

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی شیمی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی شیمی - پیشرفته

موضوع:

تولید اتانول از دور ریز برنج با هیدرولیز اسیدی

استاد راهنما:

دکتر قاسم نجف پور

استاد مشاور:

دکتر مائده السادات محمدی

دانشجو:

صالحه شیرزاد نیا

بهمن ماه ۱۳۹۲

باسپاس از پروردگارم

که در تمام محظرات زندگیم به امید بر لطفش گام برداشتم

تقدیم بابوسه بردستان پدرم

به او که نمی دانم از بزرگی اش بگویم یا سخاوت، سکوت، مهربانی اش...

تقدیم به مادرم

دیای بیگران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر

تقدیم به یگانه همراه زندگیم، همسر مهربانم

که گرمای مهرش و صفای وجودش، در من امید به زندگی می آفریند

تقدیم به برادرم

که وجودش شادی، بخش و صفایش مایه آرامش من است

تقدیم به خانواده، همسرم

پدر و مادری دوست داشتنی که تشویق ها و حمایت هایشان در لحظه لحظه زندگی مایه دلگرمی و عاقلی برای پی نمودن این راه بوده است

با کمال تشکر از استاد گرامتقدر

جناب آقای دکتر نجف پور که در محضر ایشان همه علم آموختم و ادب، بدون رهنمودها و حمایت های ایشان طی کردن این مسیر ناممکن بود. حضورشان مرا قوت قلب بود.

سرکار خانم دکتر محمدی که راهنمایی ایشان روشن بخش این مسیر بود.

سرکار خانم دکتر نیکزاده پاس دگر می ها و حمایت ایشان.

از داوران ارجمند جناب آقای دکتر جهان شاهی و دکتر حسینی و نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر رحیم نژاد که موجبات بهبود پایان نامه را فراهم آوردند، تشکر و قدردانی می نمایم.

باتقدیر صمیمانه از

جناب آقای دکتر حسین زارع و دکتر حمید حیدر زاده و همه اعضای آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل.

در پایان جادار از کلیه کسانی که در طول دوره تحصیلات اینجانب همواره مرا مورد لطف و محبت خود قرار دادند، تشکر و قدردانی نمایم.

چکیده

امروزه بحران انرژی و گازهای گلخانه‌ای به عنوان دو چالش زیست محیطی در جهان در نظر گرفته می‌شوند. این مشکلات به دلیل رشد سریع صنعت، مصرف سوخت‌های فسیلی و از بین رفتن جنگل‌ها روز به روز در حال افزایش است. اتانول، به عنوان یک منبع انرژی تجدیدپذیر در بازار سوخت جهانی شناخته شده است. مواد اولیه لیگنوسلولزی به عنوان مثال بقایای کشاورزی (کاه برنج) از فراوان‌ترین و کم هزینه‌ترین ضایعات برای تولید اتانول در جهان محسوب می‌شود. در مطالعه حاضر، هیدرولیز اسیدی سبوس برنج به عنوان یک منبع زیست توده لیگنوسلولزی برای تولید بیواتانول مورد بررسی قرار گرفت. قبل از مرحله هیدرولیز اسیدی، سبوس برنج با محلول هیدروکسید سدیم 0.5 M در دمای 121 درجه سانتی‌گراد پیش‌تیمار شد. هیدرولیز اسیدی سبوس برنج پیش‌تیمار شده با غلظت‌های مختلفی از اسیدهای سولفوریک، هیدروکلریک و فسفریک (۲-۶ درصد) در دمای 121 درجه سانتی‌گراد انجام شد. حداکثر غلظت قند استحصال شده در غلظت اسید ۶ درصد برای اسید سولفوریک، هیدروکلریک و فسفریک به ترتیب $36/12$ ، $31/33$ و $13/77$ گرم بر لیتر به دست آمد. بهترین زمان هیدرولیز در زمان استفاده از اسید سولفوریک ۴۰ دقیقه و اسیدهای هیدروکلریک و فسفریک ۶۰ دقیقه تعیین شد. برای تولید بیواتانول، تخمیر سوبسترای هیدرولیز شده توسط ساکارومایسس سرویسیه در دمای 37 درجه سانتی‌گراد برای ۲۷ ساعت صورت گرفت. سینتیک رشد توسط مدل‌های Logistic، Moser، Monod، Contios، Malthus و Gompertz اصلاح‌شده مورد مطالعه قرار گرفت. پارامترهای مدل با استفاده از برنامه نوشته شده در محیط MATLAB و نتایج آزمایشگاهی به دست آمده از فرآیند تعیین شدند. داده‌های تجربی به خوبی توسط مدل‌های ارائه شده با ضریب همبستگی بالاتر از 0.99 برازش داده شدند. پارامترهای آماری از قبیل ضریب تبیین و جذر میانگین مربعات خطا برای هر یک از اجزاء مدل محاسبه شد که بالا بودن ضریب تبیین و کوچک بودن مقدار جذر میانگین مربعات خطا حاکی از دقت بالاتر مدل ارائه شده می‌باشد. در نهایت، حداکثر غلظت اتانول بعد از گذشت ۱۵ ساعت از تخمیر $5/8$ گرم بر لیتر به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: بیواتانول، سبوس برنج، هیدرولیز اسیدی، ساکارومایسس سرویسیه، مدل سینتیکی

«فهرست مطالب»

صفحه	عنوان
۲	فصل اول - مقدمه
	فصل دوم - کلیات
۷	۱-۲- تاریخچه اتانول
۸	۲-۲- سوخت زیستی
۹	۳-۲- تولید سوخت زیستی و استفاده از آن‌ها
۱۰	۴-۲- طبقه‌بندی تولید بیواتانول
۱۰	۱-۴-۲- بیواتانول نسل اول
۱۱	۲-۴-۲- بیواتانول نسل دوم
۱۱	۵-۲- مزایای استفاده از زیست توده
۱۱	۶-۲- اهمیت انرژی سوخت زیستی برای ایران
۱۲	۷-۲- پتانسیل تولید بیواتانول از بقایای کشاورزی در ایران
۱۴	۸-۲- ترکیبات زیست توده
۱۴	۱-۸-۲- سلولز
۱۵	۲-۸-۲- همی سلولز
۱۵	۳-۸-۲- لیگنین
۱۶	۹-۲- موارد استفاده از اتانول
۱۶	۱-۹-۲- استفاده از اتانول به عنوان سوخت
۱۷	۲-۹-۲- نوشیدنی‌های الکلی
۱۷	۳-۹-۲- مصارف دارویی
۱۷	۱۰-۲- روش‌های تولید اتانول در مقیاس صنعتی
۱۷	۱-۱۰-۲- سنتز شیمیایی
۱۸	۲-۱۰-۲- تخمیر منابع کربوهیدرات با استفاده از میکروارگانیسم‌ها
۲۱	۳-۱۰-۲- هیدرولیز کربوهیدرات‌های درشت ملکول و تخمیر قندهای ساده حاصل از آن
۲۱	۱۱-۲- تولید بیواتانول از مواد لیگنوسلولزی
۲۲	۱-۱۱-۲- پیش تیمار
۲۳	۱-۱۱-۲- مروری بر پیش تیمار قلیایی
۲۵	۱۲-۲- هیدرولیز

۲۵	۱-۱۲-۲- هیدرولیز اسیدی
۲۸	۱۳-۲- تخمیر
۲۹	۱-۱۳-۲- میکروارگانیزم‌های فرآیند تخمیر
۳۰	۱-۱-۱۳-۲- ساکارومایسس سرویسیه
۳۰	۲-۱-۱۳-۲- زی‌مومناس موبیلیس
۳۲	۱۴-۲- منحنی رشد سلول
۳۲	۱-۱۴-۲- فاز تاخیری
۳۳	۲-۱۴-۲- فاز لگاریتمی
۳۳	۳-۱۴-۲- فاز ثابت
۳۴	۴-۱۴-۲- فاز مرگ
۳۴	۱۵-۲- مدل سینتیکی
۳۵	۱۶-۲- خالص سازی بیواتانول

فصل سوم - مواد و روش‌ها

۳۸	۱-۳- مقدمه
۳۸	۲-۳- مواد
۳۸	۱-۲-۳- سوپسترا
۴۰	۳-۳- آزمایش‌ها
۴۰	۱-۳-۳- تعیین میزان ماده جامد بهینه برای آزمایش
۴۱	۲-۳-۳- پیش تیمار
۴۲	۳-۳-۳- هیدرولیز اسیدی
۴۳	۴-۳-۳- تخمیر
۴۳	۱-۴-۳-۳- محیط کشت میکروارگانیزم
۴۴	۲-۴-۳-۳- تلقیح میکروارگانیزم به محلول هیدرولیز شده
۴۴	۳-۴-۳-۳- تخمیر به وسیله مخمر ساکارومایسس سرویسیه
۴۵	۴-۳- روش‌های اندازه‌گیری
۴۵	۱-۴-۳- اندازه‌گیری میزان رطوبت و وزن خشک
۴۶	۲-۴-۳- اندازه‌گیری قند به روش DNS
۴۷	۳-۴-۳- رسم منحنی استاندارد قند
۴۸	۴-۴-۳- بدست آوردن منحنی رشد میکروارگانیزم

.....	۴۹
.....	۵۰
.....	۵۱
.....	۵۱
.....	۵۱
.....	۵۲
.....	۵۳
.....	۵۳
.....	۵۴

فصل چهارم - نتایج و بحث

.....	۵۶
.....	۵۶
.....	۵۶
.....	۵۸
.....	۵۹
.....	۶۰
.....	۶۲
.....	۶۳
.....	۶۴
.....	۶۵
.....	۶۵
.....	۶۶
.....	۶۷
.....	۶۸
.....	۶۸
.....	۷۰

فصل پنجم - نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

۷۳	۱-۵- نتایج پروژه
۷۴	۲-۵- پیشنهادها
۷۵	۳-۵- منابع

«فهرست جدول‌ها»

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲ - پتانسیل تولید بیواتانول از ضایعات محصولات مختلف در ایران	۱۳
جدول ۲-۲- مزایا و معایب برخی از روش‌های مختلف پیش‌تیمار مواد لیگنوسلولزی	۲۳
جدول ۳-۲- مقایسه میان دو روش هیدرولیز اسیدی (رقیق و غلیظ)	۲۶
جدول ۴-۲- برخی از مدل‌های بیولوژیکی که برای توصیف فرآیندهای بیوشیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.....	۳۵
جدول ۱-۳- ترکیبات شیمیایی سبوس برنج مورد استفاده در این مطالعه	۳۹
جدول ۲-۳- مواد مورد استفاده در این آزمایش	۳۹
جدول ۳-۳- دستگاه‌های مورد استفاده در این آزمایش	۴۰
جدول ۱-۴- پارامترهای سینتیکی مدل‌های مختلف در سیستم ناپیوسته جهت تولید اتانول	۷۱

«فهرست شکل‌ها»

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۲-۱- روند تولید اتانول و بیودیزل در جهان ۱۰
- شکل ۲-۲-۲- روند افزایش تقاضای انرژی در ایران از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۳۰ ۱۲
- شکل ۳-۲-۳- نمای شماتیک از ساختار سلولز ۱۴
- شکل ۴-۲-۴- نمای شماتیک از ساختار همی سلولز ۱۵
- شکل ۵-۲-۵- نمای شماتیک از ساختار لیگنین ۱۶
- شکل ۶-۲-۶- مسیر چرخه گلیکولیز و واکنش‌های مرتبط (تبدیل گلوکز به پیرووات) ۲۰
- شکل ۷-۲-۷- مسیر تبدیل پیرووات به اتانول ۲۱
- شکل ۸-۲-۸- نمایی شماتیک از اثر پیش‌تیمار بر روی مواد لیگنوسلولزی ۲۲
- شکل ۹-۲-۹- نمای شماتیک از منحنی رشد سلول ۳۲
- شکل ۱-۳-۱- سبوس برنج ۳۸
- شکل ۲-۳-۲- بررسی میزان قند استحصال شده از درصد مختلف ماده جامد ۴۱
- شکل ۳-۳-۳- محیط کشت مورد استفاده برای تخمیر ۴۴
- شکل ۴-۳-۴- فرآیند تخمیر ۴۵
- شکل ۵-۳-۵- شماتیک واکنش یک ملکول گلوکز با یک ملکول DNS ۴۷
- شکل ۶-۳-۶- محلول DNS، دستگاه اسپکتروفتومتر مورد استفاده در این آزمایش ۴۶
- شکل ۷-۳-۷- منحنی استاندارد گلوکز برای سنجش میزان قند موجود در نمونه‌ها ۴۸
- شکل ۸-۳-۸- دستگاه کروماتوگرافی گازی برای اندازه‌گیری غلظت اتانول ۵۰
- شکل ۱-۴-۱- غلظت قند استحصال شده حاصل از هیدرولیز اسید سولفوریک رقیق در غلظت‌های ۲، ۴ و ۶ درصد ۵۸
- شکل ۲-۴-۲- غلظت قند استحصال شده حاصل از هیدرولیز اسید هیدروکلریک رقیق در غلظت‌های ۲، ۴ و ۶ درصد ۵۹
- شکل ۳-۴-۳- غلظت قند استحصال شده حاصل از هیدرولیز اسید فسفریک رقیق در غلظت‌های ۲، ۴ و ۶ درصد ۶۰
- شکل ۴-۴-۴- غلظت قند استحصال شده حاصل از هیدرولیز اسیدهای سولفوریک، هیدروکلریک و فسفریک در غلظت‌های ۲، ۴ و ۶ درصد ۶۱
- شکل ۵-۴-۵- پیک آنالیز GC برای محاسبه مقدار اتانول تولید شده از نمونه مورد آزمایش ۶۳
- شکل ۶-۴-۶- منحنی کالیبراسیون اتانول برای غلظت ۱ درصد از ۲-پروپانول ۶۴

«فهرست شکل‌ها»

صفحه	عنوان
۶۵	شکل ۴-۷- میزان رشد سلولی مخمر در حین تخمیر
۶۶	شکل ۴-۸- میزان مصرف قندهای ساده توسط میکروارگانیسم در حین تخمیر
۶۷	شکل ۴-۹- تغییرات pH در طول فرایند تخمیر نمونه‌های هیدرولیز شده
۶۷	شکل ۴-۱۰- روند تغییرات تولید اتانول از نمونه‌های هیدرولیز شده در شرایط بهینه
۶۸	شکل ۴-۱۱- عکس‌های SEM نمونه سبوس برنج خام قبل از عملیات پیش‌تیمار
۶۹	شکل ۴-۱۲- عکس SEM سبوس برنج بعد از عملیات پیش‌تیمار
۶۹	شکل ۴-۱۳- عکس SEM سبوس برنج بعد از هیدرولیز اسیدی
۷۰	شکل ۴-۱۴- بررسی سرعت رشد سلول با استفاده از مدل سینتیکی مالتوز و کونتویس
شکل ۴-۱۵-	بررسی سرعت رشد سلول با استفاده از مدل‌های سینتیکی مونود، موزر، لجستیک و گومپرز
۷۱	اصلاح شده

فصل اول

مقدمه

کاهش روز افزون منابع سوخت‌های فسیلی از یک طرف و بالا بودن آلودگی‌های زیست محیطی این سوخت‌ها و پیامدهای تغییر اقلیم از طرف دیگر باعث شده است تا استفاده از سوخت‌های جایگزین (بیواتانول، بیودیزل و ...) به عنوان یکی از منابع مهم تأمین انرژی مطرح گردد. این منابع، به دلیل تجدیدپذیر بودن و پایین بودن سطح آلاینده‌ی حاصل از مصرف‌شان، به شدت مورد توجه محققین مختلف قرار گرفتند. در بین این منابع تولید بیواتانول از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است.

بیواتانول دومین عضو از سری الکل‌های یک ظرفیتی با ساختار راست زنجیر و به فرمول مولکولی C_2H_5OH می‌باشد، که در آب و بسیاری از حلال‌های آلی دیگر حل می‌گردد. نقطه انجماد و جوش بیواتانول به ترتیب ۱۱۵ و ۷۸ درجه سانتی‌گراد و همچنین در ۲۰ درجه سانتی‌گراد، چگالی آن 0.79 g/cm^3 می‌باشد (۱، ۲). بیواتانول، مایعی بی‌رنگ، فرار، قابل اشتعال و دارای عدد اکتان ۱۱۳ می‌باشد که می‌تواند به عنوان یک سوخت بسیار مرغوب مورد استفاده قرار گیرد. بیواتانول یکی از معروف‌ترین و پرکاربردترین الکل‌ها و از مهم‌ترین سوخت‌های زیستی است که آن را به عنوان سوخت سبز نیز می‌شناسند. علاوه بر این، این الکل می‌تواند به عنوان یک ترکیب اکسیژن‌دار با اضافه شدن به بنزین عدد اکتان آن را افزایش دهد. از مزایای کاربرد این سوخت نسبت به سوخت‌های فسیلی دیگر مثل نفت و زغال‌سنگ می‌توان به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، ترکیبات آلی فرار و ذرات معلق اشاره نمود (۳).

به طور کلی، بیواتانول را می‌توان از چندین منبع از قبیل گیاهان قندی (نیشکر، چغندر قند و سورگوم شیرین)، نشاسته‌ای (ذرت، سیب‌زمینی، سورگوم دانه‌ای، کاساوا، چاودار، جو و گندم) و یا زیست توده لیگنوسلولوزی، تولید کرد (۴). همچنین، این الکل را می‌توان از طریق تکنولوژی‌های مختلف، به وسیله سنتز شیمیایی یا با استفاده از فرآیند تخمیر تولید نمود. راندمان تولید اتانول که به روش تخمیر

تولید شده، به موارد متعددی از قبیل دسترسی به مواد اولیه مناسب، نوع مخمر و تکنیک تخمیر به کار گرفته شده بستگی دارد.

در تولید بیواتانول نسل اول به طور عمده از محصولات مختلف مانند ذرت، نیشکر و چغندر قند استفاده می‌شد. اما امروزه به دلیل رشد جمعیت و کمبود مواد غذایی، اکثر محققین علاقه‌مند به استفاده از زیست توده تجدیدپذیر مانند مواد لیگنوسلولزی شدند. بنابراین، این مواد کم هزینه، برای تولید بیواتانول نسل دوم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مواد لیگنوسلولزی متشکل از سه جزء اصلی: سلولز، همی‌سلولز (هر دو به عنوان پلیمرهای کربوهیدرات) و لیگنین (پلیمر آروماتیکی) می‌باشد. سلولز یک پلی‌ساکارید از گلوکز است، در حالی که همی‌سلولز پلی‌ساکارید با قندهای مختلف شامل قندهای شش کربنه (گلوکز، مانوز و گلاکتوز) و قندهای پنج کربنه (زایلان و آرابینوز) می‌باشد. با توجه به ارتباط نزدیک لیگنین با پلیمرهای کربوهیدرات در مواد لیگنوسلولزی، در عملیات تولید بیواتانول باید با استفاده از عملیات پیش‌تیماری بخشی از ساختار این اجزا را تخریب و یا اندازه آن‌ها را کاهش داد. پس از پیش‌تیمار مواد لیگنوسلولزی این ترکیبات توسط اسید یا آنزیم، هیدرولیز می‌گردند تا قندهای مونومری از پلیمرهای کربوهیدرات آزاد گردد. در نهایت، قندهای موجود در مواد هیدرولیز شده با استفاده از میکروارگانیسم‌ها (برای مثال مخمر ساکارومایسیس سرویسیه^۱) تخمیر شده تا اتانول تولید گردد (۵).

بیواتانول به طور گسترده در صنایع مختلف، به عنوان مثال، ماده شیمیایی در کاربردهای صنعتی، سوخت برای تولید انرژی و یا در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اتانول یکی از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی است و دارای اثرات ضد میکروبی می‌باشد. همچنین، به عنوان یک ماده نگهدارنده برای نمونه‌های بیولوژیکی، تهیه بسیاری از داروها و به عنوان مواد ضد عفونی کننده بکار می‌رود. اتانول سوختی، به دلیل عدد اکتان بالا

1. *Saccharomyces cerevisiae*

می‌تواند به صورت خالص یا مخلوط با سوخت بنزین و دیزل استفاده شود. بیواتانول جایگزین مناسبی برای MTBE^۲ بوده و محتوای اکسیژن بنزین را افزایش می‌دهد و سبب اکسیداسیون بهتر هیدروکربن‌ها و کاهش مقدار آلودگی گازهای رها شده اعم از مونواکسیدکربن، دی‌اکسیدکربن، SO_x و NO_x به جو زمین می‌شود. فواید و مزایای فراوانی از قبیل تنوع منابع انرژی، کاهش واردات انرژی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید باعث گردیده تا تولید این ماده به عنوان یک عامل استراتژیک مطرح گردد. به طوری که، تولید جهانی بیواتانول در سال ۲۰۱۰ میلادی ۱۰۲ میلیارد لیتر و در سال ۲۰۱۱ میلادی حدوداً ۱۰۵ میلیارد لیتر گزارش شد، که از این مقدار حدود ۸۸ میلیارد لیتر در سال ۲۰۱۱ به عنوان اتانول سوختی مورد استفاده قرار گرفت (این مقدار معادل ۸۳ درصد از تولید جهانی اتانول می‌باشد) (۶).

برنج بعد از گندم به عنوان دومین غله مهم در جهان محسوب می‌شود. آسیا با بیش از ۹۰ درصد تولید جهانی برنج به عنوان مهم‌ترین منطقه تولیدکننده این محصول در جهان شناخته می‌شود. سازمان جهانی خوار و بار در سال ۲۰۱۲ سطح زیر کشت این محصول برای جهان، آسیا و ایران را به ترتیب حدود ۱۶۳، ۳۳/۵ و ۰/۴۸ میلیون هکتار گزارش نمود. میانگین عملکرد برنج در آسیا ۳/۵ تن در هر هکتار گزارش شده است، که این مقدار برابر با متوسط عملکرد برنج تولیدی در سطح جهانی می‌باشد. از این مقدار تولید، بیشترین میزان برنج برای تغذیه انسان‌ها (حدود ۸۸ درصد از تولید جهانی) و حدود ۲/۶ درصد آن برای تغذیه حیوانات مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین، در حدود ۴/۸ درصد از تولید جهانی برنج به عنوان ضایعات (کاه، شلتوک و سبوس) می‌باشد، که بیشترین مقدار ضایعات در آسیا گزارش شده است. کیم و دالی اظهار داشتند که در صورت استفاده کامل از ضایعات برنج در جهت تولید بیواتانول، می‌توان به ۱۲/۳ گیگالیترا برسد.

2. Methyl tert-butyl ether

همچنین، آسیا دارای پتانسیل بالایی برای تولید بیواتانول (حدود ۲۰۰ گیگالیترا) از ضایعات برنج (کاه، شلتوک و سبوس) می‌باشد (۷).

در این تحقیق ابتدا در فصل دوم کلیاتی در رابطه با بیواتانول و مراحل تولید آن مطرح می‌شود و مورد بررسی قرار می‌گیرد. در فصل سوم به شرح مراحل و نحوه انجام آزمایش‌ها پرداخته می‌شود. نتایج حاصل از انجام آزمایش‌ها، در فصل چهارم مورد بررسی قرار می‌گیرد و در نهایت در فصل پنجم به بحث و نتیجه‌گیری، نتایج این تحقیق و ارائه پیشنهادات جهت ادامه تحقیقات، پرداخته خواهد شد.

فصل دوم

کلیات

۲-۱- تاریخچه اتانول

سابقه استفاده از اتانول توسط انسان به استفاده از آن در مشروبات الکلی بر می‌گردد. بقایای کوزه‌های کشف شده ۹۰۰۰ ساله در شمال چین، بر استفاده از مشروبات الکلی دلالت می‌کند. پنجاه سال بعد از میلاد با پیشرفت تکنیک‌های جداسازی اتانول به وسیله تقطیر، اتانول مناسب برای ساخت مواد آرایشی و دارویی تولید شد. در دهه‌ی ۱۳۰۰ ایتالیایی‌ها توانستند با توسعه صنعت تقطیر، اتانول با درجه خلوص بالایی تولید نمایند (۸). آنتوان لاوازیه^۳ اتانول را به عنوان ترکیبی از عناصر کربن، هیدروژن و اکسیژن توصیف کرد و در سال ۱۸۰۸، نیکولاس-تئودور دساوسور^۴ فرمول شیمیایی اتانول را تعیین نمود. اتانول برای نخستین‌بار در سال ۱۸۲۶، از طریق تحقیقات مستقل هنری هنل^۵ در بریتانیا و سرولاس^۶ در فرانسه، به طور مصنوعی تولید شد. در سال ۱۸۲۸، مایکل فارادی^۷ اتانول را توسط آبدهی اتیلن با کاتالیست اسیدی، در فرآیندی مشابه آنچه امروزه برای سنتز اتانول صنعتی استفاده می‌شود، تولید نمود (۹). در سال ۱۸۵۷، آرچیبالد اسکات کوپر^۸ فرمول ساختاری اتانول را منتشر کرد، این کار گام مهم دیگری در تاریخ تولید اتانول بود.

استفاده از اتانول به عنوان سوخت خودرو دارای سابقه‌ای بسیار طولانی است. نمونه‌های اولیه از موتورهای احتراق در قرن نوزدهم توسط ساموئل موری در سال ۱۸۲۶ و نیکلاس اتو در سال ۱۸۷۶ با توانایی مصرف اتانول به عنوان سوخت، ساخته شدند (۱۰). اولین اتومبیل توسط هنری فورد در سال ۱۸۹۶ ساخته شد، که از اتانول خالص به عنوان سوخت استفاده می‌کرد. در سال ۱۹۲۰ با ممنوعیت فروش اتانول، کاربرد سوختی آن نادیده گرفته شد، اما پس از مدتی به خاطر افزایش قیمت نفت، استفاده مجدد از آن رونق گرفت (۱۱). در حال حاضر، حمایت‌های دولتی فراوانی برای

3. Antoine Lavoisier

4. Nicolas- Theodore de Saussure

5. Henry Hennel

6. S.G. Serullas

7. Michael Faraday

8. Archibald Scott Couper

تولید اتانول سوختی در کشورهایی از قبیل برزیل و آمریکا صورت می‌پذیرد. علاوه بر این، در سال‌های ۱۹۲۰ تا ۱۹۳۰ ایالات متحده در کنار تلاش‌هایی برای حفظ برنامه‌های متداول تولید اتانول، طرح‌های بدیعی برای تولید این ماده به عنوان سوخت جایگزین ارائه نمود. اگرچه کوشش‌های اولیه در این مسیر شکست خورد، مشکلات عرضه نفت در خاورمیانه و نگرانی‌های زیست محیطی به سبب استفاده از سرب به عنوان تقویت‌کننده اکتان بنزین، تمایل به استفاده از اتانول را در اواخر دهه ۱۹۷۰ شدت بخشید. به طوری که، تولید اتانول در ایالات متحده، از طریق حمایت‌های دولت از ۱۷۵ میلیون گالن در سال ۱۹۸۰ تا ۱/۴ میلیارد گالن در سال ۱۹۹۸ افزایش یافت (۱۲). تحریم نفتی از سوی کشورهای تولیدکننده در سال ۱۹۷۳ و در پی آن بحران اقتصادی شدید، باعث کاهش بازار سهام و رکود اقتصادی شد. در پاسخ به این بحران در سال ۱۹۷۸، با تصویب قانون مالیات بر انرژی، معافیت مالیاتی به میزان چهار سنت در هر گالن برای سوخت بنزین مخلوط با حداقل ۱۰ درصد اتانول، فراهم شد. در سال ۱۹۸۰، این راهکار با اضافه کردن دو لایحه تحت عنوان قانون مالیات بر نفت خام و امنیت انرژی دنبال شد، که این قوانین موجب ترویج تولید سوخت‌های زیستی گردید (۱۳).

۲-۲- سوخت زیستی

بخش حمل و نقل جهانی برای بیش از یک قرن در حال استفاده از سوخت‌های فسیلی می‌باشد. همچنین، با افزایش جمعیت جهان تقاضا در این بخش به طور چشمگیری افزایش یافت. در سال‌های اخیر، بحث در زمینه کاهش ذخایر نفت، تغییر آب و هوا و گرم شدن کره زمین، بیشتر گسترش یافته است. یکی از گزینه‌ها برای کاهش وابستگی به منابع سوخت‌های فسیلی سنتی (نظیر نفت، زغال سنگ و ...)، تولید سوخت‌هایی از مواد آلی می‌باشد، که به عنوان سوخت‌های زیستی نامگذاری شده است.