مقایسه رقابت‌پذیری و اقتصاد دو پالایشگاه زیستی و نفت خام

مهرشاد نظرپور[۱]، احمد تقی زاده[*۲]، علی‌اصغر تاتاری[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲. دانشیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳. دانشجوی دکتری تخصصی صنایع سلولزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

توسعه فناوری‌های تولید سوخت‌های زیستی به روش‌های بیوشیمیایی از ضایعات (مانند تبدیل ضایعات کشاورزی به گازهای سنتز و روغن زیستی) و همچنین تولید فراورده‌هایی با ارزش زیاد و قابل رقابت با فراورده‌های حاصل از پالایش نفت خام یکی از نوین‌ترین زمینه-های تحقیقاتی جدید بیوتکنولوژی است. مقایسه اقتصادی و رقابت‌پذیری محصولات پالایشگاه‌های زیستی و پالایشگاه‌های مبتنی بر نفت خام از چالش های اساسی پذیرش فرآیندهای پالایش زیستی مبتنی بر مواد زیست توده در مقایسه با پالایش نفت خام است. مطالعات متعددی در زمینه فرآورده‌های زیستی مبتنی بر زیست توده لیگنوسلولزی موجود است؛ اما گزارش توسعه محصول با ارزش افزوده زیاد در یک مدل پالایشگاه زیستی بسیار محدود است. هدف اصلی این بررسی، طبقه‌بندی عوامل موثر و مختلف بر رقابت پذیری و اقتصادی در پالایشگاه زیستی و مبتنی بر نفت خام است. شناسایی عوامل موثر بر شکل‌گیری محصول ارزش افزوده برای بهبود کیفیت و کمیت آنها بسیار مهم است. گزارشات موجود نشان می‌دهند عرضه و تقاضا برای نفت خام و فرآورده‌های نفتی عامل اصلی تعیین وضعیت اقتصاد جهانی است. از آنجایی که افزایش تقاضا برای محصولات نفتی به دلیل افزایش جمعیت و مصرف مشتقات نفتی است، اقتصاد صنعت پالایش نفت تغییر خواهد کرد. بنابراین محصولات پالایش زیستی به ویژه در بخش تولید انرژی و حمل و نقل (مانند سوخت‌های زیستی) به تدریج از لحاظ قیمت با صنایع پایه نفتی رقابت شدیدی خواهد نمود.

واژگان کلیدی: *تقویت قدرت اقتصادی، پالایشگاه زیستی، رقابت‌پذیری، زیست توده لیگنوسلولزی.*

[*]نویسنده مسئول: ahmadtza@gmail.com

مقایسه رقابت‌پذیری و اقتصاد دو پالایشگاه زیستی و نفت خام

مقدمه

در دو دهه گذشته، برنامه‌های تحقیقاتی جهانی در مورد انرژی‌های جایگزین به سوی کشف منابع انرژی جدید و پایدار هدایت شده است. زیرا اقتصاد جهانی دیگر به سوخت‌های فسیلی یا کربن مرده وابسته نیست. انتظار می‌رود جمعیت جهان تا سال ۲۰۳۰ و ۲۰۵۰ به ترتیب ۵/۵ و ۹/۷ میلیارد نفر برسد. مصرف انرژی جهانی از ۵۴۹ کادریلیون[1] واحد حرارتی بریتانیا (Btu) در سال ۲۰۱۲ به ۸۱۵ واحد حرارتی بریتانیا (Btu) در سال ۲۰۴۰ افزایش می‌یابد. این افزایش معادل ۴۸ درصد بین سال‌های ۲۰۴۰-۲۰۱۲ می‌باشد [۱۴]. با افزایش روند مصرف سوخت‌های فسیلی در جهان و تامین انرژی مورد نیاز کشور ها از طریق این سوخت‌ها، نگرانی‌هایی در مورد به پایان رسیدن منابع و نیز آلودگی‌های ناشی از مصرف این سوخت‌ها و تهدیدات زیست محیطی به وجود آمده است. به همین جهت کشورها به دنبال یافتن راه حلی برای این مشکلات و جایگزین نمودن انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد که هم منابع پایان ناپذیر دارند و هم آلودگی‌های زیست محیطی به دنبال ندارند [۷]. از این جهت در راستای جبران کاهش منابع انرژی فسیلی و توسعه انواع انرژی پایدار و کمک به بحران آلودگی محیط زیست، سوخت‌های زیستی تجدیدپذیر که به راحتی قابل تهیه بوده و بدون تغییر در موتورهای دیزل قابل استفاده است، معرفی می‌شوند. این سوخت‌ها در مقایسه با دیزل متعارف دارای مزایایی از جمله نشر کمتر انواع آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای است [۶]. در مقیاس جهانی چوب و سایر مواد لیگنوسلولزی در مقایسه با سایر منابع زیست توده به منظور تهیه انرژی و مواد شیمیایی، از مناسب ترین گزینه‌ها می‌باشند و درختان سرپا و چوب‌های کم مصرف از گزینه‌های مناسب برای این فعالیت به شمار می‌آیند، زیرا در تمام طول سال در دسترس بوده و قابل کاشت و برداشت می‌باشند. استفاده از این مواد تجدیدپذیر، نه تنها می‌تواند به کاربرد مفید این ضایعات کمک کند، بلکه آلودگی-های سوختی ناشی از سوخت‌های فسیلی را نیز با جایگزینی آنها توسط اتانول[2] و زیست روغن[3] به عنوان سوخت‌های زیستی و سوخت پاک به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد داد [۲۱]. پالایش زیستی استفاده از فناوری‌های پیشرفته برای تبدیل موثر بخش زیست توده چوبی به سوخت‌های مایع و مواد شیمیایی ارزشمند می‌باشد. پالایش زیستی با بیوانرژی (انرژی زیستی) رابطه تنگاتنگی دارند. همچنین پالایش زیستی به صنعت خمیر و کاغذ هم مرتبط است. پالایش زیستی می‌تواند باعث تقویت و قدرتمندتر شدن اقتصاد این صنعت گردد [۷]. در کارخانجات خمیر کاغذسازی، پس از اضافه کردن مواد شیمیایی تازه (لیکور سفید) به دیگ پخت (دایجستر) و ترکیب مواد لیگنوسلولزی با این لیکور و سپس ماند در زمان مشخص و خارج کردن الیاف جدا شده، لیکور سفید به علت عواملی همچون انحلال لیگنین، درجه حرارت و ... به لیکور سیاه تغییر می‌کند. این لیکور علاوه بر لیگنین حل شده، محتوی همی‌سلولز و اسیدهای صمغی است. لیکور سیاه نهایی در تبخیر کننده‌ها به لیکور غلیظ ۵۰ تا ۸۰٪ برای مصارف سوختی و یا تولید دیگر محصولات استفاده می‌شود. گازسازی از لیکور سیاه (BLG) در حال حاضر به عنوان یک آلترناتیو مناسب برای بازیابی مواد شیمیایی و انرژی توسعه یافته است. در فرایند گازسازی، بخش اصلی آلی در لیکور سیاه تبدیل به گاز (syngas) می‌شود. این گاز می‌تواند برای مواردی چون سوخت‌های زیستی مانند دی متیل اتر، متانول، سوخت‌های هیدروژن یا برای تولید الکتریسیته مورد استفاده قرار گیرد [۲۲]

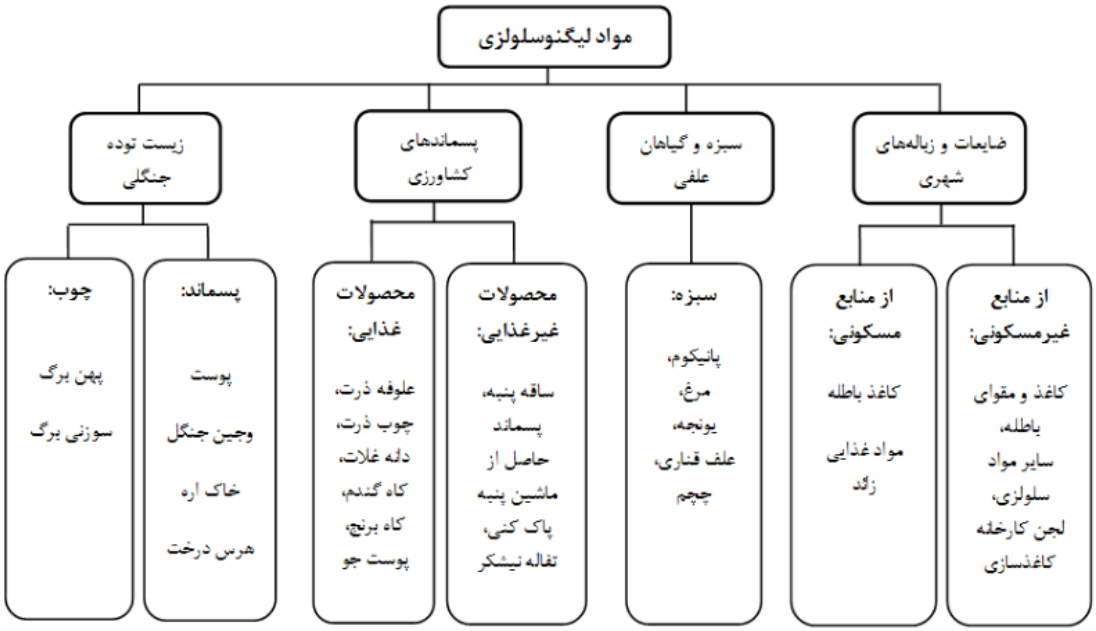
زیست توده (بیومس)

[1] کادریلیون، عدد یک با ۱۵ صفر به توان ۲

2 Ethanol
3 Bio oil

یکی از مناسب‌ترین منابع انرژی تجدید شونده زیست توده یا بیوماس می‌باشد که علاوه بر خاصیت تجدیدپذیر بودن دوستدار محیط زیست نیز می باشد، این انرژی یکی از بهترین و پرکاربردترین نوع انرژی‌هایی است که از گذشته دور نیز مورد توجه بشر قرار داشته
است [۲۲].

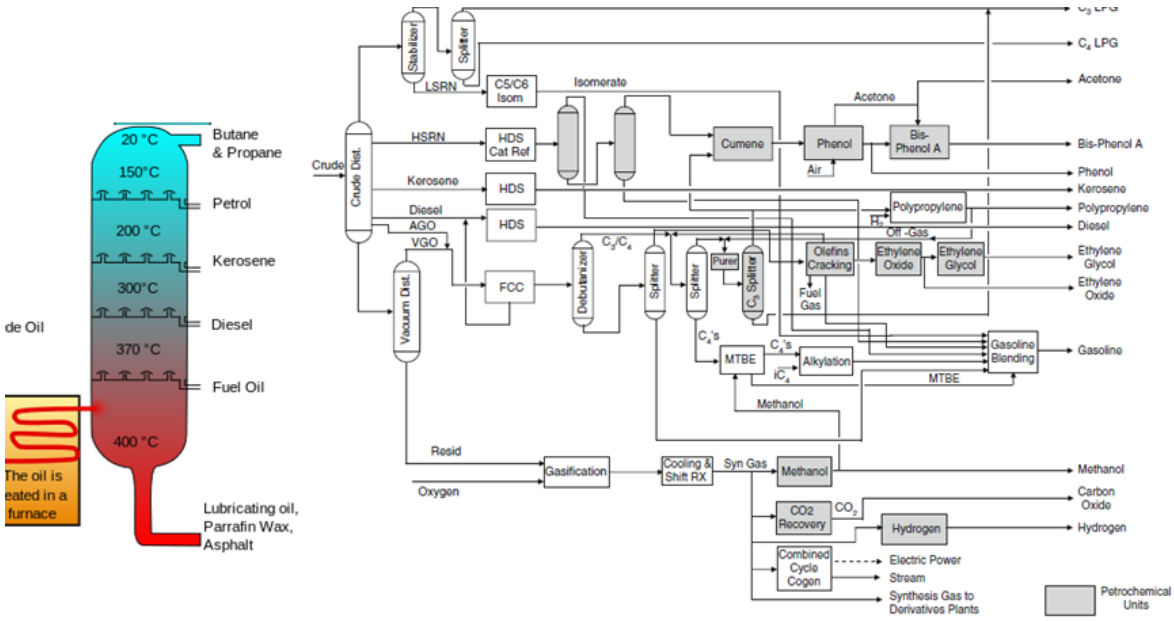
منابع انرژی های زیست توده می‌توانند به شکل اصلی مانندالکتریسیته و یا حامل‌های انرژی چون سوخت‌های گازی و مایع، نیازهای بخش‌های مختلف در جامعه بشری را تامین کنند که این موضوع وجه تمایز مباحث انرژی زیست توده نسبت به سایر انرژی‌های نو می‌باشد؛ دامنه مصرف کنندگان زیست توده بسیار گسترده است. تفاوت زیست توده با دیگر منابع انرژی جایگزین این است که منابع استحصال آن متنوع است و با انجام بسیاری از فرایندهای تبدیل می‌توان آن را به انرژی تبدیل کرد [۱۸]. تقسیم‌بندی منابع زیست توده در شکل ۱ ارائه شده است.



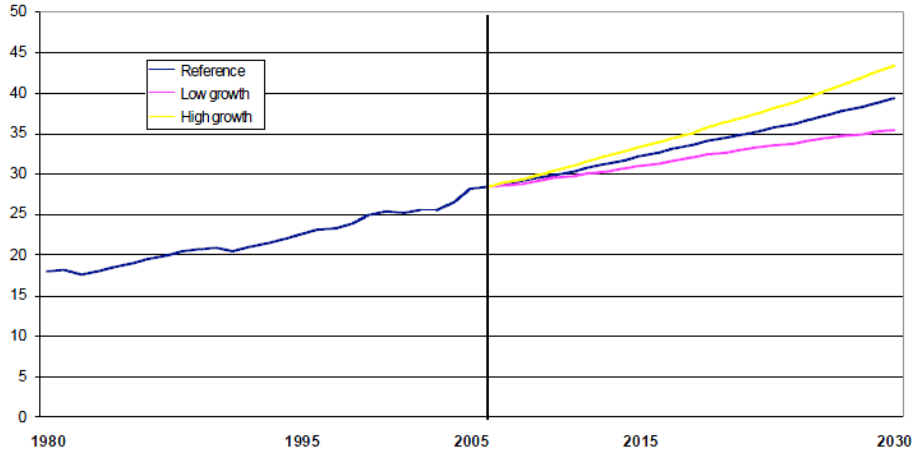
شکل ۱- مواد لیگنوسلولزی مهم برای تولید زیست اتانول [۷، ۱۸].

پالایشگاه‌های مبتنی بر نفت خام

پالایشگاه نفت یک واحد صنعتی است که در آن نفت خام به مواد مفیدتری مانند گاز مایع، نفت سفید، بنزین، گازوئیل، نفت کوره، آسفالت، قیر و دیگر فراورده‌های نفتی تبدیل می‌گردد. پالایشگاه‌های نفت به‌طور معمول واحدهای صنعتی بزرگ و پیچیده‌ای می‌باشند که در آن‌ها واحدهای مختلف توسط مسیرهای لوله‌کشی متعددی به هم پیوند داده شده‌اند. پالایشگاه‌های نفت بسته به نوع خوراکی که بر مبنای آن طراحی شده اند دارای پیچیدگی‌های متفاوتی هستند که بر اساس آن میزان و نوع محصولات متفاوتی تولید می‌کنند. میزان سرمایه‌گذاری برای احداث یک پالایشگاه با پیچیدگی متوسط بین ۱۸ تا ۱۹ هزار دلار به ازای هر بشکه ظرفیت پالایش است و با افزایش درجه پیچیدگی گاه تا ۲۴ تا ۲۵ هزار دلار در هر بشکه سرمایه‌گذاری نیاز دارد [۱۰].



شکل ۲- طرح کلی از پالایشگاه مبتنی بر نفت خام [۱۰].

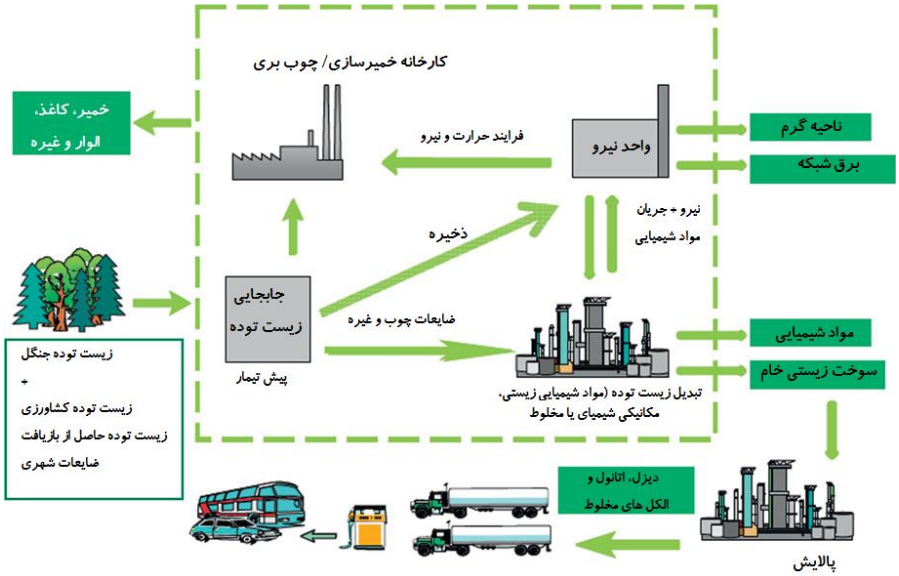


شکل ۳- پیش‌بینی مصرف نفت خام برای حمل و نقل تا سال ۲۰۳۰ [۱۳].

پالایشگاه‌های زیستی

هدف اصلی در توسعه پالایش زیستی، تولید انواع فرآورده‌ها از طریق تغییر زیست توده با فرآیندهای تبدیل شیمیایی و بیوتکنولوژیکی است. در حال حاضر پالایش زیستی محصولات زراعی یا پالایش سبز یا پالایش مواد لیگنوسلولزی در حال تحقیق و توسعه است. پالایش زیستی می‌تواند انواع سوخت‌ها، حلال‌ها، پلاستیک‌ها و غذا را برای انسان تامین کند [۱۵]. پالایش زیستی در کشورهای مختلف بسته به شرایطشان می‌تواند به دو نوع کلاسه ۱- استفاده از زیست توده تولیدی با استفاده از نیشکر، ذرت، چغندرقند و ۲- بر اساس استفاده از مواد ضایعاتی و با استفاده از ضایعات چوبی، کاغذ باطله و ضایعات غذایی و حیوانی و .... تقسیم شود. در حال حاضر منبع اصلی تهیه مواد شیمیایی و سوختی در مقیاس صنعتی، منابع فسیلی می‌باشند، اما تولیدکنندگان مواد شیمیایی با توجه به افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی و مشکلات ناشی از مسائل زیست‌محیطی آن و همین طور نظر به غیر تجدیدشونده بودن این منابع، در پی ایجاد تنوع در منابع سوخت و استفاده از انرژی‌های نو مانند انرژی هسته‌ای، باد و خورشیدی می‌باشند [۷].

تولید جامع انرژی‌های زیستی، سوخت‌های زیستی و مواد شیمیایی زیستی از طریق فناوری‌های پیشرفته جداسازی و تبدیل که حداقل تأثیر چرخه کربن را داشته باشد، پالایش زیستی می‌نامند. اصطلاح پالایش زیستی، استفاده از زیست توده جنگل‌ها و کشاورزی به عنوان ماده اولیه برای تولید گازها و سوخت‌های مایع است [۷]. طرح کلی از پالایشگاه زیستی جامع در شکل ۴ ارائه شده است.



شکل ۴- طرح کلی از پالایشگاه زیستی جامع [۷].

محصولات استراتژیک پالایشگاه‌های زیستی

اتانول زیستی

اتانول وسیع ترین ماده با کاربرد سوخت زیستی مایع است. اتانول یک الکل است و از تخمیر قندها، نشاسته‌ها و زیست توده سلولزی تولید می‌شود. تولید اتانول زیستی از مواد سلولزی یکی از راه‌های کاهش مصرف نفت خام و آلودگی‌های محیطی است. اتانول تولید شده از زیست توده پتانسیل جایگزینی به عنوان یک سوخت قابل احیا به جای بنزین را دارد. استفاده از الکل به جای بنزین باعث افزایش مقدار کل اکسیژن و کاهش مقدار مونواکسید و دی اکسید کربن آزاد شده در اتمسفر می گردد. از طرف دیگر، دی اکسید کربن تولید شده در مرحله سوخت به دلیل افزایش سطح کشاورزی برای تولید زیست توده در مرحله رشد گیاه از محیط حذف می گردد. هدف اصلی در تولید اتانول از مواد قابل تجدید و تعیین توجیه اقتصادی و تکنیکی استفاده از آن، استفاده آن به عنوان یک سوخت مخلوط با بنزین است. علاقه-مندی به تولید بیواتانول به عنوان یک سوخت پاک تا حدودی وابسته به قیمت نفت بود. با این حال، کمبود عرضه نفت و تمایل زیاد سازمان‌های جهانی برای کاهش آلودگی هوا(انتشار گاز دی اکسیدکربن و)... و گرم شدن جهان همراه با افزایش تقاضا بشر برای تأمین مواد غذایی، تحقیق و توسعه تولید بیواتانول از ایعات گیاهی را شدت بخشید. در این زمان بسیاری از کشورها، برنامه‌های گسترده‌ای در زمینه سوخت زیستی به‌عنوان یک منبع انرژی پایدار و جایگزین برای سوخت‌های فسیلی آغاز نمودند [۱۷، ۱۹]. پیشرفت تکنولوژی، روش‌های متفاوتی را برای استخراج قندها از سلولز و همی‌سلولز و تبدیل آن به اتانول در اختیار ما می گذارد. پیش تصفیه مواد لیگنوسلولزی می تواند سلولز و همی‌سلولزها را از گیاه آزاد کند. تصفیه در مراحل بعدی (تصفیه شیمیایی) با استفاده از آنزیم‌ها و میکروارگانیسم‌ها می تواند قندها را از سلولز و همی‌سلولزها به راحتی آزاد کند و زمینه فعالیت میکروارگانیسم‌ها برای تخمیر و تولید اتانول را فراهم آورد. در انتخاب روش تولید اتانول باید بازهای نهایی تولید الکل از مواد لیگنوسلولزی، نوع مواد اولیه، هزینه تولید اتانول، میزان

مصرف انرژی، میزان محصولات جانبی تکنولوژی تولید آنزیم و غیره را در نظر گرفت در حال حاضر شش روش متداول تجاری - اقتصادی توسط شرکت‌های مختلف ارائه می‌شود که از میان آنها فرایند آبکافت و تخمیر همزمان از لحاظ اقتصادی و بازدهی مناسب‌تر به

نظر می‌رسد [۲۲]. تکنولوژی تولید بیواتانول از ماده اولیه بقایای کشاورزی متشکل از چند مرحله و وابسته به نوع مواد اولیه مورد استفاده می باشد. اما در اکثر موارد این فرآیندها شامل چهار مرحله اصلی پیش تیمار، هیدرولیز، تخمیر و تقطیر می باشد .در برخی از مواد ممکن است این فرآیند به صورت تخمیر جداگانه که هیدرولیز و تخمیر جداگانه نامیده می شود و یا تخمیر همزمان با هیدرولیز صورت گیرد. هدف اصلی از پیش تیمار، تجزیه لیگنین و همی سلولز و کاهش ساختار بلورین سلولز است. اثبات شده است که مرحله پیش تیمار یکی از گران قیمت ترین مراحل برای تولید قندهای قابل تخمیر از زیست توده است .این مرحله برای تغییر ساختار، اندازه و ترکی زیست توده به منظور هیدرولیز کربوهیدرات ها به قندهای قابل تخمیر به کار می‌آید. برای هیدرولیز پلی ساکاریدهای لیگنوسلولزی به قند معمولا از از سه روش کلی یعنی هیدرولیز اسید غلیظ ، هیدرولیز اسید رقیق و هیدرولیز آنزیمی استفاده می شود .در روش هیدرولیز اسیدی بیشتر از سه نوع اسید یعنی اسید سولفوریک، فسفریک، کلریدریک و همچنین اسید استیک (آلی) استفاده شده است. از جمله عواملی که هیدرولیز زیست توده سلولزی را در این رو تحت تاثیر قرار می‌دهد عبارتند از : تخلخل، مقدار فیبر سلولز و مقدار لیگنین و یا همی‌سلولز علاوه بر آن افزودن آب منجر به هیدرولیز سریع تر مواد سلولزی به گلوکز می‌شود. از مزیت‌های مهم هیدرولیز به کمک اسید غلیظ می‌توان به تولید زیست اتانول با بازده بسیار بالا و در درجه حرارت‌های پایین اشاره کرد .با این وجود، از جمله معایب استفاده از این رو می توان به خوردگی تجهیزات و مصرف زیاد اسید (عدم صرفه اقتصادی) اشاره نمود [۹، ۱۲]. اخیرا فرآیند جزء به جزءسازی دی اکسید گوگرد-اتانول- آب (SEW) با اهداف پالایش زیستی و خمیرکاغذسازی توسط محققین داخلی مورد مطالعه قرار گرفته است. این فرآیند جزء به جزءسازی عناصر اصلی زیست‌توده لیگنوسلولزی را بطور دقیق‌تر و با خلوص بیشتر نسبت به روشهای پیش تیمار اسیدی و قلیایی انجام می‌دهد. در این فرآیند پس از پالایش زیستی عناصر، لیکور ضعیف پالایش شده جهت تولید محصولات مهم مانند بیو اتانول مورد تخمیر قرار می گیرد و باقیمانده بخش دیگر (عمدتا ضایعات جامد) به عنوان ماده اولیه سلولزی مناسب برای تولید خمیر کاغذ و مشتقات سلولزی مانند استات سلولز مورد استفاده قرار می گیرد [۱، ۲].

زیست دیزل

در سال‌های اخیر بیودیزل، به عنوان یک سوخت تجدیدپذیر و محیط‌زیست، به عنوان یکی از پرطرفدارترین سوخت‌های زیستی شناخته شده است که هدف آن کاهش وابستگی به سوخت‌های نفتی و کاهش آلودگی محیط زیست است [۲۳]. همچنین ویژگی‌های فیزیکی بیودیزل بسیار شبیه گازوئیل معمولی است با این حال ویژگی خروجی‌های اگزوز زیست دیزل بهتر از گازوئیل معمولی است. در سال‌های اخیر بدلیل کاهش منابع سوخت‌های فسیلی و مسائل زیست محیطی و قابلیت تجدیدپذیری این نوع سوخت‌ها تحقیقات وسیعی در راستای امکان استفاده از بیودیزل به جای سوخت دیزل انجام یافته است. زیست گاز، زیست اتانول، زیست بنزین و زیست دیزل از مهم‌ترین اعضای این خانواده از سوخت‌ها محسوب می‌شوند. از آنجا که بخش قابل توجهی از آلاینده هایی نظیر ترکیبات نیتروژن، منواکسید کربن، دی اکسید کربن از گاز خروجی اگزوز موتورهای دیزلی ناشی می شوند، بنابراین تحقیق به منظور سوخت جایگزین و مناسب به جای سوخت دیزل همچنان ادامه دارد . از مهم‌ترین دلایل انتخاب بیودیزل‌ها می‌توان تجدیدپذیری، مقادیر کمتر آلاینده‌های حاصل، عدم نیاز به تغییردر ساختار موتور را نام برد [۲۱]. همچنین مزایای دیگر استفاده از زیست دیزل به عنوان سوخت شامل قابلیت حمل به شکل مایع، سهولت دسترسی، قابلیت تجدید شدن، بازدهی بالای سوخت، تولید مقدار کمتر سولفور و ترکیبات آروماتیک، عدد اکتان بالاتر و قابلیت

تجزیه بالاتر می گردد. به این موارد باید نقطه اشتعال بالاتر، تمیزی بیشتر از نظر میزان چسبندگی و عدم اشتقاق از ترکیبات نفتی را نیز افزود [۲۱]. در یک طبقه‌بندی دیگر، مزایای استفاده از سوخت‌های زیستی به شرح جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مزایای استفاده از سوخت‌های زیستی [۲۱].

عامل	مزیت
اقتصادی	کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی پایداری تولید توسعه بازار محصولات کشاورزی تنوع در سوخت‌ها
زیست محیطی	کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کاهش آلودگی هوا تجزیه‌پذیر زیستی تعادل چرخه کربن
انرژی	تجدیدپذیری در دسترس بودن در محل تولید و پخش در محل ضریب اطمینان زیاد در تولید و پخش امنیت در دستیابی به انرژی

هیدورژن زیستی

هیدروژن ساده ترین و فراوان ترین عنصر در طبیعت است و گازی بی‌رنگ، بی بو، بی مزه و قابل احتراق است که می‌تواند انرژی زیادی آزاد کند و چگالی آن از هر ماده شیمیایی دیگر کمتر است. اعتقاد بر این است زیست هیدروژن به عنوان یکی از سوخت‌های زیستی در آینده، توانایی به طور بالقوه برای کاهش وابستگی به نفت داشته باشد و به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک نماید. نقش آینده هیدروژن به عنوان سوخت پاک برای سلول های سوختی، تولید گازهای گلخانه‌ای نزدیک به صفر و به عنوان یک واسطه حامل انرژی برای ذخیره سازی و حمل و نقل به عنوان یکی از انرژی های تجدید پذیر است. تیم‌های مختلف کارشناسی از رشته های مختلف در سراسر جهان در حال تمرکز بر تولید و استفاده از زیست هیدروژن و همچنین به بررسی اثرات و مزایای زیست محیطی آن هستند. بنابراین گسترش و تحقیق در زمینه فناوری زیست هیدروژن بیشتر خواهد شد. به منظور سرعت بخشیدن به توسعه فناوری و به تولید گسترده این ماده، یک اقتصاد مبتنی بر هیدروژن، تبادل دانش و همکاری بین المللی مورد نیاز است [۸، ۲۰]. هیدروژن می‌تواند هم به عنوان سوخت برای احتراق مستقیم در موتور احتراق داخلی و هم به عنوان سوخت برای پیل سوختی استفاده شود. اما بیشترین استفاده کننده‌های هیدروژن، صنایع کود شیمیایی و نفت خام به ترتیب ۵۰ و ۳۷ درصد می‌باشند. هیدروژن، کاربردهای وسیعی دارد در سوخت برای اتومبیل-ها، الکتریسیته توزیع شده و مرکزی و تولید انرژی حرارتی دارد. مصرف کل سالانه هیدروژن سراسر جهان در محدوده ۵۰۰-۴۰۰ میلیارد مترمکعب می‌باشد. در حال حاضر کاربرد هیدروژن معادل با ۳ درصد مصرف انرژی و با نرخ رشد برآورده شده ۱۰-۵ درصد در هر سال است. تنها بخشی از این هیدروژن بطور متداول برای اهداف انرژی استفاده می گردد، قسمت عمده آن به عنوان ماده اولیه شیمیایی در صنایع پتروشیمی، غذایی، الکترونیک و فراوری متالورژیکی استفاده می‌شود [۱۶].

رقابت‌پذیری محصولات پالایشگاه‌های زیستی با پالایشگاه‌های مبتنی بر نفت خام

امروزه به دلیل آگاهی مردم از مشکلات زیست محیطی ایجاد شده به وسیله محصولات بر پایه نفت، تولید محصولاتی بر پایه منابع تجدیدپذیر رشد زیادی داشته است. به طور کلی صنعت پتروشیمی در آینده، از پالایش زیستی به عنوان یک مکمل و به تدریج به عنوان یک آلترناتیو مناسب برای جایگزینی کامل محصولات بر پایه نفت استفاده خواهد کرد [۲۱]. تولید و استفاده از سوخت‌های بر پایه نفت،

علاوه بر منبع قابل توجه آلودگی‌های زیست محیطی جزو فاکتورهای اساسی در اقتصاد کشورها می‌باشد. به عنوان مثال، نوسانات کم در قیمت سوخت‌هایی مانند گازوئیل می‌تواند کارایی اقتصاد را تحت تاثیر قرار دهد. از دیدگاه اقتصادی نیز پالایش زیستی اقتصاد جدیدی ایجاد خواهد کرد (جدول ۲). اقتصاد لیگنوسلولزی مشابه اقتصاد مواد شیمیایی نفت است [۲۴]. زیرا سوخت‌های زیستی و مواد زیست شیمیایی به عنوان مواد صنعتی به تدریج از لحاظ قیمت با صنایع پایه نفتی رقابت خواهد نمود. یک مانع بزرگ برای تجاری شدن پالایش زیستی وجود دارد و آن استفاده از سوخت‌های فسیلی برای تامین انرژی مورد نیاز خود فرایند است که باید به نحوی تامین گردد. تحقیقات در این زمینه، قطعا در آینده نتایج مفیدی ارائه خواهد کرد و به دنبال ایجاد یک شبکه هدفمند متشکل از دانشمندان را خواستار خواهد بود [۳، ۴]. با توجه به مزایای زیاد پالایش زیستی برای تولیدات فرآورده‌های مختلف، پیش‌بینی می‌شود در آینده پالایش زیستی، مهم‌ترین فناوری برای تهیه سوخت زیستی و مواد شیمیایی صنعتی شود [۴]. در جدول ۳ ارزیابی رشد سالیانه و ارزش تولیدات بر پایه الیاف لیگنوسلولزی نشان داده شده است. طبق این جدول مقدار رشد مواد شیمیایی سبز (دوستدار محیط‌زیست) حدود ۵۷ درصد نسبت به سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۰۹ بوده است.

جدول ۲- مقایسه فاکتورهای پالایشگاه‌های مبتنی بر نفت خام و زیستی

فاکتور	پالایشگاه‌های نفت خام [۱۰]	پالایشگاه‌های زیستی [۲۲]
هزینه سرمایه گذاری	۲۵-۱۹ هزار دلار به ازای هر بشکه پالایش نفت	هزار دلار به ازای هر ۱ تن فرآوری زیست توده
زمان برگشت سرمایه	۱۵-۱۰ سال	۵ سال
مقدار اشتغال زایی	۲۰۰۰ نفر مستقیم و ۴۰۰۰ نفر غیرمستقیم	۵۰۰ نفر مستقیم و ۱۰۰۰۰ نفر غیرمستقیم
موادشیمیایی تولیدی	بیش از ۲۰۰ نوع فراورده با ارزش افزوده زیاد و میعانات نفتی	بیش از ۵۰۰ نوع فراورده با ارزش افزوده زیاد و مشتقات زیست توده
آلودگی زیست محیطی	زیاد	ندارد- به حفظ محیط زیست کمک می‌کند.
منابع ماده اولیه	محدود- تجدید ناپذیر	نامحدود- تجزیه‌پذیر
سازگاری با تجهیزات امروزی (موتورهای خودروها، تاسیسات احتراقی و ...)	کاملا سازگار	ناسازگار و تا حدودی سازگار- این مشکل با اتمام نفت خام و پیشرفتو تکامل سیستم‌های احتراق برطرف می‌شود.
خطرات ناشی از پالایش نفت خام	خیلی زیاد	ندارد
پیچیدگی پالایش	خیلی زیاد	کم

جدول ۳- ارزیابی رشد سالیانه و ارزش تولیدات بر پایه الیاف لیگنوسلولزی [۲۲]

تولیدات	رشد سالیانه بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۵ (٪)	مقدار جهانی تا سال ۲۰۱۵
مواد شیمیایی سبز	۵/۳	۶۲/۳
الکل‌ها	۵/۳	۶۲
زیست پلاستیک‌ها و رزین‌های پلاستیکی	۲۳/۷	۳/۶

نتیجه‌گیری

از مباحث مطرح شده می‌توان به این نتیجه رسید که گرچه اهمیت و ضرورت انرژی‌های نو و نیز سوخت‌های زیستی برای شرایط کنونی جهان واضح است، اما درکشور ما همان گونه که بیان شد در مقایسه با کشورهای توسعه یافته اقدامات چشمگیری در راستای معرفی این انرژی‌ها و نیز فراهم‌کردن شرایط مساعد برای بهره‌گیری از آنها صورت نگرفته است. از آنجا که موضوع انرژی مورد توجه بخش‌های

مختلفی از جامعه است، و نیز با توجه به این موضوع که جهان کنونی بشر وابسته به منابع مختلف انرژی است و کشور ما نیز از این قاعده مستثنی نیست، بررسی دقیق تر شرایط کشور از لحاظ منابع انرژی موجود و میزان نیاز جامعه از یک طرف و همچنین شناسایی مناطق مستعد و دارای پتانسیل برای بهره‌گیری از انرژی‌های نو ضروری می نماید. از طرفی ترویج کشاورزی به‌عنوان نهادی که در ارتباط مستقیم با مناطق روستایی و افراد روستایی است، در راستای معرفی انرژی های نو و به ویژه سوخت‌های زیستی (به‌جهت اینکه روستاها مناطق مستعد برای احداث واحدهای کوچک تولید سوخت‌های زیستی هستند) و طریقه به‌کارگیری این انرژی‌ها و مزایایی که با خود برای جوامع از لحاظ تولید انرژی و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و به دنبال آن کاهش آلودگی‌ها و تخریب زیست‌محیطی به‌همراه دارند، نقش ویژه و به سزایی می‌تواند ایفا نماید. در کنار این‌ها این نهاد با همکاری دیگر سازمان‌ها و نهاد های مرتبط در رسیدن به این مهم، می تواند تواناتر عمل کند. در درجه اول، از میان منابع سرشاری که برای تولید حجم قابل ملاحظه‌ای از سوخت‌های زیستی در ایران مطرح است، باید به ضایعات محصولات تولیدی به عنوان ماده اولیه برای تولید انرژی اشاره نمود. ایران یکی از کشورهایی است که همواره با حجم بسیار زیادی از ضایعات محصولات کشاورزی رو به رو است. بنابراین می‌توان با اتکا به این منابع عظیم تجدیدپذیر، نسبت به ایجاد پالایشگاه‌های زیستی اقدام نمود و ضمن تولید محصولاتی با ارزش افزوده زیاد (بیواتانول، زیست دیزل، هیدروژن زیستی) ضمن کاهش آلودگی محیط-زیست از مزایای اقتصادی آن نیز بهره برد.

مراجع

۱. تاتاری، ع.، دهقانی فیروزآبادی، م.، سرائیان، ا.، آریائی‌منفرد، م.، ۱۳۹۶. بررسی مقایسه‌ای ویژگی‌های خمیرکاغذ و کاغذ تهیه شده به روش دی اکسید گوگرد- اتانول-آب (SEW) و سودا از الیاف باگاس، مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۲۴(۳):۲۳۹-۲۲۱.

۲. تاتاری، ع.، دهقانی فیروزآبادی، م.، سرائیان، ا.، آریائی‌منفرد، م.، یدالهی، ر.، ۱۳۹۵. اثر روش شستشو بر ویژگی‌های خمیرسازی باگاس در فرآیند دی اکسید گوگرد- اتانول-آب (SEW)، مجله صنایع چوب و کاغذ ایران، ۷(۴):۵۵۹-۵۴۹.

۳. تاتاری، ع.، دهقانی فیروزآبادی، م.، یدالهی، ر.، غفاری، م.، ۱۳۹۳. مروری بر زیست پالایش پلیمرهای طبیعی (همی‌سلولوزها و لیگنین) در صنایع خمیر و کاغذ. مجله علمی ترویجی بسپارش. ۴(۴):۴۳-۳۲.

۴. تاتاری، ع.، زینلی، ف.، ۱۳۹۲. همی‌سلولوزها: آثار، انواع و کاربردهای آنها به‌عنوان پلیمرهای مقاومت خشک کاغذ. مجله علمی ترویجی بسپارش. ۳(۴): ۲۵-۱۳.

۵. شعربافیان، ن.، ۱۳۸۶، مدل‌سازی اقتصاد، تولید اتانول زیستی: اثرات متقابل قیمت ذرت و تولید اتانول زیستی، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال ۴، شماره ۱۴، صفحه ۷۶- ۶۳.

۶. کیانی ده کیانی، م.، امی، ف.، قبادیان، ب.، نجفی، غ.، ۱۳۹۳. تاثیر مخلوط‌های بیواتانول- بنزین بر آلاینده‌های اگزوز یک موتور اشتعال جرقه‌ای، مجله مکانیک سیالات و آیرودینامیک، ۳(۳):۱۹-۱۳.

7. Bajpai, P., 2013. Biorefinery in the pulp and paper technology, Academic Press, 114 pages.
8. Balat H., and Kırtay, E., 2010. Hydrogen from biomass- Present scenario and future prospects, International journal of hydrogen energy, 35:7416–7426.
9. Bhowmick, G.D., Sarmah, A.K., and Sen, R., 2018. Lignocellulosic biorefinery as a model for sustainable development of biofuels and value added products, Journal of bioresource technology, 247(2018):1144-1154.
10. Fahim, M.A., Alsahhaf, T.A., and Elkilani, A., 2010. Fundamentals of petroleum refining, Elsevierpress, ISBN: 978-0-444-52785-1, 513 pages.
11. Feria, M.J., Garcia, J.C., Diaz, M.J., Fernandez, M., and Lopez, F., 2012. Biorefinery process production of paper and oligomers from Leucaena leucocephala K360 with or without prior autohydrolysis, Journal of Bioresource Technology. 126:64-70.
12. Guo, H., Chang, Y., and Jong Lee, D., 2018. Enzymatic saccharification of lignocellulosic biorefinery: Research focuses, Bioresource Technology, 252(2018):198-215.
13. Huber, G.W., 2007. Breaking the chemical and engineering barriers to lignocellulosic biofuels: next generation hydrocarbon biorefineries, Workshop- Washington, D.C., 181 pages.
14. International Energy Outlook, 2016. Report Number: DOE/EIA-0484.
15. Jin, Q., Yang, L., Poe, N., Huang, H., 2018. Integrated processing of plant-derived waste to produce value-added products based on the biorefinery concept, Trends in Food Science & Technology, 74:119-131.
16. Kotay, Sh.M., and Das, D., 2008. Bio-hydrogen as a renewable energy resource- Prospects and Potentials«, International Journal of Hydrogen Energy, 33:258-263.
17. Limayema, A., Ricke, S.C., 2012. Lignocellulosic biomass for bioethanol production: Current perspectives, potential issues and future prospects, Progress in Energy and Combustion Science, 38(4):449-467.
18. Momba, M., and Bux, F., 2010. Biomass, Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia press, ISBN 978-953-307-113-8, 210 pages.
19. Mood, S.H., Golfeshan, A.H., Tabatabaei, M., Jouzani, G.S., Najafi, G.H.,Gholami, M., Ardjmand, M., (2013). Lignocellulosic biomass to bioethanol, acomprehensive review with a focus on pretreatment, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 27:77–93.
20. *Pandey, A., Larroche, C., Ricke, S.C., Dussap, C.G., Gnansounou, E., 2011. Biofuels (*Alternative feed stocks and conversion processes), Elsevier, ISBN: 978-0-12-385099-7, 629 pages.
21. Qureshi, N., Hodge, D., and Vertes, A., 2014. Biorefineries (Integrated biochemical processes for liquid biofuels). Elsevier, ISBN: 978-0-444-59498-3, 270 pages.
22. Sandén, B., and Pettersson, K., 2013. Systems for perspectives on biorefineries, Publisher: Chalmers University of Technology, 155 pages.
23. Tiwari, A., Rajesh, V.M., and Yadav, S., 2018. Biodiesel production in micro-reactors: A review, Energy for sustainable development, 43:143-161.

24. Vikash, P.V., and Shastri, Y., 2017. Economic optimization of integrated lignocellulosic biorefinery, Computer aided chemical engineering, 40:2503-2508.

Compare competitiveness and economies of bio-refineries and crude oil

Mehrshad Nazarpour[1], Ahmad Taghizadeh-Alisaraei[2*], and Aliasghar Tatari[3]

1. M.Sc. Student in Biosystems Engineering , Department of Biosystems Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3. Ph.D. Student in Cellulosic industries, Faculty of Wood and Paper Engineering, Gorgan University ofAgricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Abstract

Development of biofuels production technologies by biochemical methods of waste (such as conversion of agricultural waste into synthetic gases and bio-oils) as well as production of high value and competitive products with crude oil refining products is one of the newest fields New research is biotechnology. The economic and competitiveness of biofilm products and crude oil refineries is one of the major challenges in adopting biomass based biofilm refining processes. There are numerous studies on lignocellulosic biomass-based biomass products, but the report of high value-added product development in a bio-refinery model is very limited. The main purpose of this study is to classify the various factors affecting competitiveness and economics in bio-based crude oil refineries. Identifying the factors that influence the formation of a value-added product is crucial to improving their quality and quantity. Existing reports indicate that supply and demand for crude oil and petroleum products are the main determinants of the global economy. As demand for petroleum products increases due to the increase in population and consumption of petroleum products, the economy of the oil refining industry will change. Therefore, biofuel products, especially in the energy and transportation sectors (such as biofuels), will gradually compete with oil-based industries in price.

Key words: Economic Strengthening, Biological Refinery, Competitiveness, Lignocellulosic Biomass.

*Corresponding author
E-mail: ahmadtza@gmail.com