فلومتر الکترو مغناطیسی یا فلومتر مغناطیسی چیست؟

فلومتر مغناطیسی (Magnetic Flow Meter)، نوعی دبی سنج صنعتی است که برای **اندازه‌گیری دبی حجمی مایعات رسانای الکتریکی** در خطوط لوله استفاده می‌شود.



اساس کار فلومتر الکترو مغناطیسی بر پایه **قانون القای الکترومغناطیسی فارادی** است. دستگاه یک میدان مغناطیسی در مسیر عبور سیال ایجاد می‌کند. هنگامی که مایع رسانا از این میدان عبور می‌کند، ولتاژی در دو الکترود ایجاد می‌شود. مقدار این ولتاژ با **سرعت حرکت سیال متناسب** است و فلومتر با اندازه‌گیری آن، دبی جریان را محاسبه می‌کند.

این ابزار در بازار با نام‌های مختلفی مانند مگ متر، **مگنتینک فلومتر**، **فلومتر، دبی‌سنج مغناطیسی و جریان‌سنج الکترومغناطیسی** شناخته می‌شود. در منابع انگلیسی نیز از

اصطلاحات **Magnetic Flow Meter**، **Electromagnetic Flow Meter** و **Magmeter** برای آن استفاده می‌شود.

اجزای تشکیل دهنده فلومتر مغناطیسی

اجزای اصلی **این ابزار** معمولاً شامل بخش‌های زیر است:



- بدنه یا تیوب اندازه‌گیری
- کویل‌های مغناطیسی
- الکترودها
- لاینر یا پوشش داخلی
- ترانسمیتر
- نمایشگر
- محفظه الکترونیکی

- اتصالات فرایندی یا فلنج‌ها
- سیستم ارت (Grounding)

فلومتر الکترومغناطیسی چگونه کار می‌کند و چه وظیفه‌ای دارد؟

فلومتر صنعتی مدل الکترومغناطیسی ابتدا توسط **کویل‌های مغناطیسی** یک میدان مغناطیسی در داخل لوله ایجاد می‌کند. زمانی که یک سیال رسانای الکتریکی از این میدان عبور می‌کند، طبق **قانون فارادی** ولتاژی در سیال القا می‌شود. این ولتاژ توسط **الکترودهای نصب‌شده در دو طرف لوله** دریافت می‌شود.



هرچه سرعت حرکت سیال بیشتر باشد، ولتاژ تولیدشده نیز بیشتر خواهد بود. سپس **ترانسمیتر** این سیگنال الکتریکی را دریافت و پردازش می‌کند و با توجه به قطر داخلی لوله، مقدار **دبی حجمی سیال** را محاسبه می‌کند.

در نهایت مقدار دبی روی نمایشگر نشان داده می‌شود یا از طریق خروجی‌هایی مانند **4–20mA، Pulse، HART یا Modbus** به سیستم کنترل ارسال می‌شود.

وظیفه اصلی فلومتر الکترومغناطیسی، **اندازه‌گیری دقیق میزان جریان مایعات رسانا در خطوط لوله** است.

انواع فلومتر الکترو مغناطیسی صنعتی

جریان سنج الکترومغناطیسی را می‌توان بر اساس **نوع نصب، ساختار و کاربرد** به چند گروه اصلی تقسیم کرد:



1. **فلومتر مغناطیسی فلنجی:** متداول‌ترین نوع برای نصب دائم روی خطوط لوله صنعتی.
2. **مدل ویفری:** بین دو فلنج نصب می‌شود و فضای کمتری اشغال می‌کند.
3. **مدل اینسرشن:** سنسور از طریق یک اتصال وارد خط لوله می‌شود و برای لوله‌های با قطر بالا کاربرد دارد.
4. **مدل کامپکت:** سنسور و ترانسمیتر به‌صورت یکپارچه روی دستگاه قرار دارند.
5. **مدل ریموت:** سنسور و ترانسمیتر از یکدیگر جدا هستند و برای شرایط محیطی خاص مناسب‌اند.
6. **مدل بهداشتی یا Sanitary:** برای صنایع غذایی، دارویی و خطوطی که نیاز به شست‌وشو و استانداردهای بهداشتی دارند.
7. **فلومتر مغناطیسی آب و فاضلاب:** برای اندازه‌گیری جریان آب، پساب و سیالات دارای ذرات معلق طراحی می‌شود.
8. **مدل ضدخوردگی:** با لاینر و الکترود مقاوم برای مواد شیمیایی و سیالات خورنده ساخته می‌شود.

فلومتر مغناطیسی برای چه سیالاتی مناسب است؟

این جریان سنج صنعتی برای مایعاتی که **رسانایی الکتریکی کافی** دارند مناسب است؛ مانند آب، فاضلاب، محلول‌های شیمیایی، اسیدها و بازها، دوغاب‌ها و بسیاری از سیالات صنعتی!

در مقابل، برای سیالاتی مانند **روغن، هیدروکربن‌ها و گازها** که رسانایی الکتریکی کافی ندارند، معمولاً قابل استفاده نیست!



کاربرد فلومتر مغناطیسی در صنایع | عملکرد و تجهیزات لازم

- ✓ **آب و فاضلاب:** اندازه‌گیری دبی آب، پساب و فاضلاب در کنار پمپ‌ها، شیرآلات و سیستم‌های کنترل
- ✓ **صنایع پتروشیمی و شیمیایی:** کنترل جریان مواد شیمیایی و خورنده در کنار شیر کنترلی، مخازن و PLC
- ✓ **صنایع غذایی و نوشیدنی:** اندازه‌گیری جریان مایعات فرایندی در کنار پمپ‌های بهداشتی و خطوط تولید
- ✓ **صنایع دارویی:** کنترل دبی سیالات رسانا در خطوط فرایندی و سیستم‌های اتوماسیون
- ✓ **صنایع فولاد و فلزات:** اندازه‌گیری آب خنک‌کاری، دوغاب و سیالات صنعتی در کنار پمپ و تجهیزات پایش
- ✓ **معادن:** اندازه‌گیری دبی دوغاب، آب و سیالات دارای ذرات معلق
- ✓ **نیروگاه‌ها :**کنترل جریان آب فرایندی و سیستم‌های خنک‌کننده در کنار پمپ، شیر و تجهیزات ابزار دقیق
- ✓ **صنایع کاغذ و سلولز:** اندازه‌گیری جریان خمیر، آب و مواد شیمیایی در خطوط تولید
- ✓ **تصفیه‌خانه‌ها:** پایش ورودی و خروجی آب و پساب در کنار پمپ‌ها، شیرآلات و سیستم‌های کنترلی
- ✓ **سیستم‌های اتوماسیون صنعتی:** ارسال اطلاعات دبی به **PLC، DCS، دیتالاگر، نمایشگر و سیستم مانیتورینگ**

نکات مهم هنگام نصب فلومتر صنعتی مغناطیسی

- سنسور باید همیشه در بخشی نصب شود که لوله کاملاً پر باشد.
- فلومتر مطابق فلش مشخص‌شده روی بدنه و جهت واقعی جریان نصب شود.
- قبل و بعد از مگ فلومتر، طول مستقیم مناسب برای کاهش آشفتگی جریان در نظر گرفته شود.
- :نصب خیلی نزدیک به پمپ، زانو، سه‌راهی و شیرهای کنترلی می‌تواند دقت اندازه‌گیری را کاهش دهد.
- سیستم Grounding باید طبق دستورالعمل سازنده اجرا شود تا نویز الکتریکی کاهش پیدا کند.
- محل نصب طوری انتخاب شود که حباب هوا داخل سنسور جمع نشود.
- در خطوط عمودی، بهتر است جریان سیال از پایین به بالا باشد.
- جریان سنج مغناطیسی در محل‌هایی با لرزش شدید نصب نشود یا از ساپورت مناسب استفاده شود.
- متریال داخلی فلومتر باید با نوع و خورندگی سیال سازگار باشد.
- شرایط کاری خط باید داخل محدوده تعریف‌شده توسط سازنده باشد.
- محل نصب برای تنظیمات، تعمیر و سرویس دوره‌ای قابل دسترس باشد.
- فلنج‌ها و گسکت‌ها به‌درستی نصب شوند تا نشتی یا تغییر شکل لاینر ایجاد نشود.

مزایای فلومتر نوع مغناطیسی

- دقت مناسب در اندازه‌گیری دبی مایعات رسانا
- نداشتن قطعات متحرک و استهلاک پایین
- ایجاد افت فشار بسیار کم
- مناسب برای سیالات خورنده، آلوده و دارای ذرات معلق
- قابلیت استفاده در سایزهای مختلف لوله
- نگهداری و سرویس نسبتاً ساده
- امکان اتصال بهPLC ، DCSو سیستم‌های مانیتورینگ
- مناسب برای اندازه‌گیری جریان در هر دو جهت در بسیاری از مدل‌ها

محدودیت‌های فلومتر مغناطیسی

- فقط برای **سیالات دارای رسانایی الکتریکی کافی** مناسب است
- برای گازها، بخار و بسیاری از روغن‌ها و هیدروکربن‌ها کاربرد ندارد
- نیاز به پر بودن کامل لوله از سیال دارد
- وجود حباب هوا می‌تواند باعث خطای اندازه‌گیری شود
- نصب و ارت نامناسب ممکن است نویز و خطا ایجاد کند
- قیمت برخی مدل‌های صنعتی و ضدخوردگی نسبتاً بالا است
- انتخاب نادرست جنس الکترود و لاینر می‌تواند عمر دستگاه را کاهش دهد

تفاوت فلومتر مغناطیسی با سایر فلومترهای صنعتی

وع فلومتر	کاربرد رایج	افت فشار	قطعات متحرک	سیال مناسب	روش اندازه‌گیری
لومتر مغناطیسی	آب، فاضلاب، مواد شیمیایی، دوغاب	بسیار کم	ندارد	مایعات رسانا	**القای الکترومغناطیسی**
لومتر ولتراسونیک	آب، خطوط بزرگ، اندازه‌گیری Clamp-on	بسیار کم	ندارد	مایعات و در برخی مدل‌ها گاز	**امواج صوتی**
دل توربینی	آب، سوخت، مایعات تمیز	متوسط	دارد	سیالات تمیز	**چرخش روتور**
لومتر ورتکس	بخار، گاز، فرایندهای صنعتی	متوسط	ندارد	مایع، گاز و بخار	**ایجاد گردابه**
لومتر کوریولیس	اندازه‌گیری دقیق دبی جرمی	نسبتاً بیشتر	ندارد	مایعات و گازها	**اثر کوریولیس**
دل اختلاف شاری	صنایع فرایندی، بخار و گاز	نسبتاً زیاد	ندارد	مایع، گاز و بخار	**اختلاف فشار**

عوامل موثر بر قیمت فلومتر الکترو مغناطیسی

قیمت **فلومتر مغناطیسی** به عوامل مختلفی بستگی دارد. **برند و کشور سازنده، سایز فلومتر، جنس بدنه، نوع لاینر و الکترود، دقت اندازه‌گیری، محدوده دبی، فشار و دمای کاری** از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده قیمت هستند. هرچه دستگاه اندازه گیر جریان برای شرایط سخت‌تر، سیالات خورنده‌تر یا فشار و دمای بالاتر طراحی شده باشد، معمولاً قیمت بیشتری دارد.

همچنین نوع نصب **فلنجی، ویفری یا اینسرشن**، مدل **کامپکت یا ریموت**، نوع نمایشگر، درجه حفاظت بدنه و امکانات ارتباطی مانند **4–20mA، HART، Modbus یا Pulse** نیز روی قیمت اثر می‌گذارند. وجود استانداردهای خاص مانند **ضدانفجار، بهداشتی یا مقاوم در برابر مواد شیمیایی** می‌تواند هزینه نهایی دستگاه را افزایش دهد.

فلومتر مغناطیسی ایرانی یا خارجی؛ کدام را انتخاب کنیم؟

انتخاب بین **فلومتر مغناطیسی ایرانی و خارجی** باید بر اساس شرایط واقعی فرایند انجام شود، نه فقط نام برند یا کشور سازنده. عواملی مانند سایز خط، محدوده دبی، نوع سیال، میزان رسانایی الکتریکی، فشار و دمای کاری، جنس لاینر و الکترود، دقت موردنیاز، نوع خروجی و شرایط نصب باید قبل از خرید بررسی شوند.

فلومترهای ایرانی نوع مغناطیسی معمولاً از نظر **دسترسی به خدمات پس از فروش، قطعات، تعمیرات و هزینه خرید** شرایط ساده‌تری در بازار داخل دارند. در مقابل، برندهای خارجی معمولاً تنوع بیشتری از نظر سایز، استانداردهای صنعتی، متریال، پروتکل‌های ارتباطی و مدل‌های مناسب محیط‌های خاص ارائه می‌کنند.

بنابراین نمی‌توان به‌صورت کلی گفت یک دبی سنج مغناطیسی ایرانی یا خارجی همیشه بهتر است. بهترین انتخاب، مدلی است که مشخصات فنی آن با شرایط خط و نیاز پروژه مطابقت داشته باشد.

- برخی برندهای ایرانی: FLUSSMAG ، PrismaTech
- برخی برندهای خارجی: Siemens، ABB، Endress+Hauser، KROHNE، Yokogawa

هنگام انتخاب برند، بهتر است **دیتاشیت همان مدل، دقت، متریال قسمت‌های در تماس با سیال، درجه حفاظت، استانداردها، محدوده اندازه‌گیری و خدمات پس از فروش** بررسی شود.

نحوه سایزینگ فلومتر مغناطیسی

سایز فلومتر مغناطیسی نباید فقط بر اساس قطر اسمی لوله انتخاب شود. **حداقل و حداکثر دبی، سرعت سیال، قطر داخلی واقعی خط و محدوده اندازه‌گیری مدل موردنظر** نیز باید بررسی شوند. رابطه اصلی بین دبی، سطح مقطع و سرعت سیال به شکل زیر است:

$Q = A \times V$ که در آن:

- **Q:** دبی حجمی
- **A:** سطح مقطع داخلی لوله
- **V:** سرعت سیال

سطح مقطع لوله نیز از رابطه زیر محاسبه می‌شود: $A = \pi D^2 / 4$

بنابراین قطر تقریبی موردنیاز را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد: $D = \sqrt{(4Q / \pi V)}$

اگر دبی بر حسب مترمکعب بر ساعت باشد، ابتدا باید به مترمکعب بر ثانیه تبدیل شود:

$Q(m^3/s) = Q(m^3/h) \div 3600$

مثال برای محاسبه سایزینگ فلومتر مدل الکترومغناطیسی

فرض کنیم:

- **دبی : $m^3/h100$**
- **و سرعت طراحی:** 2 m/s باشد.

برای محاسبه:

1. ابتدا: **$100 \div 3600 = 0.0278\ m^3/s$**
2. سپس: **$D = \sqrt{[(4 \times 0.0278) \div (3.14 \times 2)]}$**
3. نتیجه تقریبی: **$D = 0.133\ m$** یا: **133 mm است.**

این عدد فقط **قطر محاسباتی اولیه** است و به معنی انتخاب قطعی DN125 یا DN150 نیست.

در مرحله بعد باید این موارد بررسی شوند:

- قطر داخلی واقعی لوله
- سایزهای استاندارد موجود
- جدول سایزینگ سازنده
- حداقل و حداکثر سرعت مجاز
- حداقل و حداکثر دبی قابل اندازه‌گیری
- دقت موردنیاز در دبی‌های کم و زیاد

بنابراین سایز نهایی فلومتر مدل مغناطیسی باید بر اساس **دیتاشیت و جدول انتخاب همان مدل** مشخص شود.

خطاهای رایج در اندازه‌گیری فلومتر مغناطیسی

با اینکه دبی سنج نوع مغناطیسی قطعات متحرک ندارد، شرایط نصب و نوع سیال می‌توانند روی دقت اندازه‌گیری آن اثر بگذارند. مهم‌ترین عوامل ایجاد خطا عبارت‌اند از:

- خالی یا نیمه‌پر بودن لوله
- وجود حباب هوا یا گاز در سیال
- رسانایی الکتریکی کمتر از مقدار موردنیاز دستگاه
- ارت یا Grounding نامناسب
- رسوب یا پوشش روی الکترودها
- انتخاب نامناسب سایز فلومتر
- نصب نامناسب در نزدیکی زانو، پمپ یا شیر
- انتخاب اشتباه جنس لاینر و الکترود
- تنظیم نادرست پارامترهای ترانسمیتر
- وجود نویز الکتریکی و کابل‌کشی نامناسب
- فرسودگی، خوردگی یا آسیب به اجزای داخلی

برخی فلومترهای جدید قابلیت تشخیص خطاهایی مانند Empty Pipe، وضعیت الکترود، رسانایی سیال و مشکلات سیگنال را نیز دارند.

درجه حفاظت IP و نسخه ضدانفجار فلومتر مغناطیسی

درجه حفاظت یا **IP Rating** میزان مقاومت محفظه فلومتر در برابر ورود گردوغبار و آب را مشخص می‌کند.

در کد IP :

- عدد اول مربوط به حفاظت در برابر اجسام جامد و گردوغبار است.
- عدد دوم مربوط به حفاظت در برابر آب است.

در فلومترهای صنعتی معمولاً درجه‌هایی مانند **IP65، IP67 و IP68** دیده می‌شود، اما مقدار دقیق به مدل و سازنده بستگی دارد.

- **IP67:** به‌طور کلی نشان‌دهنده حفاظت کامل در برابر گردوغبار و مقاومت در برابر غوطه‌وری موقت در آب تحت شرایط تعریف‌شده استاندارد و سازنده است.
- **IP68:** نشان‌دهنده حفاظت کامل در برابر گردوغبار و امکان استفاده در شرایط غوطه‌وری شدیدتر است، اما عمق، مدت و شرایط مجاز غوطه‌وری باید حتماً از دیتاشیت همان مدل بررسی شود.

بنابراین نباید صرفاً با دیدن IP68 فرض کرد هر فلومتر الکترومغناطیسی برای هر عمق یا مدت زمانی قابل استفاده است.

فروش فلومتر مغناطیسی و قیمت روز از یاس کنترل

برای **خرید فلومتر مغناطیسی و استعلام قیمت انواع دستگاه اندازه گیر جریان صنعتی** می‌توانید به مجموعه **یاس کنترل** مراجعه نمایید. یاس کنترل به‌عنوان تأمین‌کننده تجهیزات **ابزار دقیق و اتوماسیون صنعتی**، امکان تأمین و فروش انواع فلومتر و تجهیزات مرتبط را برای مشتریان در **مشهد، تهران و سراسر ایران** فراهم کرده است؛ برای انتخاب مدل مناسب نیز می‌توانید با توجه به نوع سیال، سایز خط، دبی، فشار و شرایط کاری از مشاوره کارشناسان مجموعه استفاده کنید.

