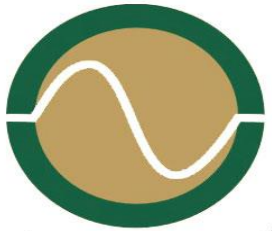


سندیکای شرکت های تولیدکننده برق

تولید برق با ملاحظات زیست محیطی و توسعه پایدار

۴ اردیبهشت ۱۳۹۷

بررسی وضع موجود نیروگاه های تولیدی برق در سال ۱۳۹۶

شرح				افزایش سال ۹۶	تا پایان سال ۹۶(جمع کل)	جمع کل ۱۳۹۵	درصد رشد سال ۹۶ به ۹۵
قدرت	قدرت نامی نیروگاه ها		مگاوات	۲۴۷۲	۷۸۹۰۰	۷۶۴۲۸	۳.۲
	میانگین قدرت عملی نیروگاه ها			۱۸۷۳	۶۸۴۷۱	۶۶۵۹۸	۲.۸
	قدرت عملی نیروگاه ها در زمان پیک	حرارتی		۱۸۱۹	۴۹۱۷۱	۴۷۳۵۲	۳.۸
		برق آبی و تجدید پذیر		-۴۸۲	۱۱۳۲۲	۱۱۸۰۴	-۴.۱
		جمع		۱۳۳۷	۶۰۴۹۳	۵۹۱۵۶	۲.۳
	توان تولیدشده همزمان در پیک	حرارتی		۲۱۸۶	۴۴۹۴۷	۴۲۷۶۱	۵.۱
		برق آبی و تجدید پذیر		۲۵۰	۹۰۶۸	۸۸۱۸	۲.۸
		جمع		۲۴۳۷	۵۴۰۱۶	۵۱۵۷۹	۴.۷
	بار تامین شده همزمان با حداکثر نیاز مصرف			۲۴۶۴	۵۴۶۲۳	۵۲۱۵۹	۴.۷
	حداکثر نیاز مصرف اصلاح شده همزمان			۲۴۱۸	۵۵۶۱۶	۵۳۱۹۸	۴.۵

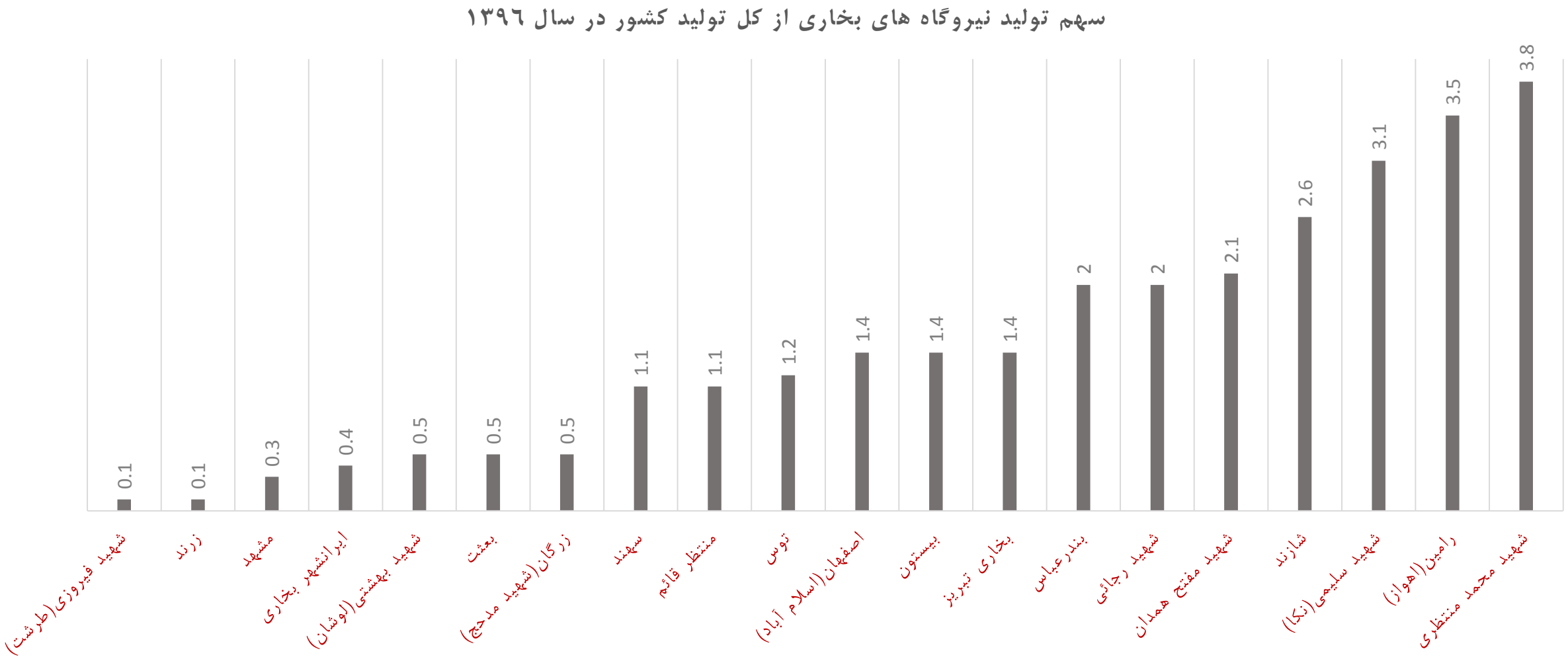
بررسی وضع موجود نیروگاه های تولیدی برق در سال ۱۳۹۶

شرح			افزایش سال ۹۶	تا پایان سال ۹۶(جمع کل)	جمع کل ۱۳۹۵	درصد رشد سال ۹۶ به ۹۵
انرژی	تولید ناویژه نیروگاه ها	میلیون کیلو وات ساعت	۲۳۲۸۳	۳۱۲۴۷۹	۲۸۹۱۹۶	۸.۱
	مصارف داخلی نیروگاه ها		۷۶۷	۹۰۵۱	۸۲۸۴	۹.۳
	تولید ویژه نیروگاه ها		۲۲۵۱۶	۳۰۳۴۲۸	۲۸۰۹۱۲	۸
	انرژی دریافت شده برون مرزی		-۳۰۹	۳۹۱۲	۴۲۲۱	-۷.۳
	انرژی ارسال شده برون مرزی		۱۱۸۳	۷۸۷۱	۶۶۸۸	۱۷.۷
	ضریب بار تولیدی	درصد	۲.۲	۶۶.۰	۶۳.۸	۲.۲
	ضریب بهره برداری از نیروگاه ها		۲.۷	۵۲.۱	۴۹.۴	۲.۷

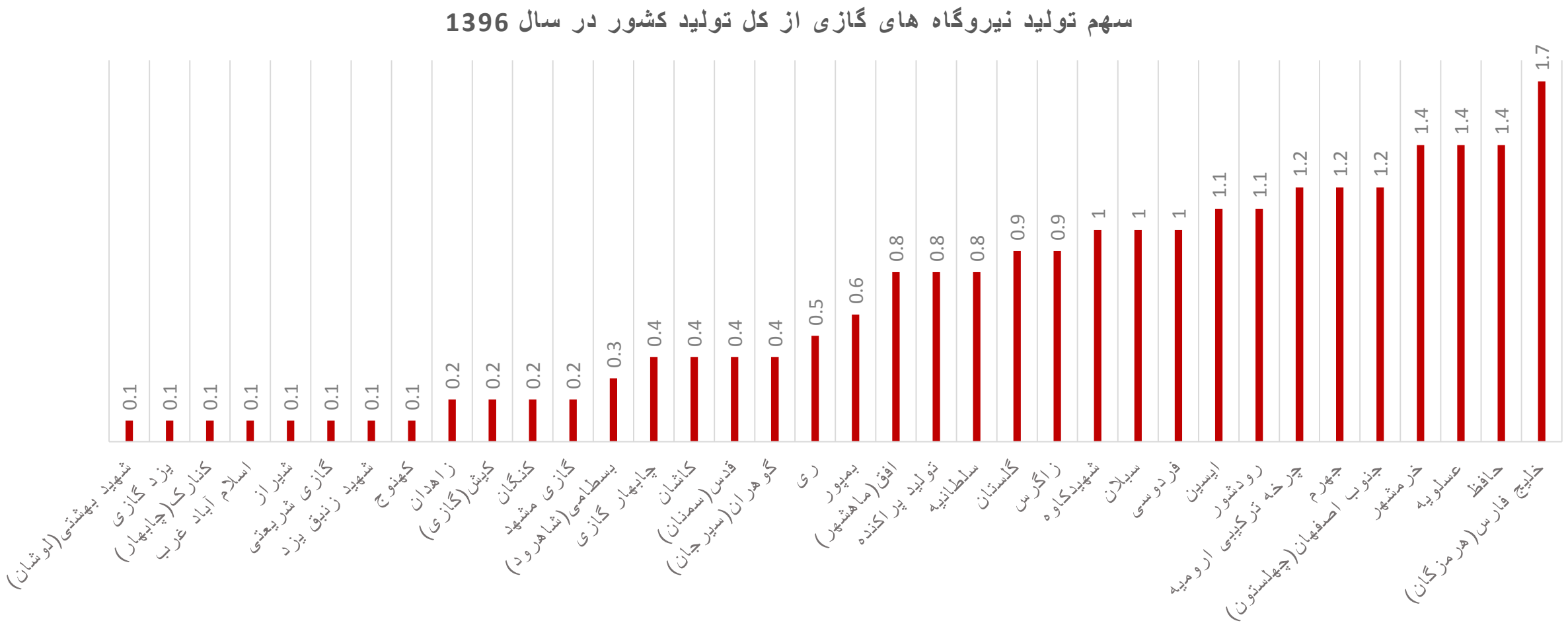
بررسی وضع موجود نیروگاه های تولیدی برق در سال ۱۳۹۶

شرح			افزایش سال ۹۶	تا پایان سال ۹۶(جمع کل)	جمع کل ۱۳۹۵	درصد رشد سال ۹۶ به ۹۵
سوخت مصرفی	گاز	میلیون متر مکعب	۷۶۷۲	۶۹۴۵۴	۶۱۷۸۲	۱۲.۴
	گازوئیل	میلیون لیتر	-۹۰۷	۴۹۶۰	۵۸۶۷	-۱۵.۵
	نفت کوره		-۷۱۴	۳۷۷۰	۴۴۸۴	-۱۵.۹
	ارزش حرارتی سوخت ها	میلیارد کیلو کالری	۴۹۶۳۳	۶۵۴۴۸۹	۶۰۴۸۵۶	۸.۲
	متوسط راندمان نیروگاه های حرارتی	درصد	۰.۱	۳۷.۹	۳۷.۸	۰.۱
	متوسط راندمان کل نیروگاه ها		-۰.۱	۴۱.۱	۴۱.۱	-۰.۱

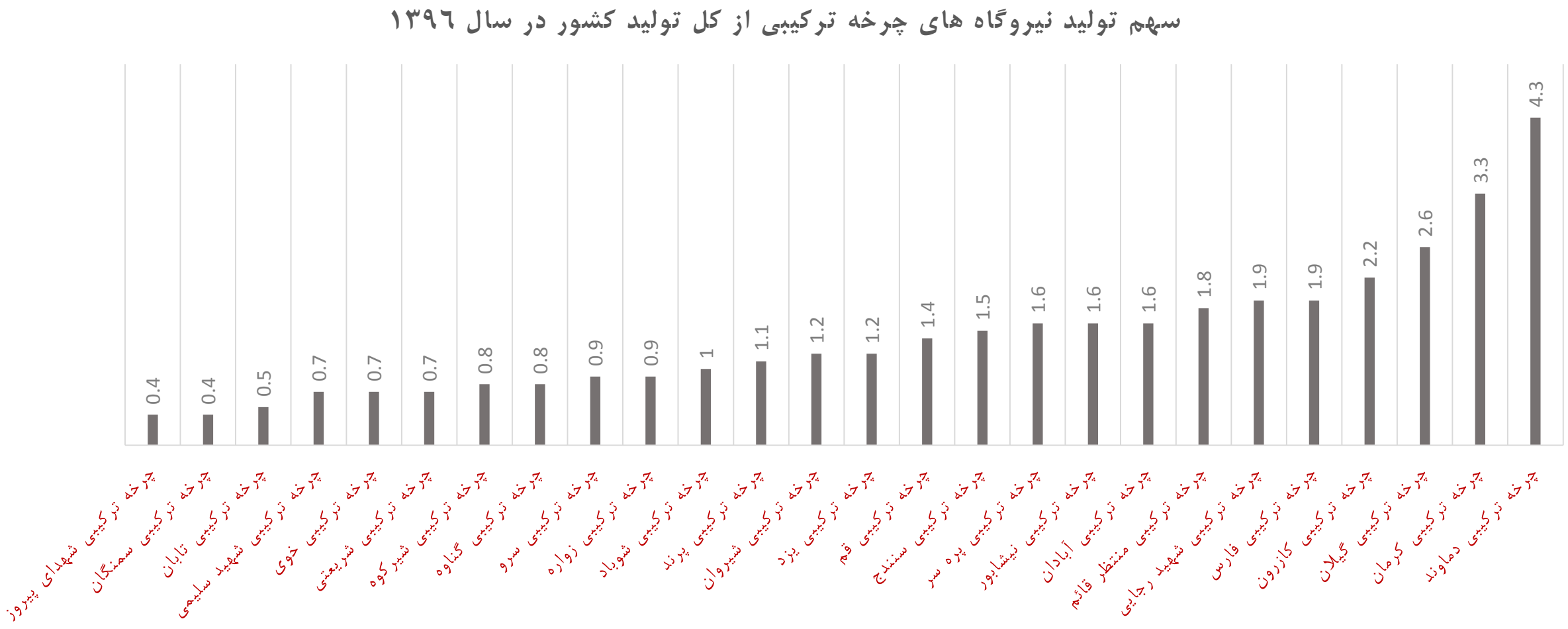
بررسی وضع موجود نیروگاه های تولیدی برق در سال ۱۳۹۶



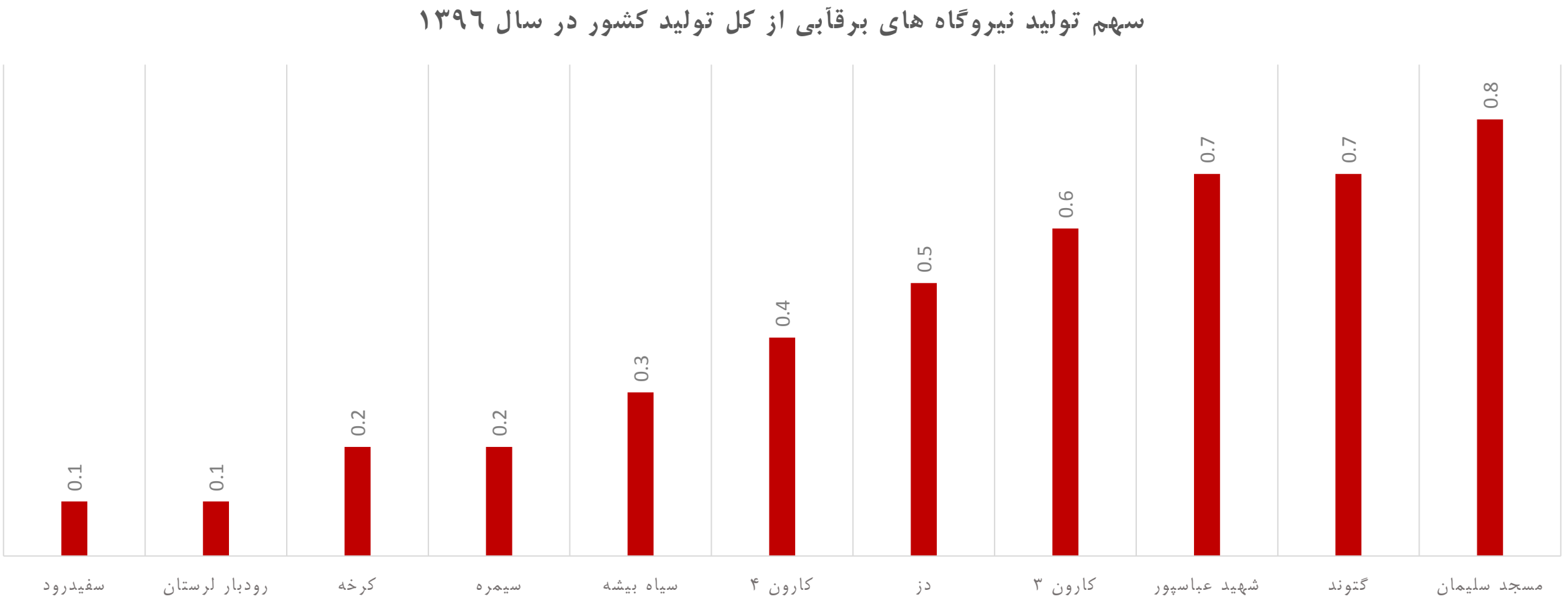
بررسی وضع موجود نیروگاه های تولیدی برق در سال ۱۳۹۶



بررسی وضع موجود نیروگاه های تولیدی برق در سال ۱۳۹۶



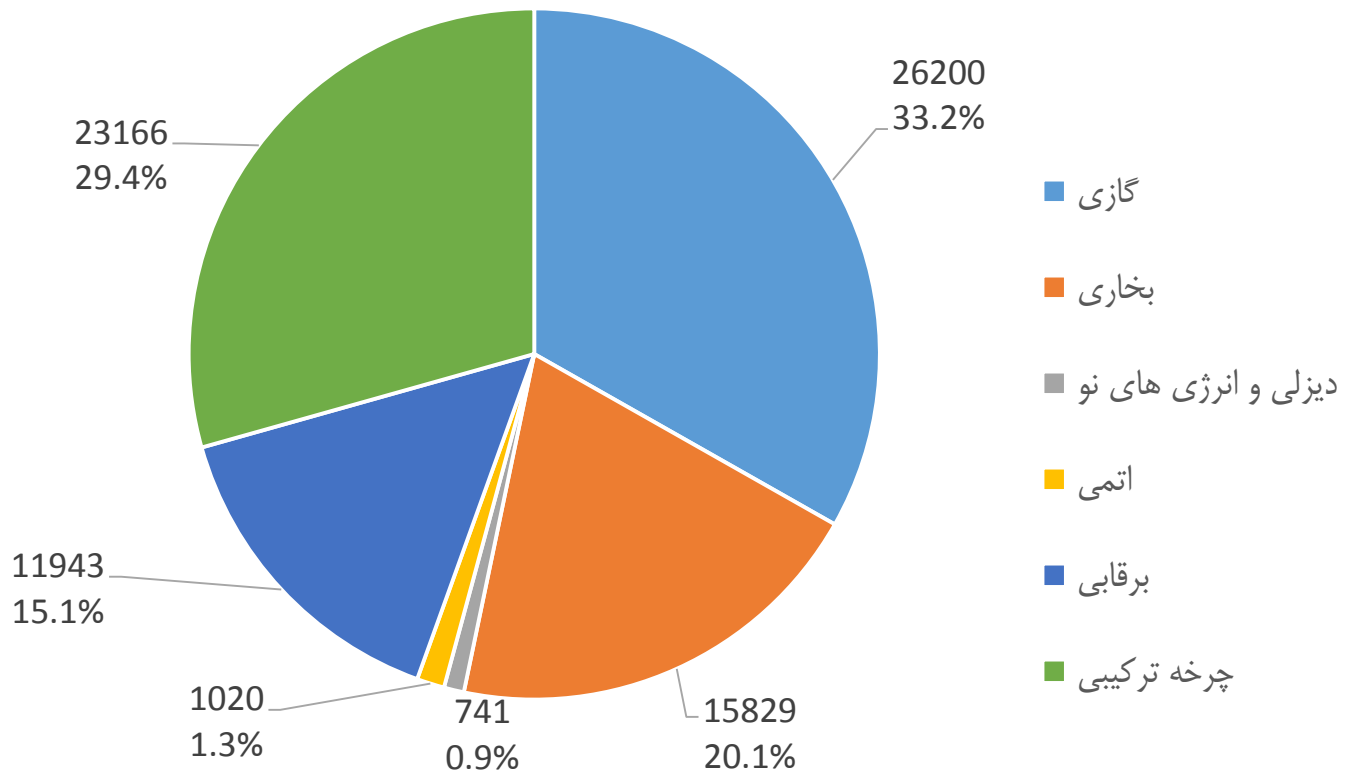
بررسی وضع موجود نیروگاه های تولیدی برق در سال ۱۳۹۶



بررسی وضع موجود نیروگاه های تولیدی برق در سال ۱۳۹۶

سهم نیروگاه های گازی ۳۳ درصد، بخاری ۲۰ درصد و سیکل ترکیبی حدود ۳۰ درصد از ظرفیت نامی کل نیروگاه های کشور و سهم نیروگاه های منابع انرژی پاک و تجدید پذیر کمتر از ۱ درصد

مقدار و سهم ظرفیت نامی انواع نیروگاه های موجود در پایان سال ۱۳۹۶



تحلیل وضعیت تولید برق با ملاحظات توسعه پایدار

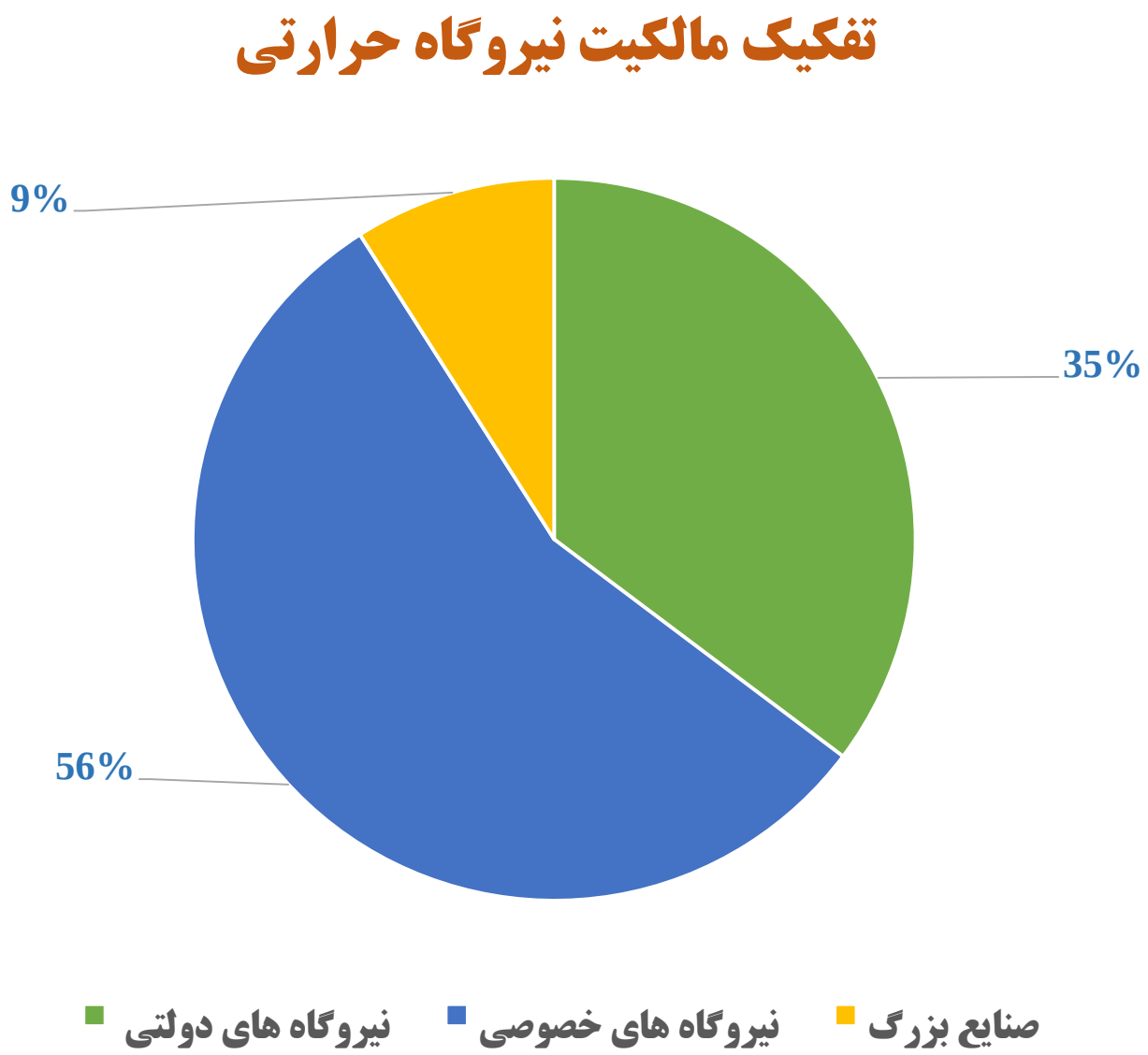
در تحلیل وضعیت تولید برق در نیروگاه های حرارتی با ملاحظات توسعه پایدار توجه به بعد هدر رفت آب و مصرف بالای سوخت که منجر به تولید آلاینده های زیست محیطی می شود، حائز اهمیت است.

راندمان نیروگاه های حرارتی

مصرف آب نیروگاه های حرارتی

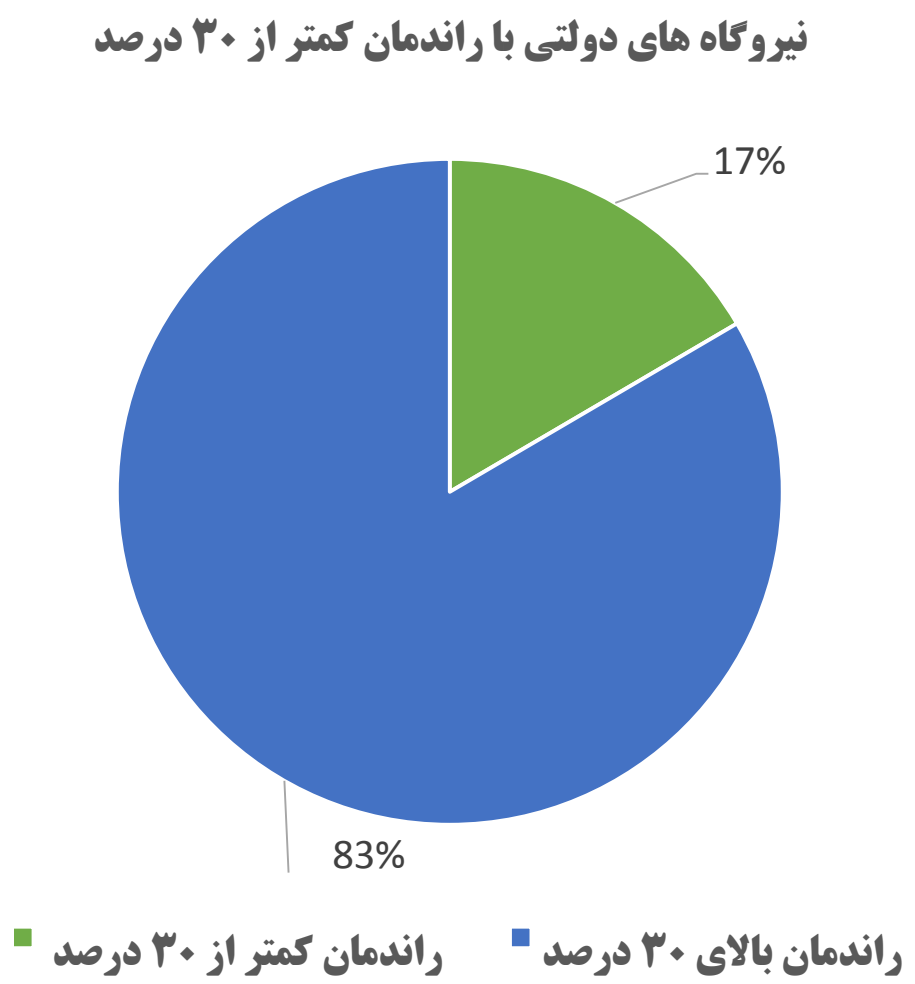
بررسی وضع موجود نیروگاه های تولیدی برق در سال ۱۳۹۶

۳۵ درصد از نیروگاه های حرارتی کشور متعلق به بخش دولتی با ظرفیت حدود ۲۳۰۰۰ مگاوات و ۵۶ درصد از نیروگاه های حرارتی کشور متعلق به بخش غیردولتی با ظرفیت ۳۷۰۰۰ مگاوات میباشد.



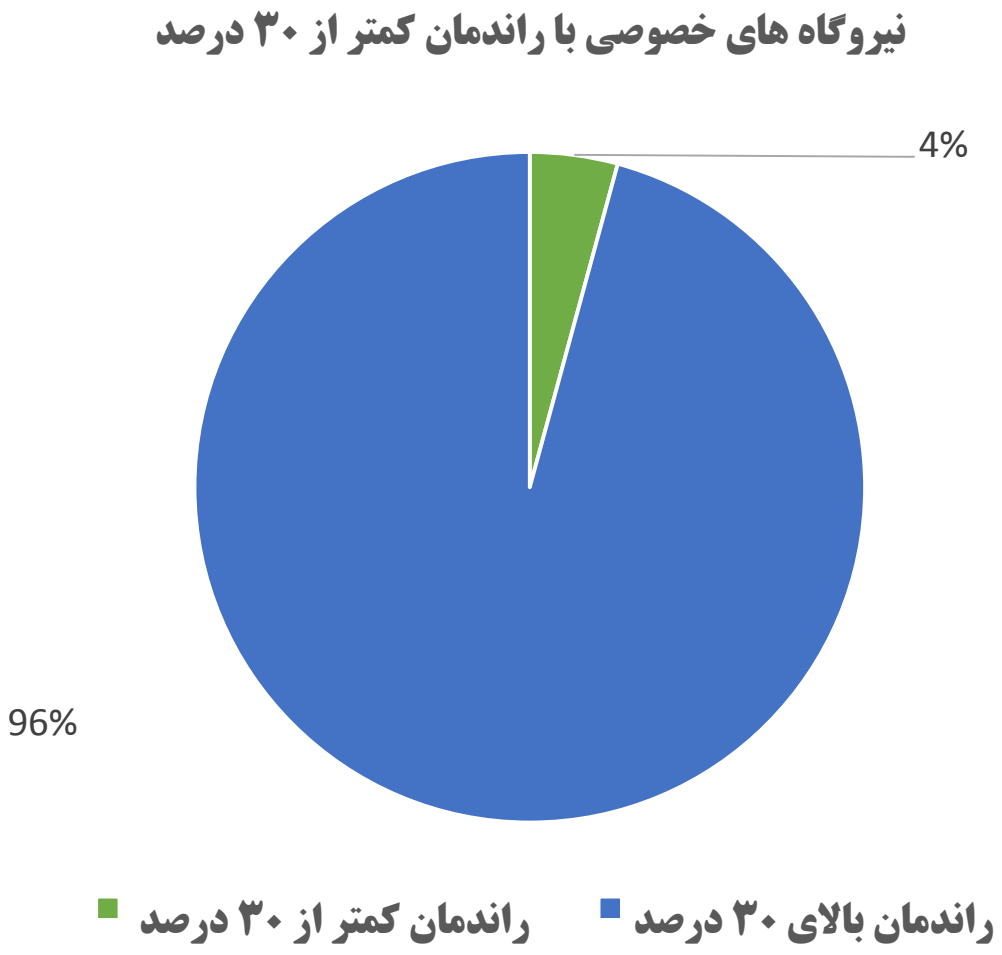
بررسی وضع موجود نیروگاه های تولیدی برق در سال ۱۳۹۶

بیش از ۲۸۰۰ مگاوات از نیروگاه های دولتی راندمان کمتر از ۳۰ درصد دارند که ۱۷ درصد نیروگاه ها را تشکیل می دهند.



بررسی وضع موجود نیروگاه های تولیدی برق در سال ۱۳۹۶

کمتر از ۱۵۰۰ مگاوات از نیروگاه های خصوصی دارای راندمان کمتر از ۳۰ درصد می باشند که ۴ درصد نیروگاه ها را تشکیل می دهند.



نتایج بررسی وضعیت آلایندگی نیروگاه های با راندمان کمتر از ۳۰ درصد

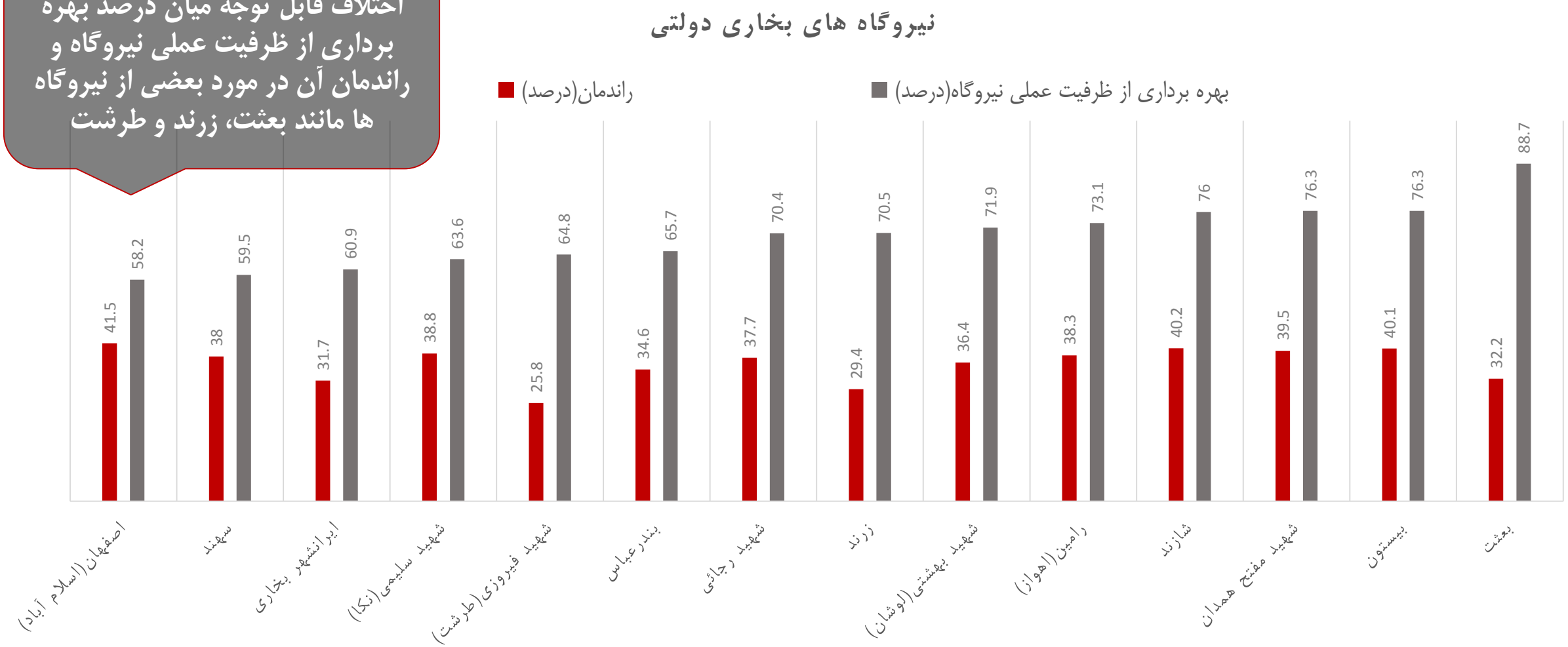
تولید نیروگاه های حرارتی با راندمان کمتر از ۳۰ درصد بمدت یک ساعت، حدود ۵۰۰ هزار مترمکعب سوخت در ساعت بمصرف می رساند که در صورت جایگزینی با نیروگاه های سیکل ترکیبی کلاس F (راندمان ۵۸/۵ درصد)، بالغ بر ۳۰۰ هزار مترمکعب سوخت در ساعت صرفه جوئی می گردد.

با توجه به نرخ گاز صادراتی بمیزان۱۸ سنت دلار بازای هرمترمکعب، در هر ساعت حدود ۴۲.۰۰۰ دلار و با احتساب کارکرد متوسط ۵۴۰۰ ساعت در سال، رقمی بالغ بر ۲۹۰ میلیون دلار معادل ۱.۲۱۸ میلیارد ریال صرفه جوئی شده که می توان از منابع حاصله حدود ۱۴۰ مگاوات نیروگاه خورشیدی و یا بیش از۲۸۰ مگاوات نیروگاه حرارتی سیکل ترکیبی در هر سال احداث نمود.

به ازای افزایش یک درصد راندمان، رقمی حدود ۲۸۳ میلیون دلار معادل ۱۱۹۰۰ میلیارد ریال صرف سوخت نیروگاه‌های کشور می گردد.

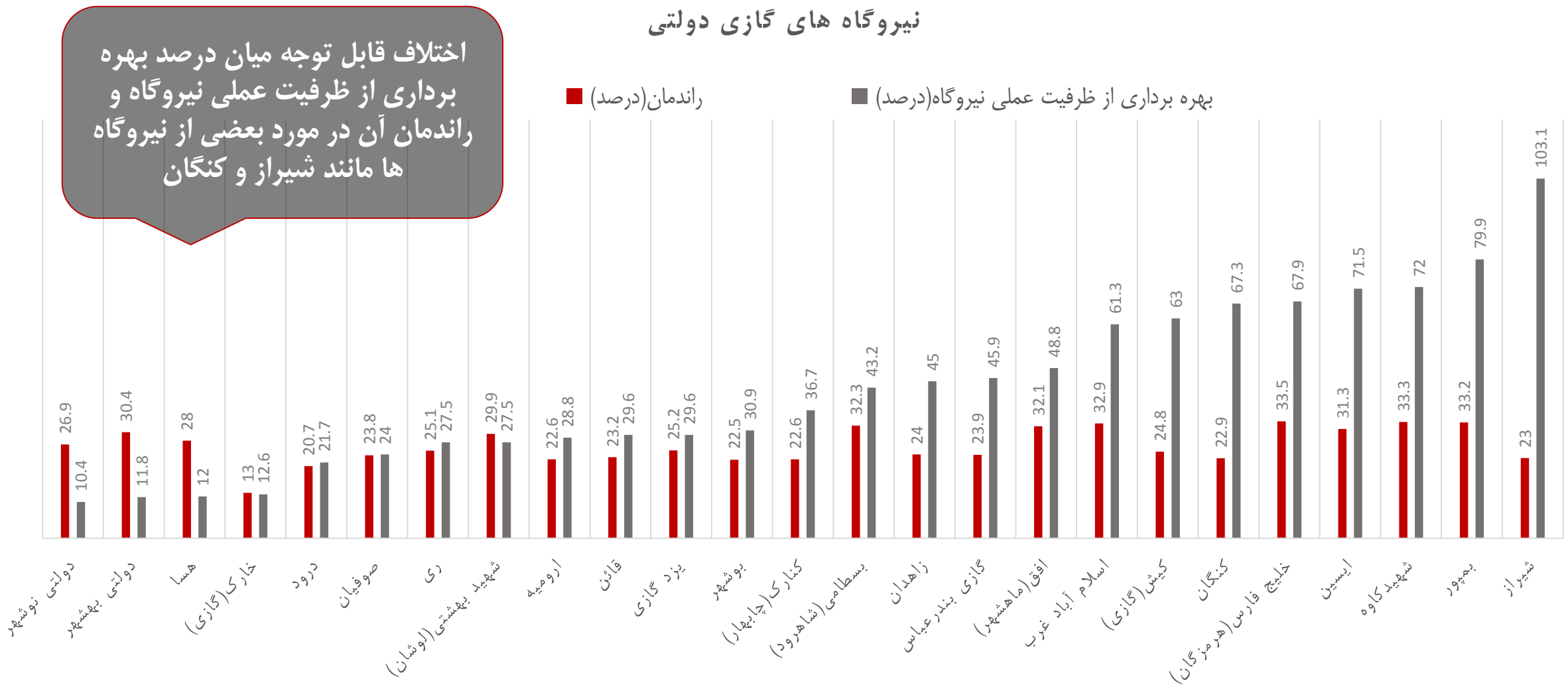
بررسی راندمان نیروگاه های تولیدی برق (۱۳۹۶)

اختلاف قابل توجه میان درصد بهره برداری از ظرفیت عملی نیروگاه و راندمان آن در مورد بعضی از نیروگاه ها مانند بعثت، زرند و طرشت

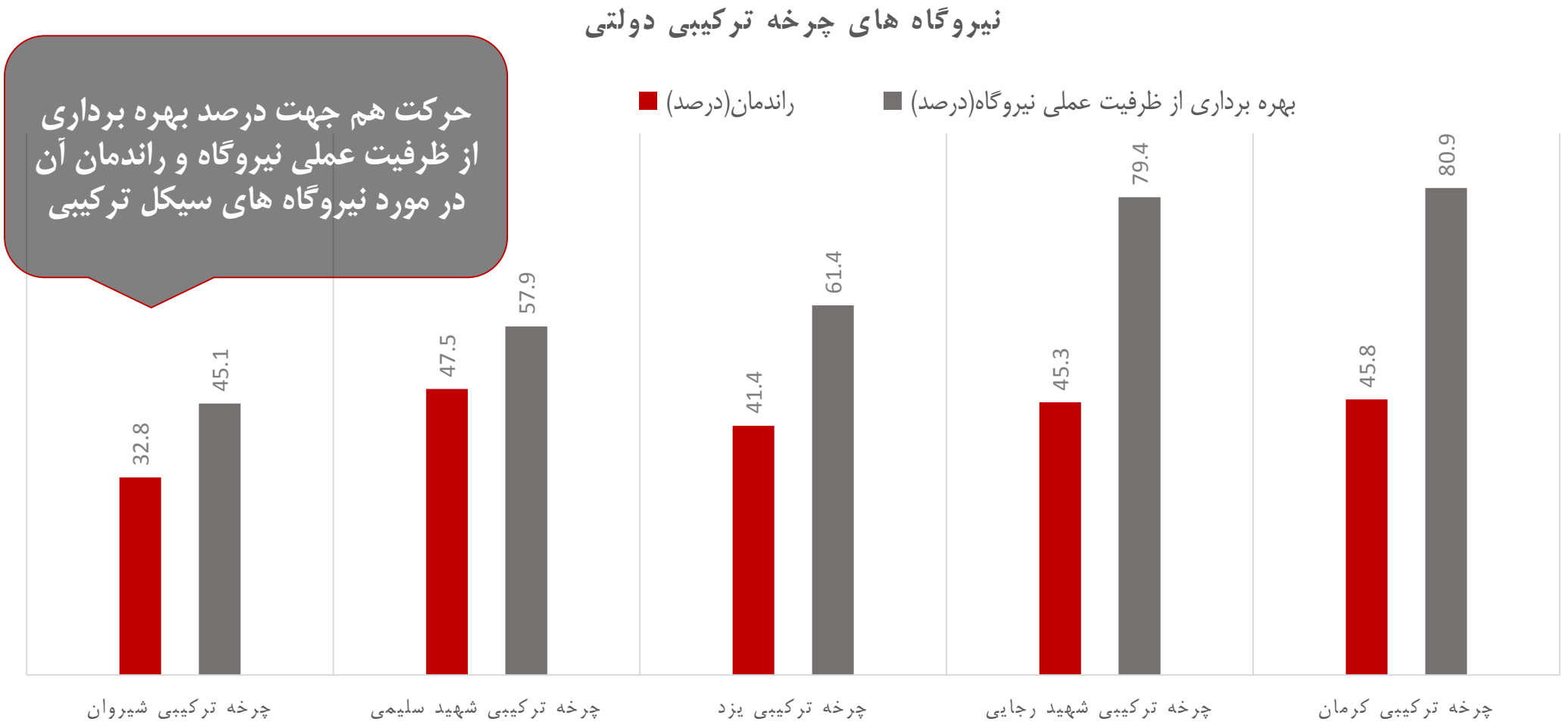


بررسی راندمان نیروگاه های تولیدی برق (۱۳۹۶)

اختلاف قابل توجه میان درصد بهره برداری از ظرفیت عملی نیروگاه و راندمان آن در مورد بعضی از نیروگاه ها مانند شیراز و کنگان

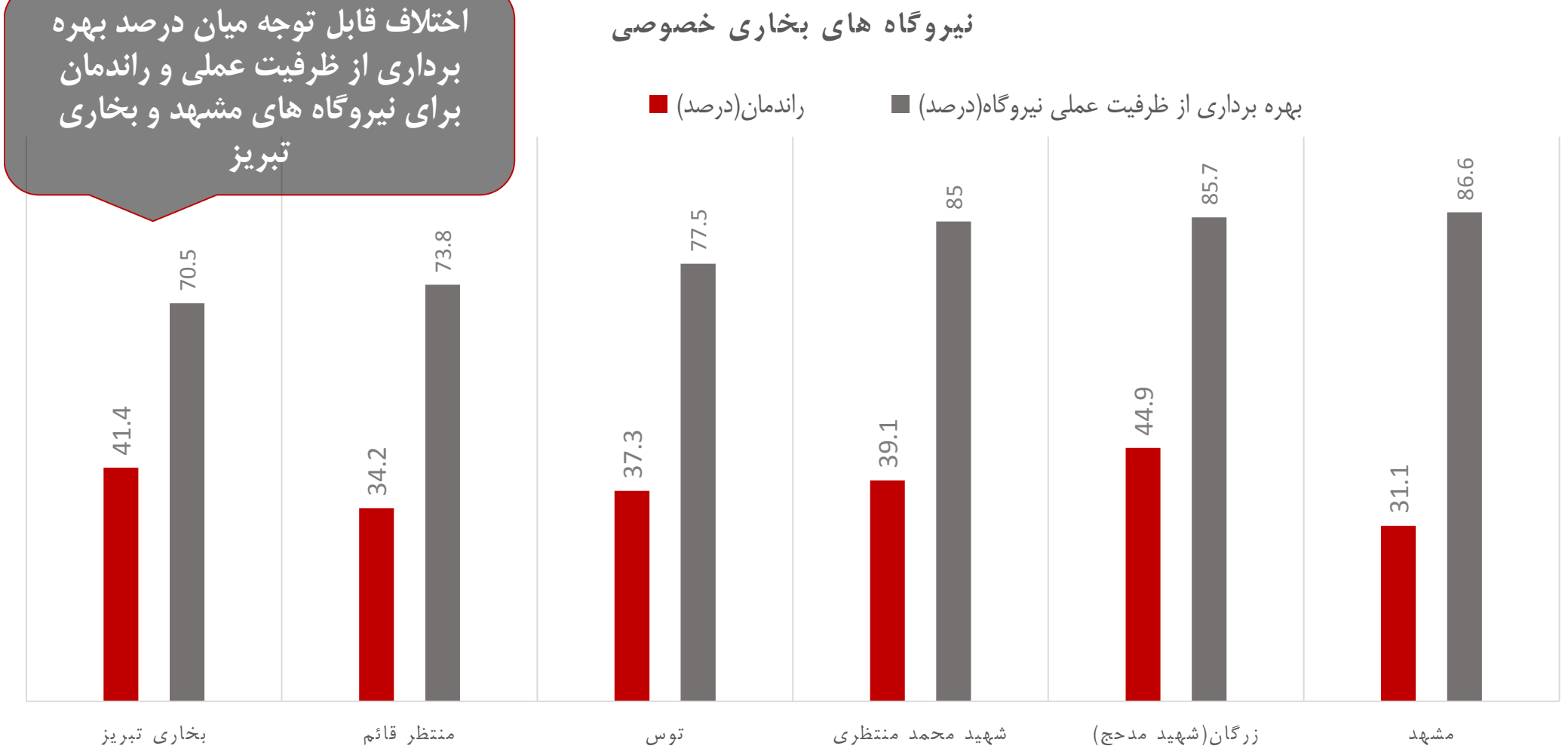


بررسی راندمان نیروگاه های تولیدی برق (۱۳۹۶)

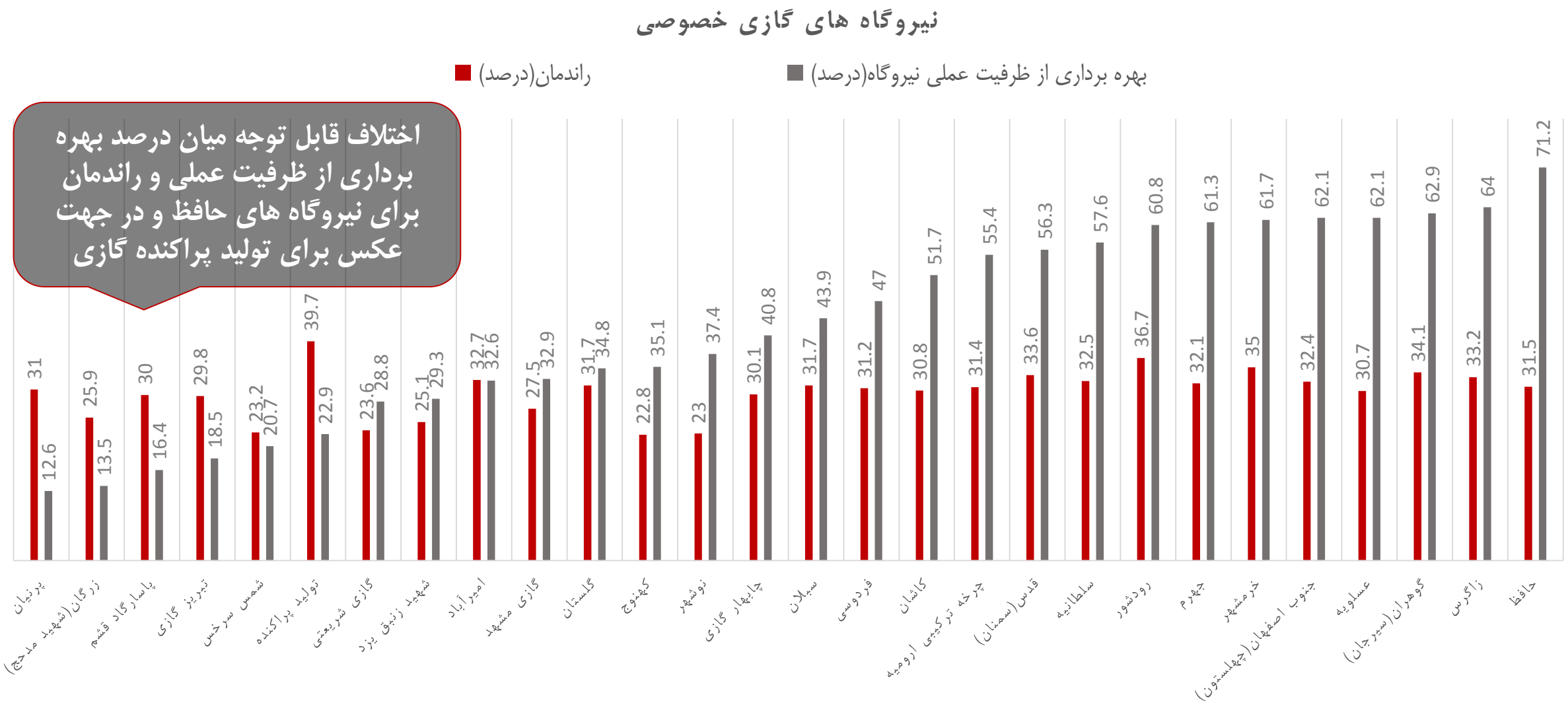


بررسی راندمان نیروگاه های تولیدی برق (۱۳۹۶)

اختلاف قابل توجه میان درصد بهره برداری از ظرفیت عملی و راندمان برای نیروگاه های مشهد و بخاری تبریز

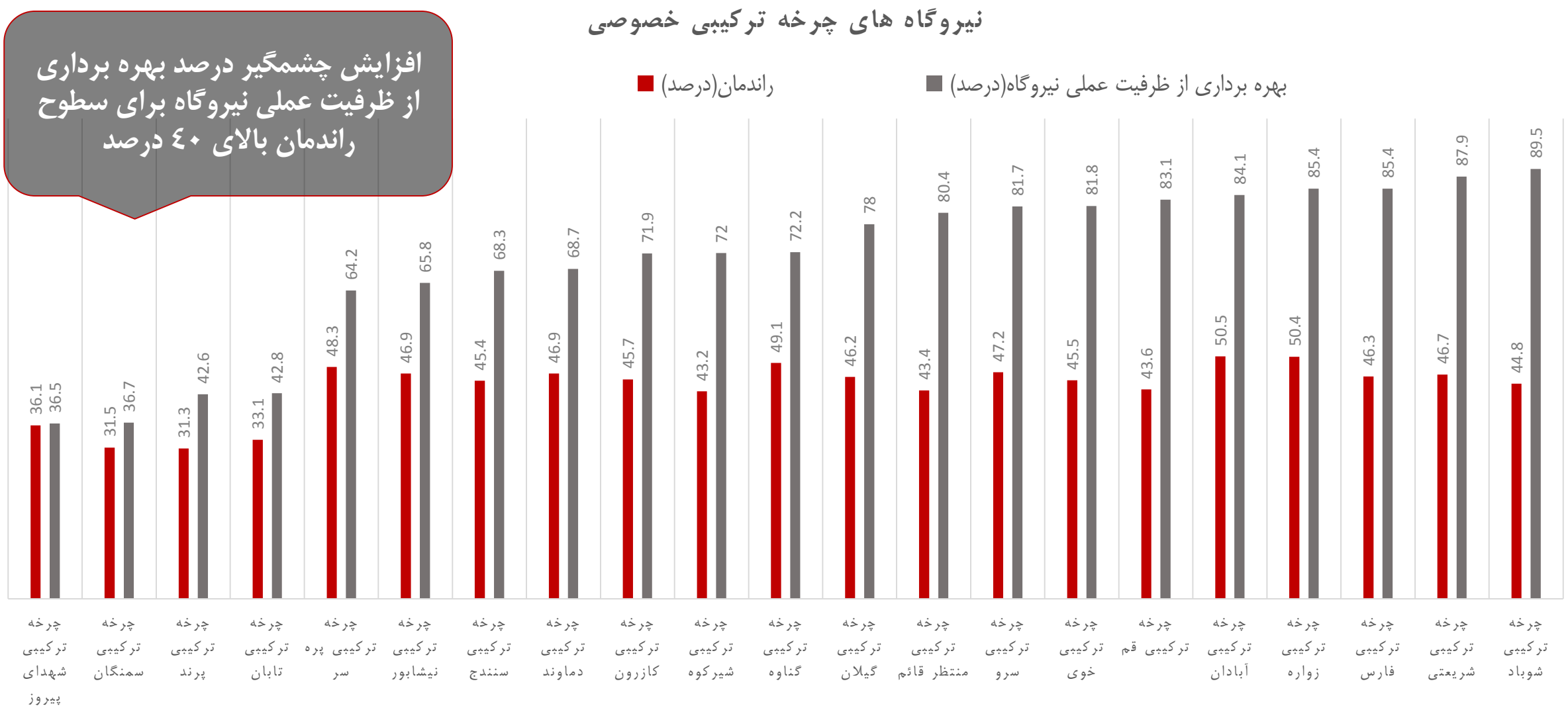


بررسی راندمان نیروگاه های تولیدی برق (۱۳۹۶)



بررسی راندمان نیروگاه های تولیدی برق (۱۳۹۶)

افزایش چشمگیر درصد بهره برداری از ظرفیت عملی نیروگاه برای سطوح راندمان بالای ۴۰ درصد



تحلیل راندمان نیروگاه های تولیدی برق در سال ۱۳۹۶

میانه راندمان نیروگاه های بخاری، گازی و سیکل ترکیبی خصوصی و دولتی(به استثنای صنایع بزرگ)

٪۳۲.۷

۵۷ درصد بنگاه های دولتی و ۴۵ درصد بنگاه های خصوصی در طبقه بنگاه های با راندمان کمتر از متوسط.	وجود نیروگاه های بخاری با بازده کمتر از متوسط در شهرهای بزرگ با آلودگی فصلی بالا مانند تهران، همچون بعثت و طرشت که با تعدادی از نیروگاه های با راندمان بالای متوسط سهم یکسانی از کل تولید کشور دارند.	نیروگاه های با راندمان کمتر از متوسط خصوصی و دولتی(به استثنای صنایع بزرگ) مجموعا صاحب سهم ۱۸ درصدی از کل تولید کشور هستند.

تحلیل تولید آلاینده ها در نیروگاه های تولیدی برق(۱۳۹۵)

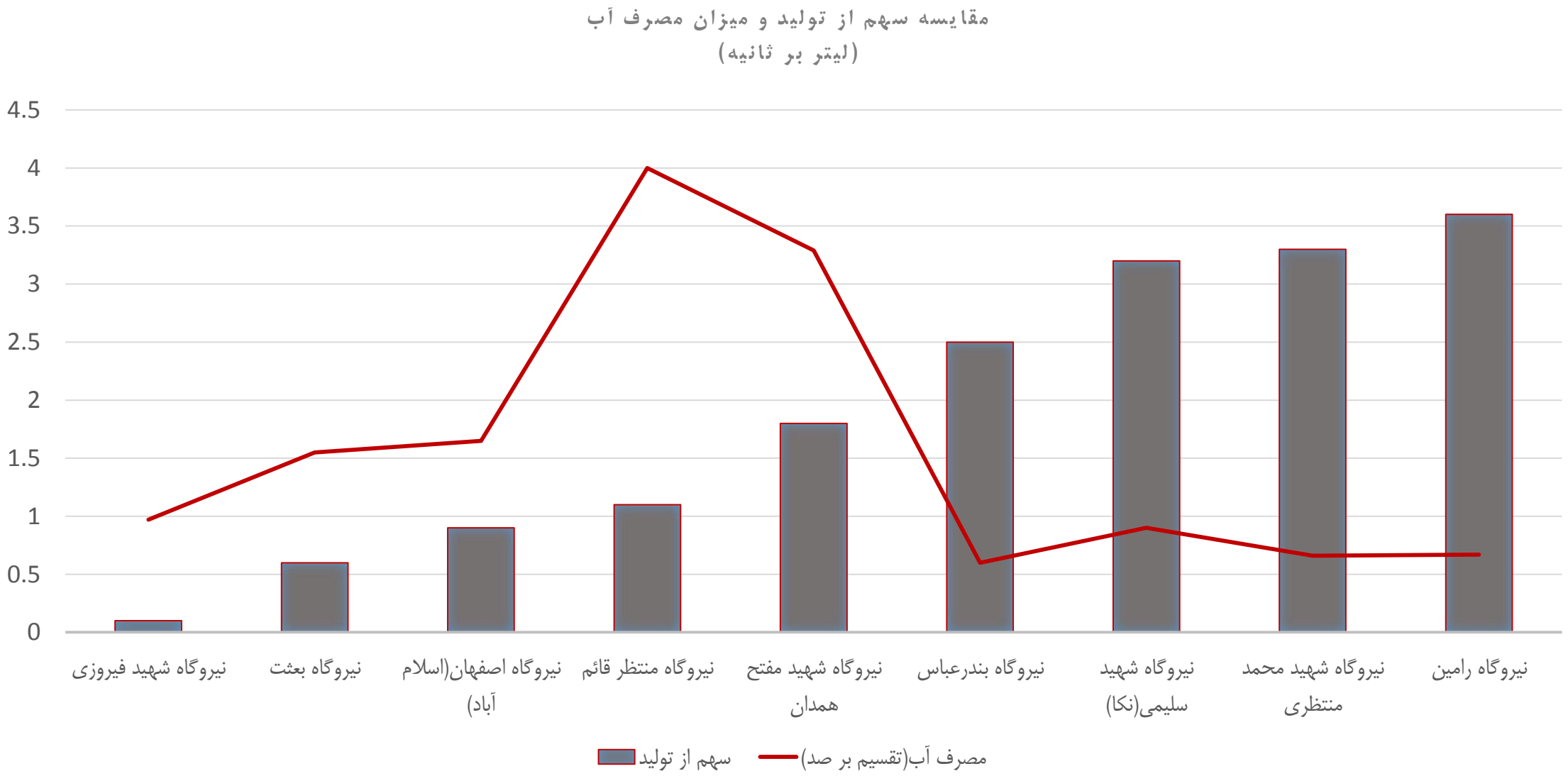
۳۰ درصد از حدود ۶۰۲ میلیارد تن گاز دی اکسید کربن و۴۲ درصد از حدود ۱.۵ میلیون تن دی اکسید سولفور تولیدی صنایع مربوط به بخش نیروگاه های کشور می باشد.

مجموع قدرت نامی نیروگاه های با راندمان کمتر از ۳۳ درصد بالغ بر ۲۵۰۰ مگاوات می باشد که متوسط راندمان این نیروگاه ها حدود ۲۵ درصد بوده و در صورت جایگزینی با نیروگاه های تکنولوژی کلاس F حدود ۹۰۰ میلیون متر مکعب در سال در سوخت مصرفی صرفه جوئی شده و ۴۳ درصد از میزان آلایندگی کاسته میشود.

بررسی وضعیت مصرف آب در نیروگاه های تولیدی برق(۱۳۹۵)

نیروگاه	سن نیروگاه (سال)	قدرت نامی(مگاوات)	مصرف آب(میلیون متر مکعب در سال)	مصرف آب(لیتر بر ثانیه)	راندمان (درصد)
نیروگاه اصفهان(اسلام آباد)	٤٠	٨٣٥	٢٩٤٥	١٦٥	٣٧
نیروگاه شهید محمد منتظری	٣٣	١٦١٦	١٦٤٣	٦٦	٣٨
نیروگاه شهید مفتح همدان	٢٣	١٠٠٠	٨٥٢١	٣٢٩	٣٨
نیروگاه بعثت	٤٠	٢٤٨	٤٤٢٩	١٥٥	٣٢
نیروگاه شهید فیروزی	٥٨	٥٠	٢١٧٣	٩٧	٢٢
نیروگاه منتظر قائم	٤٦	١٦٢٣	١٠٢٥١	٤٠٠	٣٣
نیروگاه رامین	٣٨	١٩٠٣	١٥٦٦	٦٧	٣٨
نیروگاه شهید سلیمی(نکا)	٣٨	١٧٨٠	٢١٤٢	٩٠	٣٧
نیروگاه بندرعباس	٣٧	١٢٨٠	١٥١٢	٦٠	٣٥

بررسی وضعیت مصرف آب در نیروگاه های تولیدی برق(۱۳۹۵)



نتایج وضعیت مصرف آب نیروگاه های فرسوده با سن و مصرف آب بالا

درصورت تولید نیروگاه های حرارتی با مصرف آب بالای ۶۰ لیتر بر ثانیه بمدت یک ساعت، بالغ بر ۵ میلیون مترمکعب آب در ساعت به مصرف رسیده که درصورت جایگزینی این نیروگاه ها با نیروگاه های سیکل ترکیبی با تکنولوژی کلاس F بالغ بر ۵/۴ میلیون مترمکعب در ساعت آب صرفه جوئی می گردد که برای یکسال میزان صرفه جوئی بالغ بر ۳۰ میلیارد مترمکعب می گردد.

شایان ذکر است میزان مصرف آب شرب تهران در سال ۱۳۹۵ کمتر از ۱/۱ میلیارد مترمکعب بوده است.

تحلیل مصرف آب در نیروگاه های تولیدی برق(۱۳۹۵)

حدود ۸۰ درصد آب مصرفی بخش صنعت کشور در نیروگاه ها مورد استفاده قرار می گیرد.

مجموع قدرت نامی نیروگاه های بامصرف آب بیشتر از ۶۰ لیتر بر ثانیه بالغ بر ۱۱۳۰۰ مگاوات می باشد. شایان ذکر است که یک نیروگاه ۵۰۰ مگاواتی کلاس F به کمتر از ۵ لیتر بر ثانیه آب نیاز داشته و در صورت جایگزینی نیروگاه های مذکور با تکنولوژی کلاس F، مصرف آب به کمتر از ۱۱۵ لیتر بر ثانیه کاهش می یابد. این مهم موجب صرفه جوئی آب به میزان حدود ۳۲ میلیارد متر مکعب در سال خواهد شد.

مطالعه موردی شرکت های برق منطقه ای تهران و اصفهان(بر اساس داده های سال ۱۳۹۵)

نیروگاه	طول عمر (سال)	قدرت نامی(مگاوات)	مصرف آب(لیتر بر ثانیه)	راندمان (درصد)
ری- گازی	٤٠	۹۳۲	۰	۲٤
بعثت- بخاری	٥٠	۲٤۸	۱٥٥	۳۲
شهید فیروزی- بخاری	٥۸	٥٠	۹۷	۲۲
منتظر قائم- بخاری	٤٦	٦۲٥	٤٠٠	۳۳
منتظر قائم- چرخه ترکیبی	۲٥	۹۹۸		٤٥
اسلام آباد	٤۲	۸۳٥	۱٦٥	۳۷
هسا	۲۸	۸۸	۰	۲۸
شهید محمد منتظری	۳۳	۱٦۱٦	٦٦	۳۸
جنوب اصفهان(چهلستون)	۱۲	۹٥٤	۰	۳۲

مطالعه موردی شرکت های برق منطقه ای تهران و اصفهان(بر اساس داده های سال ۱۳۹۵)

با توجه به مستهلک بودن، این نیروگاه ها دارای راندمان پایین و مصرف بالای آب جهت تولید برق می باشند. شایان ذکر است که یک نیروگاه ۱۰۰۰ مگاواتی کلاس F، برای تولید انرژی الکتریکی به ۱۰ لیتر بر ثانیه آب نیاز دارد، مصرف آب نیروگاه های فوق بیش از ۹ برابر بیشتر از استاندارد جهانی است.

توجه به مسائل زیست محیطی در اسناد بالادستی صنعت برق کشور

افزایش ظرفیت تولید برق کشور توسط نیروگاه های انرژی نو و تجدید پذیر	استفاده از نیروگاه های چرخه ترکیبی
افزایش ظرفیت تولید برق کشور توسط نیروگاه های انرژی نو و تجدید پذیر مانند برقآبی، بادی، خورشیدی، امواج و غیره.	افزایش راندمان نیروگاه ها با استفاده از فناوری چرخه ترکیبی.

توجه به مسائل زیست محیطی در اسناد بالادستی صنعت برق کشور

امضای تفاهم نامه ای بین سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت نیرو

امضای تفاهم نامه ای بین سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت نیرو جهت تامین انرژی برق به صورت مطمئن و پایدار و هماهنگ با محیط زیست، اجرای طرح های بهینه سازی نیروگاه های موجود به ویژه افزایش توان تولیدی نیروگاه های قدیمی و ممیزی انرژی و فعالیت های کاهش هزینه های تولید، افزایش ایمنی پرسنل و تجهیزات و حفظ و نگهداری محیط زیست.

راهکارهای افزایش راندمان نیروگاه های حرارتی

مهمترین اقداماتی که در جهت افزایش راندمان حرارتی کل شبکه می توان انجام داد عبارتند از:

الف) آرایش بهینه تولید

بطور کلی آرایش تولید واحدها به گونه ای تنظیم گردیده است که حداکثر تولید ابتدا از واحدهای چرخه ترکیبی و سپس واحدهای بخاری و گازی با راندمان بالا دریافت می گردد و واحدهای گازی کوچک با راندمان پایین فقط در شرایط اضطرار و در زمان پیک در مدار قرار می گیرند.

ب) خارج نمودن واحدهای قدیمی کم راندمان

در حال حاضر تعداد قابل توجهی واحدهای قدیمی با راندمان پایین در شبکه سراسری برق کشور وجود دارند که به جهت نیاز به تولید آنها برای پاسخگویی به رشد بی رویه مصرف، کماکان مورد بهره برداری قرار می گیرند و کنترل رشد مصرف در سال های آینده این امکان را فراهم می سازد تا نسبت به توقف این واحدها و یا کاهش ساعات کارکرد آنها اقدام شود.

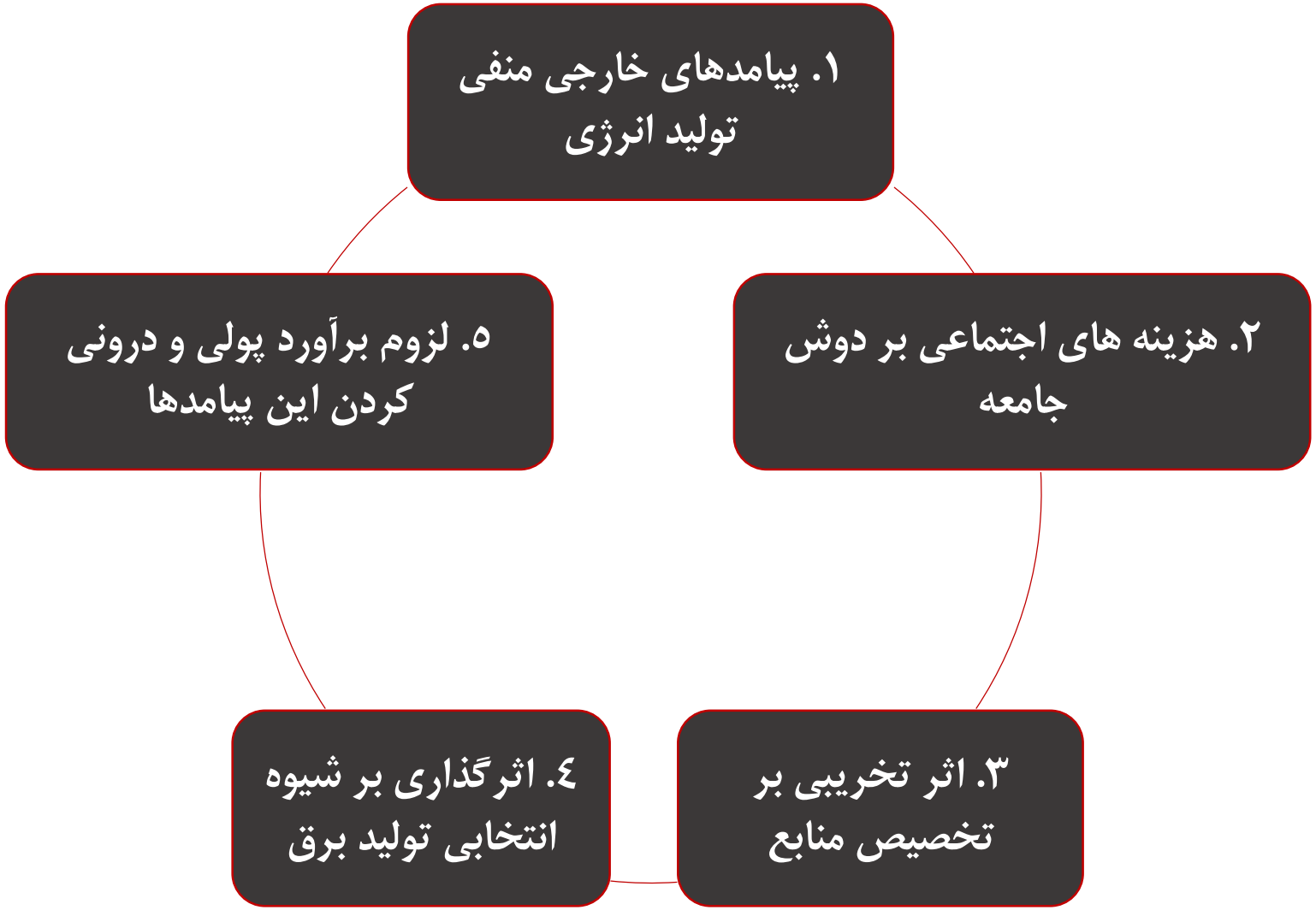
راهکارهای افزایش راندمان حرارتی

ج) تبدیل نیروگاه های گازی به چرخه ترکیبی

هر واحد بخار چرخه ترکیبی به طور متوسط موجب صرفه جویی مصرف سوخت به میزان ۲۰۰ میلیون متر مکعب گاز طبیعی در سال می گردد که ارزش بسیار بالایی دارد و با احتساب قیمت های جهانی سوخت دوره بازگشت سرمایه بسیار کوتاه خواهد داشت.

همانطور که مشخص است، نیاز به ارائه رویکرد اقتصادی که با ملاحظات زیست محیطی هماهنگی دارد، امری ضروری و اجتناب ناپذیر جهت ارتقای راندمان کلی شبکه، کاهش آلایندگی های ناشی از تولید برق، کمک به حفظ پایداری سیستم و همسویی با خط مشی های کلی صنعت برق کشور می باشد.

خلاصه نتایج برگرفته از مطالعات صورت گرفته در زمینه کنترل پیامدهای خارجی منفی ناشی از تولید برق



خلاصه نتایج برگرفته از مطالعات صورت گرفته در زمینه کنترل پیامدهای خارجی منفی ناشی از تولید برق

- گسترش تولید انرژی در کنار اجتناب ناپذیر بودن با هزینه های مستقیم و علاوه برآن، هزینه های خارجی نیز همراه است که به طور معمول در قیمت بازار انرژی محسوب نمی شوند و به عنوان پیامدهای خارجی نامیده می شوند. درحالیکه دستیابی به هدف توسعه پایدار مستلزم ارزیابی و لحاظ کردن تاثیر این هزینه ها برقیمت انرژی است.
- پیامدهای خارجی منفی همچنین بر تخصیص کارآمد منابع از دید جامعه و تابع رفاه اجتماعی نیز تاثیرگذارند. همچنین درونی کردن پیامدهای خارجی منفی، با آشکارسازی مزایا و عدم مزایای روش های مختلف تولید برق در فرآیند تصمیم گیری پیرامون روش تولید برق نقشی اساسی ایفا میکند.

خلاصه نتایج برگرفته از مطالعات صورت گرفته در زمینه کنترل پیامدهای خارجی منفی ناشی از تولید برق

- برای درونی سازی پیامدهای خارجی بخش انرژی، ارزیابی پولی این هزینه ها حائز اهمیت بسیار است.
- در ارزیابی پولی پیامدهای خارجی عموما چهار مرحله طی می شود: ۱. شناخت ویژگی های منبع تولیدکننده انرژی ۲. برآورد میزان انتشار آلودگی های ناشی از تولید انرژی با سنجش میزان غلظت آلاینده ها ۳. ارزیابی اثرات این آلودگی ها به کمک محاسبه تاثیر فیزیکی تغییرات افزایشی غلظت آلاینده ها در جو ۴. تخمین خسارت های مالی این هزینه ها به کمک اطلاعات سه مرحله قبل.
- دو رویکرد عمده که در عمل برای ارزیابی این هزینه ها وجود دارد، عبارتند از: رویکرد مبتنی بر هزینه های جلوگیری از این پیامدها و رویکرد مبتنی بر هزینه های مربوط به زیان ناشی از این پیامدها که خود به دو روش بالا به پایین و پایین به بالا تفکیک می شود.

خلاصه نتایج برگرفته از مطالعات صورت گرفته در زمینه کنترل پیامدهای خارجی منفی ناشی از تولید برق

- پس از شناسایی و تخمین کمی این هزینه ها، ابزارهای مختلفی جهت درونی کردن آنها در نظرات اقتصادی مطرح شده است که از جمله آنها می توان به موراد زیر اشاره کرد:

۱. مالیات Pigouvian که توسط پیگو مطرح شده است، بر ایده اخذ مالیات به میزان هزینه نهایی خارجی ناشی از پیامدها استوار است. برای عملیاتی کردن چنین دیدگاهی مقام سیاست گذاری نیازمند اطلاع از تابع پیامدهای خارجی است.

۲. تئوری کوز با ایده توافق طرفین ایجاد کننده پیامدهای خارجی منفی با گروهی که در معرض این پیامدها قرار گرفته اند بر سر رقم جبران این هزینه ها برای گروه فوق.

۳. استفاده از رویکرد مبتنی بر حقوق مالکیت منابع طبیعی که امکان انتقال "کیفیت محیط زیست" را از کالایی عمومی به کالایی خصوصی فراهم می کند. در این صورت تمامی منافع و هزینه های بهره برداری از منابع طبیعی به عامل بهره بردار مربوط شده و هزینه های لحاظ نشده در قالب هزینه های خارجی باقی نمی ماند.

در نهایت باید توجه داشت در بیشتر موارد، با توجه به تعداد زیاد احزاب و بازیگران درگیر در ارتباط با این هزینه ها، نوعی از مداخله هوشمندانه دولتی جهت حصول نتیجه ضروری است. همچنین تولید برق در نقاط خارج از محدوده های کلان شهرها و با تکنولوژی های مبتنی بر منابع انرژی پاک با راندمان بالا و آلودگی پایین، دارای پیامدهای خارجی مثبت بوده و انتظار می رود مشمول کمک های دولتی باشد.

تخمین هزینه های ناشی از پیامدهای خارجی منفی ناشی از تولید برق در سال ۱۳۹۶

چنانچه به استناد مطالعات مختلف هزینه ناشی از پیامدهای خارجی منفی را برای هر مگاوات ساعت تولید برق در نیروگاه های حرارتی بطور متوسط ۲۰ دلار در نظر بگیریم داریم:

هزینه ناشی از پیامد خارجی منفی تولید در نیروگاه بعثت، ۳۳۵۸۲۲۰۰ دلار یا تقریبا ۳۳.۵ میلیون دلار در سال ۱۳۹۶	هزینه ناشی از پیامد خارجی منفی تولید در نیروگاه طرشت، ۴۵۴۲۴۲۰ دلار یا بصورت تقریبی ۴.۵ میلیون دلار در سال ۱۳۹۶	هزینه ناشی از پیامد خارجی منفی تولید در نیروگاه زرند، ۵۷۷۱۶۸۰ دلار یا تقریبا ۵.۷ میلیون دلار در سال ۱۳۹۶

منابع

1. سعیدی، محسن؛ کرباسی، عبدالرضا؛ سهراب، تیکا و صمدی، رضا(۱۳۸۴)، مدیریت زیست محیطی نیروگاه ها، وزارت نیرو و سازمان بهره وری انرژی ایران(سابا).
2. شرکت مادر تخصصی توانیر(۱۳۹۶)، آمار تفصیلی صنعت برق ایران ویژه مدیریت راهبردی.
3. شرکت مادر تخصصی توانیر(۱۳۹۵)، گزارش صنعت برق ایران.
4. شرکت سرمایه گذاری برق و انرژی غدیر(۱۳۹۶)، بررسی وضعیت نیروگاه های حرارتی تحت پوشش شرکت های برق منطقه ای تهران و اصفهان بلحاظ مصرف آب و تولید آلایندگی.
5. شرکت سرمایه گذاری برق و انرژی غدیر(۱۳۹۶)، بررسی وضعیت نیروگاه های حرارتی کشور بلحاظ اتلاف آب و تولید آلایندگی.

منابع

1. Alhesabi, A j M (2012) “The internalization of Externalities from Electrical Power Plants as a Tool for Progressing Towards Sustainability in Small Island Developing States: The Case of Bahrain” ,Thesis to obtain the degree of Doctor from the Erasmus University Rotterdam.
2. Burtraw, D and Krupnick, A (2012) “ The True Cost of Electric Power”, Center for Energy Economics and Policy, Resources for the Future, June 2012.
3. Markandya, A (2012) “Externalities from electricity generation and renewable energy. Methodology and application in Europe and Spain”,ICE economic notebooks, No. 83 .
4. Remigijus, C., Rasa, P. (2010) “The negative externalities of the electricity industry and sustainability. In: Baltic Region”,1, pp. 91-100. URN: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-255469.

با سپاس از توجه
شما