فلومتر سطح متغیر یا روتامتر چیست؟

فلومتر سطح متغیر یا روتامتر (Rotameter) یکی از انواع فلومترهای صنعتی است که برای اندازه‌گیری **دبی حجمی مایعات و گازها** در خطوط لوله و تجهیزات فرایندی استفاده می‌شود. این نوع دبی‌سنج ساختار نسبتاً ساده‌ای دارد و معمولاً از یک **لوله مخروطی و یک شناور** تشکیل شده است که با عبور سیال، موقعیت شناور در داخل لوله تغییر می‌کند و مقدار جریان از روی درجه‌بندی روی بدنه خوانده می‌شود.



این دستگاه در بازار با نام‌هایی مانند **دبی‌سنج روتامتر، فلومتر سطح متغیر و Variable Area Flowmeter** نیز شناخته می‌شود. دلیل نام‌گذاری «سطح متغیر» این است که با بالا و پایین رفتن شناور، سطح مقطع عبور سیال در اطراف آن تغییر می‌کند تا بین نیروی ناشی از جریان، وزن شناور و نیروی شناوری تعادل ایجاد شود.

روتامتر چگونه کار می‌کند؟

نحوه عملکرد **فلومتر سطح متغیر** بر اساس حرکت یک شناور در داخل لوله مخروطی شکل است. زمانی که سیال از قسمت پایین وارد روتامتر می‌شود، نیروی جریان باعث حرکت شناور به سمت بالا می‌شود.



هرچه **دبی سیال بیشتر باشد، شناور بالاتر می‌رود** و فضای عبور سیال بین شناور و دیواره لوله افزایش پیدا می‌کند. در نقطه‌ای که نیروهای وارد بر شناور به تعادل برسند، شناور در یک ارتفاع مشخص ثابت می‌ماند. این ارتفاع با مقدار دبی عبوری ارتباط دارد و مقدار جریان از روی درجه‌بندی کنار لوله خوانده می‌شود.

به‌طور کلی سه نیروی اصلی بر شناور اثر می‌گذارند:

- **وزن شناور** که آن را به سمت پایین می‌کشد.
- **نیروی شناوری سیال** که بخشی از وزن شناور را خنثی می‌کند.
- **نیروی ناشی از جریان سیال** که شناور را به سمت بالا حرکت می‌دهد.

با افزایش دبی، نیروی جریان بیشتر شده و شناور در ارتفاع بالاتری قرار می‌گیرد.

چرا روتامتر معمولاً به‌صورت عمودی نصب می‌شود؟

در بیشتر مدل‌های این نوع فلومتر، عملکرد دستگاه به نیروی گرانش وابسته است؛ بنابراین دستگاه باید به‌صورت **عمودی و با جریان از پایین به بالا** نصب شود. نصب کج یا افقی در مدل‌هایی که برای این شرایط طراحی نشده‌اند می‌تواند باعث ایجاد خطا در اندازه‌گیری شود.

آیا روتامتر به برق نیاز دارد؟

در مدل های مکانیکی ساده معمولاً برای نمایش محلی دبی **به برق نیاز ندارند**! با این حال برخی روتامترهای صنعتی، به‌ویژه مدل‌های فلزی، می‌توانند به ترانسمیتر، سوئیچ حدی یا خروجی‌هایی مانند **4–20mA** مجهز شوند تا مقدار دبی به سیستم کنترل یا PLCارسال شود.

اجزای فلومتر روتامتر

ساختار **فلومتر سطح متغیر** نسبت به بسیاری از فلومترهای صنعتی ساده‌تر است، اما همین ساختار ساده باید متناسب با نوع سیال، فشار، دما و شرایط کاری انتخاب شود. مهم‌ترین اجزای این دستگاه عبارت‌اند از:

- لوله مخروطی
- شناور
- مقیاس یا درجه‌بندی
- بدنه
- اتصالات ورودی و خروجی
- آب‌بند و اورینگ
- نشانگر
- ترانسمیتر
- سوئیچ حدی



انواع روتامتر یا فلومتر سطح متغیر

فلومتر سطح متغیر بر اساس جنس بدنه، نوع نمایش و شرایط کاری در مدل‌های مختلفی تولید می‌شوند. رایج‌ترین انواع آن عبارت‌اند از:

1- مدل شیشه‌ای

در این مدل، لوله اندازه‌گیری از شیشه ساخته شده و موقعیت شناور به‌صورت مستقیم قابل مشاهده است. روتامتر شیشه‌ای بیشتر برای سیالات شفاف، فشارهای پایین تا متوسط و کاربردهای آزمایشگاهی و صنعتی سبک استفاده می‌شود.

2- مدل پلاستیکی

روتامتر پلاستیکی معمولاً وزن کم و قیمت مناسبی دارد و برای اندازه‌گیری دبی آب، هوا و برخی سیالات خورنده استفاده می‌شود. جنس بدنه می‌تواند بسته به کاربرد از متریال‌هایی مانند PVC، پلی‌کربنات یا سایر پلاستیک‌های مهندسی باشد.

3- مدل فلزی

در روتامتر فلزی، تیوب اندازه‌گیری از فلز ساخته می‌شود و برای فشار و دمای بالاتر مناسب‌تر است. چون داخل تیوب قابل مشاهده نیست، موقعیت شناور معمولاً به‌صورت مغناطیسی به نشانگر خارجی منتقل می‌شود. این مدل در کاربردهای صنعتی سنگین استفاده بیشتری دارد.

4- مدل پنلی

روتامتر پنلی برای نصب روی پنل دستگاه‌ها و سیستم‌های کنترلی طراحی شده است. این مدل معمولاً ابعاد جمع‌وجوری دارد و برای کنترل و مشاهده دبی در تجهیزات آزمایشگاهی، دستگاه‌های صنعتی و سیستم‌های تزریق کاربرد دارد.

5- مدل دارای ترانسمیتر

برخی روتامترها علاوه بر نمایش محلی دبی، به ترانسمیتر مجهز هستند و می‌توانند سیگنال اندازه‌گیری را به سیستم کنترل ارسال کنند. خروجی‌هایی مانند **4–20mA** در این مدل‌ها رایج است و امکان اتصال دستگاه دبی سنج سطح متغیر به PLC یا سیستم مانیتورینگ را فراهم می‌کند.

انواع روتامتر بر اساس نوع سیال

این دستگاه برای اندازه‌گیری دبی انواع **مایعات و گازها** استفاده می‌شود و انتخاب مدل مناسب آن به نوع و مشخصات سیال بستگی دارد.

1- آب

روتامتر آب برای اندازه‌گیری دبی آب در تصفیه‌خانه‌ها، تأسیسات و خطوط صنعتی کاربرد دارد.

2- روغن

روتامتر روغن برای اندازه‌گیری جریان روغن‌ها و سیالات روان‌کننده استفاده می‌شود و ویسکوزیته و دمای روغن در انتخاب آن اهمیت دارد.

3- مایع

روتامتر مایع برای اندازه‌گیری دبی آب، محلول‌ها، مواد شیمیایی و سایر مایعات سازگار با متریال دستگاه استفاده می‌شود.

4- گاز

روتامتر گاز برای اندازه‌گیری دبی انواع گازهای صنعتی و آزمایشگاهی به کار می‌رود و باید متناسب با فشار و دمای گاز انتخاب شود.

5- هوا

روتامتر هوا برای اندازه‌گیری دبی هوا، به‌خصوص در سیستم‌های هوای فشرده، پنوماتیک و تجهیزات صنعتی استفاده می‌شود.

کاربرد روتامتر در صنایع مختلف

فلومتر سطح متغیر به دلیل ساختار ساده، نمایش مستقیم دبی و امکان استفاده برای مایعات و گازها، در بسیاری از صنایع و تجهیزات کاربرد دارد. مهم‌ترین کاربردهای آن عبارت‌اند از:

- **صنایع آب و فاضلاب:** اندازه‌گیری دبی آب، محلول‌های شیمیایی و جریان‌های فرایندی
- **صنایع شیمیایی:** کنترل دبی مواد شیمیایی، حلال‌ها و سیالات فرایندی
- **صنایع نفت و گاز:** اندازه‌گیری جریان برخی گازها، روغن‌ها و سیالات جانبی
- **سیستم‌های هوای فشرده:** اندازه‌گیری و کنترل دبی هوا در خطوط پنوماتیک
- **آزمایشگاه‌ها:** تنظیم و پایش دقیق جریان مایعات و گازها در تجهیزات آزمایشگاهی
- **صنایع غذایی و دارویی:** کنترل جریان سیالات در فرایندهایی که روتامتر از نظر جنس و شرایط بهداشتی مناسب باشد
- **سیستم‌های تزریق مواد:** کنترل مقدار مواد شیمیایی یا افزودنی‌ها در خطوط فرایندی
- **تجهیزات خنک‌کاری:** بررسی جریان آب یا سایر سیالات خنک‌کننده
- **تجهیزات پزشکی و گازهای صنعتی:** اندازه‌گیری دبی برخی گازها در محدوده کاری مناسب
- **ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی:** کنترل جریان روغن، آب یا هوا در بخش‌های مختلف دستگاه

انتخاب روتامتر صنعتی مناسب برای هر صنعت باید بر اساس **نوع سیال، محدوده دبی، فشار، دما، جنس بدنه و شرایط نصب** انجام شود.

نکات مهم حین نصب روتامتر سطح متغیر

برای اینکه فلومتر سطح متغیر دبی را با دقت مناسب اندازه‌گیری کند، رعایت چند نکته هنگام نصب ضروری است:

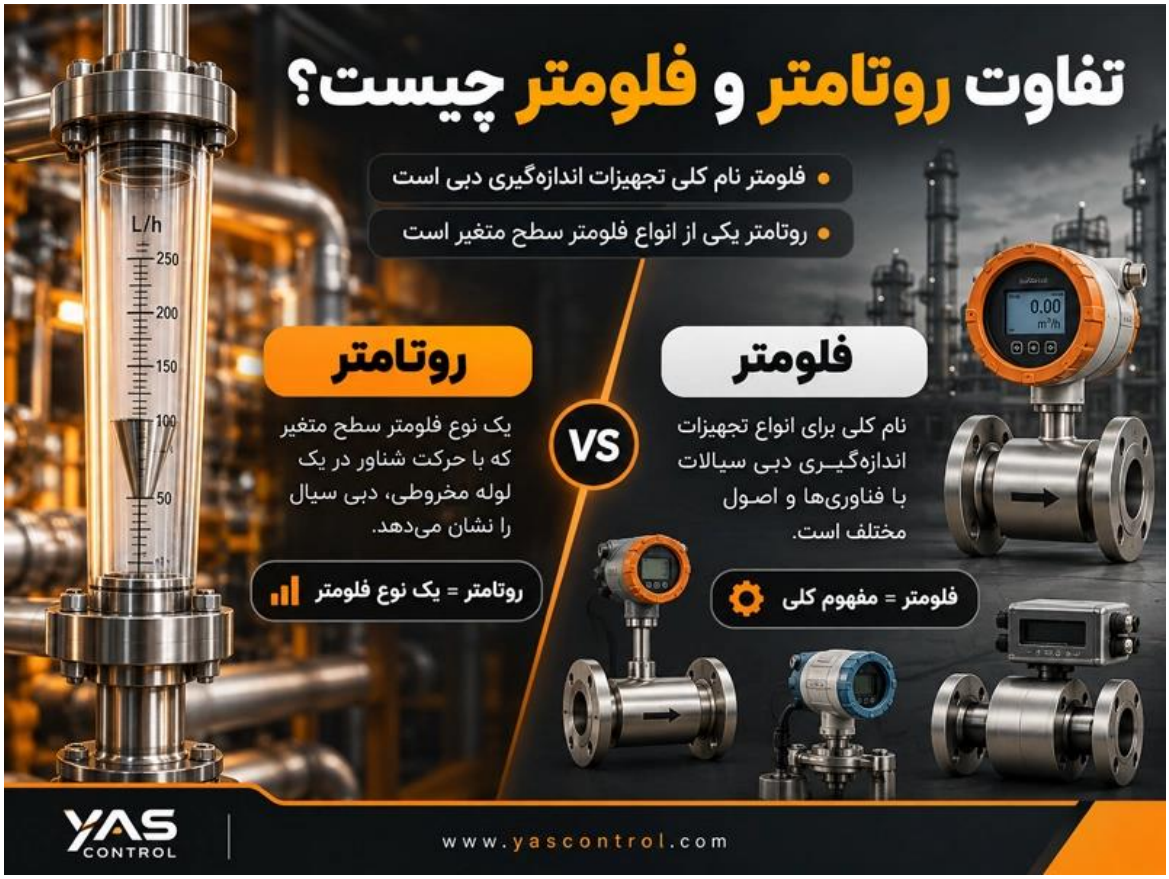


- مدل های معمولی باید **به‌صورت عمودی** نصب شوند.
- جهت جریان در بیشتر مدل‌ها باید **از پایین به بالا** باشد.
- دستگاه نباید کج یا تحت تنش مکانیکی نصب شود.
- قبل از نصب، خط لوله باید از آلودگی، ذرات و رسوبات احتمالی پاک شود.
- از وارد شدن ضربه ناگهانی جریان یا افزایش سریع فشار به روتامتر جلوگیری شود.
- محدوده دبی، فشار و دمای خط باید با مشخصات فنی دستگاه مطابقت داشته باشد.

- در سیالات آلوده بهتر است در صورت نیاز از **فیلتر مناسب** قبل از دستگها فلومتر سطح متغیر استفاده شود.
- اتصالات ورودی و خروجی باید به‌درستی آب‌بندی شوند و نشتی نداشته باشند.
- دستگاه باید در محلی نصب شود که خواندن درجه‌بندی یا نمایشگر آن آسان باشد.
- در مدل‌های دارای ترانسمیتر یا خروجی الکتریکی، سیم‌کشی باید مطابق دستورالعمل سازنده انجام شود.

تفاوت روتامتر و فلومتر چیست؟

روتامتر در واقع یکی از انواع فلومتر است و این دو اصطلاح در یک سطح قرار نمی‌گیرند. فلومتر نام کلی تجهیزاتی است که برای اندازه‌گیری دبی مایعات یا گازها استفاده می‌شوند، در حالی که روتامتر نوعی **فلومتر سطح متغیر** است که دبی را با حرکت یک شناور داخل لوله مخروطی اندازه‌گیری می‌کند.



تفاوت فلومتر سطح متغیر با سایر فلومترهای صنعتی

روتامتر نسبت به بسیاری از فلومترهای صنعتی ساختار ساده‌تری دارد و مقدار دبی را بر اساس **موقعیت شناور در یک لوله با سطح مقطع متغیر** اندازه‌گیری می‌کند. در مقابل، فلومترهای دیگر از روش‌هایی مانند امواج فراصوت، القای الکترومغناطیسی، ایجاد گردابه یا اندازه‌گیری مستقیم جرم استفاده می‌کنند.

نوع فلومتر	روش اندازه‌گیری	سیال مناسب	نیاز به برق	ویژگی شاخص
روتامتر	حرکت شناور در سطح مقطع متغیر	مایعات و گازها	معمولاً ندارد	ساختار ساده و نمایش مستقیم دبی
الکترومغناطیسی	القای الکترومغناطیسی	مایعات رسانا	دارد	بدون قطعات متحرک و افت فشار کم
آلتراسونیک	امواج فراصوت	مایعات و برخی گازها	دارد	امکان اندازه‌گیری بدون تماس مستقیم در برخی مدل‌ها
ورتکس	اندازه‌گیری گردابه‌های ایجادشده	مایعات، گازها و بخار	معمولاً دارد	مناسب برای بخار و برخی فرایندهای صنعتی
کوریولیس	نیروی کوریولیس	مایعات و گازها	دارد	اندازه‌گیری مستقیم دبی جرمی
توربینی	سرعت چرخش توربین	مایعات و برخی گازهای تمیز	بسته به مدل	پاسخ سریع و مناسب برای سیالات تمیز

کالیبراسیون روتامتر چگونه انجام می شود؟

کالیبراسیون برای اطمینان از صحت مقدار دبی نمایش‌داده‌شده انجام می‌شود. در این فرایند، مقدار خوانده‌شده از روتامتر با یک مرجع معتبر اندازه‌گیری دبی مقایسه می‌شود و در صورت وجود اختلاف، میزان خطا مشخص می‌شود.



دقت دستگاه می‌تواند تحت تأثیر عواملی مانند **چگالی و ویسکوزیته سیال، دما، فشار، وضعیت نصب و آلودگی شناور یا تیوب** قرار گیرد. به همین دلیل در کاربردهای حساس یا فرایندهایی که دقت اندازه‌گیری اهمیت زیادی دارد، کالیبراسیون دوره‌ای دستگاه توصیه می‌شود. همچنین اگر فلومتر برای سیالی متفاوت از سیال کالیبراسیون اولیه استفاده شود، ممکن است نیاز به اعمال ضریب تصحیح یا کالیبراسیون مجدد داشته باشد.

عوامل تأثیرگذار بر قیمت روتامتر

قیمت **روتامتر** به عوامل مختلفی مانند **نوع، جنس بدنه و تیوب، محدوده اندازه‌گیری دبی، نوع سیال، فشار و دمای کاری، سایز و نوع اتصال، دقت دستگاه، برند سازنده و امکانات جانبی** بستگی دارد.

به‌طور معمول مدل های ساده پلاستیکی یا شیشه‌ای قیمت کمتری نسبت به مدل‌های فلزی صنعتی دارند و تجهیزاتی که برای فشار و دمای بالا، سیالات خورنده یا شرایط خاص فرایندی طراحی شده‌اند، گران‌تر هستند.

همچنین وجود امکاناتی مانند **ترانسمیتر، خروجی 4–mA20، سوئیچ حدی و نمایشگر پیشرفته** می‌تواند باعث افزایش قیمت فلومتر روتامتر شود؛ بنابراین برای استعلام قیمت دقیق، بهتر است مشخصات سیال و شرایط کاری خط مشخص باشد.

خرید روتامتر از یاس کنترل در مشهد

برای **خرید روتامتر** بهتر است ابتدا نوع سیال، محدوده دبی، فشار، دما، سایز اتصال و شرایط نصب مشخص شود تا مدل مناسب انتخاب شود. مجموعه **یاس کنترل** امکان تأمین انواع فلومتر سطح متغیر برای کاربردهای مختلف صنعتی، آزمایشگاهی، آب، هوا، گاز و سایر سیالات را فراهم کرده است. برای انتخاب دقیق‌تر می‌توانید مشخصات فنی موردنیاز خود را با کارشناسان یاس کنترل در میان بگذارید تا متناسب با شرایط کاری، مدل مناسب پیشنهاد و **قیمت روتامتر** صنعتی اعلام شود.

