

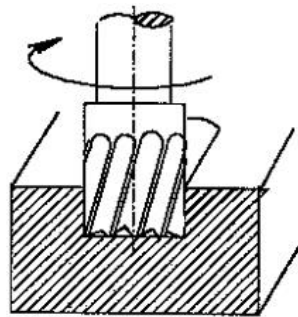
**فرزکاری**

**Milling**

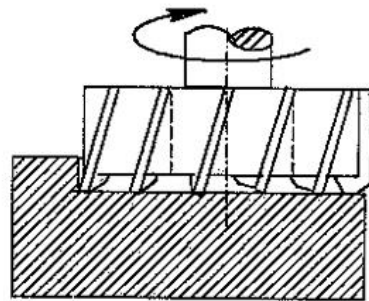
▶ عمل فرزکاری فرایندی است که توسط چرخش ابزارهای چند لبه به نام تیغه فرز می توان سطوح تخت و منحنی را تولید نمود. عملیات اصلی فرزکاری شامل، فرزکاری تخت، پیشانی تراشی، شیار تراشی، فرم تراشی، شیب تراشی و غیره می باشد.

# انواع فرزکاری

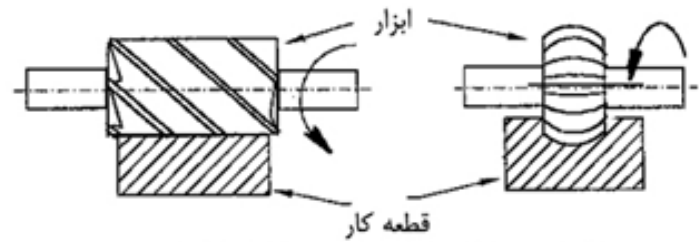
عملیات فرزکاری به دو دسته اصلی فرزکاری پیرامونی و پیشانی مطابق شکل‌های زیر تقسیم می‌گردند. در فرزکاری پیرامونی عمل براده‌برداری توسط دندانه‌های پیرامون ابزار انجام شده و در پیشانی‌تراشی این عمل توسط دندانه‌های سطح پیشانی ابزار انجام می‌پذیرد.



الف) شیار تراشی با تیغه فرز انگشتی

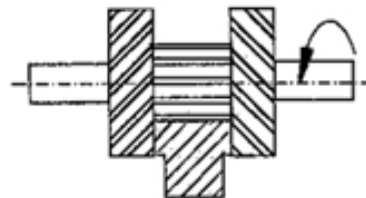


ب) فرزکاری پیشانی

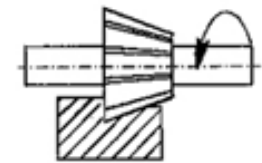


الف) فرزکاری تخت

ب) فرزکاری شکل دار



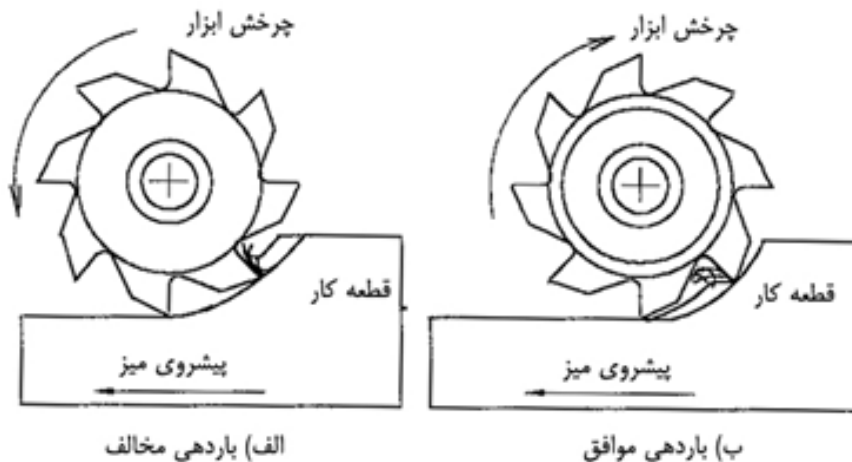
ج) فرزکاری گروهی



د) فرزکاری با ابزار زاویه ای

# انواع فرز کاری جانبی

- ▶ فرز کاری جانبی خود به دو دسته باردهی موافق و باردهی مخالف تقسیم می گردد.
- ▶ در فرز کاری مخالف ضخامت براده در شروع عمل براده برداری کمترین مقدار (صفر) را داشته و با پیشروی دندانه های ابزار به مقدار حداکثر خود می رسد، در صورتی که مطابق شکلین اتفاق در باردهی موافق کاملاً برعکس می باشد.



# پارامترهای فرزکاری و کمیت‌های وابسته

- ▶ سرعت‌های دورانی متفاوت محور دستگاه، در فرایندهای مختلف کاربرد دارد. سرعت براده‌برداری در این فرایند معادل سرعت محیطی ابزار براده‌برداری می‌باشد. در صورتی که  $D$  قطر ابزار بر حسب میلی‌متر و  $N$  تعداد دور آن بر حسب دور در دقیقه باشد، نتیجه می‌شود:

$$V = \frac{\pi \times D \times N}{1000} (m/min)$$

- ▶ در صورتی که  $f$  سرعت پیشروی بر حسب میلی‌متر در دقیقه و  $f_t$  پیشروی به ازای هر دندانه ابزار باشد، این دو مقدار مطابق رابطه زیر با یکدیگر ارتباط دارند:
- ▶ که  $n_c$  تعداد لبه برنده یا دندانه ابزار و  $N$  سرعت دورانی ابزار بر حسب دور در دقیقه است.

$$f_t = \frac{f}{(n_c \times N)} (mm / rev / tooth)$$

## مقادیر معمول سرعت براده برداری و پیشروی برای مواد مختلف

جنس قطعه کار	جنس ابزار	سرعت برش	پیشروی برحسب میلی متر بر دندانه				
			فرزکاری پیشانی	فرزکاری تخت	شیار تراشی	فرزکاری انگشتی	فرزکاری فرمی
فولاد ماشینکاری	HSS	35 - 40	0.3	0.25	0.175	0.15	0.1
	Carbide	90 - 120					
فولاد نرم	HSS	20 - 40	0.25	0.2	0.15	0.125	0.1
	Carbide	85 - 130					
فولاد با کربن متوسط	HSS	15 - 30	0.2	0.15	0.125	0.1	0.075
	Carbide	60 - 100					
فولاد آلیاژی	HSS	10 - 25	0.15	0.1	0.075	0.06	0.05
	Carbide	40 - 60					
فولاد ابزار	HSS	10 - 25	0.2	0.15	0.1	0.08	0.05
	Carbide	60 - 85					
فولاد ضد زنگ	HSS	10 - 20	0.15	0.1	0.1	0.08	0.05
	Carbide	25 - 60					
چدن ها*	HSS	30 - 35	0.35	0.3	0.2	0.15	0.1
	Carbide	65 - 100					
آلیاژهای آلومینیوم	HSS	55 - 100	0.5	0.4	0.3	0.2	0.18
	Carbide	65 - 180					
آلیاژهای مس	HSS	40 - 80	0.3	0.25	0.2	0.2	0.15
	Carbide	60 - 100					
آلیاژهای منیزیم	HSS	60 - 100	0.5	0.4	0.25	0.2	0.18
	Carbide	60 - 180					
آلیاژهای تیتانیوم	HSS	10 - 30	0.15	0.125	0.1	0.1	0.05
	Carbide	25 - 50					

\*Grey, ductile and malleable

# انواع ماشین‌های فرز

▶ ماشین‌های فرز در چندین نوع مختلف موجود می‌باشند که در این قسمت برخی از این ماشین‌ها معرفی می‌گردند.

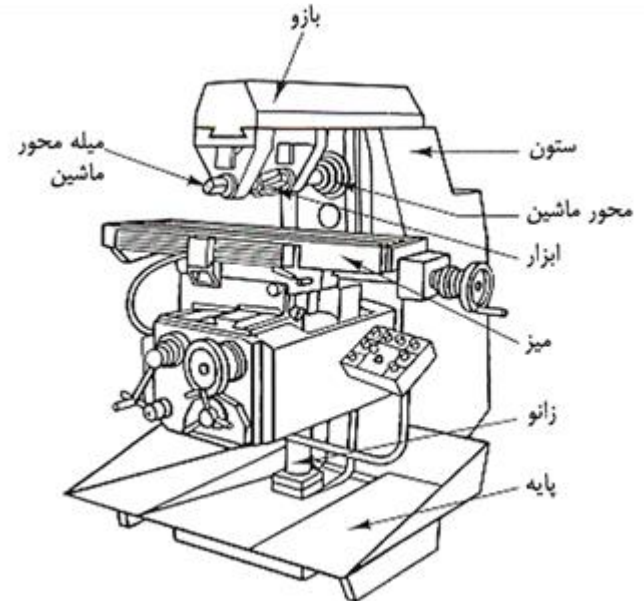
▶ ۱- ماشین فرز افقی

▶ ۲- ماشین فرز عمودی

▶ ۳- ماشین فرز انیورسال

# ۱- ماشین فرز افقی

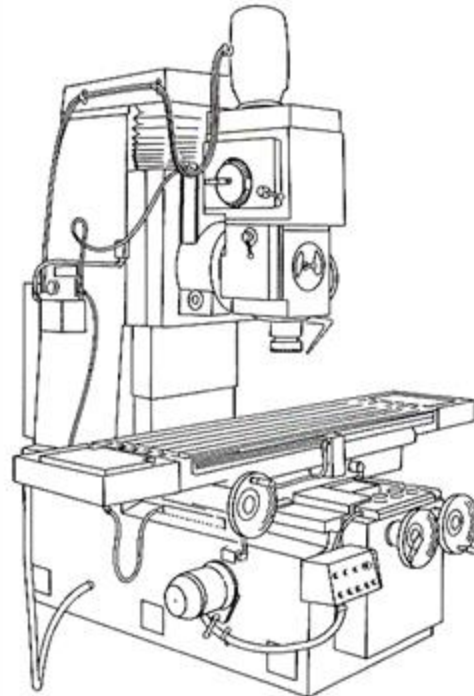
- ▶ در ماشین فرز افقی محور اصلی دستگاه به صورت افقی یاتاقان بندی شده و ماشین دارای پایه، ستون و یک زانو می باشد. زانو دارای قابلیت حرکت به سمت پایین و بالا روی راهنماهای تعبیه شده روی سطح ستون است.
- ▶ ابزار براده برداری روی یک محور افقی که توسط محور دستگاه می چرخد نصب و قطعه کار روی میز دستگاه بسته شده است. حرکت براده برداری (اصلی)، حرکت دورانی محور دستگاه و حرکت بار یا پیشروی توسط میز دستگاه ایجاد می گردد.





## ۲- ماشین فرز عمودی

▶ ماشین فرز عمودی دارای ساختاری شبیه ماشین فرز افقی است. تنها تفاوت مشخص در راستای محور اصلی دوران ماشین بوده که در این ماشین به صورت عمودی می باشد. عملیات قابل انجام با ماشین فرز عمودی شامل ماشینکاری سطوح تخت، ایجاد جای خار روی شافت ها، ماشینکاری شیارهای دمچلچله یا راهنماها و فرم تراشی با ابزار انگشتی می باشد.



## ۳- ماشین فرز انیورسال

▶ این ماشین نیز به طور ذاتی یک ماشین فرز افقی است که میز آن قادر به چرخش به اندازه  $\pm 45^\circ$  درجه در صفحه افق می باشد. این چرخش در فرزکاری چرخ دنده های مارپیچ، حلزون و چرخ حلزون و فرزکاری پیچ ها کاربرد دارد.

## ۴- ماشین فرز با میز چرخشی

▶ این دستگاه فرز یک فرز عمودی است که میز آن قادر به چرخش می‌باشد. همان‌گونه که از اسم دستگاه مشخص است حرکت پیشروی میز ماشین به صورت دورانی است. اغلب این نوع ماشین‌ها دارای دو محور دوران ابزار می‌باشند که یکی از آنها برای خش‌تراشی و دیگری جهت پرداخت به کار می‌رود.

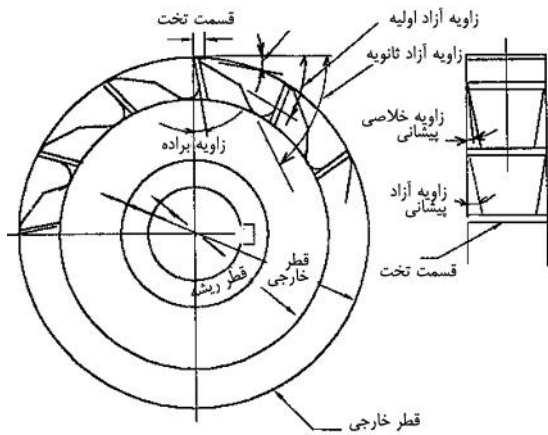
## ۵- ماشین فرز دروازه‌ای

▶ در این ماشین‌ها، میز فقط قادر به حرکت در امتداد طولی شبیه صفحه- تراش‌های دروازه‌ای می‌باشد. ماشین دارای چندین محور ابزارگیر افقی و عمودی است. بنابراین عملیات فرزکاری در چندین سمت قطعه‌کار به صورت هم‌زمان قابل انجام است. قطعاتی شبیه سیلندر موتورها، بستر ماشین‌های ابزار و دیگر قطعات مشابه قابلیت ماشینکاری با این ماشین با هزینه کم را خواهند داشت. در صورتی که چندین قطعه‌کار به‌طور هم‌زمان روی میز دوار ماشینکاری شوند، باز کردن قطعه ماشینکاری شده و یا بستن قطعه ماشینکاری نشده می‌تواند بدون توقف ماشین انجام پذیرد.

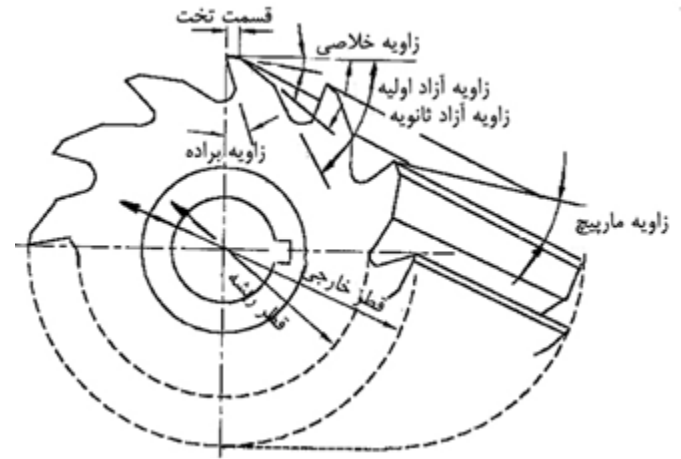
# ابزارهای فرزکاری

- ▶ تیغه فرزهای تخت و مارپیچ جهت فرزکاری سطوح تخت
- ▶ تیغه فرزهای بغل تراشی و پیشانی تراشی
- ▶ تیغه فرزهای بغل تراش یک طرفه
- ▶ تیغه فرزهای انگشتی
- ▶ تیغه فرز برای ایجاد شیارهای T شکل
- ▶ تیغه فرزهای شیب دار
- ▶ تیغه فرزهای فرم تراشی
- ▶ تیغه فرزهای مارپیچ برای کارهای مخصوص

# شکل برخی از ابزارهای فرز کاری



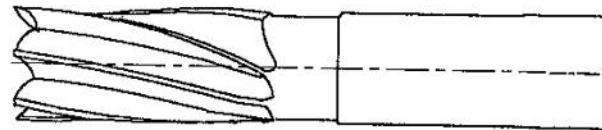
ابزار فرز کاری پیشانی و پیرامونی



ابزار فرز کاری تخت



(الف) تیغه فرز انگشتی با دنباله مخروطی



(ب) تیغه فرز انگشتی با دنباله استوانه ای