

# روش های تست تله های بخار و اتلافات انرژی

شرکت پارس جم کنترل  
نویسنده مقاله: مهندس عادل قهرمانی

## توضیح :

در شماره پیش مقاله ای تحت عنوان " محاسبه هزینه واقعی بخار" باستحضار خوانندگان محترم رسید که ادامه آن به شماره های آتی موکول شد. متأسفانه بعثت پاره ای از مشکلات ، مقاله مذکور در این شماره آماده نشد و بدینوسیله از خوانندگان عزیز خواهی نمائیم.

در این مقاله به اختصار روش های متداول جهت تست تله های بخار بررسی و مزایا و محدودیت های آنها عنوان می گردد. در ادامه به میزان اتلافات انرژی در انواع تله های بخار اشاره می گردد.

## تست تله های بخار :

تله های بخار دارای یکی از شرایط کاری زیر هستند :

- بدرستی کار می نمایند .
- درای نشتی بخار هستند .
- دچار انسداد و گرفتگی در برابر جریان هستند .

تشخیص دقیق شرایط کاری تله بخار همواره مسئله ای مشکل و از طرفی مهم و اساسی بوده است . تشخیص نادرست نحوه عملکرد تله بخار باعث می شود که تله های معیوب همچنان خراب باقی مانده و یا تله های بخار سالم بدون دلیل تعویض شوند و بنابراین تشخیص دقیق وضعیت کاری آنها ، لازمه هر برنامه صحیح نگهداری و تعمیرات است .

بطور کلی ، روش های تست شامل تجهیزات صوتی ، شیشه های آب نما ، تجهیزات دمائی و دستگاههای اولتراسونیک هستند . تمامی این تجهیزات در صورت تغییر شرایط کاری سیستم می توانند منجر به خطا شوند . سطح صدا در اثر اغتشاش تله های بخار مجاور و میزان کندانس تغییر کرده و تشخیص سیگنال ها حتی برای اپراتورهای متخصص نیز امری مشکل است .

شیشه های آب نما راه حل خوبی بوده ، ولی غالباً نیاز به تعویض دارند ، زیرا کثیف و یا شکسته می شوند . روش های دمائی نیز محدودیت دارند زیرا کاملاً محتمل است که بخار یا کندانس در یک دمای اشباع در کنار یکدیگر وجود داشته باشند که این روش را به تنهائی غیر عملی می سازد .

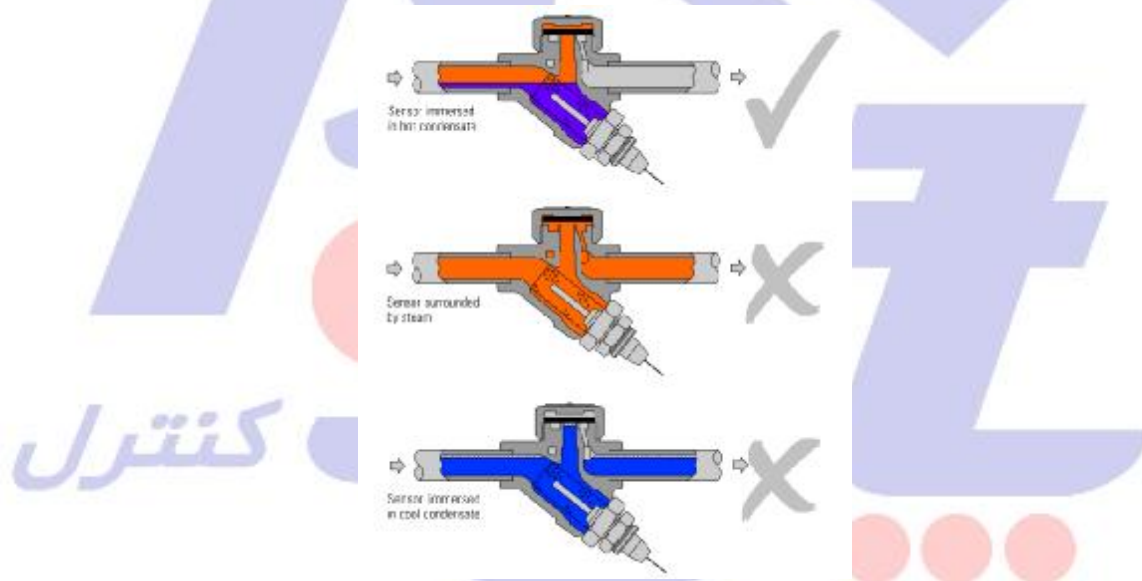
استفاده از شیر تست تله بخار در خروجی آن می تواند به عنوان یکی از روش های بسیار مناسب و ارزان قیمت محسوب شود. این روش در صنایع بزرگ ، پتروشیمی ها و پالایشگاه ها بسیار مرسوم است.

روش مدرنی از تجهیزات صوتی استفاده از دستگاههای اولتراسونیک است که صدای اولتراسونیک خروجی از تله را تشخیص می دهد ولی احتیاج به تجربه بالای اپراتور ، خصوصاً در فشارهای بالا دارد زیرا تشخیص بخار فلاش و یا بخار زنده بسیار مشکل است .

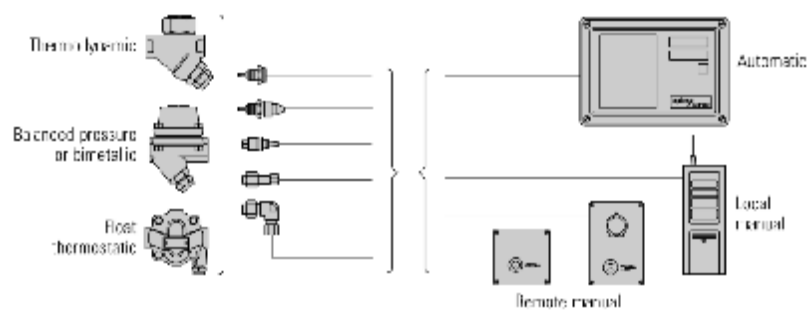
محدودیت های روش های فوق موجب ابداع روشهای جدید تست تله های بخار شده است . در این روش از یک سنسور که در داخل تله بخار نصب شده و قادر است از طریق هدایت الکتریکی ، حالت ماده را تشخیص دهد استفاده می گردد . ( شکل 1 ) . این وسیله متأثر از بخار فلاش نخواهد بود زیرا در قبل از تله بخار نصب می شود ( بر خلاف شیشه آب نما که بعد از تله نصب می گردد ) . در این سیستم تست تله می تواند بصورت موضعی ، از راه دور ، دستی و یا اتوماتیک انجام شود . سیستم مذکور می تواند خرابی تله را به سرعت گزارش داده و در نتیجه اتلافات بخار و هزینه را به حداقل برساند ( شکل 2 ) .

ترموکوپل داخلی در محفظه سنسور قادر به تشخیص گرفتگی تله بخار است . در مواردی که کاربر استفاده از تله بخار مجزا و بدون سنسور را ترجیح می دهد و یا در مورد تله های بخار بزرگ ، سنسورها می توانند در داخل محفظه های جداگانه ای نصب و تأمین شوند ( اشکال 3 و 4 )

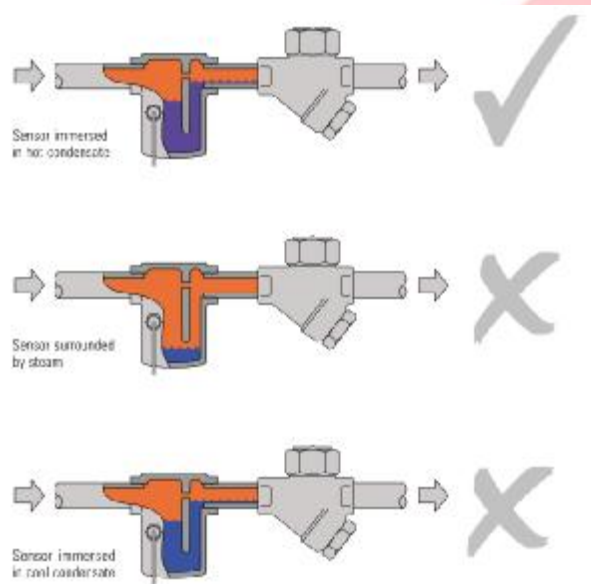
سنسور مستقر در این محفظه قادر به تشخیص وجود کندانس با استفاده از تکمیل یک مدار الکتریکی بکمک کندانس می باشد. یک نمایشگر قابل حمل به سنسور مذکور متصل شده و امکان نمایش وضعیت مدار (قطع بودن و یا وصل بودن) آن و در نتیجه وضعیت عبور کندانس را بدست می دهد. اگر تله معیوب و دارای نشتی بخار باشد ، محل نصب سنسور در داخل بخار قرار گرفته و مدار الکتریکی قطع خواهد شد و در نتیجه چراغ قرمز نشان دهنده تله بخار معیوب در روی مونیتر روشن خواهد شد . در صورت عملکرد مناسب تله بخار و تخلیه صحیح کندانس ، سنسور مذکور با کندانس داغ در تماس بوده و سیکل الکتریکی مربوط برقرار می گردد. در نتیجه چراغ سبز روی مونیتر روشن و وضعیت O.K را اعلام می دارد . اگر تله بخار مسدود شده باشد ، کندانس سرد شده و از آنجائیکه سنسور مذکور از نوع دمائی نیز می باشد ، با احساس افت دما نسبت به مقدار از پیش تعریف شده در کنترلر ، وضعیت خراب شدن تله بخار در حالت مسدود شدن را گزارش می نماید.



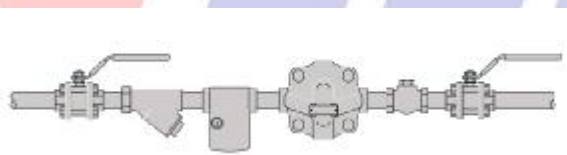
شکل 1: نحوه کار تله با سنسور تست داخلی



شکل 2: مونیتورینگ دستی، از راه دور و اتوماتیک با تله‌های دارای سنسور



شکل 3: نحوه کار محفظه‌های تست تله بصورت مجزا



شکل 4: نمونه نصب تله بخار با محفظه تست مجزا

### - نگهداری تله های بخار

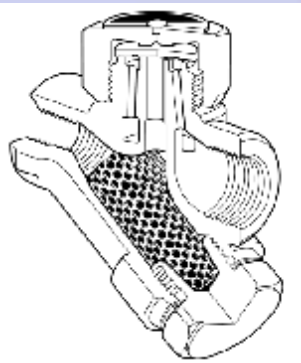
نگهداری معمول تله ها به نوع آنها وابسته است . بطور مثال تله بخار نوع **Balanced Pressure** دارای المان کپسولی داخلی هستند که براحتی تعویض می شوند . تعویض این کپسول طبق برنامه زمانی ( بطور مثال هر 3 سال یکبار ) ممکن است هزینه بر به نظر آید ، ولی با توجه به اتلافات احتمالی معمول در تله های بخار ، درصد نشستی بخار و مشکلات را به حداقل رسانده و سیستم در راندمان بالاتری به کار خود ادامه خواهد داد .

تعمیرات منظم که شامل تمیز کردن و استفاده مجدد از قطعات داخلی باشد از درصد اطمینان تله های بخار خواهد کاست . هر نوع تله بخاری بمرور زمان در اثر خستگی و فرسایش قطعات داخلی از کار خواهد افتاد . بنابراین تعویض قطعات معیوب باید در برنامه منظم تعمیرات تله های بخار دیده شود اگرچه هزینه بر بنظر می رسد .

### - تعویض قطعات

تعویض قطعات داخلی تله ها در اکثر موارد منجر به در اختیار داشتن یک تله بخار نو و کامل می گردد . معمولاً بدنه تله های بخار دارای عمر زیاد بوده و فقط قسمتهای داخلی در معرض فرسودگی ( با توجه به شرایط کاری ) هستند . تغییر و تعویض قطعات داخلی در تله های ترموستاتیک با پیچاندن یک پیچ گوشتی قابل انجام بوده و براحتی و با قابلیت اطمینان قابل استفاده مجدد هستند . ( در صورتیکه تعویض قطعات بدرستی و طبق دستورالعمل انجام شود ) .

در صورتیکه دیسک و یا سیت تله بخار ترمودینامیک خورده شود یا صدمه ببیند ، دیسک براحتی قابل تعویض خواهد بود و صدمه به قسمت سیت ممکن است با لایه برداری ملایم ( **Lapping** ) برطرف شود . تعویض سیت در برخی تله های فشار بالا ممکن ولی پیچیده است . همواره بهترین روش تعمیرات تله ها را ، از سازنده ها درخواست کنید تا مدارک فنی ، توصیه ها و قطعات یدکی مربوط را در اختیارتان بگذارند .



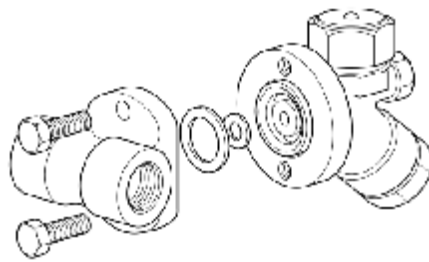
شکل 5: برش تله بخار ترمودینامیک با دیسک متحرک

طراحی تله های بخار فلوتری کوچک ، بطوری انجام گرفته است که براحتی می توان قسمتهای داخلی را بدون نیاز به باز کردن کل تله از روی لوله ، جدا نمود . در واقع قطعات داخلی متصل به انتهای تله بخار که از بدنه اصلی جدا است بوده و بدین طریق می توانند براحتی جهت تعمیرات به کارگاه مربوط منتقل شوند . این مزیت خصوصاً در مورد تله های با اتصال جوشی به لوله کندانس مفید و مشکل گشا است . مهمترین مشکل در تله های بخار فلوتری صدمه به توپک شناور است که نصب شیر یک طرفه در خروجی آنها ، امکان این صدمات در اثر ضربات چکش را به حداقل می رساند .

## - تعویض تله بخار

در برخی موارد ، مناسب تر است تا بجای تعویض قطعات ، کل تله بخار تعویض شود . در این موارد لازم است که تله بخار براحتی از خط جدا شود. اتصالات فلنجی غالباً بعنوان راه حلی مناسب هستند . البته باید توجه داشت که تله‌های بخار فلنجی گران تر از انواع دنده‌ای هستند و همچنین هزینه فلنج‌های متقابل نیز باید به هزینه اضافه شود .

راه حل جدید تر استفاده از اتصالات یونیورسال است. این اتصالات ، اجازه تعویض سریع تله‌های بخار ( در حد چند دقیقه ) را بدست می‌دهد . تله بخار شکل 6 بطور خاص جهت تعویض سریع ، طراحی و ساخت شده است . این قطعه از اتصالی که در روی خط لوله باقی مانده به همراه تله بخاری که با دو پیچ به روی آن وصل شده است ، تشکیل می‌شود . اتصالات می‌توانند دارای دو شیر قطع و وصل ، صافی ، شیرهای بلودان و ... نیز باشند .



شکل 6: اتصال مخصوص و تله بخار جهت تعویض سریع

## اتلافات انرژی در تله‌های بخار

متأسفانه بسیاری از مطالب موجود در این زمینه غالباً گمراه کننده و فقط بمنظور فروش نوع خاصی از تله توسط برخی سازنده‌ها است . در واقع هدف نهائی این نوع از متن‌ها ، تعویض یک تله با نوعی دیگر است که البته در پوشش ادعای کاهش اتلاف انرژی جلوگیری انجام می‌گیرد . واقعیت این است که در صورت تعویض یک تله بخار قدیمی با تله بخار جدیدتر ، در هر صورت مصرف بخار بعلت کم شدن نشستی کم خواهد شد ، ولی مشخص کننده هیچ مطلبی در مورد تله بخار قدیم یا جدید نیست . البته در بسیاری از موارد نیز تله‌های بخار نصب شده دارای مدل و یا قطر نادرست و یا عیوب اساسی و کیفیت نامناسب هستند که لزوم تعویض آنها با تله‌های بخار مناسب ( از کلیه جهات ) و از شرکت‌های معتبر ضروری است .

در مواردی نیز روش‌هایی جهت ثابت نمودن " اتلاف انرژی تله بخار " ابداع شده است . بسیاری از این آزمایشات در شرایط غیر واقعی " بدون کندانس " و بمنظور اغراق در مصرف انرژی در تله‌های بخار می‌باشد و یا مبنی صحیحی ندارند . از طرفی اتلافات انرژی تشعشعی در بدنه تله بخار حذف شده در حالیکه این اتلاف همیشه و با توجه با سایز و شکل بدنه رخ می‌دهد .

توضیحات فوق بدین منظور عنوان شد که بمنظور جلوگیری از گمراه شدن ، مصرف کنندگان باید بدقت ادعاهای مربوط را بررسی و از صحت روش‌های تست مطمئن باشند. بنابراین بهتر است که به انرژی مصرفی واقعی تله‌های بخار نگاهی بیاندازیم :

## - تله‌های بخار ترموستاتیک :

در شرایط طبیعی کاری ، تله‌های بخار ترموستاتیک کندانس را تا سرد شدن در دمای خاصی نگاه داشته و سپس تخلیه می‌کنند و بنابراین بخار معمولاً به قسمت سیت نرسیده و اتلافی وجود نخواهد داشت . با این حال، جمع شدن آب در پشت تله ممکن است به کاهش راندمان

سیستم منجر شود . در اثر عدم تخلیه سریع کندانس ممکن است زمان فرآیند افزایش یافته و یا به سطوح حرارتی مضاعفی نیاز باشد . در نتیجه بخار بیشتری استفاده می‌گردد اگر چه این مصرف بعنوان مصرف انرژی تله بخار نیست .

در برخی موارد با نصب لوله خنک کاری ، محفظه بخار خشک و عاری از کندانس می‌گردد . در این حالت اتلاف انرژی از طریق تشعشع در لوله خنک کاری و بدنه تله خواهد بود که بار کندانس را افزایش می‌دهد ولی در حالت عادی نباید هیچگونه جریان بخاری از داخل تله بخار وجود داشته باشد .

این وضعیت در شرایط "بدون بار (عاری از کندانس)" تغییر می‌کند . اتلاف حرارتی از بدنه تله ، کندانس دور المان را خنک کرده و آنرا باز می‌کند . حجم اندکی از کندانس تخلیه و سپس با بخار جایگزین می‌شود . با این وجود بعلت هیستریزیس مقداری از بخار نیز تخلیه می‌شود تا تله مجدداً بسته شود . تست آزمایشگاهی نشان دهنده اتلافی در حدود  $0.5 \text{ kg/h}$  است . در صورت سرد بودن دمای بیرون ، اتلاف حرارتی بدنه تله بیشتر شده و اتلاف بخار کمتر می‌شود . سعی در عایق کاری تله باعث تأخیر در باز شدن آن و جمع شدن کندانس در داخل مصرف کننده یا لوله بخار می‌شود و بنابراین عمل نادرستی می‌باشد .

#### - تله‌های بخار مکانیکی :

تله‌های بخار فلوتری مثال دیگری از حالتی هستند که شیر اصلی و سیت پر از آب بوده و بنابراین اتلاف بخاری وجود نخواهد داشت . این تله‌ها بدنه بزرگی داشته و اتلاف تشعشعی بیشتری دارند . شیر ترموستاتیک فوقانی تله که در فضای بخار قرار می‌گیرد فقط جهت تخلیه هوا باز شده و در بقیه موارد محکم و بدون نشستی بخار بسته می‌شود . این نوع تله می‌تواند عایق کاری شود تا از اتلافات حرارتی آن کاسته شود (بدون تغییر در شرایط کاری) . عایق کاری خصوصاً در شرایط هوای سرد خارجی و امکان انجماد تله در زمان خاموشی سیستم توصیه می‌شود .

تله‌های بخار سطلی در صورت ورود بخار بسته شده و تا زمانیکه بخار در زیر سطل موجود باشد ، باز نخواهد شد . در صورتیکه بار کندانس بسیار کم باشد ، بخار زیر سطل به آرامی از طریق سوراخ ریز بالای سطل به سمت بالای تله حرکت کرده و در موقع باز شدن تله به بیرون تخلیه می‌شود . تست آزمایشگاهی نشستی بخار  $0.5 \text{ kg/h}$  جهت تله بخار  $1/2"$  و در شرایط بار کندانس بسیار کم را نشان می‌دهد . اتلافات تشعشع بدنه می‌تواند بیشتر بوده و برخا عایق کاری تله پیشنهاد می‌شود .

#### - تله‌های بخار ترمودینامیکی :

به این نوع تله در زمینه اتلاف انرژی توجه خاصی شده است . کارکرد تله بسته به کندانس ورودی در دمای بخار دارد که منجر به تولید بخار فلاش و بسته شدن تله می‌شود . این امر توسط کندانس ورودی به تله رخ داده و در نتیجه هیچ گاه بخار به شیر خروجی نخواهد رسید . تله بخار در اثر کندانس شدن بخار موجود در کلاهک بصورت سیکلی باز و بسته می‌شود .

در شرایط "بدون بار" یعنی وقتی کندانس موجود فقط در اثر اتلاف حرارتی از تله و لوله ورودی تشکیل شود ، کندانس ورودی از طریق تله تخلیه شده که نیاز به مقدار کمی از بخار جهت بسته شدن مجدد تله خواهد بود (بسته به شرایط محیط) . این اتلاف حداکثر  $0.5 \text{ kg/hr}$  بوده و در هوای سرد می‌تواند دو برابر شود . بطور معکوس ، با نصب کلاهک عایق کاری اتلاف حاصل مجدداً نصف می‌گردد .

مهم است که به خاطر داشته باشیم، این اتلافات در شرایط واقعی عملکرد تله های بخار در محیطهای کاری (زمانیکه حداقل مقدار کمی کندانس به تله بخار می‌رسد) ، ناپدید شده و در حالیکه با توجه به اندازه کوچک تله بخار ترمودینامیک اتلافات حرارتی تشعشعی آن نیز حداقل است. آزمایشات نشان می‌دهد این اتلاف حداکثر 0.25 kg/hr است که در حدود 1/4 اتلاف تله بخار نوع سطلی است.

در برخی از این آزمایشات نیز از دمای محیط 45 C- استفاده شده که کاملاً غیر معمول است. بنابراین باید به اطلاعات نادرست برخی از منابع دقت نمود و با دید باز نسبت به تصمیم‌گیری جهت تعویض تله های بخار اقدام کرد.

## مقایسات :

مشخص کردن نیاز انرژی تله‌های بخار ساده نیست. تنها در صورت کارکرد تله در شرایط " بدون بار " امکان عبور انرژی و بخار از داخل تله وجود دارد. شکل دیگر اتلاف از طریق بدنه است که در برخی از تله‌ها با عایق کاری قابل کاهش است.

جدول 2 نشان دهنده خلاصه نیازمندی انرژی تله های بخار با قطر "1/2" و در فشار 5barg است. از آنجائیکه اندازه و فیزیک تله‌ها و عملکرد آنها متفاوت است، این جدول بصورت عمومی می‌باشد.

	شرایط عاری از کندانس (کاملاً آزمایشگاهی)			وجود کندانس بمیزان طبیعی (شرایط واقعی)		
	از داخل تله	از بدنه تله	کل	از داخل تله	از بدنه تله	کل
Thermostatic	0.50	0.50	1.00	0	0.50	0.50
Float	0	1.40	1.40	0	1.40	1.40
Inverted bucket	0.50	1.20	1.70	0	1.20	1.20
Thermodynamic	0.50	0.25	0.75	0	0.25	0.25

استاندارد بین المللی ISO 7841 سال 1988 و استاندارد اروپایی CEN 27841 سال 1991 که نشان دهنده اتلافات بخار از تله های بخار می باشد نشان دهنده روش مطمئن و دقیق جهت تست نشستی بخار از تله ها است. تولیدات هر سازنده ای که تست تله های بخار را مطابق این روش انجام ندهد باید مورد شک قرار گرفته و با احتیاط مورد استفاده قرار گیرد.

## جدول 2: مصرف انرژی تله‌های بخار بر حسب Kg/hr بخار

منظور از جدول فوق این نیست که یک نوع تله مؤثر تر از تله دیگر است و فقط نشان دهنده حداقل انرژی مصرفی تله‌های بخار است. توجه به این نکته مهم است که اتلافات واقعی و زیاد بخار در نتیجه خراب بودن تله و یا مناسب نبودن مدل و اندازه و کیفیت آن ایجاد خواهد شد. بنابراین مهمترین عوامل مؤثر در جهت افزایش راندمان سیستم ترپینگ، انتخاب صحیح، نصب مناسب و بازرسی و نگهداری مستمر بمنظور اطمینان از کارکرد صحیح تله های بخار است.

علاقمندان جهت دریافت اطلاعات بیشتر یا مراجع اصلی این مقاله می‌توانند با شرکت پارس جم به شماره تلفن های 88708223,24 یا پست الکترونیکی [info@pars-jam.com](mailto:info@pars-jam.com) تماس حاصل فرمایند.