

صلى الله عليه وسلم



دانشکده شیمی
گروه شیمی کاربردی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی کاربردی

عنوان

بررسی عملکرد نانو کاتالیست‌های زنولیتی اصلاح شده در فرآیند تبدیل متانول به

پروپیلن (MTP)

استاد راهنما

دکتر علیقلی نیائی

اساتید مشاور

دکتر داریوش سالاری-دکتر سید رضا نبوی

پژوهشگر

مسعود نوائی شیرازی

بهمن ماه ۱۳۹۰

تقدیم بہ

خانوادہ عزیزم

مادر مہربانم

پدر بزرگوارم

کہ ہموارہ یارویاور من در تمام مراحل زندگی بوده اند.

باساس و قدردانی فراوان از

آقای دکتر علیقلی نیائی

به خاطر سرپرستی و راهنمایی پیمان نامه

باتقدیر و تشکر از:

- جناب آقای دکتر علیقلی نیایی به خاطر سرپرستی و راهنمایی های ارزنده شان در طول مراحل انجام پایان نامه
- جناب آقای دکتر داریوش سالاری و جناب آقای دکتر سیدرضا نبوی اساتید گران قدر مشاور، به خاطر راهنمایی های سازنده شان
- جناب آقای دکتر حسینی به خاطر قبول زحمت داوری پایان نامه
- جناب آقای دکتر داریوش سالاری، مدیرست محترم گروه شیئی کاربردی
- جناب آقای دکتر حسینی ریاست محترم دانشکده شیئی
- جناب آقای دکتر ارسلانی معاونت محترم آموزشی دانشکده شیئی
- جناب آقای دکتر نجار معاونت محترم پژوهشی دانشکده شیئی
- اساتید محترم دانشکده شیئی که در مراحل مختلف تحصیل در طول دوره کارشناسی ارشد از محضر علمی ایشان بهره مند شده ام
- کارکنان محترم دانشکده در بخش های مختلف اداری، آموزشی و خدماتی
- مسئول محترم آزمایشگاه خدماتی جناب آقای دکتر زارع
- دوستان هم آزمایشگاهی خانم باکرمی، شایگان، عارفی، مسعودی، پناهی و آقایان، مادی، رزاقی، حسینی، ایندخواه و موسوی
- تمام دوستان عزیزم در دانشکده شیئی
- و همچنین از تمام کسانی که به نحوی در پیشبرد این کار تحقیقاتی سهم بوده اند.

نام خانوادگی دانشجو: نوائی شیرازی	نام: مسعود
عنوان پایان نامه: بررسی عملکرد نانو کاتالیست‌های زئولیتی اصلاح شده در فرآیند تبدیل متانول به پروپیلن (MTP)	
استاد راهنما: دکتر علیقلی نیائی اساتید مشاور: دکتر داریوش سالاری – دکتر سید رضا نبوی	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: شیمی گرایش: کاربردی دانشگاه: تبریز	
دانشکده: شیمی	تاریخ فارغ‌التحصیلی: بهمن ماه ۱۳۹۰ تعداد صفحه: ۱۱۰
کلید واژه‌ها: تبدیل کاتالیتیکی متانول به پروپیلن، زئولیت H-ZSM-5 اصلاح شده، طراحی کاتالیست، روش روبه پاسخ (RSM)، شبکه‌های عصبی مصنوعی، الگوریتم ژنتیک	
<p>چکیده</p> <p>در صنعت پتروشیمی، از پروپیلن به طور وسیعی برای تولید پلی پروپیلن، اکریلونیتریل، اکرولین، کیومن و اکریلیک‌اسید استفاده می‌گردد. همچنین پلاستیک‌های مختلفی که از پروپیلن تولید می‌شوند می‌توانند جایگزین مواد غیرپلاستیکی مانند: کاغذ، چوب و استیل شوند. از این رو بازار تقاضا برای پروپیلن به طور پیوسته در حال افزایش است. در حال حاضر پروپیلن به عنوان محصول جانبی در طی فرآیند تولید اتیلن از طریق کراکینگ بخار نفتا و کراکینگ کاتالیستی سیال (FCC) تولید می‌گردد. اما با توجه به بحران‌های نفتی و همچنین کمبود منابع نفتی در آینده، یافتن روشی جدید، که دارای درصد محصول بالایی از پروپیلن باشد، مورد نیاز است. نظر به اینکه متانول می‌تواند به آسانی از طریق گاز طبیعی، ذغال سنگ و بیومس تولید گردد از این رو در چندین سال اخیر فرآیند تبدیل متانول به پروپیلن (MTP) به عنوان روشی جدید در تولید پروپیلن مورد توجه فزاینده‌ای قرار گرفته است. تحقیقات نشان داده است که انتخابگری پروپیلن می‌تواند با اصلاح کاتالیست ZSM-5 افزایش یابد. در این کار پژوهشی، از شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم‌های ژنتیکی در طراحی کاتالیست‌های H-ZSM-5 اصلاح شده به صورت دو فلزی با چهار فلز نیکل، کرم، سریم و آهن برای افزایش انتخابگری پروپیلن در فرآیند تبدیل کاتالیتیکی متانول به پروپیلن استفاده شد. برای این منظور در ابتدا کاتالیست HZSM-5 با فلزات واسطه مختلف در فرآیند MTP مورد ارزیابی قرار گرفت و نهایتاً</p>	

کاتالیست Mn-ZSM-5 به عنوان بهترین کاتالیست پایه، برای تهیه کاتالیست‌های دوفلزی انتخاب گردید. سپس مقدار بهینه بارگذاری منگنز تعیین شد. از روش رویه پاسخ برای تولید پایگاه داده‌ها با سه فاکتور (مقدار بارگذاری فلز دوم، دمای کلسیناسیون و زمان کلسیناسیون) استفاده گردید. برای مدل‌سازی از شبکه عصبی سه لایه‌ای استفاده شد و توصیفگرهای اتمی برای تمایز فلزها از هم بکار رفتند. برای دستیابی به مدل بهینه، شبکه‌های با تعداد نرون متفاوت در لایه مخفی بررسی شد. مدل با R^2 بالا به عنوان مدل بهینه انتخاب شد و برای تعریف تابع برازندگی بکار رفت. از الگوریتم ژنتیکی برای یافتن کاتالیست مطلوب استفاده شد. در نهایت کاتالیست Cr_{2.46}-Mn-ZSM-5 به عنوان کاتالیست بهینه معرفی گردید. دمای کلسیناسیون مطلوب ۴۸۶°C و زمان کلسیناسیون مطلوب ۴ ساعت است. با مقایسه کارایی کاتالیست HZSM-5 با کاتالیست بهینه معرفی شده مشاهده گردید که انتخابگری نسبت به پروپیلن به اندازه ۱۸٪ افزایش یافته است. همچنین شناسایی کاتالیست پایه با تکنیک های XRD, SEM, TEM انجام گرفت.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه و بررسی منابع
۱	۱- مقدمه
۲	۱-۱- عرضه و تقاضای پروپیلن در جهان
۴	۱-۲- نحوه کشف فرآیند تبدیل متانول به اولفین
۵	۱-۳- کاتالیست‌های مورد استفاده در فرآیند MTO و MTP
۶	۱-۴- زئولیت ZSM-5 (H-MFI)
۸	۱-۵- تأثیر نسبت سیلیسیوم به آلومینیوم زئولیت در انتخابگری پروپیلن
۱۰	۱-۶- تأثیر افزایش فلزات در انتخابگری پروپیلن
۱۰	۱-۷- تأثیر بیندر در انتخابگری پروپیلن
۱۲	۱-۸- تأثیر اندازه کریستال‌ها و اصلاح مزوپورها در انتخابگری پروپیلن
۱۲	۱-۹- تأثیر افزایش رقیق کننده‌ها به خوراک ورودی در انتخابگری اولفین‌ها
۱۳	۱-۱۰- طراحی آزمایش
۱۴	۱-۱۱- طراحی کاتالیست
۱۵	۱-۱۱-۱- طراحی آزمایش و مدل‌سازی با استفاده از روش رویه پاسخ (RSM)
۱۶	۱-۱۱-۲- طرح CCD (Central Composite Design)
۱۸	۱-۱۱-۳- آنالیز مدل
۱۹	۱-۱۱-۴- آنالیز جدول واریانس
۲۰	۱-۱۲- شبکه‌های عصبی مصنوعی ANNs
۲۱	۱-۱۲-۱- ساختار شبکه عصبی
۲۳	۱-۱۲-۲- ساختار شبکه عصبی پرسپترون چند لایه

- ۲۵ - ۱-۱۲-۳- آموزش شبکه پرسپترون چند لایه
- ۲۶ - ۱-۱۳- الگوریتم ژنتیک
- ۳۱ - ۱-۱۴- بررسی ضرورت تعریف پروژه فرآیند تبدیل متانول به پروپیلن از دیدگاه صنعت پتروشیمی در ایران

فصل دوم: مواد و روش‌ها

- ۳۴ - ۲-۱- مواد شیمیایی مورد استفاده
- ۳۵ - ۲-۲- مشخصات فیزیکی زئولیت‌های به کار رفته
- ۳۵ - ۲-۳- دستگاه‌های مورد استفاده
- ۳۷ - ۲-۴- اصلاح کاتالیست
- ۳۷ - ۲-۴-۱- تبدیل زئولیت Na-ZSM-5 به فرم پروتونی (HZSM-5)
- ۳۸ - ۲-۴-۲- تهیه کاتالیست‌های M-ZSM-5 به روش تلقیح
- ۳۹ - ۲-۴-۳- تهیه کاتالیست‌های دو فلزی M-Mn-ZSM-5 به روش تلقیح
- ۳۹ - ۲-۵- شناسایی کاتالیست‌ها
- ۳۹ - ۲-۵-۱- شناسایی و تعیین اندازه ذرات با استفاده از پراش اشعه ایکس
- ۴۰ - ۲-۵-۲- تعیین تصاویر ذرات با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
- ۴۰ - ۲-۵-۳- تعیین اندازه ذرات با استفاده از میکروسکوپ الکترونی پیمایشی (TEM)
- ۴۰ - ۲-۶- سیستم آزمایشگاهی تبدیل متانول به اولفین‌ها
- ۴۲ - ۲-۶-۱- خوراک و میکروپمپ‌ها
- ۴۳ - ۲-۶-۲- پیش گرمکن
- ۴۴ - ۲-۶-۳- کوره الکتریکی
- ۴۵ - ۲-۶-۴- راکتور تبدیل کاتالیستی متانول به اولفین
- ۴۶ - ۲-۶-۵- بخش خنک‌سازی و نمونه‌گیری

- ۴۶ - ۶-۶-۲- دستگاه کروماتوگرافی گازی جهت آنالیز نمونه‌ها
- ۴۷ - ۷-۲- روش کار
- ۴۷ - ۱-۷-۲- روش انجام تبدیل کاتالیستی متانول
- ۴۷ - ۲-۷-۲- آنالیز نمونه‌های گازی
- ۴۷ - ۱-۲-۷-۲- نحوه تزریق نمونه گازی با استفاده از سرنگ هامپلتون
- ۴۸ - ۲-۲-۷-۲- روش آنالیز نمونه‌های گازی
- ۴۹ - ۳-۷-۲- آنالیز نمونه‌های مایع
- ۴۹ - ۱-۳-۷-۲- نحوه تزریق نمونه مایع
- ۵۰ - ۲-۳-۷-۲- روش آنالیز نمونه‌های مایع
- ۵۱ - ۸-۲- بهینه سازی و مدل سازی فرآیند تبدیل متانول به پروپیلن با استفاده از روش رویه پاسخ (RSM)
- ۵۳ - ۹-۲- مدل سازی با استفاده از شبکه‌های عصبی
- ۵۳ - ۱-۹-۲- انتخاب توصیفگرها
- ۵۴ - ۲-۹-۲- مدل سازی نتایج آزمایشات انجام شده با کاتالیست‌های M-Mn-ZSM-5
- ۵۵ - ۳-۹-۲- انتخاب توپولوژی بهینه شبکه
- ۵۶ - ۴-۹-۲- بررسی عمومیت شبکه به روش ارزیابی متقاطع K-جزئی
- ۵۷ - ۱۰-۲- نرم افزارهای استفاده شده

فصل سوم: نتایج و بحث

- ۵۸ - ۱-۳- شناسایی زئولیت HZSM-5
- ۵۸ - ۱-۱-۳- شناسایی زئولیت HZSM-5 توسط پراش اشعه ایکس (XRD)
- ۶۰ - ۲-۱-۳- تصاویر SEM زئولیت HZSM-5
- ۶۰ - ۳-۱-۳- تصاویر TEM کاتالیست HZSM-5

- ۶۱-۲-۳- تعیین شرایط آزمایشی مناسب برای تست کاتالیست‌ها
- ۶۳-۳-۳- مقایسه دو کاتالیست سدیم‌دار و پروتونه شده در فرآیند MTP
- ۶۴-۳-۴- بررسی تأثیر اصلاح HZSM-5 با برخی از عناصر فلزات واسطه (Cr, Mn, Fe, Ce)
- ۶۵-۳-۵- بررسی تأثیر میزان بارگذاری فلز منگنز روی HZSM-5
- ۶۶-۳-۶- بررسی نتایج حاصل از طراحی آزمایش با روش رویه پاسخ
- ۶۷-۳-۶-۱- بررسی نتایج حاصل از طراحی آزمایش با روش رویه پاسخ برای کاتالیست-Ce-Mn-ZSM-5
- ۶۷-۳-۶-۲- تأثیر میزان بارگذاری Ce و دمای کلسیناسیون بر انتخابگری پروپیلن بر روی کاتالیست Ce-Mn-ZSM-5
- ۶۷-۳-۶-۳- تأثیر میزان بارگذاری Ce و زمان کلسیناسیون بر انتخابگری پروپیلن بر روی کاتالیست Ce-Mn-ZSM-5
- ۶۷-۳-۶-۴- تأثیر دمای کلسیناسیون و زمان کلسیناسیون بر انتخابگری پروپیلن بر روی کاتالیست Ce-Mn-ZSM-5
- ۶۷-۳-۶-۵- تعیین شرایط بهینه برای کاتالیست Ce-Mn-ZSM-5
- ۶۷-۳-۶-۶- بررسی نتایج حاصل از طراحی آزمایش با روش رویه پاسخ برای کاتالیست‌های (M: Cr, Fe, Ni) M-Mn-ZSM-5
- ۸۳-۳-۶-۷- تعیین شرایط بهینه برای کاتالیست‌های M(Cr, Fe, Ni)-Mn-ZSM-5
- ۸۴-۳-۷- مدل‌سازی فرآیند MTP با استفاده از ANNs
- ۸۴-۳-۷-۱- انتخاب توپولوژی بهینه شبکه
- ۸۵-۳-۷-۲- بررسی عمومیت مدل در کل فضای مسئله
- ۸۷-۳-۸- بهینه‌سازی کاتالیست با استفاده از GA
- ۹۰-۳-۹- بررسی اهمیت کلی فاکتورهای ورودی مدل
- ۹۶-۳-۱۰- بررسی فضای طراحی
- ۹۸-۳-۱۱- نتیجه‌گیری

۱۰۰ ۳-۱۲- پیشنهادات برای کارهای آتی

۱۰۱ منابع

پیوست‌ها

۱۰۷ پیوست (۱) شرح برنامه GC

۱۱۰ پیوست (۲) کارت ASTM مربوط به زئولیت ZSM-5

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱- پیش‌بینی تقاضای جهانی برای پروپیلن
۶	شکل ۱-۲- ساختار زئولیت MFI
۱۴	شکل ۱-۳- مفهوم مثلی در طراحی کاتالیست
۲۲	شکل ۱-۴- جعبه سیاه
۲۴	شکل ۱-۵- ساختار شبکه عصبی پرسپترون چند لایه
۲۶	شکل ۱-۶- فرآیند انتشار معکوس خطا
۴۱	شکل ۲-۱- شمایی از سیستم آزمایشگاهی تبدیل کاتالیستی متانول به اولفین‌ها
۴۲	شکل ۲-۲- میکروپمپ تزریق کننده خوراک به داخل پیش‌گرمن
۴۳	شکل ۲-۳- شمایی از پیش‌گرمن
۴۵	شکل ۲-۴- کوره الکتریکی لوله‌ای
۴۸	شکل ۲-۵- کروماتوگرام مربوط به ترکیب استاندارد محصولات گازی
۵۱	شکل ۲-۶- کروماتوگرام نمونه استاندارد برای آنالیز متانول در فاز آبی
۵۵	شکل ۲-۷- توپولوژی شبکه عصبی بهینه
۵۸	شکل ۳-۱- طیف XRD کاتالیست HZSM-5
۶۰	شکل ۳-۲- تصویر SEM مربوط به HZSM-5(SiO ₂ /Al ₂ O ₃ =100) (a) اندازه 5μm و (b)

اندازه 500 nm

- شکل ۳-۳ تصاویر TEM مربوط به H-ZSM-5 (a) اندازه 20nm و (b) اندازه 100nm ۶۱
- شکل ۳-۴- رابطه بین ترکیب خوراک ورودی با درصد تبدیل متانول ۶۲
- شکل ۳-۵- مقایسه دو کاتالیست سدیم‌دار و پروتونه شده در انتخابگری پروپیلن ۶۴
- شکل ۳-۶- مقایسه فعالیت کاتالیتیکی زئولیت اصلاح شده با برخی فلزات واسطه ۶۵
- Catalyst: Metal/ZSM-5
- شکل ۳-۷- مقایسه فعالیت کاتالیتیکی زئولیت اصلاح شده با فلز منگنز با مقادیر متفاوت ۶۶
- بارگذاری فلز (۱٪ تا ۱۰٪)
- شکل ۳-۸- رابطه بین پاسخ پیش‌بینی شده و تجربی برای کاتالیست Ce-Mn-ZSM-5 ۶۸
- شکل ۳-۹- نمونه نتایج حاصل از آنالیز پارتو برای کاتالیست Ce-Mn-ZSM-5 ۷۱
- شکل ۳-۱۰- نمودارهای دوبعدی و سه بعدی راندمان انتخابگری پروپیلن برحسب ۷۳
- میزان بارگذاری سریم و دمای کلسیناسیون
- شکل ۳-۱۱- نمودارهای دوبعدی و سه بعدی راندمان انتخابگری پروپیلن برحسب میزان ۷۴
- بارگذاری سریم و زمان کلسیناسیون
- شکل ۳-۱۲- نمودارهای دوبعدی و سه بعدی راندمان انتخابگری پروپیلن برحسب دمای ۷۵
- کلسیناسیون و زمان کلسیناسیون
- شکل ۳-۱۳- شرایط بهینه پارامترهای عملیاتی در تهیه کاتالیست برای فرآیند MTP ۷۶
- شکل ۳-۱۴- رابطه بین پاسخ تجربی اصلاح شده و پیش‌بینی شده برای کاتالیست‌های M- ۷۸
- (M: Cr, Fe, Ni) Mn-ZSM-5

- شکل ۳-۱۵- نمونه نتایج حاصل از آنالیز پارتو برای کاتالیست‌های M(Cr, Fe, Ni)-Mn- ۸۲
ZSM-5
- شکل ۳-۱۶- مقدار R^2 در مقابل تغییر تعداد نرون‌های لایه میانی شبکه ۸۵
- شکل ۳-۱۷- مقدار R^2 برای داده‌های تست و آموزش ۸۶
- شکل ۳-۱۸- پیش‌بینی مدل در مقابل داده‌های آزمایشی ۸۷
- شکل ۳-۱۹- شمایی از الگوریتم مورد استفاده ۸۹
- شکل ۳-۲۰- اهمیت نسبی هر یک از فاکتورهای ورودی مدل ۹۱
- شکل ۳-۲۱- تغییر عملکرد کاتالیست با تغییر پارامترهای مختلف برای کاتالیست Ce-Mn- ۹۲
ZSM-5
- شکل ۳-۲۲- تغییر عملکرد کاتالیست با تغییر پارامترهای مختلف برای کاتالیست Cr-Mn- ۹۳
ZSM-5
- شکل ۳-۲۳- تغییر عملکرد کاتالیست با تغییر پارامترهای مختلف برای کاتالیست Ni-Mn- ۹۴
ZSM-5
- شکل ۳-۲۴- تغییر عملکرد کاتالیست با تغییر پارامترهای مختلف برای کاتالیست Fe-Mn- ۹۵
ZSM-5
- شکل ۳-۲۵- فضای جستجوی GA برای رسیدن به کاتالیست بهینه نهایی ۹۶

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۱۷	جدول ۱-۱- تعداد نقاط مرکزی و محوری بر اساس تعداد پارامترها در روش CCD
۳۴	جدول ۱-۲- مشخصات مواد شیمیایی مورد استفاده
۳۵	جدول ۲-۲- مشخصات فیزیکی زئولیت به کار رفته (برگرفته از کاتالوگ شرکت زئوکم)
۳۶	جدول ۲-۳- لیست دستگاه‌ها و تجهیزات
۵۲	جدول ۲-۴- محدوده پارامترها و سطوح مورد استفاده متغیرهای طراحی کاتالیست
۵۲	جدول ۲-۵- لیست آزمایشات طراحی شده جهت مدل‌سازی فرآیند بوسیله روش رویه پاسخ
۵۹	جدول ۳-۱- مشخصات مربوط به طیف پراش اشعه ایکس HZSM-5 با نسبت $SiO_2/Al_2O_3=100$
۶۳	جدول ۳-۲- شرایط عملیاتی مناسب برای تست کاتالیست‌ها
۶۷	جدول ۳-۳- نتایج تجربی و نتایج حاصل از مدل رویه پاسخ سطح برای کاتالیست Ce-Mn- ZSM-5
۶۹	جدول ۳-۴- مقادیر p برای متغیرهای تهیه کاتالیست Ce-Mn-ZSM-5
۷۰	جدول ۳-۵- آنالیز واریانس برای کاتالیست Ce-Mn-ZSM-5
۷۶	جدول ۳-۶- شرایط بهینه پارامترهای عملیاتی در تهیه کاتالیست Ce-Mn-ZSM-5 برای فرآیند MTP
۷۷	جدول ۳-۷- نتایج تجربی و نتایج حاصل از مدل رویه پاسخ سطح برای کاتالیست های M-

(M: Cr, Fe, Ni) Mn-ZSM-5

- ۸۰ جدول ۳-۸- مقادیر p برای متغیرهای تهیه کاتالیست‌های M(Cr, Fe, Ni)-Mn-ZSM-5
- ۸۱ جدول ۳-۹- آنالیز واریانس برای کاتالیست‌های M(Cr, Fe, Ni)-Mn-ZSM-5
- ۸۳ جدول ۳-۱۰- شرایط بهینه پارامترهای عملیاتی در تهیه کاتالیست برای فرآیند MTP
- ۸۹ جدول ۳-۱۱- ویژگی‌های GA مورد استفاده
- ۹۰ جدول ۳-۱۲- مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده مدل ANN برای کاتالیست بهینه پیشنهادی

توسط GA

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

۱- مقدمه

در صنعت پتروشیمی اولفین‌های سبک مانند اتیلن، پروپیلن و بوتن به عنوان مواد اولیه در تولید انواع پلی‌اولفین‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر چند که کراکینگ حرارتی نفتا^۱ فرآیند اصلی در تولید اولفین‌های سبک باقی مانده است، اما فرآیندهای گوناگونی مانند کراکینگ حرارتی اتان^۲ و کراکینگ کاتالیست سیال (FCC)^۳ به عنوان فرآیندهای جانبی اولفین‌های سبکتری تولید می‌کنند. اما با توجه به بحران‌های نفتی و همچنین افزایش پیوسته قیمت نفت خام، عملی بودن این فرآیندها، (که بر پایه منابع نفتی هستند) برای تولید اولفین‌های سبک را کاهش می‌دهد. از این گذشته مصرف زیاد انرژی در کراکینگ حرارتی نفتا همراه با نشر مقدار زیادی از کربن‌دیوکسید سبب افزایش قیمت محصولات اولفینی سبک با استفاده از این فرآیند می‌شود. در نتیجه فرآیندهای دیگری برای تولید اولفین‌های سبک از منابع غیر نفتی و بدون استفاده از انرژی زیاد مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند [۱].

با توجه به چشم انداز ذخایر گاز در دنیا، فرآیندهای پتروشیمیایی که از گاز به عنوان خوراک اولیه استفاده می‌نمایند بسیار اقتصادی به نظر می‌رسد. فرآیند تولید متانول یکی از مهمترین این فرآیندها می‌باشد. ولی مدتی است که عرضه محصول متانول بر تقاضای مصرف آن در دنیا پیشی گرفته است. بر اساس بررسی‌هایی که توسط شرکت CMAI در بین سال‌های ۱۹۸۵-۱۹۹۸ انجام گرفته، متانول پایین‌ترین و اولفین‌ها بالاترین سطح درآمد را در بین چهار ماده استراتژیک پتروشیمیایی دارند [۲]. از طرف دیگر تحقیقات نشان می‌دهد که متانول می‌تواند تحت شرایط عملیاتی خاصی و در حضور کاتالیست به بنزین و یا اولفین‌ها تبدیل شود. از این رو، استفاده از فرآیندهایی که بتواند متانول مازاد را به محصولات مورد نیاز در بازارهای جهانی از جمله اتیلن، پروپیلن و بنزین تبدیل نماید، در حال

¹ Thermal cracking of naphtha

² Thermal cracking of ethane

³ Fluid catalyst cracking

پیشرفت است. در این راستا فرآیندهای تبدیل متانول به الفین‌های سبک (MTO¹)، تبدیل متانول به پروپیلن (MTP²) و تبدیل متانول به بنزین (MTG³)، در فاز تحقیقاتی مورد مطالعه قرار گرفته و در حال حاضر وارد مرحله نیمه صنعتی شده‌اند.

در صنعت پتروشیمی، پروپیلن به عنوان خوراکی اساسی برای تولید محصولات متنوعی مانند پلی پروپیلن، اکریلونیتریل، پروپیلن‌اکسید و بسیاری از محصولات شیمیایی دیگر که می‌توانند جایگزین مواد غیر پلاستیکی مانند کاغذ، چوب و استیل شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این رو تقاضا برای پروپیلن در بازارهای جهانی در حال افزایش است. در حال حاضر اکثر پروپیلن تولیدی جهان به عنوان محصول جانبی در طی فرآیند تولید اتیلن از کراکینگ بخار و کراکینگ کاتالیستی نفت خام به دست می‌آید، اما همانطور که ذکر شد، بحران‌های نفتی یافتن روش‌های دیگری را برای تولید پروپیلن مورد توجه قرار داده است [۳]. فرآیند تبدیل متانول به پروپیلن (MTP) تکنولوژی جدیدی است که بر اساس کراکینگ کاتالیستی بنا نهاده شده است. این فرآیند که توسط شرکت لورگی⁴ به حالت نیمه صنعتی توسعه داده شده است می‌تواند به عنوان فرآیندی جایگزین در تولید پروپیلن مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۱- عرضه و تقاضای پروپیلن در جهان

مهمترین مشتقات پروپیلن عبارتند از: پلی پروپیلن، آکریلونیتریل، پروپیلن‌اکسید، فنول، اکسوالکل، اسید آکریلیک، ایزوپروپیل‌الکل، الیگومرها و دیگر مواد واسط مختلف که در نهایت به صورت مواد مورد نیاز صنایع الکترونیک، خودروسازی، ساختمان‌سازی، بسته‌بندی و نظیر آن مورد استفاده قرار

¹ Methanol to olefins

² Methanol to propylene

³ Methanol to gasoline

⁴ Lurgi