

# فصل اول

## حرکت

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

- ۱- انواع حرکت را تعریف کند؛
- ۲- سرعت و انواع آن را شرح دهد؛
- ۳- محاسبات مربوط به سرعت را انجام دهد؛
- ۴- سرعت برش و سرعت پیشبرد کار را محاسبه نماید؛
- ۵- به مقدار برش هر دندان، محاسبات لازم را انجام دهد؛
- ۶- محاسبات لازم را در مورد اثر هر تیغه روی چوب در ماشین‌های رنده انجام

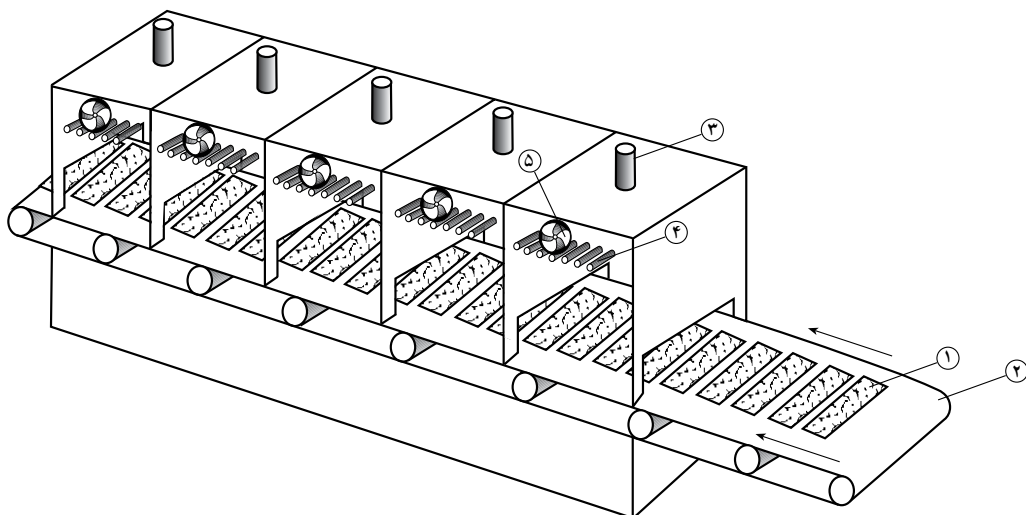
دهد.

زمان تدریس: ۱۲ ساعت

## ۱- حرکت

### ۱-۱- حرکت و انواع آن

در کتاب محاسبات فنی «۱» اطلاعات کلی در مورد حرکت بیان شده است. در این فصل، ضمن یادآوری بعضی از تعاریف با کاربرد حرکت در صنعت چوب آشنا می‌شویم. بنا به تعریف حرکت، هرگاه محل استقرار جسمی تغییر کند، گوئیم آن جسم حرکت کرده است. مثال: حرکت وسیله نقلیه، حرکت تیغه اره نواری و اره گرد، حرکت تخته هنگام رنده شدن روی دستگاه کف رنده، فرو رفتن میخ و پیچ در چوب، رشد درخت، خروج رطوبت از چوب و حرکت روکش در دستگاه روکش خشک کن اتاقکی و نظایر آن (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- دستگاه روکش خشک کنی اتاقکی و حرکت روکش به صورت عرضی  
 ۱- روکش ۲- نوار نقاله ۳- دریچه تنظیم هوا و رطوبت ۴- لوله های انتقال حرارت ۵- فن های جریان هوا

با توجه به تفاوت مشاهده شده در موارد مذکور می توان از انواع حرکت نام برد.

۱-۱-۱- حرکت یکنواخت: اگر جسم متحرکی در زمان های مساوی، مسافت های مساوی را طی کند، حرکت انجام شده را «حرکت یکنواخت» گویند. این حرکت ممکن است به صورت خطی و یا دورانی صورت گیرد.

مثال: حرکت تسمه نقاله ای که پوشال را از دستگاه خردکن به سیلوی ذخیره انتقال می دهد (حرکت یکنواخت خطی) و حرکت پولی الکتروموتور که تسمه نقاله را به حرکت در می آورد (حرکت دورانی یکنواخت)، حرکت فرورفتن مته در چوب هنگام سوراخ کاری (حرکت یکنواخت خطی) و گردش مته درون چوب از نوع حرکت دورانی می باشد.

۱-۱-۲- حرکت غیر یکنواخت: هرگاه جسم متحرکی در زمان های مساوی مسافت های غیر مساوی را طی کند این حرکت را حرکت غیر یکنواخت (متغیر) گویند.

مثال: هنگام برش چوب در قسمتی از چوب که نرم تر است، حرکت تخته و حرکت تیغه ااره بیشتر خواهد بود تا قسمتی از چوب که سخت تر است.

## ۲-۱- سرعت و انواع آن

به منظور سنجش حرکت اجسام متحرک از عاملی به نام «سرعت» استفاده می کنیم که بنا به تعریف عبارت است از مسافت پیموده شده در واحد زمان، که انواع آن عبارتند از:

۱-۲-۱- سرعت خطی یکنواخت : سرعت در حرکت یکنواخت خطی را سرعت خطی یکنواخت گویند.

مثال: تسمه نقاله‌ای که پوشال را انتقال می‌دهد اگر در ثانیه اول ۲ متر مسافت را طی کند در ثانیه دوم هم همان مسافت را طی خواهد کرد و به همین ترتیب، برای زمان بعدی هم همان مقدار را طی می‌کند، و با توجه به تعریف خواهیم داشت :

$$v = \frac{s}{t}$$

علامیم / اختصاری:

v : سرعت

s : مسافت

t : زمان

مسئله نمونه «۱» - سرعت حرکت روکش را در داخل خشک کن، به دست آورید در صورتی که طول خشک کن ۱۲ متر و زمان عبور ۹۶ ثانیه باشد.

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{12m}{96s} = 0.125 m/s$$

سرعت حرکت روکش

مسئله نمونه «۲» - در مسئله قبل اگر دستگاه خشک کن دارای چهار اتاقک به طول ۳ متر باشد، بعد از چه مدتی روکش وارد اتاقک چهارم می‌شود؟

$$v = 0.125 m/s$$

$$s = 3m \times 3 = 9m$$

طول سه اتاقک

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{v} \Rightarrow t = \frac{9m}{0.125 m/s} = 72s$$

۱-۲-۲- سرعت خطی غیر یکنواخت: جسمی که در مسیر خطی حرکت غیر یکنواخت داشته باشد، سرعت آن را سرعت خطی غیر یکنواخت گویند و جهت سهولت در محاسبات، می‌توان سرعت میانگین آن را دخالت داد.

مثال : لیفتراکی جهت انتقال پالت‌های روکش از محل بسته بندی به انبار روکش یک مسیر ۳۰۰ متری را در ۲ دقیقه طی می‌نماید. مطلوب است محاسبه سرعت متوسط لیفتراک.

$$v = \frac{s}{t}$$

حل:

$$v = \frac{300}{2} = 150 \text{ m/min}$$

از این که سرعت وسایل نقلیه بر حسب کیلومتر بر ساعت است، خواهیم داشت:

$$v = 150 \times 60 = 9000 \text{ m/h} \rightarrow 9000 \div 1000 = 9 \text{ km/h} \quad \text{سرعت متوسط}$$

واحد سرعت: معمولاً در صنعت بر حسب مورد واحدهای مختلفی برای سرعت در نظر گرفته می‌شود که متداول‌ترین آن‌ها عبارتند از:

– سرعت حرکت وسایل نقلیه: km/h (کیلومتر بر ساعت)

– سرعت پیشبرد کار: m/min (متر بر دقیقه)

– سرعت نقاله‌ها: m/min یا m/s (متر بر دقیقه یا متر بر ثانیه)

– سرعت برش تیغه‌های برنده: m/s (متر بر ثانیه)

– سرعت ذخیره‌سازی مواد: m<sup>3</sup>/s (متر مکعب بر ثانیه)

## تمرین

۱- جرثقیل سقفی درون یارد سرپوشیده گرده بینه دارای دو حرکت عمودی و افقی است. اگر برای حمل یک گرده بینه از محل یارد تا درون حوضچه پخت به طور متوسط ۳ متر حرکت عمودی به طرف بالا و ۲۰ متر حرکت افقی و ۴ متر حرکت عمودی به طرف پایین لازم باشد، برای حمل یک گرده بینه زمان لازم را به دست آورید؛ در صورتی که سرعت عمودی ۲ متر بر ثانیه و سرعت افقی ۴ متر بر ثانیه باشد.

۲- سرعت حرکت صفحات تخته خرده چوب از درون دستگاه سنباده زنی ۳ متر بر دقیقه تنظیم شده است. اگر طول هر صفحه ۳ متر باشد در مدت یک نوبت کار (۷ ساعت مفید) چند صفحه سنباده زده می‌شود؟ (در صورتی که برای هر صفحه ۱ دقیقه وقت اضافه منظور گردد.)

۳- سرعت تغذیه یک سیلوی استوانه‌ای ۵/۰ متر مکعب بر ثانیه است. اگر قطر سیلو ۲ متر و ارتفاع آن ۵ متر باشد چه زمانی طول خواهد کشید تا سیلو پر شود؟

۴- در یک دستگاه خشک کن روکش، سرعت حرکت روکش ۷/۵ متر بر دقیقه تنظیم شده است. اگر لازم باشد حدود ۵۰۰۰ متر مربع روکش (به ابعاد ۲ × ۲۵۰۰ متر) خشک شود، حداقل چند

ساعت طول خواهد کشید تا روکش‌ها خشک شوند و در صورتی که سرعت را به ۹ متر بر دقیقه برسانیم در زمان به دست آمده چند متر مربع روکش را می‌توان خشک کرد؟ (حرکت روکش در دستگاه خشک‌کن به صورت عرضی است).

۵- بر روی یک ماشین فرز میزی، پیش‌برنده‌ای با سرعت متغیر نصب شده است. اگر سرعت این پیش‌برنده را ۴ متر بر دقیقه تنظیم نماییم در مدت ۴ ساعت چند شاخه زهوار را افزار خواهیم زد؟ (در صورتی که هر شاخه زهوار ۲/۵ متر طول و جمعاً ۲۰ درصد وقت تلف شده منظور گردد).

۶- برای جا به جایی پالت‌های تخته سه‌لایی از دو لیفتراک استفاده شده است. در مدت ۳ ساعت لیفتراک اولی ۱۲ پالت و دیگری ۱۵ پالت را در یک مسیر ۱۰۰ متری جا به جا نموده‌اند، محاسبه نمایید سرعت لیفتراک دومی چقدر بیشتر از سرعت لیفتراک اولی است؟ (در صورتی که زمان بارگیری و تخلیه هر پالت ۵ دقیقه و سرعت رفت و برگشت هر وسیله ثابت فرض شود و در هر مرتبه لیفتراک فقط یک پالت را جا به جا کند).

۷- دو اتومبیل A و B همزمان از یک نقطه، حرکت را شروع می‌کنند. بعد از مدت ۵۰ ثانیه اتومبیل A، ۱۵ متر از اتومبیل B جلو می‌افتد، اگر اتومبیل B دارای سرعت متوسط ۶۰ متر بر دقیقه باشد، سرعت متوسط وسیله A و مسافت طی شده هر دو را به دست آورید.

۳-۲-۱- سرعت دورانی (محیطی): سرعت حرکت اجسام دوار را «سرعت محیطی» نامند؛ مانند حرکت اره گرد، پولی ماشین فرز، مته و غیره. اگر نقطه‌ای مانند P روی دایره‌ای به قطر d حرکت یکنواختی را انجام دهد، سرعت محیطی آن، مقدار مسافتی خواهد بود که نقطه P در واحد زمان طی می‌کند.

$$v = d \cdot \pi \cdot n$$

علایم اختصاری:

v: سرعت محیطی (m/s)

d: قطر چرخ (m)

n: تعداد دوران چرخ نسبت به واحد زمان (rpm یا دور بر ثانیه)

مثال نمونه «۱»: سرعت محیطی چرخ گرداننده الکتروموتور دستگاهی را به دست آورید که تعداد دور موتور آن ۲۸۵۰ دور در دقیقه و قطر پولی آن ۹۰ میلی‌متر است.

$$d = 90 \text{ mm} \div 1000 = 0.09 \text{ m}$$

---

۱- واحد تعداد دوران ۱/min می‌باشد ولی در این فرمول باید به دور بر ثانیه تبدیل شود.

$$n = 2850 \text{ 1/min} \div 60 = 47 \text{ 1/s}$$

$$v = d \cdot \pi \cdot n = 0.09 \text{ m} \times 3.14 \times 47 \text{ 1/s} = 13.4235 \approx 13.4 \text{ m/s}$$

مثال نمونه «۲»: عده‌ی دوران پره‌های هواکشی را در هر دقیقه حساب کنید؛ در صورتی که قطر پره‌های آن  $45^\circ$  میلی‌متر بوده سرعت محیطی آن  $v = 4/35 \text{ m/s}$  باشد.

$$d = 45^\circ \div 1000 = 0.045 \text{ m}$$

$$v = 4/35 \text{ m/s} \times 60 = 261 \text{ m/min}$$

$$n = \frac{v}{d \cdot \pi} \Rightarrow n = \frac{261 \text{ m/min}}{0.045 \text{ m} \times 3.14} \approx 184.7 \text{ 1/min}$$

۴-۲-۱- سرعت برش: سرعت محیطی خارجی‌ترین نقطه لبه برنده تیغه را «سرعت برش» گویند؛ به دیگر سخن، سرعت برش عبارت از طول براده یا پوشالی است که به وسیله تیغه‌ی برنده از روی سطح در واحد زمان (ثانیه) جدا می‌شود. بنابراین سرعت برش برابر است با:

$$v = d \cdot \pi \cdot n$$

مسئله نمونه: یک ماشین مته برقی دستی مطابق شکل ۲-۱ دارای دو دور  $1000$  و  $2000$  دور بر دقیقه است، اگر لازم باشد به وسیله آن و با مته‌ای به قطر  $8$  میلی‌متر و با سرعت برش  $25$  متر بر دقیقه قطعه‌ای را سوراخ کنیم، ماشین را روی کدام یک از دورهای موجود باید تنظیم کرد؟

$$d = 8 \text{ mm} \div 1000 = 0.008 \text{ m}$$

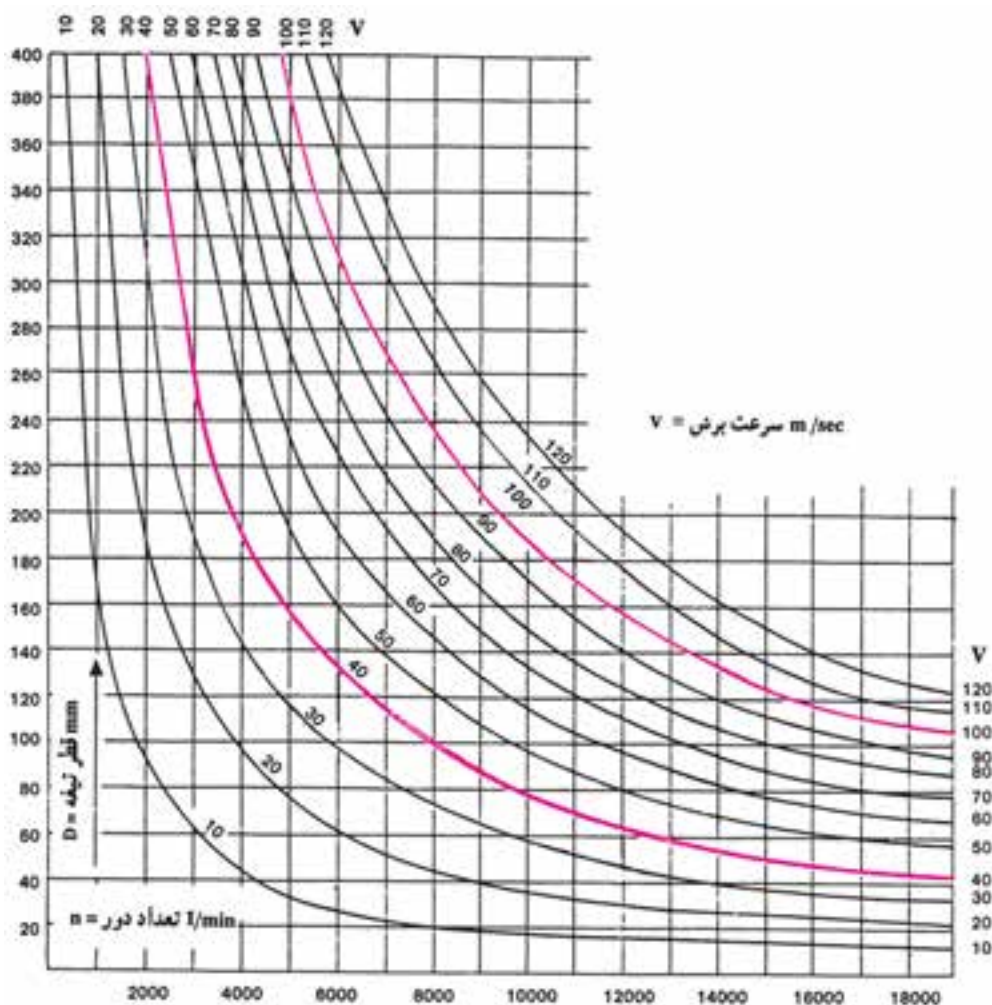
$$n = \frac{v}{d \cdot \pi} = \frac{25 \text{ m/min}}{0.008 \text{ m} \times 3.14} = 995.2 \text{ 1/min} \approx 1000 \text{ 1/min}$$

انتخاب می‌شود.



شکل ۲-۱- دریل برقی دستی

برای سرعت عمل بیشتر در امر محاسبات می‌توان از جدول‌های مربوط به آن استفاده نمود؛ مثلاً برای تعیین سرعت برش می‌توان از نمودار ۱-۱ استفاده کرد.



نمودار ۱-۱- نمودار سرعت برش (هنگام محاسبه باید به واحدهای آن‌ها توجه کرد)  
در اغلب ماشین‌های صنایع چوب یک سرعت برش مناسب سرعتی بین  $40 \text{ m/s}$  تا  $100 \text{ m/s}$  می‌باشد.

### روش استفاده از نمودار سرعت برش

مثال: دستگاهی با تعداد دور  $7000 \frac{1}{\text{min}}$  و قطر تیغه‌ای برابر  $180 \text{ mm}$  مفروض است سرعت برشی آن چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

جواب: قطر تیغه را (۱۸۰ mm) از ستون عمودی و تعداد دور را ( $\frac{1}{7000 \text{ min}}$ ) از ردیف افقی

انتخاب کرده بر هم عمود می‌کنیم تا منحنی مورد نظر (سرعت برش) به دست آید که در این مثال، محل تقاطع بین دو منحنی ۶۰ و ۷۰ قرار می‌گیرد؛ بنابراین، سرعت برشی تقریباً معادل ۶۵ متر بر ثانیه به دست می‌آید.

در صنایع چوب با توجه به نوع ماده چوبی و جنس تیغه پیشنهاد می‌شود از سرعت‌های برش جدول ۱-۱ استفاده شود.

جدول ۱-۱- جدول سرعت برش

نوع تیغه نوع چوب	تیغه از جنس HSS <sup>۲</sup>	تیغه از جنس TC <sup>۱</sup>
چوب‌های نرم	۴۰-۸۰ m/s	۵۰-۹۰ m/s
چوب‌های سخت	۴۰-۷۰ m/s	۵۰-۸۰ m/s
تخته‌های آغشته به چسب	—	۳۵-۶۰ m/s
تخته خرده چوب	—	۶۰-۸۰ m/s
تخته فیبر سخت	—	۳۰-۶۰ m/s
تخته‌های با روکش ملامینه	—	۴۰-۶۰ m/s

## تمرین

۱- دستگاه سنگ تیغ تیزکنی دو طرفه دارای تعداد دور  $\frac{1}{3000 \text{ min}}$  است. اگر قطریکی از سنگ‌ها ۱۲ cm و دیگری ۱۵ cm باشد، اختلاف سرعت محیطی دو سنگ را به دست آورید.

۲- فرز برقی دستی با  $27000$  دور بر دقیقه موجود است، اگر از تیغ فرزهای با قطرهای داده شده استفاده شود سرعت محیطی برای هر تیغ را به دست آورید :

$$d_1 = 15 \text{ mm}$$

$$d_3 = 25 \text{ mm}$$

$$d_2 = 18 \text{ mm}$$

$$d_4 = 30 \text{ mm}$$

<sup>۱</sup>- TC = Tungsten Carbide

<sup>۲</sup>- HSS = High Speed Steel



۳- برای برش صفحات تخته خرده چوب نیاز به سرعت برشی معادل  $70 \text{ m/s}$  است. اگر تعداد دور میله گردنده دستگاه اره گرد  $4500$  دور بر دقیقه باشد، تیغه اره گرد چه قطری باید داشته باشد؟

۴- سرعت برش ماشین اره گردی را با مشخصات زیر محاسبه کرده و با سرعت به دست آمده از نمودار ۱-۱ مقایسه نمایید.

تعداد دور	قطر تیغه اره
$1/\text{min}$	$\text{mm}$
$3200$	$300$
$2500$	$400$

۵- قطر تیغه اره گردی را به دست آورید در صورتی که سرعت محیطی آن  $12$  متر بر ثانیه و تعداد دوران آن  $500$  دور بر دقیقه باشد.

۶- تعداد دور یک دستگاه اره گرد  $2500$  دور بر دقیقه است. اگر قطر اره گرد  $400$  میلی متر باشد، سرعت برش تیغه اره گرد چه قدر است؟

۷- اگر تعداد دور محور یک ماشین رنده  $3000$  دور بر دقیقه و قطر آن  $140$  میلی متر باشد، سرعت برش تیغه رنده را معلوم کنید.

۸- دستگاه فرزی برای انجام اتصال گرات تنظیم شده است. اگر قطر تیغه فرز  $15$  میلی متر و سرعت برش  $25$  متر بر ثانیه باشد تعداد دوران دستگاه چقدر است؟

### ۳-۱- پیشبرد کار در ماشین های صنایع چوب

مقدار برشی که یک ماشین صنایع چوبی در واحد زمان (دقیقه) انجام می دهد، تحت عنوان «سرعت پیشبرد کار» مطرح است و به طور کلی نوعی از سرعت یکنواخت محسوب می شود؛ بنابراین، رابطه ی محاسبه ی سرعت پیشبرد کار بدین شرح است:

$$S = \frac{L}{t}$$

علامه اختصاری:

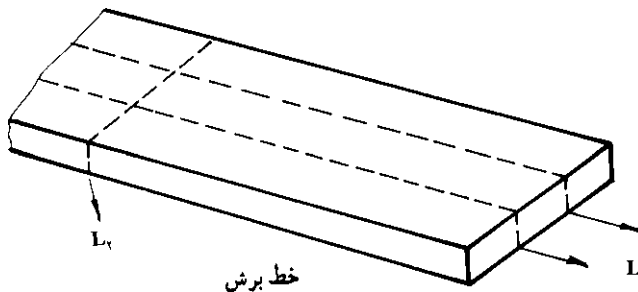
$S$ : سرعت پیشبرد کار بر حسب متر بر دقیقه ( $\text{m/min}$ )

$L$ : طول برش بر حسب متر ( $\text{m}$ )

$t$ : زمان انجام برش بر حسب دقیقه ( $\text{min}$ )

سرعت پیشبرد کار به عواملی از جمله موارد زیر بستگی دارد :

- ۱- سرعت برش، ۲- ضخامت، نوع چوب و رطوبت آن ۳- تعداد تیغه و کیفیت برش آنها، ۴- دقت مورد انتظار از کار انجام شده، ۵- مقدار نیرویی که به قطعه کار وارد می شود.
- مثال نمونه: تعداد ۱۰ عدد تخته به طول ۵ متر و به عرض ۲۲ سانتی متر موجود است، اگر بخواهیم آنها را به قطعاتی به طول ۲/۵ متر و عرض ۷ سانتی متر تبدیل کنیم (مطابق شکل ۱-۳) در صورتی که سرعت پیشبرد کار ۴ متر بر دقیقه و اتلاف وقت ۲۰٪ منظور گردد زمان انجام کار را محاسبه نمایید.



شکل ۱-۳

حل:

$$L_1 = 10 \times 5 \times 2 = 100 \text{ m}$$

برش طولی

$$L_2 = 22 \times 10 = 220 \text{ cm} = 2/2 \text{ m}$$

برش عرضی

$$L = L_1 + L_2 = 100 + 2/2 = 102/2 \text{ m}$$

مقدار برش

$$S = \frac{L}{t} \Rightarrow t = \frac{L}{S} = \frac{102/2}{4} = 25/55 \text{ min}$$

$$25/55 + (25/55 \times \frac{20}{100}) = 25/55 + 5/11 = 30/66 \text{ min}$$

تمرین

۱- قطعه کاری را به دو روش می توانیم آماده کنیم. از این دو حالتی که ذکر می شود، کدام یک

زمان کمتری را می برد؟

الف)  $30^\circ$  متر برش به وسیله اره نواری با سرعت پیشبرد  $12$  متر بر دقیقه، هم چنین  $60^\circ$  متر رنده کاری با سرعت پیشبرد  $15$  متر بر دقیقه.

ب)  $30^\circ$  متر برش به وسیله اره مجموعه با تیغه‌ی الماسه و سرعت پیشبرد  $8$  متر بر دقیقه.  
 ۲- سرعت پیشبرد یک دستگاه فرز مطابق شکل ۴-۱،  $4$  متر بر دقیقه است. اگر  $20\%$  اتلاف وقت منظور گردد، این دستگاه در هر ساعت چند متر کار را افزار می‌زند.



شکل ۴-۱- دستگاه فرز اتوماتیک

۳- لبه  $10^\circ$  عدد صفحه میزگرد به قطر  $95$  سانتی متر را می‌خواهیم افزار بزنیم. اگر سرعت پیشبرد دستگاه فرز  $2/5$  متر بر دقیقه باشد و زمان آماده‌سازی قبل از فرزکاری برای هر صفحه  $2$  دقیقه در نظر گرفته شود، زمان انجام کار را در مجموع تعیین نمایید.  
 ۴- برای پوشش دیواری به تعدادی تخته نیازمندیم. با توجه به کارهای پیشنهادی، زمان ساخت قطعات پوششی را مطابق با شکل ۵-۱ محاسبه نمایید.



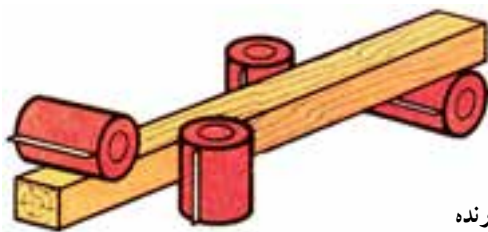
شکل ۵-۱- مقطع قطعات پوششی

الف)  $40^\circ$  متر برش توسط اره نواری با سرعت پیشبرد  $10$  متر بر دقیقه ؛  
 ب)  $80^\circ$  متر رنده کاری با سرعت پیشبرد  $5$  متر بر دقیقه ؛  
 ج)  $80^\circ$  متر فرزکاری با سرعت پیشبرد  $3$  متر بر دقیقه ؛

در مجموع ۲۰٪ زمان برای جابه‌جا کردن قطعات افزوده شود.

۵- تعدادی قطعه کار جمعاً به طول ۱۲۰ متر باید از ۴ طرف رنده شوند. برای انجام دادن این

کار دو حالت (الف و ب) را بررسی کنید :



شکل ۶-۱- چهار طرف رنده

الف) دستگاه چهار طرف رنده مطابق شکل ۶-۱ با سرعت پیشبرد ۵ متر بر دقیقه که ۱۰ درصد زمان برای جابه‌جا کردن قطعات افزوده می‌شود و هزینه‌ی دستگاه در هر ساعت ۴۰۰۰ ریال است.

ب) دستگاه گندگی (یک طرف رنده) با سرعت پیشبرد ۱۰ متر بر دقیقه و ۲۰ درصد زمان تلف شده برای جابه‌جا کردن قطعات است که هزینه‌ی دستگاه در هر ساعت ۲۵۰۰ ریال می‌باشد.

۶- در یک ماشین رنده ضخامت‌گیر غلتکی سرعت پیشبرد کار ۶ متر بر دقیقه تنظیم شده است. هرگاه تغییراتی در غلتک‌های آن داده شود ممکن است سرعت پیشبرد کار دو برابر گردد. معلوم کنید در هر دو حالت چند مترمربع در ساعت می‌توان کار انجام داد. چنان‌چه عرض صفحه ماشین ۷۰۰ میلی‌متر باشد و از ۶۰ درصد آن بتوان استفاده نمود و برای حالت اول ۱۰ درصد و حالت دوم ۱۵ درصد اتلاف وقت در نظر گرفته شود.

۷- برای ساخت پنجره‌ای مطابق شکل ۷-۱ باید ۸ قطعه

چوب یک‌متری از چهار طرف رنده شود. برای رنده کردن چوب

۴۰ پنجره با توجه به دو حالت زیر چه زمانی صرف می‌شود؟

الف) پیشبرد کار ۱۵ متر بر دقیقه و قطعات ۴ تا ۴۰ از زیر

ماشین عبور داده شوند و ۲۰ درصد اتلاف وقت لازم باشد.

ب) پیشبرد کار ۸ متر بر دقیقه و همزمان ۶ قطعه با هم رنده

شوند و ۲۵ درصد اتلاف وقت در نظر گرفته شود.



شکل ۷-۱- پنجره

۸- برای لبه چسبانی ۵۰۰ عدد صفحه‌ی میز ناهارخوری مستطیل شکل به ابعاد ۹۰cm × ۱۵cm از جنس نوار PVC از ماشین لبه چسبان اتوماتیک (مطابق شکل) با سرعت پیشبرد کار  $10 \frac{m}{min}$  استفاده می‌شود. محاسبه کنید :

الف) طول نوار PVC مورد نیاز برحسب متر با در نظر گرفتن ۵٪ دورریز و صرف نظر از ضخامت نوار.

ب) مدت زمان انجام کار برحسب ساعت با در نظر گرفتن ۱۰ درصد وقت تلف شده (لازم به توضیح است که ۱۰ درصد وقت تلف شده برای برداشتن و گذاشتن صفحات بر روی میز ماشین در نظر گرفته می‌شود که در کارخانجات پیشرفته این کار توسط روبات انجام می‌گیرد).



شکل ۸-۱

#### ۴-۱- مقدار برش هر دندان‌ه اره یا تیغه رنده

۴-۱-۱ طول برش هر دندان‌ه اره: هنگام برش، یکی از عوامل ایجاد سطحی مقبول، تعداد دندان‌های تیغه اره است. زیرا اگر تعداد دندان‌های تیغه اره کم باشد مقدار برش هر دندان‌ه افزایش یافته سطحی ناصاف ایجاد خواهد شد و برعکس، اگر تعداد دندان‌های تیغه اره افزایش یابد مقدار برش هر دندان‌ه کاهش یافته، سطحی صاف به دست می‌آید؛ البته صحت این مطلب هنگامی مشهودتر است که سرعت پیشبرد کار و سرعت برش تیغه، ثابت در نظر گرفته شود.

بنابراین، برای ایجاد سطحی مطلوب در هنگام برش، با در نظر گرفتن تعداد دندان‌ها می‌توان مقدار برش هر دندان‌ه را با توجه به این رابطه محاسبه نمود :

$$l = \frac{S \times 1000}{n \cdot z}$$

## علایم اختصاری:

$l$  : مقدار برش هر دندان (mm)

$S$  : سرعت پیشبرد کار (m/min)

$z$  : تعداد دندانه

$n$  : تعداد دور دستگاه (1/min)

مثال نمونه «۱»: تعداد دور دستگاه اَره گردی  $n = 1200$  1/min می باشد، اگر سرعت پیشبرد کاری  $S = 20$  m/min و تعداد دندانه های تیغه اَره  $50$  عدد باشد، مقدار برش هر دندان را به دست آورید.

$$l = \frac{S \times 1000}{n \cdot z} \Rightarrow l = \frac{20 \times 1000}{1200 \times 50} = 0.33 \text{ mm}$$

مقدار برش هر دندان باید نسبت به نوع ماده اولیه انتخاب شود تا کیفیت برش به حد مطلوب برسد. در جدول ۱-۲ مقدار برش تعدادی از ماده اولیه ی چوبی نمایان است.

جدول ۱-۲ مقدار برش هر دندان اَره نسبت به ماده اولیه

صفحات با روکش ملامینه	چوب های روکش شده	چوب های فشرده شده	تخته لایه	تخته خرده چوب	چوب ماسیو در راه الیاف	ماده اولیه چوبی
۰/۰۳-۰/۰۶	۰/۰۳-۰/۱۰	۰/۰۳-۰/۰۸	۰/۰۵-۰/۲۵	۰/۰۵-۰/۲۵	۰/۱۰-۰/۲۰	مقدار برش هر تیغه $l$ (mm)

مثال نمونه «۲»: دستگاه اَره گردی با تعداد دور  $n = 4500$  1/min موجود است. قرار است صفحات تخته خرده چوبی را با سرعت پیشبرد کار  $S = 60$  m/min برش بزنیم. اگر مقدار برش هر دندان  $l = 0.24$  mm در نظر گرفته شود، تعداد دندانه های تیغه اَره را محاسبه نمایید.

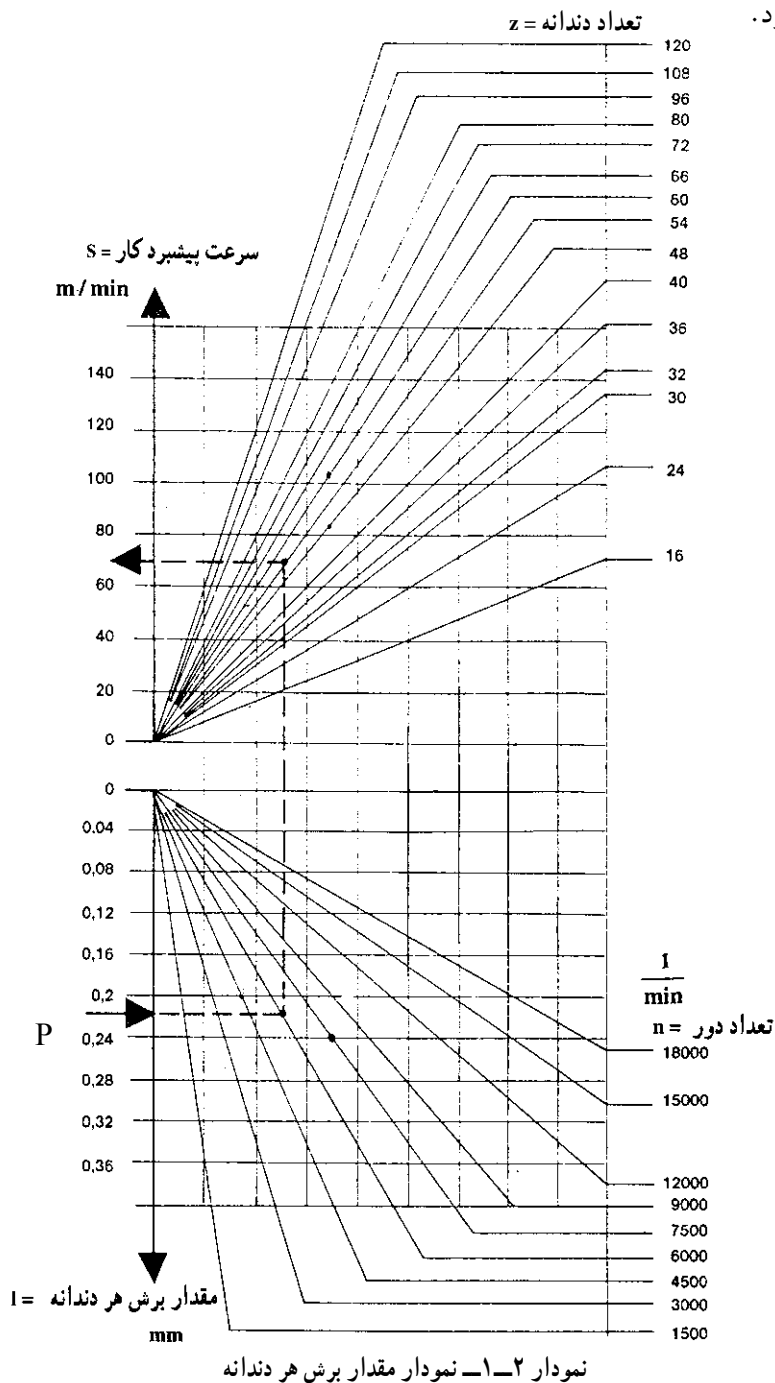
$$z = \frac{S \times 1000}{n \cdot l} = \frac{60000}{4500 \times 0.24} = 55.5 \approx 56 \text{ عدد}$$



شکل ۹-۱ انواع تیغه اَره گرد

به منظور سهولت در امر محاسبات برای تعیین مقدار برش هر دندانه اره می توان از نمودار ۱-۲

استفاده نمود.



## روش استفاده از نمودار (۲-۱)

مثال: تعداد دندانه یک اره گرد  $z = 54$  عدد و تعداد دوران آن  $6000^\circ$  دور بر دقیقه است، چنانچه مقدار برش هر دندانه  $0.22^\circ$  میلی متر در نظر گرفته شود، سرعت پیشبرد کار را محاسبه کنید. راه حل: عدد  $0.22^\circ$  را از ستون مربوط به مقدار برش هر دندانه (ستون قسمت پایین نمودار) انتخاب نموده به صورت افقی حرکت می کنیم تا خط مورب مربوط به تعداد دوران، یعنی  $n = 6000$  را قطع کند؛ سپس از تقاطع به دست آمده حرکت عمودی به طرف بالا انجام داده تا خط مورب مربوط به تعداد دندانه ( $z = 54$ ) را قطع نماید؛ سپس از تقاطع جدید حرکت افقی به سمت چپ نموده تا مقدار سرعت پیشبرد کار در ستون مربوط به دست آید. گفتنی است در این مثال مقدار پیشبرد کار  $70 \text{ m/min}$  به دست خواهد آمد.

۲-۴-۱- عرض اثر هر تیغه رنده (گام رنده - داغ رنده) روی چوب در ماشین های رنده: فرورفتگی هایی که هنگام رنده کردن بر اثر تیغه رنده در امتداد طول چوب پهلوی یکدیگر قرار می گیرند، به تعداد دور رنده، تعداد تیغه های رنده، سرعت پیشبرد کار و پرتیغ یا کم تیغ بودن ماشین بستگی دارد. هر چه تعداد فرورفتگی ها بیشتر و فاصله آن ها کمتر باشد، سطح رنده شده صاف تر است (شکل ۱-۱۰).



شکل ۱-۱۰- اثر تیغه رنده

برای محاسبه عرض و عمق اثر تیغه رنده با این روش عمل می شود:  
الف) عرض اثر هر تیغه رنده روی چوب:

$$a = \frac{S \times 1000}{n \times z}$$

رابطه:

علامت اختصاری:

$a$ : عرض اثر تیغه رنده (mm)

$S$ : پیشبرد کار (m/min)



n : تعداد دور دستگاه (1/min)

z : تعداد تیغه

مثال نمونه «۱» : عرض اثر هر تیغه رنده را روی چوب ماشین رنده ای با این مشخصات به دست

آورید :

$$n = 4000 \frac{1}{\text{min}} \quad z = 2 \quad S = 16 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

عرض اثر هر تیغه روی چوب

$$a = \frac{S \times 1000}{n \cdot z} \quad a = \frac{16 \times 1000}{4000 \times 2} = 2 \text{ mm}$$

مثال نمونه «۲» : عرض اثر هر تیغه رنده روی چوب ماشینی را با مشخصات یاد شده، در صورتی

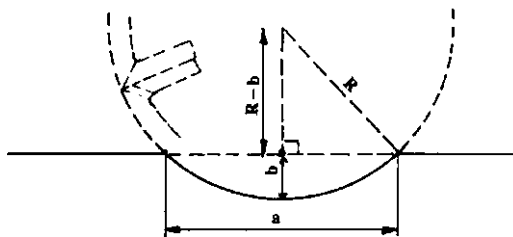
که تعداد تیغه ۳ عدد باشد، به دست آورید.

$$a = \frac{S \times 1000}{n \cdot z} = \frac{16 \times 1000}{4000 \times 3} \quad a = 1/33 \text{ mm}$$

بنابراین، اگر بخواهیم پیشبرد کار را در ماشین رنده زیاد کنیم و در عین حال، سطح رنده شده هم چنان صاف و هموار باشد، باید از غلتکی استفاده شود که تعداد تیغه های آن بیشتر باشد؛ در غیر این صورت اگر تعداد تیغه ها ثابت باشد و پیشبرد کار زیاد شود، سطح رنده شده ناهموار خواهد شد. طبیعی است که هر چه مقدار پیشبرد کار کمتر باشد سطح چوب صاف تر می شود؛ با این تفاوت که کار در زمان بیشتر انجام می گیرد و از میزان محصول کاسته می شود.

۳-۴-۱- عمق اثر هر تیغه رنده روی چوب: مطابق شکل ۱۱-۱ می توان با استفاده از

رابطه فیثاغورث و حل معادله ی درجه دوم عمق اثر تیغه را روی چوب (b) به دست آورد.



شکل ۱۱-۱- اثر تیغه رنده تنظیم شده

$$b = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2}$$

رابطه :

علایم اختصاری:

b : عمق اثر هر تیغه رنده (mm)

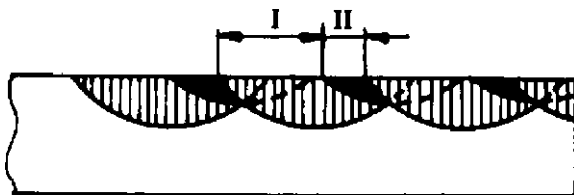
R : شعاع برنده ی تویی ماشین رنده (mm)

a : عرض اثر هر تیغه رنده (mm)

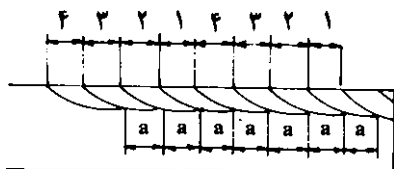
مثال نمونه «۱» : اگر عرض اثر تیغه رنده روی چوب  $a = 1/5 \text{ mm}$  و شعاع دایره برنده تویی  $R = 60 \text{ mm}$  باشد، عمق اثر تیغه رنده را روی چوب به دست آورید.

$$b = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} \Rightarrow b = 60 - \sqrt{60^2 - \left(\frac{1/5}{2}\right)^2} \approx 0/005 \text{ mm}$$

از حل این مسأله نتیجه می گیریم که اگر یکی از تیغه ها  $0/005 \text{ mm}$  از تیغه دیگر عقب تر نشسته باشد دیگر با آن تیغه نمی توان تیزی های ایجاد شده را بین ضربه تیغه اول و دوم بر طرف ساخت (شکل ۱-۱۲).



شکل ۱-۱۲ اثر تیغه رنده تنظیم نشده



شکل ۱-۱۳ اثر تیغه رنده تنظیم شده

طبیعی است که بالا بردن کیفیت و مرغوب بودن رنده کاری هنگامی میسر است که تیغ ها آن گونه تنظیم شوند که به یک اندازه به چوب بچسبند (شکل ۱-۱۳).

با توجه به اهمیت موضوع در شکل های ۱-۱۴ و ۱-۱۵ دو نمونه دستگاه تنظیم تیغه دستی و دیجیتالی روی تویی رنده نشان داده شده است.



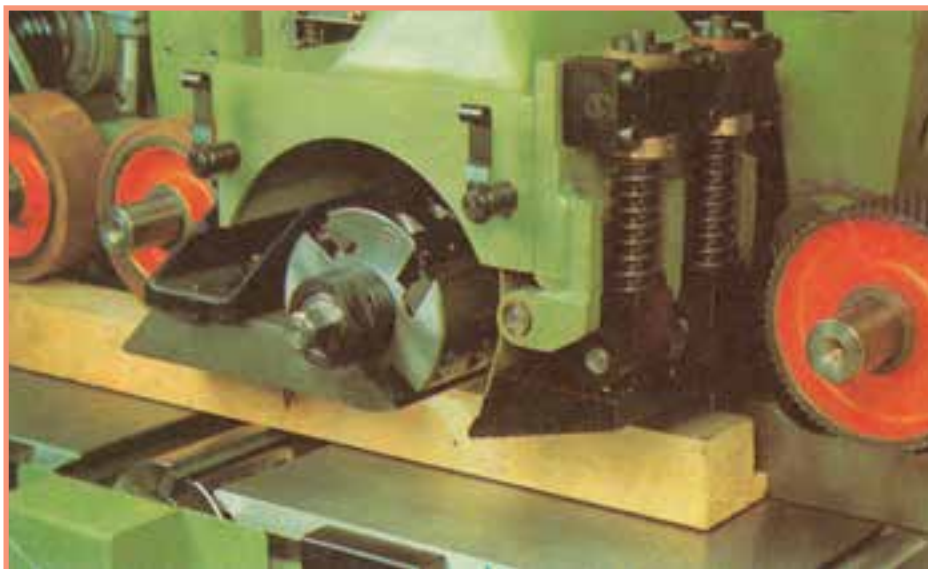
شکل ۱۴-۱- دستگاه تنظیم تیغه رنده با دست



شکل ۱۵-۱- دستگاه تنظیم تیغه رنده دیجیتالی

مثال نمونه «۲»: دستگاه رنده ای مطابق شکل ۱۶-۱ با مشخصات زیر موجود است.

$$R = 8 \text{ cm} \quad (\text{شعاع تویی رنده}) \quad n = 6000 \frac{1}{\text{min}} \quad z = 4$$



شکل ۱۶-۱- دستگاه رنده

الف) اگر کیفیت سطح رنده شده چنان باشد که حداکثر گام رنده ۱ میلی متر شود سرعت پیشبرد کار تا چه اندازه باید تنظیم گردد؟  
 ب) در این صورت عمق اثر تیغه رنده چه اندازه می باشد؟  
 حل:

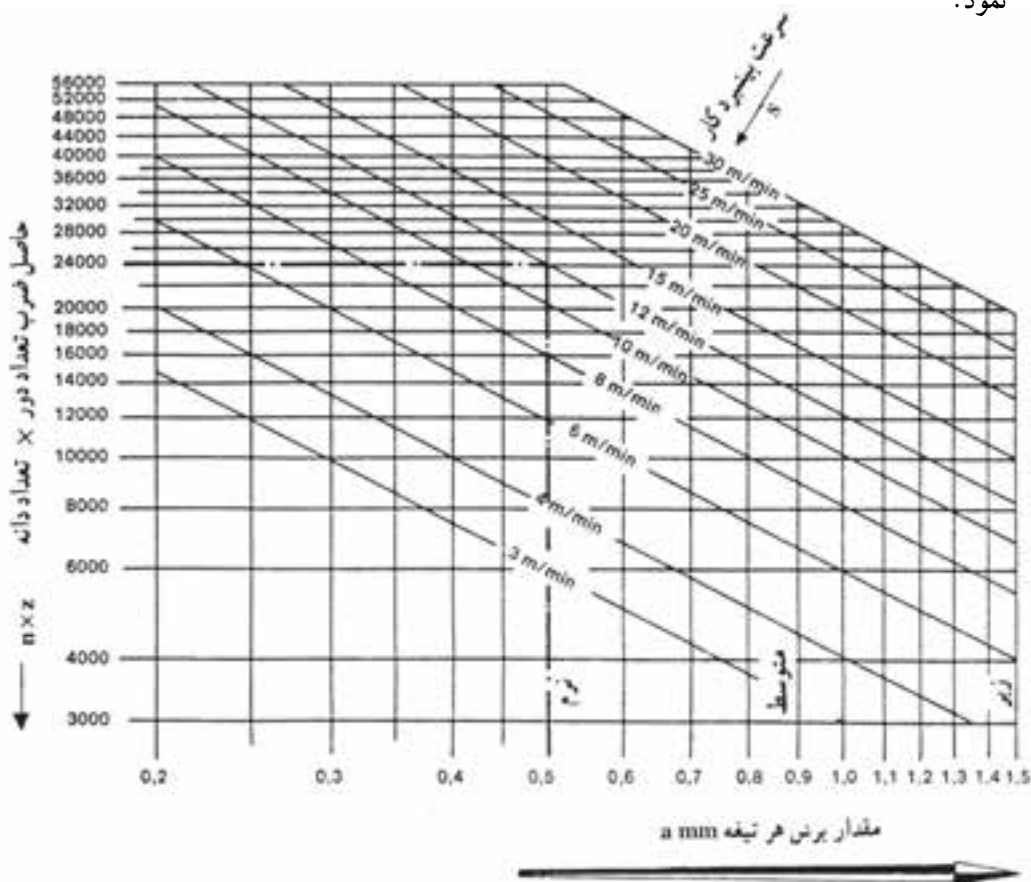
$$a = \frac{S \times 1000}{n \times z} \quad S = \frac{S \times z \times n}{1000} \quad (\text{الف})$$

$$S = 6000 \frac{1}{\text{min}} \times 4 \times 1 \text{ mm} = 24000 \text{ m/min}$$

$$24000 \div 1000 = 24 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad \text{سرعت پیشبرد کار}$$

$$b = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{a}{z}\right)^2} \Rightarrow b = 80 - \sqrt{80^2 - \left(\frac{1}{4}\right)^2} \Rightarrow b \approx 0.002 \text{ mm} \quad (\text{ب})$$

علاوه بر روش محاسباتی برای به دست آوردن عرض اثر تیغه می‌توان از نمودار ۱-۳ استفاده نمود.



نمودار ۱-۳- تعیین مقدار برش هر تیغه

مثال نمونه «۱»: دستگاه کف رندی با تعداد دور  $1/min$  ۶۰۰۰ و دارای ۴ عدد تیغه موجود است. اگر سرعت پیشبرد کار را  $12 m/min$  اختیار کنیم، مقدار برش هر تیغه را به دست آورید.

حل: با تعیین مقدار  $n \times z$  ( $n \times z = 6000 \times 4 = 24000$ ) در ستون سمت چپ، افقی حرکت کرده تا خط پیشبرد کار که به صورت مورب قرار گرفته را قطع کند و از تقاطع به دست آمده به طرف پایین حرکت کرده تا مقدار برش هر تیغه به دست آید.

کیفیت سطح رنده شده را با توجه به عرض اثر تیغه می‌توان مطابق جدول ۱-۳ درجه بندی نمود.

جدول ۱-۳- کیفیت سطح رنده شده

کیفیت سطح رنده شده (درجه پرداخت)	درجه یک	درجه دو	درجه سه
عرض اثر تیغه	۰/۱-۰/۵	۰/۵-۱/۰	۱/۰-۱/۵

مثال نمونه «۲»: دستگاه رنده‌ای با این مشخصات موجود است، اگر لازم باشد در هر ساعت ۲۰۰ تخته به طول ۴/۵ متر به صورت یک‌طرفه رنده شود چه کیفیتی برای سطح رنده شده خواهیم داشت :

$$n = 5000 \text{ ۱/min} \quad z = 4$$

$$200 \times 4 / 5 \text{ m} = 160 \text{ m} \quad \text{حل: طول تخته‌ها}$$

$$S = \frac{160 \text{ m}}{60 \text{ min}} = 2.67 \text{ m/min}$$

$$a = \frac{S}{n \times z} \Rightarrow a = \frac{2.67 \text{ m/min} \times 1000}{5000 \times \frac{1}{60} \times 4} = 0.75 \text{ mm} \quad \text{عرض اثر تیغه}$$

کیفیت سطح رنده شده (۰/۷۵ < ۰/۵ < ۱) درجه ۲ خواهد بود.

### تمرین

۱- مقدار برش هر تیغه دستگاه گندگی را به دست آورید ؛ در صورتی که تعداد دور آن ۴۰۰۰ ۱/min و تعداد تیغه‌های آن ۴ عدد و سرعت پیشبرد کار ۲۰ m/min در نظر گرفته شود.

۲- در صورتی که تعداد دور دستگاه اره گردی ۳۰۰۰ ۱/min ، و سرعت پیشبرد کار ۶۰ m/min در نظر گرفته شود، تعداد دندان‌های تیغه‌اره حداقل چه قدر باشد، تا مقدار برش هر تیغه از ۰/۲۵mm بیشتر نباشد.

۳- اگر دستگاهی دارای تعداد دورهای متعددی باشد، دستگاه را روی چه تعداد دوری باید تنظیم نمود ؛ در صورتی که این داده‌ها موجود باشد :

$$a = 0.75 \text{ mm} \quad S = 160 \text{ m/min} \quad z = 4$$

۴- جواب تمرین‌های ۱ الی ۳ را از روی نمودار مربوط به دست آورید. با روش محاسباتی

مقایسه کنید و نتیجه بگیرید.

۵-اره گردی که دارای  $z=72$  دندانه و  $n=4500 \frac{1}{\text{min}}$  است: الف) برای به دست آوردن  $i=0/2 \text{ mm}$  چه سرعت پیشبرد کاری را باید انتخاب نمود؟

ب) اگر سرعت پیشبرد کار را دو برابر کنیم مقدار برش هر دندانه چقدر خواهد شد؟

۶- سطح رنده شده قطعه کاری با کیفیت درجه ۳ که عرض اثر تیغه رنده حداکثر  $a=1/5 \text{ mm}$

باشد، لازم است. اگر ماشین رنده دارای تویی ۴ تیغه و دو تعداد دور  $n_1=4000 \frac{1}{\text{min}}$  و  $n_2=6000 \frac{1}{\text{min}}$  باشد؛

الف) کدام دور دستگاه را انتخاب می کنید؛ در صورتی که سرعت پیشبرد کار  $15 \text{ m/min}$

تنظیم شده باشد؟

ب) اگر تعداد دور دستگاه را تغییر دهیم چه سرعت پیشبرد کاری را می توانیم انتخاب کنیم تا

همان کیفیت کار را داشته باشیم؟

ج) در مقایسه حالت «الف» و «ب» اگر لازم باشد  $50^\circ$  متر قطعه کار رنده شود، اختلاف زمان

را به دست آورید.

د) اگر قطر تویی دستگاه ۱۲ سانتی متر باشد عمق اثر تیغه رنده را به دست آورید.

۷- قرار است قطعاتی را با دستگاه ماشین سنباده غلتکی مطابق شکل ۱۷-۱ سنباده نماییم. این

قطعات قبلاً توسط دستگاه رنده ای با قطر تیغه  $12 \text{ cm}$ ، دارای چهار تیغ و تعداد دور  $4500 \frac{1}{\text{min}}$  رنده

شده اند، چه سرعت پیشبرد کاری برای رنده کردن انتخاب نماییم تا عمق اثر تیغه رنده  $0/05 \text{ mm}$

باشد و عملیات سنباده زدن ساده تر گردد؟



شکل ۱۷-۱- ماشین سنباده غلتکی

۸- انواع تویی ها با تعداد تیغه های متفاوت مطابق شکل ۱۸-۱ موجود است ؛ که اگر هر چه تعداد تیغه بیشتر باشد می توان سرعت پیشبرد کار را افزایش داد یا کیفیت بهتری از کار انتظار داشت. حال اگر فرض شود در یک دستگاه فرز تعداد دور تیغه  $n = 5000 \frac{1}{\text{min}}$  و سرعت پیشبرد کار  $S = 20 \text{ m/min}$  باشد، تویی چند تیغه را انتخاب می کنید؟ (در صورتی که عرض اثر تیغه روی سطح کار حداکثر  $1/2 \text{ mm}$  باشد.)

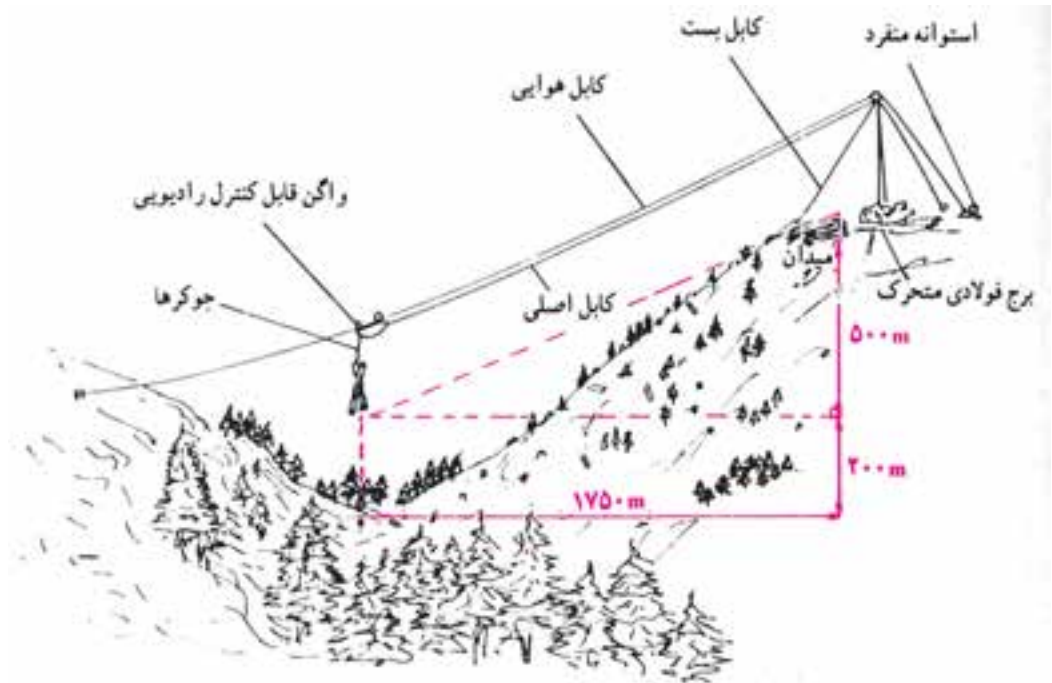


شکل ۱۸-۱ انواع تویی با تیغه های متفاوت



## سؤالات آزمون پایان فصل اول

- ۱- زمان انتقال گرده بینه را از پایین دره به بالای تپه مطابق شکل ۱۹-۱ محاسبه نمایید ؛  
 در صورتی که گرده بینه‌ها دو حرکت خواهد داشت :  
 الف) حرکت عمودی به ارتفاع  $200^\circ$  متر با سرعت  $4^\circ$  متر بر دقیقه.  
 ب) حرکت در مسیر کابل هوایی با سرعت  $6^\circ$  متر بر دقیقه.



شکل ۱۹-۱- نمای انتقال گرده بینه از جنگل به میدان جمع آوری

- ۲- قطر تیغه اره گردی را به دست آورید که تعداد دور میله‌ی آن  $\frac{1}{6000} \text{ min}$  و سرعت برشی معادل  $80^\circ$  متر بر ثانیه داشته باشد. اگر گام هر دندان  $6/5$  میلی متر باشد، تیغه دارای چند دندان خواهد بود؟

- ۳- سرعت پیشبرد دستگاه فرز را مطابق شکل ۲۰-۱ حساب کنید ؛ در صورتی که در مدت ۲ ساعت  $75^\circ$  شاخه زهوار  $2/5$  متر را افزار زده است ؛ هم چنین ۱۲ درصد اتلاف وقت برای این دستگاه منظور می شود.



شکل ۲۰-۱- دستگاه فرزاتوماتیک

۴- مشخصات تیغه اهره گردی عبارت است از: قطر ۲۵ سانتی متر، عرض هر دندانه ۸ میلی متر. اگر با سرعت پیشبرد کاری معادل ۸۰ متر بر دقیقه از این تیغه استفاده شود و برش برای هر دندانه ۲۵/۰ میلی متر باشد:

الف) کدام یک از تعداد این دورها را برای میله دستگاه انتخاب می کنید:

$$n_1 = 3000 \cdot \frac{1}{\text{min}}$$

$$n_2 = 4500 \cdot \frac{1}{\text{min}}$$

$$n_3 = 6000 \cdot \frac{1}{\text{min}}$$

ب) با انتخاب تعداد دور مناسب چه تغییری برای برش هر دندانه صورت می گیرد؟

۵- تعداد دور میله ی کف رندی ۵۵۰۰ دور بر دقیقه است. اگر تویی دستگاه ۶ تیغه رنده و

۱۲cm قطر داشته باشد و برای قطعه کاری انتظار سطح رنده شده درجه ۲ معادل عرض اثر تیغه

۸/۰ میلی متر باشد چه سرعت پیشبردی را انتخاب می کنید؟ در این حالت عمق اثر هر تیغه رنده را به دست آورید.

۶- اگر با استفاده از دستگاه برش صفحات MDF (شکل ۲۱-۱) در صفحاتی به ابعاد  $۱۸۳ \times ۳۶۶$ ، برش طولی و ۳ برش عرضی ایجاد نمایم، چنانچه سرعت پیش‌برد کار دستگاه را ۳ متر بر دقیقه تنظیم کرده و ۵۰ درصد زمان برش را وقت تلف شده منظور نمایم، در یک شیفت کاری ۸ ساعته، چند صفحه برش زده می‌شود؟



شکل ۲۱-۱- دستگاه تمام اتوماتیک برش صفحات MDF