تحلیل اکسرژی واحد پایدارسازی میعانات گازی پالایشگاه پارس جنوبی

نسیم طاهونی[۱]، محمدرضا جعفری اشلقی[۲]

تاریخ دریافت مقاله:
۱۳۹۱/۱۲/۱۶
تاریخ پذیرش مقاله:
۱۳۹۲/۴/۳

چکیده:

ارزش حرارتی بالای میعانات گازی موجب توجه شرکتهای گازی به این منبع گرانبها شده است. از این رو، شناخت ویژگی‌ها و شرایط نگهداری میعانات گازی اهمیت روز افزونی پیدا کرده است. وجود ذرات سبک و فرار در میعانات گازی و به تبع آن، نیاز به فرایند پایدارسازی از مهمترین چالش‌های پیش روی پالایشگاه‌ها برای استفاده از این منبع ارزشمند می‌باشد. هدف این مقاله، تحلیل اکسرژی واحد پایدارسازی میعانات گازی پالایشگاه پارس جنوبی (واحد ۱۰۳) می‌باشد. بدین منظور، ابتدا شبیه‌سازی واحد به کمک نرم‌افزار شبیه‌سازی HYSYS انجام گرفت. مشخصات فشار بخار رید محصول نهایی یعنی RVP=۷psi، محصول شبیه‌سازی حاضر را برای روزهای گرم تابستان به عنوان محصولی قابل قبول تأیید کرد. در ادامه، تحلیل اکسرژی بر روی تمام واحدهای فرایندی موجود به دو روش جریانی و واحدی انجام شد. نتایج نشان داد که برج پایدارسازی فرایند و نیز مبدل حرارتی جانبی برج از مهمترین واحدهای فرایندی نیازمند اصلاح می‌باشند.

کلمات کلیدی:
بازده اکسرژتیک، پایدارسازی میعانات گازی، تحلیل اکسرژی، فشار بخار رید

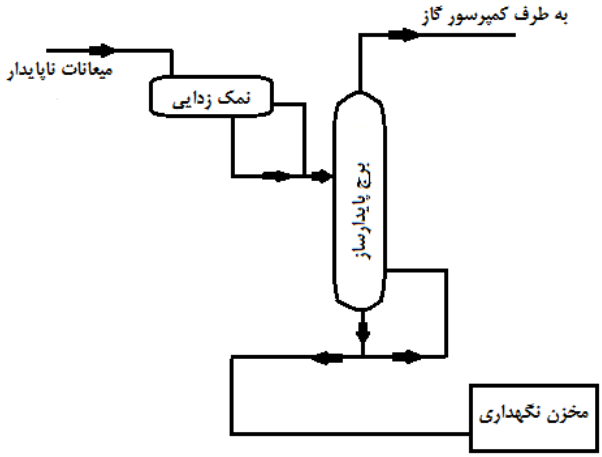
۱) استادیار دانشکده مهندسی شیمی، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران،(نویسنده مسئول) ntahuni@ut.ac.ir
۲) کارشناس دانشکده مهندسی شیمی، دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران mohamadrezajafarieshlaghi@yahoo.com

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]

مقدمه

وظیفه واحد پایدارسازی میعانات گازی دریافت میعانات از واحدهای مختلف پالایشگاه، پایدارسازی و ارسال آن به مخازن میعانات می‌باشد. امروزه اهمیت فرایند پایدارسازی میعانات گازی به دلیل افزایش ارزش این فرآورده گازی رشد چشمگیری داشته است و به تبع آن، روش‌های مختلفی نیز برای این فرایند ارائه شده است. میعانات با استفاده از برج تثبیت کننده یا با استفاده از تبخیر ناگهانی تثبیت می‌شوند. زمانی که کندانس در فشارهای پایین‌تر تبخیر ناگهانی می‌شود، هیدروکربن‌های سبک‌تر (متان و اتان) آن جدا شده که ممکن است به مصرف گاز سوخت برسند و یا مجددا فشرده شده و به سایر گازهای قابل فروش بپیوندند. کندانس تثبیت شده نیز سرد شده و به بخش ذخیره فرستاده می‌شود [9،12].

پایدارسازی به وسیله برج تقطیر از اصلی‌ترین روش‌های پایدارسازی در پالایشگاه‌های جهان است که محصول کنترل شده و با کیفیت بالاتری تولید می‌کند. دمای خوراک ورودی، فشار عملیاتی برج پایدارسازی و اجزای جانبی برج مانند جوش‌آور و کندانسور از پارامترهای تاثیرگذار در کیفیت فرایند پایدارسازی می‌باشد. در این برج علاوه بر جداسازی، فشار بخار میعانات تولیدی توسط جوش‌آور برج با توجه به فصل گرم یا سرد سال تنظیم می‌شود [9،12، ۱]. شکل (۱) نمایشی شماتیک از واحد تثبیت میعانات گازی به کمک برج تقطیر را نشان می‌دهد.



شکل ۱) نمایش شماتیک واحد تثبیت میعانات گازی به کمک برج تقطیر

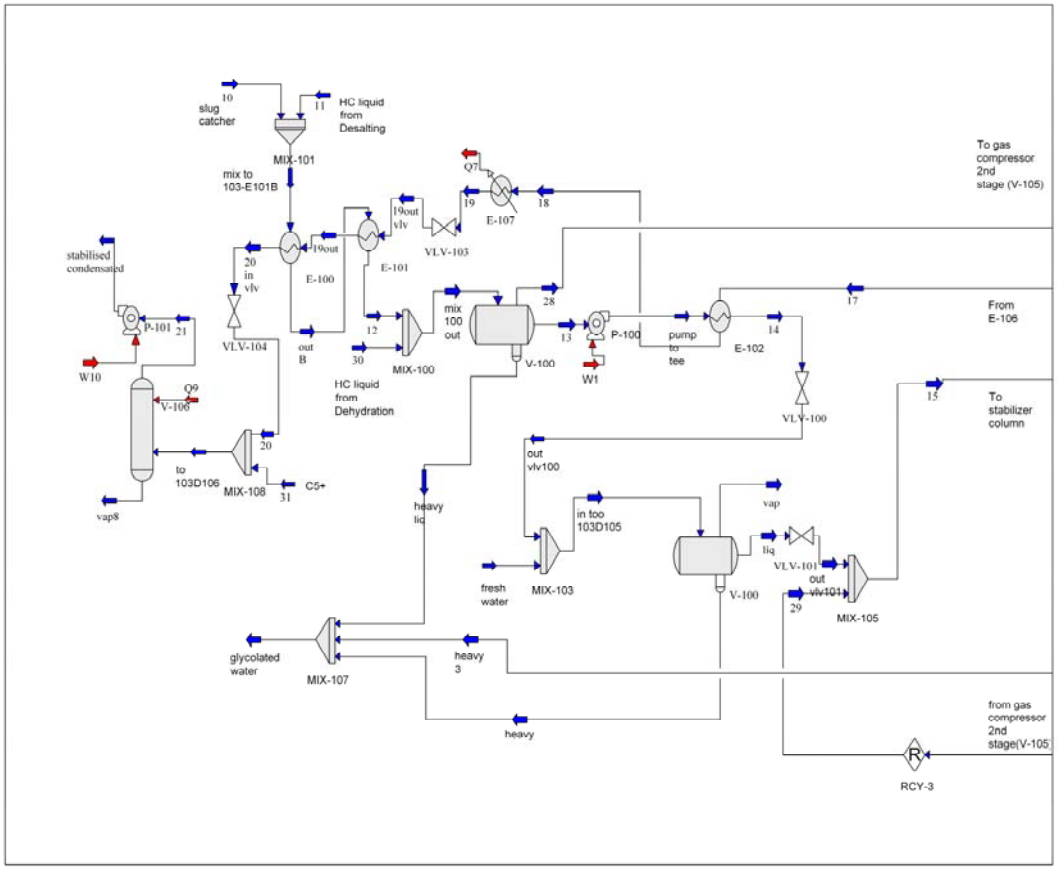
در تحقیق حاضر، تحلیل اکسرژی بر روی تجهیزات مختلف فرایندی موجود در واحد پایدارسازی میعانات پارس جنوبی انجام شده است. به منظور در دسترس بودن اطلاعات لازم برای محاسبات، واحد فرایندی مذکور ابتدا توسط نرم‌افزار

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]

HYSYS شبیه‌سازی شده است.

شبیه‌سازی واحد پایدارسازی میعانات گازی پارس جنوبی

فرایند پایدارسازی میعانات به منظور کاهش فشار بخار میعانات به وسیله برج تقطیر پایدارسازی انجام می‌شود. خوراک واحد پایدارسازی میعانات گازی به صورت مخلوطی از چند جریان است که خوراک عمده این واحد به طور مستقیم از لخته‌های گازی استخراج شده تامین می‌شود. این جریان حاوی میعانات خام گازی، آب گلایکولی و هیدروکربن‌های استخراجی می‌باشد. جریان مذکور با هیدروکربن‌های خروجی از واحد شیرین‌سازی و نم‌زدایی مخلوط شده و مطابق شکل (۲) به عنوان خوراک نهایی فرایند پایدارسازی شناخته می‌شود[۱، 5]. مشخصات جریان‌های ورودی در جدول (۱) خلاصه شده است.



شکل ۲) نمای جریان‌های ورودی به فرایند در شبیه‌سازی (قسمت نمک زدایی و مخزن نگهداری)

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]

جدول ۱) مشخصات جریان‌های ورودی به فرایند پایدارسازی

نام جریان	میعانات از لخته‌گیر (۱۰)	میعانات از واحد شیرین سازی(۱۱)	میعانات از واحد نم‌زدایی (۳۰)
دما (C)	۲۲/۳۱	۲۲/۵۵	۱۹/۱
فشار (bar)	۳۰	۳۰	۳۰
دبی (kgmol/h)	۳۵۸۵	۹/۴۶۷	۱۲/۰۲
متان (mol%)	۰/۲	۰/۱۰	۰/۲۵
اتان (mol%)	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۶
پروپان (mol%)	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۷
بوتان (mol%)	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲
پنتان (mol%)	۰/۰۱	۰/۰۱۴	۰/۰۳
MEGlycol (mol%)	۰/۰۶	صفر	صفر

مخزن‌های تبخیر ناگهانی در فرآیند پایدارسازی نقش بسزایی دارند به نحوی که مخزن تبخیر ابتدایی در این روش به عنوان یک جداکننده سه فازی عمل کرده و خوراک ورودی به این مخزن به سه جریان آب گلایکولی، میعانات گازی و جریان گاز تفکیک می‌شود [۱].

با توجه به ضرورت حذف آب گلایکولی برای ارسال به واحد بازیابی مونو اتیلن گلایکول، کلیه جریان‌های حاوی گلایکول در فرایند با جریان خروجی از این مخزن ترکیب شده و به واحد بازیابی گلایکول فرستاده می‌شود. برای حذف مونو اتیلن گلایکول باقی‌مانده در میعانات، نمک زدایی به وسیله یک برج نمک‌زدا و از طریق تزریق آب تازه در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد و فشار ۴۷ بار صورت می‌گیرد. آب گلایکولی خارج شده از برج نمک‌زدا پس از اختلاط با دیگر جریان‌های گلایکول‌دار خروجی از فرایند به واحد بازیابی مونو اتیلن گلایکول ارسال می‌گردد [۱].

میعانات گازی خروجی از قسمت نمک‌زدایی به برج تقطیر پایدارسازی ارسال می‌شود [۱]. برج پایدارسازی در این شبیه‌سازی از نوع سینی‌دار می‌باشد که سینی‌های بالای سینی خوراک نقش تقطیری و زیر سینی خوراک نقش جداسازی را ایفا می‌کنند [۱]. همچنین دمای برج، بخصوص دمای جوش‌آور باید به نحوی تنظیم شود که فرارترین جزء در پایین برج، پنتان و سنگین‌ترین جزء در بالای برج، بوتان باشد [4،11]. برج تقطیر فرایند پایدارسازی پالایشگاه پارس جنوبی از نوع جریان برگشتی می‌باشد. برج مذکور دارای ۱۹ سینی است و سینی ۱۴ به عنوان سینی خوراک در نظر گرفته شده است. فشار بالا و پایین برج به ترتیب ۱۰/۴ و ۱۰/۷ بار می‌باشد. محصول بالای برج به قسمت کمپرسور گاز فرستاده می‌شود و

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]

پس از گذر از چند مرحله تبخیر ناگهانی و عبور از دو کمپرسور و افزایش فشار به عنوان گاز خروجی (off gas) بـه سـطح فرایندی ارسال می‌گردد. . اطلاعات گاز خروجی از بخش کمپرسور بر اساس داده‌های شبیه‌سـازی در جـدول (۲) مـشخص شده است [4،11].

جدول ۲) مشخصات گاز خروجی از بخش کمپرسور گاز

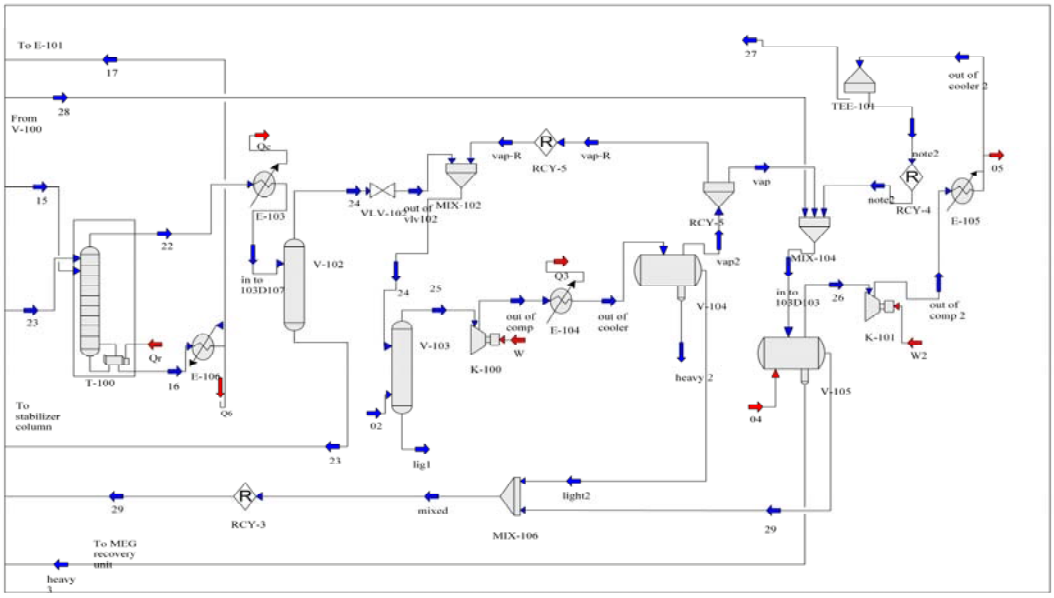
نام جریان	گاز خروجی از بخش کمپرسور
دما (C)	۸۱
فشار (bar)	۷۰/۷
دبی (kgmol/h)	۱۲۳۷
متان (mol%)	۰/۵۹
اتان (mol%)	۰/۱۴
پروپان (mol%)	۰/۱۲
هگزان (mol%)	صفر
هپتان (mol%)	صفر

جریان خروجی از پایین برج حاوی مقادیر بسیار کمی از هیدروکربن‌های سـبک مـی‌باشـد و ایـن جریـان بـه عنـوان محصول ابتدایی شناخته می‌شود. این جریان پس از عبور از چند مرحله مبدل حرارتـی و کـاهش دمـا تـا حـدود ۳۵ درجـه سانتی‌گراد با جریانی از هیدروکربن‌های سنگین(c۵+) ترکیب شده و به عنوان محـصول نهـایی بـه تانـک‌هـای نگهـداری فرستاده می‌شود [4،8،11]. نمای کلی جریان‌های ورودی و خروجی برج پایدارسازی (T-۱۰۰) و مشخصات این جریان‌هـا به ترتیب در شکل (۳) و جدول (۳) نشان داده شده است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]

جدول ۳) مشخصات جریان‌های برج پایدارسازی

نام جریان	ورودی به برج پایدارسازی (۱۵)	جریان برگشتی ورودی (۲۳)	خروجی از بالای برج پایدارسازی (۲۲)	خروجی از پایین برج پایدارسازی (۱٦)
دما (C)	۶۶/۹۶	۶۰	۷۱/۰۷	۲۰۲/۷
فشار (bar)	۱۰/۵۰	۱۰/۴	۱۰/۴	۱۰/۷
دبی (kgmol/h)	۱۹۱۹	۸/۲۵۳	۵۴۳/۶	۱۳۸۴
متان (mol%)	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۳۳	صفر
اتان (mol%)	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۸	صفر
پروپان (mol%)	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۲۲	صفر
نرمال بوتان (mol%)	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۵
ایزو بوتان (mol%)	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۱
نرمال پنتان (mol%)	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۴
ایزوپنتان (mol%)	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۴
هگزان (mol%)	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۱
هپتان (mol%)	۰/۱۰	صفر	۰/۱۴	۰/۱۴
اکتان (mol%)	۰/۱۲	صفر	۰/۱۷	۰/۱۷
نونان (mol%)	۰/۰۸	صفر	۰/۱۲	۰/۱۲



شکل ۳) نمای کلی جریان‌های ورودی و خروجی به برج پایدارسازی

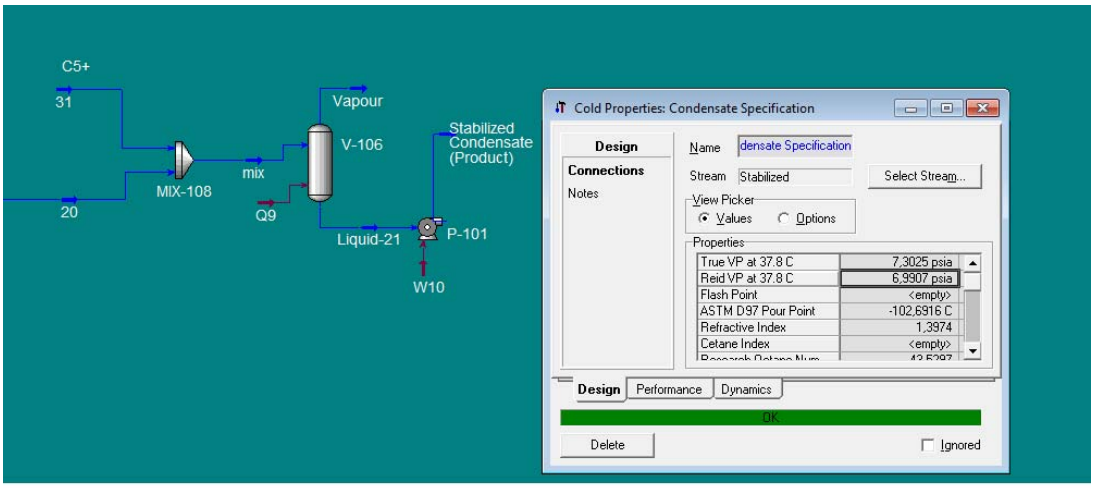
[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]

فشار بخار میعانات گازی تولیدی باید دارای مشخصات ویژه‌ای بوده و استانداردهایی در آنها رعایت شده باشد تا در بازارهای جهانی امکان حضور و فروش خوب داشته باشند. میزان فشار بخار از جمله مهمترین خصوصیات مورد توجه است که علاوه برکیفیت و قیمت، از نظر ایمنی هنگام انتقال و ذخیره‌سازی نیز فوق‌العاده مهم می‌باشد و همواره مورد آزمایش وکنترل واقع می‌شود. در فرایند پایدارسازی، هدف کاهش فشار بخار سیال و رساندن آن به یک RVP معین به عنوان یک مشخصه فنی است به گونه‌ای که بتوان از دو فازی شدن سیال جلوگیری به عمل آورد. طبق استاندارد، RVP مقدار فشار بخار یک برش نفتی در دمای ۱۰۰ درجه فارنهایت می‌باشد و میزان آن در فصول گرم و سرد سال به علت تغییر در مقدار ترکیبات تشکیل‌دهنده جریان هیدروکربنی متفاوت خواهد بود. این میزان برای فصل زمستان حدود psia ۱۲ و برای فصل تابستان با توجه به افزایش زیاد دما و ایجاد شرایطی جهت جلوگیری از تبخیر باید حداکثر حدود psia ۱۰ باشد [4،8،10،11،۱]. جدول (۴) مشخصات محصول نهایی بدست آمده را خلاصه می‌کند. همانطور که در شکل (۴) مشخص است، محصول نهایی شبیه‌سازی شده بر اساس اطلاعات جریانها در فصل تابستان، RVP=۷psi، را به دست می‌دهد که با توجه به میزان حداکثر هدف‌گذاری شده، RVP=۱۰psi، می‌توان این محصول را به عنوان محصول قابل قبول برای تابستان پذیرفت.

جدول ٤) مشخصات میعانات پایدار شده

نام جریان	میعانات پایدارشده
دما (C)	۳۷
فشار (bar)	۱/۴
دبی (kgmol/h)	۱۶۶۷
متان (mol%)	صفر
اتان (mol%)	صفر
پروپان (mol%)	صفر
بوتان (mol%)	۰/۰۱
پنتان (mol%)	۰/۰۴
هگزان (mol%)	۰/۱۲
هپتان (mol%)	۰/۱۳
اکتان (mol%)	۰/۱۵
نونان (mol%)	۰/۱

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]



شکل ٤) فشار بخار رید محصول نهایی در شبیه‌سازی

تحلیل اکسرژی واحدهای فرایندی

تحلیل اکسرژی فرایندها یکی از ابزارهای قوی و اصلی علم انتگراسیون فرایند می‌باشد که در مطالعه فرایندها به کار گرفته می‌شود. حداکثر کار محوری که می‌توان از مقداری انرژی دریافت کرد، اکسرژی آن انرژی نامیده می‌شود. هدف از تحلیل اکسرژی فرایند، به دست آوردن مقدار کار محوری تلف شده و بازده اکسرژتیک در واحدهای فرایندی است که به کمک این ابزارها می‌توان مناسب‌ترین واحد را برای اصلاح و بهینه‌سازی از نظر مصرف انرژی انتخاب نمود. موازنه اکسرژی بکار رفته در یک فرایند بیان می‌کند که چه مقدار پتانسیل کار قابل استفاده (یا اکسرژی) که به شکل ورودی به سیستم موردنظر وارد می‌شود، به وسیله فرایند مورد استفاده قرار گرفته است. اتلاف اکسرژی یا برگشت ناپذیری معیاری کمی برای سنجش ناکارایی فرایند به دست می‌دهد. تحلیل یک واحد چندجزئی بیانگر توزیع برگشت‌ناپذیری کل واحد در میان اجزا آن بوده و بیشترین سهم‌ها در ناکارایی کل واحد را مشخص می‌کند. [۲،7،9،13].

برای تحلیل اکسرژی، دو روش جریانی و روش واحدی توصیه می‌شود [3،5،6،12،13]. روش جریانی بر اساس موازنه اکسرژی بین جریان‌های ورودی و خروجی به یک واحد فرایندی استوار است. میزان کار تلف شده(σT_0) و بازده اکسرژتیک (η) در این روش از روابط زیر به دست می‌آید [12]:

$$\sum EX_{in} + \sum (EX_Q)_{in} + \sum W_{in} = \sum EX_{out} + \sum (EX_Q)_{out} + \sum W_{out} + \sigma T_0 \qquad (۱)$$

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]

$$\eta = \frac{\sum EX_{out}}{\sum EX_{in}} \quad (۲)$$

از مشکلات اساسی روش جریانی می‌توان به دقت پایین این روش در هنگامی که شرایط ورودی و خروجی به هم نزدیک است، اشاره کرد که در این حالت، بازده‌های غیرمعقول $(\eta_{Ex} \gg 1)$ رخ می‌دهد [12]. از این رو، تمایل بیشتر به استفاده از روش واحدی (در صورت امکان) می‌باشد. اساس این روش بر این فرض استوار است که هر واحد عملیاتی دارای یک منبع و یک چاله اکسرژی است و در هر انتقال اکسرژی از منبع به چاله مقداری اکسرژی تلف شده(σT_0) که این مقدار تلف شده و بازده اکسرژتیک (η_{Ex}) از روابط زیر به دست می‌آید [12]:

$$\sigma T_0 = \Delta EX_{source} - \Delta EX_{sink} \quad (۳)$$

$$\eta_{Ex} = \frac{\Delta EX_{sink}}{\Delta EX_{source}} \quad (۴)$$

محاسبات پارامتری اکسرژی

واحدهای فرایندی مانند مبدل‌های فرایندی، کمپرسورها و مخلوط‌کننده‌ها از جمله مهمترین واحدهایی هستند که تحلیل اکسرژی در آنها به روش واحدی (منبع–چاله) صورت می‌گیرد. محاسبات پارامتری اکسرژی به روش واحدی برای واحدهای فرایندی مذکور در ادامه به تفصیل ارائه خواهد شد.

مبدل حرارتی و مخلوط کننده

در یک مبدل حرارتی، تغییرات اکسرژی در جریان گرم و جریان سرد که به ترتیب منبع و چاله اکسرژی محسوب می‌شوند، از روابط زیر به دست می‌آید. اتلاف اکسرژی نیز از تفاضل قدرمطلق این دو عدد حاصل می‌شود:

$$\Delta Ex(Hot\ Stream) - \Delta H\left(1 - \frac{T_0}{\Delta T_{LM}(Th,in\ \&\ Th,out)}\right) \quad (۵)$$

$$\Delta Ex(Cold\ Stream) = \Delta H\left(1 - \frac{T_0}{\Delta T_{LM}(Tc,in\ \&\ Tc,out)}\right) \quad (۶)$$

$$\sigma T0 = |\Delta Ex(source)| \quad |\Delta Ex(sink)| \quad (۷)$$

در یک مخلوط کننده نیز بسادگی می‌توان با تعریف جریان سرد (جریانی که پس از اختلاط دمای آن افزایش یافته است) و جریان گرم (جریانی که پس از اختلاط دمای آن کاهش یافته است) از روابط بالا استفاده نمود.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]

کمپرسور

در کمپرسور، تغییر اکسرژی جریان ورودی و خروجی، چاله اکسرژی بوده و کار ورودی به کمپرسور منبع اکسرژی محسوب می‌شود. اتلاف اکسرژی در این واحد فرایندی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\Delta Ex(Sink) = \Delta H\left(1 - \frac{T_0}{\Delta T_{LM}(Tin \,\&\, Tout)}\right) + nRT_n ln\frac{P_{out}}{P_{in}} \quad (۸)$$

$$\Delta H = H_{out} - H_{in} \quad (۹)$$

$$\Delta Ex(source) = W \quad (۱۰)$$

$$\sigma T0 = |\Delta Ex(source)| - |\Delta Ex(sink)| \quad (۱۱)$$

در مقاله حاضر، تحلیل اکسرژی واحدهای فرایندی مثل برج پایدارسازی و مخزن‌های تبخیر ناگهانی به روش جریانی صورت گرفته است. آنالیز اکسرژی به وسیله داده‌های شبیه‌سازی و به روش زیر قابل بررسی می‌باشد. لازم به ذکر است که روش جریانی در اختلاف دماهای کم یا اختلاف زیاد دبی جریان‌های ورودی و خروجی دارای خطای قابل ملاحظه‌ای است.

برج تقطیر، مخزن تبخیر ناگهانی

در این واحدهای فرایندی تعیین منبع و چاله حرارتی بسادگی امکان‌پذیر نیست. بنابراین، اکسرژی مطلق کلیه جریان‌های ورودی و خروجی جرمی و انرژی را با استفاده از رابطه اصلی محاسبه اکسرژی مطابق زیر به دست آورده و در رابطه (۱) جاگذاری می‌کنیم تا مقدار تلفات اکسرژی محاسبه شود:

$$\Delta Ex = \Delta H - T_0\Delta S \quad (۱۲)$$

$$EX_{in} = (H_{in} - H_0) - T_0(S_{in} - S_0) \quad (۱۳)$$

$$EX_{out} = (H_{out} \quad H_0) \quad T_0(S_{out} \quad S_0) \quad (۱۴)$$

$$ExQ = Q\left(1 - \frac{T_0}{T}\right) \quad (۱۵)$$

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]

جدول ۵) نتایج محاسبات تحلیل اکسرژی واحدهای فرایندی به روش منبع- چاله

ردیف	واحد فرایندی	ΔEx(sink)	ΔEx(source)	σT_0(kW)	η_{Ex} (%)
۱	E-100	۲۵/۱	−۹۴/۴۱	۶۹/۳۱	۲۶
۲	E-101	۱۳۲/۴۹	−۲۷۱/۴۴	۱۳۸/۵۹	۴۸
۳	E-102	۳۴۰/۵۷	−۸۲۹/۳۴	۴۸۸/۷۶	۴۱
۴	E-103	۲۱/۸۶	−۴۲/۰۴	۲۰/۳۵	۵۱
۵	E-104	۱۳۷/۲۳	−۲۳۷/۲۸	۱۳۶/۰۴	۵۰
۶	E-105	۲۳۷/۸۶	−۴۷۲/۹۱	۲۳۵/۰۴	۵۰/۲
۷	E-106	۱۹۲۶/۴۲	−۲۷۹۶/۴۶	۸۴۳/۰۴	۶۹/۹
۸	K-100	۶۰۱/۲۹	−۶۹۲/۷	۹۱/۴	۸۶
۹	K-101	۱۰۸۳/۹	−۱۱۹۶	۱۱۲/۱	۹۰
۱۰	V-103	۲/۸۹	−۳/۲	۰/۳۱	۹۰
۱۱	V-106	۱۰/۸۸	−۱۲/۵	۱/۶۲	۸۶

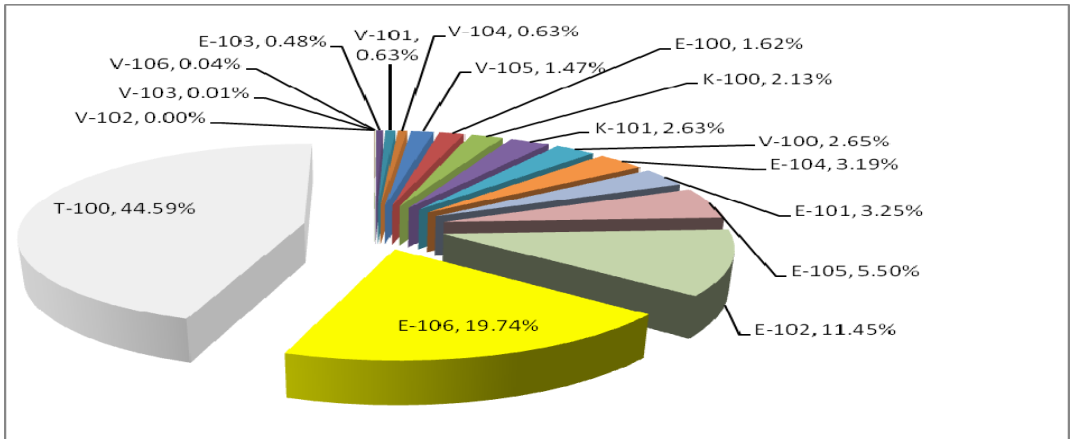
جدول ٦) نتایج محاسبات تحلیل اکسرژی واحدهای فرایندی به روش جریانی

ردیف	واحد	$\sum Ex_{in}$	$\sum Ex_{out}$	$\sum Ex_{Qi}$	$\sum Ex_{Qout}$	σT_0(kW)	η_{Ex} (%)
۱۲	V-100	۲۷۳۷	۲۶۲۴	صفر	صفر	۱۱۳	۹۵
۱۳	V-101	۱۳۲۴/۷۳	۱۲۹۷/۹۲	صفر	صفر	۲۶/۸۱	۹۷
۱۴	V-102	۸۴۸/۷۷	۸۴۸/۶۷	صفر	صفر	۰/۱	۹۹
۱۵	V-104	۱۲۹۱/۷۳	۱۲۶۷/۶۹	۵۸/۴۵	صفر	۲۷/۱	۹۷
۱۶	V-105	۳۰۲۵/۵	۲۹۸۹/۳۳	صفر	صفر	۶۲/۹۲	۹۸/۸
۱۷	T-100	۱۰۱۱/۶	۵۷۴۲	۶۶۳۴/۳۳	صفر	۱۹۰۳/۹	۷۵

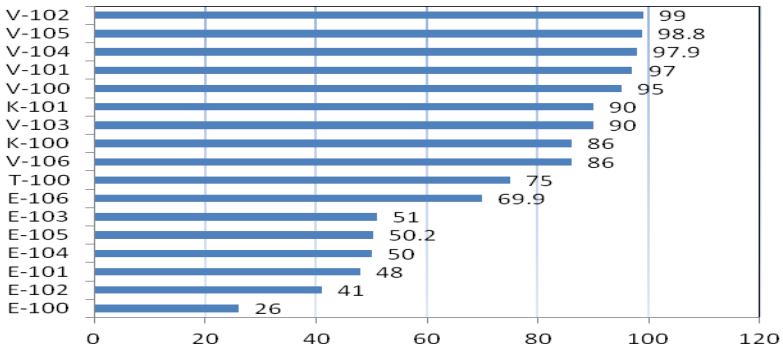
جدول‌های (۵) و (۶) نتایج انجام محاسبات اکسرژی در واحدهای فرایندی اصلی واحد پایدارسازی میعانات گازی را نشان می‌دهد. از آنجا که در برخی از واحدها امکان محاسبات به روش واحدی وجود نداشته، محاسبات مربوط به این واحدهای فرایندی با روش جریانی انجام شده است. به طور مثال، امکان تعیین منبع-چاله در برج پایدارساز وجود ندارد و تعیین اتلافات اکسرژی دراین واحد فرایندی تنها از طریق جریانی قابل محاسبه است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]

نمودارهای شکل‌های (۵) و (۶) نیز به ترتیب وضعیت اتلاف اکسرژی و بازده اکسرژتیک را در واحدهای فرایندی نشان می‌دهد.



شکل ۵) نمودار میزان اکسرژی تلف شده برای واحدهای فرایندی



شکل ٦) نمودار میله‌ای بازده اکسرژتیک واحدهای فرایندی

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، با استفاده از یک شبیه‌ساز، واحد پایدارسازی میعانات گازی پالایشگاه پارس جنوبی مورد شبیه‌سازی قرار گرفت. نتایج بدست آمده از این شبیه‌سازی با تقریب خوبی با داده‌های صنعتی مطابقت دارد و به طور مشخص، فشار بخار رید میعانات پایدار در این پژوهش برابر ۷ psi به دست آمد که با توجه به مقدار صنعتی موجود، این محصول برای فصول گرم سال توصیه می‌شود. به منظور تحلیل واحدهای فرایندی از تحلیل اکسرژی به دو روش واحدی و جریانی استفاده شد. از آنجا که در بحث اصلاح فرایندها، هدف آن است که بیشترین بهبود در قبال کمترین تغییرات در فرایند

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]

حاصل شود، لذا با توجه به مقدار اکسرژی تلف شده و بازده اکسرژتیک محاسبه شده، مشخص می‌شود که برج پایدارسازی فرایند (T-۱۰۰) و مبدل حرارتی E-۱۰۶ (مبدل جانبی برج پایدارساز) از مهمترین واحدهای فرایندی نیازمند اصلاح می‌باشند. همچنین پیشنهاد می‌شود که واحدهای موجودی که بازده اکسرژی پایینی دارند و اما تأثیر عمده‌ای در اتلاف اکسرژی کل واحد نشان نمی‌دهند، بدون تغییر باقی بمانند چرا که اصلاح آنها صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در انرژی به دنبال نخواهد داشت.

فهرست علائم

H_0	آنتالپی حالت استاندارد (kJ /kgmol)
H_{in}	آنتالپی جریان ورودی (kJ/kgmol)
H_{out}	آنتالپی جریان خروجی (kJ /kgmol)
P_{in}	فشار جریان ورودی(bar)
P_{out}	فشار جریان خروجی(bar)
Q_i	گرمای ورودی(kW)
Q_{out}	گرمای خروجی(kW)
S_0	آنتروپی حالت استاندارد(kJ /kgmol.k)
S_{in}	آنتروپی جریان ورودی (kJ /kgmol.k)
S_{out}	آنتروپی جریان خروجی (kJ /kgmol.k)
T_0	دمای محیط در حالت استاندارد (K)
$T_{h,in}$	دمای جریان گرم ورودی(K)
$T_{h,out}$	دمای جریان گرم خروجی(K)
$T_{c,in}$	دمای جریان سرد ورودی(K)
$T_{c,out}$	دمای جریان سرد خروجی(K)
η_{Ex}	بازده اکسرژتیک
ΔT_{LM}	تغییرات لگاریتمی دما(kW)
ΔEX	تغییرات اکسرژی(kW)
ΔH	تغییرات آنتالپی(kJ /kgmol)
ΔS	تغییرات آنتروپی(kJ /kgmol.k)
E	مبدل حرارتی
Ex_Q	اکسرژی جریان حرارتی (kW)
Ex_{in}	اکسرژی جریان ورودی (kW)
Ex_{out}	اکسرژی جریان خروجی (kW)
K	کمپرسور
R	ثابت عمومی گازها (J/gmoleK)
T	برج پایدارسازی
V	مخزن تبخیر کننده
W	کار انجام شده(kW)
n	تعداد مول‌ها (gmole/s)
σT_0	اکسرژی تلف شده (kW)

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]

منابع

[۱] حامدنی، ناصر، و مداح ساداتیه، سید رضا. (۱۳۸۶)، شرح واحدهای فرایندی و تأسیساتی پالایشگاه‌های گازی پارس جنوبی، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران، ۴۹-۴۵.

[۲] کتاس، تی. جی. (۱۹۹۵)، تحلیل واحدهای حرارتی به روش اکسرژی، مهدوی، افشین. چاپ اول، ۱۳۹۰. انتشارات کالج برتر، شرکت ملی پخش و پالایش فرآورده‌های نفتی ایران، تهران، ۲۹-۲۵.

[3] Baramygina, N.A. , Kravtsov, A.V., and Usheva, N.V., (2004) "*Simulation of Stabilization Gas Condensate Process*," 8th Korea-Russia International Symposium on Science and Technology - Proceedings: KORUS, pp.15-16.

[4] Benoy, J. and Kale, R.N., "*Condensate Stabilization*" *Offshore World Magazine*, August-September, pp. 34-37, 2008.

[5] Boroumandjazi, G. , Saidur, R.A., Rismanchi, B., and Mekhilef, S., "*A Review on the Relation Between the Energy and Exergy Efficiency Analysis and the Technical Characteristic of the Renewable Energy Systems*" Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 16, No. 5, pp. 3131-3135, 2012.

[6] Dilmaç, Ö.F. , and Özkan, S.K., "*Energy and Exergy Analyses of a Steam Reforming Process for Hydrogen Production*" *International Journal of Exergy*, Vol. 5, No. 2, pp. 241-248, 2008.

[7] Dincer, I., and Rosen, M.A., (2007) *Exergy, Energy, Environment and Sustainable Development*, Elsevier.

[8] Esmaeili, A., (2010) "*Optimization of Operational Condition of a Condensate Stabilization Plant and Investigation of Effective Parameters on Reid Vapor Pressure (RVP)*," *19th International Congress of Chemical and Process Engineering, CHISA 2010, and 7th European Congress of Chemical Engineering, ECCE-7*.

[9] Kanoglu, M., Dincer, I., and Rosen, M.A., "*Understanding Energy and Exergy Efficiencies for Improved Energy Management in Power Plant*" *Journal of Energy Policy*, Vol. 35, pp. 3967-3978, 2007.

[10] Khanmohammadi, A., and Mohammadbeigi, Kh., "*Studying of the Effectiveness Parameters for Condensate Stabilization*" Petroleum and Coal, Vol. 49, No. 1, pp. 67-71, 2007.

[11] Mokhatab, S., Poe, W. A., and Speight, J. M., (2006) *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing. Elsevier*, Chapter 6.

[12] Panjeshahi, M.H., Harati, F., and Nouzari, M.M., "*Improving Energy Efficiency in Natural Gas Refineries, Using Exergy Analysis*", *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 21, pp. 121-126, 2010.

[13] Suphanit, B., Bischert, A., and Narataruksa, P., "*Exergy Loss Analysis of Heat Transfer Across the Wall of the Diving-Wall Distillation Column*" Journal of Energy, Vol. 32, pp. 2121-2134, 2007.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-10-26]