

# کاهش شدت مصرف انرژی و افزایش کارایی برج متان زدا در کارخانجات گاز مایع صنایع بالادستی نفت کشور

هومن فرزانه<sup>۱\*</sup>، بهاره عباسقلی<sup>۲\*</sup>

چکیده:

تاریخ دریافت مقاله:

۱۳۹۰/۵/۴

تاریخ پذیرش مقاله:

۱۳۹۰/۷/۲۰

کارخانجات گاز مایع یا تولید NGL (Natural Gas Liquid) یکی از واحدهای عملیاتی مهم و انرژی بر در صنایع بالادستی صنعت نفت می باشند که در آنها میعانات گازی، از گاز استخراج شده همراه نفت جدا سازی شده و جهت صادرات آمده می گردد. آنچه در این تحقیق بدان اشاره خواهد شد، ارائه روش هایی جهت کاهش شدت مصرف انرژی و افزایش کارایی برج متان زدا در واحدهای NGL می باشد. برای این منظور، مدل شبیه سازی فرایند تولید گاز مایع در محیط نرم افزار Hysys توسعه داده شده و نتایج بدست آمده در کارخانه گاز مایع 1200 NGL منطقه عملیاتی گچساران مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی:

بازیافت انرژی، فرایند  
NGL، برج متان زدا،  
CCHP و کمپرسور های  
پروپان

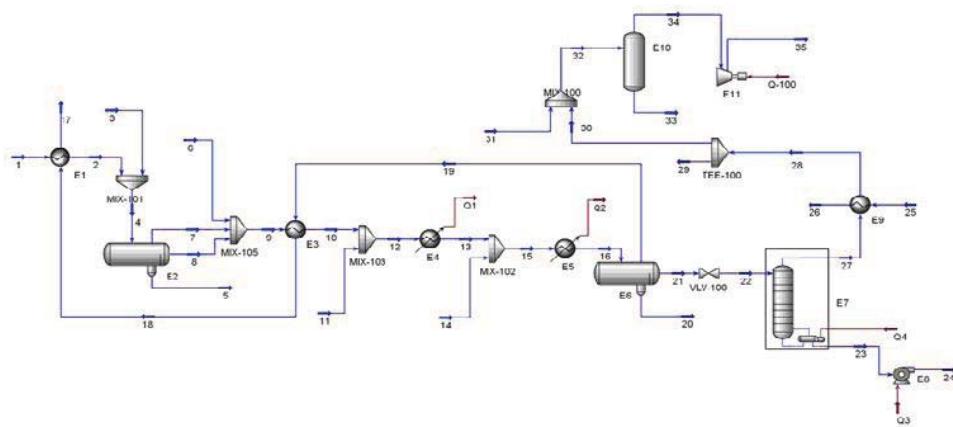
(۱) استادیار گروه مهندسی انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

(۲) دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات  
\* نویسنده مستول

مقدمہ

فرایند تولید مایعات گازی اولین مرحله از مجموعه عملیات پالایش گاز طبیعی خام می‌باشد. مایعات گازی طبق تعریف مایعات هیدروکربنی می‌باشند که در نتیجه فراواش گاز طبیعی در شرایط معین دما و فشار در واحدهای فراواش گاز طبیعی حاصل می‌شود. این مایعات عمدتاً شامل اتان، پروپان، بوتان و بنزین طبیعی می‌باشند. [۱] در این فرایند، گاز شیرین به واحد بازیافت مایعات گازی ارسال و پس از انجام عملیات تبادل حرارت در چیلهای سرما ساز، جهت جداسازی مایعات گازی به برج متان زدا هدایت می‌گردد. بخش اعظم مایعات گازی در محدوده بنزین و نفت سفید می‌باشد. ضمن آنکه می‌توان فرآورده‌های دیگری مانند حلال‌ها و سوخت جت و دیزل را نیز از آن تولید نمود که تولید آنها منجر به ایجاد ارزش، افزوده سیاری برای صنعت نفت خواهد شد.

فرایند جداسازی مایعات گازی (NGL Recovery) در شکل (۱) نمایش داده شده است. همان طور که در این شکل نشان داده شده است، گاز شیرین برای انجام عملیات تبادل حرارت وارد مبدل‌های حرارتی سری اول شده و با گاز سرد خروجی قسمت بازیافت مایعات گازی (جریان ۶) تبادل حرارت می‌کند. بخارات آب همراه در هر مرحله تبادل حرارت، به همراه مایعات گازی و گاز، وارد جداسازی مایع-گاز می‌شود. مایعات گازی تولید شده (جریان ۲۱) جهت تثبیت و جداسازی به برج متان زدا هدایت می‌شوند. گاز (جریان ۷) پس از خروج از جداسازی، وارد مبدل حرارتی سری دوم می‌گردد. دمای این گاز پس از ورود به مبدل و تبادل حرارت با گاز سرد خروجی از مخزن جدا کننده مایع و گاز به حدود ۲۴ درجه سانتی گراد خواهد رسید.



شکل ۱( شبیه سازی واحد NGL ۱۲۰۰)

گاز خروجی از مبدل، وارد دو مرحله متوالی سیکل سرما سازی گردیده و با سیال مبرد پروپان تبادل حرارت نموده و تا دمای -۲۹ درجه سانتی گراد خنک می‌گردد. گاز در شرایط خروجی از سیکل سرما سازی به صورت دو فازی بوده که پس از جداسازی فاز بخار در یک جدا کننده، فاز مایع به سمت برج متان زدا هدایت خواهد شد. برج متان زدا جهت ثبیت مایعات گازی و جداسازی ترکیبات سبک معمولاً دارای ۹ عدد سینی بوده و مایعات گازی به عنوان خوراک اصلی وارد سینی شماره ۹ می‌گردد. به منظور تامین حرارت مورد نیاز در قسمت تحتانی برج متان زدا از یک دستگاه باز جوشاننده استفاده می‌شود. مایعات گاز از زیر سینی شماره یک وارد باز جوشاننده می‌شود و پس از تبادل حرارت با پروپان، با دمای حدود ۳۲ درجه سانتی گراد به صورت ترکیب فازهای مایع و بخار به قسمت زیرین برج برگشت داده می‌شود. باز جوشاننده حرارت مورد نیاز خود جهت گرم کردن مایعات گازی درون پوسته را از منبع پروپان دریافت می‌کند. گاز سبک خروجی از بالای برج توسط واحدهای کمپرسور متراکم شده و جهت تزریق به مخازن نفتی راهی تاسیسات تزریق گاز خواهد شد.

### روش‌های بازیافت انرژی در واحدهای NGL

در کارخانجات گاز مایع، عمدۀ ترین مصرف کنندگان انرژی، پیش چیزها، چیزها و کمپرسور‌های گاز سبک خروجی از کارخانه می‌باشد که به کارگیری آنها منجر به سهم بالای مصرف انرژی الکتریکی در فرایند تولید NGL شده است. بنابراین، ارائه روش‌هایی در جهت کاهش مصرف انرژی در این فرایند ضروری می‌نماید. بر اساس مطالعات انجام گرفته، روش‌های مطرح جهت کاهش مصرف انرژی در واحدهای NGL به شرح ذیل می‌باشند:

(۱) روش به کارگیری توربواکسپندر

(۲) سردسازی گاز ورودی به کارخانه به کمک جریان تحتانی برج (SGR<sup>۱</sup>)

(۳) به کارگیری پمپ حرارتی تراکم مجدد بخار (Vapor Recompression)

### روش به کارگیری توربواکسپندر

بیشتر روش‌های بازیافت NGL توسط به کارگیری یک توربواکسپندر تک مرحله ای در فرایند جداسازی اجزای گاز صورت می‌گیرد. به کمک این فرآیند، برق مصرفی مورد نیاز در کمپرسورهای گاز سبک خروجی از واحد نیز تامین می‌شود. در این روش، از جریان فاز بخار جدا شده در جدا کننده سه فازی، جهت تولید توان در یک توربواکسپندر استفاده می‌شود و خروجی آن به برج متان زدا هدایت می‌گردد که در نهایت، منجر به افزایش راندمان برج خواهد شد. برق تولید شده توسط اکسپندر قابل استفاده در کمپرسور‌های گاز سبک خروجی خواهد بود.

<sup>۱</sup>) Stripping Gas Refrigeration

### سردسازی گاز ورودی به کارخانه به کمک جریان تحتانی برج (SGR)

در روش SGR که امروزه به عنوان یک روش نوین جهت بهبود مصرف انرژی در بازیافت NGL محسوب می‌شود، هدف کاهش مصرف برق و افزایش راندمان برج می‌باشد. در ابتدا، جریان سینی یکی مانده به آخر برج متان زدا به صورت یک جریان برگشتی وارد یک مبدل دو فازی شده و پس از تبادل حرارت، گاز ورودی به کارخانه را خنک می‌کند. سپس این جریان پس از دریافت حرارت گاز ورودی به کارخانه، به صورت بخار اشباع در می‌آید. فاز گازی جریان دو فازی توسط یک جداکننده از فاز مایع تفکیک شده و پس از فشار افزایی در یک کمپرسور در فشار برج به آن وارد شود. فاز مایع همان NGL تولیدی است. با این روش به طور گسترشده ای از بار سرمایش چیلرها و مصرف جریان برق در آنها کاسته شده و راندمان برج به طور چشمگیری افزایش می‌یابد.

### پمپ حرارتی تراکم مجدد بخار

یکی دیگر از روش‌های بهبود مصرف انرژی در واحدهای NGL، روش ترکیبی توربواکسپندر و پمپ حرارتی تراکم مجدد بخار می‌باشد. در این روش، جریان فوقانی برج متان زدا که در فاز گازی قرار دارد وارد یک سیکل پمپ حرارتی شده و پس از فشار افزایی در کمپرسور در داخل یک مبدل حرارتی که قبل از بازجوشانده و به صورت سری با آن قرار گرفته است با جریان تحتانی خروجی از برج تبادل حرارت می‌کند. اجرای این روش، منجر به کاهش بار حرارتی در ریبویلر شده و همچنین جریان گاز خروجی از مبدل مذکور، قابلیت انسباط در یک اکسپندر و در نتیجه تامین بخشی از نیاز الکتریکی کمپرسور را خواهد داشت.

### توسعه مدل شبیه سازی فرایند NGL

شبیه سازی فرایند تولید NGL در نرم افزار HYSYS انجام گرفته است. برای این منظور واحد NGL1200 گچساران به عنوان نمونه اجرایی انتخاب شده است. بر اساس شبیه سازی انجام شده، واحد NGL1200 به سه بخش اصلی سرماساز (چیلر های پرопان)، برج متان زدا و تراکم گاز سبک تقسیم می‌شود. جدول (۱) خواص ترمودینامیکی - سیالاتی خطوط جریان را نشان می‌دهد. همچنین شرایط تولید و شاخص‌های مصرف انرژی در جدول (۲) مورد اشاره قرار گرفته است.

## جدول (۱) خواص ترمودینامیکی خطوط جريان واحد NGL1200

خطوط جريان	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
(C) دما	۶۰/۵	۳۷	۶۲/۱	۳۸/۲	۳۸/۲	۲۵	۲۴
(kP) فشار	۳۶۹۰	۳۶۸۰	۳۷۷۰	۳۶۸۰	۳۶۸۰	۴۳۰۰	۳۶۷۰
(kg/h) دبی جرمی	۲۰۰۶۲۷	۲۰۰۶۲۷	۱۲۸۳۷/۶	۲۱۲۹۸۸/۸	۴۷۶/۸	۲۲۶۸/۲	۲۱۵۲۵۷
خطوط جريان	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
(C) دما	۲۵	۵-	۲۵	۲۹-	۲۹-	۲۹-	۷/۷۳
(kP) فشار	۴۳۰۰	۳۶۵۵	۴۳۰۰	۳۶۴۰	۳۶۴۰	۳۶۴۰	۳۵۸۰
(kg/h) دبی جرمی	۲۱۹۰	۲۱۷۴۴۷	۲۱۹۰	۲۱۹۶۳۷	۶۹۷۳	۱۱۹۷۶۹	۱۱۹۷۶۹
خطوط جريان	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
(C) دما	۵۱/۰۶	۳۸/۸۹-	۳۳/۲۵	۳۵/۳۱	۳۸/۸۸-	۲۸/۶	۶۲
(kP) فشار	۳۵۱۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۹۱۰	۲۰۰۰	۱۹۸۰	۲۲۶۰
(kg/h) دبی جرمی	۱۱۹۷۶۹	۹۲۸۹۴	۷۸۲۱۳	۷۸۲۱۳	۱۴۶۸۰	۱۴۶۸۰	۱۳۱۳۴۲
خطوط جريان	۲۲	۲۳	۲۴	۲۶	۲۷		
(C) دما	۵۷/۴۹	۲۸/۶	۶۲	۵۰,۳۷	۱۱۹		
(kP) فشار	۲۳۴۰	۱۹۸۰	۱۹۱۰	۱۹۱۰	۳۷۲۰		
(kg/h) دبی جرمی	۱۳۱۳۴۲	۵۷۶۵	۱۶۷۷۲	۲۵۶۸۷	۲۵۶۸۷		

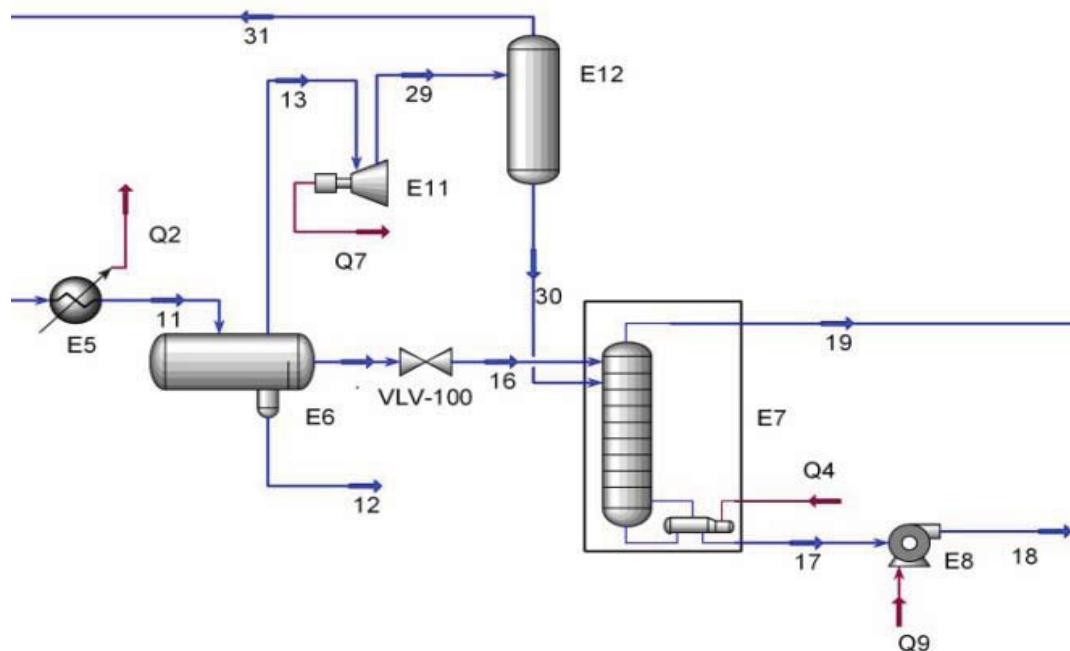
## جدول (۲) شرایط تولید و شاخص های مصرف انرژی NGL1200

۲۰۶	میزان گاز شیرین ورودی به واحد NGL (تن بر ساعت)
۷۸	میزان NGL تولیدی از واحد(تن بر ساعت)
۱۴/۶	میزان گاز سبک ارسالی به واحد تزریق گاز (تن بر ساعت)
۲۶۸/۵	شدت مصرف برق (کیلووات ساعت بر تن NGL)
۵۶/۴	شدت مصرف حرارت در بازجوشانده (کیلووات ساعت بر تن NGL)

## سناریو های بهبود کارایی و کاهش شدت مصرف انرژی در واحد NGL1200

## سناریو (۱): توربو اکسپندر (Turbo Expanding)

نمودار شبیه سازی سناریوی مذکور در شکل (۲) نمایش داده شده است.



شکل ۲) سناریو ۱ توربو اکسپندر (Turbo Expander)

جريان فاز بخار جداسازی شده از مخزن جدا سازی، قبل خروج از واحد NGL جريان (۱۳)، در یک توربو اکسپندر تا فشار ۱۹۰۰ کيلو پاسکال منبسط شده و دمای آن به حدود -۲۹ درجه سانتي گراد خواهد رسيد و در اين شرایط ترموديناميکي وارد برج متان زدا خواهد شد.

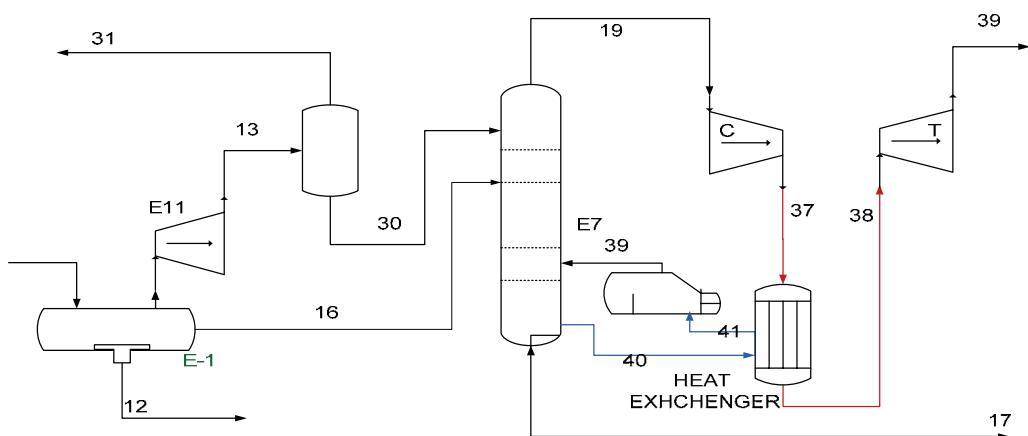
نتایج شبیه سازی بیانگر آن است که به کمک به کارگیری توربو اکسپندر در واحد NGL1200 گچساران حدود ۱/۳۲ مگاوات توان الکتریکی قابل تولید خواهد بود که علاوه بر تامین توان مورد نیاز کمپرسورهای گاز سبک، مقدار ۳۹۰ kW تولید مازاد برق نیز در کارخانه تولید خواهد شد. همچنین استفاده از جريان منبسط شده خروجي از توربو اکسپندر به عنوان خوراک ورودی در برج متان زدا، منجر به بهبود راندمان جداسازی در اين برج خواهد شد که نتایج آن در جدول (۳) مورد اشاره قرار گرفته است.

جدول (۳) بررسی شاخص های NGL1200 در سناریو ۱

مقدار	شاخص
۵/۳	نرخ افزایش تولید NGL از برج متان زدا (درصد)
۲۴۱/۳۸	شدت مصرف برق (کيلووات ساعت بر تن NGL)
۵۲/۱	شدت مصرف حرارت در بازجوشانده (کيلووات ساعت بر تن NGL)

### سناریو ۲: (ترکیب پمپ حرارتی تراکم مجدد بخار و توربو اکسپندر)

استفاده از سیکل پمپ حرارتی تراکم مجدد بخار در مجاورت برج‌های تقطیر یکی از روش‌های مناسب جهت صرفه‌جویی بخار در جوش آور پایین برج می‌باشد. در این سناریو، بر اساس آنچه در شکل (۳) نشان داده است، جریان گاز سبک خروجی از بالای برج که دارای دمای  $190^{\circ}\text{C}$  و فشار  $39/29\text{ kPa}$  می‌باشد، ابتدا در داخل یک کمپرسور متراکم می‌شود تا بر اساس اصول حاکم بر سیکل پمپ‌های حرارتی به سطح بالایی از انرژی حرارتی در دمای  $70^{\circ}\text{C}$  و فشار  $7398\text{ kPa}$  برسد. کمپرسور جهت متراکم نمودن جریان گاز نیازمند مصرف انرژی الکتریکی می‌باشد که مقدار قابل توجهی از این انرژی الکتریکی در مسیر برگشت گاز توسط یک اکسپندر قابل تامین خواهد بود. گاز متراکم سپس در تبخیر کننده پمپ حرارتی، حرارت را از جریان تحتانی برج، قبل از ورود به بازجوش آور دریافت خواهد نمود. جریان تحتانی برج پس از تبادل حرارت با گاز متراکم در تبخیر کننده، وارد بازجوش آور شده و به طور کامل تبخیر گشته و به صورت بخار اشباع وارد برج می‌شود. با استفاده از پیش گرمایش مایع تحتانی برج در تبخیر کننده پمپ حرارتی، بار حرارتی بازجوش آور برج به میزان قابل توجهی کاهش خواهد یافتد. مقدار جزئی از جریان گاز متراکم پس از تبادل حرارت با جریان تحتانی برج در تبخیر کننده به فاز مایع تبدیل می‌شود که قبل از ورود به توربو اکسپندر توسط یک مخزن جداکننده دو فازی جدا شده و ما بقی وارد توربو اکسپندر می‌شود. جریان خروجی از توربو اکسپندر دقیقاً در همان شرایط ترمودینامیکی فوقانی برج خواهد بود. همزمانی استفاده از سیکل پمپ حرارتی مورد اشاره و سناریوی شماره یک (توربو اکسپندر) نیاز جریان الکتریسیته را در کمپرسور پمپ حرارتی به طور تقریبی تامین می‌نماید. [۶]



شکل ۳) سناریو ۲ (ترکیب CCHP و Turbo Expanding

به ازای به کارگیری طرح مذکور، شدت بار حرارتی بازجوش آور از  $4411\text{ kW}$  به  $3870\text{ kW}$  کاهش خواهد یافت.

نتایج بدست آمده از شبیه سازی سناریوی مذکور در جداول (۴) و (۵) مورد اشاره قرار گرفته است.

جدول ۴) توان تولیدی و توان مصرفی الکتریکی در سناریو ۲

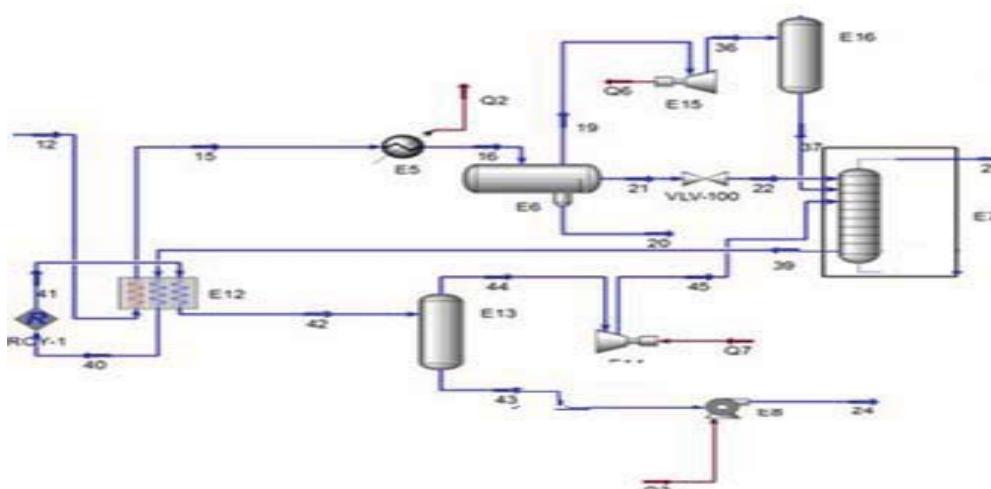
تجهیزات	تovan مصرفی الکتریکی(kW)	تovan تولیدی (kW)
توربواکسپندر E11	-	۱۳۲۰
توربواکسپندر E13	-	۲۸۴
کمپرسور گاز سیک Q100	۲*۵۳۱	-
کمپرسور E13	۶۲۷/۷	-
جمع	۱۶۸۹/۱	۱۶۰۴

جدول ۵) بررسی شاخص های NGL1200 در سناریو ۲

شاخص	مقدار
نرخ افزایش تولید NGL از برج متان زدا (درصد)	۵/۳
شدت مصرف برق (کیلووات ساعت بر تن NGL)	۲۴۳
شدت مصرف حرارت در بازجوشاننده (کیلووات ساعت بر تن NGL)	۵۰/۱

### سناریو ۳: (ترکیب Turbo Expanding و SGR)

اصول روش SGR، تامین حرارت مورد نیاز جهت تغییر فاز جریان تحتانی برج متان زدا، از دمای بالای گاز شیرین ورودی به کارخانه می باشد. به کمک این روش، نیاز به استفاده مراحل سرما سازی به مقدار قابل توجهی کاسته می شود و در نتیجه، از مصرف برق کارخانه صرفه جویی قابل ملاحظه ای حاصل خواهد شد. [۷]



شکل ۴) سناریو ۳ (ترکیب Turbo Expanding و SGR)

مطابق با شکل (۴)، جریان تحتانی برج (جریان ۳۹) وارد مبدل دو فازی شده و در آنجا پس از جذب حرارت از گاز شیرین ورودی به کارخانه تبخیر می‌گردد. جریان خروجی از مبدل در شرایط دو فازی قرار داشته و جهت جداسازی فاز بخار از مایع از جداکننده عبور خواهد نمود. فاز بخار (جریان ۴۴) توسط یک کمپرسور تا فشار ۲۱۰۰ Kp فشار افزایش یافته و با دمای ۲۲/۶°C دوباره به برج باز خواهد گشت. فاز مایع نیز به عنوان میعانات تولیدی کارخانه صادر خواهد شد. تجهیزات مورد نظر برای اجرای این طرح، یک مبدل دو فازی، کمپرسور، پمپ و جداکننده است. شایان ذکر است که با اجرای این طرح، بازجوشوار برج نیز حذف خواهد شد. از طرفی، با کاهش دمای گاز شطرطن ورودی به کارخانه در مبدل دوفاز مذکور، نیاز به سرمایش گاز در مرحله اولیه سرماسازی به طور کامل رفع می‌گردد که نتیجه آن صرفه جویی برق در کارخانه است. تغییرات ترمودینامیکی انجام گرفته بر روی فرایند تولید NGL در این سناریو در جدول (۶) آورده شده است. مشاهده می‌شود که دمای گاز شیرین ورودی به کارخانه، پس از خروج از مبدل دو فازی به دمای گاز پس از خروج از چیلر اولیه خواهد رسید. [۸]

جدول ۶) تغییرات ترمودینامیکی سناریو ۳ (SGR)

جریان	حرکت گاز از مبدل دو فازی(۲۸)	حرکت گاز در مرحله اولیه سرمایش	حرکت گاز در مرحله اولیه سرمایش	حرکت گاز از مبدل دو فازی(۳۲)	حرکت گاز از مبدل دو فازی(۳۴)
جریان	حرکت گاز از مبدل دو فازی(۲۸)	حرکت گاز در مرحله اولیه سرمایش	حرکت گاز در مرحله اولیه سرمایش	حرکت گاز از مبدل دو فازی(۳۲)	حرکت گاز از مبدل دو فازی(۳۴)
خره ۳۶۵۰	۷/۷	۹۰۰۴	۱۹۰۰	۱۰۴۰۰۰	۱۰۴۰۰۰
خره ۱۹۰۰	۱۶	۱۰۴۰۰۰	۲۰۰۰	-۲۶	۹۰۰۴
خره ۱۹۰۰	۱۶	۹۰۰۴	۱۹۰۰	۱۰۴۰۰۰	۱۰۴۰۰۰

همچنین تغییرات انجام گرفته بر روی شاخص‌های مصرف انرژی و بهبود تولید NGL در کارخانه در جدول (۷) مورد اشاره قرار گرفته است. [۹]

جدول ۷) بررسی شاخص‌های NGL1200 در سناریو ۳ (SGR)

شاخص	مقدار
نرخ افزایش تولید NGL از برج متان زدا (درصد)	۱۹
شدت مصرف برق (کیلووات ساعت بر تن NGL)	۱۷۵
شدت مصرف حرارت در بازجوشاننده (کیلووات ساعت بر تن NGL)	*

توان تولید و توان مصرفی الکتریکی در این سناریو در جدول (۸) آورده شده است.

جدول ۸) توان تولیدی و توان مصرفی الکتریکی در سناریو ۳

تجهیزات	جمع	تowan مصرفی الکتریکی (kW)	تowan تولیدی (kW)
توربواکسپندر E11	-	-	۱۳۲۰
پمپ E9	-	۱۴۰	-
کمپرسور گاز سبک Q100	-	۲۰۵۳۱	-
کمپرسور K101	-	۲۲/۱	-
حذف چیلراولیه	-	-	۳۶۷۵/۵
	مجموع	۱۲۲۴/۱	۴۹۹۵/۵

### ارزیابی اقتصادی طرح‌های صرفه جویی انرژی در واحد NGL1200 گچساران

میزان صرفه جویی انرژی الکتریکی، حرارتی و همچنین درصد افزایش کارایی برج متان زدا به ازای اجرای طرح‌های مختلف صرفه جویی انرژی در جدول (۹) مورد اشاره قرار گرفته است.

جدول ۹) مقایسه ۳ سناریو از لحاظ فنی

سناریو ها	درصد افزایش NGL	شدت مصرف برق (kWh/t)	شدت مصرف انرژی حرارتی (kWh/t)
سناریو پایه	-	۲۶۸/۵	۵۶/۴
سناریو ۱	۵/۳	۲۴۱/۳۸	۵۲/۱
سناریو ۲	۵/۳	۲۴۳	۵۰/۱
سناریو ۳	۵/۳	۱۷۵	.

هزینه سرمایه گذاری طرح‌های صرفه جویی انرژی در واحد NGL1200 گچساران در جدول (۱۰) مورد اشاره قرار گرفته است.

جدول ۱۰) موارد هزینه سرمایه گذاری در سناریوهای اول تا سوم

سناریوی	مورد سرمایه گذاری	هزینه(هزار دلار)
اول	توربین	۲۵۶
	جادکننده	۱۰/۸
دوم	توربین	۲۵۶
	جادکننده	۱۰/۸
	مبدل	۸/۶۴
	کمپرسور	۸۹۶
سوم	توربین	۲۵۶
	جادکننده(۲ عدد)	۲۱/۶
	کمپرسور	۲۵/۶
	پمپ	۱۵
	مبدل دو فازی	۳۳۶

جهت برآورد اقتصادی طرح، فرضیات ذیل در نظر گرفته شده است:

- قیمت برق ۴ سنت به ازای هر کیلووات ساعت

- قیمت NGL ۵۰ سنت به ازای هر کیلوگرم

- نرخ تنزیل ۱۵ درصد

- نرخ تسعیر ارز ۱۰ هزار ریال

- ساعت کارکرد سیستم ۶۰۰۰ ساعت

- طول عمر سیستم ۱۵ سال

با توجه به نتایج بدست آمده از جدول شماره (۱۱)، مشخص است که طرح SGR به لحاظ اقتصادی از توجیه بهتری نسبت به سایر طرح‌های صرفه جویی انرژی در کارخانه NGL1200 گچساران بر خوردار می‌باشد.

**جدول (۱۱) مقایسه ۳ سناریو از لحاظ اقتصادی**

سناریو ها	دوره بازگشت سرمایه (سال)	ارزش کنونی خالص (NPV) میلیون دلار	نرخ بازگشت سرمایه (%)
سناریو ۱	۲/۶	۰/۹۱	۳۸
سناریو ۲	۴/۹	۰/۱۹	۱۹
سناریو ۳	۰/۷	۴/۱	۱۳۲

### نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از تحلیل فنی و اقتصادی طرح‌های صرفه جویی انرژی در کارخانه گاز و گاز مایع NGL1200 گچساران مبین آن است که سناریوی ترکیبی توربو اکسپندر و SGR، به عنوان گزینه برتر جهت کاهش شدت مصرف برق و افزایش کارایی برج متان زدا مطرح خواهد بود. در حقیقت، با اجرای این طرح، علاوه بر مزیت افزایش کارایی برج متان زدا که در سناریوهای اول و دوم نیز قابل استحصال می‌باشد، شدت مصرف برق به میزان ۲۰ درصد و شدت مصرف انرژی حرارتی در بازجوشاورنده برج متان زدا به میزان ۱۰۰ درصد کاهش یافته است. شایان ذکر است که محاسبات اقتصادی انجام گرفته برای طرح مذکور بدون احتساب هزینه استهلاک بازجوش آورنده حذف شده و همچنین درآمد ناشی از فروش پروپان صرفه جویی شده محاسبه گردیده است که در صورت احتساب این موارد، اجرای این سناریو از توجیه اقتصادی بیشتری برخوردار خواهد بود. [۱۱]

---

منابع

---

- [1] A. J. Kidnay &W. Parrish, Fundamental Natural Processing (2006),GPP.INC
- [2] A.J. Kinday,W. R.parrish , fundamentals of natural gas processing , Taylor and Francis Group , Boca Raton , Londen, New York,2006.
- [3] B.Tirandazi, M.Mehrpooya, A.Vatani , effect of the valve pressure drop in exergy analysis of  $c_2+$  recovery plants refrigeration cycle , international jornal of electrical power and energy systems engineering 1(4)(2008).
- [4] G.Yao,J.J.Chen,S.Land , D.G.Elliott, enhanced recovery process, patent 5,992,175(1999).
- [5] L.Roger Chen,J. yao,Retrofit for NGL Recovery Performance Using a Novel Stripping Gas Refrigeration Schem.IPSIIlc,Hostune,Texas USA.
- [6] M.Kamaruddin A. Hamid, HYSYS An Introduction to Chemical Engineering Simulate(2008), department chemical engineering Maleysia,Thirth edition.
- [7] Max s.Peters ,K. B.Time ,R.West, Plant Design &Economics For Chemical Engineering( 2003 ), McGraw-Hill ,Forth edition.
- [8] R.J.Lee,Y.Z.Jame,S.Y.Juh,D.G.Elliott,International refrigeration for enhanced NGl recovery , us,patent 2006(150,627).
- [9] W. Canada, J.P. Berry, Cogeneration Potential, Marcel Dekker,INC ,second edition.
- [10] W. County&N. Dakota,Natural gas engineering (2007), McGraw-Hill ,Second edition.
- [11] W.C. Lyones, Standard Hand Book Of petroleum &Natrul Gas Engineering (2007),Elsevier.