

ترانسفورماتور

Iran Transformer Magazine Vol.VII issue 2 Dec. 2021

فصلنامه ترانسفورماتور - اولین نشریه اختصاصی ترانسفورماتور در ایران

سال هفتم | شماره ۱۹ | پاییز ۱۴۰۰ | قیمت ۲۰۰۰۰ تومان

۱۹



AZARBAIJAN ERAM CHEMISTRY Co.

ارم شیمی آذربایجان

اولین تولیدکننده روغن ترانسفورماتور در ایران

در این شماره می خوانید:

گزارشی از هشتمین کنفرانس بین المللی ترانسفورماتور

آمار صادرات و واردات ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت

ارزیابی وضعیت و عیب یابی بوشینگ و تپ چنجر تحت بار

عیب یابی ترانسفورماتور با استفاده از سطح صدا

معرفی استاندارد IEC60076-8: راهنمای کاربردی ترانسفورماتور

سولفورزدایی از روغن ترانسفورماتور



صاحب امتیاز و مدیر مسئول: مهندس آرش آقائی فر
سر دبیر: 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: مهندس فرشته خدادادی
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
خبرنگاران: مینا حمیدیان، ایلناز نواب پور

ویراستار: مهندس علیرضا ترابی
لیتوگرافی چاپ و صحافی: چاپ میران
(خیابان منوچهری، کوچه ژاندارک، پلاک ۴ - تلفن: ۳۳۱۱۲۳۳۴)
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 مدیر مسئول

۲
۳

ترانسفورماتور از نگاه آمار (۱)

گفت و گو:

۶ مصاحبه با آقای دکتر رجبی مشهدی مدیرعامل شرکت مدیریت شبکه برق ایران
۸ مصاحبه با آقای مهندس راعی سرپرست معاونت برنامه ریزی و امور اقتصادی توانیر

ترانسفورماتور از نگاه آمار (۲)

گزارش:

۱۰ هشتمین کنفرانس بین المللی ترانسفورماتور

مقالات:

۱۲ نشانه‌های ابتدایی خطا در پوشش‌نگ ترانسفورماتورهای قدرت
۱۴ بررسی عملکرد بوکسیت فعال شده در تصفیه شیمیایی روغن ترانسفورماتور

۱۸ مقایسه روش پنج ضلعی دووال با سایر روشهای تحلیل DGA

۲۲ سولفورزدایی و حذف DBDS از روغن ترانسفورماتور با کاتالیست نسل ۲

۲۵ بررسی امکان تشخیص عیب ترانسفورماتور براساس سطح صدا

۲۹ روش های عیب یابی تپ چنجر تحت بار ترانسفورماتور

ترانسفورماتور از نگاه آمار (۳)

معرفی استاندارد:

۳۴ راهنمای کاربردی ترانسفورماتور بر اساس استاندارد IEC60076-8

ترانسفورماتور از نگاه آمار (۴)

کتاب:

۴۰ ترجمه فصل چهارم کتاب J&P: نیروهای وارد بر سیم پیچ و عملکرد آن تحت اتصال کوتاه

۴۶ ترجمه فصل سوم کتاب ABB: دمونتاژ ترانسفورماتور معیوب و ارزیابی وضعیت نهایی

معرفی کتاب

ترانسفورماتور از نگاه آمار (۵)

۵۵

از علاقه‌مندان دعوت می شود مقالات و یا تجارب بهره برداری 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 تیتر 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 بگذارد.





مهندس آرش آقائی فر
مدیر مسئول

سخن مدیر مسئول

یکی در فیروزکوه و دیگری در اهواز نصب شده باشد. بارگیری از ترانسفورماتور اول حداکثر ۴۰ درصد بار نامی بوده ولی از ترانسفورماتور دوم تا ۹۵ درصد نیز بارگیری شده است. آیا می‌توان ادعا کرد هر دو ترانسفورماتور، عمر از دست رفته و باقیمانده‌ی یکسانی دارند؟ طبعاً پاسخ منفی است و برای شناسایی عمر واقعی ترانسفورماتورهای در حال بهره‌برداری، نیاز به معیارها و شاخص‌های دقیق‌تری داریم. وضعیتی که در حال حاضر با آن روبرو هستیم، شبیه شرایطی است که کشورهای اروپایی و آمریکای شمالی در دهه‌های ۸۰ و ۹۰ میلادی با آن روبرو شدند؛ یعنی پیر شدن ناوگان ترانسفورماتورهای مورد بهره‌برداری. خوشبختانه تحقیقات و تجربیات زیادی در این کشورها وجود دارد که ما با الگوبرداری از آن‌ها می‌توانیم با حداقل هزینه‌ی ممکن، از افزایش حوادث جلوگیری کنیم و در نتیجه قابلیت اطمینان شبکه را بالا ببریم. نمونه‌ای از این تحقیقات و تجربیات گزارش فنی IEC62874 ویرایش سال ۲۰۱۵ است که روشی مقرون به صرفه برای عمرسنجی ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت را معرفی می‌کند. امید است با پیاده‌سازی این تحقیقات و تجربیات بین‌المللی در ایران، شاهد کاهش حوادث ترانسفورماتورهای شبکه باشیم.



متأسفانه در ماه‌های اخیر شاهد افزایش حوادث ترانسفورماتور بودیم که برخی از آن‌ها منجر به آتش‌سوزی نیز شده‌اند. عوامل مختلفی را می‌توان برای بیشتر شدن خطای ترانسفورماتورهای شبکه در نظر گرفت؛ اما به نظر می‌رسد دو عامل، نقش پررنگ‌تری از بقیه دارند: افزایش بارگیری و یا اضافه بارگیری از ترانسفورماتورهای شبکه در زمان پیک بار؛ و همچنین پیرشدن ناوگان ترانسفورماتورهای در حال بهره‌برداری، در شبکه‌های توزیع، فوق توزیع و انتقال. مطابق آماری که مدیران ارشد وزارت نیرو در هشتمین کنفرانس بین‌المللی ترانسفورماتور (۲۹ مهر ۱۴۰۰، وزارت نیرو) ارائه کردند، میانگین عمر ترانسفورماتورهای انتقال ۲۳ سال است و تقریباً ۳۰ درصد از این ترانسفورماتورها عمری بیش از ۳۰ سال دارند. این، به معنای ورود ناوگان ترانسفورماتوری کشور به مرحله‌ی پیری است. سوال بسیار مهمی که اینجا مطرح می‌شود این است که نسبت بین سن ترانسفورماتور و فرسودگی چیست؟ آیا می‌توان هر ترانسفورماتوری را که عمری بیش از ۳۰ سال دارد فرسوده در نظر گرفت و آن را در اولویت تعویض یا جایگزینی قرار داد؟ با یک مثال می‌توان این موضوع را بیشتر بررسی کرد: فرض کنید از دو ترانسفورماتور مشابه که در یک زمان تولید شده‌اند،



مهندس حرمت اله فیروزی
سرمدبیر

سرمقاله

ترانسفورماتور قرار گرفته است. مقاله دوم از دیدگاهی تخصصی، یکی از پارامترهای مهم در تصفیه شیمیایی روغن ترانسفورماتور را مورد بررسی قرار داده است. همچنین مقاله چهارم به مقوله سولفورزدایی از روغن ترانسفورماتور که در زمهره‌های بحث‌های روز می‌باشد، می‌پردازد. مقاله سوم به مقایسه روش پنج ضلعی دووال با سایر روش‌های تفسیر گازهای محلول در روغن پرداخته است. با توجه به این که در ویرایش جدید استاندارد IEEE C57.104، روش پنج ضلعی دووال نقش مهمی در عیب‌یابی ایفا می‌نماید، لذا مطالعه این مقاله می‌تواند برای متخصصین بحث گاز کروماتوگرافی روغن ترانسفورماتور مفید باشد.

صدای ترانسفورماتور از جمله مسائلی است که بهره‌برداران به دلایل مختلف از جمله آلودگی صوتی و عیب‌یابی با آن سر و کار زیادی دارند. مقاله پنجم این شماره از فصلنامه ترانسفورماتور، نگاهی دقیق‌تر به صدای ترانسفورماتور انداخته و امکان شناسایی عیوب با توجه به سطح صدای ترانسفورماتور را مورد بررسی قرار داده است.

فصلنامه ترانسفورماتور در هر شماره یکی از استانداردهای منتشر شده توسط IEC یا IEEE را معرفی می‌نماید. نظر به پیچیدگی فنی استانداردها، تلاش بر این است که متون به زبان ساده تشریح شده و توضیحات لازم در خصوص نحوه استفاده از این استاندارد در ایران ارائه شود. در این شماره از فصلنامه نیز قسمت‌های اول و دوم استاندارد IEC60076-8: راهنمای کاربردی ترانسفورماتور معرفی شده است. در شماره‌های آتی مجله نیز قسمت‌های دیگر این استاندارد مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

مطابق شماره‌های پیشین فصلنامه ترانسفورماتور، در این شماره نیز بخش‌هایی از دو کتاب هندبوک ترانسفورماتور J&P و هندبوک سرویس ترانسفورماتور ABB ترجمه و در اختیار علاقه‌مندان قرار گرفته است. همچنین دو کتاب به زبان فارسی و با موضوع ترانسفورماتور که در سال جاری منتشر شده در این بخش به خوانندگان معرفی شده‌اند.

آمار تفکیکی ترانسفورماتورهای توزیع مورد بهره‌برداری در شبکه و همچنین آمار واردات و صادرات ترانسفورماتور و قطعات آن در سال ۱۳۹۹ از دیگر بخش‌های این شماره از مجله است که می‌تواند مورد استفاده دست‌اندرکاران این صنعت قرار گیرد.

در پایان و حسب سنت حاکم بر بخش سرمقاله‌های فصلنامه، مجدداً یادآوری می‌شود که اساساً یکی از اهداف و علاقه‌مندی‌های هیئت تحریریه، به اشتراک‌گذاری و انتقال تجربیات بهره‌برداران، ریشه‌یابی حوادث و معرفی نوآوری‌های مرتبط با ترانسفورماتورها بوده است. قطعاً بسیاری از خوانندگان این مجله، خود از تجربیات ارزشمندی در زمینه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات ترانسفورماتورها برخوردارند. لذا نشریه‌ی ترانسفورماتور این آمادگی را دارد که در انتقال و گردش این تجربیات سهیم باشد.

در این شماره از فصلنامه‌ی ترانسفورماتور مطالب متنوعی به چاپ رسیده است: با توجه به افزایش حوادث مربوط به ترانسفورماتورهای شبکه در ایران و پیرشدن ترانسفورماتورهای در حال بهره‌برداری، با دو مدیر ارشد وزارت نیرو گفتگو شده است. مصاحبه‌ی اول با آقای دکتر مصطفی رجیبی مشهدی مدیرعامل شرکت مدیریت شبکه برق و سخنگوی صنعت برق ایران و مصاحبه‌ی دوم با آقای مهندس ساعد راعی سرپرست معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی توانیر. در این مصاحبه‌ها در خصوص وضعیت حاکم بر ناوگان ترانسفورماتورهای فوق توزیع و انتقال شبکه، شرایط و وضعیت پایش و نگهداری، نقشه‌ی راه صنعت ترانسفورماتور، اقدامات اجرا شده و نیز برنامه‌های جدید در سطح وزارت نیرو، گفتگو شده است. مطالعه این دو مصاحبه، دید جامع و مناسبی را در خصوص وضعیت صنعت ترانسفورماتور در ایران در اختیار خواننده قرار می‌دهد و همچنین چالش‌ها و فرصت‌های موجود در این صنعت را نمایان‌تر می‌سازد. در ادامه گزارشی از هشتمین کنفرانس بین‌المللی ترانسفورماتور که در تاریخ ۲۹ مهر ۱۴۰۰ در وزارت نیرو و به صورت وب-کنفرانس برگزار شد به چاپ رسیده است.

در این شماره، شش مقاله جهت مطالعه‌ی خوانندگان محترم در نظر گرفته شده است. مقالات اول و ششم، مقالاتی کاربردی هستند که بیشتر به منظور آشنایی کلی با بوشینگ و تپ‌چنجر که نقش زیادی در خطای ترانسفورماتورهای قدرت دارند ترجمه شده و در اختیار علاقه‌مندان قرار گرفته است. مقاله‌ی اول ابتدا بوشینگ‌های خزانی OIP ترانسفورماتور و اجزاء آن را به زبان ساده معرفی کرده و سپس به نشانه‌های ابتدایی شکل‌گیری خطا در این تجهیز پرداخته است. این مقاله در ادامه، روش‌های شناسایی بوشینگ‌های مشکوک و یا معیوب را بیان کرده و پیشنهادهای در قالب تجربیات بهره‌برداران ارائه می‌دهد. مقاله‌ی ششم نیز روش‌های مختلف ارزیابی وضعیت تپ‌چنجرهای تحت‌بار و کاربرد عملی این روش‌ها در سایت را معرفی کرده و به‌ویژه دو آزمون نسبتاً جدید تپ‌چنجر: گاز کروماتوگرافی و آنالیز ارتعاشات را توضیح داده است. هر دو مقاله به زبان انگلیسی و در شماره چهارم نشریه‌ی «تکنولوژی ترانسفورماتور» آمریکا به چاپ رسیده‌اند. با توجه به افزایش حوادث مرتبط با بوشینگ و تپ‌چنجر در ایران، این مقالات می‌تواند مورد استفاده بهره‌برداران ترانسفورماتورهای قدرت در ایران قرار گیرد.

گرچه عمده‌ی مخاطبان نشریه ترانسفورماتور مهندسين برق می‌باشند، ولیکن ترانسفورماتور یک صنعت بین‌رشته‌ای است و برای تولید و بهره‌برداری مطمئن از ترانسفورماتور علاوه بر مهندسی برق، تخصص‌های مختلفی از جمله مکانیک و شیمی نیز مورد نیاز است. به همین دلیل در این مجله مقالات تخصصی سایر رشته‌ها اما مرتبط با ترانسفورماتور نیز به چاپ می‌رسد که نمونه‌ی آن مقالات دوم و چهارم این شماره از فصلنامه است. در سال‌های اخیر به علت افزایش قیمت روغن ترانسفورماتور، تصفیه‌ی شیمیایی بسیار مورد توجه بهره‌برداران



تعداد ترانسفورماتور شبکه توزیع به تفکیک ظرفیت در شرکت های توزیع نیروی برق تا پایان سال ۱۳۹۹

(دستگاه)

شرکت توزیع / ظرفیت ترانسفورماتور (کیلوولت آمپر)	۱۰	۱۵	۲۵	۵۰	۶۳	۷۵	۱۰۰	۱۶۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۱۵	۳۵۰
شهرستان تبریز	۹	۲۷	۴۴۶	۸۵۳	۱۶	۳۵	۱۱۵۰	۲۷۳	۹۴۰	۶۶۱	۶۷۳	۲۱
استان آذربایجان شرقی	۲۸۶	۲۴۹	۵۱۲۸	۵۱۱۱	۷۶	۵۵۰	۴۰۶۲	۴۳۴	۱۷۱۸	۷۳۴	۹۵۳	۰
استان آذربایجان غربی	۶۶۶	۲۷۲	۴۰۹۰	۴۳۰۶	۲۶	۲۴۲	۴۲۲۷	۱۰۱۷	۲۰۱۶	۱۱۱۸	۱۳۶۱	۰
استان اردبیل	۳۰	۳۸	۱۸۹۱	۱۵۷۴	۵	۹۳	۱۳۰۰	۲۵۹	۶۱۰	۳۱۰	۴۱۵	۴
استان اصفهان	۶	۱۳۷	۴۶۱۰	۵۹۵۰	۴	۲۵	۸۲۹۷	۲۶۲۴	۵۶۸۲	۲۱۶۷	۳۴۱۸	۵
شهرستان اصفهان	۵	۳۹	۶۸۳	۲۶۴۳	۷	۳۹	۲۰۵۹	۸۳۸	۱۱۱۵	۱۵۶۹	۱۰۸۴	۰
استان چهارمحال و بختیاری	۴۳	۱۱۵	۱۳۷۹	۲۱۱۸	۱	۱۲۳	۲۲۲۱	۳۰۹	۱۱۵۳	۷۰۸	۵۵۰	۰
استان مرکزی	۱۷	۳۹۱	۲۸۰۲	۴۰۲۳	۰	۱۶۶	۴۰۰۰	۴۴۳	۲۱۸۶	۹۰۸	۲۱۸۴	۰
استان همدان	۵۷	۲۰۲	۱۷۲۶	۴۷۶۱	۲	۱۴۷	۴۵۴۰	۸۹۴	۲۰۹۳	۱۲۰۰	۱۴۴۴	۰
استان لرستان	۱۴	۲۰	۲۷۱۶	۴۲۴۲	۱	۱۸۶	۵۲۴۲	۲۱۱	۱۸۰۷	۸۲۸	۱۳۶۰	۰
استان البرز	۱	۰	۱۱۹۷	۲۳۲۱	۴	۲۲۹	۲۹۴۹	۸۰۴	۳۲۲۹	۱۶۵۷	۳۶۲۰	۰
تهران بزرگ*	۰	۰	۳	۲۴۷	۰	۰	۵۸۲	۳۱	۱۲۶۹	۴۳۴	۲۲۹۶	۰
استان تهران	۱۱	۱۷	۷۱۱۶	۹۰۹۶	۰	۲۰	۱۱۶۱۱	۱۳۷۵	۱۰۶۹۳	۲۸۴۸	۸۳۸۷	۰
استان قم	۱۶	۱۰	۵۵۰	۱۱۷۲	۲	۷۹	۱۳۲۸	۱۴۵	۱۶۱۹	۲۷۳	۱۲۳۸	۰
شهرستان مشهد	۰	۱۰	۸۸۵	۱۸۷۴	۵	۱۳۹	۳۹۹۱	۵۱۸	۳۷۲۸	۷۴۱	۱۹۱۶	۰
استان خراسان رضوی	۱۴۹	۹۰	۴۳۹۷	۶۰۸۴	۰	۵۸۷	۷۴۲۵	۱۶۱۲	۴۴۰۷	۱۵۴۲	۱۵۸۹	۰
استان خراسان جنوبی	۰	۴۷	۲۵۲۷	۲۴۲۷	۱۵	۹	۲۱۹۶	۲۵۴	۱۳۷۲	۳۷۴	۶۰۹	۰
استان خراسان شمالی	۰	۴۰	۱۹۲۱	۱۶۴۸	۷	۱۳۱	۲۰۱۸	۲۱۰	۹۲۶	۲۹۹	۳۶۰	۰
شهرستان اهواز	۰	۰	۱۴	۱۰۴۲	۰	۰	۱۸۷	۱۴۲	۱۰۱۲	۱۸۱۶	۲۸۹۵	۰
استان خوزستان	۰	۰	۱۱۲۰	۱۲۳۱۵	۰	۲۸	۱۰۱۱	۲۳۰	۴۹۰۰	۶۷۰۹	۶۱۳۱	۱
استان کهگیلویه و بویراحمد	۰	۳	۴۰۲	۱۵۱۹	۰	۳۲۲	۲۲۳۰	۴۹۰	۱۱۸۰	۶۳۶	۸۲۷	۰
استان زنجان	۵	۱	۲۱۷۶	۲۱۵۱	۳	۷۲	۲۱۸۳	۸۰	۱۵۶۹	۶۳۹	۹۴۲	۰
استان قزوین	۳	۰	۲۱۶۹	۲۲۵۷	۴	۱۱۲	۳۲۶۵	۲۲۲	۱۸۱۶	۷۲۵	۱۵۵۲	۴۹
استان سمنان	۸	۲۶	۱۴۱۱	۱۴۱۷	۰	۵۸	۱۸۰۹	۲۸۰	۱۴۵۶	۳۸۴	۷۵۴	۰
استان سیستان و بلوچستان	۲	۱۵۸	۴۵۶۴	۷۶۸۲	۰	۲	۶۱۸۶	۱۲۲	۴۶۸۲	۱۷۱	۲۱۱۲	۰
استان کرمانشاه	۴۱	۱۱	۴۲۵۰	۳۹۷۶	۳	۳۰	۳۰۲۳	۲۱۹	۱۳۸۰	۷۲۰	۱۲۷۵	۰
استان کردستان	۳۸	۴۴۹	۳۹۷۸	۳۳۷۲	۰	۴۹۲	۲۵۷۸	۴۶۵	۱۰۸۷	۳۸۱	۸۴۸	۰
استان ایلام	۱۱	۰	۸۱۲	۹۵۶	۵	۱۳	۱۶۶۳	۳۹	۱۱۵۲	۳۸۶	۸۲۲	۰
شهرستان شیراز	۰	۴۷	۱۷۳۰	۹۹۵۶	۵۷	۱۴	۷۵۲۱	۵۰۰	۴۲۰۱	۱۲۴۸	۳۲۳۰	۰
استان فارس	۵۴	۵۷۳	۴۸۹۳	۱۶۸۷۷	۲۲	۱۷۵	۱۲۲۴۹	۲۶۸	۶۸۰۶	۲۸۷	۳۶۲۴	۰
استان بوشهر	۱۹	۱۲	۳۲۳	۴۱۱۱	۰	۳	۲۹۵۷	۴۴	۲۶۳۹	۳۳۱	۳۹۲۷	۰
شمال استان کرمان	۸۲	۳۷۸	۳۰۱۴	۳۲۰۳	۱۹۵	۳۳۱	۲۸۳۳	۷۵۴	۲۵۱۸	۹۶۵	۱۲۰۹	۰
جنوب استان کرمان	۳۷	۷۵	۷۰۰۶	۷۴۴۳	۴۷	۲۱	۸۷۳۲	۲۱۷	۳۷۲۱	۸۸۵	۱۱۰۷	۲۸
استان گیلان	۱۳	۲۷۲	۲۵۴۶	۵۶۱۴	۶۰	۲۲۹	۵۵۱۶	۷۸۵	۲۷۳۶	۱۲۸۳	۱۶۹۹	۰
استان مازندران	۲۷۹	۷۹۴	۶۱۱۰	۹۳۸۳	۱۳	۹۶	۸۱۴۲	۱۴۰۸	۴۲۰۶	۱۱۰۶	۲۴۴۹	۰
غرب استان مازندران	۱	۵۶	۹۴۰	۳۱۴۸	۴	۶۷	۵۴۵۰	۳۵۰	۲۲۰۳	۴۵۰	۱۴۳۹	۰
استان گلستان	۰	۳۹۱	۳۶۵۴	۲۸۱۹	۰	۹۰۵	۴۲۷۷	۱۶۲۰	۲۶۴۸	۱۰۲۰	۱۳۸۷	۰
استان هرمزگان	۰	۰	۴۱۶۶	۶۹۳۸	۰	۰	۶۸۰۵	۹۶	۲۳۸۶	۱۳۲۵	۱۶۶۳	۰
استان یزد	۸۴	۱۲۲	۲۷۲۵	۳۹۹۹	۳	۶۲	۳۹۵۱	۹۲۶	۲۰۲۵	۸۷۶	۱۵۱۵	۰
آب و برق کیش	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۳۴	۰	۸	۷	۱۹	۰
جمع	۱۹۸۷	۵۰۷۲	۱۰۲۱۶۰	۱۷۰۵۲۸	۵۸۷	۵۸۴۲	۱۶۱۸۰۰	۲۱۵۰۸	۱۰۲۸۹۴	۴۰۷۲۱	۷۴۸۷۳	۱۰۸

توضیح*: با توجه به اینکه تعداد ترانسفورماتورهای شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ به تفکیک ظرفیت فقط برای ترانسفورماتورهای عمومی امکان انعکاس آمار آنها وجود دارد لذا جمع آنها با

تعداد کل ترانسفورماتور شرکتهای مذکور مطابقت ندارد.*