



مجله علمی، تخصصی

افزون روان

شماره چهاردهم | سال یازدهم | بهار ۱۴۰۲



روغن های تراکتور

UTTO / STOU

ویژگی ها و کاربردها

دانایی کلید توانایی



**توسعه پایداری اقتصادی به اقداماتی اطلاق می شود که از رشد اقتصادی بلند مدت حمایت می کند بدون اینکه تاثیر منفی بر جنبه های اجتماعی، زیست محیطی و فرهنگی جامعه بگذارد.**

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

شرکت  
افزون روان



مجله علمی، تخصصی افزون روان

دو فصلنامه سراسری

شماره چهاردهم، سال دهم، بهار ۱۴۰۲

شماره ثبت: ۸۵۲۱۵

سردبیر و ویراستار:

دکتر مسعود تیموری

نظارت و هماهنگی:

مرتضی رضایی

نویسندگان:

زهرا نادى زاده، پانته آحاجى بزرگى، درسا وحید

رامتین رضانی و امیر حسام خرازی

طراح گرافیک و صفحه آرا

علیرضا بهرامی

لینتوگرافی و چاپ:

چاپ رامتین

نشانی:

تهران، خیابان پاسداران، خیابان شهید جهانبخش نژاد،

پلاک ۱۰

تلفن: ۰۲۱-۲۳۵۵۹۹۹۹

فکس: ۰۲۱-۲۲۸۰۴۴۵۸



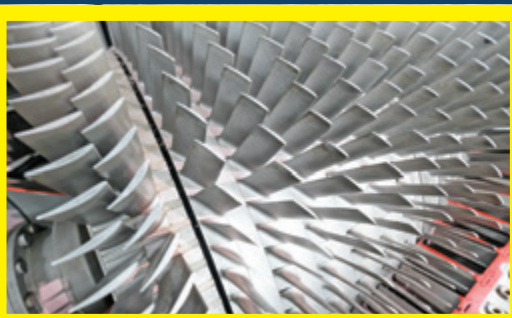
۱۰

انتشار مشخصات جدید  
روغن موتور سیکلت در سال ۲۰۲۳



۱۳

توسعه پایدار اجتماعی



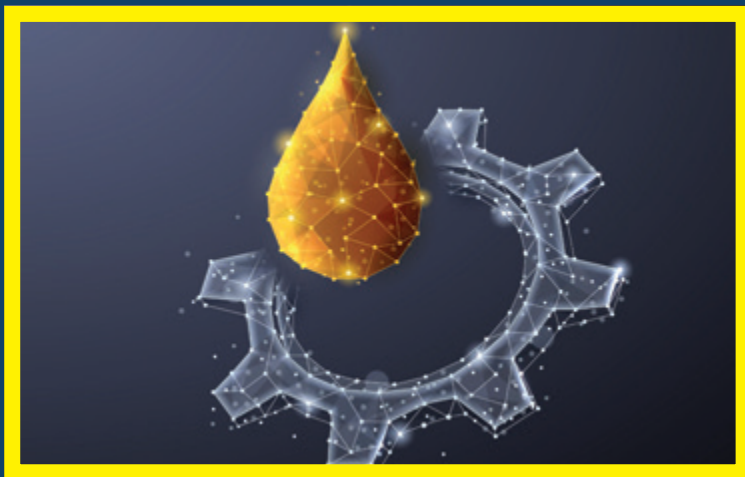
۱۸

نگاهی به روش های برطرف  
کردن مشکلات وارنیش در  
روغن های توربین گازی



۴۴

روغن های چند منظوره  
STOU و UTTO



۴۹

انواع دنده و روانکارهای آن



۳۶

دورنمای الگوی مصرف  
و تولید روغن پایه در دنیا



# توالی جدید ACEA 2022 برای روغن‌های موتور خودروهای سنگین (HDEO)



طبقه بندی جدید ACEA در سه مجموعه توالی ارائه شده است که یکی از آنها برای موتورهای دیزل سنگین (توالی E) است و عملکرد روغن نهایی را در تست های موتوری اروپایی، اصلی و همچنین برخی از موتورهای آمریکای شمالی ارزیابی می کند.

بروزرسانی انجام شده در بخش هایی از توالی های ۲۰۲۲ روغن های موتور خودروهای سنگین شامل موارد زیر است:

- توالی های ACEA E6 و E9 اکنون منسوخ و با توالی جدید E8 و E11 جایگزین شده اند.

- توالی های ACEA E4 و E7 به نوبه ی خود باقی می ماند اما با تست های رسوب پیستون جدید که جایگزین تست موتور OM501LA هستند، بروزرسانی می شوند.

یکی از جنبه های بروزرسانی، گنجاندن و پذیرش تست های انجمن نفت آمریکا (API) است که از استانداردهای API CK-4 و API FA-4 اخذ شده اند. این امر هم افزایی جهانی بیشتری را در بین طبقه بندی های API و ACEA به ارمغان می آورد و حداقل الزامات جهانی برای سطح کارایی روغن موتور را تعیین می کند.

در نسخه جدید ACEA 2022 تست اکسیداسیون روغن موتور ولوو T-13<sup>۲</sup> مطابق با روش استاندارد ASTM D8048 که قبلاً در بروزرسانی های API CK-4 و FA-4 معرفی شده بود، به هر دو طبقه

انجمن خودروسازان اروپا (ACEA) در اول ماه می، توالی ۲۰۲۲ خود را برای روغن های موتور خودروهای سنگین (HDEO) منتشر کرد که جایگزین نسخه ۲۰۱۶ شد. انجمن ACEA نماینده ی شانزده شرکت اروپایی سازنده موتور خودرو است که در آن حداقل الزامات کیفی روغن موتور بر اساس نقطه نظرات شرکت های مزبور تعیین و تحت عنوان استاندارد ACEA برای روغن های Service Fill<sup>۱</sup> معرفی می شود.

با توجه به الزامات سختگیرانه OEM های اروپایی، یازدهمین بازبینی توالی روغن های دیزل سنگین با تمرکز بیشتر بر افزایش راندمان، کاهش آلاینده ها و افزایش دوام و پایداری جایگزین شد. موتور خودروهای امروزی و سیستم های تصفیه هوای آنها پیچیده تر از گذشته شده اند، بطوریکه روانکارهای موتور در شرایط عملیاتی گرم تر و شدیدتر و همچنین برای مدت زمان طولانی تر بین فواصل سرویس کار می کنند.

طبقه بندی جدید ACEA در سه مجموعه توالی ارائه شده است که یکی از آنها برای موتورهای دیزل سنگین (توالی E) است و عملکرد روغن نهایی را در تست های موتوری اروپایی، اصلی و همچنین برخی از موتورهای آمریکای شمالی ارزیابی می کند

۱- روغن هایی که در مراکز تعویض روغن ارائه می شوند.



شکل شماره ۱. تصویر پیستون فولادی استفاده شده در موتور دایملر OM471 خودروهایی دیزلی سنگین.

همانطور که در بالا گفته شد یکی از تغییرات بسیار مهم و با اهمیت جایگزین شدن پیستون های آلومینیومی با پیستون های فولادی است. پیستون های آلومینیومی از لحاظ تاریخی خصوصیات عملکردی بسیار خوبی را نشان داده اند. با این حال، پیستون های فولادی دارای مزایایی در بهبود عملکرد مصرف سوخت (به دلیل اصطکاک کمتر)، مدیریت گشتاور بالا، دوام طولانی و کاهش هزینه های نگهداری هستند. استفاده از فولاد بجای آلومینیوم در متالورژی موتور های جدید قابل توجه است و چالش های جدیدی را در برابر عملکرد روانکارها ایجاد می کند. تست های تمیزی (ASTM D6750) Caterpillar 1N و (ASTM D7549) C13 به ترتیب به ACEA E7 و ACEA E11 اضافه شده اند. نتایج تست OM501LA (CEC L-101-09) همچنان ممکن است برای ACEA E7 و ACEA E11 (تا سطح E9) استفاده شود. گنجاندن تست های کاترپیلار تضمین می کند که تمیزی پیستون یک پارامتر قابل اندازه گیری و کلیدی باقی می ماند در حالیکه دسترسی و قابلیت استفاده از تست موتوری OM501LA با گذشت زمان کاهش می یابد (جدول شماره ۱).

تست هوادهی روغن موتور کاترپیلار C13 (COAT) مطابق با روش استاندارد ASTM D8047 که قبلا در بروزرسانی FA-4 و API CK-4 معرفی شده بود یکی از الزامات عملکردی افزوده بندی های جدید ACEA و ACEA E8 است

بندی ACEA E8 و ACEA E11 اضافه شده است. معرفی این تست سطح عملکرد مقاومت اکسیداسیون مورد نیاز را در مقایسه با طبقه بندی های ACEA E6 و ACEA E9 افزایش می دهد. ضروری است که یک روغن موتور دیزلی با کارایی بالا تا زمان تعویض روغن از محافظت اکسیداسیون خوبی برخوردار باشد زیرا اکسیداسیون منجر به بروز بسیاری از مشکلات نامطلوب و آسیب رسان بالقوه به موتور از جمله تشکیل اسید، تشکیل لجن و وارنیش، غلیظ شدن روغن و همچنین تجزیه روانکار می شود.

تست هوادهی روغن موتور کاترپیلار C13 (COAT) مطابق با روش استاندارد ASTM D8047 که قبلا در بروزرسانی API CK-4 و FA-4 معرفی شده بود یکی از الزامات عملکردی افزوده شده برای طبقه بندی های جدید ACEA E8 و ACEA E11 است. COAT مقاومت روغن موتور در برابر هوادهی را در موتور خودروهایی دیزلی توربوشارژر تزریق مستقیم کاترپیلار C13 ارزیابی می کند. هوادهی<sup>۲</sup> زمانی اتفاق می افتد که هوا با روانکار به دام می افتد، بنابراین بسیار مهم است که روغن موتور به درستی فرموله شود تا در برابر گیر افتادن هوا در روغن موتور مقاومت کند و بدین طریق توانایی روغن را جهت حفظ خواص هیدرولیکی، خنک کاری و روانکاری به حداکثر برساند. وجود حباب هوا در روغن موتور می تواند منجر به ضعف روانکاری<sup>۳</sup>، کاهش قدرت و تسریع فرسودگی موتور شود.

در ACEA E8 و ACEA E11، محدودیت های تست موتور بیو دیزل (CEC L-104-16) OM646LA برای تمیزی پیستون در مقایسه با توالی های قبلی ACEA E6 و ACEA E9 افزایش یافته است. این افزایش سخت گیری، یک بروز رسانی مهم است که بیشتر به پدیده تخریب روغن موتور به دلیل محتوای FAME (اسید چرب متیل استر) در سوخت های دیزل مدرن می پردازد. بیو دیزل (FAME) می تواند در حین کارکرد موتور به طور نامتناسبی در مخزن انباشته شود، زیرا در مقایسه با سوخت دیزل معدنی معمولی، فراربت کمتری دارد. واکنش پذیری FAME می تواند سرعت اکسیداسیون و تخریب روانکار و به دنبال آن تشکیل رسوبات پیستون را افزایش دهد و منجر به کاهش کارایی گردد.

آزمون های فرسایش<sup>۴</sup> گاهی حذف می شوند و جایگزین های جدیدتر و مناسب تر معرفی می شوند. ACEA 2022 شامل تست تمیزی پیستون دایملر<sup>۵</sup> OM471 (CEC L-118-21) به عنوان جایگزینی برای OM501LA است. تست OM471 در هر دو طبقه بندی ACEA E8 و ACEA E4 گنجانده شده است، هر چند تست تمیزی OM471 در طبقه بندی جدید ACEA E8 اجباری است، اما نتایج آزمون OM501LA (CEC L-101-09) مطابق با الزامات ACEA E4-2016 ممکن است همچنان برای آخرین طبقه بندی ACEA E4 مورد استفاده قرار گیرد.

معرفی تست موتور شش سیلندر OM471 توسعه یافته توسط شرکت دایملر، با هدف ارزیابی عملکرد روغن های موتور در برابر رسوبات پیستون طراحی شده است. این تغییرات در طراحی موتور شامل سیستم های کنترل آلایندگی یورو VI، جایگزینی پیستون های فولادی بجای پیستون های آلومینیومی معمولی مورد استفاده در تست دایملر OM501LA، استفاده از فیلترهای ذرات دیزلی<sup>۶</sup> (DPF) و سیستم های باز چرخانی گازهای خروجی<sup>۷</sup> (EGR) است.

جدول شماره ۱. تست های افزوده شده به نسخه جدید ACEA 2022				
	E4-22	E8-22	E7-22	E11-22
CEC L-118   Daimler OM471	✓	✓		
ASTM D8048   Volvo T-13		✓		✓
ASTM D8047   Caterpillar Oil Aeration Test (COAT)		✓		✓
ASTM D6750   Caterpillar 1N			✓	
ASTM D7549   Caterpillar C13				✓

شود. رسوبات زیر تاج یکی از ویژگی های تست دایملر OM471 است. با توجه به فرار گرفتن در معرض این گرمای بیش از حد، گنجاندن تست اکسیداسیون روغن موتور ولوو T-13 بسیار با اهمیت است و بر نقش روغن موتورهای مدرن به عنوان ”روانکارهای خنک کننده“ بیش از پیش تاکید می کند. دو کلاس ACEAF یعنی ACEAF8 و ACEAF11 در چند سال گذشته به عنوان مبنایی برای افزایش بهره وری سوخت مورد بحث قرار گرفته اند، اما هنوز در حال توسعه هستند و در نسخه ACEA2022 منتشر نشده اند. برای بازار یابان روانکار، الزامات ACEA2022 از اول ماه می ۲۰۲۲ مجاز و قابل استفاده هستند. الزامات جدید ACEA2022 می توانند به مدت ۱۲ ماه (تا ماه می ۲۰۲۳) ادامه داشته باشند اما از ماه می ۲۰۲۴ همه ی الزامات باید با نسخه ACEA2022 مطابقت داشته باشند.

**روغن موتور در قسمت زیرین پیستون اسپری می شود و به عنوان یک سیال انتقال حرارت عمل می کند. در شرایط عملیاتی شدید، روانکار در این مناطق باید با دماهای بیش از ۳۵۰ درجه سانتیگراد مقابله کند، بنابراین روانکاری با سطوح بالای پایداری اکسیداسیون مورد نیاز است**

ACEA E8 یک طبقه بندی آینده نگر است و نباید به عنوان جایگزینی ساده برای ACEAE6 در نظر گرفته شود. بلکه باید به عنوان افزایش عملکرد و مهمترین جنبه بروز رسانی ACEA2022 در نظر گرفته شود. ACEA E8 با آخرین نسل سخت افزار خودروهای تجاری موجود در بازار هماهنگ است و OEM ها را قادر می سازد تا روانکاری در سطح عملکردی جدید را معرفی کنند که برای تامین آخرین الزامات ACEA به آزمایش های دقیق تری نیاز خواهد داشت.

آزمون تمیزی پیستون که توسط دایملر تحت عنوان OM471 طراحی شده است، قادر است الزامات ACEA E8 را بطور کامل پوشش دهد. تست دایملر OM471، که از پیستون های فولادی استفاده می کند، در دماهای بالاتری طراحی شده است و زمان آن دو برابر مدت زمان روش تست قبلی خود (Daimler OM501LA) است و اطمینان می دهد که روغن های موتور خودروهای دیزلی سنگین نیازهای تمیزی جدید را برآورده می کنند. استفاده از پیستون فولادی بجای پیستون آلومینیومی در موتورهای خودروهای سنگین از زمان معرفی یورو VI در سال ۲۰۱۴ به یک روند تبدیل شده است و باعث شده تا OEM ها با نیاز به بهینه سازی بیشتر بازده احتراق و افزایش فشار سیلندر و دمای احتراق به چالش کشیده شوند. پیستون های آلومینیومی که از لحاظ تاریخی ویژگی های عملکرد عالی را نشان می دادند، دیگر نمی توانستند در فشارها و چرخه ی دمایی افزایش یافته دوام بیاورند، بنابراین استفاده از پیستون های فولادی افزایش یافت. جدیدترین طرح پیستون های فولادی شامل محفظه های خنک کننده با حجم زیاد در مجاورت تاج پیستون و شیارهای رینگ است که با فشار روغن موتور تغذیه می شود تا پیستون را خنک کند و مانع افزایش بیش از حد دمای تاج پیستون شود.

پیستون های فولادی برای به حداکثر رساندن بازدهی خنک کاری با استفاده از محفظه ها و دیواره های نازک طراحی شده اند (شکل شماره ۲). روغن موتور در قسمت زیرین پیستون اسپری می شود و به عنوان یک سیال انتقال حرارت عمل می کند. در شرایط عملیاتی شدید، روانکار در این مناطق باید با دماهای بیش از ۳۵۰ درجه سانتیگراد مقابله کند، بنابراین روانکاری با سطوح بالای پایداری اکسیداسیون مورد نیاز است. روغن موتورهایی که تا این دماها تاب آوری نداشته باشند می توانند منجر به رسوب در قسمت زیرین یا همان محفظه های خنک کننده شوند. این رسوب به عنوان عایق حرارتی پیستون عمل می کند و باعث ایجاد دماهای بیش از حد بالا می شود، زیرا روغن موتور دیگر به اندازه کافی قادر به خنک کاری نیست. در موارد شدید، این امر می تواند به شکست فاجعه بار پیستون منجر



2022

2023

2024

1st May 2022  
First allowable use  
ACEA2016 and  
ACEA2022  
claims possible

1st May 2023  
Mandatory for new  
claims

1st May 2024  
ACEA2016 claims  
can no longer be  
marketed

### نتیجه گیری

تغییر در تمام جنبه های زندگی روزمره ما همواره وجود دارد و بازار خودروهای تجاری نیز از این قاعده مستثنی نیست. با عرضه ACEA 2022 و به طور خاص معرفی طبقه بندی ACEAE8 برای روغن موتورهای Low SAPS، روانکارهای مورد تایید ACEA E6 موجود در بازار امروز ممکن است نتوانند عملکرد بالایی را که مورد نیاز ACEAE8 است، ارائه دهند. طبقه بندی جدید ACEAE8 فرصتی را برای بازار یابان روانکار فراهم می کند تا سبد محصولات خودروهای تجاری خود را از نظر عملکرد و کیفیت و همچنین امکان همسویی با آخرین نسل سخت افزار در ناوگان خودروهای تجاری ارتقا دهند. به موازات آن، OEM ها همچنان بر افزایش کارایی و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای مطابق با آخرین الزامات قانونی و در عین حال دوام بیشتر تمرکز خواهند کرد. هیچگاه ارتباط توالی های روغن ACEA برای موتورهای سنگین ۲۰۲۲ شامل تست های جدید مهم برای صنعت از جمله Volvo T-13 و COAT و همچنین معرفی OM471 به عنوان تست تمیزی پیستون است. اگرچه عرضه طبقه بندی ACEAF برای روانکارهای موتورهای کم مصرف در این بروز رسانی گنجانده نشده است اما انتشار نهایی آن، روند را تا دستیابی به روانکارهایی با درجه ویسکوزیته HTHS پایین تر ادامه خواهد داد تا با استفاده از طراحی سخت افزار موتور OEM و سیستم های باز چرخانی گازی خروجی، مزایای بیشتری را در مصرف سوخت ارائه دهند.

# International Lubricant Specification Advisory Committee

سطح جدید کیفی ILSAC  
GF-7 شامل تغییراتی در  
تست‌های موتور است  
که به ارزیابی میزان لجن،  
اکسیداسیون، خوردگی و  
بررسی پدیده‌ی احتراق  
زودرس می‌پردازد.







# درخواست مجوز برای سطح کیفی GF-7 از سوی ILSAC

کیفیت ILSAC GF-7 شامل تغییراتی در تست های موتوری است که به ارزیابی میزان لجن، اکسیداسیون، خوردگی و بررسی پدیده ی احتراق زودرس می پردازد. هدف از معرفی این سطح کیفی جدید این است که علاوه بر بررسی سازگاری با گریدهای مجاز فعلی روانکارهای بنزینی، موارد مهم زیر نیز مورد بررسی قرار گیرند:

سازمان استاندارد و تایید (کیفیت) روانکارها ILSAC<sup>۱</sup>، درخواست مجوز برای سطح کیفی جدید GF-7 را به انجمن API داده است. این مجوز حداکثر تا پایان نیمه اول سال ۲۰۲۸ صادر خواهد شد. سطح جدید



۲ ارزیابی تاثیر سوخت اتانول در تست های موتوری



۲ در برگرفتن روغن هایی با ویسکوزیته پایین 0W-12/0W-8



۲ پایبندی به الزامات آژانس حفاظت از محیط زیست<sup>۲</sup> EPA/ CARB<sup>۳</sup>



تغییرات قابل پیش بینی می توان به معرفی یک تست LSPI به منظور کاهش پدیده پیش احتراق برای روغن های کار کرده اشاره نمود.

- بازنگری در توالی X: بازنگری تست سایش زنجیر به دلیل پایان عمر برخی از قطعات مورد نیاز برای این تست.
- تغییرات در تست های سازگاری آب بندها که این امر از طریق معرفی و یا جایگزینی مواد و آزمون های جدید دنبال می شود.
- تغییر یا اصلاح تست های جدید Bench تست (ASTM D5800) Noack
- تست مربوط به ارزیابی ژل شدگی و فیلتراسیون روغن
- جایگزینی تست ASTM D874 با ASTM D129 در ارزیابی میزان خاکستر سولفاته

انتظار می رود در این سطح کیفی برخی از تغییرات در حوزه ی تست های موتور ریخ دهد که موارد ذیل را شامل می شود:

- جایگزینی آزمون مربوط به ارزیابی میزان لجن و مصرف سوخت (توالی های V و VI) 1:
- آزمون ارزیابی لجن (توالی V) از زمان معرفی سطح کیفی GF-4 بدون تغییر مانده است. از آنجایی که دسترسی به سخت افزارهای مورد نیاز برای انجام این تست موتوری با کمبود مواجه است نیاز به بروزرسانی روش تست برای انعکاس بهتر پلتفرم های موتور فعلی وجود دارد. علاوه بر آن، تست های VIE/F Fuel Economy نیز به پلتفرم جدیدی برای ارزیابی مصرف سوخت نیاز دارند.
- تقویت آزمون اکسیداسیون موتوری توالی IIIH در جهت افزایش مقاومت در برابر اکسیداسیون.
- شفافیت بیشتر در تست موتوری خوردگی توالی VIII (امکان حذف این تست در حال بررسی است).
- بازنگری در تست ارزیابی LSPI توالی X که این امر به دلیل احتمال پایان عمر قطعه ی مورد استفاده در این تست است. از دیگر

آزمون ارزیابی لجن (توالی V) از زمان معرفی سطح کیفی GF-4 بدون تغییر مانده است. از آنجایی که دسترسی به سخت افزارهای مورد نیاز برای انجام این تست موتوری با کمبود مواجه است نیاز به بروزرسانی روش تست برای انعکاس بهتر پلتفرم های موتور فعلی وجود دارد. علاوه بر آن، تست های VIE/F Fuel Economy نیز به پلتفرم جدیدی برای ارزیابی مصرف سوخت نیاز دارند



# انتشار مشخصات جدید روغن موتور سیکلت در سال 2023

باعث استقبال بیشتر از وسایل نقلیه دو چرخ شده است. این تحولات با تغییراتی در حوزه‌ی قوانین انتشار گازهای آگروز و بهبود طراحی وسایل نقلیه دو چرخ همراه شده است. الزامات صنایع مستقل این امکان را برای مشتریان فراهم آورده است تا بتوانند روغن‌های موتور متفاوت را با هم مقایسه و بهترین و مناسب‌ترین محصول را برای وسایل نقلیه خود انتخاب کنند. در این میان برخی از متخصصین معتقدند که امروزه مشخصات صنایع روانکار بویژه در مورد روغن موتور خودروهایی سواری بیش از پیش تقسیم‌بندی شده‌اند. وجود الزامات متفاوت مانند انجمن نفت آمریکا (API)، انجمن سازندگان اتومبیل اروپا (ACEA) و الزامات OEMها مانند جنرال موتورز مبین این مسئله می‌باشد. نکته با اهمیت این است که اغلب این مشخصات در جهت دستیابی به اهدافی همچون کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، کاهش مصرف سوخت، کاهش ویسکوزیته روغن‌ها و در عین حال حفاظت از سیستم‌های تصفیه گازهای خروجی آگروز گام بر می‌دارند.

امروزه، در الزامات روغن موتور سیکلت، OEMها به دنبال معرفی روغن با درجه گرانی پایین‌تر می‌باشند. ویسکوزیته‌های پایین‌تر باعث افزایش فشار بر روی روغن می‌شود که این مسئله

تا اواخر دهه‌ی ۹۰ روغن‌هایی که برای روغنکاری خودرو و موتور سیکلت استفاده می‌شدند، با وجود عملکرد بسیار متفاوت این دو وسیله نقلیه، یکسان بودند. در آن زمان در موتور سیکلت‌ها معمولاً از یک روغن برای روانکاری دنده‌ها، صفحات کلاچ و موتور استفاده می‌شد. این روغن‌ها شرایط عملیاتی شدیدی را مانند دما و دور موتور و چگالی توان بالا تحمل می‌کردند. با تکامل روغن‌های موتور خودروهایی سواری، افزایش استفاده از افزودنی‌های ضدسایش که اصطکاک بین سطحی را کاهش می‌دادند موجب آسیب رساندن به سخت افزار موتور سیکلت‌ها از جمله لغزش کلاچ‌ها، سایش حفره‌ای<sup>۱</sup> و شکست دندانه‌های جعبه دنده شدند. در سال‌های اخیر تحولاتی همچون شیوع ویروس کرونا، قیمت مناسب و رشد درآمد طبقه متوسط

امروزه، در الزامات روغن موتور سیکلت، OEMها به دنبال معرفی روغن با درجه گرانی پایین‌تر می‌باشند. ویسکوزیته‌های پایین‌تر باعث افزایش فشار بر روی روغن می‌شود که این مسئله زمینه ساز برخی از تغییرات در الزامات است





۲۰۲۱ برنامه‌ریزی شده بود اما با این حال این انتظار می‌رود که این الزامات در سال ۲۰۲۳ منتشر شود.

انتظار می‌رود که استانداردهای موجود حاوی پیشرفت قابل توجهی در حوزه‌ی محدودیت‌های اصطکاکی صفحات اصطکاکی کلاچ باشند. البته تغییرات به اینجا ختم نمی‌شود و پیش‌بینی می‌شود که در میزان فسفر و گوگرد موجود در روانکارها محدودیت‌هایی ایجاد شود و همچنین گریدهای ویسکوزیته پایین‌تر مانند SAE 5W-30 و سطح کیفی API SP نیز در این الزامات گنجانده شوند.

اغلب سازندگان روانکارها علاقمندند روغن موتور خود را طوری فرموله کنند که برای هر دو دسته‌ی خودروها و موتور سیکلت‌ها قابل استفاده باشد و الزامات مربوط به آلایندگی، دوام موتور، سیستم‌های خروجی آگزوز و همچنین جعبه دنده را تامین نماید. بسیاری از OEMها دارای الزامات داخلی مخصوص به خود هستند که بالاتر از حداقل استانداردهای JASO و API می‌باشند تا به عنوان یک تامین‌کننده مورد اعتماد شناخته شوند.

زمینه‌ساز برخی از تغییرات در الزامات است. یکی از این تحولات معرفی روغن‌های موتور سیکلت با درجه گرانی 5W-30 و فرموله شده با روغن پایه‌های گروه II و III می‌باشد. اگرچه این مسئله به اینجا ختم نمی‌شود و امروزه برخی از OEMها از حرکت به سمت ویسکوزیته پایین‌تر از 5W-30 صحبت به میان می‌آورند که باعث ایجاد چالش در برقراری تعادل بین مصرف سوخت و حفاظت از قطعات موتور شده است.

در مورد محدودیت‌هایی که بر میزان فسفر و گوگرد وجود دارد تفاوت‌هایی بین OEMها وجود دارد. در سطح کیفی ILSAC-GF6 با درجه ویسکوزیته 5W-30 این میزان باید حداکثر ۰/۰۸ درصد وزنی باشد، درحالی‌که این میزان در استانداردهای خودرو ژاپن (JASO) حداقل ۰/۰۸ درصد تعیین شده است. ایجاد توازن بین میزان فسفر و گوگرد نه تنها برای دوام قطعات موتور بلکه برای محافظت از کاتالیزورها در سیستم‌های خروجی آگزوز نیز حیاتی است.

با پیشرو بودن ژاپن در بازار وسایل نقلیه دارای دو چرخ، منطقی است که مشخصات JASO مورد قبول استاندارد جهانی برای این نوع از وسایل نقلیه باشد. مشخصات JASO T903 برای کاربردهای چهار چرخه در سال ۱۹۹۸ جهت رفع مشکلات لغزش کلاچ، دستیابی به تعادل مناسب بین دوام سخت‌افزاری و حفاظت کاتالیزور و همچنین رفع مشکلات روانکارهای با ویسکوزیته پایین‌تر و اصطکاک بالا معرفی شد.

بروزرسانی JASO T903 در ابتدا توسط کمیته JASO برای سال

اغلب سازندگان روانکارها علاقمندند روغن موتور خود را طوری فرموله کنند که برای هر دو دسته‌ی خودروها و موتور سیکلت‌ها قابل استفاده باشد و الزامات مربوط به آلایندگی، دوام موتور، سیستم‌های خروجی آگزوز و همچنین جعبه دنده را تامین نماید

تعریف سازمان ملل متحد  
از پایداری اجتماعی یعنی  
انجام تجارت به گونه ای که  
به نفع جامعه باشد و از جامعه  
محافظت کند و تأثیرات کسب  
و کار را بر مردم شناسایی و  
مدیریت کند.



# Sustainable Social Development



زهرانادی زاده

کارشناس تحقیق و توسعه

# توسعه پایدار اجتماعی

در صنایع روانکاری معمولاً به جنبه‌های اقتصادی و زیست محیطی توسعه پایدار توجه می‌شود، اگرچه بعد اجتماعی آن نیز به همان اندازه با اهمیت است اما اغلب نادیده گرفته می‌شود.

همانطور که قبلاً در فصلنامه شماره ۱۳ بیان شد، توسعه پایدار دارای سه رکن اصلی - یعنی پایداری اجتماعی، پایداری اقتصادی و پایداری زیست محیطی - است و پایداری واقعی تنها با اقدام بر روی این سه رکن و اجرا شدن آنها بدست خواهد آمد. در صنعت روانکار، تکنولوژی‌ها و محصولات جدید کارایی بالاتر و اثرات منفی زیست محیطی کمتری را ارائه می‌دهند. تغییر قوانین و تقاضای مصرف کننده، زمینه اقتصادی و زیست محیطی تجاری را برای پایداری افزایش می‌دهد. اما وقتی نوبت به پایداری اجتماعی می‌رسد، تعریف آن و یافتن راه‌هایی برای اجرای آن چالش برانگیزتر می‌شود.

اقتصاد جهانی پس از یک دوره مهم از تحولات، با ناآرامی‌های ژئوپلیتیکی و یک بیماری همه گیر که سال‌های اخیر را به یکی از چالش برانگیزترین دوران اجتماعی-اقتصادی در تاریخ مدرن تبدیل کرده است، در حال بهبود است. پایداری اجتماعی یک عنصر حیاتی در موفقیت کسب و کار است و برخی در صنعت روانکارها با التزام و تعهد به ایجاد تغییرات سازمانی و فرهنگی معنادار برای ایجاد نیروی کار خلاق تر و با عملکرد بالاتر، از این امر استقبال می‌کنند.

## پایداری اجتماعی چیست؟

تعریف سازمان ملل متحد از پایداری اجتماعی یعنی انجام تجارت به گونه‌ای که به نفع جامعه باشد و از جامعه محافظت کند و تأثیرات کسب و کار را بر مردم شناسایی و مدیریت کند. شرکت‌ها به طور مستقیم و غیرمستقیم بر اتفاقاتی که برای کارکنان، کارگران در زنجیره ارزش، مشتریان و جوامع محلی رخ می‌دهد، تأثیر گذارند. پایداری اجتماعی مستلزم مدیریت قاطعانه این تأثیرات است.

در کسب و کار یا تجارت، پایداری اجتماعی نیازمند فرآیندی برای ایجاد سازمان‌هایی است که رفاه را با درک این موضوع که مردم از مکانی که در آن زندگی و کار می‌کنند چه انتظارات و نیازی دارند، ارتقا دهد. این امر می‌تواند به معنای فراهم کردن فضاهای امن و توسعه توانایی حمایت، مشارکت، تکامل و زندگی سالم باشد. سازمان‌های پایدار به لحاظ اجتماعی این ظرفیت را دارند که با ارتقاء تنوع، کیفیت زندگی، برابری و رهبری فراگیر (همه پذیر)، تغییر را ایجاد کنند و از آن بهره ببرند.

سازمان‌های پایدار به لحاظ اجتماعی این ظرفیت را دارند که با ارتقاء تنوع، کیفیت زندگی، برابری و رهبری فراگیر (همه پذیر)، تغییر را ایجاد کنند و از آن بهره ببرند



سازی به آن نگرست. اولین قدم به سوی اجرای استراتژی پایداری اجتماعی، فراهم کردن اَشخاص حقیقی و محیط کاری برای آنهاست که در آن بتوانند خودشان باشند و به بهترین شکل ممکن به توانایی هایشان کمک شود. محیط های کاری جامع و فراگیر تضمین می کند که کارکنان، محیطی امن برای ایجاد تغییرات ساختاری بزرگ و تغییرات رفتاری دارند و تلاش های پایداری را به موفقیت تبدیل می کنند.

### ایجاد تنوع در پایداری

تنوع و همه پذیری، سازمان ها را قادر می سازد تا مجموعه وسیع تری از کارگران با استعداد را جذب کنند که می توانند بینشی را در مورد بازارها، محصولات، خدمات و شیوه های کاری استفاده نشده به شرکت های روانکار ارائه دهند. با بازنشستگی قریب الوقوع هزاران نفر از متخصصان که سهم قابل توجهی در صنعت روانکار دارند، نیاز به جذب استعدادهای مختلف افزایش یافته است.

صنعت روانکار باید روایت قانع کننده ای برای مخاطبین ایجاد کند و ارزش کاری را که انجام می دهد به اشتراک بگذارد. با برجسته کردن نقش روانکارها در پایداری، شرکت ها می توانند استعدادهای برتر را که در حال حاضر بخش هایی غیر از صنایع پایین دستی نفت را انتخاب می کنند، جذب کنند.

### ترویج برابری در محیط کار

برابری در محیط کار به معنای عدم وجود تبعیض و همچنین فرصت برابر برای همه است. کارکنانی که احساس ارزشمندی می کنند و شنیده می شوند، تمایل بیشتری به حمایت از سیاست های سازمانی و تلاش در جهت یک هدف مشترک دارند. این امر می تواند عملکرد و سودآوری شرکت را بهبود ببخشد. مزیت های ایجاد فرصت برابر بی شمار است، برای مثال تعادل جنسیتی بیشتر در نقش های رهبری می تواند فرصت های اقتصادی عظیم، بهبود عملکرد سازمانی و مزایای بلندمدت اجتماعی و زیست محیطی را فراهم نماید. برابری جنسیتی در محل کار می تواند به آزادسازی بیش از ۱۲ تریلیون دلار ارزش بازار جدید مرتبط با سازمان ملل کمک کند. اهداف توسعه پایدار، بر اساس تحقیقات "رهبری بهتر، دنیای بهتر" است.

اقدامات انجام شده برای دستیابی به پایداری اجتماعی ممکن است بازارهای جدیدی را باز کند، به حفظ و جذب شرکای تجاری کمک کند یا منبع خلاقیت و نوآوری برای محصولات یا خدمات جدید باشد. بهره وری، مدیریت ریسک و روابط شرکت و جامعه بهبود یابد و در عین حال روحیه داخلی و مشارکت کارکنان نیز افزایش پیدا کند. با توصیفات فوق توجه به این نکته ضروری است که بیشتر کسب و کارها وقتی جامعه با مشکل مواجه می شود، رونق نمی گیرند.

برنامه توسعه پایدار ۲۰۳۰ سازمان ملل متحد، طرحی را جهت صلح و رفاه مردم و کره زمین در زمان حال و آینده ارائه می دهد که در قلب آن ۱۷ هدف توسعه پایدار گنجانده شده و حقوق بشر اساس و بنیاد آن است.

چهار هدفی که برای ایجاد پایداری اجتماعی در صنایع روانکاری حیاتی است عبارتند از:

● هدف ۳: سلامتی و تندرستی

● هدف ۴: آموزش باکیفیت

● هدف ۵: برابری جنسیتی

● هدف ۸: کار شرافتمندانه و رشد اقتصادی توسعه پایدار اجتماعی به رفاه، عدالت، قدرت، حقوق و نیازهای افراد مربوط می شود.

کار بر روی پایداری اجتماعی همچنین حقوق گروه های خاص از جمله کارگران معمولی، زنان، کودکان، مردم بومی و معلولین را پوشش می دهد. پایداری اجتماعی رویکردهای مردم محور را جهت تأثیرات تجارت بر فقر تقویت می کند. هدفی که برای صنایع و سازمان های مرتبط با روانکاری اهمیت ویژه ای دارد، برابری است که می توان از دریچه ی تنوع و فراگیر

تنوع و همه پذیری، سازمان ها را قادر می سازد تا مجموعه وسیع تری از کارگران با استعداد را جذب کنند که می توانند بینشی را در مورد بازارها، محصولات، خدمات و شیوه های کاری استفاده نشده به شرکت های روانکار ارائه دهند





### رهبری همه پذیر برای حکمرانی پایدار

رهبرانی که از شیوه های رهبری همه پذیر آگاه هستند، معمولاً تصمیمات آگاهانه و منصفانه تری می گیرند. این رهبران می توانند از دانش، بینش و دیدگاه هایی که تیم های مختلف ارائه می کنند با ایجاد یک محیط کار باز و قابل اعتماد، استفاده کنند. رهبری همه پذیر با ارزش گذاری واقعی برای تنوع، مزیت رقابتی را که محیط کار ایجاد می کند، باز می کند و به آشنایی برای استعداد های برتر تبدیل می شود. نظرسنجی هزاره دیلویت<sup>۱</sup> در سال ۲۰۱۸ نشان داد که نیروی کار مدرن بطور قاطع معتقد است که سود به تنهایی یک کسب و کار موفق را ایجاد نمی کند و به اولویت های بیشتری از جمله تاکید بر تنوع و همه پذیری در محیط کار تاکید دارد. در عین حال، تقریباً دو سوم شرکت کنندگان در نظرسنجی کسانی که بین سال های ۱۹۸۳ و ۱۹۹۹ متولد شده اند معتقدند که رهبران کسب و کار به تنوع و همه پذیری «حرف مفت» می گویند و به آن عمل نمی کنند.

در اصل، اگر سازمان های روانکار بخواهند یک کسب و کار به لحاظ اجتماعی پایدار بسازند، اعتماد کارکنان را باید از طریق عمل بدست آورند. رهبران باید تعهد شخصی خود را نشان دهند و مسئولیت تحقق آن را بر عهده بگیرند. این امر برای جذب استعدادها نیز به همان اندازه مهم است.

### پایداری اجتماعی در صنعت روانکاری

در صنعت روانکار، شرکت ها تلاش های خود را برای ایجاد محیط های کاری همه پذیر تر و متنوع تر دوچندان می کنند. برای مثال، لوبریزول<sup>۲</sup> سیاست ها و برنامه هایی را پذیرفته است که نیروی کار متنوع و همه پذیر را شناسایی و پرورش دهد، از جمله این برنامه ها می توان به آموزش های مرتبط با تبعیض و همه پذیری و شبکه ای قوی از گروه های منابع انسانی اشاره کرد. در سال ۲۰۲۱، لوبریزول اولین مدیر ارشد CDO<sup>۳</sup> شرکت را به عنوان بخشی از تعهد مداوم خود به تنوع و همه پذیری به عنوان یک عامل حیاتی برای موفقیت تجاری

منصوب کرد.

تنوع، برابری و همه پذیری توسط شرکت تولید کننده مواد افزودنی اینفینیوم<sup>۴</sup> پذیرفته شده است. هدف این شرکت برای عدالت در طول چرخه زندگی تمام همکاران، تمرکز ویژه بر استخدام افراد خارجی، توسعه داخلی و انتصابات و همچنین سیستم هایی است که زیر ساخت پشتیبانی آنها را تشکیل می دهند. اهداف این شرکت برای سال ۲۰۲۵ این است که اطمینان حاصل نماید جمعیت رهبری آن به تدریج منعکس کننده جوامعی است که در آن فعالیت می کند. یکی از این اهداف، نمایندگی بیشتر زنان در پست های رهبری و همچنین اقلیت های قومی برای ایفای نقش های ارشد بیشتر در سازمان است.

به طور مشابه، فلسفه پاداش در افتون<sup>۵</sup>، عدالت داخلی را تضمین می کند و این شرکت جوایز کل رقابتی بازار، از جمله حقوق پایه رقابتی و بسته حمایتی جامع و کاملی را برای جذب، ایجاد انگیزه و حفظ کارکنان ارائه می دهد. همانطور که در پرونده های نظارتی سالانه این شرکت گزارش شده است، نسبت پاداش سالانه مدیر عامل شرکت به متوسط پاداش کارکنان ۲۲ به ۱ است و نسبت دستمزد زنان به مردان آن ۱۰۰ درصد است که نشان می دهد هیچ اختلافی در دستمزد کارمندان زن در مقایسه با کارمندان مرد در سمت های مشابه وجود ندارد.

رهبرانی که از شیوه های رهبری همه پذیر آگاه هستند، معمولاً تصمیمات آگاهانه و منصفانه تری می گیرند. این رهبران می توانند از دانش، بینش و دیدگاه هایی که تیم های مختلف ارائه می کنند با ایجاد یک محیط کار باز و قابل اعتماد، استفاده کنند.

رهبری همه پذیر با ارزش گذاری واقعی برای تنوع، مزیت رقابتی را که محیط کار ایجاد می کند، باز می کند و به آشنایی برای استعداد های برتر تبدیل می شود.





علاوه بر این، این شرکت از برنامه‌های انجمن خود از طریق بنیاد نیومارکت پشتیبانی می‌کند که بر آموزش، سلامت، خدمات اجتماعی و فعالیت‌های فرهنگی متمرکز است تا بدین صورت کیفیت زندگی را در جوامعی که در آن فعالیت می‌کند بهبود ببخشد.

آزلیس<sup>۱</sup>، یکی دیگر از شرکت‌های روانکار است که در راستای پایداری اجتماعی فعالیت می‌کند. این شرکت در سال ۲۰۱۹، دانشگاه Azelis Americas را به عنوان برنامه‌ای جدید با هدف توسعه نسل جدیدی از استعدادها تأسیس کرد. این برنامه کارآموزانی را برای بخش بازار پوشش‌ها، چسب‌ها، درزگیرها و الاستومرها<sup>۲</sup> (CASE) از میان افراد پذیرفته شده در دانشگاه از جمله دانشگاه‌های منتخبی چون A&M تگزاس، دانشگاه جورجیا، دانشگاه سینسیناتی و دانشگاه تگزاس جذب می‌کند. کاندیدهای منتخب، طی یک برنامه چرخشی پیش می‌روند تا در مورد شرکت، محصولات و کسب و کار اطلاعات کسب کنند. همه این ابتکارات نشان می‌دهد که چگونه صنعت روانکارها می‌تواند یک بازوی اجرایی خوب باشد.

**جذب موج جدیدی از استعدادها**

نیروهای جوان به طور فزاینده ای بر کار معنادار به جای حقوق‌های بالا تأکید می‌کنند. برای جذب استعدادها، پیام شرکت شما برای کار معنادار باید به نسل بعدی دانشمندان، مهندسان و تکنسین‌های جوان برسد. با توجه به چالش‌های جذب استعدادها که سازمان‌های روانکار با آن مواجه هستند، بازنگری در سیاست‌های پایداری اجتماعی کسب و کار مهم‌تر از همیشه است. با نادیده گرفتن این تمایل فزاینده، کسب و کارهای حوزه روانکار موجب محدودیت دسترسی خود به نیروی کار جوان، با استعداد و مسئولیت‌پذیر می‌شوند.

برای جذب بیشتر استعدادها، سازمان‌های روانکار می‌توانند با ادغام مراحل زیر شروع کنند:

- ابتکارات پایداری کارمند محور را به نمایش بگذارید تا نشان دهید که چگونه آنها متعهد می‌شوند تا برای ایجاد یک محیط کاری معنادار و با ارزش تلاش کنند.
- ارزش‌های شرکت را که اقدامات پایداری اجتماعی خاص را هدایت می‌کند، به صراحت توصیف کنید، مانند تعهد به دستمزد برابر و منصفانه یا کمک‌هایی که شرکت به جوامع محلی که در آن فعالیت می‌کند، انجام می‌دهد.
- به جویندگان کار نشان دهید که چگونه موضوع مهم "پایداری" در فعالیت‌های کاری روزانه، برنامه‌های آموزشی، سیستم‌های پاداش و شیوه‌ها و اهداف عملیاتی القا می‌شود.
- تعهد مدیریت به پایداری را برجسته کنید. رهبران، ارزش‌ها و فرهنگ سازمانی را تعیین و فراهم می‌کنند، بنابراین از رهبران به عنوان الگو استفاده کنید.
- پیام‌های واضح، خاص و جذاب را در مورد نحوه ارتباط شیوه‌های پایداری با محیط کار به جویندگان کار ارائه دهید.
- از اظهارات مبهم پایداری اجتماعی، مانند "شرکت ما از کارکنان مراقبت می‌کند" دور شوید. چگونه به کارمندان خود اهمیت می‌دهید؟ کارکنان شما چه بازخورد و مثال‌هایی در مورد مراقبت به شما می‌دهند؟ این‌ها مطالعات موردی خوبی را برای ترقی ایجاد می‌کنند. با ایجاد یک محیط کاری که مشارکتی تر، فراگیرتر و پذیرای ذهنیت‌های مختلف باشد، رهبران می‌توانند از نظر شناختی، سرمایه‌های انسانی متنوعی برای سازمان ایجاد کنند و سازمان را قادر می‌سازند تا از فرصت‌های جدید بهره‌برده و استعداد‌های برتر را جذب کند. آینده‌ی کار، مدت‌هاست که یکی از دغدغه‌های اصلی صنعت روانکارها بوده است. تغییر جمعیت، فناوری، آب و هوا و نگرش‌های در حال تکامل مصرف‌کننده، همگی منجر به افزایش پیچیدگی چشم‌انداز آینده سازمان‌ها می‌شود. این روندها به دلیل همه‌گیری کووید - ۱۹ به طور قابل توجهی شتاب گرفت. سازمان‌ها فرصت ایده‌آلی برای تجدیدنظر در نوع محل کار خود در آینده دارند. قرار دادن موضوع پایداری اجتماعی در مرکز توجه برای صنایع روانکار به منظور ایجاد و حفظ اعتماد مشتریان، تامین‌کنندگان و کارمندان بسیار با اهمیت است.

نظرسنجی هزاره  
دیپلومیت در سال ۲۰۱۸ نشان  
داد که نیروی کار مدرن بطور قاطع  
معتقد است که سود به تنهایی یک کسب  
و کار موفق را ایجاد نمی‌کند و به اولویت  
های بیشتری از جمله تأکید بر تنوع و  
همه‌پذیری در محیط کار تأکید دارد

منابع:

1. www.LubesnGreases.com/sustainability

توربین های گازی در شمار ماشین آلات گران و بسیار حیاتی در صنعت محسوب می شوند. در دسترس بودن و کارایی آن ها تاثیر بسزایی در عملکرد واحدهای تولیدی دارد. عملکرد این ماشین آلات به شدت به سیستم روانکاری آن ها بستگی دارد زیرا باید در یک شرایط بحرانی طی چندین سال عملکرد مناسبی را دارا باشند.



# Gas Turbine Varnish Problem

# نگاهی به روش‌های برطرف کردن مشکلات وارنیش در روغن‌های توربین گازی

فشار بالا و در توربین گازی، انبساط محصولات حاصل از احتراق سوخت است. در توربین‌های بادی و آبی، حرکت هوا یا آب تحت فشار منبع انرژی است. برای تبدیل انرژی چرخشی به شکل مفیدتر از انرژی، توربین‌ها به عنوان رانشگر<sup>۱</sup> مکانیکی به موتورهای متناوب برای تولید برق یا به پمپ، کمپرسور یا فن متصل می‌شوند. بسته به سرعت چرخش توربین ممکن است لازم باشد تا یک دنده کاهنده<sup>۲</sup> بین توربین و تجهیزات رانشگر<sup>۳</sup> توربین‌های بخار، گازی و بادی وارد شود. موتور یک توربین گازی شامل، ژنراتور (گاز) و مبدل قدرت می‌شود. از موارد استفاده موتورهای توربین گازی می‌توان برای تأمین انرژی هواپیماها اشاره کرد که این امر به ویژگی منحصر به فرد این توربین‌ها یعنی نسبت بالای قدرت به وزن موتور بستگی دارد. علاوه بر این، از این توربین‌ها برای تولید برق در محرکه‌های کمپرسور خط لوله و همچنین برای به حرکت درآوردن کامیون‌ها و تانک‌ها استفاده می‌شود.

توربین‌های گازی در شمار ماشین‌آلات گران و بسیار حیاتی در صنعت محسوب می‌شوند. در دسترس بودن و کارایی آن‌ها تأثیر بسزایی در عملکرد واحدهای تولیدی دارد. عملکرد این ماشین‌آلات به شدت به سیستم روانکاری آن‌ها بستگی دارد زیرا باید در یک شرایط بحرانی طی چندین سال (۱۰-۵) عملکرد مناسبی را دارا باشند. از این رو پایش وضعیت روغن

امروزه توربین‌های گازی در شرایط عملکردی شدیدتری (دمای عملکردی بالاتر) نسبت به گذشته کار می‌کنند که این امر در نتیجه‌ی ادامه روند کاهش اندازه توربین‌ها و به تبع آن بالا رفتن نسبت خروجی قدرت به اندازه توربین می‌باشد. این تشدید شرایط عملکردی منجر به تخریب و تجزیه بیشتر روغن‌های توربین شده است. در این مقاله بر آنیم که پیرامون علل و نحوه‌ی برطرف کردن برخی از این مشکلات در روغن‌های توربین گازی مطالبی بیان کنیم.

## توربین‌های گازی

یک توربین گازی در شمار موتورهای با سیستم احتراق داخلی محسوب می‌شود که بر اساس انرژی گازهای ناشی از احتراق سوخت کار می‌کند. توربین‌ها بر اساس منبع تولید انرژی جنبشی به انواع مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند. در توربین بخار، این منبع، انبساط سریع بخار در



پانته حاجی بزرگی

کارشناس تحقیق و توسعه

یک توربین گازی در شمار موتورهای با سیستم احتراق داخلی محسوب می‌شود که بر اساس انرژی ناشی از احتراق سوخت کار می‌کند. توربین‌ها بر اساس منبع تولید انرژی جنبشی به انواع مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند

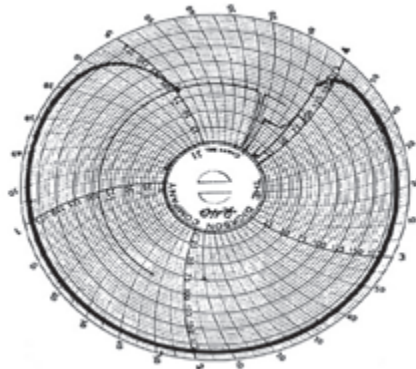
1- Driven  
2-Reduction gear  
3-Driven

با نگاهی به تحولات چند سال اخیر، یکی از دلایل افزایش مشکلات مربوط به تشکیل لجن در توربین‌های گازی را می‌توان ناشی از طراحی جدید این نوع توربین‌ها به منظور گرفتن انرژی بیشتر از تجهیزات کوچکتر دانست

در حالیکه، برخی از متخصصان حوزه‌ی روانکار، ناسازگاری بین اجزای متفاوت در فرمولاسیون روغن‌های جدید را از دیگر عوامل دخیل در این مشکلات می‌دانند که به عدم آگاهی سازندگان روانکار از شیمی متفاوت روغن‌های پایه مربوط می‌شود

### دلایل تشکیل لجن

روغن‌های گروه II در عین حال که در برابر تشکیل وارنیش مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند، در معرض خطر بیشتری نیز می‌باشند. برخلاف روغن‌های گروه II، روغن‌های گروه I معمولاً دارای درصد بیشتری از ترکیبات آروماتیک هستند (بیش از ۱۰ درصد) که این خاصیت منجر به تمایل بیشتر این روغن‌ها به اکسیداسیون می‌شود. روغن‌های گروه II به دلیل خلوص بیشتر دارای پایداری اکسیداسیون بالاتری هستند اما نبودن ترکیبات آروماتیک در این روغن‌ها باعث کاهش حلالیت محصولات ناشی از اکسیداسیون و در نهایت ته نشین شدن آن‌ها و تشکیل وارنیش می‌شود. از آنجاییکه امروزه بیشتر توربین‌های گازی تولید برق در وضعیت <sup>۲</sup> peaking unit می‌باشند، این مسئله پیچیده‌تر شده است. بنابراین سرد بودن روغن در زمانی که توربین‌ها کار نمی‌کنند امکان ایجاد وارنیش را فراهم می‌کند. ناسازگاری افزودنی‌های روغن پایه گروه I در روغن پایه گروه II به دلیل حلالیت پایین‌تر، تخلیه الکتریکی و اکسیداسیون در کنار دیگر عوامل، سه عامل مهم در ایجاد لجن و وارنیش در روغن پایه می‌باشد.



شکل شماره ۲. نمودار RPVOT اکسیداسیون روغن پایه گروه II و چگونگی تخریب ناگهانی آن نشان داده شده است. در این آزمون حد نسبت باقیمانده‌ی RPVOT با روش استاندارد ASTM D4378 برابر با ۲۵ درصد است.

### میکرودیزبلینگ

پدیده‌ی میکروودیزبلینگ زمانی رخ می‌دهد که حباب‌های ورودی به روغن تحت حرارت و یا فشار زیاد منجر به انفجار و سوختن روغن در توربین شوند.

توربین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یک برنامه‌ی جامع پایش وضعیت روغن توربین، شامل مجموعه‌ای از تست‌های معمول می‌باشد که به صورت ماهیانه، فصلی و سالانه انجام می‌شود. به طور کلی ۴ دلیل عمده که باعث تخریب و تجزیه روغن‌های توربین می‌شود، شامل موارد زیر می‌باشد:

- اکسیداسیون
- تخریب بر اثر حرارت
- آلودگی
- کاهش میزان افزودنی‌ها

اکسیداسیون و تشکیل لجن در روغن‌ها از دوران جنگ داخلی در امریکا به عنوان یک مشکل شناخته می‌شد، اما این مسئله در چند سال اخیر باعث ایجاد مشکلات فراوانی در تولید برق و در مابقی حوزه‌هایی که از توربین‌های گازی استفاده می‌شود، شده است. با نگاهی به تحولات چند سال اخیر، یکی از دلایل افزایش مشکلات مربوط به تشکیل لجن در توربین‌های گازی را می‌توان ناشی از طراحی جدید این نوع توربین‌ها به منظور گرفتن انرژی بیشتر از تجهیزات کوچکتر دانست. اگرچه این مسئله توربین‌ها و روانکارها را تحت فشار بیشتری قرار داده است اما نمی‌توان آن را به عنوان تنها عامل در نظر گرفت. تغییر روغن‌های پایه مصرفی از نوع I به نوع II و تغییر وضعیت از حالت بار پایه<sup>۱</sup> به حالت اوج بارگذاری<sup>۲</sup> در توربین‌ها یکی دیگر از عوامل تشدید تشکیل لجن می‌باشد. بسیاری از مردم روغن‌های پایه جدید را مسبب این مشکلات می‌دانند. در حالیکه، برخی از متخصصان حوزه‌ی روانکار، ناسازگاری بین اجزای متفاوت در فرمولاسیون روغن‌های جدید را از دیگر عوامل دخیل در این مشکلات می‌دانند که به عدم آگاهی سازندگان روانکار از شیمی متفاوت روغن‌های پایه مربوط می‌شود. نکته‌ی مهم این است که صرف نظر از این که چه چیزی باعث ایجاد لجن در روغن‌های توربین می‌شود حتی میزان کمی از لجن می‌تواند منجر به ایجاد یک مشکل بزرگ در سیستم توربین شود. برای مثال وقتی یک شیر به دلیل تشکیل لجن از حرکت می‌ایستد، کامپیوتر کنترل کننده‌ی آن واحد، توربین را خاموش می‌کند. این توقف در یک واحد صنعتی بزرگ ممکن است بین ۳۰/۰۰۰ تا ۱۰۰/۰۰۰ دلار خسارت به بار آورد (شکل شماره ۱).



شکل شماره ۱. یک شیر را نشان می‌دهد که به دلیل تشکیل لجن به هم چسبیده است.

۳- حالتی که توربین فقط در شرایطی که نیاز به انرژی زیاد است، کار می‌کند.

1-Based-load  
2-Peaking

## ناسازگاری روغن و افزودنی

در بعضی موارد، استفاده از روغن پایه گروه II بدون در نظر گرفتن سازگاری با روغن پیشین (گروه I) باعث تجزیه روغن می شود. ته نشین شدن و یا واکنش افزودنی های روغن پایه های گروه I با روغن پایه گروه II از جمله پیامدهای ناسازگاری بین روغن پایه و افزودنی ها می باشد.

## آلودگی با مواد شیمیایی

ممکن است روغن های محافظ که برای محافظت از تجهیزات جدید در برابر خوردگی مورد استفاده قرار می گیرند با روغن توربین سازگار نباشند به این دلیل که روغن های توربین عمدتاً با استفاده از افزودنی های بدون خاکستر (بدون فلز) فرموله می شوند، در حالیکه فلز موجود در روغن های محافظ و پاک کننده (معمولاً کلسیم) می تواند با ترکیبات اسیدی موجود در روغن توربین تشکیل یک صابون نامحلول دهد.

## نگاهی به اکسیداسیون و فرمولاسیون روغن ها

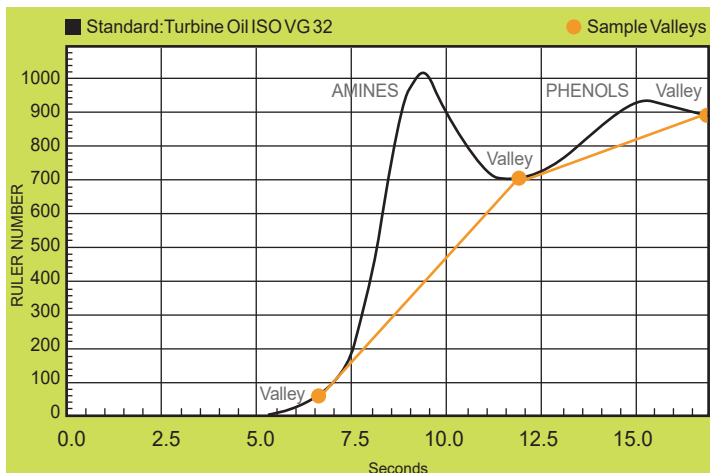
مسئله تشکیل وارنیش یک موضوع داغ در توربین های گازی است. روغن های توربین که در فرمولاسیون آنها از روغن پایه های گروه I استفاده می شود روند اکسیداسیون تدریجی، خطی و قابل پیش بینی دارند و با کمک برخی تست ها می توان شرایط اکسیداسیون این نوع روغن ها را ردیابی کرد. در حالی که روغن پایه های نوع II بدون این که نشانه ای از اکسیداسیون از خود نشان بدهند (شکل شماره ۳)، ناگهان با یک تخریب اساسی مواجه می شوند.

فنول ها و آمین ها دو نوع مهم از افزودنی های ضد اکسیداسیون می باشند. فنول ها تا دمای ۱۳۰ درجه سانتیگراد و آمین ها دماهای بالاتر را تحمل می کنند. این افزودنی ها در دماهای بسیار زیاد تمایل به پلیمریزه شدن و تشکیل لجن را دارند.

عملکرد عالی آمین ها در دمای بالا گاهی اوقات می تواند گمراه کننده باشد زیرا بسیاری از آزمون هایی که شرایط پایداری اکسیداسیون را در دماهای بالا شبیه سازی می کنند بدلیل عملکرد خوب آمین ها نمی توانند بازتاب دهنده ی شرایط واقعی روغن توربین باشند. از آنجاییکه اغلب تولیدکننده ها فرمولاسیون روغن های خود را فاش نمی کنند کسب اطلاعات درباره ی افزودنی ها برای مصرف کنندگان کار آسانی نیست.

یکی از راه های نظارت مناسب بر شرایط روغن، استفاده از روش RULER است که در واقع انواع و میزان افزودنی های ضد اکسیداسیون را ارزیابی می کند اما اطلاعاتی درباره ی کیفیت آن ها ارائه نمی دهد. یکی از روش های معمول که در آزمون RULER بکار می رود استفاده از روش الکتروشیمیایی (LSV) است که با استفاده از آن میزان افزودنی های ضد اکسیداسیون فنولی و آمینی را اندازه گیری می کنند. در واقع با استفاده از این روش آنالیز کمی، غلظت نسبی آنتی اکسیدان ها در روغن های جدید و استفاده شده تجزیه و تحلیل می شود تا سرعت کاهش افزودنی های ضد اکسیداسیون موجود در بسته های افزودنی را بتوان ارزیابی کرد. با اندازه گیری میزان کاهش افزودنی های ضد اکسیداسیون و میزان واکنش پذیری آنها در کنار انجام سایر آزمایش های عملکردی معمول، می توان عمر مفید روانکار را به طور موثر کنترل کرد (شکل شماره ۴).

با ایجاد ارتباط بین روند کاهش میزان آنتی اکسیدان ها و الگوهای اکسیداسیون و تمایل به تشکیل لجن در روغن توربین و همچنین درک مکانسیم کاهش این افزودنی ها می توان از انجام واکنش های ثانویه جلوگیری کرد. در واقع این دستگاه کوچک و قابل حمل (RULER)، بیشتر به عنوان یک هشدار دهنده عمل می کند.

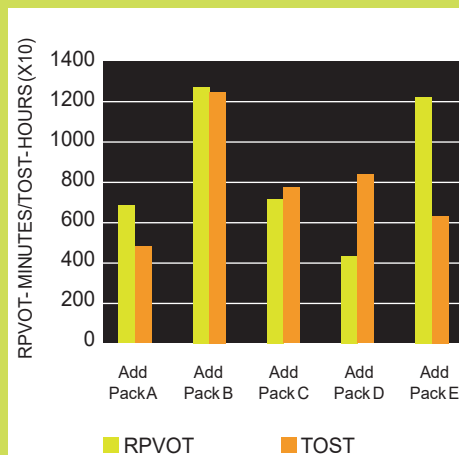


شکل شماره ۴. نمودار RULER میزان آنتی اکسیدان های فنولی و آمینی را نشان می دهد که با مقایسه ی نمونه ی موجود با یک نمونه استاندارد برآوردی از وضعیت روغن ارائه می دهد. با کاهش میزان فنول، آنتی اکسیدان های آمینی، خود به یک مشکل تبدیل می شوند.

## تفاوت بین لجن و وارنیش

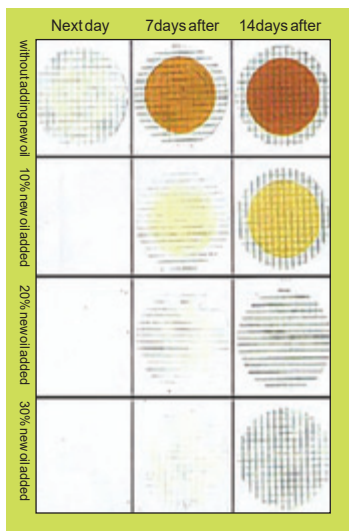
لجن از پلیمریزاسیون بعضی آمین ها بویژه آن هایی که هنگام واکنش با محدودیت فضایی روبرو نیستند، تشکیل می شود. با وجود اینکه لجن روزنه ی فیلترها را مسدود و رنگ روغن را کدر می کند اما مانند وارنیش به یاتاقان ها نمی چسبد. تشکیل وارنیش در نتیجه ی کاهش آنتی اکسیدان های خاص می باشد. در واقع، زمانی که آنتی اکسیدان ها توانایی خود را از دست می دهند، طی یک

## Oxidation Stabilities of Different Additive Packages in One Group II Oil



شکل شماره ۳. تخمینی از پایداری اکسیداسیون بسته های افزودنی در یک روغن پایه گروه II با استفاده از تست های RPVOT و TOST را نشان می دهد. نتایج آزمون TOST باید در ۱۰ ضرب شود تا با نتایج آزمون RPVOT قابل مقایسه باشد.

فیلتر کردن با توجه به رنگ پدهای فیلتر وضعیت روغن‌ها بررسی شد. در روغن‌های نو با میزان کافی بازدارنده اکسیداسیون، پس از چهارده روز رنگ پد فیلتر به صورت سفید باقی ماند. اما با کاهش میزان بازدارنده‌ها رنگ پد فیلتر از رنگ زرد به رنگ قهوه‌ای تغییر کرد. با افزودن روغن تازه به میزان ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد به روغن‌های کار کرده بخشی از این روغن‌ها احیا می‌شوند. اما زمانی که روغن پایه سالم نباشد این احیا به خوبی صورت نمی‌گیرد و باید روغن جایگزین شود.



شکل شماره ۵. آزمایش فیلتر اسپیون که در مدت زمان ۱۶۲۰۰ ساعت در طی ۷/۵ سال انجام شده است را نشان می‌دهد. میزان عدد اسیدی کل (TAN) برای روغن جدید و کار کرده به ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۳۱ گزارش شده است. در این پژوهش پس از تمیز شدن روغن کار کرده، به آن اجازه داده شده در دمای اتاق بر روی فیلتر نشانده شود. سه ستون نشان داده شده در شکل مقدار اکسیداسیون پس از ۱۴ و ۷، ۱ و ۹ روز را بیان می‌کند. نتایج آزمون فیلتراسیون بر روغن کار کرده خالص، مخلوطی از روغن کار کرده با ۱۰٪، ۲۰٪ و ۳۰٪ روغن تازه در چهار ردیف نشان داده شده است.

#### ۴ حذف آلودگی‌ها

استفاده از تکنولوژی به منظور حذف آلودگی و آلاینده‌های نامحلول و محلول امری ضروری است. یکی از چالش‌هایی که در حذف مواد نامحلول با آن مواجه هستیم این است که همراه با این آلودگی‌ها محلول افزودنی‌های درون روغن نیز حذف شوند. به همین دلیل در برخی کاربردها با استفاده از فیلترهای انتخاب پذیر ICB این آلودگی‌ها را حذف می‌کنند. از آنجایی که آلاینده‌های نامحلول کوچکتر از یک میکرون به دلیل اندازه کوچکشان از طریق فیلتراسیون معمولی حذف نمی‌شوند، جداسازی این مواد از طریق یک پاک کننده روغنی الکترواستاتیک صورت می‌گیرد. این روش آخرین خط دفاعی برای از بین بردن آلودگی‌ها قبل از ته نشین شدن و تشکیل وارنیش است.

مکانیسم رادیکالی، پلیمریزاسیون صورت می‌گیرد. به دلیل قطبیت کمتر روغن پایه‌های گروه II در مقایسه با گروه I این مواد ته نشین می‌شوند و در نهایت روغن توربین با تخریب بزرگی روبرو می‌شود.

برخی یاتاقان‌ها در توربین دمای ۲۶۰ درجه سانتیگراد را تجربه می‌کنند که این مسئله منجر به افزایش تنش‌های اکسیداسیونی در روغن زمانی که با دبی بالایی در جریان است، شده است. بعد از آن که روغن وارد یک محفظه متفاوت برای فعال کردن مدارهای مکانیکی می‌شود، بیشتر آلودگی‌ها در این محل رسوب می‌کنند. به همین دلیل در سیستم‌های توربینی که مخزن مجزا برای بخش‌های توربین و هیدرولیک دارند، بسیار کمتر در خطر آسیب دیدگی ناشی از لجن در مقایسه با مخزن تفکیک نشده می‌باشند.

#### یک راه حل صد در صدی

اگر چه همه‌ی این مشکلات بغرنج به نظر می‌رسند، اما امکان جلوگیری از آسیب دیدگی توربین گازی توسط وارنیش وجود دارد. ما نیاز به یک نگاه جامع به فرآیند تشکیل وارنیش داریم. به همین دلیل همه‌ی حلقه‌های تشکیل دهنده‌ی این مشکل باید بررسی شود. در واقع تشکیل وارنیش همانند حلقه‌های یک زنجیره است به محض این که شما یک حلقه ضعیف دارید، زنجیره شکسته خواهد شد و وارنیش تشکیل می‌شود. بنابراین با انجام یک یا دو راهکار نمی‌توان انتظار موفقیت داشت. رویکردهایی که با هدف کاهش تشکیل وارنیش اتخاذ می‌شوند شامل موارد زیر است:

#### ۱ انتخاب یک روغن خوب

با وجود این که وارنیش به عنوان یک مشکل اصلی در آسیب به توربین‌های گازی می‌باشد OEM ها فقط مشخصات کلی برای روغن‌های توربین و مابقی روغن‌های موجود در بازار تعیین می‌کنند و هنوز یک تعریف دقیق در الزاماتشان برای مقاومت روغن‌ها در برابر لجن و وارنیش بیان نکردند. آزمون‌های استاندارد ASTM نیز پاسخی برای حل این مشکل ارائه نمی‌دهند به نظر می‌رسد بهترین روش برای انتخاب روغن بر اساس آزمون‌های میدانی می‌باشد. باید به این نکته توجه کرد که عملکرد خوب روغن در آزمایشگاه به معنای عملکرد مناسب در میدان واقعی نیست. ممکن است روغنی که هرگز تست میدان انجام نداده است پس از آنکه توسط مشتری استفاده شود میزان RPVOT آن در سال اول به میزان ۵۰ درصد کاهش یابد.

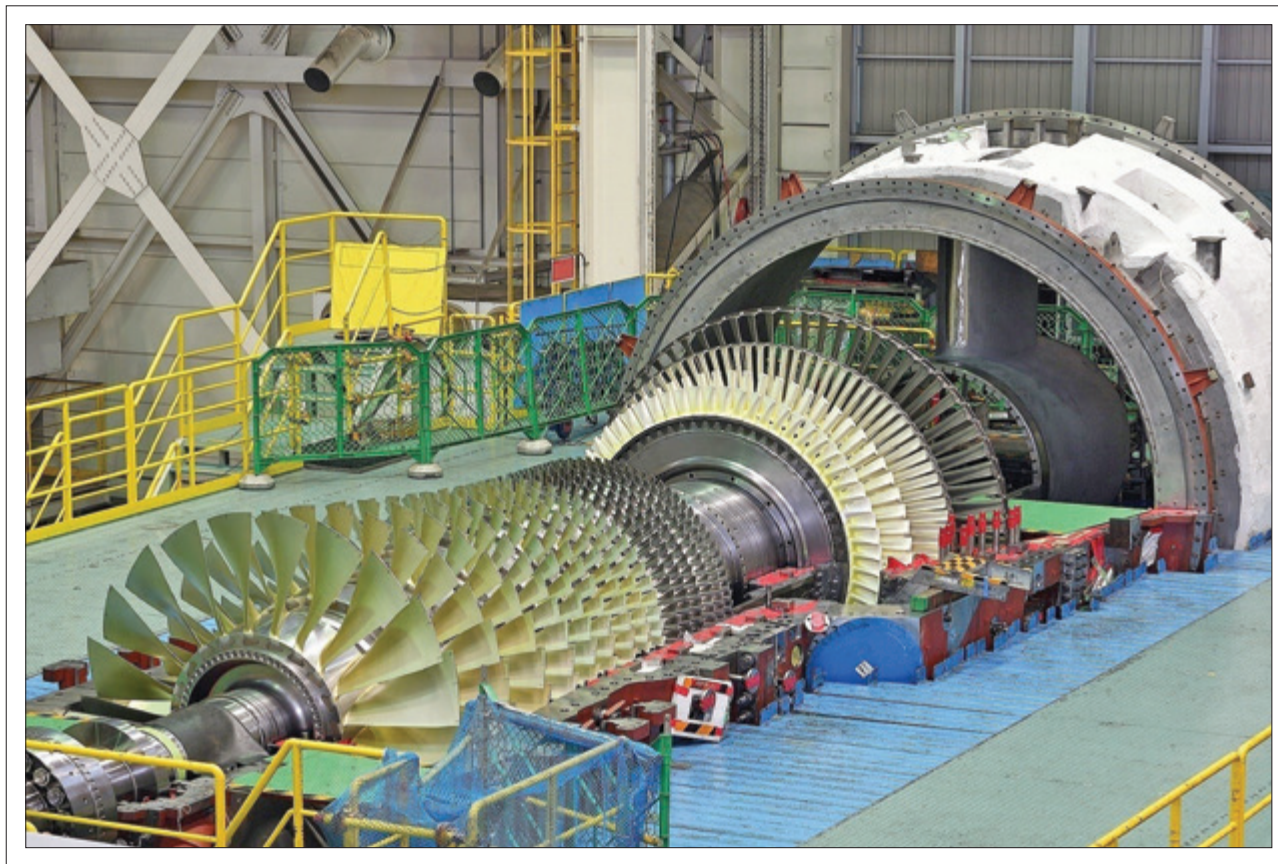
#### ۲ پایش وضعیت روغن توربین

نظارت منظم بر روغن توربین امری ضروری است. علاوه بر استفاده از RULER، تست‌های کمی مانند اسپکتروفتومتری کمی یا QSA<sup>۱</sup> نیز از موارد توصیه شده در پایش وضعیت روغن توربین می‌باشد. این آزمون‌ها با هدف جداسازی، شناسایی و اندازه‌گیری محصولات جانبی تجزیه شده که در تشکیل لجن نقش دارند، طراحی شده‌اند تا یک درجه‌بندی برای میزان تمایل به تشکیل وارنیش در روغن‌ها ایجاد کنند. از آنجایی که تخریب در روغن‌های توربین فرموله شده با گروه II خطی نیست، نظارت منظم به منظور جلوگیری از تخریب ناگهانی و مصیبت بار این نوع روغن‌ها الزامی است.

#### ۳ نگهداری از روغن

از آنجایی که بیشترین مشکلات وارنیش مربوط به زمانی است که روغن خنک وارد سیستم هیدرولیک می‌شود، بهترین راه حل در یک توربین وجود سیستم‌های جداگانه روغنکاری است. بنابراین در صورت مشکل در سیستم‌های روغنکاری باید تلاش شود تا روغن گرم وارد سیستم هیدرولیک شود که این امر از طریق تنظیم منظم نرم افزار کنترل سوپاپ‌ها و یا ردیابی حرارتی خطوط انتقال روغن انجام می‌شود.

بر اساس مطالعات صورت گرفته، وارنیش می‌تواند با اضافه شدن روغن تازه تا حدودی کاهش یابد. شکل شماره ۵ نتیجه پژوهشی که بر روی روغن‌های نو، کار کرده و روغن‌های کار کرده اصلاح شده صورت گرفته را در مقایسه با روغن‌های پایه نو نشان می‌دهد. در این پژوهش، پس از تمیز کردن روانکارها، آن‌ها در دمای اتاق به مدت ۱۴ روز رها شدند و پس از



### نتیجه گیری

در توربین‌ها، منجر به تشکیل وارنیش در توربین‌های گازی و تحمیل هزینه‌های زیادی شده است که این امر نیاز به توجه بیشتر به پایش وضعیت روغن توربین را ضروری کرده است.

امروزه تغییر وضعیت توربین‌های گازی از حالت **base-load** به **peaking** و برخی تغییرات در حوزه تجهیزات مورد استفاده

### منابع:

- 1-Yano, A., Watanabe, S., Miyazaki, Y., Tsuchiya, M. and Yamamoto, Y. (2004), "Sludge Formation During the Oxidation Process of Turbine Oils," Tribology Transactions, 47 (1), pp.111-122.
- 2-Wooton, D.L. "The Lubricant's Nemesis—Oxidation Part II," Practicing Oil Analysis Magazine, May-June 2007, p. 34.
- 3-Livingstone, G.J., Prescott, J. and Wooton, D., "Detecting and Solving Lube Oil Varnish Problems," Power Magazine, August 2007.
- 4-Sasaki, A., Uchiyama, S. and Yamamoto, T. (1999), "Generation of Static Electricity During Filtration," Lubrication Engineering, 55 (9), p. 14-21.
- 5-Sasaki, A., Uchiyama, S. and Yamamoto, T. (1999), "Free Radicals and Oil Auto-Oxidation Due to Spark Discharges of Static Electricity," Lubrication Engineering, 55(9), p. 24-27.
- 6-"Practical Approaches to Controlling Sludge and Varnish in Turbine Oils," William Moehle and Vincent Gatto, Albemarle Corp; Dave Wooton, Wooton Consulting and Greg Livingstone, EPT Inc., NORIALE2007, Louisville, Ky., May 2007.
- 7-"Practical Approaches to Controlling Sludge and Varnish in Turbine Oils," William Moehle and Vincent Gatto, Albemarle Corp; Dave Wooton, Wooton Consulting and Greg Livingstone, EPT Inc., NORIALE2007, Louisville, Ky., May 2007.
- 8-"Physical, Performance and Chemical Changes in Turbine Oils from Oxidation," Greg J Livingstone, Brian T. Thompson, and Mark E. Okazaki, Journal of ASTM International, December 2005, Joint Oxidation and Turbine Oil Symposium, Norfolk Va.
- 9-ASTM D-6971—Standard Test Method for Monitoring of Amine and Phenolic Antioxidants in Non-Zinc Containing Turbine Oils by Linear Sweep Voltammetry (RULER).

روغن های STOU و UTTO  
برای استفاده در سیستم های  
روانکاری تراکتور ها مورد  
استفاده قرار می گیرند. در این  
مقاله کاربردها و تفاوت های  
این محصولات مورد بحث و  
بررسی قرار می گیرد.



# Tractor Oils STOU UTTO



# روغن های چند منظوره UTTO و STOU

سوپر تراکتور جهانی<sup>۳</sup> (STOU) معروف هستند که در ادامه با این روغن ها آشنا خواهیم شد.

## روغن STOU چیست؟

روغن STOU، یک روغن ماشین آلات کشاورزی چند منظوره است. یک محصول جهانی که می تواند در عملیات کشاورزی در طیف گسترده ای از کاربردهای مختلف در وسایل نقلیه طراحی شده برای کارهای سنگین استفاده شود. در ادامه با نگاهی دقیق تر به ویژگی هایی که این روغن ها ارائه می دهند و مزیت آن ها برای استفاده در ماشین آلات کشاورزی خواهیم پرداخت. استاندارد (STOU) که توسعه دهنده اصلی آن شرکت مسی فرگوسن<sup>۴</sup> بوده است، تحت عنوان CMS-M1139 در استانداردهای این شرکت شناخته می شود. این روغن می تواند سطوح کیفی روغن موتور API CE برای موتورهای معمولی، API CF یا CF-4 برای موتورهای توربو شارژ و ACEA E7 یا API CI-4 برای آخرین نسل موتورها را فراهم آورد. آخرین نسل روغن های تراکتور نه تنها شامل محصولاتی با عملکرد بسیار بالاتر نسبت به گذشته می شود، بلکه روغن هایی را نیز شامل می شود که سازگاری بهتری با محیط زیست دارند. چنین محصولاتی اغلب حاوی روغن های پایه کلزا، آفتابگردان، استرهای مصنوعی و زیست تخریب پذیر هستند. علاوه بر این، روغن مذکور می تواند سطوح کیفی

## مقدمه

در گذشته از روغن موتورهای معمولی یا روغن های دنده کم افزودنی برای روانکاری عمومی و همچنین سیستم های هیدرولیک استفاده می شد اما نسل های جدیدتر ماشین آلات ساختمانی و کشاورزی نیازهای متفاوتی را در مورد سیالات عملیاتی<sup>۱</sup> دارند. این روغن ها باید عمر طولانی مدت ماشین آلات در شرایط آب و هوایی مختلف، افزایش فواصل سرویس دوره ای و همچنین کاهش زمان خرابی قطعات را تضمین کنند. پیشرفت های فنی در تولید تراکتورها نیاز به بهبود قابل توجهی در سیالات عملیاتی دارد که جدا از پیشرفت های بزرگ در فناوری افزودنی ها برای مقابله با تنش های مکانیکی بیشتر، پایداری سیالات نیز از اهمیت بسیاری برخوردار است. این روزها از دو فناوری مختلف در تولید روغن تراکتور استفاده می شود که به روغن های انتقال قدرت تراکتور جهانی<sup>۲</sup> (UTTO) و روغن های



رامتین رضانی

کارشناس فروش

روغن STOU، یک روغن ماشین آلات کشاورزی چند منظوره است. یک محصول جهانی که می تواند در عملیات کشاورزی در طیف گسترده ای از کاربردهای مختلف در وسایل نقلیه طراحی شده برای کارهای سنگین استفاده شود

روغن UTTO یکی دیگر از روانکارهای چند منظوره است که بدلیل خواص ویژه خود بیشتر برای استفاده در اکسل خودروهایی سنگین راهسازی و کشاورزی متمرکز است

دیفرانسیل، استفاده از مکمل های خاص در این سیستم ها که تحت عنوان LS شناخته می شوند را برای استفاده به همراه روغن های دنده معمولی مجاز می دانند. اما عموماً روغن متداول مصرفی در این نوع دیفرانسیل ها، روغن UTTO می باشد. مشخصات سیالاتی که الزامات مخصوص سازندگان قطعات اصلی را برآورده می کنند به شرح جدول شماره ۱ می باشد. همچنین تفاوت روغن های STOU و UTTO که در نوع کاربرد آنهاست در جدول شماره ۲ و شکل شماره ۱ قابل مشاهده می باشد.

Caterpillar TO-2 یا Allison C-4 ،ZF TE-ML06/07 ,API-GL4

را برای گیربکس ها فراهم آورد. همچنین استفاده از این محصولات در ترمزهای روغنی<sup>۱</sup> از دهه ۱۹۶۰ آغاز شد. به دلیل ملاحظات ایمنی، چنین روغن هایی باید دارای پایداری حرارتی بالا و ویژگی های اصطکاک متعادل و پایدار در ترمزها باشند. مقدار اصطکاک خیلی زیاد یا خیلی کم می تواند به راحتی منجر به سایش بیش از حد لنت ها و دیسک ها شود. تنظیم دقیق این روغن ها با بهبود دهنده های اصطکاک<sup>۲</sup> یکی از سخت ترین جنبه های تولید چنین روغن هایی است.

### روغن UTTO چیست؟

روغن UTTO یکی دیگر از روانکارهای چند منظوره است که بدلیل خواص ویژه خود بیشتر برای استفاده در اکسل خودروهایی سنگین راهسازی و کشاورزی متمرکز است. خصوصاً اکسل هایی که از سیستم ترمز روغنی برخوردارند باید از این روغن ها استفاده نمایند. این روغن ها اگر چه رسماً در تمامی آزمون های سطح کیفی API-GL4 موفق نیستند اما به دلیل خواص ضدسایش و فشارپذیری (EP) خوب خود توسط بسیاری از سازندگان برای استفاده در گیربکس ها نیز مورد تایید قرار گرفته اند. با این حال این روغن ها سطح کیفی روغن های موتور را نداشته و در موتور این تجهیزات قابل استفاده نیستند. لازم به توضیح است استفاده از روغن های دنده معمولی در محورهایی که دارای سیستم ترمز روغنی هستند می تواند سبب از کار افتادن سیستم ترمز و به صدا افتادن شدید اکسل ها شود زیرا روغن های UTTO دارای مواد بهبود دهنده اصطکاک خاصی هستند که روغن های دنده معمولی فاقد این مواد هستند. البته برخی از سازندگان

جدول شماره ۱. الزامات مخصوص سازندگان روغن تراکتور

مشخصات	نوع روغن	سازندگان
M 1139, M 1144, M 1145	STOU	AGCO Massey Ferguson
M 1135, M 1141, M 1143	UTTO	AGCO Massey Ferguson
CNH MAT 3505,3525,3526	UTTO	Case New Holland
KDM 41.2011	STOU	Fendt
M2C159-B/C	STOU	Ford
M2C86B/M2C134D	UTTO	Ford
MS 1207, MS 1209, MS 1210	UTTO	J I. Case
J27	STOU	John Deere
J20C, J20D	UTTO	John Deere
FNHA-2-C 201.00	UTTO	New Holland

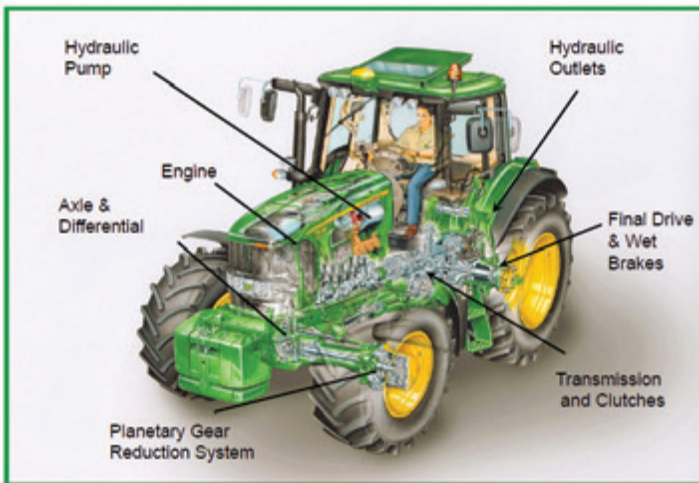


1-Wet Brake  
2-Friction modifier  
3-Limited Slip

دیسک ترمز، سیستم کنترل هیدرولیک و آکومولاتورهای کنترل کننده مدار الکتریکی<sup>۲</sup> بخش هایی از این سیستم هستند که به روانکاری با قابلیت ایجاد اصطکاک متعادل برای کاهش صدای ترمز نیاز دارند. استفاده از روانکار غیر استاندارد منجر به افزایش صدا و لرزش حین ترمز و در نهایت موجب خرابی ترمز می شود.

### ۳. هیدرولیک

بخش هایی از این سیستم که نیازمند روانکاری هستند شامل پمپ هیدرولیک، پمپ دنده ای، پمپ پیستونی، شیرهای فشار و دریچه های هیدرولیکی می باشد. روانکار مورد استفاده در این بخش نیز باید قابلیت ضدسایش، پایداری حرارتی و اکسیداسیون و همچنین قابلیت ضد خوردگی داشته باشد. استفاده از روانکار غیر استاندارد منجر به فرسودگی بیش از حد قطعات، خوردگی فلزات زرد (فلزاتی حاوی مس، روی و مقداری سرب)، ایجاد کف و نشستی در سیستم می شود. در حالت کلی انتظار می رود روانکار بکار رفته در تراکتورها خصوصیات شامل اکسیداسیون عالی، ویسکوزیته ثابت، پایداری برشی عالی، پایداری در مقابل اصطکاک و سایش، محدوده وسیع دمایی، کف زدایی و کنترل دوده (در روغن های مخصوص (STOU) را دارا باشد. ضمناً با توجه به مدل و نوع کارکرد تراکتورها زمان تعویض این روغن ها بین بازه زمانی ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ ساعت می باشد.



شکل شماره ۲. سیستم های نیازمند روانکاری در تراکتور.

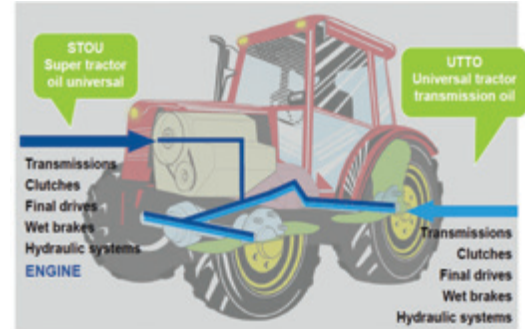
### استانداردها

استانداردهای مربوط به روغن های تراکتور و عملکرد آن ها به ترتیب در جداول شماره ۳ و ۴ ارائه شده است.

لازم به ذکر است، OEM های جهانی مشخصات روغن مخصوص به خودشان را دارند، در حالیکه OEM های چینی فاقد این مشخصات هستند، بنابراین تضمین مشخصات این روغن ها جهت برآورد عملکرد خوب در کاربرد های مدرن سخت است.

جدول شماره ۳. استانداردهای مربوط به روغن های تراکتور	
UTTO	STOU
John Deere 3* JDM J20C/J20D	John Deere JDM J27D
Ford M2C 1134-D=CNH 3525=FNHA-2-C-201.00	Massey Ferguson CMS M1139, CMS M1145(M1144)
Massey Ferguson CMS M1145(M1143)	Ford M2C-159B (Application to CHN)
Kubota UDT, Super UDT	-

جدول شماره ۲. کاربرد انواع روغن تراکتور	
UTTO	STOU
Hydraulic system	Hydraulic system
Gearbox	Gearbox
Wet brakes	Wet brakes
*	Engine



شکل شماره ۱. تفاوت روغن های UTTO و STOU.

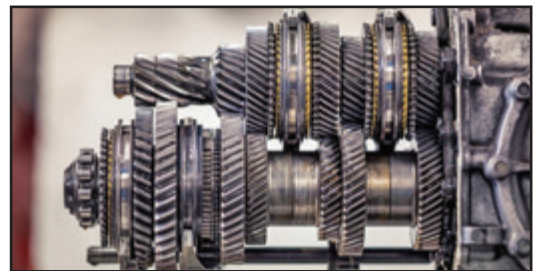
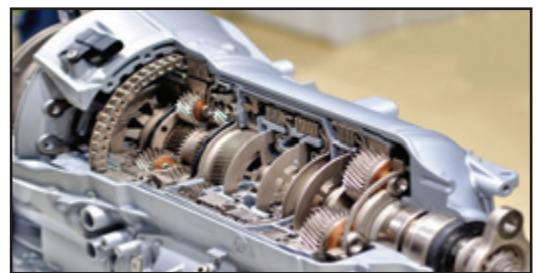
### سیستم های نیازمند روانکاری در تراکتور

۱. موتور

۲. سیستم انتقال قدرت

۱-۲. کلاچ و دنده:

بخش هایی از این سیستم که نیازمند روانکاری هستند شامل دنده ها، صفحه کلاچ، واشرها و یاتاقان می باشد. روانکار مورد استفاده باید قادر به ایجاد اصطکاک متعادل بین دنده ها و محافظت از دنده ها در مقابل سایش باشد. استفاده نادرست<sup>۱</sup> یا نابجا از روانکار باعث تعویض دنده نادرست، لغزندگی و سایش بیش از حد می شود.



۲-۲. دیفرانسیل

۳-۲. ترمز روغنی

1-Inferior shifting

2- Electronic circuit controlling accumulators

۳- شرکت John Deere، یکی از سازندگان معتبر تراکتور در سطح جهان است که تست های عملکرد (JDQ) براساس الزامات این شرکت به عنوان تأییدیه جهانی مورد پذیرش همگان است.

لازم به ذکر است میزان مصرف افزودنی های UTTO و STOU به نوع آن بستگی دارد. در جدول زیر دو نوع بسته افزودنی مورد بررسی قرار گرفته اند:

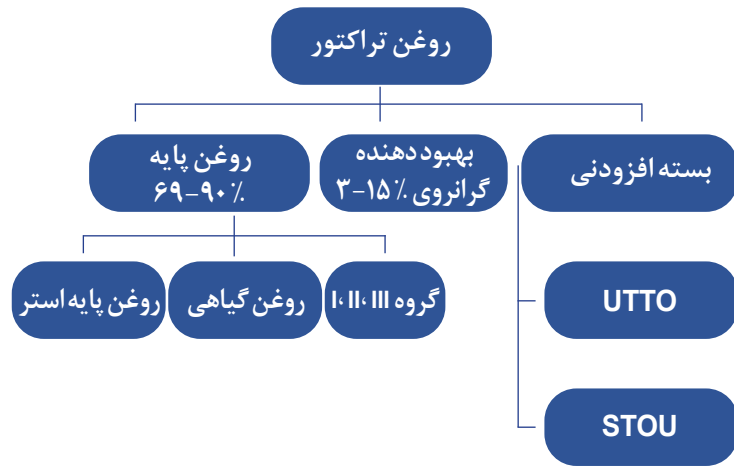
نام بسته افزودنی	HiTEC 8801	HiTEC 8805
نوع افزودنی	UTTO, STOU	STOU
درصد مصرف	11.5-13%	5.1%
سطوح کیفی	CD	CD, GL-4

جدول شماره ۴. آزمون های عملکردی روغن های تراکتور	
Transmission shifting	JDQ-94
Spiral Bevel Gear Test	JDQ-95, FZG etc.
Wet Brake Squawk	JDQ-96
Hydraulic Pump Test	JDQ-84A, Vickers Pump
Water Tolerance Test	JDQ-19

### جمع بندی

با توجه به موارد ذکر شده می توان نتیجه گرفت که اصلی ترین تفاوت دو روغن STOU و UTTO در کاربرد آن هاست. اگرچه این روغن ها هر دو، جزء روغن های چند منظوره به شمار می آیند اما قابل جایگزینی با یکدیگر نیستند مگر آنکه سازندگان تجهیزات که از این روغن ها استفاده می کنند این کار را مجاز بدانند. استفاده نابجا از این روانکارها منجر به ایجاد خسارات بسیاری در سیستم کلی تراکتور می شود. در همین راستا، الزامات و استانداردهای سختگیرانه ای برای این نوع روغن ها تعریف شده است تا از وارد شدن اینگونه خسارات به ماشین آلات کشاورزی جلوگیری شود.

### فرمولاسیون ساخت روغن های تراکتور



### منابع:

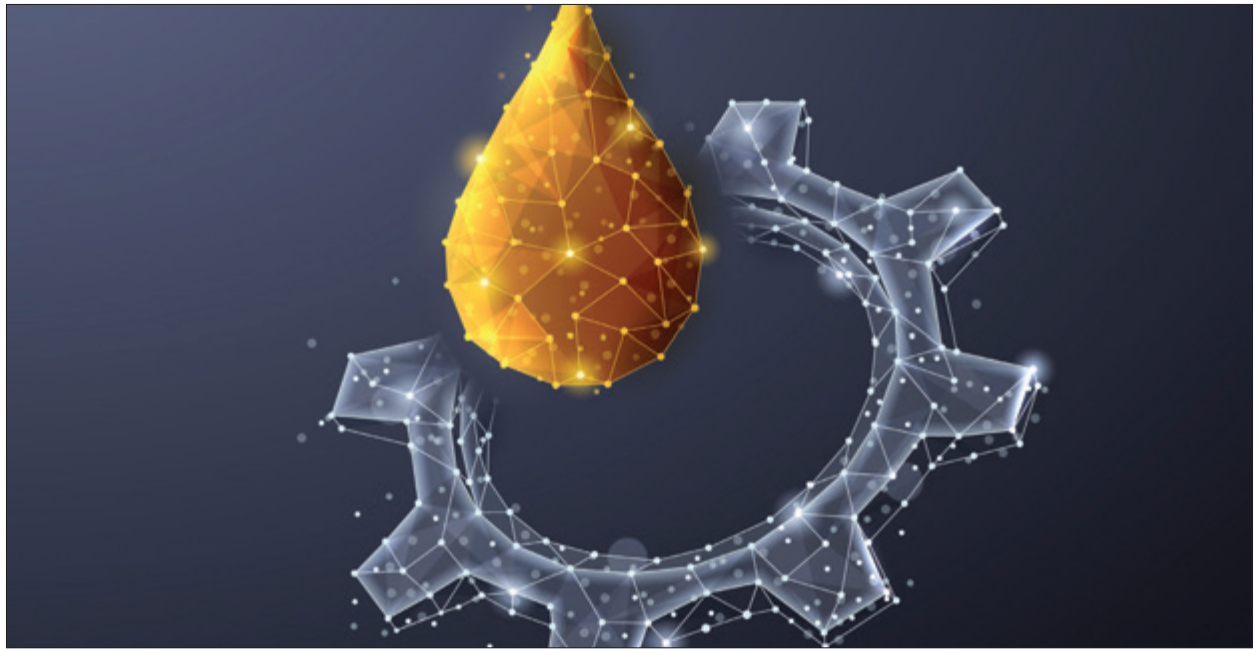
1. www.lubrication.blogfa.com
2. Lubricant & Lubrication Book Pages 283-285
3. www.lubrizol.com



دنده‌ها برای تغییر جهت نیرو، انتقال قدرت و تنظیم دور و گشتاور در انواع ماشین آلات صنعتی و خودروها مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مقاله انواع مواد افزودنی مورد استفاده در فرمولاسیون روغن‌های دنده مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

# Geor Oil Additives

# انواع دنده و روانکارهای آن



## مقدمه

در طول ۲۰۰ سال گذشته، طراحی دنده‌ها و همچنین روانکارهای آنها پیشرفت زیادی داشته است، از اینرو تقاضا برای این روانکارها بطور چشمگیری افزایش یافته است. روانکارهای دنده جهت کاهش اصطکاک، سایش، تغییر شکل دائمی دندانه و ساییدگی بیش از حد بکار می‌روند و به دو نوع صنعتی و خودرویی تقسیم‌بندی می‌شوند که البته هدف نهایی هر دو یکسان است.

روانکارهای امروزی همانند گذشته نیستند زیرا شرایطی که چرخ دنده‌های صنعتی کار می‌کنند تغییر کرده است. این بهبود تا حد زیادی به علت پیشرفت طراحی چرخ دنده‌ها، متالورژی آنها، مواد افزودنی روانکار و پالایش روغن پایه بوده است. جعبه دنده‌های امروزی، دارای وزن پایین‌تر و تحمل بار بیشتری هستند. اندازه کوچکتر جعبه دنده، میزان روغن و مواد افزودنی مورد نیاز برای روانکاری دنده را کاهش می‌دهد، اما به دلیل شرایط کاری سخت‌تر و میزان بار وارده بیشتر به دنده‌ها، دمای کار روغن در جعبه دنده‌های جدید بالاتر است که این امر موجب تسریع در اکسیداسیون روغن می‌شود. اکسیداسیون برای روغن‌های دنده صنعتی مضر است زیرا با تشکیل رسوب، عمر روغن و اجزای جعبه دنده را کاهش می‌دهد و منجر به خرابی، تعویض یا تعمیر قطعات می‌شود. در ادامه اطلاعاتی در ارتباط با اصول اولیه روانکارهای دنده و انتخاب مناسب آنها در کاربردهای نهایی ارائه می‌شود.

## ۱- انواع روانکارهای دنده

روانکارهای دنده بسته به کاربرد نهایی آنها، انواع مختلفی دارند که از آن جمله می‌توان به جعبه دنده‌های باز و بسته، غلتک‌های فولادی تحت بار و حرارت بالا و نظیر آنها اشاره کرد. روانکارهای دنده از نوع صنعتی و یا خودرویی شامل یکی از انواع روانکار زیر می‌باشد:

**۱-۱- روانکارهای گردش همراه با بازدارنده زنگ زدگی و اکسیداسیون<sup>۱</sup>**  
این گروه معمولاً روغن‌های معدنی شامل بازدارنده اکسیداسیون و زنگ زدگی، ضدکف و افزودنی ضدسایش هستند. افزودنی ضدزنگ با کاهش سرعت تشکیل اسیدها و یارادیکال‌های آزاد که محصولات جانبی اکسیداسیون هستند از خوردگی سطوح جلوگیری می‌کنند. بدون افزایش بازدارنده اکسیداسیون، اسیدها و رادیکال‌های آزاد ایجاد شده، می‌توانند منجر به تولید لجن و رسوب شوند که باعث افزایش ویسکوزیته‌ی روغن می‌شود. این نوع روانکارها برای



د. ساهو حیدری  
کارشناس مهندس فروش

اندازه کوچکتر جعبه دنده، میزان روغن و مواد افزودنی مورد نیاز برای روانکاری دنده را کاهش می‌دهد، اما به دلیل شرایط کاری سخت‌تر و میزان بار وارده بیشتر به دنده‌ها، دمای کار روغن در جعبه دنده‌های جدید بالاتر است

از میان  
افزودنی‌های تولید  
شده در جهان،  
افزودنی‌های روغن  
دنده، دومین گروه  
پر مصرف بعد از  
افزودنی‌های روغن  
موتور هستند

افزودنی‌های  
روانکارهای دنده  
باعث تقویت  
خواصی از جمله  
جلوگیری از  
اکسیداسیون،  
حفظ ویسکوزیته  
مناسب و پایداری  
حرارتی، مقاومت  
در برابر ریزگردها،  
محافظة در برابر  
خوردگی، محافظت  
از آب‌بندها، مقاومت  
در برابر کف،  
افزایش تحمل بار  
و جدا پذیری از آب  
می‌گردند

روانکاری یاتاقان‌ها و دنده‌ها از دمای ۲۰- تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد عملکرد مناسبی دارند.

### ۱-۲. روانکارهای فشار پذیر<sup>۱</sup>

روانکارهایی که شامل گوگرد یا فسفر هستند، از تخریب سایشی جلوگیری می‌کنند. این نوع روانکارها در اثر حرارت ناشی از اصطکاک با سطح فلزی ترکیب می‌شوند و لایه مرزی ایجاد می‌کنند که به آسانی از بین می‌رود و برای روانکاری دنده‌های ساده<sup>۲</sup>، حلزونی<sup>۳</sup> و مخروطی<sup>۴</sup> تحت بار سنگین بکار می‌روند و در صورتی که به آنها افزودنی پاک‌کننده<sup>۵</sup> و پخش‌کننده<sup>۶</sup> افزوده شود می‌توان از آنها برای دنده‌های هیپوئیدی<sup>۷</sup> تحت بار سنگین نیز استفاده کرد. دمای کارکرد آنها تقریباً با روانکارهای گردشی یکسان است.

### ۱-۳. روانکارهای مرکب<sup>۸</sup>

این روانکارها در دنده‌های حلزونی کاربرد دارند و در سرعت‌های بالا نیاز به افزودنی برای کاهش اصطکاک دارند.

### ۱-۴. روانکارهای چرخ‌دنده‌های باز<sup>۹</sup>

این روانکارها در مجموعه دنده‌های بزرگ با سرعت پایین استفاده می‌شوند. این روانکارها شامل تک‌فایر هستند که به دنده‌های چرخ‌دنده می‌چسبند. حلال‌های استفاده شده در این روانکارها نهایتاً تبخیر می‌شوند و فیلم ضخیمی از روانکار باقی می‌ماند. معمولاً حداکثر دمای کارکردی آنها حدود ۱۲۰ درجه سانتیگراد است.

### ۲ ترکیبات روانکارهای دنده صنعتی

روغن‌های دنده صنعتی امروزی معمولاً حاوی ۶۵٪-۹۵٪ روغن پایه، ۰٪-۳۰٪ اصلاح‌کننده ویسکوزیته و ترکیبات کاهنده نقطه ریزش و ۵٪-۱۰٪ بسته‌های افزودنی هستند.

### ۱-۲. روغن پایه

بخش عمده‌ی روانکارهای دنده صنعتی را روغن پایه تشکیل می‌دهد. روغن‌های پایه استفاده شده می‌تواند معدنی و یا سنتزی باشد. در روغن‌های دنده‌ی صنعتی معمولاً از برش‌های سنگین مانند برایت استاک یا SN600 استفاده می‌شود و در روغن‌های دنده‌ی سنتزی معمولاً از پایه‌های پلی‌آلفینی به همراه استر یا پلی‌ایزوبوتیلن استفاده می‌شود.

### ۲-۲. افزودنی‌های دنده صنعتی

از میان افزودنی‌های تولید شده در جهان، افزودنی‌های روغن دنده، دومین گروه پر مصرف بعد از افزودنی‌های روغن موتور هستند. افزودنی‌ها در بهبود خواص و عملکرد روانکارهای دنده، نقش اصلی را بر عهده دارند. برای مثال در یک چرخ‌دنده‌ی باز، چسبندگی سطحی مناسبی باید وجود داشته باشد که می‌توان از طریق تغییر ویسکوزیته یا اضافه نمودن تک‌فایر به آن دست یافت و یا در دنده‌هایی با سرعت بالا، ویسکوزیته کمتر به همراه آنتی فوم باید مورد استفاده قرار گیرد. برای روغن‌هایی در دمای بالا نیاز به مقاومت اکسیداسیون مناسب و برای مواردی تحت بارهای سنگین، نیاز به محافظت در برابر خراش<sup>۱۶</sup> وجود دارد. ضمن آنکه روانکار ساخته شده باید قدرت روانکاری سایر اجزا جعبه دنده را دارا بوده و با مواد مختلفی مانند آب‌بندها، رنگ و یا فلزات زرد (مس و برنج) سازگار باشد. به این ترتیب افزودنی‌های روانکارهای دنده باعث تقویت خواصی از جمله جلوگیری از اکسیداسیون، حفظ ویسکوزیته مناسب و پایداری حرارتی، مقاومت در برابر ریزگردها، محافظت در برابر خوردگی، محافظت از آب‌بندها، مقاومت در برابر کف، افزایش تحمل بار و جدا پذیری از آب می‌گردند.

جدول شماره ۱. معرفی روانکار مناسب برای انواع مختلف دنده.

نوع دنده	دنده ساده <sup>۱۰</sup>	دنده مارپیچی یا هلیکال <sup>۱۱</sup>	دنده حلزونی <sup>۱۲</sup>	دنده مخروطی <sup>۱۳</sup>	دنده هیپوئیدی <sup>۱۴</sup>
روغن‌های گردشی همراه با بازدارنده زنگ و اکسیداسیون (بدون EP)	بار نرمال	بار نرمال	بار سبک در سرعت پایین	بار سنگین یا ناگهانی	توصیه نمی‌شود
روغن‌های ضد فشار (EP)	بار سنگین یا ناگهانی	بار سنگین یا ناگهانی	برای اکثر کاربردها مناسب است	بار سنگین یا ناگهانی	برای اکثر کاربردها مناسب است
روغن‌های مرکب <sup>۱۵</sup>	معمولاً استفاده نمی‌شود	معمولاً استفاده نمی‌شود	توسط اکثر تولیدکنندگان دنده توصیه شده است	معمولاً استفاده نمی‌شود	تنها برای بارهای سبک استفاده می‌شود
روغن دنده‌های باز دارای بدنه سنگین	دنده باز سرعت پایین	دنده باز سرعت پایین	فقط در سرعت پایین بهتر است افزودنی EP استفاده شود	دنده باز سرعت پایین	فقط در سرعت پایین ادتیو EP مورد نیاز است

1-Extreme Pressure Oils  
2-Spur Gear  
3- Worm Gear  
4-Bevel Gear  
5-Detergent  
6-Dispersion  
7- Hypoid Gears  
8-Compounded Oils  
9-Open Gear Compounds

۱۰- دارای دنده‌ی موزی یا محور چرخش برای دو شفت موزی  
۱۱- دارای دنده‌ی کج نسبت به محور چرخش  
۱۲- شبیه پیچ برای شفت‌هایی با نسبت سرعت بالا  
۱۳- بر روی یک سطح مخروطی برای انتقال حرکت بین محورهای متقاطع  
۱۴- مشابه دنده‌های مخروطی مارپیچ یا محور متناظر

15- Compounded oil  
16-Scuff

هنگامیکه میزان بار افزایش می‌یابد، دو سطح فلزی با هم تماس پیدا می‌کنند که موجب افزایش دما در نقطه‌های تماس و حرارت ناشی از اصطکاک می‌شود و در نتیجه ویسکوزیته روانکار کاهش می‌یابد و رژیم روانکاری از فیلم روانکاری به لایه مرزی تغییر می‌کند

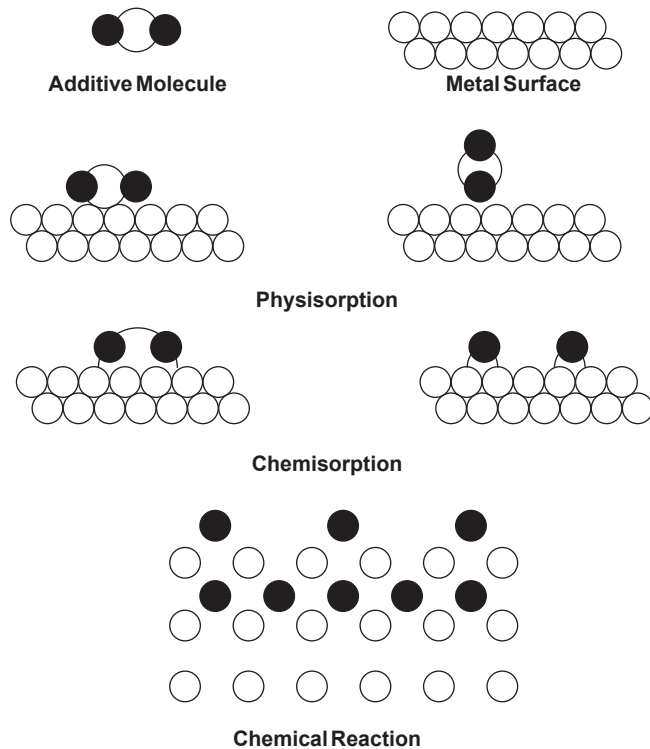
به طور کلی افزودنی‌های تشکیل دهنده‌ی لایه‌ی مرزی معمولاً دارای یک قسمت غیرقطبی ۱۰ الی ۱۸ کربن و یک گروه عاملی بسیار قطبی هستند. آنها با قسمت قطبی خود روی سطح فلز جذب می‌شوند و به این ترتیب فیلم مرزی با خواص مطلوب تشکیل می‌دهند. واکنش آنها با سطح، می‌تواند فیزیکی یا شیمیایی باشد. جذب فیزیکی افزودنی به سطح، ضعیف‌تر از نوع شیمیایی است و در این نوع، ساختار افزودنی حفظ می‌شود و تشکیل یا شکست پیوند اتفاق نمی‌افتد.

در حالت جذب شیمیایی، واکنش‌پذیری افزودنی با فلز بالا است در نتیجه منجر به شکست یا تشکیل پیوند شیمیایی می‌شود. در دسته‌ای دیگر از روانکارها که در دمای بالا کاربرد دارند، جذب فیزیکی یا شیمیایی به راحتی از بین می‌رود. در این حالت، افزودنی با سطح فلز به صورت شیمیایی واکنش می‌دهد تا یک فیلم محافظ سخت تشکیل دهد و ساختار افزودنی به طور کامل تخریب می‌شود (شکل شماره ۲).

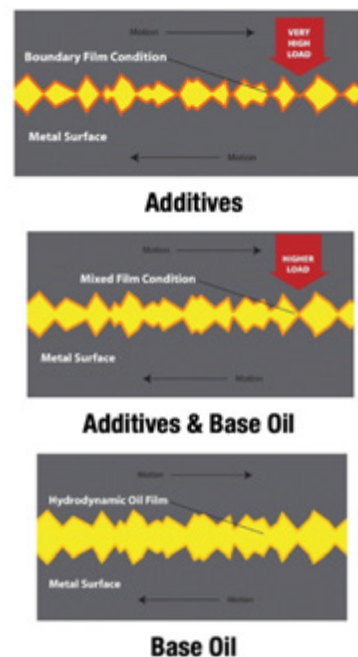
جدول شماره ۲. ترکیب درصد افزودنی‌های مختلف در روانکارهای دنده.	
ترکیب درصد	نوع افزودنی
۷۰٪-۸۰٪	فشارپذیر
	ضدسایش
۲۰٪-۳۰٪	ضد اکسیداسیون
	بهبود دهنده‌ی اصطکاک
	بازدارنده خوردگی
	پخش کننده
	جداکننده آب
	ضد کف

### ۲-۱. افزودنی‌های فشارپذیر و ضدسایش

عملکرد اصلی یک روانکار به حداقل رساندن اصطکاک میان سطوح جامد است که از طریق تشکیل یک فیلم روانکاری بین دو سطح تماس ایجاد می‌شود. هنگامیکه میزان بار افزایش می‌یابد، دو سطح فلزی با هم تماس پیدا می‌کنند که موجب افزایش دما در نقطه‌های تماس و حرارت ناشی از اصطکاک می‌شود و در نتیجه ویسکوزیته روانکار کاهش می‌یابد و رژیم روانکاری از فیلم روانکاری به لایه مرزی تغییر می‌کند (شکل شماره ۱). افزودنی‌های ضدسایش و فشارپذیر در این مرحله از طریق تشکیل یک فیلم در سطح مشترک به صورت فیزیکی و یا شیمیایی روانکاری را بهبود می‌دهند.



شکل شماره ۲. انواع جذب روی سطح فلز



شکل شماره ۱. عملکرد روانکار بین دو سطح در شرایط مختلف.



## افزودنی‌های فشارپذیر

هدف از افزودنی‌های فشارپذیر، کاهش اصطکاک و جلوگیری از سایش فلز ناشی از خراش و جوش خوردگی لحظه‌ای<sup>۱</sup> تحت بارهای سنگین است. ترکیبات متداولی که خاصیت فشارپذیری دارند دارای عامل‌های دی‌آلکیل دی‌تیوفسفات روی، اولفین‌های گوگرددار، آلکیل پلی‌سولفید، پتاسیم تری‌بورات و کلرووکس<sup>۲</sup> هستند. اکثر ترکیبات حاوی فسفر و گوگرد می‌توانند به عنوان افزودنی‌های فشارپذیر عمل کنند. افزودنی‌های EP معمولاً دارای

پیوند سطحی هستند و روی سطح فلز جذب می‌شوند. گرمای ناشی از اصطکاک سطوح تحت بار، انرژی لازم برای شکستن پیوند را مهیا می‌کند، در نتیجه یک لایه‌ی مرزی ایجاد می‌شود که دارای تنش تسلیم کمتر از فلز است. این لایه مرزی از خراش و به هم جوش خوردگی سطح فلز جلوگیری می‌کند.

## افزودنی‌های ضدسایش

هدف از افزودنی‌های ضدسایش، کاهش سایش ناشی از اصطکاک است اما در شرایطی که میزان بار کمتری وارد می‌شود. ترکیباتی که دارای ویژگی‌های ضدسایش هستند شامل ترکیبات دی‌آلکیل دی‌تیوفسفات روی، آلکیل فسفات و فسفیت‌ها، آریل فسفات و فسفیت پتاسیم تری‌بورات و کلرووکس هستند. فسفات‌ها و فسفیت‌ها از واکنش الکل با فسفر پنتا اکسید یا تری کلرید به دست می‌آیند. به طور کلی، آلکیل فسفات‌ها و فسفیت‌ها با آمین‌ها خنثی می‌شوند تا جذب سطحی آنها بهبود یابد. عملکرد آنها برای کاهش سایش، شبیه افزودنی فشارپذیر است به این روش که مانند آنها، جذب سطح می‌شوند و در اثر حرارت به وجود آمده تجزیه می‌شوند و یک فیلم مرزی تشکیل می‌دهند. به طور کلی در مواردی که با سرعت پایین و بار شدید سر و کار داریم، نیاز به مقدار افزودنی فشارپذیر بیشتری نسبت به سرعت‌های بالا و بار کم وجود دارد که علت آن تماس بیشتر سطح فلز با فلز است که باعث می‌شود گرمای بیشتری تولید شود و اصطکاک به مقدار بیشتری افزایش یابد.

## ۲-۲-۲. پاک‌کننده‌ها

پاک‌کننده‌ها سطوح فلزی را تمیز نگه می‌دارند. پاک‌کننده‌ها ترکیباتی نظیر سولفونات فلزات سدیم، کلسیم و منگنز، فئات‌ها، سالیسیلات‌ها و کربوکسیلات‌ها هستند. این افزودنی‌ها، اسیدهای آلی تشکیل شده از اکسیداسیون روانکار را خنثی می‌کنند و از تولید لجن و وارنیش جلوگیری می‌کنند. واکنش محصولات جانبی اکسیداسیون با پاک‌کننده‌ها منجر به افزایش طول عمر روانکار و تمیز نگه داشتن جعبه دنده در حین کارکرد می‌گردد.

افزودنی‌های فشارپذیر،  
ضدسایش، پاک‌کننده و پخش‌کننده از  
مهمترین اجزاء سازنده بسته‌های افزودنی  
روانکارهای دنده هستند.

## ۲-۲-۳. پخش‌کننده‌ها

این افزودنی‌ها باعث پراکندگی آلودگی داخل روانکار می‌شوند. انواع رایج مورد استفاده‌ی آن در روغن دنده آلکنیل سوکسینیمید<sup>۳</sup>، سوکسینات استر<sup>۴</sup> و مشتقات آلکنیل فسفونیک اسید<sup>۵</sup> هستند.

## ۲-۲-۴. پلیمرهای بهبوددهنده ویسکوزیته

کاربرد این افزودنی‌ها کاهش وابستگی ویسکوزیته به دما است. انواع رایج آن شامل پلی‌ایزوبوتن، پلی‌متاکریلات، کوپلیمر استایرن و بوتادی‌ان است. به دلیل محدودیت‌های پایداری برشی که در طبقه‌بندی ویسکوزیته برای روانکارهای دنده تعیین شده است، وزن مولکولی (MW) بسته به نوع پلیمر حدوداً بین ۵۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ متغیر است که متداول‌ترین آنها پلی‌ایزوبوتن با جرم مولکولی متوسط ۵۰۰۰ است.

## ۲-۲-۵. ضدکف

برای جلوگیری از تشکیل کف در مواردی که مقدار قابل توجهی از پمپاژ و گردش وجود دارد، برای مثال در محورهای خودرو از این افزودنی استفاده می‌شود. از بین بردن کف روانکار در درجه اول توسط ویسکوزیته‌ی بالک و سطحی کنترل می‌شود که افزودنی‌های مختلف روغن می‌توانند روی آن اثر بگذارد. سیلیکون‌ها به طور کلی متداول‌ترین و موثرترین مواد افزودنی ضدکف موجود در بازار هستند اما به دلیل ساختارشان بر روی آزادسازی هوا تأثیر منفی می‌گذارند. پلی‌آکریلات‌ها بر رها سازی هوا تأثیر نمی‌گذارند، اما به طور کلی ضدکف‌های ضعیفی هستند.

ترکیبات رایج مورد استفاده در این روانکارها پلی‌دی‌متیل سیلوکسان‌ها<sup>۶</sup> و پلی‌آلکیل متاکریلات‌ها<sup>۷</sup> است که تعادل خوبی بین فروپاشی کف و آزادسازی هوا برقرار می‌کنند. این ترکیبات به طور موثری تنش سطحی در مرز مشترک حباب‌های هوا با روانکار را کاهش می‌دهند و در نتیجه فروپاشی آنها را تسهیل می‌کنند.

## جدول شماره ۳. مکانیسم عملکرد افزودنی ضدسایش و فشارپذیر

افزودنی ضدسایش	افزودنی فشارپذیر
در فیلم روانکاری، در نقاط پر حرارت تجزیه می‌شوند. اصطکاک در بارهای متوسط	در لایه مرزی، در نقاط با حرارت بیشتر تجزیه می‌شوند. اصطکاک در بارهای سنگین
ترکیبات گوگرد/فسفر و زینک تجزیه شده ناشی از حرارت ایجاد شده تشکیل یک فیلم جامد می‌دهند. به عنوان یک لایه محافظ عمل می‌کنند.	ترکیبات گوگردی حاصل از تجزیه حرارتی با فلز واکنش می‌دهد تا لایه‌ی آهن سولفید تشکیل دهد. لایه‌ی زینک می‌رود و به عنوان لایه فداشونده عمل می‌کند.
این فیلم استحکام برشی کمتری از سطح فلز دارد. از تماس و جوش خوردگی جلوگیری می‌کند.	لایه‌ی تشکیل شده، استحکام برشی کمتری از سطح فلز دارد. از تماس و جوش خوردگی جلوگیری می‌کند.

### ۲-۲-۸. بازدارنده‌های اکسیداسیون

این افزودنی‌ها از اکسیداسیون و تخریب افزودنی دنده و روانکار جلوگیری می‌کنند. از جمله این آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توان به ZDDP، پلی‌سولفید، فنول‌های گوگردار، بازدارنده‌ها و آمین‌های آروماتیک اشاره کرد. عملکرد آنها به این شکل است که هیدروپراکسید و رادیکال‌های به وجود آمده حین اکسیداسیون را تجزیه می‌کنند. کاهش هیدروپراکسیدها و رادیکال‌ها سرعت اکسیداسیون را در روانکار دنده کاهش می‌دهند.

روند رو به افزایش جهانی در جهت بهبود رضایت کاربر نهایی، بهینه‌سازی مصرف سوخت، نگهداری کم هزینه‌تر و دوام بیشتر تجهیزات، انگیزه لازم برای افزایش رقابت بین تولیدکنندگان روانکار دنده را ایجاد کرده است

### ۲-۲-۹. بازدارنده‌های خوردگی

این افزودنی‌ها از خوردگی و زنگ زدگی قسمت‌های فلزی در تماس با روانکار دنده جلوگیری می‌کنند. مثال‌های آن فنول‌های اتوکسیله، پاک‌کننده‌های پایه سولفوناتی، تریازول‌ها و تیادپازول‌ها هستند. این افزودنی‌ها با سر قطبی خود روی سطح فلزی جذب می‌شوند.

### ۲-۲-۱۰. دمولسیفایرها و امولسیفایرها

دمولسیفایرها باعث جدایی آب در روانکارهای آلوده به آب می‌شوند. امولسیفایرها اختلاط آب و روغن برای تشکیل امولسیون را بهبود می‌دهند. از جمله دمولسیفایرها می‌توان بلاک پلیمرهای اتیلن‌اکسید، پروپیلن‌اکسید و گلیسرول، سیلوکسان‌ها، پلی‌آمین‌ها و پلی‌ال‌ها را برشمرد. مثال‌های امولسیفایرها هیدروکسی‌آلکیل‌آمین، آمیدها و اترها هستند. عملکرد امولسیفایر عکس دمولسیفایر است. آنها به مرز مشترک آب و روانکار مهاجرت می‌کنند تا مناطقی با ویسکوزیته‌ی کم ایجاد کنند که به اختلاط آب یا روغن کمک می‌کند. از آنجاییکه گرانش باعث جدایی آب از روغن می‌شود امولسیفایر تنش سطحی آب را کاهش می‌دهد که باعث بهبود اختلاط آن با روغن خواهد شد.

### ۳ نتیجه‌گیری

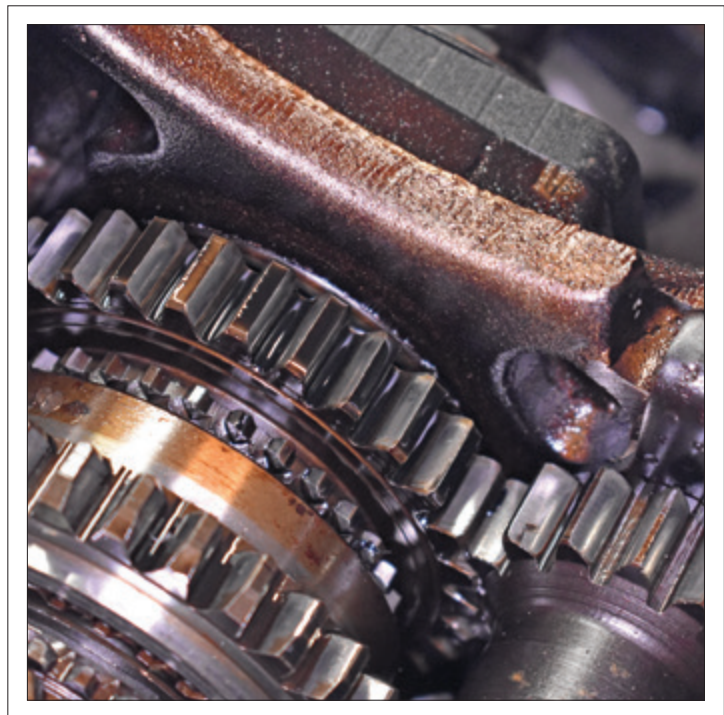
روند رو به افزایش جهانی در جهت بهبود رضایت کاربر نهایی، بهینه‌سازی مصرف سوخت، نگهداری کم هزینه‌تر و دوام بیشتر تجهیزات، انگیزه لازم برای افزایش رقابت بین تولیدکنندگان روانکار دنده را ایجاد کرده است. در نتیجه در سال‌های اخیر، طیف وسیعی از محصولات روانکارهای دنده برای پاسخگویی دقیق به استانداردهای مورد نیاز برای روانکاری جعبه دنده‌های صنعتی و همچنین سیستم انتقال نیروی خودروها به بازار عرضه شده‌اند.

### ۲-۲-۶. افزودنی‌های بهبود دهنده اصطکاک

افزودنی‌های بهبود دهنده اصطکاک ترکیباتی هستند که به عنوان کاهش دهنده ضریب اصطکاک بکار می‌روند. عامل‌های ضدسایش و فشارپذیر مانند آلکیل فسفات بلند زنجیر و ترکیبات مولیبدن می‌توانند به عنوان بهبود دهنده اصطکاک بکار روند. نمونه‌های دیگر بهبود دهنده‌های اصطکاک گرافیت، الکل‌های چرب، اسیدها و آمیدها هستند. آنها با سر قطبی خود روی سطح فلز جذب می‌شوند و لایه مرزی با خواص مطلوب می‌سازند.

### ۲-۲-۷. کاهنده‌های نقطه ریزش

این افزودنی باعث جاری شدن روانکار در دمای پایین می‌شود. از جمله این ترکیبات نفتالن آلکیلات‌ها<sup>۱</sup> و پلیمرهای فنولیک و پلی‌متاکریلات‌ها هستند. نفتالن آلکیلات از واکنش نفتالن با کلرووکس<sup>۲</sup> یا اولفین در حضور آلومینیوم کلراید تشکیل می‌شود. پلیمرهای آلکیل فنولیک نیز به همین روش تولید می‌شوند. تمام این کاهش دهنده‌ها به روش مشابه بر روی کریستال‌های وکس جذب می‌شوند و از تشکیل وکس جلوگیری می‌کنند.



منابع:

- www.infineuminsight.com/Learn(2018)
- George E. Totten, Steven R. Westbrook, Rajesh J. Shah - Fuels and Lubricants Handbook Technology, Properties, Performance, and Testing. Astm Intl(2003)
- https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ls.3010090208
- E. Galgoci<sup>1</sup>, J. Mykiety<sup>1</sup> - Antifoam Technologies for Lubricating Oils, 198-55136

بر اساس اطلاعات پایان سال  
میلادی ۲۰۲۰ حدود یک  
درصد از نفت خام ورودی به  
پالایشگاه‌ها به صنعت روانکار  
اختصاص یافته است. از طرفی  
رشد سالیانه تا سال ۲۰۴۰ به  
طور متوسط، نزدیک به صفر  
درصد پیش‌بینی شده است



# Base Oil Market Forecast



# دورنمای الگوی مصرف و تولید روغن پایه در دنیا



حسام خرازی

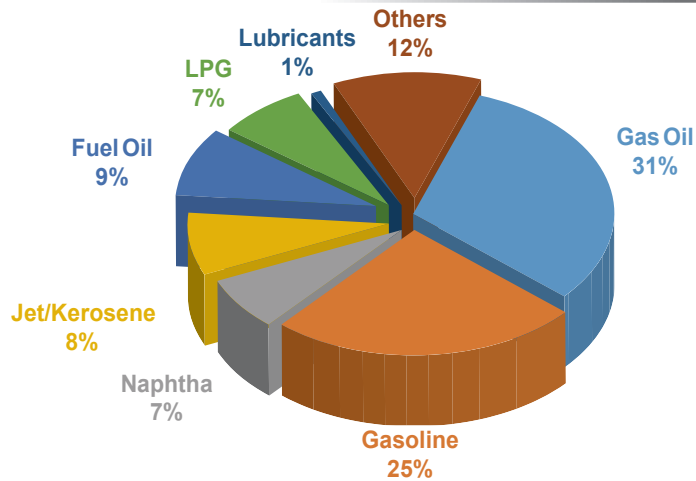
مدیر بازاریابی و فروش

با تولید خودروهای  
برقی و هیبریدی  
و کاهش مصرف  
روغن در این  
خودروها (به  
واسطه تکنولوژی  
به کار رفته) و از  
طرفی بهینه‌سازی  
خودروهای فعلی،  
شاهد کاهش  
مصرف روغن پایه  
در بخش خودروبی  
خواهیم بود

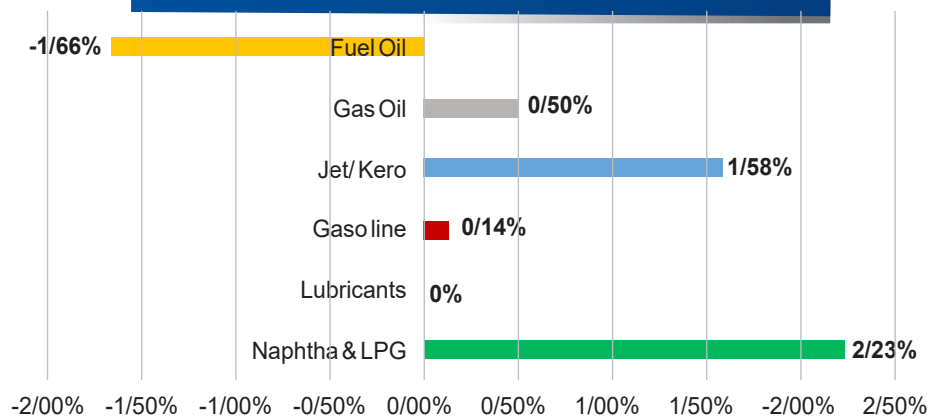
بر اساس اطلاعات پایان سال میلادی ۲۰۲۰ حدود یک درصد از نفت خام ورودی به پالایشگاه‌ها به صنعت روانکار اختصاص یافته است. از طرفی رشد سالیانه تا سال ۲۰۴۰ به طور متوسط، نزدیک به صفر درصد پیش‌بینی شده است. همچنین با تولید خودروهای برقی و هیبریدی و کاهش مصرف روغن در این خودروها (به واسطه تکنولوژی به کار رفته) و از طرفی بهینه‌سازی خودروهای فعلی، شاهد کاهش مصرف روغن پایه در بخش خودروبی خواهیم بود. در شکل زیر الگوی تقاضای نفت خام و همچنین رشد سالیانه تقاضای فرآورده‌های پالایشگاهی نشان داده شده است.

وظیفه اصلی روانکاری، کنترل و کاهش میزان اصطکاک بین سطوح متحرک و ثابت می‌باشد. روانکارها از دو جزء اصلی "روغن پایه" و "مواد افزودنی" تشکیل می‌شوند. شرکت‌های تولیدکننده روغن پایه (پالایشگاه‌های روغن سازی) ماده اولیه خود را (برش روغنی و یا لوبکات) را از پالایشگاه‌های نفت دریافت و طی فرآیندهایی به روغن پایه و سپس به روغن نهایی جهت مصارف مختلف تبدیل می‌نمایند.

الگوی مصرف نفت خام - ۲۰۲۰



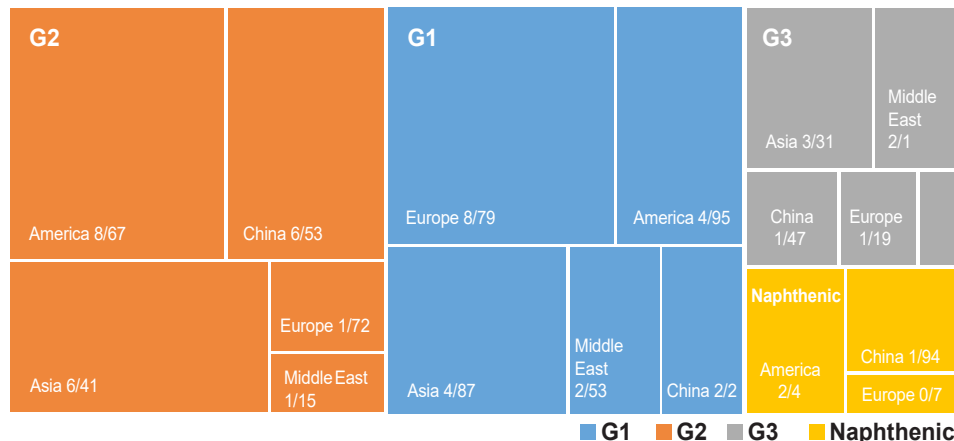
الگوی رشد تقاضای سالیانه تا سال ۲۰۴۰



تولید عمده گروه ادر دنیا در آسیا صورت می پذیرد و پالایشگاه های این منطقه در حال حاضر از ظرفیت حداکثری خود جهت تولید محصولات این گروه استفاده می کنند. نکته قابل توجه در خاورمیانه نیز، ایجاد ظرفیت تولید بیش از ۳۱۰ هزار تنی روغن پایه گروه II و I میلیون و ۱۵۰ هزار تنی گروه III توسط شرکت Shell در کشور قطر و ظرفیت ۵۵۰ هزار تنی گروه III ادناک امارات می باشد

اساس آخرین آمارها، ظرفیت اسمی جهانی روغن های پایه گروه I تا III حدود ۵۷ میلیون تن و تولید واقعی ۳۹ میلیون تن اشاره شده است (متوسط راندمان ۷۰ درصد). نمودار زیر ظرفیت اسمی گروه های مختلف روغن پایه در نقاط مختلف دنیا را نشان می دهد:

پالایشگاه های روغن، بر اساس نوع فرآیند خالص سازی، گروه های مختلفی از روغن پایه را تولید می کنند. روغن های پایه به گروه های مختلف I تا VI دسته بندی می شوند. با توجه به تولید و تقاضای اندک روغن های پایه گروه IV و V، در این مقاله سعی شده است تمرکز بر گروه های I تا III باشد. شایان ذکر است بیش از ۹۰٪ از تقاضای روغن های پایه نیز مربوط به همین سه گروه است. بر



تنی گروه III ادناک امارات می باشد که با توجه به چشم انداز و روند بازارهای روانکار، این دو کشور را به تولید کننده اصلی روانکار منطقه خلیج فارس تبدیل خواهد کرد. تولید روغن پایه ایران تنها از نوع گروه I می باشد که ظرفیت تولید این نوع روغن بیش از ۱ میلیون تن در سال است که توسط چهار پالایشگاه نفت سپاهان، نفت ایرانول، نفت بهران و نفت پارس تولید می شود.

خوراک ورودی این چهار پالایشگاه روانکار، لوبکات سبک و سنگین، آیزورسیپکل و آیزوفید است که توسط ۶ پالایشگاه نفت تهران، اصفهان، تبریز، بندرعباس، آبادان و شیراز تامین می شود. ظرفیت تولید پالایشگاه های تامین خوراک نیز مجموعاً ۱.۷۲۰.۰۰۰ تن لوبکات و ۲۳۰.۰۰۰ تن آیزو برآورد می شود که راندمان تولید روغن پایه حاصل از آن حدود ۵۵ درصد می باشد.

شواهد آماری و مستندات علمی گزارش شده نشان دهنده این موضوع است که روغن های پایه گروه I، طی سالیان آتی از حیث ظرفیت تولید و میزان مصرف کاهش خواهد یافت و متوسط راندمان واحدهای تولید از ۷۲ به ۵۴ درصد تقلیل می یابد. این در حالی است که راندمان و ظرفیت واحدهای تولید کننده روغن های گروه های بالاتر (گروه II و III) طی این مدت افزایش خواهد بود. در نتیجه مجموعاً ظرفیت تولید روغن پایه از حیث عرضه و تقاضا ثابت خواهد ماند و کاهش عرضه و تقاضای روغن پایه گروه I توسط روغن های پایه تولیدی، تمایل مصرف به سمت گروه های بالاتر است و در واقع با افزایش کیفیت روغن های پایه تولیدی، تمایل مصرف به سمت گروه های بالاتر است و بسیاری از واحدهای تولید کننده روغن های پایه گروه I به دنبال باز طراحی و ارتقای واحد تولیدی خود می باشند. به عنوان نمونه در طی دهه گذشته، حدود ۶ میلیون تن از تقاضای روغن های پایه گروه I کاسته و جمعاً ۱۱ میلیون تن به تقاضای روغن های گروه II و III اضافه شده است.

علاوه بر تغییرات تکنولوژیکی تولید روغن های پایه، اساساً سیاست های جهانی در برخی کشورها به سمتی بوده است که مصرف روغن های پایه (تمامی گروه ها) تغییرات اساسی به خود دیده است. به عنوان مثال در ایالات متحده و اروپا به واسطه تکنولوژی های جدید و استفاده از خودروهای برقی و هیبریدی، شاهد کاهش مصرف روغن های پایه بوده ایم.

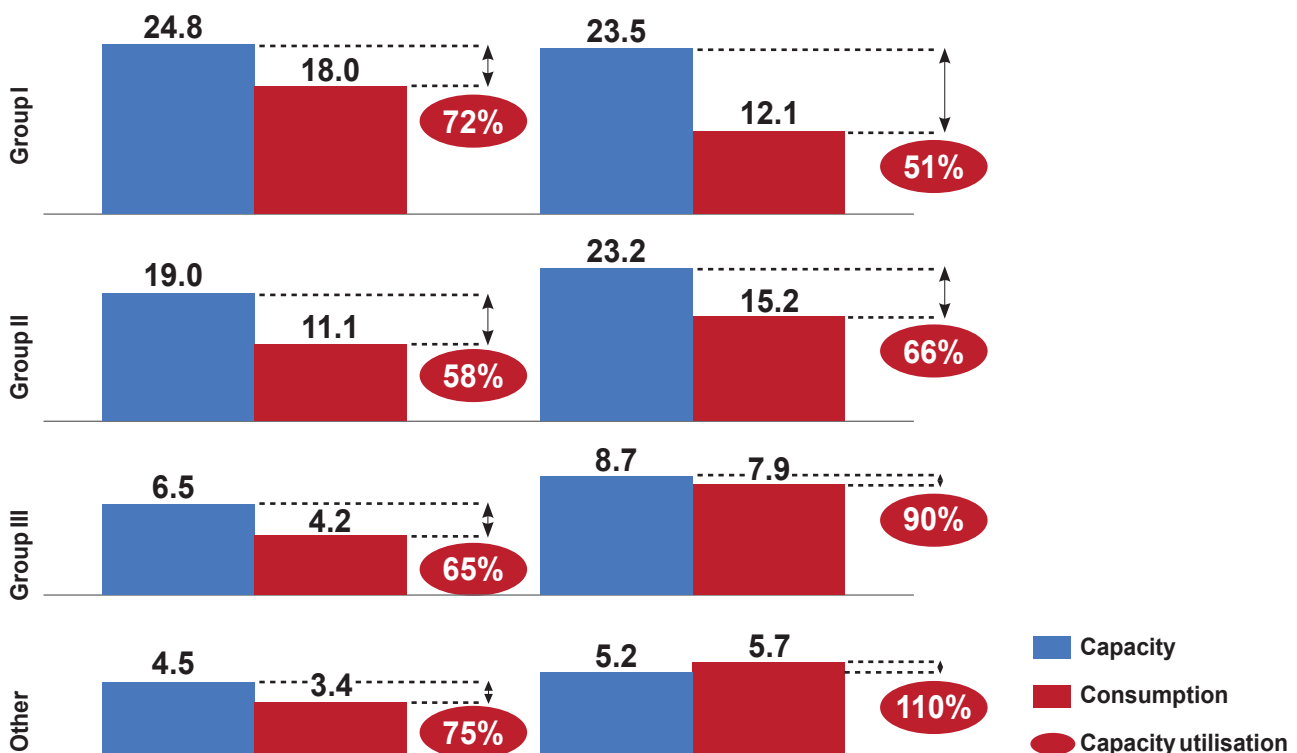
در شکل زیر الگوی تغییرات عرضه و تقاضای روغن های پایه گروه های مختلف طی سال های ۲۰۱۵ و ۲۰۲۵ بر اساس پیش بینی نشریه جهانی ICIS نشان داده شده است:

با توجه به اهمیت پالایشگاه های روانکار آسیا و همچنین بکارگیری ظرفیت حداکثری آنها در حال حاضر، قاره آسیا به سه گروه "چین"، "خاورمیانه" و "سایر نقاط آسیا" تقسیم بندی شده است.

بر اساس آخرین گزارش نشریه Lubes'N'Greases ظرفیت تولید روغن پایه گروه یک پالایشگاه های روانکار دنیا در مجموع ۲۳ میلیون و ۴۰۰ هزار تن، گروه دو ۲۴ میلیون و ۵۰۰ هزار تن و گروه سه ۸ میلیون و ۷۰۰ هزار تن در سال می باشد. همچنین ظرفیت تولید روغن نفتنیک بیش از ۵ میلیون تن در سال می باشد که سهم عمده آن مربوط به چین و آمریکا است.

در خصوص روغن پایه گروه II، نیز می توان چین و آمریکا را به عنوان ظرفیت های اصلی تولید این محصول به شمار آورد. آمریکا با ظرفیت تولید هفت میلیون و هشتصد هزار تن و چین با ظرفیت شش میلیون و پانصد هزار تن در سال، بزرگترین تولید کنندگان گروه II در دنیا می باشند.

در رابطه با روغن پایه گروه I، علیرغم وجود ظرفیت تولید نزدیک به ۶۰ درصد از محصولات این گروه روغن پایه در اروپا و آمریکا، تنها نیمی از این ظرفیت صرف تولید واقعی شده و ۴۰ درصد ظرفیت باقی مانده جهت تولید فرآورده های دیگر مورد استفاده قرار گرفته و یا در حال تبدیل به خطوط تولید گروه های II و III می باشند. تولید عمده گروه I در دنیا در آسیا صورت می پذیرد و پالایشگاه های این منطقه در حال حاضر از ظرفیت حداکثری خود جهت تولید محصولات این گروه استفاده می کنند. نکته قابل توجه در خاورمیانه نیز، ایجاد ظرفیت تولید بیش از ۳۱۰ هزار تنی روغن پایه گروه II و I میلیون و ۱۵۰ هزار تنی گروه III توسط شرکت Shell در کشور قطر و ظرفیت ۵۵۰ هزار

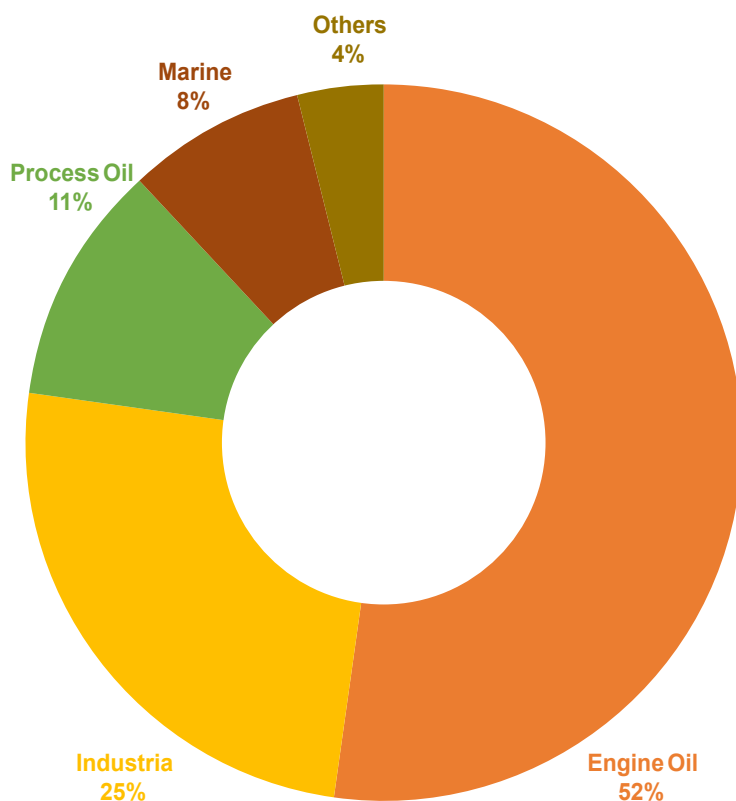
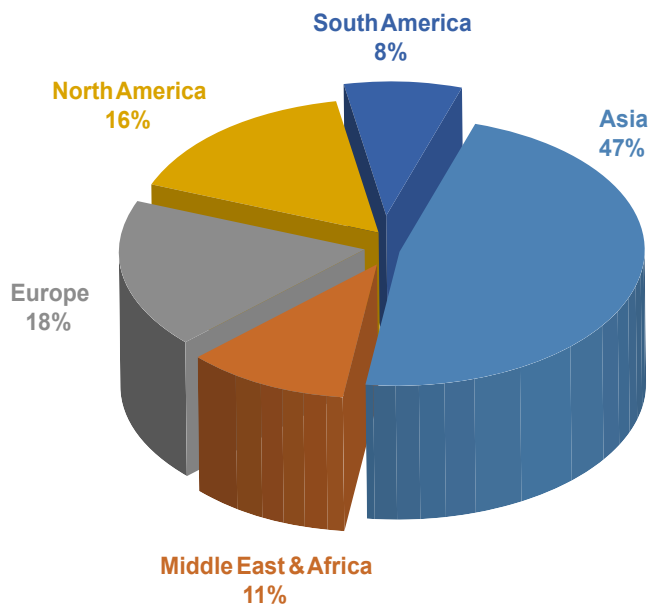


در خصوص روغن پایه گروه II، نیز می توان چین و آمریکا را به عنوان ظرفیت های اصلی تولید این محصول به شمار آورد. آمریکا با ظرفیت تولید ۷.۸ میلیون تن و چین با ظرفیت ۶.۵ میلیون تن در سال، بزرگترین تولیدکنندگان گروه II در دنیا می باشند.

در حال حاضر بیش از ۱۷۰۰ تولیدکننده در دنیا به تولید روانکار مشغول هستند که از مطرح ترین این شرکت ها در جهان می توان به شرکت های Exxon Mobil، Shell، China Petroleum، Lukoil، Chevron، BP PLC، S-Oil، Evonik اشاره کرد. در این میان روغن های تصفیه دوم یا ریسایکل نیز سالانه بیش از ۵ درصد (۲ میلیون تن) از بازار روغن های پایه را تشکیل می دهند که اروپا با تولید ۸۰۰ هزار تن از این نوع روغن بیشترین سهم را داراست. همچنین گردش مالی بازار روانکار در سال ۲۰۲۱ مقدار ۲۰/۹۵ میلیارد دلار تخمین زده شده که در خصوص درصد رشد موثر سالانه (CAGR) با توجه به عوامل مختلف از جمله قیمت فید استاک و نفت خام و پاندمی کرونا پیش بینی ها متفاوت است و گزارشات جهانی مختلف، این درصد رشد را از ۲ تا ۷ درصد تخمین زده اند که البته این اختلاف ناشی از غیر قابل پیش بینی بودن شرایط عرضه و تقاضا خصوصا بعد از همه گیری کرونا، می باشد.

در آخر با توجه به بررسی و تحلیل روندهای بازار روانکار، می توان اینگونه نتیجه گیری کرد که تولید و مصرف روغن های پایه در دنیا در حال گذار از گروه I به گروه های II و III است و پالایشگاه های روانکار جهت حفظ جایگاه خود باید این تغییر سیاست را در دستور کار خود قرار دهند. البته کاهش تولید روغن های پایه گروه I و تغییر خطوط تولیدی پالایشگاه های روانکار در سطح دنیا، علاوه بر اینکه یک تهدید برای تولیدکنندگان داخلی محسوب می شود، می تواند به یک فرصت نیز برای آنها تبدیل شود؛ چرا که ظرفیت تولید روغن های گروه I پالایشگاه های بزرگ کاهش می یابد اما همچنان بزرگترین گروه مصرف روغن های پایه مربوط به گروه I خواهد بود. در عین حال فقدان تولید گروه II و III در کنار گروه یک و کامل نبودن سبد فروش یک پالایشگاه با توجه به تغییر نسل خودروها و رشد سریع تکنولوژی صنایع، باعث از دست دادن بخش مهمی از بازار فروش خواهد شد.

نکته قابل توجه این است که رشد تقاضای روانکارها در کشورهای آسیایی و در حال توسعه، کاهش تقاضای کشورهای توسعه یافته را جبران خواهد کرد. در نمودارهای زیر تقاضای روغن پایه در جهان و تفکیک بخش های مختلف آورده شده است:



منابع:

1. ICIS
2. Argus
3. Mordor intelligence
4. Ihsmarket
5. Machinerylubrication
6. Lubes'N'Greases
7. Infineuminsight
8. researchandmarkets





## Infineum P5500

**نوع محصول:** بسته افزودنی روغن موتور بنزینی  
Infineum P5500 یک بسته افزودنی جدید برای فرمولاسیون روغن های موتور بنزینی است که برای برآورد کردن الزامات عملکردی طیف وسیعی از سطوح کیفی API بویژه SP طراحی شده است. این پکیج تاییدیه JASO MA-2 را برای سطوح کیفیت مختلف پوشش می دهد. Infineum P5500 از خواص برجسته ای نظیر حفاظت از مجموعه سوپاپ، افزایش دوام تسمه تایم، محافظت عالی در برابر پدیده LSPI، کارایی مناسب در زمینه کنترل سایش، پاکیزگی و مصرف سوخت، حفاظت عالی از یاتاقان در برابر خوردگی و مقرون به صرفه برخوردار است.

## HiTEC® 8805

**نوع محصول:** بسته افزودنی روغن چند منظوره تراکتور (STOU)  
• بسته افزودنی HiTEC® 8805 جدیدترین افزودنی STOU است که در ماشین آلات کشاورزی (تراکتور) مورد استفاده قرار می گیرد. این محصول در روغنکاری سیستم دنده، هیدرولیک، ترمز روغنی و موتور تراکتور کاربرد دارد.  
HiTEC® 8805 الزامات مورد نیاز سطوح کیفی API را تامین می کند و از ویژگی های اصلی این محصول می توان به بهبود عملکرد و کاهش صدای ترمز روغنی، عملکرد هیدرولیک عالی و درصد مصرف پایین و مقرون به صرفه بودن اشاره کرد.

## AP 7281L - AP 7280L

**نوع محصول:** پودر گرافیت  
محصولات AP 7281L و AP 7280L پودرهای گرافیت با برند شرکت Apex Technology هستند که به ترتیب با اندازه ذرات ماکزیمم ۱۵ و ۷ میکرون به عنوان روانکارهای جامد و افزودنی های ضدسایش و ضدفشار در فرمولاسیون انواع گریس ها و روغن های روانکار گوناگون قابل استفاده هستند. میزان خلوص بالا و توزیع اندازه ذرات یکنواخت در این دو محصول از مهمترین عوامل تعیین کننده کارایی بالا در رژیم روانکاری لایه مرزی هستند. استفاده از این محصولات در ساخت گریس های لیتیمی گرافیته، لیتیم کمپلکس گرافیته و آلومینیوم کمپلکس گرافیته توصیه می شود.

## Viscotech 533

**نوع محصول:** بهبود دهنده شاخص گرانیروی از نوع HSD و ستاره ای  
Viscotech 533 یک پلیمر ستاره ای با پایدار برشی و کیفیت عالی است که برای استفاده در فرمولاسیون روغن های مولتی گرید طراحی شده است و الزامات سختگیرانه عملکردی مورد نیاز روغن های موتور بنزینی و دیزلی مدرن را برآورده می کند. از دیگر ویژگی های این پلیمر می توان به قابلیت انحلال مناسب آن در روغن های پایه گروه III و روغن های سنتزی مانند PAO ها و استرها و همچنین عملکرد عالی آن در دمای پایین اشاره کرد.



تصور کنید برای انجام کارهایتان مجبور بودید از هر دو دستتان استفاده کنید؛ گاهی از دست چپ، گاهی از دست راست و گاهی هر دو دست همزمان. توانایی استفاده ماهرانه از هر دو دست «**دوسوتوانی**» نامیده می‌شود.

امروزه سازمان‌ها با چنین چالش‌های مشابهی مواجه هستند. **دوسوتوانی** سازمانی مفهومی جدید در مدیریت که در رابطه با نحوه دستیابی به مزیت رقابتی پایدار و بقای سازمان می‌باشد. توانایی برای استفاده از وضع موجود (بهره‌برداری) و استفاده از فرصت‌ها برای رشد و بقای در آینده (نوآوری و اکتشاف) دو بال حرکت **دوسوتوانی** هستند. یک سازمان برای بقا، افزایش عملکرد، نوآوری و توان رقابت‌پذیری در محیط پویای امروزی به قابلیت **دوسوتوانی** سازمانی نیازمند است.