

نیروگاه آبی (Hydropower Plant)

از آسیاب تا برق!

- گذشته: انسان‌ها هزاران سال است که از نیروی آب استفاده می‌کنند (آسیاب‌های آبی برای آرد کردن گندم، اره کردن چوب).

- انقلاب صنعتی: با اختراع ژنراتور الکتریکی، ایده استفاده از آب برای تولید برق مطرح شد.

- امروز: نیروگاه‌های آبی نقش مهمی در تأمین برق بسیاری از کشورها دارند.

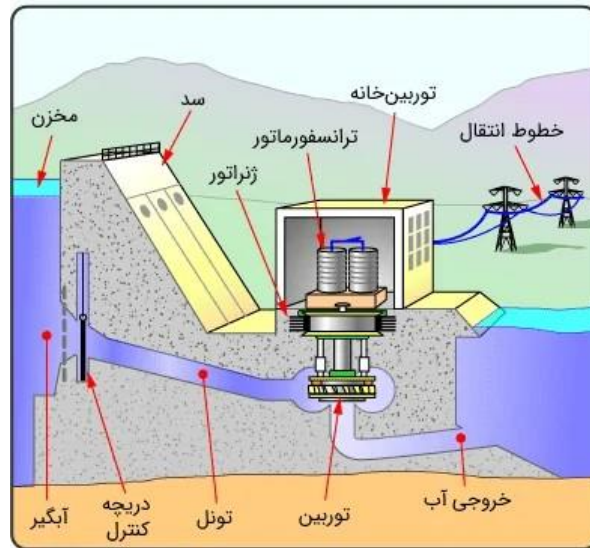
نیروگاه‌های برق آبی تقریباً ۲۴ درصد از برق جهان و به تعبیری برق مصرفی بیش از ۱ میلیارد نفر را تولید می‌کنند.

بر اساس گزارش‌های آزمایشگاه ملی انرژی تجدیدپذیر (NREL)، نیروگاه‌های برق آبی جهان مجموعاً ۶۷۵,۰۰۰ مگاوات توان، معادل ۳,۶ میلیارد بشکه نفت تولید می‌کنند. بیش از ۲۰۰۰ نیروگاه آبی در ایالات متحده وجود دارد و این امر انرژی برق آبی را به بزرگترین منبع انرژی تجدیدپذیر این کشور تبدیل کرده است.

در ایران نیز ظرفیت نیروگاه‌های برق آبی تقریباً ۱۱,۶۰۰ مگاوات است.

اجزای اصلی نیروگاه آبی:

- سد (Dam): انواع سدها (بتنی، خاکی) و وظایفشان.
- مخزن سد (Reservoir): ذخیره آب و کنترل جریان.
- لوله‌های فشار (Penstock): انتقال آب با فشار به سمت توربین.
- توربین (Turbine): انواع توربین‌های آبی (فرانسیس، کاپلان، پلتون) و کاربردهای بر اساس هد و دبی.
- مولد (Generator): تبدیل انرژی مکانیکی توربین به انرژی الکتریکی.
- ترانسفورماتور و خطوط انتقال: افزایش ولتاژ و انتقال برق به شبکه.
- دریچه خروجی (Tailrace): بازگشت آب به رودخانه.

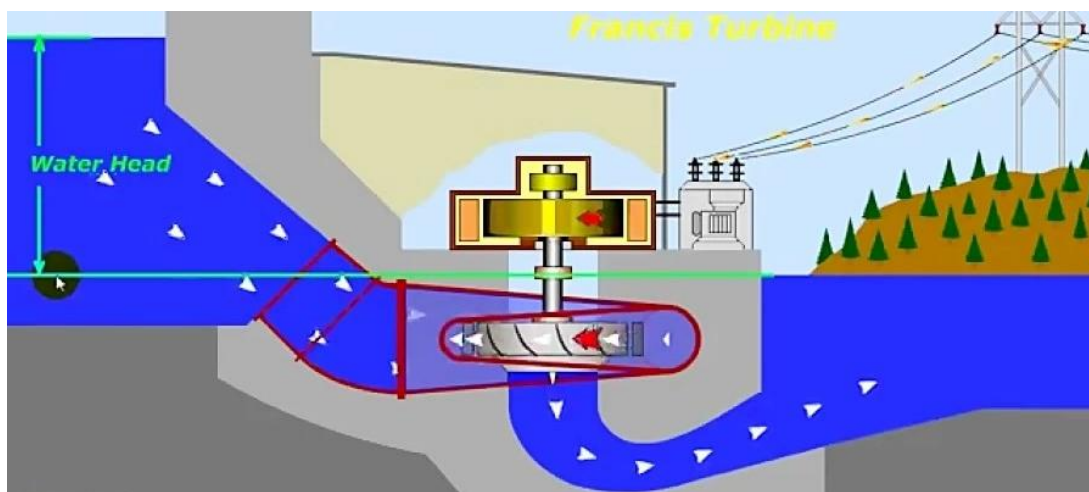


اجزای اصلی یک نیروگاه آبی به شرح زیر هستند:

سد: اغلب نیروگاه‌های برق آبی سدی دارند که مانع عبور آب می‌شود و مخزنی بزرگ ایجاد می‌کند. غالباً، از این مخزن به عنوان یک دریاچه تفریحی نیز می‌توان استفاده کرد.

آبگیر: دریچه‌های روی سد باز می‌شود و نیروی جاذبه آب را از طریق «تونل (Penstock)» به توربین می‌رساند. آب هنگام عبور از این لوله فشار خواهد داشت.

توربین: آب به پره‌های بزرگ توربین برخورد می‌کند. توربین نیز از طریق شفت به ژنراتور بالای آن متصل است. متداول‌ترین نوع توربین برای نیروگاه‌های آبی «توربین فرانسیس است که مانند دیسک بزرگی با تیغه‌های خمیده به نظر می‌رسد. طبق گزارش بنیاد آموزش آب و انرژی (FWEE)، یک توربین می‌تواند تا ۱۷۲ تن وزن داشته باشد و با سرعت ۹۰ دور در دقیقه بچرخد.



توربین فرانسیس

ژنراتورها: با چرخش پره‌های توربین، تعدادی آهن‌ربا در داخل ژنراتور نیز می‌چرخند. آهن‌رباهای غول‌پیکر با چرخش از کنار سیم‌پیچ‌های مسی عبور می‌کنند و جریان متناوب (AC) تولید می‌کنند.

ترانسفورماتور: ترانسفورماتور در پست نیروگاه، برق AC را گرفته و ولتاژ آن را افزایش می‌دهد.

خطوط برق: از هر نیروگاه چهار سیم خارج می‌شود: سه فاز برق که به طور همزمان تولید می‌شود، به علاوه یک خنثی یا یک زمین مشترک برای هر سه فاز.

برون‌شارش: آب مورد استفاده از طریق خطوط لوله انتقال داده می‌شود که به آن حوضچه می‌گویند و وارد پایین‌دست رودخانه می‌شود.

آب موجود در مخزن به عنوان انرژی ذخیره شده در نظر گرفته می‌شود. هنگامی که دریچه‌ها باز می‌شوند، آب در حال عبور از آبگیر به دلیل حرکتی که دارد، دارای انرژی جنبشی خواهد بود.

- مقدار الکتریسیته تولید شده توسط عوامل مختلفی تعیین می‌شود. دو عامل از جمله دبی آب و اندازه «هد هیدرولیکی (Hydraulic Head)» است.

هد به فاصله سطح آب با توربین‌ها اشاره دارد. با افزایش هد و دبی، برق تولیدی نیز افزایش می‌یابد. هد معمولاً به مقدار آب درون مخزن بستگی دارد.

قلب نیروگاه آبی: توربین

توربین آبی (Water Turbine):

ماشین بزرگی که انرژی جنبشی آب را به انرژی مکانیکی (چرخش) تبدیل می‌کند.

انواع توربین های آبی معروف:

توربین پلتون (Pelton) برای هد (ارتفاع آب) خیلی بلند و دبی (حجم آب) کم استفاده می‌شود (مثل آبشارهای بلند).

توربین فرانسیس (Francis) پرکاربردترین نوع، برای هد متوسط و دبی متوسط.

توربین کاپلان (Kaplan) برای هد کم و دبی زیاد (مثل رودخانه‌های بزرگ با سدهای کم ارتفاع).

انواع نیروگاه‌های آبی

- **نیروگاه‌های با مخزن (Storage):** رایج‌ترین نوع، با سد و مخزن بزرگ. (مثل سد کرخه، سد امیرکبیر).
- **نیروگاه‌های جریانی (Run-of-River):** سد کوچکتر یا بدون سد، از جریان طبیعی رودخانه استفاده می‌کنند. تولید برقشان متغیرتر است.
- **نیروگاه‌های تلمبه ذخیره‌ای (Pumped Storage):**
 - دو مخزن در ارتفاع‌های مختلف دارند.
 - در زمان اوج تولید برق (شب‌ها که مصرف کم است)، با استفاده از برق اضافی، آب را از مخزن پایینی به مخزن بالایی پمپ می‌کنند (مثل باتری بزرگ).
 - در زمان اوج مصرف (روزها)، آب ذخیره شده را رها کرده و برق تولید می‌کنند.
 - برای تنظیم شبکه برق بسیار مفیدند.

نیروگاه‌های آبی در ایران:

- سد کرخه (بزرگترین سد خاکی و یکی از بزرگترین نیروگاه‌های ایران)
- سد امیرکبیر (کرج)
- سد دز
- سد مسجد سلیمان (اولین نیروگاه برق آبی ایران)

نیروگاه‌های آبی در جهان:

- سد سه‌دره (Three Gorges Dam) در چین (بزرگ‌ترین نیروگاه جهان از نظر ظرفیت تولید).
- سد هوور (Hoover Dam) در آمریکا.
-



• نمایی زیبا از سد دز



Three Gorges Dam

۵. مزایای نیروگاه‌های آبی:

- انرژی پاک و تجدیدپذیر.
- هزینه عملیاتی پایین پس از ساخت.
- قابلیت تنظیم سریع تولید برق (مناسب برای پیک بار).
- مزایای جانبی سدها (کنترل سیلاب، تأمین آب کشاورزی و شرب، تفریحات).

۶. معایب و چالش‌های نیروگاه‌های آبی:

- هزینه اولیه بسیار بالا برای ساخت سد.
- تأثیرات زیست‌محیطی (تغییر اکوسیستم رودخانه، مهاجرت ماهیان، رسوب‌گذاری).
- تأثیرات اجتماعی (جابجایی جمعیت).
- وابستگی به میزان بارش و منابع آبی.