



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد تهران جنوب  
دانشکده تحصیلات تکمیلی

سminar برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.Sc"  
مهندسی شیمی- طراحی فرآیند

عنوان:

بررسی راکتورهای حبابی و فرایندهای GTL

استاد راهنما:

نگارش:

## فهرست مطالب

عنوان مطالب	شماره صفحه
چکیده	۱
مقدمه	۲
فصل اول: کلیات	۵
۱-۱ هدف	۶
۱-۲ پیشینه تحقیق و روش کار	۸
فصل دوم: سنتزفیشر- تروپیش	۱۱
۱-۲ مقدمه	۱۲
۲-۲ مرور تاریخی	۱۳
۳-۲ فناوری تبدیل گاز به فرآورده های نفتی (GTL)	۱۹
۴-۲ فرایند تبدیل گاز طبیعی به فرآورده های نفتی	۲۱
۴-۲-۱ تولید گاز سنتز	۲۱
۴-۲-۲ تولید هیدروکربن های خطی	۲۲
۴-۲-۳ مرحله پالایش هیدروکربن های خطی	۲۲
۵-۲ کلیات سنتز فیشر- تروپیش	۲۶
۶-۲ روش های تهیه گاز سنتز	۲۷
۶-۲-۱ تهیه گاز سنتز از زغال سنگ	۲۹

۲۹	۲-۶-۲ تهیه گاز سنتز از گاز طبیعی
۳۰	۱-۲-۶-۲ ریفورمینگ با بخار آب
۳۲	۲-۲-۶-۲ ریفورمینگ اتو ترمال
۳۴	۳-۶-۲ اکسیداسیون جزئی گاز طبیعی
۳۵	۷-۲ مقایسه روش های تولید گاز سنتز به روش ریفورمینگ
۳۹	۸-۲ عوامل موثر بر واکنش
۴۰	۹-۲ مرور کلی بر فرایند تولید نفت از گاز چهار کمپانی
۴۰	۱-۹-۲ ساسول
۴۱	۱-۹-۲ فناوری FT ساسول
۴۵	۲-۹-۲ شل
۴۵	۱-۹-۲ فناوری FT شل
۴۷	۳-۹-۲ سینترولئوم
۴۷	۱-۹-۲ فناوری FT سینترولئوم
۴۹	۴-۹-۲ اکسون
۵۰	۱-۹-۲ فناوری FT اکسون
۵۳	فصل سوم: واحد های GTL موجود در سطح جهان

۵۴	۱-۳ مقدمه
۵۶	۲-۳ بررسی گازوئیل حاصل از فرایند SSPD کمپانی ساسول
۵۹	۳-۳ واحد های در حال فعالیت
۶۴	۴-۳ رویکرد کمپانی شل و ساسول در پروژه GTL ایران
۶۷	فصل چهارم: کاتالیزور های سنتز فیشر - تروپش
۶۸	۱-۴ مقدمه
۶۹	۲-۴ خصوصیات کاتالیزور های سنتز فیشر - تروپش
۶۹	۱-۲-۴ فعالیت
۷۰	۲-۲-۴ گزینش پذیری
۷۱	۳-۲-۴ پایداری
۷۱	۳-۴ جایگاه فعال در کاتالیزور
۷۳	۴-۴ اصول
۷۴	۱-۴-۴ جذب سطحی
۷۴	۲-۴-۴ واجذب سطحی
۷۴	۴-۵ کاتالیزور کبالت
۷۵	۱-۵-۴ اجزاء مهم کاتالیزور کبالت در سنتز فیشر - تروپش
۷۶	۱-۵-۴ فاز فعال
۷۶	۲-۵-۴ پایه کاتالیزور کبالت

۸۲	۳-۵-۴ تقویت کننده ها
۸۴	۴-۵-۴ ساخت کاتالیزورهای سنتز فیشر - تروپش
۸۶	۴-۶ کاتالیزور آهن
۹۰	۷-۴ مقایسه کاتالیزور های کبالت و آهن
۹۱	۱-۷-۴ مقایسه بین کاتالیزورهای بر پایه آهن و کبالت از نقطه نظر سینتیکی
۹۴	۲-۷-۴ مقایسه پایداری کاتالیزوها
۹۶	۳-۷-۴ مقایسه گزینش پذیری کاتالیزورهای کبالت و آهن
۹۸	۸-۴ نتیجه گیری
۱۰۳	فصل پنجم: راکتورهای فیشر - تروپش
۱۰۴	۱-۵ مقدمه
۱۰۵	۲-۵ گزینش پذیری
۱۰۵	۱-۲-۵ تاثیر شرایط فرآیند بر روی گزینش پذیری
۱۰۵	۲-۲-۵ اثر دما
۱۰۶	۳-۲-۵ اثر فشار جزئی هیدروژن و منوکسید کربن
۱۰۶	۴-۲-۵ اثر سرعت فضایی
۱۰۸	۵-۲-۵ اثر زمان عملکرد
۱۰۸	۳-۵ راکتور های صنعتی فیشر - تروپش

۱۱۰	۱-۳-۵ راکتور های بستر ثابت لوله ای
۱۱۲	۲-۳-۵ راکتور های بستر سیال
۱۱۴	۳-۳-۵ راکتورهای دوغابی
۱۱۶	۴-۵ راکتور های شرکت ساسول
۱۱۶	۱-۴-۵ راکتورهای با بستر ثابت کاتالیزوری
۱۱۹	۲-۴-۵ راکتور های با بستر سیال و دورانی کاتالیزور
۱۲۴	۳-۴-۵ راکتور با بستر ثابت سیال پیشرفته
۱۲۷	۴-۴-۵ راکتور دوغابی
۱۳۰	۵-۵ مقایسه کلی راکتور های سنتز فیشر - تروپش
۱۳۳	۶-۵ نتیجه گیری
۱۳۵	فصل ششم : ملاحظات زیست محیطی و آینده سنتز فیشر - تروپش
۱۳۶	۶-۶ ملاحظات زیست محیطی
۱۴۱	۶-۶ عوامل موثر بر سود آوری طرح های GTL
۱۴۴	فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۴۶	پیوست ها
	<b>منابع و مأخذ (فهرست منابع فارسی)</b>
	سایت های اطلاع رسانی
	چکیده انگلیسی

## فهرست جداول ها

عنوان	صفحه	شماره
جدول ۱-۱ میزان ذخایر نفت و گاز جهان	۷	
جدول ۱-۲ میزان ذخایر نفت و گاز ایران	۷	
جدول ۱-۳ کشورهای جهان از لحاظ میزان ذخایر و مقدار صادرات گاز	۹	
جدول ۲-۱ فناوری رایج تبدیل گاز به فرآورده های مایع شیمیایی و سوختی	۲۰	
جدول ۲-۲ نشان دهنده برش های اصلی حاصل پالایش نفت خام	۲۳	
جدول ۲-۳ نسبت استوکیومتری هیدروژن به مونوکسید کربن	۲۸	
جدول ۴-۲ مقایسه روش های تهیه گاز سنتز	۳۶	
جدول ۵-۲ محدوده نسبت $\text{CO} / \text{H}_2$ توسط روش های ریفورمینگ گاز طبیعی	۳۸	
جدول ۱-۳ مقایسه کیفی حاصل از پالایش نفت خام و فرایند GTL	۵۵	
جدول ۲-۳ واحد های آزمایشی در حال فعالیت در سطح جهان	۶۰	
جدول ۳-۳ واحد های در حال فعالیت (در مقیاس اقتصادی)	۶۱	
جدول ۴-۳ واحد های پیشنهادی و یا دارای امکان ساخت	۶۴	
جدول ۱-۵ محصولات بدست آمده در راکتور بستر ثابت لوله ای	۱۱۱	
جدول ۲-۵ محصولات بدست آمده در راکتور CFB	۱۱۲	
جدول ۳-۵ ترکیب گاز خروجی از راکتور آرگ وسینتول	۱۲۲	
جدول ۴-۵ مقایسه محصولات راکتور های آرگ وسینتول به لحاظ ترکیبات تولیدی	۱۲۳	

## فهرست شکل‌ها

عنوان	شماره صفحه
شکل ۱-۲ عکسی از فیشر در هنگام کار در آزمایشگاه	۱۹
شکل ۲-۲ مراحل تولید سوخت مایع با استفاده از فناوری فیشر - تروپش	۲۲
شکل ۳-۲ غلظت تعادلی متان بر حسب تابعی از دما و فشار و نسبت بخار به کربن	۳۲
شکل ۴-۲ شمای کلی ریفورمر اتو ترمال	۳۳
شکل ۵-۲ شمای کلی یک راکتور ریفورمر اکسید اسیون جزئی	۳۵
شکل ۶-۲ فرآیند تولید گاز به مایع کمپانی شل	۴۶
شکل ۷-۲ فرآیند تولید گاز به مایع کمپانی سینترولئوم	۴۹
شکل ۸-۲ واحد فیشر - تروپش شرکت کمپانی اکسون	۵۲
شکل ۱-۴ ارتباط اجزاء کاتالیزور کبالت	۷۵
شکل ۲-۴ مقایسه فعالیت کاتالیزورهای آهن و کبالت در فشار ۲۰ بار و $H_2 / CO = 2$	۹۲
شکل ۳-۴ مقایسه تولید محصولات بین کاتالیزورهای آهن و کبالت	۹۳
شکل ۴-۴ مقایسه فعالیت‌های کاتالیزورهای آهن و کبالت در ۲۰ بار $H_2 / CO = 1$	۹۳
شکل ۵-۴ بررسی پایداری کاتالیزور کبالت	۹۶
شکل ۶-۴ درصد جرمی محصولات تابعی از فشار راکتور برای کاتالیزور کبالت	۹۷
شکل ۷-۴ درصد جرمی محصولات بر حسب تابعی از فشار راکتور برای کاتالیزور آهن	۹۸
شکل ۱-۵ اثر سرعت فضایی بر گزینش پذیری هیدروکربن‌های با بیش از ۵ اتم کربن	۱۰۷

شکل ۲-۵ راکتور دوغابی

۱۱۴

شکل ۳-۵ راکتور صنعتی فیشر - تروپش با بستر کاتالیزوری

۱۱۷

شکل ۴-۵ مشخصات راکتور سینتول در شرکت ساسول

۱۲۰

شکل ۵-۵ طرح ساده ای از راکتور های پیشرفته سینتول

۱۲۵

شکل ۶-۵ مقایسه راکتور های سینتول سینتول پیشرفته

۱۲۶

شکل ۷-۵ طرح ساده راکتور های دوغابی شرکت ساسول

۱۲۸

## چکیده

یکی از راههای استفاده از گاز طبیعی تبدیل آن به مواد ارزشمند دیگر است. سنتز فیشر-تروپش روشی مناسب برای تبدیل گاز طبیعی به محصولات بالرزش‌تر مانند سوخت‌های مایع می‌باشد. امروزه کشورهای زیادی به این فرایند رو آورده‌اند و تحقیقات انجام گرفته در زمینه تبدیل گاز به مایع (GTL) خصوصاً سنتز فیشر-تروپش به سرعت در حال پیشرفت است.

در این سمینار سنتز فیشر-تروپش، تاریخچه سنتز فیشر-تروپش، روش‌های تولید گازسنتز، انواع کاتالیزورهای سنتز فیشر-تروپش و همینطور راکتورهای خاص مورد استفاده در فناوری فیشر-تروپش مورد بررسی قرار گرفته شده است. همچنین شرکت‌های فعال در زمینه سنتز فیشر-تروپش معرفی شده و اقتصاد و آینده فناوری فیشر-تروپش مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

همان طور که می‌دانیم جمع آوری اطلاعات جامع در زمینه فرآیند تبدیل گاز به مایع و ارائه آن در قالب یک پروژه امکان پذیر نمی‌باشد و در این تحقیق نیز با چشم پوشی از جزئیات هر بحث سعی شده است تا نگرشی کلی بر این مقوله وجود داشته باشد.