

# ترانسفورماتور

Iran Transformer Magazine Vol. III issue 1 June. 2017

فصلنامه ترانسفورماتور - اولین نشریه اختصاصی ترانسفورماتور در ایران

سال سوم | شماره ۸ | بهار ۱۳۹۶ | قیمت ۲۰۰۰۰ تومان

مصاحبه با پروفسور **استفان تئیهلن**  
مدیر موسسه تکنولوژی فشار قوی دانشگاه اشتوتگارت:  
**ترانسفورماتور؛ از تولد تا مرگ**



■ آمار ترانسفورماتورهای اصلی نیروگاهی در سال ۱۳۹۵

■ بیمه ترانسفورماتور

■ معرفی آزمونهای عیب یابی ترانسفورماتورهای اندازه گیری

■ نگاهی به کار پنجه اختراع ترانسفورماتور

■ عیب یابی ترانسفورماتور با کمک آزمون آنالیز گازهای محلول در روغن مطابق IEC60599

صاحب امتیاز و مدیر مسئول: مهندس آرش آقائی فر  
 سردبیر: مهندس محمد میری  
 شورای سیاستگذاری: مهندس مهدی آقائی فر، مهندس محمد میری  
 مهندس آرش آقائی فر  
 دبیر هیئت تحریریه: مهندس حرمت الله فیروزی  
 مدیر امور اجرایی: مهندس آرش نواب پور  
 مدیر آگهی و اشتراک: مهندس فرهاد مرادی  
 همکاران این شماره: مهندس جعفر شریفی، مهندس علی الماسی زنده، مهندس فرهاد مرادی  
 فریده عباسی، احمد میری، لیلا احمدی، علیرضا ترابی  
 عکاسان: سید سپاس طباطبائی، مونا طباطبائی آزاد  
 گرافیک و صفحه آرایی: فرزاد خالقی

مدیر مالی: ایلناز نواب پور  
 ویراستار: مهندس حرمت الله فیروزی  
 لیتوگرافی چاپ و صحافی: چاپ صنوبر (خیابان دماوند، چهار راه سیلان - ۷۷۰۳۰۷۵۸)  
 نشانی: تهران، بلوار نلسون ماندلا (آفریقا) خیابان ناهید شرقی  
 پلاک ۲۰، واحد ۷ شرقی  
 تلفن: ۲۲۰۵۶۷۵۵، ۲۲۰۵۱۸۷۷  
 فکس: ۲۲۰۱۸۷۶۳  
 سازمان آگهی ها: ۲۲۰۲۰۸۶۵

www.Transformer-magazine.ir  
 info@Transformer-magazine.ir

## فهرست

سخن مدیر مسئول	۲
سرمقاله	۳
اخبار کوتاه صنعت ترانسفورماتور	۴
ترانسفورماتور از نگاه آمار (۱)	۶
گفت‌وگو	
مصاحبه با جیانگ جینلانگ مدیر بازاریابی شرکت L&H	۱۱
گفت‌وگو با علی رستمی، مدیر عامل شرکت کیان تجهیز و سهامدار شرکت ASTOR	۱۲
مصاحبه با پروفسور تنبوهلن، مدیر موسسه فشار قوی دانشگاه اشتوتگارت	۱۴
مقالات	
نتایج بررسی آماری در خصوص خطاهای ترانسفورماتورهای قدرت	۱۷
منبع انبساط مشترک ترانسفورماتور و تپ‌چنجر تحت بار	۲۱
نیاز به تحولی نوین در نگرش بیمه و اقدام به بیمه تخصصی ترانسفورماتور	۲۵
آزمون های ارزیابی وضعیت و عیب یابی ترانسفورماتورهای اندازه گیری	۲۹
اندازه گیری پاسخ فرکانسی عایق و وابستگی دمایی ضریب تلفات عایق	۳۷
تاریخچه ترانسفورماتور	۴۲
معرفی استاندارد	
عیب یابی ترانسفورماتور با آزمون گاز کروماتوگرافی بر اساس استاندارد IEC60599 Ed. 3	۴۷
ترانسفورماتور از نگاه آمار (۲)	۵۲
کتاب	
ترجمه فصل چهارم کتاب J&P: سیم پیچی فشار قوی و تنظیم ولتاژ ترانسفورماتور	۵۳
ترجمه فصل سوم کتاب ABB: آنالیز گازهای محلول در روغن ترانسفورماتور	۵۴
ترانسفورماتور از نگاه آمار (۳)	۶۰
معرفی کتاب	۶۶
رویدادهای آتی	۶۷
بخش انگلیسی	۶۸
	۷۱



از علاقمندان دعوت می شود مقالات و یا تجارب بهره برداری خود را جهت داوری و چاپ به هیئت تحریریه 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

پس از جنگ جهانی دوم دو بار با چنین مسئله‌ای روبرو شد: (۱) فروپاشی دیوار برلین در سال ۱۹۸۹، اتحاد آلمان غربی صنعتی و پیشرفته را با آلمان شرقی عقب مانده‌تر از لحاظ صنعتی و اقتصادی موجب شد. صنایع و زیرساخت‌های آلمان غربی آنچنان پیشرفته‌تر از آلمان شرقی بود که عملاً امکان ادغام دو کشور به لحاظ صنعتی وجود نداشت. استراتژی که آلمان متحد در این خصوص برگزید، سرمایه‌گذاری کلان جهت نوسازی صنایع و زیرساخت‌های آلمان شرقی بود که تنها به لطف اقتصاد قدرتمند آلمان غربی ممکن شد.

(۲) گرچه نوسازی صنایع و زیرساخت‌های آلمان پس از جنگ جهانی دوم از همان روزهای پایانی جنگ آغاز شد لیکن این ققنوس تنها در دهه ۶۰ میلادی بود که از خاکستر جنگ سر بلند کرد و به کشوری پیشرفته و ثروتمند تبدیل شد. با ورود به دهه ۹۰ میلادی، آلمان با بحرانی با عنوان فرسودگی زیرساخت‌ها (بویژه صنعت برق) روبرو شد. مسئله مهمی که این کشور با آن روبرو شد این بود: آیا تجهیزات قدیمی را باید نوسازی نمود یا می‌توان از آنها مجدد استفاده کرد. بعنوان مثال در خصوص ترانسفورماتور صورت مسئله این بود: آیا ترانسفورماتوری که بیش از ۳۰ سال از عمر آن گذشته را باید تعویض نمود یا همچنان می‌توان از آن بهره‌برداری کرد؟ در صورت ادامه بهره‌برداری، قابلیت اطمینان این تجهیز تا چه میزان کاهش می‌یابد و تا چه میزان کاهش قابلیت اطمینان مقبول است؟ آیا مدت زمان بهره‌برداری از ترانس با عمر واقعی آن برابر است؟ چگونه می‌توان از پایان عمر واقعی این تجهیز حداقل یک تا دو سال قبل از وقوع خطا مطلع شد؟ و سئوالی از این دست. خوشبختانه تحقیقات اساسی محققین، دانشگاهها و شرکتهای صنعتی در این کشور به نتیجه رسید و حاصل آن دانشی شد با نام: «ارزیابی وضعیت و عمر سنجی ترانسفورماتور». این دانش به راحتی و با صرف هزینه اندک قابل انتقال به کشور ما بوده و بجای سرمایه‌گذاری زیاد جهت پاسخگویی به این سئوالات کلیدی می‌توانیم از تجربیات دانشگاهها و شرکتهای آلمانی در این خصوص بهره‌مند شویم منتها با این شرط مهم که این تجارب و دانش فنی با توجه شرایط اقلیمی و اقتصادی و فنی کشور ما بازنویسی و بازنگری شود.

هدف اصلی و غائی نشریه ترانسفورماتور نیز انتقال این دانش فنی با حداقل هزینه به ایران است و این مهم را علاوه بر مطالب منتشر شده در مجله، از طریق برگزاری کنفرانسها و دوره‌های آموزشی دنبال می‌کنیم. امید است با همکاری همه دست‌اندرکاران صنعت برق از این پیچ‌خیز خطرناک به سلامت عبور کرده و به دوران شکوفائی صنعت برق بازگردیم.

تابستان ۱۳۹۶ فصل خوبی برای صنعت برق کشور نبود. افزایش بی‌سابقه گرما بخصوص در مناطق جنوبی ایران بیک مصرف ۵۵۴۰۰ مگاوات در چهاردهم تیرماه را رقم زد که نسبت به سال قبل ۲۵۰۰ مگاوات رشد داشت. همزمانی افزایش دما و بیک بار، قابلیت اطمینان پائین و آسیب پذیری تجهیزات صنعت برق (بویژه ترانسفورماتور) را آشکار نمود. به لطف شبکه‌های مجازی، آتش‌سوزی و انفجارهای ترانسفورماتور نه تنها در فضای غیررسمی بلکه در صدا و سیما و رسانه‌های جمعی نیز بازتاب گسترده‌ای داشت. این شرایط بحرانی (و همچنین قطع برق گسترده در استان خوزستان در ۲۳ بهمن ۱۳۹۵ که تبعات سنگین اقتصادی بر صنایع و بویژه صنعت نفت تحمیل کرد) پرده از واقعیتی برداشت که سالهاست برای کارشناسان صنعت برق آشکار است: شبکه برق ما فرسوده است (حداقل ۳۰ درصد از تجهیزات و بویژه ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت، عمری بیش از ۲۰ سال دارند) و عدم وجود نقدینگی مناسب در وزارت نیرو نه تنها صنعت برق را ورشکسته نموده بلکه برقرسانی پایدار و مطمئن را نیز در آستانه فروپاشی قرار داده است. لیکن چه باید کرد؟ شاید سه راه بیشتر نداشته باشیم:

راه اول: سرمایه‌گذاری گسترده برای نوسازی صنعت برق. این استراتژی نیاز به سرمایه‌گذاری بسیار بالایی دارد بعنوان مثال برای جایگزینی ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت با عمر بیش از بیست سال رقمی بیش از دو میلیارد یورو سرمایه لازم است. (به مقاله چاپ شده در همین شماره با عنوان بیمه ترانسفورماتور رجوع شود) طبیعتاً توان تامین چنین سرمایه‌ای در شرایط فعلی اقتصاد کشور عملی نیست.

راه دوم: بروز کردن سیستم‌های سرویس و نگهداری و جایگزینی تفکر سنتی تعمیرات تجهیزات بر مبنای زمان و پیشگیریانه با تعمیرات بر مبنای وضعیت و پیشگویانه و ارزیابی وضعیت کل تجهیزات صنعت برق علی‌الخصوص تجهیزات با عمر بیش از ۲۰ سال که راهکار بسیار ارزاتر و حتی مفیدتر و موثرتری از راه اول است. بعنوان مثال در خصوص ترانسفورماتور با ارزیابی وضعیت ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت شبکه برق می‌توان ترانسفورماتورهای مشکل دار را شناسایی و با انجام برخی اقدامات اصلاحی ارزان قیمت (در مقایسه با قیمت ترانسفورماتور) عمر مفید و قابلیت اطمینان آنها را افزایش داد. راه سوم راه بی‌برگشت بی‌فرجام، یعنی ادامه دادن این شرایط که در آینده نزدیک به فروپاشی کل سیستم برق منجر خواهد شد و چهاردهمین صنعت برق دنیا (از لحاظ تولید برق) را به ورشکستی کامل خواهد کشاند بطوریکه حتی توان تامین برق پایدار برای کل کشور را نیز نخواهد داشت.

در اینجا شاید تجربه کشورهای صاحب تکنولوژی مانند آلمان به کار آید. کشور آلمان



مهندس محمد میری  
سردبیر

## سرمقاله

خود ترانسفورماتور

- عدم نیاز به خاموشی ترانسفورماتور
- اطلاعات بسیار خوبی که از آزمونهای روغن در مقایسه با آزمونهای الکتریکی بدست میاد (بعنوان مثال با آزمون FDS تنها میتوان رطوبت کاغذ را بدست آورد در حالی که گاز کروماتوگرافی تصویری کلی تر از وضعیت ترانس به ما می دهد).
- با انجام این آزمون می توان ترانسفورماتورهای مشکل دار را شناسایی و تمرکز خود را صرفاً به این ترانسها معطوف کرد. فرض کنید یک نیروگاه یا مجتمع صنعتی بیش از ۳۰ دستگاه ترانسفورماتور مهم را در اختیار دارد. به منظور ارزیابی وضعیت این تجهیزات تنها راه ممکن انجام یک تست مقرون به صرفه و ارزان قیمت است که بتواند علاوه بر دانستن وضعیت کلی آنها، ترانسفورماتورهای مسئله دار را نیز شناسایی کند و گاز کروماتوگرافی عملاً تنها آزمون است که این امکان را در اختیار بهره بردار قرار می دهد. با انجام این آزمون بر روی ۳۰ دستگاه ترانسفورماتور ممکن است تنها ۳ ترانس نیاز به رسیدگی بیشتر و صرف هزینه و وقت داشته باشند. این مساله صرفه جویی بسیار زیادی در بحث سرویس و نگهداری بدنبال دارد.
- ۳) آزمون گاز کروماتوگرافی حتی برای ترانسهای توزیع نیز کاربرد دارد و علت آن قیمت پایین این تست در مقایسه با قیمت ترانسفورماتور است.
- با این وجود نباید از گاز کروماتوگرافی انتظار معجزه داشت و همانطور که ذکر شد این آزمون تنها تصویری کلی از وضعیت ترانس ترسیم می کند. بعنوان مثال در صورت وجود تخلیه جزئی آزمون گاز کروماتوگرافی تنها قادر به شناسایی وجود این خطاست و قادر نیست مقدار و مکان تخلیه جزئی را به ما نشان دهد.

در این شماره از نشریه به مبحث آزمون گاز کروماتوگرافی یا عیب یابی ترانسفورماتور با آنالیز گازهای محلول در روغن، پرننگتر از شماره های قبل پرداخته ایم. هم در بحث معرفی استاندارد IEC60599 و هم در ترجمه فصل سوم کتاب «راهنمای جامع سرویس و نگهداری ترانسفورماتور ABB» و همچنین در سایر مقالات منتشر شده در این شماره نیز مستقیم و غیرمستقیم به این موضوع اشاره شده است. واقعیت اینست که با گذشت بیش از ۶۰ سال از شناسایی کاربرد گاز کروماتوگرافی در عیب یابی ترانسفورماتور، اکنون این روش نقش بسیار پررنگی در ارزیابی وضعیت اولیه ترانسفورماتور ایفا می کند. حتی در سالهای اخیر بحث عیب یابی تپ چنجر و بوشینگ با کمک گاز کروماتوگرافی نیز جای خود را در استانداردها باز کرده است. لیکن این روش مهم عیب یابی همواره با افراط و تفریط هایی در ایران همراه بوده است. برخی از نکات مهمی که در خصوص این آزمون لازم به یادآوری است در اینجا ذکر می شود:

- ۱) گاز کروماتوگرافی صرفاً نقطه شروع عیب یابی ترانسفورماتور است و نه تنها روش نه آخرین روش؛ گاز کروماتوگرافی نمای کلی از وضعیت ناوگان ترانسفورماتورهای مورد بهره برداری را به ما نشان داده و تصمیمهای بعدی مانند تکرار آزمونهای روغن، ادامه کار ترانس، جایگزینی بارزرو، انجام آزمونهای الکتریکی، تعمیر، سفارش ترانسفورماتور نو، نصب سیستمهای پایش و ... براساس نتایج این آزمون شکل می گیرد.
- ۲) علت استفاده از تست گاز کروماتوگرافی بعنوان نقطه شروع فرآیند ارزیابی وضعیت ناوگان ترانسفورماتوری موارد ذیل است:
- هزینه پایین در مقایسه با آزمونهای الکتریکی و همچنین در مقایسه با قیمت

# اخبار کوتاه صنعت ترانسفورماتور

## برگزاری مجمع عمومی عادی سالیانه شرکت ایران ترانسفو

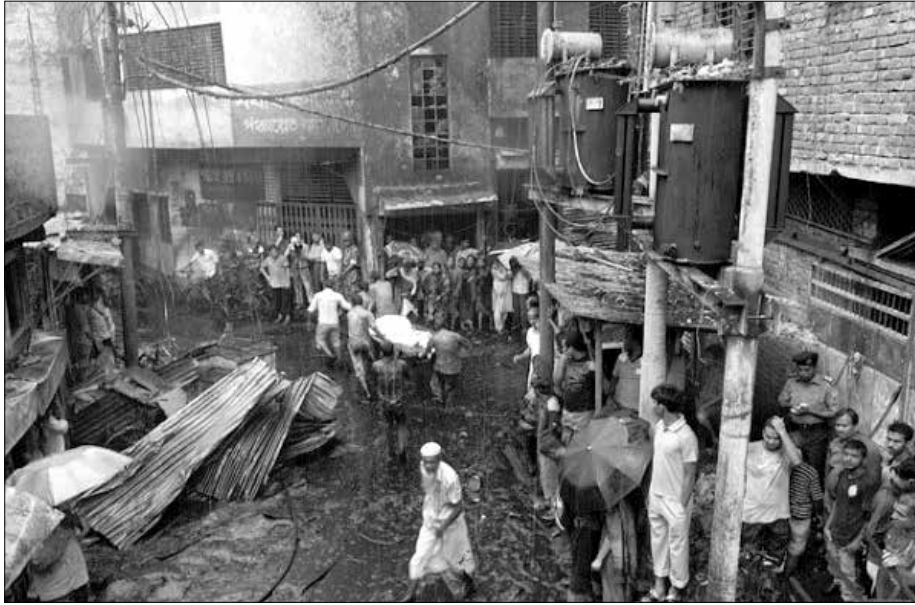
مجمع عمومی عادی سالیانه شرکت ایران ترانسفو منتهی به عملکرد سال ۱۳۹۵ در تاریخ ۱۳۹۶/۰۴/۱۱ با حضور ۸۶ درصد از سهامداران محترم در نیروگاه طرشت تهران تشکیل گردید.

در ابتدای جلسه دکتر فتحی پور مدیرعامل و عضو هیئت مدیره شرکت ایران ترانسفو به ارائه گزارش فعالیت‌های شرکت پرداخت که رئوس مطالب بیان شده شامل موارد ذیل بود:

- ایجاد فضای آرامش و امید در فضای کارگری و تولیدی و ارتقاء امنیت شغلی
- وصول چشم‌گیر مطالبات ارزی و ریالی (اخذ اوراق مشارکت و خزانه اسلامی و مبالغ ارزی برای خرید مواد اولیه)
- عدم استفاده از هرگونه تسهیلات بانکی جدید در راستای کاهش هزینه‌های مالی
- تهاتر مالیات‌های شرکت با مطالبات از دولت
- فعالیت رو به رشد شرکت در راستای ایجاد جذابیت در بازار سرمایه
- ایجاد افزایش قدرت رقابت‌پذیری شرکت در تولید ترانسفورماتور با هدفمندی هزینه‌ها

- کاهش نرخ سود بانکی تسهیلات دریافتی با نرخ بالا به حدود ۱۸ درصد
- افزایش ۹ درصدی مبلغ فروش در سال ۱۳۹۵ با توجه به افزایش در حجم فروش سال ۱۳۹۴
- افزایش ۹۱ درصدی ارزش صادرات در سال ۱۳۹۵ نسبت به صادرات در سال ۱۳۹۴
- رشد ۱۱ درصدی سود هر سهم شرکت در سال ۱۳۹۵ نسبت به سود هر سهم در سال ۱۳۹۴
- کاهش حوادث کارخانه از ۱۶ مورد در سال ۹۴ به ۵ مورد در سال ۱۳۹۵
- ادامه برنامه بومی سازی و تولید محصولات نوین و جدید در راستای اجرای سیاست‌های اقتصاد مقاومتی.
- در ادامه پس از ارائه گزارش حسابرس و بازرس قانونی، موارد ذیل مورد تصویب مجمع قرار گرفت:
- صورتهای مالی شرکت
- تقسیم سود هر سهم به مبلغ ۶۲۰ ریال
- تعیین اعضای هیئت مدیره جدید به شرح ذیل:
- شرکت سرمایه‌گذاری گروه توسعه ملی
- شرکت صنعت و تجارت آداک
- شرکت امین توان آفرین ساز
- شرکت گسترش آتیه آرمان



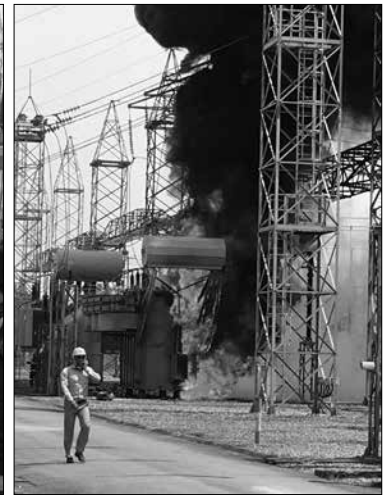


## بزرگداشت قربانیان فاجعه آتش سوزی داکا

۱۳ خرداد ۱۳۸۹ آتش گرفتن یک  
دستگاه ترانسفورماتور توزیع در شهر داکا  
پایتخت بنگلادش منجر به کشته شدن  
۱۲۴ نفر شد و یکی از بزرگترین فجایع  
انسانی مرتبط با ترانس را رقم زد. امسال  
نیز مطابق سالهای گذشته در هفتمین  
سالگرد این فاجعه، خانواده قربانیان گرد  
هم آمده و یاد آنها را گرامی داشتند.

## قطع برق آمل، محمودآباد و نور بعلت آتش سوزی ترانسفورماتور ۲۳۰ کیلوولت پست بابکان

به گزارش خبرگزاری صدا و سیما جمهوری اسلامی  
ایران آتش سوزی یک دستگاه ترانسفورماتور پست  
۲۳۰ کیلوولت بابکان در ۷ مرداد ۹۶ موجب قطع برق  
شهرهای آمل، محمودآباد و نور شد.



## برگزاری دوره آموزشی: «آشنائی با اصول کار، بهره برداری و سرویس و نگهداری ترانسفورماتورهای توزیع» در کارخانه ایران ترانسفوری

این دوره آموزشی با همکاری شرکت ایران ترانسفوری و نشریه  
ترانسفورماتور و با تدریس مهندس ایرج فکور (مدیر تولید کارخانه ایران  
ترانسفوری) و مهندس جعفر شریفی (مدیر آزمایشگاه شرکت الوند  
توان انرژی) در روزهای ۳۱ فروردین و یک اردیبهشت ۱۳۹۶ برگزار  
گردید. آموزش گیرندگان در این دوره بصورت عملی با نحوه تولید و  
تست ترانسفورماتورهای توزیع و عملکرد دستگاه تصفیه فیزیکی روغن  
ترانسفورماتور آشنا شدند.



مشخصات ترانسفورماتورهای اصلی نیروگاهی در پایان سال ۱۳۹۴

ردیف	نام نیروگاه	نسبت تبدیل کیلو ولت	تعداد و ظرفیت		جمع ظرفیت ترانس (مگا ولت آمپر)
			ترانس		
			تعداد	مگا ولت آمپر	
۱	نیروگاه صوفیان	۱۰.۵۰/۱۳۲	۱	۵۶	۱۱۲
			۱	۵۶	
۲	تبریز ۲ (گازی)	۱۱/۲۳۰	۱	۶۷/۵	۶۷/۵
۳	تبریز ۲ (بخاری)	۲۰/۲۳۰	۱	۴۵۰	۹۰۰
			۱	۴۵۰	
۴	سهند بناب	۲۰/۲۳۰	۱	۴۰۰	۸۰۰
			۱	۴۰۰	
۵	سد ارس	۱۰.۵۰/۲۰/۱۳۲	۱	۱۶	۴۶
			۱	۳۰	
۶	سد مهاباد	۶.۳۰/۲۰	۲	۳/۸	۷/۵
۷	ارومیه	۱۱.۵۰/۲۰	۲	۳۰	۶۰
۸	چرخه ترکیبی خوی ۳	۱۳.۸۰/۲۳۰	۲	۱۲۵	۳۷۵
			۱	۱۲۵	
۹	نیروگاه چرخه ترکیبی ارومیه	۱۵.۷۰/۲۳۰	۴	۲۰۰	۱۲۰۰
			۲	۲۰۰	
۱۰	سد مغان	۱۰.۵۰/۲۰	۱	۲۰	۳۵
			۱	۱۵	
۱۱	نیروگاه سیلان	۱۵.۷۰/۲۳۰	۲	۲۰۰	۱۲۰۰
			۲	۲۰۰	
			۲	۲۰۰	
۱۲	نیروگاه اصفهان ۱ (اسلام آباد)	۲۰/۲۳۰	۱	۴۰۰	۱۰۲۰/۰
			۱	۳۸۰	
			۱	۱۵۰	
		۱۳.۸۰/۶۳	۲	۴۵	
۱۳	نیروگاه ذوب آهن	۱۰.۵۰/۶۳	۲	۶۳	۳۵۶/۰
			۲	۵۵	
		۶.۳۰/۶۳	۳	۴۰	
۱۴	نیروگاه منتظری ۴۰۰	۱۵.۵۰/۴۰۰	۴	۲۵۰	۱۰۰۰
۱۵	نیروگاه منتظری ۲۳۰	۱۵.۵۰/۲۳۰	۴	۲۵۰	۱۰۰۰
۱۶	نیروگاه هسا	۶.۳۰/۶۳	۳	۲۳	۶۹
۱۷	نیروگاه فولاد مبارکه	۶.۶۰/۶۳	۴	۱۰۰	۴۰۰
۱۸	نیروگاه سد زاینده رود	۱۱.۵۰/۶۳	۱	۲۳	۶۹
		۱۰.۶۰/۶۳	۲	۲۳	
۱۹	نیروگاه کوهرنگ	۶.۳۰/۶۳	۲	۲۵	۵۰
۲۰	نیروگاه جنوب اصفهان	۱۵.۷۰/۴۰۰	۶	۲۰۰	۱۲۰۰
۲۱	نیروگاه کاشان گازی	۱۵.۵۰/۲۳۰	۲	۲۰۰	۴۰۰
۲۲	نیروگاه کارون ۴	۱۵.۵۰/۴۰۰	۴	۲۵۰	۱۰۰۰
۲۳	نیروگاه زواره	۱۵.۷۰/۲۳۰	۲	۲۰۰	۶۰۰
			۱	۲۰۰	
۲۴	نیروگاه درود	۲۰/۱۱.۵۰/۶۳	۲	۳۰	۶۰
۲۵	نیروگاه شازند	۲۰/۲۳۰	۴	۴۰۶/۳	۱۶۲۵/۲
۲۶	نیروگاه شهید مفتاح	۲۰/۲۳۰	۴	۳۱۲/۵	۱۲۵۰
۲۷	سد امیر کبیر	۱۴.۴۰/۶۳	۲	۵۰	۱۰۰