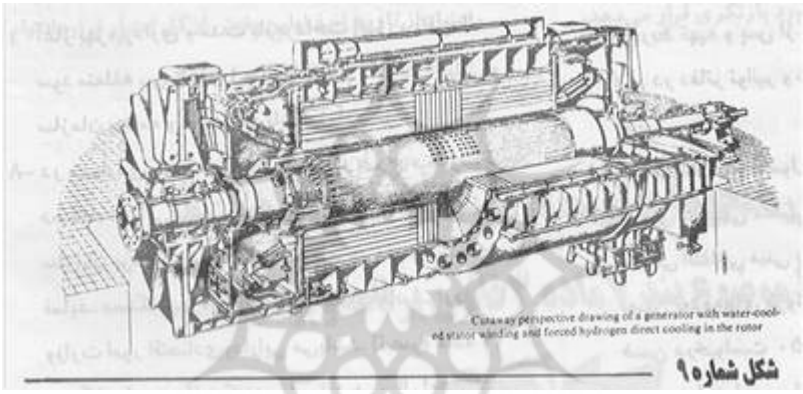
# حسابدار جوان
# (قسمت دهم)

## مهندس منوچهر خان سفید(۱)

**مقدمه**
**در زمینه آشنایی با تجهیزات اصلی نیروگاههای بخاری، پیش از این‌تجهیزات سوخت‌رسانی و ذخیره‌سازی سوخت، تجهیزات آب‌رسانی وتصفیه‌آب، دیگ بخار و توربین بخار معرفی و به طور اجمال درباره اجزاءو نحوه عمل آنها مطالبی ارائه شد. در این قسمت نیز با سایر تجهیزات‌اصلی نیروگاههای بخاری آشنا می‌شویم.**

### ۵-۱- ژنراتور و ترانسفورماتورها

همان طور که توربین به عنوان دستگاه مبدل انرژي‌مکانیکي بوده و انرژي حرارتي و پتانسیل موجود در بخار راتبدیل به انرژي مکانیکي مي‌نماید، ژنراتور یا مولد برق همربعلت بسته شدن مستقیم به توربین بخار، انرژي مکانیکي اخذشده از توربین را تبدیل به انرژي الکتریکي مي‌نماید.
روتور یا محور گردنده یك ژنراتور که شامل قطب‌هاي‌مغناطیسي یا آهن‌ربایي هستند، ایجاد میدان گرداني مي‌کندکه سیم‌هاي استاتور ژنراتور را قطع کرده و در آن ایجادجریان برق مي‌کند. (شکل شماره ۹)



شکل شماره۹

در شبکه با استفاده از انرژي برق جریان کل سیستم یا بارآن زیاد شده و این اضافه بار یا جریان برق، تحمیل ژنراتورهاشده، موجب کوپل مقاوم در آنها شده و در نتیجه باعث
ترمز شدن روتور ژنراتور و به علت ارتباط مستقیم
روتور ژنراتور با روتور توربین، موجب ترمز شدن و افتادن دورمحور توربین مي‌گردد.
به محض شروع کاهش دور توربین گاورنور توربین این‌افت دور را احساس کرده به شیرهاي کنترل بخار فرمان‌بازشدن و افزایش جریان بخار را داده که در نتیجه در هرمقطع زماني میزان بخار ورودي به توربین با میزان باردرخواستي از ژنراتور مساوي و متعادل شده و در نهایت‌فرکانس شبکه ثابت و بار درخواستي تامین مي‌گردد.

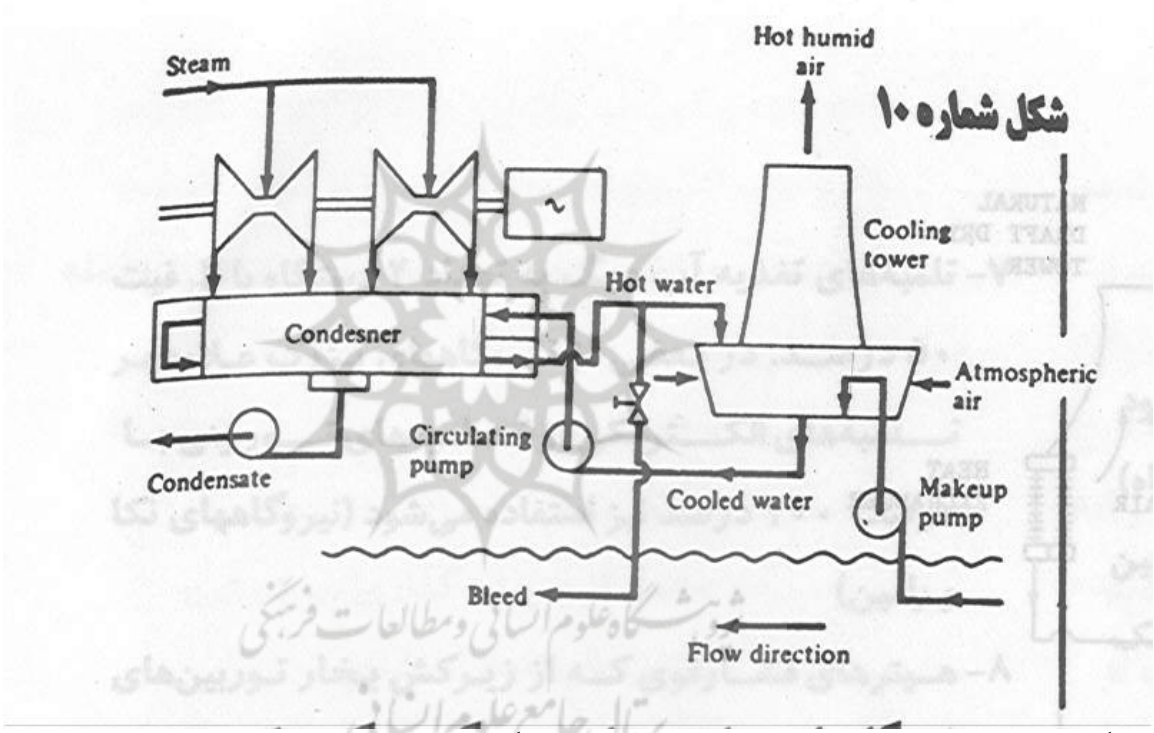
ترانسفورماتورها یا دستگاههاي تبدیل ولتاژ، دستگاههاي‌واسطه‌اي هستند که عموماًجهت انتقال انرژي و کاهش تلفات،به نقاط مصرف که در فواصل دوري از نیروگاهها قرار دارند، به‌کار مي‌روند. با افزایش ولتاژ برق توسط ترانسفورماتورها،جریان برق به نسبت عکس کاهش یافته و در نتیجه افت‌انرژي منتقله به نسبت مجذور جریان کاهش مي‌یابد.

تجهیزات فوق شامل اجزاء زیر مي‌باشد:
۱- بدنه ژنراتور که استاتور نامیده مي‌شود و شامل
سیم پیچ‌هاي مختلف فازهاي ژنراتور مي‌باشد
۲- روتور یا محور گردنده ژنراتور که شامل سیم پیچ‌قطب‌هاي آهن‌ربایي دستگاه مي‌باشد
۳- سیستم تحریك ژنراتور که جریان مستقیم لازم براي‌قطب‌هاي روتور را توسط رینگ‌هاي تحریك و ذغال‌هاتامین مي‌نماید
٤- سیستم رگولاتور ولتاژ که در طول تغییرات بار واحد ولتاژژنراتور را ثابت نگاه مي‌دارد
۵- سیستم خنك‌کننده ژنراتور که براي واحدهاي با قدرت‌متوسط با گاز هیدروژن عملي شده و براي واحدهاي باقدرت بالا از هیدروژن براي خنك شدن روتور و از
آب مقطر براي خنك کردن سیم پیچ استاتور استفاده‌مي‌شود

-١ سرپرست گروه بهينه‌سازي دفتر فني توليد
-٦ سيستم آب‌بندي محور يا روتور ژنراتور جهت جلوگيري ازنشت گاز هيدروژن به خارج
-٧ سيستم‌هاي‌اندازه‌گيري و حفاظتي‌ژنراتور وتابلوهاي‌فرمان
-٨ ترانسفورماتور تغذيه داخلي كه به شكل
ترانسفورماتور كاهنده ولتاژ عمل كرده و ولتاژ ژنراتور را تاسطح ولتاژ مصارف تلمبه‌ها و وسايل الكتريكي پايين‌مي‌آورد
-٩ ترانسفورماتور واحد كه انرژي توليد شده واحد را با ولتاژژنراتور اخذ نموده با ولتاژ چندين برابر بيشتر از ولتاژژنراتور به شبكه‌هاي فشارقوي انتقال مي‌دهد
-١٠ تابلوهاي تقسيم برق براي تغذيه تلمبه‌ها و دستگاههاي‌مختلف

-١-٦ سيستم خنك‌كن واحد
همان‌طوركه‌مي‌دانيم‌طبق‌اصل « كارنو» براي‌استخراج‌انرژي‌حرارتي احتياج به يك منبع گرم و يك منبع سرد در دو انتهاي‌چرخه سيال داراي انرژي حرارتي مي‌باشد. (شكل‌شماره١٠)

در نيروگاههاي حرارتي بخاري منبع گرم ديگ بخار و منبع‌سرد چگالنده يا كندانسور مي‌باشد.
براي تهيه سيال سرد و استفاده از آن در چگالنده درنيروگاهها از برج خنك‌كننده استفاده مي‌نمايند.

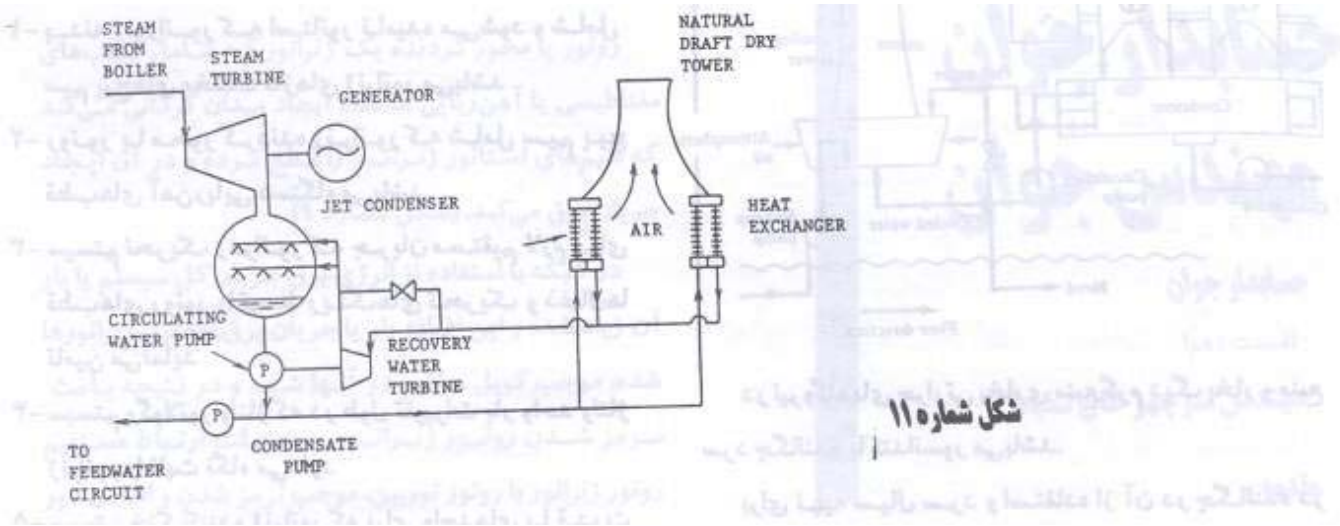


شكل شماره ١٠

در نيروگاههاي كلاسيك از برج خنك‌كننده‌تر و درتعدادي ديگر از برج خشك استفاده مي‌نمايند.
كار اساسي برج‌هاي خنك‌كننده دريافت آب گرم شده درچگالنده‌ها و خنك كردن آنها و ارسال مجدد آن به‌چگالنده‌ها توسط تلمبه‌هاي گردش آب كندانسور مي‌باشد.
با توجه به مطالب فوق مي‌توان تجهيزات سيستم خنك‌كن‌واحدهاي بخاري را به شكل زير تقسيم كرد:
-١ برج خنك‌كن با مكش طبيعي يا برج‌هاي با مكش مكانيكي‌همراه وانتي‌لاتورهاي مكش هوا
-٢ استخر ذخيره و جمع‌آوري آب در زير برج خنك‌كننده‌تر
-٣ حوضچه مكش آب جهت تلمبه‌هاي گردش آب چگالنده
-٤ برج خنك‌كن كمكي براي خنك‌كن آب مبدل‌هاي روغن وسيستم‌هاي فرعي واحد
-٥ تلمبه‌هاي گردش آب خنك‌كن كندانسور((١)) جهت گردش‌آب خنك برج و برگشت آن به برج‌خنك‌كن

همان طور كه قبلا نيز گفته شد به علت تلفات آبي برج‌هاي‌خنك‌كن‌تر در نقاطي كه دچار كم آبي هستند از برج‌هاي خشك استفاده مي‌شود.
آب خنك‌كن در واحدهاي با برج‌هاي خشك نيز كماكان‌بين چگالنده و برج خنك‌كن در گردش مي‌باشد، با اين تفاوت‌كه اين آب از نوع آب مقطر بوده و پس از خنك شدن درراديا‌تورهاي برج توسط افشانك‌هاي متعدد به داخل بخارموجود در چگالنده پاشيده شده پس از تقطير بخار همراه آن‌در حوضچه كف كندانسور جمع شده توسط تلمبه گردش آب‌به

طرف برج و ديگ بخار به نسبت ۲۵ قسمت به طرف برج‌خنك‌كننده و يك قسمت به سمت چرخه حرارتي ديگ بخارارسال مي‌گردد. (شكل شماره ۱۱)

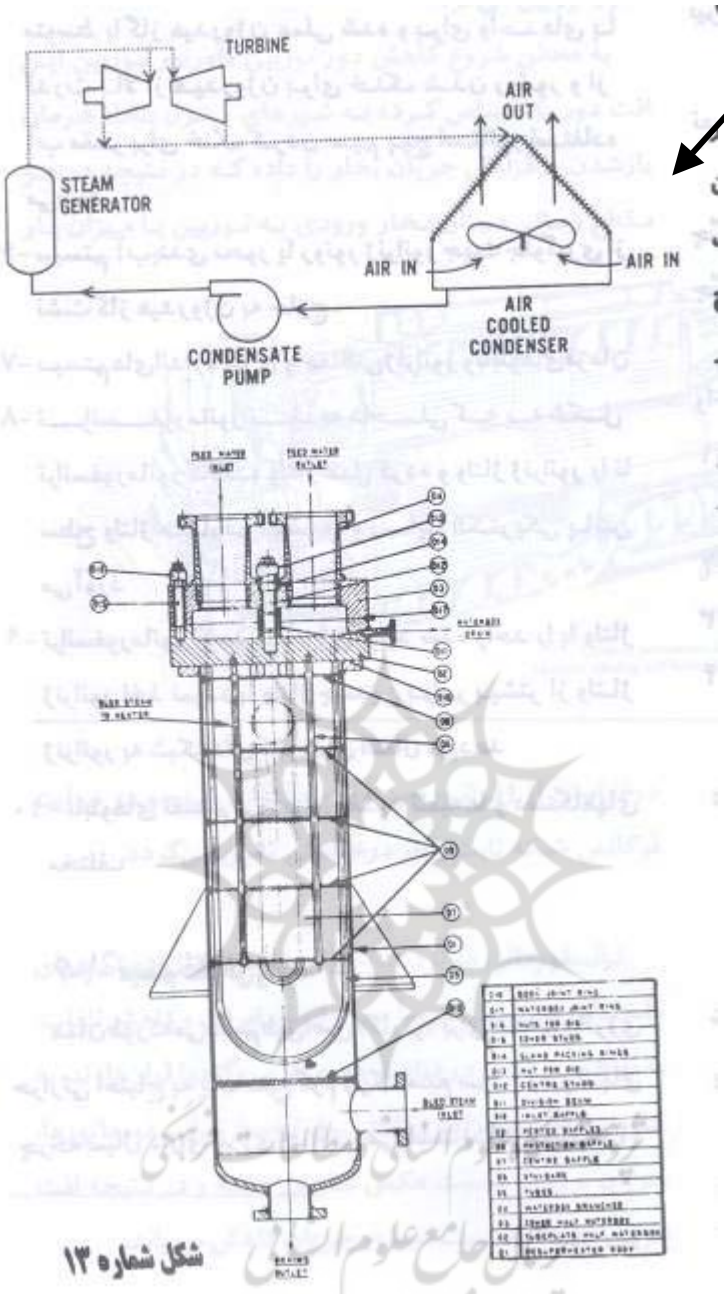



شكل شماره ۱۱

در نيروگاه توس كه از كندانسور هوايي استفاده مي‌شود،بخار خروجي از توربين فشار ضعيف توسط لوله‌هاي با قطر بالابه برج خنك‌كن انتقال يافته و در آنجا بخار در راديا‌تورها درتماس با هواي محيط تقطير شده توسط تلمبه آب مقطر به‌طرف ديگ ارسال مي‌شود. در اين سيستم به تلمبه گردش‌آب برج كه يك مصرف كننده داخلي نيروگاه است احتياجي‌نمي‌باشد. (شكل شماره ۱۲)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

**شکل شماره۱۲**




شکل شماره ۱۳

در بعضي از نيروگاهها مانند نيروگاههاي نكا و بندرعباس‌كه مستقيماًاز آب درياي خزر و خليج‌فارس استفاده‌مي‌نمايند برج خنك‌كن براي آنها پيش‌بيني نشده است.

**۱-۷- چرخه آب و بخار (گرمكن‌ها)**

براي افزايش بازده نيروگاههاي حرارتي بخاري از
چرخه گرمايشي (سيكل آب و بخار) توسط مبدل‌هاي حرارتي‌استفاده مي‌گردد. (شكل شماره ۱۳)
آب‌مقطري‌كه‌توسط تلمبه‌آب‌مقطرازچگالنده‌پمپ‌مي‌شودوارد تعدادي هيتر فشار ضعيف (در حدود ۳ تا ٤ دستگاه)شده و در مبدل‌هاي مزبور كه با بخار زيركش توربين‌تغذيه‌مي‌شوند گرم شده سپس وارد ديرتور((۲)) كه خود يك‌نوع مبدل حرارتي تماسي است، مي‌گردد.

آب نسبتاًگرم شده توسط تلمبه‌هاي تغذيه وارد هيترهاي‌فشارقوي شده (حدود ۲ تا ۳ دستگاه) پس از جذب حرارت‌بيشتر وارد سيستم بازياب كننده ديگ بخار (اكونومايزر) كه ازتعدادي لوله تشكيل شده مي‌گردد.
همان طور كه قبلا نيز گفته شد آب بعد از اكونومايزر واردرام ديگ بخار شده و چرخه مجدد خود را جهت تبديل به‌بخار شدن شروع مي‌كند.
با توجه به مطالب فوق تجهيزاتي كه در مسير چرخه
آب و بخار قرار دارند را مي‌توان به شكل زير دسته بندي‌نمود:
۱- تلمبه آب مقطر كندانسور جهت ارسال آب به طرف‌هيترهاي فشار ضعيف
۲- مبدل خنك‌كن آب‌هاي تخليه نقاط مختلف توربين وهيترهاي فشار ضعيف((۳))
۳- مبدل خنك‌كن بخار تراوبندهاي مختلف محور توربين((٤))
٤- مبدل‌هاي بخاري فشار ضعيف شماره‌هاي ۱، ۲، ۳ و ...
٥- تلمبه‌هاي برداشت آب مقطر هيترهاي فشار ضعيف
٦- دستگاه دييرتور كه به عنوان مخزن ذخيره آب مقطرچرخه حرارتي فوق عمل مي‌كند و ضمن اختلاط آب مقطرو بخار، گازهاي داخل آب از آن جدا شده و توسط شيركوچكي در بالاي دييرتور به خارج تخليه مي‌شود((٥))
۷- تلمبه‌هاي تغذيه آب ديگ به تعداد ۲ دستگاه با ظرفيت۵۰ درصد. در بعضي از نيروگاههاي بزرگ علاوه برتلمبه‌هاي الكتريكي از تلمبه‌هاي توربيني با
ظرفيت ۱۰۰ درصد نيز استفاده مي‌شود (نيروگاههاي نكاو رامين)
۸- هيترهاي فشارقوي كه از زيركش بخار توربين‌هاي‌فشارقوي و فشار متوسط تغذيه مي‌شوند

۸-۱- سيستم‌هاي كنترل و حفاظت
همان طور كه در بخش ديگ بخار، توربين و ژنراتور اشاره‌شد، هر يك از دستگاههاي فوق براي كاركرد مطمئن احتياج‌به يك سري سيستم‌هاي كنترل و حفاظتي دارد كه ضمن‌راهبرد خودكار دستگاهها، آنها را در مقابل حوادث احتمالي‌حفاظت مي‌نمايد.
سيستم‌هاي كنترل دستگاههاي فوق را فهرست‌وار مي‌توان‌به شكل زير ارائه نمود:
۱- سيستم كنترل سطح آب ديگ بخار
۲- سيستم كنترل فشار و دماي بخار سوپر هيت و ريهيت
۳- سيستم كنترل سوخت و هواي مورد نياز احتراق
٤- سيستم كنترل راه‌اندازي اوليه و تخليه گازهاي كوره(سيستم پرژ)((٦))
٥- سيستم اندازه‌گيري انبساط بدنه و روتور توربين
٦- سيستم اندازه‌گيري خروج از مركز محور توربين
۷- دستگاههاي اندازه‌گيري و حفاظت مقادير لرزش ياطاقانها
۸- دستگاه حفاظت اضافه سرعت محور توربين((۷))
۹- دستگاههاي حفاظتي ژنراتور شامل حفاظت اضافه جريان،اضافه حرارت روتور و استاتور، اتصال زمين، ديفرانسيل،برگشت قدرت، جريان معكوس، حفاظت پشتيباني، فقدان‌تحريك و غيره
۱۰- دستگاههاي حفاظتي ترانسفورماتورها نيز بيشتر شامل‌جريان زياد، ديفرانسيل، بوخ هلتز، اتصال بدنه و غيره‌مي‌باشد.(ادامه دارد)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۲- C.W.P
۳- Deaerator
٤- Drain Cooler
٥- Gland Seal
٦- Vent
۷- Purge
۸- Over - Speed