



## راهنمای آموزشی

FATEK PLC

حسین ریاحی



انتشارات قدیس  
[www.Qeddis.com](http://www.Qeddis.com)

سرشناسه	: ریاحی، حسین، ۱۳۵۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: راهنمای آموزشی FATEK PLC / حسین ریاحی.
مشخصات نشر	: تهران : قدیس ، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۶۸۷ ص؛ مصور (بخشی رنگی).
شابک	: ۳۵۰۰۰۰ ریال: 7-53-6450-600-978
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: کنترل کننده های برنامه پذیر -- دستنامه ها
موضوع	: کنترل کننده های برنامه پذیر -- نرم افزار
رده بندی کنگره	: ۲۲۳TJ / ک ۲۹۳ ۱۳۹۳
رده بندی دیویی	: ۶۲۹/۸۹۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۶۴۱۱۲۴



## انتشارات قدیس

### راهنمای آموزشی FATEK PLC

حسین ریاحی

ناشر: قدیس

صفحه آرای: سعید اسدی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: رادین، گلبرگ

نوبت و سال چاپ: اول، ۱۳۹۳

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۳۵۰۰۰ تومان

شابک: ۷-۵۳-۶۴۵۰-۶۰۰-۹۷۸

حق چاپ محفوظ و منحصرأ مخصوص ناشر است.

### مرکز پخش:

تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، پایین تر از وحید نظری، نبش بن بست حقیقت، پلاک ۴ واحد ۵

تلفن: ۶۶۴۰۳۵۴۸ - ۶۶۴۱۱۳۸۱ - ۶۶۷۱۵۲۵۵

۰۹۱۹۵۵۰۷۱۲۵ - ۰۹۱۲۲۷۰۴۸۳۷

از آنجایی که سیستم‌های کنترل و اتوماسیون صنعتی باعث بهبود عملکرد ماشین آلات صنعتی و خطوط تولید از طریق افزایش کیفیت و سرعت تولید، کاهش نیروی انسانی، کاهش مصرف انرژی و نهایتاً کاهش هزینه‌های تولید واحد محصول می‌شوند، نیاز به تجهیزات و راهکارهای مناسب و با کیفیت در صنعت اتوماسیون رشدی روزافزون پیدا نموده‌اند. PLCها بعنوان یکی از اجزای اصلی این سیستم‌ها از دیر باز جایگاه خود را در صنعت پیدا نموده‌اند و امروزه، با ابعاد کوچکتر، پردازشگر سریع‌تر و قابلیت‌های شبکه و ارتباط با اینترنت ارائه می‌گردند. شرکت FATEK نیز بعنوان یکی از ارائه‌کنندگان سیستم‌های اتوماسیون صنعتی با توجه به قابلیت، کیفیت و قیمت مناسب محصولات آن شامل انواع PLC، HMI، منابع تغذیه و AC Drive جایگاه ویژه‌ای را در صنعت اتوماسیون ایران به خود اختصاص داده و در بسیاری از صنایع کشور با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. از این رو، نیاز به مدارک فنی و آموزشی مناسب و جامع به زبان فارسی برای استفاده‌ی مهندسين و دانشجویان علاقه‌مند بسیار ضروری به نظر می‌رسید و همواره جای خالی کتابی که به بررسی ویژگی‌های تخصصی و کاربردی FATEK PLC بپردازد، احساس می‌شد. بنابراین، **شرکت درنا صنعت مهر** بعنوان نماینده‌ی رسمی و انحصاری شرکت مذکور در ایران و منطقه بر آن شد تا راهنمای آموزشی FATEK PLC را با توجه به مدارک فنی موجود، نیاز مشتریان و تجربیات 15 ساله‌ی خود، تهیه و تقدیم نماید. امید است مشتریان و علاقه‌مندان گرامی پوزش این شرکت را بخاطر تاخیر در ارائه‌ی کتاب آموزشی بپذیرند.

در تهیه‌ی این کتاب، ضمن پرداختن به تمامی قابلیت‌ها و ویژگی‌های سخت افزاری و نرم‌افزاری FATEK PLC، مروری بر مباحث اتوماسیون صنعتی نیز شده تا خواننده نیاز کمتری به مراجع دیگر پیدا کند. مبانی ابزار دقیق و کنترل صنعتی، مبانی دیجیتال، مبانی شبکه‌های صنعتی، ارتینگ و گراندینگ در سیستم‌های کنترل، کنترل موقعیت و سروکنترل، از جمله این مباحث می‌باشند که بصورتی کاربردی ارائه شده‌اند. شایان ذکر است که مباحث کتاب برای تمرین و تسلط بر سایر PLCها و حتی کسانی که آشنایی با PLC ندارند، نیز مناسب است. این کتاب، ضمن ارائه‌ی مطالب مورد نیاز برای نصب، برنامه نویسی و راه‌اندازی FATEK PLC، مباحث پایه تا پیشرفته آن را در بر

گرفته و تمامی توابع و امکانات را با ذکر مثال و تمرین مورد بررسی قرار داده است. بنابراین، کتاب برای کلیه علاقه‌مندان در هر سطحی قابل استفاده می‌باشد. در بخش پروژه‌ها، ضمن پرداختن به اصول اجرای پروژه، پروژه‌ها و تمرین‌هایی نیز بر اساس توانمندی‌های بالای FATEK PLC تعریف شده و قابل پیاده‌سازی می‌باشند که پاسخ آنها در بخش فنی شرکت مورد بررسی و تایید قرار گرفته است. به همراه کتاب، یک DVD شامل آخرین نسخه از نرم‌افزار WinProLadder، مستندات فنی و راهنماهای آموزشی و پاسخ تمامی پروژه‌ها تقدیم خوانندگان محترم می‌شود.

مشتریان و خوانندگان محترم می‌توانند از طریق تلفن شرکت به شماره 22883170، پست الکترونیکی به نشانی [info@dornamehr.com](mailto:info@dornamehr.com) و یا سایت اینترنتی شرکت [www.dornamehr.com](http://www.dornamehr.com) ضمن ارائه‌ی دیدگاه‌ها و نظرات خود، با محصولات و خدمات شرکت درنا صنعت مهر بیشتر آشنا شوند.

همچنین، **دوره‌های آموزشی FATEK PLC** در این شرکت و نمایندگی‌های مجاز در سطوح مختلف برگزار می‌شوند که خوانندگان می‌توانند جهت اطلاعات بیشتر و ثبت نام به سایت شرکت مراجعه نمایند.

در پایان، از دوست و همکار عزیزم جناب آقای **مهندس کاوه حسینی** که در نگارش، گردآوری و ویرایش مطالب کتاب این بنده را یاری نموده و در ارائه‌ی هر چه بهتر آن تلاش فراوان و بی‌شائبه نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. همچنین، از سایر همکاران و دوستان خود در شرکت از جمله آقایان **مهندس امیر رضایی و مهندس امیر حسین صفاری** که زحمت گردآوری و ترجمه‌ی بخش‌هایی از کتاب را تقبل نمودند، بی‌نهایت سپاسگزارم. از زحمات جناب آقای **یوسف باوند سوادکوهی** مدیریت محترم **انتشارات قدیس** که این شرکت را در ارائه‌ی کتاب یاری نمودند، سپاسگزاری می‌نمایم. امید است این کتاب گامی بسیار کوچک در جهت ارتقای دانش اتوماسیون صنعتی در میهن عزیزمان باشد.

شاد و پیروز باشید

حسین ریاحی

شرکت درنا صنعت مهر

## فهرست

فصل اول / مبانی کنترل، ابزار دقیق و PLC	17
1- ابزار دقیق	19
1-1 ادوات اندازه‌گیری	19
2-1 انواع ادوات اندازه‌گیری	19
3-1 تقسیم‌بندی براساس نوع سیگنال خروجی	20
1-3-1 حسگرهای دیجیتال	20
1-1-3-1 سوئیچ‌ها	21
2-1-3-1 حسگرهای الکترونیکی با خروجی PNP و NPN	22
2-3-1 حسگرهای آنالوگ	23
1-2-3-1 تقسیم‌بندی براساس کمیت فیزیکی	24
1-1-2-3-1 حسگرهای دما	26
2-1-2-3-1 حسگرهای Load Cell	27
3-1-2-3-1 حسگرهای جابجایی (Position Displacement Sensors)	28
4- عملگرها (Actuators)	30
1-4-1 انواع عملگرها	30
2-4-1 انواع شیرها	30
1-2-4-1 شیرهای سلونوئیدی	30
2-4-1 شیرهای کنترلی	32
1-2-4-2 شیر موتوری (Motor Operated Valve)	32
2-2-4-2 شیر نیوماتیکی	33
3-2-4-2 شیر هیدرولیکی	34
2- سیستم‌های کنترل	34
1-2 تعاریف	34
1-1-2 فرآیند صنعتی	34
2-1-2 انواع فرآیندهای صنعتی	35
3-1-2 سیستم کنترل فرآیند	35
2-1 وظایف سیستم‌های کنترل	35
3-1 اجزای سیستم کنترل	35
4-1 ویژگی‌های عمومی سیستم‌های کنترل	37
5-1 انواع سیستم‌های کنترل به لحاظ عملکرد	37
1-5-2 سیستم‌های کنترل ON/OFF	37
2-5-2 سیستم‌های کنترل Modulation	38
3-5-2 سیستم‌های کنترل حلقه باز (Open Loop)	38
4-5-2 سیستم‌های کنترل Feedforward	39

39	..... (5-5-2) سیستم‌های کنترل حلقه بسته (Closed Loop)
41	..... PLC - 3
41	..... (1-3) مقدمه
42	..... (2-3) مزایای PLC
43	..... (3-3) انواع PLC
43	..... (4-3) اجزای PLC
44	..... (5-3) زبان‌های برنامه‌نویسی
45	..... (6-3) زبان LADDER یا برنامه‌نویسی به روش نردبانی
50	..... (1-6-3) تایمرها
51	..... (2-6-3) شمارنده‌ها
53	..... (7-3) مفاهیم پایه
53	..... Scantime (1-7-3)
53	..... Interrupt یا وقفه (2-7-3)
54	..... High Speed Counter سرعت بالا (3-7-3)
54	..... High Speed OutPut خروجی سرعت بالا (4-7-3)
55	..... Analog ورودی خروجی (5-7-3)
55	..... (8-3) تبدیل واحد
56	..... (1-8-3) اعداد دودویی علامتدار (Signed / Unsignd)
56	..... (2-8-3) اعداد اعشاری
57	..... (3-8-3) کد BCD
57	..... (4-8-3) کد اسکی (ASCII Code)

## فصل دوم / معرفی سخت‌افزار ..... 59

61	..... سخت‌افزار FATEK PLC
61	..... شرایط محیطی ماژول‌ها
62	..... (1) سخت‌افزار خانواده‌ی FBS
62	..... (1-1) Main Unit (واحد اصلی)
62	..... (2-1) خصوصیات مشترک
65	..... (3-1) کدگذاری واحدهای اصلی
65	..... (4-1) ویژگی‌های مدل MA
66	..... (5-1) ویژگی‌های خاص مدل MC
68	..... (6-1) ویژگی‌های خاص مدل MN
68	..... (7-1) ماژول‌های گسترش
69	..... (1-7-1) مشخصات ماژول‌های ورودی و خروجی و ماژول تغذیه در خانواده‌ی FBS
70	..... (2-7-1) ماژول‌های گسترش ورودی و خروجی آنالوگ
70	..... (3-7-1) ماژول پتانسیومتر
71	..... (4-7-1) ماژول‌های دما
72	..... (5-7-1) ماژول‌های گسترش ترکیبی دما و آنالوگ

72	6-7-1) ماژول‌های گسترش پورت یا ماژول‌های ارتباطی
72	1-6-7-1) ماژول‌های ارتباطی RS232 و RS485
72	2-6-7-1) ماژول‌های Ethernet و ترکیبی (Ethernet و RS232 و RS485)
73	3-6-7-1) ماژول ZigBee
74	4-6-7-1) ماژول GSM
74	5-6-7-1) ماژول‌های ارتباطی خاص
75	7-7-1) ماژول صدا
75	8-7-1) ماژول Thumbwheel Switch
76	9-7-1) ماژول‌های Seven Segment
77	10-7-1) ماژول‌های Load Cell
78	11-7-1) ماژول کنترل موقعیت
78	12-7-1) ماژول‌های نمایشگر
79	8-1) Expansion Board بُردهای توسعه
82	9-1) سخت‌افزارهای جانبی
82	1-9-1) حافظه‌ی جانبی
82	2-9-1) کابل‌های ارتباطی و برنامه‌ریزی
83	کابل‌های ارتباطی FATEK CPUs
88	2) معرفی سخت‌افزار PLC های خانواده‌ی B1z
88	3) معرفی سخت‌افزار خانواده‌ی B1
89	1-3) تفاوت‌های خانواده‌های B1 و FBs
89	2-3) منبع تغذیه
90	3-3) ورودی‌های دیجیتال
90	4-3) خروجی‌های دیجیتال
91	5-3) کدگذاری
91	6-3) واحدهای اصلی
92	7-3) ماژول‌های ورودی - خروجی
93	8-3) ماژول‌های آنالوگ
93	9-3) ماژول‌های ارتباطی

## 95 فصل سوم / نصب، راه‌اندازی و عیب‌یابی PLC

97	1- نصب PLC
97	1-1) هشدارهای لازم برای شروع نصب
97	2-1) محیط نصب
97	3-1) تابلوی PLC
98	4-1) جایگذاری PLC
101	5-1) سیم‌کشی PLC
101	1-5-1) موارد احتیاطی در سیم‌کشی:
101	2-5-1) موارد مهم در طراحی مدار PLC

- 103 ..... (6-1) زمین کردن تجهیزات (Earthing) و هم پتانسیل سازی (Grounding)
- 103 ..... (1-6-1) استانداردهای جهانی
- 103 ..... (1) استاندارد ISO
- 103 ..... (2) استاندارد IEC : International Electro technical Commission
- 103 ..... (3) کمیته CISPR : International Special Committee On Radio Interference
- 104 ..... (4) استانداردهای مربوط به استفاده از PLC
- 104 ..... (2-6-1) تعاریف و مفاهیم پایه
- 105 ..... (3-6-1) اتصال گراند در سیستم‌های جریان متناوب
- 109 ..... (4-6-1) ارت محافظتی
- 110 ..... (5-6-1) EMC
- 110 ..... (6-6-1) اقدامات و راهکارها
- 110 ..... (1-6-6-1) گراندینگ (Grounding)
- 112 ..... (2-6-6-1) بالانسینگ
- 112 ..... (3-6-6-1) ترنسپوزیشن
- 113 ..... (4-6-6-1) جانمایی صحیح تجهیزات در تابلو
- 113 ..... (5-6-6-1) کابل کشی صحیح تجهیزات
- 113 ..... (6-6-6-1) شیلد کردن
- 113 ..... (7-6-6-1) فیلتر کردن
- 114 ..... (7-6-1) جانمایی صحیح تجهیزات در تابلو
- 116 ..... (8-6-1) ارتینگ و گراندینگ تابلوهای کنترل
- 118 ..... (9-6-1) سیم کشی و روشنایی داخل تابلو
- 118 ..... (10-6-1) نصب فیلتر تغذیه در تابلو کنترل
- 119 ..... (11-6-1) هادی مرجع (سیستم گراند سیگنال) در تابلوی کنترل
- 119 ..... (12-6-1) گراند کردن FATEK PLC
- 120 ..... 2- منبع تغذیه
- 121 ..... (1-2) مشخصات منبع تغذیه AC
- 122 ..... (2-2) مشخصات منابع تغذیه DC
- 122 ..... (3-2) جریان تغذیه تولیدی واحد اصلی و جریان تغذیه مصرفی ماژول‌های گسترش
- 127 ..... (4-2) لزوم تقدم روشن شدن واحدهای اصلی بر ماژول‌های گسترش
- 128 ..... (3) سیم کشی ورودی‌ها و خروجی‌های دیجیتال PLC
- 128 ..... (1-3) مفاهیم اولیه
- 130 ..... (3-2) سیم‌بندی انواع ورودی‌ها دیجیتال
- 130 ..... (1-2-3) بررسی سیم‌بندی ورودی‌های دیفرانسیلی
- 132 ..... (2-2-3) بررسی سیم‌بندی ورودی‌های Single-End
- 133 ..... (3-3) سیم‌بندی انواع خروجی‌های دیجیتال
- 134 ..... (1-3-3) سیم‌بندی خروجی‌های Line-Driver Differential
- 135 ..... (3-3-3) سیم‌بندی خروجی‌های Single-End
- 135 ..... (4-3-3) سیم‌بندی خروجی‌های رله‌ای



136	5-3-3) سیم بندی خروجی های ترانزیستوری
138	6-3-3) سیم بندی خروجی های ترایاک
138	7-3-3) حفاظت از خروجی های دیجیتال
139	1-7-3-3) نحوه ی محافظت از کنتاکت های خروجی رله در مدارهای AC و DC
141	2-7-3-3) نحوه ی محافظت از ترانزیستورهای خروجی
142	4-3) سیم کشی ورودی ها و خروجی های آنالوگ PLC
143	4- راه اندازی و عیب یابی PLC
144	1-4) بازبینی پس از سیم کشی
144	2-4) برق دار نمودن سیستم PLC
145	3-4) برنامه نویسی، مانیتورینگ و راه اندازی
145	5) آزمایش، عیب یابی و نگهداری
145	1-5) آزمایش در حالت Run و مانیتورینگ
145	2-5) نشانگرهای LED و عیب یابی
147	3-5) نگهداری
148	1-3-5) تدابیر پیشگیرانه
148	2-3-5) شارژ باتری و استفاده ی دوباره از آن

## فصل چهارم / ساختار حافظه در FATEK PLC

149	1- ساختار حافظه در FATEK PLC
151	2- دسته بندی انواع حافظه ی داده ها در Fatek
153	3- حافظه ی برنامه نویسی
155	4) بیت های ویژه (سیستمی)
155	1-4) بیت های کنترل
157	2-4) بیت های داخلی تولید پالس
157	3-4) بیت های پیام های خطا
158	4-4) بیت های مخصوص پورت 3 و 4
158	5-4) بیت های مخصوص شمارنده های سریع HSC0 و HSC1
159	6-4) بیت های مخصوص شمارنده های سریع HSC2 تا HSC7
160	7-4) بیت های تقویم و زمان RTC
161	8-4) بیت های شبکه ی ارتباطی، کنترل زمان و شمارش
163	9-4) بیت های کنترل پالس های خروجی PSO0 تا PSO3
164	10-4) بیت های رزرو
164	5) رجیسترهای ویژه (سیستمی)
164	1-5) رجیسترهای ویژه ی کانال های آنالوگ
165	2-5) رجیسترهای ویژه ی کنترل PID و دما
166	3-5) رجیسترهای ویژه ی ماژول های توسعه
166	4-5) رجیسترهای ویژه ی Memory Pack
167	5-5) رجیسترهای ویژه ی CPU

169	رجیسترهای ویژه‌ی تولید پالس خروجی	(6-5)
171	رجیسترهای ویژه‌ی شمارنده‌های سرعت بالا سخت‌افزاری	(7-5)
172	رجیسترهای ویژه‌ی مربوط به ساعت و تاریخ داخلی	(8-5)
172	رجیسترهای ویژه‌ی مودم	(9-5)
173	رجیستر ویژه‌ی وقفه‌های ورودی دیجیتال	(10-5)
173	رجیسترهای ویژه‌ی آدرس‌دهی غیر مستقیم	(11-5)
174	رجیسترهای ویژه‌ی مربوط به پورت‌های ارتباطی	(12-5)

## فصل پنجم / برنامه‌نویسی با نرم‌افزار WinProLadder

177	معرفی منوهای نرم‌افزار WinProLadder	
179	1- پنجره‌ی پروژه	
180	System configuration (1-1)	
180	I/O Configuration (1-1-1) گزینه‌ی	
185	Memory Allocation (2-1-1) گزینه‌ی	
185	ROR Register (3-1-1)	
188	Table Edit (انواع جدول‌ها در WinProLadder) (2-1)	
188	(1-2-1)	
189	Comment (3-1)	
189	I/O Numbering (4-1)	
189	(3-2-1)	
189	(2-2-1)	
189	(4-2-1)	
189	(5-2-1)	
189	(6-2-1)	
189	(7-2-1)	
189	(1-4-1)	
190	2- پنجره‌ی دیاگرام نردبانی	
190	3- Component Tray	
190	(2-4-1)	
202	4- Tools bar	
203	5- Functions Toolbar	
204	اجزای Functions Toolbar	
204	1-5 منوی File	
204	New Project (1-1-5)	
205	Open (2-1-5)	
206	Save (3-1-5)	
206	Save As (4-1-5)	
206	Close (5-1-5)	

206	Export & Import (6-1-5)
208	Printer Setup (7-1-5)
208	Print Content Setup (8-1-5)
209	Exit (9-1-5)
209	Edit منوی (2-5)
213	View منوی (3-5)
215	Project منوی (4-5)
216	Project Setup (1-4-5)
217	Discrete Register Allocation (2-4-5)
217	Project Information (3-4-5)
217	Options (4-4-5)
219	Ladder منوی (5-5)
219	PLC منوی (6-5)
220	Offline و Online ، Stop PLC ، Run PLC گزینه‌های (1-6-5)
224	Simulation (2-6-5)
224	End Simulation (3-6-5)
224	Clear PLC (4-6-5)
225	Setting (5-6-5)
226	PLC ID (1-5-6-5)
226	Station Number (2-5-6-5)
226	Port Parameter (3-5-6-5)
226	Protocol (4-5-6-5)
226	Calendar (5-5-6-5)
227	Project Status (6-6-5)
227	Quick Control (7-6-5)
228	Tool منوی (7-5)
228	Syntax check (1-7-5)
228	Element Statistics (2-7-5)
229	System Back UP (3-7-5)
230	System Restore (4-7-5)
230	Encrypted Password Generation (5-7-5)
231	Memory Pack Operation (6-7-5)
231	CRC Generator (7-7-5)
231	Check Power Supply Capacity (8-7-5)
231	Window منوی (8-5)
231	Help منوی (9-5)
231	(6) ساخت یک پروژه‌ی جدید

251	فصل ششم / توابع و دستورات FATEK PLC
253	1- فرمت تابع
254	1-1 ورودی
254	2-1 شماره و مشخصات
255	3-1 عملوند
256	4-1 خروجی
257	2- آدرس‌دهی غیر مستقیم
259	2-1 کاربرد آدرس‌دهی غیر مستقیم
259	3- جدول توابع
269	4- توابع پایه
286	5- توابع پیشرفته
293	1- مشخصات عمومی
294	2- عملکرد تابع
295	فرمول محاسبه‌ی PID به صورت دیجیتال (گسسته)
298	1- مشخصات عمومی
298	2- عملکرد تابع
301	1- مشخصات عمومی
302	2- عملکرد تابع
309	1- مشخصات عمومی
310	2- عملکرد تابع
358	1- مشخصات کلی
359	2- عملکرد تابع
360	3- پیکربندی یک سیستم کنترل دما با تابع PID
363	4- نکات مهم در تنظیمات پارامترهای PID
363	5- رجیسترهای ویژه‌ی تابع
369	2- نحوه‌ی خواندن شمارنده‌های سرعت بالا
371	3- عملکرد توابع 92 و 93
373	4- پیکربندی ورودی‌ها و شمارنده‌های سرعت بالا
421	1- آشنایی با تابع تولید پالس سرعت بالا
422	2- عملکرد تابع FUN140
423	3- پیکربندی خروجی‌ها و حالات کاری در WinProLadder
434	1- مشخصات عمومی
435	2- عملکرد تابع
436	3- پیکربندی و تنظیم در WinProLadder
440	4- بیت‌های سیستمی مربوط به پورت‌های ارتباطی
441	1- مشخصات عمومی
441	2- عملکرد تابع
444	3- پیکربندی و تنظیم در WinProLadder

446	1- بیت‌های سیستمی مربوط به پورت‌ها ارتباطی
457	توابع اعداد اعشاری (Float)
479	<b>فصل هفتم / مبانی شبکه‌های صنعتی و قابلیت‌های شبکه‌سازی در FATEK PLC</b>
481	1- شبکه
481	2- مدل مرجع OSI
481	2-1 هفت لایه‌ی مدل OSI
482	2-1-7 لایه‌ی کاربرد
482	2-1-6 لایه‌ی نمایش
482	2-1-5 لایه‌ی نشست
482	2-1-4 لایه‌ی انتقال
483	2-1-3 لایه‌ی شبکه
483	2-1-2 لایه‌ی پیوند داده
483	2-1-1 لایه‌ی فیزیکی
484	3- توپولوژی شبکه
484	4- ارتباط پارالل یا موازی
484	5- ارتباط سریال
485	6- روش‌های تبادل داده‌ها بین تجهیزات
485	6-1 SIMPLEX
486	6-2 DUPLEX
486	6-3 FULL DUPLEX
486	6-4 HALF DUPLEX
486	7- قرارداد ارتباطات یا پروتکل ارتباطات Communications Protocol :
487	8- مفهوم MASTER و SLAVE :
488	9- RS-232
489	10- RS-422
489	11- RS-485
489	12- MAC Address (Medium Access Control)
489	ساختار MAC Address
490	13- IP Address (Internet Protocol)
490	14- اجزای شبکه
493	15- شبکه‌ی محلی LAN (Local Area Network)
494	16- شبکه‌ی گسترده WAN (Wide Area Network)
495	17- استانداردهای اترنت (Ethernet)
495	18- مدل TCP/IP
496	18-1 رفتارهای TCP و UDP
497	19- شبکه‌ی بی‌سیم
497	19-1 شبکه‌های بی‌سیم بوسیله‌ی پورت اترنت

- 498 ..... 2-19 ارتباط تجهیزات بوسیله‌ی اتصالات بی‌سیم سریال RS-232 , RS-485 , USB
- 499 ..... 3-19 ارتباط بی‌سیم بوسیله‌ی تلفن همراه
- 499 ..... 20- پروتکل‌های ارتباط صنعتی
- 499 ..... 1-20 اینترنت صنعتی
- 502 ..... 2-20 Modbus
- 503 ..... 1-2-20 تبادل اطلاعات پروتکل Modbus در شبکه‌های سریال
- 504 ..... 2-2-20 فریم اطلاعات در MODBUS RTU
- 505 ..... 3-2-20 فریم اطلاعات در MODBUS ASCII
- 505 ..... 4-2-20 ارتباط بین تجهیزات در شبکه‌های Modbus
- 506 ..... 5-2-20 آدرس‌دهی حافظه‌ها و رجیسترها در شبکه‌ی Modbus
- 507 ..... 6-2-20 خطایابی فریم‌ها در شبکه‌ی Modbus
- 507 ..... 7-2-20 یک شبکه‌ی نمونه
- 508 ..... 8-2-20 Modbus TCP/IP
- 509 ..... 3-20 پروتکل CAN (Control Area Network)
- 510 ..... 1-3-20 اصول تبادل اطلاعات در شبکه‌های CAN
- 511 ..... 2-3-20 CANOpen
- 511 ..... 3-3-20 ساختار پیام در شبکه‌ی CANOpen
- 512 ..... 4-3-20 COB-ID
- 513 ..... 5-3-20 انواع پیام‌ها در CANOpen
- 518 ..... 6-3-20 مدل‌های ارتباط در پروتکل CANOpen
- 518 ..... 21- قابلیت‌های شبکه‌سازی در FATEK PLC
- 518 ..... 1-21 پورت‌های ارتباطی FATEK PLC
- 518 ..... 1-1-21 پورت 0
- 520 ..... 2-1-21 پورت‌های 1-4
- 526 ..... 2-21 تنظیم پروتکل‌های پورت‌ها
- 527 ..... 3-21 توابع و کاربردهای پورت‌ها
- 529 ..... 4-21سیم‌کشی شبکه با پورت RS485
- 532 ..... 5-21 بُردها و ماژول‌های ارتباطی
- 535 ..... 6-21 پیکربندی و ایجاد شبکه‌های Modbus و FATEK CLINK
- 535 ..... 1-6-21 پیکربندی و ایجاد شبکه‌ی Modbus
- 541 ..... 2-6-21 پیکربندی و ایجاد شبکه‌ی FATEK CLINK
- 541 ..... 1-2-6-21 حالت کاری 0: ارتباط بین دو PLC با پروتکل FACON
- 544 ..... 2-2-6-21 حالت کاری 1: ارسال فریم از طریق پورت با تابع 151
- 545 ..... 3-2-6-21 حالت کاری 2: خواندن از پورت
- 547 ..... 7-21 پیکربندی و ایجاد شبکه در بستر Ethernet
- 547 ..... 1-7-21 روش استفاده از پورت اینترنت ماژول‌های FBs-CM55E , FBs-CM25E
- 549 ..... 2-7-21 روش تنظیم کردن FBs-CBE
- 552 ..... 8-21 پیکربندی شبکه‌ی CANOpen در FATEK PLC

554	دریافت پیامها (1-8-21)
555	ارسال پیامها (2-8-21)
557	رجیسترهای خاص برای پورت CAN (3-8-28)
558	خواندن یا نوشتن رجیسترهای تجهیزات (Object Dictionary) از طریق سرویس SDO: (4-8-21)

## فصل هشتم / پروژه‌های کاربردی ..... 561

563	بخش اول - مراحل اجرای پروژه
565	1- تعریف پروژه
565	2- امکان سنجی فنی و اقتصادی
565	1-2 امکان سنجی فنی
565	2-2 امکان سنجی اقتصادی
565	3- انتخاب و تهیه سخت‌افزار PLC
567	4- طراحی نرم‌افزار PLC
567	5- نصب
567	6- آزمایش، عیب‌یابی و راه‌اندازی
568	1-6 بازرسی‌های دیداری (Visual Inspection)
568	2-6 آزمایش‌های سیستمی
568	1-2-6 آزمایش ورودی‌ها و خروجی‌ها
568	2-2-6 آزمایش برنامه
568	1-2-2-6 آزمایش منطق کنترل
568	2-2-2-6 اینترلاک‌ها
569	3-2-2-6 آلارم‌ها
569	4-2-2-6 منطق ترتیبی (Sequential)
569	5-2-2-6 نمایشگر
569	3-2-6 آزمایش قطع تغذیه
569	4-2-6 آزمایش قطع ارتباط شبکه
570	7- تهیه مستندات و مدارک فنی
570	8- نمونه پروژه‌های کاربردی

## ضمائم ..... 603

605	ضمیمه 1 / راه‌اندازی ماژول‌های آنالوگ
605	ماژول‌های آنالوگ
605	1- ماژول‌های ورودی آنالوگ
606	2- ماژول‌های خروجی آنالوگ
607	3- تنظیم سخت‌افزاری ماژول‌های آنالوگ
609	4- ماژول‌های آنالوگ مربوط به سری B1
610	5- ماژول‌های تلفیقی دما و آنالوگ
611	بازه‌های تحت پوشش ماژول‌های آنالوگ

612	..... پیکربندی ماژول‌های آنالوگ
613	..... 6- برنامه‌نویسی ماژول‌های آنالوگ
622	..... ضمیمه‌ی 2 / شمارنده‌های سرعت بالا
634	..... ضمیمه‌ی 3 / وقفه‌ها در FATEK PLC
634	..... 1- وقفه یا Interrupt
635	..... 2- انواع وقفه‌ها
635	..... (1-2) وقفه‌های ورودی
635	..... (2-2) وقفه‌های HSC (شمارنده‌های سرعت بالا)
635	..... (3-2) وقفه‌های زمانی
635	..... (4-2) وقفه‌های پالس خروجی PSO
635	..... 3- اولویت وقفه‌ها
636	..... 4- نحوه‌ی بکارگیری وقفه‌ها
637	..... (1-4) روش اجرای وقفه‌های ورودی
639	..... (2-4) روش اجرای وقفه‌های شمارنده‌های سرعت بالا (HSC)
640	..... (3-4) روش اجرای وقفه‌های پالس خروجی (PSO)
640	..... (4-4) روش اجرای وقفه‌های زمانی
642	..... ضمیمه‌ی 4 / حافظه‌ی جانبی یا Memory Pack
642	..... (1) مقدمه
642	..... 1- حافظه‌ی RAM
642	..... 2- حافظه‌ی ROM PACK
643	..... (2) نوشتن برنامه و رجیسترهای داده در FBS-Pack توسط نرم‌افزار WinProLadder :
644	..... 1- Write Program and data to Memory_Pack :
646	..... 2- Erase MEMORY_PACK
646	..... 3- Disable FLASH content loading when power on
646	..... 4- Enable FLASH content loading when power on
646	..... (3) رجیسترهای اختصاصی :
649	..... ضمیمه‌ی 5 / کنترل موقعیت (Position Control) در FATEK PLC
649	..... 1- مقدمه
650	..... 2- روش‌های کنترل موقعیت
651	..... 3- کنترل حرکت در FATEK PLC
672	..... ضمیمه‌ی 6 / برنامه‌نویسی ترتیبی به زبان Step Ladder Diagram
672	..... (1) مقدمه
672	..... (2) دستورات
679	..... (6-1) پر کردن تانک آب به تنهایی
682	..... (2-6) پر کردن همه‌ی تانک‌ها به صورت همزمان



# فصل پنجم

برنامه‌نویسی با نرم‌افزار  
WinProLadder

نرم افزار برنامه نویسی PLC FATEK با نام "WinProLadder" ارائه شده است. بوسیله ی این نرم افزار می توان برنامه ی موجود در حافظه ی PLC را مشاهده و تغییر داده و یا ابتدا برنامه را در کامپیوتر شخصی نوشت و سپس، در موقع مناسب آن را به PLC منتقل نموده و PLC را "RUN" و "STOP" نمود.

برخی قابلیت های نرم افزار برنامه نویسی FATEK (WinProLadder) به شرح زیر می باشند:

- ❖ امکان نوشتن برنامه به صورت Offline و ذخیره ی آن به صورت یک فایل برای دسترسی دوباره به آن.
- ❖ مشاهده ی اجرای یک برنامه در PLC (Online Monitoring).
- ❖ شبیه سازی اجرای یک برنامه بدون استفاده از PLC (Offline Simulation).
- ❖ قابلیت قطع و وصل هر ورودی یا فعال و غیرفعال کردن هر خروجی.
- ❖ امکان تغییر برنامه در حالت RUN.
- ❖ امکان نظارت و تغییر حافظه ی داخلی PLC از طریق صفحه ی مانیتورینگ (Status Page).
- ❖ امکان پیدا کردن سریع هر ورودی یا خروجی دلخواه (search) در برنامه و جایگزین نمودن آن ها.
- ❖ امکان قرار دادن توضیحات اضافی در برنامه (Comments).
- ❖ امکان قرار دادن رمز عبور (Password) برای کل برنامه یا زیر برنامه ها.
- ❖ امکان اتصال PLC و PC با روش های متنوع (اتصال مستقیم از طریق RS232 ، USB ، Ethernet و اتصال از راه دور به کمک مودم).

### معرفی منوهای نرم افزار WinProLadder

برای تشریح محیط نرم افزار، ابتدا به ایجاد یک پروژه پرداخته و سپس، قسمت های مختلف آن را تشریح می کنیم. از منوی File و انتخاب گزینه ی New Project ابتدا PLC مورد نظر خود را انتخاب می کنیم (مثلاً 60MA) سپس، پنجره ی ظاهر می شود که شامل بخش های زیر است:

1- پنجره ی پروژه (Project Window)

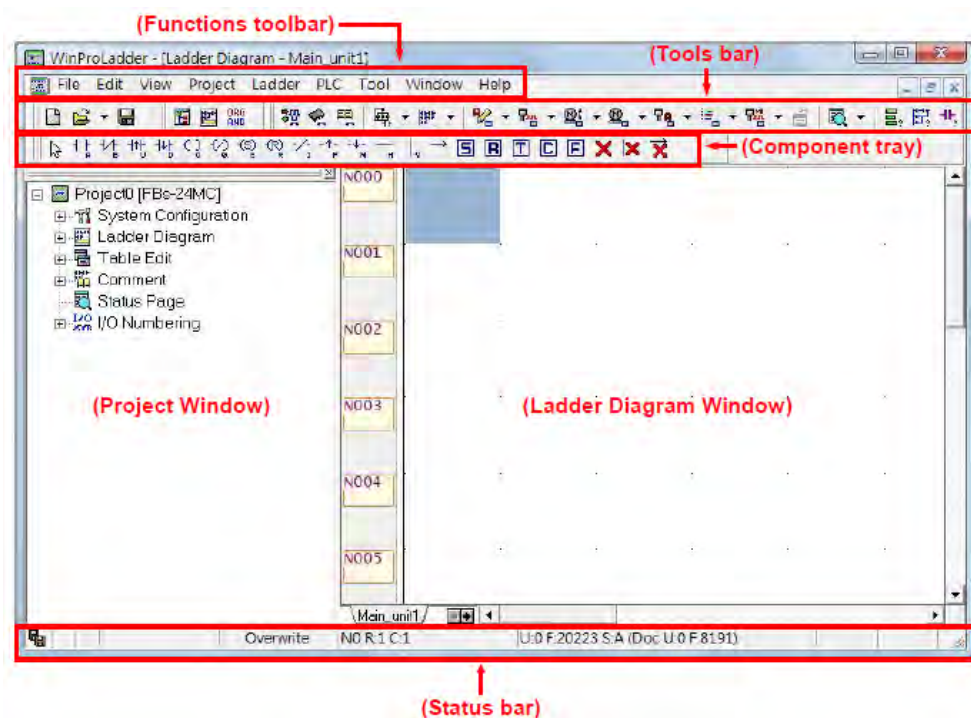
2- پنجره ی دیباگرام نردبانی (Ladder Diagram Window)

3- Component Tray

4- Toolbar

5- Function Toolbar

هر یک از این قسمت‌ها در شکل زیر مشخص شده است:



شکل 1-5

## 1- پنجره‌ی پروژه

در سمت چپ، پنجره‌ی پروژه (Project Window) قرار دارد که شامل درختی از گزینه‌های مربوط به پروژه است. برای اجرای هر پروژه‌ای لازم است که پیکربندی سیستم (System Configuration) انجام شود که خود شامل سه مرحله پیکربندی ورودی‌ها و خروجی‌ها (I/O Configuration)، تخصیص حافظه (Memory Allocation) و تنظیم رجیسترهای فقط خواندنی (ROR:Read Only Registers) می‌باشد.

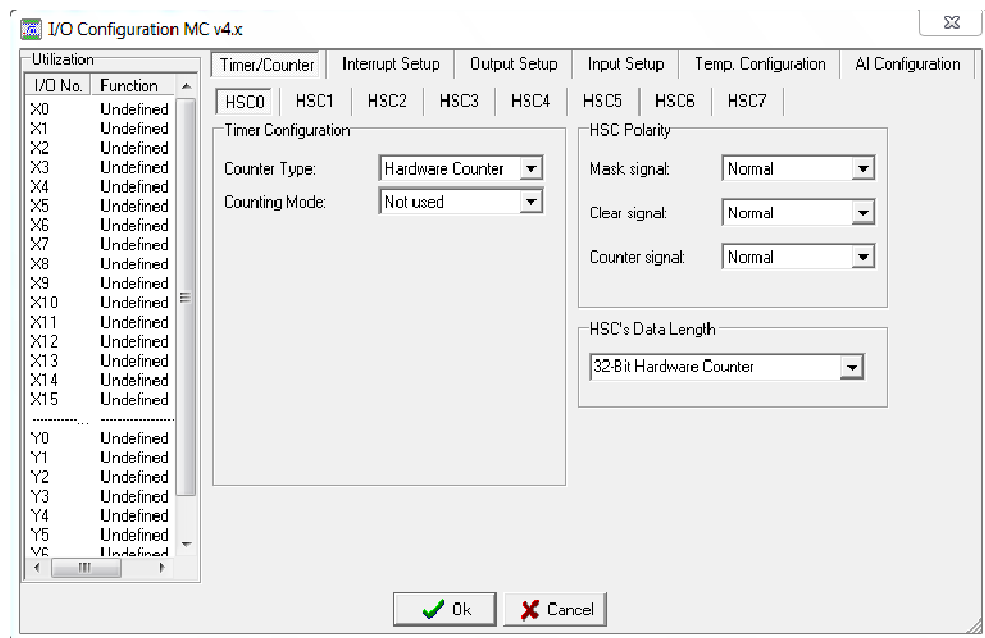
### 1-1 System configuration

پیکربندی سیستم، از طریق گزینه‌های منوی Project یا باز کردن گزینه‌ی System Configuration از منوی درختی پنجره‌ی پروژه انجام می‌پذیرد که به تشریح آن می‌پردازیم.

#### 1-1-1 گزینه‌ی I/O Configuration :

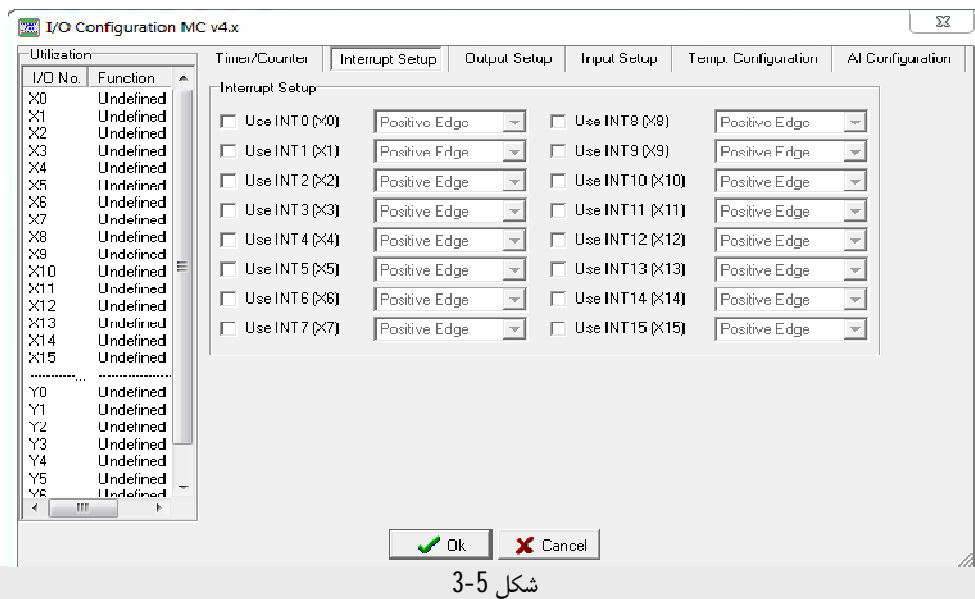
به طور کلی، پیکربندی سخت‌افزاری و تنظیمات ویژه در ارتباط با ورودی‌ها، خروجی‌ها، کانال‌های دما و موارد دیگر در این قسمت انجام می‌شود.

با کلیک بر روی I/O Configuration صفحه‌ای ظاهر می‌شود که دارای قسمت‌های مختلف است. قسمت اول آن Timer/Counter است که در این قسمت، تنظیمات ویژه‌ی شمارنده‌ها و تایمرهای سرعت بالا (HSC: High Speed Counters) انجام می‌شود. روش کار نیز به این صورت است که متد پالس در شمارنده‌ی سرعت بالا بر اساس نوع Encoder یا مولد پالس و آن هم فقط به صورت سخت‌افزاری تعیین می‌شود. مثلاً، وقتی می‌خواهیم از یک Encoder استفاده کنیم که با تکنیک A/B پالس تولید می‌کند، در تنظیمات HSC باید مد A/B انتخاب شود. در بخش توابع (شماره‌های 92 و 93)، به تشریح بیشتر این پنجره خواهیم پرداخت. (شکل 2-5)

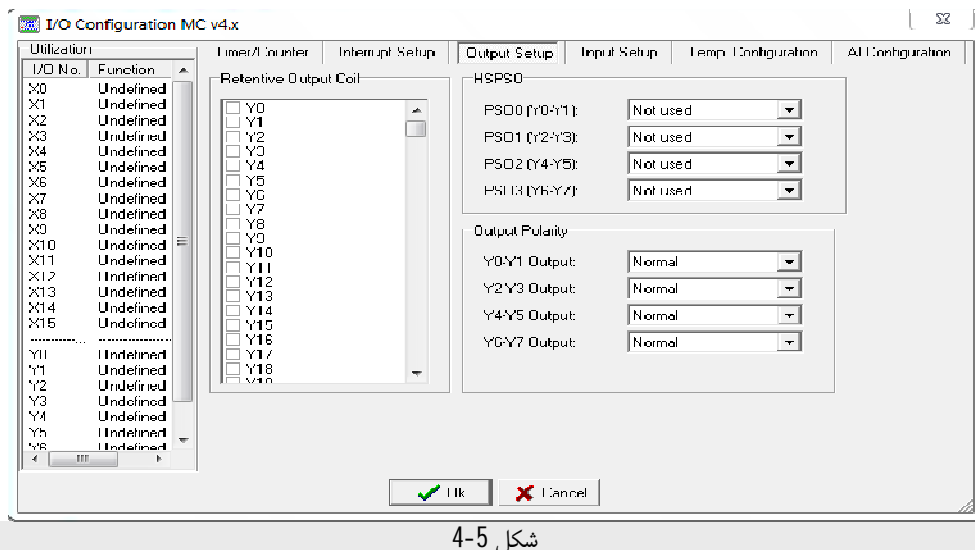


شکل 2-5

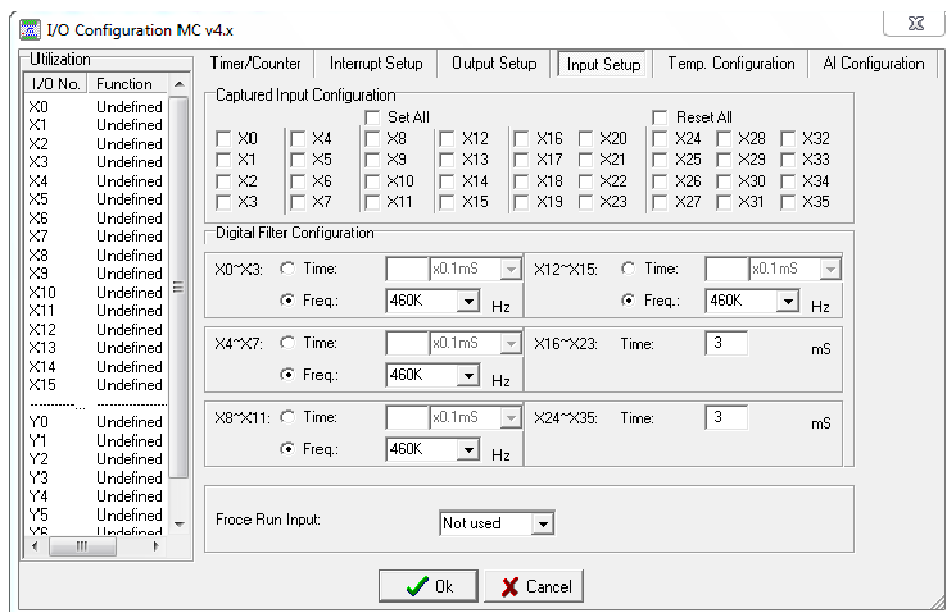
در قسمت بعد، تنظیمات وقفه (Interrupt) دیده می‌شود. در صورتی که نیاز به تعریف وقفه‌ی ورودی در پروژه باشد، این ورودی‌ها باید در این قسمت مشخص شوند (فقط به لحاظ سخت‌افزاری). در ادامه خواهیم دید که برای فعال کردن یک وقفه، علاوه بر این کار، لازم است که روال نرم‌افزاری نیز نوشته شود. روش پیکربندی، نوشتن روال و فعال‌سازی وقفه‌ها در بخش ضامائم آمده است.



در قسمت بعد، تنظیمات مربوط به خروجی‌های دیجیتال برای تولید پالس قرار گرفته که توضیحات مربوط به این صفحه، در بخش تابع 140 آمده است. در این قسمت، مشخص می‌کنیم که اگر در PLC پالسی تولید شود، این پالس با کدام تکنیک به تجهیز داده شود. برای نمونه، اگر یک سروموتور داشته باشیم که مد ورودی پالس آن U/D باشد، باید مد خروجی‌های پالس PLC را نیز بر اساس این مد تنظیم کنیم. در فصل‌های بعدی خواهیم دید که پالس‌ها را اساساً چگونه باید تولید کرد. (شکل 4-5)



در قسمت بعد، تنظیمات مربوط به فیلتر کردن ورودی‌های دیجیتال قرار گرفته است که استفاده از آن معمولاً در برنامه‌هایی توصیه می‌شود که دارای ورودی وقفه (Interrupt) هستند. استفاده از این قسمت و تنظیم آن، در نهایت به حذف فرکانس‌های اضافی در خواندن ورودی‌ها منجر می‌شود. (شکل 5-5)



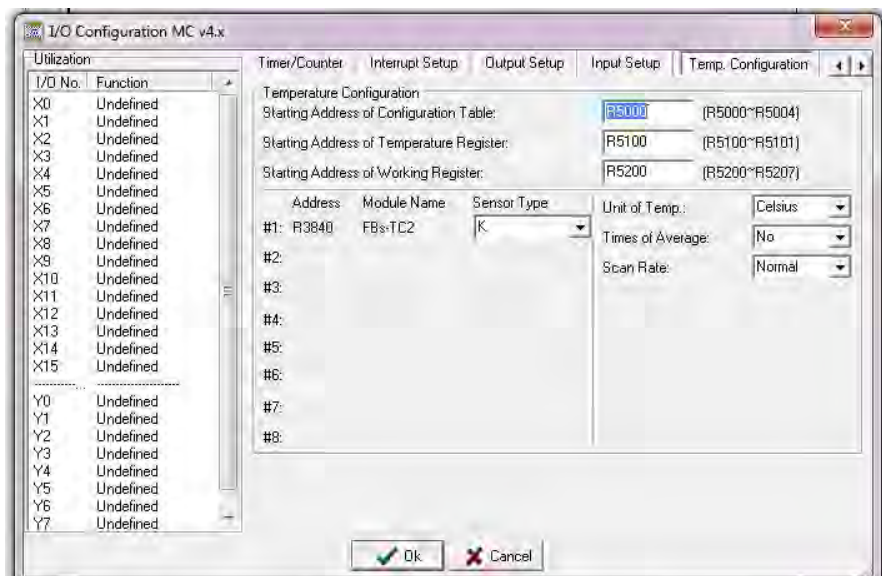
شکل 5-5

در شکل 5-6، قسمت بعدی پنجره را مشاهده می‌کنید که در آن، تنظیمات ماژول‌های دما قرار داده شده است. بعد از اتصال ماژول دما به PLC، شناسایی آن توسط PLC در قسمت Table Configuration انجام شده و می‌توان نوع حسگر ورودی را انتخاب نمود. سپس، واحد اندازه‌گیری دما، سرعت اسکن و زمان معدل‌گیری قابل تعیین هستند. آنگاه، سه بازه‌ی رجیستری را در قسمت Temperature Configuration مشخص می‌کنیم که هر یک کار معینی را به شرح زیر انجام می‌دهند:

**Starting Address of Configuration Table**: تنظیمات انجام شده (تنظیمات بالا) توسط نرم‌افزار WinProLadder به صورت عدد در محدوده‌ی این رجیسترها قرار داده می‌شود.

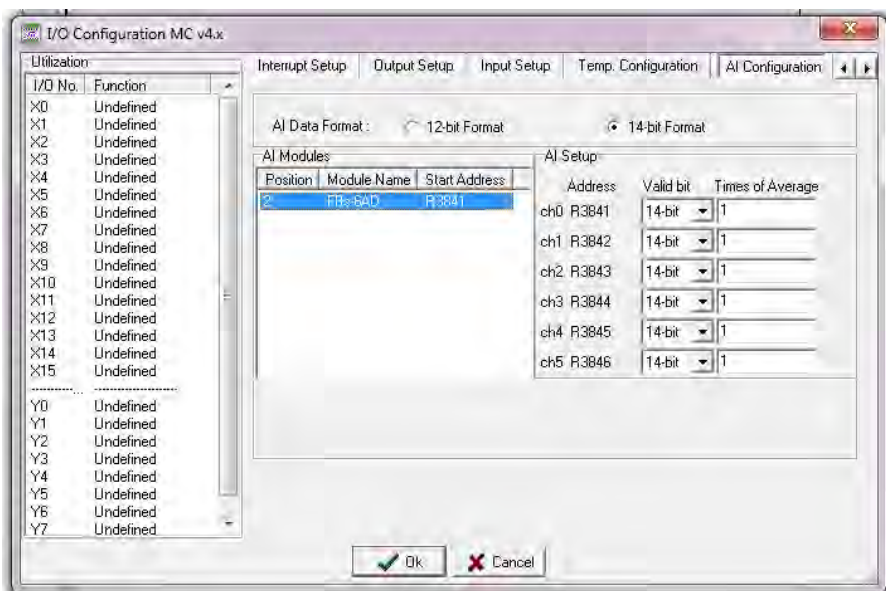
**Starting Address of Temperature Register**: دمای واقعی کانال‌ها (بعد از اتصال حسگرها به ماژول) در این رجیسترها دیده می‌شود.

**Starting Address of Working Register**: از این بازه‌ی رجیستری برای محاسبه‌ی دمای واقعی براساس تنظیمات انجام شده، استفاده می‌شود.



شکل 5-6

در قسمت آخر، تنظیمات خاص مربوط به ماژول‌های آنالوگ قرار گرفته است که شامل تعیین 12 یا 14 بیتی بودن کانال‌های آنالوگ و زمان معدل‌گیری احتمالی برای کانال‌ها می‌باشد. روش پیکربندی و بکارگیری ماژول‌های آنالوگ در بخش ضمایم آمده است. (شکل 5-7)



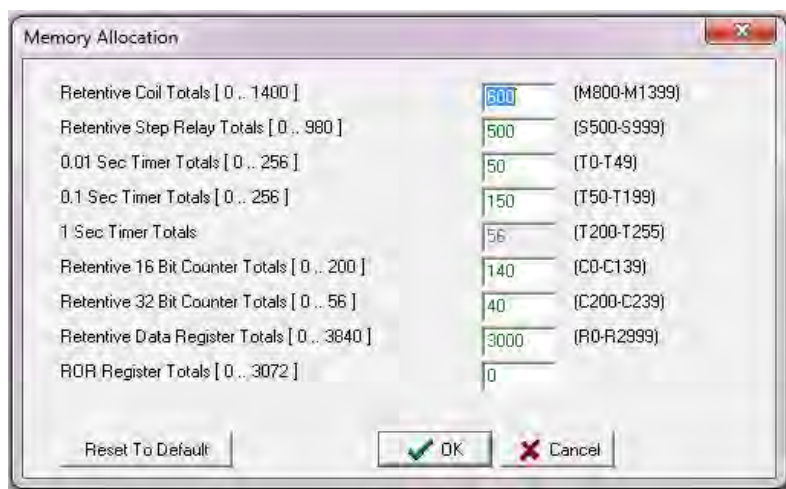
شکل 5-7

## 1-1-2) گزینه‌ی Memory Allocation

در هر پروژه، برنامه‌نویس برای پیاده‌سازی منطق برنامه نیازمند تخصیص و پیکربندی انواع حافظه است که حافظه‌های ماندگار (Retentive) و رجیسترهای ROR از مهم‌ترین آنها هستند. معمولاً تنظیمات پیش فرض (Default) پاسخگوی بیشتر برنامه‌ها می‌باشد، اما برنامه‌های پیچیده‌تر نیاز به انجام پیکربندی و تخصیص حافظه دارند. (شکل 5-8)

**حافظه‌های ماندگار:** همانطور که در فصل قبل دیدیم، در برخی از انواع حافظه مربوط به Fatek PLC (حافظه‌های نوع S، M، R) بازه‌هایی وجود داشتند که به صورت ماندگار تعریف شده بودند. این بازه‌ها باید در نرم‌افزار مشخص شوند و کاربر می‌تواند تعداد حافظه‌های ماندگار مورد نیاز خود را برای هر آیتم در این قسمت مشخص کند. بعد از اصلاح مقادیر توسط کاربر، نرم‌افزار بازه حافظه‌های ماندگار انتخاب شده را در مقابل هر سطر به کاربر نشان خواهد داد.

(حافظه‌های باقی مانده و خارج از بازه‌ی مشخص شده از نوع Non Retentive هستند.)



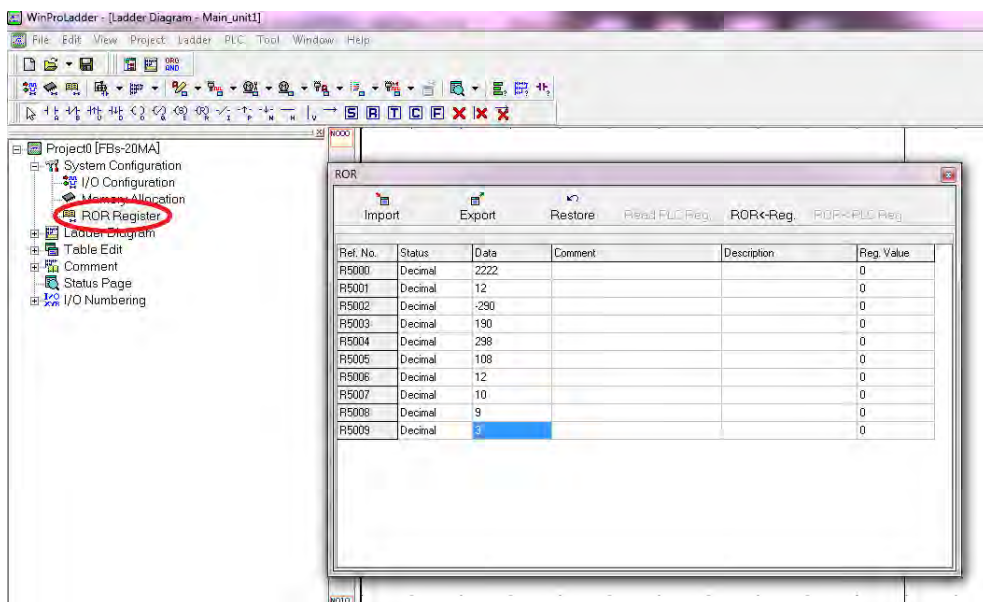
شکل 5-8

## 1-1-3) ROR Register

رجیسترهایی هستند که می‌توان آن‌ها در یک جدول مقداردهی کرده و مقادیر عددی را بر روی رجیسترها نوشت. نکته‌ی قابل توجه این است که این رجیسترها آخرین مقدار و تنظیم خود را حفظ خواهند کرد. اگر بخواهیم مقادیر آنها را در یک PLC جدید وارد کنیم، همگی آنها به PLC جدید منتقل خواهند شد، به شرط اینکه این رجیسترها ابتدا از لحاظ تعداد در این جدول و سپس از لحاظ مقدار در داخل ROR Register تعریف شده باشند. این کار، بدون اینکه لازم باشد مقادیر را با توابع PLC به رجیسترها منتقل نماییم، امکان‌پذیر است.



همانطور که اشاره شد، ابتدا تعداد ROR ها را تعیین کرده و سپس، با کلیک بر روی ROR Register از قسمت System Configuration جدول زیر باز خواهد شد که می‌توان به وسیله آن رجیسترها را مقداردهی نموده و حتی در حین اجرای برنامه، مقادیر آنها را تغییر داد.



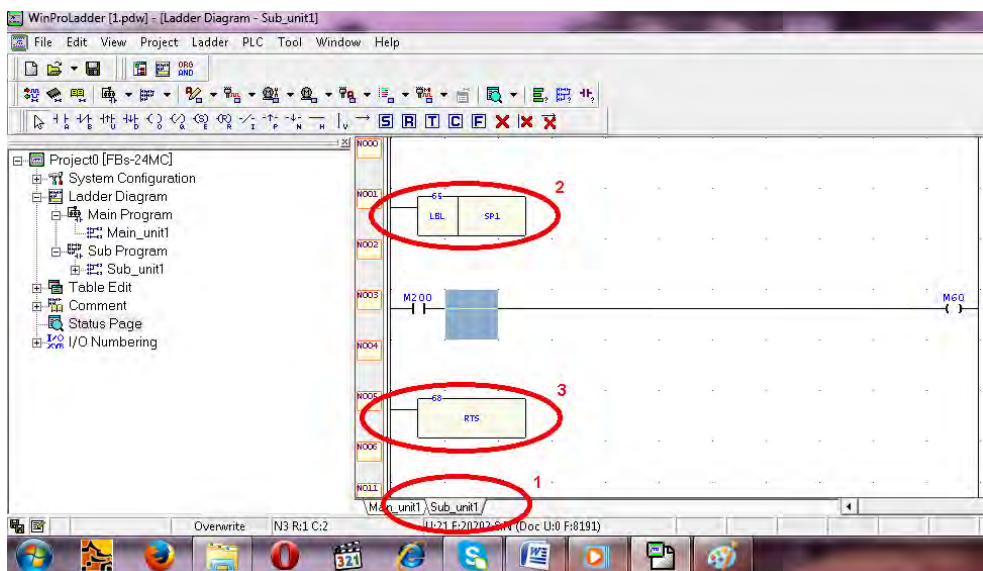
شکل 9-5

بخش بعدی از منوی درختی پروژه، Ladder Diagram است که شامل دو قسمت Main Program و Sub Program می‌باشد. در تمامی برنامه‌های ساختار یافته، برنامه‌نویس باید قابلیت ایجاد برنامه و زیر برنامه را داشته باشد، یعنی باید بتواند برنامه‌ی خود را به دو یا چند قسمت عملیاتی تقسیم کند، جزئی که لازم است همیشه اجرا شود و جزء یا اجزائی که در پاره‌ای از اوقات اجرا می‌شوند.

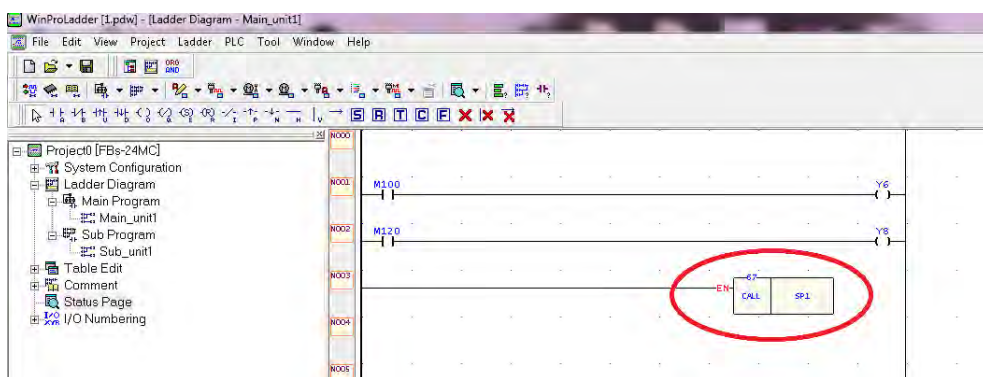
**Main Program:** قسمت اصلی برنامه و بخشی از آن است که همیشه و در هر Scan time از بالا به پایین اسکن و از خط اول تا آخر اجرا می‌شود.

**Sub Program:** زیر برنامه و بخشی از برنامه است که در صورت نیاز، اگر در برنامه‌ی اصلی فراخوانده شود، اجرا خواهد شد و در غیر این صورت، اجرا نخواهد شد. این کار بدین صورت پیاده‌سازی می‌شود که ابتدا روی یک زیر برنامه، مثلاً Sub\_Unit1 کلیک می‌کنیم و در صفحه‌ای که ظاهر می‌شود، ابتدا تابع 65 را قرار می‌دهیم و در آن، مثلاً SP1 را تایپ می‌کنیم. سپس، برنامه‌ی موردنظر را می‌نویسیم و در آخر، تابع 68 را قرار می‌دهیم. آنگاه، به برنامه‌ی اصلی مراجعه کرده (Main) و در آنجا با کمک تابع 67 آن Label را اجرا می‌نمائیم.

- توجه داشته باشید که یک زیر برنامه می‌تواند شامل چندین Label مختلف باشد و چیزی که توسط برنامه‌ی اصلی فراخوانی و اجرا می‌شود، Label ها هستند. در حقیقت، زیر برنامه‌ها محیطی هستند که Label ها در آن‌ها نوشته می‌شوند. با توجه به اهمیت موضوع، به ارائه‌ی یک مثال می‌پردازیم. به شکل‌های زیر توجه فرمائید:



شکل 5-10



شکل 5-11

نکته‌ی قابل توجه دیگر این است که En مربوط به تابع 67 می‌تواند با یک بیت کمکی فعال شود و در صورتی که آن بیت فعال نباشد، کل برنامه‌ای که در آن Label نوشته شده است، جزئی از Scan Time نبوده و در زمان آن نیز محاسبه نخواهد شد.

FATEK PLC

# فصل ششم

توابع و دستورات  
FATEK PLC

FATEK PLC

FATEK PLC

FATEK PLC دارای بیش از 150 تابع مختلف است که تعریف و توسعه‌ی پروژه‌های پیچیده را ممکن نموده و آن را در ردیف PLC های بزرگ قرار می‌دهند. اما به هر حال، تنوع توابع ممکن است کاربری را که می‌خواهد برنامه‌ای ساده برای پروژه‌های کوچک بنویسد، دچار سردرگمی نماید. از این رو، توابع Fatek به دو گروه زیرتقسیم می‌شوند:

1- **توابع پایه یا Basic**: به توابع با کاربری زیاد (کلاس Basic) و توابع ترتیبی یا Sequential گفته می‌شود.

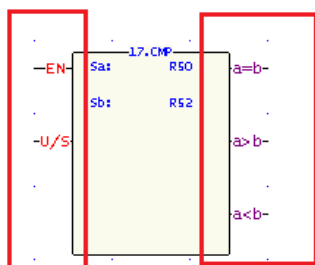
2- **توابع پیشرفته یا Advance**: به توابعی غیر از توابع پایه که دارای پیچیدگی بیشتر و کاربردهای ویژه‌تر هستند، توابع پیشرفته می‌گویند. بنا به کاربرد، توابع پیشرفته خود به کلاس‌های مختلفی تقسیم‌بندی می‌شوند که در جدول توابع مشخص شده‌اند.

این تقسیم‌بندی به کاربران مبتدی و بی‌تجربه امکان آشنایی سریع‌تر داده و به کاربران با تجربه، امکان یافتن توابع مورد نیاز برای کاربرد خود را می‌دهد.

در این فصل، تمامی توابع FATEK PLC مورد بررسی قرار گرفته و توابع پرکاربرد با دقت و جزئیات بیشتری تشریح می‌شوند. برای جزئیات بیشتر می‌توانید به راهنماهای FATEK PLC که در CD همراه کتاب موجود است، مراجعه فرمایید.

ورودی

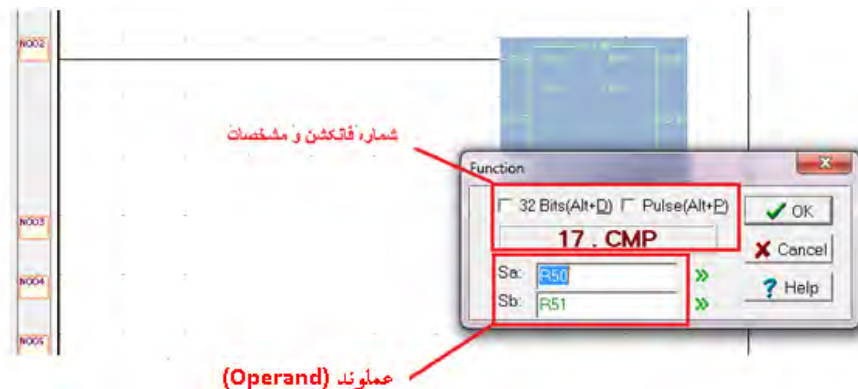
خروجی



## 1- فرمت تابع:

هر تابع از چهار بخش تشکیل می‌شود که عبارتند از ورودی، شماره و مشخصات، عملوند (Operand) و خروجی. در شکل‌های 1-6 و 2-6 این قسمت‌ها نشان داده شده است.

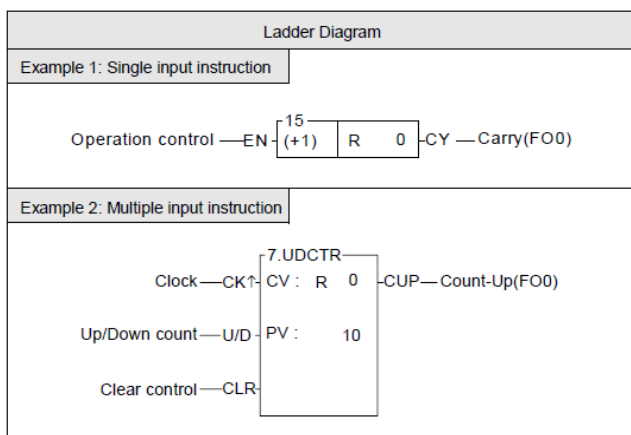
شکل 1-6



شکل 2-6

## 1-1) ورودی:

در Fatek به جز هفت تابع (MCE, SKPE, LBL, RTS, RTI, FOR, and NEXT) که دارای ورودی نیستند، بقیه از یک تا چهار پایه‌ی ورودی دارند که کارکرد تابع براساس پایه‌ی آنها انجام می‌شود. به مثال زیر توجه کنید:

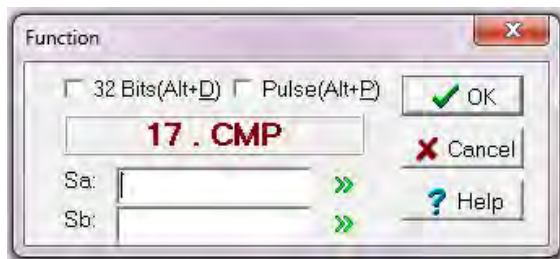


شکل 3-6

در مثال 1 تابع شماره 15 دارای یک ورودی است که همان پایه‌ی EN است و در مثال شماره 2 تابع 7 دارای سه ورودی است که در صورت اتصال یک ورودی PLC یا یک بیت کمکی به ورودی CK↑، هنگامی که از حالت 0 به 1 تغییر وضعیت می‌دهد، مقدار شمارنده یک عدد افزایش می‌یابد. به ورودی U/D نیز یک بیت اختصاص داده شده و اگر در لحظه‌ای که ورودی CK یک می‌شود، این ورودی نیز یک باشد، شمارنده افزایشی بوده و اگر یک نباشد، کاهشی است. ورودی آخر CLR است که اگر از حالت 0 به 1 تغییر وضعیت دهد، مقدار جاری شمارنده ریست می‌شود. در هر حال، باید برای ورودی‌های مختلف یک تابع، آدرس‌های صحیحی اختصاص داده شود و اگر این کار بدرستی انجام نشود، PLC دارای Syntax Error خواهد شد.

## 1-2) شماره و مشخصات:

برای بکارگیری یک تابع در نرم‌افزار WinProLadder، شماره‌ی آن را وارد کرده و در صفحه قرار می‌دهیم و سپس، بر روی آن کلیک می‌کنیم. به شکل 4-6 توجه فرمائید.



شکل 4-6

همانطور که در شکل زیر می‌بینید، غیر از Sa و Sb دو گزینه وجود دارند که با انتخاب هر یک از آنها، یک مشخصه به تابع اضافه خواهد شد. به شکل زیر دقت فرمائید. البته این گزینه‌ها فقط برای توابع مشخص شده در جدول توابع فعال هستند.



شکل 5-6

**D** : به معنی Double Word یا 32 بیت. از آنجایی که هر رجیستر در FATEK PLC از 16 بیت تشکیل شده است، چنانچه نیاز به انجام محاسبات با مقادیر 32 بیتی باشد، باید دو رجیستر متوالی Double Register بکار گرفته شود. در مثال بالا، رجیسترهایی که کاربر در پارامترهای Sa و Sb قرار می‌دهد، به صورت Double Register محاسبه خواهند شد، بدین معنی که اگر در Sa، R200 قرار داده شود، R200 و R201 اشغال خواهند شد و محاسبات به صورت 32 بیتی انجام خواهد گرفت.

**P** : نشان‌دهنده‌ی این است که ورودی En تابع با لبه‌ی بالا رونده پالس کار می‌کند و تابع فقط یک بار در لحظه‌ای که ورودی En آن از حالت 0 به 1 تغییر وضعیت می‌دهد، اجرا خواهد شد.

**نکته:** تابع با مشخصه‌ی P زمان کمتری در اسکن برنامه می‌گیرد و کاربر باید تا جایی که ممکن است از این نوع تابع در برنامه‌ی خود استفاده نماید.

**DP** : نشان‌دهنده‌ی این است که هر دو گزینه‌ی بالا برای تابع وجود دارند.

### 3-1) عملوند:

عملوند تابع، مقادیر، آدرس‌ها و پارامترهای تابع را مشخص می‌کند. عملوندهایی که در توابع FATEK تعریف می‌شوند به شرح زیرند:

**S یا Source** : داده‌ی ورودی است که محاسبات تابع بر اساس آن انجام خواهد شد. اگر بیش از یک ورودی در یک تابع مورد استفاده قرار گیرد، از پسوندهای حرفی برای شناسایی آنها استفاده می‌شود. مانند Sa، Sb

**توجه:** مقدار S ممکن است با اشاره گرهای V و Z و P0 تا P9 برای آدرس‌دهی غیر مستقیم استفاده شود.

**D یا Destination**: از این پارامتر به عنوان محلی نمایش و ذخیره‌ی نتیجه‌ی محاسبات تابع استفاده می‌شود و این پارامتر بعد از اجرای تابع تغییر خواهد کرد. خروجی‌ها و رجیسترهایی که نوشتن بر روی آنها ممنوع نیست، می‌توانند در این پارامتر قرار گیرند.

**L یا Length**: معمولاً عددی ثابت است که نشان‌دهنده‌ی طول داده یا جدول می‌باشد.

**N یا Number**: مقداری ثابت است که معمولاً نشان‌دهنده‌ی تعداد یا چندبار است.

**Pr یا Pointer**: برای مشخص نمودن آدرس داده‌هایی خاص یا رجیستری در یک جدول از اشاره‌گر استفاده می‌شود.

**CV یا Current Value**: در تایمرها و شمارنده‌ها برای ذخیره‌ی مقدار جاری بکار می‌رود.

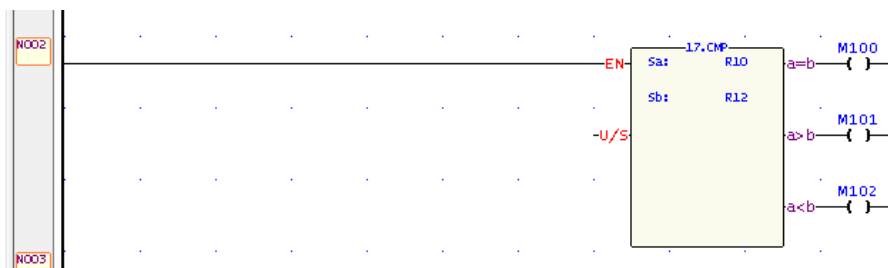
**PV یا Preset Value**: در تایمرها و شمارنده‌ها بعنوان مقدار پیش تنظیم بکار می‌رود.

**T یا Table**: برای نشان دادن جدول یا گروهی متوالی از رجیسترها بکار می‌رود.

**M یا Matrix**: از ترکیب دسته‌ای از رجیسترهای متوالی، ماتریس تشکیل می‌شود. اگر بیش از یک ماتریس در یک تابع مورد استفاده قرار گیرد، از پسوند‌های حرفی برای شناسایی ماتریس استفاده می‌شود. مانند  $M_a$ ،  $M_b$ ،  $M_s$  و  $M_d$

#### 4-1) خروجی:

خروجی هر تابع نشان‌دهنده‌ی نتیجه‌ی عملیات و کارکرد تابع است. به مثال زیر توجه کنید.



شکل 6-6

در این مثال، خروجی‌های تابع، نتیجه‌ی کارکرد آن یعنی مقایسه‌ی مقدار رجیسترهای  $R10$  و  $R12$  هستند. اگر برابر باشند،  $M100$  روشن خواهد شد. اگر  $R10$  از  $R12$  بزرگتر باشد،  $M101$  روشن شده و اگر  $R10$  از  $R12$  کوچکتر باشد،  $M102$  روشن خواهد شد.

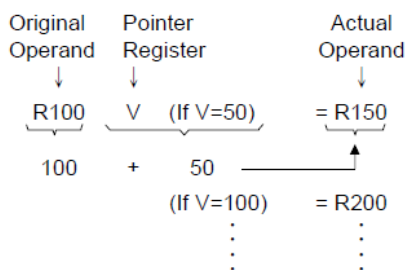
## 2- آدرس‌دهی غیر مستقیم

در آدرس‌دهی تابع، علاوه بر رجیسترهای معمول، از آدرس‌دهی غیر مستقیم نیز می‌توان استفاده کرد. در آدرس‌دهی مستقیم از آدرس یک رجیستر استفاده می‌شود. شکل (7-6) یک تابع MOV را نشان می‌دهد که مقدار R20 را مستقیماً در R21 قرار می‌دهد.



شکل 7-6

اما در آدرس‌دهی غیر مستقیم، یک رجیستر می‌تواند با اشاره‌گرهای V, Z, P0...P9 ترکیب شود و به آدرس‌های جدیدی اشاره کند. نحوه‌ی این ترکیب در شکل زیر به نمایش درآمده است.



شکل 8-6

در شکل (8-6)، مفهوم رجیستر R100V به نمایش درآمده که به صورت زیر است:

- اگر V برابر با 50 باشد  $R100V = R150$  یعنی R100V همان R150 می‌باشد
- اگر V برابر با 100 باشد  $R100V = R200$  یعنی R100V همان R200 می‌باشد

رجیسترهای Rxxxx می‌توانند با اشاره‌گرهای V, Z, P0...P9 ترکیب شوند، اما رجیسترهای نوع Dxxxx می‌توانند فقط با P0~P10 ترکیب شوند. نحوه‌ی این آدرس‌دهی و این ترکیب در شکل (9-6) به نمایش درآمده است.





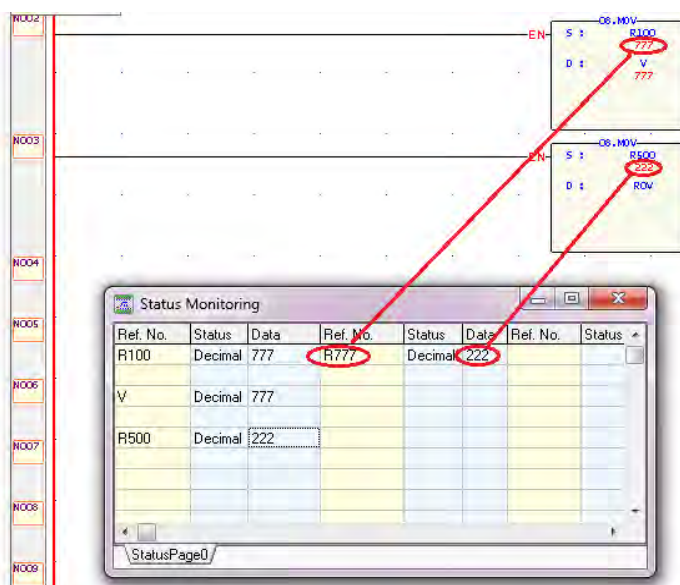
شکل 9-6

مطابق شکل (9-6)، در خط اول ابتدا مقدار R100 در داخل V (مانند یک رجیستر) نوشته می‌شود و سپس، مقدار رجیستر R500 در رجیستری نوشته می‌شود که V به آن اشاره می‌کند. نتیجه‌ی عملکرد این تابع با دو مقدار مختلف R100 به کمک Status Page در شکل‌های زیر نشان داده شده است.

Ref. No.	Status	Data	Ref. No.	Status	Data	Ref. No.	Status
R100	Decimal	1000	R1000	Decimal	2222		
V	Decimal	1000	R1500	Decimal	0		
R500	Decimal	2222					

StatusPage0

شکل 10-6



شکل 11-6

Index Register های P0 تا P9 نیز دقیقاً به همین ترتیب عمل می کنند.

## 1-2 کاربرد آدرس دهی غیر مستقیم

از این نوع آدرس دهی برای ذخیره‌ی داده‌ها روی PLC به منظور فراخوانی آنها در مواقع لزوم استفاده می‌شود. مثلاً به یک پرس بزرگ ممکن است قالب‌های زیادی بسته شود و هر یک از قالب‌ها دارای پارامترهای زیادی برای ذخیره‌سازی باشند. برای اینکه بتوان پارامترهای هر قالب را تنظیم و ذخیره کرده و در صورت نیاز از حافظه‌ی PLC فراخوانی و اجرا نمود، آدرس دهی غیر مستقیم بهترین راهکار می‌باشد.

## 3- جدول توابع

جدول 1-6

توابع پایه یا Basic

شرح	مشخصه تابع	شماره‌ی تابع
تابع آغاز حلقه‌ی کنترل	MC	0
پایان حلقه‌ی کنترل MC	MCE	1
تابع آغاز حلقه Skip	SKP	2
دستور پایان حلقه کنترل SKP	SKPE	3
تابع تشخیص لبه‌ی بالا رونده	DIFU	4

تابع تشخیص لبه ی پایین رونده	DIFD	5
تابع شیفت بیت های یک رجیستر	BSHF	6
شمارنده ی افزایشی و کاهشی	UDCTR	7
ریختن مقدار یک رجیستر در دیگری	MOV	8
ریختن مقدار یک رجیستر در دیگری به صورت معکوس	/MOV	9
معکوس کردن مقدار یک بیت	TOGG	10
تابع جمع	(+)	11
تابع تفریق	(-)	12
تابع ضرب	(*)	13
تابع تقسیم	(/)	14
تابع جمع با یک	(1+)	15
تابع تفریق از یک	(1-)	16
تابع مقایسه	CMP	17
AND بیت های دو رجیستر	AND	18
OR بیت های دو رجیستر	OR	19
تابع تبدیل دودویی به BCD	BCD →	20
تابع تبدیل BCD به دودویی	BIN→	21
تایمر	T	-
شمارنده	C	-
یک کردن تمام بیت های رجیستر	SET	-
صفر کردن تمام بیت های رجیستر	RESET	-
پایان برنامه	END	-
شماره ی Step در برنامه نویسی Step Ladder	STP	-
تغییر در Step ها در برنامه نویسی Step Ladder	FROM	-
تغییر در Step ها در برنامه نویسی Step Ladder	TO	-
پایان برنامه در برنامه نویسی Step Ladder	STPEND	-
Timer/Counter		
شرح	مشخصه تابع	شماره ی تابع
تایمر	T	
شمارنده	C	

UDCTR		7	شمارنده‌ی افزایشی / کاهش‌ی
Output Operation			
شماره‌ی تابع	مشخصه تابع	شرح	
4	DIFU	با لبه‌ی بالا رونده، خروجی به اندازه Time Scan فعال باشد	
5	DIFD	با لبه‌ی پایین رونده، خروجی به اندازه Time Scan فعال می‌شود.	
10	TOGG	صفر به یک و یک به صفر تبدیل می‌شود	
Set/Reset			
شماره‌ی تابع	مشخصه تابع	شرح	
	Set	یک کردن تمام بیت‌های رجیستر	
	Reset	صفر کردن تمام بیت‌های رجیستر	
SFC (Sequential Function Chart)			
شماره‌ی تابع	مشخصه تابع	شرح	
	STP	شماره‌ی Step در برنامه‌نویسی Step Ladder	
	FROM	همزمانی چند Step در برنامه‌نویسی Step Ladder	
	TO	تغییر در Step ها در برنامه‌نویسی Step Ladder	
	STPEND	پایان برنامه در برنامه‌نویسی Step Ladder	
Arithmetic			
شماره‌ی تابع	مشخصه تابع	شرح	
11	(+)	تابع جمع	
12	(-)	تابع تفریق	
13	(*)	تابع ضرب	
14	(/)	تابع تقسیم	
15	(1+)	تابع جمع با 1	
16	(-1)	تابع تفریق از 1	
23	DIV48	تقسیم 48 بیت بر 48 بیت	
24	SUM	مجموع چند رجیستر	
25	MEAN	میانگین چند رجیستر	
26	SQRT	مجزور دوم محتوای رجیستر	
27	NEG	تابع منفی کننده	
28	ABS	تابع قدر مطلق	
29	EXT	تبدیل فرمت رجیستر 16بیتی به فرمت رجیستر 32بیتی	

PID عمومی	PID	30
تابع محاسبه بیت CRC16	CRC16	31
تبدیل بازه‌ی ورودی آنالوگ از $mA[20 \sim 0]$ به بازه $mA[20 \sim 4]$	ADCNV	32
تبدیل خطی	LCNV	33
تبدیل خطی چند گانه	MLC	34
تبدیل عدد صحیح به عدد اعشاری	F→I	200
تبدیل عدد اعشاری به عدد صحیح	I→F	201
مجموع دو رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FADD	202
تفریق دو رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FSUB	203
ضرب دو رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FMUL	204
تقسیم دو رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FDIV	205
مقایسه‌ی دو رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FCMP	206
مقایسه در یک بازه‌ی رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FZCP	207
مجذور دوم رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FSQR	208
سینوس رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FSIN	209
کسینوس رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FCOS	210
تانژانت رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FTAN	211
منفی کردن رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FNEG	212
قدر مطلق رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FABS	213
تابع لگاریتم طبیعی $\ln(x)$	FLN	214
تابع $e^x$	FEXP	215
تابع لگاریتم اعشاری	FLOG	216
تابع $x^y$	FPOW	217
تابع معکوس سینوس	FASIN	218
تابع معکوس کسینوس	FACOS	219
تابع معکوس تانژانت	FATAN	220
Logical Operation		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
تابع AND کردن بیت‌های دو رجیستر.	AND	18
تابع OR کردن بیت‌های دو رجیستر	OR	19

تابع XOR کردن بیت‌های دو رجیستر	XOR	35
تابع XNOR کردن بیت‌های دو رجیستر	XNR	36
Compare		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
تابع مقایسه	CMP	17
تابع مقایسه با یک ناحیه	ZNCMP	37
مساوی بودن دو رجیستر	=	170
کوچکتر یا بزرگتر بودن دو رجیستر	>	171
کوچکتر یا بزرگتر بودن دو رجیستر	<	172
نامساوی بودن دو رجیستر	<>	173
کوچکتر مساوی یا بزرگتر مساوی بودن دو رجیستر	>=	174
کوچکتر مساوی یا بزرگتر مساوی بودن دو رجیستر	=<	175
Data Movement		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
کپی کردن مقدار رجیستر در رجیستری دیگر	MOV	8
کپی کردن مقدار یک رجیستر در رجیستری دیگری به صورت معکوس	/MOV	9
خواندن بیت	BITRD	40
نوشتن بیت	BITWR	41
تابع انتقال یک بیت	BITMV	42
تابع انتقال نایبل	NBMV	43
تابع انتقال بایت	BYMV	44
تابع تبادل	XCHG	45
تابع جابجایی بایت	SWAP	46
تابع پیوند نایبل	UNIT	47
تابع توزیع نایبل	DIST	48
تابع پیوند بایت‌ها	BUNIT	49
تابع توزیع بایت	BDIST	50
File register access	RW-FR	160
ذخیره‌ی رجیسترهای PLC در حافظه‌ی کمکی	WR-MP	161
خواندن رجیسترهای حافظه‌ی کمکی	RD- MP	162

hif / Rotate		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
تابع شیفت بیت‌های یک رجیستر	BSHF	6
تابع جابجایی به چپ	SHFL	51
تابع جابجایی به راست	SHFR	52
چرخش به چپ	ROTL	53
چرخش به راست	ROTR	54
Code Conversion		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
تابع تبدیل دودویی به BCD	→BCD	20
تابع تبدیل BCD با باینری	→BIN	21
تبدیل باینری به کدگری	B →G	55
تبدیل کدگری به باینری	G →B	56
تابع کدگشایی	DECOD	57
تابع کدگذاری	ENCOD	58
تابع تبدیل 7-SEGMENT	→7SG	59
تبدیل به کد اسکی	→ASC	60
تابع تبدیل زمان به ثانیه	→SEC	61
تابع تبدیل ثانیه به ساعت	→HMS	62
تابع تبدیل کد اسکی به عدد مبنای 16	→HEX	63
تابع تبدیل عدد مبنای 16 به کد اسکی	→ASC II	64
Flow Control		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
تابع آغاز حلقه کنترل	MC	0
دستور پایان حلقه کنترل MC	MCE	1
تابع آغاز حلقه SKP	SKP	2
دستور پایان حلقه کنترل SKP	SKPE	3
خروج از حلقه FOR-NEXT	BREAK	22
تابع لیبل	LBL	65
پرش به لیبل مورد نظر	JMP	66
فراخوانی زیر برنامه	CALL	67

پایان زیر برنامه	RTS	68
پایان برنامه‌ی وقفه	RTI	69
شروع حلقه‌ی FOR	FOR	70
اجرای حلقه‌ی بعدی FOR	NEXT	71
	END	
Temperature Control		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
حلقه‌ی کنترل PID دما	TPCTL	86
کنترل بصورت PID (برای کنترل دما، از تابع 86 استفاده شود)	PID	30
I/O		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
بهنگام سازی ورودی و خروجی ها	IMDIO	74
تابع ورودی عدد دهدهی از کلید	TKEY	76
تابع ورودی عدد HEX از کلید	HKEY	77
تابع ورودی سوئیچ	DSW	78
تابع خروجی 7-SEGMENT با خودنگهدار	7SGDL	79
تابع مالتی پلکس ورودی	MUXI	80
تابع خروجی پالس	PLSO	81
تابع خروجی پالس PWM (مدولاسیون عرض پالس)	PWM	82
تابع شناسایی سرعت	SPD	83
تابع تبدیل الگو برای نمایشگرهای 16/7-SEGMENT	TDSP	84
Cumulative Timer		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
تابع تایمرهای جمع شونده 0.01	T.01S	87
تابع تایمرهای جمع شونده 0.1	T.1S	88
تابع تایمرهای جمع شونده 1	T1S	89
Watch Dog Timer		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
تنظیم تایمر Watch dog	WDT	90
ریست کردن تایمر Watch dog	RSWDT	91



High Speed Timer/ Counter		
شماره‌ی تابع	مشخصه‌ی تابع	شرح
92	HSCTR	خواندن شمارنده‌ی سرعت بالای سخت‌افزاری
93	HSCTW	نوشتن بر روی شمارنده‌های سرعت بالای سخت‌افزاری
Report Printing		
شماره‌ی تابع	مشخصه‌ی تابع	شرح
94	ASCWR	تابع ارسال داده اسکی به پورت
Ramp		
شماره‌ی تابع	مشخصه‌ی تابع	شرح
95	RAMP	تابع شیب برای خروجی دیجیتال به آنالوگ
98	RAMP2	تابع شیب دنبال کننده برای خروجی آنالوگ
Communication		
شماره‌ی تابع	مشخصه‌ی تابع	شرح
150	M-Bus	تابع ایجاد شبکه از طریق پروتکل MODBUS
151	CLINK	تابع ایجاد شبکه از طریق پروتکل FACON
Table Manipulation		
شماره‌ی تابع	مشخصه‌ی تابع	شرح
100	R → T	تابع انتقال مقدار یک رجیستر به مکان مشخصی از یک جدول
101	T → R	تابع انتقال مقدار، از مکان مشخصی از جدول به رجیستر
102	T → T	تابع انتقال مقداری از جدول به رجیستری در جدول دیگر
103	BT_M	تابع انتقال مقادیر از جدولی به جدول دیگر
104	T_SWP	تابع جابجایی مقادیر جدول‌ها
105	R-T_S	تابع جستجو در جدول
106	T-T_C	تابع مقایسه جدول‌ها
107	T_FIL	تابع پرکردن جدول
108	T_SHF	تابع پرکردن جدول
109	T_ROT	تابع چرخش جدول
110	QUEUE	تابع صف
111	STACK	تابع پشته
112	BKCOMP	تابع DRUM
113	SORT	تابع مرتب نمودن داده‌ها

تابع نوشتن 0 یا 1 بر روی تمامی بیت های تعدادی رجیستر	Z-WR	114
Matrix Manipulation		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
اجرای عملیات AND بر روی بیت‌های چند رجیستر	MAND	120
اجرای عملیات OR بر روی بیت‌های چند رجیستر	MOR	121
اجرای عملیات XOR بر روی بیت‌های چند رجیستر	MXOR	122
اجرای عملیات XNOR بر روی بیت‌های چند رجیستر	MXNR	123
تابع معکوس کردن محتوای یک ماتریس	MINV	124
مقایسه بیت های دو ماتریس	MCMP	125
تابع خواندن بیت در ماتریس	MBRD	126
تابع نوشتن بیت در ماتریس	MBWR	127
تابع شیفت بیت در ماتریس	MBSHF	128
تابع شیفت بیت در ماتریس	MBROT	129
تابع شمارش در ماتریس	MBCNT	130
NC Positioning		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
تابع PWM سرعت بالا	HSPWM	139
تابع تولید پالس سرعت بالا در خروجی	HSPSO	140
تابع تنظیم مقادیر پارامتری کنترل موقعیت عددی	MPARA	141
تابع توقف پالس سرعت بالا	PSOFF	142
تابع تبدیل موقعیت کنونی پالس به مقدار قابل نمایش	PSCNV	143
تابع خروجی پالس سرعت بالا و چند محوره	MHSPO	147
تابع تولید پالس بصورت دستی برای کنترل موقعیت	MPG	148
Interrupt Control		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
تابع فعال سازی وقفه	EN	145
تابع غیر فعال سازی وقفه	DIS	146
Floating Point Number		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
تبدیل عدد صحیح به عدد اعشاری	F→I	200
تبدیل عدد اعشاری به عدد صحیح	I→F	201

مجموع دو رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FADD	202
تفریق دو رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FSUB	203
ضرب دو رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FMUL	204
تقسیم دو رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FDIV	205
مقایسه‌ی دو رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FCMP	206
مقایسه در یک بازه‌ی رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FZCP	207
مجذور دوم رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FSQR	208
سینوس رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FSIN	209
کسینوس رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FCOS	210
تانژانت رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FTAN	211
منفی کردن رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FNEG	212
قدر مطلق رجیستر با فرمت عدد اعشاری	FABS	213
تابع لگاریتم طبیعی $\ln(x)$	FLN	214
تابع $e^x$	FEXP	215
تابع لگاریتم اعشاری	FLOG	216
تابع $x^y$	FPOW	217
تابع معکوس سینوس	FASIN	218
تابع معکوس کسینوس	FACOS	219
تابع معکوس تانژانت	FATAN	220
Other Instructions		
شرح	مشخصه‌ی تابع	شماره‌ی تابع
شناسایی مازول‌های اضافه شده	STAT	190