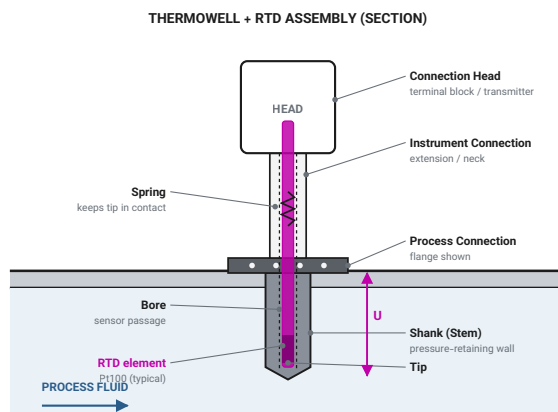


ترموول چیست؟

چگونه از سنسور دما در فرآیندهای صنعتی محافظت می‌کند؟

What Is a Thermowell and How Does It Protect Industrial Temperature Sensors?

اجزا، انواع اتصال فرآیندی، هندسه ساقه، Insertion Length و مبانی نصب برای سنسورهای RTD و Thermocouple.



شکل ۱ – برش مفهومی ترموول و سنسور RTD: اتصال فرآیندی، ساقه، Bore و نوک

تاریخ انتشار

مهر ۱۴۰۵ – October 2026

سطح محتوا

LEVEL 1

بازنگری

Rev00

شماره سند

NICO-EDU-TWL-L1-004-FA

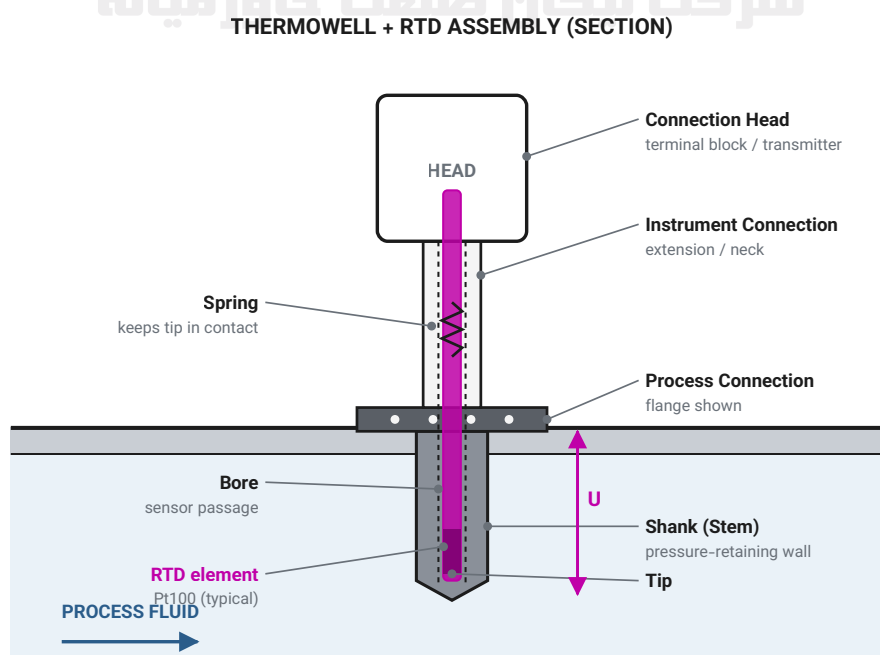
1 ترموول (Thermowell) چیست؟

سنسور دمای صنعتی – چه مقاومتی (RTD) و چه ترموکوپل (Thermocouple) – قطعه‌ای ظریف است که قرار نیست مستقیماً در برابر فشار، سرعت و خوردگی سیال فرآیند بایستد. **ترموول (Thermowell)** غلاف توپر و آب‌بندی است که روی لوله یا مخزن نصب می‌شود، مرز فشار فرآیند را حفظ می‌کند و سنسور را از درون یک سوراخ بسته (Bore) به محل اندازه‌گیری می‌رساند.

پس از مطالعه این راهنما خواهید توانست:

1. ترموول را تعریف کنید و بگویید چرا سنسور دما در بسیاری از فرآیندهای صنعتی داخل آن قرار می‌گیرد.
2. اجزای ترموول – اتصال فرآیندی، اتصال ابزار، ساقه، Bore و نوک – و مفهوم Insertion Length را نام ببرید.
3. انواع ترموول را بر اساس اتصال فرآیندی (Van Stone، Socket Weld، Weld-in، Threaded، Flanged) و بر اساس هندسه ساقه (Stepped، Tapered، Straight) تشخیص دهید.
4. ترموول را از Protection Tube جدا کنید و تفاوت راهکار RTD و Thermocouple را بدانید.
5. مسیر انتقال حرارت از فرآیند تا المان حسگر و اثر Air Gap و ضخامت دیواره بر Response Time را توضیح دهید.
6. جایگاه صحیح نوک در لوله و مخزن و رایج‌ترین اشتباهات نصب را بشناسید.

ترموول خودش دما را اندازه نمی‌گیرد. کار آن این است که سنسور را از فرآیند جدا کند و در عین حال حرارت را به سنسور برساند. این دو خواسته با هم در تعارض‌اند: دیواره ضخیم‌تر قوی‌تر و ایمن‌تر است اما پاسخ را کندتر می‌کند. بخش بزرگی از مهندسی ترموول – که در راهنمای سطح ۲ و ۳ همین مجموعه ادامه می‌یابد – یافتن نقطه تعادل میان همین دو خواسته است.



شکل ۱ – برش مفهومی مجموعه ترموول و سنسور RTD؛ شکل تنها اجزا را نشان می‌دهد و ابعاد آن مقیاس‌دار نیست

2 چرا سنسور دما داخل ترموول نصب می‌شود؟

سنسور دمای بدون ترموول را می‌توان مستقیماً در سیال فرو برد (Direct Immersion)؛ این روش در سرویس‌های کم‌فشار و بدون خوردگی یا سایش گاه کافی است. در فرآیندهای صنعتی معمولاً چهار دلیل، ترموول را توجیه می‌کند. نخست، **حفاظت مکانیکی و شیمیایی**: سنسور با سیال تماس پیدا نمی‌کند و فشار، سرعت جریان و خوردگی را دیواره ترموول تحمل می‌کند. دوم، **مرز فشار**: ترموول بخشی از مجموعه تحت فشار فرآیند است و سنسور داخل آن در فشار فرآیند قرار نمی‌گیرد. سوم، **قابلیت تعویض و کالیبراسیون**: سنسور را می‌توان بدون باز کردن اتصال فرآیندی بیرون کشید، به شرط آنکه ترموول سالم و آب‌بند باشد و رویه‌های ایمنی همان واحد اجازه دهند. چهارم، **نیاز مقررات و استانداردهای پروژه**، که در بسیاری از سرویس‌های خطرناک یا فشار بالا، نصب سنسور بدون ترموول را مجاز نمی‌داند.

جدول ۱ – مقایسه نصب مستقیم سنسور و نصب با ترموول

معیار	نصب مستقیم	نصب با ترموول
حفاظت سنسور	سنسور در تماس مستقیم با سیال است	دیواره ترموول مانع تماس مستقیم است
تعویض سنسور	معمولاً نیازمند قطع و تخلیه مسیر فرآیند است	سنسور از بالای ترموول بیرون کشیده می‌شود؛ مرز فشار دست‌نخورده می‌ماند
Response Time	سریع‌تر؛ مانع حرارتی میان سیال و سنسور نیست	کندتر؛ دیواره و فاصله Air Gap تأخیر ایجاد می‌کنند
تحمل فشار و سرعت	محدود به استحکام خود سنسور	وابسته به طراحی و استحکام ترموول
ریسک مکانیکی جدید	–	خود ترموول می‌تواند تحت ارتعاش ناشی از جریان قرار گیرد و باید بررسی شود (سطح ۳)

3 اجزای اصلی ترموول

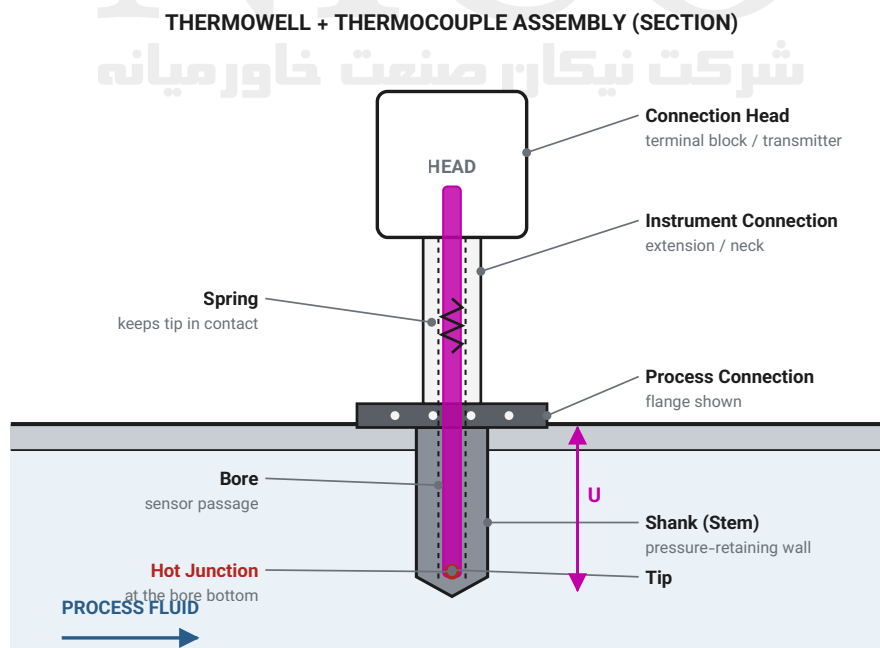
هر ترموول از چند بخش با وظیفه مشخص ساخته شده است. نام‌های جدول ۲ در همه این مجموعه ثابت‌اند و در شکل ۱ دیده می‌شوند. برخی سازندگان به جای Shank از واژه Stem استفاده می‌کنند؛ در این مجموعه هر دو یک بخش را نشان می‌دهند.

جدول ۲ – اجزای ترموول و وظیفه هرکدام

جزء	وظیفه
Process Connection	اتصال ترموول به لوله یا مخزن؛ ترموول از همین نقطه بار فشار و گشتاور نصب را به سازه منتقل می‌کند
Instrument Connection	بخش بالایی ترموول که سر اتصال (Connection Head) یا ترانسمیتر را نگه می‌دارد؛ معمولاً رزوه یا گردن دارد (Extension)
Shank	بدنه استوانه‌ای یا مخروطی در معرض سیال؛ دیواره آن مرز فشار را تشکیل می‌دهد
Bore	سوراخ بسته داخل ساقه که سنسور درون آن می‌نشیند؛ قطر آن باید با قطر غلاف سنسور هماهنگ باشد
Tip	انتهای بسته ساقه؛ ضخامت و شکل آن مستقیماً بر Response Time اثر می‌گذارد
Insertion Length	طول ترموول از نقطه مرجع اتصال فرآیندی تا نوک؛ مرجع دقیق آن در بخش ۹ آمده است
Immersion Length	بخشی از طول که واقعاً داخل سیال فرآیند قرار دارد؛ از دیواره داخلی لوله یا مخزن تا نوک

4 ترموول برای RTD و Thermocouple

ترموول نسبت به نوع سنسور بی‌تفاوت نیست، اما خودِ ترموول برای هر دو بسیار شبیه است: یک ساقه توخالی با Bore. تفاوت در سنسور است. سنسور مقاومتی (RTD) المانی با طول محدود دارد؛ المان حسگر، گوشه‌ای از طول غلاف را اشغال می‌کند و میانگین دما را در آن طول می‌بیند. در Thermocouple نقطه حس‌کننده یک اتصال گرم (Hot Junction) است و به Bore قرار می‌گیرد. در هر دو، تماس حرارتی نوک سنسور با ته Bore کلید پاسخ سریع و دقیق است؛ به همین دلیل سنسورها معمولاً با فنر (Spring-Loaded) به ته Bore فشرده می‌شوند.



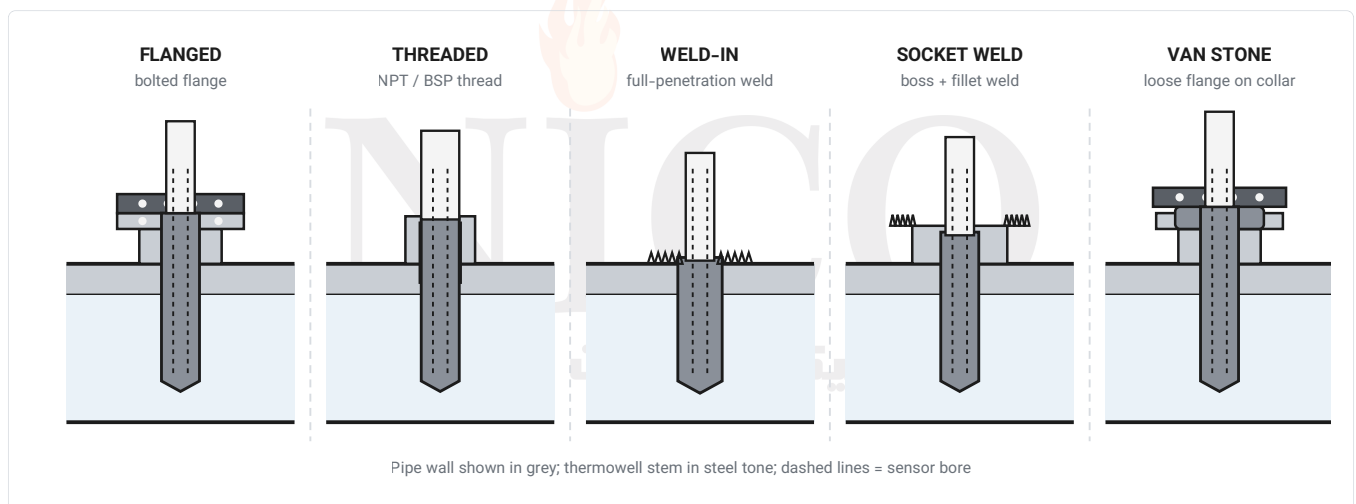
شکل ۲ – مجموعه ترموول و Thermocouple؛ Hot Junction در ته Bore قرار دارد و فنر آن را در تماس نگه می‌دارد

جدول ۳ – نکات مشترک و متفاوت RTD و Thermocouple در ترموول

موضوع	RTD	Thermocouple
محل حس دما	المان با طول محدود در انتهای غلاف	Hot Junction نقطه‌ای در انتهای غلاف
تماس با ته Bore	برای کاهش تأخیر و خطای رسانش لازم است	برای کاهش تأخیر لازم است؛ تماس نوک مهم‌تر است
قطر غلاف سنسور	باید با Bore هماهنگ باشد؛ فاصله زیاد Air Gap را زیاد می‌کند	همان ملاحظه
سیم‌کشی و کابل	۲، ۳ یا ۴ سیمه؛ از کابل مسی عادی استفاده می‌شود	کابل جبران‌کننده یا Extension Cable هم‌جنس؛ جبران Cold Junction Compensation لازم است

5 انواع ترموول بر اساس اتصال فرآیندی

اتصال فرآیندی تعیین می‌کند ترموول چگونه به لوله یا مخزن متصل می‌شود، چگونه آب‌بندی می‌شود و تعویض آن چقدر سخت یا آسان است. پنج نوع رایج در شکل ۳ دیده می‌شود. جدول ۴ مفهوم هر نوع را خلاصه می‌کند؛ مقایسه‌های دقیق‌تر (فشار، دما، ابعاد استاندارد) در راهنمای سطح ۲ همین مجموعه آمده است.



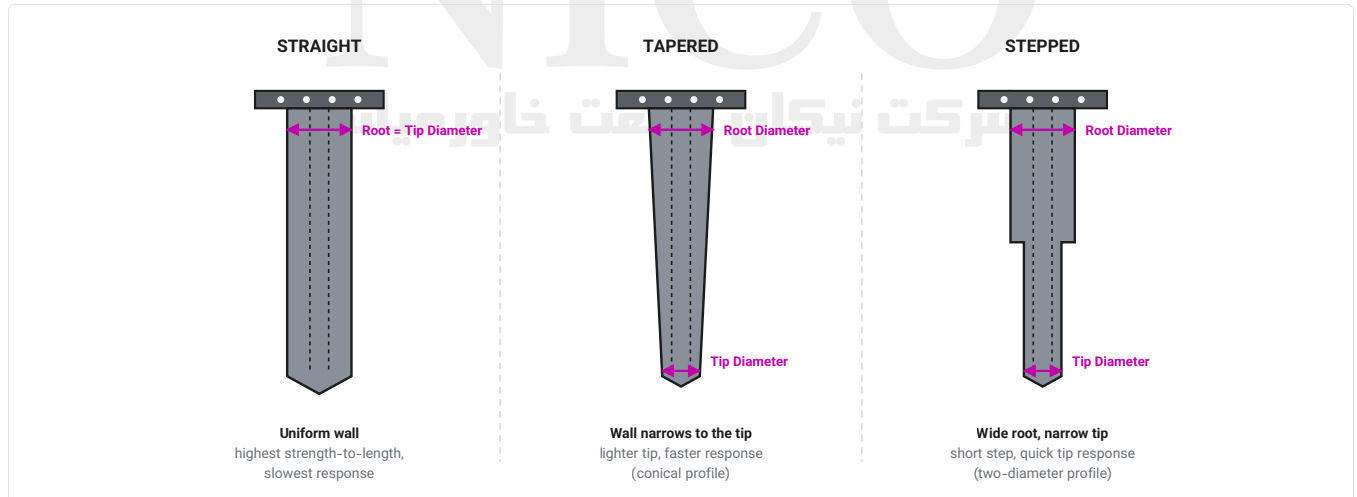
شکل ۳ – پنج نوع اتصال فرآیندی ترموول؛ Flanged، Threaded، Weld-in، Socket Weld و Van Stone

جدول ۴ – اتصال‌های فرآیندی ترموول: مفهوم و ملاحظه کلی

نوع	ساختار	ملاحظه کلی
Flanged	ترموول با فلنج پیچ‌شونده روی نازل لوله یا مخزن؛ ابعاد فلنج و Class یا PN با مشخصات پروژ به تعیین می‌شود	باز و بسته کردن و تعویض نسبتاً ساده؛ حجم و وزن بیشتر
Threaded	رزوه NPT یا BSP روی ساقه یا گردن؛ معمولاً درون یک Boss یا نیم‌کوپلینگ جوش‌شده به لوله می‌نشیند	فشرده و ساده؛ آب‌بندی رزوه و تحمل بار دینامیک باید با دقت بررسی شود
Weld-in	ساقه مستقیم با جوش به لوله یا نازل متصل می‌شود	اتصال دائمی؛ نشستی‌ناپذیر بودن بالا اما تعویض سخت‌تر
Socket Weld	ساقه درون یک Socket می‌نشیند و با جوش گوشه آب‌بندی می‌شود	اتصال دائمی؛ همترازی ساده‌تر از جوش لب‌به‌لب
Van Stone	یقه برآمده ترموول با یک فلنج آزاد (Lap Joint) نگه داشته می‌شود	فلنج آزاد را می‌توان چرخاند و هم‌محور کرد؛ فقط یقه با سیال تماس دارد (طبق توضیح سازندگان)

6 انواع ترموول بر اساس هندسه ساقه

شکل ساقه ترموول نیز به‌اندازه نوع اتصال مهم است، زیرا استحکام، سرعت پاسخ و رفتار ارتعاشی را تعیین می‌کند. سه هندسه اصلی در شکل ۴ نشان داده شده است. در Straight، قطر از Root Diameter تا نوک ثابت است؛ در Tapered، دیواره به‌تدریج به سمت نوک باریک می‌شود؛ و در Stepped، ساقه پس از یک پله مشخص از قطر بزرگ به قطر کوچک می‌رسد.



شکل ۴ – سه هندسه ساقه: Straight، Tapered و Stepped؛ Root Diameter و Tip Diameter مشخص شده‌اند

جدول ۵ - مقایسه کیفی هندسه ساقه

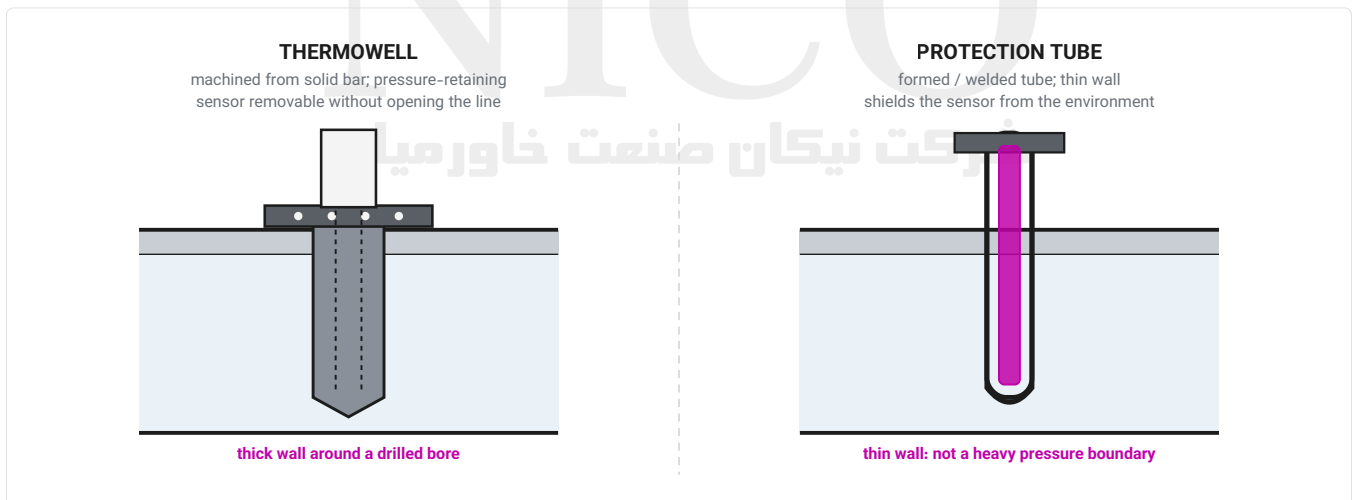
هندسه	استحکام	سرعت پاسخ	ملاحظه
Straight	هم قطر در تمام طول	کندتر از دو هندسه دیگر در همان قطر نوک	ساخت ساده؛ ملاحظه ارتعاش در طول‌های بلند
Tapered	ریشه قوی‌تر، نوک سبک‌تر	سریع‌تر از Straight هم قطر ریشه	ساخت پیچیده‌تر؛ رایج در جریان‌های پرسرعت
Stepped	ریشه قوی، بخش نوک ظریف‌تر	سریع در ناحیه نوک	تمرکز تنش در محل پله باید بررسی شود

NOTE - هندسه به تنهایی «بهتر» یا «بدتر» نیست

هیچ‌یک از سه هندسه برای همه سرویس‌ها برتر نیست. انتخاب نهایی به سرعت جریان، فشار، دما، طول و نتیجه تحلیل ارتعاش (فرکانس بیداری) بستگی دارد؛ این کار در سطح ۲ و ۳ همین مجموعه انجام می‌شود.

7 ترموول و Protection Tube

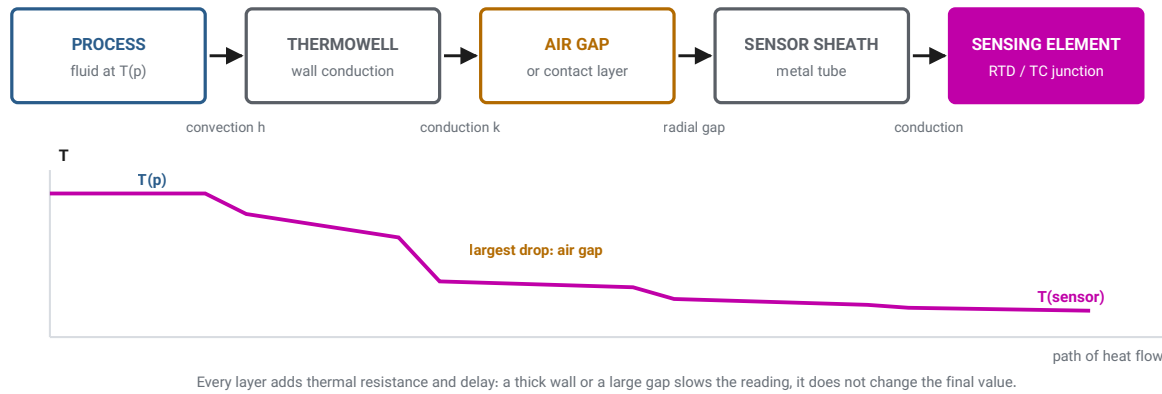
این دو را نباید با هم یکی گرفت. **ترموول** معمولاً از میله توپر ماشین‌کاری می‌شود، دیواره ضخیم و Bore سوراخ‌کاری شده دارد و به عنوان بخشی از مرز فشار فرآیند طراحی و ساخته می‌شود. Protection Tube معمولاً لوله جدار نازک یا لوله انتهابسته است که سنسور را از محیط (گاز، داغ، کوره، ذرات) محافظت می‌کند اما در حالت عادی مرز فشار سنگین فرآیند را حمل نمی‌کند. این تمایز دقیقاً همان چیزی است که تعیین می‌کند یک غلاف را بتوان در خط تحت فشار به کار برد یا نه.



شکل ۵ - ترموول (دیواره ضخیم، ماشین‌کاری شده) در برابر Protection Tube (دیواره نازک)؛ شماییک مفهومی

8 مسیر انتقال حرارت، Air Gap و Response Time

حرارت از سیال به المان حسگر در یک زنجیره از لایه‌ها منتقل می‌شود: جابه‌جایی از سیال به سطح بیرونی ترموول، رسانش در دیواره ساقه، عبور از فاصله باقی‌مانده میان Bore و غلاف سنسور، رسانش در غلاف سنسور و در پایان رسیدن به المان حسگر (RTD یا Hot Junction ترموکوپل). هر لایه مقاومت حرارتی دارد و مجموع این مقاومت‌ها تأخیر ایجاد می‌کند.



شکل ۶ - زنجیره انتقال حرارت از سیال تا المان حسگر؛ بزرگ‌ترین افت دما معمولاً در Air Gap رخ می‌دهد

هوا رسانایی گرمایی بسیار کمتر از فلز دارد؛ بنابراین حتی یک فاصله کوچک هوایی میان سنسور و دیواره Bore می‌تواند سهم بزرگی از تأخیر را بسازد. دیواره ضخیم نیز جرم حرارتی بیشتری دارد که باید گرم یا سرد شود. رفتار تقریبی چنین مجموعه‌ای را می‌توان با پاسخ مرتبه اول توصیف کرد که در آن دمای سنسور پس از یک تغییر پله‌ای دمای سیال از رابطه زیر پیروی می‌کند:

$$(1) \quad T_s(t) = T_f - (T_f - T_0) \times e^{-t / \tau}$$

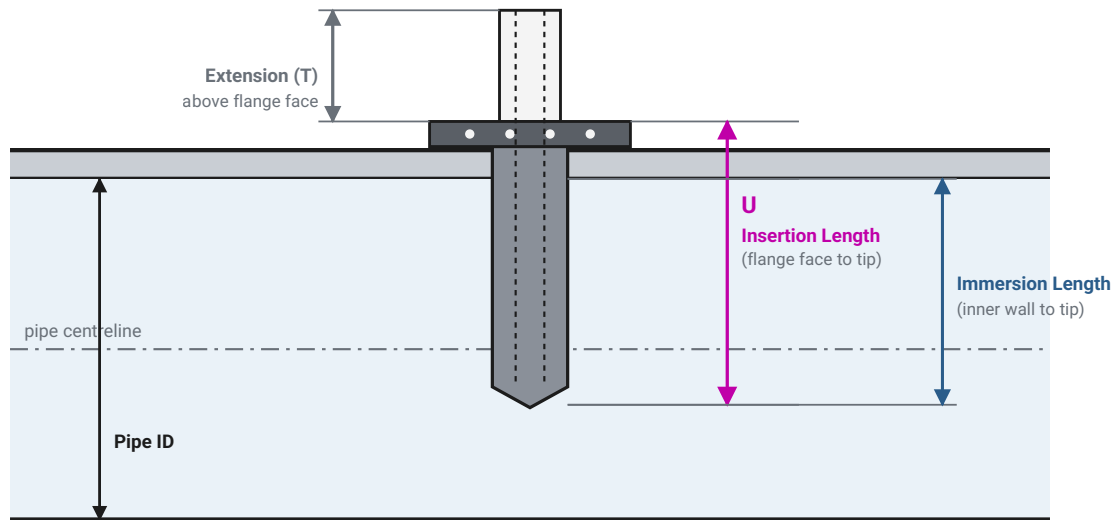
°C	$T_s(t)$	دمای سنسور در لحظه t
°C	T_f	دمای نهایی سیال پس از تغییر پله‌ای
°C	T_0	دمای اولیه سنسور پیش از تغییر
s	t	زمان سپری‌شده از تغییر پله‌ای
s	τ	ثابت زمانی (Time Constant) مجموعه؛ زمان رسیدن به ۶۳٪ از تغییر کل

نتیجه مهم این است که ترموول، مقدار نهایی را تغییر نمی‌دهد؛ فقط رسیدن به آن را کند می‌کند. همین تأخیر در حلقه‌های کنترل سریع، اندازه‌گیری گذرا و آزمون کالیبراسیون اهمیت دارد. عوامل کاهنده تأخیر عبارت‌اند از دیواره نازک‌تر در نوک، ساقه Tapered یا Stepped، کوچک‌بودن فاصله Air Gap و تماس خوب نوک سنسور با ته Bore. هر یک از این‌ها با استحکام مکانیکی در تعارض است و نباید بدون بررسی ارتعاش و تنش کاهش یابد.

9 Insertion Length و جایگاه نوک در جریان

نوک ترموول باید در جریان واقعی فرآیند قرار گیرد، نه در لایه مرزی کنار دیوار که دمایش به دمای دیواره لوله نزدیک‌تر است. اگر نوک بسیار کوتاه باشد، سنسور دمای ترکیبی دیوار و سیال را می‌خواند و علاوه بر آن خطای رسانش (Conduction Error) رخ می‌دهد؛ یعنی حرارت از ساقه به دیواره سردتر یا گرم‌تر لوله فرار می‌کند و دمای نوک را از دمای سیال دور می‌کند. اگر نوک بسیار بلند باشد، ساقه تحت بار مکانیکی و ارتعاش بیشتری قرار می‌گیرد.

INSERTION LENGTH vs IMMERSION LENGTH – one convention shown

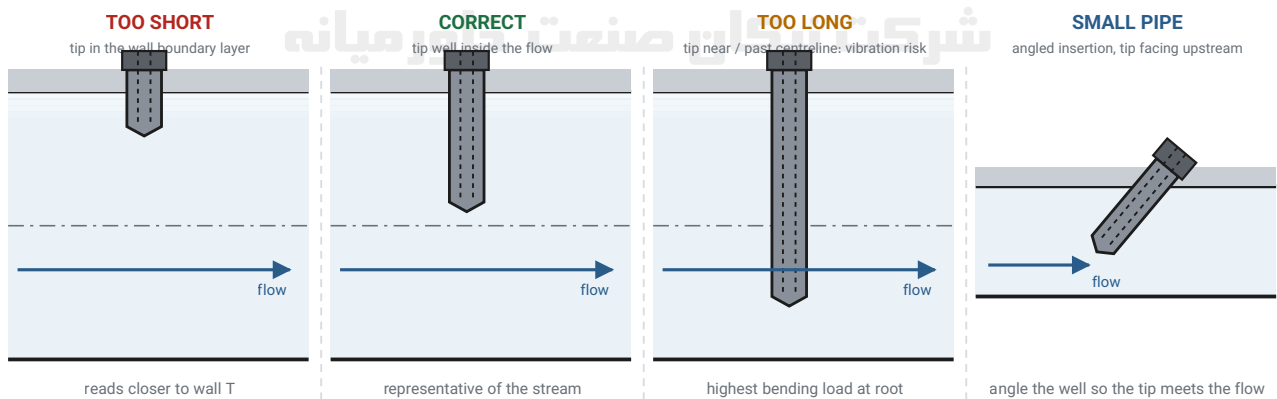


Definitions of U, insertion and immersion length vary between vendors and standards; always state the reference point.

شکل ۷ – Insertion Length، Immersion Length و گردن ابزار؛ یک قرارداد نمایش داده شده است

CAUTION – تعریف طول‌ها میان سازندگان یکسان نیست

مرجع اندازه‌گیری Insertion Length (U)، Immersion Length و گردن ابزار (T) در برگه‌های فنی سازندگان و استانداردهای مختلف متفاوت است؛ برای نمونه گاهی از وجه فلنج، گاهی از ابتدای رزوه و گاهی از دیواره داخلی لوله اندازه گرفته می‌شود. در این مجموعه، Insertion Length از نقطه مرجع اتصال فرآیندی تا نوک و Immersion Length از دیواره داخلی تا نوک تعریف شده است. هنگام سفارش یا مقایسه، مرجع اندازه‌گیری را همیشه مکتوب و تأیید کنید.



Schematic only: the required tip position is set by the project specification (pipe size, fluid, velocity, vibration check)

شکل ۸ – جایگاه نوک: خیلی کوتاه، مناسب، خیلی بلند و نصب زاویه‌دار در لوله کوچک؛ شماتیک مفهومی

10 نصب ترموول روی لوله و مخزن

در **لوله بزرگ**، ترموول معمولاً عمود بر محور لوله و با نوک در ناحیه جریان اصلی نصب می‌شود. در **لوله کوچک**، طول واقعی ممکن است برای رسیدن نوک به جریان کافی نباشد؛ در این حالت رایج است که ترموول زاویه‌دار، در Elbow و رو به جریان یا روی یک بخش بزرگ‌شده لوله (Tee یا Reducer) نصب شود تا طول مؤثر افزایش یابد. در **مخزن**، ترموول باید در ناحیه‌ای باشد که مایع آن را به‌طور مداوم می‌پوشاند، دور از ورودی‌ها و نقاط ساکن، و نوک در مایع عمیق‌تر از لایه سطحی یا کف قرار گیرد.

CAUTION – این سند روش اجرایی کار روی خط تحت فشار نیست

نصب، تعویض یا بازکردن ترموول روی یک خط زنده یا تحت فشار به نوع سیال، فشار، دما و الزامات ایمنی همان واحد بستگی دارد و باید طبق روش اجرایی تأییدشده کارخانه و دستورالعمل سازنده تجهیز انجام شود، نه از روی یک راهنمای آموزشی.

11 مواد رایج ساخت ترموول

ماده باید در برابر سیال فرآیند، دما و فشار پایدار باشد. جدول ۶ فقط دسته‌های رایج را معرفی می‌کند؛ انتخاب نهایی باید بر مبنای داده‌های فرآیند و جدول‌های مقاومت خوردگی معتبر انجام شود و فقط به نام ماده تکیه نکند.

جدول ۶ – دسته‌های رایج مواد ترموول (مقدمه)

ماده	ویژگی کلی
SS316L / SS316	فولاد زنگ‌زن آستنیتی؛ انتخاب عمومی در بسیاری از سرویس‌های صنعتی
Duplex	فولاد زنگ‌زن دوفازی؛ استحکام بالاتر و رفتار متفاوت در برابر خوردگی تنش کلریدی
Hastelloy	آلیاژ پایه‌نیکل برای محیط‌های خورنده‌تر؛ هزینه بالاتر
Inconel	آلیاژ پایه‌نیکل با کاربرد رایج در دماهای بالا؛ هزینه بالاتر

12 اشتباهات رایج

COMMON MISTAKE – شش برداشت نادرست پرتکرار

این برداشتها در مرحله سفارش و نصب زیاد دیده می‌شوند و هر شش مورد در جدول زیر اصلاح شده‌اند.

برداشت نادرست	واقعیت
✗ ترموول و Protection Tube یک چیزند.	✓ ترموول بخشی از مرز فشار است و دیواره ضخیم دارد؛ Protection Tube غلاف جدار نازک محافظ محیط است.
✗ هر قدر ترموول بلندتر باشد، اندازه‌گیری بهتر است.	✓ نوک باید در جریان باشد، اما طول بیشتر بار و ارتعاش را زیاد می‌کند.
✗ ترموول دمای فرآیند را عوض می‌کند.	✓ ترموول فقط رسیدن به دمای نهایی را کند می‌کند؛ خطای رسانش از نصب نامناسب می‌آید.
✗ قطر اهمیتی ندارد.	✓ فاصله زیاد میان غلاف و Air Gap Bore می‌سازد و پاسخ را کند می‌کند.

برداشت نادرست	واقعیت
✗ اگر ترموول فلنجی باشد، همیشه مناسب تر است.	✓ نوع اتصال به فشار، دما، فضای نصب و سیاست تعویض بستگی دارد.
✗ هر ترموولی که در فشار نمی شکند برای ارتعاش هم مناسب است.	✓ شکست می تواند از ارتعاش ناشی از جریان رخ دهد، نه فقط فشار؛ این بررسی جداگانه لازم است.

13 جمع بندی

ترموول سنسور دما را از فرآیند جدا می کند اما حرارت را به آن می رساند؛ هر ویژگی که این انتقال را کندتر می کند (دیواره ضخیم تر، Air Gap) استحکام را بالا می برد، و هر ویژگی که پاسخ را سریع تر می کند (نوک باریک) باید با بررسی مکانیکی همراه باشد. انتخاب نوع اتصال و هندسه ساقه، تعیین Insertion Length و نصب صحیح نوک در جریان تصمیم هایی هستند که در سطح ۲ با جزئیات مهندسی و در سطح ۳ با محاسبه ارتعاش و تنش ادامه می یابند.

Process -> Thermowell wall -> Air Gap -> Sensor sheath -> Sensing element

جمع بندی نکات کلیدی

- ترموول غلاف توپر و آب بند است که مرز فشار را حفظ می کند و سنسور را به محل اندازه گیری می رساند.
- ترموول با Protection Tube یکی نیست؛ ترموول بخشی از مرز فشار فرآیند است.
- اجزای اصلی: Process Connection، Instrument Connection، Shank، Bore و Tip؛ طول ها با Insertion Length و Immersion Length مشخص می شوند.
- پنج نوع اتصال (Van Stone، Socket Weld، Weld-in، Threaded، Flanged) و سه هندسه (Tapered، Straight، Stepped) رایج اند.
- Air Gap و ضخامت دیواره Response Time را بیشتر می کنند؛ ترموول مقدار نهایی را تغییر نمی دهد.
- نوک باید در جریان باشد؛ مرجع اندازه گیری Insertion Length را همیشه مکتوب کنید.

14 پرسش های متداول

ترموول چیست و چه فرقی با سنسور دما دارد؟

ترموول غلاف مکانیکی توپر است که روی لوله یا مخزن نصب می شود و سنسور دما (RTD یا ترموکوپل) درون آن قرار می گیرد. ترموول دما را اندازه نمی گیرد؛ فقط سنسور را محافظت و حرارت را منتقل می کند.

تفاوت ترموول و Protection Tube چیست؟

ترموول از میله توپر ماشین کاری می شود و بخشی از مرز فشار است. Protection Tube معمولاً لوله جدار نازک است که سنسور را از محیط محافظت می کند و در حالت عادی مرز فشار سنگین را حمل نمی کند.

ترموول برای RTD و Thermocouple فرق می‌کند؟

خود ترموول شبیه است: ساقه‌ای با Bore. تفاوت در سنسور است. در هر دو، تماس نوک سنسور با ته Bore و کم‌بودن Air Gap برای پاسخ سریع مهم است و سنسور معمولاً با فنر در تماس نگه داشته می‌شود.

انواع ترموول چیست؟

بر اساس اتصال فرآیندی: Flanged، Threaded، Weld-in، Socket Weld و Van Stone. بر اساس هندسه ساقه: Tapered، Straight و Stepped.

Insertion Length چیست؟

طول ترموول از نقطه مرجع اتصال فرآیندی تا نوک. مرجع آن میان سازندگان فرق دارد، به همین دلیل باید هنگام سفارش مرجع (وجه فلنج، ابتدای رزوه یا دیواره داخلی) را صریح مشخص کرد.

چرا ترموول پاسخ اندازه‌گیری را کند می‌کند و چگونه آن را کمتر کنیم؟

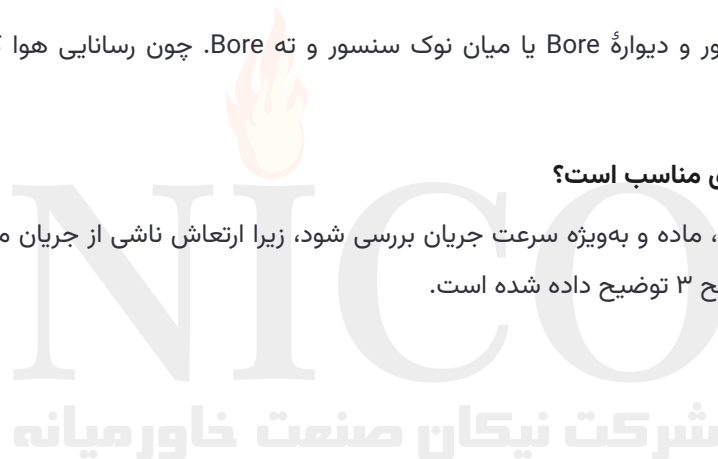
چون حرارت باید از دیواره و Air Gap عبور کند. نوک باریک‌تر، Tapered یا Stepped بودن ساقه، Bore هماهنگ با قطر سنسور و فنر برای تماس نوک، تأخیر را کم می‌کنند؛ به شرط آنکه بررسی استحکام و ارتعاش آن را مجاز بدانند.

Air Gap چیست؟

فاصله هوایی میان غلاف سنسور و دیواره Bore یا میان نوک سنسور و ته Bore. چون رسانایی هوا کم است، این فاصله مقاومت حرارتی بزرگی ایجاد می‌کند.

آیا هر ترموول برای هر فرآیندی مناسب است؟

خیر. ترموول باید برای فشار، دما، ماده و به‌ویژه سرعت جریان بررسی شود، زیرا ارتعاش ناشی از جریان می‌تواند باعث شکست خستگی شود. این بررسی در راهنمای سطح ۳ توضیح داده شده است.



15 واژه‌نامه و منابع

اصطلاح	معنا
Thermowell	غلاف مکانیکی آب‌بند برای نصب سنسور دما در فرآیند
Protection Tube	لوله محافظ سنسور؛ معمولاً جدار نازک و غیرحامل مرز فشار سنگین
Shank	ساقه ترموول در معرض سیال
Bore	سوراخ بسته داخل ساقه برای سنسور
Tip	انتهای بسته ساقه
/ Insertion Length Immersion Length	طول از مرجع اتصال تا نوک / طول داخل سیال
Air Gap	فاصله هوایی میان سنسور و دیواره Bore
Time Constant	زمان رسیدن پاسخ مرتبه اول به ۶۳٪ تغییر پله‌ای

1. ASME PTC 19.3 TW-2016 (R2025) – Thermowells

استاندارد حاکم بر طراحی و بررسی ارتعاش ترموول؛ در این سند فقط نام برده شده و هیچ معادله یا حدی از آن نقل نشده است.

2. ASME B16.5 – Pipe Flanges and Flanged Fittings

مرجع ابعاد و رده‌بندی فلنج‌ها؛ ویرایش جاری باید پیش از ارجاع رسمی راستی‌آزمایی شود.

3. ASME B1.20.1 – Pipe Threads, General Purpose (Inch)

مرجع رزوه NPT؛ ویرایش جاری باید پیش از ارجاع رسمی راستی‌آزمایی شود.

4. IEC 60751 – Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors

مرجع مشخصات سنسورهای RTD پلاتینی؛ ویرایش جاری راستی‌آزمایی نشده است.

5. IEC 60584-1 – Thermocouples – Part 1: EMF specifications and tolerances

مرجع مشخصات ترموکوپل؛ ویرایش جاری راستی‌آزمایی نشده است.

6. WIKA – Thermowells, technical information IN 00.15

منبع ثانویه سازنده برای انواع اتصال و هندسه ساقه؛ فقط برای توضیح کیفی استفاده شده است.

7. Intempco – Van Stone thermowells TW501–TW503 (product information)

منبع ثانویه سازنده برای توضیح ساختار Van Stone؛ ادعاهای محصول آن نقل نشده است.

این راهنما سند سطح ۱ است و عمداً وارد انتخاب ابعاد، محاسبه فرکانس بیداری یا تحلیل تنش نمی‌شود؛ این موضوعات در راهنماهای سطح ۲ و ۳ همین مجموعه بررسی می‌شوند. هیچ‌یک از شکل‌ها جایگزین نقشه رسمی سازنده تجهیز نیست.

منابع مرتبط NICO

گام بعدی

- راهنمای مهندسی انتخاب، سائیزینگ و نصب ترموول برای RTD و Thermocouple – NICO-EDU-TWL-L2-005-FA
- طراحی پیشرفته و Design Verification ترموول – NICO-EDU-TWL-L3-006-FA
- سیگنال 4–20 mA چیست؟ – NICO-EDU-SIG-L1-001-FA

تجهیزات مرتبط NICO

- سنسورهای دمای NICO و ترموولها در گروه اندازه‌گیری دما

مشخصات، مدل‌ها و محدوده ترموولها و سنسورهای NICO باید از برگه فنی رسمی هر محصول گرفته شود؛ هیچ مشخصه محصولی در این راهنما ادعا نشده است.

