

## بسمه تعالی

### نگاهی به مصرف سوخت نیروگاه های کشور طی دوره ۴۰ ساله

#### مقدمه

حدود ۱۴/۲ درصد نیروگاه های کشور در سال ۱۳۸۹، برق آبی و ۰/۱۵ درصد آنها از انرژی های تجدیدپذیر بهره گرفته اند. به عبارت دیگر بیش از ۸۵ درصد از نیروگاه های کشور در حال حاضر حرارتی بوده و از یکی از سوخت های گاز، گازوئیل و نفت کوره استفاده می کنند.

با توجه به اهداف اجرای قانون هدفمند کردن یارانه ها در بخش برق اعم از بهبود روند مصرف سوخت به ویژه گاز طبیعی و افزایش راندمان نیروگاه های حرارتی و به منظور آگاهی از وضعیت، ترکیب و نوع سوخت نیروگاه های کشور جهت تصمیم گیری صحیح تر، در این نوشتار علاوه بر بررسی روند سوخت نیروگاه های حرارتی طی یک دوره ۴۰ ساله، به انواع نیروگاه های حرارتی و ترکیب نیروگاهی کشور در این دوره نیز پرداخته شده است.

#### انواع نیروگاه های حرارتی در جهان

بیشترین نیروگاه های جهان، آبی یا حرارتی هستند. نیروگاه های آبی به اتکاء منابع آب، تولید انرژی می کنند، در حالی که نیروگاه های حرارتی انواع سوخت های احتراق پذیر، فسیلی و هسته ای را جهت تولید برق مورد استفاده قرار می دهند. با این حال آنچه که معمولاً مبنای طبقه بندی نیروگاه ها قرار می گیرد، نوع سوخت آنها نیست، بلکه طراحی سیستم تولید برق نیروگاه می باشد. یک نیروگاه بخار ممکن است با گاز، ذغال سنگ یا سوخت های دیگر و حتی با سوخت هسته ای کار کند، اما از آن جهت که نحوه عملکرد آن با نیروگاه گازی متفاوت است در طبقه بندی مجزایی احصاء می شود.

نیروگاه دیزلی: نیروگاه دیزلی با استفاده از سوخت گاز یا مایع، انرژی مکانیکی ایجاد می کند که توسط ژنراتور به انرژی الکتریکی تبدیل می گردد. قابل توجه آن که نیروگاه دیزلی برخلاف دیگر نیروگاه های حرارتی و آبی، فاقد توربین می باشد. این ساده ترین نوع نیروگاه است که به راحتی نصب و

راه‌اندازی می‌شود. اگر زمان صرف شده جهت نصب و راه‌اندازی یک واحد نیروگاه دیزلی را عدد ۱ فرض کنیم، نیروگاه گازی ۱۰، نیروگاه بخاری ۲۰ و نیروگاه آبی ۹۰ واحد زمان لازم خواهد داشت. در ایران نیز نخستین نیروگاه، یک واحد ۴۰۰ کیلو واتی دیزلی بود که در زمان مشروطه توسط حاج امین‌الضرب در سال ۱۲۸۵ در خیابان چراغ برق تهران (امیرکبیر) راه‌اندازی شد. نیروگاه حرارتی طرشت ۵۳ سال پس از آن راه‌اندازی شد. امروزه خارج نمودن نیروگاه‌های دیزلی به طور کامل امکان پذیر نیست چرا که استفاده از دیزل ژنراتور در نیروگاه‌ها ضروری است.

**نیروگاه بخار:** نیروگاه‌های بخار معمولاً نیروگاه‌های بزرگی هستند که به سرمایه و زمان زیادی برای نصب نیاز دارند. این نیروگاه‌ها به دلیل داشتن ضریب ظرفیت بالا، برای تأمین بار پایه بسیار مناسب می‌باشند. محاسبات نشان می‌دهد برای یک نیروگاه بخار ۱۰۰۰ مگاواتی، سالانه ۱۹ میلیون مترمکعب آب لازم است. لذا این نیروگاه‌ها باید نزدیک منابع آب تأسیس شوند.

**نیروگاه گازی:** نیروگاه گازی با استفاده از گاز حاصل از احتراق، توربین را به گردش درمی‌آورد. مهمترین مزایای نیروگاه گازی در مقایسه با نیروگاه بخار به شرح زیر است:

- نیروگاه توربین گازی، در مقایسه با نیروگاه بخار کوچکتر است، وزن کمتری دارد و هزینه اولیه آن برای تولید هر واحد توان از هزینه مربوط به نیروگاه بخار کمتر است.
- مدت زمان لازم برای تحویل توربین گازی نسبتاً کوتاه است و می‌توان آن را سریعاً نصب کرده و مورد استفاده قرار داد.
- راه‌اندازی و توقف توربین‌های گازی ساده است و در عرض ده دقیقه این اعمال انجام می‌گیرد.
- آلودگی کمتری نسبت به توربین‌های دیگر دارد و به همین جهت در همه جا می‌توان آن را نصب کرد.

- اکثر توربین‌های گازی با هوا خنک می‌شوند و در نتیجه نیاز به آب و تصفیه خانه ندارند.

اما این نیروگاه معایب مهمی هم به شرح زیر دارد:

- بازده آن، اصولاً به اندازه بازده نیروگاه بخار نیست.
- قطعات یدکی آن گران است.

توأم بودن هزینه سرمایه‌گذاری پایین و بازده پایین در توربین‌های گازی موجب می‌شود که از آن عمدتاً بعنوان نیروگاه تأمین بار پیک استفاده شود و طبعاً از چنین نیروگاهی انتظار نمی‌رود بیش از ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ ساعت در سال در مدار باشد. بدیهی است که برای چنین مواردی، استفاده از نیروگاه‌های بزرگ بخار، غیراقتصادی خواهد بود.

نیروگاه سیکل ترکیبی: نیروگاه چرخه ترکیبی به نیروگاهی گفته می‌شود که در آن از هر دو توربین گازی و بخاری، قدرت تولید می‌شود. به این ترتیب از انرژی بسیار زیاد گازهای خروجی توربین، برای تولید بخار جهت یک نیروگاه بخار استفاده می‌شود. این روش کاملاً عملی است، زیرا توربین گاز، یک ماشین با دمای نسبتاً بالا و توربین بخار، یک ماشین با دمای نسبتاً پایین است. این کارکرد توأم توربین‌های گازی در «طرف گرم» و توربین بخار در «طرف سرد» را نیروگاه چرخه ترکیبی می‌نامند.

نیروگاه‌های سیکل ترکیبی علاوه بر داشتن بازده و توان بالا، از مزایای دیگری نیز مانند انعطاف‌پذیری، راه‌اندازی سریع، مناسب بودن برای تأمین بار پایه و عملکرد دوره‌ای و بازده بالا در محدوده گسترده‌ای از تغییرات بار برخوردار است.

### انواع منابع انرژی نیروگاه‌های حرارتی در جهان

نفت: در سال ۱۹۷۳ میلادی حدود یک چهارم برق جهان از طریق نفت تولید می‌شد. اما تحت تأثیر عوامل متعدد از جمله شوک‌های قیمتی نفت سهم آن تا ۶ درصد در سال ۲۰۰۸ میلادی تنزل یافت. این امر بیانگر کم‌رنگ شدن نقش نفت در ترکیب سوخت مصرفی نیروگاه‌ها می‌باشد.

ذغال سنگ: همچنان ذغال سنگ عمده ترین منبع انرژی برای تولید برق در جهان محسوب می‌شود. اگرچه ذغال سنگ قیمت بالاتری نسبت به نفت خام دارد، با این حال مصرف آن برای تولید برق همگام با رشد تولید برق جهان رشد کرده و تقریباً سهم ثابتی را طی ۳۵ سال به خود اختصاص داده است. علت این امر به ذخایر بسیار غنی ذغال سنگ و نیز پراکندگی آن در سطح جهان باز می‌گردد.

گاز: یکی دیگر از منابع تولید برق، گاز است که گرچه عمر ذخایر آن کمتر از سایر سوخت‌های فسیلی است، اما به‌کارگیری آن رشد چشمگیری یافته است. سهم گاز در انرژی جهان هر سال بیشتر می‌شود، بطوریکه پس از ذغال سنگ، مهمترین منبع اولیه تولید برق محسوب می‌شود. در سال ۲۰۰۸ میلادی پس از ذغال سنگ، گاز مهمترین منبع اولیه تولید برق در جهان بوده است. قیمت مناسب، راحتی حمل،

آلودگی اندک و قابلیت تبدیل به صورت مایع (LNG) از عوامل موثر در رسیدن به سهم ۲۱ درصدی گاز در تولید برق جهان می باشد.

### ترکیب نیروگاه های حرارتی کشور طی دوره ۸۸-۱۳۴۸

ترکیب نیروگاه های حرارتی کشور را می توان طی شش دوره، قبل از انقلاب اسلامی (۱۳۴۸-۱۳۵۷)، دوران جنگ تحمیلی (۱۳۶۷-۱۳۵۸) و چهار برنامه توسعه ای پس از انقلاب مورد بررسی قرار داد. بر اساس جدول (۱) ترکیب نیروگاه های کشور ارائه شده است. چنانچه مشاهده می شود نیروگاه های بخاری کشور تا سال ۱۳۵۲ بیش از ۷۰ درصد از نیروگاه های حرارتی را به خود اختصاص داده بودند که این روند پس از آن کاهش یافته و در سال ۱۳۵۷ به حدود ۳۵ درصد بالغ گردید.

جدول ۱. ظرفیت اسمی نیروگاه های حرارتی طی دوره ۵۷-۱۳۴۸ مگاوات

کل کشور	جمع حرارتی	سهم از حرارتی	دیزلی	سهم از حرارتی	گازی	سهم از حرارتی	بخاری	
۱۳۱۳	۸۵۱	۳۳/۶	۲۸۶	۱۵	۱۲۸	۵۱/۴	۴۳۷	۱۳۴۸
۱۳۹۶	۸۷۹	۳۵/۳	۳۱۰	۱۵/۴	۱۳۵	۴۹/۴	۴۳۴	۱۳۴۹
۱۹۹۷	۱۱۹۷	۲۶/۴	۳۱۶	۱۱/۳	۱۳۵	۶۲/۳	۷۴۶	۱۳۵۰
۲۰۹۴	۱۲۹۰	۲۸/۸	۳۷۲	۱۳/۳	۱۷۲	۵۷/۸	۷۴۶	۱۳۵۱
۲۷۹۴	۱۹۹۰	۱۹/۶	۳۹۰	۱۲/۱	۲۴۱	۶۷/۳	۱۳۵۹	۱۳۵۲
۳۲۱۵	۲۴۱۱	۱۷/۲	۴۱۴	۱۷	۴۱۰	۶۵/۸	۱۵۸۷	۱۳۵۳
۳۴۴۹	۲۶۴۵	۱۷/۴	۴۵۹	۲۳/۱	۶۱۰	۵۹/۶	۱۵۷۶	۱۳۵۴
۳۶۸۹	۲۸۸۵	۱۷/۵	۵۰۵	۲۲/۸	۶۵۸	۵۹/۷	۱۷۲۲	۱۳۵۵
۵۵۷۱	۳۷۶۷	۱۴/۴	۵۴۱	۴۰	۱۵۰۷	۴۵/۶	۱۷۱۹	۱۳۵۶
۷۰۲۴	۵۲۲۰	۱۱/۸	۶۱۴	۵۵/۳	۲۸۸۷	۳۲/۹	۱۷۱۹	۱۳۵۷
۲۰/۵	۲۲/۳	-	۸/۹	-	۴۱/۴	-	۱۶/۴	متوسط رشد

مآخذ: ۴۳ سال صنعت برق ایران در آیینیه آمار

این روند برای نیروگاه های گازی معکوس بوده بطوریکه با توسعه طرح های بالادستی گاز سهم این نیروگاه ها از ۱۵ درصد در سال ۱۳۴۸ به ۵۵ درصد در سال ۱۳۵۷ رسیده است. سهم نیروگاه های دیزلی نیز طی این مدت بطور محسوسی کاهش یافت. در پرتو این تحولات کل ظرفیت عملی نیروگاه های حرارتی از ۱۲۴۳ مگاوات در سال ۱۳۴۸ به ۶۳۶۲ مگاوات در سال ۱۳۵۷ رسیده

است. در مجموع نیروگاه های بخاری، گازی و دیزلی به ترتیب ۱۶/۴، ۴۱/۴ و ۸/۹ درصد به طور متوسط رشد داشتند. بنابراین از ۱۳۴۸ تا پیروزی انقلاب اسلامی، ظرفیت اسمی نیروگاه های حرارتی سالانه متوسط از ۲۲/۳ درصد رشد برخوردار بوده اند.

جدول ۲. ظرفیت اسمی نیروگاه های حرارتی طی دوره ۶۷-۱۳۵۸ مگاوات

کل کشور	جمع حرارتی	سهم از حرارتی	دیزلی	سهم از حرارتی	گازی	سهم از حرارتی	بخاری	
۷۹۲۱	۶۱۱۷	۱۱/۵	۷۰۵	۴۸	۲۹۳۶	۴۰/۵	۲۴۷۶	۱۳۵۸
۹۶۲۸	۷۸۲۴	۱۰	۷۸۳	۳۹/۱	۳۰۵۸	۵۰/۹	۳۹۸۳	۱۳۵۹
۱۰۲۳۲	۸۴۲۸	۹/۸	۸۳۰	۳۷/۷	۳۱۷۵	۵۲/۵	۴۴۲۳	۱۳۶۰
۱۰۳۰۸	۸۵۰۴	۱۰/۳	۸۸۰	۳۷/۶	۳۲۰۱	۵۲	۴۴۲۳	۱۳۶۱
۱۰۹۲۲	۹۱۱۸	۱۰/۱	۹۲۳	۳۴/۵	۳۱۵۰	۵۵/۳	۵۰۴۵	۱۳۶۲
۱۱۴۱۹	۹۶۱۵	۹/۳	۸۹۹	۳۴	۳۲۷۱	۵۶/۶	۵۴۴۵	۱۳۶۳
۱۲۳۶۹	۱۰۵۶۵	۹/۲	۹۷۱	۳۱/۳	۳۳۰۹	۵۹/۵	۶۲۸۵	۱۳۶۴
۱۳۰۱۱	۱۱۱۸۴	۸	۸۹۱	۳۰/۷	۳۴۳۸	۶۱/۳	۶۸۵۵	۱۳۶۵
۱۳۳۱۱	۱۱۴۸۴	۷/۳	۸۳۷	۳۰/۴	۳۴۹۲	۶۲/۳	۷۱۵۵	۱۳۶۶
۱۳۶۸۱	۱۱۷۶۷	۶/۸	۸۰۳	۲۹/۷	۳۴۸۹	۶۳/۵	۷۴۷۵	۱۳۶۷

مآخذ: ۴۳ سال صنعت برق ایران در آینه آمار

با توجه به شرایط خاص دوران جنگ و اولویت ساخت نیروگاه های بخاری، طی ده ساله مورد بررسی سهم این نیروگاه ها بر خلاف روال سالهای پایانی دوره قبل بار دیگر افزایش یافت و از ۴۳ درصد به حدود ۶۳ درصد در سال پایانی جنگ رسیده است. بدین ترتیب سهم نیروگاه گازی از ظرفیت تولید برق نزدیک به ۴۸ درصد در سال ۱۳۵۸ تا ۳۰ درصد در سال ۱۳۶۷ تنزل یافت و روند کاهشی سهم نیروگاه های دیزلی نیز همچنان ادامه یافت، بطوریکه به ۷ درصد کل ظرفیت عملی نیروگاه های حرارتی کشور در سال ۱۳۶۷ رسید.

جدول ۳. ظرفیت اسمی نیروگاه های حرارتی در برنامه اول توسعه ۷۳-۱۳۶۸ مگاوات

کل کشور	جمع حرارتی	سهم از حرارتی	دیزلی	سهم از حرارتی	گازی	سهم از حرارتی	بخاری	
۱۴۴۴۲	۱۲۴۸۹	۶/۴	۸۰۳	۲۸/۸	۳۶۰۰	۶۴/۷	۸۰۸۶	۱۳۶۸
۱۴۸۰۳	۱۲۸۵۰	۶/۴	۸۲۴	۳۰/۷	۳۹۴۰	۶۲/۹	۸۰۸۶	۱۳۶۹
۱۴۸۴۸	۱۲۸۹۵	۶/۷	۸۶۹	۳۰/۶	۳۹۴۰	۶۲/۷	۸۰۸۶	۱۳۷۰
۱۶۳۱۳	۱۴۳۶۰	۶	۸۵۶	۳۳/۴	۴۷۹۴	۶۰/۷	۸۷۱۰	۱۳۷۱
۱۸۲۱۲	۱۶۲۵۹	۵	۸۱۲	۳۶/۵	۵۹۳۴	۵۸/۵	۹۵۱۳	۱۳۷۲
۲۰۴۱۳	۱۸۴۶۰	۴/۱	۷۵۸	۳۷/۷	۶۹۶۰	۵۸/۲	۱۰۷۴۲	۱۳۷۳

مأخذ: ۴۳ سال صنعت برق ایران در آیینیه آمار

در مسیر برنامه اول توسعه سهم نیروگاه های حرارتی از کل ظرفیت اسمی کشور روند افزایشی را تجربه کرد، به طوری که این سهم از ۸۶ درصد در سال پایانی جنگ به بیش از ۹۰ درصد تا پایان برنامه اول رسیده است. از این میان سهم نیروگاه های بخاری به روند کاهشی خود ادامه داده و به ۵۸/۲ درصد در سال ۱۳۷۳ می رسد. از سوی دیگر سهم نیروگاه گازی تا حدود ۳۸ درصد افزایش یافته است.

طی برنامه دوم توسعه از ظرفیت نصب شده نیروگاهی کشور ۱۵۴۵ مگاوات به نیروگاه های بخاری اختصاص یافته است. با این حال سهم این نوع نیروگاه در ظرفیت اسمی از ۵۷/۹ درصد در ابتدای برنامه به ۵۶/۵ درصد در پایان برنامه کاهش داشته است.

جدول ۴. ظرفیت اسمی نیروگاه های حرارتی در برنامه دوم توسعه ۷۸-۱۳۷۴ مگاوات

کل کشور	جمع حرارتی	سهم از حرارتی	دیزلی	سهم از حرارتی	گازی	سهم از حرارتی	بخاری	
۲۱۹۱۴	۱۹۹۶۱	۳/۳	۶۵۸	۳۸/۸	۷۷۴۶	۵۷/۹	۱۱۵۵۷	۱۳۷۴
۲۲۴۲۰	۲۰۴۵۱	۳/۲	۶۶۲	۳۹/۹	۸۱۶۸	۵۶/۸	۱۱۶۲۱	۱۳۷۵
۲۳۲۵۷	۲۱۲۵۸	۳/۲	۶۷۷	۴۱/۸	۸۸۹۶	۵۵	۱۱۶۸۵	۱۳۷۶
۲۴۴۳۷	۲۲۴۳۸	۲/۷	۶۱۶	۴۲	۹۴۲۲	۵۵/۳	۱۲۴۰۰	۱۳۷۷
۲۵۲۰۵	۲۳۲۰۶	۲/۵	۵۷۴	۴۱/۱	۹۵۳۰	۵۶/۵	۱۳۱۰۲	۱۳۷۸

مأخذ: ۴۳ سال صنعت برق ایران در آیینیه آمار

این در حالی است که ۱۷۸۴ مگاوات به ظرفیت اسمی نیروگاه های گازی در این مدت افزوده شد و سهم آن را از ۳۸/۸ به ۴۱/۱ درصد رسانید. این امر بیانگر توجه بیشتر به نصب و راه اندازی نیروگاه های گازی می باشد. لازم به ذکر است روند کاهشی سهم نیرو گاه های دیزلی در برنامه دوم نیز موجب گشت تا این سهم تا سطح ۲/۵ درصد کاهش یابد.

جدول ۵. ظرفیت اسمی نیروگاه های حرارتی در برنامه سوم توسعه ۸۳-۱۳۷۹ مگاوات

کل کشور	جمع حرارتی	سهم از حرارتی	دیزلی	سهم از حرارتی	چرخه ترکیبی	سهم از حرارتی	گازی	سهم از حرارتی	بخاری	
۲۷۱۸۸	۲۵۱۸۹	۲/۱	۵۳۳	۱۴/۹	۳۷۶۰	۲۶/۹	۶۷۷۰	۵۶/۱	۱۴۱۲۶	۱۳۷۹
۲۸۹۴۴	۲۶۹۳۴	۲	۵۳۳	۱۵/۱	۴۰۶۰	۲۸/۱	۷۵۶۵	۵۴/۹	۱۴۷۷۶	۱۳۸۰
۳۱۵۱۸	۲۸۴۷۷	۱/۷	۴۹۰	۲۲/۱	۶۲۹۰	۲۴/۱	۶۸۵۷	۵۲/۱	۱۴۸۴۰	۱۳۸۱
۳۴۳۲۸	۲۹۸۹۲	۱/۶	۴۹۳	۲۲/۹	۶۸۳۲	۲۵/۶	۷۶۶۳	۴۹/۹	۱۴۹۰۴	۱۳۸۲
۳۷۳۰۰	۳۲۲۶۴	۱/۵	۴۹۳	۲۱/۲	۶۸۳۲	۳۰/۱	۹۷۱۰	۴۷/۲	۱۵۲۲۹	۱۳۸۳

مآخذ: ۴۳ سال صنعت برق ایران در آیینیه آمار

همزمان با شروع برنامه سوم توسعه نیروگاه های چرخه ترکیبی با ظرفیت قابل ملاحظه ای به ترکیب نیروگاهی کشور افزوده گردید. به گونه ای که تا پایان برنامه پنجساله سوم این نوع نیروگاه با ۶۸۳۲ مگاوات، ۲۱/۲ درصد از ظرفیت نامی کشور را در اختیار داشت. در این میان علی رغم افزایش ظرفیت اسمی نیروگاه های بخاری، سهم آنها از کل ظرفیت اسمی کشور نزدیک به ۹ درصد کاهش نشان می دهد. همزمان سهم نیروگاه های گازی ۳ درصد افزایش یافته است.

بررسی ترکیب نیروگاهی طی برنامه چهارم توسعه نشان می دهد بیش از ۶۶ درصد از ظرفیت اسمی نیروگاههای کشور تا پایان این برنامه به نیروگاه های گازی و چرخه ترکیبی اختصاص یافته است. این موضوع منجر به افزایش راندمان نیروگاه ها گردیده به طوری که راندمان در سال ۱۳۸۸ به حدود ۳۷ درصد رسید. از سوی دیگر سهم نیروگاه های بخاری و دیزلی در ظرفیت نامی با روند کاهشی به ترتیب به ۳۲/۵ و ۰/۹ درصد در سال آخر برنامه تنزل پیدا کرد.

جدول ۶. ظرفیت اسمی نیروگاه های حرارتی در برنامه چهارم توسعه ۸۳-۱۳۷۹ مگاوات

کل کشور	جمع حرارتی	سهم از حرارتی	دیزلی	سهم از حرارتی	چرخه ترکیبی	سهم از حرارتی	گازی	سهم از حرارتی	بخاری	
۴۱۰۳۲	۳۴۹۵۲	۱/۴	۴۹۳	۱۹/۵	۶۸۳۲	۳۴/۵	۱۲۰۵۰	۴۴/۶	۱۵۵۷۷	۱۳۸۴
۴۵۲۸۸	۳۸۶۶۸	۱/۱	۴۱۸	۲۰/۳	۷۸۳۶	۳۸/۴	۱۴۸۶۱	۴۰/۲	۱۵۵۵۳	۱۳۸۵
۴۹۴۱۳	۴۱۹۲۸	۱	۴۱۸	۲۵	۱۰۴۷۹	۳۶/۸	۱۵۴۳۳	۳۷/۲	۱۵۵۹۸	۱۳۸۶
۵۲۹۴۴	۴۵۲۰۹	۰/۹	۴۱۸	۲۴/۶	۱۱۱۱۷	۴۰	۱۸۰۷۶	۳۴/۵	۱۵۵۹۸	۱۳۸۷
۵۶۱۸۱	۴۸۳۸۶	۰/۹	۴۲۵	۲۸/۲	۱۳۶۶۴	۳۸/۴	۱۸۵۹۳	۳۲/۵	۱۵۷۰۴	۱۳۸۸

مأخذ: ۴۳ سال صنعت برق ایران در آیینیه آمار

شابان توجه آن که علیرغم سهم ۸۶ درصدی نیروگاه های حرارتی از ظرفیت نصب شده در سال ۱۳۸۸، طبق آمار شرکت توانیر این نیروگاه ها حدود ۹۶/۶ درصد تولید ناویژه برق را در این سال بر عهده داشته اند. این امر علاوه بر این که بیانگر اهمیت این نوع از نیروگاه ها در ترکیب نیروگاهی کشور است نشان می دهد در سالهای پایانی برنامه چهارم با توجه به خشکسالی امکان استفاده از ظرفیت های موجود در برق آبی وجود نداشته است.

### سوخت مصرفی نیروگاه های حرارتی

از نقطه نظر مصرف انرژی، می توان نیرو گاه های کشور را طی شش دوره قبل از انقلاب اسلامی، دوران جنگ و چهار برنامه توسعه مورد بررسی قرار داد. چنانچه جدول (۷) نشان می دهد نفت کوره، سوخت غالب نیروگاه های کشور طی دهه منتهی به وقوع انقلاب بوده به گونه ای که این فرآورده در سال ۱۳۴۸ حدود ۴ برابر بیش از گازوئیل و ۲۳ برابر بیش از گاز مورد استفاده قرار گرفته است. لیکن به تدریج سهم گازوئیل افزایش یافته و در سال ۱۳۵۷، مصرف گازوئیل نیروگاه های کشور ۱/۵ برابر نفت کوره شده است. مصرف گاز نیز طی این مدت از رشد قابل ملاحظه ۵۹/۲ درصدی برخوردار شده است.

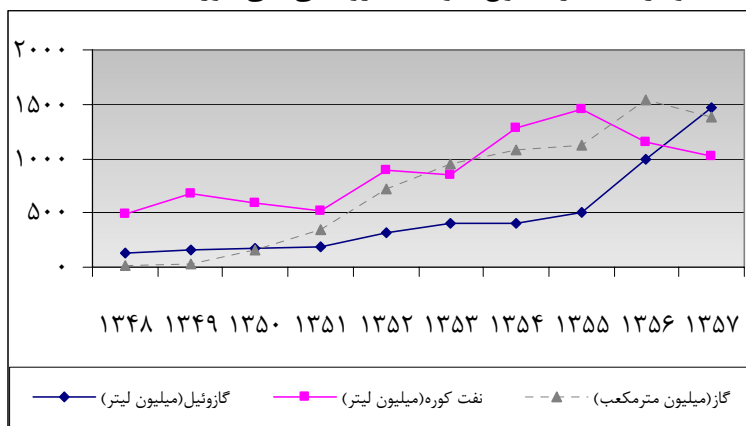
جدول ۷. مصرف انواع سوخت نیروگاهی طی دوره ۱۳۴۸-۵۷

گازوئیل (میلیون لیتر)	نفت کوره (میلیون لیتر)	گاز (میلیون مترمکعب)	ارزش حرارتی (میلیارد کیلو کالری)	
۱۲۸	۴۹۶	۲۱	۶۱۵۰	۱۳۴۸
۱۶۵	۶۷۲	۲۲	۸۱۹۲	۱۳۴۹
۱۶۶	۵۹۷	۱۶۳	۸۷۹۷	۱۳۵۰
۱۹۲	۵۱۴	۳۴۶	۹۹۴۲	۱۳۵۱
۳۱۷	۸۹۹	۷۲۳	۱۸۳۸۹	۱۳۵۲
۳۹۹	۸۴۶	۹۴۴	۲۰۷۰۵	۱۳۵۳
۴۰۵	۱۲۸۳	۱۰۷۷	۲۶۲۴۹	۱۳۵۴
۵۰۰	۱۴۵۴	۱۱۱۶	۲۹۱۳۱	۱۳۵۵
۹۹۰	۱۱۴۵	۱۵۳۳	۳۴۵۲۴	۱۳۵۶
۱۴۷۲	۱۰۱۵	۱۳۸۰	۳۶۲۰۰	۱۳۵۷
۳۱/۲	۸/۳	۵۹/۲	۲۱/۸	متوسط رشد

مأخذ: ۴۳ سال صنعت برق ایران در آیینہ آمار

متوسط رشد ارزش حرارتی<sup>۱</sup> در این مدت ۲۱/۸ درصد بوده که همسو با رشد ظرفیت اسمی برابر ۲۲/۳ درصد می باشد.

نمودار ۱. مصرف انواع سوخت نیروگاهی طی دوره ۱۳۴۸-۵۷



طی دوران پس از پیروزی انقلاب اسلامی تا پایان جنگ تحمیلی با توجه به موقعیت ویژه کشور، مصرف نفت کوره با رشد ۱۵/۳ درصدی، در سال ۱۳۶۵ به ۴۱۵۰ میلیون لیتر و به بیشترین میزان خود طی دوره ۱۳۴۸-۱۳۶۷ رسید، در حالی که مصرف گازوئیل تنها با ۰/۹ درصد رشد، تغییر محسوسی نداشت.

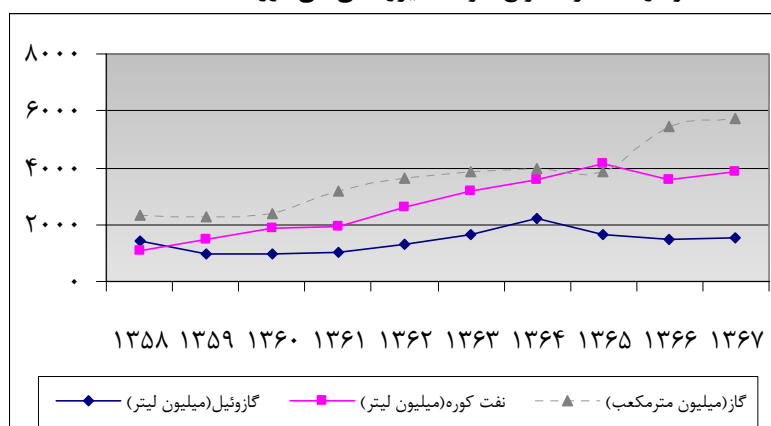
<sup>۱</sup> - ارزش حرارتی هر تن نفت کوره با گوگرد پایین ۶۰۲۷/۱۰ میلیون کیلو کالری و با گوگرد بالا ۷۲۶/۱۰ میلیون کیلوکالری و ارزش حرارتی گازوئیل ۹۰۳۶/۱۰ میلیون کیلوکالری می باشد. ارزش حرارتی گاز با توجه به ترکیب اتان، پروپان و بوتان محاسبه می شود.

جدول ۸. مصرف انواع سوخت نیروگاهی طی دوره ۶۷-۱۳۵۸

ارزش حرارتی (میلیارد کیلو کالری)	گاز (میلیون مترمکعب)	نفت کوره (میلیون لیتر)	گازوئیل (میلیون لیتر)	
۴۳۸۲۷	۲۳۳۵	۱۰۶۴	۱۳۹۸	۱۳۵۸
۴۳۹۴۹	۲۲۷۸	۱۴۷۳	۹۸۳	۱۳۵۹
۴۷۸۶۵	۲۳۶۰	۱۹۰۰	۹۴۸	۱۳۶۰
۵۶۷۱۹	۳۱۷۷	۱۹۴۷	۱۰۱۰	۱۳۶۱
۶۹۲۳۸	۳۶۲۱	۲۶۱۸	۱۲۸۰	۱۳۶۲
۷۹۸۲۳	۳۸۸۵	۳۱۸۳	۱۶۲۲	۱۳۶۳
۸۹۲۱۶	۳۹۹۳	۳۵۶۸	۲۱۹۱	۱۳۶۴
۸۸۵۵۰	۳۸۵۶	۴۱۵۰	۱۶۴۲	۱۳۶۵
۹۶۹۳۰	۵۴۵۱	۳۵۵۹	۱۴۸۰	۱۳۶۶
۱۰۲۶۹۶	۵۷۳۰	۳۸۳۹	۱۵۱۷	۱۳۶۷
۹/۹	۱۰/۵	۱۵/۳	۰/۹	متوسط رشد

مآخذ: ۴۳ سال صنعت برق ایران در آیینیه آمار

نمودار ۲. مصرف انواع سوخت نیروگاهی طی دوره ۶۷-۱۳۵۸



بررسی مصرف سوخت نیرو گاه ها طی برنامه اول و دوم توسعه، بیانگر تفاوت و فاصله قابل ملاحظه مصرف گاز نسبت به سوختهای مایع می باشد. به طوری که با متوسط رشد سالانه ۱۰ درصد در طول این دو برنامه، مصرف گاز در سال ۱۳۷۸ از مرز ۲۱ هزار میلیون متر مکعب نیز فراتر رفت. گفتنی است در این مدت مصرف نیروگاهی گازوئیل و نفت کوره با رشدی منفی همراه بودند.

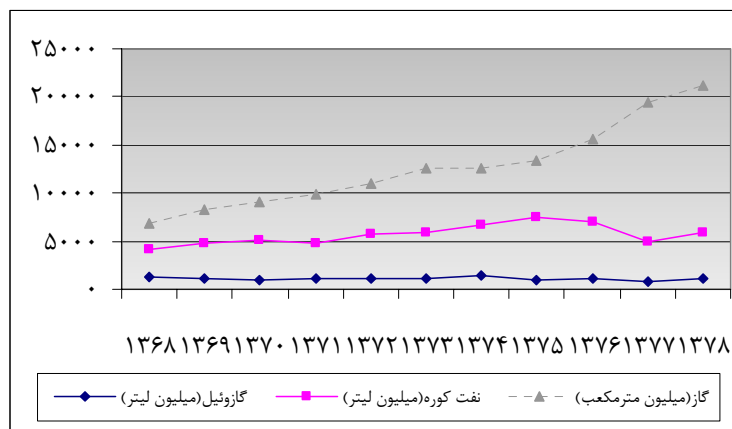
جدول ۹. مصرف انواع سوخت نیروگاهی طی برنامه اول و دوم توسعه (۱۳۶۸-۷۳) و (۱۳۷۴-۷۸)

گازوئیل (میلیون لیتر)	نفت کوره (میلیون لیتر)	گاز (میلیون مترمکعب)	ارزش حرارتی (میلیارد کیلوکالری)	
۱۲۵۹	۴۱۰۱	۶۸۶۳	۱۱۳۴۸۳	۱۳۶۸
۱۱۴۳	۴۸۱۰	۸۳۱۶	۱۳۵۹۵۱	۱۳۶۹
۹۶۵	۵۱۴۴	۹۰۹۹	۱۴۴۹۶۴	۱۳۷۰
۱۱۰۳	۴۸۵۳	۹۸۵۸	۱۵۰۷۱۸	۱۳۷۱
۱۰۷۳	۵۷۸۶	۱۰۹۱۰	۱۷۱۳۹۸	۱۳۷۲
۱۱۵۱	۵۸۸۷	۱۲۵۴۱	۱۸۲۸۶۶	۱۳۷۳
-۲/۲	۹/۵	۱۶/۳	۱۲/۷	متوسط رشد
۱۴۱۱	۶۷۰۰	۱۲۵۹۸	۱۹۴۵۷۷	۱۳۷۴
۱۰۱۴	۷۴۴۶	۱۳۴۴۳	۲۰۵۷۳۷	۱۳۷۵
۱۱۶۱	۷۰۳۸	۱۵۶۰۴	۲۲۴۱۲۸	۱۳۷۶
۷۹۶	۴۸۷۰	۱۹۴۰۳	۲۳۲۶۷۷	۱۳۷۷
۱۰۷۳	۵۹۴۶	۲۱۲۳۴	۲۴۸۱۷۹	۱۳۷۸
-۶/۶	-۲/۹	۱۳/۹	۶/۳	متوسط رشد

مآخذ: ۴۳ سال صنعت برق ایران در آیینیه آمار

ارزش حرارتی سوخت های مصرفی در این دوره ۶/۳ درصد رشد داشته است.

نمودار ۳. مصرف انواع سوخت نیروگاهی طی دوره ۱۳۶۸-۷۸



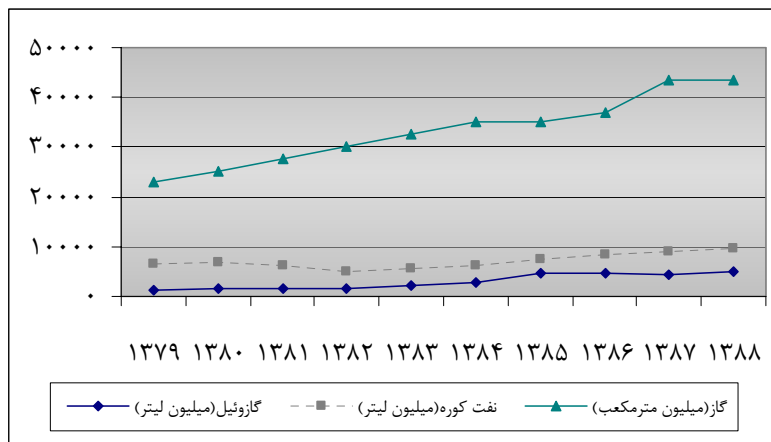
در برنامه سوم توسعه مصرف نیروگاهی گازوئیل باز هم با رشد ۱۴/۳ درصدی مواجه شد، لیکن روند افت مصرف نفت کوره همچنان با همان شیب ادامه یافت. مصرف گاز طبیعی نیز کندتر از دوره قبل و با متوسط رشد حدود ۹ درصد ادامه پیدا کرد.

جدول ۱۰. مصرف انواع سوخت نیروگاهی طی برنامه اول و دوم توسعه (۷۳-۱۳۶۸) و (۷۸-۱۳۷۴)

ارزش حرارتی (میلیارد کیلو کالری)	گاز (میلیون مترمکعب)	نفت کوره (میلیون لیتر)	گازوئیل (میلیون لیتر)	
۲۷۸۱۰۲	۲۲۸۸۳	۶۴۹۲	۱۲۸۳	۱۳۷۹
۲۹۵۱۱۴	۲۵۰۰۱	۶۷۹۹	۱۶۶۷	۱۳۸۰
۳۰۴۰۶۷	۲۶۷۵۹۸	۶۲۷۵	۱۶۵۲	۱۳۸۱
۳۲۰۶۶۲	۳۰۲۶۸	۴۹۳۸	۱۴۳۹	۱۳۸۲
۳۵۸۷۲۴	۳۲۶۸۱	۵۷۳۶	۲۱۸۸	۱۳۸۳
۶/۶	۹/۳	-۳	۱۴/۳	متوسط رشد
۳۹۰۱۱۱	۳۵۰۵۳	۶۳۲۹	۲۶۴۹	۱۳۸۴
۴۲۲۹۹۲	۳۵۲۳۹	۷۵۸۷	۴۷۰۲	۱۳۸۵
۴۴۶۰۵۹	۳۶۹۷۴	۸۴۳۵	۴۵۵۷	۱۳۸۶
۴۹۹۹۰۲	۴۳۴۱۱	۸۹۱۱	۴۳۹۸	۱۳۸۷
۵۱۰۲۴۲	۴۳۴۰۴	۹۵۴۱	۴۹۳۴	۱۳۸۸
۶/۹	۵/۵	۱۰/۸	۱۶/۸	متوسط رشد

طی دوره ۸۸-۱۳۸۴ روال مصرف سوخت نیروگاه ها متفاوت تر از دوره های مورد بررسی پیشین است. طی این مدت مصرف سوخت های مایع رشد قابل ملاحظه ای داشته است به گونه ای که مصرف گازوئیل ۱۶/۸ و نفت کوره ۱۰/۸ درصد افزایش یافته، اما مصرف گاز با رشد ۵ درصدی که بسیار کمتر از دوره های گذشته است به ۴۳۴۰۴ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۸۸ بالغ شده است. پر واضح است مصرف گاز طی ۴۰ سال از چنان رشدی برخوردار بوده که می توان این سوخت را از سال ۱۳۶۵ سوخت عمده نیروگاه های کشور محسوب نمود. هر چند این روند در فصل زمستان به دلیل نیاز بخش خانگی به گاز دچار اختلال می شود.

نمودار ۴. مصرف انواع سوخت نیروگاهی طی دوره ۸۸-۱۳۷۹



### جمع بندی و نتیجه گیری

ترکیب مصرف سوخت نیروگاههای کشور، طی دوره مورد مطالعه با تغییرات قابل توجهی مواجه بوده است، بطوریکه:

۱. سهم منابع نیروگاههای حرارتی از ظرفیت اسمی و تولید ناویژه برق در سال ۱۳۴۸ به ترتیب برابر ۶۴/۸ و ۵۸/۲ درصد بوده است که این ارقام تا سال ۱۳۸۸ به ۸۶ و ۹۶/۶ درصد رسیده است. این امر بیانگر پر رنگ تر شدن نقش نیروگاه های حرارتی در ظرفیت نصب شده و تولید برق کشور طی ۴۰ سال گذشته می باشد.

۲. در خصوص ترکیب نیروگاه های حرارتی، هر چند ساخت نخستین نیروگاه از نوع دیزلی بود، لیکن ترکیب نیروگاه ها از همان سالهای نخست به سرعت به سمت نیروگاه بخاری و گازی تغییر شکل داد. این موضوع را می توان از سهم نیروگاه های فوق الذکر از نیروگاه های حرارتی مشاهده نمود، بطوریکه سهم نیروگاه های دیزلی از ۵۳/۳ درصد در سال ۱۳۴۹ به ۰/۹ درصد در سال ۱۳۸۸، کاهش یافته است. بر اساس آمار سال ۱۳۸۸ سهم نیروگاه های گازی و سیکل ترکیبی در مجموع از نیروگاه های حرارتی بیش از ۶۴ درصد می باشد.

۳. یکی از راه های افزایش راندمان نیروگاه ها که به عنوان اهداف اساسی در وزارت نیرو و برنامه های اقتصادی کشور اعم از برنامه پنجم توسعه، بودجه های سنواتی و قانون هدفمند کردن یارانه ها مطرح می باشد، ساخت و تبدیل نیروگاه های گازی به سیکل ترکیبی است. این روند از سال

۱۳۷۹ آغاز گردید و سهم این نوع از نیروگاه را از حدود ۱۵ درصد به ۲۸/۲ درصد در سال ۱۳۸۸ رسانید. راندمان نیروگاه های حرارتی در این مدت نشانگر ارتقاء این شاخص از ۳۵/۱ درصد در سال ۱۳۷۸ به ۳۷/۰۶ درصد در سال ۱۳۸۸ می باشد. از اینرو افزایش ۲ درصدی راندمان طی ده سال را می توان مرهون این امر دانست. با این حال نباید از نظر دور داشت که راهکارهای افزایش راندمان و کاهش هزینه نیروگاه ها از یک سو ماهیتی فناورانه دارد که برنامه ریزی همه جانبه را طلب می کند و از سوی دیگر نیازمند تامین کم هزینه تر سوخت می باشد که وابسته به توسعه صنعت بالادستی گاز و تامین گاز مورد نیاز نیروگاه های کشور به ویژه در فصول سرد سال خواهد بود.

۴. نفت کوره، گازوئیل و گاز طبیعی سه سوخت اصلی نیروگاه های حرارتی در کشور می باشند. بررسی مصرف آنها در مدت ۴۰ سال نشان می دهد، مصرف نفت کوره به عنوان سوخت عمده نیروگاه ها تا سال ۱۳۵۵ مطرح بوده، لیکن پس از آن می توان ادعا نمود که گاز به تدریج و به خصوص از شروع برنامه اول توسعه جایگاه ویژه ای در تامین سوخت نیروگاه ها یافته است. به گونه ای که طی سالهای اخیر سوخت های مایع بیشترین نقش جایگزین گاز طبیعی در ماه های سرد سال را دارا می باشند. لازم به توضیح است اجرای قانون هدفمند کردن یارانه ها به معنای افزایش قابل توجه قیمت فرآورده ها نسبت به گاز طبیعی می باشد. از این جهت زیان های ناشی از مصرف فرآورده ها در نیروگاه ها را باید با مقیاس قیمت های فوب خلیج فارس فرآورده های نفتی ارزیابی کرد.

۵. توسعه چهار فاز پارس جنوبی و افزایش ۱۰۰ میلیارد متر مکعبی گاز کشور در کنار اجرای فازهای بعدی قانون هدفمند کردن یارانه ها به منظور کنترل مصرف بخش خانگی، راهبرد موثری جهت افزایش کارایی و راندمان نیروگاه های کشور ارزیابی می شود.