

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۱۶	۴۸	۶۴

## راه اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز با رله‌های قابل برنامه‌ریزی<sup>۱</sup>

هدف‌های رفتاری : از هنرجو انتظار می‌رود پس از پایان این فصل بتواند :

- ۱- لزوم استفاده از رله‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی را توضیح دهد.
- ۲- ساختمان و طرز کار رله‌ی منطقی قابل برنامه‌ریزی را توضیح دهد.
- ۳- خصوصیات رله‌ی منطقی قابل برنامه‌ریزی را نام ببرد.
- ۴- تفاوت PLC و رله‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی را شرح دهد.
- ۵- روش‌های برنامه‌نویسی نردبانی و بلوکی را در رله‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی توضیح دهد.
- ۶- برنامه‌ی نوشته‌شده به روش نردبانی و بلوکی برای تعدادی از مدارهای برق صنعتی را در رایانه شبیه‌سازی کند.
- ۷- مدارهای برق صنعتی شبیه‌سازی شده را از رایانه بر روی رله بارگذاری<sup>۲</sup> کند.
- ۸- از طریق برنامه‌های بارگذاری شده بر روی رله، مدارها را راه‌اندازی کند.

### نکات اجرایی

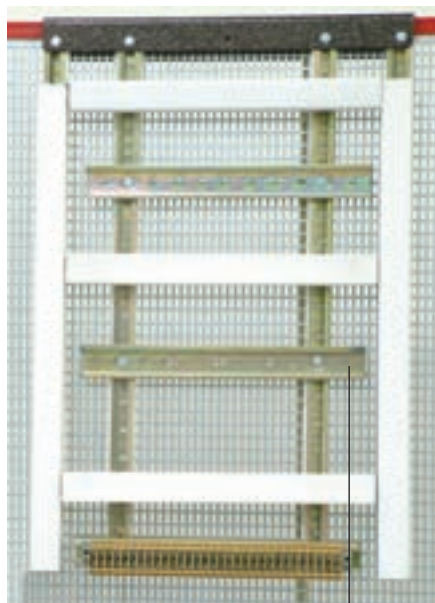
- ۱- پیشنهاد می‌شود کارگاه به چند نوع رله‌ی موجود در بازار تجهیز شود تا هنرجویان با نمونه‌های مختلف و نحوه‌ی کاربرد آن‌ها آشنا شوند.
- ۲- حداقل مشخصات مورد نیاز رله‌ی قابل برنامه‌ریزی به شرح زیر است :
  - قابلیت برنامه‌نویسی به روش بلوکی و نردبانی؛
  - حداکثر تعداد ورودی و خروجی ۱۲ به ۶؛
  - توانایی اجرای کارهای عملی متناسب با اهداف رفتاری فصل.
- ۳- تجهیزات مورد نیاز برای یک کارگاه ۱۶ نفره به شرح زیر است :

ردیف	نام	تعداد
۱	رله‌ی قابل برنامه‌ریزی	۸ دستگاه
۲	رایانه	۸+۱ دستگاه
۳	کابل اتصال رله به رایانه	۲ رشته

۱- رله‌ی منطقی قابل برنامه‌ریزی که به‌طور خلاصه در این کتاب رله‌ی قابل برنامه‌ریزی نیز نامیده می‌شود به نام‌های کلید قابل برنامه‌ریزی، کنترل‌کننده کوچک برنامه‌پذیر (miniPLC)، رله‌ی منطقی (Logic Relay)، رله‌ی هوشمند (Smart Relay) یا (Intelligent Relay)، سوپر رله (Super Relay) و ... نیز خوانده می‌شود. برخی از این نام‌ها اسامی تجاری این محصول‌اند، که شرکت سازنده، محصول خود را با این نام معرفی می‌کند.

۴- از آنجایی که رله‌های قابل برنامه‌ریزی موجود در بازار جهت آموزش ساخته نشده‌اند، پیشنهاد می‌شود ترمینال‌های ورودی و خروجی آن را به ترمینال فیشی و یا ترمینال پلاستیکی مجهز کنید تا پیچ‌های اتصال آن به‌طور مکرر باز و بسته نشوند.

۵- چیدمان پیشنهادی تجهیزات کارگاه، جهت اجرای کارهای عملی مربوط به بخش رله‌های قابل برنامه‌ریزی، مطابق شکل زیر است.



محل قرارگیری رله روی ریل

۶- در صورت امکان، یک روز به بازدید از یک مرکز صنعتی که ترجیحاً دارای رله‌های قابل برنامه‌ریزی، مدارهای کنتاکتوری و تابلوهای برق صنعتی‌اند، اختصاص یابد.

۷- هدف از کارهای عملی ۱ و ۲ در این فصل، فقط اجرای نرم‌افزاری، اما در سایر کارها به‌صورت اجرای نرم‌افزاری و سخت‌افزاری است.

۸- پیشنهاد می‌شود طبق نقشه‌های پیوست کتاب، رله‌های قابل برنامه‌ریزی نیز مطابق شکل زیر بر روی ریل قرار گیرند و سیم‌کشی کل مدار درون داکت صورت گیرد.

۹- پیشنهاد می‌شود برنامه نرم‌افزاری رله‌ی قابل برنامه‌ریزی موجود در کارگاه در اختیار هنرجویان نیز قرار گیرد تا بتوانند در منزل، بر روی رایانه‌ی شخصی خود بیشتر تمرین کنند.

۱۰- محتوای تهیه‌شده، با توجه به زمان این درس، دربرگیرنده‌ی تمامی قابلیت‌های رله‌های قابل برنامه‌ریزی نیست. لذا هنرآموزان محترم می‌توانند، با توجه به سطح علمی هنرجویان، محتوا را سازماندهی کنند و در صورت نیاز توابع اختصاصی بیشتری از رله را آموزش دهند.

قابل برنامه‌ریزی اجرا خواهیم نمود. به‌کارگیری رله‌های قابل برنامه‌ریزی باعث می‌شود تا سیم‌کشی مدارهای فرمان و استفاده از تیغه‌های کمکی حذف شود. پیاده‌سازی منطق مدارهای فرمان در رله‌ها به زبان برنامه‌نویسی مخصوص، که معمولاً به صورت گرافیکی است، اجرا می‌شود.

در صنعت، رله‌های قابل برنامه‌ریزی مختلف با اسامی گوناگون وجود دارد که از مقایسه‌ی آن‌ها می‌توان دریافت نحوه‌ی اتصال و سیم‌کشی انواع رله‌ها تقریباً با یک‌دیگر یکسان‌اند و تنها از نظر شکل نرم‌افزار و نحوه‌ی برنامه‌ریزی تفاوت‌هایی دارند.

همان‌طور که در فصل‌های قبل با ضرورت استفاده از مدارهای فرمان در راه‌اندازی مدارات قدرت آشنا شدید، برای راه‌اندازی مدارات قدرت، مدارات فرمان منطقی را دنبال می‌کنند که برای طراحی هر مداری می‌بایست آن منطق را استخراج کرد. به‌طور مثال در مدار ستاره مثلث اتوماتیک، مدار فرمان به‌گونه‌ای طراحی می‌شود که پس از راه‌اندازی ستاره و بعد از گذشت مدت زمانی، موتور به حالت مثلث درآید.

در این فصل، ضمن مرور بر منطق مدارهای فرمان خواهید آموخت که چگونه این مدارها را با وسیله‌ای به نام رله‌ی منطقی



## اجزای مدارات فرمان در رله‌های قابل برنامه‌ریزی

انواع مدارهای قدرت، که در فصل‌های قبل با آن‌ها آشنا شدید، دقیقاً همان مدارهای قدرتی خواهند بود که با رله‌های قابل برنامه‌ریزی، آن‌ها را راه‌اندازی خواهید نمود. بنابراین، در این فصل به آن‌ها اشاره‌ای نمی‌کنیم و آن‌ها را به فصل‌های قبل ارجاع می‌دهیم. مدارات فرمان دارای دو بخش‌اند. بخش اول، با توجه به تعداد ورودی و خروجی لازم برای مدار و انتخاب نوع شستی‌ها ساخته و سیم‌کشی می‌شود. این سیم‌کشی را گاهی بخش سخت‌افزاری مدار فرمان نیز نام‌گذاری می‌کنند. اما بخش دوم، طراحی مدارهای فرمان است که برای راه‌اندازی‌های مختلف متفاوت است و تأکید این فصل نیز در آموزش این طراحی‌ها است. گفتنی است استفاده از رایانه برای طراحی و برنامه‌ریزی این رله‌ها امری ضروری است. از این رو، این بخش، بخش نرم‌افزار یا برنامه‌مدار فرمان نام‌گذاری شده است. این دو بخش (سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مدار فرمان) دارای اصولی هستند که در این فصل با آن‌ها آشنا خواهید شد.

## جایگاه رله‌های قابل برنامه‌ریزی

رله‌ی قابل برنامه‌ریزی کوچک‌ترین محصول کارخانه‌های سازنده PLC<sup>۱</sup> است. شرکت‌های سازنده‌ی این وسیله تقریباً دو دهه است که آن را به بازار عرضه کرده‌اند. در ابتدا به علت گران بودن قیمت این رله‌ها، زمینه‌ی استفاده و کاربرد آن‌ها کم بود. اما امروزه، با وجود پایین آمدن قیمت بعضی از آن‌ها زمینه‌ی کاربردی رله‌ی قابل برنامه‌ریزی افزایش یافته است و با تنوع بیش‌تری تولید می‌شود. یکی از دلایل اصلی ساخت این رله‌ها داشتن امکان برنامه‌ریزی با دست توسط کلیدهای روی این رله است، که آن را به قطعه‌ای منحصربه‌فرد تبدیل کرده است. هرچند استفاده از

رله‌ی قابل برنامه‌ریزی در سیستم‌های کنترل واقعی و بزرگ با توجه به تعداد ورودی و خروجی‌های کم، جایی ندارد اما در تأسیسات الکتریکی کوچک، مثل کنترل موتورخانه ساختمان‌ها یا سیستم‌های (HVAC)<sup>۲</sup> - دستگاه‌های دارای دو یا چند موتور - کارگاه‌های کوچک صنعتی و روشنایی اتوماتیک ساختمان‌ها و ... به کار می‌رود. در ابتدای تولید رله‌های قابل برنامه‌ریزی، بسیاری آن‌ها را جانشین PLC‌ها می‌خواندند و در مدارات فرمان (کنترل) که تعداد موتورها بیش از چند عدد نیست استفاده از رله‌ی قابل برنامه‌ریزی را به جای PLC مناسب و صحیح می‌دانستند. اما در سال‌های اخیر جایگاه آن‌ها مشخص و متمایز شده است. PLC‌ها باید خود را با استاندارد برنامه‌نویسی خاصی<sup>۳</sup> هماهنگ کنند اما در رله‌های قابل برنامه‌ریزی چنین توصیه‌ای وجود ندارد<sup>۴</sup>. (در مقاطع بالاتر با PLC و استانداردهای آن بیش‌تر آشنا خواهید شد).

## رله‌ی قابل برنامه‌ریزی

رله‌ای است که با روش برنامه‌ریزی خاصی (که بر پایه‌ی مدارهای منطقی است) کار می‌کند و از آن برای کنترل برخی فرآیندها در تأسیسات برقی استفاده می‌شود.

## مزایای استفاده از رله‌ی قابل برنامه‌ریزی

استفاده از رله‌های قابل برنامه‌ریزی نسبت به مدارهای فرمان و قدرت صنعتی دارای مزایایی به شرح زیر است:

- ۱- کاهش حجم سیم‌کشی‌ها و اتصالات مدار؛
- ۲- امکان برنامه‌نویسی دستی بدون وجود رایانه؛
- ۳- امکان طراحی، چاپ و ذخیره‌سازی برنامه‌ی مدار مورد نظر و ارسال آن به رله‌ی قابل برنامه‌ریزی و حتی فراخوانی برنامه از رله، توسط رایانه‌ی شخصی؛

۱- در نام‌گذاری PLC، از حروف اول کلمات Programmable logic Controller استفاده شده که به معنای کنترل‌کننده‌ی منطقی قابل برنامه‌ریزی است.

۲- Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC): (ج‌و‌ک) گرمایش، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۳- این استاندارد IEC ۶۱۱۳۱ نام دارد.

۴- معنای این گفته این نیست که این وسیله غیراستاندارد است و مطابق استاندارد ساخته و برنامه‌ریزی نمی‌شود، چرا که معروف‌ترین PLC‌ها هم هنوز با این استاندارد خاص فاصله

دارند.

۵- نام تجاری رله‌های قابل برنامه‌ریزی چند شرکت سازنده به ترتیب حروف الفبا در جدول صفحه‌ی بعد آمده است.

ادامه پاورقی

- ۴- امکان اجرای آزمایشی مدار توسط برنامه‌ی شبیه‌ساز است؛
- ۵- نیاز نداشتن به تیغه‌ی کمکی و یا کنتاکتورهای کمکی؛
- ۶- وجود تایمرهای متنوع به تعداد زیاد در آن؛
- ۷- وجود توابعی خاص در برنامه‌نویسی رله که ایجاد آن‌ها توسط عملگرها و یا توابع ساده ناممکن یا به سختی امکان‌پذیر است؛
- ۸- امکان گذاشتن رمز عبور برای برنامه و جلوگیری از سوءاستفاده دیگران...؛
- ۹- انعطاف‌پذیری در مقابل تغییرات احتمالی مورد نیاز برنامه؛
- ۱۰- امکان نظارت بر روی عملکرد مدار از طریق پیام‌های نمایشگر LCD؛
- ۱۱- آسان بودن اعمال تغییرات و اصلاح خطاها.

رله‌های قابل برنامه‌ریزی موجود در تأسیسات برقی

نرم افزار	نوع برنامه‌ریزی LCD	رله‌ی قابل برنامه‌ریزی	شرکت سازنده
نرم افزار توانایی نردبانی نیز دارد نردبانی آن کمی بلوکی است	FBD	LOGO	SIEMENS
بلوکی ندارد اما شکل‌هایی به نام‌های DIN/IEC و ANSI/CSA دارد	Device	EASY	MOELLER
کار با نرم افزار آن ساده تر است	LAD	ZEN	OMRON
در مدل‌های جدید توسط LCD به هر دو روش نردبانی و بلوکی برنامه‌ریزی می‌شوند و مونیتورینگ هم دارند برنامه Zelio برای محصول SR و برنامه Crouzet برای محصول M <sup>3</sup> است	LAD/FBD	ZELIO	Schneider (Telemecanique)
	LAD/FBD	Millenium II و Millenium III	Schneider (Crouzet)
نرم افزار پایه برای هر دو یکی است و مونیتورینگ هم دارند	FBD	ALPHA	MITSUBISHI
	FBD	PHARAO	THEBEN
بلوکی و تا حدودی شبیه LOGO است. اما امکانات مخابراتی و ریموت کنترل نیز می‌تواند داشته باشد	FBD	SPR	ARRAY Electronics
همه مدل‌ها هم بلوکی و هم نردبانی قابل برنامه‌ریزی است	LAD/FBD	KBMS	GENESIS
	LAD/FBD	SG2	TECO
<p>* رله قابل برنامه‌ریزی شرکت IDEC نوعی LOGO است با رنگ سفید و نرم‌افزار آن WindLGC است این نرم‌افزار همان نرم‌افزار LOGO! Soft است، به طوری که فایل ذخیره شده این نرم‌افزار با همان فرمت (*.lsc) یعنی LOGO! Soft Comfort است.</p> <p>* شرکت EASY نیز نرم‌افزار خود را تحت عنوان ELECSOFT به بازار عرضه کرده است. پسوند فایل در این نرم‌افزار از نوع (*).LSC نیست.</p>			

## ساختمان رله‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی

به‌طور کلی رله‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی از اجزای زیر

تشکیل می‌شوند:

**الف) اجزای داخلی:** اجزای داخلی این رله‌ها از یک سری

قطعات الکترونیکی تشکیل شده است که بر روی صفحه مدار چاپی (برد الکترونیکی) نصب شده و بر پایه‌ی اصول و توابع منطقی کار می‌کند. این قسمت خود از سه جزء زیر تشکیل شده است؛

**۱- پردازشگر:** اجرای کارهای محاسباتی و مقایسه و

نتیجه‌گیری فعالیت‌های منطقی به عهده‌ی این بخش است. به عبارتی

دیگر واحد پردازش، ورودی‌ها را دریافت می‌کند. سپس آن‌ها را پردازش و به خروجی ارسال می‌نماید.

**۲- حافظه:** وظیفه این قسمت نگهداری و ذخیره‌ی

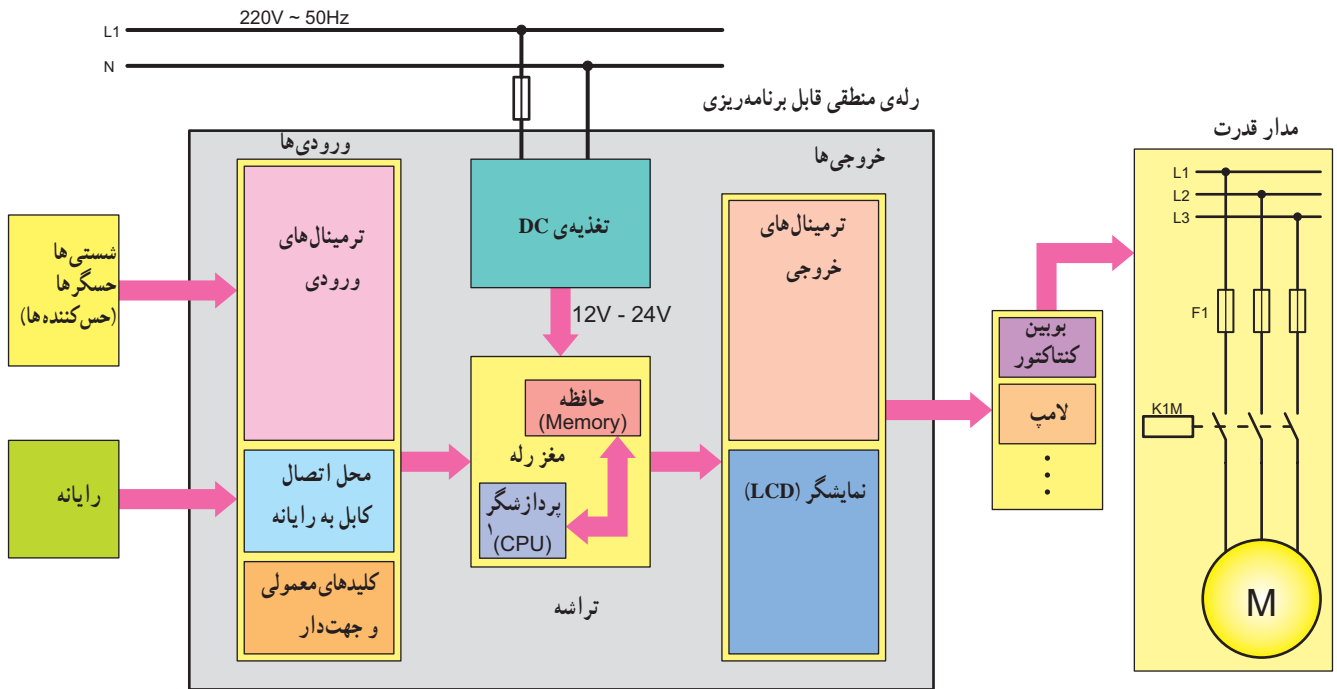
اطلاعات است.

**۳- منبع تغذیه:** تأمین ولتاژ مورد نیاز رله‌ها به عهده‌ی

این قسمت است.

شکل ۱-۵ تصویر بلوکی و رله‌ی قابل برنامه‌ریزی را نمایش

می‌دهد.



شکل ۱-۵-۱ a

در شکل ۱-۵ b تصویر اجزای داخلی یک رله قابل برنامه‌ریزی می‌کنید.  
و در شکل ۱-۵ c تصویر چند نمونه رله قابل برنامه‌ریزی را مشاهده



شکل ۱-۵ b اجزای داخلی یک رله‌ی منطقی قابل برنامه‌ریزی



شکل ۱-۵ c چند نمونه رله‌ی منطقی قابل برنامه‌ریزی

عمل‌کننده در مدارها به کار می‌روند، باید به این خروجی‌ها وصل کرد.

۳- محل تغذیه: مقدار ولتاژ مورد نیاز رله ۱۲۷، ۲۴۷ (DC) و یا ۲۳۰V (AC) است. معمولاً محل تغذیه با حروف L (فاز) و N (نول) و یا (+ و -) مشخص می‌شود.

۴- نمایشگر LCD: قسمتی از رله است، که برای مشاهده‌ی برنامه‌ریزی دستی یا نمایش پیام‌های رله به کار می‌رود.

۵- کلیدهای معمولی و جهت‌دار: از این کلیدها جهت برنامه‌ریزی دستی توسط نمایشگر LCD استفاده می‌شود.

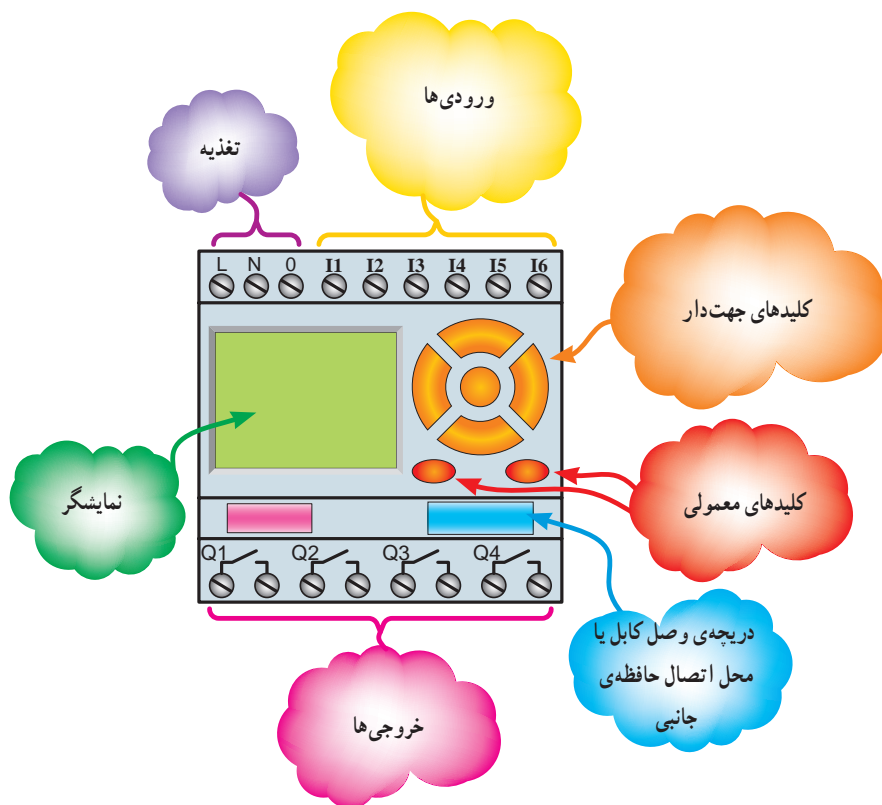
۶- دریچه‌ی اتصال کابل رابط به رایانه: این قسمت جهت اتصال رایانه به رله و یا به عکس برای انتقال اطلاعات به کار می‌رود. برای انتقال اطلاعات از کابل RS۲۳۲ یا USB استفاده می‌شود.

## ب) اجزای ظاهری: از نظر ظاهری رله‌های قابل برنامه‌ریزی

دارای اجزای زیرند. در شکل ۲-۵ تصویر ظاهری یک نمونه رله نشان داده شده است.

۱- ورودی‌ها: ورودی‌ها را با حرف I و یک شماره، مانند I1 و I2 و I3 و ... (در محل ترمینال‌های ورودی رله) نشان می‌دهند. تعداد ورودی رله‌ها معمولاً ۴، ۶، ۸، ۱۲ و یا بیش‌تر است. شستی‌ها، میکروسوییچ‌ها و ... را، که به‌عنوان عوامل وصل و یا قطع مدار به کار می‌روند، باید به این ورودی‌ها وصل کرد.

۲- خروجی‌ها: خروجی‌ها را با حرف Q و یک شماره، مانند Q1 و Q2 و Q3 و ... در محل ترمینال‌های خروجی نشان می‌دهند. بوبین کنتاکتورها به این محل متصل می‌شوند. تعداد خروجی‌ها معمولاً ۴، ۶، ۸، ۱۲ و یا بیش‌تر است. بوبین کنتاکتورها و شیرهای مغناطیسی و ... را، که به‌عنوان عوامل



شکل ۲-۵- تصویر ظاهری رله‌ی قابل برنامه‌ریزی

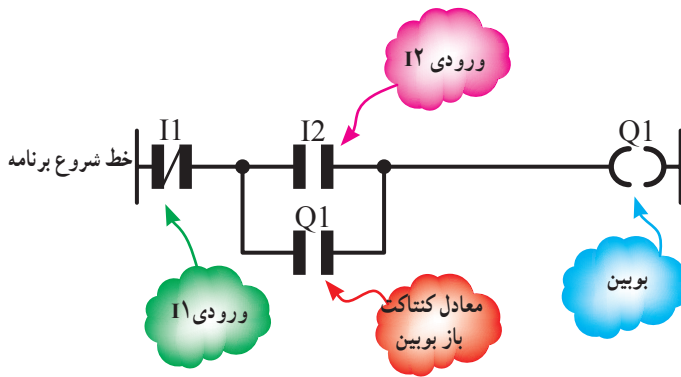


## زبان های برنامه نویسی

در تمام رله های قابل برنامه ریزی از دو روش نردبانی (Ladder) و بلوکی (FBD)<sup>۲</sup> برای برنامه نویسی منطقی<sup>۳</sup> استفاده می شود.

**الف - روش نردبانی:** در این روش از یک سری تیغه های باز و بسته و بوبین ها، که به صورت افقی رسم می شود، برای نشان دادن مدارها استفاده می شود.

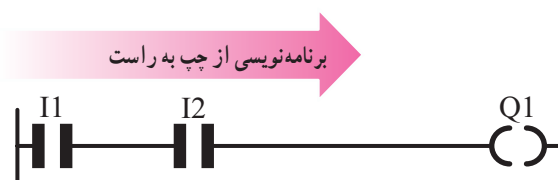
**ب- روش بلوکی:** در این روش از یک سری عملگرهای منطقی، که به صورت سری موازی رسم می شوند و یک ساختار بلوکی را می سازند، استفاده می شود.



شکل ۳-۵

۴- در روش نردبانی فقط آخرین ستون سمت راست می تواند محل قرار گرفتن بوبین ها باشد. سایر ورودی ها و کنتاکت بوبین می تواند در سایر ستون ها قرار گیرد.

۵- در مدارهای فرمان، نحوه ی رسم مدار عمودی بوده و از بالا شروع و در پایین ترین نقطه به بوبین کنتاکتور ختم می شود. اما در روش نردبانی، رسم مدار به صورت افقی بوده و اجزا به صورت متوالی و مشابه پله های یک نردبان، از چپ به راست، چیده می شوند تا به ستون سمت راست، که معمولاً یک بوبین است، ختم گردد (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵ سمت برنامه نویسی مدار به روش نردبانی

## معرفی برنامه نویسی به روش نردبانی

همان طور که گفته شد در این روش برنامه نویسی از یک سری علائم خاص برای کنتاکت (Contact) باز و بسته به صورت (باز II-) و (بسته -II-) استفاده می شود. هم چنین برای نشان دادن بوبین (Coil) از علامت (-C) استفاده می شود. رسم مدارها به این روش مشابهت زیادی با مدارهای فرمان دارد.

۱- برای معرفی ورودی ها به روش نردبانی از کنتاکت باز و بسته با حرف I استفاده می شود.

۲- برای نشان دادن خروجی ها در برنامه نویسی نردبانی از علامت بوبین با حرف Q استفاده می شود.

۳- هنگام برنامه نویسی برای مشخص شدن ورودی ها و خروجی ها در کنار حروف مشخصه آن ها یک شماره ظاهر می شود.

تذکر: در صورتی که نیاز به کنتاکت بوبین به کار رفته در برنامه باشد می بایست مانند مدارهای کنتاکتوری حرف و شماره بوبین را در بالای کنتاکت به کار برد (مانند شکل ۳-۵).

۱- Ladder یعنی نردبانی و منظور Ladder Diagram است. در مواردی برای مخفف کردن به آن LD یا LAD می گویند.

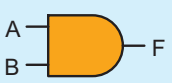
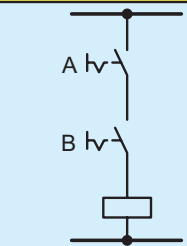

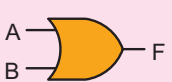
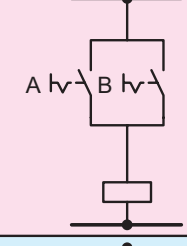
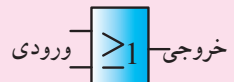
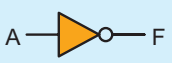
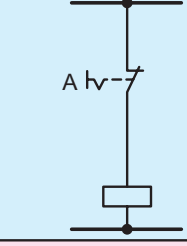
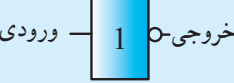
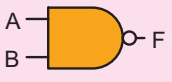
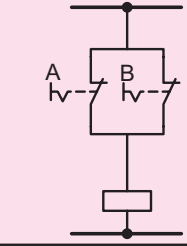
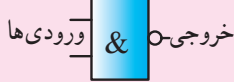
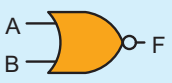
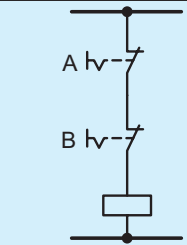
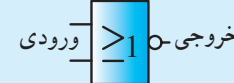
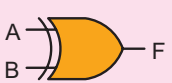
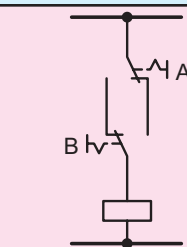
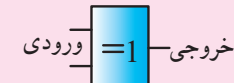
۲- اصطلاحی است که برای برنامه ریزی به روش دروازه های منطقی (بلوکی) اطلاق می شود و از ابتدای کلمات Function Block Diagram گرفته شده است.

۳- در اغلب رله های قابل برنامه ریزی این دو زبان برنامه نویسی (نردبانی و بلوکی) به صورت گرافیکی است. به همین دلیل است که در برخی کتاب ها به آن ها زبان های برنامه نویسی

گرافیکی نیز گفته می شود.

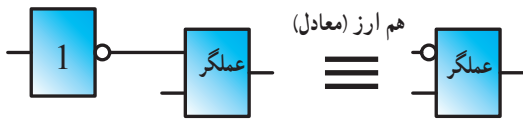
جهت یادآوری و قبل از توضیح روش بلوکی، علایم جدول داشت، در جدول ۵-۱ نشان داده شده است. صحت و شکل بلوکی عملگرهای منطقی که با آن‌ها سروکار خواهیم

جدول ۵-۱

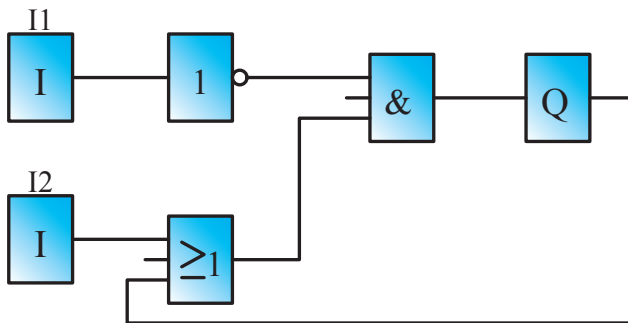
عملگر منطقی	جدول صحت	علامت اختصاری	مدار کلیدی	شکل بلوکی															
AND	<p>خروجی ورودی</p> <table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	A	B	F	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1			
A	B	F																	
0	0	0																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	1																	
OR	<p>خروجی ورودی</p> <table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	A	B	F	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1			
A	B	F																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	1																	
NOT	<table border="1"> <tr><th>A</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	F	0	1	1	0												
A	F																		
0	1																		
1	0																		
NAND	<p>خروجی ورودی‌ها</p> <table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	F	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0			
A	B	F																	
0	0	1																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	0																	
NOR	<p>خروجی ورودی</p> <table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	F	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0			
A	B	F																	
0	0	1																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	0																	
XOR	<p>خروجی ورودی</p> <table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	F	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0			
A	B	F																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	0																	

## معرفی برنامه‌نویسی به روش بلوکی

۶- در مواردی که خروجی عملگر NOT به ورودی هر عملگری وصل شود می‌توان به جای عملگر NOT از یک حباب استفاده نمود.



شکل ۵-۵، یک نمونه مدار به روش بلوکی را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۵- طراحی یک نمونه مدار به روش بلوکی

۱- در این روش رسم مدار از سمت ورودی به سمت خروجی است (معمولاً از سمت چپ شروع و به سمت راست ختم می‌شود).

۲- در روش بلوکی ورودی‌ها با علامت I و

خروجی‌ها با علامت Q نشان داده می‌شوند. ورودی با

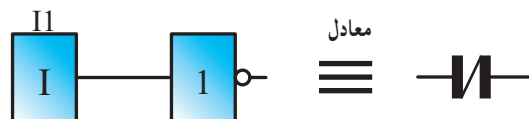
حرف I و خروجی با حرف Q مشخص می‌شوند و در بالای بلوک این حروف و شماره‌ی آن‌ها درج می‌شود.

۳- یک خروجی بویین می‌تواند به ورودی چندین بلوک وصل شود. به این ترتیب کنتاکت آن خروجی را خواهید ساخت.

۴- در این روش برنامه‌نویسی برای ایجاد اتصال بین بلوک‌ها می‌توان از عملگرهای منطقی استفاده کرد. برای این منظور باید اطلاعات کافی بر نحوه‌ی عملکرد عملگرهای منطقی جدول ۱-۵ داشته باشیم. برای مثال در این روش سری کردن را AND کردن و موازی کردن را می‌توان OR کردن نامید.

۵- از آنجایی که بلوک I معادل  است

پس برای ساخت کنتاکت بسته، مطابق شکل زیر، از عملگر منطقی NOT می‌توان استفاده کرد:



### تمرین

۱- مدار کلیدی هر یک از دروازه‌های منطقی جدول ۱-۵ را در مدل نردبانی (Ladder) رسم کنید.

۲- مدار کلیدی هر یک از دروازه‌های منطقی جدول ۱-۵ را در مدل بلوکی (FBD) رسم کنید.



## کار عملی ۱

هدف: آشنایی با شبیه‌سازی و عملکرد ورودی‌ها توسط برنامه‌ی رایانه‌ای رله‌های قابل برنامه‌ریزی

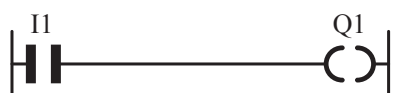
در برنامه‌های رایانه‌ای رله‌ی قابل برنامه‌ریزی، علاوه بر رسم و ویرایش، در برنامه وضعیتی به نام شبیه‌سازی وجود دارد که شما باید قبل از اجرای شبیه‌سازی، ورودی‌ها را انتخاب کنید. آن‌گاه براساس این انتخاب می‌توانید توسط شبیه‌سازی، خروجی را مشاهده کنید.

انتخاب نوع ورودی در برنامه باید با انتخاب نوع شستی ورودی در سیم‌کشی رله متناسب باشد.

برای آشنایی بیشتر شما، در شکل a-۵-۶ و b-۵-۶، برنامه‌های نردبانی و بلوکی در دو حالت مختلف نشان داده شده است، که نتیجه راه‌اندازی یک موتور به صورت لحظه‌ای است. هر یک از برنامه‌های نشان داده شده در حالت‌های اول و دوم را به تفکیک رسم کنید و سپس با تعیین وضعیت ورودی I1 در شبیه‌سازی؛ خروجی مناسب برای رسیدن به هدف (راه‌اندازی موتور به صورت لحظه‌ای) را در ستون Q با علامت (✓) مشخص نمایید و در نهایت تعیین کنید از بین ۸ وضعیت ممکنه برای کنتاکت‌ها کدام حالت را می‌توان برای رسیدن به هدف کار عملی به کار گرفت.

حالت اول: در برنامه، ورودی را کنتاکت باز رسم نموده سپس مطابق جدول، مدار را شبیه‌سازی کنید.

(ب) روش نردبانی



وضعیت	I1	Q1
1	E--	
2	E-- /	

شکل a-۵-۶

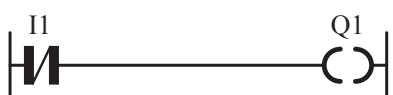
(الف) روش بلوکی



وضعیت	I1	Q1
1	E--	
2	E-- /	

حالت دوم: در برنامه، ورودی را کنتاکت بسته رسم نموده سپس مطابق جدول، مدار را شبیه‌سازی کنید.

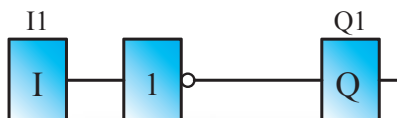
(ب) روش نردبانی



وضعیت	I1	Q1
3	E-- /	
4	E--	

شکل b-۵-۶

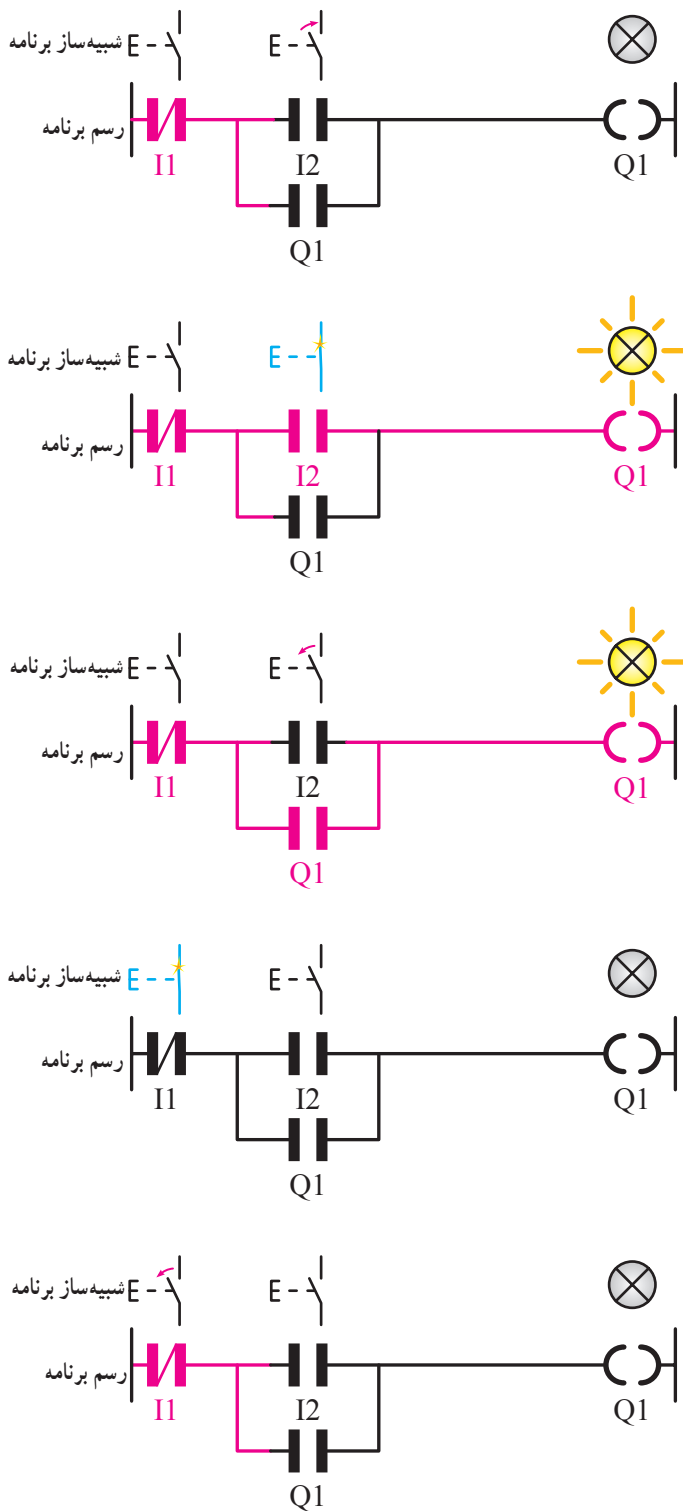
(الف) روش بلوکی



وضعیت	I1	Q1
3	E-- /	
4	E--	

شبیه‌سازی را با توجه به جدول انتخاب‌های شستی تکرار کنید تا به هدف برنامه برسید.

با خارج شدن از وضعیت شبیه‌سازی و رفتن به وضعیت ویرایش برنامه، کنتاکت باز را به بسته تغییر دهید. سپس مجدداً



شکل ۶-۵-۷

در شکل ۶-۵-۷ c به صورت مرحله‌ای، نحوه‌ی عملکرد شبیه‌سازی برنامه مدار راه‌اندازی موتور به طور دایم کار، نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌کنید با انتخاب یکی از حالت‌های متفاوت، که برای شستی‌های ورودی می‌توان پیش‌بینی کرد، وضعیت خروجی بررسی شده است. (در این جا هر دو شستی باز انتخاب شده است) قبل از اقدام لازم است متن زیر را به دقت مطالعه کنید.

اگر هر دو شستی انتخابی از نوع شستی استارت باشند در این صورت شکل مقابل با توجه به آن که ورودی I1 از نوع تحریک شده است، در نرم‌افزارهای رله، برای شبیه‌سازی با رنگ متفاوتی ظاهر می‌شوند.

با فشردن شستی I2 در شبیه‌ساز، این ورودی نیز تحریک و برای شبیه‌سازی ادامه‌ی مسیر نیز رنگی می‌شود و تا خروجی Q1 ادامه می‌یابد. این کار می‌تواند علامت روشن شدن Q1 باشد. با رهاکردن شستی I1، با توجه به مسیری که توسط کنتاکت خروجی Q1 ایجاد شده (یعنی موازی مسیر ورودی I2 بودن). باعث آن می‌شود مسیری که علامت روشن بودن Q1 بود به صورت دایم رنگی بماند (لامپ روشن می‌ماند).

درحالی که مسیر دایمی رنگی و روشن است، اگر شستی I1 در شبیه‌ساز را فشرده سازید، ورودی I1 در برنامه از حالت فعال و رنگی خود خارج می‌شود.

در نتیجه مسیر رنگی دائم به خروجی Q1 امتداد نمی‌یابد و می‌تواند علامت خاموش شدن آن خروجی و خاموشی لامپ باشد. با رهاکردن شستی I1 مجدداً ورودی تحریک و به صورت رنگی ظاهر می‌شود.

**روش بلوکی:** شبیه‌سازی در روش بلوکی را در نرم‌افزار رله‌ی قابل برنامه‌ریزی، که چنین توانمندی را دارد، جست‌وجو کرده و سعی کنید با تکرار و حل مثالهایی استفاده از آنها را یاد بگیرید.

## آشنایی با مفاهیم NC و NO در رله‌های قابل برنامه‌ریزی

پردازشگر رله‌ی قابل برنامه‌ریزی فقط صفر و یک منطقی را درک می‌کند. بنابراین، اعمال ولتاژ به ترمینال ورودی رله به معنای فعال شدن ورودی دستگاه (یک بودن) و اعمال نکردن ولتاژ به ترمینال ورودی رله به معنای غیرفعال بودن ورودی آن (صفر بودن) خواهد بود. همان طوری که می‌دانید ورودی‌های به کار رفته در برنامه را می‌توان به حالت باز (NO) یا بسته (NC) در نظر گرفت و به همین ترتیب در زمان سیم‌کشی نیز معمولاً از شستی استارت (NO) و شستی استاپ (NC) استفاده می‌شود. هرچند NC یا NO بودن کنتاکت برای پردازشگر رله بی‌معنی است اما بین NC یا NO در برنامه و سیم‌کشی دستگاه رله می‌توان یک ارتباط را به صورت زیر در نظر گرفت:

- ۱- اگر نوع ورودی را در برنامه‌ی نرم‌افزاری و سیم‌کشی رله متفاوت در نظر بگیریم آن ورودی را تحریک شده<sup>۲</sup> می‌نامیم.
  - ۲- اگر نوع ورودی را در برنامه‌ی نرم‌افزاری و سیم‌کشی رله یکسان در نظر بگیریم آن ورودی را تحریک نشده می‌نامیم.
- در اشکال نشان داده شده (جدول ۲-۵) این دو مورد به صورت تصویری نشان داده شده است.

لازم به ذکر است تعریف فوق برای ورودی در حالت عادی است. طبیعتاً در یک ورودی تحریک شده اگر شستی را فشرده نگه داریم ورودی را تحریک نشده می‌توان در نظر گرفت و برعکس.

**توجه:** در شبیه‌ساز برنامه‌ی رله نوع شستی‌هایی که انتخاب می‌کنید و نتیجه‌ای که از شبیه‌سازی با آن‌ها می‌گیرید همان نتیجه‌ای خواهد بود که بعداً در کار واقعی یعنی سیم‌کشی آن شستی‌ها روی دستگاه رله مشاهده خواهید کرد.

زمان کار با شبیه‌ساز درخواهید یافت که برای طراحی برنامه از این پس نباید صرفاً به کنتاکت باز یا بسته توجه کنیم. بلکه باید به مفهوم ورودی تحریک شده و تحریک نشده دقت کرد. چرا که قراردادن یک کنتاکت در برنامه‌ی نرم‌افزاری، بدون در نظر گرفتن ورودی بیرونی (یعنی شستی که در سیم‌کشی یا شبیه‌سازی به کار می‌رود)، بی‌معنی است.

**نکته:** تقریباً هنگام کار با شبیه‌ساز تمامی رله‌ها، اگر ورودی تحریک شود قطعات و مسیرها با رنگ متفاوتی ظاهر می‌شوند و اگر ورودی در حالت عادی تحریک شده باشند در این صورت بدون فشردن شستی، قطعه و مسیر با تغییر رنگ ظاهر می‌شود.

جدول ۲-۵

انواع ورودی	تحریک شده		تحریک نشده	
	نوع ورودی در برنامه			
انتخاب شستی در شبیه‌ساز یا سیم‌کشی				

مفهوم تحریک شده و تحریک نشده، مقدار منطقی است که در حافظه موقت رله قابل برنامه‌ریزی قبل از اجرای برنامه قرار می‌گیرد برای مثال اگر شستی قطع (Stop) در یک ورودی قرار گرفته است در حالت عادی آن را فعال و ارزش منطقی آن ورودی دستگاه را یک کرده است حال اگر در برنامه کنتاکت NO قرار گیرد همان ارزش منطقی به حافظه رله فرستاده می‌شود (ورودی تحریک می‌شود) و اگر کنتاکت NC در برنامه برای آن ورودی در نظر گرفته شود عکس ارزش منطقی ورودی دستگاه یعنی صفر به حافظه موقت رله قبل از اجرای برنامه فرستاده می‌شود (ورودی تحریک نشده).

مدار در حالت عمل نکرده			مدار در حالت عمل کرده		
مدار سیم‌کشی ورودی دستگاه رله قابل برنامه‌ریزی (برنامه در حال اجرا)	نشانه بکاررفته برای ورودی در برنامه	مقدار منطقی خوانده در حافظه	مدار سیم‌کشی ورودی دستگاه رله قابل برنامه‌ریزی (برنامه در حال اجرا)	نشانه بکاررفته برای ورودی در برنامه	مقدار منطقی خوانده در حافظه
		0			1
		1			0
		1			0
		0			1



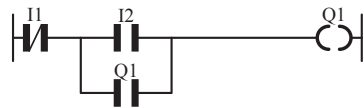
## کار عملی ۲

ورودی I1 و I2 در شبیه‌ساز؛ خروجی مناسب برای رسیدن به هدف (راه‌اندازی موتور به صورت دایم کار) را در ستون Q با علامت (✓) و در نهایت تعیین کنید از بین ۱۶ وضعیت ممکنه برای کنتاکت‌ها کدام حالت را می‌توان برای رسیدن به هدف کار عملی به کار گرفت.

هدف: شبیه‌سازی مدار راه‌اندازی موتور به صورت دایم کار، به شکل نردبانی و بلوکی هر یک از برنامه‌های نشان داده شده در حالت‌های اول تا چهارم را به تفکیک رسم کنید و سپس با تعیین وضعیت‌های

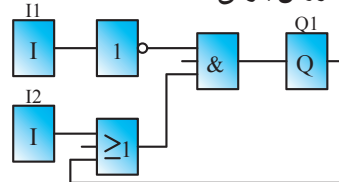
حالت اول: برای ترسیم برنامه؛ ورودی I1 را بسته و ورودی I2 را باز رسم نموده سپس مطابق جدول مدار را شبیه‌سازی کنید.

ب) روش نردبانی



وضعیت	I1	I2	Q1
1			
2			
3			
4			

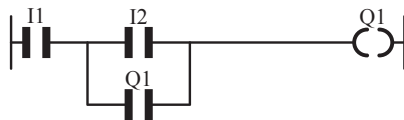
الف) روش بلوکی



وضعیت	I1	I2	Q1
1			
2			
3			
4			

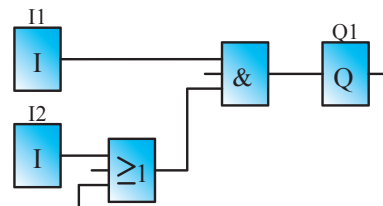
حالت دوم: برای ترسیم برنامه؛ ورودی I1 و I2 را باز رسم نموده و سپس مطابق جدول مدار را شبیه‌سازی کنید.

ب) روش نردبانی



وضعیت	I1	I2	Q1
5			
6			
7			
8			

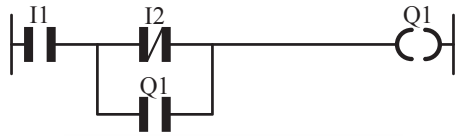
الف) روش بلوکی



وضعیت	I1	I2	Q1
5			
6			
7			
8			

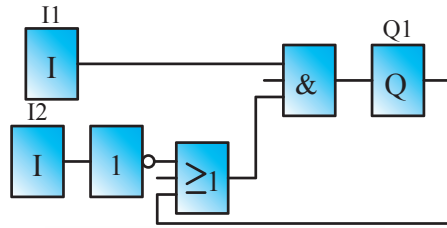


حالت سوم : برای ترسیم برنامه، ورودی I1 را باز و ورودی I2 را بسته رسم نموده و سپس مطابق جدول مدار را شبیه‌سازی کنید.  
 (ب) روش نردبانی



وضعیت	I1	I2	Q1
9			
10			
11			
12			

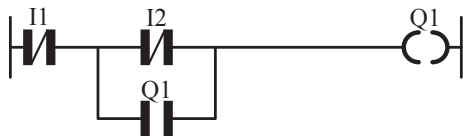
(الف) روش بلوکی



وضعیت	I1	I2	Q1
9			
10			
11			
12			

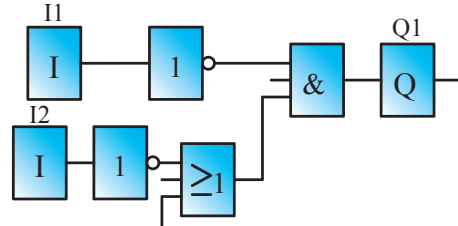
حالت چهارم : برای ترسیم برنامه، ورودی I1 و I2 را بسته رسم نموده و سپس مطابق جدول مدار را شبیه‌سازی کنید.

(ب) روش نردبانی

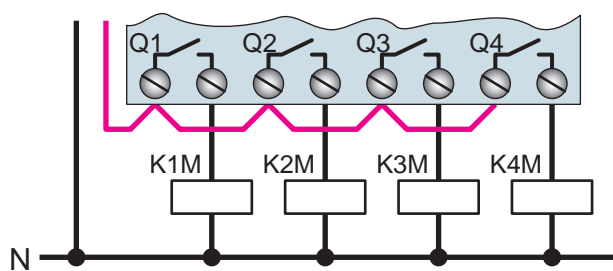


وضعیت	I1	I2	Q1
13			
14			
15			
16			

(الف) روش بلوکی

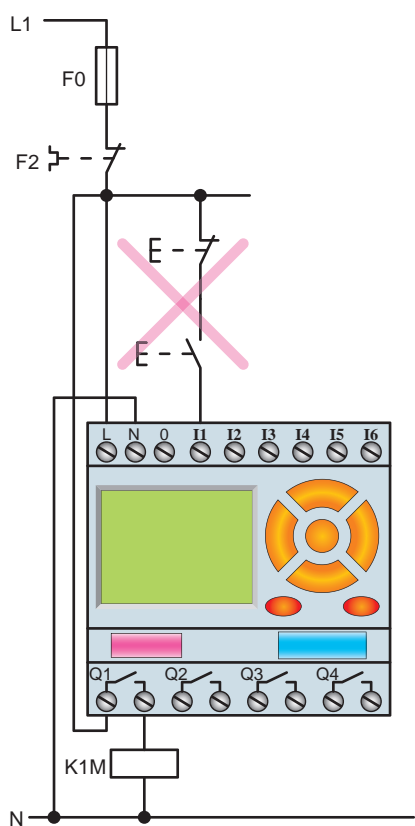


وضعیت	I1	I2	Q1
13			
14			
15			
16			



شکل ۵-۸

۲- در سیم‌کشی مدارات با رله‌ی قابل برنامه‌ریزی نباید همانند مدار فرمان شستی استارت و استاپ با هم سری شوند (شکل ۵-۹).



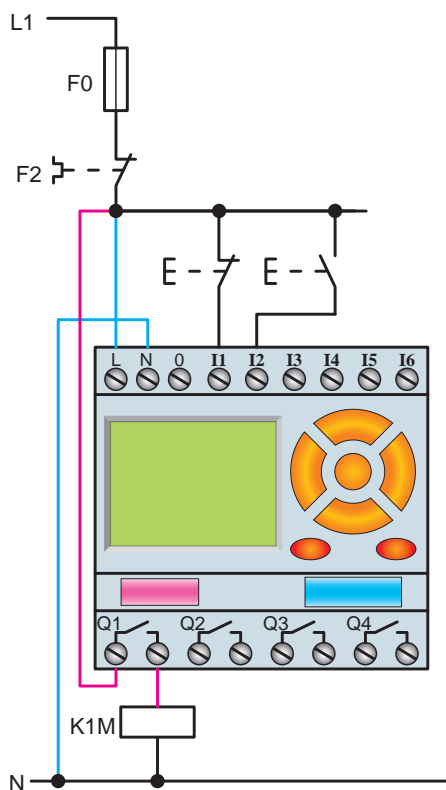
شکل ۵-۹

سؤال: چرا در سیم‌کشی رله‌های قابل برنامه‌ریزی، مدار شکل ۵-۹ را نمی‌توان اجرا کرد؟  
 با توجه به توضیحات فوق، اگر بخواهیم مدار مورد نظر را به رله اتصال دهیم، باید مطابق شکل ۵-۱۰ عمل نمود. در واقع در تمام کارهای عملی، ورودی برق همه‌ی شستی‌ها مستقل دیده می‌شود و مستقیماً به فاز وصل می‌شوند. البته در این جانوع شستی

## نحوه‌ی استفاده از دستگاه رله‌ی قابل برنامه‌ریزی

### الف- اصول سیم‌کشی: همان‌طور که قبلاً گفته شد،

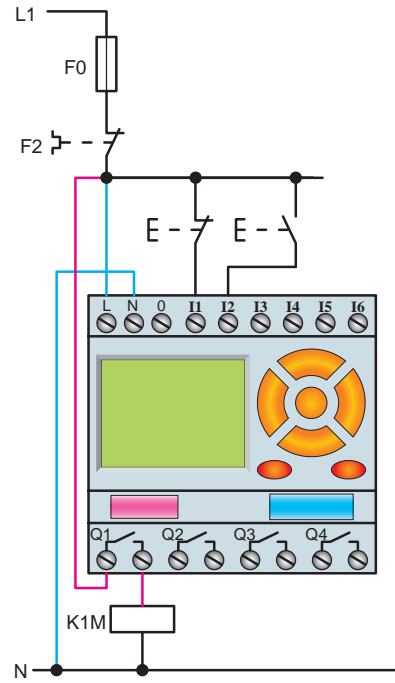
برای راه‌اندازی مدارهای برق صنعتی با رله‌های قابل برنامه‌ریزی، باز هم به تجهیزاتی از قبیل شستی و بوبین کنتاکتور نیاز است و هیچ‌گاه حذف نمی‌شوند. در شکل ۵-۷، یک نمونه نحوه‌ی سیم‌کشی مدار راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز نشان داده شده است. برای سیم‌کشی مدارات برق صنعتی با رله‌ی قابل برنامه‌ریزی باید اصولی را رعایت کرد که در زیر به شرح آن می‌پردازیم.



شکل ۵-۷

۱- همیشه در سیم‌کشی مدارهای رله‌های قابل برنامه‌ریزی باید مطابق شکل ۵-۸ سیم فاز (سیم قرمز رنگ) را به یک سر کنتاکت Q1 دستگاه متصل کنیم. در این صورت به محض وصل شدن Q1، بوبین کنتاکتور برق‌دار می‌شود. در صورتی که خروجی‌های دیگری نیز داشته باشیم برای هر کدام این عمل تکرار می‌شود.

سیم کشی در قطع یا وصل بودن، به برنامه بستگی دارد.



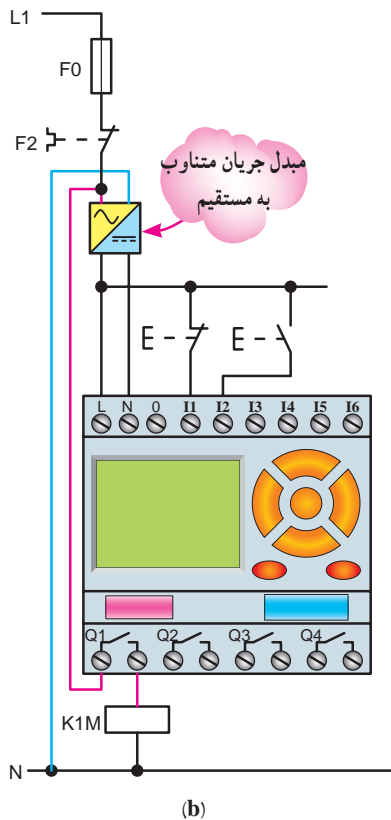
شکل ۵-۱۰

دقت ویژه داشت. شکل ۵-۱۱- b یک رله با تغذیه ی DC را، که جهت راه اندازی یک موتور الکتریکی به کار گرفته شده است، نشان می دهد.

**توجه ۱:** اگر در رله ی قابل برنامه ریزی منبع تغذیه قطع باشد، برنامه را حتی از طریق رایانه و کابل مربوط نمی توان در آن بارگذاری و یا از آن فراخوانی نمود.

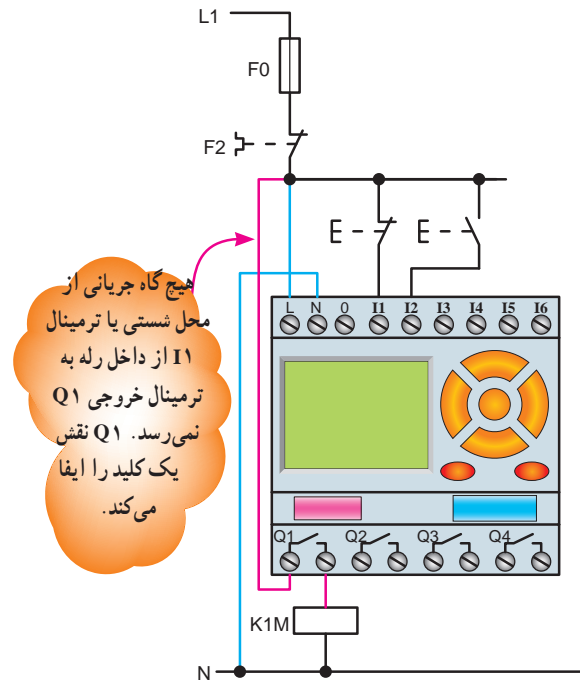
**توجه ۲:** از آن جایی که در این کتاب هدف استفاده از رله برای راه اندازی موتورهای الکتریکی است، از تیغه فرمان بی متال در مصرف کننده های غیر موتوری استفاده شود، استفاده از تیغه بی متال در سیم کشی ها ضرورتی ندارد.

۴- برای راه اندازی مدارهای کنتاکتوری با رله ی قابل برنامه ریزی، باید پس از برنامه نویسی و پیاده سازی نقشه، رله را در وضعیت Start یا Run قرار داد. این کار هم توسط کلیدهای روی رله و هم توسط برنامه ی رایانه ای امکان پذیر است. اگر رله در این وضعیت قرار نگیرد با وجود برنامه و سیم کشی و تغذیه، مدار کار نخواهد کرد.



(b)

۳- اتصال سیم های فاز و نول (L1 و N) یا + و - (ولتاژ DC) به ترمینال های تغذیه ضروری است. در شکل (۵-۱۱- a) این سیم ها به رنگ آبی نشان داده شده اند. در اتصال رله ها، باید به نوع و مقدار ولتاژ تغذیه، که معمولاً روی بدنه آن نوشته می شود،



(a)

شکل ۵-۱۱



### کار عملی ۳

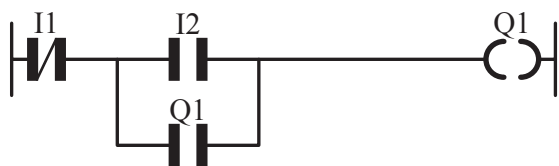
۱-۳ هدف: راه اندازی یک موتور سه فاز به صورت دایم کار با دو شستی وصل در ورودی دستگاه رله

شرایط کاری مدار به شرح زیر است:

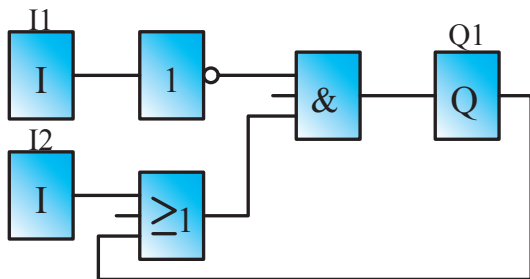
۱- با زدن شستی I<sub>2</sub>، کنتاکتور K1M دایم، کار کند.

۲- با زدن شستی I<sub>1</sub> در هر شرایطی مدار خاموش شود.

جدول تخصیص ورودی ها و خروجی ها		
وصل کنتاکتور K1M	Q1	شستی وصل I <sub>2</sub>
قطع مدار	Q1	شستی وصل I <sub>1</sub>



الف - نقشه‌ی نردبانی مدار راه اندازی موتور دایم کار



ب - نقشه‌ی بلوکی مدار راه اندازی دایم کار

شکل ۱۲-۵

این برنامه را در کار عملی ۲ به صورت نرم افزاری شبیه سازی کرده اید، به همین جهت در این جا هدف، به کارگیری دستگاه رله و اتصال کنتاکتور به خروجی های آن و مشاهده‌ی عملکرد واقعی مدار سیم کشی رله به جای مدار فرمان است.

با قطع و وصل شستی های ورودی، عملکرد مدار را بررسی و نتایج را در زیر یادداشت کنید.

**توجه ۳:** در برخی نقشه های سیم کشی رله ها کنتاکت بسته یک کنتاکتور را در مسیر بوبین کنتاکتور دیگر قرار می دهند، مانند دو کنتاکتور چپ گرد و راست گرد؛ ستاره و مثلث یا دو کنتاکتور در مدار دالاندر؛ چرا؟

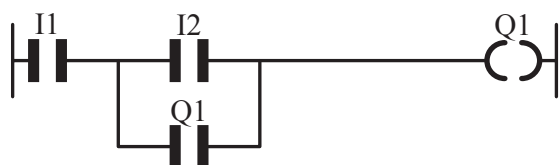
### ب - اصول برنامه نویسی در کنار سیم کشی: برای

برنامه ریزی درست در رله همواره به موارد زیر باید توجه داشت:

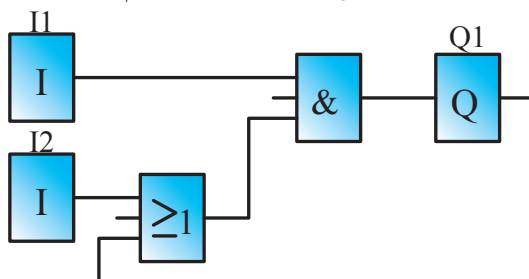
۱- در این رله می توانید مدار را، حتی با شستی قطع، روشن و یا با شستی وصل، خاموش کنید. تعجب نکنید این به دلیل هماهنگی برنامه با شستی ها در سیم کشی رله است که می تواند خواسته‌ی شما را برآورده کند. با این مطلب در کار عملی ۲، هنگام انتخاب شستی برای شبیه ساز به طور کامل آشنا شدید. در واقع هنگام شبیه سازی برنامه هر چند طریقه‌ی سیم کشی نشان داده نمی شود اما تعریف شستی ها را امکان پذیر می کند. برای مثال در کار عملی ۲ مشاهده کردید در یک برنامه اگر ورودی را از  $\overline{I1}$  به  $\overline{I1}$  تغییر دهید الزاماً در دستگاه رله نیز مجبور می شوید شستی وصل را به شستی قطع تغییر دهید تا کار صحیح مدار تغییر نکند. پس باید توجه کرد در هر ترمینال ورودی دستگاه چه شستی ای برای چه خواسته‌ای قرار گرفته است و با توجه به آن برنامه، مدار را رسم کرد.

۲- در رله‌ی قابل برنامه ریزی باید در انتخاب آدرس ورودی و خروجی دقت کرد، چرا که تفاوت آدرس دهی ورودی و خروجی در بخش برنامه با بخش سیم کشی اتصالات رله، باعث خواهد شد که مدار کار نکند. مثلاً اگر در برنامه، I<sub>2</sub> را برای ورودی در نظر گرفتید، لازم است در اتصالات سیم کشی نیز شستی را به ورودی I<sub>2</sub> رله وصل کنید یا اگر در برنامه، بوبین Q<sub>1</sub> را به عنوان خروجی معرفی کرده اید در اتصالات سیم کشی نیز باید بوبین کنتاکتور را به خروجی Q<sub>1</sub> وصل نمایید.

**تذکر:** هرچند به نظر می رسد بی متال و فیوز در منطق برنامه تأثیری ندارند و می توان از رسم آن ها خودداری کرد، اما اگر بخواهیم حفاظت را در برنامه داشته باشیم می توان یک ورودی را برای بی متال در سیم کشی در نظر گرفت و چون این ورودی باید تحریک شده باشد به ازای تیغه‌ی بسته (۹۵-۹۶) آن می توان در برنامه یک ورودی باز در نظر گرفت.



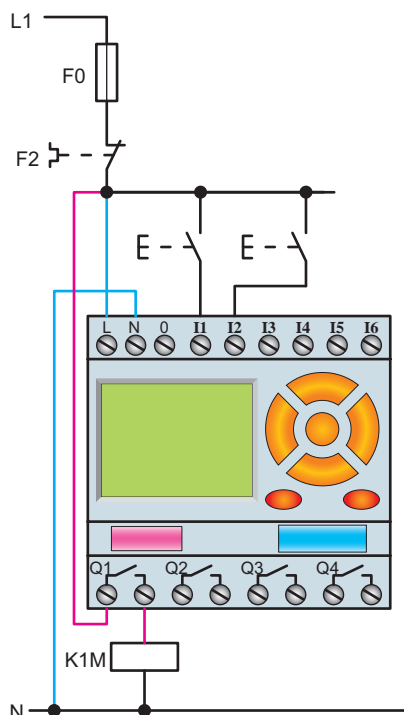
الف - نقشه‌ی نردبانی مدار راه‌اندازی موتور دایم کار



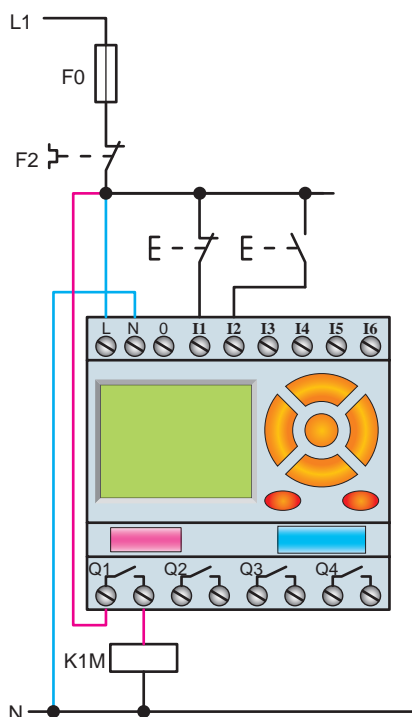
ب - نقشه‌ی بلوکی مدار راه‌اندازی موتور دایم کار

شکل ۱۴-۵

با توجه به تغییرات داده‌شده در برنامه و هم‌چنین سیم‌کشی دستگاه رله و شستی‌ها، عملکرد مدار را بررسی و نتایج را در زیر یادداشت کنید.



شکل ۱۳-۵ - نحوه‌ی سیم‌کشی مدار راه‌اندازی دایم کار



شکل ۱۵-۵ - نقشه‌ی سیم‌کشی مدار راه‌اندازی دایم

- ۲-۳ هدف: راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به‌صورت دایم کار با یک شستی قطع و یک شستی وصل در ورودی دستگاه رله:
- شرایط کاری مدار:
- ۱- با زدن شستی استارت I2، کنتاکتور K1M دایم کار کند.
  - ۲- با زدن شستی قطع I1 در هر شرایطی مدار خاموش شود.

جدول تخصیص ورودی‌ها و خروجی‌ها			
I2	شستی وصل	Q1	وصل کنتاکتور K1M
I1	شستی قطع	Q1	قطع مدار

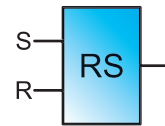
## توابع موجود در رله‌ی قابل برنامه‌ریزی

در رله‌ی قابل برنامه‌ریزی توابع زیادی وجود دارد که در این کتاب تعدادی از آن‌ها را خواهید آموخت. این توابع عبارت‌اند از:

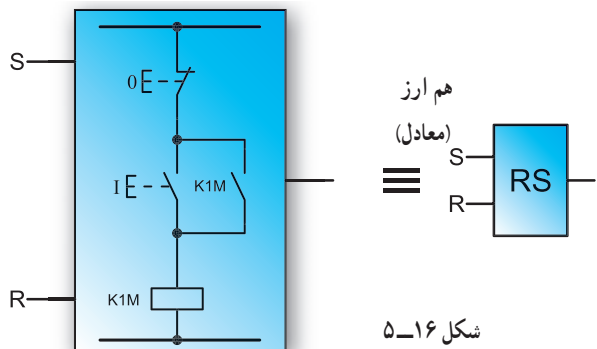
- ۱- تابع RS
- ۲- تابع تایمر

## تابع RS یا تابع خودنگه‌دار

این تابع که شبیه خود نگه‌دار در مدارات کنتاکتوری است، در واقع خصوصیتی است که به خروجی (بویین) می‌دهد تا در حالت پایدار باقی بماند. در روش بلوکی تابع RS را به صورت کادری با دو ورودی و یک خروجی نشان می‌دهیم:

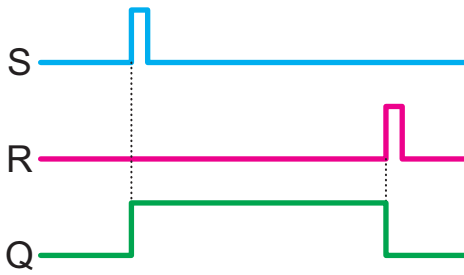


نحوه‌ی عملکرد این تابع به این صورت است که با فعال کردن یک ورودی آن به نام Set که با حرف (S) نشان داده می‌شود، خروجی به صورت دائم فعال (وصل) می‌شود و با فعال کردن ورودی دیگر تابع به نام Reset، که با حرف (R) نشان داده می‌شود، خروجی قطع می‌شود. به همین جهت است که می‌توان تصور کرد این تابع بلوکی است که یک مدار خودنگه‌دار را در داخل دارد، به طوری که فعال کردن ورودی S مانند فشردن شستی وصل مدار است و آن را هم چنان وصل نگه می‌دارد (همانند وصل کنتاکتور با تیغه‌ی خودنگه‌دار) و فعال کردن ورودی R مانند فشردن شستی قطع مدار است (شکل ۱۶-۵).



شکل ۱۶-۵

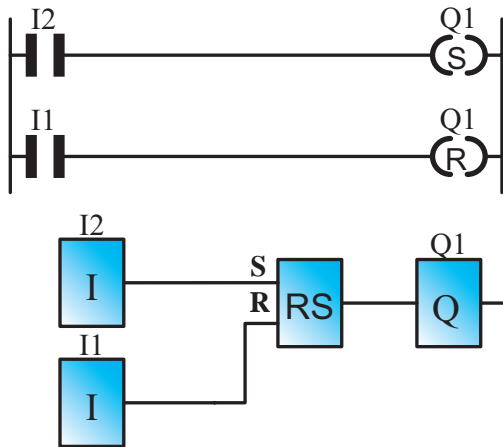
شکل ۱۷-۵، نمودار زمانی عملکرد تابع RS را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷-۵ نمودار زمانی عملکرد تابع RS

بنابراین، از این پس می‌توان مدار فرمان‌هایی که نیاز به خودنگه‌دارند را با استفاده از تابع RS برنامه‌ریزی کرد.

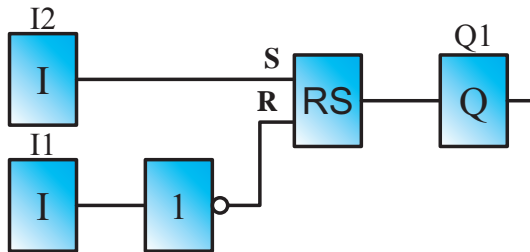
به عنوان مثال مدار راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به صورت دائم کار در روش نردبانی و بلوکی به صورت زیر طراحی خواهد شد: در روش نردبانی، تابع RS مطابق شکل ۱۸-۵ به کار می‌رود، یعنی باید دو بویین را در مسیر ورودی‌های تابع قرار داد. بر همین اساس در این تابع هر عملگر که بخواید مدار را روشن کند در مسیر Set و هر عملگر که بخواید مدار را خاموش کند در مسیر Reset قرار می‌گیرد.



شکل ۱۸-۵

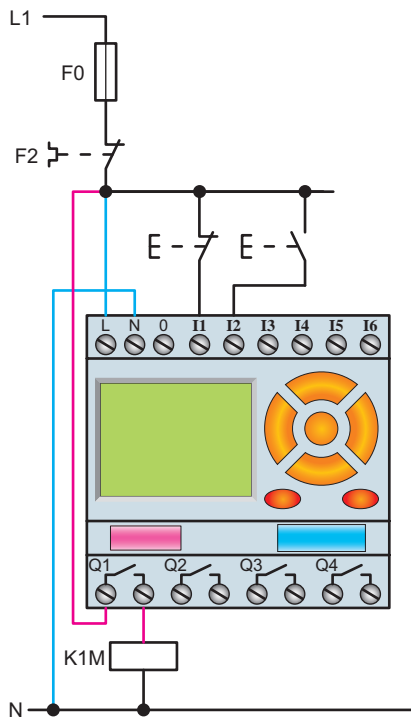
در برنامه‌ی بالا و کارهای عملی، که در ادامه با آن‌ها آشنا خواهید شد، ابتدا شستی قطع را برای خاموش کردن مدار و شستی وصل را برای راه‌اندازی در سیم‌کشی دستگاه رله تخصیص دهید. سپس برنامه‌نویسی را با توجه به شرایط کاری اجرا کنید. به این نکته ۱۶۵

برای نوشتن برنامه به روش بلوکی از همان منطبق به کار رفته در روش نردبانی استفاده می‌شود و مدار مطابق شکل ۲۰-۵ می‌توان طراحی کرد.



شکل ۲۰-۵- نقشه‌ی بلوکی مدار راه‌اندازی دایم کار

شرح برنامه‌ی بلوکی را می‌توان چنین بیان کرد: با فشردن ورودی I2 (شستی وصل) و وجود کنتاکت باز در برنامه برای این ورودی، Set تابع RS فعال می‌شود و به‌طور دایم خروجی Q1 را فعال می‌کند و اگر ورودی I1 (شستی قطع) فشرده شود (با توجه به ورودی به کار رفته در برنامه) Reset تابع RS فعال و خروجی Q1 قطع می‌شود.



شکل ۲۱-۵- نحوه‌ی سیم‌کشی مدار راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به صورت دایم کار

توجه داشته باشید که در حالت عادی نباید ورودی I1 تحریک شده باشد بلکه پس از فشرده شدن تحریک می‌شود و تابع RS را Set یا Reset می‌کند. پس برای آن که ورودی I1 در حالت عادی تحریک نشده باشد باید در برنامه آن را کنتاکت بسته در نظر گرفت زیرا در سیم‌کشی از یک شستی قطع استفاده شده است.

هدف: راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز به صورت دایم کار با استفاده از تابع RS در برنامه‌ی نرم‌افزاری رله شرایط کاری مدار به صورت زیر است:

- ۱- با زدن شستی استارت I کنتاکتور K1M دایم، کار کند.
- ۲- با زدن شستی قطع O در هر شرایطی مدار خاموش

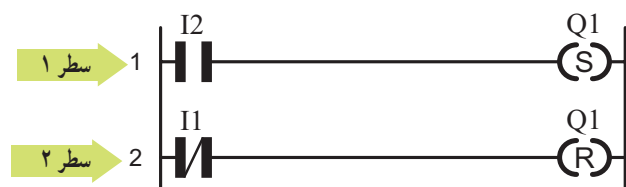
شود.

جدول تخصیص ورودی‌ها و خروجی‌ها			
وصل کنتاکتور K1M	Q1	شستی وصل	I2
قطع مدار	Q1	شستی قطع	I1

طراحی برنامه مدار به روش نردبانی: برنامه‌نویسی به روش نردبانی را با توجه به وضعیت کاری مدار و ورودی و خروجی‌های تخصیص داده شده، رسم می‌کنیم.

۱- با توجه به ردیف اول شرایط کاری، اگر بخواهیم خروجی Q1 دایم کار باشد، باید از تابع RS استفاده شود. ورودی I2 جهت وصل آن در مسیر Set قرار می‌گیرد (سطر ۱ نردبان).

۲- با توجه به شرط ۲، برای قطع مدار، ورودی I1 باید در مسیر Reset قرار گیرد (با توجه به جدول تخصیص و سیم‌کشی نشان داده شده روی رله) چون I1 شستی قطع به‌عنوان ورودی در نظر گرفته شده است و باید یک ورودی در حالت عادی تحریک نشده باشد. پس در برنامه، این ورودی باید از نوع کنتاکت بسته در نظر گرفته شود (شکل ۱۹-۵).



شکل ۱۹-۵- نقشه‌ی نردبانی مدار راه‌اندازی دایم کار



برنامه‌ای به روش نردبانی و بلوکی بنویسید که بتوان عملکرد سه هواکش را کنترل کرد. سپس برنامه را توسط نرم افزارهای شبیه ساز رله، شبیه سازی نمایید. (راهنمایی: در شبیه سازی، ورودی به دستگاه را به جای شستی وصل، کلید انتخاب کنید).

### تمرین تکمیلی: (ویژه هنرجویان علاقه مند)

۱- محور دو موتور الکتریکی به صورت مکانیکی به هم متصل (کوپل) شده اند و مشترکاً سیستمی را می چرخانند. اگر تغذیه ی برق یکی از دو موتور قطع شود تمام بار روی موتور دیگر می افتد، که وضعیت خطرناکی برای آن موتور است. برنامه ای بنویسید که در صورت وجود این مشکل چراغ سیگنال Q1 روشن و برق هر دو موتور قطع شود (راهنمایی: از تابع XOR کمک بگیرید).

۱- مدار راه اندازی یک موتور سه فاز با قابلیت قطع و وصل از دو محل را، به روش نردبانی و روش بلوکی برنامه نویسی و توسط نرم افزارهای شبیه ساز رله موجود در کارگاه، شبیه سازی و اجرا نمایید.

۲- در یک پارکینگ، از سه هواکش جهت تهویه استفاده شده، که طرز کار آن‌ها به این صورت است:

- اگر حداقل دو هواکش کار کند لامپ سبز روشن می شود.

- اگر یک هواکش روشن شود چراغ زرد روشن شود.

- اگر هیچ یک از هواکش‌ها روشن نشوند، چراغ قرمز روشن شود.





## کار عملی ۴

هدف: راه‌اندازی دو موتور سه‌فاز به صورت یکی

پس از دیگری

نقشه‌ی مدار فرمان مدار راه‌اندازی دو موتور سه‌فاز به صورت یکی پس از دیگری در شکل ۲۲-۵ نشان داده شده است. نحوه‌ی عملکرد و شرایط کاری مدار را می‌توان به اختصار چنین نوشت:

۱- با زدن شستی I کنتاکتور K1M دایم، کار کند.

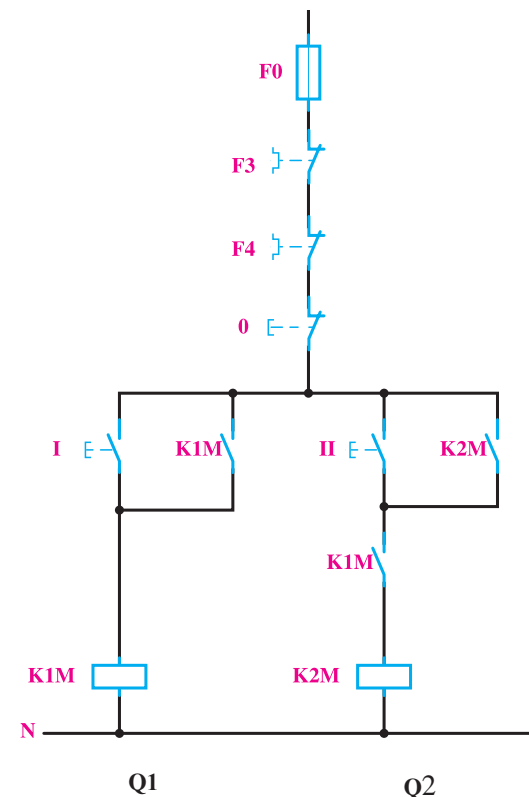
۲- با زدن شستی II کنتاکتور K2M دایم، کار کند.

۳- فعال شدن کنتاکتور K2M به فعال شدن کنتاکتور K1M

وابسته باشد.

۴- با زدن شستی قطع در هر شرایطی مدار خاموش شود.

جدول تخصیص ورودی‌ها و خروجی‌ها		
۱۲	شستی وصل	Q1
۱۳	شستی وصل	Q2
۱۱	شستی قطع	Q1 و Q2



شکل ۲۲-۵- نقشه‌ی فرمان راه‌اندازی دو موتور به صورت

یکی پس از دیگری

طراحی برنامه مدار به روش نردبانی: برنامه‌نویسی

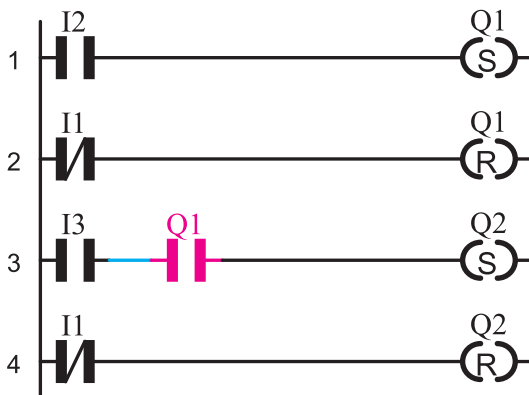
به روش نردبانی را با توجه به وضعیت کاری مدار و ورودی و خروجی‌های تخصیص داده‌شده رسم می‌کنیم.

۱- با توجه به شرط ۱، خروجی Q1 دایم کار است و برای آن باید از تابع RS استفاده کرد. ورودی I2 جهت وصل Q1 در مسیر Set در این تابع قرار می‌گیرد (سطر ۱ نردبان).

۲- با توجه به شرط ۲، خروجی Q2 نیز دایم کار است و مجدداً باید از تابع RS برای این شرط استفاده نمود. ورودی I3 جهت وصل Q2 در مسیر Set قرار می‌گیرد (سطر ۳ نردبان).

۳- برای برقراری شرط ۳ باید کنتاکت باز خروجی Q1 را در مسیر فعال شدن Q2 (مسیر Set آن) قرار داد (سطر ۳ نردبان).

۴- مطابق شرط ۴، ورودی I1 معادل شستی قطع کل مدار است و باید در مسیر Reset کلیه‌ی خروجی‌ها قرار گیرد (سطر ۲ و ۴ نردبان).



شکل ۲۳-۵- نقشه‌ی نردبانی مدار راه‌اندازی دو موتور به صورت یکی

پس از دیگری

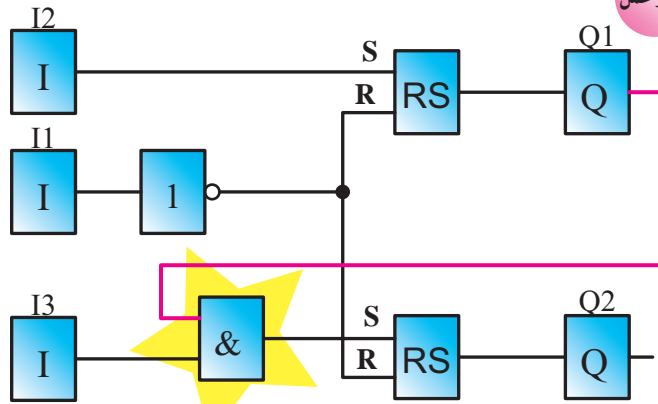
شرح برنامه: با فشردن ورودی I2 در شبیه‌ساز برنامه یا

دستگاه رله، تابع خودنگه‌دار RS فعال می‌گردد و این کار باعث فعال شدن Q1 می‌شود. حال اگر ورودی I3 نیز فشرده شود با توجه به آن که خروجی Q1 فعال شده است و هر دو ورودی بلوک AND هستند، خروجی بلوک AND فعال می‌گردد و در نتیجه Q2 نیز می‌تواند فعال شود.

بدیهی است اگر ابتدا شستی I3 فشرده شود هیچ اتفاقی نمی‌افتد.

در روش بلوکی نیز مدار به صورت شکل ۲۴-۵ در می‌آید.

توجه: ارتباطی که از خروجی گرفته شده شود مشابه تیغه‌ی باز عمل می‌کند.



در صورتی که Q1 فعال شده باشد و ورودی I3 فشرده شود، Q2 می‌تواند فعال شود.

شکل ۵-۲۴- نقشه‌ی بلوکی مدار راه‌اندازی دو موتور به صورت یکی پس از دیگری

### تمرین

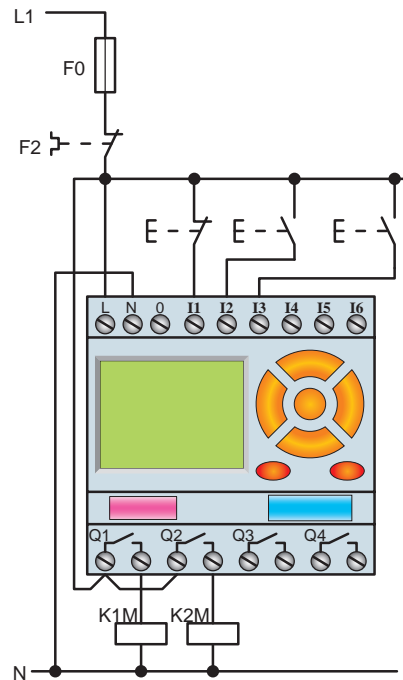
شکل ۵-۲۵- نقشه‌ی سیم‌کشی این مدار را در رله‌ی قابل

برنامه‌ریزی نشان می‌دهد.

- ۱- مدار راه‌اندازی دو موتور به صورت مستقل را، به روش نردبانی یا بلوکی، برنامه‌نویسی و اجرا کنید.
- ۲- مدار راه‌اندازی سه موتور را به صورت یکی پس از دیگری، به روش نردبانی یا بلوکی، شبیه‌سازی و اجرا کنید.
- ۳- مدار راه‌اندازی دو موتور به صورت یکی به جای دیگری را به روش بلوکی یا نردبانی، شبیه‌سازی و اجرا کنید.

### تمرین تکمیلی: (ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند)

- ۱- مداری طرح کنید که با زدن یک شستی، مدار روشن و با فشار مجدد همان شستی، مدار خاموش شود. (راهنمایی: در رله‌های قابل برنامه‌ریزی از تابعی تحت عنوان رله پالسی کمک بگیرید. در روش بلوکی، بلوکی تحت این عنوان در رله تعریف شده است اما در روش نردبانی شما به خروجی Q می‌توانید شخصیت پالسی بدهید، همان‌طور می‌توانید آن را Set و reset تعریف کنید).



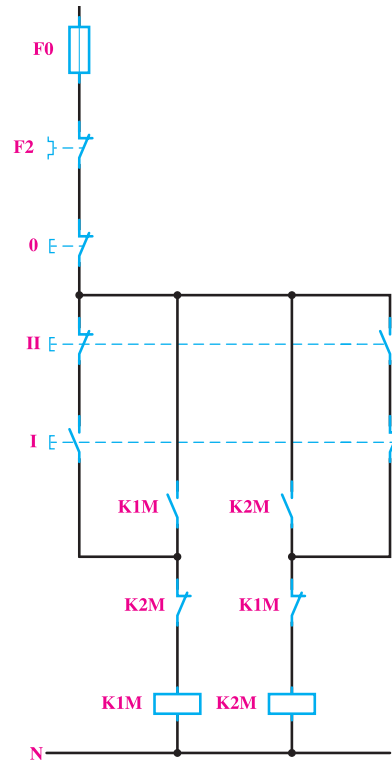
شکل ۵-۲۵- نحوه‌ی سیم‌کشی مدار راه‌اندازی دو موتور به صورت یکی پس از دیگری



## کار عملی ۵

هدف: راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد، راست گرد

الف- مدار چپ گرد، راست گرد با حفاظت کامل (تغییر جهت موتور با قطع کامل برق): به جهت یادآوری، نقشه‌ی مدار فرمان راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد، راست گرد با حفاظت کامل در شکل ۵-۲۶ نشان داده شده است.



شکل ۵-۲۶

### نحوه‌ی عملکرد و شرایط کاری مدار:

- ۱- با زدن شستی I کنتاکتور K1M به صورت دائم، کار کند.
- ۲- با زدن شستی II کنتاکتور K2M به صورت دائم، کار کند.
- ۳- امکان این که دو کنتاکتور هم زمان با هم عمل کنند، وجود نداشته باشد.
- ۴- با فشار هم زمان دو شستی II و I هیچ یک از کنتاکتورها کار نکنند.

۵- تغییر حالت کاری دو کنتاکتور بدون زدن شستی O امکان پذیر نباشد.

۶- با زدن شستی O مدار قطع شود.

طراحی برنامه مدار به روش نردبانی:

با توجه به شرایط کاری تعریف شده برای مدار چپ گرد، راست گرد و هم چنین ورودی و خروجی های اختصاص داده شده، مراحل طراحی برنامه به صورت زیر است.

۱- با توجه به شرط ۱ که خروجی Q1 دایم کار تعریف شده است باید از تابع RS استفاده کرد. به همین دلیل ورودی I2 را به جهت وصل مدار در مسیر Set قرار می دهیم. (نکته: با توجه به شرط ۳، که لازم است دو کنتاکتور همزمانی نداشته باشند، باید بسته‌ی بوبین Q2 را در مسیر بوبین Q1 قرار داد) (سطر ۱ نردبان).

۲- با توجه به شرط ۲ که خروجی Q2 نیز دایم کار تعریف شده است، باید از تابع RS استفاده کرد. به همین دلیل ورودی I3 را به جهت وصل مدار در مسیر Set قرار می دهیم (نکته: با توجه به شرط ۳، که لازم است دو کنتاکتور همزمانی نداشته باشند، باید بسته‌ی بوبین Q1 را در مسیر بوبین Q2 قرار داد) (سطر ۳ نردبان).

۳- برای تأمین شرط ۴ در مدار فرمان از شستی دوبل استفاده کردیم. به طوری که بسته‌ی شستی دوبل این کار را اجرا کند. در برنامه باید در مسیر Set خروجی ها معادل این قسمت بسته را قرار دهیم (سطر ۱ و ۳ نردبان).

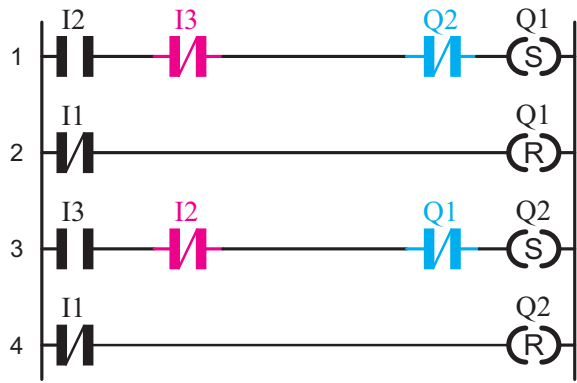
توجه: اگر بخواهیم یک شستی دوبل را در برنامه های نوشته شده با تابع RS معادل سازی کنیم باید قسمت وصل آن را در مسیر Set و قسمت قطع آن را در مسیر Reset تابع RS قرار دهیم.

۴- برای تأمین شرط ۶ باید ورودی II که معادل شستی قطع کل مدار است در مسیر Reset کلیه‌ی خروجی ها (Q1 و Q2) قرار گیرد (سطر ۲ و ۴ نردبان).

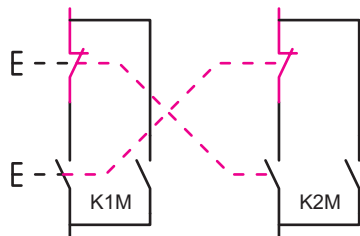
این مدار به شکل نردبانی به صورت شکل ۵-۲۷ برنامه نویسی می شود.

معمول است که در ورودی های رله از شستی دوبل استفاده نمی شود و منطق کاری آن را در برنامه اعمال می کنند. در این مدار از قسمت قطع شستی دوبل به عنوان محافظ استفاده شده است و آن ها را برای حفاظت بیش تر در برنامه در مسیرهای Set قرار دادیم اما معمولاً قسمت قطع شستی دوبل بخشی از مدار را از حالت فعال خارج می کند. در این صورت آن را باید در مسیر Reset خروجی مربوط قرار داد.

مدار چپ گرد - راست گرد به شکل بلوکی در شکل ۲۸-۵ نشان داده شده است. همان گونه که از شکل مشاهده می شود، خروجی ۱ و ۲ را با ورودی های مسیر مقابل AND می کنیم.

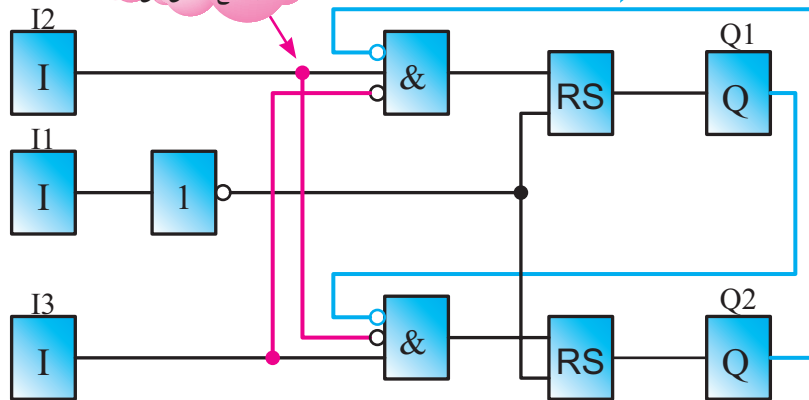


شکل ۲۷-۵- نقشه ی نردبانی مدار چپ گرد، راست گرد با حفاظت کامل



مشابه بسته ی شستی دوبل عمل می کند، یعنی اگر هر دو شستی هم زمان فشرده شود هیچ اتفاقی نمی افتد.

کنتاکت بسته ی بوبین یک کنتاکتور را با مسیر مدار کنتاکتور دیگر سری می کنیم



شکل ۲۸-۵- برنامه نویسی بلوکی مدار چپ گرد، راست گرد با حفاظت کامل

در سمت راست قرار می گیرند. هر دو خروجی باید دارای خودنگهدار باشند و باید در سمت چپ آن ها تابع RS قرار گیرد.  
۳- برای آن که با فشار همزمان دو ورودی I2, I3 هیچ کدام از خروجی ها عمل نکند در رسم، بسته ی هر ورودی را با مسیر ورودی دیگر AND می کنیم (خط قرمز رنگ).

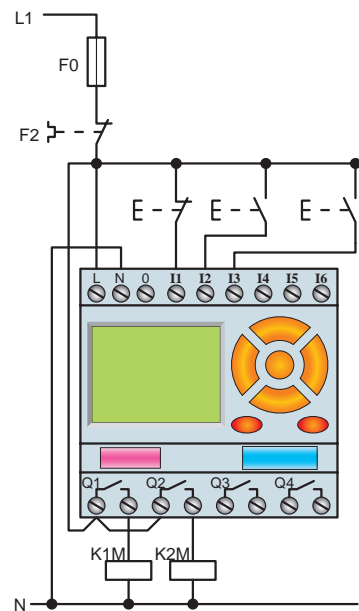
نقشه ی سیم کشی مدار چپ گرد، راست گرد را، با حفاظت

۱- مراحل برنامه نویسی مدار چپ گرد، راست گرد با حفاظت کامل به روش بلوکی :

۱- ورودی I1 مشابه شستی قطع مدار و دو ورودی I2 و I3 برای انتخاب جهت چرخش، در سمت چپ صفحه قرار می گیرند.

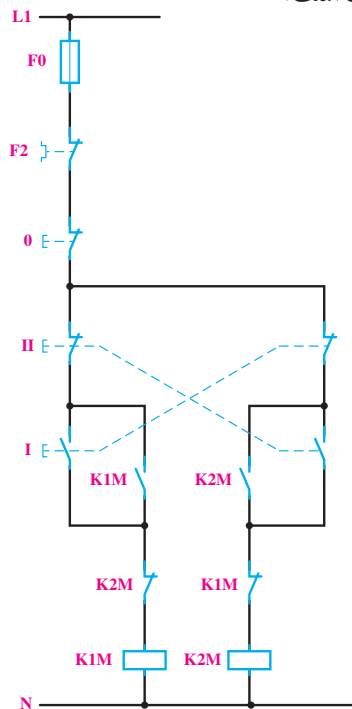
۲- دو خروجی Q1 و Q2 برای راست گرد و چپ گرد بودن

کامل در رله‌ی قابل برنامه‌ریزی، در شکل ۵-۲۹ مشاهده می‌کنید.



شکل ۵-۲۹- نحوه‌ی سیم‌کشی مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز به صورت چپ‌گرد، راست‌گرد با حفاظت کامل و سریع

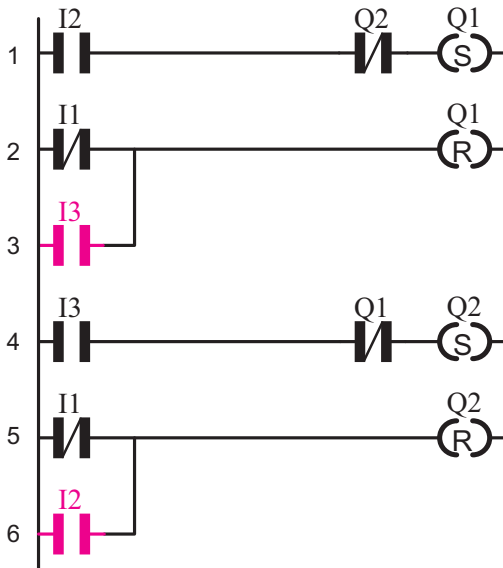
ب- مدار چپ‌گرد، راست‌گرد سریع (تغییر جهت بدون زدن شستی قطع): جهت یادآوری مدار فرمان چپ‌گرد، راست‌گرد سریع در شکل ۵-۳۰ نشان داده شده است. در این مدار شرایط کاری تقریباً همانند مدار چپ‌گرد، راست‌گرد با حفاظت کامل بوده و تنها شرط آن متفاوت است.



شکل ۵-۳۰

طراحی برنامه مدار به روش نردبانی:

مراحل طراحی این برنامه مدار به روش نردبانی تقریباً مشابه مدار چپ‌گرد، راست‌گرد با حفاظت کامل است. با این تفاوت که ورودی I2، در مسیر Reset بوبین Q2 و ورودی I3، در مسیر Reset بوبین Q1 قرار می‌گیرد (سطر ۳ و ۶ نردبان) (شکل ۵-۳۱).

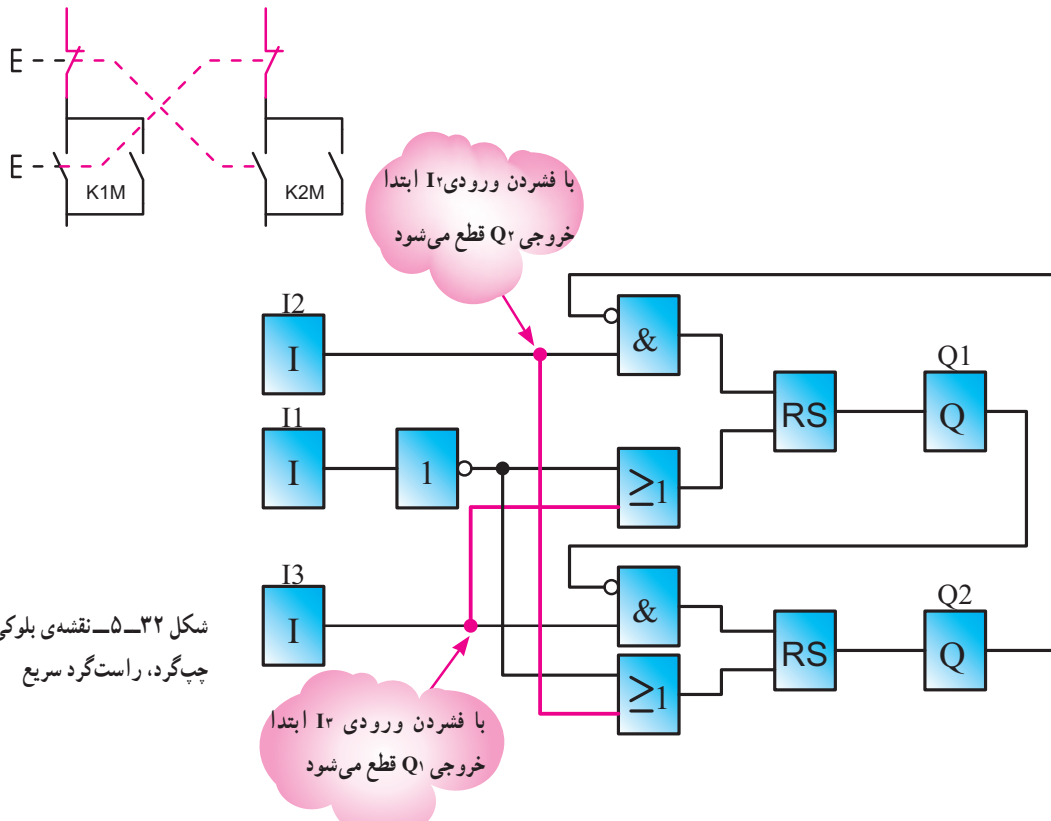


شکل ۵-۳۱- نقشه‌ی نردبانی مدار چپ‌گرد، راست‌گرد سریع

در شکل ۵-۳۲، نقشه‌ی بلوکی مدار راه‌اندازی چپ‌گرد، راست‌گرد سریع را مشاهده می‌کنید.

- در مدار چپ‌گرد، راست‌گرد سریع برای تغییر جهت بدون زدن شستی O، همان مراحل ۱ و ۲ و ۳ برنامه‌ی چپ‌گرد، راست‌گرد قبلی را دنبال می‌کنیم اما لازم است تا ورودی‌های راه‌انداز هر بلوک RS در مسیر Reset کردن بلوک RS دیگر قرار گیرد. برای این منظور در مسیر هر ورودی Reset در بلوک‌های RS یک بلوک OR قرار می‌دهیم تا Reset شدن هم از طریق شستی ورودی I1 و هم از طریق آن مسیر صورت گیرد، مطابق شکل (۵-۳۲).

عملکرد برنامه این کار عملی روی رله خیلی سریع است یعنی هنگام تغییر جهت سرعت جابه‌جایی دو خروجی Q1 و Q2 بسیار زیاد می‌باشد به طوری که کنتاکتورها در سه فاز نمی‌توانند با این سرعت جابه‌جا شوند. بنابراین لازم است تا در نقشه سیم‌کشی روی دستگاه رله توجه ۳ که در صفحه ۱۶۴ آمده رعایت کنید.



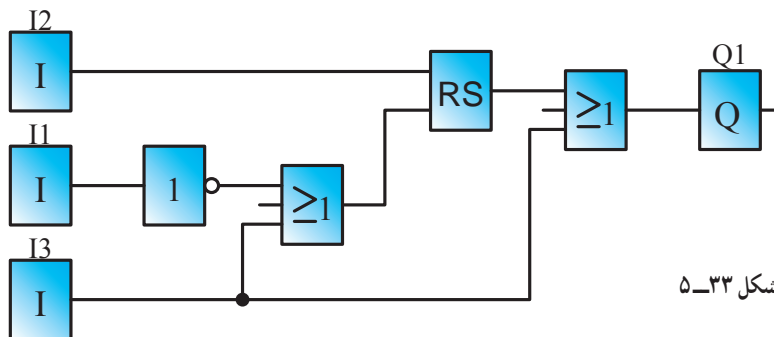
شکل ۳۲-۵- نقشه‌ی بلوکی مدار  
چپ‌گرد، راست‌گرد سریع

### تمرین تکمیلی: (ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند)



- ۱- شکل ۳۳-۵ مدار راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز را، که می‌تواند هم به صورت لحظه‌ای و هم دائم کار کند، نشان می‌دهد. (مانند ماشین چوب‌بری با پدال) با توجه به شکل مطلوب است:
  - الف - بررسی نحوه‌ی عملکرد مدار و شبیه‌سازی آن به روش بلوکی در رایانه؛
  - ب - دلیل استفاده از بلوک‌های OR در این مدار؛
  - ج - کدام شستی برای حالت دائم و کدام یک برای حالت لحظه‌ای است؛
  - د - برنامه‌نویسی مدار به روش نردبانی.

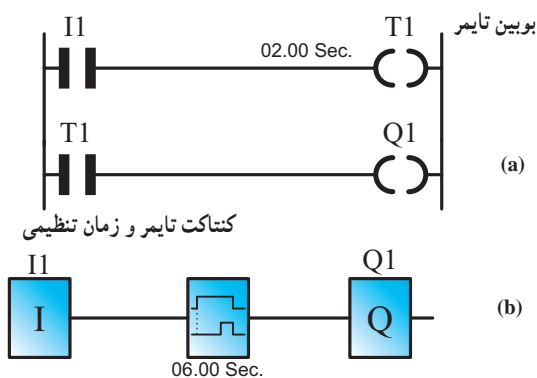
- ۱- همان‌طوری که می‌دانید در مدار چپ‌گرد - راست‌گرد نباید امکان وصل هم‌زمان بین دو کنتاکتور وجود داشته باشد در برخی موارد با قرار دادن کنتاکت باز یک خروجی در مسیر Reset خروجی دیگر در برنامه این کار انجام می‌شود با توجه به توضیحات داده شده برنامه بلوکی و نردبانی مدار کار عملی ۵ را رسم کنید.
- ۲- مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز را به صورت چپ‌گرد، راست‌گرد دستی و با میکروسوییچ به روش نردبانی یا بلوکی شبیه‌سازی و اجرا نمایید. (راهنمایی: در برنامه‌نویسی برای میکروسوییچ یک ورودی جداگانه در نظر بگیرید).



شکل ۳۳-۵

## توابع تایمر

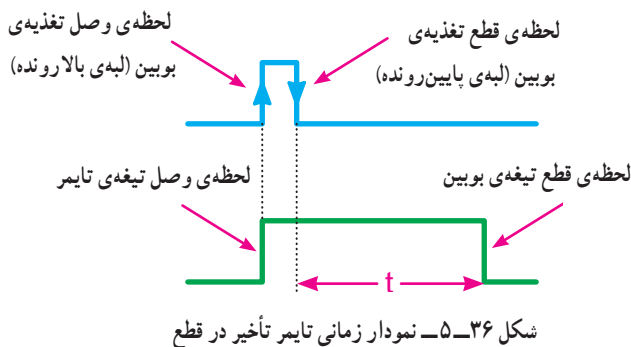
در روش بلوکی، تایمرها توسط یک بلوک، که مشخصه‌ی زمانی روی آن و زمان تنظیمی در زیر آن نوشته شده است، نشان داده می‌شود (شکل ۳۵-۵). ورودی این بلوک که تغذیه‌ی تایمر نیز نامیده می‌شود، در سمت چپ آن قرار گرفته است. در قسمت تنظیمات تایمر می‌توان زمان را به دل خواه بر روی تایمر تنظیم کرد. در روش نردبانی، تایمر از بوبینی ساخته می‌شود که باید توسط یک ورودی تغذیه گردد. هم چنین یک کنتاکت عملکرد تایمر را به عنوان خروجی نشان می‌دهد. در مدار ساده، مطابق شکل ۳۵-۵ می‌توانید نتیجه‌ی عملکرد یک تایمر را در روش نردبانی مشاهده کنید.



شکل ۳۵-۵ - a - تایمر در روش نردبانی - b - تایمر در روش بلوکی

### ۲- تایمر تأخیر در قطع

عملکرد: با وصل تغذیه (لبه‌ی بالا رونده) تایمر تأخیر در قطع<sup>۲</sup> عمل می‌کند و تیغه‌ی آن تغییر وضعیت می‌دهد. هم چنین با قطع تغذیه (لبه‌ی پایین رونده)، زمان سنجی (t) آغاز می‌شود و با اتمام زمان، تیغه‌ی تایمر به حالت اولیه خود برمی‌گردد (شکل ۳۶-۵). همان طور از سال گذشته به یاد دارید رله‌ی راه پله یک نوع تایمر تأخیر در قطع بود.



شکل ۳۶-۵ - نمودار زمانی تایمر تأخیر در قطع

در رله‌های قابل برنامه‌ریزی تایمرهای متعددی وجود دارد که در این کتاب به شرح بعضی از آنها می‌پردازیم. این تایمرها عبارت‌اند از:

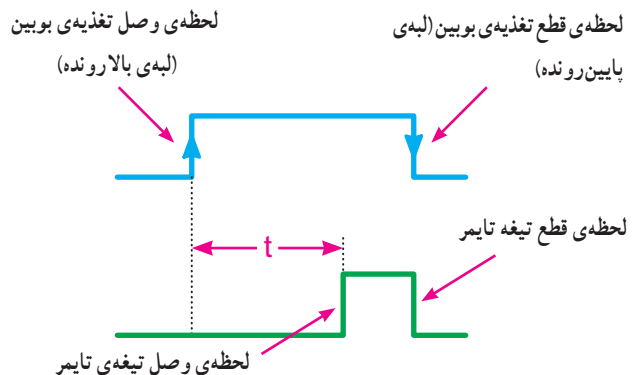
- ۱- تایمر تأخیر در وصل
- ۲- تایمر تأخیر در قطع
- ۳- تایمر پالسی
- ۴- تایمر پالسی گسترده
- ۵- تایمر تأخیر در وصل ماندگار

در بخش مدارات فرمان با تایمرهای تأخیر در وصل و تأخیر در قطع آشنا شده‌اید. اما جهت یادآوری، در این قسمت به آن‌ها اشاره خواهد شد.

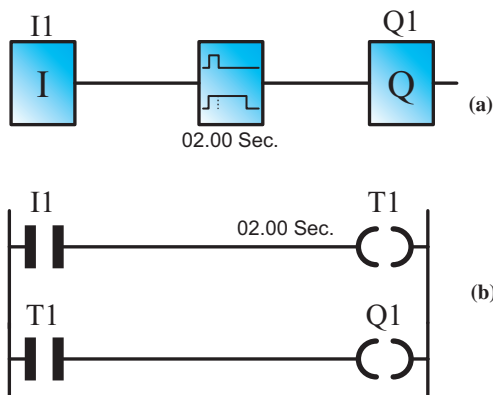
**توجه:** در نمودار زمانی، تایمرهای در رله‌ی قابل برنامه‌ریزی مفهومی به نام Reset داریم. یعنی صفر کردن زمان سنجی تایمر. البته در زمانی که Reset فعال نگه داشته شده باشد، بارها کردن آن، در صورتی که عاملی مانع زمان سنجی نباشد، زمان سنجی شروع می‌شود.

### ۱- تایمر تأخیر در وصل

عملکرد: با وصل تغذیه (لبه‌ی بالا رونده)، تایمر تأخیر در وصل<sup>۱</sup> زمان سنجی (t) را آغاز می‌کند و پس از اتمام زمان تنظیمی آن، عمل می‌کند و تیغه‌ی آن تغییر وضعیت می‌دهد. هم چنین این تیغه‌ی عمل کرده با قطع تغذیه (لبه‌ی پایین رونده) به حالت اولیه برمی‌گردد (شکل ۳۴-۵).



شکل ۳۴-۵ - نمودار زمانی تایمر تأخیر در وصل



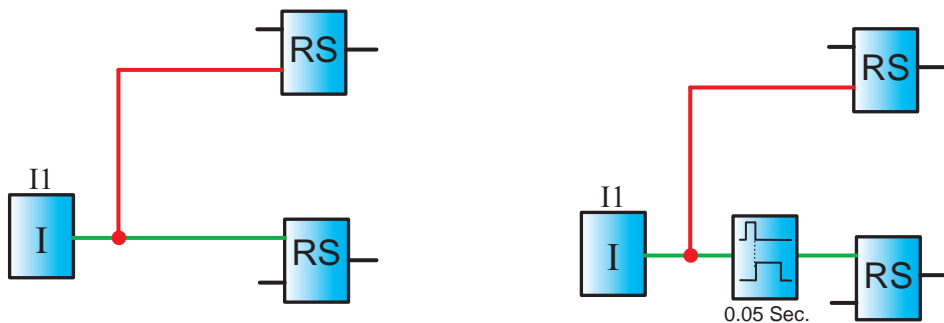
شکل ۵-۳۷- مداری برای تایمر به روش بلوکی و نردبانی

در شکل ۵-۳۸ نقشه‌ی بلوکی و نردبانی تایمر تأخیر در قطع را مشاهده می‌کنید.

**توجه:** در نوشتن برنامه به روش نردبانی، شکل تایمرهای با تأخیر در وصل و قطع با هم تفاوت ندارند و فقط در تنظیمات آنها می‌توان نوع تایمر و مقدار زمان را تنظیم نمود.

### مطالعه‌ی آزاد

به یاد دارید چون در سیم‌کشی روی دستگاه رله شستی دوبل را به کار نمی‌بریم. باید تأثیر شستی دوبل را در برنامه اعمال می‌نمودیم. برای این منظور چون قسمت وصل‌کننده شستی دوبل بخشی از مدار را فعال می‌کند و قسمت قطع‌کننده آن بخشی از مدار را غیرفعال می‌کند، تأثیر شستی دوبل در مدارها را می‌توان در برنامه چنین اعمال نمود. یک شستی وصل (START) در سیم‌کشی دستگاه در نظر بگیرید که ورودی تخصیص یافته برای آن در برنامه نیز یک کنتاکت باز باشد. حال این ورودی یک تابع RS را Set و تابع RS دیگری را Reset می‌کند. چنین کاربردی را در برنامه مدار چپ‌گرد - راست‌گرد سریع دیدید، اما باید توجه داشت که برخلاف شستی‌های دوبل معمول که قسمت قطع‌کننده شستی ابتدا و قسمت وصل‌کننده آن با تأخیری عمل می‌کند. توابع RS چنین نیستند در واقع در برنامه بالا فعال شدن ورودی Set و Reset با یک همزمانی همراه است. برای آن‌که تأخیر خواسته شده در قسمت وصل‌کننده شستی دوبل در برنامه اتفاق افتد از یک تایمر باید استفاده کرد. آیا می‌توانید حدس بزنید برای این منظور چه تایمری مناسب است؟

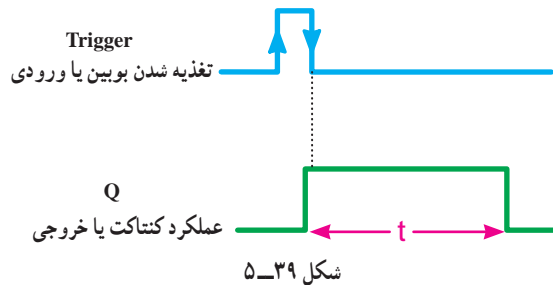


شکل ۵-۳۸

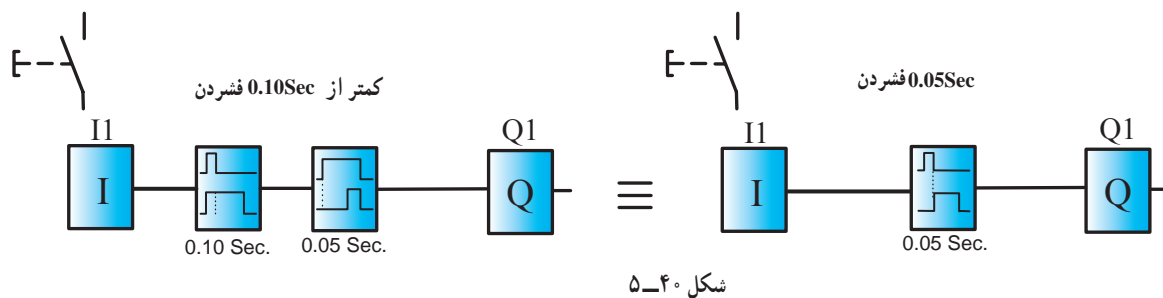
برای این منظور مطابق شکل ۵-۳۹ تایمری را در نظر بگیرید. آیا از مشخصه زمانی تایمر که روی بلوک رسم شده می‌توانید بی‌به طرز کار آن بپزید؟



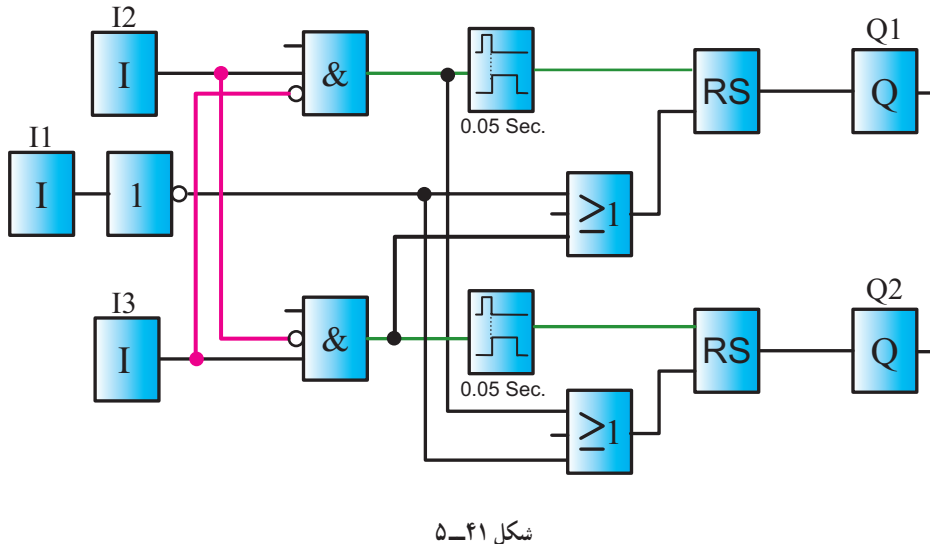
این تایمر که در برخی از رله‌های قابل برنامه‌ریزی وجود دارد، تایمر بعد از پالس (After Pulse) نام دارد. مشخصه زمانی آن به صورت زیر است، در برخی رله‌ها مجبور می‌شوید این تایمر را بسازید مانند زیر:



می‌خواهیم با استفاده از دو تایمر اولی تأخیر در قطع و دومی تأخیر در وصل این تایمر را بسازیم، آیا می‌توان این معادل‌سازی را پذیرفت؟ چرا؟



برای مدار چپ‌گرد - راست‌گرد سریع که در مدار قدرت نیز کارایی خود را به خوبی نشان دهد با توجه به همان ورودی‌های تخصیص داده شده برای مدار کار عملی می‌توان برنامه زیر را ارائه کرد بلوک‌های AND به کار رفته برای آن است که با همزمان فشردن ورودی‌های مربوط هیچ‌یک از خروجی‌ها فعال نشود.





## کار عملی ۶

هدف: راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد، راست گرد با توقف زمانی

ابتدا شرایط کاری این مدار را مجدداً مرور می کنیم. شرایط کاری به شرح زیر است:

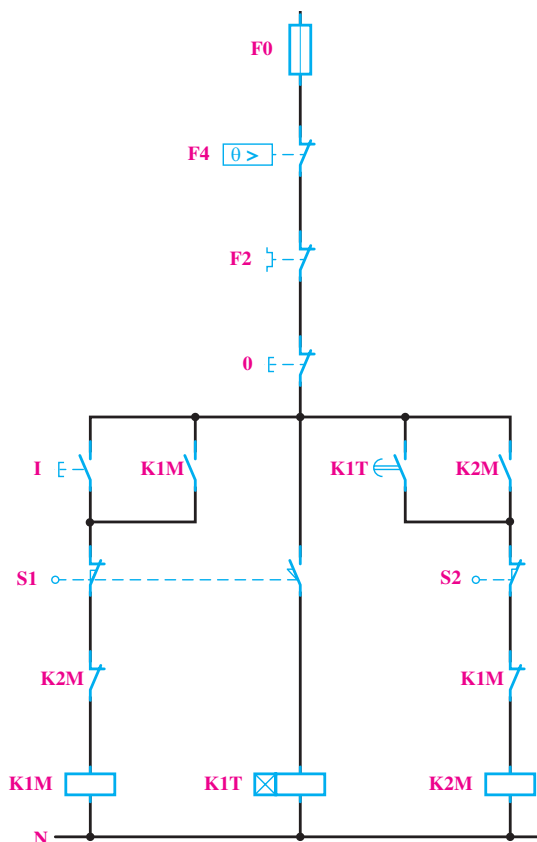
۱- با زدن شستی I کنتاکتور K1M دایم، کار کند. با اعمال فشار به میکروسویچ S1 کنتاکتور K1M قطع و تایمر زمان سنجی را شروع کند و پس از مدت زمان تنظیمی، کنتاکتور K2M وصل شود.

۲- با اعمال فشار به میکروسویچ S2 کنتاکتور K2M قطع شود.

۳- امکان این که دو کنتاکتور همزمان با هم عمل کنند، وجود نداشته باشد.

۴- با زدن شستی O مدار قطع شود.

نقشه ی مدار فرمان راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد، راست گرد با توقف زمانی، جهت یادآوری، در شکل ۴۲-۵ نشان داده شده است.



شکل ۴۲-۵- نقشه ی فرمان مدار راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد، راست گرد با توقف زمانی

طراحی برنامه مدار به روش نردبانی: با توجه به شرایط فوق و تخصیص ورودی و خروجی ها، مراحل طراحی به روش نردبانی را می نویسیم.

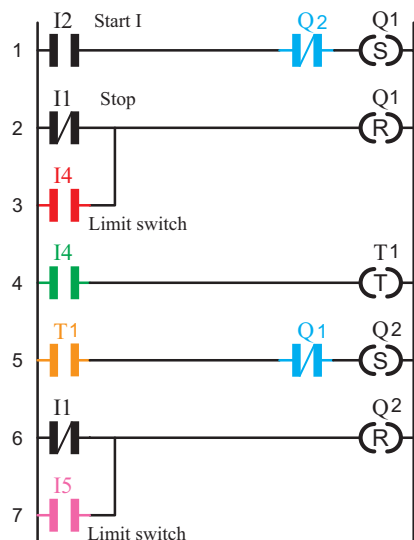
۱- با توجه به شرط ۱، Q1 دایم کار شده است، در نتیجه خروجی باید از نوع RS باشد. ورودی I2 جهت فعال کردن آن در مسیر Set قرار می گیرد. ضمناً با توجه به شرط ۳، بسته Q2 را در این مسیر قرار می دهیم (سطر ۱ نردبان).

۲- آنچه که باعث قطع Q1 می شود، در مسیر Reset قرار می گیرد. در این مدار با توجه به شرط ۳، ورودی I4 و همچنین شستی قطع کلی مدار باعث قطع Q1 می شوند. در نتیجه کنتاکت مربوط به آن ها را در برنامه به طور موازی به Reset وصل می کنیم (سطر ۲ و ۳ نردبان).

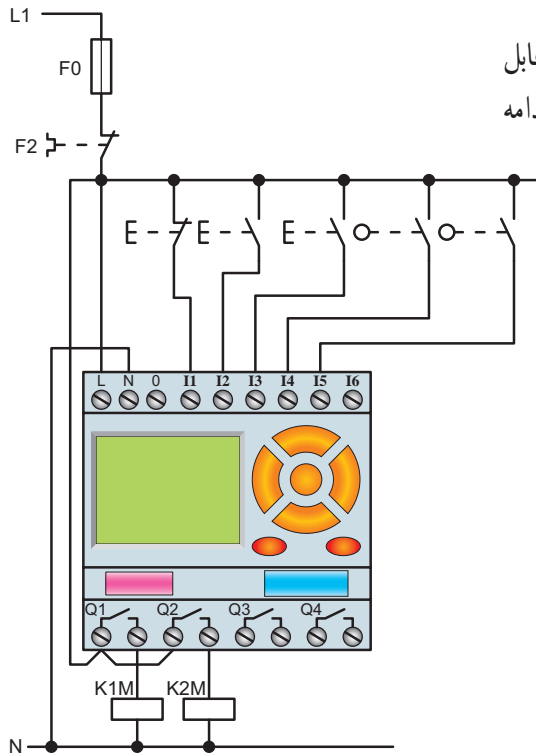
۳- ورودی I4 همچنین باید با بوبین تایمر سری شود تا در زمان فعال بودن آن، تایمر زمان سنجی کند (سطر ۴ نردبان).

۴- کنتاکت تایمر باید در خروجی Q2 وصل زمانی ایجاد نماید. برای این منظور در مسیر Set کردن آن قرار می گیرد ضمناً با توجه به شرط ۳، بسته ی Q1 را در این مسیر قرار می دهیم. (سطر ۵ نردبان).

۵- ورودی I1 معادل شستی قطع کل مدار است و باید در مسیر Reset کلیه ی خروجی ها قرار گیرد (سطر ۶ و ۷ نردبان). مراحل فوق را در روش نردبانی در شکل ۴۳-۵ مشاهده می کنید.



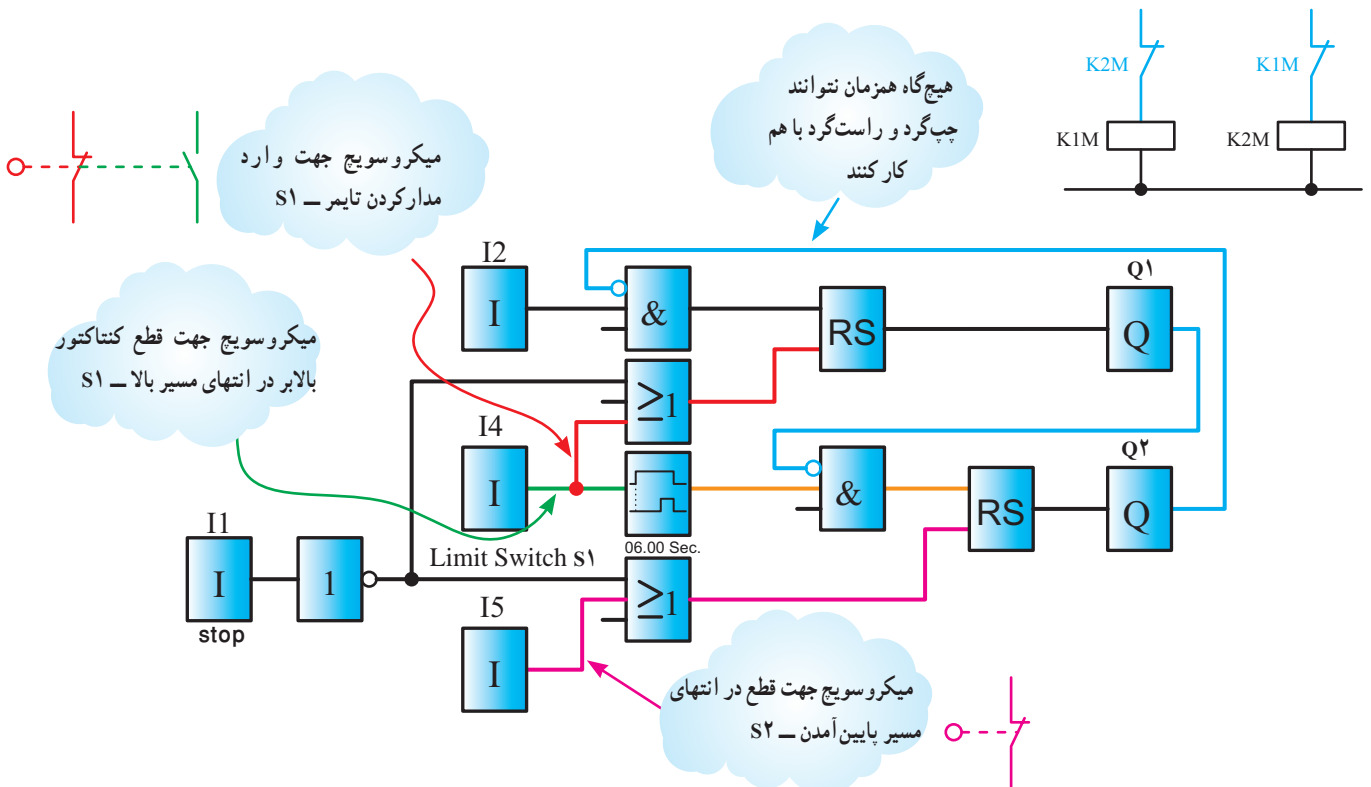
شکل ۴۳-۵- برنامه نویسی به روش نردبانی



شکل ۴۴-۵ نحوه‌ی سیم‌کشی این مدار را در رله‌ی قابل برنامه‌ریزی نشان می‌دهد. شستی به کار رفته در ورودی I3 در ادامه به کار می‌آید و فعلاً در برنامه وجود ندارد.

شکل ۴۴-۵ نحوه‌ی سیم‌کشی مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز به صورت چپ‌گرد، راست‌گرد با توقف زمانی

شکل ۴۵-۵ برنامه‌نویسی به روش بلوکی این مدار را نشان شده است. می‌دهد. اعمال تمام شرایط کاری مدار بر روی نقشه توضیح داده



شکل ۴۵-۵ نقشه‌ی بلوکی مدار کوره