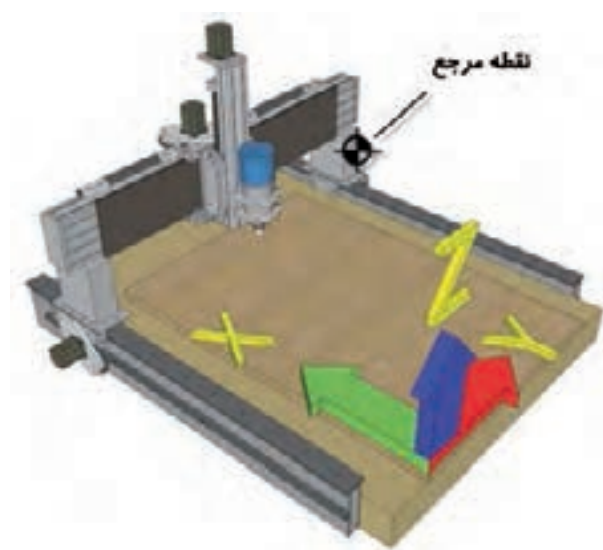



نقاط مرجع در ماشین‌های CNC

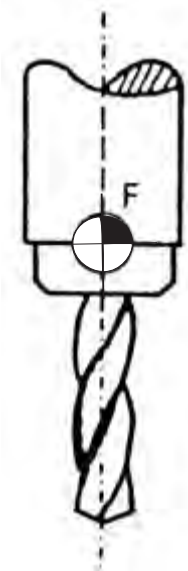
در ماشین‌های CNC به منظور حرکت دقیق ابزار، ماشین‌کاری دقیق یک قطعه، تنظیم سیستم اندازه‌گیری و ساده‌تر شدن برنامه‌نقاطی را به عنوان نقاط مبدأ یا نقاط صفر قرار می‌دهند.



- نقطه مرجع (رفرنس) Reference point


بر روی ماشین‌ها ابزار CNC نقطه‌ای به نام نقطه مرجع ماشین یا مکان اولیه وجود دارد که توسط سازنده ماشین تعریف می‌شود و برای تنظیم و هماهنگ کردن سیستم مکانیکی ماشین با سیستم کنترل آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. نقطه مرجع ماشین با حرف R و نماد  مشخص می‌شود.

ماشین CNC هرگاه که روشن می‌شود (چه در ابتدای روز و چه پس از قطع برق) قادر به شناسایی موقعیت خود نمی‌باشد و نیاز به تنظیم دارد این کار را اصطلاحاً رفرنس کردن ماشین می‌گویند که به وسیله چند کلید انجام می‌شود.




- نقطه صفر ابزار Tool reference point

این نقطه در موقعیت خاص از ابزار گیر تعریف شده است و تصحیح و جبران شعاع طول و شعاع ابزار در راستای هریک از محورهای X, Y و Z نسبت به این نقطه محاسبه می‌شود.


نقطه صفر ابزار با حرف T و نماد  مشخص می‌شود.

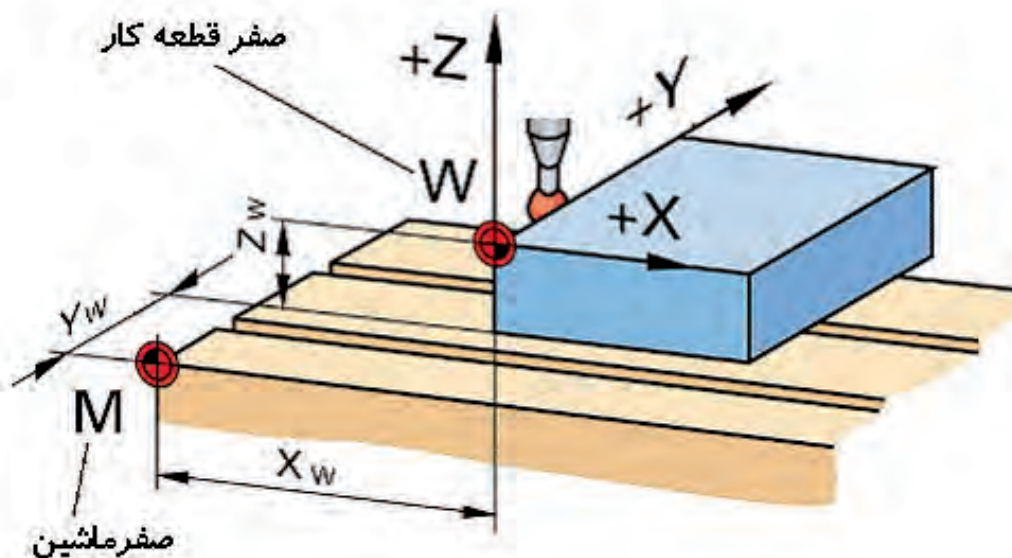
- نقطه صفر ماشین Machine zero point

این نقطه توسط شرکت سازنده بر روی دستگاه تعریف می‌شود، قابلیت جابجایی نداشته و هنگامی ماشین روشن می‌شود دستگاه موقعیت خود را از این نقطه می‌شناسد.

نقطه صفر در ماشین‌های فرز معمولاً در گوشه سمت چپ و پایین میز تعریف می‌شود و لازم است برای اطمینان از آن حتماً به کتاب راهنمای ماشین مراجعه شود که معمولاً با علامت  یا حرف M مشخص می‌شود.

- نقطه صفر قطعه کار Work part zero point

این نقطه توسط برنامه نویس تعیین می‌شود و ماشین کاری از این نقطه شروع می‌شود معمولاً برای قطعات مدور، مرکز قطعه و برای قطعات مکعبی شکل ریا، گوشه سمت چپ و پایین قطعه کار به عنوان صفر در نظر گرفته می‌شود. که این نقطه با علامت  و حرف W مشخص می‌شود. اگر برنامه‌نویس نقطه‌ای را مشخص نکند، ماشین کاری نسبت به صفر ماشین انجام می‌شود و این امر مشکلاتی را در بر خواهد داشت.



اصول ایمنی

- ۱- کار را با یاد خدا و با آرامش آغاز کنید و در هر حادثه خونسردی خود را حفظ کنید.
- ۲- شما با یک سیستم اتوماسیون کار می کنید و باید مراقب فرمان های خود باشید. در سیستم های دستی، مجری فرمان انسان است و شعور دارد. در واقع فرمان اشتباه را تشخیص می دهد ولی؛
در سیستم اتوماسیون شده و بالاخص در دستگاه CNC، فرمان بی کم و کاست اجرا می شود. دستگاه CNC یک پرسنل مطیع و بی رحم است. پیش بینی شوک های ناگهانی، هنگام تعمیر و تعویض قطعه و ابزار را بنماید.
- ۳- یکی از مشکلات رایج در بین طراحان و اپراتورهای سی ان سی مشکلات ناشی از نشستن طولانی روی صندلی است دقت کنید، بیماری های فرسایشی ناشی از کار معمولاً غیر قابل درمان هستند.
- ۴- اتفاقات مکانیکی بیشتر مربوط به محور Z است. زیرا در شرایط بروز مشکل در این محور، جاذبه زمین موجب حرکت ناخواسته می شود و متأسفانه با توجه به اینکه ابزار روی محور Z است منجر به بروز خسارت و جراحت می گردد.
- ۵- بیشترین آمار بروز حوادث مربوط به افرادیست که غرور حرفه ای دارند.

- ۱- نحوه تعیین محورهای متعامد و چرخشی چگونه است؟
- ۲- کدام نقطه صفر توسط سازنده تعریف می‌شود؟
- ۳- رفرنس کردن دستگاه در چه مواقعی ضرورت دارد؟
- ۴- چند دستگاه CNC را نام برده و کاربرد هر کدام را توضیح دهید؟
- ۵- فن‌آوری NC را توضیح دهید.
- ۶- اجزای اصلی ماشین‌های CNC را نام برده و شرح دهید؟
- ۷- روش‌های ورود اطلاعات به ماشین CNC را شرح دهید؟
- ۸- نقاط صفر ماشین، قطعه کار و ابزار را تعریف نمایید؟

ششم

واحد کار

هدف کلی: توانایی تعیین مراحل کار و انتخاب ابزار مناسب جهت انجام کار



اهداف رفتاری:

پس از آموزش این واحد کار از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند:

۱. مراحل ماشین‌کاری یک قطعه را ترسیم نماید.
۲. اختلاف سطوح را با استفاده از نمای قطعه مشخص کند.
۳. ابزار مناسب جهت ماشین‌کاری را انتخاب نماید.
۴. خطوط با مسیر ماشین‌کاری را در هر مرحله ترسیم نماید.
۵. جبران شعاع ابزار در ترسیم مراحل ماشین‌کاری را اعمال نماید.
۶. حرکت ابزار بین سطوح مختلف را تشخیص داده و اعمال نماید.



پیش‌آزمون: (۲۰ دقیقه)

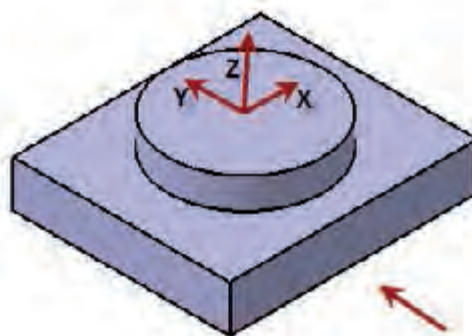
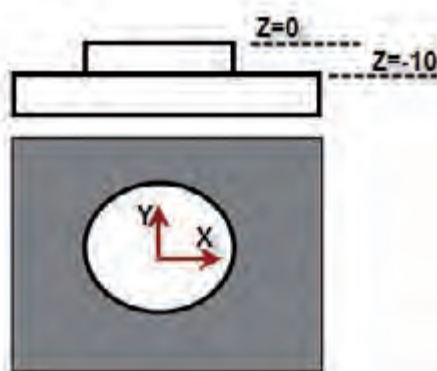
- ۱- چگونه می‌توان مختصات یک نقشه را جابجا کرد؟
- ۲- بهترین نقطه صفر قطعه کار چه مکانی می‌تواند باشد؟
- ۳- یک قطعه کار را در چند مرحله کلی ماشین‌کاری می‌نمایند؟
- ۴- بهترین دستور برای رسم خطوط ماشین‌کاری چه دستوری می‌باشد؟
- ۵- جبران شعاع ابزار به چه طریق اعمال می‌شود؟

مراحل ماشین کاری

قبل از نوشتن برنامه یک قطعه لازم است مراحل ماشین کاری آن تهیه شده و به وسیله نرم افزار رسم گردد. برای این منظور در نرم افزار CAD هر مرحله را به صورت جداگانه ترسیم کرده و سطوح ماشین کاری را با هاشور مشخص می‌نماییم.

با توجه به شکل ساده زیر مشخص است که سطح طوسی رنگ بایستی از بلوک خام اولیه به عمق ۱۰ میلی متر ماشین کاری شود.

در این تصویر مشخص است که اگر مرکز محور مختصات را وسط قطعه کار در نظر بگیریم سطح بالای قطعه کار (روی قطعه کار) دارای $Z=0$ می‌باشد و ابزار بایستی بر روی این سطح مماس شود و مقدار Z آن بر روی دستگاه صفر شود.



-مرحله بعدی انتخاب ابزار مناسب برای ماشین کاری است، به طور اصولی یک قطعه کار در دو مرحله کلی ماشین کاری می‌شود.

۱-خشن کاری

۲-پرداخت

که ممکن است هر کدام از این مراحل در چند مرحله دیگر انجام شود بعنوان مثال خشن کاری یک قطعه کار در سه مرحله و با سه ابزار با قطرهای متفاوت انجام پذیرد. و یا مرحله پرداخت در ۲ مرحله پیش پرداخت (به خاطر امکان پس زدگی ابزار) پرداخت انجام شود.

در مرحله خشن کاری قطعه کار به سائز نهایی نمی‌رسد و معمولاً مقداری از دیوار و کف برای مراحل بعدی باقی می‌ماند این مقدار با توجه به موارد زیر تعیین می‌شود.

- ۱- جنس قطعه کار: هر چه فلز نرم تر باشد مقدار ماده باقی مانده بیش تر است.
- ۲- شکل قطعه کار: مراحل پیش پرداخت و پرداخت شکل های پیچیده دارای شیب و منحنی، بیشتر می باشد.
- ۳- دقت دستگاه و جنس ابزار.
- ۴- تجربه برنامه نویس.

- مقدار جابجایی ابزار Stepover

مقدار جابجایی ابزار برای ماشین کاری یک قطعه کار بستگی به نوع ابزار دارد و بدین معنی است که ابزار بعد از طی یک مسیر مستقیم ماشین کاری چه مقدار جابجا شود.

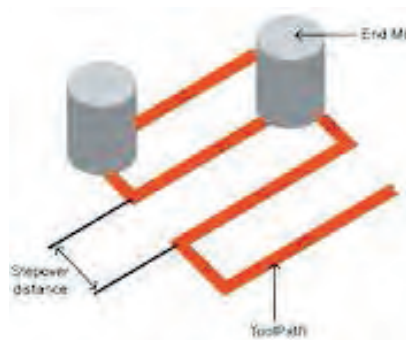
مقدار جابجایی بستگی به نوع ابزار دارد که بشرح آن می پردازیم.



۱- ابزار های سر تخت (انگشتی) Endmill:

هنگام استفاده از این ابزارها، کل قطر ابزار با کار درگیر می باشد و مقدار حداکثر براده برداری برابر با قطر ابزار است بنابراین برای ماشین کاری مسیرهای بعدی لازم است ابزار به اندازه قطر جابجا شود.

فرض شود مسیر ماشین کاری یک قطعه به صورت زیر است ابزار پس از طی مسیر A لازم است مقداری جابجا شود که حداکثر این جابجایی برابر قطر ابزار می باشد.



در این حالت ممکن است جای ابزار به صورت خطی بر روی قطعه کار باقی بماند معمولاً در نرم افزارهای CAM و بطور کلی برای بدست آوردن کیفیت سطح بهتر است مقدار جابجایی را یک میلی متر از قطر ابزار کمتر در نظر می گیرند

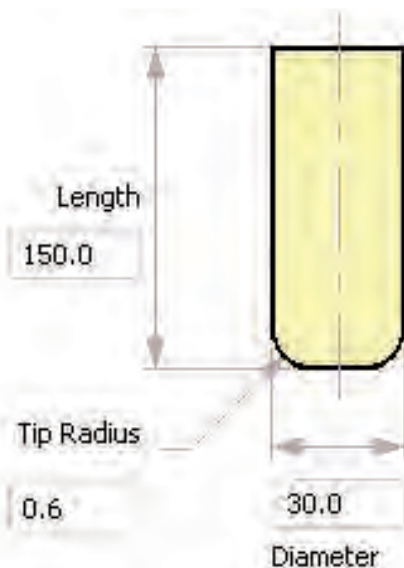
$$\text{Stepover} = D - 1$$



نکته: مقدار Stepover در خشن کاری و پرداخت تفاوتی ندارد فقط این مقدار به نوع ابزار و قطر ابزار بستگی دارد

۲- ابزارهای سر تخت شعاع دار (Tip Radius)

این ابزارها همانند شکل دارای کف تخت و گوشه های R دار می باشد و نوع الماسه خور آن نیز مورد استفاده قرار می گیرد که شعاع گوشه ها با توجه به شعاع الماسه مشخص می شود.





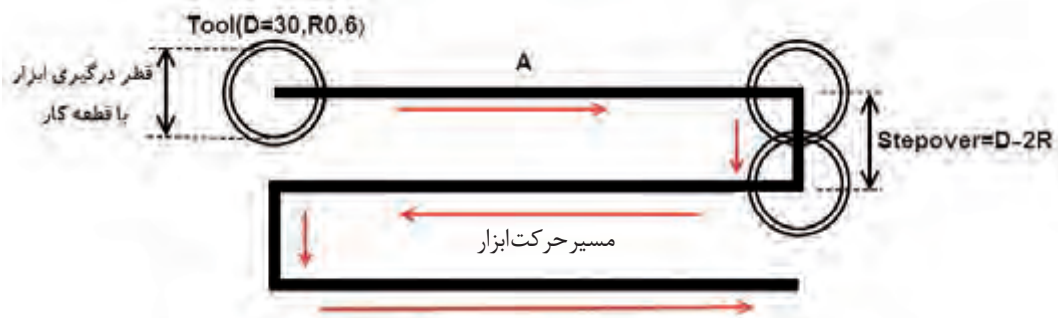
همانطور که در شکل مشخص است مقدار درگیری ابزار، کل قطر ابزار نمی باشد و فقط قسمت صاف آن درگیر می باشد که این قسمت برابر است با:

$$\text{Stepover} = D - 2R$$

که R مقدار شعاع لبه ابزار می باشد در شکل بالا مقدار Stepover برابر است با :

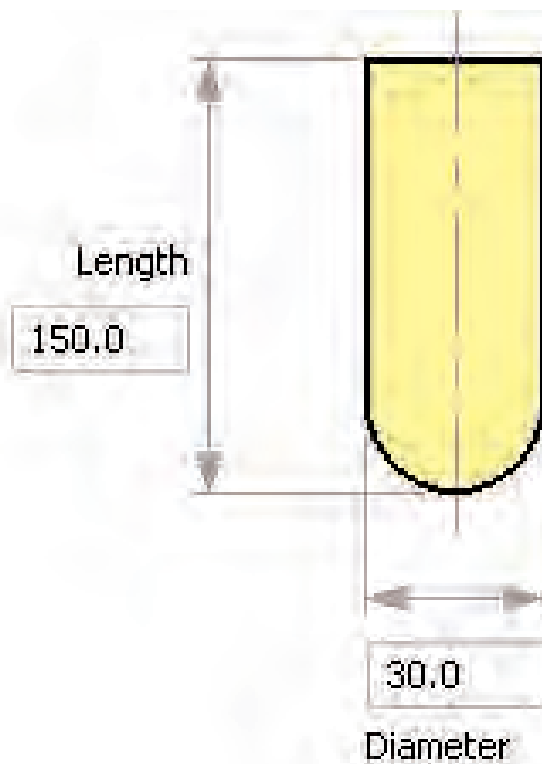
$$D - 2R = 30 - 2(0/6) = 28/8$$

که برای سهولت برنامه نویسی این مقدار را کمتر یعنی $\text{Stepover} = 28$ در نظر می گیریم.



۳- ابزارهای سرگرد ballnose

سر این ابزار ها گرد می باشد و معمولا برای پرداخت سطوح منحنی شکل و شیب دار استفاده می شود . مقدار جابجایی ابزار بستگی به کیفیت سطح مورد نظر دارد و هر چه مقدار Stepover کمتر باشد کیفیت سطح در عملیات پرداخت (Finishing) بالاتر خواهد بود.



-مقدار باردهی (Stepdown)

مقدار بار دهی ابزار بستگی به موارد زیر دارد:

۱- مرحله ماشین کاری (خشن کاری،پیش پرداخت،پرداخت)

۲- جنس و فرم قطعه کار

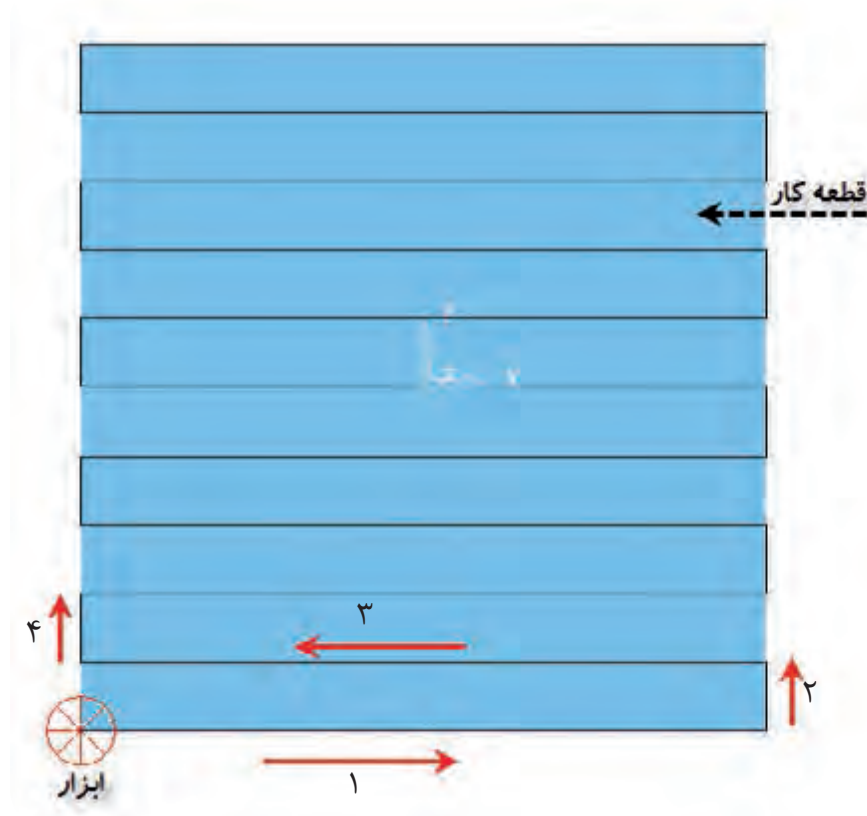
۳- جنس و فرم ابزار

البته لازم به ذکر است تجربه برنامه‌نویس و ماشین کار در تعیین مقدار بار تاثیر بسزایی دارد.

-تعیین مسیر ماشین کاری Toolpath

بطور کلی مسیر ماشین کاری به دو روش زیر تعیین می‌شود.

۱-روش **Raster**: در این روش معمولا ابزار حرکت مستقیم دارد و به صورت رفت و برگشتی ماشین کاری را انجام می‌دهد. در شکل زیر می‌خواهیم کل سطح قطعه کار را ماشین کاری نماییم.



در این روش

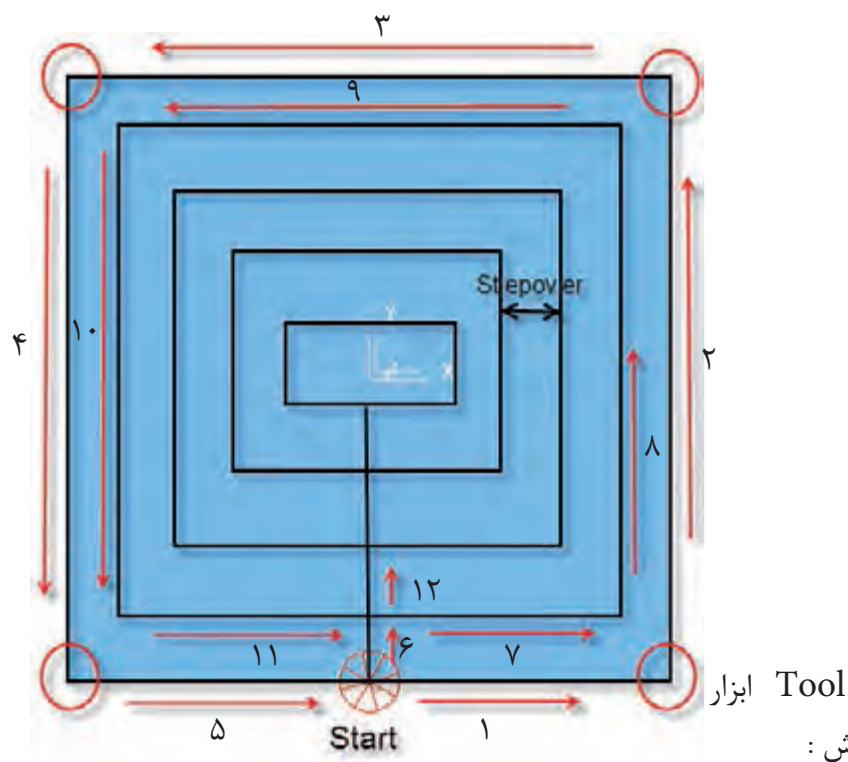
- ۱- حرکت ابزار به صورت منظم‌تری انجام می‌شود.
- ۲- براده‌برداری به صورت موافق و مخالف انجام می‌شود.
- ۳- مقدار جابجایی ابزار طبق Stepover تعیین می‌شود.
- ۴- حرکت ابزار تابع مدل قطعه کار نمی‌باشد.

۲- روش Offset: در این روش معمولاً حرکت ابزار از شکل قطعه کار و پروفیل تبعیت می‌کند.

در شکل زیر جهت حرکت ابزار با فلش مشخص شده است و مسیر ابزار Toolpath، رنگ مشکی مشخص می‌شود و مقدار جابجایی ابزار Stepover برابر است با قطر ابزار نهایی:

Stepover=D-1

در شکل زیر می‌خواهیم کل سطح قطعه کار ماشین‌کاری نماییم.



۱- حرکت ابزار تابعی از شکل قطعه کار است و معمولاً حرکت منظمی ندارد.

۲- زمان ماشین‌کاری در این روش نسبت به روش Raster کمتر است.

۳- حرکات اضافی ابزار نسبت به روش Raster بیش تر است.

۴- مقدار Stepover با توجه به جبران شعاع طبق محاسبات قبلی انجام می شود.

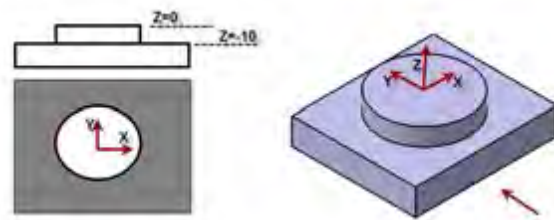
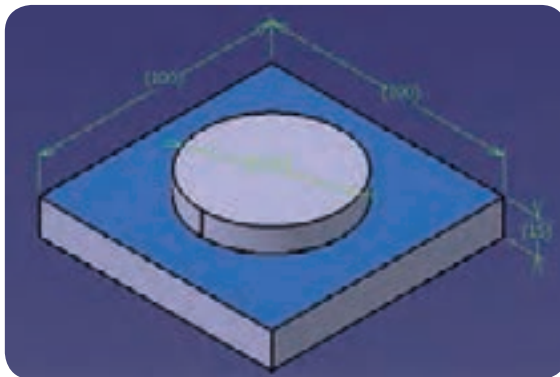


توجه: در این روش تعیین مسیر حرکت ابزار (که در شکل با شماره مشخص شده) به برنامه نویس است که با توجه به شکل قطعه کار و نوع ماشین کاری (موافق، مخالف یا ترکیبی) تعیین می گردد.

دستور کار ۱:

مطلوبست تعیین مراحل کاری و برنامه نویسی شکل زیر

ابعاد بلوک خام ۱۰۰×۱۰۰ و ارتفاع ۲۵ میلی متر می باشد.



در این ترسیم بایستی سطح قرمز رنگ به عمق ۱۰ میلی متر ماشین کاری شود برای این قطعه مراحل زیر را انتخاب می نماییم. موارد زیر را تعیین می نمائیم.

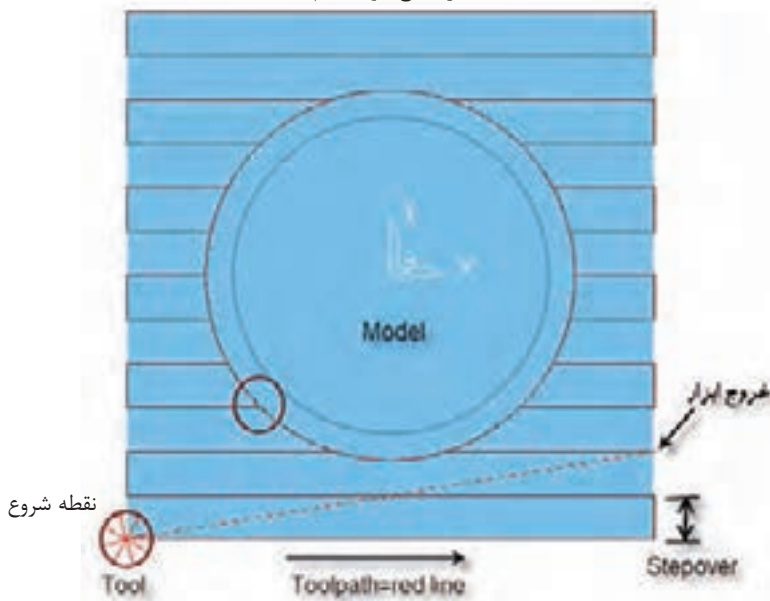
از سطح بلوک خام

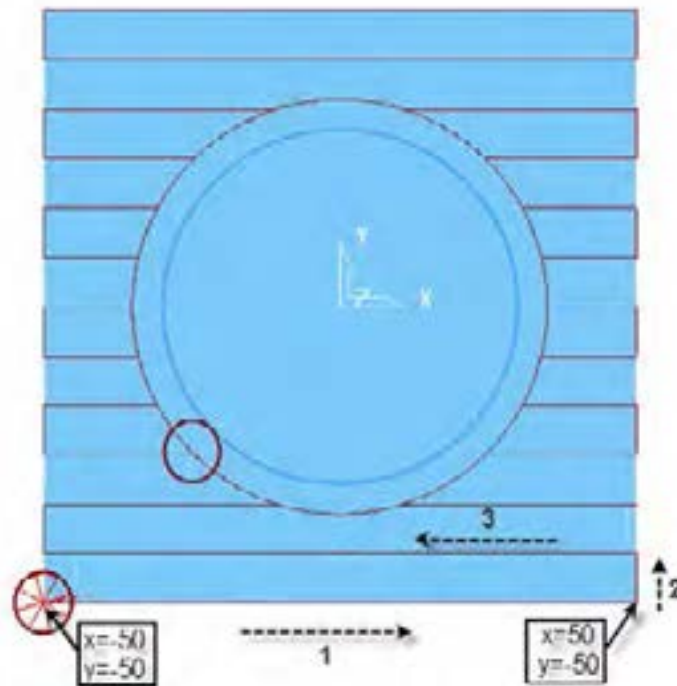
۱- ابزار انگشتی (Endmill) قطر ۱۰

۲- روش Raster

۳- مقدار Stepover=9

۴- مقدار Stepdown=0.5





مسیر حرکت ابزار را در نرم افزار CAD به وسیله دستور Offset می توان ترسیم کرد و با قرار دادن محور مختصات در مرکز قطعه مختصات ابتدا و انتهای خطوط را بدست آورده و برنامه آن را می نویسیم.

- ابتدا ابزار به بالای نقطه شروع می رود.

N10 G0 X-50 Y-50 Z10

- سپس به اندازه بار مورد نیاز Stepdown وارد قطعه کار می شود.

N20 G1 Z-0/5 F100

-مختصات نقاط انتهای قطعه کار را داده و برنامه خط ۱ را می نویسیم.

N10 G1 X50 Y-50

به همین ترتیب برنامه خطوط ۲ و ۳ و ... تا انتها را می نویسیم

.

.

.

- در انتها ابزار از قطعه کار خارج شده و مجدد به نقطه شروع می رود.

N200 Z10

N210 G0 X-50 Y-50

N220 Z-1

- و به عمق ماشین کاری سطح دوم می رود.
به همین ترتیب ماشین کاری تا انتهای کار و اتمام قطعه انجام می شود.

نکته:



تعیین مسیر و روش ماشین کاری و انتخاب ابزار به عهده برنامه نویس می باشد و لازم است به نکات زیر توجه نماید.

۱- زمان ماشین کاری قطعه به حداقل برسد.

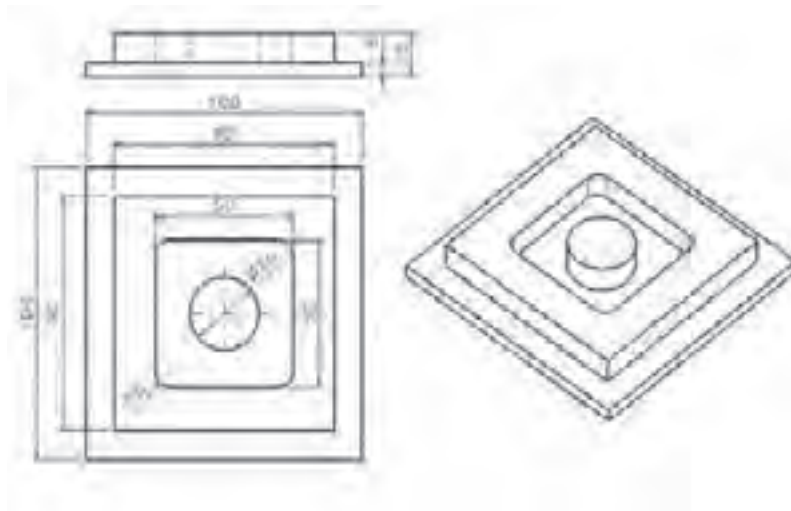
۲- مقدار حرکات اضافی ابزار حذف شود.

۳- جهت کاهش زمان ماشین کاری، از بزرگترین ابزار موجود ممکن استفاده شود.

۴- برنامه نویس با توجه به شکل می تواند برنامه را به صورت مطلق یا نسبی بنویسد.

دستور کار ۲:

برنامه ماشین کاری شکل زیر را بنویسید.



برای نوشتن برنامه ماشین کاری مراحل زیر را بایستی مشخص نماییم.

۱- تعیین بلوک ابعاد اولیه قطعه کار: ابعاد قطعه خام اولیه یک بلوک مستطیلی شکل به اندازه $100 \times 100 \times 15$ می باشد.

۲- انتخاب ابزار مناسب جهت ماشین کاری: ابزار Endmill به قطر ۱۰

۳- تعیین مراحل ماشین کاری به کمک نرم افزار CAD (الف) ماشین کاری پیرامون قطعه کار ب) ماشین کاری حفره میانی

۴- تعیین مقدار بار (Stepdown) و مقدار جابجایی ابزار (Stepover): که با توجه به جنس قطعه کار و ابزار تعیین می گردد.

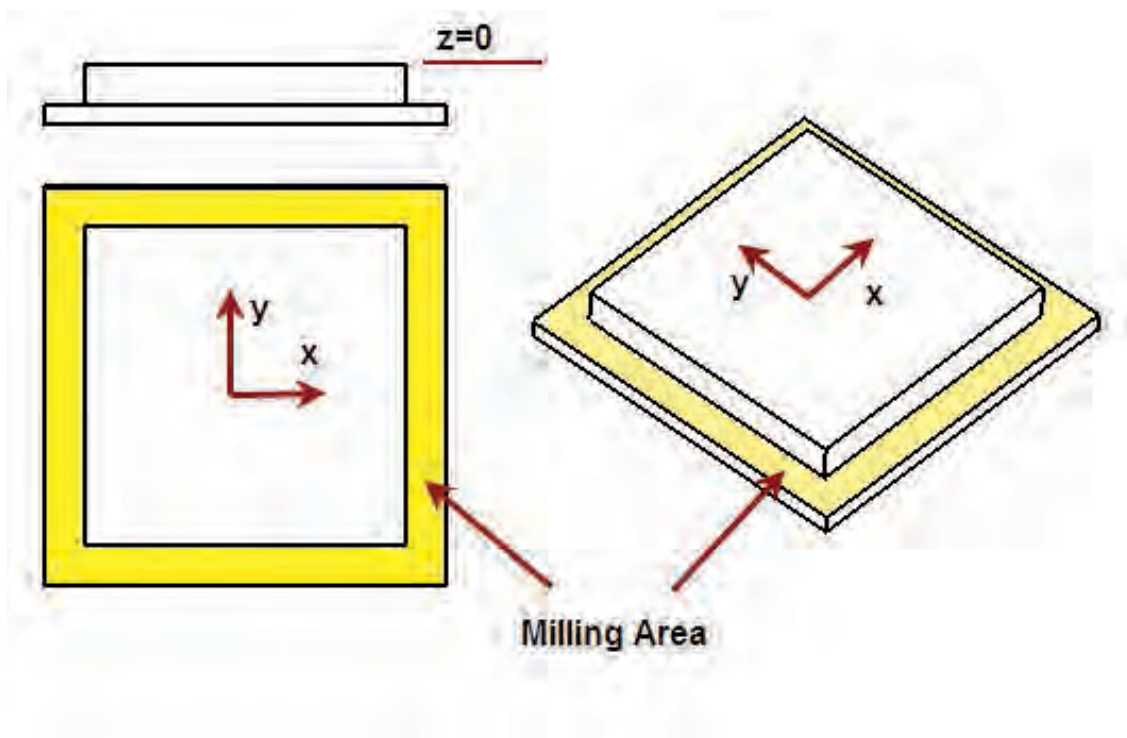
۵- تعیین ترسیم مسیر حرکت ابزار: روش raster یا offset

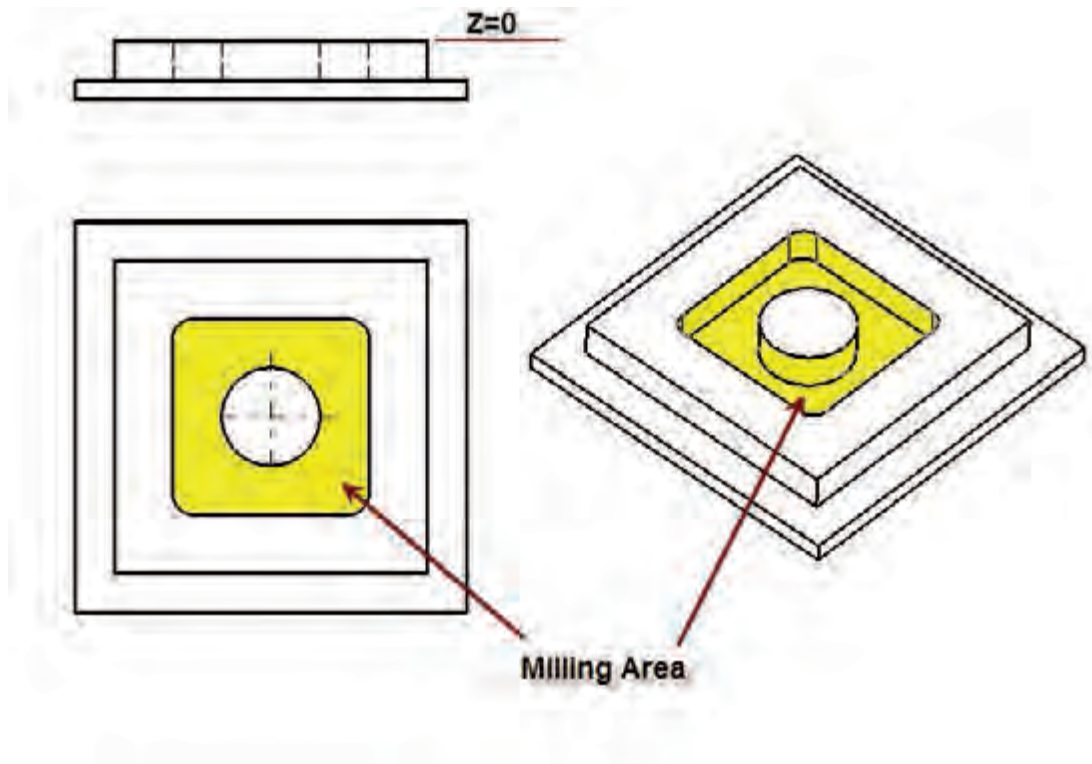
۶- پیدا کردن مختصات ماشین کاری:

۷- نوشتن برنامه

بعد از تعیین مراحل ۱ و ۲ لازم است مراحل ماشین کاری با توجه به نرم افزار موجود طراحی و ترسیم شود

۱- ترسیم مرحله اول ماشین کاری: اگر محور مختصات را روی کار و در مرکز قطعه کار در نظر بگیریم عمق ماشین کاری ناحیه رنگی ۱۰ میلی متر می باشد.





تعیین مسیر حرکت ابزار Toolpaths مرحله اول به دو روش زیر

تعیین مرحله اول ماشین کاری روش Raster

با توجه به قطر ابزار تعیین شده مسیر حرکت ابزار را در نرم افزار AutoCAD به کمک دستورات ترسیمی مثل Offset ترسیم می نماییم . که بایستی توجه داشته باشیم .

- ابتدا ابزار بالای نقطه شروع قرار گیرد با حرکت Go

- ابزار به عمق مورد نظر رفته (مقدار بار در مرحله اول Stepdown) با حرکت Go

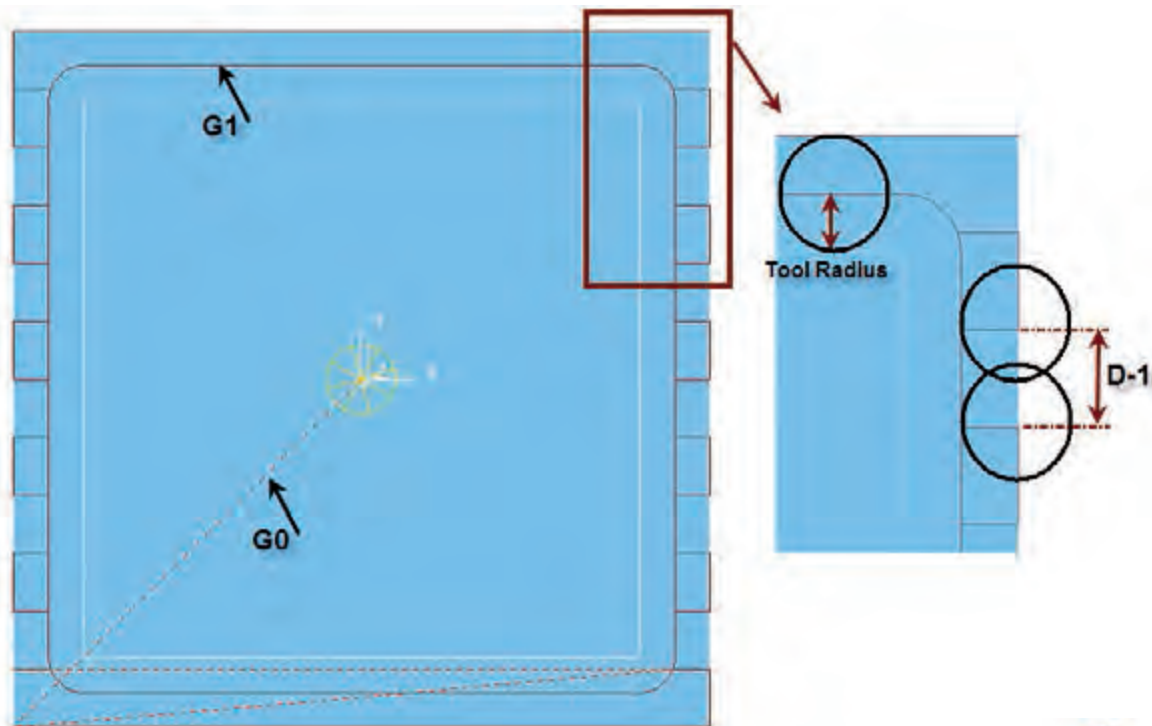
- بعد از ترسیم مسیر حرکت محور مختصات را با استفاده از Ucsicon به نقطه مورد نظر انتقال دهیم.

- مختصات نقاط انتهایی مسیر ابزار را با استفاده از نرم افزار استخراج نماییم

- مسیر حرکت ابزار را از ابتدا تا انتها مشخص نماییم

- با استفاده از کدهای حرکتی G1 و Go و غیره برنامه ماشینکاری سطح اول را بنویسیم.

- ابزار را به عمق بعدی با کد G1 انتقال دهیم
- مسیر حرکت ماشین کاری سطح دوم را بنویسیم

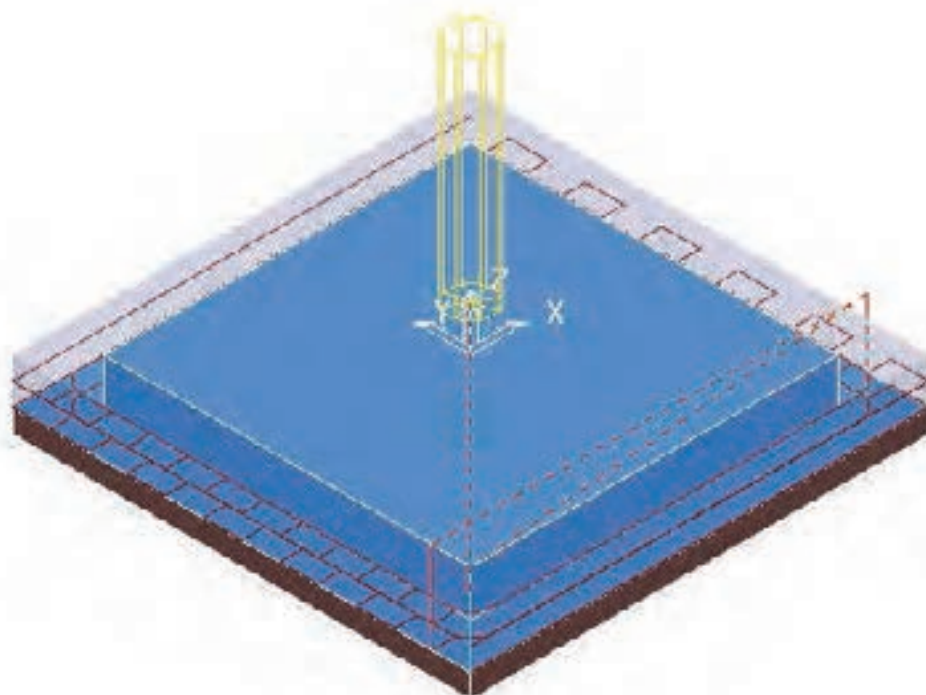
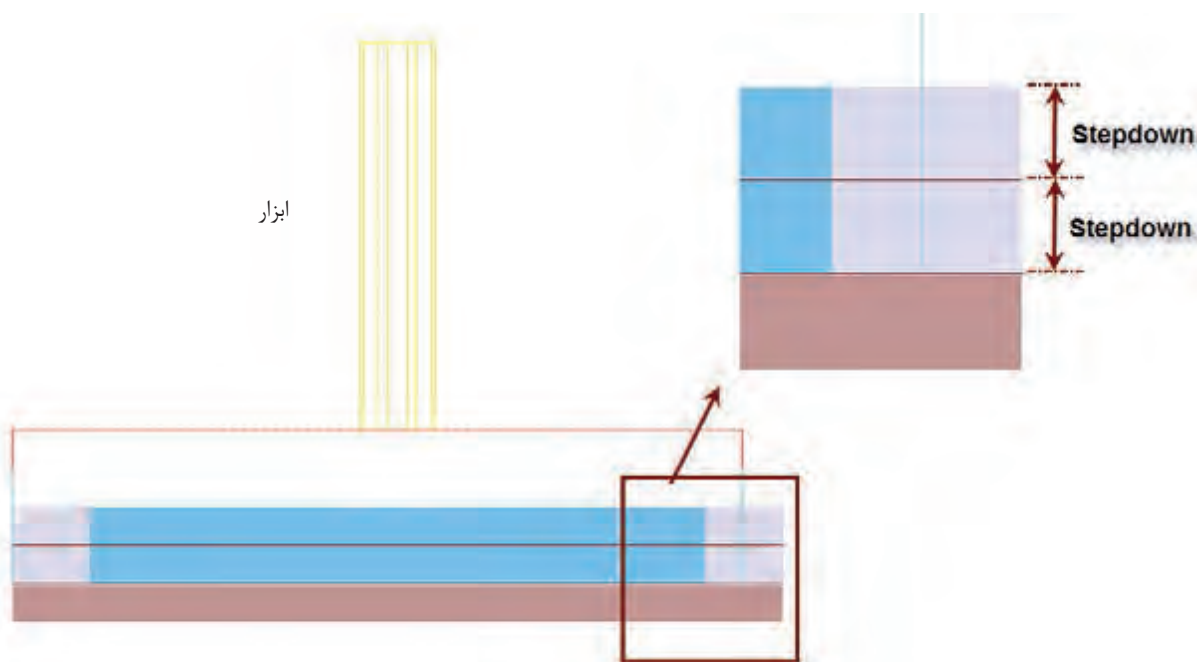


شروع ماشین کاری →

توجه:

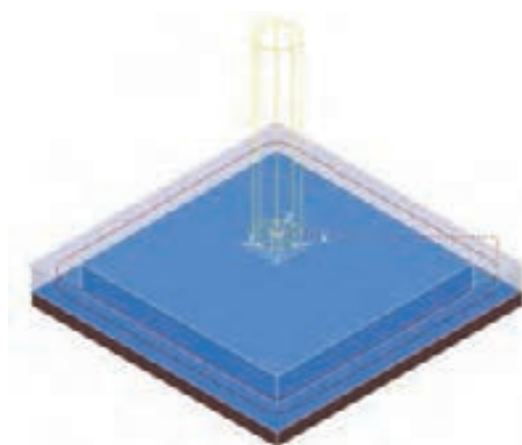
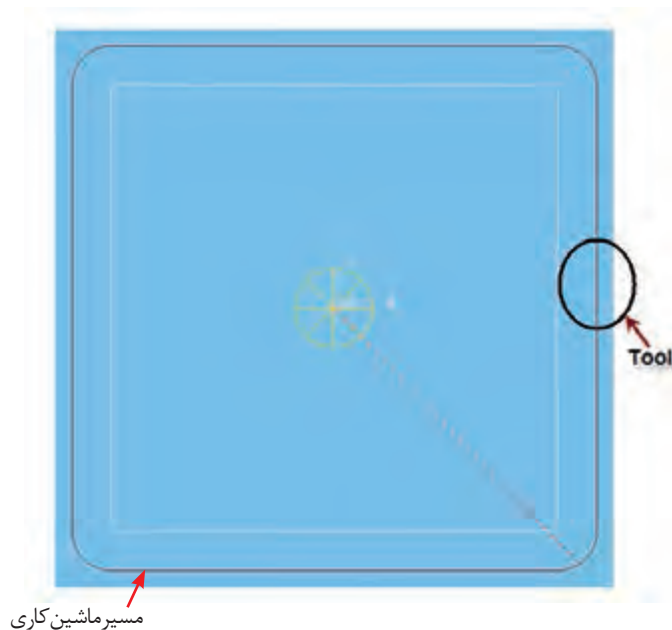


- بعد از ترسیم خطوط ماشین کاری بر روی قطعه وبا رنگی متفاوت محور ماشین کاری استخراج کرده و برنامه آنرا می نویسم لازم به ذکر است تعیین
- خطوط قرمز رنگ مسیر حرکت ابزار
- خطوط قرمز رنگ خط چین حرکت بدون برداری ابزار G0
- همانطور که مشخص است منطقه ماشین کاری شده در دو مرحله انجام شده است.



- تعیین مرحله اول ماشین کاری به روش Offset

- مرحله اول ماشین کاری را به روش دیگری نیز می توان انجام داد بدین ترتیب که ابزار بزرگ تری را انتخاب نماییم مثلاً ابزار Endmill فقط ۱۵ میلی متر و مسیر ابزار را به صورت شکل زیر در نرم افزار CAD ترسیم نماییم ملاحظه می نمایید که در این حالت برنامه ماشین کاری کوتاه تر شده و زمان کمتری صرف ماشین کاری قطعه می شود.



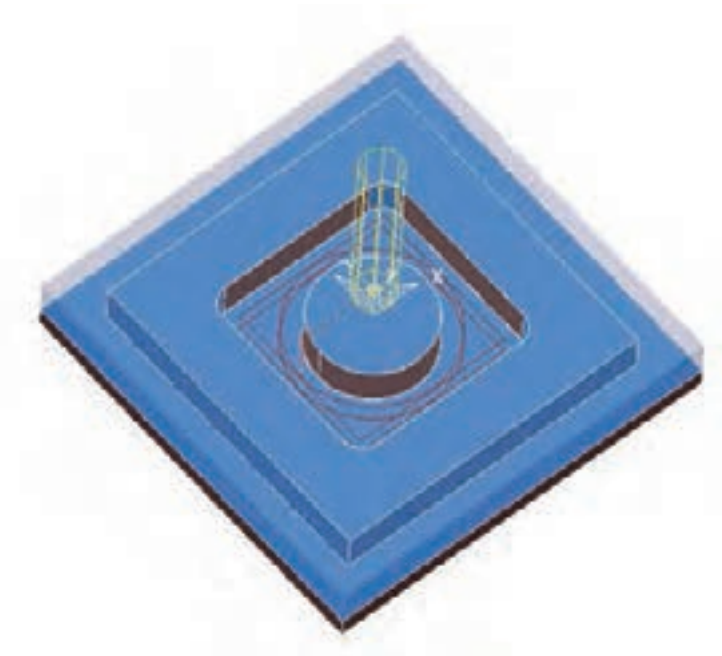
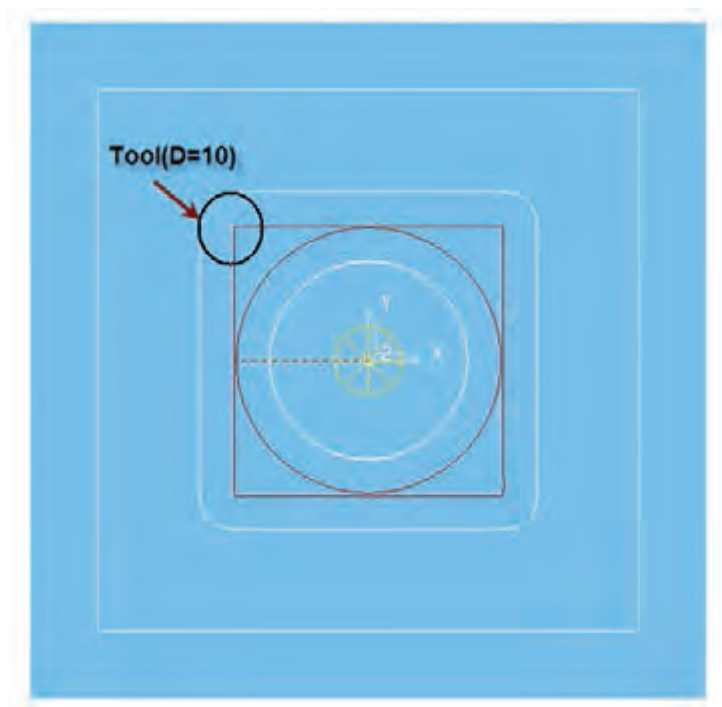
نکته:



برای تعیین مسیر ماشین کاری کافیست مربع داخلی شکل را به اندازه شعاع ابزار offset نماییم اگر کل سطح ماشین کاری پوشش داده نشه مجدد خطوط را به اندازه Steporer و Offset نماییم.

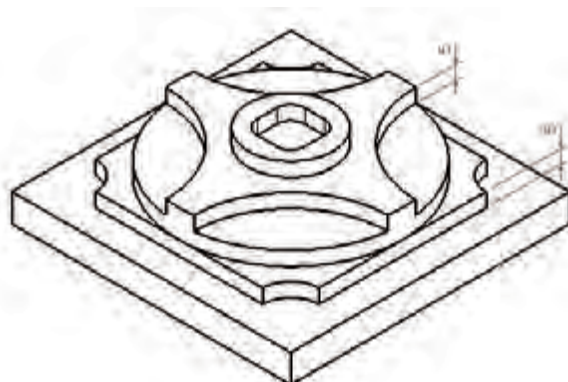
۲- تعیین مرحله دوم ماشین کاری

همانطور که مشخص کردیم ناحیه داخلی بایستی در مرحله دوم ماشین کاری شود با توجه شعاع گوشه‌ها R۵ از ابزار قطر ۱۰ استفاده می‌نماییم تا علاوه بر کوتاه شدن مسیر ماشین کاری گوشه‌های قطعه کار با حرکت ابزار ایجاد گردد.



لازم به ذکر است در این برنامه مقدار بار Stepdown را ۵ میلی متر در نظر گرفته ایم که این مقدار جهت ماشین کاری عملی زیاد می باشد و بایستی مقدار Stepdown با توجه به جنس قطعه کار جنس ابزار و توانایی ماشین کاری دستگاه تعیین گردد.

برنامه ماشین کاری شکل زیر را بنویسید.



۱- تعیین بلوک ابعاد اولیه قطعه کار: ابعاد قطعه خام اولیه یک بلوک مستطیلی شکل بهاندازه $100 \times 100 \times 15$ می باشد.

۲- انتخاب ابزار مناسب جهت ماشین کاری: ابزار Endmiu به قطر ۱۰

۳- تعیین مراحل ماشین کاری به کمک نرم افزار CAD الف (ماشین کاری پیرامون قطعه کار ب) ماشین کاری حفره میانی

۴- تعیین مقدار بار (Stepdown) و مقدار جابجایی ابزار (Stepover) : که با توجه به جنس قطعه کار و ابزار تعیین می گردد.

۵- تعیین ترسیم مسیر حرکت ابزار : روش Raster یا Offset

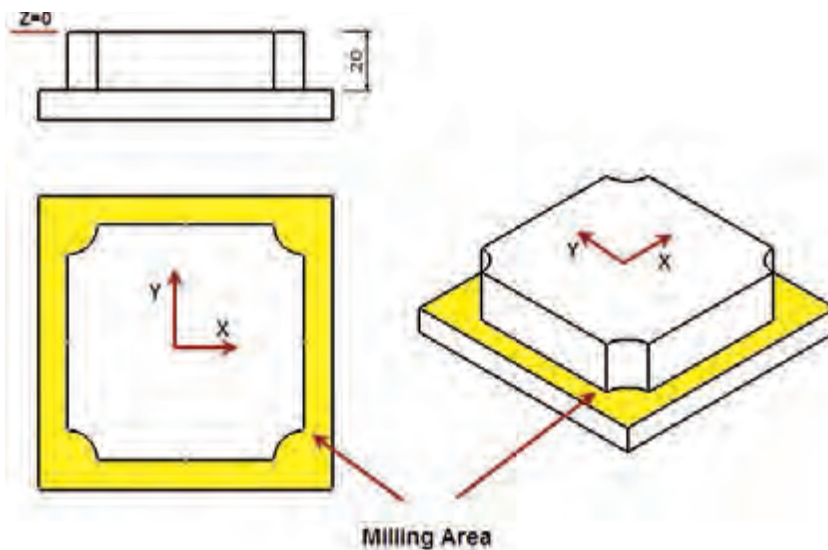
۶- پیدا کردن مختصات ماشینکاری:

۷- نوشتن برنامه

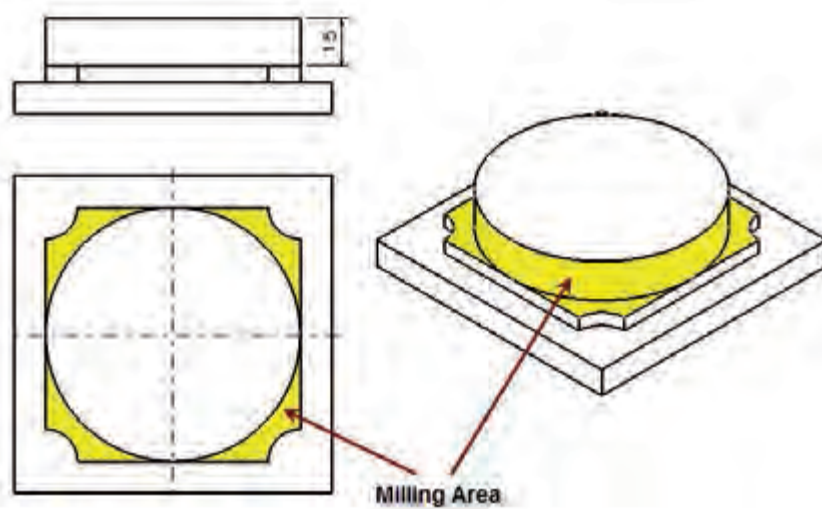
- تعیین مراحل ماشین کاری به کمک نرم افزار CAD

بعد از تعیین مراحل ۱ و ۲ لازم است مراحل ماشین کاری با توجه به نرم افزارهای موجود طراحی و ترسیم کنیم

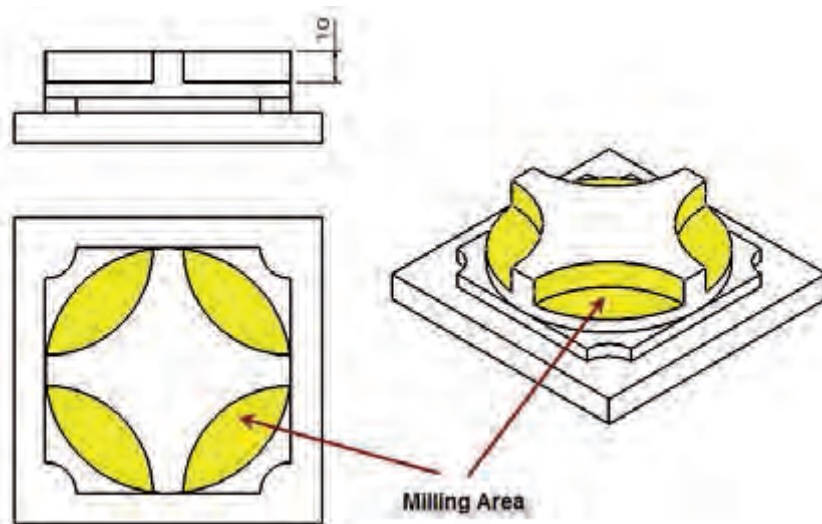
۱- ترسیم مرحله اول ماشین کاری: اگر محور مختصات را روی کار و در مرکز قطعه کار در نظر بگیریم عمق ماشین کاری ناحیه رنگی ۲۰ میلی متر می باشد.



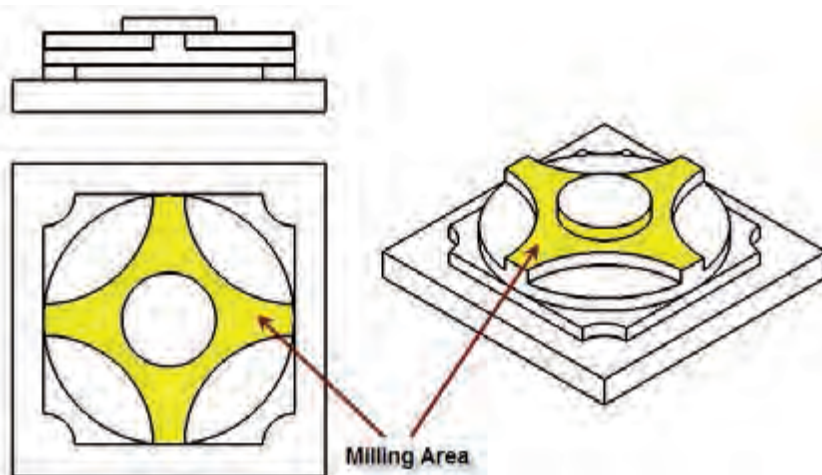
۲- ترسیم مرحله دوم ماشین کاری



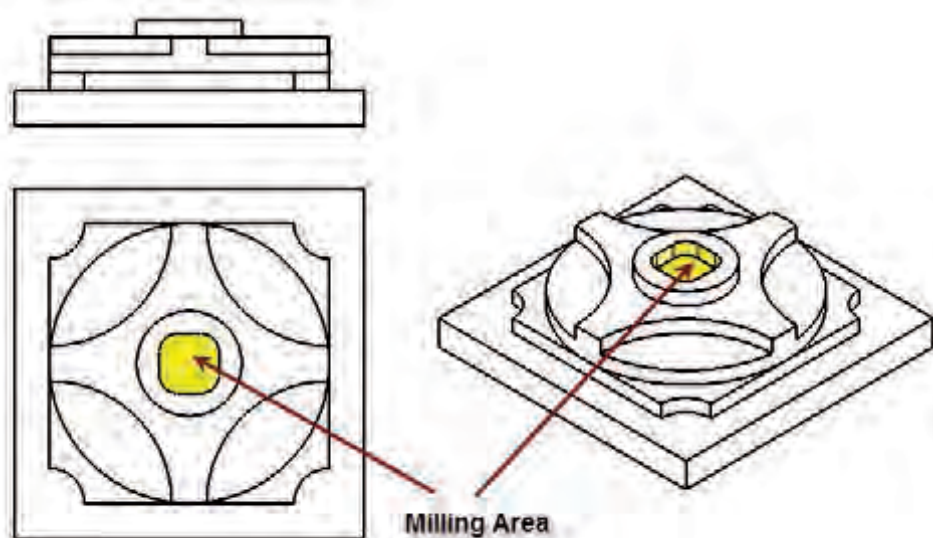
۳- مرحله سوم ماشین کاری



۴- مرحله چهارم ماشین کاری



۵- مرحله آخر ماشین کاری



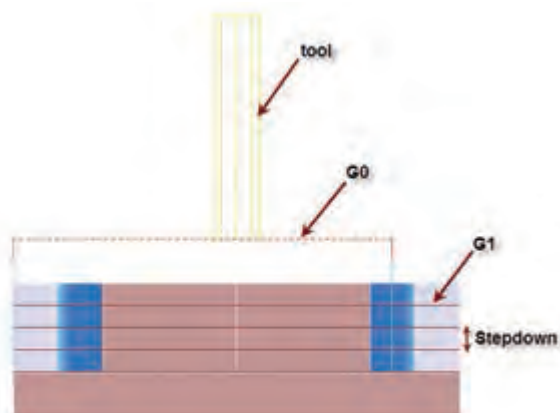
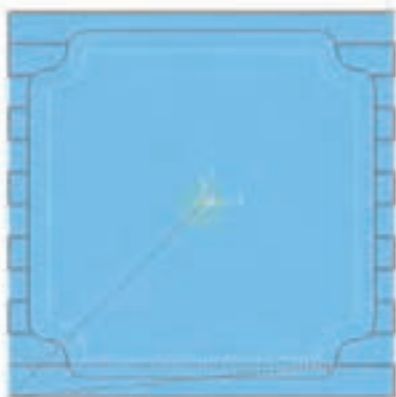
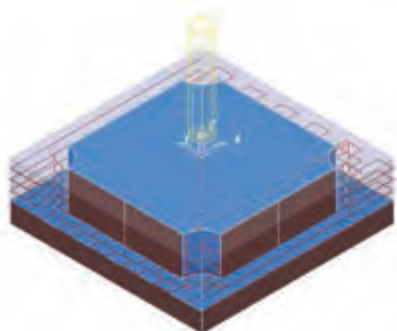
تعیین مسیر حرکت ابزار

۱- مرحله سوم ماشین کاری

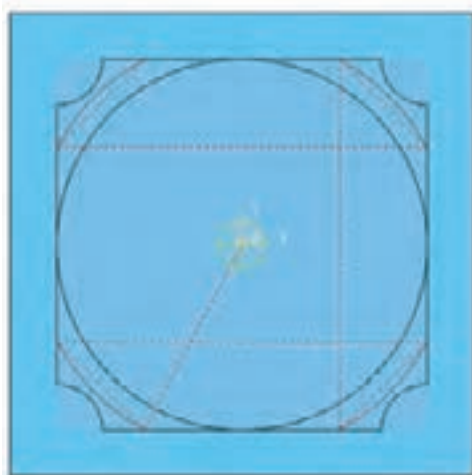
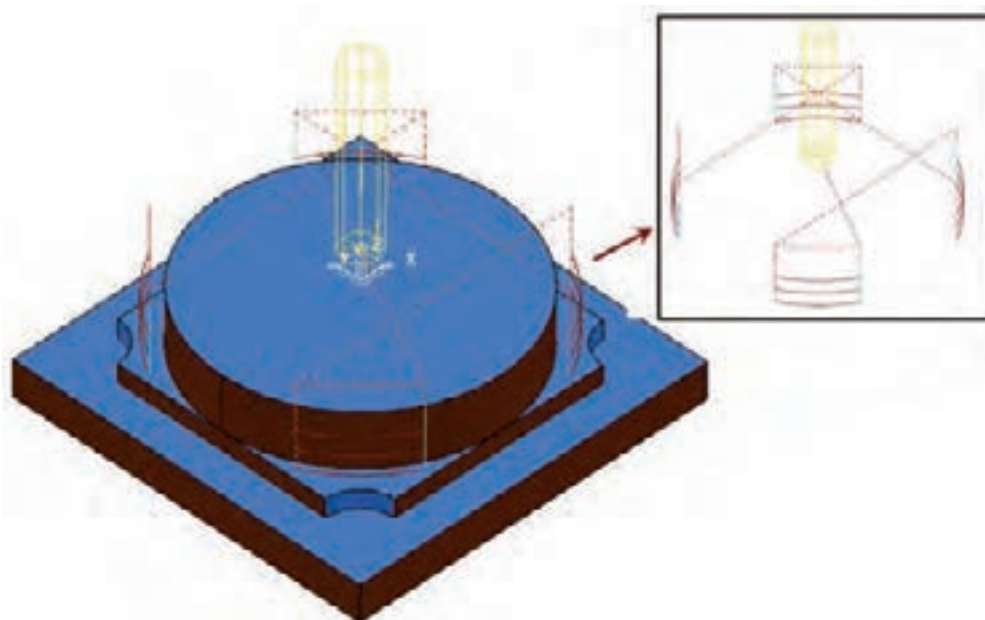
۲- مرحله چهارم ماشین کاری

۳- مرحله آخر ماشین کاری

مرحله اول ماشین کاری

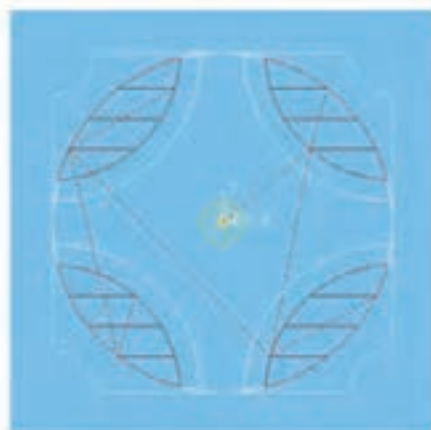


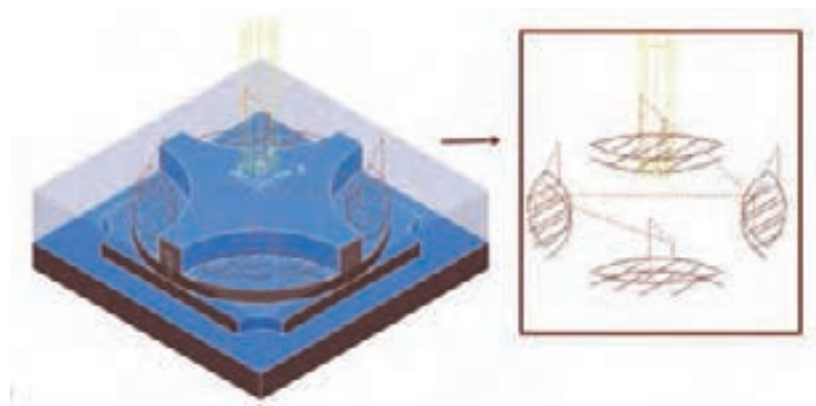
مرحله ب مرحله دوم ماشین کاری



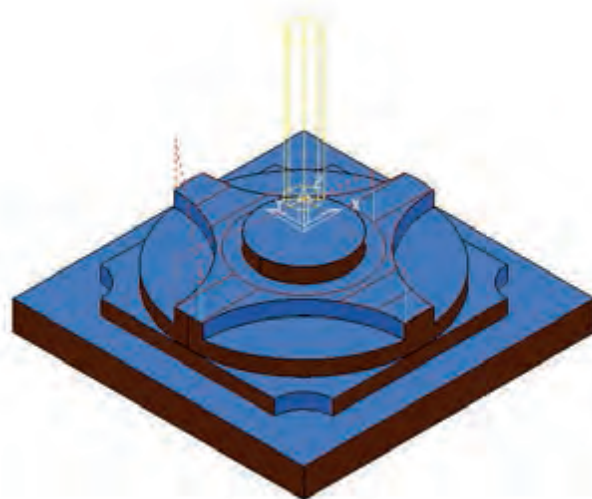
در این مرحله کافیسیت با چند حرکت قدسی شکل قسمت مورد نظر را ماشین کاری نماییم

- مرحله سوم ماشین کاری



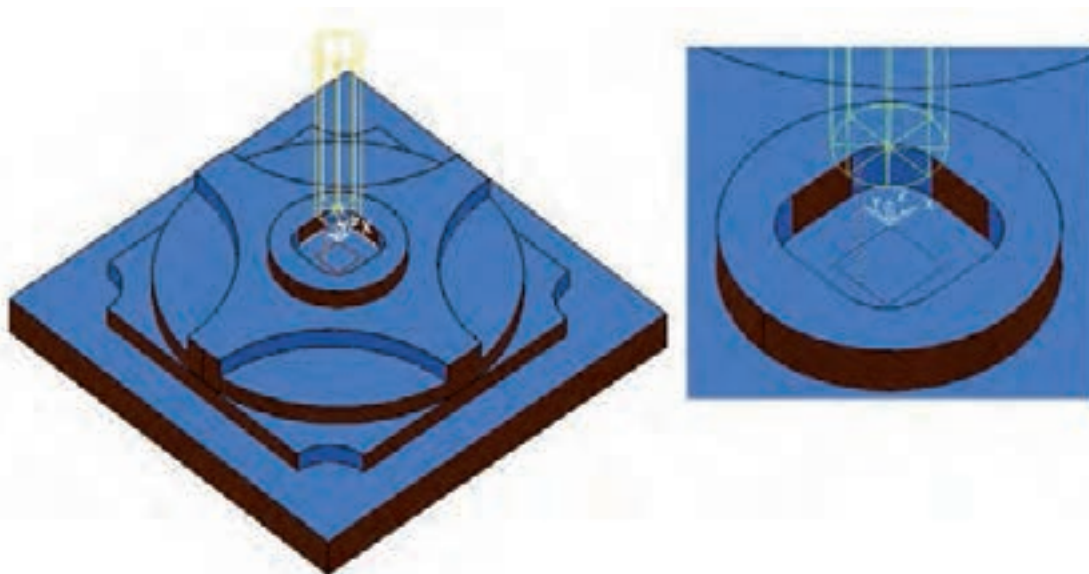
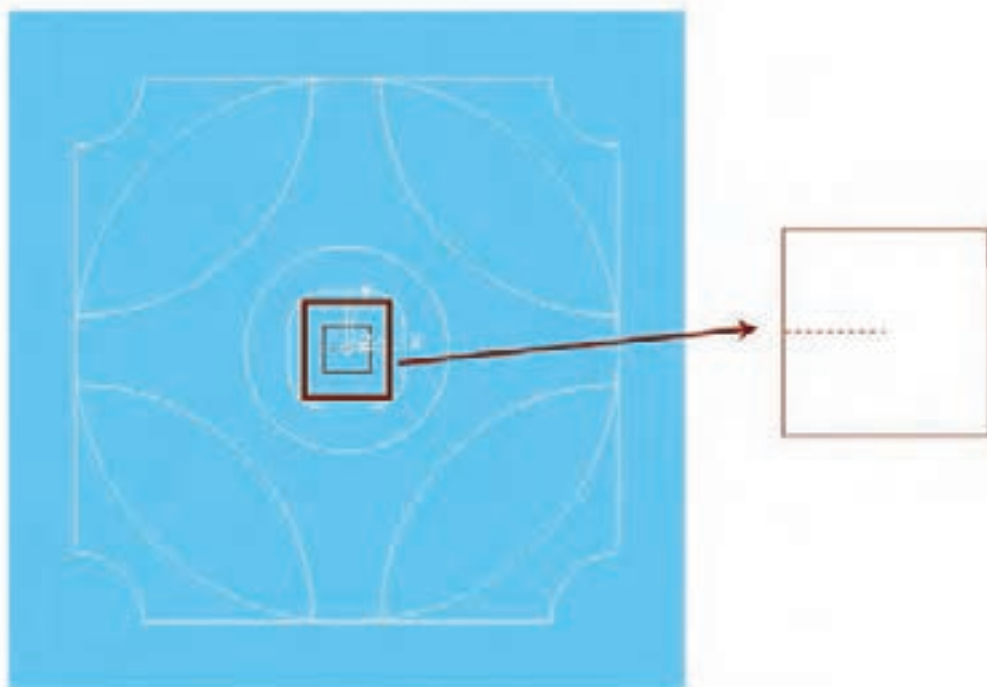


- مرحله چهارم ماشین کاری



مرحله آخر

در این مرحله کافیت با یک حرکت خطی چهارگوش حفره نمایی ماشین کاری شود.



آزمون پایانی

۱- شکل‌های زیر را در نرم افزار Auto CAD رسم کرده و بعد از ترسیم مراحل ومسیر ماشین کاری برنامه آنرا بنویسید.

