

بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع

کمپوت و کنسرو، کنسانتره و آبمیوه



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 کمپوت و کنسرو، کنسانتره و آبمیوه)

۱	■ پیشگفتار
۲	■ ۱-۱ آشنایی با فرایند تولید کمپوت و کنسرو
۲	۱-۱ فرایندهای آماده‌سازی مواد خام
۴	۲-۱ تهیه کنسرو میوه و سبزیجات
۱۰	■ ۲-۲ آشنایی با فرایند تولید کنسانتره و آبمیوه
۱۳	۱-۲ فرایندهای حرارتی
۱۳	۲-۲ فرایندهای جداسازی مکانیکی
۱۴	۳-۲ سرمایش و انجماد
۱۴	■ ۳-۳ بررسی وضعیت صنایع کمپوت، کنسرو، کنسانتره و آبمیوه در ایران و جهان
۲۰	■ ۴-۴ استاندارد معیار مصرف انرژی
۲۰	۱-۴ ایندکس انرژی
۲۵	۲-۴ معیار مصرف ویژه انرژی
۲۷	■ ۵-۵ مدیریت انرژی در صنعت
۲۷	۱-۵ مقدمه
۲۸	۲-۵ سیستم بین‌المللی مدیریت انرژی ISO ۵۰۰۱
۳۲	■ ۶-۶ راهکارهای صرفه‌جویی انرژی
۳۲	۱-۶ راهکارهای بدون هزینه
۳۲	۲-۶ راهکارهای کم هزینه
۳۸	۳-۶ راهکارهای پرهزینه
۴۵	■ مراجع

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱ دیاگرام مراحل تهیه کمپوت و کنسرو میوه و سبزیجات ۶
- شکل ۲ دیاگرام مراحل تولید ترکیبی رب و سس گوجه فرنگی به همراه کنسرو گوجه ۷
- شکل ۳ مراحل تهیه کنسرو ماهی ۹
- شکل ۴ دیاگرام کلی فرایند تهیه آب میوه ۱۱
- شکل ۵ دیاگرام کلی فرایند تهیه کنسانتره ۱۲
- شکل ۶ سهم حامل‌های انرژی مختلف در گروه عمل‌آوری و حفاظت ماهی و فرآورده‌های... ۱۷
- شکل ۷ سهم حامل‌های انرژی مختلف در گروه عمل‌آوری و حفاظت گوشت و فرآورده‌های... ۱۸
- شکل ۸ سهم حامل‌های انرژی مختلف در گروه عمل‌آوری و حفاظت میوه‌ها و سبزی‌ها از فساد ۱۸
- شکل ۹ سهم حامل‌های انرژی مختلف در صنایع غذایی ۱۹
- شکل ۱۰ جریان ساده شده انرژی در یک واحد تولیدی نمونه ۲۰
- شکل ۱۱ مدل سیستم مدیریت انرژی ۲۹
- شکل ۱۲ ساختار کلی استانداردهای مدیریت انرژی ۳۰
- شکل ۱۳ بکارگیری آشفته‌سازها در افزایش راندمان بویلرهای لوله دودی ۳۴
- شکل ۱۴ شمای کلی سیستم MVR برای اواپراتور ۴۲
- شکل ۱۵ طرح سیستم MVR در اواپراتورهای APOLLO ۴۳
- شکل ۱۶ بخشهای مختلف پاستورایزر HTST و نمودار زمان و دما در هر بخش ۴۴

فهرست جدول‌ها

- | | |
|----|--|
| ۱۹ | جدول ۱ مقایسه شدت انرژی در صنایع کمپوت، کنسرو، کنسانتره و آبمیوه ایران و آمریکا |
| ۲۳ | جدول ۲ مقادیر تقریبی مصرف ویژه انرژی سرمایشی و گرمایشی در شهر تهران |
| ۲۴ | جدول ۳ مقادیر مصرف ویژه انرژی روشنایی |
| ۲۵ | جدول ۴ مقادیر مصرف ویژه انرژی معیار برای واحدهای موجود و جدیدالاحداث - کمپوت و کنسرو |
| ۲۶ | جدول ۵ مقادیر مصرف ویژه انرژی معیار برای واحدهای موجود و جدیدالاحداث - کنسانتره و آبمیوه |
| ۳۶ | جدول ۶ 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 مورد نظر، 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.

۱۷ آشنایی با فرایند تولید کمپوت و کنسرو

علیرغم تنوع زیاد روش‌های عمل‌آوری میوه و سبزیجات، بخش عمده‌ای از مراحل این فرایندها، برای محصولات مختلف، مشترک است. فرایندهایی مانند شستن، بلاتچینگ، پوست‌گیری و قطعه‌قطعه کردن، تقریباً در همه انواع روش‌های فراوری میوه و سبزیجات دیده می‌شود. علاوه بر این، برخی فرایندها نیز هستند که در زیرگروه‌های خاص مشترک می‌باشند (مانند پر کردن ظرف، خارج کردن اکسیژن و گازهای درون ظرف، درزبندی و استریلیزاسیون در زیرگروه کنسروسازی).

۱۸-۱ فرایندهای آماده‌سازی مواد خام

آماده‌سازی، اولین مرحله فرآوری میوه و سبزیجات بعد از چیده شدن آنها محسوب می‌شود. بطور کلی، آماده‌سازی مواد خام با این رویکرد صورت می‌گیرد:

(الف) آماده کردن میوه و سبزیجات خام برای عملیات محافظت از فساد، از طریق تمیز کردن، جدا کردن قسمت‌های زائد مثل پوست، هسته، دم و غیره.

(ب) تبدیل آنها به سایز و اندازه دلخواه.

(ج) در صورت لزوم متوقف کردن فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی در آنها.

۱ پاک کردن (Cleaning)

شامل جدا کردن آلودگیها و مواد زائد خارجی مثل سنگ، حشرات، شاخه و برگ گیاهان است و به دو روش خشک و مرطوب انجام می‌گیرد.

فرایندهای خشک شامل استفاده از جداکننده‌های هوایی (Air Classifier) (سیستمی که اشیای خارجی را با دمیدن هوا حذف می‌کند)، سنگ‌زدایی و سینی‌های لرزان می‌باشد. فرایندهای مرطوب یا به عبارتی شستن مواد، شامل استفاده از اسپری‌های آب پر فشار، شناورسازی، تانک‌های اختلاط و کانالهایی برای دور ریختن مواد زائد که روی سطح آب جمع شده‌اند می‌باشد.

۲ دسته‌بندی و درجه بندی (Grading and Sorting)

به فرایندهایی گفته می‌شود که با اهداف زیر انجام می‌گیرند:

(۱) جدا کردن میوه و سبزیجات خراب یا آسیب دیده از جریان فرآوری به منظور کنترل کیفیت.

(۲) دسته بندی مواد بر اساس سایز، وزن و یا رنگ آنها برای فرآوری بیشتر. دسته‌بندی و درجه‌بندی، هم می‌تواند

بصورت دستی توسط اوپراتورهای ماهر انجام شود که محصولات را بر اساس وضعیت ظاهری جدا می کنند و هم می تواند با استفاده از تجهیزات تخصصی صورت پذیرد.

🌀 پوست گیری (Peeling)

یک مرحله مهم در فرآوری اغلب میوه ها و سبزیجات مانند گوجه فرنگی، سیب زمینی، چغندر، هویج، سیب و هلو می باشد. هدف از پوست گیری جدا کردن پوست میوه ها به صورتی است که در حد امکان کمترین میزان ضایعات از قسمتهای قابل استفاده میوه را به همراه داشته باشد.

🌀 غلاف گیری (Shelling)

برای اغلب میوه ها و سبزیجات، جدا کردن بخش های زائد مثل غلاف، دم، هسته و ساقه پیش از شروع فرایندهای جلوگیری از فساد (Preservation) ضروری می باشد.

🌀 هسته گیری (Pitting)

یک مرحله رایج در آماده سازی میوه هایی چون گیلاس، هلو، زردآلو، آلو و غیره می باشد. بطور کلی، برای هسته گیری میوه را در یک محفظه مخصوص یا روی سوراخ هایی می گذارند که با ضربه سریع یک پیستون، هسته آنها خارج می شود. برای بعضی از میوه ها، بویژه هلو، با استفاده از روش های مکانیکی که میوه را به دو نیم تقسیم می کنند، هسته را خارج می نمایند. برای میوه هایی که دارای تخمدان هستند مثل سیب و گلابی معمولاً به این روش عمل می شود که کاملاً بخش مرکزی میوه با ابزار مناسب خالی شده و حفره ای درون آن ایجاد می شود.

🌀 خرد کردن

در مورد برخی از میوه ها و سبزیجات ضمن آماده سازی لازم است که از نظر سایز و شکل هم تغییراتی روی آنها ایجاد شود (Size Reduction). رایج ترین روش خرد کردن میوه همان برش زدن (cutting) است، که یک تیغه دوار و یک سری خردکن های ثابت، محصول نهایی را به شکل دلخواه (خلال، مکعب، ورقه ای و غیره) تبدیل می کنند.

🌀 آنزیم بری یا بلانچینگ (Blanching)

آخرین مرحله از آماده سازی مواد خام برای تقریباً همه انواع سبزیجات و اغلب میوه ها محسوب می شود. مهمترین اهداف این مرحله عبارتند از: (۱) غیرفعال کردن آنزیم هایی که می توانند باعث تغییر رنگ و یا ایجاد تغییرات نامطلوب در عطر و طعم میوه شوند و (۲) از بین بردن هر نوع فرایند حیاتی، مخمر و کپک که ممکن است در محصول وجود داشته باشد. علاوه بر این بلانچینگ کمک می کند محصولات فشرده تر شده و پر کردن آنها در ظروف بسته بندی بهتر صورت بگیرد.

✓ ۱-۲ تهیه کنسرو میوه و سبزیجات

در روش کنسروسازی، میوه و سبزیجات را استریلیزه نموده و در ظروف در بسته و درزبندی شده نگهداری می کنند تا از بروز آلودگی های میکروبی جلوگیری شود. یک فرایند کنسروسازی ابتدایی، شامل پنج مرحله است:

۱- پر کردن ظروف (Filling)

۲- خارج کردن هوا (Exhausting)

۳- درزبندی (Sealing)

۴- استریلیزاسیون حرارتی (Heat Sterilization)

۵- خنک کردن (Cooling)

پس از آنکه میوه ها و سبزیجات مرحله آماده سازی مواد خام را پشت سر گذاشتند، داخل ظروفی که معمولاً از جنس شیشه و یا فلز هستند پرمی شوند. بخش عمده مرحله پر کردن بطور مکانیکی انجام می شود ولی در موارد خاص که چیدمان بخصوصی مورد نظر است، به روش دستی هم انجام می شود.

وقتی ظروف درزبندی شدند، محصولات درون ظروف در معرض استریلیزاسیون حرارتی قرار می گیرند، فرایندی که میکروارگانیسمهای درون محصولات را با استفاده از حرارت از بین می برد. دما و مدت حرارت دهی هم به نوع محصول و هم به اندازه ظروف بستگی دارد.

کنسرو کردن اسپتیک (Aseptic Canning) هم یک روش دیگر برای کنسرو کردن است که برای محصولات مایع و یا نیمه مایع (مثل غذای کودک، سوپ و رب گوجه فرنگی) بکار می رود. در کنسرواسیون اسپتیک، مواد غذایی ابتدا بطور جداگانه استریلیزه و خنک می شوند و سپس در یک محیط استریلیزه داخل ظروف استریلیزه پر می شوند.

✓ ۱-۲-۱ فرایندهای حرارتی

علاوه بر بلانچینگ و استریلیزاسیون حرارتی، فرایندهای متعدد دیگری نیز هستند که در عمل آوری میوه و سبزیجات بکار می روند و بر پایه بکارگیری حرارت عمل می کنند. از جمله مهمترین فرایندهای حرارتی می توان به تبخیر، پاستوریزاسیون، خشک کردن و نم زدایی و نیز سرخ کردن اشاره نمود که از این میان فرایندهای خشک کردن مواد و سرخ کردن از محدوده تعریف این سند خارج است و در این مبحث به آنها پرداخته نخواهد شد.

☞ در فرایند تبخیر (Evaporation)، با استفاده از حرارت، آب موجود در پالپ میوه و سبزیجات گرفته می شود تا

محصولاتی با غلظت بالاتر بدست آورند. فرایند تبخیر یا به عبارتی تغلیظ محصولات از طریق جوشاندن، به طور عمده برای تولید رب و سس گوجه و نیز کنستانتره آب میوه و سبزیجات بکار می‌رود.

❁ پاستوریزاسیون (Pasteurization) یک روش حرارتی ملایم است که برای مایعاتی مثل آب میوه و سبزیجات بکار می‌رود. در این فرایند، مایعات را برای مدت مشخصی تا دمایی کمتر از 100°C حرارت می‌دهند تا میکروارگانیسمهای پاتوژنیک آنها از بین برود.

❖ ۲-۲-۲ فرایندهای جداسازی مکانیکی

فرایندهای مکانیکی جداسازی برای میوه و سبزیجات بطور عمده شامل جداسازی مایعات از مایعات و یا مایعات از جامدات است که با استفاده از ابزارهای مکانیکی انجام می‌شود و بیشتر در تولید آب میوه و کنستانتره کاربرد دارد.

❁ افشردن (Expression) مکانیکی

فرایندی است که بطور گسترده برای استخراج آب میوه تحت فشار بکار می‌رود و با تخریب دیواره‌های سلولی آب میوه را استخراج می‌کند. فرایند افشردن با استفاده از دستگاههای پرس بصورت پیوسته یا غیر پیوسته انجام می‌شود.

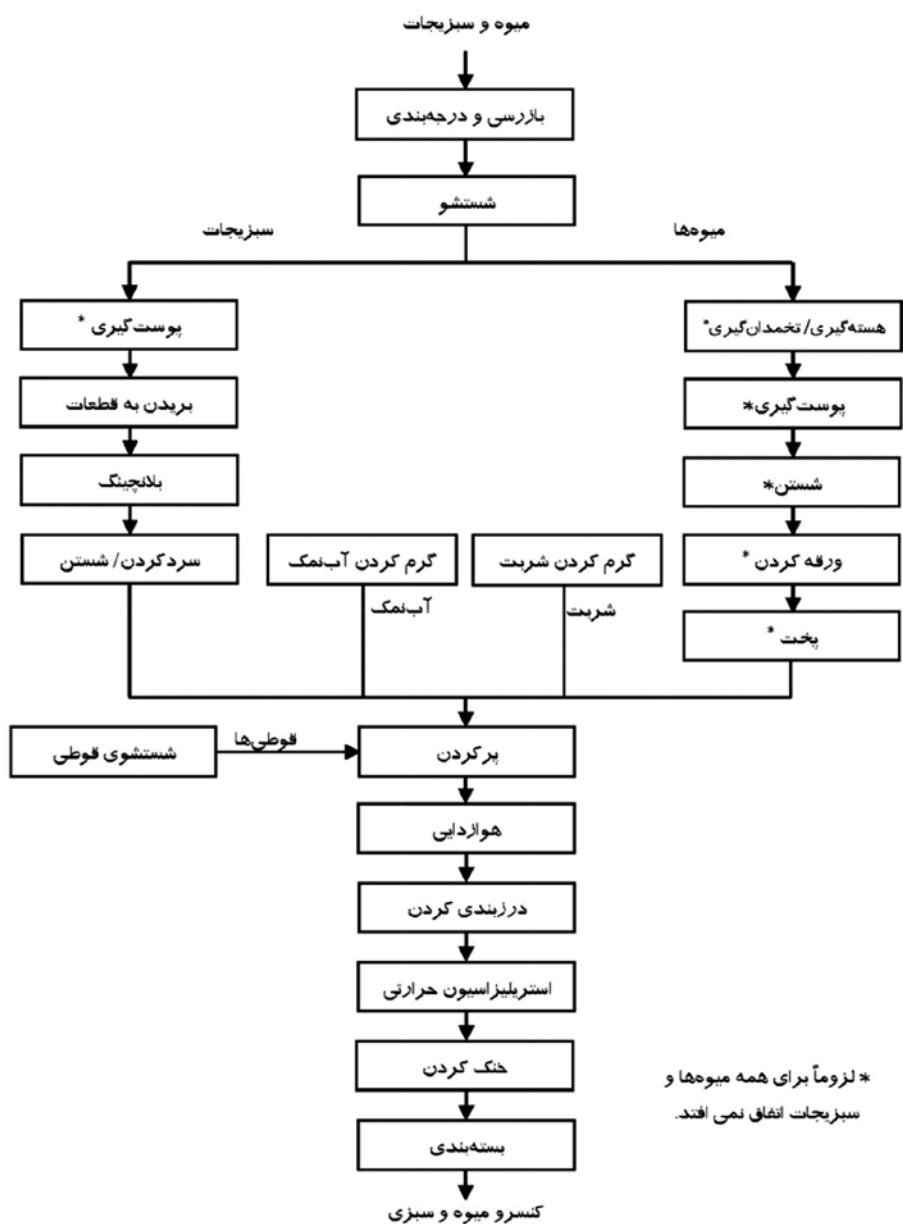
❁ تغلیظ غشایی

در تغلیظ غشایی، آب از طریق غشای نیمه تراوا و تحت تأثیر نیروی فشار از ذرات جامد آب میوه جدا می‌شود. از آنجا که تغلیظ غشایی احتیاج به تغییر فاز ندارد (بر خلاف روش‌های سنتی تبخیر) این روش به عنوان یک تکنیک کاملاً مؤثر از نظر مصرف انرژی در تغلیظ آب میوه و سبزیجات مطرح شده است.

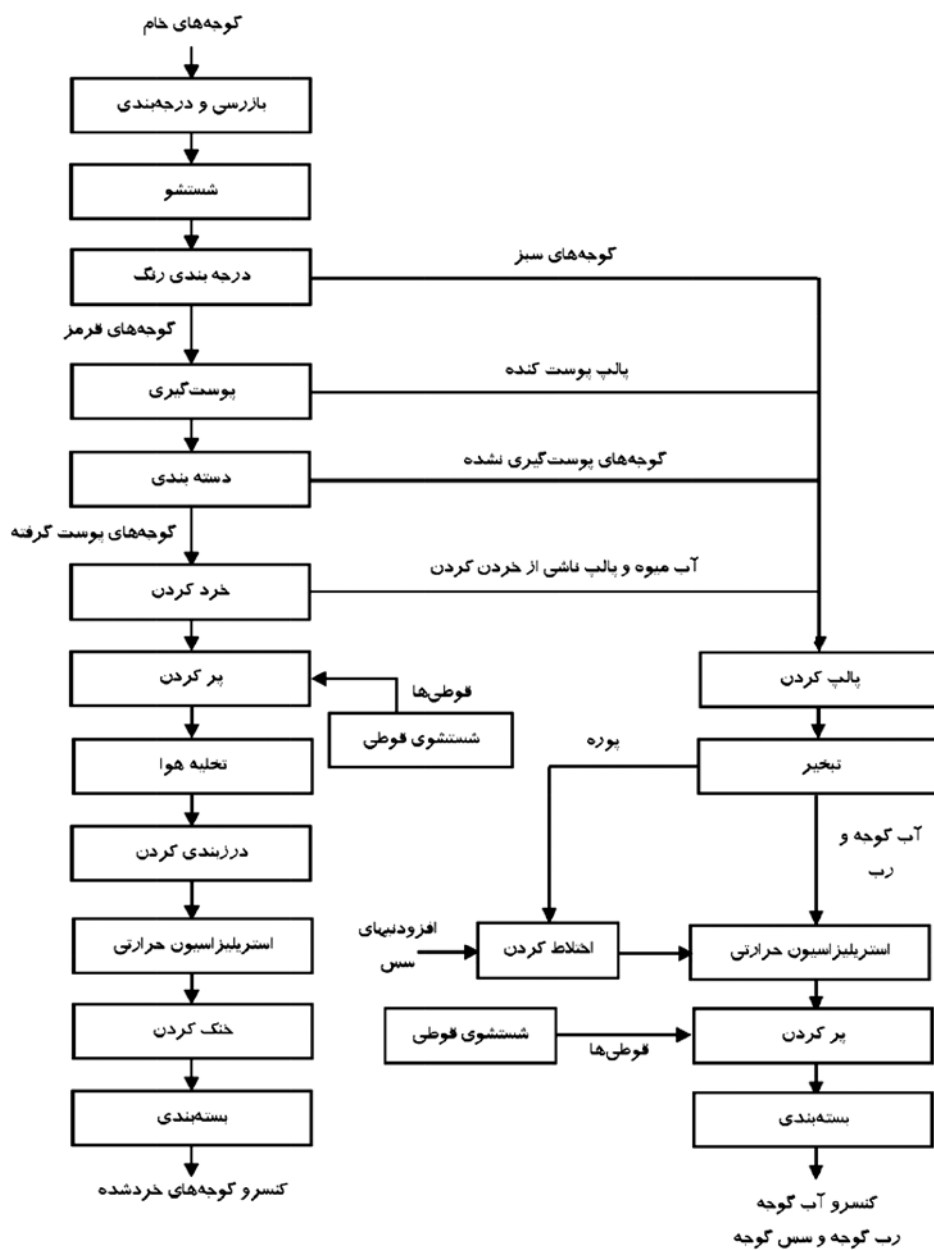
❖ ۳-۲-۱ سرمایش و انجماد

سیستم‌های سرمایش در صنایع کمپوت و کنسرو برای تولید آب سرد به منظور تأمین برودت مورد نیاز فرایند بکار می‌رود. ذخیره‌سازی سرد، شامل ذخیره محصولات در سالن‌های با دمای پایین است که در مراحل مختلف فراوری میوه و سبزیجات مورد نیاز خواهد بود. بعد از چیدن میوه‌ها و سبزیجات (نظیر سیب، پیاز، و سیب زمینی) در سردخانه نگهداری می‌شوند تا از رسیدن آنها جلوگیری شود و کیفیت آنها حفظ شود.

نمونه‌ای از فرایندهای معمول در صنعت کنسرو میوه و سبزیجات در دیاگرام شکل ۱ نمایش داده شده است. در شکل ۲ نیز نمونه‌ای از جریان تولید ترکیبی محصولات مختلفی همچون کنسرو گوجه، کنسرو آب گوجه، رب و سس گوجه نمایش داده شده است.



شکل ۱. دیاگرام مراحل تهیه کمپوت و کنسرو میوه و سبزیجات



شکل ۲. دیاگرام مراحل تولید ترکیبی رب و سس گوجه فرنگی به همراه کنسرو گوجه

✓ ۱-۲-۴ فرآوری کنسرو ماهی و آبزیان

تهیه کنسرو ماهی و سایر آبزیان را می توان به سه مرحله اصلی تقسیم نمود: عملیات مقدماتی، فرآوری و عملیات نهایی.

🔗 عملیات مقدماتی

این مرحله، با دریافت مواد خام از ماشین های حمل مواد آغاز می شود. وقتی مواد خام بصورت منجمد دریافت می شوند لازم است پیش از ادامه عملیات، فرایند یخزدایی صورت بگیرد. در واقع، هدف از این مرحله آنست که مواد به یک دمای مناسب برای برش زدن برسند.

بعد از شستشو، ماهی ها برای پخت فرستاده می شوند. از سوی دیگر، مواد افزودنی مانند روغن، سرکه، ادویه جات، گوجه و غیره در یک تانک حرارت دهی (در دمای $80-90^{\circ}\text{C}$) به سس اضافه می شوند و این مخلوط پس از آماده شدن به بخش پر کردن ظروف فرستاده می شود.

🔗 فرآوری

پخت مواد، اساسی ترین مرحله فرایند است که می تواند بافت، رنگ و محتوای رطوبت مواد را تغییر دهد. در این مرحله، مواد خام در فشار محیط و با دمای $90-100^{\circ}\text{C}$ در محلول آب نمک و یا در حمام بخار پخته می شوند. هدف اصلی از پخت مقدماتی ماهی، نرم کردن بافت ماهی و آماده کردن آن برای پر کردن در بسته مورد نظر می باشد. هنگام پخت، آب اضافی عضلات ماهی حذف می شود و عضلات کمی جمع شده، محل اتصال آنها به استخوان ضعیف شده و جدا کردن آنها آسانتر می شود. در انتها نیز باید مقداری آب سرد روی ماهی پاشیده شود.

پس از سرد شدن ماهی، سینی های محتوی ماهی وارد قسمت تمیز کردن و حذف زواید می شود و ماهی را آماده برش و قطعه بندی می کنند.

برای پر کردن ماهی در قوطی ها، ماشین های تخصصی ویژه ای طراحی شده که در آنها اول قطعات ماهی و بعد فاز مایع وارد می شود. اما در بیشتر واحدهای کنسرو سازی حتی در کشورهای پیشرفته صنعتی پر کردن دستی ترجیح داده می شود.

🔗 عملیات نهایی

بعد از پر کردن قوطی ها، ظروف تحت خلأ دربندی می شود تا از تغییر حالت آنها به سبب افزایش فشار در حین مرحله استریلیزاسیون جلوگیری شود. پس از آن فرایند حرارتی استریلیزاسیون در اتوکلاو انجام می گیرد تا

میکروارگانیزمها را از بین برده و یا غیر فعال سازد.

سپس قوطی‌ها با عبور از دوش آب سرد بتدریج خنک می‌شوند تا از شوک حرارتی و یا افت فشار شدید جلوگیری شود. در شکل ۳، جریان تولید کنسرو ماهی نمایش داده شده است.



شکل ۳ مراحل تهیه کنسرو ماهی

✓ ۲ آشنایی با فرایند تولید کنسانتره و آبمیوه

آب میوه‌ها را از نظر روش تهیه می‌توان به دو گروه کلی تقسیم نمود:

۱- آب میوه تازه که مستقیماً و به روش مکانیکی از میوه استخراج می‌شود.

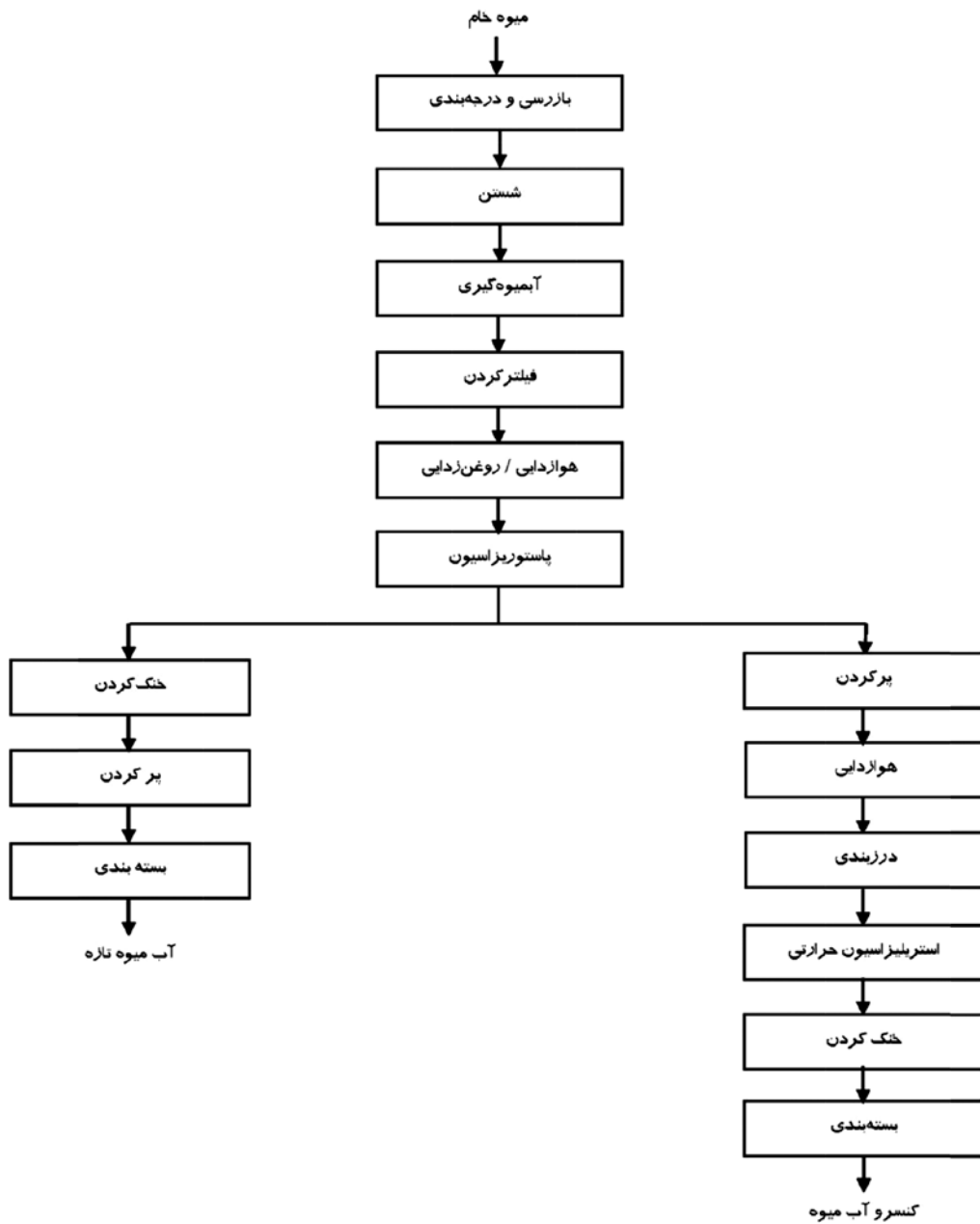
۲- آب میوه از کنسانتره که با افزودن آب به کنسانتره آب میوه و تنظیم غلظت آن تهیه می‌شود.

روند متداول فراوری آب میوه‌های کنسرو شده (آب میوه‌هایی که درون قوطی بسته‌بندی می‌شوند) در شکل ۴ نمایش داده شده است. پس از بازرسی، دسته‌بندی و شستشوی میوه‌ها، با استفاده از روش‌های مکانیکی و متدهای استخراج، آب میوه بدست می‌آید. معمولاً آب میوه را برای حذف ذرات ناخواسته پالپ، فیلتر می‌کنند و برای خارج کردن اکسیژن اضافی نیز هوازدایی انجام شده و در صورت لزوم روغن‌گیری هم صورت می‌گیرد. در مرحله بعدی آب میوه را بصورت پیوسته پاستوریزه می‌کنند.

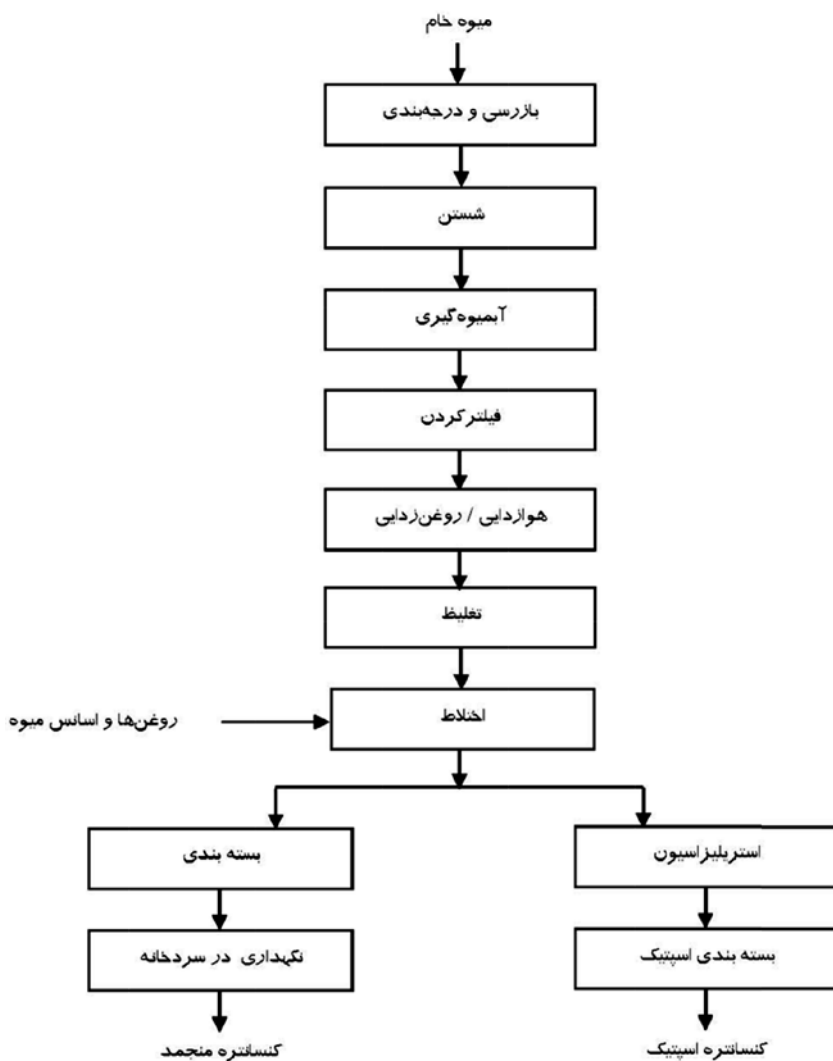
برای تولید آب میوه تازه (با زمان ماندگاری محدود)، آب میوه پاستوریزه را بلافاصله خنک نموده و درون ظروف بسته‌بندی پرمی‌کنند. برای تولید آب میوه کنسرو شده (که ماندگاری بیشتری دارد) آب میوه پاستوریزه شده به صورت گرم درون ظروف ریخته شده و بلافاصله هواگیری و درزبندی ظروف انجام شده و پس از استریلیزاسیون و خنک نمودن، آنها را برای بسته‌بندی نهایی ارسال می‌نمایند.

کنسانتره آب میوه با حذف آب موجود در آب میوه و افزایش بریکس آن بدست می‌آید. شکل ۵ یکی از روشهای رایج تهیه کنسانتره را نشان می‌دهد. این فرایند تا مرحله تغلیظ مشابه تهیه کنسرو آب میوه است. پس از مرحله هوازدایی و روغن‌گیری، آب میوه را تغلیظ می‌کنند که این کار را می‌توان با روشهای مختلفی از جمله استفاده از تبخیرکننده‌ها، تغلیظ غشایی و یا تغلیظ به روش انجماد انجام داد.

در فرآیند تولید کنسانتره، به روش تبخیر، در نهایت، اسانس جدا شده از میوه به آن اضافه می‌شود. پس از آن، محصول کنسانتره را در ظروف مناسب بسته‌بندی نموده و بصورت منجمد نگهداری می‌کنند. در صورتیکه محصول نهایی بصورت اسپتیک بسته‌بندی شود می‌توان آن را در دمای محیط نگهداری کرد.



شکل ۴ دیاگرام کلی فرایند تهیه آب میوه



شکل ۵ دیاگرام کلی فرایند تهیه کنسانتره

✓ ۱-۲ فرایندهای حرارتی

از جمله مهمترین فرایندهای حرارتی که در تولید آب میوه و کنسانتره بکار می‌روند می‌توان به تبخیر و پاستوریزاسیون اشاره نمود.

در تبخیر (Evaporation)، با استفاده از حرارت، آب موجود در پالپ میوه و سبزیجات گرفته می‌شود تا محصولاتی با غلظت بالاتر بدست آید. فرایند تبخیر، یا به عبارتی تغلیظ محصولات از طریق جوشاندن، به طور عمده برای تولید رب و سس گوجه و نیز کنسنتره آب میوه و سبزیجات بکار می‌رود. انواع بسیار مختلفی از تبخیرکننده‌ها وجود دارند. دو نمونه از آنها که در کارخانجات مدرن بکار گرفته می‌شود شامل تبخیرکننده‌های با فیلم ریزان و تبخیرکننده‌های با گردش اجباری می‌باشند.

در تبخیرکننده‌های با فیلم ریزان جریان مایع به واسطه گراویده خود در سطح داخلی لوله‌های یک مبدل پوسته و لوله پایین می‌ریزد و توسط جریان بخار گرم می‌شود. اما در تبخیرکننده‌های با گردش اجباری، جریان مایع توسط یک پمپ سانتریفوژ با سرعت بالا درون یک مبدل حرارتی به گردش درمی‌آید. در این موارد نیز اغلب از بخار به عنوان سیال گرم استفاده می‌شود.

پاستوریزاسیون (Pasteurization) یک روش حرارتی ملایم است که برای مایعاتی مثل آب میوه و سبزیجات بکار می‌رود. در این فرایند، مایعات را برای مدت مشخصی تا دمایی کمتر از 100°C حرارت می‌دهند تا میکروارگانیسمهای پاتوژنیک آنها از بین بروند. برخلاف استریلیزاسیون حرارتی که همه میکروارگانیسمها را نابود می‌کند، فرایند پاستوریزاسیون نمی‌تواند میکروارگانیسمهای گرمادوست را از بین ببرد. بنابراین، محصولات پاستوریزه شده زمان ماندگاری کوتاهتری نسبت به محصولات استریلیزه دارند و باید در جای خنک و به مدت محدودی نگهداری شوند. در فرآوری میوه و سبزیجات معمولاً از پاستوریزاسیون به روش پیوسته استفاده می‌شود.

۲-۲ فرایندهای جداسازی مکانیکی

فرایندهای مکانیکی جداسازی برای میوه و سبزیجات بطور عمده شامل جداسازی مایعات از مایعات و یا مایعات از جامدات است که با استفاده از ابزارهای مکانیکی انجام می‌شود و بیشتر در تولید آب میوه و کنسنتره کاربرد دارد.

• افشردن (Expression) مکانیکی

فرایندی است که بطور گسترده برای استخراج آب میوه تحت فشار بکار می‌رود و با تخریب دیواره‌های سلولی آب میوه را استخراج می‌کند. فرایند افشردن با استفاده از دستگاههای پرس بصورت پیوسته یا غیر پیوسته انجام می‌شود.

• تغلیظ غشایی

در تغلیظ غشایی، آب از طریق غشای نیمه تراوا و تحت تأثیر نیروی فشار از ذرات جامد آب میوه جدا می‌شود. از آنجا که تغلیظ غشایی احتیاج به تغییر فاز ندارد (برخلاف روش‌های سنتی تبخیر) این روش به عنوان یک تکنیک

کاملاً مؤثر از نظر مصرف انرژی در تغلیظ آب میوه و سبزیجات مطرح شده است.

✓ ۲-۳ سرمایه‌ش و انجماد

سیستم‌های سرمایه‌ش در صنایع آبمیوه و کنسانتره، برای تولید آب سرد به منظور تأمین برودت مورد نیاز فرایند بکار می‌رود. ذخیره‌سازی سرد، شامل ذخیره محصولات در سالن‌های بادمای پایین است که در مراحل مختلف فراوری میوه و سبزیجات مورد نیاز خواهد بود.

✓ ۳ بررسی وضعیت صنایع کمپوت، کنسرو، کنسانتره و آبمیوه در ایران و جهان

کلمه کنسرو (conserve) از واژه یونانی کنسروار Conservar به معنی حفظ کردن و نگهداری گرفته شده است. در ایران معمولاً لغت کنسروسازی معادل لغت انگلیسی کینینگ Canning بکار می‌رود. امروزه علم کنسروسازی، گستردگی بسیار زیادی پیدا کرده و تنها شامل غذاهای کنسروی قوطی شده نمی‌باشد بلکه تولید غذاهای دیگری مانند مرباها، شوربجیات، انواع سس‌ها، آبمیوه‌ها و... را نیز شامل می‌شود.

اولین کارخانه کنسروسازی در ایران، در سال ۱۳۱۶ برای تولید کنسرو ماهی در بندرعباس تأسیس شد. تولید کنسرو به شکل امروزی حدود سال ۱۳۴۷ در ایران رسمیت یافت. آن زمان حدود ۲ یا ۳ برند مشخص در این حوزه در بازار حضور داشت که عمدتاً هم به مصرف خاص می‌رسید. در این سال‌ها بود که روس‌ها در شاهی سابق و قائمشهر فعلی با تعهد به تولید کنسرو خوراک لوبیا نخستین کنسروها را برای ارتش تولید کردند. شاید مرحوم استپانیان مالک برند کارون شرق را که در آن سال‌ها بهترین کنسرو خاویار-بادمجان را تولید می‌کرد باید از نخستین برندهای کنسرو در ایران برشمرد. فرمول تولید این کنسرو از روسیه وارد شده بود و این شرکت در کنار آن انواع دیگری از کنسروها را هم روانه بازار کرد. اما این برند پس از درگذشت مالک اصلی ماندگاری نداشت و کارخانه آن منحل شد. پس از آن شرکتی با نام «آتاکو» توسط شخصی به نام ابوالقاسم عظیمی تولید انواع کنسرو را با نام برند «آتاکو» شروع کرد که هنوز هم این برند در بازار حضور دارد. برند «شمشاد» هم از جمله نام‌های قدیمی تولیدات کنسرو محسوب می‌شود که شخصی به نام حاج حسن مدنی مالک آن بود. این برند هنوز هم در بازار وجود دارد. پس از گذشت چند سال و با ظهور چهره‌های جدید در عرصه تولیدات غذایی کنسروجات تقریباً بزرگان قوم از صحنه رقابت حذف شدند و برندهای صاحب‌نامی چون یک و یک، مه‌رام و چین‌چین خراسان وارد میدان شدند. چین‌چین خراسان برای نخستین بار از سوی مهندسان ایرانی که به تازگی از آمریکا بازگشته بودند در مشهد راه‌اندازی شد. برادران قدس طینت شرکت تولیدات کنسروی مدرنی را راه‌اندازی کردند و پس از آن هم برند یک و یک، مه‌رام و سپس بهروز، دلپذیر، اروم‌آدا، کاله و سایرین هم وارد این عرصه شدند.

بر اساس اطلاعات دفتر آمار و فراوری داده‌های وزارت صنعت، معدن و تجارت، تعداد واحد های فعال در زمینه تولید انواع کنسروهای غیر گوشتی ۴۰۷ واحد با ظرفیت اسمی ۵۴۹۷۳۸ تن و تعداد واحدهای فعال تولید کمپوت میوه ۱۵۳ واحد با ظرفیت ۱۶۲۸۰۳ تن می‌باشد.

تعداد واحدهای دارای پروانه بهره برداری در زمینه کنسانتره و آبمیوه تا قبل از انقلاب اسلامی ایران ۶ واحد و به ظرفیت اسمی سالانه ۱۶۷۳۰ تن بوده است. در حال حاضر، تعداد واحدهای دارای پروانه بهره برداری در زمینه کنسانتره ۸۹ واحد با ظرفیت اسمی سالیانه حدود ۲۸۱۳۲۵ تن و تعداد واحدهای دارای پروانه بهره برداری در زمینه آبمیوه ۲۱۴ واحد با ظرفیت اسمی سالیانه حدود ۱۵۵۵۱۴۳ تن می‌باشند.

میزان صادرات کنسانتره و آبمیوه در سال ۸۷ حدود ۴۳۲۲۵ تن و به ارزش حدود ۲۶۹۵۳۳۸۲ دلار بوده است و میزان واردات کنسانتره و آبمیوه در سال ۸۷ حدود ۱۱۱۸۰ تن و به ارزش حدود ۱۱۴۶۷۳۶۲/۵ دلار بوده است.

صنایع کمپوت، کنسرو، کنسانتره و آبمیوه ایران، در حال حاضر با مشکلات متعددی روبرو است که به دلیل نداشتن ساختارهای منسجم و زیربنایی، پیگیری و ارزیابی پارامترهای اثرگذار در زمینه بروز این مشکلات چندان آسان نیست. مهمترین معضل موجود برای بررسی شرایط موجود، شفاف نبودن اطلاعات عملکرد کارخانجات است که ناشی از نداشتن امنیت اقتصادی واحدهای خصوصی در بازار رقابت می‌باشد.

در این بخش به بررسی مسائل و مشکلات موجود در این صنایع، از دیدگاه کارشناسان این صنعت در ایران می‌پردازیم.

❁ تغییرات فصلی

یکی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر تولید کمپوت، کنسرو، کنسانتره و آبمیوه، تغییرات فصلی در ایران است. این گروه از صنایع، به شدت، متأثر از شرایط آب و هوایی و اقلیم هستند. از آنجا که تولید میوه و سبزیجات تابع فصل است، عملکرد کارخانجات کمپوت و کنسرو میوه و سبزیجات هم اغلب فصلی است. معمولاً کارخانه‌هایی که تنوع محصولات آنها زیاد نیست در طول سال بیش از ۵ تا ۶ ماه تولید ندارند. این مسئله گردش مالی این دسته از کارخانجات را با مشکلات زیادی مواجه می‌سازد.

❁ ساختارهای مکمل

حمل و نقل نقش مهمی در تحویل مواد خام و توزیع محصولات دارد. با توجه به اینکه در کشور ما بخش عمده‌ای از جابجایی مواد اولیه و محصولات توسط حمل و نقل جاده‌ای صورت می‌گیرد افزایش قیمت سوخت تأثیر زیادی بر هزینه تولید دارد.

تورم و قیمت‌گذاری دولتی

نوسانات زیاد و ناپایداری بازار ایران در سالهای اخیر از مهمترین عوامل بروز مشکل در صنعت کمپوت، کنسرو، کنسانتره و آبمیوه بوده است. این مسئله در بخش‌های مختلف این صنعت از تهیه مواد اولیه و تولید محصول تا توزیع و فروش آن اثرگذار است. عدم ثبات بازار، تمایل به سرمایه‌گذاری در این زمینه را به شدت کاهش داده است. افزایش بی‌سابقه قیمت مواد اولیه بخصوص پس از اجرای طرح هدفمند کردن یارانه‌ها در ایران از یک سو و سیستم قیمت‌گذاری دولتی از سوی دیگر، تولید کنندگان این صنعت را با بحران مواجه ساخته است.

تکنولوژی و منابع انسانی

اغلب کارخانجات و ساختمان‌هایی که توسط کارخانه‌های جدیدالاحداث استفاده شده‌اند به همان روش قدیمی ساخته شده‌اند و معمولاً تکنولوژیهای بکار گرفته شده در آنها از رده خارج و یا با راندمان بسیار پایین هستند. در برخی از کارخانجات کوچک و یا متوسط هم از تجهیزاتی که خودشان طراحی کرده‌اند و یا همخوانی با خط تولید ندارند استفاده می‌کنند.

نیروی انسانی فعال در این صنعت نیز، غالباً آموزش کافی در راستای بهره‌وری انرژی و عملکرد سیستم ندارند و با توجه به فصلی بودن تولیدات و نامطلوب بودن شرایط اقتصادی واحدهای تولیدی، تعداد زیادی از نیروهای کار بطور موقتی و کوتاه مدت در واحدها حضور دارند و برای فصل بعد نیروهای جدید استفاده می‌شود.

مواد خام

در صنایع کمپوت، کنسرو، کنسانتره و آبمیوه، بطور معمول از میوه و سبزیجات داخلی استفاده می‌شود. مواد خام بیشترین سهم را (حدود ۷۰٪) در هزینه‌های تولید دارد و این مسئله اهمیت مواد اولیه را در تعیین قیمت نهایی محصول یادآور می‌سازد. افزایش بی‌رویه قیمت مواد خام و در بعضی موارد کاهش تولید مواد اولیه، تولید کنندگان را با مشکلات زیادی برای حفظ بازار روبرو می‌سازد.

فرهنگ تغذیه

فرهنگ تغذیه نقش بسیار مهمی در تعیین ارقام غذایی مورد استفاده مردم دارد. با وجود آنکه در سالهای اخیر ذائقه ایرانی تغییرات زیادی داشته است اما همچنان کمپوت و کنسرو در سبد کالاهای اساسی خانواده جایگاه چندانی ندارند. بخصوص مصرف کمپوت میوه و سبزیجات در مقایسه با سایر کشورهای پیشرفته بسیار پایین است.

نداشتن سیاست‌های عملکردی یکپارچه

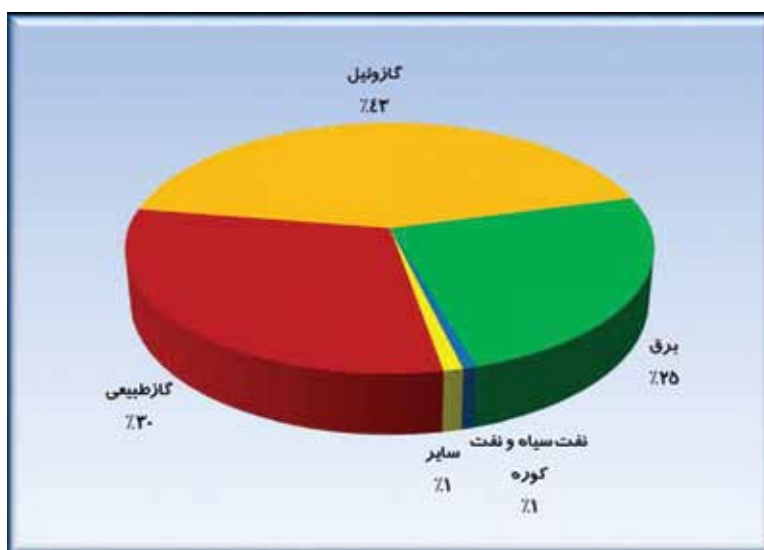
در صنایع کمپوت، کنسرو، کنسانتره و آبمیوه، بخش قابل توجهی از بازار مصرف توسط تولیدکنندگان کوچک تأمین می‌شود که کنترل و هماهنگی آنها توسط انجمن‌های صنفی و سایر ارگانهای نظارتی امکان پذیر نیست.

زیربخش‌های مربوط به صنایع کمپوت، کنسرو، کنسانتره و آبمیوه، طبق طبقه‌بندی مرکز آمار ایران، عبارتند از:

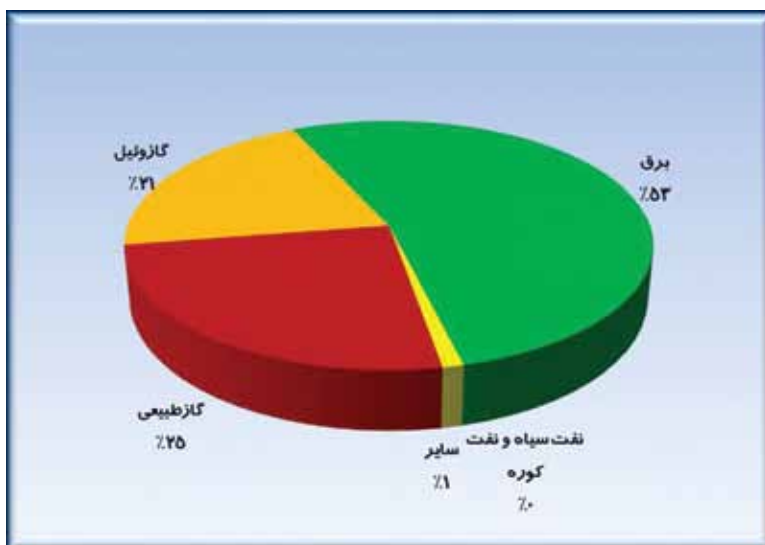
- ۱- عمل‌آوری و حفاظت ماهی و فرآورده‌های ماهی و سایر حیوانات دریایی از فساد (کد ۱۵۱۲)
- ۲- عمل‌آوری و حفاظت گوشت و فرآورده‌های گوشتی از فساد (کد ۱۵۱۶)
- ۳- عمل‌آوری و حفاظت میوه‌ها و سبزی‌ها از فساد (کد ۱۵۱۸)

باید توجه داشت، طبقه‌بندی فوق، شامل موارد و محصولات متنوعی است که بخشی از آنها شامل کمپوت، کنسرو، کنسانتره و آبمیوه می‌شود و بخشی دیگر شامل موارد دیگری هستند.

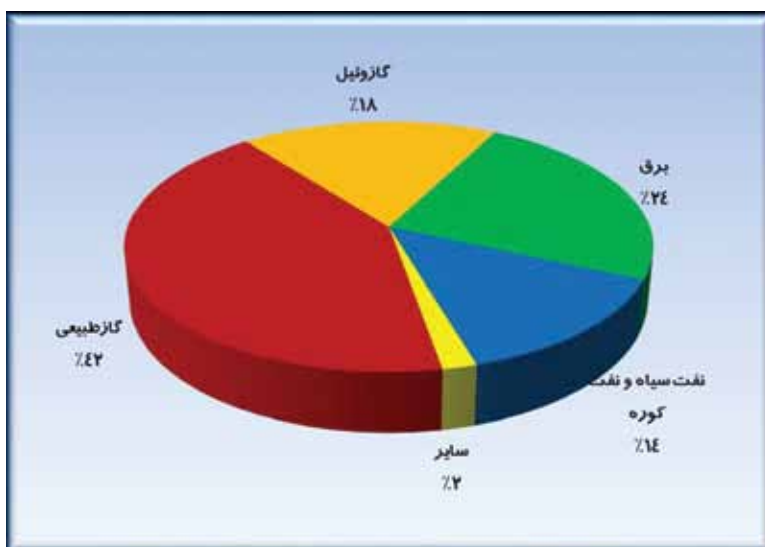
براساس اطلاعات مرکز آمار ایران، سهم مصرف انواع حامل‌های انرژی، برای هریک از دسته‌بندی‌های فوق و کل صنایع غذایی، در شکل‌های ۶ تا ۹ آورده شده است.



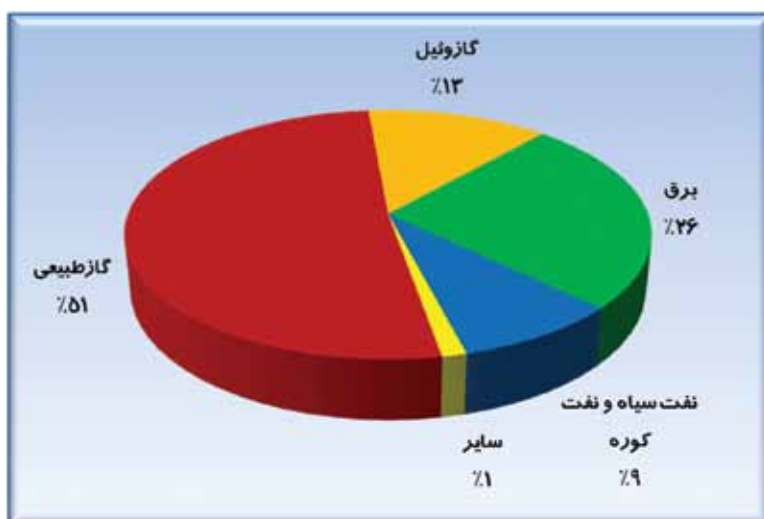
شکل ۶ سهم حامل‌های انرژی مختلف در گروه عمل‌آوری و حفاظت ماهی و فرآورده‌های...



شکل ۷ سهم حامل‌های انرژی مختلف در گروه عمل‌آوری و حفاظت گوشت و فرآورده‌های...



شکل ۸ سهم حامل‌های انرژی مختلف در گروه عمل‌آوری و حفاظت میوه‌ها و سبزی‌ها از فساد



شکل ۹ سهم حامل‌های انرژی مختلف در صنایع غذایی

مقایسه اطلاعات صنایع کمپوت، کنسرو، کنسانتره و آبمیوه ایران [۴] و آمریکا [۶] نشان می‌دهد شدت انرژی این صنایع (شدت انرژی، از تقسیم ارزش انرژی مصرفی به ارزش تولیدات به دست می‌آید و بی‌بعد می‌باشد) این صنایع در آمریکا بیش از دو برابر صنایع مشابه در ایران می‌باشد. این امر، علیرغم استفاده از فناوری‌های انرژی کارآمد در آمریکا، بیانگر قیمت‌های بسیار پایین انرژی در ایران می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱ مقایسه شدت انرژی در صنایع کمپوت، کنسرو، کنسانتره و آبمیوه ایران و آمریکا

عنوان	آمریکا (۲۰۰۴)	ایران (۱۳۸۹)		
		۱۴۱۲	۱۴۱۶	۱۴۱۸
ارزش تولیدات	18.3 میلیارد دلار	2,542,842 میلیون ریال	4,480,843 میلیون ریال	10,252,680 میلیون ریال
هزینه برق	144 میلیون دلار	8,999 میلیون ریال	24,342 میلیون ریال	37,385 میلیون ریال
هزینه سوخت	190 میلیون دلار	8,974 میلیون ریال	9,001 میلیون ریال	32,431 میلیون ریال
ارزش انرژی مصرف شده	334 میلیون دلار	17,973 میلیون ریال	33,343 میلیون ریال	69,816 میلیون ریال
شدت انرژی	0.0183	0.0071	0.0074	0.0068

✓ ۴ استاندارد معیار مصرف انرژی

✓ ۴-۱ ایندکس انرژی

در شکل ۱۰ 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.

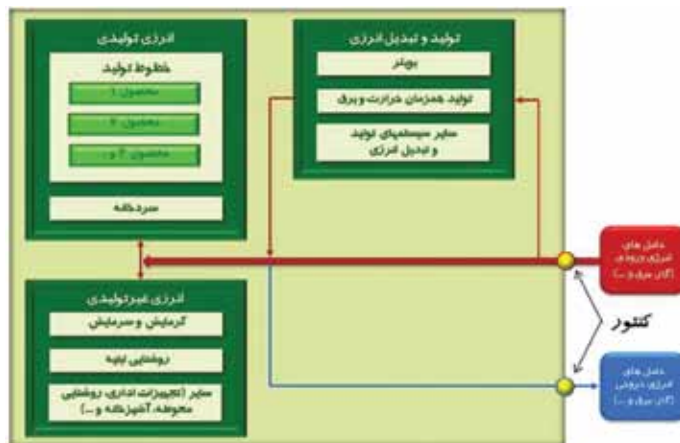
۳- مصرف حامل‌های انرژی در بخش‌های غیرتولیدی، مانند انرژی مصرفی در سیستم سرمایش و گرمایش ساختمان‌ها.

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 ۱۰ 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:

$$E_{\text{total}} = \text{انرژی مصرفی کل (واحد مورد نظر)}$$

$$E_{\text{in}} = \text{انرژی ورودی (واحد مورد نظر)}$$

$$E_{\text{out}} = \text{انرژی صادر شده (واحد مورد نظر)}$$

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

$$P_i = \text{مقدار تولید هریک از کالاها و خدمات (واحد مورد نظر)}$$

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

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

$$E_{H, \text{ref}} = \text{انرژی گرمایشی (مرجع)}$$

$$E_{C, \text{ref}} = \text{انرژی سرمایشی (مرجع)}$$

$$E_{L, \text{ref}} = \text{انرژی روشنایی (مرجع)}$$

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

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.

۶ 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 اینحالت، این میزان انرژی از انرژی کل کسر می‌شود.

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

$$\text{Power}_{GR} = \text{مجموع توان نامی کمپرسورهای سردخانه، بر حسب kW}$$

$$h_c = \text{کار کرد نامی سردخانه ثابت، بر حسب ساعت}$$

$$P_c = \text{ضریب کار کرد سردخانه ثابت، بر حسب درصد}$$

❁ یادآوری ۱

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

❁ یادآوری ۲

ضریب کار کرد 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:

$$E_{PR, ref} = e_{PR, ref} \times N_o \times h_p \times P_p$$

که در آن:

$$e_{PR, ref} = \text{مقدار ویژه انرژی مرجع برای یک سکوی شارژ، بر حسب GJ/hr}$$

$$N_o = \text{تعداد سکوهای شارژ}$$

$$h_p = \text{کار کرد نامی سکوهای شارژ، بر حسب ساعت}$$

$$P_p = \text{ضریب کار کرد سکوهای شارژ، بر حسب درصد}$$

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

❁ یادآوری ۱ کار کرد نامی سردخانه سیار، برای یکسال، معادل ۸۷۶۰ ساعت فرض می‌شود.

❁ یادآوری ۲ تعداد سکوهای شارژ و ضریب کار کرد 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 $MJ/(hr.m^2)$ (شهر مرجع)

$e_{C, ref.}$ = مقدار ویژه انرژی سرمایشی مرجع به ازای $MJ/(hr.m^2)$ (شهر مرجع)

A_i = سطح زیربنای ساختمان نوع i (واحد موردنظر)

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

HD = مدت گرمایش برحسب روز (شهر موردنظر)

CD = مدت سرمایش برحسب روز (شهر موردنظر)

HDD = روز درجه گرمایشی (شهر موردنظر)

CDD = روز درجه سرمایشی (شهر موردنظر)

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

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

❖ یادآوری ۱ انرژی گرمایشی ($EH_{Ref.}$) 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 ۲ ارائه شده است.

جدول ۲ 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
واحد‌های جدیدالاحداث	واحد‌های 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	

❁ 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.

❁ یادآوری ۱ 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:

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

که در آن:

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

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

A_i = سطح زیربنای ساختمان نوع i (واحد موردنظر)

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

D_i = روزهای بهره‌برداری از ساختمان نوع i (واحد موردنظر)

❖ یادآوری ۱ مقادیر مربوط به سطح زیربنای ساختمان‌ها، ساعت و روزهای بهره‌برداری از ساختمان‌ها (A_p, h_p, D_p)، 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 ۳ ارائه شده است.

جدول ۳ 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:

$$E_{O, ref} = (E_{H, ref} + E_{C, ref} + E_{L, ref}) / 2$$

✓ ۴-۲ معیار مصرف ویژه انرژی

✓ ۴-۲-۱ کمپوت و کنسرو

معیار مصرف ویژه انرژی انواع کمپوت و کنسرو، برای واحدهای موجود و جدیدالاحداث، در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴ مقادیر مصرف ویژه انرژی معیار برای واحدهای موجود و جدیدالاحداث - کمپوت و کنسرو

ردیف	محصولات	واحد	مصرف ویژه انرژی معیار	
			واحدهای موجود	واحدهای جدیدالاحداث
۱	رب گوجه فرنگی (فله)	Gl/ton	8.00	6.80
۲	رب گوجه فرنگی (اسپتیک)	Gl/ton	9.00	7.65
۳	بسته بندی رب گوجه فرنگی (قوطی)	Gl/ton	0.79	0.67
۴	کمپوت	Gl/ton	1.15	0.98
۵	کنسرو گوشتی	Gl/ton	12.03	10.23
۶	کنسرو غیر گوشتی	Gl/ton	9.16	7.78
۷	شوریجات	Gl/ton	1.79	1.52
۸	مریجات	Gl/ton	1.11	0.94
۹	سس مایونز	Gl/ton	0.25	0.21
۱۰	سس گوجه فرنگی	Gl/ton	1.59	1.35

✓ ۴-۲-۲ کنسانتره و آبمیوه

معیار مصرف ویژه انرژی انواع کنسانتره و آبمیوه، برای واحدهای موجود و جدیدالاحداث، در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵ مقادیر مصرف ویژه انرژی معیار برای واحدهای موجود و جدیدالاحداث- کنسانتره و آبمیوه

ردیف	محتصولات	واحد	مصرف ویژه انرژی معیار	
			واحدهای موجود	واحدهای جدیدالاحداث
۱	کنسانتره مرکبات (فله)	GJ/ton	11.33	9.63
۲	کنسانتره مرکبات (اسپتیک)	GJ/ton	13.73	11.67
۳	کنسانتره غیرمرکبات ۱- میوه‌های نرم (فله)	GJ/ton	4.96	4.21
۴	کنسانتره غیرمرکبات ۱- میوه‌های نرم (اسپتیک)	GJ/ton	6.01	5.11
۵	کنسانتره غیرمرکبات ۲- میوه‌های گوشتی (فله)	GJ/ton	6.80	5.78
۶	کنسانتره غیرمرکبات ۲- میوه‌های گوشتی (اسپتیک)	GJ/ton	8.01	6.81
۷	بسته بندی انواع کنسانتره	GJ/ton	0.59	0.50
۸	پوره هسته دار (فله)	GJ/ton	2.79	2.37
۹	پوره هسته دار (اسپتیک)	GJ/ton	3.57	3.04
۱۰	پوره بدون هسته (فله)	GJ/ton	3.10	2.64
۱۱	پوره بدون هسته (اسپتیک)	GJ/ton	3.97	3.37
۱۲	بسته بندی انواع پوره	GJ/ton	0.59	0.50
۱۳	انواع آبمیوه تازه (دوی پک)	GJ/ton	1.71	1.45
۱۴	انواع آبمیوه تازه (قوطی)	GJ/ton	2.30	1.96
۱۵	انواع آبمیوه تازه (پاکتی کوچک)	GJ/ton	2.01	1.71
۱۶	انواع آبمیوه تازه (پاکتی بزرگ)	GJ/ton	0.71	0.60
۱۷	انواع آبمیوه تازه کاردار (بطری)	GJ/ton	1.18	1.01
۱۸	انواع آبمیوه (دوی پک)	GJ/ton	1.13	0.96
۱۹	انواع آبمیوه (قوطی)	GJ/ton	2.09	1.77
۲۰	انواع آبمیوه (پاکتی کوچک)	GJ/ton	1.33	1.13
۲۱	انواع آبمیوه (پاکتی بزرگ)	GJ/ton	0.47	0.40
۲۲	انواع آبمیوه کاردار (بطری)	GJ/ton	1.42	1.21
۲۳	انواع آبمیوه کاردار (قوطی)	GJ/ton	2.35	2.00
۲۴	انواع شربت	GJ/ton	0.42	0.36
۲۵	انواع آروما	GJ/ton	0.00	0.00

✓ ۵ مدیریت انرژی در صنعت

✓ ۵-۱ 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 ارایه 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.

✓ ۵-۲ 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.

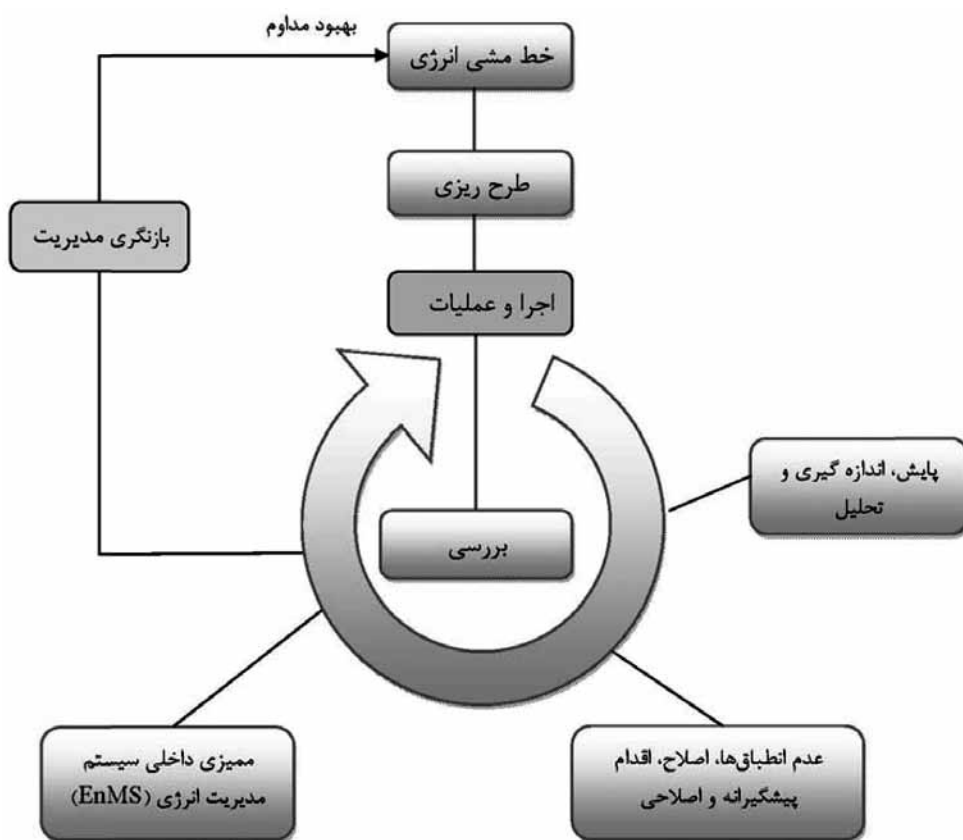
در بیشتر مواقع، روش‌های مدیریت بحران، تنها باعث بهبودهای کوتاه مدت می‌شود. بهبود مستمر و بلند مدت در بهره‌گیری از انرژی، تنها زمانی تحقق پیدا می‌کند که مدیریت انرژی به عنوان بخشی از سیستم مدیریت در ساختار سازمان مورد توجه قرار گیرد. به این منظور، تعیین و تعریف الزامات مدیریت انرژی در قالب آیین‌نامه یا 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 (ISO50001، بند ۳-۹) [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 Plan-Do-Check-Act (PDCA) 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

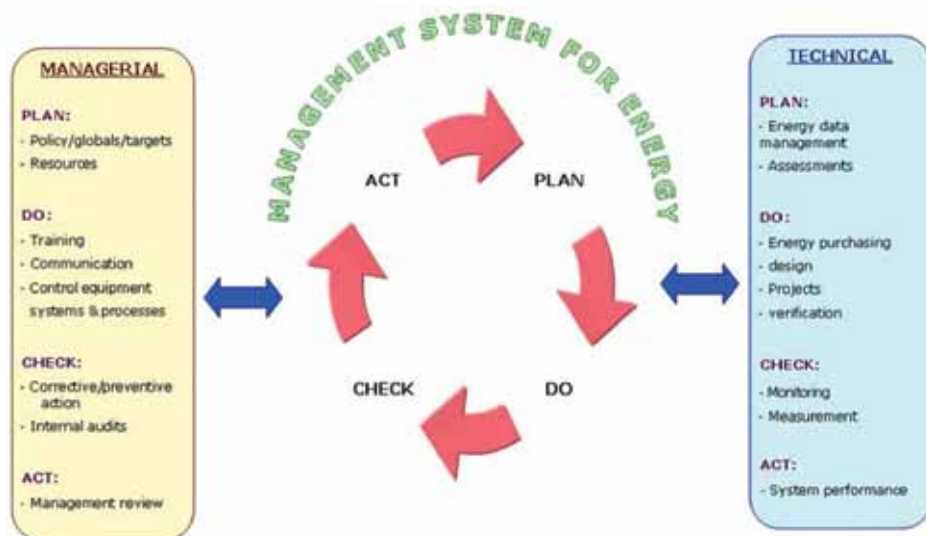
عدم پذیرش، پس از مرحله Check انجام می‌شود. مدل سیستم مدیریت انرژی، در ISO50001، طبق شکل ۱۱ می‌باشد [۳]. همانطور که در این شکل مشخص شده است، فرایند سیستم مدیریت انرژی از سیاستگذاری و برنامه‌ریزی در بخش انرژی شروع می‌شود (Plan). سپس فرایند استقرار انجام می‌شود (Do). مرحله بعد، شامل فرایند بازرسی سیستم 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 ۱۱ 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 ۱۲ این دو بخش 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 ۱۲ 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 متر برای حاملهای انرژی در یک سازمان کوچک تا سیستمهای کامل پایش و اندازه‌گیری مجهز به نرمافزارهای کاربردی با توانایی ترکیب دادهها و تحلیل خود کار 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)

✓ ۶ راهکارهای صرفه‌جویی انرژی

در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی در این صنایع، 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.

✓ ۶-۱ راهکارهای بدون هزینه

✓ ۶-۱-۱ 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 ۱۰ میلیون ریال تا ۲۰۰ میلیون ریال صرفه‌جویی مالی به دنبال دارد.

✓ ۶-۲ راهکارهای کم هزینه

✓ ۶-۲-۱ افزایش بازایافت کندانس

یکی از بخش‌های مهم سیستم تولید و توزیع بخار، سیستم بازیافت 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)
۲.۵	۲.۵

❖ ۶-۲-۲ 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 نشتی 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:

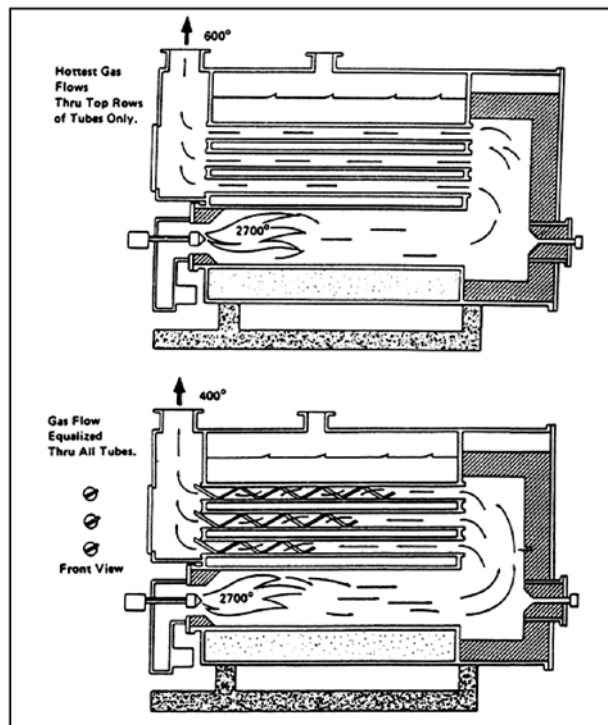
- ❖ کاهش نشتی در سیستم
 - ❖ کاهش اتلاف حرارت هدایتی از سیستم
 - ❖ بهبود راندمان بویلر
 - ❖ کاهش میزان رسوب و خوردگی اکسیژن
 - ❖ کاهش فرسایش شیرهای کنترل
 - ❖ بهبود پایداری شیر کنترل در بارهای پایین
- با توجه به منافع حاصل از انجام چنین طرحی در سیستم تولید بخار کارخانه، حداقل صرفه جویی در مصرف سوخت حدود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

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

✓ ۶-۳ آشفته سازها

آشفته سازها 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. آشفته سازها می‌توانند به اشکال مختلف از قبیل فولاد کویل شکل یا مارپیچ باشند. در شکل ۱۳، مقایسه‌ای بین بویلرهای دارای آشفته ساز و بدون آشفته ساز انجام شده است.

بالاترین امتیاز آشفته سازها 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 آشفته سازها بررسی شود.



شکل ۱۳ بکارگیری آشفته سازها 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 توجه اقتصادی خوبی دارد و نسبت به سایر راهکارها اولویت دارد. نصب این اجزا در دیگ‌ها با یک یا دو پاس و سطح تبدلی 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

مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)	درصد صرفه‌جویی انرژی کل
۳.۵	۲.۳

✓ ۶-۲-۴ 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 ۶ نشان داده شده است [۲].

جدول ۶ 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 صرفه جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۱.۳	۲.۵

❖ ۵-۲- بهینه سازی مصرف انرژی در واحد بخار با بکارگیری کنترل دور بر روی فن بویلر

از آنجائیکه اکثر سیستمها، بیشتر اوقات، زیر ظرفیت اسمی خود کار می کنند، روشهای مختلف کاهش دبی خروجی و تطبیق آن با تقاضا بوجود آمده است. دمپرها، خفه کن ها، سیستم های گردش مجدد و شیرهای جبران فشار، که اغلب مورد استفاده قرار می گیرند، پراتلاف می باشد. کاهش سرعت بار نظیر فن ها و پمپها روش بسیار بهینه تری برای دسترسی به همان نتیجه می باشد. با توجه به اینکه با کنترل سرعت پمپ یا فن می توان مقدار فشار پمپ و یا فلوی هوای فن را تنظیم نمود، می توان کنترل کننده مکانیکی را حذف کرده و به این ترتیب انرژی مصرفی الکتروموتور را کاهش داد. در سیستم های دور متغیر مقدار سرعت می تواند از صفر تا صد در صد مقدار نامی تنظیم شود [۲].

درصد صرفه جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۱.۳	۲.۵

❖ ۳-۶ راهکارهای پرهزینه

❖ ۱-۳-۶ کنترل احتراق (تنظیم هوای اضافی)

یکی از دلایل افت راندمان در بویلرهای صنعتی، احتراق ناقص سوخت آن ها می باشد. به عبارت دیگر، اگر میزان هوای مصرفی برای احتراق کمتر از مقدار مورد نیاز برای احتراق کامل باشد، راندمان بویلر کاهش می یابد. جهت اطمینان از رسیدن به احتراق کامل و حصول وضعیت مساعد دود کش، باید از هوای اضافی استفاده نمود. بهینه ترین میزان هوای اضافی برای رسیدن به حداکثر راندمان بویلر، زمانی حاصل خواهد شد که مجموع افت های 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 می کند. می توان با انجام تست های مختلف و با نسبت های مختلف هوا به سوخت، نسبت بهینه هوای اضافی را بدست آورد.

تنظیم نسبت هوا به سوخت از مهمترین تنظیمات در تأسیسات تولید بخار (بویلر) می باشد. 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 می گردد. البته تنظیم نسبت هوا به سوخت در مشعل های یک مرحله ای و دو مرحله ای به مراتب از مشعل های تنظیم شونده ساده تر می باشد.

در احتراق ایده آل سوخت به صورت احتراق کامل می سوزد یعنی نسبت هوا به سوخت برابر نسبت استوکیومتری ترکیب می باشد. اما در واقعیت برای احتراق کامل سوخت نیاز به هوای اضافی می باشد 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 مسئول 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)
۱۰۲	۶٫۸

✓ ۶-۳-۲ کنترل آب زیرکش

مواد جامد نامحلول و معلق در آب ورودی به بویلر می تواند روی سطوح انتقال حرارت نشست 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 زیر کش (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 زیر کش کردن مشکل می باشد. با این وجود، با حداقل نمودن اتلاف انرژی از آب زیر کش یک بویلر، می توان به ۲ تا ۵ درصد صرفه جویی سوخت رسید.

زیر کش کردن بیش از حد نیز باعث اتلاف انرژی و افزایش هزینه تصفیه آب و اتلاف آب خام می شود. در بیشتر واحدهای بویلر، زیر کش کردن بیش از حد رخ می دهد. زیرا اپراتورها سعی می کنند که در شرایط عملیاتی امن تری قرار بگیرند. یک روش، که روش غیر کارشناسانه ای نیز می باشد انجام عمل زیر کش با باز کردن یک شیر دستی می باشد، بطوریکه اجازه داده شود مقدار نامشخصی از آب خارج گردد. بجای این کار، می توان به روش معقول تری زیر کش را کنترل کرد. در این روش، با نظارت بر شرایط موجود در آب و میزان زیر کش آب، شرایط آب داخل بویلر کنترل می شود [۱].

اگر نیاز به زیر کش به صورت متناوب می باشد باید شیر زیر کش را برای چند ثانیه باز کرد و تأثیر آن بر روی مقدار TDS موجود در آب بوسیله اندازه گیر TDS مشاهده کرد. این کار باید آنقدر تکرار شود تا میزان TDS به مقدار قابل قبولی برسد. اندازه گیر TDS در بویلرهای بخار، اثرات زیر کش را به سرعت نشان می دهد. زیرا TDS به شدت در یک فضای محدود به گردش در می آیند.

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

درصد صرفه جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۱.۲	۵.۸

☑ ۳-۳-۶ بهینه سازی 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 می شود. به همین دلیل، توجه به روشنایی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بهینه سازی 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 می باشند، از فناوری نیمه هادی ها استفاده می کنند. این منابع دارای خواص منحصر بفردی نظیر راندمان بالا (که سرعت در حال افزایش نیز هست)، امکان هدایت دقیق نور، طول عمر بسیار بالا، عدم وجود مواد خطرناک برای محیط زیست، و کیفیت نور مناسب می باشند. پیشبینی می گردد تا این منبع روشنایی در آینده جایگزین تمام منابع روشنایی دیگر گردد و در این بخش نیز بر روی بهینه سازی 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)
۲.۴	۵.۸

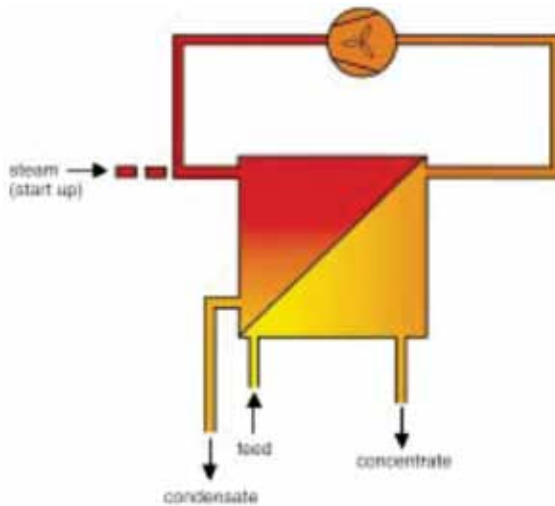
✓ ۴-۳-۶ بهینه سازی مصرف انرژی در بخش کمپرسورهای تبرید و سردخانه ها

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:

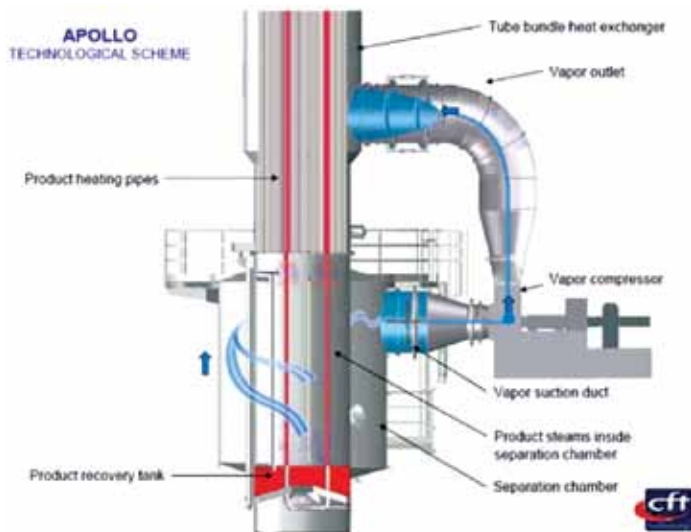
- ۱- استفاده از کمپرسور رانده‌مان بالا بجای کمپرسور رفت و برگشتی موجود که می‌تواند حداقل ۳۰ تا ۵۰ درصد صرفه‌جویی به همراه داشته باشد. استفاده از کمپرسورهای سانتریفیوژ سرعت بالا با یاتاقان‌های مغناطیسی به همراه VSD می‌تواند بهترین گزینه باشد و یا کمپرسورهای اسکرو می‌تواند گزینه دوم باشد.
- ۲- استفاده از VSD جهت اواپراتور و کندانسور نیز می‌تواند حدود ۲/۵ درصد صرفه‌جویی به همراه داشته باشد.
- ۳- استفاده از شیر انبساطی الکترونیکی به همراه سیستم کنترل مناسب جهت استفاده از تغییرات دما و رطوبت می‌تواند حدود ۲۰ درصد صرفه‌جویی انرژی به همراه داشته باشد.

درصد صرفه‌جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۴۵	۴٫۸

- ❖ ۶-۳-۵ بهینه‌سازی در فرایند تغلیظ با بکارگیری فشرده سازی مجدد بخار آب بصورت مکانیکی (MVR)
- در این روش با فشرده‌سازی مجدد بخار خروجی از اواپراتور توسط کمپرسور سانتریفیوژ یا یک فن محوری و افزایش دما و فشار آن می‌توان مجدد آنرا به سیستم اواپراتور برگشت داد. در این روش، فقط در ابتدای شروع کار اواپراتور نیاز به بخار است و وقتی در حالت عادی کار قرار گرفت دیگر نیازی به بخار تازه نیست. با این روش متناسب با نسبت فشرده‌سازی می‌توان اقتصاد بخار سیستم را به ۱۰ تا ۳۰ افزایش داد که معادل یک اواپراتور با ۳۰ تا ۵۵ بدنه می‌باشد. یکی دیگر از مزایای این روش عدم نیاز به آب سرد جهت کندانس نمودن بخارات آب محصول می‌باشد در صورتی که در سایر اواپراتورها به ازای هر یک کیلوگرم بخار مقدار ۵۰ لیتر آب سرد نیاز است.
- این روش برای محصولاتی که رسوبات زیاد یا تغییر دمای جوش بالایی (بیشتر از ۳ درجه سانتی گراد) دارند و همچنین برای اواپراتورهای با ظرفیت پایین مناسب نیست.



شکل ۱۴ شمای کلی سیستم MVR برای اواپراتور



شکل ۱۵ طرح سیستم MVR در اواپراتورهای APOLLO

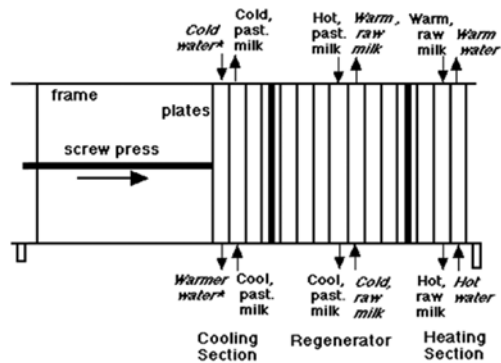
درصد صرفه جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۱۵.۴۰	۵.۸

✓ ۶-۳-۶ 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 ۱۶).

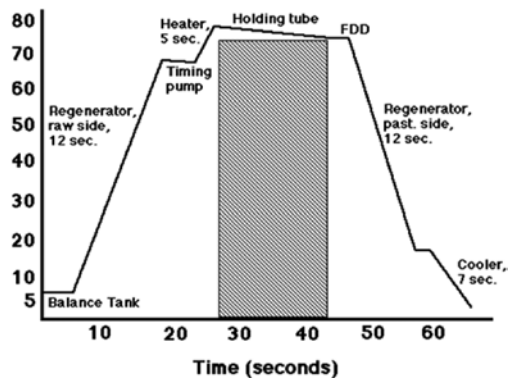
درصد صرفه جویی انرژی کل	مدت زمان بازگشت سرمایه (سال)
۱	۲.۵

HTST Continuous Plate Pasteurizer



Residence Time Profile in HTST Pasteurizer

Nominal process: 72°C, 16 seconds, 90% regeneration



شکل ۱۶ بخشهای مختلف پاستورایزر HTST و نمودار زمان و دما در هر بخش

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. Eric Masanet, Ernst Worrell, Wina Graus, and Christina Galitsky, Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the Fruit and Vegetable Processing Industry, Sponsored by the U.S. Environmental Protection Agency, March 2008