

تولید اقتصادی بیودیزل از ریز جلبک‌ها با استفاده از فناوری هسته‌ای

INC29-1117

محمدطاهر حلاجیان

پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، صندوق پستی: ۳۱۴۶۵/۱۴۹۸، کرج، ایران

چکیده:

اهمیت انرژی و نقش آن در اقتصاد و سیاست جهانی غیرقابل انکار است. در حال حاضر، مهم‌ترین منابع تولید انرژی در موتورها و ماشین‌های حرارتی، سوخت‌های فسیلی می‌باشند. استفاده بیش‌ازحد از سوخت‌های فسیلی، موجب کاهش منابع این سوخت‌ها، وابستگی بیش‌ازحد به کشورهای صادرکننده، افزایش قیمت محصولات نفتی، افزایش آلودگی و مسائل زیست‌محیطی شده است؛ بنابراین تحقیقات بسیار وسیعی برای یافتن سوخت‌های جایگزین مناسب در جهان انجام گرفته یا در حال انجام است. در این راستا، روغن‌های گیاهی و چربی‌های حیوانی، عمده‌ترین و مناسب‌ترین منابع جایگزین سوخت‌های فسیلی به‌ویژه سوخت دیزل شناخته شده‌اند. ریزجلبک‌ها به دلیل سرعت رشد و تولید بالاتر در مقایسه با محیط‌های جنگلی، محصولات کشاورزی و دیگر گیاهان آبی و نیاز به میزان کمتر مواد مغذی و محیط در مقایسه با محصولات کشاورزی و نداشتن سولفور، یکی از کاراترین موجودات زنده در تولید بیودیزل محسوب می‌شوند. نظر به اهمیت استراتژیک و ضرورت تولید سوخت‌های پاک در کشور به‌ویژه در کلان‌شهرها و تولید غیراقتصادی بیودیزل از گونه‌های ریز جلبکی موجود در کشور لازم است از راهکار موتاسیون بریدینگ (پروتوتابی گاما) به‌عنوان تنها راه چاره تولید کارای بیودیزل بهره برد.

کلیدواژه‌ها: بیودیزل، ریزجلبک و پروتوتابی گاما.

Economical production of biodiesel from micro-alga using nuclear technology

Mohammad Taher Hallajian

Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, P.O.BOX: 31465/1498, Karaj, Iran

Abstract:

Importance of energy and its role in the world economy and politics. Presently, the most important of energy production resources in thermal motors and machines are fossil fuels. Overuse of fossil fuels has been resulted in reducing resources of these fuels, excessive dependence to exporting countries, increasing cost of oil products, increasing of infection and environmental problems. Therefore, very extensive researches have been done or are carrying out for finding suitable alternative fuels. In this regard, plant oils and animal fats have been identified the most important and suitable replacement resources of fossil fuels specially diesel fuel. Because of higher growth speed and production in comparison with forest environment, agricultural crops and other aquatics plants and less need to nutrition and environment compared to agricultural crops and lack of sulfur, Microalgae are considered as one of the most efficient organisms in biodiesel production. According to strategic importance and necessity of clean fuel production in Iran specially major cities and non-economical production from micro-alga species available in Iran is necessary to impellent mutation breeding (gamma irradiation) as only solution for efficient production of biodiesel.

Keywords: Biodiesel, Micro-alga, Gamma irradiation.

۱. مقدمه

اهمیت انرژی و نقش آن در اقتصاد و سیاست در دنیای امروزی بر کسی پوشیده نیست. این موضوع نه تنها برای کشورهای پیشرفته صنعتی که مصرف‌کنندگان اصلی منابع انرژی جهان هستند، بلکه برای کشورهای نفت‌خیز نیز بسیار حائز اهمیت است. چراکه این کشورها هم ناگزیر به درک این واقعیت‌اند که منابع نفتی منابعی محدود و پایان‌پذیرند. عدم درک این واقعیت در کشورهایی چون ایران که کشوری در حال توسعه است می‌تواند علاوه بر خساراتی که هم‌اکنون بر اقتصاد کشور وارد می‌کند زندگی و اقتصاد نسل‌های آینده را به‌طور جدی به مخاطره افکند. لذا تولید سوخت‌هایی با منشأ طبیعی (منشأ گیاهی) و با خاصیت تجدیدپذیری، نه تنها یک انتخاب بلکه یک اجبار است. در این میان، موتورهای دیزل به‌عنوان بخشی اساسی در تأمین نیروی محرکه صنعت و کشاورزی به حساب می‌آیند. خصوصیات نظیر سادگی سیستم، جنبه‌های مثبت اقتصادی، قابلیت اطمینان بالا، طول عمر قابل توجه و رانش‌پذیری مطلوب از جمله مزایای متعدد این موتورها به حساب می‌آیند. این موتورها یکی از مهم‌ترین مصرف‌کنندگان سوخت و یکی از عوامل ایجادکننده آلودگی نیز هستند. جستجو برای یافتن و استفاده از سوخت‌های جایگزین، به‌خاطر دو عامل محدودیت منابع فسیلی و نیز مشکلات جدی آلودگی محیط‌زیست، به‌شدت دنبال می‌شود.

در حال حاضر، مهم‌ترین منابع تولید انرژی در موتورها و ماشین‌های حرارتی سوخت‌های فسیلی می‌باشند. استفاده بیش‌ازحد از سوخت‌های فسیلی، موجب کاهش منابع این سوخت‌ها، وابستگی بیش‌ازحد به کشورهای صادرکننده، افزایش قیمت محصولات نفتی، افزایش آلودگی و مسائل زیست‌محیطی شده است. لذا تحقیقات بسیار وسیعی برای یافتن سوخت‌های جایگزین مناسب در جهان انجام گرفته یا در حال انجام است. در این راستا، روغن‌های گیاهی و چربی‌های حیوانی، عمده‌ترین و مناسب‌ترین منابع جایگزین سوخت‌های فسیلی به‌ویژه سوخت دیزل شناخته شده‌اند [۱-۳]. این سوخت‌های جایگزین، نسبت به سوخت‌های فسیلی آلاینده‌گی کمتری دارند. همچنین می‌توان آن‌ها را از بقایای مواد کشاورزی و پسماند مواد غذایی، برای استفاده در موتورهای سوخت به دست آورد [۲، ۴ و ۵]. از دیگر دلایل انتخاب بیودیزل‌ها می‌توان به تجدیدپذیری، مقادیر کمتر آلاینده‌های حاصل از احتراق، عدم نیاز به تغییر در ساختار موتور و سازگار با محیط‌زیست بودن اشاره کرد [۶]. از بین سوخت‌های گیاهی، صنعت تولید دو سوخت بیوفیول به نام‌های بیودیزل و بیواتانول در دنیا پیشرفت زیادی کرده‌اند. بیودیزل به‌عنوان استرهای مونوالکیل اسیدهای چرب با زنجیرهای طولانی تعریف می‌شود که از روغن گیاهی به‌دست می‌آید [۴، ۵، ۷ و ۸]، درحالی‌که بیواتانول از قند گیاهان تولید می‌شود [۸-۱۱]. آلمان با ۵۰ درصد کل تولید بیودیزل در اروپا، مقام اول و فرانسه با ۳۰ درصد در مقام دوم می‌باشد و ایتالیا و جمهوری چک در مراتب بعدی قرار دارند. در ایران نیز تولید سوخت‌های گیاهی از فاضلاب و زباله‌هایی که منبع آلی دارند در سطح آزمایشی انجام شده است و در مواردی، دستگاه‌هایی برای تولید این نوع سوخت‌ها، طراحی و ساخته شده‌اند [۱۲].

در نگاه اول، شاید به نظر برسد که کشورهای بزرگ دارنده نفت و گاز جهان، یعنی عربستان سعودی و قطر، آخرین کشورهایی هستند که به سرمایه‌گذاری در پروژه‌های تولید سوخت‌های تجدیدپذیر اقدام می‌کنند، اما جالب است بدانید که شرکت عربستانی Jazeera For Modern Technology با همکاری شرکت انگلیسی D1 h Oils، یک شرکت سرمایه‌گذاری مشترک با عنوان Limited D1 Oils Arabia برای تولید سوخت‌های بیودیزل تشکیل داده‌اند. شرکت خطوط هوایی قطر (Qatar Airways) نیز هم‌اکنون در حال تلاش برای توسعه پروژه‌های تولید و استفاده از سوخت‌های جایگزین و سازگار با محیط‌زیست (بیوفیول) است تا علاوه بر ادامه فعالیت خود، از انتشار گازهای گلخانه‌ای و کربن جلوگیری کند [۱۳]. ۷۰ تا ۸۰ درصد هزینه تولید بیودیزل، به قیمت ماده اولیه مربوط است که عامل اصلی در رقابت آن، با سوخت دیزل پایه نفتی است. نرخ رشد تولید بیودیزل طی سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۱ حدود ۲۰ درصد بوده است. پیش‌بینی شده است که نرخ رشد تولید بیودیزل بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ به‌طور متوسط سالانه حدود ۲۱/۵ درصد باشد، به‌طوری‌که حجم مبادلات تجاری (تولید و مصرف) بیودیزل در سال ۲۰۱۶ بالغ بر ۱۱۵ میلیون تن باشد؛ همچنین به‌طور خاص پیش‌بینی شده است که تولید اروپا تا سال ۲۰۱۶ ثابت بماند، ولی مصرف آن ۱/۵ برابر شود، اما از سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۱ با پیش‌بینی افزایش قیمت نفت خام و همچنین امکان دسترسی بیشتر به مواد اولیه و پیشرفت

فناوری‌های نوین در تولید بیودیزل نرخ رشد تولید آن، سرعت بیشتری می‌گیرد. پیش‌بینی می‌شود، در سال ۲۰۱۶ میزان تقاضای بیودیزل به ۵۸ میلیون تن برسد که این رقم ۴ درصد تقاضای جهانی دیزل در آن سال خواهد بود. حجم بازار سوخت‌های زیستی در سال ۲۰۱۱ حدود ۱۱۲ میلیون تن است که از این مقدار ۲۲/۳ میلیون تن سهم تولید بیودیزل بوده (۲۰ درصد کل بازار) و پیش‌بینی آن در سال ۲۰۲۱ حدود ۲۰۰ میلیون تن تخمین زده می‌شود [۱۳].

مقایسه گونه *Cladophora* با کار حسین و همکاران (۲۰۰۸) بر روی گونه *Oedogonium* و گونه *Spirogyra* نشان داد که کلادوفورا نسبت به اسپروژیرا، بیودیزل بیشتری تولید می‌کند [۱۴]. به‌رحال شریف حسین و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که بیودیزل تولیدی توسط ائودوگونینوم می‌تواند به‌عنوان منبع مناسب‌تری نسبت به اسپروژیرا شناخته شود، زیرا دارای میزان تولید بیشتری می‌باشد هرچند که اسپروژیرا توده سلولی بیشتری تولید می‌نماید [۱۵]. هزینه تولید بیودیزل از ریز جلبک‌ها می‌تواند با استفاده از راهکار تصفیه زیستی و بهبود کارایی ریز جلبک‌ها توسط مهندسی ژنتیک و پیشرفت در مهندسی بیوراکتورها کاهش پیدا کند [۱۶]. خدابخش و همکاران (۱۳۸۷) با استفاده از پرتو الکترون با دزهای ۴۰-۱۰ کیلوگری جلبک سارگاسوم را پرتوتابی کردند [۱۷]. حمدا و همکاران (۱۹۹۰) اثر پرتو گاما حاصله از کبالت ۶۰ را بر روی زنده‌مانی سلول‌های چهار گونه جلبک در فاز راکد (دارای رشد متوقف) مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که *Chlorophyceae acerosum* بیشترین تحمل را برخلاف اسپورزایی دارد که آن‌ها همچنین بالاترین مقاومت به پرتو گاما را نشان دادند. نتایج این محققان نشان‌دهنده ارتباط بین تحمل به مرحله اسپورزایی و مقاومت به پرتو در گونه‌های مورد بررسی بود [۱۸]. همچنین طی تحقیقاتی که گلینکوا و همکاران (۲۰۱۲) انجام دادند به این نتیجه رسیدند که پرتو دهی بالاتر از ۱۰۰ گری می‌تواند باعث مرگ سلول‌ها شود [۱۹].

برخی پژوهش‌ها، تعدادی از مزیت‌های استفاده از ریز جلبک‌ها برای تولید بیودیزل در مقایسه با دیگر روش‌های موجود را شرح داده‌اند. از نقطه‌نظر علمی ریز جلبک‌ها به‌آسانی کشت داده شوند، می‌توانند به‌آسانی رشد کنند، می‌توانند از آب‌های نامناسب برای بشر، استفاده و به‌آسانی می‌توانند تغذیه کنند. ریز جلبک‌ها می‌توانند با استفاده از فتوسنتز و تغییر انرژی نور خورشید به انرژی شیمیایی حتی در طی چند روز کوتاه، خودشان را تکثیر کنند. علاوه بر این، آن‌ها می‌توانند تقریباً هرجایی رشد و از تعدادی مواد مغذی ساده استفاده کنند. همچنین سرعت رشد می‌تواند از طریق افزودن مواد مغذی ویژه و هوای مناسب، شتاب داده شود. گونه‌های مختلف جلبک‌ها می‌توانند در شرایط زندگی مختلف سازگار شوند [۲۰]. آن‌ها دارای سرعت رشد و تولید بالاتری در مقایسه با محیط‌های جنگلی، محصولات کشاورزی و دیگر گیاهان آبی بوده و نیازمند میزان کمتری مواد مغذی و محیط در مقایسه با محصولات کشاورزی برای تولید بیودیزل می‌باشند. ریز جلبک‌ها در مقایسه با سویا برای تولید ۳۰٪ (حجمی/حجمی) روغن، ۴۹ تا ۱۳۲ بار کمتر به توده سلولی (بیومس) نیازمند هستند [۲۰]. ریز جلبک‌ها در بین دیگر منابع، می‌توانند مواد اولیه و خوراکی چندین نوع سوخت همچون بیودیزل، متان، هیدروژن، اتانول را فراهم کنند. همچنین بیودیزل جلبک‌ها، حاوی سولفور نمی‌باشد. ریز جلبک‌ها دی‌اکسید کربن را از گازهای سوخت صنعتی از طریق تثبیت، با کاهش نشر GHG هنگام تولید بیودیزل، حذف خواهند کرد [۲۰].

۲. روش کار

سه روش مهم برای جایگزین نمودن روغن‌های گیاهی به‌عنوان سوخت دیزل توسعه پیدا کرده‌اند پیرولیز، میکرومولسیون و ترانس استریفیکاسیون می‌باشند [۲۰]. از بین روش‌های ذکر شده برای تولید بیودیزل روش ترانس استریفیکاسیون معمول‌تر و اقتصادی‌تر می‌باشد. مخلوط اسید چرب‌های پیشنهادشده C16:1، C18:1 و C14:0 در نسبت ۱:۴:۵ می‌باشد، چون بیودیزل‌ها می‌توانند پتانسیل اکسیداتیو بسیار پایینی داشته باشند [۲۱].

میزان فراکسیون متیل استر اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در دونالیلا سالینا به‌ترتیب ۳۵٪ و ۶۵٪ و نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع برای تولید بیودیزل ۲:۱ گزارش گردید [۲۱]. این سوخت‌های جایگزین، نسبت به سوخت‌های فسیلی آلاینده‌گی کمتری دارند. همچنین می‌توان آن‌ها را از بقایای مواد کشاورزی و پسماند مواد غذایی، برای استفاده در موتورهای سوخت به‌دست آورد [۲، ۴ و ۵]. از دیگر دلایل انتخاب بیودیزل‌ها می‌توان به تجدیدپذیری، مقادیر کمتر آلاینده‌های حاصل از احتراق، عدم نیاز به تغییر در ساختار موتور و سازگار با محیط‌زیست بودن اشاره کرد [۶]. پیش‌بینی

می‌شود، در سال ۲۰۱۶ میزان تقاضای بیودیزل به ۵۸ میلیون تن برسد که این رقم ۴ درصد تقاضای جهانی دیزل در آن سال خواهد بود. حجم بازار سوخت‌های زیستی در سال ۲۰۱۱ حدود ۱۱۲ میلیون تن است که از این مقدار ۲۲٫۳ میلیون تن سهم تولید بیودیزل بوده (۲۰ درصد کل بازار) و پیش‌بینی آن در سال ۲۰۲۱ حدود ۲۰۰ میلیون تن تخمین زده می‌شود [۱۳].

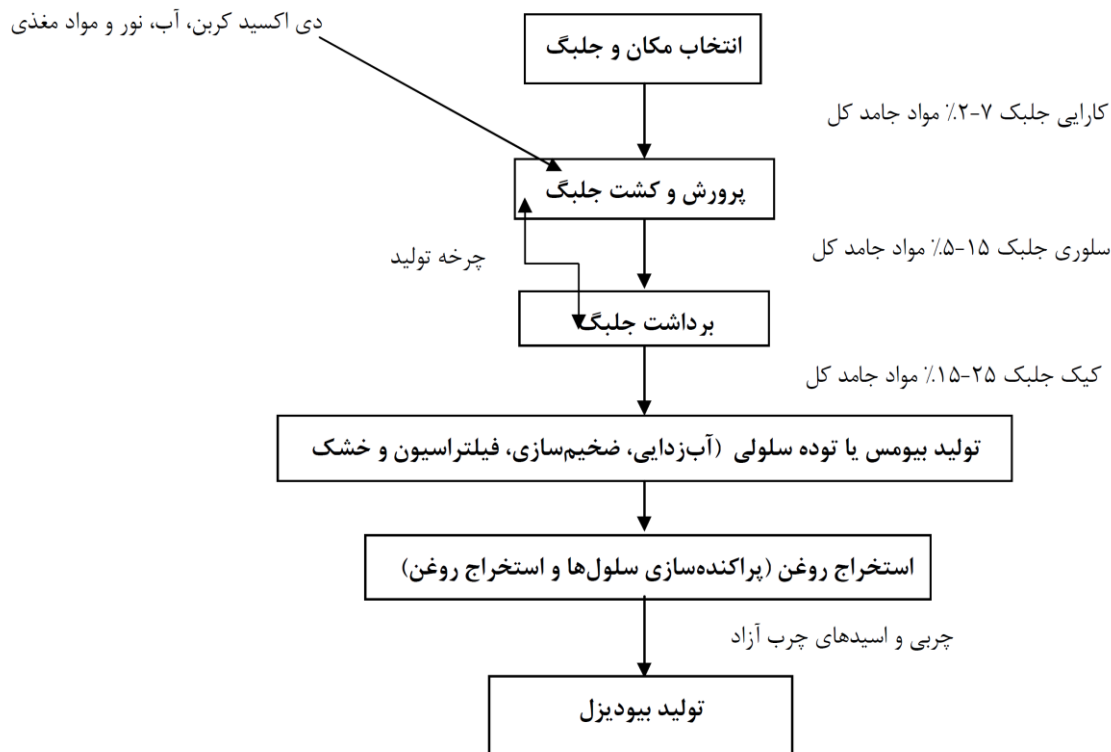
نظر به اهمیت و لزوم تولید سوخت‌های پاک در کشور به‌ویژه در کلان‌شهرها و تولید غیراقتصادی بیودیزل از گونه‌های ریز جلبکی موجود در کشور (باوجود اینکه ریز جلبک‌ها کاراترین موجودات زنده در تولید بیودیزل محسوب می‌شوند) و ایجاد ریز جلبک‌های موتانت با قابلیت تولید اقتصادی بیودیزل ضروری است از راهکار موتاسیون بریدینگ استفاده کرد.

۱.۲. شناسایی و جمع‌آوری گونه‌های ریز جلبکی با قابلیت تولید بالای بیودیزل

گونه‌های مورد مطالعه از تالاب‌های دریای خزر و خلیج فارس جمع‌آوری و تکثیر شده و قبل از پرتوتابی و ایجاد موتاسیون، از لحاظ تولید بیودیزل آنالیز می‌شوند. سپس از این گونه‌ها به‌عنوان نمونه‌های شاهد در پروژه به کار گرفته می‌شوند.

۲.۲. سنجش تولید بیودیزل گونه‌های ریز جلبکی مورد مطالعه

مراحل زنجیروار تولید بیودیزل از ریز جلبک‌ها به‌صورت زیر می‌باشد (شکل ۱):



شکل ۱. مراحل زنجیروار تولید بیودیزل از ریز جلبک‌ها [۲۰].

۳. نتیجه‌گیری

در بین سایر موجودات زنده، ریز جلبک‌ها دارای سرعت رشد و تولید بالاتری در مقایسه با محیط‌های جنگلی، محصولات کشاورزی و دیگر گیاهان آبی بوده و نیازمند میزان کمتری مواد مغذی و محیط در مقایسه با محصولات کشاورزی برای تولید بیودیزل می‌باشند. ریز جلبک‌ها در مقایسه با سویا برای تولید ۳۰٪ (حجمی/حجمی) روغن، ۴۹ تا ۱۳۲ بار کمتر به توده سلولی (بیومس) نیازمند هستند همچنین بیودیزل جلبک‌ها، حاوی سولفور نمی‌باشد. نظر به اهمیت استراتژیک و ضرورت تولید سوخت‌های پاک در کشور به‌ویژه در کلان‌شهرها و تولید غیراقتصادی بیودیزل از ریز جلبک‌ها (باوجود اینکه ریز جلبک‌ها کاراترین موجودات زنده در تولید بیودیزل محسوب می‌شوند) لازم است از راهکار موتاسیون بریدینگ (پرتوتابی گاما) به‌عنوان تنها راه چاره تولید کارای بیودیزل بهره برد.

۴. منابع

- [۱] ب. قبادیان، "موتورهای احتراق داخلی (مبانی نظری و عملی)" چاپ اول. انتشارات دانشگاه شهردکد. (۱۳۸۰).
- [۲] B. Ghobadian and H. Rahimi, "Biofuels-Past, Present and Future Perspective", The 4th International Iran and Russia Conference. Shahre kord, Iran (2004).
- [۳] C. Carraretto, A. Macor, A. Mirandola, A. Stoppato and S. Tonon, "Biodiesel as Alternative Fuel: Experimental Analysis and Energetic Evaluation", Journal of Energy, 29: 2195-2211 (2004).
- [۴] ب. قبادیان و م. خاتمی فر، "تولید بیودیزل از روغن های پسماند خوراکی" مجموعه مقالات دومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. قطب علمی مهندسی بازیافت و ضایعات محصولات استراتژیک کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس. تهران، ایران. (۱۳۸۴).
- [۵] N. Usta, E. Ozturk, O. Can, E.S. Conkur, S. Nas, A.H. Con, A.C. Can and M.Topcu, "Combustion of Biodiesel Fuel Produced from Hazelnut Soapstock/Waste Sunflower Oil mixture in a Diesel Engine", Journal of Energy Conversation and Management, 46: 741-755 (2005).
- [۶] M. Zanchi, "Development of experiments with vegetable oils as a diesel substitute" Applied engineering in agriculture. 9(9):103-117 (1998).
- [۷] م. خاتمی فر، "طراحی، ساخت، آزمایش و ارزیابی دستگاه فرآوری بیودیزل" پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس. تهران، ایران (۱۳۸۵).
- [۸] B. Ghobadian, H. Rahimi and M. Khatamifar, "Evaluation of Engine Performance Using Net diesel Fuel and Biofuel Blends", The First Combustion Conference of Iran (CCT1). Tarbiat Modares University. Tehran, Iran. (2006).
- [۹] ه. رحیمی، "بررسی عملکرد موتور دیزل با استفاده از بیوفیول" پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ایران (۱۳۸۴).
- [۱۰] H. Rahimi, B. Ghobadian and T. Tavakoli Hashjin, "Production of Bioethanol and Sunflower Methyl Ester and Investigation of Fuel Blend Properties", Paper accepted for publication in JAST, Tehran, Iran (2006).
- [۱۱] N. Sukumar Puan, G.Vedaraman, S. Sankaranarayanan, V. Boppana and R. Bharat, "Performance and Emission Study of Mahua Oil (mahua indica oil) Ethyl in a 4-Stroke Natural Aspirated Direct Injection Diesel Engine", Journal of Renewable Energy, 30: 1269-1278 (2005).
- [۱۲] ب. قبادیان، "طراحی دستگاه بیوگاز گنبدی ثابت" اولین سمینار بیوگاز در ایران. بخش بیوگاز مرکز تحقیقات و انرژی‌های نو. سازمان انرژی اتمی ایران (۱۳۷۵).
- [۱۳] مشعل، نشریه کارکنان صنعت نفت. شماره ۶۲۸، ص ۱۰. (۱۳۹۱).
- [۱۴] G. Khola and B. Ghazala "Biodiesel Production from Algae", Pak. J. Bot., 44(1): 379-38 (2012).
- [۱۵] A.B.M. Sharif Hossain, A. Salleh, A. Nasrulhaq Boyce, P. Chowdhury and M. Naquiuddin, "Biodiesel Fuel Production from Algae as Renewable Energy", American Journal of Biochemistry and Biotechnology, 4 (3):250-254 (2008).
- [۱۶] Y. Chisti, "Biodiesel from microalgae", Biotechnology Advances, 25: 294-306 (2007).
- [۱۷] م. خدا بخش، ه. فروتن، م. ربانی، ش. مرادی و ش. طلوعی، "بررسی تهیه هیدروژل از جلبک سارگاسوم استان سیستان و بلوچستان ایران بوسیله پرتوهای یونیزه کننده" پژوهش در سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره ۷۹ (۱۳۸۷).
- [۱۸] J. Hamada, T. Bando, M. Saito and M.R. Ishida, "Effects of gamma rays on the survival of several unicellular green algae and the relation to saprobity", Annual Reports of the research reactor institute kyoto university. 23:70-75 (1990).
- [۱۹] E. Glinkova, N.I. Zhuchkina, N.A. Koltovoi and N.A. Koltovaia, "Gamma-radiation action on cells of algae Euglena gracilis", AviakosmEkolog Med. 46(1):35-41 (2012).
- [۲۰] M.T. Mata, A.A. Martins and N.S. Caetano, "Microalgae for biodiesel production and other applications: A review", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14:217-232 (2010).
- [۲۱] E.M. Fakhry and D. M. El Maghraby, "Fatty Acids Composition and Biodiesel Characterization of *Dunaliella salina*", Journal of Water Resource & Protection, 5 (9): 894-899 (2013).