

### تعیین زمان انجام کار

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- روش‌های مختلف انجام کار را توضیح دهد؛
- ۲- زمان‌سنجی را تعریف کند؛
- ۳- روش‌های مشاهده مستقیم زمان‌سنجی را توضیح دهد؛
- ۴- اجزای زمان انجام کار را تعیین کند؛
- ۵- زمان کار را برای هر قطعه محاسبه کند؛
- ۶- زمان کار را برای چند قطعه مشابه تعیین کند؛
- ۷- زمان تجهیز (اصل تجهیز و جزء تجهیز) را محاسبه کند؛
- ۸- زمان جزء و زمان مبنا را تعیین نماید؛
- ۹- زمان فرعی و زمان اصلی انجام کار را محاسبه کند؛
- ۱۰- روش‌های ترکیبی زمان‌سنجی را توضیح دهد.

زمان تدریس: ۱۲ ساعت

### ۵- تعیین زمان انجام کار

#### ۵-۱- مقدمه

تکنیک زمان‌سنجی از روش‌های دقیق کارسنجی است و در صنایع و مدیریت صنعتی کاربردی گسترده دارد.

با استفاده از روش‌های مختلف زمان‌سنجی و تعیین استانداردهای زمانی می‌توان در تعیین نیازمندی‌های نیروی انسانی، برنامه ریزی و تولید کار، مقایسه‌ی عملکرد واحدها و افراد، تعیین

هزینه‌ها و تهیه‌ی مبنایی برای پرداخت حقوق، مزد تشویقی و پاداش بهره‌جست. اولین گام در زمان‌سنجی، تقسیم کار به عوامل اساسی بوده لذا با مشاهده و ثبت زمان صرف شده برای انجام هر یک از عوامل به وسیله ساعت، کرونومتر یا سایر روش‌ها می‌توان زمان لازم را برای انجام کار - با در نظر گرفتن زمان استراحت و رویدادهای احتمالی - تعیین نمود.

## ۵-۲- زمان‌سنجی

یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده هزینه تولید، زمانی است که برای ساخت آن مصرف می‌شود. بدین سبب باید این زمان را حتی المقدور، به طور دقیق تعیین نمود. برای این منظور از روش‌های مختلفی مثل حدس زدن، زمان‌سنجی، زمان‌های استاندارد از قبل تعیین شده و غیره استفاده می‌کنند. ۵-۲-۱- روش حدس زدن: در این روش مراحل مختلف انجام کار را تعیین می‌کنند و از راه تجربه، زمانی را که در هر مرحله ساخت لازم است حدس می‌زنند و از مجموع زمان‌های تعیین شده زمان انجام کار را به دست می‌آورند. عواملی که در این روش مؤثرند، عبارتند از: نوع کار، چگونگی روش انجام کار، توانایی و تجربه کاری، تجهیزات و وسایل مورد استفاده، وضعیت محل کار، مواد اولیه مورد مصرف و نظایر آن.

مثلاً: یک میز کامپیوتر مطابق با نوع مشخص شکل ۵-۱ سفارش داده می‌شود، سازنده باید با توجه به چگونگی تهیه و آماده‌سازی مواد اولیه و انتخاب روش انجام کار، همچنین با در نظر گرفتن نوع تجهیزات و وسایل مورد استفاده تخمین زند که چه زمانی طول خواهد کشید تا میز کامپیوتر مورد نظر را بسازد و زمان تحویل سفارش را مشخص کند و با توجه به زمان ساخت، هزینه دستمزد را برآورد نماید.



شکل ۵-۱ - میز کامپیوتر

حل:

الف) برش اولیه	۲ ساعت
ب) اندازه بری	۱/۵ ساعت
پ) اتصالات	۳ ساعت
ت) موتتاژ	۵/۵ ساعت
ث) پرداخت	۲ ساعت
ج) رنگ	۴ ساعت

چ) زمان احتمالی ۳۰٪ زمان‌های در نظر گرفته شده

$$۱۸ = ۲. ۴ + ۵/۵. ۳ + ۱/۵. ۲ \quad \text{ساعت زمان عملیات}$$

$$۱۸. \frac{۳۰}{۱۰۰} = ۵/۴ \quad \text{ساعت زمان احتمالی}$$

$$۱۸. ۵/۴ = ۲۳/۴ \quad \text{ساعت کل زمانی که برای ساخت تخمین زده می‌شود.}$$

**۲-۵-۲- روش زمان‌سنجی:** به منظور برنامه ریزی دقیق و واقع‌بینانه برای تولید، باید بتوانیم به گونه‌ای دقیق میزان تولید بالقوه یک عملیات معین را تخمین بزنیم. روش تخمین را می‌توان بر پایه نظرات اشخاص مختلفی که زمان را حدس می‌زنند و براساس تجربه صورت گیرد، انجام داد. البته ممکن است در موارد خاص نتایج خوبی به دست آید، اما همیشه این گونه نیست، زیرا بیشتر اوقات حتی تخمینی که دو نفر می‌زنند یکسان نیست، به همین دلیل داشتن یک روش منظم و اصولی برای تخمین مقدار بالقوه تولید در یک فاصله‌ی زمانی معین، بسیار ضروری است؛ بنابراین، به بررسی روش‌های دقیق‌تری به نام «روش‌های زمان‌سنجی» می‌پردازیم. «زمان‌سنجی» عبارت است از تعیین زمان انجام عملیات برای کارگر کارآزموده؛ به گونه‌ای که بتواند کار را در سطح عملکرد مطلوب و مشخص انجام داده در نهایت زمان کل عملیات برای تولید انبوه قطعات تعیین گردد. روش‌های زمان‌سنجی نسبت به گسترده‌گی آن به دو گروه عمده تقسیم می‌شود که در قسمت‌های بعدی این فصل به توضیح هر یک از آن‌ها می‌پردازیم.

## تمرین

۱- برای ساخت طبقه‌بندی بایگانی مطابق شکل ۲-۵ این عملیات تخمین زده می‌شود، زمان ساخت آن را محاسبه کنید.

الف) برش اولیه : ۲ ساعت، ب) اندازه‌بری : ۲ ساعت، پ) اتصالات : ۳ ساعت، ت) مونتاژ : ۵ ساعت، ث) پرداخت : ۳ ساعت، ج) رنگ : ۴ ساعت، چ) نصب : ۲ ساعت، ح) برای حوادث احتمالی ۳۰ درصد زمان‌های یاد شده منظور گردد.



شکل ۵-۲ طبقه‌بندی بایگانی

۲- برای نصب پارکت کف سالنی، مطابق شکل ۵-۳، این عملیات حدس زده می‌شود. زمان آماده شدن آن را به دست آورید.

الف) زیرسازی : ۶ ساعت، ب) پل‌بندی : ۱۰ ساعت، پ) نصب پارکت : ۱۲ ساعت، ت) قرنیز اطراف سالن : ۴ ساعت، ث) پرداخت : ۳ ساعت، ج) رنگ‌کاری : ۵ ساعت، چ) زمان حوادث احتمالی ۳۰ درصد زمان‌های ذکر شده می‌باشد.

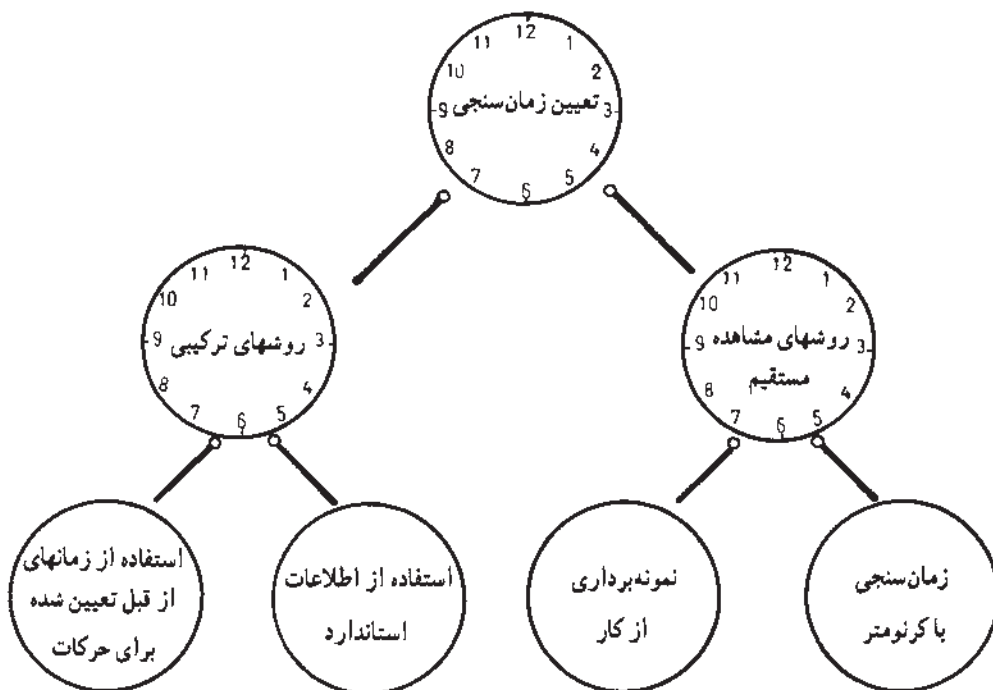


شکل ۵-۳ طریقه زیرسازی جهت نصب پارکت

- ۳- نقش زمان انجام کار را در هزینه‌ی تولید بیان کنید.
- ۴- اصول تعیین زمان انجام کار بر چه پایه‌هایی است؟
- ۵- روش حدس زدن را در زمان انجام کار توضیح دهید.
- ۶- چه عواملی در روش حدس زدن برای تعیین زمان انجام کار مؤثرند؟
- ۷- به چه دلیل روش حدس زدن نمی‌تواند همیشه در تعیین زمان انجام کار مؤثر باشد؟
- ۸- زمان سنجی را تعریف کنید.

### ۳-۵- روش‌های مشاهده مستقیم

برای سنجش زمان چهار روش معمول و متداول است (شکل ۴-۵) که آن‌ها را می‌توان در دو گروه خلاصه کرد.



شکل ۴-۵- روش‌های زمان سنجی

روش‌های مشاهده مستقیم مستلزم دیدن کار در حین انجام آن می‌باشد، اما در روش‌های ترکیبی، زمان سنجی بدون مشاهده کار انجام می‌گیرد. باید توجه داشت که در صورت استفاده از هر

یک از روش‌های مذکور برای زمان‌سنجی، روش انجام کار، وضعیت انجام کار و غیره باید کاملاً مشخص باشد.

### ۱-۳-۵- زمان‌سنجی با کرنومتر: این‌سنجش با روشی ساده برای تعیین زمان انجام

کار صورت می‌گیرد؛ یعنی کار و اندازه‌گیری زمان انجام آن به وسیله ساعت انجام می‌گیرد. اگر



شکل ۵-۵- کرنومتر

بخواهیم زمان اندازه‌گیری شده دقیق باشد از کرنومتر مطابق شکل ۵-۵ استفاده می‌کنیم. این کار مبنای یکی از روش‌های تعیین زمان استاندارد است که برای رسیدن به یک نتیجه مطلوب باید مسائل دیگری را در نظر گرفت. از جمله این‌که زمان صحیح زمانی است که از میانگین چند زمان به دست آمده باشد؛ بنابراین زمان هر عمل را در چند بار ثبت نموده از آن‌ها میانگین می‌گیریم و از طرفی، کاری را که چند بار در حین عمل مشاهده کرده با کرنومتر زمان‌سنجی می‌کنیم، احتمالاً زمان‌های هر دفعه ممکن است با توجه به سرعت عمل کارگر با یکدیگر تفاوت بسیاری داشته باشد؛ زیرا هنگامی که کارگر سریع

کار می‌کند زمان کوتاه‌تر از هنگامی است که آرام کار می‌کند، به ناچار ما برای تعیین زمان — که نشان‌دهنده‌ی سرعت طبیعی انجام کار است — باید تعدیل در زمان مشاهده داشته باشیم و این تعدیل را به وسیله‌ی ضربی به نام «ضرب عملکرد» انجام می‌دهیم و از این رابطه برای به دست آوردن زمان نرمال استفاده می‌کنیم:

$$T = \frac{t_i}{n} \cdot \frac{A}{100}$$

در صورتی که فقط یک مشاهده داشته باشیم:

$$T = t_i \cdot \frac{A}{100}$$

T: زمان نرمال

t<sub>i</sub>: مجموع زمان‌های اندازه‌گیری شده یک عمل

n: تعداد دفعات اندازه‌گیری

A: ضرب عملکرد

ضرب عملکرد مقیاسی از صفر تا ۱۰۰ است. صفر برای عدم انجام هرگونه کار و ۱۰۰

نشان‌دهنده‌ی سرعت طبیعی انجام کار است. برای سرعت‌های بیش از حد معمول عددی بیش از عدد ۱۰۰ قرار می‌دهیم؛ به طوری که وقتی کاری را مشاهده می‌کنیم؛ سرعت انجام آن را برحسب یکی از شماره‌های این مقیاس، یعنی اگر سرعت خیلی کم باشد حدود ۵۰ و اگر سرعت بیش از حد معمول باشد حدود ۱۲۵ تعیین می‌کنیم.

برای نتیجه‌گیری بهتر از این روش باید شخص زمان سنج، این اطلاعات را دارا بوده توانایی برقراری ارتباط صحیح را داشته باشد.

۱- باید روش کار ماشین را بداند؛

۲- باید طریق انجام کار را بداند؛

۳- از درجه مهارت کارگران اطلاع کامل داشته باشد؛

۴- نظریات و تفکرات کارگران را بداند؛

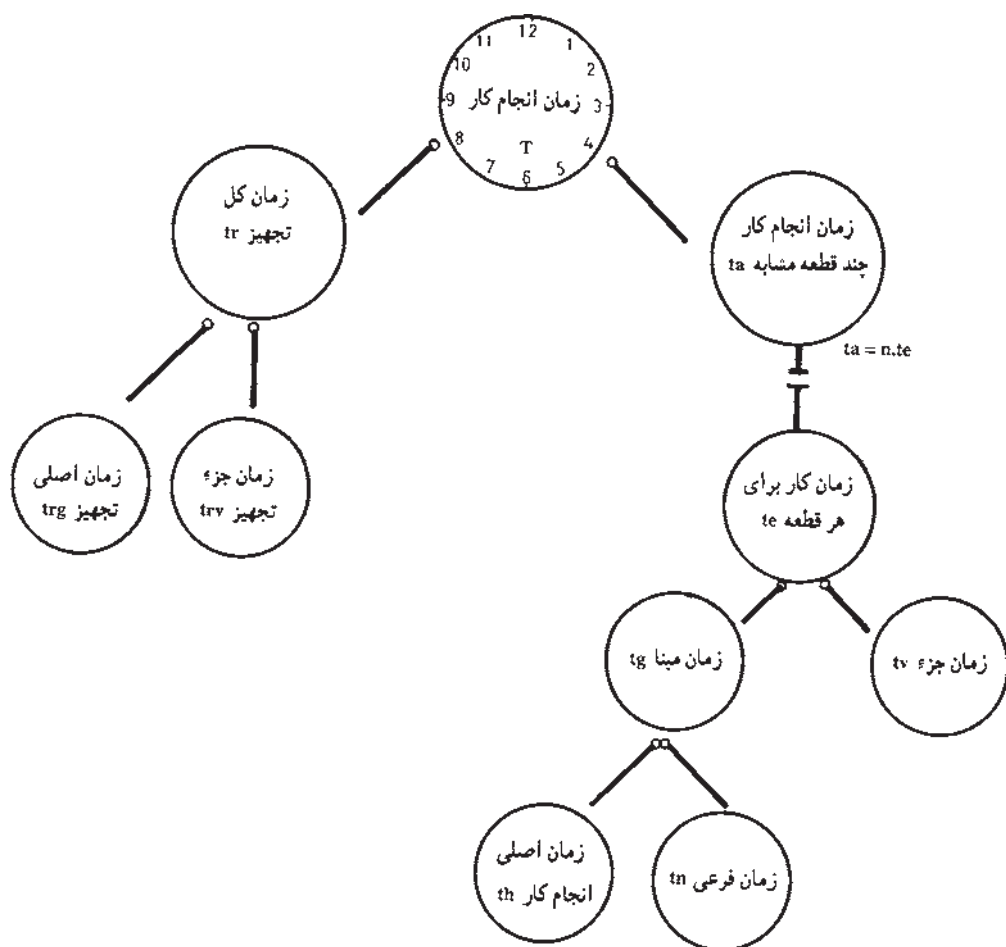
۵- وضعیت محیط کار و درجه کیفیت کار را بداند.

و شخص زمان سنج باید بداند که یک عملیات از چند فعالیت مختلف تشکیل می‌شود و هر کار را به اجزای کوچک‌تر تقسیم نموده برای هر جزء کوچک ضریب عملکردی را تعیین کند و با توجه به بیکاری‌های مجاز هر زمان را جداگانه مشخص نماید. سرانجام، زمان‌های هر مرحله از ساخت را مانند: اره، رنده، اتصالات، فرزکاری، مونتاژ و غیره را که به طور جداگانه به دست آورده است، با هم ترکیب کند و زمان اصلی انجام یک کار را به دست آورد.

برای محاسبه زمان انجام کار سازمان رفاه (مجمع مطالعه کار) روشی را تعیین نموده، به طوری که زمان هر مرحله را به اجزای کوچک‌تری تقسیم می‌کنیم (شکل ۶-۵). اینک به شرح هریک از زمان‌ها می‌پردازیم.

— زمان کل تجهیز (tr): 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 نقشه خوانی، مذاکره با سرپرست قسمت، تنظیم ماشین، فراهم کردن قطعات ماشینی و امثال آن، و پس از انجام کار، تغییر ماشینی به حالت اولیه، زمان تجهیز از دو زمان یعنی زمان اصلی تجهیز و زمان جزء تجهیز به دست می‌آید.

— زمان اصلی تجهیز (trg): این زمان صرف تدارک و تنظیم ماشین و ابزار خواهد شد؛ مثلاً تنظیم گونیاهای ابزار زدن یا تنظیم مرغک‌های خراطی، تنظیم دستگاه گندگی مطابق شکل ۷-۵ و غیره.



شکل ۶-۵- قسمت‌های مختلف زمان انجام کار





شکل ۷-۵- تنظیم دستگاه گندگی

— زمان جزء تجهیز (trv): این زمان بیشتر برای مسائل پیش‌بینی‌ناپذیر صرف می‌شود که در هنگام تجهیز پیش می‌آید و می‌توان گفت که این زمان تا حدودی به شخص کارگر بستگی دارد، مثلاً یک کارگر ورزیده و کارآمد زمان کمتری برای نقشه‌خوانی نیاز داشته ممکن است که برای ساخت قطعه کار نیازی به مذاکره با سرپرست قسمت برای راهنمایی شدن نداشته باشد.

— زمان انجام کار برای چند قطعه مشابه بدون در نظر گرفتن زمان تجهیز (ta): این زمان صرف ساختن چند قطعه مشابهی خواهد شد که زمان تجهیز برای آن‌ها مقدار معینی است (چون تقریباً زمان تجهیز برای ساختن چند قطعه کار مشابه مقدار ثابتی است)؛ مثلاً زمان رنگ پاشی چند قطعه‌ی مشابه برابر است با حاصل ضرب زمان محاسبه شده یک قطعه در تعداد آن‌ها تا زمان انجام کار برای چند قطعه مشابه به دست آید.

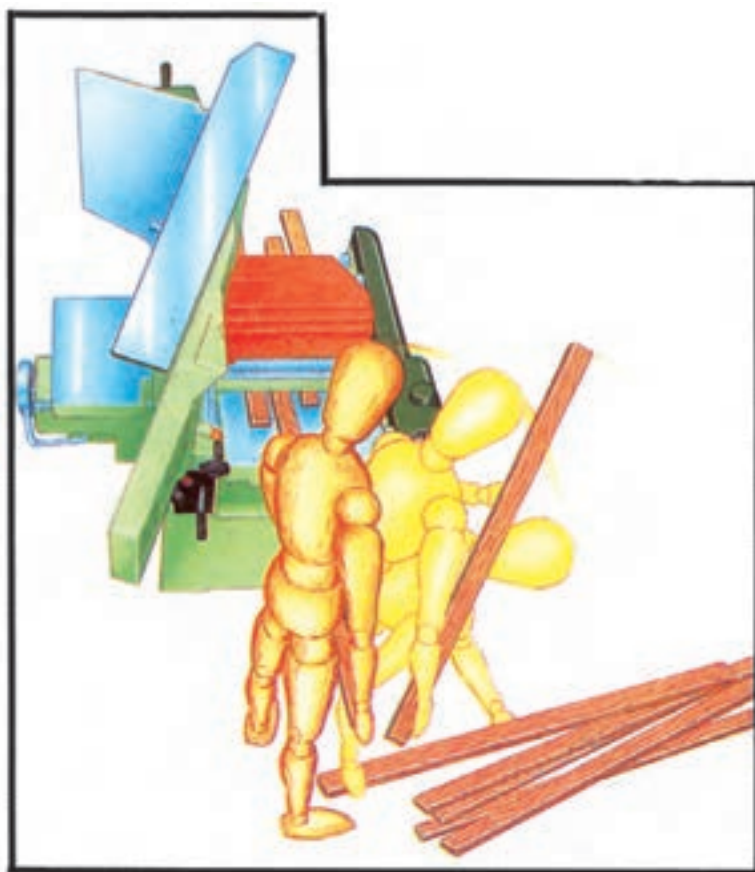
— تعداد قطعات مشابه (n): تعداد قطعات مشابهی است که عملیات روی آن‌ها به وسیله یک ماشین صورت می‌گیرد.

— زمان کار برای هر قطعه (te): زمانی که برای هر قطعه صرف می‌شود شامل دو قسمت زمان جزء و زمان مبنا خواهد بود که در این جا به شرح آن‌ها می‌پردازیم:

— زمان جزء (tv): زمانی است که برخلاف میل کارگر بدون پیش‌بینی صرف می‌شود، مثل روغنکاری، تعویض یا تیز کردن تیغه‌ها، رفع احتیاجات شخصی و غیره.

— زمان مبنا (tg): زمان مبنا نیز به دو قسمت زمان اصلی انجام کار و زمان فرعی تقسیم می‌شود.

— زمان فرعی (tn): 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 به عکس (شکل ۸-۵). در هنگام کم‌کنی زمان بستن هر قطعه روی دستگاه و باز کردن آن.



شکل ۸-۵- مراحل حرکت برای گندگی کردن قطعات

— زمان اصلی انجام کار (th): زمانی است که منحصرأً عملیات مربوطه انجام می‌شود (بدون در نظر گرفتن کلیه زمان‌های اضافی و فرعی و غیره).

به‌طور خلاصه با توجه به مطالب یاد شده می‌توان گفت: تعیین زمان استاندارد به روش زمان‌سنجی با کرنومتر در چهار مرحله انجام می‌گیرد:

۱- تقسیم کار به اجزای کوچک؛

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

۳- تبدیل زمان مشاهده‌ای هر جزء به زمان نرمال؛

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

مثال:

زمان نرمال عملیات فاق‌زنی ۴۰۰ پایه متعلق به ۱۰۰ عدد میز عسلی را به دست آورید؛ در صورتی که:

— عملیات به وسیله‌ی ماشین کُن (شکل ۹-۵) با دسته‌های اهرمی با کارگر مربوط صورت می‌گیرد.



شکل ۹-۵

— زمان‌های ارائه شده با کرنومتر برای ۱۰ نمونه انجام گردیده و میانگین هر مرحله به این صورت گزارش شده است.

— هر پایه چهار عدد فاق لازم دارد و برای هر فاق یک بار باید قطعه کار روی دستگاه بسته شود.

- زمان اصلی تجهیز (trg) یا تنظیم دستگاه ۸ دقیقه ؛
- زمان جزء تجهیز (trv) ۱۰ درصد زمان اصلی تجهیز ؛
- زمان اصلی انجام کار (th) صرفاً عمل ایجاد یک فاق، ۱۰ ثانیه با ضریب عملکرد ۹۰ ؛
- زمان فرعی (tn) تنظیم هر بار قطعه کار برای عمل یک فاق ۱۰ ثانیه با ضریب عملکرد ۷۰ ؛
- زمان جزء (tv) زمان غیر پیش‌بینی یا بیکاری مجاز هر ۱۰ عدد پایه ۱ دقیقه.

$$trg = 8 \text{ min}$$

$$trv = 8 \cdot \frac{10}{100} = 0.8 \text{ min} \quad \therefore \quad tr = trg \cdot trv = 8 \cdot 0.8 = 6.4 \text{ min}$$

$$th = \frac{10}{60} \cdot \frac{90}{100} \cdot 4 = 0.6 \text{ min} \quad \therefore \quad tg = th \cdot tn = 0.6 \cdot 0.47 = 0.282 \text{ min}$$

$$tn = \frac{10}{60} \cdot \frac{70}{100} \cdot 4 = 0.47 \text{ min}$$

$$tv = 1 \cdot 10 = 10 \text{ min} \quad te = tg \cdot tv = 0.282 \cdot 10 = 2.82 \text{ min}$$

$$ta = n \cdot te \quad ta = 400 \cdot 2.82 = 1128 \text{ min}$$

$$T = ta \cdot tr \quad T = 1128 \cdot 0.8 = 902.4 \text{ min}$$

$$T = 902.4 / 60 \approx 15.04 \text{ h} \quad \text{یا} \quad 15 \text{ h و } 24 \text{ min}$$

## تمرین

- ۱- زمان انجام کار برای رنگ‌پاشی ۲۰ عدد قاب عکس مشابه را تعیین کنید ؛ در صورتی که زمان انجام کار یک قطعه (te) ۱۰ دقیقه و زمان کل تجهیز (tr) ۲۵ دقیقه باشد.
  - ۲- زمان آماده نمودن دستگاه منگنه‌ی بادی برای رویه کوبی کف صندلی را تعیین کنید، در صورتی که زمان اصلی تجهیز ۲۰ دقیقه و زمان جزء تجهیز ۲۰ درصد زمان اصلی تجهیز باشد.
  - ۳- زمان تجهیز برای مونتاژ کردن صندلی‌هایی که قطعات آن‌ها از قبل تهیه شده است، در این جا گزارش شده، زمان اصلی تجهیز، زمان جزء تجهیز و زمان کل تجهیز را تعیین کنید.
- تحويل وسایل دستی از انبار : ۱۰ دقیقه، تنظیم گیره‌های پنوماتیک : ۱۵ دقیقه، مطالعه‌ی نقشه کار : ۸ دقیقه، هماهنگی با سرپرست کارگاه : ۷ دقیقه، هماهنگی و آماده

نمودن قطعه کار : ۱۶ دقیقه.

۴- برای رنگ کردن یک قفسه کتاب لازم است تمام سطوح (دوطرف) آن با دست سنباده و پرداخت شود، اگر این قفسه از ۵ طبقه به ابعاد ۲۵ . ۹۰ سانتی متر و دو بدنه به ابعاد ۲۵ . ۲۲۰ سانتی متر 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 در صورتی که ضریب عملکرد ۱۱۰ در نظر گرفته شود زمان نرمال را تعیین کنید.

۵- برای رنده نمودن ۵۰ قطعه تخته به ابعاد ۱۵ . ۱۲۰ سانتی متر به وسیله دستگاه گندگی پیشبرد کار دستگاه ۵ متر بر دقیقه باشد، زمان اصلی انجام کار را تعیین نمایید.

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

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

۸- زمان انجام کاری را که برای ساخت ۱۰ قطعه به کار می رود، محاسبه کنید ؛ در صورتی که زمان های 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.           |                                   |

۹- الوارهایی به طول ۲/۵ متر موجود است. اگر بخواهیم به هر الوار ۵ برش طولی بزنیم ؛ در صورتی که سرعت پیشبرد کار ۵ متر بر دقیقه باشد، با توجه به زمان های گزارش شده 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 شده بین هر برش طولی ۸ ثانیه و زمان تلف شده بین هر الوار ۳ دقیقه (زمان فرعی انجام کار).

د) ۱۰ درصد زمان اصلی انجام کار برای زمانی که نمی‌توان پیش‌بینی کرد (زمان جزء).  
 ۱۰- به وسیله دستگاه مثبت کاری اتوماتیک (شکل‌های ۱۰-۵ و ۱۱-۵) قرار است قطعاتی مانند یکی از اشکال داده شده تهیه شود. زمان تهیه ۱۱۲۰ عدد از این نوع قطعه را محاسبه کنید؛ در صورتی که :

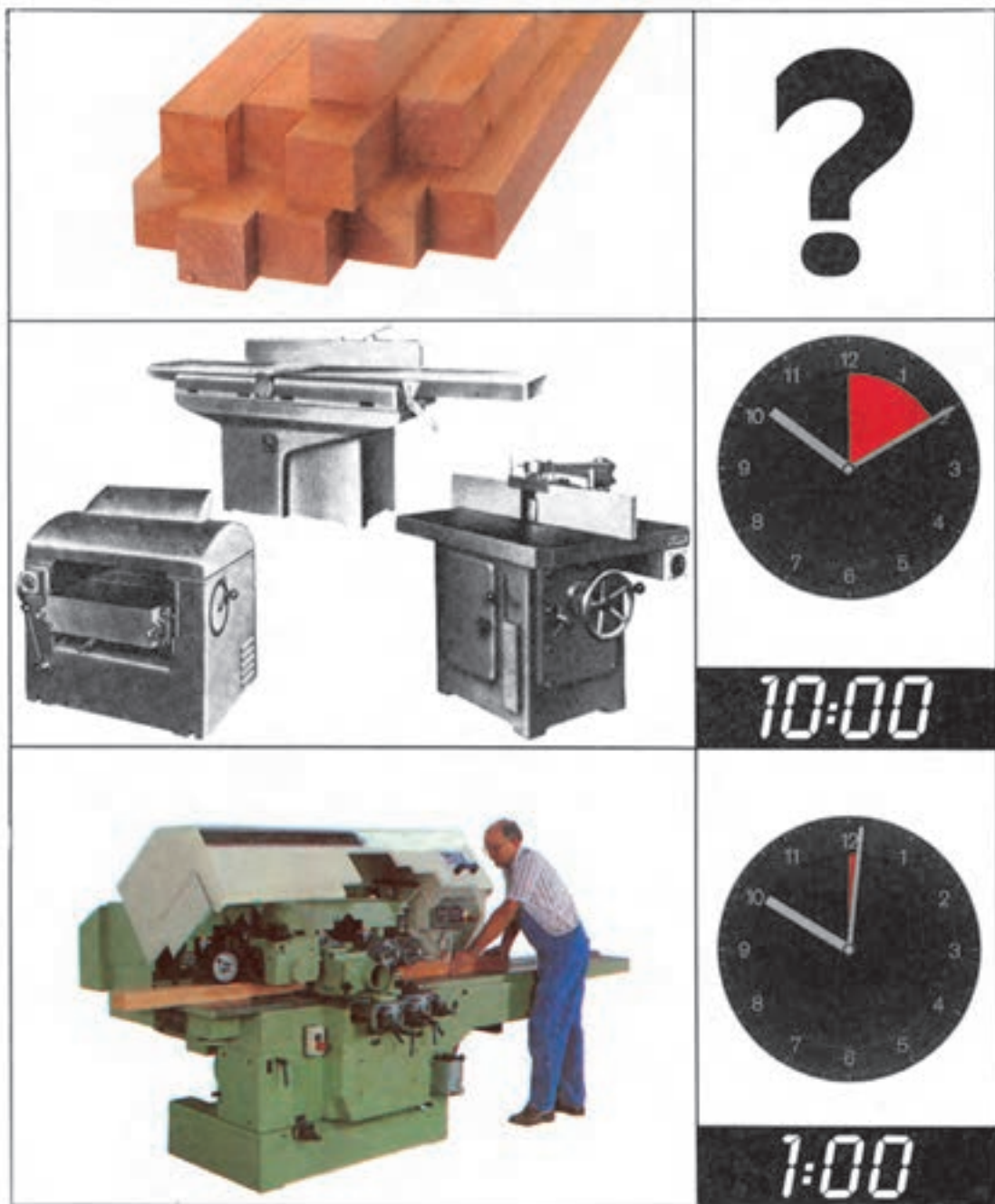
- الف) زمان تنظیم دستگاه (زمان اصلی تجهیز) ۲۰ دقیقه.  
 ب) زمان جزئی تجهیز ۱۰ درصد زمان اصلی تجهیز.  
 ج) زمان قرار دادن و برداشتن هر قطعه از روی دستگاه (زمان فرعی انجام کار) ۱۰ ثانیه.  
 د) زمان ایجاد مثبت روی قطعه مربوطه (زمان اصلی انجام کار) ۲۲ ثانیه.  
 هـ) زمان قابل پیش‌بینی ناپذیر (زمان جزء) ۳۰ درصد زمان اصلی انجام کار فرض شود.



شکل ۱۰-۵- قطعات مثبت‌شده با دستگاه اتوماتیک

۲-۳-۵- زمان سنجی به وسیله‌ی نمونه برداری از کار: زمان سنجی با کرنومتر در بعضی از کارها مناسب نیست، زیرا برای زمان‌سنجی با کرنومتر به مشاهده‌کننده ماهر نیازمندیم؛ به ویژه بعضی از کارها به مشاهده‌ی پیوسته به مدت زیادی احتیاج دارند که باعث خستگی و اتلاف وقت زیادی می‌شود. یکی از روش‌های مشاهده‌ای به نام «نمونه‌برداری از کار» دارای مزیتی است که احتیاج به مشاهده پیوسته ندارد، از کرنومتر استفاده نمی‌شود و مشاهده‌کننده کم تجربه نیز می‌تواند آن را انجام دهد.

در این روش ما از مشاهداتی که به صورت تصادفی در یک دوره زمانی انجام می‌دهیم برای تعیین چگونگی زمان انجام کار استفاده می‌کنیم؛ بنابراین، اگر بخواهیم مقداری از وقت کارگر را تعیین کنیم که صرف کار با ماشین یا صرف کارهای دیگر می‌شود، از قبیل آماده‌سازی ماشین یا گرفتن ابزار از انبار، در طول چند روز چند مرتبه کارهایی را که وی انجام می‌دهد 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 می‌توان برای انواع مختلف فعالیت‌ها به کار برد؛ به علاوه برای ارزیابی بین گروه‌های مختلف کارگران، همچنین ارزیابی بین ماشین‌آلات و در نتیجه انتخاب صحیح کارگر یا ماشین‌آلات مناسب می‌توان به کار برد.



شکل ۱۱-۵- ارتباط زمان کار و نوع دستگاه



- ۱- گروه‌های تعیین زمان‌سنجی را بنویسید.
- ۲- پایه و اساس روش‌های مشاهده مستقیم در زمان‌سنجی بر چه چیزی استوار است؟
- ۳- روش‌های مشاهده مستقیم را بیان کنید.
- ۴- منظور از زمان‌سنجی با کرنومتر چیست؟
- ۵- هدف از زمان‌نرمال انجام کار چیست؟
- ۶- ضریب عملکرد در تعیین زمان‌نرمال انجام کار چه چیزی را بیان می‌کند؟
- ۷- شخص زمان‌سنج با کرنومتر چه اطلاعاتی باید داشته باشد؟
- ۸- زمان‌سنجی به وسیله‌ی نمونه‌برداری از کار چگونه است؟
- ۹- زمان‌سنجی به وسیله‌ی نمونه‌برداری از کار نسبت به زمان‌سنجی با کرنومتر چه مزیتی دارد؟

۱۰- به چه دلیل روش زمان‌سنجی به وسیله‌ی نمونه‌برداری از کار برای ارزیابی بین گروه‌های مختلف کارگران یا ماشین‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

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

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

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

#### ۴-۵- 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 استاندارد که براساس تجربیات گذشته در کارهای مشابه تهیه شده، استفاده کرده تخمین بزنیم. این زمان‌ها چون می‌توانند ترکیبی از زمان‌های مختلف باشند که روش ترکیبی نامیده می‌شوند.

۱-۴-۵- استفاده از اطلاعات استاندارد: در روش زمان‌سنجی با کرنومتر زمان فعالیت را می‌توانیم مشخص کنیم که در حال عمل باشد. حال اگر این زمان‌ها با توجه به نوع فعالیت و مشخصات

قطعه کار و دستگاه، یادداشت شود و جدول‌هایی تنظیم گردد، برای 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 مجموعه‌ی اطلاعات زمان‌سنجی 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.

۲-۴-۵- 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 وسیله 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 می‌شوند؛ 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 ۱-۵).

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 نمود، 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 در نظر داشت که روش کار بدین شرح است:

جدول ۱-۵- جدول بین‌المللی زمان‌بندی حرکت دست مطابق با روش (MTM)

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

- ۱- تقسیم عملیات به اجزای مناسب؛ به طوری که شامل بیش از دوازده نوع حرکت نباشد.
  - ۲- تشخیص نوع هر یک از حرکات و به دست آوردن زمان آن‌ها از جدول‌های مربوط به آن.
  - ۳- تعیین زمان کلی (با جمع کردن زمان‌های به دست آمده از جدول‌ها).
- این روش‌ها دائماً در حال 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 داشته باشند.

## سوالات آزمون پایان فصل پنجم

- ۱- تفاوت کلی روش‌های مشاهده مستقیم با روش‌های ترکیبی در زمان‌سنجی چیست؟
- ۲- برای تعیین زمان انجام کار یک محصول جدید، چه روش کلی را مناسب می‌دانید؟ چرا؟
- ۳- انواع روش‌های ترکیبی را نام ببرید.
- ۴- روش استفاده از اطلاعات استاندارد را در تعیین زمان انجام کار توضیح دهید.
- ۵- هدف اصلی از روش استفاده از زمان‌های از قبل تعیین شده برای حرکات چیست؟
- ۶- استفاده از سیستم‌های ارزش‌های زمانی از پیش تعیین شده چه امکاناتی و چه محسناتی در بردارد؟
- ۷- برای استفاده از جدول‌های زمانی حرکات از پیش تعیین شده چه نکاتی را باید در نظر داشت؟
- ۸- سازمان رفاه (مجمع مطالعه کار) زمان انجام کار را به چه اجزایی تقسیم‌بندی نموده است؟
- ۹- منظور از زمان کل تجهیز چیست؟ مثال بزنید.
- ۱۰- زمان اصلی تجهیز را تعریف کرده مثالی بزنید.
- ۱۱- زمان جزء تجهیز چه زمانی است؟ با مثالی مطلب را کامل کنید.
- ۱۲- منظور از زمان انجام کار برای چند قطعه مشابه چیست؟
- ۱۳- شرح دهید زمان کار برای هر قطعه به چند جزء کوچک‌تر تقسیم می‌شود؟
- ۱۴- زمان جزء کار چه زمانی است؟
- ۱۵- اجزای کوچک‌تر زمان مینا را نام ببرید.
- ۱۶- زمان فرعی چه زمانی است؟ با مثالی مطلب را کامل کنید.
- ۱۷- زمان اصلی انجام کار را توضیح داده، مثالی بزنید.

۱- برای برش قطعاتی از جنس تخته لایه نیاز به سرعت برشی معادل  $80$  متر بر ثانیه می باشد.  
اگر تعداد دور دستگاه  $5000$  گرد دور در دقیقه باشد، تیغه اره گرد چه قطری باید داشته باشد؟  
۲- سرعت پیشبرد دستگاه رنده ای  $10$  متر بر دقیقه است، اگر  $20$  درصد اتلاف وقت در نظر بگیریم، این دستگاه در هر ساعت چند متر کار را رنده می زند؟

۳- دستگاه گندگی با مشخصات زیر موجود است، سرعت پیشبرد و عمق اثر هر تیغه ای آن را روی چوب به دست آورید.  $a = 0.6 \text{ mm}$   $z = 6$   $n = 5000 \text{ 1/min}$

$$R = 6 \text{ cm}$$

۴- طول تسمه ای را به دست آورید که قطر چرخ محرک  $12 \text{ cm}$  و قطر چرخ متحرک  $18 \text{ cm}$  و فاصله خط المرکزین  $45 \text{ cm}$  باشد (تسمه به صورت ساده و مستقیم قرار گرفته است).  
۵- تعداد دور چرخ دنده محرکی  $150$  دور بر دقیقه و تعداد دندانه های آن  $20$  عدد است. اگر تعداد دور چرخ متحرک  $250$  دور در دقیقه لازم باشد، تعداد دندانه های آن را به دست آورید.  
۶- کار مکانیکی و توان انجام شده بالابری را به دست آورید که جرم بار  $100$  کیلوگرم، ارتفاع حمل  $3$  متر و زمان انجام کار یک دقیقه می باشد.

۷- الکتروموتور دستگاهی که توان بازده آن  $4$  کیلووات است دارای تعداد دوران  $n = 1500 \text{ 1/min}$  می باشد، حساب کنید اولاً: گشتاوری را که به وسیله آن می توان منتقل کرد. ثانیاً: اگر نیروی کشش لازم در تسمه ای که به وسیله الکتروموتور می گردد  $F = 254/8 \text{ N}$  باشد، قطر چرخ تسمه آن را حساب کنید.

۸- باری به جرم  $150$  کیلوگرم را می بایست با بالابر ساده ای که دارای یک قرقره ثابت و  $2$  قرقره متحرک است، بالا ببریم، محاسبه کنید حداقل چه نیرویی باید به دستگاه وارد شود.

۹- واگن حمل چوبی به جرم  $50$  کیلوگرم و ضریب اصطکاک غلتشی  $i = 0.25$  . چه مقدار چوبی را می تواند حمل کند، اگر نیروی افقی وارد بر آن حداقل  $400$  نیوتن باشد.

۱۰- در کارگاهی سه الکتروموتور با توان های  $2P_s$  و  $1/5 P_s$  و  $1P_s$  به طور متوسط  $3$  ساعت در روز کار می کند، کار الکتریکی کل دستگاه ها را در یک روز به دست آورید.

۱۱- زمان انجام کاری را که برای ساخت  $200$  قطعه به کار می رود، محاسبه نمایید در صورتی

که زمان‌های ساخت یک قطعه به این شرح است :

الف) زمان اصلی تجهیز : ۱۸ دقیقه

ب) زمان اصلی انجام کار : ۱۲ دقیقه

ج) زمان فرعی انجام کار : ۸ دقیقه

د) زمان جزئی تجهیز : ۵ دقیقه

هـ) زمان جزء : ۷ دقیقه

۱۲ - مراحل انجام زمان‌سنجی را با کرنومتر بنویسید.

## ضمیمه

نمونه تسمه‌های گروه A که عرض و عمق تسمه ثابت (۸. ۱۳) اما طول آن‌ها متفاوت است.

ردیف NO	نام NAME	سایز SIZE	BP	ردیف NO	نام NAME	سایز SIZE	BP
1	A57	13 x 1440	136	38	A94	13 x 2390	228
2	A58	13 x 1470	140	39	A95	13 x 2410	229
3	A59	13 x 1500	142	40	A96	13 x 2440	232
4	A60	13 x 1530	144	41	A97	13 x 2460	234
5	A61	13 x 1550	147	42	A98	13 x 2490	237
6	A62	13 x 1570	149	43	A99	13 x 2510	238
7	A63	13 x 1600	152	44	A100	13 x 2540	241
8	A64	13 x 1620	154	45	A101	13 x 2560	243
9	A65	13 x 1650	157	46	A102	13 x 2590	246
10	A66	13 x 1670	159	47	A103	13 x 2610	248
11	A67	13 x 1700	162	48	A104	13 x 2640	251
12	A68	13 x 1720	163	49	A105	13 x 2660	253
13	A69	13 x 1750	166	50	A106	13 x 2690	256
14	A70	13 x 1770	167	51	A107	13 x 2710	257
15	A71	13 x 1800	171	52	A108	13 x 2740	260
16	A72	13 x 1820	173	53	A109	13 x 2760	262
17	A73	13 x 1850	176	54	A110	13 x 2790	265
18	A74	13 x 1880	179	55	A111	13 x 2810	267
19	A75	13 x 1900	181	56	A112	13 x 2840	270
20	A76	13 x 1920	184	57	A113	13 x 2870	273
21	A77	13 x 1950	186	58	A114	13 x 2890	275
22	A78	13 x 1980	188	59	A115	13 x 2920	277
23	A79	13 x 2000	190	60	A116	13 x 2940	279
24	A80	13 x 2030	193	61	A117	13 x 2970	282
25	A81	13 x 2050	195	62	A118	13 x 3000	285
26	A82	13 x 2080	198	63	A119	13 x 3020	287
27	A83	13 x 2100	200	64	A120	13 x 3050	290
28	A84	13 x 2120	202	65	A121	13 x 3070	292
29	A85	13 x 2160	205	66	A122	13 x 3100	295
30	A86	13 x 2180	207	67	A123	13 x 3120	296
31	A87	13 x 2210	210	68	A124	13 x 3150	299
32	A88	13 x 2230	212	69	A125	13 x 3180	302
33	A89	13 x 2260	215	70	A126	13 x 3200	304
34	A90	13 x 2280	217	71	A127	13 x 3230	307
35	A91	13 x 2310	219	72	A128	13 x 3250	309
36	A92	13 x 2330	221	73	A129	13 x 3280	312
37	A93	13 x 2360	224	74	A130	13 x 3300	314

ردیف NO	نام NAME	سایز SIZE	BP	ردیف NO	نام NAME	سایز SIZE	BP
75	A131	13 x 3320	316	98	A154	13 x 3910	371
76	A132	13 x 3350	318	99	A155	13 x 3930	373
77	A133	13 x 3380	321	100	A156	13 x 3960	376
78	A134	13 x 3400	322	101	A157	13 x 3990	378
79	A135	13 x 3430	326	102	A158	13 x 4010	381
80	A136	13 x 3460	328	103	A159	13 x 4030	383
81	A137	13 x 3480	331	104	A160	13 x 4060	386
82	A138	13 x 3500	333	105	A161	13 x 4080	388
83	A139	13 x 3530	335	106	A162	13 x 4110	390
84	A140	13 x 3550	337	107	A163	13 x 4140	393
85	A141	13 x 3580	340	108	A164	13 x 4160	395
86	A142	13 x 3600	342	109	A165	13 x 4190	398
87	A143	13 x 3630	345	110	A166	13 x 4210	400
88	A144	13 x 3650	347	111	A167	13 x 4240	403
89	A145	13 x 3680	350	112	A168	13 x 4260	405
90	A146	13 x 3700	352	113	A169	13 x 4290	408
91	A147	13 x 3730	354	114	A170	13 x 4310	409
92	A148	13 x 3750	356	115	A171	13 x 4340	412
93	A149	13 x 3780	359	116	A172	13 x 4360	414
94	A150	13 x 3810	362	117	A173	13 x 4390	417
95	A151	13 x 3830	364	118	A174	13 x 4410	419
96	A152	13 x 3850	367	119	A175	13 x 4440	422
97	A153	13 x 3880	369				





45 ... 90°



درجه	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	درجه
45	1,0000	1,0058	1,0117	1,0176	1,0235	1,0295	1,0355	44
46	1,0355	1,0416	1,0477	1,0538	1,0599	1,0661	1,0724	43
47	1,0724	1,0786	1,0850	1,0913	1,0977	1,1041	1,1106	42
48	1,1106	1,1171	1,1237	1,1303	1,1369	1,1436	1,1504	41
49	1,1504	1,1571	1,1640	1,1708	1,1778	1,1847	1,1918	40
50	1,1918	1,1988	1,2059	1,2131	1,2203	1,2276	1,2349	39
51	1,2349	1,2423	1,2497	1,2572	1,2647	1,2723	1,2799	38
52	1,2799	1,2876	1,2954	1,3032	1,3111	1,3190	1,3270	37
53	1,3270	1,3351	1,3432	1,3514	1,3597	1,3680	1,3764	36
54	1,3764	1,3848	1,3934	1,4019	1,4106	1,4193	1,4281	35
55	1,4281	1,4370	1,4460	1,4550	1,4641	1,4733	1,4826	34
56	1,4826	1,4919	1,5013	1,5108	1,5204	1,5301	1,5399	33
57	1,5399	1,5497	1,5597	1,5697	1,5798	1,5900	1,6003	32
58	1,6003	1,6107	1,6213	1,6318	1,6426	1,6534	1,6643	31
59	1,6643	1,6753	1,6864	1,6977	1,7090	1,7205	1,7321	30
60	1,7321	1,7438	1,7556	1,7675	1,7796	1,7917	1,8041	29
61	1,8041	1,8165	1,8291	1,8418	1,8546	1,8676	1,8807	28
62	1,8807	1,8940	1,9074	1,9210	1,9347	1,9486	1,9626	27
63	1,9626	1,9768	1,9912	2,0057	2,0204	2,0353	2,0503	26
64	2,0503	2,0655	2,0809	2,0965	2,1123	2,1283	2,1445	25
65	2,1445	2,1609	2,1775	2,1943	2,2113	2,2286	2,2460	24
66	2,2460	2,2637	2,2817	2,2998	2,3183	2,3369	2,3558	23
67	2,3558	2,3750	2,3945	2,4142	2,4342	2,4545	2,4751	22
68	2,4751	2,4960	2,5172	2,5387	2,5605	2,5826	2,6051	21
69	2,6051	2,6279	2,6511	2,6746	2,6985	2,7228	2,7475	20
70	2,7475	2,7725	2,7980	2,8239	2,8502	2,8770	2,9042	19
71	2,9042	2,9319	2,9600	2,9887	3,0178	3,0475	3,0777	18
72	3,0777	3,1084	3,1397	3,1716	3,2041	3,2371	3,2709	17
73	3,2709	3,3052	3,3402	3,3759	3,4124	3,4495	3,4874	16
74	3,4874	3,5261	3,5656	3,6059	3,6470	3,6891	3,7321	15
75	3,7321	3,7760	3,8208	3,8667	3,9136	3,9617	4,0108	14
76	4,0108	4,0611	4,1126	4,1653	4,2193	4,2747	4,3315	13
77	4,3315	4,3897	4,4494	4,5107	4,5736	4,6383	4,7046	12
78	4,7046	4,7729	4,8430	4,9152	4,9894	5,0658	5,1446	11
79	5,1446	5,2257	5,3093	5,3955	5,4845	5,5764	5,6713	10
80	5,6713	5,7694	5,8708	5,9758	6,0844	6,1970	6,3138	9
81	6,3138	6,4348	6,5605	6,6912	6,8269	6,9682	7,1154	8
82	7,1154	7,2687	7,4287	7,5958	7,7704	7,9530	8,1444	7
83	8,1444	8,3450	8,5556	8,7769	9,0098	9,2553	9,5144	6
84	9,5144	9,7882	10,0780	10,3854	10,7019	11,0594	11,4301	5
85	11,4301	11,8262	12,2505	12,7062	13,1969	13,7267	14,3007	4
86	14,3007	14,9244	15,6048	16,3499	17,1693	18,0750	19,0811	3
87	19,0811	20,2056	21,4704	22,9038	24,5418	26,4316	28,6363	2
88	28,6363	31,2416	34,3678	38,1885	42,9641	49,1039	57,2900	1
89	57,2900	68,7501	85,9398	114,5887	171,885	343,774	∞	0
	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°	درجه



0 ... 45°

0 ... 45°		$\tan \alpha = \frac{a}{b}; \quad a = b \cdot \tan \alpha; \quad b = \frac{a}{\tan \alpha}$						
درجہ	دقیقہ							
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0.0000	0.0029	0.0058	0.0087	0.0116	0.0145	0.0175	89
1	0.0175	0.0204	0.0233	0.0262	0.0291	0.0320	0.0349	88
2	0.0349	0.0378	0.0407	0.0437	0.0466	0.0495	0.0524	87
3	0.0524	0.0553	0.0582	0.0612	0.0641	0.0670	0.0699	86
4	0.0699	0.0729	0.0758	0.0787	0.0816	0.0846	0.0875	85
5	0.0875	0.0904	0.0934	0.0963	0.0992	0.1022	0.1051	84
6	0.1051	0.1080	0.1110	0.1139	0.1169	0.1198	0.1228	83
7	0.1228	0.1257	0.1287	0.1317	0.1346	0.1376	0.1405	82
8	0.1405	0.1435	0.1465	0.1495	0.1524	0.1554	0.1584	81
9	0.1584	0.1614	0.1644	0.1673	0.1703	0.1733	0.1763	80
10	0.1763	0.1793	0.1823	0.1853	0.1883	0.1914	0.1944	79
11	0.1944	0.1974	0.2004	0.2035	0.2065	0.2095	0.2126	78
12	0.2126	0.2156	0.2186	0.2217	0.2247	0.2278	0.2309	77
13	0.2309	0.2339	0.2370	0.2401	0.2432	0.2462	0.2493	76
14	0.2493	0.2524	0.2555	0.2586	0.2617	0.2648	0.2679	75
15	0.2679	0.2711	0.2742	0.2773	0.2805	0.2836	0.2867	74
16	0.2867	0.2899	0.2931	0.2962	0.2994	0.3026	0.3057	73
17	0.3057	0.3089	0.3121	0.3153	0.3185	0.3217	0.3249	72
18	0.3249	0.3281	0.3314	0.3346	0.3378	0.3411	0.3443	71
19	0.3443	0.3476	0.3508	0.3541	0.3574	0.3607	0.3640	70
20	0.3640	0.3673	0.3706	0.3739	0.3772	0.3805	0.3839	69
21	0.3839	0.3872	0.3906	0.3939	0.3973	0.4006	0.4040	68
22	0.4040	0.4074	0.4108	0.4142	0.4176	0.4210	0.4245	67
23	0.4245	0.4279	0.4314	0.4348	0.4383	0.4417	0.4452	66
24	0.4452	0.4487	0.4522	0.4557	0.4592	0.4628	0.4663	65
25	0.4663	0.4699	0.4734	0.4770	0.4806	0.4841	0.4877	64
26	0.4877	0.4913	0.4950	0.4986	0.5022	0.5059	0.5095	63
27	0.5095	0.5132	0.5169	0.5206	0.5243	0.5280	0.5317	62
28	0.5317	0.5354	0.5392	0.5430	0.5467	0.5505	0.5543	61
29	0.5543	0.5581	0.5619	0.5658	0.5696	0.5735	0.5774	60
30	0.5774	0.5812	0.5851	0.5890	0.5930	0.5969	0.6009	59
31	0.6009	0.6048	0.6088	0.6128	0.6168	0.6208	0.6249	58
32	0.6249	0.6289	0.6330	0.6371	0.6412	0.6453	0.6494	57
33	0.6494	0.6536	0.6577	0.6619	0.6661	0.6703	0.6745	56
34	0.6745	0.6787	0.6830	0.6873	0.6916	0.6959	0.7002	55
35	0.7002	0.7046	0.7089	0.7133	0.7177	0.7221	0.7265	54
36	0.7265	0.7310	0.7355	0.7400	0.7445	0.7490	0.7536	53
37	0.7536	0.7581	0.7627	0.7673	0.7720	0.7766	0.7813	52
38	0.7813	0.7860	0.7907	0.7954	0.8002	0.8050	0.8098	51
39	0.8098	0.8146	0.8195	0.8243	0.8292	0.8342	0.8391	50
40	0.8391	0.8441	0.8491	0.8541	0.8591	0.8642	0.8693	49
41	0.8693	0.8744	0.8796	0.8847	0.8899	0.8952	0.9004	48
42	0.9004	0.9057	0.9110	0.9163	0.9217	0.9271	0.9325	47
43	0.9325	0.9380	0.9435	0.9490	0.9545	0.9601	0.9657	46
44	0.9657	0.9713	0.9770	0.9827	0.9884	0.9942	1.0000	45
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	درجہ
دقیقہ								
$\cot \alpha = \frac{b}{a}; \quad b = a \cdot \cot \alpha; \quad a = \frac{b}{\cot \alpha}$								45 ... 90° کتانہانت



45... 90°



درجه	دقیقه							
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
45	0,7071	0,7092	0,7112	0,7133	0,7153	0,7173	0,7193	44
46	0,7193	0,7214	0,7234	0,7254	0,7274	0,7294	0,7314	43
47	0,7314	0,7333	0,7353	0,7373	0,7392	0,7412	0,7431	42
48	0,7431	0,7451	0,7470	0,7490	0,7509	0,7528	0,7547	41
49	0,7547	0,7566	0,7585	0,7604	0,7623	0,7642	0,7660	40
50	0,7660	0,7679	0,7698	0,7716	0,7735	0,7753	0,7771	39
51	0,7771	0,7790	0,7808	0,7826	0,7844	0,7862	0,7880	38
52	0,7880	0,7898	0,7916	0,7934	0,7951	0,7969	0,7986	37
53	0,7986	0,8004	0,8021	0,8039	0,8056	0,8073	0,8090	36
54	0,8090	0,8107	0,8124	0,8141	0,8158	0,8175	0,8192	35
55	0,8192	0,8208	0,8225	0,8241	0,8258	0,8274	0,8290	34
56	0,8290	0,8307	0,8323	0,8339	0,8355	0,8371	0,8387	33
57	0,8387	0,8403	0,8418	0,8434	0,8450	0,8465	0,8480	32
58	0,8480	0,8496	0,8511	0,8526	0,8542	0,8557	0,8572	31
59	0,8572	0,8587	0,8601	0,8616	0,8631	0,8646	0,8660	30
60	0,8660	0,8675	0,8689	0,8704	0,8718	0,8732	0,8746	29
61	0,8746	0,8760	0,8774	0,8788	0,8802	0,8816	0,8829	28
62	0,8829	0,8843	0,8857	0,8870	0,8884	0,8897	0,8910	27
63	0,8910	0,8923	0,8936	0,8949	0,8962	0,8975	0,8988	26
64	0,8988	0,9001	0,9013	0,9026	0,9038	0,9051	0,9063	25
65	0,9063	0,9075	0,9088	0,9100	0,9112	0,9124	0,9135	24
66	0,9135	0,9147	0,9159	0,9171	0,9182	0,9194	0,9205	23
67	0,9205	0,9216	0,9228	0,9239	0,9250	0,9261	0,9272	22
68	0,9272	0,9283	0,9293	0,9304	0,9315	0,9325	0,9336	21
69	0,9336	0,9346	0,9356	0,9367	0,9377	0,9387	0,9397	20
70	0,9397	0,9407	0,9417	0,9426	0,9436	0,9446	0,9455	19
71	0,9455	0,9465	0,9474	0,9483	0,9492	0,9502	0,9511	18
72	0,9511	0,9520	0,9528	0,9537	0,9546	0,9555	0,9563	17
73	0,9563	0,9572	0,9580	0,9588	0,9596	0,9605	0,9613	16
74	0,9613	0,9621	0,9628	0,9636	0,9644	0,9652	0,9659	15
75	0,9659	0,9667	0,9674	0,9681	0,9689	0,9696	0,9703	14
76	0,9703	0,9710	0,9717	0,9724	0,9730	0,9737	0,9744	13
77	0,9744	0,9750	0,9757	0,9763	0,9769	0,9775	0,9781	12
78	0,9781	0,9787	0,9793	0,9799	0,9805	0,9811	0,9816	11
79	0,9816	0,9822	0,9827	0,9833	0,9838	0,9843	0,9848	10
80	0,9848	0,9853	0,9858	0,9863	0,9868	0,9872	0,9877	9
81	0,9877	0,9881	0,9886	0,9890	0,9894	0,9899	0,9903	8
82	0,9903	0,9907	0,9911	0,9914	0,9918	0,9922	0,9925	7
83	0,9925	0,9929	0,9932	0,9936	0,9939	0,9942	0,9945	6
84	0,9945	0,9948	0,9951	0,9954	0,9957	0,9959	0,9962	5
85	0,9962	0,9964	0,9967	0,9969	0,9971	0,9974	0,9976	4
86	0,9976	0,9978	0,9980	0,9981	0,9983	0,9985	0,9986	3
87	0,9986	0,9988	0,9989	0,9990	0,9992	0,9993	0,9994	2
88	0,9994	0,9995	0,9996	0,9997	0,9997	0,9998	0,99985	1
89	0,99985	0,99989	0,99993	0,99996	0,99998	0,99999	1,0000	0
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	درجه



0... 45° کسینوس

0 ... 45°		$\sin \alpha$ $\frac{a}{c}$ $b$ $c = \frac{a}{\sin \alpha}$ $c$ $\frac{a}{\cos \alpha}$						
درجہ	دقیقہ							
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0,0000	0,0029	0,0058	0,0087	0,0116	0,0145	0,0175	89
1	0,0175	0,0204	0,0233	0,0262	0,0291	0,0320	0,0349	88
2	0,0349	0,0378	0,0407	0,0436	0,0465	0,0494	0,0523	87
3	0,0523	0,0552	0,0581	0,0610	0,0640	0,0669	0,0698	86
4	0,0698	0,0727	0,0756	0,0785	0,0814	0,0843	0,0872	85
5	0,0872	0,0901	0,0929	0,0958	0,0987	0,1016	0,1045	84
6	0,1045	0,1074	0,1103	0,1132	0,1161	0,1190	0,1219	83
7	0,1219	0,1248	0,1276	0,1305	0,1334	0,1363	0,1392	82
8	0,1392	0,1421	0,1449	0,1478	0,1507	0,1536	0,1564	81
9	0,1564	0,1593	0,1622	0,1650	0,1679	0,1708	0,1736	80
10	0,1736	0,1765	0,1794	0,1822	0,1851	0,1880	0,1908	79
11	0,1908	0,1937	0,1965	0,1994	0,2022	0,2051	0,2079	78
12	0,2079	0,2108	0,2136	0,2164	0,2193	0,2221	0,2250	77
13	0,2250	0,2278	0,2306	0,2334	0,2363	0,2391	0,2419	76
14	0,2419	0,2447	0,2476	0,2504	0,2532	0,2560	0,2588	75
15	0,2588	0,2616	0,2644	0,2672	0,2700	0,2728	0,2756	74
16	0,2756	0,2784	0,2812	0,2840	0,2868	0,2896	0,2924	73
17	0,2924	0,2952	0,2979	0,3007	0,3035	0,3062	0,3090	72
18	0,3090	0,3118	0,3145	0,3173	0,3201	0,3228	0,3256	71
19	0,3256	0,3283	0,3311	0,3338	0,3365	0,3393	0,3420	70
20	0,3420	0,3448	0,3475	0,3502	0,3529	0,3557	0,3584	69
21	0,3584	0,3611	0,3638	0,3665	0,3692	0,3719	0,3746	68
22	0,3746	0,3773	0,3800	0,3827	0,3854	0,3881	0,3907	67
23	0,3907	0,3934	0,3961	0,3987	0,4014	0,4041	0,4067	66
24	0,4067	0,4094	0,4120	0,4147	0,4173	0,4200	0,4226	65
25	0,4226	0,4253	0,4279	0,4305	0,4331	0,4358	0,4384	64
26	0,4384	0,4410	0,4436	0,4462	0,4488	0,4514	0,4540	63
27	0,4540	0,4566	0,4592	0,4617	0,4643	0,4669	0,4695	62
28	0,4695	0,4720	0,4746	0,4772	0,4797	0,4823	0,4848	61
29	0,4848	0,4874	0,4899	0,4924	0,4950	0,4975	0,5000	60
30	0,5000	0,5025	0,5050	0,5075	0,5100	0,5125	0,5150	59
31	0,5150	0,5175	0,5200	0,5225	0,5250	0,5275	0,5299	58
32	0,5299	0,5324	0,5348	0,5373	0,5398	0,5422	0,5446	57
33	0,5446	0,5471	0,5495	0,5519	0,5544	0,5568	0,5592	56
34	0,5592	0,5616	0,5640	0,5664	0,5688	0,5712	0,5736	55
35	0,5736	0,5760	0,5783	0,5807	0,5831	0,5854	0,5878	54
36	0,5878	0,5901	0,5925	0,5948	0,5972	0,5995	0,6018	53
37	0,6018	0,6041	0,6065	0,6088	0,6111	0,6134	0,6157	52
38	0,6157	0,6180	0,6202	0,6225	0,6248	0,6271	0,6293	51
39	0,6293	0,6316	0,6338	0,6361	0,6383	0,6406	0,6428	50
40	0,6428	0,6450	0,6472	0,6494	0,6517	0,6539	0,6561	49
41	0,6561	0,6583	0,6604	0,6626	0,6648	0,6670	0,6691	48
42	0,6691	0,6713	0,6734	0,6756	0,6777	0,6799	0,6820	47
43	0,6820	0,6841	0,6862	0,6884	0,6905	0,6926	0,6947	46
44	0,6947	0,6967	0,6988	0,7009	0,7030	0,7050	0,7071	45
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	درجہ
دقیقہ								
$\cos \alpha = \frac{b}{c}$ $b = c \cdot \cos \alpha$ $c = \frac{b}{\cos \alpha}$								
45 ... 90° کسینوس								

## فهرست منابع

- ۱- دکتر ابطحی - سیدحسین- آرش مهراوژان- مهندسی روش‌ها- نشر قموس، ۱۳۷۲.
- ۲- حسین پروین- منوچهر زهره- حسین بهروزیان- محمد کاشی‌ها- حساب فنی سال سوم- وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۷۱.
- ۳- بهروز نصیری زنوزی- صمد خادمی آقدم- حساب فنی سال اول- ۱۳۷۰، وزارت آموزش و پرورش.
- ۴- مجله صنایع چوب و کاغذ شماره ۱۹، ۱۳۸۴.

