

ممیزی مصرف انرژی در صنعت نساجی

فهرست

صفحه	عنوان
۹	فصل اول: نگرشی بر صنعت نساجی در دنیا و ایران
۹	۱-۱. تاریخچه صنعت نساجی در جهان
۱۰	۲-۱. تاریخچه صنعت نساجی در ایران
۱۰	۳-۱. صادرات و واردات در صنعت نساجی
۱۳	فصل دوم: مروری بر مصرف انرژی در صنعت نساجی جهان و ایران
۱۴	۱-۲. مصرف انرژی در صنعت نساجی دنیا
۱۵	۲-۲. نقش بخش های مختلف صنعت نساجی در مصرف انرژی دنیا
۱۶	۳-۲. مصرف حامل های مختلف انرژی در صنعت نساجی در دنیا
۱۷	۴-۲. مصرف انرژی در صنعت نساجی ایران
۱۹	۵-۲. نقش بخش های مختلف صنعت نساجی در مصرف انرژی در ایران
۲۰	۶-۲. پتانسیل صرفه جویی مصرف انرژی در صنعت نساجی ایران
۲۱	فصل سوم: فرآیند تولید کارخانه نساجی
۲۱	۱-۳. فرآیند عمومی تولید در صنعت نساجی
۲۲	۲-۳. فرآیند تولید واحد ریسندگی
۲۲	۱-۲-۳. حلاجی
۲۳	۲-۲-۳. کاردینگ
۲۴	۳-۲-۳. کشش یا چند لاکنی
۲۴	۴-۲-۳. سیستم ریسندگی
۲۴	۱-۴-۲-۳. فلایر یا نیم تاب
۲۴	۲-۴-۲-۳. تمام تاب (رینگ)
۲۵	۳-۴-۲-۳. اپن اند
۲۵	۳-۳. واحد بافندگی
۲۶	۲-۳-۳. چله پیچی
۲۷	۳-۳-۳. آهار زنی

۲۷	۴-۳-۴. دستگاه های بافندگی
۲۷	۴-۳. واحد تکمیل
۲۷	۴-۳-۱. عملیات اولیه تکمیل
۳۰	۴-۳-۲. رنگریزی و چاپ
۳۰	۴-۳-۳. عملیات تکمیل نهایی
۳۲	فصل چهارم: جریان مواد و انرژی و شناسایی تجهیزات انرژی بر
۳۲	۴-۱. جریان مواد و انرژی در بخش ریسندگی
۳۵	۴-۲. جریان مواد و انرژی در بخش رنگریزی، چاپ و تکمیل
۳۸	۴-۳. سیستم هوای فشرده
۳۹	فصل پنجم: راهکارهای بهینه سازی و کاهش مصرف انرژی در بخش مکانیک صنعت نساجی
۳۹	۵-۱. تحلیل نتایج شدت مصرف انرژی کارخانه های نساجی
۴۰	۵-۲. اتلافات ناشی از نامناسب بودن عایقکاری لوله ها و اتصالات سیستم توزیع بخار
۴۲	۵-۲-۱. ارائه راهکارهای کاهش تلفات انرژی از طریق سطوح بدون عایق
۴۲	۵-۳. بررسی شرایط احتراق در بویلرها و گازهای داغ خروجی
۴۳	۵-۳-۱. برآورد میزان مصرف سوخت دیگ های بخار
۴۳	۵-۳-۲. محاسبه و تحلیل درصد هوای اضافی بویلرها و تعیین میزان تلفات
۴۵	۵-۳-۳. کنترل دمای گازهای خروجی
۴۶	۵-۳-۴. بازیابی حرارت گازهای خروجی از دودکش بویلرها
۴۷	۵-۴. تحلیل شبکه توزیع آب، بخار و هوای فشرده و ارائه راهکارها
۴۷	۵-۴-۱. آب
۴۸	۵-۴-۲. بخار
۵۱	۵-۴-۳. اتلافات ناشی از تله های بخار ناسالم کارخانه نساجی
۵۶	۵-۵. بررسی طرح های اصلاحی سیستم های سرمایش و گرمایش
۵۸	فصل ششم: راهکارها و تحلیل های کاهش مصرف انرژی الکتریکی
۵۸	۶-۱. مدیریت بار در جهت کاهش هزینه انرژی
۵۹	۶-۲. ارائه راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی
۶۰	۶-۲-۱. بررسی امکان نصب تجهیزات دور متغیر (VSD) روی موتورهای الکتریکی در سیستمهای تهویه
۶۱	۶-۲-۲. بارگذاری مناسب ترانس های کارخانه

۶۲	۳-۶. ارائه راهکارهای اصلاحی در سیستم روشنایی
۶۳	۴-۶. ارائه راهکارهای ممکن در جهت بهینه نمودن مصرف انرژی الکتروموتورها
۶۴	۱-۴-۶. هرزگردی موتورها
۶۴	۲-۴-۶. تغییر اتصالات موتورها با استفاده از کنترل کننده های ستاره- مثلث- ستاره
۶۵	۳-۴-۶. موتورهای پر بازده
۶۵	۴-۴-۶. موتورهایی که مجدداً پیچیده می شوند
۶۶	۵-۴-۶. تعمیرات و نگهداری موتورها
۶۶	۶-۴-۶. استفاده از تسمه های cogged - belt و synchronus-belt بجای تسمه های flat-belt و v-belt در الکتروموتورها

فصل هفتم: راهکارها و تحلیل های کاهش مصرف انرژی در بخش تولید

۶۸	۱-۷. ارائه طرح های کاهش مصرف انرژی در بخش تولید
۶۸	۱-۱-۷. لوگیری از کارکرد بی بار دستگاه ها و کاهش توقفات تولید
۶۸	۲-۱-۷. بهینه سازی تجهیزات با بهره گیری از تکنولوژی های نوین
۶۹	۳-۱-۷. برنامه ریزی و مدیریت تولید جهت کاهش هزینه های انرژی الکتریکی
۷۰	۴-۱-۷. اجرای برنامه تعمیرات یا تعطیلات در زمان مناسب
۷۰	۵-۱-۷. برنامه ریزی و مدیریت لازم جهت کاهش ضایعات تولید
۷۰	۶-۱-۷. نصب سیستم کنترل کیفی پارچه
۷۲	۲-۷. راهکارهای اصلاحی در زمینه تعمیر و نگهداری مرتبط با بهینه سازی مصرف انرژی
۷۲	۱-۲-۷. راهکارهای اصلاحی تعمیر و نگهداری مرتبط با بهینه سازی انرژی در بویلرخانه
۷۴	۲-۲-۷. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی در مصرف بخار
۷۶	۳-۲-۷. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی در بازیابی حرارتی
۷۷	۴-۲-۷. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی در عایقکاری
۷۸	۵-۲-۷. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی توسط اندازه گیری و مونیتورینگ
۸۱	۶-۲-۷. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی در مصرف بخار
۸۳	۷-۲-۷. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی در بازیابی حرارتی
۸۴	۸-۲-۷. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی در عایقکاری
۸۶	۹-۲-۷. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی توسط اندازه گیری و مونیتورینگ

فصل هشتم: تشکیل کمیته انرژی

۸۸	۱-۸. برگزاری دوره آموزشی مدیریت انرژی
۸۹	۱-۱-۸. محدوده فعالیت های حوزه مدیریت انرژی
۸۹	۲-۱-۸. محدوده فعالیت های ممیزی انرژی
۹۰	۳-۱-۸. رابطه بین ممیزی انرژی و مدیریت انرژی

۹۰	۴-۱-۸. مراحل ممیزی انرژی
۹۲	۵-۱-۸. انواع سطوح ممیزی انرژی
۹۲	۶-۱-۸. روش های اجرایی در انجام ممیزی انرژی مقدماتی
۹۳	۷-۱-۸. روش های اجرایی ممیزی انرژی جامع (مفصل)
۹۴	۸-۱-۸. نقش اندازه گیری در ممیزی انرژی
۹۶	۹-۱-۸. وسائل متداول (رایج) برای اندازه گیری های انرژی
۹۷	۱۰-۱-۸. ارائه گزارش نهایی
۹۷	۱۱-۱-۸. ارائه برخی از راهکارهای مهم جهت صرفه جویی انرژی در فرایندها و تجهیزات
۱۰۰	۲-۸. تشکیل واحد مدیریت انرژی و معرفی اعضا
۱۰۴	۳-۸. شرح وظایف و تدوین اهداف کمیته انرژی
۱۰۸	۴-۸. شرح وظایف مدیر انرژی

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲. مقدار مصرف انرژی صنعت نساجی نسبت به کل در چند کشور مختلف	۱۴
جدول ۲-۲. سهم ارزش سوخت مصرفی در صنعت نساجی ایران برای هریک از حاملهای انرژی	۱۸
جدول ۳-۲. توزیع مصرف انرژی در فرآیندهای نساجی ایران	۱۹
جدول ۱-۵. مقایسه نتایج بدست آمده از ممیزی انرژی کارخانجات کشور	۴۰
جدول ۲-۵. میزان اکسیژن و هوای اضافی مناسب برای احتراق سوخت های مختلف (برحسب درصد) [۳].	۴۳
جدول ۳-۵. میزان تلفات دودکش بر حسب درصد CO ₂ و دمای گازهای خروجی [۴]	۴۶
جدول ۴-۵. میزان مصرف نوعی آب در صنایع مختلف	۴۸
جدول ۵-۵. روش اندازه گیری دما برای بازرسی تله های بخار	۵۲
جدول ۱-۶. توصیه های کلی برای روشنایی	۶۲
جدول ۲-۶. شدت روشنایی بخش های مختلف کارخانجات نساجی	۶۲
جدول ۱-۸. مدیریت انرژی	۱۰۱
جدول ۲-۸. ماتریس انرژی برای صنعت نساجی کشور	۱۰۷

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۱۱	شکل ۱-۱. میزان صادرات محصولات نساجی ایران در سالهای ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۰
۱۱	شکل ۱-۲. سهم صادرات محصولات نساجی چند کشور جهان در سال ۲۰۰۰
۱۲	شکل ۱-۳. روند ۵ ساله سرمایه گذاری در صنعت نساجی ایران
۱۵	شکل ۱-۲. مصرف انرژی در صنعت نساجی در کشورهای اروپایی، ۱۹۹۴
۱۶	شکل ۲-۲. مقایسه انرژی مصرفی واحدهای مختلف صنعت نساجی در چند کشور
۱۶	شکل ۲-۳. مقایسه مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی در صنعت نساجی چند کشور مختلف جهان
۱۷	شکل ۲-۴. مقایسه مصرف حامل های انرژی در صنعت نساجی چند کشور مختلف
۱۸	شکل ۲-۵. سهم صنایع مختلف از مجموع مصرف حامل های انرژی فسیلی بخش صنعت در سال ۱۳۸۱
۱۹	شکل ۲-۶. شدت مصرف انرژی الکتریکی و فسیلی در بخش های مختلف صنعت نساجی
۲۳	شکل ۳-۱. فرآیند تولید در واحد ریسندگی کارخانه نساجی
۲۶	شکل ۳-۲. فرآیند تولید در واحد بافندگی کارخانه نساجی
۲۹	شکل ۳-۳. فرآیند تولید واحد تکمیل کارخانه نساجی
۳۳	شکل ۳-۱. جریان مواد و انرژی در واحد ریسندگی
۳۵	شکل ۳-۲. جریان مواد و انرژی در واحد بافندگی
۳۷	شکل ۳-۳. جریان مواد و انرژی در واحد تکمیل
۴۵	شکل ۵-۱. نمودار راندمان احتراق بویلر با سوخت گاز طبیعی برحسب درصد O_2 (درصد هوای اضافی) [۵]
۴۶	شکل ۵-۲. انرژی بازپایی شده و صرفه جویی در مصرف سالیانه سوخت بر حسب بخار تولیدی
۴۷	شکل ۵-۳. درصد افزایش راندمان بویلر در اثر پیش گرمایش آب تغذیه [۶]
۴۹	شکل ۵-۴. نمایی از جدا کننده بخار
۵۱	شکل ۵-۵. پمپ اتوماتیک یا تله پمپی
۵۴	شکل ۵-۶. تلفات انرژی ناشی از نشتی تله های بخار ناسالم

- شکل ۶-۱. انرژی جذب شده توسط الکتروموتور در دو حالت کنترل جریان سیال با دمپر و کنترل جریان سیال با سرعت موتور ۶۰
- شکل ۸-۱. ساختار سازمانی واحد مدیریت انرژی برای کارخانه نساجی ۱۰۳
- شکل ۸-۲. برنامه ریزی مدیریت انرژی ۱۰۵

فصل اول

نگرشی بر صنعت نساجی در دنیا و ایران

۱-۱. تاریخچه صنعت نساجی در جهان

نساجی یکی از قدیمی‌ترین صنایع دستی بشر بشمار می‌رود. امروزه شواهدی موجود است که بشر از نه هزار سال پیش، از پارچه بافته شده استفاده می‌کرده است. از آنجا که از آغاز پیدایش انسان چگونگی پوشش و نجات او از سرما مطرح بوده است صنعت نساجی دارای تاریخچه بسیار قدیمی است. یکی از فرضیه‌هایی که در مورد چگونگی آغاز صنعت ریسندگی گفته شده، اینست که بشر اولیه با مشاهده اینکه الیاف بلند گوسفندان به طور طبیعی به هم می‌تابند به این نکته واقف شده است که با تابیدن الیاف می‌توان نخ تهیه نمود. پس از آگاهی به اثر تابیدن، بشر اولیه با کشش دادن الیاف، موفق به ساختن نخ‌ی با ضخامت یکنواخت شده سپس ساختن نخ‌های طویل به منظور استفاده در پارچه بافی، بشر را به پیچیدن نخ تولید شده به صورت بسته مناسب هدایت نموده است. نخ‌های تولیدی در زمان قدیم بسیار ناهمگن و ضخیم بوده و به همین دلیل پارچه‌های تولید شده عموماً ضخیم بودند. قدیمی‌ترین آثار نساجی موجود به مصری‌ها برمی‌گردد که نزدیک به ۵۵۰۰ سال پیش هنر ریسندگی و بافندگی پنبه را مطرح کردند. روش ریسندگی قدیمی بصورتی بود که شخص ریسنده الیاف را روی دوکی که در وسط دو قطعه چوب قرار می‌گرفت گذاشته و با دست دیگر دوک را می‌چرخانید تا الیاف به همدیگر تاب بخورند. همچنین اولین طریقه تولید پارچه توسط بشر عبارت بود از آویختن نخ‌های تار از یک چوب افقی و آویزان کردن وزنه‌هایی در انتهای نخ‌ها، به منظور ایجاد کشش در آنها که نخ‌های پود از لابه لای نخ‌های تار عبور داده می‌شد تا بافت پارچه شکل گیرد.

چینی‌ها نیز در حدود ۳۶۰۰ سال پیش با پرورش کرم ابریشم پارچه تولید می‌کردند. در سده هفدهم دانشمند انگلیسی به نام رابرت هوک با الهام گرفتن از نحوه عمل کرم ابریشم شیوه‌ای برای تولید الیاف مطرح کرد، بدنبال آن دانشمند انگلیسی دیگری به نام لویز شواب توانست الیاف بسیار ظریف شیشه را با عبور شیشه مذاب از منافذ بسیار ریز تهیه نماید. پس از آن دانشمندان دیگری موفق به تولید الیاف از سلولز موجود در چوب شدند. در سده‌های هجده و نوزده، همراه با انقلاب صنعتی، صنعت ریسندگی و بافندگی موفق به ارائه تکنولوژی تهیه پارچه از الیاف گوناگون طبیعی و مصنوعی شد.

در سال ۱۸۰۹ ژاکارد با اختراع دستگاه دهنه ژاکارد، ایجاد تصاویر و اشکال روی پارچه را که تا آن زمان دستی بود به صورت مکانیزه در آورد. در سال ۱۹۰۰ میلادی اولین ماشینهای ریسندگی الکتریکی ساخته شد و بدنبال آن در سال ۱۹۵۱ اولین نمایشگاه بین المللی ماشین آلات نساجی در اروپا افتتاح شد و مقرر گردید هر ۴ سال یک بار با تشکیل این قبیل نمایشگاه ها، آخرین اختراعات در زمینه نساجی در معرض دید استفاده کنندگان قرار گیرد.

رقابت گسترده در ساخت ماشین آلات نساجی و پیشرفت بی سابقه در تکنولوژی آنها سبب شد که در ژاپن در سال ۱۹۶۱ اولین کارخانه ریسندگی تمام خودکار بکار افتاد که سبب کاهش عمده نیروی کارگری در این صنعت شد.

۲-۱. تاریخچه صنعت نساجی در ایران

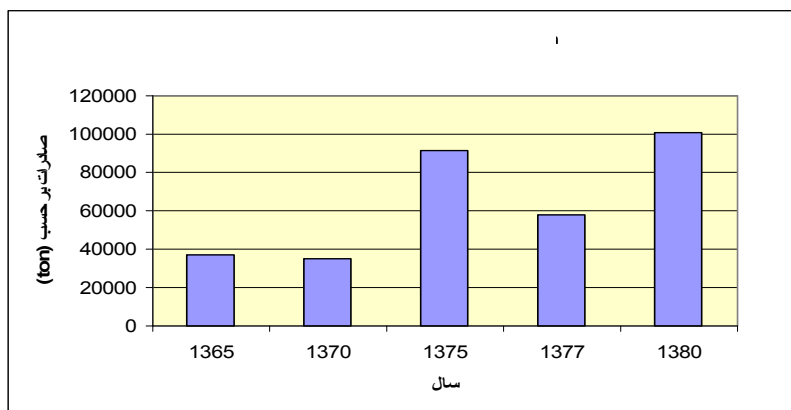
صنعت نساجی از قدیمی ترین صنایع در کشور ما به شمار می رود. اولین نشانه از پارچه بافی درایران در حفاری های انجام شده در منطقه شوش بدست آمده که متعلق به ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد است. بافته های رنگارنگ عهد هخامنشی و زری دوزی های این دوره از شهرت زیادی برخوردار بوده است. رونق ریسندگی و بافندگی پارچه های ابریشمی، پنبه ای و حریر در دوره سامانیان و نیز پس از اسلام موجب شد برخی از منسوجات جزء اقلام صادراتی ایران در آن زمان محسوب شوند.

اولین اقدام جهت تأسیس کارخانجات ریسندگی و بافندگی جدید در ایران در زمان صدارت امیرکبیر صورت گرفت که به تأسیس کارخانه حریر در کاشان، کارخانه ریسندگی چلوار در قم و کارخانجاتی در تبریز و بوشهر منجر شد. ولی رشد صنعت نساجی در حقیقت از سال ۱۳۰۴ با تأسیس کارخانه وطن (کازرونی) در اصفهان آغاز شد و به دنبال آن کارخانجات زیادی دایر گردیدند. از آنجا که زمینه های بازرگانی یکی از دلایل بوجود آمدن صنایع نساجی بوده است این صنعت در چند نقطه ایران که از نظر تجاری و صنعتی آمادگی داشتند از جمله اصفهان، یزد و آذربایجان شکل گرفته و توسعه یافته است و آمار موجود نشان می دهد که تا پایان سال ۱۳۷۵، ۵۸۰۰ واحد نساجی از وزارت صنایع پروانه بهره برداری گرفته اند.

۳-۱. صادرات و واردات در صنعت نساجی

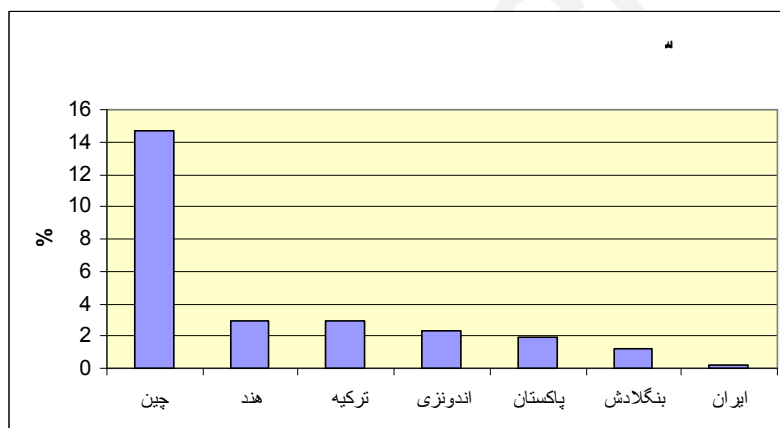
صنعت نساجی از همان آغاز نقش اساسی در اقتصاد کشورها داشته است. مصارف عمده الیاف و منسوجات را می توان در سه گروه پوشاک، مصارف خانگی و مصارف صنعتی تقسیم بندی نمود.

صنعت منسوجات ایران در طی سالهای ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۵ موفق به صادرات و ورود ارز به کشور نیز شد. اما پس از آن، روند مستمری برای افزایش میزان صادرات وجود نداشته و میزان صادرات همواره دستخوش نوسانات بوده است. در شکل ۱-۱ حجم صادرات محصولات نساجی بین سال های ۱۳۶۵ الی ۱۳۸۰ آمده است. [۶]



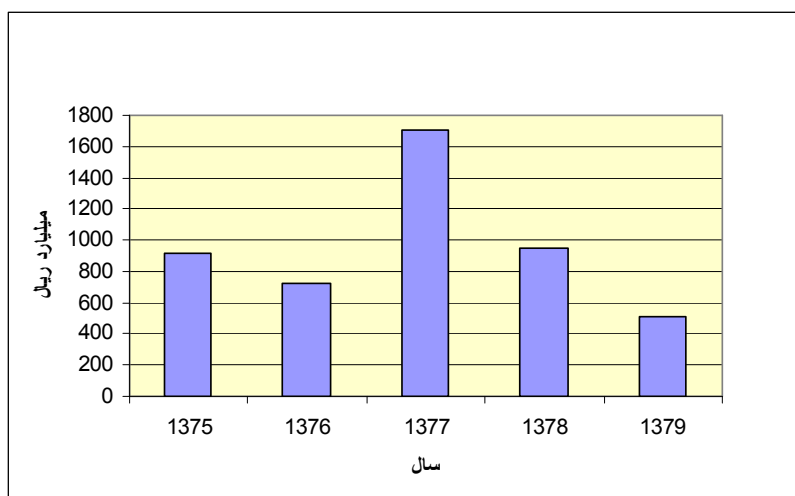
شکل ۱-۱. میزان صادرات محصولات نساجی ایران در سالهای ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۰

همانطور که از شکل مشخص است ماکزیمم حجم صادرات محصولات نساجی ایران در طی این ۵ سال مربوط به سال ۱۳۸۰ بوده است. در شکل ۲-۱ مقایسه ای بین میزان صادرات محصولات نساجی ایران با چند کشور جهان در سال ۲۰۰۰ آورده شده است. [۶]



شکل ۲-۱. سهم صادرات محصولات نساجی چند کشور جهان در سال ۲۰۰۰

با توجه به شکل مشخص است که سهم کشور ایران در صادرات محصولات نساجی و پوشاک در جهان نسبتاً پایین است. نیروی کار ارزان از مهم ترین عوامل موفقیت چین و هند در زمینه حجم عظیم صادرات در این صنعت می باشد. در ایران، به علت آن که منابع ملی، خرج هزینه های جاری و پشتیبانی از صنایع زیان ده می شود، حجم سرمایه گذاری در صنعت رقابتی نساجی کاهش می یابد. روند ۵ ساله سرمایه گذاری در صنعت نساجی ایران در شکل ۳-۱ آورده شده است. [۶]



شکل ۱-۳. روند ۵ ساله سرمایه گذاری در صنعت نساجی ایران

با توجه به شکل مشخص است که از سال ۱۳۷۷ سرمایه گذاری در صنعت نساجی کاهش یافته و باعث شده از توان رقابتی ایران برای تدارک آزادسازی تجارت جهانی منسوجات و پوشاک به شدت کاسته شود. اما در ایران مهمترین مشکل تولیدگران برای استفاده از فرصت حذف سهمیه در بازارهای جهانی منسوجات، ناکارآمدی و غیر رقابتی بودن واحدهای تولیدی در خود بازار داخلی است. در ضمن لازم به توضیح است که واحدهای تولیدی در صنعت نساجی باید با ۸۰ تا ۹۰ درصد ظرفیت اسمی خود کار کنند تا سرمایه گذاری و تولیدشان توجیه اقتصادی داشته باشد.

فصل دوم

مروری بر مصرف انرژی در صنعت نساجی جهان و ایران

انرژی بخش زیر بنایی مهمی است که نقش ویژه ای در رشد و توسعه اقتصادی و رفاه اجتماعی ایفا می کند. براساس مطالعات انجام شده توسط آژانس بین المللی انرژی تا سال ۲۰۵۰ میلادی جهت تأمین انرژی مورد نیاز جهان سهم سوخت های فسیلی بیش از ۵۰٪ خواهد بود.

سهم مذکور به واسطه محدودیت های تکنولوژی و اقتصادی استفاده از انرژی های تجدیدپذیر می باشد و مبین اهمیت منابع سوخت فسیلی می باشد. از سوی دیگر محدودیت منابع فسیلی و آلاینده های ناشی از کاربرد این نوع انرژی ضرورت بهینه سازی مصرف انرژی را با توجه به پیامدهای مهم آن همچون کنترل مصرف انرژی، کاهش هزینه ها، کاهش سرمایه گذاری ها و سالم سازی محیط زیست، اجتناب ناپذیر می کند.

تولید نفت خام ایران در سال ۲۰۰۰، ۱۸۶ میلیون تن و صادرات آن ۱۱۶ میلیون تن بوده که در رده چهارم تولیدکنندگان و صادرکنندگان نفت خام قرار گرفته است. در بین تولیدکنندگان گاز طبیعی نیز کشور ایران رتبه هشتم را داشته و با تولید ۶۰۸۷۰ میلیون متر مکعب، سهم ۲/۲ درصدی از تولید جهانی را به خود اختصاص داده است. موارد مذکور نشان دهنده اهمیت استراتژیک ایران در منابع انرژی جهان می باشد.

میزان انرژی خالص مصرفی در داخل کشور ۷۰۵/۴ میلیون بشکه معادل نفت خام است که از این مقدار ۲۲/۵ درصد آن به بخش صنعت تعلق دارد. در واحدهای ریسندگی بطور متوسط به ازاء هر کیلوگرم نخ ۵۲/۸۱ مگاژول و در واحدهای تکمیل بازاء هر کیلوگرم پارچه ۲۴/۰۱ مگاژول انرژی الکتریکی و حرارتی مصرف می شود.

پتانسیل صرفه جویی در بخش صنعت بر اساس آمار مصرف انرژی در جهان و ایران بطور خوشبینانه ۳۸٪ و به طور محافظه کارانه ۲۴٪ می باشد. این درحالی است که پتانسیل صرفه جویی در صنعت نساجی نسبت به مقادیر استاندارد داخلی بین ۱۰ تا ۱۵٪ و نسبت به مقادیر استاندارد جهانی ۱۵ تا ۲۵٪ برآورد شده است. در راستای صرفه جویی در مصرف انرژی، شناخت صنایع انرژی بر و افزایش کارایی تجهیزات مصرف کننده انرژی از نخستین اقدامات لازم

می‌باشد. با توجه به اینکه صنعت نساجی سهم نسبتاً بالایی از کل انرژی مصرفی بخش صنعت را به خود اختصاص می‌دهد، بهینه سازی مصرف انرژی در این صنعت از اهمیت خاصی برخوردار است. بررسی ها نشان می‌دهد که صرفه جویی سالانه کشور در صنعت نساجی می‌تواند حدود ۶۸۰۰ میلیون مگاژول (معادل ۱/۲ میلیون بشکه نفت خام) باشد.

۱-۲. مصرف انرژی در صنعت نساجی دنیا

مقایسه سهم انرژی در صنعت نساجی نسبت به کل صنایع در چندین کشور جهان در محدوده سال های ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۲ جدول ۱-۲ آمده است. [۴،۸،۱۱]

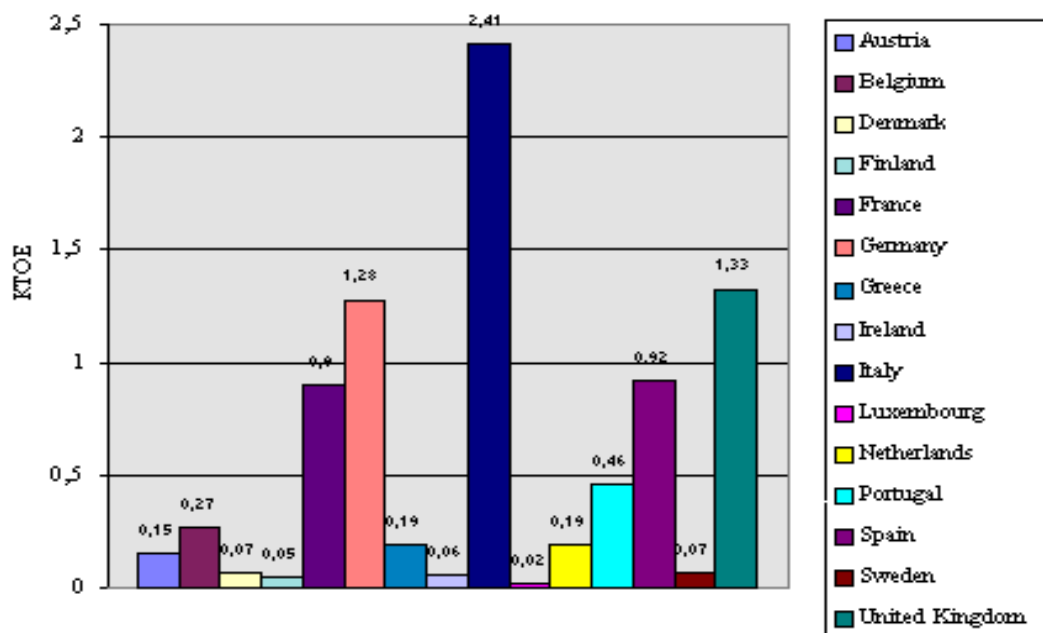
جدول ۱-۲. مقدار مصرف انرژی صنعت نساجی نسبت به کل در چند کشور مختلف

نام کشور	میزان مصرف انرژی در صنعت نساجی (TOE) ^(۱)	میزان مصرف انرژی در کل صنایع (TOE)	مصرف انرژی در نساجی / مصرف انرژی در کل
انگلیس	940×10^{10}	36297×10^{10}	۲/۵۹
آمریکا	78×10^{11}	54507×10^{11}	۱/۴۳
یونان	186×10^{10}	35197×10^{10}	۵/۲۸
پرتغال	109×10^{10}	3280×10^{10}	۳/۳۲
سوئد	200×10^{10}	12500×10^{10}	۱/۶
ایران	275×10^{10}	150544×10^{10}	۱/۸۲

1- Ton Oil Equivalent

از مقایسه درصد مصرف انرژی صنعت نساجی نسبت به کل صنعت در چند کشور جهان مشخص می‌شود که در کشورهای یونان، پرتغال و انگلیس صنعت نساجی سهم نسبتاً بالایی از مصرف انرژی صنعت را به خود اختصاص می‌دهد.

در شکل ۱-۲ درصد میزان مصرف انرژی در صنعت نساجی در کشورهای اروپایی در سال ۱۹۹۴ آورده شده است. [۴،۸،۱۱]

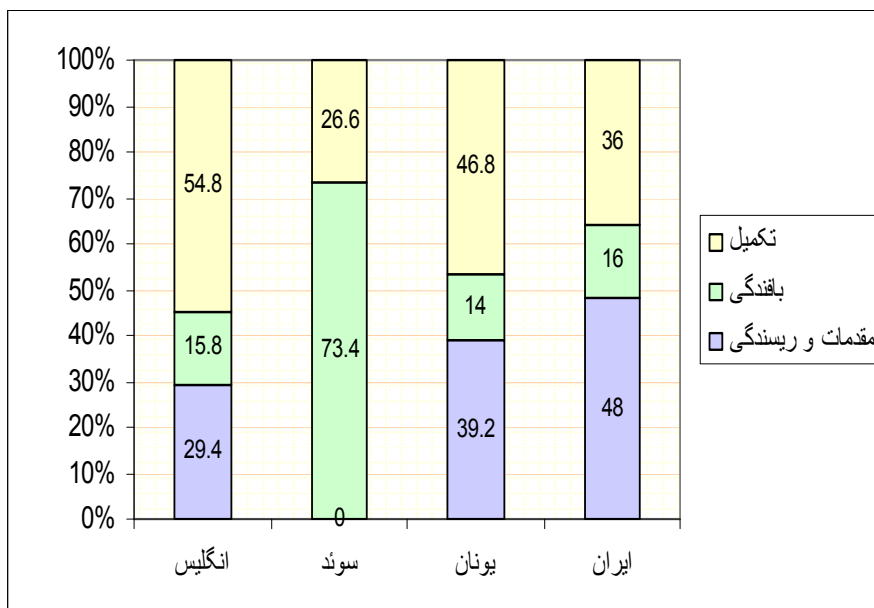


شکل ۲-۱. مصرف انرژی در صنعت نساجی در کشورهای اروپایی، ۱۹۹۴

با توجه به نمودار مشخص می‌شود که کشورهای ایتالیا، انگلیس و آلمان بیشترین مصرف انرژی را در صنعت نساجی نسبت به دیگر کشورهای اروپایی دارا می‌باشند.

۲-۲. نقش بخش‌های مختلف صنعت نساجی در مصرف انرژی دنیا

صنعت نساجی در هر کشور را می‌توان به سه بخش ریسندگی، بافندگی و تکمیل تقسیم بندی نمود براساس این تقسیم بندی میزان مصرف انرژی در بخش‌های مختلف صنعت نساجی در چند کشور مختلف در ۲-۲ آورده شده است. [۴، ۸، ۱۱]

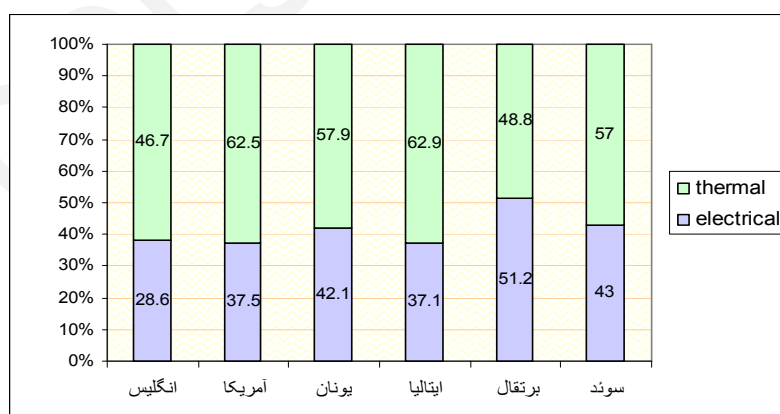


شکل ۲-۲. مقایسه انرژی مصرفی واحدهای مختلف صنعت نساجی در چند کشور

همانطور که از نمودار مشخص می‌شود بیشترین مصرف انرژی در واحدهای ریسندگی و تکمیل (چاپ و تکمیل) می‌باشد.

۲-۳. مصرف حامل های مختلف انرژی در صنعت نساجی در دنیا

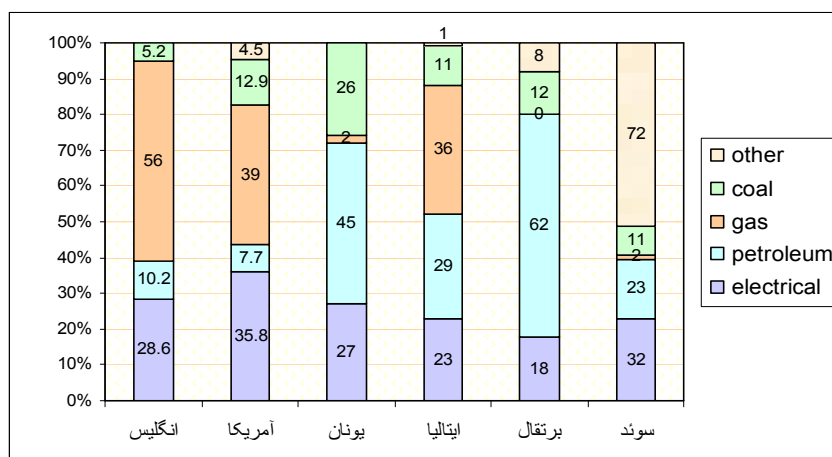
مقایسه انرژی های حرارتی و الکتریکی در صنعت نساجی چند کشور مختلف جهان در شکل ۲-۳ صورت گرفته است. [۸، ۱۱، ۴]



شکل ۲-۳. مقایسه مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی در صنعت نساجی چند کشور مختلف جهان

لازم به ذکر است انرژی حرارتی شامل انرژی های ناشی از سوخت های فسیلی از جمله گاز، نفت و زغال

می‌باشد. در تقسیم بندی دیگری انرژی مصرفی چندین کشور براساس نوع حامل های آنها در صنعت نساجی در شکل ۲-۴ آمده است. [۴،۸،۱۱]

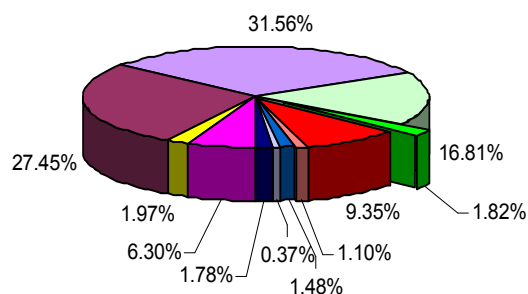


شکل ۲-۴. مقایسه مصرف حامل های انرژی در صنعت نساجی چند کشور مختلف

۲-۴. مصرف انرژی در صنعت نساجی ایران

از کل انرژی مصرفی در کشور ۲۲/۵٪ در بخش صنعت مصرف می‌گردد که سهم هر یک از صنایع مختلف از مجموع مصرف حامل های انرژی فسیلی در شکل ۲-۵ آورده شده است. همانگونه که از این شکل پیداست پس از صنایع نفت و چند صنعت عمده دیگر مصرف انرژی در این صنعت با سهم ۱/۸۲ درصدی، در رده ششم قرار دارد. لازم به ذکر است منظور از حامل های انرژی در این شکل گاز طبیعی، نفت گاز، نفت سفید و نفت کوره می‌باشد. [۱۱]

درصد	مصرف نفت گاز (متر مکعب) سال ۱۳۸۱	گروه صنعتی	
21.24	3376514	حفاری، پالایشگاه و تلمبه خانه	شیمیایی و نفت
2.34	372207	پتروشیمی	
3.87	615184	صنایع شیمیایی	
14.46	2298326	آجر و کاشی و سرامیک و چینی	کاشی غیر فلزی
13.48	2143355	سیمان	
1.75	277847	شیشه	
1.68	266614	گچ و آهک و شن و ماسه	
0.19	30441	آسفالت	فلزات اساسی
0.60	94945	آلومینیوم	
0.33	52912	مس	
0.26	41896	سرب و روی	
15.62	2482220	آهن و فولاد	
1.82	289446	نساجی و پوشاک و چرم	
9.35	1485804	مواد غذایی	
1.10	175563	چوب و کاغذ	
1.48	235813	ماشین آلات و تجهیزات	
0.37	58918	معادن	
1.78	282511	کشاورزی	
6.30	1002072	فعالیت‌های عمرانی- خدماتی	
1.97	312695	منقره	
100.00	15895283	جمع کل	



شکل ۲-۵. سهم صنایع مختلف از مجموع مصرف حامل های انرژی فسیلی بخش صنعت در سال ۱۳۸۱

بر اساس تحقیقات صورت گرفته روی کارخانجات صنایع نساجی کشور تقریباً ۸۰٪ انرژی لازم در این صنعت از منابع فسیلی تأمین می‌شود. سهم ارزش سوخت مصرفی در صنعت نساجی برای هر یک از حامل های انرژی در سال ۱۳۸۱ در جدول ۲-۲ آمده است. [۱۱]

جدول ۲-۲. سهم ارزش سوخت مصرفی در صنعت نساجی ایران برای هریک از حامل‌های انرژی

نوع حامل	میزان ارزش مصرف (درصد)
گاز طبیعی	۵۰/۶
نفت کوره	۲۸/۷
نفت گاز	۲۰/۵
گاز مایع	۰/۱

کل سوخت مصرفی در سال ۱۳۸۱ در این صنعت معادل ۴۳۶۰۰ میلیون ریال می‌باشد.

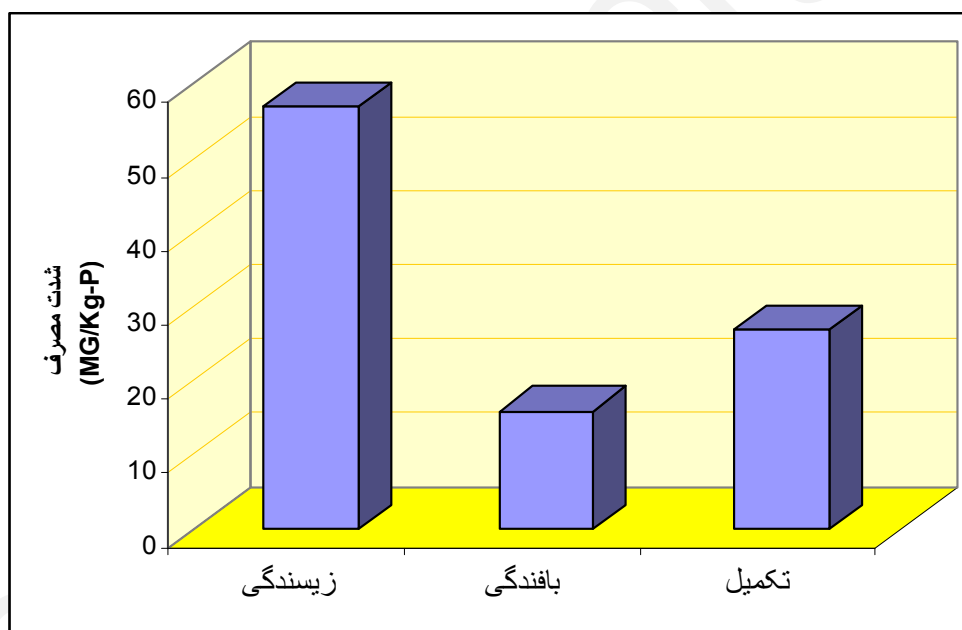
۵-۲. نقش بخش های مختلف صنعت نساجی در مصرف انرژی در ایران

فرآیندهای نساجی به سه بخش عمده ریسندگی، بافندگی و تکمیل تقسیم بندی می شوند. توزیع مصرف انرژی در این بخش ها در جدول ۳-۲ و شدت مصرف انرژی الکتریکی و فسیلی در بخش های مذکور در شکل ۶-۲ آمده است.

[۱۱]

جدول ۳-۲. توزیع مصرف انرژی در فرآیندهای نساجی ایران

نوع فرآیند	سهم انرژی هر بخش (درصد)
ریسندگی	۴۸
بافندگی	۱۶
فرآیند مرطوب (رنگرزی، چاپ و تکمیل)	۳۶



شکل ۶-۲. شدت مصرف انرژی الکتریکی و فسیلی در بخش های مختلف صنعت نساجی

بر اساس مطالعات انجام گرفته، عمده مصرف سوخت فسیلی در صنعت نساجی در بخش رنگرزی، چاپ و تکمیل پارچه می باشد که حدود ۱۶۳/۶ میلیون مترمکعب معادل گاز طبیعی در سال برآورد شده است. به طور متوسط برای تولید هر کیلو محصول ۲۰/۵ کیلوگرم بخار مصرف می گردد. [۱۱]

۶-۲. پتانسیل صرفه جویی مصرف انرژی در صنعت نساجی ایران

در واحدهای ریسندگی صنایع نساجی بطور متوسط به ازاء هر کیلوگرم نخ ۵۲/۸۱ مگاژول و در واحدهای تکمیل بازاء هر کیلوگرم پارچه ۲۴/۰۱ مگاژول انرژی الکتریکی و فسیلی مصرف می‌شود.

پتانسیل صرفه جویی در صنعت نساجی نسبت به مقادیر استاندارد داخلی بین ۱۰ تا ۱۵ درصد و نسبت به مقادیر استاندارد جهانی بین ۱۵ تا ۲۵ درصد برآورد می‌شود. پتانسیل صرفه جویی انرژی نسبت به مقادیر مصوب استاندارد داخلی سالانه در صنایع پنبه ای ۲۰۲۵ میلیون مگاژول (معادل ۳۵۵۰۰۰ بشکه نفت خام) و در صنایع فاستونی ۲۹ میلیون مگاژول (معادل ۵۰۰۰ بشکه نفت خام) برآورد شده است. در مجموع پتانسیل صرفه جویی برای کارخانجات با دیماند الکتریکی بیش از ۳ مگاوات به ۲۰۵۴ میلیون مگاژول (معادل ۳۶۰۰۰۰ بشکه نفت خام) می‌رسد.

از آنجائیکه در سطح کشور تعداد زیادی از کارخانجات نساجی با دیماند مصرفی کمتر از ۳ مگاوات نیز وجود دارند و با احتساب پتانسیل های موجود در صنایع تولید الیاف مصنوعی، پتانسیل صرفه جویی انرژی در کل این صنعت حدود ۶۸۰۰ میلیون مگاژول (معادل ۱۲۰۰۰۰۰ بشکه نفت خام) پیش بینی می‌شود. در نتیجه با اعمال مدیریت مصرف انرژی در صنعت نساجی کشور، پیش بینی می‌شود سالانه حدود ۶۸۰۰ میلیون مگاژول (معادل ۱/۲ میلیون بشکه نفت خام) انرژی در کشور صرفه جویی گردد.

فصل سوم

فرآیند تولید کارخانه نساجی

۱-۳. فرآیند عمومی تولید در صنعت نساجی

از آنجائیکه تولید محصولات نساجی در واحدهای صنعتی کوچک نیز امکانپذیر می‌باشد، تعداد و تنوع تولید کنندگان در این صنعت بسیار زیاد است. صنایع پشمی، پنبه ای، تولید مواد اولیه پوشاک، منسوجات نبافته و کشباف، شاخه های متنوع این صنعت می‌باشند.

در یک نگاه کلی صنعت نساجی به سه بخش زیر تقسیم می‌گردد:

۱. واحد ریسندگی

۲. واحد بافندگی

۳. واحد تکمیل

در واحد ریسندگی، مواد خام که ممکن است پنبه، پلی استر، ویسکوز و... باشند پس از طی مراحل مختلف به نخ تبدیل می‌گردد. در این قسمت عملیات مختلفی جهت حذف ناخالصی های مواد اولیه، ترکیب مواد مختلف با یکدیگر و ایجاد تاب و کشش جهت تولید نخ صورت می‌گیرد.

در واحد بافندگی در ابتدا عملیاتی جهت آماده سازی نخ های تار جهت اتصال به دستگاه های بافندگی و افزایش مقاومت نخ صورت می‌گیرد و سپس توسط ماشینهای بافندگی مختلف پارچه مورد نظر تولید می‌گردد.

در واحد تکمیل عملیات مختلفی جهت شستشو و حذف آلودگی های پارچه، براق کردن پارچه، چاپ طرح های مختلف روی پارچه و تثبیت عرض و رنگ آن صورت می‌گیرد. همچنین بسته به نیاز عملیات تکمیلی جهت جلوگیری از آب رفتگی، چروک شدن و... انجام می‌شود. در انتها پارچه پس از کنترل، طاقه پیچی و بسته بندی شده و به انبار فرستاده می‌شود.

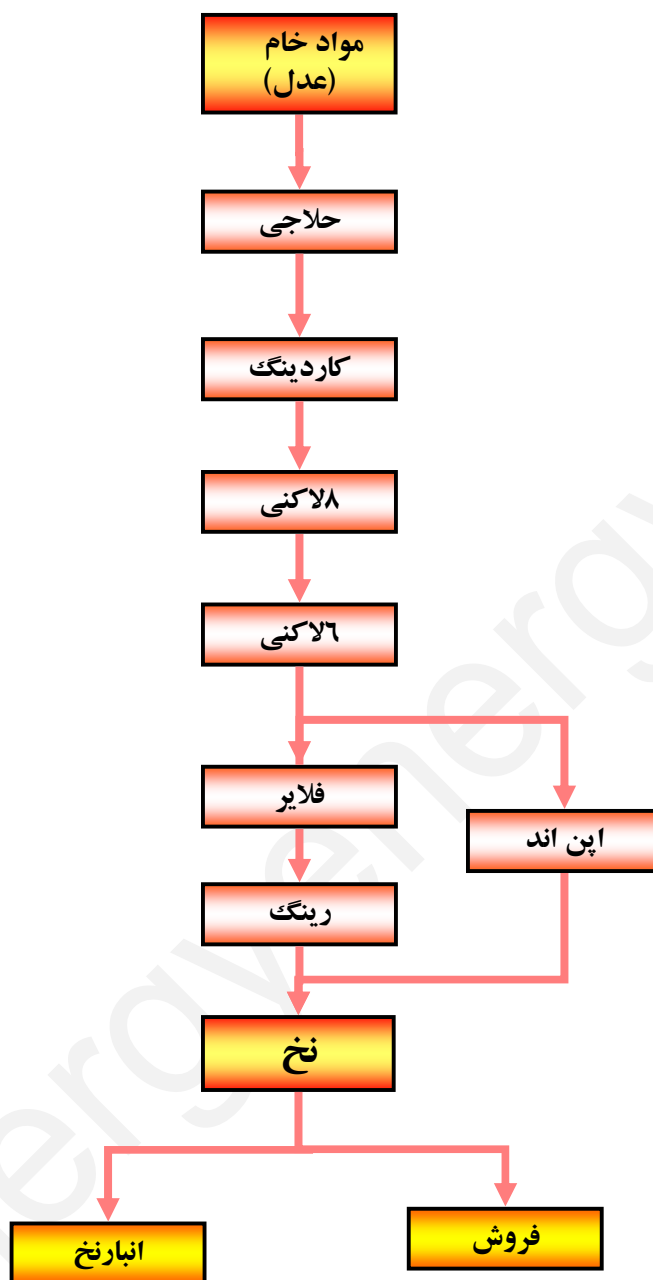
۲-۳. فرآیند تولید واحد ریسندگی

هدف این واحد تبدیل مواد خام عدل بندی شده به نخ می باشد. فرآیند تولید در این واحد در شکل ۱-۳ آمده است که در این قسمت بخش های مختلف آن به اختصار شرح داده شده است.

۳-۲-۱. حلاجی

از آنجائیکه الیاف به شکل عدل بندی شده و متراکم به کارخانجات نساجی تحویل داده می شود، در اولین مرحله از فرآیند ریسندگی لازم است تا این توده متراکم الیاف از هم باز شده و درصدی از ناخالصی های موجود از الیاف جدا گردد از طرف دیگر در مواردی که تولید نخ های مخلوط مورد نظر باشد امکان اختلاط الیاف مختلف و یا اختلاط ارقام مختلف پنبه با یکدیگر در این مرحله وجود دارد. تأمین این اهداف از طریق بکارگیری مجموعه ای از ماشین آلات باز کننده، تمیز کننده و مخلوط کننده امکان پذیر می باشد که هر یک از آنها در انواع مختلف و مکانیزم های متعدد وظایف محوله را به انجام می رسانند.

طراحی خطوط حلاجی بر اساس الیاف مورد مصرف و امکانات موجود صورت گرفته است بدین معنی که به منظور حذف ناخالصی ها و ضایعات همراه پنبه، در خط حلاجی تعداد بیشتری دستگاه های زننده و تمیز کننده در نظر گرفته شده است در حالی که جهت حلاجی الیاف مصنوعی بدلیل عدم وجود ناخالصی، این تجهیزات لازم نمی باشد.



شکل ۳-۱. فرآیند تولید در واحد ریسندگی کارخانه نساجی

۳-۲-۲. کاردینگ

محصول واحد حلاجی که الیاف نسبتاً باز و تمیز شده است با پشت سر نهادن غلتک های تغذیه غلتک تیکرین به خارهای سطح سیلندر اصلی تغذیه شده، تا کاملاً از یکدیگر باز و با هم موازی شوند. سپس مراحل تکمیلی شامل باز، تمیز و موازی شدن الیاف با عبور از زیر سوزن های پوشش فلت ادامه می یابد. الیاف نهایتاً توسط غلتک دافر از سیلندر اصلی جدا شده و با مکانیزم خاص جمع شده، به فرم فتیله در ظرفهای مخصوص به شکل مارپیچی ریخته

می‌شود.

۳-۲-۳. کشش یا چند لاکنی

هدف اصلی مرحله کشش یکنواخت کردن فتیله تغذیه شده، مستقیم و موازی کردن الیاف و مخلوط کردن الیاف با یکدیگر می‌باشد.

اجزاء اصلی ماشین کشش را می‌توان در سه بخش تغذیه^۱، کشش^۲ و تحویل دهنده^۳ خلاصه کرد. یک سیستم کشش مناسب بایستی دارای خصوصیتی از قبیل سرعت تولید مناسب، کنترل کامل روی الیاف و حداقل ریزش و پارگی الیاف باشد.

۳-۲-۴. سیستم ریسندگی

در واحد ریسندگی قدیم با استفاده از رینگ و فلایر فتیله به نخ تبدیل می‌شود و در واحد جدید با استفاده از دستگاه‌های اپن اند نخ تولید می‌شود.

۳-۲-۴-۱. فلایر یا نیم تاب

فتیله تولید شده در مرحله کشش به منظور تقلیل وزن فتیله و تولید رشته نازک‌تری از الیاف بنام نیمچه نخ^۴ مرحله نیم تاب (فلایر) انجام می‌شود.

۳-۲-۴-۲. تمام تاب (رینگ)

تمام تاب آخرین مرحله از مراحل تولید نخ است که این فرآیند توسط ماشین تمام تاب^۵ انجام می‌گیرد. این ماشین با تابیدن نیمچه نخ کشش داده شده، وزن مخصوص خطی نیمچه نخ را کاهش داده و آنرا به نخ با ظرافت (نمره نخ) مورد نظر تبدیل می‌کند.

به تناسب موارد مصرف نخ‌های مختلف قابل تولید می‌باشند. مهمترین طبقه بندی انواع نخ‌ها عبارتند از: نخ‌های تار، نخ‌های پودی و نخ‌های تریکو بافی (بافندگی حلقوی)

- نخ‌های تار^۶: این نخ‌ها باید دارای مرغوبیت، یکنواختی و استحکام بالایی باشند. معمولاً به این نخ‌ها تاب زیاد داده می‌شود تا استحکام مورد نظر تأمین گردد.

1 - Feeding creel
2 - Drafting system
3 - Delivery
4 - Roving
5 - Ring Frame
6 - Warp Yarn

- نخ های پودی^۱: این نخ ها به استحکام کمتری نیاز دارند و ضمناً بهتر است پر حجم باشند تا ضریب پوشش پارچه را افزایش دهند، با توجه به این نکات میزان تاب نخ های پود کمتر از نخ های تار در نظر گرفته می شوند.
- نخ های بافندگی حلقوی: این نخ ها باید با حداقل تاب تولید شده و نهایت دقت در یکنواختی آنها بعمل آید.

۳-۲-۴-۳. اپن اند

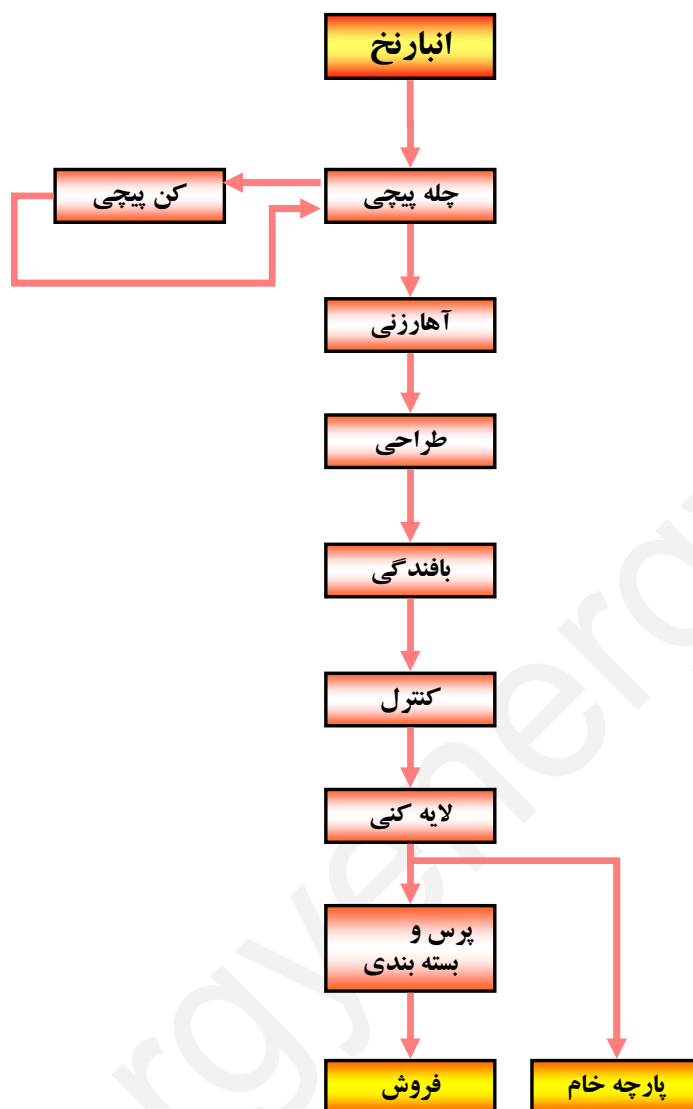
در دستگاه های اپن اند فتیله هایی که از قسمت کشش به آنها تغذیه می شوند مستقیماً با تابیدن فتیله به نخ تبدیل می گردند. در واحدهای رینگ و فلایر و اپن اند که آخرین مرحله تولید نخ می باشند عملیات اصلی زیر انجام می گیرد:

۱. تابیدن فتیله و تبدیل آن به نخ
۲. تقلیل وزن مخصوص خطی نخ بوسیله کشش و رسیدن به ظرافت مورد نظر
۳. پیچیدن نخ تولیدی بر روی ماسوره

۳-۳. واحد بافندگی

هدف این واحد تبدیل نخ به پارچه می باشد. بخش های مختلف این واحد در شکل ۲-۳ آمده است که در این قسمت توضیح مختصر بخش های مختلف آن آورده شده است.

قبل از مرحله بافندگی واحدی بنام واحد مقدمات بافندگی وجود دارد که وظیفه آن آماده سازی نخ تولیدی واحد ریسندگی، به منظور استفاده در دستگاه های بافندگی می باشد. که در این واحد عملیات چله پیچی و آهارزنی انجام می گیرد.



شکل ۳-۲. فرآیند تولید در واحد بافندگی کارخانه نساجی

۳-۳-۲. چله پیچی

در سیستم بافندگی تار و پودی، دو دسته نخ تار و پود جهت بافت پارچه مورد نیاز می‌باشد و به منظور انجام فرآیند بافندگی، نخ‌های تار روی چله پیچیده می‌شوند. نخ پود بسته به سیستم پودگذاری ماشین‌های بافندگی و طرح بافت در لابلای نخ‌های تار قرار می‌گیرد و چله پیچی نیاز ندارد. تعداد سرخ‌ها بر روی چله‌ها بین ۴۶۰ تا ۶۴۰ سرخ می‌باشد.

از آنجائیکه قرقره‌هایی با نخ کم جهت اتصال به دستگاه چله کشی مناسب نیستند توسط دستگاه کن پیچ نخ‌های قرقره‌های کوچک پیوند زده شده و روی قرقره‌ای دیگر با نخ زیاد پیچیده می‌شوند.

۳-۳-۳. آهار زنی

به منظور بالابردن مقاومت مکانیکی نخ و ایجاد مقاومت در برابر تنش های مکانیکی در عملیات بافندگی نخ های تار آهار زنی می شوند. در این مرحله مواد آهاری بصورت فیلمی مقاوم و محافظ روی نخ را پوشانده و در ضمن تعداد سرنخ تار مورد نیاز برای بافت پارچه تأمین می شود.

۳-۳-۴. دستگاه های بافندگی

در این بخش توسط دستگاه های بافندگی نخ به پارچه تبدیل می شود. ماشین های بافندگی بر اساس باز شدن دهنه کار به سه نوع بادامکی، دابی و ژاکارد تقسیم می شوند و بر اساس طریقه پودگذاری به ترتیب زیر تقسیم بندی می شوند:

۱. ماشین های بافندگی با سیستم پودگذاری به وسیله ماکو
 ۲. ماشین های بافندگی با سیستم پودگذاری بدون ماکو که انواع این ماشین ها شامل ماشین هایی با پودگذاری را پیری و پودگذاری توسط جسم پرتاب شونده (پروژکتایل)، ماشین های بافندگی ایرجت و ماشین های بافندگی چند فازی می باشد.
- پس از تولید پارچه توسط ماشین های بافندگی، پارچه های بافته شده به سالن متراژ فرستاده می شود. در این قسمت خرابی پارچه ها گرفته شده و پارچه های تولیدی متر می شوند، سپس پارچه ها تا شده، وزن می شوند و نهایتاً برای فروش، پرس و عدل بندی می شوند.

۳-۴. واحد تکمیل

عملیاتی که بعد از مرحله بافت صورت می پذیرد را می توان به سه قسمت عملیات اولیه (آماده سازی)، عملیات رنگرزی و چاپ و عملیات تکمیل نهایی تقسیم بندی کرد که این عملیات در شکل ۳-۳ آمده است و در ادامه بطور خلاصه تشریح می گردد.

۳-۴-۱. عملیات اولیه تکمیل

اهداف این عملیات عبارتند از :

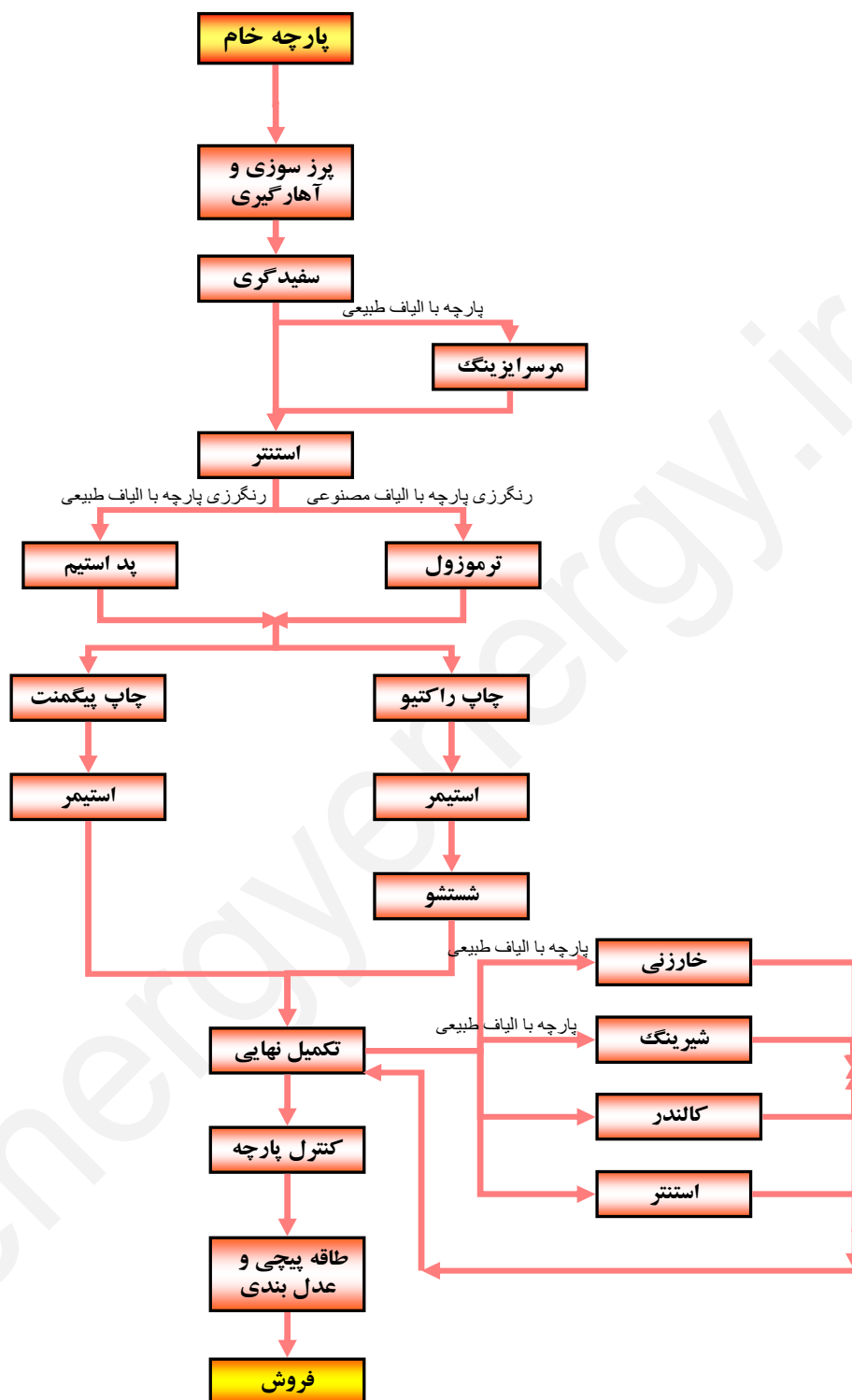
- ۱) ایجاد زمینه ای با قابلیت جذب یکنواخت و مناسب جهت رنگ پذیری
- ۲) از بین بردن ناخالصی ها، خاشاک، پرز و کثافات از روی پارچه
- ۳) افزایش قدرت جذب رطوبت
- ۴) افزایش سفیدی و شفافیت
- ۵) افزایش قدرت تورم لیف

جهت حصول به تمامی خواص فوق انجام عملیات پرز سوزی، آهار گیری، شستشو و سفیدگری الزامی است. مراحل مقدمات تکمیل در کارخانه نساجی شامل بخش های زیر می باشد:

پرز سوزی: در این قسمت پرزهای روی پارچه توسط شعله حذف می گردد.

پخت و شستشو (آهار گیری): پارچه از محلول آنزیمی عبور کرده بعد از گذشت زمان ماند حدود ۸ ساعت بسته به نوع پارچه، مواد آهار به مواد قابل حل در آب تبدیل شده و سپس پارچه ها شسته می شوند.

سفیدگری: در عملیات شستشوی پارچه مقدار زیادی از واکس ها و ناخالصی های الیاف بر طرف می شود و جذب رطوبت آن افزایش می یابد ولی فقط رنگ طبیعی الیاف باقی می ماند. به وسیله عملیات شیمیایی، رنگ زرد الیاف را نیز می توان برطرف کرد و رنگ سفید مطلوب بدست آورد. قابل ذکر است که منسوجات پلی استری با توجه به ساختار مولکولی و تولید آن نیاز به سفیدگری خاصی نداشته و فقط با استفاده از سفید کننده های نوری می توان جلا و سفیدی بیشتری را به عنوان یک عمل تکمیلی به آن داد. منسوجات پنبه ای را با مواد اکسید کننده ای از قبیل پودر سفید گری، هیپوکلریت ها، پراکسید سدیم، پرابورات سدیم، پرکربنات سدیم و پراستیک اسید می باشند. شامل آب اکسیژنه، پراکسید سدیم، پرابورات سدیم، پرکربنات سدیم و پراستیک اسید می باشند.



شکل ۳-۳. فرآیند تولید واحد تکمیل کارخانه نساجی

مرسرایزینگ: در مواردی که تولید پارچه پنبه ای با کیفیت بالا به لحاظ درخشندگی و رنگ پذیری (خصوصاً در پارچه های روشن) مورد نظر باشد، این فرآیند انجام می گیرد.

استنتر: پارچه با عبور از بین غلتک های داغ، فشرده می شود و پارچه ای با قابلیت جذب یکنواخت و مناسب برای رنگ پذیری بدست می آید. در این مرحله علاوه بر نرم و لطیف شدن زیر دست پارچه، تنظیم عرض پارچه نیز صورت می گیرد.

۳-۴-۲. رنگریزی و چاپ

بعد از انجام عملیات اولیه، پارچه تحت عملیات رنگریزی یا چاپ و یا تلفیقی از هر دو پروسه قرار می گیرد. بسته به مصرف نهایی، مشخصات و نوع الیاف تشکیل دهنده پارچه، عملیات رنگریزی یا چاپ با روش های خاص انجام می گیرد. پارچه های حاوی الیاف پلی استر توسط دستگاه ترموزول در حرارت بالای 200°C رنگریزی شده و پارچه های حاوی الیاف پنبه توسط پداستیم^۱ رنگریزی می شوند.

چاپ نیز یک رنگریزی موضعی است بدین معنی که رنگینه های مختلف توسط چند شابلون مجزا در کنار هم روی سطح پارچه قرار گرفته و یک طرح رنگین را ایجاد می کنند. عملیات چاپ برای الیاف مصنوعی توسط رنگینه های راکتیو^۲ انجام می گیرد و برای الیاف پنبه از رنگینه های راکتیو و پیگمنت^۳ استفاده می شود. استفاده از رنگینه های پیگمنت در چاپ حالتی است که در آن هیچ رابطه ای بین ساختمان شیمیایی لیف و رنگینه وجود ندارد. چراکه اساساً در این گروه از رنگ ها جذب و نفوذی وجود نداشته و رنگ توسط یک رابط (چسب) روی پارچه می نشیند.

استیمر^۴: در این مرحله پارچه رنگ شده و یا چاپ شده جهت تثبیت رنگ از محفظه استیمر عبور می کند. در این قسمت می توان جهت بالابردن خواص پارچه افزودنی هایی از قبیل مواد ضد چروک، ضد الکتریسیته ساکن، ضد آتش و... بسته به نوع مصرف نهایی، اضافه کرد.

شستشو: عملیات شستشو بر روی پارچه هایی که با رنگینه های راکتیو رنگ و یا چاپ شده اند انجام می گیرد. سپس پارچه ها با عبور از بین غلتک های داغ خشک می شوند.

۳-۴-۳. عملیات تکمیل نهایی

پس از پایان عملیات رنگریزی و چاپ، عملیات تکمیل نهایی انجام می گیرد. در این واحد بسته به نوع الیاف به کاررفته در پارچه و بسته به سفارش، عملیات مختلفی بر روی پارچه انجام می گیرد که بخشی از این عملیات آورده شده

1 - Pad steam
2 - Reactive
3 - Pigment
4 - Steamer

است.

- **شیرینگ**: این عملیات برای جلوگیری از آب رفتن پارچه بر روی پارچه هایی با الیاف پنبه ای انجام می گیرد.
- **خارزنی**: با توجه به سفارش، پارچه های پنبه ای، جهت افزایش ضخامت و نرمی سطح پارچه خارزنی می شوند و بصورت پشت پنبه ای در می آیند.
- **کالندر چروک**: بسته به سفارش، بعضی از پارچه ها با عبور از این دستگاه بصورت چروک در می آیند.
- **استنتر**: جهت ایجاد زیر دست مناسب و توپر کردن و تنظیم عرض پارچه رنگ شده و چاپ شده، استفاده می شود.

اگر چه غالب پروسه های تکمیل نهایی را عملیات حرارتی و مکانیکی تشکیل می دهند، لیکن افزایش مواد نرم کننده، زیر دست دهنده، سفید کننده های نوری و انجام تکمیل های شیمیایی نیز در این مرحله امکانپذیر بوده که بسته به نوع مصرف نهایی و شرایط استفاده و کاربرد کالا انجام می گیرند. پارچه ها بعد از اتمام عملیات تکمیل، طاقه پیچی شده و انبار می شوند.

فصل چهارم

جریان مواد و انرژی و شناسایی تجهیزات انرژی بر

در صنعت نساجی در تمامی مراحل تولید انرژی به شکل های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. این صنعت از جمله صنایع فرآیندی محسوب می شود که در مراحل مختلف آن بخصوص در بخش رنگرزی، چاپ و تکمیل (فرآیند مرطوب) از بخار استفاده می شود. در این بخش جریان مواد و انرژی و همچنین تجهیزات انرژی بر در فرآیند تولید مطرح و مورد بررسی قرار گرفته است.

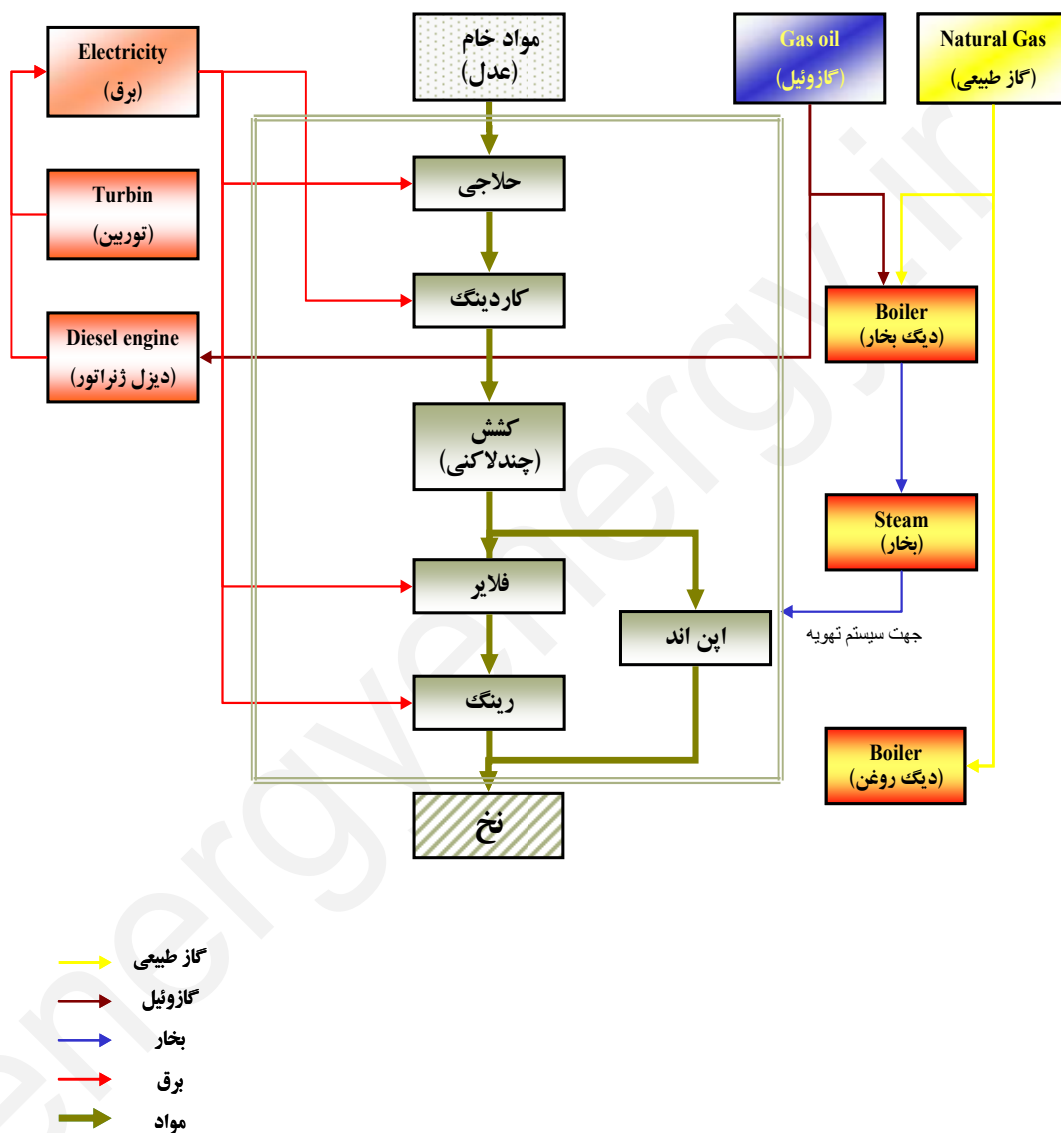
۴-۱. جریان مواد و انرژی در بخش ریسندگی

در شکل ۴-۱ جریان مواد و انرژی در بخش ریسندگی آورده شده است. مواد خام ورودی به بخش ریسندگی، متراکم و عدل بندی شده می باشد که در ابتدا جهت حذف گرد و غبار و ناخالصی ها و باز شدن الیاف به دستگاههای حلاجی فرستاده می شوند و بعد از اختلاط در میکسر به واحد کاردینگ فرستاده می شوند، در این قسمت مواد حلاجی شده به الیاف نسبتاً موازی و بدون تاب به نام فتیله تبدیل می گردد. سپس فتیله ها جهت یکنواخت شدن ضخامت، به ترتیب به دستگاه های کشش هشت لاکنی و شش لاکنی تغذیه می شوند. در این بخش ۶ و یا ۸ فتیله با سرعت های متفاوت به دستگاه های کشش وارد شده و خروجی دستگاه یک فتیله یکنواخت با وزن مخصوص خطی بالاتر از فتیله های تولیدی قسمت کاردینگ می باشد. فتیله حاصل توسط دستگاه های فلایر و رینگ و یا اپن اند به نخ تبدیل می شوند. کلیه تجهیزات بکار گرفته شده در فرآیند تولید نخ از مواد خام عدل بندی شده، انرژی الکتریکی مصرف می کنند.

بدلیل جلوگیری از آلودگی محیط و بالا بردن مقاومت نخ در حین تولید، هوای داخل سالن ریسندگی می بایست دما و رطوبت مشخصی داشته باشد. بدین منظور سیستم تهویه مطبوعی در نظر گرفته شده است که این سیستم بخار و انرژی الکتریکی مصرف می کند.

مصرف هوای فشرده در این بخش مربوط به کلاچ های دستگاه های اپن اند، جک های کاردینگ و دستگاه های کشش می باشد.

نمودار جریان مواد و انرژی در بخش ریسندگی



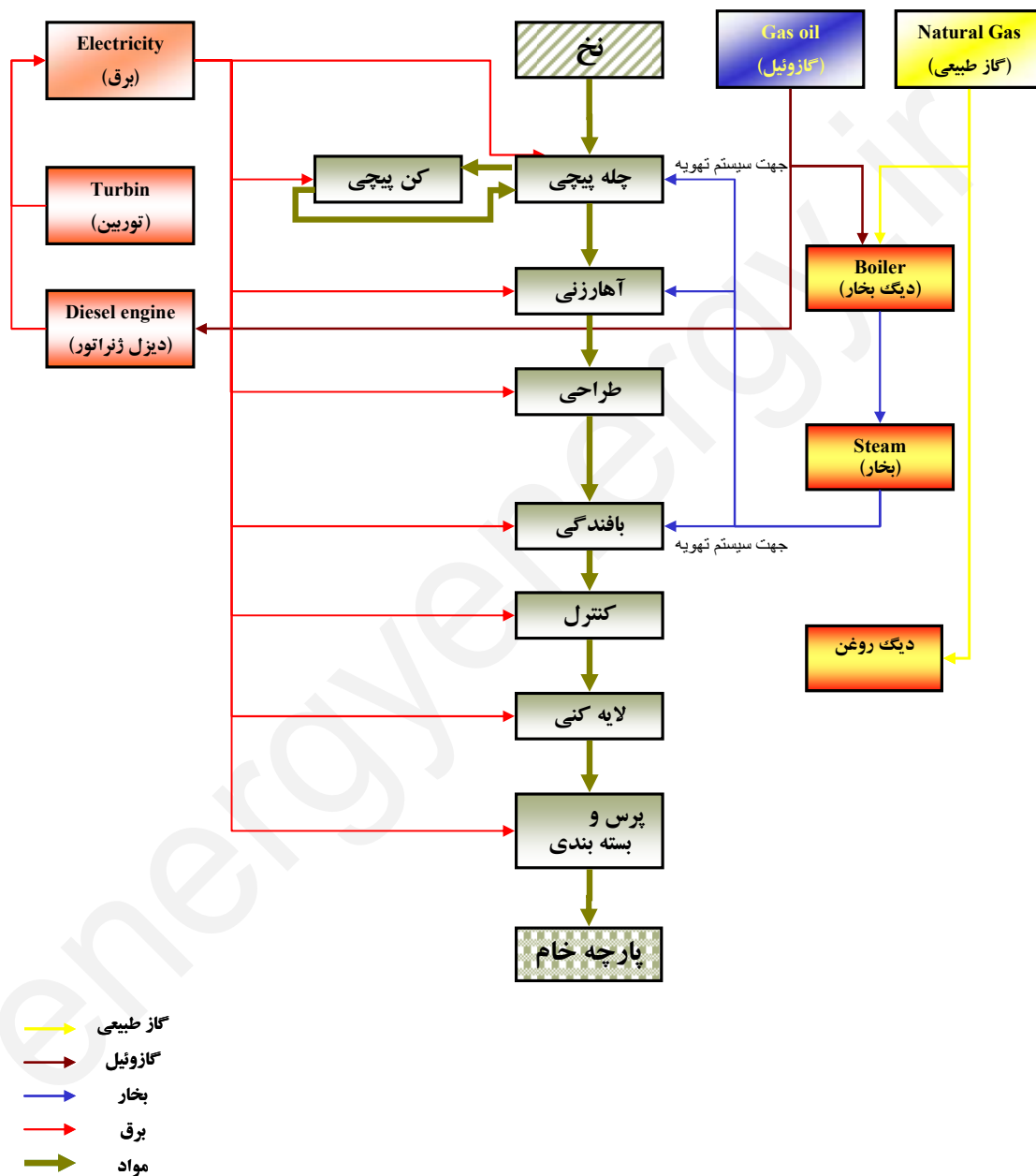
شکل ۴-۱. جریان مواد و انرژی در واحد ریسندگی

در شکل ۴-۲ جریان مواد و انرژی در بخش بافندگی آورده شده است. به منظور آماده سازی دسته نخ های تار برای دستگاه های بافندگی عملیات چله پیچی انجام می گیرد که در این قسمت جهت چرخش چله به انرژی الکتریکی احتیاج می باشد. قرقه هایی که نخ آنها کم شده است، قابلیت بسته شدن روی دستگاه چله کشی را نداشته، بدین

منظور توسط دستگاه کن پیچ سر نخهای چند قرقره با نخ کم به هم پیوند زده می‌شوند و روی یک قرقره با نخ زیاد پیچیده می‌شوند. دستگاه های کن پیچ نیز انرژی الکتریکی مصرف می‌کنند. نخ های پیچیده شده روی چله ها جهت بالا رفتن مقاومت مکانیکی نخ و آماده سازی سر نخ های تار لازم جهت دستگاه های بافندگی به واحد آهار زنی فرستاده می‌شوند. مصرف انرژی این دستگاه بخار و انرژی الکتریکی می‌باشد. نخ های تار آماده شده بر روی چله های آهار زنی شده روی دستگاه های بافندگی قرار می‌گیرند و توسط ماشین های بافندگی با سیستم های مشخص به پارچه تبدیل می‌شوند. در این بخش کلیه تجهیزات مصرف کننده انرژی الکتریکی بوده و جهت سیستم تهویه نیز انرژی الکتریکی و بخار مصرف می‌شود.

پارچه های بافته شده جهت بررسی عیوب و خرابی پارچه به واحد کنترل فرستاده می‌شوند. بعد از کنترل و برطرف کردن عیوب احتمالی، پارچه ها توسط دستگاه لایه کنی، تا شده و سپس پرس و بسته بندی می‌شوند که کلیه تجهیزات بخش کنترل نیز انرژی الکتریکی مصرف می‌کنند.

نمودار جریان مواد و انرژی در بخش بافندگی



شکل ۴-۲. جریان مواد و انرژی در واحد بافندگی

۴-۲. جریان مواد و انرژی در بخش رنگریزی، چاپ و تکمیل

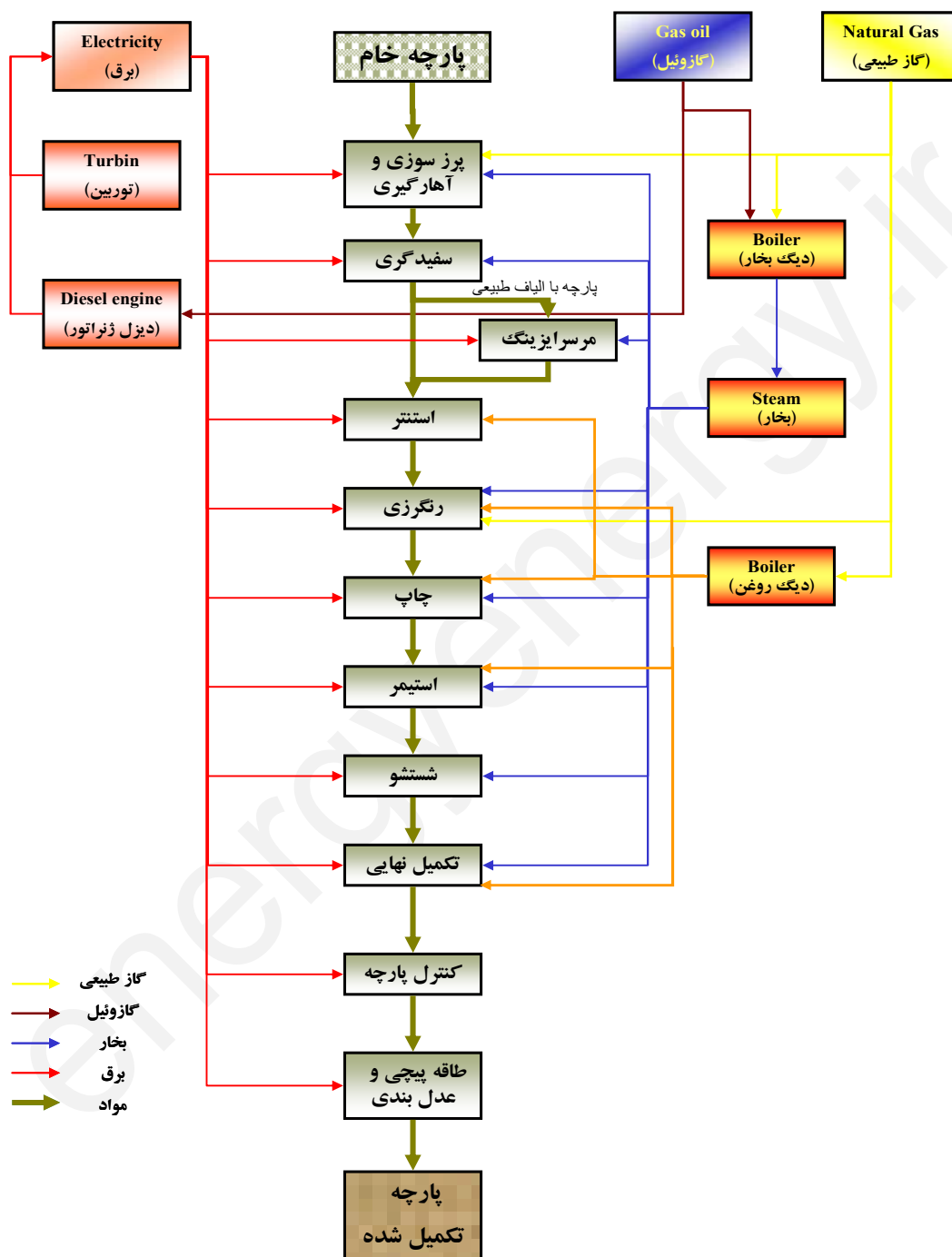
در شکل ۴-۳ جریان مواد و انرژی در بخش رنگریزی، چاپ و تکمیل آورده شده است. پارچه خام تولیدی در واحد

بافندگی جهت حذف آهار روی پارچه و ایجاد زمینه ای با قابلیت جذب یکنواخت و مناسب برای رنگ پذیری و بالا رفتن مرغوبیت پارچه به واحد پرز سوزی و آهارگیری فرستاده می شود. در دستگاه پرسسوزی، پرزهای روی پارچه توسط شعله سوزانده می شود که مشعل این دستگاه گاز سوز می باشد. بعد از پرسسوزی در این واحد پارچه از محلول آنزیمی عبور کرده سپس بصورت رول های بزرگ پیچیده می شود و رول های پارچه ها بسته به جنس پارچه در مدت زمان مشخص توسط موتورهای الکتریکی حرکت چرخشی داشته و طی این فرآیند مواد آهار غیر قابل حل در آب به مواد قابل حل در آب و مناسب جهت شستشو با آب تبدیل می شوند. مصرف انرژی این واحد گاز طبیعی، بخار و انرژی الکتریکی می باشد.

جهت حذف ناخالصی ها و رنگ های طبیعی الیاف و سفیدگری پارچه عملیات سفیدگری بر روی پارچه انجام می گیرد که این واحد از جمله واحدهای مصرف کننده عمده بخار می باشد. پارچه هایی با الیاف طبیعی در صورت لزوم بعد از مرحله سفیدگری جهت افزایش نرمی و لطافت و براقیت پارچه به دستگاه مرسرایزینگ فرستاده می شود. در واحد مرسرایزینگ بخار و انرژی الکتریکی مصرف می شود. پارچه سفید شده و در صورت لزوم مرسرایز شده به استنتر فرستاده می شود. در این واحد پارچه با عبور از بین غلتک های داغ به نرمی و یکنواختی خوبی رسیده و زمینه ای با قابلیت جذب یکنواخت و مناسب برای رنگ پذیری ایجاد می شود و در ضمن عرض پارچه نیز تثبیت می گردد. غلتک های استنتر توسط روغن داغ گرم می شود که عمل داغ شدن روغن توسط دیگ های روغن که یکی از مصرف کننده های عمده گاز طبیعی هستند، انجام می گیرد. برای چرخش غلتک ها نیز انرژی الکتریکی مصرف می شود.

پارچه بعد از عبور از بین غلتک های استنتر به واحد رنگریزی فرستاده می شود. در این واحد بسته به جنس پارچه از ترموزول برای رنگریزی پارچه با الیاف مصنوعی و پد استیم^۱ برای رنگریزی پارچه با الیاف طبیعی استفاده می شود. در ترموزول به روغن داغ و شعله نیاز است که شعله توسط مشعل گازسوز و روغن داغ مورد نیاز توسط دیگ های روغن کارخانه تأمین می شود و پد استیم نیز از جمله مصرف کننده های عمده بخار در واحد تکمیل می باشد. پس از عملیات رنگریزی، عملیات چاپ بر روی پارچه با رنگینه های پیگمنت و یا راکتیو انجام می گیرد. برای عملیات چاپ پیگمنت از روغن داغ و برای عملیات چاپ راکتیو از بخار استفاده می شود.

نمودار جریان مواد و انرژی در بخش تکمیل



شکل ۳-۴. جریان مواد و انرژی در واحد تکمیل

پارچه ها بعد از عملیات چاپ، جهت تثبیت چاپ روی پارچه، از استیمر عبور داده می شوند که در این بخش بخار

و روغن داغ هر دو مورد استفاده قرار می‌گیرند. استیمر از جمله تجهیزات مصرف کننده عمده بخار می‌باشد. پارچه هایی که عملیات چاپ راکتیو بر روی آنها انجام گرفته بعد از عبور از استیمر احتیاج به شستشو دارند که در این قسمت نیز بخار و انرژی الکتریکی مصرف می‌شود.

بر روی پارچه چاپ شده عملیات تکمیل نهایی از قبیل: استنتر، کالندر، خارزنی و شیرینگ انجام می‌گیرد که در این واحد نیز بخار، روغن داغ و انرژی الکتریکی به مصرف می‌رسد. پارچه تکمیل شده جهت کنترل و رفع عیوب احتمالی در حین فرآیند به واحد کنترل پارچه فرستاده شده و سپس طاقه پیچی و عدل بندی می‌شود که در این واحدها عمده انرژی مصرفی، انرژی الکتریکی می‌باشد.

۳-۴. سیستم هوای فشرده

هوای فشرده تولید شده، در کلاچ های دستگاه های اپن اند و جکهای کاردینگ، دستگاه کشش، شیرهای پنوماتیکی مقدمات ریسندگی و... به مصرف می‌رسد.

فصل پنجم

راهکارهای بهینه سازی و کاهش مصرف انرژی در بخش مکانیک صنعت نساجی

امروزه با توجه به روند افزایش جمعیت و تبعات آن و هر چه بیشتر مستهلک شدن منابع تولید انرژی نه تنها افراد بلکه جوامع نیز در موقعیتی نمی‌باشند که بتوانند به میزان مورد علاقه خود انرژی مصرف کنند. بلکه با افزایش جمعیت، به اجبار اهرم‌های ملی به صورت محدودکننده وارد عمل خواهند گردید و ابتکار عمل در زمینه تولید و مصرف انرژی را به عهده خواهند گرفت.

اکنون سالیان متمادی است که کشورهای صنعتی پیشرفته که حتی از حداکثر امکانات طبیعی و صنعتی برای تولید انرژی برخوردار هستند، در کنار تلاش در جهت استفاده از انرژی‌های نو (خورشید، باد و امواج و ...) استفاده صحیح از انرژی را در رأس اهداف خود قرار داده و با وضع دستورالعمل‌ها و در مواردی ضوابط و قوانین بازدارنده، صاحبان صنایع، صنعتگران، مدیران سازمان‌ها و ... را تشویق، راهنمایی و حتی راهبری در جهت جلوگیری از اتلاف انرژی می‌نمایند. در سال‌های اخیر نیز در کشور ما سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت اقدام به تهیه دستورالعمل‌های مختلفی جهت حساس‌سازی بخش‌های مختلف صنعت نسبت به موضوع بهینه‌سازی مصرف انرژی نموده است. صنعت نساجی از قدیمی‌ترین صنایع در کشور ما بشمار می‌رود و با توجه به اینکه صنعت نساجی سهم نسبتاً بالایی از کل انرژی مصرفی بخش صنعت را به خود اختصاص می‌دهد، بهینه‌سازی مصرف انرژی در این صنعت از اهمیت خاصی برخوردار است.

۵-۱. تحلیل نتایج شدت مصرف انرژی کارخانه‌های نساجی

به منظور مقایسه و تعیین جایگاه یک کارخانه نساجی در میان کارخانجات نساجی (تولید پارچه از پنبه و الیاف مصنوعی) کشور، نتایج بدست آمده از ممیزی انرژی کارخانه با مقادیر متوسط ارائه شده برای دیگر کارخانجات کشور در جدول ۵-۱ مقایسه شده اند [۱].

جدول ۵-۱. مقایسه نتایج بدست آمده از ممیزی انرژی کارخانجات کشور

شدت مصرف انرژی	سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور
واحد ریسندگی (kwh/kg)	۴
واحد بافندگی (Mj/m)	۷
واحد تکمیل (Mj/m)	۲۴

۵-۲. اتلافات ناشی از نامناسب بودن عایقکاری لوله ها و اتصالات سیستم توزیع بخار

یکی از عوامل افت انرژی بخار تولیدی در کارخانجات، عدم توجه به نحوه صحیح عایقکاری بخش های مختلف می باشد. انتقال حرارت توسط سطوح داغ با هوای محیط باعث افزایش اتلافات می گردد. مطالعات مختلف نشان می دهند بازبینی و بهبود عایق لوله های محتوی بخار و آب داغ، مخازن، درام ها و همچنین استفاده از عایق های انعطاف پذیر بر روی شیرها و فلنج ها حدود ۲۰ درصد اتلاف گرمای کارخانجات را کاهش می دهد.

عایق های انعطاف پذیر پیشنهادی به صورت یک لایه ضخیم و قابل انعطاف اطراف شیر یا اتصالات را به طور کامل پوشانیده و مانع از اتلاف حرارت به محیط می گردد. ضمن اینکه به دلیل انعطاف پذیر بودن به راحتی و به دفعات قابل بازکردن جهت تغییرات بوده و از طول عمر بسیار بالایی برخوردار می باشند. همچنین این عایق ها در مقابل رطوبت مقاوم است و قابلیت نصب در فضای آزاد و در برابر تابش نور خورشید را نیز دارا می باشند.

عایق کاری حرارتی بر اساس ایجاد یک مانع حرارتی که نرخ انتقال حرارت را کاهش می دهد عمل می نماید. مهمترین علت در عایق کاری تأسیسات فرآیند، صرفه جویی در هزینه است. منشأ صرفه جویی در هزینه به حداقل رساندن تلفات حرارتی می باشد. دلایل دیگر برای عایق کاری عبارتست از:

- افزایش بهره حرارتی
- امکان کنترل میعان بخار
- حفاظت در برابر یخ زدگی
- تأمین حفاظت از لوله (حفاظت کارکنان، حفاظت در برابر خوردگی)
- کنترل دمای فرایندها
- حفاظت در برابر حریق

به طور کلی عایق کاری به دلایل صرفه جویی در هزینه، ملاحظات مربوط به فرآیند و ایمنی صورت می گیرد. بنابراین انتخاب یک عایق مناسب با در نظر گرفتن ضخامت بهینه آن گام مهمی در صرفه جویی مصرف انرژی می باشد. به طور کلی عایق کاری در تأسیسات دیگ بخار، لوله ها، مخازن، سطوح انحنادار بزرگ، کانال ها و دودکش های گاز داغ از جمله نواحی ضروری جهت عایق کاری می باشد.

بر اساس مطالعات انجام شده شیرها و فلنج های عایق کاری نشده می توانند تا ۲۰٪ گرمای اتلافی از یک سیستم توزیع را به خود اختصاص دهند. یک شیر عایق بندی نشده اتلاف گرمایی معادل طول ۱ متر از لوله عایق نشده را دارد و یک فلنج عایق بندی نشده نصف این مقدار گرما تلف می کند. عایق هایی که بر اساس میزان هوای پر شده در منافذ خود مانع از اتلاف حرارتی می شوند همواره لازم است خشک نگه داشته شوند. زیرا عایق های مرطوب ۱۵ تا ۲۰ برابر سریعتر از عایق خشک موجب اتلاف حرارتی می شوند. هرگاه رطوبت این منافذ یخ بزند میزان سرعت انتقال حرارت ۵۰ برابر خواهد شد [۲].

می توان میزان مجموع تلفات سیستم توزیع بخار کارخانه را به صورت زیر محاسبه نمود:

$$\text{میزان تلفات سیستم بخار} = \sum \dot{m} C_p \Delta T$$

که در رابطه فوق:

$\dot{m}$: میزان دبی بخار مصرفی هریک از تجهیزات مصرف کننده بخار (برحسب Kg/hr)

C_p : گرمای ویژه فشار ثابت (برحسب $Kj/Kg.^{\circ}K$)

ΔT : اختلاف دمای بخار در محل مصرف آن با دمای بخار تولیدی دیگ های بخار (برحسب K یا $^{\circ}C$)

در تلفات حرارتی از یک لوله بدون عایق یا ضخامت عایق ناکافی بدون در نظر گرفتن سرعت باد و رسانایی عایق و با فرض دمای سطح لوله پایین تر از $200^{\circ}C$ ، از رابطه زیر بدست می آید:

$$S = [10 + (T_s - T_a) / 20] \times (T_s - T_a)$$

که در آن:

S : اتلاف حرارتی سطح بر حسب $Kcal/hr.m^2$

T_s : دمای سطح لوله بر حسب $^{\circ}C$

T_a : دمای هوای محیط بر حسب $^{\circ}C$

با حاصلضرب S در سطح خارجی لوله میزان تلفات حرارتی از یک لوله محتوی بخار بدست می آید.

با داشتن مشخصات لوله ها، شیرها و فلنج های بدون عایق و با فرض دمای محیط برابر ۲۵ درجه سانتیگراد تلفات انرژی از تجهیزات مورد استفاده بدون عایق سیستم توزیع بخار کارخانه نساجی مورد نظر با استفاده از رابطه فوق بدست می آید.

۵-۲-۱. ارائه راهکارهای کاهش تلفات انرژی از طریق سطوح بدون عایق

الف: تعمیرات و نگهداری

- تعمیر عایق های صدمه دیده
- تعمیر سطوح خارجی صدمه دیده عایق ها
- حصول اطمینان از رعایت شدن ملاحظات ایمنی
- عایق کاری شیرها، فلنج ها و ظروف حرارتی

ب: راهکارهای کم هزینه

- عایق کاری لوله های بدون عایق
- عایق کاری ظروف بدون عایق
- اضافه کردن عایق تا رسیدن به ضخامت اقتصادی توصیه شده

ج: راهکارهای پرهزینه

- به روز کردن سطح عایق های موجود
- بازبینی و بررسی ضخامت اقتصادی عایق ها
- عایق کاری دستگاه ها و نواحی اساسی
- افزایش بودجه محدود مربوط به عایق کاری می یابد.

۵-۳. بررسی شرایط احتراق در بویلرها و گازهای داغ خروجی

از جمله پارامترهای حرارتی اندازه گیری شده، آنالیز دود خروجی از دودکش هریک از بویلرها توسط دستگاه Testo350XL می باشد. بر مبنای اندازه گیری پارامترهای لازم، شرایط احتراق بویلرها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

۵-۳-۱. برآورد میزان مصرف سوخت دیگ های بخار

در این قسمت براساس راندمان کلی بدست آمده برای هر یک از بویلرهای کارخانه نساجی ممیزی شده با توجه به روابط تئوری موجود، میزان مصرف گاز طبیعی هریک از بویلرها محاسبه گردیده است. راندمان کلی یک دیگ بخار به وسیله رابطه زیر بدست می آید:

$$\text{Overall efficiency \%} = \frac{\text{Heat Transfer To Medium}}{\text{LHV} \times \text{Fuel Consumption}} \times 100$$

با داشتن مقدار عددی راندمان کلی و نیز اطلاعات لازم جهت محاسبه میزان انرژی حرارتی جذب شده توسط بخار تولیدی و ارزش حرارتی سوخت گاز طبیعی (8800 kcal/Nm^3) می توان میزان سوخت مصرفی هر یک از بویلرها را محاسبه نمود.

۵-۳-۲. محاسبه و تحلیل درصد هوای اضافی بویلرها و تعیین میزان تلفات

با استفاده از نتایج آنالیز گازهای خروجی از دودکش هریک از بویلرها، می توان درصد هوای اضافی احتراق را تعیین نمود. به طور کلی برای فرآیندهای احتراق با هر نوع سوخت از رابطه زیر برای محاسبه درصد هوای اضافی استفاده می شود:

$$\text{Excess Air \%} = \frac{O_2 - 0.5CO}{0.2682N_2 - (O_2 - 0.5CO)} \times 100$$

در رابطه قابل میزان هر یک از گازهای O_2 ، CO و N_2 بر مبنای درصد حجمی می باشد. به کمک رابطه فوق و نتایج آنالیز دود خروجی از بویلرها، درصد هوای اضافی کلیه بویلرهای کارخانه نساجی مورد نظر محاسبه می گردد.

به منظور دستیابی به بازده حرارتی بالا و در نتیجه کاهش هزینه سوخت دیگ بخار، بایستی هوای احتراق به میزان مورد نیاز جهت انجام احتراق کامل سوخت باشد. میزان هوای اضافی پیشنهادی برای سوخت های مختلف در جدول ۵-۲ آورده شده است. میزان واقعی هوای اضافی مورد نیاز به منظور کسب بازده بهینه دیگ بخار علاوه بر نوع سوخت مصرفی بستگی به نوع دیگ بخار و مشعل ها، روش بهره برداری و کارایی تجهیزات احتراق دارد.

جدول ۵-۲. میزان اکسیژن و هوای اضافی مناسب برای احتراق سوخت های مختلف (بر حسب درصد) [۳].

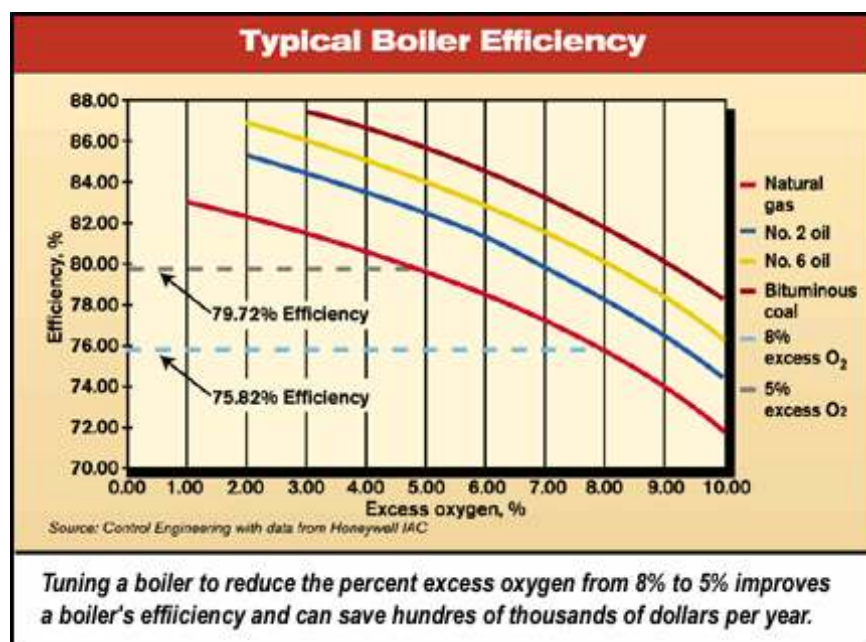
Fuel	Excess Air (%)	O ₂ in Flue Gas (%)
------	----------------	--------------------------------

	Min	Max	Min	Max
Natural Gas	10	15	2	7/2
Fuel oil:				
Light	5/12	20	3/2	5/3
Heavy	20	25	3/3	2/4
Coal	30	50	4.9	7

با تنظیم میزان درصد هوای اضافی توسط آنالیز دود خروجی می‌توان درصد هوا به سوخت بویلر را در مقدار نرمال آن تثبیت نمود. به علاوه می‌توان از تجهیزات کنترل اتوماتیک جهت تنظیم میزان هوا به ازای سوخت ورودی بویلر نیز استفاده نمود.

از آنجائی که با تنظیم درصد هوای اضافی، علاوه بر درصد O_2 درصد گاز CO_2 نیز تغییر می‌کند، تعیین دقیق تلفات گازهای خروجی پس از تنظیم نسبت هوا به سوخت باتوجه به داده های فعلی امکان پذیر نمی‌باشد. با تنظیم درصد هوای اضافی دیگ های بخار کارخانه در دوره های مختلف اندازه گیری و رسیدن به حداکثر مقدار مطلوب تعیین شده برای سوخت گاز طبیعی (۱۵ درصد)، با فرض ثابت بودن دمای دودکش در دیگ های مذکور، درصد تلفات گازهای خروجی به میزان قابل ملاحظه ای کاهش یافته و راندمان بویلرها افزایش می‌یابد. هرچه میزان هوای اضافی نسبت به مقدار مطلوب آن بیشتر باشد، دمای محفظه احتراق کوره کاهش یافته و راندمان کلی کوره کاهش می‌یابد. این امر باعث افزایش مصرف سوخت شده و در نتیجه افزایش شدت مصرف انرژی حرارتی را به دنبال دارد.

همانطور که در شکل ۵-۱ نیز مشاهده می‌گردد، برای محاسبه افزایش راندمان بویلر با سوخت گاز طبیعی، درصد O_2 گازهای خروجی از دودکش مورد نیاز می‌باشد.



شکل ۵-۱. نمودار راندمان احتراق بویلر با سوخت گاز طبیعی برحسب درصد O_2 (درصد هوای اضافی) [۵].

میزان صرفه جویی حاصل از افزایش راندمان را می‌توان از رابطه زیر محاسبه نمود.

$$\text{Cost Saving} = \frac{E_2 - E_1}{E_2} \times \text{Annually Fuel Cost}$$

E_1 : راندمان اولیه

E_2 : راندمان بهبود یافته

البته ذکر این نکته ضروری است که افزایش راندمان بویلر تنها باعث صرفه جویی در سوخت نشده و بطور کلی بر سایر هزینه‌ها نیز اثر گذاشته و سبب کاهش آنها می‌گردد. از آن جمله کاهش ساعات کارکرد بویلر، کاهش هزینه‌های تعمیر، نگهداری و استهلاک بویلر و نیز هزینه نیروی انسانی می‌باشد.

۵-۳-۳. کنترل دمای گازهای خروجی

بطور کلی دمای نرمال برای گازهای خروجی از دودکش دیگ‌های بخار بایستی حدود ۲۰ درجه سانتیگراد بالاتر از نقطه شبنم محصولات احتراق باشد. اما از آنجا که سوخت گاز طبیعی نسبت به دیگر سوخت‌ها محتوی کمترین مقدار سولفور می‌باشد، دمای گازهای خروجی می‌تواند پایین‌تر از دمای نقطه شبنم آب قرار گیرد، بدون آنکه سبب مشکلات خوردگی قابل ملاحظه‌ای گردد.

در جدول ۵-۳ میزان کاهش تلفات دودکش بر حسب درصد CO_2 و کاهش دمای گازهای خروجی دودکش آورده شده است.

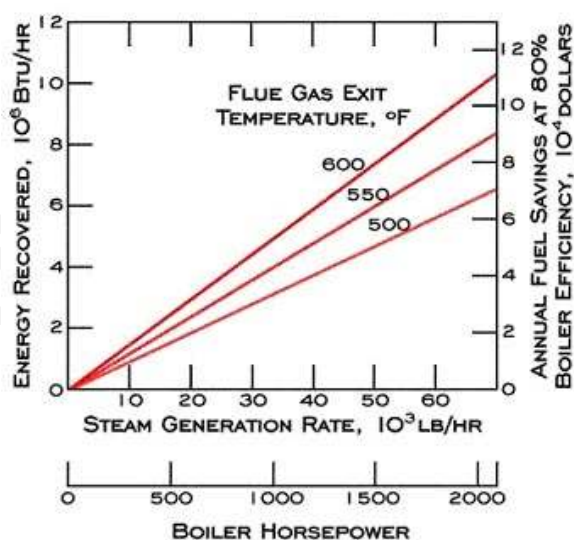
جدول ۳-۵. میزان تلفات دودکش بر حسب درصد CO_2 و دمای گازهای خروجی [۴]

کاهش دمای گازهای خروجی			درصد CO_2 در گازهای خشک
$300^{\circ}C$	$200^{\circ}C$	$100^{\circ}C$	
۱۴/۹	۹/۴	۴	٪۱۰
۱۲/۶	۷/۹	۳/۳	٪۱۲
۱۰/۹	۶/۸	۲/۹	٪۱۴

با توجه به اعداد جدول مشخص می‌شود که معمولاً تأثیر کاهش دمای گازهای خروجی از تأثیر تنظیم درصد هوای اضافی در کاهش تلفات از طریق دودکش بیشتر است.

۴-۳-۵. بازیابی حرارت گازهای خروجی از دودکش بویلرها

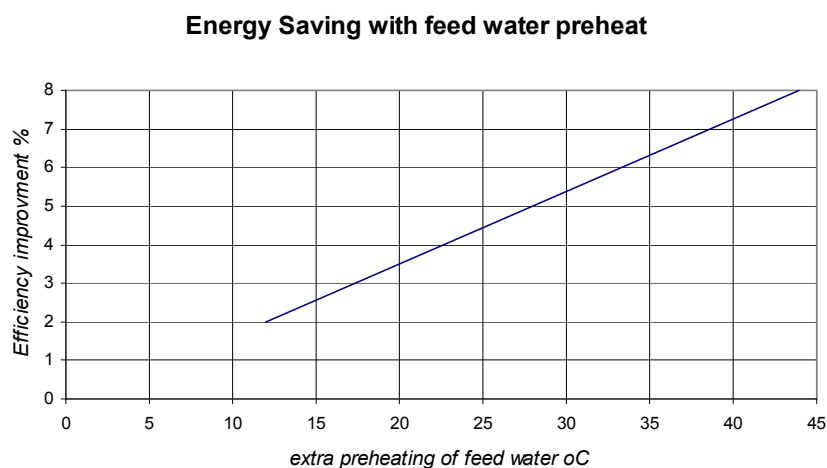
میزان تلفات حرارتی دیگ های بخار از گازهای خروجی دودکش عموماً مقدار قابل توجهی بوده که برای کاهش آن و بازیابی حرارت از گازهای خروجی از مبدل های حرارتی استفاده می‌شود. این مبدل ها مستقیماً در داخل دودکش بویلر قرار داده می‌شوند و از انرژی حرارتی گازهای حاصل از احتراق برای گرم کردن هوای اضافی ورودی فن های بویلر و یا پیشگرم کردن آب ورودی به بویلر استفاده می‌کنند. شکل ۵-۲ انرژی بازیابی شده و صرفه‌جویی در مصرف سالیانه سوخت با استفاده از مبدل حرارتی Preheater را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۲. انرژی بازیابی شده و صرفه‌جویی در مصرف سالیانه سوخت بر حسب بخار تولیدی

بدیهی است هرچقدر دمای آب تغذیه دیگ بخار بالاتر باشد دیگ بخار کار کمتری جهت تبدیل آب به بخار انجام

خواهد داد. در حقیقت هر 6°C افزایش در دمای آب تغذیه، ۱٪ سوخت کمتر در دیگ بخار مصرف خواهد شد. در شکل ۳-۵ تأثیر پیش گرمایش آب تغذیه بویلر در افزایش راندمان بویلر نشان داده شده است.



شکل ۳-۵. درصد افزایش راندمان بویلر در اثر پیش گرمایش آب تغذیه [۶].

۴-۵. تحلیل شبکه توزیع آب، بخار و هوای فشرده و ارائه راهکارها

۴-۵-۱. آب

باید توجه داشت که هزینه های مربوط به خدمات آب و فاضلاب در هر کارخانه حدود ۵ تا ۱۰ درصد از کل هزینه های خدمات را به خود اختصاص دهد. همچنین باید کاهش مصرف، خصوصاً در ایام تعطیلات و زمانی که تولید وجود ندارد، بررسی گردد. معمولاً در صورتیکه از نشتی ها و ضایعات بتوان جلوگیری کرد، صرفه جویی قابل توجهی را می توان کسب کرد. لذا برای نظارت بر نحوه استفاده از آب باید، بر روی کلکتور اصلی توزیع آب کارخانه کنتور نصب نمود و قرائت ساعتی کنتورها را عملی کرد. باید توجه داشت که مصرف آب عموماً مسلم و بدیهی فرض می شود و ضمناً ممیزی آب بخودی خود ممیزی انرژی را نیز به دنبال خواهد داشت. همچنین ممیزی آب می تواند در قالب برنامه های زیست محیطی شکل گیرد.

نظر به اینکه میزان مصرف آب در صنایع مختلف و حتی در یک صنعت خاص بسیار متفاوت است، لذا جهت برآورد آب مصرفی هر کارخانه باید مطالعات و بررسی های اختصاصی انجام گیرد، میزان مصرف نوعی آب در تعدادی از صنایع بزرگ در جدول ۴-۵ آمده است.

جدول ۴-۵. میزان مصرف نوعی آب در صنایع مختلف

نوع محصول	واحد تولید	مقدار مصرف، لیتر به ازاء هر واحد تولید
نساجی ابریشم مصنوعی (رایون)	تن	۷۵۲۰۰
نساجی پشمی	تن	۵۸۵۰۰۰
چرم (دباغی شده)	تن	۶۶۸۰۰
کاغذ	تن	۱۶۳۰۰۰
آهن	تن	۱۴۶۲۰۰

به هر حال با اجتناب از نشت لوله ها و شیرهایی که دائماً چکه می کنند خصوصاً در محل های شستشوی دائمی، با استفاده از شیرهای دکمه ای، فشاری یا شیرهای قطع اتوماتیک می توان حجم آب مصرفی را کاهش داد. لازم به ذکر است که بسیاری از شیرهای آب دارای شدت جریان بالا هستند که اغلب مورد نیاز نیست. لذا با استفاده از سیستم های کاهنده فشار آب بر روی کلیه شیرها و یا لوله ها می توان این شدت جریان را کنترل کرد.

۴-۵. بخار

آب به دلیل قابل دسترس و بی ضرر بودن (سمی نبوده و محیط زیست را آلوده نمی کند) مزیت خوبی برای انتقال انرژی دارد، از علل دیگر استفاده از بخار به عنوان عامل انتقال انرژی این است که بخار می تواند به طور متمرکز مقدار قابل توجهی انرژی گرمایی در خود ذخیره کند و در هنگام کندانس شدن آن را پس دهد.

در رابطه با صرفه جویی انرژی در مورد بخار دو مورد مطرح می شود:

۱- تولید بخار با راندمان بالا

۲- انتقال بخار با راندمان بالا

همچنین صرفه جویی قابل توجهی در هزینه ها از طریق ملاحظات زیر صورت می پذیرد.

- کاهش تلفات حرارتی از شبکه لوله کشی توزیع بخار و سطوح رو باز و بدون عایق
- اطمینان از اینکه بخار مصرفی چه آنها که جهت گرمایش هوا و چه آنهایی که در خط تولید استفاده

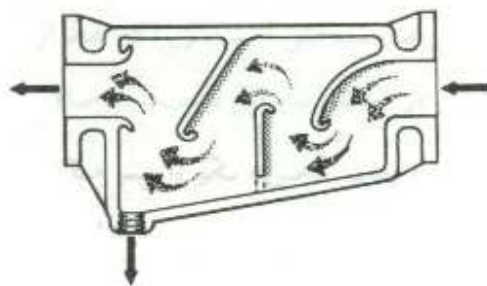
می شوند در شرایط مطلوب حفظ و کنترل شوند.

مصرف بخار در واحد ریسندگی معمولاً فقط مربوط به سیستم تهویه (تنظیم دما و رطوبت سالن) و تأمین آبگرم مصرفی می باشد. در حالی که در واحد بافندگی در قسمت آهارزنی، تهیه محلول آهار و سیستم تهویه سالن های مقدمات بافندگی استفاده می شود.

عمده مصرف بخار در واحد تکمیل می باشد که در دستگاه های پرسسوزی و آهار گیری، سفید گری، مرسرایزینگ، رنگرزی و چاپ، استیمر، شستشو و شیرینگ استفاده می شود.

در صنایع نساجی یکی از مقرون به صرفه ترین روش ها جهت حذف رطوبت موجود استفاده از خشک کن های

مکانیکی است. متعاقب اینکار می‌توان از بخار جهت تکمیل فرآیند خشک کردن استفاده نمود. در بسیاری از فرآیندها به منظور حذف اولیه حجم زیادی آب از ماده از رطوبت گیرهای هیدرولیکی مانند خشک کن های دوار، غلطک های فشاری، پرس ها و استفاده می‌گردد. وقتی در سیستم توزیع بخار، بخار با سطحی که باید آنرا گرم نماید تماس پیدا میکند، ابتدا حرارت نهان خود را از دست می‌دهد و میعان اتفاق می‌افتد. در این صورت یک لایه عایق حرارتی ایجاد می‌گردد. وجود رطوبت در بخار ضخامت این لایه را افزایش می‌دهد. بنابراین برای حفظ بازده بهینه سیستم ضروری است که درصد رطوبت موجود در بخار در حداقل ممکن نگه داشته شود. با این وجود، طبیعت تولید بخار در شرایط تجاری جلوگیری از نفوذ ذرات آب به ناحیه بخار را غیر عملی می‌سازد، بخصوص آنکه مایع حاصل از میعان که هنگام عبور بخار از سیستم توزیع ایجاد می‌شود مساله فوق را تشدید می‌کند. یکی از راه حل های مساله فوق نصب جدا کننده بخار (Steam Separator) در نقطه مصرف می‌باشد. در این صورت بخار نسبتاً خشک تحویل تجهیزات مصرف کننده می‌شود. در شکل ۴-۵ نمایی از یک جدا کننده بخار دیده می‌شود.



به تله بخار

شکل ۴-۵. نمایی از جدا کننده بخار

چگالش بخار تولیدی در مواجهه با سطوح کم دما در مسیر سیستم های توزیع و مصرف، اجتناب ناپذیر است. وجود کندانس در مسیر بخار در بسیاری از فرآیندهای صنعتی اخلال ایجاد نموده و به علاوه عملکرد انتقال انرژی توسط حامل انرژی بخار را نیز غیرکارا می‌کند، بنابراین تفکیک بخار از کندانس ایجاد شده کاملاً ضروری است. تله بخار وسیله ای است که اجازه تخلیه و خروج کندانس تولیدی را می‌دهد اما از فرار بخار جلوگیری می‌کند. انتخاب بهینه تله بخار و فراهم آوردن شرایط کاری بهینه و کارا برای آن، ضامن کسب ماکزیمم بهره وری انرژی ممکن از این وسیله است. بدین لحاظ در صورت نبود برنامه ای جهت کنترل و نگهداری عملکرد تله های بخار، معمولاً اتلاف انرژی به میزان

۱۵ تا ۲۰ درصد ناشی از عملکرد غیر کارای تله بخار اجتناب ناپذیر است.

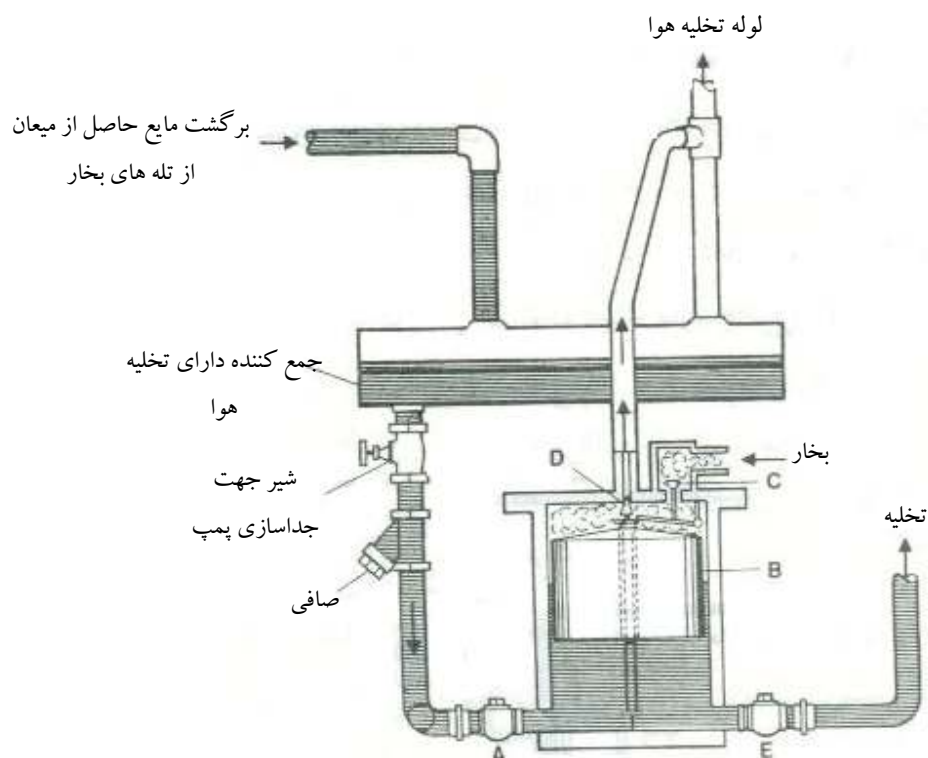
یک سیستم بخار ایده آل، سیستمی است که کندانس های ایجاد شده در مسیر تولید، توزیع و مصرف بخار، به انحاء گوناگون از جمله از طریق تله های بخار در یک سیستم برگشت کندانس جمع آوری شود تا از هدر رفتن محتوای انرژی موجود در کندانس جلوگیری شده و از این پتانسیل انرژی مجدداً استفاده گردد. همچنین در یک سیستم بخار ایده آل، بخار و کندانس تولیدی همواره جدای از یکدیگر وجود دارند یا جمع آوری می شوند، بنابراین اگر در تانک جمع آوری کندانس برگشتی، بخار زنده (Live Steam) مشاهده شود، دلیل بر وجود نقص در بخشی از سیستم بخار است.

باید توجه داشت که هنگام تخلیه تله بخار برای خروج کندانس، معمولاً مقدار کمی بخار هم مشاهده می شود، اما این بخار از نوع زنده سیستم بخار نیست بلکه در واقع بخاری است که حین خروج کندانس از تله بخار، به دلیل افت ناگهانی فشار و بالابودن دمای کندانس تولید می شود که به آن (Flash Steam) می گویند. گاهی اوقات، فشار زیادی می تواند باعث ایجاد فلاش بخار ایجاد شود. با نصب یک مخزن در مسیر برگشتی مایع حاصل از میعان و قبل از جمع کننده، فلاش بخار از مایع مزبور جدا شده و حرارت آن کاملاً قابل بازیابی خواهد بود.

وقتی مایع حاصل از میعان در محل جمع کننده انباشته شود، غالباً از پمپ های الکتریکی برای برگشت دادن مایع به ساختمان دیگ بخار استفاده می شود. این پمپ ها بخصوص برای محل هایی که خطوط خروجی، طولانی و پیچ در پیچ باشند و ظرفیت ها بسیار بالا باشد، مناسب هستند. آب جمع شده در جمع کننده معمولاً دارای دمای بالا در حدود نقطه جوش در فشار اتمسفریک می باشد.

یک روش عملی برای تحویل مایع برگشتی حاصل از میعان به مخزن تغذیه دیگ بخار، پمپ اتوماتیک یا دریچه پمپی است. این یک وسیله ساده است که از بخار به عنوان یک واسطه بهره برداری استفاده می کند.

یکی از مزایای این نوع دریچه پمپی آن است که می توان آنرا با یک شمارشگر ضربه ای مجهز نمود. هر گاه ظرفیت بازای هر ضربه مشخص باشد می توان مقدار مایع انتقالی حاصل از میعان را در یک مدت زمان مشخص تعیین کرد. در شکل ۵-۵ شماتیک از پمپ اتوماتیک یا تله پمپی مشاهده می گردد.



شکل ۵-۵. پمپ اتوماتیک یا تله پمپی

۵-۴-۳. اتلافات ناشی از تله های بخار ناسالم کارخانه نساجی

از اجزای اصلی سیستم با راندمان بالای بخار و مایع کندانس، تله بخار است. از آنجائی که پیدا کردن تله بخار معیوب معمولاً مشکل است. بنابراین اتلاف انرژی از آنها بسیار زیاد است. اتلاف انرژی از تله بخار به دلایل زیر ممکن است روی دهد:

- بازماندن موقعیت تله و در نتیجه خارج شدن بخار پر انرژی
- انتخاب نامناسب تله بخار
- روش نادرست نصب تله بخار

کلیه تجهیزاتی که بخار برای گرمایش استفاده می کنند باید مجهز به تله بخار باشند. ضمناً برنامه منظم بازرسی و نگهداری تله های بخار امری ضروری برای به حداقل رساندن اتلاف می باشد.

مهمترین تله های بخار کارخانه، تله های بخار نصب شده بر روی خطوط آب کندانسه می باشند. عملکرد نامناسب تله های بخار باعث می گردد فرآیند انتقال حرارت توسط بخار ورودی به دستگاه های مصرف کننده بخار، به علت عدم کفایت زمان ماندگاری بخار به خوبی صورت نگیرد و از انرژی موجود در بخار به طور کامل استفاده نشود.

اکثر تله بخارهای کارخانه نساجی از نوع ترمودینامیکی و بعضی از آنها از نوع مکانیکی مدل float می باشند. بطور کلی روش های بازرسی عملکرد تله های بخار به سه دسته زیر تقسیم می شوند:

۱. از طریق دیدن

۲. از طریق اندازه گیری دما

۳. از طریق شنیدن صدا

بازرسی از طریق دیدن: این روش بیشتر زمانی بکار برده می شود که تخلیه کننداس ها مستقیماً به اتمسفر صورت بگیرد و با دانستن نوع تخلیه که یا بصورت پیوسته است یا به صورت متناوب، می توان عملکرد تله ها را بررسی کرد.

در این روش تشخیص بخار زنده از بخار فلاش شده همراه با کندانسه ها از لوله خارج شده و در هنگام خروج از لوله همانند ابر سفیدی لوله را در بر می گیرد. بخار فلاش شده در اثر سرعت زیاد کندانسه ها و افت فشار خروجی تولید می شوند. در صورتی که بخار زنده مثل هوا و گازهای غیرقابل میعان، بدون رنگ می باشد و همچنین نسبت به بخار فلاش شده دارای سرعت بیشتر و دمای بالاتری می باشد.

در بعضی موارد تله بخارهای معیوب حتی در حالتی که تخلیه کننداس آنها به اتمسفر نمی باشد، نشتی بخار از آنها مشاهده می شود.

بازرسی از طریق اندازه گیری دما: روش اندازه گیری دما نسبت به روش قبلی از دقت بیشتری برخوردار است. در این روش که نمونه ای از نتایج آن در جدول ۵-۵ آورده شده است، دمای بخار برابر با دمای اشباع در فشار بخار ورودی در نظر گرفته شده و با فرض اتلاف دما به میزان ۱۰٪، دمای سطح لوله در جلوی تله بخار مشخص می گردد. در جدول مزبور دمای لوله بعد از تله بخار در حالت عملکرد مناسب ارائه شده است. میزان تفاوت بین تفاضل دماهای اندازه گیری شده در دو طرف تله بخار و اعداد ارائه شده در ستون آخر جدول ۵-۵ نشان دهنده نحوه کارکرد تله بخار خواهد بود. لازم به ذکر است که اندازه گیری دما در فاصله ۱۲ اینچ از تله بخار صورت می گیرد.

جدول ۵-۵. روش اندازه گیری دما برای بازرسی تله های بخار

اختلاف دما در دو طرف تله بخار ($T_1 - T_2$) °F	دمای لوله بعد از تله بخار T_2 (°F)	دمای لوله در جلوی تله بخار T_1 (°F)	دمای بخار °F	فشار بخار psig
۲۵	۱۸۰	۲۰۵	۲۲۷	5
۳۶	۱۸۰	۲۱۶	۲۴۰	10
۳۵	۱۹۰	۲۲۵	۲۵۰	15
۳۳	۲۰۰	۲۳۳	۲۵۹	20
۳۵	۲۰۵	۲۴۰	۲۶۷	25
۳۶	۲۱۰	۲۴۶	۲۷۴	30
۴۳	۲۱۵	۲۵۸	۲۸۷	40

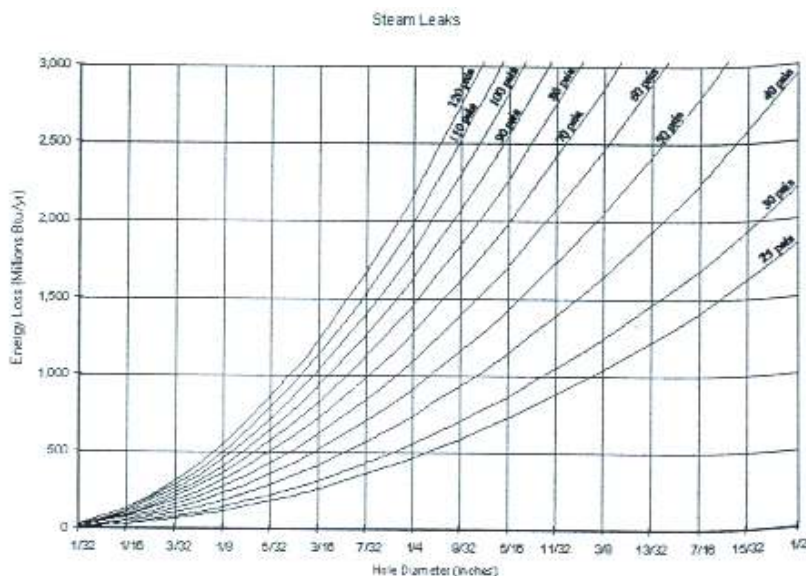
50	۲۹۸	۲۶۸	۲۲۵	۴۳
100	۳۳۸	۳۰۴	۲۲۵	۷۹
۱۵۰	۳۶۶	۳۳۰	۲۲۵	۱۰۵
۲۰۰	۳۸۸	۳۵۰	۲۲۵	۱۲۵
۲۲۵	۳۹۷	۳۶۰	۲۲۵	۱۳۵

بازرسی از طریق شنیدن صدا: این روش در مورد تله بخارهایی که به طور متناوب باز و بسته می شوند بکار می رود. به طور مثال در مورد تله بخارهای ترمودینامیکی عمل باز و بسته شدن شیر تخلیه (که توسط حرکت دیسک انجام می شود) قابل شنیدن است.

اگر تله بخار بصورت سریع باز و بسته شود یا صدای عبور بخار بدون صدای حرکت دیسک شنیده شود، نشان دهنده خرابی تله بخار می باشد. در مورد تله بخارهای ترمودینامیکی در حالت کارکرد مناسب عمل بالا و پائین رفتن دیسک هر ۵ الی ۱۰ ثانیه یک بار تکرار می شود.

مهمترین تله های بخار کارخانه نساجی، تله های بخار نصب شده بر روی خطوط آب کندانسه می باشند. عملکرد نامناسب تله های بخار باعث می گردد فرآیند انتقال حرارت توسط بخار ورودی به دستگاه های مصرف کننده بخار، به علت عدم کفایت زمان ماندگاری بخار به خوبی صورت نگیرد و از انرژی موجود در بخار به طور کامل استفاده نشود.

خرابی بازماندن دریچه تله، سبب عبور دائم بخار می شود. نرخ تلفات انرژی نیز بر اساس اندازه اریفیس و فشاربخار در سیستم با استفاده از منحنیهای رسم شده در شکل ۵-۶ قابل محاسبه است. این شکل از معادله گراشف برای تخلیه بخار از یک اریفیس و با فرض یک تله بخار فعال در تمام سال و در صورتی که همه انرژی ناشی از بخار تلف شده و همچنین آب چگالیده در دمای متوسط حدود ۶۰ درجه فارنهایت، بدست آمده است. با فرض معیوب بودن تله های بخار و با در دست داشتن قطر سوراخ خروجی تله های بخار کارخانه میتوان میزان اتلاف انرژی را محاسبه نمود.



شکل ۵-۶. تلفات انرژی ناشی از نشتی تله های بخار ناسالم

ممیزی انرژی در کارخانجات مختلف نشان داده است میزان اتلاف بخار ناشی از تله های بخار معیوب و ناسالم قابل توجه بوده و تعمیر و یا تعویض آنها از لحاظ اقتصادی کاملاً مقرون به صرفه می باشد.

• هوای فشرده

در صورتی که بتوان به جای تراکم یک طبقه از تراکم چند طبقه با خنک کن های میانی استفاده کرد، صرفه جویی زیادی در توان مصرف شده حاصل خواهد شد. به همین ترتیب کار کمپرسور در شرایط بی باری باعث اتلاف بیهوده انرژی شده و باید در حداقل ممکن صورت گیرد. پیش بینی موارد فوق در یک واحد جدید می تواند منجر به صرفه جویی زیادی شود. در صورتی که هوای ورودی، خنک، تمیز و خشک باشد، عمل تراکم با راندمان بهتری صورت می گیرد.

ورودی باید دارای فیلتر برای جلوگیری از ذرات و گرد و غبار باشد. فیلتر باید به طور مرتب تمیز شود زیرا گرد و غبار منغذهای فیلتر را گرفته و با ایجاد افت فشار، باعث اتلاف انرژی می شوند. همچنین هوای ورودی باید خنک نگه داشته شود، آزمایش نشان می دهد که به ازای هر ۴ درجه سانتیگراد افزایش دمای ورودی مصرف انرژی ۱ درصد افزایش می یابد تا فشار خروجی یکسانی ایجاد کند.

بنابراین بایستی تمهیداتی در نظر گرفته شود که دمای هوای ورودی به کمپرسورها حداقل دمای ممکن باشد. در مورد مخازن دریافت کننده، یک مخزن بزرگتر از حد متعارف قادر به تأمین هوای بیشتری به ازای یک کمپرسور کوچک تر بوده و باعث مصرف کمتر انرژی می شود. در مواردی که مصرف به طور ناگهانی زیاده تر می شود یک مخزن دریافت کننده کوچکتر اضافی می تواند جبران کننده باشد.

همچنین خطوط اصلی انتقال هوا با انشعاب های فرعی آنها، لوله های خرطومی، اتصالات و دیگر ضامئ هر یک

امکانات وسیعی را برای صرفه جویی انرژی فراهم می‌کنند.

افت فشار بیش از حد ناشی از لوله های کوچک، فیلترهای گرفته شده، اتصالات نامناسب و خرطومی های با اندازه کوچکتر درست مثل نشت سیال از لوله ها و اتصالات باعث اتلاف انرژی می‌شوند. در خطوط اصلی انتقال هوا اگر سرعت را محدود کنیم از افت بیش از حد انرژی جلوگیری خواهد شد، زیرا افت با توان دوم سرعت متناسب است.

همچنین با استفاده از یک رگولاتور فشار که فشار هوا را در حد مینیمم مورد نیاز وسیله مورد نظر نگه دارد، صرفه جویی قابل توجهی در مصرف هوا و در نتیجه مصرف انرژی می‌توان انجام داد. اگر وسیله به خط فشاری که فشار آن مثلاً بین ۶ تا ۷ بار تغییر می‌کند متصل باشد و فشار مورد نیاز ۵/۵ بار باشد با نصب یک رگولاتور فشار ۵/۵ بار، صرفه جویی انرژی تا ۱۴ درصد امکانپذیر است. در صورتی که فشار مورد نیاز به ۵ بار کاهش پذیر باشد صرفه جویی تا ۲۴ درصد افزایش خواهد یافت.

به طور کلی لوله ها احتیاج به بازرسی، تعمیر و نگهداری منظم دارد. بازرسی برای یافتن نشتی ها، رسیدگی به چکه ها و پاکیزه کردن آلودگی ها، تماماً روش های مفیدی جهت جلوگیری از تلفات انرژی می‌باشد. یک روش ساده برای اندازه گیری نشت سیستم، اندازه گیری ظرفیت جریان هوای آزاد سیستم با یک ساعت معمولی به صورت زیر است.

کلیه وسایل مصرف کننده را بسته و کمپرسور را روشن کرده تا خط به حداکثر فشار خود برسد و کمپرسور خاموش شود، در این حالت به ساعت خود نگاه می‌کنیم. بر اثر نشت سیال فشار خط می‌افتد و کمپرسور مجدداً روشن می‌شود. در این حالت نیز ساعت خود را نگاه کرده و اختلاف دو زمان را ثبت می‌کنیم. این عمل را حداقل چهار بار تکرار می‌کنیم تا زمان متوسط بین روشن و خاموش شدن کمپرسور به دست آید بدین ترتیب داریم:

$$T = \text{زمان روشن بودن کمپرسور بر حسب دقیقه}$$

$$t = \text{زمان خاموش بودن کمپرسور بر حسب دقیقه}$$

$$Q = \text{دبی جریان آزاد هوا بر حسب CFM}$$

$$L = \text{مقدار نشت کل هوا بر حسب CFM}$$

$$L = Q \times T / (T + t)$$

$$\text{قدرت تلف شده تقریبی} = \frac{L}{6} \text{ کیلو وات است.}$$

همچنین در حالی که گاهی اوقات لازم است قسمت هایی از شبکه توزیع را در تمام ساعات زیر فشار نگه داریم بعضی از قسمت ها را در ساعات غیر تولید می‌توان به منظور جلوگیری از تلفات مربوط به نشتی ها و استفاده های ناصحیح از بقیه سیستم جدا نمود. بدین منظور شیرهای الکترونیکی یا دستی جدا کننده را می‌توان در شبکه توزیع نصب نموده تا در زمان های صحیح و مورد نظر بسته شوند.

به هر حال هزینه تولید هوای فشرده ۱۰ برابر بیشتر از تولید الکتریسیته است. و نشتی ها مؤثرترین عامل تلفات هستند. نشتی هوا از یک سوراخ ۱/۶ میلی متری سبب تلف شدن ۱ کیلووات ساعت انرژی الکتریکی می شود. همچنین کمپرسورها می توانند تا حداکثر ۷۰ درصد نیروی تحت بار را در زمانی که بی بار هستند، استفاده نمایند که در حقیقت این انرژی تلفات محسوب می شود بدین سبب کمپرسورها می توانند در زمان عدم استفاده از آنها بطور اتوماتیک خاموش شوند.

همچنین بیش از ۹۰ درصد انرژی مورد استفاده توسط یک کمپرسور به گرما تبدیل می شود و این انرژی غالباً تلف می گردد. با بازیافت گرمای تولید شده توسط کمپرسور می توان از آن برای گرمایش هوا یا آب استفاده کرد.

۵-۵. بررسی طرح های اصلاحی سیستم های سرمایش و گرمایش

تأمین حرارت و رطوبت مناسب در فرآیندهای تولیدات نساجی نقش حیاتی دارد و قسمت مهمی از انرژی مصرفی در صنعت نساجی در بخش تهویه کارخانجات مورد استفاده قرار می گیرد (حدود ۲۵ تا ۴۰ درصد). سه پارامتر حرارت، درصد رطوبت نسبی و میزان گردش هوا از عوامل حیاتی ادامه فرآیند صحیح در کارخانجات نساجی می باشند. رطوبت در نساجی دو نقش اساسی دارد، یکی اینکه مانع از ایجاد جرقه توسط الکتریسیته ساکن ناشی از مالیده شدن الیاف به یکدیگر و یا به قطعات ماشین می شود و دیگر اینکه شکنندگی الیاف را کاهش داده و در نتیجه پرز کمتری ایجاد می شود که چون این پرزها راه های عبور نخ را مسدود کرده و ایجاد ترمز در عبور نخ می کند باعث پاره گی زیاد در نخ ها می شود که نهایتاً راندمان تولید را کاهش می دهد و ضمناً رطوبت باعث کاهش اصطکاک بین الیاف می گردد که در نتیجه نخ دارای مقاطع یکنواخت می گردد و کیفیت نخ بهتر می شود سالن های مختلف با توجه به ماشین های مختلف و نوع بافت احتیاج به تهویه متفاوت دارند به عنوان مثال سالن های بافندگی احتیاج به رطوبت ۸۰٪ تا ۸۵٪ دارند ولی در سیستم پنبه ای رطوبت ۷۰٪ لازم است یا در سیستم کشباف درجه حرارت $24/5^{\circ}\text{C}$ و رطوبت ۴۵-۵۰٪ احتیاج است.

همچنین برای سالن های تکمیل و رنگرزی اصولاً تنظیم رطوبت و درجه حرارت لازم نیست.

سیستم تهویه نساجی:

در نساجی مهمترین قسمت سیستم تهویه Air Washer می باشد که نقش عمده را در تأمین رطوبت یا رطوبت گیری دارد. این سیستم یا به صورت مرکزی Central یا نیمه مرکزی Semi Central و یا به صورت یونیت های کامل Unitary package می باشد و در دو نوع Low Velocity یا High Velocity ساخته می شود. در همه سیستم های فوق کانال رفت برای توزیع هوا در نظر گرفته می شود و کانال برگشت هوا فقط در دو سیستم مرکزی و نیمه مرکزی وجود دارد که در زیر کف در تمام نقاط سالن ساخته می شود و در سیستم یونیت، سیستم

برگشت هوا در خود یونیت در نظر گرفته شده. در مدخل ورود کانال برگشت هوا به سیستم تهویه فیلترهای ثابت (Static Filter) یا متحرک (Automatic rotary filter) نصب می‌گردد که پرزهای ایجاد شده در سالن در مراحل ریسندگی و بافندگی را از هوا جدا می‌کند در یونیت فیلترهای ثابت و یا متحرک به خود دستگاه متصل هستند. گاهی برای الکتروموتورهای بزرگ در کف کانال هایی در زیر آنها ساخته می‌شود که نهایتاً به کانال برگشت هوا متصل می‌گردد.

در بعضی از ماشین های ریسندگی سیستم پرزگیری (Vaccum cleaner) نصب می‌شود که پرزها را از روی قسمت های عبور نخ جمع می‌کند و به کف یا کانال برگشت هوای تهویه منتقل می‌کند. در بعضی از ماشین آلات حلاجی و یا کاردینگ سیستم پرزگیری وجود دارد که در کیسه های جداگانه پرزها را جمع می‌کند که هر چند مدت یک بار آنها را تخلیه می‌کنند.

در نساجی حساسیت هر ماشینی نسبت به تهویه متفاوت است.

۱- ماشین های نخ ریزی (رینگ) و نخ تاب (دولاتاب) و ساخت الیاف باید خوب تهویه شوند (Heavy A/C)

۲- بوبین پیچی - ماسور پیچی و نظایر آن - تهویه عادی

۳- حلاجی - تهویه یکنواخت و عادی

۴- کاردینگ - تهویه یکنواخت و جریان هوای کم (low air motion)

۵- چله پیچی - تهویه بسیار کم (Very Light A/C)

۶- بافندگی - تهویه عادی

با توجه به استاندارد هوای لازم برای هر نفر ۲۰ CFM در صنایع نساجی و تعداد دفعات تعویض هوا بر ساعت ۶ مرتبه می‌توان از سقف کاذب به منظور استفاده بهینه از انرژی و کاهش دفعات تعویض هوا را مطرح نمود

فصل ششم

راهکارها و تحلیل های کاهش مصرف انرژی الکتریکی

۱-۶. مدیریت بار در جهت کاهش هزینه انرژی

مدیریت بار به معنی تغییر و بهینه سازی مصرف با حفظ سطح تولید می باشد. بنابراین کنترل رشد بار تغییر شکل منحنی بار صرفه جویی در مصرف برق، استفاده از منابع اختصاصی (مثل استفاده از دیزل) همه در این مقوله می گنجد. راه های اصلاح منحنی بار عبارتند از: پیک سایی، پر کردن دره ها و انتقال بار.

منحنی بار طی مدت شبانه روز دارای وضعیت حداکثر و حداقل مصرف می باشد. مدت زمان حداکثر بار ساعات اوج یا پیک مصرف و مدت زمان حداقل بار ساعات کم باری نامیده می شود. ساعات پیک مصرف پس از غروب آفتاب و تاریک شدن هوا تا نزدیک نیمه شب اتفاق می افتد.

در تعرفه های برق مدت تعیین شده برای ساعات پیک ۴ ساعت و زمان آن در شش ماهه اول با شش ماهه دوم یک ساعت متفاوت است. در شش ماهه اول سال بین ساعات ۱۹ الی ۲۳ و در شش ماهه دوم سال بین ساعات ۱۸ الی ۲۳ می باشد.

- استفاده از دیزل ها در ساعات پیک

- قطع پمپاژ آب

- تنظیم ساعات تعویض چله در دستگاه های بافندگی در زمان پیک بار

یکی از کارهای دیگر جهت کاهش مصرف در زمان پیک شبکه تعویض چله های دستگاه های بافندگی در زمان پیک بار می باشد. بنابراین زمان کاری دستگاه ها باید طوری تنظیم شود که در زمان پیک شبکه چله دستگاه های بافندگی عوض شود.

- خارج کردن برخی دستگاه های خط تولید در زمان پیک بار

ماشین های حلاجی در کارخانه های ریسندگی سیستم الیاف عموماً ظرفیتی بیش از سایر ماشین ها دارند. بنابراین توصیه می شود به دلیل وجود این توان اضافی حتی الامکان ماشین های حلاجی را در ساعات پیک از خط

تولید خارج نمایند.

ماشین های مقدمات بافندگی شامل دولاتاب، دولاکن، آهار و چله پیچی می باشد. معمولاً ظرفیت ماشین های دولاکن و دولاتاب بیش از مقدار نیاز نخ های دو یا چندلا می باشد. لذا در واحدهایی که این نوع ماشین را دارا است می توان در ساعات پیک این ماشین ها را از خط تولید خارج کرد. همچنین توان تولید ماشین های آهار و چله پیچی عموماً به میزان قابل توجهی بیش از ظرفیت ماشین های بافندگی است که می توان از این موضوع برای کاهش مصرف در ساعات پیک شبکه استفاده کرد. و استراحت و سرویس مقطعی این ماشین ها را در برنامه ریزی تولید حتی الامکان به این ساعات منتقل کرد.

۲-۶. ارائه راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی

راهکارهایی را که می توان در کارخانه نساجی مورد بررسی قرارداد و مقدار مصرف انرژی الکتریکی را کاهش داد بسیار متنوع می باشند از جمله این راهکارها در ادامه ارائه می شوند. مدیریت انرژی کارخانه می تواند جهت کاهش مصرف انرژی هر یک از این راهکارها را در کارخانه انجام دهد.

قسمت ریسندگی:

- جلوگیری از کارکرد بی بار دستگاه هایی از قبیل فلایر، رینگ، اپن اند
- استفاده از کاردینگ با سرعت بالا
- سرویس و روغنکاری و تمیز کردن دستگاه ها و الکتروموتورها
- بررسی امکان نصب سیستم های دور متغیر (VSD) برای موتورهای الکتریکی در سیستم های تهویه
- بارگذاری بهینه ترانس های واحد ریسندگی
- نصب تسمه های سنکرون بجای flat-belt برای موتورهای الکتریکی دستگاه های مختلف
- نصب تصحیح کننده های ضریب توان اتوماتیک برای فیدرهای موجود در سالن ریسندگی جهت بهبود ضریب توان و کاهش تلفات در خطوط توزیع

بافندگی:

- ✓ سرویس و روغن کاری و تمیز کردن دستگاه ها و موتورها
- ✓ بررسی امکان نصب سیستم های دور متغیر (VSD) برای موتورهای الکتریکی در سیستم های تهویه
- ✓ بررسی امکان برنامه ریزی جهت تعویض چله ها در ساعات اوج مصرف برق
- ✓ جلوگیری از هرز کارکردن ماشین های بافندگی هنگام پارگی نخ
- ✓ نصب تسمه های سنکرون بجای flat-belt برای موتورهای الکتریکی دستگاه های مختلف
- ✓ بارگذاری بهینه ترانس های سالن بافندگی

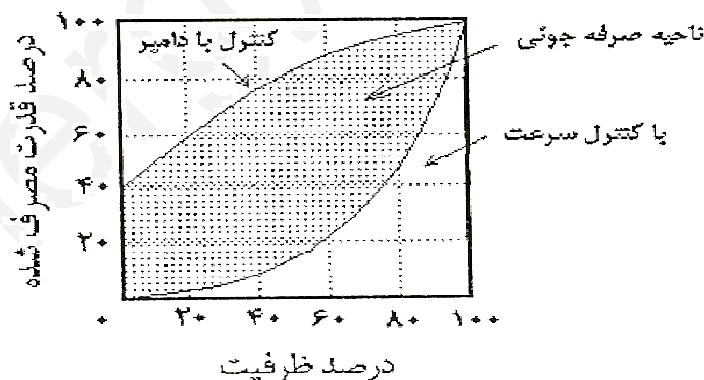
رنگرزی و چاپ:

- اعمال مدیریت بار روی دستگاه های مختلف سالن رنگرزی
- به کار بردن کنترل کننده های سرعت جهت فن های اگزوز دستگاه استنتر تا در مواقعی که زنجیر دستگاه می ایستد با تغییر سرعت این فن ها رطوبت و گازهای ناشی از سوخت به سرعت از دستگاه خارج شده و از خراب شدن پارچه جلوگیری شود.

۱-۲-۶. بررسی امکان نصب تجهیزات دور متغیر (VSD) روی موتورهای الکتریکی در سیستمهای تهویه

در صنعت نساجی، ایستگاه های تهویه از مراکز اصلی پر مصرف انرژی هستند و می توان گفت که قریب یک چهارم برق مصرفی کارخانه در این مراکز به مصرف می رسد. در کارخانجات نساجی متناسب با نوع محصول رطوبت و درجه حرارت مشخص و ثابت در سالن تولید مورد نیاز می باشد. که توسط همین ایستگاه ها تأمین می گردد. در صورت رسیدن رطوبت و حرارت به حد مطلوب، فرستنده های داخل سالن از طریق فرمانی که می فرستند دریچه های ورودی هوا به سالن را متناسب با نیاز، باز و بسته می کنند.

قدرت تولیدی این ایستگاه ها بنا به دلائل طراحی معمولاً بیش از مقادیر متوسط مورد نیاز بوده و بر اساس حداکثرها تعیین می گردد. در نتیجه هر ایستگاه در کسری از زمان کارکرد ظرفیتی کمتر از ظرفیت ماکزیمم خود کار می کند، اگر فرض کنیم هر ایستگاه تهویه ۵۰ درصد زمان کاری خود را با نصف ظرفیت اسمی کار کند. با توجه به شکل ۱-۶ مقدار صرفه جویی در مصرف برق در استفاده از سیستم های دور متغیر بجای کنترل با دمپر برای سالن های ریسندگی و بافندگی طرح و توسعه حساب کرد.



شکل ۱-۶. انرژی جذب شده توسط الکتروموتور در دو حالت کنترل جریان سیال با دمپر و کنترل جریان سیال با سرعت موتور

مطابق شکل ۱-۶ در نصف ظرفیت اسمی مصرف موتور با استفاده از دمپره ۸۳٪ مقدار نامی می رسد و با استفاده از سیستم کنترل سرعت متغیر به ۱۸٪ مقدار نامی می رسد. بنابراین مقدار صرفه جویی توان با استفاده از سیستم کنترل

سرعت برابر است با :

$$\%65 = \%18 - \%83$$

۶-۲-۲. بارگذاری مناسب ترانس های کارخانه

هزینه تلفات انرژی یکی از پارامترهای ارزیابی برای انتخاب ترانسفورماتور است و اگر توان نامی با در نظر گرفتن صرفه جویی انرژی درست انتخاب شود. نتایج با ارزش از نظر اقتصادی بدست خواهد آمد. در شرایط عادی هزینه تلفات سالانه بین ۱۰ تا ۳۰ درصد هزینه سرمایه گذاری برای خرید ترانسفورماتور است. بهینه سازی انرژی هزینه تلفات سالانه را کاهش می دهد. روش های بهبود بازده ترانسفورماتور عبارتند از:

- ۱) انتخاب ترانسفورماتور مناسب از نظر قدرت مورد نیاز
- ۲) افزایش ضریب توان ثانویه ترانسفورماتور
- ۳) بازبینی ترانسفورماتور از نظر پاکیزگی بوشینگ ها و نقاط زنگ زده یا رنگ گرفته بدنه ترانسفورماتور
- ۴) بازبینی سالانه روغن ترانسفورماتور و در صورت نیاز در پالایش فیزیکی یا شیمیایی به سبب وجود رطوبت یا ذرات لجن
- ۵) بازبینی داخل ترانسفورماتور دست کم هر ۱۰ سال یکبار.

کاهش مصرف با استفاده از ظرفیت صحیح ترانسفورماتورها

توان ظاهری اندازه گیری شده و درصد ظرفیت بکار گرفته شده هر یک از ترانس های کارخانه در جدول ۹-۲ آورده شده است. مشاهده می شود که اکثر ترانس ها در ظرفیت پایین تر از ظرفیت نامی خود کار می کنند که می توان در بعضی قسمت ها یکی از ترانس ها را از مدار خارج کرد. برای مثال در پست ۳ ترانس T_1 در ۳۲ درصد ظرفیت نامی و ترانس T_2 در ۴۳ درصد ظرفیت نامی بکار گرفته شده اند.

صرفه جویی انرژی در اثر خارج کردن ترانس های کم بار:

تلفات متوسط برای ترانس بصورت زیر محاسبه می گردد [۷].

$$P_{LOSS} = \frac{720 \times N \times C}{100} (kwh)$$

N = تعداد ماه در سال

C = ظرفیت نامی ترانسی که باید از مدار خارج شود.

720 = تعداد ساعات در یک ماه

۳-۶. ارائه راهکارهای اصلاحی در سیستم روشنایی

سیستم های روشنایی به گونه ای طراحی می گردند که علاوه بر برآورده نمودن تمام نیازها و شرایط متناسب با نوع کار و فعالیت به لحاظ اقتصادی نیز بهینه باشند. برای رسیدن به این هدف لزوماً نمی بایست از میزان روشنایی سیستم کاست. بلکه می توان با استفاده از برخی روش ها از سیستم موجود به گونه ای استفاده نمود که میزان مصرف انرژی تا حد امکان مینیمم گردد.

بطور کلی شدت روشنایی روی سطوح مختلف برای فعالیت های مختلف به صورت جدول ۶-۱ می باشد.

جدول ۶-۱. توصیه های کلی برای روشنایی

نوع فعالیت	شدت روشنایی روی سطح کار
حمل و نقل	۵۰ تا ۱۰۰
کار زمخت و غیر دقیق	۱۲۵ تا ۲۵۰
کارهای نیمه دقیق	۲۵۰ تا ۵۰۰
کارهای دقیق	۵۰۰ تا ۱۰۰۰
کارهای خیلی دقیق	۱۰۰۰ و بیشتر

با توجه به نوع فعالیت داخل کارخانجات که معمولاً از نوع غیر دقیق می باشد میزان روشنایی لازم در محل های مختلف داخل کارخانجات بین ۵۰ تا ۳۰۰ لوکس می باشد که برای هر منطقه باید با توجه به نوع کار بصورت دقیق تر مشخص گردد. مقدار شدت روشنایی لازم برای هر یک از بخش های کارخانجات ریسندگی با توجه به مرجع [۸] در جدول ۶-۲ ارائه شده است.

جدول ۶-۲. شدت روشنایی بخش های مختلف کارخانجات نساجی

نام بخش	استاندارد ایران	
	کمینه (لوکس)	پیشنهادی (لوکس)
حلاجی	۲۰۰	۳۰۰
نخ ریزی و دولاتایی	۳۰۰	۵۰۰
بافندگی	۵۰۰	۱۰۰۰
رنگرزی	۳۰۰	۵۰۰

برخی عواملی که باعث اتلاف نور می شوند عبارتند از:

الف) افت لومن لامپ در طول زمان

ب) افت ناشی از آلودگی و گرد و خاک

ج) لامپ های سوخته

د) ولتاژ پائین

ه) اتلاف یا جذب نور از طریق سقف و دیوارها

راهکارهای کاهش مصرف انرژی قسمت روشنایی

یک سری راهکارهای کلی جهت کاهش مصرف انرژی به طور غیر مستقیم وجود دارد که اگر رعایت شود مقدار مصرف آن کاهش می یابد.

الف) کاهش ارتفاع چراغ ها: در سالن های ریسندگی و بافندگی طرح و توسعه ارتفاع سقف از کف حدود ۷ متر می باشد که مقدار زیادی است و در صورتی که بتوان ارتفاع لامپ ها را کم کرد باعث می شود که شدت روشنایی به مقدار استاندارد نزدیک شود.

ب) مخلوط کردن لامپ های فلورسنت زرد و سفید باعث بهتر شدن کیفیت نور شده و از خستگی کارگران کم می کند و باعث افزایش راندمان کاری کارگران خواهد شد.

ج) تمیز کردن چراغ ها: پاک کردن آلودگی باعث افزایش نور خروجی می شود و روشنایی را به سطح طراحی شده بر می گرداند به طور کلی چراغ ها می بایست در فواصل ۱۲ ماه و در محیط های پر گرد و خاک و کثیف تر حتی در فاصله های زمانی کوتاه تر تمیز شوند.

د) تمیز کردن سقف سالن های واحدهای قدیمی: با تمیز کردن این پنجره ها از روشنایی روز بهتر می توان استفاده کرد. بنابراین هر چند این راهکار در کاهش مصرف انرژی الکتریکی اثر چندانی ندارد اما موجب افزایش بهره نوری می شود.

۴-۶. ارائه راهکارهای ممکن در جهت بهینه نمودن مصرف انرژی الکتروموتورها

تقریباً ۶۰٪ انرژی الکتریکی مصرفی صنایع صرف موتورهای الکتریکی می شود به عبارت دیگر بیش از نیمی از انرژی الکتریکی عرضه شده را موتورهای (با توان خروجی) بیش از یک اسب بخار مصرف می کنند. بنابراین بهینه سازی مصرف انرژی موتورهای الکتریکی از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

در صنایع عموماً از موتورهای القایی سه فاز (با توان خروجی زیاد) استفاده می گردد بازده این موتورها با توجه به توان خروجی آنها عموماً در حدود ۷۰٪ تا ۹۰٪ قرار دارد. در حالی که در مشترکین خانگی، تنها موتورهای القایی تک فاز و انیورسال سال استفاده می شود.

توان خروجی موتورهای تک فاز از توان خروجی موتورهای القایی سه فاز کمتر است و بازده آن با توجه به نوع موتور، کاربرد و توان خروجی آن در محدوده ۳۰٪ تا ۷۰٪ قرار دارد. در ادامه برخی از راهکارهایی را که در صنایع نساجی

جهت بهتر کردن مصرف الکتروموتورها می توان مورد بررسی قرار داد ارائه شده است.

۶-۴-۱. هرزگردی موتورهای

بیشترین صرفه جویی را می توان با خاموش کردن موتورهای بی بار و در نتیجه حذف تلفات بی باری بدست آورد. روش ساده آن در عمل نظارت داریم یا کنترل اتوماتیک است. اغلب به مصرف برق در بی باری اهمیت چندانی داده نمی شود در حالی که غالباً جریان در بی باری حدود جریان در بار کامل است. مثالی از این نوع تلفات را در واحد بافندگی می توان یافت. جایی که ماشین های دوزندگی معمولاً برای دوره های کوتاهی کار می کنند. اگر چه موتورهای این ماشین ها نسبتاً کوچک هستند ($1/3$ اسب بخار) ولی چون تعداد آنها زیاد است (معمولاً تعداد آنها در یک کارخانه به صدها عدد می رسد) اندازه این تلفات قابل ملاحظه است. اگر فرض کنیم 200 موتور $1/3$ کیلووات در 90 درصد زمان هرزگرد بوده و باری معادل 80 درصد بار کامل بکشند هزینه کار بیهوده موتورهای با در نظر گرفتن 180 ریال بهای واحد انرژی الکتریکی به شکل زیر محاسبه می شود.

(ریال) $200 \times 180 \times 1/3 \times 90 \times 6000 = 202176000$ کیلووات * 80 بار * 6000 ساعت در سال * 90 بی باری = هزینه باری

بنابراین با اتصال یک سوئیچ به پدال چرخ ها می توان آنها را به طور اتوماتیک خاموش کرد. همچنین در دستگاه های بافندگی وقتی که نخ پاره می شود موتور آنها به صورت هرز کار می کند که در این مورد نیز میتوان با اتصال یک سوئیچ و کنترل موتور در هنگام بی باری موتور را خاموش کرد.

۶-۴-۲. تغییر اتصالات موتورهای با استفاده از کنترل کننده های ستاره- مثلث - ستاره

همانطور که می دانید برای راه اندازی الکتروموتورها از حالت ساکن به دور نامی ابتدا آنها را به صورت ستاره راه اندازی کرده و سپس پس از چند ثانیه الکتروموتور را به صورت مثلث برق دار می کنیم این نوع راه اندازی به خاطر کم کردن جریان راه اندازی و از بین بردن اضافه جریان لحظه ای در سیستم می باشد. حال اگر بار الکتروموتورهای القایی از 33% درصد بار نامی کمتر باشد می توان اتصال کلاف های سیم پیچ الکتروموتور را به صورت ستاره در حالت کار عادی اتصال داد.

به عبارت دیگر هنگام راه اندازی، الکتروموتور را بصورت ستاره برق دار می کنیم، سپس در حالت کار عادی نیز بدون تغییر در سیستم به صورت ستاره باقی خواهند ماند. این عمل باعث می شود که توان نامی الکتروموتور به سطح پایین تری انتقال داده شود. که با این عمل بار مصرفی به بار نامی نزدیک تر خواهد شد و در نتیجه راندمان موتور بهبود پیدا خواهد کرد از طرفی با کاهش ولتاژ کلاف های الکتروموتور باعث کاهش تلفات ثابت هسته خواهد شد.

۴-۳-۶. موتورهای پر بازده

در موتورهای پر بازده با استفاده از ورقه های استیل نازکتر در استاتور و روتور، استفاده از استیل با خواص الکترومغناطیسی بهتر، استفاده از فن های کوچکتر با بازده بیشتر و بهبود طراحی شکاف روتور با بازده افزایش یافته است. تمام این روش ها باعث افزایش مصرف مواد اولیه و در نتیجه افزایش هزینه مواد یا هزینه های ساخت می شود و بنابراین قیمت تمام شده موتور زیاد می شود. با این وجود ۲۰-۳۰ درصد اضافه هزینه اولیه با کاهش هزینه های عملیاتی جبران می گردد.

محاسبه بازگشت هزینه این موتورها به خاطر متغیرهای درگیر پیچیده است. لازم به ذکر است وقتی که میزان صرفه جویی محاسبه می شود از آنجا که بازده واقعی یک موتور معمولاً ناشناخته است ممکن است این محاسبات دچار خطا شوند. چون همه سازنده ها از تکنیک های یکسانی برای اندازه گیری بازده موتورها استفاده نمی کنند.

عده زیادی از موتورهای پر بازده را بدون اینکه درصدد توجیه برگشت هزینه آن باشند استفاده می کنند مگر در مورد موتورهای بزرگتر معمولاً مدت بازگشت هزینه تقریباً یک سال است بازده موتورها از مشخصات نامی آنها متفاوت است. مثلاً یک موتور ۱۰۰ hp ۱۸۰۰ rpm سرپوشیده با فن خنک ساز از یک سازنده دارای یک حداقل بازده تأمین شده معادل ۹۰/۲ درصد در بار کامل در مدل استاندارد و ۹۴/۳ درصد در مدل بازده بالا است موتور هم اندازه آن از یک سازنده دیگر دارای همان بازده ۹۰/۲ درصد در مدل استاندارد و حداقل بازده ۹۱ درصد در مدل بازده بالا است. برای تعیین بازده واقعی یک موتور خاص باید از تجهیزات تست پیچیده ای استفاده کرد به خاطر این اختلاف ها به هنگام ارزیابی میزان صرفه جویی استفاده از حداقل بازده تضمین شده قابل اطمینان تر است چون همه موتورها باید برابر یا بزرگتر از این اندازه باشند.

۴-۴-۶. موتورهایی که مجدداً پیچیده می شوند

بارده موتورهایی که برای بار دوم پیچیده می شوند بین ۳٪ تا ۷٪ کاهش می یابد که مقدار کاهش بستگی به چگونگی سیم پیچی دارد [۹]. یک روش ساده برای ارزیابی کیفیت موتور پیچیده شده مقایسه جریان بی باری موتور می باشد. این مقدار در موتورهایی که بخوبی پیچیده نمی شوند افزایش می یابد. بررسی روشی که در کارگاه سیم پیچی استفاده می شود نیز می تواند کیفیت کار را مشخص کند. بنابراین در مورد برخی موتورها که راندمان آنها بعد از سیم پیچی مجدد کاهش می یابد می توان از موتورهای راندمان بالا استفاده کرد.

در مورد سیم پیچی مجدد موتورها نکات زیر را جهت بهبود کیفیت و راندمان باید مورد توجه قرار داد:
وقتی موتوری را برای پیچیدن مجدد باز می کنند عایق بین ورقه ها خراب می شود و باعث افزایش تلفات جریان

گردابی می‌گردد مگر اینکه باز کردن (سوزاندن) عایق در کوره ای با دمای قابل تنظیم انجام گیرد و ورقه های عایق غیر آلی جایگزین گردد.

اگر در نتیجه باز کردن و سوزاندن نامناسب تلفات هسته افزایش یابد موتور در دمای بیشتری کار می‌کند و زودتر از موعد خراب می‌شود.

اگر تعداد دورهای سیم پیچ در استاتور کاهش یابد تلفات هسته استاتور افزایش می‌یابد این تلفات در نتیجه جریان ناشی (هارمونیک) القا شده توسط جریان بار به وجود می‌آید و اندازه آن برابر با توان دوم جریان بار است. در پیچیدن موتور اگر از سیم های با قطر کوچکتر استفاده شود مقاومت و در نتیجه تلفات RI2 افزایش می‌یابد.

۴-۵. تعمیرات و نگهداری موتورها

یکی دیگر از عواملی که تأثیر به سزایی در روند کار موتور دارد مبحث اصطکاک می‌باشد که بین قسمت های چرخان (متحرک) و ثابت موتور وجود دارد. با روغن کاری مناسب و به موقع بلبرینگ و نظافت قسمت های چرخان موتور و همچنین اطمینان از بالانس بودن محور می‌توان تلفات مکانیکی موتور را به حداقل رساند. همچنین جهت کاهش اصطکاک با استفاده از روغن های مخصوص که به نخ زده می‌شود. در مراحل ابتدای تولید نخ یعنی واحد ریسندگی می‌توان اصطکاک را کاهش داد. بنابراین با ایجاد یک سیستم تهویه مناسب برای موتورها و اعمال کارهای فوق می‌توان در حدود ۱/۵ درصد راندمان موتورها را افزایش داد. با توجه به اینکه میزان انرژی مصرفی موتورها بیش از ۶۰ درصد کل انرژی مصرفی می‌باشد می‌توان صرفه جویی مناسبی را در این زمینه با صرف هزینه های جزئی انجام داد.

۴-۶. استفاده از تسمه های cogged - belt و synchronus-belt بجای تسمه های flat-belt و

v-belt در الکتروموتورها

تسمه های v-belt در زمان نصب بازدهی برابر با ۹۵٪ تا ۹۸٪ دارند. این تسمه ها به دلیل لغزش روی پولی حدود ۵٪ کاهش راندمان خواهند داشت. و راندمان این تسمه تا حدود ۹۳٪ خواهد رسید.

تسمه های cogged دارای دندانه هایی می‌باشند که باعث افزایش راندمان تا حدود ۲ درصد نسبت به تسمه های v-belt و flat-belt می‌شوند. این دندانه ها باعث کاهش مقاومت خم شدگی تسمه می‌شوند و در حرارت کمتری کار می‌کنند و طول عمر بیشتری دارند. همچنین تسمه های سنکرون علاوه بر دارا بودن دندانه های روی تسمه، یک سری شیارهایی روی خود پولی وجود دارد که باعث افزایش راندمان می‌شود و از لیز خوردگی تسمه

روی موتور جلوگیری می‌کند. ویژگی‌های این تسمه‌ها کم بودن تعمیر و نگهداری آنها می‌باشد. ولی تنها عیب آنها این است که تمام لغزش‌ها را به بار انتقال می‌دهند.

بنابراین تسمه‌های سنکرون پر بازده ترین نوع تسمه‌ها می‌باشند. اما برای بارهایی که دارای لغزش می‌باشند یعنی شوک در بار ایجاد می‌شود بهتر است از تسمه‌های cogged استفاده شود. جهت بررسی تأثیر کارکرد تسمه‌های راندمان بالا در کاهش مصرف انرژی الکتریکی به مثال زیر توجه کنید [۱۰].

فصل هفتم

راهکارها و تحلیل های کاهش مصرف انرژی در بخش تولید

در هر سیستم و مجموعه ای، از فرصت های صرفه جویی انرژی می توان برای کاهش هزینه از طریق استفاده بهتر از انرژی استفاده کرد. در این بخش راهکارهای صرفه جویی انرژی در بخش تولید آورده خواهد شد.

۱-۷. ارائه طرح های کاهش مصرف انرژی در بخش تولید

در این بخش به راهکارهای کاهش مصرف انرژی مرتبط با تولید اشاره خواهد شد.

۱-۷-۱. لوگیری از کارکرد بی بار دستگاه ها و کاهش توقفات تولید

یکی از راه های کاهش مصرف انرژی در بخش تولید، جلوگیری از کارکرد بی بار دستگاه های ریسندگی از قبیل فلایر، رینگ، اپن- اند و... و دستگاه های بافندگی می باشد. از جمله راه های کاهش کارکرد بی بار دستگاه ها شامل:

- ۱) جلوگیری از خلاص کار کردن ماشین های بافندگی هنگام پارگی نخ های تار
- ۲) استفاده از ظرفیت کامل دستگاه ها به منظور کاهش مصرف انرژی واحد محصول تولیدی
- ۳) انتخاب بهینه ساینز دستگاه های بافندگی بر اساس تقاضای بازار
- ۴) انتخاب مواد اولیه مرغوب جهت کاهش میزان پارگی نخ ها در طول فرایند تولید
- ۵) کنترل بهینه رطوبت و دمای سالن ها جهت کاهش میزان پارگی نخ ها در طول فرایند تولید
- ۶) اجرای برنامه مدیریت تولید و کاهش توقفات تولید
- ۷) هماهنگی شروع به کار ماشین ها و استفاده کامل از توان تولید واحد

۲-۱-۷. بهینه سازی تجهیزات با بهره گیری از تکنولوژی های نوین

به طور کلی جوامع صنعتی دنیا همواره به دنبال پیشرفت و دستیابی به فناوری بهینه فرایند تولید خود

می‌باشند. این مهم با در نظر گرفتن کاهش مصرف انرژی و استفاده بجا و منطقی از دستگاه‌ها و تجهیزات یک واحد صنعتی اهمیت دو چندان می‌یابد. صنعت نساجی نیز از این مقوله مستثنی نمی‌باشد. از جمله تجهیزات با پتانسیل کاهش مصرف انرژی در صنعت نساجی شامل:

- دستگاه کاردینگ با سرعت بالا
- دستگاه اپن - اند به جای مجموعه فلایر و رینگ برای نخ‌های ضخیم
- دستگاه‌های با حجم کمتر و سرعت تولید بیشتر
- استفاده از دستگاه‌های (ریپری) با تکنولوژی بالا
- استفاده از دستگاه‌های دولاتی با راندمان بالا
- بهره‌گیری از تکنولوژی‌های جدید چاپ و رنگرزی
- استفاده از ماشین‌های رنگرزی با سیستم (مایکروویو)
- استفاده از خشک‌کن‌های غیر حرارتی مانند خشک‌کن‌های سانتریفوژی و خشک‌کن‌های (MVR)
- مونیتورینگ کردن سیستم‌های ریسندگی، بافندگی و تکمیل
- بکارگیری قطعات یدکی استاندارد
- بررسی امکان استفاده از موتورهای الکتریکی دور متغیر در دستگاه‌های سانتریفوژ

۷-۱-۳. برنامه ریزی و مدیریت تولید جهت کاهش هزینه‌های انرژی الکتریکی

ماشین‌های حلاجی در کارخانه‌های ریسندگی سیستم‌های الیاف کوتاه عموماً ظرفیتی بیش از سایر ماشین‌ها دارند بنابراین توصیه می‌شود به دلیل وجود این توان اضافی حتی الامکان ماشین حلاجی را در ساعات پیک از خط تولید خارج نمایند. با برنامه ریزی جهت تعویض چله‌ها در ساعات اوج مصرف برق نیز می‌توان هزینه مصرف برق را کاهش داد.

ماشین‌های مقدمات بافندگی مانند دولاتاب، دولاکن، آهار، چله پیچی مستقیم و چله پیچی بخشی است. معمولاً ظرفیت ماشین‌های دو لاکن و دولاتاب بیش از مقدار نیاز نخ‌های دو یا چند لاکن است. لذا در واحد‌هایی که این نوع ماشین‌ها را دارند، می‌توان در ساعات پیک این ماشین‌ها را از خط تولید خارج کرد. همچنین می‌توان تولید ماشین‌های آهار و چله پیچی عموماً به میزان قابل توجهی بیش از ظرفیت ماشین‌های بافندگی است که می‌توان از این موضوع برای کاهش مصرف در ساعات پیک شبکه استفاده کرد و استراحت و سرویس مقطعی این ماشین‌ها را در برنامه ریزی تولید حتی الامکان به این ساعات منتقل کرد.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که ظرفیت قسمت‌های رنگرزی و تکمیل کارخانه‌های بزرگ معمولاً بیش از ظرفیت قسمت بافت است. بنابراین، زمان کارکرد ماشین‌های قسمت رنگرزی و تکمیل کمتر است.

در برنامه ریزی تولید می‌توان استراحت، سرویس و تعمیرات ماشین‌های این بخش را در ساعات پیک اعمال کرد و حتی الامکان بار مصرفی در این ساعات را به حداقل ممکن رساند.

۴-۱-۷. اجرای برنامه تعمیرات یا تعطیلات در زمان مناسب

در تابستان ۲۰٪ به کل بهای قبض برق افزوده می‌شود. انجام تعمیرات و نیز منظور نمودن برنامه‌های تعطیلات سالانه در تابستان، هزینه‌های برق گرانتر تابستان را کاهش می‌دهد. همچنین اگر کارخانه، برنامه تعمیرات و یا تعطیلات تابستانی خود را از ۱۵ تیر تا ۱۵ شهریور تنظیم و بطور مکتوب به شرکت برق منطقه‌ای اعلام نماید از ۲٪ تخفیف در بهای انرژی ساعات غیر اوج بار در ۶ ماهه دوم به ازای هر هفته تعطیلات در تابستان (و حداکثر تا ۴ هفته) برخوردار می‌شود.

۵-۱-۷. برنامه ریزی و مدیریت لازم جهت کاهش ضایعات تولید

اعمال کنترل کیفی محصول هر ماشین و تلاش برای کاهش درصد ضایعات خط تولید و جلوگیری از دوباره کاری در خط تولید یکی از راهکارهای کاهش مصرف انرژی و مواد در بخش تولید می‌باشد. از جمله راه‌های کاهش ضایعات تولید می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱) انتخاب مواد اولیه مرغوب برای کاهش ضایعات و بالا بردن کیفیت محصول
- ۲) کنترل فرایند به منظور کاهش مواد برگشتی
- ۳) کاهش ضایعات در فرایندهای رنگرزی چاپ و تکمیل
- ۴) تامین مواد اولیه مناسب و هماهنگ با مشخصات فنی ماشین‌های تولید

۶-۱-۷. نصب سیستم کنترل کیفی پارچه

همانطور که می‌دانیم در صنایع نساجی بخصوص بخش بافندگی و تکمیل پارچه، ارزیابی نحوه عملکرد ماشین آلات واپراتورها و درصد دنییری مواد اولیه بر کیفیت محصولات بافته شده، از موارد بسیار مهم و حاد می‌باشد که بسیاری از مراکز تولیدی بدلیل عدم اطلاعات دقیق از بخش تولید، امکان تحلیل کیفی تولیدات را ندارند. بسیاری از مدیران اطلاعات تولید را از روی کانتورها و کنترل کننده‌های متراف روی ماشین آلات می‌گیرند ولی اطلاعات موجود، خالص و دقیق نیستند و گزارشات روشنی از تولیدات کیفی دستگاه‌ها و واپراتورها و همچنین تأثیری که مواد اولیه بر کیفی نمودن تولیدات داشته را در فایل اطلاعاتی خود ندارند.

در پاره‌ای از شرکت‌ها این اطلاعات از طریق کنترل کننده‌ها به روش دستی در اختیار مدیران قرار می‌گیرد که کاری بسیار دشوار و در بعضی مواقع غیر ممکن می‌باشد و در صورت اجرا شدن این مهم، هزینه‌های اجرایی آن بسیار بالا و تحلیل آن، زمان و انرژی زیادی از نیروهای متخصص، که لحظه لحظه آنها برای توسعه شرکت کارساز

است، می‌گیرد.

متر کردن رول‌ها با کنتورهای مکانیکی و دیجیتالی در خیلی از مواقع باعث عدم تطابق مترآژ موجود با مترآژ واقعی می‌شود و دلیل آن مناسب نبودن کانتورهای مکانیکی و در برخی موارد کانتورهای دیجیتالی می‌باشد، درست است که کانتورهای مکانیکی در ابتدای کار از دقت بالایی برخوردار می‌باشند ولی به مرور از دقت آنها کاسته می‌شود و از حالت کالیبره خارج می‌شوند، کانتورهای دیجیتالی در مقابل کانتورهای مکانیکی در زمان طولانی، کمتر دچار مشکل می‌شوند و دقت عملکردشان زیاد است. اما به علت محدود بودن ضریب مترآژ در مترآژهای بالا خطا دارند.

درجه بندی غیر استاندارد و سلیقه ای رول‌ها، ضررهای فراوانی را به تولیدکننده‌ها وارد می‌کند که دلیل آن مشخص نبودن امتیازات عیوب و محاسبات نادرست اپراتورها در امتیاز بندی و اعمال سلیقه شخصی می‌باشد. مفقود شدن رول‌ها و از چرخه تولید خارج شدن آنها از مشکلات دیگری است که در خیلی از شرکت‌ها اتفاق می‌افتد و دلیل آن عدم ثبت دقیق در فرایند تولید می‌باشد و نهایت به علت عدم نصب بارکد روی رول‌ها، ردیابی محصولات بسیار مشکل و در هنگام بارگیری با بروز خطاهای شخصی در حین بارگیری باعث عدم تطابق موجودی انبار با خروجی می‌شود، ساده‌ترین آنها به حساب نیاوردن مترآژهای خرد که در بارگیری‌های جزئی شاید دیده نشود ولی در کلان مترآژ، این اعداد کوچک بزرگ و بزرگتر و در طول هفته، ماه و سال رقم قابل توجهی می‌گردد که با لحاظ شدن آنها هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهد.

ارتباط اپراتور جهت وارد کردن اطلاعات با کامپیوتر و از طرفی ارتباط شبکه ای سیستم باعث انتقال اطلاعات تولید از میز کنترل به صورت لحظه ای به دفاتر شرکت می‌شود که سرعت انتقال اطلاعات منجر به عملکرد سریع مدیران ارشد در تصمیمات کلان مجموعه می‌شود.

با وارد کردن دقیق عیوب از طریق صفحه لمسی، این عیوب جهت تک تک ماشین آلات و اپراتورها و کارگران بافنده ثبت و میزان عملکرد آنها به طور واقعی محاسبه و ارزیابی می‌شود که تحلیل این عیوب با نمودار کامل تر و کمک شایانی برای بهبود تولید می‌نماید.

با تحلیل عیوب وارد شده عملکرد نیروهای فنی و در بسیاری از موارد قطعات معیوب روی دستگاه‌ها را می‌توان شناسائی کرد، همچنین با ورود عیوب مربوط به مواد اولیه شامل نخ تار و پود از لحاظ راندمان کیفیت آهار مورد بررسی کارشناسی قرار می‌گیرد و قدرت خرید مدیران را افزایش می‌دهد.

در نهایت درجه بندی تک تک رول‌ها از حالت سلیقه ای که قبلاً ذکر کردیم خارج شده و به صورت کاملاً مکانیزه درجه بندی می‌شود یعنی با ممیزی عیوب توسط مدیران ارشد متناسب با شرایط کار و بازار و حد بندی آن، رول‌ها درجه بندی می‌شود و شخص کنترل کننده در وارد نمودن امتیاز هیچ نقشی ندارد. از دیگر محاسن این سیستم انعطاف پذیر بودن این حد بندی متناسب با شرایط کاری هر مجموعه می‌باشد و به راحتی قابل تغییر است. از مزایای دیگر این سیستم، با تحلیل عیوب و درجه بندی رول خام، این قدرت را به مدیر

می‌دهد، تا به تشخیص خود با عملیات تکمیل به پارچه ارزش افزوده بخشیده و درجه کیفی آن را ارتقاء دهد و نیز از تکمیل پر هزینه بر روی پارچه‌هایی که از لحاظ کیفی در رتبه پایین قرار دارند و با عملیات تکمیل، درجه آنها تغییر نمی‌کند، صرفنظر کند و نهایت اینکه از تکمیل نامناسب بر روی پارچه‌های با کیفیت بالا، جلوگیری خواهد شد.

۲-۷. راهکارهای اصلاحی در زمینه تعمیر و نگهداری مرتبط با بهینه سازی مصرف انرژی

با توجه به کاهش ذخایر انرژی و افزایش بی رویه آلودگی محیط زیست، بهینه سازی در مصرف انرژی یکی از ضرورت های اساسی است که باید اقدامات جدی در این زمینه صورت گیرد. یکی از شاخه های انجام بهینه سازی در مصرف انرژی می‌تواند تدوین سیستم تعمیر و نگهداری منظم و تهیه چک لیست مربوط به تجهیزات و تأسیسات باشد، چراکه اجرای بندبند نکات مطرح شده در چک لیست نقش بسیار مؤثری را در کاهش مصرف انرژی خواهد داشت. علت عمده این مطلب را می‌توان افزایش بهره وری دستگاه ها دانست. سرویس های منظم کوتاه مدت و بلند مدت تجهیزات و ماشین آلات نساجی مانند روغنکاری، تمیز کاری، تعویض قطعات معیوب، تنظیم صحیح ماشین ها براساس فاکتور های مواد اولیه خطوط تولید، کاهش تلفات انرژی را دنبال دارد.

۱-۲-۷. راهکارهای اصلاحی تعمیر و نگهداری مرتبط با بهینه سازی انرژی در بویلرخانه

به طور کلی اتلاف حرارتی در دیگ های بخار به طریق زیر صورت می‌گیرد:

- گازهای خروجی از دودکش و تشعشعی
- سطوح رسوب و دوده گرفته انتقال حرارت
- آب داغ هنگام تخلیه
- بخار داغ مایع شده

در یک جمع بندی کلی راهکارهای اصلاحی در زمینه تعمیرات و نگهداری در جهت بهینه سازی مصرف انرژی در بویلرخانه شامل موارد زیر می‌باشد.

- بازرسی مداوم فرآیند تصفیه آب
- بهره برداری در پایین ترین دمای آب داغ یا فشار بخار قابل قبول با مصرف
- برنامه ریزی صحیح تقاضا برای حداکثر کردن راندمان دیگ بخار
- چک کردن متناوب راندمان بویلر
- مونیتور کردن و مقایسه کردن داده های مربوط به راندمان جهت تعیین استاندارد
- مونیتور کردن مقدار هوای اضافی دیگ بخار
- تنظیم مداوم مشعل
- جایگزین یا تعویض کردن عایق های نامناسب یا از بین رفته

➤ کالیبره کردن دستگاه های اندازه گیری و سیستم های کنترلی احتراق

در این قسمت نمونه ای از چک لیست های مورد استفاده برای دیگ بخار جهت شناسایی پتانسیل های صرفه جویی انرژی در صنایع بویژه صنعت نساجی آورده شده است.

▪ چک لیست تنظیم هوای اضافی دیگ بخار

مقدار اکسیژن و هوای اضافه موجود در گاز خروجی دودکش را آنالیز کنید.

مقدار درصد اکسیژن % درصد هوای اضافی %

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا میزان گاز هوای اضافی کمتر از ۱۰ درصد است؟	سیستم را ماهانه چک کنید تا شرایط استاندارد رعایت شود.	با متخصص مشعل مشورت کنید تا با تنظیم مناسب هوای اضافی کاهش یابد.		
آیا گاز خروجی عاری از مواد قابل احتراق است؟	سیستم را ماهانه چک کنید تا شرایط استاندارد رعایت شود.	مشعل را تنظیم کنید تا مواد قابل احتراق کاهش یابد		

▪ چک لیست بازیابی حرارت گازهای خروجی دیگ بخار

دمای گازهای خروجی را در زمان متوسط بار کاری دیگ اندازه بگیرید :

دما: °C بار کاری: $\frac{kg}{h}$

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا سیستم همخوان با اکونومایزر یا گرم کننده هوا است ؟	در shut down بعدی : - مطمئن شوید که واحد کار می کند و by pass نمی کند. - مقدار حرارت بازیافتی را محاسبه کنید و با طراحی مقایسه کنید. - پره ها و لوله ها را برای جلوگیری از خوردگی و تخریب چک کنید - دوده تشکیل شده را پاک کنید.	با سازندگان اکونومایزر تماس بگیرید و اکونومایزر نصب کنید		

▪ چک لیست بازیابی حرارت از تخلیه آب دیگ بخار

مقادیر زیر را اندازه بگیرید :

دبی تخلیه: $\frac{kg}{h}$ دما: °C تعداد تکرار تخلیه: هر ساعت

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا امکان بازیابی حرارت از آب	با یک مهندس مشورت کنید	با متخصص مشعل مشورت کنید		

		تا با تنظیم مناسب هوای اضافی کاهش یابد.		تخلیه دیگ وجود دارد؟
		نیاز به انجام کاری نیست.	دبی و تعداد تخلیه را تنظیم کنید.	آیا تغییر دبی تخلیه امکان پذیر و مفید است ؟

▪ چک لیست بازگرداندن بخار کندانس شده به دیگ بخار

مقدار درصد کندانس حاصل از تجهیزات مصرف بخار برای بازگشت به دیگ را محاسبه کنید :

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا کمتر از ۸۰٪ کندانس به دیگ بر می گردد ؟	بررسی کنید آیا : - کندانس تمیز است (دیگ را کثیف نمی کند) - بازگشت کندانس به دیگ اقتصادی است ؟	مرتب سیستم را چک کنید تا وضعیت بهبود یابد		

۲-۲-۷. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی در مصرف بخار

به طور کلی اتلاف انرژی در بخش توزیع بخار و بازگشت مایع کندانس در یک کارخانه روغن به شرح زیر می باشد.

(۱) اتلاف از تله بخار

(۲) اتلاف از سیستم لوله کشی

(۳) نشتی ها

(۴) اتلاف فلاش

(۵) اتلاف مایع کندانسه

(۶) اتلاف کلی

در یک جمع بندی کلی راهکارهای اصلاحی در زمینه تعمیرات و نگهداری در جهت بهینه سازی مصرف انرژی در

مصرف بخار شامل موارد زیر می باشد.

✓ تعیین برنامه مدون جهت نگهداری و بازرسی تله های بخار

✓ بازرسی مداوم و مناسب تجهیزات

✓ بازرسی دقیق و صحیح نشتی بخار و مایع کندانس شده

✓ نگهداری بخار در شرایط مساعد مورد نیاز

✓ تعمیر عایق های معیوب

✓ خاموش کردن دستگاه هایی که در فرآیند نیستند.

✓ خاموش کردن خطوط انتقال بخار و مایع کندانس هنگامی که نیازی به آنها نیست.
در این قسمت نمونه ای از چک لیست های ارزیابی بخار و مایع کندانس مصرفی جهت ارزیابی مصرف انرژی در صنایع به ویژه صنعت نساجی آورده شده است.

▪ چک لیست بررسی سیستم لوله کشی بخار و کندانس برگشتی
جدیدترین نقشه لوله کشی کارخانه را بازرسی کنید و اگر موجود نیست با بازرسی در محل از نحوه توزیع بخار و لوله کشی آگاهی پیدا کنید.

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا لوله کشی اضافی موجود می باشد ؟	ابتدا مطمئن شوید مسیر مورد نظر اضافی می باشد و می توان آنرا از مدار خارج کرد و سپس برای حذف آن مسیر تصمیم گرفته و آنرا از مسیر خارج کنید	نیاز به انجام کاری نیست		
آیا شبکه توزیع بخار و لوله کشی نسبت محل قرار گرفتن دستگاه های مصرف کننده بخار و اندازه لوله ها بهینه می باشد ؟	نیاز به انجام کاری نیست	سیستم توزیع بخار را بهینه کنید. در این زمینه می توان از مشاور متخصص کمک گرفت		

▪ چک لیست بررسی نشتی بخار
درون سایت بازرسی انجام دهید و توسط دستگاه های ردیابی مانند ردیاب اولتراسونیک، میله های شنیداری، پیرومتر و استتوسکوپ نشتی بخار را پیدا کنید.

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا نشتی موجود می باشد؟	از شکل (۴) استفاده کنید یا حدود اتلاف بخار را پیدا کنید و سریعاً نشتی را آب بندی کنید.	بازرسی ماهانه انجام دهید تا شرایط استاندارد را حفظ کنید.		
۱- آیا بخار از تله و یا شیر خارج می شود؟	نشتی را اصلاح کنید.	از سازنده دستگاه بخواهید که دستگاه را با دستگاه اولترا سونیک چک کند تا نشتی نداشته باشد		

▪ **چک لیست بررسی وضعیت عایقکاری سیستم توزیع بخار**
وضعیت عایق بندی لوله ها را چک کنید.

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا لوله ها عایق دارند ؟	نیاز به انجام کاری نیست	ضخامت اقتصادی عایق را چک کنید		
آیا عایق خشک است ؟	ماهانه بازرسی کنید	محل و منبع ایجاد رطوبت را ازبین ببرید		
آیا عایق کاری، سدهای بخار و محافظ های عایق سالم هستند؟	ماهانه بازرسی کنید	عیب را تعمیر و تعویض کنید		
آیا نوع عایق بهتری نسبت به فعلی وجود دارد ؟	جایگزین کردن و خریداری عایق جدید را از نظر اقتصادی بررسی کنید.	نیاز به انجام کاری نیست		
آیا ضخامت عایق مناسب است؟	نیاز به انجام کاری نیست	ضخامت عایق را تصحیح کنید		

۷-۲-۳. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی در بازیابی حرارتی

بازیابی حرارت، استفاده مجدد از حرارت و گرمای موجود و استفاده شده در فرآیند تولید در جهت صرفه جویی در مصرف انرژی، کاهش هزینه های انرژی و بهبود بخش سودآوری عملیاتی می باشد. تکنولوژی های معمول بازیافت حرارتی در سرتاسر مسیر فرآیند به شرح زیر می باشد.

۱) استفاده مستقیم و مبدل های حرارتی برای استفاده انرژی حرارتی به صورت موجود و تغییر نیافته

۲) استفاده از پمپ های حرارتی و سیستم های تراکم مجدد بخار در جهت بهبود شرایط بخار

۳) عملیات چندگانه مانند تبخیر چند مرحله ای، فلاش بخار و یا ترکیب روش های یادشده

به طور کلی بازیابی حرارتی در کارخاجات نساجی به روش های زیر امکان پذیر می باشد:

- بازیابی در دیگ بخار از گازهای خروجی

- بازیابی از تخلیه دیگ بخار

- بازیابی از طریق فلاش بخار

- بازیابی از مایع برگشتی حاصل از میعان

در یک جمع بندی کلی راهکارهای اصلاحی در زمینه تعمیرات و نگهداری در جهت بهینه سازی مصرف انرژی در

بازیافت حرارت شامل موارد زیر می باشد.

✓ مشخص نمودن منبع حرارت اتلافی

✓ کاهش دمای حرارت اتلافی

✓ بهبود بخشیدن، نگهداری و بازرسی تجهیزات در جهت کاهش حرارت اتلافی

در این قسمت نمونه ای از چک لیست های بازیابی حرارتی جهت شناسایی پتانسیل های صرفه جویی انرژی در صنایع به ویژه صنعت نساجی آورده شده است.

■ چک لیست بازیابی حرارتی

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا جریانی از آب فرآیندی با دمای بیشتر از 38°C از تجهیزات خارج می گردد ؟	امکانات نصب مدل حرارتی را برای بازیابی حرارت بررسی کنید	اگر دبی جریان آب زیاد است امکان نصب یک پمپ حرارتی را بررسی کنید		
آیا آب خنک کن تجهیزات به فاضلاب تخلیه می گردد	از مبدل حرارتی برای بازیابی حرارتی استفاده کنید.	اگر آب خنک کن به برج خنک کن فرستاده می شود، امکان جایگزینی برج خنک کن را با یک مبدل حرارتی بررسی کنید		
آیا تخلیه بخار از دستگاهی مشاهده می گردد ؟	از کمپرسورهای مکانیکی یا حرارتی بخار جهت تبدیل بخار به منبع مفید انرژی استفاده کنید.	نیاز به انجام کاری نیست		

۷-۲-۴. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی در عایقکاری

عایقکاری حرارتی بر اساس ایجاد یک مانع حرارتی که نرخ انتقال حرارت را کاهش می دهد عمل می نماید. مهمترین علت در عایقکاری تأسیسات فرآیند (لوله کشی، کانال ها، تجهیزات و مخازن) صرفه جویی در هزینه است. منشأ صرفه جویی در هزینه به حداقل رساندن تلفات حرارتی می باشد دلایل دیگر برای عایقکاری عبارتست از :

- کاهش بهره حرارتی
- امکان کنترل میعان بخار
- حفاظت در برابر یخ زدگی
- تأمین حفاظت از لوله (حفاظت کارکنان، حفاظت در برابر خوردگی، عایق کردن لوله های داغ)
- کنترل دمای فرایندها
- حفاظت در برابر حریق
- تأمین عایق صوتی

در یک جمع بندی کلی راهکارهای اصلاحی در زمینه تعمیرات و نگهداری در جهت بهینه سازی مصرف انرژی از طریق عایقکاری شامل موارد زیر می باشد.

- ✓ تعمیر عایق های صدمه دیده
- ✓ تعمیر سطوح خارجی صدمه دیده عایق ها
- ✓ حصول اطمینان از رعایت شدن ملاحظات ایمنی
- ✓ عایقکاری شیرها، فلنج ها و ظروف حرارتی

در این قسمت نمونه ای از چک لیست های عایقکاری جهت شناسایی پتانسیل های صرفه جویی انرژی در صنایع به ویژه صنعت نساجی آورده شده است.

■ چک لیست عایقکاری

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا لوله ها و دستگاه ها عایقکاری شده اند؟	وضعیت عایق ها را متناوباً چک کنید	بر اساس ضخامت اقتصادی عایقکاری کنید		
آیا عایق خشک می باشد؟	وضعیت عایق را متناوباً چک کنید.	منبع رطوبت را پیدا کنید و بویژه چک کنید آیا لوله یا دستگاه نشتی دارد یا خیر		
آیا ضخامت عایق شده کافی است؟ (عایق سطوح داغ باید خنک و قابل لمس باشد.	پیگیری لازم نیست	لایه عایق بیشتری اضافه کنید. چک کنید که آیا اضافه کردن ضخامت بیشتر، اقتصادی می باشد یا خیر		
آیا روکش عایق بندی در برابر ضربات و صدمات مکانیکی محافظت شده است؟	وضعیت روکش ها را متناوباً چک کنید.	روکش صدمه دیده را تعمیر کرده یا جایگزین کنید. لایه های عایق زیرین را از نظر رطوبت چک کنید. عایقهای صدمه دیده را تعویض کنید		
یا قدرت فشاری مواد عایق از نظر مکانیکی مورد بررسی قرار گرفته است؟	وضعیت عایق را متناوباً چک کنید	روکش مناسب انتخاب کنید. در مکانهایی که در معرض صدمه مکانیکی قرار می گیرند از عایق های مقاومتر استفاده کنید همچنین می توان از محافظ های مکانیکی خارجی مانند محافظ ها و سد ها استفاده کرد		
آیا لوله های ظروف و تجهیزات عایق بندی شده قرار گرفته شده در محیط های باز دارای سدهای بخار و پوشش ضد آب هستند؟	عایق کاری را متناوباً چک کنید.	سریعاً تعمیرات را انجام دهید. لایه های عایق زیرین را مورد بازرسی قرار دهید و در صورت لزوم جایگزین کنید		
آیا تجهیزات جانبی عایقکاری (مانند تجهیزات آب بندی و نگهداری عایق) با یکدیگر و محیط همخوان هستند؟	شرایط را متناوباً چک کنید.	تجهیزات ناهمخوان را برای جلوگیری از خوردگی و شکسته شده و با انواع همخوان جایگزین کنید. نسبت به عایق کاری شیرها، فلنج ها و زانوئی ها دقت عمل به خرج دهید		

۷-۲-۵. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی توسط اندازه گیری و مونیتورینگ

اندازه گیری اولین مرحله در رسیدن به کنترل و بهینه سازی می باشد. ضمناً اندازه گیری زمانی معنای واقعی دارد که با معیارهای استاندارد مقایسه شود. اندازه گیری زمانی صحیح و معنی دار خواهد بود که با مونیتورینگ همراه باشد. بنابراین دستیابی به دستگاه های اندازه گیری جریان های جرم و انرژی در کارخانجات نساجی مزایای زیر را به دنبال

دارد:

- ایجاد اطلاعات فرآیندی مانند دما، فشار
- تعیین عملکرد انرژی برای مقایسه و بهبود وضعیت موجود
- تعیین استانداردهای اجرائی و اهداف عملیاتی
- مدیریت روزانه و تصحیح عملکرد قابل قبول
- سهولت تصمیم گیری در زمینه بهینه سازی فرآیند
- برنامه ریزی آتی جهت مدیریت انرژی
- برقراری ارتباط بین کارکنان در زمینه عملکرد راندمان انرژی
- استفاده از اعداد به دست آمده جهت استفاده در برنامه کامپیوتری مدیریت انرژی

در یک جمع بندی کلی راهکارهای اصلاحی در زمینه تعمیرات و نگهداری در جهت بهینه سازی مصرف انرژی توسط اندازه گیری و مونیتورینگ شامل موارد زیر می باشد.

- داشتن برنامه منظم نگهداری و کالیبراسیون
- ثبت اطلاعات اندازه گیری و مونیتورینگ
- تجزیه و تحلیل و پیگیری اطلاعات

در این قسمت نمونه ای از چک لیست های اندازه گیری و مونیتورینگ جهت شناسایی پتانسیل های صرفه جویی انرژی در صنایع بویژه صنعت نساجی آورده شده است.

▪ چک لیست گسترش دستگاه های اندازه گیری

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا منابع تولید انرژی اصلی مجهز به دستگاه های اندازه گیری هستند ؟	دستگاه ها را مرتباً کالیبره کنید.	سیستم کلی تأمین کننده انرژی را به مراکز حسابداری انرژی منطقی تقسیم کنید تا مدیریت حساسی مصرف انرژی آسانتر گردد		
آیا تجهیزات ابزار دقیق مرتباً بازرسی و کالیبره می شوند ؟	نیاز به انجام کاری نیست.	انجام بازرسی و کالیبراسون مداوم و مرتب		
آیا اندازه گیری ها در سیستم مدیریت کامپیوتری انرژی استفاده می شود؟	نیاز به انجام کاری نیست.	سیستم مدیریت مصرف انرژی تجهیزات را خریداری و نصب کنید.		

▪ چک لیست سیستم دیگ بخار

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
-----------------------	-----------	-----------	-------------------	-------

		بویلرها را مجهز به دستگاه های اندازه گیری و آنالیزکننده اکسیژن و گاز خروجی کنید	دستگاه ها را به صورت منظم کالیبره و بازرسی کنید.	آیا بویلرها مجهز به آنالیزور گاز خروجی از بویلر هستند؟
		بویلر را مجهز به دستگاه اندازه گیر دمای گازهای دودکش و آب خوراک بویلر کنید	دمای آب و گازهای دودکش را هنگام ورود و خروج به اکونومایزر اندازه بگیرید. ترمومترها باید یا از نوع ثبت کننده و یا جزئی از سیستم اتوماسیون بویلر باشد	آیا بویلر مجهز به اکونومایزر می باشد ؟

چک لیست اندازه گیری الکتریکی

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا کلیه ساختمان ها و تجهیزات مجهز به دستگاه های اندازه گیر هستند؟	اندازه گیری های ثبت شده ماهانه را با صورت حساب های برق چک کنید و برای بهبود فاکتور توانی و همچنین کاهش پیک دیماند کلیه پیشنهادات ارائه شده در بخش الکتریکی و اندازه گیری را انجام دهید.	اندازه گیری های KVA/kw و kwh نصب کنید تا مصارف عمده انرژی الکتریکی را مونیتور کنید.		
آیا از دستگاه های دارای لاگهای اطلاعاتی استفاده میشود؟	اطلاعات بدست آمده را در سیستم مدیریت انرژی استفاده کنید	از تجهیزات مجهز به لاگهای اطلاعاتی استفاده کنید		

چک لیست تنظیم هوای اضافی دیگ بخار

مقدار اکسیژن و هوای اضافه موجود در گاز خروجی دودکش را آنالیز کنید.

مقدار درصد اکسیژن % درصد هوای اضافی %

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا میزان گاز هوای اضافی کمتر از ۱۰ درصد است؟	سیستم را ماهانه چک کنید تا شرایط استاندارد رعایت شود.	با متخصص مشعل مشورت کنید تا با تنظیم مناسب هوای اضافی کاهش یابد.		
آیا گاز خروجی عاری از مواد قابل احتراق است؟	سیستم را ماهانه چک کنید تا شرایط استاندارد رعایت شود.	مشعل را تنظیم کنید تا مواد قابل احتراق کاهش یابد		

چک لیست باز یابی حرارت گازهای خروجی دیگ بخار

دمای گازهای خروجی را در زمان متوسط بار کاری دیگ اندازه بگیرید:

دما: °C بار کاری: $\frac{kg}{h}$

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا سیستم همخوان با اکونومایزر یا گرم کننده	در shut down بعدی : - مطمئن شوید که واحد کار می کند و	با سازندگان اکونومایزر تماس بگیرید و اکونومایزر		

هو است ؟	by pass نمی‌کند. - مقدار حرارت بازیافتی را محاسبه کنید و با طراحی مقایسه کنید. - پره ها و لوله ها را برای جلوگیری از خوردگی و تخریب چک کنید - دوده تشکیل شده را پاک کنید.	نصب کنید		
----------	--	----------	--	--

چک لیست بازیابی حرارت از تخلیه آب دیگ بخار

مقادیر زیر را اندازه بگیرید :

دبی تخلیه : $\frac{kg}{h}$ دما : $^{\circ}C$ تعداد تکرار تخلیه : هر ساعت

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازیابی کننده	تاریخ
آیا امکان بازیابی حرارت از آب تخلیه دیگ وجود دارد ؟	با یک مهندس مشورت کنید	با متخصص مشعل مشورت کنید تا با تنظیم مناسب هوای اضافی کاهش یابد.		
آیا تغییر دبی تخلیه امکان پذیر و مفید است ؟	دبی و تعداد تخلیه را تنظیم کنید.	نیاز به انجام کاری نیست.		

چک لیست بازگرداندن بخار کندانس شده به دیگ بخار

مقدار درصد کندانس حاصل از تجهیزات مصرف بخار برای بازگشت به دیگ را محاسبه کنید:

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازیابی کننده	تاریخ
آیا کمتر از ۸۰٪ کندانس به دیگ بر می‌گردد ؟	بررسی کنید آیا : - کندانس تمیز است (دیگ را کثیف نمی‌کند) - بازگشت کندانس به دیگ اقتصادی است ؟	مرتب سیستم را چک کنید تا وضعیت بهبود یابد		

۶-۲-۷. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی در مصرف بخار

به طور کلی اتلاف انرژی در بخش توزیع بخار و بازگشت مایع کندانس در یک کارخانه روغن به شرح زیر می‌باشد.

(۱) اتلاف از تله بخار

(۲) اتلاف از سیستم لوله کشی

(۳) نشتی ها

۴) اتلاف فلاش

۵) اتلاف مایع کندانسه

۶) اتلاف کلی

در یک جمع بندی کلی راهکارهای اصلاحی در زمینه تعمیرات و نگهداری در جهت بهینه سازی مصرف انرژی در مصرف بخار شامل موارد زیر می باشد.

❖ تعیین برنامه مدون جهت نگهداری و بازرسی تله های بخار

❖ بازرسی مداوم و مناسب تجهیزات

❖ بازرسی دقیق و صحیح نشتی بخار و مایع کندانس شده

❖ نگهداری بخار در شرایط مساعد مورد نیاز

❖ تعمیر عایق های معیوب

❖ خاموش کردن دستگاه هایی که در فرآیند نیستند.

❖ خاموش کردن خطوط انتقال بخار و مایع کندانس هنگامی که نیازی به آنها نیست.

در این قسمت نمونه ای از چک لیست های ارزیابی بخار و مایع کندانس مصرفی جهت ارزیابی مصرف انرژی در صنایع به ویژه صنعت نساجی آورده شده است.

▪ چک لیست بررسی سیستم لوله کشی بخار و کندانس برگشتی

جدیدترین نقشه لوله کشی کارخانه را بازرسی کنید و اگر موجود نیست با بازرسی در محل از نحوه توزیع بخار و

لوله کشی آگاهی پیدا کنید.

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا لوله کشی اضافی موجود می باشد ؟	ابتدا مطمئن شوید مسیر مورد نظر اضافی می باشد و می توان آنرا از مدار خارج کرد و سپس برای حذف آن مسیر تصمیم گرفته و آنرا از مسیر خارج کنید	نیاز به انجام کاری نیست		
آیا شبکه توزیع بخار و لوله کشی نسبت محل قرارگرفتن دستگاه های مصرف کننده بخار و اندازه لوله ها بهینه می باشد ؟	نیاز به انجام کاری نیست	سیستم توزیع بخار را بهینه کنید. در این زمینه می توان از مشاور متخصص کمک گرفت		

▪ چک لیست بررسی نشتی بخار

درون سایت بازرسی انجام دهید و توسط دستگاه های ردیابی مانند ردیاب اولتراسونیک، میله های شنیداری،

پیرومتر و استتوسکوپ نشتی بخار را پیدا کنید.

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا نشتی موجود می باشد؟	از شکل (۴) استفاده کنید یا حدود اتلاف بخار را پیدا کنید و سریعاً نشتی را آب بندی کنید.	بازرسی ماهانه انجام دهید تا شرایط استاندارد را حفظ کنید.		
آیا بخار از تله و یا شیر خارج می شود؟	نشتی را اصلاح کنید.	از سازنده دستگاه بخواهید که دستگاه را با دستگاه اولترا سونیک چک کند تا نشتی نداشته باشد		

▪ چک لیست بررسی وضعیت عایق کاری سیستم توزیع بخار

وضعیت عایق بندی لوله ها را چک کنید

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا لوله ها عایق دارند؟	نیاز به انجام کاری نیست	ضخامت اقتصادی عایق را چک کنید		
آیا عایق خشک است؟	ماهانه بازرسی کنید	محل و منبع ایجاد رطوبت را ازبین ببرید		
آیا عایق کاری، سدهای بخار و محافظ های عایق سالم هستند؟	ماهانه بازرسی کنید	عیب را تعمیر و تعویض کنید		
آیا نوع عایق بهتری نسبت به فعلی وجود دارد ؟	جایگزین کردن و خریداری عایق جدید را از نظر اقتصادی بررسی کنید.	نیاز به انجام کاری نیست		
آیا ضخامت عایق مناسب است؟	نیاز به انجام کاری نیست	ضخامت عایق را تصحیح کنید		

۷-۲-۷. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی در بازیابی حرارتی

بازیابی حرارت، استفاده مجدد از حرارت و گرمای موجود و استفاده شده در فرآیند تولید در جهت صرفه جویی در مصرف انرژی، کاهش هزینه های انرژی و بهبود بخش سودآوری عملیاتی می باشد. تکنولوژی های معمول بازیافت حرارتی در سرتاسر مسیر فرآیند به شرح زیر می باشد.

(۱) استفاده مستقیم و مبدل های حرارتی برای استفاده انرژی حرارتی به صورت موجود و تغییر نیافته

(۲) استفاده از پمپ های حرارتی و سیستم های تراکم مجدد بخار در جهت بهبود شرایط بخار

(۳) عملیات چندانگانه مانند تبخیر چند مرحله ای، فلاش بخار و یا ترکیب روش های یادشده

به طور کلی بازیابی حرارتی در کارخاجات نساجی به روش های زیر امکان پذیر می باشد:

- بازیابی در دیگ بخار از گازهای خروجی

- بازیابی از تخلیه دیگ بخار
 - بازیابی از طریق فلاش بخار
 - بازیابی از مایع برگشتی حاصل از میعان
- در یک جمع بندی کلی راهکارهای اصلاحی در زمینه تعمیرات و نگهداری در جهت بهینه سازی مصرف انرژی در بازیافت حرارت شامل موارد زیر می باشد.
- (۱) مشخص نمودن منبع حرارت اتلافی
 - (۲) کاهش دمای حرارت اتلافی
 - (۳) بهبود بخشیدن، نگهداری و بازرسی تجهیزات در جهت کاهش حرارت اتلافی
- در این قسمت نمونه ای از چک لیست های بازیابی حرارتی جهت شناسایی پتانسیل های صرفه جویی انرژی در صنایع بویژه صنعت نساجی آورده شده است.

■ چک لیست بازیابی حرارتی

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازیابی کننده	تاریخ
آیا جریانی از آب فرآیندی با دمای بیشتر از 38°C از تجهیزات خارج می گردد ؟	امکانات نصب مدل حرارتی را برای بازیابی حرارت بررسی کنید	اگر دبی جریان آب زیاد است امکان نصب یک پمپ حرارتی را بررسی کنید		
آیا آب خنک کن تجهیزات به فاضلاب تخلیه می گردد	از مبدل حرارتی برای بازیابی حرارتی استفاده کنید.	اگر آب خنک کن به برج خنک کن فرستاده می شود، امکان جایگزینی برج خنک کن را با یک مبدل حرارتی بررسی کنید		
آیا تخلیه بخار از دستگاهی مشاهده می گردد ؟	از کمپرسورهای مکانیکی یا حرارتی بخار جهت تبدیل بخار به منبع مفید انرژی استفاده کنید.	نیاز به انجام کاری نیست		

۷-۲-۸. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی در عایقکاری

عایقکاری حرارتی بر اساس ایجاد یک مانع حرارتی که نرخ انتقال حرارت را کاهش می دهد عمل می نماید. مهمترین علت در عایقکاری تأسیسات فرآیند (لوله کشی، کانال ها، تجهیزات و مخازن) صرفه جویی در هزینه است. منشأ صرفه جویی در هزینه به حداقل رساندن تلفات حرارتی می باشد دلایل دیگر برای عایقکاری عبارتست از :

- ❖ کاهش بهره حرارتی
- ❖ امکان کنترل میعان بخار
- ❖ حفاظت در برابر یخ زدگی

- ❖ تأمین حفاظت از لوله (حفاظت کارکنان، حفاظت در برابر خوردگی، عایق کردن لوله های داغ)
- ❖ کنترل دمای فرایندها
- ❖ حفاظت در برابر حریق
- ❖ تأمین عایق صوتی

در یک جمع بندی کلی راهکارهای اصلاحی در زمینه تعمیرات و نگهداری در جهت بهینه سازی مصرف انرژی از طریق عایقکاری شامل موارد زیر می باشد.

- تعمیر عایق های صدمه دیده
- تعمیر سطوح خارجی صدمه دیده عایق ها
- حصول اطمینان از رعایت شدن ملاحظات ایمنی
- عایق کاری شیرها، فلنج ها و ظروف حرارتی

در این قسمت نمونه ای از چک لیست های عایق کاری جهت شناسایی پتانسیل های صرفه جویی انرژی در صنایع به ویژه صنعت نساجی آورده شده است.

■ چک لیست عایقکاری

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا لوله ها و دستگاه ها عایقکاری شده اند؟	وضعیت عایق ها را متناوباً چک کنید	بر اساس ضخامت اقتصادی عایقکاری کنید		
آیا عایق خشک می باشد؟	وضعیت عایق را متناوباً چک کنید.	منبع رطوبت را پیدا کنید و به ویژه چک کنید آیا لوله یا دستگاه نشستی دارد یا خیر		
آیا ضخامت عایق شده کافی است؟ (عایق سطوح داغ باید خنک و قابل لمس باشد).	پیگیری لازم نیست	لایه عایق بیشتری اضافه کنید. چک کنید که آیا اضافه کردن ضخامت بیشتر، اقتصادی می باشد یا خیر		
آیا روکش عایق بندی در برابر ضربات و صدمات مکانیکی محافظت شده است؟	وضعیت روکش ها را متناوباً چک کنید.	روکش صدمه دیده را تعمیر کرده یا جایگزین کنید. لایه های عایق زیرین را از نظر رطوبت چک کنید. عایق های صدمه دیده را تعویض کنید		
یا قدرت فشاری مواد عایق از نظر مکانیکی مورد بررسی قرار گرفته است؟	وضعیت عایق را متناوباً چک کنید	روکش مناسب انتخاب کنید. در مکانهایی که در معرض صدمه مکانیکی قرار می گیرند از عایق های مقاومتر استفاده کنید همچنین می توان از محافظ های مکانیکی خارجی مانند محافظ ها و سدها استفاده کرد		
آیا لوله های ظروف و تجهیزات عایق بندی شده قرار گرفته شده در محیط های باز دارای سدهای بخار و پوشش ضد آب هستند؟	عایقکاری را متناوباً چک کنید.	سریعاً تعمیرات را انجام دهید لایه های عایق زیرین را مورد بازرسی قرار دهید و در صورت لزوم جایگزین کنید		

		تجهیزات ناهمخوان را برای جلوگیری از خوردگی و شکسته شده و با انواع همخوان جایگزین کنید. نسبت به عایقکاری شیرها، فلنج ها و زانوئی ها دقت عمل به خرج دهید	شرایط را متناوباً چک کنید.	آیا تجهیزات جانبی عایقکاری (مانند تجهیزات آب بندی و نگهداری عایق) با یکدیگر و محیط همخوان هستند؟
--	--	--	----------------------------	--

۷-۲-۹. راهکارهای اصلاحی نگهداری و تعمیرات مرتبط با بهینه سازی انرژی توسط اندازه گیری و مونیتورینگ

اندازه گیری اولین مرحله در رسیدن به کنترل و بهینه سازی می باشد. ضمناً اندازه گیری زمانی معنای واقعی دارد که با معیارهای استاندارد مقایسه شود. اندازه گیری زمانی صحیح و معنی دار خواهد بود که با مونیتورینگ همراه باشد. بنابراین دستیابی به دستگاه های اندازه گیری جریان های جرم و انرژی در کارخانجات نساجی مزایای زیر را به دنبال دارد:

- ایجاد اطلاعات فرآیندی مانند دما، فشار
 - تعیین عملکرد انرژی برای مقایسه و بهبود وضعیت موجود
 - تعیین استانداردهای اجرائی و اهداف عملیاتی
 - مدیریت روزانه و تصحیح عملکرد قابل قبول
 - سهولت تصمیم گیری در زمینه بهینه سازی فرآیند
 - برنامه ریزی آتی جهت مدیریت انرژی
 - برقراری ارتباط بین کارکنان در زمینه عملکرد راندمان انرژی
 - استفاده از اعداد به دست آمده جهت استفاده در برنامه کامپیوتری مدیریت انرژی
- در یک جمع بندی کلی راهکارهای اصلاحی در زمینه تعمیرات و نگهداری در جهت بهینه سازی مصرف انرژی توسط اندازه گیری و مونیتورینگ شامل موارد زیر می باشد.
- (۱) داشتن برنامه منظم نگهداری و کالیبراسیون
 - (۲) ثبت اطلاعات اندازه گیری و مونیتورینگ
 - (۳) تجزیه و تحلیل و پیگیری اطلاعات
- در این قسمت نمونه ای از چک لیست های اندازه گیری و مونیتورینگ جهت شناسایی پتانسیل های صرفه جویی انرژی در صنایع به ویژه صنعت نساجی آورده شده است.

▪ چک لیست گسترش دستگاه های اندازه گیری

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا منابع تولید انرژی اصلی مجهز به دستگاه های اندازه گیری هستند ؟	دستگاه ها را مرتباً کالیبره کنید.	سیستم کلی تأمین کننده انرژی را به مراکز حسابداری انرژی منطقی تقسیم کنید تا مدیریت حسابداری مصرف انرژی آسانتر گردد		
آیا تجهیزات ابزار دقیق مرتباً بازرسی و کالیبره می شوند ؟	نیاز به انجام کاری نیست.	انجام بازرسی و کالیبراسون مداوم و مرتب		
آیا اندازه گیری ها در سیستم مدیریت کامپیوتری انرژی استفاده می شود؟	نیاز به انجام کاری نیست.	سیستم مدیریت مصرف انرژی تجهیزات را خریداری و نصب کنید.		

چک لیست سیستم دیگ بخار

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا بویلرها مجهز به آنالیزور گاز خروجی از بویلر هستند ؟	دستگاه ها را به صورت منظم کالیبره و بازرسی کنید.	بویلرها را مجهز به دستگاه های اندازه گیری و آنالیزکننده اکسیژن و گاز خروجی کنید		
آیا بویلر مجهز به اکتونومایزر می باشد ؟	دمای آب و گازهای دودکش را هنگام ورود و خروج به اکتونومایزر اندازه بگیرید. ترمومترها باید یا از نوع ثبت کننده و یا جزئی از سیستم اتوماسیون بویلر باشد	بویلر را مجهز به دستگاه اندازه گیر دمای گازهای دودکش و آب خوراک بویلر کنید		

چک لیست اندازه گیری الکتریکی

پرسش و یا وظائف محوله	پاسخ مثبت	پاسخ منفی	فرد بازبینی کننده	تاریخ
آیا کلیه ساختمانها و تجهیزات مجهز به دستگاه های اندازه گیر هستند ؟	اندازه گیری های ثبت شده ماهانه را با صورت حساب های برق چک کنید و برای بهبود فاکتور توانی و همچنین کاهش پیک دیماند کلیه پیشنهادات ارائه شده در بخش الکتریکی و اندازه گیری را انجام دهید.	اندازه گیری های KVA/kw و kwh نصب کنید تا مصارف عمده انرژی الکتریکی را مونیتور کنید.		
آیا از دستگاه های دارای لاگهای اطلاعاتی استفاده می شود ؟	اطلاعات بدست آمده را در سیستم مدیریت انرژی استفاده کنید	از تجهیزات مجهز به لاگ های اطلاعاتی استفاده کنید		

فصل هشتم

تشکیل کمیته انرژی

تجربه ایران در جهان در دهه گذشته نشان می‌دهد که رشد اقتصادی و توسعه صنعتی به عنوان پیش شرط های اقتدار سیاسی، استقلال ملی و شکوفائی فرهنگی به عوامل مختلف از جمله انرژی و بهره وری مطلوب و بهینه، از منابع آن نیازمند است.

عدم کارآیی فنی و اقتصادی مصرف انرژی و هدر رفتن قریب به یک سوم از کل انرژی در فرآیندهای مصرف، مشکلات فرآیند زیست محیطی ناشی از آن، ضرورت مدیریت مصرف انرژی با بالا بردن بازده و بهره وری انرژی را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

لازمه مدیریت مؤثر انرژی، تعهد مدیریت ارشد است. بدین صورت اختیار لازم جهت اقدام، به کارگیری مهارت های افراد، تامین بودجه و منابع دیگر و مهمتر از همه، ایجاد انگیزه به وجود می‌آید. به دنبال آن سازماندهی لازم جهت طرح مدیریت انرژی را می‌توان مشخص کرد. این سازماندهی می‌تواند از تشکیل یک کمیته تا تعیین مسئولیت های جدید بعضی از کارکنان تغییر نماید. برنامه مربوط به انرژی یک شرکت به عوامل چندی از قبیل بزرگی شرکت، اهمیت نسبی هزینه های مربوط به انرژی، تخصص و مهارتهای فنی و روش مدیریت بستگی دارد.

۸-۱. برگزاری دوره آموزشی مدیریت انرژی

مدیریت انرژی فعالیتی در راستای کاهش هزینه های کلی انرژی به ازای واحد تولید محصول می‌باشد.

اهداف مدیریت انرژی عبارتست از:

- کاهش هزینه های انرژی
- شفاف نمودن هزینه حامل های انرژی و افزایش حساسیت نسبت به مصارف و صرفه جویی انرژی
- کاهش هزینه های تعمیرات و نگهداری و تجهیزات واحد
- کاهش آلاینده های زیست محیطی

۸-۱-۱. محدوده فعالیت های حوزه مدیریت انرژی

- تشکیل کمیته انرژی و تهیه برنامه های فعال سالیانه
- توسعه و مدیریت برنامه های بهره وری انرژی در سطح اپراتوری
- توسعه و بهبود تکنولوژی تجهیزات انرژی بر با دیدگاه صرفه جویی انرژی و ملاحظات زیست محیطی
- کنترل مصارف انرژی واحد از طریق جمع آوری و ارزیابی داده ها و پارامترهای عملکردی تجهیزات واحدها
- انجام اقدامات لازم برای مونیتورینگ کردن و کنترل فرآیندها جهت کاهش هزینه های انرژی
- برنامه ریزی و سیاستگذاری انرژی واحد
- مبادله اطلاعات مدیر انرژی واحد با دیگر مدیران انرژی بخش ها و یا واحدهای مشابه
- اجرای ممیزی های انرژی و پروژه های بهبود راندمان واحد از طریق مشاوران انرژی
- برنامه ریزی اجرای اقدامات صرفه جویی و بازیافت انرژی
- اطلاع رسانی و ایجاد انگیزه درس پرسنل در راستای صرفه جویی انرژی
- پیگیری و حمایت از اعمال سرمایه گذاری لازم جهت کنترل بهینه و صرفه جویی انرژی با در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی.

۸-۱-۲. محدوده فعالیت های ممیزی انرژی

- جمع آوری و ثبت اطلاعات مورد نیاز از طریق اندازه گیری و سیستم ابزار دقیق واحد و تعیین خطوط اصلی انرژی از لحاظ کمی و کیفی
- تحلیل داده های مربوط به مصارف انرژی در حال حاضر و دوره های عملکرد قبلی واحد
- مقایسه مقادیر استاندارد با مقادیر واقعی مصارف انرژی
- مقایسه مقادیر مصارف انرژی واحد با واحدهای مشابه و یا اطلاعات دوره های قبل همان واحد
- بررسی و چک نمودن ظرفیت و کارایی تجهیزات واحد جهت تعیین میزان مصرف و اتلافات انرژی
- بررسی روش های اپراتوری بخشهای مختلف واحد که مصرف و اتلاف انرژی را تحت تأثیر قرار می دهد.
- بررسی و چک نمودن کفایت و دقت سیستم های اندازه گیری و ابزار دقیق
- بررسی محتوی و نحوه اراده گزارش های انرژی به صورت روزانه، هفتگی، ماهیانه و یا سالیانه جهت شفاف نمودن هرچه بیشتر وضعیت انرژی واحد
- بررسی و بهینه نمودن فرم های مربوط به ثبت اطلاعات انرژی تجهیزات جهت سهولت در مقایسه و بررسی عملکرد از دیدگاه انرژی

- آماده سازی دیاگرام های بالانس انرژی
- ارزیابی فنی و اقتصادی راهکارهای صرفه جویی و بازیافت انرژی
- بررسی و تست روش های صرفه جویی انرژی
- توسعه کاربرد سیستم های مدیریت اطلاعات (MIS) با در نظر گرفتن پارامترهای انرژی
- ایجاد انگیزه و حساسیت نسبت به صرفه جویی انرژی در بین کارکنان
- ارائه آموزش های لازم در زمینه مدیریت انرژی به کارکنان
- سازماندهی و ارائه سمینارهای لازم در زمینه مباحث انرژی واحد با هدف ایجاد حساسیت در بین کارکنان

۸-۱-۳. رابطه بین ممیزی انرژی و مدیریت انرژی

به مجموعه اقداماتی انجام شده جهت شناسایی، چگونگی، مقادیر و موقعیت های مصرف انرژی در یک فعالیت یا فرآیند و در طی آن مشخص کردن فرصت ها و امکانات صرفه جویی انرژی به همراه ارزیابی آنها، ممیزی انرژی اطلاق می گردد. هدف ممیزی انرژی تعیین راه حلهایی برای کاهش مصرف انرژی بر واحد تولید محصول (خروجی) و همچنین کاهش هزینه های بهره برداری می باشد.

ممیزی انرژی یک ابزار بسیار کارآمد در تعیین و شفاف نمودن خط مشی برنامه های جامع مدیریت انرژی در واحد می باشد. هر یک از مراحل مدیریت انرژی نظیر برنامه ریزی، سازماندهی و کنترل واحد در راستای صرفه جویی و کاهش هزینه های انرژی، زمانی می توانند به طور مؤثر انجام گیرد که بر مبنای اطلاعات و نتایج تحلیل های ممیزی انرژی، قرار گرفته باشد. در حقیقت ممیزی انرژی با معرفی پتانسیل های صرفه جویی و بازیافت انرژی، فرصت های بهینه سازی، امکان برنامه ریزی مناسب در راستای کاهش هزینه های انرژی و شناخت راهکارهای امکانپذیر صرفه جویی انرژی از نظر فنی و اقتصادی با اولویت بندی را برای مدیران انرژی فراهم می آورد. انجام ممیزی انرژی و استقرار واحد مدیریت انرژی به عنوان راهکاری برای تعیین پتانسیل های صرفه جویی و اجرای آنها در یک واحد صنعتی، از اولویت ویژه برخوردار می باشد.

۸-۱-۴. مراحل ممیزی انرژی

جهت اجرای ممیزی انرژی اقدامات زیر بایستی صورت گیرد.

- ۱) اطلاعات ضبط شده و یا اندازه گیری مصرف انرژی
- ۲) تشخیص اجزاء پر مصرف در انرژی

- ۳) شرح تفصیلی داده های مورد نیاز
 - ۴) محاسبه بالانس جرم و انرژی برای بدست آوردن تلفات انرژی
 - ۵) دسته بندی موقعیت های ذخیره سازی انرژی ECO
 - ۶) تخمین پتانسیل های صرفه جویی برای هر یک از این موقعیت ها
 - ۷) برآورد هزینه طرح ها
 - ۸) تعیین اولویت توصیه شده صرفه جویی مصرف انرژی
- مراحل انجام ممیزی انرژی شامل موارد زیر می باشد:

الف - شروع ممیزی انرژی

تشریح اهداف و گستره ممیزی انرژی برای مدیریت ارشد کارخانه
مشخص نمودن افرادی از کارخانه جهت کمک در انجام ممیزی انرژی
ترتیب دادن جلسات و مصاحبه های مورد نظر با بخش های مختلف کارخانه
تعیین نمودن احتیاجات لجستیکی مورد نیاز و تهیه ابزار دقیق
آشنایی با فرآیند تولید دستگاه های انرژی بر، تجهیزات طرح و ایجاد انگیزش و حساسیت لازم در مدیران برای
توافق در پروژه های ممیزی

ب - انجام کار ممیزی انرژی

تشریح نحوه انجام کار برای کارفرما و مراجعه به کارخانه جهت بررسی و انطباق مطالب و اطلاعات بر مبنای نظرات
کارشناسان آن صنعت
استفاده از پرسنل متخصص و انجام اندازه گیری های مربوطه جهت درک جزئیات بیشتر روش های مدیریت
مصرف انرژی

ج - خاتمه کار ممیزی انرژی

تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده (حرارتی و الکتریکی)
تهیه گزارش ممیزی انرژی به منظور ارائه راهکارها و توصیه های لازم به مدیران کارخانه
تشکیل جلسات و ارائه گزارش ممیزی انرژی و رهنمودهای آن به مدیران کارخانه در جهت آگاهی از وضعیت
موجود، روش های اصلاحی و ایجاد انگیزش
ارزیابی اقدامات انجام شده و شناسایی نواقص موجود برای اصلاحات و اقدامات آتی

۸-۱-۵. انواع سطوح ممیزی انرژی

• ممیزی انرژی مقدماتی

- هدف از انجام ممیزی انرژی مقدماتی بیان کمی صرفه جویی ها در مصرف و هزینه های انرژی در مناطق انرژی بر کارخانه و میزان پتانسیل صرفه جویی در آن و شناخت و ارائه راهکارهای اصلاحی می باشد.
- برای انجام ممیزی اقدامات زیر بایستی صورت گیرد:
- گروه ممیزی شامل ۴ متخصص (برق- مکانیک- شیمی- فرآیند) می باشد که می تواند در گروه های تحقیق جداگانه تشکیل گردند.
 - به طور عادی ۳ تا ۵ روز طول می کشد و عموماً هر سال یکبار انجام می گیرد.
 - بازدید و بررسی و سنجش مصرف انرژی قبلاً باید انجام شده باشد.
 - تکمیل گزارش ممیزی مقدماتی تهیه شده و ارائه آن به مسئول مربوط به حداکثر در ظرف یک ماه عمده تاً گزارش نهایی شامل اطلاعات اساسی گزارش شده و بیان کمی صرفه جویی های امکان پذیر و اعلام توصیه های خالص می باشد.

• ممیزی انرژی جامع (مفصل)

- هدف از این ممیزی ارائه گزارش مهندسی در مورد فرآیند یا سیستم هایی که دارای زمینه ها و پتانسیل های بالای صرفه جویی انرژی است می باشد، گروه ممیزی در این حالت شامل ۵ متخصص می باشد. در طول دوره ممیزی ۴ تا ۱۶ هفته می باشد و معمولاً هر دو یا سه سال انجام می شود. در این نوع ممیزی به اجرای مراحل قبلی ممیزی انرژی نیاز است و گزارش ممیزی سه ماه پس از انجام کار ارائه خواهد شد.
- گزارش نهایی شامل موارد زیر است:

- ارائه توصیه های فنی و مهندسی و برآورد هزینه ها و صرفه جویی ها
- بیان جزئیات و آنالیز اقتصادی زمینه های صرفه جویی انرژی
- طرح ریزی برای اجرای پروژه های تعریف شده در زمینه های صرفه جویی در مصرف انرژی

۸-۱-۶. روش های اجرایی در انجام ممیزی انرژی مقدماتی

• مقدمات

- ۱) بحث و مذاکره با ارباب رجوع در مورد اقداماتی که می‌بایست انجام شود.
- ۲) جمع آوری اطلاعات در مورد مصرف و هزینه انرژی
- ۳) بازبینی هر یک از زمینه‌های شناسایی شده و جمع آوری اطلاعات مربوطه
- ۴) شناسایی مواردی که می‌بایست اندازه‌گیری شوند
- ۵) شناسایی پتانسیل‌های صرفه جویی در مصرف انرژی
- ۶) امکان بیان نتایج، یافته‌ها و پیشنهادات

• پس از ممیزی

- ۱) ارزیابی دقیق به همراه جزییات مفصل و طبقه‌بندی مصارف انرژی
- ۲) تجزیه و تحلیل کامل کارایی مصرف انرژی توسط تعیین موازنه‌های جرم و انرژی
- ۳) بیان کمی تلفات و پتانسیل‌های صرفه جویی در مصرف انرژی
- ۴) تجزیه و تحلیل و امکان‌سنجی مقدماتی جهت اجرای موارد صرفه جویی انرژی
- ۵) تهیه و ارائه پیشنهاد پروژه‌های امکان‌پذیر صرفه جویی و ترسیم جداول اجرایی هر یک از پروژه‌ها
- ۶) ارزیابی فعالیت‌های جاری و برنامه‌ریزی شده مدیریت انرژی
- ۷) تهیه گزارش نهایی ممیزی

۸-۷. روش‌های اجرایی ممیزی انرژی جامع (مفصل)

• مقدمات

- ۱) مروری بر نتایج اقدامات مراحل قبلی ممیزی انرژی (در صورت وجود) و یا انجام مراحل قبلی در صورتی که قبلاً اقدامی در این زمینه صورت نگرفته باشد.
- ۲) شناسایی پروژه‌های انرژی که مطالعه و ارزیابی مهندسی شده‌اند و در عین حال شناخت نیازمندی‌های این پروژه‌ها (از قبیل اندازه‌گیری‌های لازم، ایمنی، جمع‌آوری داده‌ها و ...)

• پیش زمینه‌ها

- ۱) بحث و مذاکره با ارباب رجوع در مورد فعالیت‌هایی که می‌بایست انجام شوند.
- ۲) جمع‌آوری کامل اطلاعات و داده‌های لازم در مورد مصارف کلی و جزئی (خاص) انرژی و هزینه‌های مربوطه
- ۳) بازدید از هر یک از زمینه‌هایی که اجرایی پروژه‌های انرژی در مورد آنها امکان‌پذیر بوده و قبلاً شناسایی و اطلاعات عملکردی مربوطه نیز جمع‌آوری شده است.

- (۴) بحث و تبادل نظر با افراد در رابطه با نیازهای خاص پروژه های صرفه جویی انرژی که پیشنهاد شده اند.
- (۵) مشاهدات فراتری از تلفات آشکار انرژی و ارائه توصیه های مربوطه (در صورت امکان) که منجر به صرفه جویی در مصرف انرژی و هزینه ها شود.

• پس از ممیزی

- (۱) تجزیه و تحلیل طبقه بندی شده از مصرف انرژی همراه با جزئیات کامل
- (۲) تجزیه و تحلیل عملکرد مصرف انرژی با توضیحات کامل و با برقراری موازنه های دقیقتر جرم و انرژی
- (۳) ارزیابی تخمین های به کار برده شده در مورد صرفه جویی انرژی که قبلاً در ممیزی انرژی مقدماتی مطرح گردیده است.
- (۴) بررسی و تأیید قابلیت اجرایی پروژه های انرژی پیشنهاد شده از نقطه نظر فنی و اقتصادی
- (۵) آماده سازی/ طراحی و اجرای سیستم های پیشنهادی برای افزایش (بهبود) کارایی مصرف انرژی
- (۶) تهیه جداولی از اقدامات اجرایی پروژه های عملی و معقول پیشنهاد شده
- (۷) تهیه طرح پیشنهادی برای بودجه هر یک از پروژه های پیشنهادی
- (۸) ترجیحاً، ارائه راه های موجود جهت تهیه امکانات مالی اجرائی پروژه های صرفه جویی در مصرف انرژی
- (۹) طرح و توصیه ها و پیشنهادهایی در مورد بهبود سیستم مدیریت انرژی موجود.
- (۱۰) تهیه گزارش نهایی ممیزی انرژی که بیانگر تمامی نتایج مربوطه، توصیه ها و پیشنهادات عملی و اجرایی است.

لازم به ذکر است در این ممیزی انرژی علاوه بر طی مراحل ممیزی کلی برای تعیین کمی کلیه مصارف و اتلاف های انرژی کلی واحدهای مختلف کارخانه نیازمند دستگاه های اندازه گیری دقیق و انجام آزمایش های متفاوت می باشد.

۸-۱-۸. نقش اندازه گیری در ممیزی انرژی

انجام ممیزی انرژی بر مبنای دو بخش اساسی و اصلی شامل جمع اوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل اطلاعات انجام می گیرد. از آنجا که به نتایج تجزیه و تحلیل ممیزی زمانی می توان اطمینان نمود که با فرض استفاده از روشهای صحیح محاسباتی بر مبنای اطلاعات و داده های صحیح و دقیق صورت گرفته باشد، نقش اندازه گیری و کالیبراسون تجهیزات اندازه گیری در ممیزی آشکار می شود.

اندازه گیری های مربوطه به انرژی عبارتند از

الف - اندازه گیری های مصرف انرژی

ب- اندازه گیری های راندمان (کارایی) مصرف انرژی

ج - اندازه گیری های مربوط به عملکرد و تعمیرات و نگهداری

الف - اندازه گیری های مربوط به مصرف انرژی

- ❖ سیستم های اندازه گیری پایه برای تهیه صورت حساب های ماهیانه برق - گاز - سوخت مایع و یا آب این سیستم ها برای اطلاع از اینکه کارایی مصرف انرژی چگونه است نمی باشند.
- ❖ سیستم های اندازه گیری جزئی (sub metering) برای محدوده های مختلف. این سیستم ها نه تنها امکان اندازه گیری مصرف انرژی در خطوط تولید یا واحدهای فعال دیگر را در محدوده های متفاوت فراهم آورده، بلکه بعنوان تصحیحی برای وسایلی که جهت تهیه صورت حساب های ماهانه بکار برده می شوند، نیز خواهند بود.

مثال ها:

- کیلووات ساعت متر (کنتورهای معمول) در موقعیت های مهم
- جریان سنج گاز در مصرف کننده های خاص و بزرگ مانند اجاق ها، کوره ها و ...
- جریان سنج های بخار در بویلر و تجهیزات بخاری بزرگ
- جریان سنج های آبی در ورودی بویلرها به جای وسایل اندازه گیری بخار

ب - اندازه گیری های لازم جهت کارایی مصرف انرژی

- اندازه گیری راندمان با کارایی مصرف انرژی علاوه بر در اختیار قرار دادن اطلاعاتی در مورد چگونگی مصرف انرژی، به نحوی مستقیم یا غیر مستقیم و با دقتی کافی نیز می تواند موقعیت هایی که امکان اتلاف انرژی در آنها وجود دارد را مشخص سازد.
- اندازه گیری هایی که در ارتباط با کارایی مصرف انرژی انجام می شود تمامی اندازه گیری هایی را که اطلاعاتی در مورد مصرف انرژی در یک فرآیند یا تجهیزاتی خاص را فراهم می نماید، در بر می گیرد.

مثال ها:

- ✓ تعیین راندمان احتراق
- ✓ تعیین کل مواد جامد معلق در آب مولدهای بخار
- ✓ تعیین رطوبت خروجی از خشک کن ها
- ✓ تعیین دمای فرایند
- ✓ تعیین فشار هوای فشرده
- ✓ تعیین ضریب توان

ج - اندازه گیری های مربوط به عملکرد و تعمیرات و نگهداری

بررسی های تعمیراتی و عملیاتی اطلاعات ویژه ای را در مورد اینکه در کجا و چگونه می توان اتلاف انرژی را کاهش

داده و راندمان (کارایی) انرژی را بهبود بخشید، فراهم می‌سازند.

مثال‌ها:

- ✓ استفاده از بررسی تله های بخار
- ✓ استفاده از وسایل سرعت سنجی
- ✓ بازرسی های ظاهری تجهیزات و وسایل

۸-۱-۹. وسائل متداول (رایج) برای اندازه گیری های انرژی

- ✓ لوازم اندازه گیری ثابت در تمامی فرآیندها و در اغلب وسایل و تجهیزات بزرگ صنعتی لازم بوده و بکار برده می‌شوند، اما بعلت هزینه زیادی که دارند، ممکن است جهت اندازه گیری های عملیاتی و کاربردی قابل تنظیم و استفاده نباشند.
- ✓ با استفاده از لوازم اندازه گیری قابل حمل بدون از دست دادن دقت و با تلاشی اندک می‌توان بسیاری از اندازه گیری های لازم را انجام داد.

مزیت های لوازم اندازه گیری قابل حمل به شرح زیر است :

- ۱) استفاده مکرر از یک وسیله اندازه گیری در موقعیت های مختلف
- ۲) استفاده اشتراکی از یک وسیله اندازه گیری در بخش های مختلف یک فرآیند
- ۳) کاربرد اینگونه وسایل جهت کنترل و بازبینی اندازه گیری ثابت و اطمینان از مقادیر اندازه گیری شده توسط آنها.

وسایل اندازه گیری اساسی و رایج که در ممیزی انرژی بکار برده می‌شوند قابل حمل و یا ثابت بوده و در عین حال طرز کاری ساده داشته و نسبتاً نیز ارزان هستند.

وسایل اندازه گیری رایج عبارتند از:

- ✓ دماسنج
- ✓ آنالیزور احتراق
- ✓ رطوبت سنج
- ✓ آمپر متر
- ✓ ولت متر
- ✓ وات متر (توان سنج)
- ✓ نور سنج

✓ PH سنج

✓ دستگاه سنجش هدایت الکتریکی آب تغذیه بویلر و آب تخلیه آن

✓ لزجت سنج روغن های نفتی

✓ دود سنج

✓ کشش سنج تسمه ها (Tension meter)

۸-۱-۱۰. ارائه گزارش نهایی

نتایج تحلیل های ممیزی انرژی و ارائه لیست پتانسیل های صرفه جویی انرژی و راهکارهای مناسب از نظر فنی و اقتصادی جهت کاهش مصرف انرژی در گزارش نهایی ارائه می گردد.

گزارش نهایی ممیزی انرژی می بایست شامل بخش های زیر باشد:

۱) خلاصه اجرایی

۲) پیش زمینه و سوابق

۳) موضوع مورد مطالعه و روش انجام کار، مشخص کردن موضوع مورد آنالیز، پروسه تولید کارخانه به بخش های مختلف

۴) ارائه خلاصه از نتایج و یافته ها در گروه های مختلف کاری

۵) تحلیل اطلاعات و نتایج و تعیین پتانسیل های صرفه جویی

۶) توصیه ها و پیشنهادات برای اعمال روش های اصلاحی

۸-۱-۱۱. ارائه برخی از راهکارهای مهم جهت صرفه جویی انرژی در فرایندها و تجهیزات

۱- کوره های صنعتی

تلفات حرارتی از ساختار کوره سبب افزایش مصرف انرژی می گردد. با تعمیر پوشش داخلی کوره ها و بازرسی عایق بندی در تعمیرات دوره ای و اصلاح آن توسط بخش تعمیرات و نگهداری کارخانه می توان از این اتلاف حرارتی جلوگیری نمود.

۲- مشعل ها

احتراق ناقص و یا استفاده از هوای اضافی بیش از حد مورد نیاز سبب اتلاف شدید سوخت می گردد. انجام دوره ای

آنالیز احتراق و یا تنظیم مشعل ها و تعمیر و یا تعویض مشعل های غیرکارا در این مورد می تواند مفید باشد.

۳- بازیافت حرارت از گازهای حاصل از احتراق

محصولات احتراق که با دمایی بالاتر از دمای هوای تهیه شده به خارج می‌روند بیانگر تلفات انرژی هستند. از گازهای خروجی به منظور پیش گرم کردن هوای احتراق با استفاده از مبدل حرارتی گرم کننده هوا (ری کوپراتور) و به منظور تولید بخار یا آب داغ و انتقال گرما به سیال ثانویه یا هوا برای سایر کاربردهای بعدی می‌توان استفاده نمود.

۴- سیستم توزیع حرارت فرآیند (بخار تقطیر شونده، آب گرم و آب خنک)، سیستم توزیع سوخت فرآیند (سوخت نفتی، گازمایع، سوخت دیزلی، زغال سنگ و ...)

هرگونه تلفات در سیستم توزیع سبب نیاز به انرژی ورودی بیشتری برای همان مصرف کننده نهایی خواهد شد. تعمیر نشی ها در کلیه خطوط، از کار انداختن و یا کنار گذاشتن خطوط بدون استفاده و انجام بررسی های تعمیراتی دوره ای در مورد کنترل ها، شیرآلات و ... و اندازه گیری مصرف و مقایسه آن در فواصل زمانی منظم به منظور شناخت تغییرات غیر عادی می‌تواند به این امر کمک کند.

۵- سوزاندن ضایعات صنعتی

الحاق سیستم بازیافت حرارتی از سوزاندن ضایعات صنعتی می‌تواند به عنوان منبع جدیدی از انرژی در فرآیند مورد استفاده قرار گیرد.

۶- برج های خنک کننده/ کولرهای تبخیری

انتقال حرارت از بسیاری فرایندهای صنعتی امری لازم است. بعنوان نمونه می‌توان ماشین های ریخته گیری تحت فشار (دایکاست)، قالب گیری پلاستیکی و کمپرسورهای هوا را نام برد. تحقیق در مورد امکان پذیری استفاده از حرارت برای پیش گرم کردن آب تغذیه بویلر یا تهیه آب گرم مصرفی برای گرمایش محل و یا هر فرآیند دیگر می‌تواند در این مورد انجام شود.

۷- خروجی از تانکها و مخازن، عمل خرد کردن و سایر عملیات دیگر

برای گرم کردن هوای جبرانی از محیط بیرون نیاز به حرارت می‌باشد. ثابت نگه داشتن دمای حمام (فرآیند) نیازمند انرژی است. در نظر داشتن استفاده از تجهیزات بازیافت حرارتی از هوای خروجی جهت گرمایش هوای جبرانی و بررسی امکان پذیری استفاده مستقیم از هوای بیرون بدون گرمایش آن، نصب پوشش بر روی مخازن و در صورت عدم دسترسی، استفاده از توپ های عایق بندی شده شناور بر سطح در این زمینه می‌تواند مفید باشد.

۸- سیستم هوای فشرده

برای رانش کمپرسورهای هوایی انرژی مصرف می‌شود. دستگاه رانش کمپرسور ممکن است موتور برق، موتور حرارتی و یا توربین باشد. راهکارهای پیشنهادی عبارتند از استفاده از خنک ترین هوای موجود در مکش کمپرسور از خارج ساختمان، تعمیر کلیه نشی ها، کار در پایین ترین فشار قابل قبول، امکان استفاده از گرمای دفع شده در مبدل حرارتی هوای فشرده برای گرمایش، عدم استفاده از هوای فشرده برای خنک کردن تجهیزات یا برای راحتی افراد، زیرا

تهویه با هوای فشرده بسیار گران است. استفاده از دمنده مناسب در محلی که به آن نیاز بوده و نیز خاموش نمودن کمپرسورهایی که نیازی به آنها نمی‌باشد.

۹- سیستم برق

تلفات انتقال شامل تلفات خطوط و ترانسفورمرها می‌شود. دیماندر ماکزیمم بالا و ضریب توان پایین نیز سبب افزایش هزینه عملکردی (برای کارخانه) و هزینه های سرمایه ای (برای تأمین کننده برق) گردد (اگر ضریب توان پایین باشد بار اضافی ممکن است سبب هزینه اضافی در سیستم کابل کشی گردد). بدین منظور استفاده از de - Energize transformer در هر محلی که امکان پذیر است، تحقیق و بررسی جهت امکان پذیری استفاده از برق در دوره های زمانی که تقاضای مصرف در آنها کمتر است می‌تواند مفید باشد.

۱۰- موتورهای الکتریکی

خاموش کردن تجهیزات در مواقعی که نیازی به آنها وجود ندارد آسان ترین راهکار ممکن است. در صورت پایین تر بودن راندمان از ۷۰ درصد، تحقیق و بررسی بیشتری باید انجام شود. اگر به علت استهلاک شدید به کارگیری موتورهای با راندمان بالا و انطباق موتور و بار مورد نظر است در این صورت از محرکه های با سرعت متغیر استفاده شود.

۱۱- روشنایی

- خاموش کردن چراغ ها هنگامی که به آنها نیازی نمی‌باشد.
- نصب سیستم روشنایی تنها در موقعیت هایی که لازم است.
- در نظر گرفتن جایگزینی چراغهای با کارایی بالا در سیستم روشنایی (تعویض لامپ ال‌ت‌هایی با فلورسنت).
- استفاده از وسایل تمرکز دهنده نور در نواحی لازم.
- در نظر داشتن یکپارچگی روشنایی شبانه توسط روشنایی برق.
- استفاده از قاب های مجرایی که سبب بهبود در کارایی عملی لامپ های مناسب می‌شوند.
- تمیز کردن چراغ ها و قاب آنها به عنوان بخشی از برنامه منظم تعمیر و نگهداری.
- استفاده از پوشش های بازتاب حرارتی که سبب سفید تر شدن پنجره ها می‌شود.
- شفافیت پنجره ها می‌بایست کنترل شده و اگر پنجره ها روشنایی بیش از حد معمول را تأمین می‌کنند در مقابل می‌بایست استاندارد روشنایی عمومی کاهش یابد.

۱۲- سیستم های گرمایش و تهویه مطبوع اماکن

از انرژی در موتور فنهای سیستم های گرمایش و تهویه مطبوع و نیز در سیستم های تبرید و گرمایش استفاده می‌شود. تجزیه و تحلیل و کامل بهینه کردن مصرف انرژی در سیستم های گرمایش و تهویه مطبوع لازم است. تنظیم کنترل کننده ها بدون در نظر گرفتن تأثیر تغییر تنظیم آنها بر کل سیستم نباید انجام شود. تمیز کردن فیلترها بطور منظم انجام گیرد.

۱۳- بخار و آب داغ

عایق بندی خطوط، تعمیر نشستی ها، باز بینی عملکرد تله ها، استفاده از مخازن عایق بندی شده جهت دریافت آب گرم در زمان های غیر پیک که می تواند سبب بهبود راندمان عملکردی شود.

۱۴- آب گرم مصرفی افراد

- جلوگیری از نشستی آب گرم از شیرها و در صورت وجود تعمیر آنها
- مراقبت از اینکته شیرهای آب گرم در مواقع غیر لزوم بسته باشند.
- کاهش دمای تنظیم شده ترموستات آب گرم به پایین ترین حدی که قابل قبول است.
- جدا کردن سیستم آب گرم مصرف افراد از سیستم گرمایش اماکن و یا هر سیستم آب گرم دیگر
- تمیز کردن مرتب گرم کن ها مطابق با دستورالعمل سازنده
- بررسی استاندارد بودن عایق بندی لوله های آب گرم

۱۵- روزه ها و منافذ ساختمان ها (بعنوان مثال محوطه بارگیری)

نفوذ بیش از حد هوای خارج به داخل سبب نیاز به انرژی بیشتری می شود. بستن کلیه منافذ غیر نیاز، فن های بدون استفاده و یا پنجره های شکسته شده و شکاف های ساختمانی، بستن محوطه به هنگام بارگیری کامیون ها یا واگن های راه آهن و استفاده از درب های اتوماتیک می تواند چاره ساز باشد.

۱۶- عایق بندی دیوارها و بام ها

اغلب دیوارها و سقف های عایق بندی نشده اتلاف حرارتی به میزان ۲ تا ۳ برابر دیوارها و سقف های عایق بندی شده دارند. عایق بندی بام و دیوارها می تواند کاهش تلفات حرارتی از ساختمان را در پی داشته باشد.

۱۷- سیستم های کنترل و تنظیم

کنترل کننده ها مشخصه های عملکرد واقعی سیستم را ارزیابی می کنند. طراحی اصلی و عملکرد سیستم ممکن است بر اساس پارامترها و در نتیجه هزینه های انرژی متفاوتی بوده باشد، که کنکاشی جدید ممکن است سیستم را برای هزینه های انرژی کمتر تنظیم نماید.

۸-۲. تشکیل واحد مدیریت انرژی و معرفی اعضاء

مدیریت وظیفه ای است ستادی که شامل موارد زیر می باشد:

الف- برنامه ریزی : تنظیم برنامه عملیاتی، تشخیص موانع و مشکلات، راه حل یابی، بررسی و تجزیه و تحلیل آماده سازی های فرهنگی

ب- سازماندهی : تقسیم کار، طبقه بندی وظایف

ج- هماهنگی : ایجاد موازنه بین وظایف برای دستیابی به هدف مشترک

د- رهبری : هدایت فعالیت ها، ایجاد محرکه های مؤثر برای تحقق هدف، وفق دادن فرهنگی فعالیت ها و افراد

ه- مطابقت و سنجش نتایج با برنامه های تنظیم ضوابط و موازن کنترل، به صدا در آوردن زنگ های خطر

عوامل مهم در مدیریت انرژی که بایستی به آنها توجه شود عبارتند از:

الف- خرید انرژی با مناسب ترین قیمت ممکن

ب- اداره امور انرژی با بازدهی بالا و سرمایه گذاری لازم در این راستا

ت- دسترسی به تکنولوژی مناسب و بجا در هر صنعت

یک برنامه مدیریت انرژی می تواند به روش های مختلف سازماندهی شود. مثلاً توسط یک فرد دلسوز، یا توسط رئیس یک شرکت که ناگهان متوجه بالارفتن هزینه های سوخت می شود و یا به دلیل آنکه امکانات شهری در مورد عرضه سوخت به کارخانجات سخت گیری می نماید. انگیزه های حرکت به سوی مدیریت انرژی، معمولاً افزایش قیمت یا میزان موجودی انرژی می باشد. اما حتی شرکت هایی که با افزایش شدید قیمت انرژی مواجه نشده اند نیز به این حقیقت پی برده اند که استفاده از مدیریت انرژی به نوبه خود مفید و موجب از بین رفتن تلفات و کاهش هزینه ها می شود.

بدون توجه به انگیزه های لازم، تا زمانی که مدیریت رده بالای یک شرکت تعهدات لازم را نپذیرد، یک برنامه مدیریت انرژی موفق نخواهد شد. مراحل مختلف مدیریت انرژی در نشان داده شده است

جدول ۸-۱. مدیریت انرژی

مدیریت	۱- مرحله اولیه
کمیته مدیریت انرژی	
همهنگ کننده مدیریت	
بررسی عملکرد گذشته	۲- مرحله ممیزی و تجزیه و تحلیل
ممیزی انرژی	
تجزیه و تحلیل و شبیه سازی	
ارزیابی اقتصادی	۳- مرحله تکمیلی
اهداف	
کاربرد اصول مدیریت انرژی	
سرمایه گذاری های بزرگ	
پی گیری برنامه	

اشخاص و بخش هایی که طی ممیزی انرژی مقدماتی و جامع می بایست ملاقات شده و با آنها مذاکره

شود عبارتند از:

- ✓ مدیر عامل
- ✓ مدیر کارخانه
- ✓ مدیران و متخصصان بخش ها و دفاتر
- ✓ سرپرستان و مدیران تولید

✓ مدیر امور انرژی کارخانه

✓ گروه توسعه و تحقیق

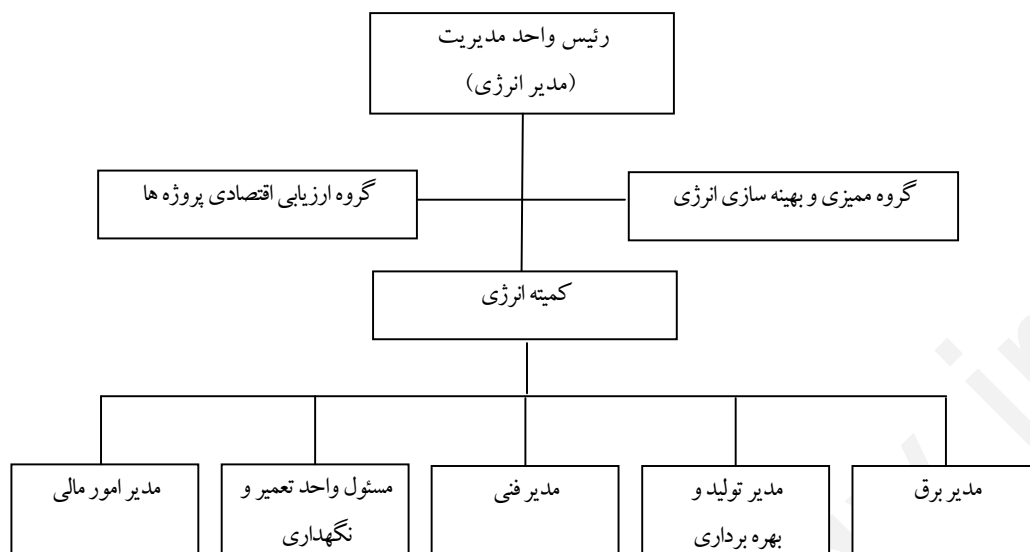
✓ بخش اداری-کارگزینی-مالی

برای جلب تعهد مدیریت انرژی لازم است که واقعیت ها، آمارها، هزینه های مربوط به مصرف انرژی جاری ارائه گردیده و به همراه آن تخمین هایی نیز در زمینه صرفه جویی های پیش بینی شده در آینده اعلام گردد. زمانی که تعهد مدیریت گرفته شود، یک نفر به عنوان هماهنگ کننده مدیریت انرژی انتخاب خواهد شد.

این شخص می تواند یک عضو از مهندسين یک شرکت بزرگ یا یک سرپرست تعمیرات یا یک تکنسین برق و یا یک سرکارگر باشد. در عملیات بزرگ، یک کمیته مدیریت انرژی نیز ممکن است به منظور هماهنگ نمودن فعالیت هایی که بر روی تسهیلات و فرآیندهای متفاوت تأثیر می گذارد، تشکیل گردد.

ساختار کمیته انرژی تشکیل شده است از مدیران، رؤسا و سایر اشخاص مسئول در ساختار کارخانه اعضای این کمیته طرح توسعه را برای سازمان مدیریت انرژی کارخانه تهیه می کنند، آن را اجرا می نمایند و نتایج را بررسی می کنند همچنین آنها با واحدهای مربوطه در زمینه فعالیت ذیربط ارتباط برقرار می کنند و به آنها اقدامات لازم برای پیشرفت در طرح، بررسی مدیریت انرژی کلی کارخانه را خاطر نشان می سازند.

ساختار سازمانی واحد مدیریت انرژی پیشنهادی برای کارخانه نساجی ، در شکل ۸-۱ ارائه شده است.



شکل ۸-۱. ساختار سازمانی واحد مدیریت انرژی برای کارخانه نساجی

مدیر انرژی باید به تمام قسمت های سازمان دسترسی داشته باشد اما مدیریت انرژی باید در یک محل استقرار یابد. جایگاه مدیریت انرژی ممکن است به این شرح باشد:

- اداره امور فنی
- اداره امور پرسنلی
- اداره امور مالی
- دفتر مدیریت عامل سازمان
- مشاور- خارج از سازمان

تعداد کارکنانی که شما با ویژگی های مشخص نیاز دارید به عوامل ذیل بستگی دارد:

✓ مقدار انرژی که مصرف می کنید

✓ حدودی که مصرف انرژی باید در سازمان شما کاهش یابد

✓ میزان پیشرفت در برنامه های مدیریت انرژی

عوامل ذیل، به نوبه خود حدودی را که مصرف انرژی باید کاهش یابد، تعیین می کند:

❖ تعداد مکانها، مولدها و تجهیزات سازمان

❖ سطح بازدهی انرژی در وضعیت فعلی

❖ وضعیت فعلی دانش و آگاهی کارکنان درباره انرژی و حدودی که آنها در امور نگهداری و حفظ مناسب

تأسیسات مربوط به انرژی درگیر هستند.

❖ کافی بودن سیستم اطلاعات فعلی در مورد انرژی، برای حمایت از تصمیم گیری مدیریت

❖ مقدار بودجه ای که برای بهبود مورد فوق موجود است.

نکات فوق بدین معنی است که تعداد دقیق کارکنان مورد نیاز بخش مدیریت انرژی در طول زمان متغیر است. در هر حال، با یک محاسبه سرانگشتی باید حداقل تعداد کارکنان را داشته باشد. تعداد کارکنان صرفاً عامل مهمی نیست، رشته تخصصی و میزان تجربه آنان نیز اهمیت دارد. اگر تخصص و تجربه نداشته باشند، احتمالاً بدون نظارت مستقیم مدیر انرژی کارآمد نخواهند بود. این امر به نوبه خود موجب اتلاف وقت می شود و نمی توان به اندازه کافی به تفکر استراتژیک، گزارش های داخلی، یا بالابردن ارزش و اعتبار فعالیت های مدیریت انرژی پرداخت.

در طول زمان، فعالیت های مدیریت باید به طور وسیع در شاخه های مدیریت عمومی واحد انرژی، امور فنی، مدیریت پرسنلی، آموزش، بازاریابی تخصصی شوند. نکته اصلی این است که باید از مهارت ها و تخصص های موجود در مکان مناسب و زمان مناسب استفاده کرد.

۸-۳. شرح وظایف و تدوین اهداف کمیته انرژی

یکی از مهمترین گام ها در جهت بهینه سازی مصرف انرژی و کاهش مصرف سوخت، مدیریت صحیح در خصوص مسئله انرژی است. مدیریت انرژی، فعالیتی در راستای کاهش هزینه های کلی به ازای واحد تولید محصول و کاهش هزینه های انرژی و کاهش تولید گازهای گلخانه ای بطور همزمان و تنظیم و بهینه نمودن سیستم های انرژی در راستای کاهش هزینه های انرژی به ازای واحد خروجی از کارخانه می باشد. اهدافی که مدیریت انرژی دنبال می کند عبارتند از:

۱) استفاده بهینه منطقی از منابع طبیعی

۲) کاهش مصرف انرژی در نتیجه کاهش هزینه تأمین انرژی

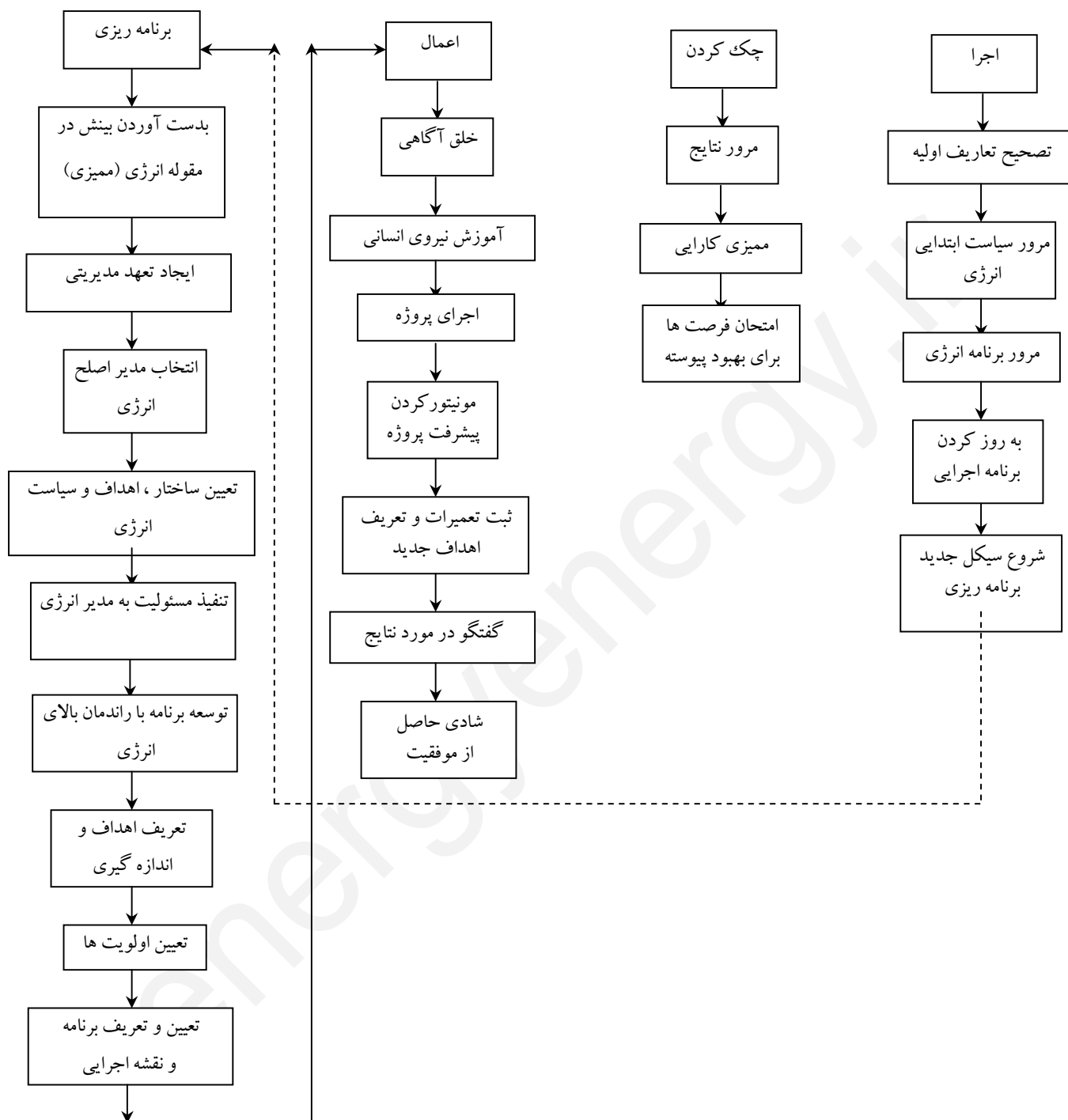
۳) کاهش سهم هزینه انرژی در قیمت تمام شده محصولات

۴) مقابله با آلودگی زیست محیطی

۵) کمک به امنیت عرضه و تقاضای انرژی

۶) کمک به افزایش عمر ذخایر انرژی و توسعه اقتصادی و اجتماعی

برنامه ریزی، مهمترین عنصر کلیدی در مدیریت انرژی است تعریف و اجرای یک برنامه مدیریتی مستلزم طی یک سری اصول اثبات شده و بنیانگذاری سیستم مدیریت انرژی است. این فرآیند شامل ۴ مرحله برنامه ریزی، اعمال، چک و اجرا می باشد که هر کدام از این مراحل خود شامل زیر مجموعه ای هستند که به تفصیل در شکل ۸-۲ آمده اند.



شکل ۸-۲. برنامه ریزی مدیریت انرژی

مطابق با شکل ۸-۲ اولین گام برای حصول یک سیستم صحیح مدیریت انرژی انجام ممیزی در خصوص انرژی است. انجام ممیزی انرژی سبب می‌گردد جایگاه صنعت نساجی در مقوله مصرف انرژی مشخص گردد. با دانستن این جایگاه می‌توان ماتریس انرژی را برای صنعت نساجی متصور کرد و سپس پیچیدگی و تکامل این صنعت در قبال مدیریت مؤثر انرژی را در ارتباط با موضوعات کلیدی مدیریت مشخص نمود. موضوعات اساسی و کلیدی مدیریت عبارتند از سیاست انرژی، سازماندهی انرژی، انگیزه صرفه جویی در میان کارکنان، سیستم های اطلاعاتی انرژی، بازاریابی و سرمایه گذاری در امر انرژی. لذا تعریف ماتریس انرژی برای صنعت نساجی کشور از اهمیت خاصی برخوردار است. این ماتریس به شرح زیر می‌باشد.

جدول ۸-۲. ماتریس انرژی برای صنعت نساجی کشور

سطح	سیاست انرژی	سازماندهی	انگیزه	سیستمهای اطلاعاتی	بازاریابی	سرمایه گذاری
۴	سیاست انرژی، برنامه عملیاتی و تجدید نظر منظم از طرف مدیران بالا به عنوان استراتژی شرکت وجود دارد.	مدیریت انرژی کاملاً عجین با ساختار مدیریت است. تفویض اختیار در مورد مصرف انرژی و مسئولیت ها کاملاً روشن است.	از طریق مجاری رسمی و غیررسمی ارتباطی به طور منظم به وسیله مدیر انرژی و کارکنان انرژی در همه سطوح سازمانی استفاده می شود.	سیستم جامعی اهداف را معین کرده، بر مصرف نظارت کرده، نواقص را معلوم می سازد، مقادیر صرفه جویی را به دست آورده و نحوه تخصیص بودجه را بررسی می کند.	بازاریابی درباره ارزش کارایی انرژی و عملکرد مدیریت انرژی چه در داخل سازمان و چه در خارج سازمان.	تبعیض به نفع برنامه های «سبز» (حفظ محیط زیست) با ارزیابی دقیق از سرمایه گذاری در ایجاد ساختمان های جدید و نوسازی
۳	سیاستی درباره انرژی بطور رسمی وجود دارد اما از طرف مدیران بالا هیچ تعهدی به طور فعال وجود ندارد.	مدیر انرژی در برابر کمیته انرژی که مرکب از همه مدیران قسمتهای استفاده کننده به سرپرستی یکی از اعضا هیأت مدیره می باشد، مسئول است.	کمیته انرژی به عنوان کانال اصلی بوده، همچنین تماس مستقیم با مصرف کنندگان عمده می باشد.	گزارشات فنی برای افراد بر اساس اندازه گیری ارائه می شود لیکن میزان صرفه به استفاده کنندگان گزارش نمی شود.	برنامه آگاه کردن کارکنان و برقراری نشستهای عمومی بطور منظم	استفاده از دوره برگشت سرمایه برای همه سرمایه گذاری ها
۲	سیاست انرژی بوسیله مدیر انرژی یا مدیران ارشدتر تعیین نشده است.	پست سازمانی مدیریت انرژی وجود دارد که به کمیته موقت انرژی گزارش می دهد اما مدیران صنف و اختیارات آنها روشن نیست.	از طریق کمیته ای که متشکل از مدیران ارشد واحدها است با مصرف کنندگان عمده تماس برقرار می شود.	گزارشات نظارتی براساس اطلاعات عرضه ارائه می شود. واحد انرژی مشارکت موقت در تعیین بودجه دارد.	برخی از افراد که برای این کار تعیین شده اند، آموزش لازم را می بینند.	سرمایه گذاری فقط با استفاده از معیار دوره برگشت در کوتاه مدت
۱	مجموعه ای از خط مشی انرژی غیرمکتوب وجود دارد.	مدیریت انرژی به صورت پاره وقت با اختیار محدود وجود دارد.	تماسهای غیر رسمی فیما بین مهندس انرژی و تعدادی از مصرف کنندگان وجود دارد.	هزینه گزارش دهی براساس داده های فاکتورها می باشد. مهندس، گزارشات را برای استفاده داخلی در درون دپارتمان فنی جمع آوری و منظم می کند.	تماس های غیررسمی برای پیشبرد کارایی انرژی به کار می رود.	فقط هزینه های پایین به حساب می آید.
۰	هیچگونه سیاست روشن و صریحی وجود ندارد.	در سازمان، مدیریت انرژی و یا هر فرد دیگری به عنوان مسئول صرفه جویی انرژی وجود ندارد.	هیچگونه تماسی با استفاده کنندگان انرژی وجود ندارد.	هیچگونه سیستم اطلاعاتی وجود ندارد. درباره مصرف انرژی هیچ اطلاعاتی وجود ندارد.	در کارایی انرژی هیچگونه پیشرفتی وجود ندارد.	هیچگونه سرمایه گذاری در افزایش کارایی انرژی انجام نمی شود.

با بررسی های اولیه می توان سطح و جایگاه این صنعت را در ماتریس انرژی پیدا کرد و برای رسیدن به بهترین فرصت های صرفه جویی انرژی برنامه ریزی و سیاست گذاری نمود.

به طور کلی می توان گفت که استقرار واحد مدیریت انرژی ضروری ترین گام مدیریتی مؤثر در راستای بهینه سازی مصرف انرژی و صرفه جویی آن می باشد.

۸-۴. شرح وظایف مدیر انرژی

وظایف و مسئولیت های یک مدیر انرژی به شرح زیر است:

- نظارت بر فرمول بندی و اجرای خط مشی انرژی
- معرفی و نگهداری طرق مختلف تأمین اطلاعات مدیریت درباره صرفه جویی در انرژی و آلودگی محیط
- توزیع اطلاعات جمع آوری شده بین تمام کارکنان
- تهیه و تنظیم خط مشی ها و اقدامات مربوط به حفظ محیط از لحاظ صرفه جویی در انرژی با جایگزینی سوخت هایی که آلودگی کمتری دارند.
- بالا بردن دانش و آگاهی کل سازمان در مورد انرژی
- معرفی و پیگیری در مورد روش های نگهداری بهتر وضعیت انرژی در سراسر سازمان
- تعیین نیازهای آموزشی سازمان برای مهارت های مربوط به انرژی و درک آنها
- تعیین طرق مختلف افزایش بازدهی انرژی های گوناگون
- فرمول بندی برنامه سرمایه گذاری برای کاهش مصرف انرژی و تقلیل آلودگی محیط
- برگزاری جلسات بحث و مشاوره با کارمندان و پرسنل واحدهای مختلف در مورد دیدگاه ها، پیشنهادها، فعالیت ها و برنامه های مختلف در زمینه صرفه جویی در مصرف انرژی
- تهیه فهرستی از کارکنان و کارمندان مورد نیاز برای استفاده از آنها در طرح های ممیزی انرژی و بهینه سازی مصرف آن و سازماندهی آن ها
- ایجاد انگیزه در کارکنان جهت صرفه جویی در مصرف انرژی
- ترسیم نقشه عملیاتی به منظور ارائه دورنمای فعالیت های صرفه جویی انرژی
- آگاه نمودن مدیریت و پرسنل کارخانه از آخرین پیشرفتهای انجام شده در زمینه برنامه صرفه جویی انرژی و فعالیت های صورت گرفته در داخل و خارج کشور
- کنترل مصارف انرژی واحد از طریق جمع آوری و ارزیابی داده ها و پارامترهای عملکرد در تجهیزات واحدها
- تعیین فعالیت های صرفه جویی انرژی و بهینه سازی مصرف سوخت و اولویت بندی آنها
- سازمان دهی یک گروه کاری برای نظارت، ارزیابی و تهیه گزارش از برنامه های صرفه جویی انرژی
- تهیه و تدوین چک لیست برای تجهیزات
- تدوین برنامه منظم تعمیرات و نگهداری دستگاه ها
- برنامه ریزی منظم جهت کاهش توقفات تولید

- ایجاد مکانیزم های تشویقی و تنبیهی فردی یا گروهی برای کارکنان.
- همکاری با سازمان های مختلف اجتماعی به منظور ترویج فرهنگی مدیریت انرژی
- توسعه و مدیریت برنامه های بهره وری انرژی در سطوح اپراتوری
- توسعه و بهبود تکنولوژی تجهیزات انرژی بر، با دیدگاه صرفه جویی انرژی و ملاحظات زیست محیطی
- مشاوره و استفاده از توانائی شرکت های دولتی و خصوصی، دانشگاه ها و مراکز آموزش عالی در پروژه های ممیزی انرژی و راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی
- حمایت از سرمایه گذاری جهت بهینه کردن سیستم
- برنامه ریزی مدون در راستای انجام ممیزی پیوسته انرژی در چرخه های زمانی معین و مقایسه نتایج بدست آمده در جهت بهبود شاخصهای مصرف انرژی
- بالا بردن سطح فرهنگ مصرف صحیح انرژی در کارخانه
- ایجاد سیستم مکانیزه در زمینه تعمیرات و نگهداری تجهیزات
- ایجاد سیستم مکانیزه در زمینه ذخیره سازی مقادیر اندازه گیری شده پارامترهای حامل های انرژی جهت دسترسی ساده و راحت برای کلیه افراد
- ایجاد سیستم تأمین نیروی انسانی جهت استخدام پرسنل خبره و سرمایه گذاری بر روی افراد و آموزش مناسب و کافی برای آنها
- گسترش فرهنگ تبادل نظر و ارتباط و تقسیم کردن اطلاعات
- تشکیل گروه های انرژی هم در سطوح پایین و هم در سطوح مدیریتی و ارتباط مستمر و پویای داخلی رسمی و غیر رسمی بین گروه ها
- ارتباط مستمر و پویا بین گروه های انرژی در کارخانه های متفاوت روغن کشی
- استفاده از روش های تشویقی و تنبیهی در جهت کمک به گسترش فرهنگ صحیح مصرف انرژی

منابع و مآخذ

- [۱]. وزارت نیرو، سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)، بهسامان - بهینه سازی مصرف انرژی.
- [۲]. مهندسین مشاور ره شهر، "راهنماهای فنی مدیریت انرژی استفاده اقتصادی از دیگ های بخار با سوخت گاز"، وزارت نیرو.
- Garg, A., Ghosh, H., "Good Heat Transfer Specification Pay Off", Chemm. Eng. Jour., Vol. [۳]. 95, No.7, pp. 77-88, 1988
- www.cleaver-brooks.com, Boiler Efficiency[۴].
- Schilling, J., "Reduce Stack Emission and Improve Boiler Efficiency", IAC[۵].
- Gunn, D., "Industrial Boilers", 1989[۶].
- "Budget Constrained Energy Conservation an Experience with a Textile Industry", IEEE [۷]. Transactions on Energy Conversion, Vol.16, No.4, December 2001.
- [۸]. "مهندسی روشنایی"، دکتر حسن کلهر، ناشر. شرکت سهامی انتشار، چاپ چهاردهم، ۱۳۸۳.
- [۹]. "Electrical Energy Conservation & its Application to a Textile industry", IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol.11, No.3, September 1996.
- [۱۰]. "Replace V.belts with Cogged or Synchronous belt drives" Office of Industrial Technology, Doe . www.oit.doe.gov.
- [۱۱]. "آموزش اصول و کاربردهای ممیزی و مدیریت انرژی (استقرار واحد مدیریت انرژی در صنایع"، مجتبی هراتیان، شرکت سامان انرژی اصفهان، بهار ۱۳۸۴
- [۱۲]. " مبانی صرفه جویی و اصول مدیریت انرژی"، سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)، ۱۳۸۳
- [۱۳]. "سمینار آموزشی بهینه سازی مصرف انرژی"، مؤسسه مطالعات بهره وری و منابع انسانی، ۲۹ دی ماه ۱۳۸۳
- [۱۴]. " آموزش مدیریت انرژی"، سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)، ۱۳۷۷.