

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه علوم پایه دامغان
دانشکده شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی (گرایش معدنی)

بررسی نقش ساختاری و شیمیایی یون قلیایی با مطالعه همزمان فعالیت
کاتالیزوری - اندازه گیری هدایت الکتریکی کاتالیزورهای
 $(Mn + A + W)/SiO_2$ برای واکنش زوج شدن اکسایشی متان

توسط:

زینب قلی پور

استاد راهنما:

دکتر عظیم ملک زاده

اساتید مشاور:

دکتر یدالله مرتضوی

دکتر عباسعلی خدادادی

مهرماه ۱۳۸۸

به نام خدا

بررسی نقش ساختاری و شیمیایی یون قلیایی با مطالعه‌ی هم‌زمان فعالیت کاتالیستی -
اندازه‌گیری هدایت الکتریکی کاتالیست‌های $(Mn + A + W)/SiO_2$
برای واکنش زوج شدن اکسایشی متان

به وسیله‌ی:

زینب قلی‌پور

پایان نامه

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

در رشته‌ی:

شیمی (گرایش معدنی)

از دانشگاه علوم پایه دامغان

ارزیابی و تأیید شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر عظیم ملک زاده، استادیار دانشکده شیمی دانشگاه علوم پایه‌ی دامغان (استاد راهنما)

دکتر یدالله مرتضوی، دانشیار دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه تهران (استاد مشاور)

دکتر عباسعلی خدادادی، دانشیار دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه تهران (استاد مشاور)

دکتر سید جواد معافی، استادیار دانشکده شیمی دانشگاه علوم پایه‌ی دامغان (استاد داور)

دکتر ربابه علیزاده، استادیار دانشکده شیمی دانشگاه علوم پایه‌ی دامغان (استاد داور)

دکتر سید ناصر هاشمی، استادیار دانشکده زمین شناسی (نماینده تحصیلات تکمیلی)

مهرماه ۱۳۸۸

پروردگارا

به پیشگاه پاک و مقدس تقدیم می‌دارم که بندگی فقط و فقط تو را سزود
آنچه داده‌ای پیش از شایستگی من است که چه در خور بخشندگی توست.....

و تقدیم به

استوارترین تکیه‌گاه و صادق‌ترین آموزگار زندگیم
پدر

تنیدس خوبی‌ها و مهربانترین همراه روزگارم
مادر

به پاس تعبیر عظیم و انسانی‌شان از کلمه‌ی ایشار

و حامیان زندگی ام

لاله و فاطمه عزیز

کمال پاس و قدر دانی

از استاد فریخته جناب آقای دکتر عظیم ملک زاده

که شہامت گام نهادن به سوی پیشرفت راد و وجودم صد چندان نمود...

استاد مشاور جناب آقای دکتریدانہ مرتضوی و جناب آقای دکتر عباسعلی خداوادی

به پاس ہمراہی بی ادعا در مسیر بی نہتہای علم

تقدیر و شکر از استاد محترم سرکار خانم دکتر بابہ علیرادہ و جناب آقای دکترید جوامعانی کہ زحمت مطالعہ، ارزیابی و داوری پامانہ را تقبل

نمودند و پاس فراوان از جناب آقای دکترید ناصر ہاشمی ناظر جلسہ دفاع و یانندہ محترم شورای تحصیلات تکمیلی.

و تقدیر بی پایان از ہمراہی

آزمایشگاہ تحقیقاتی حالت جادہ دانشگاہ علوم یادہ افغان، سرکار خانم حسن زادہ

آزمایشگاہ تحقیقاتی کاتالیزور و مواد نانو ساختار دانشگاہ مہندی شیہ دانشگاہ تہران، جناب آقای مہندس حسین پور و...

چکیده

بررسی نقش ساختاری و شیمیایی یون قلیایی با مطالعه همزمان فعالیت کاتالیزوری-اندازه گیری هدایت الکتریکی کاتالیزورهای (Mn + A + W)/SiO₂ برای واکنش زوج شدن اکسایشی متان

به وسیله‌ی:

زینب قلی پور

در این تحقیق، واکنش زوج شدن اکسایشی متان (OCM) روی کاتالیست‌های (4wt%Mn+x%A+3.13W)/SiO₂ تحت GHSV برابر ۱۳۲۰۰ mL/gr_{Cat}.h بر بستر ثابت در واکنشگاه کوارتز مطالعه شد. A یون قلیایی لیتیم، سدیم، پتاسیم یا سزیم و x نیز ۰/۱ یا ۰/۷۸ درصد وزنی می‌باشد. نتایج حاصل با کاتالیزورهایی به فرمول (4wt%Mn+5%A₂WO₄)/SiO₂ مقایسه شد. مشخصه‌های کاتالیزورها توسط الگوی پراش پرتو ایکس (XRD)، کاهش برنامه ریزی شده دمایی (TPR)، طیف مادون قرمز (IR)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) بررسی شد. میزان هدایت الکتریکی کاتالیزورها در جو اکسندده‌های اکسیژن، هوا یا هوای آرگونی اندازه گیری و با میزان هدایت الکتریکی طی بررسی تست عملکرد کاتالیزوری تحت شرایط واکنش زوج شدن اکسایشی متان مقایسه شد. این بررسی‌ها جهت مطالعه‌ی نقش ساختاری و شیمیایی یون قلیایی در کاتالیزورهای زوج شدن اکسایشی متان انجام شد. یون قلیایی گونه‌ی مناسبی برای بلوری کردن سیلیکای بی‌شکل به فرم بلوری است. این تغییر شکل بلوری سبب تغییر فعالیت و گزینش پذیری کاتالیست به نفع واکنش OCM می‌شود. این اثر به عنوان نقش ساختاری یون قلیایی شناخته می‌شود. کاتالیزورهای تهیه شده که بی‌شکل یا تا حدی بلوری هستند پس از قرار گرفتن در شرایط واکنش زوج شدن اکسایشی متان بلوری می‌شوند. این تغییر فاز، که تحت شرایط واکنش زوج شدن اکسایشی متان صورت می‌گیرد، به عنوان انعطاف‌پذیری ساختاری کاتالیزور در شرایط واکنش معرفی می‌شود. این خاصیت تاثیر بسزایی بر عملکرد کاتالیزورها دارد. عامل این تغییر فاز حضور یون قلیایی است. بر این اساس این اثر به عنوان نقش شیمیایی یون قلیایی در نظر گرفته می‌شود. همچنین حضور یون قلیایی میزان هدایت الکتریکی کاتالیزورها را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد. افزایش هدایت الکتریکی در حضور یون قلیایی طی واکنش نشان‌دهنده‌ی افزایش میزان حامل‌های بار تحت شرایط واکنش زوج شدن اکسایشی متان است. تست عملکرد در شرایط وزنی ۵۰۰ میلی‌گرم کاتالیزور، جریان حجمی خوراک ورودی ۱۴۰ میلی‌لیتر بر دقیقه و نسبت متان به اکسیژن ۵ به ۱، نسبت متان به هوای ۱ به ۱ و متان به هوای آرگونی ۱ به ۱ در دمای‌های ۷۷۵، ۸۰۰ و ۸۲۵ درجه سانتیگراد انجام شد. بهترین عملکرد با کاتالیزور (4%Mn+5%Na₂WO₄)/SiO₂ در حضور اکسندده‌ی هوا مشاهده شد. به طور کلی بهترین عملکرد با درصد‌های وزنی یون قلیایی مطابق با مقادیر استوکیومتری فرم تنگستات قلیایی دیده می‌شود. سدیم بهترین یون قلیایی در تشکیل کاتالیزوری مناسب برای واکنش زوج شدن اکسایشی متان از نظر درصد تبدیل و گزینش پذیری شناخته می‌شود.

کلمات کلیدی: زوج شدن اکسایشی متان- واکنشگاه بستر ثابت- اکساکاهشی- تنگستات- یون قلیایی- هدایت الکتریکی.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱- گاز طبیعی، صدرنشین منابع انرژی جهان
۶	۲-۱- تبدیل گاز طبیعی
۷	۱-۲-۱- تبدیل غیر مستقیم متان
۸	۲-۲-۱- تبدیل مستقیم متان
۹	۱-۲-۲-۱- اکسیداسیون جزئی متان
۹	۲-۲-۲-۱- زوج شدن متان با کلر
۹	۳-۲-۲-۱- زوج شدن اکسایشی متان (OCM)
۱۲	فصل دوم: زوج شدن اکسایشی متان
۱۶	۱-۲- ترمودینامیک واکنش زوج شدن اکسایشی متان
۱۸	۲-۲- سینتیک و مکانیسم واکنش OCM
۲۱	۱-۲-۲- مدل استانچ و ملچکو
۲۲	۲-۲-۲- مدل لانسفورد
۲۲	۳-۲-۲- مدل وانگ و لین
۲۴	۳-۲- واکنش های ترکیبی برای تبدیل متان به محصولات با ارزش
۲۵	۱-۳-۲- واکنش زوج شدن اکسایشی متان به همراه هیدروژن زادی
۲۵	۲-۳-۲- واکنش زوج شدن اکسایشی و رفرمینگ متان
۲۶	۳-۳-۲- فرآیند تبدیل متان به آروماتیک ها
۲۶	۴-۲- فرآیندهای مختلف OCM

۲۷	۱-۴-۲- فرآیند متوالی اکساکاهشی
۲۷	۲-۴-۲- فرآیند همزمان
۲۷	۵-۲- کاتالیست‌های فرآیند زوج شدن اکسایشی متان
۲۹	۱-۵-۲- فلزات قلیایی و قلیایی خاکی
۲۹	۲-۵-۲- لانتانیدها و اکتینیدها
۳۰	۳-۵-۲- فلزات واسطه
۳۰	۴-۵-۲- کاتالیزور Mn-Na ₂ WO ₄ /SiO ₂
۳۵	۶-۲- تاثیر سطح کاتالیست بر واکنش OCM
۳۶	۷-۲- واکنشگاه های فرآیند OCM
۳۶	۱-۷-۲- واکنشگاه بستر ثابت
۳۸	۲-۷-۲- واکنشگاه بستر سیال
۴۰	۳-۷-۲- واکنشگاه غشایی
۴۲	۸-۲- بررسی عوامل مؤثر بر واکنش OCM
۴۲	۱-۸-۲- اثر دما و ترکیب خوراک گاز
۴۴	۲-۸-۲- اثر دما و ارتفاع بستر
۴۵	۳-۸-۲- اثر دما و سرعت گاز
۴۶	۴-۸-۲- اثر اندازه ذرات
۴۸	فصل سوم: فعالیتهای تجربی
۴۹	۱-۳- روش ساخت کاتالیزورها
۵۱	۲-۳- چینش آزمایشگاهی جهت انجام تست کاتالیزوری
۵۳	۳-۳- اندازه‌گیری سرعت جریان حجمی
۵۴	۴-۳- توزیع گازهای سیستم
۵۴	۵-۳- واکنشگاه آزمایشگاهی
۵۶	۶-۳- کروماتوگرافی گازی جهت آنالیز محصولات
۵۷	۷-۳- روش انجام تست‌های عملکرد کاتالیزوری
۵۸	۸-۳- استاندارد کردن سرعت جریان حجمی
۵۸	۹-۳- کالبراسیون دستگاه GC
۶۰	۱۰-۳- محاسبه درصد تبدیل متان

۶۱	۱۱-۳- محاسبه تعیین گزینش پذیری.....
۶۱	۱۲-۳- موازنه کربن.....
۶۲	۱۳-۳- تعیین مشخصات کاتالیست.....
۶۲	۱-۱۳-۳- مطالعه پراش پرتو ایکس نمونه‌های پودری.....
۶۳	۲-۱۳-۳- مطالعه ریخت شناسی سطح کاتالیزورها.....
۶۴	۳-۱۳-۳- مطالعه کاهش برنامه ریزی شده دمایی (TPR).....
۶۵	۴-۱۳-۳- طیف بینی مادون قرمز (IR).....
۶۵	۵-۱۳-۳- اندازه گیری و محاسبات هدایت الکتریکی.....
۶۸	فصل چهارم: نتایج و بحث.....
۶۹	۱-۴- نتایج بررسی الگوی پراش پرتو ایکس.....
۸۶	۲-۴- محاسبه درصد بلوری شدن.....
۸۷	۳-۴- محاسبه اندازه ذرات.....
۸۸	۴-۴- نتایج کاهش برنامه ریزی دمایی (TPR).....
۱۰۴	۵-۴- نتایج طیف بینی مادون قرمز (IR).....
۱۱۴	۶-۴- نتایج بررسی تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبش (SEM).....
۱۱۷	۷-۴- نتایج بررسی عملکرد و هدایت الکتریکی.....
۱۳۸	مراجع.....
۱۴۸	پیوست.....
	شکل ۱: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.1\%Li+3.13\%W)/SiO_2$ قبل از انجام تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۱۴۹
	شکل ۲: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.1\%Na+3.13\%W)/SiO_2$ قبل از انجام تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۱۵۰
	شکل ۳: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.1\%K+3.13\%W)/SiO_2$ قبل از انجام تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۱۵۱
	شکل ۴: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.1\%Cs+3.13\%W)/SiO_2$ قبل از انجام تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۱۵۲
	شکل ۵: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.1\%Li+3.13\%W)/SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM..... ۱۵۳

- شکل ۶: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.1\%Na+3.13\%W)/SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM..... ۱۵۴
- شکل ۷: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.1\%K+3.13\%W)/SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM..... ۱۵۵
- شکل ۸: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.1\%Cs+3.13\%W)/SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM..... ۱۵۶
- شکل ۹: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.78\%Li+3.13\%W)/SiO_2$ قبل از انجام تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۱۵۷
- شکل ۱۰: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.78\%Na+3.13\%W)/SiO_2$ قبل از انجام تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۱۵۸
- شکل ۱۱: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.78\%K+3.13\%W)/SiO_2$ قبل از انجام تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۱۵۹
- شکل ۱۲: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.78\%Cs+3.13\%W)/SiO_2$ قبل از انجام تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۱۶۰
- شکل ۱۳: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.78\%Li+3.13\%W)SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM..... ۱۶۱
- شکل ۱۴: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.78\%Na+3.13\%W)SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM..... ۱۶۲
- شکل ۱۵: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.78\%K+3.13\%W)SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM..... ۱۶۳
- شکل ۱۶: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+0.78\%Cs+3.13\%W)SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM..... ۱۶۴
- شکل ۱۷: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+5\%Li_2WO_4)/SiO_2$ قبل از انجام تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۱۶۵
- شکل ۱۸: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+5\%Na_2WO_4)/SiO_2$ قبل از انجام تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۱۶۶
- شکل ۱۹: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+5\%K_2WO_4)/SiO_2$ قبل از انجام تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۱۶۷
- شکل ۲۰: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+5\%Cs_2WO_4)/SiO_2$ قبل از انجام تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۱۶۸
- شکل ۲۱: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+5\%Li_2WO_4)/SiO_2$ پس از ۷/۵ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM..... ۱۶۹

- شکل ۲۲: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+5\%Na_2WO_4)/SiO_2$ پس از ۷/۵ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM ۱۷۰
- شکل ۲۳: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+5\%K_2WO_4)/SiO_2$ پس از ۷/۵ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM ۱۷۱
- شکل ۲۴: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ی $(4\%Mn+5\%Cs_2WO_4)/SiO_2$ پس از ۷/۵ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM ۱۷۲
- شکل ۲۵: الگوی پراش پرتو ایکس کاتالیزورهای سه فلزی $(Mn+W+A)/SiO_2$ قبل از تست کاتالیزوری (A: Li, Na, K, Cs) ۱۷۳
- شکل ۲۶: الگوی پراش پرتو ایکس کاتالیزورهای سه فلزی $(Mn+W+A)/SiO_2$ پس از تست کاتالیزوری، (A: Li, Na, K, Cs) ۱۷۴
- شکل ۲۷: طیف مادون قرمز SiO_2 بی‌شکل و تمامی نمونه‌های کاتالیزوری سه فلزی این تحقیق قبل از واکنش OCM ۱۷۵
- شکل ۲۸: طیف مادون قرمز SiO_2 بی‌شکل و تمامی نمونه‌های کاتالیزوری سه فلزی این تحقیق پس از ۱۲ ساعت تحت شرایط واکنش OCM ۱۷۶
- شکل ۲۹: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه Spent $(4\%Mn+3.13\%W+0.1\%Li)/SiO_2$ ۱۷۷
- شکل ۳۰: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه Spent $(4\%Mn+3.13\%W+0.1\%Na)/SiO_2$ ۱۷۸
- شکل ۳۱: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه Spent $(4\%Mn+3.13\%W+0.1\%K)/SiO_2$ ۱۷۹
- شکل ۳۲: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه Spent $(4\%Mn+3.13\%W+0.1\%Cs)/SiO_2$ ۱۸۰
- شکل ۳۳: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه Spent $(4\%Mn+3.13\%W+0.78\%Li)/SiO_2$ ۱۸۱
- شکل ۳۴: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه Spent $(4\%Mn+3.13\%W+0.78\%Na)/SiO_2$ ۱۸۲
- شکل ۳۵: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه Spent $(4\%Mn+3.13\%W+0.78\%K)/SiO_2$ ۱۸۳
- شکل ۳۶: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه Spent $(4\%Mn+3.13\%W+0.78\%Cs)/SiO_2$ ۱۸۴
- شکل ۳۷: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه Spent $(4\%Mn+\%Li_2WO_4)/SiO_2$ ۱۸۵
- شکل ۳۸: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه Spent $(4\%Mn+5\%Na_2WO_4)/SiO_2$ ۱۸۶
- شکل ۳۹: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه Spent $(4\%Mn+5\%K_2WO_4)/SiO_2$ ۱۸۷
- شکل ۴۰: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه Spent $(4\%Mn+5\%K_2WO_4)/SiO_2$ ۱۸۸
- پیوست ۲: روش ساخت متانایزر ۱۸۹
- پیوست ۳: روش ساخت گاز کالبراسیون ۱۸۹
- پیوست ۴: روش ساخت هوای آرگونی ۱۹۱
- پیوست ۵: روش‌های برنامه ریزی شده دمایی ۱۹۲

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۵	جدول ۱-۱: آنالیز استاندارد گاز ایران
۱۷	جدول ۱-۲: تغییرات انرژی آنتالپی واکنش‌های فرایند زوج شدن اکسایشی متان
۱۹	جدول ۲-۲: واکنش‌های تشکیل اتیلن در فاز گاز و سطح کاتالیزور در واکنش OCM
۱۹	جدول ۳-۲: واکنش‌های تشکیل CO _x در فاز گاز و سطح کاتالیزور در واکنش OCM
۲۱	جدول ۴-۲: واکنش‌های مدل پیشنهادی توسط استانچ و ملچکو
۲۲	جدول ۵-۲: واکنش‌های مدل پیشنهادی توسط لانسفورد
۲۲	جدول ۶-۲: واکنش‌های مدل پیشنهادی توسط وانگ و لین
۳۱	جدول ۷-۲: عملکرد کاتالیزورهای گزارش شده به وسیله جیانگ و همکارانش
۵۱	جدول ۱-۳: مقدار مواد استفاده شده برای ساخت ۱ گرم کاتالیزورهای بررسی شده در این تحقیق
۵۴	جدول ۲-۳: مشخصات گازهای استفاده شده در سیستم آزمایشگاهی
۵۶	جدول ۳-۳: فشارهای تنظیم‌شده‌ی قسمت‌های مختلف کروماتوگراف گازی
۵۷	جدول ۴-۳: دمای تنظیم‌شده‌ی قسمت‌های مختلف کروماتوگراف گازی
۵۹	جدول ۵-۳: ضرایب پاسخ FID و ضرایب همبستگی
۷۱	جدول ۱-۴: موقعیت پیک‌های فازهای بلوری پایه سیلیس استخراج شده از بانک اطلاعاتی دستگاه XRD
۸۱	جدول ۲-۴: فازهای شناسایی شده توسط الگوی پراش پرتو ایکس کاتالیزورهای مورد استفاده در این تحقیق، استخراج شده از بانک اطلاعاتی دستگاه XRD
۸۲	جدول ۳-۴: فازهای شناسایی شده در الگوی پراش پرتو ایکس کاتالیزور سه فلزی (Na+Mn+W)/SiO ₂ شامل مقادیر متفاوت از Na, Mn و W گزارش شده در منابع
۸۵	جدول ۴-۴: فازهای شناسایی شده در الگوی پراش پرتو ایکس کاتالیزورهای سه فلزی (A+Mn+W)/SiO ₂ (A: Li, K, Cs) گزارش شده در منابع
۸۶	جدول ۵-۴: درصد بلوری شدن کاتالیزورهای سه فلزی

- جدول ۴-۶: اندازه ذرات کاتالیزورهای سه فلزی بر اساس معادله‌ی شرر ۸۸
- جدول ۴-۷: داده‌های الگوی پراش پرتو ایکس نمونه‌های توده MnO_x ۸۹
- جدول ۴-۸: نتایج آنالیز TPR نمونه‌های کاتالیزوری ۱۰۳
- جدول ۴-۹: درصد تبدیل گونه‌های فلزی منگنز در الگوی کاهش نمونه‌های سه فلزی ۱۰۴
- جدول ۴-۱۰: نتایج تست عملکرد کاتالیزوری در خوراک شامل نسبت ۵/۱ متان به اکسیژن کاتالیزورهای،
 $(A: Li, Na, K, Cs) (4\%Mn+0.1\%A+3.13\%W)/SiO_2$ ۱۲۲
- جدول ۴-۱۱: نتایج تست عملکرد کاتالیزوری در خوراک شامل نسبت ۱/۱ متان به هوا کاتالیزورهای،
 $(A: Li, Na, K, Cs) (4\%Mn+0.1\%A+3.13\%W)/SiO_2$ ۱۲۳
- جدول ۴-۱۲: نتایج تست عملکرد کاتالیزوری در خوراک شامل نسبت ۱/۱ متان به هوای آرگونی کاتالیزورهای،
 $(A: Li, Na, K, Cs) (4\%Mn+0.1\%A+3.13\%W)/SiO_2$ ۱۲۴
- جدول ۴-۱۳: نتایج تست عملکرد کاتالیزوری در خوراک شامل نسبت ۵/۱ متان به اکسیژن کاتالیزورهای،
 $(A: Li, Na, K, Cs) (4\%Mn+0.78\%A+3.13\%W)/SiO_2$ ۱۲۵
- جدول ۴-۱۴: نتایج تست عملکرد کاتالیزوری در خوراک شامل نسبت ۱/۱ متان به هوا کاتالیزورهای،
 $(A: Li, Na, K, Cs) (4\%Mn+0.78\%A+3.13\%W)/SiO_2$ ۱۲۶
- جدول ۴-۱۵: نتایج تست عملکرد کاتالیزوری در خوراک شامل نسبت ۱/۱ متان به هوای آرگونی کاتالیزورهای،
 $(A: Li, Na, K, Cs) (4\%Mn+0.78\%A+3.13\%W)/SiO_2$ ۱۲۷
- جدول ۴-۱۶: نتایج تست عملکرد کاتالیزوری در خوراک شامل نسبت ۵/۱ متان به اکسیژن کاتالیزورهای،
 $(A: Li, Na, K, Cs) (4\%Mn+5\%A_2WO_4)/SiO_2$ ۱۲۸
- جدول ۴-۱۷: نتایج تست عملکرد کاتالیزوری در خوراک شامل نسبت ۱/۱ متان به هوای کاتالیزورهای،
 $(A: Li, Na, K, Cs) (4\%Mn+5\%A_2WO_4)/SiO_2$ ۱۲۹
- جدول ۴-۱۸: نتایج تست عملکرد کاتالیزوری در خوراک شامل نسبت ۱/۱ متان به هوای آرگونی کاتالیزورهای
 $(A: Li, Na, K, Cs) (4\%Mn+5\%A_2WO_4)/SiO_2$ ۱۳۰
- جدول ۴-۱۹: نتایج تست عملکرد کاتالیزوری در خوراک شامل نسبت ۵/۱ متان به اکسیژن کاتالیزورهای یک
و دو فلزی ۱۳۱
- جدول ۴-۲۰: نتایج تست عملکرد کاتالیزوری در خوراک شامل نسبت ۱/۱ متان به هوای کاتالیزورهای یک و
دو فلزی ۱۳۲
- جدول ۴-۲۱: نتایج تست عملکرد کاتالیزوری در خوراک شامل نسبت ۱/۱ متان به هوای آرگونی کاتالیزورهای یک و دو فلزی ۱۳۳

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱: ذخایر گاز طبیعی پنج کشور اول جهان.....	۳
شکل ۲-۱: تولید روزانه گاز طبیعی پنج کشور اول جهان.....	۳
شکل ۳-۱: فرایندهای تبدیل گاز طبیعی (متان) به محصولات با ارزش تر.....	۷
شکل ۱-۲: نمایی شماتیک از واکنش زوج شدن اکسایشی متان.....	۱۳
شکل ۲-۲: نمودار تغییرات انرژی آزاد گیبس در واکنشهای فرایند زوج شدن اکسایشی متان.....	۱۷
شکل ۳-۲: طرح کلی از واکنشهای زوج شدن اکسایشی متان.....	۱۸
شکل ۴-۲: نمودار مکانیسم واکنشهای زوج شدن اکسایشی متان.....	۲۰
شکل ۵-۲: شبکه واکنش ناهمگن OCM بر اساس مدل پیشنهادی استانچ و ملچکو.....	۲۲
شکل ۶-۲: مدل ساده ارایه شده توسط الزهرانی.....	۲۴
شکل ۷-۲: آزمایش پایداری کاتالیزور $MnO_2/Na_2WO_4/SiO_2$ در مدت ۱۰۰۰ ساعت در واکنشگاه کوارتر تحت شرایط بستر ثابت.....	۳۴
شکل ۸-۲: تاثیر مساحت سطح بر انتخاب پذیری و تولید محصول مطلوب.....	۳۶
شکل ۹-۲: شمایی از واکنشگاه بستر ثابت.....	۳۷
شکل ۱۰-۲: شمایی از واکنشگاه بستر سیال تک منطقه‌ای.....	۳۹
شکل ۱۱-۲: واکنشگاه بستر سیال دو منطقه ای (TZFBR).....	۳۹
شکل ۱۲-۲: واکنشگاه غشا متخلخل.....	۴۱
شکل ۱۳-۲: واکنشگاه غشا متراکم با غشا $Bi_{1.5}Y_{0.3}Sm_{0.2}O_{3-\delta}$ (BYS).....	۴۱
شکل ۱۴-۲: پروفیل دمایی در طول واکنشگاه بستر ثابت در واکنش OCM بر روی ۱ گرم کاتالیزور $(Mn+Na_2WO_4/SiO_2)$	۴۳
شکل ۱۵-۲: اثر دما بر تبدیل متان و اکسیژن در ترکیبهای مختلف خوراک.....	۴۴
شکل ۱۶-۲: اثر دما بر گزینش پذیری و بازده C_2+ در ترکیبهای مختلف خوراک.....	۴۴

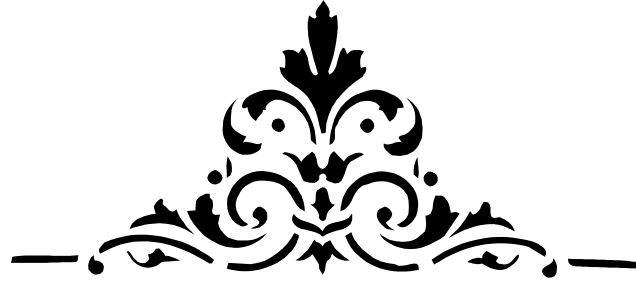
- شکل ۲-۱۷: اثر دما بر تبدیل متان و اکسیژن برای ارتفاع های مختلف بستر..... ۴۵
- شکل ۲-۱۸: اثر دما بر گزینش پذیری و بازده C_{2+} برای ارتفاع های مختلف بستر..... ۴۵
- شکل ۲-۱۹: اثر دما بر تبدیل متان و اکسیژن برای سرعت های مختلف گاز..... ۴۶
- شکل ۲-۲۰: اثر دما بر گزینش پذیری و بازده C_{2+} برای سرعت های مختلف گاز..... ۴۶
- شکل ۲-۲۱: اثر اندازه ذرات روی (a) دمای فاز متراکم، (b) تبدیل متان، (c) تبدیل اکسیژن و (d) گزینش پذیری C_{2+} ۴۷
- شکل ۳-۱: چینش آزمایشگاهی طراحی شده برای بررسی عملکرد کاتالیزور..... ۵۲
- شکل ۳-۲: نمای شماتیک سیستم آزمایشگاهی طراحی شده برای بررسی عملکرد کاتالیزور..... ۵۳
- شکل ۳-۳: جریان سنج ستون حباب..... ۵۴
- شکل ۳-۴: شمایی از واکنشگاه آزمایشگاهی انجام تست کاتالیزوری..... ۵۴
- شکل ۳-۵: دستگاه پراش پرتو ایکس، مستقر در آزمایشگاه تحقیقاتی حالت جامد دانشگاه علوم پایه دامغان..... ۶۲
- شکل ۳-۶: دستگاه لایه نشان واقع در دانشکده معدن دانشگاه صنعتی امیر کبیر..... ۶۳
- شکل ۳-۷: دستگاه SEM واقع در دانشکده معدن دانشگاه صنعتی امیر کبیر..... ۶۳
- شکل ۳-۸: نمایی از واکنشگاه TPR..... ۶۴
- شکل ۳-۹: نمایی از واکنشگاه TPR مدل کمبت ۳۰۰۰ آزمایشگاه تحقیقاتی کاتالیزور و مواد نانوساختار دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه تهران..... ۶۴
- شکل ۳-۱۰: دستگاه FT-IR دانشگاه علوم پایه دامغان مستقر در دانشکده شیمی..... ۶۵
- شکل ۳-۱۱: شمایی از مدار اندازه گیری هدایت الکتریکی..... ۶۶
- شکل ۳-۱۲: نمای سیستم اندازه گیری هدایت الکتریکی..... ۶۷
- شکل ۴-۱: الگوی پراش پرتو ایکس نمونه های (1) $3.13\%W/SiO_2$ ، (2) $(4\%Mn+3.13\%W)/SiO_2$ ، (3) $4\%Mn/SiO_2$ و $5\%Na_2WO_4/SiO_2$ ۸ ساعت کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد..... ۷۰
- شکل ۴-۲: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه های $(4\%Mn+0.1\%Li+3.13\%W)/SiO_2$ و $(4\%Mn+0.1\%K+3.13\%W)SiO_2$ ، $(4\%Mn+0.1\%Na+3.13\%W)SiO_2$ و $(4\%Mn+0.1\%Cs+3.13\%W)SiO_2$ قبل از تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۷۵
- شکل ۴-۳: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه های $(4\%Mn+0.1\%Li+3.13\%W)SiO_2$ و $(4\%Mn+0.1\%K+3.13\%W)SiO_2$ ، $(4\%Mn+0.1\%Na+3.13\%W)SiO_2$ و $(4\%Mn+0.1\%Cs+3.13\%W)SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM..... ۷۶

- شکل ۴-۴: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌های $(4\%Mn+0.78\%Li+3.13\%W)/SiO_2$ ، $(4\%Mn+0.78\%K+3.13\%W)/SiO_2$ و $(4\%Mn+0.78\%Na+3.13\%W)/SiO_2$ قبل از تست کاتالیزوری، کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت..... ۷۷
- شکل ۴-۵: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌های $(4\%Mn+0.78\%Li+3.13\%W)/SiO_2$ ، $(4\%Mn+0.78\%K+3.13\%W)/SiO_2$ و $(4\%Mn+0.78\%Na+3.13\%W)/SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM..... ۷۸
- شکل ۴-۶: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌های $(4\%Mn+5\%Li_2WO_4)/SiO_2$ ، $(4\%Mn+5\%K_2WO_4)/SiO_2$ ، $(4\%Mn+5\%Cs_2WO_4)/SiO_2$ و $(4\%Mn+5\%Na_2WO_4)/SiO_2$ قبل از تست کاتالیزوری کلسینه شده در هوا در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد..... ۷۹
- شکل ۴-۷: الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌های $(4\%Mn+5\%Li_2WO_4)/SiO_2$ ، $(4\%Mn+5\%K_2WO_4)/SiO_2$ ، $(4\%Mn+5\%Na_2WO_4)/SiO_2$ و $(4\%Mn+5\%Cs_2WO_4)/SiO_2$ پس از ۷/۵ ساعت تست کاتالیزوری در جو OCM..... ۸۰
- شکل ۴-۸: الگوی TPR نمونه‌های اکسید منگنز توده تهیه شده به روش‌های مختلف..... ۸۹
- شکل ۴-۹: طیف TPR نمونه‌های اکسید منگنز توده‌ی MnO (A)، Mn_2O_3 (B)، MnO_2 (C)..... ۹۰
- شکل ۴-۱۰: طیف کاهش برنامه ریزی شده دمایی نمونه‌های $4\%Mn/SiO_2$ ، $3.13\%W/SiO_2$ و $(4\%Mn+3.13\%W)/SiO_2$ ۹۲
- شکل ۴-۱۱: طیف کاهش برنامه ریزی شده دمایی کاتالیزورهای سه فلزی $[4wt\%Mn+0.1wt\%(Li, Na, K \text{ or } Cs)+3.13wt\%W]/SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تست کاتالیزوری در جو واکنش زوج شدن اکسایشی متان..... ۹۴
- شکل ۴-۱۲: طیف کاهش برنامه ریزی شده دمایی کاتالیزورهای سه فلزی $[4wt\%Mn+0.78wt\%(Li, Na, K \text{ or } Cs)+3.13wt\%W]/SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تست کاتالیزوری در جو واکنش زوج شدن اکسایشی متان..... ۹۴
- شکل ۴-۱۳: طیف کاهش برنامه ریزی شده دمایی کاتالیزورهای سه فلزی $[4wt\%Mn+5wt\%(Li, Na, K \text{ or } Cs)_2WO_4]/SiO_2$ پس از ۷/۵ ساعت تست کاتالیزوری در جو واکنش زوج شدن اکسایشی متان..... ۹۵
- شکل ۴-۱۴: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $4\%Mn/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian..... ۹۸
- شکل ۴-۱۵: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $(4\%Mn+3.13\%W)/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian..... ۹۸
- شکل ۴-۱۶: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $(4\%Mn+0.1\%Li+3.13\%W)/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian..... ۹۹
- شکل ۴-۱۷: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $(4\%Mn+0.78\%Li+3.13\%W)/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian..... ۹۹
- شکل ۴-۱۸: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $(4\%Mn+5\%Li_2WO_4)/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian..... ۹۹
- شکل ۴-۱۹: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $(4\%Mn+0.1\%Na+3.13\%W)/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian..... ۱۰۰

- شکل ۴-۲۰: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $(4\%Mn+0.78\%Na+3.13\%W)/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian. ۱۰۰
- شکل ۴-۲۱: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $(4\%Mn+5\%Na_2WO_4)/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian. ۱۰۰
- شکل ۴-۲۲: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $(4\%Mn+0.1\%K+3.13\%W)/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian. ۱۰۱
- شکل ۴-۲۳: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $(4\%Mn+0.78\%K+3.13\%W)/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian. ۱۰۱
- شکل ۴-۲۴: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $(4\%Mn+5\%K_2WO_4)/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian. ۱۰۱
- شکل ۴-۲۵: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $(4\%Mn+0.1\%Cs+3.13\%W)/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian. ۱۰۲
- شکل ۴-۲۶: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $(4\%Mn+0.78\%Cs+3.13\%W)/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian. ۱۰۲
- شکل ۴-۲۷: برازش الگوی TPR نمونه‌ی $(4\%Mn+5\%Cs_2WO_4)/SiO_2$ Spent با برنامه‌ی Gaussian. ۱۰۲
- شکل ۴-۲۸: طیف IR نمونه‌ه‌های $(1-2) 4\%Mn/SiO_2$ ، $(3-4) 3.13\%W/SiO_2$ و $(5-6) 4\%Mn/SiO_2$. ۱۰۵
- شکل ۴-۲۹: طیف مادون قرمز SiO_2 بی‌شکل و کاتالیزورهای $(4\%Mn+3.13\%W)/SiO_2$ (7) و $(8-9) (5\%Na_2WO_4)/SiO_2$ قبل و بعد از واکنش. ۱۰۵
- شکل ۴-۳۰: طیف مادون قرمز SiO_2 بی‌شکل و کاتالیزورهای $(4\%Mn+0.1\%Li+3.13\%W)/SiO_2$ و $(4\%Mn+1\%K+3.13\%W)/SiO_2$ ، $(4\%Mn+0.1\%Na+3.13\%W)/SiO_2$ و $(4\%Mn+0.1\%Cs+3.13\%W)/SiO_2$ قبل از واکنش. ۱۰۸
- شکل ۴-۳۱: طیف مادون قرمز SiO_2 بی‌شکل و نمونه‌های $(4\%Mn+0.1\%Li+3.13\%W)/SiO_2$ و $(4\%Mn+1\%K+3.13\%W)/SiO_2$ ، $(4\%Mn+0.1\%Na+3.13\%W)/SiO_2$ و $(4\%Mn+0.1\%Cs+3.13\%W)/SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تحت شرایط واکنش OCM. ۱۰۹
- شکل ۴-۳۲: طیف مادون قرمز SiO_2 بی‌شکل و نمونه‌های $(4\%Mn+0.78\%Li+3.13\%W)/SiO_2$ و $(4\%Mn+0.78\%K+3.13\%W)/SiO_2$ ، $(4\%Mn+0.78\%Na+3.13\%W)/SiO_2$ و $(4\%Mn+0.78\%Cs+3.13\%W)/SiO_2$ قبل از واکنش. ۱۱۰
- شکل ۴-۳۳: طیف مادون قرمز SiO_2 بی‌شکل و نمونه‌های $(4\%Mn+0.78\%Li+3.13\%W)/SiO_2$ و $(4\%Mn+0.78\%K+3.13\%W)/SiO_2$ ، $(4\%Mn+0.78\%Na+3.13\%W)/SiO_2$ و $(4\%Mn+0.78\%Cs+3.13\%W)/SiO_2$ پس از ۱۲ ساعت تحت شرایط واکنش OCM. ۱۱۱
- شکل ۴-۳۴: طیف مادون قرمز SiO_2 بی‌شکل و نمونه‌های $(4\%Mn+5\%Li_2WO_4)/SiO_2$ و $(4\%Mn+5\%K_2WO_4)/SiO_2$ ، $(4\%Mn+5\%Na_2WO_4)/SiO_2$ و $(4\%Mn+5\%Cs_2WO_4)/SiO_2$ قبل از واکنش. ۱۱۲
- شکل ۴-۳۵: طیف مادون قرمز SiO_2 بی‌شکل و نمونه‌های $(4\%Mn+5\%Li_2WO_4)/SiO_2$ و $(4\%Mn+5\%K_2WO_4)/SiO_2$ ، $(4\%Mn+5\%Na_2WO_4)/SiO_2$ و $(4\%Mn+5\%Cs_2WO_4)/SiO_2$ پس از ۷/۵ ساعت تحت شرایط واکنش OCM. ۱۱۳
- شکل ۴-۳۵: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی تمامی نمونه‌های سه فلزی Spent با بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰۰. ۱۱۶
- شکل ۴-۳۶: مکانیسم اکساکاهشی واکنش زوج شدن اکسایشی متان. ۱۱۸
- شکل ۴-۳۷: چرخه اکساکاهشی واکنش زوج شدن اکسایشی متان روی کاتالیزور $(Mn+W)/SiO_2$. ۱۱۸

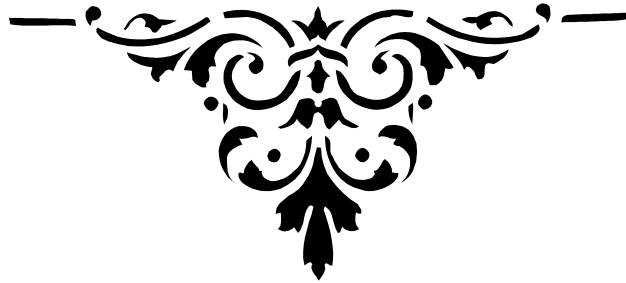
فهرست نشانه های اختصاری

ASTM = American Standard Testing Method
A to D = Analog to Digital Convertor
BET = Brunauer–Emmett–Teller Surface Area Determination
C = Conversion
Cat = Catalyst
C+S = Conversion + Selectivity
C₂₊ = Hydrocarbon Molecules
CO_x = Carbon Oxides
DMR = Dense Membrane Reactor
D_p = Diameter Of Particles
FBR = Fixed Bed Reactor
FBR = Fluidized Bed Reactor
FID = Flammable Ionization Detector
F.T = Fischer-Tropsch Process
FWHM = Full Width at Half Maximum
G.C = Gas Chromatograph
GHSV = Gas Hourly Space Velocity
GTL = Gas to Liquid
IR = Infrared Spectroscopy
MFC = Mass Flow Controller
OCM = Oxidative Coupling of Methane
O_o^x = Oxygen of Lattice
PMR = Porous Membrane Reactor
Redox = Oxidation-Reduction
RFR = Reverse Flow Reactor
S = Selectivity
SEM = Scanning Electron Microscopy
STP = Standard Temperature & Pressure
TPR = Temperature Programmed Reduction
TPO = Temperature Programmed Oxidation
TWC = Three Way Valve
TZFBR = Tow Zone Fluidized Bed Reactor
V_o^{..} = Oxygen Vacancy
XRD = X-Ray Diffraction
Y = Yield



فصل اول

مقدمه



۱- مقدمه

۱-۱- گاز طبیعی، صدرنشین منابع انرژی جهان

دسترسی به انرژی حکم آب را برای جوامع بشری دارد. بحران انرژی فسیلی و به خصوص نفت خام، باعث تلاش محققان در جایگزین کردن ماده‌ی دیگری به جای نفت شده است تا بتواند به عنوان سوخت و مهم‌تر از آن به عنوان منبع تولید محصولات پتروشیمی، ایفای نقش کند. منابع عظیم گاز طبیعی که قادر است نیاز صدها سال جهان را برآورده سازد، انتخاب مناسبی برای این جایگزینی به نظر می‌رسد. استفاده از گاز طبیعی در سال‌های اخیر رو به افزایش است. به عبارتی سهم گاز طبیعی در سبد مصرف انرژی در حال افزایش است. اکنون از گاز طبیعی به عنوان منبع مهم انرژی یاد می‌شود که وارد عرصه رقابت با نفت شده است.

روشن‌ترین دلیل افزایش اهمیت گاز طبیعی آماری است که از وابستگی روز افزون بخش صنعتی جهان به آن حکایت دارد. به طوری که در حال حاضر میزان استفاده‌ی بخش‌های مختلف صنعتی جهان از گاز به عنوان منبع انرژی به ۴۴ درصد رسیده است. استفاده بهینه از گاز طبیعی در جهان به معنی پیشرفت تکنولوژی این انرژی، توسعه‌ی فن‌آوری‌های انتقال و تبدیل آن و در نتیجه افزایش روز افزون تولید و تجارت آن است.

گاز طبیعی کالایی استراتژیک است. بخش گاز، از بعد ملی و از جهات مختلف اقتصادی و سیاسی از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. از دیدگاه اقتصادی گاز می‌تواند نقش مهمی در تولید ناخالص داخلی، تجارت خارجی، تشکیل سرمایه ملی، اشتغال، بودجه و گسترش زمینه‌ی صادرات غیر نفتی ایفا نماید. از سوی دیگر ایران دارای صنایع پتروشیمی قابل توجهی است که تعداد آن‌ها رو به افزایش می‌باشد. گاز طبیعی می‌تواند به عنوان خوراک اصلی در این صنایع استفاده شود. توسعه پیوسته و هرچه سریع‌تر این صنعت موجبات افزایش ارزش افزوده و کاهش بهای تمام شده‌ی تولیدات بسیاری از صنایع دیگر را فراهم می‌آورد. از سوی دیگر با جابه‌جایی نوع سوخت مصرفی از نفت به گاز، در صنایعی که هم اینک از نفت به عنوان انرژی در تولیدات خود استفاده می‌کنند، شرایط برای صرفه جویی‌های عظیم ارزی در اقتصاد ملی و