

# ترانسفورماتور

Iran Transformer Magazine | Vol.IX | issue 2 | Feb. 2024

فصلنامه ترانسفورماتور | اولین نشریه اختصاصی ترانسفورماتور در ایران

سال نهم | شماره ۲۲ | زمستان ۱۴۰۲ | قیمت ۱۵۰ هزار تومان

## ویژه نامه روغن ترانسفورماتور

در این شماره می خوانید:

**روغن ترانسفورماتور به زبان ساده:**

**گفت و گو با دکتر بهروز پهلوانپور**

**چشم انداز آینده سیالات عایقی**

**همه چیز درباره تصفیه شیمیایی**

**آشنایی با روش های مختلف آنالیز گازهای محلول در روغن**

**ترجمه کامل هندبوک روغن ترانسفورماتور شرکت Shell**

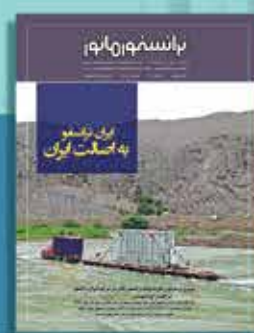
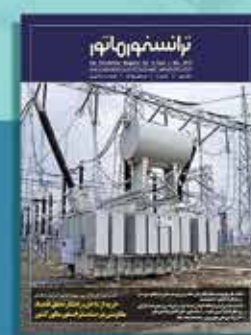
**جدیدترین آمار ترانسفورماتورهای شبکه برق ایران**

**خلاصه فارسی آخرین ویرایش استانداردهای روغن:**

IEC60422 - IEC60296 - IEC60067-26



# نشریه



# ترانسفورماتور



برای دریافت شماره های پیشین فصلنامه ترانسفورماتور و نشریه ONLOAD  
با شماره تلفن ذیل تماس بگیرید:

۰۲۱ - ۴۴۲۸۸۵۲۱

صاحب امتیاز و مدیر مسئول: مهندس آرش آقائی فر  
سردبیر: مهندس حرمت الله فیروزی  
شورای سیاستگذاری: مهندس مهدی آقائی فر، مهندس حرمت الله فیروزی  
مهندس آرش آقائی فر  
مدیر امور اجرایی: مهندس آرش نواب پور  
مدیر آگهی و اشتراک: ندا صالحی  
همکاران این شماره: مهندس فرهاد مرادی، مهندس آرش نواب پور،  
مهندس سیامک غفاری، فریده عباسی  
عکاسان: سید سپاس طباطبائی، مونا طباطبائی آزاد  
گرافیک و صفحه آرایی: فرزاد خالقی  
ویراستار: مهندس علیرضا ترابی

لیتوگرافی چاپ و صحافی: چاپ میران  
(خیابان منوچهری، کوچه ژاندارک، پلاک ۴ - تلفن: ۳۳۱۱۲۲۳۴)  
نشانی: تهران، فلکه دوم صادقیه، برج گلدیس  
طبقه ۱۳، واحد ۱۳۱۶  
تلفن: ۴۴۲۸۸۵۲۱  
فکس: ۴۴۲۸۹۱۵۶  
سازمان آگهی ها: ۴۴۲۸۸۶۲۵  
www.Transformer-magazine.ir  
info@Transformer-magazine.ir

## فهرست

سخن مدیرمسئول	۲
سرمقاله	۳
گفت و گو با دکتر بهروز پهلوانپور: روغن ترانسفورماتور به زبان ساده	۴
ترانسفورماتور از نگاه آمار (۱)	۹
مقالات:	
چشم‌انداز آینده‌ی عایق‌های مایع مورد استفاده در ترانسفورماتور	۱۰
همه چیز در مورد تصفیه شیمیایی روغن ترانسفورماتور	۱۴
مروری بر روش‌های تحلیل نتایج گازهای محلول در روغن (DGA)	۱۹
تجربه‌ی عیب‌یابی، بازدید داخلی و رفع خطای حرارتی از یک دستگاه ترانسفورماتور قدرت نیروگاهی	۲۶
ارزیابی مقاومت عایقی ترانسفورماتورها	۳۲
راه‌نمای شرکت ABB در خصوص بارگیری از ترانسفورماتور با جریان‌های غیرسینوسی (K-Factor)	۳۵
ترانسفورماتور از نگاه آمار (۲)	۳۷
معرفی استانداردهای جدید IEC با موضوع روغن ترانسفورماتور:	۴۰
خلاصه فارسی استاندارد IEC60296: 2020	۴۱
خلاصه فارسی استاندارد IEC60422: 2024	۴۶
خلاصه فارسی گزارش فنی IEC60076-26	۵۳
ترجمه هندبوک روغن ترانسفورماتور شرکت شل	۵۷
ادامه‌ی ترجمه کتاب J&P قسمت شانزدهم: بوشینگ	۶۵
ترانسفورماتور از نگاه آمار (۳)	۷۰

از علاقه‌مندان دعوت می‌شود مقالات و یا تجارب بهره‌بردار خود را جهت داوری و چاپ به هیئت تحریریه‌ی نشریه ترانسفورماتور از طریق پست الکترونیک papers@Transformer-magazine.ir ارسال نمایند.  
نشریه در گزینش علمی، ویرایش و انتخاب تیتراژ برای آثار ارسالی آزاد است.  
مقاله ارسالی نباید در هیچ نشریه دیگری به چاپ رسیده باشد.  
خواهشمند است انتقادات و پیشنهادات خود را از طریق پست الکترونیک info@Transformer-magazine.ir با ما در میان بگذارید.





مهندس آرش آقائی فر  
مدیر مسئول

## سخن مدیر مسئول

دارد. به عنوان مثال استفاده از روغن معدنی در ترانسفورماتور نیروگاه بادی خطر آتش سوزی را به مقدار زیادی افزایش می‌دهد. یا بهره‌برداری از روغن نوع A به صورت روغن LA ممکن است خسارات زیادی به ترانسفورماتور وارد آورد. در نتیجه، آشنایی با این کلاس‌بندی‌ها و ویژگی‌های روغن‌های مختلف ضروری است.

هدف از اختصاص دادن شماره‌ی ۲۲ فصلنامه‌ی ترانسفورماتور به روغن عایقی نیز کمک به کاهش این پیچیدگی و شفاف‌تر کردن موضوع روغن به‌ویژه برای خریداران روغن و بهره‌برداران ترانسفورماتور بوده است. برای رسیدن به این هدف در قالب گفت‌وگو، مقاله، معرفی استاندارد و ترجمه‌ی کتاب تلاش کردیم موضوعات متنوع مرتبط با بحث روغن عایقی را تشریح و ساده‌سازی کنیم. امیدوارم مطالبی که در این شماره از نشریه ترانسفورماتور منتشر شده است در ارتقای دانش فنی متخصصینی که با روغن ترانسفورماتور سر و کار دارند مؤثر باشد.



روغن ترانسفورماتور از موضوعات بسیار مهم و پیچیده در بحث ترانسفورماتور است. بخشی از پیچیدگی به این واقعیت بر می‌گردد که روغن ترانسفورماتور موضوعی بین رشته‌ای برق و شیمی است. اما دلیل مهم‌تر تنوع زیاد عایق‌های مایع مورد استفاده در ترانسفورماتور، استانداردهای متنوعی که مرتباً به روز می‌شوند و طبقه‌بندی گوناگون روغن‌ها است. به عنوان مثال کافی است نگاهی به انواع روغن معدنی مورد استفاده در ترانسفورماتور بیندازیم: نفتنیک، پارافینیک، ایزوپارافینیک، کلاس یک و دو، نوع A و B، نوع U، T و I، کلاس آتش O، K و L، روغن نو و تصفیه شیمیایی شده و... اگر سایر عایق‌های مایعی که در حال حاضر به صورت تجاری تولید و در ترانسفورماتورها مصرف می‌شوند مانند روغن سیلیکونی، استرهای طبیعی و سنتزی، روغن‌های GTL، BIO و... را نیز در نظر بگیریم این پیچیدگی بیشتر می‌شود. واقعیت این است که این طبقه‌بندی صرفاً ذهنی و بر روی کاغذ نیست و تبعات عملی بسیار مهمی





## روغن ترانسفورماتور به زبان ساده گفت و گو با دکتر بهروز پهلوانپور

کنید، طبعاً باید از قابل قبول بودن محصول در کشور مقصد اطمینان حاصل کنید. استاندارد در حقیقت موانع تجاری را کاهش می‌دهد. سازمان تجارت جهانی همیشه به اعضای خود توصیه می‌کند برای اجتناب از سوء تفاهم‌ها و مشکلات احتمالی به جای استفاده از استانداردهای ملی یا منطقه‌ای، از استانداردهای بین‌المللی استفاده کنند. استفاده از استانداردهای بین‌المللی IEC به عنوان مرجع در قوانین و مقررات ملی مرتبط با تجهیزات یا سیالات برقی، راه مناسبی برای هموار کردن تجارت بین‌المللی است.

● **سابقه‌ی مؤسسه‌ی IEC در تدوین استانداردهای روغن ترانسفورماتور چیست و تاکنون چه تعداد استاندارد با این موضوع منتشر کرده است؟**

در مؤسسه‌ی IEC بیش از ۱۳۰ کارگروه فنی (TC) وجود دارد که با شماره مشخص می‌شوند. هر کدام از این کارگروه‌ها وظایف مشخصی دارند؛ مثلاً TC10 مسئول تدوین استانداردهای سیالات عایقی و TC14 مسئول تدوین استانداردهای ترانسفورماتور هستند. کارگروه TC10 از سال ۱۹۲۴ آغاز به کار کرد و سال ۱۹۲۶ به «روغن‌های عایقی» تغییر نام داد. در سال ۱۹۶۶ سه کارگروه مطالعاتی 10A، 10B و 10C تشکیل و هر کدام وظایف خاصی را برعهده گرفتند. کارگروه 10A مسئولیت روغن‌های عایقی هیدروکربنی، 10B مسئولیت سایر روغن‌های عایقی و 10C مسئولیت گازهای عایقی را برعهده گرفت. در

دکتر بهروز پهلوانپور متولد سال ۱۳۲۷ در شهر بروجرد و یکی از شناخته‌شده‌ترین متخصصین دنیا در زمینه‌ی روغن ترانسفورماتور است. او دکتری خود را در رشته‌ی شیمی نفت تحلیلی در سال ۱۳۵۸ از امپریال کالج دانشگاه لندن دریافت نموده و پس از فارغ‌التحصیلی به‌عنوان استاد دانشگاه کراچیلند انگلستان و کارشناس محقق شبکه ملی برق انگلستان و سپس در شرکت NYNAS مشغول به فعالیت شد. وی همچنین از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۲ رئیس کارگروه تدوین استاندارد سیالات عایقی در مؤسسه‌ی IEC بود. دکتر پهلوانپور در حال حاضر مشاور فنی شرکت بین‌المللی ERGON بوده و عمده‌ی فعالیتش برگزاری سمینارهای آموزشی برای بهره‌برداران ترانسفورماتور و تدوین استانداردهای بین‌المللی است. وی بیش از ۳۸۰ مقاله تألیف کرده و عضو گروه ویراستاری کتاب: «راهنمای جامع روغن ترانسفورماتور» نوشته‌ی دکتر ناراسیمهان و ویراستار فنی ترجمه‌ی فارسی این کتاب بوده است. تلاش‌های شبانه‌روزی دکتر پهلوانپور در بازبینی استاندارد IEC60422 (در خصوص روغن در حال بهره‌برداری ترانسفورماتور) جایزه‌ی ویژه مؤسسه‌ی بین‌المللی IEC را برای او به ارمغان آورد. همچنین در سال ۲۰۱۵ جایزه‌ی ویژه سازمان استاندارد بریتانیا (British Standard) به او اعطا شد.

در حقیقت استاندارد با زندگی روزمره‌ی ما عجین شده است و این شامل استانداردهایی که خودمان طراحی می‌کنیم یا استانداردهایی که دیگران برای ما تعیین کرده‌اند نیز می‌شود. مؤسسه‌ی IEC بین‌المللی بوده و استانداردهایی که در آن تدوین می‌شود قرار است در همه جای دنیا مورد استفاده قرار بگیرد. به همین دلیل متخصصانی که این استانداردها را تدوین می‌کنند باید «بهترین بهترین‌ها» باشند. در عمل IEC باید فصل مشترک الزامات کشورهای مختلف باشد. به عنوان مثال زمانی که در بریتانیا نیاز به روغن داریم به IEC مراجعه می‌کنیم. اگر شما تولیدکننده‌ی در آلمان باشید و بخواهید محصول خود را به کشور دیگری صادر

● **جناب آقای دکتر پهلوانپور موضوع گفت‌وگوی ما استانداردهای روغن است که بخش مهمی از زندگی کاری شما را به خود اختصاص داده و می‌دهد. تدوین استانداردها فرایند پرهزینه و زمان‌بری است و بهترین متخصصان صنعت در آن نقش دارند. هدف از این استانداردها چیست؟**

با سؤال بسیار خوبی شروع کردید. برای پاسخ به این سوال باید واژه‌ی «استانداردسازی» را توضیح دهیم. سه نوع استاندارد داریم: استانداردهای بین‌المللی مانند IEC و ISO، استانداردهای منطقه‌ای مانند CENELEC در اروپا و استانداردهای ملی مانند ASTM در آمریکا، BSI در بریتانیا و DIN در آلمان.