

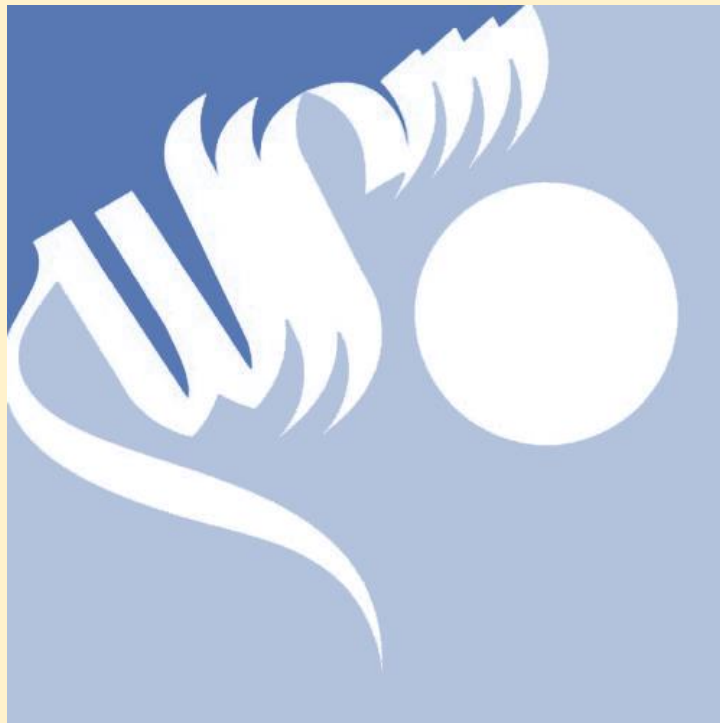
# ابزار دقیق

## قسمت دوم



تهیه و گردآوری: امید بهنام گل

پاییز ۱۴۰۲



# ابزار دقیق

قسمت دوم

تهیه و گردآوری: فاطمه تیموری

مرکز ملی تربیت مربی و پژوهش‌های فنی و حرفه‌ای

دپارتمان الکترونیک و ابزار دقیق

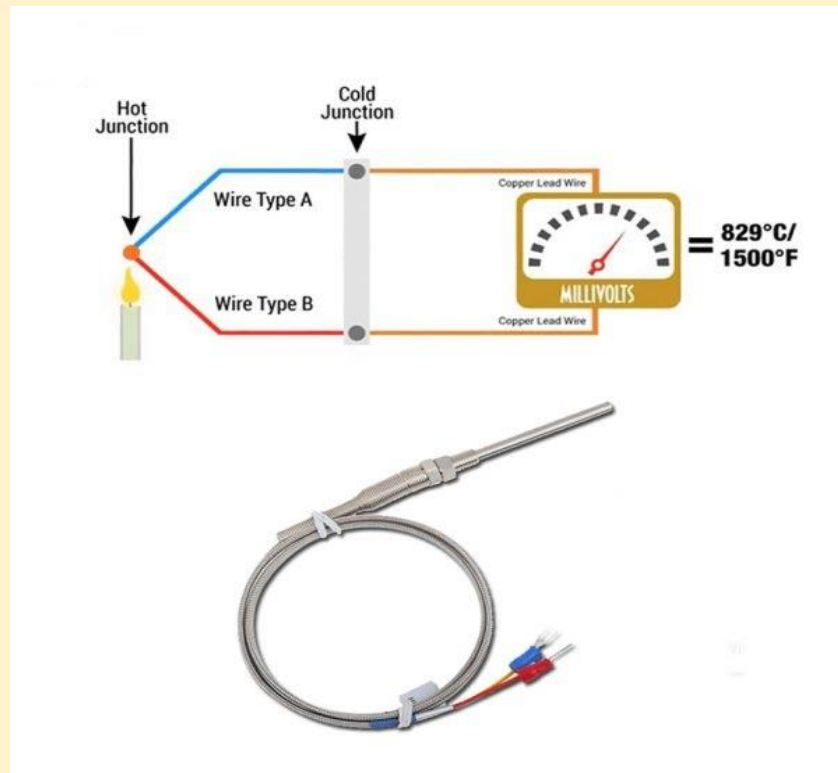
سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

رعایت اصول اخلاقی و مسئولیت صحت و دقت محتوا بر عهده نویسنده / نویسندگان می باشد.

پاییز ۱۴۰۲

## ترموکوپل

اساس کار ترموکوپل پدیده ترموالکتریک است. به این ترتیب که اگر دو سر دو رشته سیم هادی نازک غیر هم‌گون (به عنوان مثال مس و آهن) را به یکدیگر و دو سر انتهایی آن‌ها را به یک میلی آمپر متر متصل کنیم، با گرم کردن نقطه مشترک اتصال دو سیم، در مدار اختلاف پتانسیل به وجود می‌آید که مقدار این جریان به جز مقاومت مدار و جنس سیم‌ها به دمای اعمالی به محل اتصال مشترک آن دو نیز وابسته است. به این ترتیب با تغییر دما، مقدار جریان تغییر کرده و در نتیجه دما قابل محاسبه خواهد بود.



## ترمیستور

ترمیستور یا مقاومت گرمایی، نوعی مقاومت متغییر حساس به دما است که به وسیله تغییرات دمایی، مقاومتش تغییر می‌کند. در واقع با تعیین مقاومت یک ترمیستور، می‌توان مقدار دمای آن را تعیین نمود. در صنعت به ترمیستور، سنسور دما گفته می‌شود. نکته قابل توجه در خصوص ترمیستورها این است که این سنسورها نیمه رساناهایی با ضریب دمایی بالا هستند که در دماهای زیاد سریع از کار می‌افتند.

### دماسنج (ترموتر) بی‌متالیک



اساس کار دماسنج (ترموتر) بی‌متالیک بر پایه اتصال کامل دو فلز با ضریب انبساط طولی متفاوت به یکدیگر است. هنگامی که دمای این دو فلز افزایش می‌یابد، بی‌متال به سمت فلزی که دارای ضریب انبساط طولی کمتر بوده خم می‌شود. ترمومترهای بی‌متالیک از نوع تماسی و جزو پر مصرف‌ترین وسایل اندازه‌گیری سنجش دما می‌باشند و در اکثر وسایل نظیر ترموستات اتو، سماور و نشاندهنده دمای آبگرمکن کاربرد دارند.



## ترموستات

ترموستات یا دماپا دستگاهی است که برای نگه‌داشتن دمای یک سامانه در یک محدوده مشخص به کار می‌رود. این کار به وسیله کنترل شارش انرژی گرمایی به درون یا بیرون از سامانه صورت می‌گیرد. ترموستات‌ها در دو نوع دیجیتال و آنالوگ طراحی و تولید می‌شوند.

### تجهیزات اندازه‌گیری دمای غیر تماسی



### دماسنج (ترمو متر) مادون قرمز

دماسنج مادون قرمز وسیله‌ای است که برای اندازه‌گیری دمای سطح یک جسم و یا یک منطقه بدون نیاز به تماس جسم مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حقیقت در دماسنج مادون قرمز از یک لیزر استفاده می‌شود که می‌تواند دمای سطح یک جسم خاص را بدون تماس با آن جسم بدست آورد. پس از اسکن یک جسم و یا یک منطقه، دمای اندازه‌گیری شده بر روی صفحه نمایشگر نشان داده می‌شود.



## پیرومتر

پیرومتر یا پایرومتر به دماسنجی گفته می‌شود که دمای یک سطح را از راه دور اندازه‌گیری می‌کند. مکانیزم عملکرد پیرومتر اندازه‌گیری میزان تشعشعات مادون قرمز از سطح مواد و اجسام است.



## اندازه‌گیری دبی (جریانات سیالات Measurement of flow)

اندازه‌گیری دبی سیال، یکی از جنبه‌های مهم کنترل فرآیند است.

## تجهیزات اندازه‌گیری دبی

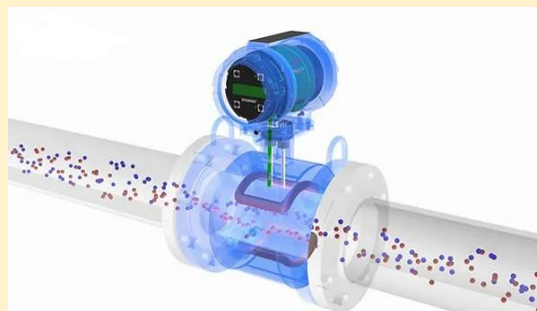
برای محاسبه مقدار حجم سیال عبوری از خطوط فرآیندی طراحی شده‌اند. این تجهیزات با نصب شدن در سیستم‌های پایپینگ، توانایی محاسبه دقیق مقدار حجم عبور سیال را دارند. استفاده از ابزار کنترل دبی برای طراحی هر نوع سیستم فرآیندی و در کل مسیر انتقال هر نوع از سیالات الزامی است. تنها با استفاده از این تجهیزات است که می‌توانیم مقدار سیال عبور کرده از خطوط انتقال را محاسبه کنیم.

روش‌های اندازه‌گیری دبی متنوع هستند. این روش‌ها با استفاده از الگوهای مکانیکی و یا مغناطیسی کار می‌کنند. روش‌های اندازه‌گیری دبی زمانی کارآمد هستند که متناسب با نوع سیال توانایی محاسبه دقیق مقدار عبور دبی را داشته باشند. انواع تجهیزات اندازه‌گیری دبی برای نصب در شرایط تخصصی و عبور سیالات خاص صنعتی طراحی شده‌اند.



### دبی‌سنج‌های مغناطیسی (Magnetic)

اساس طراحی و کارکرد این فلومتر بر اساس قانون مغناطیس القای فارادی است. طبق قانون فارادی هرگاه میله‌ای فلزی در داخل میدان مغناطیسی حرکت کند، ولتاژ الکتریکی القا می‌شود. البته برای طراحی دبی‌سنج‌های مغناطیسی از میله‌ی فلزی ثابت در محیط متحرک یعنی همان سیال استفاده شده است. به این ترتیب عبور ذرات باردار سیالات باعث القای ولتاژ در میله شده و از این تکنیک برای اندازه‌گیری دبی استفاده می‌کنند. فلومترهای مغناطیسی از کاربردی‌ترین تجهیزات اندازه‌گیری دبی هستند که برای محاسبه‌ی جریان حجمی مایعات با خاصیت هدایت الکتریکی مانند آب، اسیدها، مواد قلیایی و... استفاده می‌شوند. از این فلومترها در صنایع غذایی به وفور استفاده می‌شود.





## دبی سنج های آلتراسونیک (Ultrasonic)

در این دبی سنج ها از امواج صوتی (Ultrasonic) برای اندازه گیری دبی استفاده می شود. این تجهیزات اندازه گیری دبی دارای فرستنده و گیرنده صوتی هستند که با نصب شدن بر بدنه پایپ، امواج صوتی را در داخل آن ها ارسال می کنند. تجهیز اندازه گیری آلتراسونیک مدت زمان ارسال و دریافت موج صوتی را اندازه گرفته و به این شکل مقدار دبی را محاسبه می کند. روش نصب این تجهیزات ساده است. عملکرد دقیق دارند، همچنین در طیف گسترده از سیالات گازی و مایعات می توان از این مدل تجهیزات اندازه گیری دبی استفاده کرد.



## دبی سنج های فشار تفاضلی (Differential Pressure)

این فلومتر از سری تجهیزات اندازه گیری دبی است که با تکنیک اختلاف فشار کار می کند. این دبی سنج ها با ایجاد موانعی در مسیر عبور سیال مقدار فشار خطرا اندکی تغییر می دهند. عموماً با استفاده از صفحات سوراخ دار طراحی می شوند. با محاسبه افت فشار ایجاد شده می توان مقدار دبی عبور سیالات اعم از سیالات گازی و یا سیالات مایع و حتی سیالات چگال و دوفاز شده را محاسبه کرد. روش اندازه گیری دبی سنج های فشار تفاضلی ایجاد یک مسیر با تغییر فشار کلی است. به شکلی که بتوان مقدار فشار سیال را در دو نقطه ای متفاوت اندازه گیری کرد.



## دبی‌سنج‌های اورفیس پلیت (Orifice Plote)

دبی‌سنج اورفیس پلیت نیز یک نوع از تجهیزات اندازه‌گیری دبی است که براساس محاسبه فشار سیال کار می‌کند. البته فشار سیال را فقط در یک نقطه اندازه‌گیری خواهد کرد. دبی‌سنج‌های اورفیس پلیت طراحی ساده‌ای دارند. همچنین از قدیمی‌ترین تجهیزات اندازه‌گیری دبی هستند. این فلومتر دارای یک صفحه سوراخ‌دار با نام اورفیس (Orifice) است. این صفحه سوراخ‌دار در داخل لوله قرار گرفته باعث ایجاد تغییر فشار عبور سیال می‌شود. قاعدتاً مقدار فشار پس از صفحه سوراخ‌دار اورفیس افت پیدا می‌کند. هر اندازه دبی سیال بیشتر باشد، مقدار افت فشار نیز بالاتر است.



## دبی‌سنج‌های ونتوری (Venturi Tube)

دبی‌سنج‌های ونتوری نوع دیگری از تجهیزات اندازه‌گیری دبی هستند که براساس ایجاد اختلاف فشار در مسیر عبور سیال کار می‌کنند. در این فلومترها به جای استفاده از دیسک‌های سوراخ‌دار مجرای عبور سیال را باریک‌تر کرده‌اند. به نوعی دبی‌سنج ونتوری یک لوله‌ی باریک‌تر از خط لوله اصلی عبور سیال است. به این ترتیب سرعت سیال حین عبور از آن افزایش پیدا می‌کند.

در عین حال مقدار فشار نیز کاهش پیدا می‌کند. هر اندازه دبی عبوری سیال بیشتر باشد، مقدار نرخ تغییرات فشار سیال نیز بالاتر است که در نهایت روش اندازه‌گیری مناسب برای محاسبه دبی سیال در



سیستم‌های متنوع فرآیندی است. فلومترهای ونتوری از متداول‌ترین تجهیزات اندازه‌گیری دبی هستند که در سطح صنایع مختلف کارایی دارند.

### دبی‌سنج‌های سطح متغیر یا روتامتر (Variable Area - Rotameter)

روتامتر از دبی‌سنج‌هایی است که به شکل انشعاب از مسیر اصلی لوله نصب می‌شود. عملکرد این فلومترها براساس سطح متغیر تحت فشار سیال است. به نوعی فلومترهایی با استفاده از اندازه‌گیری فشار سیال هستند. اما مستقیم در مسیر جریان عبور سیال قرار ندارند. فلومتر سطح متغیر یک لوله اندازه‌گیری است که به شکل انشعاب در کنار لوله‌ی اصلی عبور سیال نصب می‌شود. در داخل این لوله یک توپ فلزی با طراحی گوه مانند قرار دارد. فشار سیال باعث جابجا شدن این توپ فلزی می‌شود. قاعدتاً هر اندازه مقدار دبی بیشتر باشد، فشار وارد شده بر توپ فلزی نیز بالاتر است و مقدار جابجایی آن نیز افزایش پیدا می‌کند.



### دبی‌سنج‌های انوبار (Annubar)

فلومتر انوبار براساس محاسبه سرعت سیال کار می‌کند. از این تجهیز برای محاسبه سرعت نقطه‌ای سیال استفاده می‌شود. برای طراحی این تجهیز از دو پورت ورودی سیال استفاده شده است. یک پورت محل عبور سیال اصلی خط لوله است. اما پورت دوم به شکل عمود بر مسیر عبور سیال طراحی شده است که برای اندازه‌گیری فشار استاتیکی سیال کارایی دارد. با اندازه‌گیری فشار کل و فشار استاتیکی و بررسی اختلاف این دو فشار مقدار دبی عبور خط اندازه‌گیری می‌شود.

## دبی‌سنج‌های ورتکس (Vortex)

دبی‌سنج‌های ورتکس با الگوی ایجاد مانع در مسیر عبور سیال و ایجاد جریان‌های متلاطم گردابی کار می‌کنند. ورتکس نوعی مانع مسیر عبور سیال است. سیال پس از برخورد با این مانع حین عبور از آن دچار تلاطم‌های متناوب شبیه به جریان‌های گردابی می‌شود. با محاسبه‌ی مقدار فرکانس جریان گردابی ایجاد شده برای اندازه‌گیری دبی استفاده می‌کنند.



منابع

۱. ISA HAND BOOK Liptak
۲. اصول و اجزاء ابزار دقیق صنعتی ، نویسنده رضا دستیار
۳. راهنمای جامع ابزار دقیق کاربردی نویسندگان : سید جعفر رضوی پناه ، سید مهدی بوذری
۴. ابزار دقیق و تجهیزات اندازه گیری سطح مخازن ، نویسنده: عبدالکریم ماندگاری
۵. اینترنت

# ITC

مرکز ملی تربیت مربی  
پرورش های فنی و حرفه ای