# مروری بر فرآیندهای تولید بیوگریس از زیست توده روغنی

عطیه شامردی[۱]، مسعود دهقانی صوفی[۲*]، برات قبادیان[۳]، شهریار کوراوند[٤]، سارا الماسی[٥]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی مکانیک بیوسیستم، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران atiyeshamardi@ut.ac.ir
[۲*] استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران dehghanisoufi@ut.ac.ir
[۳] استاد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس Ghobadib@modares.ac.ir
[٤] دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران skouravand@ut.ac.ir
[٥] دانشجوی دکتری گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس Sara.almasi@modares.ac.ir

**چکیده**

**در قرن بیست و یکم عوامل متعددی، صنعت را به سمت پایبندی به استفاده از منابع تجدید پذیر و سازگار با محیط زیست سوق داده است. از جمله این عوامل می‌توان به افزایش جمعیت و تقاضای بیشتر برای انرژی، افزایش روز افزون قیمت منابع نفت خام، امنیت انرژی و از همه مهم‌تر آلودگی‌های زیست محیطی که سلامت انسان‌ها و جانداران را به خطر انداخته است، اشاره کرد. روانکارها و گریس‌ها یکی از محصولات صنعتی پرمصرف هستند که میزان مصرف آن‌ها، یکی از شاخص‌های پیشرفت صنعتی جوامع به شمار می‌آید. امروزه بیش از ۸۵ درصد روانکارهای مورد استفاده از نفت خام تولید می‌شوند و استفاده بی رویه از آن‌ها، با اهداف توسعه پایدار و مبانی اقتصاد چرخشی در تناقض است. ساختار هیدروکربنی منابع زیست توده روغنی تشابه بسیار زیادی با ساختار نفت خام دارد و با توجه تاریخچه استفاده از آن‌ها به عنوان روانکار قبل از اکتشاف نفت، به‌عنوان یک جایگزین مناسب و پایدار برای روانکارهای نفتی در جهان مطرح هستند. استفاده از روانکارها و گریس‌های زیستی مزایای بسیاری دارد که در این تحقیق، به اختصار به آن‌ها پرداخته خواهد شد.**

**کلمات کلیدی:**

**گریس زیستی، بیوروانکار، روغن های گیاهی، زیست توده روغنی، ترانس استریفیکاسیون، بیودیزل**

**مقدمه**

**اهمیت روز افزون نقش انرژی در جهان، رشد جمعیت و به دنبال آن تقاضای بیشتر برای انرژی، امنیت انرژی، پدیده های زیست محیطی چون گرم شدن کره زمین، افزایش قیمت منابع چون نفت خام و دیگر عوامل متعدد، موجب توجه جدی به استفاده از منابع تجدید پذیر و سازگار با محیط زیست شده است. بنابراین با توجه به کاربرد و مصرف گسترده روانکارها در صنایع مختلف، باید به آن‌ها توجه ویژه‌ای داشت.**

**روانکارهای پایه نفتی متداول ترین نوع روانکارها هستند. به طور تقریبی یک درصد از کل مصرف منابع نفت خام در دنیا، صرف تولید روانکارها می‌شود و نزدیک به ۸۵ درصد از میزان کل روانکارها در دنیا مربوط به روانکارهای نفتی است** (Bartz,1998). **روانکارهای پایه نفتی در حین کار، در اثر واکنش با اکسیژن و تجزیه بر اثر حرارت، ترکیبات غیر اشباعی تولید می کنند که برای محیط زیست و سلامت انسان‌ها خطرناک هستند، این روغن‌ها در ترکیب با سایر مواد خارجی مانند انواع سوخت، کربن و ذرات فلزی کارآیی خود را از دست داده و در اصطلاح روغن کار کرده یا روغن سیاه نامیده می‌شوند که در ایران به روغن سوخته مشهور هستند. در ایران سالانه نزدیک به ۹۵ هزار تن روغن سوخته جمع‌آوری و بازیافت می‌شود که پس از مصرف قسمتی از روغن‌های کار کرده، این روغن‌ها دوباره جمع‌آوری و تصفیه می‌شوند و در نتیجه به عنوان روغن نو در اختیار مصرف کننده قرار می گیرند. هزینه بالای فرآیند و در نتیجه قیمت بالای فروش روغن‌های تصفیه دوم در مقایسه با قیمت روغن‌های تصفیه اول، حذف ناقص آروماتیک‌های چند حلقه‌ای سرطان‌زا، ظاهر نامناسب این روغن‌ها و افزایش پیچیدگی‌های مخلوط‌های روغن پایه و روانکارهای دیگر در موتور دلیل استقبال کم از این روغن‌ها بوده است. همچنین تصفیه شدیدتر روغن‌های نفتی به منظور جداسازی مناسب‌ترین اجزا برای روان‌کاری، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد و از لحاظ عملی نیز به دلیل نبود فناوری لازم غیر قابل انجام است (شهیدی پور، ۱۳۸۷).**

**به طور کلی روانکارها به لایه‌های گاز، مایع و یا جامد گفته می‌شود که میان دو سطح قرار می گیرند و یکنواختی حرکت یک سطح بر روی سطح دیگری را بهبود می‌بخشد و از ایجاد آسیب بر روی سطوح جلوگیری می کنند. کاهش تلفات انرژی، بهبود کارکرد دستگاه‌های صنعتی و در نتیجه افزایش راندمان کار از جمله وظایف روانکارها است.**

**روانکارها به دو دسته‌ی کلی روانکارهای خودرو و روانکارهای صنعتی دسته بندی می‌شوند. سالانه به طور تقریبی ٤٠ میلیون تن روانکار در جهان تولید می‌شود که از این میزان، ۱۲میلیون تن به صورت ضایعات روانکار یا ریختن تصادفی وارد محیط زیست می‌شوند** (Hinman, 2004). **یک کیلوگرم روانکار نفتی می تواند یک میلیون لیتر آب آشامیدنی را آلوده کند** (Garces et al., 2011). **تخلیه روغن‌های کار کرده در طبیعت و محیط زیست، ضایعات اسفناکی به بار می‌آورد که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود (شهیدی پور، ۱۳۸۷).**

**۱. یک گالن روغن سوخته می تواند یک میلیون گالن آب پاکیزه را که منبع تامین آب ۵۰ نفر در سال است را آلوده کند.**

**۲. ورود روغن‌های کارکرده به زمین و خاک موجب از بین رفتن میکرو ارگانیسم‌های خاک شده و حاصلخیزی خاک را کاهش می‌دهد.**

**۳. روغن‌های کارکرده دارای مواد افزودنی مضر هستند که این مواد قادر هستند منابع آب و خاک را آلوده کنند؛ روغن‌های کارکرده در کنار رودخانه‌ها و جویبارها رسوب می‌کنند و مانع رشد و نمو گیاهان و موجودات آبزی می‌شوند.**

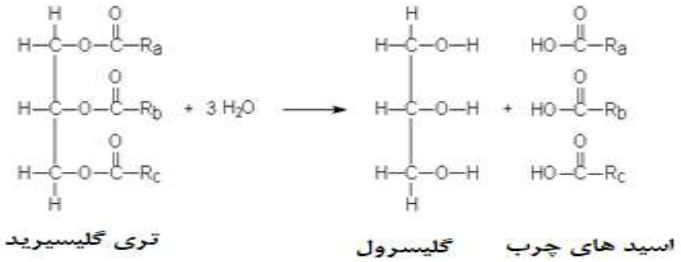
**٤. استفاده از روغن‌های پایه نفتی در موتورهای درونسوز و نفوذ آن‌ها به محفظه احتراق موتور، می‌تواند موجب تشدید تولیدگازهای آلاینده و سمی موتور شود.**

**علاوه بر موارد ذکر شده، افزودنی‌های روانکار با پایه نفتی موجب بیماری‌های خطرناکی چون سرطان، بیماری‌های گوارشی، پوستی، تنفسی، مشکلات تولید مثل و باروری و ... می‌شوند** (Fan, 2010).

**بر اساس تعریف یونسکو، توسعه پایدار عبارت است از توسعه‌ای که در آن نیازهای نسل کنونی جهان طوری تامین شود که توانایی نسل‌های آینده را در برآوردن نیازهای خود به مخاطره نیاندازد. بر این اساس، روانکار پایدار، روانکاری است که با مبانی توسعه‌ی پایدار و تمامی شاخص‌های آن اعم از اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی سازگاری داشته باشد. امروزه روانکارهای زیستی که از اصلاح شیمیایی زیست توده روغنی (روغن‌های گیاهی، چربی‌های حیوانی، پسماندهای روغنی و جلبک) تولید می‌شوند، مناسب‌ترین و پایدارترین گزینه برای جایگزینی روانکارهای نفتی هستند. امروزه روانکارهای زیستی متنوعی از جمله روغن موتور، روغن دنده، سیال هیدرولیک، انواع گریس و... از زیست توده روغنی تولید و مورد استفاده قرار گرفته‌اند.**

**روغن‌های گیاهی**

**بخش عمده روغن‌های گیاهی را تری‌گلیسیریدها تشکیل می‌دهند. تری‌گلیسیریدها مولکول‌های گلیسرول با سه زنجیره بلند اسیدهای چرب هستند که از طریق پیوندهای استری به گروه‌های هیدروکسیل متصل شده‌اند** (Fox and Stachowiak, 2007). **ساختار کلی یک تری‌گلیسیرید در شکل ۲ نشان داده شده است.**




**شکل ۱: ساختار تری گلیسیرید**

**روغن‌های گیاهی را می‌توان از دانه‌های روغنی که در سراسر دنیا در دسترس است، تهیه کرد. براساس مطالعات انجام شده، حدود ۳۵۰ محصول روغنی در دنیا وجود دارد، که شامل روغن‌های خوراکی و روغن‌های غیر خوراکی**

هستند، به‌عنوان مثال می‌توان به جاتروفا، کارانجا، سبوس برنج، کلزا، کرچک، نخل، آفتابگردان، نارگیل ، سویا و زیتون اشاره کرد (Honary and Richter, 2011).

روغن‌های گیاهی حتی به‌صورت خام نیز مزایایی نسبت به روانکارهای نفتی دارند که به برخی از ویژگی‌های مهم آن‌ها اشاره می‌شود: روغن‌های گیاهی زیست تخریب پذیر و غیر سمی هستند (Norasmah, 2009) خواص روانکاری مرزی خوبی دارند و از استحکام خوبی به دلیل چسبندگی به سطح فلزات، برخوردار هستند، فراریت آن‌ها کم و نقطه اشتعال بالا دارند یعنی قابلیت بهتری در استفاده از روانکار در دماهای بالاتر دارند (Salimon *et al.*, 2010). روانکار های زیستی نسبت به روانکار های نفتی دارای شاخص ویسکوزیته بالا، عدد یدی بالاتر، قدرت روانکاری بهتر، قیمت کمتر، تجدید پذیری و سازگار با محیط زیست هستند. با این وجود روغن‌های گیاهی دو ایراد اساسی و مهم در ارتباط با روانکاری دارند که عبارت است از پایداری اکسایشی ضعیف و نقطه ریزش بالا(Singh, 2011). روغن‌های گیاهی در شکل طبیعی خود از پایداری اکسایش کافی برخوردار نیستند و در طول استفاده به سرعت اکسید می‌شوند. به منظور اصلاح این نقاط ضعف، می‌توان از مواد افزودنی ضد اکسایش و یا کاهنده نقطه ریزش استفاده کرد، به دلیل هزینه زیاد مواد افزودنی و وابستگی کشور به واردات این افزودنی‌ها، موجب افزایش قابل توجه قیمت نهایی محصول می‌شود.

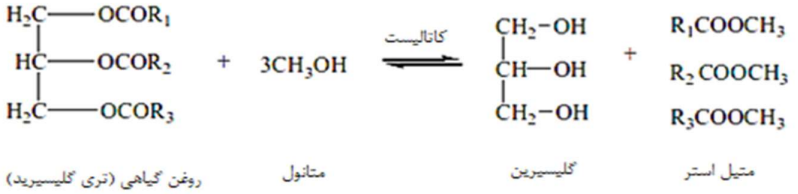
روش مناسب‌تر، اصلاح شیمیایی ساختار روغن‌های گیاهی است، توسعه‌ی بیوروانکارها، بیشتر به دلیل فراوانی نفت و عدم توجه به مسائل زیست محیطی و هم‌چنین کمبود منابع روغن، مورد غفلت قرار گرفته‌است، با بهبود قابل توجه خواص روغن‌های گیاهی توسط واکنش اصلاح شیمیایی یا استفاده از ترکیب مواد افزودنی، می‌توانند جایگزین امیدوار کننده‌ای برای روغن‌های مشتق شده از نفت باشند. با وجود مطالعاتی که در طی سال‌ها در ارتباط با روانکارهای زیستی انجام شده است، باز هم تحقیقات بیشتری برای به دست آوردن درک دقیق از مکانیسم‌های روانکاری این روان کننده‌ها، ترکیبات آن‌ها و سازگاری آن‌ها با انواع مواد افزودنی نیاز است (Dehghani soufi et al., 2019).

**بیوروانکار**

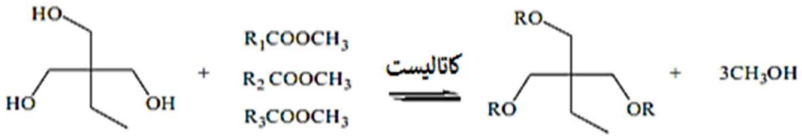
بیوروانکار یک پلیول استر است، پلیول‌ها ترکیباتی با چند گروه کاربردی هیدروکسیل یا OH هستند که در واکنش‌های آلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. پلیول استرها محصول واکنش ترانس استریفیکاسیون بین اسیدهای چرب روغن گیاهی یا متیل استر اسیدهای چرب و پلیول‌هایی مثل تری متیلول پروپان، نئوپنتیل گلیول و پنتا اریل تریتول می‌باشند.

برای تولید بیوروانکار در ابتدا نیاز به تولید متیل استر از روغن گیاهی است که برای این‌کار، روغن گیاهی طبق واکنش ترانس استریفیکاسیون (شکل۲) با محلول متوکسید ترکیب شده و دو فاز متیل استر و گلیسیرین تولید شده که نیازمند جداسازی هستند.

در مرحله بعد، متیل استر خالص سازی شده به‌عنوان ماده ی اولیه تولید بیوروانکار در نظر گرفته می‌شود و طبق واکنش ترانس استریفیکاسیون (شکل۳) تری متیلول پروپان استر یا بیوروانکار تولید می‌شود.




**شکل ۲: واکنش کلی تولید متیل استر توسط روش ترانس استریفیکاسیون**




**شکل ۳: واکنش کلی تولید تری متیلول پروپان استر توسط روش ترانس استریفیکاسیون.**

**گریس**

**گریس‌ها از جمله روانکارهای مهم هستند که کاربردهای مختلفی در صنعت دارند. طبق تعریف انجمن ملی گریس‌های روانکار، گریس‌ها محصولات جامد یا نیمه‌جامدی هستند که از متفرق شدن یک عامل در یک مایع روان‌کننده حاصل می‌شوند. به طور کلی گریس به عنوان روان کننده نیمه جامد یا جامد، متشکل از ۹۰-۷۰ ٪ روغن پایه، ۳۰-۱۰٪ غلیظ کننده و ۱۰-۵ ٪ ماده افزودنی است . گریس‌ها را به طور اساسی می‌توان به دو دسته‌ی صابونی و غیر صابونی تقسیم بندی کرد. گریس‌های بر پایه صابون با استفاده از واکنش بین روغن پایه و اسید های چرب با هیدروکسید فلز تولید می‌شوند، صابون تولید شده، همان غلیظ کننده‌ها هستند، (شکل ٤).**

**اسیدهای چرب + هیدروکسید فلز ⟵ صابون + آب**

**شکل ٤: واکنش تولید صابون**

**مهم‌ترین گریس‌ها بر پایه صابون عبارتند از: گریس هیدروکسید سدیم، گریس هیدروکسید آلومینیوم و گریس هیدروکسید لیتیوم. گریس‌های کمپلکس نیز همان گریس‌های با پایه صابون هستند با این تفاوت که گریس‌های کمپلکس علاوه بر صابون، با نمک نیز به عنوان یک عامل کمپلکس کننده ترکیب می‌شوند. نوع دیگر گریس‌ها، گریس با پایه غیر صابونی است، یعنی از صابون‌ها به عنوان غلیظ کننده استفاده نمی‌شود، دلیل استفاده از این نوع گریس‌ها این است که محدودیت دمایی کمتری ایجاد می‌کنند، هنگام استفاده از گریس‌ها با پایه صابون محدودیت‌های زیادی در مواجهه با هوای خیلی سرد یا خیلی گرم ایجاد می‌شود زیرا وجود صابون در گریس، گریس را در برابر سفت شدن در هوای خیلی سرد یا مایع شدن در دمای خیلی گرم، آسیب پذیر می‌کند. گریس**

**پلی اوره، کمپلکس پلی اوره، پلی تترا فلوئور تیلن، پلی اتیلن و ترکیبات پلیمر از جمله گریس‌های با پایه غیر صابونی هستند** (Honary and Richter, 2011).

**پس از ساخت صابون و افزودن روغن پایه که این اختلاط باید به طور یکنواخت صورت گیرد، برای بهبود ویژگی‌های گریس، افزودنی هایی مانند: مواد ضد اکسیداسیون، مواد ضد رنگ و خوردگی، عوامل بالابرنده‌ی ویسکوزیته، مواد پایدارکننده در مقابل فشار، مواد پایین آورنده‌ی نقطه ابری شدن، مواد ضد کف و ... اضافه می‌شوند. این مواد باید در روغن پایه گریس به خوبی حل شوند.**

**تاکنون پژوهشگران زیادی بر روی موضوع تولید گریس و بیوروانکارها، پژوهش کرده‌اند که در جدول شماره ۱ به تعدادی از مرتبط‌ترین موارد به طور خلاصه اشاره شده است.**

**جدول شماره ۱: مطالعه پژوهشگران درباره موضوع روغن‌های گیاهی و بیوروانکار**

| موضوع | نتیجه‌گیری | منبع |
|---|---|---|
| **تولید گریس با روغن پایه نخل و غلیظ کننده کلسیم** | **گریس فرآوری شده با روغن پایه نخل و غلیظ کننده کلسیم بدون افزودنی قابل تولید است.** | sukirno et al.,2010 |
| **تولید گریس با روغن‌های گیاهی** | **وجود FA (اسیدچرب) در روغن-های گیاهی در مقایسه با روغن‌های معدنی منجر به نقطه اشتعال بالاتر و روانکاری بهتر می‌شود.** | A.Z. Syahir et al., 2017 |
| **تولید گریس با غلیظ کننده‌های آلی (پلی پروپیلن، سلولز و کیتوزان)** | **در ارتباط با غلیظ کننده‌های آلی، گریس تولیدی با غلیظ کننده‌ی پلی پروپیلن، به نسبت با غلیظ کننده‌ی سلولز و کیتوزان، پایدارتر است.** | N Suhaila A Japar et al.,2019 |
| **تولید گریس با روغن پایه کارانجا** | **استرهای موجود در روغن کارانجا می‌توانند به عنوان روغن پایه گریس استفاده شوند.** | Thirth Panchal et al.,2014 |
| **تولید بیوروانکار از روغن‌های جاتروفا، سویا، کلزا و نخل** | **مشخصات بیوروانکار جاتروفا به سایر** | Gunam Resul *et al.*, 2012 |

| | | |
|---|---|---|
| | بیوروانکار، نزدیک و قابل رقابت است. | Yunus *et al.*, 2005 |
| تولید بیوروانکار از روغن نخل و تری متیلول پروپان (TMP) | بیوروانکار حاصل از این واکنش نقطه ریزش بهتری نسبت به روغن نخل داشتند (کمتر از ۳۷- درجه سلسیوس). | Arbain and Salimon, 2011 |
| تفاوت بین روغن جاتروفا و TMP استر روغن جاتروفا | نقطه ریزش روغن جاتروفا ۱۰ درجه سلسیوس و نقطه ریزش بیوروانکار آن ۳۷- درجه سلسیوس است (نقطه ریزش بهتر). | |
| مقایسه پایداری در برابر اکسایش بین متیل استر روغن سویا و روغن پایه نفتی | تفاوت معنی‌داری بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی متیل استر روغن سویا و روغن پایه نفتی وجود نداشت. | Balamurugan *et al.*, 2010<br>Dodos *et al.*, 2011 |
| تفاوت نقطه ریزش روغن کنجد و TMP استر تولید شده از روغن کنجد | نقطه ریزش روغن کنجد از ٦- به ۱۲- درجه سلسیوس بهبود یافته است. | Petran *et al.*, 2008 |
| امکان تولید بیوروانکار از پسماند روغن خوراکی | با توجه به حجم بالای روغن پسماند در دنیا، تولید بیوروانکار از روغن پسماند از لحاظ اقتصادی توجیه پذیر است. | شهیدی پور، ۱۳۸۷ |
| ساختار روغن گیاهی کرچک | روغن گیاهی کرچک با توجه به ساختاری که دارد، سیالیت خوب در دماهای پایین و هم‌چنین اثر روانکاری بسیار مناسبی ایجاد می‌کند. | |

با توجه به ادبیات تحقیق دریافت می‌شود که پژوهشگران بسیاری از دانه‌های روغنی موجود در دنیا به منظور روغن‌های گیاهی استفاده کرده‌اند و در مورد هر کدام با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن ها به نتایجی دست یافتند؛ روغن های گیاهی پتانسیل بالایی برای استفاده به عنوان روانکار و روغن پایه در تولید گریس را دارند. از موارد دیگر می‌توان به روغن گیاهی کرچک اشاره کرد، روغن کرچک حاوی مقدار زیادی (حدود ۹۰ درصد) ریسینولئیک اسید است. این اسید، اسید چربی غیر معمولی است که در ساختار خود یک پیوند دوگانه و یک گروه هیدروکسیل دارد که گروه هیدروکسیل می تواند با مواد قطبی موجود در سطح فلزات واکنش داده و اثر روانکاری بسیاری مناسبی ایجاد کند و از طرف دیگر وجود پیوند دو گانه در ساختار روغن کرچک باعث می‌شود این روغن، سیالیت خوبی در دماهای پایین داشته باشد (شهیدی پور، ۱۳۸۷). هر چه تعداد پیوندهای دوگانه در ساختار روغن‌های گیاهی بیشتر باشد، نقطه ریزش روغن کاهش می‌یابد. ولی در عوض پایداری اکسیداسیون آن نیز کاهش می‌یابد که برای استفاده به عنوان روانکار امر نامطلوبی است (NIE, 2012)، ولی روغن کرچک در مقایسه با روغن‌هایی که چند پیوند دوگانه در ساختار شیمیایی آن‌ها وجود دارد، دارای پایداری بیشتری در مقابل اکسیداسیون بوده که این امر روغن کرچک را به یکی از گزینه‌های مناسب برای استفاده به عنوان روانکار در موتور تبدیل کرده است (شهیدی پور ، ۱۳۸۷).

از موارد دیگر می توان به روغن نخل روغنی یا پالم اشاره کرد. روغن نخل در بین روغن‌های گیاهی بیشترین نرخ بهره‌وری را با ۵۹۵۰ لیتر بر هکتار را دارد که این مقدار حدودا ۱۳ برابر بهره‌وری روغن سویا و ٦ برابر روغن آفتابگردان است (Ong et al., 2011).

اسیدهای چرب اشباع در روغن نخل غالب هستند که این اسیدهای چرب عبارتند از پالمیتیک اسید و اولئیک اسید، پالمیتیک اسید. که وجود آن ها در ساختار روغن پالم موجب بالا بردن پایداری اکسیداسیون این روغن می‌شود (شهیدی پور، ۱۳۸۷).

**نتیجه گیری:**

امروزه با توجه به مشکلات زیست محیطی و بهداشتی ناشی از استفاده از روانکارهای نفتی و افزایش سطح آگاهی جوامع نسبت به مشکلات ناشی از آن‌ها، استفاده از روانکارها و گریس‌های زیستی بیش از هر زمانی ضروری به نظر می‌رسد. فرآوری زیست توده روغنی از جمله پسماند روغن‌های خوراکی راه حلی پایدار است که علاوه بر حل معضل مدیریت پسماندهای شهری، صنعتی و کشاورزی موجب تولید محصولات صنعتی با ارزش افزوده همچون روانکارها و گریس‌های با پایه زیستی می‌شود. این موضوع نه تنها مبتنی بر توسعه زیست پالایشگاه‌ها و دستور العمل شماره ٤٢ آژانس جهانی انرژی است توسعه آن‌ها گامی در جهت استفاده از روغن‌ها، سیالات و گریس‌های پایدار است و موجب پایدارتر شدن صنعت روانکار کشور خواهد شد.

**منابع و مراجع**

**برات قبادیان، مسعود دهقانی صوفی(۱۳۹۷). روانکارها و گریسها با پایه زیستی. (ترجمه)، لوهنری، اروین ریشتر؛ انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۹۷.**

**روح الله شهیدی پور (۱۳۸۷). کتاب جامع صنعت روان کار ایران. جلد دوم (دانش روان‌کاری). ویرایش دوم. انتشارات شرکت دانش-پژوهان نوآور. ٤٥٦ص.**

**سپهری روحانی، ش و افقی، م. (۱۳۸٤). روانکارها و بلبرینگ-ها. انتشارات کارنو. ۲۲۱ص.**

**Anonymous.2013.**Available on http://www.gracesguide.co.uk/C._C._Wakefield_and_Co

**Arbain, N.H. and Salimon, J.** 2011. Synthesis and characterization of ester trimethylolpropane based Jatropha curcas oil as biolubricant base stocks. *Journal of Science and Technology,* **2**(2).

**Balamurugan, K., Kanagasabapathy, N. and Mayilsamy, K.** 2010. Studies on soya bean oil based lubricant for diesel engines. *J Sci Ind Res,* **69**: 794-797.

**Bartz, W.J. 1998.** Lubricants and the environment. Tribology International

**Dehghani Soufi, M., Ghobadian, B., Atashgaran, M., Mousavi, S.M., Najafi, G. 2019.** Biolubricant production from edible and novel indigenous vegetable oils: mainstream methodology, and .prospects and challenges in Iran. Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 13(3), 838-849

**Dodos, G., Zannikos, F. and Lois, E.** 2011. Utilization of sesame oil for the production of bio-based fuels and lubricants.

**Fan, W.T.-C. 2010.** Regeneration of used petroleum-based lubricants and biolubricants by a novel green and sustainable technology (Vol. 71).

**Fox, N. and Stachowiak, G. 2007.** Vegetable oil-based lubricants—a review of oxidation. Tribology International , 40(7): 1035-1046

**Garcés, E., Canas, B., Miranda, O., Parada, A. 2017.** Neutrino scattering and the reactor antineutrino .anomaly. Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing. pp. 012004

**Gunam Resul, M.F.M., Mohd Ghazi, T.I. and Idris, A. 2012.** Kinetic study of jatropha biolubricant from transesterification of jatropha curcas oil with trimethylolpropane: Effects of temperature. Industrial Crops and Products, 38: 87-92

**Hinman, M. 2004.** Environmental Characteristics of Fuels and Lubricants. ASTM MANUAL SERIES MNL: 885-908.

**Miller AL, Stipe CB, Habjan MC, Gilbert AG.2007.** Role of lubrication oil in particulate emissions from a hydrogen-powered internal combustion engine. Environ Sci Technol 2007;41:6828–35

**Nie, J. 2012.** Synthesis and evaluation of polyol based biolubricants from vegetable oils.

**Norasmah, O. 2009.** Production of grease from waste cooking oil. Universiti Malaysia Pahang.

**Ong, H., Mahlia, T., Masjuki, H. and Norhasyima, R. 2011.** Comparison of palm oil, Jatropha curcas and Calophyllum inophyllum for biodiesel: a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(8): 3501-3515

**Petran, J., Pedišić, L. and Orlović, M.** 2008. Biolubricants from natural waste oils and fats. *Goriva i maziva,* **47**(6): 471-478.

**Salimon, J., Salih, N. and Yousif, E. 2010.** Biolubricants: raw materials, chemical modifications and environmental benefits. European Journal of Lipid Science and Technology, 112(5): 519-530

**Singh, A. 2011.** Castor oil-based lubricant reduces smoke emission in two-stroke engines. Industrial Crops and Products, 33(2): 287-295

**Sukirno, Ludi, Rizqon, Bismo, Nasikin. 2010.** Anti-wear properties of bio-grease from modified palm oil and calcium soap thickener

**Tirth Panchal, Dhiraj Chauhan, Merlin Thomas, Jigar Patel. 2014.** Bio based grease a value added product from renewable resources

**Yunus, R., Fakhru'l-Razi, A., Ooi, T.L., Omar, R. and Idris, A.** 2005. Synthesis of palm oil based trimethylolpropane esters with improved pour points. *Industrial & engineering chemistry research,* 44(22): 8178-8183.

# Review of the processes of bio grease production from oil-bearing biomass

**Atiyeh Shamardi[1], Masoud Dehghani Soufi[2*], Barat Gobadian[3], Shahriar Kouravand[4], Sara Almasi[5]**

[1]MSc Student, Biosystems Engineering Department, Aburaihan Campus, University of Tehran Atiyeshamardi@ut.ac.ir

[2*]Assistant Professor, Biosystems Engineering Department, Aburaihan Campus, University of Tehran Dehghanisoufi@ut.ac.ir

[3]Professor, Biosystems Engineering Department, University of Tarbiat Modares Ghobadib@modares.ac.ir

[4]Associate Professor, Biosystems Engineering Department, Aburaihan Campus, University of Tehran skouravand@ut.ac.ir

[5]Ph.D. Student, Biosystems Engineering Department, University of Tarbiat Modares sara.almasi@modares.ac.ir

## Abstract

In the 21st century, several factors have led the industry to the use of renewable and environmentally friendly resources, these factors include population growth and increased demand for energy, rising prices for crude oil resources, energy security and, most importantly, environmental pollution that has endangered the health of humans and living things. Lubricants and greases are one of the most widely used industrial products, especially in internal combustion engines, and their consumption rate is one of the indicators of industrial progress in societies. More than 85% of the lubricants used are produced from petroleum and their improper consumption is contrary to the goals of sustainable development and the fundamentals of a circular economy. The hydrocarbon structure of oil-bearing biomass resources is very similar to the structure of crude oil and given their history of use as lubricants before the petroleum discovery, they are a viable and sustainable alternative to oil lubricants around the world. There are many benefits to using bio-lubricants and bio greases which in this research, these methods will be briefly reviewed by reviewing the research literature.

**Key words**: Bio based grease, Biolubricants, Vegetable oil, Oil-bearing biomass, Trans esterification, Biodiesel.

*Corresponding author
E-mail: ah_banakar@modares.ac.ir