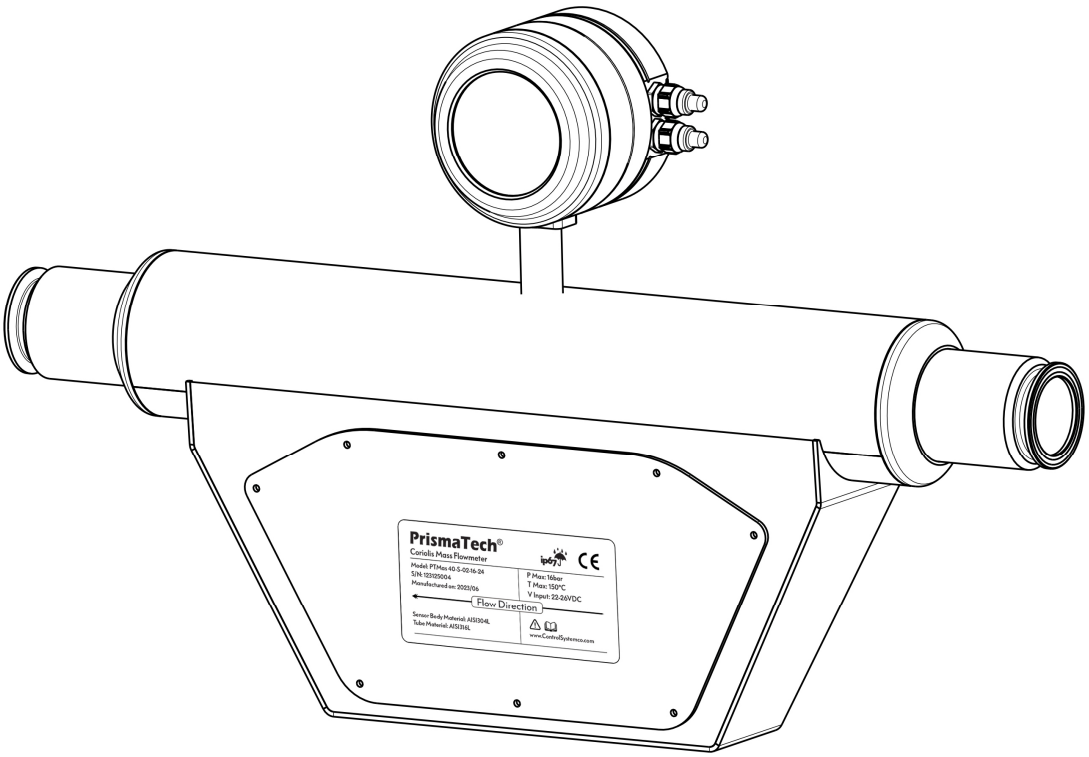
# PrismaTech® Coriolis Mass Flowmeter

## INSTRUCTION MANUAL




# راهنمای کاربری فلومتر کوریولیس پریسماتک

## CORIOLIS MASS FLOWMETERS:

PrismaTech® Instruments
www.ControlSystemco.com
Jul, 2023

## ⚠هشدار:

مایعات موجود در خط ممکن است داغ یا خطرناک باشند. در زمان نصب یا تماس با مایع از محافظ و لباس‌های محافظتی استفاده کنید. تنها به تماس پیدا نکردن با محلول‌ها اکتفا نکنید.

**اقدامات احتیاطی هنگام جدا کردن سنسور از روی خط تولید:**

- ⚠ کاملاً مطمئن شوید که مسیر جریان محلول تحت فشار نیست.
- ☚ شیر تخلیه را باز کنید.
- ☚ با احتیاط کامل پیچ مربوط به کلمپ‌های سنسور را کمی شل کنید و آماده باشید که در صورت نیاز باز هم آن را سفت کنید.
- ⚠ از مسیر هرگونه نشتی یا خروج مایع فاصله بگیرید.

این دفترچهٔ راهنما همراه با فلومترهای کوریولیس **پیسماتک**، به خریدار تحویل داده می‌شود.

در صورت هرگونه تغییر در محتویات این دفترچه، نسخهٔ جدید آن در سایت اینترنتی شرکت کنترل سیستم خاورمیانه به نشانی www.controlsystemco.com قابل دریافت است.

**گارانتی:**

شرکت کنترل سیستم خاورمیانه تضمین می‌کند که فلومتر الکترومغناطیسی **پیسماتک** از نظر قطعات به‌کاررفته و همچنین عملکرد آنها عاری از هرگونه نقص باشند. این شرکت متقبل می‌شود که در صورت نیاز، بدون هیچ‌گونه هزینه‌ای اقدام به تعمیر یا تعویض سیستم نماید.

- ☚ هرگونه نقصی باید حداکثر یک سال پس از خریداری دستگاه به شرکت اطلاع داده شود.
- ☚ **در صورتی که سنسور باز شده باشد و یا هرکدام از بخش‌ها دستکاری شده باشند گارانتی لغو می‌گردد.**

لطفاً قبل از ارسال موارد دارای نقص برای سرویس یا تعویض جهت آگاهی از نحوهٔ بسته‌بندی و ارسال محصول، با شرکت تماس حاصل فرمایید. (http://www.controlsystemco.com/)

# فهرست مطالب


۱ علائم و هشدارها ..... ۱
۱,۱ علائم کلی هشدار ..... ۱
۱,۲ علائم الکتریکی ..... ۱
۱,۳ علائم استفاده شده جهت راهنمایی ..... ۲
۲ معرفی ..... ۳
۲,۱ اصول کارکرد فلومترهای کوریولیس ..... ٤
۲,۲ بخش‌های مختلف ..... ٥
۲,۲,۱ سنسور ..... ٦
۲,۲,۲ ترنسمیتر و نمایشگر ..... ٦
۲,۳ ابعاد ..... ۷
۲,٤ مشخصات مکانیکی ..... ۸
۲,٥ مشخصات ترنسمیتر ..... ۸
۲,٥,۱ تغذیه ..... ۸
۲,٥,۲ واحدهای اندازه‌گیری ..... ۹
۲,٥,۳ Totalizer ها ..... ۹
۲,٦ مدل‌های مختلف ..... ۱۰
۲,۷ لیبل مشخصات سنسور ..... ۱۰
۲,۸ پلاک مشخصات ترنسمیتر ..... ۱۰
۲,۹ بورد ترمینال ..... ۱۱
۳ نصب و راه‌اندازی ..... ۱۲
۳,۱ تنظیم نمایشگر متناسب با نحوهٔ نصب سنسور ..... ۱۲
۳,۲ تنظیم Terminals Body متناسب با نحوهٔ نصب سنسور ..... ۱۳
۳,۳ قطعات مورد استفاده در نصب سنسور ..... ۱٤
۳,٤ جهت ورودی و خروجی سیال ..... ۱٤
۳,٥ انتخاب سایز فلومتر ..... ۱٥
۳,٥,۱ محدودهٔ دبی قابل اندازه‌گیری ..... ۱٥
۳,٦ شرایط و محل مناسب برای نصب سنسور (مطابق با استاندارد DIN/EN 29104) ..... ۱٦
۳,٦,۱ فاصله از محل‌های پر تلاطم ..... ۱٦
۳,٦,۲ نصب سنسور قبل از شیر ..... ۱۸
۳,٦,۳ خروجی پمپ ..... ۱۸
۳,٦,٤ لوله‌های نیمه پر ..... ۱۹
۳,٦,٥ لوله های به سمت پایین ..... ۱۹
۳,٦,٦ جهت‌گیری‌های مختلف نصب سنسور ..... ۲۰
۳,٦,۷ نکات تکمیلی در نصب سنسور ..... ۲۱
٤ راهنمای استفاده و کاربری ..... ۲۳
٤,۱ کلیدها و چراغ‌های نشانگر ..... ۲۳

٤,٢ شمای کلی تنظیمات دستگاه..... ٢٤
٤,٣ سربرگ Main یا صفحهٔ اصلی نمایش..... ٢٥
٤,٤ سربرگ Setting..... ٢٦
٤,٥ سربرگ Diagnostics..... ٢٦
٤,٦ سربرگ Menu..... ٢٧
٤,٦,١ تنظیمات نمایشگر(دبی) Flow Display Setting..... ٢٨
٤,٦,٢ تنظیمات نمایشگر(دانسیته و بریکس) Density & Brix Display Setting..... ٢٩
٤,٦,٣ دیگر تنظیمات نمایشگر Other Display Setting..... ٣٠
٤,٦,٤ تنظیمات خروجی های آنالوگ Analog Outputs Setting..... ٣١
٤,٦,٥ تنظیمات خروجی‌های دیجیتال Digital Outputs Setting..... ٣٢
٤,٦,٦ تنظیمات مدباس و ورودی دیجیتال Modbus & Digital Inputs Setting..... ٣٣
٤,٦,٧ تنظیمات دما Temperature Setting..... ٣٤
٤,٦,٨ تنظیمات توتالایزرها Totalizers Setting..... ٣٥
٤,٦,٩ تنظیمات کنترلر **PID**..... ٣٦
٤,٦,١٠ تنظیمات حالت پرکن **Batch Filling Setting**..... ٣٧
٤,٦,١١ منوی کالیبراسیون **Calibration & EPD Setting**..... ٣٨
٤,٦,١٢ منوی تنظیمات کارخانه Factory Setting..... ٣٩
٥ سرویس و نگهداری..... ٤١
٦ پیوست A: آدرس پارامترهای ارتباط سریال RS485 Modbus RTU..... ٤٣
٧ پیوست B: تنظیم کنترلرهای PID..... ٦١
٧,١ تئوری **PID**..... ٦١
٧,٢ اثر عملیات کنترلی انتگرالی و مشتقی بر عملکرد سیستم..... ٦١
٧,٢,١ عمل کنترل انتگرالی..... ٦١
٧,٢,٢ عمل کنترل مشتقی..... ٦١
٧,٢,٣ عمل کنترل تناسبی- انتگرالی – مشتقی..... ٦٢
٧,٣ روشهای تنظیم کنترلر PID..... ٦٢
٧,٣,١ روش آزمایش-خطا..... ٦٢
٧,٣,٢ روش اول زیگلر-نیکولز..... ٦٣
٧,٣,٣ روش دوم زیگلر-نیکولز..... ٦٤

# ۱ علائم و هشدارها

## ۱,۱ علائم کلی هشدار

| علائم | شرح |
|---|---|
| | **خطر**: این هشدار نشان‌دهندهٔ خطر فوری ایجاد سوختگی با برق می‌باشد. |
| | **خطر**: این هشدار نشان‌دهندهٔ خطر فوری ایجاد سوختگی با گرما یا سطوح داغ می‌باشد. |
| | **خطر**: این خطر می‌بایست با دقت مورد توجه قرار گیرد، به طوری که حتی عدم توجه به صورت جزئی نسبت به این خطر ممکن است باعث ایجاد مشکلات سلامت و یا مرگ شود. همچنین احتمال بروز خسارت جدی در تاسیسات و خط تولید استفاده کننده نیز وجود دارد. |

## ۱,۲ علائم الکتریکی

| علائم | شرح |
|---|---|
| | **جریان مستقیم**<br>ترمینالی که می‌بایست جریان مستقیم به آن متصل شود و یا از آن جریان مستقیم گرفته می‌شود. |
| | **جریان متناوب**<br>ترمینالی که می‌بایست جریان متناوب به آن متصل شود و یا از آن جریان متناوب گرفته می‌شود. |
| | **جریان مستقیم و جریان متناوب**<br>ترمینالی که می‌بایست جریان مستقیم یا متناوب به آن متصل شود.<br>ترمینالی که از آن جریان مستقیم یا جریان متناوب گرفته می‌شود. |
| | **کانکشن اتصال به زمین**<br>یک ترمینال Ground شده که می‌بایست به یک سیستم Grounding |
| | **کانکشن حفاظتی** Ground<br>یک ترمینال که می‌بایست قبل از اتصال هر کانکشن دیگری به Ground متصل شود. |
| | **کانکشن تجهیزاتی**<br>یک کانکشن که می‌بایست به سیستم Grounding کارخانه متصل شود به صورتی که با توجه به استانداردهای ملی و محلی کارخانه مورد نظر می‌تواند یک potential equalization line و یا یک star grounding system باشد. |

## ۱,۳ علائم استفاده شده جهت راهنمایی

| علائم | شرح |
|---|---|
| | **مجاز**<br>نشان دهندهٔ روشها و عملیاتی که کاربر در هنگام استفاده و یا نصب دستگاه مجاز به انجام آن است. |
| | **توصیه شده**<br>نشان دهندهٔ روشها و عملیاتی هنگام استفاده و یا نصب دستگاه بر روشهای دیگر ترجیح داده می‌شود. |
| | **ممنوع**<br>بیانگر روشها و عملیاتی است که هنگام استفاده و یا نصب دستگاه ممنوع است. |
| | **نصب در محل لرزش‌های مکانیکی ممنوع**<br>وجود لرزش‌های مکانیکی در محل نصب منجر به بروز خطا در عملکرد و اندازه‌گیری دستگاه می‌شود. |
| | **نصب در مجاورت میدان مغناطیسی ممنوع**<br>وجود میدان مغناطیسی در محل نصب منجر به بروز خطا در عملکرد و اندازه‌گیری دستگاه می‌شود. |
| | **اطلاعات تکمیلی** |
| | **بررسی چشمی** |
| | **آدرس منوها** |

# ۲ معرفی

فلومترهای کوریولیس را می‌توان از نوع فلومترهای استاندارد و چند متغیره برای مایعات و گازها نام برد که امکان ثبت همزمان چندین متغیر(جرم/ چگالی/ دما) برای شرایط مختلف فرایند در طول عملیات اندازه گیری را فراهم میکند. اصل اندازه گیری فلومتر کوریولیس مستقل از خواص فیزیکی سیال مانند ویسکوزیته و چگالی است که دارای دقت اندازه گیری بسیار بالا میباشد.کاربردهای اصلی فلومتر کوریولیس را می‌توان در اندازه گیری موارد زیر بیان کرد.

| | |
|---|---|
| • روغن ها<br>• روان کننده ها<br>• سوخت ها | • گازهای مایع و فشرده<br>• حلال ها<br>• مواد غذایی |

فلومترهای کوریولیس **پریسماتک** در کاربردهای ذکر شده و با ویژگی‌های زیر طراحی و ساخته شده‌اند:

- نصب آسان
- عدم حساسیت به ارتعاشات به لطف سیستم اندازه گیری دو لوله ای متعادل
- کاربری آسان
- مصونیت در مقابل نیروهای خارجی Piping به دلیل طراحی مقاوم
- نگهداری آسان
- عملکرد عالی به دلیل کالیبراسیون با دقت بالا

### ۲،۱ اصول کارکرد فلومترهای کوریولیس

در این روش اندازه‌گیری بر اساس قانون کوریولیس انجام می‌شود.

کوریولیس‌ها معمولا از دو لوله‌ی مرتعش تشکیل یافته‌اند. به طورکلی در همه انواع این دبی‌سنج‌ها سیال از داخل لوله‌های مرتعش عبور می کند. لوله‌ها در فرکانس طبیعی خود و توسط نوسان سازهای الکترونیکی متصل به لوله‌ها ارتعاش می یابند. یکسری سیم پیچ برای آشکارسازی نوسان‌های کوچک یا Micro motion لوله‌ها به یکی از لوله‌ها و یکسری آهنربا به لوله مجاور متصل می باشند که با نوسان لوله‌ها، در هر سیم پیچ به دلیل تغییر میدان مغناطیسی حاصل از آهنربای مجاور، یک ولتاژ نوسانی القا می‌شود.

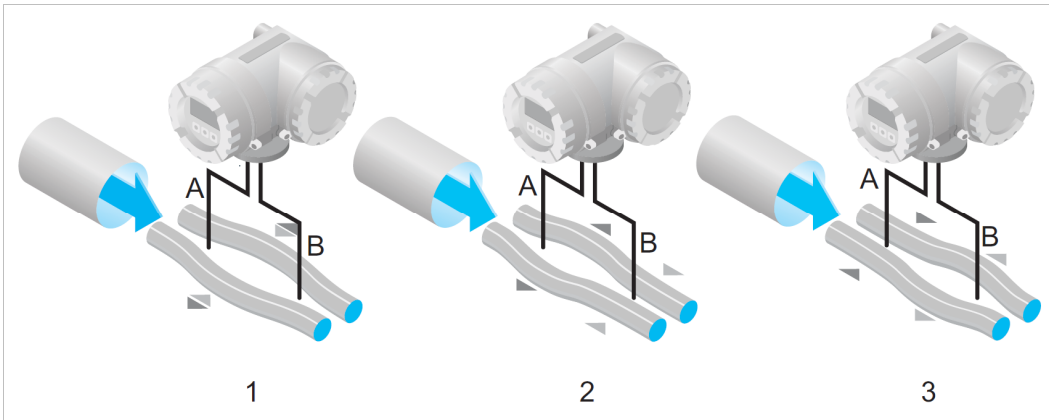
هنگامی که در ورودی فلومتر، سیال به سمت نقطه‌ای که دارای ارتعاش است حرکت می کند، لوله به آن شتاب یا نیرو اعمال می کند. سیال متحرک برای مقاومت در مقابل نیرویی که توسط لوله اعمال می شود، نیرویی به لوله وارد می‌کند. همین نیرو نیز در سمت خروجی لوله و در جهت عکس به وجود خواهد آمد. برهم کنش این دو نیرو در ورودی و خروجی لوله‌ها، باعث پیچش لوله می شود. این نیرو متناسب با جرم سیال عبوری از لوله هاست و نیروی کوریولیس نام دارد و سبب اختلاف فاز ولتاژ القایی در دو سیم پیچ که در طرفین لوله ها است می‌شود. از این رو اختلاف فاز یا تاخیر زمانی بین موج ورودی و خروجی مستقیماً با دبی جرمی سیال متناسب است.

$$Fc = 2 * \Delta m(v * \omega)$$

| | |
|---|---|
| سرعت شعاعی در سیستم چرخشی یا نوسانی =V | نیروی کوریولیس=Fc |
| سرعت چرخش = ω | جرم متحرک=Δm |

دامنه نیروی کوریولیس به جرم متحرک Δm ،سرعت V در سیستم و در نتیجه به جریان جرم بستگی دارد.به جای سرعت زاویه ای ثابت ω حسگر از نوسان استفاده میکند.

- در جریان صفر،وقتی سیال در حالت سکون است.دو لوله در فاز1 (شکل 1)نوسان میکنند.
- جریان جرمی باعث کاهش نوسان در ورودی لوله ها (شکل 2) و شتاب در خروجی ها (شکل 3) میشود.




شکل 1-2 قانون کوریولیس

اختلاف فاز (AB) با افزایش جریان جرمی افزایش میابد.سنسورهای الکترودینامیکی نوسانات لوله را در ورودی و خروجی ثبت می کنند.

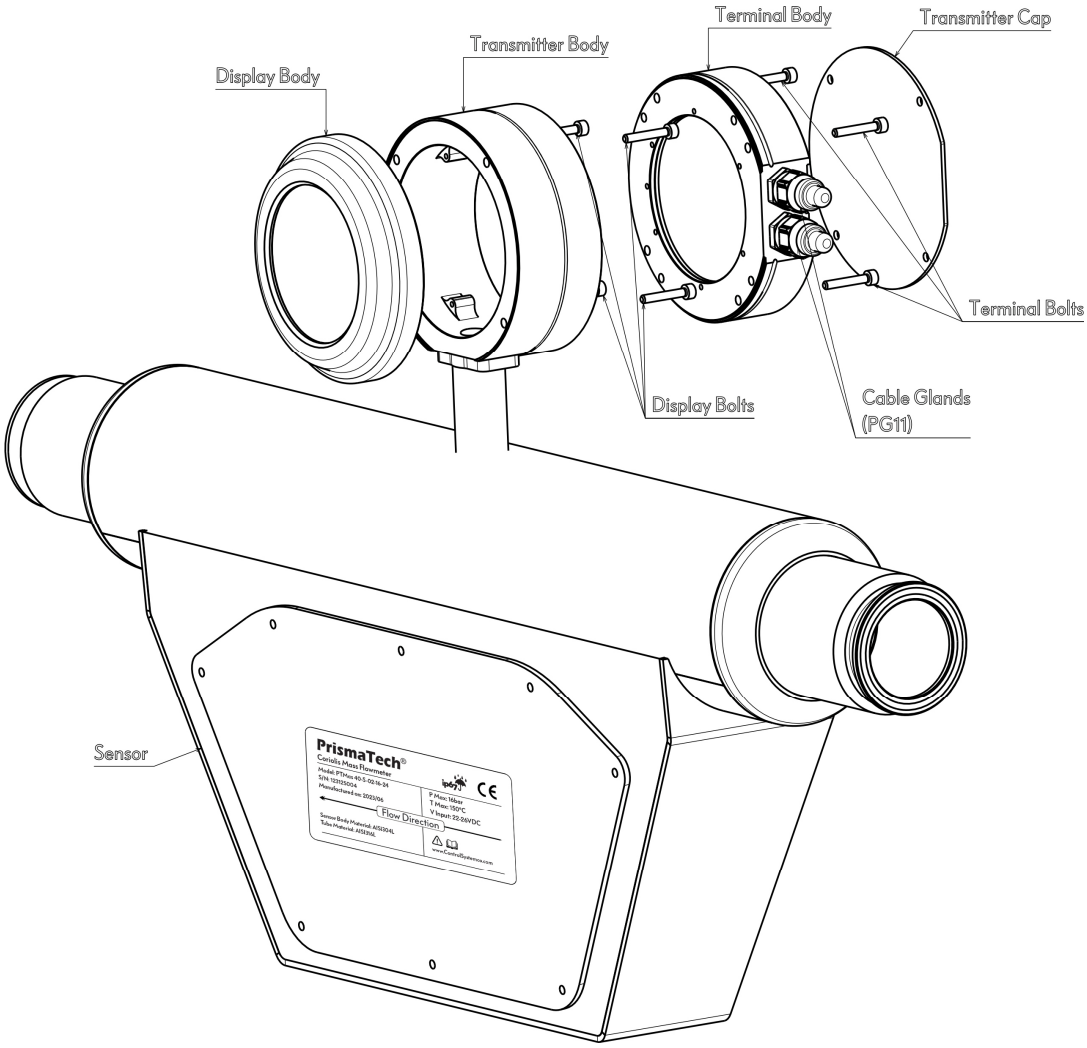
اصل اندازه گیری مستقل از دما، فشار، ویسکوزیته، هدایت و مشخصات جریان عمل میکند.

**اندازه گیری چگالی؛** لوله های اندازه گیری به طور مداوم در فرکانس تشدید خود تحریک میشوند.تغییر در جرم و در نتیجه چگالی سیستم نوسانی(شامل لوله های اندازه گیری و سیال) منجر به تنظیم خودکار فرکانس نوسان میشود. بنابراین فرکانس تشدید تابعی از چگالی سیال است.cpu از این رابطه برای بدست آوردن مقدار چگالی میکند.

**اندازه گیری دما؛** دمای لوله های اندازه گیری به منظور محاسبه ضریب جبران ناشی از اثرات دما تعیین میشود.این مقدار با دمای سیال مطابقت دارد و به عنوان خروجی نیز در دسترس میباشد.

### ۲,۲ بخش‌های مختلف

فلومتر کوریولیس **پریسماتک** شامل یک واحد سنسور و یک واحد ترنسمیتر می‌باشد:




شکل 2-2 بخش‌های مختلف فلومترهای کوریولیس **پریسماتک** مدل PTMass

### ۲,۲,۱ سنسور

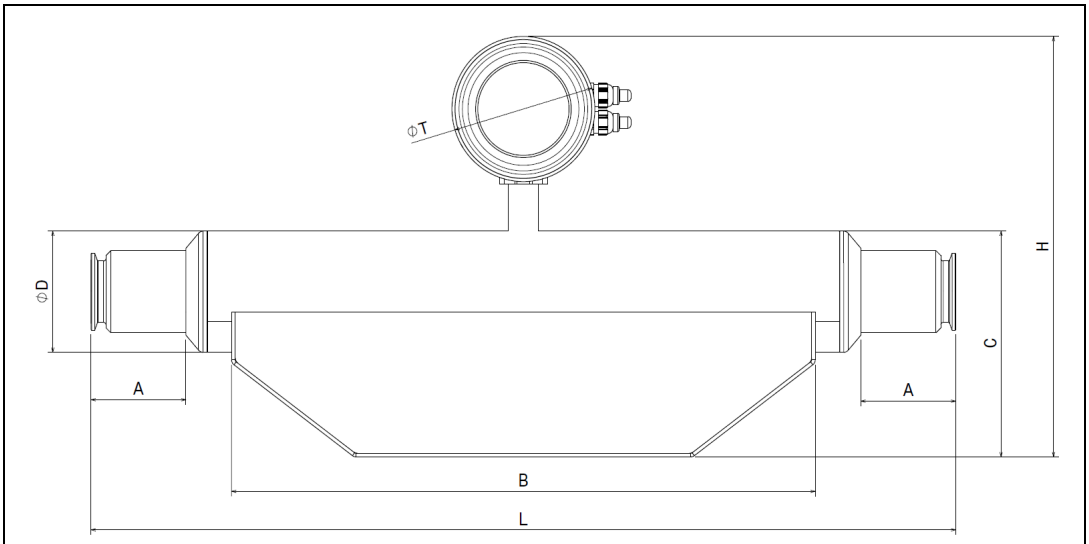
این بخش ارتعاشات لوله را اندازه گیری و به سیگنال الکتریکی تبدیل میکند. سنسور از دو لوله با جنس استیل، 3 عدد سیم پیچ (کویل با هسته مغناطیسی)، 2 عدد سنسور دما، بدنهٔ اصلی و کانکشن‌های اتصال تشکیل شده است.

### ۲,۲,۲ ترنسمیتر و نمایشگر

این بخش با انجام محاسبات مختلف سیگنال الکتریکی دریافتی از سنسور را به فلوی جرمی و حجمی و چگالی سیال تبدیل می‌کند. همچنین علاوه بر نمایش مقادیر اندازه‌گیری شده خروجی‌های لازم را جهت ارسال به تجهیزات دیگر در اختیار کاربر قرار می‌دهد.

### ۲,۳ ابعاد

ابعاد و مشخصات فیزیکی فلومترهای کوریولیس **پیسماتک** با کانکشن نصب 3A Clamp در **Error! Reference source not found.** آورده شده است.




| Model | A | B | C | D | L | H | T |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PTMas08-S-01-16-24 | 39 | 240 | 95 | 41.5 | 367 | 255 | 119 |
| PTMas08-T-01-16-24 | 39 | 240 | 120 | 41.5 | 367 | 280 | 119 |
| PTMas08-U-01-16-24 | 34 | 120 | 145 | 41.5 | 229 | 305 | 119 |
| PTMas08-V-01-16-24 | 34 | 120 | 100 | 41.5 | 229 | 260 | 119 |
| PTMas15-S-01-16-24 | 49 | 261 | 99 | 47.5 | 398 | 259 | 119 |
| PTMas15-T-01-16-24 | 49 | 245 | 128 | 47.5 | 398 | 288 | 119 |
| PTMas15-U-01-16-24 | 39 | 172 | 173 | 47.5 | 273 | 333 | 119 |
| PTMas15-V-01-16-24 | 39 | 148 | 118 | 47.5 | 273 | 278 | 119 |
| PTMas25-S-01-16-24 | 48 | 296 | 108 | 59 | 434 | 268 | 119 |
| PTMas25-T-01-16-24 | 48 | 276 | 146 | 59 | 434 | 306 | 119 |
| PTMas25-U-01-16-24 | 42 | 205 | 225 | 59 | 324 | 385 | 119 |
| PTMas25-V-01-16-24 | 42 | 200 | 154 | 59 | 324 | 314 | 119 |
| PTMas40-S-01-16-24 | 61 | 386 | 145 | 71 | 558 | 305 | 119 |
| PTMas40-T-01-16-24 | 61 | 372 | 207 | 71 | 558 | 367 | 119 |
| PTMas40-U-01-16-24 | 55 | 310 | 243 | 71 | 456 | 403 | 119 |
| PTMas40-V-01-16-24 | 55 | 280 | 209 | 71 | 456 | 369 | 119 |
| PTMas50-S-01-16-24 | 79 | 486 | 185 | 100 | 720 | 345 | 119 |
| PTMas50-T-01-16-24 | 79 | 443 | 268 | 100 | 720 | 428 | 119 |
| PTMas50-U-01-16-24 | 64 | 370 | 377 | 100 | 562 | 537 | 119 |
| PTMas50-V-01-16-24 | 64 | 340 | 268 | 100 | 562 | 428 | 119 |

### ۲,٤ مشخصات مکانیکی

| | | |
|---|---|---|
| **Fluid Temperature Range** | | -20°C~ 120°C |
| **Ambient Temperature** | | -20°C~ 70°C |
| **Maximum Fluid Pressure** | | 30 Bar |
| **Mounting Connection** | | 3A Clamp, Flange, Nut, ... |
| **Protection** | | IP68 For sensor unit and IP67 for transmitter unit |
| **Material** | **Electrodes** | Titanium, Hastelloy (On Request) |
| | **Sensor Wetted Parts** | AISI 316L Stainless Steel |
| | **Sensor Body** | AISI 304 Stainless Steel |
| | **Transmitter Body** | Anodized Aluminum |

### ۲,٥ مشخصات ترنسمیتر

| | | |
|---|---|---|
| **Power** | 22~26 Vdc / 100-240 Vac, 500mA | |
| **Display** | 128*64 pixel LCD STN Display | |
| **Measurment Units** | Massflow | gr/Min, gr/Sec, Kg/Hour, Kg/Min, Kg/Sec, Ton/Hour, ton/Min with changeable dot points. |
| | Density | gr/cm3, kg/cm3, gr/m3, gr/mL, gr/L, kg/L, kg/m3 with changeable dot points. |
| | Volumeflow | $m^3/h$, $m^3/s$, L/h, L/min, L/s, mL/min, mL/s with changeable dot points. |
| | Concentration | Brix, Refractive Index(nD) with changeable dot points. |
| **Cable Glands** | Two PG11 Glands | |
| **Accuracy** | Massflow: ±0.15 % Brix: ±0.1 % Volume: ±0.15 % Density: ±1 kg/m3 | |
| **Analog Outputs** | Two unit 4~20mA (max 1Kohm) | |
| **Digital Outputs** | Two selectable units (Pulse/ Frequency/ Alarm) | |
| **Digital Inputs** | One units (Hold/Totalizer Reset/PID & Batch Filling Enable) | |
| **Totalizer** | 2 independent totalizers with selectable units for Massflow & Vol.Flow | |
| **Alarms** | Empty Pipe, AQ Open Loop, etc. | |

#### ۲,٥,۱ تغذیه

از یک منبع تغذیهٔ سوئیچینگ جریان مستقیم با ولتاژ 22~26 Vdc / 100-240 Vac برای تغذیهٔ دستگاه استفاده می‌شود و حداقل جریان مورد نیاز برای کار دستگاه معادل 500mA می‌باشد.

### ۲,۵,۲ واحدهای اندازه‌گیری

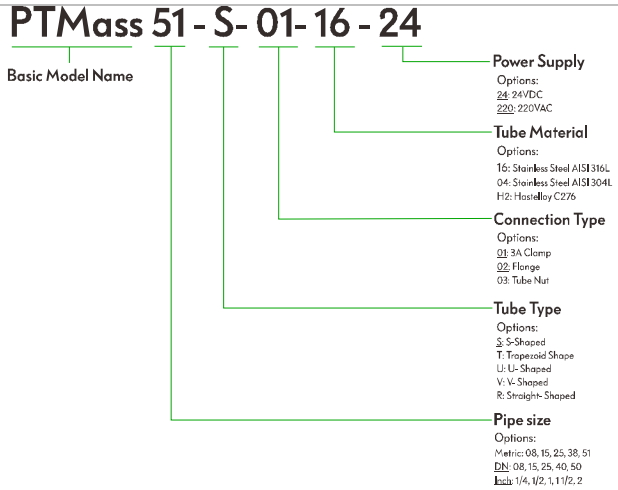
فلومتر کوریولیس **پریسماتک** قادر است مقدار فلوی جرمی اندازه‌گیری شده را در واحدهای gr/Min, gr/Sec, Kg/Hour, Kg/Min, Kg/Sec, Ton/Hour, ton/Min و فلوی حجمی اندازه گیری شده را در واحد های ml/Min, ml/Sec, Liter/Hour, Liter/Min, Liter/Sec, m3/Hour, m3/Min نمایش دهد. کاربر می‌تواند مطابق با چارت مربوطه در بخش "راهنمای استفاده و کاربری" همین دفترچهٔ راهنما با استفاده از زیر منوی Flow Display Setting واحد و همچنین تعداد رقم اعشار مورد نظر خود را انتخاب نماید. (زیر منوی Flow Display Setting در بخش 4.6.14.6.1 توضیح داده شده است).

### ۲,۵,۳ Totalizerها

فلومتر کوریولیس **پریسماتک** دارای دو واحد Totalizer داخلی می‌باشد که از آنها جهت اندازه‌گیری مجموع حجم یا جرم عبوری از خط لوله استفاده می‌شود. با استفاده از ورودی‌های دیجیتال و یا تنظیمات موجود در نمایشگر دستگاه می‌توان مقدار هر Totalizer را صفر(Reset) کرد. (بخش 4.6.8 )

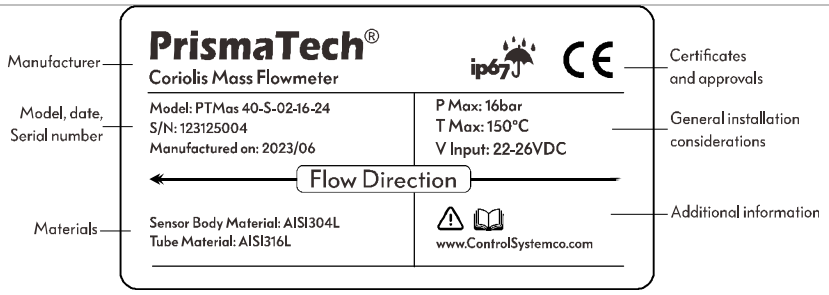
### ۲,۶ مدل‌های مختلف

شکل ***2-3*** مدل‌های مختلف فلومترهای کوریولیس را مطابق با لیبل مشخصات درج شده بر روی سنسور دستگاه نمایش می دهد.



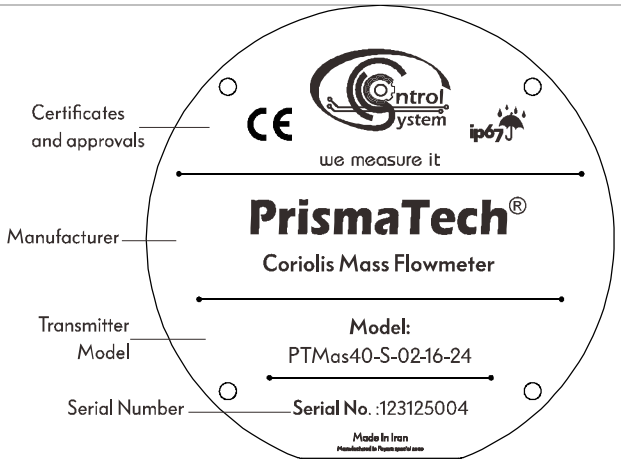

شکل 2-3 کدبندی مدل‌های مختلف

### ۲,۷ لیبل مشخصات سنسور




شکل 2-4 لیبل مشخصات سنسور

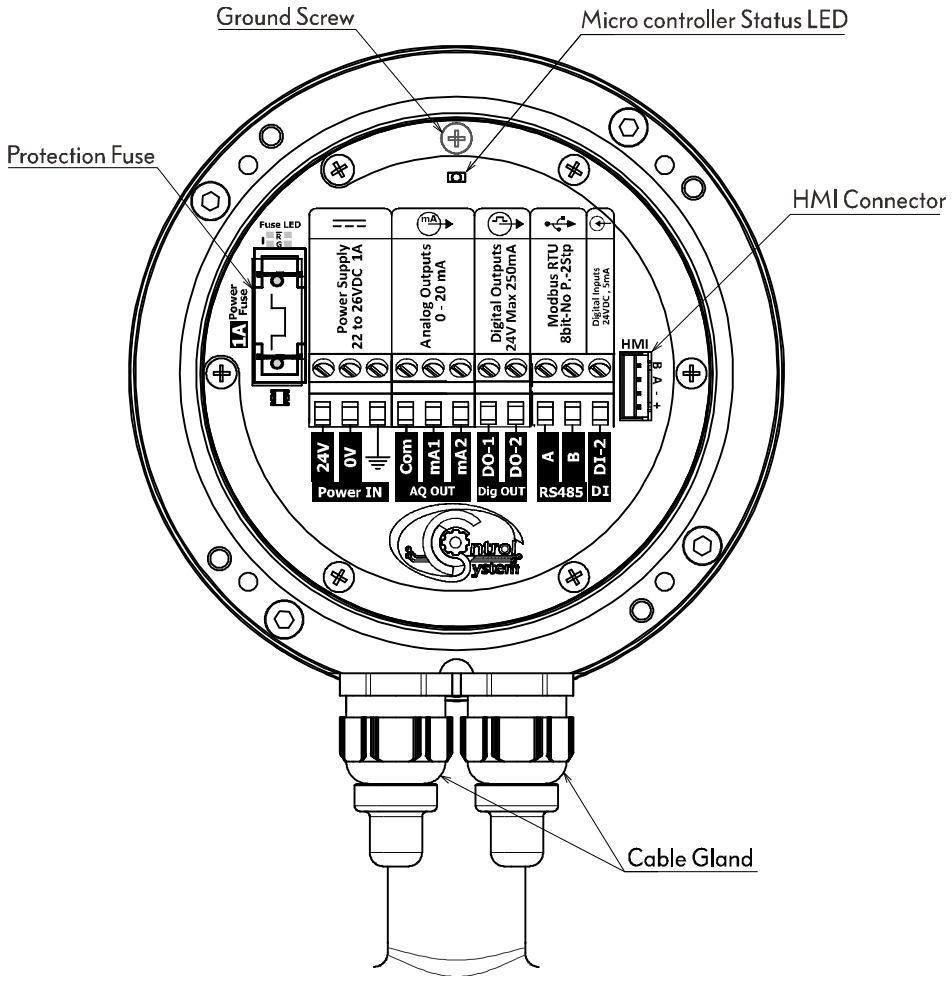
### ۲,۸ پلاک مشخصات ترنسمیتر




شکل 2-5 پلاک مشخصات ترنسمیتر

### ۲,۹ بورد ترمینال

در شکل 2-6 محل ترمینال‌های ورودی و خروجی بر روی بورد واحد ترنسمیتر نمایش داده شده است. همانطور که دیده می‌شود نام هر کدام از ترمینال‌ها در کنار آن چاپ شده است که می‌بایست در زمان اتصال سیم به آنها توجه نمایید.




شکل 2-6 ترمینال‌های ورودی/خروجی فلومتر الکترومغناطیسی

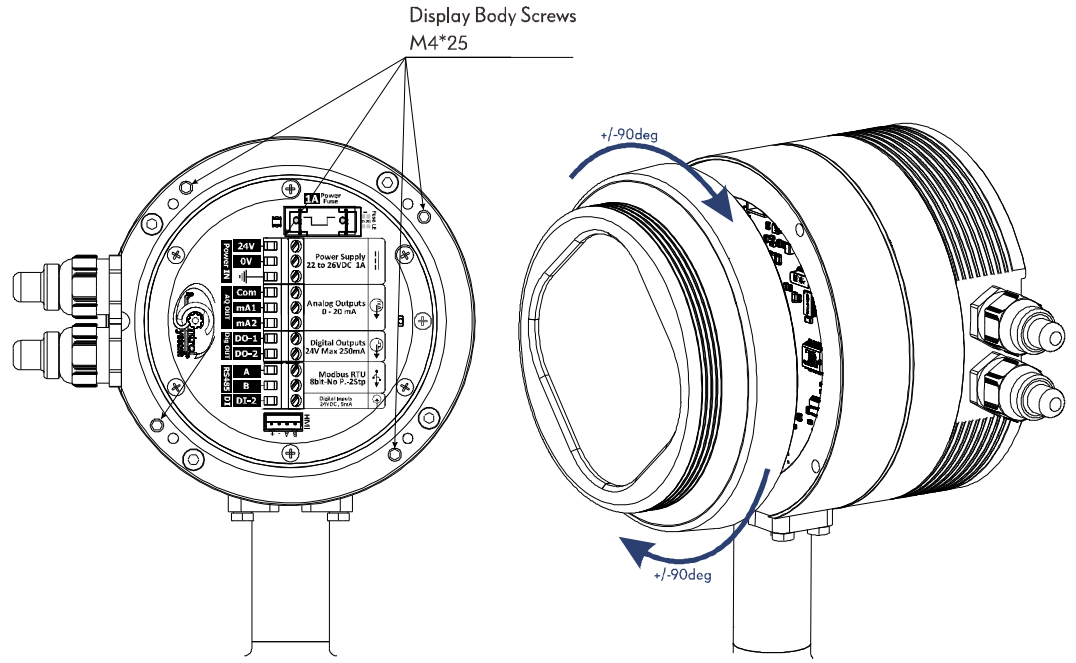
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Power IN | ⏚ | محل اتصال سیم ارت | Ground Screw | | پیچ اتصال بورد ترمینال به بدنهٔ دستگاه |
| | 0V | ولتاژ 0 V-DC تغذیه | Analog Outputs | Com | ترمینال‌های خروجی آنالوگ اکتیو |
| | 24V | ولتاژ 24V-DC تغذیه | | mA1 | |
| Dig. Out | DO-1 | خروجی دیجیتال اول | | mA2 | |
| | DO-2 | خروجی دیجیتال دوم | RS 485 | A | ترمینال‌های ارتباط سریال RS485 |
| Dig. IN | DI-1 | ورودی دیجیتال | | B | |
| | | | Power Fuse | | فیوز محافظتی تغذیهٔ دستگاه (1A) |
| | | | HMI Connector | | کانکتور اتصال سریع به HMI |
| Status LED*Microcontroller | | | | | نشان‌دهندهٔ عملکرد منظم میکرو کنترلر دستگاه |

*خاموش بودن یا چشمک زدن نامنظم چراغ Micorcontroller Status LED نشان‌دهندهٔ وجود اشکال در عملکرد میکروکنترلر می‌باشد. در این صورت با واحد پشتیبانی و خدمات پس از فروش **پریسماتک** تماس حاصل فرمایید.

# ۳ نصب و راه‌اندازی

## ۳،۱ تنظیم نمایشگر متناسب با نحوهٔ نصب سنسور

با توجه به نحوهٔ نصب فلومتر و عمودی یا افقی بودن لوله‌ای که روی آن نصب می‌شود نمایشگر دستگاه قابلیت چرخش دارد. برای انجام این کار ابتدا می‌بایست با استفاده از یک آچار آلن سایز 3 چهار عدد پیچ نشان داده شده در شکل ***3-1*** را باز نموده و پس از چرخاندن نمایشگر به اندازهٔ 90 درجه در جهت مثبت یا منفی، مجدد پیچ‌های نمایشگر را محکم نمایید.

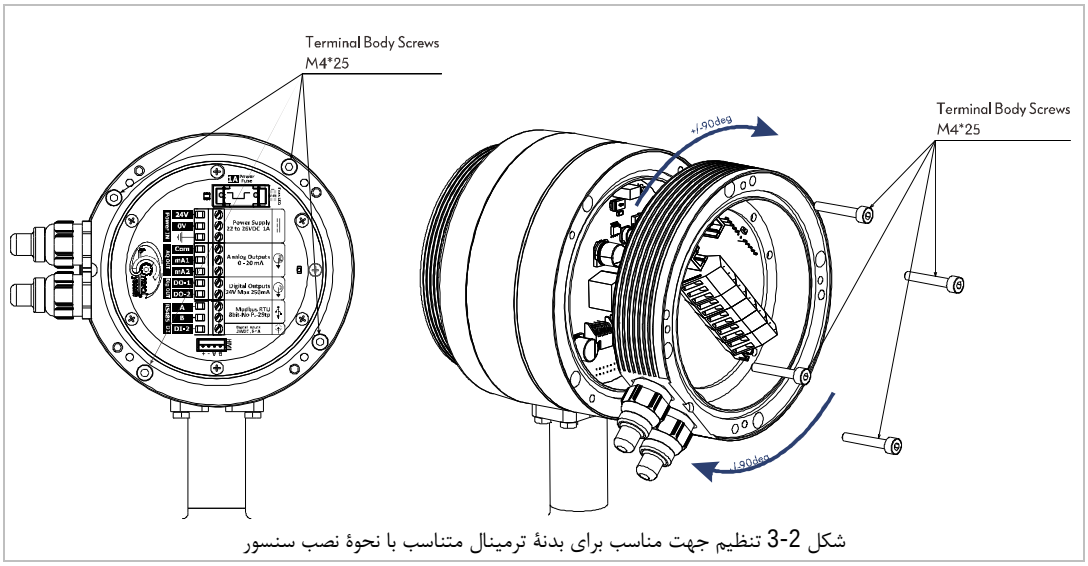



شکل 3-1 تنظیم جهت مناسب برای صفحهٔ نمایشگر دستگاه

ⓘ پس از تغییر جهت نمایشگر دقت نمایید پیچ‌ها را به درستی محکم نمایید در غیر این صورت ممکن است رطوبت به داخل ترنسمیتر دستگاه نفوذ کرده و باعث آسیب رساندن به مدارات الکترونیکی دستگاه شود.

### ۳،۲ تنظیم Terminals Body متناسب با نحوهٔ نصب سنسور

همواره می‌بایست جهت بدنهٔ ترمینال‌های دستگاه طوری باشد که کابل‌های خروجی از آن به سمت پایین باشد. با این کار در صورت شل بسته شدن گلندها از نشت احتمالی مایعات به داخل ترنسمیتر جلوگیری می‌شود. برای تنظیم مناسب جهت گلندها می‌بایست مطابق شکل ***3-2*** چهار عدد پیچ مربوطه را باز نموده و بدنهٔ گلند را به میزان 90 درجه در جهت مثبت یا منفی چرخانده و سپس مجدداً پیچ‌ها را محکم ببندید.

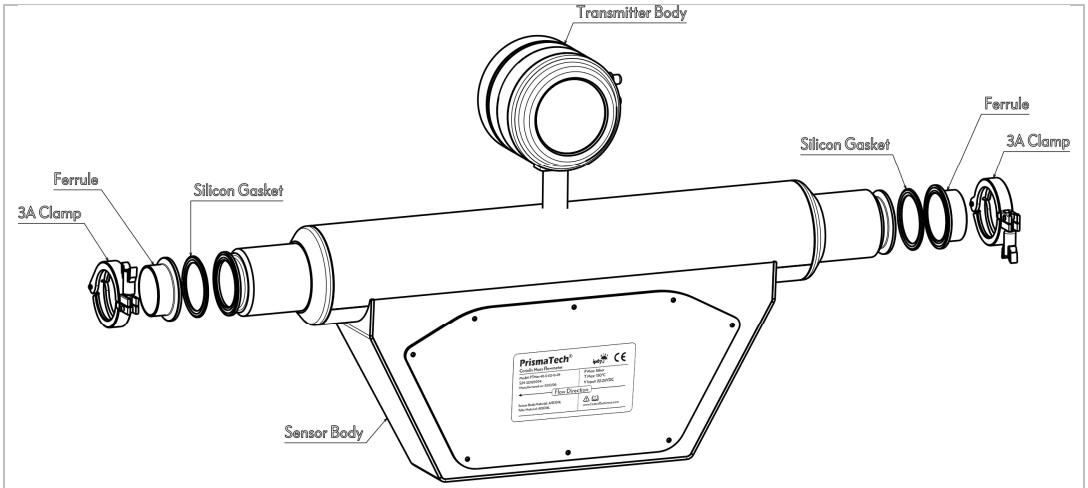



شکل 2-3 تنظیم جهت مناسب برای بدنهٔ ترمینال متناسب با نحوهٔ نصب سنسور

ⓘ پس از تغییر جهت بدنهٔ گلند دقت نمایید پیچ‌ها را به درستی و به صورت ضربدری محکم نمایید در غیر این صورت ممکن است رطوبت به داخل ترنسمیتر دستگاه نفوذ کرده و باعث آسیب رساندن به مدارات الکترونیکی دستگاه شود.

### ۳،۳ قطعات مورد استفاده در نصب سنسور

شکل ***3-3*** قطعات مورد استفاده در نصب دستگاه را نمایش می‌دهد. سنسور دستگاه توسط یک کلمپ و گسکت آن به فرول (Ferrule) جوش داده شده بر روی خط لوله مورد نظر نصب می‌گردد.

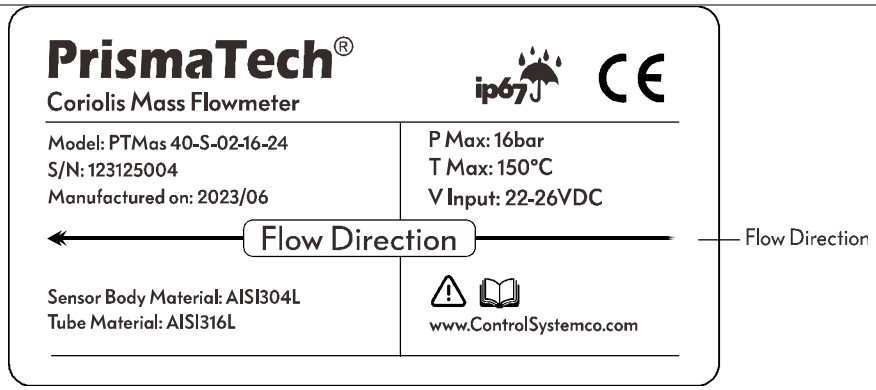



شکل 3-3 قطعات مورد استفاده در نصب سنسور

ⓘ جوشکاری فرول بر روی خط حتماً می‌بایست با استفاده از جوش آرگون و به صورت نفوذی انجام شود.

### ۳،٤ جهت ورودی و خروجی سیال

هنگاه نصب دستگاه به لیبل نصب شده بر روی بدنه دستگاه توجه نمایید. اطمینان حاصل کنید که جهت فلش روی لیبل سنسور با جهت جریان(جهت جریان سیال داخل لوله) مطابقت دارد.




شکل 4-3 لیبل بدنه دستگاه

### ۳,۵ انتخاب سایز فلومتر

به طور کلی قطر لوله به همراه محدودهٔ سرعت جریان سیال سایز اسمی سنسور را مشخص می‌نماید با این وجود می‌توان گفت که در خیلی از مواقع سایز فلومتر برابر با قطر لوله انتخاب می‌شود در عین حال گاهی اوقات نیز جهت افزایش سرعت سیال و جلوگیری از تشکیل رسوب قطر سنسور کمتر انتخاب می‌شود.

سرعت بهینه برای اندازه‌گیری فلو بین 2m/s تا 3m/s می‌باشد علاوه بر این سرعت جریان سیال می‌بایست با خصوصیات فیزیکی سیال نیز هماهنگ باشد:

- سرعت کمتر از 2 متر بر ثانیه (V<2m/s) در مایعات ساینده مثل دوغاب خاک رس، دوغاب آهک، دوغاب سنگ ریزه معادن و... مناسب است.
- سرعت بیش از 2 متر بر ثانیه (V>2m/s) در مایعاتی که باعث رسوب گذاری در لوله می‌گردند مانند مایعات چسبنده، فاضلاب، آب‌های گل آلود و... مناسب می‌باشد.

☚ سرعت جریان را می‌توان با کاهش قطر لوله افزایش داد.

### ۳,۵,۱ محدودهٔ دبی قابل اندازه‌گیری

در انتخاب سایز فلومتر می‌بایست محدودهٔ قابل اندازه‌گیری دبی توسط دستگاه نیز در نظر گرفته شود. جدول زیر محدودهٔ دبی قابل اندازه‌گیری توسط فلومترهای کوریولیس **پریسماتک** را نمایش می‌دهد:

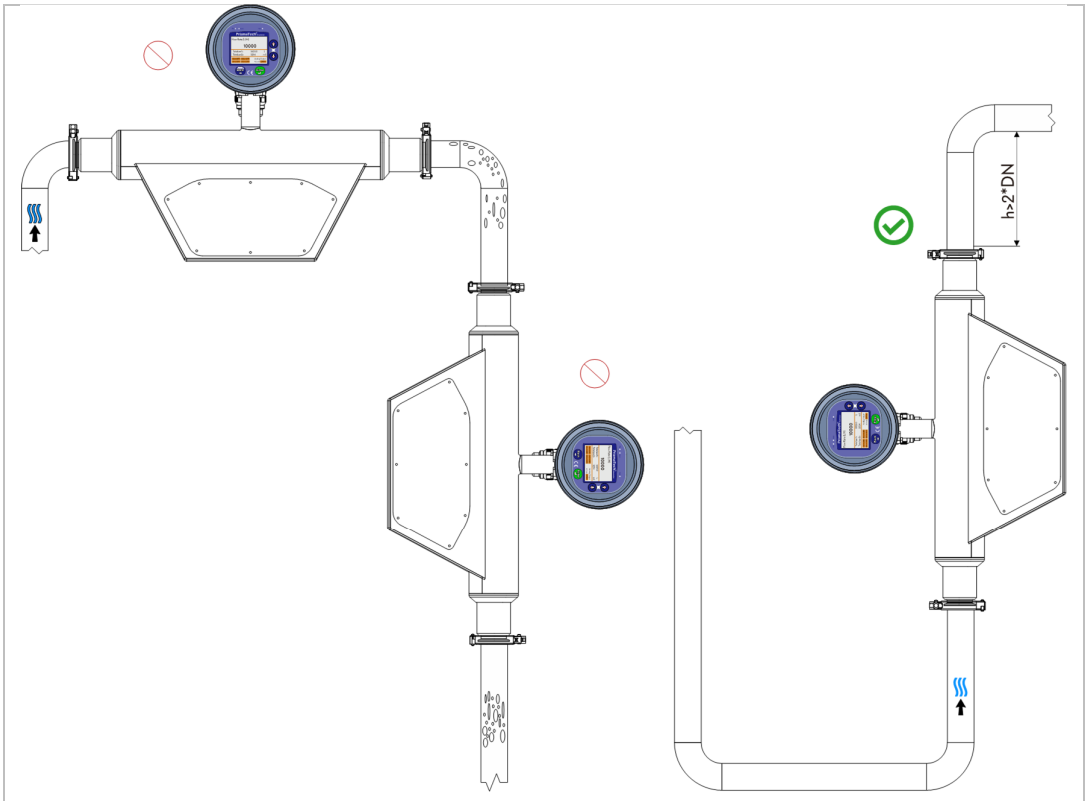
| Size | | Minimum Flow Rate | Maximum Flow Rate | Unit |
|---|---|---|---|---|
| DN (mm) | Inch | | | |
| 08 | 1/4 | 0 | 2000 | **Kg/h** |
| 15 | 1/2 | 159 | 6500 | **Kg/h** |
| 25 | 1 | 441 | 18000 | **Kg/h** |
| 38 | 1 1/2 | 1.1 | 45000 | **Kg/h** |
| 51 | 2 | 1.7 | 70000 | **Kg/h** |

ⓘ در هنگام نصب انتخاب مدل حتماً به این نکته توجه نمایید که در مکانیزم اندازه‌گیری فلومترهای کوریولیس به گونه ای است که بیشترین دقت را در نزدیکی حداکثر دبی اسمی خود دارند لذا حتی‌الامکان فلومترهای با سایز کوچکتر را انتخاب نمایید.

### ۳,۶ شرایط و محل مناسب برای نصب سنسور (مطابق با استاندارد DIN/EN 29104)

در محل نصب سنسور لوله همواره باید پر باشد و حباب درون لوله تشکیل نشده باشد. تشکیل حباب‌های گاز یا هوا درون لوله موجب کاهش دقت اندازه‌گیری می‌گردد.

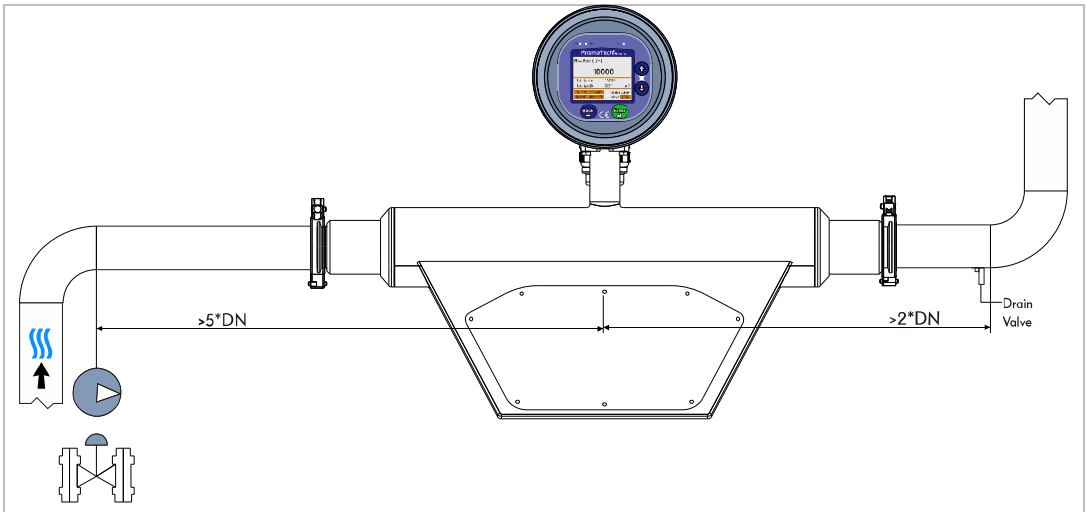
- حباب‌ها در بالای لوله قرار می‌گیرند بنابراین از نصب فلومتر در بالای لوله و یا در محلی که عبور سیال به صورت ریزشی به سمت پایین است خودداری نمایید.
- بالاترین نقطه در یک خط لوله ریسک تجمع حباب هوا را افزایش می‌دهد لذا از نصب سنسور در این مناطق خودداری نمایید.
- بهترین محل نصب سنسور دستگاه بر روی لوله‌های عمودی با جهت جریان سیال رو به بالا می‌باشد.




شکل 5-3- حالت‌های مختلف نصب سنسور بر روی خط

#### ۳,۶,۱ فاصله از محل‌های پر تلاطم

تا حد امکان سعی کنید فلومتر را با فاصله از محل ایجاد تلاطم و اغتشاش مانند پمپ، اوریفیس، زانوها، اتصالات شیرها، سه راهی و... نصب نمایید.

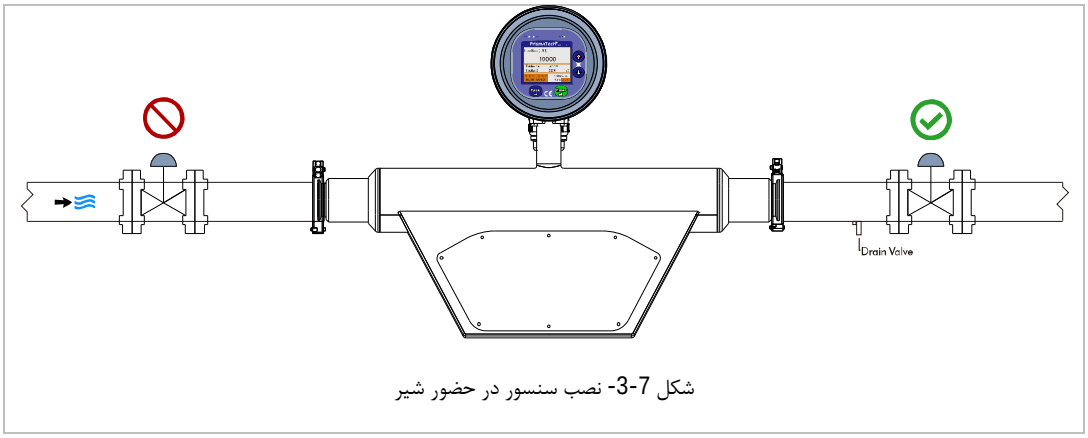



شکل 6-3- فاصله مناسب سنسور از زانویی ها و اتصالات

همانطور که در شکل دیده می‌شود فاصلهٔ زانو، سه راهی و... حداقل می‌بایست از سنسور 2 برابر قطر لوله و در صورتی که سنسور بعد از این مکانها نصب می‌شود می‌بایست 5 برابر قطر لوله از آن فاصله داشته باشد. در صورت امکان سنسور را در فاصلهٔ بیشتری از این محل‌ها نصب نمایید تا دقت و ثبات اندازه‌گیری افزایش یابد.

### ۳,۶,۲ نصب سنسور قبل از شیر

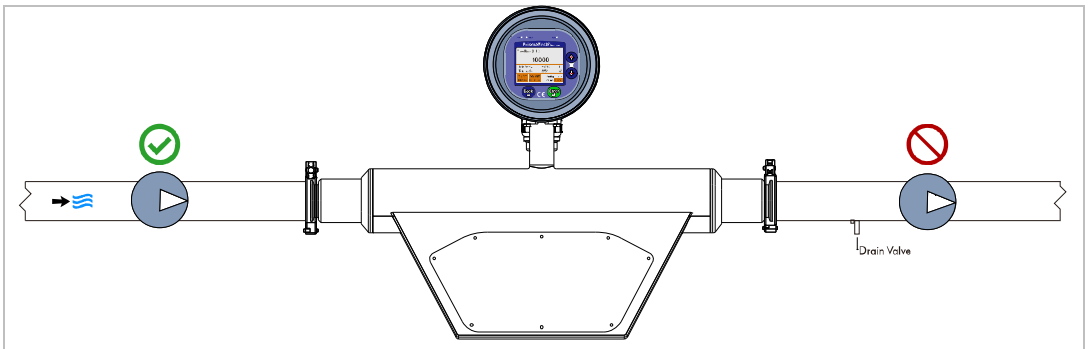
در صورت وجود شیر سنسور دستگاه می‌بایست قبل از شیر و در فاصلهٔ ایدآل (حداقل 5 برابر قطر لوله) نصب گردد.




شکل 7-3- نصب سنسور در حضور شیر

### ۳,۶,۳ خروجی پمپ

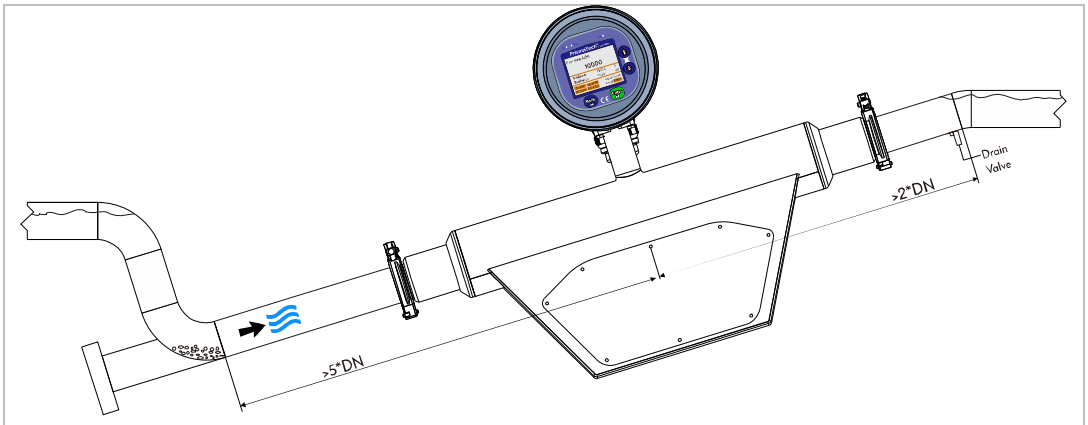
از نصب سنسور در ورودی پمپ خودداری نمایید این مسئله به خاطر جلوگیری از نصب سنسور در مناطق کم فشار و در نتیجه از بین رفتن ریسک آسیب‌دیدگی لاینینگ داخلی سنسور به دلیل افت فشار می‌باشد.




شکل 8-3- محل مناسب برای نصب سنسور در حضور پمپ

### ۳,٦,٤ لوله‌های نیمه پر

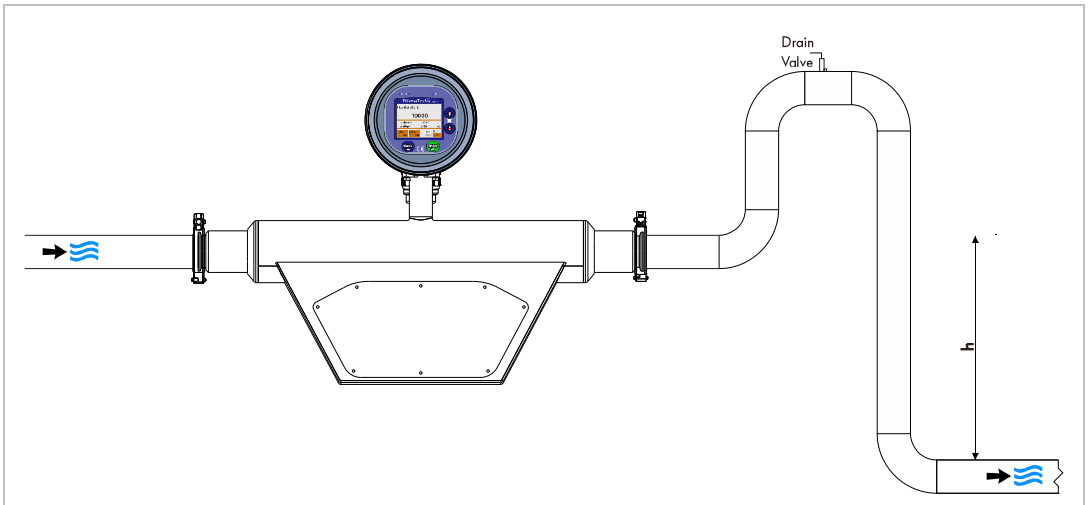
از نصب سنسور در قسمت‌هایی از لوله که ممکن است کاملا پر نباشد خودداری نمایید. همچنین سنسور را در پایین‌ترین نقطه از یک مسیر تخلیه نصب نکنید زیرا در این نقاط احتمال تجمع ذرات جامد بیشتر است.




شکل 3-9- نصب سنسور در لوله‌های نیمه پر

### ۳,٦,٥ لوله های به سمت پایین

در صورتی که سنسور را در محلی نصب می‌کنید که در پایین دست آن جریان به سمت پایین در حرکت خواهد بود(h>5m) یک سیفون و با شیر تخلیه هوا قبل از لولهٔ عمودی ایجاد نمایید. این کار به این دلیل انجام می‌شود که ریسک فشار پایید و آسیب‌دیدگی لاینینگ داخلی سنسور از بین برود. این کار همچنین از ایجاد حفره‌های هوا در محل نصب سنسور جلوگیری می‌نماید.

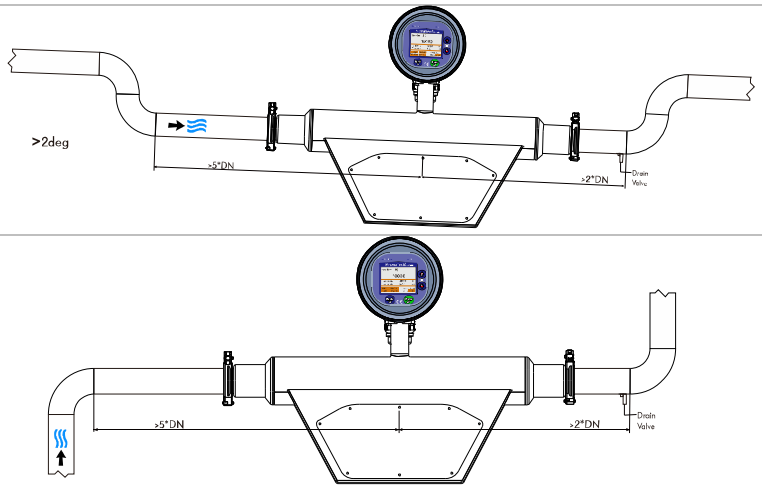



شکل 3-10 نصب سنسور قبل از محلی که در آن سیال در لوله به سمت پایین حرکت می‌کند

### ۳,۶,۶ جهت‌گیری‌های مختلف نصب سنسور

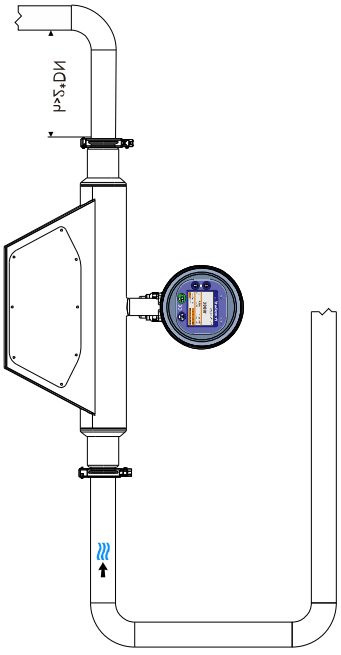
یک روش بهینه برای نصب سنسور فلومتر باعث جلوگیری از تجمع گاز، حباب‌های هوا و ذرات دیگر در محل نصب سنسور می‌شود. به طور کلی می‌توان به دو روش برای نصب فلومترهای الکترومغناطیسی اشاره نمود: روش افقی و روش عمودی.

**نصب افقی:** در این روش سنسور طوری بر روی خط لوله نصب می‌شود که محور مشترک الکترودها کاملا به صورت افقی قرار گیرد.




شکل 11-3- نصب افقی سنسور

**نصب عمودی:** بهترین روش نصب فلومتر حالتی است که جریان از درون سنسور از سمت پایین به بالا حرکت کند. در این حالت احتمال وجود حباب کمتر است و مواد جامد در قیمت پایینی لوله باقی می‌مانند.

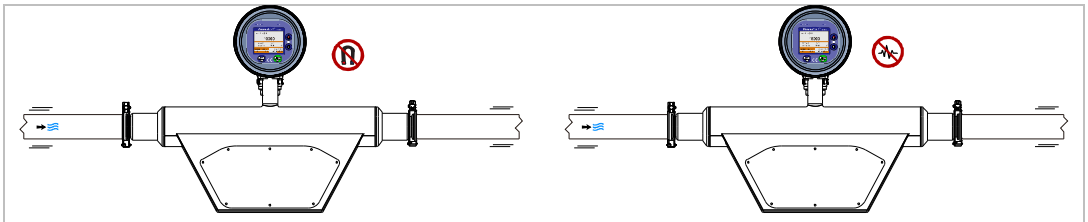


شکل 12-3- نصب عمودی سنسور

### ۳,٦,۷ نکات تکمیلی در نصب سنسور

۱- محل نصب سنسور طوری باید انتخاب شود که لرزش نداشته باشد. لذا در صورتی که در خط لوله لرزش شدیدی وجود دارد حتما می‌بایست این لرزش مهار شود.

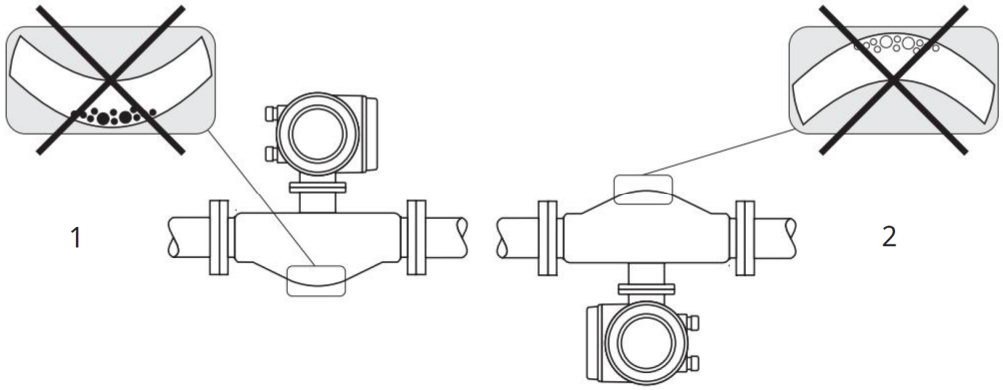
۲- سنسور را در مناطق دور از میدان مغناطیسی مانند کابل‌های برق فشار قوی و متوسط نصب نمایید.



شکل 13-3- عدم نصب سنسور در محل‌های پر ارتعاش

۳- در خطوط لوله‌ای که بیش از 5 متر اختلاف سطح وجود دارد می‌بایست یک شیر تخلیه هوا پس از فلومتر و در بالاترین نقطه نصب شود.

٤- هر دو لوله اندازه گیری داخل بدنه سنسور منحنی هستند. بنابراین هنگامی که سنسور به صورت افقی نصب میگردد، موقعیت سنسور باید با ویژگی های سیال مطابقت داشته باشد.



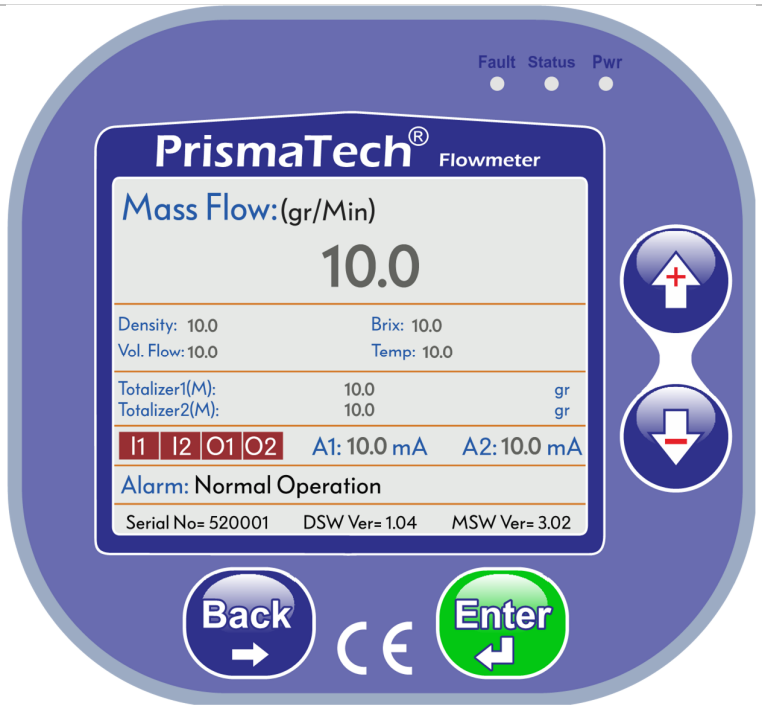

شکل 14-3- نکات نصب در سیال با مواد جامد و مایعات

- شکل 1 برای سیال با مواد جامد مناسب نیست زیرا احتمال تجمع مواد در قسمت پایین لوله وجود دارد.
- شکل 2 برای خروج مایعات مناسب نیست زیرا احتمال تجمع هوا وجود دارد.

٥- دستگاه را در مکانی دور از نور خورشید و ترجیحا در سایه نصب کنید.

# ٤ راهنمای استفاده و کاربری

مطابق شکل **4-1** در صفحهٔ اصلی دستگاه شدت دبی جرمی سیال، دانسیته، دبی حجمی، بریکس و دما همراه با مقادیر Totalizerها نمایش داده می‌شود همچنین کاربر می‌تواند با استفاده از کلیدهای لمسی و منوهای دستگاه تنظیمات مورد نظر خود را انجام دهد.




شکل 1-4- کلیدها و صفحه نمایشگر دستگاه

## ٤,١ کلیدها و چراغهای نشانگر

در کنار و پایین صفحهٔ نمایشگر چهار کلید قرار دارد که از آنها برای اعمال تغییر و کار با منوهای دستگاه استفاده می‌شود همچنین چراغهای بالای صفحه نمایش دستگاه جهت مشخص کردن وضعیت عملکرد دستگاه و خطایابی آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. در زیر شرح مختصری از عملکرد هر کدام از این کلیدها و چراغهای نشانگر آورده شده است.

| | | | |
|---|---|---|---|
| | تایید، ورود به منوی مورد نظر | Pwr | نشانگر وصل بودن تغذیه و روشن بودن دستگاه |
| | برگشت به قبل | Fault | خطا در هریک از بخش‌های دستگاه |
| | افزایش مقادیر، رفتن به منوی بالایی | Status | ارتباط از طریق Wifi |
| | کاهش مقادیر، رفتن به منوی پایینی | | |

در صفحهٔ اصلی با لمس کلید وارد تنظیمات دستگاه می‌شوید. سپس با استفاده از کلیدهای جهت‌دار و می‌توانید بین سربرگ‌های مختلف حرکت کنید. توجه داشته باشید زمانی که یک سربرگ فعال می‌شود در کنار شماره نام

آن نیز نمایش داده می‌شود. در هر سربرگ با استفاده از کلید Enter می‌توانید به منوهای آن دسترسی پیدا کنید و با استفاده از کلید Back به منوی اصلی برگردید و با کلیدهای جهت‌دار بین منوها حرکت کنید و در صورت نیاز مقادیر پارامترها را تغییر دهید.

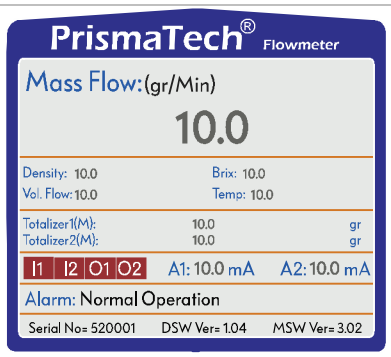
### ۴,۲ شمای کلی تنظیمات دستگاه

در جدول زیر نحوهٔ دسترسی به تنظیمات مختلف دستگاه از طریق زیر منوهای مختلف قابل مشاهده است.

| PrismaTech® PTMag flowmeters parameters diagram | | | |
|---|---|---|---|
| **1- Main** | **2- Setting** | **3- Diagnostics** | **4- Menu** |
| | 1-Totalizer 1 Reset | 1-Status | 1- Flow Display Setting |
| | 2-Totalizer 2 Reset | 2-P1-2-SP-L | 2- Density & Brix Disp. Setting |
| | 3-Totalizer 1 Limit | 3- Freq | 3- Other Display Setting |
| | 4-Totalizer 2 Limit | 4-PPDT | 4- Analog Output 1 Setting |
| | 5-PID Setpoint | 5-Tt | 5- Analog Output 2 Setting |
| | 6-Filling Setpoint | 6- APC | 6- Digital Outputs 1 Setting |
| | 7- Home Main Value | 7-IIR | 7- Digital Outputs 2 Setting |
| | | | 8- Modbus & Dig. Input Setting |
| | | | 9- Temperature Setting |
| | | | 10- Totalizer Setting |
| | | | 11- PID Controller Setting |
| | | | 12- Batch Filling Setting |
| | | | 13- Calibration & EPD Setting |
| | | | 14- Factory Setting |

### ۴,۳ سربرگ Main یا صفحهٔ اصلی نمایش

در سربرگ Main مقدار فلوی اندازه‌گیری شده و همچنین وضعیت ورودی‌ها و خروجی‌ها قابل مشاهده می‌باشد.




شکل 2-4- صفحهٔ اصلی نمایشگر دستگاه

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Mass Flow | | مقدار دبی جرمی سیال در حال عبور | مقدار دبی جرمی سیال در حال عبور | |
| Density | | مقدار دانسیته سیال در حال عبور | Vol. Flow | مقدار دبی حجمی سیال در حال عبور |
| Brix | | مقدار بریکس سیال در حال عبور | Temp | مقدار دمای سیال در حال عبور |
| Totalizer1 | | مقدار توتالایزر 1 | Totalizer2 | مقدار توتالایزر 2 |
| DI1 | DO1 | نشانگر روشن/ خاموش بودن ورودی‌ها و خروجی‌های دیجیتال | Analog Output 2 | مقدار فعلی خروجی آنالوگ 2 |
| DI2 | DO2 | | Analog Output 1 | مقدار فعلی خروجی آنالوگ 1 |
| Alarm | | هشدارهای دستگاه | Serial No | شماره سریال دستگاه |
| DSW Ver | | ورژن سخت افزار دستگاه | MSW Ver | ورژن نرم افزاردستگاه |

## ٤,٤ سربرگ Setting

در سربرگ دوم می‌توان به تنظیمات اصلی دستگاه دسترسی پیدا کرد.

| 1 | 2- Setting | 3 | 4 |
|---|---|---|---|

| Parameter | Range | Description |
|---|---|---|
| 1-Total1 Reset<br>2-Total2 Reset | Cancel<br>Reset | صفر کردن Totalizer ها |
| 3-Totalizer 1 Limit<br>4-Totalizer 2 Limit | 0~99999999.9 | حد Totalizerها بر حسب لیتر جهت فعال شدن خروجی های دیجیتال یا Reset شدن (بخشهای یا 4.6.6) |
| 5-PID Setpoint | 0~999999.9 | SetPoint کنترلر PID بر حسب لیتر بر ساعت |
| 6-Filling Setpoint | 0~9999999.9 | SetPoint جهت استفاده در سیستم پرکن بر حسب میلی لیتر |
| 7-Home Main Value | 0 = Mass Flow<br>1 = Density<br>2 = Brix or nD<br>3 = Volumetric Flow | انتخاب پارامتر اصلی جهت نمایش در صفحه دستگاه* |

* در صورت انتخاب هر کدام از این پارامترها، آن پارامتر در صفحه اصلی دستگاه به عنوان مقدار اصلی نمایش داده میشود.

## ٤,٥ سربرگ Diagnostics

در سربرگ سوم پارامترهای عملکردی دستگاه جهت عیب‌یابی و بررسی عملکرد آن نمایش داده می‌شود.

| 1 | 2 | 3- Diagnostics | 4 |
|---|---|---|---|

| Parameter | Nominal Range | | Description |
|---|---|---|---|
| 1-Status | 0 = Swp<br>1 = Boost<br>2 = Adj<br>3 = Stb | | وضعیت به رزونانس رسیدن |
| 2-P1-2-SP-L | ولتاژ کویل های نمونه بردار | | |
| 3- Freq | فرکانس رزونانس | StdDiv | انحراف از معیار فرکانس رزونانس |
| 4-PPDT | اختلاف فاز کویل های نمونه بردار | StdDiv | انحراف از معیار اختلاف فاز |
| 6-Tt, Tb, Tbt, TC | دمای لوله، دمای بدنه، اختلاف دمای بدنه و لوله، دمای cpu | | |
| 7- APC, Ps, WF, AF | وضعیت کنترلر اتوماتیک فاز، ضریب اصلاح فاز کویل ها، فرکانس رزونانس آب، فرکانس رزونانس هوا | | |
| 8-IIR, BW, Hour | وضعیت فیلتر میان گذر، تعیین پهنای باند فیلتر، ساعت کارکرد | | |
| 9-Dp, FG, FT | تعداد سیکل دمپینگ ADC، ضریب فیلتر پایین گذر ADC، مدت زمان دمپینگ ADC | | |
| A-SS, SG, SA | تنظیمات Sweep | | |

## ٤,٦ سربرگ Menu

برای ورود به سربرگ چهارم می‌بایست پسورد ورود به آن را وارد نمایید که به صورت پیش فرض "4000" می‌باشد. در بخش 4.6.1 پارامتر Change Password -5-3 می‌توان پسورد پیشفرض را به دلخواه تغییر داد.

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| | 4- Menu | | | |
| 1- Flow Display Setting | تنظیمات نمایشگر(دبی حجمی و جرمی) | | 2- Density & Brix Display Setting | تنظیمات نمایشگر(بریکس و دانسیته) |
| 3- Other Display Setting | دیگر تنظیمات نمایشگر | | 4- Analog Output 1 Setting | تنظیمات خروجی آنالوگ 1 |
| 5- Analog Output 2 Setting | تنظیمات خروجی آنالوگ 2 | | 6- Digital Output 1 Setting | تنظیمات خروجی دیجیتال 1 |
| 7- Digital Output 2 Setting | تنظیمات خروجی دیجیتال 2 | | 8- Modbus & Dig. Input Setting | تنظیمات مدباس و ورودی دیجیتال |
| 9- Temperature Setting | تنظیمات دما | | 10- Totalizer Setting | تنظیمات توتالایزرها |
| 11-PID Controller Setting | تنظیمات کنترلر PID | | 12-Batch Filling Setting | تنظیمات حالت پرکن |
| 13-Calibration & EPD Setting | کالیبراسیون دستگاه و تنظیمات تشخیص خالی بودن لوله | | 14-Factory Setting | تنظیمات کارخانه |

### ٤,٦,١ تنظیمات نمایشگر(دبی) Flow Display Setting

اولین زیر منو در سربرگ چهارم مربوط به تنظیمات نمایشگر(دبی) دستگاه می‌باشد.

| | 1 | 2 | 3 | 4-Menu |
|---|---|---|---|---|
| | 1- Flow Display Setting | | | |

| Parameter | Range | Description | |
|---|---|---|---|
| 1-1-Home MassFlow Unit | gr/Min,gr/Sec,Kg/Hour,Kg/Min ,Kg/Sec,Ton/Hour,Ton/Min | واحد نمایش دبی جرمی | |
| 1-2-Home MassFlow Dot Points No. | 0~3 | تعداد ارقام پس از اعشار در نمایش دبی جرمی | |
| 1-3-MassFlow Damping Time | 1~800 Cycles | تعداد میانگین‌گیری از دبی جرمی جهت کاهش نوسانات لحظه‌ای | |
| 1-4-MassFlow Direction | Positive | در جهت مثبت | جهت اندازه‌گیری دبی جرمی |
| | Negative | در جهت منفی | |
| | Bi-Directional | دو طرفه | |
| 1-5-MassFlow Simulation | ON/OFF | شبیه سازی دبی جرمی به منظور عیب‌یابی | |
| 1-6-Simmulated MassFlow Value | 0.0~999999.9 Kg/h | میزان دبی جرمی برای شبیه سازی | |
| 1-7-Home VolFlow Unit | Ml/Min,ml/Sec,Liter/Hour,Liter/Min, Liter/Sec,m3/Hour,m3/min | واحد نمایش دبی حجمی | |
| 1-8-Home VolFlow Dot Points No. | 0~3 | تعداد ارقام پس از اعشار در نمایش دبی حجمی | |
| 1-9-VolFlow Damping Time | 1~800 Cycles | تعداد میانگین‌گیری از دبی حجمی جهت کاهش نوسانات لحظه‌ای | |

## ٤,٦,٢ تنظیمات نمایشگر(دانسیته و بریکس) Density & Brix Display Setting

| | 1 | 2 | 3 | 4-Menu |
|---|---|---|---|---|
| | 2- Density & Brix Display Setting | | | |

| Parameter | Range | Description |
|---|---|---|
| 2-1-Home Density Unit | gr/cm3,kg/cm3,gr/m3,gr/mL,gr/L ,kg/L,kg/m3 | واحد نمایش دانسیته |
| 2-2-Home Density Dot Points No. | 0~5 | تعداد ارقام پس از اعشار در نمایش دانسیته |
| 2-3-Density Damping Time | 1~800 Cycles | تعداد میانگین‌گیری از دانسیته جهت کاهش نوسانات لحظه‌ای |
| 2-4-Density Simulation | ON/OFF | شبیه سازی دانسیته به منظور عیب‌یابی |
| 2-5-Simmulated Density Value | 0.0~9999.999 Kg/m3 | میزان دانسیته برای شبیه سازی |
| 2-6-Home Concentrate Unit | Brix,Refractive Index(nD) | واحد نمایش غلظت |
| 2-7-Home Concentrate Dot Points No. | 0~4 | تعداد ارقام پس از اعشار در نمایش غلظت |
| 2-8-Home Concentration Damping Time | 1~800 Cycles | تعداد میانگین‌گیری از غلظت جهت کاهش نوسانات لحظه‌ای |

### ۴,۶,۳ دیگر تنظیمات نمایشگر Other Display Setting

| | 1 | 2 | 3 | 4-Menu |
|---|---|---|---|---|
| | 3- Other Display Setting | | | |

| Parameter | Range | Description | |
|---|---|---|---|
| 3-1-Home Page Main Parameter | Mass Flow,Density,Brix or nD,Volumetric Flow | پارامتر اصلی جهت نمایش در صفحه Home | |
| 3-2- LCD goto Standby time | 0000~9999 Minute | مدت زمان رفتن LCD به حالت Standby | |
| 3-3-LCD Brightness Percent | 0~100 % | درصد روشنایی LCD | |
| 3-4-Status LED Mode | 0 = Disable<br>1 = Flow Rate(0-35Hz),<br>2 = Modbus Communication<br>3 = Digital Output Status<br>4 = Digital Input Status | انتخاب حالت نمایش LED Status | |
| 3-5-Change Password | 0000~9999 | تغییر رمز عبور منو | |
| 3-6-Power Key Enable | Power Key Disabled | غیر فعال سازی | تنظیمات روشن و خاموش کردن دستگاه با استفاده از کلیدها* |
| | Power Key Enabled | فعال سازی | |

*در صورت فعال‌سازی این گزینه می‌توان با لمس همزمان کلید Enter و Back به مدت 2 ثانیه دستگاه را خاموش یا روشن کرد. در غیر این صورت (Disable بودن این گزینه) دستگاه به صورت دائم روشن خواهد بود.

### ٤,٦,٤ تنظیمات خروجی های آنالوگ Analog Outputs Setting

| 1 | 2 | 3 | 4-Menu |
|---|---|---|---|
| 4- Analog Output 1 Setting | | | |

| Parameter | Range | Description | |
|---|---|---|---|
| 4-1-Analog Output Mode | Disable<br>Mass Flow4~20mA<br>Vol Flow 4~20mA<br>Density 4~20mA<br>Temperature 4~20mA<br>Brix 4~20mA<br>PID 4~20mA | تنظیم حالت خروجی آنالوگ.<br>در حالت Disable خروجی همیشه 0mA خواهد بود. | |
| 4-2- Analog Output Force | Not Force<br>Force to 0,1,2,~,20mA | تحریک دستی خروجی آنالوگ از 1 تا 20mA با فواصل 1mA | |
| 4-3-Analog Out Min Flow | 0.0~999999.0 --- | حداقل مقدار برای حد پایین جریان‌دهی خروجی (4mA).<br>واحد این پارامتر و مقدار آن بر اساس انتخاب حالت خروجی آنالوگ در تنظیم قبلی مشخص میشود. | |
| 4-4- Analog Out Max Flow | 0.0~999999.0 --- | حداکثر مقدار برای حد بالای جریان‌دهی خروجی (20mA).<br>واحد این پارامتر و مقدار آن بر اساس انتخاب حالت خروجی آنالوگ در تنظیم قبلی مشخص میشود. | |
| 4-5- Analog Out Value | 0~20mA | مقدار کنونی خروجی آنالوگ | |
| 4-6-Analog Out Offset | -20000~20000 | Offset خروجی آنالوگ(به ازای هر 327 عدد 0.1mA Offset تغییر در خروجی آنالوگ) | |
| 4-7-Analog Out D.E.C. | 0~99999 | AD5420 Data Eror | |
| 4-8-A.Out Open Loop Alarm | Alarm Disabled<br>Alarm Enabled | غیرفعالسازی هشدار<br>فعالسازی هشدار | هشدار باز بودن خروجی آنالوگ |

ⓘ تنظیمات خروجی آنالوگ دوم نیز همانند خروجی آنالوگ اول در زیر منوی **5-Analog Output 2 Setting** قابل انجام است.

## ٤,٦,٥ تنظیمات خروجی‌های دیجیتال Digital Outputs Setting

| 1 | 2 | 3 | 4-Menu |
|---|---|---|---|
| 6-Digital Output 1 Setting | | | |

| Parameter | Range | Description | |
|---|---|---|---|
| 6-1-Digital Out- Mode | Disable | در این حالت خروجی همیشه غیر فعال است. | حالت یا عملکرد خروجی دیجیتال در این قسمت تنظیم می‌شود. |
| | Mass Flow Pulse | در این حالت به ازای عبور مقدار مشخصی از مایع بر حسب وزن (پارامتر 6-4) یک پالس به طول پارامتر 6-3 بر روی خروجی دیجیتال ارسال می‌شود. | |
| | Vol. Flow Pulse | در این حالت به ازای عبور مقدار مشخصی از مایع بر حسب حجم (پارامتر 6-4) یک پالس به طول پارامتر 6-3 بر روی خروجی دیجیتال ارسال می‌شود. | |
| | High M.Flow Alarm | در حالتی که فلو جرمی از مقدار پارامتر 6-5 بیشتر شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | Low M.Flow Alarm | در حالتی که فلو جرمی از مقدار پارامتر 6-6 کمتر شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | M.Flow Out of Range | زمانی که فلو جرمی از محدوده پارامتر 6-6 و 6-5 خارج شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | High Density Alarm | در حالتی که دانسیته از مقدار پارامتر 6-5 بیشتر شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | Low Density Alarm | در حالتی که دانسیته از مقدار پارامتر 6-6 کمتر شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | Density Out of Range | زمانی که دانسیته از محدوده پارامتر 6-6 و 6-5 خارج شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | High V.Flow Alarm | در حالتی که فلو حجمی از مقدار پارامتر 3-3 بیشتر شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | Low V.Flow Alarm | در حالتی که فلو حجمی از مقدار پارامتر 3-4 کمتر شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | V.Flow Out of Range | زمانی که فلو حجمی از محدوده پارامتر 3-3 و 3-4 خارج شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | High Brix Alarm | در حالتی که بریکس از مقدار پارامتر 3-3 بیشتر شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | Low Brix Alarm | در حالتی که بریکس از مقدار پارامتر 3-4 کمتر شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | Brix Out of Range | زمانی که بریکس از محدوده پارامتر 3-3 و 3-4 خارج شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | High Temp Alarm | در حالتی که دما از مقدار پارامتر 3-3 بیشتر شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | Low Temp Alarm | در حالتی که دما از مقدار پارامتر 3-4 کمتر شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | Temp Out of Range | زمانی که دما از محدوده پارامتر 3-3 و 3-4 خارج شود خروجی فعال می‌شود. | |
| | Empty Pipe Detected | زمانی که سنسور خالی بودن لوله تشخیص دهد که لوله خالی است، خروجی فعال میشود. | |
| | System is Ok | در حالتی که دستگاه هیچ خطایی نداشته باشد خروجی فعال است. | |
| | Pump Ctrl>T1 Limit | در صورتی که مقدار Totalizer1از مقدار تعیین شده برای Total Limit1 واقع در سربرگ Setting. بیشتر باشد خروجی فعال می‌شود.* | |
| | Pump Ctrl>T2 Limit | در صورتی که مقدار Totalizer2از مقدار تعیین شده برای Total Limit2 واقع در سربرگ Setting. بیشتر باشد خروجی فعال می‌شود.* | |
| | 3State Fill Low Valve | خروجی برای حالت پرکن سه وضعیته. | |
| | Batch Filling Valve | خروجی برای باز کردن شیر کنترلی سیستم پرکن اتوماتیک عمل می‌کند. | |
| 6-2- Digital Out Force | Not Forced | عدم تحریک دستی (تحریک اتوماتیک) | تحریک دستی خروجی دیجیتال |
| | Force to OFF | خاموش کردن دستی | |
| | Force to ON | روشن کردن دستی | |
| 6-3- Digital Out Pulse width | 1~1300 [120µSec] | مدت زمان یا عرض پالس ایجاد شده در خروجی دیجیتال | |
| 6-4- Digital Out Volume/Pulse | 0.01~100000.0 --- | تنظیم حجم عبوری به ازای هر پالس بر حسب حالت انتخابی خروجی دیجیتال | |
| 6-5- Digital Out High Limit | 0.0~999999.0 --- | حد بالا برای عملکرد خروجی دیجیتال | |
| 6-6- Digital Out Low Limit | 0.0~999999.0 --- | حد پایین برای عملکرد خروجی دیجیتال | |
| 6-7- Digital Out Hystersis | 10~6550.0 --- | مقدار تاخیر Hystersis برای خروجی دیجیتال | |

*در صورت انتخاب یکی از این دو حالت حتما باید پارامتر Pump control Mode مربوط به آن توتالایزر در منوی Totalizer Setting روی حالت Auto تنظیم گردد.

ⓘ ولتاژ خروجی دیجیتال 24VDC و حداکثر جریان مجاز آن 500mA می‌باشد.

ⓘ تنظیمات خروجی دیجیتال دوم نیز همانند خروجی دیجیتال اول در زیر منوی **7-Digital Output 2 Setting** قابل انجام است.

### ٤,٦,٦ تنظیمات مدباس و ورودی دیجیتال Modbus & Digital Inputs Setting

از ورودی‌های دیجیتال جهت صفر کردن مقادیر Totalizerها، ثابت نگه‌داشتن آنها و فعال یا غیر فعال کردن PID کنترلر و سیستم پرکن استفاده می‌شود. تنظیمات این بخش از طریق زیر منوی Digital Inputs Setting قابل انجام می‌باشد.

| | 1 | 2 | 3 | 4-Menu |
|---|---|---|---|---|
| | 8- Modbus & Digital Inputs Setting | | | |

| Parameter | Range | Description |
|---|---|---|
| 8-1-Digital Input-1 Mode | Disable | ورودی دیجیتال غیر فعال |
| | Totalzer 1 Reset | صفر شدن Totalizer شماره یک* |
| | Totalizer 2 Reset | صفر شدن Totalizer شماره دو** |
| | Totalizer 1&2 Reset | صفر شدن همزمان Totalizer شماره یک و دو*** |
| | Totalizer 1 Hold | ثابت نگه داشتن Totalizer شماره یک |
| | Totalizer 2 Hold | ثابت نگه داشتن Totalizer شماره دو |
| | Totalizer 1&2 Hold | ثابت نگه داشتن هردو Totallizer |
| | PID Enable | فعال یا غیر فعال کردن کنترلر PID (فقط برای ورودی دیجیتال شماره یک) **** |
| | Batch Filling Start | با ON شدن ورودی دیجیتال فرآیند Batch Filling شروع می‌شود |
| 8-2- Modbus Baud Rate | 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800, 921600 | سرعت انتقال داده در ارتباط Modbus |
| 8-3- Modbus Data Mode | 8bit, No Parity, 2Stop | پارامترهای ارتباطی Modbus |
| 8-4- Modbus Node Address | 0~31 | شمارهٔ گره در ارتباط سریال با پروتکل Modbus |

* در صورتی می‌توان از این طریق Totalizer را صفر کرد که پارامتر 2-10 این اجازه را داده باشد. (بخش 4.6.8)

** در صورتی می‌توان از این طریق Totalizer را صفر کرد که پارامتر 7-10 این اجازه را داده باشد. (بخش 4.6.8)

*** در صورتی می‌توان از این طریق Totalizerها را صفر کرد که پارامتر های 2-10 و 7-10 این اجازه را داده باشند. (بخش 4.6.8)

**** در صورتی که پارامتر 1-8 بر روی گزینه Enable By Digital Input تنظیم شده باشد به کار می رود. (بخش 4.6.9)

ⓘ حداقل ولتاژ تحریک ورودی دیجیتال 18VDC با حداقل جریان 5mA می‌باشد.

ⓘ آدرس پارامترهای ارتباط سریال در بخش 6 (پیوست A) آمده است.

## ٤,٦,٧ تنظیمات دما Temperature Setting

| | 1 | 2 | 3 | 4-Menu |
|---|---|---|---|---|
| | 9- Temperature Setting | | | |

| Parameter | Range | Description |
|---|---|---|
| **9-1- Tube Temp. Offset** | -50~+50 | Offset دادن به دمای لوله |
| **9-2- Tube Temp. Damping** | 1~100 Cycles | تعداد میانگین‌گیری از دمای لوله جهت کاهش نوسانات لحظه‌ای |
| **9-3- Tube Temp. Unit** | 0 = Centigrade<br>1 = Fehrenheit | واحد نمایش دمای لوله |
| **9-4- Tube Temp. Dotpoint** | 0~1 | تعداد رقم اعشار در نمایش دمای لوله |
| **9-5- Tube Temp. Simulation** | 0 = OFF<br>1 = ON | شبیه سازی دمای لوله به منظور عیب‌یابی |
| **9-6- Tube Temp. Sim. Value** | 0~120 Centigrade | میزان دمای لوله برای شبیه سازی |
| **9-7- Body Temp. Offset** | -50~+50 | Offset دادن به دمای بدنه |
| **9-8- Body Temp. Damping** | 1~100 Cycles | تعداد میانگین‌گیری از دمای بدنه جهت کاهش نوسانات لحظه‌ای |
| **9-9- Body Temp. Simulation** | 0 = OFF<br>1 = ON | شبیه سازی دمای بدنه به منظور عیب‌یابی |
| **9-A- Body Temp. Sim. Value** | 0~120 Centigrade | میزان دمای بدنه برای شبیه سازی |

## ۴,۶,۸ تنظیمات توتالایزرها Totalizers Setting

| | 1 | 2 | 3 | 4-Menu |
|---|---|---|---|---|
| | 10- Totalizers Setting | | | |

| Parameter | Range | Description | |
|---|---|---|---|
| **10-1- Totalizer 1 Unit** | gr(1DP), Kg(1DP), Ton(3DP), ml(1DP), Liter(1DP), m3(3DP) | واحد توتالایزر: میلی لیتر/ لیتر/ متر مکعب | |
| **10-2- Total 1 Reset Mode** | OFF(Cannot Reset) | در این حالت توتالایزر هیچوقت صفر نمی‌شود. | تنظیم نحوهٔ صفر کردن توتالایزر |
| | Reset in Setting Page | توتالایزر با استفاده از پارامتر Reset Totalizer 1 در سربرگ Setting صفر می‌شود. | |
| | Reset With Digital In. | توتالایزر با استفاده از ورودی دیجیتال* صفر می‌شود. | |
| | Reset in Sett. & Dig. In. | در این حالت توتالایزر با هر دو حالت قبلی ریست می‌شود. | |
| | Reset on Limit | صفر شدن توتالایزر با فرارسیدن حد تنظیم شده به عنوان Totalizer Limit در سربرگ Setting | |
| **10-3- Total 1 Pump Ctrl Mode** | Manual Mode | تعیین حالت کنترل پمپ از طریق توتالایزر 1 | |
| | Auto Mode | | |
| **10-4- Total 1 Pump Ctrl Force** | Force OFF | تحریک دستی کنترل پمپ توسط توتالایزر 1 | |
| | Force ON | | |
| **10-5- Reset Total 1 Value** | Cancel | صفر کردن مقدار توتالایزر 1 | |
| | Reset | | |
| **10-6- Totalizer 2 Unit** | این پارامترها همانند Totalizer1 تنظیم می‌شود. | | |
| **10-7- Total 2 Reset Mode** | | | |
| **10-8- Total 2 Pump Ctrl Mode** | | | |
| **10-9- Total 2 Pump Ctrl Force** | | | |
| **10-A- Reset Total 2 Value** | | | |

*در صورتی مقدار توتالایزر صفر می‌شود که پارامتر Digital Input Mode در زیر منوی Digital Input Setting واقع در سربرگ Menu بر روی Totalizer Reset تنظیم شده باشد. (بخش 4.6.6)

### ٤,٦,٩ تنظیمات کنترلر PID

| | 1 | 2 | 3 | 4-Menu |
|---|---|---|---|---|
| | 11- PID Controller Setting | | | |

| Parameter | Range | Description | |
|---|---|---|---|
| 11-1- PID Mode | Disable | غیر فعال | حالت |
| | Always Enable | همیشه فعال | عملکرد |
| | Enable By Digital Input | فعال در صورت ON بودن ورودی دیجیتال* | کنترلر |
| 11-2- PID Gain(P) | 0.001~65.000 | ضرایب کنترلر PID | |
| 11-3- PID Integral(i) | 0.00~650.00 Sec | | |
| 11-4- PID Derivative(D) | 0.00~650.00 Sec | | |
| 11-5- PID Sample Time | 0.1~20.0 Sec | زمان نمونه برداری کنترلر | |
| 11-6- PID Out Min Valve | 0~100 % | بازهٔ عملکرد خروجی کنترلر | |
| 11-7- PID Out Max Valve | 1~100 % | | |
| 11-8- PID Out Direction | Incremental/decremental | جهت عملکرد خروجی کنترلر به صورت افزایشی/ کاهشی | |

*در صورتی با این حالت کنترلر PID فعال می‌شود که پارامتر Digital Input Mode در زیر منوی Digital Input Setting واقع در سربرگ Menu بر روی PID Enable تنظیم شده باشد. (بخش 4.6.6)

ⓘ راهنمای تنظیم کنترلر PID در پیوست B (بخش 7) همین دفترچه آمده است.

### ٤,٦,١٠ تنظیمات حالت پرکن Batch Filling Setting

فلومترهای کوریولیس **پریسماتک** می‌توانند بدون نیاز به هیچ کنترلر دیگری به طور خودکار با استفاده از قابلیت BatchFilling عملیات پر کردن را کنترل نمایند. عملیات پرکن می‌تواند به صورت دستی و یا با استفاده از یک ورودی دیجیتال فعال گردد (بخش 4.6.6) و در هر سیکل پرکن برنامهٔ BatchFilling شیر کنترلی سیستم پرکن را به صورت خودکار باز و بسته می‌نماید. پارامترها و تنظیمات مربوط به سیستم BatchFilling در جدول زیر شرح داده شده است.

| | 1 | 2 | 3 | 4-Menu |
|---|---|---|---|---|
| | 12- **Batch Filling Setting** | | | |

| Parameter | Range | Description |
|---|---|---|
| **12-1- Manual Force Filling** | Filling not Forced | کارکرد پرکن به صورت اتوماتیک |
| | Manual Force Filling | تحریک دستی پرکن |
| **12-2- Auto SP. Correction** | Auto Fill Setpoint OFF | سیستم تصحیح خودکار * خاموش |
| | Auto Fill Setpoint ON | سیستم تصحیح خودکار روشن |
| **12-3- Initial Diff. Value** | -9999.9~9999.9 mLiter | این مقدار در اولین سیکل کاری پرکن به پارامتر Next Filling Setpoint اضافه می‌گردد. |
| **12-4- Max Filling Time** | 0.0~50.0 Sec | بیشترین زمان مجاز برای پر کردن هر ظرف ** |
| **12-5- Valve OFF Time** | 0.00~7.50 Sec | زمان نمونه برداری کنترلر |
| **12-6- Last Filling Volume** | | حجم آخرین ظرف پر شده |
| **12-7- Last Difference** | | اختلاف بین آخرین مقدار Next filling Setpoint و Last Filling Volume |
| **12-8- Next Filling Setpoint** | | مقدار Setpoint اصلاح شده |
| **12-9- Last Filling Time** | | مدت زمان پر شدن آخرین ظرف |

* با فعالسازی "سیستم تصحیح خودکار"، دستگاه پارامتر Next Filling Setpoint را با پارامتر Last Filling Volume مقایسه کرده و در صورت وجود هر گونه اختلافی بین این دو خطای بوجود آمده را با تغییر Next Filling Setpoint جبران می‌سازد.

** در صورتی که زمان پر کردن از این حد تجاوز نماید به معنی آن است که دبی پایین‌تر از حد انتظار است و یا مخزن پرکن خالی شده است در این حالت فرآیند پر کردن متوقف می‌شود و خطای Low Flow Alarm فعال می‌شود.

## ٤,٦,١١ منوی کالیبراسیون Calibration & EPD Setting

| 1 | 2 | 3 | 4-Menu |
|---|---|---|---|
| 13- Calibration & EPD Setting | | | |

| Parameter | Range | Description | |
|---|---|---|---|
| 13-1- Mass Flow Calibration Factor | 0.0000~99.9999 | ضریب تصحیح فلو جرمی (این ضریب در عدد فلوی جرمی اندازه‌گیری شده ضرب می‌شود) | |
| 13-2- Low Cut-off Delta Teta | 0~65.500 | در صورتی که ولتاژ القا شده روی الکترودها از این میزان کمتر باشد فلو را صفر در نظر می‌گیرد. (تنظیم توسط کارخانه) | |
| 13-3- Density Cal. Gain | 0.00000~9.99999 | ضریب تصحیح دانسیته (این ضریب در عدد دانسیته اندازه‌گیری شده ضرب می‌شود) | |
| 13-4- Density Cal. Offset | -9999.999~9999.999 Kg/m3 | Offset مربوط به دانسیته | |
| 13-5- Brix Cal. Gain | 0.0001~6.5535 | ضریب تصحیح بریکس (این ضریب در عدد بریکس اندازه‌گیری شده ضرب می‌شود) | |
| 13-6- Brix Cal. Offset | -270.00~270.00 | Offset مربوط به بریکس | |
| 13-7-Empty Pipe Det.Enable | 0=EPD Disable | غیر فعال کردن | تشخیص خالی بودن لوله* |
| | 1=EPD Enable | فعال کردن | |
| 13-8-Empty Pipe Det. Freq. | 0~9999 Hz | سطح فرکانس نشان‌دهنده خالی بودن لوله (تنظیم توسط کارخانه) | |
| 13-9-ADC Damping(mA,Totalizers) | 1~500 Cycles | تعداد سیکل ADC Damping(برای خروجی جریان و توتالایزرها) | |
| 13-A-ADC Gamma(mA,Totalizers) | 0.1~99.9 % | ضریب فیلتر پایین گذر ADC | |

*در صورت فعال بودن این گزینه هنگامی که محصولی داخل لوله نباشد، روی LCD دستگاه هشدار Empty Pipe Detected به معنی خالی بودن لوله نمایش داده می‌شود و Totalizer ها نیز متوقف می‌شوند.

## ٤,٦,١٢ منوی تنظیمات کارخانه Factory Setting

| | 1 | 2 | 3 | 4-Menu |
|---|---|---|---|---|
| | 14- **Factory Setting** | | | |

| Parameter | Range | Description |
|---|---|---|
| **14-1-Pickup Setpoint** | Read Only | تنظیمات کویل ها |
| **14-2-Pickup Low Limit** | Read Only | تنظیمات کویل ها |
| **14-3-Sweep Freq. Step** | Read Only | تنظیمات Sweep فرکانس درایو |
| **14-4-Sweep Drive Amplitude** | Read Only | تنظیمات Sweep فرکانس درایو |
| **14-5-IIR Filter Range** | Read Only | وضعیت فیلتر میان گذر |
| **14-6-Test Timer Value** | Read Only | مدت زمان سپری شده از تست |
| **14-7-Test Timer Setpoint** | Read Only | مدت زمان تعیین شده برای تست |
| **14-8-Test Timer Status** | Read Only | وضعیت فعال/غیرفعال بودن تایمر |
| **14-9-Copy Param to Fact Set** | Read Only | کپی کردن پارامترهای دستگاه |
| **14-A-Reset All Settings** | ---<br>Reset to Fact. Setting | ریست کردن تنظیمات دستگاه |

# ۵ سرویس و نگهداری

فلومتر کوریولیس **پریسماتک** به نحوی طراحی و ساخته شده است که در شرایط نرمال استفاده، نیازی به نگهداری و مراقبت دائم ندارد. در صورت بروز مشکل پارامترهای خطایابی دستگاه (بخش 4.50) را بررسی نمایید.

- اغلب مواقع اندازه‌گیری ناپایدار خطا در اندازه‌گیری به دلیل مشکل در سیم ارت به وجود می‌آید. که در این مواقع ابتدا می‌بایست از صحت ارت اطمینان حاصل نمود.
- برای تمیز کردن سطح بیرونی دستگاه از موادی استفاده نمایید که به بدنه آسیب نرساند.
- گسکت‌های کلمپ دو سر سنسور می‌بایستی به صورت دوره‌ای بررسی شوند و در صورت نیاز تعویض گردند. فواصل زمانی برای هر بار تعویض به دمای کاری و مواد عبوری از داخل خط لوله بستگی دارد.

# ٦ پیوست A: آدرس پارامترهای ارتباط سریال RS485 Modbus RTU

| Home Page | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| **Mas. Flow** | 776 | Int-32bit | R | --- |
| **Vol. Flow** | 920 | Int-32bit | R | --- |
| **Density** | 904 | Uint-32bit | R | --- |
| **Brix/nD** | 906 | Uint-32bit | R | --- |
| **Temp** | 908 | Uint-32bit | R | --- |
| **Totalizer 1(M)** | 772 | Uint-32bit | R | --- |
| **Totalizer 2(M)** | 774 | Uint-32bit | R | --- |
| **Digital Input 1** | 203.4 | Bit | R | 0 = Off<br>1 = On |
| **Digital Output 1** | 203.6 | Bit | R | 0 = Off<br>1 = On |
| **Digital Output 2** | 203.7 | Bit | R | 0 = Off<br>1 = On |
| **Analog Output 1** | 231 | Uint-16bit | R | --- (Gain = 0.0305175) |
| **Analog Output 2** | 282 | Uint-16bit | R | --- (Gain = 0.0305175) |
| **Alarms** | 227 | Uint-16bit | R | Bit 0 to 16 |
| **Serial Nomber** | 352 | Uint-32bit | R | --- |
| **Device Software** | 200 | Uint-16bit | R | --- |
| **Main Software** | 200 | Uint-16bit | R | --- |

| 1- Flow Display Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| **1-1- Home MassFlow Unit** | 7 | Uint-16bit | R/W | 0 = Gram/Min<br>1 = Gram/Sec<br>2 = Kg/Hour<br>3 = Kg/Min<br>4 = Kg/Sec<br>5 = Ton/Hour<br>6 = Ton/Min |
| 1-**2- Home MassFlow DotPoints** | 8 | Uint-16bit | R/W | 0 to 3 |
| **1-3- MassFlow Damping Time** | 22 | Uint-16bit | R/W | 1 to 800 Cycles |
| **1-4- MassFlow Direction** | 9 | Uint-16bit | R/W | 0 = Positive<br>1 = Negative<br>2 = Bi-Directional |
| **1-5- MassFlow Simulation** | 203.9 | Bit | R/W | 0 =Off<br>1 = On |
| **1-6- Simulated MassFlow Value** | 780 | Int-32bit | R/W | 0.0 to 999999.9 Kg/h |
| **1-7- Home Vol.Flow Unit** | 155 | Uint-16bit | R/W | 0 = ml/Min<br>1 = ml/Sec<br>2 = Liter/Hour<br>3 = Liter/Min<br>4 = Liter/Sec<br>5 = m3/Hour<br>6 = m3/Min |
| **1-8- Home Vol.Flow Dotpoints** | 156 | Uint-16bit | R/W | 0 to 3 |
| **1-9- Vol. Flow Damping Time** | 157 | Uint-16bit | R/W | 1 to 800 Cycles |

| 2- Density & Brix Display Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| **2-1- Home Density Unit** | 152 | Uint-16bit | R/W | 0 = Gram/cm3<br>1 = Kg/cm3<br>2 = Gram/m3<br>3 = Gram/mL<br>4 = Gram /Liter<br>5 = Kg/Liter<br>6 = Kg/m3 |
| 2-**2- Home Density DotPoints** | 153 | Uint-16bit | R/W | 0 to 5 |
| **2-3- Density Damping Time** | 154 | Uint-16bit | R/W | 1 to 800 Cycles |
| **2-4- Density Simulation** | 288.F | Bit | R/W | 0 =Off<br>1 = On |
| **2-5- Simulated Density Value** | 912 | UInt-32bit | R/W | 0.0 to 9999.999 Kg/m3 |
| **2-6- Home Concentrate Unit** | 158 | Uint-16bit | R/W | 0 = Brix<br>1 = Refractive Index |
| **2-7- Home Concentrate DotPoints** | 159 | Uint-16bit | R/W | 0 to 4 |
| **2-8- Concentrate Damping Time** | 160 | Uint-16bit | R/W | 1 to 800 Cycles |

| 3- Other Display Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| **3-1- Home Page Main Parameter** | 151 | Uint-16bit | R/W | 0 = MassFlow<br>1 = Density<br>2 = Brix or nD<br>3 = Volumetric Flow |
| 3-**2- LCD goto Standby Time** | 153 | Uint-16bit | R/W | 0 to 5 |
| **3-3- LCD Brightness Percent** | 154 | Uint-16bit | R/W | 1 to 800 Cycles |
| **3-4- Status LED Mode** | 288.F | Bit | R/W | 0 =Off<br>1 = On |
| **3-5- Change Password** | 912 | UInt-32bit | R/W | 0.0 to 9999.999 Kg/m3 |
| **3-6- Power Key Enable** | 158 | Uint-16bit | R/W | 0 = Brix<br>1 = Refractive Index |

| 4- Analog Output 1 Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | Modbus Address | Format | Type | Range |
| **4-1- Anal. Out1. Mode** | 25 | Uint-16bit | R/W | 0= Disable<br>1= MassFlow 4-20 mA<br>*2= Vol. Flow 4-20 mA*<br>3= Density 4-20 mA<br>4= Temperature 4-20 mA<br>5= Brix 4-20 mA<br>6= PID 4-20 mA |
| **4-2- Anal. Out1. Force** | 26 | Uint-16bit | R/W | 0= No Force<br>1= Force to 0 mA<br>2= Force to 1 mA<br>20= Force to 19 mA<br>21= Force to 20mA |
| **4-3- An. Out.1 Min Flow** | 354 | Uint-32bit | R/W | 0.0 to 999999.0 L/h |
| **4-4- An. Out.1 Max Flow** | 356 | Uint-32bit | R/W | 0.0 to 999999.0 L/h |
| **4-5- An. Out.1 Value** | 231 | Uint-16bit | R | 0.000 to 20.000 mA<br>0=0mA，65535=20mA |
| **4-6-Analog Out.1 Offset** | 89 | Int-16bit | R/W | -20000 to +20000<br>Each 327 Offset Value = 0.1 mA |
| **4-7-Analog Out.1 D.E.C.** | 209 | Uint-16bit | R | 0 to 99999 |
| **4-8-A. Out.1 Open Loop Alarm** | 230.2 | Bit | R | 0= Alarm Disabled<br>1= Alarm Enabled |

| 5- Analog Output 2 Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | Modbus Address | Format | Type | Range |
| **5-1- Anal. Out2. Mode** | 55 | Uint-16bit | R/W | 0= Disable<br>1= MassFlow 4-20 mA<br>*2= Vol. Flow 4-20 mA*<br>3= Density 4-20 mA<br>4= Temperature 4-20 mA<br>5= Brix 4-20 mA<br>6= PID 4-20 mA |
| **5-2- Anal. Out2. Force** | 56 | Uint-16bit | R/W | 0= No Force<br>1= Force to 0 mA<br>2= Force to 1 mA<br>20= Force to 19 mA<br>21= Force to 20mA |
| **5-3- An. Out.2 Min Flow** | 440 | Uint-32bit | R/W | 0.0 to 999999.0 L/h |
| **5-4- An. Out.2 Max Flow** | 442 | Uint-32bit | R/W | 0.0 to 999999.0 L/h |
| **5-5- An. Out.2 Value** | 282 | Uint-16bit | R | 0.000 to 20.000 mA<br>0=0mA，65535=20mA |
| **5-6-Analog Out.2 Offset** | 131 | Int-16bit | R/W | -20000 to +20000<br>Each 327 Offset Value = 0.1 mA |
| **5-7-Analog Out.2 D.E.C.** | 280 | Uint-16bit | R | 0 to 99999 |
| **5-8-A. Out.2 Open Loop Alarm** | 281.2 | Bit | R | 0= Alarm Disabled<br>1= Alarm Enabled |

| 6- Digital Output 1 Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| **6-1- Dig. Out1 Mode** | 41 | Uint-16bit | R/W | 0= OFF<br>1= Mass flow Pulse<br>2= Vol Flow Pulse<br>3= High MassFlow Alarm<br>4= Low MassFlow Alarm<br>5= MassFlow Out of Range<br>6= Hight Density Alarm<br>7= Low Density Alarm<br>8= Density Out of Range<br>9= High V.Flow Alarm<br>10= Low V.Flow Alarm<br>11= V.Flow Out of Range<br>12= High Brix Alarm<br>13= Low Brix Alarm<br>14= Brix Out of Range<br>15= High Temp Alarm<br>16= Low Temp Alarm<br>17= Temp Out of Range<br>18= Empty Pipe Detected<br>19= System is OK<br>20= Pump Ctrl>Total 1 Limit<br>21= Pump Ctrl>Total 2 Limit<br>22= 3State Fill Low Valve<br>23= Batch Filling Valve |
| **6-2- Dig. Out1 Force** | 42 | Uint-16bit | R/W | 0= Not Forced<br>1= Force to OFF<br>2= Force to ON |
| **6-3- D.O.1 Pulse Width** | 44 | Uint-16bit | R/W | 1 to 1300 *720uSec |
| **6-4-D.O.1 Volume/Pulse** | 366 | Uint-32bit | R/W | 0.01 to 999999.99 --- |
| **6-5- Dig Out1 Hi Limit** | 358 | Uint-32bit | R/W | 0.0 to 999999.0 --- |
| **6-6- Dig Out1 Lo Limit** | 360 | Uint-32bit | R/W | 0.0 to 999999.0 --- |
| **6-7- Dig Out1 Hysters.** | 43 | Uint-16bit | R/W | 1.0 to 6550.0 --- |

| 7- Digital Output 2 Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| **7-1- Dig. Out2 Mode** | 47 | Uint-16bit | R/W | 0= OFF<br>1= Mass flow Pulse<br>2= Vol Flow Pulse<br>3= High MassFlow Alarm<br>4= Low MassFlow Alarm<br>5= MassFlow Out of Range<br>6= Hight Density Alarm<br>7= Low Density Alarm<br>8= Density Out of Range<br>9= High V.Flow Alarm<br>10= Low V.Flow Alarm<br>11= V.Flow Out of Range<br>12= High Brix Alarm<br>13= Low Brix Alarm<br>14= Brix Out of Range<br>15= High Temp Alarm<br>16= Low Temp Alarm<br>17= Temp Out of Range<br>18= Empty Pipe Detected<br>19= System is OK<br>20= Pump Ctrl>Total 1 Limit<br>21= Pump Ctrl>Total 2 Limit<br>22= 3State Fill Low Valve<br>23= Batch Filling Valve |
| **7-2- Dig. Out2 Force** | 48 | Uint-16bit | R/W | 0= Not Forced<br>1= Force to OFF<br>2= Force to ON |
| **7-3- D.O.2 Pulse Width** | 50 | Uint-16bit | R/W | 1 to 1300 *720uSec |
| **7-4-D.O.2 Volume/Pulse** | 368 | Uint-32bit | R/W | 0.01 to 999999.99 --- |
| **7-5- Dig Out2 Hi Limit** | 362 | Uint-32bit | R/W | 0.0 to 999999.0 --- |
| **7-6- Dig Out2 Low Limit** | 364 | Uint-32bit | R/W | 0.0 to 999999.0 --- |
| **7-7- Dig Out2 Hysters.** | 49 | Uint-16bit | R/W | 1.0 to 6550.0 --- |

| 8- Modbus & Digital Inputs Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| **8-1- Dig. In Mode** | 53 | Uint-16bit | R/W | 0= Disable<br>1= Total1 Reset<br>2= Total2 Reset<br>3= Total1&2 Reset<br>4= Total1 Hold<br>5= Total2 Hold<br>6= Total 1&2 Hold<br>7= PID Enable<br>8= Batch Filling Start |
| **8-2- Modbus Baud Rate** | 29 | Uint-16bit | R/W | 0= 9600 bps<br>1= 19200 bps<br>2= 38400 bps<br>3= 57600 bps<br>4= 115200 bps<br>5= 230400 bps<br>6= 460800 bps<br>7= 921600 bps |
| **8-3- Modbus Data Mode** | 30 | Uint-16bit | R | 0= 8bit,Even,1Stop<br>1= 8bit,Even,2Stop<br>2= 8bit,Odd,1Stop<br>3= 8bit,Odd,2Stop<br>4= 8bit,None,1Stop<br>5= 8bit,None,2Stop |
| **8-4- Modbus Node Add.** | 31 | Uint-16bit | R/W | 0 to 31 |

| 9- Temperature Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| **9-1- Tube Temp. Offset** | 11 | int-16bit | R/W | -50 to 50 °C |
| **9-2- Tube Temp. Damping** | 12 | Uint-16bit | R/W | 1 to 100 Cycles |
| **9-3- Tube Temp. Unit** | 161 | Uint-16bit | R/W | 0= Centigerade<br>1= Fehrenheit |
| **9-4- Tube Temp. DotPoints** | 162 | Uint-16bit | R/W | 0 to 1 |
| **9-5- Tube Temp. Simulation** | 2.A | Bit | R/W | 0= Off<br>1= On |
| **9-6-Tube Temp. Simulated Value** | 10 | Uint-16bit | R/W | 0.0 to 120 °C |
| **9-7- Body Temp. Offset** | 163 | Int-16bit | R/W | -50 to 50 °C |
| **9-8- Body Temp. Damping** | 164 | Uint-16bit | R/W | 1 to 100 Cycles |
| **9-9- Body Temp. Simulation** | 3.1 | Bit | R/W | 0= Off<br>1= On |
| **9-A-Body Temp. Simulated Value** | 165 | Uint-16bit | R/W | 0.0 to 120 °C |

| 10- Totalizers Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| **10-1- Totalizer1 Unit** | 57 | Uint-16bit | R/W | 0= Gram (1 DP)<br>1= Kg (1 DP)<br>2= Ton (3 DP)<br>3 = mL (1 DP)<br>4 = Liter (1 DP)<br>5 = m3 (3DP) |
| **10-2- Total1 Reset Mode** | 59 | Uint-16bit | R/W | 0= OFF<br>1= Setting Page<br>2= Digital Input<br>3= Sett. & Dig. In<br>4= Reset on Limit |
| **10-3- Total 1 Pump Ctrl Mode** | 261.0 | Bit | R/W | 0 = Manual Mode<br>1 = Auto Mode |
| **10-4- Total 1 Pump Ctrl Force** | 261.1 | Bit | R/W | 0 = Force Off<br>1 = Force On |
| **10-5- Reset Total 1 Value** | 203.A | Bit | W | 1= Totalizer 1 Reset |
| **10-6- Totalizer2 Unit** | 60 | Uint-16bit | R/W | 0= Gram (1 DP)<br>1= Kg (1 DP)<br>2= Ton (3 DP)<br>3 = mL (1 DP)<br>4 = Liter (1 DP)<br>5 = m3 (3 DP) |
| **10-7- Total2 Reset Mode** | 62 | Uint-16bit | R/W | 0= OFF<br>1= Setting Page<br>2= Digital Input<br>3= Sett. & Dig. In<br>4= Reset on Limit |
| **10-8- Total 2 Pump Ctrl Mode** | 261.2 | Bit | R/W | 0 = Manual Mode<br>1 = Auto Mode |
| **10-9- Total 2 Pump Ctrl Force** | 261.3 | Bit | R/W | 0 = Force Off<br>1 = Force On |
| **10-5- Reset Total 2 Value** | 203.B | Bit | W | 1= Totalizer 2 Reset |

| 11- PID Controller Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| **11-1-PID Enable Mode** | 33 | Uint-16bit | R/W | 0= Disable<br>1= Always Enable<br>2= Enable By Dig. In. 1 |
| **11-2-PID Gain (P)** | 34 | Uint-16bit | R/W | 0.001 to 65.000 |
| **11-3-PID Integral (I)** | 35 | Uint-16bit | R/W | 0.00 to 650.00 Sec |
| **11-4-PID Derivative(D)** | 36 | Uint-16bit | R/W | 0.00 to 650.00 Sec |
| **11-5-PID Sample Time** | 37 | Uint-16bit | R/W | 0.1 to 20.0 Sec |
| **11-6-PID Out Min Value** | 38 | Uint-16bit | R/W | 0 to 100 % |
| **11-7-PID Out Max Value** | 39 | Uint-16bit | R/W | 1 to 100 % |
| **11-8-PID Out Direction** | 2.2 | Bit | R/W | 0= Incremental<br>1= Decremental |
| **PID Setpoint(Mass Flow)** | 388 | Uint-32bit | R/W | 0.0 to 999999.9 Kg/h |
| **PID Loop Output** | 223 | Uint-16bit | R | 0.00 to 100.00 %<br>0=0% , 65535=100% |
| **PID Manual Value** | 40 | Uint-16bit | R/W | 0 to 100 % |

| 12- Batch Filling Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| **12-1-Manual Force Filling** | 245.0 | Bit | R/W | 0= Filling not Forced<br>1= Manual Force Filling |
| **12-2-Auto SP.Correction** | 5.0 | Bit | R/W | 0= Auto Fill Setpoint OFF<br>1= Auto Fill Setpoint ON |
| **12-3-Initial Diff.Value** | 402 | Int-32bit | R/W | -9999.9 to 9999.9<br>mLiter(cc) |
| **12-4-Max Filling Time** | 400 | Uint-32bit | R/W | 0 to 99.9 Sec |
| **12-5-Valve Off Time** | 66 | Uint-16bit | R/W | 0 to 9.99 Sec |
| **12-6-Last Filling Volume** | 592 | Uint-32bit | R | 0 to 9999999.9 mLiter(cc) |
| **12-7-Last Difference** | 594 | Int-32bit | R | -999999.9 to 999999.9 |
| **12-8-Next Filling Setpoint** | 596 | Uint-32bit | R | 0 to 9999999.9 mLiter(cc) |
| **12-9-Last Filling Time** | 600 | Uint-32bit | R | 0 to 999.99 Sec |

| 13- Calibration & EPD Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| **13-1-MassFlow Calibration Factor** | 374 | Uint-32bit | R/W | 0 to 99.9999 |
| **13-2-Low Cut-off Delta Teta** | 16 | Uint-16bit | R/W | 0 to 65.500 |
| **13-3-Density Cal. Gain** | 518 | Uint-32bit | R/W | 0.00000 to 9.99999 |
| **13-4-Density Cal. Offset** | 520 | Int-32bit | R/W | -9999.999 to 9999.999 Kg/m3 |
| **13-5-Brix Cal. Gain** | 166 | Uint-16bit | R/W | 0.0001 to 6.5535 |
| **13-6-Brix Cal. Offset** | 167 | Int-16bit | R/W | -270.00 to 270.00 Brix |
| **13-7-Empty Pipe Det.Enable** | 23.0 | Bit | R/W | 0= EPD Disable<br>1= EPD Enable |
| **13-8-Empty Pipe Det.Freq.** | 18 | Uint-16bit | R/W | 0 to 9999 |
| **13-9-ADC Damping(mA,Totalizers)** | 21 | Uint-16bit | R/W | 1 to 500 Cycles |
| **13-A-ADC Gamma (mA,Totalizers)** | 6 | Uint-16bit | R/W | 0.1 to 99.9 % |

| 14-Factory Setting | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parameter Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| **14-1-Pickup Setpoint** | 137 | Uint-16bit | R | --- mV |
| **14-2-Pickup Low Limit** | 454 | Uint-32bit | R | --- mV |
| **14-3-Sweep Freq. Step** | 133 | Uint-16bit | R | --- mHz |
| **14-4-Sweep Drive Amplitude** | 78 | Uint-16bit | R | --- |
| **14-5-IIR Filter Range** | 144 | Uint-16bit | R | 0 to 16 |
| **14-1-Test Timer Value** | 608 | Uint-32bit | R | 0 to 9999.9 |
| **12-2-Test Timer Setpoint** | 4 | Uint-16bit | R | 1 to 65000 |
| **12-3-Test Timer Status** | 2.0 | Bit | R | 0= Test Counter Off<br>1= Test Counter ON |

| HART Setting | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Name** | **Modbus Address** | **Format** | **Type** | **Range** |
| 1 | HART Baud Rate | 32 | Uint-16bit | R/W | 0= 9600 bps<br>1= 19200 bps<br>2= 38400 bps<br>3= 57600 bps<br>4= 115200 bps<br>5= 230400 bps<br>6= 460800 bps<br>7= 921600 bps |
| **2** | HART Data Mode | 27 | Uint-16bit | R/W | 0= 8bit,Even,1Stop<br>1= 8bit,Even,2Stop<br>2= 8bit,Odd,1Stop<br>3= 8bit,Odd,2Stop<br>4= 8bit,None,1Stop<br>5= 8bit,None,2Stop |
| **3** | HART Node Add. | 28 | Uint-16bit | R/W | 0 to 31 |

| Alarm List & Addresses(Bit) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Name** | **Address** | **Type** | **Solution** |
| **1** | Digital Output 1 Pulse Overlap | 227.0 | R | Increase “3-6-D.O.1 Volume/Pulse” and/or Decrease “3-5- D.O.1 Pulse Width” |
| **2** | Digital Output 2 Pulse Overlap | 227.1 | R | Increase “4-6-D.O.1 Volume/Pulse” and/or Decrease “4-5- D.O.1 Pulse Width” |
| **3** | Micro Controller 2 Read Error | 227.2 | R | |
| **4** | Test Timer Timeout!!! | 227.3 | R | Call to Control System Co. |
| **5** | Totalizer 1 Reset Inhibited | 227.4 | R | Change “7-1-Total1 Reset Mod”Parameter |
| **6** | Totalizer 2 Reset Inhibited | 227.5 | R | Change “7-3-Total2 Reset Mod”Parameter |

# ۷ پیوست B: تنظیم کنترلرهای PID

## ۷,۱ تئوری PID

کنترل تناسبی- انتگرالی- مشتقی (PID) متداولترین کنترلری است که در حال حاضر در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. بخشی از محبوبیت کنترلرهای PID بدلیل عملکرد مناسب آنها در طیف وسیعی از شرایط کاری و بخش دیگری هم از سادگی عملکرد آن ناشی می‌شود که به مهندسان اجازه می‌دهد به سادگی با آنها کار کنند.

کنترلر PID همانطور که از نامش پیداست شامل سه ضریب تناسبی، انتگرالی و مشتق‌گیر می‌باشد که کاربر برای دستیابی به عملکرد بهینه می‌تواند آنها را تغییر دهد. در این مقاله سیستم‌های حلقه بسته، تئوری کنترلر PID کلاسیک، روش‌های مختلف تنظیم کنترلرهای PID، اثر تنظیم یک سیستم کنترل بر پاسخ سیستم حلقه بسته مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

## ۷,۲ اثر عملیات کنترلی انتگرالی و مشتقی بر عملکرد سیستم

دراین بخش به بررسی اثرات عمیات کنترلی انتگرالی و مشتقی بر عملکرد سیستم می‌پردازیم. در اینجا تنها سیستم‌های ساده را در نظر می‌گیریم تا بتوان این اثرات را بر عملکرد سیستم به وضوح مشاهده کرد.

### ۷,۲,۱ عمل کنترل انتگرالی

در کنترل تناسبی که تابع تبدیل آن فاقد عامل انتگرالگیری است، در پاسخ به ورودی پله‌ای، خطای حالت ماندگار یا آفست وجود دارد. با منظور کردن عمل کنترل انتگرالی در کنترل کننده می‌توان این افست را حذف نمود.

در کنترل انتگرالی یک دستگاه سیگنال کنترل، یعنی سیگنال خروجی کنترل کننده، در هر لحظه با مساحت زیر منحنی سیگنال خطا تا آن لحظه برابر است. در این حالت سیگنال کنترل $u(t)$ حتی در زمانی که سیگنال خطا $e(t)$ صفر است می‌تواند مقداری غیر صفر داشته باشد. چنین چیزی در کنترل کنندهٔ تناسبی ممکن نیست، زیرا برای غیر صفر بودن سیگنال کنترل باید سیگنال خطا غیر صفر باشد. (وجود سیگنال خطای غیر صفر در حالت ماندگار نشانهٔ وجود آفست است).

توجه کنید که کنترل انتگرالی، در عین حذف افست یا خطای حالت ماندگار، می‌تواند به پاسخ نوسانی با دامنهٔ کاهشی و حتی افزایشی منجر شود، که هر دو معمولاً نامطلوب هستند.

### ۷,۲,۲ عمل کنترل مشتقی

افزودن کنترل کنندهٔ مشتقی به کنترلر تناسبی روشی برای دستیابی به کنترلری با حساسیت زیاد است. یکی از مزایای کنترل کنندهٔ مشتقی این است که به آهنگ تغییر سیگنال خطا پاسخ می‌دهد و می‌تواند قبل از بزرگ شدن بیش از اندازهٔ خطا، اصلاح قابل توجهی بوجود آورد. پس کنترل کنندهٔ مشتقی خطا را پیش‌بینی کرده، عمل تصحیح زود هنگام را انجام می‌دهد و به این ترتیب بر پایداری سیستم می‌افزاید.

اگر چه کنترل مشتقی اثر مستقیمی بر خطای حالت ماندگار ندارد، ولی با افزودن میرایی به سیستم اجازه می‌دهد بهرهٔ $K_p$ بزرگتری انتخاب شود و این بهرهٔ بزرگتر دقت حالت ماندگار را بهتر می‌کند. چون کنترل مشتقی بر اساس آهنگ تغییر سیگنال خطا عمل می‌کند نه خود سیگنال خطا، هرگز به تنهایی به کار نمی‌رود. کنترل مشتقی همیشه همراه با کنترل تناسبی و یا کنترل تناسبی- انتگرالی به کار می‌رود.

### ۷,۲,۳ عمل کنترل تناسبی- انتگرالی – مشتقی

ترکیب عمل‌های کنترلی تناسبی، انتگرالی و مشتقی کنترلر تناسبی، انتگرالی- مشتقی را بوجود می‌آورد. این عمل ترکیبی از مزایای تمامی سه کنترل کننده را یکجا در خود دارد. معادلهٔ کنترل کنندهٔ تناسبی- انتگرالی- مشتقی عبارتست از:

**رابطهٔ 1)**

$$u(t) = k_p\left(e(t) + \frac{1}{T_i}\int_0^t e(\tau)d\tau + T_d\frac{de(t)}{dt}\right)$$

### ۷,۳ روش‌های تنظیم کنترلر PID

فرآیند تنظیم ضرایب بهینه برای P،I و D به منظور دستیابی به پاسخ ایده‌آل از یک سیستم کنترل تنظیم کنترلر نامیده می‌شود. برای این کار روش‌های مختلفی وجود دارد که در این مقاله سعی شده است روش آزمایش، خطا و روش زیگلر نیکولز توضیح داده شود.

### ۷,۳,۱ روش آزمایش-خطا

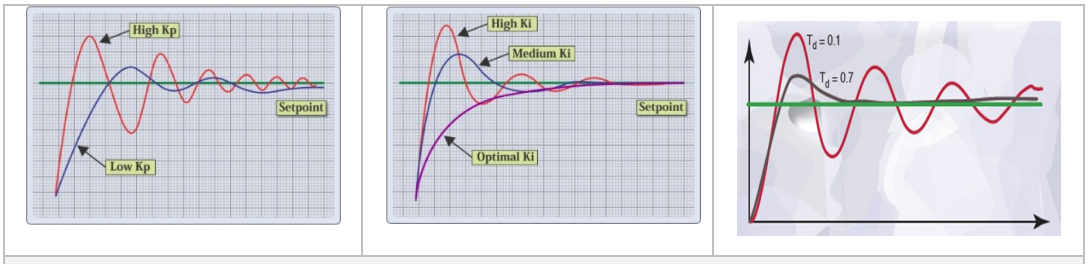
ضرایب کنترلر PID می‌تواند از طریق آزمایش و خطا بدست آید. زمانی که یک مهندس اثر ضرایب کنترلر را در پاسخ نهایی سیستم درک کرده باشد تنظیم کنترلر نسبتاً ساده می‌شود. در این روش ابتدا ضرایب I و D برابر صفر قرار داده می‌شود و ضریب تناسبی "P" به آرامی افزایش داده می‌شود تا خروجی سیستم شروع به نوسان کند. زمانی که ضریب تناسبی افزایش داده می‌شود، عملکرد سیستم سریعتر می‌شود ولی می‌بایست مراقب بود که سیستم ناپایدار نشود. زمانی که P طوری تعیین شد که پاسخ خواسته شده با سرعت عملکرد مورد نظر حاصل شد، ضریب انتگرالی I افزایش داده می‌شود تا نوسان‌ها متوقف شود. جملهٔ انتگرالی خطای حالت ماندگار را کاهش می‌دهد ولی از طرف دیگر باعث افزایش فراجهش (Overshoot) می‌شود. لازم به ذکر است که همیشه برای دستیابی به پاسخ سریع وجود مقداری فراجهش ضروری است. از جملهٔ انتگرالی برای دستیابی به حداقل خطای حالت ماندگار استفاده می‌شود. زمانی که ضرایب P و I برای دستیابی به پاسخ خواسته شده با سرعت و دقت مورد نظر تنظیم شدند، ضریب مشتق‌گیر افزایش داده می‌شود تا سرعت رسیدن پاسخ سیستم به Setpoint تعیین شده افزایش یابد. افزایش ضریب مشتق‌گیر باعث کاهش فراجهش شده و اجازه می‌دهد ضریب تناسبی بدون ناپایدار شدن خروجی بالاتر انتخاب شود ولی می‌تواند سیستم را نسبت به نویزهای ناخواسته بسیار حساس کند. برای جلوگیری از تاثیر نویزهای ناخواستهٔ حاصل از اندازه‌گیری متغیر کنترل بر مقدار جملهٔ مشتقی، در بسیاری از موارد جملهٔ مشتق‌گیر را همراه با یک فیلتر به کار می‌برند. در هر حال بیشتر اوقات، مهندسان نیازمند مصالحه بین یک مشخصه با مشخصهٔ دیگر به منظور دستیابی بهتر به موارد خواسته شده می‌باشند.

در جدول (1) اثر هر یک از ضرایب کنترلر PID بر عملکرد سیستم نمایش داده شده است.

| Gain Increase | Rise Time | OverShoot | Settling Time | Steady-State Error |
|---|---|---|---|---|
| $K_p$ | ▼ | ▲ | Small Change | ▼ |
| $K_i$ | ▼ | ▲ | ▲ | Great Reduce |
| $K_d$ | Small Change | ▼ | ▼ | Small Change |

**جدول 1) اثر تغییر ضرایب PID بر عملکرد سیستم کنترلی (در این جدول $K_i=K_p/T_i$)**

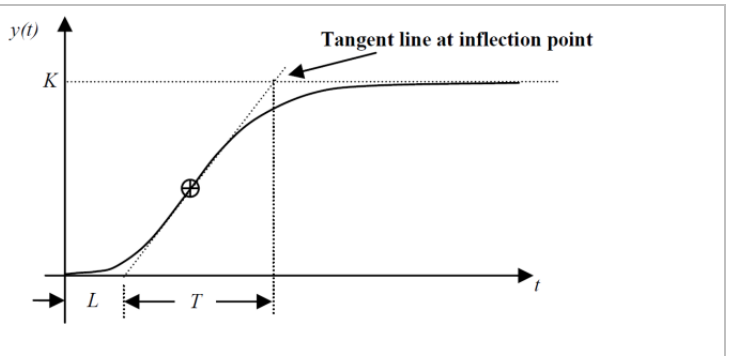
نمودارهای شکل (1) اثرات تغییر ضرایب را در پاسخ سیستم کنترلی نمایش می‌دهند.




**شکل 1) نمودار اثر تغییر ضرایب PID بر عملکرد سیستم کنترلی (در این نمودارها $K_i=K_p/T_i$)**

### ۷،۳،۲ روش اول زیگلر-نیکولز

در این روش پاسخ دستگاه به ورودی پلهٔ واحد را به طور تجربی، به صورت نشان داده شده در شکل(2) می‌یابیم. در بسیاری از سیستم‌های صنعتی (سیستم‌هایی که در تابع تبدیل آنها نه انتگرال گیر وجود دارد و نه قطب‌های مزدوج مختلط غالب) پاسخ پله به صورت یک منحنی S شکل، همانند منحنی شکل(2) خواهد بود. اگر پاسخ به صورت منحنی S شکل نباشد، این روش را نمی‌توان به کار برد. این منحنی پاسخ پله را می‌توان به صورت تجربی و یا با شبیه سازی دستگاه به دست آورد.




**شکل2) روش اول زیگلر- نیکولز**

منحنی S شکل را می‌توان با دو پارامتر مشخص نمود، زمان تاخیر L و ثابت زمانی T. زمان تاخیر و ثابت زمانی با رسم خط مماس در نقطهٔ عطف منحنی S شکل، و یافتن محل برخورد آن با محور زمان و خط C(t)=K مطابق شکل(2) تعیین می‌شود. زیگلر و نیکولز پیشنهاد می‌کنند مقادیر $K_p$، $T_i$ و $T_d$ بر اساس فرمول‌های جدول (2) انتخاب شوند.

| نوع کنترل کننده | $K_p$ | $T_i$ | $T_d$ |
|---|---|---|---|
| **P** | T/L | ∞ | 0 |
| **PI** | 0.9T/L | L/0.3 | 0 |
| **PID** | 1.2T/L | 2L | 0.5L |

**جدول2) تنظیم کنترلر P، PI و PID با استفاده از روش اول تنظیم زیگلر- نیکولز**

### ۷,۳,۳ روش دوم زیگلر-نیکولز

روش دوم قواعد تنظیم زیگلر-نیکولز یک روش محبوب دیگر برای تنظیم کنترلرهای PID می‌باشد. این روش تقریباً شبیه به روش آزمایش-خطا می‌باشد که در آن ضرایب I و D برابر صفر قرار داده می‌شود و ضریب P به تدریج افزایش داده می‌شود تا اینکه سیستم شروع به نوسان نامیرا کند. زمانی که نوسان شروع شد ضریب بحرانی $K_u$ و پریود نوسان‌ها $P_u$ اندازه‌گیری می‌شود. سپس ضرایب P، I و D بر اساس موارد نشان داده شده در جدول (3) تنظیم می‌شوند.

| Control | P | $T_i$ | $T_d$ |
|---|---|---|---|
| **P** | $0.5K_u$ | - | **-** |
| **PI** | $0.45K_u$ | $P_u/1.2$ | **-** |
| **PID** | $0.6K_u$ | $P_u/2$ | **$P_u/8$** |

**جدول3) تنظیم کنترلر P، PI و PID با استفاده از روش دوم تنظیم زیگلر- نیکولز**

روش تنظیم اتوماتیک Relay based یک روش ساده برای تنظیم کنترل کننده‌های PID است که از سعی و خطا جلوگیری می‌نماید و امکان کارکرد سیستم را در مرزهای پایداری به حداقل می‌رساند.

- ✓ **دشواری‌های تنظیم**: زمانی که شما در مورد تنظیم کنترلرهای PID توسط مهندسین کنترل صحبت می‌کنید، به قواعد زیگلر-نیکولز و روش نوسان نهایی می‌رسید. در این موقع است که مهندسین خواهند گفت: "بله، روش تنظیم زیگلر-نیکولز، ما از این روش استفاده کردیم و سیستم به طرز نا مشخصی شروع به نوسان کرد، استراتژی نامناسبی است. علاوه بر این وقتی هم که با این روش تنظیم انجام شد پاسخ سیستم به طور کلی نوسانی است."

با توجه به اینکه روش تنظیم زیگلر-نیکولز روش خسته کننده و در برخی از موارد خطرناک است و بیشتر اوقات نوسان سیستم با سرعت بسیار کمی میرا می‌شود، این سوال بوجود می‌آید که چرا این روش اغلب به عنوان تنها روشی شناخته می‌شود که مهندسین ابزار دقیق با آن آشنایی دارند، و یا اینکه آیا اصلا استفاده از این روش مزایای قطعی دارد یا خیر؟

در واقع روش تنظیم زیگلر-نیکولز که در آن Gain کنترلر به روش تجربی تعیین می‌گردد تا فقط سیستم را از حالت ناپایدار خارج نماید شکلی از تعیین مدل ریاضی سیستم به روش تجربی است. تمامی روش‌های تنظیم شامل یک جزء شناسایی مدل می‌باشد، ولی روش‌های محبوبتر آنهایی هستند که این بخش را با سادگی و دقت بیشتری تقریب بزنند. مهندسان پس از سالیان متمادی استفاده از کنترلرهای PID به این فکر افتادند که یک روش خودکار برای بدست آوردن ضرایب کنترلر PID تدوین نمایند. این روش به Relay Feedback موسوم شده است و در بسیاری از تجهیزات مورد استفاده قرار می‌گیرد