INSO

19580

1st Edition
2015

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران

۱۹۵۸۰

چاپ اول
۱۳۹۳

دارای محتوای رنگی

کارخانجات گاز و گاز مایع (NGL)-
معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید

NGL Plants -
Energy Consumption Criteria in process production

ICS: 27.010

استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۵۸۰ (چاپ اول): سال ۱۳۹۳

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov

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

به نام خدا

آشنایی با مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1] کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، 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، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسهٔ استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می‌کند. 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 مؤسسه است.

---

* موسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1- International organization for Standardization
2- International Electro technical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«کارخانجات گاز و گاز مایع (NGL)- معیار مصرف انرژی در فرایندهای تولید»

رئیس:	**سمت و/ یا محل اشتغال**
سیفی، نصرت ا... (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت بهینه سازی مصرف سوخت
دبیر:	
شریف، مهدی (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	شرکت بهینه سازی مصرف سوخت
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
بسطامی، حامد (کارشناسی مهندسی مکانیک)	سازمان ملی استاندارد ایران
توکلی، امیر (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت مهندسین مشاور سامان انرژی اصفهان
جباری، وحید (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	شرکت بهینه سازی مصرف سوخت
ریخته گر، فربد (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	شرکت بهینه سازی مصرف سوخت
سهرابی زاده، الهام (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت مهندسین مشاور سامان انرژی اصفهان
شریفیان، حمیدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های انرژی)	سازمان ملی استاندارد ایران
شهرآشوبی، دامون (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت مهندسین مشاور سامان انرژی اصفهان
عدالتی، ابولفضل (کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست)	سازمان حفاظت محیط زیست

اعضاء (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/ یا محل اشتغال:**
فتوحی، دارا (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت مهندسین مشاور سامان انرژی اصفهان
قزلباش، پریچهر (کارشناسی فیزیک)	سازمان ملی استاندارد ایران
کریمی، مرتضی (کارشناسی مهندسی مکانیک)	سازمان ملی استاندارد ایران
محمدصالحیان، عباس (کارشناسی مهندسی مکانیک)	وزارت نیرو
نامنی، مجید (کارشناسی ارشد مدیریت)	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

ویراستار	
قزلباش، پریچهر (کارشناسی فیزیک)	سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ز
مقدمه ح
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۱
۴ معیارمصرف ویژه انرژی در واحدهای NGL ۱۱
۴-۱ معیار مصرف ویژه انرژی در واحدهای NGL موجود ۱۱
۴-۱-۱ مصرف ویژه انرژی در بخش تراکم گاز خوراک ۱۱
۴-۱-۲ مصرف ویژه انرژی در بخش شیرین سازی ۱۲
۴-۱-۳ مصرف ویژه انرژی در بخش بازیابی NGL ۱۲
۴-۱-۴ مصرف ویژه انرژی در بخش تراکم گاز سبک ۱۳
۴-۲ معیار مصرف ویژه انرژی در واحدهای NGL جدیدالاحداث ۱۳
۵ شیوه ارزیابی مصارف انرژی، خوراک ورودی و محصولات تولیدی ۱۴
۵-۱ شیوه ارزیابی میزان مصرف انرژی گرمایی و الکتریکی طی دوره ارزیابی ۱۴
۵-۲ شیوه ارزیابی میزان خوراک ورودی و محصولات تولیدی طی دوره ارزیابی ۱۴
۶ نحوه ارزیابی رعایت معیار مصرف انرژی ۱۵
پیوست الف (آگاهی دهنده) دستورالعمل اجرایی استاندارد ۱۶
پیوست ب (آگاهی دهنده) مطالعه موردی محاسبه شاخص انرژی در کارخانه های گاز و گاز مایع موجود و جدیدالاحداث ۲۷

پیش گفتار

استاندارد «کارخانجات گاز و گاز مایع (NGL)- معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط وزارت نفت - شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت تهیه و تدوین شده و در بیست و دومین اجلاس کمیته ملی استاندارد انرژی مورخ ۹۳/۱۱/۱۹ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های 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 ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

پروژه تدوین استاندارد در واحدهای گاز و گاز مایع (NGL)، ۱۳۹۳، شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، کارفرما- شرکت سامان انرژی، مشاور پروژه.

مقدمه

با توجه به افزایش چشمگیر هزینه انرژی در دنیا، محدودیت منابع فسیلی، رشد بالای مصرف سالانه انواع انرژی در ایران، هدفمندسازی یارانه انرژی و بخصوص عدم کارایی فنی و اقتصادی مصرف انرژی در اغلب صنایع و تجهیزات امروزه مدیریت مصرف انرژی و بالا بردن بهره‌وری انرژی به یک ضرورت تبدیل شده‌است. در همین راستا، پایش و مدیریت مصرف انرژی در هر صنعت نیاز به معیارها و شاخص‌های مناسب دارد.

در این راستا بر طبق ماده ۱۱ 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، فرآیندها و سیستم‌های مصرف‌کننده انرژی، اقدام نمایند به ترتیبی که کلیه مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان و واردکنندگان این تجهیزات، فرآیندها و سیستم‌ها ملزم به رعایت این مشخصات و معیارها باشند. معیارهای مذکور توسط کمیته‌ای متشکل از نمایندگان وزارت نفت، وزارت نیرو، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، سازمان ملی استاندارد ایران، سازمان حفاظت محیط زیست و وزارتخانه ذیربط تدوین می‌شود.

همچنین براساس مصوبات یکصد و دومین شورای عالی استاندارد مورخ ۱۳۸۱/۳/۵ پس از تصویب استانداردهای مربوطه در کمیته مزبور، این استاندارد بر طبق آیین‌نامه اجرایی قانون فوق‌الذکر همانند استانداردهای اجباری توسط سازمان ملی استاندارد ایران اجرا خواهد شد.

کارخانجات گاز و گاز مایع (NGL)- معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید

۱ هدف ودامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین معیار مصرف انرژی در کارخانه‌های NGL[1] موجود و جدیدالاحداث می‌باشد. این استاندارد، کلیه فرآیندهای تولید مایعات گاز طبیعی را که از تکنولوژی های تبرید مکانیکی، توربین انبساطی و ژول- تامسون استفاده می‌کنند، در بر می‌گیرد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین-ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ایران/ ایزو ۵۰۰۰۱ ، سیستم‌های مدیریت انرژی- الزامات همراه با راهنمای استفاده.

۳ اصطلاحات و تعاریف

۳-۱

بخش‌های تشکیل دهنده یک کارخانه (NGL)

هر کارخانه با توجه به شرایط خوراک ورودی، مشخصات محصول تولیدی و عوامل محیطی می‌تواند شامل بخش‌های زیر باشد.

1- Natural Gas Liquified

۳-۱-۱

بخش تراکم گاز ورودی

با توجه به اینکه خوراک ورودی به برخی از کارخانه‌های NGL، علاوه بر گازهای مرحله اول شامل گازهای مرحله دوم نیز می‌شود، فشار آن توسط بخش تراکم خوراک به حدود فشار سیکل رسانده می‌شود.

۳-۱-۲

بخش شیرین‌سازی خوراک

خوراک ورودی به برخی از کارخانه‌های NGL، گاز ترش است. وجود ترکیبات سولفوری در گاز خوراک، تراز بازیابی مایعات را تحت تاثیر قرار می‌دهد بنابراین به این کارخانه‌ها یک بخش شیرین‌سازی می افزایند.

۳-۱-۳

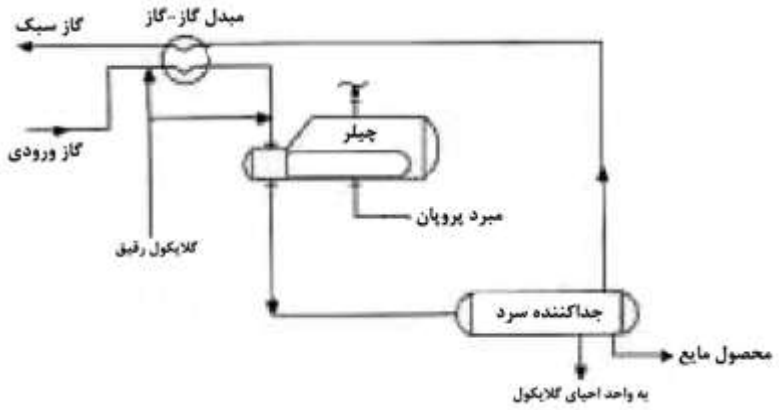
بخش بازیابی مایعات گازی

کارخانه های گاز مایع بسته به شرایط گاز ورودی (دما، فشار و غنا) و مشخصات محصول خروجی (درصد بازیابی هیدروکربن های سنگین) از تکنولوژی‌های متفاوتی برای بازیابی مایعات گازی استفاده می‌نمایند. این تکنولوژی‌ها شامل تبرید مستقیم یا مکانیکی، تبرید کرایجنیک (توربین انبساطی) و فرآیند ژول تامسون هستند. انرژی مصرفی این تکنولوژی‌ها با هم متفاوت است که در تدوین استاندارد در نظر گرفته می‌شود. لازم به توضیح است که بخش‌های احیای گلایکول و نم زدایی جزء بخش بازیابی مایعات گازی در نظر گرفته می‌شوند.

۳-۱-۳-۱

تبرید مستقیم یا مکانیکی

فرآیند تبرید مکانیکی ساده‌ترین فرآیند بازیابی NGL می‌باشد. تبرید مکانیکی با استفاده از یک سیکل تبرید تراکم بخار انجام می‌گیرد. در این فرآیند عموماً از پروپان به عنوان مبرد و از کمپرسورهای سانتریفیوژ یا رفت و برگشتی برای افزایش فشار مبرد استفاده می‌شود. گاز گرم ورودی با عبور از مبدل حرارتی گاز-گاز و تبادل حرارت با گاز سرد خروجی از جداکننده خنک می‌شود. گاز فرآیندی سپس وارد چیلر می‌شود و انرژی خود را به مایع مبرد موجود در اطراف لوله‌ها منتقل می‌نماید و سرد می‌شود. چیلر مورد استفاده در این فرآیند از نوع پوسته و لوله است. گاز سرد خروجی از چیلر سپس وارد جداکننده سرد می‌شود. گاز خروجی از جداکننده سرد پس از تبادل حرارت با گاز گرم ورودی در مبدل گاز- گاز، گاز سبک تولیدی را تشکیل می‌دهد و مایع خروجی از جداکننده، محصول مایع است. زمانی که در گاز طبیعی، آب وجود داشته باشد تزریق یک بازدارنده (معمولاً متانول یا گلایکول) به جریان مبدل حرارتی گاز-گاز ساده‌ترین و اقتصادی‌ترین راه حل برای جلوگیری از تشکیل هیدرات می‌باشد.



شکل ۱- فلودیاگرام فرآیند تبرید مکانیکی

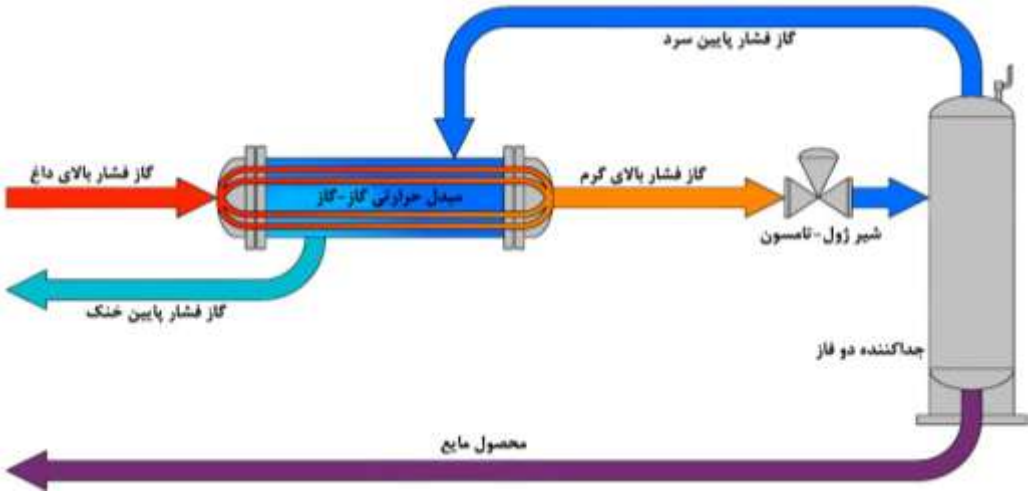
اگر هدف اصلی یک کارخانه، فرآورش گاز غنی برای دستیابی به مشخصات خط لوله باشد، تکنولوژی تبرید مکانیکی انتخابی مناسب خواهد بود اما اگر هدف، بازیابی ترکیبات هیدروکربنی سنگین با شروع از اتان باشد، این تکنولوژی مناسب نیست. در فشارهای پایین بخصوص وقتی گاز ورودی فشاری کمتر از ۵۰ بار داشته باشد، استفاده از تبرید مکانیکی توصیه می‌شود. برای گازهای خیلی غنی از NGL، تبرید مکانیکی بهترین انتخاب خواهد بود.

راندمان بازیابی در سیکل تبرید مکانیکی، به شدت متاثر از فشار گاز تغذیه، ترکیب گاز و تراز دمایی در چیلر تبرید می‌باشد. راندمان بازیابی با دما نسبت عکس و با میزان غنی بودن گاز نسبت مستقیم دارد.

۲-۳-۱-۳

انبساط ژول- تامسون

در این روش، گاز با عبور از یک شیر ژول - تامسون منبسط می‌شود. با تبادل حرارت مناسب و وجود دیفرانسیل فشار بالا در شیر ژول-تامسون، دماهای پایین و راندمان های انبساط بالا قابل حصول خواهد بود. شکل ۲ آرایشی از فرآیند انبساط ژول-تامسون را نشان می‌دهد.



شکل ۲- فلودیاگرام فرآیند انبساط ژول-تامسون

در این طرح، گاز در پایین دست جداکننده سرد، منبسط می‌شود. محل شیر ژول-تامسون بستگی به فشار و ترکیب گاز دارد. مقدار سرمایش در این فرآیند با دمای تشکیل هیدرات محدود می‌گردد، مگر این که یک بازدارنده هیدرات مانند متانول یا گلایکول به جریان تزریق گردد. فرآیند ژول-تامسون، به دلیل بازیابی متوسط اتان در دبی خوراک پایین، عدم نیاز به تجهیزات دوار، عملکرد در گستره وسیعی از ترکیبات خوراک و سادگی طراحی و عملکرد نسبت به فرآیندهای توربین انبساطی و تبرید مزیت دارد.

در صورتی که حجم NGL در گاز خوراک کم باشد، فرآیند انبساط ژول-تامسون انتخاب مناسبی خواهد بود. برای استفاده موثرتر از فرآیند J-T، فشار گاز ورودی باید بالا باشد. اگر فشار گاز خوراک خیلی پایین باشد، نیاز به تراکم ورودی می‌باشد. در برخی موارد که فشار گاز خوراک به اندازه کافی بالا نیست و یا غلظت هیدروکربن‌های قابل مایع شدن در گاز زیاد باشد، تبرید مکانیکی به فرآیند ژول-تامسون افزوده می‌شود تا راندمان بازیابی را افزایش دهد.

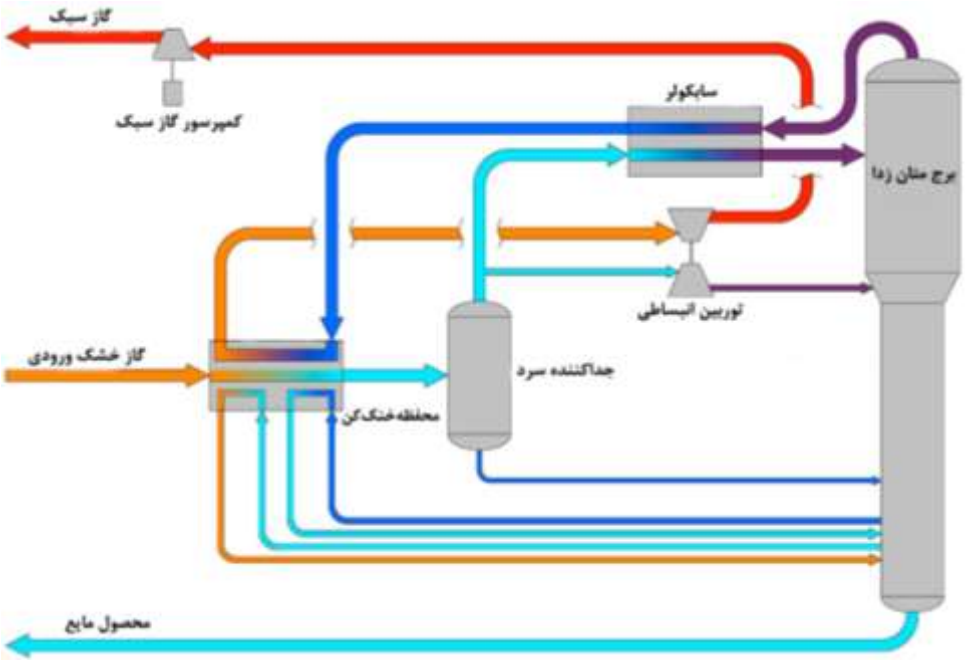
۳-۳-۱-۳

توربین انبساطی[1]

در فرآیند توربین انبساطی یا تبرید کرایجنیک، شیر ژول تامسون یا چیلر که در دو روش قبلی استفاده می‌شد، با یک توربین انبساطی جایگزین می‌شود. گاز ورودی در توربین منبسط شده و تولید کار می‌کند. بنابراین آنتالپی گاز کاهش می‌یابد. این کاهش آنتالپی منجر به افت دمای بیشتری نسبت به فرآیندهای آنتالپی ثابت مانندژول-تامسون می‌شود. کار شافت توربین برای راندن کمپرسور و متراکم کردن گاز سبک تولیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1 -**Turbo-expander**

علیرغم تنوع زیاد در طراحی واحدهای انبساطی، بیشتر فرآیندهای انبساطی جریان فرآیند مشابهی دارند که در شکل ۳ نشان داده شده است. گاز ورودی ابتدا در مبدل حرارتی گاز-گاز سرد شده و سپس وارد تفکیک‌کننده سرد می‌شود. مایع خروجی از تفکیک کننده وارد برج متان زدا [1]شده و گاز خروجی از آن در توربین انبساطی تا فشار برج متان زدا منبسط می‌شود. توربین انبساطی، سرمایش مورد نیاز برای چگالش گاز خوراک و کار مورد نیاز برای متراکم کردن گاز سبک خروجی را فراهم می‌کند. متان و اجزای سبک‌تر مانند نیتروژن، محصولات اصلی بالای برج می‌باشند در حالی‌که اتان و اجزای سنگین‌تر مانند پروپان، بوتان و هیدروکربن‌های سنگین‌تر محصول پایین این برج می‌باشند. محصول بالایی برج متان‌زدا بعد از انتقال حرارت با گاز ورودی، متراکم می‌شود تا به فشار خط لوله برسد.



شکل ۳- فلودیاگرام فرآیند توربین انبساطی

اگر حجم گاز خوراک ورودی بیشتر از MMCF ۵۰ استاندارد بوده و حجم NGL در گاز خوراک پایین باشد، فرآیند توربین انبساطی، انتخاب مناسبی خواهد بود. فرآیند توربین انبساطی پیشرفته‌ترین فرآیند بازیابی NGL بوده و دارای بازده بالا (معمولاً بازیابی کامل پروپان و هیدروکربن‌های سنگین‌تر و بازیابی ٪ ۵۰ تا بیش از ٪ ۹۰ اتان) می‌باشد. این فرآیند به هزینه سرمایه‌گذاری بالاتری نسبت به سایر فرآیندها نیاز دارد اما هزینه‌های عملیاتی آن کمتر است.

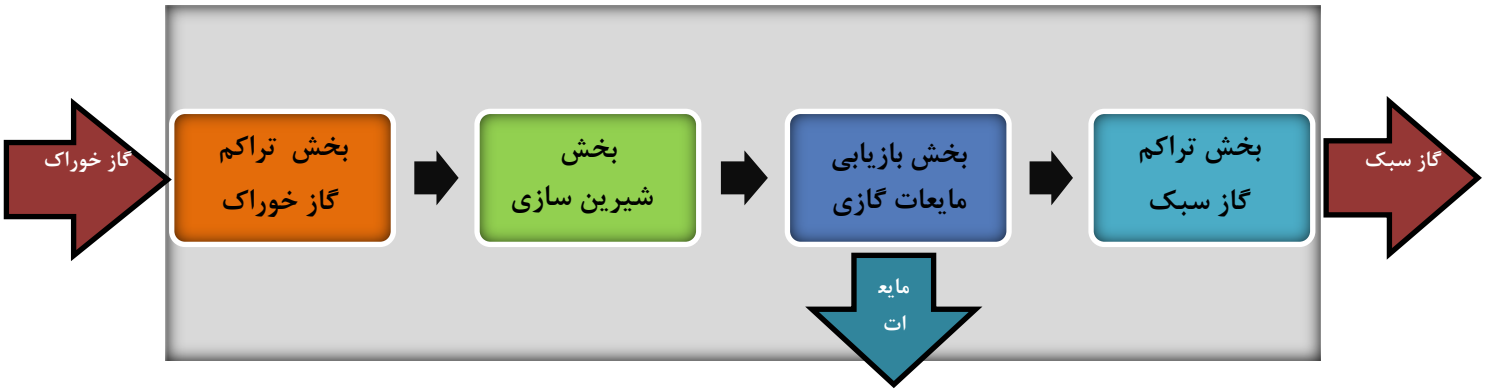
1- Demethanizer

۴-۱-۳

بخش تراکم گاز سبک تولیدی

در برخی از کارخانه‌هایNGL، برای رساندن فشار گاز سبک تولیدی به مشخصات خط لوله انتقال، گاز تولیدی را در خود کارخانه فشار افزایی می‌کنند. این کار منجر به افزایش مصرف انرژی کل کارخانه می‌گردد.

شماتیک کلی از بخش‌های مختلف کارخانه NGL در شکل ۴ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که تنها بخش مشترک موجود در کارخانه، بخش بازیابی گاز مایع بوده و سایر بخش‌ها، بسته به شرایط هر کارخانه، می‌تواند وجود داشته باشد.



شکل ۴- شماتیک کلی بخش‌های مختلف یک کارخانه NGL

۲-۳

مصرف ویژه انرژی در فرآیند بازیابی NGL

مصرف ویژه انرژی عبارت است از میزان مصرف انرژی به ازای تولید محصول و یا میزان مصرف انرژی به ازای خوراک ورودی.

یادآوری۱- در این استاندارد منظور از مصرف ویژه انرژی، مصرف ویژه انرژی کل است، مگر آنکه نوع آن (گرمایی یا الکتریکی) ذکر شده باشد.

یادآوری۲- در این استاندارد منظور از انرژی، مجموع انرژی الکتریکی و گرمایی است، مگر آنکه نوع آن (گرمایی یا الکتریکی) ذکر شده باشد و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$E_{total} = E_{th} + 0.0036 \times \frac{E_e}{\eta_{powerplant} \times 0.01} \qquad (۱)$$

که در آن:

E_{th} انرژی گرمایی بر حسب گیگاژول است و از رابطه زیر بدست می‌آید؛

$$E_{th} = m_{fuel} \times LHV_{fuel} \quad (۲)$$

m_f : سوخت مصرفی (بر حسب لیتر، نرمال مترمکعب، کیلوگرم و یا واحد متناسب دیگر)؛

LHV ارزش حرارتی پایین (خالص) سوخت مصرفی (بر حسب مگاژول بر لیتر، مگاژول بر مترمکعب، مگاژول بر کیلوگرم و یا واحد متناسب دیگر) ؛

E_e انرژی الکتریکی بر حسب کیلووات ساعت

$\eta_{Powerplant}$ راندمان نیروگاهی است که برابر ٪ ۳۷ در نظر گرفته می‌شود.

یادآوری۳- ارزش حرارتی پایین سوخت مصرفی، برابر میانگین ارزش حرارتی سوخت هر کارخانه در دوره بازرسی و طبق اعلام رسمی شرکت‌های بهره برداری نفت و گاز در هر منطقه در نظر گرفته می‌شود.

یادآوری۴- شرکت‌های بهره برداری نفت و گاز در هر منطقه، موظف هستند مشخصات سوخت مصرفی شامل ارزش حرارتی، دانسیته و آنالیز ترکیبات تشکیل دهنده آنها را یکبار طی ۶ ماهه اول سال و بار دیگر در ۶ ماهه دوم سال به سازمان ملی استاندارد اعلام نمایند.

۱-۲-۳

مصرف ویژه انرژی مرجع بخش تراکم خوراک ($SEC_{Ref,Feed\ comp.}$)

برای کارخانه‌هایی که دارای بخش تراکم خوراک هستند، مصرف ویژه انرژی مرجع بر حسب گیگاژول بر میلیون فوت مکعب استاندارد خوراک ورودی به بخش تراکم، معرفی خواهد شد.

$$SEC_{Ref,Feed\ Comp.}(GJ/MMSCF) = \frac{EC_{Feed\ Gas\ Compression}}{\mathrm{CFG}} \quad (۳)$$

که در آن:

$EC_{Feed\ Gas\ Compression}$ مصرف انرژی بخش تراکم گاز خوراک بر حسب گیگاژول (مطابق رابطه ۱)

CFG خوراک ورودی به بخش تراکم گاز خوراک بر حسب میلیون فوت مکعب استاندارد.

۲-۲-۳

مصرف ویژه انرژی مرجع بخش شیرین سازی ($SEC_{Ref,Sweetening}$)

برای کارخانه‌هایی که دارای بخش شیرین‌سازی هستند، مصرف ویژه انرژی مرجع بر حسب گیگاژول بر میلیون فوت مکعب استاندارد گاز خوراک ترش ورودی به این بخش معرفی خواهد شد.

$$SEC_{Ref,Sweetening}(GJ/MMSCF) = \frac{EC_{Sweetening}}{\mathrm{SFG}} \quad (۴)$$

که در آن:

$EC_{Sweetening}$ مصرف انرژی بخش شیرین سازی بر حسب گیگاژول (مطابق رابطه ۱)

SFG گاز خوراک ترش ورودی به بخش شیرین سازی بر حسب میلیون فوت مکعب استاندارد.

۳-۲-۳

مصرف ویژه انرژی مرجع بخش بازیابی NGL ($SEC_{Ref, NGL}$)

برای سه نوع تکنولوژی بازیابی مختلف، اعداد متفاوتی معرفی می‌گردد. مصرف ویژه انرژی مرجع بر حسب گیگاژول بر تن NGL تولیدی است و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$SEC_{Ref\ ,NGL}(GJ\ /Ton) = \frac{EC_{NGL\ \text{Recovery}}}{NGL} \qquad (۵)$$

که در آن:

$EC_{NGL\ Recovery}$ مصرف انرژی بخش بازیابی NGL بر حسب گیگاژول (مطابق رابطه ۱)

NGL مایعات گازی تولید شده در بخش بازیابی NGL بر حسب تن.

۴-۲-۳

مصرف ویژه انرژی مرجع بخش تراکم گاز سبک ($SEC_{Ref, Lean\ comp..}$)

برای کارخانه‌هایی که دارای بخش تراکم گاز سبک هستند، مصرف ویژه انرژی مرجع بر حسب گیگاژول بر میلیون فوت مکعب استاندارد گاز سبک تولیدی معرفی خواهد شد.

$$SEC_{Ref\ ,Lean\ Comp.}(GJ\ /\ MMSCF) = \frac{EC_{Lean\ \text{Gas Compression}}}{\text{LG}} \qquad (۶)$$

که در آن:

$EC_{Lean\ Gas\ Compression}$ مصرف انرژی بخش تراکم گاز سبک بر حسب گیگاژول (مطابق رابطه ۱) و

LG گازسبک تولیدی بر حسب میلیون فوت مکعب استاندارد.

۵-۲-۳

شاخص فلر

flare index

به منظور در نظر گرفتن اثر فلر بر روی مصرف انرژی کارخانه، شاخصی تحت عنوان شاخص فلر مطابق با رابطه زیر تعریف می‌شود.

$$FI = \frac{FG + FL}{(NGL + DLG)} \times C \qquad (۷)$$

که در آن:

FG میزان سالانه گاز خوراک ورودی به کارخانه بر حسب تن؛

FL میزان سالانه خوراک مایع ورودی به کارخانه بر حسب تن؛

NGL میزان سالانه مایعات گازی تولیدی کارخانه بر حسب تن؛

DLG میزان سالانه گاز سبک توزیعی کارخانه بر حسب تن؛

C ضریب ثابتی است که به منظور در نظر گرفتن تلفات جرمی اجتناب‌ناپذیر وارد رابطه شده است. ضریب C در این استاندارد برابر 0.96 در نظر گرفته می‌شود.

یادآوری- شرکت‌های بهره برداری نفت و گاز در هر منطقه، موظف هستند مشخصات خوراک ورودی، مایعات گازی تولیدی و گاز سبک توزیعی شامل ارزش حرارتی، دانسیته و آنالیز ترکیبات تشکیل‌دهنده آنها را یکبار طی ۶ ماهه اول سال و بار دیگر در ۶ ماهه دوم سال به سازمان ملی استاندارد اعلام نمایند.

۳-۳

شاخص انرژی

energy index

به منظور ارزیابی مصرف انرژی هر کارخانه، شاخص انرژی تعریف می‌شود. این شاخص با تقسیم انرژی معادل مصرفی کارخانه بر انرژی مرجع بدست می‌آید و مبنای بازرسی انرژی نیز قرار خواهد گرفت.

$$EI = \frac{E_{total} \times FI}{SEC_{Ref,Feed\ comp.} \times CFG + SEC_{Ref,Sweetening} \times SFG + SEC_{Ref,NGL} \times NGL + SEC_{Ref,lean\ Comp.} \times LG + E_{Other}} \qquad (۸)$$

که در آن:

E_{total} انرژی واقعی مصرفی کارخانه بر حسب گیگاژول است و عبارت است از مجموع انرژی سوخت و انرژی معادل برق مصرفی با در نظر گرفتن راندمان نیروگاهی معادل ۳۷ درصد که با استناد به کنتورهای کالیبره حاملهای انرژی ورودی به کارخانه و بر طبق رابطه ۱ مشخص می‌شود؛

FI شاخص فلر است که طبق رابطه ۷ محاسبه می‌شود؛

CFG میزان سالانه خوراک غنی ورودی به بخش تراکم گاز خوراک بر حسب میلیون فوت مکعب استاندارد؛

$\mathbf{SEC_{Ref,Feed\ comp.}}$ مصرف ویژه انرژی مرجع بخش تراکم خوراک بر حسب GJ/MMSCF؛

SFG میزان سالانه خوراک ترش ورودی به بخش شیرین سازی بر حسب میلیون فوت مکعب استاندارد؛

$\mathbf{SEC_{Ref,Sweetening}}$ مصرف ویژه انرژی مرجع بخش شیرین سازی بر حسب GJ/MMSCF؛

NGL میزان سالانه مایعات گازی تولیدی کارخانه بر حسب تن؛

$\mathbf{SEC_{Ref,\ NGL}}$ مصرف ویژه انرژی مرجع بخش بازیابی NGL بر حسب GJ/Ton؛

LG میزان سالانه گاز سبک تولیدی کارخانه بر حسب میلیون فوت مکعب استاندارد؛

$\mathbf{SEC_{Ref,\ Lean\ comp.}}$ مصرف ویژه انرژی مرجع بخش تراکم گاز سبک بر حسب GJ/MMSCF؛

E_{Other} انرژی مصرفی در دیگر بخش های کارخانه از جمله روشنایی، گرمایش و سرمایش و ...است. (جزئیات محاسبه این آیتم، در روش اجرایی منضم به استاندارد ارائه شده است.)

یادآوری-لازم به توضیح است که جهت ارزیابی شاخص انرژی کارخانه های NGL در دوره بازرسی از مصارف ویژه انرژی مرجع که در جدول های ۲ تا ۷ آمده است، استفاده می‌شود.

۴-۳

غنای خوراک (GPM_{C2+})

غنای خوراک یا GPM_{C2+} از جمع GPM[1] اجزای مختلف تشکیل دهنده خوراک بدست می‌آید.

$$GPM_{C2+} = \sum(GPMF_i \times MP_i) \qquad (۹)$$

که در آن:

GPM_{C2+} غنای خوراک (Gallon/Mscf)

MP_i درصد مولی اجزای تشکیل دهنده خوراک

یادآوری۱- منظور از خوراک، خوراکی است که طراحی بر اساس آن انجام شده است.

$GPMF_i$ فاکتور GPM اجزای تشکیل دهنده خوراک که مطابق جدول ۱ تعیین می‌شود.

جدول ۱- فاکتور GPM اجزای تشکیل دهنده خوراک

اجزای تشکیل دهنده خوراک	فاکتورGPM
C2	0.267
C3	0.275
iC4	0.327
nC4	0.315
iC5	0.366
nC5	0.362
C6	0.411
C7+	0.461

غنای خوراک یا GPM_{C2+} برای تعیین مصرف ویژه انرژی استاندارد در واحدهای جدیدالاحداث مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵-۳

گاز سبک تولیدی

کل گاز تولیدی کارخانه پس از جداسازی ترکیبات هیدروکربنی سنگین از خوراک است.

۶-۳

1-Gallon Per Mscf

گاز سبک توزیعی

گاز سبک تولیدی منهای فلر گاز سبک است و معادل است با مجموع گازی که از کارخانه خارج می‌شود، مقداری که به عنوان سوخت در کارخانه مصرف می‌شود و مقداری که به عنوان نرمال‌فلرینگ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۷-۳

گاز ترش

گازی است که محتوی حجم‌های بالایی از سولفیدهیدروژن ($>4.8mg/Sm^3$) و دی‌اکسیدکربن ($>2.5\%$) باشد.

۸-۳

واحد موجود

واحد تولیدی که قبل از تاریخ اعلام اجباری این استاندارد به بهره‌برداری رسیده است و در حال حاضر فعال است.

۹-۳

واحد جدیدالاحداث

واحد تولیدی که پس از تاریخ اعلام اجباری این استاندارد مجوز تاسیس دریافت می‌نماید.

۱۰-۳

دوره بازرسی

مدت زمان ارزیابی رعایت معیار مصرف انرژی تعریف می‌شود و در این استاندارد برابر با یکسال شمسی منطبق بر سال مالی واحد تولیدی است.

۴ معیارمصرف ویژه انرژی در واحدهای NGL

۴-۱ معیار مصرف ویژه انرژی در واحدهای NGL موجود

با توجه به تنوع فرآیندهای مورد استفاده در کارخانه های موجود کشور و دسته بندی ذکر شده در بخش ۳-۱، معیار مصرف انرژی در بخش های مختلف کارخانه های NGL موجود کشور به شرح ذیل است.

۴-۱-۱ مصرف ویژه انرژی در بخش تراکم گاز خوراک

مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد در بخش تراکم گاز خوراک واحدهای NGL در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- مقادیر پیشنهادی برای تدوین استانداردر بخش تراکم گاز خوراک واحدهای NGL

$SEC_{Ref,Feed\ Comp}$		مقادیر پیشنهادی
GJ/MMSCF Feed Gas		
38	NGL200	
	NGL300	
	NGL400	
4.1	NGL1500	

۴-۱-۲ مصرف ویژه انرژی در بخش شیرین سازی

مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد در بخش شیرین سازی واحدهای NGL در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد در بخش شیرین سازی واحدهای NGL

$SEC_{Ref,Sweetening}$		مقادیر پیشنهادی
GJ/MMSCF Sour Gas*		
22	NGL1200	
	NGL1300	
* منظور از گاز ترش (Sour gas)، گازی است که محتوی حجم‌های بالایی از سولفیدهیدروژن و دی‌اکسیدکربن باشد.		

۴-۱-۳ مصرف ویژه انرژی در بخش بازیابی NGL

مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد در بخش بازیابی واحدهای تبرید پروپان در جدول۴ ارائه شده است.

جدول ۴- مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد در بخش بازیابی واحدهای تبرید پروپان

$SEC_{Ref,NGL}$	متوسط تولید NGL*	مقادیر پیشنهادی
GJ/ton NGL	**Million Barrel/Year**	
14.3-9.54×N/1000000**	≤ 1.1	
1.9	>1.1	
* منظور، متوسط تولید سالانهNGL در شرایط بهره برداری است. **N معرف بشکهNGL تولیدی در سال است.		

مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد در بخش بازیابی واحدهای توربین انبساطی در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵- مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد در بخش بازیابی واحدهای توربین انبساطی

$SEC_{Ref,NGL}$	مقادیر پیشنهادی
GJ/ton NGL	
19.16×G/1000,000+1.44*	
*G معرف میلیون فوت مکعب استاندارد گاز غنی در سال در شرایط بهره برداری است.	

مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد در واحدهای ژول - تامسون در جدول۶ ارائه شده است.

جدول ۶- مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد درواحدهای ژول-تامسون

$SEC_{Ref,NGL}$	مقادیر پیشنهادی
GJ/ton NGL	
3.2	

۴-۱-۴ مصرف ویژه انرژی در بخش تراکم گاز سبک

مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد در بخش تراکم گاز سبک واحدهای NGL در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷- مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد در بخش تراکم گاز سبک واحدهای NGL

$SEC_{Ref,lean\ Comp.}$		مقادیر پیشنهادی
GJ/MMSCF Lean Gas*		
21	NGL700	
	NGL800	
5.6	NGL900	
* منظور از گاز سبک (Lean gas)، گازی است که ترکیبات هیدروکربنی سنگین آن جدا شده باشند و اصطلاحا غنی از متان باشد.		

۴-۲ معیار مصرف ویژه انرژی در واحدهای NGL جدیدالاحداث

مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد در واحدهای جدیدالاحداث در جدول ۸ ارائه شده است.

جدول ۸- مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد در واحدهای جدیدالاحداث*

SEC_{total} GJ/ton NGL	GPM_{C2+}**	
1.95	**< 2.5**	مقادیر پیشنهادی
1.31	**$2.5 \leq GPM_{C2+} \leq 5$**	
0.79	**>5**	

*لازم به توضیح است که مقادیر پیشنهاد شده، مصارف ویژه انرژی در واحدهای NGL پایه هستند.واحدهای NGL پایه، واحدهایی هستند که حداقل تجهیزات و بخش‌های فرآیندی لازم جهت بازیابی NGL را دارا باشند.

** غنای گاز خوراک (GPM_{C2+})، بر اساس درصد مولی خوراکی که طراحی بر اساس آن انجام شده است و بر حسب گالن بر هزار فوت مکعب استاندارد گاز، از رابطه ۹ زیربند ۳-۴ محاسبه می‌شود

۵ شیوه ارزیابی مصارف انرژی، خوراک ورودی و محصولات تولیدی

به منظور محاسبه مصرف ویژه انرژی، لازم است میزان مصرف هر یک از حامل‌های انرژی و همچنین میزان خوراک ورودی و محصولات تولیدی، در دوره بازرسی، موجود باشد. روش بازرسی، بر اساس دستورالعمل منضم به این استاندارد، خواهد بود.

۵-۱ شیوه ارزیابی میزان مصرف انرژی گرمایی و الکتریکی طی دوره ارزیابی

به منظور ارزیابی میزان مصرف انرژی، لازم است هر کارخانه مجهز به کنتورهای ثبت اطلاعات میزان مصرف انرژی (سوخت و الکتریسیته) باشد. اعداد گزارش شده بایستی با دفاتر رسمی و گزارشات مالی کارخانه مطابقت داشته باشد.

یادآوری۱- به منظور اطمینان از صحت اطلاعات ثبت شده توسط کنتورها، لازم است کنتورهای ثبت اطلاعات دارای گواهی کالیبراسیون معتبر (مورد تائید سازمان ملی استاندارد) باشند.

یادآوری۲- کارخانه‌های گاز و گاز مایع ملزم هستند دفاتر رسمی و گزارشات مالی واحد خود را جهت ارزیابی میزان مصرف انرژی (سوخت و الکتریسیته) به شرکت های بازرسی سازمان ملی استاندارد ارائه دهند.

۵-۲ شیوه ارزیابی میزان خوراک ورودی و محصولات تولیدی طی دوره ارزیابی

به منظور ارزیابی میزان خوراک و محصول، لازم است هر کارخانه مجهز به کنتورهای ثبت اطلاعات میزان خوراک ورودی، گاز سبک توزیعی و NGL تولیدی باشد. اعداد گزارش شده به عنوان میزان تولید و یا خوراک، بایستی با دفاتر رسمی و گزارشات مالی کارخانه مطابقت داشته باشد.

یادآوری۱- به منظور اطمینان از صحت اطلاعات ثبت شده توسط کنتورها، لازم است این کنتورها دارای گواهی کالیبراسیون معتبر (مورد تائید سازمان ملی استاندارد) باشند.

یادآوری ۲- کارخانه‌های گاز و گاز مایع ملزم هستند دفاتر رسمی و گزارشات مالی واحد خود را جهت ارزیابی میزان خـوراک ورودی و محصولات تولیدی به شرکتهای بازرسی سازمان ملی استاندارد ارائه دهند.

۶ نحوه ارزیابی رعایت معیار مصرف انرژی

با دانستن بخش‌های مختلف موجود در هر کارخانه، اخذ اطلاعات مورد نیاز و محاسبه شاخص انرژی کارخانه در بازه مورد نظر جهت بازرسی، مطابقت مصرف انرژی کارخانه‌ها با استاندارد ارزیابی می‌گردد.

به منظور ارزیابی رعایت معیار مصرف انرژی هر کارخانه با استفاده از این استاندارد، شاخص انرژی هر کارخانه به صورت سالانه (منطبق بر دوره بازرسی) بر اساس رابطه ۸ مندرج در زیربند ۳-۳ و با توجه به زیربندهای ۵-۱ و ۵-۲ محاسبه می‌شود.

چنانچه شاخص انرژی کارخانه‌ای بیشتر از یک باشد، انرژی مصرفی آن کارخانه بیشتر از انرژی مرجع بوده و حکایت از عدم انطباق با معیار مصرف انرژی دارد. در غیر اینصورت چنانچه شاخص انرژی کارخانه‌ای برابر یا کمتر از یک باشد، انطباق با معیار مصرف انرژی در کارخانه مورد نظر تایید خواهد شد.

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

دستورالعمل اجرایی استاندارد

الف-۱ تعاریف و نحوه محاسبات

این دستورالعمل جهت روشن نمودن موارد مطرح شده در این استاندارد تهیه شده است. در این دستورالعمل روش انجام محاسبات جهت بازرسی کارخانجات گاز و گاز مایع تشریح شده است.

الف-۱-۱ اصطلاحات و تعاریف

الف-۱-۱-۱ بخش تراکم گاز ورودی

با توجه به اینکه خوراک ورودی به برخی از کارخانه‌های NGL، علاوه بر گازهای مرحله اول شامل گازهای مرحله دوم نیز می‌شود، فشار آن توسط بخش تراکم خوراک به حدود فشار سیکل رسانده می‌شود.

الف-۱-۱-۲ بخش شیرین‌سازی خوراک

خوراک ورودی به برخی از کارخانه‌های NGL، گاز ترش است. وجود ترکیبات سولفوری در گاز خوراک، تراز بازیابی مایعات را تحت تاثیر قرار می‌دهد، بنابراین به این کارخانه‌ها یک بخش شیرین‌سازی می افزایند.

الف-۱-۱-۳ بخش بازیابی مایعات گازی

کارخانه های گاز مایع بسته به شرایط گاز ورودی (دما، فشار و غنا) و مشخصات محصول خروجی (درصد بازیابی هیدروکربن‌های سنگین) از تکنولوژی‌های متفاوتی برای بازیابی مایعات گازی استفاده می‌نمایند. این تکنولوژی‌ها شامل تبرید مستقیم یا مکانیکی، تبرید کرایجنیک (توربین انبساطی) و فرآیند ژول-تامسون هستند.

الف-۱-۱-۴ بخش تراکم گاز سبک

برای رساندن فشار گاز سبک تولیدی به مشخصات خط لوله انتقال، برخی از کارخانه‌های NGL، گاز تولیدی را در خود کارخانه فشار افزایی می‌کنند.

الف-۱-۱-۵ مصرف ویژه انرژی

میزان مصرف انرژی به ازای تولید محصول و یا میزان مصرف انرژی به ازای خوراک.

یادآوری۱- در این استاندارد منظور از مصرف ویژه انرژی، مصرف ویژه انرژی کل است، مگر آنکه نوع آن (گرمایی یا الکتریکی) ذکر شده باشد.

یادآوری۲- در این استاندارد منظور از انرژی، مجموع انرژی الکتریکی و گرمایی است، مگر آنکه نوع آن (گرمایی یا الکتریکی) ذکر شده باشد و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$E_{total} = E_{th} + 0.0036 \times \frac{E_e}{\eta_{powerplant} \times 0.01} \quad (۱)$$

که در آن:

E_{th} انرژی گرمایی بر حسب گیگاژول است و از رابطه زیر بدست می‌آید؛

$$E_{th} = m_{fuel} \times LHV_{fuel} \quad (۲)$$

m_f : سوخت مصرفی (بر حسب لیتر، نرمال مترمکعب، کیلوگرم و یا واحد متناسب دیگر)؛

LHV ارزش حرارتی پایین (خالص) سوخت مصرفی (بر حسب مگاژول بر لیتر، مگاژول بر مترمکعب، مگاژول بر کیلوگرم و یا واحد متناسب دیگر) ؛

E_e انرژی الکتریکی بر حسب کیلووات ساعت و

$\eta_{Powerplant}$ راندمان نیروگاهی است که برابر ۳۷ درصد در نظر گرفته می‌شود.

یادآوری۳- ارزش حرارتی پایین سوخت مصرفی، برابر میانگین ارزش حرارتی سوخت هر کارخانه در دوره بازرسی و طبق اعلام رسمی شرکت‌های بهره برداری نفت و گاز در هر منطقه در نظر گرفته می‌شود.

یادآوری۴- شرکت‌های بهره برداری نفت و گاز در هر منطقه، موظف هستند مشخصات سوخت مصرفی شامل ارزش حرارتی، دانسیته و آنالیز ترکیبات تشکیل دهنده آنها را یکبار طی ۶ ماهه اول سال و بار دیگر در ۶ ماهه دوم سال به سازمان ملی استاندارد اعلام نمایند.

الف-۱-۱-۶ مصرف ویژه انرژی مرجع بخش تراکم خوراک ($SEC_{Ref,Feed\ comp.}$)

برای کارخانه‌هایی که دارای بخش تراکم خوراک هستند، مصرف ویژه انرژی مرجع بر حسب گیگاژول بر میلیون فوت مکعب استاندارد خوراک ورودی به بخش تراکم، معرفی خواهد شد.

الف-۱-۱- ۷ مصرف ویژه انرژی مرجع بخش شیرین سازی ($SEC_{Ref,Sweetening}$)

برای کارخانه‌هایی که دارای بخش شیرین‌سازی هستند، مصرف ویژه انرژی مرجع بر حسب گیگاژول بر میلیون فوت مکعب استاندارد گاز خوراک ترش ورودی به این بخش معرفی خواهد شد.

الف-۱-۱-۸ مصرف ویژه انرژی مرجع بخش بازیابی NGL ($SEC_{Ref,\ NGL}$)

برای سه نوع تکنولوژی بازیابی مختلف، اعداد متفاوتی معرفی می‌گردد. مصرف ویژه انرژی مرجع بر حسب گیگاژول بر تن NGL تولیدی است و از رابطه ۵ بند ۳-۲-۳ محاسبه می‌شود.

الف-۱-۱-۹ مصرف ویژه انرژی مرجع بخش تراکم گاز سبک ($SEC_{Ref,\ Lean\ comp..}$)

برای کارخانه‌هایی که دارای بخش تراکم گاز سبک هستند، مصرف ویژه انرژی مرجع بر حسب گیگاژول بر میلیون

فوت مکعب استاندارد گاز سبک توزیعی معرفی خواهد شد.

الف-۱-۱-۱۰ شاخص فلر (Flare Index)

به منظور در نظر گرفتن اثر فلر بر روی مصرف انرژی کارخانه، شاخصی تحت عنوان شاخص فلر مطابق با رابطه زیر تعریف می‌شود.

$$FI = \frac{FG + FL}{(NGL + DLG)} \times C \qquad (۳)$$

که در آن:

FG میزان سالانه گاز خوراک ورودی به کارخانه بر حسب تن؛

FL میزان سالانه خوراک مایع ورودی به کارخانه بر حسب تن؛

NGL میزان سالانه مایعات گازی تولیدی کارخانه بر حسب تن؛

DLG میزان سالانه گاز سبک توزیعی کارخانه بر حسب تن؛

C ضریب ثابتی است که به منظور در نظر گرفتن تلفات جرمی اجتناب‌ناپذیر وارد رابطه شده است. ضریب C در این استاندارد برابر 0.96 در نظر گرفته می‌شود.

یادآوری- شرکت‌های بهره برداری نفت و گاز در هر منطقه، موظف هستند مشخصات خوراک ورودی، مایعات گازی تولیدی و گاز سبک توزیعی شامل ارزش حرارتی، دانسیته و آنالیز ترکیبات تشکیل‌دهنده آنها را یکبار طی ۶ ماهه اول سال و بار دیگر در ۶ ماهه دوم سال به سازمان ملی استاندارد اعلام نمایند.

الف-۱-۱- ۱۱ غنای خوراک (GPM_{C2+})

غنای خوراک از رابطه ۹ استاندارد بدست می‌آید.

$$GPM_{C2+} = \sum (GPMF_i \times MP_i)$$

که در آن:

GPM_{C2+} غنای خوراک (Gallon/Mscf)

MP_i درصد مولی اجزای تشکیل دهنده خوراک

یادآوری- منظور از خوراک، خوراکی است که طراحی بر اساس آن انجام شده است.

$GPMF_i$ فاکتور GPM اجزای تشکیل دهنده خوراک که مطابق جدول ۱ استاندارد تعیین می‌شود.

الف-۲ محاسبه شاخص انرژی

به منظور ارزیابی رعایت معیار مصرف انرژی در کارخانه‌های گاز و گاز مایع، شاخص انرژی به صورت رابطه ۸ استاندارد تعریف می‌شود. این شاخص با تقسیم انرژی معادل مصرفی کارخانه بر انرژی مرجع بدست می‌آید.

$$EI = \frac{E_{total} \times FI}{SEC_{Ref,Feed\ comp.} \times CFG + SEC_{Ref,Sweetening} \times SFG + SEC_{Ref,NGL} \times NGL + SEC_{Ref,lean\ Comp.} \times LG + E_{Other}} \qquad (۴)$$

که در آن:

E_{total} انرژی واقعی مصرفی کارخانه بر حسب گیگاژول است و عبارت است از مجموع انرژی سوخت و انرژی معادل برق مصرفی با در نظر گرفتن راندمان نیروگاهی معادل ۳۷ درصد که با استناد به کنتورهای کالیبره حاملهای انرژی ورودی به کارخانه و بر طبق رابطه ۱ استاندارد مشخص می‌شود؛

FI شاخص فلر که طبق رابطه ۷ استاندارد محاسبه می‌شود

CFG میزان سالانه خوراک غنی ورودی به بخش تراکم گاز خوراک بر حسب میلیون فوت مکعب استاندارد

$SEC_{Ref,Feed\ comp.}$ مصرف ویژه انرژی مرجع تراکم خوراک بر حسب GJ/MMSCF

SFG میزان سالانه خوراک ترش ورودی به بخش شیرین سازی بر حسب میلیون فوت مکعب استاندارد

$SEC_{Ref,Sweetening}$ مصرف ویژه انرژی مرجع شیرین سازی بر حسب GJ/MMSCF

NGL میزان سالانه مایعات گازی تولیدی کارخانه بر حسب تن

$SEC_{Ref,\ NGL}$ مصرف ویژه انرژی مرجع بازیابی NGL بر حسب GJ/Ton

LG میزان سالانه گاز سبک تولیدی کارخانه بر حسب میلیون فوت مکعب استاندارد

$SEC_{Ref,\ Lean\ comp.}$ مصرف ویژه انرژی مرجع تراکم گاز سبک بر حسب GJ/MMSCF

E_{Other} انرژی مصرفی در دیگر بخش‌های کارخانه از جمله روشنایی، گرمایش و سرمایش و ... است که از روابط ارائه‌شده در بند ۳ بدست می‌آید.

یادآوری۱ – جهت ارزیابی شاخص انرژی کارخانه های NGL در دوره بازرسی از مصارف ویژه انرژی مرجع که در جدول های ۲ تا ۷ استاندارد آمده است، به صورت زیر استفاده می‌شود:

۱- در واحدهایی که دارای بخش تراکم خوراک ورودی هستند، مصرف ویژه انرژی مرجع بر حسب گیگاژول بر میلیون فوت مکعب استاندارد گاز خوراک ورودی به بخش تراکم از جدول ۲ خوانده می‌شود.

۲- در واحدهایی که دارای بخش شیرین‌سازی هستند، مصرف ویژه انرژی مرجع بر حسب گیگاژول بر میلیون فوت مکعب استاندارد گاز ترش ورودی به بخش شیرین‌سازی از جدول ۳ خوانده می‌شود.

۳- مصرف ویژه انرژی مرجع بخش بازیابی NGL، بر حسب گیگاژول بر تن NGL تولیدی از جداول ۴ تا ۶ به صورت زیرخوانده می‌شود:

- برای واحدهایی که از تکنولوژی تبرید پروپان برای بازیابی NGL استفاده می‌کنند، میزان تولید مایعات گازی کارخانه در دوره بازرسی به صورت سالیانه برداشت می‌شود. اگر این مقدار کوچکتر یا مساوی 1.1 میلیون بشکه در سال بود، با جاگذاری این مقدار در رابطه ارائه شده در جدول ۴، مصرف ویژه انرژی مرجع بخش بازیابی محاسبه می‌شود و در غیر اینصورت یعنی زمانی که این مقدار بزرگتر از 1.1 میلیون بشکه در سال بود از عدد ارائه شده در جدول ۴ استفاده می‌شود.

- برای واحدهایی که از تکنولوژی توربین انبساطی برای بازیابی NGL استفاده می‌کنند، میزان گاز غنی ورودی به کارخانه در دوره بازرسی به صورت سالیانه بر حسب میلیون فوت مکعب استاندارد برداشت شده و با جاگذاری در رابطه ارائه شده در جدول ۵ ، مصرف ویژه انرژی مرجع بخش بازیابی محاسبه می‌شود.

- برای واحدهایی که از تکنولوژی ژول- تامسون برای بازیابی NGL استفاده می‌کنند، مصرف ویژه انرژی مرجع بخش بازیابی NGL از جدول ۶ خوانده می‌شود.

۴- در واحدهایی که دارای بخش تراکم گاز سبک هستند، مصرف ویژه انرژی مرجع بر حسب گیگاژول بر میلیون فوت مکعب

استاندارد گاز سبک ورودی به بخش تراکم از جدول ۷ خوانده می‌شود.

یادآوری۲- جهت ارزیابی شاخص انرژی کارخانه‌های NGL در دوره بازرسی به دانسیته گاز خوراک ورودی به کارخانه، خوراک مایع ورودی به کارخانه، گاز سبک تولیدی و NGL تولیدی نیاز است.

یادآوری۳ - شاخص فلر از رابطه ۷ و با دانستن میزان سالانه گاز خوراک ورودی به کارخانه، میزان سالانه خوراک مایع ورودی به کارخانه، میزان سالانه مایعات گازی تولیدی کارخانه و میزان سالانه گاز سبک توزیعی کارخانه و با دانستن دانسیته این جریان ها و ضرایب تبدیل ارائه شده در جدول الف-۱ قابل محاسبه است.

یادآوری۴ - میزان خوراک ورودی، گاز سبک توزیعی و NGL تولیدی در هر کارخانه از کنتورهای ثبت اطلاعات آن کارخانه که دارای گواهی کالیبراسیون معتبر (مورد تائید سازمان ملی استاندارد ایران) باشند، برداشت می‌شود.

یادآوری۵- دانسیته خوراک ورودی، گاز سبک توزیعی و NGL تولیدی در هر کارخانه بر اساس آنالیز انجام شده توسط شرکت‌های بهره برداری نفت و گاز در هر منطقه، یکبار طی ۶ ماهه اول سال و بار دیگر در ۶ ماهه دوم سال مشخص می‌شود.

تبدیل واحدهای مهم مورد استفاده در این استاندارد در جدول الف-۱ ارائه شده است.

جدول الف-۱- تبدیل برخی از واحدهای مورد استفاده در این استاندارد

UNIT	CONVERSION FACTOR	UNIT
kilogram	0.001	ton
barrel [petroleum 42 gallon (U.S.)]	0.1589873	cubic meter (m^3)
cubic meter (m^3)	6.2898	barrel [for petroleum 42 gallons (U.S.)]
cubic foot (ft^3)	0.02831685	cubic meter (m^3)
cubic foot (ft^3)	7.480519	gallon (gal)
gallon (gal)	0.1336806	cubic foot (ft^3)
cubic meter (m^3)	264.17204	gallon (U.S.) (gal)
gallon (gal)	0.003785412	cubic meter (m^3)
Btu (60F)	1054.68	joule (J)
horsepower (electric) (hp)	746	Watt (W)
kilowatt hour (kW-h)	3.6	megajoule (MJ)

الف-۳ محاسبه سایر انرژی‌های مصرفی (E_{Other})

سایر انرژی‌های مصرفی شامل انرژی‌های گرمایشی، سرمایشی و روشنایی ساختمان‌ها و محدوده متنوعی از مصارف مختلف نظیر مصارف تجهیزات اداری، روشنایی محوطه، مصارف آشپزخانه و ... می‌شود.

الف-۳-۱ محاسبه انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان‌ها

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

$$E_{H,\ Ref.} = e_{H,\ ref.} \times (\Sigma A_i \times h_i) \times HD \times HDD / HDD_{ref} \quad (۵)$$

$$E_{C,\ Ref.} = e_{C,\ ref.} \times (\Sigma A_i \times h_i) \times CD \times CDD / CDD_{ref} \quad (۶)$$

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 مورد نظر)

HD مدت گرمایش برحسب روز (شهر مورد نظر)

CD مدت سرمایش برحسب روز (شهر مورد نظر)

HDD روز درجه گرمایشی (شهر مورد نظر)

CDD روز درجه سرمایشی (شهر مورد نظر)

HDD_{ref} روز درجه گرمایشی (شهر مرجع)

CDD_{ref} روز درجه سرمایشی (شهر مرجع)

یادآوری۱- انرژی گرمایشی ($E_{H,\ Ref.}$) شامل گرمایش محیط و آبگرم مصرفی می‌باشد.

یادآوری۲- 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 رئیس کارخانه گاز و گاز مایع می‌باشد.

یادآوری۳- 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 رئیس کارخانه گاز و گاز مایع 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 الف-۲ ارائه شده است.

جدول الف-۲- مقادیر تقریبی مصرف ویژه انرژی سرمایشی و گرمایشی در شهر تهران

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

یادآوری۱- ساعت بهره‌برداری واحدهای اداری و مسکونی، باید با توجه به نحوه استفاده از هر یک از ساختمان‌های موجود، جداگانه، در نظر گرفته شود.

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

یادآوری۲- برای محاسبه مقادیر روز درجه گرمایشی و سرمایشی (HDD , CDD) و مدت گرمایش و سرمایش (HD , CD)، میانگین دمای ماهانه شهر مورد نظر برای دوره ارزیابی (یک سال شمسی) از طریق استعلام از سازمان هواشناسی کشور تهیه می‌شود. نحوه محاسبه در زیربند الف-۷ ارائه شده است.

الف-۳-۲ محاسبه انرژی روشنایی ساختمان‌ها

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

$$E_{L,\,ref} = \Sigma\, e_{L,\,ref,\,i} \times A_i \times h_i \times D_i \qquad (۷)$$

که در آن:

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

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

A_i سطح زیر بنای ساختمان نوع i (واحد مورد نظر)

h_i ساعت بهره‌برداری از ساختمان نوع iدر یک روز (واحد مورد نظر)

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

یادآوری۱- مقادیر مربوط به سطح زیر بنای ساختمان‌ها، ساعت و روزهای بهره‌برداری از ساختمان‌ها (A_i, h_i , D_i)، به تفکیک نوع بهره‌برداری، باید توسط واحد تولیدی اعلام شود. مسئولیت صحت مقادیر اعلام شده، بر عهده رئیس کارخانه گاز و گاز مایع می‌باشد.

مصارف ویژه انرژی روشنایی، در جدول الف-۳ ارائه شده است.

جدول الف-۳-مقادیر مصرف ویژه انرژی روشنایی

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

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:

$$E_{O,\,ref} = E_{H,\,ref} + E_{C,\,ref} + E_{L,\,ref} \qquad (۸)$$

جزئیات محاسبه مصارف انرژی ساختمان‌ها و ایندکس انرژی برای یک واحد تولیدی نمونه در پیوست ب ارائه شده است.

الف-۴ محاسبه مصرف ویژه انرژی در واحدهای NGL جدید الاحداث

برای محاسبه مصرف ویژه انرژی در واحدهای جدید الاحداث به صورت زیر عمل می‌کنیم:

۱- غنای گاز خوراک (GPM_{C2+})، در شرایط طراحی بر حسب گالن بر هزار فوت مکعب استاندارد گاز و با استفاده از درصد مولی اجزای تشکیل دهنده گاز خوراک و فاکتور GPM هر جزء (جدول ۱)، از رابطه ۹ زیربند ۳-۴ استاندارد محاسبه می‌شود.

۲- اگر غنای گاز خوراک کمتر از 2.5 باشد گاز رقیق، در محدوده 2.5 تا 7 گاز غنی و اگر بزرگتر از 7 باشد گاز بسیار غنی است.

۳- بر اساس درجه غنای گاز خوراک یکی از مقادیر پیشنهادی در جدول ۸ استاندارد، به عنوان مصرف ویژه انرژی آن کارخانه تعیین می‌شود.

الف-۵ ارزیابی واحدهای موجود

مطابقت مصرف انرژی کارخانه‌ها با استاندارد، با دانستن بخش‌های مختلف موجود در هر کارخانه، اخذ اطلاعات مورد نیاز و محاسبه شاخص انرژی کارخانه (Energy Index) در بازه مورد نظر جهت بازرسی، ارزیابی می‌گردد.

به منظور ارزیابی رعایت معیار مصرف انرژی هر کارخانه با استفاده از این استاندارد، شاخص انرژی هر کارخانه به صورت سالانه (منطبق بر دوره بازرسی) بر اساس رابطه ۸ مندرج در زیربند ۳-۳ و با توجه به زیربندهای ۵-۱ و ۵-۲ محاسبه می‌شود.

چنانچه شاخص انرژی کارخانه‌ای بیشتر از یک باشد، به مفهوم بیشتر بودن انرژی مصرفی کارخانه در مقایسه با انرژی مرجع بوده و حکایت از عدم انطباق با معیار مصرف انرژی دارد. در غیر اینصورت چنانچه شاخص انرژی کارخانه‌ای برابر یا کمتر از یک باشد، انطباق با معیار مصرف انرژی در کارخانه مورد نظر تایید خواهد شد.

دوره ارزیابی برابر یک سال شمسی می‌باشد. اعداد گزارش شده به عنوان میزان مصرف انرژی (سوخت و الکتریسیته)، میزان تولید و یا خوراک، باید با مقادیر قید شده در صورت‌های مالی آن واحد که به تأیید مؤسسات حسابرسی رسیده باشد، مطابقت نماید.

الف-۶ ارزیابی واحدهای جدیدالاحداث

در واحدهای جدیدالاحداث، میزان مصرف ویژه انرژی با محاسبه غنای گاز خوراک از رابطه ۹ زیربند ۳-۴ و با استفاده از جدول ۸ محاسبه می‌شود.

الف-۷ محاسبه روز درجه گرمایشی و سرمایشی

برای محاسبه مقادیر روز درجه گرمایشی و سرمایشی (HDD,CDD) و مدت گرمایش و سرمایش (HD,CD) یک شهر مراحل زیر به ترتیب انجام می‌شود:

۱- استعلام میانگین دمای ماهانه شهر مورد نظر برای دوره ارزیابی (یک سال شمسی) از سازمان هواشناسی کشور؛

۲- روز درجه گرمایشی و سرمایشی ماهانه حساب می‌شود. برای محاسبه روز درجه سرمایش (CDD) از دمای مبنای ۲۱ درجه سلسیوس و برای محاسبه روز درجه سرمایش (HDD) از دمای مبنای ۱۸ درجه سلسیوس استفاده می‌شود. نحوه محاسبه بصورت زیر می‌باشد:

$$HDD_i = \left(18 - T_{ave,i}\right) \times Day_i \quad , \quad CDD_i = 0 \quad , \quad T_{ave,i} < 18 \qquad (۹)$$

$$CDD_i = \left(T_{ave,i} - 21\right) \times Day_i \quad , \quad HDD_i = 0 \quad , \quad T_{ave,i} > 21 \qquad (۱۰)$$

که در آن:

HDD_i روز درجه گرمایشی ماه i

CDD_i روز درجه سرمایشی ماه i

$T_{ave,i}$ دمای میانگین ماهانه بر حسب درجه سلسیوس

Day_i تعداد روز ماه i

۳- مقادیر سالانه روز درجه گرمایشی و سرمایشی، از جمع مقادیر ماهانه بدست می‌آید:

$$HDD = \sum HDD_i \quad (۱۱)$$

$$CDD = \sum CDD_i \quad (۱۲)$$

۴- مدت گرمایش (HD) عبارت است از تعداد روزهای ماه‌های گرم (HDD>0) و مدت سرمایش (CD) عبارت است از تعداد روزهای ماه‌های سرد (CDD>0). بنابراین، برای محاسبه مدت گرمایش، روزهای ماه‌هایی که روز درجه گرمایشی آن‌ها بیش از صفر می‌باشد با هم جمع می‌شوند و برای محاسبه مدت سرمایش، روزهای ماه‌هایی که روز درجه سرمایشی آن‌ها بیش از صفر می‌باشد با هم جمع می‌شوند.

مقادیر روز درجه گرمایشی و سرمایشی برای شهر تهران و شهر محل استقرار واحد گاز و گاز مایع نمونه در جداول الف-۴ و الف-۵ محاسبه شده است. لازم به توضیح است که این محاسبات به صورت نمونه است.

جدول الف-۴- فرم محاسبه روز درجه گرمایشی و سرمایشی

شهر مرجع (تهران)

ماه	روز	T_{ave}	HDD	CDD	HD	CD
فروردین	31	17.60	12.40	0.00	31	0
اردیبهشت	31	23.20	0.00	68.20	0	31
خرداد	31	29.00	0.00	248.00	0	31
تیر	31	31.50	0.00	325.50	0	31
مرداد	31	30.30	0.00	288.30	0	31
شهریور	31	26.10	0.00	158.10	0	31
مهر	30	20.30	0.00	0.00	0	0
آبان	30	11.50	195.00	0.00	30	0
آذر	30	6.20	354.00	0.00	30	0
دی	30	4.30	411.00	0.00	30	0
بهمن	30	7.00	330.00	0.00	30	0
اسفند	29	12.50	159.50	0.00	29	0
سالانه		**18.29**	**1461.9**	**1088.1**	**180**	**155**

جدول الف-۵ - فرم محاسبه روز درجه گرمایشی و سرمایشی

شهر محل استقرار کارخانه (اهواز)

ماه	روز	T_{ave}	HDD	CDD	HD	CD
فروردین	31	27.20	0.00	192.20	0	31
اردیبهشت	31	32.40	0.00	353.40	0	31
خرداد	31	37.90	0.00	523.90	0	31
تیر	31	39.10	0.00	561.10	0	31
مرداد	31	39.10	0.00	561.10	0	31
شهریور	31	35.30	0.00	443.30	0	31
مهر	30	30	0.00	270	0	30
آبان	30	21.60	0.00	18	0	30
آذر	30	16	60	0.00	30	0
دی	30	15.40	78	0.00	30	0
بهمن	30	17.80	6	0.00	30	0
اسفند	29	22.60	0.00	46.4	0	29
سالانه		**27.9**	**144**	**2969.4**	**90**	**275**

پیوست ب

(آگاهی دهنده)

مطالعه موردی محاسبه شاخص انرژی در کارخانه های گاز و گاز مایع موجود و جدیدالاحداث

ب-۱ محاسبه مصرف ویژه انرژی در یک واحد NGL موجود

برای محاسبه شاخص انرژی یک کارخانه گاز و گاز مایع نمونه موجود مراحل زیر باید انجام شود:

ب-۱ -۱ جمع‌آوری اطلاعات

اطلاعات سالانه برداشت شده از کارخانه گاز و گاز مایع نمونه، که در شهر اهواز واقع شده است، به شرح زیر است:

ب-۱-۱-۱ بخش های مختلف موجود در کارخانه

بخش های مختلف کارخانه گاز و گاز مایع نمونه در جدول ب-۱ نشان داده شده است.

جدول ب-۱- بخش های مختلف کارخانه گاز و گاز مایع نمونه

بخش تراکم گاز خوراک
بخش بازیابی NGL

ب-۱-۱-۲ آمار مصرف حامل‌های انرژی

حامل های انرژی مصرفی کارخانه گاز و گاز مایع نمونه در جدول ب-۲ نشان داده شده است.

جدول ب-۲- آمار مصرف حامل های انرژی کارخانه گاز و گاز مایع نمونه

گاز طبیعی	MMSCF Per Year	1254.34
برق	MWh Per Year	64800

ب-۱-۱-۳ مشخصات خوراک و محصول تولیدی

مشخصات خوراک و محصول تولیدی کارخانه گاز و گاز مایع نمونه در جدول ب-۳ نشان داده شده است.

جدول ب-۳- مشخصات خوراک و محصول تولیدی کارخانه گاز و گاز مایع نمونه

میزان سالانه خوراک غنی مرحله اول ورودی به کارخانه	MMSCF	96,537.1
میزان سالانه خوراک غنی مرحله دوم ورودی به بخش تراکم گاز خوراک	MMSCF	36,739.99
میزان سالانه مایعات گازی تولیدی کارخانه	Barrel	3,530,768
میزان سالانه گاز سبک تولیدی مرحله اول	MMSCF	93,304.93
میزان سالانه گاز سبک تولیدی مرحله دوم	MMSCF	34,321.22
میزان سالانه گاز سبک توزیعی مرحله اول	MMSCF	91,549.98
میزان سالانه گاز سبک توزیعی مرحله دوم	MMSCF	33,239.28
دانسیته خوراک غنی ورودی مرحله اول	Kg/m^3	0.7208×1.22
دانسیته خوراک غنی ورودی مرحله دوم	Kg/m^3	0.8208×1.22
دانسیته گاز سبک مرحله اول	Kg/m^3	0.6719×1.22
دانسیته گاز سبک مرحله دوم	Kg/m^3	0.72597×1.22
دانسیته NGL تولیدی	Kg/m^3	0.54637×1000
ارزش حرارتی گاز سبک مرحله اول	Btu/ft^3	1060
ارزش حرارتی گاز سبک مرحله دوم	Btu/ft^3	1118

ب-۱-۱-۴ اطلاعات ساختمان‌ها

اطلاعات مورد نیاز ساختمان‌های کارخانه گاز و گاز مایع نمونه در جدول ب-۴ نشان داده شده است.

جدول ب-۴- اطلاعات مورد نیاز ساختمان‌های کارخانه گاز و گاز مایع نمونه

سطح زیر بنای بخش اداری	m^2	4600
سطح زیر بنای بخش تولیدی کنترل نشده	m^2	3000
سطح زیر بنای انبار	m^2	5500
سطح زیر بنای اقامتی و مهمانسرا	m^2	200
زمان اشغال بخش اداری	hr/Day	8
	Day/year	260
زمان اشغال بخش تولیدی	hr/Day	24
	Day/year	360
زمان اشغال انبار	hr/Day	8
	Day/year	300
زمان اشغال اقامتی و مهمانسرا	hr/Day	8
	Day/year	100

ب-۱-۱-۵ دمای میانگین ماهانه شهر محل استقرار کارخانه گاز و گاز مایع

دمای میانگین ماهانه شهر محل استقرار کارخانه گاز و گاز مایع نمونه در جدول ب-۵ نشان داده شده است.

جدول ب-۵- دمای میانگین ماهانه شهر محل استقرار کارخانه گاز و گاز مایع نمونه

فروردین	°C	27.20
اردیبهشت	°C	32.40
خرداد	°C	37.90
تیر	°C	39.10
مرداد.	°C	39.10
شهریور.	°C	35.30
مهر	°C	30
آبان	°C	21.60
آذر	°C	16
دی	°C	15.40
بهمن	°C	17.80
اسفند.	°C	22.60

ب-۲ انجام محاسبات

برای محاسبه شاخص انرژی کارخانه گاز و گاز مایع باید مراحل زیر انجام شود:

ب-۲-۱ محاسبه انرژی مصرفی کل (E_{total})

برای محاسبه انرژی مصرفی کل، انرژی سوخت با توجه به ارزش حرارتی آن و انرژی معادل برق مصرفی با در نظر گرفتن راندمان نیروگاهی معادل ٪ ۳۷ محاسبه می‌شود.

جدول ب-۶- محاسبه انرژی مصرفی کل کارخانه گاز و گاز مایع نمونه

حامل انرژی	مقدار مصرف		ارزش حرارتی		انرژی مصرفی	
گاز سبک مصرفی مرحله اول	318.78	MMSCF Per Year	1060	Btu/ft^3	356491.7	GJ
گاز سبک مصرفی مرحله دوم	882.13	MMSCF Per Year	1118	Btu/ft^3	1040463.5	GJ
الکتریسیته	64800	MWh Per Year	---		630486.5	GJ
انرژی مصرفی کل (E_{total})					**2027442**	GJ

ب-۲-۲ محاسبه شاخص فلر

شاخص فلر از رابطه ۷ و با دانستن میزان سالانه گاز خوراک ورودی به کارخانه، میزان سالانه خوراک مایع ورودی به کارخانه، میزان سالانه مایعات گازی تولیدی کارخانه و میزان سالانه گاز سبک توزیعی کارخانه و با دانستن دانسیته این جریان ها و ضرایب تبدیل ارائه شده در جدول ب-۷ قابل محاسبه است.

جدول ب-۷- محاسبه شاخص فلر کارخانه گاز و گاز مایع نمونه

میزان سالانه خوراک غنی مرحله اول	MMSCF	**96,537.1**
	Ton	**2378984.5**
میزان سالانه خوراک غنی مرحله دوم	MMSCF	**36,739.99**
	Ton	**1041792.3**
میزان سالانه مایعات گازی تولیدی کارخانه	Barrel	**3,530,768**
	Ton	**306725.94**
میزان سالانه گاز سبک توزیعی مرحله اول	MMSCF	**91,549.98**
	Ton	**2125042.7**
میزان سالانه گاز سبک توزیعی مرحله دوم	MMSCF	**33,239.28**
	Ton	**833633.3**
ضریب C	---	**0.96**
شاخص فلر	---	**1.01**

ب-۲-۳ محاسبه انرژی های مرجع

برای محاسبه انرژی های مرجع در بخش‌های مختلف کارخانه، مقادیر مصرف ویژه انرژی مرجع هر بخش (جداول ۲تا ۷) در خوراک ورودی به آن بخش یا محصول تولیدی آن بخش ضرب می‌شود.

جدول ب-۸- محاسبه انرژی های مرجع کارخانه گاز و گاز مایع نمونه

نام بخش	میزان خوراک یا محصول		مصرف ویژه انرژی مرجع		انرژی مرجع	
بخش تراکم گاز خوراک	36,739.99	MMSCF	38	GJ/MMSCF	38 × 36,739.99 = 1396119.6	GJ
بخش بازیابی NGL	3530768 > 1.1 Million Barrel Per year	Barrel	1.9	GJ/Ton	1.9 × 306725.94 = 582779.3	GJ
	306725.94	Ton				
مجموع انرژی مرجع کارخانه					1978898.9	GJ

ب-۲-۴ محاسبه انرژی گرمایشی و سرمایشی مرجع [$E_{H,ref}$, $E_{C,ref}$]

به منظور محاسبه انرژی گرمایشی و سرمایشی مرجع، مقادیر ویژه برای شهر تهران به عنوان مبنای محاسبات به کار می‌رود. برای تعیین مقادیر ویژه برای شهر اهواز، از روز درجه گرمایشی و سرمایشی استفاده می‌شود. جزئیات محاسبات مربوط به انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان‌های واحد مورد نظر، در جدول‌های ب-۱۰ و ب-۱۱ آمده است.

جدول ب-۹- نتایج حاصل از محاسبات مربوط به اطلاعات هواشناسی

عنوان	شهر تهران (مرجع)	شهر اهواز
روز درجه گرمایشی (HDD)	1465	144
روز درجه سرمایشی (CDD)	1088	2969.4
مدت گرمایشی (HD)	-	90
مدت سرمایشی (CD)	-	275

جدول ب-۱۰- انرژی گرمایشی مرجع برای واحد مورد نظر

بخش	مساحت	زمان اشغال	مصرف ویژه انرژی گرمایشی (تهران)	انرژی مصرفی مرجع
	m^2	hr/Day	$MJ/(hr.m^2)$	GJ
اداری	4600	8	0.54	176.17
اقامتی	200	8		7.66
جمع کل				**183.83**

جدول ب-۱۱- انرژی سرمایشی مرجع برای واحد مورد نظر

بخش	مساحت	زمان اشغال	مصرف ویژه انرژی سرمایشی (تهران)	انرژی مصرفی مرجع
	m^2	hr/Day	$MJ/(hr.m^2)$	GJ
اداری	4600	8	0.45	12427.76
اقامتی	200	8		540.34
جمع کل				**12968.1**

ب-۲-۵ محاسبه انرژی روشنایی مرجع [$E_{L,ref}$]

جزئیات محاسبات مربوط به انرژی روشنایی ساختمان‌های واحد مورد نظر، در جدول ب-۱۲ آمده است.

جدول ب-۱۲- انرژی روشنایی مرجع برای واحد مورد نظر

بخش	مساحت	زمان اشغال		مصرف ویژه انرژی روشنایی	انرژی مرجع
	m^2	Day/Year	hr/day	W/m^2	GJ
اداری	4600	260	8	25	861.12
تولیدی	3000	365	24	30	2799.36
انبار	5500	300	8	5	237.6
اقامتی	200	100	8	15	8.64
جمع کل					**3906**

ب-۲-۶ محاسبه سایر مصارف انرژی مرجع ($E_{Other,ref}$)

سایر مصارف انرژی، مجموع انرژی سرمایش، گرمایش و روشنایی بوده و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$E_{Other,ref} = 183.83 + 12968.1 + 3906 = 17057.9 \text{ GJ} \quad (۱)$$

ب-۲-۷ محاسبه شاخص انرژی

شاخص انرژی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$EI = \frac{E_{total} \times 1.01}{E_{total,ref}} = \frac{2{,}027{,}441.7}{1978898.9 + 17057.9} = 1.026 > 1 \quad (۲)$$

مقدار شاخص انرژی بیشتر از یک است، بنابراین مطابقت کارخانه گاز و گاز مایع نمونه با معیار استاندارد مصرف انرژی مورد تایید نیست.

ب-۳محاسبه مصرف ویژه انرژی در یک واحد NGL جدیدالاحداث

در واحدهای جدیدالاحداث به صورت زیر عمل می‌کنیم:

ب-۳-۱ جمع‌آوری اطلاعات

اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه مصرف ویژه انرژی در واحد جدیدالاحداث به شرح زیر است:

ب-۳-۱-۱ درصد مولی اجزای تشکیل دهنده خوراک

درصد مولی اجزای تشکیل دهنده خوراکی که طراحی بر اساس آن انجام شده است، از اسناد و مدارک فنی کارخانه برداشت می‌شود.

جدول ب-۱۳- درصد مولی اجزای تشکیل دهنده خوراک در شرایط طراحی

درصد مولی اجزای تشکیل دهنده خوراک	C1	C2	C3	IC4	NC4	IC5	NC5	C6	C7+	H_2S	N_2	CO_2
	71.22	11.24	7.24	1.23	2.12	0.57	0.55	0.02	0	0.2	4	1.61

ب-۳-۲ انجام محاسبات

برای محاسبه مصرف ویژه انرژی کارخانه گاز و گاز مایع جدیدالاحداث باید مراحل زیر انجام شود:

ب-۳-۲-۱ غنای گاز خوراک (GPM_{C2+})،

در شرایط طراحی بر حسب گالن بر هزار فوت مکعب استاندارد گاز و با استفاده از درصد مولی اجزای تشکیل دهنده گاز خوراک و فاکتور GPM هر جزء (جدول ۱)، از رابطه ۹ زیربند ۳-۴ استاندارد به صورت زیر محاسبه می‌شود:

جدول ب-۱۴- محاسبه غنای گاز خوراک

درصد مولی اجزای تشکیل دهنده خوراک		GPM Factor	GPM Gallon/MSCFD
C1	71.22	---	---
C2	11.24	0.267	11.24×0.267 =3.00
C3	7.24	0.275	7.24×0.275=1.991
IC4	1.23	0.327	1.23×0.327=0.40221
NC4	2.12	0.315	2.12×0.315=0.6678
IC5	0.57	0.366	0.57×0.366=0.20862
NC5	0.55	0.362	0.55×0.362=0.1991
C6	0.02	0.411	0.02×0.411=0.00822
C7+	0	0.461	0
H_2S	0.2	---	---
N_2	4	---	---
CO_2	1.61	---	---
GPM C2+			3+1.991+0.40221+0.6678+0.20862+0.1991+0.00822+0 = 6.47803

ب-۳-۲-۲ غنای گاز خوراک در محدوده بزرگتر از ۵ است. بنابراین گاز خوراک گازی بسیار غنی است. بر اساس درجه غنای گاز خوراک از جدول ۸ استاندارد، مصرف ویژه انرژی کارخانه **0.79** تعیین می‌شود.

جدول ب-۱۵ مقادیر پیشنهادی برای تدوین استاندارد در واحدهای جدیدالاحداث

SEC_{total} GJ/ton NGL	GPM_{C2+}	
1.95	<2.5	مقادیر پیشنهادی
1.31	2.5<GPM_{C2+}<5	
0.79	>5	