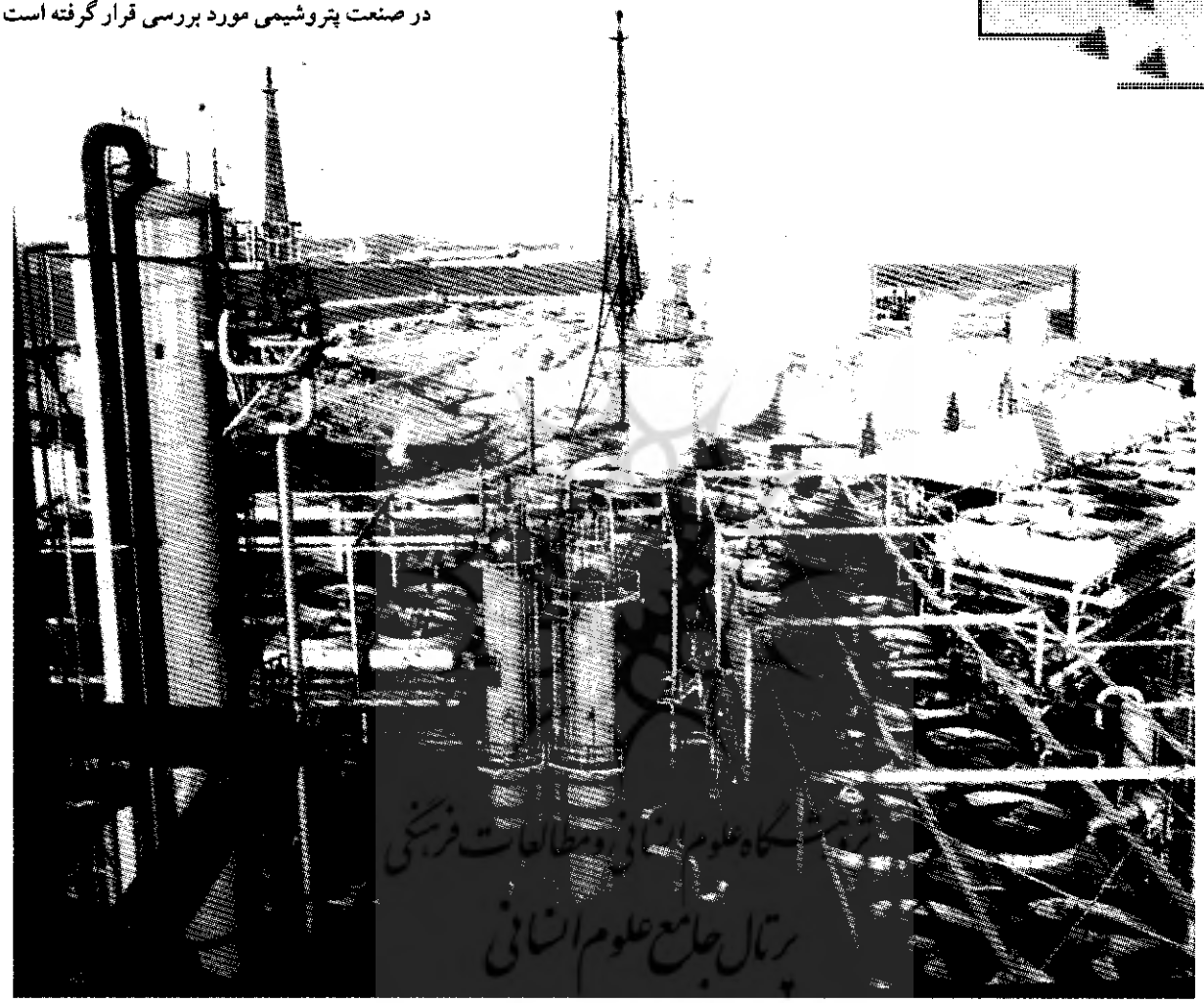
بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع پتروشیمی

شهرام جدید-حسین حیدری-رضا شریفی

در این مقاله شرح مختصری از اهمیت مدیریت انرژی در صنایع پتروشیمی و فرآیندهای مهم مورد استفاده در تولید محصولات مختلف ارائه می‌شود. سپس با مقایسه اولویت‌های صرفه‌جویی در بخش‌های مختلف، فرصت‌هایی برای صرفه‌جویی انرژی با تحلیل پینچ ارائه می‌شود. درنهایت چند مطالعه موردی کلی در صنعت پتروشیمی مورد بررسی قرار گرفته است.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه:

پتروشیمی یکی از بخش‌های اصلی صنعت نفت و از صنایع مهم و مادر کشور است. این صنعت در ایران با احداث مجتمع پتروشیمی شیراز در مرودشت فارس شروع شد و در طی سال ۱۳۴۹ سه مجتمع پتروشیمی دیگر به نام‌های خارک، آبادان و رازی به بهره‌برداری رسیدند. مجتمع کربن ایران در سال ۱۳۵۴ و مجتمع پتروشیمی فارابی در سال ۱۳۵۶ به بهره‌برداری رسیدند. دیگر مجتمع‌های پتروشیمی مانند اصفهان، بندر امام، اراک، تبریز، ارومیه و خراسان بعد از انقلاب و اکثراً بعد از جنگ تحمیلی به تولید رسیدند [۱].

بر حسب تعریف، صنایع پتروشیمی به صنایعی گفته می‌شود که در آن هیدروکربن‌های موجود در نفت خام و یا گاز طبیعی پس از فرآوری در یک سری فرآیندهای شیمیایی به فرآورده‌های جدید شیمیایی تبدیل می‌شوند. روند تولید در کارخانجات پتروشیمی به ترتیبی است که در برخی فرآیندها یک واحد اصلی به صورت واحد پایه، فرآورده‌هایی را به عنوان ماده اولیه و خوراک به واحدهای دیگر، یعنی واحدهای تولید کننده فرآورده‌های میانی و پایین دستی تحویل می‌دهند [۲].

بر اساس تئوری بهینه‌سازی، نتیجه بهینه‌سازی برای چندین فرآیند به صورت جداگانه الزاما برابر با نتیجه بهینه‌سازی به صورت جامع نیست و بهینه‌سازی به صورت جامع می‌تواند در برگیرنده ترکیبی از دو فرآیند و یا چندین فرآیند باشد. بهینه‌سازی جامع نیاز به درک صحیح دینامیک انرژی بری تجهیزات در هر یک از فرآیندها دارد و به مراتب پیچیده‌تر از به کارگیری روش بهینه‌سازی موضعی می‌باشد. تکنولوژی Pinch که مبتنی بر اصل کاهش مصرف انرژی از طریق ترکیب فرآیندها و یا Process integration است، از جمله روش‌های بهینه‌سازی به صورت جامع می‌باشد [۳].

اهمیت مدیریت انرژی در صنعت پتروشیمی

*** سهم پتروشیمی در مصرف انرژی:** در اروپا، بیشترین مصرف انرژی پس از صنایع فولاد که با ۵/۷ درصد درصد رتبه اول را داراست مربوط به صنایع پتروشیمی با ۵/۳ درصد است [۴]. در کشور ما بر اساس آمار موجود سهم صنایع شیمیایی و نفت از مصرف کل انرژی در صنایع کشور ۲۸ درصد است که ۱۵ درصد این مقدار مربوط به صنایع پتروشیمی است. [۱]

*** سهم پتروشیمی در اتلاف انرژی:** با توجه به اینکه سوخت صنایعی مانند پتروشیمی و نفت با خوراک آنها مشترک است، توجه چندانی به اتلاف انرژی نشده است. بر اساس آمار سالانه ۳/۶ میلیارد دلار انرژی در بخش صنعت کشور هدر می‌رود. بیشترین هدرروی سوخت به صنایع پالایشگاهی و پتروشیمی به میزان ۲۴ درصد اختصاص دارد و میزان اتلاف انرژی در بخش آهن و فولاد، سیمان، کاشی و آجر و صنایع غذایی به ترتیب ۱۹، ۱۶، ۱۵و ۱۰ درصد می‌باشد. [۵]

مروری بر ورودی‌ها خروجی‌ها و فرآیندهای صنعت پتروشیمی

در فرآیندهای مختلف صنایع پتروشیمی تلاش می‌شود هیدروکربن‌های موجود در نفت‌خام و یا گاز طبیعی پس از فرآوری به فرآورده‌های جدید شیمیایی تبدیل شوند. [۶]

*** فرآیندها:** در کارخانجات پتروشیمی یک واحد اصلی به صورت واحد پایه در برخی فرآیندها، فرآورده‌هایی را برای خوراک به واحدهای دیگر، یعنی واحدهای تولیدکننده فرآورده‌های میانی و پایین دستی تحویل می‌دهد. مثلاً فرآورده‌های پایه اُلفین و مواد آروماتیک با استفاده از مواد اولیه نفتی و گازی تولید شده و به پروسه‌های مختلف ارسال می‌گردند. برخی پروسه‌های مهم عبارتند از: هیدروژنیزاسیون، شکست مولکولی، اسیدزدایی، قسفرزدایی، غربال مولکولی که عموماً فرآیندهایی شیمیایی هستند و با استفاده از ایجاد گرما، بخار، تقطیر، خنک‌سازی و ... انجام می‌شوند. با توجه به اینکه انجام تمامی‌فرآیندها نیازمند انرژی است، بهبود هر یک از فرآیندها و یا تغییر روش‌های انجام فرآیند می‌تواند به کاهش مصرف انرژی کمک کند.

*** سیستم‌های مورد استفاده:** برای انجام فرآیندهای مختلف شیمیایی، استفاده از سیستم‌های متفاوت اجتناب بوده و درنتیجه مدیریت انرژی در هر یک از سیستم‌ها با دیگری تفاوت خواهد داشت. برخی از سیستم‌های مهم عبارتند از: بویلرها و سیستم تولید و توزیع بخار، کوره‌های شکست پیوندهای مولکولی، سیستم‌های میعان، تبرید و برج‌های خنک‌کننده، سیستم‌های تولید هیدروژن و نیتروژن، سیستم تصفیه پساب، حوضچه‌های تبخیر برای استحصال نمک، سیستم‌های هوای فشرده، سیستم‌های تولید و توزیع انرژی الکتریکی، سیستم‌های افزایش و تقلیل فشار سیالات، سیستم‌های تغلیظ یا کاهش غلظت، پمپ‌ها، لوله‌ها و سیستم‌های انتقال مایعات و گازها، سیستم‌های نم زدا و رطوبت گیر.

*** ورودی‌ها:** اما برای خوراک مصرفی در فرآیندها، از گازهای بوتان، اتان پروپان و متان مشتق از گاز طبیعی، نفتا، آب، نمک، هوا (نیتروژن و اکسیژن)، هیدروژن، برق، کاتالیزورها و ... که بخش عمده آنها حامل‌های انرژی هستند استفاده می‌شود. برای مثال خوراک مورد نیاز سالیانه بر مبنای طراحی در پتروشیمی بندرامام به شرح ذیل است: ۳/۲ میلیون تن مایعات گازی، ۴۰۰ هزار تن نمک، ۱میلیون تن نفتا، ۳/۴ میلیون متر مکعب در روز گاز طبیعی، ۷۱ هزار تن مخلوط زایلن‌ها و ۷/۸۰۰ تن استایرین منومر و ۱۸۲ هزار تن متانل [۷]. با توجه به آنکه عمده خوراک صنایع پتروشیمی به حامل‌های انرژی اختصاص دارد، هرگونه صرفه جویی در صنعت پتروشیمی ازجمله کاهش مصرف خوراک در اثر بهبود فرآیندها، صرفه جویی انرژی است.

*** خروجی‌ها:** برخی از تولیدات و خروجی‌های مهم در صنعت پتروشیمی که خود می‌تواند ماده اولیه صنایع دیگر باشد عبارتند از: پلی اتیلن، پروپیلن، پلی وینیل کلراید، پلی استر و پلی استیر، بنزن، برومید اتیل، متیل کلروفرم، گوگرد و اسید سولفوریک، فسفات و کودهای شیمیایی، آمونیاک و ...

مقایسه اولویت‌های صرفه‌جویی انرژی در صنایع پتروشیمی

برای هر یک از سیستم‌های به کار رفته در صنعت پتروشیمی، باید از روش‌های خاصی در بهینه سازی انرژی کمک گرفت بنابراین انجام ممیزی کامل انرژی اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. اما با توجه به پروژه‌های بهینه‌سازی انجام شده، درصد کاهش مصرف درصورت بهینه سازی سیستم‌های مختلف به شرح جدول ۱ قابل مقایسه است [۸].

جدول شماره یک: کاهش مصرف انرژی برای سیستم‌های مختلف

بهبود سایز و اندازه تجهیزات	۵ تا ۵۰ درصد
بهبود بازده پمپ‌ها و موتورها	٤ تا ٤۵ درصد
بهبود بازده مشعل‌ها و کوره‌ها	۵ تا ۵۷ درصد
بهینه‌سازی سیستم بخار	۵ تا ۳۰ درصد
بهبود کارآیی سیستم‌ها	۱۰ تا ۳۰ درصد
بهبود کنترل پروسه‌ها	۳ تا ۵۰ درصد
بهبود سیستم‌های فشرده	۵ تا ۳۳ درصد

اهمیت هیچیک از موارد بالا به اندازه بهبود فرآیندها و استفاده از تکنولوژی های جدید منجر به صرفه‌جویی نمی‌شود. برای مثال استفاده از MDEA (متیل دی اتانل آمین) در صنایع پالایش گاز باعث افزایش ظرفیت واحد تا ۲۵ درصد، کاهش انرژی مورد نیاز تا ۶۰ درصد و در نتیجه کاهش سرمایه گذاری به میزان قابل توجه می‌شود. [۹]

تکنولوژی پینچ و اهمیت آن در پتروشیمی

تکنولوژی پینچ شامل تکنیک‌هایی است که به کاهش و تلخیص پروسه‌های مختلف منجر شده و بر مبنای قوانین ترمودینامیک استوار است.[۱۰] با توجه به اینکه پتروشیمی شامل پروسه‌های مختلفی است که دما و فشار سیالات در آنها متفاوت می‌باشد، تحلیل پینچ اقدامی‌راهگشا برای صرفه‌جویی انرژی خواهد بود و می‌تواند ۴۰ تا ۵۰ درصد در مصرف انرژی کاهش ایجاد کند. برای مثال در پروسه تولید اسید سولفوریک پتروشیمی بندر امام، فشار و دمای بخار برای تولید همزمان برق (CHP) افزایش داده شده است. [۱۱]

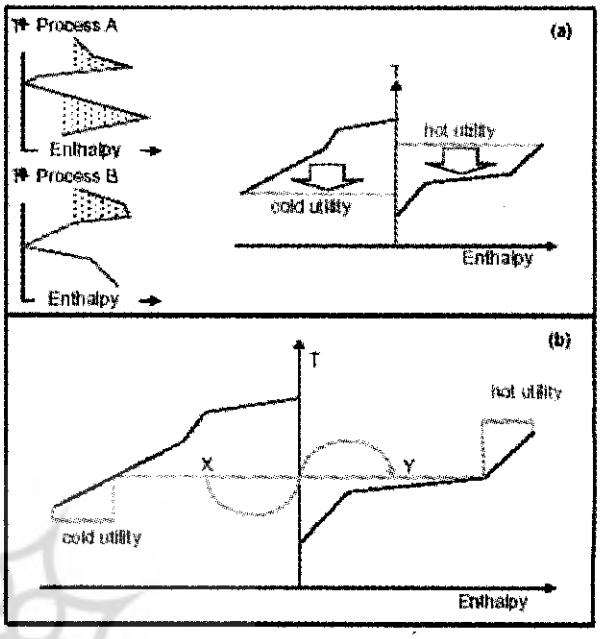
*** مبانی تکنولوژی پینچ:** اصطلاح "تکنولوژی پینچ (Pinch Technology)" اولین بار توسط لینهاف و وردولد (Linnhoff Vredeveld) برای ارائه روشی در تحلیل ترمودینامیکی تبادل حرارت ارائه شد که تا حدود قابل توجهی به کاهش مصرف انرژی منجر می‌شد. در طول دو دهه گذشته مقالات زیادی درمورد این موضوع نگاشته شده و حتی نرم‌افزارهایی نیز برای تحلیل پروسه‌های مختلف صنعتی با این روش عرضه شده است. از سال ۱۹۹۱ نیز پُلی و پنجه شاهی (Polly Panjeshahi) الگوریتم‌هایی برای استفاده از تحلیل پینچ در بهینه سازی انرژی الکتریکی ارائه نمودند.

تحلیل پینچ بر مبنای اصول اول و دوم ترمودینامیک استوار است. اصل اول ترمودینامیک معادله تبادل گرمایی در یک محیط را نشان داده و اصل دوم تأکید می‌نماید انتقال گرما فقط از محل گرم به محل سرد امکان‌پذیر است. در پروسه‌هایی که نیاز به سیالات به دماهای مختلف وجود دارد، تحلیل پینچ بیان می‌دارد که گرم شدن سیالات سرد و سرد شدن سیالات گرم تنها تا نقطه‌ای لازم است که به نقطه پینچ (Pinch Point) موسوم است. با خلاصه شدن تبادلات گرمایی و استفاده از حداکثر گرمای موجود، بخش‌های زیادی از پروسه‌های خنک‌سازی و گرمادهی حذف شده و صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف انرژی صورت خواهد گرفت. آنچه در تحلیل پینچ به عنوان تابع هدف در نظر گرفته می‌شود کاهش کل هزینه با بهینه‌سازی پروسه‌ها و یافتن نقطه یا نقاط بهینه پینچ است. [۱۲]

با توجه به میزان گرمای مورد نیاز برای فرآیندهایی که نیاز به گرم شدن دارند

و فرآیندهایی که باید از خنک‌سازی استفاده شود، منحنی‌های گرما- دما برای هر فرآیند رسم شده و سپس مانند شکل ۱ نمودار کل گرمای داده شده و گرفته شده ترسیم می‌شود و درنهایت تلاش خواهد شد طراحی فرآیندها به گونه‌ای انجام شود تا گرمای گرفته شده در فرآیندهایی که نیازمند خنک‌سازی هستند صرف فرآیندهایی شود که نیازمند حرارت هستند. [۱۳]

شکل ۱: منحنی‌های تبادل گرمایی در فرآیندهای نیازمند گرما و سرما



*** مراحل تحلیل پینچ در طراحی یا بهبود یک پروسه:** برای طراحی یا بهینه‌سازی یک پروسه که به دماهای مختلفی نیازمند است، به ترتیب مراحل ذیل انجام می‌شود:

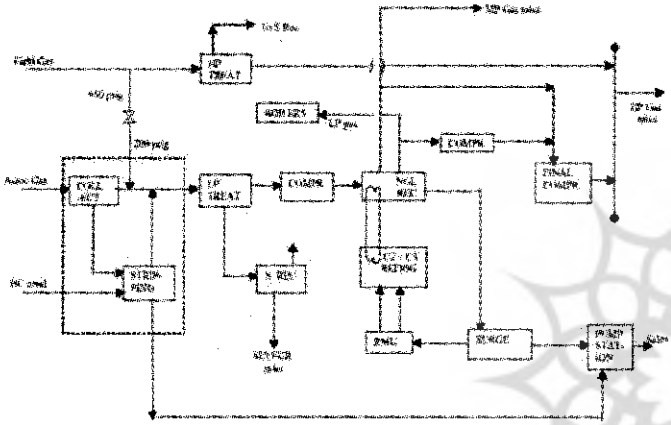
- تعیین سیالات گرم (سیالاتی که باید خنک شوند)، سیالات سرد (سیالاتی که باید گرم شوند) و سیالات ویژه (سیالاتی که گرما و سرمای آنها قابل استفاده برای تبادل گرمایی نیست) در کل پروسه
- تعیین دماهای ابتدایی و نهایی هریک از سیالات گرم، سرد و ویژه و مقدار انرژی مصرفی در هریک از آنها با توجه به مقدار و حجم هر سیال
- انتخاب حداقل تفاوت دما (DT min) که در صنایع پتروشیمی این تفاوت حداقل حدود ۱۰ تا ۲۰ درجه است.
- ترسیم منحنی‌های ترکیبی (Composite Curve) سرد و گرم با توجه به دماهای ابتدایی و نهایی و همین‌طور منحنی ترکیبی مبنا (Ground Composite Curve) برای یافتن کل دمای قابل تبادل در پروسه
- تخمین تابع هدف هزینه انرژی مصرفی
- تخمین تابع هدف سرمایه‌گذاری برای ایجاد شبکه تبادل گرمایی (Heat Exchange Network)
- تخمین مقدار بهینه DTmin با توجه به مجموع منحنی‌های هزینه انرژی و سرمایه‌گذاری
- تخمین مقادیر هدف و سطوح دما با توجه به شرایط واقعی برای طراحی شبکه تبادل گرمایی
- طراحی شبکه تبادل گرمایی برای تبادل گرمایی مطلوب در بخش‌های مختلف پروسه [۱۲]

چند مطالعه موردی برای استفاده از تکنولوژی پینچ در صنایع پتروشیمی:

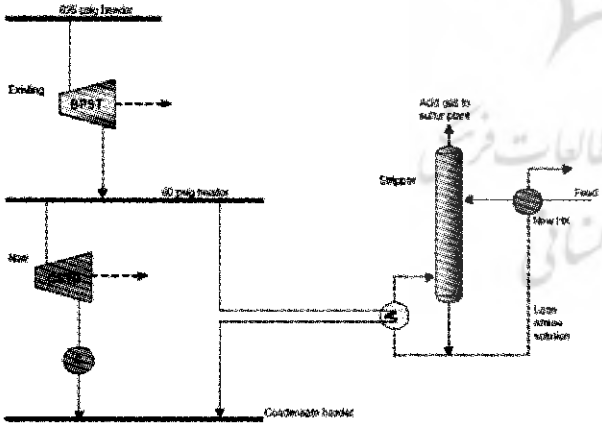
۱۰. فرآیند تولید گاز شیرین از گاز ترش در خاورمیانه: یکی از ورودی‌های صنعت پتروشیمی گاز طبیعی (NG) و گازهای توأم با نفت یا گاز مایع (LPG) به دست آمده از آنها می‌باشد. برای شیرین‌سازی گاز طبیعی که مستقیما از میادین گازی استخراج می‌شود (Field Gas) و یا گازهای توأم با نفت (Associated Gas) که از میادین نفتی به دست می‌آیند لازم است پیش از مصرف مراحل ذیل انجام شود: حذف سولفید هیدروژن که سمی است، حذف گاز کربنیک برای بهتر سوختن گاز و حذف رطوبت برای حفاظت از لوله‌ها.

به عنوان یک مطالعه موردی در یکی از کارخانجات خاورمیانه دو نوع گاز برای شیرین‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از آنها از میادین گازی و دیگری از میادین نفتی استخراج می‌شوند. بخش شیرین‌سازی گاز در این کارخانه، با توجه به مشخصات دو نوع گاز باید دو پروسه مجزا در فشارها و دماهای مختلف داشته باشد. خلاصه مراحل شیرین‌سازی کارخانه در شکل ۲ نشان داده شده است. با استفاده از تحلیل پینچ مشخص شد که دو فرصت صرفه‌جویی در پروسه برای کاهش انرژی گرمایی و انرژی الکتریکی وجود دارد. چنانکه در شکل ۳ نشان داده شده است، در بخش انرژی گرمایی، کاهش بخار مصرفی با اضافه نمودن یک دریچه در پائین قسمت آمینه زدایی امکان‌پذیر بوده و نیز اضافه شدن یک توربین در قسمت فشار ضعیف می‌تواند با تقویت بخش CHP منجر به کاهش مصرف انرژی شود.

شکل شماره ۲: پروسه‌های مختلف شیرین‌سازی گاز در یک کارخانه با دو منبع گاز [۱۰]



شکل شماره ۳: فرصت‌های پیشنهادی گرمایی برای صرفه‌جویی در پروسه آمینه‌زدایی



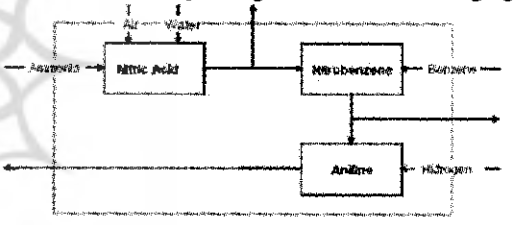
درصورتی که از فرصت‌های مورد اشاره استفاده شود، کاهش مصرف انرژی در کارخانه براساس جدول شماره ۲ خواهد بود. برای این کاهش به ۲۲ میلیون دلار سرمایه‌گذاری نیاز است که در ۳/۸ سال بازمی‌گردد.

جدول شماره دو: کاهش مصرف انرژی برای فرصت‌های ارائه شده در بخش گرمائی

	مصرف		ذخیره انرژی (کاهش مصرف)	
	تولید	نهایی	مقدار	قیمت (میلیون دلار در سال)
بخار فشار ضعیف در دیگ بخار (کیلو پوند بر ساعت)	۲۱۰۰	۱۶۵۰	۴۵۰	۰
توان تولیدی از توربین جدید (مگاوات)	۰	۳۳۸۵	۳۳۸۵	۵/۸
				۵/۸

اما برای بخش الکتریکی نیز با تحلیل پینچ توان (Power Pinch) که بازیابی Shaft work نامیده شده است، می‌توان فرصت‌هایی را به دست آورد. برای مثال درصورتی که از گرمای سیالات خنک‌شونده برای افزایش دمای بخار ورودی به توربین مولد برق استفاده شود، تولید الکتریسته بیشتری امکان‌پذیر است (شکل ۴ الف). همین‌طور درصورت استفاده از آب سرد می‌توان محدوده دمایی عملکرد توربین را کاهش داده و سرمای خروجی نیز جهت پروسه‌هایی که نیازمند خنک‌سازی هستند قابل استفاده است (شکل ۴ ب). به علاوه با سرد کردن سیالات ورودی به کمپرسور توسط آب سرد، بازده کمپرسور افزایش و مصرف آن کاهش می‌یابد (شکل ۴ ج). در همه شکل‌ها طراحی برای حصول دمای مبنا که ۱۰۰ فرض شده است، صورت می‌گیرد. درصورت استفاده از فرصت‌های پیشنهادی در بخش الکتریکی نیز صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف انرژی صورت خواهد گرفت. بازده کمپرسورها از ۷۰ درصد به ۸۲ درصد افزایش یافته و الکتریسیته بیشتری نیز تولید می‌شود. اما چنانکه اشاره شد در تحلیل پینچ دمای قسمت‌های مختلف با توجه به لزوم تبادل گرمایی تغییر داده می‌شوند. در این صورت علاوه بر انرژی که در اثر افزایش دمای برخی پروسه‌ها تولید می‌شود، در اثر کاهش دمای تعدادی از پروسه‌ها نیز انرژی کمتری مصرف می‌شود. درنهایت توان مورد نیاز از ۸۹/۸ مگاوات به ۸۴/۴ مگاوات کاهش یافته و همین‌طور توان تولیدی از ۲۱/۷ مگاوات به ۲۳/۷ مگاوات افزایش می‌یابد. درنتیجه حدود ۸ مگاوات صرفه‌جویی دیگر نیز صورت می‌گیرد. در گزارش پروژه بهینه‌سازی مطالعه بالا که در سال ۲۰۰۰ ارائه شده صرفه‌جویی کل حدود ۴۰ درصد اعلام شده است. ارزش دلاری صرفه‌جویی مزبور با توجه به افزایش بهای نفت در سال‌های اخیر اهمیت آن را بیشتر نشان می‌دهد. [۱۰]

۲. بهبود فرآیندهای پتروشیمی در پرتغال: چنانکه اشاره شد تکنولوژی پینچ برای تحلیل حرارتی فرآیندهای مختلف و ایجاد شبکه تبادل گرمایی (HEN) مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعه دیگری برای بهینه‌سازی انرژی در مجتمع پتروشیمی استارجا واقع در شمال کشور پرتغال انجام شده است. در این کارخانه که برای تولید آنیلین احداث شده سه فرآیند پیش‌بینی شده که خلاصه آنها در شکل ۵ نمایش داده شده است:

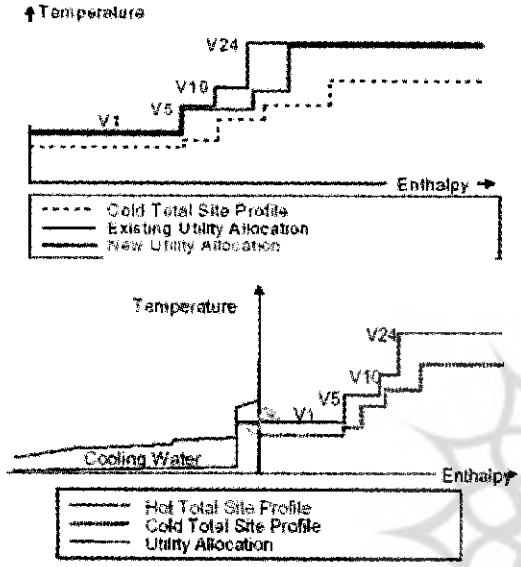


شکل شماره ۵: فرآیندهای تولید آنیلین

- فرآیند تولید اسید نیتریک با استفاده از آمونیاک، هوا و آب
- فرآیند تولید مونونیتروبنزن با نیتروژنیزه کردن بنزن
- فرآیند تولید آنیلین با هیدروژنیزه کردن مونونیتروبنزن

با توجه به فرآیندهای مورد اشاره، گرمایش و سرمایش سیستم با استفاده از بخار در چهار سطح ۷۱، ۷۵، ۷۰۱ و ۷۴۲ انجام شده است. با توجه به میزان مصرف گرما در هر یک از فرآیندها، منحنی حرارت - دما برای هر دو بخش سرمایش و گرمایش، مانند شکل شماره ۶ خواهد بود. با انجام تحلیل پینچ در نمودار کلی سرما می‌توان بخش گرمادهی را مانند شکل شماره ۷ بهینه‌سازی نمود.

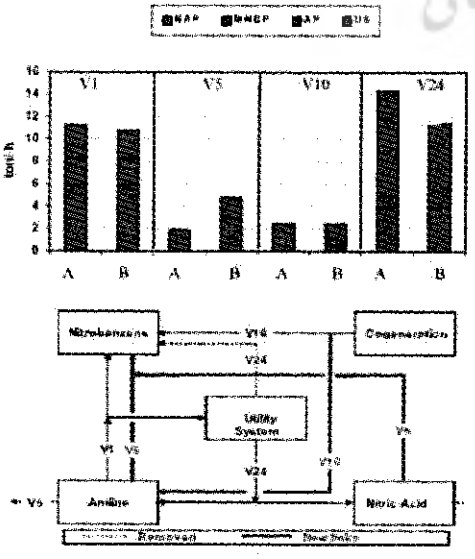
شکل شماره ۶: منحنی‌های گرم و سرد در تولید آنیلین



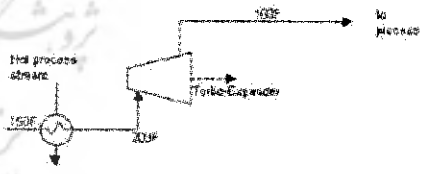
شکل شماره ۷: بهبود منحنی سرد به نسبت وضعیت موجود

اما برای عملی شدن بهبود لازم است، ارتباط فرآیند نیتروبنزن و سیستم Utility که دارای فشار بالاست حذف و مانند شکل ۸، بخش Cogeneration با بخار فشار متوسط ۷۰۱ به فرآیند آنالین متصل شود. شکل شماره ۹ نیز تغییرات ایجاد شده در مصرف کل بخار مورد استفاده در فرآیندها را بدون تحلیل و با تحلیل پینچ نمایش می‌دهد. چنانکه ملاحظه می‌شود گرچه مصرف بخار کم فشار افزایش یافته اما حدود ۲۱ درصد در مصرف بخار پرفشار صرفه‌جویی شده که کل مصرف را بهبود بخشیده است.

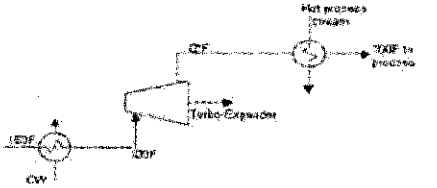
شکل شماره ۸: تغییرات ایجاد شده



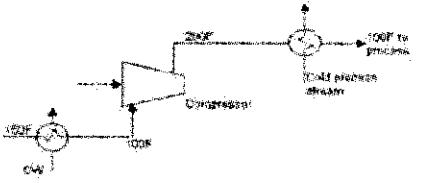
شکل شماره ۹: مقایسه بخار مصرفی: A اولیه و B با تحلیل پینچ



الف) استفاده از گرمای سیالات خنک شونده



ب) استفاده از آب سرد برای تغییر محدوده کار



ج) کاهش دمای ورودی کمپرسور برای بهبود بازده

شکل شماره ۴: فرصت‌های پیشنهادی الکتریکی

علاوه بر مطالب گفته شده، براساس روش های بهینه سازی فرآیند که از سال ۱۹۹۵ ارائه شده است، می‌توان تولید محصول آنیلین را ۵۰ درصد افزایش داد. به این ترتیب تولید آنیلین به ۱۵۰ درصد رسیده و در این تولید درصورت استفاده از تحلیل پینچ، ۲۲ درصد کاهش مصرف در بخار پرفشار به وجود خواهد آمد. [۱۳]

بهینه سازی انرژی با بهبود سایز لوله ها و عایق بندی مناسب

در صنایعی مانند پتروشیمی که سیالات مختلف در فرآیندهای گوناگونی به حرکت درمی‌آیند، یکی از مهمترین بخش های قابل بهینه سازی بهبود سایز و عایقبندی لوله هاست که درصورت طراحی صحیح، نقش قابل توجهی در کاهش مصرف خواهد داشت.

یک مطالعه موردی انجام شده در بهبود سایز لوله ها: براساس مطالعات انجام شده توسط شرکت THERMON در یک مورد کل لوله های مورد استفاده در یک کارخانه پتروشیمی ۲۱۶۰۰ متر بوده است. درصورتی که عایقبندی لوله ها بهبود یابد و از عایق پرلیت استفاده شود، اتلاف انرژی کاهش یافته و بنابراین برای همان فشار و دمای طراحی شده در فرآیند سایز لوله های کوچکتری مورد نیاز خواهد بود. با عایقبندی مناسب ۷۵۰ کیلوگرم در ساعت یا حدود ۶ میلیون و ۳۰۰ هزار کیلوگرم در سال صرفه جویی بخار صورت می گیرد که با توجه به اینکه برای هر کیلو بخار ۲۱۲۱ کیلوژول مصرف می‌شود، صرفه جویی معادل ۵۳۹۸۹۱ لیتر سوخت خواهد بود. [۱۴]

چند مطالعه موردی دیگر در کارخانجات پتروشیمی

*** بهینه سازی انرژی در شرکت پتروشیمی KBC:** شرکت پتروشیمی KBC با انجام اقداماتی توانسته است ۱۰ تا ۳۰ درصد در کل هزینه انرژی خود صرفه جویی نماید. برخی از اقدامات انجام شده عبارتند از: ممیزی انرژی واقعی مصرفی در مراحل مختلف، آنالیز گاز برای تعیین فرصت های بهبود بازدهی، آنالیز کل سایت برای بهینه سازی پروسه ها و تلخیص مراحل و تعیین مقدار سرمایه گذاری لازم برای فرصت های کم هزینه و مستلزم سرمایه گذاری، مدیریت هیدروژن و آب با آنالیز پینچ و استفاده از سیستم های نظارت و کنترل بهبود یافته است [۱۵].

*** بهینه سازی انرژی در شرکت پتروشیمی جاوه شرقی:** شرکت پتروشیمی جاوه شرقی در اندونزی با انجام ممیزی انرژی فرصت های صرفه جویی را به شرح ذیل ارائه نمود: [۱۶]

الف- افزایش بازده بویلرها با کاهش هوای اضافی، بهبود سیستم توزیع بخار، بهینه سازی دمنده ها

ب- بهینه سازی سوخت بویلر استفاده شده برای پروسه خشک کردن، استفاده از گاز طبیعی به جای نفت کوره

در کارخانه مورد اشاره با افزایش بازده بویلر ۲/۵ درصد کاهش مصرف بخار و ۳۰ میلیون روپیه در سال صرفه جویی شد. همین طور با تغییر سوخت بویلر خشک کن ۱/۹ میلیون روپیه در سال صرفه جویی گردید.

*** بهینه سازی انرژی در مجتمع پتروشیمی تبریز:** پتروشیمی تبریز با تغییر مسیر گازهای Seal Oil Traps کمپرسورهای واحد الفین و نیز گازهای خروجی واحد استخراج بنزین از مشعل به ورودی کمپرسور Cracked Gas واحد الفین، موفق به بازیابی ۵۴۰۰ تن اتیلن، پروپیلن، هیدروژن، متان و اتان شد. اجرای طرح مورد اشاره منجر به صرفه جویی سالانه ۳/۵ میلیون دلار شده است [۱۷].

نتیجه گیری

با توجه به مطالب گفته شده نتایج زیر قابل ارائه خواهند بود:

- با توجه به اینکه خوراک پتروشیمی حامل های انرژی هستند، هرگونه بهینه سازی در پتروشیمی، صرفه جویی در انرژی است.
- در صنعت پتروشیمی از سیستم های مختلفی استفاده می‌شود که روش های بهینه سازی مصرف آنها متفاوت است. بنابراین برای بهینه سازی ابتدا ممیزی انجام و فرصت های صرفه جویی هر سیستم مشخص می‌شود.
- نتیجه بهینه سازی برای چندین فرآیند به صورت جداگانه الزاما برابر با نتیجه بهینه سازی به صورت جامع نیست و بهینه سازی به صورت جامع می‌تواند در برگیرنده ترکیبی از دو فرآیند و یا چندین فرآیند باشد.
- با توجه به نقش با اهمیت سیالات در صنعت پتروشیمی، علاوه بر فرصت های صرفه جویی در هر سیستم، بهبود فرآیندها و استفاده از انرژی هر پروسه در پروسه های دیگر با تحلیل پینچ امکان پذیر است که به تنهایی تا ۵۰ درصد می‌تواند در مصرف انرژی کاهش ایجاد نماید.

مراجع

۱- "نقش فناوری در تولید و عرضه محصولات پتروشیمی"، دفتر پژوهش های زیربنایی مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، شهریور ماه ۱۳۸۳

۲-http://www.ieeo.org

۳- اسماعیل فاتحی فر، سعید پاک نیا، پیمان کشاورز، "ارائه راهکارهایی برای صرفه جویی در مصرف انرژی"، اولین همایش روش های پیش گیری از اتلاف منابع انرژی، ۲۱-۱۹ خردادماه ۱۳۸۳، فرهنگستان علوم

4- Gilchrist, "Success for energy efficiency in business", European Conference on Industrial Energy Efficiency: Success Stories, Vienna, 8 - 10 July 1998

۵- امید شاکری، مسوول بهینه سازی مصرف سوخت در بخش صنعت ایران، مصاحبه با خبرگزاری ایلنا، ۱۳۸۳/۳/۲۶

6- http://www.uop.com

7- http://www.bipc.org

8- Brian Tyers, "Energy Cost Savings Opportunities for the Oil & Gas Industry in Saskatchewan", PTAC Technology Information Session, June 16, 2004, see it: http://www.ptac.org /eet/dl/eett0402p01.pdf

9- http://www.arnines.com

10- Jimmy D Kumana,"Fuel and power conservation opportunities in gas processing", Process Efficiency Consultant, Huston, Texas, see it: http://www.pinchtechnology.com

۱۱- فروغ السادات فاطمی بوشهری، "بهینه سازی بازیافت انرژی در واحد اسید سولفوریک مجتمع پتروشیمی رازی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده فنی، ۱۳۷۸.

12- http://www.cheresources.com

13- Clemente Pedro Nunes, Henrique A. Matos, Mª. Cristina Fernandez, "Process integration in the Portuguese industry, a case study", European Conference on Industrial Energy Efficiency: Success Stories, Vienna, 8 - 10 July 1998

14- http://www.thermon.com

15- http://www.kbcat.com

16- Ir. Ramses, O. Hutapea, "Energy Efficiency Program in Indonesian Industrial Sector", Asia Pacific Roundtable for Cleaner Production, Chiang Mai, January 20 – 22, 2003

۱۷- اقتصاد انرژی، شماره ۶۹ و ۷۰، اسفند ۸۳ و فروردین ۸۴، صفحه ۱۰