



پنجمین کنفرانس و
نمایشگاه بین‌المللی

ترانسفورماتور

۹ و ۱۰ بهمن ۱۳۹۷
مجموعه فرهنگی نهاد ریاست جمهوری - تهران

راهبردهای صنعت برق برای تأمین ترانسفورماتورهای شبکه برق ایران

مصطفی رجبی مشهدی

عضو هیأت مدیره و معاون برنامه ریزی و امور اقتصادی شرکت توانیر

عضو انجمن مهندسين برق و الکترونیک ایران و عضو ارشد IEEE

وضعیت شبکه برق ایران

چهل سال تلاش صنعت برق

رشد	سال ۹۷	سال ۵۷	
۱۱/۴ برابر	۸۰۰۰۰	۷۰۲۴	ظرفیت منصوبه نیروگاهی (مگاوات)
۱۶/۴ برابر	۵۷۰۹۷	۳۴۸۰	بیک مصرف شبکه (مگاوات)
۱۰/۴ برابر	۳۵/۴	۳/۴	تعداد مشترکین (میلیون مشترک)
۱۳ برابر	۵۷۱۰۰	۴۳۶۷	روستاهای برق‌دار (روستا)
—	%۶۶	۰	مالکیت نیروگاهی غیر دولتی (درصد)
۲/۲ برابر	۸۱	۳۶/۵	جمعیت کشور (میلیون نفر)

تعداد و ظرفیت ترانسفورماتورها به تفکیک ولتاژ در شرکت های برق منطقه ای در پایان سال ۱۳۹۶

۲۳۰						۴۰۰				نسبت تبدیل (کیلوولت)
کمتر از ۱۱	۱۱	۲۰	۳۳	۶۳-۶۶	۱۳۲	کمتر از ۳۳	۶۳-۶۶	۱۳۲	۲۳۰	
۵	۱۲	۵۲	۷۰	۴۱۳	۱۳۱	۱۳	۴۰	۶۶	۱۲۷	دستگاه
۲۶۰	۶۷۲	۳۹۲۷	۵۳۴۷	۵۴۹۹۳	۱۶۸۴۶	۲۰۴۸	۷۷۵۰	۱۳۸۰۰	۴۰۴۹۵	مگاوات آمپر
۶۸۳						۲۴۶				جمع کل دستگاه
۸۲۰۴۵						۶۴۰۹۳				جمع کل مگاوات آمپر

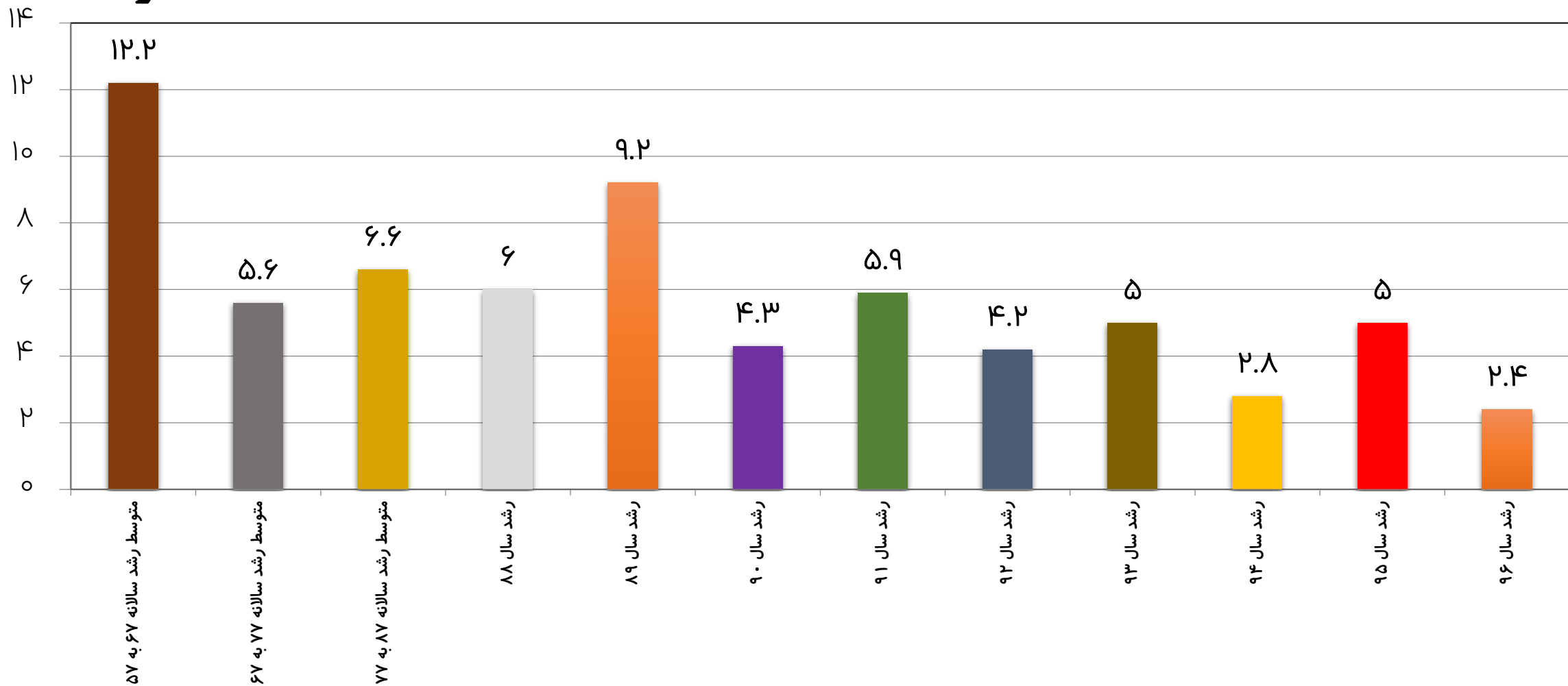
۶۳-۶۶				۱۳۲					نسبت تبدیل (کیلوولت)
کمتر از ۱۱	۲۰-۱۱	۲۰	۳۳	کمتر از ۱۱	۱۱	۲۰	۳۳	۶۳-۶۶	
۱۳۱	۵۲	۲۴۴۱	۳	۴۰	۸۶	۶۲۴	۲۶۵	۳۳	دستگاه
۲۵۲۹	۱۴۸۷	۶۸۷۱	۶۸	۱۰۳۶	۲۳۳۰	۱۸۴۷۳	۸۷۶۷	۱۶۴۵	مگاوات آمپر
۲۶۲۷				۱۰۴۸					جمع کل دستگاه
۷۲۷۹۴				۳۲۲۵۱					جمع کل مگاوات آمپر

مشخصات تعداد و ظرفیت کل پست های بهره برداری شده تا آذر ماه ۱۳۹۷

تغییر ظرفیت پستها (مگاولت آمپر)	تعداد ترانس های جدید تا آذر ۱۳۹۷	ظرفیت کل (مگاولت آمپر)	تعداد کل ترانس های شبکه (مگاولت آمپر)	ولتاژ پست
۱۷۶۰	۷	۶۵۸۵۳	۲۵۳	پست های ۴۰۰ کیلوولت
۲۱۵۱	۱۵	۸۴۱۹۶	۶۹۷	پست های ۲۳۰ کیلوولت
۷۴۳	۲۶	۳۲۹۹۴	۱۰۶۵	پست های ۱۳۲ کیلوولت
۱۳۲۳,۲۵	۶۰	۷۴۱۱۷,۲۵	۲۶۵۶	پست های ۶۶ و ۶۳ کیلوولت
۳۹۱۱	۲۲	۱۵۰۰۴۹	۹۵۰	جمع پست های انتقال
۲۰۶۶,۲۵	۸۶	۱۰۷۱۱۱,۲۵	۳۷۲۱	جمع پست های فوق توزیع
۵۹۷۷,۲۵	۱۰۸	۲۵۷۱۶۰,۲۵	۴۶۷۱	جمع کل پست

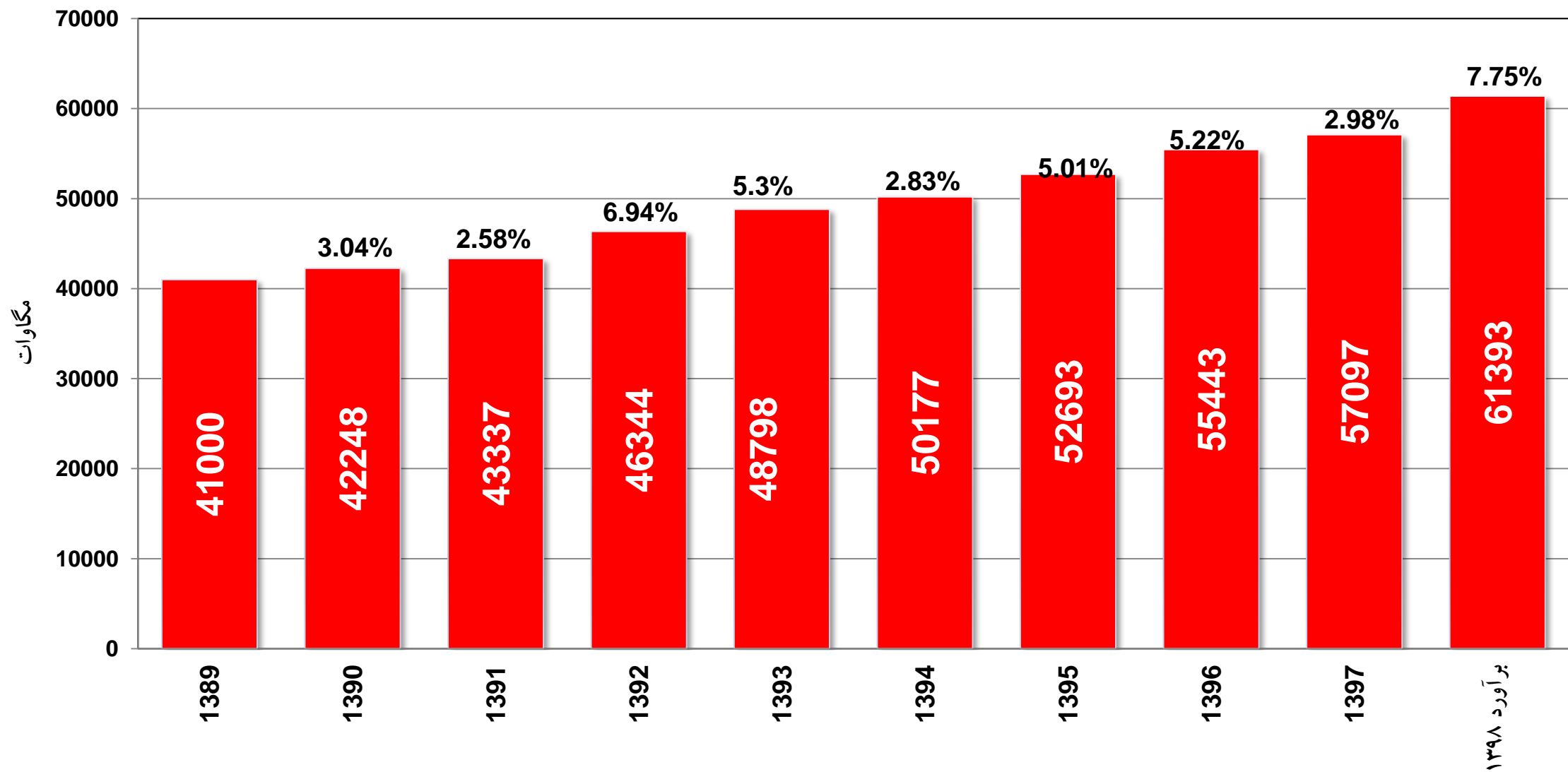
رشد ظرفیت پست های انتقال برق کشور در دوره های مختلف

درصد



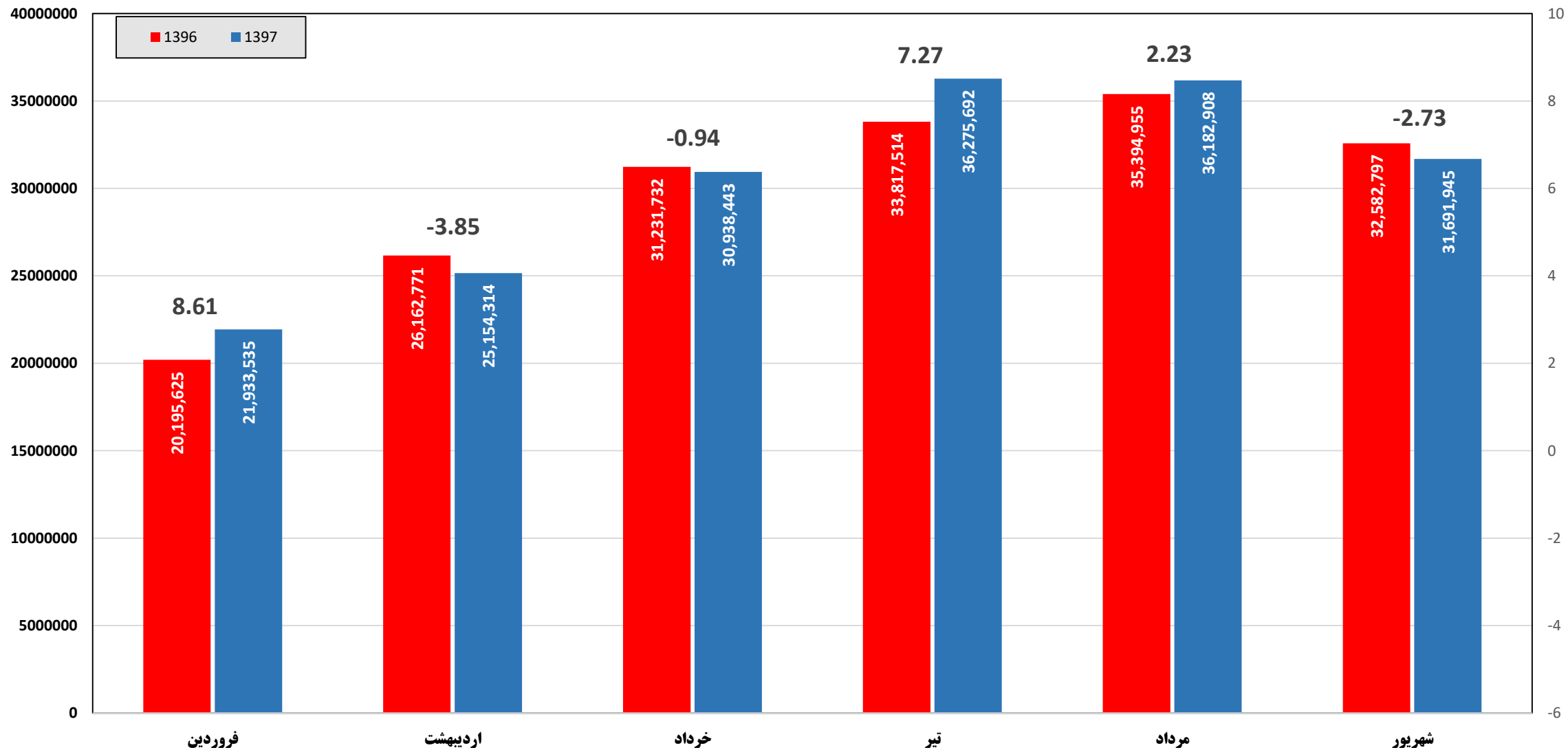
ظرفیت مورد نیاز ترانسفورماتورهای انتقال و فوق توزیع شبکه برق ایران

مقایسه حداکثر نیاز مصرف در پیک همزمان شبکه سراسری در ۱۰ پیک سال گذشته و برآورد سال ۹۸



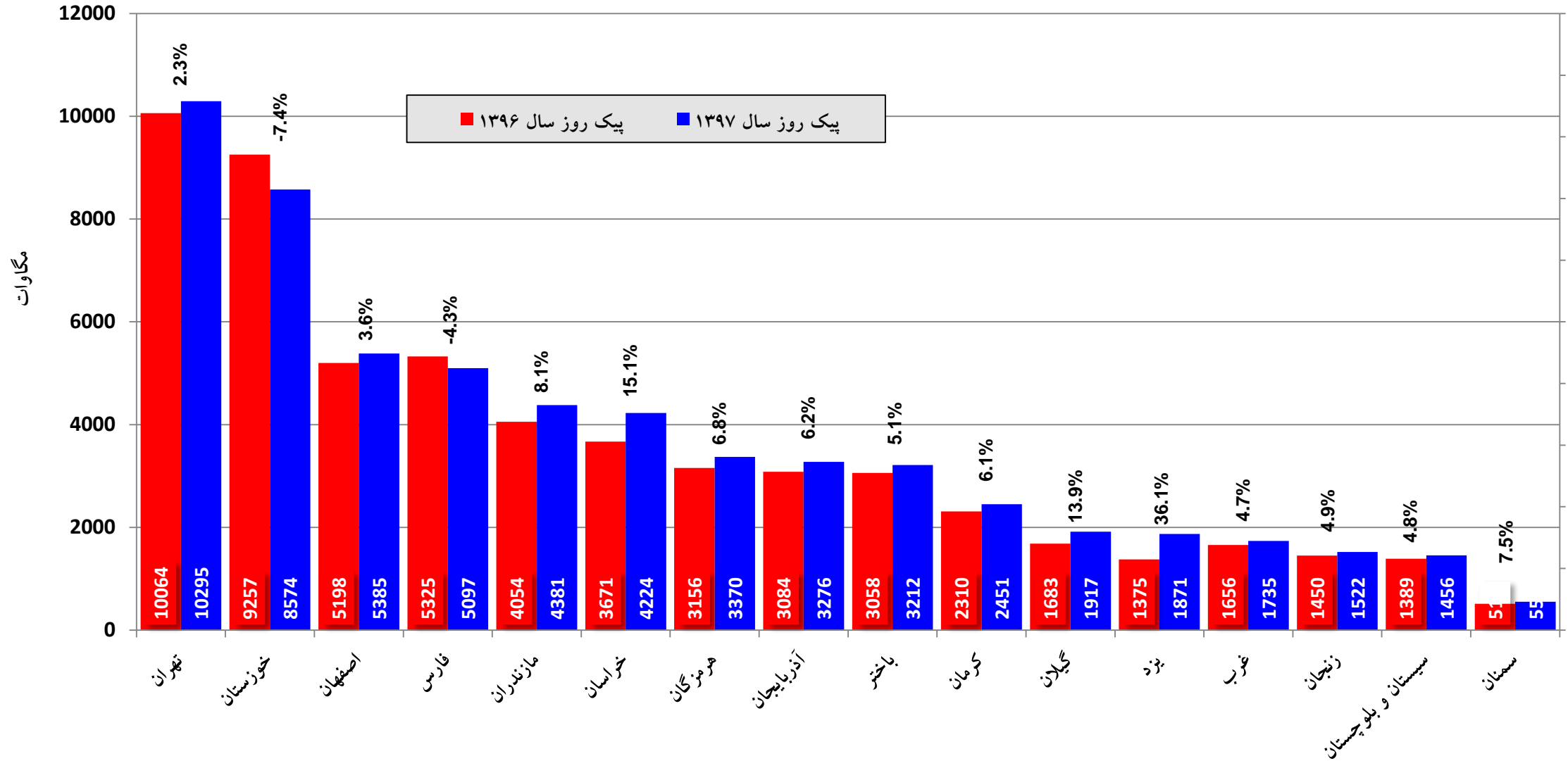
در صورت رشد ۷ درصدی سالانه مصرف برق برابر برنامه، باید طی ۱۰ سال آینده حجم تأسیسات برق کشور ۲ برابر شود

مقایسه انرژی نیاز مصرف ماهیانه شش ماهه ۱۳۹۷ با دوره مشابه سال ۱۳۹۶

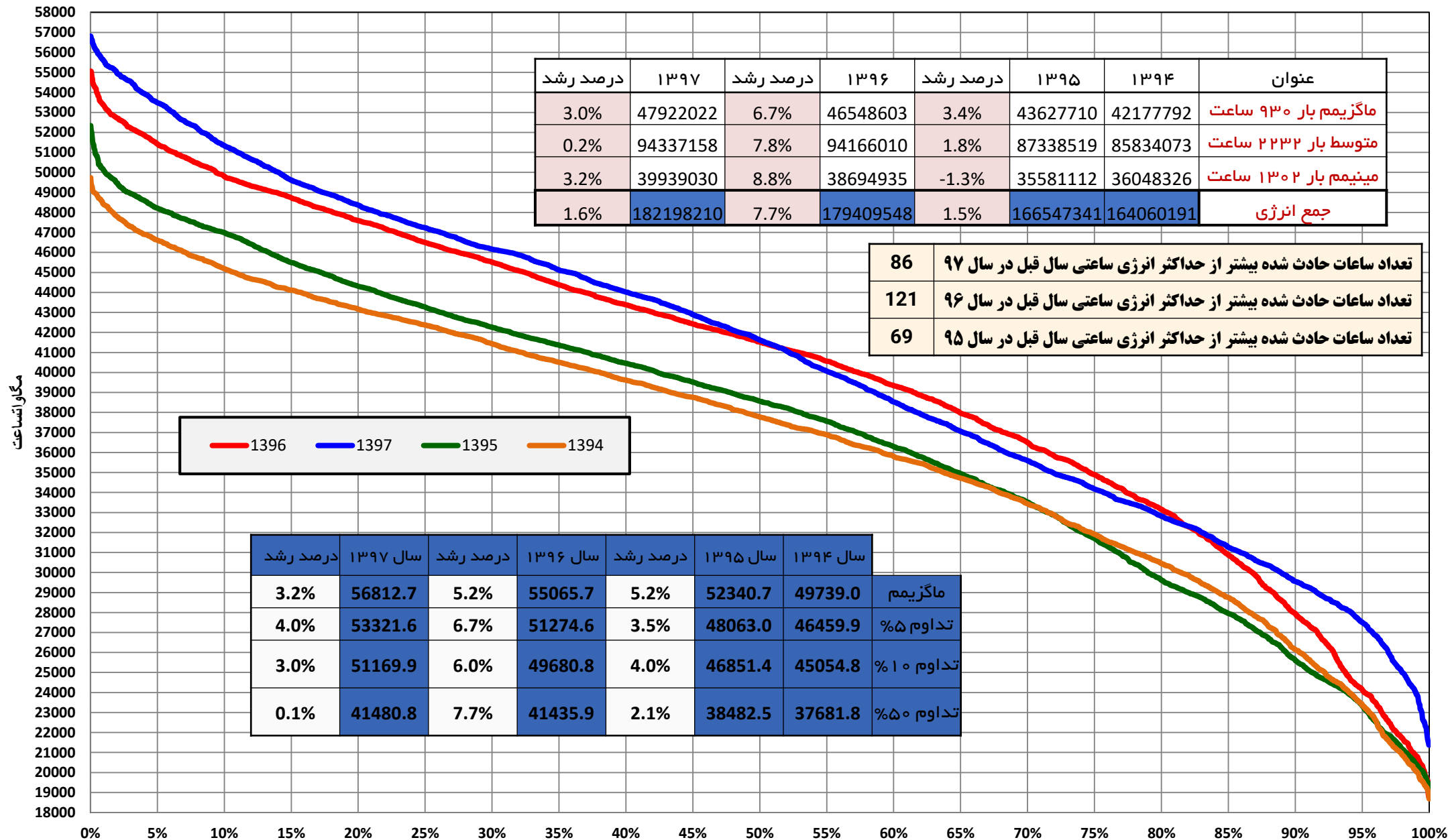


افزایش بی سابقه مصرف و رشد بیش از انتظار در برخی از مناطق کشور

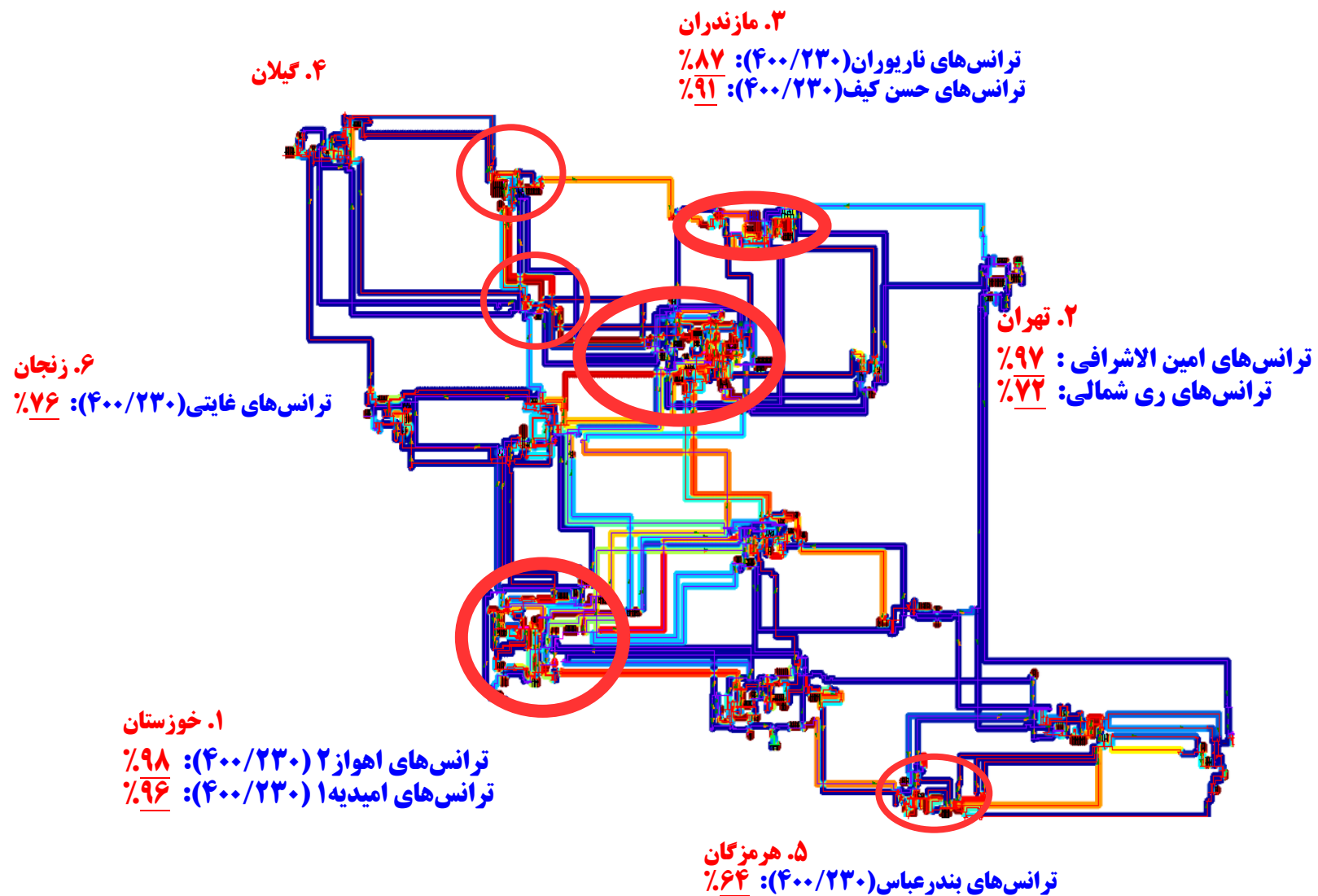
مقایسه حداکثر نیاز مصرف برقهای منطقه ای (با لحاظ صنایع بزرگ) همزمان غیر همروز در پیک روز شبکه سراسری در شش ماهه ۱۳۹۷ با دوره مشابه سال قبل



مقایسه تداوم نیاز مصرف انرژی شش ماهه ابتدایی سال ۱۳۹۷ دوره مشابه سال قبل



وضعیت بیشینه بار گذاری ترانسفورماتورهای شبکه انتقال در لحظه پیک



وضعیت شبکه برق کشور در شرایط عادی و اضطراری



شدت محدودیت	عامل محدودیت	
زیاد	پرباری ترانسفورماتور پرباری خطوط انتقال	تهران
زیاد	پرباری ترانسفورماتور پرباری خطوط انتقال	خوزستان
زیاد	پرباری ترانسفورماتور	مازندران
متوسط	پرباری خطوط انتقال	هرمزگان
متوسط	پرباری خطوط انتقال	تبادل جنوب به شمال
کم	پرباری ترانسفورماتور پرباری خطوط انتقال	غرب
کم	پرباری خطوط انتقال	کرمان

وضعیت شبکه برق کشور در شرایط اضطراری

مناطق دارای احتمال خاموشی

ناشی از خروج تجهیزات (N-1)



منطقه	خاموشی مورد نیاز جهت کنترل	پیشامد
تهران	زیاد	خروج ترانس امین الاشرافی
	زیاد	خروج ترانس وردآورد
	زیاد	خروج ترانس شیخ بهائی
	زیاد	خروج خط امین الاشرافی-الغدیر
	زیاد	خروج خط شیخ بهائی - وردآورد
	زیاد	خروج خط آزادگان قورخانه
خوزستان	زیاد	خروج هر یک از خطوط سیکل افق - چهل مایل
	زیاد	خروج ترانسهای اهواز ۲
	زیاد	خروج ترانسهای امیدیه ۱
	زیاد	خروج خط ۴۰۰ کیلوولت اهواز-۲-دقایقی
مازندران	زیاد	خروج خط سلیمی - ناریوران
	زیاد	خروج واحدهای س. ت سلیمی
	زیاد	خروج ترانسهای سلیمی
غرب	متوسط	خروج خط زاگرس-مرصاد
فارس	متوسط	خروج خط سیکل فارس - مرودشت
کرمان	متوسط	خروج هر یک از خطوط کرمان-شهاب و یا باغین - شهاب
سیستان	کم	خروج خط نبوت - زابل
هرمزگان	کم	خروج خط هرمزگان-میناب
گیلان	کم	خروج خط پونل - رشت شمالی

اضافه بار پستهای انتقال در پیک بار ۹۷ در صورت خروج یکی از ترانسفورماتورها

❖ **اضافه بار ۱۱۶ پست انتقال در صورت خروج یک ترانس،**

❖ **بیشترین مناطق با تعداد پست دارای اضافه بار:**

• خوزستان ۲۸ پست

• تهران ۲۷ پست

• مازندران ۱۸ پست

❖ **میزان ظرفیت سازی مورد نیاز در شبکه انتقال برای رفع اضافه بار، حدود ۱۹۷۴۰ مگاوات آمپر است.**

❖ **۳۲ پست انتقال تک ترانسه بهره‌برداری می‌شوند که در صورت بروز پیشامد اضطراری و قطع یک ترانس، امکان انتقال**

توان از باسبار انتقال امکان‌پذیر نیست.

پستهای فوق توزیع دارای اضافه بار در پیک بار ۹۷ در صورت خروج یکی از ترانسفورماتورها

❖ **۷۹۳ پست فوق توزیع دارای اضافه بار** در صورت خروج یک ترانس دچار اضافه بار بوده که برق منطقه ای های فارس، تهران و خراسان دارای بیشترین تعداد هستند.

• فارس ۷۸ پست

• تهران ۷۷ پست

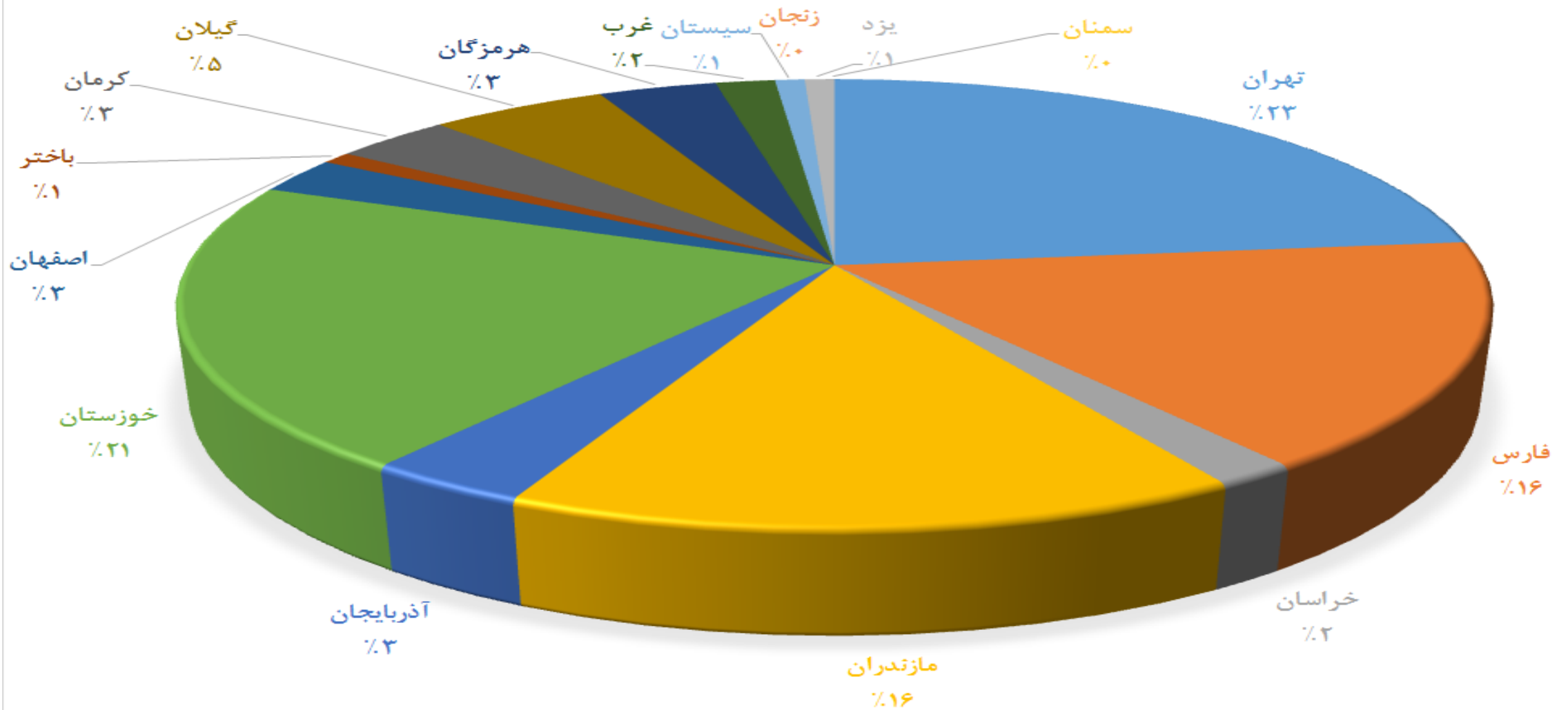
• خراسان ۷۶ پست

❖ میزان ظرفیت سازی لازم در شبکه فوق توزیع جهت رفع اضافه بار شدن ترانسها در صورت خروج یک ترانس، حدود **۲۳۶۲۰ مگاوات آمپر** می باشد که باید در **۷۶۸ پست فوق توزیع** اعمال گردد.

❖ تعداد پست هایی که در سطح فوق توزیع با یک ترانس در حال بهره برداری می باشند **۴۳۷ دستگاه** می باشد که در صورت بروز پیشامد اضطراری و قطع یک ترانس، امکان انتقال توان از باسبار انتقال مربوطه امکان پذیر نخواهد بود.

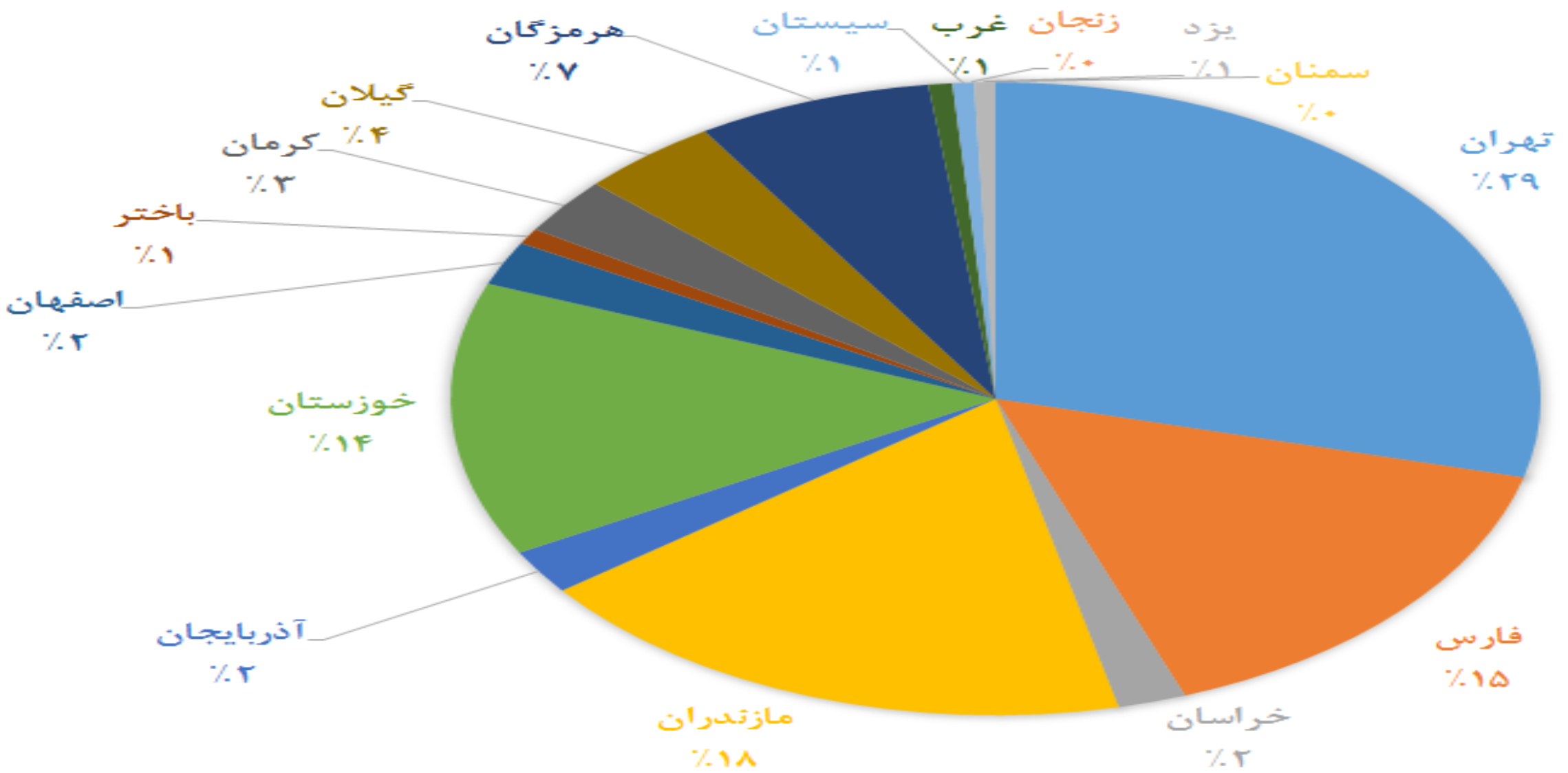
وضعیت شبکه انتقال نیروی برق ایران

۱۱۶ پست انتقال که بیش از یک ترانس دارند، در شرایط N-۱ دچار اضافه بار میشوند.



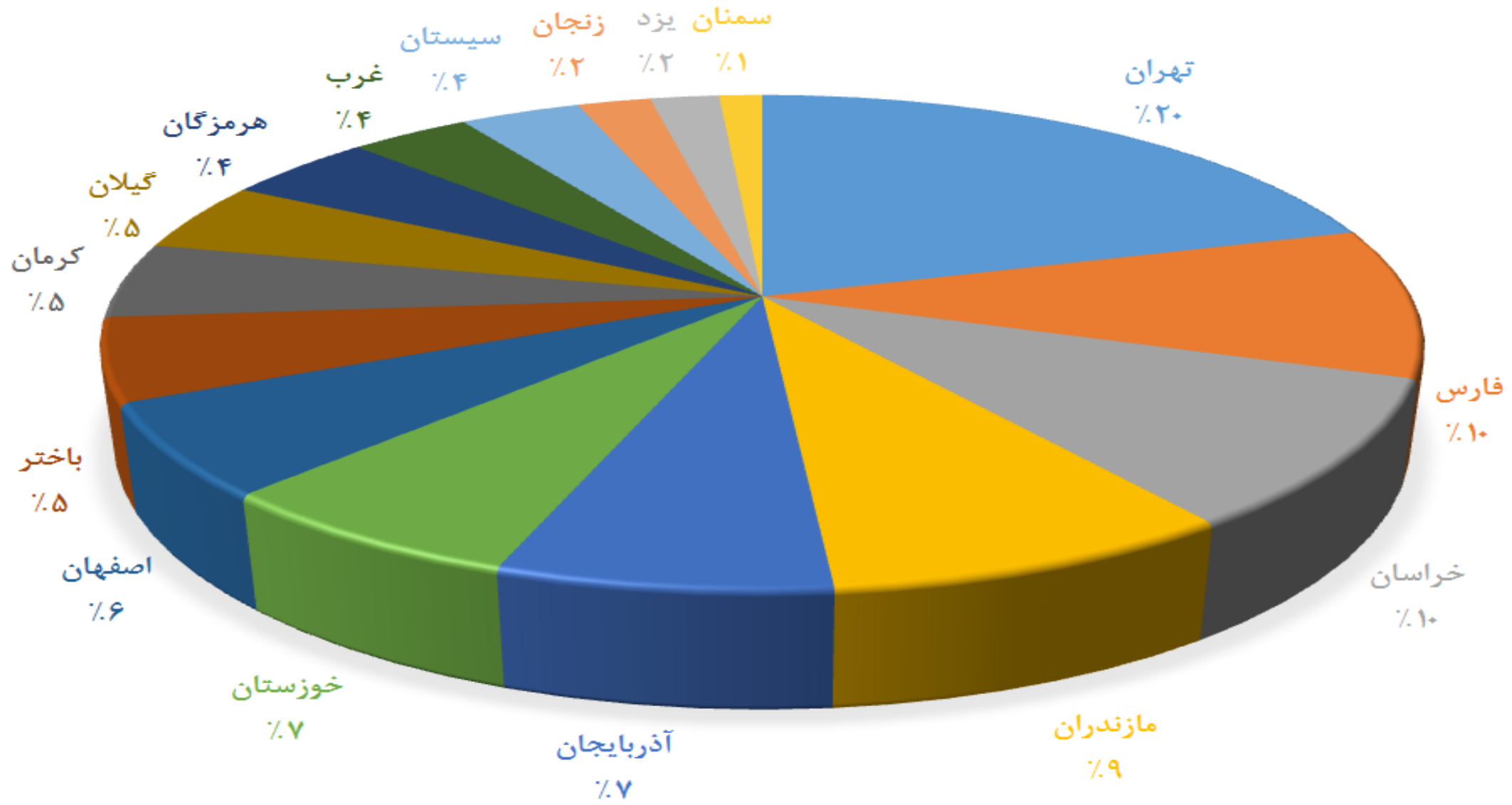
نیازمندیهای شبکه انتقال نیروی برق ایران

۱۹۷۴۰ مگاوات آمپر ظرفیت مورد نیاز برای حل مشکل اضافه بار در وضعیت N-۱



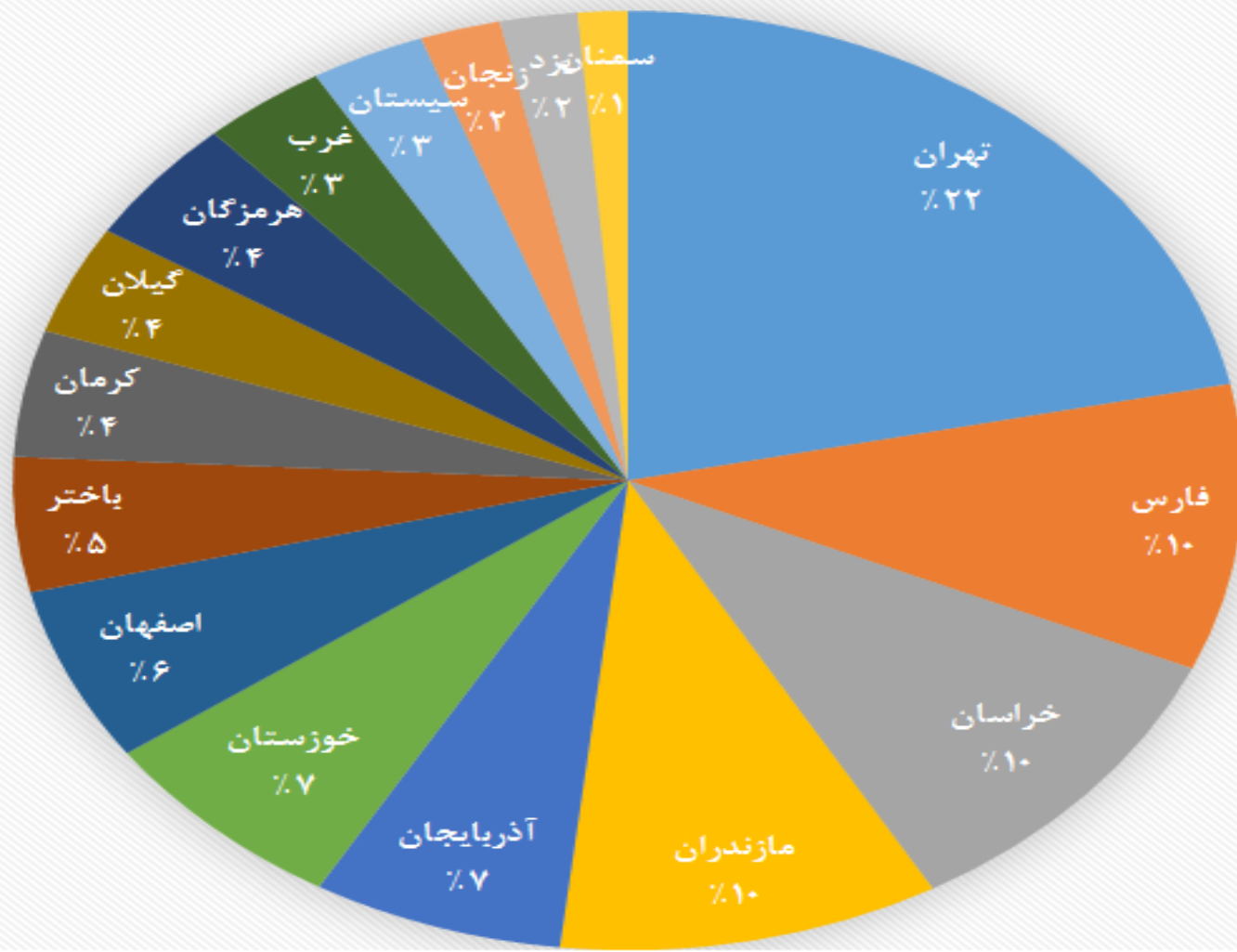
وضعیت شبکه فوق توزیع نیروی برق ایران

۷۹۳ پست فوق توزیع در شبکه سراسری که بیش از یک ترانسفورماتور دارند، در شرایط N-1 دچار اضافه بار میشوند.

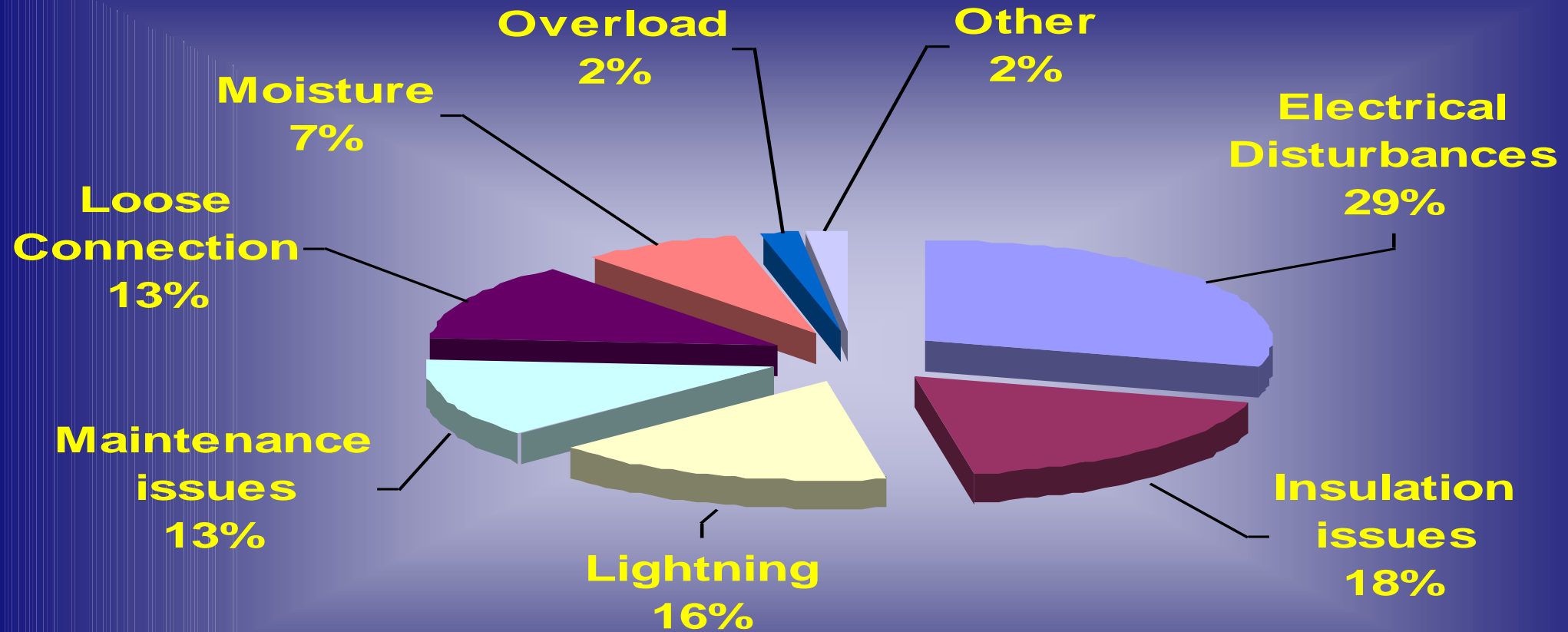


نیازمندیهای شبکه فوق توزیع نیروی برق ایران

۲۳۶۲۰ مگاوات آمپر ظرفیت مورد نیاز برای حل مشکل پستهای فوق توزیع که در N-۱ دچار مشکل می شوند.

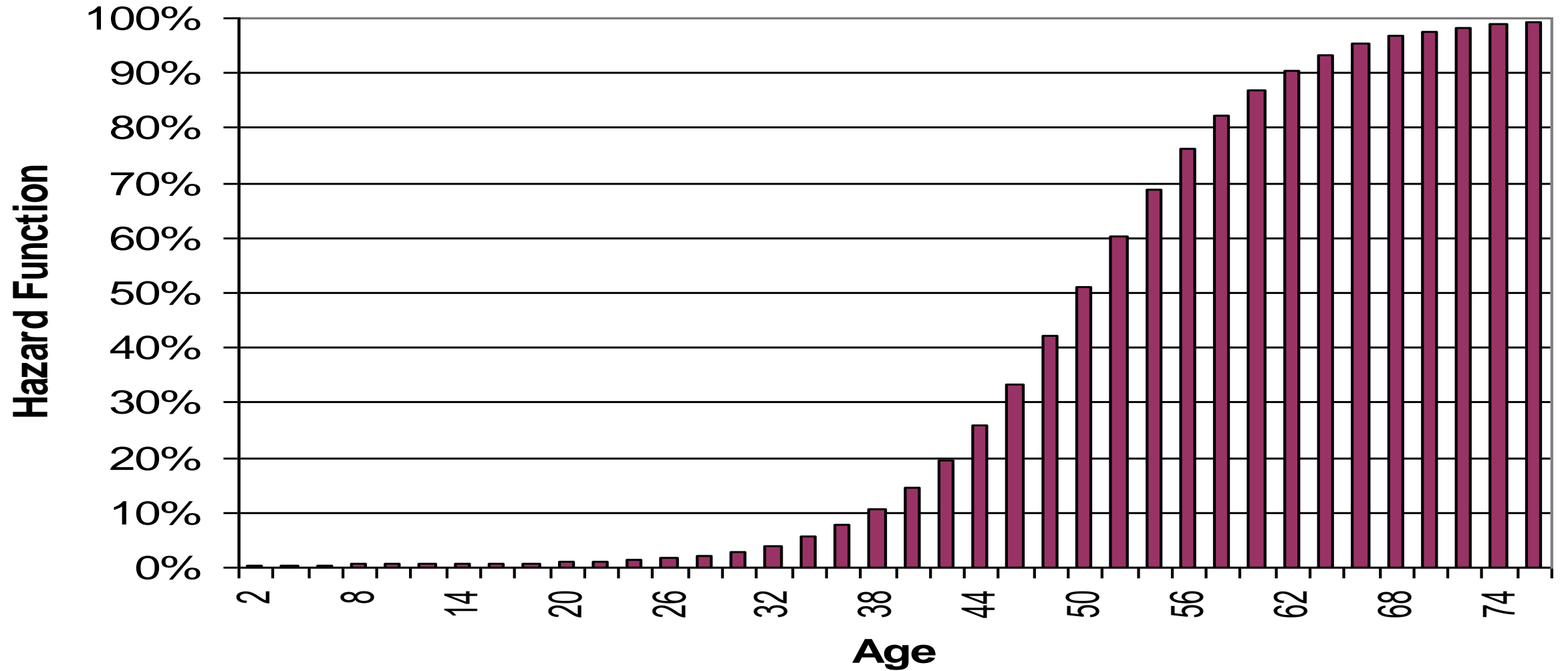


دلایل سوختن ترانسفورماتورها و ضرورت نگهداری آنها

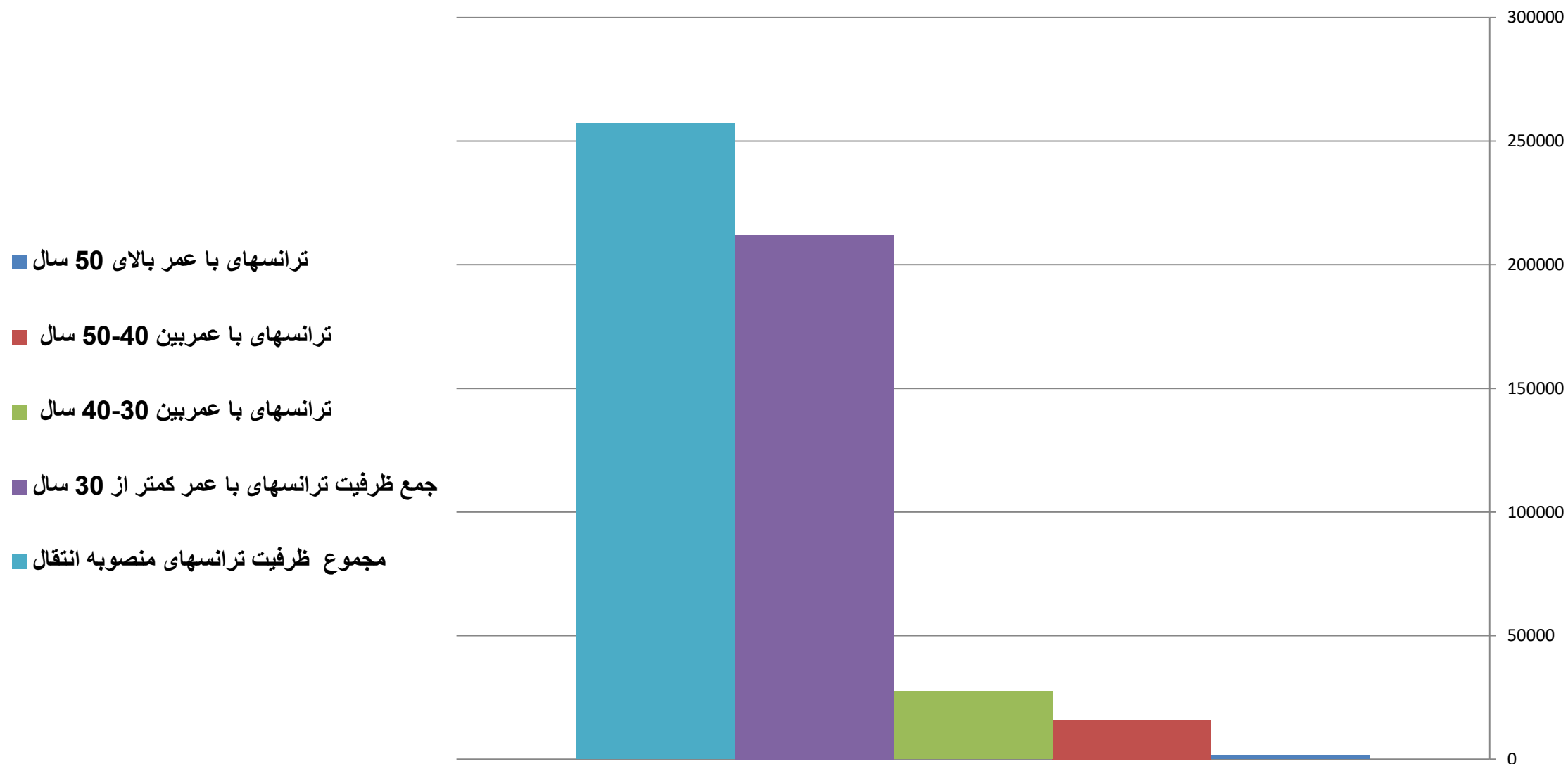


20 years of claims

نمودار احتمال سوختن ترانسفورماتور بر حسب طول عمر آن

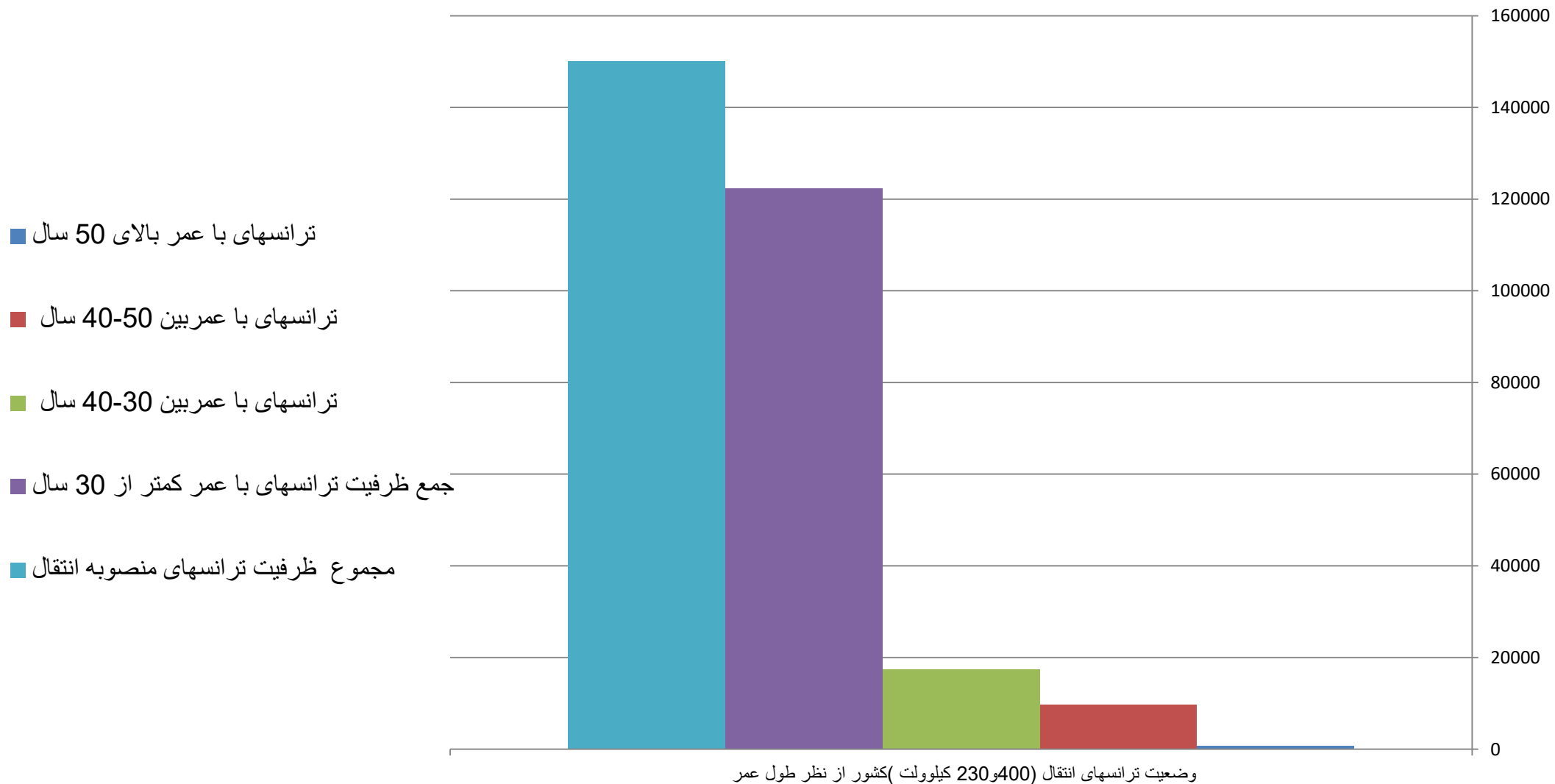


وضعیت ترانسفورماتورهای شبکه انتقال و فوق توزیع کشور از نظر طول عمر



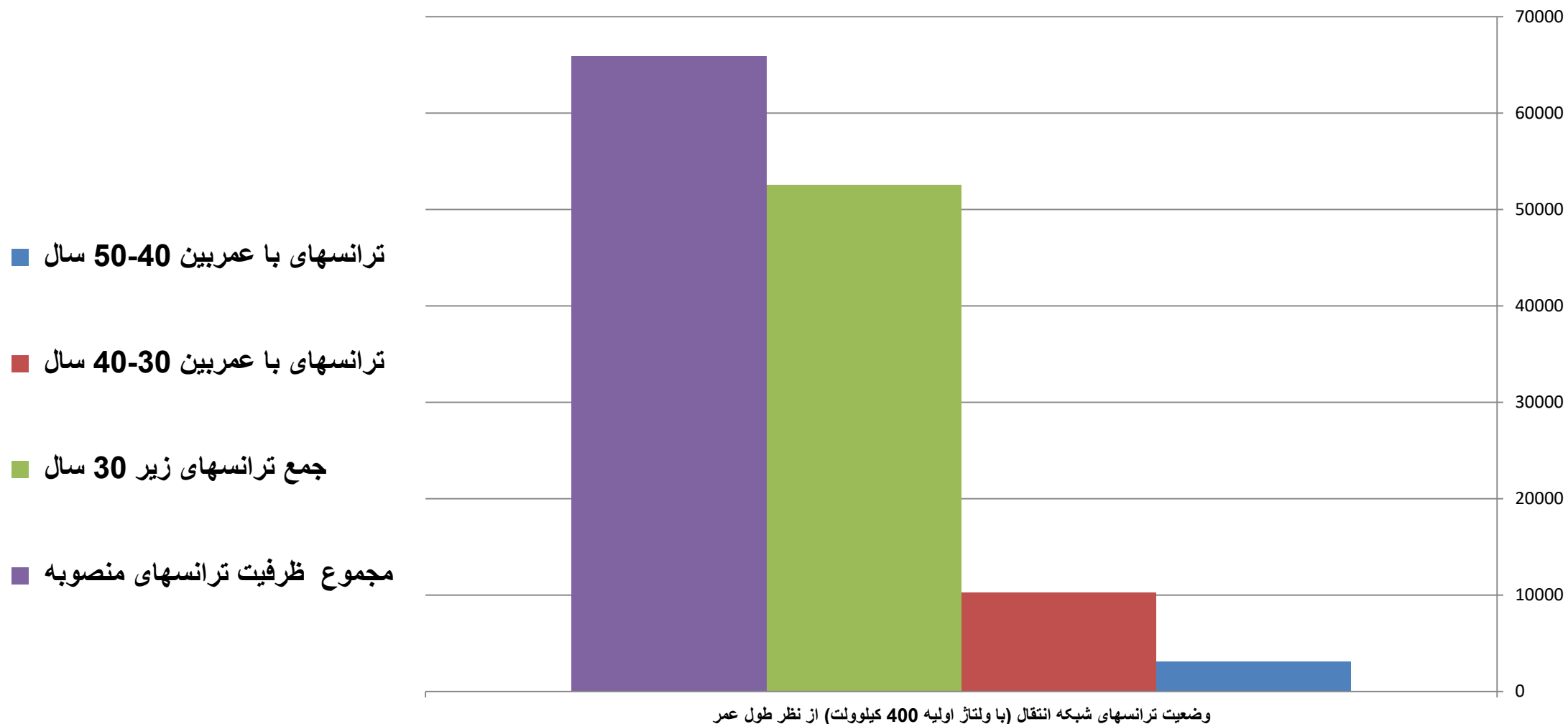
۴۵۰۰۰ مگاوات آمپر ترانسفورماتور بالای ۳۰ سال عمر دارند که ۱۷۰۰۰ مگاوات آمپر آن بایستی سریعتر تعویض شوند.

وضعیت ترانسفورماتورهای شبکه انتقال کشور از نظر طول عمر

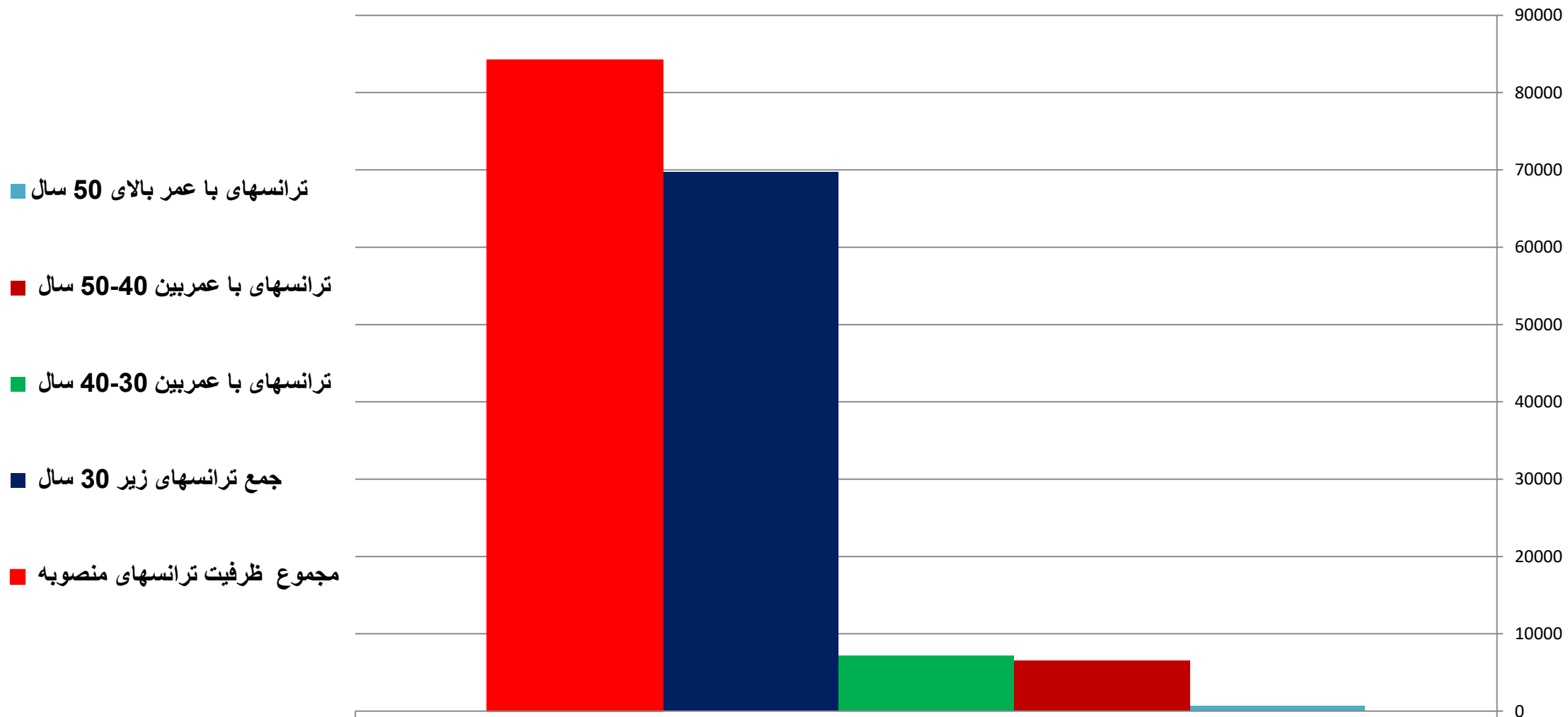


۲۷۰۰۰ مگاوات آمپر ترانسفورماتور بالای ۳۰ سال عمر دارند که ۱۰۰۰۰ مگاوات آمپر آن بایستی سریعتر تعویض شوند.

وضعیت ترانسفورماتورهای شبکه ۴۰۰ کیلوولت کشور از نظر طول عمر

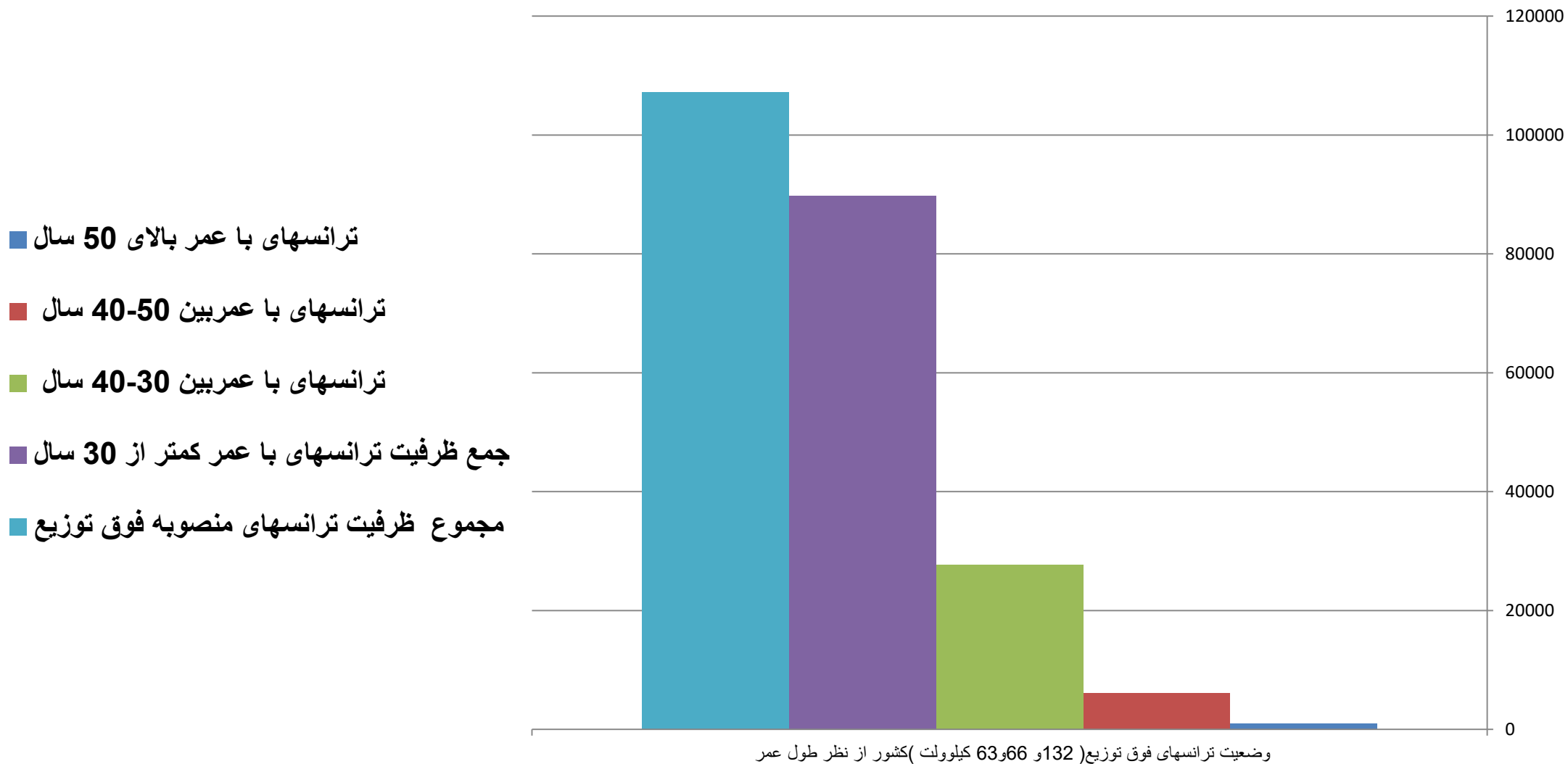


وضعیت ترانسفورماتورهای شبکه ۲۳۰ کیلوولت کشور از نظر طول عمر



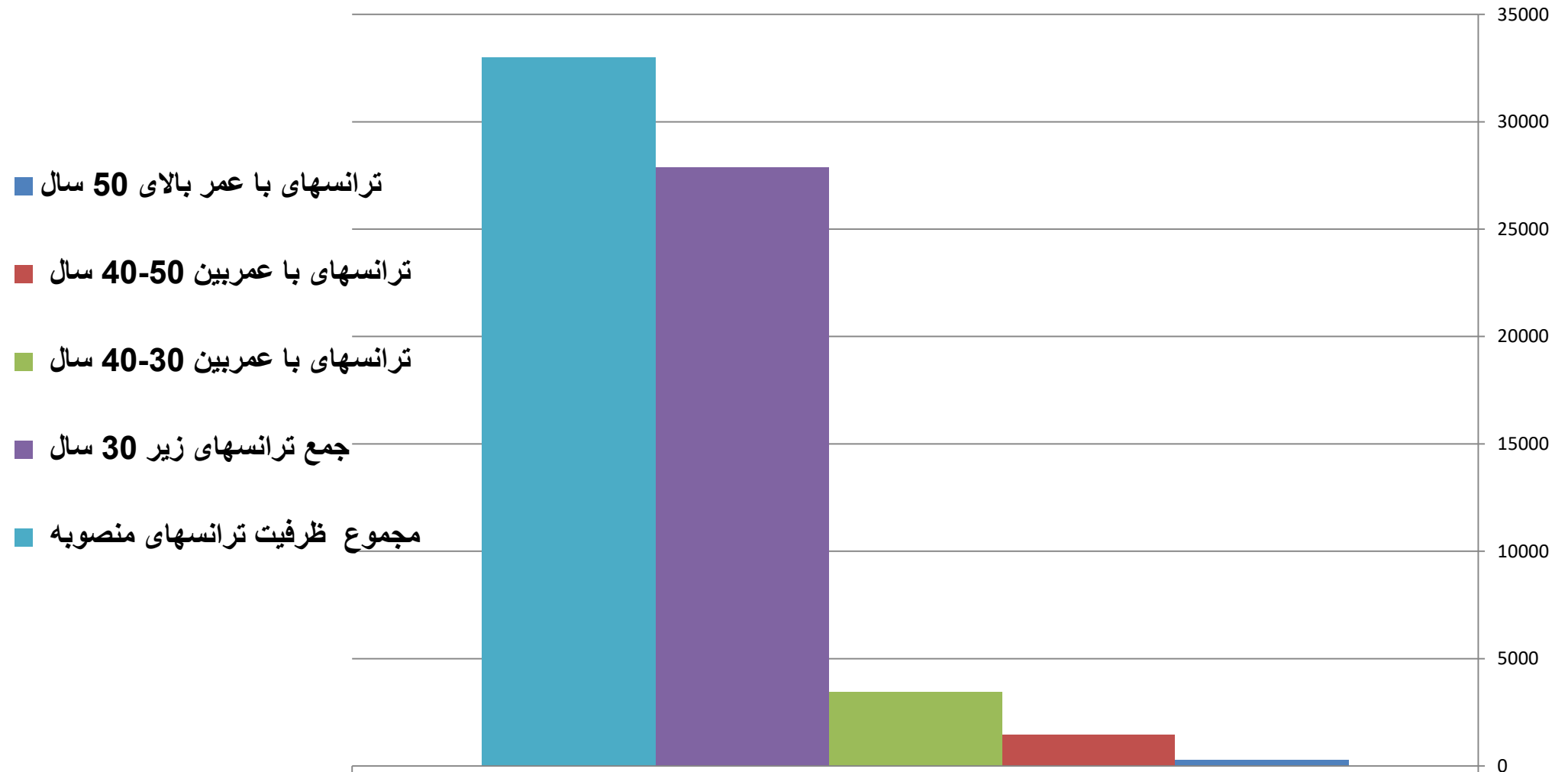
وضعیت ترانسفورماتورهای شبکه انتقال (با ولتاژ اولیه 230 کیلوولت) از نظر طول عمر

وضعیت ترانسفورماتورهای شبکه فوق توزیع کشور از نظر طول عمر



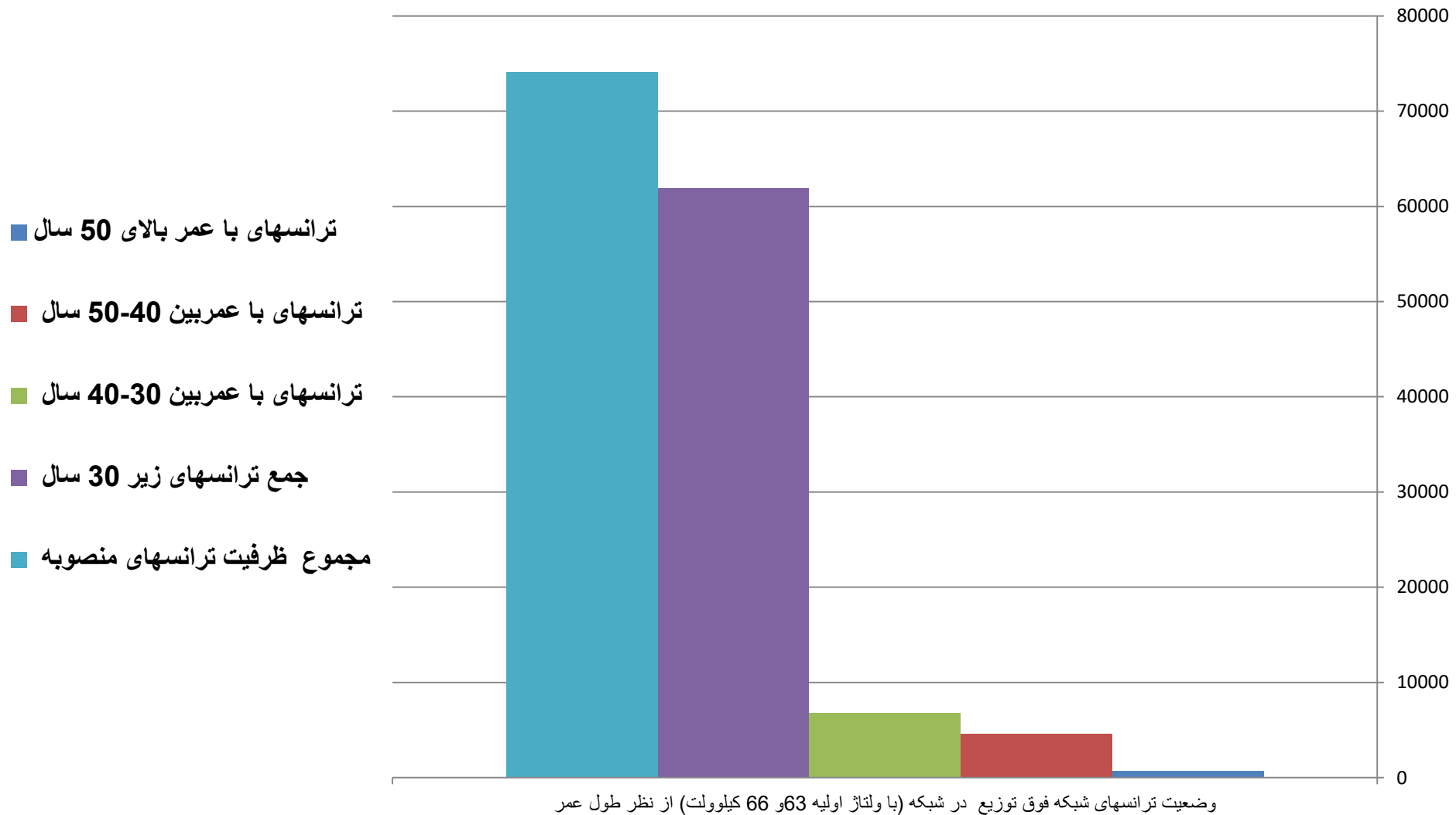
۳۳۰۰۰ مگاوات آمپر ترانسفورماتور بالای ۳۰ سال عمر دارند که ۷۰۰۰ مگاوات آمپر آن بایستی سریعتر تعویض شوند.

وضعیت ترانسفورماتورهای شبکه ۱۳۲ کیلوولت کشور از نظر طول عمر



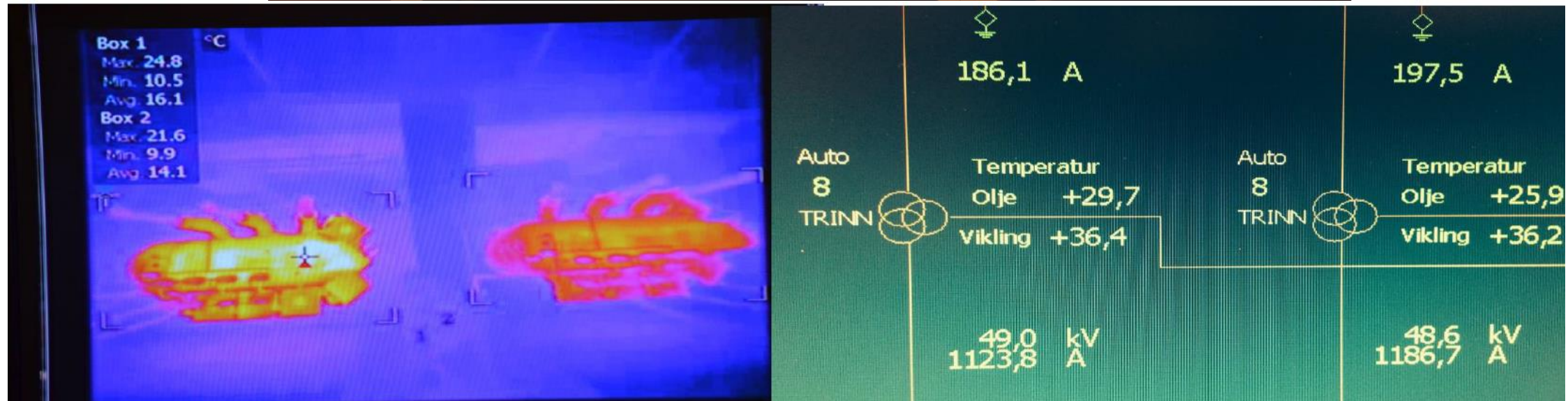
وضعیت ترانسهای شبکه فوق توزیع در شبکه (با ولتاژ اولیه 132 کیلوولت) از نظر طول عمر

وضعیت ترانسفورماتورهای شبکه ۶۶ و ۶۳ کیلوولت کشور از نظر طول عمر



وضعیت ترانسهای شبکه فوق توزیع در شبکه (با ولتاژ اولیه 63 و 66 کیلوولت) از نظر طول عمر

ضرورت بکارگیری پایش لحظه ای تصویری حرارتی وضعیت ترانسفورماتورهای با عمر بالا در مراکز کنترل



ضرورت افزایش ظرفیت و قابلیت های ترانسفورماتورهای شبکه برق ایران

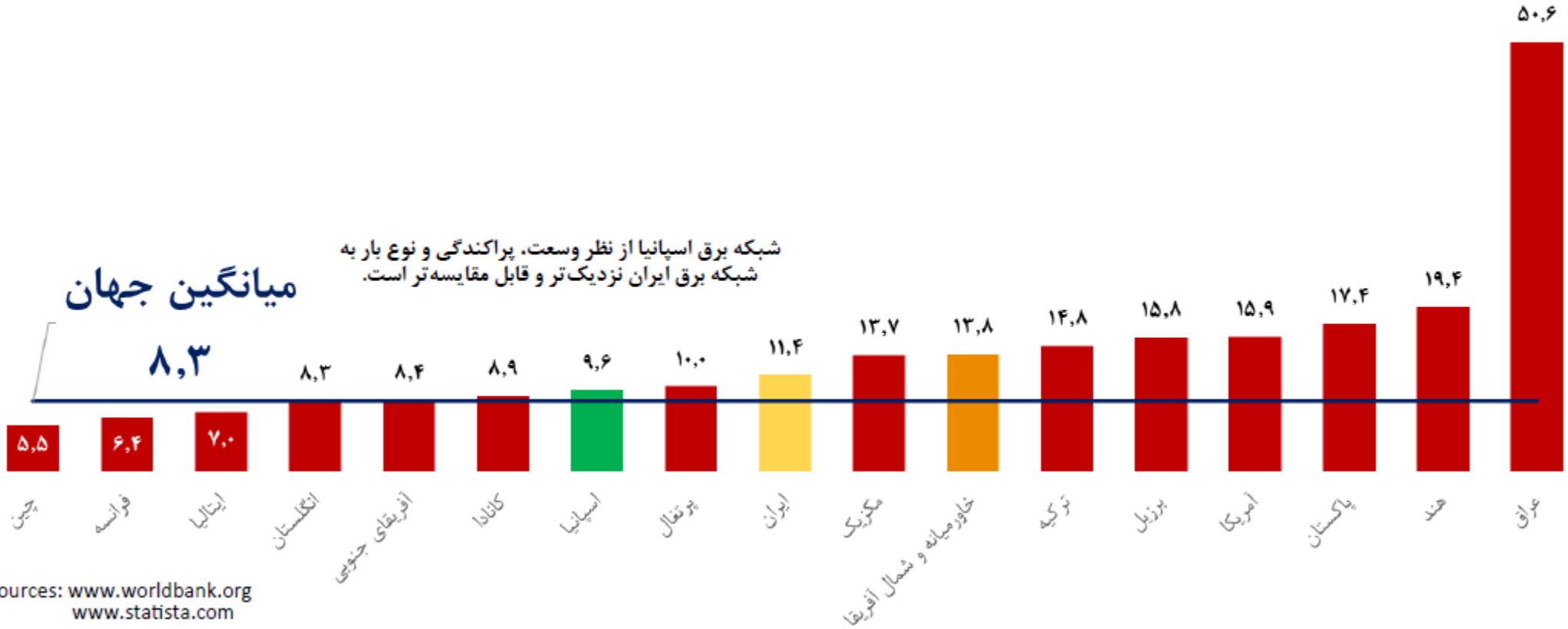
درصد تلفات شبکه انتقال، فوق توزیع و توزیع

درصد تلفات شبکه انتقال، فوق توزیع و توزیع

میانگین جهان

۸,۳

شبکه برق اسپانیا از نظر وسعت، پراکندگی و نوع بار به شبکه برق ایران نزدیک تر و قابل مقایسه تر است.



Sources: www.worldbank.org
www.statista.com

راهنمای نقشه

تلفات (درصد)
قیمت برق (¢/KWh)

٪۱۳/۶



MENA

(Middle East and North Africa)

٪۸/۳



World

USA ٪۵/۹
۱۳

MEX ٪۱۳/۷
۶

CAN ٪۸/۹
۱۱

GBR ٪۸/۳
۲۲

FRA ٪۶/۴
۱۹

ESP ٪۹/۶
۲۴

PRT ٪۱۰
۲۶

ITA ٪۷
۲۷

BRA ٪۱۵/۸
۱۳

TUR ٪۱۴/۸
۱۵

IRN ٪۱۱/۴
۰/۵

IRQ ٪۵۰/۱۶

PAK ٪۱۷/۴

ZAF ٪۸/۴
۹

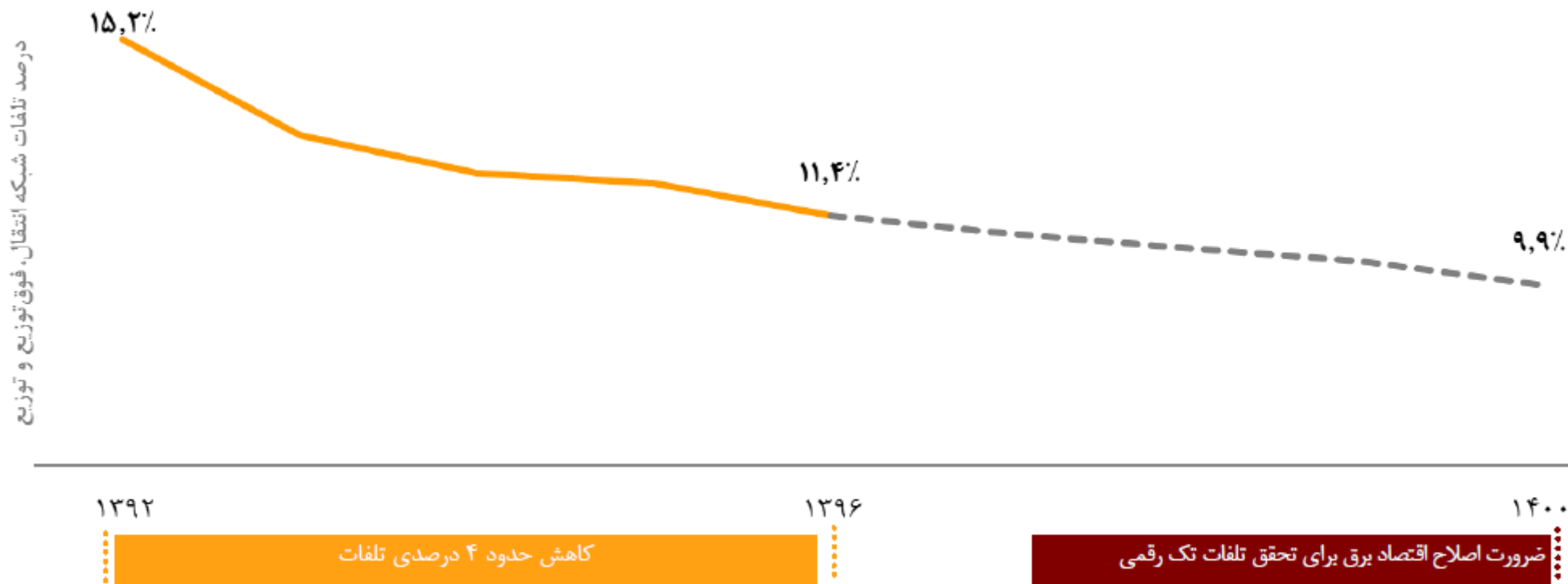
CHN ٪۵/۵
۸

IND ٪۱۹/۴
۸

Source: www.worldbank.org

www.statista.com

برای تداوم روند کاهش تلفات شبکه برق ایران نیاز به افزایش ترانسفورماتور برای کاهش طول فیدرهاست



منبع: آمار تفصیلی صنعت برق ایران

۴ درصد کاهش تلفات شبکه برق ایران

معادل احداث ۲۵۰۰ مگاوات نیروگاه جدید و صرفه جویی بیش از ۸ میلیارد متر مکعب گاز طبیعی است.

تحقق درصد تلفات تک رقمی در شبکه برق ایران نیازمند ۵ هزار میلیارد تومان سرمایه گذاری جدید است.

ترانسفورماتورهای با هسته آمورف

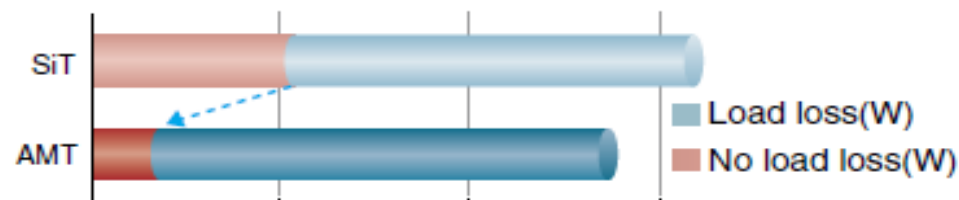
No Load Loss (Iron loss)

The constant loss that always occurs regardless of whether loaded or not.

- Reductin of No Load Loss
 - Reductin of Load Loss
- } Energy Saving
CO₂ Reduction

Load Loss (Copper loss)

The loss occurs because of the flow of load current when loaded.

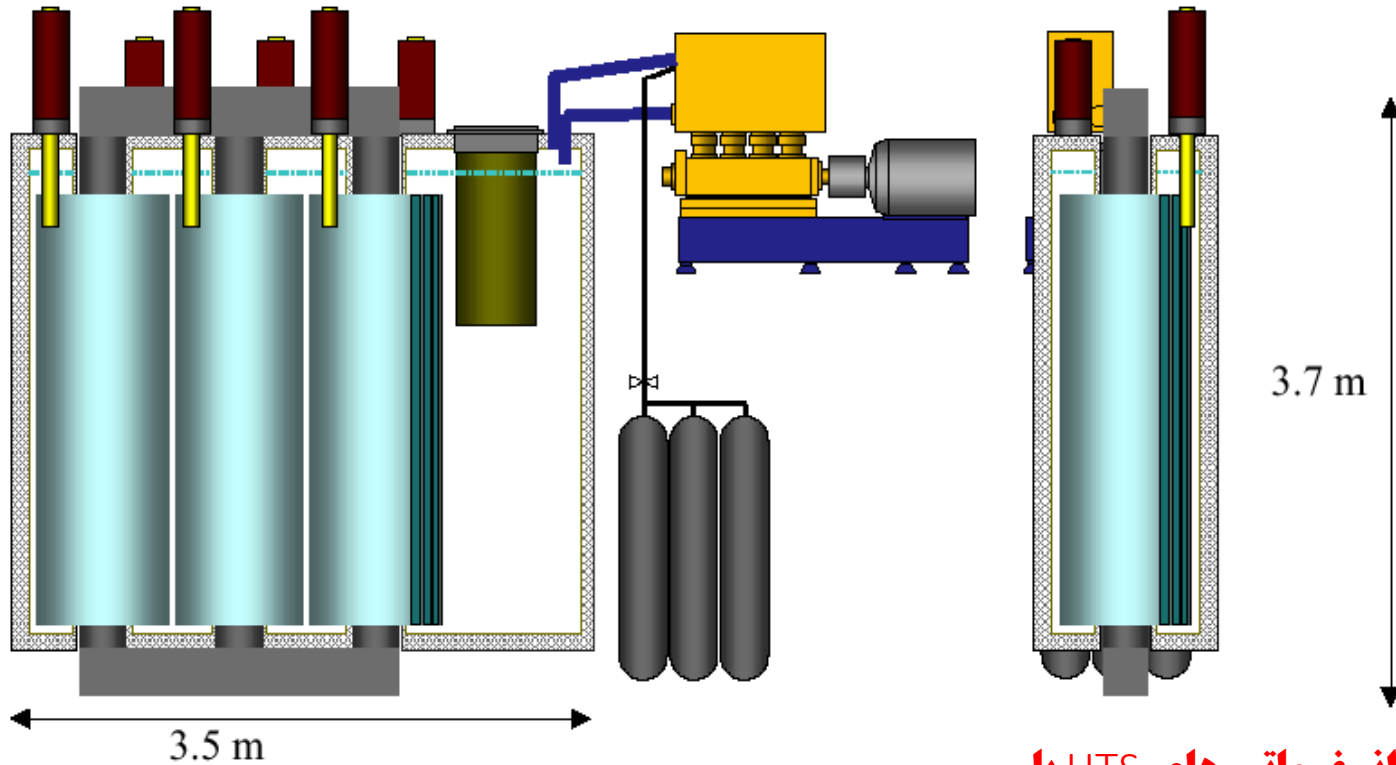


Amorphous Transformer is the Solutions

مواد آمورف مزیت قابل توجهی در کاهش تلفات بی باری دارند. با استفاده از این مواد در هسته ترانسفورماتور، این امکان برای حصول بازده بالا و کاهش تلفات ترانسفورماتور وجود دارد.

ترانسفورماتورهای ابررسانا

- ابررسانایی پدیده ای است که در برخی از مواد در دماهای بسیار پایین اتفاق می افتد که در این حالت مقاومت الکتریکی و میدان مغناطیسی به صفر می رسد. استفاده از این فناوری برای کوچکتر شدن ابعاد ترانسفورماتور و کاهش تلفات بایستی مورد توجه است.



متعلقات اصلی تجهیزات HTS:

- ۱- نوار و سیم پیچهای ابررسانا
- ۲- سیستم تبرید
- ۳- منبع تغذیه و قسمت های کنترلی
- ۴- مدارات مغناطیسی

OIL → LN2

Copper → HTS

در حال حاضر این تکنولوژی در مرحله ساخت ترانسفورماتورهای HTS با توان پایین و در مراحل آزمایشی می باشد.

برای کاهش تلفات نیاز به برنامه‌ریزی زمان-واقعی توان راکتیو از طریق اصلاح تپ ترانسفورماتورهاست

با استفاده بهینه از ابزار کنترل توان راکتیو در شبکه می‌توان در راستای تحقق اهداف استراتژیک صنعت برق (محورهای ۷گانه نقشه راه

صنعت برق) از جمله موارد زیر اقدام نمود.

قابلیت اطمینان و کارایی شبکه‌های برق

✓ کاهش تلفات شبکه برق

پیش شرط تحقق این موضوع **تغییر پله تپ ترانسفورماتور** واحدهای نیروگاهی و

همچنین **تغییر پله تپ ترانسفورماتورهای انتقال** می‌باشد.

راهکارهای تامین منابع مالی تولید کنندگان ترانسفورماتور

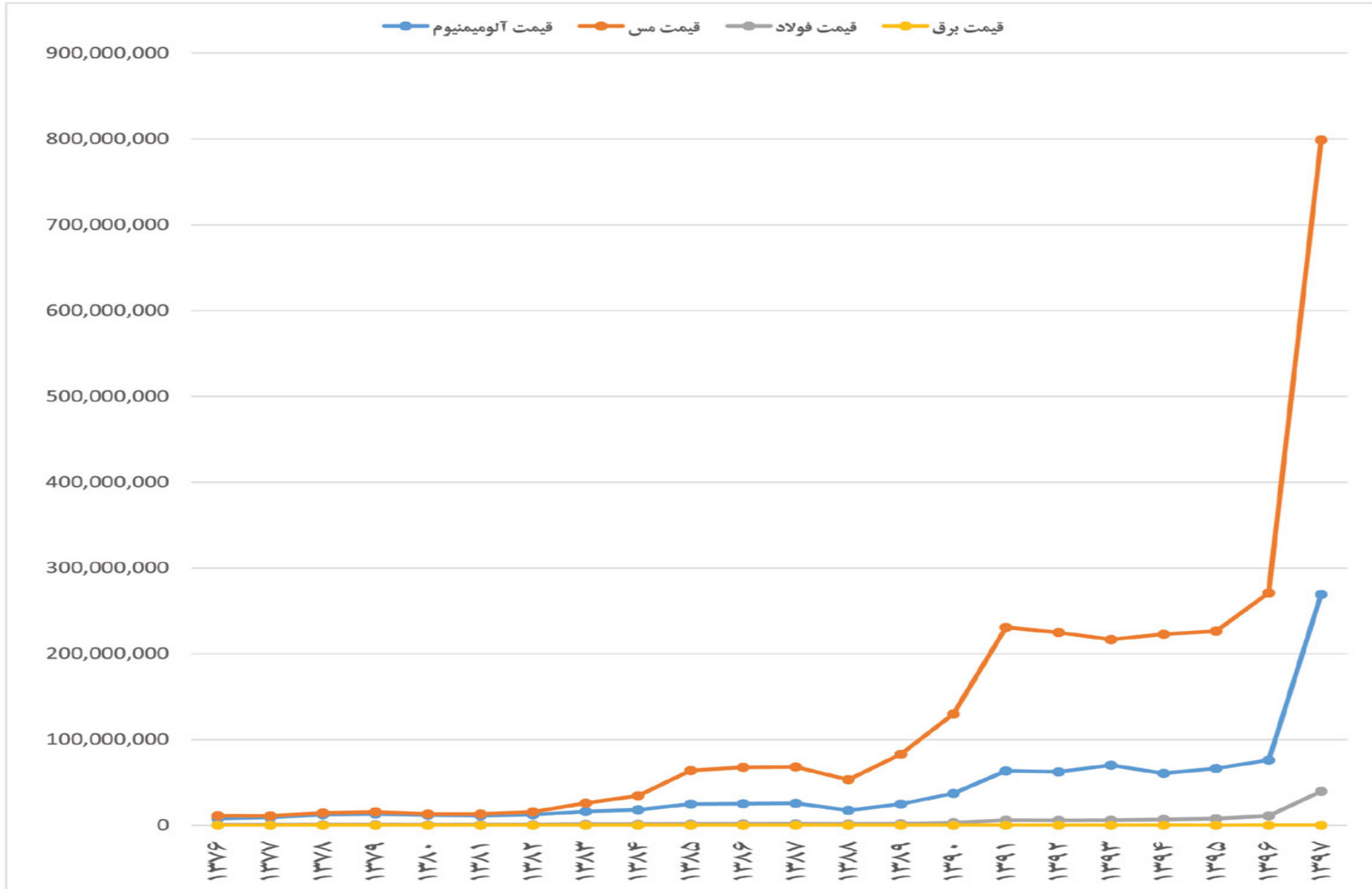
(با توجه به وضعیت مالی و نقدینگی صنعت برق)

چالشهای پیش روی تولیدکنندگان ترانسفورماتور

- ❖ تشدید روزافزون مشکلات **تامین مواد و قطعات خارجی** و افزایش بی رویه قیمت آنها به دلیل اعمال **تحریم های جهانی**
- ❖ خرید مواد، قطعات دستگاه ها و تجهیزات تولیدی به صورت پیش پرداخت و یا خرید نقدی
- ❖ **افزایش شدید نرخ ارز** و افزایش شدید هزینه ها
- ❖ بروز مشکلات همه جانبه ناشی از شرایط رکود اقتصادی داخلی
- ❖ مشکلات ناشی از عدم وصول مطالبات و تشدید مشکلات ناشی از **کمبود نقدینگی**
- ❖ سخت تر شدن شرایط و کاهش امکانات برای اخذ **تسهیلات بانکی**
- ❖ **خودداری تامین کنندگان از قبول سفارشات** به دلیل رعایت تحریم های جهانی
- ❖ **کاهش امکان صادرات** به جهت تشدید تحریم های بین المللی وضع شده

روند افزایشی قیمت فلزات اصلی مورد نیاز صنعت برق

کیلوگرم / ریال



اهمیت تامین مالی توسط شرکتهای تأمین کننده

صنعت برق دیگر صنعتی با توانمندی بالای نقدی نیست و در یکی دو سال آینده تحول چشمگیری در این وضعیت بوقوع نخواهد پیوست لذا حجم بالای قراردادهای خرید به صورت نقدی از این صنعت انتظار نمی رود

فروشنندگان تجهیزات به این صنعت دو راه دارند :

اول کاهش حجم تولید و فروش با توجه به نقدینگی صنعت

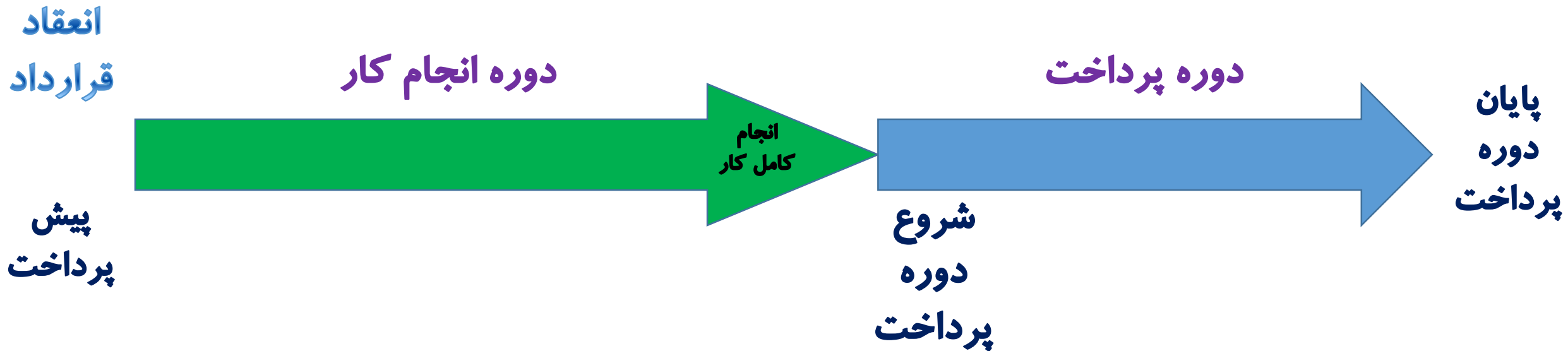
دوم اعطای اعتبار به خریدار برای خرید اقساطی و افزایش حجم تولید و فروش

فاینانس فروشنده

❖ انجام کار : به صورت کلید در دست

❖ روش پرداخت:

ارائه پیش پرداخت و مابقی پس از انجام کامل تعهد و به صورت اقساط



مزایای فاینانس فروشنده

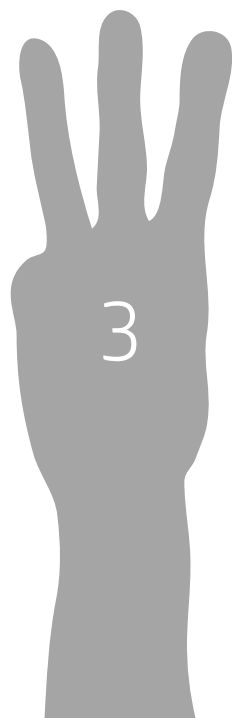
زمینه سازی استفاده
از ظرفیتهای قانونی



سود بیشتر



کاهش قیمت
تمام شده



افزایش فروش



افزایش مزیت رقابتی



جمع بندی

- ❖ نیاز حداقلی سالانه ۷۰۰۰ مگاوات آمپر ترانسفورماتور برای تامین بار ساعات پیک بار
- ❖ نیاز به جایگزینی ۱۷۰۰۰ مگاوات آمپر ترانسفورماتور بالای ۴۰ سال عمر
- ❖ حفظ ۴۵۰۰۰ مگاوات آمپر ترانسفورماتوری که بالای ۳۰ سال عمر دارند و استفاده از سیستم های تشخیص عیب قبل از سوختن
- ❖ نیاز به ۲۰۰۰۰ مگاوات آمپر ترانسفورماتور برای کاهش خاموشی های ناشی از خروج ترانسفورماتورها و کاهش تلفات
- ❖ طراحی و تولید ترانسفورماتورهای متناسب با ظرفیت مورد نیاز صنعت برق و مشخصات اقلیم و ابعاد کوچک
- ❖ طراحی و تولید ترانسفورماتورهای با فناوری جدید برای کاهش تلفات (تلفات بی باری)
- ❖ تمرکز بر تحقیقات علمی و انتقال دانش فنی به داخل کشور جهت بهبود طراحی و ساخت ترانسفورماتور
- ❖ استفاده از شیوه های جدید تأمین مالی برای پاسخگویی نیاز کشور

باتشكر