

## بررسی استاندارد ملی ۲۹۴۷ با نگرشی جدید، جهت بهره برداری عموم

دکتر آرش یزدانی

جانشین مدیر کنترل کیفیت مجتمع آزمایشگاهی، آموزشی و فنی مهندسی دانش بنیان مشاوران آزمایش نفت ایرانیان

### چکیده:

هدف از نگارش این مقاله بررسی استاندارد ملی ایران با شماره INSO 2974 با عنوان "روان کننده ها - روغن های دنده صنعتی - ویژگی ها" تجدیدنظر اول سال ۱۳۹۸ با زبانی ساده می باشد، تا به دور از پیچیدگی های فنی مرسوم در آزمایشگاه ها، هر فردی بتواند با مطالعه آن با الزامات لازم برای ساخت یک روغن دنده صنعتی مناسب آشنا گردد. بدین منظور ابتدا پارامترهای تاثیرگذار بر روغن های دنده صنعتی بررسی گردیده و سپس آزمون های لازم برای انتخاب روغن مناسب به صورت کلی در پنج بخش مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند. لازم به ذکر است به دلیل طولانی بودن تعداد آزمون ها و همچنین اجتناب از اصطلاحات فنی در صورت نیاز می توانید به اصل این استاندارد مراجعه نمایید.

**واژگان کلیدی:** روغن دنده صنعتی، روان کننده، آزمون، استاندارد ملی ایران، INSO 2974



تعویض باشد و در نتیجه از نظر اقتصادی بسیار به صرفه‌تر از روغن‌های عادی باشد.

روانکاری برای استفاده در جعبه‌دنده مناسب است که بتواند در فشار بالا کار کند. اصولاً روغن‌های غیرصنعتی این ویژگی را ندارند. روغن دنده صنعتی مرغوب دارای ویژگی کار در فشار بالا بوده و از سطح چرخ دنده‌ها و... در مقابل فشارهای زیاد محافظت می‌کند. ویژگی دیگر روغن دنده صنعتی، عدم حل شدن آب در آن می‌باشد. با وجود این ویژگی اگر آب به جعبه دنده وارد شود، این روغن کمک می‌کند تا آب بدون آسیب رساندن به دنده‌ها از محیط خارج شود. در واقع آب‌گریزی از ویژگی‌های مهم دیگر این نوع روغن صنعتی می‌باشد. بهترین فضا و محیط برای کارکرد دنده‌های صنعتی، محیط‌های خنک، خشک و پاکیزه است. اگرچه در عمل محیط‌های صنعتی که این دنده‌ها در حال کارکرد هستند فاقد ویژگی مدنظر می‌باشند. به همین خاطر انتخاب روغن دنده مناسب می‌تواند تا حد زیادی مشکل باشد. در نگارش این مقاله سعی شده است با بیانی ساده، به دور از اصطلاحات رایج فنی به بررسی ویژگی‌ها و آزمون‌های لازم برای روغن دنده‌های صنعتی پرداخته شود، همچنین در صورت ابهام در هریک از بخش‌ها و یا نیاز به توضیحات تکمیلی پیشنهاد می‌گردد به استاندارد‌های مربوطه مراجعه گردد.

## ۲- پارامترهای تاثیرگذار بر روغن‌های دنده

### صنعتی

روغن دنده یا یکی از روانسازهای مهم است که برای روانکاری چرخ دنده‌ها و قطعات متحرک موجود در سیستم انتقال قدرت جعبه دنده استفاده می‌شود، وجود مایعی روان‌کننده در این سیستم کاملاً ضروری است تا علاوه بر تعویض آسان دنده‌ها موجب کاهش خوردگی و

روغن دنده صنعتی براساس نوع روغن پایه مورد استفاده در دو نوع پایه معدنی و پایه مصنوعی<sup>۱</sup> تولید شده و در روانکاری دنده‌های صنعتی در صنایع مختلف کاربرد دارد. جعبه‌دنده دستگاه‌های صنعتی مانند جعبه‌دنده خودروهای سواری نیازمند روغن مخصوص خود هستند. این جعبه‌دنده‌ها که حاوی انواع دنده‌های ساده، حلزونی و مارپیچی هستند عموماً تحت بار زیادی بوده و در دما و فشاری بالا مشغول به کار هستند، لذا ضروری است که با استفاده از یک روغن با ویژگی‌های خاص، تحت حفاظت قرار گیرند، به همین منظور روغن دنده صنعتی تولید و روانه بازار شده است تا اینگونه نیازها نیز برطرف گردد. از جمله صنایعی که در آن از روغن دنده صنعتی با حجم بالا استفاده می‌شود، می‌توان به صنایع فولاد، سیمان و انواع یاتاقان‌های مورد استفاده در صنایع عمومی اشاره کرد.

یکی از ویژگی‌های مهم روغن دنده صنعتی، ثبات گرمایی آن است، چراکه این نوع روغن اگر نتوانند در دماهای بالا ثبات داشته باشد، کاربرد خود را از دست می‌دهند. ثبات کیفیت و ویژگی‌های مهم روانکاری در دماهای بالا از مهم‌ترین ویژگی‌های روغن دنده صنعتی است، لذا تولیدکنندگان باید به آن توجه ویژه‌ای داشته باشند. علاوه بر این، روغن دنده صنعتی باید در برابر اکسیداسیون نیز مقاوم باشد، در واقع این روغن باید بتواند در محیط‌هایی که احتمال اکسیداسیون در آن بسیار بالا می‌باشد به خوبی به وظایف خود عمل کند. این ویژگی مهم یعنی عدم اکسید شدن روغن دنده صنعتی، کمک می‌کند تا روغن مد نظر دیرتر نیازمند

<sup>1</sup> Synthetic

ساییدگی گردد. انتخاب روغن دنده مناسب و استفاده صحیح و تعویض به موقع روغن دنده مهم ترین راه حفاظت و نگهداری و افزایش طول عمر جعبه دنده می باشد.

## ۲-۱- محیط‌های مرطوب و یا با فشار و دمای

بالا

علیرغم تعمیرات و نگهداری دقیق، همواره عواملی مانند بار زیاد، حرارت بالا، فشارهای نامتعارف و آلودگی‌هایی همچون آب می‌تواند بر سیستم چرخ دنده تاثیر بگذارد. امروزه با توجه به فناوری‌های مدرن جعبه دنده‌ها، کوچک تر شدن و تعریف شدن دامنه‌های کاربرد بیشتر برای آنها به روغن‌های جدید این امکان را می‌دهد تا در مدت زمان کارکرد طولانی تجهیزات حتی در محیط‌های سخت با استفاده از مستهلک نمودن مواد افزودنی روغن دنده، بهترین کارکرد تجهیزات بدست آید، علاوه بر آن مدیران کارخانجات و تعمیر و نگهداری انتظار عملکرد بالاتر، زمان توقف کوتاه‌تر و بهره‌وری ارتقا یافته را با هدف کاهش هزینه‌ها و افزایش سود دارند، لذا روغنی مناسب بوده که علاوه بر کارکرد در محیط‌های اینچنینی بتواند از لحاظ اقتصادی نیز مرقوم به صرفه باشد.

## ۲-۲- اندازه‌ی جعبه دنده

جعبه دنده‌های امروزی، مدرن و کوچکتر شده اند و از مواد اولیه سبک تر از قبل ساخته می‌شوند، از طرفی همین ماشین‌آلات کوچکتر بایستی قدرت بیشتر تولید کرده و در عین حال با دوام تر و قابل اعتماد تر باشند. کوچک شدن این تجهیزات به معنای در اختیار داشتن روانکار و مواد افزودنی کمتر برای روانکاری و حفاظت از دنده‌ها می‌باشد. علاوه بر این همانطور که قبلاً گفته شده بود بار وارده بر تجهیزات نیز در حال افزایش است. این امر به معنای دماهای بالاتر و اکسیداسیون سریعتر است،

اکسیداسیون باعث وارد شدن صدمه به روغن‌های دنده صنعتی شده و باعث تشکیل لجن می‌گردد که در نتیجه آن، عمر روغن و تجهیزات با هم کم خواهد شد، همچنین ممکن است منجر به توقف‌های گران قیمت و هزینه‌های زیاد تعویض قطعه و تعمیرات اشاره کرد .

همانطور که گفته شد شرایطی که غالباً جعبه‌دنده در ماشین‌آلات و تجهیزات مشغول به کار است، دارای تنش بسیار بالا می‌باشد؛ علاوه بر این تنش، آلودگی‌های محیطی مثل گرد و خاک یا براده‌ها و مواد به جا مانده از کار نیز مزید بر علت می‌گردد تا عدم مراقبت صحیح از جعبه‌دنده خیلی زود آن را فرسوده کرده و کارایی آن را به شدت کاهش دهد. به همین علت است که توصیه می‌شود برای جلوگیری از ضررهای احتمالی، از روغن‌دنده صنعتی استفاده شود که به صورت خاص برای کار در محیط‌های ذکر شده تولید شده است، چراکه روغن عادی توانایی کار در چنین محیط‌هایی را ندارند.

## ۳- انتخاب روغن مناسب

برای رفع نیازهای روزافزون با هدف ایجاد پایداری حرارتی و قدرت مناسب در روغن برای حصول اطمینان از عمر بالاتر آن، حفاظت بهتر قطعات و نیز در عین حال پاکیزه نگه داشتن سیستم و دور کردن حرارت و آلودگی‌ها، روانکارهای امروزی بایستی حاوی یک ساختار شیمیایی پیشرفته در مواد افزودنی باشند. در گذشته برای یک سری گستره وسیع از نیازها، روغن‌های صنعتی مورد استفاده قرار می‌گرفتند، اگرچه ممکن بود چنین روغن‌های دنده متداول و یا با کیفیت پایین، حداقل‌های صنعت و استاندارد را بگذرانند و تا بیش از ۱۰ سال در سیستم باشند ولی آنقدر با کیفیت نبودند تا بتوانند تجهیزات شما را حفاظت کنند، اما امروزه با وجود طیف وسیعی از روغن دنده صنعتی شامل VG1500، VG1000،

VG150، VG220، VG320، VG460، VG680، VG100، VG32، VG46، VG68، این مسئله مرتفع گردیده است. پنج عامل را برای انتخاب روغن دنده صنعتی مناسب که بهینه عملکرد را برای شما به ارمغان می آورد در زیر آمده است.

### ۳-۱- پاکیزگی و غلظت سیال

همانطور که قبلاً گفته شد، اگرچه جعبه دنده ها کوچک تر شده ولی حتی بیش از پیشینیان خود بایستی بار و فشار تحمل نمایند. امروزه فضاها برای تحرک ماشین آلات کمتر شده است که همین امر باعث ایجاد سرعت ها و قدرت بالاتر می شود. تمایل بیشتر در صنعت به داشتن محفظه های کوچک تر، یعنی ایجاد سیکل های بیشتر و اینکه سیال به مراتب زمان کمتری را برای آزاد سازی حرارت، کف و ته نشینی ذرات آلوده کننده و جداسازی آب در اختیار دارد. اصطکاک و حرارت با تحرک در جهات مختلف از سوی دنده ها، ایجاد می شود. بارهای عملیاتی بیشتر موجب تماس بیشتر فلز با فلز گشته و یا شرایط روانکاری مرزی را ایجاد می کند که همین امر باعث افزایش دوباره حرارت و فشار می شود. برای افزایش بازهای تعویض روغن، به دلایل زیست محیطی و نیز از نقطه نظر هزینه، سیال مدت بیشتری را در سیستم باقی می ماند. بنابراین، پاکیزگی سیال و حفظ سطح کیفیت عملکرد آن، حیاتی است.

روانکارهای بسیار غلیظ و ویسکوز، از اصطکاک داخلی سیال حرارت ایجاد نموده و نیز موجب صرف انرژی بالاتر برای چرخاندن دنده ها خواهد شد. سرعت اکسیداسیون در سیستم زیاد شده که خود باعث کاهش تاثیر سیال و تشکیل لایه های مزاحم است. همین موارد اخیر نیز موجب وارد آمدن خسارت به دستگاه ها از طریق رسوب گذاری، بسته شدن فیلترها و والوها می شود. از سوی دیگر، روغن های رقیق با ویسکوزیته پایین،

حرارت کمتری ایجاد نموده که باعث می شود تا شناس بالارفتن حرارت تا دمای استاندارد از دست برود و به تجهیزات آسیب وارد آید.

روانکارها نقش حیاتی در پاکسازی آلوده کننده ها مانند آب، غبار، قطعات جداشده فلزی و دیگر مواد خارجی بازی می کند. همین خاصیت کمک می کند تا دنده ها و یاتاقان ها آسیب ندیده و موجب کارکرد نرم و روان دنده ها شود. همین که روانکار داخل سیستم فیلتراسیون عبور می کند، آلودگی ها که در خارج سیستم و یا از طریق فرسایش داخلی تشکیل می شوند باید پاکسازی شوند. جالب است بدانید که اگر روانکار انتخاب شده مناسب نباشد، به خودی خود باعث ایجاد آلودگی در سیستم شده و در نتیجه شاهد افت عملکرد خواهیم بود.

روغن های غلیظ، بدلیل عبور سخت از درون سیستم فیلتراسیون، قابل فیلتر نیستند. در این صورت فشار در فیلتر افزایش یافته و اگر به حد کافی زیاد شود، بای پس را در سیستم خواهیم داشت. همین مشکل باعث می شود تا آلودگی ها برای فیلتر مشکل ایجاد کنند. در این صورت باید منتظر آسیب رسیدن به تجهیزات باشیم. دنده های فرسوده و میزان بالای آهن در روغن نشانه های سیستم فیلتراسیون نامناسب و معیوب است. روغن های رقیق تر، براحتی در سیستم حرکت میکنند. آلودگی ها به آسانی پاکسازی شده و احتمال آسیب رسیدن به دنده ها و یاتاقان ها نیز کم خواهد شد. مزیت دیگر این است که سیال نیاز به دوره های طولانی تر بین تعویض ها داشته و موجب کم شدن هزینه ها و توقف ها شود. برای بررسی پاکیزگی و غلظت سیال با توجه به آزمون های موجود در جدول ۱، ردیف های ۱، ۲، ۳، ۵ و ۷ انجام می شوند [۱، ۲].

جدول شماره ۱- ویژگی های روغن دنده صنعتی [1]

روش آزمون	VG1500	VG1000	VG680	VG460	VG320	VG220	VG150	VG100	VG68	VG46	VG32	min/ max	واحد	ویژگی	ردیف		
استاندارد ملی ۳۴۰	۱۳۵۰	۹۰۰	۶۱۲	۴۱۴	۲۸۸	۱۹۸	۱۳۵	۹۰	۶۱/۲	۴۱/۴	۲۸/۸	min.	mm <sup>2</sup> /s	گرانروی کینماتیک در ۴۰°C	۱		
	۱۶۵۰	۱۱۰۰	۷۴۸	۵۰۶	۳۵۲	۲۴۲	۱۶۵	۱۱۰	۷۴/۸	۵۰/۶	۳۵/۲	max.					
استاندارد ملی ۱۹۵	۸۵	۸۵	۸۵	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	min.	-	شاخص گرانیوی	۲		
استاندارد ملی ۱۹۷	گزارش شود											-	Kg/m <sup>3</sup>	دانسیته در ۱۵°C	۳		
استاندارد ملی ۱۹۸	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	min.	°C	نقطه اشتعال باز	۴		
استاندارد ملی ۲۰۱	-۳	-۳	-۳	-۹	-۹	-۹	-۹	-۱۲	-۱۲	-۱۲	-۱۲	max.	°C	نقطه ریزش	۵		
استاندارد ملی ۱۹۹	گزارش شود											-	mg KOH/g	عدد اسیدی	۶		
DIN 51777-2	۰/۱											max.	%mass	مقدار آب <sup>۲</sup>	۷		
استاندارد ملی ۱۹۶	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۰۰/۱۰	۱۰۰/۱۰	۱۰۰/۱۰	max.	ml	کف در پایان هوادهی و پس از ۱۰ دقیقه، مراحل II, I و III	۸		
استاندارد ملی ۱۸۲۷۰	۱۵											-	-	-	max.	کف فلندر <sup>b</sup> افزایش حجم پس از ۱ دقیقه (دیسپرس هوا - روغن و کف) افزایش حجم پس از ۵ دقیقه (دیسپرس هوا - روغن و کف)	۹
	۱۰											-	-	-	max.		
استاندارد ملی ۳۱۶۹	-	-	-	-	-	-	-	-	۳۰	۳۰	۳۰	max.	min	قابلیت جدا شدن آب از روغن - در ۵۴°C - در ۸۲°C (برای VG100 و بالاتر)	۱۰		
	۶۰	۶۰	۶۰	۴۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	-	-	-	max.	min				
استاندارد ملی ۳۳۶	۱b											max.	-	۱۰۰°C و ۳ h	خوردگی توار مسی در ۳ h و ۱۰۰°C	۱۱	
DIN ISO 7120	قبول شود											min.	-	جلوگیری از زنگ زدگی - فولاد، روش A، ۴ ساعت	۱۲		
DIN EN ISO 4263-4	۶											max.	%	اکسیداسیون ۳۱۲h/۹۵°C	۱۳		
	۰/۱											max.	ml	- افزایش گرانروی در ۱۰۰°C - افزایش مواد نامحلول			
ASTM D 2782	۶۰											Min.	lb	آزمون تیمکن <sup>f</sup>	۱۴		
DIN ISO 14635-1	۱۲											min.	مرحله بار گسیختگی	آزمون مکانیکی با استفاده از دنده (A/8, 3/90)FZG	۱۵		
DIN 51819-3	۳۰											max.	mg	آزمون مکانیکی با استفاده از یاتاقان غلتکی (D7, 5/80-80) <sup>b</sup> FE8 - سایش قسمتهای غلتشی - سایش محفظه	۱۶		
	گزارش شود											-	mg				
DIN ISO 1817	گزارش شود گزارش شود گزارش شود گزارش شود											max.	%	سازگاری با SRE-NBR <sup>b, c</sup> بعد از ۲ ساعت ± ۷ روز در دمای (۱۰۰ ± ۱)°C - تغییر نسبی در حجم - تغییر در سختی (shore A) - کاهش استحکام کششی - کاهش ازدیاد طول در نقطه شکست	۱۷		

a مقدار حداکثر معین شده برای روغن‌های پایه نفتی است و شامل فرآورده‌های رطوبت گیر مثل پلی گلیکول‌ها نمی‌شود.

b انجام این آزمون موقوف به تجهیز و راه اندازی آزمایشگاه‌های تأیید صلاحیت شده سازمان ملی استاندارد در کشور است.

c این آزمون برای روغن‌های روان کننده دارای پاک کننده و متفرق کننده کاربرد ندارد.

d برای بررسی این رفتار در برخی موارد مثل روغن‌های سنتزی، دمای بالاتر در استاندارد DIN EN ISO 4263-4 می‌تواند اعمال شود.

e ترکیب SRE-NBR 25/SX باید طبق استاندارد DIN ISO 13226 باشد.

f در صورتیکه نمونه در این بند مردود شد نیازی به انجام آزمون‌های بند ۱۵ و ۱۶ نمی‌باشد.

روغن هایی که با هدف دوام بالاتر فرموله شده اند، باعث عملکرد بی نقص دنده ها شده و با افزایش طول عمر، کاهش زمان توقف ها و افزایش بهره وری و کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری، ریسک سرمایه گذاری در تجهیزات را بسیار کم می کند.

### ۲-۳- دوام و کارایی بلندمدت سیال

روغن های دنده صنعتی باید برای حفظ عملکرد تجهیزات و نیز مقاومت برای شرایط حین کارکرد، بادوام باشند. اگرچه بسیاری از روغن ها وقتی نو هستند، استانداردهای صنعت را می گذرانند ولی بعد از کارکرد سیستم، به سرعت شاهد افت عملکرد آنها خواهیم بود. لب دنده های صنعتی تحت فشار بالا کار می کنند و نیاز به حفاظت تحت فشار بالا برای قطعات دنده دارند. روغن های متداول دنده صنعتی، همیشه هم عملکرد فشار بالا در زمان استفاده از گریس های رقیق تر ایجاد نمی کنند. این امر، آن نظریه را که معتقد است دنده های صنعتی موجود در فضاهای کاری خشن برای داشتن حفاظت استاندارد، باید روغن های غلیظ داشته باشند را زیر سوال خواهد برد. برای بررسی دوام و کارایی بلند مدت سیال مطابق با جدول ۱، آزمونهای ردیف ۴، ۵، ۶، ۱۱، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ انجام می شوند [۱، ۲].

### ۳-۳- جدپذیری عالی از آب

شاید به نظر شما خشک نگه داشتن جعبه دنده امری ساده به نظر بیاید ولی آب می تواند به روش های گوناگون، خصوصاً در بخش محفظه به داخل سیستم بخزد. نم ناشی از آب در حین عملیات نگهداری و تعمیرات ممکن است وارد محفظه جعبه دنده شده و باعث گردد تا به هر صورت خوردگی و کاهش عملکرد سیستم حاصل شود. به همین دلیل یکی از پارامترهای مهم برای روغن دنده، فرموله شدن با هدف جدپذیری سریع از آب در

دماهای پایین و بالا می باشد. توانایی روغن در شستن آب از سیستم کمک می کند تا عمر تجهیزات و نیز خود روانکار افزایش یابد. بدین منظور مطابق با جدول شماره ۱، آزمون ردیف ۷ به صورت اختصاصی انجام می شود [۱، ۲].

### ۴-۳- سیالات چند منظوره و سیالات با

#### کاربرد خاص

اساساً دو نوع روغن دنده وجود دارد. اولین نوع، روغن چند منظوره است که داخل جعبه دنده خودرو نیز قابل استفاده است که در صورت اتوماتیک بودن جعبه دنده خودرو، روغن مورد نظر با نام روغن دنده اتوماتیک ATF شناخته می شود. این روغن ها، ممکن است دارای موادی باشند که یا هم برای دنده های صنعتی مضر است و هم مفید. یا در برخی موارد، حاوی موادی هستند که برای نیازهای صنعتی بسیار کاربردی می باشد. برای مثال، جداسازی آب از روغن در خودرو اهمیت زیادی ندارد ولی این مسئله در کاربردهای صنعتی حیاتی است. بنابراین، مواد افزودنی جدپذیری از آب بایستی مورد استفاده باشند. نوع دوم روغن های دنده، روغن های خاص با کاربرد محدود هستند. این سیالات تنها برای کاربردهای صنعتی با دقت فرموله شده که در ساخت و تولید آنها از مواد افزودنی بهره برداری شده که مختص اینگونه کاربردها هستند. بدین منظور بر اساس جدول شماره ۱، علاوه بر انجام آزمون ردیف ۱۰، انجام سایر آزمون ها مطابق با استاندارد مذکور نیز پیشنهاد می گردد [۱، ۲].

### ۴-۳- سیالات چند منظوره و سیالات با کاربرد

#### خاص

اساساً دو نوع روغن دنده وجود دارد. اولین نوع، روغن چند منظوره است که داخل جعبه دنده خودرو نیز قابل استفاده است که در صورت اتوماتیک بودن جعبه دنده خودرو، روغن مورد نظر با نام روغن دنده اتوماتیک

ATF شناخته می شود. این روغن ها، ممکن است دارای موادی باشند که یا هم برای دنده های صنعتی مضر است و هم مفید. یا در برخی موارد، حاوی موادی هستند که برای نیازهای صنعتی بسیار کاربردی می باشد.

برای مثال، جداسازی آب از روغن در خودرو اهمیت زیادی ندارد ولی این مسئله در کاربردهای صنعتی حیاتی است. بنابراین، مواد افزودنی جداپذیری از آب بایستی مورد استفاده باشند. نوع دوم روغن های دنده، روغن های خاص با کاربرد محدود هستند. این سیالات تنها برای کاربردهای صنعتی با دقت فرموله شده که در ساخت و تولید آنها از مواد افزودنی بهره برداری شده که مختص اینگونه کاربردها هستند. بدین منظور بر اساس جدول شماره ۱، علاوه بر انجام آزمون ردیف ۱۰، انجام سایر آزمون ها مطابق با استاندارد مذکور نیز پیشنهاد می گردد [۱، ۲].

#### ۳-۵- مواد افزودنی مناسب

مواد افزودنی استفاده شده برای ایجاد خواص فشار مضاعف<sup>۲</sup> یا در اختصار EP، در روغن دنده تا حدودی متمایل به ناپایداری حرارتی بوده و منتج به تشکیل لجن می شود. به هر حال با تکیه بر فناوری های روز می توان یک تعدل خوبی بین پایداری حرارتی برای جعبه دنده های فاقد لجن از یک طرف، و از طرف دیگر محافظت مختص EP برای پایداری در شرایط بار سنگین ایجاد نمود.

ترکیب مورد نظر، عمر جعبه دنده را ارتقا داده، بازده را بالا برده و باعث حذف توقف های ناخواسته می گردد. استفاده از گریدهای پایین تر و روغن های رقیق تر می

تواند موجب افزایش بازده شده و در عین حال پایداری و مداومت عملکرد بهینه را ایجاد نماید. در تنظیمات صنعتی، توقف تجهیزات تا میزان قابل توجهی بر حداقل های تولید اثر می گذارد. روغن رقیق با ویسکوزیته پایین همراه با فناوری بهینه مواد افزودنی، بطور موثری تجهیزات دنده محور را حفاظت نموده و موجب حصول اطمینان بابت حداکثر عملکرد سیستم خواهد شد. به منظور حصول اطمینان از مناسب بودن مواد افزودنی و بررسی اثر بخش بودن آنها، مطابق جدول شماره ۱، آزمون های ردیف ۴، ۵ و ۸ تا ۱۶ انجام میشوند [۱، ۲]. همانطور که مشاهده می شود مواد افزودنی در بهبود اکثر پارامترها نقش مهمی دارند. علاوه بر بررسی نقش مواد افزودنی در روغن های صنعتی پیشنهاد میگردد میزان آن ها را نیز در این روغن ها بررسی کرده و با نوع ماده افزودنی مطابقت داد که البته این امر به عنوان آزمونی مجزا در استاندارد ذکر نشده است.

#### ۴- تشکر و قدردانی

از مدیر عامل محترم مجتمع آزمایشگاهی، آموزشی و فنی مهندسی دانش بنیان مشاوران آزمای نفت ایرانیان، جناب آقای وحید ابراهیمی جهت ارائه نظرهای ساختاری و حمایت های بی دریغشان کمال تشکر و قدردانی را دارم.

#### References:

[1] - INSO 2974:1398 - روان کننده ها - روغن های دنده صنعتی - ویژگی ها.

[2]- DIN 51517-3: 2018, Lubricants – Lubricating oils – Part3: Lubricating oils CLP, minimum requirements.

<sup>2</sup> Extra Pressure