

تبیین استراتژی بهینه‌سازی مصرف انرژی مبتنی بر روش‌های تعمیر و نگهداری در سیستم‌های بخار

علی میران بیگی^۱، محمد میران بیگی^۲

^۱ کارشناس مهندسی مکانیک، شرکت گاز استان تهران a.miranbeigi@gmail.com
^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده برق دانشگاه علم و صنعت ایران m.miranbeigi@gmail.com

چکیده

نمی‌باشد. بنابراین به منظور دفع سریع چگالیده و خروج هوا و گازهای غیر قابل تقطیر و نیز جلوگیری از خروج بخار بدون دست دادن تمامی گرمای نهان، به کارگیری وسیله ای به نام تله بخار لازم می‌آید. با توجه به جایگاه ویژه تله بخار، انتظار می‌رود الگویی فنی، علمی و عملیاتی با محوریت تعمیر و نگهداری مناسب تله بخار تهیه گردد.

سیستم توزیع بخار

سیستم توزیع بخار حلقه اتصال مابین منبع مرکزی تولید بخار و محل مصرف آن می‌باشد. بخار می‌تواند بوسیله دستگاه بویلر یا در یک نیروگاه تولید گردد. این منابع باید بخار مورد نیاز را به مقدار و فشار مورد نظر تأمین نموده و این کار بایستی با حداقل اتلاف حرارت و انرژی و مراقبت‌های لازم باشد.

در آغاز نیاز به آشنایی با سیستم چرخه بخار است که همان شناخت بخار و حلقه کندانس آن می‌باشد. جریان بخار در یک مدار متناسب با میزان کندانسی است که در مدار موجب افت فشار گشته و موجب تأثیر در جریان بخار درون خطوط لوله‌ها می‌گردد. بخار تولید شده در بویلر از طریق خطوط لوله به نقطه‌ای که انرژی حرارتی آن مورد نیاز است انتقال می‌یابد. این انتقال در یک یا چند خط اصلی در جهت‌های مختلف به سمت واحدهایی است که از بخار استفاده می‌کنند، سپس لوله‌هایی با سایز کوچک‌تر بخار را به قسمت‌های مختلف دستگاه‌ها می‌رسانند. زمانی که شیر اصلی بویلر (شیر خروجی بخار) باز می‌شود، بخار به سرعت از بویلر خارج شده و در خطوط اصلی حرکت می‌کند. به علت سرد بودن خطوط لوله، حرارت آن به بدنه لوله‌ها انتقال می‌یابد و چون هوای اطراف لوله‌ها از بخار سردتر می‌باشد، خطوط لوله حرارت خود را به محیط انتقال می‌دهند. با انتقال گرمای بخار به سمت محیط، بخار به سرعت کندانس می‌گردد [۱].

در ابتدای راه‌اندازی سیستم مقدار کندانس بسیار زیادتر از بخاری است که خطوط را گرم می‌کند و این بار راه‌اندازی^۱ نامیده می‌شود. وقتی که خطوط لوله گرم شدند، عمل کندانس بخار در خطوط همزمان با انتقال گرمای لوله‌ها به محیط اطراف ادامه می‌یابد که با نام بار کارکرد^۲ شناخته می‌شود [۲ و ۳].

با توجه به جایگاه ویژه تله بخار در سیستم‌های بخار، انتظار می‌رود روش مناسبی با محوریت تعمیر و نگهداری مناسب تله بخار تهیه گردد، چرا که هنوز در بسیاری از پروژه‌های تاسیساتی، تله بخار بی‌قاعده و قانون انتخاب می‌شود. از اینرو تاکنون پژوهش‌های گوناگونی برای جبران این ضعف عمده در صنعت تاسیسات پیشنهاد شده است. تله بخار با عملکردی همچون شیر خودکار، از سویی مانع فرار بخار و ورود آن به خط برگشت می‌شود و از سویی دیگر امکان دفع سریع چگالیده و خروج هوا را فراهم می‌سازد. بدین منظور روش‌های کارآمد تعمیر و نگهداری تله بخار به منظور کاهش مصرف انرژی در سیستم‌های بخار در این پژوهش مطرح می‌شوند.

کلمات کلیدی: تله بخار، سیستم بخار، تعمیر و نگهداری

مقدمه

توجه به ضرورت حفظ منابع و صرفه جویی در مصرف انرژی در صنایع امروز جهان نیاز روزافزونی را به ارائه روش‌های مختلف برای حفظ انرژی ایجاد کرده است که جلوگیری از ضایعات محصول نیز به عنوان گرایشی در این روند از توجه خاصی برخوردار می‌باشد.

وجود هوا و سایر گازهای غیر قابل تقطیر نظیر دی‌اکسید کربن، مانع از پر شدن شبکه توسط بخار و جریان طبیعی آن می‌گردند و پیامدهای ناخوشایندی، چون کندی انتقال حرارت، اختلال در حرکت چگالیده و افزایش خوردگی را به همراه دارند. اما وجود آب را باید پذیرفت زیرا تمامی فرایندها شدن گرمای نهان و بهره‌برداری از آن در گرو تبدیل بخار به آب است. تنها نکته مهم، رعایت حریم جریان هر یک از این دو سیال در خطوط و معابر ویژه خود است. آمیختگی هرچه بیشتر بخار و آب در هر یک از خطوط رفت و برگشت نتایج نامطلوبی مانند ضربات قوچ، کاهش اختلاف فشار، کاهش ظرفیت مبدل‌ها، افزایش خوردگی و در نهایت اتلاف انرژی و سرمایه را به دنبال دارد. بنابراین هر اندازه این دو از هم دور باشند، شرایط بهتری بر سیستم حاکم خواهد شد.

وظیفه بخار پس از عبور از وسایل تبادل حرارت، با از دست دادن گرمای نهان به پایان می‌رسد و از نظر تئوریک در این مرحله باید بخار به آب تبدیل شده باشد، اما همواره چنین نیست، در اغلب اوقات و بنا به دلایل متعدد بخشی از بخار بدون تغییر حالت مبدل را ترک می‌کند و در مسیر خط برگشت قرار می‌گیرد که این امر قطع نظر از تبعات نامطلوب فیزیکی از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه

^۱ Starting Load

^۲ Runing Load

کندانسه بوجود آمده در سطح پائین لوله‌ها جمع شده و به همراه جریان بخار و با نیروی ثقلی در شیب لوله در جهت جریان حرکت می‌کند. در این حالت کندانسه باید از پائین‌ترین نقطه خط لوله بخار تولید گردد. با باز شدن یک شیر روی خط بخار که به مصرف‌کننده بخار متصل است بخار از سیستم توزیع (خطوط لوله) خارج شده و وارد دستگاه می‌گردد و مجدداً در تماس با سطوح سردتر از خود قرار می‌گیرد. بخار، بخشی از انرژی خود را جهت گرم کردن تجهیزات از دست می‌دهد (بار راه‌اندازی) و انتقال حرارت خود را در فرایند کار ادامه می‌دهد (با کارکرد) سپس به صورت کندانسه وارد لوله آب کندانسه می‌گردد [۴].

تله بخار، تعمیر و نگهداری

تله بخار با عملکردی همچون شیر خودکار، از سویی مانع فرار بخار و ورود آن به خط برگشت می‌شود و از سویی دیگر امکان دفع سریع چگالیده و خروج هوا را فراهم می‌سازد. از این نظر می‌توان تله بخار با مرزی بین خط رفت و برگشت و نقطه عطفی در سیستم بخار دانست، به عبارت دیگر تله مکانی است برای پایان قطعی جریان بخار.

هدف اصلی و مهمترین دلیل به کارگیری تله بخارها با ساختارهای گوناگون و عملکردهای متنوع، استفاده بهینه از گرمای نهان و حفظ انرژی است. بر این اساس دقت نظر در تعیین نوع و ظرفیت تله بخارها تاثیر مستقیم و غیر قابل انکاری بر ساز و کار کلی سیستم از منظر اقتصادی دارد. سهل انگاری به هنگام محاسبه، طراحی نادرست و انتخاب نامناسب تله بخار و نیز عدم راهبری مدبرانه، سالانه زیان‌های مالی بسیاری را بر صاحبان صنایع و تاسیسات حرارتی تحمیل می‌کند که متأسفانه به دلیل تدریجی بودن آن از نظرها پنهان می‌ماند. برای آگاهی بیشتر بهتر است به جدول ۱ توجه شود.

جدول ۱: هزینه انرژی بواسطه نشتی از تله

اندازه اوریفیس بر حسب اینچ	بخار هدررفته (lbs/month)	کل هزینه در ماه	کل هزینه در سال
1/2	835,000	\$4,175,00	\$50,100,00
7/16	637,000	3,185,00	38,220,00
3/8	470,000	2,350,00	28,200,00
5/16	325,000	1,625,00	19,500,00
1/4	210,000	1,050,00	12,600,00
3/16	117,000	585,00	7,020,00
1/8	52,000	262,50	3,150,00

از دیدگاهی دیگر می‌توان تله‌ها را نبض سیستم بخار قلمداد نمود، زیرا آزمون و تعمیر و نگهداری آنها یکی از روشهای موثر برای ارزیابی کیفیت عملکرد شبکه توزیع و چگونگی انتقال حرارت است [۳و۵].

با توجه به موارد گفته شده، عیب یابی و تعمیر و نگهداری تله‌های بخار، جهت کاهش مصرف انرژی در صنایع مختلف و به خصوص

صنایع نفت و گاز، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. همچنین یکی از پارامترهایی که یک سیستم بخار باید در مقابل آن محافظت شود، آزمون تله‌های بخار است.

به طور کلی ارزیابی کارکرد تله‌بخار اساساً بستگی به جواب دادن دو سؤال زیر دارد: یکی اینکه، تله درست کار می‌کند یا خیر، و دیگر اینکه اگر درست کار نمی‌کند، تله بخار در موقعیت باز یا بسته معیوب شده است؟ تله‌هایی که در موقعیت باز معیوب شده‌اند، باعث اتلاف انرژی می‌شوند. در نتیجه اتلاف قابل توجه اقتصادی خواهیم داشت و به طور کلی افزایش هزینه‌های بویلر، عامل غیر مستقیمی است که روی کاهش راندمان حرارتی اثر دارد. اما تله‌هایی که در موقعیت بسته معیوب شده‌اند، ظرفیت حرارتی را کاهش قابل توجهی می‌دهند و باعث آسیب روی تجهیزات حرارتی می‌شوند [۲و۶].

عواملی که در سیستم‌های حرارتی باعث خراب شدن تله‌بخار می‌شوند:

- غیر نرمال بودن سیستم گرمایش بویلر
- دریافت بخار از سیستم دریافت کننده آب مقطر
- خرابی ناپهنگام پمپ تغذیه آب مقطر
- حفظ اختلاف فشار در عملیات بویلر
- آزمون پمپ در خطوط برگشت آب مقطر جهت جلوگیری از پدیده ضربه قوچ

- وجود بخار در خطوط آب مقطر
- مساوی بودن درجه حرارت در لوله ورودی و خروجی تله بخار
- نصب غیر صحیح تله‌های بخار نیز یکی از عوامل مهمی است که در اتلاف انرژی حرارتی تأثیر دارد، لذا باید در نصب تله‌های بخار دقت کافی را انجام داد، در پارامترهای زیر نکات مهم در نصب انواع تله‌های بخار شرح داده شده است:
- نصب تله‌بخار باید به گونه‌ای باشد که مسئله قطع شدن بخار و ایجاد حبس هوا محسوس نباشد.

- تمام تله‌های بخار باید توسط تخلیه کن نگهداری شوند و لذا لازم است که در لوله کشی قبل از نصب تله‌بخار، تخلیه‌کن نصب شده باشد.

- در تله بخارهای ترمودینامیکی باید از فشار پائین در ورود و از فشار بالا در خروج جلوگیری کرد.

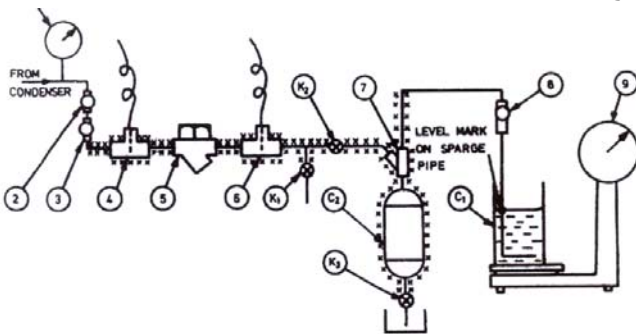
- در موقعی که از تله‌بخار در سیستم مافوق گرم استفاده می‌شود، لازم است که حتماً از چک والو استفاده شود، همچنین در جایی که مقدار بار یا فشار پائین است، باید از نشت بخار از تله جلوگیری نمود.
- تله‌های بخار حتی‌الامکان نزدیک و پائین‌تر از دستگاه مصرف‌کننده بخار نصب گردد.

- قطر لوله ورودی تله بخار حداقل باید هم اندازه دهانه ورودی تله بخار انتخاب گردد.

- قطر لوله خروجی تله بخار در صورتی که طول لوله تخلیه کمتر از ۱/۵ متر باشد، باید هم اندازه دهانه خروجی تله بخار باشد و در غیر این صورت از لوله با قطر بیش‌تر استفاده شود.

- در صورتی که چندین تله بخار به یک لوله تخلیه متصل باشند،

بخار را معرفی نمائیم. در شکل ۱ یک خط آزمودن برای انواع تله های بخار نشان داده شده است، در این خط آزمودن، تله های بخار در جایی قرار داده می شوند که بار آب مقطر در حدود ۱۰ کیلوگرم در ساعت باشد. هر چه میزان تخلیه آب مقطر در تله های بخار بیشتر باشد، در واقع اتلاف انرژی حرارتی در آنها بیشتر کاهش خواهد یافت. در این روش برای تله بخارهای ترمودینامیکی از عایق روی کپسول استفاده نمی شود. در این آزمودن که روی انواع تله بخارهای نو انجام شد، نشان داد که اتلاف انرژی حرارتی در تله بخارهای حرارتی نسبت به سایر تله های بخار کمتر است. بین تله بخارهای ترمودینامیکی و سطلی وارونه اختلاف کمی در میزان اتلاف انرژی وجود دارد، اما اختلاف آنها با تله بخارهای توپی شناوری کمی بیشتر است، اما در تله بخارهای توپی شناوری توانایی برای تخلیه هوا زیاد است.



شکل ۱: خط آزمودن انواع تله های بخار برای اندازه گیری اتلاف بخار

- (۱) گیج فشار در بالای جریان
- (۲ و ۳) عدسی های چشمی جهت بازرسی خط
- (۴ و ۶) ترموکوپل های نصب شده در طرفین تله بخار
- (۵) مکان نصب تله بخار (در شکل تله بخار ترمودینامیکی)
- (۷) سه راهی استفاده شده
- (۸) عدسی چشمی جهت بازرسی خط
- (۹) باسکول جهت وزن کشتی میزان اتلاف بخار (۳۰ - ۰ کیلوگرم)
- (C₁) تانک جهت ذخیره ترشح بخار یا بخار زنده
- (C₂) تانک جهت جمع آوری آب مقطر
- (K₁, K₂, K₃) استفاده از شیرهای قطع و وصل (شیرهای سماوری)

نتایج به دست آمده از خط آزمودن بالا برای انواع تله بخارها، در جدول ۳ نوشته شده است، که در انتخاب تله های بخار کمک فراوانی می کند. اما تله هایی که در این خط مورد آزمودن قرار می گیرند، باید در آزمودن واقعی نیز قرار داده شوند، این بدین معناست که ممکن است تله ای که در این خط کمترین اتلاف انرژی را از خود نشان داده باشد، در یک مکان نامناسب کاملاً برعکس عمل نماید.

سه روش اصلی: الکترونیکی، اندازه گیری درجه حرارت و بازرسی چشمی و صوتی برای آزمودن تله های بخار مرسوم هستند. روش الکترونیکی بیشتر برای تله بخارهای سطلی وارونه کاربرد دارد و مزیت اصلی این دستگاهها کاهش زمان احتیاجی برای آزمودن تله های بخار می باشد. روش اندازه گیری درجه حرارت برای تعیین

بایستی لوله فوق قادر به تخلیه همزمان کلیه تله های بخار باشد.
- جهت ورودی و خروجی که روی تله آورده شده است باید در نصب کاملاً رعایت شود.

- قبل از نصب تله بخار باید از طریق شیر تخلیه، اکسید فلزات، براده ها و جرم های موجود در مسیر را تخلیه کرد.

علت نشت بخار در تله های بخار را می توان به یکی از عوامل زیر ربط داد:

- ماندن اشغال زیر در پیچه خروجی
- عدم آب بندی کامل در پیچه تله بخار
- کافی نبودن اختلاف فشار در لوله های ورودی و خروجی در تله های بخار ترمودینامیکی

- گرفتگی صافی در تله بخارهای ترمودینامیکی
- خرابی ترموستات تخلیه هوا و تله های بخار مجهز به ترموستات و خرابی بلوز در تله بخارهای فانوس و انبساطی

با توجه به مواردی که در مورد عیب یابی و نیز موارد نصب شرح داده شد، ضرورت نگهداری تله های بخار کاملاً ضروری می رسد، در این موارد می توان با استفاده از نرم افزار مناسب، کار تعمیر و نگهداری تله های بخار یک واحد صنعتی را انجام داد.

آزمودن تله های بخار

با دقت در هزینه های ناشی از اتلاف انرژی در تله های بخار، پی به اهمیت دانستن روش های آزمودن تله های بخار خواهیم برد. با توجه به نوع عملیاتی که هر نوع از تله های بخار انجام می دهند، باید بهترین روش آزمودن را برای آنها مشخص کرد. تعداد دفعاتی که در هر سال لازم است تله های بخار را مورد آزمودن قرار داد، بستگی به نوع عملیاتی که تله در آن استفاده شده است و نیز فشار کاری دارد، در جدول ۲ این دفعات ذکر شده است.

جدول ۲: تعداد آزمودن تله های بخار در یک سال

کاربرد	کاربرد	کاربرد	کاربرد	کاربرد
سیستم های فرآیندی	کویلها	خطوط حافظ	خطوط اصلی	عملیات (psig)
۳	۲	۱	۱	۰-۱۰۰
۳	۲	۲	۲	۱۰۱-۲۵۰
۴	۳	۲	۲	۲۵۱-۴۵۰
۱۲	۴	۳	۳	۴۵۱ و بالاتر

در این بخش قصد داریم با بیان یک خط آزمودن جهت آزمودن انواع تله های بخار، بهترین روشهای آزمودن برای هر نوع از تله های

سرد بودن یا گرم بودن تله بخار بهتر است استفاده شود، اما این روش دقت کافی را ندارد، لذا در کاربردهای صنعتی از روش‌های دیگر جهت اطمینان از نحوه کارکرد تله بخار استفاده می‌شود. در روش بازرسی چشمی، خروجی تله بخار که بخار زنده و یا ترشح بخار^۳ می‌باشد را می‌توان تشخیص داد.

جدول ۳: متوسط اتلاف بخار از انواع تله‌های بخار با قطر نیم اینچ

نوع تله بخار	متوسط اتلاف بخار (کیلوگرم بر ساعت)	متوسط اتلاف بخار (کیلوگرم بر ساعت)
	در فشار ۳.۴ بار	در فشار ۱۰.۳ بار
ترمودینامیکی	۰,۳۱	۰,۳۶
تویی شناوری	۰,۴۵	۰,۴۹
سطلی وارونه	۰,۳	۰,۳۹
فانوسی	۰,۱۶	۰,۱۸
بی متالیک	۰,۱۹	۰,۲۱

تخلیه متناوب آب مقطر در تله‌های بخار سطلی وارونه با تمام ظرفیت انجام می‌شود و سپس قطع می‌گردد. قطع و وصل تخلیه آب مقطر در این تله‌ها می‌تواند دیده یا شنیده شود و علاوه بر آن معلق بودن سطل باعث شده است که در مقابل، صدای تق تق اهرم در برابر محفظه خروجی شنیده نشود، لذا این عامل باعث خرابی تله نمی‌گردد. بهترین روش جهت آزمون این نوع تله‌های بخار، روش الکترونیکی پیشنهاد شده است. تله‌بخارهای حرارتی به سه نوع بلوزی، انبساطی و بی‌متالیک تقسیم می‌شوند و خصوصیات عملکرد و روش‌های آزمون برای هر سه نوع اساساً مشابه می‌باشد. صدایی که از خروج ترشح بخار در این تله‌ها شنیده می‌شود به شدت خش خش می‌کند، در حالی که اگر بخار زنده تخلیه نمایند صدا شدت زیادی پیدا می‌کند و لذا قابل تشخیص خواهد بود. البته در بین روش‌های آزمون تله بخار تشخیص بین ترشح بخار و بخار زنده سخت‌ترین است و این روش به مهارت کارگر تعمیرات بر می‌گردد. تله‌های بخار تویی شناوری اکثراً دارای یک دریچه ترموستات جهت تخلیه هوا می‌باشند، خروج هوا در هنگام عملکرد این تله‌های بخار با صدای تق تق همراه است و اگر تله عیب بازماندن را داشته باشد صدای تخلیه از حالت عادی شدیدتر می‌شود. به دلیل جلوگیری از ایجاد عیب بازماندن در این تله‌های بخار است که دریچه تخلیه آب مقطر در پائین تله‌ها قرار داد می‌شود. روش آزمون این تله‌های بخار در واقع به مهارت تشخیص صدای بین ترشح و بخار زنده عبوری از این تله‌ها بر می‌گردد. در این تله‌ها همواره باید میزان معینی آب مقطر وجود داشته باشد، زیرا در غیر این صورت تله بخار درست کار نمی‌کند. استفاده از روش بازرسی چشمی به کمک عدسی چشمی نیز در این

^۳ Flash Steam

نوع تله‌های بخار کمک فراوانی به آزمون آن‌ها می‌کند.

سیکل عملیاتی تله‌های بخار ترمودینامیکی صدا دار می‌باشد، لذا بهترین روش جهت آزمون این تله‌های بخار روش آزمون صدا می‌باشد. بهترین نرخ عملکرد تله بخارهای ترمودینامیکی ۲۰-۱۵ بار در دقیقه می‌باشد، اگر این سیکل بیش‌تر از حد فوق باشد در واقع تله، بخار زنده را خارج می‌سازد.

در صورتی که سیستم طوری طراحی شده باشد که چند تله بخار ترمودینامیکی دارای یک مکان جهت برگشت آب مقطر باشند، پیدا نمودن تله بخار معیوب بسیار مشکل خواهد بود. اگر یکی از تله‌ها معیوب باشد، فشار برگشت آب مقطر موجب خرابی سایر تله‌ها می‌شود.

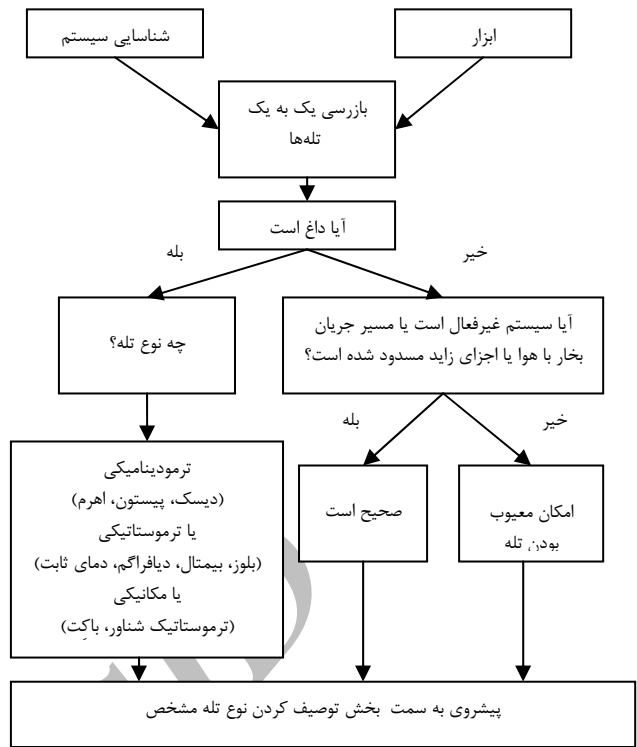
در مورد تله بخارهای ترمودینامیکی به دلیل آن که عملکرد همراه با صدا می‌باشد می‌توان این تله‌ها را به کمک نرم افزار Ulead Media studio pro 5 مورد بررسی قرار داد. در این آزمون که به کمک همین نرم افزار انجام شد، صدای چندین تله بخار ترمودینامیکی در محیط واقعی روی نوار ذخیره و پس از تبدیل به فایل، پروفیل صداها رسم شد. با مقایسه پروفیل صداها به این نتیجه رسیدیم که تله بخارهای ترمودینامیکی نو و کار نکرده دارای سیکل عملیاتی ۲۰ تا ۱۵ بار در دقیقه می‌باشند. اما در مورد تله‌های معیوب که خیلی سریع عمل می‌کردند وضعیت کاملاً متفاوت بود، به کمک این نرم‌افزار گراف صدای تله بخارهای معیوب را به دست آورده و با تله‌های نو مقایسه نمودیم. تله بخارهای معیوب که خیلی سریع عمل می‌کردند در واقع دارای عیب بازماندن بودند و این تله‌ها میزان نشت بخار زیادی داشتند.

ترسیم درخت تصمیم‌گیری تعمیر و نگهداری تله‌های بخار

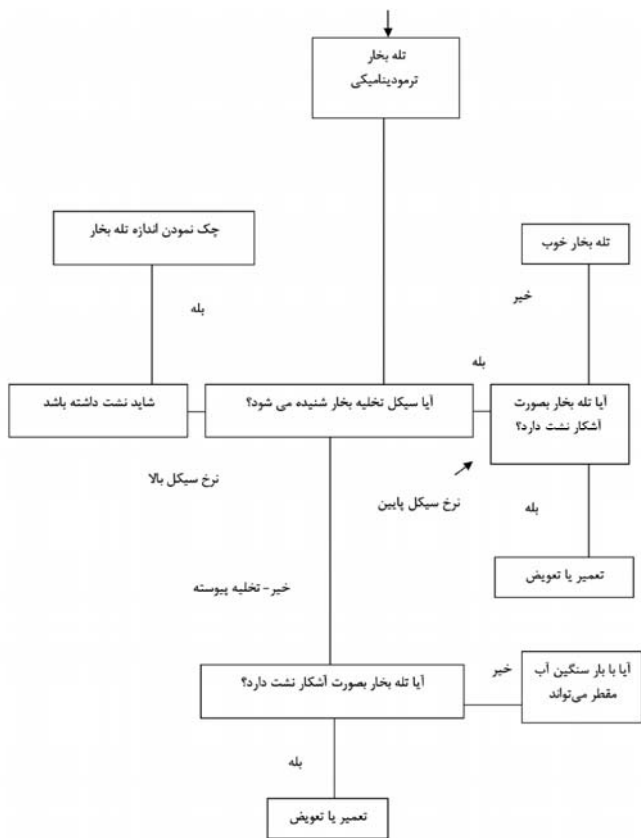
به طور کلی با استفاده از یک روش منحصر بفرد می‌توان به این نتیجه رسید که آیا تله بخار نصب شده در یک خط بخار جهت ادامه سرویس دهی سالم است یا اینکه نیز به تعمیر دارد، و یا اینکه باید تعویض شود. به علت کثرت و تنوع تله‌های بخار، الگوی تصمیم‌گیری شامل یکسری سوالات اساسی است.

به طور خلاصه با توجه به شکل ۲ در قدم اول باید شناخت کلی از سیستم و همچنین عملکرد تله بخار داشته باشیم و در کنار آن از ابزارهای سه‌گانه بررسی تله‌های بخار شامل اندازه‌گیری دما، صوت و مشاهدات استفاده کنیم.

با استفاده از این دو ابزار با یک سوال اساسی مواجه می‌شویم که آیا تله بخار داغ است یا سرد. اگر تله بخار سرد باشد، باید نوع تله بخار را مورد بررسی قرار دهیم. بعد از شناسایی نوع تله بخار، باید سلامت هریک از قطعات تشکیل دهنده را بررسی کنیم. حال اگر تله بخار سرد باشد، باید بررسی کنیم، که آیا سیستم غیرفعال است یا اینکه مسیر جریان بخار بوسیله هوا یا اجزای زاید مسدود شده است، که اگر اینگونه باشد، شکل صحیح حدس زده شده است. در غیر اینصورت سیستم دچار نقیصه است.



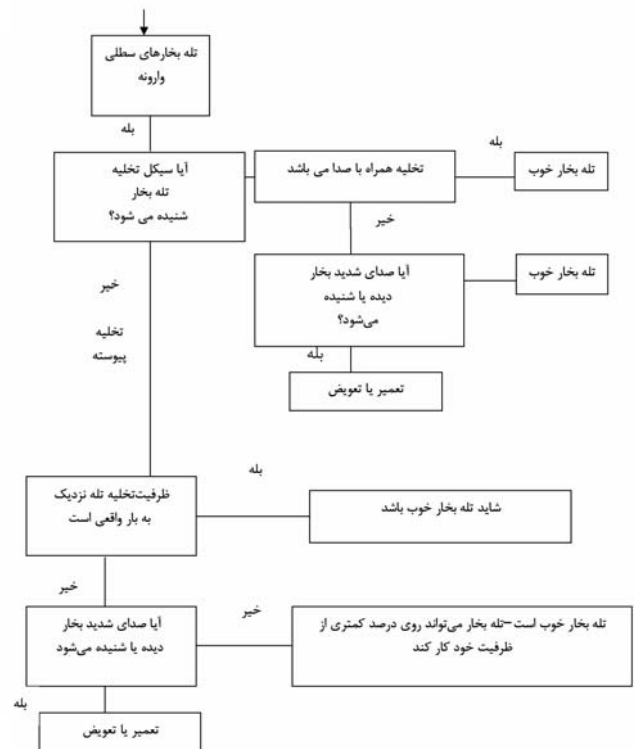
شکل ۲: درخت تصمیم‌گیری تعمیر و نگهداری تله‌های بخار



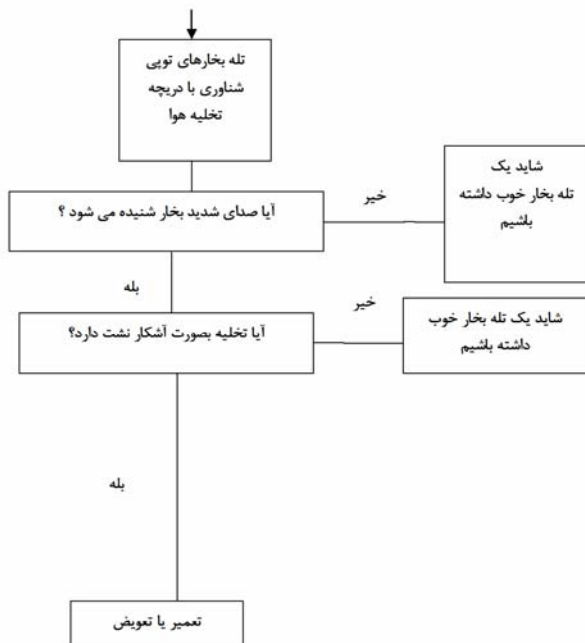
شکل ۴: برنامه نگهداری تله بخارهای ترمودینامیکی

برنامه تعمیرات و نگهداری تله های بخار

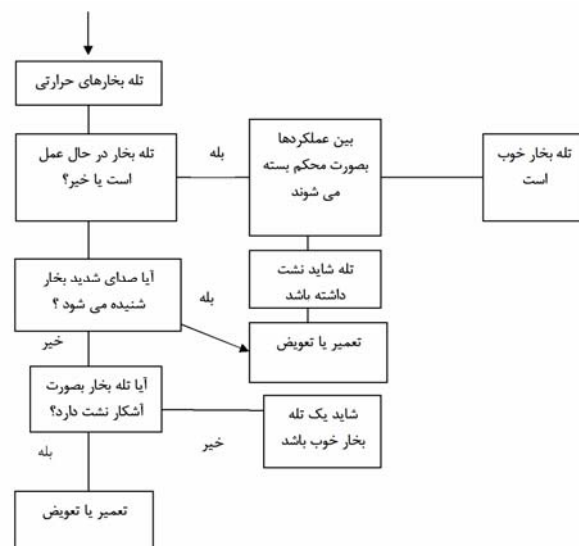
برای سهولت در تعمیرات و نگهداری تله های بخار، برنامه تعمیرات و نگهداری تله‌های بخار، به صورت فلوجارت‌هایی قابل مشاهده است. این برنامه‌ها با همان روش‌های آزمودن و به صورت مرحله‌ای است.



شکل ۳: برنامه نگهداری تله بخارهای سطحی وارونه



شکل ۵: برنامه نگهداری تله بخارهای توپی شناوری



شکل ۶: برنامه نگهداری تله بخارهای حرارتی

نتیجه گیری

توجه به ضرورت حفظ منابع و صرفه جویی در مصرف انرژی در صنایع امروز جهان نیاز روزافزونی را به ارائه روش های مختلف برای حفظ انرژی ایجاد کرده است که جلوگیری از ضایعات محصول نیز به عنوان گرایشی در این روند از توجه خاصی برخوردار می باشد. با توجه به جایگاه ویژه تله بخار در صنایع گوناگون به ویژه نفت و گاز و تهویه مطبوع، انتظار می رود الگویی فنی، علمی و عملیاتی با محوریت انتخاب و نگهداری مناسب تله بخار تهیه گردد. هدف اصلی و مهمترین دلیل به کارگیری تله بخارها با ساختارهای گوناگون و عملکردهای متنوع، استفاده بهینه از گرمای نهان و حفظ انرژی است. در نتیجه اگر فرایند انتخاب و نگهداری تله بخار به درستی انجام شود مقادیر زیادی صرفه جویی مالی و ریالی به همراه خواهد داشت. بررسی های انجام شده در چند مورد پیاده سازی عملی الگوریتم های تعمیر و نگهداری تله های بخار در صنایع گوناگون همچون سیستم های تهویه مطبوع، نشان از بازدهی بالای این الگوریتم ها در صرفه جویی انرژی دارد.

مراجع

- [1]- *Steam Distribution*, Spirax sarco, Inc.
- [2]- F. McCuley, J., *The Steam Trap Handbook*, Fairmont Press Inc, 1995.
- [3]- Collins, T., Parker, S.A., and Brown, T., "Steam Trap Performance Assessment", *Federal technology alerts*, The U.S. Department of Energy. 2003.
- [4]- Fredric, A., Hooper J., Roland, R., Gillete, D., "Comparison of Three Preventive Maintenance Strategies for Steam Trap Systems", *District Energy Association*, Portland, Oregon, June 1994.
- [5]- Schenck, H., *Theories of Engineering Experiment*, McGraw-Hill Book Co., 1972.