



درباره اصلاح الگوی مصرف راهکارهای کاهش مصرف سوخت در صنعت پتروشیمی

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی در ادامه بررسی‌های خود در زمینه پتانسیل‌های بهینه‌سازی مصرف سوخت در بخش‌های مختلف کشور و راه کارهای مربوط به آن، بررسی‌ای را در این زمینه در رابطه با صنعت پتروشیمی به انجام رسانده است که با توجه به اهمیت آن خلاصه آن را برای اطلاع علاقمندان موضوع و خوانندگان انرژی تهیه کرده‌ایم.

چکیده

در صنعت پتروشیمی از حامل‌های انرژی به دو صورت سوخت و خوراک استفاده می‌شود. براساس آمار موجود در سال ۱۳۸۶ به ازای هر تن محصول تولید شده ۶/۸۳ گیگاژول انرژی به صورت سوخت و معادل ۳۴/۴۲ گیگاژول از حامل‌های انرژی به صورت خوراک مصرف شده و در مجموع به ازای هر تن محصول تولیدی ۴۱/۲۵ گیگاژول حامل‌های انرژی به مصرف رسیده است. با توجه به مصرف قابل توجه حامل‌های انرژی در این صنعت لازم است راهکارهایی برای بهبود مصرف انرژی در آن مد نظر قرارگیرد. در

همین راستا تدوین معیار مصرف سوخت صنعت، در دستور کار شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت قرار گرفته و در ارتباط با مصرف انرژی در صنایع میانی و پایین دستی (نهایی) پتروشیمی معیارهایی تدوین شده که در این گزارش ضمن اشاره به آنها، راهکارهایی نیز برای بهبود وضعیت موجود ارائه شده است.

مصرف انرژی در صنعت پتروشیمی

در جدول ۲ مصرف انرژی نهایی در بخش خوراک پتروشیمی به تفکیک حامل‌های انرژی در سال ۱۳۸۶ نشان داده شده است.

جدول ۱. مصرف انرژی نهایی در بخش خوراک صنعت پتروشیمی به تفکیک حامل‌های انرژی در سال ۱۳۸۶

شرح	گاز غنی	مایعات و مبعانات گازی	گاز سبک	فرآورده های نفتی	جمع
خوراک پتروشیمی	۱۸/۸۱	۴۶/۷۲	۵۳/۷۶	۱۵/۴۰	۱۳۴/۶۹

(ارقام: میلیون بشکه معادل نفت خام در سال)

ماخذ: ترازنامه هیدروکربوری کشور سال ۱۳۸۶، موسسه مطالعاتی بین‌المللی انرژی، معاونت امور برنامه‌ریزی، وزارت نفت، ۱۳۸۷.

همانطور که مشخص است در سال ۱۳۸۶ مصرف انرژی نهایی در بخش خوراک پتروشیمی برابر با ۱۳۴/۶۹ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده است.

در جدول ۳ مصرف

حامل‌های انرژی به ازای هر تن محصول در صنعت پتروشیمی در سال ۱۳۸۶ نشان داده شده است. نتایج آمار جدول ۳ نشان می‌دهد که در صنعت پتروشیمی کشور به ازای هر تن محصول تولید شده، ۶/۸۳ گیگاژول انرژی به صورت سوخت و ۳۴/۴۲ گیگاژول حامل‌های انرژی به صورت خوراک مصرف شده و در مجموع به ازای هر تن محصول تولید شده معادل ۴۱/۲۵ گیگاژول حامل‌های انرژی به مصرف رسیده است.

۲. محاسبات تحقیق.

همان‌گونه که در آمار و ارقام جدول ۲ مشخص شده است، صنعت پتروشیمی از جمله صنایعی است که به میزان قابل توجهی مصرف حامل‌های انرژی به خصوص در فرایند تولید و در بخش خوراک دارد. از این رو لازم است برای بهینه‌سازی مصرف حامل‌های انرژی به صورت سوخت و خوراک در این صنعت راهکارهایی اندیشیده شود. براساس گزارش ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۸۶ کشور، تاکنون اقدامی برای تدوین و تصویب معیار مصرف سوخت پالایشگاه‌ها، صنایع پتروشیمی و نیروگاه‌ها در کشور صورت نگرفته است و چنین برنامه‌ای در دستور کار شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت قرار دارد، اما در رابطه با صنایع میان‌دستی و نهایی پتروشیمی، معیارهای مصرف سوخت تدوین شده است که به صورت اجمالی توضیحاتی درباره هر یک ارائه می‌شود.

۳. معیار مصرف انرژی در فرایندهای مختلف تولید مواد اولیه پلاستیکی

در جدول ۴ معیار مصرف ویژه انرژی (۱) مواد اولیه پلاستیکی واحدهای موجود و جدیدالاحداث با توجه به نوع تکنولوژی هر یک از فرایندها تولید آن‌ها ارائه شده است. همان‌طور که از جدول ۴ مشخص است معیار مصرف انرژی در واحدهای موجود به دلیل قدیمی بودن تکنولوژی‌ها و متفاوت بودن نوع آن‌ها بیشتر از معیار مصرف انرژی در واحدهای جدیدالاحداث است. برای مثال معیار مصرف واحدهای موجود برای تولید محصول اکریلونیتریل بوتادین استایرن ۱۸/۸۱ گیگاژول بر تن است، در حالی که این معیار در واحدهای جدیدالاحداث به ۸/۶۰۸ گیگاژول بر تن کاهش یافته است.

به عبارت دیگر می‌توان چنین نتیجه گرفت که در طرح‌های جدیدالاحداث واحدهای میان‌دستی پتروشیمی به کاهش مصرف انرژی به ازای هر واحد تولید توجه شده است. همان‌طور که مشخص است نوع تکنولوژی خریداری شده در کاهش مصرف انرژی در فرایند تولید بسیار موثر است. بنابراین باید در نحوه انتقال تکنولوژی به کشور تمهیدات مناسبی اندیشیده شود تا کاستی‌های گذشته برطرف شود. ضمن این‌که باید برای جذب و بومی‌سازی تکنولوژی در کشور بسترسازی‌های لازم فراهم شود. در ارتباط با واحدهای موجود نیز لازم است با اجرای راهکارهایی که به برخی از آن‌ها در قسمت‌های بعدی گزارش اشاره شده است تلاش شود تا میزان مصرف انرژی واحدها به معیار مصرف ویژه انرژی که برای آن‌ها در نظر گرفته شده است نزدیک شود. البته بهبود فناوری در فرایندهای صنعتی قدیمی علاوه بر زمان بر بودن نیاز به صرف هزینه‌های قابل توجهی نیز دارد. در جدول ۵ میزان برآورد صرفه‌جویی در اثر اجرای استانداردهای مصرف انرژی در برخی از فرایندهای صنعتی تولید مواد اولیه پلاستیکی نشان داده شده است. همان‌طور که آمار جدول ۵ مشخص است چنانچه معیارهای مصرف انرژی در واحدهای موجود و جدیدالاحداث رعایت شود حدود ۲۴۵/۷ هزار بشکه معادل نفت خام در مصرف

جدول ۲. مصرف حامل‌های انرژی (سوخت و خوراک) در صنعت پتروشیمی در سال ۱۳۸۶

صنعت	انرژی مصرفی		تولید	مصرف حامل‌های انرژی به ازای هر تن محصول
	بشکه معادل نفت خام	گیگاژول		
پتروشیمی (سوخت)	۲۶۷۲۴۳۶۹	۱۶۳۰۱۸۶۵۱	۲۳۸۶۹	گیگاژول برتن
خوراک پتروشیمی	۱۳۴۶۹۰۰۰۰	۸۲۱۶۰۹۰۰۱		۶/۸۳
جمع	۱۶۱۴۱۴۳۶۹	۹۸۴۶۲۷۶۵۲		۳۴/۴۲
				۴۱/۲۵

ماخذ: ترازنامه هیدروکربوری کشور سال ۱۳۸۶، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، معاونت امور برنامه‌ریزی، وزارت نفت، ۱۳۸۷.

توضیح: از آن جایی که گاز طبیعی مصرفی برخی از شرکت‌های پتروشیمی فجز و مبین تأمین می‌شود، تفکیک خوراک و سوخت آن‌ها به طور دقیق امکان‌پذیر نبوده است. اما با روش‌ها مختلف میزان سوخت و خوراک واحدهای پتروشیمی محاسبه شده است و ارقام مندرج در جدول نزدیک‌ترین اعداد به واقعیت هستند.

جدول ۳. معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید مواد اولیه پلاستیکی موجود و جدیدالاحداث در کشور (۱)

نوع	نوع تکنولوژیکی	وضعیت موجود (۲)		فناوری‌های جدیدالاحداث	
		معیار مصرف ویژه کل انرژی (گیگاژول بر تن)	معیار مصرف ویژه انرژی الکتریکی (کیلووات ساعت بر تن محصول)	معیار مصرف ویژه انرژی حرارتی (گیگاژول بر تن محصول)	کل انرژی (گیگاژول بر تن محصول)
اکریلونیتریل بوتادین استایرن	CHEILL	۱۸/۸۱	۴۵۴	۳/۱۶۱	۸/۶۰۸
پلی وینیل کلراید	HULS	۵/۷۱	۲۵۴	۱/۵۲۳	۴/۵۷۳
پلی اتیلن سبک (۳)	MITSUI TOATSO	۱۳/۰۳	۳۸۸	۰/۷۳۸	۵/۳۹۵
پلی اتیلن سبک سنگین	BASELL MITSUI TOATSO BASELL BP	۱۰/۰۱ ۳۱/۰۱ ۱۳/۸۵ ۹/۴۵	۴۹۳	۱/۳۶۱	۷/۲۷۹
پلی اتیلن سبک خطی (۳)	BP BP BP	۸/۱۹ ۱۱/۷۴ ۸/۵۸	۳۸۸	۰/۷۳۸	۵/۳۹۵
پلی پروپیلن (۳)	BASELL MITSUI TOAISO - BASELL	۸/۲۴ ۴۳/۶۴ ۸/۳ ۶/۳۷	۴۴۹	۱/۰۰۶	۶/۳۹۶
پلی بوتادین رابر	NIPON ZEON -	۲۶/۰۸	۶۵۰ ۱۱۴	۱۳/۰۶ ۱/۰۸۶	۲۰/۸۴ ۲/۴۵۴
پلی استایرن انبساطی	SUNPOR	۱۶/۹۲	-	-	-
پلی استایرن مقاوم	ELF AUTOCHEM	۵/۰۲	-	-	-
پلی استایرن معمولی	ELF AUTOCHEM	۵/۰۲	-	-	-
پلی بوتادین	BP	-	۷۳۸	۳۳/۵۳۱	۴۲/۳۸۱
استایرن بوتادین رابر	SBR	۳۳/۴۳	۴۷۵	۱۳/۰۵	۱۸/۷۴۷
پلی کربنات	-	-	۱۵۲۳	۱۸/۷۳۸	۳۷/۱۳۱
پلی اتیلن ترفتالات	ZIMMER	۵/۷	۱۰۳	۴/۳۳۴	۵/۵۶۴
اپوکسی رزین	سالزگیتیر	۲۳/۴۴	۱۶۲	۸/۱۷۶	۱۰/۱۱۸
کریستال ملامین (۳)	یورو تکنیکا CNC	۶۰/۷۹ ۶۶/۹۸	۸۴۲	۳۱/۹۱۴	۴۲/۰۱۸

مأخذ: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶، معاونت امور برق و انرژی، وزارت نیرو، ۱۳۸۷.

(۱) آغاز مرحله اول اجرایی این استاندارد از اول فروردین سال ۱۳۸۷ خواهد بود.

(۲) معیار موجود بدان معناست که مصرف فعلی واحدها بیش از این ارقام است و هدف این است که با برنامه‌ریزی به این ارقام دست یافت.

(۳) معیار مصرف ویژه کل انرژی در کارخانه‌های موجود در مجتمع‌های مختلف و براساس فناوری‌های مورد استفاده، متفاوت است.

توضیح: معمولاً متوسط مصرف ویژه انرژی جهان در تولید هر محصول به معیار مصرف ویژه انرژی واحدهای جدید الاحداث نزدیک‌تر است.

کشور است. در جدول ۶ انرژی مصرفی و ارزش پتانسیل صرفه‌جویی در این صنعت در مقایسه با معیارهای کشور و جهان نشان داده شده‌است.

مطابق آمار جدول ۶، انرژی مصرفی در صنعت لاستیک کشور معادل ۸۳۰/۱۳ هزار بشکه نفت خام در سال است. متوسط انرژی

انواع انرژی صرفه‌جویی می‌شود.

۴. انرژی مصرفی و ارزش پتانسیل صرفه‌جویی در صنعت لاستیک کشور

صنعت لاستیک یکی از صنایع پایین‌دستی نهایی پتروشیمی

جدول ۴. میزان صرفه‌جویی در اثر اجرای استانداردهای مصرف انرژی در برخی از فرآیندهای صنعتی تولید مواد اولیه پلاستیکی

کل صرفه‌جویی انرژی (برق+سوخت)		صرفه‌جویی گاز (میلیون متر مکعب)	صرفه‌جویی برق (GWH)
بشکه معادل نفت خام	میلیون گیگاژول		
۲۴۵۷۱۳	۱/۵۰۴	۲۱/۰۳	۶۵/۹

مأخذ: ترازنامه هیدروکربوری کشور سال ۱۳۸۶، مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، معاونت امور برنامه‌ریزی، وزارت نفت، ۱۳۸۷.

در این رابطه مؤثر باشد. به عبارت دیگر می‌توان با تولید محصولات با ارزش افزوده بالاتر، از حامل‌های انرژی مصرف‌شده در این صنعت استفاده مطلوب‌تر بعمل آورد. این درحالی است که از شواهد موجود چنین بر می‌آید که هدف اصلی در صنعت پتروشیمی کشور رسیدن به سطح معینی از تولید و فروش محصولات است. توجه به این امر، زمانی بیشتر اهمیت پیدا می‌کند که مشخص شود بخش عمده‌ای از صادرات محصولات پتروشیمی را موادی شامل می‌شود که ارزش افزوده ناچیزی دارند. فروش محصولات پتروشیمی با این روش اولاً سودآوری اندکی دارد، ثانیاً به‌دلیلی این‌که فرآیند خاصی بر روی محصولات انجام نمی‌شود، اشتغال کمی ایجاد می‌کند و در نهایت کاهش کارایی را به‌دنبال دارد. برای مثال نسبت درصد ارزشی صادرات محصولات پلیمری کشور به‌درصد وزنی این محصولات در سال ۱۳۸۵ حدود ۲ برابر و همین نسبت برای محصولات کود و سموم، آروماتیکی، پایه و شیمیایی و سوخت و محصولات جانبی به‌ترتیب برابر با ۰/۲۵، ۱/۷۵، ۰/۸۱، ۰/۹۶ برابر بوده است. به عبارت دیگر به‌جز محصولات پلیمری و آروماتیکی در بقیه موارد درصد ارزشی محصولات صادر شده بوده است. تحلیل این آمار مؤید این مطلب است که می‌توان با تغییر نوع و ترکیب محصولات پتروشیمی کشور و تکمیل زنجیره ارزش محصولات، با تولید محصولات با ارزش افزوده بالاتر از حامل‌های انرژی مصرف‌شده در این بخش (سوخت و خوراک) به‌صورت کاراتری استفاده کرد.

۶. راهکارهایی برای اصلاح الگوی مصرف در صنایع پتروشیمی

۶-۱. راهکارهای کوتاه مدت

۱. اجرای ممیزی انرژی در کلیه مجتمع‌های پتروشیمی
۲. ا و ل و ی ت بند ی طرح‌ها براساس ارزش افزوده و جذابیت‌های اقتصادی، با توجه به محدودیت موجود در منابع مالی،

مصرفی کشور به‌ازای تولید یک تن لاستیک برابر با ۳۱/۱ گیگاژول است، با توجه به بررسی‌های انجام شده معیار مصرف انرژی برای واحدهای موجود ۲۲/۷ گیگاژول بر تن و برای واحدهای جدیدالاحداث ۱۷/۴۴ گیگاژول بر تن در نظر گرفته شده است. بر اساس نتایج بدست‌آمده، ارزش پتانسیل صرفه‌جویی ناشی از عملیاتی کردن معیارهای مذکور برابر با ۱۱۲ میلیارد ریال برآورد شده است.

۵. صرفه‌جویی انرژی در بخش خوراک صنعت پتروشیمی

همان‌طوری که اشاره شد بخشی از حامل‌های انرژی کشور از جمله فرآورده‌های پالایشگاهی و مایعات و میعانات گازی به عنوان خوراک در مجتمع‌های پتروشیمی مصرف می‌شود. به همین دلیل لازم است ضمن ایجاد سازو کارهای لازم برای کاهش مصرف سوخت در این صنعت، راهکارهای بهینه‌سازی مصرف حامل‌های انرژی به عنوان خوراک نیز در این صنعت مدنظر قرار گیرد. به نظر می‌رسد علاوه‌بر ارتقای فرآیندهای تولید و بهبود فن‌آوری، تغییر نوع و ترکیب محصولات تولیدی پتروشیمی کشور



جدول ۵. انرژی مصرفی و ارزش پتانسیل صرفه‌جویی در صنعت لاستیک کشور در مقایسه با معیارهای کشور در جهان

رقم	شرح	عنوان
۸۳۰,۱۳۶	معادل بشکه نفت خام در سال	انرژی مصرفی
۵,۰۶۳,۸۳۰	گیگاژول	
۳۱/۱	متوسط کشور	مصرف انرژی ویژه (گیگاژول بر تن)
۱۹	متوسط جهان	
۲۲/۷	معیار کنونی	
۱۷/۴۴	جدیدالاحداث	پتانسیل صرفه‌جویی نسبت به:
٪۲۷	معیار کنونی	
٪۴۴	جدیدالاحداث	پتانسیل صرفه‌جویی
۲,۲۲۴,۱۷۷	گیگاژول	
۵۹,۰۲۶,۱۷۸/۷	مترمکعب گاز	
۱۱۲	ارزش (میلیارد دلار)	

مأخذ: ترازنامه هیدروکربوری کشور سال ۱۳۸۶، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، معاونت امور برنامه‌ریزی، وزارت نفت، ۱۳۸۷.

توضیح: میزان سوخت قابل صرفه‌جویی در مدت دستیابی به استانداردهای تدوین شده برای واحدهای تازه تاسیس طی ۱۰ سال آتی بر مبنای گیگاژول و مترمکعب معادل گاز طبیعی ارائه شده است. همچنین ارزش سوخت قابل صرفه‌جویی با در نظر گرفتن قیمت هر متر مکعب گاز طبیعی معادل ۲۰ سنت محاسبه شده است.

تولیدی،

۴. تقویت سامانه تعمیرات و نگهداری تجهیزات،
۵. تعامل با پیمانکاران در تمامی مراحل ساخت واحدها، برنامه‌ریزی به‌منظور کاهش هزینه تمام‌شده واحدها و جلوگیری از اشتباهات فنی و اجرایی،
۶. تبیین اصلاح الگوی مصرف در طراحی واحدها، تأسیسات و ایجاد ظرفیت‌ها، از طریق بهینه‌سازی میزان و نوع مصرف انرژی، مطالعه و نصب سیستم‌های بازیافت انرژی، نصب سیستم ترکیبی (CHP) (۲) با توجه به نیازهای عملیاتی مطابق با استانداردهای روز،
۷. تبدیل تدریجی نیروگاه‌های برق موجود در واحدهای پتروشیمی به سیستم CHP جهت تولید همزمان برق و حرارت با حداقل ۵۰ درصد راندمان کلی،
۸. بهینه‌سازی نظام انتقال فرآورده‌های پتروشیمی از طریق برنامه‌ریزی صحیح برای انتقال از مبادی تولید به واحدهای صنعتی مصرف‌کننده که در این زمینه ایجاد پارک‌های شیمیایی می‌تواند مؤثر باشد. ■

پی‌نوشت:

(۱) میزان مصرف انرژی به ازاء یک واحد تولید محصول نهایی است.

(۲) Combined Heat and Power (CHP)

۳. مدیریت زمان و بهینه‌سازی ساعات کاری کارکنان،
 ۴. استقرار سامانه مدیریت خوردگی و تلاش در جهت شفاف‌سازی و کاهش زیان‌های ناشی از آن،
 ۵. برنامه‌ریزی برای جلوگیری از خروج نیروهای مجرب از مجموعه پتروشیمی و ایجاد سامانه انگیزشی،
 ۶. برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت آموزشی بهینه‌سازی مصرف انرژی برای مهندسان، مدیران و تکنسین‌های واحدهای صنعتی،
 ۷. برنامه‌ریزی برای اصلاح و افزایش ظرفیت واحدهای موجود و از رده خارج کردن واحدهای فرسوده و غیراقتصادی،
 ۸. الزام مجتمع‌ها به دستیابی به استانداردها و شاخص‌های مندرج در مدارک فنی (قیمت تمام شده محصولات، انرژی، تعمیرات و نگهداری و...)
 ۹. کاهش موجودی انبار محصولات،
 ۱۰. اصلاح محتوای فنی و حقوقی قراردادهای خرید لیسانس، مهندسی، اجرا و خرید تجهیزات،
 ۱۱. کاهش ضایعات تولید، بسته‌بندی و بهینه‌سازی فرآیند عملیاتی آن‌ها،
 ۱۲. مدیریت مصرف سوخت و خوراک به‌صورت تفکیک شده در مجتمع‌ها و طرح‌های پتروشیمی،
 ۱۳. استقرار سیستم‌های اندازه‌گیری انرژی در طراحی، نصب و بهره‌برداری،
 ۱۴. لحاظ کردن ارتقاء راندمان مصرف انرژی در خرید کلیه تجهیزات انرژی‌بر و ماشین‌آلات.
 ۱۵. مدیریت علمی صرفه‌جویی انرژی در بهره‌برداری از تأسیسات و ظرفیت‌های نصب‌شده،
 ۱۶. طراحی، تدوین و به‌روزرسانی سامانه اطلاعات مصرف انرژی به تفکیک فرآیندهای صنعتی و تأسیسات غیرصنعتی،
 ۱۷. رعایت مبحث نوزده مقررات ملی ساختمان در کلیه طرح‌ها و تأسیسات در دست احداث،
 - انجام ممیزی انرژی در ساختمان‌های موجود صنعتی و اجرای راهکارهای بهینه‌سازی اعم از عایق‌کاری حرارتی، استفاده از شیشه‌های دوجداره، کنترل هوشمند موتورخانه و...،
 ۱۸. کنترل دقیق قطعات یدکی با لحاظ کردن جزئیات طراحی و بازنگری روش‌های خرید این قطعات.
- ۶-۲. راهکارهای بلندمدت**
۱. دستیابی به فن‌آوری در زمینه‌های اولویت‌دار از قبیل کاتالیست‌ها و فرآیندهای موردنظر،
 ۲. تقویت مدیریت ارتباط با مشتری (استفاده از تجارت الکترونیک)،
 ۳. برنامه‌ریزی برای به‌ظرفیت اسمی رساندن واحدهای