

راهنمای مهندسی انتخاب و نصب فلومتر جرمی و حجمی

Engineering Guide to Mass and Volumetric Flowmeter Selection and Installation

Coriolis، Magnetic، Turbine، Vortex، Ultrasonic و اختلاف فشار – با ماتریس انتخاب و چهار مثال کار شده.

QUALITATIVE SELECTION MATRIX (ILLUSTRATIVE)

	Coriolis	Magnetic	Turbine	PD	Vortex	Ultrasonic	DP
Accuracy							
Turndown							
Pressure Drop							
Clean Fluid Only							

darker = generally stronger on that criterion – always verify against the actual duty

شکل ۹ – ماتریس انتخاب مقایسه‌ای خانواده‌های فلومتر

تاریخ انتشار

September 2026 – شهریور ۱۴۰۵

سطح محتوا

LEVEL 2

بازنگری

Rev00

شماره سند

NICO-EDU-FLW-L2-009-FA

1 دامنه این راهنما

راهنمای سطح ۱ همین مجموعه، تفاوت دبی جرمی و دبی حجمی و نقشه کلی خانواده فناوری‌های اندازه‌گیری دبی را معرفی کرد. این سند، همان نقشه را به یک فرآیند مهندسی عملی تبدیل می‌کند: با یک سرویس مشخص و مجموعه‌ای از داده‌های فرآیندی، کدام فناوری را باید انتخاب کرد و با چه ملاحظات نصبی؟

پس از مطالعه این راهنما خواهید توانست:

1. داده‌های فرآیندی لازم پیش از انتخاب فلومتر را فهرست کنید.
2. اصول انتخاب مهندسی شش خانواده اصلی فناوری – Positive Displacement, Turbine, Magnetic, Coriolis, Vortex و Ultrasonic – را توضیح دهید.
3. جایگاه اندازه‌گیری اختلاف فشاری را در نقشه کلی انتخاب مشخص کنید.
4. الزامات کیفی طول مستقیم و جهت‌گیری نصب را رعایت کنید.
5. یک انتخاب فناوری را برای یک سرویس واقعی، با استدلال مهندسی مستند، توجیه کنید.
6. اشتباهات رایج انتخاب و نصب را در یک بازدید میدانی تشخیص دهید.

NOTE – این سند جایگزین راهنمای اریفیس نیست

محاسبات ساینینگ صفحه اریفیس، در راهنماهای اختصاصی همین مجموعه (NICO-EDU-FLW-L1-005-FA و NICO-EDU-FLW-L2-006-FA) به تفصیل پوشش داده شده‌اند. این سند فقط جایگاه اندازه‌گیری اختلاف فشاری را در نقشه کلی انتخاب نشان می‌دهد و آن محاسبات را تکرار نمی‌کند.

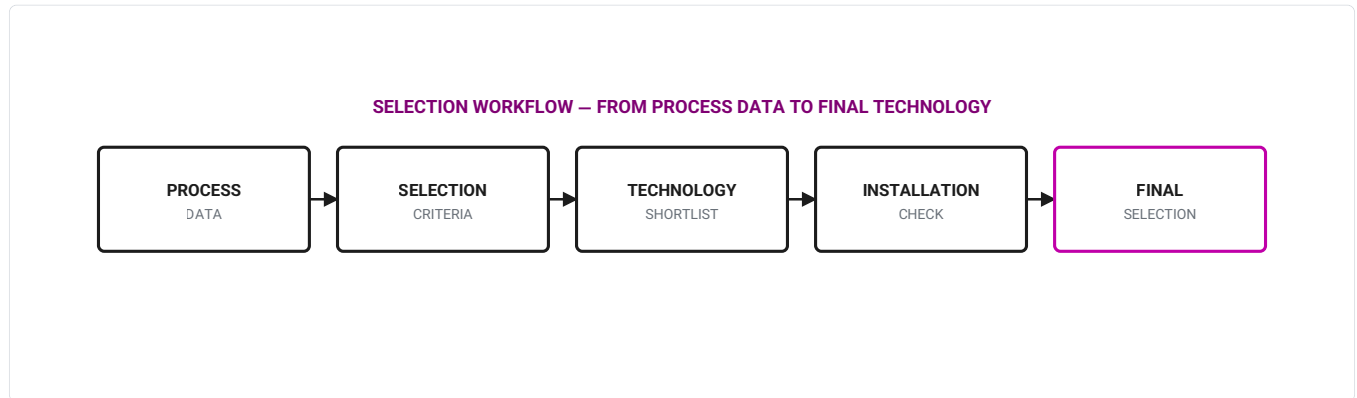
2 داده‌های فرآیندی لازم پیش از انتخاب

هیچ انتخاب فناوری معتبری بدون یک مجموعه حداقلی از داده‌های فرآیندی ممکن نیست. جدول زیر همان فیلدهایی را فهرست می‌کند که باید پیش از مقایسه گزینه‌ها، از فرآیند یا بهره‌برداری دریافت شود.

گروه داده	فیلدهای کلیدی
سیال	نوع (مایع/گاز/بخار/دوفازی)، رسانایی الکتریکی، ویسکوزیته، محتوای ذرات جامد یا حباب
شرایط عملیاتی	فشار و دمای طراحی و کارکرد، چگالی در شرایط کارکرد
دبی	رنج دبی نرمال، حداقل و حداکثر، نسبت Turndown لازم
دقت و کاربرد	دقت مورد نیاز، آیا کاربرد تجاری/Custody Transfer است یا عملیاتی
خط لوله	قطر اسمی، متریال، کلاس فشار، طول مستقیم موجود بالادست/پایین‌دست
محدودیت‌های نصب	افت فشار مجاز، امکان قطع خط برای نصب، فضای فیزیکی، ناحیه خطر
پروژه	بودجه، زمان تحویل، سازگاری با سامانه کنترل و ارتباطات موجود

3 معیارهای کلی انتخاب فناوری

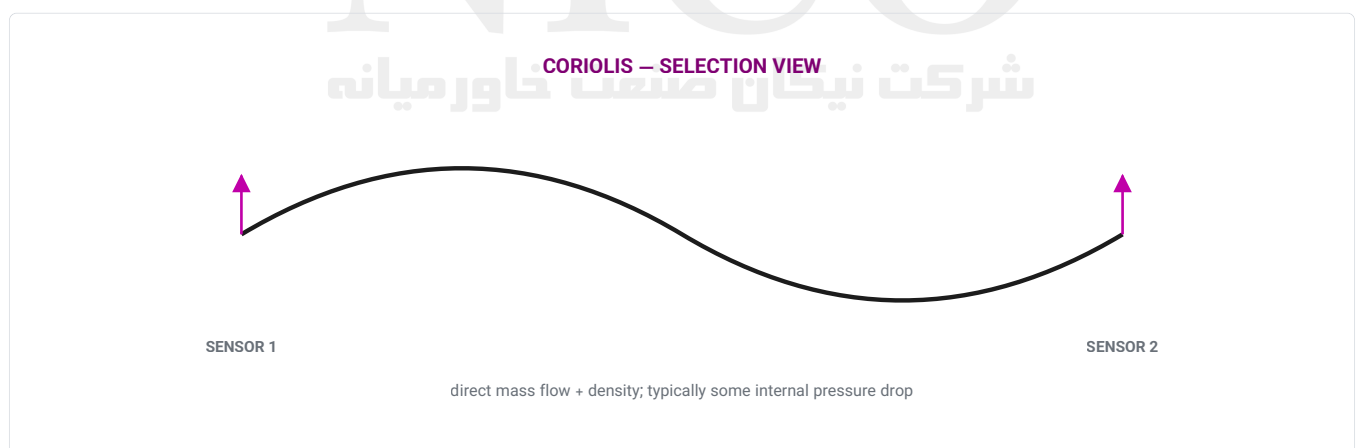
با در دست داشتن این داده‌ها، انتخاب فناوری یک فرآیند حذفی است، نه یک انتخاب یک‌مرحله‌ای: هر معیار، برخی گزینه‌ها را حذف می‌کند تا در پایان، یک یا دو گزینه واقع‌بینانه باقی بماند. رسانایی الکتریکی سیال، وجود ذرات جامد یا حباب، ویسکوزیته، نسبت Turndown لازم، افت فشار مجاز، و امکان قطع خط برای نصب – این‌ها معمولاً قوی‌ترین معیارهای حذفی‌اند.



شکل ۱ – جریان کلی تصمیم از داده فرآیند تا انتخاب نهایی فناوری

4 فلومتر Coriolis – اصول انتخاب مهندسی

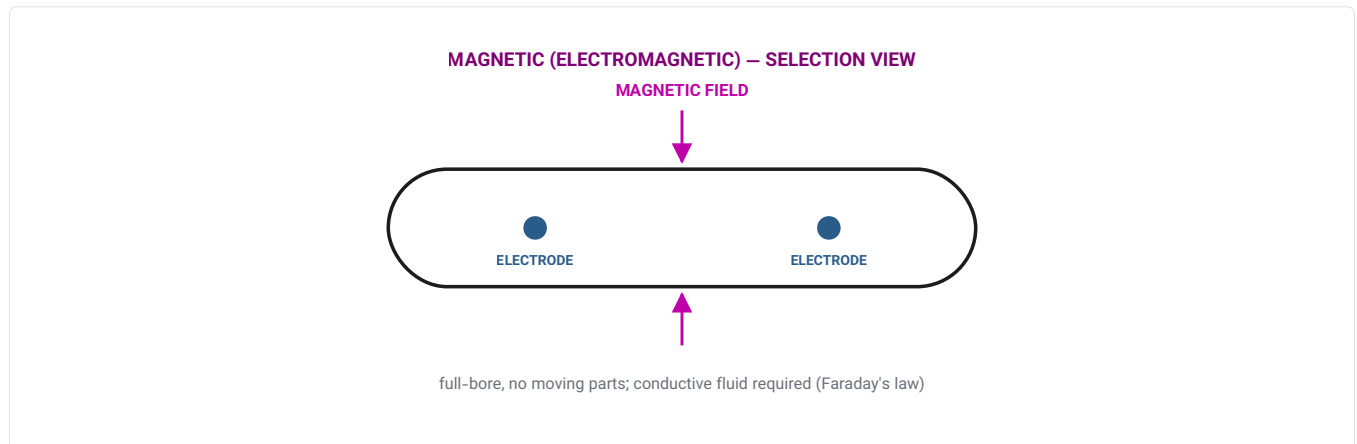
فلومتر Coriolis دبی جرمی و چگالی را مستقیم می‌سنجد و به همین دلیل، برای کاربردهایی که نیاز واقعی‌شان دبی جرمی است – یا چگالی سیال متغیر است – معمولاً اولین گزینه بررسی شده است. برای طیف وسیعی از مایعات و گازها کاربرد دارد و به طول مستقیم بالادست/پایین‌دست قابل‌توجهی نیاز ندارد که این خود یک مزیت نصبی مهم است. در مقابل، معمولاً افت فشار داخلی قابل‌ملاحظه‌ای ایجاد می‌کند – به‌ویژه در قطرهای بزرگ – و هزینه اولیه آن بالاتر از بسیاری از فناوری‌های جایگزین است.



شکل ۲ – فلومتر Coriolis از دید انتخاب مهندسی

5 فلومتر Magnetic – اصول انتخاب مهندسی

فلومتر Magnetic (الکترومغناطیسی) بر پایه قانون القای فارادی کار می‌کند و فقط برای سیالات با رسانایی الکتریکی کافی – عمدتاً مایعات آبی – کاربرد دارد؛ برای هیدروکربن‌های غیررسانا یا گاز مناسب نیست. مزیت کلیدی آن، نبود هرگونه قطعه متحرک یا تنگ‌شدگی مسیر جریان است: مقطع کامل لوله باز می‌ماند، افت فشار داخلی تقریباً صفر است و نسبت Turndown بالایی ارائه می‌دهد.



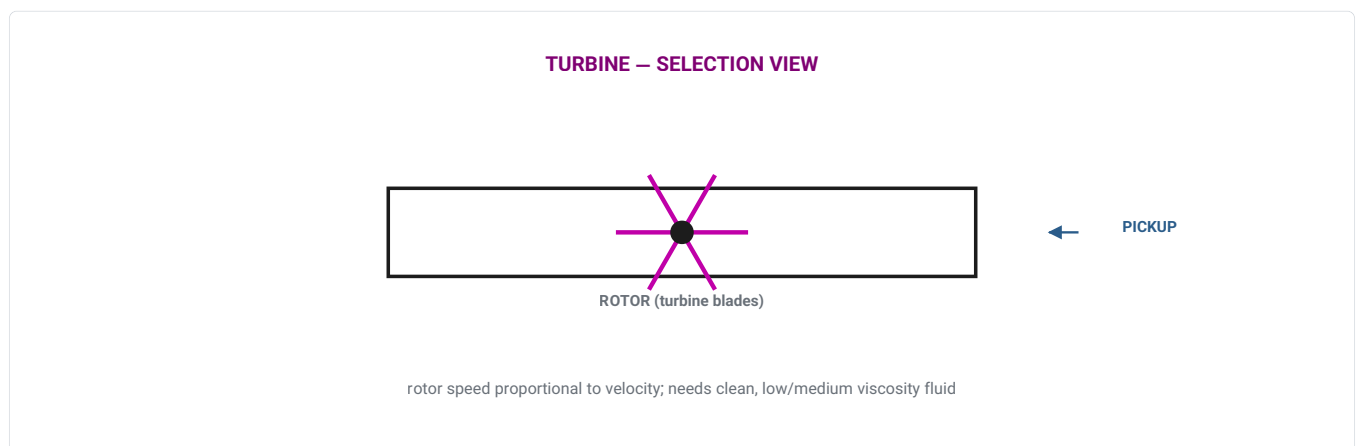
شکل ۳ – فلومتر Magnetic از دید انتخاب مهندسی

ENGINEERING TIP – اولین سؤال حذفی

پیش از هر بررسی دیگر درباره Magnetic، رسانایی الکتریکی سیال را با حداقل رسانایی قابل قبول سازنده مقایسه کنید – این تنها معیاری است که به‌تنهایی می‌تواند کل این خانواده را از فهرست گزینه‌ها حذف کند.

6 فلومتر Turbine – اصول انتخاب مهندسی

فلومتر Turbine با چرخش یک پروانه متناسب با سرعت سیال کار می‌کند و در دبی متوسط تا بالا، دقت خوبی ارائه می‌دهد. چون یک قطعه مکانیکی متحرک در مسیر مستقیم جریان دارد، به سیال تمیز با ویسکوزیته پایین تا متوسط نیاز دارد – ذرات جامد یا سیال بسیار ویسکوز می‌توانند پروانه را ساییده یا کند کنند. همچنین، برای رسیدن به یک نیمرخ سرعت یکنواخت، به طول مستقیم بالادست قابل‌توجهی نیاز دارد.

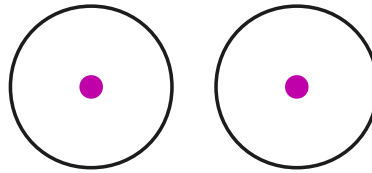


شکل ۴ – فلومتر Turbine از دید انتخاب مهندسی

7 فلومتر Positive Displacement – اصول انتخاب مهندسی

فلومتر Positive Displacement (PD) در هر چرخه مکانیکی، یک حجم مرجع مشخص از سیال را جابه‌جا و شمارش می‌کند – بدون وابستگی به نیمرخ سرعت جریان. همین ویژگی، آن را برای سیالات **ویسکوز** (مانند بسیاری از فرآورده‌های نفتی سنگین) و دبی‌های پایین، انتخابی دقیق می‌کند. در مقابل، افت فشار داخلی قابل‌توجهی ایجاد می‌کند و به وجود ذرات جامد در سیال حساس است.

POSITIVE DISPLACEMENT – SELECTION VIEW



known reference volume displaced per rotation, counted mechanically

شکل ۵ – فلومتر Positive Displacement از دید انتخاب مهندسی

8 فلومتر Vortex – اصول انتخاب مهندسی

فلومتر Vortex بر پایه ایجاد گرداب‌های متناوب پشت یک مانع (Bluff Body) در مسیر جریان کار می‌کند؛ فرکانس این گرداب‌ها متناسب مستقیم با سرعت سیال است. این فناوری برای مایع، گاز و بخار قابل‌استفاده است، اما برای تشکیل پایدار گرداب، به یک حداقل عدد رینولدز نیاز دارد – به همین دلیل در دبی‌های بسیار پایین عملکرد قابل‌اعتمادی ندارد.

VORTEX – SELECTION VIEW



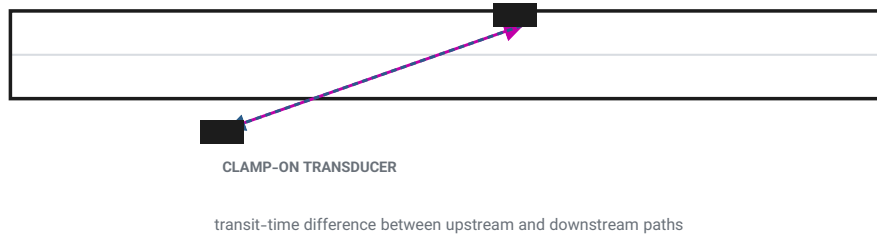
vortex shedding frequency proportional to velocity

شکل ۶ – فلومتر Vortex از دید انتخاب مهندسی

9 فلومتر Ultrasonic – اصول انتخاب مهندسی

فلومتر Ultrasonic با روش Transit Time، اختلاف زمان عبور امواج فراصوت در جهت موافق و مخالف جریان را می‌سنجد. نوع Clamp-on از بیرون لوله و بدون قطع خط نصب می‌شود – گزینه‌ای ارزشمند برای بازرسی یا رتروفیت – در حالی‌که نوع Inline دقت بهتری می‌دهد اما نیازمند قطع خط برای نصب است. سیال با محتوای زیاد گاز محلول یا ذرات معلق، می‌تواند سیگنال فراصوت را تضعیف کند و دقت را کاهش دهد.

ULTRASONIC (TRANSIT-TIME) – SELECTION VIEW

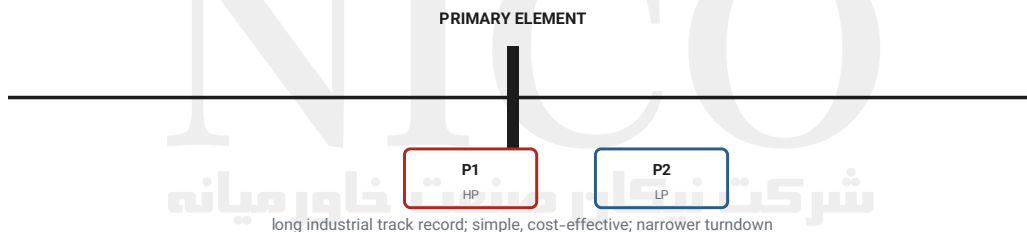


شکل ۷ – فلومتر Ultrasonic (Transit-Time) از دید انتخاب مهندسی

10 اندازه‌گیری اختلاف فشاری – جایگاه در نقشه انتخاب

اندازه‌گیری دبی از طریق افت فشار یک عنصر اولیه – صفحه اریفیس، ونتوری یا نازل – طولانی‌ترین پیشینه صنعتی را در میان همه فناوری‌های این راهنما دارد و همچنان یکی از کم‌هزینه‌ترین و ساده‌ترین گزینه‌ها برای بسیاری از سرویس‌های متعارف است. نقطه ضعف اصلی آن، نسبت Turndown محدودتر نسبت به بسیاری از فناوری‌های جدیدتر و افت فشار دائمی ایجادشده توسط عنصر اولیه است.

DIFFERENTIAL PRESSURE (ORIFICE / VENTURI / NOZZLE)



شکل ۸ – اندازه‌گیری اختلاف فشاری دبی در نقشه کلی انتخاب فناوری

محاسبات دقیق سائیزینگ صفحه اریفیس – انتخاب نسبت قطر (beta)، محاسبه ضریب تخلیه و بوجه عدم قطعیت – در راهنماهای اختصاصی اریفیس همین مجموعه پوشش داده شده و در این سند تکرار نمی‌شود.

11 ماتریس انتخاب مقایسه‌ای

جدول و شکل زیر، شش معیار حذفی رایج را برای هفت خانواده فناوری کنار هم می‌گذارند. این ماتریس یک ابزار غربالگری اولیه است، نه جایگزین بررسی کامل داده فرآیندی یک پروژه واقعی.

QUALITATIVE SELECTION MATRIX (ILLUSTRATIVE)

	Coriolis	Magnetic	Turbine	PD	Vortex	Ultrasonic	DP
Accuracy							
Turndown							
Pressure Drop							
Clean Fluid Only							

darker = generally stronger on that criterion – always verify against the actual duty

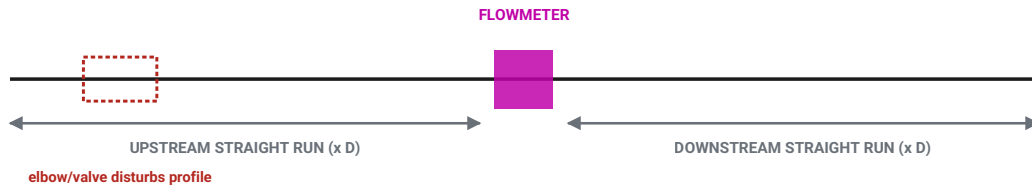
شکل ۹ – ماتریس انتخاب مقایسه‌ای کیفی هفت خانواده فناوری

فناوری	سیال نیازمند رسانایی؟	حساس به ذرات/گرفتگی؟	دبی جرمی مستقیم؟
Coriolis	خیر	کم	بله
Magnetic	بله	کم	خیر
Turbine	خیر	زیاد	خیر
Positive Displacement	خیر	زیاد	خیر
Vortex	خیر	متوسط	خیر
Ultrasonic	خیر	متوسط (Inline)	خیر
اختلاف فشار (DP)	خیر	متوسط تا زیاد	خیر

12 الزامات طول مستقیم بالادست/پایین‌دست

بسیاری از فناوری‌های سرعتی/حجمی – Turbine، Vortex، برخی پیکربندی‌های Ultrasonic Inline و اندازه‌گیری اختلاف فشاری – برای رسیدن به یک نیمرخ سرعت کاملاً توسعه‌یافته، به طول مستقیم لوله بدون مانع، هم بالادست و هم پایین‌دست، نیاز دارند. این طول معمولاً بر حسب چند برابر قطر داخلی لوله (x D) بیان می‌شود. Coriolis و Magnetic معمولاً حساسیت کمتری به این الزام دارند که یکی از مزایای نصبی رایج آن‌هاست.

STRAIGHT RUN REQUIREMENT – CONCEPTUAL



شکل ۱۰ – الزام طول مستقیم بالادست و پایین‌دست فلومتر

CAUTION – عدد دقیق را از سازنده بگیرید

بازه دقیق $x D$ به فناوری، مدل و آرایش اختلال بالادست (زانویی، شیر، کاهنده) بستگی دارد. اعداد این راهنما جنبه کیفی دارند؛ پیش از طراحی واقعی، همیشه دیتاشیت نصب سازنده تأیید شود.

13 جهت‌گیری و محل نصب صحیح

فلومترهایی که اصل کارشان به پر بودن کامل مقطع لوله وابسته است – از جمله Magnetic و بسیاری از فناوری‌های سرعتی – باید طوری نصب شوند که خطر جریان با پرشدگی جزئی (به‌ویژه در لوله‌های عمودی با جریان رو به پایین و دبی پایین) حذف شود.



شکل ۱۱ – نصب صحیح در برابر پرشدگی جزئی لوله در آرایش عمودی

14 سناریوی میدانی

نوسان غیرمنتظره قرائت دبی در یک خط آب صنعتی با فلومتر Vortex

FIELD SCENARIO

«فلومتر Vortex نصب‌شده روی خط آب صنعتی، در دبی‌های پایین (نزدیک به حداقل رنج دستگاه) قرائتی پرنوسان و غیرقابل‌اعتماد نشان می‌دهد، در حالی‌که در دبی بالا کاملاً پایدار است.»

تحلیل مهندسی: این الگو با محدودیت شناخته شده فناوری Vortex همخوانی دارد – تشکیل پایدار گرداب به یک حداقل عدد رینولدز نیاز دارد؛ زیر آن آستانه، فرکانس گرداب دیگر سیگنال قابل اعتمادی نیست. راه حل، تأیید اینکه دبی حداقل عملیاتی واقعی درون رنج توصیه شده سازنده برای آن قطر خط قرار دارد، یا در صورت عدم تطابق، بازنگری در انتخاب فناوری برای آن بخش خاص از رنج دبی است.

15 مثال کارشده A – سیال خورنده

EXAMPLE انتخاب فناوری برای یک سیال خورنده

صورت مسئله: یک سیال شیمیایی خورنده با رسانایی الکتریکی کافی، رنج دبی 4 تا $40 \text{ m}^3/\text{h}$ دارد.

$$\text{Turndown} = 40 / 4 = 10 : 1$$

نتیجه: با رسانایی کافی سیال و نسبت 10:1، فلومتر Magnetic با متریال ترشونده سازگار با سیال خورنده، یا Coriolis، هر دو گزینه معقول اند؛ Turbine به دلیل ریسک سایش قطعه متحرک، از فهرست حذف می شود.

16 مثال کارشده B – گاز طبیعی با نیاز دبی جرمی

EXAMPLE انتخاب فناوری برای گاز با چگالی متغیر

صورت مسئله: چگالی گاز طبیعی در بازه عملیاتی خط، بین 0.75 تا 1.35 kg/m^3 نوسان می کند و هدف نهایی، دبی جرمی برای صورت حساب داخلی است.

$$\text{density swing} = (1.35 - 0.75) / 0.75 \times 100 \approx 80 \%$$

نتیجه: نوسان ۸۰ درصدی چگالی، یک فناوری حجمی/سرعتی را وادار به جبران چگالی پیوسته می کند. Coriolis، با اندازه گیری مستقیم دبی جرمی، این وابستگی را کاملاً حذف می کند و در این سناریو گزینه برتر است.

17 مثال کارشده C – آب صنعتی با بودجه محدود

EXAMPLE بررسی سرعت خط برای یک گزینه کم هزینه

صورت مسئله: آب صنعتی با دبی $90 \text{ m}^3/\text{h}$ در یک خط Sch40 اینچ 4 (قطر داخلی تقریبی 102.3 mm) جریان دارد و بودجه پروژه محدود است.

$$v = Q / A = (90 / 3600) / 0.00822 \approx 3.0 \text{ m/s}$$

نتیجه: سرعت محاسبه شده دقیقاً در لبه بالایی بازه توصیه شده سرعت مایع (1 تا 3 m/s) قرار دارد – قابل قبول، اما ارزش مرور مجدد اندازه خط را دارد. با توجه به بودجه محدود و سیال تمیز، اندازه گیری اختلاف فشاری از یک عنصر اولیه، یا یک فلومتر Vortex کم هزینه تر، هر دو گزینه های واقع بینانه اند؛ نیازی به فناوری گران تری مانند Coriolis نیست.

18 مثال کار شده D – سیال دوفازی/چسبناک

بررسی رژیم جریان برای یک سیال ویسکوز

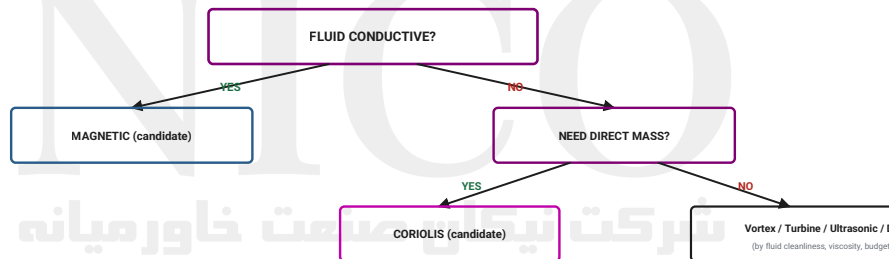
EXAMPLE

صورت مسئله: یک فرآورده نفتی ویسکوز ($\rho = 900 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 0.35 \text{ Pa}\cdot\text{s}$) با دبی $6 \text{ m}^3/\text{h}$ در یک خط 50 mm جریان دارد.

$$Re = \rho \times v \times D / \mu \approx 109$$

نتیجه: عدد رینولدز بسیار کمتر از آستانه معمول آرام به آشفته (تقریباً 4000) است – جریان کاملاً آرام است. فناوری هایی که به یک نیمرخ سرعت آشفته متکی اند (Vortex، Turbine) در این رژیم قابل اعتماد نیستند؛ Positive Displacement یا Coriolis گزینه های مناسب تر این سرویس اند.

19 راهنمای تصمیم

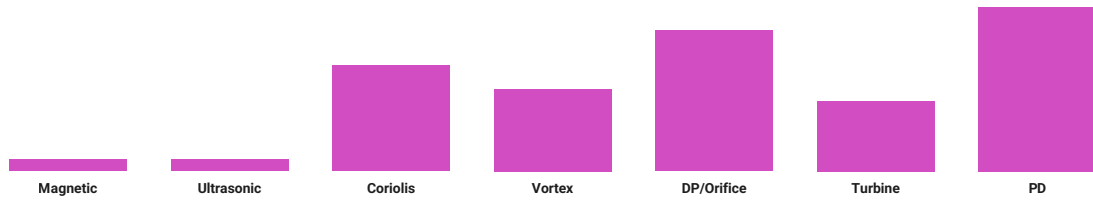


high-level triage only – always verify with the full Selection Matrix (Section 11)

and the complete Process Data Sheet before finalizing a technology

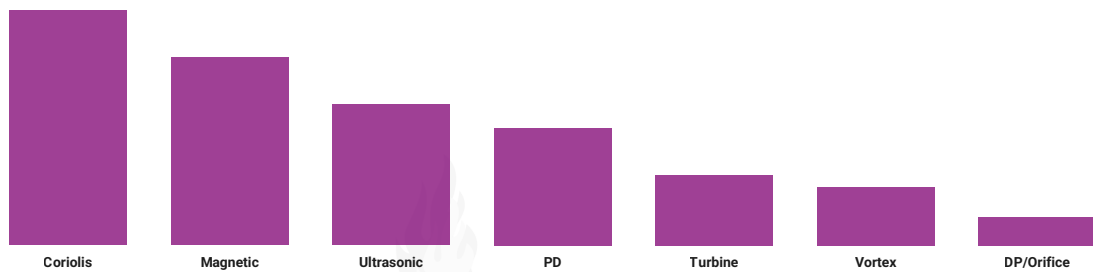
شکل ۱۲ – راهنمای تصمیم غربالگری اولیه انتخاب فناوری

QUALITATIVE PRESSURE-DROP COMPARISON (RELATIVE, ILLUSTRATIVE)



شکل ۱۳ – مقایسه کیفی افت فشار نسبی هفت فناوری

QUALITATIVE TURNDOWN COMPARISON (RELATIVE, ILLUSTRATIVE)



شکل ۱۴ – مقایسه کیفی نسبی Turndown هفت فناوری

20 اشتباهات رایج انتخاب و نصب

COMMON MISTAKE – پنج تصور غلط رایج در انتخاب و نصب

این پنج برداشت را در بازدیدهای میدانی و در مکالمات فروش/مهندسی زیاد می‌شنویم. هر پنج مورد نادرست‌اند و هرکدام می‌تواند به یک انتخاب یا نصب اشتباه منجر شود.

تصور غلط	واقعیت
✗ یک فناوری برای همه سرویس‌ها بهترین انتخاب است.	✓ هیچ فناوری در همه معیارها برتر نیست؛ انتخاب همیشه وابسته به سرویس مشخص است.
✗ اگر فلومتر بعد از نصب کار کند، طول مستقیم مهم نبوده است.	✓ کمبود طول مستقیم اغلب به‌جای خطای واضح، به یک خطای سیستماتیک آرام در دقت منجر می‌شود که بدون کالیبراسیون مرجع قابل‌کشف نیست.
✗ فلومتر Magnetic برای هر مایعی کار می‌کند.	✓ فقط برای سیالات با رسانایی الکتریکی کافی کاربرد دارد؛ این اولین معیار حذفی است، نه آخرین.
✗ فلومتر Vortex در تمام رنج دبی اعلام‌شده دقت یکسانی دارد.	✓ نزدیک به حداقل رنج، پایداری تشکیل گرداب کاهش می‌یابد؛ باید دبی حداقل واقعی با رنج توصیه‌شده سازنده مقایسه شود.

تصور غلط	واقعیت
✘ ارزان‌ترین گزینه همیشه بهترین انتخاب اقتصادی است.	✓ هزینه نصب، نگهداری و ریسک خطای اندازه‌گیری در طول عمر پروژه باید در کنار قیمت اولیه دیده شود.

21 ماتریس عیب‌یابی مقدماتی

نشانه	علت محتمل	بررسی	اقدام اصلاحی
قرائت پرنوسان در دبی پایین (Vortex)	زیر آستانه رینولدز حداقل	مقایسه دبی واقعی با حداقل رنج سازنده	بازنگری اندازه خط یا فناوری برای آن بخش از رنج
خروجی صفر یا ناپایدار (Magnetic)	پرشدگی جزئی لوله یا رسانایی ناکافی	بازرسی جهت نصب و آزمایش رسانایی سیال	اصلاح جهت نصب یا بازنگری انتخاب فناوری
افت تدریجی دقت در طول زمان (Turbine)	سایش یا گرفتگی پروانه	بازرسی چشمی داخلی و مقایسه با کالیبراسیون مرجع	تعمیر یا تعویض روتور؛ بازنگری فیلتراسیون بالادست
انحراف مداوم از مقدار مرجع (اختلاف فشار)	کاهش طول مستقیم مؤثر پس از تغییر پایپینگ	بررسی آرایش فعلی بالادست/پایین‌دست نسبت به طراحی اولیه	بازگرداندن طول مستقیم یا محاسبه مجدد ضریب تصحیح

22 چک‌لیست مهندسی انتخاب و نصب

- ☐ تمام فیلدهای داده فرآیندی (سیال، شرایط، دبی، دقت، خط لوله، محدودیت نصب) جمع‌آوری شده‌اند.
- ☐ معیارهای حذفی (رسانایی، ذرات/گرفتگی، ویسکوزیته، Turndown) روی هر گزینه اعمال شده‌اند.
- ☐ طول مستقیم بالادست/پایین‌دست موجود، با الزام کیفی فناوری انتخابی سازگار است.
- ☐ جهت‌گیری نصب، ریسک پرشدگی جزئی لوله را در دبی پایین حذف می‌کند.
- ☐ افت فشار ایجادشده توسط فناوری انتخابی، در بودجه افت فشار مجاز خط جای می‌گیرد.
- ☐ در صورت نیاز به دبی جرمی و چگالی متغیر، گزینه اندازه‌گیری مستقیم جرم بررسی شده است.

23 جمع‌بندی

انتخاب فلومتر، یک فرآیند حذفی است که با داده فرآیندی کامل شروع می‌شود، با اعمال معیارهای حذفی (رسانایی، ذرات، ویسکوزیته، Turndown، افت فشار مجاز) به یک فهرست کوتاه می‌رسد، و با بررسی الزامات نصب – طول مستقیم و جهت‌گیری – به یک انتخاب نهایی قابل‌دفاع منتهی می‌شود.

جمع‌بندی نکات کلیدی

- هیچ فناوری در همه معیارها برتر نیست؛ انتخاب همیشه وابسته به سرویس مشخص است.
- Coriolis تنها فناوری رایج با اندازه‌گیری مستقیم دبی جرمی است.
- Magnetic نیازمند رسانایی الکتریکی سیال است – نخستین معیار حذفی.
- Turbine و اجزای متحرک به سیال تمیز و طول مستقیم بالادست نیاز دارند.
- Positive Displacement برای سیالات ویسکوز و دبی پایین دقیق است.
- Vortex به یک حداقل عدد رینولدز برای تشکیل پایدار گرداب نیاز دارد.
- اندازه‌گیری اختلاف فشاری، کم‌هزینه و باسابقه است اما Turndown محدودتری دارد.

24 پرسش‌های متداول

اولین قدم در انتخاب فلومتر چیست؟

جمع‌آوری کامل داده‌های فرآیندی – نوع سیال، رسانایی، ویسکوزیته، رنج دبی، دقت مورد نیاز، شرایط خط لوله و محدودیت‌های نصب. بدون این داده‌ها، هر مقایسه فناوری زود هنگام است.

چرا فلومتر Magnetic برای همه مایعات کار نمی‌کند؟

چون اصل کار آن – قانون القای فارادی – به رسانایی الکتریکی کافی سیال وابسته است؛ هیدروکربن‌های غیررسانا با این اصل قابل‌اندازه‌گیری نیستند.

چرا Coriolis معمولاً گران‌تر از سایر فناوری‌هاست؟

چون اندازه‌گیری مستقیم دبی جرمی و چگالی، به سنسورها و الکترونیک پیچیده‌تری نیاز دارد؛ در ازای آن، وابستگی به طول مستقیم و جبران چگالی جداگانه را حذف می‌کند.

طول مستقیم چقدر واقعاً اهمیت دارد؟

برای فناوری‌های وابسته به نیمرخ سرعت (Turbine، Vortex، برخی Inline Ultrasonic و DP)، کمبود طول مستقیم می‌تواند خطای سیستماتیک آرامی ایجاد کند که بدون کالیبراسیون مرجع قابل‌تشخیص نیست.

چه زمانی Ultrasonic Clamp-on بر Inline ترجیح دارد؟

وقتی قطع خط برای نصب ممکن نیست یا هزینه‌بر است – مانند بازرسی موقت یا رتروفیت روی خط در حال کار – با پذیرش دقت کمی پایین‌تر نسبت به نوع Inline.

آیا فلومتر Vortex برای دبی بسیار پایین مناسب است؟

نه به‌طور کلی. زیر یک حداقل عدد رینولدز، گرداب‌ها به‌طور پایدار تشکیل نمی‌شوند و قرائت غیرقابل‌اعتماد می‌شود؛ باید دبی حداقل عملیاتی با رنج توصیه‌شده سازنده مقایسه شود.

آیا می‌توان اندازه‌گیری اختلاف فشاری را برای هر سرویسی جایگزین فناوری‌های جدیدتر کرد؟

از نظر فنی در بسیاری از سرویس‌های متعارف ممکن است، اما باید Turndown محدودتر و افت فشار دائمی آن با نیاز واقعی پروژه سنجیده شود؛ جایگزینی خودکار توصیه نمی‌شود.

چرا سیال ویسکوز، Vortex و Turbine را از فهرست انتخاب حذف می‌کند؟

چون دقت این دو فناوری برای رژیم جریان آشفته اعتبارسنجی شده است؛ سیال بسیار ویسکوز معمولاً جریان آرام (عدد رینولدز پایین) ایجاد می‌کند که خارج از این محدوده اعتبار قرار دارد.

25 واژه‌نامه و منابع

اصطلاح	معادل انگلیسی	معنا
نسبت کارکرد	Turndown	نسبت حداکثر به حداقل دبی قابل اندازه‌گیری با دقت اعلام شده
طول مستقیم	Straight Run	طول لوله بدون مانع لازم برای یک نیمرخ سرعت توسعه‌یافته
—	Bluff Body	مانع ایجادکننده گرداب متناوب در فلومتر Vortex
—	Transit-Time	روش اندازه‌گیری Ultrasonic بر پایه اختلاف زمان عبور موج
—	Clamp-on	نصب سنسور از بیرون لوله، بدون قطع خط
عنصر اولیه	Primary Element	عضو مکانیکی ایجادکننده افت فشار متناسب با دبی

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

NORMATIVE REFERENCE — مرجع واژگان و نمادهای عمومی اندازه‌گیری دبی سیال.

این راهنما یک سند سطح ۲ است و محاسبات سائیزینگ اریفیس، ضریب تراکم‌پذیری گاز، بودجه عدم قطعیت رسمی و FMEA را تکرار نمی‌کند. این موضوعات به ترتیب در راهنماهای اختصاصی اریفیس و راهنمای سطح ۳ همین مجموعه پوشش داده می‌شوند.

26 چک‌لیست تکمیلی راه‌اندازی میدانی

این فهرست، مکمل چک‌لیست انتخاب است و برای بازدید راه‌اندازی پس از نصب فیزیکی فلومتر استفاده می‌شود.

☐ جهت جریان روی بدنه فلومتر با جهت واقعی جریان خط مطابقت دارد.

☐ اتصالات الکتریکی و سیگنال طبق نقشه سیم‌کشی سازنده کنترل شده‌اند.

☐ در صورت وجود، پارامترهای پیکربندی (رنج، واحد، ثابت‌های کالیبراسیون) با برگه تأییدشده تطابق دارند.

☐ قرائت اولیه در شرایط دبی صفر یا شناخته‌شده، با مقدار مورد انتظار هم‌خوانی دارد.

☐ هیچ نشستی در اتصالات فرآیندی فلومتر مشاهده نمی‌شود.

منابع مرتبط NICO

همین خوشه - سطح ۱ و ۳

- دبی جرمی و دبی حجمی چه تفاوتی دارند؟ - NICO-EDU-FLW-L1-008-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.

