازرسی الکترونیکی را توجیه می‌کند؟

۷ -آیا بازرسی قطعات کوچک با استفاده از ذره‌بین راحت‌تر انجام می‌شود؟

۸ -آیا بهترین شیوه بازرسی بکارگرفته میشود؟

Assemble، Dis -assemble، Use:

۱ -آیا می‌توان از جیگ یا فیکسچر استفاده نمود؟

۲ -آیا استفاده از تجهیزات اتوماتیک امکانپذیر است؟

۳ -آیا همزمان می‌توان چند قطعه را مونتاژ کرد؟

۴ -آیا امکان استفاده از ابزار کارآمدتر وجود دارد؟

۵ -آیا سرعت تغذیه ابزار مناسب است؟

۶ -آیا می‌توان از ابزار برقی استفاده کرد؟

Avoidable delay، Unavoidable delay، Plan، Rest for overcoming fatigue:

این تربلیگها کلاً باید حذف یا به حداقل برسند.

۲- تکنیک پرسشی یا فن سوال و جواب

سوالات مربوطه در این روش را می توان به دو گروه سوالات اولیه و ثانویه تقسیم نمود.

الف- سوالات اولیه: شامل موارد زیر می باشد:

۱- هدف: به کدام منظورو هدف این کار انجام می شود؟ آیا هدف مورد نظر منطقی می باشد؟ آیا می توان فعالیت دیگری به جای فعالیت فعلی انجام داد؟ چه بایستی انجام داد؟

۲- محل: چرا فعالیت در این محل انجام می شود؟ آیا ممکن است کار در محل دیگری انجام پذیرد؟ کجا بایستی انجام شود؟

۳- زمان: چرا این کار در این زمان انجام می شود؟ آیا ممکن است در موقع دیگری انجام شود؟ زمان مناسب انجام کار کدامست؟

۴- شخص: چرا این کار توسط این شخص انجام می گیرد؟ آیا ممکن است شخص دیگری این کار را بهتر انجام دهد؟ اصولا چه ویژگیهای روحی و فیزیکی و تخصصی برای انجام این کار لازمست؟

۵- وسایل و ابزار: آیا ابزار و وسایل مورد استفاده مناسب هستند؟ آیا ابزار ووسایل بهتری جهت انجام این کار وجود دارد؟ آیا می توان از ابزار بهتری استفاده کرد؟ انجام پرسش های فوق و یافتن پاسخ برای این پرسشها تا حد زیادی می تواند در بهبود فعالیتها مفید واقع شود.

ب- سوالات ثانویه: در روش سوال و جواب بگونه ای دیگر و بصورت طبقه بندی شده می توان سوالاتی را از جنبه های مختلف پرسید. بدیهی است پاسخ به این سوالات نیز می تواند تاثیر زیادی در بهبود فعالیتها داشته باشد. سوالات این گروه را می توان دررابطه با مواد، حمل و نقل مواد، ابزار و قید و بندها، ماشین آلات، کارگر و شرایط کاری پرسید.

۱- پیرامون مواد:

- آیا می توان مواد ارزانتری را جایگزین نمود؟

- آیا موادی که به کارگر تحویل داده می شود بشکل یکنواخت و در وضعیت مناسب می باشد؟

- آیا وزن، اندازه، حجم و نوع مواد از لحاظ اقتصادی مناسب می باشد؟

- آیا از مواد حداکثر استفاده به عمل می آید.

- آیا می توان از قطعات دور ریز و ضایعات به نحوی استفاده مفید به عمل آورد؟

- آیا می توان مقدار مواد و قطعات انبار شده در فرایند تولید را کاهش داد؟

۲- پیرامون حمل و نقل مواد:

- آیا می توان تعداد دفعاتی را که مواد حمل و نقل می شوند کاهش داد؟

- آیا می توان مسافتی را که باید طی شود کاهش داد؟

- آیا مواد دریافتی، حمل شده و ذخیره شده در جعبه ها و ظروف مناسبی قرار دارند؟

- آیا تاخیر در رسیدن مواد به کارگر وجود دارد؟

- آیا می توان مواد را با نوار نقاله حمل نمود و از کارگر استفاده نکرد؟

- آیا می توان برگشت به عقب را کاهش داد ویا از بین برد؟

- آیا می توان با تغییر طرح استقرار یا ترکیب عملیات، حمل و نقل غیر ضروری مواد را از بین برد؟

۳- پیرامون ابزار و قید و بندها:

- آیا بهترین و مناسب ترین ابزار برای این کار استفاده می شوند؟

- آیا ابزارها در موقعیت خوبی قرار دارند؟

- اگر از ابزار برش فلزات استفاده می شود آیا زوایای برش آن صحیح است؟ و آیا به اندازه کافی تیز می شوند؟

- آیا می توان قید و بندها را به نحوی تغییر داد که عملیات ساده تر شود و احتیاج به مهارت کمتری داشته باشد؟

- آیا هر دو دست در انجام کار از ابزارها و قید و بندها استفاده مفید می کنند؟

- آیا از وسایل نگهدارنده، خارج کننده، هدایت کننده و ... می توان استفاده نمود؟

۴- پیرامون ماشین آلات:

- آیا می توان تعداد آماده سازیها را برنامه ریزی تولید مناسب به یک اندازه مناسب تقلیل داد؟

- آیا ابزار آلات و و سایل کمکی بدون تاخیر در دسترس هستند؟

- آیا می توان سرعت ماشین را افزایش داد؟

- آیا می توان از یک سیستم اتوماتیک برای تغذیه ماشین استفاده نمود؟

- آیا می توان دو یا چند عمل را با یکدیگر ترکیب نمود؟

- آیا ترتیب و توالی عملیات را می توان تغییر داد؟

- آیا می توان مقدار ضایعات و دور ریز را کاهش داد؟

- آیا می توان قطعه را جهت عملیات بعدی در محل معینی قرار داد؟

- آیا تاخیرها را می توان کاهش داد یا حذف نمود؟

- آیا می توان یک بازرسی را با یک عمل ترکیب نمود؟

۵- پیرامون کارگر:

- آیا کارگر از لحاظ فیزیکی و فکری جهت انجام عملیات صلاحیت کافی را دارد؟

- آیا می توان خستگی غیر ضروری را به وسیله تغییر ابزار، قید و بندها، طرح استقرار و ... کاهش داد یا حذف نمود؟

- آیا نظارت و سر پرستی رضایت بخش است؟

- آیا می توان با آموزش بیشتر به کارگر بازدهی او ر ابیشتر کرد؟

۶- پیرامون محیط کاری:

- آیا نور، گرما و تهویه هوا برای کار مناسب است؟

- آیا دستشوییها، رختکنها، استراحتگاهها و تسهیلات دیگر مناسب هستند؟

- آیا خطرات ناگهانی در کار وجود دارد؟

- آیا وضعیت طوری برای کارگر مهیا گردیده که بتواند بطور دلخواه نشسته یا ایستاده کار کند؟

- آیا مدت زمان کار روزانه و استراحتهای ما بین آنها بر اساس بیشترین بازدهی اقتصادی تعیین شده است؟

- آیا محوطه کاری تمیز و مرتب می باشد؟

۳- اصول اقتصادی حرکت

گیلبرت پس از مطالعات زیادی درباره سنجش حرکات، قوانینی را تدوین کرد که برای به وجود آوردن روشی بهتر و افزایش راندمان کارها اهمیت به سزایی داشت. اگرچه این اصول بعدها توسط سایر محققین تکمیل گردید لیکن زیر بنای آنها توسط گیلبرت ایجاد گردید. این اصول به سه گروه زیر تقسیم می شوند:

الف- اصول اقتصادی حرکت در رابطه با استفاده از بدن انسان

ب- اصول اقتصادی حرکت در رابطه با طراحی و آرایش محل کار

ج- اصول اقتصادی حرکت در رابطه با طراحی ابزار آلات و تجهیزات

اصول فوق مجموعا ۲۲ مورد می باشد که در اینجا به تعدادی از مهمترین آنها اشاره می شود.

الف- اصول اقتصادی حرکت در رابطه با استفاده از بدن انسان:

۱- دو دست، حرکات خود را حتی الامکان با هم شروع و با هم ختم کنند.

۲- به جز هنگام استراحت، دو دست نباید بطورهمزمان بیکار باشند.

۳- حرکات بازوها بایستی متقارن و در جهات مخالف و همزمان انجام شود.

توضیح: این سه اصل بطور نزدیکی با هم ارتباط دارند و می توان آنها را تواما توضیح داد. بعضی از کارگران به اشتباه هنگام کار شی یا چیزی را که بایستی بر روی آن کار انجام شود با یک دست نگه می دارند و با دست دیگر کار مربوطه را انجام می دهند، در حالیکه این حالت معمولا نامطلوب است و دو دست باید با هم هردو همزمان کار را شروع و ختم کنند و هر دو کار مفید انجام دهند بگونه ای که زمان مفید یکی از دستها صرف نگهداری شی نشود.

علاوه بر این بهتر است تا حد ممکن هر دو دست کارهای مشابهی را انجام دهند زیرا انجام کارهای مشابه با دو دست بطور همزمان سرعت انجام کار را افزایش می دهد و برای کارگر راحت تر است. بنابراین بهتر است ترتیب انجام کار را حتی الامکان بدین گونه برای کارگر فراهم آورد.

حرکات متقارن بازوها از تکان خوردنهای بیهوده بدن می کاهد و فشار کمتری بر بدن وارد می شود و خستگی کمتری ایجاد می گردد. در صورتیکه نتوان از حرکات متقارن بازوها و دست استفاده نمود، حرکات عمود بر یکدیگر توصیه می شود زیرا حرکات نا متقارن و همجهت دستها و بازوها بیشترین خستگی را برای کارگر ایجاد می کند.

۴- حرکات دست و بدن بایستی در پایین ترین طبقه ای که ممکن است کار بطور رضایت بخش انجام شود، صورت گیرد. پنج طبقه کلی از حرکات دست به ترتیب ازپایین ترین طبقه به بالاترین طبقه در زیر آمده است. عموما با حرکت از مورد *الف تا ه* در اغلب کارها میزان خستگی افزایش می یابد.

الف- حرکات انگشتان

ب- حرکاتی که انگشتان و مچ را شامل می شود.

ج- حرکاتی که انگشتان، مچ و ساعد را شامل می شود.

د- حرکاتی که انگشتان، مچ، ساعد و بازو را شامل می شود.

ه- حرکاتی که انگشتان، مچ، ساعد، بازو و شانه را شامل می شود.

توضیح: این اصل در واقع بر این موضوع تاکید دارد که مواد و ابزار کار بایستی در نزدیکترین نقطه ممکن به محل مورد استفاده قرار گیرند و حرکات دستها تا آنجا که کار اجازه دهد کوتاه باشد.

۵- حرکات دست اگر دارای منحنی پیوسته و یکنواخت و نرم باشد بهتر از حرکات مستقیم الخط کوتاه، تند و دارای جهات مختلف است. تغییرات ناگهانی در جهت حرکات نه تنها وقت گیرند بلکه برای کارگر نیز خسته کننده خواهد بود.

۶- کار باید طوری مرتب شود که حرکات چشم تا حد ممکن کم و نزدیک به یکدیگر باشند.

یعنی این که محل کار به نحوی طراحی شود (محل قرار گرفتن ابزار و قطعات و...) که چشم ها تا حد امکان نزدیک به یکدیگر باشند. ضمنا برای انتخاب اشیایی که از چشم باید برای جستجوی آنها استفاده شود، بایستی اشیا در محلی قرار گیرند که چشمها بتوانند بدون حرکت سر آنها را ببینند. (چشم بسته)

ب- اصول اقتصادی حرکت در رابطه با طراحی و آرایش محل کار

۱- برای همه ابزار و یا مواد در منطقه کاری باید محل ثابت و معینی وجو داشته باشد تا تشکیل عادت امکان پذیر گردد. پراکندگی مواد و ابزار در منطقه کاری موجب آشفتگی فکری کارگر و کاهش سرعت وی جهت هر بار جستجوی آنها می شود. در صورتیکه محل ابزار و یا مواد مشخص باشد کارگر بطور اتوماتیک و با کمترین کوشش فکری در هر بار به آنها دسترسی پیدا می کند.

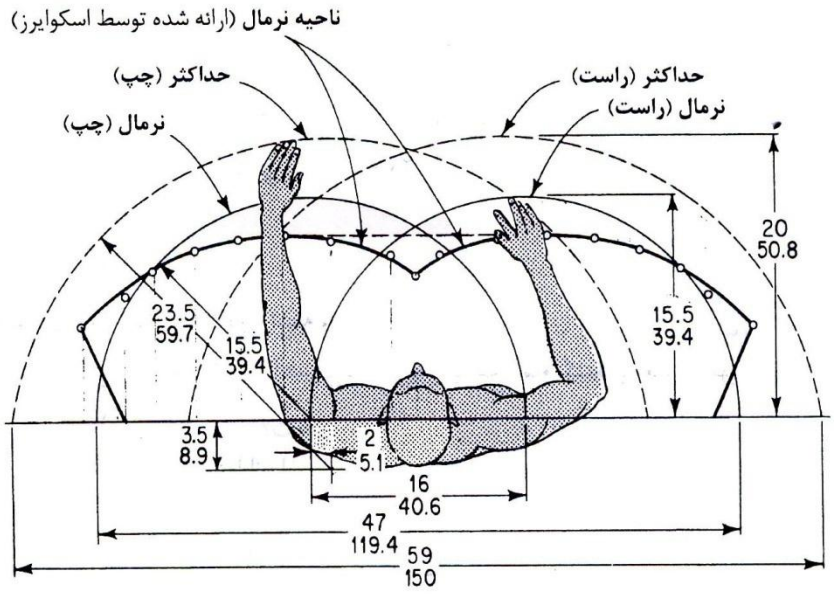
۲- ابزارآلات، وسایل کنترل کننده و مواد بایستی در فاصله نزدیکی از محل مورد استفاده قرار گیرند تا زمان جستجو و دسترسی کم شود.

رعایت این اصل باعث خستگی کمتر کارگر می شود. ضمنا باید سعی نمود مواد و ابزار مورد استفاده بصورت کمانهای دایره شکلی چیده شوند و از اینکه همگی در یک راستا قرار گیرند خود داری شود.

نکته: مفهوم محدوده نرمال انجام کار و حداکثر محدوده انجام کار

ناحیه نرمال: ناحیه‌ای است به مرکز آرنج و شعاع ساعد، مچ و کف دست با انگشتان خمیده (در فضای XYZ).

ناحیه حداکثر: ناحیه‌ای است به مرکز شانه و شعاع کل دست با انگشتان خمیده (در فضایXYZ).



۳- جعبه ها و قفسه های تغذیه باید طوری طراحی گردند که با استفاده از نیروی جاذبه مواد را به محل کاری هدایت کنند. جعبه هاییکه سطح پایینشان شیبدار هستند، امکان تغذیه مواد به وسیله نیروی جاذبه به محل کاری را فراهم نموده و از خم شدن بی مورد کارگر برای دسترسی به قطعات و برداشتن انها جلوگیری می کنند.

۴- چنانچه امکان استفاده از کانالهای هدایت کننده قطعات ساخته شده وجود داشته باشد، باید حتما استفاده شود بطوریکه کارگر ناچار نباشد کار تمام شده را با دست حمل کرده و به محل کارهای تمام شده ببرد.

طراحی کار باید طوری باشد که هر واحد قطعه یا محصول تمام شده با رها شدن معمولی بدون حرکت اضافی و با استفاده از نیروی جاذبه به محل جمع آوری هدایت شود. این کار باعث صرفه جویی در زمان عملیات شده و به علاوه با رها کردن محصول تمام شده دو دست برای شروع سیکل بعدی بطور همزمان آماده خواهند بود. ضمنا اگر برای انتقال قطعات آماده از یک نقاله ناودانی استفاده شود، بایستی دقیقا در محلی که قطعه کامل شده است و یا در نزدیکی ان نصب شود.

۵- مواد و ابزار بایستی به نحوی آرایش یابند که بهترین توالی حرکات را دارا باشند.

قطعات و موادیکه در شروع سیکل جاری مورد نیاز هستند باید نزدیک به نقطه رها کردن محصول تمام شده در سیکل قبل باشند. آرایش منطقه کاری بدین طریق باعث می شود تا دو دست در شروع سیکل در بهترین حالت باشند.

۶- بایستی اقدامات اولیه برای تهیه نور کافی و مناسب انجام گیرد.

نور کافی برای یک کار لزوما برای کارهای دیگر کافی نخواهد بود. روشنایی مناسب شامل این است که شدت نور مناسب باشد، رنگ نور مناسب باشد، تشعشع نداشته باشد و از سمت مناسب بتابد. ضمنا تفاوت بین درخشندگی قطعه و زمینه کاری (کنتراست، Contrast) با انتخاب رنگهای مناسب می بایست رعایت گردد به نحوی که خستگی چشم تا حد امکان کاهش یابد.

ج- اصول اقتصادی حرکت در رابطه با طراحی ابزار آلات و تجهیزات

۱- برای نگهداشتن قطعه و آزاد کردن قطعه از تجهیزات کاری، بایستی حتی الامکان از جیگ و فیکسچرو یا سیستمهاییکه توسط پا و پدال کنترل می شوند، استفاده گردد تا دستها برای انجام سیکل بعدی آزاد باشند.

۲- دو یا سه ابزار را در صورت امکان باید به نحوی که سهولت کار کردن امکان پذیر باشد، ترکیب نمود.

چکش دوسر (میخ کوبی و میخ کشی) ، گوشی تلفن، مداد پاک کن دار

۳- در کارهاییکه هر انگشت حرکات معینی را انجام می دهد کار بایستی با توجه به گنجایش ذاتی انگشتان توزیع گردد.

استفاده از دست راست توسط کارگر راست دست در انجام کارها، استفاده بیشتر از انگشتان سبابه و میانه نسبت به انگشتان سوم و چهارم (توزیع حروف صفحه کلید)

۴- دسته های ابزار کنترل و پیچ گوشتیهای بزرگ باید طوری طراحی شوند که تا سر حد امکان بیشترین سطح دست در تماس با دسته ابزار باشد خصوصا برای مواقعی که احتیاج به اعمال نیروی بیشتری وجود دارد.

نمایش فیلم مطالعه روش

۱-۴- طراحی مناسب ترین روش انجام کار

تجزیه و تحلیل حرکات و فعالیتها فرصتهای خوبی را برای بهبود نشان می دهد، لیکن در گام بعدی باید روشها یا سیستمهای جایگزین روش فعلی را باید پیشنهاد داد و از بین انها بهترین روش را با توجه به شرایط واقعی کار انتخاب کرد. به عنوان مثال در صورت بررسی سیستم فعلی حمل و نقل مواد در سازمان و وجود اشکالات در آن، باید سیستمهای جدید حمل و نقل شناسایی و مناسب ترین را برای استفاده انتخاب کرد. به عنوان مثال دیگر در صورت استفاده نامطلوب از مواد اولیه و وجود ضایعات زیاد باید در خصوص روشهای جایگزین مانند بازیافت مواد، خریداری سیستم تولید یا تکنولوژی جدید و یا آموزش کارگران و ... بررسی های لازم را به عمل آورد و بهترین راهکار را انتخاب نمود.

۲- زمان سنجی و اهداف آن

۲-۱- ضرورت و اهمیت زمانسنجی

زمان سنجی کاربرد تکنیک هائی است به منظور تعیین زمان استاندارد انجام کار برای یک کارگر واجد شرایط (نرمال) که کار مشخصی را در سطح کارائی مشخصی به انجام می رساند. کارگر واجد شرایط کارگری است که دارای مشخصات فیزیکی لازم (از لحاظ استعداد، تحصیلات، مهارت و دانش) جهت انجام کار به نحو رضایتبخش با رعایت اصول ایمنی، کیفی و کمی باشد.

برخی از اهداف زمان سنجی عبارتند از:

۱- تعیین هزینه نیروی انسانی درگیر در ساخت محصول

۲- تعیین تعداد کارگران تولیدی و غیر تولیدی مورد نیاز

۳- تعیین تعداد ماشین های تولیدی مورد نیاز

۴- تعیین حجم و مقدار تحویلی مواد به ایستگاه های کاری

۵- تعیین و برنامه ریزی زمانی کل تولیدات کارخانه

۶- بررسی امکان ساخت یک محصول با توجه به امکانات موجود

۷- تعیین اهداف تولیدی

۸- تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده

۹- بررسی کارایی بخش ها و یا نیروی انسانی کارخانه

۱۰- دانستن هزینه واقعی تولید

۱۱- پرداخت های مالی و حقوقی به افراد و تعیین سیستم های تشویقی و پرداخت حقوق بر اساس بهره وری

۱۲- مقایسه آلترناتیوهای مختلف انجام کار از نظر زمانی و انتخاب بهترین آنها

۱۳- بالانس کردن خطوط مونتاژ، ساخت و فعالیت های اعضای یک گروه

۱۴- استفاده از زمان در نمودارهای آنالیز روش ها، روابط انسان و ماشین و سایر نمودارهای مهندسی

۱۵- طراحی خط تولید و ایستگاه های کاری قبل از نصب فیزیکی آنها

۱۶- طراحی ابزار و وسایل و تجهیزات

۱۷- استفاده از کارشناسان در برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری، کنترل پروژه، برنامه ریزی و مدیریت ظرفیت و دیگر سیستم های مهندسی صنایع

۱۸- کاربرد در بسیاری از فعالیت های اداری پروژه های عمرانی و خدماتی، بیمارستان ها و غیره

همچنین معمولا می توان از نتایج زمان سنجی به منظور دستیابی به مقاصد زیر استفاده نمود:

۱- برآورد تعداد ماشین آلات مورد نیاز

۲- مقایسه روش های مختلف انجام عملیات

۳- برنامه ریزی و کنترل تولید

۴- برنامه ریزی نیروی انسانی

۵- متعادل نمودن خطوط تولید

۶- تعیین قیمت تمام شده

۷- اجرای سیستم حقوق و دستمزد تشویقی

۲-۲- روشهای کلی زمانسنجی

در سیستم های زمان سنجی فعالیت ها به دو گروه تقسیم می شوند: فعالیت های تکراری و فعالیت های غیرتکراری.

فعالیت های تکراری به آن گروه از کارها اطلاق می گردند که به صورت پیوسته در سالن تولید انجام می شوند. زمان مربوط به سیکل این نوع فعالیت ها می تواند از سیکل های بسیار کوتاه، تا سیکل های چند دقیقه ای یا چند ساعته را شامل شود.

فعالیت های غیرتکراری شامل آن نوع فعالیت هایی هستند که به ندرت تکرار می شوند، مانند فعالیت های تعمیراتی.

برای هر یک از فعالیت های فوق می توان از سیستم معینی از روش های زمان سنجی استفاده نمود. روش های مختلف زمان سنجی به شرح زیر می باشند:

الف- روش های مشاهده مستقیم[1]

[1] **Direct Observation Methods**

در این روش ها، مشاهده کار حین عملیات الزامی است تا بتوان ابتدا زمان مشاهده شده را تعیین و سپس زمان نرمال و آنگاه استاندارد را محاسبه نمود. زمان سنجی در این حالت، بدون انجام کار و مشاهده کار امکان پذیر نیست. روش های مشاهده ای با سه روش متفاوت انجام می گیرد که عبارتند از:

۱- زمان سنجی با ساعت های متوقف شونده یا کرونومتر [۲]**:** عبارت است از اندازه گیری زمان لازم جهت انجام فعالیتی مشخص در سطح عملکرد تعریف شده با استفاده از کرونومتر و مشاهده مستقیم در طول چند سیکل محدود که در این جزوه به تفصیل به آن پرداخته خواهد شد.

۲- روش نمونه برداری فعالیت (کار) [۳]**:** این روش برای تعیین درصد اختصاص زمان به یک فعالیت خاص از طریق نمونه برداری تصادفی در یک پریود زمانی مشخص به کار گرفته می شود. در این روش، به طور مستقیم زمان استاندارد برای فعالیت های مختلف تعیین نمی شود بلکه مشخص می گردد که یک فرد یا یک ماشین، چند درصد از زمان مفید خود را صرف فعالیت های مختلف کرده است.

در این روش، در طول یک پریود زمانی تعداد زیادی مشاهدات آنی از گروه ماشین آلات، فرایندها و یا کارگران انجام می پذیرد و در هر مشاهده آنچه را که در آن لحظه اتفاق می افتد ثبت می کند. درصد مشاهدات ثبت شده جهت یک فعالیت یا تاخیری خاص، به عنوان مقیاس جهت درصدی از زمان که در طی آن، آن فعالیت یا تاخیر خاص اتفاق می افتد در نظر گرفته می شود.

این روش بیشتر در مورد کارهای دفتری و اداری و اصولا کارهایی که اجرای آنها منظم و تکراری نباشد، به کار می رود. نتایج حاصل از این روش کاربرد فراوانی در تخصیص الونس ها، میزان استفاده از ماشین آلات، تعیین درصد زمان توقف ماشین های تولیدی و... دارد.

۳- روش زمان سنجی گروهی (GTT) [۴]**:** یک روش کارآمد و انعطاف پذیر ارزیابی کار برای فعالیت های گروهی است که به کمک آن یک زمان سنج می تواند کار از دو تا پانزده نفر یا ماشین را به طور همزمان زمان سنجی نماید. در این روش زمان سنج عناصر کاری را در فواصل زمانی ثابت از پیش تعیین شده مشاهده کرده و برمبنای آن مقادیر زمان عناصر را تعیین می نماید.

---

[2] **Stop Watch**
[3] **Activity Sampling (Work Sampling)**
[4] **Group Timing Technique (GTT)**

روش زمان سنجی گروهی دارای شباهت زیاد با روش نمونه برداری از کار می باشد. در هر دو روش با انجام نمونه برداری، کسب نتایج معینی از طبیعت جامعه مورد نمونه برداری امکان پذیر می باشد لیکن اختلاف مختصر در طرح نمونه برداری (فواصل ثابت در روش گروهی و فواصل متغیر در نمونه برداری فعالیت) موجب می گردد که این دو روش دارای دو مدل ریاضی کاملا متفاوت باشند.

این روش هنگامیکه هدف، بررسی یا اندازه گیری فعالیت هایی باشد که مشاهده آنها براحتی صورت گرفته و در محل های محدودی انجام می گیرند و چندین اپراتور، ماشین و سایر مراکز فعالیت، مورد مطالعه می باشند، روشی سودمند است.

ب- روش های ترکیبی[5]

در این گونه روش ها، عملیات زمان سنجی بدون مشاهده مستقیم انجام می شود. در حقیقت با استفاده از اطلاعات استاندارد حاصل از آمارهای قبلی و سیستم های بین المللی زمان های از پیش تعیین شده حرکات، زمان استاندارد عملیات تعیین می گردد. اهم این روش ها عبارتند از:

۱- استفاده از داده های استاندارد[6]: این روش عبارت است از تعیین ارتباط بین مشخصات مربوط به عملیات از یک طرف و زمان نرمال آن از طرف دیگر، به طوری که با استفاده از این ارتباط، محاسبه زمان نرمال امکان پذیر باشد. این ارتباط معمولا به صورت مدل ریاضی، جدول، منحنی و... نشان داده می شود.

داده های استاندارد از مجموعه استاندارد زمانی عناصری که قبلا به نحو صحیحی زمان سنجی شده اند به دست می آید. در این سیستم استانداردهای زمانی عناصر، طبقه بندی و برحسب مورد از آنها استفاده می گردد. امروزه داده های استاندارد از جداول استاندارد عناصر، منحنی ها و جداولی که اندازه گیری زمانی از یک کار معین را بدون استفاده از ساعت زمان سنجی انجام می دهند، تشکیل یافته اند. این روش در مواردی به کار گرفته می شود که تنوع کارها از نظر ماهیت اندک ولی مشخصات عملیات متغیر باشد مانند برشکاری قطعات بزرگ فلزی.

۲- سیستم های زمان های از قبل تعیین شده برای حرکات (PMTS)[7]: این روش ها، روش های پیشرفته ای هستند که به هدف تعیین زمان مورد نیاز برای انجام عملیات مختلف از طریق به دست آوردن استانداردهای از پیش تنظیم شده زمانی برای حرکات مختلف به کار گرفته می شوند. در این روش، با استفاده از جداول استانداردی که حاوی زمان حرکات

[5] **Synthetic Methods**
[6] **Using Standard Data**
[7] **Pre-Determined Motion Time Systems**

جزئی دست ها و سایر اعضای بدن تحت شرایط مختلف می باشد، زمان نرمال انجام عملیات تعیین می گردد. این تکنیک در فعالیت های دقیق دستی، کاربرد گسترده ای دارد. برخی از این روش ها عبارتند از:

- خانواده MTM[8] شامل MTM-1[9]، MTM-2[10]، MTM-3[11]، MTM-C[12]، MTM-B[13]، MTM-V[14]، MTM-M[15]، 4M-DATA[16]، MTM-UMS[17]، MTM-ETA[18]، MTM-PECA[19] و...
- سیستم توالی عملیاتی مینارد (خانواده MOST)[20] شامل سیستم های Basic Most، Most-C[21]، Mini MOST، Maxi MOST، Computerized MOST
- سایر سیستم های PTS مانند Work Factor، MSD، UDS، MODAPTS

ج- روش های تخمینی[22]

روش های تخمینی به دو صورت تخمین تحلیلی و تخمین مقایسه ای انجام می شوند:

۱- تخمین تحلیلی[23]: از این روش برای زمان سنجی فعالیت های غیرتکراری در حالاتی که امکان جمع آوری داده های کافی وجود ندارد استفاده می شود.

۲- تخمین مقایسه ای[24]: مخصوص افراد خبره، برای برآورد زمان انجام کارهاست. در این روش زمان مربوط به یک فعالیت از طریق مقایسه محتوای کاری آن با محتوای کاری یک سری فعالیت های مشخص شده به دست می آید.

۲-۳- تکنیک زمانسنجی با ساعتهای متوقف شونده

[8] Methods Time Measurement
[9] MTM- First Generation
[10] MTM- Second Generation
[11] MTM- Third Generation
[12] MTM- Clerical
[13] MTM- Bygg
[14] MTM- Verktygmaskiner
[15] MTM- Magnification
[16] Micro- Matic Methods and Measurement
[17] MTM- Universal Maintenance Standard
[18] MTM- Elemental Times in Agriculture
[19] MTM- Personnel Evaluation Computer Assisted
[20] Maynard Operation Sequence Technique
[21] MOST- Clerical
[22] Estimating Methods
[23] Analytical Estimating
[24] Comparative Estimating

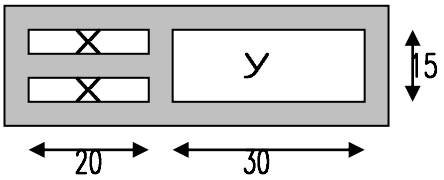
مثال از روش زمانسنجی با کرونومتر:

کارگری مسئول کار با نوعی دستگاه پرس می باشد که از طریق آن ورقه های فولادی به ابعاد ۶۵×۲۵ به شکل زیر پرس شده و سه قطعه از هر ورق به ابعاد نشان داده شده روی نقشه تولید می گردد.(۲ قطعه x و یک قطعه y) جهت تولید در یک سیکل کاری عملیات(عناصر کاری) زیر توسط کارگر صورت می گیرد.

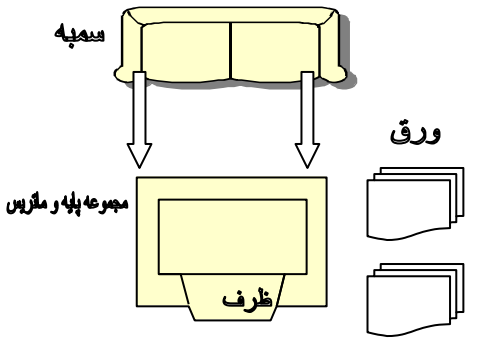
۱- برداشتن ورق فلزی از انبار موقت موجود در کنار ماشین در ناحیه نرمال کاری کارگر و قراردادن آن در دستگاه (A)

۲- جدا کردن دست از ورق و پایین آوردن سمبه (ضربه زن) و انجام عمل برش الگوهای مشخص شده بر روی ورق (B)

۳- بالا بردن سمبه و برداشتن ضایعات و قرار دادن آن در ناحیه نرمال کاری کنار دستگاه و برگشت به وضعیت عادی (C)



وب سایت تخصصی مدیریت صنعتی
www.pnu-m-s.com
نمونه سوالات رایگان مدیریت
کتب و مقالات مدیریت



فرض کنید از عناصر کاری فوق، زمانسنجی با کرونومتر در حالت گسسته طی ۱۰ سیکل کاری به عمل آمده و نتایج زیر به همراه ضریب عملکرد کارگر در رابطه با هر عنصر کاری به دست آمده است (زمانها بر حسب ثانیه و ضریب عملکرد به صورت تجربی داده شده است).

فرم ثبت مشاهدات زمانسنجی							
دپارتمان: بخش پرسکاری							صفحه: ۱ تا ...
عملیات: پرسکاری ورق فولادی جهت تولید قطعات x , y ماشین: پرس P210105 ابزارها و گیره ها: قالب F101							زمان ختم: اپراتور: حسین جاودانی کد پرسنلی: ۷۸۴۵۶۸
قطعه/ محصول: قطعات x , y شماره رسم: B 231/9 مواد: فولاد کیفیت: مطابق نقشه ها							زمانسنج: علی شایان بازرسی کننده: مدیر واحد مهندسی صنایع
شرح عنصر	ضریب عملکرد(٪)	زمان مشاهده شده	زمان نرمال	شرح عنصر	ضریب عملکرد(٪)	زمان مشاهده شده	زمان نرمال
A ●1	۱۰۰	۱۵	۱۵	A ●6	۱۰۰	۱۵	۱۵
B	۹۵	۳۳	۳۱.۳۵	B	۱۰۰	۳۰	۳۰
C	۱۰۰	۱۲	۱۲	C	۹۵	۱۴	۱۳.۳۰
A ●2	۹۵	۱۶	۱۵.۲۰	A ●7	۱۰۰	۱۴	۱۴
B	۹۰	۳۴	۳۰.۶۰	B	۱۰۵	۲۷	۲۸.۳۵
C	۱۰۰	۱۱	۱۱	C	۹۵	۱۵	۱۴.۲۵
A ●3	۹۵	۱۷	۱۶.۱۵	A ●8	۹۰	۱۶	۱۴.۴۰
B	۱۰۰	۳۰	۳۰	B	۱۰۵	۲۸	۲۹.۴۰
C	۱۰۰	۱۲	۱۲	C	۹۵	۱۴	۱۳.۳۰
A ●4	۱۰۵	۱۳	۱۳.۶۵	A ●9	۹۰	۱۹	۱۷.۱۰
B	۱۰۰	۳۲	۳۲	B	۹۰	۳۶	۳۲.۴۰
C	۱۰۰	۱۱	۱۱	C	۹۵	۱۳	۱۲.۳۵
A ●5	۱۰۰	۱۶	۱۶	A ●10	۹۵	۱۸	۱۷.۱۰
B	۹۵	۳۲	۳۰.۴۰	B	۱۰۰	۲۹	۲۹
C	۱۰۰	۱۲	۱۲	C	۹۰	۱۷	۱۵.۳

سوالات:

الف– آیا تمام داده ها یا زمانهای مشاهده در رابطه با هر عنصرکاری از توزیع نرمال برخوردار هستند؟ (به عبارت دیگر آیا تحت کنترل هستند؟)

روشهای مختلفی برای تشخیص و آزمون نرمال بودن مشاهدات وجود دارد. یکی از ساده ترین روشها که به طور ذهنی و چشمی با رسم نموداری روی صفحه احتمال نرمال انجام می شود به شرح زیر است (البته در این روش دست کم باید ۱۵ تا ۲۰ مشاهده وجود داشته باشد که ما در اینجا به دلیل وجود ۱۰ مشاهده برای هر عنصر استثنائا برای فهم موضوع آن را به کار می گیریم):

۱ –تعداد n مشاهده موجود را از کوچک به بزرگ مرتب کنید.

۲ –محور افقی را برای نمایش همه داده های مرتب شده مقیاس بندی کنید.

۳ –بر اساس مشاهده مرتب شده i ام در محور افقی ($i=1,2,\ldots,n$) مقدار متناظر با هر مشاهده را روی محور عمودی از فرمول $\frac{(i-0.5)}{n}$ نمایش دهید.

۴ –نمودار حاصل را با یک خط مستقیم (خط نرمال) گذرنده از بین نقاط موجود مقایسه کنید. وجود انحرافات منظم نشان دهنده نرمال بودن توزیع مشاهدات است.

در مورد مثال فوق در خصوص داده های عنصر A که به ترتیب عبارتند از:

۱۵ ، ۱۶ ، ۱۷ ، ۱۳ ، ۱۶ ، ۱۵ ، ۱۴ ، ۱۶ ، ۱۹ ، ۱۸

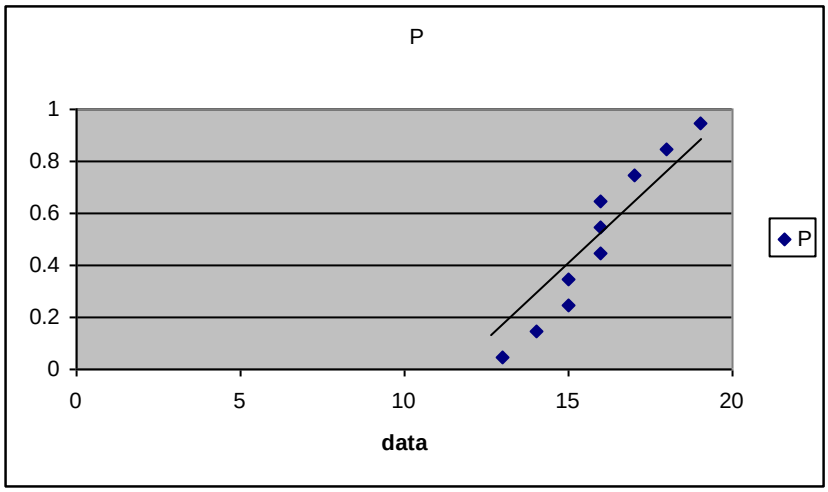
مرتب سازی مشاهدات از بزرگ به کوچک :

۱۹ ، ۱۸ ، ۱۷ ، ۱۶ ، ۱۶ ، ۱۶ ، ۱۵ ، ۱۵ ، ۱۴ ، ۱۳

محاسبه مقادیر محور عمودی (مثلا در مورد ۱۳ به عنوان اولین داده مقدار از رابطه $\frac{(1-0.5)}{10}$ به دست می آید که معادل ۰.۰۵ است)

۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۶	۱۶	۱۵	۱۵	۱۴	۱۳
۰.۹۵	۰.۸۵	۰.۷۵	۰.۶۵	۰.۵۵	۰.۴۵	۰.۳۵	۰.۲۵	۰.۱۵	۰.۰۵

نمودار مربوطه به شکل زیر می باشد که نشان دهنده نرمال بودن مشاهدات است. زیرا داده ها به صورت تقریبا منظم در دو طرف خط نرمال قرار می گیرند. و اختلاف کمی با خط دارند. در صورتیکه احساس شود داده هایی از خط نرمال فاصله بیشتری دارند یا تراکم داده ها در یک طرف خط بیشتر است، آن داده ها باید حذف و داده های دیگری به جای آنها باید کسب شوند و مجددا نمودار نرمال برای آنها رسم شود.



در مورد سایر عناصر کاری نیز چنین نموداری باید رسم شود و از نرمال بودن آنها اطمینان کسب شود. فرض کنیم چنین کاری انجام شده و نرمال بودن داده ها حاصل شده است.

ب- زمان نرمال هر یک از مشاهدات به دست آمده را با فرض ضریب عملکردهای داده شده، بر روی جدول ثبت کنید.

این مورد روی جدول در ستون زمان نرمال انجام شده است. برای محاسبه زمان نرمال باید زمان مشاهده را در ضریب عملکرد ضرب نمود.

ج- زمان نرمال (متوسط زمان نرمال) هر عنصر کاری را بدست آورید.

زمان نرمال هر عنصر کاری متوسط زمانهای نرمال موجود است. با توجه به جدول در مورد عنصر A

$$\frac{15 + 15.20 + 16.15 + 13.65 + 16 + 15 + 14 + 14.40 + 17.10 + 17.10}{10}$$

$$= 15.36$$

در مورد عناصر دوم و سوم یعنی B و C مقادیر زمان نرمال به ترتیب برابر است با: ۳۰.۳۵ و ۱۲.۶۵

د- با فرض اینکه درصد الونسها یا بیکاریهای مجاز به ترتیب در رابطه با عناصر ۱، ۲ و ۳ معادل ۱۸٪ ، ۲۰٪ و ۱۶٪ تعیین شده باشد، زمان استاندارد هر عنصر کاری را بدست آورید.

ST_1=15.36 (1+0.18) =18.12

ST_2=30.35 (1+0.20) =36.42

ST_3=12.65 (1+0.16) =14.67

ه- زمان استاندارد انجام کل کار یک سیکل را بدست آورید.

$ST= ST_1+ST_2 + ST_3 = 69.21$

و- در صورتیکه بخواهیم ۱۰۰۰ عدد از محصولی که در آن ۳ عدد قطعه نوع x و ۲ عدد قطعه نوع y مصرف می شود، تولید کنیم، به چه مقدار زمان بر حسب ساعت نیاز خواهیم داشت؟ چند روز کاری ۸ ساعته که بطور متوسط ۱۰ درصد اوقات ماشین آلات آن به دلیل نرسیدن مواد یا خرابی دچار توقف است، مورد نیاز خواهد بود؟

برای رسیدن به این تعداد محصول نیاز به ۳۰۰۰ عدد قطعه x و ۲۰۰۰ عدد y داریم. بنابراین حداقل باید ۲۰۰۰ عدد ورق پرس شود که کلا نیاز به ۲۰۰۰×۶۹.۲۱ ثانیه یا ۱۳۸۴۲۰ ثانیه معادل ۳۸.۴۵ ساعت خواهیم داشت. همچنین تعداد روزهای کاری مورد نیاز برابر است با:

۳۸.۴۵ /۰.۹×۸ =۵.۳۴

این روش، یکی از عمده ترین سیستم های زمان سنجی است که در طی آن و در حین انجام کار با توجه به مشاهده مستقیمی که از سیکل کاری صورت می پذیرد زمان سنجی انجام می گردد. از این روش می بایست فقط برای فعالیت هایی که به صورت تکراری انجام می پذیرد استفاده نمود. خصوصیات مهم این سیستم زمان سنجی، آن است که هر چه تعداد مشاهده سیکل کاری افزایش یابد دقت نتایج بدست آمده بهبود می یابد. چهار اصل عمده زیر در این سیستم زمان سنجی برقرار است:

۱. نقطه شروع و ختم دقیق کار و روش انجام کار شامل کلیه جزئیات آن مانند: مواد، ماشین آلات، شرایط کاری و سایر موارد دیگر باید دقیقاً مشخص شود.
۲. یک سیستم ثبت زمان مشاهده برای کار مورد مطالعه تعیین شود.
۳. مفهوم واضحی از ضریب عملکرد تعیین شود.
۴. روشی برای تخصیص الونس به عناصر کاری تعیین شود.

مراحل زمان سنجی به روش Stop Watch

۱- انتخاب سیکل کاری

۲- تقسیم سیکل کاری به عناصر موجود در آن و تعیین نوع عنصر

۳- مشاهده و ثبت زمان مشاهده شده

۴- تعیین تعداد سیکل های مورد مشاهده

۵- تعیین ضریب عملکرد اپراتور[۲۵]

۶- تعیین زمان پایه (نرمال)

۷- شناسایی و تعیین زمان های مجاز (الونس)

۸- تعیین زمان استاندارد

[25] **Performance Rating**

۱- انتخاب سیکل کاری

سیکل کاری عبارت است از توالی عناصری که برای انجام و یا تکمیل یک فعالیت لازم می باشد. سیکل کاری، تقدم و تأخر عناصر می باشد که جهت انجام یک کار و یا ساخت یک واحد محصول مورد نیاز است. یک سیکل کاری با شروع اولین عنصر شروع می گردد و آنقدر ادامه پیدا می کند تا به نقطه شروع همان عنصر که در واقع نقطه شروع سیکل دوم می باشد برسد. با انتخاب سیکل کاری، در حقیقت عملیاتی که می بایست زمان سنجی گردند، انتخاب شده است.

به منظور زمان سنجی می بایست سیکل کاری را به اجزای کوچکتری تقسیم کرده و به جای تعیین زمان کل سیکل، زمان انجام هر یک از اجزای کاری را ثبت نمود.

۲- تقسیم سیکل کاری به عناصر موجود در آن و تعیین نوع عنصر

یک عنصر عبارتست از یک بخش متمایز شده از یک کار مشخص که به منظور دقت زمان سنجی و سهولت تجزیه و تحلیل انتخاب می گردد. تقسیم سیکل کاری به عناصر به دلایل زیر انجام می شود:

- تفکیک زمان کار ماشین از زمان کار کارگر به منظور امکان تخصیص ضریب عملکرد متفاوت
- عدم محاسبه زمان های غیرموثر و حذف زمان عناصر زائد
- افزایش دقت در تعیین ضریب عملکرد
- سهولت تشخیص و شناسایی عناصر گاهگاهی
- امکان مقایسه عناصر مشابه در کارهای مختلف
- امکان تفکیک عناصر ثابت و عناصر متغیر
- امکان تعیین زمان استاندارد برای عناصر تکراری

عناصر کاری انواع مختلفی دارند و به هشت نوع به شرح زیر تقسیم می شوند:

الف- عنصر تکراری: عنصری که در هر یک از سیکل های کاری تکرار می شود. مثل گرفتن قطعه با دست و کنار گذاشتن یک قطعه تمام شده.

ب- عنصر موقت (گاهگاهی): عنصری که در همه سیکل های کاری اتفاق نمی افتد و ممکن است در فواصل منظم یا نامنظم تکرار شود. عنصر موقت (گاهگاهی) یک قسمت مفید از کار است و در محاسبه زمان استاندارد عملیات سهم آن در

هر سیکل کاری در نظر گرفته می شود. مثل تمیز کردن دستگاه، تنظیم ماشین، برداشتن یک مشت پیچ و مهره از محلشان و قراردادن آنها در نزدیکی محل مونتاژ.

ج- عنصر ثابت: عنصری است که زمان آن در هر هنگام که سیکل انجام شود ثابت باقی می ماند و با تغییر مشخصات قطعه یا محصول تغییر نمی کند. مثل روشن کردن ماشین یا بستن یک پیچ

د- عنصر متغیر: عنصری است که زمان آن با توجه به وابستگی آن به مشخصه ای از محصول، فرایند و ابزار (مانند وابستگی به ابعاد، وزن، کیفیت و...) تغییر می نماید. مثل بریدن قطعه ای با اره دستی که زمان آن در رابطه با سختی و قطر قطعه تغییر می کند.

ه- عنصر دستی: عنصری است که توسط دست کارگر انجام می شود. این مورد سایر اعضای بدن را نیز شامل می شود. مثل نصب قطعه با دست، جوشکاری و...

و- عنصر ماشینی: عنصری است که به صورت اتوماتیک بوسیله یک ماشین تولیدی انجام می پذیرد و کارگر نقشی در آن ندارد. مثل تراشیدن یک قطعه بوسیله ماشین تراش اتوماتیک.

ز- عنصر حاکم (تعیین کننده): عنصری است که زمان مربوط به آن از زمان عناصر دیگر که همزمان با آن یا به موازات آن انجام می شوند بیشتر طول می کشد. مثلاً در ضمن یک عمل ماشین تراش چند عمل دیگر توسط اپراتور، مجزا از عمل تراش انجام می گیرد و طول زمانی تراش دادن بیشتر از زمان آن اعمال است.

ح- عنصر خارجی: عنصری است که در طی زمان سنجی دیده می شود ولی یک قسمت غیرضروری در انجام کار نمی باشد و یا عنصری است که وقوع آن از قبل پیش بینی نشده باشد. مثل سمباده زدن قطعه ای که زنگ زده، آب خوردن در حین انجام کار و...

چند قانون در مورد روش تقسیم یک سیکل کاری به عناصر موجود در آن وجود دارد:

۱. عناصر باید به سادگی قابل تشخیص، با نقطه شروع و ختم معین باشد. این نقاط شروع و ختم بوسیله یک صدا (متوقف کردن ماشین، بازکردن جیگ، پایین گذاردن ابزار) و یا بوسیله یک تغییر جهت دست و یا بازو قابل تشخیص می باشد. این نقاط به عنوان نقاط انفصال شناخته شده اند. نقطه انفصال یعنی لحظه ختم یک عنصر و شروع عنصر بعدی.

۲. عناصر باید به اندازه ای کوتاه باشند که به راحتی قابل زمان سنجی توسط یک فرد زمان سنج تعلیم یافته باشند. این زمان بستگی به تجربه و مهارت زمان سنج دارد که معمولا برای زمان سنج تعلیم یافته و ماهر ۲/۴ ثانیه و برای زمان سنج تازه کار، ۴/۲ تا ۶ ثانیه می باشد.

۳. حتی الامکان عناصر- به خصوص عناصر دستی- به نحوی انتخاب گردند که نشان دهنده یک بخش طبیعی، متحد، یکنواخت و قابل تشخیص از عمل باشند.

۴. عناصر دستی باید از عناصر ماشینی جدا گردند و زمان عناصر دستی در کنترل کامل اپراتور باشند. جدا کردن زمان عناصر دستی و ماشینی در هنگام تعیین استانداردهای زمانی بسیار مهم است.

۵. عناصر ثابت باید از عناصر متغیر جدا گردند.

۶. عناصری که در تمامی سیکل ها به وقوع نمی پیوندند (عناصر موقت، خارجی و...) باید به طور جداگانه از زمان های عناصری که در کلیه سیکل ها به وقوع می پیوندند زمان سنجی شوند.

۷. لزوم تعیین تعداد نقاط انفصال مناسب به میزان زیادی بستگی به نوع تولید، طبیعت عملیات و نتایج مورد انتظار دارد.

۸. عناصر باید در تعدادی از سیکل ها کنترل گردند و قبل از زمان سنجی نوشته و مشخص شوند. مشخصاتی مانند سرعت، میزان باردادن، عمق و طول و... باید بلافاصله بعد از شرح عنصر نوشته شوند.

۳- مشاهده و ثبت زمان مشاهده شده

پس از انتخاب عناصر کاری، زمان سنجی آنها شروع می گردد. زمان گیری عبارت است از مشاهده و ثبت زمان مصرف شده برای عناصر مختلف کاری به وسیله کرونومتر و مشخص نمودن ضریب عملکرد برای آنها.

انواع مختلفی از کرونومترها به منظور زمان گیری وجود دارد که برخی از آنها عبارتند از ساعت های زمان سنجی با بازگشت به صفر، ساعت های بدون بازگشت به صفر، ساعت های با عقربه جدا، کرونومتر دیجیتالی و...

روش های ثبت نتایج زمان سنجی که برای استخراج زمان مشاهده شده به کار می روند عبارتند از:

الف- روش پیوسته (تجمعی)[۲۶]**:** در این روش، زمان به صورت پیوسته از شروع عنصر اول تا ختم آخرین عنصر ادامه می یابد و در انتهای هر عنصر زمان آن ثبت می گردد. هدف این روش آن است که کلیه زمان های سیکل ثبت گردند. زمان

[26] **Cumulative Timing or Continuous Timing**

سنجی پیوسته جهت عناصر کوتاه در سیکل کوتاه مناسب تر می باشد. مشکل این روش این است که اپراتور ممکن است در خواندن زمان هر عنصر کاری، دچار اشتباه شود اما در زمان کل انجام کار تغییری حاصل نمی شود.

ب- روش گسسته (جدا) [۲۷]: در این روش، به هنگام پایان عنصر کاری اول، زمان آن را خوانده، ساعت را به صفر برگردانده، بلافاصله شروع به کار نموده و زمان عنصر بعد را از صفر شروع می نماید و درنتیجه زمان هر عنصر مستقیماً بدست می آید. در صورتیکه کار طولانی بوده و عناصر آن نیز طولانی باشند از سیستم جدا می توان استفاده نمود، زیرا در چنین صورتی خطا به قدری کم می شود که قابل توجه نیست. این روش برای زمان سنجی سیکل های عملیاتی که زمان بسیار کوتاهی دارند، مناسب نمی باشد و چنانچه زمان تک تک عناصر یک سیکل کوتاه را خواسته باشیم، نمی توانیم از طریق زمان سنجی با کرونومتر زمان آن را به دست آوریم. در چنین حالتی از زمان گیری تفاضلی استفاده می شود.

ج- روش تفاضلی یا دیفرانسیلی [۲۸]: در این روش، در هر زمان سنجی از یک سیکل، یکی از عناصر را حذف نموده و زمان بقیه عناصر مجموعا ثبت می گردد.

د- روش استفاده از چند کرونومتر به هم پیوسته: در این روش، در ابتدای زمان سنجی سیکل کاری با فشار دکمه کرونومتر، عقربه اول شروع به کار می کند و به محض مشاهده نقطه انفصال پایان عنصر اول مجددا دکمه کرونومتر اول فشار داده می شود. در این لحظه ضمن توقف عقربه کرونومتر اول، عقربه کرونومتر دوم به صورت اتوماتیک شروع به کار می نماید و متصدی زمان سنجی می تواند زمان مشاهده شده عنصر اول را ثبت نماید و کرونومتر دوم زمان عنصر دوم را نشان می دهد. به محض پایان عنصر کاری دوم، مجددا دگمه کرونومتر اول فشار داده می شود تا کرونومتر دوم متوقف شده و اتوماتیک عقربه کرونومتر سوم شروع به کار نماید و در کرونومتر اول نیز همزمان عقربه ها به صفر بر می گردد و در این فاصله اپراتور می تواند نتایج زمان مشاهده شده عنصر دوم را یادداشت نماید و به همین شکل کار ادامه می یابد تا زمان تک تک عناصر کاری به دفعات مورد نیاز استخراج گردد.

[27] **Snap Back**
[28] **Differentiate Timing**

۴ – تعیین تعداد سیکل های مورد مشاهده

زمان سنجی یک روش نمونه برداری و آماری است و دقت در مقادیر نهایی بدست آمده نشان دهنده مقادیر حقیقی زمانی عناصر می باشد و زمان کل عمل بستگی به اندازه نمونه دارد. نمونه ها در واقع سیکل های مورد زمان سنجی می باشند و جامعه آماری، سیکل های عملیات در جریان مداوم تولید در طول زمان می باشند. میانگین نمونه باید در حد منطقی نزدیک به میانگین جامعه باشد.

چون زمان سنجی یک نمونه گیری آماری می باشد، لذا هرچه تعداد دفعات زمان سنجی (تعداد نمونه) کم باشد، انحراف از میانگین زمان واقعی کار بیشتر و خطا زیاد می شود. از طرفی اگر تعداد نمونه ها بسیار زیاد باشد، در این صورت دستیابی به این نمونه ها به وقت بسیاری نیاز داشته و کاری مشکل و هزینه زا خواهد بود. بنابراین تحلیل گر بایستی به اندازه کافی مشاهده داشته باشد. این اندازه می بایست در حد وسط و درصدی قابل قبولی از خطا ما را به میانگین واقعی بسیار نزدیک سازد. برخی از روش های قابل استفاده به منظور تعیین تعداد سیکل های مورد مشاهده عبارتند از:

۱- روش تخمینی: در این روش، طبق جدول استانداردی، می توان با توجه به زمان سیکل که طی چند بارزمان سنجی اولیه به دست آمده است، تعداد مشاهدات لازم را مشخص نمود. در این زمینه بعضی از شرکت های جداولی را تهیه کرده اند که نمونه ای از آن آورده شده است. همانطور که مشاهده می شود، در روش تخمینی، زمان سیکل با تعداد مشاهدات مورد نیاز رابطه عکس دارد.

تعیین تعداد سیکل های مورد مطالعه (جدول تنظیمی شرکت جنرال الکتریک)

زمان سیکل به دقیقه	تعداد سیکل های مورد مطالعه
۰.۱۰	۲۰۰
۰.۲۵	۱۰۰
۰.۵۰	٦۰
۰.۷۵	٤۰
۱.۰۰	۳۰
۲.۰۰	۲۰
۲.۰۰-۵.۰۰	۱۵
۵.۰۰-۱۰.۰۰	۱۰
۱۰.۰۰-۲۰.۰۰	۸
۲۰.۰۰-٤۰.۰۰	۵
٤۰ و بیشتر	۳

۲- استفاده از توزیع t: تعداد سیکل های مورد مطالعه را می توان به صورت ریاضی و با استفاده از توزیع t بدست آورد.

بدین منظور می بایست مراحل زیر را طی نمود:

۱- ثبت ۱۰ مشاهده اولیه (n) برای سیکل های کمتر از ۲ دقیقه، ثبت ۵ مشاهده اولیه (n) برای سیکل های بیش از ۲ دقیقه

۲- تعیین میانگین مشاهدات اولیه ($\overline{X}$)

۳- تعیین مقدار انحراف معیار نمونه ها: $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n-1}}$

۴- فرض کردن مقدار خطا (K)

۵- تعیین مقدار $t_{\alpha/2,n-1}$ از جدول توزیع t

۶- تعیین تعداد مشاهدات لازم (N) با استفاده از رابطه $N = \left(\frac{tS}{K\overline{X}}\right)^2$

توضیح اینکه از این روش زمانی که تعداد مشاهدات اولیه کوچکتر یا مساوی ۳۰ عدد باشد ($n \leq 30$) استفاده می گردد و در صورتی که تعداد مشاهدات اولیه بزرگتر از ۳۰ باشد، می توان از توزیع نرمال استفاده نمود.

۳- استفاده از توزیع نرمال: همچنین تعداد سیکل های مورد مطالعه را می توان با استفاده از توزیع نرمال بدست آورد:

$$N = \left(\frac{2/\alpha\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X}\right)^2$$

توضیح اینکه معمولا از ۹۵٪ فاصله اطمینان و ۵٪ ± خطا در زمان سنجی استفاده می شود. این بدان معنی است که حداقل ۹۵٪ اوقات، میانگین نمونه با میزان واقعی زمان عنصر بیش از ۵٪ ± تفاوت ندارد. برای فاصله اطمینان ۹۵٪ و ۵٪ ± خطا، فرمول فوق به صورت زیر می باشد:

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X}\right)^2$$

همچنین برای فاصله اطمینان ۹۵٪ و ۱۰٪ ± خطا، فرمول فوق به صورت زیر می باشد:

$$N = \left(\frac{20\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

۲-٤-٤- روش کمپانی می - تگ[29]: در این روش، مراحل زیر طی می گردد:

۱- ثبت ۱۰ مشاهده اولیه برای سیکل های کمتر از ۲ دقیقه و ثبت ۵ مشاهده اولیه برای سیکل های بیش از ۲ دقیقه

۲- تعیین دامنه (R) که برابر است با تفاضل بیشترین زمان مشاهده شده (H) و نیز کمترین مقدار آن (L).

$$R=H-L$$

۳- تعیین متوسط $\overline{X}$ که برابر است با مجموع مقادیر مشاهده شده تقسیم بر تعداد مشاهده صورت گرفته (۵ یا ۱۰).

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

۴- تعیین مقدار $\frac{R}{X}$

۵- تعیین تعداد مشاهده مورد نیاز از جدول زیر برای خطای ۵٪ ± (برای فاصله اطمینان ۹۵٪ و خطای ۱۰٪ ± عدد حاصل از جدول را به چهار تقسیم کنید).

۵ -ادامه مشاهدات تا زمانی که تعداد مشاهدات به میزان مذکور در جدول زیر برسد. (اگر تعداد مشاهدات لازم بیش از n بود).

به عنوان مثال اگر تعداد مشاهدات اولیه ۱۰ باشد و مقدار $\frac{R}{X}$ معادل ۰.۳۸ به دست آید تعداد مشاهدات لازم از جدول معادل ۲۴ به دست می آید پس باید ۱۴ مشاهده دیگر نیز به دست آید.

[29] May – Tag Co

تعداد مشاهدات لازم با خطای ۵٪ ± و فاصله اطمینان ۹۵٪

$\frac{R}{X}$	تعداد مشاهدات لازم		$\frac{R}{X}$	تعداد مشاهدات لازم	
	با اندازه نمونه اولیه: ۵	با اندازه نمونه اولیه: ۱۰		با اندازه نمونه اولیه: ۵	با اندازه نمونه اولیه: ۱۰
۰.۱۰	۳	۲	۰.۵۶	۹۳	۵۳
۰.۱۲	٤	۲	۰.۵۸	۱۰۰	۵۷
۰.۱٤	٦	۳	۰.٦۰	۱۰۷	٦۱
۰.۱٦	۸	٤	۰.٦۲	۱۱٤	٦۵
۰.۱۸	۱۰	٦	۰.٦٤	۱۲۱	٦۹
۰.۲۰	۱۲	۷	۰.٦٦	۱۲۹	۷٤
۰.۲۲	۱٤	۸	۰.٦۸	۱۳۷	۷۸
۰.۲٤	۱۷	۱۰	۰.۷۰	۱٤۵	۸۳
۰.۲٦	۲۰	۱۱	۰.۷۲	۱۵۳	۸۸
۰.۲۸	۲۳	۱۳	۰.۷٤	۱٦۲	۹۳
۰.۳۰	۲۷	۱۵	۰.۷٦	۱۷۱	۹۸
۰.۳۲	۳۰	۱۷	۰.۷۸	۱۸۰	۱۰۳
۰.۳٤	۳٤	۲۰	۰.۸۰	۱۹۰	۱۰۸
۰.۳٦	۳۸	۲۲	۰.۸۲	۱۹۹	۱۱۳
۰.۳۸	٤۳	۲٤	۰.۸٤	۲۰۹	۱۱۹
۰.٤۰	٤۷	۲۷	۰.۸٦	۲۱۸	۱۲۵
۰.٤۲	۵۲	۳۰	۰۸۸	۲۲۹	۱۳۱
۰.٤٤	۵۷	۳۳	۰.۹۰	۲۳۹	۱۳۸
۰.٤٦	٦۳	۳٦	۰.۹۲	۲۵۰	۱٤۳
۰.٤۸	٦۸	۳۹	۰.۹٤	۲٦۱	۱٤۹
۰.۵۰	۷٤	٤۲	۰.۹٦	۲۷۳	۱۵٦
۰.۵۲	۸۰	٤٦	۰.۹۸	۲۸٤	۱٦۲
۰.۵٤	۸٦	٤۹	۱.۰۰	۲۹٦	۱٦۹

۵- تعیین ضریب عملکرد اپراتور[30]

عملکرد طبیعی سرعتی است که کارگر واجد شرایط به طور طبیعی با آن سرعت کار خواهد کرد به شرط اینکه نسبت به روش انجام عملیات، آگاهی کامل داشته باشد و کار را با علاقه انجام دهد. ضریب عملکرد برای این سرعت ۱۰۰٪ یا ۱ می باشد. معمولا فردی را که دارای عملکرد طبیعی (کارایی نرمال) است به صورت زیر تعریف می کنند:

فردی که دارای کارایی نرمال است با کار، تطابق لازم را پیدا نموده است، دارای تجربه کافی جهت انجام کار با سرپرستی کم یا بدون سرپرستی می باشد، دارای هماهنگی کامل بین فعالیت های بدنی و ذهنی است، دارای سطح کارایی خوب

[30] **Performance Rating**

است، از ابزار و وسایل به نحو مطلوب استفاده می نماید و با سرعتی مناسب، جهت انجام عملیات به صورت مداوم و پیوسته، کار را به انجام می رساند. در تعریف فرد نرمال می بایست مهارت و تلاش مفید نیز در نظر گرفته شود.

هنگامی که زمان سنج مشغول مطالعه است باید به دقت عملکرد اپراتور را در طول کل سیکل ارزیابی نماید. بندرت عملکرد شخص را می توان به صورت کامل بعنوان نرمال در نظر گرفت، بنابراین الزامی است که در متوسط زمان مشاهده شده تطابقی بوجود آید تا بتوان آنرا به عنوان زمان نرمال در نظر گرفت و فقط استاندارد زمانی که بدین صورت بدست آید می تواند صحیح باشد.

ضریب عملکرد، عددی است که توسط تحلیل گر از مقایسه کارایی فرد مورد مطالعه با کارایی فرد نرمال بدست می آید و عبارت است از قضاوت زمان سنج در مورد سطح عملکرد (سرعت و مهارت) کارگر مورد نظر در انجام یک سیکل کاری که این قضاوت برمبنای عملکرد طبیعی که در ذهن زمان سنج متصور شده، صورت می گیرد.

ضریب عملکرد تنها در هنگام مشاهده زمان عناصر تعیین می گردد. هنگامی که اپراتور از یک عنصر به عنصر بعدی می رود، تحلیل گر باید به دقت عواملی مانند سرعت، هماهنگی، عدم انجام اشتباه در عمل، ریتم کاری، موثر بودن و تمام فاکتورهایی را که در روی ستانده اثر می گذارند ارزشیابی نماید. همچنین می بایست به برخی از عواملی که خارج از کنترل اپراتور بوده و بر روی کارایی او اثر می گذارند دقت نمود. این عوامل می توانند شامل موارد زیر باشند:

- تغییرات در نوع مواد اولیه و کیفیت آنها یا وجود اختلاف در مشخصات مواد به کار رفته
- تغییرات در کارایی عملکرد ماشین آلات و ابزار
- تغییرات کوچک در روش و شرایط انجام کار
- تغییر در نور، درجه حرارت و سایر شرایط محیطی و...

همچنین در ثبت ضریب عملکرد نمی بایست به عامل خستگی توجه کرد زیرا الونس رفع خستگی در مراحل بعد به صورت مجزا تخصیص خواهد یافت.

فرد زمان سنج در حین مشاهده عملیات و زمان گیری عناصر کاری، برای تک تک عناصر، ضریب عملکرد تعیین می کند. اگر سرعت کارگری که در حال انجام کار است در حد متوسط و نرمال باشد، ضریب عملکرد ۱۰۰٪، چنانچه سرعت اپراتور کمتر از حد طبیعی باشد ضریب عملکرد زیر ۱۰۰٪ (مثلا ۹۰٪) و اگر سرعت کارگری بیشتر از حد طبیعی باشد، ضریب

عملکرد بالای ۱۰۰٪ برای وی در نظر گرفته می شود. بنابراین تجربه متصدی ارزیابی در تعیین ضریب عملکرد بسیار مهم می باشد.

توضیح اینکه ضریب عملکرد برای پایین ترین فرد، ۶۱٪ و برای بهترین فرد ۱۳۹٪ می باشد و دامنه تغییرات این ضریب در ایران بین ۸۷٪ تا ۱۱۳٪ گزارش شده است.

روش ثابتی جهت ضریب عملکرد وجود ندارد و عموم روش ها بر مبنای قضاوت فرد زمان سنج می باشد. بنابراین فرد زمان سنج باید علاوه بر داشتن شایستگی های لازم، دارای آگاهی کافی از کار نیز باشد تا بتوان از عهده این قضاوت مهم برآید. با توجه به اینکه روش ثابتی جهت تعیین ضریب عملکرد موجود نمی باشد، معنی و مفهوم ثابتی نیز جهت کارایی نرمال وجود ندارد و این مفهوم با توجه به نوع صنعت، محصول و میزان رقابت و سایر موارد مشابه متغیر است. علاوه بر روش تجربی یکی از روشهای دیگری که قاعده مند تر است روش وستینگهاوس می باشد که به شرح زیر است:

روش وستینگهاوس: این روش یکی از قدیمی ترین و رایج ترین روش های تعیین ضریب عملکرد می باشد که توسط شرکت الکتریکی وستنگهاوس پایه گذاری شده است. در این روش چهار فاکتور در ارزیابی کار اپراتور در نظر گرفته می شوند که عبارتند از: مهارت، تلاش به کار رفته، شرایط (محیط کاری) و سازگاری.

* ***مهارت:*** نشان دهنده هماهنگی صحیح بین فکر و دست می باشد. مهارت یک اپراتور بر حسب تجربه، استعداد ذاتی، ریتم و هماهنگی طبیعی او تعیین می گردد. در این سیستم شش درجه مهارت جهت ارزیابی وجود دارد: فوق العاده زیاد، عالی، خوب، متوسط، ضعیف و فاقد مهارت. میزان مهارت توسط تحلیل گر زمان سنج ارزیابی گردیده و در یکی از شش طبقه قرار می گیرد. طبقه بندی انواع مهارت ها در جدول زیر آورده شده است. درصدهای ذکر شده در جدول، به صورت جبری با امتیازات مربوط به سایر فاکتورها جمع می گردد.

طبقه بندی انواع مهارت جهت ارزیابی اپراتور

مهارت			
فوق العاده زیاد (مافوق ماهر)	A_1	+۰.۱۵	۱. طبیعتاً با کار تناسب دارد.
	A_2	+۰.۱۳	۲. مهارت بسیار عالی و کاملی در انجام کار دارد. ۳. به نظر می رسد که فوق العاده تعلیم یافته است. ٤. حرکاتش بسیار سریع و همگون هستند، به نحوی که بسیار سخت می توان آنها را دنبال کرد. ۵. به نظر می سد که کار توسط ماشین انجام می شود. ٦. عناصر عملیات با هم ترکیب شده اند. ۷. به نظر می رسد که در کاری که انجام می دهد فکر نمی کند. ۸. به طور یقین یک اپراتور فوق العاده است.
عالی	B_1	+۰.۱۱	۱. در انجام کار نسبت به خود اعتماد دارد.

مهارت			
	B_2	+۰.۰۸	۲. به کار انجام شده بسیار علاقه دارد. ۳. کاملاً تعلیم یافته است. ٤. با نظارت خیلی کم کار را به صورت دقیق انجام می دهد. ٥. نحوه انجام کار او بدون خطا است و در تقدم و تأخر عملیات نیز هیچگونه اشتباهی ندارد. ٦. به نحو بسیار مفیدی از ماشین آلات و تجربیات استفاده می کند. ۷. بدون فدا کردن کیفیت، سریع کار می کند. ۸. کارایی او سریع و همواره است. ۹. کار را با ریتم و هماهنگی کامل انجام می دهد.
خوب	C_1	+۰.۰٦	۱. کیفیت کار در حد عالی است.
	C_2	+۰.۰۳	۲. به طرز قابل ملاحظه ای از یک فرد معمولی بهتر به نظر می رسد. ۳. افرادی را که دارای مهارت کمتری از او می باشند می تواند تعلیم دهد. ٤. بازدهی کار او بالاست. ٥. به نظارت و سرپرستی کمی نیاز دارد. ٦. در انجام کار مردد نیست. ۷. با سرعت پیوسته ای کار می کند. ۸. حرکات او به نحو مناسبی هماهنگ است. ۹. حرکات را سریع انجام می دهد.
متوسط	D	۰.۰۰	۱. به خود اعتماد کامل دارد. ۲. حرکاتش کمی کند به نظر می رسد. ۳. در کار او بازدهی وجود دارد. ٤. بدون تردید قابل ملاحظه ای از تقدم و تأخر عملیات پیروی می کند. ٥. هماهنگی بین ذهن و دست های او به طریق قابل قبولی متناسب است. ٦. به نظر می رسد که کاملاً تعلیم یافته و نسبت به کار آگاهی دارد. ۷. دقت کار، قابل قبول است. ۸. کار به نحو رضایت بخشی انجام می شود.
ضعیف	E_1	-۰.۰٥	۱. تا حدی آموزش لازم را برای انجام کار دیده است.
	E_2	-۰.۱۰	۲. آشنایی او با ماشین آلات و ابزار ضعیف است. ۳. اعتماد به نفس کامل ندارد. ٤. در انجام کار برای مدت زمان طولانی عدم تناسب نشان داده است. ٥. می داند چه باید بکند اما مطمئن نیست. ٦. بخشی از زمان را با توجه به عدم توانایی کافی خود از دست می دهد. ۷. میزان بازدهی او مانند فرد فاقد مهارت است ولی تلاش کمتری در کار می کند. ۸. معمولاً در انجام کار تردید دارد.
فاقد مهارت	F_1	-۰.۱٦	۱. بین دست و فکر او هماهنگی وجود ندارد.
	F_2	-۰.۲۲	۲. حرکت ها خیلی نامناسب و ناهنگون به نظر می رسند. ۳. به نظر می رسد که تقدم و تأخر عملیات را به صورت صحیح نمی تواند انجام دهد و در این مورد اطمینان ندارد. ٤. آموزش لازم را برای انجام عملیات ندیده است. ٥. با کار تناسب ندارد. ٦. مردد و دو دل است. ۷. به طور مداوم دچار اشتباه می شود. ۸. فاقد اعتماد شخصی است. ۹. توانایی فکر کردن در نحوه انجام مناسب کار را ندارد.

تلاش (سعی) به کار رفته: نمایانگر سرعتی است که در انجام کار اعمال می شود (با رعایت مهارت لازم) و کنترل آن می توان تا حد زیادی توسط اپراتور انجام پذیرد. منظور از تلاش، تلاش موثر در کار است نه هر تلاش دیگر. شش طبقه جهت تلاش وجود دارد: بسیار ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب، عالی و فوق العاده زیاد که در جدول زیر آورده شده اند. درصدهای ذکر شده در جدول، به صورت جبری با امتیازات مربوط به سایر فاکتورها جمع می گردد.

طبقه بندی انواع تلاش

تلاش			
فوق العاده زیاد	A_1	+۰.۱۳	۱. سرعت خورد را به نحو بسیار زیادی افزایش می دهد. ۲. از هر نظر دارای بهترین تلاش است اما ممکن است برای سلامتی او اشکالاتی پیش آید. ۳. سرعت کاری خود را طی روز نمی تواند نگه دارد.
	A_2	+۰.۱۲	
عالی	B_1	+۰.۱۰	۱. بطریقی سریع کار می کند. ۲. از حرکات به نحو اقتصادی تری استفاده می نماید. ۳. به کار بسیار علاقمند است. ٤. پیشنهادهای بسیاری ارائه می کند. ٥. از قبول پیشنهادهایش، بسیار خوشحال می شود. ٦. اعتماد زیادی به فرد زمان سنج دارد.
	B_2	+۰.۰۸	۷. به نظر می رسد که احتمالاً بیش از چند روز تلاش مؤثر خود را به همین نحو ادامه دهد. ۸. از توانایی برتر بودن خود مغرور است. ۹. حرکات اشتباه او در کمترین حد است. ۱۰. به صورت منظم کار می کند. ۱۱. حرکاتش با هم آمیختگی دارد.
خوب	C_1	+۰.۰٥	۱. کار او ریتم دارد. ۲. زمان بیکاری یا خیلی کم است و یا وجود ندارد. ۳. در مورد کار آگاهی دارد. ٤. به کار خود علاقه دارد. ٥. با سرعت خوب کار می کند و در طی روز این سرعت را نگه می دارد. ٦. نحوه عمل او نشان می دهد که به فرد زمان سنج اعتماد دارد.
	C_2	+۰.۰۲	۷. حاضر است که توصیه ها و پیشنهادها را بپذیرد. ۸. پیشنهادهایی برای بهبود کار دارد. ۹. نظم و ترتیب ایستگاه کاری را نگاه می دارد. ۱۰. از ابزار صحیح استفاده می نماید. ۱۱. ابزار را در شرایط خوبی نگاه می دارد.
متوسط	D	۰.۰۰	۱. از فرد ضعیف بهتر است. ۲. به صورت پیوسته کار می کند. ۳. پیشنهادها را می پذیرد اما گاهی انجام نمی دهد. ٤. تنظیم های او در ایستگاه کاری خوب است. ٥. از قبل برنامه ریزی می کند. ٦. از روش خوبی استفاده می کند.

تلاش			
ضعیف	E_1	-۰.۰٤	۱. پیشنهادها را به سختی قبول می کند. ۲. تا حدی توجه او به کار ضعیف است. ۳. به نظر می رسد مقداری نگرانی در انجام کار دارد. ٤. از بخشی از انرژی خود در انجام کار استفاده می نماید.
	E_2	-۰.۰۸	٥. از روشی استفاده می کند که مقداری با روش صحیح تفاوت دارد. ٦. همیشه از بهترین ابزار استفاده نمی کند. ۷. نسبت به کاری که در دست دارد آشنایی ندارد. ۸. تا حدی دقت او بیش از حد مورد نیاز است. ۹. نظم او کم است. ۱۰. برنامه ریزی کار را از قبل به طرز صحیحی نمی داند.
بسیار ضعیف	F_1	-۰.۱۲	۱. زمان را تلف می کند. ۲. فاقد علاقه کاری است. ۳. به پیشنهادات و تذکرات گوش نمی دهد. ٤. کودن به نظر می رسد و آرام کار می کند. ٥. برای دستیابی به ابزار و مواد مسیرهای نامناسب را طی می کند. ٦. حرکات مازاد انجام می دهد.
	F_2	-۰.۱۷	۷. از ایستگاه کار خود به طرز ضعیفی نگهداری می کند. ۸. ممکن است عمدتاً از ابزار نامناسب استفاده نماید. ۹. استقرار فیزیکی ایستگاه کاری را به هم می زند. ۱۰. تنظیم های مربوط به کار را خیلی ضعیف انجام می دهد. ۱۱. بیش از حد مورد نیاز در کار دقت به خرج می دهد.

* ***شرایط محیط:*** این مورد اثری را که محیط روی اپراتور می گذارد مشخص می نماید. در اکثر اوقات شرایط به صورت نرمال و یا متوسط نرخ بندی می گردد. عناصری که در شرایط کار اثر می گذارند شامل رطوبت، درجه حرارت و نور محیط می باشند. شرایطی که در روی عمل اثر می گذارند (مانند ابزار و مواد نامناسب) نباید در ضریب کارایی شرایط محیط کاری در نظر گرفته شوند. شش طبقه شرایط کاری ایده آل، عالی، خوب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف وجود دارند که شرح آنها در جدول زیر آورده شده است. درصدهای ذکر شده در جدول، به صورت جبری با امتیازات مربوط به سایر فاکتورها جمع می گردد.

طبقه بندی شرایط محیط

شرایط محیط		
ایده آل	A	+۰.۰٦
عالی	B	+۰.۰٤
خوب	C	+۰.۰۲
متوسط	D	۰.۰۰
ضعیف (کمی نامطلوب)	E	-۰.۰۳
خیلی ضعیف (نامطلوب)	F	-۰.۰۷

* ***سازگار بودن:*** چهارمین فاکتور، سازگاری در تعیین مقادیر مشاهده شده است. سازگار بودن، درجه ثبات در مقادیر زمانی است که فرد زمان سنج در زمان گیری اپراتور مورد مطالعه حاصل می کند. مقادیر زمانی عناصری که به صورت ثابت تکرار می گردند درجه ثبات کاملی را دارا می باشند ولی این امر به ندرت اتفاق می افتد (به علت آنکه متغیرهای زیادی مانند درجه سختی مواد، لبه های ابزار برش، روغنکاری، مهارت، سعی اپراتور، خطا در خواندن مشاهده، حضور و عدم حضور عناصر خارجی و... در روی آن اثر می گذارند). عناصری که توسط ماشین کنترل می گردند مقادیری نزدیک به سازگاری کامل دارند ولی باید توجه داشت که این نوع عناصر نرخ بندی نمی گردند. شش طبقه سازگاری کامل، عالی، خوب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف وجود دارند که در جدول زیر آورده شده اند. درصدهای ذکر شده در جدول، به صورت جبری با امتیازات مربوط به سایر فاکتورها جمع می گردد.

طبقه بندی سازگاری کاری

سازگاری		
کامل (ایده آل)	A	+۰.۰٤
عالی	B	+۰.۰۳
خوب	C	+۰.۰۱
متوسط	D	۰.۰۰
ضعیف (کمی ناسازگار)	E	-۰.۰۲
خیلی ضعیف (ناسازگار)	F	-۰.۰٤

قانون خاصی در مورد نحوه کاربرد فاکتور سازگاری وجود ندارد. زمان انجام بعضی از عملیات کوتاه است و فاقد حرکات دستی ظریف هستند که این عملیات دارای سازگاری میانگین می باشند. کاری که طولانی تر است و نیاز به مهارت زیاد در عناصر قراردادن، درگیر کردن و... دارد دارای حد بیشتری از سازگاری میانگین می باشد.

هنگامی که مهارت، تلاش، شرایط و سازگاری تعیین گردید می توان ضریب عملکرد را تعیین نمود که عبارت از جمع آوری مقادیر فوق بعلاوه ۱ می باشد. به عنوان مثال، اگر جمع جبری مقادیر فوق +۰/۰۴ باشد، ضریب عملکرد برابر ۱/۰۴ یا ۱۰۴٪ می باشد. مجدداً باید توجه نمود که ضریب عملکرد فقط جهت عناصر دستی به کار می رود و ضریب عملکرد عناصر ماشینی ۱۰۰٪ است.

۶- تعیین زمان پایه (نرمال)[31]

زمان نرمال یا زمان پایه[32] عناصر به طریق زیر محاسبه می گردد:

[31] **Normal Time**
[32] **Basic Time**

ضریب عملکرد (R) × زمان مشاهده شده = زمان نرمال یا زمان پایه (NT)

برای اینکه زمان نرمال هر عنصر به صورت دقیقتر محاسبه شود، تعداد نمونه از آن عنصر مشاهده می شود و متوسط زمان نرمال آن عنصر محاسبه می گردد. تعداد مشاهدات زمان سنجی (n) با توجه به فرمول های مربوطه که قبلا ذکر شد، تعیین می گردد. در این صورت:

$$\overline{NT} = \frac{\sum_{i=1}^{n} NT_I}{n}$$

پس از تعیین زمان نرمال، زمان های مجاز (الونس ها) شناسایی و تعیین شده و سپس زمان استاندارد به دست می آید.

۷- شناسایی و تعیین زمان های مجاز (الونس)

پس از محاسبه زمان نرمال باید یک گام دیگر را به منظور بدست آوردن زمان استاندارد عملیات پیمود. در آخرین مرحله باید درصد های مجازی به نام الونس تعیین گردند که کلیه موارد مربوط به تأخیرات و خستگی های ناشی از اثر کار و سایر موارد دیگر را بپوشاند.

الونس ها در سه طبقه آورده می شوند:

۱. الونس هایی که به کل زمان سیکل کاری افزوده می شوند. این الونس ها به صورت درصدی از زمان سیکل نشان داده می شوند و شامل تأخیراتی مانند نیازهای شخصی، تمیز کردن ایستگاه کاری و روغنکاری ماشین می باشند.

۲. الونس هایی که فقط به زمان ماشین اضافه می گردند، شامل زمان لازم برای تعویض ابزار.

۳. الونس هایی که به زمان تلاش فرد اضافه می شوند، مانند الونس برای رفع خستگی و تأخیرات غیرقابل اجتناب.

معمولاً دو روش برای تعیین داده های الونس به کار می رود:

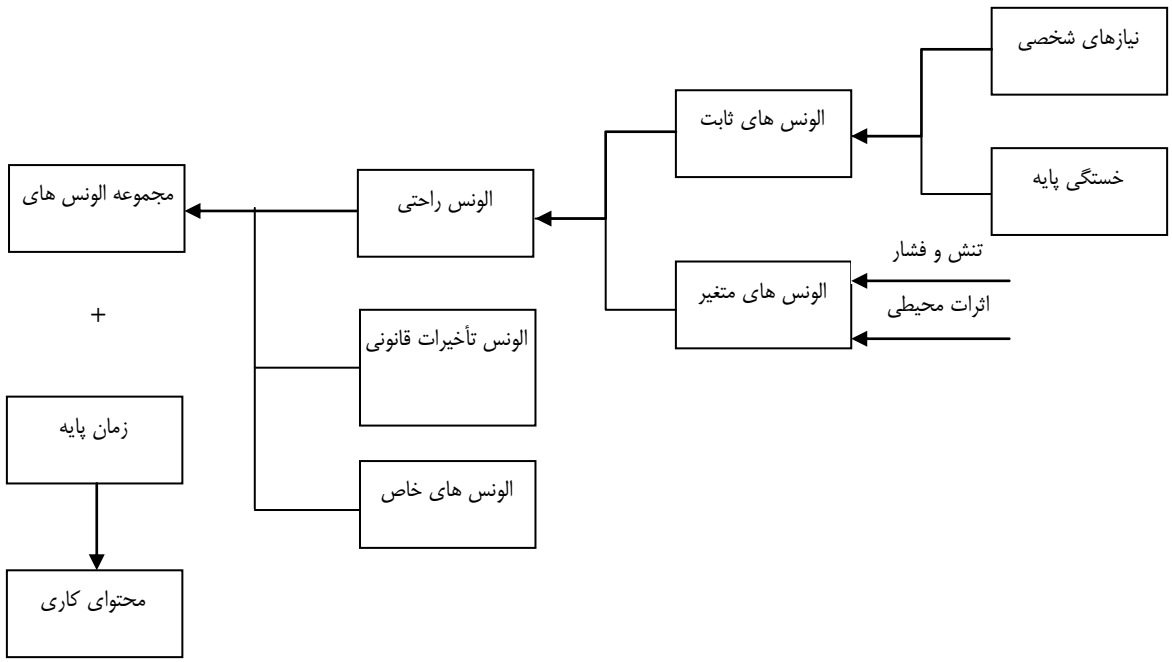
* ***روش اول:*** برمبنای مشاهده از دو یا سه عملیات در طی یک دوره زمانی طولانی می باشد که طی آن زمان بیکاری و دلیل مربوط به آنها به دست می آید. داده هایی که از این طریق به دست می آیند باید مورد بررسی دقیق قرار گیرند که این کار خسته کننده خواهد بود و اگر اندازه نمونه ها کوچک گرفته شوند نتایج آماری حاصل نیز زیر سؤال خواهند رفت.

* ***روش دوم:*** برای تعیین درصد الونس از طریق نمونه برداری فعالیت می باشد. در این روش فرد زمان سنج باید تعداد زیادی مشاهدات تصادفی انجام دهد. بدین ترتیب که در زمان های تصادفی فرد زمان سنج در سالن تولیدی مورد مطالعه گام برداشته و آنچه را که هر اپراتور انجام می دهد ثبت کند. تعداد تأخیرات حاصل شده به کل تعداد مشاهدات گرفته

می شود و در نتیجه الونس لازم برای تأخیرات بدست می آید. اشکالات موجود در این روش آن است که اولاً اپراتور حتماً هر آنچه را که عملاً اتفاق می افتد باید ثبت کند و هیچ نوع پیش بینی نباید انجام پذیرد. ثانیاً این کار فقط برای عملیات مشابه در روی ماشین آلات مشابه می باشد. هرچه که تعداد مشاهدات و مدت زمانی که این داده ها ثبت می شوند بیشتر باشد نتایج بهتری را می توان بدست آورد. معمولاً ۵۰۰ مشاهده تا حدی مناسب و ۳۰۰۰ مشاهده می تواند نتایج بهتری را به بار آورد. مدت زمان لازم برای ثبت این داده ها بهتر است حداقل ۲ هفته باشد.

مدل اساسی مربوط به تعیین الونس ها در شکل زیر نشان داده شده است. از این مدل دیده می شود که الونس راحتی [۳۳] تنها بخش اساسی بین الونس ها می باشد که به زمان نرمال اضافه می شود. سایر الونس ها مانند الونس تأخیرات قانونی [۳۴] و الونس های خاص فقط در شرایط خاصی اضافه می شوند.

شکل مدل اساسی مربوط به تعیین الونس



۱- الونس راحتی: این الونس به صورت درصدی از زمان نرمال به زمان نرمال اضافه می گردد و هدف آن است که به اپراتور فرصتی جهت بهبود اثرات فیزیکی و روانی که در کار و در تحت شرایط مشخصی در او به وجود آمده است و نیز نیازهای انسانی او بدهد. این الونس به دو جزء اساسی تقسیم می شود: الونس ثابت و الونس متغیر.

۱-۱- انواع الونس های ثابت:

[33] **Relaxation Alloeance**
[34] **Contingency Delays**

الف- الونس برای رفع نیازهای شخصی: این الونس نشان دهنده لزوم دور شدن از محل کار به منظور برآوردن نیازهای انسانی مانند شستشو، دستشویی و نوشیدن می باشد. (معمولاً برای مردان ۵٪ و برای بانوان ۷٪ در نظر گرفته شده است).

ب- الونس برای خستگی پایه: این الونس که مقدار آن ثابت است به میزان انرژی مصرف شده در هنگام انجام یک کار دلالت می کند و عبارت است از الونسی که نشان دهنده میزان خستگی کارگری است که در حال نشسته با داشتن کار سبک در شرایط مناسب کاری با استفاده نرمال از دست و پا و وسایل ساده کار می کند. این میزان معمولاً برای مردان و زنان به صورت ثابت ۴٪ زمان نرمال در نظر گرفته می شود.

۱-۲- انواع الونس های متغیر:

الونس متغیر هنگامی داده می شود که شرایط کاری قابل بهبود نباشد و میزان آن بستگی به فاکتورهایی دارد که با توجه به شرایط کاری تغییر می یابد و برای مردان و زنان متفاوت می باشد. جداول زیادی برای این نوع الونس وجود دارد که می توان از آنها استفاده کرد. الونس متغیر به صورت درصدی از زمان نرمال و برمبنای عنصر به عنصر داده می شود. ولی در صورتی که کلیه عناصر دارای عناصر یکسانی باشند می توان تمام زمان های نرمال را در ابتدا جمع نمود و سپس الونس را به صورت درصدی از کل زمان نرمال سیکل در نظر گرفت. بعضی از این فاکتورها عبارتند از:

الف- ایستادن: این الونس هنگامی داده می شود که اپراتور موظف است کار را ایستاده انجام دهد. وقتی کاری به صورت ایستاده انجام می شود، با توزیع نرمال وزن بدن در روی دو پا به میزان ۲٪ الونس برای مردان و ۴٪ برای بانوان در نظر گرفته می شود.

ب- موقعیت غیرطبیعی: وقتی کارگر در حال طبیعی انجام کار نباشد (ارتفاع صندلی، نسبت به سطح کار مناسب نباشد و...) این الونس اضافه می گردد. جدول زیر امتیازات مربوط به موقعیت غیرطبیعی بدن را نشان می دهد:

امتیازات مربوط به بعضی از انواع موقعیت های غیرطبیعی بدن

شرح	میزان الونس (درصد)
اگر وزن بدن روی دو پا تقسیم نشده باشد.	۲
بدن از محور عمودی آن دورتر است (به یک سمت شیب دارد).	۵
بازوان بالای قسمت سینه قرار بگیرد.	۱۰
بدن خم شود.	۵
فضای محدود (مثل معادن زغال سنگ)	۶-۸
در صورتیکه حرکت به تمامی بدن محدود شود.	۱۰-۱۵
ایستادن روی یک پا	۲.۵-٤

دراز کشیدن به پشت یا به رو	۲.۵-٤
بدن خم است اما روی زانو یا پا تکیه داده	۱۰-٤

پ- وزن یا استفاده از نیرو: الونسی که در جدول زیر نشان داده شده است برای بلند کردن و حمل وزنه ای به صورت راحت می باشد در صورتیکه خم شدن لازم باشد یک الونس جهت موقعیت غیرطبیعی اضافه می شود.

مقادیر الونس برای حمل بار و استفاده از نیرو

کیلوگرم	مرد	زن	کیلوگرم	مرد	زن
۲.۵	۰	۱	۲۰	۱۰	۱۵
۵	۱	۲	۲۲.۵	۱۲	۱۸
۷.۵	۲	۳	۲۵	۱٤	-
۱۰	۳	٤	۳۰	۱۹	-
۱۲.۵	٤	٦	٤۰	۳۳	-
۱۵	٦	۹	۵۰	۵۸	-
۱۷.۵	۸	۱۲			

ت- شرایط نور: اگر نور کمتر از مقادیر توصیه شده باشد امکان بهبود آن غیرممکن است و باید برحسب تنش به وجود آمده به آن الونس داد.

ث- شرایط هوا: هنگامی که اپراتور مجبور است نزدیک به محل نامناسبی کار کند (مانند بوهای نامطبوع و زننده) می توان آن را تا ۱۵٪ الونس داد که مقدار آن برحسب سختی هوا تعیین می شود. در جدول زیر این الونس، برای دو حالت رطوبت و شرایط جوی آورده شده است:

مقادیر الونس برای شرایط حرارت

شرایط حرارت	دما (سانتیگراد)	الونس (درصد)	
		رطوبت معمولی	رطوبت زیاد
یخ زده	کمتر از -1°	بالای ۱۰	بالای ۱۲
کم	$0-13^{\circ}$	۰-۱۰	۵-۱۲
طبیعی	$13-24^{\circ}$	۰	۵
زیاد	$24-38^{\circ}$	۰-٤۰	۵-۱۰۰
فوق العاده زیاد	بالای 38°	بیشتر از ٤۰	بیشتر از ۱۰۰

مقادیر الونس برای شرایط جوی

شرایط جوی	الونس (درصد)	مثال
خوب	۰	اتاق با هوای تازه که تهویه آن مناسب است.
متوسط	۰-۵	تهویه نامناسب همراه با هوای نامطبوع (غیر مضر) ولی ذرات سمی در هوا وجود ندارد.
ضعیف	۵-۱۰	وجود غبار سمی در مواد یا غبار متراکم غیرسمی که باید از فیلترها تنفسی استفاده نمود.
بد	۱۰-۲۰	وجود بو و غبارهای مضر همراه با استفاده از وسایل تنفسی

ج- فشار وارد بر بینایی: تنش چشمی ممکن است به علت نگه داشتن چشم در نزدیک محل کار و یا ابزار مورد استفاده به وجود آید، مانند نگاه کردن به فرم های حلقه ای کوچک که در نساجی به کار می رود. در جدول زیر برای حالات محتلف نظارت، مقدار این الونس داده شده است. سایر مقادیر در جدول الف آورده شده است.

مقادیر الونس برای حالات مختلف نظارت چشم

شرح	نور کم (درصد)	نور مناسب (درصد)
نظارت متناوب چشم (خواندن ابزار اندازه گیری)	۱	۰
نظارت تقریباً پیوسته چشم (کارهای ظریف ماشینی)	۲	۲
نظارت پیوسته چشم (تمرکز متغیر)	۵	۲
نظارت پیوسته چشم (تمرکز ثابت)	۸	٤

چ- فشار وارد بر شنوایی: تنش قابل ملاحظه ای در اثر شنیدن صدای بلندی که در فواصل غیرمنظم اتفاق می افتد به وجود می آید. مثل کوبیدن میخ و پرچ.

ح- فشار وارد بر فکر: فشار وارد بر فکر ممکن است به علت تمرکز زیاد فکری جهت انجام یک کار به وجود آید. مانند سعی در به یادآوری تقدم و تأخر یک پروسه طولانی و پیچیده و نیز می تواند به علت الزام به توجه داشتن به یک سری از ماشین آلات به طور همزمان در شخص بوجود آید.

خ- یکنواختی ذهنی: معمولاً به صورت نتیجه استفاده مکرر از توان فکری می باشد، مانند محاسبات ذهنی.

د- یکنواختی فیزیکی: تنشی است که به علت استفاده مکرر از بعضی اعضای بدن مثل انگشتان دست، بازوها و پاها به وجود می آید. برای مثال می توان به موارد زیر در باره میزان یکنواختی فیزیکی اشاره کرد:

- کارهایی با سیکل کوتاه کاری، سیکل کاری حدود ۵ ثانیه ۵٪- ۳٪
- کارهایی با سیکل کوتاه کاری، سیکل کاری بین ۱۰-۵ ثانیه ۲٪- ۱٪

مقادیر برخی از الونس های ثابت و متغیر در جدول زیر نشان داده شده است:

مقادیر بعضی از الونس های ثابت و متغیر

۱- الونس ثابت		مرد	زن	ث- شرایط هوای محیط (به استثنای فاکتورهای جوی)	مرد	زن
الونس نیازهای شخصی		۵	۷	هوای تازه و تهویه شده	۰	۰
الونس خستگی پایه		٤	٤	تهویه بد ولی بدون مواد سمی و بوهای صدمه زا	۵	۵
جمع		۹	۱۱	کار نزدیک کوره ها	۵	۱۵
۲- الونس های متغیر (که به الونس های ثابت اضافه می شوند.)		مرد	زن	ج- تنش بینایی	مرد	زن
الف- ایستادن		۲	٤	کار نسبتاً ظریف	۰	۰
ب- موقعیت غیرطبیعی بدن		مرد	زن	کار ظریف و دقیق	۲	۲
کمی نامناسب		۰	۱	خلیل ظریف و خیلی دقیق	۵	۵
نامناسب (خم شدن)		۲	۳	چ- تنش شنوایی	مرد	زن
خیلی نامناسب		۷	۷	پیوسته	۰	۰
پ- حمل بار و استفاده از نیرو (بلند کردن، کشیدن، فشار دادن)	کیلوگرم	مرد	زن	متناوب، بلند	۲	۲
	۲.۵	۰	۱	متناوب، خیلی بلند	۵	۵
	۵	۱	۲	ح- تنش فکری	مرد	زن
	۷.۵	۲	۳	فرایند نسبتاً پیچیده	۱	۱
	۱۰	۳	٤	فرایند پیچیده یا توجه زیاد	٤	٤
	۱۲.۵	٤	٦	خیلی پیچیده	۸	۸
	۱۵	٦	۹	خ- یکنواختی فکری	مرد	زن
	۱۷.۵	۸	۱۲	کم	۰	۰
	۲۰	۱۰	۱۵	متوسط	۱	۱
	۲۲.۵	۱۲	۱۸	زیاد	٤	٤
	۲۵	١٤	–	د- یکنواختی فیزیکی	مرد	زن
	۳۰	۱۹	–	نسبتاً کسل کننده	۰	۰
	٤۰	۳۳	–	کسل کننده	۲	۱
	۵۰	۵۸	–	خیلی کسل کننده	۵	۲
ت- شرایط نوری		مرد	زن			
کمی کمتر از مقادیر استاندارد		۰	۰			
زیر مقادیر استاندارد		۲	۲			
کاملاً کافی		۵	۵			

۲- الونس تأخیرات قانونی: این الونس نشان دهنده تأخیرات قانونی غیرقابل اجتناب، کوتاه مدت، و همچنین کارهای کوچک اضافی است. در عمل این نوع الونس بسیار کوتاه می باشد و به صورت درصدی از مجموع زمان های نرمال عناصر تکراری سیکل، نشان داده می شود. این الونس باید به بقیه فعالیت های موجود در سیکل اضافه گردد. مقدار این الونس از ۵٪ تجاوز نمی کند و فقط باید زمانی داده شود که نتوان آن را حذف نمود. از این الونس نباید برای افزایش بی دلیل زمان استاندارد استفاده نمود.

۳- الونس های خاص: این الونس ها برای هر فعالیتی که به صورت طبیعی جزئی از کار نیست ولی لزوماً برای کارایی رضایت بخش کار مورد نیاز باشد، داده می شود. این الونس می تواند دائم و یا موقتی بوده و این امر در دادن الونس حتماً باید مدنظر باشد. بعضی از الونس های خاص به شرح ذیل می باشند:

الف- الونس آغاز به کار: این الونس برای جبران زمان لازم برای شروع به کار قبل از آغاز تولید روزانه داده می شود.

ب- الونس خاتمه کار: این الونس برای جبران زمان انتظاری که در خاتمه کار وجود دارد داده می شود.

پ- الونس تمیز کردن: زمانی داده می شود که اپراتور باید به صورت گاه به گاه ماشین یا محل کار خود را تمیز کند. بعضی از مقادیر مربوط به این الونس در جدول زیر آورده شده است:

مقادیر الونس تمیز کردن یا روغنکاری

شرح	(درصد به ازاء هر ماشین)		
	بزرگ	متوسط	کوچک
تمیز کردن ماشین اگر از روغن قبلاً استفاده شده باشد	۱	۰.۷۵	۰.۵
تمیز کردن ماشین اگر از روغن قبلاً استفاده نشده باشد	۰.۷۵	۰.۵	۰.۲۵
تمیز کردن تعداد زیادی ابزار و کنار گذاشتن آنها	۰.۵	۰.۵	۰.۵
تمیز کردن تعداد کمی ابزار و کنار گذاشتن آنها	۰.۲۵	۰.۲۵	۰.۲۵
خاموش کردن ماشین برای تمیز کردن آن (خاموش کردن ماشین و پاک کردن خرده فلزها)	۱	۰.۷۵	۰.۵
روغنکاری یا گریس کاری با دست	۱.۵	۱	۰.۵
ماشین بصورت اتوماتیک روغنکاری می شود	۰.۵	۰.۵	۰.۵

ت- الونس ابزار: این الونس نشان دهنده زمان تنظیم و تعمیر ابزار است.

ث- الونس تنظیم دستگاه: بعضی از الونس ها برای مواقعی خاص و یا برای تولیدی خاص داده می شوند، مانند الونس تنظیم دستگاه. این الونس زمان لازم برای آماده سازی ماشین یا فرایند را برای تولید انبوه به دست می دهد.

ج- الونس جداسازی: این الونس برای پوشاندن زمان لازم برای ایجاد تغییرات در ماشین یا فرایند پس از کامل کردن یک بچ تولیدی داده می شود.

چ- الونس تعویض: این الونس به اپراتورهایی داده می شود که در کار تنظیم و جداسازی نبوده و باید در شروع و یا خاتمه کار منتظر بمانند.

ح- الونس رد کردن: این الونس زمانی داده می شود که در ذات فرایند تولیدی درصدی به عنوان ضایعات وجود دارد. معمولا این الونس به صورت موقت در نظر گرفته می شود.

خ- الونس کار مازاد: این الونس برای جبران کارهای گاه به گاه که به دلیل انحراف موقت از شرایط استاندارد ایجاد می شوند در نظر گرفته شده است.

د- الونس فراگیری: برای اپراتورهای تعلیم یافته داده می شود. برای این اپراتورها قبلا استاندارد کار به دست آمده است و در طی این تعلیم توانایی آنها بالا می رود.

ذ- الونس آموزش: مانند الونس فراگیری است و به کارگر باتجربه داده می شود و برای جبران زمانی است که او جهت فراگیری کارگران صرف می کند.

ر- الونس تشویقی: این الونس به منظور تشویق کارگران جهت تطابق آنها با روش فرایند جدید داده می شود که درنتیجه باعث می شود که با تلاش بیشتر روش جدید را قبول کنند و خود را با آن تطبیق دهند.

ز- الونس بچ های کوچک: این الونس کارگر را قادر می سازد که در روی بچ کوچک به منظور آنکه چه و چگونه کار را انجام دهد سعی نماید. این امر باعث به وجود آمدن کارایی استاندارد در فعالیت تکراری می شود.

ژ- الونس سیاستگذاری: تحت شرایطی خاص با توجه به سیاست کاری استثنایی داده می شود.

۸- تعیین زمان استاندارد

زمان استاندارد به طریق زیر محاسبه می گردد:

(درصد بیکاری مجاز × زمان نرمال) + زمان نرمال = زمان بیکاری مجاز + زمان نرمال = زمان استاندارد

[جمع الونس ها (به درصد) + ۱] زمان نرمال = زمان استاندارد

$$\text{زمان استاندارد} = \text{زمان نرمال} \left[\frac{۱}{۱ - \text{جمع الونس ها (به درصد)}} \right]$$

دو فرمول مذکور در دامنه خاصی از علامت ها دارای جواب نزدیک به یکدیگر می باشند. با محاسبه زمان استاندارد عناصر به طریق فوق می توان استاندارد سیکل را از طریق حاصل جمع استاندارد عناصر با رعایت ضوابطی به دست آورد. در این بخش دو موضوع استاندارد تنظیم و استانداردهای موقتی مطرح می شوند:

۱- استاندارد تنظیم: عنصر کاری موجود در استاندارد تنظیم در حالتی اتفاق می افتد که کار قبلی خاتمه یافته و دستگاه برای قطعه جدید باید آغاز به کار نماید. این عنصر با خاتمه کار آخرین قطعه شروع و تا تنظیم قطعه بعدی روی ماشین ادامه خواهد داشت. برای استاندارد این عناصر تحلیل گر باید:

۱- مطمئن شود که از بهترین روش تنظیم استفاده شده است.

۲- کار به اجزاء آن تقسیم و به دقت زمان سنجی شده و ضریب عملکرد آن به دست آید و الونس مناسب به آن تخصیص یابد.

معمولاً دو روش برای تعیین زمان تنظیم وجود دارد: در روش اول می توان زمان آن را بر تعداد معین تولید توزیع نمود. این کار را در حالتی می توان انجام داد که اندازه بچ تولید شده استاندارد و در کنترل باشد مانند بچ ۱۰۰۰ یا ۱۰۰۰۰ واحدی. به عنوان مثال فرض کنید که زمان تنظیم برای یک بچ ۱۰۰۰ واحدی برابر ۱.۵ ساعت باشد، در این حالت برای هر ۱۰۰ واحد زمان ۰.۱۵ ساعت را خواهیم داشت.

در کارخانه هایی که براساس سفارش محصول کار می کنند نمی توان مبنای تعداد سفارش داده شده زمان تنظیم را استاندارد کرد. عملی تر آن است که بدون در نظر گرفتن حجم تولید، زمان استاندارد تنظیم به صورت جداگانه تعیین شود. گاهی اوقات تنظیم توسط فرد دیگری غیر از اپراتور انجام می گیرد که این امر مسلماً منافعی به دنبال خواهد داشت زیرا برای انجام عملیات پس از تنظیم از اپراتوری با مهارت کمتر می توان استفاده نمود.

۲- استانداردهای موقت: گاهی اوقات ممکن است فرد زمان سنج بخواهد بر روی عملیاتی که تقریباً جدید بوده و هنوز اپراتور به کارایی لازم نرسیده است استانداردی را تعیین کند. بنابراین اگر زمان سنج استاندارد را برحسب معمول تعیین کند، زمان استاندارد تنگ می شود. با تعیین این استاندارد و نیز منحنی فراگیری می توان برای کار در دست به استاندارد مناسبی رسید. برای این منظور باید کاملاً به طریقی اقدام شود که اپراتور متوجه موقتی بودن استاندارد بشود. مدت زمانی که از این استاندارد استفاده می شود حتماً بایستی تعیین شود. به عنوان مثال باید ذکر شود که این استاندارد برای مدت ۶۰ روز اعتبار دارد و پس از آن استاندارد دائمی برقرار می شود.

نمودارها و فرم های مورد نیاز

یکی از ابزارهای بسیار مهم و ضروری در زمان سنجی، نمودارها و فرم های مورد نیاز می باشد. نمودارها و فرم هایی که در زمان سنجی به کار می روند به سه نوع تقسیم می گردند:

۱- نمودارها و فرم هایی که پیش از مشاهده و زمان سنجی عملیات مورد استفاده قرار می گیرند.

این نمودارها عموما همان نمودارهایی هستند که در بخش مطالعه روش به آنها اشاره شد. مانند نمودار فرایند عملیات و نمودار فرایند جریان و یا نمودار دست راست و چپ کارگر که عمدتا به منظور مستند سازی شیوه فعلی انجام کار رسم می شود.

۲- نمودارها و فرم هایی که هنگام مشاهده و زمان سنجی عملیات مورد استفاده قرار می گیرند.

۱- فرم عناصر و نقاط انفصال: در این فرم، اطلاعات مزبوط به عناصر کاری مرتبط با یک سیکل کاری و علامت مشخصه انفصال عناصر آورده می شود.

۲- فرم ثبت مشاهدات زمان سنجی: در این فرم، علاوه بر اطلاعات مربوط به مشخصات عناصر کاری، اطلاعات مربوط به زمان های مشاهده شده و ضریب عملکرد و زمان نرمال هر عنصر ثبت می گردد. (مانند نمونه فرم مثال ارائه شده)

۳- نمودارها و فرم هایی که پس از زمان سنجی عملیات مورد استفاده قرار می گیرند.

۳- فرم محاسبه زمان نرمال: در این فرم، اطلاعات عناصر کاری در ستونها و زمانهای نرمال بدست آمده آنها به تعداد " تعداد مشاهدات" زیر هر عنصر ثبت می شود و در ادامه میانگین زمان نرمال محاسبه می شود.

٤- فرم محاسبه الونس: در این فرم، کلیه موارد الونس در ستونها و عناصر کاری در ردیفها نوشته می شود و برای هر عنصر مقدار الونس با توجه به مورد (ثابت و متغیر) محاسبه می شود.

٥- فرم محاسبه زمان استاندارد: در این فرم زمان استاندارد هر یک از عناصر کاری با توجه به الونسها محاسبه می شود.

٦- فرم برگ خلاصه نتایج زمان سنجی: در این فرم، علاوه بر اطلاعات مربوط به مشخصات عناصر کاری، اطلاعات مربوط به میانگین زمان های مشاهده شده شده، متوسط ضریب عملکرد، زمان نرمال، الونس و زمان استاندارد هر یک از عناصر کاری درج می گردد. به سادگی می توان جدولی ساخت که حاوی اطلاعات یاد شده باشد.

نمونه فرم عناصر و نقاط انفصال

نام قطعه یا مجموعه:	**فرم عناصر**		صفحه: از
			شماره فرم:
کد قطعه یا مجموعه:	نام و امضا تهیه کننده:		تاریخ:
دپارتمان:	ابزارها:		فیکسچر:
ماشین:			ابزار اندازه گیری:
کد عنصر	شرح عنصر	نقطه انفصال	نوع عنصر

نمونه فرم ثبت مشاهدات زمانسنجی

فرم ثبت مشاهدات زمانسنجی							
دپارتمان:						صفحه: ۱ تا ... شماره مطالعه:	
عملیات: ماشین: ابزارها و گیره ها:						زمان شروع: زمان ختم: اپراتور: کد پرسنلی:	
نام و کد قطعه/ محصول: شماره رسم: مواد: کیفیت:						زمانسنج: نام و امضا تصویب کننده:	
شرح عنصر	ضریب عملکرد(٪)	زمان مشاهده شده	زمان نرمال	شرح عنصر	ضریب عملکرد(٪)	زمان مشاهده شده	زمان نرمال

نمونه فرم محاسبه زمان نرمال

نام قطعه یا مجموعه:	فرم محاسبه زمان نرمال		صفحه: از شماره فرم:
کد قطعه یا مجموعه:	نام و امضا تهیه کننده:	شماره مطالعه:	تاریخ:
عناصر / شماره سیکل			
جمع			
تعداد			
میانگین			

نمونه فرم محاسبه الونس

نام قطعه یا مجموعه:	**جدول تعیین الونس**	صفحه: از
		شماره فرم:
کد قطعه یا مجموعه:	نام و امضا تهیه کننده:	تاریخ:
دپارتمان:	ابزارها:	فیکسچر:
ماشین:		ابزار اندازه گیری:

عنصر	الونسهای ثابت					الونسهای متغیر				سایر الونسها						جمع امتیازات
	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	

نمونه فرم محاسبه زمان استاندارد

نام قطعه یا مجموعه:	**فرم محاسبه زمان استاندارد سیکل**		صفحه: از
			شماره فرم:
کد قطعه یا مجموعه:	نام و امضا تهیه کننده:		تاریخ:
دپارتمان:	ابزارها:		فیکسچر:
ماشین:			ابزار اندازه گیری:
کد عنصر	میانگین زمان نرمال	درصد کل الونسها	زمان استاندارد

۲-۴- تکنیک زمانسنجی به کمک نمونه برداری از کار

در این روش زمانسنج مشاهداتی را به صورت تصادفی از کارگران و یا ماشین آلات انجام می دهد و در هر بار "کار" یا "بیکاری" را ثبت می نماید و در نهایت با تقسیم تعداد بیکاری بر کل مشاهدات نسبت بیکاری (P) را بدست می آورد که البته این خلاصه ای از روش می باشد. به عنوان مثال اگر از ده هزار مشاهده ای که در زمان های تصادفی صورت می گیرد تعداد ۳۰۰۰ بار ماشین بیکار باشد (در صورت نیاز به تحلیل بیشتر می توان علت توقفات را نیز ذکر کرد) می توان گفت که ۳۰ درصد اوقات روز یعنی معادل ۲.۴ ساعت از ۸ ساعت عادی ماشین آلات بیکار هستند و فقط ۵.۶ ساعت به کار مشغول می باشند.

نتایج حاصل از این روش کاربرد فراوانی در تخصیص الونسها وتخمین میزان استفاده از ماشین آلات دارد. ازمزایای اصلی این روش در مقایسه با سیستم "Stop Watch" اینست که تحلیل گر نیاز به مشاهده پیوسته عملیات در طول یک پریود زمانی طولانی ندارد و هزینه انجام کارنیز پایین تر می باشد.

این روش، یک روش آماری می باشد که اول بار توسط Tippet در سال ۱۹۳۴ بصورت گسترده ای در صنایع نساجی که دارای تعداد زیادی ماشین آلات مشابه هستند، بکار گرفته شد.

امروزه از این روش می توان در برآورد و تخمین درصد زمانی که توسط افرادی چون مهندسین، سرپرستان، تعمیرکاران، آموزگاران مدارس، پرستاران، پزشکان، پرسنل واحدهای اداری و ... صرف فعالیتهای مختلف می شود استفاده کرد و حتی در برخی موارد اقدام به برآورد زمانهای انجام هر یک از فعالیتهای انجام شده توسط آنها نمود.

مراحل اصلی انجام نمونه برداری از کار

۱- قدمهای اولیه: شامل

الف- تعریف اهداف و مشخصات دقیق فعالیتهای مختلفی که باید مورد مشاهد قرار گیرند. در این رابطه لازمست تحلیل گراز کاری که باید مورد مشاهده قرار دهد اطلاعات کافی کسب کند و با آن آشنایی لازم داشته باشد. به طور مثال در مشاهده فعالیتهای یک تعمیرکار مفهوم انجام کار و بیکاری وی را درک کند و در صورت نیازدر زمانهای انجام کار، نوع تعمیری را که وی انجام می دهد درک کند.

ب- تخمین مناسبی از تعداد مشاهدات لازم (N)

ج- انتخاب طول مدت مطالعه (T)

د- تعیین جزئیات نظیربرنامه مشاهدات، تهیه فرم جمع آوری اطلاعات و...

۲- جمع آوری اطلاعات به وسیله اجرای برنامه نمونه برداری از کار(تهیه شده در بند ۱- د): بر اساس برنامه تعیین شده می بایست در زمانهای مشخص شده اقدام به مشاهده نمود.

۳- تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده جهت برآورد درصد بیکاری، درصد انجام کار، درصد انجام کاری مشخص، زمان انجام یک فعالیت خاص و ...

تعیین تعداد مشاهدات مورد نیاز

در نمونه برداری از یک کاربدیهی است که هرچه تعداد مشاهدات بیشتر باشد خطای برآورد کمتر است لیکن مشاهدات زیاد هزینه زیادی نیز در بر خواهد داشت. به همین دلیل می بایست تعداد مشاهداتی را که جهت بدست آوردن درجه معینی از دقت لازم است محاسبه نمود. این فرمول در کتب آماری ارائه شده است. به عبارت دیگر رابطه بین تعداد مشاهدات (N)، حدود پدیده مورد مشاهده که بصورت درصد نشان داده می شود (P) و دقت نتایج حاصل از نمونه برداری (S) را از طریق فرمول:

$$SP = 2\sqrt{\frac{P(1-P)}{N}}$$

می توان برای فاصله اطمینان ۹۵٪ بدست آورد. از نظر آماری مفهوم این فرمول اینست که با احتمال ۹۵٪ میزان اختلاف (P) برآوردشده از طریق نمونه برداری از(P) واقعی معادل SP می باشد.

(برای فاصله اطمینان ۶۸٪ در فرمول فوق به جای ۲ضریب ۱ و برای فاصله اطمینان ۹۹٪ ضریب ۳ قرارداده می شود)

نکته ای که باید به آن توجه داشت این است که هدف از بکار گیری فرمول فوق بدست آوردن N برای تخمین P می باشد در صورتیکه در فرمول فوق P خود دیده می شود. لازم به توضیح است که این P در واقع یک مقدار برآوردی اولیه با تعداد مشاهدات کمتری می باشد. مثال زیر این موضوع را بهتر نشان می دهد:

مثال: تعداد ۶۰ مشاهده از ۳ ماشین مشابه در طی روز(هر کدام ۲۰ بار) به عمل آمده است. هدف برآورد نسبت توقف ماشین آلات می باشد.(به عبارت دیگر می خواهیم بدانیم بطور متوسط چند درصد اوقات یک ماشین در حالت توقف می باشد؟)

ازمشاهدات انجام شده در ۴۵ مشاهده ماشین مربوطه در حال انجام کار بوده است و در ۱۵ مشاهده توقف ماشین آلات مشاهده شده است. بنابراین درصد پدیده مورد بررسی (توقف ماشین آلات) معادل ۲۵٪ می باشد. مقدار ۲۵٪ در واقع همان

مقدار برآوردی اولیه برای P می باشد. در صورتیکه مقدار S معادل ۵٪ انتخاب شود (معمولا مقدار مناسبی می باشد) آنگاه مقدار N از فرمول فوق ۴۸۰۰ بدست می آید:

$$0.05 \times 0.25 = 2\sqrt{\frac{0.25(1-0.25)}{N}}$$

چون قبلا ۶۰ مشاهده به عمل آمده است، تعداد مشاهدات لازم ۴۷۴۰ خواهد بود.

ملاحظاتی چند در بکاربستن روش

۱- روز مورد مطالعه باید نمایانگر روز کاری نرمال باشد نه روزی که حالت خاص دارد مثل تعطیلات و ...

۲- زمان مشاهدات باید کاملا تصادفی باشد. در قسمت بعدی با ارائه مثالی این مورد توضیح داده خواهد شد.

روش توزیع مشاهدات (یافتن برنامه مشاهدات)

فرض کنید تعداد کل مشاهدات N محاسبه شده باشد و طول مدت مطالعه T نیز با بررسی های انجام شده بدست آمده باشد (در تعیین T ممکن است محدودیتهای تیم تحلیل گردررابطه با مدت زمان مجاز جهت حضور در محل تاثیر گذار باشد لیکن تا آنجا که ممکن است دوره انتخاب شده باید سیکل مناسبی باشد که بتواند واقعیتهای موجود را به صورت مناسبی در بر داشته باشد تا ارزش نتایج بدست آمده زیر سوال نرود) طبیعتا تعداد مشاهدات روزانه از فرمول N/T بدست می آید. مثلا اگرN، ۱۲۰ باشد و T، ۱۰ روز کاری انتخاب شود، تعداد مشاهدات روزانه ۱۲ خواهد بود. حال سوال اینست که این ۱۲ مشاهده در چه زمانهایی از یک روز کاری مثلا ۸ ساعته انجام شود؟

فرض کنید در یک شیفت کاری ۸ ساعته (از ۸ صبح تا ۱۶) بخواهیم ازیک ماشین تولیدی ۱۲مشاهده به عمل آوریم. در ۸ ساعت کاری ۴۸۰ دقیقه وجود دارد. لازمست این ۱۲ مشاهده در زمانهایی در طی این ۴۸۰ دقیقه انجام شود و در آن زمانها کار یا توقف ماشین ثبت شود. اینگونه عمل می کنیم:

در ۴۸۰ دقیقه ۴۸ پریود ۱۰ دقیقه ای وجود دارد. حال یک عدد تصادفی از جدول اعداد تصادفی (مثلا با گذاشتن شانسی نوک مداد در یک نقطه از صفحه) انتخاب می کنیم. فرض کنیم عدد ۱۱در بلوک دوم ردیف چهارم انتخاب شود. حال یک عدد شانسی بین یک تا ۱۰ انتخاب کنید. مثلا ۲ انتخاب شود. حال ۲ امین عدد بعد از ۱۱ را به سمت پایین به همین صورت بخوانید تا ۱۲ عدد غیر تکراری کوچکتر از ۴۸ بدست آید:

11 38 45 87 68 20 11 26 49 05 14 15 47 22 33 68 82 19

حال اعداد قابل قبول بدست آمده را از کوچک به بزرگ مرتب کنید:

05 11 14 15 19 20 22 26 33 38 45 47

زمانهای انجام مشاهدات به صورت زیر است:

۵ امین ده دقیقه بعد از ۸ صبح

۱۱ امین ده دقیقه بعد از ۸ صبح

۱۴ امین ده دقیقه بعد از ۸ صبح

۱۵ امین ده دقیقه بعد از ۸ صبح

...

در این روش چون ۱۲ مشاهده روزانه نیاز داشتیم تقسیم ۴۸۰ دقیقه به ۴۸ پریود ۱۰ دقیقه ای مناسب می باشد لیکن در صورتیکه مثلا ۵۰ مشاهده روزانه نیاز باشد می توان ۴۸۰ دقیقه را به ۹۶ پریود ۵ دقیقه ای تقسیم نمود.

مثال: فعالیتهای انجام شده توسط یک کارمند در طول روز را می توان به سه دسته بررسی پرونده ها، تهیه گزارش و غیره تقسیم نمود. در صورتیکه در طول یک ماه کاری معادل ۳۰ روز تعداد ۶۰۰ مشاهده بصورت تصادفی از وی به عمل آمده باشد و نتایج زیر حاصل شده باشد، مطلوبست برآورد متوسط زمان صرف شده جهت تکمیل هر پرونده و تهیه هر گزارش با فرض اینکه هر روز کاری بطور متوسط معادل ۸ ساعت باشد. (جواب: ۲.۴ ساعت و ۰.۵۰۹ ساعت)

	تعداد مشاهدات	تعداد تکمیل شده
بررسی پرونده	۱۲۰	۲۰
تهیه گزارش	۷۰	۵۵
غیره	۴۱۰	---