

مروری بر انرژی برقایی

در سال ۲۰۰۵ در حدود 2.2 % انرژی مورد نیاز بشر از طریق انرژی برقایی تامین شده و در این سال حدود 16% برق جهان از طریق انرژی برقایی تولید شده است. ظرفیت متوسط بهره‌برداری برقایی جهان در حدود 314 GW و در حدود ۸ برابر برق مصرفی ایران است.

۱- تولیدکننده‌های بزرگ دنیا

کشور	تولید سالیانه هیدروالکتریسیته (TWh)	ظرفیت نصب (GW)
جمهوری خلق چین	۴۱۶۷	۱۲۸ ۵۷
کانادا	۳۵۰ ۳	۸۸ ۹۷۴
برزیل	۳۴۹ ۹	۶۹ ۰۸
ایالات متحده	۲۹۱ ۲	۷۹ ۵۱۱
روسیه	۱۵۷ ۱	۴۵ ۰
نروژ	۱۱۹ ۸	۲۷ ۵۲۸
هند	۱۱۲ ۴	۳۳ ۶۰
ژاپن	۹۵ ۰	۲۷ ۲۲۹

به عنوان مثال در کشور چین و برزیل به طور متوسط ظرفیت تولید چند درصد ظرفیت نصب است ؟

چین:

$$E=416.7 \text{ TWh}$$

$$P=E/t=E/(365*24)=47.57 \text{ GW}$$

$$\text{Ratio}=47.57/128.57=0.37$$

برزیل:

$$E=349.9 \text{ TWh}$$

$$P=E/t=E/(365*24)=39.94 \text{ GW}$$

$$\text{Ratio}=39.94/69.08=0.58$$

سوال: چرا ظرفیت تولید به ظرفیت نصب برزیل بالاتر است؟

- کشور نروژ تقریباً صد در صد برق خود را از نیروگاه‌های آبی تولید می‌کند.

- برزیل 80% و کانادا و سوئد در حدود نصف برق خود را از آب می‌گیرند.

- بزرگترین نیروگاه برقایی جهان روی رودخانه Parana قرار دارد که 12.6 GW قدرت دارد. این نیروگاه ۱۸ توربین 700 MW دارد که نصف توربین‌ها برق 50Hz پاراگوئه و نصف آنها برق 60 Hz برزیل را تولید می‌کنند. این نیروگاه 95% برق پاراگوئه را تولید می‌کند و این کشور بخشی از سهم خود را به برزیل می‌فروشد که از مبدل استفاده می‌شود.

۲- وضعیت ایران

در ایران ظرفیت ذخیره آبی در حدود ۴۷ میلیارد متر مکعب و ظرفیت نصبی در حدود 15 GW داریم و از بزرگترین سدهای ایران، سد و نیروگاه کارون ۳ و ۴ به ترتیب با ظرفیت نصب ۲ هزار و یک هزار مگاوات، سد و نیروگاه مسجد سلیمان و شهید عباسپور هر یک با ظرفیت دو هزار مگاوات، پروژه بزرگ سد گتوند با ظرفیت ۲ هزار مگاوات می‌باشد.

۳- برآورد انرژی آب‌های جهان

با ارتفاع متوسط ۸۰۰ متر است لذا کل انرژی آبهای جهان برابر است با: $10^{17} kg$ کل بارش سالیانه در مناطق خشک جهان در حدود

$$E = mgh = 10^{18} \times 9.8 \times 800 = 784 \times 10^{18} \text{ J}$$

اگر کل انرژی مورد نیاز بشر 451×10^{18} باشد انرژی سالیانه آب‌های جهان ۱.۷۴ برابر آن است.

در عمل همه این انرژی قابل دریافت نیست. چرا؟

پتانسیل فنی و میزان نیروگاه‌های آبی جهان عبارتند از :

منطقه	توان ممکن (GW)	توان عملی (GW)	درصد بهره‌برداری
آسیا	581	65	11%
آمریکای جنوبی	318	58	18%
اروپا	309	83	27%
آفریقا	216	9	4.2%
آمریکای شمالی	170	76	40%
اقیانوسیه	26	4.6	17%

بطور متوسط درصد بهره‌برداری در کل دنیا برابر 18% است.

استفاده از انرژی برقایی رشدی برابر 5.7 GW/year در سال دارد..

۴- روش محاسبه توان

$$P = 1000 \times Q \times g \times H \times \eta \text{ (W)}$$

$$P = 10 \times Q \times H \times \eta \text{ (kW)}$$

P: بر حسب وات یا کیلووات

Q: دبی آب بر حسب متر مکعب بر ثانیه

g: شتاب جاذبه برابر $10 \frac{m}{s^2}$

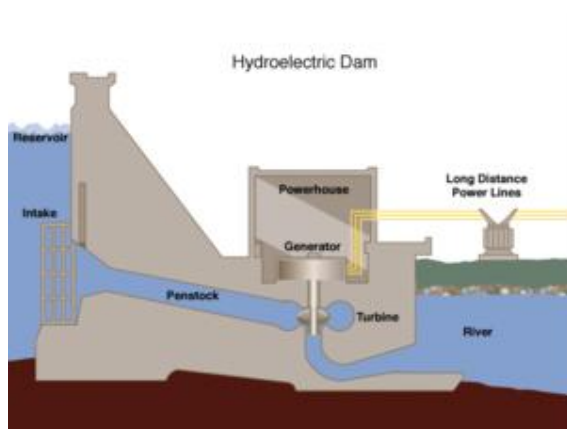
H: ارتفاع موثر ریزش آب بر حسب متر

: راندمان تبدیل انرژی آب به برق

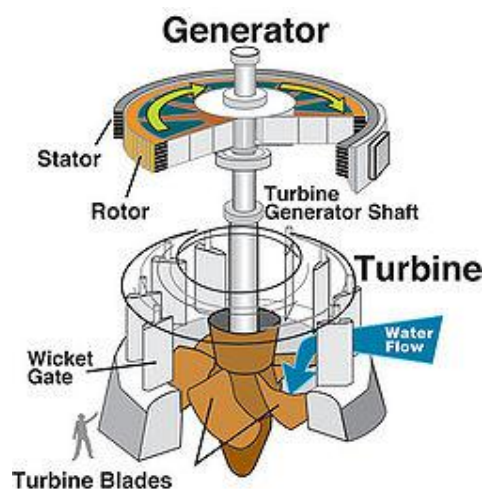
مثال: آبشار نیاگارا با ارتفاع 100 m و شار 600 متر مکعب بر ثانیه و راندمان 85% چه توان الکتریکی را می‌تواند تولید کند؟

$$P = 1$$

۵- شمای سد و توربین



شمای سد



۶- انواع نیروگاه آبی

نیروگاه برقی را می‌توان به روش‌های زیر تقسیم‌بندی نمود:

۱- بر اساس ارتفاع موثر آبریزش، ۲- بر حسب ظرفیت یا توان خروجی، ۳- بر حسب نوع توربین مورد استفاده ۴- محل و نوع سد (ذخیره و غیره)

۷- انواع نیروگاه برقی بر حسب ارتفاع موثر آبریزش

از نظر ارتفاع سدها به سه دسته تقسیم می‌شوند.

الف- نیروگاه با ارتفاع آبریزش زیاد

این سدها دارای ارتفاع آبریزش بالای ۱۰۰ متر و تا ۱۰۰۰ متر نیز می‌رسند. و از آب ذخیره در کوه‌ها استفاده می‌شود. از مشخصات این نیروگاه‌ها عبارت است از:

۱- دارای مخزن کوچک، حجم آب کم و سرعت بالای آب، ۲- دارای توان کم خروجی، ۳- دارای سد با ارتفاع کم، ۴- فصلی و غیر دائم بودن - مزیت آنها کنترل آب‌های فصلی و تولید برق در مناطق کوهستانی

ب- نیروگاه با ارتفاع آبریزش متوسط

از مشخصه‌های این نیروگاه عبارتند از:

۱- کنترل آب رودخانه‌ها، ۲- با مقدار آب ذخیره بالا، ۳- دارای توان‌های بالا در حد چند هزار مگاوات

ج- نیروگاه با ارتفاع آبریزش کم

این نیروگاه بر روی رودخانه نصب شده و دارای سد با ارتفاع کم است و بیشتر برای کنترل سیل و مقاصد آبیاری است.

۸- انواع توربین‌ها

انواع توربین‌ها عبارتند از : فرانسیس، پروپلر، پلتون، تورگو و

۹- نیروگاه تلمبه- ذخیره

وظیفه یک نیروگاه آب تلمبه‌ای پشتیبانی شبکه الکتریکی در ساعات اوج مصرف (ساعات پیک) است. این نیروگاه تنها آب را در ساعات مختلف بین دو سطح جابجا می‌کند. در ساعاتی که تقاضای برای انرژی الکتریکی پایین است با پمپ کردن آب به یک منبع مرتفع انرژی الکتریکی را به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می‌کند. در زمان اوج مصرف آب دوباره از مخزن به سمت پایین جاری می‌شود و با چرخاندن توربین آبی موجب تولید برق و رفع نیاز شبکه می‌گردد. این نیروگاه‌ها با ایجاد تعادل در ساعات مختلف موجب بهبود ضریب بار شبکه و کاهش هزینه‌های تولید انرژی الکتریکی می‌شوند.

۱۰- معایب

الف- آسیب به محیط زیست

پروژه‌های احداث سد معمولاً با تغییرات زیادی در اکوسیستم منطقه احداث سد همراه هستند. برای مثال تحقیقات نشان می‌دهد که سدهای ساخته شده در کرانه‌های اقیانوس اطلس و اقیانوس آرام در آمریکای شمالی از میزان ماهی‌های قزل‌آلای رودخانه‌ها به شدت کاسته‌است. در برخی موارد تصمیم به حذف سدها گرفته شده است. در این راستا ایالات متحده در سال ۲۰۰۷ یکی از سدهای خود را حذف کرد.

- رسوب در پشت سد باعث کاهش حاصلخیزی پایین رودخانه و افزایش استفاده از کودهای شیمیایی

- کم و زیاد شده دبی آب باعث تخریب حاشیه رودخانه

ب- انتشار گازهای گلخانه‌ای

آب جمع شده در پشت سد در مناطق گرمسیری می‌تواند مقدار قابل توجهی از گاز متان و گاز دی‌اکسیدکربن را تولید کند. این گازها در اثر پوسیدگی قسمت‌های مختلف گیاهان و زباله‌هایی به وجود می‌آیند که از بالای رودخانه آمده‌اند و به وسیله باکتری‌های ناهوازی تجزیه می‌شوند. بیشتر گاز تولیدی در اثر پوسیدگی را گاز متان تشکیل می‌دهد که از نظر آثار گلخانه‌ای از دی‌اکسیدکربن خطرناک‌تر است. براساس گزارش کمیسیون جهانی سدها، در سدهایی که منبع آنها نسبت به برق تولیدی آنها کوچک است (کمتر از ۱۰۰ وات به ازای هر مترمربع از آب) و درخت‌های اطراف مسیر رودخانه پاکسازی نشده‌اند، میزان گاز گلخانه‌ای تولیدی از یک نیروگاه گرمایی با سوخت نفت بیشتر است.

ج- جابجایی جمعیت

از دیگر معایب ساخت سدها، جابجایی جمعیت ساکن در مناطق زیر آب رفته توسط آب پشت سد است و مشکلات ناشی از آن. د-

شکست سد

شکسته شدن سدها گرچه به ندرت اتفاق می‌افتد اما خطری جدی و خطرناک است. برای نمونه می‌توان به شکسته شدن سد بانکیاو (Banqiao) در جنوب چین اشاره کرد که موجب کشته شدن ۱۷۱۰۰۰ تن و بی‌خانمان شدن حدود نیم میلیون نفر شد. همچنین سدها می‌توانند هدف خوبی برای دشمن در طول جنگ یا اقدامات خرابکارانه تروریست‌ها باشند. سدهای کوچک در این حملات کمتر آسیب رسان هستند.

پروژه‌های مربوطه:

۱- بررسی انواع سدها و توربین‌های مختلف آبی

۲- بررسی روش تلمبه-ذخیره برای ذخیره انرژی و یک طراحی نمونه

۳- آرایه یک موضوع کاربردی انرژی برقایی به غیر از موارد فوق

مسایل:

- ۱- انرژی موجود در یک سد با مخزن مشخص چگونه محاسبه می گردد؟
- ۲- توان یک سد چگونه محاسبه می شود؟
- ۳- اینکه دریچه خروج آب چه ارتفاعی داشته باشد چه تاثیری در انرژی موجود در سد دارد؟
- ۴- اگر یک دریچه در سد ایجاد کنیم، دبی آب خروجی چقدر خواهد بود؟
- ۵- محاسبات یک نیروگاه تلمبه- ذخیره چقدر است؟