

## حسابدار جوان - مهندس جوان

### حسابدار جوان (قسمت هفدهم)

#### مهندس منوچهر خان سفید (۱)

##### مقدمه

در شماره‌های پیش تاریخچه نیروگاه‌های بخاری و مشخصات کلی و ویژه‌برخی از نیروگاه‌های بخاری کشور از جمله نیروگاه‌های نکا، منتظر قائم، شهید محمد منتظری و توس بیان شد. اینک با نیروگاه‌های توربین گازی و چرخه ترکیبی آشنا می‌شویم.

#### نیروگاه‌های توربین گازی و چرخه ترکیبی

##### سابقه تاریخی و دورنمای توربین‌های گازی:

بسیاری از صاحب‌نظران معتقدند توربین‌های گازی حدود ۶۰ سال است که به شکل اساسی یک ماشین، در صنعت مورد استفاده قرار گرفته است. قواعد اساسی آن از مدت‌ها پیش شناخته شده بود و در مقیاس‌های بسیار کوچک، تعدادی از این نوع ماشین‌ها از قرن‌ها پیش مورد استفاده قرار گرفته بود.

خواه این نظر درباره ماشین‌های قدیمی بعنوان موجودیت توربین گاز پذیرفته یا رد شود، اختراع اولین توربین گاز را به هرون (۲) دانشمند اسکندرانی نسبت می‌دهند که حدود ۲۱۰۰ سال پیش می‌زیسته است. دانشمند و مخترع مذکور دستگاه کوچکی ساخته بود که از حرکت هوای گرم برای ایجاد قوه محرکه جهت چرخاندن بعضی علائم مذهبی در محراب پرستشگاه‌های آن زمان استفاده می‌شد.

دستگاه دیگری در قرن هفدهم بنام (Smoke - Jack) در مسیر دود خروجی بخاری‌ها نصب و از حرکت گاز و دود گرم برای حرکت دادن دستگاه مورد بحث استفاده می‌شد و با آن میله‌ای را نیز که برای کباب کردن بعضی مواد غذایی بکار می‌رفت، به حرکت در می‌آوردند.

پیشرفت‌های توربین گاز جدید در واقع از سال ۱۷۹۱ میلادی با ثبت طرح ماشین توسط جان باربر (۳) که تقریباً کلیه مشخصات و مشابهات توربین‌های گازی امروزی را دارا بود، شروع شد. طرح فوق جهت ساخت و تولید گاز بوده و می‌توانسته از انواع سوخت‌ها استفاده نماید.

جان باربر نتوانست هیچگونه قدرتی روی محور ماشین تولید نماید، زیرا هنوز زمان زیادی لازم بود تا به کمپرسور مناسب دسترسی پیدا شود.

طرح باربر، موجب ظهور یک رشته افکار و نظرات هوشمندانه در نزد سایر مخترعین آن زمان شد، ولی قدم اساسی فقط ۸۰ سال بعد یعنی در سال ۱۸۹۲ توسط یک مهندس آلمانی بنام اشتولتس (۴) برداشته شد و ماشینی که مهندس فوق‌الذکر ساخت احتمالاً اولین ماشینی بود که به آن دقیقاً می‌توان نام توربین گاز گذاشت. ماشین مزبور از یک توربین چند

طبقه عکس‌العملی و همچنین یک کمپرسور محوری چند طبقه‌ای تشکیل شده بود.

ساخت ماشین مزبور بین سال‌های ۱۹۰۴ - ۱۹۰۰ میلادی شروع ولی متأسفانه نتایج بدست آمده موفقیت‌آمیز نبود که علت اساسی آن در عدم اطلاع کافی مخترعین آن زمان از تئوری جریان مایعات و گازها بوده است. در همان زمان یک موسسه فرانسوی ماشینی را در پاریس آزمایش کرد که دارای راندمان ۳ درصد بود که برای آن دوره نتیجه جالب توجهی به حساب می‌آمد.

نهایتاً در کشور آلمان به همت دکتر هانس هولتزوارت (۵) مجدداً رهبری کار بدست گرفته شد و با کمک چند متخصص دیگر پس از یک سری آزمایشات و تجربیات که از سال ۱۹۰۵ شروع شد و بمدت ۳۰ سال طول کشید توربین گاز انفجاری در حجم ثابت ساخته شد. در این نوع توربین گازی، سوخت مصرفی در یک اتاق احتراق با هوای فشرده بصورت انفجاری عمل کرده و از حاصل سوخت و سوز و انفجار، گاز داغی بدست می‌آید که دارای فشاری به میزان ۵/۴ برابر فشار هوای محیط بود. اولین دستگاه از نوع فوق در آلمان در سال ۱۹۲۳ در یک کارخانه فولادریزی مورد بهره‌برداری قرار گرفت.

در یک بازگشت و بازنگری به فعالیت و اقدامات مهم چهار دهه اول قرن بیستم در مورد توربین گاز می‌توان شاخص‌های زمانی و بنیادین زیر را ارائه داد:

سال ۱۹۱۰ - آزمایش اولین توربین گاز بر اساس اصل هولتزوارت

سال ۱۹۱۲ - اولین توربوچارجر آزمایشی برای استفاده در موتورهای دیزلی

سال ۱۹۲۳ - اولین کاربرد توربوچارجر در موتورهای دیزلی

سال ۱۹۲۳ - کاربرد توربین گاز هولتزوارت در کارخانه فولادریزی

سال ۱۹۳۵ - ثبت اختراع توربین گاز با مدار بسته

سال ۱۹۳۷ - اولین کاربرد توربو کمپرسور در جهان

سال ۱۹۳۹ - اولین نیروگاه توربین گاز در جهان

سال ۱۹۴۰ - اولین لوکوموتیو مجهز به توربین گاز

ولی جهش اساسی در ایجاد توربین‌های گازی جدید بر اساس کارهای یک دانشجوی کالج نیروی هوایی انگلستان بنام فرانک وایتل (۶) که دارای افکار

بسیار انقلابی در مورد استفاده از توربین‌های گازی در توسعه نیروی هوایی و هواپیمایی بود، انجام گرفت. فرانک وایتل اولین بار در سال ۱۹۳۰ به دفتر ثبت اختراعات انگلستان جهت اعلام و ثبت هواپیماهای جت عکس‌العملی مراجعه کرد، متأسفانه از نظرات اعلام شده وی به گرمی استقبال نشد. وزارت هواپیمایی بعثت مشکلات زیادی که ممکن بود نظرات انقلابی فرانک وایتل در پی داشته باشد از تعقیب پروژه‌های پیشنهادی خودداری نمود، ولی وایتل به موسسه‌های خصوصی دیگری برای ارائه اختراع خود مراجعه کرد که در کلیه مراجعات خود با شکست روبرو شد و موفقیتی بدست نیاورد.

بالاخره تنها در سال ۱۹۴۱ بود که اختراع وایتل وارد مرحله اجرایی شده و اولین پرواز جت عکس‌العملی با موفقیت به انجام رسید و موتور مزبور از هر حیث مورد قبول واقع شد و به جرات می‌توان گفت که اکثر قریب باتفاق توربین‌های گازی امروزی اولاد بلافضل موتور جت فرانک وایتل می‌باشند.

در حال حاضر توربین‌های گازی موجود در ایران برای واحدهای پرقدرت راندمانی در حدود ۳۳ درصد دارند ولی توربین‌های گازی جدیدی ساخته شده که قدرت آنها روی یک محور ۳۰۰ مگاوات بوده، و چون دمای دود ورودی به توربین به حدود ۱۳۵۰ درجه رسانده شده و در ضمن از سیستم خنک‌کنندگی خاص در پره‌های آن استفاده می‌شود راندمان آنها از مرز ۴۰ درصد هم گذشته است.

یکی از محاسن دیگر توربین‌های گازی ایجاد نیروگاه‌های چرخه ترکیبی توسط آنهاست که در این نیروگاه‌ها با استفاده از حرارت دود خروجی می‌توان بخار با فشار و دمای بالا ایجاد کرده و بخار ایجاد شده را در توربین بخار بکار برد و راندمان کلی واحد را گاهی از مرز ۵۵ درصد هم گذراند (نیروگاه‌های چرخه ترکیبی ایران در حال حاضر دارای راندمان ۴۶ درصد می‌باشد). در صورتی که از دود خروجی توربین گاز برای مصارف گرمایش استفاده شود راندمان مجموعه به سهولت از مرز

۸۰ درصد می‌گذرد. (شکل شماره ۱)

### نیروگاه‌های توربین گازی:

اولین توربین گاز که برای تولید برق در ایران نصب و مورد بهره‌برداری قرار گرفت دو دستگاه توربین گاز مدل (-F ۳۰۰۰) ساخت شرکت جنرال الکتریک بوده است که در سال ۱۳۴۳ در نیروگاه شهید فیروزی (نیروگاه طرشت) هر یک به قدرت ۵/۱۲ مگاوات نصب و راه‌اندازی شد. توربین‌های گازی مورد مصرف در صنعت برق از دو نوع مشخص بنام‌های توربین‌های جتی و توربین‌های صنعتی سنگین (V) می‌باشند.

در صنعت برق ایران با استثنای دو مورد که توربین‌های جتی استفاده شده است (توربین‌های سیار هیسپانوسونیزا و نیروگاه هسا) بقیه توربین‌های خریداری شده از نوع صنعتی سنگین می‌باشد.

واحدهای توربین گازی جتی (۸) معمولاً از یک دستگاه تولیدکننده گاز (۹) و یک دستگاه توربین قدرت (۱۰) تشکیل شده است که عموماً از همدیگر

جدا هستند. دستگاه تولیدکننده گاز شامل دو دستگاه توربوکمپرسور فشارضعیف و فشارقوی و اطاق احتراق می‌باشد.

یکی از محورها توپرو دیگری توخالی بوده و داخل یکدیگر کار گذاشته شده‌اند.

توربوکمپرسورهای فشارضعیف روی یک محور و توربوکمپرسور فشارقوی روی محور دیگر قرار دارد.

گاز داغ خروجی از توربوکمپرسور آخری وارد توربین قدرت که روی محور ژنراتور نصب شده می‌گردد و تولید انرژی الکتریکی می‌نماید.

توربین کمپرسورهای فشار ضعیف و قوی و اطاق احتراق دستگاه مولد گاز را تشکیل می‌دهد. (شکل شماره ۲)

بدلیل دور بالای کمپرسور و فشار قابل توجه هوای خروجی از کمپرسورها راندمان توربین‌های جتی بین ۴ تا ۵ درصد از راندمان توربین‌های گازی صنعتی بهتر است.

بدلیل سبکی وزن این نوع توربین و دور بالا و نیاز به سوخت بسیار تمیز (گاز، نفتا، بنزین هواپیما و غیره) و سرعت راه‌اندازی و بارگیری، از این توربین‌های گازی بیشتر در کشورهای صنعتی بعنوان واحدهای پیک و کارکرد حداکثر ۵ ساعت در روز و ۱۵۰۰ ساعت در سال استفاده می‌نمایند.

بدلیل حساسیت واحدهای جتی در مقابل سوخت گازوئیل و آسیب دیدگی آنها و ضرورت ارسال دستگاه مولد گاز به خارج برای تعمیر و تنظیم و بالانس و محدودیت کاری آنها در طول شبانه روز (فقط برای ساعات پیک شب) در صنعت برق از واحدهای توربین گاز صنعتی سنگین بیشتر استفاده می‌شود.

### توربین گاز ساده با مدار باز

در حال حاضر کلیه توربین‌های گازی که در ایران نصب شده و از آن استفاده می‌گردد با مدار باز کار می‌کنند.

شکل شماره (۳) دیاگرام یک توربین گاز ساده با مدار باز را نشان می‌دهد.

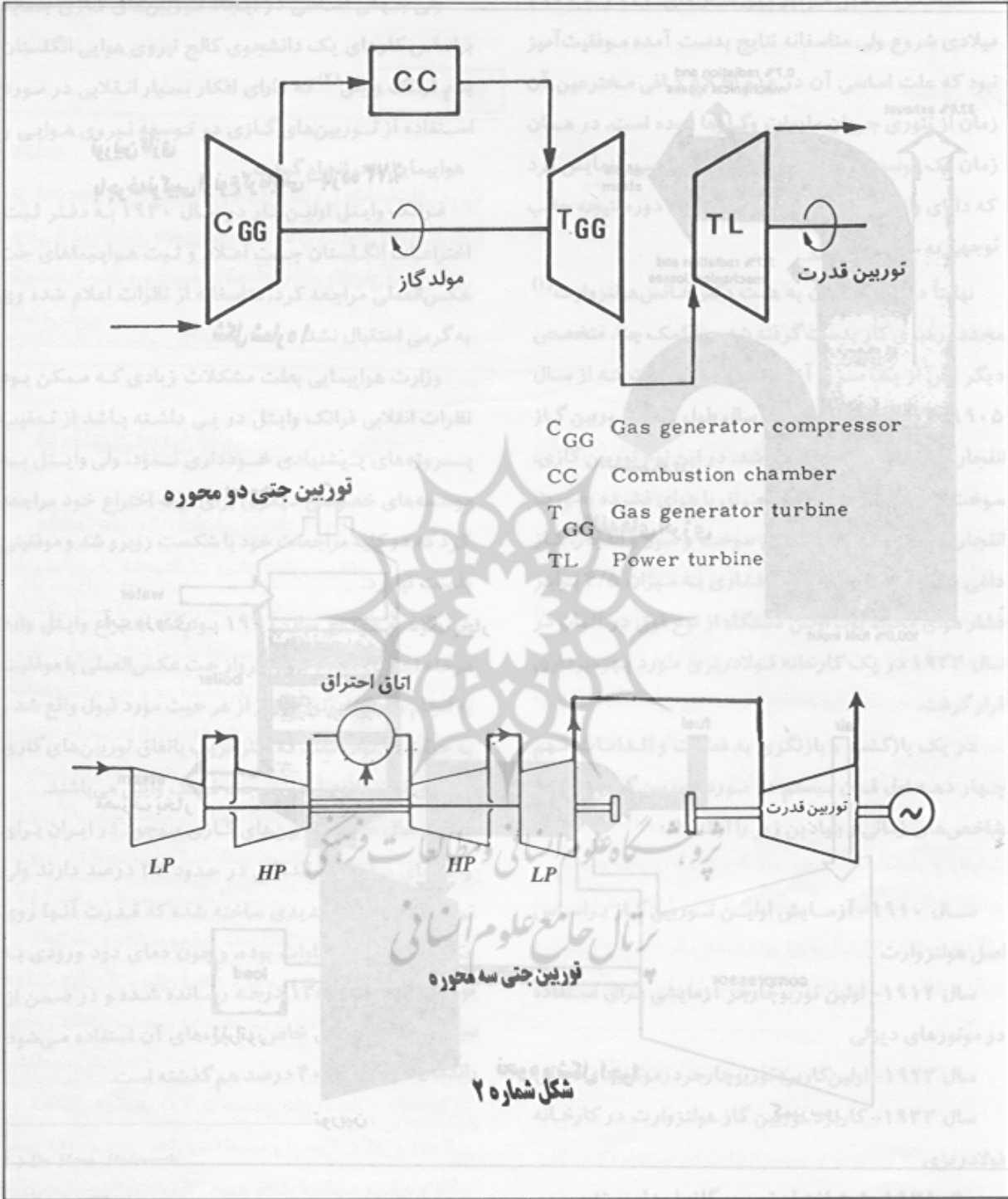
در این شکل F فیلتر هوای ورود به کمپرسور - C - کمپرسور محوری که معمولاً دارای طبقات متعدد از ۱۷ طبقه به بالا می‌باشد و هوای ورودی را به نسبت (۱۰-۲۰) برابرفشرده می‌نماید.

CC اطاق احتراق، محلی است که در آن سوخت با هوامخلوط شده و با جرقه زدن، احتراق در آن ایجاد شده و سپس شعله بطور دائم خود نگاهدار می‌شود.

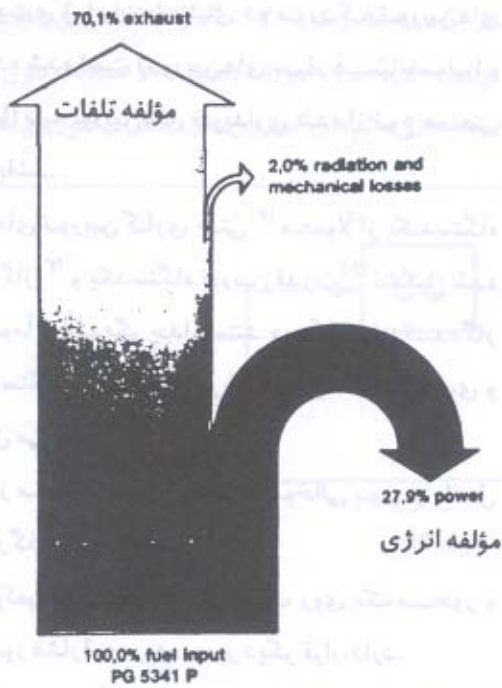
تعداد اطاق‌های احتراق برای واحدهای ساخت شرکت آ. ب. و زیمنس یک یا دو دستگاه و برای بقیه سازندگان معمولاً از تعداد ۱۰ دستگاه بیشتر است.

T - دستگاه توربین است که تعداد طبقات آن در توربین‌های گازی صنعتی که برای نیروگاه‌ها بکار می‌رود حداقل دو طبقه و حداکثر ۶ طبقه می‌باشد.

G - ژنراتور یا مولد برق می‌باشد که قدرت مفید توربین گاز را به شبکه تریپ می‌کند.

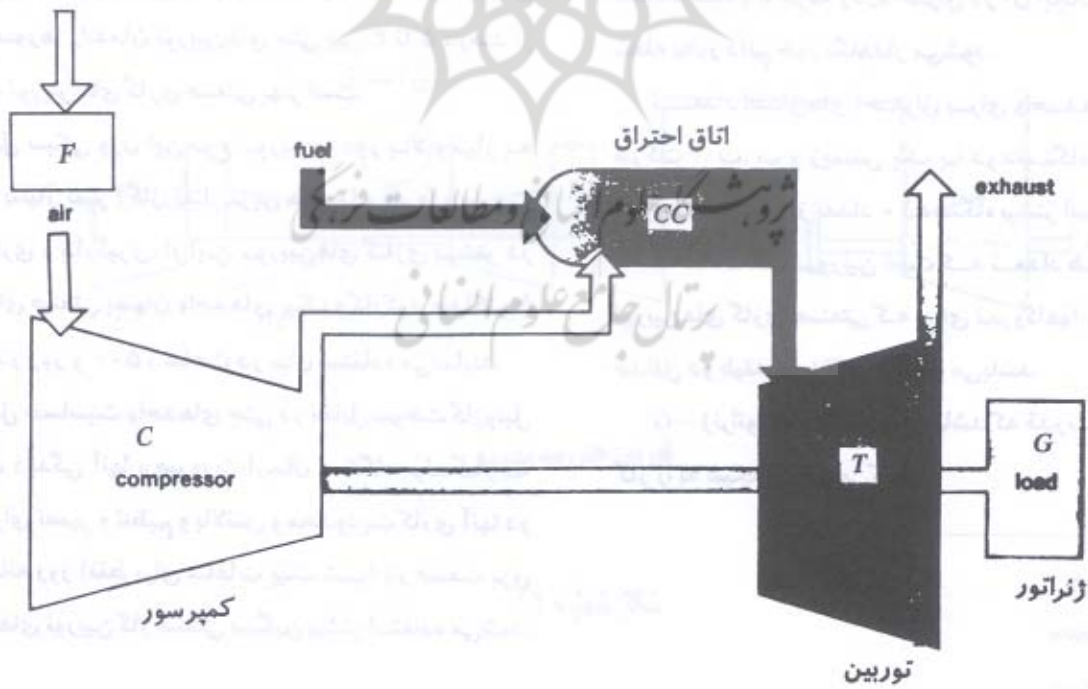


شکل شماره ۳



دیاگرام ساده توربین گاز با مدار باز

شکل شماره ۳



۱ سرپرست گروه بهینه‌سازی دفتر فنی تولید

Heron ( ۲

John - Barber ( ۳

Stolze ( ۴

Dr. Hans- Holzwarth ( ۵

Frank - Whittle ( ۶

Heavy - duty ( ۷

Air - Derivatve ( ۸

Gas Generator ( ۹

Power Turbine ( ۱۰



پروژه‌های نگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی