تولید انرژی الکتریکی

فصل ۱: مقدمه

فصل اول : منابع انرژی و گزینه های مناسب ان در قرن بیست و یکم

* سطح زندگی بشر، همواره به میزان و نحوه کاربرد انرژی برای انجام فعالیت های خود بستگی داشته است. بطوریکه شناسایی منابع انرژی زا و بهربرداری بهینه از آنها یکی از ابزارهای مهم در جهت توسعه و خودکفایی اقتصادی هر کشور از آغاز تاریخ تاکنون محسوب می شده است.

*منابع شناخته شده انرژی اولیه که در حال حاضر در اختیار بشر قرار دارند :

۱- سوخت های فسیلی شامل زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی

۲- چوب و فضولات گیاهی ، حیوانی و انسانی (زیست توده)

۳-جریان آب های سطح زمین (رودخانه ها و آبشارها)

۴-خورشید، باد، امواج دریا، جزر و مد، حرارت زیر پوسته زمین (ژئوترمال)

۵- واکنش های هسته ای

که منشأ تقریباً تمامی این منابع به استثنای انرژی هسته ای، انرژی زمین گرمایی و انرژی جزر و مد در انرژی خورشید نهفته است.

*عدم قابلیت استفاده مستقیم از بسیاری منابع انرژی اولیه ضرورت تبدیل انرژی پربازده را سبب شده است. (یکی از بهترین شکلهای تبدیل انرژی، تبدیل به انرژی الکتریکی است.)

*در حال حاضر بخش اعظم انرژی مصرفی جهان از سوخت های فسیلی تامین میشود. احتراق این سوخت ها باعث انتشار آلاینده ها (مانند اکسیدهای نیتروژن (NOx)، اکسیدهای گوگرد (SOx)، CO، CO2 و ...) در محیط زیست می گردد و سلامتی موجودات زنده را با خطر مواجه می کند.

- از طرف دیگر منابع سوختهای فسیلی محدود است که ممکن است در آینده نزدیک عمر ذخایر به پایان برسد و با بحران جهانی انرژی روبرو شویم که نیاز به استفاده از گزینه های دیگر برای تأمین انرژی بیش از پیش احساس خواهد شد.
- از جمله گزینه های جایگزین میتوان به

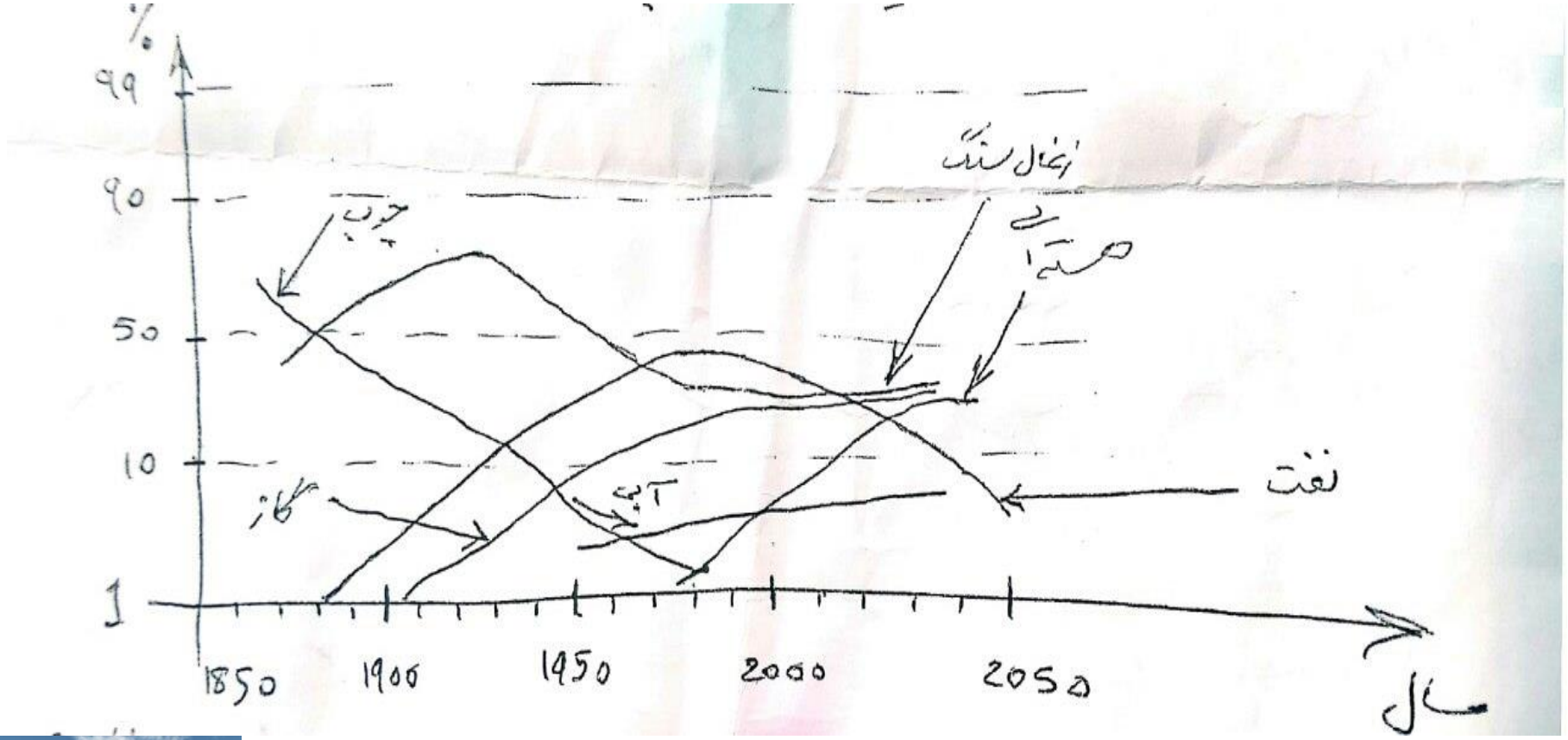
۱- استفاده از انرژی هسته ای؛ ۲- استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر (خورشید، باد و آب) و ۳- بهینه سازی مصرف انرژی اشاره کرد.

*استفاده از باد و آب از قرن پیش مطرح بوده است اما از نیمه دوم قرن هجدهم اختراع موتور بخار و انواع مولدهای الکتریکی استفاده از این انرژی ها را بتدریج محدود کرد.

*اما در سال ۱۹۷۳، در پی جنگ اعراب و اسرائیل و تحریم نفتی کشورهای عربی بر علیه حامیان اسرائیل، قیمت نفت و سایر سوختهای فسیلی در بازارهای جهانی افزایش یافت و ضررهای هنگفتی را به اقتصاد کشورهای صنعتی وارد کرد.

*پس از آن کشورهای صنعتی تصمیم به جایگزینی تدریجی نفت با سایر منابع تجدیدپذیر و کاهش وابستگی اقتصاد خود به نفت نمودند. از سوی دیگر، دلایل زیست محیطی هم سبب افزایش حرکت به سوی انرژی تجدیدپذیر شد.

در حال حاضر سهم منابع مختلف در تأمین انرژی مصرفی جهان و در آینده به صورت زیر است:



سال ۱۸۸۰ ماشینهای احتراق داخلی اختراع شد و انرژی گرمایی به مکانیکی تبدیل شد.

سال ۱۸۸۲ اولین نیروگاه آبی ساخته شد.

سال ۱۹۵۴ اولین نیروگاه هسته ای جهان

از حدود سال ۲۰۵۰ به بعد پیش بینی می شود علاوه بر انرژی خورشیدی، هیدروژن و گداخت هسته ای هم فراگیر شود.

میزان ذخایر و استخراج حاملهای انرژی

ذخایر انرژی جهان

- قابل تجدید در دراز مدت
  - سوخت فسیلی (نفت، گاز، ذغال سنگ)
  - سوخت هسته ای (اورانیوم و پلوتونیوم)
- قابل تجدید در کوتاه مدت (باد، خورشید، بیوماس، آب)

نوع منبع	مقدار ذخایر اثبات شده(تراوات سال)	عمر مفید(سال)
ذغال سنگ	۸۰۰	۳۰۰
نفت	۲۰۰	۵۰
گاز	۲۰۰	۸۰
شکافت هسته ای (اورانیوم)	۸۰	۱۰۰
گداخت هسته ای (ایزوتوپ های هیدروژن)		۱۰^{12} _ ۱۰^{15}

نفت

***میزان ذخایر ثابت شده استحصال نفت خام در حدود ۱۰۵۰ میلیارد شبکه براورده شده است که در ۲۰ سال گذشته ۵۰۰ میلیارد بشکه نفت مصرف شده است .**

***ذخیره ثابت شده نفت سهمی کمتر از ۱۴٪ کل انرژی های فسیلی جهان از نفت تامین می شود (تا سال۲۰۰۰)**

٪۶۶ ذخایر نفت جهان ← خاور میانه

٪۲۵ ← عربستان

٪۹ ← ایران

گاز

* ذخایر گاز اثبات شده ی جهان ۱۴۰تریلیون متر مکعب است که ۲۴٪کل انرژی مورد نیاز جهان در حال حاضر از گاز طبیعی تامین می شود

معادل ۹۵۰ میلیارد بشکه نفت

۱۵٪سهم ایران

زغال سنگ

ذخیره کل زغال سنگ جهان در حدود ۱۰۶۰ میلیارد تن بیش از ۵ برابر ذخایر معادل نفت جهان

۲۲.۴٪کل انرژی جهان از زغال سنگ تامین می شود تولید زغال سنگ در ایران سالانه به ۱.۷ میلیون می رسد.

اورانیوم

ذخایر اثبات شده اورانیوم طبیعی (ماده اولیه انرژی شکافت هسته ای)در جهان حدود ۱۳.۴ میلیون تن برآورده می شود.

که محل ذخیره انرژی هسته ای جهان بالغ بر ۱۵۰۰ میلیارد بشکه نفت خام است.

۱۶۰۰ بشکه نفت خام ≦**اورانیوم ۱کیلوگرم**

***علاوه بر خشکی در اب در دریا نیز اورانیوم وجود دارد که بیش از ۳۰۰ برابر اورانیوم موجود در معادن است که در صورت استخراج و امکان ان انرژی حاصل از شکافت هسته ای انرژی جهان را تا طولانی مدت تامین می کند .**

***سهم نیروگاه هسته ای در تامین و تولید برق ۲۰٪است .**

مصرف انرژی

مصرف انرژی در سال ۱۹۹۸ ← ۱۴ تراوات سال که (۳۰٪ آن به شکل الکتریکی)

سهم منابع انرژی اولیه در تولید برق

- **۶۰٪ فسیلی**
- **۲۰٪ هسته ای**
- **۲۰٪ ابی**

براورد مصرف انرژی در اینده ← تا سال ۲۰۵۰ ← ۳۰ تراوات سال که $\frac{۱}{۳}$ آن صرف تولید برق خواهد شد

دلایل افزایش مصرف انرژی
- افزایش جمعیت جهان ← حضور بیشتر در شهر ها
- افزایش مصرف سرانه انرژی در کشور های در حال توسعه رشد اتوماسیون ماشینی شدن
- افزایش مصرف انرژی در کشور های صنعتی ← البته با شیب کمتر به دلیل استفاده بهینه تر و رشد کند تر جمعیت

انرژی و محیط زیست

محیط زیست بر آیند چهار مولفه آب ، هوا ، خاک ، صوت می باشد. هر عاملی که حالت طبیعی این مولفه ها را دگرگون کند ، به عنوان عامل مخرب محیط زیست طبقه بندی می شود.

پیمان کیوتو: کاهش تولید گاز های گلخانه ای پذیرش از سوی اکثرا کشور های جهان از جمله ایران

به دلیل عدم مجهز بودن اکثریت صنایع به تجهیزات مناسب جهت فیلتر نمودن آلاینده و عدم توجه افکار عمومی و سیاست گذاران به حفظ محیط زیست باز هم مشکلاتی خواهیم داشت

اثرات زیست محیطی نیروگاه های حرارتی :

شامل آلودگی آب ، خاک و هوا می باشد

آلودگی آب در اثر : فاضلاب حاصل از تصفیه آب، تخلیه دیگ بخار، تخلیه برج خنک کُن تَر، فاضلاب حاصل از شستشوی شیمیایی لوله ها ، فاضلابهای دودکش، فاضلاب های آلوده به روغن و سوخت و ...

کمیت و کیفیت فاضلاب یک نیروگاه بستگی به عواملی نظیر نوع سوخت، نوع احتراق، نوع تأسیسات ذخیره سازی سوخت، ظرفیت واحد ها و درصد بهره برداری از واحدها، نوع بهره برداری، سیستم تصفیه آب، عمر تاسیسات و ... دارد.

در نیروگاههای بخاری با سیستم خنک کن یکبار گذر، آب برگشتی از سیستم که عمدتا به رودخانه یا دریا می ریزد، دارای بار حرارتی بسیار بالایی است و به عنوان یک آلاینده حرارتی باعث بر هم زدن شدید تعادل اکولوژیکی و کاهش شدید و ناگهانی اکسیژن محلول در آب می شود.

آلودگی خاک در اثر : پخش مواد زاید و زباله هایی که در محیط نیروگاهها ایجاد می شوند، به وجود می آید.

آلودگی هوا دارای اهمیت بالاتری است. عمده ترین آنها CO_2 است.

ترکیبهای متفاوت گوگرد SO_X ، { دی اکسید گوگرد ۹۰٪ ، سولفید هیدروژن و سولفات} در اثر ترکیب با آب

اکسید های کربن CO و CO_2 ممنوعیت های موضعی تولید اسید سولفوریک

اکسید های مختلف نیتروژن NO_X { مونو اکسید نیتروژن (NO) و دی اکسید نیتروژن $NO_۲$ }

ذرات معلق ترکیبی از دوده، گرد و خاک و سایر اجزای جامد

»» واحدهای سیکل ترکیبی آلایندگی کمتری دارند.

»» پسماند نیروگاههای هسته ای هم باعث آلودگی می شود. استخراج اورانیوم باعث آزاد شدن رادون می شود.

گزینه های انرژی در قرن بیست و یکم

باید به نحوی باشد که هم نیاز های انرزی رو به رشد تأمین شود، هم از منابع مختلف موجود به طور بهینه استفاده شود و هم شاخص های زیست محیطی برقرار شوند.

۱_ کاهش مصرف انرژی
- افزایش وسایل حمل و نقل عمومی
- بهینه نمودن مصرف انرژی (عایق کردن ساختمان، بهینه سازی وسایل گرمایشی، کاهش مصرف وسایل برقی، لامپهای صرفه جو، به روز کردن صنایع)

۲_ افزایش تولید سوختهای فسیلی
- می توان در کوتاه مدت مصرف انرژی جهان را با قیمت مناسب تأمین کرد
- افزایش آلودگی محیط زیست؛ راهکار: استفاده از تکنولوژیهایی که تبدیل انرژی را با بازدهی بالاتر و آلودگی کمتر انجام می دهند مثلا CHP ، FC ، MHD و ...

۳_ افزایش استفاده از انرژی هسته ای اگر چه بازدهی مناسبی دارد اما به دلیل افزایش مشکلاتی نظیر زباله های اتمی و آگاهی مردم از خطرات بالقوه این نیروگاهها باعث کاهش استفاده از آنها می شود.

توسعه نیروگاههای شکافت هسته ای تابعی از عوامل اقتصادی، فراهم بودن سوخت و ملاحظات زیست محیطی است. اما گداخت هسته ای (جوش خوردن هسته های سبک) مشکلات بالا را ندارد

۴_ توسعه منابع انرژی های تجدید پذیر خورشید، بادی، ژئوترمال و ...

انواع نیروگاه های تولید برق

نیروگاه های حرارتی : مبدل هایی هستند که انرژی نهفته در سوخت های جامد ، مایع و گازی و یا سوخت های هسته ای را به انرژی برق تبدیل می کنند .

مثال : نیروگاه های بخاری ، گازی ، سیکل ترکیبی ، دیزلی و هسته ای

- متداول ترین نوع نیروگاه حرارتی ، نیروگاه بخاری است

مشتعل کردن سوخت فسیلی تبدیل آب به بخار چرخش توربین با انرژی بخار

تولید برق با ژنراتور

تفاوت اساسی نیروگاه گازی با بخاری این است که سیال سیکل توربین گازی ، هوای محیط است ولی در نیروگاه های بخاری سیال سیکل ، آب است

- در نیروگاه دیزلی ، نیروی محرکه ژنراتور یک موتور درونسوز دیزلی است .
- در نیروگاه سیکل ترکیبی (متشکل از واحد های گازی و بخاری) ، گاز های خروجی از توربین های گازی به دیگ بخار بازیاب هدایت می شوند و بخار ایجاد شده از این طریق توربین بخاری را به گردش در می آورد .

نیروگاه هسته ای :

تولید برق ← گردش توربین بخار ← تولید بخار با انرژی نهفته بسیار زیاد ← استفاده از انرژی نهفته در سوخت هسته ای

نیروگاه برق آبی :

- عامل و سیال واسطه ، جریان آب و یا انرژی پتانسیل آب پشت سد ها و آب بند ها است .
- دو فاکتور اساسی در نیروگاه های برق آبی : ۱- جریان آب ۲- اختلاف سطح آب و محل قرارگیری نیروگاه

دو نوع نیروگاه

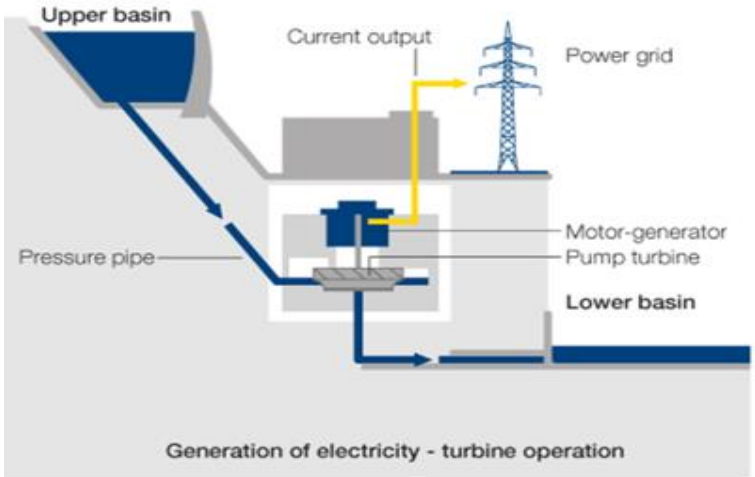
نیروگاه های جریان رودخانه ای Run of river power plant

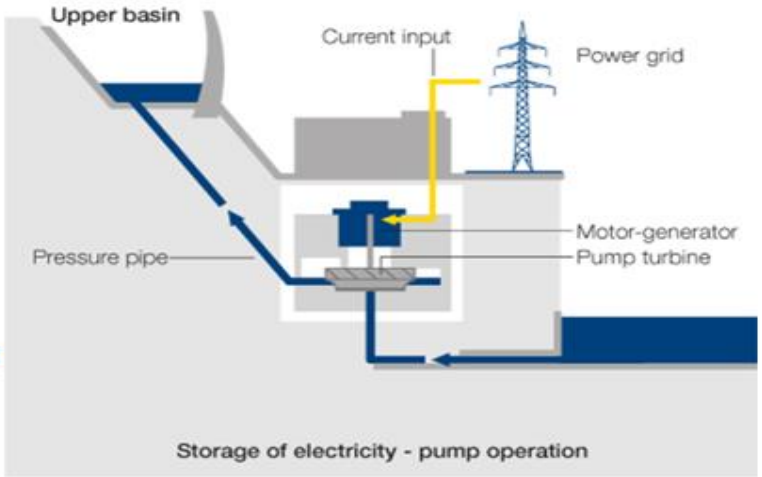
نیروگاه های برق آبی Hydraulicpower plant

در حال حاضر نیروگاه های حرارتی بیشترین سهم را در تولید و تأمین انرژی برق دارند . البته در برخی کشورها سهم برق آبی بیشتر است مانند برزیل ، نروژ ، کانادا ، سوئد و سوئیس

نیروگاه تلمبه ای ذخیره ای Pump – storage

- در بعضی مناطق که شرایط جغرافیایی مناسبی وجود دارد ، از مبادله آب بین دو منبع در سطوح مختلف می توان انرژی مورد نیاز برای چرخاندن توربین ها ایجاد نمود .
- آب از منبع سطح پایین (می تواند یک دریاچه باشد) توسط پمپ هایی در ساعاتی از روز که مصرف انرژی الکتریکی پایین است ، به منبع بالایی فرستاده می شود سپس در مواقعی که به انرژی الکتریکی نیاز است ، از منبع بالایی ، آب را توسط لوله هایی به روی پره های یک توربین آبی هدایت می کنند و برق تولید می شود .





سایر انواع نیروگاه ها :

نیروگاه خورشیدی ← اشکال

- متمرکز نبودن ← نیاز به متمرکز کننده دارد
- تناوبی بودن ← نیاز به ذخیره ساز دارد
- پایین بودن شدت تشعشع ← سطح لازم برای کسب انرژی بزرگ شود

نیروگاه بادی : بستگی به سرعت بتد و سطح در تماس با باد برای کسب انرژی دارد . متناوب است و مقدار آن محدود است و محلی .

نیروگاه زمین گرمایی ، نیروگاه آبی با امواج دریا ، نیروگاه آبی جذر و مدی و نیروگاه زباله سوز

عرضه و تقاضای انرژی برق :

تقسیم بندی مصرف کنندگان انرژی الکتریکی به ۶ بخش :

۱- خانگی : روشنایی و تامین انرژی لوازم الکتریکی خانگی (٪ ۳۳.۲ در ایران)

۲- عمومی : ادارات و سازمان ها (٪ ۱۲.۶ در ایران)

۳- کشاورزی (٪ ۱۲.۲ در ایران)

۴- صنعتی : ٪ ۳۲.۲ (امیدوار کنندخ نیست و باید بیشتر باشد با توجه به در حال توسعه بودن کشور)

۵- تجاری : ٪ ۶.۴

۶- روشنایی معابر : ٪ ۳.۲

میزان رشد مصرف برق برای هر یک از گروه ها متفاوت است .

با رشد سالانه مصرف انرژی ، باید تولید نیروگاه ها هم از رشد مطلوبی برخوردار باشد که بستگی به میزان قدرت تولیدی نیروگاه دارد . اما در این بین تلفاتی وجود دارد :

۱- مصارف داخلی نیروگاه ها (حدود ٪ ۴ کل تولید) : نیاز به ارتقا و افزایش بهره وری بخصوص نیروگاه های بخاری

۲- تلفات سیستم انتقال و فوق توزیع (٪۴.۵ کال تولید)

۳- تلفات سیستم های توزیع با جریان بیشتر (٪ ۱۴.۴ کل تولید)

قدرت عملی نیروگاه ها :

قدرت های نامی واحد ها که بر روی پلاک مشخصات آن ها حک می شود بر پایه شرایط استاندارد ایزو (دمای ۱۵°C و هم سطح دریا) است ، اما قدرت عملی کمتر از قدرت نامی است .

علت کمتر بودن

- عدم انطباق شرایط واقعی محیط با شرایط فرضی ایزو که باعث می شود قدرت عملی نیروگاه حرارتی کمتر از قدرت نامی شود اما افزایش دما و فشار هوا، تأثیری ندارد
- سن واحدها ، میزان و کمیت تعمیراتی که بر روی آن ها انجام می شود ، در بازدهی حرارتی و مکانیکی واحدها تأثیر قابل ملاحضه ای دارد .

بنابراین ممکن است نیروگاه ها یک حداقل و حداکثر عملی داشته باشند که مقدار میانگین آن را لحاظ می کنند که در بهره برداری باید به آن توجه شود .

کل قدرت تزریقی به شبکه سراسری ، اعم از تولید نیروگاه های و واردات از کشور های همسایه در سال ۱۳۸۵، ۳۴۵۴۴ MW است . حداکثر بار تأمین شده همزمان با حداکثر مصرف ۳۴۰۶۹ MW است . تلفات شبکه ۲۰٪ است .

فصل دوم: انتخاب نوع نیروگاه ها و موقعیت نصب آن ها

اولین مرحله در طراحیهر نیروگاهی ، شرایط انرژی مورد نیاز شبکه می باشد که به ۳ دسته تقسیم می شود :

۱- میزان حداکثر تقاضای شبکه

۲- کل انرژی مورد نیاز شبکه

۳- نحوه توزیع انرژی تقاضا شده

که نیاز به مطالعه در مورد شبکه و وضعیت رشد آن است .

پیش بینی افزایش بار در سال های آتی که بتوان متناسب با آن ، میزان تولید مورد نیاز شبکه را افزایش داد تا استفاده بهینه تری از میزان تولید کنونی انجام پذیرد .

تعاریف اساسی

اولین تعریف در هر شبکه ، میزان حداکثر تقاضا (Maximum Demand) می باشد . زیرا ظرفیت تولیدی یک نیروگاه بستگی به میزان تقاضای مصرف کنندگان هر شبکه دارد . مصرف کنندگان عمدتاً از نوع روشنایی ، خانگی ، صنعتی ، تجاری و کشاورزی هستند .

ضریب تقاضا (d) :

هر مصرف کننده دارای ظرفیت حداکثری در جذب قدرت می باشد . البته وسایل مصرف کننده در هر گروه (مثلاً یک خانه یا یک شهر) مستقل از هم می باشند . اگر در یک گروه همه وسایل الکتریکی به طور همزمان انژی الکتریکی دریافت کنند ، آنگاه میزان حداکثر تقاضای مصرف کنندگان مساوی بار های قابل اتصال (Connected Load) می باشد.

اما عموما چنین اتفاقی نمی افتد ، زیرا همیشه بارهایی که مصرف کنندگان در اختیار دارند که می توانند آن ها را به شبکه وصل کنند خیلی بیشتر از میزان حداکثر تقاضای آن ها است . به همین خاطر رابطه بین حداکثر تقاضا و بار های قابل اتصال را به صورت ضریب تقاضا بیان می کنیم .

$$\text{ضریب تقاضا} = d = \frac{\text{میزان حداکثر تقاضا}}{\text{بار های قابل اتصال}} \qquad ۰.۵ < d < ۰.۹$$

این ضریب بیانگر این است که مصرف کننده چند درصد از کل قدرتی را که در اختیار دارد ، استفاده می کند .

d بستگی به نوع فعالیت مصرف کنندگان دارد مثلاً هتل کمترین ضریب تقاضا را دارد.

ضریب اختلاف یک گروه (D) :

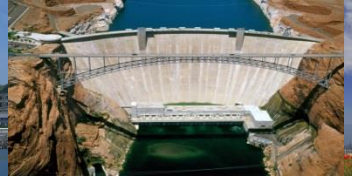
تجربه نشان داده است که تقاضای حداکثر از طرف مصرف کنندگان مجزا به طور همزمان صورت نمی گیرد ، بلکه در یک دوره زمانی انجام می شود . البته موضوع برای مصرف کنندگانی که دارای فعالیت مشابهی هستند ، مثلاً مصارف صنعتی و یا خانگی صادق است .

نحوه توزیع زمانی میزان حداکثر تقاضای مصرف کنندگان مشابه را می توان با ضریب اختلاف (DiversityFactor) نشان داد :

$$D = \text{ضریب اختلاف گروه} = \frac{\text{مجموع حداکثر تقاضلی منفرد}}{\text{میزان حداکثر تقاضای آن گروه}}$$

این ضریب همیشه از عدد یک بزرگتر است .

- معمولا برای مصارف مسکونی بیشترین مقدارد (حدود ۵)
- برای مصارف صنعتی کمترین مقدار (حدود ۱.۳)



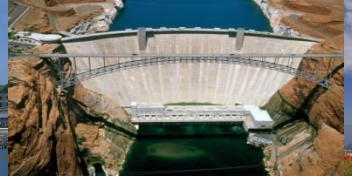
با توجه به اختلافی که بین میزان حداکثر تقاضاهای منفرد وجود دارد ، مقدار سهم هر مصرف کننده در تقاضای حداکثر سیستم ، کمتر از میزان حداکثر تقاضای آن مصرف کننده است .

ضریب اختلاف حداکثر (r)

تقاضلی حداکثر یک سیستم ، بستگی به میزان مصرف کنندگان شبکه در زمان مشخصی به نام زمان حداکثر بار شبکه دارد .

در زمان تقاضای حداکثر یک سیستم ، میزان تقاضای یک گروه مشخص از مصرف کنندگان مشابه ، به ندرت برابر حداکثر تقاضای خود است ؛ زیرا تقاضای حداکثر این گروه ممکن است در زمان های دیگری از سال صورت گیرد . این اختلاف را می توان به صورت ضریب اختلاف حداکثر (Peak Diversity Factor) نشان داد :

$$r = \frac{\text{میزان حداکثر تقاضای گروه مصرف کننده}}{\text{میزان تقاضای گروه مصرف کننده در زمان تقاضای حداکثر}}$$



روش تعیین تقاضای حداکثر یک سیستم :

$$M_1 = \frac{\sum c_1 \times d_1}{D_1} \;\&\; M_2 = \frac{\sum c_2 \times d_2}{D_2}$$

$$L_1 = \frac{M_1}{r_1} \;\&\; L_2 = \frac{M_2}{r_2} \;\&\; L_m = L_1 + L_2 + \cdots + L_n$$

$c_1, c_1', c_1'', c_1^n \ldots\ldots\ldots\ldots$: بارهای متصل منفرد در گروه 1

$c_2, c_2', c_2'', \ldots\ldots c_2^n$:بارهای متصل منفرد در گروه۲

d_1 : ضریب تقاضای گروه 1

D_1 : ضریب اختلاف گروه 1

d_2 : ضریب تقاضای گروه 2

D_2 : ضریب اختلاف گروه 2

M_1 : تقاضای حداکثر گروه 1

r_1 : ضریب اختلاف حد اکثر گروه1

M_2 : تقاضای حداکثر گروه 2

r_2 : ضریب اختلاف حد اکثر گروه2

l_m :میزان تقاضای حداکثر سیستم

$l_1, \ldots\ldots\ldots l_n$:... تقاضای هر نوع مصرف کننده در زمان تقاضای حداکثر

سوال: یک مجتمع ساختمانی بزرگ از تعدادی زیادی منزل مسکونی و فروشگاه ها و کارگاه های مورد نیاز تشکیل شده است تعدادین منازل به ۱۰۰۰ واحد می رسد که می رسد که هر واحد دارای بار قابل به مقدار ۴کیلو وات می باشد همچنین مشخصات فروشگاه ها و و کارگاه ها در جدول زیر امده است ضریب تقاضا ی واحد های مسکونی ۴۵ درصد و ضریب اختلاف گروه بار های مسکونی برای این سیستم ۳.۵ و ضریب اختلاف حداکثر برابر۱.۴ است ضریب اختلاف گروه بارهای تجاری برابر ۱.۵ و ضریب اختلاف حداکثر برابر۱.۱است میزان افزایش در تقاضا ی حداکثر بار در کل سیستم را (که از شین اصلی دریافت می کند) محاسبه نمایید فرض کنید که تلفات خط به مقدار ۵درصد قدرت انتقالی خط باشد .

نوع بار وتعداد	بار قابل اتصال	ضریب تقاضا بر حسب درصد
خشکشویی و لباس شویی ۱واحد	20	68
نماز خانه ۲ واحد	10	56
سالن غذا خوری ۱واحد	60	52
کتاب فروشی ۱ واحد	5	66
فروشگاه و خشکبار ۱واحد	7	76
داروخانه 2واحد	10	74
فروشگاه سبزی 2 واحد	5	73
فروشگاه کفش 1واحد	2	67
فروشگاه لباس 1واحد	4	53
سالن نمایش 1واحد	100	44

تقاضای حداکثر برای هر کدام منازل=45.*4=180 kw

تقاضای حداکثر برای ۱۰۰۰ واحد=$\frac{1.8*1000}{3.5}$ =514 kw

میزان تقاضای ۱۰۰۰واحد در زمان حداکثر=$\frac{514}{1.4}$ = 367 kw

محاسبه تقاضای حداکثر برای هر گروه تجاری :

خشکشویی ⟶ 1*20 *0.68=13.6

نماز خانه ⟶ 2*10*0.56=11.2

سالن غدا خوری ⟶ 1*60*0.52=31.2

کتاب فروشی ⟶ 1*5*0.66=3.3

خشکبار ⟶ 1*7*0.76=5.3

داروخانه ⟶ 2*10*0.79=15.8.3

سبزی ⟶ 2*5*0.73=7.3

کفش ⟶ 1*2*0.67=1.3

لباس ⟶ $1*4*0.53=2.1kw$

نمایش ⟶ $1*100*0.49=49kw$

تقاضای حداکثر گروه تجاری $= \frac{140.1}{1.5} = 93.4$

تقاضای تجاری در زمان حداکثر سیستم $= \frac{93.4}{1.1} = 84.9$

تقاضای کل مصرف کنندگان در زمان تقاضای حداکثر سیستم $= 367+84.9=451.9$

افزایش کل در تقاضای حداکثر در شین ایستگاه $= 451.9*1.05=474.5$

منحنی بار شبکه

هر شبکه قدرت دارای بارهای مختلف ایت نحوه تغییرات تقاضای بار برای یک دوره ۲۴ ساعته (در یک روز)به منحنی بار روزانه معروف است .این منحنی برای یک دوره بارهای مختلف متفاوت می باشد منحنی بار روزانه میزان فعالیت شبکه را به صورت ساعتی نشان می دهد .

بارهای تجاری در بین ساعات ۸صبحتا ۱۰شب تقاضای مصرف زیادی دارند و از ساعت ۱۰شب تا۸ صبح تقاضا به حداقل خود می رسد اما روشنایی معابر عکس روشنایی بارهای تجاری است .روشنایی معابر از غروب تا ابتدای صبح روز بعد دارای مقادیر ثابتی است ودر بقیه ساعات روز به صفر می رسد .

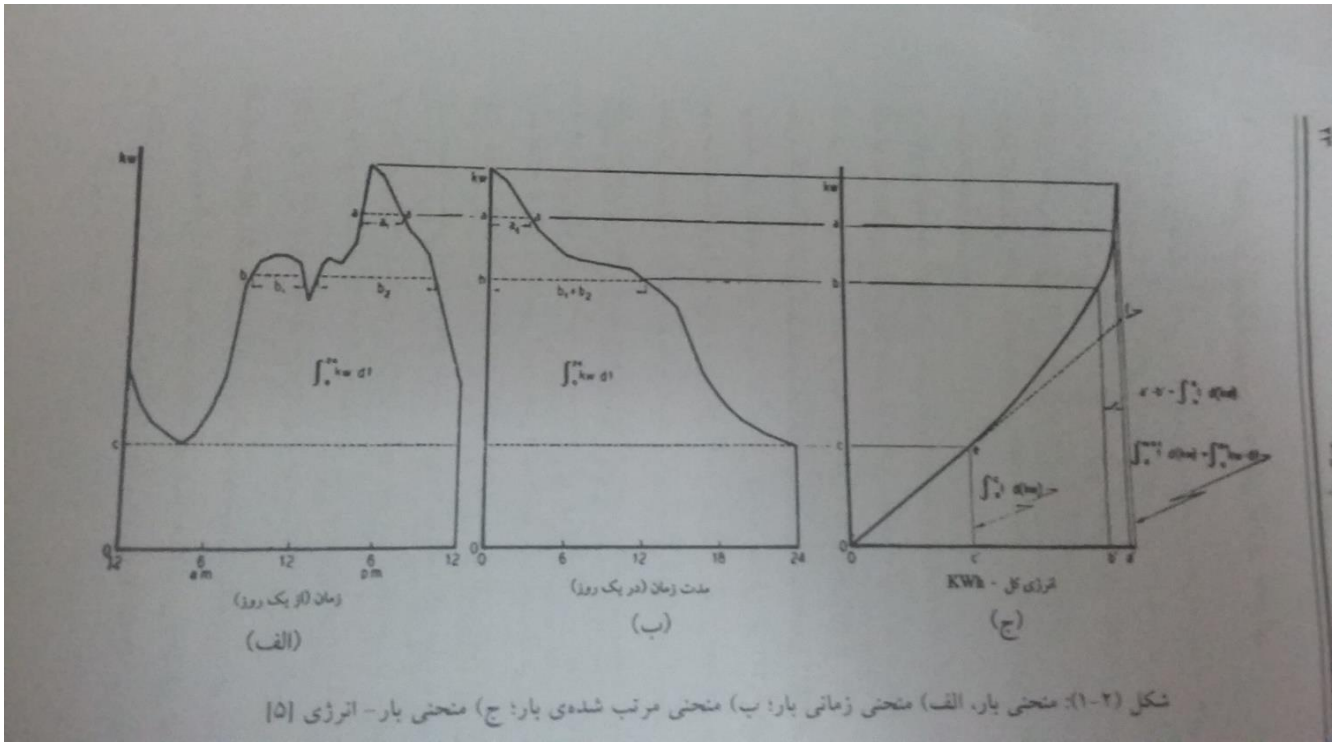
از سوی دیگر تقاضای بار برای اکثر مصرف کنندگان در فصول مختلف سال تغییر می کندالبته منحنی بار مصارف صنعتی در فصل های مختلف تقریبا یکسان است

منحنی بار شبکه
- روزانه ← برای تصمیم گیری های کوتاه مدت
- هفتگی و ماهانه ← میان مدت
- سالیانه ← دراز مدت

از انجا که بار روزانه در دو روز متوالی با هم متفاوت است لذا برای پیش بینی کوتاه مدت مصرف روز بعد از منحنی بار روز قبل استفاده نمی شود بلکه با استفاده از میزان رشد بار سالیانه از منحنی بارهمین روز در سال قبل استفاده می شود .

کاربرد۱ ← در نتیجه با داشتن منحنی بار روزانه ی سال قبل می توان تغییرات بار را تا حدودی برای سال جدید پیش بینی کرد . بااین پیش بینی ها مقدار تولید اضافی شبکه مشخص می شود و می توان برنامه ریزی تولید برای نیروگاه ها و مقدار ذخیره چرخان شبکه را تعیین نمود.

کاربرد ۲ ← استفاده دیگری که از منحنی بار صورت می گیرد میزان انرژی مصرفی شبکه (مقدار کیلو وات ساعت شبکه)در دوره تناوب مورد نظر (روزانه . هفتگی .....)می باشد که این میزان انرژی مصرفی برابر سطح زیر بار شبکه است



شکل (۲-۱): منحنی بار، الف) منحنی زمانی بار؛ ب) منحنی مرتب شده‌ی بار؛ ج) منحنی بار- انرژی [۵]

در صورتی که منحنی بار در زمان خودش رسم شود منحنی بار روزانه مطابق شکل بالا بدست می آید.

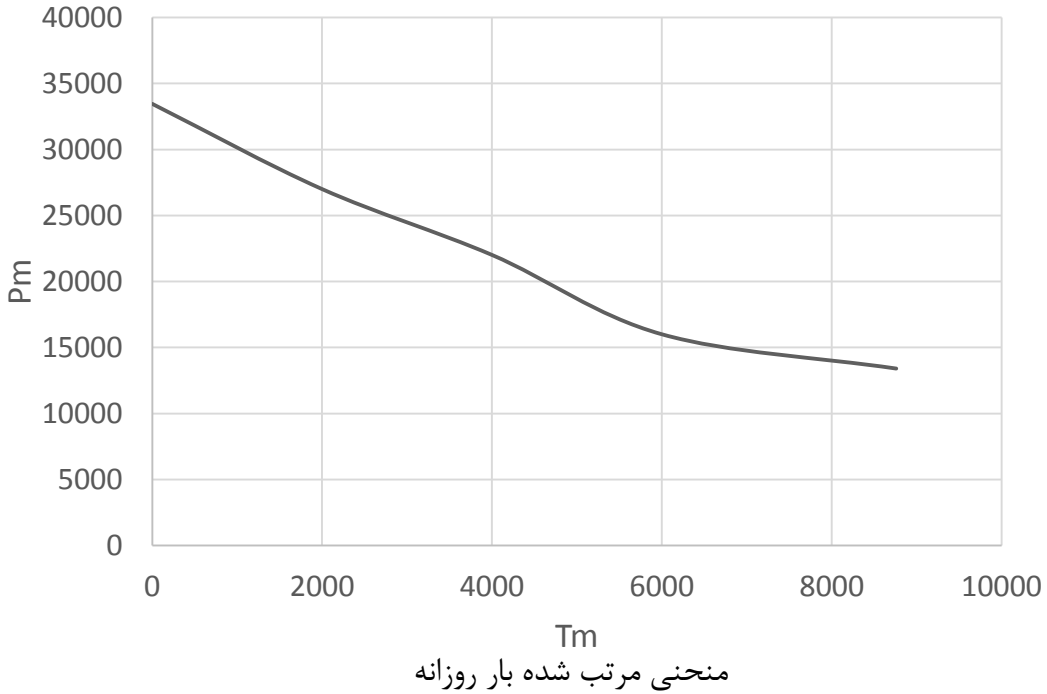
اگر بارهای مختلف را بر حسب مدت زمان بارگیری ان بار مرتب کنیم و سپس تغییرات ان را رسم کنیم منحنی مرتب شده بار بدست می اید این منحنی بیان گر ان است که مقدار مشخصی از قدرت تولیدی در چه مدت از زمان دوره تناوب توسط مصرف کننده ها جذب می شود .

*مثلا مقدار توان B در مدت هاشور قسمت مساحت برابر که شود می جذب ساعت ۲۴ زمان از $b_1 + b_2$ زده است یا توان a در مدت a_1 جذب می شود (مساحت نقطه چین)

نحوه بدست اوردن منجنی مرتب شده بار : حداکثر قدرت دریافتی در یک لحظه (t=0)دریافت می شود و قدرت دریافتی به مقدار a کیلو وات در زمانa_1 و قدرت دریافتی b به مقدار مجموع زمان های b_2 و b_1 توسط مصرف کنندگان دریافت می شود .

منحنی بار –انرژی :از این منحنی در می یابیم که برای هر مقدار کیلو وات مصرفی مقدار انرژ ی مصرفی شبکه (برحسب kwh)چقدر خواهد بود در نتیجه برای قدرت حداکثر شبکه مقدار کل انرژی شبکه برابر مقدار a' است و ان مقدار انرژی را که بین قدرت های a تا b کیلو وات مصرف می شود می توان از مقدار تفاضل ($a'-b'$ kwh)بدست اورد .

منحنی مرتب شده بار روزانه دارای تغییرات غیر یکنواختی است که اگر این منحنی برای بار سالیانه مرتب شود تغییرات آن یکنواخت تر خواهد شد .



منحنی مرتب شده بار روزانه

بار حداقل (بار پایه) شبکه :باری است که تقریباً در تمام مدت دوره ی موردنظر (روزانه،هفتگی و...)توسط مصرف کنندگان شبکه دریافت می گردد (P_{min}).این مقدار برای شبکه ایران ۱۳۸۵، ۱۳۴۰۳(MW) است که ۴۰٪ پیک بار است .

بار حداکثر شبکه :حداکثر باری است که در مدت دوره تناوب مورد نظر توسط مصرف کنندگان شبکه دریافت میشود (P_{max}). حداکثر بار شبکه سراسری ایران در سال ۱۳۸۵ برابر ۳۳۴۵۸ (MW) ودر سال ۱۳۸۴ ،۳۳۱۶۷ (MW) است.

بار متوسط شبکه : مقدار باری است که اگر در کل دوره تناوب مورد نظر بطور یکسان توسط مصرف کنندگان دریافت شود، انرژی دریافتی آن معادل انرژی منحنی بار مرتب شده باشد . (P_m)این مقدار در شبکه برق ایران در سال ۱۳۸۵ برابر ۲۲۰۱۲ (MW) و ۶۶٪ پیک بار شبکه و در سال۱۳۸۴ برابر ۲۰۳۷۴ (MW) است .

شبکه هایی که دارای منحنی بار صاف تری هستند (تغییرات در زمانهای مختلف کمتر باشد)ضریب بار آنها نزدیک به یک است و هر چه تغییرات بار شبکه در دوره تناوب مورد نظر بیشتر باشد ضریب بار m کاهش میابد . در این حالت بار متوسط با بار حداکثر شبکه تفاوت زیادی دارد.

هر چه بار متوسط به بار حداکثر شبکه نزدیک تر شود ، ضریب بار به عدد یک نزدیک تر می شود مقدار این ضریب در ایران در سال ۱۳۸۴ ،۶۶/۱٪ و در سال ۱۳۸۵ ، ۶۵/۹٪ است .

برای بالا بردن ضریب بار شبکه تدابیر بسیاری وجود دارد که از مهمترین آنها، می توان به ایجاد شبکه های سراسری و بهم پیوسته اشاره کرد . زیرا با توجه به تنوع بارهای این نوع شبکه ها ،اختلاف زمانی طلوع و غروب خورشید در مناطق مختلف شبکه های سراسری ،منحنی بار صاف تری حاصل می گردد . روش دیگر استفاده از انواع روشهای مدیریت بار و انرژی است .(تغییر ساعت ،لامپ های کم مصرف،تولید پراکنده ،استاندارد ساختمان ها،فرهنگ صرفه جویی)

راه دیگر بیان ضریب بار سالیانه بر روی منحنی مرتب شده بار ، استفاده از مقدار انرژی مصرف سالیانه است

$$m = \frac{P_m}{P_{max}} = \frac{F}{8760 \times P_{max}} \quad \& \quad P_m = \frac{F(kwh)}{8760h}$$

F مساحت زیر منحنی تداوم بار است (مقدار انرژی مصرفی سالانه شبکه مورد نظر)

مدت زمان بهره برداری : سطح زیر منحنی تداوم سالیانه ،مصرف مقدار انرژی دریافتی مصرف کنندگان در طول یکسال است که باید توسط نیروگاه های شبکه تولید شود .حال اگر تمام نیروگاه های شبکه با حداکثر توان خود ،انرژی تولید کنند آنگاه مدت زمانی که انرژی تولیدی نیروگاه برابر انرژی مصرفی سالیانه مصرف کنندگان شود ،مدت زمان بهره برداری خواهد بود.

$$T_m = \frac{F}{P_{max}} = m \times 8760$$

هرچه . شود می کمتر الکتریکی انرژی هزینه تبعاً که میابد کاهش نیروگاه تولیدی برق هزینه باشد بیشتر T_m (چون از ظرفیت نصب شده استفاده بیشتری می شود یعنی مشابه آن است m زیاد تر شود.)

ضریب بهره (استفاده)نیروگاه Utilization Factor

نسبت بار حداکثر نیروگاه (P_{max}) به ظرفیت نامی آن(P_e)معرف ضریب بهره نیروگاه است

$$\text{ضریب بهره نیروگاه} = \frac{\text{بار حداکثر نیروگاه}}{\text{ظرفیت نامی نیروگاه}} = \frac{P_{max}}{P_e}$$

این ظریب بیانگر استفاده است که از نیروگاه به عمل می آید مقدار کم این ضریب بدان معناست که یا نیروگاه به صورت ذخیره ای در شبکه مورد استفاده قرار میگیرد یا اینکه برای افزایش بار مصرفی شبکه در آینده برنامه ریزی شده است.

برای یک نیروگاه در شبکه سراسری ،بزرگ بودن ضریب بهره به معنای استفاده بهینه و حداکثر از یک نیروگاه با بازده حداکثر است . در شبکه های مجزا ،بزرگ بودن این ضریب به مفهوم طراحی مناسب نیروگاه برای شبکه مورد نظر با ظرفیت اضافه بار مجاز است.

ضریب ظرفیت نیروگاه Capacity Factor

که به اختصار ضریب نیروگاه نام دارد

$$\text{ضریب نیروگاه} = \frac{\text{بار متوسط سالیانه نیروگاه}}{\text{ظرفیت نامی نیروگاه}} = \frac{P_m}{P_e} = \frac{F}{P_e \times 8760}$$

اگر نیروگاه همیشه با ظرفیت نامی خود کار کند ،مقدار این ضریب برابر واحد است.ضریب نیروگاه بیانگر حد استفاده از نیروگاه های برق است .

ضریب ظرفیت از ضریب بار متفاوت است و آن به این علت است که ظرفیت نامی هرنیروگاه همیشه بزرگتر از بار حداکثر قابل انتظار است .
اغلب نیروگاه ها دارای مقداری ظرفیت ذخیره ای چرخان هستند که در نتیجه :

$$\text{ضریب نیروگاه} = \text{ضریب بار} \times \frac{\text{بار حداکثر نیروگاه}}{\text{ظرفیت نامی نیروگاه}}$$

عمدتاً در شبکه های سراسری که نوسط چندین نیروگاه تغذیه میشوند ، اگر فقط چند نیروگاه محدود به صورت ذخیره ای چرخان قرار بگیرند ،کافی است .

مسایل اقتصادی نیروگاه ها

هزینه های سالیانه تولید نیروگاه ها :۱-هزینه های ثابت سالیانه (هزینه های سرمایه گذاری)۲-هزینه های متغیر سالیانه (هزینه های بهره برداری)

۱- هزینه های ثابت سالیانه (Annual Fixed cost(AFC)):هزینه های هستند که تقریباً هیچ ارتباطی با میزان بار متصل به نیروگاه ندارند .یعنی مقدار تولید نیروگاه تاثیری در این نوع هزینه ها نخواهد داشت از جمله :

- هزینه سرمایه گذاری تاسیسات :هزینه خرید زمین ،تجهیزات ،هزینه نصب و راه اندازی .البته این هزینه باید در کل طول عمر نیروگاه تقسیم شده و درصدی ازاین هزینه در هر سال برای نیروگاه لحاظ شود.
- هزینه های سالیانه برای بیمه و مالیات نیروگاه
- هزینه استهلاک ساختمان و ماشین آلات
- هزینه های نگهداری و مدیریتی : بستگی به ابعاد نیروگاه دارد .

در صورتیکه قیمت تمام شده نیروگاه به ازای هر کیلو وات ساعت a دلار و تجهیزات نصب شده برای تولید قدرت P_e باشد آنگاه کل هزینه نصب نیروگاه برابر P_e.a خواهد بود .

برای بدست آوردن هزینه ثابت سالیانه (Annual Fixed cost) ،باید هزینه کل نیروگاه را در ضریب هزینه ثابت سالیانه (که همیشه از ۱ کوچکتر است)ضرب کرد.

$K_{AFC} = P_e$. a . FCR

a، درهر نیروگاه آبی و هسته ای بیشترین مقدار و در نیروگاه گازی کمترین مقدار را دارد.قیمت مخصوص نیروگاه($\frac{\$}{kw}$) که بستگی به نوع نیروگاه دارد.

هزینه های متغیر سالیانه(Annual Operation Cost(AOC)): هزینه هایی هستند که ارتباط مستقیمی با مقدار انرژی تولیدی نیروگاه دارند .

هزینه های سوخت :بیشترین و مهمترین هزینه درنیروگاه های حرارتی است و در نیروگاه های آبی ،هسته ای و تجدید پذیر به حداقل خود میرسد .

هزینه های سوخت وابسته به نوع سوخت،در دسترس بودن آن و هزینه های حمل ونقل است .همچنین به میزان تولید و بازده نیروگاه هم بستگی دارد .

هرچه ظرفیت تولید نیروگاه بیشتر ،سوخت مصرفی بیشتر و هرچه بازده کمتر باشد،انرژی مصرفی بیشتر است.

هزینه عملکرد(operating labour cost) :

عملکرد یک نیروگاه نیاز به نیروی کار و کارمند دارد .هرچند با به کاربردن تجهیزات اتوماتیک و افزایش ابعاد نیروگاه،تعداد افراد مورد نیاز (برای یک مقدار تولید مشخص) کم میشود.در نیروگاه آبی و دیزلی،نیروی کار و کارمند به تعداد زیادی کاهش میابد .

هزینه نگهداری : هرنیروگاهی نیاز به نگهداری اضطراری (معاینه فنی،تعمیروتمیز کردن و باز وبسته کردن تجهیزات(overhauling)) دارد . هزینه های نگهداری را می توان به هزینه مورد نیاز برای نگهداری و هزینه نیروی کار تقسیم کرد .

تدارکات و ملزومات :

۱- هزینه آب مورد نیاز نیروگاه :آب سیکل – آب خنک کنندگی – آب مصرف عمومی

۲- هزینه روغن کاری مورد نیاز:روغن کاری تجهیزات

هزینه متغیر سالیانه: $K_{AOC}=P_e . T_m .b$

هزینه کل سالیانه (Anuual Plant Cost(APC)) :

❊قیمت سوخت برای تولید هر kwh انرژی b $(\frac{\$}{kwh})$

❊مدت بهره برداری T_m (h)

❊قدرت نامی نیروگاه P_e(kw)

$$K_{APC} = K_{AFC}+K_{AOC}= a . FCR . P_e+P_e . T_m .b$$

ارزش تولید (قیمت یک کیلووات) :

$$\frac{K_{APC}}{P_e} = a . FCR + T_m .b$$

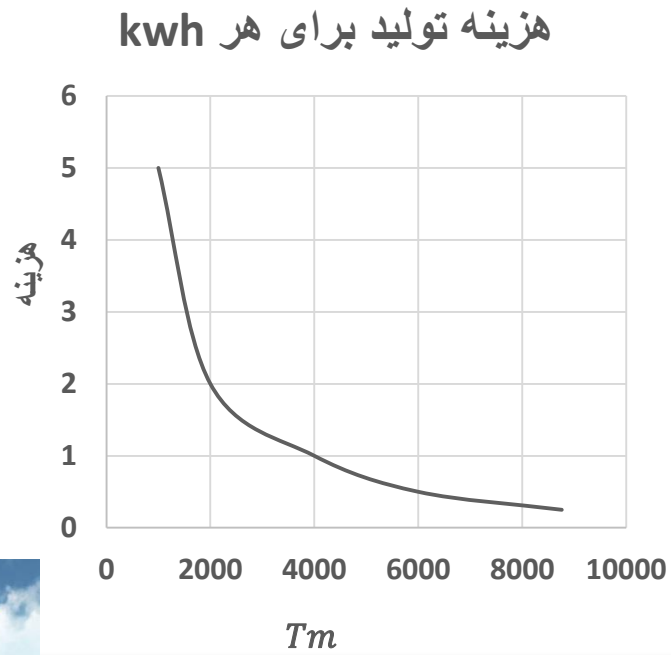
هزینه تولید یک کیلو وات ساعت (هزینه ویژه تولید برق):

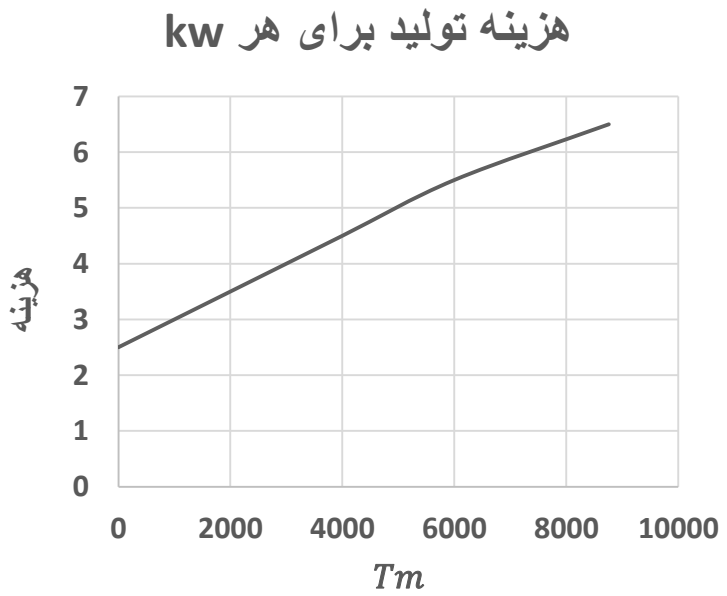
$$\frac{K_{APC}}{P_e . T_m} = \frac{a . FCR}{T_m} + b \qquad (\frac{\$}{kw})$$

در بار کمتر،a.FCR نسبت به T_m.b (هزینه ثابت نسبت به هزینه متغیر نیروگاه)، اثر بیشتر در قیمت یک kwh دارد. برعکس،هرچه تولید نیروگاه بیشتر شود ، اثر قیمت سوخت نسبت به قیمت تجهیزات بیشتر می شود.

در نتیجه ،اگر نیروگاه بخواهد برق ارزانتری تولید کند،باید مدت اثر نیروگاه افزایش یابد .زیرا هرچه T_m بیشتر شود ،هزینه تولید هر kwh انرژی کمتر میشود و بالطبع هزینه مربوط به مصرف کننده هم کاهش میباد .

*شبکه های با m بزرگتر ($m = \frac{P_m}{P_{max}}$)برق ارزانتری را دریافت میکنند.





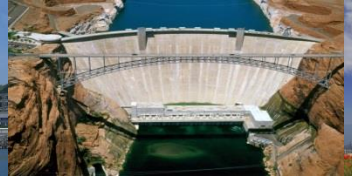
هزینه ویژه تولید برق با احتساب مصرف داخلی نیروگاه :

اگر ε فاکتور مصرف داخلی باشد ، آن گاه توان تولیدی نیروگاه درحالت جدید برابر است با :

$$P'_e = P_e - P_{eb} = (1-\varepsilon)P_e \rightarrow \frac{K_{APC}}{P'_e} = \frac{1}{1-\varepsilon}\left[\frac{a.FCR}{T_m} + b\right]$$

$$P'_e.T_M = (1-\varepsilon)P_e.T_m$$

ضریب احتساب داخلی نیروگاه $e = \frac{1}{1-\varepsilon}$



مقایسه هزینه تولید برق در نیروگاه ها :

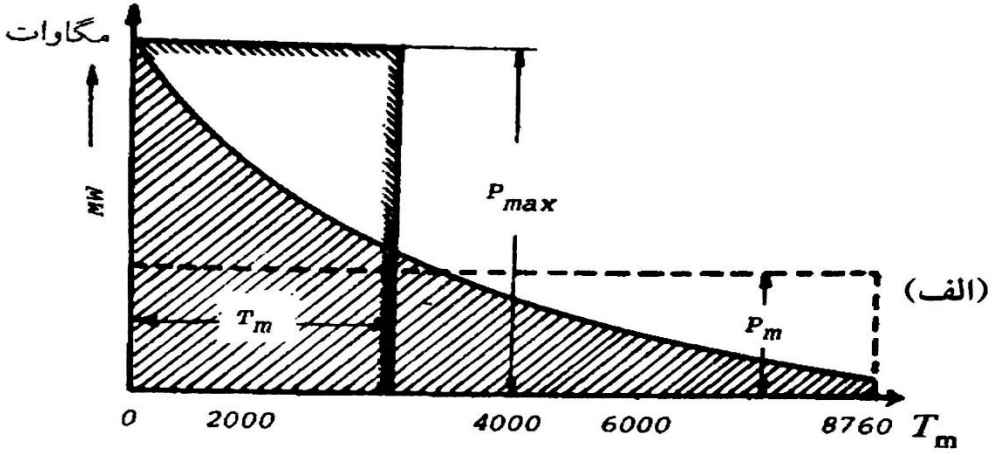
- هزینه ثابت نیروگاه گازی نسبت به بخاری بسیار کمتر است. زیرا تجهیزات آن بسیار کمتر است .
- هزینه متغیر نیروگاه گازی نسبت به بخاری بیشتر است ، زیرا بازده سیکل گازی کمتر از سیکل بخاری است و تلفات سیکل گازی بیشتر است .
- هزینه استهلاک نیروگاه بخاری از نیروگاه گازی بیشتر است .
- هزینه ثابت نیروگاه آبی نسبت به بخاری بیشتر است ولی هزینه متغیر آن بسیار کمتر است .
- هزینه ثابت نیروگاه هسته ای نسبت به بخاری بیشتر است به دلیل بالاتر بودن هزینه ساخت راکتورهای هسته ای و تجهیزات حفاظتی ، ایمنی و خنک کنندگی آب
- هزینه متغییر نیروگاه هسته ای خیلی بیشتر از آبی و بسیار کمتر از بخاری است . درصورتیکه ضریب بار نیروگاه هسته ای بالا باشد ، تولید آن ها در بازده بالایی انجام می شود ، بنابراین همیشه این نیروگاه به عنوان یک نیروگاه بار پایه استفاده می شود .

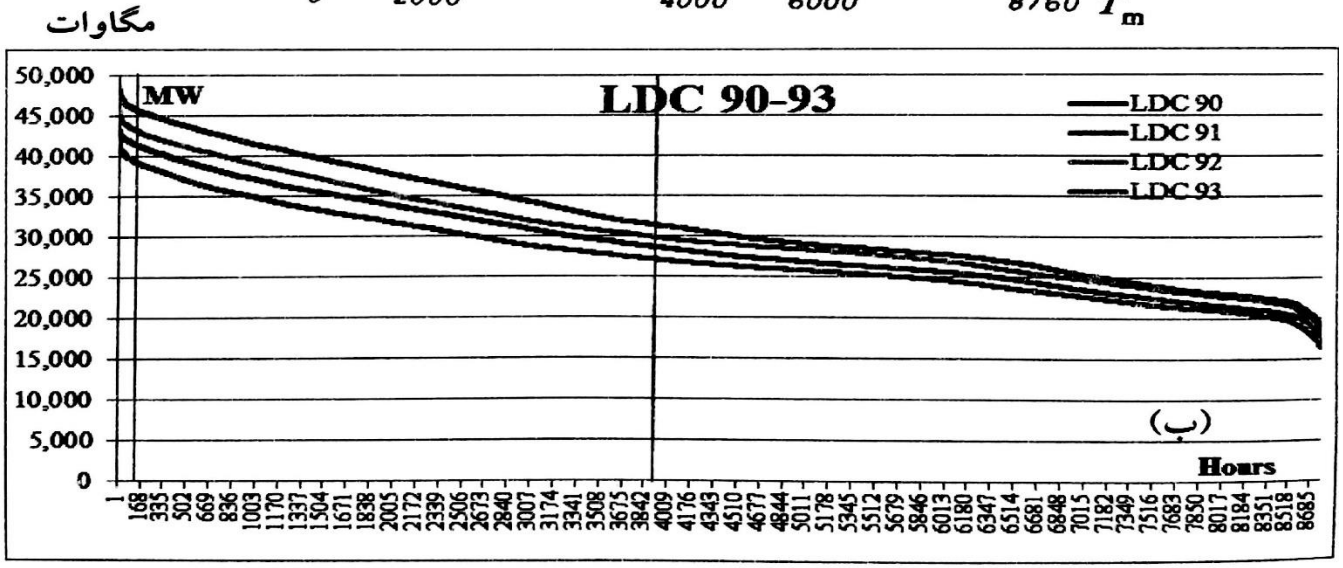
مفاهیم بار پایه ، بار میانی و بار پیک :

بار پایه : باری که تقریبا در تمام مدت روز و یا سال مصرف می گردد (بیش از ۵۰۰۰ ساعت در سال)

بار پیک : باری که در طول روز و یا سال، مدت زمان کمی مورد مصرف واقع می شود . (۰ -۲۰۰۰ ساعت در سال)

بار میانی : باری که مابین بار پیک و بار پایه قرار می گیرد . (۲۰۰۰-۵۰۰۰ ساعت در سال)





شکل (۲-۲): منحنی مرتب شده‌ی بار برای یک سال، الف) منحنی مرتب شده‌ی نمونه؛
ب) منحنی مرتب شده‌ی شبکه‌ی سراسری ایران در سال‌های۹۳-۱۳۹۰ [۲]

عوامل موثر در کاهش هزینه تولید نیروگاه ها :

۱- ساخت نیروگاه های با ابعاد وقدرت بزرگ : در سال ۱۳۹۰ بزرگترین واحد نصب شده۲۰۰کیلووات ولی هم اکنون واحد هایی با قدرت ۱۵۰۰-۲۰۰۰کیلووات هم به طورگسترده مورد استفاده قرار می گیرند.
بابزرگ شدن قدرت نیروگاه ها هم هزینه سرمایه گذاری نسبت به قدرت نصب شده کمتر می شود و میزان سوخت مصرفی هم کاهش می یابد.

۲- کاهش هزینه های طراحی نیروگاه : هزینه طراحی اجزا و نحوه قرارگیری و هماهنگی آنها که باعث کاهش هزینه سرمایه گذاری می شود.

۳- بهبود بازده نیروگاه ها : بازده نیروگاه در سال ۱۹۳۰ ← ۱۷٪ولی اکنون به۴۰٪ رسیده است.

۴- بهره برداری اقتصادی از نیروگاه ها : برنامه ریزی مناسب در تولید نیروگاه ها عامل بسیار موثری در صرفه جویی سوخت و استفاده بهینه از آن است.

۵- عملکرد سراسری سیستم های قدرت : با به عم پیوستن نیروگاه ها به یک دیگر در قالب شبکه سراسری مقدار ذخیره چرخان نیروگاه ها کاهش می یابد و استفاده بهینه ای از تسهیلات انتقال صورت کی گیرد.

۶- کاهش تلفات سیستم های انتقال : با افزایش بازده انتقال قدرت (کاهش تلفات) هزینه تولید انرژی برای تحویل دادن به مصرف کنندگان نیز کاهش می یابد.

انتخاب نوع نیروگاه ها با توجه به هزینه آنها :

فرض کنید برای تغذیه منطقه ای که نیاز به قدرت P_{MAX} حداکثر با مدت اثر بهره برداری T_M دارد می خواهیم از بین نیروگاه های بخاری و گازی با قیمت سوخت $b_s, b_g, \frac{\$}{kwh}$ و قیمت تجهیزات $a_s, a_g, \frac{\$}{kw}$ یکی را انتخاب کنیم.

ارزش تولید هر کیلو وات انرژی در این نیروگاه :

$$K_S = a_s \mathrm{FCR}_S + T_{ms} . b_s$$

$$K_g = a_g \mathrm{FCR}_g + T_{mg} . b_g$$

و می دانیم که هزینه ثابت نیروگاه گازی کمتر ولی هزینه متغیر آن بیشتر است

برای حل : ابتدا باید محل تلاقی K_g, K_S را بیابیم که هزینه ها را با توجه به آن نقطه مقایسه کنیم.

برای تعیین مدت اثر بهره برداری T_m که هر دو نیروگاه با یک قیمت کار کنند باید رابطه ی زیر برقرار باشد.

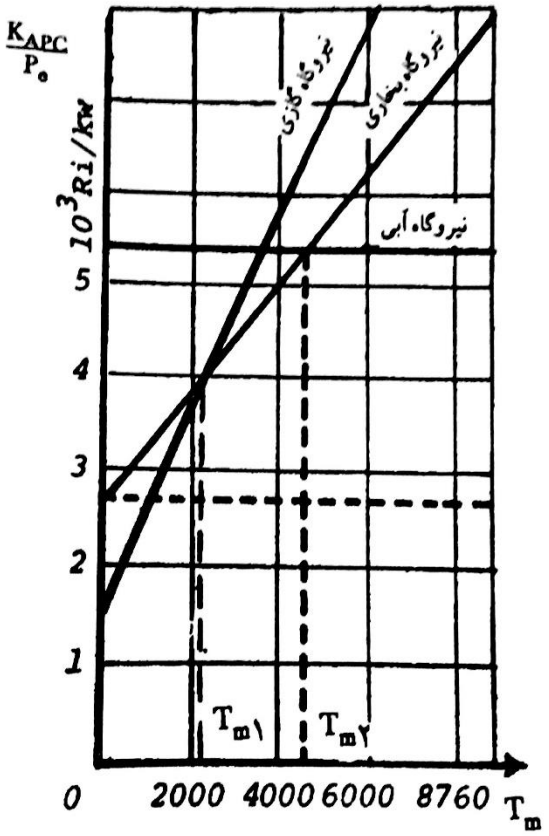
$$a_s.\mathrm{FC}R_S+T_m.T_S=a_g.\mathrm{FC}R_g+T_m.b_g$$

$$T_m=\frac{a_s.\mathrm{FC}R_S-a_g.\mathrm{FC}R_g}{b_g-T_S}$$

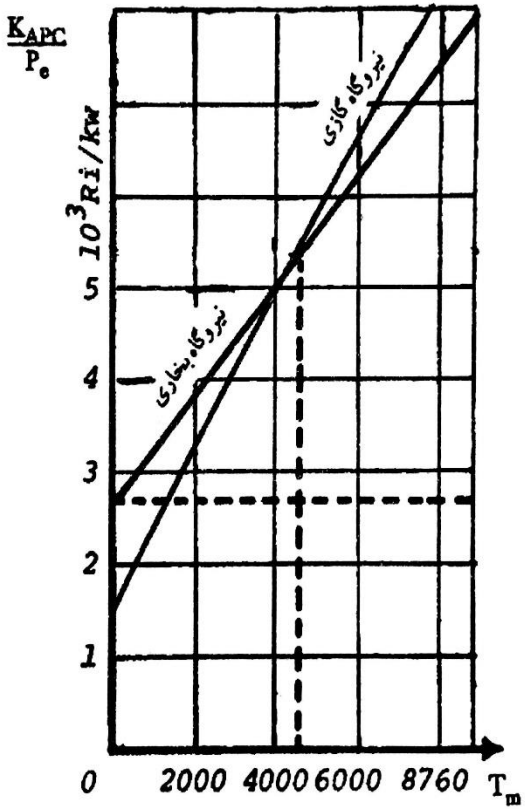
نیروگاه گازی ← $T' < T$

نیروگاه بخاری ← $T' > T$

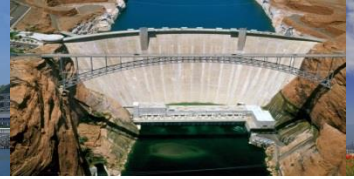
این مقایسه را می توان برای نیروگاه های گازی بخاری یا آبی با یک دیگر انجام داد در این حالت اگر مدت بهره برداری منطقه از T_{m2} از اگر .شود می استفاده گازی نیروگاه از باشد کوچکتر T_{m1} کوچکتر باشد از نیروگاه بخاری و درصورت بزرگتر بودن از T_{m2} از نیروگاه آبی استفاده می شود.البته این مقایسه از نظر هزینه ای کلی نیروگاه است.



شکل (۲-۵): منحنی تغییرات هزینه‌ی برای هر کیلووات تولیدی در نیروگاه‌های آبی، بخاری و گازی [۱]



شکل (۲-۴): منحنی تغییرات هزینه‌ی برای هر کیلووات تولیدی در نیروگاه‌های بخاری و گازی [۱]



انتخاب موقعیت نیروگاه :

بعضی از پارامتر های انتخاب نیروگاه جنبه ی اقتصادی ندارند مثلا برای نیروگاه آبی نیاز به احداث سد و کارهای عمرانی و و مطالعات زمین شناسی نقشه برداری..... که در ادامه فصل های بعد توضیح داده می شود پارامتر های موثر در تعیین موقعیت سایر نیروگاه ها تقریبا مشترک است :

۱- دستری به منابع اولیه و حمل ونقل
۲- دسترسی به بازار فروش محصولات
۳- وجود نیروی کارگر و متخصص
۴- امکان دفع بازار فراورده های ناخواسته
۵- زمین مورد نیاز برای ساختمان و عملکرد
۶- آلودگی زیست محیطی
۷- در دسترس بودن آب
۸- بررسی موقعیت زمین از نظر زمین شناسی
۹- رشد منطقی و یکنواخت کلی نواحی یک کشور
۱۰- مطالعات شبکه