

به نام خداوند بخشاینده مهربان



دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی صنایع

ارزیابی کار و زمان

استاد: دکتر سينا لاله

ie.sinalaleh@yahoo.com

 **@SinaLalehIE**



ویرایش پانزدهم

پاییز ۱۳۹۸

سرفصل و توضیحات و منابع وزارت علوم:

مختصری از تاریخچه ارزیابی کار و زمان - کارآئی تولیدی و طریقه افزایش آن (تعریف کارآئی و نقش آن در بالا بردن سطح زندگی، نقش منابع تولید در کارآئی تولیدی، اسکلت بندی زمان انجام کار و طریقه کنترل آن در جهت افزایش کارآئی تولیدی، مطالعه کار و نقش آن در افزایش کارآئی تولیدی) - تئوری و موارد استفاده ارزیابی کار و زمان در طرح عملیات - محل کار - ابزار و وسائل و سرویس ها - مطالعه روشهایی از قبیل متد حل مسئله - درجه کاربرد ارزیابی کار و زمان در واحدهای تولیدی - تجزیه و تحلیل اجزاء عملیات - تجزیه و تحلیل عملیات و استفاده از مناسب ترین وسائل و تجهیزات - بستگی انسان و ماشین در کار - مطالعه حرکات و اصول حرکات دست و موارد استفاده آن - طراحی میز کار - تجزیه و تحلیل روشهای اندازه گیری کار - اندازه گیری کار بوسیله اطلاعات استاندارد - وسائل مورد لزوم در اندازه گیری کار زمان سنجی بوسیله ساعتهای متوقف شونده (کرونومتر) - سرعت انجام کار بیکاریهای مجاز و غیر مجاز در کار - زمان سنجی با لسیتهای نظیر MTM. روش نمونه برداری از کار و طریقه اندازه گیری کار با آن - انجام چند آزمایش در آزمایشگاه.

مراجع پیشنهادی:

- 1- Motion and time Study By : Barner
- 2- Motion and time Study By : Benjamin W.Neibel
- 3- Motion and time Study By : Marrin
- 4- Introduction to Workstudy By : ILO



منابع پیشنهادی:

- 1- Motion and time study by : Barner
- 2- Motion and time study by : Benjamin W.Neibel
- 3- Motion and time study by : Marrin
- 4- Introduction to Workstudy by : ILO

۵ - ارزیابی کار و زمان، تالیف دکتر علیرضا علی احمدی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت

۶- ارزیابی کار و زمان، تالیف دکتر نصراله مرعشی، دانشگاه امیر کبیر

۷- ارزیابی کار و زمان، تهیه کننده: دفتر بین المللی کار، ترجمه: عباس کحال زاده، مرکز نشر دانشگاهی

تعریف پروژه: شامل سه فاز اجباری و یک فاز اختیاری به شرح ذیل:

فاز اول:

- الف) تاریخچه کارگاه، کارخانه، صنعت، خدمات و ...
- ب) معرفی و توضیح رقبا، گواهی نامه های دریافت شده و ...
- ج) وضعیت بازار
- د) نمودارهای سازمانی فعلی و پیشنهادی (چارت و....)
- ه) Layout فعلی و پیشنهادی
- و) سالن های تولید و....

ز) ماشین ها و دستگاه های از نمای بالا همراه با اندازه ها

فاز دوم:

- الف) جدول مواد اولیه شامل نام مواد، مشخصات مواد، جنس مواد
- ب) (خریدنی یا ساختنی)، تعداد یا مقدار لازم و ...
- ج) لیست قطعات (خریدنی یا ساختنی) و مشخصات فنی
- د) لیست ابزارآلات (کد، نام، شرح فعالیت و تعداد)
- ه) برگه عملیاتی مرحله عملیات شرح عملیات، ماشین و ابزار
- و) نمودار OPC و FPC فعلی و پیشنهادی دانشجو با توضیح و دلایل (حداقل برای ۴ تا ۵ ایستگاه کاری)
- ز) ترسیم تبلیغ برای دو ایستگاه دستی به تفکیک دست چپ و راست فعلی و پیشنهادی دانشجو با توضیح دلایل
- ح) نقشه جریان فعلی و پیشنهادی دانشجو با توضیح دلایل

فاز سوم:

- الف) ثبت شرح عناصر کاری و نقاط انفصال و کد عناصر
- ب) تعیین تعداد نمونه ها جهت زمان سنجی از روش Maytag
- ج) زمان سنجی با کورنومتر به روش انباشته با تهیه فرم مربوطه
- د) تعیین ضریب اصلاحی یا عملکرد از روش وستینگهاوس
- ه) محاسبه زمان نرمال از روش ضریب عملکرد برای کل عناصر در کل مشاهدات
- و) تعیین الونس ها و محاسبه زمان استاندارد

فاز چهارم (اختیاری):

- الف) بهبود های پیشنهادی دانشجو برای بهتر شدن شرایط سازمان (هر نوع بهبودی) با توضیحات ؛ تحلیل و ذکر دلایل منطقی
- ب) استفاده از نرم افزارهای مهندسی صنایع برای تحلیل داده های پروژه (, minitab , spss, gpss , کرفت، آلدپ)

فهرست

فصل اول: بهره‌وری یا <i>Productivity</i>	۶
فصل دوم: مطالعه کار	۱۶
فصل سوم (ثبت وقایع) :	۲۳
فصل چهارم : بررسی وضعیت موردنظر	۳۹
فصل پنجم : اندازه گیری کار یا زمان سنجی	۵۵
فصل ششم : زمان سنجی با ساعت	۵۹
فصل هفتم: داده‌ی استاندارد	۱۰۹
فصل هشتم : تعیین استانداردهای زمان برای وضعیت های کار با ماشین	۱۱۴
فصل نهم : تکنیک‌های کمی برای تعیین روابط انسان – ماشین	۱۲۰
فصل دهم : نمونه برداری از کار	۱۲۶
فصل یازدهم : تکنیک‌های تولید خطی	۱۳۵
فصل دوازدهم: زمان سنجی به روش <i>MOST</i>	۱۴۴
پیوست ۱: جداول نمونه برای انجام فاز دوم پروژه :	۱۴۵

فصل اول: بهره‌وری یا Productivity

تعریف بهره‌وری از دیدگاه سازمان بین المللی کار:

بهره‌وری عبارت است از نسبت برون داد به درون داد $\frac{output}{input}$ به عبارت دیگر بهره‌وری نسبت ریاضی مقدار محصول تولید شده به مقدار منابعی است که در تولید به کار گرفته شده اند می‌باشد. این منابع می‌توانند موارد ذیل باشند:

۱- زمین: در صورتیکه با به کارگیری بذر بهتر و روش‌های بهتر آب یاری و کود بیشتر میزان محصول از یک هکتار زمین به خصوص، از ۲۰ کیلوگرم به ۳۰ کیلو گرم افزایش یابد و در این صورت بهره‌وری آن زمین از نظر کشاورزی ۵۰٪ زیاد شده است.

۲- مواد اولیه: در صورتیکه ماشین ابزاری بتواند در طول روز کاری ۱۰۰ قطعه بسازد و برون داد (خروجی) همان دستگاه در همان مدت زمان پس از بکارگیری ابزار برش بهتر به ۱۲۰ قطعه افزایش یابد در این صورت بهره‌وری ماشین ۲۰ درصد بیشتر شده است.

۳- خدمات افراد: اگر سفالگری بتواند در طول یک ساعت ۳۰ بشقاب بسازد و با بهبود روش انجام کار او قادر شود، ۴۰ بشقاب در یک ساعت تولید کند؛ بهره‌وری آن فرد ۳۳/۳۳٪ افزایش یافته است.

۴- ماشین‌ها، ابزار کارخانه: ذکر این نکته ضروری است که افزایش خروجی الزاماً نشانگر افزایش بهره‌وری نیست. اگر میزان خروجی به همان اندازه که ورودی افزایش یافته زیاد شود میزان بهره‌وری تغییری نکرده است. بنابراین بهره‌وری بیشتر به این مفهوم است که محصول بیشتر با مصرف همان مقدار مواد اولیه منابع به دست آمده است. با توجه به مباحث فوق این نکته آشکار می‌شود که با افزایش بهره‌وری می‌توان سطح زندگی افراد را بالاتر برد.

شاخص بهره‌وری:

وسیله‌ای است برای اندازه‌گیری و مقایسه ی بهره‌وری.

غالباً از دو روش کلی، برای اندازه‌گیری و سنجش بهره‌وری استفاده می‌شود:

(۱) اندازه‌گیری کمی بهره‌وری به کمک مقادیری چون اندازه، طول، مقدار، وزن و ...

(۲) اندازه‌گیری بهره‌وری با ارزش‌هایی که به صورت مقادیری از پول (ریال، دلار، یورو ...) بیان شده است.

روش اول بهره‌وری فیزیکی و روش دوم بهره‌وری ارزش نامیده می‌شود.

بهره‌وری در صنعت:

تکنیک‌های مطالعه کار می‌توانند در تمام مکان‌هایی که کاری انجام می‌شود و نیروی انسانی فعالیت

می‌نماید با موفقیت به کار گرفته شود در این درس هدف اصلی افزایش بهره‌وری در صنعت می‌باشد.

عواملی که بر روی بهره‌وری هر سازمانی تأثیرگذار هستند بسیار می‌باشند و هیچ عاملی مستقل از عامل

دیگر نمی‌باشد.

اهمیتی که به بهره‌وری هر کدام از منابع (زمین، مواد اولیه، نیروی انسانی، و ...) قائل می‌شویم به نوع سرمایه

گذاری و صنعت و احتمالاً به کشور مورد بحث بستگی دارد.

زمان کل کار:

زمان مقدار کار اصلی تولید یا عملیات.

A: مقدار کار افزوده شده به علت عیوب

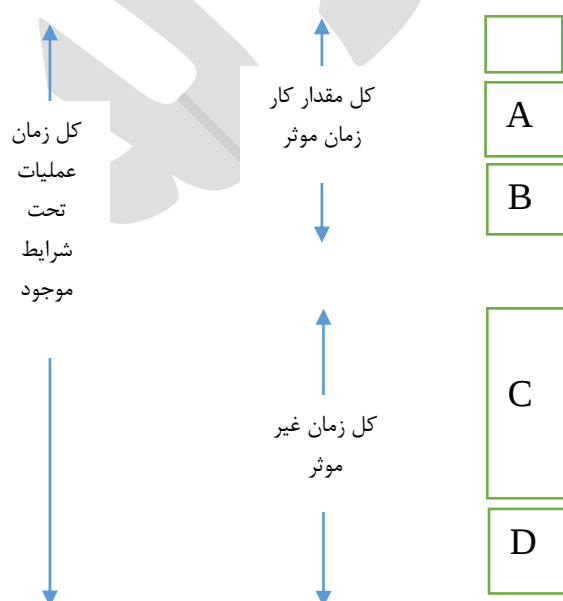
طراحی یا ویژگی‌های محصول

B: مقدار کار افزوده شده به علت

روش‌های غیرکاری ساخت یا عملیات

C: زمان غیر مفید ناشی از قصور مدیریت

D: زمان غیر مفید تحت کنترل کارگر



مقدار کار اصلی تولیدی یا عملیاتی:

زمان موردنیاز جهت ساخت یک کالا یا انجام عملی است مشروط بر آن که طراحی یا ویژگی‌های آن به صورت دقیق بوده و فرآیند یا روش ساخت یا عملیات دقیقاً انجام شود و همچنین در طول انجام عملیات نیز به هر دلیلی زمان کاری از دست نرود.

مقدار کار اصلی:

حداقل زمان غیر قابل تقلیلی است که به صورت تئوری موردنیاز است تا بتوان یک واحد محصول تولید نمود. زمان‌های عملیات واقعی بیشتر از مقدار کار اصلی است که ناشی از وجود کار اضافی یا زمان غیر موثر می‌باشد.

زمان غیر مفید:

هرگونه اختلال، انقطاع در فعالیت انسان یا کارکرد ماشین که موجب توقف تولید یا انجام عملیات موردنظر شود جدای از علت آن باید تحت عنوان زمان غیر مفید از آن یاد شود.

A: کار اضافی ناشی از عیوب طراحی و یا ویژگی‌های محصول

A_1 : طراحی بد محصول مانع به کارگیری اقتصادی‌ترین فرآیندها می‌شود: این مورد به ویژه در صنایع فلزکاری و مواردی که تولید در ابعاد وسیع مدنظر است مصداق دارد، قطعه‌ای که از یک ورق فلزی ساخته می‌شود ممکن است به گونه‌ای طراحی شده باشد که در ابتدا برش خورده و سپس پرچ کاری یا جوشکاری شود در حالیکه به جای این مجموعه عملیات می‌توان به صورت یک قطعه نیز آن را پرس نمود.

A_2 : فقدان استاندارد بودن مانع به کارگیری فرآیندهای سطح بالا می‌شود.

قطعه‌ی استاندارد: مشخصات فنی آن تعریف شده و مطابق مشخصات جهانی است. تنوع زیاد محصولات و یا فقدان قطعات استاندارد و در نتیجه آزمایش‌های عمومی که کندتر هستند استفاده می‌شود.

A_3 : استانداردهای کیفی ناصحیح موجب کار غیر ضروری می‌شود: استانداردهای کیفی غیر صحیح خیلی زیاد یا خیلی کم ممکن است موجب افزایش مقدار کار شود اگر استانداردهای کیفی و مواد اولیه متناسب با نیازها نباشد کار اضافی ایجاد می‌کند مانند وقتی که مشخصات کالا خیلی بیشتر از نیاز مصرف کننده باشد.

A_4 : طراحی بگونه‌ای است که مواد اضافی باید برداشت شود: اجزای محصول ممکن است بگونه‌ای طراحی شده باشد که مقداری مواد اضافی باید از روی آنها برداشته شود تا به شکل نهایی خود تبدیل شود. این امر موجب افزایش مقدار کالا و اتلاف مواد می‌شود.

B: کار اضافی ناشی از روش‌های غیر مفید ساخت یا عملیات

B_1 : نوع ماشین به غلط انتخاب شده است.

B_2 : فرآیند به طور صحیح عمل نمی‌کند یا در وضعیت بدی قرار دارد؛ چنانچه به دلایلی چون میزان تغذیه، سرعت، نرخ جریان درجه حرارت، چگالی محلول و یا هر شرایط دیگری که عملیات را تحت تأثیر قرار می‌دهد، فرآیند به نحو مناسبی عمل نکند و یا هنگامی که ماشین یا تجهیزات در وضعیت بدی قرار داشته باشند.

B_3 : ابزار نامناسب به کار برده می‌شود.

B_4 : Layout غلط موجب حرکت بیهوده می‌شود.

B_5 : روش‌های کاری اپراتور غلط باشد.

C: زمان غیر مفید ناشی از قصور مدیریت

C_1 : تنوع زیاد محصول، زمان بیکاری ناشی از اجرای کوتاه مدت را افزایش می‌دهد.

اگر تنوع محصول بیش از امکانات و توانایی سازمان باشد تبدیل به نقطه ضعف می‌شود در این حالت تعداد setup ها بالا می‌رود و ماشین‌ها در طول تعویض جهت تولید و ساخت محصول‌های مختلف بیکار می‌مانند.

C_2 : فقدان استاندارد بودن زمان بیکاری ناشی از اجرای کوتاه مدت را افزایش می‌دهد.

فقدان استاندارد بودن: یعنی عدم توانایی خرید قطعه از بازار، پس باید قطعات را بسازیم که تنوع محصول زیاد شده و خطای نوع C_1 اتفاق می‌افتد.

C_3 : تغییرات طراحی محصول به علت ایجاد توقف و دوباره کاری موجب افزایش زمان غیر مفید می‌شود.

در صورتی که طراحی به طور مناسبی صورت نگرفته باشد و یا تقاضای مشتریان از همان ابتدا به طور صحیح و دقیقی مشخص نشده باشند این اتفاق می‌افتد.

C_4 : طرح ریزی بد کار و سفارشات، زمان بیکاری انسان و ماشین را افزایش می‌دهد.

برنامه ریزی تولید: سفارشات با منابع محدود به تعداد مورد نیاز و در زمان معین تولید می‌شود.

C_5 : فقدان مواد اولیه ناشی از طرح ریزی موجب افزایش بیکاری انسان و ماشین می‌شود.

C_6 : خرابی تجهیزات موجب افزایش زمان بیکاری انسان و ماشین می‌شود.

تعمیرات و نگهداری ناصحیح کارخانه و ماشین آلات.

C_7 : وضعیت بد تجهیزات: به علت دوباره کاری و تولید ضایعات موجب افزایش زمان غیر مفید می‌شود.

در صورتی که تجهیزات و ماشین آلات در وضعیت نامناسب به کار ادامه دهند محصول ضایع شده و یا برای اصلاح و رفع عیوب برگشت خورده و کار مجدد به روی آن صورت می‌گیرد.

C_8 : شرایط کاری نامناسب به علت وادار کردن کارگران به استراحت موجب افزایش زمان بیکاری می‌شود.

چنانچه شرایط کاری لازم جهت کارگر فراهم نباشد و او نتواند به طور ثابت به کار خود ادامه دهد.

C_9 : حوادث به علت ایجاد توقفات و غیبت زمان غیر مفید را افزایش می‌دهد. به طور مثال اگر در محیط

کارخانه تهویه نامناسب باشد کارگر سریع افت انرژی پیدا می‌کند و نیاز به استراحت دارد.

D: زمان غیر مفید تحت کنترل کارگر

D_1 : غیبت، تأخیرات و بیکاری زمان غیر مفید را افزایش می‌دهد.

D_2 : کار بدون دقت به علت ضایعات و دوباره کاری موجب افزایش زمان غیر مفید می‌شود.

D_3 : حوادث به علت توقفات و غیبت زمان غیر مفید را افزایش می‌دهد.

با عدم مطالعه قوانین ایمنی همچنین از روی بی دقتی موجب بروز حادثه یا آسیب زدن به خود می‌شود.

کاهش مقدار کار اضافی و زمان غیر موثر

تکنیک‌های مورد استفاده در کاهش کار اضافی ناشی از طرح محصول:

A_1 : توسعه‌ی محصول و تجزیه و تحلیل ارزش: کاهش مقدار کار اضافی ناشی از عیوب طراحی،

توسعه محصول جدید: اگر محصول جدیدی طراحی شود قبل از انتقال محصول به تولید انبوه محصول آزمایشی تولید می‌شود. نتیجه محصول در فاز آزمایش مورد بررسی قرار گرفته که آیا نیاز مشتری را برآورده می‌کند یا خیر، به این ترتیب در کار برای تولید انبوه صرفه‌جویی می‌شود.

A_2 : تخصیصی کردن و استاندارد نمودن قطعات و محصولات: به کار گرفتن فرآیندهای تولیدی سطح بالا: تخصیصی نمودن و استاندارد کردن قطعات تکنیک‌هایی هستند که موجب کاهش تنوع محصولات و یا قطعات شده و اندازه بسته‌های تولیدی افزایش می‌یابد در نتیجه می‌توان از فرآیندهای تولید سطح بالا استفاده کرد. فرآیندهای تولید سطح بالا شامل ماشین‌هایی می‌شود که توانایی‌های تولید بالایی دارند یعنی ماشین‌های خاصی هستند که اصطلاحاً به آنها ماشین مخصوص گفته می‌شود که فقط و فقط یک قطعه خاص را می‌سازند.

A_3 : تحقیقات بازار مصرف کننده و محصول: تضمین استانداردهای کیفی صحیح:

در صورتی که استانداردهای کیفی بالاتر از مقدار ضروری جهت عملکرد موثر محصول باشند زمان مورد نیاز جهت ساخت آن معمولاً بزرگتر می‌شود. زیرا دقت بیشتری مورد نیاز بوده و ردی‌های غیر ضروری اتفاق می‌افتد. مشتریان در برخی مواقع بیشتر از حد ضروری خواهان استانداردهای بالاتری هستند. از طرف دیگر چشم پوشی از کیفیت خصوصاً در مورد کیفیت مواد اولیه خریداری شده ممکن است زمان ساخت را طولانی نماید. و این امر ناشی از مشکلات کار کردن با مواد اولیه نامرغوب می‌باشد. استانداردهای کیفی باید متناسب با نیازها بوده و این استانداردها نباید خیلی بالا یا خیلی پایین باشد و در عین حال باید دارای ثبات باشد. مدیریت باید از نیازهای بازار و مشتری و نیازهای تکنیکی محصول مطمئن باشد. دو مورد اول از طریق تحقیقات بازار و تحقیقات مصرف کننده تأمین می‌شود. در صورتی که سطح کیفیت با توجه به ملاحظات تکنیکی بخواهد تعیین شود ضروری است. تحقیقات محصول نیز صورت پذیرد.

A4: توسعه محصول و تجزیه و تحلیل ارزش: کاهش کار ناشی از برداشتن مواد اضافی:

تجزیه و تحلیل ارزش تکنیکی است جهت کاهش مقدار کار ناشی از روش یک فرایند تولید که به طور نظام یافته محصول و ساخت آن را بررسی نموده و هزینه را کاهش داده و در نتیجه ارزش را افزایش می دهد.

تکنیک های مورد استفاده در کاهش کار اضافی ناشی از فرآیند تولید:

B1: برنامه ریزی فرآیند: انتخاب ماشین های صحیح و مناسب است. برنامه ریزی فرآیند (Process planning) بهترین ماشین و تجهیزات را برای تولید محصول انتخاب می کند.

B2: برنامه ریزی و تحقیق در فرآیند: تضمین عملکرد صحیح فرآیند است: تحقیقات فرآیند یا (Process research) می گوید که ماشین مناسب انتخاب و راه اندازی شده است. این ماشین به چه شکل تنظیم شود تا بیشترین راندمان را داشته باشد. در تمامی انواع صنایع ساخت ضروری است که تحقیقات فرآیند به منظور تعیین بهترین تکنیک های ساخت صورت پذیرد.

B3: برنامه ریزی فرآیند و مطالعه روش: یعنی انتخاب صحیح ابزار: برنامه ریزی فرآیند همراه با مطالعه روش (Method Study) موجب تضمین در انتخاب مناسب ترین ابزار برای کارگر خواهد شد.

B4: مطالعه روش: کاهش مقدار کار ناشی از طراحی نامناسب Layout: طراحی کارخانه کارگاه یا ایستگاه کاری و روش های انجام کار وظایف مطالعه روش می باشد.

B5: مطالعه روش و آموزش اپراتور: کاهش مقدار کار ناشی از روش های کاری غلط.

تکنیک های مورد استفاده در کاهش زمان غیر مفید تحت کنترل مدیریت:

C1: بازاریابی و تخصصی کردن: کاهش زمان بیکاری ناشی از تنوع محصول: در صورتی که انواع فراوانی محصول ساخته شود بدین معنی خواهد بود که ماشین ها به منظور تغییر از یک نوع به نوع دیگر باید متوقف شود.

C2: استاندارد کردن قطعات و محصولات: کاهش زمان بیکاری ناشی از اجراهای کوتاه مدت:

در اغلب موارد استاندارد کردن اکثر قطعات در محدوده مدل‌هایی از یک نوع محصول امکان پذیر می‌باشد و این امر زمان اجرای طولانی تر و کاهش زمان صرف شده جهت تعویض ماشین‌ها را موجب می‌شود.

C3: توسعه محصول: کاهش زمان غیر مفید ناشی از تغییرات در طراحی :

قسمت اعظم زمان غیر مفید ناشی از قرار گرفتن محصول در خط تولید قبل از اطمینان از عملکرد آن و ارضای نیازهای مشتری می‌باشد هر زمانی که صرف ساخت مجدد بسته‌ای از قطعات می‌شود زمان غیر مفید خواهد بود وظیفه توسعه محصول ایجاد این اصلاحات قبل از آغاز و تولید در کارگاه‌ها می‌باشد.

C4: کنترل تولید: براساس اندازه گیری کار کاهش زمان بیکاری ناشی از برنامه ریزی نامناسب:

طراحی برنامه‌های مناسب کاری به نحوی که کارخانه و کارگران همواره دارای کار بوده و نیازی به انتظار نداشته باشند تحت عنوان برنامه ریزی تولید شناخته می‌شود و کنترل برنامه جهت تضمین اجرای آن نیز کنترل تولید نامیده می‌شود. یک برنامه صحیح فقط براساس استانداردهای صحیح قابل اجرا و به کارگیری می‌باشد این استانداردها با استفاده از اندازه گیری کار به دست می‌آید.

C5: کنترل مواد: کاهش زمان بیکاری ناشی از فقدان مواد اولیه :

کارگران و ماشین‌ها به علت فقدان مواد اولیه و عدم آماده بودن ابزار موردنیاز ممکن است بیکار بمانند کنترل مواد این نیازها را پیش بینی نموده و در زمان مناسب آن‌ها را فراهم می‌نماید و در عین حال مواد اولیه را به اقتصادی‌ترین روش ممکن خریداری نموده و موجودی انبارها را بیش از حد نگهداری نمی‌کنند به این ترتیب هزینه نگهداری مواد اولیه پایین می‌ماند.

C6: تعمیر و نگهداری: کاهش زمان بیکاری انسان و ماشین :

ماشین‌ها و تجهیزات که خراب می‌شوند موجب بیکاری و کاهش بهره‌برداری و افزایش هزینه‌های ساخت می‌شود. میزان خرابی‌ها به وسیله‌ی نگهداری و تعمیرات مناسب قابل کاهش است.

C7: تعمیر و نگهداری: کاهش زمان غیر مفید ناشی از شرایط نامناسب تجهیزات:

ماشین‌ها و تجهیزاتی که در وضعیت نامناسب کار می‌کنند موجب تولید محصولات خراب که برخی از آنها جزء ضایعات خواهند بود می‌شوند زمانی که صرف تولید ضایعات می‌شود زمان غیر مفید خواهد بود.

C8: شرایط کاری بهبود یافته: استمرار فعالیت کارگران :

در صورتی که مدیریت جهت تأمین شرایط کاری خوب موفق نشود، زمان غیر مفید افزایش خواهد یافت زیرا کارگران جهت غلبه بر خستگی یا تأثیرات گرما، سرما و نور به استراحت بیشتری نیاز خواهند داشت.

C9: اقدامات ایمنی: کاهش زمان غیر مفید ناشی از حوادث :

چنانچه مدیریت نتواند اظهارهای مناسب ایمنی جهت کارگران فراهم کند زمان غیر مفید به دلیل بروز حوادث افزایش خواهد یافت.

تکنیک‌های مورد استفاده در کاهش زمان غیر مفید تحت کنترل کارگر:

D1: خط مشی پرسنلی صحیح و تشویق‌ها: کاهش زمان غیر مفید ناشی از غیبت :

اشتیاق کارگر جهت انجام کار و کاهش زمان غیر مفید به میزان خیلی زیادی به خط مشی پرسنلی مدیریت و طرز برخورد آن با کارگر ارتباط دارد. رابطه بین مدیریت و استخدام شدگان توسط خط مشی پرسنلی تعیین می‌شود. در صورتی که این ارتباط خوب نباشد به سختی می‌توان انتظار داشت تکنیک‌های مدیریت به نحوی رضایت بخش عمل کند، خلق شرایط صحیح برای ارتباطات خوب بخشی از هنر مدیریت است. سیستم تشویقی موجب ایجاد انگیزش در کارگر جهت کاهش زمان غیر مفید شده و در نتیجه بهره‌برداری بالاتری حاصل خواهد شد.

D2: خطی مشی پرسنلی و آموزش اپراتور: کاهش زمان غیر مفید ناشی از بی دقتی.

D3: آموزش ایمنی: کاهش زمان غیر مفید ناشی از حوادث.

نقش مدیریت در ایجاد انگیزه کاری در کارگران:

(۱) ایجاد شرایط کاری مناسب : شرایط کاری بد ادامه کار را مشکل می‌کند در نتیجه پریودهای استراحت افزایش می‌یابد و موجب طرز فکری در کارگر می‌شود که او احساس عدم تمایل به تلاش داشته باشد.

(۲) عدم برخورد با کارگر به صورت یک ابزار: اگر کارگر احساس کند که مدیریت به او به عنوان ابزار تولیدی می‌نگرد و بهایی به احساسات او به عنوان یک انسان قائل نیست نخواهد خواست بیش از آنچه جهت حفظ شغل او کافی است ، تلاش نماید.

(۳) تفهم نقش کارگر در کل کار: در صورتی که کارگر نداند چه کاری و با چه هدفی انجام می‌شود و هیچ چیزی درباره‌ی کل کار کارخانه نداند به سختی می‌توان انتظار داشت که حداکثر تلاش خود را به عمل آورد.

۴) رعایت عدالت در بین پرسنل: اگر کارگر احساس کند از طرف مدیریت، عدالت حفظ نمی‌شود احساس یأس و ناامیدی مانع انجام حداکثر تلاش او خواهد شد.

نکته: هیچ کدام از روش‌های مورد بحث به تنهایی نمی‌تواند به نحو مناسبی بکار گرفته شود و به کارگیری هر کدام، بر روی مابقی تاثیر خواهد گذاشت. هدف مدیریت تولید مدرن افزایش کارایی عملیات تولید است و این امر با در نظر گرفتن جنبه‌های مختلف تولید چون طراحی محصول و به کار گیری مواد، کنترل کیفیت، Layout، حمل و نقل مواد، کنترل و برنامه ریزی تولید، تعمیر و نگهداری و مطالعه کار عملی می‌شود.

فصل دوم: مطالعه کار

مطالعه کار:

مطالعه کار ؛ به عبارتی کلی برای تمامی تکنیک هایی است که به منظور بررسی کار بشری و در تمامی زمینه ها مورد استفاده قرار می گیرد و به طور نظام یافته باعث می شود که تمامی عوامل موثر در کارایی و اقتصادی بودن وضعیت مورد نظر بررسی شده و در نتیجه بهبود ایجاد شود. مطالعه روش و اندازه گیری کار دو تکنیک مطالعه کار می باشد.

مطالعه کار : معنی مستقیم افزایش بهره وری :

عوامل موثر در بهره وری فراوان می باشد و بسته به نوع سازمان متفاوت هستند بدیهی است با استفاده از مطالعه فرایند که نیازمند سرمایه گذاری بیش تر و خرید ماشین آلات مدرن تر می باشد می توان بهره وری را بالا برد ولی این کار مستلزم سرمایه گذاری زیاد می باشد. چنانچه بخواهیم با استفاده از منابع موجود بهره وری را بالا ببریم. به کار گیری مطالعه کار بسیار موثر خواهد بود.



واضح است موثرترین روش برای افزایش بهره‌وری در بلندمدت سرمایه گذاری بیشتر و به کارگیری تجهیزات مدرن تر می‌باشد هر چند در اثر این عمل سرمایه گذاری زیادی نیاز بوده و در صورت ضرورت وارد کردن ماشین آلات ارزش خارجی زیادی باید صرف شود.

مطالعه کار مسئله بهره‌وری را از طریق تجزیه و تحلیل نظام یافته عملیات و فرآیندها و روش‌های کاری موجود و با هدف افزایش کارایی آن‌ها حل می‌کند.

چرا مطالعه‌ی روش کار ارزشمند است:

- (۱) مطالعه کار به مفهوم افزایش کارایی تولید (بهره‌وری) کارخانه توسط سازمان دهی مجدد کار می‌باشد و روشی است که به طور طبیعی سرمایه گذاری زیادی را بر روی تجهیزات و ماشین آلات نیاز ندارد.
- (۲) تمامی عوامل موثر بر کارایی عملیات را در نظر می‌گیرد.
- (۳) دقیق‌ترین روشی است که تا کنون جهت تعیین استانداردهای عملکرد به وجود آمده است.
- (۴) منافع حاصل از به کار گیری صحیح مطالعه کار بلافاصله قابل بهره برداری است.
- (۵) این تکنیک در تمامی مکان‌هایی که کاردستی صورت می‌پذیرد می‌تواند به کار رفته شود.
- (۶) یکی از نافذترین ابزارهای بررسی است که در اختیار مدیریت قرار دارد.
- (۷) نسبتاً ارزان بوده و به سهولت قابل پیاده سازی است.
- (۸) با شناسایی عملیات خطرناک روش‌های ایمن تر اجرای آن‌ها را پیشنهاد می‌نماید.

تکنیک‌های مطالعه کار:

(۱) مطالعه روش

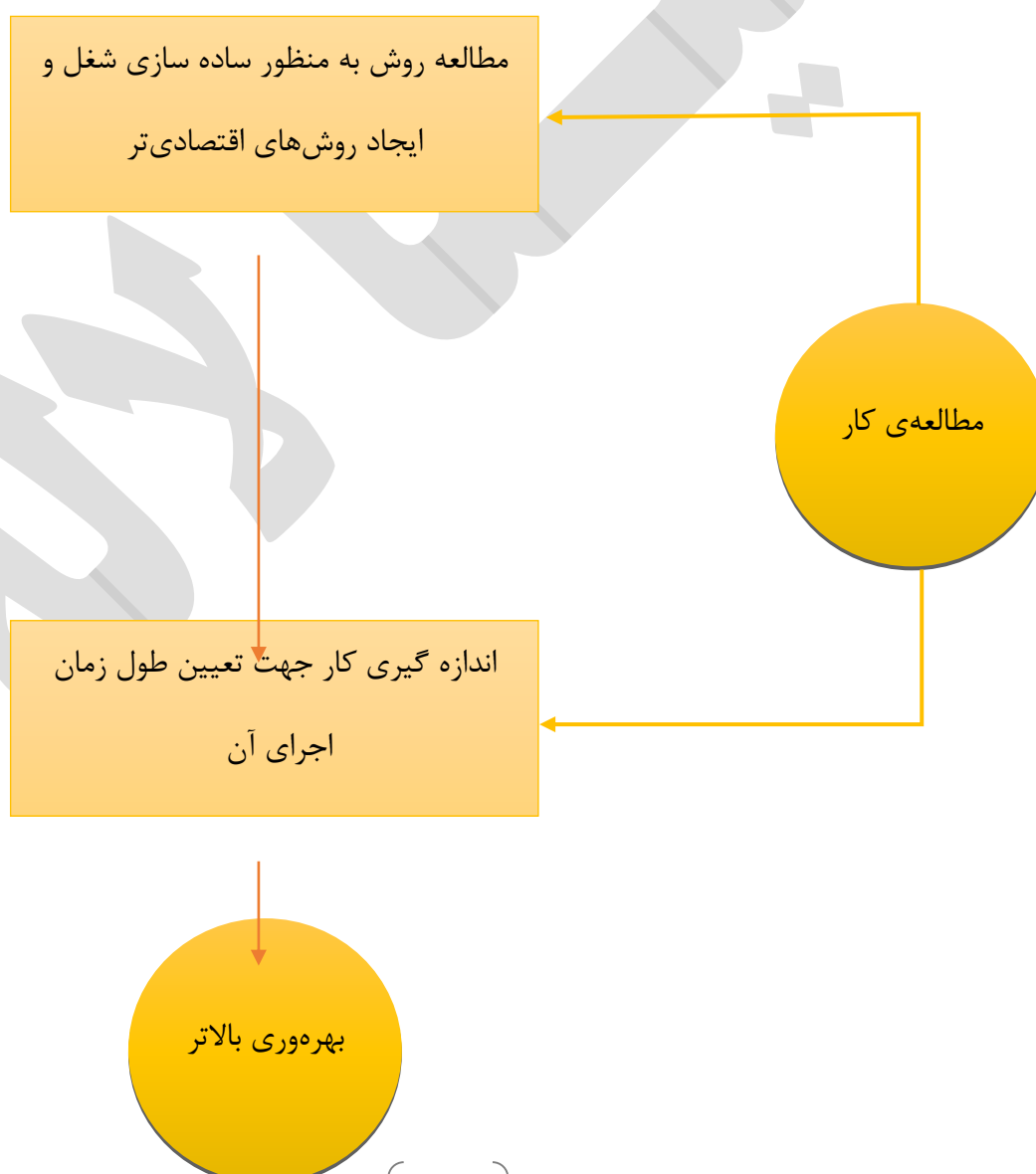
(۲) اندازه گیری کار

(۱) مطالعه روش : ثبت نظام یافته روش‌های انجام کار فعلی و پیشنهادی و سپس بررسی انتقادی آن به منظور ایجاد و بکارگیری روش‌های موثرتر و آسان‌تر و کاهش دادن هزینه‌ها می‌باشد.

۲) اندازه گیری کار : عبارت است از بکارگیری تکنیک‌هایی که به منظور تعیین طول زمان انجام کار بخصوصی که توسط کارگر واجد شرایط و در سطح مشخصی از عملکرد صورت می‌پذیرد طراحی شده است.

ارتباط مطالعه روش و اندازه گیری کار:

مطالعه روش و اندازه‌گیری کار به شدت به هم وابسته می‌باشند. مطالعه روش در ارتباط با کاهش مقدار کار یک شغل و یا عملیات می‌باشد حال آنکه اندازه‌گیری کار در بیشتر موارد مربوط به بررسی و کاهش زمان غیر موثر یک شغل و یا یک عملیات می‌باشد همچنین پس از اینکه چگونگی انجام کار توسط مطالعه روش بهبود یافت. زمان استاندارد عملیات توسط اندازه‌گیری کار تعیین می‌شود ارتباط مطالعه روش و اندازه‌گیری کار در شکل زیر نشان داده شده است.



مراحل اصلی مطالعه‌ی کار:

هشت مرحله جهت اجرای کامل مطالعه‌ی کار وجود دارد که عبارت است از:

- (۱) انتخاب (Select) شغل یا فرآیندی که باید انتخاب شود.
- (۲) ثبت (Record) تمامی وقایعی که اتفاق می‌افتد با استفاده از مشاهده مستقیم
- (۳) بررسی (Examine) وقایع ثبت شده با دید انتقادی و موشکافی کردن تمام آن چه انجام می‌شود.
- (۴) ارائه (Develop) اقتصادی‌ترین روش با در نظر گرفتن تمامی شرایط.
- (۵) اندازه‌گیری (Measure) مقدار کاری که به روش انتخاب شده انجام می‌گیرد و محاسبه زمان استاندارد آن

- (۶) تعریف (Define) روش جدید و زمان مربوط به آن به طوریکه همواره مشخص باشد.
- (۷) پیاده‌سازی (Install) روش جدید که منطبق با کار استاندارد و زمان مجاز می‌باشد.
- (۸) ابقاء (Maintain) کار استاندارد جدید توسط مراحل کنترلی مناسب

مطالعه روش:

اهداف مطالعه‌ی روش:

- (۱) بهبود فرآیندها و مراحل کاری
- (۲) بهبود طرح استقرار ایستگاه کاری کارگاه و کارخانه و طراحی تجهیزات و ماشین آلات
- (۳) اقتصادی نمودن تلاش انسان‌ها و کاهش خستگی غیر ضروری
- (۴) استفاده بهتر از مواد ماشین آلات و نیروی انسانی
- (۵) ایجاد محیط کاری فیزیکی بهتر

نکته: در مطالعه روش تکنیک‌هایی وجود دارد که می‌توان مسائلی چون طراحی کامل کارخانه تا کوچکترین حرکات کارگران که کارهایی تکراری انجام می‌دهند را حل نماید.

مراحل اصلی مطالعه روش:

- (۱) انتخاب کاری که باید مطالعه شود. (Select)
- (۲) ثبت تمامی وقایعی که اتفاق می افتد با استفاده از مشاهده مستقیم (Record)
- (۳) بررسی وقایع ثبت شده با دید انتقادی و موشکافی کردن تمام آنچه انجام می شود. (Examine)
- (۴) ارائه اقتصادی ترین روش با در نظر گرفتن تمامی شرایط (Develop)
- (۵) تعریف روش جدید با در نظر گرفتن تمامی شرایط به طوری که همواره قابل شناسایی باشند. (Define)
- (۶) پیاده سازی روش جدید به عنوان طرز کار استاندارد. (Install)
- (۷) ابقا کار استاندارد جدید توسط مراحل کنترلی مناسب. (Maintain)

انتخاب کاری که باید مطالعه شود:

هنگامی که مطالعه کننده کاری می خواهد در مورد انجام مطالعه روش برای کار بخصوصی تصمیم گیری نماید باید ۳ عامل اساسی زیر را مدنظر داشته باشد.

(۱) ملاحظات اقتصادی:

وجود ضعف های زیر در یک سازمان مشخص می کند که به کارگیری مطالعه روش احتمالاً صرفه جویی های با ارزش به همراه خواهد داشت.

الف) استفاده ضعیف از مواد اولیه، نیروی انسانی یا ظرفیت ماشین ها که منجر به ضایعات زیاد یا هزینه های دوباره کاری شود.

ب) طرح استقرار نامناسب تجهیزات یا عدم برنامه ریزی صحیح عملیات که منجر به جابجایی های غیر ضروری مواد اولیه می گردد.

ج) وجود گلوگاه

د) عدم ثبات در کیفیت اقلام تولیدی

ه) وجود کارهای بسیار خسته کننده

و) وجود اضافه کاری زیاد

ز) شکایات پرسنل درباره ی کار خود بدون ارائه دلایل منطقی

نتایجی که هزینه انجام مطالعه روش را توجیه می‌کند:

(الف) افزایش تولید و کاهش هزینه‌ها

(ب) حفظ وضع موجود با نیروی انسانی، مواد اولیه یا تجهیزات کمتر

(ج) بهبود کیفیت بدون افزایش نیروی انسانی یا تجهیزات

(د) بهبود شرایط ایمنی

(ه) بهبود استانداردهای نظم و ترتیب محیط کار

(و) کاهش ضایعات

(۲) ملاحظات تکنیکی :

مهمترین نکته‌ای که باید در نظر گرفته شود این مطلب است که اطلاعات تکنیکی مناسب باید در اختیار

باشد تا بتوان براساس آنها مطالعه را انجام داد.

ملاحظات تکنیکی در موارد زیر به کار می‌رود:

(الف) چنانچه در ایستگاه کاری موردنظر از ماشین استفاده شود این ملاحظات مورد اهمیت خواهد بود.

(ب) هرگونه پیشنهاد در راستای افزایش تولید می‌بایست با در نظر گرفتن محدودیت‌های ماشین مربوطه باشد.

(ج) معمولاً برای تصمیم‌گیری در رابطه با این ملاحظات بهتر است از مشاوره‌ی متخصصین ذیربط کمک بگیریم.

(۳) ملاحظات مربوط به عکس‌العمل‌های نیروی انسانی:

عکس‌العمل روحی و احساسی کارگران در مقابل انجام بررسی‌ها و تغییرات روش اجرای کار قابل پیش‌بینی است روش‌های زیر می‌تواند در جهت حداقل کردن مقاومت در مقابل تغییر و تحول مورد استفاده قرار گیرد.

(الف) تجزیه و تحلیل مطالعه بهتر است از ایستگاه‌هایی که همکاری بیشتری دارند آغاز شده و بیش از اجرا و پیاده‌سازی به تدریج به سایر ایستگاه‌ها گسترش داده شود.

(ب) توجیه ضرورت انجام مطالعه روش و ایجاد تغییرات مثبت برای مسئولین ذیربط به عبارت دیگر چنانچه بخواهیم همواره در راستای افزایش کارایی و کاهش هزینه‌ها موفق باشیم باید زمینه ارائه و پیاده‌سازی

تغییرات سازنده را فراهم کنیم.

ج) تجزیه و تحلیل ایستگاه‌های کاری بهتر است با همفکری و همکاری مسئول و کارگران آن ایستگاه‌های کاری صورت پذیرد. بدین ترتیب در هنگام پیاده سازی روش جدید مقاومت کمتری رخ خواهد داد چون این افراد خود را در طراحی روش جدید، سهیم خواهند دید.

د) روش جدید باید از طریق مسئولین مربوطه به مرحله اجرا دربیاید و تحت هیچ شرایطی تحلیل‌گر خودش به طور مستقیم با پرسنل برخورد ننموده و نسبت به اجرای آن پافشاری نمی‌کند.

ه) روش پیشنهادی باید با توجه به فرد مخاطب به شیوه‌ای مناسب بیان و ارائه شود. زیرا توانایی افراد در درک مطالب یکسان نیست لذا تحلیل‌گر باید از روش‌ها و ابزارهای متفاوت برای تشریح روش جدید باید استفاده کند.

و) بهتر است از طریق مصاحبه نسبت به کسب پیشنهادهای پرسنل ایستگاه‌ها اقدام شود. زیرا تجارب مستمر و طولانی آنان بهترین راهنما برای رفع عیوب روش فعلی می‌تواند باشد.

فصل سوم (ثبت وقایع):

مرحله پس از انتخاب کاری که باید مطالعه شود ثبت کلیه وقایع مربوط به روش فعلی می‌باشد. موفقیت کل بستگی به میزان دقتی دارد که در روش ثبت وقایع به کار رفته است و علت آن اساسی بودن این ثبت وقایع برای بررسی انتقادی و ارائه روش بهبود یافته می‌باشد. روش متداول ثبت وقایع نوشتن آنها می‌باشد ولی متأسفانه این روش برای ثبت فرآیندهای پیچیده که در صنایع مدرن متداول هستند مناسب نمی‌باشد به خصوص هنگامی که ثبت دقیقی از تمام جزئیات یک فرآیند یا عملیات مورد نیاز است. متداول‌ترین تکنیک‌های ثبت: نمودارها (چارت) و نقشه‌ها (دیاگرام) می‌باشد.

انواع نمودارها:

الف) نمودارهایی که نشان دهنده‌ی توالی فرآیند می‌باشند.

- ۱) نمودار فرآیند عملیات یا Operation Process Chart (O.P.C)
- ۲) نمودار جریان فرآیند عملیات – مربوط به انسان Flow Process Chart (F.P.C) - Man Type
- ۳) نمودار جریان فرآیند عملیات – مربوط به مواد Flow Process Chart (F.P.C) - Material Type
- ۴) نمودار جریان فرآیند عملیات – مربوط به تجهیزات Flow Process Chart (F.P.C) - Equipment Type
- ۵) نمودار فرآیند دو دست

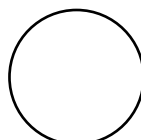
ب) نمودارهایی که از مقیاس زمانی استفاده می‌کنند.

- ۱) نمودار فعالیت چندگانه Multiple Activity Chart
 - ۲) نمودار هم زمانی Simo Chart
- نمودارهای دسته الف مربوط به نمودارهای فرآیند می‌باشند. در این نمودارها برای نمایش جزئیات فرآیند مورد نظر از علائم قراردادی حاضر استفاده می‌شود.

علائم مورد استفاده در نمودار فرآیند و تعاریف آنها:

با به کارگیری ۵ علامت استاندارد بسیار راحت می‌توان تمامی وقایع مربوط به یک کار یا عملیات را بر روی نمودار فرآیند ثبت نمود.

دو فعالیت اصلی هر فرآیند، عملیات (Opration) و بازرسی (Inspection) می‌باشند که توسط علائم زیر نشان داده می‌شود:



۱) عملیات (Opration): (دایره)

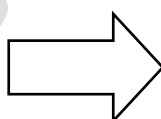
نمایش دهنده مراحل اصلی هر فرآیند، روش یا مراحل کاری می‌باشد معمولاً در طول انجام عملیات، قطعه، مواد یا محصول مورد نظر دچار تغییر و تحول شده یا اصلاح می‌شود.



۲) بازرسی (Inspection): (مربع)

مشخص کننده کنترل کیفی یا کمی می‌باشد.

وجه تمایز این دو فعالیت کاملاً واضح است در عملیات همیشه مواد، قطعه یا خدمت به سمت تکمیل شدن هدایت می‌شود. بازرسی هیچ گاه مواد را جهت تبدیل آن به محصول کامل کمک و هدایت نمی‌کند. و صرفاً تعیین کننده این امر است که آیا عملیات انجام شده از نظر کیفی و یا کمی مورد قبول می‌باشد یا خیر. در برخی مواقع که می‌خواهیم تصویر دقیق تری از فرآیند به دست آوریم دو علامت طرح شده در فوق کافی نمی‌باشد و می‌بایست از سه علامت دیگر کمک بگیریم.



۳) حمل و نقل (Transportation): (فلش)

نشان دهنده جابجایی کارگران، اقلام، مواد یا تجهیزات از مکانی به مکان دیگر می‌باشد حمل و نقل هنگامی که شئی از یک نقطه به نقطه دیگر می‌رود انجام می‌شود البته به استثنای مواردی که این جابجایی جزئی از عملیات می‌باشد. و یا کارگر در ایستگاه کاری در طول یک عملیات و یا بازرسی عمل جابجایی را انجام می‌دهد.



۴) انبار موقتی یا تأخیر (Delay): (D بزرگ)

نشان دهنده تأخیر در توالی وقایع است به عبارت دیگر کار در بین عملیات متوالی منتظر بماند یا هر شی که به طور موقت در کناری نهاده شود بدون اینکه در جایی ثبت شود و تا زمانی که مورد نیاز باشد در این وضعیت باقی بماند.

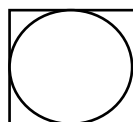
مثال ۱: قطعه کاری که بر روی کف زمین یا کارگاه و در بین عملیات باقی می ماند

مثال ۲: جعبه های منتظر بسته بندی

مثال ۳: قطعات در انتظار جهت چیده شدن در انبار

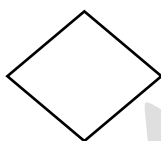
۵) انبار دائم (Storage): (مثلث بر عکس)

نشان دهنده ی انبار کنترل شده می باشد به نحوی که ورود اقلام به آن و خروج اقلام از آن نیازمند صدور مجوز کتبی باشد.



نکته ۱: فعالیت های ترکیبی

نکته ۲: تفاوت لوزی و مربع در بازرسی ها



و



نمودار فرآیند عملیات یا (o.p.c):

قبل از اینکه جزئیات فرآیند را ثبت نماییم ضروری است اطلاعات کلی مربوط به آن را مشخص و ثبت نماییم برای این منظور از نمودار فرآیند عملیات استفاده می کنیم. به وسیله ثبت متوالی عملیات اصلی و بازرسی ها تصویر کلی از فرآیند به دست می آید که به آن نمودار فرآیند عملیات می گویند در نمودار فرآیند عملیات بدون توجه به اینکه توسط چه کسی و در کجا بازرسی و عملیات اتفاق می افتد آنها را ثبت می نماییم. در چنین نموداری فقط علائم عملیات و بازرسی مورد نیاز است.

ذکر این نکته ضروری است علاوه بر اطلاعاتی که توسط علائم و توالی آنها منتقل می شود در یادداشت کوتاهی از طبیعت هر عمل یا بازرسی در کنار علائم (حتماً سمت راست) نوشته می شود و در صورتی که زمان مجاز هر کدام مشخص باشد آن را نیز در سمت چپ یا راست می نویسیم.

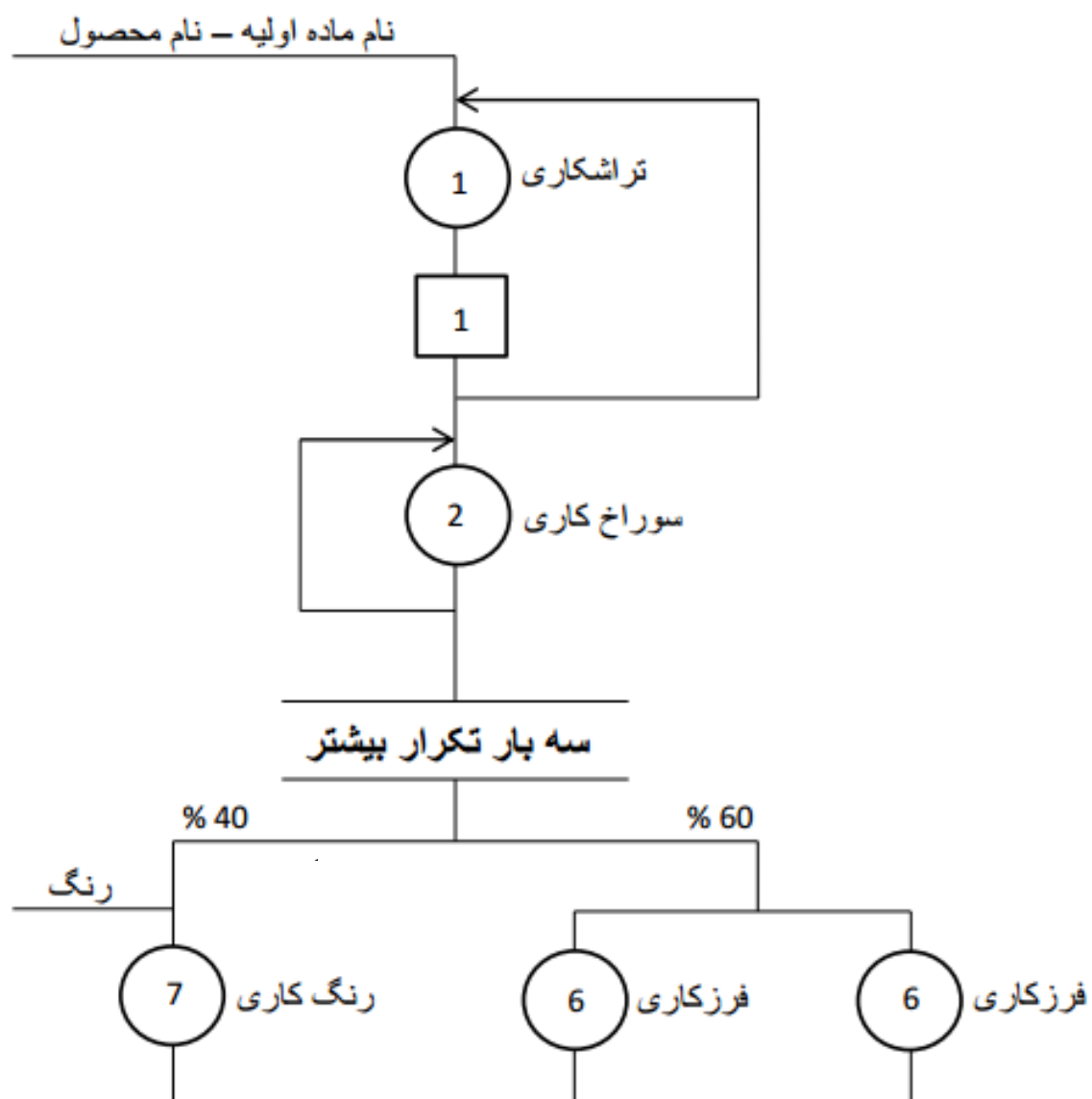
توضیحاتی در رابطه با چگونگی ترسیم (o.p.c) :

۱) چنانچه شکل، اندازه یا طبیعت اقلام موردنظر در فرآیند به نحوی تغییر کند که از آن موقع به بعد خصوصیات حمل و نقل دچار تحول شود می‌بایست این تغییر به وسیله قطع خط نمودار و ارائه شرح مختصری از آن در بین دو خط موازی توصیف شود.

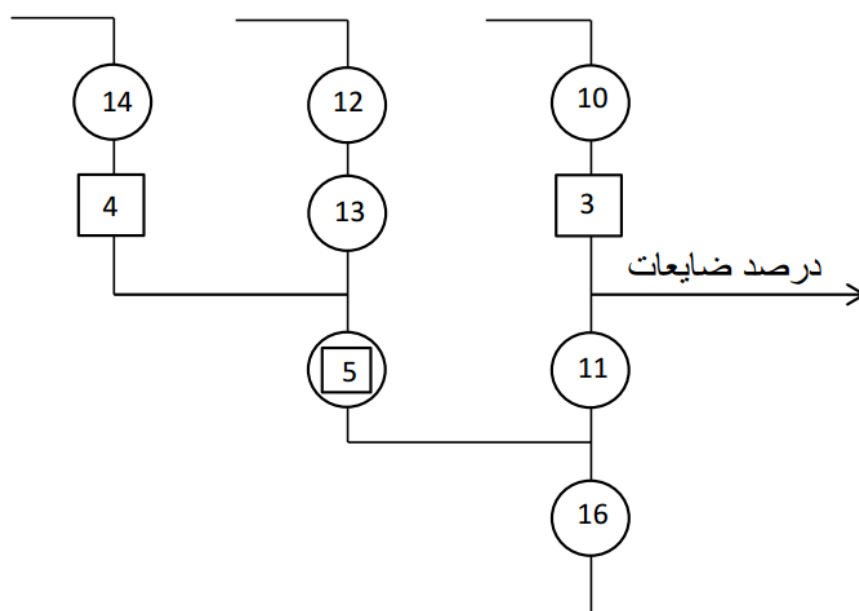
۲) اگر عملیات عیناً چند بار تکرار شود از قاعده قبلی می‌توان کمک گرفت کافی است تعداد دفعات تکرار در بین دو خط موازی نوشته شده و از بالای آنها خطی به ابتدای فعالیتی که بایست تکرار شود رسم نماییم.

۳) چنانچه در طول یک عملیات مواد مورد نظر به چند جزء تقسیم شده و از آن به بعد هر جزء تحت فرآیند مستقلی قرار گیرد می‌بایست به تعداد موردنیاز ستون اصلی را به شاخه‌های مستقل تقسیم کرد.

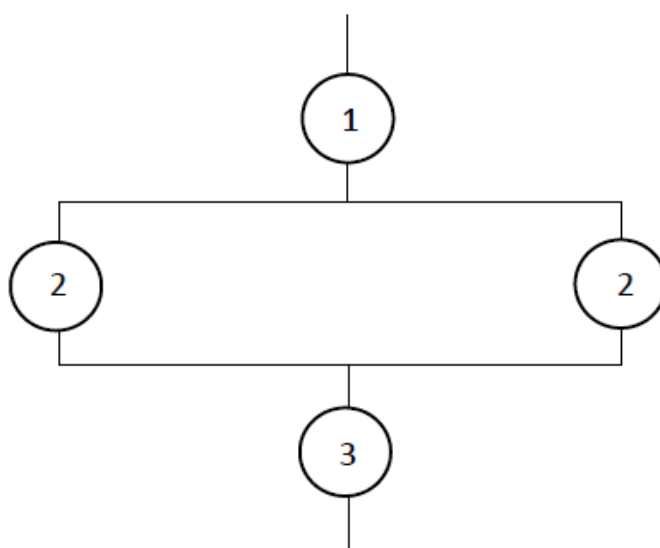
مثال:



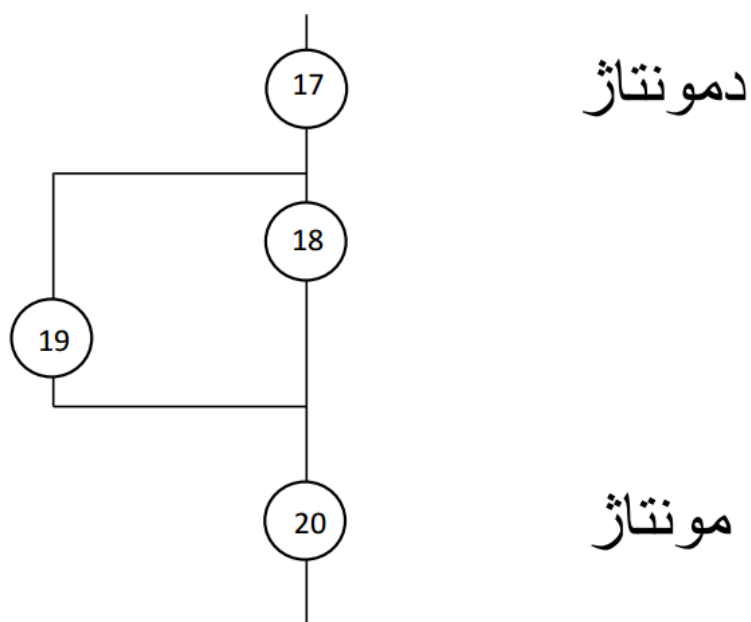
۴) اتصال قطعات فرعی به قطعه از سمت چپ به صورت شکل مقابل است.



چنانچه به منظور بالانس جریان کار، ضروری باشد که عملیات یکسانی در بیش از یک محل یا توسط بیش از یک کارگر یا ماشین اجرا شود، نمودار را می‌توان به دو یا چند شاخه‌ی موازی تقسیم نمود که در این حالت تعداد شاخه‌ها نشان دهنده‌ی تعداد فرآیندهای هم‌زمان خواهد بود.



هنگامی که از روی قطعه اصلی یک قطعه فرعی جدا شده روی آن کاری انجام می‌گیرد و دوباره روی قطعه اصلی سوار می‌شود.

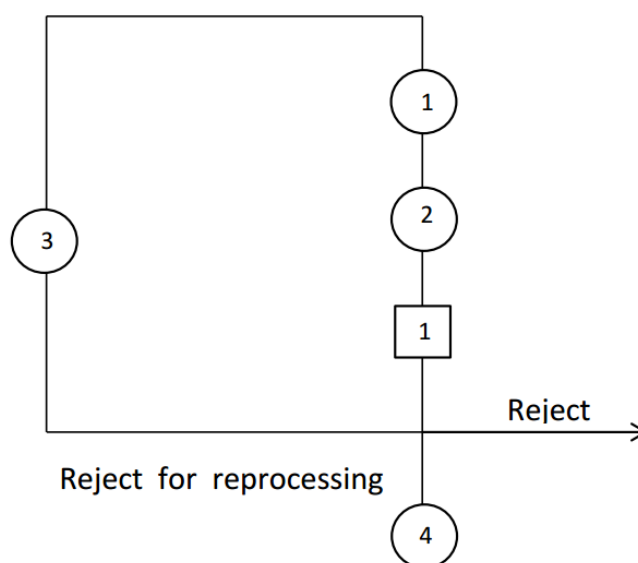


پس از بازرسی ۳ حالت می‌تواند اتفاق بیفتد:

(۱) اگر مورد قبول باشد پس از بازرسی فرایند ادامه پیدا می‌کند.

(۲) اگر ضایعاتی باشد با فلش نشان می‌دهیم.

(۳) اگر قطعه مرجوعی قابل اصلاح باشد باید به ابتدای عملیات برگردد.



نکته: حتماً باید به نحوه‌ی شماره گذاری دقت کنیم.

نمودار جریان فرآیند عملیات (f.p.c):

نمودار جریان فرآیند نموداری است که توالی جریان محصول یا مراحل کار را به وسیله ثبت تمامی وقایع و با استفاده از علائم مناسب مرتب نموده و نمایش می‌دهد در این نمودار از هر پنج علامت استفاده می‌شود و به همین علت این نمودار نسبت به نمودار (o.p.c) مفصل‌تر است و جزئیات بیشتری می‌توان با استفاده از آن ثبت کرد. این نمودار به سه دسته تقسیم می‌شود.

(۱) نمودار جریان فرآیند عملیات مربوط به کارگر: نموداری است که آنچه کارگر انجام می‌دهد را ثبت می‌کند.

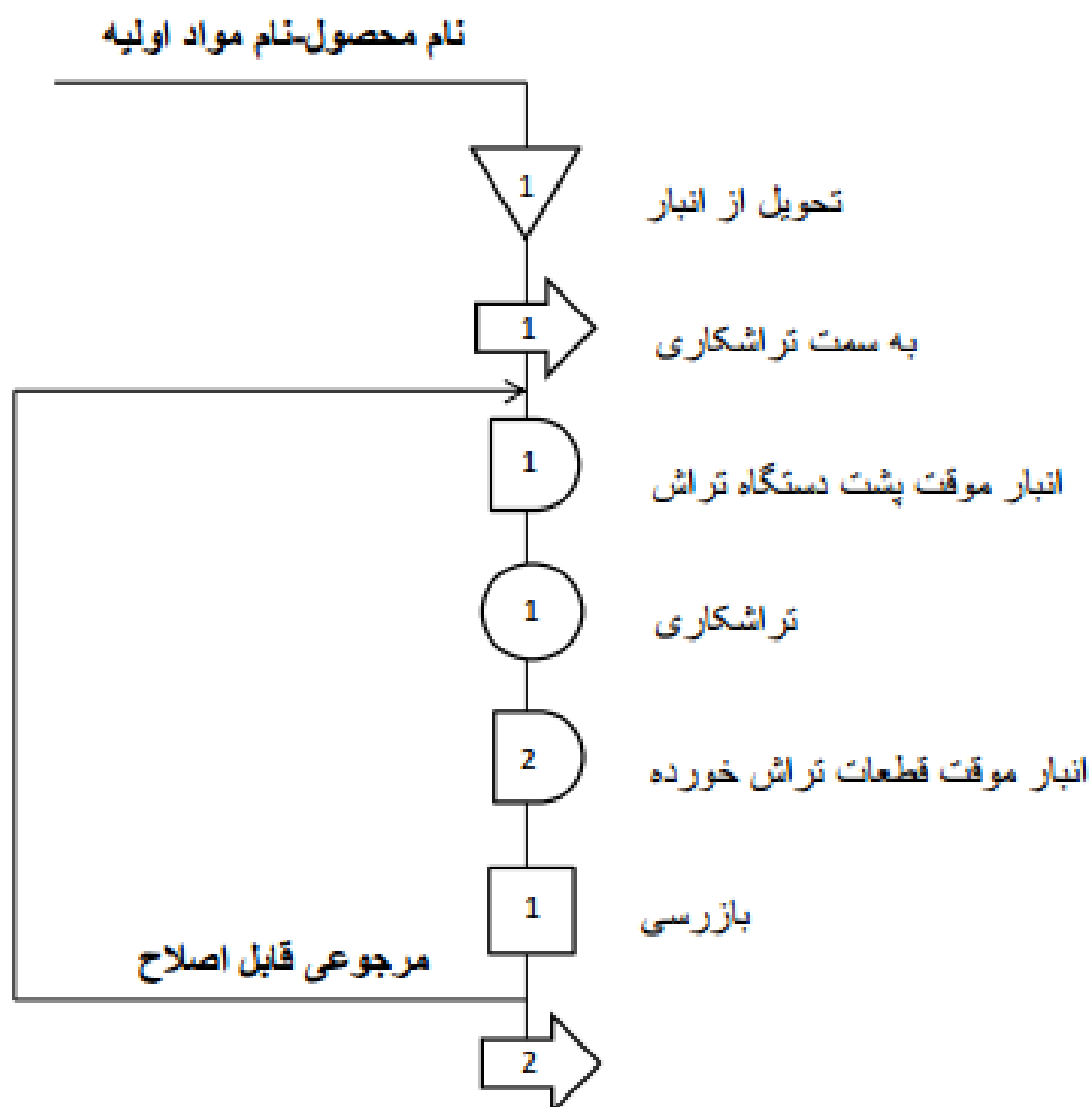
(۲) نمودار جریان فرآیند عملیات مربوط به تجهیزات: نموداری است که چگونگی به کارگیری تجهیزات را ثبت می‌کند.

(۳) نمودار جریان فرآیند عملیات مربوط به مواد: نموداری است که جابجایی مواد یا عملیاتی که روی آن انجام می‌شود را ثبت می‌کند.

نکته: نمودار جریان فرآیند عملیات به طریق مشابه نمودار فرآیند عملیات انجام می‌شود با این تفاوت که علاوه بر دو علامت مربوط به عملیات و بازرسی از علائم تأخیر، انبار و حمل و نقل نیز استفاده می‌شود از آنجایی که در نمودارهای جریان (f.p.c) ها فرآیند عملیات نسبت به نمودارهای (o.p.c) مفصل‌تر بوده و جزئیات بیشتری را ثبت می‌کند در هر برگ تعداد عملیات کمتری را می‌توان نشان داد به همین دلیل معمولاً برای هر کدام از قطعات اصلی مونتاژ نمودار جداگانه‌ای ترسیم شده و مقدار تأخیرها جابجایی‌ها و انبارها به طور مستقل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

مثال:

نمودار جریان فرآیند-نوع مواد:



الف) همانند نمودار O.p.C جزئیات فرآیند بر روی یک کاغذ با ابعاد مناسب ترسیم می‌شود که در این حالت کلیه فرآیندها مربوط به قطعه اصلی و قطعات فرعی به طور همزمان بر روی یک برگه نمایش داده می‌شود.

ب) جزئیات فرآیند بر روی فرم‌های آماده ثبت می‌شود در این حالت به ازای هر قطعه اصلی یا قطعات فرعی فرم‌های مستقلی باید تکمیل گردد ضمناً در اینگونه فرم‌ها فضای کافی جهت تجزیه و تحلیل وضعیت ثبت شده و بصورت زیر است :

شماره ۱ صفحه ۱ از ۱									
نمودار جریان فرآیند									
کار: دریافت بسته های بار هوایی و انتقال آن به منطقه ارسال بار									
نیروی: انسانی ☒ مواد ☐ باربر									
شروع نمودار: در قسمت دریافت									
خاتمه نمودار: اداره حسابداری									
ترسیم توسط: G.S. ۶۹/۱۲/۱									
اقدام									
تغییر									
توضیحات									
چرا									
مقدار									
فاصله (فوت)									
زمان (دقیقه)									
تأخیر									
بازرسی									
حمل									
عملیات									
جزئیات									
روشنایی									
فعال									
سایر وظایف									
به سمت منطقه									
تجهیزات به منظور									
دریافت چرخ دستی									
گرفتن چرخ دستی									
و بازگشت به									
قسمت دریافت									

همواره در تهیه نمودارهای فرآیند نکاتی را باید در نظر داشت از آنجایی که نمودارهای فرآیند موثرترین ابزار جهت بهبود روش می باشد لذا رعایت این نکات دارای اهمیت می باشد.

الف) جزئیات نمایش داده شده در نمودار حتماً با استفاده از مشاهده‌ی مستقیم حاصل می شود همین که جزئیات در نمودار ثبت شدند دیگر ذهن از نگهداری آن ها خلاص می شود و در صورت نیاز می توان با مراجعه به نمودار، اطلاعات ضروری را کسب نمود نمودارها به هیچ عنوان نباید به صورت ذهنی ترسیم شود. بلکه همان گونه که کار انجام می شود باید به همراه جزئیات ثبت شود. (به استثنای مواقعی که نمودار برای نمایش روش جدید پیشنهادی تهیه می شود)

ب) باید همواره در تهیه نمودارها تمیزی و دقت نمودارها با استاندارد بالا رعایت شود. زیرا نمودارها در مراحل بعدی جهت تشریح پیشنهادها مربوط به استاندارد کردن کار و یا بهبود روش مورد استفاده قرار می گیرد. یک نمودار کثیف و نامرتب تأثیر بدی بر روی بیننده می گذارد و موجب بروز اشتباه می شود.

ج) تمامی نمودارها باید دارای عناوینی با اطلاعات زیر باشد.

۱) نام محصول، مواد یا تجهیزاتی که نمودار مربوط به آن می باشد. همراه با شماره‌های نقشه یا شماره‌های فنی.

۲) شرح کار یا فرآیندی که انجام می شود به نحوی که نقاط شروع و خط مشخص و واضح باشد همچنین تعیین این امر که روش ثبت شده روش فعلی است یا پیشنهادی.

۳) نام محلی که عملیات در آنجا اتفاق می افتد (دپارتمان، کارخانه، سایت، سالن تولید و ...)

۴) شماره نمودار، شماره صفحه، تعداد کل صفحات.

۵) نام مشاهده کننده و در صورت تمایل نام شخصی که نمودار را تصویب می کند.

۶) تاریخ مطالعه

۷) راهنمایی برای علائم مورد استفاده

۸) خلاصه‌ای از مسافت، زمان و در صورت تمایل هزینه کارگر و مواد جهت مقایسه‌ی روش‌های جدید و قدیم.

نمودار فرآیند دو دست:

ثبت فرآیند به وسیله‌ی علائم: دایره، فلش، مثلث برعکس و D

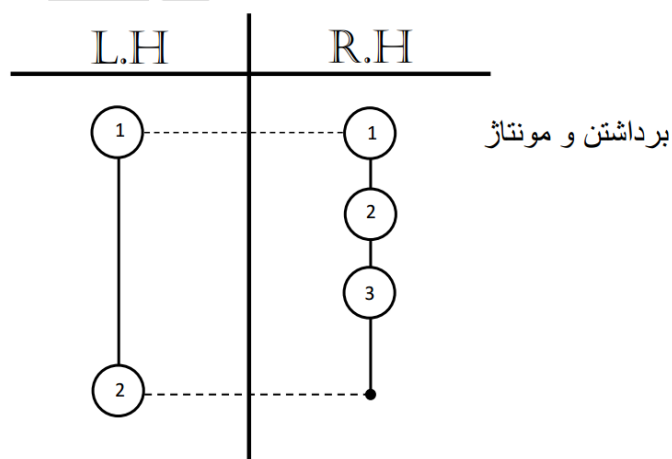


که قبلاً شرح داده شده‌اند صورت می‌پذیرد باید توجه کنید که علامت بازرسی در اینجا حذف شده زیرا بازرسی در واقع جابجایی یا حرکات دو دست می‌باشد که با استفاده از چهار عملیات دیگر قابل نمایش خواهد بود ضمناً عملیات مثلث وارونه در این نمودار به مفهوم نگه داشتن یا نگهداری (Hold) می‌باشد.

نمودار فرآیند دو دست از دو ستون مجاور هم تشکیل شده است به نحوی که فعالیت‌های مربوط به دست راست و دست چپ به کمک علائم استاندارد در ستون‌های مربوطه ثبت می‌شود در این نمودار حرکات همزمان دو دست به وسیله‌ی ترسیم علائم مربوطه در یک راستا و در دو ستون مجاور نمایش داده می‌شود. ضمناً شرح مختصری از هر فعالیت می‌باید در کنار آن نوشته شود.

انواع نمودار فرآیند دو دست:

الف) نمودار فرآیند دو دست کلی: این نمودار برای ثبت کلیات یک فرآیند دستی مورد استفاده قرار می‌گیرد در این نمودار فقط از علامت دایره استفاده می‌شود. نکته‌ی مهم در این نمودار این است که یک راستا بودن به معنای همزمانی است.



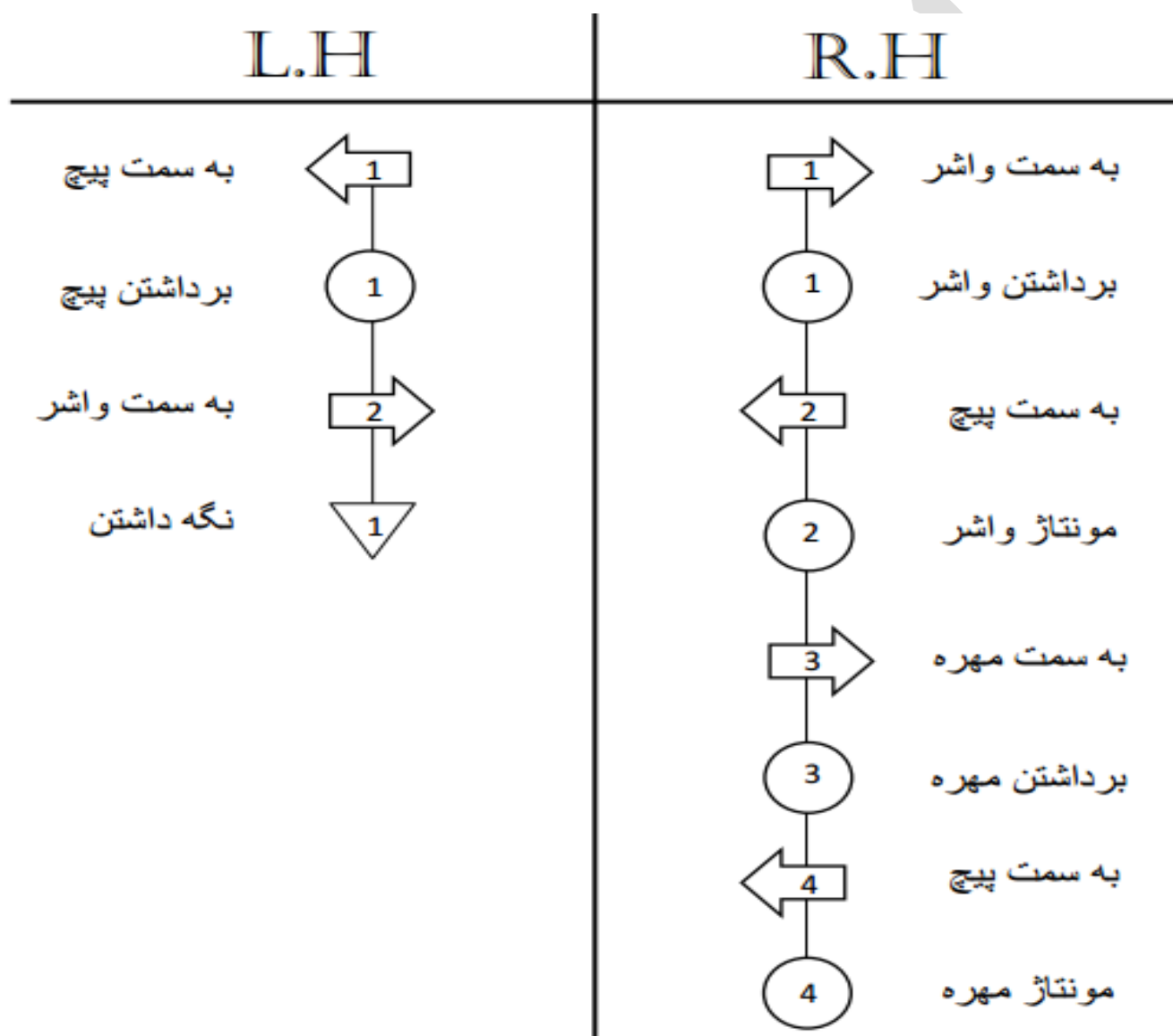
مثال:

ب) نمودار فرآیند دو دست تفصیلی: این نمودار برای ثبت جزئیات فرآیند دستی یک ایستگاه کاری مورد

استفاده قرار می‌گیرد در این نمودارها از هر ۴ علامت، دایره، فلش، مثلث وارون و D استفاده می‌شود.

نکته: برای رسم این نمودار بهتر است یکی در میان داخل و خارج کشیده شود.

مثال:



از این نمودار در مواقعی که یک اپراتور مسئولیت اداره یک یا چند ماشین را بر عهده دارد می‌توان استفاده نمود. در این حالت جزئیات فعالیت هر کدام در قیاس با دیگران قابل نمایش خواهند بود.

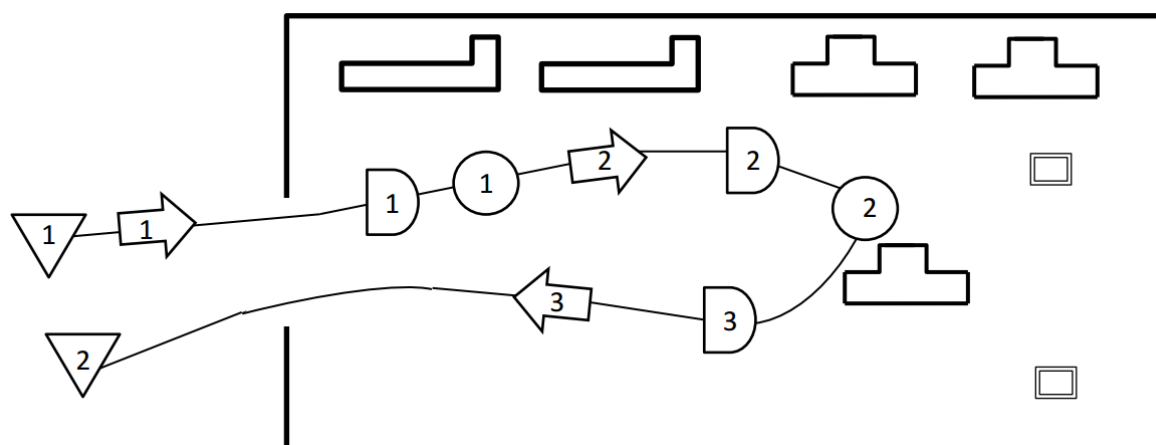
نقشه‌ها:

هر چند نمودار جریان فرآیند عملیات، توالی وقایع و جابجایی‌ها را نشان می‌دهد با این وصف مسیرهای حرکت را به طور واضح مشخص نمی‌کند.

در برخی مواقع هنگام جابجایی قطعات ویژگی‌های نامطلوبی چون برگشت به عقب، تراکم رفت و آمدها و جابجایی طولانی غیر ضروری رخ می‌دهد به منظور ثبت چنین پدیده‌هایی می‌توان از نقشه‌های جریان، نقشه‌های نخ‌ی با مدل‌های دو بعدی و سه بعدی استفاده نمود.

نقشه جریان:

با توجه به نمودار جریان فرآیند عملیات در این نقشه می‌بایست موقعیت ستون‌ها، درب‌های ورودی و خروجی، محل استقرار ایستگاه‌های کاری و ماشین‌ها با مقیاس مناسب و دقیق ترسیم شود. سپس با توجه به نمودار جریان فرآیند عملیات مسیرهای جابجایی و محل وقوع فرآیندهای مختلف به وسیله‌ی علائم شماره گذاری شده و در روی این نقشه نشان داده شود علائم شماره گذاری شده، حمل و نقل و جهت حرکت را نشان می‌دهد.



نقشه‌های نخى:

این نقشه‌ها هنگامی که جابجایی‌های فراوانی بین چند نقطه رخ می‌دهد و یا رفت و آمدها از نظر فاصله و تعداد بگونه‌ای غیر عادی هستند که به روش دیگری نمی‌توان تصویر دقیقی از آنچه به وقوع می‌پیوندد به دست آورد کاربرد دارند.

روش ترسیم: اولین قدم انجام مطالعه به منظور شناسایی جابجایی‌ها می‌باشد. این کار ممکن است به وسیله مشاهده مستقیم فرآیند صورت بگیرد در این صورت می‌بایست کلیه سفرها در برگه‌ی مطالعاتی ثبت شود پس از تکمیل مطالعه می‌بایست طرح استقرار تجهیزات و ایستگاه‌های کاری محل وقوع جابجایی‌ها با مقیاس مناسب ترسیم شود در مرحله‌ی بعد نقشه ترسیمی بر روی یک تخته چسبانده می‌شود. سپس در مبدا و مقصد هر جایی سوزن یا میخی بر روی نقشه فرو برده می‌شود چنانچه این مسیر مستقیم نباشد در محل تغییر جهت نیز میخی را باید در نقشه فرو کرد چنانچه بخواهیم مطالعات متعددی بر روی شغل یا ماشین خاصی در وضعیت‌های مختلف انجام دهیم به محض تکمیل هر نقشه باید از آن عکس برداری نمود به کمک نخ‌ها با رنگ‌های متفاوت می‌توان جابجایی کارگران مختلف یا قطعات متنوع را بر روی یک نقشه نمایش داد. کاربرد اصلی نقشه‌های نخى بررسی جابجایی‌های تحت شرایط زیر می‌باشد.

(۱) هنگامی که یک گروه کاری در حال کار می‌باشد.

(۲) مواردی که یک کارگر به چند ماشین رسیدگی می‌کند.

(۳) فرآیندهایی که تعداد زیادی قطعات مونتاژی باید به محل مونتاژ منتقل شود.

(۴) مواقعی که فرآیند به گونه‌ای است که کارگر مجبور است به طور مداوم بین مناطق کاری حرکت کند.

(۵) برای مقایسه‌ی ارزش‌های نسبی طرح‌های مختلف.

فصل چهارم: بررسی وضعیت مورد نظر

یک طریق برای یافتن روش بهتر انجام کار آن است که عملیات مورد نظر را به وسیله‌ی سؤالاتی دقیق و خاص مورد بررسی و تحلیل قرار داد چنانچه چندین تحلیل گر با هم این سؤالات را مطرح نمایند احتمالاً راه حل قابل قبول تری به دست خواهد آمد علاوه بر مطالعه‌ی حرکات مربوط به عملیات بهتر است ابزار، مواد، جیگ ها و فیکسچرها تجهیزات حمل، شرایط کاری، وسایل و تجهیزات کارخانه و سایر عوامل تأثیرگذار بر کار نیز مورد توجه قرار گیرند و یافتن بهترین راهکار همواره ساده نمی‌باشد و نیازمند تخیل قوی، تیز هوشی و توانمندی ابتکاری است. بنابراین هماهنگی تحلیل گر با افرادی چون سرپرست، طرح ابزار و اپراتور ارزشمند می‌باشد. بعد از جمع آوری و ثبت کلیه اطلاعات مربوط به شغل مراحل مختلف عملیات باید مورد توجه قرار گیرند. در ذیل یک نمونه از سؤالاتی که جهت بررسی فرآیند می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند آمده است در واقع ما به کمک طرح تعدادی پرسش نظام یافته به دنبال نقاط ضعف مجموعه می‌باشیم این سؤالات بر حسب موضوع دسته بندی شده‌اند:

(۱) مواد:

- الف) آیا می‌توان از مواد ارزان تر استفاده نمود؟
- ب) آیا مواد به طور یکنواخت و در شرایط مناسبی به اپراتور تحویل می‌شود؟
- ج) آیا مواد از نظر ابعاد، وزن و شکل ظاهری بگونه‌ای می‌باشد که بتواند حداکثر استفاده را از آن به عمل آوریم؟
- د) آیا حداکثر استفاده از مواد به عمل می‌آید؟
- ه) آیا می‌توان استفاده‌ای برای ضایعات و قطعات مرجوعی پیدا کرد؟
- و) آیا تعداد دفعات انبار سازی مواد و قطعات در حین ساخت قابل کاهش است؟

(۲) حمل و نقل مواد:

- الف) آیا تعداد دفعات جابجایی مواد قابل کاهش است؟
- ب) آیا فواصل جابجایی را می‌توان کوتاه نمود؟
- ج) آیا مواد در ظروف مناسبی دریافت، جابجا و انبار می‌شوند؟ آیا ظروف تمیز هستند؟
- د) آیا تحویل مواد به اپراتور بدون تأخیر صورت می‌گیرد؟
- ه) آیا برای حمل مواد بجای کاربر می‌توان از نقاله استفاده کرد؟
- و) آیا برگشت به عقب‌ها قابل کاهش یا حذف می‌باشد؟

ز) آیا تغییر طرح استقرار تجهیزات یا ترکیب عملیات مانع جابجایی غیر ضروری مواد خواهد شد؟

۳) ابزار، جیگ‌ها و فیکسچرها: Fixtures , Jigs

الف) آیا مناسب‌ترین ابزار بکار برده می‌شود؟

ب) آیا ابزار در شرایط مناسبی قرار دارد؟

ج) در صورت استفاده از ابزار برشی آیا لبه‌های آن‌ها به نحو صحیحی تیز می‌شوند و برای این منظور

دپارتمان تخصصی سنگ زنی ابزار وجود دارد؟

د) آیا ابزار یا فیکسچرها را می‌توان به نحوی تغییر داد که مهارت کمتری به منظور انجام عملیات موردنیاز باشد؟

ه) آیا هر دو دست کارگر به علت استفاده از ابزار و فیکسچرها برای عملیات تولیدی آزاد می‌باشند؟

و) آیا می‌توان از تغذیه‌های سرسره‌ای، بیرون اندازه‌ها، ابزار نگهدارنده و ... استفاده نمود؟

ز) آیا می‌توان به وسیله‌ی تغییر مهندسی، طرح ابزار و جیگ و فیکسچر را ساده نمود؟

۴) ماشین:

A: راه اندازی یا B Setup: عملیات

A: راه اندازی یا B Setup:

الف) آیا اپراتور شخصاً ماشین خود را راه اندازی می‌نماید؟

ب) آیا تعداد دفعات راه اندازی به وسیله‌ی اندازه‌ی انباشته‌ی مناسب قابل کاهش است؟

ج) آیا نقشه‌ها، ابزار و وسایل اندازه‌گیری بدون تأخیر قابل تهیه می‌باشد؟

د) آیا بازرسی اولین قطعات تولیدی همراه با تأخیر صورت می‌گیرد؟

B: عملیات:

الف) آیا عملیاتی را می‌توان حذف نمود؟

ب) آیا همزمان می‌توان چند کار را انجام داد؟

ج) آیا سرعت کارکرد ماشین قابل افزایش است؟

د) آیا می‌توان از ماشین در وضعیت اتوماتیک استفاده نمود؟

ه) آیا می‌توان عملیات را به دو یا چند عملیات کوتاه تقسیم نمود؟

و) آیا می‌توان دو یا چند عملیات را با هم ترکیب نمود؟

ز) آیا توالی عملیات قابل تغییر است؟

ح) آیا می‌توان میزان ضایعات یا قطعات مرجوعی را کاهش داد؟

ط) آیا قطعه با توجه به عملیات بعدی در محل از پیش تعیین شده‌ای قرار داده شود؟

ی) آیا اخلاف در عملیات قابل کاهش یا حذف است؟

ک) آیا بازرسی همراه با عملیات می‌تواند انجام شود؟

ل) آیا ماشین در شرایط خوبی قرار دارد؟

۵) اپراتور:

الف) آیا اپراتور از نظر روحی و فیزیکی مناسب انجام عملیات می باشد ؟

ب) آیا خستگی غیر ضروری به وسیله ی تغییر در ابزار، فیکسچرها طرح استقرار یا شرایط محیطی کار قابل حذف می باشد؟

ج) آیا حقوق پایه متناسب با نوع شغل تعیین شده است؟

د) آیا سرپرستی به نحو رضایت بخش و صورت می گیرد؟

ه) آیا عملکرد اپراتور به وسیله ی آموزش بیشتر قابل بهبود است؟

۶) شرایط کاری:

الف) آیا نور، درجه حرارت، تهویه مناسب با کار می باشد؟

ب) آیا رختکن ها، حمام ها، رستوران ها به تعداد کافی وجود دارد؟

ج) آیا انجام عملیات همراه با بروز خطرات، غیر ضروری می باشد؟

د) آیا منطقه ای برای اپراتور پیش بینی شده است تا بتواند به طور متناوب به صورت نشسته یا ایستاده کار کند؟

ه) آیا طول مدت کار و زمان های استراحت به نحوی تعیین شده است که حداکثر استفاده اقتصادی به عمل آید؟

و) آیا در سطح کارخانه نظم و ترتیب خوبی حاکم است؟

لیست سوالات فوق هر چند کامل نمی باشد اما نشان دهنده ی برخی نکات است که در طول بررسی یک مشکل به منظور یافتن بهترین روش انجام کار در نظر گرفته می شود. در یک کارخانه ی خاص لیست طرح شده می تواند به عنوان برگه ی کنترل مورد استفاده قرار گیرد.

رویه های دیگر برای حل مسئله تقسیم کار ، ۳ مرحله می باشد :

۱) آماده سازی

۲) انجام کار (یا استفاده)

۳) کنار گذاشتن و تمیز کردن یا مرتب کردن محل کار

مرحله ی دوم هدف اصلی کار می باشد حال آنکه مراحل اول و سوم پشتیبانی کننده کار می باشد در اغلب موارد می توان آماده سازی و مرتب کردن را ساده و یا کوتاه نمود بدون آنکه بر روی مرحله اجرایی عملیات تأثیر داشته باشد.

اصول اقتصادی حرکت:

هدف این بخش بیان و تفسیر تعدادی از قوانین کلی یا اصول اقتصادی حرکت می‌باشد که در گذشته مورد استفاده واقع شده و یا در حال حاضر با موفقیت بکار گرفته می‌شود. این اصول پایه، یا مجموعه‌ای از قوانین می‌باشد که در صورت بکارگیری آنها توسط یک شخص آموزش دیده در زمینه‌ی تکنیک مطالعه‌ی حرکت امکان افزایش برون داد یا خروجی کاردستی با حداقل کردن خستگی فراهم می‌شود. در بسیاری از موارد اصول اقتصادی حرکت ناشی از بررسی علمی یا تحقیقاتی نمی‌باشد این اصول حاصل سال‌ها تجربه است و از نظر ماهیت، تجربی می‌باشد و این اصول می‌توانند در طراحی کار مفید باشند. این اصول در قالب سه زیر مجموعه با عناوین زیر ارائه می‌شود:

(۱) اصول اقتصادی حرکت در رابطه با بدن انسان

(۲) اصول اقتصادی حرکت در رابطه با طرح محل کار

(۳) اصول اقتصادی حرکت در رابطه با طرح ابزار و تجهیزات

(۱) اصول اقتصادی حرکت در رابطه با بدن انسان :

الف) هر دو دست می‌باید کار را با هم شروع کرده و با هم تمام کنند و جز در طول ایام استراحت نباید بیکار باشند.

ب) تا جایی که امکان دارد از اندازه حرکت باید در جهت کمک به کارگر استفاده شود و در مواقعی که جهت غلبه بر آن تلاش عضلانی لازم باشد باید در جهت حداقل کردن آن تلاش نمود.

ج) حرکتی که توسط دست‌ها انجام می‌پذیرد باید هنگام دور شدن از (نزدیک شدن به) مرکز بدن پیوسته و متقارن باشد.

د) حرکات قوس دار و پیوسته نسبت به حرکات مستقیم یا شکسته ارجح می‌باشند.

ه) کمترین تعداد از بخش‌های مختلف دست باید مورد استفاده قرار گیرد. و این امر را باید محدود به پایین‌ترین طبقه هر عضو نمود و طبقه بندی عضوهای دست به ترتیب صعودی از نظر زمان، خستگی و نیرو به صورت زیر است:

A: حرکات انگشت

B: حرکات انگشت و میچ

C: حرکات انگشت، میچ و ساعد

D: حرکات انگشت، میچ و ساعد و بازو

F: حرکات انگشت، میچ و ساعد و بازو و کل بدن

و) اگر کاری توسط پا قابل انجام است می‌بایست به نحوی تنظیم شود که همزمان با عملیات دستی صورت گیرد.

ز) انگشت وسط و شصت قوی‌ترین انگشت‌ها می‌باشد. انگشت چهارم، نشانه و کوچک قابلیت حمل بار سنگین را برای مدت طولانی ندارند.

ه) هنگامی که اپراتورها در وضعیت ایستاده مشغول به کار می‌باشند نمی‌توانند به طور موثر از پدال‌های پای استفاده کنند.

ط) حرکاتی که مستلزم پیچاندن و جابجا کردن دستی می‌باشند باید به نحوی صورت گیرد که آرنج‌ها خم باشند.

ی) باید بخشی از انگشتان که نزدیک کف دست می‌باشند جهت گرفتن ابزار مورد استفاده قرار گیرد.

۲) اصول اقتصادی حرکت درباره‌ی طرح محل کار:

الف) باید محل ثابتی برای تمامی ابزار و مواد پیش بینی شود به نحوی که بهترین تقدم و تأخر ایجاد شود.

ب) به منظور کاهش زمان‌های جابجایی و دست یابی باید از ظرفی که با استفاده از نیروی جاذبه اقلام را جابجا می‌کنند استفاده شود همچنین در مواقعی که امکان پذیر باشد باید از تجهیزاتی که به طور اتوماتیک قطعات تکمیل شده را منتقل می‌کنند استفاده شود.

ج) برای اپراتور باید صندلی راحتی تهیه شود. و ارتفاع آن نیز به نحوی باشد که بتوان کار را به طور موثر انجام داد.

د) نور تهویه و درجه حرارت محل کار باید مناسب باشد.

ه) منطقه‌ی کاری باید به نحوی باشد که نگاه ثابت به قطعه حداقل شود.

و) برای اینکه یک عملیات به طور اتوماتیک و روان انجام شود وجود ریتم ضروری است. در نتیجه کار باید به نحوی تنظیم شود که امکان وجود ریتم طبیعی و ساده‌ای برای بدن فراهم شود.

ز) در سطوح افقی و عمودی تمامی مواد و ابزار باید در منطقه‌ی نرمال قرار داده شوند.

ناحیه نرمال منطقه‌ای فرضی است به مرکز آرنج و شعاع ساعد دست ؛ ناحیه ماکزیمم منطقه‌ای است فرضی به مرکز شانه و شعاع طول دست.

۳) اصول اقتصادی حرکت مربوط به ابزار و تجهیزات :

الف) در صورت امکان ابزار باید در هم ادغام شده و بتوانند به طور همزمان چند عمل را انجام دهند.

ب) تمام اهرم‌ها، دستگیره‌ها، فلک‌ها و سایر ابزار کنترل باید در دسترس اپراتور باشد و به نحوی طراحی شده باشند که بهترین مزیت مکانیکی ممکن را فراهم نماید و قوی‌ترین گروه عضلات در دسترس بکار برده شود.

ج) قطعات باید توسط فیکسچرها نگه داشته بشود در صورت امکان باید از ابزار نیمه اتوماتیک و برقی استفاده شود.

توضیحات تکمیلی در رابطه با طرح منطقه‌ی کاری و ساده سازی حرکات:

- (۱) چنانچه دست‌ها کار یکسانی انجام می‌دهند می‌باید برای هر کدام از آنها منابع یا قطعات جداگانه‌ای را تأمین نمود.
- (۲) چنانچه به کمک چشم‌ها، انتخاب مواد صورت می‌گیرد تا حد امکان مواد باید در منطقه‌ای قرار داشته باشند که چشم‌ها بدون نیاز به حرکت سر قادر به تشخیص محل آن‌ها باشد.
- (۳) چیدمان‌های نیمه دایره‌ای به چیدمان‌های دایره‌ای ترجیح دارند.
- (۴) منطقه کاری را باید با توجه به اصول مهندسی فاکتورهای انسانی (ارگونومی) طراحی کرد.
- (۵) طبیعت و شکل مواد در تعیین محل آن در چیدمان منطقه کاری موثر است. استفاده از انواع ظروف می‌تواند استفاده از مواد را تسهیل کند.
- (۶) برداشتن ابزار دستی می‌بایست حداقل اخلال را در ریتم و تقارن حرکت‌ها ایجاد کند اپراتور تا حد ممکن باید قادر باشد همزمان با حرکت دست از یک قطعه به قطعه بعدی ابزار را برداشته و یا آن را در محل خود قرار دهد. به نحوی که نیازی به جابجایی اضافه نباشد، حرکات طبیعی مستقیم نبوده بلکه قوس‌دار می‌باشد ابزار باید بر روی قوس قرار داشته باشند مشروط بر آن که مانع سردادن مواد بر روی میز نشوند.
- (۷) ابزار باید به راحتی برداشته شده و مجدد در محل خود قرار داده شوند. تا حد ممکن ابزار باید قابلیت برگشت اتوماتیک به مرحله‌ی اولیه خود را داشته باشند یا موقعیت قطعه‌ی بعدی به گونه‌ای باشد که در هنگام برگشت دادن ابزار بتوان آن را برداشت.
- (۸) قطعات تکمیل شده باید :
- (الف) در یک سوراخ یا شوت انداخته شود.
- (ب) هنگامی که دست اولین حرکت سیکل بعدی را آغاز می‌کند در درون یک شوت انداخته شود.
- (ج) در جعبه‌ای که موجب حداقل جابجایی‌های دست می‌شود قرار داده شود.
- (د) چنانچه عملیات تکمیل نشده است قطعه در ظرفی قرار داده شود که کارگر بعدی قادر باشد آن را به راحتی بردارد.
- (۹) همواره کاربری پدال‌ها یا اهرم‌هایی که به وسیله‌ی زانو کار می‌کنند را در نظر داشته باشید بخصوص از آنها می‌توان در رابطه با ابزار قفل کننده یا مشخص کننده در فیکسچرها یا ابزارهای مربوط به تخلیه قطعات تکمیل شده استفاده نمود.

تربلیگ ها: Therbligs

از آنجایی که تحلیل عملیات در یک ایستگاه کاری و انطباق اصول مطروحه با آن مستلزم ثبت تفضیلی و دقیق کلیه وضعیت های پیش آمده می باشد لذا افرادی به نام گیلبرت ها قراردادهایی را تعریف نمودند که به کمک آنها بتوان به این هدف دست یافت نام این علائم تربلیگ گذاشته شده انواع تربلینگ ها به ترتیب به شرح زیر تعریف شده اند.

۱) Search (S یا Sh) :

بخشی از سیکل کاری می باشد که طی آن چشم ها یا دست ها در جست و جوی شیء موردنظر می باشند.

۲) Select (ST یا Sel) :

انتخاب یک شیء از میان اشیاء دیگر، در بسیاری از مواقع اگر نگوییم تشخیص مرز بین Search و select غیر ممکن است باید بگوییم سخت است. به همین دلیل معمولاً این دو را عمل ادغام نموده و به هر دو select گفته می شود پس با توجه به این تعریف وسیع تر select به مفهوم جست و جو و یافتن شیء موردنظر که با اشیاء دیگر مخلوط است خواهد بود.

مثال: تعیین موقعیت یک مداد خاص که در جعبه ای یا جامدادی محتوی مدادها، خودکارها و اقلام مشابه دیگر قرار دارد.

۳) Grasp (G) :

گرفتن شیء به وسیله بستن انگشتان به دور آن قبل از اینکه بخواهیم آن را بلند کنیم.

مثال: بستن انگشتان به دور قلمی که به روی میز قرار دارد.

۴) Reach-Transport empty (Re-Te) :

حرکت دست به سمت شیء موردنظر، فرض بر این است که دست بدون مقاومت به سمت شیء رفته و یا از آن دور می شود.

مثال: حرکت دست خالی به سمت قلمی که روی میز قرار دارد.

۵) Move-Transport Loaded (M-TL) :

حرکت شیئی از محلی به محل دیگر گویند. شیء ممکن است به وسیله ی دست ها یا انگشتان حمل شود. یا جابجایی به صورت کشیدن - هل دادن و یا سُر دادن صورت گیرد. وضعیتی که حرکت خالی دست به منظور غلبه بر یک مقاومتی صورت می گیرد جزء این مورد است.

مثال: حمل قلم از قلمدان روی میز به سمت نامه ای که باید امضا شود.

(H) Hold (۶) :

نگهداری یک شیء بعد از گرفتن آن ، در نگه داشتن هیچ جابجایی رخ نمی دهد.

مثال: نگهداری یک پیچ در دست در فاصله زمانی که دست دیگر واشری را به آن مونتاژ می کند.

(R-L) Release Load (۷) :

رها سازی شیء

مثال: رها سازی قلم پس از قرار دادن آن روی میز

(P) Position (۸) :

چرخاندن یا تعیین موقعیت یکی شیء به نحوی که با توجه به وضعیت موردنظر در جهت مناسب قرار گیرد همزمان با جابجایی قطعه نیز این تربلیگ می تواند اتفاق بیفتد.

مثال: چرخاندن کلید در قبل از جا زدن آن در قفل در.

(PP) Pre-Position (۹) :

قرار دادن شیء در محل از پیش تعیین شده یا محلی که برای انجام عملیات بعدی مناسب است این تربلیگ همانند Position می باشد به استثنای این که شیء در موقعیت تقریبی که در آینده موردنیاز خواهد بود قرار داده می شود معمولاً نگهدارنده یا ظرف خاصی شیء را به نحوی نگه می دارد که مکان گرفتن آن در وضعیتی که مورد استفاده قرار خواهد گرفت به سهولت امکان پذیر باشد.

مثال: قرار دادن قلم در جاقلمی

(I) inspect (۱۰) :

بررسی انطباق شیء با اندازه ی شکل، رنگ استاندارد یا سایر خصوصیات کیفی از قبل تعیین شده برای بازرسی ممکن است از حواس بویایی، شنوایی، چشایی، لامسه یا بینایی استفاده شود این تربلیگ عمدتاً فعالیتی ذهنی می باشد و امکان انجام همزمان آن با سایر تربلیگ ها را دارد.

مثال: بررسی مرواریدها در عملیات دسته بندی نهایی

(A) Assemble (۱۱) :

قرار دادن یکی شیء در داخل و یا روی یک شیء دیگر به نحوی که تشکیل مجموعه ی واحدی را بدهند.

مثال: قرار دادن در خودکار به روی خودکار

(۱۲) Disassemble (Da) :

جدا کردن یک شیء از شیء دیگر که تشکیل مجموعه‌ی واحدی را می‌دادند.

مثال: خارج کردن در خودکار از روی آن.

(۱۳) Use (U) :

بکارگیری وسیله، ابزار یا بخشی از یک مجموعه به منظوری که قصد اولیه بوده است.

مثال: امضا یک نامه با استفاده از قلم.

مثال ۲: رنگ زدن یک قطعه با استفاده از رنگ پاش.

(۱۴) unavoidable delay (ud) :

تأخیری که خارج از کنترل کارگر است.

مثال: چنانچه دست چپ مسیر طولانی را به سمت چپ طی می‌کند و همزمان با آن دست راست مسیر

کوتاهی را به سمت راست برود تأخیر غیر قابل اجتنابی در انتهای حرکت دست راست رخ خواهد داد.

که ناشی از بالانس شدن دو دست است.

(۱۵) Avoidable delay (Ad) :

هر نوع تأخیری که اپراتور در قبال آن مسئول است و تحت کنترل وی می‌باشد این تربلیگ به تأخیری اشاره

دارد که اپراتور در صورت تمایل می‌تواند مانع آن شود.

مثال: اپراتور تمام حرکات دستی را متوقف می‌کند.

(۱۶) Plan (Pl-pn) :

یک واکنش ذهنی مقدم بر حرکت فیزیکی به منظور تصمیم‌گیری در رابطه با چگونگی ادامه‌ی کار.

مثال: اپراتوری که مکانیزم پیچیده‌ای را مونتاژ می‌کند قطعه‌ی بعدی که باید مونتاژ شود را مشخص می‌کند.

(۱۷) Rest (R) :

ضریب تأخیر یا خستگی یا الونس ای که به کارگر امکان می‌دهد تا خستگی ناشی از کار را رفع کند.

تجزیه و تحلیل تربلیگ‌ها:

هدف اصلی ثبت وقایع ایستگاه کاری با استفاده از تربلیگ‌ها تجزیه و تحلیل آن و طراحی ایستگاهی با کارایی بیشتر و منطبق بر اصول اقتصادی می‌باشد. به همین منظور پرسش‌هایی جهت تحلیل تربلیگ‌های ثبت شده طراحی شده‌اند. که اگر به طور نظام یافته مورد استفاده قرار گیرند در راستای هدف موردنظر می‌تواند موثر باشد.

سوالاتی جهت تجزیه و تحلیل ۱۷ تربلیگ:**(۱) Search:**

- (۱) آیا اقلام بخوبی مشخص شده‌اند؟ آیا می‌توان از برچسب و رنگ کمک گرفت؟
- (۲) آیا می‌توان از ظروف شفاف استفاده کرد؟
- (۳) آیا می‌توان با استفاده از layout بهتر ایستگاه کاری این تربلیگ را حذف کرد؟
- (۴) آیا میزان روشنایی کافی است؟
- (۵) آیا می‌توان ابزار و قطعات را در محل‌های از پیش تعیین شده قرار داد؟

(۲) select:

- (۱) آیا قطعات مشترک را می‌توان جایگزین یکدیگر نمود؟
- (۲) آیا می‌توان ابزارها را استاندارد کرد؟
- (۳) آیا مواد و قطعات در ظروف مشترکی نگهداری می‌شود؟
- (۴) آیا می‌توان از قفسه برای نگهداری قطعات در محل‌های از پیش تعیین شده کمک گرفت؟

(۳) Grasp:

- (۱) آیا برای کارگر امکان دارد همزمان بیش از یک قطعه را بردارد؟
- (۲) آیا بجای استفاده از Grasp کامل می‌توان از Grasp تماسی استفاده کرد؟
- (۳) آیا استفاده از ظروف لبه‌دار گرفتن قطعات کوچک را ساده می‌کند؟
- (۴) آیا به منظور انجام یک تربلیگ به صورت ساده و سریع می‌توان قطعات و ابزار را در محل‌های از پیش تعیین شده و خاصی قرار داد؟

۵) آیا می‌توان از وسایل مغناطیسی، مکنده و امثال آنها کمک گرفت؟

۶) آیا امکان استفاده از نقاله وجود دارد؟

۷) آیا Jig به گونه‌ای طراحی شده است که کارگر بتواند قطعه را به سادگی تحت کنترل درآورده و آن را خارج کند؟

۸) آیا کارگر قبلی می‌تواند قطعه را در محل از پیش تعیین شده‌ای قرار دهد به نحوی که کارگر بعدی به سهولت این تربلیگ را انجام دهد؟

۴ و ۵) Reach , Move :

۱) آیا می‌توان مسافت‌ها را کوتاه کرد؟

۲) آیا می‌توان از سراسره استفاده کرد؟

۳) آیا حمل و نقل‌ها را می‌توان از طریق مکانیزه کردن و استفاده از پدال‌های پایی راحت‌تر انجام داد؟

۴) آیا به وسیله‌ی حمل تعداد بیشتری از قطعات به صورت بار واحد، مدت حمل و نقل آن را کاهش می‌یابد؟

۵) آیا طولانی شدن زمان حمل و نقل قطعه به خاطر ویژگی آن می‌باشد یا ناشی از قرار دهی آن در محلی مشخص؟

۶) آیا تغییر جهت‌های ناگهانی قابل حذف هستند؟

۶) Hold :

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

۲) آیا می‌توان از فیکسچر دو تایی استفاده کرد؟

۷) Release- Loud :

۱) آیا همزمان با انتقال قطعه امکان رهاسازی آن وجود دارد؟

۲) آیا می‌توان از بیرون انداز مکانیکی استفاده شود؟

۳) آیا ظروف مورد استفاده از نظر طرح، اندازه مناسب می‌باشند؟

۴) آیا در انتهای رها سازی دست‌ها در بهترین موقعیت برای انجام تربلیگ بعدی می‌باشد؟

۵) آیا امکان رها کردن همزمان چند قطعه وجود دارد؟

۸) Position :

۱) آیا تفرانس‌ها قابل تغییر می‌باشند؟

(۲) آیا انجام این تربلیگ به دلیل وجود براده‌ها مشکل شده است؟

: Pre position (۹)

(۱) آیا برای نگه داری ابزار می‌توان از وسایلی استفاده کرد به نحوی که آنها در شرایط مناسبی قرار گرفته یا

در وضعیت مناسبی قرار گرفته و دستگیره‌ها رو به بالا باشند؟

(۲) آیا می‌توان ابزار را در بالای ایستگاه کار آویزان نمود؟

(۳) آیا می‌توان از راهنما استفاده کرد؟

: Inspection (۱۰)

(۱) آیا می‌توان بازرسی را حذف کرد و یا با تربلیگ دیگر ادغام کرد؟

(۲) آیا امکان استفاده از ابزارهای اندازه گیری چند منظوره وجود دارد؟

(۳) آیا به وسیله افزایش روشنایی زمان بازرسی کاهش خواهد یافت؟

(۴) آیا کارگر در فاصله‌ی مناسبی از قطعات قرار داشته و آنها را بازرسی می‌کند؟

(۵) آیا استفاده از نمودارها و گراف‌ها بازرسی را ساده می‌کند؟

(۶) آیا استفاده از چشم الکترونیکی امکان پذیر است؟

(۷) آیا حجم تولید بازرسی اتوماتیک الکترونیکی را توصیه می‌کند؟

(۸) آیا بازرسی قطعات کوچک با استفاده از ذره‌بین راحت‌تر انجام می‌شود؟

(۹) آیا بهترین شیوه بازرسی به کار گرفته می‌شود؟

: Use , Disassemble , Assemble (۱۱ و ۱۲ و ۱۳)

(۱) آیا می‌توان از جیگ یا فیکسچر استفاده شود؟

(۲) آیا استفاده از تجهیزات اتوماتیک امکان پذیر است؟

(۳) آیا همزمان می‌توان چند قطعه را مونتاژ نمود؟

(۴) آیا امکان استفاده از ابزار کارآمدتر وجود دارد؟

(۵) آیا سرعت تغذیه ابزار مناسب است؟

(۶) آیا می‌توان از ابزار برقی استفاده کرد؟

Plan , Unavoidable delay , Avoidable delay : (۱۶ و ۱۵ و ۱۴)

(۱) این ۳ تربلیگ کاملاً باید حذف شوند.

Rest (۱۷) :

(۱) آیا نور، درجه حرارت، سروصدا، تهویه، رطوبت و سایر شرایط کاری رضایت بخش‌اند.

(۲) آیا ارتفاع میزها مناسب است؟

(۳) آیا در طول اجرای عملیات کارگر می‌تواند به طور متناوب به صورت ایستاده و نشسته کار کند؟

(۴) آیا صندلی کارگر راحت بوده و ارتفاع آن مناسب است؟

(۵) آیا بارهای سنگین به وسیله‌ی تجهیزات مکانیکی جابجا می‌شود؟

(۶) آیا کارگر از متوسط میزان انرژی روزانه خود آگاه است؟

نکته ۱ : در هر روز مقدار انرژی مورد نیاز برای کار نشسته سبک ۲۴۰۰ کالری ، برای کار دستی سبک

۲۷۰۰ کالری ، برای کار متوسط ۳۰۰۰ کالری و کار دستی سنگین ۳۶۰۰ کالری می‌باشد.

نکته ۲ : هفده تربلیگ اشاره شده به دو دسته مفید و غیر مفید دسته بندی می‌شوند:

الف) مفید (باید بیشتر شوند)

(۱) گروه اصلی فیزیکی (۲) گروه اصلی هدف دار

مورد (۱) شامل موارد زیر :

reach(۱) Move(۲) Grasp(۳)

Release(۳) Pre Position(۵)

مورد (۲) شامل موارد زیر:

Use(۱) assemble(۲) Disassemble(۳)

(ب) غیر مفید (باید حذف شوند یا کاهش یابند)

(۱) گروه‌های اصلی (ذهنی یا نیمه ذهنی):

(۱) inspect-Plan-position -Search -Select

(۲) شامل:

تاخیر قابل اجتناب و تاخیر غیر قابل اجتناب -Hold-Rest

در ادامه مثالی را در رابطه با چگونگی کاربرد تربلیگ‌ها و اصول اقتصادی حرکت مطرح خواهیم کرد. در ابتدا وضع فعلی ثبت شده مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد سپس با توجه به نقاط ضعف آن روش جدیدی پیشنهاد می‌شود که تا حد امکان اصول اقتصادی حرکت در آن به نحو کامل‌تری رعایت شده است.

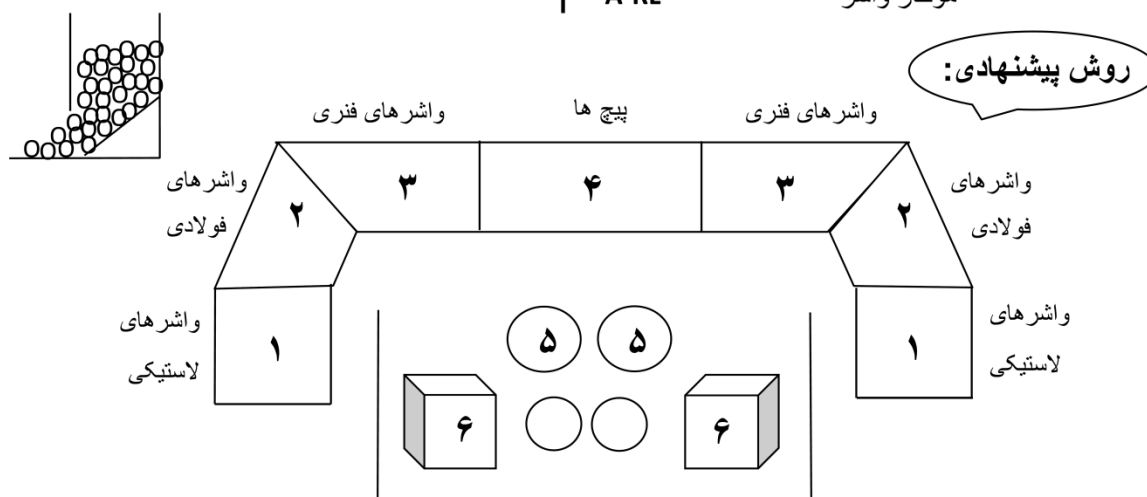
مثال) روش فعلی:

شرح روش: کارگر با دست چپ پیچی را برداشته و آن را نگه می‌دارد. دست راست نیز وظیفه دارد به ترتیب واشر فنری، فولادی، و پلاستیکی را بر روی آن مونتاژ نماید. در انتها دست چپ قطعه تکمیل شده را در جعبه یک می‌اندازند.

نقطه شروع: قطعه مونتاژی آماده در دست چپ، دست راست خالی.



L.H		R.H	
انتقال قطعه به جعبه (۱)	TL	Te	به سمت جعبه (۳)
رها ساختن	RL	Ud	
به سمت جعبه (۲)	Te	Ud	
برداشتن پیچ	St-G	Ud	
به سمت خود	TL	St-G	برداشتن واشر
تنظیم محل کردن پیچ	P	TL	به سمت خود
نگه داشتن	H	P	قرار دادن واشر سرپیچ
		A-RL	مونتاز واشر
		Te	به سمت جعبه (۴)
		St-G	برداشتن واشر
		TL	به سمت خود
		P	قرار دادن واشر سرپیچ
		A-RL	مونتاز واشر
		Te	به سمت جعبه (۵)
		St-G	برداشتن واشر
		TL	به سمت خود
		P	قرار دادن واشر سرپیچ
		A-RL	مونتاز واشر



(۵) فیکسچر دوتایی (۶) سرسره که قطعات را از سطح میز به زیر میز منتقل می کند

مقایسه‌ی دو روش فعلی و پیشنهادی از دیدگاه صرفه جویی در زمان و درصد افزایش تولید:

(۱) درصد افزایش تولید:

(تعداد قطعات تولیدی در هر دقیقه فعلی) - (تعداد قطعات تولیدی در هر دقیقه پیشنهادی)

$$\frac{\text{تعداد قطعات تولیدی در هر دقیقه فعلی} - \text{تعداد قطعات تولیدی در هر دقیقه پیشنهادی}}{\text{تعداد قطعات تولیدی در هر دقیقه فعلی}} \times 100$$

(تعداد قطعات تولیدی در هر دقیقه فعلی)

(۲) درصد صرفه جویی در زمان:

(زمان هر قطعه روش پیشنهادی) - (زمان هر قطعه روش فعلی)

$$\frac{\text{زمان هر قطعه روش پیشنهادی} - \text{زمان هر قطعه روش فعلی}}{\text{زمان هر قطعه روش فعلی}} \times 100$$

(زمان هر قطعه روش فعلی)

مثال: نتایج حاصل از زمان سنجی روش‌های فعلی و پیشنهادی به شرح زیر می‌باشد.

زمان متوسط هر مونتاژ فعلی ۰/۰۸۴ دقیقه

زمان متوسط هر مونتاژ پیشنهادی ۰/۰۵۵ دقیقه

درصد افزایش تولید و درصد صرفه جویی در زمان را به دست آورید؟

فصل پنجم: اندازه گیری کار یا زمان سنجی

هر کدام از تکنیک‌های اندازه گیری کار، زمان سنجی با ساعت، داده‌ی استاندارد، فرمول‌های زمان یا مطالعات نمونه برداری از کار نشان دهنده‌ی روشی برای تعیین استانداردهای تولیدی عادلانه می‌باشند. تمامی تکنیک‌ها بر جمع آوری حقایق استوار هستند تمامی آنها جزئیات کار و ارتباط آن را با زمان نرمال موردنیاز جهت اجرای کل سیکل در نظر می‌گیرد استانداردهای زمانی که به طور دقیق تعیین شده باشند امکان تولید بیشتر برای یک کارخانه را فراهم می‌آورد و در نتیجه موجب افزایش کارایی تجهیزات و پرسنل می‌شود استانداردهای ضعیف هر چند بهتر از نداشتن استاندارد است موجب افزایش هزینه‌ها، نارضایتی نیروی کار و در نهایت موجب ورشکستگی احتمالی شرکت می‌شود. اجرای موفقیت آمیز هر یک از تکنیک‌های اندازه گیری کار مستلزم تعهد قلبی کامل مدیریت است. این تعهد شامل تخصیص بودجه، توجه، زمان و منابع مالی که مورد نیاز است به صورت پیوسته می‌باشد.

تعریف زمان سنجی:

عبارت است از به کارگیری تکنیک‌هایی که به منظور تعیین طول زمان انجام کار بخصوصی که توسط کارگر واجد شرایط و در سطح مشخصی از عملکرد صورت می‌پذیرد طراحی شده‌اند.

اهداف و کاربردهای زمان سنجی:

یکی از اهداف زمان سنجی تعیین زمان‌های غیر مفید و علت بروز آنها می‌باشد. هدف دیگر تعیین استانداردهای زمانی به یکی از چند منظور زیر می‌باشد:

- (۱) مقایسه‌ی روش‌های مختلف انجام کار
- (۲) تعیین تعداد ماشین‌هایی که می‌توان به هر اپراتور تخصیص داد.
- (۳) متعادل نمودن فعالیت‌های یک تیم کاری یا گروهی از ماشین‌ها
- (۴) فراهم کردن اطلاعات موردنیاز جهت برنامه ریزی تولید

- ۵) فراهم کردن اطلاعات موردنیاز جهت تخمین زمان آماده شدن محصول
- ۶) تعیین استانداردهای کاری کارگران به یکی از منظوره‌های فوق یا برقراری سیستم‌های تشویقی
- ۷) فراهم کردن اطلاعات موردنیاز در ارتباط به هزینه‌های استاندارد کاری و کنترل هزینه و بودجه.
- ۸) طرح ریزی موثر چیدمان بخش‌های مختلف سازمان یا کارخانه
- ۹) انتخاب و خرید تجهیزات جدید

مطالعه‌ی زمان :

مطالعه‌ی زمان تکنیکی برای تعیین زمان استاندارد مجاز جهت اجرای یک کار تعریف شده می‌باشد این تکنیک براساس اندازه‌گیری محتوای کاری روش تعریف شده همراه با الونس‌های رفع نیازهای شخصی و خستگی و تأخیرات غیر قابل اجتناب استوار است.

مقدمات مطالعه‌ی زمان :

لازم است قبل از انجام مطالعه‌ی زمان ضروریات مشخصی مدنظر قرار بگیرند چنانچه استاندارد برای یک کار جدید و یا برای یک کار قدیمی که کل روش و یا بخشی از آن تغییر کرده است موردنیاز می‌باشد اپراتور باید قبل از زمان سنجی عملیات کاملاً با روش جدید آشنا باشد. تحلیل گران باید به سرپرست قسمت و اپراتور مربوطه اطلاع دهند که کار مورد مطالعه قرار می‌گیرد. اپراتور باید مطمئن شود که روش را به نحو صحیحی اجرا می‌کند و با تمامی جزئیات عملیات آشنا شود. سرپرست باید روش را کنترل کند تا از صحت سرعت‌ها میزان تغذیه‌ها، ابزار برشی، روغن کاری‌ها و مانند آن با توجه به استاندارد تعیین شده توسط دیپارتمان سیستم‌ها و روش‌ها مطمئن شود. همچنین سرپرست وظیفه دارد مواد موجود را کنترل کند تا در طول زمان انجام مطالعه هیچ کمبودی رخ ندهد چنانچه چند اپراتور برای انجام مطالعه وجود داشته باشند سرپرست باید اپراتوری را انتخاب کند که مناسب‌ترین نتایج را ارائه دهند.

مسئولیت‌های زمان سنج:

تمام کارها از نظر نیاز به مهارت تلاش‌های روحی و فیزیکی متفاوت می‌باشند علاوه بر وجود چنین تنوعی در محتوای کاری تفاوت‌های رفتاری، فیزیکی و مهارتی کارگران نیز وجود دارد.

به خاطر وجود علائق و واکنش‌های مختلف در رابطه با تکنیک مطالعه‌ی زمان ضروریست درک کاملی از سهم سرپرست، کارگر و تحلیل‌گر زمان وجود داشته باشد. به طور کلی تحلیل گران مطالعه‌ی کار مسئولیت‌های زیر را دارند.

(۱) قبل از تعیین استاندارد پرسش و بررسی دقیق روش فعلی انجام کار به منظور کسب اطمینان از صحت آن در تمامی زمینه‌ها

(۲) قبل از مطالعه‌ی عملیات با هم فکری سرپرست بررسی تجهیزات، روش انجام کار و توانایی اپراتور

(۳) پاسخ به پرسش‌های مرتبط با نحوه‌ی انجام مطالعه‌ی زمان که توسط کارگر یا سرپرست مطرح می‌شود.

(۴) در تمامی مواقع هماهنگی با سرپرست و کارگر به منظور جلب حداکثر همکاری از طرف آنان.

(۵) خودداری از هرگونه مباحثه با کارگری که تحت مطالعه است یا سایر کارگرانی که ممکن است به تحت مطالعه قرار گرفتن اعتراض داشته باشند.

(۶) ثبت دقیق و کامل اطلاعات مربوط به مطالعه‌ی زمان و به ویژه مواردی که روش مورد مطالعه را به خوبی مشخص می‌نماید.

(۷) ثبت دقیق زمان‌های انجام عناصر عملیاتی مورد مطالعه

(۸) ارزیابی عادلانه عملکرد اپراتور

(۹) اقدام در تمامی مواقع به نحو شایسته طوریکه احترام و اطمینان نمایندگان کارگران و مدیریت جلب شده و حفظ شود.

تکنیک‌های مختلف زمان سنجی:

از دیدگاه زمان سنجی، کار ممکن است به تکراری یا غیر تکراری تقسیم شود. منظور از کار تکراری آن است که در طول زمان انجام، فعالیت عمل اصلی یا گروهی از عملیات به طور پیوسته رخ می‌دهند این مطلب می‌تواند در مورد چرخه‌های کاری فوق العاده کوتاه مدت همانند پرسکاری و یا چرخه‌های کاری چند دقیقه‌ای و یا حتی چند ساعتی نیز کاربرد داشته باشد. کار غیر تکراری در برگیرنده انواع کارهای تعمیراتی و ساخت می‌باشد که در آنها به سختی می‌توان چرخه کاری را یافت که می‌تواند عیناً تکراری شود هر چند

در چنین کارهایی نیز می‌توان حرکات کوچک یا گروهی از حرکات را یافت که همانند بوده و تکرار می‌شود و در انواع کارها مشترک هستند وجود این حقیقت امکان به کارگیری تکنیک‌های اندازه‌گیری کار مشخصی را برای انواع کارها امکان پذیر می‌کند.

عناوین تعدادی از تکنیک‌های پر کاربرد زمان سنجی به شرح زیر می‌باشد:

الف) روشهای مشاهده‌ی مستقیم :

(۱) زمان سنجی با ساعت StopWatchStudy

(۲) نمونه برداری از کار (Work Sampling)

(۳) زمان سنجی گروهی (Group Timing)

ب) روشهای ترکیبی:

(۱) داده های استاندارد Standard Data

(۲) سیستم‌های زمان‌های از پیش تعیین شده‌ی حرکات (PMTS)

ج) روش‌های تخمینی:

(۱) تخمین ساخت یافته

(۲) تخمین تحلیلی

(۳) تخمین مقایسه‌ای

مراحل اساسی اندازه‌گیری کار:

(۱) انتخاب شغل یا فرآیندی که باید زمان سنجی شود. (Select)

(۲) ثبت تمامی وقایعی که اتفاق می‌افتند با استفاده از مشاهده‌ی مستقیم (Record)

(۳) بررسی وقایع ثبت شده با دید انتقادی و موشکافی کردن تمام آنچه انجام می‌شود. (Examine)

(۴) اندازه‌گیری مقدار کاری که به روش انتخاب شده انجام می‌شود و محاسبه‌ی زمان استاندارد آن

(Measure)

(۵) تعریف زمان مربوط به فعالیت موردنظر (Define)

(۶) پیاده‌سازی روش جدید که منطبق با کار استاندارد و زمان مجاز باشد. (Install)

(۷) ابقاء کار استاندارد جدید توسط کنترل‌های مناسب (Maintain)

فصل ششم: زمان سنجی با ساعت

وسایل لازم جهت زمان سنجی:

الف) تجهیزات همراه زمان سنج در کارگاه

(۱) ساعت زمان سنجی

(۲) زیردستی زمان سنجی

(۳) مداد

(۴) فرم‌های زمان سنجی

ب) وسایل مربوط به بخش زمان سنجی:

(۱) ساعت ثانیه شمار دیواری

(۲) ماشین حساب

(۳) فرم‌های مربوط به اداره‌ی زمان سنجی

انواع ساعت‌های زمان سنجی:

ساعت‌های زمان سنجی مکانیکی به Flyback و Non Flyback و نوع سوم که استفاده کمتری دارد Split-hand تقسیم می‌شوند.

انواع ساعت‌های زمان سنجی ممکن است به یکی از سه طریق زیر مدرج شده باشد:

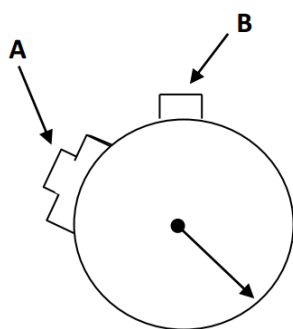
الف) هر دور عقربه‌ی بزرگ یک دقیقه را نشان می‌دهد و حداقل فواصل زمانی؛ یک پنجم ثانیه می‌باشد با عقربه‌های کوچک تا ۳۰ دقیقه قابل زمان سنجی است.

ب) هر دور عقربه‌ی بزرگ یک دقیقه را نشان می‌دهد و حداقل فواصل زمانی ۰/۰۱ دقیقه می‌باشد با عقربه‌ی کوچک تا ۳۰ دقیقه قابل زمان سنجی است.

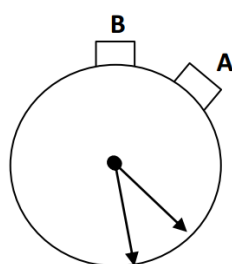
ج) هر دور عقربه‌ی بزرگ ۰/۰۱ ساعت را نشان می‌دهد و درجه بندی براساس ۰/۰۰۰۱ ساعت می‌باشد. عقربه‌ی کوچک تا یک ساعت را نشان می‌دهد.

(۱) ساعت‌های Fly back:

برای شروع به کار این نوع ساعت لازم است کلید کناری آن (A) را به سمت دکمه‌ی بالایی (B) هل داده شود برای متوقف کردن و ثابت نگه داشتن عقربه‌ها در وضعیت‌های موردنظر باید این کلید به عقب کشیده شود به منظور ادامه‌ی کار ساعت از نقطه‌ای که عقربه‌ها متوقف شده‌اند مجدداً این کلید به سمت دکمه‌ی بالایی هل داده می‌شود. به منظور برگرداندن عقربه‌های کوچک و بزرگ به صفر باید دکمه‌ی بالایی فشرده شود چنانچه کلید کناری در نزدیکی دکمه‌ی بالایی باشد به محض رها کردن این دکمه ساعت از صفر شروع به کار خواهد کرد و در غیر این صورت بر روی صفر ثابت باقی می‌ماند.

**(۲) ساعت‌های Split:**

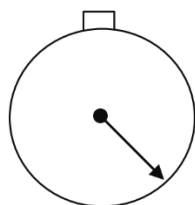
به منظور آغاز به کار این ساعت دکمه‌ی بالایی فشرده می‌شود بلافاصله هر دو عقربه به طور همزمان از نقطه‌ی صفر شروع به حرکت می‌کنند در خاتمه اولین عنصر دکمه‌ی کناری فشرده می‌شود که منجر به توقف عقربه‌ی پایینی خواهد شد زمان سنج می‌تواند به راحتی زمان سپری شده مربوط به عنصر را مشاهده نموده سپس با فشردن مجدد این دکمه عقربه پایینی به عقربه‌ی بالایی که به طور مستمر در حال حرکت است خواهد پیوست در انتهای دومین عنصر دکمه‌ی کناری فشرده شده و این فرآیند تکرار می‌شود.



Split hand

(۳) ساعت های Non Fly Back :

در این ساعت ها فقط یک دکمه وجود دارد که در فشار اول ساعت شروع، با فشار دوم متوقف و با فشار سوم عقربه ها به صفر باز می گردد.



Non - fly back

نکته : با تقریب خوبی می توان گفت که رایج ترین و بهترین نوع ساعت زمان سنجی Fly Back است با فواصل ۰/۰۱ دقیقه و دایره ی کوچک ۳۰ دقیقه می باشد.

مراحل زمان سنجی با ساعت :

پس از انتخاب کاری که باید زمان سنجی شود معمولاً ۸ مرحله ی مهم دیگر نیز باید طی شود تا بتوان مطالعه ی زمان را تکمیل نمود.

(۱) جمع آوری و ثبت کلیه اطلاعات در دسترس مربوط به کار، اپراتور و شرایط محیطی که بر نحوه ی انجام کار تأثیر می گذارد.

(۲) ثبت شرح کامل از روش انجام کار به وسیله ی تقسیم عملیات به عناصر.

(۳) بررسی جزئیات ثبت شده به منظور کسب اطمینان از بکارگیری موثرترین روش و حرکات و تعیین اندازه ی نمونه .

(۴) زمان سنجی با ساعت و ثبت زمان اجرای هر عنصر توسط اپراتور

(۵) در همان حین تعیین ضریب استاندارد به وسیله ی مقایسه ی سرعت موثر کارکرد اپراتور با ضریب ذهنی مشاهده کننده (Rating)

(۶) تبدیل زمان های مشاهده ای به زمان های پایه (BasicTime)

(۷) تعیین الونس های اضافه بر زمان پایه عملیات

(۸) تعیین زمان استاندارد عملیات (Standard Time)

جمع آوری و ثبت اطلاعات:

(A) اطلاعاتی که در مواقع ضروری دسترسی به مطالعه‌ی انجام شده را تسریع می‌کند.

(۱) شماره‌ی مطالعه

(۲) شماره‌ی صفحه و تعداد کل صفحات

(۳) نام مطالعه کننده

(۴) تاریخ انجام مطالعه

(۵) نام تصویب کننده

(B) اطلاعاتی که شناسایی دقیق محصول یا قطعه‌ی مورد فرآیند را امکان پذیر می‌کند.

(۱) نام قطعه یا محصول

(۲) شماره نقشه فنی

(۳) شماره قطعه (چنانچه با شماره‌ی نقشه‌ی فنی متفاوت است)

(۴) نام مواد اولیه

(۵) مشخصه‌های کیفی مورد نیاز

(C) اطلاعاتی که شناسایی دقیق فرآیند، روش انجام کار، نام ماشین یا کارگاه مربوطه را امکان

پذیر می‌کند.

(۱) نام بخش یا قسمتی که عملیات در آنجا انجام می‌شود.

(۲) شرح عملیات یا فعالیت

(۳) شماره‌ی مطالعه‌ی روش در صورت موجود بودن

(۴) مشخصات ماشین یا تجهیزات (نام سازنده، نوع، اندازه، ظرفیت، محدودیت، کشور سازنده، توان و ...)

(۵) ابزار، Jig و فیکسچرها و وسایل اندازه گیری

(۶) نقشه‌ی استقرار منطقه‌ی کاری و نقشه‌ی استقرار مربوط به راه اندازی ماشین، نقشه‌ی قطعه که نشان

دهنده‌ی سطوح عملیاتی باشد. (در پشت برگه‌ی رویی زمان سنجی یا در صورت ضرورت در برگه‌ی

جداگانه‌ای که ضمیمه‌ی سایر مدارک می‌شود)

۷) سرعت‌ها و تغذیه‌های ماشین یا سایر اطلاعاتی که در ارتباط با نرخ تولید ماشین یا فرآیند می‌باشد درجه حرارت، فشار، شدت جریان و ...

D) اطلاعاتی که شناسایی اپراتور را امکان می‌سازد.

۱) نام و نام خانوادگی اپراتور

۲) شماره پرسنلی

E) طول مدت انجام مطالعه

۱) زمان شروع مطالعه (Time on)

۲) زمان خاتمه مطالعه (Time off)

۳) زمان سپری شده

F) شرایط محیطی کار

۱) رطوبت، درجه حرارت، کافی بودن نور و ... که در تکمیل اطلاعات ثبت شده بر روی نقشه، استقرار منطقه‌ی کاری آورده می‌شود.

ثبت شرح روش کار :

تمامی اطلاعات درخواستی در عنوان برگه‌ی مشاهده باید با دقت تکمیل شوند زیرا مطالعات مربوط به زمان که عجولانه و ناقص انجام می‌شود دارای ارزش کمی است به طور معمول اطلاعات ضروری مربوط به عملیات، قطعه، مواد، مشتری، شماره‌ی سفارش، اندازه‌ی انباشته و ... را می‌توان از برگه‌ی مسیر (Route Sheet)، لیست مواد یا نقشه‌ی قطعه استخراج نمود. نقشه‌ی قطعه چنانچه محل خاصی برای ترسیم آن پیش بینی نشده باشد باید در زیر یا پشت برگه رسم شود، طرحی از منطقه‌ی کاری که موقعیت اپراتور، ابزار، فیکسچرها، و مواد در آن مشخص شده باید ضمیمه شود. مشخصات موادی که بر روی آن کار می‌شود همچنین تجهیزات مورد استفاده شرح داده می‌شود معمولاً نام تجاری، مدل و ابعاد ماشین قید می‌شوند چنانچه ماشین دارای شماره‌ی شناسایی است باید این شماره ثبت شود. اطلاعات دقیقی در رابطه با تعداد،

اندازه و ویژگی ابزار، فیکسچرها، وسایل اندازه گیری و شابلون ها نیز باید جمع آوری شود و نام و شماره‌ی اپراتور بهتر است ثبت شود همچنین تحلیل گر زمان باید برگه‌ی زمان سنجی را امضا کند.

زمان استاندارد فقط در رابطه با عملیات خاصی که مورد مطالعه قرار گرفته است قابل استفاده می‌باشد بنابراین شرح مفصل و کاملی از روش کار می‌بایست در برگه‌ی مشاهده یا برگه‌های ضمیمه‌ی آن ثبت شود پس از اینکه مطالعه گر تمامی اطلاعات مربوط به عملیات و کارگر را ثبت نمود مطمئن شد که روش کاری مورد استفاده صحیح بوده و یا بهترین روش ممکن در شرایط موجود می‌باشد نسبت به تقسیم عملیات به عناصر اقدام می‌کند. یک عنصر بخش معینی از کار می‌باشد که به منظور سهولت در مشاهده، اندازه‌گیری و تحلیل انتخاب شده است.

به طور کلی مزایای تقسیم کار به عناصر کاری به شرح زیر می‌باشد:

- (۱) فراهم شدن درک بهتری از هر طبیعت کار
 - (۲) تقسیم شدن مطالعه‌ی زمان به اجزای قابل مدیریت
 - (۳) فراهم شدن امکان زمان سنجی دقیق تر
 - (۴) تشخیص انواع کارهای متفاوت
 - (۵) امکان تفکیک عناصر ماشینی (یعنی تحت کنترل ماشین) از عناصر دستی
 - (۶) فراهم شدن امکان توصیف دقیق کار
 - (۷) فراهم شدن امکان کنترل یا تصحیح استانداردهای زمان
 - (۸) فراهم شدن امکان تفکیک و مقایسه‌ی زمان‌های مربوط به عناصر خاص مشترک یا مهم.
- یک سیکل کاری (چرخه‌ی کاری توالی عناصر کاری است به نحوی که یک واحد محصول تولید شده یا کار موردنظر انجام شود یک سیکل کاری با شروع اولین عنصر عملیات آغاز شده و تا زمانی که به همان نقطه برسد و عملیات یا فرآیند تکرار شود استمرار می‌یابد که در این لحظه دومین سیکل آغاز شده است.
- زمان سنجی کل عملیات به صورت یک عنصر به ندرت قابل قبول است و تقسیم عملیات به عناصر کوچک و زمان سنجی هر کدام از آنها به طور مجزا بخش اساسی زمان سنجی می‌باشد.

دلایل تقسیم عملیات به عناصر کاری:

(۱) یکی از بهترین طرق تشریح یک عملیات تقسیم آن به عناصر قابل تعریف و اندازه گیری و سپس توصیف هر کدام به طور مستقل می باشد. در برخی مواقع بهتر است توصیف دقیقی از عناصر عملیاتی بر روی صفحه‌ی جداگانه‌ای نوشته شده و به برگه‌ی مشاهدات ضمیمه کرد نقاط ابتدایی و انتهایی عناصر ممکن است به طور مشخص بیان شود.

نمونه ای از یک فرم ثبت شرح عناصر:

نام قطعه :		
ابزار برش :		
مواد اولیه :		
ابزار اندازه گیری :		
عملیات :		
شماره نقشه فنی :		
ماشین :		
فیکسچر :		
عناصر و نقاط انفصال		
نقاط انفصال	شرح عنصر	کد عنصر

(۲) زمان‌های استاندارد تمامی عناصر کاری تعیین می‌شوند این استانداردهای زمانی، امکان تعیین زمان استاندارد کل عملیات را به صورت ترکیبی امکان پذیر می‌کند.

(۳) ممکن است مطالعه‌ی کار مشخص نماید که برای اجرای عناصر معینی صرف می‌شود به کمک تحلیل عملیات با استفاده از عناصر کاری، تغییرات کوچک به وقوع پیوسته در روش کار قابل شناسایی خواهد بود حال آنکه در بررسی کل فعالیت چنین تغییراتی به سهولت قابل شناسایی نمی‌باشد.

(۴) یک اپراتور در طول سیکل کاری ممکن است با سرعت یکنواختی کار نکند مطالعه‌ی کار این امکان را می‌دهد که برای هر کدام از عناصر کاری ضرایب عملکرد مستقلی تخصیص داده شود.

انواع عناصر کاری:

(۱) عنصر تکراری: عنصری است که در تمامی سیکل‌های کار اتفاق می‌افتد.

مثال ۱: قرار دادن یک قطعه در ابزار نگهدارنده، برداشتن قطعه پس از عمل مونتاژ، کنار گذاشتن یک قطعه‌ی تمام شده.

مثال ۲: تمیز کردن ماشین عنصری است تکراری بعد از هر قطعه که تولید شد کارگر ماشین را تمیز می‌کند.

(۲) عنصر موقتی: عنصری است که در کلیه سیکل‌های کار رخ نمی‌دهد و ممکن است دارای فواصل تکرار منظم یا نامنظم باشد.

مثال: تنظیم کردن دستگاه یا تمیز کردن ماشین. باید توجه نمود که عنصر موقتی یک عنصر مفید است و بخشی از کار نیز می‌باشد و باید در تعیین زمان استاندارد مدنظر باشد.

(۳) عنصر ثابت: عنصری است که زمان پایه آن در همه‌ی حالات (هر موقع که سیکل انجام شود) ثابت باقی می‌ماند.

مثال: روشن کردن ماشین یا نصب یک قطعه خاص بر روی ماشین.

(۴) عنصر متغیر: عنصری است که زمان پایه‌ی آن با توجه به مشخصه‌ای از محصول، فرآیند، یا ابزار تغییر می‌نماید.

مثال: برش‌هایی که در زمان با توجه به سختی و قطر قطعه تغییر می‌کند.

مثال ۲: زمان تمیز کردن زمین با مساحت‌های مختلف

مثال ۳: زمان حمل یک قطعه از محلی به محل دیگر با مسافت‌های متفاوت

(۵) عنصر ماشینی: عنصری است که به صورت اتوماتیک توسط ماشین انجام می‌شود.

مثال: پرس کاری بدنه‌ی فلزی اتومبیل

مثال ۲: فرم دادن یک لیوان شیشه‌ای.

(۶) عنصر دستی: عنصری که توسط دست و اپراتور انجام می‌شود.

(۷) عنصر حاکم: عنصری است که زمان مربوط به آن از زمان عناصر دیگری که همزمان با آن رخ می‌دهد طولانی‌تر است.

مثال: ضمن عملیات تراشکاری توسط ماشین، اپراتور چندین عملیات دستی انجام می‌دهد طول زمانی عملیات ماشین بیش از عملیات دستی می‌باشد. فلذا عنصر حاکم تلقی می‌شود.

(۸) عنصر خارجی: عنصری است که اجرای آن در محل کاری مورد نظر دارای ضرورت نمی‌باشد.

مثال: قطع کار برای صحبت با اپراتور مجاور

تصمیم‌گیری در مورد تعیین عناصر:

چند اصل در مورد روش تقسیم یک کار به عناصر موجود در آن وجود دارد.

اصل ۱) عنصر باید به سادگی قابل تشخیص بوده و نقاط شروع و ختم آن کاملاً معین باشد. این نقاط معمولاً به وسیله‌ی یک صدا (متوقف کردن ماشین یا باز کردن یک Jig یا پایین‌گذاشتن یک ابزار) و یا به وسیله‌ی تغییر جهت دست یا بازو می‌باشد. این نقاط به عنوان نقاط انفصال شناخته شده‌اند و کاملاً باید بر روی ورقه زمان سنجی مشخص شود. بنابراین نقطه‌ی انفصال لحظه‌ای است که یک عنصر سیکل کاری خاتمه یافته و عنصر دیگری شروع می‌شود.

اصل ۲: عناصر باید تا حدی کوتاه باشند که به وسیله‌ی یک فرد تعلیم دیده به راحتی قابل زمان سنجی باشند نظرات در مورد کوچک ترین واحدی که می‌توان توسط یک ساعت زمان سنجی، زمان سنجی نمود متفاوت است این زمان را حدوداً $0/04$ دقیقه یا $2/4$ ثانیه می‌توان در نظر گرفت. برای زمان سنج‌هایی که کمتر تعلیم یافته‌اند زمان فوق حدود $0/07$ دقیقه تا $0/1$ دقیقه می‌باشد.

اصل ۳: تا حد امکان عناصر دستی به نحوی انتخاب شوند که نشان دهنده‌ی یک بخش طبیعی و قابل تشخیص از کار باشند.

مثال: عمل دسترسی به یک آچار، انتقال آن به یک محل مناسب، قرار دادن بر روی یک مهره و بستن آن را در نظر بگیرید می‌توان عملیات را به صورت دسترسی به آچار، گرفتن آن، انتقال به سمت مهره و قرار دادن آن بر روی مهره تقسیم نمود. این روش تقسیم عملیات به عناصر کاری صحیح نمی‌باشد، زیرا کارگر تمامی حرکات را به صورت یک مجموعه واحد انجام می‌دهد نه به عنوان یک سری عملیات مستقل. بنابراین بهتر است که این گروه عملیات به صورت کلی با تعریف گرفتن آچار و یا گرفتن آچار و محکم کردن مهره تعریف نمود و زمان کلی گروه حرکات را در نظر گرفت.

عناصر دستی باید از عناصر ماشینی جدا شود. زیرا زمان ماشین با توجه به تعذیه اتوماتیک، سرعت و ... قابل محاسبه می‌باشد و می‌تواند جزء داده های زمان سنجی به حساب آید حال آنکه زمان عناصر دستی کاملاً در اختیار اپراتور می‌باشد.

جدا کردن زمان عناصر دستی و ماشینی در هنگام تعیین استانداردهای زمانی بسیار مهم است.

اصل ۴: عناصر متغیر از عناصر ثابت باید جدا شود.

اصل ۵: عناصری که در کلیه سیکل‌ها اتفاق نمی‌افتند (موقتی، خارجی و ...) باید جدای از عناصری که در کلیه سیکل‌ها به وقوع می‌پیوندد زمان سنجی شود.

اصل ۶: لزوم تعیین نقاط انفصال مناسب به میزان زیادی بستگی به نوع تولید، طبیعت عملیات و نتایج مورد انتظار دارد.

به عنوان مثال: عملیات مونتاژ در صنایع الکترونیکی معمولاً دارای سیکل کوتاه و زمان عناصر بسیار کوتاه می باشد.

اصل ۷: معمولاً حرکت از محلی به محل دیگر نسبت به حرکات دست و بازو نیاز به شرح کمتری دارد.

اصل ۸: عناصر باید در تعدادی از سیکل ها کنترل شود و قبل از زمان سنجی مشخص شده و نوشته شود.

اصل ۹: مقادیر برش، سرعت، تغذیه، عمق، طول و ... باید بلافاصله بعد از شرح عناصر نوشته شود.

مثال: برداشتن ورق از روی میز، قرار دادن آن بر روی گیره، دریل کردن نصف آن با سرعت ۱۲۰۰ دور در دقیقه

مثالی در مورد تقسیم کار به عناصر:

برداشتن قطعه ریخته شده، قرار دادن آن در فیکسچر، بستن دو مهره فیکسچر، تنظیم محافظ، روشن کردن ماشین و تنظیم آن

نقطه انفصال: شروع برش توسط ماشین

توقف ماشین، باز کردن محافظ، باز کردن فیکسچر، برداشتن قطعه و قرار دادن آن بر روی میز.

نقطه انفصال: قطعه روی سطح میز قرار می گیرد (صدای ضربه)

تعیین تعداد دفعات زمان سنجی:

زمان سنجی یک فرآیند نمونه گیری بوده و در نتیجه هر چه تعداد سیکل های زمان سنجی افزایش یابد نتایج حاصله با اطمینان بیشتری نماینده زمان انجام فعالیت مورد اندازه گیری خواهد بود. چنانچه مشاهده می شود به یک عنصر دارای تغییرات بیشتری باشد می بایست تعداد دفعات زمان سنجی نیز افزایش یابد تا بتوان به دقت مطلوب دست یافت. در ذیل چند روش برای تعیین تعداد دفعات زمان سنجی شرح داده شده است:

الف) روش Maytag :

شرکت Maytag فرآیند زیر را برای تخمین تعداد مشاهدات مورد استفاده قرار می‌دهد:

(۱) چنانچه طول زمانی عنصر بیش از ۲ دقیقه باشد ۵ نمونه‌ی اولیه و در غیر این صورت ۱۰ نمونه‌ی اولیه بردارید.

(۲) سپس متوسط زمان‌های مشاهده‌ای را از فرمول زیر محاسبه کنید :

$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{n_0}$$

$\bar{X}_i$: متوسط زمان مشاهده‌ی عنصر i ام

n_0 : تعداد نمونه اولیه

X_{ij} : j امین زمان مشاهده‌ای عنصر i ام

(۳) محدوده‌ی زمان‌های مشاهده‌ای را به دست آورید.

$$R_i = X_H - X_L$$

X_H : طولانی ترین زمان مشاهده‌ای عنصر موردنظر

X_L : کوتاه ترین زمان مشاهده‌ای عنصر موردنظر

(۴) نسبت $\frac{R_i}{\bar{X}_i}$ را محاسبه کنید.

(۵) با مراجعه به جدول و با توجه به n_0 و نسبت $\frac{R_i}{\bar{X}_i}$ تعداد لازم برای هر عنصر را تعیین کنید (N')

(۶) چنانچه $N' > n_0$ باشد به اندازه‌ی $N' - n_0$ مشاهده‌ای دیگر انجام می‌دهیم.

جدول تعیین تعداد دفعات زمان سنجی برای ۵ درصد دقت و سطح اطمینان ۹۵ درصد:

$\frac{R}{\bar{X}}$	تعداد نمونه اولیه		$\frac{R}{\bar{X}}$	تعداد نمونه اولیه		$\frac{R}{\bar{X}}$	تعداد نمونه اولیه	
	5	10		5	10		5	10
0/1	3	2	0/42	52	30	0/74	162	93
0/12	4	2	0/44	57	33	0/76	171	98
0/14	6	3	0/46	63	36	0/78	180	103
0/16	8	4	0/48	68	39	0/80	190	108
0/18	10	6	0/50	74	42	0/82	199	113
0/20	12	7	0/52	80	46	0/84	209	119
0/22	14	8	0/54	86	49	0/86	218	123
0/24	17	10	0/56	93	53	0/88	229	131
0/26	20	11	0/58	100	57	0/90	239	138
0/28	23	13	0/60	107	61	0/92	250	143
0/30	27	15	0/62	114	65	0/94	261	149
0/32	30	17	0/64	121	69	0/96	273	156
0/34	34	20	0/66	129	74	0/98	281	162
0/36	38	22	0/68	137	78	1/00	296	169
0/38	43	24	0/70	145	83			
0/40	47	27	0/72	153	88			

مثال: یک سیکل کاری از ۳ عنصر تشکیل شده است. نتایج حاصل از زمان سنجی بر حسب دقیقه در

جدول زیر آمده است با استفاده از روش Maytag تعداد دفعات زمان سنجی را با سطح اطمینان ۰/۹۵ و

دقت $\pm 5\%$ برای عنصر ۱ محاسبه کنید؟

0/07	0/09	0/08	0/07	0/08	0/08	0/07	0/06	0/09	0/07	عنصر یک
0/12	0/13	0/11	0/12	0/13	0/11	0/12	0/12	0/13	0/12	عنصر دو
0/55	0/56	0/56	0/54	0/56	0/57	0/56	0/55	0/57	0/56	عنصر سه

کنترل نهایی کافی بودن تعداد دفعات زمان سنجی:

(۱) کلیه مشاهدات مربوط به عنصر موردنظر را به زیر گروه‌های ۴ تایی تقسیم می‌کنیم.

(۲) محدوده مشاهدات را در هر گروه محاسبه نماییم. (R)

(۳) متوسط محدوده‌های به دست آمده را محاسبه کنید ($\bar{R}$)

(۴) متوسط زمان‌های مشاهده‌ای را محاسبه نماییم. ($\bar{X}$)

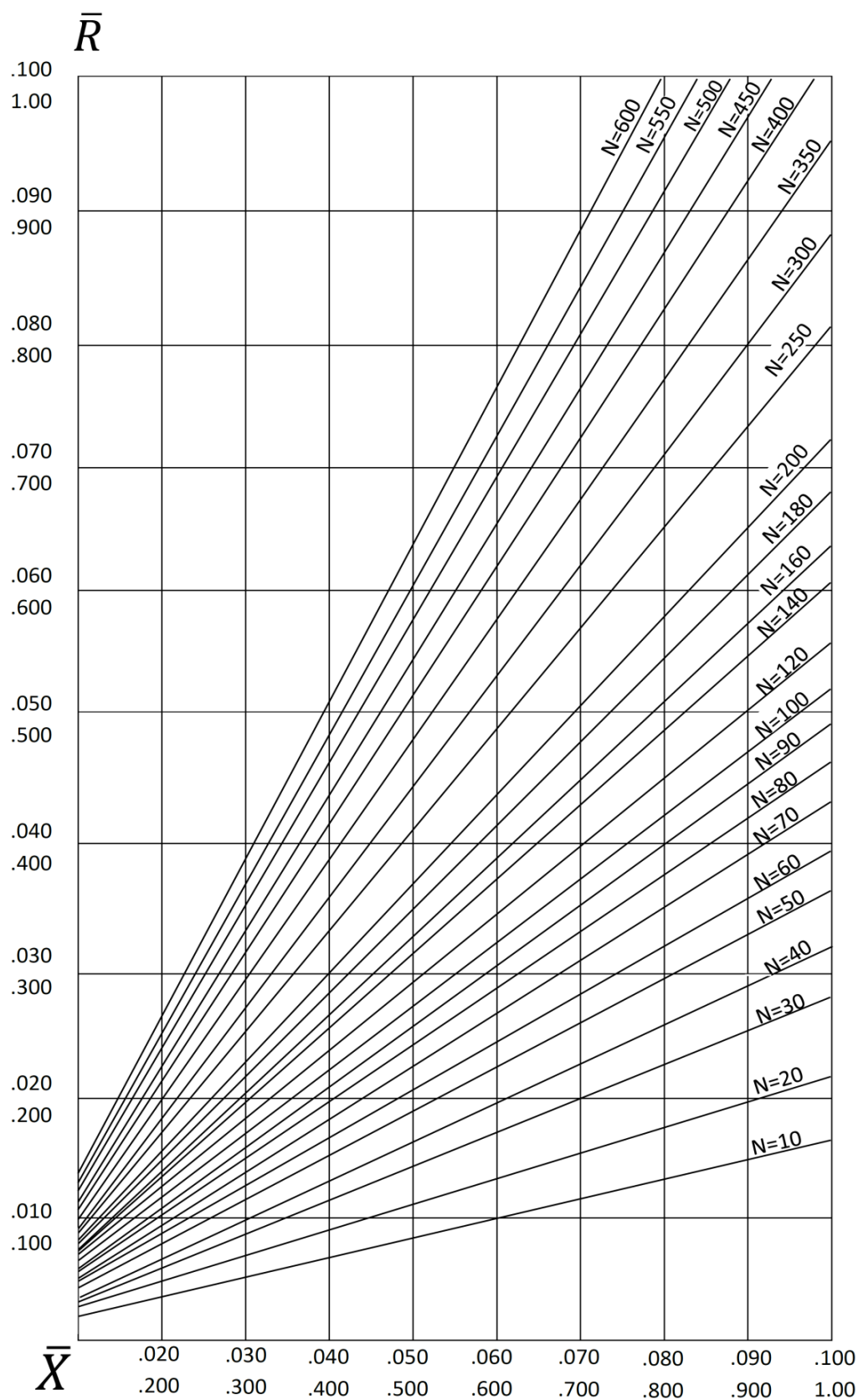
(۵) تعداد مشاهدات ضروری را با استفاده از نمودار مربوطه تعیین کنید. (N)

(۶) اگر $N > N'$ بود می‌باید به تعداد $N - N'$ زمان سنجی دیگر صورت گیرد در غیر این صورت تعداد دفعات زمان سنجی کافی است.

مثال: از عنصر مربوط به سیکل کاری موردنظر ۳۲ بار زمان سنجی شده است نتیجه به دست آمده بر حسب

دقیقه در جدول زیر آورده شده است بررسی نمایید آیا تعداد دفعات زمان سنجی کافی است یا خیر؟

0/08	0/07	0/08	0/08	0/07	0/06	0/09	0/07	عنصر یک
0/08	0/08	0/09	0/07	0/08	0/08	0/07	0/09	
0/06	0/09	0/09	0/08	0/08	0/08	0/07	0/06	
0/08	0/07	0/1	0/1	0/09	0/08	0/08	0/07	



منحنی نمایش دهنده ارتباط بین متوسط محدوده نمونه های ۲ تایی مشاهدات و مقدار متوسط زمان های عناصر (تمامی مقادیر بر حسب «دقیقه»)

(ب) روش آماری - توزیع نرمال:

فرمول های (۱) و (۲) این قسمت ابزار ساده‌ای برای تعیین میزان خطای مقدار متوسط زمان یک عنصر با توجه به تعدادی مشاهده می‌باشد. فرض بر این است که تغییرات در زمان های مشاهده‌ای ناشی از تصادف می‌باشد. که البته فرض قابل قبولی به نظر می‌رسد.

خطای استاندارد متوسط برای هر عنصر (خطای استاندارد میانگین) به وسیله فرمول زیر تعریف می‌شود:

$$\delta_{\bar{X}} = \frac{\delta}{\sqrt{N'}} \quad (۱)$$

$\delta_{\bar{X}}$: انحراف استاندارد توزیع میانگین ها

δ : انحراف استاندارد جامعه جهانی عنصر مورد نظر

N' : تعداد نمونه‌های مورد نیاز

انحراف استاندارد به وسیله δ نمایش داده می‌شود و عبارت است از جذر متوسط مجذور تفاوت مقادیر مشاهده‌ای از میانگین آنها به عبارت دیگر:

$$\delta = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_N - \bar{x})^2}{N}} \quad (۲)$$

$$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{N} - \bar{x}^2}$$

x_i = هر کدام از زمان های مشاهده ای

$\bar{x}$: متوسط یا میانگین تمامی مشاهدات

N : تعداد مشاهدات هر عنصر

از آنجایی که می‌دانیم

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

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum X_i^2}{N} - \left(\frac{\sum X_i}{N}\right)^2} \quad (3)$$

$$= \frac{1}{N} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

حال فرمول های ۱ و ۳ را ترکیب می کنیم می شود فرمول زیر :

$$\delta_x = \frac{\frac{1}{N} \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sqrt{N'}} \quad (4)$$

حال باید در رابطه‌ی با سطح اطمینان و دقت مطلوب تصمیم گیری شود تا بتوان به کمک آنها تعداد مشاهدات لازم را محاسبه نمود.

معمولاً سطح اطمینان ۹۵٪ و خطا ۵٪± مورد استفاده قرار می گیرد. مفهوم این عبارت آن است که هر ۱۰۰ مورد حداقل ۹۵ مورد متوسط یا میانگین نمونه‌ای عنصر خطایی بیش از ۵٪± با مقدار واقعی عنصر نخواهد داشت بنابراین:

$$0/05 \bar{X} = 2 \delta_{\bar{X}} \quad \text{یا} \quad 0/05 \frac{\sum X_i}{N} = 2 \delta_{\bar{X}}$$

$$0/05 \frac{\sum x_i}{N} = 2 \frac{\frac{1}{N} \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sqrt{N'}} \quad (5)$$

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

N' تعداد نمونه‌های موردنیاز جهت پیش بینی زمان واقعی عنصر در محدوده‌ی دقت $\pm 5\%$ و سطح اطمینان 95% می‌باشد.

مثال: فرض کنید از یک عنصر ۵ بار زمان سنجی شده هر کدام بر حسب 0.01 دقیقه عبارت انداز: ۶، ۷، ۷، ۶، ۷ حال می‌توانید مربعات و مجموع مربعات این اعداد را

X_i	$X_i * X_i$
۶	۳۶
۷	۴۹
۷	۴۹
۶	۳۶
۷	۴۹

$$\sum X_i = 33 \longrightarrow \sum X_i^2 = 219$$

$$N = 5$$

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{5(219) - (33)^2}}{33} \right)^2 = 8/81 \approx 9$$

محاسبه نمایید؟

با قراردادن این مقادیر در رابطه (۵) مقدار N به شرح

زیر محاسبه می‌شود:

از آنجایی که تعداد نمونه‌ی اولیه N کمتر از $N' = 9$ می‌باشد لذا می‌بایست تعداد دفعات زمان سنجی را افزایش دهیم. چنانچه سطح اطمینان 0.95 و دقت $\pm 10\%$ قابل قبول باشد. فرمول به صورت زیر تغییر می‌کند:

$$N' = \left(\frac{20\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right)^2 \quad (6)$$

فرمول دیگری که برای تعیین تعداد دفعات زمان سنجی می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد به صورت زیر است

(۷)

$$N' = \left(\frac{40N}{\sum X_i} \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{N}}{N-1}} \right)^2$$

نکته: رابطه ۷ در مواقعی که تعداد سیکل‌های زمان سنجی کاهش یابد دارای دقت بیشتری خواهد بود.

مثال:



ج) روش جنرال الکتریک:

تعدادی از شرکت‌ها مانند شرکت جنرال الکتریک جدولی را برای تعیین تعداد دفعات زمان سنجی سیکل‌های کاری محاسبه نمودند که در آن مبنا طول سیکل کاری بر حسب دقیقه می‌باشد.

طول سیکل (چرخه)	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	بیش از
بر حسب دقیقه	0/1	0/25	0/5	0/75	1	2	5	10	20	40	40
تعداد سیکل‌ها											
(چرخه‌های)	200	100	60	40	30	20	15	10	8	5	3
پیشنهادی											

انجام مشاهدات و زمان سنجی عناصر کاری:

دو روش اصلی برای هر زمان سنجی با ساعت وجود دارد.

(۱) زمان سنجی انباشته – پیوسته

(۲) زمان سنجی مستقل – گسسته

در روش انباشته ساعت به طور مستمر کار می‌کند به عبارت دیگر از لحظه‌ای آغاز اولین عنصر در اولین سیکل شروع به کار نموده و تا لحظه‌ای که مطالعات تکمیل شود به کار ادامه می‌دهد در انتهای هر عنصر ساعت خوانده شده و نوشته می‌شود و پس از تکمیل زمان سنجی به وسیله تفریق متوالی زمان‌های ثبت شده می‌توان زمان تک تک عناصر را محاسبه نمود هدف از بکارگیری این روش کسب اطمینان از ثبت کلیه زمان‌های مربوط به کار موردنظر در طول انجام زمان سنجی می‌باشد.

در روش مستقل عقربه‌های ساعت در انتهای هر عنصر به صفر بازگردانده می‌شود. و بلافاصله شروع به کار می‌کند به این ترتیب می‌توان زمان های تمامی عناصر را به طور مستقیم به دست آورد. ساعت هیچ وقت متوقف نمی‌شود و عقربه بلافاصله از صفر شروع به حرکت می‌کند تا زمان عنصر بعدی را ثبت کند.

در تمام مطالعات زمان سنجی مرسوم است که کل مدت زمان سنجی به وسیله‌ی ساعت دیگری چون ساعت مچی یا ساعت دیواری کنترل شود ضمناً به کمک این ساعت‌ها می‌توان زمان انجام مطالعه را یادداشت نمود. تا در مواقعی که تقاضای تکرار زمان سنجی رخ می‌دهد بتوان به آن استناد نمود به عنوان مثال زمان سیکل کاری یک اپراتور در یک کار تکراری ممکن است در ساعت اول یا دوم که سر حال است کوتاه‌تر از بعد از ظهر باشد که خسته است.

در روش زمان سنجی مستقل مطالعه گر هنگامی که ساعت دیواری مضربی از دقیقه را نشان می‌دهد ترجیحاً بخش صحیح ساعت یا مضربی از ۵ دقیقه ساعت زمان سنجی را به کار می‌اندازد و در همین لحظه ساعت دقیق را در محل مربوط به ساعت آغاز زمان سنجی (Time on) ثبت می‌کند سپس به ایستگاه کاری، محلی که باید زمان سنجی را انجام دهد مراجعه می‌کند در حالی که ساعت زمان سنجی همچنان در حال کار می‌باشد به انتظار کسب آمادگی جهت آغاز زمان سنجی می‌ماند. در آغاز اولین عنصر در اولین سیکل کاری عقربه را به صفر برگردانده و بر روی برگه زمان سنجی در اولین ردیف آن زمان سپری شده را یادداشت می‌کنیم در انتهای زمان سنجی پس از تکمیل آخرین عنصر در آخرین سیکل عقربه را به صفر برمی‌گرداند از این لحظه به بعد ساعت زمان سنجی تا هنگامی که مطالعه کننده مجدداً به ساعت دیواری مربوطه برسد به کار ادامه می‌دهد. سپس ساعت در محل مربوط به ساعت خاتمه‌ی زمان سنجی

(Time Off) ثبت شده و ساعت زمان سنجی متوقف می‌شود ضمن اینکه زمان سپری شده از ایستگاه کاری تا لحظه‌ی توقف ساعت نیز در آخرین سطر فرم زمان سنجی یادداشت می‌شود. دو زمان قبل و بعد از آغاز زمان سنجی به عنوان زمان‌های کنترل (Check Time) نامیده می‌شود.

ساعت شروع زمان سنجی از ساعت خاتمه‌ی زمان سنجی کم می‌شود. و در نتیجه در محل مربوط به زمان سپری شده یادداشت می‌شود.

جمع کل زمان‌های کلیه عناصر و سایر فعالیت‌های یادداشت شده در هنگام مطالعه به علاوه زمان غیر مفید به اضافه زمان‌های کنترل به عنوان زمان‌های ثبت شده شناخته می‌شود که در محل مناسب در داخل فرم زمان سنجی نوشته می‌شود به صورت تئوری کل زمان سپری شده می‌بایست با این زمان مساوی باشد هر چند در عمل معمولاً اختلاف کوچکی بین این دو ممکن است وجود داشته باشد که ناشی از جمع کل کسرهای کوچکی از زمان تلف شده به دلیل برگرداندن عقربه به صفر و یا احتمالاً از دست دادن زمان عناصر و همچنین خواندن اشتباه ساعت باشد در برخی از شرکت‌ها چنانچه زمان ثبت شده بیش از $\pm 2\%$ با زمان سپری شده اختلاف داشته باشد مطالعه‌ی انجام شده به طور کامل حذف می‌شود. اگر از روش انباشته برای زمان سنجی استفاده شود زمان سپری شده با زمان ثبت شده باید مساوی باشد. زیرا در طول مطالعه ساعت فقط خوانده شده و هیچ وقت به صفر بازگردانده نمی‌شود. مزیت روش انباشته آن است که حتی اگر عنصری از قلم افتاده باشد. یا فعالیت‌های موقتی ثبت نشده باشد تأثیری بر روی زمان کل نخواهد داشت. بسیاری از اتحادیه‌های کارگری خصوصاً در ایالات متحده آمریکا این روش را دقیق تر از روش مستقل می‌دانند زیرا هیچ امکانی برای تغییر زمان‌ها به وسیله‌ی حذف عناصر یا سایر فعالیت‌ها بنابه میل مدیریت وجود ندارد. عیب این روش نیز انجام تفریق زیاد به منظور محاسبه‌ی زمان‌های تک تک عناصری می‌باشد که فرصت زیادی را پس از انجام مطالعه نیاز دارند.

تجربیات گروه‌های I.L.O در آموزش و بکارگیری مطالعه‌ی زمان این حقیقت را نشان داده است که زمان سنجی انباشته به دلایل زیر باید آموزش داده شده و به کار گرفته شود.

(۱) تجربه نشان می‌دهد که کارآموزان در صورت بکارگیری روش انباشته سریع‌تر می‌توانند در استفاده از ساعت زمان سنجی به دقت قابل قبولی دست یابند.

(۲) مهم نیست در برخی موارد زمان‌های عناصر توسط مطالعه کننده‌ی کم تجربه از دست برود زیرا کل زمان مطالعه تغییر نخواهد کرد. از آن جایی که ساعت هیچ وقت متوقف نمی‌شود لذا کلیه عناصر خارجی و اخلال‌ها به طور خودکار در نظر گرفته می‌شود.

۳) هنگام تعیین سرعت عملکرد اپراتور (تعیین ضریب اصلاحی) چون با زمان‌های واقعی عناصر سروکار نداریم لذا گرایش به اصلاح ضرایب کمتر از روش مستقل می‌باشد.

۴) کارگران و نمایندگان آنان با احتمال بیشتری بر روی منصفانه بودن مطالعات انجام شده به عنوان مبنای سیستم تشویقی قضاوت خواهند نمود زیرا مشاهده می‌کنند که هیچ زمانی قابل حذف نمی‌باشد.

در روش مستقل خطاهای خواندن ساعت ممکن است به تأخیرات اندکی که هنگام برگرداندن عقربه به صفر رخ می‌دهد افزوده شود بنابراین درصد خطا برای عناصر کوتاه بزرگتر خواهد شد. در نتیجه زمان سنجی انباشته احتمالاً برای عناصر کوتاه، سیکل کوتاه دقیق‌تر می‌باشد. زمان سنجی مستقل برای کارهایی با عناصر و سیکل‌های طولانی می‌تواند با اطمینان بیشتری مورد استفاده قرار گیرد زیرا خطا سهم کوچکی نسبت به کل خواهد داشت.

در جدول زیر ۲ روش از نظر مزایا و معایب با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

مستقل	انباشته
مزایا:	مزایا:
مناسب سیکل‌های غیر عادی	سهولت آموزش
بروز تأخیرات مشکل ایجاد نمی‌کند	زمان کل دقیق را نتیجه می‌دهد
عدم نیاز به تفریق‌های متوالی زمان‌ها	اطمینان بیشتر پرسنل به در نظر گرفتن تمامی عناصر
تغییرات در زمان‌های عناصر به سهولت قابل تشخیص است	
معایب :	معایب :
جهت خطای انسانی مستعد تر است	تغییرات عملیات اپراتور گیج کننده می‌باشد
اپراتور و سرپرستان اطمینان کمتری نسبت به در نظر گرفتن تمامی عناصر دارند	عناصر غیر عادی گیج کننده می‌باشند
اپراتورها و سرپرستان به زمان‌های سیکل کاری در مقایسه با زمان‌های عناصر کاری سریعتر عادت می‌کنند	انجام محاسبات بیشتر ، زیرا جهت تعیین زمان هر عنصر باید تفریق صورت گیرد
	تغییرات زمان‌های عناصر همزمان با انجام مطالعه مشخص نمی‌شود

روش سوم (دیفرانسیلی):

روش سومی نیز برای زمان سنجی وجود دارد که برای عناصر کوتاه - سیکل کوتاه به کار برده می شود و همچنین مواقعی که عناصر به قدری کوتاه می باشند که فرصت کافی برای خواندن ساعت و ثبت زمان بر روی برگه‌ی مشاهده وجود ندارد و در عین حال می خواهیم با ساعت زمان سنجی زمان آنها را به طور دقیق تعیین کنیم می توانیم از این روش استفاده کنیم. به این روش زمان سنجی دیفرانسیلی می گویند در این روش عناصر به صورت گروهی زمان سنجی می شود به این ترتیب که در ابتدا عنصر کوتاهی در یک گروه آورده شده و بار دوم از آن گروه حذف می شود. با تفریق متوالی زمان های به دست آمده می توان زمان تک تک عناصر را محاسبه کرد.

مثال: به عنوان مثال چنانچه کاری مشتمل بر ۷ عنصر کوتاه باشد زمان سنج ممکن است عناصر ۱ تا ۳ و ۴ تا ۷ را ابتدا در چند سیکل زمان سنجی کند. سپس زمان عنصر ۱ تا ۴ و ۵ تا ۷ را برای چند سیکل زمان سنجی کند و به همین ترتیب ادامه دهد در صورت استفاده از روش دیفرانسیلی می توانیم برای زمان سنجی از روش های مستقل یا انباشته استفاده کنیم.

تعیین ضریب اصلاحی (Rating):

زمان سنجی باید تا حد امکان بر روی کارگران حائز شرایط صورت پذیرد کارگر حائز شرایط فردی است که دارای خصوصیات فیزیکی ضروری می باشد. دارای هوش مورد نیاز بوده و آموزش دیده است. همچنین دارای مهارت و دانش کافی برای انجام دادن کار با استانداردهای مطلوب ایمنی، کیفیت و کمیت می باشد. در حالت ایده آل، کار انتخاب شده برای زمان سنجی باید توسط کارگران کاملاً واجد شرایط انجام گیرد در عمل وجود چنین وضعیتی بسیار بعید می باشد در تئوری زمان سنجی به دنبال کارگر واجد شرایط متوسط هستیم تا حد امکان مطالعات زمان سنجی باید بر روی کارگران واجد شرایط صورت پذیرد. زمان سنج باید به طریقی نرخ کاری کارگر مورد مشاهده را تعیین نموده و آن را با سرعت استاندارد مرتبط نماید. این فرآیند را تعیین ضریب اصلاحی می گویند.

تخصیص ضریب اصلاحی عبارت است از تعیین نرخ کاری کارگر با توجه به مفهوم ذهنی مشاهده کننده از سرعت استاندارد با توجه به تعریف تعیین ضریب اصلاحی عبارتست از مقایسه نرخ کاری مشاهده شده با تصویر ذهنی مطالعه گر از سطح استاندارد.

سطح استاندارد: عبارت است از نرخ متوسط کارکرد کارگران واجد شرایط، مشروط بر آنکه از روش صحیح استفاده نموده و انگیزه کافی به منظور انجام کار تعریف شده در آن ایجاد شده باشد.

روش های تعیین ضریب اصلاحی :

الف) سیستم ویستینگهاوس The Westinghouse System :

در این روش ۴ عامل برای ارزیابی عملکرد اپراتور مدنظر قرار می گیرد.

(۱) مهارت (Skill) : به صورت کارآیی در اجرای یک روش مشخص شده تعریف می شود توضیح مکمل آنکه مهارت به تبحر ارتباط دارد که عبارت است از هماهنگی بین ذهن و دست ها مهارت یک اپراتور به وسیله ی تجربه و خصوصیات ذاتی وی همانند ریتم و هماهنگی طبیعی تعیین می شود مهارت فرد در یک کار تعریف شده در طول زمان افزایش می یابد زیرا آشنایی وی با کار موجب سرعت، یکنواختی حرکات و عدم تردید و خطا در انجام عملیات می باشد.

(۲) تلاش مفید (Effort) : با توجه به این که از روش ضریب اصلاحی به صورت نمایش اشتیاق به منظور انجام کار موثر تعریف می شود این عامل نشان دهنده ی سرعت به کار گیری مهارت بوده و می تواند به میزان زیادی توسط اپراتور کنترل شود. هنگام ارزیابی تلاش مفید کارگر مشاهده کننده باید دقت فراوانی داشته باشد تا صرفاً تلاش موثر فرد را در نظر بگیرد در بسیاری از مواقع اپراتور تلاش غیر مفیدی را با سرعت فراوان به کار می گیرد تا بدین وسیله زمان سیکل مورد مطالعه را افزایش داده و در عین حال ضریب اصلاحی خوبی را نیز داشته باشد.

(۳) شرایط محیطی کار (Conditions) : در این روش تعیین ضریب اصلاحی شرایط محیطی کار به مواردی اطلاق می شود که بر روی اپراتور و نه عملیات تأثیر می گذارد. شرایط محیطی کار در اکثر مواقع نرمال یا متوسط ارزیابی می شود. زیرا این شرایط در مقایسه با موارد متداول که در ایستگاه کاری مشاهده می شود تعیین می شود عواملی که بر روی شرایط محیطی کار تأثیر می گذارند عبارت است از: درجه حرارت، تهویه، نور، سروصدا و ... بنابراین چنانچه درجه حرارت یک ایستگاه کار: ۶۰ فارنهایت باشد در حالی که به طور متداول این درجه حرارت بین ۶۸ تا ۷۴ درجه فارنهایت می باشد شرایط محیطی کمتر از طبیعی رتبه دهی خواهد شد.

۴) سازگاری (Consistency): آخرین عاملی که بر روی تعیین ضریب اصلاحی تأثیر می‌گذارد سازگاری کارگر می‌باشد به جز مواردی که زمان سنجی به صورت مستقل انجام می‌شود و یا مطالعه کننده قادر است همزمان با زمان سنجی تفریق‌های متوالی را نیز انجام دهد. تعیین سازگاری پس از تکمیل زمان سنجی امکان پذیر می‌باشد چنانچه مقادیر زمانی عناصر به صورت ثابت تکرار شوند دارای سازگاری عالی می‌باشند. البته وقوع این وضعیت بسیار نادر است زیرا همیشه تمایلی به پراکندگی این مقادیر به دلیل متغیرهای زیادی چون سختی مواد، لبه برش ابزار، روغن کاری، مهارت و تلاش مفید کارگر خطای مشاهده و ثبت زمان‌ها وجود دارد.

پس از تعیین رتبه‌ی مربوط به مهارت، تلاش مفید، شرایط محیط و سازگاری عملیات و تخصیص مقادیر عددی که معادل آنها ضریب به وسیله‌ی جمع نمودن ۴ مقدار به دست آمده و افزودن آن به عدد یک بدست می‌آید. در جدول زیر مقادیر عددی ۴ عامل فوق برای حالات مختلف آمده است.

سازگاری		شرایط محیطی	
بسیار عالی	$+0.04 A$	ایده آل	$+0.06 A$
عالی	$+0.03 B$	عالی	$+0.04 B$
خوب	$+0.01 C$	خوب	$+0.02 C$
متوسط	$0.00 D$	متوسط	$0.00 D$
نسبتاً ضعیف	$-0.02 E$	نسبتاً ضعیف	$-0.03 E$
ضعیف	$-0.04 F$	ضعیف	$-0.07 F$
تلاش مفید		مهارت	
بسیار عالی	$+0.13 A_1$	بسیار عالی	$+0.15 A_1$
	$+0.12 A_2$		$+0.13 A_2$
عالی	$+0.1 B_1$	عالی	$+0.11 B_1$
	$+0.08 B_2$		$+0.08 B_2$
خوب	$+0.05 C_1$	خوب	$+0.06 C_1$
	$+0.02 C_2$		$+0.03 C_2$
متوسط	$0.00 D$	متوسط	$0.00 D$
نسبتاً ضعیف	$-0.04 E_1$	نسبتاً ضعیف	$-0.05 E_1$
	$-0.08 E_2$		$-0.10 E_2$
ضعیف	$-0.12 F_1$	ضعیف	$-0.16 F_1$
	$-0.17 F_2$		$-0.22 F_2$

مثال: چنانچه به کاری رتبه‌ی C_2 در رابطه با مهارت، C_1 در رابطه با تلاش مفید و D در رابطه با شرایط محیطی و E در رابطه با سازگاری داده شده باشد ضریب اصلاحی را محاسبه کنید؟

ب) روش ترکیبی:

در این روش می‌بایست تعدادی از عناصر کاری را با استفاده از یک سیستم مناسب مجدداً زمان سنجی نمود با توجه به اینکه زمان‌های حاصله زمان نرمال می‌باشد. لذا می‌توان با تقسیم آنان بر متوسط زمان مشاهده‌ای عناصر مربوطه ضریب اصلاحی آن عنصر را محاسبه نمود. چنانچه بخواهید توضیحات فوق را به صورت پارامتریک نشان دهیم نتایج زیر به دست می‌آید.

$$R_i = \frac{P_i}{A_i} \quad \text{ضریب اصلاحی عنصر } i \text{ ام}$$

P_i : زمان نرمال عنصر i ام با استفاده از یک سیستم مناسب زمان‌های از پیش تعیین شده حرکات (PMTS)

A_i : متوسط زمان مشاهده‌ای عنصر i ام

پس از محاسبه‌ی ضرایب مربوط به عناصر مورد نظر می‌توان به وسیله‌ی محاسبه متوسط آنان ضریب اصلاحی کلیه عناصر را تخمین زد.

N : تعداد عناصری که با (PMTS) زمان سنجی شده‌اند

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

متوسط ضریب اصلاحی	$R = \frac{P}{A} \times 100$	P	A (min)	عناصر کاری
۱۱۰	۱۰۸	۰/۱۳	۰/۱۲	۱
۱۱۰			۰/۰۹	۲
۱۱۰	۱۱۲	۰/۱۹	۰/۱۷	۳
۱۱۰			۰/۲۶	۴
۱۱۰			۰/۳۲	۵
۱۱۰			۰/۰۷	۶

ج) روش ضریب عملکرد:

پراکندگی بیشترین روش تعیین ضریب اصلاحی در کشور انگلستان همین روش می باشد که در آن فقط سرعت کارگر را در نظر می گیرند. معمولاً سرعت کارگر نرمال با مقیاس ۱۰۰ سنجیده می شود بنابراین اگر کارگری دارای سرعت کمتر از نرمال باشد امتیاز کمتری از ۱۰۰ و در غیر این صورت بیشتر از ۱۰۰ به وی تعلق خواهد گرفت.

محاسبه‌ی زمان نرمال:

پس از انجام زمان سنجی به تعداد کافی و تعیین ضرایب می بایست محاسبات مربوط به زمان نرمال صورت گیرد. با توجه به شیوه‌های مختلف تعیین ضریب برای عنصرهای کاری و یا کل سیکل کاری حالات مختلفی رخ می دهد که می توان آن ها را به شرح زیر دسته بندی نمود.

الف) تخصیص ضریب به ازای هر عنصر در هر سیکل مورد مشاهده

در این حالت به تعداد سیکل های زمان سنجی شده ضریب تعیین می شود. دقت محاسبه زمان نرمال در این وضعیت بیش تر از حالات دیگر می باشد ولی در عوض محاسبات طولانی تر لازم بوده و در عین حال مهارت بالایی در تخصیص ضرایب مورد نیاز می باشد. روش کار به صورت پارامتریک به شرح زیر می باشد.

$$O.T_{i1} \times R_{i1} = N.T_{i1}$$

$$O.T_{i2} \times R_{i2} = N.T_{i2}$$

$$O.T_{in} \times R_{in} = N.T_{in}$$

$$N.T_i = \frac{\sum_{i=1}^n N.T_{ij}}{n}$$

$$N.T_t = \sum_{i=1}^n N.T_i$$

$O.T_{ij}$: j امین زمان مشاهده‌ی عنصر i ام

R_{ij} : j امین ضریب عنصر i ام

$N.T_{ij}$: j امین زمان نرمال عنصر i ام

n : تعداد مشاهدات قابل قبول

$N.T_i$: زمان نرمال عنصر i ام

$N.T_t$: زمان نرمال سیکل کاری

n' : تعداد عناصر کاری

با توجه به اینکه در این روش می‌باید به ازای هر عنصر در هر مشاهده یک ضریب تخصیص یافت لذا سرعت عمل و تجربه‌ی زمان سنج در تخصیص ضرایب اصلاحی دارای اهمیت ویژه‌ای است. یکی از تکنیک‌های مناسب برای تعیین ضرایب در این حال روش تعیین ضریب عملکرد می‌باشد فرم ارائه شده (برگه رویی زمان سنجی) برای ثبت اطلاعات جمع آوری شده می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این فرم در ستون R ضرایب تخصیصی ثبت می‌شود در ستون BT نیز زمان‌های نرمال عناصر پس از محاسبه نوشته خواهند شد.

برگه رویی زمان سنجی									
شماره زمان سنجی : صفحه : ___ از ___					نام دپارتمان :				
ساعت آغاز زمان سنجی : ساعت خاتمه زمان سنجی : زمان سپری شده :					عملیات : تجهیزات / ماشین : ابزار و وسایل اندازه گیری : شماره : کد :				
نام اپراتور : شماره پرسنلی :									
زمان سنج : تاریخ :					محصول / قطعه : شماره نقشه فنی : شماره : مواد :				
تایید کننده :					کیفیت :				
توجه : نقشه طرح استقرار ایستگاه کاری/ راه اندازی/ قطعه در پشت همین برگه یا در برگه جداگانه و ضمیمه.									
BT	ST	WR	R	شرح عنصر	BT	ST	WR	R	شرح عنصر
توجه : BT = زمان پایه ST = زمان تفاضلی WR = زمان مشاهده ای انباشته R = ضریب عملکرد									

ب) تخصیص ضریب به ازای هر عنصر در کل مشاهدات :

در این حالت به ازای هر عنصر در کل مشاهدات یک ضریب به طور متوسط تعیین می شود. شیوهی محاسبه‌ی زمان نرمال سیکل کاری به شرح زیر می‌باشد.

$$OT_{i1}, OT_{i2}, \dots, OT_{in}$$

$$O.T_i = \frac{\sum_{j=1}^n OT_{ij}}{n}$$

$$OT_i \times R_i = N.T_i$$

$$N.T_t = \sum_{i=1}^{n'} N.T_i$$

n : تعداد مشاهدات قابل قبول عنصر i ام

OT_{ij} : j امین زمان مشاهده‌ای عنصر i ام

OT_i : متوسط زمان مشاهده‌ای عنصر i ام

$N.T_i$: زمان نرمال عنصر i ام

n' : تعداد عناصر کاری سیکل مورد نظر

R_i : ضریب عملکرد عنصر i ام

NT_i : زمان نرمال سیکل کاری

در این حالت از روش‌های عینی و ترکیبی می‌توان برای تخصیص ضرایب استفاده نمود معمولاً از این روش در مواقعی استفاده می‌شود که طول عناصر یا سیکل کاری کوتاه بوده و امکان تعیین ضریب اصلاحی به ازای هر عنصر در هر مشاهده وجود ندارد فرم ارائه شده در زیر جهت ثبت زمان‌های مناسب می‌باشد در این فرم در ستون R ضریب مختص به هر عنصر ثبت می‌شود در ستون BT یک زمان نرمال پس از محاسبه نوشته خواهد شد.

ج) تخصیص ضریب عملکرد برای کل عناصر در کل مشاهدات: در این روش به ازای کل مطالعه‌ی انجام شده فقط یک ضریب تعیین می‌شود بدیهی است این وضعیت نسبت به دو حالت قبل کمتر بوده ولی در عین حال از سرعت بیشتری برخوردار است و افرادی که تجربه‌ی زیادی در تعیین ضرایب عملکرد ندارند می‌توانند با دقت بیشتری نسبت به تعیین آن اقدام نمایند شیوه‌ی محاسبه‌ی زمان نرمال سیکل کاری برای این حالت به شرح زیر خواهد بود :

$$OT_{i1}, OT_{i2}, \dots, OT_{in}$$

$$OT_i = \frac{\sum_{j=1}^n OT_{ij}}{n}$$

$$N.T_t = OT_t \times R$$

n : تعداد مشاهدات عنصر i ام

OT_{ij} : j امین زمان مشاهده‌ای عنصر i ام

n' : تعداد عناصر کاری

OT_t : زمان متوسط سیکل کاری

R : ضریب عملکرد

$N.T_t$: زمان نرمال سیکل کاری

در این حالت فرم ارائه شده‌ی زیر می‌تواند برای ثبت اطلاعات زمان سنجی مورد استفاده قرار گیرد. نکته مهمی که می‌بایست در این مرحله مورد توجه قرار داد آن است که لزوماً تمامی زمان‌های نرمال یا مشاهده‌ای عناصر کاری جهت محاسبه‌ی زمان نرمال کل مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. به منظور بررسی زمان‌های یک عنصر کاری معمول است که در ابتدا آن را لیست می‌کنند سپس مورد بررسی قرار می‌دهند. چنانچه زمان‌هایی وجود داشته باشند که به طور واضحی بزرگتر یا کوچکتر از محدوده‌ی نرمال باشند دور آن‌ها دایره‌ای کشیده و مشخص می‌کند. این زمان‌ها باید به طور دقیق بررسی شود.

برگه رویه زمان سنجی																	
نام محصول:			نام بخش:			نام ایستگاه / عملیات:			کد ایستگاه / عملیات:								
شماره زمان سنجی:			نام اپراتور:			شماره پرسنلی:			صفحه: __ از __								
ساعت آغاز زمان سنجی:			زمان سنج:			تأیید کننده:			تاریخ تأیید:								
ساعت خاتمه زمان سنجی:			تاریخ زمان سنجی:			امضاء:			امضاء:								
زمان سپری شده:			امضاء:			امضاء:			امضاء:								
H		G		F		E		D		C		B		A		ضریب اصلاحی	
																	SK
																	EF
																	CD
																	CS
																جمع	
ST		WR		شرح عنصر		ST		WR		شرح عنصر		ST		WR		شرح عنصر	

وجود یک زمان غیر عادی بزرگ ممکن است ناشی از اشتباه در زمان سنجی باشد. وجود یک زمان طولانی می‌تواند ناشی از خطای محاسباتی باشد. اما احتمالاً شایع‌ترین دلیل به استثنای خطاها وجود تغییرات در مورد استفاده با برخی ویژگی‌های روش کاری است که موجب افزایش محتوای کاری وضعیت خاص ثبت شده می‌شود درچنین حالتی ضروری است دلیل را مشخص نموده و بررسی نمود که آیا احتمال وقوع آن زیاد است یا به ندرت ممکن است اتفاق بیفتد. در مورد حالت دوم می‌بایست زمان مربوطه حذف شده و متوسط باقی زمان‌های مربوط به آن عنصر باید محاسبه شود. در مورد اول زمان اضافه بر متوسط زمان‌ها می‌بایست محاسبه شده و به سایر زمان‌های احتمالی دیگر افزوده شود. در این وضعیت کل زمان اضافی به عنوان یک واقعه‌ی احتمالی یا تصادفی مدنظر قرار می‌گیرد. از سویی دیگر چنانچه بروز تغییرات اندک در محتوای کاری عنصر امری متداول است بهتر خواهد بود که هیچ زمانی از محاسبه‌ی زمان متوسط حذف نشود. وجود تغییرات کوچک فراوان در زمان‌های نرمال نشان دهنده‌ی ضرورت تغییر زمان سنج می‌باشد. حال چنانچه وقوع این تغییرات امری غیر قابل اجتناب باشد کاری که می‌توان کرد آن است که حداقل تعداد مشاهدات عنصر موردنظر را بایستی افزایش داد تا متوسط محاسبه شده‌ی تمامی زمان‌های پایه نماینده‌ی خوبی از زمان عنصر مربوطه باشند. زمان‌هایی که به میزان قابل توجهی کوتاه باشند نیز با دقت زیاد مورد بررسی قرار گیرند وجود چنین زمان‌هایی نیز می‌تواند ناشی از خطای زمان سنج باشد از سوی دیگر ممکن است نشان دهنده‌ی بهبود کوچکی در روش کاری باشد که در طول زمان سنجی آن وضعیت خاص رخ داده است در چنین صورتی می‌بایستی کار مجدداً مورد مطالعه قرار گرفته و توجه دقیق و خاصی به روی روش کاری مورد استفاده اعمال نمود مراحل کاری که در فوق مورد بحث قرار گرفت هنگامی معتبر است که زمان‌های غیر عادی، بسیار به ندرت اتفاق افتد و یا در غیر این صورت تغییرات کوچکی داشته باشد. وجود تغییرات بزرگ به تعداد زیاد نشان دهنده‌ی آن است که عنصر موردنظر عنصر متغیر بوده و به همان نحو نیز باید مورد مطالعه قرار گیرد.

مثال: در طول انجام زمان سنجی عملیات بررسی کردن و کشیدن روکش بر روی کتاب که با استفاده از روش الف صورت گرفته عنصری به شرح برداشتن یک کتاب، بررسی پشت آن اتفاق می افتد این عنصر ۳۱ بار مشاهده شده و زمان های پایه بر حسب صدم دقیقه به شرح زیر محاسبه شده اند:

۲۷	۲۶	۲۸	
۲۶	۲۵	۲۵	
۲۷	۲۹	۲۷	
۲۶	۲۸	۲۶	
۲۷	۲۷	۲۵	
۲۶	۲۷	۲۶	
۲۵	۲۶	۲۶	
۲۶	۲۷	۲۹	
۲۶	۲۷	۴۹	
۲۷	۲۶	۲۶	۲۶

مشاهده می شود دور عدد ۴۹ صدم دقیقه دایره کشیده شده علت وجود چنین زمانی ناشی از بررسی و رد شدن یک کتاب معیوب بوده است. با حذف این عدد جمع کل ۳۰ زمان پایه باقی مانده $۷/۹۷$ دقیقه به دست می آید. و بعد متوسط می گیریم که متوسط هر وضعیت $۰/۲۶۶$ دقیقه به دست می آید در این مرحله عدد ۲۶۶ در برگه خلاصه وارد شده و به برگه تجزیه و تحلیل مطالعات منتقل می شود البته در انتهای محاسبات مربوط به عنصر، زمان پایه ی نهایی انتخاب شده به نزدیک ترین عدد تا ۲ اعشار رقم گرد می شود. در این مثال می شود $۰/۲۷$ دقیقه.

روش دیگر که ضرورت تبدیل زمان های مشاهده ای به زمان های پایه را حذف می کند به این ترتیب است که زمان های مشاهده ای عنصر مورد نظر در زیر ضرایب مربوطه فهرست می شوند. به نحوی که جدول توزیع فراوانی به ازای ضرایب اصلاحی مختلف تشکیل می شود. در مورد عنصر مثال مطروحه جدول توزیع فراوانی به شکل زیر به دست می آید:

ضریب اصلاحی	۸۰	۸۵	۹۰	۹۵	۱۰۰	۱۰۵	
زمان های مشاهده ای	۳۱	۳۲	۳۰	۲۸	۲۸	۲۷	
		۳۱	۳۰	۳۰	۲۷		
		۳۰	۳۰	۲۷	۲۷		
		۳۱	۲۶	۲۶	۲۸	۲۶	
		۳۱	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	
			۲۸	۲۸	۲۶	۲۸	
				۲۹	۲۹	۲۷	
			۲۹				
			۲۹				
جمع کل زمان های مشاهده ای	۳۱	۱۵۵	۲۵۸	۱۹۵	۱۹۰	۲۷	
زمان های پایه	۲۵	۱۳۲	۲۳۲	۱۸۵	۱۹۰	۲۸	جمع کل: ۷۹۲

در جدول فوق تمام ۳۰ زمان مشاهده ای که مبنای محاسبه ی زمان های پایه مثالی قبلی بوده اند به استثنای زمان حذف شده آورده شده اند زمان های مشاهده ای مربوط به هر ضریب جمع شده و سپس این مقادیر در ضرایب مربوطه ضرب می شوند. نتایج به دست آمده (زمان های پایه کل) در ردیف آخر نوشته شده اند. جمع کل این زمان های پایه ۷/۹۲ دقیقه شده است که پس از تقسیم بر ۳۰ (تعداد مشاهدات) زمان پایه ی انتخابی را برای عنصر موردنظر $\frac{7/92}{30} = 0/264$ دقیقه را می دهد که این نتیجه با ۰/۲۶۶ دقیقه که به وسیله ی متوسط گیری زمان های پایه به دست آمد قابل مقایسه می باشد.

نکته: زمان نرمال زمان تئوری ماست ولی مبنای کار ما زمان استاندارد است .

تعیین الونس ها :

همانگونه که قبلاً بحث شد در طول مطالعه ی روش که می باید قبل از زمان سنجی کار صورت پذیرد انرژی صرف شده توسط کارگر به منظور انجام عملیات باید از طریق ایجاد روش ها و فرآیندهای بهبود یافته به حداقل کاسته شود در این رابطه اصول اقتصادی حرکت و در صورت امکان مکانیزه شدن مدنظر قرار می گیرد. حتی در مواقعی که عملی ترین، اقتصادی ترین و موثرترین روش نیز طراحی شود، همچنان بسیاری

از کارها نیازمند صرف تلاش انسانی خواهند بود. بنابراین مقادیری الونس برای رفع خستگی و استراحت می‌باید در نظر گرفته شود، الونس‌هایی نیز به منظور رفع نیازهای شخصی کارگر می‌باشد به وی داده شود. همچنین الونس‌های دیگری مانند: الونس‌های اضطراری ممکن است به زمان پایه افزوده شود تا محتوای کاری کامل گردد. به دلایل مختلف تهیه مجموعه‌ی قابل قبول جهانی از الونس‌های دقیق که بتوان آنها را در تمامی زمینه‌های کاری و در هر نقطه‌ای از جهان مورد استفاده قرار داد مشکلاتی را به همراه داشته است که مهمترین آنها عبارت است از:

(۱) عوامل مرتبط با شخص: هر کارگر منحنی یادگیری یا نرخ یادگیری منحصر به فردی دارد که می‌تواند بر

چگونگی انجام کار موثر باشد. همچنین شواهدی وجود دارد که نشان دهنده‌ی تأثیر تنوع نژادی بر روی میزان پاسخ کارگران به خستگی وارده دارد این امر خصوصاً در کارهای سنگین دستی مصداق بیشتری دارد. کارگرانی که ضعف تغذیه دارند نسبت به سایرین نیازمند زمان طولانی‌تری برای رفع خستگی می‌باشند.

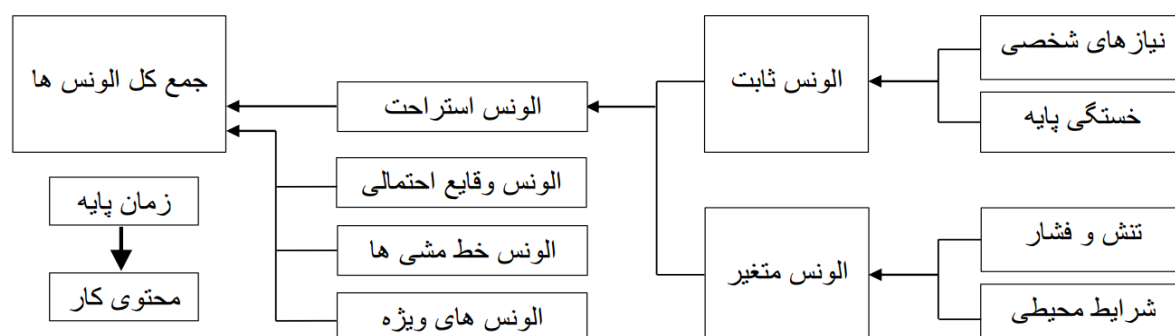
(۲) عوامل مرتبط با طبیعت کار: در بسیاری از جداول مربوطه برای الونس‌ها مقادیر ارائه شده ممکن است

برای کار سبک یا متوسط صنعتی قابل قبول باشند حال آنکه برای کار بسیار سنگین یا تنش‌زا همانند کار در مجاورت کوره‌های ذوب فلزات نامناسب می‌باشند علاوه بر موارد فوق هر موقعیت کاری دارای مشخصه‌ی ویژه خود می‌باشد که بر روی میزان خستگی وارده به کارگر تأثیر گذاشته یا منجر به تأخیر غیر قابل اجتناب در انجام کار شود.

(۳) عوامل مرتبط با محیط: با توجه به عوامل محیطی مختلف الونس‌های ویژه‌ی استراحت می‌بایست تعیین

شوند این عوامل می‌توانند حرارت، رطوبت، سروصدا، لرزش، محیط مرطوب، شدت روشنایی، گرد و غبار و مانند آنها باشند هر کدام از این عوامل بر روی مقدار الونس استراحت مورد نیاز تأثیر خواهند گذاشت.

با توجه به مباحث فوق انواع الونس‌ها را می‌توان به صورت زیر دسته بندی کرد:



از این مدل مشخص می شود که الونس های استراحت (به منظور رفع خستگی) تنها بخش اصلی زمان افزوده شده به زمان پایه می باشند. سایر الونس ها همانند وقایع احتمالی ؛ خط مشی و ویژه فقط تحت شرایط خاص قابل استفاده هستند.

الف) الونس های استراحت :

الونس استراحت ؛ فرجه زمانی است که به منظور فراهم نمودن موقعیت رفع خستگی فیزیکی یا روحی کارگر که ناشی از انجام کار مشخصی تحت شرایط معینی می باشد به زمان پایه افزوده می شود همچنین این زمان برای رفع نیازهای شخصی نیز منظور می شود میزان الونس به طبیعت کار وابسته می باشد. الونس رفع خستگی عنصر به عنصر به زمان های پایه افزوده می شود به نحوی که مقدار کار هر عنصر به طور مجزا به دست می آید. سپس زمان های استاندارد عناصر با یکدیگر جمع می شوند. تا زمان استاندارد کل کار یا عملیات به دست آید. الونس های استراحت به دو دسته ی اصلی ثابت و متغیر تقسیم می شوند. الونس های ثابت از اجزای زیر تشکیل می شود:

۱) الونس های نیازهای شخصی :

این الونس برای ترک ایستگاه کاری به منظور رفع نیازهای شخصی همانند: شست و شو، دستشویی رفتن و آب خوردن می باشد مقادیر الونس بین ۵ تا ۷ درصد می باشد.

۲) الونس های خستگی پایه :

مقدار این الونس همیشه ثابت و ۴ درصد زمان پایه می باشد. این مقدار برای کارگری که به طور نشسته کار سبکی را تحت شرایط کاری خوب انجام می دهد و از دست ها و پاها و حس های خود به نحو عادی استفاده می کند کافی است الونس های متغیر ؛ هنگامی که شرایط کاری به نحو قابل توجهی با موارد ذکر شده ی فوق ؛ متفاوت است به الونس های ثابت افزوده می شود. نمونه ای از جدول مورد استفاده برای تعیین این نوع الونس در شکل زیر آورده شده است:

درصد

A. الونس های ثابت:

(۱) الونس های نیازهای شخصی ۵

(۲) الونس خستگی پایه ۴

B. الونس های متغیر:

(۱) الونس ایستاده کارکردن ۲

(۲) الونس وضعیت غیر عادی:

a. تا حدودی خمیده ۰

T: خمیده ۲

C. بسیار خمیده (درازکش) ۷

(۳) استفاده از نیرو یا انرژی عضلانی (بلندکردن، کشیدن، هل دادن)

وزن های جابجایی شده بر حسب پوند درصد

۵ ۰

۱۰ ۱

۱۵ ۲

۲۰ ۳

۲۵ ۴

۳۰ ۵

۳۵ ۷

۴۰ ۹

۴۵ ۱۱

۵۰ ۱۳

۶۰ ۱۷

۷۰

۲۲

(۴) روشنایی نامناسب:

- a. اندکی پایین تر از میزان پیشنهادی ۰
- b. کاملاً کمتر ۲
- c. کاملاً نامناسب ۵

(۵) شرایط تهویه (گرما و رطوبت) - متغیر ۱۰-۰

(۶) توجه دقیق:

- a. کار نسبتاً دقیق ۰
- b. کار دقیق یا ظریف ۲
- c. کار بسیار دقیق یا بسیار ظریف ۵

(۷) سطح سروصدا:

- a. پیوسته ۰
- b. منقطع - بلند ۲
- c. منقطع - خیلی بلند ۵
- d. صدای گوش خراش و تیز ۵

(۸) تنش روحی:

- a. فرآیند نسبتاً پیچیده ۱
- b. پیچیده یا مستلزم توجه وسیع ۴
- c. بسیار پیچیده ۸

(۹) یکنواختی:

- a. کم ۰
- b. متوسط ۱
- c. زیاد ۴

(۱۰) خستگی کار:

- a. نسبتاً خسته کننده ۰
- b. خسته کننده ۲
- c. بسیار خسته کننده ۵

(ب) الونس‌ها وقایع احتمالی (C.A):

الونس وقایع احتمالی الونس کوچکی از زمان است که ممکن است جزء زمان استاندارد محسوب شود تا کارها یا تأخیرات قابل قبول را تحت پوشش قرار دهد اندازه گیری دقیق این تأخیرات یا کارها به خاطر وقوع غیر عادی یا نادر آنها غیر اقتصادی می‌باشد. الونس‌های وقایع احتمالی همیشه بسیار کوچک می‌باشند و معمولاً به صورت درصدی از کل زمان‌های پایه تکراری بیان می‌شود الونس‌های وقایع احتمالی بیش از ۵٪ نباید باشند و فقط در مواقعی که مطالعه کننده به طور کامل به یقین رسیده است که وقایع احتمالی قابل حذف نمی‌باشند و قابل قبول هستند به کار برده می‌شود.

(ج) الونس‌های خط مشی:

الونس‌های خط مشی، افزایش زمان استاندارد (به جز افزایش تشویقی) می‌باشد تا سطح رضایت بخشی از درآمد را برای سطح مشخصی از عملکرد تحت محیط‌های خاص ایجاد کند. الونس‌های خط مشی بخش واقعی از مطالعه کار نمی‌باشد و باید با حداکثر احتیاط و فقط در محیط‌های کاملاً تعریف شده به کار گرفته شوند این الونس ممکن است طبق توافق فقط به بخش کوچکی از نیروی کار تخصیص داده شود. در برخی مواقع الونس‌های خط مشی افزایشی موقتی به منظور جبران شرایط محیطی غیر عادی همانند عملکرد نامناسب بخشی از کارخانه یا اخلاف در کارکرد طبیعی به علت تغییرات یا جابجایی‌ها می‌باشد.

(د) الونس‌های ویژه:

الونس‌های ویژه به فعالیت‌هایی که بخش طبیعی سیکل کاری نمی‌باشند ولی وجود آنها برای انجام رضایت بخش کار ضروری است استفاده می‌شود چنین الونس‌هایی می‌تواند دائم یا موقت باشد و تا جایی که امکان دارد باید توسط زمان سنج تعیین شود تعدادی از الونس‌های به طور طبیعی به ازای هر بسته تولیدی تخصیص داده می‌شود. الونس راه اندازی یا setup یکی از الونس‌ها می‌باشد. که شامل زمان موردنیاز جهت عملیات آماده سازی ماشین یا فرآیند برای شروع تولید محصول جدید می‌باشد به زمان راه اندازی در برخی مواقع زمان آماده سازی نیز می‌گویند که مخالف زمان پیاده سازی می‌باشد که برای آن الونس پیاده سازی تخصیص داده می‌شود این الونس برای پوشاندن زمان موردنیاز جهت انجام تغییرات در ماشین یا فرآیند پس از تکمیل تولید محصول خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

الونس برگشتی:

به عنوان قسمتی از زمان استاندارد در نظر گرفته می‌شود. مشروط بر آنکه تولید ضایعات جزئی از فرآیند باشد، در بیشتر مواقع این الونس موقتی است مثلاً هنگامی که بسته‌ای از مواد اولیه به طور موردی نامرغوب باشد به ازای بسته‌ی خاصی از تولید مدنظر قرار می‌گیرد.

پس از تعیین مقادیر الونس‌ها می‌باید آنها در فرم‌های مناسبی ثبت نماییم شکل زیر نمونه‌ای از یک فرم تعیین الونس‌ها می‌باشد، که به ازای هر عنصر می‌باید به تفکیک آن را تکمیل نمود.

ردیف		صفحه		فرم تعیین الونس و محاسبه زمان استاندارد	
زمان استاندارد		جمع الونس ها + ۱		الونس خستگی کار	
زمان نرمال		C.A			
		یکنواختی فیزیکی			
		یکنواختی فکری			
		تنش فکری			
		تنش شنوایی			
		تنش بینایی			
		شرایط محیطی			
		شرایط نوری			
		اعمال نیرو			
		موقعیت غیر طبیعی			
		ایستادن			
		خستگی ثابت			
		نیازهای شخصی			
				نام محصول :	
				نام بخش :	
				نام ایستگاه/اصولیات :	
				کد ایستگاه/اصولیات :	
				نام مجموعه :	
				کد :	
				محلین :	
				ابزار تولیدی :	
				ابزار اندازه گیری :	
				مورد :	
				کد عنصر	

وضعیت موجود ☐ وضعیت پیشنهادی ☐ تاریخ بازنگری: ☐ تاریخ بازنگری: ☐

امضاء: امضاء:

تاریخ: تاریخ:

تهیه کننده: تایید کننده:

محاسبه زمان استاندارد:

برای محاسبه زمان استاندارد ۳ روش اساسی وجود دارد:

روش ۱): متوسط زمان مشاهده‌ای (OT) در ضریب اصلاحی ضرب شده و حاصل در یک به اضافه جمع الونس‌های مربوطه ضرب می‌شود.

$$S.T = OT \times R(1 + \sum^n A_i)$$

روش ۲): متوسط زمان‌های مشاهده‌ای در ضریب اصلاحی ضرب شده و حاصل بر حاصل ضرب یک منهای الونس‌های مربوطه تقسیم می‌شود.

$$ST = \frac{OT \times R}{\left[\prod_{i=1}^n (1 - A_i) \right]}$$

روش ۳): همان نتیجه‌ی روش ۲ به دست می‌آید ولی مراحل کاری برای دست یابی به نتایج متفاوت است.

مثال: فرض کنید یک سیکل کاری شامل ۳ عنصر می‌باشد خلاصه‌ی ۳ ساعت زمان سنجی کارگری که این عملیات را انجام می‌دهد در جدول زیر آورده شده است در طول انجام زمان سنجی ۱۸ دقیقه تأخیر غیر قابل اجتناب مشاهده شده است خط مشی آن است که برای رفع خستگی و نیازهای شخصی به ترتیب ۸٪ و ۵٪ الونس تخصیص دهد: الف) براساس شیفت کاری ۸ ساعته زمان استاندارد عملیات را بر حسب ساعت محاسبه نمایید؟ ب) الونس‌های تأخیرات غیر قابل اجتناب، الونس رفع خستگی و الونس رفع نیازهای شخصی

و جمع کل الونس‌ها را محاسبه کنید؟

عنصر	OT (min)	Fi	Ri
۱) دستی	۲/۸۰	$\frac{1}{5}$	۰/۸۰
۲) ماشینی	۱	$\frac{1}{1} = 1$	۱
۳) دستی	۰/۶	$\frac{1}{1} = 1$	۱/۲۰

روش ۳):

در این روش محاسبه زمان استاندارد، با کاهش زمانهای مجاز برای هر کدام از ضرایب الونسها در طول شیفت کاری آغاز می شود زمان باقی مانده نشان دهنده ی زمان کاری واقعی برای عملیات موردنظر می باشد (مقدار زمانی که به دست آمده مستقل از ترتیب تفریق مربوطه به ضرایب مختلف الونسها می باشد البته مقدار زمانهای کسر شده به ازای هر الونس وابسته به ترتیب استفاده از آنها خواهد بود) کل زمان باقی مانده شیفت برای کار واقعی به زمان نرمال هر سیکل تقسیم می شود. نتیجه به دست آمده تعداد استاندارد سیکل های کاری در هر شیفت خواهد بود در مراحل بعدی این مقدار مبنای محاسبه ی زمان استاندارد عملیات خواهد بود. هنگامی که بخواهید در هر شیفت استانداردهای جداگانه ای برای راه اندازی- پیاده سازی ماشین یا تعویض لباس ها و مانند آن داشته باشیم روش ۳ به روش ۲ ترجیح دارد. زیرا فهم مطلب راحت تر بوده و احتمال خطاهای محاسباتی را کاهش می دهد. در چنین حالتی با استفاده از روش ۲ زمان استاندارد مستقلی برای راه اندازی پیاده سازی محاسبه می شود و سپس این مقدار از کل زمان شیفت کاری کسر می شود در مرحله ی بعد زمان باقی مانده ی شیفت کاری برای محاسبه زمان استاندارد سیکل عملیاتی مورد استفاده قرار می گیرد.

به صورت پارامتری:

$$S.T_3 = \frac{\frac{1}{SH \times \prod_{i=1}^n (1 - A_i)}}{\frac{N.T}{SH}} = \frac{N.T}{\prod_{i=1}^n (1 - A_i)}$$

SH: طول زمانی شیفت کاری

روش (۳):



فصل هفتم: داده‌ی استاندارد

در یک کارخانه بسیاری از عملیات دارای عناصر مشترک فراوانی می‌باشد به عنوان مثال عنصر قدم زدن مولفه‌ی بسیاری از مشاغل می‌باشد. چنانچه زمان استاندارد برای عنصر به خصوص قدم زدن بتوان تهیه نمود به نحوی که از یک جدول قابل استخراج باشد نه تنها میزان تلاش و هزینه‌ی زمان سنجی کاهش خواهد یافت بلکه باعث می‌شود سازگاری بیشتر در تخمین‌های زمان رخ دهد. بنابراین ساخت بانک داده‌ی استاندارد برای عناصر گوناگونی که در کارخانه به طور مکرر رخ می‌دهند دارای مزیت خواهند بود. چنانچه چنین داده‌هایی برای محدوده‌ی وسیعی از عناصر موجود بوده و قابل اطمینان نیز باشند دیگر نیازی به انجام زمان سنجی جهت یک شغل جدید نمی‌باشد زیرا می‌توان به وسیله‌ی تقسیم کار به عناصر و مراجعه به بانک داده زمان‌های نرمال هر عنصر را استخراج نمود و سپس جمع کل زمان موردنیاز جهت انجام کار موردنظر را محاسبه نمود و در نهایت با افزودن الونس‌های مناسب زمان استاندارد کار را به دست آورد.

مراحل ایجاد داده‌ی استاندارد:

(۱) محدوده‌ی عملیات یا کارگاه‌ها را مشخص کنید: محدوده‌ای که برای آن داده‌ی استاندارد قابل تهیه است می‌تواند به یک یا چند دپارتمان مختص باشد و یا دامنه‌ی محدودی از فرآیند یک کارخانه را شامل شود مشروط بر آنکه عناصر مشابه فراوانی که به طریق یکسانی اجرا می‌شوند در انجام آن کارها وجود داشته باشند.

(۲) از طریق تجزیه و تحلیل کار آن را به عناصر تقسیم کنید: در این مرحله سعی کنید تا جایی که امکان دارد عناصری که در بین کارهای مختلف مشترک می‌باشند را شناسایی کنید. به عنوان مثال فرض کنید کارگری در یک کارخانه‌ی بسته بندی میوه در انتهای خط کار می‌کند و وظیفه‌ی او جابجایی کارتن میوه از نوار نقاله چاپ نام مشتری بر روی کارتن و انتقال آن بر روی یک پالت می‌باشد چنین عملیاتی ممکن است به طرق مختلف به عناصر تقسیم شود اما چنانچه مطالعه کننده به شرح ذیل عمل نماید ممکن

است بسیاری از اجزای عناصر را بیابد. که در سایر قسمت‌های کارخانه نیز رخ دهد تقسیم بندی پیشنهادی به شرح زیر است:

a. بلند کردن کارتن از روی نقاله و قرار دادن آن بر روی میز

b. قرار دادن شابلون بر روی کارتن

c. به کمک یک قلموی ۱۰ سانتی متری و رنگ، چاپ نام و آدرس مشتری

d. بلند کردن کارتن

e. حمل کارتن

f. قرار دادن بر روی پالت

عناصر ((بلند کردن و قرار دادن کارتن)) و ((حمل کارتن)) ممکن است در بسیاری از کارها داخل کارخانه رخ دهند البته ضرورتی ندارد که دقیقاً به همان صورت باشد.

۳) در رابطه با سیستم زمان سنجی تصمیم گیری کنید: یعنی آیا از ساعت زمان سنجی استفاده خواهید کرد (سیستم‌های میکروسکپیک) یا از سیستم‌های PTS (سیستم‌های میکروسکپیک) را به کار خواهید گرفت. طبیعت کار و هزینه‌ی اجرای هر کدام از این سیستم‌ها عوامل اصلی در تصمیم گیری می‌باشند.

۴) عواملی که احتمالاً بر روی زمان هر کدام از عناصر تأثیر می‌گذارند را تعیین نموده و آنها را به

دو دسته اصلی و فرعی تقسیم می‌کنیم. به عنوان مثال: راه رفتن یک کارگر را در نظر بگیرید چنانچه این فعالیت زمان سنجی شود مشاهده خواهد شد که همیشه زمان‌های ثبت شده متغیر می‌باشد و این امر ناشی از عوامل متعددی است که تعدادی از آنها اصلی و تعدادی دیگر فرعی می‌باشند. در این مثال: عوامل به شرح زیر تعریف می‌شود:

فعالیت موردنظر: قدم زدن محدود از یک نقطه شروع ایستا به نقطه پایان ایستا.

عوامل موثر بر زمان فعالیت: عامل اصلی: فاصله قدم زدن و عوامل فرعی: توانایی فیزیکی کارگر، درجه حرارت، رطوبت، نور، انگیزه‌های کاری و تغییرات ناشی از زمان سنج.

عامل اصلی موثر در قدم زدن فاصله‌ی مسیر می‌باشد اما به هر حال سایر عوامل فرعی تأثیر کمی داشته و موجب تغییرات اندکی از مشاهده‌ای به مشاهده‌ی دیگری می‌شود.

۵) زمان اجرای فعالیت را با استفاده از مشاهده‌ی مستقیم اندازه گیری می‌کنیم.

در بسیاری از مواقع ممکن است با وضعیتی سروکار داشته باشیم که بیش از یک عامل اصلی بر روی زمان انجام فعالیت تأثیر می‌گذارد.

مثال: فرض کنید به کمک یک اره برقی چوب‌هایی از یک نوع را برش می‌دهند هنگامی که عوامل اصلی و فرعی تجزیه و تحلیل می‌شوند به نتایج زیر می‌رسیم فعالیت موردنظر: بریدن چوب‌هایی از یک نوع به وسیله‌ی تغذیه‌ی دستی اره برقی

عوامل اصلی موثر بر زمان فعالیت: تغییر در ضخامت چوب، تغییر در عرض چوب

عوامل فرعی فعالیت: توانایی فیزیکی کارگر، درجه حرارت، رطوبت، روشنایی، روش نگهداری چوب، میزان نیروی اعمال شده و تجربه کارگر.

تعیین زمان استاندارد به روش رگرسیون:

$$y = mx + b$$

y : مختصات عمودی - زمان استاندارد

x : فاصله مختصات افقی - عملیات

m : (نسبت تغییر زمان با توجه به تغییر فاصله) - شیب خط

b : عرض از مبدأ - محل تقاطع خط با محور y در نقطه $x=0$

N : تعداد داده ها

$$b = \frac{(\sum x^2)(\sum y) - (\sum x)(\sum xy)}{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$m = \frac{N(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

X	y
10	0.1118
20	0.2127
30	0.3034
40	0.4035

(مثال)

با توجه به جدول داده های مقابل

زمان استاندارد را به روش

رگرسیون محاسبه نمایید.

تعیین زمان استاندارد با استفاده از روش رگرسیون:

فصل هشتم: تعیین استانداردهای زمان

برای وضعیت های کار با ماشین

امروزه عملیاتی که در آن بخشی از عناصر کاری توسط اپراتور و بخشی دیگر توسط ماشین و به طور اتوماتیک انجام شود رو به افزایش است در چنین مواردی کارگر همزمان با عملیات اتوماتیک ماشین ممکن است بیکار بماند و یا فعالیت مشخصی را همزمان با آن به انجام برساند در چنین مواقعی روش محاسبه‌ی زمان استاندارد متفاوت خواهد بود در این فصل محور بحث چگونگی تبدیل زمان‌های پایه به زمان‌های استاندارد در وضعیت کاری انسان - ماشین می‌باشد. اصطلاحات و مفاهیمی که در مطالعه‌ی میزان به کارگیری ماشین‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند به شرح زیر است:

(۱) زمان حداکثر ماشین: حداکثر مدت زمانی است که در طول پریود موردنظر ماشین یا ماشین های مربوطه می‌تواند کار کند. به عنوان مثال: ۲۴ ساعت در یک شبانه روز یا ۱۶۸ ساعت در هفته.

(۲) زمان دسترسی به ماشین: مدت زمانی است که برای استفاده از ماشین برنامه ریزی صورت گرفته است مثلاً یک روز و یا یک هفته کاری بعلاوه اضافه کاری.

(۳) زمان بیکاری ماشین: مدت زمانی است که ماشین برای تولید و یا کارها خدماتی در اختیار است ولی به دلایلی چون نبود کار، نبود مواد یا نبود کارگر مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

(۴) زمان امور خدماتی ماشین: مدت زمانی است که ماشین به طور موقت به دلایلی چون: تعویض قطعه، تنظیم ماشین، نظافت، ماشین و امثال آن کار تولیدی انجام نمی‌دهد.

(۵) زمان از کار افتادگی ماشین: مدت زمانی است که ماشین به کار تولیدی یا خدماتی مشغول نیست که ناشی از: خراب شدن ماشین، سرویس و نگهداری و یا موارد مشابه می‌باشد.

۶) زمان کارکرد ماشین: به مدت زمانی گفته می‌شود که ماشین عملاً به کار مشغول است به عبارت دیگر

زمان دسترسی به ماشین منهای زمان از کار افتادگی، زمان بیکاری و زمان امور خدماتی ماشین.

نکته: مدت زمانی که ماشین در حال کار می‌باشد با مشاهده‌ی مستقیم قابل تشخیص است هر چند عملاً

ممکن است ماشین به بهترین نحو ممکن و یا به شیوه‌ای که باید تولید کند مشغول به کار نباشد بنابراین

ضروری است مفهوم دیگری را تعریف کنیم :

زمان کارکرد ماشین در وضعیت استاندارد: مدت زمانی است که ماشین تحت شرایط بهینه به تولید

مشغول است ، مناسب‌ترین روش اندازه گیری کار برای مطالعه‌ی میزان به کار گیری ماشین نمونه برداری از

کار می‌باشد.

نتایج حاصل از مطالعات به عمل آمده بر روی میزان به کارگیری ماشین بهتر است در غالب اندیس‌ها یا

نسبت‌ها بیان شود به همین منظور سه اندیس که به طور متداول مورد استفاده قرار می‌گیرند به شرح زیر

است:

۱) شاخص به کار گیری ماشین که عبارت است از نسبت زمان به کارگیری ماشین به زمان دسترسی به

ماشین.

۲) شاخص کارایی ماشین که عبارت است از نسبت زمان کارکرد ماشین در وضعیت استاندارد به زمان

کارکرد ماشین.

$$\text{شاخص کارایی} = \frac{\text{زمان کارکرد ماشین در وضعیت استاندارد}}{\text{زمان کارکرد ماشین}}$$

نکته: نسبت ۱ یا (۱۰۰٪) نشان دهنده‌ی وضعیت ایده آل می‌باشد که ماشین همیشه با بهترین ظرفیت

ممکن به تولید اشتغال دارد.

۳) شاخص به کارگیری موثر ماشین که عبارت است از نسبت زمان کارکرد ماشین در وضعیت استاندارد

به زمان دسترسی به ماشین.

کار محدود شده:

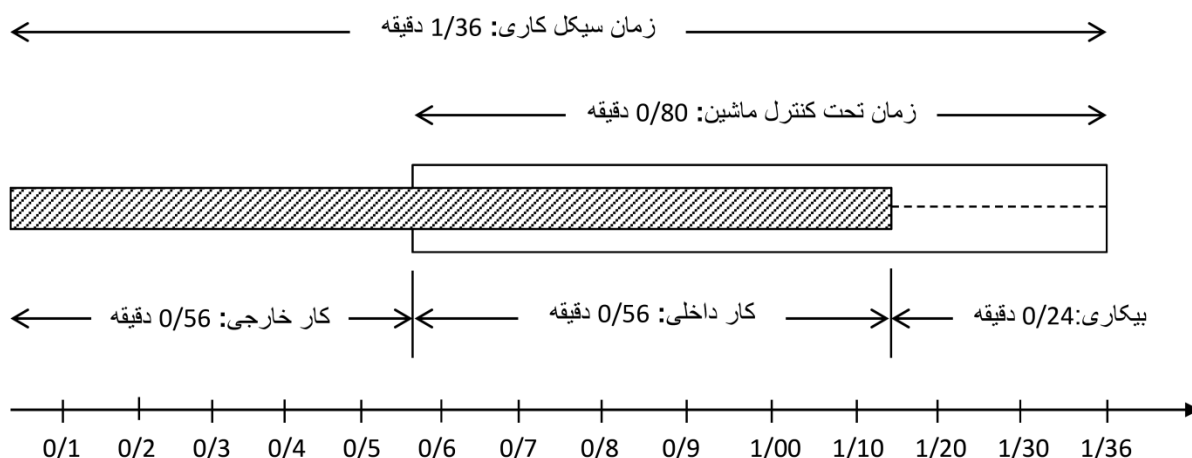
کار محدود شده به وضعیتی گویند که میزان تولید کارگر محدود به عواملی باشد که خارج از کنترل وی است. مثال متداول کار محدود شده حالتی است که یک کارگر با یک ماشین اتوماتیک به تولید مشغول است در چنین وضعیتی بخشی از سیکل کاری اختصاص به عملیات اتوماتیک ماشینی خواهد داشت. اپراتور در طول عملیات ماشینی می‌تواند عناصر دستی را با سرعت استاندارد سریع‌تر و یا کندتر از آن انجام دهد که فقط بر روی ضریب اصلاحی کارگر تأثیر می‌گذارد ولی بدیهی است بر روی میزان تولید تأثیر نخواهد گذاشت.

زیرا ماشین به طور اتوماتیک مشغول به کار بوده و زمان آن متأثر از نحوه‌ی کارکرد کارگر نمی‌باشد.

یک اپراتور، یک ماشین:

نمودار استفاده برای نمایش کاری یک اپراتور، یک ماشین به صورت شکل زیر است:

توجه نمایید که این نمودار دارای مقیاس زمانی است.



علائم:

ماشین در حال کار است

اپراتور در حال کار است

اپراتور بیکار است

مدت زمانی که ماشین در حال کار است با عنوان زمان تحت کنترل ماشین مشخص می‌شود. مشاهده می‌شود که اپراتور بخشی از کار دستی خود را زمانی که ماشین متوقف است انجام می‌دهد و بخشی دیگر را زمانی که ماشین در حال کار است به این ترتیب به این فعالیت‌ها، فعالیت‌های کار خارجی و کار داخلی می‌گویند و بالاخره زمانی وجود دارد که در طول آن کارگر به انتظار تکمیل عملیات ماشینی می‌ماند که به آن زمان بیکاری می‌گویند.

در نمودارهایی از این نوع طول زمانی که کارگر کار می‌کند به صورت زمان پایه (یعنی عملکرد استاندارد) محاسبه شده و نمایش داده می‌شود، در مثال ترسیمی هیچ گونه الونسی داده نشده است و صرفاً زمان‌های عملیاتی کارگر با سرعت استاندارد محاسبه شده و زمان‌های پایه بر حسب دقیقه نشان داده شده‌اند. هنگامی که بخواهیم زمان بیکاری را محاسبه کنیم باید در ابتدا زمان کاری با عملکرد استاندارد محاسبه شده و سپس الونس‌های مربوطه تخصیص داده شود.

محاسبه الونس‌های استراحت:

در کار محدوده شده ضروری است الونس نیازهای شخصی و الونس رفع خستگی به طور کاملاً مستقل محاسبه شود. دلیل چنین کاری آن است که الونس نیازهای شخصی فقط محدود به مدت زمان فعالیت‌های کارگر نمی‌باشد. و شامل کل سیکل کاری است. پس از محاسبه الونس می‌بایست بررسی شود. که آیا می‌توان تمام یا بخشی از آن را در طول سیکل کاری منظور نمود یا باید این الونس به جمع زمان تحت کنترل ماشین و کار خارجی افزوده شود. تا بتوان طول واقعی سیکل کاری را محاسبه نمود.

چنانچه سیکل کاری بسیار طولانی باشد زمان های بیکاری نیز بلند مدت باشند تحت شرایطی خاص می‌توان کل الونس نیازهای شخصی و الونس رفع خستگی را در طول سیکل در فاصله‌ی زمانی بیکاری کارگر منظور نمود. چنین فواصل بیکاری فقط مواقعی برای الونس نیازهای شخصی مناسب هستند که به قدر کافی طولانی باشند به طور مثال ۱۰ تا ۱۵ دقیقه و ضمناً به صورت پیوسته رخ دهند و کارگر نیز بتواند محل کار خود را به طور موقت ترک کند. مواقعی که طول سیکل کاری کوتاه است کل الونس نیازهای شخصی خارج از سیکل کاری منظور می‌شود. در مثال قبل زمان سیکل کاری ۱/۳۶ دقیقه می‌باشد. بنابراین امکان ندارد که الونس نیازهای شخصی در طول سیکل منظور شود. الونس رفع خستگی ویژگی دیگری دارد زمان‌های بیکاری کوتاه مدت نیز می‌تواند برای رفع خستگی مورد استفاده قرار گیرد مشروط بر آنکه اپراتور بتواند به طور واقعی در طول این مدت استراحت نماید و ضرورتی نداشته باشد که در طول این مدت به طور پیوسته هوشیار بوده و یا بر عملکرد ماشین نظارت کند و حتماً صندلی نیز در نزدیکی وی وجود داشته باشد معمولاً زمان‌های بیکاری ۰/۵ دقیقه‌ای و کمتر برای استراحت کافی نمی‌باشد. حال آنکه زمان‌های ۱/۵ دقیقه‌ای و یا بیشتر از آن به طور کامل برای رفع خستگی می‌تواند مدنظر قرار گیرند بنابراین زمان‌های ۰/۵ دقیقه‌ای یا کمتر در محاسبات مربوطه حذف می‌شوند برای فواصل زمانی بین ۰/۵ دقیقه و ۱/۵ دقیقه می‌بایست زمان موثر برای رفع خستگی محاسبه شود. به همین منظور باید از زمان بیکاری واقعی ۰/۵ دقیقه را کسر نموده و حاصل را در ۱/۵ ضرب نماییم.

-	۰/۵ دقیقه
۰/۷۵ دقیقه	۱ دقیقه
۱/۱۲ دقیقه	۱/۲۵ دقیقه
۱/۵ دقیقه	۱/۵ دقیقه

مثال: برای ۴ فاصله‌ی زمانی بین

۰/۵ و ۱/۵ دقیقه محاسبات

مربوط به عمل آمده و نتایج به

شرح زیر می‌باشد.

با توجه به مبحث فوق هم طول سیکل کاری و هم شیوه‌ی رخداد کار داخلی بر روی نحوه‌ی منظور نمودن

الونس استراحت تأثیر می‌گذارد. چهار وضعیت به شرح زیر قابل تعریف هستند.

(۱) تمامی الونس رفع نیازهای شخصی و تمامی الونس رفع خستگی باید خارج از سیکل کاری منظور شود.

(۲) الونس نیاز شخصی باید خارج از سیکل کاری منظور شود ولی الونس رفع خستگی می‌تواند داخل سیکل

کاری در نظر گرفته شود.

(۳) الونس رفع نیاز شخصی و مقداری از الونس رفع خستگی باید خارج از سیکل کاری باشد اما ما بقی الونس

رفع خستگی می‌تواند در داخل آن منظور شود.

(۴) تمامی الونس رفع نیاز شخصی و رفع خستگی می‌تواند در داخل سیکل کاری منظور شود.

فصل نهم: تکنیک‌های کمی برای تعیین

روابط انسان – ماشین

روابط انسان – ماشین معمولاً یکی از ۳ نوع زیر می‌باشد:

(۱) سرویس همزمان

(۲) سرویس کاملاً تصادفی

(۳) ترکیبی از سرویس همزمان و سرویس تصادفی

اختصاص بیش از یک ماشین به یک اپراتور به ندرت منجر به وضعیت ایده آلی می‌شود که در آن هم کارگر و هم ماشین در تمامی طول سیکل مشغول به کار باشند. این چنین وضعیت‌های ایده‌آلی تحت عنوان سرویس همزمان مشخص شده و تعداد ماشین‌های تخصیص به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$N = \frac{L + M}{L}$$

N: تعداد ماشین‌های تخصیصی به اپراتور

L: کل زمان سرویس هر ماشین (نصب و پیاده سازی قطعه)

M: کل زمان کارکرد ماشین

مثال: اگر کل زمان سرویس دهی برابر با یک دقیقه و در همان ضمن زمان سیکل ماشین ۴ دقیقه باشد.

تعداد ماشین تخصیص یافته در سرویس همزمان چه تعدادی است؟

$$N = \frac{1 + 4}{1} = 5$$

(۱) سرویس همزمان :

در صورتی که در مثال فوق تعداد ماشین‌ها افزایش یابد به تداخل ماشین رخ خواهد داد. و ما وضعیتی داریم که در آن یک ماشین و یا بیشتر برای بخشی از سیکل کاری بیکار می‌باشد در صورتی که تعداد ماشین‌ها به کمتر از ۵ کاسته شود اپراتور برای بخشی از سیکل بیکار خواهد بود. روشی بهترین خواهد بود که هزینه‌ی هر ماشین بیکار و نرخ ساعتی اپراتور را مدنظر قرار دهد تکنیک‌های کمی می‌تواند برای تعیین بهترین ترکیب مورد استفاده قرار گیرد. تعداد تجهیزاتی که به هر اپراتور باید تخصیص داد با استفاده از تعیین عدد صحیح و با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود :

$$N_1 \leq \frac{L + M}{L + W}$$

N_1 : بزرگترین عدد صحیحی که در نامساوی صدق می‌کند.

W : زمان قدم زدن نرمال از یک ماشین به ماشین دیگر برحسب ساعت

M : کل زمان کارکرد

L : کل زمان سرویس

با استفاده از فرمول فوق مشاهده می‌شود هنگامی که اپراتور N_1 ماشین را سرویس می‌دهد. زمان سیکل $L+M$ می‌باشد. زیرا در این حالت اپراتور در کل سیکل مشغول نخواهد بود ولی در عین حال تجهیزاتی که در زیر نظر او اداره می‌شود در کل طول سیکل مشغول می‌باشد.

با استفاده از N_1 کل هزینه‌ی مورد انتظار به شرح زیر محاسبه می‌شود :

$$TEC_{N_1} = \frac{k_1(L + M) + N_1 K_2(L + M)}{N_1}$$

$$= \frac{(L + M)(k_1 + NK_2)}{N_1}$$

TEC: هزینه تولید در هر سیکل توسط هر ماشین

K_1 : هزینه اپراتور بر حسب تومان در ساعت

K_2 : هزینه ماشین بر حسب تومان در هر ساعت

پس از محاسبه‌ی این هزینه می‌بایست هزینه‌ی تخصیص ($+ 1N_1$) ماشین به اپراتور را نیز به دست آورد. در این وضعیت زمان سیکل به وسیله‌ی سیکل کاری اپراتور تعیین می‌شود. زیرا در این شرایط ماشین مقداری زمان بیکاری خواهد داشت. زمان سیکل در این حالت می‌شود $(N_1 + 1)(L + W)$ فرض کنید $(N_2 = N_1 + 1)$ باشد در این صورت کل هزینه‌ی مورد نیاز برای N_2 ماشین به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$TECN_2 = \frac{(k_1)(N_2)(L + W) + (K_2)(N_2)^2(L + W)}{N_2} =$$

$$[(L + W)][K_1 + K_2(N_2)]$$

تعداد ماشین‌های تخصیصی بستگی خواهد داشت به اینکه کمترین هزینه‌ی مورد انتظار کل به ازای هر قطعه مربوط به N_1 ماشین می‌باشد یا N_2 ماشین.

۲) سرویس کاملاً تصادفی:

در مواقعی کاربرد دارد که طول مدت سرویس و زمان انجام آن از قبل مشخص نباشد معمولاً در این حالت مقادیر میانگین مشخص بوده و یا قابل تعیین می‌باشد با استفاده از این میانگین ها و قوانین احتمالات می‌تواند ابزار سودمندی جهت تعیین تعداد ماشین‌های تخصیصی به هر اپراتور باشد؛ عبارت متوالی بسط دو

جمله ای ، تخمین سودمندی از احتمال خراب بودن ۰ ، ۱ ، ۲ ، ...، n ماشین را خواهد داد. (به طوری که n نسبتاً کوچک است) با این فرض که هر ماشین در زمان های تصادفی خراب شده و احتمال کارکرد آن P و احتمال خراب بودن آن q باشد. به عنوان مثال می‌خواهیم حداقل زمان از دست رفته ماشین را برای تعدادی از ماشین های تراشی که به یک اپراتور تخصیص داده شده‌اند را بدست آوریم تخمین زده شده‌است که ماشین ها در ۶۰٪ مواقع بدون نیاز به رسیدگی در حال کار می‌باشند. اپراتور در فواصل نامنظم و به طور متوسط در ۴۰٪ مواقع به ماشین ها رسیدگی می‌نماید. آنالیز تخمین می‌زند که برای هر اپراتور باید ۳ ماشین تراش اختصاص داد. تحت این شرایط ترکیب‌های کارکرد ماشین (P) و یا خراب بودن آن (q) به صورت احتمالات زیر قابل بیان است :

$$(p + q)^3 = P^3 + 3p^2q + 3pq^2 + q^3$$

بنابراین بخشی از زمان که تعدادی از ماشین‌ها خراب ضایعه بود را می‌توان تعیین کرد و هر روز به ازای ۳ ماشین قابل مطالبه می‌باشد در این مثال داریم :

تعداد ماشین های خراب	احتمال	ساعت ماشین از دست رفته به ازای یک روز کاری ۸ ساعته
۰	۰/۲۱۶	۰
۱	۰/۴۳۲	۰
۲	۰/۲۸۸	۰/۲۸۸ * ۸ = ۲/۳۰۴
۳	۰/۰۶۴	۲ * ۰/۰۶۴ * ۸ = ۱/۰۲۴

از آنجایی که فقط یک ماشین خراب می‌باشد اپراتور می‌تواند به آن رسیدگی کند.

نسبت زمان از دست رفته ماشین مطلوب است؟

محاسبات مشابهی را می‌توان برای تخصیص تعداد کمتر یا بیشتری از ماشین‌ها انجام داد تا تخصیصی که منجر به حداقل زمان خراب ماندن ماشین می‌شود بدست آید ، مناسب‌ترین ترتیب معمولاً مربوط به حالتی است که منجر به حداقل ((هزینه‌ی انتظاری کل)) به ازای هر قطعه می‌شود، با استفاده از رابطه‌ی زیر می‌توان TEC مربوط به یک ترکیب مشخص را بدست آورد :

$$TEC = \frac{K_1 + NK_2}{\text{تعداد قطعات تولیدی N ماشین در هر ساعت}}$$

K_1 : نرخ ساعتی اپراتور

K_2 : نرخ ساعتی ماشین

N: تعداد ماشین‌های تخصیصی

با دانستن زمان متوسط سرویس کاری ماشین زمان متوسط موردنیاز هر ماشین و زمان از دست رفته یا خرابی مورد انتظار در هر ساعت می‌توان تعداد قطعات تولیدی N ماشین را در هر ساعت محاسبه نمود به عنوان مثال فرض کنید ۵ ماشین به یک اپراتور تخصیص داده شده است و مشخص گردیده که زمان ماشین کاری هر قطعه ۰/۸۲ ساعت و زمان سرویس ماشین به ازای هر قطعه ۰/۱۷ ساعت، زمان از کار افتادگی ماشین به طور متوسط ۰/۱۱ ساعت به ازای هر ماشین در هر ساعت می‌باشد. بنابراین هر ماشین برای کار تولیدی فقط به میزان ۰/۸۹ ساعت در اختیار است. زمان متوسط موردنیاز برای تولید یک قطعه توسط هر ماشین برابر است با:

بنابراین ۵ ماشین در هر ساعت ۴/۵ قطعه تولید خواهد نمود، اگر هزینه‌ی ساعتی اپراتور ۲/۸ واحد پولی و نرخ ساعتی ماشین ۶ واحد پولی باشد، هزینه‌ی انتظاری کل برای هر قطعه چقدر خواهد شد؟

ترکیبات مختلفی از سرویس همزمان و سرویس تصادفی متداول ترین روابط انسان و ماشین می توانند باشند در این حالت ، زمان سرویس ثابت بوده ولی زمان از کار افتادگی ماشین تصادفی است.

فصل دهم: نمونه برداری از کار

نمونه برداری از کار ابزار مفیدی جهت کسب اطلاعات در رابطه با واقعیت‌های رخ داده می‌باشد. در بسیاری از موارد با استفاده از این تکنیک می‌توان اطلاعات موردنیاز در رابطه با انسان یا ماشین را در زمان کوتاه‌تر و با هزینه‌ی کمتر به دست آورد. نمونه برداری از کار در ساده‌ترین حالت خود عبارت است از انجام مشاهدات تصادفی از یک یا چند اپراتور یا ماشین و ثبت وضعیت آنان مبنی بر کار یا بیکاری.

مثال: اگر اپراتوری مشغول به کار باشد یک علامت به صورت چوب خط در قسمت در حال کار زده می‌شود. و اگر بیکار باشد همین علامت در قسمت بیکاری ثبت می‌شود. در جدول زیر از کل ۴۰ مشاهده‌ی به عمل آمده ۳۶ مورد مربوط به کار و ۴ مورد مربوط به بیکاری بوده است. بنابراین درصد بیکاری و درصد در حال کار برابر است با:

$$\frac{36}{40} \times 100 = 90\% \quad \text{درصد در حال کار برابر است با: } 90\%$$

$$(4 \div 40) \times 100 = 10\% \quad \text{درصد بیکاری برابر است با: } 10\%$$

اگر این مطالعه در ۸ ساعت کاری صورت گرفته باشد نتایج مشخص می‌کند که اپراتور در ۱۰٪ اوقات یعنی ۴۸ دقیقه در روز بیکار و در ۴۳۲ دقیقه در روز مشغول به کار بوده است.

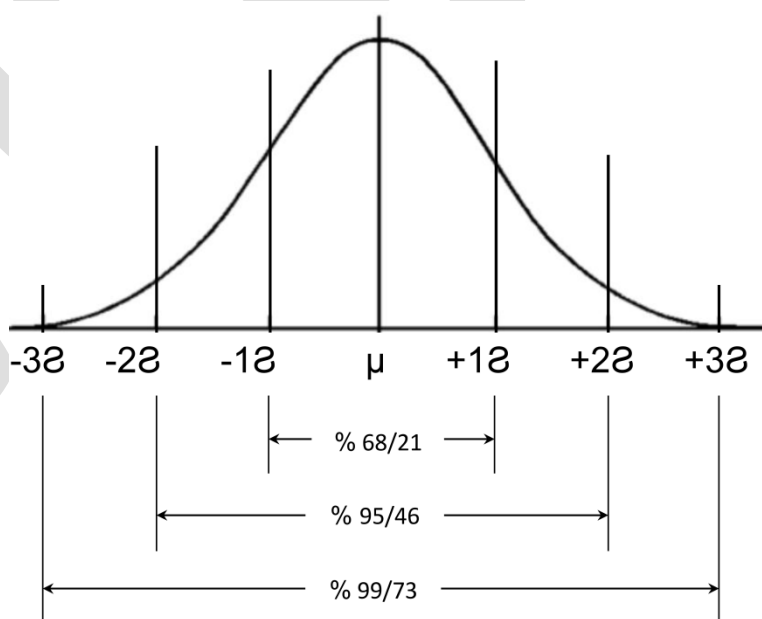
وضعیت	آمار	جمع کل
در حال کار		۳۶
بیکار		۴

مفاهیم آماری در رابطه با نمونه برداری از کار:

نمونه برداری از کار متکی به قوانین احتمالات می باشد. یک نمونه‌ی تصادفی از مجموعه‌ی بزرگ تمایل به داشتن همان خصوصیات توزیع مجموعه‌ی بزرگ را دارد اگر اندازه‌ی نمونه به قدر کافی بزرگ باشد مشخصات و خصوصیات نمونه با خصوصیات و مشخصات مجموعه‌ی جهانی دارای تفاوت اندکی خواهد بود.

منحنی توزیع نرمال:

منحنی توزیع نرمال در نمونه برداری از کار دارای اهمیت خاصی است زیرا این منحنی به صورت گرافیکی، احتمالات پیشامد وقایع را نشان می دهد سطح زیر منحنی نرمال رابطه‌ی مشخصی با میزان انحراف از میانگین آن دارد. σ نشان دهنده‌ی انحراف استاندارد می باشد.



جدول زیر سطح منحنی زیر نرمال را برای مقادیر مختلف انحراف استاندارد نشان می دهد:

مقدار انحراف استاندارد (سیگما)	۰	۰/۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	۴
درصد زیر منحنی	۰	۳۸/۲۹	۶۸/۲۷	۸۶/۶۴	۹۵/۴۵	۹۸/۷۶	۹۹/۷۳	۹۹/۹۵	۹۹/۹۹۴

محاسبه‌ی تعداد مشاهدہ‌ی موردنیاز:

برای تعیین تعداد مشاهدات موردنیاز از توزیع نسبت‌ها استفاده می‌شود. این توزیع با افزایش تعداد نمونه‌ها به توزیع نرمال نزدیک می‌شود رابطه‌ی زیر برای تعیین اندازه‌ی نمونه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$SP = Z \delta p$$

انحراف استاندارد توزیع نسبت‌ها که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$\delta p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$

$$sp = z \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$

S = درصد دقت موردنظر

P = درصد وقوع پدیده

N = تعداد مشاهدات تصادفی

Z = ضریبی که با توجه به سطح اطمینان تعیین می‌شود

مثال: فرض کنید می‌خواهیم درصد زمان بیکاری یک ماشین فرزند در یک دپارتمان تخصصی مشخص را حساب کنیم و فرض کنید سطح اطمینان ۹۵٪ با دقت $\pm 5\%$ مدنظر باشد. می‌خواهیم تعداد مشاهدات تصادفی موردنیاز را محاسبه نماییم قبل از اینکه بتوانیم از معادله‌ی مطروحه استفاده کنیم لازم است مقدار p را تخمین بزنیم برای این منظور لازم است مطالعات آزمایشی بر روی ماشین فرزند صورت گیرد. فرض کنید در مطالعه‌ی مقدماتی ۱۰۰ مشاهده صورت گرفته که در آن ۲۵ بار ماشین به صورت بیکاری مشاهده شده

در این صورت درصد بیکاری چقدر است؟

$$\frac{25}{100} \times 100 = 25\%$$

اکنون می‌توان مقدار N را محاسبه نمود می‌دانیم $p = 25\%$, $s = \pm 5\%$ پس خواهیم داشت:

پس از انجام ۵۰۰ مشاهده نتایج زیر به دست آمد:

تعداد مشاهداتی که ماشین در حال کار بوده ۳۵۰ و تعداد مشاهداتی که ماشین بیکار بوده ۱۵۰

$$\frac{150}{500} \times 100 = 30\%$$

در نتیجه درصد بیکاری برابر است با:

این اطلاعات جدید ما را قادر می‌سازد تا تعداد مشاهدات موردنیاز را محاسبه کرده و مقدار به دست آمده‌ی قبلی را کنترل نماییم:

منطقی است مقدار N را طی فواصل منظم به طور مثال در انتهای هر روز محاسبه کنید تا ارزیابی بهتری از روند مطالعه در دست داشته باشیم.

محاسبه درصد دقت برای مشاهدات انجام شده:

بعد از تکمیل مطالعه لازم است محاسباتی در رابطه با کنترل درصد دقت به دست آمده صورت گیرد این کار با مطالعه‌ی S به جای N امکان پذیر است.

مثال: فرض کنید نتایج نهایی یک مطالعه به صورت زیر باشد:

تعداد مشاهداتی که ماشین در حال کار بوده است ۲۶۰۰

تعداد مشاهداتی که ماشین بیکار بوده ۱۴۰۰

جمع کل مشاهدات ۴۰۰۰

الف) مقدار P را بدست آورید؟

ب) سپس مقدار S را بدست آورید؟

چنانچه در این مثال میزان دقت مطلوب $\pm 5\%$ تعیین شده باشد چون $4/3\%$ از این مقدار کمتر است لذا می‌توانیم با سطح اطمینان 95% اعلام کنیم ماشین در 35% اوقات بیکار بوده است دقت استاندارد $4/3\%$ این معنی را می‌دهد که درصد واقعی بیکاری ماشین در فاصله $1/5\% \pm$ مقدار 35% می‌تواند باشد:

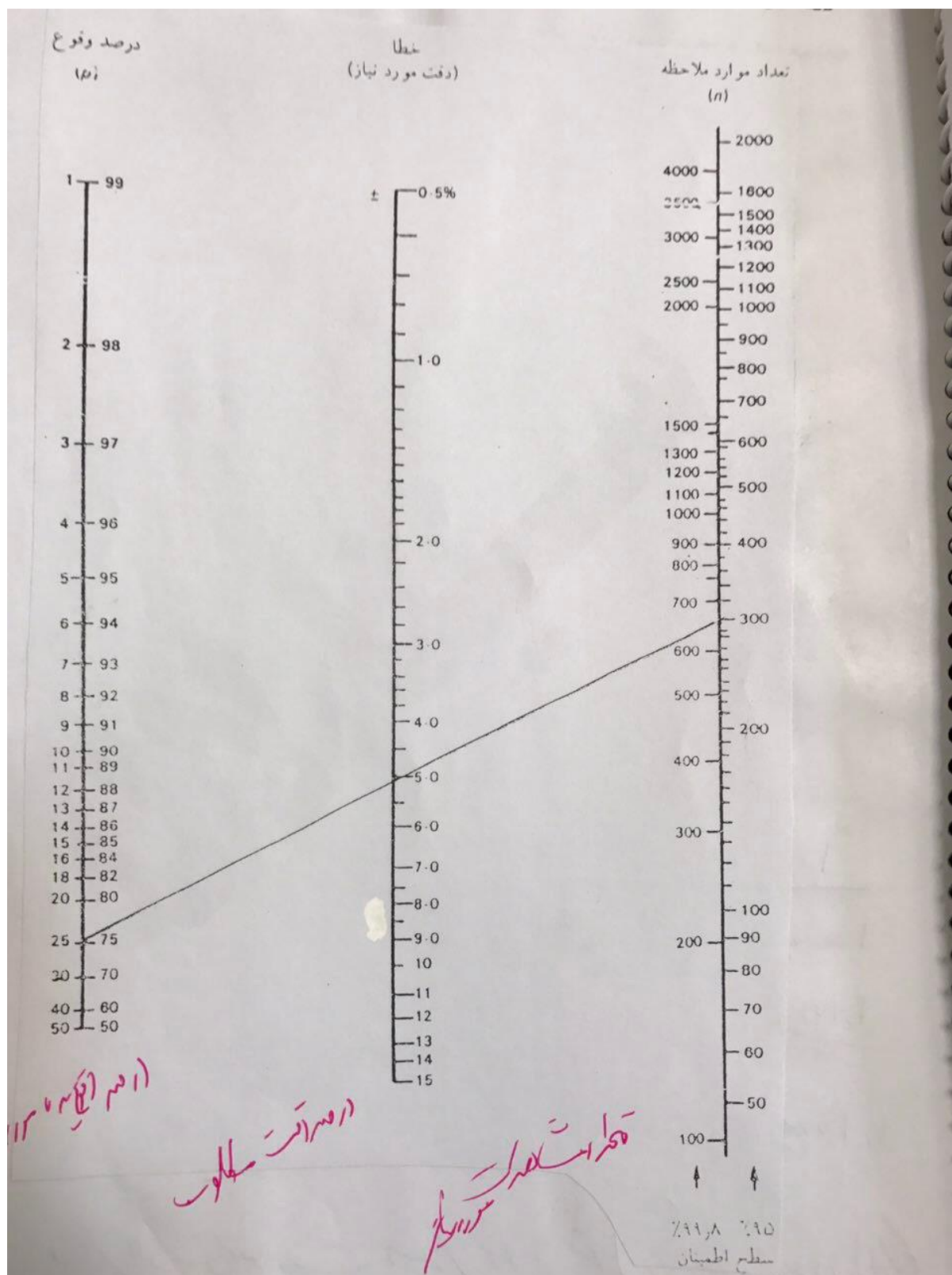
روش نمودگرام (Nomogram):

به منظور تعیین تعداد مشاهدات استفاده از نمودگرام که روش ساده‌تری نیز می‌باشد وجود دارد در این نمودار سه ستون در کنار یکدیگر ترسیم شده است. ستون اول سمت چپ نشان دهنده درصد وقوع پدیده‌ی موردنظر می‌باشد. ستون وسط درصد دقت مطلوب را مشخص می‌کند. بالاخره ستون سمت راست نشان دهنده تعداد مشاهدات موردنیاز برای دو سطح اطمینان $99/8\%$ و 95% می‌باشد.

روش کار به این ترتیب است که ابتدا محل p و q تخمینی را در روی ستون سمت چپ مشخص می‌نماییم سپس نقطه‌ی مربوط به درصد دقت موردنظر را در ستون وسط تعیین می‌کنیم این دو نقطه را به وسیله

خط مستقیمی به هم متصل کرده و ادامه می‌دهیم تا ستون سمت راست را قطع کند. در محل تقاطع تعداد مشاهدات موردنیاز مشخص می‌شود.

به عنوان مثال چنانچه درصد وقوع ۲۵ تا ۷۵ و درصد دقت مطلوب ۵ فرض شده باشد تعداد نمونه‌های موردنیاز با سطح اطمینان ۹۵٪ مساوی چند است؟



محاسبه زمان استاندارد با استفاده از نمونه برداری از کار:

نمونه برداری به همان خوبی که برای اندازه گیری تأخیرات، زمان‌های بیکاری و زمان‌های عملیات مورد استفاده واقع می‌شود می‌تواند برای اندازه گیری کار نیز مورد استفاده قرار گیرد البته در سیکل‌های کوتاه کاری به کمک داده‌های استاندارد یا زمان‌های از پیش تعیین شده‌ی حرکات می‌توان زمان‌های استاندارد را تعیین نمود ولی برای عملیات بلندمدت که افراد به طور گروهی کار می‌کنند و فعالیت‌ها به طور جداگانه قابل اندازه گیری نمی‌باشد استفاده از نمونه برداری از کار بسیار مفید خواهد بود.

مثال: فرض کنید اپراتوری در هر روز به مدت ۸ ساعت با ماشین تراش کار می‌کند نمونه برداری از کار نشان داده است که وی به میزان ۱۵٪ از روز یا ۷۲ دقیقه بیکار و بقیه مدت روز را به کار مشغول است. (۴۰۸ دقیقه) متوسط ضریب اصلاحی وی نیز ۱۱۰٪ تعیین شده است. چنانچه مدارک و سوابق موجود نشان دهد که وی ۴۲۰ قطعه‌ی قابل قبول کیفی در هر روز تحویل می‌دهد است زمان استاندارد عملیات بصورت زیر قابل محاسبه خواهد بود:

اطلاعات جمع آوری شده در طول ۳ روز	منبع اطلاعات	ملاحظات
۴۸۰	کارت های برنامه ریزی تولید	کل قطعات تولیدی
۴۲۰	دبایر تمان بازرسی	قطعات تولیدی قابل قبول
۸۵ درصد	نمونه برداری از کار	درصد زمان کاری
۱۵ درصد	نمونه برداری از کار	درصد زمان بیکاری
۱۱۰ درصد	نمونه برداری از کار	متوسط ضریب اصلاحی
۱۵ درصد	مطالعه زمان سنج	کل الونس ها

※ نکته: اگر الونس به صورت دقیقه‌ای بود به درصد تبدیل می‌کنیم و بعد حل می‌کنیم.

$$\text{کل زمان به دقیقه} \times \text{درصد زمان کاری} \times \text{ضریب عملکرد} = \frac{1}{\text{درصد الونس} - 1} \times \text{کل تعداد قطعات قابل قبول}$$



فصل یازدهم: تکنیک‌های تولید خطی

تولید خطی روشی برای تولید انبوه اقلام استاندارد شده با هزینه‌ی پایین می‌باشد تولید خطی به‌زبان ساده عبارت است از: چیدمان متوالی عملیات مرتبط با یکدیگر به نحوی که مواد به طور پیوسته و با نرخ یکنواختی از میان عملیات بالانس شده عبور نمایند ضمن اینکه در حین حرکت در یک مسیر نسبتاً مستقیم به تکمیل شدن پیش رود.

پیش نیازها:

هر چند مفهوم متداول تولید خطی، خط مونتاژ نقاله‌ای مستقیم می‌باشد مهذا همواره این خصوصیات موردنیاز نمی‌باشند پیش نیازهای ضروری عبارتند از:

(۱) مقدار: مقدار یا حجم تولید باید به حدی باشد که هزینه‌ی راه اندازی تولید خطی را توجیه نماید.

(۲) بالانس: زمان موردنیاز برای عملیات خط باید تقریباً یکسان باشد.

(۳) پیوستگی: به محض راه اندازی خط می‌بایست به طور پیوسته کار نماید و هرگونه وقفه در نقطه‌ای از آن مانع انجام عملیات بعدی می‌شود.

چگونه یک خط را طرح ریزی کنیم:

دو شرکت نمی‌توان یافت که دقیقاً عین هم عمل کنند نوع محصول، نیازها، تجهیزات و ... با هر خط تغییر می‌کند با این وجود سه عامل قطعی و اصلی وجود دارد که در زیر توضیح داده می‌شود.

(الف) محصول یا مواد: تمامی طراحی کارخانه‌ها از جمله خطوط تولید، با تحلیل نوع محصول یا مواد آغاز می‌شود. محصول باید مورد کنترل قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که به گونه‌ای طراحی شده است که بتوان به راحتی آن را تولید نمود.

(ب) مقدار: مقدار تولید برنامه ریزی شده باید وجود داشته و در قالب نرخ تولید مشخص بیان شود.

ج) فرآیند و تجهیزات: اولین قدم در برنامه ریزی خط مشخص کردن عملیات، ظرفیت یا تعداد هر کدام از تجهیزات انتخابی و توالی عملیات می باشد. در همان مراحل اولیه با توجه به نرخ تولید مورد نیاز این فعالیت صورت می گیرد.

تعداد روزهای کاری در ماه $\times$ تعداد ساعات کاری در هر روز

= تعداد قطعات در هر ساعت

مقدار مورد نیاز در ماه + ضایعات

جابجایی مواد:

جابجایی مواد بخش اصلی طرح ریزی خط تولید می باشد این عامل تمامی عملیات را به یکدیگر متصل می کند و استمرار عملکرد خط تولید را امکان پذیر نموده و تحویل قطعات مورد نیاز را در زیر مونتاژهای مربوطه تضمین می کند بنابراین تجهیزات حمل و نقل می بایست هماهنگ با خط تولید برنامه ریزی شود. نقاله ها بخش مفیدی از خطوط می باشند.

بالانس خط:

مسئله بالانس عبارت است از کسب اطمینان از یکسان بودن زمان های عملیات و کافی بودن آن با توجه به نرخ تولید مورد نیاز. نرخ تولید مطلوب به زمان ساخت هر قطعه تبدیل می شود. که به آن نام های مختلفی چون: ضریب بالانس، زمان بالانس، زمان سیکل یا زمان ایستگاه می گویند.

ضریب بالانس عکس نرخ تولید می باشد یعنی: یک تقسیم بر نرخ تولید.

بالانس دقیق به ندرت امکان پذیر است همواره حداقل در یک ایستگاه مقداری زمان اضافه وجود دارد.

عبارت ذخیره یا بافر معمولاً برای انباشتگی مواد منتظر جهت اجرای عملیات استفاده میشود ذخیره ها بیشتر در مواقعی تشکیل می شوند که میزان کاری که باید بر روی آنها انجام شود متفاوت است در مواردی که ذخیره ها به جای بالانس دقیقتر به عنوان وسیله ای جهت حفظ پیوستگی تولید نگهداری می شوند باید به مقداری باشند که عملیات بعد از اخلاص را پیشتیبانی کند به عبارت دیگر زمان تأخیر یا اخلاص بر زمان ایستگاه یا زمان بالانس به ازای هر قطعه باید تقسیم شود. تا تعداد قطعاتی که باید به صورت ذخیره نگهداری شوند معین شوند.

اندازه ذخیره (تعداد قطعات) = نرخ تولید (قطعه در ساعت) $\times$ طول مدت اخلال یا تأخیر (ساعت)

طول مدت تأخیر یا اخلال (ساعت)

_____ = اندازه ذخیره (تعداد قطعات)

ضریب بالانس یا زمان ایستگاه (ساعت به ازای هر قطعه)

سرعت خط و طول آن:

سرعت جریان مواد ارتباط مستقیمی با نرخ تولید و فضای مورد نیاز به ازای هر ایستگاه دارد.

نرخ تولید (قطعه در ساعت) $\times$ طول ایستگاه یا فضای هر قطعه (فوت به ازای هر قطعه) = سرعت خط (فوت در ساعت)

طول ایستگاه یا فضای هر قطعه (فوت به ازای هر قطعه)

_____ = سرعت خط (فوت در ساعت)

ضریب بالانس یا زمان ایستگاه (ساعت به ازای هر قطعه)

طول ایستگاه یا فضای آن به اندازه‌ی قطعه، محوطه‌ی موردنیاز برای کارگران و تجهیزات و مقدار کاری که در آن جا باید انجام شود. بستگی دارد.

طول یا فضای هر ایستگاه $\times$ تعداد ایستگاه‌ها = طول خط

زمان کل موردنیاز برای تکمیل هر قطعه (کل ساعت به ازای هر قطعه) $\times$ طول یا فضای ایستگاه (فوت)

_____ = طول خط

ضریب بالانس یا زمان ایستگاه

روش‌های بالانس برای عملیات ساخت:

- (۱) بهبود عملیات کند یا آهسته
- (۲) تغییر سرعت ماشین
- (۳) ذخیره نمودن مواد و کارکردن ماشین‌های کندتر به صورت اضافه کاری یا شیفت‌های اضافی
- (۴) توزیع قطعات اضافی به سایر ماشین‌هایی که در خط نمی‌باشند.
- (۵) ترکیب نمودن یا گروه‌بندی کردن اقلام متفاوت بر روی خطوط ترکیبی

روش‌های بالانس برای عملیات مونتاژ:

- (۱) تقسیم عملیات به عناصر کاری
- (۲) ترکیب عملیات و متعادل نمودن گروه‌ها
- (۳) جابجایی اپراتورها
- (۴) بهبود عملیات
- (۵) ذخیره سازی مواد و انجام عملیات کندتر در ساعات اضافه کاری
- (۶) بهبود عملکرد اپراتور به ویژه در عملیات گلوگاهی

بالانس کردن یک خط:

بالانس کردن یک خط شامل تعیین موارد زیر می‌باشد:

- (۱) نرخ تولید
 - (۲) عملیات ضروری و توالی آن‌ها
 - (۳) زمان موردنیاز جهت اجرای هر کدام از عملیات و ترجیحاً هر کدام از عناصر کاری
- عوامل فوق پیش نیاز می‌باشند؛ برای اینکه یک خط بتواند عمل کند باید برای نرخ تولید معین طراحی شده باشد و زمان‌های عملیات به نحوی باشند که امکان جریان یکنواخت مواد وجود داشته باشد. مطالعه‌ی

زمان، زمان‌های از پیش تعیین شده‌ی حرکات، داده‌های زمانی استاندارد و ظرفیت ماشین، برای تعیین این زمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مراحل بالانس خط:

(۱) انواع محصولات تولیدی، مقادیر آنها، انواع فرآیندها، خدمات پشتیبانی کننده‌ی مرتبط و عملیاتی که باید در روی خط انجام شوند و زمان‌های مربوط را مشخص می‌نماییم.

(۲) محتوای کاری (جمع عملیات) را با توالی عملیات (محدودیت‌های تقدیمی) در هم می‌آمیزیم و نمودار تأخر را ترسیم می‌نماییم.

(۳) به وسیله‌ی تعیین عملیاتی که هر در کدام از ایستگاه‌ها یا گروه‌های کاری باید انجام شوند تخصیص اولیه کار را انجام می‌دهیم.

(۴) تخصیص‌های اولیه را تصحیح و تعدیل نموده و در قالب طرح‌ها و بالانس خط آنها را تعریف می‌کنیم.

(۵) طرح‌های مختلف را از نظر کمی و کیفی ارزیابی نموده و طرح بالانس خط را انتخاب می‌کنیم.

نکته: طرح انتخابی بالانس خط باید قبل از پیاده‌سازی از نظر قابل اجرا بودن مورد بررسی قرار گیرد. بعد از

پیاده‌سازی بالانس مجدد یا تصحیح امری بدیهی است و کارا بودن این فرآیندها به میزان دقتی که در بالانس اولیه رعایت شده است بستگی دارد.

بالانس خط مونتاژ دستی:

ابتدایی‌ترین وضعیت بالانس خط می‌تواند در صورتی باشد که در آن اپراتورهای متعدد که هر کدام انجام عملیات متوالی خاصی را بر عهده دارند به عنوان یک مجموعه واحد در حال کارباشند. در چنین وضعیتی واضح است که نرخ تولید بستگی به کندترین اپراتور خواهد داشت.

به عنوان مثال ممکن است خط تولیدی متشکل از ۵ اپراتور داشته باشیم که زمان استاندارد هر کدام به شرح زیر باشد:

اپراتور ۱ : ۰/۵۲ دقیقه، اپراتور ۲ : ۰/۴۸ دقیقه، اپراتور ۳ : ۰/۶۵ دقیقه، اپراتور ۴ : ۰/۴۱ دقیقه، اپراتور ۵ : ۰/۵۵ دقیقه.

در این حالت اپراتور ۳ تعیین کننده سرعت خط تولید می باشد.

اپراتور	زمان استاندارد عملیات (دقیقه)	زمان انتظار با توجه به کندترین اپراتور	زمان استاندارد مجاز (دقیقه)
۱	۰/۵۲	۰/۱۳	۰/۶۵
۲	۰/۴۸	۰/۱۷	۰/۶۵
۳	۰/۶۵	—	۰/۶۵
۴	۰/۴۱	۰/۲۴	۰/۶۵
۵	۰/۵۵	۰/۱	۰/۶۵

کارایی این خط می تواند به صورت کسر زمان استاندارد کل به زمان استاندارد مجاز تعریف شود به عبارت دیگر:

$$\frac{\sum_{i=1}^5 S.M}{\sum_{i=1}^5 A.M} \times 100 = \frac{2 / 61}{3 / 25} \times 100 = 80\%$$

E: کارایی

S. M = زمان استاندارد هر عملیات (دقیقه)

A M = زمان استاندارد مجاز هر عملیات (دقیقه)

واضح است که در وضعیت‌های واقعی مشابه مثال فوق می‌توان صرفه جویی‌های قابل توجهی با استفاد از تجزیه و تحلیل روش‌ها به دست آورد زمان استاندارد مجاز برای تولید یک واحد محصول مساوی حاصل ضرب عکس کارایی در مجموع زمان‌های استاندارد می‌باشد.

$$\sum AM = \sum SM \times \frac{1}{E}$$

واضح است که تعداد اپراتورهای موردنیاز مساوی نرخ تولید مطلوب در زمان‌های مربوط به کل زمان مجاز خواهد بود. پس بنابراین:

$$N = R \times \sum AM$$

N: تعداد اپراتورهای موردنیاز در خط

R: نرخ تولید مطلوب

مثال: فرض کنید طرح جدیدی برای استقرار یک خط مونتاژ داشته باشید هشت عملیات مجزا برای خط مونتاژ قابل تشخیص است خط باید ۷۰۰ قطعه در روز تولید کند و از آنجایی که حداقل کردن مقدار موجودی مطلوب به نظر می‌رسد. لذا نمی‌خواهیم بیش از هفتصد قطعه در روز تولید کنیم. زمان‌هایی استاندارد عملیات براساس اطلاعات موجود به شرح زیر می‌باشد:

عملیات ۱: ۱/۲۵ دقیقه

عملیات ۲: ۱/۳۸ دقیقه

عملیات ۳: ۲/۵۸ دقیقه

عملیات ۴: ۳/۸۴ دقیقه

عملیات ۵: ۱/۲۷ دقیقه

عملیات ۶: ۱/۲۹ دقیقه

عملیات ۷: ۲/۴۸ دقیقه

عملیات ۸: ۱/۲۸ دقیقه

الف) قصد تحلیل گر آن است که این خط مونتاژ را برای اقتصادی‌ترین راه اندازی طرح ریزی نماید در صورتی که تعداد اپراتورهای موردنیاز براساس کارایی ۱۰۰٪ باشد، تعداد اپراتور مورد نیاز را تخمین بزنید؟
ب) در صورتی که تحلیل گر برای ۹۵ درصد کارایی برنامه ریزی کند تعداد اپراتور موردنیاز به چه صورتی تخمین خواهد خورد؟

ج) سپس گلوگاه را پیدا کنید آنگاه این خط را بالانس نمایید.

د) پس از بالانس خط تعداد تولیدی قطعه در هر روز را محاسبه نمایید.

در صورتی که نرخ تولید نامناسب باشد آنالیز باید نرخ تولید اپراتور ۲ را افزایش دهد. این کار به صورت‌های زیر عملی است:

(۱) هر دو اپراتور عملیات ۲ و یا یکی از آنها اضافه کاری نموده و در نتیجه موجودی کوچکی در ایستگاه کاری انباشته شود.

(۲) به کارگیری نفر سومی (به صورت نیمه وقت) در ایستگاه کاری عملیات ۲

(۳) تخصیص مجدد مقداری از کار عملیات ۲ به عملیات ۱ یا عملیات ۳

(۴) بهبود روش در عملیات ۲ به نحوی که زمان سیکل این عملیات کاسته شود.

فصل دوازدهم: زمان سنجی به روش MOST

پیوست ۱: جداول نمونه برای انجام فاز دوم پروژه:

نام کارخانه:									
تهیه کننده:									
نام محصول:									
تولید سالیانه:									
تاریخ:									
تأیید کننده:									
ردیف	نام قطعه	کد قطعه	مشخصات فنی	مورد مصرف	تعداد در محصول	درصد ضایعات	احتیاجات سالیانه	خریدنی ساختنی	محل تأمین
1									
2									
3									

لیست ماشین آلات

اسم واحد:					
شماره:					
تعداد:					
کشور سازنده:					
تاریخ:					
قیمت:					
ردیف	نام ماشین	مشخصات فنی	وسایل و ابزار کمکی لازم	تسهیلات لازم	توضیحات
1					
2					
3					

نام بخش:							
نام محصول:				تاریخ تهیه:			
ردیف	نام ابزار	کد ابزار	مشخصات فنی	محل مورد استفاده	تعداد	واحد	ملاحظات
1							
2							
3							

برگه عملیات: قطعات ساختنی

تاریخ تهیه:							
نام قطعه:							
نام تهیه کننده:							
شماره نقشه: مقیاس نقشه:				شرکت:			
				محصول:			
				قطعه:			
				کد قطعه:			
				وزن قطعه:			
				تعداد مصرف از قطعه:			
				تعداد مورد نیاز:			
عمل	مرحله	شرح عملیات	ماشین	ابزار	مواد خام مصرفی	وزن مواد خام	توضیحات