بسم الله الرّحمن الرّحيم

دانشکده فنی و مهندسی
بخش مهندسی مکانیک

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک
گرایش تبدیل انرژی

بررسی سیستمهای تبرید ترکیبی شامل سیکل جذبی و تراکمی با مولد اولیه میکروتوربین

استاد راهنما:
دکتر مهران عامری

مؤلف:
زینب صیفوری

شهریور ماه ۱۳۹۰

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

گروه مهندسی مکانیک

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو : زینب صیفوری

استاد راهنما : آقای دکتر مهران عامری

داور ۱ :

داور۲ :

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده :

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

حالا که تا اینجا رسیدهام اعتراف میکنم این همه را پس از لطف الهی مدیون دستان پر صلابت پدر و نفسهای گرم مادرم هستم. این پایاننامه را تقدیم میکنم به:

پدر و مادر عزیزم

و همسرم که همواره نور امید را در دلم روشن نگه داشتند.

تشکر و قدردانی:

پس از حمد و سپاس خداوند متعال، بر خود واجب میدانم از زحمات بیدریغ استاد بزرگوارم آقای دکتر عامری تشکر کنم، که همواره و در همهی لحظات با صبر و متانت فراوان مرا در انجام این پایان - نامه یاری نمودند، بهطوری که بدون کمکهای ایشان قادر به انجام آن نبودم.

به امید آن که در پناه معبود

استوار و جاودانه بماند.

چکیده:

در سالهای اخیر همزمان با گسترش سیستمهای تولید پراکندهی انرژی، استفاده از سیستمهای تولید همزمان توان وحرارت بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این پایاننامه یک سیستم تولید همزمان با مولد اولیه میکروتوربین برای تولید سرما مورد استفاده قرار گرفته و اثر ترمودینامیکی عوامل مختلف بر روی آن بررسی شده است.

سیستم خنک کننده مورد بررسی شامل یک سیکل تراکمی و یک سیکل جذبی است. توان تولید شدهی میکروتوربین در سیکل تراکمی و حرارت گازهای خروجی آن در سیکل جذبی مورد استفاده قرار میگیرد. تحلیل ترمودینامیکی سیستمهای جذبی و تراکمی بر اساس معادلات جرم و انرژی سیال صورت گرفته است. ۷ ساختار مختلف از ترکیب دو سیکل تراکمی و جذبی توصیف شده و میزان افزایش بازده آنها نسبت به ساختار سادهای که فقط شامل سیکل تراکمی است، مشخص شده است. همچنین اثر تغییرات دماهای مختلف مانند تغییر دمای محیط بر روی بازده بررسی شده است.

نتایج نشان میدهد ترکیب دو سیکل تبرید جذبی و تراکمی برای ایجاد سرما در دمای زیر صفر درجه سانتیگراد موجب عملکرد بهتر سیستم و صرفهجویی در انرژی اولیه خواهد شد.

کلمات کلیدی: سیستم تولید همزمان توان و حرارت، سیستم خنک کننده ترکیبی، سیکل تراکمی، سیکل جذبی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱ تولید پراکنده انرژی ۲

۱-۲ تولید همزمان توان و حرارت ۴

۱-۳ سیستمهای خنک کننده ۵

۱-۴ تاریخچه تحقیقات قبلی ۵

۱-۵ اهداف پایاننامه ۹

فصل دوم: تولید همزمان توان و حرارت

۲-۱ مقدمه ۱۱

۲-۲ مزیتهای استفاده از تولید همزمان ۱۲

۲-۳ انواع سیستمهای تولید همزمان ۱۴

۲-۴ کاربردهای سیستم تولید همزمان ۱۷

فصل سوم: سیکل تبرید تراکمی

۳-۱ مقدمه ۲۰

۳-۲ کاربردهای تبرید ۲۱

۳-۳ سیکل تراکمی بخار ۲۲

۳-۳ -۱ سیکل استاندارد تراکمی بخار ۲۳

۳-۳-۲ سیکل تراکمی بخار واقعی ۲۴

۳-۳-۳ سیکل تبرید تراکمی چند مرحلهای ۲۹

۳-۳-۴ مزایای سیکل تبرید تراکمی ۳۰

۳-۳-۵ معایب سیکل تبرید تراکمی ۳۰

۳-۴ مبرّد یا سیال کاری ۳۱
۳-۴-۱ خواص مبرّدها ۳۱
۳-۴-۱ کاربرد برخی مبرّدها ۳۱

فصل چهارم: سیکل تبرید جذبی

۴-۱ مقدمه ۳۵
۴-۲ مزایای سیستم تبرید جذبی نسبت به سیستم تبرید تراکمی ۳۶
۴-۳ انواع چیلرهای جذبی ۳۸
۴-۳-۱ انواع چیلرهای جذبی بر اساس نوع طراحی ۳۸
۴-۳-۲ انواع چیلرهای جذبی بر اساس سیال کاری ۳۹
۴-۳-۳ انواع چیلرهای جذبی بر اساس نوع منبع انرژی حرارتی ۴۳
۴-۴ ساختمان و اجزای چیلر جذبی تک اثره ۴۴
۴-۴-۱ ژنراتور ۴۵
۴-۴-۲ جذب کننده یا ابزوربر ۴۵
۴-۴-۳ اواپراتور ۴۷
۴-۴-۴ کندانسور ۴۸

فصل پنجم: میکروتوربین

۵-۱ مقدمه ۵۰
۵-۲ مزایا و معایب استفاده از میکروتوربین ۵۱
۵-۳ سیستم عملکردی میکروتوربین ۵۲
۵-۴ کاربردهای میکروتوربین ۵۵

فصل ششم: معادلات حاکم

۶-۱ مقدمه ۵۹
۶-۲ معادلات کلی حاکم بر سیستم خنک کننده ۵۹

۶-۲-۱ معادلات حاکم بر سیکل تبرید شبیهسازی شده ۵۹
۶-۲-۲ معادلات حاکم بر سیکل تبرید جذبی شبیهسازی شده ۶۳
۶-۳-۳ معادلات حاکم بر میکروتوربین ۶۷

فصل هفتم: آنالیز ترمودینامیکی سیستم و نتایج

۷-۱ مقدمه ۷۰
۷-۲ توصیف ساختارهای مختلف سیستم ۷۱
۷-۳ بررسی اثر عوامل مختلف بر سیستم ۸۴
۷-۴ مقایسه بازده سیستم با ساختارهای مختلف ۱۰۳
۷-۴-۱ میزان صرفهجویی در مصرف انرژی ۱۰۳
۷-۴-۲ مقایسه بازده سیستمها ۱۰۴
۷-۴-۳ مقایسه ضریب عملکرد سیکل تراکمی در ساختارهای مختلف ۱۰۵
۷-۵ نتیجهگیری و جمعبندی ۱۰۷
۷-۶ پیشنهادات ۱۰۸
فهرست منابع ۱۰۹

فهرست اشکال:

شماره	عنوان	صفحه
شکل ۲-۱	مقایسه نمونهای از نیروگاه حرارتی و یک واحد CHP	۱۲
شکل ۲-۲	نحوهی عملکرد یک پیل سوختی	۱۷
شکل ۲-۳	استفاده از تولید همزمان در سرمایش	۱۸
شکل ۳-۱	نمودار دما- انتالپی سیکل تبرید کارنو	۲۳
شکل ۳-۲	اجزاء اصلی سیستم تبرید تراکمی	۲۴
شکل ۳-۳	نموداردما-انتروپی یک سیکل تبرید تراکمی	۲۴
شکل ۳-۴	شماتیک یک کندانسور هواخنک	۲۶
شکل ۳-۵	مقایسهی سیکل تراکمی بخار واقعی با سیکل استاندارد بخار	۲۹
شکل ۳-۶	نمودار دما- انتروپی یک سیکل تبرید تراکمی دو مرحلهای	۳۰
شکل ۴-۱	سیکل تبرید جذبی	۳۶
شکل ۴-۲	سیکل تبرید جذبی دو اثره	۳۸
شکل ۴-۳	سیکل تبرید جذبی سه اثره	۳۹
شکل ۴-۴	نمودار دما بر حسب درصد جرمی محلول لیتیمبروماید و آب	۴۱
شکل ۴-۵	نمودار دو خاصیتی محلول لیتیمبروماید و آب	۴۲
شکل ۴-۶	اجزای یک سیستم تبرید جذبی	۴۵
شکل ۵-۱	اجزای اصلی میکروتوربین	۵۱
شکل ۵-۲	میکروتوربین تک محوره	۵۳
شکل ۵-۳	اثر دمای محیط بر راندمان و توان خروجی میکروتوربین	۵۴
شکل ۵-۴	تغییرات بازده میکروتوربین در بار جزئی	۵۴
شکل۶-۱	شماتیک سیکل تبرید تراکمی	۶۰
شکل ۶-۲	نمودار دما- انتروپی سیکل تبرید تراکمی	۶۰
شکل ۶-۳	شماتیک سیکل تبرید جذبی	۶۳
شکل ۶-۴	نمودار یک نمونه سیکل جذبی هواخنک	۶۷

شکل ۶-۵	نحوهی تغییر بازده وتوان خروجی یک نوع میکروتوربین بر حسب دمای محیط	۶۸
شکل۷-۱	شماتیک سیستم ساختار ۱	۷۰
شکل۷-۲	شماتیک سیستم ساختار A-۲	۷۳
شکل۷-۳	شماتیک سیستم ساختار B-۲	۷۴
شکل۷-۴	شماتیک سیستم ساختار C-۲	۷۵
شکل۷-۵	نمودار انتروپی- دمای ساختار۳	۷۶
شکل۷-۶	شماتیک سیستم ساختار ۳	۷۷
شکل۷-۷	شماتیک سیستم ساختار ۴	۷۸
شکل۷-۸	شماتیک سیستم ساختار ۵	۷۹
شکل۷-۹	نمودار انتروپی- دمای ساختار ۶	۸۰
شکل۷-۱۰	شماتیک سیستم ساختار ۶	۸۱
شکل۷-۱۱	نمودار انتروپی- دمای ساختار ۷	۸۲
شکل۷-۱۲	شماتیک سیستم ساختار ۷	۸۳
شکل۷-۱۳	مقدار گرمای قابل بازیافت از میکروتوربین در ساختار A-۲ در مقایسه با گرمای مورد نیاز در سیکل جذبی	۸۴
شکل۷-۱۴	مقدار توان تولید شده در میکروتوربین در ساختار B-۲ در مقایسه با توان مورد نیاز در سیستم	۸۵
شکل۷-۱۵	مقایسه بازده سیستم ساختار ۲ و ساختار ۱	۸۶
شکل۷-۱۶	ظرفیت تبرید ساختار C-۲	۸۷
شکل۷-۱۷	انرژی ورودی به ساختارهای ۲ و ۱ بر حسب دمای محیط خنک شونده	۸۸
شکل۷-۱۸	مقایسه ضریب عملکرد چیلر تراکمی ساختار ۲ با ۱	۸۹
شکل۷-۱۹	اثر دمای اواپراتور چیلر جذبی بر بازده در ساختار ۲	۹۰
شکل۷-۲۰	بازده ساختارهای A-۲ و C-۲ و ساختار ۱ برحسب دمای محیط	۹۲
شکل۷-۲۱	مقایسه بازده ساختار ۳ با ساختار ۱ برحسب دمای محیط خنک شونده	۹۳

شکل۷-۲۲	ضریب عملکرد چیلر تراکمی در ساختار ۳ با ساختار ۱ برحسب دمای محیط خنک شونده	۹۳
شکل۷-۲۳	برودت مورد نیاز برای مادون سرد کردن سیال خروجی از کندانسور سیکل تراکمی	۹۴
شکل۷-۲۴	مقایسه گرمای مورد استفاده در ژنراتور سیکل جذبی ساختار ۳ با کل گرمای قابل استفاده در آن	۹۵
شکل۷-۲۵	بازده ساختار ۴ بر حسب دمای اواپراتور چیلر تراکمی	۹۶
شکل۷-۲۶	مقایسه بازده ساختار ۴ با ساختار ۱	۹۶
شکل۷-۲۷	ظرفیت تبرید کل سیستم با ساختار ۵ برحسب دمای محیط	۹۸
شکل۷-۲۸	مقایسه بازده ساختار ۵ با ساختار ۱	۹۸
شکل۷-۲۹	مقایسه ضریب عملکرد چیلر تراکمی در ساختار ۶ با ساختار ۱	۹۹
شکل۷-۳۰	بازده سیستم ساختار ۶ برحسب دمای اواپراتور چیلر جذبی	۱۰۰
شکل۷-۳۱	مقایسهی انرژی گرمایی مورد نیاز در سیکل جذبی با کل گرمای قابل بازیافت از گازهای خروجی میکروتوربین در ساختار ۶	۱۰۱
شکل۷-۳۲	مقایسهی انرژی گرمایی مورد نیاز در سیکل جذبی با کل گرمای قابل بازیافت از گازهای خروجی میکروتوربین در ساختار ۷	۱۰۱
شکل۷-۳۳	مقایسه ضریب عملکرد چیلر تراکمی در ساختار ۶ با ساختار ۱	۱۰۲
شکل۷-۳۴	مقایسه بازده ساختارهای ۶ و ۷ با ساختار ۱	۱۰۳
شکل۷-۳۵	مقایسه بازده ساختارهای ۱ و C-۲ و ۳ و ۵ و ۷	۱۰۴
شکل۷-۳۶	مقایسه بازده ساختارهای ۱ و C-۲ و ۳ و ۶ و ۷	۱۰۵
شکل۷-۳۷	ضریب عملکرد سیکل تراکمی در ساختارهای ۱ و ۲ و ۳ و ۶ و ۷	۱۰۶

فهرست جداول:

جدول ۷-۱	دمای اواپراتور و ژنراتور چیلر جذبی در هر دمای محیط و بازده ساختارهای ۱ و A-۲ و C-۲	۹۱

فهرست علائم:

ضریب عملکرد	COP
گرمای ویژه محلول لیتیمبروماید و آب	C_x
بازده کل سیستم	FUF
انتالپی(kJ/kg°C)	h
دبی جرمی مبرّد در سیکل جذبی (kg/s)	$m°_r$
دبی جرمی محلول غلیظ لیتیمبروماید در سیکل جذبی	$m°_S$
دبی جرمی محلول رقیق لیتیمبروماید در سیکل جذبی	$m°_w$
فشار (kPa)	P
نسبت فشار در کمپرسور سیکل تراکمی	PR
انرژی حرارتی (kW)	Q
انرژی ورودی به میکروتوربین (kW)	$Q_{in,MGT}$
دما (°C)	T
حجم مخصوص (m^3/kg)	v
توان (kW)	W
غلظت محلول لیتیمبروماید و آب	X_{Li}
غلظت مبّرد در سیکل جذبی	x_r
غلظت محلول غلیظ لیتیمبروماید در سیکل جذبی	x_s
غلظت محلول رقیق لیتیمبروماید در سیکل جذبی	x_w
ضریب تأثیر مبدل حرارتی در سیکل جذبی	ε_L
بازده	η

زیر نویسها

سیکل جذبی	abc
جذب کننده سیکل جذبی	ab
محیط	amb
سیکل تراکمی	cc
کمپرسور سیکل تراکمی	com
کندانسور	cond
اواپراتور	eva
فن هوا	fan
ژنراتور سیکل جذبی	G
ایدهآل	ID
میکروتوربین	MGT
پمپ	Pump
تبرید	refrigeration

فصل اول

مقدمه

۱ ـ۱ ـتولید پراکنده انرژی

تولید پراکنده یاDG (Distributed Generation) طبق تعریف عبارت است از تولید الکتریسیته در محل مصرف یا در نزدیکی آن با استفاده از سیستمهای تولید برق نسبتاً کوچک، مانند توربینهای بادی، میکروتوربینها و پیلهای سوختی، ک ه ظرفیت آنها معمولاً کمتر از ۲۵ مگاوات می‌باشد. سابقه استفاده از تولید پراکنده به بعد از دهه ۷۰ برمیگردد. مهمترین عواملی که سبب شد در این چند دهه توجه ویژه‌ای به تولید پراکنده شود را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- ✓ نیاز به تجدید ساختار در صنعت برق
- ✓ کیفیت برق و مسائل قابلیت اطمینان
- ✓ رشد اقتصاد جهانی و جمعیت
- ✓ رشد سریع تکنولوژی و ظهور فناوریهای با راندمان بالا
- ✓ آلودگی هوا و محیط زیست ناشی از سوزاندن سوختهای فسیلی در تکنولوژیهایی که هم راندمان پایین داشتند و هم آلودگی زیادی تولید میکردند .
- ✓ لزوم صرفه‌جویی در مصرف انرژی با توجه به رو به زوال بودن منابع سوخت فسیلی

حداکثر راندمان نیروگاه‌های تولید توان ۴۰ درصد است که بعد از انتقال به محل مصرف از طریق شبکه، این مقدار به حدود ۳۰ درصد کاهش می‌یابد. واحدهای تولید پراکنده به محل مصرف نزدیک هستند، لذا تلفات انتقال و توزیع به میزان قابل ملاحظهای کاهش مییابد. علاوه بر کاهش تلفات تولید پراکنده موجب بهبود وضعیت ولتاژ و قابلیت اعتماد بیشتر میشود.

تاکنون واحدهای تولید پراکنده با راندمان بالا و ظرفیتهای تولید توان در محدودهی چند کیلووات تا چند مگاوات عرضه شدهاند. این سیستمها معمولاً ابعاد کوچکی دارند و زمان نصب و راهاندازی آنها کوتاه است. تکنولوژیهای جدید تولید پراکنده این قابلیت را دارند که با چندین نوع سوخت کار کنند، این امر باعث ایجاد انعطاف و کاهش هزینهها خواهد شد.

یکی از تکنولوژیهای مورد استفاده در تولید پراکنده، سیستمهای تولید همزمان توان و حرارت است. در سیستمهای تولید همزمان که در محل مصرف قرار دارند، علاوه برکاهش تلفات توزیع و انتقال، با بازیافت حرارت خروجی از واحد تولید توان، راندمان سیستم بهطور قابل توجهی افزایش مییابد که این امر موجب صرفهجویی در مصرف سوخت خواهد شد.

دلایل زیر کاربرد تولید پراکنده و تولید همزمان را در کشور ما برای مصارف معمولی و عمومی توجیه میکند :

۱-کاربرد واحدهای کوچک توسط مصرف کنندگان، صنعت برق را عملاً بهتدریج خصوصی می-کند و این خصوصی سازی از اهداف دولت و وزارت نیرو میباشد و از سرمایهگذاری ملی در زمینه تولید میکاهد .

۲- نصب تولید پراکنده در پایدار نگه داشتن ولتاژ، اصلاح قدرت راکتیو، تزریق قدرت اکتیو و حفظ فرکانس و نهایتاً بهبود کیفیت برق شبکه تأثیر مثبت دارد.

۳-آزاد سازی تجهیزات فراوانی که بهدلیل مصرف پیک شبکه الزاماً اضافه نصب شده است و بعضاً چندین برابر مصرف اوقات عادی شبکه سرمایهگذاری شده است.

۴- نصب تولید پراکنده در محلهای مصرف جابجایی انرژی الکتریکی را در کل شبکه متناسب با قدرت نصب شده کاهش میدهد در نتیجه تعویض هادیها، کابلها و سایر تجهیزات خصوصاً در شبکه توزیع کاهش میابد .

۵- با توجه به نیاز بیست سال آینده کشور به بیش از۷۰ هزار مگاوات مصرف پیک و در نظر گرفتن ضریب ذخیره تولید، بر مبنای گزارش مقدماتی صنعت برق ایران در سال ۱۴۰۰ بیش از نود هزار مگاوات قابل تولید در نیروگاهها میزان سرمایهگذاری بالای ۲۰ میلیارد دلار خواهد بود. هر چه بتوان این سرمایهگذاری را از طریق واحدهای تولید پراکنده توسط مصرف کنندگان تأمین کرد، می توان از خروج ارز ناشی از فروش سرمایههای ملی ممانعت کرده و برای خیل عظیم جوانان جویای کار ایجاد اشتغال نمود.

بعضی از معایب استفاده از منابع تولید پراکنده در داخل کشور به شرح زیر است:

-هزینههای اولیه و راهاندازی سیستمهای تولید پراکنده: هزینههای اولیه بهکارگیری سیستمهای تولید پراکنده بسیار بالا است که این امر در حال حاضر از موانع بهکارگیری این سیستمها به شکل گسترده بهشمار میرود.

-ناآشنایی با تکنولوژیهای تولید پراکنده: تکنولوژیهای تولید پراکنده در کشور مبحث نسبتاً جدیدی است و تحقیق و توسعه در رابطه با آنها هنوز به شکل جدی انجام نگرفته است.

-اتصال منابع تولید به شبکه سراسری: از منابع تولید پراکنده هم به شکل مستقل و هم بهصورت متصل به شبکه سراسری میتوان استفاده کرد. اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه سراسری و کنترل آنها از نظر فنی با مشکلاتی روبرو است.

۱-۲- سیستمهای تولید همزمان

تکنولوژی تولید همزمان توان و حرارت یا CHP(Combined Heat and Power) برای نخستین بار در نیروگاههای سیکل بخاری استفاده شد، به طوری که از بخار استخراج شده از سیکل برای مصارف گرمایشی کارخانه و واحدهای اطراف آن بهره گرفته می‌شد. اگرچه با این عمل راندمان اینگونه نیروگاهها اندکی کاهش می‌یافت ولی با تأمین حرارت مورد نیاز در مصرف سوخت تا حد زیادی صرفه‌جویی به عمل می‌آمد. در سالهای اخیر کاربرد این سیستمها به نیروگاههای بخار محدود نگشته و استفاده از آن در صنایع مختلف بهویژه صنایع کاغذسازی، صنایع شیمیایی و صنایعی که احتیاج به حرارت و الکتریسیته فراوان دارند، گسترش یافته است. همچنین بهدلیل انعطافپذیری بالای این سیستم و دسترسی فراوان استفاده از آن به بخشهای عمومی نظیر ساختمانها و طرحهای گرمایشی و سرمایشی نیز کشیده شده است. راندمان کلی این سیستم‌ها گاهی به ۹۰ درصد هم می‌رسد. بنابراین سیستم‌های تولید همزمان توان و حرارت می‌توانند نقش مهمی در صرفه‌جویی انرژی و کاهش آلاینده‌های محیطی داشته باشد.

موتورهای رفت و برگشتی، توربین‌های گازی، توربین‌های بخار، پیل‌های سوختی، میکروتوربین‌ها و ... از جمله واحدهای تولید توان هستند که می‌توانند در تکنولوژی CHP به کار گرفته شوند. در این تکنولوژی گازهای خروجی از واحدهای تولید توان برای مصارف گرمایشی و یا حتی سرمایشی بازیافت میشود.

میکروتوربین‌ها، توربین‌های گازی کوچک و ساده‌ای هستند که به راحتی راه‌اندازی می‌شوند. میکروتوربین‌ها نسبت به دیگر واحدهای تولید توان دارای مزیت‌هایی مثل قدرت بالا نسبت به وزن کم، قابلیت اعتماد بالا، نیاز به نگهداری آسان و بازدهی خوب در تولید همزمان هستند. بنابراین برای داشتن یک سیستم تولید انرژی قابل اعتماد و کم هزینه استفده از میکروتوربینها در سیستمهای تولید همزمان توصیه می‌شوند.

CCHP(Combined Cooling, Heating and Power) یک نوع گسترش یافته‌ی CHP است که در آن از گرما برای تولید سرما استفاده می‌شود. CHP بیشتر از صد سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرد اما CCHP تا دهه ۱۹۸۰ پیشرفت زیادی نداشته است. در دو دهه‌ی اخیر با پیشرفت سریع تکنولوژی تولید سرما با استفاده از انرژی گرمایی و کاهش قیمت چیلرهای جذبی، استفاده از CCHP گسترش یافته است[۱۸]. گازهای خروجی از واحدهای تولید توان دمای بالایی دارند و می‌توان از آنها برای به راه انداختن یک چیلر جذبی بهره برد. انرژی اولیه مورد استفاده در چیلرهای جذبی گرما است. این گرما می‌تواند از آب گرم، بخار، شعله‌ی مستقیم یا گازهای داغ خروجی از واحدهای تولید توان گرفته شود. بنابراین در سیستم CCHP انرژی گازهای خروجی از واحدهای تولید توان، می‌تواند از طریق یک مبدل حرارتی (با انتقال انرژی به آب) یا به طور مستقیم در چیلرهای جذبی به کار گرفته شود.

۱-۳- سیستم‌های خنک کننده

انواع سیستم‌های خنک کننده که در تهویه مطبوع و سرمایش صنعتی به کار می‌روند، شامل سیستم تراکمی بخار، سیستم جذبی و سیستم ترکیبی هستند. سیستم ترکیبی، ترکیبی از دو سیستم تراکمی و جذبی است. هر سیستم خنک کننده شامل دو بخش سیکل قدرت و سیکل سرمایش است. اجزاء سیکل سرمایش در دو سیستم تبرید تراکمی و جذبی یکسان است و شامل کندانسور، اواپراتور و شیر انبساط‌می‌باشد، اما سیکل قدرت آنها با هم متفاوت است. در سیستم تراکمی بخار سیکل قدرت شامل کمپرسور است. کمپرسور با استفاده از برق فشار سیال عامل را از فشار اواپراتور به فشار کندانسور می‌رساند. در سیستم جذبی ابزوربر و ژنراتور کار کمپرسور را انجام می‌دهند و انرژی مورد نیاز نیز به جای توان گرما است که در ژنراتور به مصرف می‌رسد [۳۴].

در سیستم‌های ترکیبی سیکل جذبی و تراکمی به گونه‌های مختلف در کنار هم قرار می‌گیرند. این سیستم‌ها برای استفاده در تولید همزمان مناسب هستند. توان تولیدی در سیستم تراکمی و حرارت تولیدی در سیستم جذبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک واحد تولید توان را در نظر بگیرید که برای به راه انداختن یک سیستم تراکمی کار می‌کند و گازهای خروجی ناشی از احتراق وارد محیط می‌شود، این گازها پتانسیل انرژی بالایی دارند و با ورود به محیط این انرژی را به هدر می‌دهند. اگر