



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

(۱۴۱۵۶)

تجدید نظر اول

(۱۳۹۹)



دارای محتوای رنگی

INSO

(14156)

1st. Revision

(2020)

پالایشگاه‌های گاز طبیعی –

معیار مصرف انرژی

در فرایندهای تولید

**Natural Gas Processing Plants -
Energy Consumption Criteria
in Production Processes**

ICS:

استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۱۵۶: تجدید نظر شماره ۱ سال ۱۳۹۹

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P.O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین ومقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیونهای فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی واقتصادی آگاه ومرتب انجام میشود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری وتجاری است که از مشارکت آگاهانه ومنصفانه صاحبان حق ونفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی وتخصصی، نهادها، سازمانهای دولتی وغیردولتی حاصل میشود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذینفع واعضای کمیسیونهای فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح ودر صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر میشود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات وسازمانهای علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه میکنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر میشود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی میشوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ وسازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی^۳ (OIML) است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی^۵ (CAC) در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی وعمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، باتصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردها کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستمهای مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

-
1. International Organization for Standardization
 2. International Electrotechnical Commission
 3. International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
 4. Contact point
 5. Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
«پالایشگاه‌های گاز طبیعی – معیار مصرف انرژی در فرایندهای تولید»
(تجدید نظر شماره ۱)

رئیس:	سمت و / یا نمایندگی
مبینی دهکردی، علی (دکتری علوم دفاعی استراتژیک)	شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت
دبیر:	
خطاطی، محمدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت
اعضاء (به ترتیب حروف الفبا)	
اکبرزاده، سعید (کارشناسی ارشد مهندسی انرژی)	شرکت نفت فلات قاره ایران
اکبری سیار، محمد (کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی)	سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق
بهمنی، یوسف (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)	سازمان برنامه و بودجه کشور
دارستانی فراهانی، منصوره (کارشناسی ارشد مهندسی طراحی محیط زیست)	شرکت ملی گاز ایران، مدیریت برنامه ریزی
رحیمی، محمد جواد (دکتری مهندسی مکانیک)	سازمان حفاظت محیط زیست
زروانی، رامش (کارشناسی شیمی)	اداره کل برنامه ریزی راهبردی و مدیریت انرژی وزارت نفت
زمانی، زهرا (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت
شاکرمی، علی (کارشناسی ارشد مهندسی برق الکترونیک)	شرکت ملی گاز ایران، مدیریت هماهنگی و نظارت بر تولید

شریفیان، حمیدرضا	سازمان ملی استاندارد ایران
(کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های انرژی)	
صفری، ساسان	شرکت بهینه سازی مصرف سوخت
(کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های انرژی)	
فاضلی ویسری، سمیرا	سازمان انرژی های تجدیدپذیر و بهره‌وری
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	انرژی برق
فیاضی، محسن	شرکت نفت فلات قاره ایران
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)	
قادریان، پوریا	سازمان ملی استاندارد ایران
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	
قزلباش، پرچهر	سازمان ملی استاندارد ایران
(کارشناسی فیزیک)	
مسگریان، رضا	شرکت ملی گاز ایران، مدیریت هماهنگی
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	و نظارت بر تولید
ناظم، اکبر	شرکت ملی گاز ایران، مدیریت هماهنگی
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	و نظارت بر تولید
نعیمی، علیرضا	شرکت ملی گاز ایران، مدیریت هماهنگی
(کارشناسی ارشد مهندسی برق)	و نظارت بر تولید
نوروزی، علی	شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت
(دکتری مهندسی سیستم‌های انرژی)	
نوید، احمد	اداره کل برنامه ریزی راهبردی و مدیریت
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	انرژی وزارت نفت
نویدی، محمد امین	شرکت ملی گاز ایران، مدیریت هماهنگی
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	و نظارت بر تولید
و ثوقی فرد، مونا	سازمان انرژی های تجدیدپذیر و بهره‌وری
(کارشناسی ارشد MBA)	انرژی برق
یوسفی صدر، سینا	سازمان ملی استاندارد ایران
(کارشناسی ارشد مهندسی برق کنترل)	

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ فرایندهای اصلی در پالایشگاه گاز
۷	۵ معیار مصرف انرژی
۱۵	۶ نحوه اندازه گیری و تعیین مصرف انرژی ویژه
۱۸	پیوست الف (الزامی) فرم ارزیابی عملکرد انرژی
۲۰	پیوست ب (الزامی) مقادیر طراحی خوراک
۲۱	کتابنامه

پیش گفتار

تجدید نظر شماره ۱ مربوط به استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۱۵۶ با عنوان "پالایشگاه‌های گاز طبیعی - معیار مصرف انرژی در فرایندهای تولید" است که بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بنابر ضرورت در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است و در یکصد و چهل و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد انرژی مورخ ۱۳۹۹/۰۸/۲۷ مورد تصویب قرار گرفت. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود. این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۱۵۶ که در سال ۱۳۹۰ تدوین و منتشر شده بود می‌گردد.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

"پروژه شناسایی و استخراج شاخص‌های کلیدی عملکرد پالایشگاه‌های گاز در حوزه‌های مدیریت انرژی و کربن"، شرکت مهندسين مشاور انرژی نواندیش، شرکت ملی گاز ایران (مدیریت هماهنگی و نظارت بر تولید)، وزارت نفت، سال ۱۳۹۸.

مقدمه

با توجه به محدودیت منابع فسیلی و رشد روزافزون مصرف سالانه انواع حامل‌های انرژی، امروزه مدیریت مصرف انرژی و ارتقای سطح کارایی انرژی^۱ به یک ضرورت انکارناپذیر تبدیل شده است. توجه به استقرار سیستم مدیریت انرژی (ISO 50001) در صنایع مختلف باعث شده تا موضوع پایش و هدفگذاری (M&T)^۲ مصرف انرژی، مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

مصرف انرژی، در صنایع فرایندی پیچیده نظیر پالایشگاه‌های گاز به دلیل تنوع فناوری، گوناگونی محصولات و ترکیبات متفاوت خوراک مصرفی، تحت تأثیر عوامل و متغیرهای مختلفی است. این موضوع باعث شده ارزیابی مصرف انرژی و اندازه‌گیری عملکرد انرژی^۳ به سادگی قابل انجام نباشد. لذا استفاده از شاخص مناسب در این زمینه، بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

طبق قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی، دولت موظف است به منظور اعمال صرفه‌جویی، منطقی‌کردن مصرف انرژی و حفاظت از محیط زیست، نسبت به تهیه و تدوین معیارها و مشخصات فنی مرتبط با مصرف انرژی در تجهیزات، فرایندها و سیستم‌های مصرف‌کننده انرژی اقدام کند. بطوریکه کلیه مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان و واردکنندگان این تجهیزات، فرایندها و سیستم‌ها ملزم به رعایت مشخصات و معیارهای تعیین شده باشند. معیارهای مذکور توسط کمیته‌ای متشکل از نمایندگان وزارت نفت، وزارت نیرو، سازمان برنامه و بودجه کشور، سازمان ملی استاندارد ایران، سازمان حفاظت محیط زیست و وزارتخانه‌های ذیربط تدوین می‌شود.

براساس مصوبات یکصد و دومین شورای عالی استاندارد مورخ ۱۳۸۱/۰۳/۰۵ پس از تصویب استانداردهای مربوطه در کمیته مزبور، این استانداردها طبق آیین نامه اجرایی قانون فوق الذکر همانند استانداردهای اجباری توسط سازمان ملی استاندارد ایران اجرا خواهد شد.

-
1. Energy Efficiency
 2. Monitoring and Targeting
 3. Energy Performance

پالایشگاه‌های گاز طبیعی - معیار مصرف انرژی در فرایندهای تولید

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین معیار مصرف انرژی و الزامات ارزیابی عملکرد انرژی در پالایشگاه‌های گاز است. در این استاندارد نحوه ارزیابی عملکرد انرژی و معیار مصرف انرژی مناسب در فرایندهای پالایش گاز، برای واحدهای موجود و در حال ساخت مشخص شده است. این استاندارد، برای موارد زیر کاربرد دارد:

الف - پالایشگاه‌های گاز موجود (مندرج در جدول ۱)

ب - کلیه پالایشگاه‌های گاز در حال ساخت

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استانداردهای ملی ایران

استاندارد ایران - ایزو شماره ۵۰۰۰۱ : سال ۲۰۱۱، سیستم‌های مدیریت انرژی - الزامات همراه با راهنمای استفاده

۲-۲ استانداردهای بین‌المللی

ISO50001:2018, Energy Management Systems: Requirements with guidance for use

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف مندرج در استاندارد ISO 50001، واژه‌ها و اصطلاحات با تعاریف زیر استفاده شده است:

۱-۳

ارزش حرارتی (Heating Value)

ارزش حرارتی یا ارزش گرمایی یک سوخت، مقدار گرمای آزاد شده در اثر احتراق واحد جرم آن سوخت تحت شرایط معین فشار و دما است و با واحدهایی مانند kJ/kg, kJ/mol, MJ/ton, kcal/kg و Btu/lb بیان می‌شود. ارزش حرارتی سوخت را می‌توان به دو صورت بیان کرد:

- ارزش حرارتی ناویژه یا ناخالص یا ارزش حرارتی بالا (HHV)^۱
کل گرمای آزاد شده از سوخت است و گرمای نهان مقدار بخار آب موجود در محصولات احتراق را نیز شامل می‌شود.

- ارزش حرارتی ویژه یا خالص یا ارزش حرارتی پایین (LHV)^۲
عبارت از گرمای خالص آزاد شده از سوخت است و گرمای نهان آب موجود در محصولات احتراق را در بر نمی‌گیرد.

در این استاندارد از ارزش حرارتی پایین، برحسب GJ/ton، در محاسبات استفاده می‌شود.

۲-۳

بار (Load)

عبارت است از نسبت مقدار خوراک در شرایط کارکرد واقعی بر مقدار خوراک بر اساس مدارک طراحی با همان واحد اندازه گیری. مقدار بار، برحسب درصد بوده و می‌توان آن را به صورت روزانه، ماهانه و یا سالانه حساب کرد.

۳-۳

پالایش داده‌ها

پالایش، پاکسازی یا تمیز کردن داده‌ها عبارت است از فرایند پیدا کردن، اصلاح کردن و حتی حذف کردن داده‌های بی ارزش، نادرست و اشتباه از مجموعه داده‌ها.

۴-۳

حجم کنترل / مرز سیستم^۳

عبارت است از محدوده فیزیکی پالایشگاه که مشمول این استاندارد می‌شود. حجم کنترل در این استاندارد، شامل کلیه واحدهای فرایندی، سرویس‌های جانبی (مانند نیروگاه و واحد تولید بخار) و تجهیزات خارج از سایت^۴ (مانند شبکه روشنایی) به همراه ساختمان‌های صنعتی و غیرصنعتی (اداری) می‌باشد. مواردی مانند ساختمان‌ها و یا شهرکهای مسکونی که در مجاورت پالایشگاه قرار دارند، حتی در صورت تأمین انرژی آنها توسط پالایشگاه، جزو حجم کنترل محسوب نمی‌شوند.

۵-۳

فرایند/واحد موجود

فرایند/واحد تولیدی که در حال بهره‌برداری بوده و در شرایط عملیاتی نرمال قرار دارد. مرجع تشخیص شرایط بهره‌برداری پالایشگاه‌ها شرکت اصلی ذی‌ربط می‌باشد.

1. Higher Heating Value
2. Lower Heating Value
3. Control Volume/ Battery Limit
4. Off-site

۶-۳

فرایند/واحد در حال ساخت^۱

کلیه فرایندها یا واحدهای تولیدی که مشمول تعریف فرایند/ واحد موجود نمی‌شوند فرایند/ واحد در حال ساخت محسوب می‌شوند.

برای پالایشگاههای جدید که هنوز در مراحل اولیه بهره برداری یا راه اندازی قرار دارند به دلیل نبود داده های عملیاتی مناسب و قابل اعتماد، امکان تعیین معیار مصرف انرژی وجود ندارد. معیار مصرف انرژی این پالایشگاهها پس از رسیدن به شرایط پایدار و استمرار وضعیت نرمال تعیین خواهد شد. مرجع تشخیص در خصوص بهره برداری پالایشگاهها شرکت اصلی ذی ربط می‌باشد.

۷-۳

محدوده غیر قابل تعیین معیار مشخص

محدوده‌ای از فعالیت پالایشگاه گاز را شامل می‌شود که براساس مقدار سالانه بار مشخص شده، عملکرد پالایشگاه گاز قابل پیش بینی نبوده و معیار مصرف مندرج در این استاندارد به آن تعلق نمی‌گیرد.

۸-۳

مصرف انرژی ویژه (SEC)^۲

مصرف انرژی ویژه عبارت است از نسبت میزان مصرف انرژی (برحسب GJ) بر مقدار حاصل از تفاضل جریان خوراک ورودی و مقدار تلفات (برحسب ton).

۹-۳

معیار مصرف انرژی ویژه^۳

عبارت از حداکثر مقدار مجاز شاخص مصرف انرژی ویژه که برای هریک از فرایندها/ واحدهای موجود یا در حال ساخت در این استاندارد تعیین شده است.

۴ فرایندهای اصلی در پالایشگاه گاز

پالایش و تصفیه گاز، مجموعه عملیات پیچیده‌ای است که در جریان آن می‌توان گاز طبیعی را که حاوی متان به عنوان ماده اصلی و با درصد خلوص ۸۰ تا ۹۷ درصد است به عنوان محصول نهایی پالایش کرد. در این فرایند، علاوه بر استحصال گوگرد، ترکیب‌های ارزشمند دیگری مانند میعانات گاز طبیعی^۴ نیز جداسازی می‌شوند.

ساختار کلی یک پالایشگاه گاز، شامل مراحل دریافت تا تحویل گاز طبیعی تولید شده، در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود یک پالایشگاه گاز، از واحدها و فرایندهای مختلف

۱. Under Construction Process/Unit

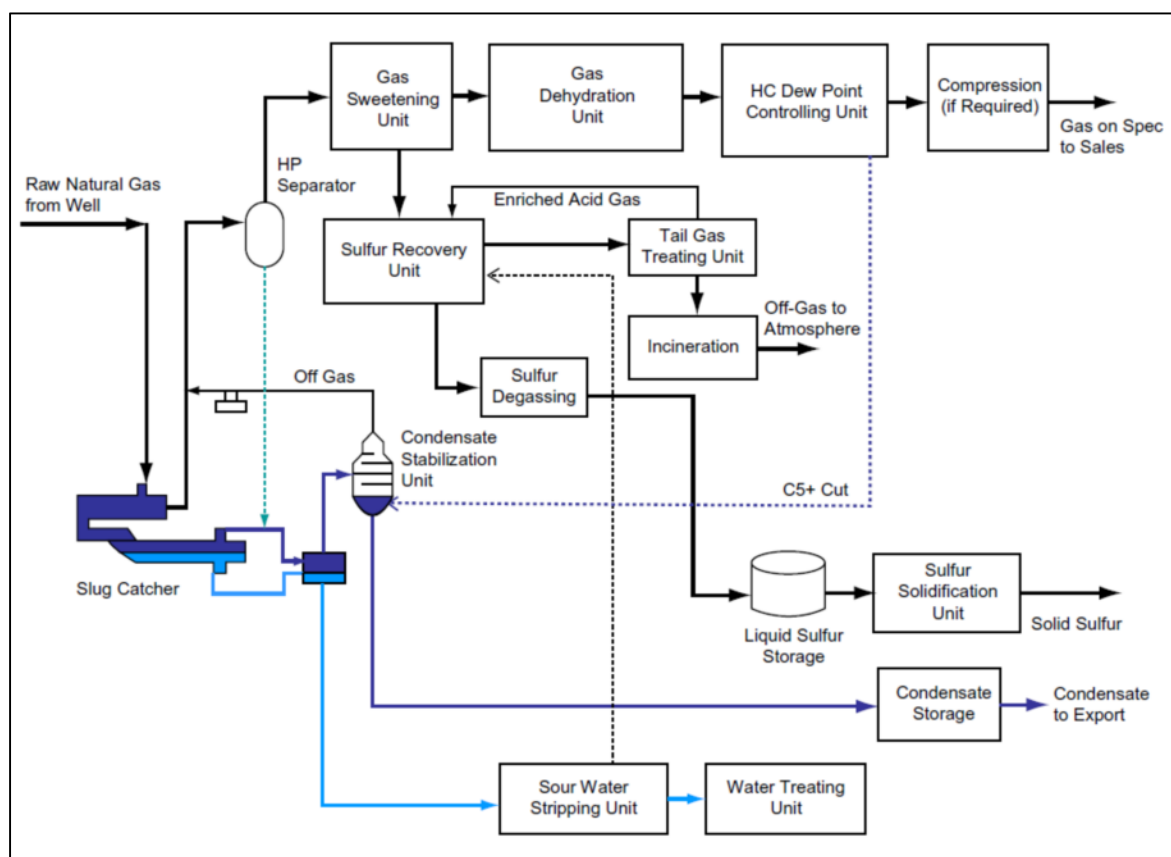
۲. Specific Energy Consumption

۳. Specific Energy Consumption Criterion

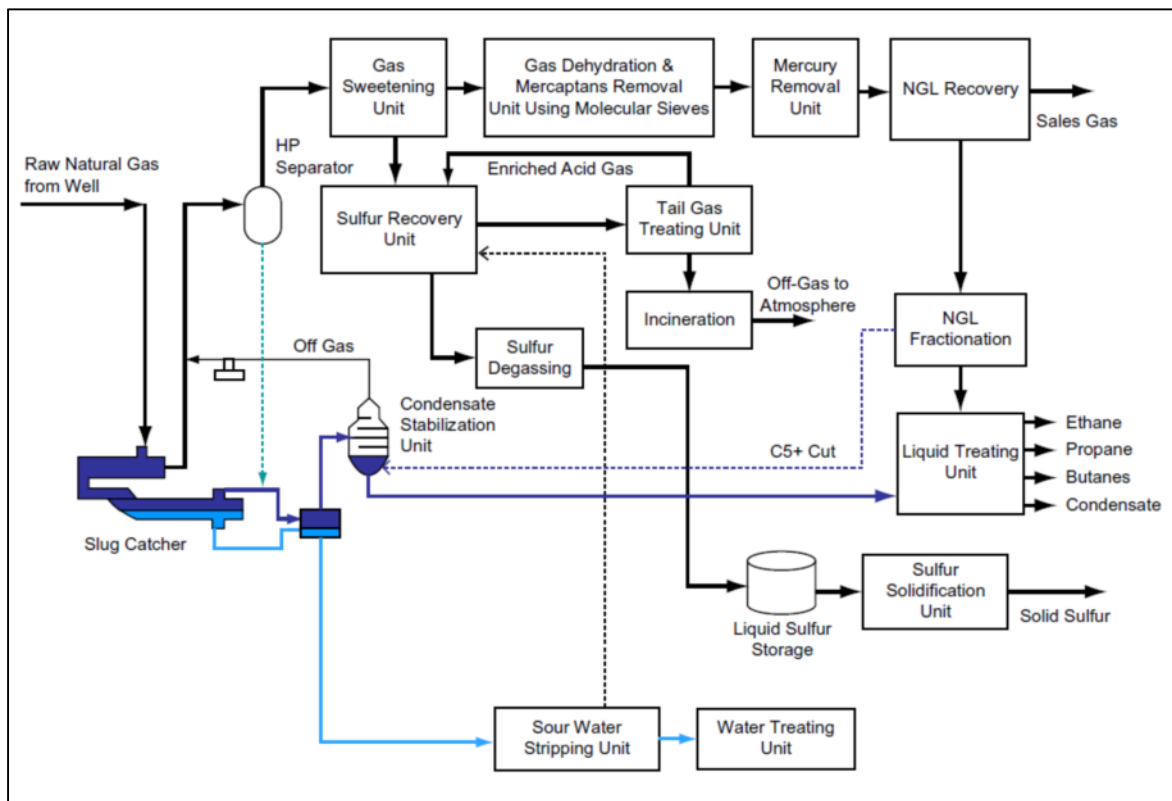
1. Condensate

تشکیل شده است. هدف اصلی از این واحدها و فرایندها، جداسازی آب و مایعات هیدروکربنی و حذف ناخالصی‌ها از جریان خوراک ورودی می‌باشد. تعداد و مشخصات واحدها و فرایندها در یک پالایشگاه گاز، بنا بر نیاز، متفاوت است. ترکیب خوراک و مشخصات محصولات، عامل مؤثر بر طراحی پالایشگاه گاز است. در شکل ۲، نمودار کلی یک واحد تولیدی که علاوه بر گاز طبیعی، مایعات گاز طبیعی^۱ مانند اتان، بوتان و پروپان نیز تولید می‌کند نشان داده شده است.

توجه به این نکته ضروری است که هدف از ارایه دو شکل ۱ و ۲ نشان دادن جریان‌ها و فرایندهای کلی بوده و می‌توان واحدها و سیستم‌های دیگری نیز به این دو شکل اضافه کرد. به عنوان نمونه، می‌توان در شکل ۲، واحد تقویت فشار محصول را نیز در نظر گرفت.



شکل ۱- ساختار کلی یک واحد فراورش گاز برای تولید گاز طبیعی



شکل ۲- ساختار کلی یک واحد فراورش گاز برای تولید گاز طبیعی و مایعات گاز طبیعی

در ادامه، فرایندهای اصلی فراورش گاز معرفی می‌شوند:

۱-۴ شیرین‌سازی

گاز ترش، حاوی گازهای اسیدی، عمدتاً دی اکسید کربن (CO_2) و سولفید هیدروژن (H_2S)، می باشد. در واحد شیرین‌سازی، ترکیبات سولفید هیدروژن و بخشی از دی اکسید کربن از گاز جدا شده تا به مقدار تعیین شده برای محصول رسانده شود. جداسازی این ترکیبات از طریق حلال جاذب که بطور معمول حلال آمین است انجام می‌شود. سپس آمین مصرف شده احیاء می‌گردد.

۲-۴ بازیافت گوگرد

گاز سولفید هیدروژن موجود در گازهای اسیدی خروجی از واحد شیرین‌سازی، در واحد بازیافت گوگرد، به گوگرد عنصری تبدیل می‌گردد. فرایند کلاوس^۱، متعارف ترین فرایند بازیابی گوگرد است. در این فرایند، گاز اسیدی به محفظه احتراق تزریق می‌شود. در اثر واکنش در محفظه احتراق، حدود یک سوم سولفید هیدروژن موجود در گاز اسیدی سوزانده شده و به دی اکسید گوگرد (SO_2) تبدیل می‌شود. دی اکسید گوگرد حاصل با سولفید هیدروژن باقیمانده ترکیب شده و تولید گوگرد مایع می‌کند.

۳-۴ نم زدایی

گاز طبیعی تولید شده از منابع مستقل گازی یا چاه‌های نفتی (گازهای همراه نفت) در حقیقت گازهای طبیعی اشباع نشده از آب و هیدروکربورهای سنگین می‌باشند. به منظور جلوگیری از تشکیل هیدرات که

۱ . Claus sulfur recovery process

موجب آسیب‌هایی همچون افت فشار و مسدود شدن مسیر به خصوص در خطوط لوله انتقال گاز می‌شود، عملیات نم زدایی گاز انجام می‌شود. برای جداسازی هیدروکربن‌های سنگین از روش سردسازی استفاده می‌شود. همچنین لازم است نقطه شبنم آب در مخلوط گازی، در ابتدای مسیر فرایندی، پس از شیرین‌سازی روی حد مطلوبی تنظیم گردد.

روش‌های نم‌زدایی گاز عبارتند از: سردکردن مستقیم، جذب در حلال مایع و جذب سطحی جاذب جامد. هم‌اکنون، در صنعت فقط روش‌های استفاده از حلال مایع و جذب سطحی استفاده می‌شود.

۴-۴ جداسازی مایعات گازی (NGL) و استحصال متان

در این واحد تنظیم نقطه شبنم هیدروکربنها صورت می‌گیرد. به این منظور جریان گاز طی چند مرحله تا دمای موردنظر سرد شده و مایعات آن جدا می‌شود. گاز ابتدا از چند مبدل پوسته و لوله و یک چیلر عبور کرده و سردسازی نهایی از طریق افت فشار در یک توربوکسپندر ایجاد می‌شود و در نتیجه گازهای سبک شامل متان و اتان جدا می‌شوند.

۵-۴ سیکل تبرید پروپان

هدف این واحد سردسازی خوراک ورودی به واحد NGL و استحصال اتان است. در ضمن، به منظور ایجاد سرمایش موردنیاز برای تنظیم نقطه شبنم گاز خروجی از پالایشگاه نیز از این سیکل استفاده می‌شود.

۶-۴ جداسازی پروپان و بوتان از NGL

در این قسمت پروپان و بوتان به وسیله دو برج تقطیر از NGL جدا شده و در دو مسیر مختلف به سمت واحد تصفیه LPG منتقل می‌شوند. باقیمانده NGL نیز به واحد تثبیت میعانات (ورودی برج تثبیت کننده) انتقال می‌یابد.

۷-۴ واحد تصفیه گاز مایع (LPG)

این واحد به منظور تصفیه پروپان و بوتان مایع و کنترل مقدار گوگرد کل از طریق جداسازی H_2S و مرکاپتان از پروپان و بوتان تعبیه شده است. فرایند صورت گرفته در این واحد، شامل تصفیه پروپان، تصفیه بوتان و عملیات احیای کاستیک و آمین می‌باشد.

۸-۴ تثبیت میعانات گازی

هدف این واحد کاهش فشار بخار هیدروکربن‌های مایع تا رسیدن به حد مورد نظر می‌باشد. میعانات گازی که همراه آن‌ها گلایکول و آب است پس از عبور از مبدل گرمتر شده و وارد جداکننده سه فازی می‌شوند. در ادامه میعانات از نم‌زدا و مبدل عبور کرده و پس از عبور از یک شیر فشارشکن وارد برج تثبیت می‌شود که گازهای سبک از بالا و میعانات تثبیت شده از پایین برج خارج می‌گردند. میعانات برای ذخیره‌سازی و فروش به سمت مخازن ارسال می‌شوند.

۹-۴ تقویت فشار و صدور گاز

در این واحد، کمپرسورهای ارسال گاز، فشار گاز خروجی از پالایشگاه را تا فشار خطوط انتقال افزایش داده و محصول نهایی تحویل مدیریت منطقه عملیات انتقال گاز می‌شود.

۱۰-۴ واحد احیاء حلال گلیکول^۱ MEG

در این واحد مونو اتیلن گلیکول تزریق شده به گاز خام احیاء می‌گردد. این حلال جهت جلوگیری از تشکیل هیدرات‌های گازی قبل از ورود گاز خام به پالایشگاه در سکوها تزریق شده و در واحد تثبیت میعانات از فاز گازی جدا می‌شود.

۵ معیار مصرف انرژی

در شکل ۳ جریان‌های ساده شده ورودی و خروجی جرم و انرژی، برای یک واحد تولیدی نمونه فراورش گاز نشان داده شده است. در خصوص این شکل، ذکر موارد زیر ضروری است:

۱- خوراک ورودی شامل جریان گاز خام ورودی به پالایشگاه است که در بیشتر موارد شامل گاز، آب و میعانات گازی است. مقدار خوراک، معادل جمع محصولات (سوخت گازی مصرفی پالایشگاه را نیز شامل می‌شود) و تلفات پالایشگاه است.

۲- هرچند گاز طبیعی محصول اصلی یک پالایشگاه گاز است، اما در بیشتر موارد محصولات دیگری نیز تولید می‌شود. این محصولات عبارتند از:

- میعانات گازی

- اتان

- گاز مایع^۲

- گوگرد (مایع و جامد)

محصولات بالا همراه با گاز طبیعی تولید شده، محصولات اصلی پالایشگاه گاز می‌باشند. در فرایندهای تولید، مقداری محصولات جانبی^۳ مانند DSO^۴ نیز تولید می‌شود که جزو محصولات اصلی محسوب نمی‌شود.

۳- سوخت گازی بخشی از گاز طبیعی تولید شده است که بطور معمول، قبل از توربوکمپرسورهای ارسال گاز محصول، از جریان گاز طبیعی محصول پالایشگاه جدا می‌شود. البته در بعضی پالایشگاه‌ها از جریان‌های گازی دیگر نیز به عنوان سوخت استفاده می‌شود.

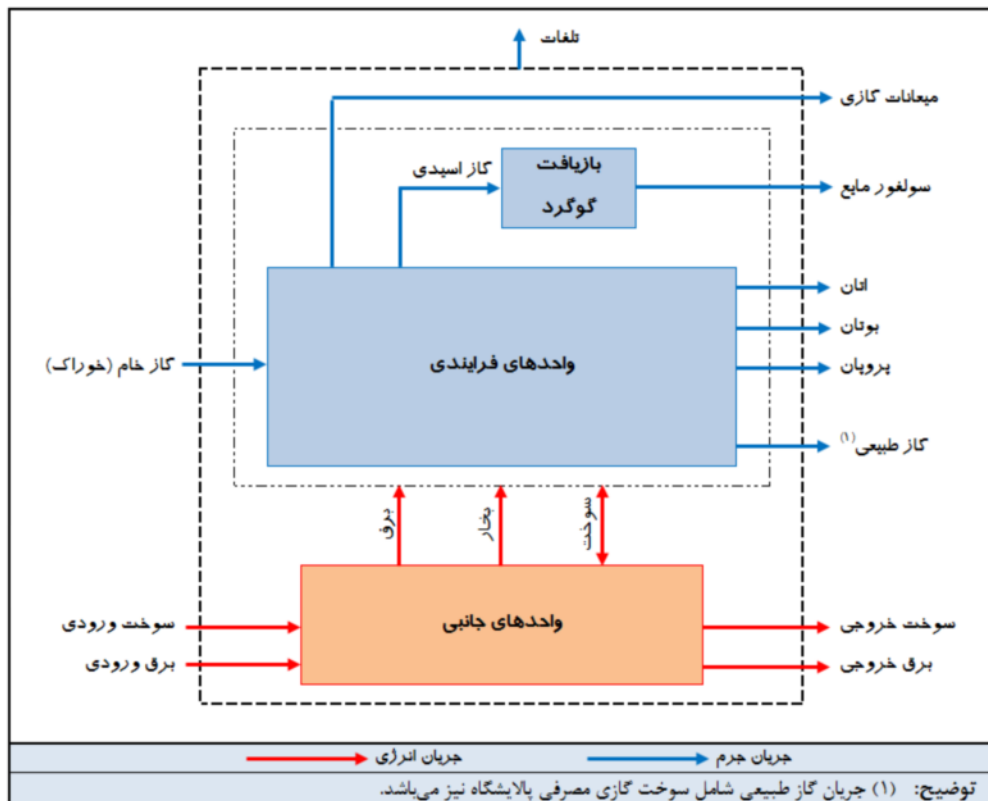
۴- انرژی الکتریکی مورد نیاز از دو راه تأمین می‌شود. یک روش، تولید در داخل پالایشگاه و روش دیگر وارد کردن انرژی الکتریکی مورد نیاز از خارج از پالایشگاه، مانند انرژی الکتریکی دریافتی از شبکه سراسری برق.

۱ . Mono Ethylene Glycol

۲ . LPG: Liquid Petroleum Gas

۳ . by Products

۳. DiSulfide Oil



شکل ۳- جریان ساده شده جرم و انرژی یک واحد تولیدی نمونه

۱-۵ مصرف انرژی ویژه واحدهای موجود

برای ارزیابی عملکرد انرژی یک واحد موجود، با در نظر گرفتن کلیه مصارف انرژی، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$SEC = \frac{E_{F.G.} + (E_{in} - E_{out})}{F - W} \quad (۱)$$

که در آن:

SEC = شاخص مصرف انرژی ویژه بر حسب گیگاژول بر تن (GJ/ton)

$E_{F.G.}$ = انرژی سوخت گازی، که از خوراک تأمین می‌شود و به صورت مستقیم یا غیرمستقیم (برای تبدیل

انرژی به برق، بخار و ...) در فرایند استفاده می‌شود. بر حسب گیگاژول (GJ)

E_{in} = انرژی ورودی، شامل انواع حامل‌های انرژی دریافتی از بیرون پالایشگاه بر حسب گیگاژول (GJ)

E_{out} = انرژی خروجی، شامل انرژی تولید شده در داخل پالایشگاه که به بیرون ارسال می‌شود بر حسب گیگاژول (GJ)

F = مقدار خوراک ورودی بر حسب تن (ton)

W = تلفات بر حسب تن (ton)

برای محاسبه صورت کسر، ابتدا باید کلیه جریان‌های انرژی ورودی و خروجی شناسایی شوند. سپس، از رابطه‌های زیر مقدار خالص انرژی مصرفی در داخل پالایشگاه محاسبه می‌شود:

الف) محاسبه انرژی سوخت گازی

از آنجا که ممکن است منابع مختلفی برای تأمین سوخت گازی پالایشگاه وجود داشته باشد ضروری است جریان‌های مختلف به صورت جداگانه و با توجه به ارزش حرارتی هریک (LHV_i)، در فرمول زیر در نظر گرفته شوند.

$$E_{F.G.} = \sum_{i=1}^n F.G._i \times LHV_i \quad (2)$$

که در آن:

$F.G._i$ = سوخت گازی i مورد استفاده در پالایشگاه بر حسب تن (ton)

LHV_i = ارزش حرارتی پایین سوخت گازی i مورد استفاده در پالایشگاه بر حسب گیگاژول بر تن (GJ/ton)

یادآوری ۱ - ارزش حرارتی کلیه سوخت‌های گازی و مایع مورد استفاده، باید توسط پالایشگاه ارایه شود.

ب) محاسبه انرژی ورودی

$$E_{in.} = IE_{eq} + IF_{eq} \quad (3)$$

که در آن:

IE_{eq} = معادل انرژی الکتریکی دریافتی از بیرون پالایشگاه بر حسب گیگاژول (GJ)

IF_{eq} = معادل انرژی انواع سوخت مایع و گازی ورودی به پالایشگاه بر حسب گیگاژول (GJ)

برای محاسبه معادل انرژی الکتریکی دریافتی (IE_{eq})، با فرض راندمان ۳۵٪ برای نیروگاه‌ها (پس از کسر مصرف داخلی و تلفات شبکه) و نیز با در نظر گرفتن ضریب ۳/۶ برای تبدیل MWh به GJ، از رابطه زیر استفاده می‌شود^۱:

$$1 \text{ MWh} = 10.3 \text{ GJ} \quad (4)$$

یادآوری ۲ - برای تمام سال‌ها از ضریب تبدیل معادله (۴) استفاده شود و نیازی به اصلاح سالانه آن نیست. برای محاسبه معادل انرژی انواع سوخت مایع و گازی ورودی به پالایشگاه (IF_{eq})، باید مقدار دریافتی هر نوع سوخت در ارزش حرارتی همان سوخت ضرب شده و مقادیر حاصل با هم جمع شوند.

۱- طبق ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۵، میانگین راندمان نیروگاه‌ها برابر ۴۱/۱ درصد است. با در نظر گرفتن مصرف داخلی (۲/۹٪) و تلفات (۱۲/۱٪) میانگین راندمان کل شبکه تولید، توزیع و انتقال به صورت زیر حساب می‌شود:

$$(1 - 0.12) \times (1 - 0.029) \times 41.1 = 34.935 = 35 \%$$

با توجه به ضریب تبدیل ۳/۶۰ برای تبدیل kWh به MJ و راندمان بالا، رابطه زیر به دست می‌آید:

$$1 \text{ MWh} = 10.3 \text{ GJ}$$

یادآوری ۳ - سوخت مایع ورودی به پالایشگاه تا زمانی که به مصرف نرسیده، به عنوان انرژی ورودی، در فرمول معادله (۱)، قرار نمی گیرد.

ج) محاسبه انرژی خروجی

$$E_{out} = EE_{eq} + EF_{eq} \quad (۵)$$

که در آن:

معادل انرژی الکتریکی تولید شده در داخل پالایشگاه که به بیرون پالایشگاه ارسال می شود بر حسب گیگاژول (GJ) = EE_{eq}

معادل انرژی سوخت گازی تولیدی پالایشگاه که از پالایشگاه خارج می شود بر حسب گیگاژول (GJ) = EF_{eq}

برای محاسبه معادل انرژی الکتریکی ارسالی به بیرون پالایشگاه (EE_{eq})، باید راندمان نیروگاه پالایشگاه در نظر گرفته شود.

مقدار تلفات (W) در مخرج کسر معادله (۱) از اجزای زیر تشکیل شده که باید با هم جمع شوند:

- گازهای اسیدی ارسالی به مشعل بر حسب تن (ton)

- گازهای عملیاتی ارسالی به مشعل بر حسب تن (ton)

- گازهای ارسال شده به مشعل ناشی از عملکرد نامطلوب بالادست در صورتیکه در خوراک پالایشگاه لحاظ شده باشد بر حسب تن (ton)

- آب جدا شده از گاز^۱ بر حسب تن (ton)

۲-۵ معیار مصرف انرژی ویژه واحدهای موجود

معیار مصرف انرژی، براساس شاخص مصرف انرژی ویژه، برای هریک از پالایشگاههای گاز موجود، مطابق جدول ۱ می باشد. طبق این جدول، عملکرد پالایشگاه، براساس مقدار سالانه بار آن، به دو محدوده تقسیم شده است:

محدوده اول - بار بالا

در این محدوده، مقدار شاخص مصرف انرژی ویژه، ثابت در نظر گرفته شده است.

محدوده دوم - بار پایین

در این محدوده، مقدار شاخص مصرف انرژی ویژه، به صورت تابعی از بار تعریف شده است.

عملکرد پالایشگاههای گاز، در محدودههای کمتر از بار پایین، قابل ارزیابی نبوده و نمی توان برای آن معیار مشخصی تعیین کرد. این محدوده، به عنوان محدوده خارج از شمول در نظر گرفته شده است.^۲

۱- منظور آب موجود در خوراک است که پس از جریان سنج (flow meter) خوراک ورودی و حین فراورش گاز از آن جدا می شود.

۲- در صورت قرار گرفتن پالایشگاه در محدوده خارج از شمول، بازرسی براساس روش این استاندارد، تنها با هدف پایش عملکرد انجام خواهد شد.

جدول ۱ - معیار مصرف انرژی ویژه پالایشگاه‌های گاز موجود، برحسب GJ/ton

محدوده بار (%)			پالایشگاه	
≥ ۵۰ و < ۸۰		≥ ۸۰		
a ⁽¹⁾	b ⁽¹⁾			
-۰/۰۱۷	۳/۵۶	۲/۲۰۰	ایلام	
-۰/۰۰۶	۰/۹۷۹	۰/۵۲۰	بیدبلند	
-۰/۰۱۰	۱/۶۰۶	۰/۸۰۵	پالایشگاه اول	پارس جنوبی
-۰/۰۰۹	۱/۸۳۳	۱/۱۱۱	پالایشگاه دوم	
-۰/۰۲۵	۳/۷۰۵	۱/۶۸۱	پالایشگاه سوم	
۰/۰۰۴	۰/۴۸	۰/۸۰۰	پالایشگاه چهارم ^(۲)	
-۰/۰۰۴	۱/۸۷۰	۱/۵۳۳	پالایشگاه پنجم	
-۰/۰۴۱	۴/۹۶۸	۱/۷۰۰	پالایشگاه ششم	
-۰/۰۲۱	۳/۸۸۶	۲/۲۰۰	پالایشگاه هفتم	
-۰/۰۰۲	۱/۰۷۷	۰/۹۰۰	پالایشگاه نهم	
-۰/۰۰۰۵	۰/۲۴۴	۰/۲۰۵	پارسیان	
-۰/۰۰۱	۰/۶۱۹	۰/۵۰۰	سرخون	
-۰/۰۱۲	۲/۱۷۱	۱/۲۰۰	شهید هاشمی نژاد	
-۰/۰۰۵	۰/۸۷۱	۰/۵۰۱	فجر جم	
-۰/۱۰۹	۱۲/۰۳۰	۴/۴۰۰	هنگام	

توضیح: (۱) براساس محدوده بار سال مورد بازرسی (برحسب درصد) و طبق معادله $SEC = a \times Load + b$

(۲) با توجه به عملکرد خاص پالایشگاه چهارم، مقدار خوراک، برای محاسبه بار، باید پس از کسر خوراک ارسالی به سایر پالایشگاه‌ها در نظر گرفته شود.

یادآوری ۴- در صورتیکه درصد بار سالیانه پالایشگاه کمتر از ۵۰ درصد ظرفیت طراحی باشد، بازرسی بر اساس روش این استاندارد، تنها با هدف پایش عملکرد انجام خواهد شد.

یادآوری ۵ - مقادیر معیار در جدول ۱، تنها در محدوده‌های مشخص شده براساس بار، اعتبار دارند.

یادآوری ۶ - مقدار SEC حاصل از معادله محدوده دوم، باید تا رقم سوم بعد از اعشار در نظر گرفته شود.

یادآوری ۷ - مقادیر معیار در جدول ۱، مربوط به یک دوره ارزیابی یکساله می‌باشد. بنابراین هر چند محاسبه شاخص مصرف انرژی ویژه، طبق معادله (۱)، به صورت ماهانه و یا روزانه بلامانع است اما مقایسه مقادیر حاصل از محاسبه بر اساس مقادیر ماهانه یا روزانه با مقادیر معیار مندرج در جدول ۱ از نظر این استاندارد فاقد اعتبار است.

۳-۵ مصرف انرژی ویژه معیار در فرایندهای اصلی واحدهای در حال ساخت

در این بخش، شاخص مصرف انرژی ویژه برای هریک از فرایندهای فراورش گاز معرفی و بهترین مقدار، براساس انتخاب جدیدترین فناوری ارایه شده است.

۱-۳-۵ واحد تصفیه گاز

شاخص مصرف انرژی ویژه، برای این واحد، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$(۶) \quad \text{مصرف انرژی ویژه فرایند تصفیه گاز} = \frac{\text{مصرف انرژی (GJ)}}{\text{جرم گاز اسیدی (ton)}} \quad (\text{GJ/ton})$$

۲-۳-۵ واحد بازیافت گوگرد

فرایند بازیافت گوگرد در پالایشگاههای جدید شامل غنی سازی گاز اسیدی^۱ و فراوری گاز انتهایی^۲ در نظر گرفته شده است. با توجه به گرمایا بودن فرایند بازیافت گوگرد، شاخص مصرف انرژی ویژه برای این واحد، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$(۷) \quad \text{تولید انرژی (GJ) - مصرف انرژی (GJ)} = \frac{\text{مصرف انرژی ویژه فرایند بازیافت گوگرد}}{\text{جرم گوگرد بازیافت شده (ton)}} \quad (\text{GJ/ton})$$

۳-۳-۵ واحد نم زدایی

شاخص مصرف انرژی ویژه، برای این واحد، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$(۸) \quad \text{مصرف انرژی ویژه فرایند نم زدایی} = \frac{\text{مصرف انرژی (GJ)}}{\text{جرم آب جدا شده از گاز (ton)}} \quad (\text{GJ/ton})$$

۴-۳-۵ واحد تنظیم نقطه شبنم و جداسازی برشها

شاخص مصرف انرژی ویژه، برای این واحد، به صورت زیر تعریف می‌شود:

^۱. AGE: Acid Gas Enrichment

^۲. TGT: Tail Gas Treatment

$$(9) \quad \text{مصرف انرژی (GJ)} = \frac{\text{مصرف انرژی ویژه فرایند تنظیم نقطه شبنم (GJ/ton)}}{\text{جرم ورودی به واحد تنظیم نقطه شبنم (ton)}}$$

۵-۳-۵ واحد تثبیت میعانات

شاخص مصرف انرژی ویژه، برای این واحد، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$(10) \quad \text{مصرف انرژی (GJ)} = \frac{\text{مصرف انرژی ویژه فرایند تثبیت میعانات (GJ/ton)}}{\text{جرم میعانات تثبیت شده (ton)}}$$

۶-۳-۵ واحد احیای MEG

شاخص مصرف انرژی ویژه، برای این واحد، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$(11) \quad \text{مصرف انرژی ویژه فرایند احیای MEG (GJ/ton)} = \frac{\text{مصرف انرژی (GJ)}}{\text{جرم آب جدا شده از محلول (ton)}}$$

شاخص مصرف انرژی معیار، برای فرایندهای مختلف در واحدهای در حال ساخت، باید حداکثر برابر با مقادیر مندرج در جدول ۲ باشد. همانطور که مشاهده می‌شود مقادیر معیار براساس میزان گوگرد خوراک ورودی مشخص شده است.

جدول ۲ - مصرف انرژی ویژه معیار برای فرایندهای مختلف واحدهای در حال ساخت

SEC (GJ/ton)					فرایندها
گاز شیرین	محتوای گوگرد گاز ترش خوراک (PPM)				
	>۶۰۰۰	۱۰۰۰-۶۰۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	<۵۰۰	
--	۱۲/۰	۴/۲۰	۳/۶۰	۳/۰	تصفیه گاز و حذف مرکاپتان
--	۳/۰	۳/۰	۳/۰	۳/۰	بازیافت سولفور
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	نم زدایی
۰/۲۷۵	۰/۲۷۵	۰/۲۷۵	۰/۲۷۵	۰/۲۷۵	تنظیم نقطه شبنم و بازیافت اتان
۰/۱۸۳	۰/۱۸۳	۰/۱۸۳	۰/۱۸۳	۰/۱۸۳	تنظیم نقطه شبنم و بازیافت گاز مایع
۰/۰۹۲	۰/۰۹۲	۰/۰۹۲	۰/۰۹۲	۰/۰۹۲	تنظیم نقطه شبنم
۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	تثبیت میعانات گازی
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	احیای MEG

پس از آنکه مصرف انرژی در فرایندهای اصلی پالایشگاه مشخص شد، مصرف انرژی مجموعه این فرایندها طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$SEC_{GP} = \left(\frac{\sum SEC_{Ui} \times M_i}{X \times (1 - L)} \right) / F \quad (12)$$

که در آن:

SEC_{GP} = مصرف انرژی ویژه پالایشگاه مورد نظر بر حسب گیگاژول بر تن (GJ/ton)

SEC_{Ui} = مصرف انرژی ویژه در هر واحد، طبق فرمول‌های ۶ تا ۱۱ بر حسب گیگاژول بر تن (GJ/ton)

M_i = مقدار جرمی جریانی که SEC واحد براساس آن تعریف شده و بر حسب تن بر ساعت است. به عنوان مثال، M_{AG} در واحد شیرین‌سازی، جرم گاز اسیدی در خوراک ورودی پالایشگاه است و شاخص مصرف انرژی ویژه در واحد شیرین‌سازی نیز به صورت انرژی مصرفی به ازای هر تن گاز اسیدی خروجی از واحد تعریف شده است.

F = جرم خوراک ورودی به پالایشگاه، بر حسب تن بر ساعت (ton/hr)

L = ضریبی برای محاسبه تلفات اجتناب ناپذیر انرژی بوده و معادل ۰/۱۰ در نظر گرفته می‌شود.

X = ضریبی است که برای تخمین مصرف انرژی سایر واحدها استفاده می‌شود. در این استاندارد فرض شده که ۸۰٪ انرژی پالایشگاه در فرایندهای اصلی مصرف می‌شود و ۲۰ درصد نیز در سایر واحدها به مصرف می‌رسد. به این ترتیب مقدار X معادل ۰/۸۰ است.

۵-۳-۷ الزامات پالایشگاه‌های در حال ساخت

علاوه بر مقادیر مصرف انرژی ویژه، توجه به الزامات زیر، در مرحله طراحی و ساخت پالایشگاه‌های جدید ضروری است:

۱- یکی از موارد قابل توجه تلفات انرژی در پالایشگاه‌های موجود، استفاده از توربین‌های گاز با سیکل ساده می‌باشد. لذا ضروری است در طراحی پالایشگاه‌های جدید از این سیستم‌ها پرهیز شود. توربین‌های گاز باید همراه با سیستم بازیافت حرارت باشند.

۲- در صورتیکه فشار گاز قبل از ارسال به خطوط لوله افزایش می‌یابد، باید راندمان پلی‌تروپیک کمپرسورها بالاتر از ۸۳٪ باشد. علاوه بر این، سیستم محرک کمپرسور در صورتی که از نوع توربین گاز باشد همانگونه که در بند قبل اشاره شد باید دارای سیستم بازیافت حرارت باشد.

۳- در پالایشگاه‌های جدید، در صورتی که برق و بخار مصرفی در خود پالایشگاه تولید شود استفاده از فناوری تولید همزمان برق و حرارت (CHP)^۱ الزامی است.

۴- راندمان بویلرها در پالایشگاه‌های جدید باید حداقل ۹۲٪ (براساس ارزش حرارتی پایین سوخت مصرفی) باشد.

۶ نحوه اندازه‌گیری و تعیین مصرف انرژی ویژه

۱-۶ واحدهای موجود

برای محاسبه مصرف انرژی ویژه، طبق معادله (۱)، لازم است، مراحل زیر، به ترتیب، انجام شود:

- ۱- جمع‌آوری داده‌های ماهانه مورد نیاز، مربوط به حجم کنترل پالایشگاه برای یک دوره ارزیابی شامل:
 - مقادیر واقعی سوخت گازی مصرفی بر حسب تن (ton)
 - مقادیر واقعی ارزش حرارتی سوخت گازی بر حسب گیگاژول بر تن (GJ/ton)
 - مقادیر واقعی انرژی الکتریکی وارد به یا خارج شده از پالایشگاه بر حسب گیگاژول (GJ)
 - مقادیر واقعی انواع سوخت وارد شده به پالایشگاه بر حسب گیگاژول (GJ)
 - مقادیر واقعی سوخت خارج شده از پالایشگاه بر حسب تن (ton)
 - مقادیر واقعی خوراک بر حسب تن (ton)
 - مقادیر واقعی انواع تلفات بر حسب تن (ton)

یادآوری ۸ - با توجه به محدوده تعریف شده حجم کنترل، باید مقدار ماهانه انرژی خروجی که از طرف پالایشگاه به مصرف‌کننده‌های خارج از حجم کنترل (مانند ساختمانهای مسکونی بیرون پالایشگاه) ارسال می‌شود مشخص شود. توصیه اکید می‌گردد پالایشگاه، در این موارد، نسبت به نصب کنتورهای مناسب برای قرائت و ثبت مقادیر انرژی خروجی اقدام کند.

یادآوری ۹ - در صورتیکه امکان قرائت و ثبت مقدار انرژی الکتریکی وارد شده به پالایشگاه وجود نداشته باشد، محاسبات براساس قبض صادر شده، بلامانع است. توصیه اکید می‌گردد پالایشگاه در این موارد، نسبت به نصب کنتورهای مناسب برای قرائت و ثبت مقادیر دریافت شده اقدام کند.

۲- محاسبه درصد بار ماهانه از رابطه زیر:

$$Load_i = \frac{Feed_i}{Feed_{design} \times day_i} \times 100 \quad (۱۳)$$

که در آن:

i = ماه

Feed_i = مقدار خوراک ماه i ام بر حسب تن (ton)

Feed_{design} = مقدار طراحی خوراک روزانه بر حسب تن (ton/day)، با توجه به مقادیر پیوست ب

day_i = تعداد روزهای ماه i ام

۳- به منظور پالایش داده‌ها، ماه‌هایی که مقدار بار آنها کمتر از ۵۰ درصد است حذف می‌شوند.

۴- محاسبه مقادیر سالانه داده‌های جمع آوری شده

به این منظور، جمع سالانه داده‌های پالایش شده محاسبه می‌شود. در مورد ارزش حرارتی، باید مقدار میانگین حساب شود.

۵- محاسبه SEC برای دوره ارزیابی، براساس مقادیر سالانه (بند قبل)، انجام شود. دقت شود از جمع مقادیر داده‌های جمع آوری شده و میانگین ارزش حرارتی برای محاسبه SEC استفاده گردد.

۶- محاسبه بار سال مورد بازرسی از رابطه زیر و تعیین محدوده پالایشگاه طبق جدول ۱ :

$$Load = \frac{\sum_{i=1}^{month} Feed_i}{Feed_{design} \times \sum_{i=1}^{month} day_i} \times 100 \quad (14)$$

که در آن:

i = ماه

$Feed_i$ = مقدار خوراک ماه i ام بر حسب تن (ton)، با توجه به ماه‌های باقیمانده پس از پالایش داده‌ها

$Feed_{design}$ = مقدار طراحی خوراک روزانه بر حسب تن (ton/day)، با توجه به مقادیر پیوست ب

day_i = تعداد روزها، با توجه به ماه‌های باقیمانده پس از پالایش داده‌ها

یادآوری ۱۰ - مقدار بار باید به صورت عدد بزرگتر از یک در فرمول در نظر گرفته شود. به عنوان مثال برای بار شصت درصد باید عدد ۶۰ در نظر گرفته شود نه ۰/۶

۷- تعیین معیار با توجه به محدوده تعیین شده در بند قبل

۸- مقایسه SEC محاسبه شده (بند ۵) با مقادیر معیار مندرج در جدول ۱

۹- داده‌های جمع‌آوری شده و مقادیر حاصل از محاسبات، طبق جدول پیوست الف تنظیم گردد.

یادآوری ۱۱ - اطمینان از عملکرد صحیح ابزاردقیق در محاسبه شاخص مصرف انرژی ویژه اهمیت ویژه‌ای دارد. توجه به الزامات استاندارد ISO 50001 در این خصوص ضروری است.

یادآوری ۱۲ - مطمئن‌ترین روش برای بهبود عملکرد سیستم ابزار دقیق و تضمین کیفیت داده‌ها استفاده از فناوری نرم‌افزاری معتبرسازی و تلفیق داده‌ها (DVR)^۱ می‌باشد. لذا توصیه می‌گردد نسبت به تجهیز پالایشگاه‌های موجود به این فناوری اقدام گردد.^۲

۲-۶ واحدهای در حال ساخت

در طراحی و انتخاب پالایشگاه‌های جدید، لازم است به معیار مصرف انرژی ویژه برای هر فرایند، طبق تعریف‌های ارائه شده در بخش ۳-۵ و مقادیر مندرج در جدول ۲ توجه شود.

یادآوری ۱۳ - سیستم ابزار دقیق در پالایشگاه باید به گونه‌ای طراحی شود که امکان برقراری موازنه‌های جرم و انرژی را در مرز پالایشگاه با دقت قابل قبولی فراهم سازد.

یادآوری ۱۴ - ضرورت دارد سیستم جمع‌آوری و ذخیره‌سازی داده‌های تاریخی (DAHS)^۳ و زیرساخت فناوری اطلاعات صنعتی مناسب، برای پالایشگاه پیش‌بینی شود. به گونه‌ای که محاسبه و پایش معیار مصرف انرژی ویژه به سهولت امکان پذیر باشد.

یادآوری ۱۵ - به منظور اطمینان از درستی و دقت معیار مصرف انرژی ویژه پالایشگاه، بعد از راه‌اندازی آن، استفاده از فناوری نرم‌افزاری معتبرسازی و تلفیق داده‌ها توصیه می‌گردد.

1. Data Validation and Reconciliation

۲- فناوری معتبرسازی و تلفیق داده‌ها با استفاده از اطلاعات فرایند و روش‌های ریاضی و مقادیر آماری اقدام به تصحیح خودکار مقادیر اندازه‌گیری شده مرتبط با فرایند صنعتی می‌کند. بکارگیری فناوری DVR منجر به شکل‌گیری یک مجموعه منحصر بفرد و قابل اطمینان از داده‌های خام می‌شود.

3. Data Acquisition and Historian System

پیوست الف

(الزامی)

فرم ارزیابی عملکرد انرژی

شرکت‌های بازرسی باید داده‌های دریافتی و محاسبات انجام شده را در فرم ارزیابی عملکرد انرژی، تنظیم و ارائه کنند. توجه به نکات زیر در تکمیل این فرم ضروری است:

- ۱- مقادیر باید به صورت سالانه و براساس داده‌های پالایش شده در این فرم درج شوند.
- ۲- در صورتیکه سوخت گازی مصرفی پالایشگاه بیش از چهار نوع (با ارزش حرارتی متفاوت) و سوخت مایع وارد شده به پالایشگاه بیش از دو نوع باشد، برای درج مقادیر موارد اضافی ردیف‌های جدید در فرم اضافه شود.
- ۳- مقدار خوراک طراحی، باید براساس مقادیر مندرج در پیوست (ب) و با توجه به تعداد روزهای سال مورد بازرسی (پس از پالایش داده‌ها) محاسبه و درج شود. ضریب تبدیل مقادیر حجمی به جرمی باید از پالایشگاه اخذ شود.
- ۴- مقدار انحراف از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{انحراف } (\%) = \frac{\text{معیار} - \text{عملکرد}}{\text{معیار}} \times 100 \quad (15)$$

- ۵- فرم مربوطه پس از تکمیل باید به تأیید مدیر ارشد شرکت بازرسی برسد.

فرم ارزیابی عملکرد انرژی پالایشگاه‌های گاز – استاندارد ۱۴۱۵۶

شرکت:

شرکت بازرسی:

پالایشگاه:

دوره ارزیابی (سال):

پارامتر	جریان جرم (ton)	جریان الکتریکی (MWh)	ارزش حرارتی (kJ/kg)	انرژی (GJ)
سوخت گازی	سوخت گازی ۱	-		
	سوخت گازی ۲	-		
	سوخت گازی ۳	-		
	سوخت گازی ۴	-		
انرژی ورودی	انرژی الکتریکی	-	-	
	سوخت مایع ۱	-		
	سوخت مایع ۲	-		
انرژی خروجی	انرژی الکتریکی	-	-	
	سوخت گازی	-		
خوراک	طراحی	-	-	-
	واقعی	-	-	-
تلفات				
		-	-	-

انحراف (%)	معیار (GJ/ton)	وضعیت دوره ارزیابی	
		عملکرد (GJ/ton)	بار (%)

عملکرد انرژی پالایشگاه، با مقدار معیار انطباق: ☐ دارد ☐ ندارد

نام و نام خانوادگی:

امضا و مهر:

تاریخ:

پیوست ب

(الزامی)

مقادیر طراحی خوراک

با توجه به ضرورت محاسبه دقیق مقدار بار، در این قسمت مقادیر روزانه خوراک هریک از پالایشگاه‌های مندرج در جدول ۱، براساس مستندات طراحی موجود، ارایه شده است. در صورت تغییر مقادیر مندرج در جدول ب-۱، مقادیر جدید باید توسط شرکت ملی گاز ایران (مدیریت هماهنگی و نظارت بر تولید)، به اطلاع سازمان ملی استاندارد برسد.

جدول ب-۱- مقادیر طراحی خوراک

خوراک (MMSCMD) ⁽¹⁾	پالایشگاه
۶/۸	ایلام
۲۷/۲	بیدبلند
۲۸/۰	پالایشگاه اول
۶۲/۰	پالایشگاه دوم
۶۲/۰	پالایشگاه سوم
۸۵/۰	پالایشگاه چهارم
۶۲/۰	پالایشگاه پنجم
۵۶/۶	پالایشگاه ششم
۵۶/۶	پالایشگاه هفتم
۸۵/۰	پالایشگاه نهم
۸۲/۰	پارسیان
۱۳/۶	سرخون
۴۸/۸	شهید هاشمی نژاد
۱۱۰/۰	فجر جم
۲/۲۷	هنگام

Note: (1) MMSCMD = Million Metric Standard Cubic Meters gas per Day

کتابنامه

الف) فارسی

- [۱] استاندارد ایران - ایزو شماره ۵۰۰۰۱ : سال ۲۰۱۱، سیستم‌های مدیریت انرژی - الزامات همراه با راهنمای استفاده.
- [۲] استاندارد شرکت ملی گاز ایران شماره (01) IGS-M-CH-033 : سال ۱۳۹۳، مشخصات کیفی گاز طبیعی ایران.
- [۳] شمس، جابر، کرمی، بهمن، گاز طبیعی و پالایشگاه‌های گاز/ایران، تهران: شرکت ملی گاز ایران، ۱۳۹۴.
- [۴] دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی، *ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۵*، تهران: معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو، ۱۳۹۷.
- [۵] طیار، م، شرکت توسلی، م، شریعتی نیاسر، م، بهجونیا، م، مروری بر واحدهای عملیاتی و فرایندهای پالایشگاه‌های گاز، نشریه مهندسی گاز ایران، زمستان ۱۳۹۳، شماره ۲، صفحات ۸-۱۵.

ب) انگلیسی

- [6] ISO 50001:2018, Energy Management Systems: Requirements with guidance for use
- [7] Mokhatab, S., Poe, W.A., Mak, J.Y., *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing*, third ed., Gulf Professional Publishing, Burlington, MA, USA, 2015.

ج) اینترنت

- [۸] دانشنامه انرژی (بنیاد دانشنامه نگاری ایران)
- <http://www.iecf.ir/articles-fa.html>