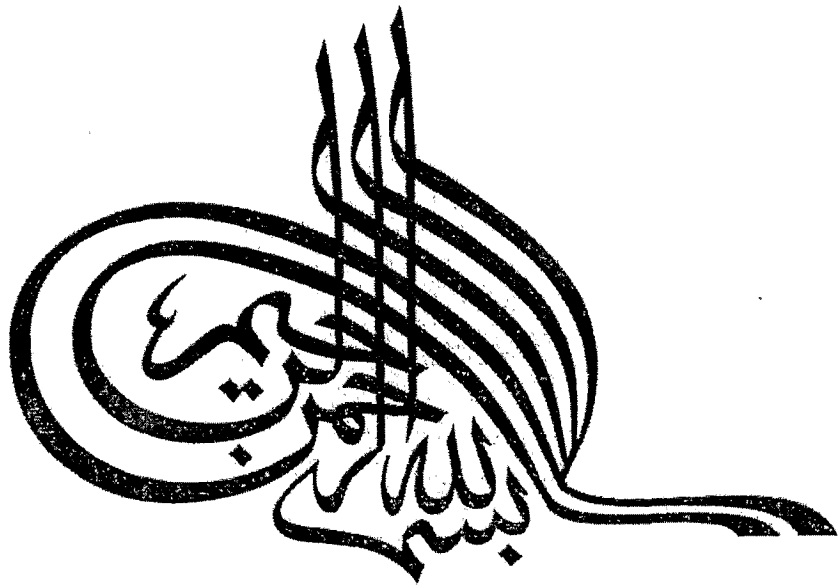


۱۰۲۱۰۹
۱۰۲۱۰۹



۱۰۲۱۰۹



دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی شیمی (گاز)

شبیه سازی واحد تبدیل گاز طبیعی به
سوخت مایع (GTL)

به وسیله ی:

معصومه تاجمیری

استاد راهنما

دکتر محمدرضا رحیم پور

شهریور ماه ۱۳۸۷

۱۰۲۱۰۹

تذکره اطلاعات
کتابخانه
۱۳۸۷/۱۰/۱۰

به نام خدا

شبیه سازی واحد تبدیل گاز طبیعی به سوخت مایع (GTL)

به وسیله ی:
معصومه تاجمیری

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی
از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی
مهندسی گاز

از دانشگاه شیراز
شیراز
جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر محمدرضا رحیم پور، استاد بخش مهندسی شیمی، نفت و گاز (رئیس کمیته).....

دکتر داریوش مولا، استاد بخش مهندسی شیمی، نفت و گاز.....

دکتر علیرضا شریعتی، استادیار بخش مهندسی شیمی، نفت و گاز.....

شهریور ماه ۱۳۸۷

تقدیم به:

خانواده عزیزم که در راه تحصیل من از هیچ کوششی دریغ
نکردند.

سپاسگزاری

اکنون که به یاری خداوند بزرگ این پایان نامه به پایان رسیده است، بر خود لازم می دانم که از راهنماییهای بی دریغ جناب آقای دکتر محمد رضا رحیم پور که به عنوان استاد راهنما همواره مشوق و امید بخش اینجانب در راه به ثمر رسیدن این پایان نامه بوده اند کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم و از صمیم قلب زحمات ایشان را ارج می نهم. همچنین از اعضای محترم کمیته این پایان نامه، جناب آقای دکتر داریوش مولا، جناب آقای دکتر فریدون اسماعیل زاده و جناب آقای دکتر علیرضا شریعتی صمیمانه تشکر و قدر دانی می نمایم. در نهایت از زحمات کلیه اساتید و کارکنان و مسئولین بخش مهندسی شیمی، نفت و گاز دانشگاه شیراز کمال تشکر را داشته و توفیق روزافزون ایشان را از خداوند متعال خواستارم.

چکیده

شبیه سازی واحد تبدیل گاز طبیعی به سوخت مایع (GTL)

به وسیله ی

معصومه تاجمیری

گاز طبیعی به عنوان یکی از منابع عظیم تامین انرژی و سوخت پاک به شمار می رود، که اغلب مواقع به دور از بازار مصرف باقی می ماند. یک روش منطقی برای حل این مشکل فرآیند، تبدیل گاز طبیعی به سوخت مایع (گاز به مایع یا جی تی ال) به وسیله سنتز فیشر- تروپش می باشد. در دو دهه اخیر تقاضای روز افزون جهانی برای سوخت های پاک منجر به رویکرد گسترده به سوی تکنولوژی فیشر- تروپش شده است. یکی از پارامترهای مهم در راکتور فیشر- تروپش به کار بردن دمای بالا در قسمت ابتدایی راکتور به منظور افزایش نرخ واکنش و سپس کاهش تدریجی دما در قسمت انتهایی راکتور در جهت رسیدن به میزان تبدیل تعادلی ترمودینامیکی می باشد. بنابراین ایده استفاده از راکتور دو بستری مورد بررسی قرار گرفته است. چرا که این نوع راکتور امکان داشتن دمای بالا و تبدیل بخشی از گاز سنتز به محصولات فیشر- تروپش در بستر اول و دمای پایین در بستر دوم را می دهد. دو امکان برای جریان گاز سنتز ورودی در مقایسه با جریان گاز واکنشی در راکتور دو بستری موجود است: همسو و نا همسو. هدف از این تحقیق بررسی و مقایسه عملکرد راکتور دو بستری با راکتور تک بستری و همچنین تاثیر جهت جریان گاز سنتز خوراک بر عملکرد راکتور دو بستری می باشد. نتایج حاصله حاکی از توزیع مناسب دما و میزان بالای تبدیل راکتور دو بستری نسبت به تک بستری می باشد. همچنین استفاده از جریان غیر همسو میزان تبدیل بالاتری نسبت به همسو در راکتور دو بستری خواهد داد. در نهایت شبیه سازی واحد جی تی ال برای گازهای دور ریز پالایشگاه فرآشوند به کمک نرم افزار هایسیس و راکتور فیشر- تروپش پالایشگاه به کمک برنامه راکتور دو بستری انجام گردید.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول:
۲	۰-۱- مقدمه
۲	۱-۱- روش های انتقال گاز طبیعی
۳	۲-۱- کاربردهای جی تی ال
۳	۱-۲-۱- تولید متانول
۳	۲-۲-۱- دی متیل اتر
۴	۳-۲-۱- تولید پلی اتیلن و پلی وینیل کلراید
۴	۴-۲-۱- نفت سفید
۴	۵-۲-۱- روغن های روان کننده
۵	۶-۲-۱- سوخت جت
۵	۷-۲-۱- بنزین
۵	۸-۲-۱- دیزل
۶	۹-۲-۱- تولید سوخت های پاک
۶	۳-۱- انواع روش های تبدیل گاز طبیعی از طریق تکنولوژی جی تی ال
۸	۱-۳-۱- راکتور فیشر- تروپش روش دما پایین
۱۰	۲-۳-۱- راکتور فیشر- تروپش روش دما بالا
۱۱	۴-۱- کاتالیزور های فیشر- تروپش
۱۱	۱-۴-۱- کاتالیزور آهن
۱۲	۲-۴-۱- کاتالیزور کبالت
۱۲	۳-۴-۱- کاتالیزور روتنیوم
۱۳	۵-۱- مکانیزم سنتز فیشر- تروپش
۱۳	۱-۵-۱- مکانیزم فیشر- تروپش
۱۸	۱-۱-۵-۱- معادلات سینتیک بر اساس مکانیسم های پیشنهادی

۱۸	۱-۱-۱-۵-۱- کاتالیست آهن
۱۸	۲-۱-۱-۵-۱- کاتالیست کبالت
۱۹	۲-۵-۱- واکنش آب- گاز
۲۱	۱-۲-۵-۱- سینتیک آب- گاز
۲۴	فصل دوم: مروری بر کارهای انجام شده
۲۴	۱-۲- مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه راکتور فیشر- تروپش
۲۷	فصل سوم: تشریح فرآیند
۲۷	۱-۳- تشریح فرآیند جی تی ال
۲۷	۱-۱-۳- تولید گاز سنتز
۲۸	۱-۱-۱-۳- پالایش متان به کمک بخار (SMR)
۲۹	۲-۱-۱-۳- پالایش به کمک اکسیداسیون جزئی (POX)
۲۹	۳-۱-۱-۳- پالایش اتوترمال (ATR)
۳۰	۴-۱-۱-۳- پالایش دو مرحله ای
۳۰	۲-۱-۳- سنتز فیشر- تروپش
۳۲	۳-۱-۳- هیدروپروسسینگ
۳۲	۲-۳- مشخصات راکتور فیشر- تروپش
۳۵	فصل چهارم: مدلسازی
۳۵	۱-۴- فرضیات
۳۵	۲-۴- شبیه سازی دینامیکی راکتور فیشر- تروپش
۳۵	۱-۲-۴- مدل راکتور
۳۵	۱-۱-۲-۴- راکتور خنک شونده توسط آب (راکتور اول)
۳۸	۲-۱-۲-۴- راکتور خنک شونده توسط گاز (راکتور دوم)
۳۸	۱-۲-۱-۲-۴- سمت پوسته (سمت واکنش)
۳۸	۲-۲-۱-۲-۴- سمت لوله (سمت گاز سنتز خوراک)
۳۹	۲-۲-۴- معادلات سینتیکی سرعت
۴۰	۳-۲-۴- مدل افت فعالیت کاتالیست
۴۰	۴-۲-۴- ضرایب انتقال جرم
۴۱	۵-۲-۴- ضرایب انتقال حرارت
۴۱	۱-۵-۲-۴- ضرایب انتقال حرارت برای راکتور اول

۴۲	۲-۵-۲-۴- ضرایب انتقال حرارت برای راکتور دوم
۴۲	۶-۲-۴- حل دستگاه معادلات
۴۲	۱-۶-۲-۴- روش حل پایا
۴۳	۲-۶-۲-۴- روش حل دینامیکی
۴۴	۳-۴- اثبات صحت مدل
۴۴	۱-۳-۴- اثبات مدل پایا
۴۸	فصل پنجم: نتایج حاصل از شبیه سازی
۴۸	۱-۵- بررسی نمودارهای حاصل از شبیه سازی
۴۸	۱-۱-۵- بررسی نمودارهای حاصل از شبیه سازی در دو حالت همگن و غیر همگن
۵۴	۱-۱-۱-۵- بررسی اثر دمای خنک کننده بر عملکرد راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن
۶۰	۲-۱-۱-۵- بررسی اثر فشار راکتور بر عملکرد راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن
۶۵	۳-۱-۱-۵- بررسی اثر سرعت گاز بر عملکرد راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن
۷۰	۲-۱-۵- بررسی نمودارهای حاصل از شبیه سازی راکتور دو بستری
۷۵	۱-۲-۱-۵- بررسی اثر دمای خوراک ورودی بر عملکرد راکتور
۷۸	۲-۲-۱-۵- بررسی اثر دمای آب اشباع خنک کننده در پوسته راکتور اول
۸۰	۳-۲-۱-۵- بررسی اثر نسبت H_2/CO بر عملکرد راکتور
۸۳	۴-۲-۱-۵- بررسی اثر نسبت فشار بر عملکرد راکتور
۸۵	۳-۱-۵- مقایسه عملکرد راکتور دو بستری نا همسو با راکتور غیر همگن
۹۰	۴-۱-۵- نتایج حاصل از شبیه سازی دینامیکی
۹۷	۵-۱-۵- بررسی اثر جریانهای همسو و غیر همسو بر عملکرد راکتور فیشر- تروپش
۹۷	۱-۵-۱-۵- نتایج حاصل از مقایسه جریانها در شبیه سازی پایا
۱۰۴	۲-۵-۱-۵- نتایج حاصل از مقایسه جریانها در شبیه سازی دینامیکی
۱۱۲	۲-۵- نتیجه گیری
۱۱۵	فصل ششم: شبیه سازی واحدهای ۱۰۰ و ۳۰۰ پالایشگاه فرآشوند به همراه شبیه سازی واحد جی تی ال پالایشگاه

صفحه

عنوان

۱۱۵	۱-۶- معرفی پلایشگاه فرآشبنده
۱۱۶	۲-۶- واحد تثبیت مایعات گازی (واحد ۳۰۰)
۱۱۸	۳-۶- شبیه سازی واحدهای پلایشگاه فرآشبنده
۱۱۸	۱-۳-۶- شبیه سازی واحد ۱۰۰ و ۳۰۰ پلایشگاه فرآشبنده به کمک نرم افزار Hysis
۱۲۰	۲-۳-۶- شبیه سازی واحد جی تی ال
۱۲۵	۴-۶- نتایج حاصل از شبیه سازی راکتور دو بستری فیشر- تروپش پلایشگاه
۱۲۵	۱-۴-۶- بررسی نمودارهای پایای حاصل از شبیه سازی
۱۲۹	۲-۴-۶- نتایج حاصل از شبیه سازی دینامیکی
۱۳۴	منابع

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۸	جدول ۱-۱- توزیع محصولات بدست آمده از کاتالیست آهن
۱۳	جدول ۱-۲- خواص نسبی فلزات
۱۶	جدول ۱-۳- مکانیسم فرض شده سنتز هیدروکربن از مونواکسید کربن و هیدروژن
۲۲	جدول ۱-۴- واکنش های ابتدایی برای آب- گاز
۳۳	جدول ۱-۳: مشخصات خوراک ورودی به راکتور
۳۳	جدول ۲-۳: مشخصات راکتور
۳۹	جدول ۱-۴: ثوابت واکنش
۴۱	جدول ۲-۴: حجم و جرم مولکولی بحرانی اجزاء
۴۶	جدول ۳-۴: مقایسه بین نتایج مدل همگن و غیر همگن و داده های واحد صنعتی
۴۶	جدول ۴-۴: مقایسه بین نتایج مدل راکتور دو بستری و داده های واحد صنعتی
۵۴	جدول ۱-۵: تاثیر تغییر دمای آب خنک کننده بر روی ترکیب درصد اجزاء در مدل همگن
۵۵	جدول ۲-۵: تاثیر تغییر دمای آب خنک کننده بر روی ترکیب درصد اجزاء در مدل غیر همگن
۶۰	جدول ۳-۵: تاثیر تغییر فشار راکتور بر روی ترکیب درصد اجزاء در مدل همگن
۶۰	جدول ۴-۵: تاثیر تغییر دمای آب خنک کننده بر روی ترکیب درصد اجزاء در مدل غیر همگن
۶۵	جدول ۵-۵: تاثیر تغییر سرعت جریان گاز ورودی بر روی ترکیب درصد اجزاء در مدل همگن
۶۵	جدول ۶-۵: تاثیر تغییر سرعت جریان گاز ورودی بر روی ترکیب درصد اجزاء در مدل غیر همگن
۹۸	جدول ۷-۵: مقایسه نتایج حاصل از دو جریان همسو غیر همسو
۱۲۰	جدول ۱-۶: درصد ترکیبات جریان گاز feed fresh gas

صفحه

عنوان

۱۲۱	جدول ۲-۶: ترکیب درصد جریان syngas و mixed fresh syngas
۱۲۳	جدول ۳-۶: کلیه واکنشهای تعریف شده در داخل راکتور فیشر- تروپش
۱۲۴	جدول ۴-۶: ترکیب درصد خروجی جداکننده

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۷	شکل ۱-۱- روش های تبدیل شیمیایی گاز طبیعی
۹	شکل ۱-۲- راکتور بستر ثابت چند لوله ای
۱۰	شکل ۱-۳- راکتور پیشرفته دما بالا فیشر- تروپش
۱۴	شکل ۱-۴- اجزاء درگیر در جذب سطحی در سنتز فیشر- تروپش
۱۵	شکل ۱-۵- مکانیسم کربید برای سنتز فیشر- تروپش
۱۶	شکل ۱-۶- واکنش های ثانویه اولفین ها
۱۹	شکل ۱-۷- نمایی از واکنش مونواکسید کربن و هیدروژن
۲۰	شکل ۱-۸- مکانیسم واکنش انتقال آب- گاز بر اساس اجزاء قالبی
۲۱	شکل ۱-۹- مکانیسم آب- گاز بر اساس اکسیداسیون مستقیم
۳۱	شکل ۳-۱- راکتور صنعتی تک مرحله ای فیشر- تروپش
۳۲	شکل ۳-۲- راکتور صنعتی دو مرحله ای فیشر- تروپش
۳۶	شکل ۴-۱- المان حجمی از راکتور خنک شونده با آب
۳۸	شکل ۴-۲- المانی از راکتور فیشر- تروپش
۴۵	شکل ۴-۳- فلوجارت الگوریتم برنامه کامپیوتری
۴۹	شکل ۵-۱- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو مدل همگن و غیر همگن
۵۰	شکل ۵-۲- تغییرات جزء مولی اتان در طول راکتور در دو مدل همگن و غیر همگن
۵۰	شکل ۵-۳- تغییرات جزء مولی پروپان در طول راکتور در دو مدل همگن و غیر همگن
۵۱	شکل ۵-۴- تغییرات جزء مولی بوتان در طول راکتور در دو مدل همگن و غیر همگن

- شکل ۵-۵- تغییرات جزء مولی دی اکسید کربن در طول راکتور در دو مدل همگن و غیر همگن ۵۱
- شکل ۵-۶- تغییرات جزء مولی مونو اکسید کربن در طول راکتور در دو مدل همگن و غیر همگن. ۵۲
- شکل ۵-۷- تغییرات جزء مولی هیدروژن در طول راکتور در دو مدل همگن و غیر همگن. ۵۲
- شکل ۵-۸- تغییرات جزء مولی نیتروژن در طول راکتور در دو مدل همگن و غیر همگن ۵۳
- شکل ۵-۹- تغییرات دمای گاز فرآیندی در فاز گاز و جامد در دو حالت همگن و غیر همگن در طول راکتور ۵۳
- شکل ۵-۱۰- تغییرات دمای گاز در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن به ازای دما آب خنک کننده ۵۱۷ کلوین ۵۶
- شکل ۵-۱۱- تغییرات دمای گاز در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن به ازای دما آب خنک کننده ۵۲۰ کلوین ۵۶
- شکل ۵-۱۲- تغییرات دمای گاز در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن به ازای دما آب خنک کننده ۵۲۳ کلوین ۵۷
- شکل ۵-۱۳- تغییرات دمای گاز در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن به ازای دما آب خنک کننده ۵۳۰ کلوین ۵۷
- شکل ۵-۱۴- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن به ازای دما خنک کننده ۵۱۷ کلوین ۵۸
- شکل ۵-۱۵- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن به ازای دما خنک کننده ۵۲۰ کلوین ۵۸
- شکل ۵-۱۶- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن به ازای دما خنک کننده ۵۲۳ کلوین ۵۹
- شکل ۵-۱۷- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن به ازای دما خنک کننده ۵۳۰ کلوین ۵۹
- شکل ۵-۱۸- تغییرات دمای گاز در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن به ازای فشار راکتور ۱۵ بار ۶۱
- شکل ۵-۱۹- تغییرات دمای گاز در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن به ازای فشار راکتور ۲۰ بار ۶۱

- شکل ۵-۲۰- تغییرات دمای گاز در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن
به ازای فشار راکتور ۲۵ بار ۶۲
- شکل ۵-۲۱- تغییرات دمای گاز در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن
به ازای فشار راکتور ۳۰ بار ۶۲
- شکل ۵-۲۲- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر
همگن به ازای فشار راکتور ۱۵ بار ۶۳
- شکل ۵-۲۳- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر
همگن به ازای فشار راکتور ۲۰ بار ۶۳
- شکل ۵-۲۴- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر
همگن به ازای فشار راکتور ۲۵ بار ۶۴
- شکل ۵-۲۵- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر
همگن به ازای فشار راکتور ۳۰ بار ۶۴
- شکل ۵-۲۶- تغییرات دمای گاز در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن
به ازای سرعت جریان راکتور 400 h^{-1} ۶۶
- شکل ۵-۲۷- تغییرات دمای گاز در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن
به ازای سرعت جریان راکتور 500 h^{-1} ۶۶
- شکل ۵-۲۸- تغییرات دمای گاز در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن
به ازای سرعت جریان راکتور 1000 h^{-1} ۶۷
- شکل ۵-۲۹- تغییرات دمای گاز در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر همگن
به ازای سرعت جریان راکتور 1500 h^{-1} ۶۷
- شکل ۵-۳۰- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر
همگن به ازای سرعت جریان راکتور 400 h^{-1} ۶۸
- شکل ۵-۳۱- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر
همگن به ازای سرعت جریان راکتور 500 h^{-1} ۶۸
- شکل ۵-۳۲- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر
همگن به ازای سرعت جریان راکتور 1000 h^{-1} ۶۹
- شکل ۵-۳۳- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو حالت همگن و غیر
همگن به ازای سرعت جریان راکتور 1500 h^{-1} ۶۹
- شکل ۵-۳۴- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور اول و دوم ۷۰
- شکل ۵-۳۵- تغییرات جزء مولی اتان در طول راکتور اول و دوم ۷۱

عنوان

صفحه

۷۱	شکل ۵-۳۶- تغییرات جزء مولی پروپان در طول راکتور اول و دوم
۷۲	شکل ۵-۳۷- تغییرات جزء مولی بوتان در طول راکتور اول و دوم
۷۲	شکل ۵-۳۸- تغییرات جزء مولی دی اکسید کربن در طول راکتور اول و دوم
۷۳	شکل ۵-۳۹- تغییرات جزء مولی مونو اکسید کربن در طول راکتور اول و دوم
۷۳	شکل ۵-۴۰- تغییرات جزء مولی هیدروژن در طول راکتور اول و دوم
۷۴	شکل ۵-۴۱- تغییرات جزء مولی نیتروژن در طول راکتور اول و دوم
۷۴	شکل ۵-۴۲- تغییرات دمای گاز فرآیندی در طول راکتور اول و دوم
۷۵	شکل ۵-۴۳- تغییرات دمای خنک کننده در طول راکتور اول و دوم
۷۶	شکل ۵-۴۴- تغییرات دمای گاز خنک کننده در طول راکتور اول و دوم به ازای دماهای مختلف خوراک
۷۷	شکل ۵-۴۵- تغییرات دمای گاز در طول راکتور اول و دوم به ازای دماهای مختلف خوراک
۷۷	شکل ۵-۴۶- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور اول و دوم به ازای دماهای مختلف خوراک
۷۸	شکل ۵-۴۷- تغییرات دمای گاز خنک کننده در طول راکتور اول و دوم به ازای دماهای مختلف آب اشباع
۷۹	شکل ۵-۴۸- تغییرات دمای گاز فرآیندی در طول راکتور اول و دوم به ازای دماهای مختلف آب اشباع
۸۰	شکل ۵-۴۹- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور اول و دوم به ازای دماهای مختلف آب اشباع
۸۱	شکل ۵-۵۰- تغییرات دمای گاز خنک کننده در طول راکتور اول و دوم به ازای نسبت های مختلف هیدروژن به مونواکسید کربن
۸۲	شکل ۵-۵۱- تغییرات دمای گاز فرآیندی در طول راکتور اول و دوم به ازای نسبت های مختلف هیدروژن به مونواکسید کربن
۸۳	شکل ۵-۵۲- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور اول و دوم به ازای نسبت های مختلف هیدروژن به مونواکسید کربن
۸۴	شکل ۵-۵۳- تغییرات دمای گاز خنک کننده در طول راکتور اول و دوم به ازای فشارهای مختلف

- شکل ۵-۵۴- تغییرات دمای گاز فرآیندی در طول راکتور اول و دوم به ازای فشارهای مختلف ۸۴
- شکل ۵-۵۵- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور اول و دوم به ازای فشارهای مختلف ۸۵
- شکل ۵-۵۶- تغییرات دمای گاز در طول راکتورهای فیشر- تروپش صنعتی در دو مدل غیر همگن و غیر همسو ۸۶
- شکل ۵-۵۷- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتورهای فیشر- تروپش صنعتی در دو مدل غیر همگن و غیر همسو ۸۷
- شکل ۵-۵۸- تغییرات جزء مولی اتان در طول راکتورهای فیشر- تروپش صنعتی در دو مدل غیر همگن و غیر همسو ۸۷
- شکل ۵-۵۹- تغییرات جزء مولی پروپان در طول راکتورهای فیشر- تروپش صنعتی در دو مدل غیر همگن و غیر همسو ۸۸
- شکل ۵-۶۰- تغییرات جزء مولی بوتان در طول راکتورهای فیشر- تروپش صنعتی در دو مدل غیر همگن و غیر همسو ۸۸
- شکل ۵-۶۱- تغییرات جزء مولی دی اکسیدکربن در طول راکتورهای فیشر- تروپش صنعتی در دو مدل غیر همگن و غیر همسو ۸۹
- شکل ۵-۶۲- تغییرات جزء مولی مونواکسید کربن در طول راکتورهای فیشر- تروپش صنعتی در دو مدل غیر همگن و غیر همسو ۸۹
- شکل ۵-۶۳- تغییرات جزء مولی هیدروژن در طول راکتورهای فیشر- تروپش صنعتی در دو مدل غیر همگن و غیر همسو ۹۰
- شکل ۵-۶۴- تغییرات دمای راکتور در دو بعد مختصات محوری و زمانی ۹۱
- شکل ۵-۶۵- تغییرات دمای خنک کننده ها در دو بعد مختصات محوری و زمانی ۹۱
- شکل ۵-۶۶- تغییرات فعالیت کاتالیست در دو بعد مختصات محوری و زمانی ۹۲
- شکل ۵-۶۷- تغییرات جزء مولی متان در دو بعد مکان و زمان ۹۳
- شکل ۵-۶۸- تغییرات جزء مولی اتان در دو بعد مکان و زمان ۹۳
- شکل ۵-۶۹- تغییرات جزء مولی پروپان در دو بعد مکان و زمان ۹۴
- شکل ۵-۷۰- تغییرات جزء مولی بوتان در دو بعد مکان و زمان ۹۴
- شکل ۵-۷۱- تغییرات جزء مولی دی اکسید کربن در دو بعد مکان و زمان ۹۵
- شکل ۵-۷۲- تغییرات جزء مولی مونواکسید کربن در دو بعد مکان و زمان ۹۵
- شکل ۵-۷۳- تغییرات جزء مولی هیدروژن در دو بعد مکان و زمان ۹۶

- شکل ۵-۷۴- تغییرات جزء مولی نیتروژن در دو بعد مکان و زمان ۹۶
- شکل ۵-۷۵- راکتور فیشر- تروپش با جریانهای هم جهت ۹۷
- شکل ۵-۷۶- تغییرات اختلاف دمای بین گاز خوراک خنک کننده و گاز فرآیندی در طول راکتور دوم در دو حالت همسو و غیر همسو ۹۹
- شکل ۵-۷۷- تغییرات دمای گاز خنک کننده در طول راکتور دوم در دو حالت همسو و غیر همسو ۹۹
- شکل ۵-۷۸- مقایسه تغییرات دمای گاز در طول راکتور در دو حالت همسو و غیر همسو ۱۰۰
- شکل ۵-۷۹- مقایسه تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور در دو حالت همسو و غیر همسو ۱۰۱
- شکل ۵-۸۰- مقایسه تغییرات جزء مولی اتان در طول راکتور در دو حالت همسو و غیر همسو ۱۰۱
- شکل ۵-۸۱- مقایسه تغییرات جزء مولی پروپان در طول راکتور در دو حالت همسو و غیر همسو ۱۰۲
- شکل ۵-۸۲- مقایسه تغییرات جزء مولی بوتان در طول راکتور در دو حالت همسو و غیر همسو ۱۰۲
- شکل ۵-۸۳- مقایسه تغییرات جزء مولی دی اکسید کربن در طول راکتور در دو حالت همسو و غیر همسو ۱۰۳
- شکل ۵-۸۴- مقایسه تغییرات جزء مولی مونواکسید کربن در طول راکتور در دو حالت همسو و غیر همسو ۱۰۳
- شکل ۵-۸۵- مقایسه تغییرات جزء مولی هیدروژن در طول راکتور در دو حالت همسو و غیر همسو ۱۰۴
- شکل ۵-۸۶- تغییرات فعالیت کاتالیست در دو بعد زمان و طول راکتور در جریانهای همسو ۱۰۴
- شکل ۵-۸۷- تغییرات دمای گاز در دو بعد زمان و طول راکتور در جریانهای همسو ۱۰۵
- شکل ۵-۸۸- تغییرات جزء مولی متان در دو بعد مکان و زمان در حالت همسو ۱۰۵
- شکل ۵-۸۹- تغییرات جزء مولی اتان در دو بعد مکان و زمان در حالت همسو ۱۰۶
- شکل ۵-۹۰- تغییرات جزء مولی پروپان در دو بعد مکان و زمان در حالت همسو ۱۰۶
- شکل ۵-۹۱- تغییرات جزء مولی بوتان در دو بعد مکان و زمان در حالت همسو ۱۰۷

- شکل ۵-۹۲- تغییرات جزء مولی دی اکسید کربن در دو بعد مکان و زمان در حالت همسو ۱۰۷
- شکل ۵-۹۳- تغییرات جزء مولی مونو اکسید کربن در دو بعد مکان و زمان در حالت همسو ۱۰۸
- شکل ۵-۹۴- تغییرات جزء مولی هیدروژن در دو بعد مکان و زمان در حالت همسو ۱۰۸
- شکل ۵-۹۵- تغییرات جزء مولی نیتروژن در دو بعد مکان و زمان در حالت همسو ۱۰۹
- شکل ۵-۹۶- تغییرات دمای گاز در طول راکتور در روزهای ۲۰ و ۱۴۰۰ امین روز از عملیات ۱۱۰
- شکل ۵-۹۷- تغییرات اکتیویته کاتالیست در طول راکتور برای هر دو حالت همسو و نا همسو در روزهای بیستم و ۱۴۰۰ امین ۱۱۱
- شکل ۵-۹۸- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور برای هر دو حالت همسو و نا همسو در روزهای بیستم و ۱۴۰۰ امین ۱۱۲
- شکل ۶-۱- نمودار فرآیند پالایشگاه جنوب ۱۱۷
- شکل ۶-۲- نمودار واحد تثبیت مایعات گازی پالایشگاه ۱۱۷
- شکل ۶-۳- جریان های ورودی آغار و دالان ۱۱۸
- شکل ۶-۴- جمع آوری مایعات جدا شده و جدا سازی مجدد آن ۱۱۹
- شکل ۶-۵- شبیه سازی واحد ۳۰۰ پالایشگاه ۱۱۹
- شکل ۶-۶- اکسیداسیون گاز طبیعی به کمک آب ۱۲۱
- شکل ۶-۷- آماده سازی گاز سنتز برای ورود به راکتور فیشر- تروپش ۱۲۲
- شکل ۶-۸- ورود گاز سنتز به راکتور فیشر- تروپش ۱۲۳
- شکل ۶-۹- جداسازی محصولات نهایی فیشر- تروپش ۱۲۴
- شکل ۶-۱۰- تقسیم بندی محصول نهایی فیشر- تروپش ۱۲۵
- شکل ۶-۱۱- چگونگی ارسال جریان برگشتی ۱۲۵
- شکل ۶-۱۲- تغییرات جزء مولی متان در طول راکتور ۱۲۶
- شکل ۶-۱۳- تغییرات جزء مولی اتان در طول راکتور ۱۲۶
- شکل ۶-۱۴- تغییرات جزء مولی پروپان در طول راکتور ۱۲۷
- شکل ۶-۱۵- تغییرات جزء مولی بوتان در طول راکتور ۱۲۷
- شکل ۶-۱۶- تغییرات جزء مولی دی اکسید کربن در طول راکتور ۱۲۸
- شکل ۶-۱۷- تغییرات جزء مولی مونو اکسید کربن در طول راکتور ۱۲۸

۱۲۹	شکل ۶-۱۸- تغییرات جزء مولی هیدروژن در طول راکتور
۱۳۰	شکل ۶-۱۹- تغییرات دمای راکتور در دو بعد مختصات محوری و زمانی
۱۳۰	شکل ۶-۲۰- تغییرات فعالیت کاتالیست در دو بعد مختصات محوری و زمانی
۱۳۱	شکل ۶-۲۱- تغییرات جزء مولی متان در دو بعد مکان و زمان
۱۳۱	شکل ۶-۲۲- تغییرات جزء مولی اتان در دو بعد مکان و زمان
۱۳۲	شکل ۶-۲۳- تغییرات جزء مولی پروپان در دو بعد مکان و زمان
۱۳۲	شکل ۶-۲۴- تغییرات جزء مولی بوتان در دو بعد مکان و زمان
۱۳۳	شکل ۶-۲۵- تغییرات جزء مولی دی اکسید کربن در دو بعد مکان و زمان
۱۳۳	شکل ۶-۲۶- تغییرات جزء مولی مونواکسید کربن در دو بعد مکان و زمان
۱۳۴	شکل ۶-۲۷- تغییرات جزء مولی هیدروژن در دو بعد مکان و زمان