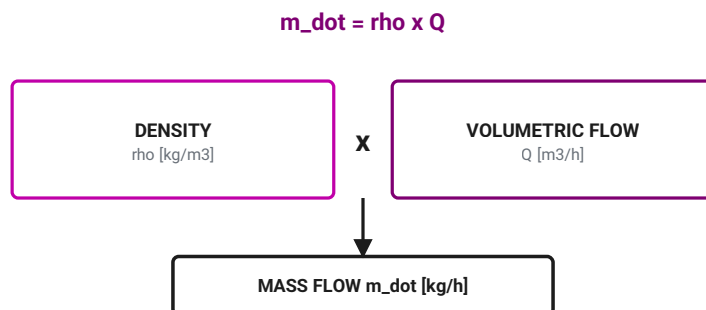


دبی جرمی و دبی حجمی چه تفاوتی دارند؟ مبانی اندازه‌گیری دبی در صنعت

Mass Flow vs Volumetric Flow Measurement – Fundamentals of Industrial Flow Measurement

از رابطه ساده $m_{\text{dot}} = \rho \times Q$ تا نقشه خانواده فناوری‌های اندازه‌گیری دبی.



شکل ۳ – رابطه دبی جرمی، چگالی و دبی حجمی

1 دبی چیست؟

پیش از مقایسه دبی جرمی و دبی حجمی، باید یک قدم عقب‌تر رفت: **دبی** (Flow Rate) به‌طور کلی یعنی «چه مقدار سیال، در واحد زمان، از یک مقطع عبور می‌کند». مسئله این‌جاست که «چه مقدار» را می‌توان به دو زبان کاملاً متفاوت بیان کرد – زبان حجم و زبان جرم – و این دو زبان، جز در یک حالت خاص، عدد یکسانی نمی‌دهند.

پس از مطالعه این راهنما خواهید توانست:

1. دبی حجمی و دبی جرمی را تعریف کنید و رابطه $m_{\dot{}} = \rho \times Q$ را توضیح دهید.
2. بگویید چرا چگالی، پل ارتباطی میان این دو کمیت است.
3. دبی حجمی واقعی را از دبی حجمی استاندارد/نرمال تشخیص دهید و خطر بیان بدون ذکر شرایط مرجع را توضیح دهید.
4. بگویید کدام فرآیندها به دبی جرمی نیاز دارند و کدام‌ها با دبی حجمی کافی‌اند.
5. نقشه کلی خانواده‌های فناوری اندازه‌گیری دبی – مستقیم جرمی در برابر حجمی/سرعتی – را ترسیم کنید.
6. اصل مفهومی Coriolis را به‌عنوان روش اندازه‌گیری مستقیم دبی جرمی شرح دهید.

دبی حجمی (Volumetric Flow, Q) حجم سیالی است که در واحد زمان از یک مقطع عبور می‌کند – واحد رایج آن m^3/h است. **دبی جرمی** (Mass Flow, $m_{\dot{}}$) همان مفهوم را با زبان جرم بیان می‌کند – واحد رایج آن kg/h است. این دو عدد، برای یک سیال با چگالی ثابت، فقط یک ضریب ثابت با هم تفاوت دارند؛ اما به‌محض آنکه چگالی سیال تغییر کند – که در گازها قاعده است، نه استثنا – این دو عدد دیگر داستان یکسانی روایت نمی‌کنند.

NOTE – چرا این تمایز در صنعت مهم است

انتخاب اشتباه میان این دو کمیت – یا نادیده گرفتن شرایط مرجع هنگام گزارش دبی گاز – می‌تواند به خطای محاسباتی چشمگیر در ترازوی جرمی، صورت‌حساب تجاری، یا نسبت احتراق منجر شود. این راهنما همین تمایز بنیادین را از صفر باز می‌کند.

2 دبی حجمی (Volumetric Flow) چیست؟

دبی حجمی از ضرب سطح مقطع عبور جریان در سرعت متوسط سیال به دست می‌آید:

(1)

$$Q = A \times v$$

$m^3/h, m^3/s, L/min$

Q دبی حجمی

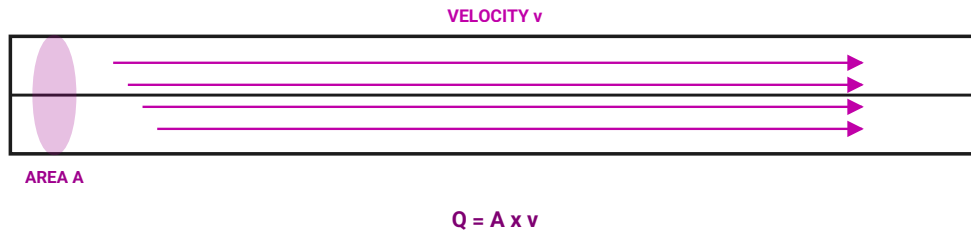
m^2

A سطح مقطع عبور جریان

m/s

v سرعت متوسط سیال در آن مقطع

VOLUMETRIC FLOW THROUGH A PIPE CROSS-SECTION



شکل ۱ – دبی حجمی به عنوان حاصل ضرب سطح مقطع و سرعت متوسط سیال

این کمیت، مستقیم‌ترین چیزی است که یک فلومتر سرعتی یا حجمی می‌تواند «ببیند» – چون اساساً سرعت یا جابه‌جایی حجمی سیال را حس می‌کند، نه جرم آن را. نکته کلیدی بخش بعد همین‌جاست: دبی حجمی به تنهایی، بدون دانستن چگالی سیال، اطلاعات کافی درباره «چقدر ماده» عبور کرده به ما نمی‌دهد.

3 دبی جرمی (Mass Flow) چیست؟

دبی جرمی، جرم سیال عبوری از یک مقطع در واحد زمان است. برخلاف حجم، جرم یک کمیت پایسته است – در نبود واکنش شیمیایی یا هسته‌ای، جرم سیال هرگز به‌خودی‌خود از بین نمی‌رود یا ایجاد نمی‌شود، صرف‌نظر از اینکه دما یا فشار آن چقدر تغییر کند. همین ویژگی، دبی جرمی را برای بسیاری از تصمیمات مهندسی و تجاری، معیاری قابل‌اعتمادتر از دبی حجمی می‌کند.

MASS vs VOLUME – WHY DENSITY MATTERS



SAME VOLUME, DIFFERENT MASS – density is the link

شکل ۲ – دو سیال با حجم یکسان و چگالی متفاوت؛ جرم آن‌ها یکسان نیست

ENGINEERING TIP – یک آزمون ذهنی ساده

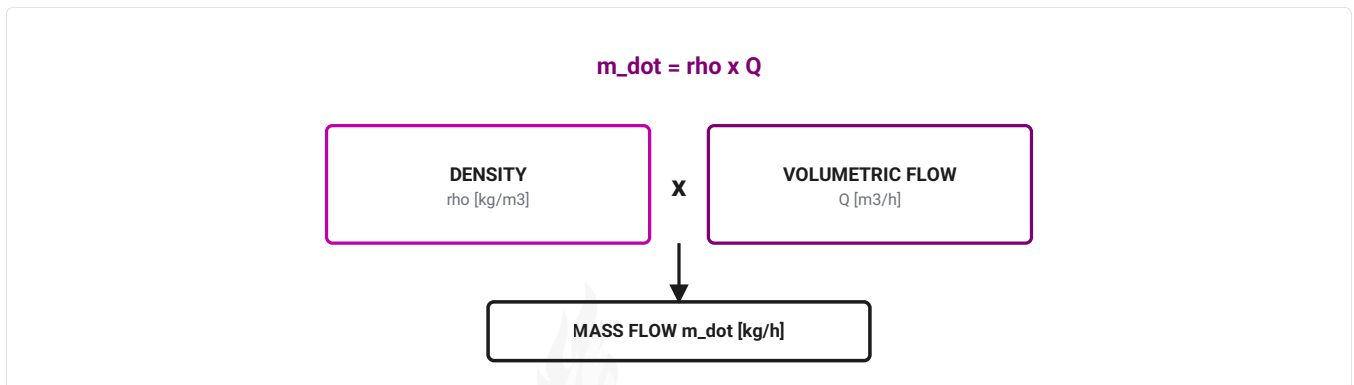
اگر همان مقدار «حجم» یک سیال را در دمای بالاتر یا فشار پایین‌تر اندازه بگیرید، عدد حجمی می‌تواند عوض شود – اما جرم همان سیال، تا وقتی چیزی از سیستم خارج یا وارد نشده، ثابت می‌ماند. این پایستگی، دلیل اصلی ترجیح دبی جرمی در بسیاری از کاربردهای صنعتی حساس است.

4 رابطه دبی جرمی و دبی حجمی

پل ارتباطی میان این دو کمیت، چگالی سیال در همان شرایط دما و فشار محل اندازه‌گیری است:

$$(2) \quad m_{\dot{}} = \rho \times Q$$

kg/h, kg/s	دبی جرمی	$m_{\dot{}}$
kg/m ³	چگالی سیال در شرایط محل اندازه‌گیری	ρ
m ³ /h	دبی حجمی در همان شرایط	Q



شکل ۳ - رابطه دبی جرمی به صورت حاصل ضرب چگالی در دبی حجمی

تبدیل دبی حجمی آب به دبی جرمی

صورت مسئله: آب با دبی حجمی 10 m³/h و چگالی تقریبی 1000 kg/m³ در یک خط لوله جریان دارد. دبی جرمی معادل چقدر است؟

$$m_{\dot{}} = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m}^3/\text{h} = 10\,000 \text{ kg/h}$$

نتیجه: دبی جرمی معادل 10 000 kg/h یا 10 t/h است.

5 نقش چگالی در این رابطه

وقتی چگالی سیال تقریباً ثابت باشد - همان‌طور که در بسیاری از مایعات، در بازه دما و فشار عملیاتی متعارف، اتفاق می‌افتد - دبی حجمی و دبی جرمی فقط با یک ضریب ثابت به هم مرتبط‌اند و می‌توان تقریباً یکی را جایگزین دیگری کرد. اما وقتی چگالی متغیر باشد، این دو کمیت دیگر داستان یکسانی روایت نمی‌کنند؛ همان دبی حجمی می‌تواند در یک لحظه معادل یک دبی جرمی باشد و در لحظه دیگر معادل دبی جرمی کاملاً متفاوتی.

SAME VOLUMETRIC FLOW, DIFFERENT MASS FLOW

$Q = 5 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 5000 \text{ kg/h}$



WATER

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

$Q = 5 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 4200 \text{ kg/h}$



DIESEL

$\rho = 840 \text{ kg/m}^3$

شکل ۴ – دبی حجمی یکسان برای دو مایع با چگالی متفاوت، دبی جرمی متفاوتی می‌دهد

دبی حجمی یکسان، دو سیال مختلف

EXAMPLE

صورت مسئله: آب و گازوئیل، هر دو با دبی حجمی $5 \text{ m}^3/\text{h}$ در حال جریان‌اند. چگالی آب 1000 kg/m^3 و چگالی گازوئیل (به صورت نمونه) 840 kg/m^3 است.

Water: $1000 \times 5 = 5000 \text{ kg/h}$ | Diesel: $840 \times 5 = 4200 \text{ kg/h}$

نتیجه: با آنکه دبی حجمی هر دو یکسان است، دبی جرمی گازوئیل حدود ۱۶٪ کمتر از آب است – فقط به دلیل اختلاف چگالی.

در سرویس گاز، این اثر بسیار بزرگ‌تر می‌شود، چون چگالی گاز به شدت به فشار و دما وابسته است. اگر همان جرم گاز در فشار بالاتر متراکم شود، حجم اشغالی آن – و در نتیجه دبی حجمی واقعی آن – به طور چشمگیر کاهش می‌یابد، حتی اگر دبی جرمی کاملاً ثابت مانده باشد.

SAME MASS FLOW, DIFFERENT ACTUAL VOLUME (GAS COMPRESSION)

LOW PRESSURE



$Q = 83.3 \text{ m}^3/\text{h}$
(actual volume)



HIGH PRESSURE

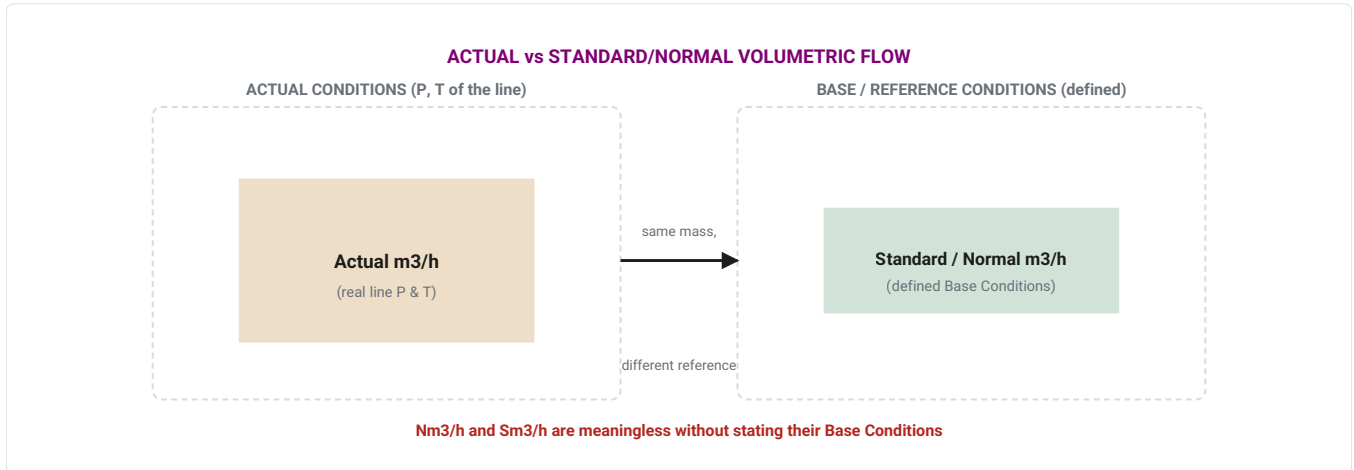


$Q = 16.7 \text{ m}^3/\text{h}$
(actual volume)

شکل ۵ – دبی جرمی ثابت گاز؛ فشرده‌سازی، دبی حجمی واقعی را کاهش می‌دهد

6 دبی حجمی واقعی در برابر دبی حجمی استاندارد/نرمال

همین وابستگی شدید چگالی گاز به فشار و دما، صنعت را وادار کرده دو مفهوم جداگانه برای «دبی حجمی گاز» تعریف کند. **دبی حجمی واقعی** (Actual Volumetric Flow) همان حجمی است که سیال، در شرایط واقعی فشار و دمای همان نقطه از خط لوله، اشغال می‌کند. **دبی حجمی استاندارد یا نرمال** (Standard / Normal Volumetric Flow) حجمی فرضی است – همان جرم گاز اگر به یک شرایط مرجع مشخص، که به آن Base Conditions گفته می‌شود، منتقل می‌شد.



شکل ۶ – دبی حجمی واقعی در برابر دبی حجمی استاندارد/نرمال؛ هر دو از یک جرم یکسان ناشی می‌شوند

CAUTION – عدد ناقص، عدد گمراه‌کننده است

نمادهای Nm^3/h و Sm^3/h یک شرایط مرجع جهانی و یکسان ندارند – صنایع و کشورهای مختلف از دما و فشار مرجع متفاوتی استفاده می‌کنند. گفتن «دبی نرمال فلان مقدار» بدون بیان صریح Base Conditions آن، یک عدد ناقص است که می‌تواند به راحتی بدتفسیر شود. فهرست کامل قراردادهای مرجع صنعتی، موضوع راهنمای سطح ۳ همین مجموعه است.

7 چرا دبی حجمی گاز به تنهایی گمراه‌کننده است

اگر یک فلومتر فقط دبی حجمی واقعی گاز را گزارش کند – بدون ذکر فشار و دمای لحظه اندازه‌گیری – همان عدد، در دو لحظه با فشار خط متفاوت، می‌تواند معرف دو مقدار جرم کاملاً متفاوت باشد. این دقیقاً برعکس چیزی است که بسیاری از تصمیمات فرآیندی، تجاری و ایمنی به آن نیاز دارند: یک عدد که مستقل از نوسان لحظه‌ای فشار و دمای خط، مقدار واقعی «ماده» عبوری را نشان دهد.

به همین دلیل، در بسیاری از کاربردهای گاز، یا از یک فلومتر جرمی مستقیم استفاده می‌شود، یا دبی حجمی اندازه‌گیری‌شده به کمک یک مقدار چگالی همزمان (اندازه‌گیری‌شده یا محاسبه‌شده) به دبی جرمی یا دبی حجمی استاندارد تبدیل می‌شود.

8 کدام فرآیندها به دبی جرمی نیاز دارند؟

فرآیندهایی که بر پایه ترازوی جرمی طراحی می‌شوند، معمولاً دبی جرمی را ترجیح می‌دهند یا مستقیماً به آن نیاز دارند:

نوع کاربرد	چرا دبی جرمی مبنای طبیعی است
واکنش‌های شیمیایی	نسبت مواد اولیه در بسیاری از واکنش‌ها بر پایه جرم (استوکیومتری) تعریف می‌شود.
احتراق	نسبت هوا به سوخت برای احتراق کامل و ایمن، یک نسبت جرمی است، نه حجمی.
تجارت و صورت‌حساب (Custody Transfer)	در بسیاری از قراردادهای مبنای خرید و فروش، جرم محصول است – نه حجمی که با دما و فشار تغییر می‌کند.
فرمولاسیون و دوز دقیق مواد	کیفیت محصول نهایی اغلب به نسبت جرمی اجزا وابسته است.

9 کدام فرایندها با دبی حجمی کافی‌اند؟

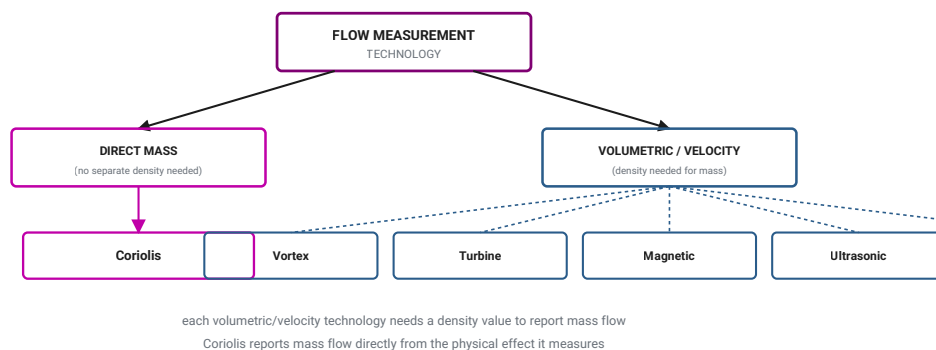
در مقابل، بسیاری از کاربردهای عملیاتی ساده‌تر – کنترل سرعت پرشدن یک مخزن، تنظیم سطح، یا دوز حجمی تقریبی یک سیال با چگالی تقریباً ثابت – با دبی حجمی به‌خوبی پاسخ می‌گیرند و نیازی به پیچیدگی اضافه اندازه‌گیری مستقیم جرم ندارند. انتخاب نهایی همیشه به هدف واقعی اندازه‌گیری در آن نقطه از فرآیند بستگی دارد، نه یک قاعده مطلق.

IMPORTANT – این یک رتبه‌بندی نیست

دبی جرمی «بهتر» از دبی حجمی نیست – هرکدام برای هدف متفاوتی طراحی شده‌اند. سؤال درست همیشه این است: «فرآیند من، در نهایت، به چه کمیتی برای تصمیم‌گیری نیاز دارد؟»

10 نقشه کلی خانواده فناوری‌های اندازه‌گیری دبی

خانواده‌های فناوری اندازه‌گیری دبی را می‌توان بر اساس همین سؤال بنیادین به دو شاخه اصلی تقسیم کرد: آنهایی که مستقیماً جرم را حس می‌کنند، و آنهایی که یک کمیت مرتبط با سرعت یا حجم را حس می‌کنند و برای رسیدن به جرم، به یک مقدار چگالی جداگانه نیاز دارند.



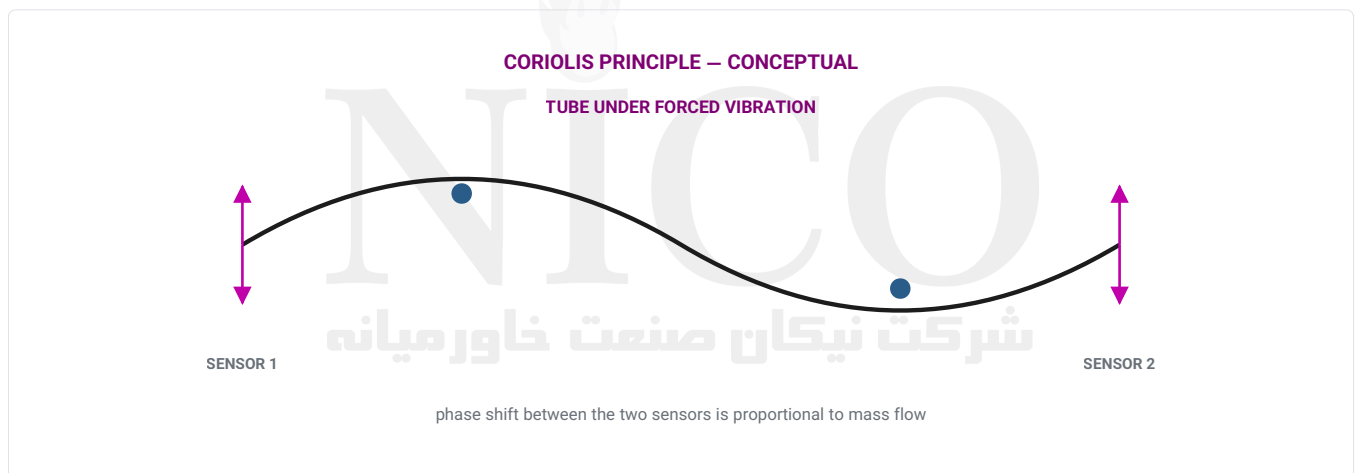
شکل ۷ – نقشه کلی خانواده فناوری‌های اندازه‌گیری دبی

فناوری	کمیت مستقیم	نیاز به چگالی جداگانه
Coriolis	دبی جرمی	خیر (چگالی نیز جانبی قابل استخراج است)

فناوری	کمیت مستقیم	نیاز به چگالی جداگانه
Vortex	سرعت/دبی حجمی	بله، برای تبدیل به جرم
Turbine	سرعت/دبی حجمی	بله، برای تبدیل به جرم
Magnetic	سرعت/دبی حجمی (سیال رسانا)	بله، برای تبدیل به جرم
Ultrasonic	سرعت/دبی حجمی	بله، برای تبدیل به جرم
اختلاف فشار (DP / Orifice)	دبی حجمی (از افت فشار)	بله، برای تبدیل به جرم

11 اندازه‌گیری مستقیم دبی جرمی – اصل Coriolis

فلومتر Coriolis تنها خانواده رایج صنعتی است که دبی جرمی را مستقیماً بدون نیاز به اندازه‌گیری جداگانه چگالی، اندازه می‌گیرد. اصل کار آن بر پایه یک یا چند لوله در حال ارتعاش کنترل‌شده است؛ وقتی سیال از درون لوله در حال ارتعاش عبور می‌کند، نیروی Coriolis ناشی از این عبور، لوله را کمی می‌پیچاند و این پیچش، به‌صورت یک اختلاف فاز کوچک میان دو نقطه حسگر در طول لوله ظاهر می‌شود – اختلاف فازی که مستقیماً متناسب با دبی جرمی عبوری است.



شکل ۸ – اصل مفهومی Coriolis: اختلاف فاز متناسب با دبی جرمی

ENGINEERING TIP – یک مزیت جانبی

از آن‌جا که فرکانس ارتعاش طبیعی لوله نیز به چگالی سیال داخل آن وابسته است، بسیاری از فلومترهای Coriolis می‌توانند چگالی سیال را نیز به‌عنوان یک خروجی جانبی گزارش کنند – بدون هیچ سنسور اضافه.

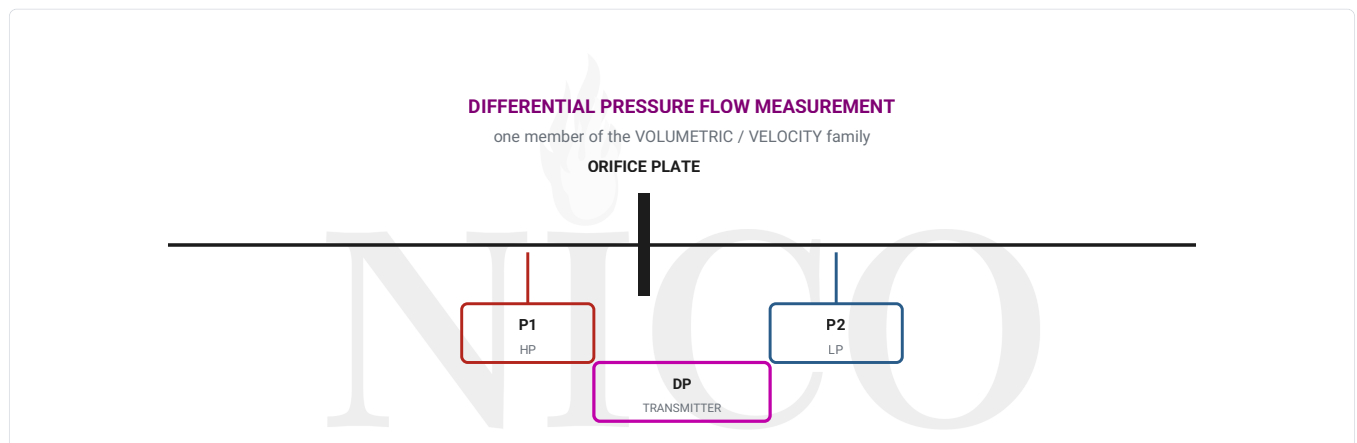
12 اندازه‌گیری دبی حجمی همراه با نیاز به چگالی جداگانه

بقیه خانواده‌های رایج – Magnetic، Turbine، Vortex (فلومتر الکترومغناطیسی) و Ultrasonic – همگی یک کمیت مرتبط با سرعت یا دبی حجمی سیال را حس می‌کنند، نه جرم را. فلومتر Magnetic بر پایه قانون القای الکترومغناطیسی فارادی کار می‌کند و فقط برای سیالاتی با رسانایی الکتریکی کافی مناسب است – یک محدودیت مفهومی که در انتخاب فناوری اهمیت زیادی دارد.

برای رسیدن از دبی حجمی این خانواده‌ها به دبی جرمی، به یک مقدار چگالی جداگانه نیاز است – چه به‌صورت یک مقدار ثابت فرض‌شده برای سیال، چه از طریق یک سنسور چگالی مستقل، چه از طریق محاسبه چگالی گاز از روی فشار و دمای همزمان.

13 ترانسمیتر اختلاف فشار و عناصر اولیه دبی

یکی از قدیمی‌ترین و رایج‌ترین روش‌های اندازه‌گیری دبی، استفاده از یک **عنصر اولیه** (Primary Element) – مانند صفحه اریفیس – است که افت فشاری متناسب با مجذور سرعت جریان ایجاد می‌کند. این افت فشار با یک ترانسمیتر اختلاف فشار سنجیده می‌شود و از روی آن، دبی حجمی محاسبه می‌گردد.

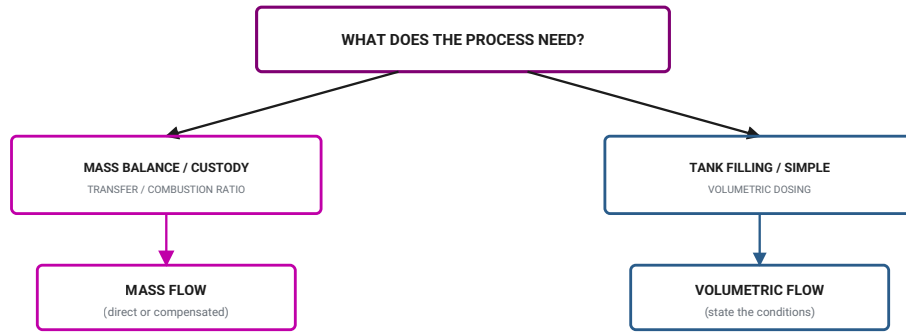


شکل ۹ – جایگاه اندازه‌گیری اختلاف فشاری دبی در نقشه کلی فناوری‌ها

این روش نیز، مانند سایر اعضای خانواده حجمی/سرعتی، برای تبدیل به دبی جرمی به یک مقدار چگالی جداگانه نیاز دارد. جزئیات کامل انتخاب و طراحی ساینزینگ عناصر اولیه، موضوع راهنماهای اختصاصی اریفیس همین مجموعه است و در این سند تکرار نمی‌شود.

14 راهنمای تصمیم مفهومی

در نهایت، انتخاب میان دبی جرمی و دبی حجمی – و در نتیجه، انتخاب خانواده فناوری مناسب – به یک سؤال ساده بازمی‌گردد: هدف نهایی اندازه‌گیری در آن نقطه از فرآیند چیست؟



engineering-level guidance – final selection needs full process data (Level 2)

شکل ۱۰ – راهنمای تصمیم مفهومی انتخاب کمیت اندازه‌گیری دبی

این راهنما در همین سطح مفهومی باقی می‌ماند؛ انتخاب مهندسی کامل – با در نظر گرفتن نوع سیال، رنج دبی، شرایط فرآیند و محدودیت‌های نصب – موضوع راهنمای سطح ۲ همین خوشه است.

15 اشتباهات مفهومی رایج

COMMON MISTAKE – شش تصور غلط رایج

این شش برداشت را در میدان و در آموزش‌های اولیه زیاد می‌شنویم. هر شش مورد نادرست‌اند.

تصور غلط	واقعیت
× دبی جرمی و دبی حجمی همیشه با هم متناسب‌اند.	✓ این دو کمیت فقط وقتی متناسب می‌مانند که چگالی سیال ثابت باشد؛ برای گازها این فرض اغلب نادرست است.
× Nm^3/h یک واحد استاندارد جهانی با یک شرایط مرجع ثابت است.	✓ شرایط مرجع (Base Conditions) پشت این نماد در صنایع و کشورهای مختلف متفاوت است؛ بدون ذکر آن، عدد ناقص است.
× دبی جرمی همیشه گزینه «بهتر» یا «دقیق‌تر» است.	✓ انتخاب به نیاز واقعی فرآیند بستگی دارد؛ بسیاری از کاربردهای ساده با دبی حجمی به‌خوبی پاسخ می‌گیرند.
× همه فلومترها می‌توانند دبی جرمی را مستقیم گزارش کنند.	✓ فقط خانواده Coriolis این کار را مستقیم انجام می‌دهد؛ بقیه به یک مقدار چگالی جداگانه نیاز دارند.
× فلومتر Magnetic برای هر سیالی قابل‌استفاده است.	✓ این فناوری فقط برای سیالات با رسانایی الکتریکی کافی، طبق اصل فارادی، کاربرد دارد.
× دبی حجمی واقعی و دبی حجمی استاندارد یک چیزند، فقط با نام‌های متفاوت.	✓ دبی حجمی واقعی به شرایط لحظه‌ای خط وابسته است؛ دبی حجمی استاندارد/نرمال یک مقدار فرضی نسبت به یک شرایط مرجع تعریف شده است.

16 جمع‌بندی زنجیره مفهومی

اکنون می‌توان مسیر این راهنما را در یک خط واحد کنار هم گذاشت: سیال از یک مقطع عبور می‌کند، سرعت یا جرم آن حس می‌شود، چگالی – در صورت نیاز – پل ارتباطی میان حجم و جرم را می‌سازد، و در پایان، عددی به دست می‌آید که باید همراه با شرایط مرجع خود گزارش شود تا معنای کامل داشته باشد.

Fluid in Motion -> Sensed Quantity (Velocity / Mass Effect) -> Density Link (if needed) -> Reported Flow (with stated conditions)

جمع‌بندی نکات کلیدی

- دبی حجمی حجم عبوری در واحد زمان است؛ دبی جرمی جرم عبوری در واحد زمان است.
- رابطه پل‌زننده این دو، $\dot{m} = \rho \times Q$ است – چگالی نقش کلیدی دارد.
- دبی حجمی واقعی به شرایط لحظه‌ای خط وابسته است؛ دبی حجمی استاندارد/نرمال به یک Base Conditions تعریف‌شده وابسته است – این دو هرگز بدون ذکر شرایط مرجع قابل‌مقایسه نیستند.
- فرآیندهای ترازوی جرمی، احتراق و تجارت معمولاً دبی جرمی می‌خواهند؛ کاربردهای ساده‌تر اغلب با دبی حجمی کافی‌اند.
- تنها Coriolis دبی جرمی را مستقیم می‌سنجد؛ Vortex، Turbine، Magnetic، Ultrasonic و اختلاف فشار به چگالی جداگانه نیاز دارند.

17 پرسش‌های متداول

تفاوت اصلی دبی جرمی و دبی حجمی چیست؟

دبی حجمی، حجم سیال عبوری در واحد زمان است؛ دبی جرمی، جرم آن است. این دو فقط وقتی متناسب‌اند که چگالی سیال ثابت بماند – فرضی که در گازها اغلب برقرار نیست.

چرا Nm^3/h بدون ذکر شرایط مرجع کافی نیست؟

چون شرایط مرجع (Base Conditions) پشت این نماد – دما و فشار مرجع – در صنایع و کشورهای مختلف یکسان نیست. همان عدد، با دو شرایط مرجع متفاوت، دو مقدار جرم متفاوت را نشان می‌دهد.

آیا دبی جرمی همیشه انتخاب بهتری است؟

نه لزوماً. انتخاب باید بر اساس نیاز واقعی فرآیند باشد – بسیاری از کاربردهای ساده حجمی، مانند پرکردن مخزن، با دبی حجمی به‌خوبی کار می‌کنند.

چرا فقط فلومتر Coriolis دبی جرمی را مستقیم می‌سنجد؟

چون اصل فیزیکی آن – نیروی Coriolis ناشی از عبور جرم از یک لوله در حال ارتعاش – مستقیماً با جرم عبوری متناسب است، نه با سرعت یا حجم سیال.

➤ اگر از فلومتر Vortex یا Turbine استفاده کنم، چطور به دبی جرمی می‌رسم؟

باید دبی حجمی اندازه‌گیری شده را در یک مقدار چگالی – ثابت فرض شده، اندازه‌گیری شده جداگانه، یا محاسبه شده از فشار و دما – ضرب کنید.

➤ چرا فلومتر Magnetic برای همه سیالات کار نمی‌کند؟

این فناوری بر پایه قانون القای فارادی کار می‌کند و به رسانایی الکتریکی کافی سیال نیاز دارد؛ سیالات غیررسانا با این اصل قابل اندازه‌گیری نیستند.

➤ دبی حجمی واقعی و دبی حجمی استاندارد چه فرقی دارند؟

دبی حجمی واقعی، حجم واقعی سیال در شرایط لحظه‌ای خط است. دبی حجمی استاندارد/نرمال، حجم فرضی همان جرم در یک شرایط مرجع تعریف شده است – نه یک شرایط واقعی موجود در سیستم.

➤ چرا در احتراق، نسبت جرمی مهم‌تر از نسبت حجمی است؟

چون احتراق کامل به نسبت جرمی دقیق هوا به سوخت وابسته است؛ نسبت حجمی همان دو جریان، با تغییر فشار یا دمای هرکدام، می‌تواند عدد متفاوتی از نسبت جرمی واقعی نشان دهد.

18 واژه‌نامه و منابع

اصطلاح	معادل انگلیسی	معنا
دبی حجمی	Volumetric Flow	حجم سیال عبوری در واحد زمان
دبی جرمی	Mass Flow	جرم سیال عبوری در واحد زمان
–	Actual Volumetric Flow	دبی حجمی در شرایط واقعی لحظه اندازه‌گیری
–	Standard / Normal Volumetric Flow	دبی حجمی فرضی نسبت به یک شرایط مرجع تعریف شده
–	Base Conditions	دما و فشار مرجعی که دبی استاندارد/نرمال نسبت به آن تعریف می‌شود
چگالی	Density	جرم واحد حجم سیال
–	Coriolis	اثر فیزیکی مورد استفاده در اندازه‌گیری مستقیم دبی جرمی
عنصر اولیه	Primary Element	عضو مکانیکی ایجادکننده افت فشار متناسب با دبی، مانند صفحه اریفیس

1. ISO 4006:1991 – Measurement of fluid flow in closed conduits – Vocabulary and symbols

مرجع واژگان و نمادهای عمومی اندازه‌گیری دبی سیال.

این راهنما یک سند سطح ۱ است و به‌عمد وارد ضریب تراکم‌پذیری گاز، جبران چگالی آنلاین، محاسبات عدم قطعیت یا طراحی سایزینگ نمی‌شود. این موضوعات در راهنماهای سطح ۲ و ۳ همین مجموعه به تفصیل بررسی می‌شوند.

19 چکلیست مشاهده اولیه

این چکلیست جایگزین انتخاب یا طراحی مهندسی نیست. فهرست کوتاهی است از سؤالاتی که در یک بازدید اولیه یا در مکالمه فروش/مهندسی می‌توان درباره نیاز واقعی اندازه‌گیری دبی پرسید.

☐ هدف نهایی این اندازه‌گیری، ترازوی جرمی/تجاری است یا کنترل سطح/حجم ساده؟

☐ سیال، مایع با چگالی تقریباً ثابت است یا گاز با فشار/دمای متغیر؟

☐ اگر گاز است، آیا عدد گزارش‌شده باید دبی حجمی واقعی یا استاندارد/نرمال باشد؟

☐ در صورت نیاز به دبی نرمال/استاندارد، شرایط مرجع (Base Conditions) به‌صراحت مشخص شده است؟

☐ سیال، رسانایی الکتریکی کافی برای فلومتر Magnetic دارد؟

☐ آیا اندازه‌گیری مستقیم چگالی همراه با دبی، ارزش افزوده‌ای برای این فرآیند دارد؟

ENGINEERING TIP – سریع‌ترین پرسش کلیدی

پیش از هر انتخاب فناوری، همیشه اول بپرسید: «عدد نهایی که فرآیند یا قرارداد تجاری به آن نیاز دارد، جرم است یا حجم؟» – پاسخ به همین یک سؤال، نیمی از مسیر انتخاب فناوری را مشخص می‌کند.

منابع مرتبط NICO

گام بعدی – سطح ۲

- راهنمای مهندسی انتخاب فلومتر جرمی و حجمی – NICO-EDU-FLW-L2-009-FA
- راهنمای مهندسی پیشرفته دبی جرمی و حجمی – NICO-EDU-FLW-L3-010-FA

تجهیزات مرتبط NICO

- فلومتر جرمی کوریولیس سری CMF55
- فلومتر الکترومغناطیسی سری MAG20
- روتامتر لوله فلزی سری MTR25 و لوله شیشه‌ای سری GTR25
- ترانسمیتر اختلاف فشار سری DPT11

رنج، دقت و مشخصات هر مدل پیش از سفارش باید با برگه فنی رسمی همان محصول کنترل شود. هیچ مشخصه محصولی در این راهنما ادعا نشده است.