جلسه بیست و هفتم

برنامه زمان‌بندی جلسه بیست و هفتم		
۱	آماده نمودن کلاس	۵
۲	حل تمرین‌های صفحه‌های ۸۲، ۸۳ و۸۴	۲۰
۳	تدریس زمان‌سنجی با کرنومتر، ضریب عملکرد و تقسیمات زمان انجام کار	۵۰
۴	حل مثال نمونه	۱۵

حل تمرین‌های صفحه ۸۲

حل تمرین ۱:

$$۲+۲+۳+۵+۳+۴+۲=۲۱\,(h)$$

$$۲۱\times ۰/۳۰=۶/۳(h)$$

$$۲۱+۶/۳=۲۷/۳h=۲۷:۱۸'$$

حل تمرین ۲:

$$۶+۱۰+۱۲+۴+۳+۵=۴۰\,(h)$$

$$۴۰\times ۰/۳۰=۱۲\,(h)$$

$$۴۰+۱۲=۵۲\,(h)$$

جواب سؤال ۳:

بخشی از هزینه تولید مربوط به دستمزد نیروی انسانی است و بستگی به زمانی دارد که روی سازه کار شده است که می‌توان میزان آن را از روی زمان انجام کار تعیین نمود. ازطرفی دیگر، زمان انجام کار می‌تواند مبنای پرداخت حقوق، مزد تشویقی و پاداش را تعیین نماید.

جواب سؤال ۴:

ــ مشخص بودن روش انجام کار، تجهیزات مشخص و استاندارد و مواد اولیه قابل قبول

ــ شرایط محیط کار مناسب و کارگر کارآزموده

جواب سؤال ۵:

شخص زمان‌سنج با نگاه کردن به کار بتواند زمان انجام آن‌را تخمین بزند.

جواب سؤال ۶:

چگونگی روش انجام کار، توانایی و تجربه کاری و تجهیزات و وسایل مورد استفاده، وضعیت محل کار و مواد اولیه مورد مصرف و نظایر آن.

جواب سؤال ۷:

چون روش تخمین براساس نظرات افراد صورت می‌گیرد و لازمه آن داشتن اطلاعات کافی همه‌جانبه است و افراد مختلف ممکن است دقیقاً این ویژگی‌ها را نداشته باشند، همیشه زمان انجام کار دقیق نخواهد بود.

جواب سؤال ۸:

عبارت است از تعیین زمان انجام عملیات برای کارگر کارآزموده، به‌گونه‌ای که بتواند کار را در سطح عملکرد مطلوب و مشخص انجام داده و در نهایت زمان کل عملیات برای تولید انبوه قطعات را تعیین کند.

زمان‌سنجی با کرنومتر

دستگاه کرنومتر: معمولاً از دو نوع ساعت در زمان‌سنجی استفاده می‌گردد :

۱ــ ساعت‌های خاص زمان‌سنجی پیوسته

۲ــ ساعت‌های خاص، جهت زمان‌سنجی عناصر به‌صورت جداگانه

این ساعت‌ها معمولاً به یکی از سه صورت زیر درجه‌بندی شده‌اند :

۱ــ هر دور ساعت یک دقیقه و فواصل زمانی (خطوط مدرج کوچک) $\frac{۱}{۵}$ ثانیه را نشان می‌دهند و با عقربه‌های کوچک تا ۳۰ دقیقه قابل زمان‌سنجی است.

۲ــ هر دور، یک دقیقه و فواصل زمانی $\frac{۱}{۱۰۰}$ دقیقه می‌باشد و با عقربه کوچک تا ۳۰ دقیقه قابل زمان‌سنجی است.

۳ــ هر دور $\frac{۱}{۱۰۰}$ ساعت و درجه‌بندی براساس $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ ساعت می‌باشد و عقربه کوچک تا یک ساعت را نشان می‌دهد.

البته درجه‌بندی‌های دیگری نیز وجود دارد و ازنظر طرز کار به فرم‌های مختلف وجود دارد ازجمله :

ساعت‌های با بازگشت به صفر: امروزه معمولاً از ساعت‌های بازگشت به صفر برحسب صدم دقیقه استفاده می‌شود هر $\frac{۱}{۳۰}$ گردش در دایره کوچک معادل یک گردش در دایره بزرگ است. در این نوع ساعت، حرکت توسط دکمه پهلوی ساعت شروع و متوقف می‌گردد. فشار حاصل بر دکمه کوک (بالای سرعت) باعث می‌شود که عقربه‌های کوچک و بزرگ بدون توقف به صفر بازگشت نمایند و از آن نقطه بلافاصله به جلو حرکت کنند. اگر از دکمه پهلویی ساعت استفاده شود عقربه‌ها در هریک از نقاط بدون آن‌که به صفر بازگشت نمایند می‌ایستند. این نوع ساعت جهت زمان‌بندی جمعی نیز قابل استفاده است.

ساعت‌های بدون بازگشت به صفر: با دکمه کوک (بالای ساعت) در فشار اول، عقربه شروع به کار نموده و پس از انجام مراحل زمان‌سنجی و در خاتمه کار با فشار دوم متوقف می‌شود و فشار سوم عقربه‌ها را به صفر باز می‌گرداند. این ساعت فقط جهت زمان بندی جمعی مناسب است.

ساعت‌های با عقربه‌های جدا: فشار وارد بر یک دکمه ثانوی سبب می‌شود که یکی از عقربه‌ها، در حالی‌که دیگری مشغول اندازه‌گیری زمان می‌باشد متوقف شود. فشار دوم باعث می‌شود که عقربه متوقف شده به عقربه درحال حرکت برسد و با هم شروع به حرکت نمایند. در این روش عقربه متوقف خوانده می‌شود نه عقربه متحرک، لذا این ساعت از دقت خوبی برخوردار است.

ضمناً در خواندن نیز ساده‌تر ولی از لحاظ وزنی سنگین‌تر و ازلحاظ قیمت گران‌تر می‌باشد و به علت میزان پیچیدگی درونی آن تعمیرات آن تا حدی مشکل است.

با تقریب خوبی می‌توان گفت که رایج‌ترین و بهترین نوع ساعت زمان‌سنجی نوع بازگشت به صفر با فواصل $\frac{۱}{۱۰۰}$ دقیقه و دایره کوچک ۳۰ دقیقه می‌باشد.

ساعت‌های دیجیتالی: این نوع ساعت‌ها معمولاً زمان را برحسب ساعت، دقیقه، ثانیه و صدم ثانیه نشان می‌دهند. این نوع ساعت‌ها برای زمان‌سنجی عناصر به‌کار می‌روند. این امر با استفاده از فازهای LAP و SPLIT که در مکانیزم این ساعت‌ها قرار داده شده است امکان‌پذیر است. این نوع ساعت‌ها متنوع بوده و هریک دارای قابلیت‌های گوناگون دیگر نیز می‌باشند.

روش کار زمان‌سنجی با کرنومتر: عملیاتی را که قرار است زمان‌سنجی شود ابتدا به اجزای کوچک‌تر تقسیم می‌کنیم، با درنظر گرفتن شرایط محیط، تجهیزات و مواد از یک کارگر کار آزموده با سرعت عمل متوسط استفاده نموده تا عملیات را انجام دهد و با ساعت کرنومتر زمان انجام کار را ثبت می‌نماییم. البته لازم است با استفاده از ضریب عملکرد زمان انجام کار کارگر مربوطه را استاندارد نمود.

برای دقت بیشتر عملیات فوق را در چند مرحله انجام داده، سپس میانگین به‌دست می‌آوریم. آن‌گاه با احتساب زمان‌های مجاز بیکاری و مجموع زمان‌ها، زمان انجام عملیات به‌دست می‌آید. برای نتیجه‌گیری بهتر، شخص زمان‌سنج باید دارای اطلاعات زیر باشد.

- ــ روش کار ماشین را بداند.
- ــ طریقه انجام کار را بداند.
- ــ از درجه مهارت کارگران اطلاع کامل داشته باشد.
- ــ نظرات و تفکرات کارگران را بداند.
- ــ وضعیت محیط کار و درجه کیفیت کار را بداند.

تعیین ضریب عملکرد (Performance rating)

ضریب عملکرد یکی از بحث‌انگیزترین جنبه‌های مطالعه کار می‌باشد لیکن جنبه‌ایست که هرگز نباید فراموش شود، تعیین ضریب عملکرد به شرح زیر تعریف می‌شود :

«قضاوت زمان‌سنجی درمورد میزان سرعت و کارآیی اپراتور در انجام یک جزء یا اجزای کار که این قضاوت با توجه به تصور کلی زمان‌سنج از ضریب عملکرد طبیعی انجام می‌شود.»

در طول مطالعه و تعیین ضریب عملکرد برای هریک از اجزای کاری، عوامل خارج از کنترل و عوامل تحت کنترل کارگر، هر دو باید درنظر گرفته شوند.

ـ عوامل تحت کنترل کارگر

الف) تغییر در الگوی حرکات لازم برای انجام کار

ب) تغییر در سرعت انجام کار

ج) تغییرات ناشی از مهارت‌های کارگر

د) تغییرات ناشی از نقطه نظرات ذهنی کارگر

ـ عوامل خارج از کنترل کارگر

الف) تغییر در کیفیت مواد اولیه مورد استفاده

ب) تغییر در بازدهی ابزارها و تجهیزات

ج) تغییر در شرایط محیط کار مانند، نور، درجه حرارت و غیره

ضریب عملکرد طبیعی

اکثر متصدیان مطالعه در هنگام ارزیابی نحوه انجام عملیات از مقیاس (۱۰۰ـ۰) استفاده می‌کنند.

به‌طوری که صفر نشان‌دهنده عدم انجام هرگونه کار و ۱۰۰ نشان‌دهنده سرعت طبیعی انجام کار می‌باشد. پس نتیجه می‌گیریم که برای سرعت کم از اعداد کوچکتر از صد و برای سرعت زیاد کار از اعداد بالای صد استفاده می‌کنیم و می‌توان سرعت کار طبیعی را به‌صورت زیر توصیف کرد :

«سرعت متوسطی که کارگر واجد شرایط به‌طور طبیعی با آن سرعت کار خواهد کرد، به‌شرطی که نسبت به روش تعیین شده آگاه و موافق بوده و نیز به کارش علاقه‌مند باشد.»

و برای به‌دست آوردن زمان نرمال می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود.

$$\text{زمان نرمال} = \text{زمان مشاهده شده} \times \frac{\text{ضریب عملکرد مشاهده شده}}{\text{ضریب عملکرد طبیعی (۱۰۰)}}$$

مثال: اگر زمان مشاهده شده ۲۵ ثانیه و ضریب عملکرد ۸۰ درنظر گرفته شود، زمان نرمال چقدر خواهد بود؟

$$T = ۲۵ \times \frac{۸۰}{۱۰۰} = ۲۰(s)$$

تعیین ضریب عملکرد نقش مهمی در به‌دست آوردن زمان‌های استاندارد ایفا می‌نماید. بنابراین متصدی مطالعه کار پیوسته به دنبال بررسی ضریب‌های عملکرد حفظ صحت و دقت آن‌ها می‌باشد.

زمان استاندارد: هنگام برنامه‌ریزی تولید سعی در هماهنگ کردن دو عامل داریم. از یک طرف توانایی‌هایی که ما برای انجام کار داریم (ماشین‌آلات و نیروی انسانی) و از طرف دیگر تقاضا برای آن کار (تقاضا برای محصولاتی که قرار است تولید شوند.) برای تعیین مقدار کاری که با نیروی انسانی ماشین‌آلات موجود می‌توانیم انجام دهیم و یا تعیین میزان کاری که در طول ساخت یک محصول باید انجام شود. ما نیازمند به ملاک‌هایی برای ارزیابی می‌باشیم. زمان استاندارد ما را به این ملاک‌ها مجهز می‌کند.

زمان استاندارد به این ترتیب تعریف می‌شود : «زمانی که کل کار باید طی آن با کارایی استاندارد انجام شود». این تعریف کمکی نخواهد کرد مگر این‌که، بدانیم که شامل چه چیزهایی است و منظور از کارآیی استاندارد چیست؟ اگر مطالعه روش به‌طور صحیحی انجام شده باشد هرکاری بر مبنای :

۱ـ روش کار

۲ـ تجهیزات و مواد اولیه مورد استفاده

۳ـ شرایط محل کار

تعریف خواهد شد.

کارآیی استاندارد به این ترتیب تعریف می‌شود. «بازدهی که یک کارگر واجد شرایط به‌عنوان کار معمولی یک شیفت، به‌طور طبیعی و بدون کوشش بیش از حد بدان دست یابد، به‌شرط این‌که وی نسبت به روش موجود آگاه و با آن موافق بوده و کار را با علاقه انجام دهد.»

بدین‌ترتیب زمان استاندارد انجام یک کار برابر کل زمان لازم برای انجام آن توسط یک کارگر واجد شرایط و تحت شرایط معقول و طبیعی می‌باشد. البته در عمل، زمان لازم برای کار توسط کارگران کمی تغییر می‌کند و بنابراین ما زمان استاندارد را تنها به‌عنوان یک تخمین خوب نگاه می‌کنیم.

همه ما هر روز که به محل کار می رویم به‌صورت ناخودآگاه از این ایده (زمان استاندارد) استفاده می‌کنیم. برای مثال، مسافتی که هر روز طی می‌کنیم گرچه همیشه به یک اندازه وقت نمی‌گیرد و گاهی مسایل غیرمنتظره‌ای پیش می‌آیند، اما اگر از ما بپرسند که

طی کردن این مسافت چه‌قدر طول می‌کشد ما قادر به ارائه تخمینی برای شرایط طبیعی خواهیم بود.

اگر ما زمان استانداردی برای رفتنمان به محل کار ارایه دهیم، احتمالاً تمام این زمان متعلق به حرکت نخواهد بود، ما باید مقداری زمان برای استراحت و حوادث احتمالی به‌حساب بیاوریم. به یاد داشته باشیدکه ما کارآیی استاندارد را به‌عنوان بازدهی که «به‌طور طبیعی ... در طول روز یا شیفت حاصل شود» تعریف کردیم.

بدیهی است که حتی یک کارگر (تیزدست) هم برای نفس تازه کردن و رفتن به دستشویی دست از کار می کشد. این مسئله وقفه‌ای در کار ایجاد می‌کند که از کنترل خارج است (مثل چراغ قرمز در مورد مثال بالا). به هرحال باید توجه داشت که این‌گونه موارد جزیی، کارهای روزانه را تشکیل می‌دهند که باید درنظر گرفته شوند. به همین دلیل زمان استاندارد را درعمل به دو قسمت تجزیه می‌کنند.

۱ــ *زمان نرمال:* زمانی که یک اپراتور با مهارت متوسط در شرایط نرمال برای انجام کار موردنظر، صرف می‌کند.

۲ــ *زمان بیکاری‌های مجاز:* زمانی که برای استراحت معقول اپراتور و نیز حوادث احتمالی درنظر گرفته می‌شود. این زمان معمولاً به‌صورت درصدی از زمان نرمال بیان می‌شود.

از جمع در زمان فوق زمان استاندارد برای انجام کار به‌دست می‌آید. این زمان معمولاً برحسب ساعت یا دقیقه بیان می‌گردد.

زمان انجام کار یکسری عملیات

با یک مثال شروع می‌کنیم. مثلاً قرار است لبه صد صفحه میز را افزار بزنیم و می‌خواهیم زمان انجام این کار را محاسبه نماییم.

اول باید بدانیم این عملیات از چند جزء زمانی تشکیل شده است.

مثلاً : نقشه‌خوانی، تنظیم دستگاه، انتقال قطعه کار به روی دستگاه، افزار زدن، برگشت قطعه کار از روی دستگاه به روی میز کار و ... .

سپس با داشتن زمان‌های هر جزء که قبلاً زمان سنجی شده است، می‌توانیم از روی نمودار صفحه ۷۸ کتاب، زمان انجام کار یکسری عملیات را محاسبه نماییم.

از آن‌جایی که تعاریف زمان‌های فوق به‌طور دقیق در کتاب آمده است، در این‌جا از ذکر آن تعاریف خودداری می‌شود، که می‌بایست تعاریف فوق را به‌طور کاملاً مشخص برای هنرجویان توضیح داد.

مثال: می‌خواهیم زمان انجام افزارزنی لبه‌های صد عدد صفحه میز عسلی را که به‌صورت زیر زمان‌سنجی شده است به‌دست آوریم.

ــ زمان اصلی تجهیز ۱۲ دقیقه، زمان جزء تجهیز ۴۰ درصد زمان اصلی تجهیز، زمان اصلی یا نرمال انجام کار ۴۵ ثانیه، زمان فرعی ۳۰ درصد زمان اصلی انجام کار و زمان جزء (بیکاری مجاز) ۲۰ درصد زمان مبنا.

حل:

زمان جزء تجهیز+ زمان اصلی تجهیز= زمان کل تجهیز

$= ۱۲ + (۱۲ \times ۰/۴۰) = ۱۶/۸ \min = ۱۰۰۸(s)$

زمان فرعی+ زمان اصلی انجام کار = زمان مبنا

$= ۴۵ + (۴۵ \times ۰/۳۰) = ۵۸/۵(s)$

زمان جزء+ زمان مبناء = زمان کار یک قطعه

$= ۵۸/۵ + (۵۸/۵ \times ۰/۲۰) = ۷۰/۲(s)$

زمان کار یک قطعه= زمان انجام کار چند قطعه مشابه

$\times$ تعداد $= ۷۰/۲ \times ۱۰۰ = ۷۰۲۰(s)$

زمان انجام کار چند قطعه مشابه = زمان کل انجام کار

$= ۸۰۲۸(s) = ۷۰۲۰ + ۱۰۰۸ =$ زمان کل تجهیز+

۲:۱۳:۴۸

$$th=\frac{10}{60}\times\frac{90}{100}\times2=0/6\,min$$
$$tm=\frac{10}{60}\times\frac{95}{100}\times2=0/95\,min$$
$$\Rightarrow tg=th+tm=0/6+0/95=1/07\,min$$

$$tv=1+1=2\,min \Rightarrow te=tg+tv=1/07+2=3/07\,min$$

$$ta=n\times te \Rightarrow ta=200\times3/07=614\,min$$

$$T=ta+tr \Rightarrow T=614+8=622\,min$$

$$T=622/60=10/36\ \text{یا}\ 10h\ \text{و}\ 22\,min$$

تمرین

۱ـ زمان انجام کار برای رنگپاشی ۲۰ عدد قاب عکس مشابه را تعیین کنید؛ درصورتی که زمان انجام کار یک قطعه (te) ۱۰ دقیقه و زمان کل تجهیز (tr) ۲۵ دقیقه باشد.

۲ـ زمان آماده نمودن دستگاه مته‌کاری برای روبه کنوی کف صندلی را تعیین کنید، درصورتی که زمان اصلی تجهیز ۲۰ دقیقه و زمان جزء تجهیز ۲۰ درصد زمان اصلی تجهیز باشد.

۳ـ زمان تجهیز برای مونتاژ کردن صندلیهایی که قطعات آنها از قبل تهیه شده است، در این جا گزارش نشده: زمان اصلی تجهیز، زمان جزء تجهیز و زمان کل تجهیز را تعیین کنید.

تحویل وسایل دستی از انبار: ۱۰ دقیقه. تنظیم گیره‌های پنوماتیک: ۱۵ دقیقه. مطالعهٔ نقشه کار: ۸ دقیقه. هماهنگی با سرپرست کارگاه: ۷ دقیقه. هماهنگ و آماده نمودن قطعه کار: ۱۶ دقیقه.

۴ـ برای رنگ کردن یک قفسه کتاب لازم است تمام سطوح (دوطرفه) آن با دست سنباده و پرداخت شود. اگر این قفسه از ۵ طبقه به ابعاد ۹۰×۲۵ سانتیمتر و دو بدنه به ابعاد ۲۲۰×۲۵ سانتیمتر تشکیل شده باشد و برای هر مترمربع ۸ دقیقه صرفاً زمان پرداخت لازم باشد. زمان اصلی انجام کار سنباده زدن این قفسه کتاب را به دست آورید و درصورتی که ضریب عملکرد ۱۱۰ درنظر گرفته شود زمان زمال را تعیین کنید.

۵ـ برای رنده نمودن ۵۰ قطعه تخته به ابعاد ۱۲۰×۱۵ سانتیمتر به وسیله دستگاه گندگی که پیشرو کار دستگاه ۵ متر بر دقیقه باشد، زمان اصلی انجام کار را تعیین نمایید.

۶ـ برای زبانه زدن ۴۰ عدد قید صندلی، زمان فرعی، زمان اصلی و زمان مبنا را محاسبه کنید؛ درصورتی که زمان برداشتن و روی دستگاه قرار دادن هر قطعه ۴ ثانیه، زمان زبانه زدن هر قطعه ۲ ثانیه، زمان انتقال از دستگاه به میز کار برای هر قطعه ۳ ثانیه باشد.

تعیین زمان انجام کار

۲ـ ۳ـ ۵ـ زمان سنجی به وسیلهٔ نمونه برداری از کار: زمان سنجی با کرنومتر در بعضی از کارها مناسب نیست، زیرا برای زمان‌سنجی با کرنومتر به مشاهده کننده ماهری نیازمندیم؛ به ویژه بعضی از کارها به مشاهدهٔ پیوسته به مدت زیادی احتیاج دارند که باعث خستگی و اتلاف وقت زیادی می شود. یکی از روشهای مشاهده‌ای به نام «نمونه‌برداری از کار» دارای مزیتی است که احتیاج به مشاهده پیوسته ندارد، از کرنومتر استفاده نمی شود و مشاهده کننده کم تجربه نیز می‌تواند آن را انجام دهد.

در این روش ما از مشاهداتی که به صورت تصادفی در یک بروه انجام می‌دهیم برای تعیین چگونگی زمان انجام کار استفاده می کنیم؛ بنابراین، اگر بخواهیم مقداری از وقت کارگر را تعیین کنیم که مصرف کار با ماشین یا صرف کارهای دیگر می شود، از قبیل آماده‌سازی ماشین یا گرفتن ابزار از انبار، در طول چند روز چند مرتبه کارهایی را که وی انجام می دهد مشاهده کرده، انتظار داریم که نسبت هریک از فعالیتها در نمونه‌های تصادفی مشاهده شده؛ همچنین برای تعیین نسبت آنها در تمام طول روز، راهنما باشد. همچنین هرچه مشاهدات بیشتر باشد نتایج به دست آمده مطمئن‌تر بوده راهنمای بهتری برای تعیین زمان انجام فعالیتهای مختلف در تمام طول روز به شمار می‌آید. این روش زمان‌سنجی را می توان برای انواع مختلف فعالیتها به کار برد؛ به علاوه برای ارزیابی بین گروههای مختلف کارگران، همچنین ارزیابی بین ماشین‌آلات و درنتیجه انتخاب صحیح کارگر یا ماشین‌آلات مناسب می توان به کار برد.

۷ـ اگر برای نصب کابینت با پیچ و رول بلاک، زمان اصلی سوراخ کاری و محکم کردن هر پیچ ۳۵ ثانیه و زمان فرعی ۷۰ ثانیه و زمان جزء ۹۰ درصد زمان مبنا باشد، درصورتی که کابینت به وسیله ۱۰ پیچ محکم شود زمان انجام کار نصب کابینت را محاسبه کنید.

۸ـ زمان انجام کاری را که برای ساخت ۱۰ قطعه به کار می رود، محاسبه کنید؛ درصورتی که زمانهای ساخت یک قطعه بدین شرح باشد:

الف) زمان اصلی تجهیز ۱۵ دقیقه. ب) زمان اصلی انجام کار ۱۰ دقیقه.

ج) زمان فرعی انجام کار ۶ دقیقه. د) زمان جزئی تجهیز ۳ دقیقه.

هـ) زمان جزء ۵ دقیقه.

۹ـ الوارهایی به طول ۲/۵ متر موجود است. اگر بخواهیم به هر الوار ۵ برش طولی بزنیم؛ درصورتی که سرعت پیشرو کار ۵ متر بر دقیقه باشد، با توجه به زمانهای گزارش نشده زمان برش ۱۵ عدد الوار را محاسبه کنید:

الف) زمان تنظیم دستگاه (زمان اصلی تجهیز) ۵ دقیقه.

ب) زمان جزئی تجهیز ۱۰ درصد زمان اصلی تجهیز.

ج) زمان تلف نشده بین هر برش طولی ۸ ثانیه و زمان تلف نشده بین هر الوار ۳ دقیقه (زمان فرعی انجام کار).

د) ۱۰ درصد زمان اصلی انجام کار برای زمانی که نمی‌توان پیش‌بینی کرد (زمان جزء).

۱۰ـ به وسیله دستگاه اور فرزی قرار است قطعاتی مانند اشکال (۱۰ـ ۵ و ۱۱ـ ۵) تهیه شود. زمان تهیه ۱۰۰۰ عدد از این نوع قطعه را محاسبه کنید؛ درصورتی که:

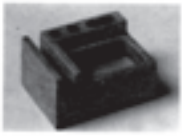
الف) زمان تنظیم دستگاه (زمان اصلی تجهیز) ۲۰ دقیقه.

ب) زمان جزئی تجهیز ۱۰ درصد زمان اصلی تجهیز.

ج) زمان قرار دادن و برداشتن هر قطعه از روی دستگاه (زمان فرعی انجام کار) ۱۰ ثانیه.

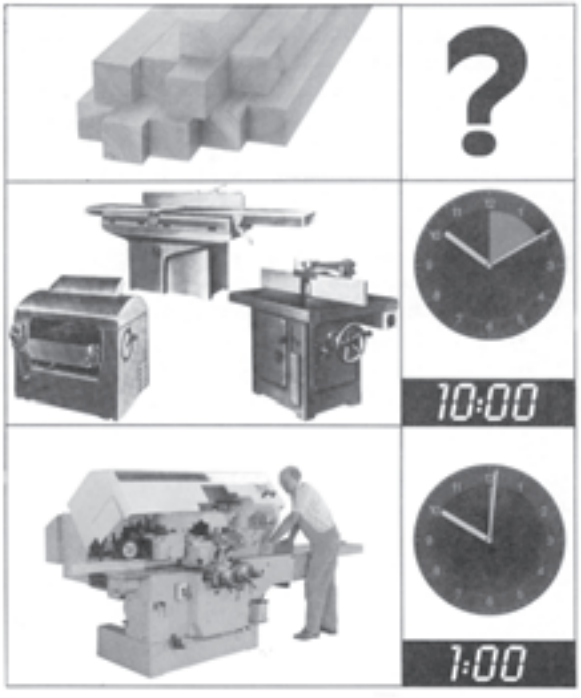
د) زمان ایجاد شیار روی قطعه مربوطه (زمان اصلی انجام کار) ۲۲ ثانیه.

هـ) زمان قابل پیش‌بینی نادیر (زمان جزء) ۳۰ درصد زمان اصلی انجام کار فرض شود.



شکل ۱۰ـ ۵ـ قطعه درخواست شده

شکل ۱۱ـ ۵ـ دستگاه اور فرز



شکل ۱۲ـ ۵ـ ارتباط زمان کار و نوع دستگاه

جلسه بیست و هشتم

برنامه زمان‌بندی جلسه بیست و هشتم		
۱	آماده نمودن کلاس	۵
۲	حل تمرین‌های صفحه ۹۱و۹۲	۳۵
۳	تدریس : زمان‌سنجی به‌وسیله نمونه‌برداری از کار استفاده از اطلاعات استاندارد استفاده از زمان‌های از قبل تعیین شده برای حرکات	۵۰

حل تمرین‌های صفحه ۹۱و۹۲

حل تمرین ۱:

زمان انجام کار چند قطعه $= ۱۰ \times ۲۰ = ۲۰۰ (min)$

زمان کل انجام کار $= ۲۵ + ۲۰۰ = ۲۲۵ (min) = ۳:۴۵'$

حل تمرین ۲:

زمان کل تجهیز $= ۲۰ + (۲۰ \times ۰/۲۰) = ۲۴ (min)$

حل تمرین ۳:

زمان جزء تجهیز $= ۸ + ۷ = ۱۵ (min)$

زمان اصلی تجهیز $= ۱۰ + ۱۵ + ۱۶ = ۴۱ (min)$

زمان کل تجهیز $= ۱۵ + ۴۱ = ۵۶ (min)$

حل تمرین ۴:

سطح کل صفحات $= ۲[۵(۹۰ \times ۲۵) + ۲(۲۲۰ \times ۲۵)] =$

$۴۴۵۰۰ cm^۲ = ۴/۴۵ m^۲$

زمان اصلی انجام کار $= ۴/۴۵ \times ۸ = ۳۵/۶ (min)$

زمان نرمال $= ۳۵/۶ \times \frac{۱۱۰}{۱۰۰} = ۳۹/۱۶ (min)$

حل تمرین ۵:

$$t = \frac{L}{s} = \frac{۱۲۰ \times ۵۰}{۱۰۰ \times ۵} = ۱۲ (min)$$

حل تمرین ۶:

زمان فرعی $= ۴ + ۳ = ۷(s)$

زمان مبنا یک قطعه = زمان اصلی انجام کار +

زمان فرعی انجام کار $= ۴ + ۷ = ۱۱(s)$

زمان مبنا کل قطعات $= ۱۱ \times ۴۰ = ۴۴۰(min) = ۷:۲۰'$

حل تمرین ۷:

زمان مبنا $= ۳۵ + ۷۰ = ۱۰۵(s)$

زمان جزء $= ۱۰۵ \times \frac{۹۰}{۱۰۰} = ۹۴/۵(S)$

زمان انجام کار یک قطعه $= ۱۰۵ \times \frac{۹۹۰}{۱۰۰} = ۹۴/۵(s)$

زمان انجام کار چندقطعه $= ۱۹۹/۵ \times ۱۰ = ۱۹۹۵(s)$

$= ۳۳':۱۵'$

حل تمرین ۸:

زمان مبنا $= ۱۰ + ۶ = ۱۶(min)$

زمان انجام کار یک قطعه $= ۱۶ + ۵ = ۲۱(min)$

زمان انجام کار چندقطعه $= ۲۱ \times ۱۰ = ۲۱۰(min)$

زمان کل تجهیز $= ۱۵ + ۳ = ۱۸(min)$

زمان کل انجام کار $= ۲۱۰ + ۱۸ = ۲۲۸(min) = ۳:۴۸'$

حل تمرین ۹:

زمان اصلی انجام کار $= \frac{۲/۵ \times ۵}{۵} = ۲/۵(min)$

زمان فرعی انجام کار $= \frac{۸ \times ۵}{۶۰} + ۳ = ۳/۶۷(min)$

زمان مبنا $= ۲/۵ + ۳/۶۷ = ۶/۱۷(min)$

زمان جزء $= ۲/۵ \times ۰/۱۰ = ۰/۲۵(min)$

زمان انجام کار یک قطعه $= ۶/۱۷ \times ۰/۲۵ = ۶/۴۲(min)$

زمان انجام کار چندقطعه $= ۶/۴۲ \times ۱۵ = ۹۶/۳(min)$

زمان کل تجهیز $= ۵ + (۵ + ۰/۱۰) = ۵/۵(min)$

= زمان کل انجام کار = ۹۶/۳ + ۵/۵ = ۱۰۱/۸ (min) =
۱:۴۱′:۴۸″

حل تمرین ۱۰:

زمان کل تجهیز = ۲۰ + (۲۰ × ۰/۱۰) = ۲۲ (min)

زمان مبنا = ۲۲ + ۱۰ = ۳۲ (s)

زمان انجام کار یک‌قطعه = ۳۲ + (۲۲ × ۰/۳۰) = ۳۸/۶ (s)

زمان انجام کار چندقطعه = ۳۸/۶ × ۱۰۰۰ = ۳۸۶۰۰ (s)

= زمان کل انجام کار = ۳۸۶۰۰ + (۲۲ × ۶۰) = ۳۹۹۲۰ (s) =
۱۱:۵′:۲۰″

زمان‌سنجی به وسیله نمونه‌برداری از کار

روش نمونه‌برداری از کار

WORK SAMPLING METHOD

تعریف: نمونه‌گیری از کار روشی است که درصد احتمال و نوع هر فعالیت معین را طریق نمونه‌گیری آماری و مشاهدات تصادفی به‌دست می‌آورد.

یکی از جدیدترین شیوه‌های زمان‌سنجی، نمونه‌گیری از کار است. برای انجام نمونه‌گیری بایستی گروهی را تحت کنترل و آزمایش قرار داد تا بدین‌وسیله اطلاعات به‌دست آمده دارای دقت بالایی باشد، معمولاً گروه مورد آموزش از نظر تعداد نفرات نبایستی بیش‌تر از ۱۵ نفر باشد، زیرا کیفیت آموزش را پایین می‌آورد. همان‌طور که در تعریف آوردیم در این شیوه که روشی کم‌هزینه و ابزاری مؤثر در جهت افزایش و بهره‌وری کارخانه یا سازمان می‌باشد، نمونه‌بردار، به‌طور تصادفی به محل کار افراد اعم از کارخانه که در آن یک کارگر روی یک ماشین رنده یا اره کار می‌کند یا منشی‌ای که امور مربوط به مدیرعامل شرکت را انجام می‌دهد مراجعه می‌کند و مشغول کار بودن یا بی‌کاری آن را ثبت می‌کند، یا این‌که نمونه‌برداری از کل ماشین‌آلات انجام می‌دهد.

مثلاً ممکن است که نمونه‌بردار در طی ۵۰ بار مراجعه که در زمان‌های مختلف طی روز صورت می‌دهد، می‌بینید که منشی در ۹۰درصد مواقعی درحال کار بوده و ۱۰٪ بی‌کار بوده که در این صورت او با اطمینان می‌تواند بگوید منشی در ۹۰درصد مواقع در حال کار می‌باشد همین‌طور برای ماشین‌ها نیز می‌توان چنین برآوردی را انجام داد.

چنانچه تعداد نمونه‌ها به اندازه‌کافی انتخاب شده باشند، در این‌صورت ویژگی‌های نمونه یا نفوسی که نمونه از بین آن‌ها انتخاب شده، تفاوت محسوسی با ویژگی‌های جامعه آماری نخواهد داشت.

اگر نمونه در مقیاس به اندازه کافی بزرگ گرفته شود و موارد ملاحظه نیز به‌صورت تصادفی درنظر گرفته شده باشد، این احتمال وجود خواهد داشت که موارد ملاحظه، منعکس‌کننده وضعیت واقعی، اضافه یا منهای حدود کمی از خطا باشد.

برای تعیین زمان استاندارد با روش نمونه‌برداری، فرد نمونه‌بردار یا تحلیل‌گر قبلاً فعالیت‌هایی را که باید اندازه‌گیری شود و تعداد مشاهدات موردنیاز را مشخص می‌کند، سپس فهرست زمان‌هایی را که فعالیت باید مورد مشاهده قرار گیرد، تعیین می‌نماید. و در زمان‌های مقرر به مشاهده پرداخته و نتیجه مشاهدات را در قالب درصد اوقات کاری یا بی‌کاری گزارش به کمک آن زمان استاندارد و نرمال کاری را بتواند به‌دست آورد.

نمونه‌برداری از کار می‌تواند برای اصلاحات کار و یافتن افراد متقلب به‌کار برده شود. هم‌چنین برای کمک به مدیران و برنامه‌ریزی برای سنجش اداره، کارگاه یا فعالیت خدماتی و نیز برای تجزیه و تحلیل فعالیت‌هایی که بی‌قاعده انجام می‌شود، جایی که در آن روش‌های کامل و کارهای تعریف شده فراوان و قابل‌دسترسی وجود ندارد. بنابراین مبنایی را برای مطالعه بیش‌تر پایه‌گذاری می‌کند و می‌تواند هم برای مدیر و هم برای کارگر سودمند باشد.

کاربردهای مختلف نمونه‌برداری از کار

۱ــ کمک در جهت تعریف و پیداکردن مشکل واقعی موجود در کار: در طی کار، ما مشاهدات فراوانی را در سطح سیستم کاری انجام می‌دهیم تا بدین‌وسیله سطح کیفیت کالا و خدمات تولید شده و میزان بهره‌وری موجود در داخل شرکت یا سازمان را اندازه‌گیری کنیم. اگر چنان‌چه در داخل سیستم مشکلی وجود داشته باشد، نمونه‌برداری از کار اطلاعات پیشرفته‌ای، از وضعیت کار را که نیاز به توجه ویژه دارد، در اختیار ما قرار می‌دهد.

۲ــ توجیه اهدافی که در آینده برای سرپرستان قسمت‌های مختلف انجام خواهد شد: نکته‌ای که حائز اهمیت می‌باشد، همکاری سرکارگر می‌باشد. بایستی که به جز نمونه‌بردار، خود سرکارگر را نیز در نمونه‌برداری شرکت دهیم و نتایج به‌دست آمده را مبنایی برای ایجاد اصلاح و عملکرد خوب در نظر بگیریم. لذا از سوی دیگر، برای پیشرفت بهتر نیاز به هم‌کاری سرپرست و مدیر نیز می‌باشد تا به دور از تعصب و تمایلات شخصی، تغییراتی را در داخل صنعت اعمال کنند. همکاری سرکارگر از آن جهت برای یک متصدی نمونه‌برداری اهمیت دارد که وی کاملاً به نارسایی موجود در بخش مربوط به خویش آشنایی دارد. لذا نکات کلیدی مهمی را می‌تواند در اختیار فرد نمونه‌بردار قرار دهد.

۳ــ برای تخمین نوع و قلمرو تغییرات تناوبی که در انجام فعالیت صورت می‌گیرد: نمونه‌برداری از کار، حتی وقتی که بار کاری متغیر باشد سودمند است. نمونه برداری از کار حتی در شرایطی که بار کاری ثابت نباشد، قدرت اندازه‌گیری را دارد و می‌تواند اثرات متغیر را اندازه‌گیری کند.

به همین منظور، بررسی جداگانه‌ای از دوره‌های پرکاری و یا بی‌کاری را می‌توان به انجام رساند سپس چنانچه مازاد نیروی انسانی یا مسائل دیگری مطرح باشد، به روشنی نشان خواهد داد.

۴ــ کمک به تجزیه و تحلیل اقتصادی تعداد دستگاه‌های موردنیاز: نمونه‌برداری‌های انجام شده از نوع عملکرد ماشین، به تعیین نیاز برای جایگزین کردن ماشین کمک می‌کند، چنین ثبت‌هایی می‌تواند با ثبت‌های کنترل تولید موجود تطبیق داده شود.

زمان نگه‌داری و تعمیرات، عملیات گروهی ماشین‌ها، کسری مواد، بی‌کاری و مانند این‌ها تمام موضوع مورد نمونه‌برداری از کار هستند. این مطالعات همچنین ماهیت دوره‌ای استفاده از ماشین را تجزیه و تحلیل می‌کند.

۵ــ کمک به برنامه‌ریزی نیازمندی‌های نیروی انسانی: نمونه‌برداری‌های انجام شده روی ماشین‌آلات، ارتباط نزدیکی با بررسی‌های روی کارگران دارد.

نمونه‌برداری از کار، یک بررسی از نیازمندی‌های نیروی انسانی را ممکن می‌سازد که به تنظیم بارهای کاری کمک می‌کند.

۶ــ کمک به اندازه‌گیری کارهای یکسره: نمونه‌برداری از کار، در اندازه‌گیری کارهای کلی و یکسره در یک کارگاه یا در هر قسمت سودمند است. گروه‌بندی فعالیت‌ها در دسته‌ها و طبقات، کنترل فعالیت‌های عمومی یک تشکیلات بزرگ را ممکن می‌سازد، که این تنها از عهده نمونه‌برداری از کار برمی‌آید. زیرا تکنیک‌های دیگر در این زمینه تا این اندازه نمی‌توانند مؤثر شوند. تصمیم‌گیری‌های بزرگ مانند مکانیزه‌کردن پیشرفته می‌تواند بر پایه چنین بررسی‌هایی انجام گیرد.

۷ــ کمک به تعیین زمان استاندارد و بی‌کاری‌های مجاز: از آن‌جا که تعیین ضریب عملکرد ممکن است همراه با خطا باشد، می‌توان از روش نمونه‌برداری از کار برای ایجاد استانداردهای زمانی، با وجود تعداد زیاد مشاهدات موردنیاز استفاده کرد. نمونه‌برداری از کار برای زمان سنجی‌های جزیی و محدود توصیه نمی‌شود اگرچه برای تجزیه و تحلیل عمومی کار به‌صورت غیرمستقیم، کاملاً قابل قبول است. همچنین در جهت تنظیم کردن عوامل بی‌کاری مجاز برای مطالعه زمان بسیار سودمند است.

۸ــ کاربردهای دیگر

- کمک به سرپرستان در سازماندهی زمانشان
- ارزیابی کارآیی کارگاه
- کمک به تعیین ظرفیت شغلی

روش‌های اجرایی نمونه‌برداری از کار

در ابتدای کار، هرکسی که با مطالعات نمونه‌برداری از کار سروکار دارد بایستی از قبل درمورد این کار مطالعه شود. کارگران باید معمولی کار کنند و زمان‌های انجام مطالعه باید اعلام شوند.

قدم اول، گروه‌بندی فعالیت‌ها در چند دسته از انجام مطالعه خواهد بود. دسته‌ها باید به صورت صریح و فشرده باشند و بتوان با مشاهدات بصری آن‌ها را تشخیص داد. هرچه تعداد فعالیت‌ها کم‌تر باشد، انجام مطالعه آسان‌تر خواهد بود. هرچه تعداد نمونه دسته کاهش یابد، میزان اطمینان و دقت بالاتری را خواهد داشت. در انجام مطالعات نمونه‌گیری تحلیل‌گرانه، باید از فرم‌های مخصوص به‌کار درحال انجام، استفاده کرد و یا باید به طراحی این فرم‌ها پرداخت به‌طوری که مطابق با احتیاجات باشد. این فرم‌ها می‌تواند در برگیرنده تعریف دسته‌ها، روش نوشته شده برای زمان‌های تصادفی و برگه‌های خلاصه‌نویسی باشد که افراد دخیل

در امور نمونه‌گیری به‌راحتی بتواند قضاوت صحیحی از نتایج داشته باشند.

در اجرای نمونه‌گیری از کار، یک نمونه‌بردار با گروه‌های زیر درارتباط خواهد بود که عبارت‌اند از :

۱ــ مدیریت: مدیریت به‌عنوان پشتوانه قوی و محکم در واحد تولیدی مطرح می‌باشد. لذا قبل از هر کاری باید جلب نظر مدیریت انجام گیرد. این مدیریت است که تصمیم اولیه درمورد مطالعه و انتخاب افراد مربوطه را اتخاذ می‌کند. مدیریت باید برای پذیرش نتایج آماده باشد.

۲ــ راهنمای مطالعه کار: این شخص یک مشاور بوده و وظایف ذیل را برعهده دارد :

ــ رهبری و سرپرستی مطالعه کار مورد بررسی

ــ مسئول بودن در ارتباط با تنظیم گزارشات

ــ همکاری با مدیریت و انتخاب و گزینش ناظرین

ــ همکاری با سرپرستان و ناظران برای مشخص کردن سطوح فعالیت

ــ طراحی فرم

ــ مسئولیت کارهای آماری

۳ــ سرپرستی: وظیفه آماده کردن اطلاعات یا دراختیار قراردادن اطلاعات به متصدی ارزیابی کار و زمان را عهده دار می‌باشد.

۴ــ افراد مورد مطالعه: ارزش نمونه‌برداری از کار بستگی به اطلاعات اولیه‌ای است که از اپراتورها به‌دست می‌آید. بنابراین اگر اپراتورها درست عمل نکنند و قابل اعتماد نباشند، باعث بروز مشکل خواهند شد. ممکن است ذهنیت منفی اپراتورها نسبت به هدف نمونه‌گیری از کار باعث ایجاد اشکال شود و عدم همکاری آنان را به‌دنبال بیاورد.

به همین منظور بایستی به آنان درصورت لزوم، تعلیمات لازم داده شود تا با آشنایی با اهداف مطالعه، همکاری مناسبی را با متصدی نمونه‌برداری از کار داشته باشند.

● پارامترهایی که تعداد مشاهدات انجام شده در یک روز معین را مشخص می‌کنند عبارت‌اند از :

ــ طول دوره

ــ کل مدت مطالعه (روزها یا هفته‌ها)

ــ دقت لازم در بررسی

ــ زمان لازم برای ایجاد یک دوره از مشاهدات

● چگونگی انجام مشاهدات و ارزیابی نتایج به‌دست آمده :

مشاهده‌گر در کارگاه قدم می‌زند و درحالی که به یک ماشین یا کار مورد مطالعه نزدیک می‌شود، یک مشاهده گذرا انجام می‌دهد و بی‌کار بودن یا بی‌کار نبودن کارگر یا ماشین و علت آن را مورد مطالعه و توجه قرار می‌دهد و ثبت لازم را انجام می‌دهد و بلافاصله به سمت کارگر یا ماشین بعدی می‌رود، مشاهدات باید در زمان معین انجام شوند. مشاهده‌گر باید صلاحیت تشخیص فعالیتی را که در لحظه مشاهده می‌بیند، داشته باشد. نتایج آزمایش شده برای آن‌که مورد قبول واقع شوند، با سطوح اطمینان اختصاصی داده شده (۹۵٪ یا درصد دیگری) سنجیده می‌شوند و سپس یک تصمیم‌گیری درمورد این‌که تجزیه و تحلیل مناسب ارائه شده است یا نه، انجام می‌شود.

روش‌های ترکیبی

درمورد روش‌های ترکیبی بحث بسیار گسترده و طولانی است که فرصت بحث و اشاره در کلاس نخواهد بود. برای مثال سیستم‌های زمان‌های ازقبل تعیین نشده برای حرکات (PMTS) شامل :

ــ خانواده MTM که تشکیل شده از سیستم‌های (MTM-1, MTM-2, MTM3, MTM-C, MTM-B, MTM-V, MTM-M, 4M-DATA, MTM-UMS, MTM-ETA, MTM-PECA ,....)

ــ خانواده MOST که تشکیل شده از سیستم‌های :

Basic MOST, MOSTC, Mini MOST, MOST, Maxi MOST Computerized MOST, Work, Factor, MSD, UDS, MODAPTS, ...

بنابراین فقط به توضیحات صفحات کتاب اکتفا شود.

پرسش

۱ـ گروههای تعیین زمان‌سنجی را بنویسید.

۲ـ پایه و اساس روشهای مشاهده مستقیم در زمان‌سنجی بر چه چیزی استوار است؟

۳ـ روشهای مشاهده مستقیم را بیان کنید.

۴ـ منظور از زمان سنجی با ژُرنومتر چیست؟

۵ـ هدف از زمان زمال انجام کار چیست؟

۶ـ ضریب عملکرد در تعیین زمان زمال انجام کار چه چیزی را بیان می‌کند؟

۷ـ تشخص زمان سنج با ژُرنومتر چه اطلاعاتی باید داشته باشد؟

۸ـ زمان‌سنجی به وسیلهٔ نمونه‌برداری از کار چگونه است؟

۹ـ زمان سنجی به وسیلهٔ نمونه‌برداری از کار نسبت به زمان‌سنجی با ژُرنومتر چه مزیتی دارد؟

۱۰ـ به چه دلیل روش زمان سنجی به وسیلهٔ نمونه‌برداری از کار برای ارزیابی بین گروههای مختلف کارگران یا ماشینها مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

۱۱ـ برای ساخت یک کتابخانه از صفحات تخته خرده چوب روکش شده این عملیات زیر صورت گرفته زمان ساخت را محاسبه کنید:

برش اولیه: ۱/۵ساعت، اندازه بری: ۱ ساعت، ساخت اتصالات: ۳ساعت، مونتاژ قطعات: ۳ساعت، پرداخت: ۲ساعت، رنگکاری: ۳ساعت.

برای پیش‌آمدهای احتمالی نیز ۳۰ درصد زمان یاد شده را منظور کنید.

۴ـ ۵ـ روشهای ترکیبی

تا این جا هر دو روش ذکر شده مستلزم مشاهده کار در حین عمل بوده است. مواردی پیش می‌آید که مشاهده در عمل امکان‌پذیر نیست؛ مثلاً ممکن است بخواهیم تولید یک محصول جدید را برنامه‌ریزی کنیم که در این حالت می‌توانیم از زمان استانداردی که براساس تجربیات گذشته در کارهای مشابه تهیه شده، استفاده کرده تخمین بزنیم. این زمانها چون می‌تواند ترکیبی از زمانهای مختلف باشد که روش ترکیبی نامیده می‌شود.

۱ـ ۴ـ ۵ـ استفاده از اطلاعات استاندارد: در روش زمان‌سنجی با ژُرنومتر زمان فعالیتی را می‌توانیم مشخص کنیم که درحال عمل باشد. حال اگر این زمانها با توجه به نوع فعالیت و مشخصات قطعه کار و دستگاه یادداشت شود و جدولهایی تنظیم گردد، برای

جدول ۱ ـ ۵ ـ جدول بین‌المللی زمان بندی حرکت دست مطابق با روش (MTM)

شرح و علت	حرکت دست		زمان				فاصله
	B	A	E	C یا D	B	A	cm
A رساندن موضوع و درمحل قراردادن یا در دست دیگر یا دست دیگران قراردادن	۱/۶	۱/۶	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲ یا کمتر
	۲/۴	۲/۰	۳/۲	۵/۱	۳/۲	۳/۲	۴
	۳/۱	۳/۱	۴/۳	۶/۵	۴/۳	۴/۵	۶
	۳/۷	۴/۶	۵/۵	۷/۵	۵/۵	۵/۵	۸
	۴/۳	۴/۹	۶/۸	۸/۴	۶/۳	۶/۱	۱۰
B رساندن موضوعی مفرد در محلی که امکان گیر دنی وجود دارد.	۲/۸	۵/۲	۷/۳	۹/۱	۷/۴	۷/۴	۱۲
	۵/۳	۵/۵	۷/۸	۹/۷	۸/۲	۴/۸	۱۴
	۵/۹	۵/۸	۸/۲	۱۰/۳	۸/۸	۷/۱	۱۶
	۶/۵	۶/۱	۸/۷	۱۰/۸	۹/۴	۵/۵	۱۸
	۷/۱	۶/۵	۹/۲	۱۱/۴	۱۰/۰	۷/۸	۲۰
C رساندن موضوعی به محلی که انتخاب لازم دارد.	۷/۷	۶/۸	۹/۷	۱۱/۹	۱۰/۵	۸/۱	۲۲
	۸/۲	۷/۱	۱۰/۲	۱۲/۵	۱۱/۱	۸/۵	۲۴
	۸/۸	۷/۴	۱۰/۷	۱۳/۰	۱۱/۷	۸/۸	۲۶
	۹/۴	۷/۷	۱۱/۲	۱۳/۶	۱۲/۲	۹/۲	۲۸
	۹/۹	۸/۰	۱۱/۷	۱۴/۱	۱۲/۸	۹/۵	۳۰
D رساندن موضوعی که بسیار کوچک و باید خیلی دقیق گرفته شود.	۱۱/۴	۸/۸	۱۲/۹	۱۵/۵	۱۴/۲	۱۰/۴	۳۵
	۱۲/۸	۹/۴	۱۴/۱	۱۶/۸	۱۵/۶	۱۱/۳	۴۰
	۱۴/۲	۱۰/۴	۱۵/۳	۱۸/۲	۱۷/۰	۱۲/۱	۴۵
	۱۵/۷	۱۱/۲	۱۶/۵	۱۹/۶	۱۸/۴	۱۳/۰	۵۰
	۱۷/۱	۱۲/۰	۱۷/۸	۲۰/۹	۱۹/۸	۱۳/۹	۵۵
E رساندن موضوعی به محلی که لازم است بدن حرکت داشته باشد.	۱۸/۵	۱۲/۸	۱۹/۰	۲۲/۳	۲۱/۲	۱۴/۷	۶۰
	۱۹/۹	۱۳/۵	۲۰/۲	۲۳/۶	۲۲/۶	۱۵/۶	۶۵
	۲۱/۲	۱۴/۳	۲۱/۴	۲۵/۰	۲۴/۱	۱۶/۵	۷۰
	۲۲/۸	۱۵/۱	۲۲/۶	۲۶/۲	۲۵/۵	۱۷/۳	۷۵
	۲۴/۲	۱۵/۹	۲۳/۹	۲۷/۷	۲۶/۹	۱۸/۲	۸۰

زمان‌سنجی کار جدیدی که تنها شامل فعالیتهایی است که ما اطلاعات مربوط به آنها را در اختیار داریم، می‌توانیم زمان استاندارد آن کار را با استفاده از جداول و یا فرمولهایی که قبلاً به این منظور تهیه کرده‌ایم به دست آوریم.

بدیهی است که اجرای این روش تنها هنگامی امکان‌پذیر خواهد بود که ما اطلاعات مفیدی را که با زمان‌سنجی صحیح به دست آمده است در مجموعهٔ اطلاعات زمان سنجی خود داشته باشیم. معمولاً استفاده از اطلاعاتی که در کارخانه دیگری جمع‌آوری شده، ایجاد اشکال می‌کند، چون غالباً وضعیت موجود در هر کارخانه کاملاً متفاوت با کارخانه دیگر است.

۲ـ ۴ـ ۵ـ استفاده از زمانهای از قبل تعیین شده برای حرکات: هدف اصلی از این روش این است که بتوانیم زمان‌سنجی عملیاتی را انجام دهیم که با دست صورت می‌گیرد. مطالعات اولیه زمان‌سنجی به وسیلهٔ فیلمبرداری از عملیات مختلف نشانگر این است که بیشتر حرکات مختلف گاه به اجزاء خیلی کوچک مانند دراز کردن دست، حرکت دادن دست، چرخاندن، گرفتن و غیره تقسیم می‌شود؛ همچنین معلوم شده است که عوامل گوناگونی بر روی زمان انجام هر جزء اثر می‌گذارند؛ مثلاً دراز کردن دست، تحت تأثیر فاصله‌ای که دست باید طی کند و نوع و چگونگی دست دراز کردن قرار دارد.

با انجام این مطالعات، جدولهای اطلاعات زمان‌سنجی برای نشان دادن زمان مورد نیاز برای انجام هر جزء کاری در موقعیت مناسب تهیه شده‌اند. این جدولها برای تخمین زمان اجرای عملیات مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ به گونه‌ای که برحسب نوع حرکت و وضعیتی که حاکم بر انجام آن است، ارزشهای مختلف زمانی به آنها تخصیص می‌یابد (جدول ۱ـ ۵).

علاوه بر تعیین استانداردهای زمانی برای مشاغل جاری در کارخانه، استفاده از سیستمهای ارزشهای زمانی از پیش تعیین شده، امکان محاسبات زمان لازم انجام شغل را قبل از تولید بالفعل، فراهم می‌سازد. این امکانات محسنات فراوانی به شکل انجام برآوردهای نسبتاً دقیق در زمینه‌های کار، بهسازی، برآوردهای شغلی، و کمک در طراحی محصول و همچنین ابزار کار در اختیار مدیریت قرار می‌دهد. در هر مورد می‌توان الگوی کار را مجسم نموده، ارزشهای زمانی بدانها تخصیص داد و طراحی بهتری از رویه‌ها و تولیدات براساس ارزش زمانی را قبل از شروع کار ارائه نمود. این نکته را در عین حال نباید ناگفته گذاشت که استفاده انحصاری از این سیستمها به جای زمان‌سنجی و نمونه‌برداری مورد تأیید تمامی صاحبنظران نیست. در هر صورت برای استفاده از این جدولها باید نکاتی را درنظر داشت که روش کار بدین شرح است:

۱ـ تقسیم عملیات به اجزای مناسب؛ به طوری که شامل بیش از دوازده نوع حرکت

نباشد.

۲ـ تشخیص نوع هر یک از حرکات و به دست آوردن زمان آنها از جدولهای مربوط به آن.

۳ـ تعیین زمان کلی (با جمع کردن زمانهای به دست آمده از جدولها).

این روشها دائماً درحال پیشرفت بوده و اصلاحاتی روی آنها انجام گرفته است. تا جایی که امروزه این سیستمها شامل حرکات بدن مانند حرکات پا، قسمتی از تنه و حتی استفاده از چشم نیز می‌گردند.

علاوه بر مزایایی که سایر روشهای ترکیبی دارند، این روش برای استفاده در کارخانه‌های مختلف است. اما در خور توجه است که در این روش کارکنان باید برنامه‌های آموزشی دانسته باشند.

سؤالات آزمون پایان فصل پنجم

۱ـ تفاوت کلی روشهای مشاهده مستقیم با روشهای ترکیبی در زمان سنجی چیست؟

۲ـ برای تعیین زمان انجام کار یک محصول جدید، چه روش کلی را مناسب می‌دانید؟ چرا؟

۳ـ انواع روشهای ترکیبی را نام ببرید.

۴ـ روش استفاده از اطلاعات استاندارد را در تعیین زمان انجام کار توضیح دهید.

۵ـ هدف اصلی از روش استفاده از زمانهای از قبل تعیین شده برای حرکات چیست؟

۶ـ استفاده از سیستمهای ارزشهای زمانی از پیش تعیین شده چه امکاناتی و چه محسناتی در دارد؟

۷ـ برای استفاده از جدولهای زمانی حرکات از پیش تعیین شده چه نکاتی را باید درنظر داشت؟

۸ـ سازمان رفاه (مجمع مطالعه کار) زمان انجام کار را به چه اجزایی تقسیم‌بندی نموده است؟

۹ـ منظور از زمان کل تجهیز چیست؟ مثال بزنید.

۱۰ـ زمان اصلی تجهیز را تعریف کرده مثالی بزنید.

۱۱ـ زمان جزء تجهیز چه زمانی است؟ با مثالی مطلب را کامل کنید.

۱۲ــ منظور از زمان انجام کار برای چند قطعه متشابه چیست؟
۱۳ــ شرح دهید زمان کار برای هر قطعه به چند جزء کوچکتر تقسیم می‌شود؟
۱۴ــ زمان جزء کار چه زمانی است؟
۱۵ــ اجزای کوچکتر زمان مبنا را نام ببرید.
۱۶ــ زمان فرعی چه زمانی است؟ با مثالی مطلب را کامل کنید.
۱۷ــ زمان اصلی انجام کار را توضیح داده، مثالی بزنید.

نمونه ارزشیابی نهایی کتاب

۱ــ برای برش قطعاتی از جنس تخته لایه نیاز به سرعت برشی معادل ۸۰ متر بر ثانیه می‌باشد. اگر تعداد دور دستگاه اره گرد ۵۰۰۰ دور در دقیقه باشد، تیغه اره گرد چه قطری باید داشته باشد؟

۲ــ سرعت پیشبرد دستگاه رنده‌ای ۱۰متر بر دقیقه است. اگر ۲۰درصد اتلاف وقت درنظر بگیریم، این دستگاه در هر ساعت چند متر کار را رنده می زند؟

۳ــ دستگاه گندگی با مشخصات زیر موجود است. سرعت پیشرد و عمق اثر هر تیغهٔ آن را روی چوب به دست آورید. $n = 5000\,1/min$ $z = 6$ $a = 0/6\,mm$ $R = 6\,cm$

۴ــ طول تسمه‌ای را به دست آورید که اگر قطر چرخ محرک ۱۲cm و قطر چرخ متحرک ۱۸cm و فاصله خط المرکزین ۹۵cm باشد تسمه به صورت ساده و مستقیم قرار گرفته است).

۵ــ تعداد دور چرخ دنده محرکی ۱۵۰ دور در دقیقه و تعداد دندانه‌های آن ۲۰ عدد است. اگر تعداد دور چرخ متحرک ۲۵۰ دور در دقیقه لازم باشد، تعداد دندانه‌های آن را به دست آورید.

۶ــ کار مکانیکی و توان انجام شده بالابری را به دست آورید که اگر جرم بار ۱۰۰ کیلوگرم ارتفاع حمل ۴متر و زمان انجام کار یک دقیقه می‌باشد.

۷ــ الکتروموتور دستگاهی که توان بازده آن ۲ کیلووات است دارای تعداد دوران $n = 1500 - \frac{1}{min}$ می‌باشد، حساب کنید اولاً گشتاوری را که به وسیله آن می‌توان متشقل کرد. ثانیاً اگر نیروی کشش لازم در تسمه‌ای که به وسیله الکتروموتور می‌گردد $F = 254/8\,N$ باشد. قطر چرخ تسمه آن را حساب کنید.

۸ــ باری به جرم ۱۵۰ کیلوگرم را می‌بایست با بالابر ساده‌ای که دارای یک قرقره ثابت و

۲ قرقره متحرک است، بالا بریم، محاسبه کنید حداقل چه نیروی باید به دستگاه وارد شود.

۹ــ واگن حمل چوبی به جرم ۵۰ کیلوگرم و ضریب اصطکاک غلشتی $\mu = 0/025$ به مقدار چوبی را می‌تواند حمل کند. اگر نیروی اغتی وارد بر آن حداقل ۴۰۰ نیوتن باشد.

۱۰ــ در کارگاهی سه الکتروموتور با توانهای $2P_1$ و $1/5P_2$ و $1P_3$ به طور متوسط ۳ساعت در روز کار می‌کند، کار الکتریکی کل دستگاهها را در یک روز به دست آورید.

۱۱ــ زمان انجام کاری را که برای ساخت ۴۰۰ قطعه به کار می‌رود، محاسبه نمایید درصورتی که زمانهای ساخت یک قطعه به این شرح است:

الفا زمان اصلی تجهیز: ۱۸دقیقه
بیا زمان اصلی انجام کار: ۱۲ دقیقه
چا زمان فرعی انجام کار: ۸دقیقه
دا زمان جزئی تجهیز: ۵دقیقه
ها زمان جزء: ۷دقیقه

۱۲ــ مراحل انجام زمان‌سنجی را با کرنومتر بنویسید.

تعیین زمان انجام کار

۲۹

جلسه بیست و نهم

برنامه زمان‌بندی جلسه بیست و نهم		
۱	آماده کردن کلاس	۵
۲	بررسی و بازبینی از تمرینات داده شده	۵
۳	پرسش و حل تمرین صفحه‌های ۹۵، ۹۸، ۹۹و۱۰۰	۸۰

پاسخ پرسش‌های صفحه ۹۵

۱ــ

الف ــ روش‌های مشاهده مستقیم

ب ــ روش‌های ترکیبی

۲ــ روش‌های مشاهده مستقیم مستلزم دیدن کار در حین انجام آن می‌باشد.

۳ــ

الف ــ زمان‌سنجی با کرنومتر

ب ــ نمونه‌برداری از کار

۴ــ کار و اندازه‌گیری زمان انجام آن به‌وسیله ساعت انجام می‌گیرد.

۵ ــ هنگامی که کارگر سریع کار می‌کند زمان کوتاه‌تر از هنگامی است که آرام کار می‌کند، به ناچار برای به‌دست آوردن زمانی که نشان دهنده سرعت طبیعی انجام کار باشد، نیاز است که زمان ثبت شده تعدیل گردد، این زمان تعدیل شده، همان زمان نرمال انجام کار می‌باشد.

۶ ــ ضریب عملکرد باعث می‌شود که زمان ثبت شده با توجه به سرعت عمل کارگر مربوطه، به زمان نرمال تبدیل شود.

۷ــ

۱ــ باید روش کار ماشین را بداند.

۲ــ باید طریق انجام کار را بداند.

۳ــ از درجه مهارت کارگران اطلاع کامل داشته باشد.

۴ــ نظریات و تفکرات کارگران را بداند.

۵ــ وضعیت محیط کار و درجه کیفیت کار را بداند.

۸ ــ در این روش ما از مشاهداتی که به‌صورت تصادفی در هنگام انجام کار صورت می‌گیرد، برای تعیین چگونگی زمان انجام کار استفاده می‌کنیم.

۹ــ احتیاج به مشاهده پیوسته ندارد، از کرنومتر استفاده نمی‌شود، مشاهده‌کننده کم‌تجربه نیز می‌تواند آن را انجام دهد و باعث خستگی و اتلاف وقت زیادی نمی‌شود.

۱۰ــ زیرا در زمان‌های تصادفی و بدون اطلاع کارگر زمان‌سنجی صورت می‌گیرد.

۱۱ــ

ساعت $۱/۵+۱+۳+۳+۲+۳=۱۳/۵$

$۱۳/۵+(۰/۳۰\times۱۳/۵)=۱۷/۵۵\,h=۱۷:۳۳'$

پاسخ سؤال‌های صفحه ۹۸

۱ــ در روش‌های مشاهده مستقیم نیاز به مشاهده انجام کار است ولی روش‌های ترکیبی نیاز به مشاهده ندارد.

۲ــ روش ترکیبی، زیرا این محصول جدید را هنوز شروع نکرده‌ایم تا زمان انجام کار را مشاهده نموده و تعیین نماییم.

۳ــ

الف ــ استفاده از اطلاعات استاندارد

ب ــ استفاده از زمان‌های از قبل تعیین شده برای حرکات

۴ــ برای زمان‌سنجی کار جدیدی که تنها شامل فعالیت‌هایی است که ما اطلاعات مربوط به آن‌ها را دراختیار داریم، می‌توانیم زمان استاندارد آن کار را با استفاده از جداول و یا فرمول‌هایی که قبلاً به این منظور تهیه کرده‌ایم به‌دست آوریم.

۵ــ هدف اصلی از این روش این است که بتوانیم زمان‌سنجی عملیاتی را انجام دهیم که با دست صورت می‌گیرد.

۶ ــ امکان محاسبات زمان لازم انجام شغل را قبل از تولید بالفعل، فراهم می‌سازد. این امکانات محسنات فراوانی

به‌شکل انجام برآوردهای نسبتاً دقیق در زمینه‌های کار، بهسازی، برآوردهای شغلی و کمک به طراحی محصول و همچنین ابزار کار در اختیار مدیریت قرار می‌دهد.

۷ــ

۱ــ تقسیم عملیات جزیی به اجزای مناسب، به‌طوری که شامل بیش از دوازده نوع حرکت نباشد.

۲ــ تشخیص نوع هریک از حرکات و به‌دست آوردن نرمال آن‌ها از جدول‌های مربوط به آن.

۳ــ تعیین زمان کلی (با جمع کردن زمان‌های به‌دست آمده از جدول‌ها).

۸ ــ زمان انجام کار زمان کل تجهیز و زمان انجام کار چند قطعه مشابه، به‌طوری که زمان کل تجهیز شامل زمان جزء تجهیز و زمان اصلی تجهیز می‌باشد و زمان انجام کار چند قطعه مشابه برابر است با زمان کار برای هر قطعه ضرب‌در تعداد قطعات و زمان کار برای هر قطعه شامل زمان مبنا و زمان جزء بوده همچنین زمان مبنا شامل زمان فرعی و زمان اصلی انجام کار می‌باشد.

۹ــ زمان کل تجهیز، زمانی است که ابتدا برای آماده کردن قبل از شروع کار و پس از پایان کار برای جمع و جور کردن محیط کار لازم است. مثلاً نقشه‌خوانی، مذاکره با سرپرست قسمت، تنظیم ماشین، فراهم کردن قطعات ماشین و امثال آن، و پس از انجام کار، تغییر ماشین به حالت اولیه، زمان تجهیز از دو زمان یعنی زمان اصلی تجهیز و زمان جزء تجهیز به‌دست می‌آید.

۱۰ــ این زمان صرف تدارک و تنظیم ماشین و ابزار خواهد شد، مثلاً تنظیم گونیا برای افزار زدن یا تنظیم مرغک‌های خراطی، تنظیم دستگاه گندگی و ...

۱۱ــ این زمان بیش‌تر برای مسایل پیش‌بینی ناپذیر صرف می‌شود که در هنگام تجهیز پیش‌می‌آید و می‌توان گفت که این زمان تا حدودی به شخص کارگر بستگی دارد، مثلاً یک کارگر ورزیده و کارآمد زمان کم‌تری برای نقشه خوانی نیاز داشته، ممکن است که برای ساخت قطعه کار نیازی به مذاکره با سرپرست قسمت برای راهنمایی شدن نداشته باشد.

۱۲ــ این زمان صرف ساختن چند قطعه مشابهی خواهد شد که زمان تجهیز برای کل آن‌ها یک‌بار منظور می‌شود و زمان ساخت یک قطعه را محاسبه کرده در تعداد قطعات ضرب می‌کنیم.

۱۳ــ به دو قسمت یکی زمان جز و دیگری زمان مبنا

۱۴ــ زمانی است که برخلاف میل کارگر بدون پیش‌بینی صرف می‌شود، مثل روغن‌کاری، تعویض یا تیز کردن تیغه‌ها، رفعِ احتیاجات شخصی و ...

۱۵ــ زمان فرعی و زمان اصلی انجام کار

۱۶ــ زمانی است که بدون پیشرفت مستقیم برای انجام کار لازم است، مانند اندازه‌گیری و کنترل قطعه کار، جابه‌جا کردن قطعه کار، مانند بلند کردن و روی دستگاه قرار دادن و به‌عکس

۱۷ــ زمانی است که منحصراً عملیات مربوط انجام می‌شود (بدون درنظر گرفتن کلیه زمان‌های اضافی و فرعی و ...).

حل تمرینات صفحه ۹۹

حل تمرین ۱:

$$d = \frac{V}{\pi.n} = \frac{۸۰\times۱۰۰۰\times۶۰}{۳/۱۴\times۵۰۰۰} = ۳۰۵mm$$

حل تمرین ۲:

$$t = ۶۰ - (۰/۲۰\times۶۰) = ۴۸\,min$$

$$L = s.t = ۱۰\times۴۸ = ۴۸۰m$$

حل تمرین ۳:

$$s = \frac{a.n.z}{۱۰۰۰} = \frac{۰/۶\times۵۰۰۰\times۶}{۱۰۰۰} = ۱۸m/min$$

$$b = R - \sqrt{R^۲ = (\frac{a}{۲})^۲} = ۶۰ - \sqrt{۳۶۰۰ - ۰/۰۹}$$

$$= ۰/۰۰۰۷۵mm$$

حل تمرین ۴:

$$\sin a = \frac{۹-۶}{۴۵} = \frac{۱}{۱۵} \Rightarrow a = ۳/۸۲^\circ$$

$$MN = \sqrt{۴۵^۲ - (۹-۶)^۲} = ۴۴/۹cm$$

$$L = ۲MN + \frac{D\pi(۱۸۰+۲a)}{۳۶۰} + \frac{d\pi(۱۸۰-۲a)}{۳۶۰} =$$

$$۲(۴۴/۹) + \frac{(۱۸)\pi(۱۸۰+۷/۶۴)}{۳۶۰} + \frac{(۱۲)\pi(۱۸۰-۷/۶۴)}{۳۶۰}$$

$$L = ۸۹/۸ + ۲۹/۴۵ + ۱۸/۰۴ = ۱۳۷/۲۹cm$$

حل تمرین ۵:

$$Z_2 = \frac{Z_1 \times n_1}{n_2} = \frac{۲۰ \times ۱۵۰}{۲۵۰} = ۱۲ \text{ عدد}$$

حل تمرین ۶:

$$W = F.h = ۱۰۰ \times ۱۰ \times ۳ = ۳۰۰j$$

$$p = \frac{W}{t} = \frac{۳۰۰۰}{۶۰} = ۵۰Wat$$

حل تمرین۷:

$$M = \frac{p \times ۹۵۵۵}{n} = \frac{۴ \times ۹۵۵۵}{۱۵۰۰} = ۲۵/۴۸N.m$$

$$r = \frac{M}{F} = \frac{۲۵/۴۸}{۲۵۴/۸} = ۰/۱m \qquad d = ۲r = ۲۰cm$$

حل تمرین ۸:

$$F = \frac{F_G}{۲^{(n-۱)}} = \frac{۱۵۰ \times ۱۰}{۲^{۳-۱}} = \frac{۱۵۰۰}{۴} = ۳۷۵N$$

حل تمرین ۹:

$$\sum F_x = ۰ \qquad F = f_r = \mu_i \times N$$

$$۴۰۰ = ۰/۰۲۵(۵۰۰ + W)$$

$$۴۰۰ - ۱۲/۵ = ۰/۰۲۵W$$

$$W = \frac{۴۰۰ - ۱۲/۵}{۰/۰۲۵} = ۱۵۵۰۰N$$

حل تمرین ۱۰:

$$P = \sum P_i = ۲ + ۱/۵ + ۱ = ۴/۵hp$$

$$P = ۴/۵ \times ۰/۷۳۶ = ۳/۳۱۲kW$$

$$W = P.t = ۳/۳۱۲ \times ۳ = ۹/۹۳۶kW.h$$

حل تمرین ۱۱:

$$۱۸ + ۵ = ۲۳ \min = \text{زمان تجهیز}$$

$$۱۲ + ۸ = ۲۰ \min = \text{زمان مبنا}$$

$$۲۰ + ۷ = ۲۷ \min = \text{زمان کار برای یک قطعه}$$

$$۲۷ \times ۲۰۰ = ۵۴۰۰ \min = \text{زمان انجام کار چند قطعه مشابه}$$

$$۵۴۰۰ + ۲۳ = ۵۴۲۳ \min = ۹۰:۲۳' = \text{زمان انجام کار}$$

حل تمرین ۱۲:

۱ــ تقسیم کار به اجزای کوچک

۲ــ تعیین زمان هر جزء با توجه به ضریب عملکرد مربوط به آن

۳ــ تبدیل زمان مشاهده‌ای هر جزء به زمان نرمال

۴ــ جمع کردن زمان نرمال اجزای مختلف کار و اضافه کردن بی‌کاری‌های مجاز به آن‌ها

پیوست

زمان‌سنجی

تعریف: زمان‌سنجی عبارت است از به‌کارگیری روش‌های صحیح و استفاده از اصول علمی، به‌منظور تعیین زمان انجام عملیاتی که توسط یک کارگر واجد شرایط در سطح کارایی مطلوب انجام شود.

اهداف زمان‌سنجی

زمان‌سنجی به مدیریت کمک می‌نماید که زمان غیر مؤثر تولید را از زمان مؤثر آن جدا کند. در واحدهایی که از این فرآیند استفاده نمی‌شود مقدار زیادی زمان غیرمفید وجود دارد که می‌توان آن را حذف نمود. برای حذف زمان زائد نه تنها زمان مربوط به‌اپراتور، بلکه زمان مربوط به مدیریت را نیز باید مدنظر قرار داد.

داشتن استاندارد باعث می‌شود که یک واحد صنعتی بتواند به برنامه قابل‌اطمینان با توجه به هزینه پیش‌بینی شده دست یابد.

به‌طور کلی می‌توان اهداف زیر را برای زمان‌سنجی درنظر گرفت:

۱ــ تعیین هزینه نیروی انسانی درگیر در ساخت محصول.

۲ــ تعیین تعداد کارگران تولیدی و غیرتولیدی مورد نیاز.

۳ــ تعیین تعداد ماشین‌های تولید موردنیاز.

۴ــ تعیین حجم و مقدار تحویلی مواد به ایستگاه‌های کاری.

۵ــ تعیین برنامه‌ریزی زمانی کل تولیدات کارخانه.

۶ــ بررسی امکان ساخت یک محصول با توجه به امکانات

موجود.

۷ــ تعیین اهداف تولیدی.

۸ ــ تجزیه و تحلیل نتایج به‌دست آمده.

۹ــ بررسی کارایی بخش‌ها و یا نیروی انسانی کارخانه.

۱۰ــ دانستن هزینه واقعی تولید.

۱۱ــ پرداخت‌های مالی و حقوقی به افراد و تعیین سیستم‌های تشویقی و پرداخت حقوق براساس بهره‌وری.

۱۲ــ مقایسه آلترناتیوهای مختلف انجام کار ازنظر زمانی و انتخاب بهترین آن‌ها.

۱۳ــ بالانس کردن خطوط مونتاژ، ساخت و فعالیت‌های اعضای یک گروه.

۱۴ــ استفاده از زمان در نمودارهای آنالیز روش‌ها، روابط انسان و ماشین و سایر نمودارهای مهندسی.

۱۵ــ طراحی خط تولید و ایستگاه‌های کاری قبل از نصب فیزیکی آن‌ها.

۱۶ــ طراحی ابزار و وسایل و تجهیزات

۱۷ــ استفاده از کارشناسان در برنامه‌ریزی تعمیرات و نگه‌داری، کنترل پروژه، برنامه‌ریزی و مدیریت ظرفیت و دیگر سیستم‌های مهندسی صنایع.

۱۸ــ کاربرد در بسیاری از فعالیت‌های اداری پروژه‌های عمرانی و خدماتی، بیمارستان‌ها و ...

وسایل لازم جهت زمان‌سنجی: ساعت زمان‌سنجی (کرنومتر)، ماشین حساب، مداد و قلم، دوربین فیلمبرداری، فرم‌های زمان‌سنجی و ... می‌باشند.

روش‌های مختلف زمان‌سنجی

الف ــ روش‌های مشاهده مستقیم: در این روش مشاهده کار حین عملیات الزامی است تا بتوان ابتدا زمان مشاهده را تعیین و سپس زمان نرمال و آن‌گاه زمان استاندارد را محاسبه نمود که با سه روش متفاوت انجام می‌پذیرد.

۱ــ زمان‌سنجی با استفاده از ساعت‌های متوقف شونده (کرنومتر)

۲ــ روش نمونه‌برداری از کار

۳ــ روش زمان‌سنجی گروهی

ب ــ روش‌های ترکیبی: در این‌گونه روش‌ها بدون مشاهده مستقیم عملیات زمان‌سنجی انجام می‌شود. در حقیقت با استفاده از اطلاعات استاندارد به‌دست آمده از آمارهای قبلی و سیستم‌های بین‌المللی زمان‌های از پیش تعیین شده حرکات زمان و استاندارد عملیات تعیین می‌گردد. این روش‌ها عبارت‌اند از :

۱ــ روش استفاده از داده‌های استاندارد

۲ــ روش توالی عملیاتی مینارد

۳ــ روش زمان‌های از پیش تعیین شده حرکات

ج ــ روش‌های زمان‌سنجی تخمینی

۱ــ روش تخمینی تحلیلی

۲ــ روش‌های تخمینی مقایسه‌ای

هر یک از روش‌های ذکر شده دارای خصوصیات متفاوتی بوده و در شرایط خاصی به‌کار می‌روند ولی از آن‌جایی‌که زمان‌سنجی با استفاده از کرنومتر کاربرد بیش‌تری دارد به‌طور کامل درباره آن بحث خواهد شد.

زمان‌سنجی با استفاده از کرونومتر، Stop Watch

تعریف: عبارت است از اندازه‌گیری زمان لازم جهت انجام فعالیتی مشخص در سطح عملکرد تعریف شده با استفاده از کرنومتر و مشاهده مستقیم در طول چند سیکل.

مراحل مختلف زمان‌سنجی با استفاده از کرنومتر

۱ــ انتخاب کار مورد مطالعه

۲ــ تقسیم کار به عناصر کوچک‌تر (اجزای کار)

۳ــ مشاهده و روش ثبت زمان

۴ــ تعیین مقدار سیکل‌های مورد مشاهده

۵ــ محاسبه ضریب عملکرد

۶ــ محاسبه زمان نرمال

۷ــ محاسبه بی‌کاری‌های مجاز (الونس)

۸ ــ محاسبه زمان استاندارد

۱ــ انتخاب کار مورد مطالعه: اولین قدم، تعیین کار مورد مطالعه است. به‌ندرت کار به‌صورت تصادفی انتخاب می‌گردد زیرا اکثر اوقات باید دلیلی برای انتخاب وجود داشته باشد مثلاً در مواردی که کار مورد مطالعه جدید است و قبلاً زمان‌سنجی نشده یا این‌که تغییری در مراحل یا روش کار به‌وجود آمده که تعیین زمان استاندارد جدیدی را ضروری می‌سازد و یا افزایش

هزینه در بخشی از تولید و مسایلی از این قبیل که زمان‌سنجی را ضروری می‌سازد.

پس از تعیین کار موردمطالعه باید نسبت به انتخاب **کارگر واجد شرایط** یعنی کارگری که دارای مشخصات فیزیکی لازم (از لحاظ استعداد، تحصیلات، مهارت و دانایی) جهت انجام کار به نحو رضایت‌بخش با رعایت اصول ایمنی و کیفی و کمی باشد اقدام نمود.

۲ــ تقسیم کار به عناصر موجود در آن: یک عنصر عبارت است از یک بخش متمایز شده از یک کار مشخص که به منظور راحتی در مشاهده زمان‌سنجی و تجزیه و تحلیل انتخاب می‌گردد.

تقسیم کار به عناصر موجود در آن به دلایل زیر صورت می‌گیرد :

- جدا شدن زمان کار ماشین و زمان کار کارگر تا امکان تخصیص ضریب عملکرد متفاوت وجود داشته باشد.
- اطمینان از این‌که زمان‌های غیرمولد (غیرمؤثر) وارد محاسبات نشده‌اند زیرا با تقسیم کار به عناصر و اجزای کاری، دقت در حذف زمان‌های غیرمؤثر بیش‌تر می‌شود.
- تفکیک شدن اجزای ثابت کار از اجزای متغیر کار
- سهولت در کنترل روش زمان‌سنجی و صرفه‌جویی در وقت زمان‌سنجی

هشت نوع عنصر کاری به شرح زیر موجود است :

۱ــ عنصر تکراری: عنصری است که در هریک از سیکل‌های کار اتفاق می‌افتد.

ــ عنصر برداشت یک قطعه در عمل مونتاژ، عنصر قراردادن یک قطعه در یک گیره، عنصر کنار گذاشتن یک قطعه تمام شده.

۲ــ عنصر موقت: عنصری است که در همه سیکل‌های کاری اتفاق نمی‌افتد و ممکن است در فواصل منظم یا نامنظم رخ دهد.

ــ تمیز کردن دستگاه، تنظیم ماشین و ...

باید توجه نمود که عنصر موقت یک عنصر مفید است و نیز بخشی از کار می‌باشد و باید در تعیین زمان استاندارد مدنظر باشد.

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

ــ بستن یک پیچ، نصب یک قطعه روی ماشین، روشن کردن ماشین

۴ــ عنصر متغیر: عنصری است که زمان پایه مربوط به‌آن با توجه به وابستگی آن به مشخصه‌ای از محصول، پروسه و ابزار تغییر می‌نماید ؛ مانند وابستگی آن به ابعاد، وزن، کیفیت و...

ــ برش‌هایی که در آن‌ها زمان با توجه به سختی و قطر قطعه تغییر می‌کند، زمان تمیز کردن زمین (با توجه به مساحت آن تغییر می‌کند) و زمان حمل یک قطعه از یک محل به محل دیگر (پارامتر مسافت در زمان اثر دارد.)

۵ ــ عنصر ماشینی: عنصری است که به‌صورت اتوماتیک به‌وسیله یک ماشین تولیدی انجام می‌پذیرد.

ــ فرم دادن یک لیوان شیشه‌ای، فشار بر یک بدنه فلزی جهت شکل‌پذیری، اکثر عناصر برش در ماشین‌های ابزار.

۶ــ عنصر حاکم: عنصری است که زمان مربوط به آن از زمان عناصر دیگری که همزمان با آن انجام می‌شوند بیش‌تر طول می‌کشد.

ــ در ضمن یک عمل ماشین تراشی چند عمل دیگر توسط اپراتور، مجزا از عمل تراش انجام می‌گیرد و طول زمانی تراش‌دادن بیش‌تر از زمان آن اعمال است.

۷ــ عنصر دستی: عنصری است که توسط دست کارگر انجام می‌شود. این مورد سایر اعضای بدن را نیز شامل می شود.

ــ نصب قطعه با دست، جوشکاری الکترود.

۸ــ عنصر خارجی: عنصری است که در طی زمان‌سنجی دیده می‌شود ولی یک قسمت غیرضروری در انجام کار می‌باشد. و یا عنصری است که وقوع آن از قبل پیش‌بینی نشده باشد.

رنگ زدن یک قطعه که هنوز باید ماشین کاری شود، آب خوردن در حین انجام کار.

عنصری تکراری ممکن است عنصر ثابت یا متغیر باشد، همچنین عنصر ثابت ممکن است تکراری و یا موقت بوده و عنصر موقت نیز ممکن است ثابت یا متغیر باشد.

قواعد کلی که درمورد تجزیه کار به عناصر وجود دارند عبارت‌اند از :

● نقاط انفصال ؛ یعنی لحظه ختم یک جزء و شروع جزء بعدی، حتی‌الامکان توسط صدا یا چشم قابل تشخیص باشد مثلاً تعمیر صدای دستگاه، صدای انداختن قطعه یا تغییر جهت دست یا بازو و ...

● طول زمان عنصر ؛ بایستی به اندازه‌ای باشد که به وسیله فرد زمان‌سنج به راحتی قابل زمان‌گیری باشد. این زمان بستگی به مهارت و تجزیه فرد زمان‌سنج دارد که برای فرد ماهر ۲/۴ ثانیه و برای فرد تازه‌کار بین ۴/۲ تا ۶ ثانیه است. برای عناصر دستی طولانی مدت بعد از هر ۲۰ ثانیه باید یک ضریب عملکرد جدید تعیین شود.

● عناصر دستی از عناصر ماشین جدا شوند.

● عناصر ثابت از عناصر متغیر جدا شوند.

جهت درک بهتر روش زمان‌سنجی با کرنومتر، عملیات فرزکاری یک قطعه ریخته‌گری شده به‌طور کامل مورد مطالعه قرار می‌گیرد که در آن عمق برش ۲/۵ میلی‌متر، سرعت ۸۰ دور در دقیقه (۸۰ Rpm) و میزان بار (تغذیه) ۴۰ سانتی‌متر بردقیقه می‌باشد (فرم شکل ۱۳ــ۵).

۳ــ مشاهده و روش ثبت زمان: پس از آن‌که عناصر انتخاب شدند زمان‌سنجی آن‌ها شروع می‌گردد. دو روش عمده جهت ثبت زمان مورد مشاهده موجود است :

۱ــ روش پیوسته یا جمعی: در این روش زمان به‌صورت پیوسته از شروع عنصر اول تا ختم آخرین عنصر ادامه می‌یابد و در انتهای هر عنصر زمان آن ثبت می‌گردد. هدف این روش آن است که کلیه زمان‌های سیکل کار ثبت گردد (جدول ۲ــ۵).

۲ــ روش گسسته یا جدا: در این روش عقربه بعد از زمان‌سنجی عنصر اول به صفر باز می‌گردد و بلافاصله شروع به‌کار می‌نماید و زمان هر عنصر مستقیماً به دست می‌آید (جدول ۳ــ۵).

توضیح: استفاده از روش پیوسته به علت سادگی و عدم خطای ناشی از تکرار زمان‌سنجی هر عنصر، به افراد تازه‌کار توصیه می‌شود.

ثبت زمانی عناصر: هم‌زمان با شروع زمان‌سنجی با کرنومتر با استفاده از یک ساعت دیواری ساعت آغاز زمان‌سنجی یادداشت شده و زمان پایان کار مجدداً از ساعت دیواری قرائت شده یادداشت می‌شود. ضمناً زمان هر عنصر بدون اعشار نوشته می‌شود.

مثلاً : ۰/۰۸ دقیقه به صورت ۸ ثبت می‌گردد.

مثلاً : ۰/۵۲ دقیقه به‌صورت ۵۲ ثبت می‌گردد.

مثلاً : ۲/۰۱ دقیقه به‌صورت ۲۰۱ ثبت می‌گردد.

۴ــ تعیین تعداد سیکل‌های مورد مشاهده: چون زمان‌سنجی یک نمونه‌گیری آماری می‌باشد لذا هر چه تعداد دفعات زمان‌سنجی (تعداد نمونه) کم باشد، انحراف از میانگین زمان واقعی کار بیش‌تر و خطا زیاد می‌شود از طرفی اگر تعداد نمونه‌ها (تعداد دفعات زمان سنجی) بسیار زیاد باشد وقت زیادی نیاز بوده و هزینه زیادی را باید متحمل شد پس برای پرهیز از افراط و تفریط و دست‌یابی به حد منطقی و قابل‌قبول از روش‌های زیر استفاده می‌گردد.

الف ــ روش تخمینی

در این روش طبق جدول استانداردی که ارائه شده است می‌توان با توجه به زمان سیکل کار که طی چند بار زمان‌سنجی آزمایش شده است تعداد دفعات زمان‌سنجی را تعیین نمود.

جدول ۱ــ ۵ ــ جدول برآورد تعداد دفعات زمان‌سنجی به روش تخمینی

زمان سیکل کار به دقیقه	۰/۱	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۱	۲	۵	۱۰	۲۰	۴۰	۴۰
تعداد دفعات زمان‌سنجی	۲۰۰	۱۰۰	۶۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۵	۱۰	۸	۵	۳

همان‌طوری که مشاهده می‌شود در روش تخمینی زمان سیکل با تعداد دفعات زمان‌سنجی مورد نیاز رابطه عکس دارد.

جدول ۲ــ ۵ ــ نمونه‌ای از جدول ثبت نتایج زمان‌های مشاهده شده به روش پیوسته

نام کارخانه:
نام محصول:
موضوع عملیات:

جدول زمان‌سنجی به روش پیوسته با کرنومتر

صفحه: از:

شماره فرم:

شماره عنصرکاری	شرح عنصرکاری به ریزترین حالت طبیعی ممکن	ضریب عملکرد	زمان مشاهده شده	خالص زمان مشاهده شده	زمان نرمال	شماره عنصرکاری	شرح عنصرکاری به ریزترین حالت طبیعی ممکن	ضریب عملکرد	زمان مشاهده شده	خالص زمان	زمان نرمال

جدول ۳ــ ۵ ــ نمونه‌ای از جدول ثبت زمان‌های مشاهده شده به روش گسسته

نام کارخانه:
نام محصول:
موضوع عملیات:

جدول زمان سنجی به روش گسسته با کرنومتر

شماره فرم:

شماره عنصرکاری	شرح عنصرکاری به ریزترین حالت طبیعی ممکن	ضریب عملکرد	خالص زمان مشاهده شده	زمان نرمال

شماره عنصرکاری	شرح عنصرکاری به ریزترین حالت طبیعی ممکن	ضریب عملکرد	خالص زمان مشاهده شده	زمان نرمال

ب ــ روش شرکت می ــ تگ (May - Tag Co)

۱ــ ثبت ۱۰ (مشاهده اولیه) برای سیکل‌های کمتر از ۲ دقیقه ($n_{\circ}=۱۰$) ثبت ۵ مشاهده اولیه برای سیکل‌های بیش از ۲ دقیقه ($n_{\circ}=۵$).

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

$$R = H - L$$

۳ــ تعیین متوسط $\bar{x}$ که برابر است با مجموع مقادیر مشاهده شده تقسیم بر تعداد مشاهده (۵ یا ۱۰)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=۱}^{n_{\circ}} x_i}{n_{\circ}}$$

۴ــ تعیین $\frac{R}{\bar{X}}$

۵ ــ تعیین تعداد مشاهده مورد نیاز از جدول می تگ برای فاصله اطمینان ۹۵٪ و خطای ۵٪ ± و تقسیم عدد قرائت شده از جدول تقسیم بر چهار

۶ ــ ادامه مشاهدات تا زمانی که تعداد مشاهدات به میزان مذکور در جدول می‌تگ برسد البته در صورتی که تعداد مشاهدات لازم (n) بیش از تعداد مشاهده اولیه $n_{\circ}$ باشد.

مثال: اگر در یک زمان‌سنجی نسبت $\frac{R}{\bar{x}} = ۵۸٪$ باشد تعداد نمونه لازم برای سیکل‌های کمتر از ۲ دقیقه $n = \frac{۵۷}{۴} = ۱۵$

و برای سیکل‌های بیش از ۲ دقیقه $n = \frac{۱۰۰}{۴} = ۵$ می‌باشد. (با استفاده از جدول می‌تگ)

ج ــ استفاده از توزیع نرمال

$$N' = \left(\frac{۴۰\sqrt{N\sum x^۲ - (\sum x)^۲}}{\sum x}\right)^۲$$

رابطه:

N' = تعداد مشاهده مورد نیاز

N = تعداد مشاهده اولیه (تعداد نمونه)

X = مقدار زمان قرائت شده برای هر نمونه

توضیح: رابطه فوق برای زمانی که ضریب اطمینان ۹۵٪ و خطای ۵٪ ± باشد یعنی این‌که اظهار کنیم با اطمینان ۹۵٪ خطای محاسبه حدود ۵٪ خواهد بود صدق می‌کند و در صورتی‌که ضریب اطمینان ۹۰٪ و خطای ۱۰٪ ± باشد به‌جای عدد ثابت ۴۰ در رابطه فوق از عدد ثابت ۲۰ استفاده می‌کنیم.

مثال: از عنصری ۳۰ مشاهده به‌عمل آمده است ($N = ۳۰$) می‌خواهیم بدانیم آیا به تعداد کافی مشاهده انجام شده است یا خیر؟ (فاصله اطمینان ۹۵٪ و خطای ۵٪ ±).

$$N' = \left(\frac{۴۰\sqrt{۳۰\times ۹۶۷ - (۱۶۹)^۲}}{۱۶۹}^۲\right) = ۲۵$$

تعداد مشاهده مورد نیاز

توضیح $\sum x^۲$ و $(\sum x)^۲$ قبلاً باید محاسبه شود که در این مثال $\sum x^۲ = ۹۶۷$ و $(\sum x)^۲ = ۱۶۹$ می‌باشد یعنی با استفاده از ۳۰ زمان قرائت شده اولیه محاسبه شده‌اند.

$x_۱ ، x_۲ ، \ldots\ldots ، x_{۳۰}$

د ــ استفاده از جدول t استیودنت

رابطه:

$$N = \left(\frac{A \times S}{K \times \bar{x}}\right)^۲$$

A = عدد قرائت شده از جدول t استیودنت

N = تعداد مشاهده مورد نیاز

$\bar{x}$ = میانگین مشاهدات اولیه

K = ۰/۰۵ برای ضریب اطمینان ۹۵٪ و ۰/۱ برای ضریب اطمینان ۹۰٪

S = انحراف معیار نمونه که از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$S = \sqrt{\frac{\sum X_۱^۲}{n-۱} - \frac{(\sum X_۱)^۲}{n(n-۱)}}$$

x_i = زمان قرائت شده برای هر نمونه :

$x_۱ ، x_۲ ، x_۳ ، x_۴ ، \ldots\ldots\ldots x_n$

n = تعداد نمونه

مثال: در تعداد ۲۵ مشاهده عنصری از کار مقدار $\bar{x} = ۰/۳$ و $S = ۹٪$ با توجه به ضریب اطمینان ۹۵٪ و ۹۰٪ مطلوب است. تعداد مشاهده موردنیاز (N)

حل: ابتدا باید عدد A از جدول قرائت شود : (جدول ۵ــ۵)

الف ــ برای ضریب اطمینان ۹۵٪ و $n = ۲۵$ خواهیم داشت

$A = ۲/۰۶۰$ با استفاده از جدول t استیودنت

ب ــ برای ضریب اطمینان ۹۰٪ و $n = ۲۵$ خواهیم داشت

$A = ۱/۷۰۸$ با استفاده از جدول t استیودنت

تعداد مشاهده موردنیاز برای ضریب اطمینان ۹۵٪

$$N_۱ = \left[\frac{۲/۰۶ \times ۰/۰۹}{۰/۰۵ \times ۰/۳}\right]^۲ = ۱۵۲$$

تعداد مشاهده موردنیاز برای ضریب اطمینان ۹۰٪

$$N_c = \left[\frac{۱/۷۰۸ \times ۰/۰۹}{۰/۱ \times ۰/۳}\right]^۲ = ۲۶/۳ \approx ۲۷$$

مثال: اگر در یک زمان‌سنجی سیکل کار ۱/۲ دقیقه باشد مطلوب است تعداد مشاهدات لازم اگر $\frac{R}{\bar{x}} = ۰/۶۸$ باشد.

حل: چون زمان کمتر از ۲ دقیقه است پس $n_. = ۱۰$ فرض می‌شود و در مقابل ستون ۰/۶۸ به عدد ۷۸ خواهیم رسید که $N = \frac{۷۸}{۴} = ۱۹$: تعداد مشاهده لازم $N = ۱۹$ خواهد بود.

یادآوری : همان‌طور که مشاهده شد برای تعیین تعداد دفعات زمان‌سنجی به‌طور دقیق ابتدا باید چند دفعه زمان‌سنجی اولیه انجام داد تا بتوانیم مقدار میانگین و انحراف معیار نمونه را محاسبه سپس با روش‌های مختلف (توزیع زمان ــ توزیع t و روش می تگ جدول ۴ــ ۵) بتوانیم مقدار دفعات زمان‌سنجی مورد نیاز را به دست آوریم. آنچه مسلم است استفاده از روش تخمینی و جدول ۱ــ ۵ ساده‌ترین روش می‌باشد که برای آموزش توصیه می‌شود.

جدول ۴ــ ۵ ــ می‌تگ: تعداد مشاهدات لازم با خطای ۰/۵± و ضریب اطمینان ۰/۹۵

$\frac{R}{\bar{x}}$	n = ۵	n = ۱۰	$\frac{R}{\bar{x}}$	n = ۵	n = ۱۰	$\frac{R}{\bar{x}}$	n = ۵	n = ۱۰
۰/۱۰	۳	۲	۰/۴۲	۵۲	۳۰	۰/۷۴	۱۶۲	۹۳
۰/۱۲	۴	۲	۰/۴۴	۵۷	۳۳	۰/۷۶	۱۷۰	۹۸
۰/۱۴	۶	۳	۰/۴۶	۶۳	۳۶	۰/۷۸	۱۸۰	۱۰۳
۰/۱۶	۸	۴	۰/۴۸	۶۸	۳۹	۰/۸۰	۱۹۰	۱۰۸
۰/۱۸	۱۰	۶	۰/۵۰	۷۴	۴۲	۰/۸۲	۱۹۹	۱۱۳
۰/۲۰	۱۲	۷	۰/۵۲	۸۰	۴۶	۰/۸۴	۲۰۹	۱۱۹
۰/۲۲	۱۴	۸	۰/۵۴	۸۶	۴۹	۰/۸۶	۲۱۸	۱۲۵
۰/۲۴	۱۷	۱۰	۰/۵۶	۹۳	۵۳	۰/۸۸	۲۲۹	۱۳۱
۰/۲۶	۲۰	۱۱	۰/۵۸	۱۰۰	۵۷	۰/۹۰	۲۳۹	۱۳۸
۰/۲۸	۲۳	۱۳	.۶۰	۱۰۷	۶۱	۰/۹۲	۲۵۰	۱۴۳
۰/۳۰	۲۷	۱۵	۰/۶۲	۱۱۴	۶۵	۰/۹۴	۲۶۱	۱۴۹
۰/۳۲	۳۰	۱۷	۰/۶۴	۱۲۱	۶۹	۰/۹۶	۲۷۳	۱۵۶
۰/۳۴	۳۴	۲۰	۰/۶۶	۱۲۹	۷۴	۰/۹۸	۲۸۴	۱۶۲
۰/۳۶	۳۸	۲۲	۰/۶۸	۱۳۷	۷۸	۱/۰۰	۲۹۶	۱۶۹
۰/۳۸	۴۳	۲۴	۰/۷۰	۱۴۵	۸۳			
۰/۴۰	۴۷	۲۷	۰/۷۲	۱۵۳	۸۸			

جدول ۵ ــ ۵ ــ بخشی از جدول توزیع t استیودنت

n	t با ۹۰٪ ضریب اطمینان	t با ۹۵٪ ضریب اطمینان
۱	۶/۳۱۴	۱۲/۷۰۶
۲	۲/۹۲۰	۴/۳۰۳
۳	۲/۳۵۳	۳/۱۸۲
۴	۲/۱۳۲	۲/۷۷۶
۵	۲/۰۱۵	۲/۵۷۱
۶	۱/۹۴۳	۲/۴۴۷
۷	۱/۰۹۵	۲/۳۶۵
۸	۱/۸۶۰	۲/۳۰۶
۹	۱/۸۳۳	۲/۲۶۲
۱۰	۱/۸۱۲	۲/۲۲۸
۱۱	۱/۷۹۵	۲/۲۰۱
۱۲	۱/۷۸۲	۲/۱۷۹
۱۳	۱/۷۷۱	۲/۱۶۰
۱۴	۱/۷۶۱	۲/۱۴۵
۱۵	۱/۷۵۳	۲/۱۳۱
۱۶	۱/۷۴۶	۲/۱۲۰
۱۷	۱/۷۴۰	۲/۱۱۰
۱۸	۱/۷۳۴	۲/۱۰۹
۱۹	۱/۷۲۹	۲/۰۹۳
۲۰	۱/۷۲۵	۲/۰۸۴
۲۱	۱/۷۲۱	۲/۰۸۰
۲۲	۱/۷۱۷	۲/۰۷۴
۲۳	۱/۷۱۴	۲/۰۶۹
۲۴	۱/۷۱۱	۲/۰۶۴
۲۵	۱/۷۰۸	۲/۰۶۰
۲۶	۱/۷۰۶	۲/۰۵۶
۲۷	۱/۷۰۳	۲/۰۵۲
۲۸	۱/۷۰۱	۲/۰۴۸
۲۹	۱/۶۹۹	۲/۰۴۵
۳۰	۱/۶۹۷	۲/۰۴۲
۴۰	۱/۶۴۸	۲/۰۲۱
۶۰	۱/۶۷۱	۲/۰۰۰
۱۲۰	۱/۶۵۸	۱/۹۸۰
∞	۱/۶۴۵	۱/۹۶۰

۵ــ محاسبه ضریب عملکرد

تعریف: ضریب عملکرد، عددی است که توسط تحلیل‌گر از مقایسه کارایی فرد مورد مطالعه با کارایی فرد نرمال به‌دست می‌آید.

فردی با کارایی نرمال کسی است که با کار، تطابق لازم را پیدا نموده و دارای هماهنگی کامل بین فعالیت‌های بدنی و ذهنی است و از سرعت مطلوب در انجام کار برخوردار بوده و دارای تجربه کافی و مهارت مفید باشد.

روش‌های مختلف محاسبه ضریب عملکرد

معمولاً از چهار روش (وستینگهاوس ــ براساس سرعت ــ به‌صورت موضوعی و ترکیبی) استفاده می‌شود که حفظ روش وستینگهاوس به‌علت دقت زیاد مورد بحث قرار می‌گیرد.

روش وستینگهاوس: یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین این سیستم‌ها می‌باشد که توسط شرکت الکتریکی وستینگهاوس پایه‌گذاری شده و چهار فاکتور در ارزیابی کار اپراتور (کارگر) درنظر گرفته می‌شود که عبارتند از :

● ***مهارت:*** نشان دهنده هماهنگی صحیح بین فکر و دست می‌باشد. مهارت یک اپراتور برحسب تجربه، استعداد ذاتی، ریتم و هماهنگی طبیعی او تعیین می‌گردد. تمرین باعث پیشرفت مهارت بوده، ولی کاملاً نمی‌تواند کمبود فاکتورهای ذاتی دیگر را بپوشاند. مهارت با زمان افزایش می‌یابد زیرا آشنایی با کار بیش‌تر می‌گردد، سرعت کار بهبود می‌یابد، آرامی در حرکات به‌وجود آمده و انجام خطا در حرکات کاهش می‌یابد (به علت آشنایی بیش‌تر با کار) و سرعت کار بهبود پیدا می‌کند. کاهش مهارت دارای دلایل فیزیکی و روانی مانند کاهش دید چشم، قوای عضلانی و ... می‌باشد.

در این سیستم شش درجه مهارت جهت ارزیابی وجود دارد : فاقد مهارت، مهارت ضعیف، مهارت متوسط، مهارت خوب، مهارت عالی و مهارت فوق‌العاده زیاد. میزان مهارت توسط تحلیل‌گر زمان‌سنج ارزیابی گردیده و در یکی از شش طبقه قرار می‌گیرد. طبقه‌بندی انواع مهارت در جدول ۶ ــ ۵ آورده شده است.

جدول ۶ ــ ۵ــ طبقه‌بندی انواع مهارت جهت ارزیابی اپراتور

مهارت		
فوق‌العاده زیاد	A_1 A_2	+ ۰/۱۵ + ۰/۱۳
عالی	B_1 B_2	+ ۰/۱۱ + ۰/۰۸
خوب	C_1 C_2	+ ۰/۰۶ + ۰/۰۳
متوسط	D	۰/۰۰
ضعیف	E_1 E_2	– ۰/۰۵ – ۰/۱۰
فاقد مهارت	F_1 F_2	– ۰/۱۶ – ۰/۲۲

درصدهای ذکر شده در جدول فوق به‌صورت جبری با امتیازات مربوط به سایر فاکتورها (سعی به‌کار رفته، شرایط و سازگاری) جمع می‌گردد.

در زیر انواع مهارت توصیف شده است :

□ **فاقد مهارت**

۱ــ بین دست و فکر او هماهنگی وجود ندارد.

۲ــ حرکت‌ها خیلی نامناسب و ناهمگون به‌نظر می‌رسند.

۳ــ به‌نظر می‌رسد که تقدّم و تأخّر عملیات را به‌صورت صحیح نمی‌تواند انجام دهد و در این مورد اطمینان ندارد.

۴ــ آموزش لازم را برای انجام عملیات ندیده است.

۵ ــ با کار تناسب ندارد.

۶ ــ مردّد و دو دل است.

۷ــ به‌طور مداوم دچار اشتباه می‌شود.

۸ ــ فاقد اعتماد شخصی است.

۹ــ توانایی فکر کردن در نحوه انجام مناسب کار را ندارد.

□ **مهارت ضعیف**

۱ــ تا حدی آموزش لازم را برای انجام کار دیده است.

۲ــ آشنایی او با ماشین‌آلات و ابزار در حد ضعیفی است.

۳ــ اعتماد به نفس کامل ندارد.

۴ــ در انجام کار برای مدت زمان طولانی عدم تناسب را نشان داده است.

۵ــ می‌داند که چه باید بکند اما مطمئن نیست.

۶ ــ بخشی از زمان را با توجه به عدم توانایی کافی خود از دست می‌دهد.

۷ــ میزان بازدهی او مانند فرد فاقد مهارت است ولی تلاش کمتری در کار می‌کند.

۸ ــ معمولاً در انجام کار تردید دارد.

□ **مهارت متوسط**

۱ــ به خود اعتماد کامل دارد.

۲ــ حرکاتش کمی کند به‌نظر می‌رسند.

۳ــ در کار او بازدهی وجود دارد.

۴ــ بدون تردید قابل‌ملاحظه‌ای از تقدم و تأخیر عملیات پیروی می‌کند.

۵ ــ هماهنگی بین ذهن و دست‌های او به طریق قابل قبولی متناسب است.

۶ ــ به‌نظر می‌رسد که کاملاً تعلیم یافته و نسبت به کار آگاهی دارد.

۷ــ دقت کار، قابل قبول است.

۸ ــ کار به نحو رضایت‌بخشی انجام می‌شود.

□ **مهارت خوب**

۱ــ کیفیت کار در حد عالی است.

۲ــ به‌طرز قابل ملاحظه‌ای از یک فرد معمولی بهتر به‌نظر می‌رسد.

۳ــ افرادی را که دارای مهارت کم‌تری از او می‌باشند می‌تواند تعلیم دهد.

۴ــ بازدهی کار او بالاست.

۵ ــ به‌نظارت و سرپرستی کمی نیاز دارد.

۶ ــ در انجام کار مردد نیست.

۷ــ با سرعت پیوسته‌ای کار می‌کند.

۸ ــ حرکات او به‌نحو مناسبی هماهنگ است.

۹ــ حرکات را سریع انجام می‌دهد.

□ **مهارت عالی**

۱ــ در انجام کار نسبت به خود اعتماد دارد.

۲ــ به‌کار انجام شده بسیار علاقه دارد.

۳ــ کاملاً تعلیم یافته است.

۴ــ با نظارت خیلی کم کار را به‌صورت دقیق انجام می‌دهد.

۵ــ نحوه انجام کار او بدون خطاست و در تقدم و تأخر عملیات نیز هیچ‌گونه اشتباهی ندارد.

۶ــ به نحو بسیار مفیدی از ماشین‌آلات و تجربیات استفاده می‌کند.

۷ــ بدون فدا کردن کیفیت، سریع کار می‌کند.

۸ ــ کارآیی او سریع و هموار است.

۹ــ کار را با ریتم و هماهنگی کامل انجام می‌دهد.

□ **مهارت فوق‌العاده زیاد**

۱ــ طبیعتاً با کار تناسب دارد.

۲ــ مهارت بسیار عالی و کاملی در انجام کار دارد.

۳ــ به‌نظر می‌رسد فوق‌العاده تعلیم یافته است.

۴ــ حرکاتش بسیار سریع و همگون هستند، به‌نحوی که بسیار سخت می‌توان آن‌ها را دنبال کرد.

۵ ــ به‌نظر می‌رسد که کار توسط ماشین انجام می‌شود.

۶ ــ عناصر عملیات با هم ترکیب شده‌اند.

۷ــ به‌نظر می‌رسد که در کاری که انجام می‌دهد فکر نمی‌کند.

۸ ــ به‌طور یقین یک اپراتور فوق‌العاده است.

● ***تلاش (سعی) به‌کار رفته:*** نمایانگر سرعتی است که در انجام کار اعمال می‌شود (با رعایت مهارت لازم) و کنترل آن می‌تواند تا حد زیادی توسط اپراتور انجام پذیرد. زمان‌سنج باید فقط و فقط تلاش مؤثر در کار فرد را ثبت کند و نه هر تلاشی را بسیاری از اوقات اپراتور سعی و تلاش صحیح انجام نمی‌دهد (فرضاً بدان منظور سیکل را طولانی‌تر نماید.)

شش طبقه جهت تلاش وجود دار : فاقد تلاش مفید، تلاش ضعیف، تلاش متوسط، تلاش خوب، تلاش عالی، و تلاش فوق‌العاده که در جدول ۷ــ ۵ آورده شده‌اند.

در زیر انواع تلاش توصیف شده است :

□ فاقد تلاش مفید

۱ــ زمان را تلف می‌کند.

۲ــ فاقد علاقه کاری است.

۳ــ به پیشنهادها و تذکرات گوش نمی‌دهد.

۴ــ کودن به‌نظر می‌رسد و آرام کار می‌کند.

۵ ــ برای دست‌یابی به ابزار و مواد مسیرهای نامناسب را طی می‌کند.

۶ ــ حرکات مازاد انجام می‌دهد.

۷ــ از ایستگاه کار خود به‌طرز ضعیفی نگهداری می‌کند.

۸ ــ ممکن است عمداً از ابزار نامناسب استفاده نماید.

۹ــ استقرار فیزیکی ایستگاه کاری را به هم می‌زند.

۱۰ــ تنظیم‌های مربوط به کار را خیلی ضعیف انجام می‌دهد.

۱۱ــ بیش از حد موردنیاز در کار دقت به‌خرج می‌دهد.

□ تلاش ضعیف

۱ــ پیشنهادها را به سختی قبول می‌کند.

۲ــ تا حدی توجه او به کار ضعیف است.

۳ــ به‌نظر می‌رسد مقدار نگرانی در انجام کار دارد.

۴ــ از بخشی از انرژی خود در انجام کار استفاده می‌نماید.

۵ ــ از روشی استفاده می‌کند که مقداری با روش صحیح تفاوت دارد.

۶ ــ همیشه از بهترین ابزار استفاده نمی‌کند.

۷ــ نسبت به کاری که در دست دارد آشنایی ندارد.

۸ ــ تا حدی دقت او بیش از حد مورد نیاز است.

۹ــ نظم او کم است.

۱۰ــ برنامه‌ریزی کار را از قبل به‌طرز صحیحی نمی‌داند.

□ تلاش متوسط

۱ــ از فرد ضعیف بهتر است.

۲ــ به‌صورت پیوسته کار می‌کند.

۳ــ پیشنهادها را می‌پذیرد اما گاهی انجام نمی‌دهد.

جدول ۷ــ۵ــ طبقه‌بندی انواع تلاش

مهارت		
فوق‌العاده زیاد	A_1	+ ۰/۱۳
	A_2	+ ۰/۱۲
عالی	B_1	+ ۰/۱۰
	B_2	+ ۰/۰۸
خوب	C_1	+ ۰/۰۵
	C_2	+ ۰/۰۲
متوسط	D	۰/۰۰
ضعیف	E_1	– ۰/۰۴
	E_2	– ۰/۸
فاقد مهارت	F_1	– ۰/۱۲
	F_2	– ۰/۱۷

۴ــ تنظیم‌های او در ایستگاه کاری خوب است.

۵ ــ از قبل برنامه‌ریزی می‌کند.

۶ ــ از روش خوبی استفاده می‌کند.

□ تلاش خوب

۱ــ کار او ریتم دارد.

۲ــ زمان بی‌کاری یا خیلی کم است و یا وجود ندارد.

۳ــ در مورد کار آگاهی دارد.

۴ــ به کار خود علاقه دارد.

۵ ــ با سرعت خوب کار می‌کند و در طی روز این سرعت را نگه می‌دارد.

۶ ــ نحوه عمل او نشان می‌دهد که به فرد زمان‌سنج اعتماد دارد.

۷ــ حاضر است که توصیه‌ها و پیشنهادها را بپذیرد.

۸ ــ پیشنهادهایی برای بهبود کار دارد.

۹ــ نظم و ترتیب ایستگاه کاری را نگاه می‌دارد.

۱۰ــ از ابزار صحیح استفاده می‌نماید.

۱۱ــ ابزار را در شرایط خوبی نگاه می‌دارد.

□ تلاش عالی

۱ــ به طریقی سریع کار می‌کند.

۲ــ از حرکات به نحو اقتصادی‌تری استفاده می‌نماید.

۳ــ به کار بسیار علاقه‌مند است.

۴ــ پیشنهادهای بسیای ارایه می‌کند.

۵ ــ از قبول پیشنهادهایش، بسیار خوشحال می‌شود.

۶ ــ اعتماد زیادی به فرد زمان‌سنج دارد.

۷ــ به‌نظر می‌رسد که احتمالاً بیش از چند روز تلاش مؤثر خود را به همین نحو ادامه دهد.

۸ ــ از توانایی برتر بودن خود مغرور است.

۹ــ حرکات اشتباه او در کمترین حد است.

۱۰ــ به صورت منظم کار می‌کند.

۱۱ــ حرکاتش با هم آمیختگی دارند.

□ تلاش فوق‌العاده زیاد

۱ــ سرعت خود را به نحو بسیار زیاد افزایش می‌دهد.

۲ــ از هرنظر دارای بهترین تلاش است اما ممکن است برای سلامتی او اشکالاتی پیش آید.

۳ــ سرعت کاری خود را طی روز نمی‌تواند نگه دارد.

● ***شرایط محیط کار:*** این مورد آن اثری را که محیط روی اپراتور می‌گذارد مشخص می‌نماید. در اکثر اوقات شرایط به‌صورت نرمال و یا متوسط درصدبندی می‌گردد. عناصری که در شرایط کار اثر می‌گذارند شامل رطوبت، درجه حرارت و نور محیط می‌باشد. بنابراین اگر درجه حرارت محل کار ۶۰ باشد (در صورتی که به‌طور معمول بایستی $68^{\circ}F$ تا $74^{\circ}F$ باشد) شرایط، نرخ کم‌تری از نرمال می‌گیرد.

شرایطی که در روی عمل اثر می‌گذارند (مانند ابزار و مواد نامناسب) نباید در ضریب کارآیی شرایط محیط کاری درنظر گرفته شوند.

● ***سازگار بودن:*** چهارمین فاکتور، سازگاری در تعیین مقادیر مشاهده شده است. مقادیر زمانی عناصری که به‌صورت ثابت تکرار می‌گردند درجه ثبات کاملی را دارا می‌باشند ولی این امر به‌ندرت اتفاق می‌افتد (به علت آن‌که متغیرهای زیادی مانند سختی مواد، لبه ابزار برش، روغن‌کاری، مهارت، سعی اپراتور، خطا در خواندن مشاهده، حضور و عدم حضور عناصر خارجی و... در روی آن اثر می‌گذارند). عناصری که توسط ماشین کنترل می‌گردند مقادیری نزدیک به سازگاری کامل دارند ولی باید توجه داشت که این نوع عناصر نرخ‌بندی نمی‌شوند.

جدول ۸ ــ ۵ــ طبقه‌بندی شرایط محیط

شرایط محیط		
ایده‌آل	A	+ ۰/۰۶
عالی	B	+ ۰/۰۴
خوب	C	+ ۰/۰۲
متوسط	D	۰/۰۰
ضعیف	E	– ۰/۰۳
خیلی ضعیف	F	– ۰/۰۷

جدول ۹ ــ ۵ــ طبقه‌بندی سازگاری کار

شرایط محیط		
ایده‌آل	A	+ ۰/۰۴
عالی	B	+ ۰/۰۳
خوب	C	+ ۰/۰۱
متوسط	D	۰/۰۰
ضعیف	E	– ۰/۰۲
خیلی ضعیف	F	– ۰/۰۴

شش طبقه سازگاری کامل، عالی، خوب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف وجود دارند که در جدول ۹ــ۵ آورده شده‌اند.

قانون خاصی در مورد نحوه کاربرد فاکتور سازگاری وجود ندارد. بعضی از عملیات‌ها زمان انجامش کوتاه است و فاقد حرکات دستی ظریف (قرار دادن چیزی در جایی) هستند. در این عملیات‌ها دارای سازگاری میانگین می‌باشند. کاری که طولانی‌تر است و نیاز به مهارت زیاد در عناصر قرار دادن، درگیر کردن و... دارد دارای حد بیشتری از سازگاری میانگین می‌باشد.

هنگامی که مهارت، تلاش، شرایط و سازگاری تعیین گردید می‌توان ضریب عملکرد را تعیین نمود که عبارت از جمع جبری مقادیر فوق می‌باشد.