

## حسابدار جوان - مهندس جوان

### حسابدار جوان (قسمت نهم)

#### مهندس منوچهر خان سفید(۱)

##### مقدمه

در شماره پیش معرفی و تشریح تجهیزات اصلی و کمکی نیروگاههای بخاری را آغاز کرده و با تجهیزات سوخت رسانی و ذخیره سازی سوخت ونحوه محاسبه ظرفیت ذخیره سازی سوخت آشنا شدیم. پس از آن پیرامون آب رسانی و تصفیه آب مطالبی ذکر شده و بطور اجمال انواع اشکال مصرف آب و میزان آب مورد نیاز در نیروگاهها شرح داده شد. اینک و در ادامه مطالب گذشته در مورد سه گروه دیگر از تجهیزات اصلی نیروگاههای بخاری شامل دیگ بخار، توربین بخار و ژنراتور و ترانسفورماتورها سخن خواهیم گفت.

#### ۱-۳- دیگ بخار

یکی از تجهیزات اصلی نیروگاههای حرارتی بخاری دیگ بخار ((۲)) می باشد که از مقادیر قابل توجهی لوله های بامشخصات آلیاژی متفاوت تشکیل شده و در آن با سوزاندن سوخت های فسیلی، آب را تبدیل به بخار با فشار و دمای بالانموده و انرژی کافی و لازم را جهت استفاده در توربین و چرخاندن آن به بخار می دهد. بنابر این دیگ های بخار از یک کوره که در آن سوخت با هوا سوزانده شده و ایجاد حرارت می نماید و سپس از این حرارت در لوله های مختلف جهت تولید بخار استفاده می شود تشکیل شده است. قسمت های اساسی یک دیگ بخار به قرار زیر می باشد:

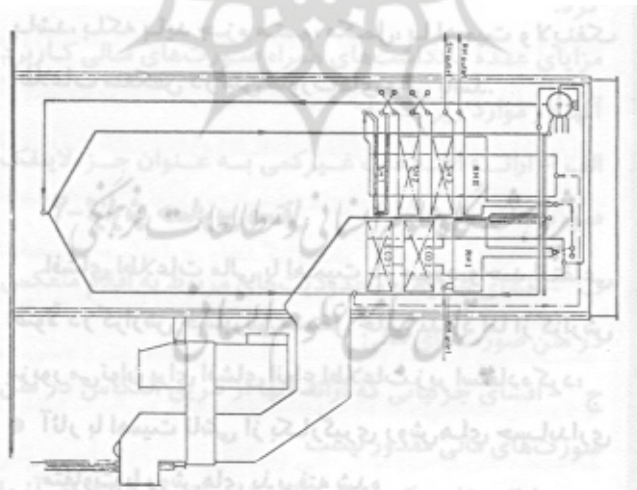
۱- کوره، که در آن سوخت و هوا با هم مخلوط شده و با ایجاد احتراق، تولید شعله و حرارت می نماید. کوره شامل لوله های دیواره آبی و تعدادی مشعل می باشد.

۲- بازیاب حرارت یا اکونومایزر ((۳)) که آب ورودی به دیگ بخار را با استفاده از حرارت دودهای خروجی گرم می نماید.

۳- درام یا مخزن دریافت و تقسیم آب دیگ که حاوی دستگاه های جداساز و رطوبت گیر بخار نیز می باشد.

۴- لوله های تقسیم یا آب بر ((۴)) که آب تزریق شده به درام یا مخزن اصلی دیگ را به قسمت های لوله های تبخیر کننده یا دیواره آبی ((۵)) می رساند. لوله های آب بر می توانند بطور مستقیم به هدر تقسیم آب دیگ یا توسط تلمبه های گردش آب دیگ ((۶)) مرتبط باشند. (شکل شماره ۳)

\*\*\*\*\*

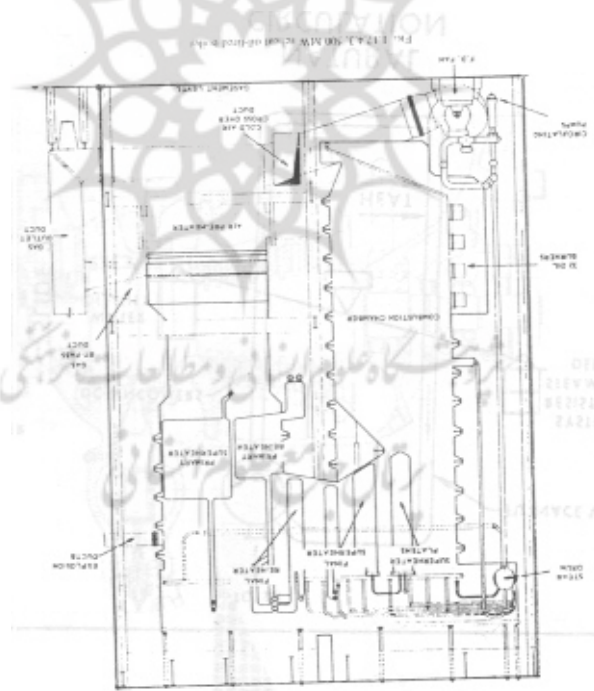


۵- دیواره آبی که به عنوان لوله های تبخیر کننده معروف می باشند و در واقع دیواره های کوره را تشکیل می دهند. آب در این لوله ها به بخار اشباع تبدیل شده و بخار حاصله در نهایت وارد درام می گردد.

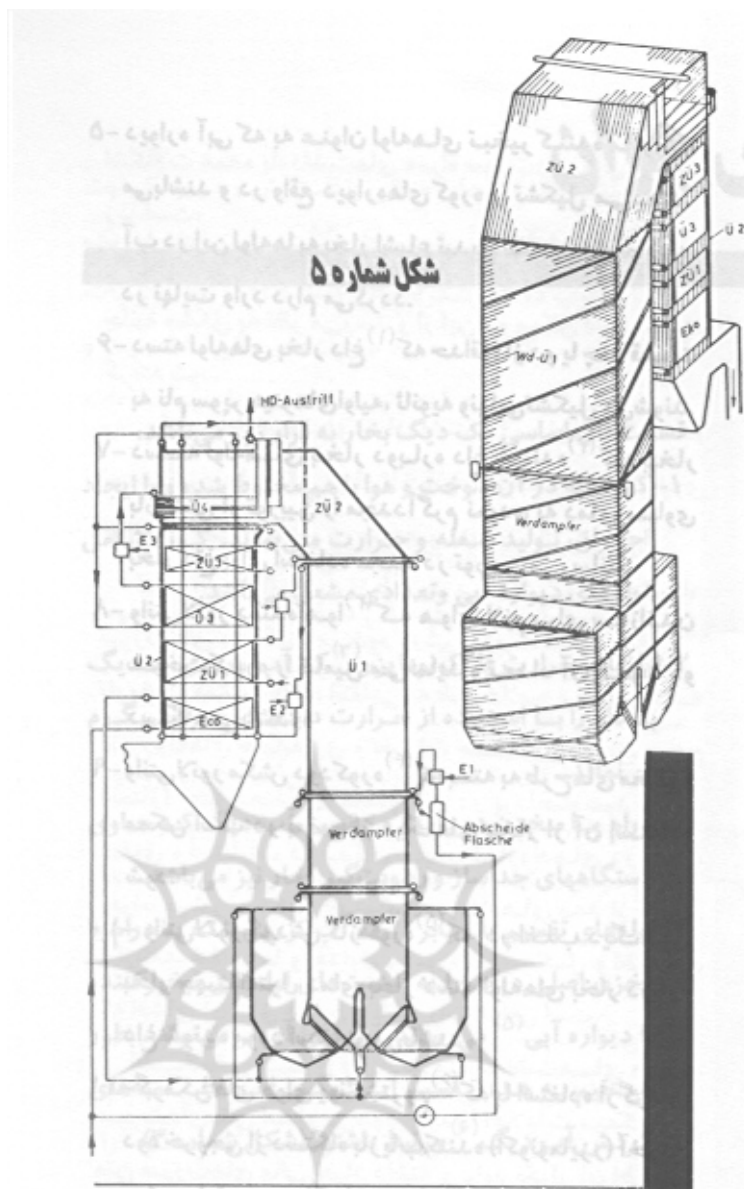
۶- دسته لوله های بخار داغ ((۷)) که حداقل از دو یا چند قسمت به نام سوپر هیترهای اولیه، ثانویه و نهایی تشکیل می شوند.

۷- دسته لوله های بخار دوباره داغ شونده ((۸)) که بخار بازگشتی از توربین را مجدداً گرم نموده، به دمای مساوی بخار داغ برای استفاده مجدد در توربین می رساند.

- ۸- وانتي لاتور دمنده هوا ((۹)) که هوای لازم برای سوزاندن سوخت کوره را تامین می‌نماید و تعداد آن عموماً دودستگاه می‌باشد.
- ۹- وانتي لاتور مکش دود کوره ((۱۰)) که بسته به طرح‌های مختلف ممکن است در بعضی از دیگ‌های بخار از آن استفاده شود.
- ۱۰- وانتي لاتور گردش گاز کوره ((۱۱)) که در اغلب دیگ‌های بخار جهت کنترل دمای بخار دسته لوله‌های بخار دوباره داغ شونده مورد استفاده می‌باشد.
- ۱۱- گرمکن‌های هوای یونگشتروم ((۱۲)) که با استفاده از گرمای دود خروجی از دستگاه بازیاب کننده (اکونومايزر) آخرین رمق حرارتی دود را گرفته و هوای مورد مصرف مشعل‌های کوره را تا حد ممکن گرم می‌نماید.
- ۱۲- دستگاه حذف گرد و غبار و ذرات مختلف موجود در گاز خروجی، که بیشتر در نیروگاه‌های ذغال سنگ‌سوز از آن استفاده می‌شود.
- ۱۳- دستگاه شستشو و حذف گاز گوگرد ( $SO_2$ ) که برای حفاظت از محیط زیست و کاهش باران‌های اسیدی استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها برای نیروگاه‌های ایران پیش‌بینی نشده است.
- ۱۴- دودکش که در نهایت دود و گازهای خروجی از گرمکن‌هوایی یونگشتروم را تا ارتفاعی بالا برده و وارد فضای محیط می‌نماید.
- ۱۵- سیستم سوخت‌رسانی به دیگ بخار که شامل پمپ‌های بالا برنده فشار سوخت، گرمکن بخاری سوخت و مشعل‌های دیگ بخار می‌باشد.
- با توجه به اینکه دیگ‌های بخار برای کار با دو سوخت طراحی می‌شوند، پیش‌بینی سیستم تقلیل و کنترل فشار سوخت گاز و مشعل‌های گازسوز علاوه بر مشعل‌های سوخت مایع، ضروری است.
- ۱۶- دستگاه‌های اندازه‌گیری و کنترل و سیستم‌های مدیریت مشعل جهت کارکرد ایمن دیگ بخار. حال که با قسمت‌های اساسی یک دیگ بخار آشنا شدیم، باید بدانیم که دیگ‌های بخار از نظر طراحی و فشار و دمای بخار آن به چهار نوع به قرار زیر تقسیم می‌شوند:
- الف- دیگ‌های بخار با جریان طبیعی آب، که برای فشار حداکثر تا ۱۷۰ بار ((۱۳)) ساخته می‌شوند. (شکل شماره ۳)
- ب - دیگ‌های بخار با جریان اجباری ((۱۴)) که جریان آب بین‌درام و لوله‌های دیواره آبی با واسطه چند تلمبه گردش آب انجام می‌گیرد. (شکل شماره ۴)
- \*\*\*\*\*

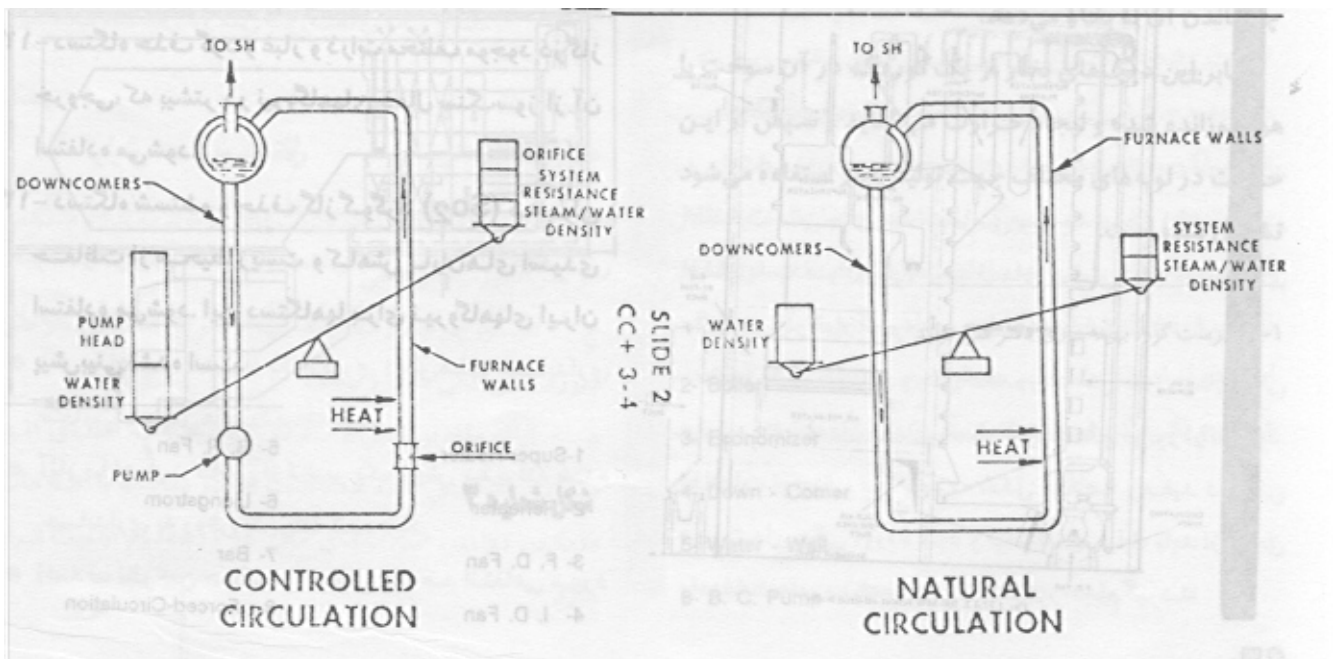


- ج - دیگ‌های بخار یکبارگذر ((۱۵)) که زیر فشار نقطه بحرانی ((۱۶)) کار می‌نمایند و به دیگ‌های بخار طرح بنسون ((۱۷)) معروف می‌باشند، مانند دیگ‌های نیروگاه نکا.
- د - دیگ‌های بخار با فشار کاری بالایی نقطه بحرانی که از نظر ساخت و طراحی مشابه دیگ‌های یکبارگذر می‌باشند. (شکل شماره ۵)



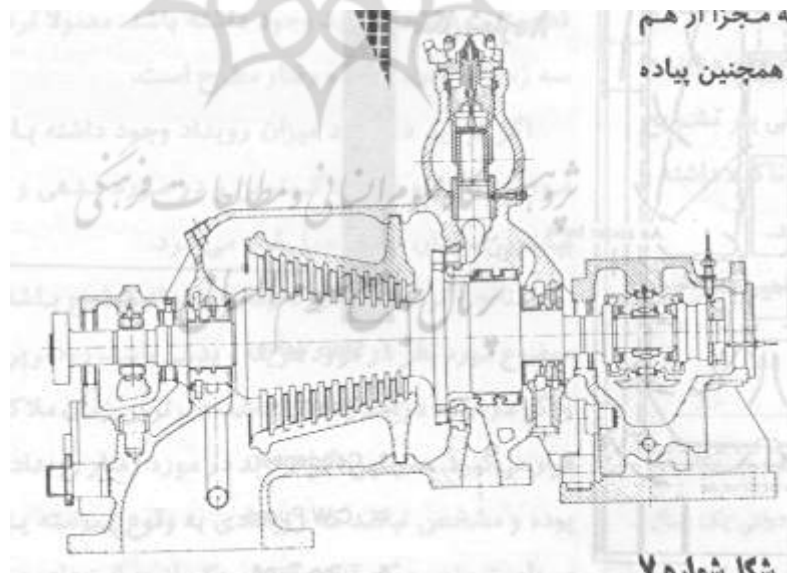
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

مشخصه دیگ‌های ردیف‌های ج و د، حذف درام در آنها در مقایسه با دیگ‌های ردیف‌های الف و ب می‌باشد. در ایران دیگ‌های بخار نیروگاه رامین از نوع دیگ‌های با فشار فوق بحرانی (۱۸) می‌باشد. در شکل‌های شماتیک شماره ۶ علت جریان طبیعی آب در کوره بدلیل اختلاف وزن مخصوص و همچنین دلیل لزوم کاربرد تلمبه گردش آب دیگ نشان داده شده است.



#### ۴-۱- توربین بخار

توربین بخار یا دستگاه محرکه اصلی یک نیروگاه بخار می‌تواند ساده و شامل یک بدنه و یک محور و یا شامل چندین بدنه مجزا و چندین محور وابسته به هم باشد. (شکل شماره ۷)



توربین‌های نیروگاه‌های اتمی بدلیل قدرت بالا و فشار نسبتاً پایین بخار در آنها، می‌تواند شامل یک توربین فشارقوی، یک توربین فشار متوسط و چندین توربین دو طرفه فشار ضعیف باشد. در ضمن کلیه محورهای یک توربین می‌تواند در یک راستا به هم متصل و به عبارتی هم محور باشند و یا می‌توانند علاوه بر بدنه‌های مجزا از هم، از نظر اتصال محوری نیز از هم جدا باشند. نوع دوم بیشتر برای واحدهای با قدرت بیش از ۶۰۰ مگاوات طراحی می‌شوند. در این صورت هر دیگ بخار دارای دو دستگاه توربوژنراتور مجزا از هم بوده که به عنوان یک واحد شناخته می‌شوند (۱۹)). تجهیزات اصلی یک توربین بخار به قرار زیر می‌باشد:

۱- بدنه یا پوسته‌های توربین که شامل پرده‌های ثابت بوده و محور یا چرخ گردنده را در بر می‌گیرد.

توربین‌ها در نیروگاه‌های موجود عموماً شامل سه قسمت مشخص توربین فشار قوی، توربین فشار متوسط و توربین فشار ضعیف می‌باشد. بدنه هر توربین در سطح افقی به دو پوسته مجزا از هم تقسیم می‌شود که عملیات نصب روتور ((۲۰)) و همچنین پیاده‌کردن و تعمیرات آن را آسان می‌نماید.

۲- روتور یا چرخ گردنده توربین که انرژی حرارتی بخار را تبدیل به انرژی مکانیکی می‌نماید و شامل چندین طبقه پره می‌باشد.

۳- شیرهای کنترل بخار که براساس نیاز توربین مقدار بخار لازم را به توربین می‌رساند.

۴- شیر مجزاکننده ((۲۱)) که در ورودی توربین و قبل از شیرهای کنترل قرار دارد. این شیر نقش مجزا کردن توربین از دیگ بخار را به عهده داشته و به عنوان شیر حفاظتی، در شرایط غیرعادی عمل می‌نماید.

۵- سیستم گاورنور ((۲۲)) یا تنظیم کننده بار واحد که میزان بخار لازم را برای توربین براساس نیاز واحد جهت ثابت نگاهداشتن دور توربین و در نتیجه فرکانس برق تامین می‌نماید.

۶- کندانسور ((۲۳)) یا چگالنده که بخار کم رمق خروجی از بدنه توربین فشار ضعیف را دریافت کرده و آن را تبدیل به آب جهت ارسال مجدد آن به دیگ می‌نماید.

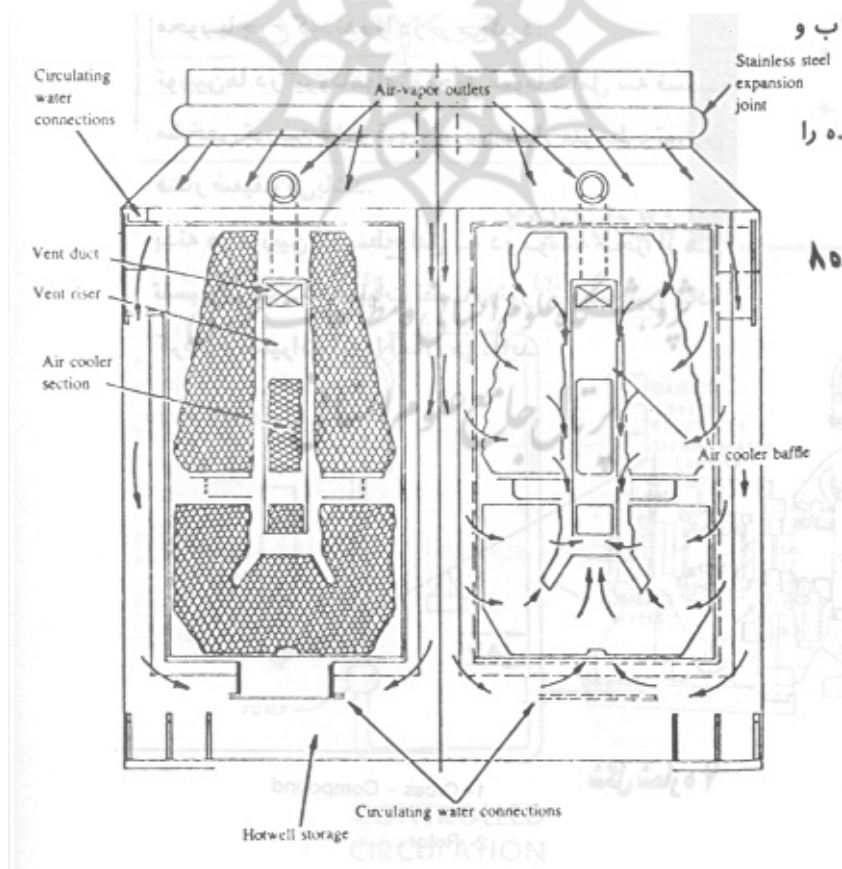
۷- نقاط برداشت بخار از پوسته زیرین توربین به نام زیرکش توربین جهت تامین بخار مبدل‌های حرارتی چرخه آب و بخار که برای گرم کردن آب تغذیه دیگ لازم است.

۸- تلمبه آب مقطر که بخارهای تقطیر شده در چگالنده را به طرف مبدل‌های حرارتی ارسال می‌دارد.

۹- تلمبه گردش آب کندانسور ((۲۴)) که در واقع آب سرد لازم برای تقطیر بخار خروجی از توربین فشار ضعیف را تامین می‌نماید. این تلمبه آب برج را به داخل لوله‌های کندانسور که تعداد بسیار زیادی هستند هدایت می‌نماید.

تلمبه آب مقطر را می‌توان در بخش چرخه آب و بخار و همچنین تلمبه گردش آب کندانسور را نیز می‌توان در بخش برج خنک کننده در نظر گرفت.

لازم به یادآوریست که براساس نوع طراحی برج‌های خنک‌کننده، چگالنده‌های توربین می‌تواند از نوع کلاسیک ((۲۵)) شامل یک استوانه بزرگ حاوی چندین هزار لوله باشد (شکل شماره ۸)



\*\*\*\*

و يا مانند چگالنده‌هاي نوع هلر((۲۶)) شامل يك استوانه بزرگ و تعدادي افشانك آب باشد (مانند چگالنده‌هاي نیروگاه شهیدمنتظري) و يا اصولاً در زیر توربین چگالنده‌اي وجود نداشته‌باشد و بخار خروجي از توربین فشار ضعیف مستقیماً توسط لوله‌هاي با قطر بسیار بالا به طرف رادياتورهاي برج‌خنك‌کننده ارسال مي‌شود.(ادامه‌دارد)

۱- سرپرست گروه بهینه‌سازي دفتر فني توليد

Boiler -۲

Economizer -۳

Down - Comer -۴

Water - Wall -۵

B. C. Pump -۶

Super-Heater-۷

Reheater -۸

F. D. Fan -۹

I. D. Fan -۱۰

G. R. Fan -۱۱

Ljungstrom -۱۲

Bar -۱۳

Forced-Circulation -۱۴

Once-Through -۱۵

Critical Point -۱۶

Benson -۱۷

Super - Critical -۱۸

Cross - Compound -۱۹

Rotor -۲۰

Stop Valve -۲۱

Gaverner -۲۲

Condenser -۲۳

C.W.Pump -۲۴

Tube Type -۲۵

Heller -۲۶

