دانشگاه صنعتی ارومیه
دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی مکانیک

عنوان :

تحلیل انرژی و اکوانرژی استفاده از گاز فلر در سیکل‌های تولید توان

پژوهشگر:

مهدی نظری

استاد راهنما :

دکتر ایرج میرزایی
دکتر نادر پورمحمود

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مکانیک گرایش تبدیل انرژی

تیر ماه ۱۳۹۲

چکیده

انرژی و محیط زیست دو پارامتر مهم در توسعه کشورها می باشند. از دیدگاه محیط زیست در حال حاضر مقدار قابل توجهی از گازهای همراه قابل بازیافت در جهان به اتمسفر تخلیه شده یا برای سوزاندن به مشعل فرستاده می شوند. این مساله سبب بروز پیامد های منفی برای محیط زیست از جمله گرمایش جهانی شده و اثرات زیست محیطی بسیاری بر مناطق مختلف داشته است. آثار سوء این پدیده به ویژه در نواحی گرمسیر و نیمه گرمسیر ایران نمود بیشتری دارد. از دیدگاه انرژی افزایش روزافزون نیاز به انرژی و پایان پذیری منابع فسیلی، از جمله دلایل افزایش قیمت حامل‌های انرژی می‌باشد. به همین دلیل استفاده از گاز همراه می تواند طرحی سود آور باشد. هدف این پایان نامه تحلیل انرژی و اکوانرژی استفاده از گاز فلر در سیکل های تولید توان می‌باشد. یکی از اقتصادی‌ترین روش‌های بازیابی، تولید الکتریسیته از گاز همراه می‌باشد. سه مولد توان توربین گاز، توربین بخار و مولد توان ترکیبی توربین گاز و توربین بخار برای بررسی انتخاب شده‌اند. این تکنولوژی‌ها از نظر هزینه اولیه، بازده سیستم در بار نامی و در شرایط کار زیر بار نامی، نحوه تغییرات توان و بازده با دمای محیط و محدودیت‌های سوخت مصرفی از جمله ارزش حرارتی و میزان تغییرات مجاز آن، حداقل دمای سوخت و میزان مجاز ناخالصی‌ها، در ظرفیت‌های مختلف با یکدیگر مقایسه می‌شوند. در ادامه با توجه به شرایط گاز همراه، در مورد تکنولوژی‌های مورد نیاز جهت رساندن سوخت به شرایط قابل قبول مولدها بحث می‌شود و در آخر وضعیت اقتصادی طرح برای چند دسته از گازهای همراه بررسی می‌شود و همچنین تأثیر تغییر پارامترهایی چون دبی، دما، نقطه طراحی، قیمت فروش برق و تغییر دسته گاز همراه، مطالعه می‌گردد. برای مدل سازی مولدها و تعیین رفتار آن‌ها در شرایط مختلف کاری، از نرم افزار ترموفلو استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد استفاده از این منبع انرژی از نظر فنی کاملاً قابل دستیابی می‌باشد و با توجه به دسته گاز همراه و شرایط محیطی، طرح می‌تواند بسیار اقتصادی و سود آور باشد.

کلمات کلیدی: گاز همراه، گاز فلر، تولید الکتریسیته، مقایسه عملکرد مولدهای توان، شاخص وب، ترموفلو.

فهرست عناوین

۱ پیشینه پژوهش و تعریف پایان نامه ۱

۱.۱ مقدمه ۱

۲.۱ اهمیت پروژه و دلیل انتخاب آن ۱

۳.۱ تعیین روند پایان نامه..... ۷

۲ دسته بندی گازهای همراه..... ۲۲

۱.۲ مقدمه ۲۲

۲.۲ دسته اول..... ۲۲

۳.۲ دسته دوم ۲۶

۴.۲ دسته سوم..... ۲۸

۳ آماده سازی..... ۳۰

۱.۳ مقدمه ۳۰

۲.۳ محدودیت‌های سوخت مصرفی ۳۰

۱.۲.۳ توربین گاز ۳۰

۲.۲.۳ سیکل توربین بخار..... ٤٥

۳.۳ آماده سازی دسته های گاز همراه..... ۴۶

۱.۳.۳ آماده سازی دسته اول ٤٦

۲.۳.۳ دسته دوم ٥٤

۳.۳.۳ دسته سوم ٥٤

۴ برآورد هزینه..... ۶۳

۱.۴ مقدمه ۶۳

۲.۴ فرضیات ۶۳

۳.۴ دوره بازگشت سرمایه ساده ۶۳

۴.۴ ارزش کنونی خالص ۶۴

۵.۴ هزینه سرمایه گذاری ۶۴

۶.۴ هزینه تعمیر و نگهداری ۶۷

۵ تحلیل انرژی و اکوانرژی استفاده از گاز فلر در سیکل‌های تولید توان ۶۹

۱.۵ مقدمه ۶۹

۲.۵ مدل‌سازی ۶۹

۳.۵ بررسی تأثیر پارامترهای کلیدی بر طرح ۷۱

۱.۳.۵ نقطه طراحی ۷۱

۲.۳.۵ دبی ۷۵

۳.۳.۵ دمای محیط ۷۷

۴.۳.۵ دسته گاز همراه ۸۱

۵.۳.۵ قیمت فروش برق ۸۵

۶.۳.۵ نرخ تنزیل ۸۸

۶ نتیجه گیری و پیشنهادات ۹۲

۱.۶ مقدمه ۹۲

۲.۶ پیشنهادات ۹۴

۷ منابع و مراجع ۹۵

فهرست اشکال

شکل ۱-۱ میزان گاز فلر شده در ایران در سال‌های مختلف [۳] ۳
شکل ۱-۲ هزینه آماده سازی گاز برای روش‌های مختلف جهت بازیابی [۱] ۷
شکل ۱-۳ هزینه تکنولوژی شیرین سازی گاز [۷] ۹
شکل ۱-۴ هزینه مولد توان [۷] ۱۰
شکل ۱-۵ نتایج آنالیز اقتصادی [۵] ۱۲
شکل ۱-۶ نتایج آنالیز اقتصادی [۸] ۱۳
شکل ۱-۷ نتایج آنالیز اقتصادی [۹] ۱۳
شکل ۱-۸ تغییرات ارزش حرارتی سوخت، مخلوط سوخت و هوا، نسبت هوا به سوخت [۱۲] ۱۷
شکل ۱-۹ تکنولوژی‌های آماده سازی [۱۴] ۱۹
شکل ۲-۱ تغییرات ترکیب گاز همراه دسته اول ۲۳
شکل ۲-۲ ارزش حرارتی و شاخص وب گاز همراه دسته اول ۲۴
شکل ۲-۳ ارزش حرارتی و چگالی گاز همراه دسته اول ۲۴
شکل ۲-۴ تغییرات ترکیب گاز همراه دسته دوم ۲۶
شکل ۲-۵ ارزش حرارتی و شاخص وب گاز همراه دسته دوم ۲۶
شکل ۲-۶ ارزش حرارتی و چگالی گاز همراه دسته دوم ۲۷
شکل ۳-۱ بازه کاری توربین‌های گازی زیمنس [۲۶] ۳۲
شکل ۳-۲ محفظه احتراق دیفیوژن و DLE، [۲۳] ۳۳
شکل ۳-۳ سیستم افزایش بازه شاخص وب [۱۹] ۳۷
شکل ۳-۴ دمای سوپرهیت لازم بر حسب فشار سوخت [۱۵] ۳۹
شکل ۳-۵ نمونه دیاگرام فاز [۲۹] ۴۲
شکل ۳-۶ دمای شبنم رطوبت در فشار های مختلف [۱۵] ۴۳
شکل ۳-۷ فشار مورد نیاز در ظرفیت‌های مختلف (خروجی نرم افزار ترموفلو) ۴۴
شکل ۳-۸ هزینه خرید کمپرسور ۴۷
شکل ۳-۹ دمای سوخت خروجی از کمپرسور در دبی‌های مختلف و سال‌های مختلف دسته اول گاز همراه ۴۸
شکل ۳-۱۰ دمای شبنم هیدروکربنی در فشارهای مختلف و سال‌های مختلف گاز همراه دسته اول ۵۰
شکل ۳-۱۱ دمای شبنم رطوبت در فشارهای مختلف ۵۰
شکل ۳-۱۲ وضعیت جریان‌های سرد و گرم ۵۲
شکل ۳-۱۳ حداقل دمای مجاز و دمای موجود سوخت برای گاز همراه دسته اول در دبی‌های مختلف و سال‌های مختلف ۵۳
شکل ۳-۱۴ شماتیک سیستم آمین [۳۶] ۵۷
شکل ۳-۱۵ شماتیک جداسازی ذرات به کمک اسکرابر [۳۷] ۵۹
شکل ۳-۱۶ هزینه اولیه کل برای سیستم ونتوری اسکرابر ۶۰
شکل ۳-۱۷ هزینه اولیه کل برای سیستم شیرین سازی ۶۰

شکل ۵-۱ مدل توربین گاز در نرم افزار ترموفلو ۶۹
شکل ۵-۲ مدل توربین بخار در نرم افزار ترموفلو ۷۰
شکل ۵-۳ مدل سیکل ترکیبی در نرم افزار ترموفلو ۷۰
شکل ۵-۴ مدل سیکل ترکیبی در نرم افزار ترموفلو ۷۱
شکل ۵-۵ تأثیر نقطه طراحی بر توان خروجی توربین گازی ۷۲
شکل ۵-۶ تأثیر نقطه طراحی بر سال بازگشت سرمایه ۷۴
شکل ۵-۷ تأثیر نقطه طراحی بر ارزش کنونی خالص ۷۴
شکل ۵-۸ تأثیر افزایش ظرفیت (دبی سوخت) بر نسبت هزینه اولیه به توان تولیدی ۷۵
شکل ۵-۹ تأثیر دبی گاز همراه دسته اول بر سال بازگشت سرمایه طرح ۷۶
شکل ۵-۱۰ تاثیر دمای محیط بر توان خروجی مولد ۸۰
شکل ۵-۱۱ تأثیر دمای محیط بر سال بازگشت سرمایه طرح ۸۰
شکل ۵-۱۲ تأثیر دمای محیط بر ارزش کنونی خالص طرح ۸۱
شکل ۵-۱۳ بازگشت سرمایه طرح در دو دسته اول و دوم گاز همراه ۸۲
شکل ۵-۱۴ توان خروجی مولد در دو دسته اول و دوم گاز همراه ۸۳
شکل ۵-۱۵ ارزش کنونی خالص طرح در دو دسته اول و دوم گاز همراه ۸۴
شکل ۵-۱۶ بازگشت سرمایه برای مولد توربین گاز در دو دسته اول و سوم گاز همراه ۸۵
شکل ۵-۱۷ بازگشت سرمایه برای مولد توربین گاز در دو دسته اول و سوم گاز همراه ۸۷
شکل ۵-۱۸ تأثیر قیمت فروش برق بر اختلاف ارزش کنونی دسته اول با دوم گاز همراه ۸۸
شکل ۵-۱۹ تأثیر نرخ تنزیل بر ارزش کنونی طرح ۸۹
شکل ۵-۲۰ تأثیر نرخ تنزیل بر اختلاف ارزش کنونی طرح بر پایه سال اول با طرح بر پایه سال آخر ۹۰

فهرست جداول

جدول ۱-۱ میزان گاز فلر شده در کشورهای مختلف جهان [۲] ۲
جدول ۱-۲ تکنولوژی‌های آماده سازی مورد نیاز [۷] ۹
جدول ۱-۳ نتایج آنالیز اقتصادی [۷] ۱۰
جدول ۲-۱ درصد ترکیبات گاز همراه دسته اول ۲۳
جدول ۲-۲ تغییرات مشخصات گاز همراه دسته اول ۲۵
جدول ۲-۳ سایر مشخصات گاز همراه دسته اول ۲۵
جدول ۲-۴ تغییرات مشخصات گاز همراه دسته دوم ۲۷
جدول ۲-۵ سایر مشخصات گاز همراه دسته دوم ۲۸
جدول ۲-۶ سایر مشخصات گاز همراه دسته سوم ۲۸
جدول ۳-۱ شاخص وب برای چند ترکیب گاز [۲۶] ۳۶
جدول ۳-۲ دمای شبنم هیدروکربنی چند نمونه سوخت [۲۶] ۴۲
جدول ۳-۳ محدودیت‌های مربوط به ذرات و فلزات برای سوخت مصرفی در توربین [۱۵,۲۰] ۴۴
جدول ۳-۴ فشار سوخت برای مشعل بویلر [۳۲] ۴۶
جدول ۳-۵ روش‌های جداسازی سولفور [۳۶] ۵۵
جدول ۳-۶ انواع اسکرابرها [۳۷] ۵۸
جدول ۴-۱ درصد هزینه های مستقیم در سرمایه گذاری در واحدهای صنعتی ۶۵
جدول ۴-۲ درصد هزینه های غیر مستقیم در سرمایه گذاری در واحدهای صنعتی ۶۶
جدول ۴-۳ محاسبه سرمایه گذاری کل بر اساس سرمایه گذاری ثابت ۶۶
جدول ۴-۴ محاسبه هزینه های تعمیر و نگهداری به صورت درصدی از هزینه های سرمایه گذاری اولیه ۶۷
جدول ۵-۱ مشخصات طرح مورد بررسی (نمودار ۵-۶ و ۵-۷) ۷۲
جدول ۵-۲ مشخصات طرح مورد بررسی (نمودار ۵-۸ و ۵-۹) ۷۷
جدول ۵-۳ سایر مشخصات طرح مورد بررسی (نمودار ۵-۱۲ و ۵-۱۱ و ۵-۱۰) ۷۹
جدول ۵-۴ سایر مشخصات طرح مورد بررسی (نمودار ۵-۱۵ و ۵-۱۴ و ۵-۱۳) ۸۲
جدول ۵-۵ سایر مشخصات طرح مورد بررسی (نمودار ۵-۱۶) ۸۴
جدول ۵-۶ سایر مشخصات طرح مورد بررسی (نمودار ۵-۱۷) ۸۶
جدول ۵-۷ سایر مشخصات طرح مورد بررسی (نمودار ۵-۱۸) ۸۷
جدول ۵-۸ مشخصات طرح مورد بررسی (نمودار ۵-۱۹) ۸۹
جدول ۵-۹مشخصات طرح مورد بررسی (نمودار ۵-۲۰) ۹۰

فهرست علایم

نماد	توضیحات	واحد
WI	شاخص وب	(Mj/m^3)
HHV	ارزش حرارتی بالای سوخت	(Mj/m^3)
SG_{gas}	وزن مخصوص سوخت نسبت به هوا	
T	دما	(K)
MWI	شاخص وب بهینه شده	
LHV	ارزش حرارتی پایین سوخت	(Mj/m^3)
a_c	پارامتر نیروی جاذب	
b	پارامتر نیروی دافعه	
α	پارامتر خارج از مرکز	
ω	فاکتور خارج از مرکز	
P	فشار	(kPa)
R	ثابت گازها	(kJ/kgK)
v	حجم مخصوص	(m^3/kg)
N	تعداد کل اجزا	
x_i	درصد مولی	
k_{ij}	پارامتر اثر متقابل باینری	
M	جرم مولکولی	(kg/kmol)
T_{sh}	دمای سوپرهیت هیدروکربن مورد نیاز	(°F)
T_{sm}	دمای سوپرهیت مورد نیاز رطوبت	(°F)
P_{gas}	فشار گاز ورودی	(psia)

Q	بار حرارتی	(kJ/s)
$\dot{m}$	دبی جرمی	(kg/s)
c_p	ارزش حرارتی ویژه	(kJ/kgK)
T_i	دمای جریان ورودی	(K)
T_o	دمای جریان خروجی	(K)
U	ضریب انتقال حرارت کل	(kW/m^2K)
A	سطح انتقال حرارت	(m^2)
LMTD	میانگین لگاریتمی اختلاف دما	(K)
T_C	زمان بازگشت سرمایه	(Year)
C	هزینه سرمایه گذاری کل	(M$)
P_y	سود سالانه	(M$/Year)
NPV	ارزش کنونی خالص	(M$)
D	ارزش کنونی کل سود طرح	(M$)
i	نرخ تنزیل	
j	سال	(Year)
n	عمر سیستم	(Year)

فصل اول

پیشینه پژوهش و تعریف پایان نامه

۱ تعریف پایان نامه

۱.۱ مقدمه

هدف این فصل بررسی اهمیت و دلایل انتخاب زمینه پایان نامه، تعیین هدف از پایان نامه و بیان موارد مورد بررسی در آن می‌باشد. همچنین در ادامه با بررسی کارهای مشابه روند کار تعیین شده است.

۲.۱ اهمیت پروژه و دلیل انتخاب آن

با افزایش روزافزون نیاز به انرژی و پایان پذیر بودن منابع انرژی فسیلی که بیشترین سهم در تأمین تقاضای انرژی را دارا می‌باشند و در نتیجه افزایش قیمت حامل‌های انرژی، انگیزه برای استفاده از منابع غیر متداول انرژی افزایش یافته است. یکی از این منابع غیر متداول که در دهه جاری توجه ویژه ای به آن شده است، گازهای همراه[1] (گاز فلر[2]) می‌باشد. گاز همراه که بعضاً گاز فلر نیز نامیده می‌شود، گازی است که هنگام استخراج نفت از میادین نفتی حاصل می‌گردد و معمولاً به عنوان زایدات تولید نفت در محل تولید سوزانده (فلر) می‌شود. گاز همراه دارای ترکیبی با هیدروکربن‌های سنگین‌تر نسبت به گاز طبیعی می‌باشد و انرژی حرارتی نسبتاً بالایی دارد، از خصوصیات دیگر آن تغییر ترکیب آن در طول زمان و همچنین وجود ناخالصی در ترکیب می‌باشد. جهت آشنایی بیشتر با پتانسیل این منبع در ادامه، حجم و پراکندگی آن بررسی می‌گردد.

طبق گزارش سال ۲۰۱۱ شرکت جنرال الکتریک[3] تقریباً هر ساله ۱۵۰ میلیارد متر مکعب گاز در جهان فلر می‌شود که معادل ۵٪ کل تولید گاز طبیعی می‌باشد. انرژی حاصل از سوزاندن این مقدار گاز در سال، معادل انرژی ۲.۴ میلیون بشکه نفت در روز می‌باشد و همچنین در اثر آن سالانه ۴۰۰ میلیون تن گاز دی اکسید کربن منتشر می‌شود که معادل ۱.۲٪ کل انتشار دی اکسید کربن از منابع اولیه هیدروکربنی (زغال سنگ، نفت و گاز)

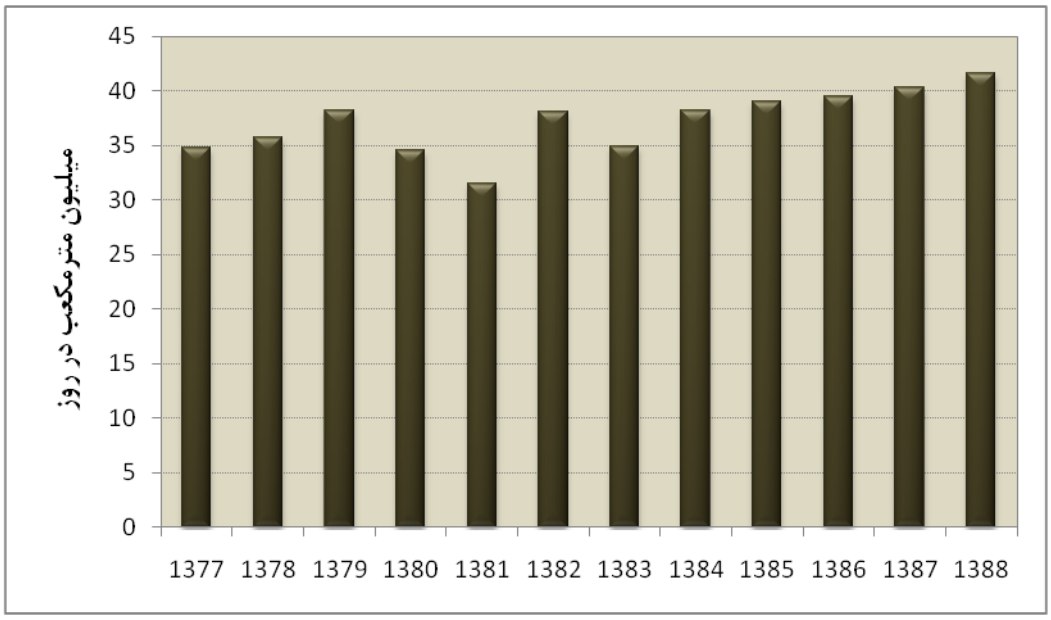
[1] Associated gas
[2] Flare gas
[3] General Electric

می‌باشد [۱].

جدول 1-1 بخشی از گزارش بانک جهانی می‌باشد که میزان گاز فلر شده در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸ را برای کشورهای مختلف نشان می‌دهد. ایران در سال ۲۰۰۸ با ۱۰.۳ میلیارد متر مکعب در سال در مقام سوم جهان قرار گرفته است [2].

جدول ۱-۱ میزان گاز فلر شده در کشورهای مختلف جهان [2]

Estimated flared volume from satellite data					
Volumes in bcm	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**Change from 2007 to 2008**
Russia	55.2	48.8	50.0	40.2	-9.8
Nigeria	21.3	19.3	16.8	14.9	-1.9
Iran	11.3	12.1	10.6	10.3	-0.3
Iraq	7.1	7.4	7.0	7.0	0.0
Algeria	5.2	6.2	5.2	5.5	0.3
Kazakhstan	5.8	6.0	5.3	5.2	-0.1
Libya	4.4	4.3	3.7	3.7	0.0
Saudi Arabia	3.0	3.3	3.4	3.5	0.1
Angola	4.6	4.0	3.5	3.1	-0.4
Qatar	2.7	2.8	2.9	3.0	0.1
Uzbekistan	2.5	2.8	2.0	2.7	0.7
Mexico	0.9	1.2	1.7	2.6	0.9
Venezuela	2.1	2.0	2.1	2.6	0.5
Indonesia	2.7	3.0	2.4	2.3	-0.1
USA	2.0	1.9	1.9	2.3	0.4
China	2.8	2.8	2.5	2.3	-0.2
Oman	2.5	2.2	1.9	1.9	0.0
Malaysia	1.7	1.8	1.7	1.9	0.2
Canada	1.2	1.6	1.8	1.8	0.0
Kuwait	2.5	2.5	2.1	1.8	-0.3
Total top 20	142	136	129	119	-10
Rest of the world	20	21	19	22	3
Global flaring level	162	157	148	140	-7



شکل ۱-۱ میزان گاز فلر شده در ایران در سال‌های مختلف [3]

نمودار ۱-۱ حجم گاز همراه سوزانده شده در کشور را در سال‌های اخیر نشان می‌دهد. در سال ۸۷، بیش از ۴۰ میلیون متر مکعب گاز همراه در روز سوزانده شده است که معادل ۸.۹۳٪ گاز طبیعی (گاز سبک) عرضه شده در کشور می‌باشد، از لحاظ انرژی، گاز همراه سوزانده شده در این سال معادل ۱۰۴.۱۹ میلیون بشکه نفت خام می‌باشد که برابر ۱۰.۲۴٪ انرژی گاز عرضه شده در سال ۸۷ می‌باشد. این حجم بالای گاز همراه در جهان و موقعیت ایران در این زمینه، پتانسیل بالا و ضرورت بررسی بیشتر در این زمینه را نمایان می‌سازد [3].

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد در دهه اخیر کشورهای توسعه یافته توجه ویژه ای در این زمینه داشته‌اند. در این کشورها علاوه بر بحث اتلاف انرژی، آلایندگی و انتشار دی اکسید کربن ناشی از سوزاندن گاز همراه نیز با توجه به پروتوکل های سخت‌گیرانه موجود، موجب انگیزه بیشتر برای کنترل گاز فلر شده است و همان‌طور که در جدول 1-1 مشاهده می‌شود میزان گاز فلر شده در طی سال‌های اخیر در این کشورها کاهش یافته است.

در داخل کشور نیز برای کاهش سوزانده شدن گازهای همراه برنامه‌هایی انجام شده و در حال انجام می‌باشد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- مناطق نفت‌خیز جنوب

طرح آماک اولین طرح جمع آوری گازهای همراه می‌باشد، که پروژه ۵۳۰ میلیون دلاری بوده و در طول ۱۰ سال به بهره برداری رسیده است. این طرح در مناطق نفت خیز جنوب اجرا شده است و شامل مناطق اهواز- بنگستان، اهواز-آسماری، آب تیمور- ایلام، منصوری- آسماری، منصوری- بنگستان، رگ سفید- آسماری، رگ سفید- بنگستان، کوپال- آسماری، آب تیمور- سروک، مارون-آسماری، مارون- بنگستان می‌باشد.

طرح آماک از ده پروژه تشکیل شده که این ده پروژه عبارتند از هفت ایستگاه تقویت فشار، یک پالایشگاه، مجموعه خطوط انتقال گاز به طول ۲۷۰ کیلومتر و مجموعه‌ای از خطوط انتقال نیرو و پست‌های برق به طول ۱۰۰ کیلومتر خط انتقال و سه ایستگاه پست برق. مجموع این پروژه‌ها به عنوان طرح آماک تحت اجرا می‌باشد. در حال حاضر ظرفیت شیرین سازی ۲۴۰ میلیون فوت مکعب در روز را داراست. با وجود اینکه این طرح در حال حاضر در نصف ظرفیت خود کار می‌کند، در ده ماه اول سال ۱۳۸۷ دارای درآمد ۳۰۰ میلیون دلار بوده است. در طرح آماک، گاز غنی (که بیشتر آن مایعات گازی می‌باشد) پس از شیرین سازی به واحد گاز و گاز مایع[1] ۷۰۰ و ۸۰۰ منتقل می‌شود. گازهای سبک که در حدود ۴ تا ۵ میلیون مترمکعب در روز می‌باشد، پس از جداسازی به شبکه گاز سراسری منتقل می‌شود و مایعات گازی نیز به عنوان خوراک به واحد اتیلن بندر امام خمینی انتقال می‌یابد.

در منطقه آسماری نیز کارخانه گاز و گاز مایع ۸۰۰ برای بازیافت گازهای همراه وجود دارد. در منطقه گچساران نیز واحدی برای بازیافت گازهای همراه و شیرین سازی آن در دست احداث می‌باشد. همچنین در منطقه کرنج و پارسی نیز کارخانه گاز و گاز مایع احداث گردیده است. برای جمع آوری گازهای سوزانده شده در مناطق پازنان و آغاجری، کارخانه گاز و گاز مایع ۲۰۰ و ۳۰۰ نیز در دست احداث می باشد.

در سایر مناطق نفت خیز جنوب گازهای همراه، فلر می‌شوند. از آنجایی که این میادین دور از هم هستند، طرح‌هایی برای بازیافت این گازها در نظر گرفته نشده است.

- نفت فلات قاره

[1] NGL

در مناطق هندیجان، بهرگانسر، نوروز، سروش، ابوذر و درود با خط دریایی و همچنین فروزان با خط خشکی گازهای همراه به خارک منتقل شده و در آنجا واحد گاز و گاز مایع برای جداسازی مایعات گازی احداث خواهد شد. این مناطق دریایی ذکر شده دارای سکوی دریایی بوده و هم اکنون برای تولید انرژی (برق) بر روی سکو از گاز همراه استفاده می‌شود.

برای گازهای همراه میدان سلمان، گزینه صادرات گاز ترش به امارات مورد نظر است. برنامه تدوین شده برای مناطق بلال، سیوند، دنا، نصرت، الوند و اسفند، احداث واحد گاز و گاز مایع نزدیک جزیره سیری می‌باشد. به طور کلی جلوگیری از سوزاندن گاز همراه در دو بخش امکان پذیر است:

۱. کاهش تولید گاز فلر

افزایش تولید و عمر واحد، عدم راهبری مناسب توسط کارکنان عملیاتی و درست نبودن پارامتر های کنترلی باعث افزایش حجم گاز همراه می‌گردد که با بازبینی کامل واحد، شناسایی و برطرف نمودن مشکلات، امکان پذیر می‌باشد.

۲. بازیافت گاز فلر

یکی از راهکارهای کاهش سوزاندن گاز همراه، بازیافت گازهای ارسالی می‌باشد. با بازیافت گاز می‌توان از آن برای اهداف دیگری استفاده نمود. این راهکارها به چهار دسته اصلی زیر تقسیم می‌گردد [4,3].

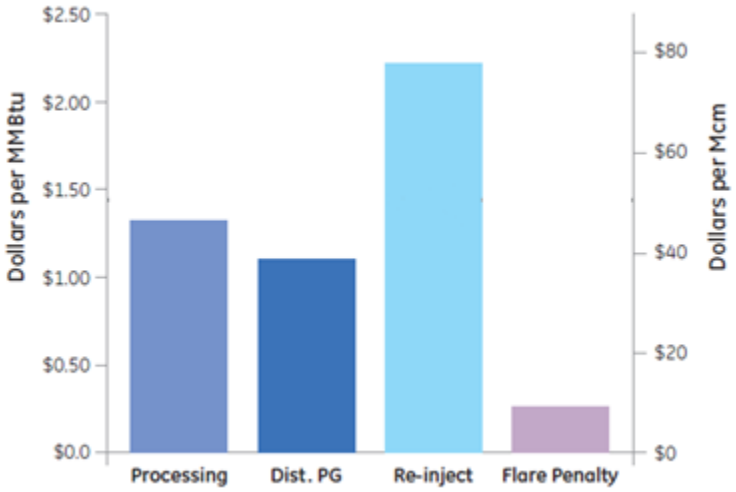
- تولید محصولات دیگر، مانند LPG، LNG، متانول
- تزریق مجدد گاز به چاه های نفتی
- تصفیه و انتقال به شبکه گاز رسانی
- تولید الکتریسیته

در این پایان نامه راه حل بازیافت گازهای ارسالی مد نظر می‌باشد. با توجه به شرایط محیطی، نیاز منطقه و شرایط گاز همراه، ممکن است هر یک از روش‌های ذکر شده، روش اقتصادی‌تر باشد و بیان اینکه در تمامی شرایط همواره یکی از گزینه‌ها اقتصادی‌تر خواهد بود غیر منطقی می‌باشد.

در بسیاری از تحقیقات انجام شده، تولید الکتریسیته به عنوان اقتصادی‌ترین روش بین گزینه‌ها اعلام شده است، از آن جمله می‌توان به گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۰۷ در مورد روش‌های بازیافت گاز همراه در روسیه اشاره نمود که با کمک شرکت PFC انجام شده است [5]. همچنین در تحقیق دیگری توسط آکادمی علوم روسیه[1] در این زمینه، تزریق مجدد پرهزینه‌ترین و تولید الکتریسیته کم هزینه‌ترین روش برای بازیافت گاز همراه اعلام شده است. نمودار ۱-۲ مرتبط با همین بررسی می‌باشد [1]؛ و گزارش نیژنیکو[2] که در آن تولید الکتریسیته روشی اقتصادی و با دوره بازگشت بین ۲.۵ تا ۳ سال معرفی شده است [6].

با توجه به توضیحات بالا می‌توان نتیجه گرفت تولید برق با استفاده از گاز همراه یکی از راه های اقتصادی و قابل بررسی کاهش اتلاف گاز همراه می‌باشد که در این پروژه هدف، بررسی فنی اقتصادی این طرح می‌باشد. جهت بررسی فنی اقتصادی طرح، مولد توربین گاز، توربین بخار و مولد ترکیبی توربین گاز و بخار در نظر گرفته شده است و موانع فنی و روش‌های رفع آن‌ها و همچنین وضعیت اقتصادی طرح و پارامترهای موثر بر آن بررسی می‌گردد و مقایسه ای بین این مولدها انجام می‌شود.

[1] Russian Academy of Science
[2] A.Yu. Knizhnikov



شکل ۱-۲ هزینه آماده سازی گاز برای روش‌های مختلف جهت بازیابی [1]

۳.۱ تعیین روند پایان نامه

برای تعیین مراحل و روند پایان نامه کارهای مشابه انجام شده در این زمینه بررسی می‌شوند. بانک جهانی در سال ۲۰۰۴ گزارشی در مورد کاهش فلر گاز ارائه نموده است، هدف اصلی این گزارش بررسی فنی اقتصادی روش‌های بهره بری از گاز همراه می‌باشد که با دو مطالعه موردی ادامه می‌یابد. روش‌های پیشنهادی در این گزارش عبارتند از:

۱- تولید الکتریسیته و انتقال به شبکه برق

۲- تولید الکتریسیته برای برق رسانی به روستاها (ظرفیت پایین)

۳- انتقال گاز توسط لوله به مصرف کننده های بزرگ‌تر

۴- تولید LPG

نتیجه بررسی برای دو منطقه چاد[1] و اکوادر[2]، تولید و انتقال الکتریسیته به شبکه و انتقال گاز به مصرف کننده های بزرگ‌تر را اقتصادی‌ترین روش نشان می‌دهد. تنها زمانی که یکی از شرایط زیر برقرار باشد، اقتصاد طرح با مشکل مواجه خواهد شد:

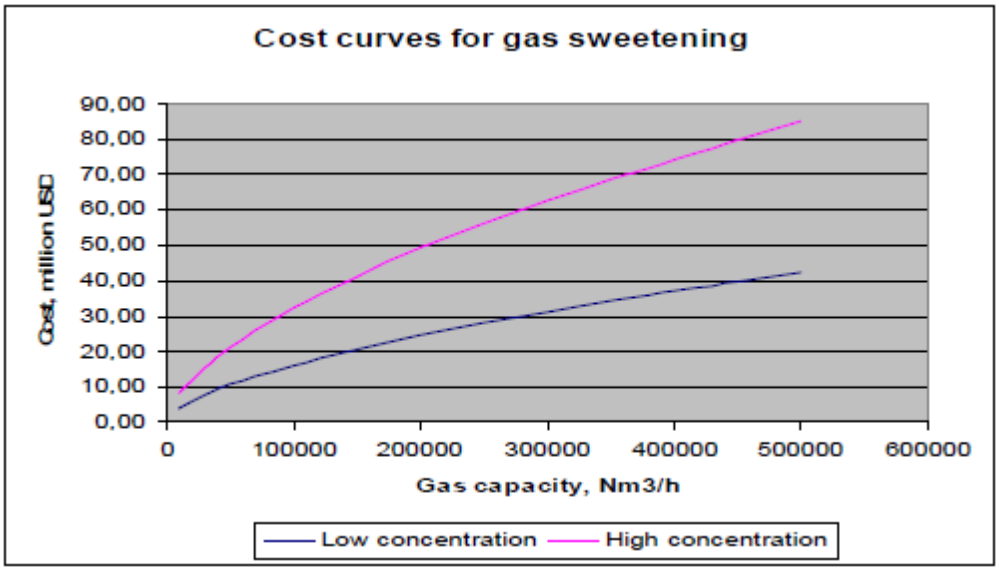
- میدان نفتی با سایز متوسط، در شرایطی که شبکه برق فاصله ای بیش از 500km از محل تولید دارد
- زمانی که ظرفیت گاز تولیدی بسیار پایین باشد (ظرفیت‌هایی بیش از ۲۵۰۰ تا ۵۰۰۰ متر مکعب در روز مناسب می‌باشند)
- در صورت مخدوش شدن قیمت‌های حامل‌های انرژی به وسیله یارانه های دولتی

نحوه بررسی فنی اقتصادی طرح‌ها در این پروژه به این صورت می‌باشد که برای هر یک از راه حل‌ها فرآیند آماده سازی در نظر گرفته شده است که در جدول ۱-۲ آورده شده است. در ادامه هزینه اولیه تکنولوژی‌های آماده سازی به صورت تقریبی و تابعی از دبی گاز توسط نمودارهایی مانند نمودار ۱-۳ تخمین زده می‌شود. همچنین هزینه تکنولوژی‌های مورد نیاز برای راه حل‌های پیشنهادی نیز به طور مشابه تخمین زده می‌شوند. نمونه برآورد هزینه، برای گزینه تولید الکتریسیته و موتورهای احتراق داخلی در نمودار ۱-۴ آورده شده است. با در نظر گرفتن قیمت فروش برای LPG و برق و گاز تحویلی، گزینه های مختلف بررسی می‌شوند. یک نمونه از نتایج را در جدول ۱-۳ مشاهده می‌نمایید. در آخر برای دو منطقه مورد بررسی با پیش بینی نیاز آن منطقه به حامل‌های انرژی و امکانات موجود سناریوهای مختلف تعریف گردیده است و بررسی اقتصادی شده‌اند [7].

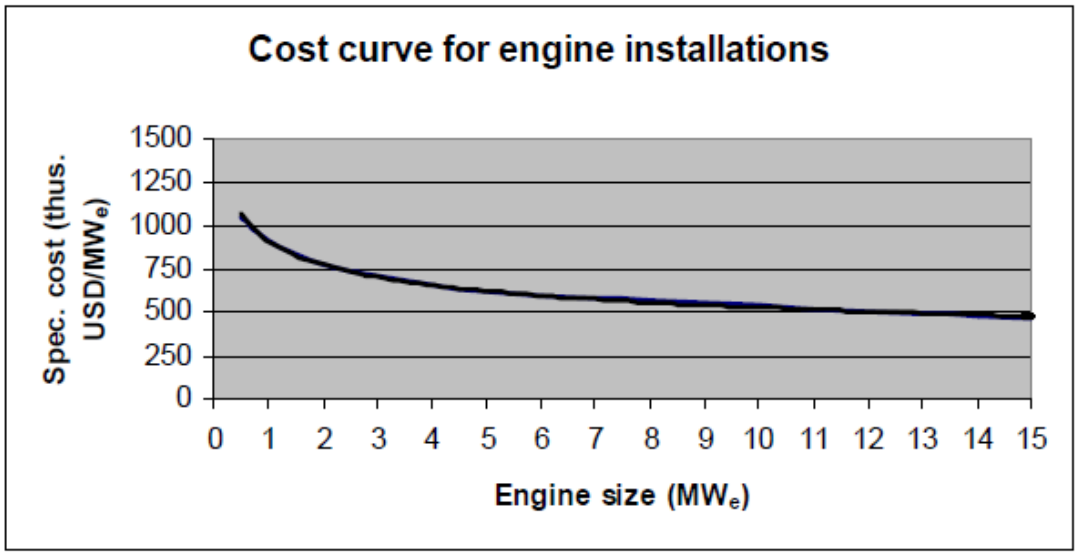
[1] Chad
[2] Ecuador

جدول ۱-۲ تکنولوژی‌های آماده سازی مورد نیاز [7]

	Application of associated gas		
Gas treatment process/step	Power production at oil field	Transport of gas to consumers	Production of LPG
Compression	Required	Required	Required
Dehydration	Not required	Most likely required	Required
Chilling	Not required	Maybe required	Required
Sweetening	Not required	Maybe required	Maybe required



شکل ۱-۳ هزینه تکنولوژی شیرین سازی گاز [7]



شکل ۱-۴ هزینه مولد توان [7]

جدول ۱-۳ نتایج آنالیز اقتصادی [7]

Economic Scenario Summary	**Field 1**	**Field 2**	**Field 3**	**Field 4**	**Field 5**
Changing Cells:					
Field size m^3 per day	2,500	5,000	20,000	40,000	60,000
Distance km	20	20	20	20	20
Grid absorption MWh	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Power cost US$ per MWh	75	75	75	75	75
LPG cost US$ per ton	325	325	325	325	325
LPG share percent	5	5	5	5	5
Result Cells (Net Present Value in US$ million)					
Alt. 1 Power production at field	0.4	1.4	8.3	15.1	18.8
Alt. 2 Power production + LPG	-0.2	0.6	6.5	14.4	18.5
Alt. 3 Gas transport	1.1	2.6	12.1	18.3	20.5
Alt. 4 Gas transport + LPG	0.4	1.5	9.5	17.7	20.3

از جمله معایب این گزارش تخمینی بودن مطالب ارائه شده می‌باشد. روند آماده سازی برای روش‌های استفاده مختلف بسیار ساده بررسی شده‌اند و بسیاری از قیدهای مربوط به محدودیت‌های سوخت مولدها در نظر گرفته