



---

# ***Non-Traditional Machining Introduction to Wire-EDM***

***Peiman Mosaddegh, Ph.D.***

Isfahan University of Technology

Fall 2020



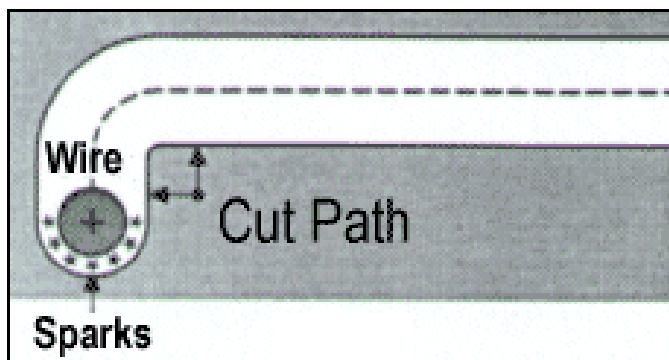
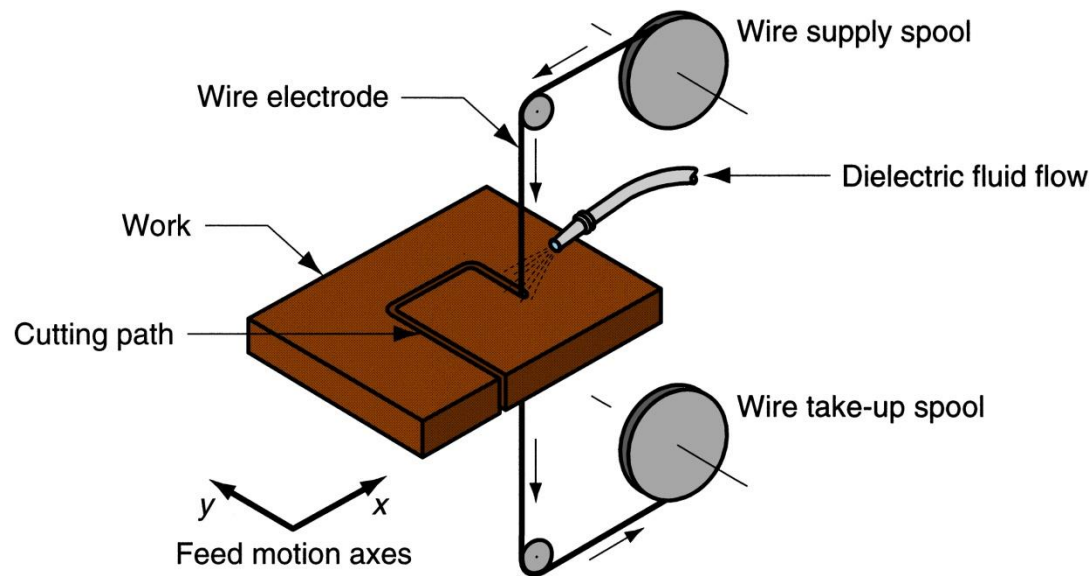
# بازدید دستگاه وایرکات

---

- در بحث EDM عموماً سه نوع دستگاه داریم:
  ۱. اسپارک
  ۲. Wire Cut
  ۳. Super Drilling (تولید سوراخ‌های بسیار ریز)
- در بحث دستگاه Wire Cut از منبع تغذیه RC استفاده میشود چون بهترین کیفیت سطح را به ما می‌دهد.



# تعریف



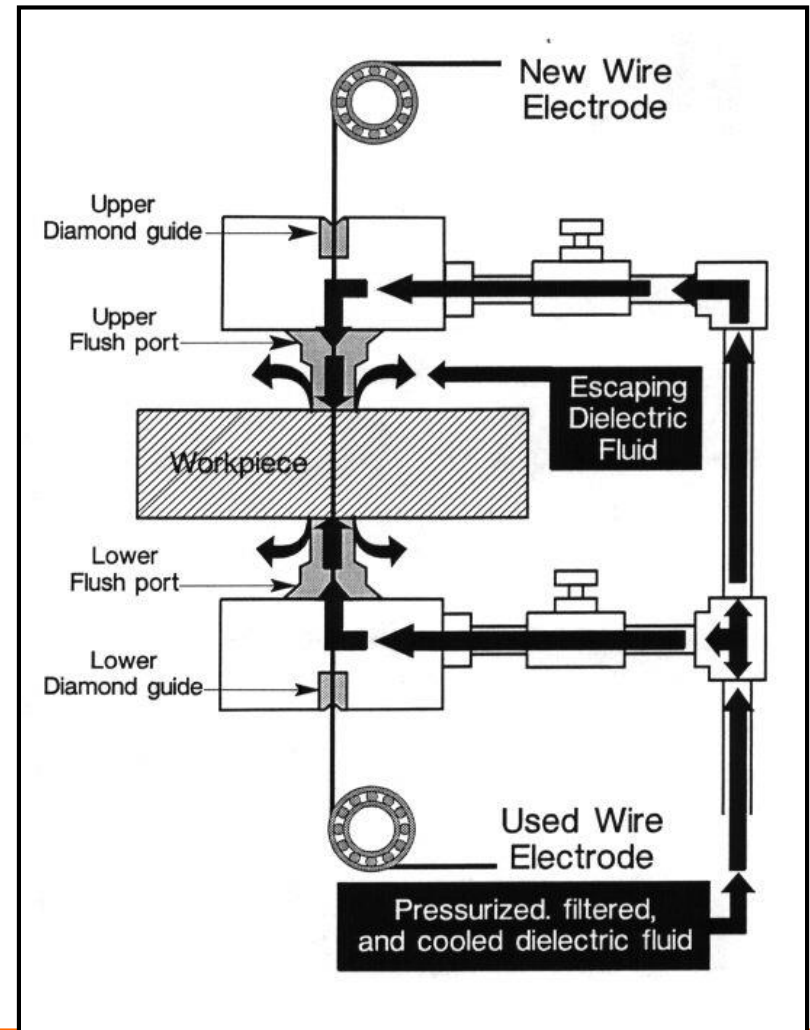
ماشینکاری وایرکات، فرآیند براده برداری است که در آن از یک منبع با انرژی ترموالکتریکی به منظور براده برداری استفاده می شود. فرآیند برشکاری به وسیله جرقه های متناوب و کنترل شده ای است که بین الکترود یعنی سیم و قطعه کار زده می شود. الکترود سیم نازکی است که از قرقره باز شده و از درون قطعه کار عبور کرده و از سمت دیگر توسط مکانیزم مربوطه خارج می شود. بین سیم و قطعه کار فاصله کوچکی به نام گپ وجود دارد که در حین انجام ماشینکاری مایع دی الکتریک آن را دربر می گیرد و در ولتاژ مناسب تخلیه الکتریکی بین سیم و قطعه کار اتفاق می افتد و جرقه های ایجاد شده قطعه کار را به صورت موضعی تبخیر کرده و مایع دی الکتریک آنها را از محل شستشو می دهد و فرآیند براده برداری انجام می گیرد. ماشینکاری وایرکات در چند سال اخیر با توجه به نیاز روزافزون در برخی از زمینه های ساخت و تولید بخصوص صنایع قالبسازی دقیق، بسیار پیشرفت کرده و مورد

توجه قرار گرفته است.



# Thermal Processes - Electric Discharge Wire Cutting (Wire EDM)

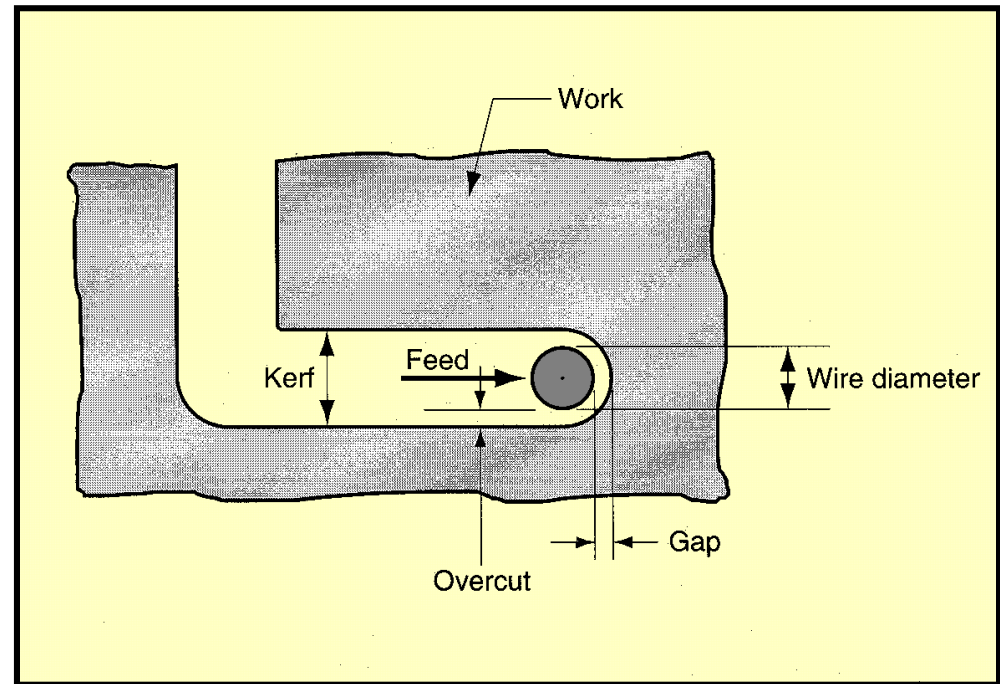
- Special form of EDM
- Uses wire as electrode to cut narrow kerf in workpart (analogous to band saw)
- Can be NC controlled
- Dielectric fluid still required
- Wire dia. 0.05-0.1 mm





## Thermal Processes - Wire EDM

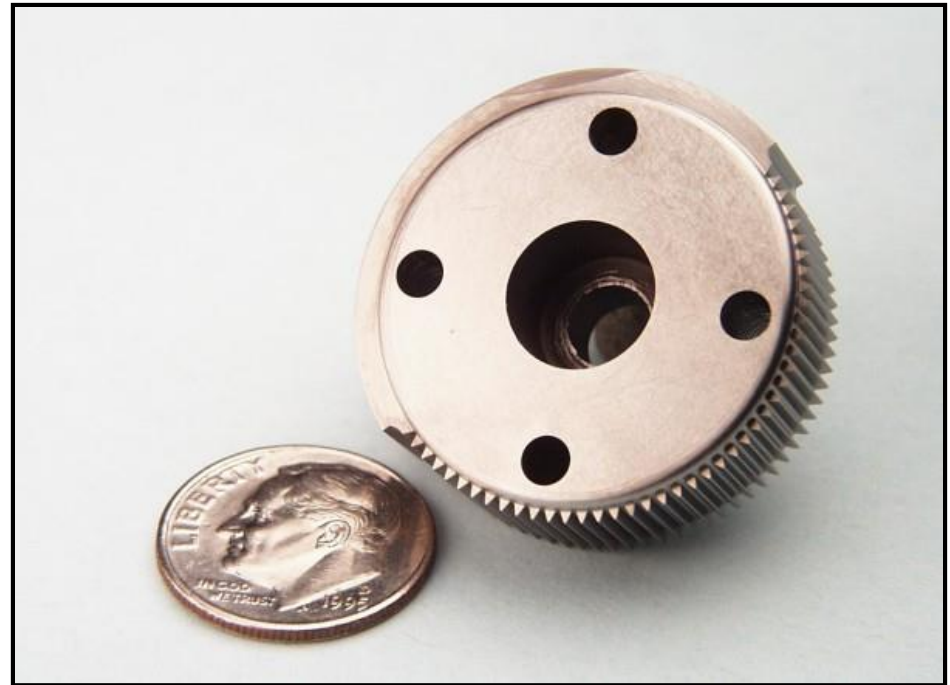
- Overcut - kerf is slightly bigger than wire
- Very accurate & able to cut sharp corners
- Almost no cutting force
- Good for intricate 2-D parts such as:
  - punching dies
  - extrusion dies





# Thermal Processes - Electric Discharge Wire Cutting

- Overcut - kerf is slightly bigger than wire
- Very accurate & able to cut sharp corners
- Good for intricate 2-D parts such as:
  - punching dies
  - extrusion dies



Partially finished part cut by wire EDM





# *Wire EDM Machine*



Peiman Mosaddegh – Non Traditional Machining  
Department of Mechanical Engineering



# Wire EDM Machine

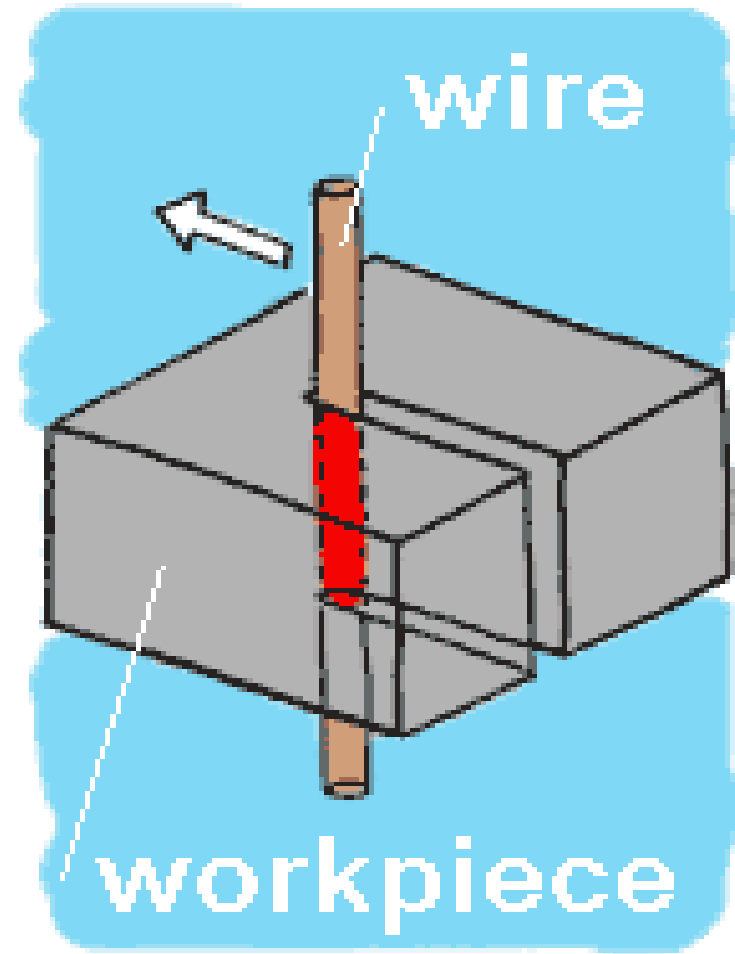
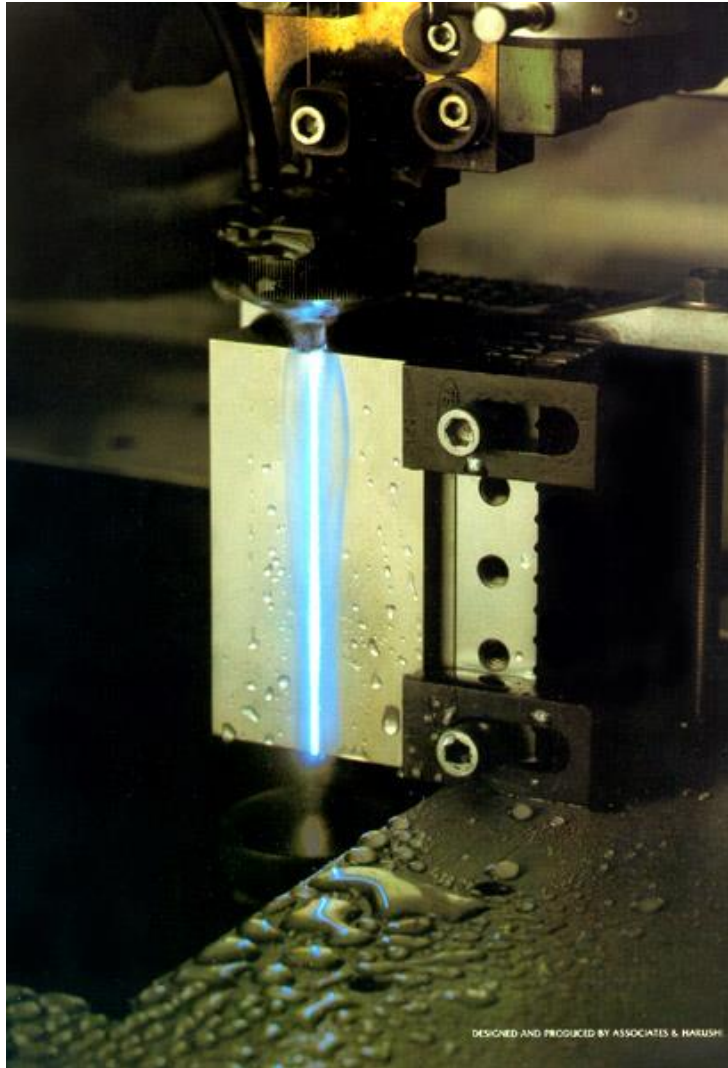
---

- در ماشین های وایرکات که سی ان سی نیز هستند میتوان حرکت گاید ابزار و حرکت گاید قطعه کار را به طور کامل از هم جدا کرد در این صورت قطعات بسیار پیچیده را میتوان زد که از دید بالا سطح مقطع دایره و از دید پایین سطح مقطع مربع باشد. (برای قالب های اکستروژن )





# *Spark during wire EDM*





# نکات مهم در انتخاب پارامترهای ماشینکاری

- مقدار انرژی بستگی به ولتاژ و آمپر جریان دارد اما مقدار نرخ براده برداری به طور مستقیم به حاصل ضرب توان یک ولتاژ و آمپر بستگی ندارد ( چون دارای توان های مختلفی هستند ) و مقدار نرخ براده برداری تنها به انرژی بستگی ندارد و به اتفاقات در کانال پلازما نیز وابسته است.
- در دستگاه Wire Cut ارزان ترین و در دسترس ترین جنس ابزار برنج ( آلیاژ مس و روی ) است .
- ابزار یا سیم در این فرایند با کشش لازم را داشته باشد تا از اعوجاج یا ارتعاش در سیم جلوگیری شود .
- به همین علت از قرقره و غلتک های مختلفی در بالا و پایین گاید ابزار استفاده می شود تا پیش کشیدگی اولیه را در ابزار ایجاد کند .
- قطر سیم ها در حدود ۰.۱ میلی متر و ۰.۰۵ میلی متر است که زمانی که میخواهیم قطر ابزار را عوض کنیم باید لوله های سرامیکی که ابزار از آن ها عبور می کند را نیز تعویض کرد .
- سیال دی الکتریک استفاده در این فرایند عموماً به روش پاششی یا غوطه وری است یا هردو است ( در ابتدای روشن شدن دستگاه سیال به صورت پاششی به سمت گاید دستگاه ریخته میشود تا هر گونه براده باقی مانده از قبل را پاک و تخلیه کند )



# نوع دی الکتریک در فرایند وایرکات

- در این فرایند بیشتر از آب دی یونیزه استفاده میشود که در این صورت باید تمام اتصالات استفاده شده مقاومت به خوردگی بالایی داشته باشند ( استحکام شان مطرح نیست )
  - عموماً اب دی یونیزه بعد از فرآیند باید از مراحل زیر عبور میکند برای عمل فیلتراسیون:
    1. از فیلتر های شنی (بدون نیاز به تعویض ) یا فیلتر های سلولزی ( نیاز به تعویض ) عبور کند
    2. به مدت چند ساعت در یک تانک بزرگ قرار گیرد تا ذرات رسانا در کف تانک ته نشین شود.
    3. دی یونیزه کردن آب در صورت رسانایی زیاد( در صورت رسانایی جرقه زده نمی شود )
- حال اگر ذرات رسانا بسیار ریز باشند و توسط فیلتر ها جدا نشود از یک ماده شیمیایی به نام فلوکالنت ( سفید رنگ و حالت ژله ای ) استفاده میشود که این یون های ذرات رسانا را به هم متصل می کند و به یون های بزرگتر تبدیل می کند تا در دام فیلتراسیون گیر بیفتند )
- واحد رسانایی زیمنس بر سانتی متر است که قابل تنظیم است .



# EDM Analysis - MRR

---

## ■ Material Removal Rate – Current

$$MRR = (4E4) IT_w^{-1.23} \left[ \frac{mm^3}{min} \right]$$

$$I \equiv \text{current} [A]$$

$$T_w \equiv \text{workpiece melting temp} [^{\circ}C]$$

## ■ MRR – Wire geometry

$$MRR = V_f hb$$

$$V_f \equiv \text{wire feed velocity into work}$$

$$h \equiv \text{work thickness}$$

$$b \equiv \text{kerf} = d_w + 2s = \text{wire diam.} + 2 * \text{gap}$$



# دستور العمل کار با ماشین وایر کات دانشکده ONA R250

مراحل کار:

1- روشن کردن کمپرسور هوا و پایدار کننده برق (stabilizer):

فشار هوای مخزن ماشین باید 6-8 bar باشد.

2- تغییر وضعیت کلید اهرمی از حالت 0 به 1 و فشار دادن کلید 1 روی برد کنترلر ماشین:

پس از این کار مدتی باید صبر کرد تا نرم افزار ماشین فعال شود.

3- وارد کردن برنامه G code و تنظیم پارامترها:

کانتور قطعه ای که قرار است با این دستگاه برش داده شود، مطابق شکل زیر است.

با زدن کلید اینتر به صفحه اصلی نرم افزار رفته و با زدن کلید F3 وارد قسمت Edit شده و کدهای

مربوط به مسیر را وارد آن می کنیم. این کدها باید بصورت زیر با حروف بزرگ نوشته شوند(فعال

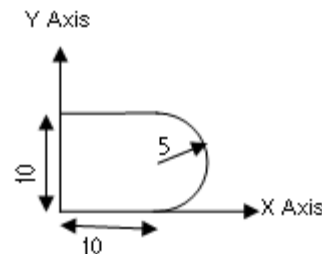
کردن Caps Lock).

G01 Y10

X10

G02 X10 Y0 I0 J5

G01 X0





# دستور العمل کار با ماشین وایر کات دانشکده ONA R250

ادامه مراحل کار:

با زدن کلید F1 به صفحه اصلی باز می گردیم. با زدن کلید F7 به قسمت Representation رفته و اقدام به چک کردن برنامه می کنیم. سپس به گزینه فایل رفته و برنامه درج شده را روی هارد یا دیسکت ذخیره می کنیم.

در نرم افزار ماشین دکمه های Block graphic Representation و Program graphic Representation برای شبیه سازی و نمایش گرافیکی مسیر ابزار (متناظر با کدهای وارد شده) در نمایشگر به ترتیب، بصورت تکه تکه و بصورت کامل استفاده می شود.

## 4- باز کردن درب میز ماشین و بستن قطعه کار روی میز:

در این مرحله برای ایجاد روشنایی کافی با زدن کلید F2 و فعال کردن گزینه مربوط به روشن کردن لامپ از قسمت Operation لامپ را روشن می کنیم.

## 5- معرفی نقطه صفر قطعه کار به کنترلر ماشین:

از صفحه اصلی نرم افزار حالت کنترل را از وضعیت خودکار به دستی تغییر می دهیم. با استفاده از کنترل کننده دستی ماشین، سیم را به لبه های موردنظر مماس می کنیم و سپس مختصات مورد نظر برای نقطه مورد نظر را در نرم افزار وارد می کنیم. نازل را روی محور Z با استفاده از کنترل کننده دستی تا حد امکان پایین می آوریم. این کار باعث می شود ارتفاع آب مخزن کم تر شود. البته ارتفاع نازل باید به اندازه ای باشد که با قطعه کار یا فیکسچر برخورد نکند.



# دستور العمل کار با ماشین وایر کات دانشکده ONA R250

ادامه مراحل کار:

**6- بستن درب مخزن ماشین:**

**7- بستن شیرهای خروجی مخزن و روشن کردن پمپ:**

برای انجام این کارها، در نرم افزار ماشین دکمه های مخصوصی وجود دارد.

**8- تنظیم پارامترهای ماشین:**

با رفتن به صفحه اصلی نرم افزار، از مسیر `Technology >> CMC` ماده مورد نظر را از کتابخانه موجود در نرم افزار انتخاب و ضخامت قطعه را وارد می کنیم. با این کار بسته به جنس انتخاب شده، نرم افزار پارامترهای مناسب را پیشنهاد می دهد. تغییر پارامترها توسط کاربر امکان پذیر است. مثلاً در این جا به صورت تجربی برای جلوگیری از خراب شدن سیم، پارامتر زمان خاموشی پالس `time off` را برابر 30 و ولتاژ را برابر 100 قرار می دهیم.

**9- اجرای برنامه:**

با استفاده از گزینه های `Execute Block` و `Execute program` برنامه به ترتیب به صورت حالت اجرای تک خط و حالت اجرای کل برنامه روی قطعه کار اجرا خواهد شد.

**10- خاموش کردن ماشین:**

بعد از اتمام کار با استفاده از گزینه های تعبیه شده در نرم افزار کنترلر، شیرهای خروج آب از مخزن بسته و پمپ خاموش می شود. وضعیت ماشین را از حالت خودکار به دستی تغییر می دهیم. کلید اهرمی ماشین را در حالت 0 قرار داده و دکمه 0 روی برد کنترلر را فشار می دهیم. بعد از تخلیه کامل مخزن میز ماشین، می توان قطعه برش داده شده را برداریم.