

بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع

لبنی



شرکت ملی نفت ایران
شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت
روابط عمومی و فرهنگ سازی
زمستان ۱۳۹۲

تلفن: ۰۲۱-۸۸ ۶۰ ۴۷ ۶۰-۶

نمابر: ۰۲۱-۸۸ ۶۰ ۴۹ ۶۴

www.ifco.ir





شرکت ملی نفت ایران
شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت

تدوین استاندارد معیار مصرف انرژی در صنایع
کمپوت و کنسرو، کنسانتره و آبمیوه و بازنگری
استاندارد مصرف انرژی در صنایع لبنی
(قرارداد شماره ۲۷۱۸-۱۲۰۵)

گزارش بند ۵-۱
(بازبینی ۱)

تهیه محتوای کتابچه‌ها و جزوات آموزشی و اطلاع‌رسانی
(صنایع لبنی)

۱	■ پیشگفتار
۲	■ ۱ آشنایی با فرایند لبنی
۲	۱-۱ فرایند تولید شیر پاستوریزه
۳	۲-۱ فرایند تولید ماست
۳	۳-۱ فرایند تولید کره
۴	۴-۱ فرایند تولید پنیر
۴	۵-۱ فرایند تولید شیر غلیظ شده و شیر خشک
۵	۶-۱ فرایند تولید پودر آب پنیر
۵	۷-۱ فرایند تولید بستنی
۶	■ ۲ بررسی وضعیت صنایع لبنی در ایران و جهان
۱۳	■ ۳ استاندارد معیار مصرف انرژی
۱۳	۱-۳ آیندکس انرژی
۱۸	۲-۳ معیار مصرف ویژه انرژی
۱۹	■ ۴ مدیریت انرژی در صنعت
۱۹	۱-۴ مقدمه
۲۰	۲-۴ سیستم بین‌المللی مدیریت انرژی ISO 50001
۲۴	■ ۵ راهکارهای صرفه‌جویی انرژی
۲۴	۱-۵ راهکارهای بدون هزینه
۲۴	۲-۵ راهکارهای کم هزینه
۳۰	۳-۵ راهکارهای پرهزینه
۴۵	■ مراجع

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱ نمودار جریان فرآیند محصولات لبنی ۲
- شکل ۲ مقایسه متوسط شیر دریافتی کارخانه‌های لبنی ایران در سالهای ۸۹ و ۹۰ ۷
- شکل ۳ سهم حامل‌های انرژی مختلف در صنایع لبنی ایران ۱۱
- شکل ۴ سهم حامل‌های انرژی مختلف در صنایع غذایی ایران ۱۱
- شکل ۵ جریان ساده شده انرژی در یک واحد تولیدی نمونه ۱۳
- شکل ۶ مدل سیستم مدیریت انرژی ۲۱
- شکل ۷ ساختار کلی استانداردهای مدیریت انرژی ۲۲
- شکل ۸ بکارگیری آشفته‌سازها در افزایش راندمان بویلرهای لوله دودی ۲۶
- شکل ۹ بخشهای مختلف پاستورایزر HTST و نمودار زمان و دما در هر بخش ۳۴
- شکل ۱۰ نمایش شماتیک یک سیکل تبرید ۳۶
- شکل ۱۱ نمایش ساده طرح پیشنهادی ۳۶

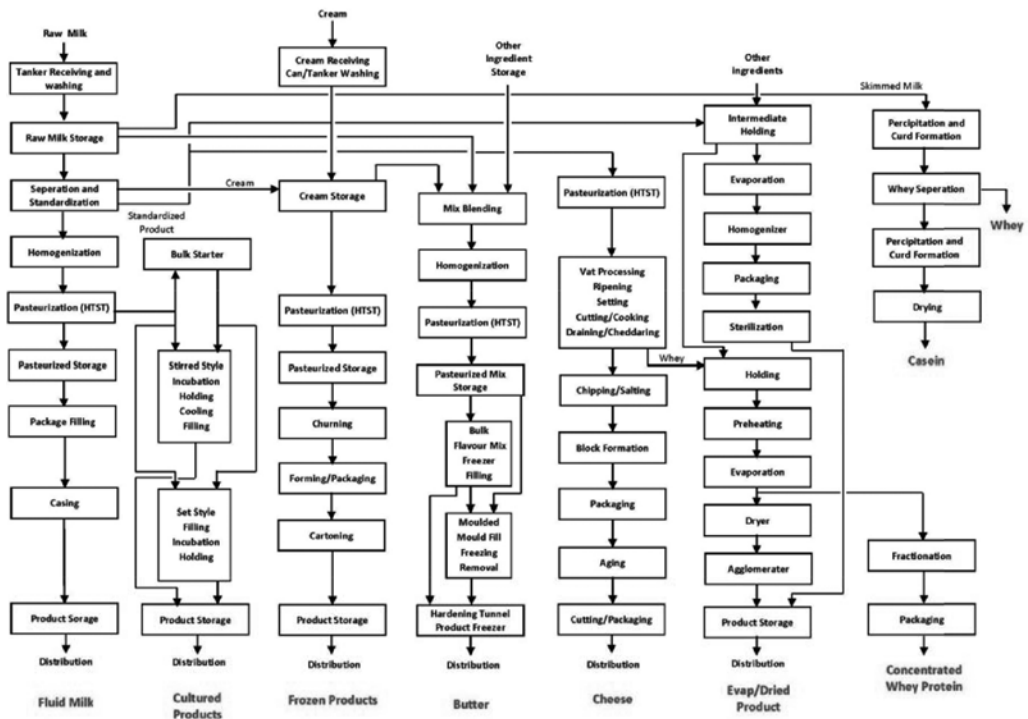
فهرست جدول‌ها

- ۷ جدول ۱ روند گسترش صنایع لبنی ایران در سالهای ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹
- ۸ جدول ۲ روند تولید شیر فرآوری شده در ایران و کشورهای منتخب (سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸) - واحد هزارتن
- جدول ۳ روند تولید نوشیدنی‌های لبنی، ماست و سایر فرآورده‌های تخمیری در ایران و کشورهای منتخب
- ۸ (سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸) - واحد هزارتن
- ۹ جدول ۴ روند تولید کره در ایران و کشورهای منتخب (سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸) - واحد هزارتن
- ۹ جدول ۵ روند تولید پنیر در ایران و کشورهای منتخب (سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸) - واحد هزارتن
- جدول ۶ روند تولید پودر شیر بدون چربی در ایران و کشورهای منتخب (سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸) - واحد هزارتن
- ۱۲ جدول ۷ مقایسه شدت انرژی در صنایع لبنی ایران و آمریکا
- ۱۶ جدول ۸ مقادیر تقریبی مصرف ویژه انرژی سرمایشی و گرمایشی در شهر تهران
- ۱۷ جدول ۹ مقادیر مصرف ویژه انرژی روشنایی
- ۱۸ جدول ۱۰ مقادیر مصرف ویژه انرژی معیار برای واحدهای موجود و جدیدالاحداث
- ۲۸ جدول ۱۱ صرفه‌جویی انرژی در سیستم‌های هوای فشرده

گزارش حاضر، مربوط به بند ۵-۱ شرح خدمات تحت عنوان "تهیه محتوای کتابچه‌ها و جزوات آموزشی و اطلاع‌رسانی" می‌باشد. با توجه به محتوای موردنظر، این گزارش به صورت تفکیک شده و مجزا، برای صنایع کمپوت و کنسرو، کنسانتره و آبمیوه (یک جلد) و صنایع لبنی (یک جلد) تهیه شده است.

۱-۱ آشنایی با فرایند لبنی

در شکل ۱ فرآیندهای تولید محصولات لبنی بصورت شماتیک نشان داده شده است. در این شکل فرآیندهای اصلی برای تولید محصولات مهم ارائه شده و لزوماً در برگیرنده همه روش‌های بکار گرفته شده در صنایع لبنی نمی‌باشد. در ادامه، فرآیندهای مهم تولید محصولات لبنی به اختصار توضیح داده می‌شود.



شکل ۱ نمودار جریان فرآیند محصولات لبنی

۱-۱-۱ فرایند تولید شیر پاستوریزه

شیر خام ورودی به کارخانه (در بعضی موارد) تصفیه شده و پیش از آنکه به سردخانه منتقل شود دمای آن را کمی پایین می‌آورند. برای تولید شیر پاستوریزه که در بسیاری از کشورها مانند ایران رایج‌ترین نوع شیر است، شیر را استاندارد سازی و سپس پاستوریزه می‌کنند. معمولاً پیش از خنک کردن شیر آن را همگن می‌کنند. پس از آن، شیری که خنک شده را بسته بندی کرده و تا زمان حمل شیر آنرا در سردخانه نگهداری می‌کنند. برای تولید شیر استریل شده و یا تصفیه شده به روش مافوق گرم (Ultra High Temperature, UHT)، که در کشورهای اروپایی بسیار متداول

است، مرحله پاستوریزاسیون با فرایند استریلیزاسیون جایگزین می‌شود. پس از آن شیر بصورت اسپتیک بسته بندی می‌شود. با توجه به زمان ماندگاری بالای این محصولات، شیرهای UHT معمولاً در دمای محیط نگهداری می‌شوند.

✓ ۱-۲ فرایند تولید ماست

همانند سایر محصولات لبنی، شیر ورودی (در بعضی مواقع) تصفیه شده و پیش از ورود به فرایندهای اصلی خنک می‌شود. انواع مختلف ماست ترکیبات متفاوتی دارند که در مرحله استانداردسازی تنظیم می‌شود. علاوه بر این، برای برخی از انواع ماست‌ها ممکن است لازم باشد میزان مواد جامد غیر چرب بیشتر از مقدار نرمال موجود در شیر باشد. در این صورت، شیر را با گرفتن آب از طریق تبخیر و یا به روش اولترافیلتراسیون تغلیظ می‌کنند. بعد از استانداردسازی، شیر را در یک دمای بالا (معمولاً در حدود 70°C) همگن کرده و عملیات حرارتی که بعنوان پاستوریزاسیون نیز عمل می‌کند انجام می‌دهند. عملیات حرارتی با شدت حرارتی بالاتر، برخی از پروتئین‌های خاص شیر را شکسته و دنا توره می‌کند که به فرایند تخمیر کمک می‌کند. پس از آن، شیر را تا دمای تخمیر (حدود 42°C) سرد کرده و میکروارگانیسم‌های باکتریایی مناسب را به آن تلقیح می‌کنند. برای تولید ماست در تانک‌های بچ، ماست را در دمای تخمیر حفظ می‌کنند تا در همان تانک تخمیر شده و سپس آن را سرد کرده و بسته‌بندی می‌نمایند. در ماست‌های قالبی یا ماست‌هایی که درون ظرف تخمیر شده‌اند روش تهیه به این ترتیب است که ابتدا ماست را درون ظروف بسته‌بندی پر می‌کنند و سپس ظروف را وارد تونل هوا می‌کنند که برای مدت مشخصی در دمای تخمیر حفظ می‌شوند و سپس خنک می‌شوند. هر دو نوع ماست تولید شده، در سردخانه نگهداری می‌شوند.

✓ ۱-۳ فرایند تولید کره

خامه یک محصول جانبی است که در ضمن فرایند استانداردسازی سایر محصولات شیر، بدست می‌آید. بعد از آنکه خامه پاستوریزه شد آن را در دمای بالا نگه می‌دارند تا رسیده (Ripen) شود. این امر، سبب می‌شود کریستالیزاسیون چربی بهتر صورت بگیرد که عملیات چرنینگ را تسهیل نموده و میزان چربی که ممکن است همراه دوغ کره هدر رود را کاهش می‌دهد. در فرایند چرنینگ، خامه را ضمن هوادهی به شدت به هم می‌زنند تا غشاء گلبول‌های چربی شکسته شده و فاز چربی تشکیل دهنده کره تشکیل شود. بیشتر فاز آبی نیز بصورت دوغ کره جدا می‌شود. پس از آن دلمه‌های کره را شسته و بقای دوغ کره را از آن حذف می‌کنند. در صورت لزوم عصاره طعم‌زا و یا محلول نمک نیز تزریق شده، سپس کره را اکستروود کرده و به شکل و اندازه مناسب برای بسته بندی تبدیل می‌کنند.

✓ ۱-۴ فرایند تولید پنیر

گونه‌های بسیار متنوعی از پنیر وجود دارد. تفاوت بین این گونه‌ها تابع پارامترهای متعددی از جمله میزان چربی شیر، جامدات غیر چرب و آب، انواع باکتریهای مورد استفاده و پارامترهای هر مرحله فراوری می‌باشد. هر یک از گونه‌های مختلف پنیر ممکن است زمان عمل‌آوری متفاوت و مشخصی داشته باشند.

همانند فرایند تولید ماست، شیر خام را به روش سانتریفوژ استانداردسازی می‌کنند تا چربی شیر به میزان مشخصی برسد. در بعضی پنیرها، ممکن است لازم باشد که مقدار مواد جامد غیر چرب در محصول بیشتر باشد که در اینصورت معمولاً با استفاده از اولترافیلتراسیون، بعنوان بخشی از فرایند استانداردسازی، آب را از شیر حذف می‌کنند. سایر انواع ترکیبات لبنی تغلیظ شده مانند خامه یا پودر شیر بدون چربی نیز می‌تواند اضافه شود. وقتی که ترکیب دلخواه بدست آمد شیر پاستوریزه شده و در وتهای پنیر پرمی‌شود.

در وت (Vat) پنیر بر اساس نوع پنیری که ساخته می‌شود رنت، آنزیمها و یا میکروارگانیسمهای باکتریایی اضافه می‌شود. در آمریکا ممکن است به پنیرهایی مانند چدار کلبی، و گودا رنگ طبیعی اضافه شود. سپس این ترکیب را می‌پزند تا فرایند تشکیل دلمه‌های پنیر تسهیل شود. معمولاً برای اینکه پنیر به ویژگی‌ها و طعم مورد نظر برسد، برای رسیدن پنیر پخت بیشتری انجام می‌شود. بعد از مرحله پخت، آب پنیر که در فرایند پنیرسازی بوجود آمده است از دلمه‌ها جدا می‌شود. بعد از آبگیری، دلمه‌ها به هم فشرده می‌شوند و بصورت قالبهای جامد در می‌آیند. بعضی از انواع پنیر، مثل موزارلا، برای اینکه حالت کشدار و انعطاف پذیر داشته باشند، کشیده می‌شوند. پس از آن پنیر بسته‌بندی شده و پس از طی کردن مدت زمان لازم برای رسیدن، به انبار ذخیره‌سازی فرستاده می‌شود.

معمولاً پنیرهایی که از نظر ظاهری وضعیت خوبی ندارند، در تولید پنیر فرآیند شده بکار می‌روند. پنیر با مواد افزودنی مانند نمک‌های امولسیفایر / ذوب‌کننده به داخل وتهای پنیر ریخته شده و در دمایی بالاتر از دمای پخت اولیه دوباره پخته می‌شود.

✓ ۱-۵ فرایند تولید شیر غلیظ شده و شیر خشک

شیر تبخیر شده شیری است که برای افزایش زمان ماندگاری، تغلیظ و استریل شده است. شیر خام ورودی که تصفیه و خنک شده است را استانداردسازی و سپس پیش گرم می‌کنند تا برای تبخیر آماده شود. آب موجود در شیر حین فرایند تبخیر که در بخش‌های قبل در مورد آن توضیح داده شد گرفته می‌شود و شیر غلیظ شده را همگن می‌کنند. پس از آن یا شیر را درون ظروف بسته‌بندی ریخته و استریل می‌کنند یا ابتدا با عبور از مبدل‌های حرارتی آن را استریل

می کنند و بعد بصورت اسپتیک درون ظروف استریل شده پر می کنند.

شیر کندانس شده شیرین هم، به همین ترتیب تولید می شود به جز اینکه شکر به شیر تغلیظ شده اضافه می شود، بطوریکه فعالیت آبی شیر را به حدی کاهش می دهد که دیگر میکروارگانیسمها نمی توانند رشد کنند و لذا زمان ماندگاری محصول افزایش می یابد. به این منظور، ابتدا عملیات حرارتی روی شیر انجام می شود تا انواع خاصی از میکروارگانیسمها را از بین ببرد و سپس آن را وارد تبخیر کننده می نمایند. به محصول خروجی از تبخیر کننده، شکر اضافه می شود و در معرض فرایند خنک سازی ویژه ای قرار می گیرد که برای رسیدن به کریستالیزاسیون مطلوب لاکتوز طراحی شده است. کریستالهای لاکتوز که خیلی بزرگ باشند توسط سانتریفوژ جدا می شوند و بقیه محصول بسته بندی می شود.

در مورد پودر شیر خشک هم برای از بین بردن میکروارگانیسمها، عملیات حرارتی انجام می گیرد. حذف آب بوسیله خشک کردن پاششی، یک فرایند بسیار انرژی بر است و از طرفی خشک کردن پاششی معمولاً نمی تواند به عنوان یک روش منفرد برای حذف آب و تولید شیر خشک به کار رود. خشک کردن پاششی مایعات با مواد جامد کم، منجر به تولید پودری با خواص و ویژگیهای غیر قابل قبول می شود. بنابراین، بایستی مقادیری از آب قبل از خشک کردن پاششی به روش دیگری حذف گردد که در بیشتر موارد از تبخیر تحت خلأ استفاده می شود. به این ترتیب، شیر غلیظی تولید می شود که بتوان آن را به طور اقتصادی به روش پاششی خشک کرد و پودری با خواص فیزیکی رضایتبخش تولید نمود. شیر تبخیر شده را همگن نموده و سپس با استفاده از روشهای مختلفی همچون خشک کردن پاششی، غلطکی و یا تحت خلأ آن را خشک می کنند. پودر بدست آمده را غربال می کنند تا ساین ذرات به میزان مطلوب برسد و سپس بسته بندی می کنند.

✓ ۱-۶ فرایند تولید پودر آب پنیر

یک محصول جانبی فرایند پنیر سازی، آب پنیر است که با توجه به محتوای اکسیژن بیوشیمیایی (BOD) بالایی که دارد، دفع آن بصورت مایع هزینه زیادی خواهد داشت. از آنجا که آب پنیر به سرعت فاسد می شود، بهترین راه برای نگهداری از آن خشک کردن آن بصورت پودر است. پودر آب پنیر را با توجه به محتوای پروتئین بالایی که دارد می توان در تولید انواع مکمل های غذایی به کار برد. هرچند باید به خاطر داشت، این فرایند هم هزینه سرمایه گذاری زیادی دارد و هم هزینه عملیاتی انرژی مصرفی آن بالاست.

۱-۷ فرایند تولید بستنی

فرایند تولید بستنی، همانند سایر محصولات لبنی با استانداردسازی شیر آغاز می‌شود. بیشتر ترکیبات بستنی مثل شیرین کننده‌ها، تثبیت کننده‌ها و امولسیفایرها در همان ابتدا و به عنوان بخشی از مرحله استانداردسازی با هم ترکیب می‌شوند. تنها ترکیباتی که در ابتدا اضافه نمی‌شوند میوه‌ها، مغزها و طعم دهنده‌هایی هستند که قبل از بسته‌بندی اضافه می‌شوند. پس از استانداردسازی، مخلوط را پاستوریزه و هموژنیزه می‌کنند. مخلوط بستنی را که خنک شده است برای چند ساعت در دمای حدود 5°C در تانکی ذخیره می‌کنند تا عمل آوری شده و چربیهای آن کریستالیزه شوند. پس از آن بستنی را به روش پیوسته و یا با استفاده از فریزرهای بچ تا حدودی منجمد می‌کنند ضمن آنکه هوادهی نیز در مورد این مخلوط صورت می‌گیرد. توزیع خوب هوا سبب ایجاد بافتی صاف و احساس دهانی خامه‌ای و مطلوب می‌گردد. بسته‌های بستنی نیمه منجمد با ورود به تونل هوای سرد منجمد و سخت می‌شوند و در سردخانه‌ها به صورت منجمد نگهداری می‌شوند.

۲ بررسی وضعیت صنایع لبنی در ایران و جهان

صنعت شیر در ایران، در سال ۱۳۲۶ همگام با توجه و تمایل روزافزون مردم تهران به مصرف شیر و فراورده‌های لبنی و با فکر ایجاد واحد تولید و توزیع شیر به شکلی نسبتاً بهداشتی‌تر، با تأسیس کارگاه لبنیات سازی آستراد در خیابان فردوسی تهران، پایه گذاری شد.

صنایع لبنی ایران در سالهای گذشته گسترش قابل توجهی داشته است. همانگونه که اطلاعات ارائه شده در جدول ۱ نیز نشان می‌دهد، تعداد واحدهای تولیدی در شش سال منتهی به سال ۱۳۸۹ تقریباً یک و نیم برابر شده است. بر اساس آمارهای داخلی، ظرفیت اسمی جذب شیر در صنایع لبنی ایران در بازه زمانی سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹ حدود ۱۶۲٪ افزایش یافته است اما میزان شیر تولیدی تنها حدود ۴۳٪ رشد داشته است و بخش زیادی از ظرفیت اسمی کارخانجات بدون استفاده بوده است.

در نمودارهای شکل ۲-۳ نیز روند گسترش تولید هر یک از محصولات لبنی طی سالهای ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹ قابل مشاهده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود تولید شیر و انواع پنیر در این مدت تقریباً بطور یکنواخت در حال افزایش بوده است فقط در سال ۸۶ میزان افزایش تولید شیر، یک جهش ناگهانی داشته و به ۴۳٪ رسیده است. تولید بستنی نیز در سال ۱۳۸۶ یک رشد چشمگیر داشته و تولید آن نسبت به سال قبل ۴۰٪ افزایش یافته است. در مورد تولید کره و انواع خامه علیرغم روند افزایشی که تا سال ۸۹ داشته‌اند، در سال ۸۶ تولید آنها به ترتیب به میزان ۹٪ و ۱۳٪ - کاهش یافته است.

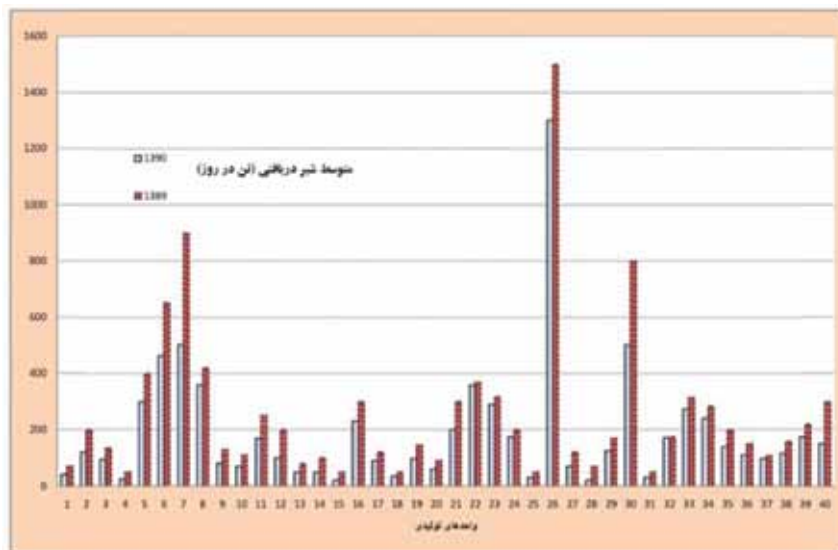
از سال ۱۳۹۰ به دلیل افزایش تحریم‌های اقتصادی بر ایران از یکسو و اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها از سوی دیگر شرایط اقتصادی کشور دستخوش تحولات و دگرگونیهای زیادی شد که بطور مستقیم بر کارکرد صنایع لبنی نیز اثرگذار بوده است. مهمترین تغییری که در سال ۱۳۹۰ در صنایع لبنی رخ داد، افزایش قیمت محصولات و کاهش تولید بوده است. بر اساس تحلیل کارشناسان این صنعت، کمبود خوراک دام و گرانی آن از یک سو و کاهش نقدینگی دامداران برای خرید خوراک دام از سوی دیگر، دامداری‌ها را با بحران مواجه ساخته که ناگزیر به منظور جلوگیری از خسارت بیشتر به سمت کشتار دام روی آورده‌اند. به این ترتیب، ضمن آنکه میزان تولید شیر به شدت کاهش یافته است، قیمت آن نیز افزایش چشمگیری داشته است.

مقایسه مقدار متوسط روزانه شیر دریافتی توسط ۴۰ کارخانه بزرگ عضو انجمن مصرف‌کننده شیر خام صنعتی در سالهای ۸۹ و هفت ماه اول سال ۹۰ نشان می‌دهد که مقدار متوسط روزانه شیر دریافتی کارخانجات در سال ۹۰ حدود ۲۷٪ کاهش یافته است (شکل ۲).

جدول‌های ۲ تا ۶ میزان تولیدات تعدادی از فرآورده‌های لبنی، در ایران و سایر کشورها را طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸ نشان می‌دهد.

جدول ۱ روند گسترش صنایع لبنی ایران در سالهای ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹

ظرفیت اسمی جذب شیر (ton)	شیر تولیدی (ton)	تعداد واحدهای تولیدی	سال
6,308,867	7,178,980	614	۱۳۸۴
7,315,124	7,681,010	649	۱۳۸۵
9,509,659	8,311,790	738	۱۳۸۶
11,070,299	8,772,020	830	۱۳۸۷
13,934,473	9,551,640	840	۱۳۸۸
16,545,390	10,242,000	915	۱۳۸۹



شکل ۲ مقایسه متوسط شیر دریافتی کارخانه‌های لبنی ایران در سال‌های ۸۹ و ۹۰

جدول ۲ روند تولید شیر فرآوری شده در ایران و کشورهای منتخب (سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸) - واحد هزار تن

Country	2005	2006	2007	2008
IRAN	1,325	1,440	1,600	1,800
USA	24,740	25,010	24,987	25,011
Canada	2,717	2,730	2,745	2,740
Australia	2,127	2,160	2,205	2,251
China	9,748	10,330	11,960	12,658
Russia	9,394	4,106	4,188	4,100
EU-15 ⁽¹⁾	29,396	29,383	29,362	29,350
Japane	4,290	4,150	4,039	3,953
Korea (Republic)	1,691	1,684	1,697	1,702
Argentina	1,647	1,692	1,730	1,789

Notes: (1) EU-15: Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Portugal, Spain, Sweden and the United Kingdom

جدول ۳ روند تولید نوشیدنی‌های لبنی، ماست و سایر فرآورده‌های تخمیری در ایران و کشورهای منتخب

(سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸) - واحد هزارتن

Country	2005	2006	2007	2008
IRAN	623	695	792	870
USA	1,387	1,498	1,577	1,633
Canada	233	244	252	274
Australia	-	-	-	-
China	1,702	2,115	2,450	2,593
Russia	-	-	-	-
EU-15 ⁽¹⁾	8,552	8,670	8,775	8,685
Japane	2,651	2,726	2,779	2,656
Korea (Republic)	482	504	485	455
Argentina	405	474	576	583

Notes: (1) EU-15: Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Portugal, Spain, Sweden and the United Kingdom

جدول ۴ روند تولید کره در ایران و کشورهای منتخب (سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸) - واحد هزارتن

Country	2005	2006	2007	2008
IRAN	0	52	60	68
USA	611	657	695	749
Canada	86	79	82	86
Australia	146	133	128	153
China	30	25	30	37
Russia	277	230	245	258
EU-15 ⁽¹⁾	1,707	1,636	1,797	1,812
Japane	84	81	75	72
Korea (Republic)	4	4	4	4
Argentina	40	47	47	51

Notes: (1) EU-15: Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Portugal, Spain, Sweden and the United Kingdom

جدول ۵ روند تولید پنیر در ایران و کشورهای منتخب (سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸) - واحد هزارتن

Country	2005	2006	2007	2008
IRAN	220	225	230	234
USA	4,506	4,673	4,755	4,793
Canada	379	387	404	396
Australia	373	364	359	348
China	15	13	18	15
Russia	371	405	434	429
EU-15 ⁽¹⁾	6,928	7,048	7,115	7,145
Japane	123	125	125	118
Korea (Republic)	12	13	9	10
Argentina	414	467	487	491

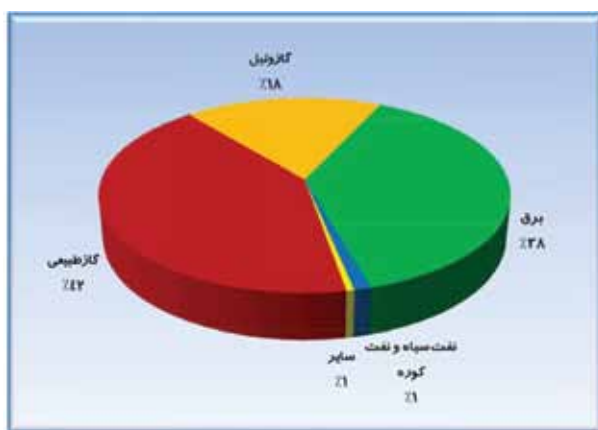
Notes: (1) EU-15: Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Portugal, Spain, Sweden and the United Kingdom

جدول ۶ روند تولید پودر شیر بدون چربی در ایران و کشورهای منتخب (سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸) - واحد هزارتن

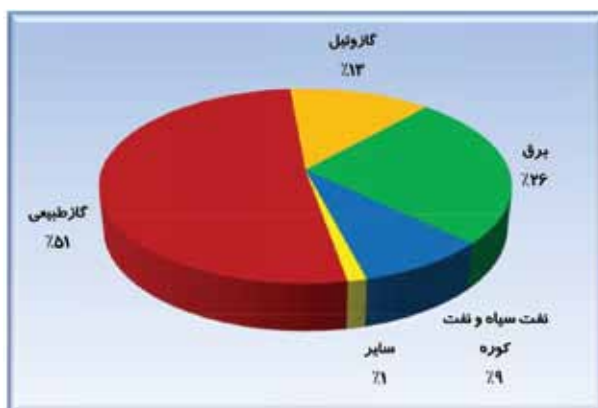
Country	2005	2006	2007	2008
IRAN	10	10	12	15
USA	698	689	685	861
Canada	73	72	75	85
Australia	228	209	177	221
China	-	-	-	-
Russia	110	123	132	131
EU-15 ⁽¹⁾	834	779	797	795
Japane	187	181	173	158
Korea (Republic)	24	18	22	20
Argentina	16	23	11	14

Notes: (1) EU-15: Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Portugal, Spain, Sweden and the United Kingdom

براساس اطلاعات مرکز آمار ایران، گاز طبیعی با ۴۲٪ حامل انرژی عمده در صنایع لبنی می‌باشد و برق با ۳۸ درصد حامل انرژی بعدی است (شکل ۳). در مقایسه با مصرف انرژی در کل صنایع غذایی (شکل ۴) مصرف برق در صنایع لبنی از نرم صنایع غذایی بالاتر است. این امر، نشان دهنده استفاده از فناوری‌های پیشرفته‌تر در این صنعت نسبت به سایر زیرگروه‌های صنایع غذایی می‌باشد.



شکل ۳ سهم حامل‌های انرژی مختلف در صنایع لبنی ایران



شکل ۴ سهم حامل‌های انرژی مختلف در صنایع غذایی ایران

مقایسه اطلاعات صنایع لبنی ایران [۴] و آمریکا [۶] نشان می‌دهد شدت انرژی (شدت انرژی، از تقسیم ارزش انرژی مصرفی به ارزش تولیدات به دست می‌آید و بی‌بعد است) در صنایع لبنی آمریکا بیش از دو برابر صنایع لبنی ایران می‌باشد. این امر، علیرغم استفاده از فناوری‌های انرژی کارآمد در آمریکا، بیانگر قیمت‌های بسیار پایین انرژی در ایران می‌باشد (جدول ۷).

جدول ۷ مقایسه شدت انرژی در صنایع لبنی ایران و آمریکا

عنوان	آمریکا (۲۰۰۸)	ایران (۱۳۸۹)
ارزش تولیدات	90.6 میلیارد دلار	35,604,631 میلیون ریال
هزینه برق	726 میلیون دلار	169,628 میلیون ریال
هزینه سوخت	731 میلیون دلار	84,443 میلیون ریال
ارزش انرژی مصرف شده	1,457 میلیون دلار	254,071 میلیون ریال
شدت انرژی	0.016	0.007

۳ استاندارد معیار مصرف انرژی

۳-۱ ایندکس انرژی

در شکل ۵ جریان ساده شده انرژی، برای یک واحد تولیدی نمونه، نشان داده شده است. همانطور که در این شکل، مشاهده می‌شود، مصرف حامل‌های انرژی، در یک واحد تولیدی را می‌توان به سه بخش تقسیم کرد:

۱- مصرف حامل‌های انرژی به منظور تولید دیگر حامل‌های انرژی (یوتیلیتی)، مانند مصرف سوخت در بویلرها برای تولید بخار یا بکارگیری سیستم‌های تولید همزمان حرارت و برق.

۲- مصرف حامل‌های انرژی در فرایند تولید، مانند مصرف برق در هیترهای الکتریکی و الکتروموتورها. انرژی مصرفی برای تأمین بار برودتی سردخانه نیز جزئی از انرژی تولیدی محسوب می‌شود.

۳- مصرف حامل‌های انرژی در بخش‌های غیرتولیدی، مانند انرژی مصرفی در سیستم سرمایش و گرمایش ساختمان‌ها.

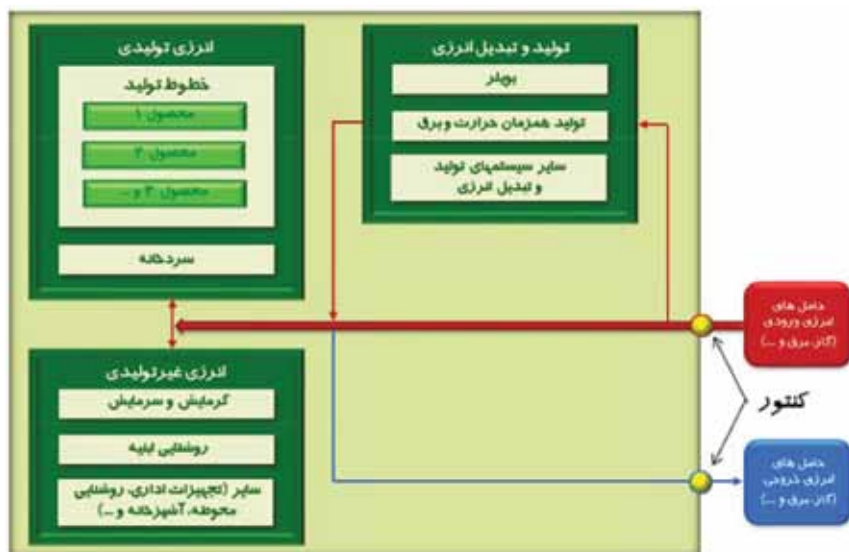
لازم به ذکر است، واحدهای تولیدی، از نظر تعداد محصولات، به دو دسته تقسیم می‌شوند:

☛ دسته اول- واحدهای تک محصولی

☛ دسته دوم- واحدهای چندمحصولی

در واحدهای تک محصولی تمام انرژی مصرفی در فرایند تولید، به تولید یک محصول اختصاص دارد در حالیکه

در واحدهای چندمحصولی، هر محصول، وزن و سهم مشخصی از انرژی را به خود اختصاص می‌دهد.



شکل ۵ جریان ساده شده انرژی در یک واحد تولیدی نمونه

به منظور ارزیابی عملکرد انرژی یک واحد تولیدی موجود، با در نظر گرفتن کلیه مصارف انرژی تولیدی و

غیرتولیدی، از ایندکس انرژی به صورت زیر، استفاده می‌شود:

$$\text{Energy Index (EI)} = \frac{E_{\text{total}}}{E_{\text{total, ref}}} = \frac{E_{\text{in}} - E_{\text{out}}}{\sum P_i \times \text{SEC}_{i, \text{ref}} + E_{R, \text{ref}} + E_{H, \text{ref}} + E_{C, \text{ref}} + E_{L, \text{ref}} + E_{O, \text{ref}}} \times 100$$

که در آن:

E_{total} = انرژی مصرفی کل (واحد موردنظر)

E_{in} = انرژی ورودی (واحد موردنظر)

E_{out} = انرژی صادر شده (واحد موردنظر)

$E_{total, ref}$ = انرژی مصرفی کل (مرجع)

P_i = مقدار تولید هریک از کالاهای و خدمات (واحد موردنظر)

$S_{ECi, ref}$ = انرژی مصرفی ویژه هریک از کالاهای و خدمات (مرجع)

$E_{R, ref}$ = انرژی مصرفی سردخانه‌های ثابت و سیار (مرجع)

$E_{H, ref}$ = انرژی گرمایشی (مرجع)

$E_{C, ref}$ = انرژی سرمایشی (مرجع)

$E_{L, ref}$ = انرژی روشنایی (مرجع)

$E_{O, ref}$ = سایر مصارف انرژی (مرجع)

در خصوص رابطه ایندکس انرژی، ذکر نکات زیر، ضروری است:

۱- مقدار ایندکس انرژی نباید از مقداری که در متن استاندارد مشخص شده بیشتر شود.

۲- مقدار انرژی مصرفی کل (E_{total}) مجموع انرژی حرارتی معادل حامل‌های انرژی، شامل برق، گاز، گازوئیل، مازوت و... می‌باشد که از مرز واحد وارد و در آن مصرف شده‌اند.

یادآوری ۱

حامل‌های انرژی که صرف مواردی چون حمل و نقل در داخل یا خارج کارخانه می‌شوند جزو انرژی کل محسوب نمی‌شوند.

۳- منظور از انرژی صادر شده (E_{out}) انرژی است که از مرز واحد خارج شده است. به عنوان مثال، ممکن است یک واحد تولیدی بخشی از برق دریافتی از شبکه را به واحد مجاور منتقل کند. در این حالت، این میزان انرژی از انرژی کل کسر می‌شود.

۴- انرژی مصرفی سردخانه ثابت، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E_{CR, ref} = POWER_{CR} \times h_c \times P_c$$

$POWER_{CR}$ = مجموع توان نامی کمپرسورهای سردخانه، برحسب kW

h_c = کارکرد نامی سردخانه ثابت، برحسب ساعت

P_c = ضریب کارکرد سردخانه ثابت، برحسب درصد

❁ یادآوری ۱

کارکرد نامی سردخانه ثابت، برای یکسال، معادل ۸۷۶۰ ساعت فرض می‌شود.

❁ یادآوری ۲

ضریب کارکرد سردخانه ثابت، باید توسط واحد تولیدی اعلام شود. مسئولیت صحت مقدار اعلام شده، بر عهده مدیر عامل واحد تولیدی می‌باشد.

۵- انرژی مصرفی سردخانه‌های سیار، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E_{PR, ref.} = e_{PR, ref.} \times No. \times h_p \times P_p$$

که در آن:

$e_{PR, ref.}$ = مقدار ویژه انرژی مرجع برای یک سکوی شارژ، برحسب GJ/hr

No. = تعداد سکوهای شارژ

h_p = کارکرد نامی سکوهای شارژ، برحسب ساعت

P_p = ضریب کارکرد سکوهای شارژ، برحسب درصد

مقدار $e_{PR, ref.}$ برابر 0.0214 GJ/hr می‌باشد.

❁ یادآوری ۱

کارکرد نامی سردخانه سیار، برای یکسال، معادل ۸۷۶۰ ساعت فرض می‌شود.

❁ یادآوری ۲

تعداد سکوهای شارژ و ضریب کارکرد آنها، باید توسط واحد تولیدی اعلام شود. مسئولیت صحت مقادیر اعلام شده، بر عهده مدیر عامل واحد تولیدی می‌باشد.

۶- انرژی گرمایشی و سرمایشی، تابع تغییرات درجه حرارت، نوع کاربری، سطح زیربنای موجود و میزان اشغال (بهره‌برداری) می‌باشد. بنابراین، برای تعیین مقدار مرجع انرژی گرمایشی و سرمایشی، از روابط زیر استفاده می‌شود:

$$E_{H, Ref.} = e_{H, ref.} \times (\sum A_i \times h_i) \times HD \times HDD / HDD_{ref}$$

$$E_{C, Ref.} = e_{C, ref.} \times (\sum A_i \times h_i) \times CD \times CDD / CDD_{ref}$$

که در آن:

i = نوع ساختمان شامل اداری، مسکونی (اقامتی) و تولیدی (کنترل شده)

$e_{H, ref}$ = مقدار ویژه انرژی گرمایشی مرجع به ازای MJ/(hr.m²) (شهر مرجع)

$e_{C, ref}$ = مقدار ویژه انرژی سرمایشی مرجع به ازای MJ/(hr.m²) (شهر مرجع)

A_i = سطح زیربنای ساختمان نوع i (واحد مورد نظر)

h_i = مقدار ویژه انرژی سرمایشی مرجع به ازای MJ/(hr.m²) (شهر مرجع)

HD = مدت گرمایش برحسب روز (شهر مورد نظر)

CD = مدت سرمایش برحسب روز (شهر مورد نظر)

HDD = روز درجه گرمایشی (شهر مورد نظر)

CDD = روز درجه سرمایشی (شهر مورد نظر)

HDD_{ref} = روز درجه گرمایشی (شهر مرجع)

CDD_{ref} = روز درجه سرمایشی (شهر مرجع)

یادآوری ۱

انرژی گرمایشی ($E_{H, Ref}$) شامل گرمایش محیط و آبگرم مصرفی می‌باشد.

یادآوری ۲

مقادیر مربوط به سطح زیربنای ساختمان‌ها (A_i)، به تفکیک نوع کاربری آنها، شامل بخش اداری، بخش تولیدی کنترل نشده، بخش تولیدی کنترل شده (اتاق تمیز)، انبار و اقامتی، باید توسط واحد تولیدی اعلام شود. مسئولیت صحت مقادیر اعلام شده، بر عهده مدیر عامل واحد تولیدی می‌باشد.

یادآوری ۳

مقادیر مربوط به ساعت بهره‌برداری از ساختمان‌ها (h_i)، به تفکیک نوع کاربری آنها، شامل بخش اداری، بخش تولیدی، انبار و اقامتی، باید توسط واحد تولیدی اعلام شود. مسئولیت صحت مقادیر اعلام شده، بر عهده مدیر عامل واحد تولیدی می‌باشد.

شهر تهران، به عنوان شهر مرجع، در نظر گرفته شده است. مقادیر ویژه انرژی گرمایشی ($e_{H, Ref}$) و سرمایشی ($e_{C, Ref}$) شهر تهران، برای دو حالت واحدهای موجود و واحدهای جدیدالاحداث، در جدول ۸ ارائه شده است.

جدول ۸ مقادیر تقریبی مصرف ویژه انرژی سرمایشی و گرمایشی در شهر تهران

مصرف ویژه انرژی سرمایشی و گرمایشی MJ/(hr.m ²)		کاربری ساختمان	نوع مصرف انرژی
واحد های جدیدالاحداث	واحد های موجود		
0.46	0.54	اداری و مسکونی	گرمایش
0.92	1.08	تولیدی کنترل شده	
0.38	0.45	اداری و مسکونی	سرمایش
0.77	0.90	تولیدی کنترل شده	

۶ یادآوری ۱

ساعت بهره‌برداری واحدهای اداری و مسکونی، باید با توجه به نحوه استفاده از هریک از ساختمان‌های موجود، جداگانه، در نظر گرفته شود.

مقادیر روز درجه گرمایشی و سرمایشی شهر مرجع (تهران) و شهر موردنظر و همچنین مدت گرمایش و سرمایش براساس اطلاعات هواشناسی محاسبه می‌شود.

۶ یادآوری ۲

برای محاسبه مقادیر روز درجه گرمایشی و سرمایشی (HDD, CDD) و مدت گرمایش و سرمایش (HD, CD)، میانگین دمای ماهانه شهر موردنظر و شهر تهران برای دوره ارزیابی (یک سال شمسی) از طریق استعلام از سازمان هواشناسی کشور تهیه می‌شود.

۷- برای تعیین مقدار مرجع انرژی روشنایی، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$E_{L, \text{ref}} = \sum e_{L, \text{ref}, i} \times A_i \times h_i \times D_i$$

که در آن:

i = نوع ساختمان شامل اداری، تولیدی انبار و مسکونی (اقامتی)

$e_{L, \text{ref}, i}$ = مقدار ویژه انرژی روشنایی مرجع ساختمان نوع i به ازای W/m^2

A_i = سطح زیربنای ساختمان نوع i (واحد مورد نظر)

h_i = ساعت بهره‌برداری از ساختمان نوع i در یک روز (واحد مورد نظر)

D_i = روزهای بهره‌برداری از ساختمان نوع i (واحد مورد نظر)

۶ یادآوری

مقادیر مربوط به سطح زیربنای ساختمان‌ها، ساعت و روزهای بهره‌برداری از ساختمان‌ها (A_i, h_i, D_i)، به تفکیک نوع بهره‌برداری، باید توسط واحد تولیدی اعلام شود. مسئولیت صحت مقادیر اعلام شده، بر عهده مدیر عامل واحد تولیدی می‌باشد.

مصارف ویژه انرژی روشنایی، در جدول ۹ ارائه شده است.

جدول ۹ مقادیر مصرف ویژه انرژی روشنایی

مصرف ویژه انرژی روشنایی W/m^2		کاربری ساختمان
واحدهای جدیدالاحداث	واحدهای موجود	
21.25	25	اداری
25.50	30	تولیدی
4.25	5	انبار
12.75	15	اقامتی

۸- سایر مصارف انرژی، محدوده متنوعی از مصارف مختلف نظیر مصارف تجهیزات اداری، روشنایی محوطه،

مصارف آشپزخانه و ... می‌باشد. برای تخمین مقدار مرجع سایر مصارف انرژی، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$E_{O, ref} = E_{H, ref} + E_{C, ref} + E_{L, ref}$$

۳-۲ معیار مصرف ویژه انرژی

معیار مصرف ویژه انرژی انواع فرآورده‌های لبنی، برای واحدهای موجود و جدیدالاحداث، در جدول ۱۰ ارائه

شده است.

جدول ۱۰ مقادیر مصرف ویژه انرژی معیار برای واحدهای موجود و جدیدالاحداث

ردیف	محصولات	واحد	مصرف ویژه انرژی معیار	
			واحدهای موجود	واحدهای جدیدالاحداث
۱	انواع شیر پاستوریزه	GJ/ton	00.46	0.391
۲	انواع شیر استریل	GJ/ton	1.314	1.117
۳	شیر کاکائو پاستوریزه کانتینیوس	GJ/ton	0.463	0.394
۴	شیر کاکائو پاستوریزه بج	GJ/ton	2.665	2.265
۵	شیر کاکائو استریل	GJ/ton	3281.	1.129
۶	انواع خامه پاستوریزه	GJ/ton	1.589	1.351
۷	انواع خامه استریل	GJ/ton	2.489	2.116
۸	انواع ماست	GJ/ton	1.607	1.366
۹	انواع دوغ و نوشیدنی کفیر	GJ/ton	0.963	0.819
۱۰	انواع پنیر	GJ/ton	4.309	3.663
۱۱	تولید و بسته‌بندی کره	GJ/ton	2.530	2.151
۱۲	بسته بندی کره	GJ/ton	1.720	1.462
۱۳	بستنی	GJ/ton	5.771	4.905
۱۴	پودر پریمیت	GJ/ton	28.581	24.294
۱۵	پودر شیر خشک	GJ/ton	24.094	20.48
۱۶	کازئین و لاکتوز	GJ/ton	6.440	5.474
۱۷	انواع دسر بر پایه لبنی	GJ/ton	1.500	1.275
۱۸	کشک پاستوریزه	GJ/ton	1.636	1.391
۱۹	آب میوه استریل	GJ/ton	0.776	0.66
۲۰	شیر غلیظ شده	GJ/ton	2.875	2.444
۲۱	شیر ارسالی به سایر واحدها	GJ/ton	0.405	0.344
۲۲	آب پنیر غلیظ شده با ناتو فیلتر (NF)	GJ/ton	0.828	0.704
۲۳	آب پنیر غلیظ شده با اوابراتور	GJ/ton	2.661	2.262

✓ ۴ مدیریت انرژی در صنعت

✓ ۴-۱ مقدمه

مدیریت انرژی (Energy Management)، بهره‌وری انرژی (Energy Efficiency) و صرفه‌جویی انرژی (Energy Conservation) عباراتی هستند که اغلب به یک معنی استفاده می‌شوند، اما واقعیت این است که نمی‌توان تعریف واحدی از این عبارات ارائه کرد.

مدیریت انرژی مجموعه‌ای از فعالیت‌های مختلف را شامل می‌شود. این فعالیت‌ها را می‌توان در چهار دسته، به شرح زیر، دسته‌بندی کرد [۵]:

🌀 ۱- بهره‌وری انرژی

به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که در آنها از یک فناوری با راندمان بالاتر به منظور یک کار خاص استفاده می‌شود تا در نتیجه آن شدت انرژی کاهش یابد، بدون آنکه کیفیت محصول نهایی یا سطح آسایش و راحتی افت کند. استفاده از لامپ‌های کم مصرف بجای لامپ‌های رشته‌ای به منظور تأمین روشنایی مورد نیاز و یا استفاده از موتورهای الکتریکی با راندمان بالا (High Efficient) به جای موتورهای الکتریکی معمولی، نمونه‌هایی از اینگونه فعالیت‌ها می‌باشد.

🌀 ۲- صرفه‌جویی انرژی

با اجرای این گونه فعالیت‌ها، از مصرف انرژی مازاد جلوگیری می‌شود. به عنوان نمونه می‌توان به خاموش کردن لامپ در صورت عدم نیاز به روشنایی اشاره کرد.

🌀 ۳- انتخاب نوع انرژی (Energy Type Selection)

تصمیم‌ها و اقدام‌ها به منظور انتخاب نوع انرژی مورد نیاز، براساس ملاحظات اقتصادی، در این دسته قرار می‌گیرند. انتخاب یک وسیله نقلیه با سوخت LPG یا CNG نمونه‌ای از این اقدام‌ها می‌باشد.

🌀 ۴- چانه‌زنی بر سر تعرفه (Tariff Negotiation)

مصرف کنندگان انرژی همواره به دنبال ارزان‌ترین منبع انرژی برای فعالیت‌های خود می‌باشند. از اینرو، چانه‌زنی بر سر تعرفه و قیمت انرژی با عرضه کنندگان انواع حامل‌های انرژی، بخشی از وظایف و برنامه‌های مدیریت ارشد سازمان است. انتخاب نوع کنتور و تعرفه، دیماند مورد نیاز و ... نیز در این چارچوب قرار می‌گیرند. با توجه به وضعیت بازار انرژی در ایران، این بخش از مدیریت انرژی در کشور از اهمیت کمتری، نسبت به سایر بخش‌ها، برخوردار می‌باشد. یک برنامه موفق مدیریت انرژی مجموعه‌ای از تمام فعالیت‌های فوق‌الذکر را در بر می‌گیرد.

✓ ۴-۲ سیستم بین‌المللی مدیریت انرژی ISO 50001

افزایش هزینه‌های انرژی و ناپایداری در قیمت انواع حامل‌های انرژی، از یک طرف، و محدودیت‌های ساختاری تولید و توزیع انرژی، از طرف دیگر، استفاده از انرژی را با چالش‌های جدی روبرو ساخته است. به علاوه، اهمیت کارایی انرژی و بکارگیری منابع تجدیدپذیر انرژی، به عنوان یک رویکرد در راستای کاهش استفاده از منابع فسیلی و به حداقل رساندن ضایعات زیست‌محیطی، بکارگیری شیوه‌های نوین و پیشرفته‌تر برای مدیریت انرژی را اجتناب‌ناپذیر ساخته است.

در بسیاری از سازمان‌ها، مدیریت انرژی به عنوان یک موضوع فرعی، پس از موضوعاتی چون مواد اولیه، منابع انسانی، سطح تولید، کیفیت، ایمنی و محیط زیست مطرح می‌باشد. در این سازمان‌ها، موضوع انرژی، به عنوان یک زمینه خارج از حوزه فعالیت اصلی سازمان تلقی می‌شود و به همین دلیل توجه جدی به آن نمی‌شود.

در بیشتر مواقع، روش‌های مدیریت بحران، تنها باعث بهبودهای کوتاه مدت می‌شود. بهبود مستمر و بلند مدت در بهره‌گیری از انرژی، تنها زمانی تحقق پیدا می‌کند که مدیریت انرژی به عنوان بخشی از سیستم مدیریت در ساختار سازمان مورد توجه قرار گیرد. به این منظور، تعیین و تعریف الزامات مدیریت انرژی در قالب آیین‌نامه یا استاندارد ملی یا بین‌المللی الزامی است.

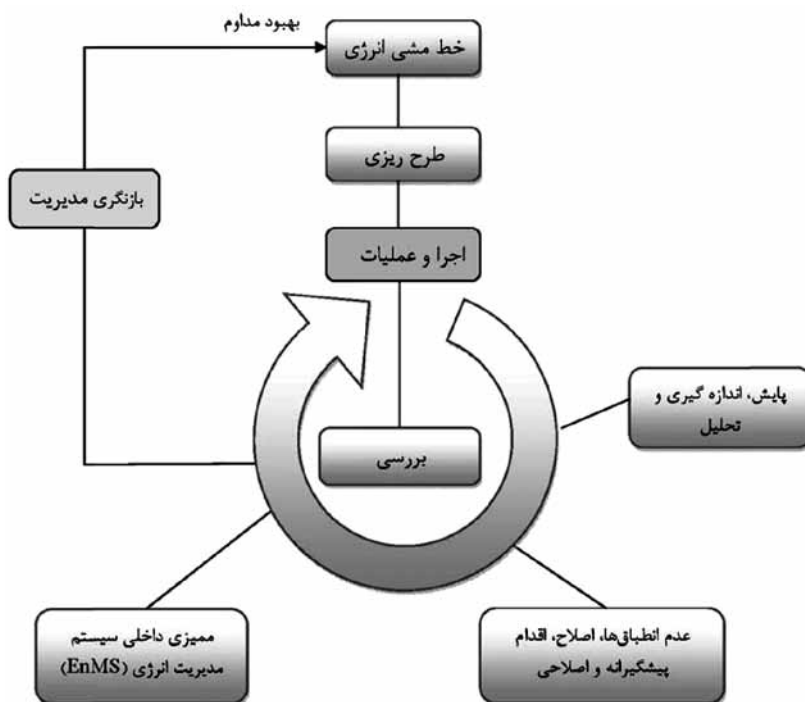
سیستم مدیریت انرژی، بنا به تعریف، به مجموعه‌ای از عناصر به هم وابسته یا مرتبط اطلاق می‌شود که به کمک فرآیندها و روش‌های اجرایی، وظیفه استقرار خط مشی انرژی و دستیابی به اهداف کلان انرژی (تعریف شده) را بر عهده دارند (ISO 50001، بند ۹۳) [۳].

استانداردهای سیستم مدیریت انرژی، به منظور سازماندهی فعالیت‌ها در راستای بهبود بهره‌وری انرژی در یک مسیر منطقی، کنترل شده و سیستماتیک بکار می‌روند. استقرار این استانداردها، می‌تواند صرفه‌جویی انرژی، کاهش هزینه‌های بنگاه و افزایش بهره‌وری را به دنبال داشته باشد.

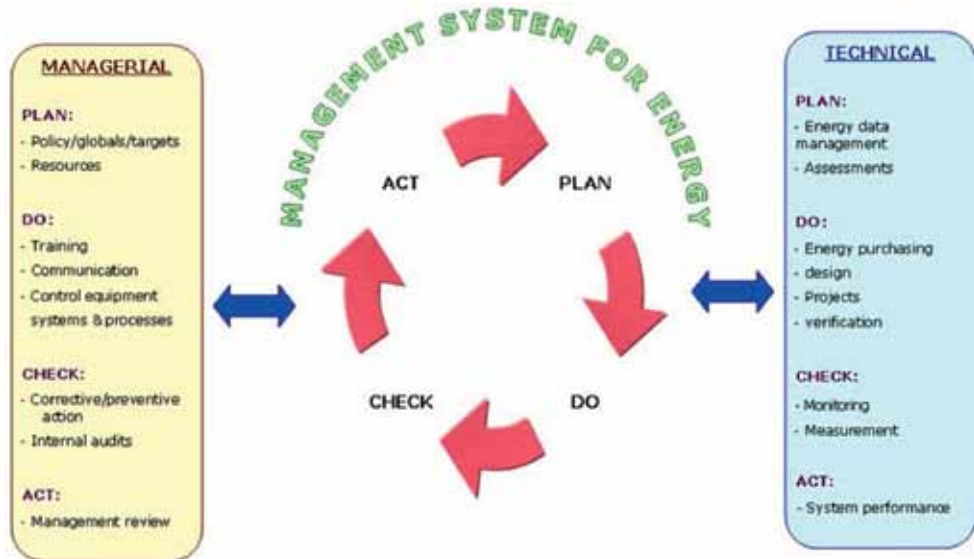
ساختار کلی استانداردهای مدیریت انرژی، مبتنی بر چرخه (PDCA) Plan-Do-Check-Act می‌باشد. Plan یا برنامه‌ریزی، بیان ضمنی یک فرایند (Process) برای استقرار سیستم مدیریت است. منظور از Do مجموعه وظایف و فعالیت‌هایی است که منجر به استقرار سیستم مدیریت می‌شود. Check عبارت از مرحله بازرسی (Inspection) سیستم است که منجر به پذیرش یا عدم پذیرش سیستم می‌شود. Act به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که در صورت عدم پذیرش، پس از مرحله Check انجام می‌شود. مدل سیستم مدیریت انرژی، در ISO 50001، طبق شکل ۶ می‌باشد

[۳]. همانطور که در این شکل مشخص شده است، فرایند سیستم مدیریت انرژی از سیاستگذاری و برنامه‌ریزی در بخش انرژی شروع می‌شود (Plan)، سپس فرایند استقرار انجام می‌شود (Do)، مرحله بعد، شامل فرایند بازرسی سیستم می‌باشد که خود شامل مراحل و روش‌های مختلف است (Check)، در نهایت اقدامات اصلاحی، از جنبه‌های فنی و مدیریتی تعریف و اجرا می‌شود (Act).

شکل ۶ مدل سیستم مدیریت انرژی



ساختار کلی سیستم‌های مدیریت انرژی، از دو بخش تشکیل می‌شود. یک بخش مجموعه ابزار و فعالیت‌های مدیریتی (Managerial) را شامل می‌شود و یک بخش نیز دربرگیرنده ابزار و اقدامات فنی (Technical) است. شکل ۷ این دویخس را در قالب سیستم مدیریت انرژی، مبتنی بر روش PDCA، نشان می‌دهد. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود، جنبه‌های فنی سیستم‌های مدیریت انرژی، در قیاس با سایر سیستم‌های مدیریتی، از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد و ضروری است هنگام استقرار سیستم مدیریت انرژی، به این نکته توجه ویژه شود.



شکل ۷ ساختار کلی استانداردهای مدیریت انرژی

در ادامه بخش‌هایی از استاندارد ISO 50001 در زمینه‌های مختلف ارائه شده است. دقت در این موارد مشخص می‌کند که ابعاد این استاندارد بسیار گسترده بوده و حوزه‌های مختلفی را در برمی‌گیرد:

۱- پایش، اندازه‌گیری و تحلیل مصرف انرژی جزو اصلی‌ترین بخش‌های استاندارد ISO 50001 می‌باشد: سازمان باید اطمینان حاصل کند مشخصه‌های کلیدی مرتبط با عملکرد انرژی، در فواصل زمانی تعیین شده پایش، اندازه‌گیری و تحلیل می‌شوند.... نتایج پایش و اندازه‌گیری مشخصه‌های کلیدی باید ثبت شوند. یک طرح اندازه‌گیری انرژی، باید متناسب با اندازه و پیچیدگی سازمان و تجهیزات پایش و اندازه‌گیری تعیین و اجرا شود.

اندازه‌گیری می‌تواند گستره‌هایی از تعدادی میتر برای حاملهای انرژی در یک سازمان کوچک تا سیستم‌های کامل پایش و اندازه‌گیری مجهز به نرم‌افزارهای کاربردی با توانایی ترکیب داده‌ها و تحلیل خودکار آنها باشد.

(ISO 50001, بند ۴-۶-۱)

۲- استاندارد ISO 50001، ملاحظات مدیریت انرژی را حتی در مواردی چون بازسازی سیستم‌ها و تجهیزات موجود الزامی می‌داند:

سازمان باید در طراحی جدید، اصلاح و نوسازی تأسیسات، تجهیزات، سیستم‌ها و فرآیندها که اثر قابل توجهی بر عملکرد انرژی دارند، فرصت‌های بهبود عملکرد انرژی و کنترل عملیاتی را در نظر بگیرد.

نتایج ارزیابی عملکرد انرژی باید تا جایی که مناسب است در مشخصات، طراحی و فعالیت‌های خرید (تدارکات) پروژه‌های مربوطه دخالت داده شوند.

نتایج فعالیت طراحی باید ثبت شوند.

(ISO 50001، بند ۴-۵-۶)

۳- نقش و وظایف مدیران ارشد و کارشناسان در این استاندارد کاملاً شفاف و مشخص می‌باشد:

مدیریت ارشد باید نماینده یا نمایندگان مدیریتی انتخاب نماید که دارای مهارت‌ها و صلاحیت مناسب بوده و جدا از سایر مسئولیت‌ها، دارای مسئولیت و اختیارات زیر باشد:

الف) اطمینان حاصل کند سیستم مدیریت انرژی بر طبق الزامات این استاندارد، ایجاد، مستقر، نگهداری و به طور مداوم بهبود می‌یابد.

ب) فرد یا افرادی را در سطح مناسب مدیریتی و دارای اختیارات، برای همکاری با نماینده مدیریت، جهت پشتیبانی از فعالیت‌های مدیریت انرژی تعیین کند.

پ) عملکرد انرژی را به مدیریت ارشد گزارش دهد.

ت) عملکرد سیستم مدیریت انرژی را به مدیریت ارشد گزارش دهد.

ث) اطمینان حاصل نماید که طرح‌ریزی فعالیت‌های مدیریت انرژی برای پشتیبانی خط مشی انرژی طراحی شده‌اند.

ج) مسئولیت‌ها و اختیارات را برای تسهیل مدیریت انرژی مؤثر، تعریف و انتقال دهد.

ج) معیار و روشهای مورد نیاز برای اطمینان از این عملیات و کنترل سیستم مدیریت انرژی مؤثر است را تعیین نماید، و

ح) آگاهی در مورد خط مشی انرژی و اهداف کلان را در تمام سطوح سازمان ارتقاء دهد.

(ISO 50001، بند ۴-۲-۲)

✓ ۵ راهکارهای صرفه‌جویی انرژی

در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی در این صنعت راهکارهای صرفه‌جویی انرژی در سه گروه بدون هزینه، کم هزینه و پرهزینه معرفی شده‌اند. در جدول جمع‌بندی هریک از راهکارها درصد صرفه‌جویی انرژی براساس کل انرژی مصرفی (برق و سوخت) و مدت بازگشت سرمایه براساس تعرفه‌های داخلی برق و سوخت به صورت ساده محاسبه و ارایه شده است.

✓ ۵-۱ راهکارهای بدون هزینه

✓ ۵-۱-۱ مدیریت تقاضا

مدیریت تقاضا شامل تعیین میزان تقاضای انرژی الکتریکی، تعیین تعرفه و انتخاب گزینه مناسب می‌باشد. اجزای تشکیل دهنده بهای برق براساس تعرفه‌های وزارت نیرو به شرح زیر می‌باشد:

۱- بهای انرژی اکتیو

۲- بهای دیماند

۳- بهای انرژی راکتیو

۴- ضریب فصلی

۵- اعمال ضرایب ساعات پیک، کم‌باری و میان‌باری طی مدت شبانه‌روز

موارد فوق و اعمال هریک، در تعیین کل هزینه برق یک واحد صنعتی، با توجه به بهای برق در قالب گزینه‌های موجود طبق تعرفه‌های تعیین شده، بر میزان مصرف انرژی واحد تولیدی مؤثر می‌باشد.

با توجه به اینکه برخی از تجهیزات و ماشین‌آلات کارخانه در روزهای جمعه نیز مشغول به کار می‌باشند استفاده از کنتورهای تعرفه جمعه علاوه بر ثبت مصرف این بخش‌ها باعث کاهش هزینه برق نیز خواهد شد [۲].

این راهکار تقریباً بدون هزینه بوده و حدود ۱۰۰ میلیون ریال تا ۱ میلیارد ریال صرفه‌جویی مالی به دنبال دارد.

✓ ۵-۲ راهکارهای کم هزینه

✓ ۵-۲-۱ افزایش باز یافت کندانس

یکی از بخش‌های مهم سیستم تولید و توزیع بخار، سیستم باز یافت و جمع‌آوری کندانس می‌باشد. با توجه به اینکه پتانسیل قابل ملاحظه‌ای جهت صرفه‌جویی، در این بخش وجود دارد (انرژی کندانس ۲۰ تا ۳۰ درصد انرژی بخار می‌باشد)، بازنگری مجدد در این بخش حائز اهمیت می‌باشد.

وظیفه اصلی سیستم کندانس، جمع آوری و برگشت دادن آب کندانس تولید شده در تجهیزات مصرف کننده بخار می باشد و یک فرایند دو مرحله ای است: یک مرحله تخلیه آن به تانک دریافت کننده (Condensate Receiver) بوسیله نیروی ثقل و مرحله دیگر پمپ نمودن آن به تانک موجود در واحد تولید بخار.

درصد صرفه جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۱.۲	۴.۶

✓ ۵-۲-۲ نگهداشتن فشار بخار بویلر در حداقل ممکن

با به حداقل رساندن فشار بخار بویلر در بخارهای تولیدی مختلف می توان منافع قابل توجهی کسب نمود. با این روش بیشترین صرفه جویی انرژی در سیستم های توزیع بخار گسترده اتفاق می افتد، به ویژه اگر در سیستم تولید و توزیع بخار مقدار قابل توجهی نشی بخار وجود داشته باشد. دلیل این امر، این است که قسمت عمده ای از فشار بویلر باید بر مقاومت فشار ناشی از جریان غلبه کند. این مقاومت با توان دوم دبی جریان متناسب است، پس افت فشار در این لوله ها به میزان قابل توجهی در دبی های پایین افت می کند.

در سیستم های بخار که در فشار پایین تر کار می کند، پایین بودن فشار بخار بویلر این اجازه را می دهد که بدون مراقبت کار کند در صورتی که در فشارهای بالاتر احتیاج به حضور دائم یک اپراتور می باشد. در شرایط فشار پایین حضور یک اپراتور کم تجربه نیز کفایت می کند که این امر باعث صرفه جویی در هزینه و سرمایه گذاری مالی و انسانی می شود.

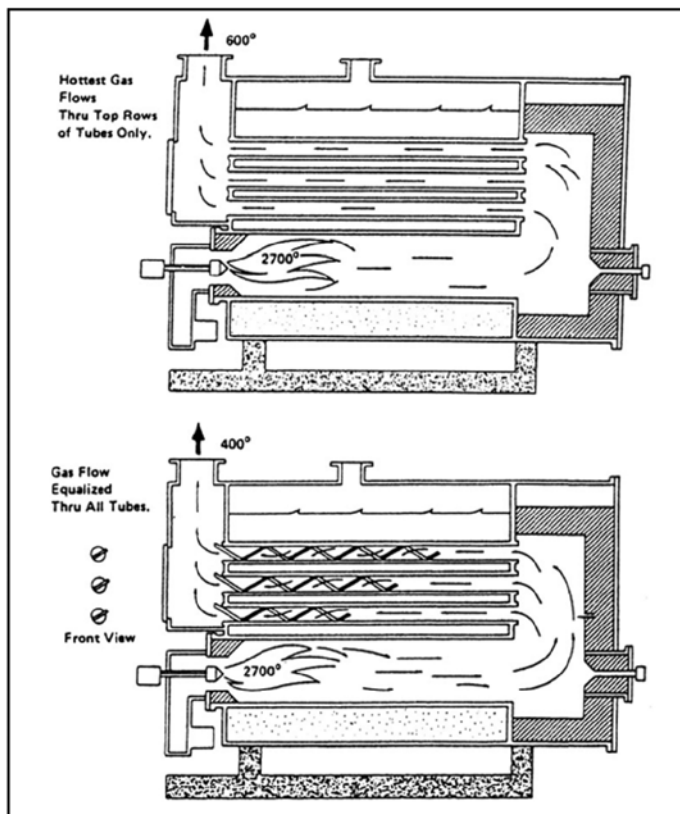
منفعی که در هنگام به حداقل رساندن فشار بخار سیستم بدست می آید عبارتند از:

- کاهش نشی در سیستم
 - کاهش اتلاف حرارت هدایتی از سیستم
 - بهبود راندمان بویلر
 - کاهش میزان رسوب و خوردگی اکسیژن
 - کاهش فرسایش شیرهای کنترل
 - بهبود پایداری شیر کنترل در بارهای پایین
- با توجه به منافع حاصل از انجام چنین طرحی در سیستم تولید بخار کارخانه، حداقل صرفه جویی در مصرف سوخت حدود ۲ درصد حاصل می گردد.

✓ ۵-۲-۳ آشفته‌سازها

آشفته‌سازها شامل یکسری بافل‌هایی (Baffles) هستند که در پاس‌های ثانویه یک بویلر لوله دودی نصب می‌شوند تا میزان اغتشاش (Turbulency) و آشفته‌گی محصولات احتراق و در نتیجه میزان انتقال حرارت به آب بویلر را افزایش دهند. آشفته‌سازها می‌توانند به اشکال مختلف از قبیل فولاد کویل شکل یا مارپیچ باشند. در شکل ۸، مقایسه‌ای بین بویلرهای دارای آشفته‌ساز و بدون آشفته‌ساز انجام شده است.

بالاترین امتیاز آشفته‌سازها نسبت به سایر روش‌های بهبود انتقال حرارت، ارزان بودن آنها است. بنابراین، برای بهبود راندمان در یک بویلر لوله دودی، بهتر است قبل از اعمال روش‌های پرهزینه دیگر، ابتدا امکان استفاده از آشفته‌سازها بررسی شود.



شکل ۸ بکارگیری آشفته‌سازها در افزایش راندمان بویلرهای لوله دودی

آشفته سازها با مغشوش نمودن جریان گازهای حاصل از احتراق در داخل لوله‌های بویلرهای لوله دودی، میزان انتقال حرارت را افزایش می‌دهند. این عمل به دلایل زیر انجام می‌شود:

۱- آشفته‌گی در سطح لوله‌ها زیاد می‌شود

۲- بهبود توزیع گاز در لوله‌ها

۳- افزایش زمان عبور گاز

این راهکار بسیار ارزان بوده و توجیه اقتصادی خوبی دارد و نسبت به سایر راهکارها اولویت دارد. نصب این اجزا در دیگ‌ها با یک یا دو پاس و سطح تبدیلی کم، متداول‌تر است که موجب کاهش سوخت مصرفی در حدود ۳ تا ۱۲ درصد می‌گردد و اغلب هزینه‌های اولیه در کمتر از یک سال قابل برگشت می‌باشد.

مزایای استفاده از توربولاتور عبارت است از:

• افزایش راندمان و کاهش مصرف سوخت

• کاهش رسوب‌گیری جدار داخلی لوله‌های آتش

• توزیع مناسب دما در طول لوله و افزایش عمر دیگ

• کاهش انتشار گازهای آلاینده و حفظ محیط زیست

• نصب آسان و سریع

• قیمت مناسب و بازگشت سرمایه سریع

درصد صرفه‌جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۱۰.۲	۳.۵

✓ ۵-۲-۴ بهینه‌سازی انرژی در بخش کمپرسورهای هوا

از میان انواع حامل‌های انرژی ثانویه، هوای فشرده یکی از بیشترین موارد استفاده را در واحدهای صنعتی دارا می‌باشد. موارد عمده استفاده از هوای فشرده در واحدهای صنعتی عبارتند از:

• سیستم‌های کنترل

• باز و بسته کردن شیرها و دمپرها

• ابزارهای بادی (دورانی و ضربه‌ای)

• انتقال مواد (عمدتاً مواد پودری و گرانول‌های سبک)

ابزار و تجهیزات دقیق

روش‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های هوای فشرده و میزان انرژی قابل صرفه‌جویی در واحدهای صنعتی مختلف، تفاوت‌های بسیاری با هم دارند. با این حال، درصد صرفه‌جویی انرژی در بخش‌های مختلف بسیاری از سیستم‌های هوای فشرده مورد استفاده در واحدهای صنعتی در جدول ۱۱ نشان داده شده است [۲].

جدول ۱۱ صرفه‌جویی انرژی در سیستم‌های هوای فشرده

درصد صرفه‌جویی	اعمال روش‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی
۱۰٪	انتخاب درست کمپرسور
۵٪	نصب صحیح کمپرسور
۲۰٪	کنترل مناسب
۱۰٪	تعمیرات و نگهداری بهینه

یکی از راهکارهای عملی در سیستم‌های هوای فشرده، کنترل با استفاده از محرکه‌های دور متغیر می‌باشد. امروزه استفاده از محرکه‌های دور متغیر در سیستم‌های صنعتی هوای فشرده بسیار رایج شده است. الکتروموتورهای دور متغیری که بعنوان محرکه کمپرسورها به کار می‌روند، با عملکرد در دورهای مختلف (تغییرات دور به صورت پیوسته امکان پذیر است) امکان تولید هوای فشرده را متناسب با دیماندهای متغیر و پیوسته فراهم می‌آورند. تغییر دور الکتروموتور محرکه کمپرسور از طریق تغییر ولتاژ و فرکانس آن حاصل می‌آید.

هزینه خرید اولیه محرکه‌های دور متغیر برای کنترل سیستم‌های هوای فشرده، در مقابل سایر روش‌های کنترلی بیشتر است و به همین دلیل ممکن است در نگاه اول استفاده از این روش کنترلی چندان با استقبال مواجه نشود، اما چنانچه کاهش هزینه‌های ناشی از صرفه‌جویی مصرف انرژی، افزایش قابلیت اطمینان عملکرد سیستم هوای فشرده، افزایش عمر مفید تجهیزات تولید هوای فشرده و کاهش سطح تعمیرات و نگهداری آنها مورد بررسی قرار گیرد، توجیه‌پذیری اقتصادی استفاده از محرکه‌های دور متغیر در کنترل سیستم‌های هوای فشرده چندان دور از ذهن به نظر نخواهد آمد.

درصد صرفه‌جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۲۰٫۳	۱٫۲

✓ ۵-۲-۵ بهینه‌سازی مصرف انرژی در واحد بخار با بکارگیری کنترل دور بر روی فن بویلر

از آنجائیکه اکثر سیستمها، بیشتر اوقات، زیر ظرفیت اسمی خود کار می‌کنند، روشهای مختلف کاهش دبی خروجی و تطبیق آن با تقاضا بوجود آمده است. دمبرها، خفه‌کن‌ها، سیستم‌های گردش مجدد و شیرهای جبران فشار، که اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرند، پراتلاف می‌باشد. کاهش سرعت بار نظیر فن‌ها و پمپها روش بسیار بهینه‌تری برای دسترسی به همان نتیجه می‌باشد. با توجه به اینکه با کنترل سرعت پمپ یا فن می‌توان مقدار فشار پمپ و یا فلوی هوای فن را تنظیم نمود، می‌توان کنترل‌کننده مکانیکی را حذف کرده و به این ترتیب انرژی مصرفی الکتروموتور را کاهش داد. در سیستم‌های دور متغیر مقدار سرعت می‌تواند از صفر تا صد در صد مقدار نامی تنظیم شود [۲].

درصد صرفه‌جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۱	۱.۲

✓ ۵-۳-۵ راهکارهای پرهزینه

✓ ۵-۳-۱ کنترل احتراق (تنظیم هوای اضافی)

یکی از دلایل افت راندمان در بویلرهای صنعتی، احتراق ناقص سوخت آن‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر، اگر میزان هوای مصرفی برای احتراق کمتر از مقدار مورد نیاز برای احتراق کامل باشد، راندمان بویلر کاهش می‌یابد. جهت اطمینان از رسیدن به احتراق کامل و حصول وضعیت مساعد دودکش، باید از هوای اضافی استفاده نمود. بهینه‌ترین میزان هوای اضافی برای رسیدن به حداکثر راندمان بویلر، زمانی حاصل خواهد شد که مجموع افت‌های ناشی از احتراق ناقص و اتلاف حرارتی ناشی از گازهای خروجی در یک میزان حداقل باشد. میزان بهینه هوای اضافی با طراحی کوره، نوع مشعل، نوع سوخت و همچنین متغیرهای فرایند تغییر می‌کند. می‌توان با انجام تست‌های مختلف و با نسبت‌های مختلف هوا به سوخت، نسبت بهینه هوای اضافی را بدست آورد.

تنظیم نسبت هوا به سوخت از مهمترین تنظیمات در تأسیسات تولید بخار (بویلر) می‌باشد. زیرا اگر این تنظیم بطور دقیق انجام گیرد راندمان را به طور محسوسی بالا خواهد برد و در غیر این صورت و خارج شدن سیستم از حالت تنظیم شده برای آن، منجر به تولید دوده، افزایش هزینه نگهداری و مشکلات زیست محیطی می‌گردد. البته تنظیم نسبت هوا به سوخت در مشعل‌های یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای به مراتب از مشعل‌های تنظیم‌شونده ساده‌تر می‌باشد.

در احتراق ایده‌آل سوخت به صورت احتراق کامل می‌سوزد یعنی نسبت هوا به سوخت برابر نسبت استوکیومتری ترکیب می‌باشد. اما در واقعیت برای احتراق کامل سوخت نیاز به هوای اضافی می‌باشد تا بدین طریق بتوان از ترکیب

شدن تمام سوخت با هوا اطمینان حاصل کرد. حداقل مقدار هوای اضافی برای احتراق ایده آل سوخت با توجه به نوع سوخت معین می شود.

لازم به توضیح است، در حالت کمبود هوا و بروز احتراق ناقص، علاوه بر افت راندمان، مشکلات زیر نیز ایجاد می شود:

آلودگی هوا

ایجاد دوده بر روی سطح در تماس با گازهای حاصل از احتراق

خطر انفجار

بنابراین، اغلب افراد مسؤول در تأسیسات تولید بخار، نسبت هوا به سوخت را بیش از مقدار لازم قرار می دهند، که این عامل موجب بروز مشکلاتی دیگر می گردد. به طوریکه گاهی میزان هوای اضافی در حدی است که حتی باعث احتراق ناقص سوخت می گردد، زیرا هنگامی که حجم زیادی از هوای سرد به داخل محفظه احتراق راه پیدا می کند موجب کاهش شدید دما در محفظه احتراق و بالطبع احتراق ناقص می گردد. البته محصولات حاصل از احتراق ناقص در اثر کمبود هوا و در اثر وجود هوای اضافی، کاملاً متفاوت می باشند.

با توجه به راندمان بویلر، درصد مطلوب هوای اضافی در محدوده ۱۵ تا ۲۰ درصد می باشد.

نکته مهم در مورد هوای اضافی و تنظیم نسبت هوا به سوخت، کنترل شرایط بهره برداری توسط نفرات مسؤول یا از طریق تجهیز نمودن بویلرها به سیستم های کنترل اتوماتیک و پیشرفته می باشد.

درصد صرفه جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۱.۲	۶.۸

✓ ۵-۳-۲ کنترل آب زیرکشی

مواد جامد نامحلول و معلق در آب ورودی به بویلر می تواند روی سطوح انتقال حرارت نشسته و راندمان بویلر را کاهش دهد. تولید کنندگان بویلر معمولاً غلظت قابل قبولی از جامدات حل شده را ارائه می دهند.

برای رسیدن به مقادیر پایینی از غلظت مواد جامد (TDS)، آب بویلر باید بصورت پیوسته و یا متناوب رقیق شود. این عمل زیرکشی (Blow Down) نام دارد. یعنی قسمتی از آب بویلر را تخلیه کرده و آب تازه جایگزین آن می شود. هرچند که اندازه گیری تلفات حرارتی در حین زیرکشی کردن مشکل می باشد. با این وجود، با حداقل نمودن اتلاف انرژی از آب زیرکشی یک بویلر، می توان به ۲ تا ۵ درصد صرفه جویی سوخت رسید.

زیرکش کردن بیش از حد نیز باعث اتلاف انرژی و افزایش هزینه تصفیه آب و اتلاف آب خام می‌شود. در بیشتر واحدهای بویلر، زیرکش کردن بیش از حد رخ می‌دهد. زیرا اپراتورها سعی می‌کنند که در شرایط عملیاتی امن‌تری قرار بگیرند. یک روش، که روش غیرکارشناسانه‌ای نیز می‌باشد انجام عمل زیرکش با باز کردن یک شیر دستی می‌باشد، بطوریکه اجازه داده شود مقدار نامشخصی از آب خارج گردد. بجای این کار، می‌توان به روش معقول‌تری زیرکش را کنترل کرد. در این روش، با نظارت بر شرایط موجود در آب و میزان زیرکش آب، شرایط آب داخل بویلر کنترل می‌شود [۱].

اگر نیاز به زیرکش به صورت متناوب می‌باشد باید شیر زیرکش را برای چند ثانیه باز کرد و تأثیر آن بر روی مقدار TDS موجود در آب بوسیله اندازه‌گیر TDS مشاهده کرد. این کار باید آنقدر تکرار شود تا میزان TDS به مقدار قابل قبولی برسد. اندازه‌گیر TDS در بویلرهای بخار، اثرات زیرکش را به سرعت نشان می‌دهد. زیرا TDS به شدت در یک فضای محدود به گردش در می‌آیند.

اگر زیرکش بطور پیوسته و دائم است باید میزان آن بر اساس عدد قرائت شده توسط اندازه‌گیر TDS تنظیم شود. اپراتورها باید مرتب بر کار اندازه‌گیر TDS نظارت کنند.

درصد صرفه‌جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۱	۶٫۸

❖ ۵-۳-۳ بهینه‌سازی انرژی در بخش روشنایی

کمبود روشنایی نه تنها ممکن است موجب عملکرد نادرست و بالا رفتن ضریب اشتباه پرسنل گردد بلکه باعث خشکی چشم، سردرد و مشکلات بهداشتی و سلامتی ناشی از آن نیز می‌شود. به همین دلیل، توجه به روشنایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بهینه‌سازی در بخش روشنایی به هیچ وجه نباید موجب افت کیفیت و عدم تطبیق با استانداردهای موجود گردد.

لامپهای LED که جزو جدیدترین دسته از منابع روشنایی می‌باشند، از فناوری نیمه هادی‌ها استفاده می‌کنند. این منابع دارای خواص منحصر بفردی نظیر راندمان بالا (که بسرعت در حال افزایش نیز هست)، امکان هدایت دقیق نور، طول عمر بسیار بالا، عدم وجود مواد خطرناک برای محیط زیست، و کیفیت نور مناسب می‌باشند. پیشبینی می‌گردد تا این منبع روشنایی در آینده جایگزین تمام منابع روشنایی دیگر گردد و در این بخش نیز بر روی بهینه‌سازی روشنایی با این منبع تمرکز شده است.

در طراحی سیستم روشنایی باید منبع مورد استفاده شامل لامپ، چراغ، مدار راه انداز، نوع فعالیت و کیفیت تعمیر

و نگهداری در نظر گرفته شود. یک سیستم روشنایی متأثر از اجزای زیر می باشد:

- ✓ لامپ
- ✓ مدار راه انداز
- ✓ چراغ
- ✓ سطوح انعکاس
- ✓ کنترل ها

منظور از بهینه سازی سیستم روشنایی، بهینه سازی این اجزا (در کل سیستم) می باشد.

تعمیر و نگهداری صحیح، یکی از کارهای اساسی جهت حفظ راندمان روشنایی می باشد. تعمیر و نگهداری نامناسب می تواند راندمان روشنایی را تا ۶۰ درصد مقدار اولیه آن (و حتی بیشتر) برساند. این در حالی است که با تعمیر و نگهداری صحیح، می توان راندمان روشنایی را بالای ۹۰ درصد مقدار اولیه حفظ نمود.

یکی دیگر از کارهای مهمی که باید در تعمیر و نگهداری سیستم روشنایی مدنظر قرار گیرد تعویض به موقع لامپ ها می باشد. عمر اقتصادی لامپ کمتر از عمر کاری آن است زیرا نور خروجی لامپ به مرور زمان کاهش می یابد در صورتیکه انرژی مصرفی آن تغییرات زیادی نمی کند و به این ترتیب راندمان سیستم روشنایی افت می کند.

درصد صرفه جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۲.۵	۵.۷

✓ ۵-۳-۴ بهینه سازی مصرف انرژی در بخش کمپرسورهای تبرید و سردخانه ها

سردخانه یکی از مصرف کننده های اصلی در یک واحد تولیدی صنایع غذایی بوده و درصد قابل توجهی از مصرف برق را به خود اختصاص می دهد. پتانسیل های صرفه جویی این سیستم عبارتند از:

۱- استفاده از کمپرسور راندمان بالا بجای کمپرسور رفت و برگشتی موجود که می تواند حداقل ۳۰ تا ۵۰ درصد صرفه جویی به همراه داشته باشد. استفاده از کمپرسورهای ساترئیفیوژ سرعت بالا با یاتاقان های مغناطیسی به همراه VSD می تواند بهترین گزینه باشد و یا کمپرسورهای اسکرو می تواند گزینه دوم باشد.

۲- استفاده از VSD جهت اواپراتور و کندانسور نیز می تواند حدود ۲/۵ درصد صرفه جویی به همراه داشته باشد.

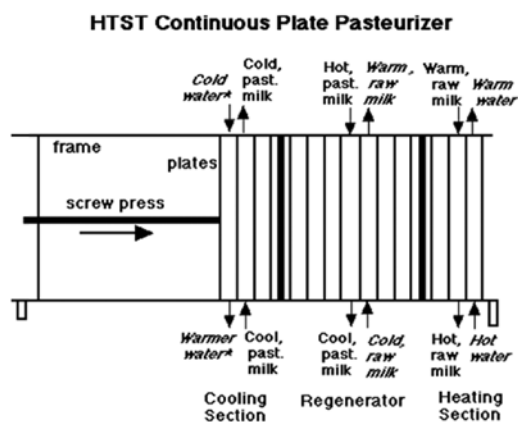
۳- استفاده از شیر انبساطی الکترونیکی به همراه سیستم کنترل مناسب جهت استفاده از تغییرات دما و رطوبت

می تواند حدود ۲۰ درصد صرفه جویی انرژی به همراه داشته باشد.

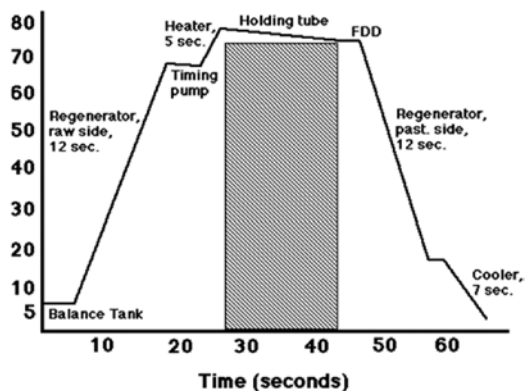
دردء صرفه‌جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۶٫۸	۷٫۹

❖ ۵-۳-۵ افزایش بازیافت حرارت به کمک بخش ری جنریشن

در دستگاه‌های پاستورایزر، بازیافت حرارت از محصول مایع پاستور شده، جهت پیش گرمایش محصول ورودی به پاستور، علاوه بر کاهش مصرف بخار شده بلکه بار سرمایش مورد نیاز جهت سرد نمودن محصول پاستور شده را نیز کاهش می‌دهد (شکل ۹).



Residence Time Profile in HTST Pasteurizer
Nominal process: 72°C, 16 seconds, 90% regeneration



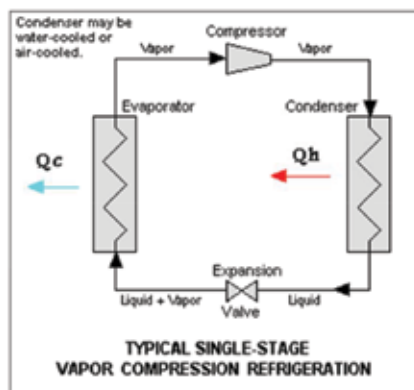
شکل ۹ بخشهای مختلف پاستورایزر HTST و نمودار زمان ودما در هر بخش

درصد صرفه‌جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۱	۲.۴

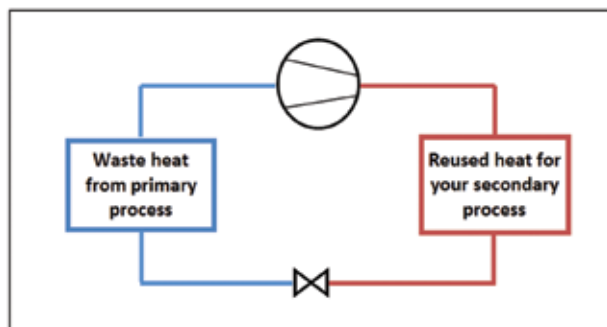
✓ ۵-۳-۶ باز یافت حرارت در سیکل تبرید آمونیاکی

با توجه به نوع فرایندهای صنایع لبنی و ویژگی‌های محصولات آنها، سیستم تبرید در هر واحد لبنی یکی از مهمترین بخشهای آن محسوب می‌شود. در شکل ۱۰ بطور شماتیک مراحل سیکل تبرید بطور کلی شامل کمپرسور، کندانسور، شیر فشار شکن و اواپراتور نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود گاز خروجی از کمپرسور که به صورت سوپرهیت و در دمای بالا می‌باشد به کندانسور رفته و ضمن از دست دادن حرارت، دی‌سوپرهیت شده و سپس تغییر فاز می‌دهد. در طی این فرایند که در کندانسور رخ می‌دهد، انرژی قابل توجهی تلف می‌شود که می‌توان آن را باز یافت نموده و آب داغ فرایند را تأمین نمود. در شکل ۱۱ بطور ساده ایده اولیه این راهکار نمایش داده شده است. با استفاده از یک مبدل حرارتی می‌توان از حرارت گاز خروجی از کمپرسور برای تولید آب 75°C استفاده نمود که در یک سیکل بسته در گردش است و حرارت مورد نیاز پاستورهای مختلف را تأمین می‌نماید. آب با دمای 75°C به مبدل آب داغ می‌رود و در صورت نیاز به دمای بالاتر، بقیه حرارت مورد نیاز را با استفاده از بخار تأمین می‌نماید. آب داغ خروجی از پاستورها مجدداً در یک تانک جمع‌آوری شده و در یک سیکل بسته به گردش در خواهد آمد. جریان مبرد خروجی از مبدل حرارتی که تا اندازه‌ای خنک شده است نیز به کندانسور هدایت می‌شود.

درصد صرفه‌جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۲.۳	۲.۴



شکل ۱۰ نمایش شماتیک یک سیکل تبرید



شکل ۱۱ نمایش ساده طرح پیشنهادی

الف) مراجع فارسی

۱. امانی، سعید و دیگران، صرفه‌جویی و مدیریت انرژی در سیستم‌های حرارتی، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)، تهران، ۱۳۸۳
۲. بهرامی، حسین و دیگران، صرفه‌جویی و مدیریت انرژی در سیستم‌های الکتریکی، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)، تهران، ۱۳۸۳
۳. ایزو ۵۰۰۱، سیستم‌های مدیریت انرژی – الزامات همراه با راهنمای استفاده، سازمان ملی استاندارد ایران، چاپ اول، تهران، ۱۳۹۰
۴. نتایج آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر- سالهای مختلف، مرکز آمار ایران
۵. نوذری، محمدمهدی و مرعشی، سیداحسان، پیشینه مدیریت انرژی در ایران و جهان، مجله مهندس مشاور (فصلنامه جامعه مهندسان مشاور ایران)، شماره ۵۰، زمستان ۸۹

ب) مراجع انگلیسی

6. Adrian Brush, Eric Masanet, and Ernst Worrell, Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the Dairy Processing Industry , Sponsored by the U.S. Environmental Protection Agency , USA , October 2011