بسم الله الرحمن الرحيم

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه رازی است.

دانشکده شیمی
گروه شیمی کاربردی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته‌ی شیمی
گرایش شیمی کاربردی

عنوان پایان نامه

تهیه و شناسایی نانوکاتالیست‌های La/ZSM-5برای تبدیل روغن کلزا به بیودیزل

استادان راهنما:
دکتر مصطفی فیضی
دکتر علی اکبر زینتی زاده

نگارش:
پرستو نوری

اسفندماه۱۳۹۱

دانشکده شیمی
گروه شیمی کاربردی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته‌ی شیمی
گرایش شیمی کاربردی

نگارش:پرستو نوری

تحت عنوان

تهیه و شناسایی نانوکاتالیست‌های La/ZSM-5برای تبدیل روغن کلزا به بیودیزل

در تاریخ ۱۳۹۱/۱۲/۲۲ توسط هیات داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

استاد راهنما	دکتر مصطفی فیضی	با مرتبه علمی	استادیار	امضاء
استاد راهنما	دکتر علی اکبر زینتی زاده	با مرتبه علمی	استادیار	امضاء
استاد داور داخل گروه	دکتر حمیدرضا رفیعی	با مرتبه علمی	استادیار	امضاء
استاد داور خارج گروه	دکتر محسن ایراندوست	با مرتبه علمی	دانشیار	امضاء

لازم می دارم در ابتدا خداوند مهربان را سپاسگزار باشم که نعمت سلامتی و خرد را به بندگان خود عطا کرد تا آنان مسیر پر پیچ و خم زندگی را با تلاش خود بپیمایند. اکنون که در سایه لطف الهی پروژه خود را به اتمام می رسانم، بر خویش لازم میدانم که مراتب سپاس و تشکر خود را نثار عزیزان و سرورانی نمایم که انجام این پروژه، مرهون راهنمائی ها و مساعدتهای ایشان می باشد.

لازم است از اساتید ارجمندم آقایان دکتر مصطفی فیضی و دکتر علی اکبر زینتی زاده که با کمک های علمی و معنوی خود، راه را برای انجام این کار تحقیقاتی هموار نمودند، تشکر نمایم. همچنین صمیمانه ترین تقدیر و سپاس ها را نثار فرزند دو ساله ام، همسر و مادر مهربانم می نمایم که در این مسیر زحمات بسیار زیادی برای اینجانب متحمل شدند.

تقدیم به

پسر عزیزم کسری

چکیده

در این تحقیق کاتالیست La_2O_3 بر روی ساپورت ZSM-۵ باروش تلقیح تهیه شده و در واکنش روغن کانولا با متانول به منظور تولید بیودیزل مورد بررسی قرار گرفت.

در این پروژه پارامترهای موثر بر ساختار و فعالیت کاتالیست نظیر نسبت وزنی کاتالیست به ساپورت، نسبت وزنی فلز تقویت کننده به فلز فعال، دمای کلسیناسیون و زمان کلسیناسیون برای تهیه نانو کاتالیست مورد بررسی قرار گرفتند. ویژگی‌های نانوکاتالیست تهیه شده(سطح ویژه و شعاع متوسط حفرات) با روش‌های دستگاهی نظیر XRD, FT-IR SEM وBET مورد بررسی قرار گرفت.که پس از بررسی نتایج نسبت ۷٪ وزنی از فلز فعال،۱٪ وزنی از تقویت کننده نسبت به فلز فعال، دمای کلسیناسیون ۶۵۰ سلسیوس و زمان کلسیناسیون ۶ ساعت، بیشترین اثر را بر فعالیت کاتالیست و بازده بیودیزل داشتند. در ادامه متغیرهای واکنشی نیز(نظیر دما و زمان واکنش، نسبت مولی متانول به روغن و نسبت کاتالیست به روغن) مورد ارزیابی قرار گرفتند. واکنش ترانس‌استریفیکاسیون در شرایط متفاوت ازاین متغییرها انجام گردید و بعد از اتمام واکنش و خالص سازی بیودیزل تولید شده، ویسکوزیته و ضریب شکست هر یک از این نمونه‌ها به وسیله دستگاه‌های ویسکومتر و شکست سنج تعیین شد و با یکدیگر مقایسه شدند. در نهایت نمونه بهینه (نمونه ای که ویسکوزیته و ضریب شکست آن نسبت به سایر نمونه‌ها کمتر باشد) بدست آمده به وسیله دستگاه GC-MS آنالیز گردید که راندمان تولید بیودیزل در شرایط بهینه در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد، نسبت مولی الکل به روغن۱۲:۱، نسبت کاتالیست به روغن ۴٪ و پس از ۳ ساعت واکنش به ۸۶ ٪ رسید.

واژه‌های کلیدی:بیودیزل،بهینه سازی، ترانس‌استریفیکاسیون،ضریب شکست، نانو کاتالیست، ویسکوزیته

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱- تاریخچه بیودیزل..... ۲

۱-۲- تعریف بیودیزل و روش‌های سنتز بیودیزل..... ۲

۱-۲-۱-روش اختلاط مستقیم..... ۴

۱-۲-۲- روش میکروامولسیون..... ۵

۱-۲-۳- روش تبادل استری..... ۵

۱-۳- روغن‌های گیاهی..... ۹

۱-۴- مزایا و معایب بیودیزل..... ۱۲

۱-۵- فرآیندهای شیمیایی واکنش تبادل استری..... ۱۶

۱-۵-۱- اجزای کاتالیست..... ۱۷

۱-۵-۱-۱- کاتالیست همگن..... ۱۸

۱-۵-۱-۲- کاتالیست ناهمگن..... ۱۸

۱-۵-۱-۳- آنزیم‌ها..... ۱۹

۱-۶- فرایند تبادل استری با کاتالیزورهمگن بازی..... ۱۹

۱-۷- فرایندتبادل استری با کاتالیست همگن اسیدی..... ۲۱

۱-۸- متغییرهای موثر در واکنش تبادل استری..... ۲۳

۱-۸-۱- اثر اسید چرب آزاد..... ۲۳

۱-۸-۲- اثر آب..... ۲۴

۱-۸-۳- اثر نسبت مولار الکل به روغن..... ۲۵

۱-۸-۴- اثر دما و زمان بر واکنش..... ۲۶

۱-۸-۵- اثر همزن..... ۲۶

۱-۸-۶- اثر استفاده از حلال کمکی بر واکنش..... ۲۷
۱-۸-۷- نوع روغن..... ۲۷
۱-۸-۸- مقدار کاتالیست..... ۲۹
۱-۸-۹- نوع کاتالیست..... ۳۰
۱-۹- اهداف پایان نامه..... ۳۰

فصل دوم: روش های تبادل استری کاتالیستی وغیرکاتالیستی

۲-۱- مقدمه..... ۳۲
۲-۲- تعریف کاتالیست.. ..... ۳۲
۲-۲-۱- مشخصات اصلی کاتالیست‌ها..... ۳۳
۲-۲-۲- مسمومیت کاتالیست‌ها..... ۳۴
۲-۲-۳- ساخت کاتالیست‌های ناهمگن..... ۳۴
۲-۲-۳- ۱-روش تلقیح..... ۳۵
۲-۲-۳- ۲- روش همرسوبی..... ۳۷
۲-۲-۳- ۳- روش سل- ژل..... ۳۸
۲-۲-۴- روش‌های ترانس استریفیکاسیون کاتالیستی..... ۳۹
۲-۲-۴-۱- ترانس‌استریفیکاسیون با کاتالیست اسیدی..... ۳۹
۲-۲-۴-۲- ترانس‌استریفیکاسیون با کاتالیست بازی..... ۴۰
۲-۲-۴-۳- ترانس‌استریفیکاسیون با کاتالیست آنزیمی..... ۴۱
۲-۲-۴-۴- ترانس‌استریفیکاسیون با کاتالیست اسیدی و بازی ناهمگن..... ۴۳
۲-۳- ترانس استریفیکاسیون غیرکاتالیستی..... ۴۵
۲-۳-۱- فرآیند کمک‌حلالBIOX ۴۵
۲-۳-۲- ترانس استریفیکاسیون با الکل فوق بحرانی..... ۴۶
۲-۴- ترانس استریفیکاسیون به کمک ماکروویو..... ۴۷

۲-۵- ترانس استریفیکاسیون با اولتراسونیک.....۴۸

فصل سوم: روش های آزمایشگاهی

۳-۱- مقدمه..... ۵۳
۳-۲- مواد وتجهیزات مورد نیاز برای انجام آزمایش.....۵۴
۳-۳- محاسبات تهیه کاتالیست.....۵۶
۳-۴- تهیه نانوکاتالیست لانتانیوم روی ساپورت زئولیت.....۵۷
۳-۴-۱- بارگذاری لانتانیوم روی ساپورت زئولیت.....۵۷
۳-۴-۲- فرآیند خشک کردن.....۵۷
۳-۴-۳- فرآیند کلسیناسیون.....۵۸
۳-۵- تلقیح فلز پتاسیم روی نانوکاتالیست La_2O_3/ZSM-5.....۵۸
۳-۶- شناسایی و تعیین خواص کاتالیست.....۶۰
۳-۶-۱- پراش اشعه ایکس (XRD)..... ۶۱
۳-۶-۲- میکروسکوپ الکترونی (SEM).....۶۲
۳-۶-۳- طیف سنجی مادون قرمزFT- IR..... ۶۲
۳-۶-۴- روش BET ۶۲
۳-۷- نتایج حاصل از آنالیز XRD..... ۶۳
۳-۸- نتایج حاصل ازطیف FT-IR.....۶۴
۳-۹- بررسی تاثیر دمای کلسیناسیون برسطح کاتالیست.....۶۵
۳-۱۰- نتایج حاصل از آنالیز SEM.....۶۷
۳-۱۱- شرح آزمایش.....۶۷
۳-۱۱-۱- اندیس صابونی.....۶۷
۳-۱۱-۲- اندیس اسیدی.....۶۸
۳-۱۱-۳- آزمایشات مقدماتی برای تولید بیودیزل.....۷۱
۳-۱۲- آنالیز نمونه‌ها.....۷۳

۳-۱۲-۱-GC- MS.....۷۳
۳-۱۲-۲- تهیه نمونه استاندارد.....۷۴
۳ -۱۳- بهینه سازی آزمایشات.....۷۸
۳ -۱۳-۱- آزمایش اول(میزان بارگذاری فلز لانتان بر روی ساپورت زئولیت).....۷۹
۳-۱۳-۲- آزمایش دوم (درصد وزنی فلز تقویت کننده).....۸۱
۳-۱۳-۳- آزمایش سوم (دمای کلسیناسیون).....۸۲
۳-۱۳-۴- آزمایش چهارم(زمان کلسیناسیون).....۸۴
۳-۱۳-۵- آزمایش پنجم(زمان واکنش).....۸۵
۳-۱۳-۶- آزمایش ششم (دما واکنش).....۸۷
۳ -۱۳-۷- آزمایش هفتم(نسبت متانول به روغن).....۸۸
۳-۱۳-۸- آزمایش هشتم (نسبت کاتالیست به روغن).....۸۹
فصل چهارم:جمع بندی و نتیجه‌گیری
۴-۱- جمع بندی و نتیجه گیری.....۹۳
۴-۲- پیشنهادات.....۹۳
پیوست ۹۷
فهرست منابع.....۱۲۱

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱(چرخه تولید و مصرف بیودیزل) ۴

شکل ۱-۲(معادله کلی واکنش تبادل استری) ۷

شکل ۱-۳(نمایش شماتیک تولید بیودیزل در حضور کاتالیست قلیایی) ۸

شکل ۱-۴(اثر میزان اسید آزاد چرب در خوراک بر بازده متیل استر) ۲۴

شکل ۱-۵(اثر آب بر بازده متیل استر در حضور کاتالیست بازی ، اسیدی و متانول فوق بحرانی)..... ۲۵

شکل ۲-۱(مکانیسم واکنش ترانس استریفیکاسیون با کاتالیست اسیدی) ۳۰

شکل ۲-۲(مکانیسم ترانس استریفیکاسیون با کاتالیست بازی) ۳۱

شکل ۲-۳(عکسبرداری از جریان صوتی در مایع، تولید شده توسط فراصوت تحقیقاتی)..... ۵۱

شکل ۳-۱(نمونه ای از دستگاهXRD) ۶۱

شکل ۳-۲(الگویXRD نانوکاتالیست بهینهLa_2O_3/ZSM-5) ۶۳

شکل ۳-۳(طیف FT-IR نانوکاتالیست La_2O_3/ZSM-5) ۶۴

شکل ۳-۴(نمودار تغییرات سطح ویژه و زمان کلسیناسیون) ۶۵

شکل ۳-۵ (نمودار تغییرات حجم حفره و زمان کلسیناسیون) ۶۶

شکل ۳-۶ (نمودار تغییرات قطر حفره و زمان کلسیناسیون) ۶۶

شکل ۳-۷(تصویر SEM نانوکاتالیست La_2O_3/ZSM-5، (a)پیش ساز (b)کاتالیست کلسینه شده)..... ۶۷

شکل ۳-۸(تصویری از سیستم مورد استفاده) ۷۲

شکل ۳-۹(کروماتوگرام نمونه بیودیزل تولید شده در حضور کاتالیست ($NaOH / TiO_2$-SiO_2) ۷۵

شکل ۳-۱۰(منحنی استاندارد (درصد تبدیل در مقابل ضریب‌شکست)) ۷۸

شکل ۳-۱۱(منحنی استاندارد (درصد تبدیل در مقابل ویسکوزیته)) ۷۸

شکل ۳-۱۲(راندمان متیل استر در ۷ نمونه سنتز شده در آزمایش اول) ۸۰
شکل ۳-۱۳(راندمان متیل استر در ۷ نمونه سنتز شده در آزمایش دوم) ۸۲
شکل ۳-۱۴(راندمان متیل استر در ۵ نمونه سنتز شده در آزمایش سوم) ۸۳
شکل ۳-۱۵(راندمان متیل استر در ۵ نمونه سنتز شده در آزمایش چهارم) ۸۵
شکل ۳-۱۶(راندمان متیل استر در ۵ نمونه سنتز شده در آزمایش پنجم) ۸۶
شکل ۳-۱۷(راندمان متیل استر در ۵ نمونه سنتز شده در آزمایش ششم) ۸۸
شکل ۳-۱۸(راندمان متیل استر در ۵ نمونه سنتز شده در آزمایش هفتم) ۸۹
شکل ۳-۱۹(راندمان متیل استر در ۵ نمونه سنتز شده در آزمایش هشتم) ۹۰
شکل ۳-۲۰(کروماتوگرام نمونه بهینه) ۹۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱(راندمان وخواص فیزیکی– شیمیایی بیودیزل تولیدی از انواع روغن ها) ۷

جدول ۱-۲(ساختار شیمیایی اسیدهای چرب معمول) ۹

جدول ۱-۳(رابطه نسبت های مختلف روغن کلزا به سوخت دیزل و مصرف سوخت ویژه).....۱۰

جدول ۱-۴(روغن‌های مورد استفاده برای تولید بیودیزل و خواص فیزیکی وشیمیایی آن‌ها) ۱۲

جدول ۱-۵(شرایط معمول واکنش برای تولید بیودیزل با استفاده از کاتالیست بازی همگن) ۲۰

جدول ۱-۶(شرایط معمول واکنش برای تولید بیودیزل با استفاده ازکاتالیست اسیدی همگن) ۲۲

جدول ۱-۷(مزایا ومعایب ا نواع کاتالیست‌ها در تولید بیودیزل) ۲۳

جدول ۱-۸(ویسکوزیته، دانسیته نقطه اشتعال و عدد ستان برای ۸ نوع متیل استر) ۲۸

جدول ۱-۹(ویسکوزیته، دانسیته، نقطه اشتعال و عدد ستان برای ۱۰ نوع متیل استر) ۲۸

جدول ۲-۱(مقایسه کاتالیست بازی هموژن وکاتالیست آنزیمی لیپاز برای تولید بیودیزل) ۴۳

جدول ۲-۲(ترانس استریفیکاسیون با کاتالیست‌های ناهمگن متفاوت) ۴۴

جدول ۲-۳(ترانس استریفیکاسیون به میکروویو) ۴۸

جدول ۲-۴(ترانس‌استریفیکاسیون به کمک اولتراسونیک) ۵۰

جدول ۳-۱(مواد مورد استفاده) ۵۴

جدول ۳-۲(وسایل و دستگاه‌های مورد استفاده) ۵۵

جدول ۳-۳(خواص فیزیکی روغن کلزا و درصد اسیدهای چرب تشکیل دهنده تری‌گلیسرید آن) ۵۵

جدول ۳-۴(مقدار ساپورت، لانتانیوم و محلول لانتانیوم) ۵۷

جدول ۳-۵(مقدار نانوکاتالیست،درصد وزنی فلز تقویت کننده و مقدار فلز تقویت کننده) ۶۰

جدول ۳-۶(نتایج حاصل از آنالیز سطح کاتالیست‌های کلسینه شده در دماهای مختلف).....۶۵

جدول ۳-۷(نتایج اندازه گیری اندیس صابونی) ۷۰

جدول ۳-۸(توزین)..... ۷۱
جدول ۳-۹(نتایج اندیس اسیدیته روغن خوراکی کلزا) ۷۱
جدول ۳-۱۰(درصد بیودیزل در ۶ نمونه متفاوت) ۷۶
جدول ۳-۱۱(نتایج حاصل از اندازه گیری ویسکوزیته و ضریب‌شکست ۶ نمونه متفاوت) ۷۷
جدول ۳-۱۲(ویسکوزیته و ضریب‌شکست ۷ نمونه سنتز شده در آزمایش اول) ۷۹
جدول ۳-۱۳(راندمان ۷ نمونه سنتز شده در آزمایش اول) ۸۰
جدول ۳-۱۴(ویسکوزیته، ضریب‌شکست و راندمان ۷ نمونه سنتز شده در آزمایش دوم) ۸۱
جدول ۳-۱۵(ویسکوزیته، ضریب‌شکست و راندمان ۵ نمونه سنتز شده در آزمایش سوم)..... ۸۳
جدول ۳-۱۶(ویسکوزیته، ضریب‌شکست و راندمان ۵ نمونه سنتز شده در آزمایش چهارم) ۸۴
جدول ۳-۱۷(ویسکوزیته، ضریب‌شکست و راندمان ۵ نمونه سنتز شده در آزمایش پنجم)..... ۸۶
جدول ۳-۱۸(ویسکوزیته، ضریب‌شکست و راندمان ۵ نمونه سنتز شده در آزمایش ششم) ۸۷
جدول ۳-۱۹(ویسکوزیته، ضریب‌شکست و راندمان ۵ نمونه سنتز شده در آزمایش هفتم)..... ۸۹
جدول ۳-۲۰(ویسکوزیته، ضریب‌شکست و راندمان ۵ نمونه سنتز شده در آزمایش هشتم) ۹۰

فصل اول

مقدمه

مقدمه

در این فصل در ابتدا ، به تاریخچه بیودیزل، تعریف مختصری از بیودیزل و واکنش تبادل استری، روغن-های گیاهی، مزایا و معایب بیودیزل پرداخته شده و در ادامه به بررسی فرایندهای شیمیایی واکنش تبادل استری، روغن‌های مورد استفاده، واکنش تبادل استری با کاتالیست همگن بازی و اسیدی، متغیرهای موثر در واکنش تبادل استری و در نهایت به بیان اهداف این پروژه پرداخته شده است.

۱-۱-تاریخچه‌بیودیزل

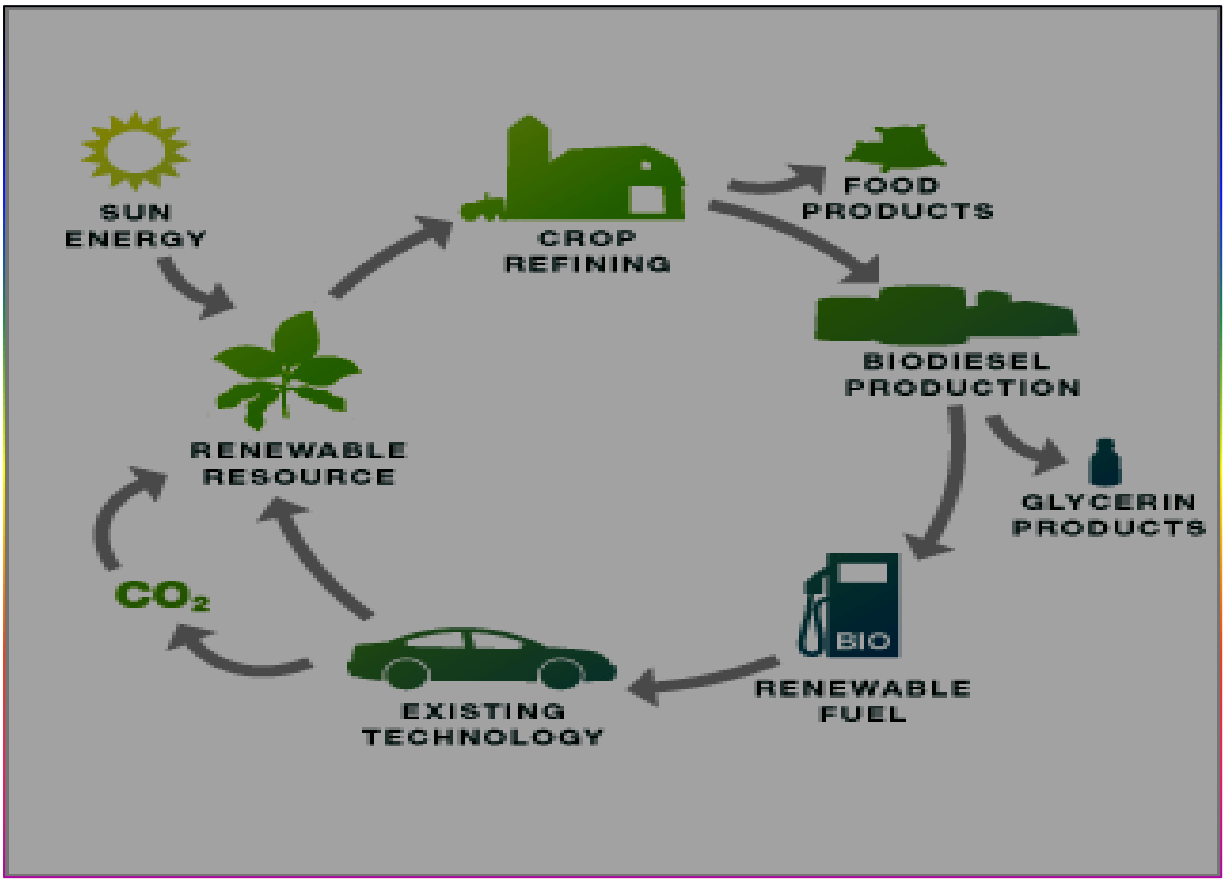
سوخت بیودیزل از سالهای ۱۹۰۰ توسط رادولف دیزل مخترع موتور دیزل مطرح گردید اما به دلیل حضور فراوان و ارزان منابع فسیلی تا به امروز مسکوت ماند. در سال های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰، روغن‌های گیاهی به عنوان سوخت هر چند گاهی تنها در موقعیت‌های اضطراری استفاده می‌شدند. با افزایش قیمت نفت و کم شدن منابع فسیلی و همچنین ملاحظات زیست محیطی، توجه زیادی روی استفاده از روغن‌های گیاهی و چربی‌های حیوانی برای تولید سوخت‌های بیودیزل شده است. با درک خطرات آلودگی محیط زیست و کاهش منابع فسیلی اهمیت استفاده از سوخت‌های زیستی بیشتر شد. استفاده مستقیم از روغن‌های گیاهی در موتور دیزل به علت ویسکوزیته زیاد و فراریت کم موجب مشکلاتی از قبیل رسوب گرفتگی سیستم تزریق، شکستن رینگ‌های پیستون و ... می گردد. برای مقابله با این مشکل عموماً از پیرولیز استفاده می‌شد که باعث کاهش ارزش حرارتی و گاهی تولید بنزین به جای دیزل می‌شد. سر انجام اصلاح ساختار شیمیایی روغن‌های گیاهی توسط واکنش ترانس استریفیکاسیون موجب گردید تا محصولی دارای خواصی بسیار نزدیک و بعضاً بهتر از دیزل تولید شود[۱].

۱-۲- تعریف بیودیزل و روش‌های سنتز بیودیزل

نیاز روز افزون جهان به منابع جدید انرژی به ویژه در بخش حمل و نقل، امروزه یکی از مشکلات اساسی کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است. به عبارتی این مشکل همانند دهه‌های گذشته، تنها به

کشورهای وارد کننده نفت اختصاص ندارد و حتی تولید کنندگان بزرگ نفت از جمله کشور ما با مشکلات متعددی در زمینه تهیه سوخت رو به رو است. کمبود و یا به عبارتی کاهش ظرفیت پالایشی در جهان، یکی از عوامل بروز این مشکلات است، اما موضوع به همین جا ختم نمی‌شود، زیرا آلودگی ناشی از سوخت‌های فسیلی و پایان پذیر بودن آنها نیز از دیگر عواملی است که بشر را به تلاش برای دستیابی به سوخت‌های جانشین برای این منابع واداشته است. بیشتر تمایلاتی که امروزه در دنیا برای تولید بیودیزل وجود دارد ناشی از ظرفیت بالای تولید سویا یا تولیدات مازاد دانه روغنی و کاهش قیمت‌ها است متیل سویا یا سوی دیزل که از واکنش متانول با روغن سویا حاصل می‌شود اصلی‌ترین شکل بیودیزل در آمریکاست. براساس تحقیقات بعمل آمده آلمان، آمریکا و مالزی از جمله کشورهایی هستند که روی این سوخت کار کرده‌اند این سوخت در آمریکا به عنوان یک سوخت جانشین برای موتورهای دیزل به شدت مطرح است و سالانه سیصد میلیون گالن بیودیزل در این کشور تولید و مصرف می گردد. اما با افزایش درخواست بر ای این سوخت و ایجاد واحدهای صنعتی تولید کننده قرار است میزان تولید این سوخت در آمریکا به ششصد میلیون گالن در سال برسد. در کشور آلمان نیز این سوخت در بسیاری از اتوبوس ها استفاده می‌گردد . باید توجه داشته باشیم که گازوئیلی که در آمریکا مصرف می‌گردد بسیا ر مرغوبتر ازگازوئیلی است که در کشور ما استفاده می شود . مقدار گوگرد در سوخت دیزلی حاصل از نفت خام در این کشور کمتر ازppm ۵۰۰ است و قرار بوده است تا پایان سال ۲۰۰۶ این مقدار به ppm ۱۵ برسد.

به تازگی نگرانی‌ها در باره کاهش منابع سوخت‌های فسیلی و افزایش قیمت نفت و همچنین مضر بودن استفاده از سوخت‌های نفتی باعث تقویت قابل ملاحظه‌ای درتحقیقات و توسعه سوخت‌های ناشی از منابع تجدیدپذیر مانند بیودیزل و اتانول، شده است. شکل۱-۱ چرخه تولید و مصرف بیودیزل را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱- چرخه تولید و مصرف بیودیزل

طبق تعریف انجمن استاندارد و تست مواد، بیودیزل به مونوالکیل استرهای اسید چرب با زنجیره‌های بلندگفته می‌شود.

- ❖ روش‌های سنتز بیودیزل
- روش اختلاط مستقیم
- روش میکروامولسیون
- روش تبادل استری

۱-۲-۱- روش اختلاط مستقیم

با وجودی که برخی از موتورهای دیزلی می‌توانند با روغن های گیاهی خالص کار کنند ولی برای موتورهای احتراق مستقیم از قبیل کامیون‌ها استفاده مستقیم از روغن‌های گیاهی در موتور دیزلی مشکل و مسأله دار است.

فواید استفاده از روغن‌های گیاهی به عنوان سوخت دیزل عبارتند از مایع طبیعی قابل حمل، محتوا انرژی (

حدود ۸۰٪ سوخت دیزل)، دسترسی آسان، تجدیدپذیری. و معایب موجود عبارتند از: ویسکوزیته بالا، فراریت پایین، واکنش پذیری با زنجیره های غیر اشباع هیدروکربنی[۲].

استفاده از روغن‌های گیاهی خالص به عنوان سوخت در موتوردیزل باعث مشکلاتی به خاطر چگالی وگرانروی بالای روغن‌های گیاهی در مقایسه با گازوئیل می‌شوند. روش‌های متفاوتی برای حل این مشکلات وجود دارد. یکی از این روش‌ها مخلوط کردن روغن‌ها با گازوئیل به عنوان سوخت جایگزین در موتور دیزل می‌باشد[۳].

۱-۲-۲- روش میکروامولسیون

میکروامولسیون‌ها ذرات معلق تعادلی کلوئیدی نوری ریز ساختارهای سیال ایزوتروپی هستند که معمولاً ابعاد آنها در محدوده ۱۵۰ nm-۱ است. اینها از دو محلول غیر قابل امتزاج و یک یا بیشتر آمفوفیل‌های غیر آنیونی یا یونی تشکیل یافته‌اند. میکروامولوسیون‌ها به منظور حل مشکلات ویسکوزیته بالای روغن‌های گیاهی خالص، با کاهش دادن ویسکوزیته روغن‌ها با حلال‌هایی از قبیل الکل‌های ساده طراحی شده‌اند. عملکرد یونی و غیریونی میکروامولوسیون‌ها نزدیک به سوخت دیزلی است. و در یک مدت آزمایش کوتاه آنها مشخصات پاششی خوبی را با تبخیر انفجاری که خصوصیات احتراق را بهبود بخشیده از خود نشان داده‌اند و در مدت زمان طولانی از آزمایش، هیچ زوال قابل توجهی در عملکرد مشاهده نشده است[۴].

۱-۲-۳- روش تبادل استری

بیودیزل از ترانس استریفیکاسیون تری‌گلسیریدها با یک الکل که عمدتاً متانول است در حضور کاتالیست مناسب تهیه می‌شود. بر اساس شکل۱-۲ از نظر استوکیومتری، واکنش به نسبت مولی الکل به روغن ۳ به ۱ نیاز دارد ولی از آنجایی که و اکنش برگشت‌پذیر است مقدار الکل بیشتری اضافه می‌شود تا تعادل را به سمت محصول سوق دهد[۵].

ترانس استری شدن یکی از واکنش‌های برگشت پذیر است که مخصوصاً با اختلاط واکنشگرها پیشرفت می کند. با وجود اینکه واکنش بدون حضور کاتالیست نیز پیش می‌رود اما حضور اسید یا باز قوی به عنوان کاتالیست میزان تبدیل را شدت می بخشد[۶]. مقدار آب و اسیدهای چرب آزاد روغن در فرآیندهای کاتالیستی مهم بوده و باعث کاهش راندمان تولید بیو دیزل می‌شود. حضور آب در محیط واکنش روی فعالیت کاتالیست اثر منفی گذاشته و باعث افت بازده تولید بیودیزل می‌شود. همچنین هنگامی که در حضور