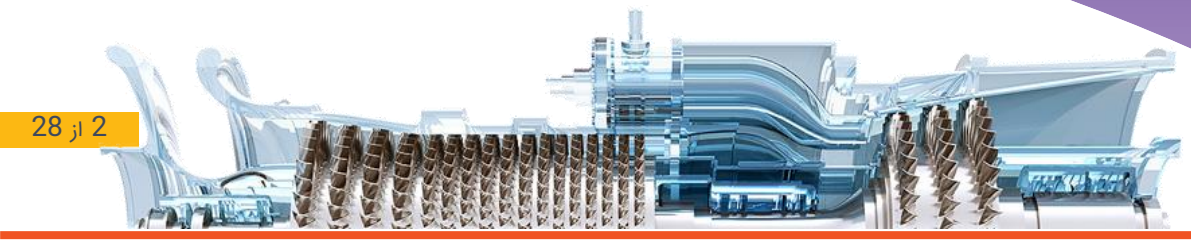
باسمه تعالی

جلسه ارائه کمیته صنعت، معدن و تجارت کانون مهندسین فارغ التحصیل دانشکده فنی دانشگاه تهران

معرفی سامانه‌های خنک‌کاری هوای ورودی به واحدهای توربین گاز به روش تبخیری مدیای مرطوب

ارائه توسط: محمدسعید فخیم‌جو
سرپرست پروژه های خنک کاری و تصفیه آب
شرکت مهندسی و خدمات ایفا صنعت تابا
آذرماه 1402



عناوین اصلی

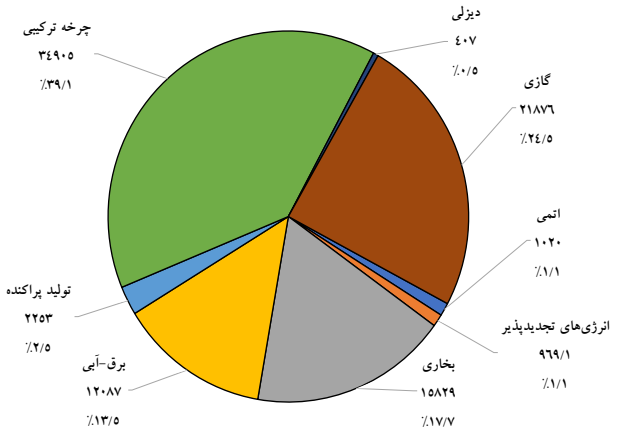
- مقدمه
- توربین گاز و عملکرد آن در فصل گرم
- سامانه‌های خنک‌کاری هوای ورودی به توربین گاز
- تشریح سامانه خنک کاری مدیا
- نتایج زیست‌محیطی اجرای طرح‌های خنک‌کاری

مقدمه

انرژی الکتریکی یکی از مهم‌ترین منابع تامین انرژی مورد نیاز بشر

تولید انرژی الکتریکی

- انرژی برق‌آبی
- انرژی باد
- انرژی خورشیدی
- انرژی هسته‌ای
- انرژی سوخت‌های فسیلی (زغال‌سنگ، گاز، گازوئیل)



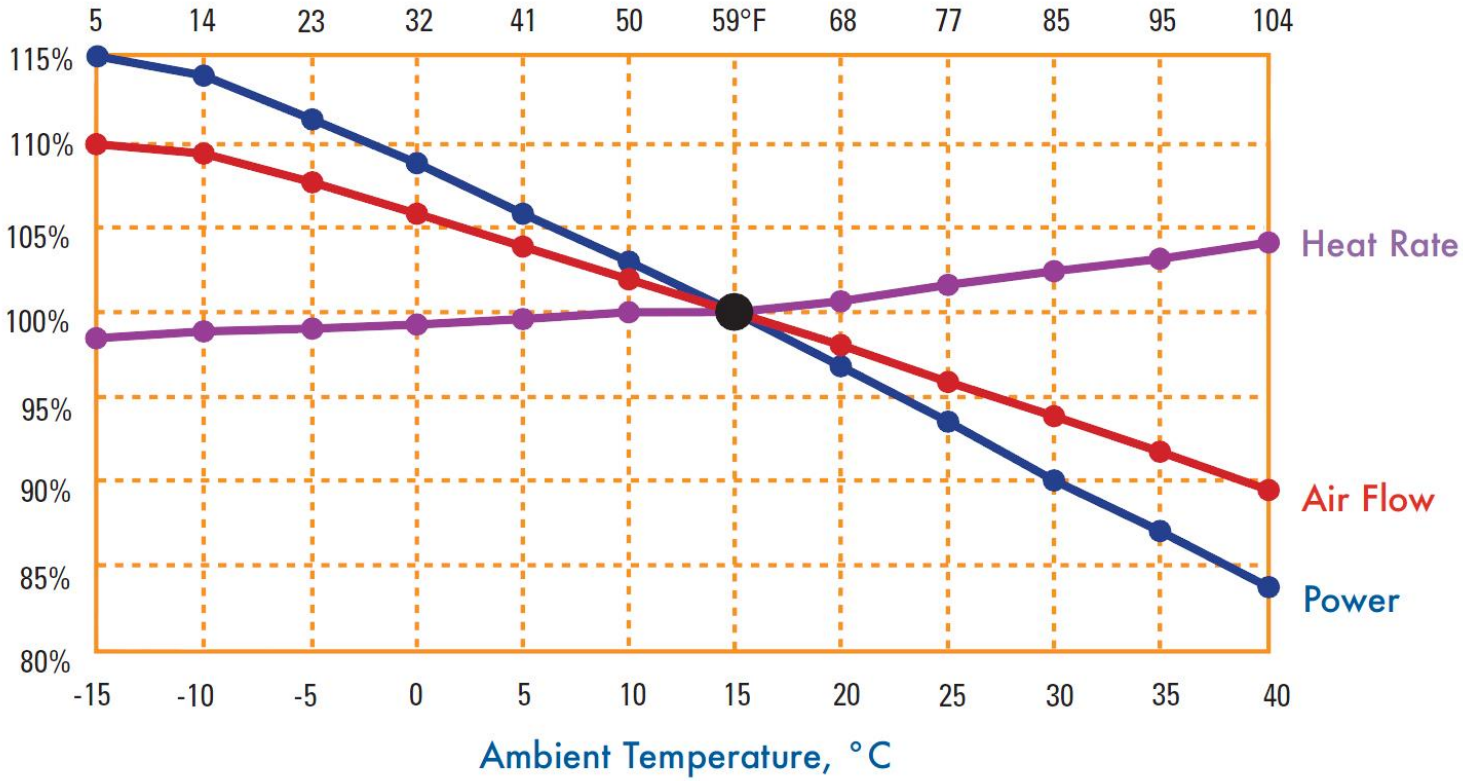
ذخایر قابل توجه سوخت‌های فسیلی در ایران

۶۳/۶ درصد
نیروگاه‌های گازی یا سیکل ترکیبی

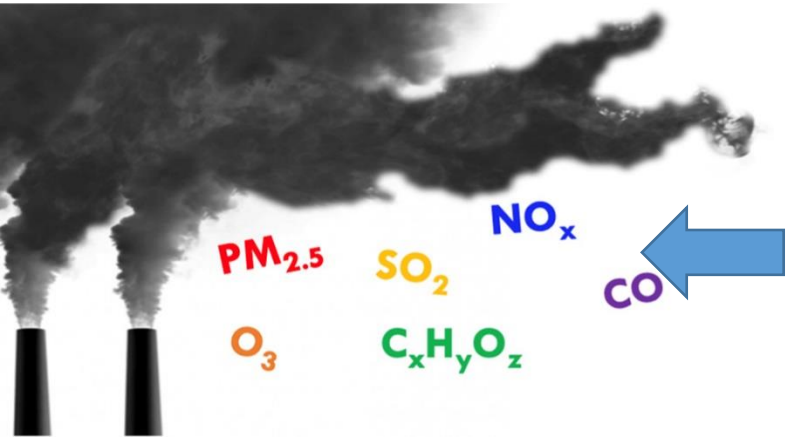
۸۱/۸ درصد
انرژی الکتریکی

تأثیر دمای هوای ورودی بر مشخصه‌های عملکردی واحد توربین گاز

افت عملکرد و کاهش تولید توان واحدهای گازی با افزایش دمای هوای محیطی تقریباً در زمانی است که به دلیل استفاده از وسایل خنک‌کننده و سرمایشی، تقاضای بار در شبکه محلی یا سراسری بیشینه بوده و اصطلاحاً همزمان با پیک بار شبکه است.



تأثیرپذیری واحدهای توربین گاز از دمای محیطی و اهمیت خنک‌کاری هوای ورودی



تولید انرژی الکتریکی از منابع سوخت فسیلی

اثرات نامطلوب زیست‌محیطی بیشتر

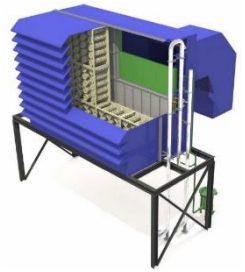
افزایش توان تولید و بهبود عملکرد نیروگاه‌های فسیلی

تعدیل اثرات زیست محیطی

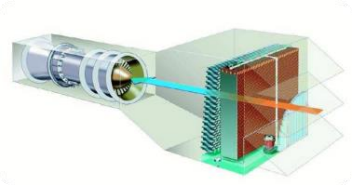
خنک‌کاری هوای ورودی به کمپرسور

انواع روش‌های خنک‌کاری هوای ورودی و نتایج مرور ادبیات پژوهشی در مورد آنها

- مدیا
- مه پاشی
- سیکل باز
- سیکل بسته



- مستقیم
- غیرمستقیم
- تراکم مرطوب



- خنک‌کاری تبخیری

- تبرید تراکمی
- تبرید جذبی
- خنک‌کاری تبریدی

- ذخیره ساز آبی
- ذخیره ساز یخی
- ذخیره سازهای برودت
- روش های نوآورانه و ترکیبی

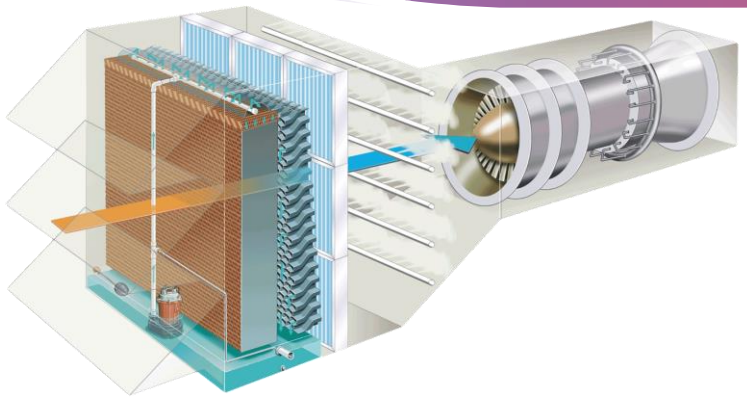
انواع سامانه ها و فناوری ها

طرح تشویقی تصویب شده جهت جذاب کردن طرح خنک کاری

برای مدت 5 سال از ابتدای خرداد تا انتهای شهریور، برای اضافه تولید ناشی از سامانه خنک کاری، پرداخت بهای آمادگی با ضریب 2/5 انجام خواهد گرفت.

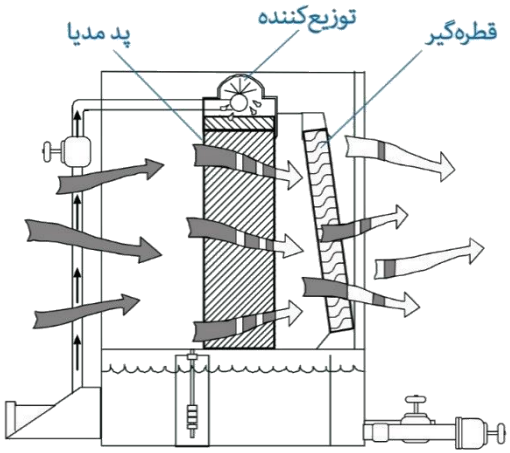
برآورد تخمینی بودجه اولیه در مدل و پیشنهاد سرمایه گذاری تابا	
هر کیلو وات بدون هزینه تصفیه آب (یورو)	بودجه هر کیلو وات افزایش با هزینه تصفیه آب (یورو)
50	65

خنک‌کاری هوای ورودی به توربین گاز به روش تبخیری مدیای مرطوب



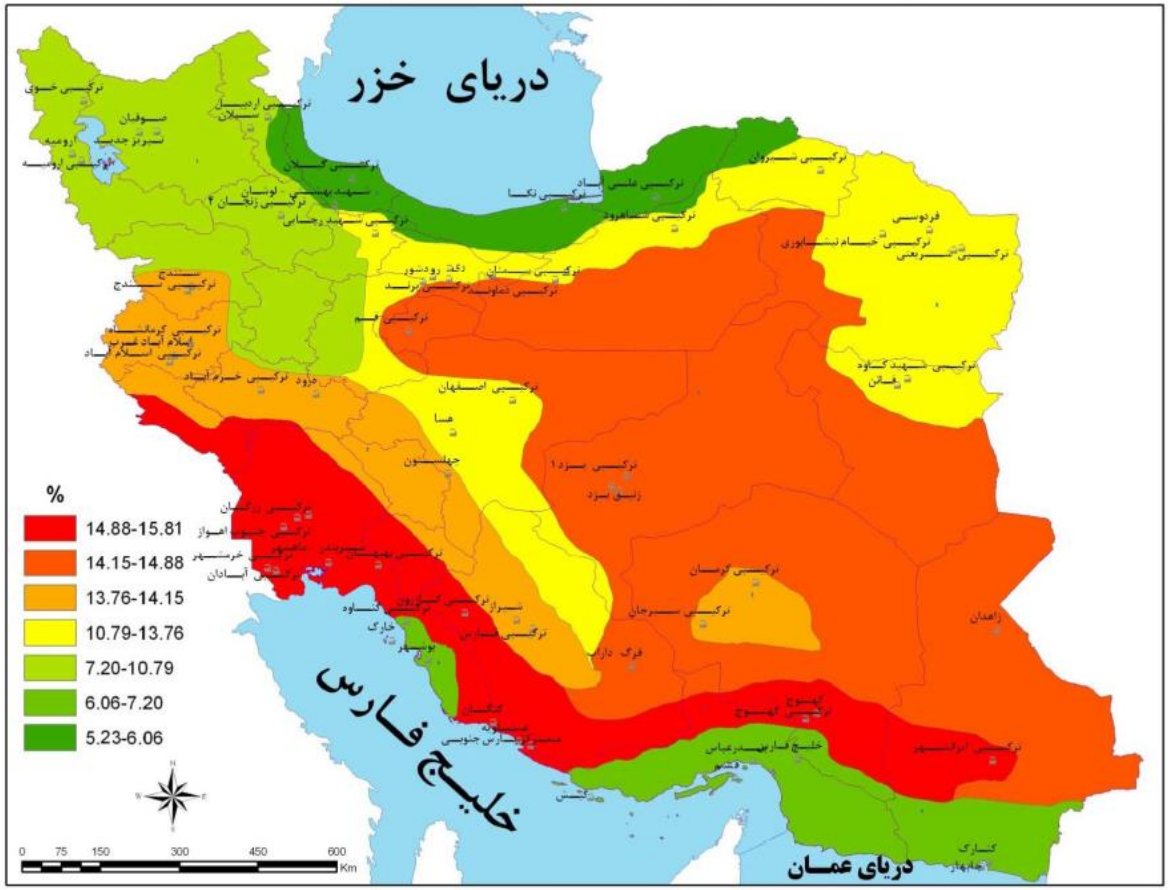
- عبور هوای ورودی از محیط مدیای مرطوب
- تبخیر آب با گرفتن گرما از هوای عبوری
- کاهش دمای هوای ورودی به توربین
- افزایش چگالی هوا و به تبع آن دبی جرمی هوای ورودی
- افزایش تولید انرژی الکتریکی در توربین

مناسب برای اقلیم های گرم و خشک
(بخش وسیعی از جغرافیای ایران)



پتانسیل سنجی استفاده از روش مدیای مرطوب در ایران (افزایش توان)

درصد افـزایش تـوان در نقطـه پیـک دمـایی روش مـدیا

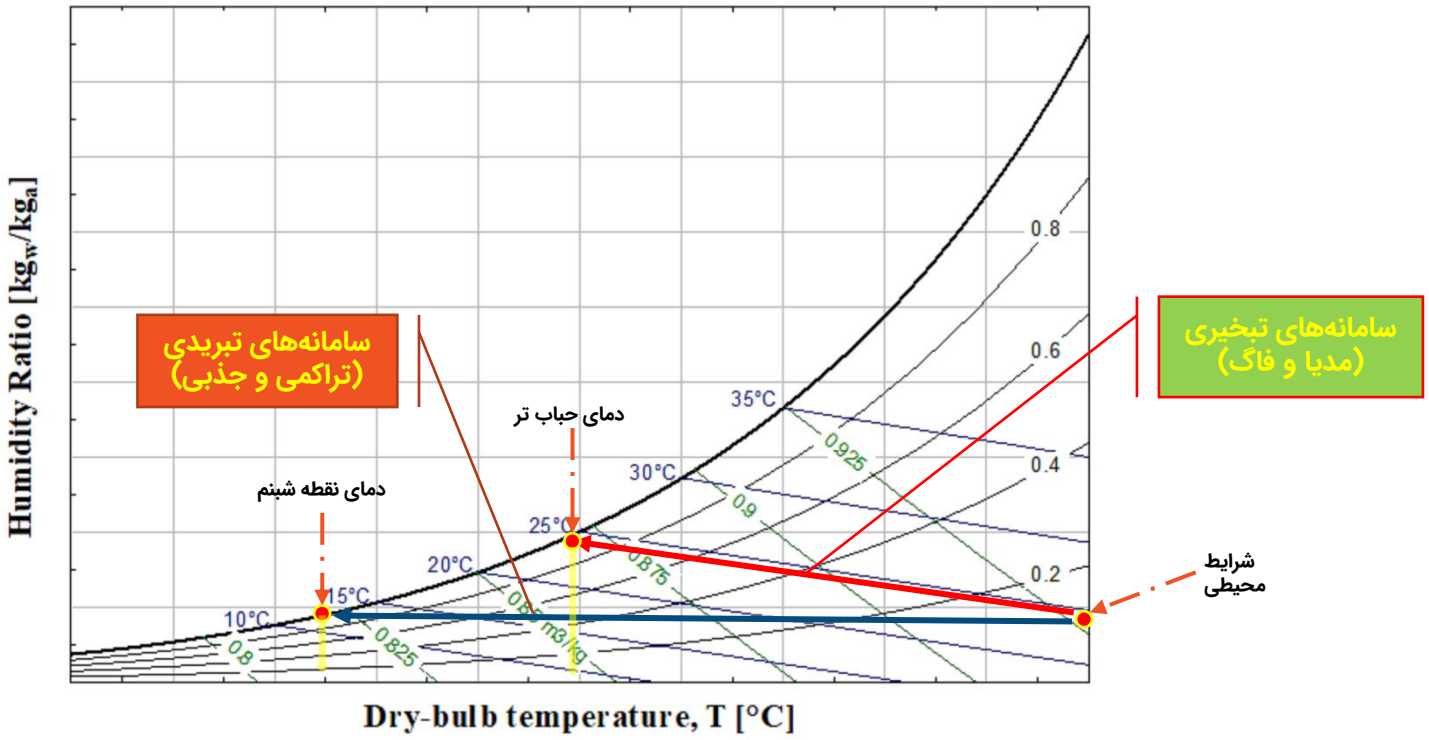


نیروگاه های دارای قابلیت و پتانسیل تجهیز به سامانه خنک کاری تبخیری مدیا

(شرایط دمایی روز – 9 صبح الی 7 عصر)

ردیف	نیروگاه	نوع و احد	تعداد واحد	ظرفیت تولید ی نیروگاه درتابستان	ظرفیت قابل افزایش
1	گازی خلیج فارس	GT13E2	6	800 مگاوات	100 مگاوات
2	گازی ایسین	V94.2	4	500 مگاوات	60 مگاوات
3	سیکل ترکیبی نیشابور- با احتساب بخار	GE F9E	6	550 مگاوات	85 مگاوات
4	نیروگاه رودشور	V94.3	3	600 مگاوات	80 مگاوات
5	ماهشهر	V94.2	4	500 مگاوات	50 مگاوات
6	نیروگاه تابان یزد	V94.2	2	250 مگاوات	30 مگاوات
7	نیروگاه شیرکوه یزد	V94.2	2	250 مگاوات	30 مگاوات
8	نیروگاه گازی شیراز	V93.1	2	110 مگاوات	20 مگاوات
9	نیروگاه سیکل ترکیبی شریعتی مشهد – با احتساب بخار	GE F9E	2	180 مگاوات	30 مگاوات
10	نیروگاه گازی لوشان	V93.1	2	110 مگاوات	18 مگاوات

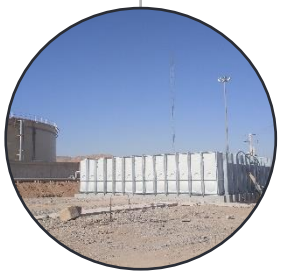
ردیف	نیروگاه	نوع و احد	تعداد واحد	ظرفیت تولید ی نیروگاه درتابستان	ظرفیت قابل افزایش
11	نیروگاه سمنان	V94.2	2	250 مگاوات	30 مگاوات
12	گازی زنجان	V94.2	4	500 مگاوات	80 مگاوات
13	خرمشهر	V94.2	6	780 مگاوات	70 مگاوات
14	نیروگاه ارومیه	V94.2	4	500 مگاوات	60 مگاوات
15	کهنوج -شوباد	V94.2	2	250 مگاوات	40 مگاوات
16	چادر ملو	V94.2	2	250 مگاوات	30 مگاوات
17	سیکل ترکیبی آبادان – با احتساب بخار	GEF9E	4	400 مگاوات	55 مگاوات


Humidity Ratio [kgw/kga]
Dry-bulb temperature, T [°C]
سامانه‌های تبریدی
(تراکمی و جذبی)
سامانه‌های تبخیری
(مدیا و فاگ)
دمای حباب تر
دمای نقطه شبنم
شرایط
محیطی
35°C
30°C
25°C
20°C
15°C
10°C
0.8
0.6
0.4
0.2
0.925
0.9
0.875
0.85
0.825
0.8
m3/kg

تشریح سامانه خنک کاری مدیا

اجزا سامانه
خنک کاری
تبخیری
هوای ورودی
توربین گاز
تابا

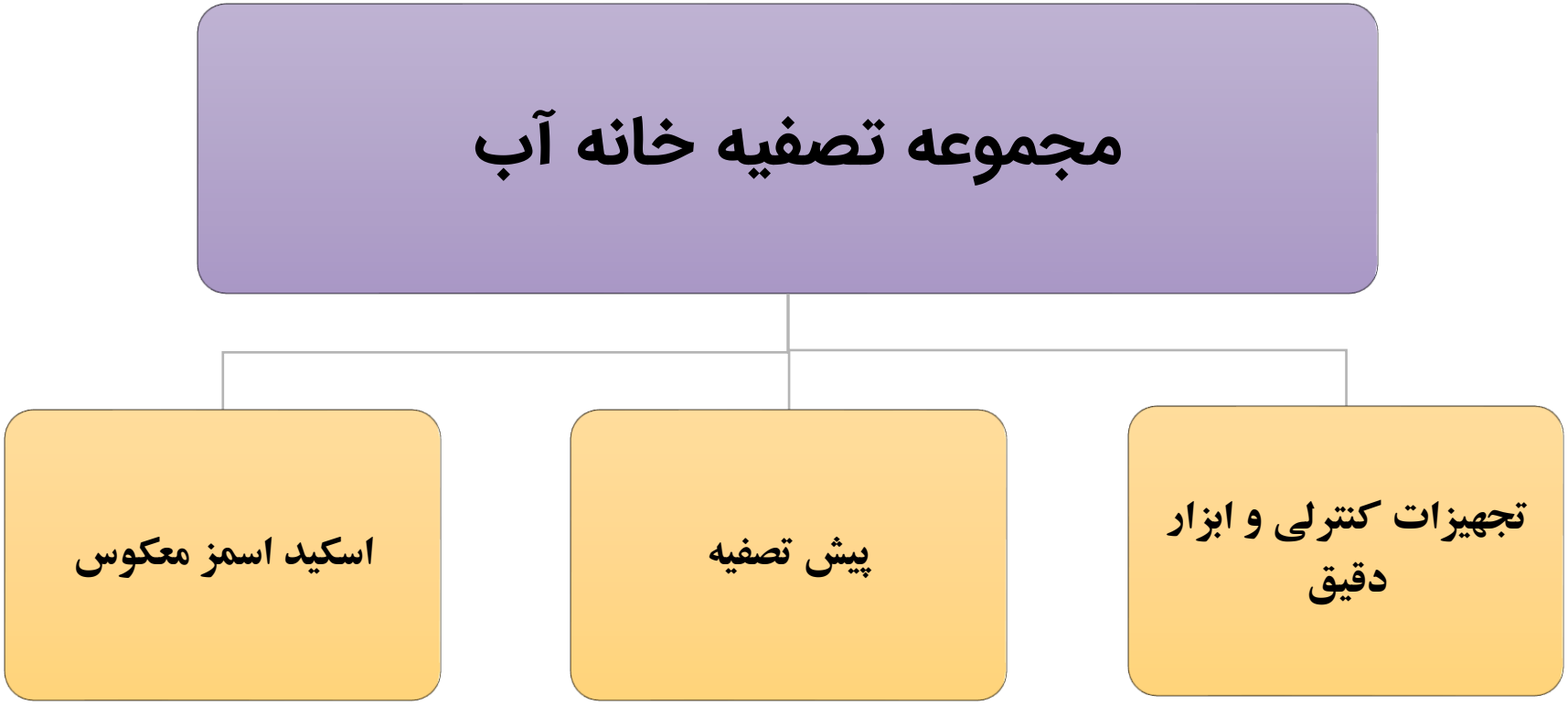
مجموعه
تصفیه خانه
آب



مخازن
دخیره آب
خام وپاک

سیستم انتقال
آب

سامانه سرمایش
تبخیری

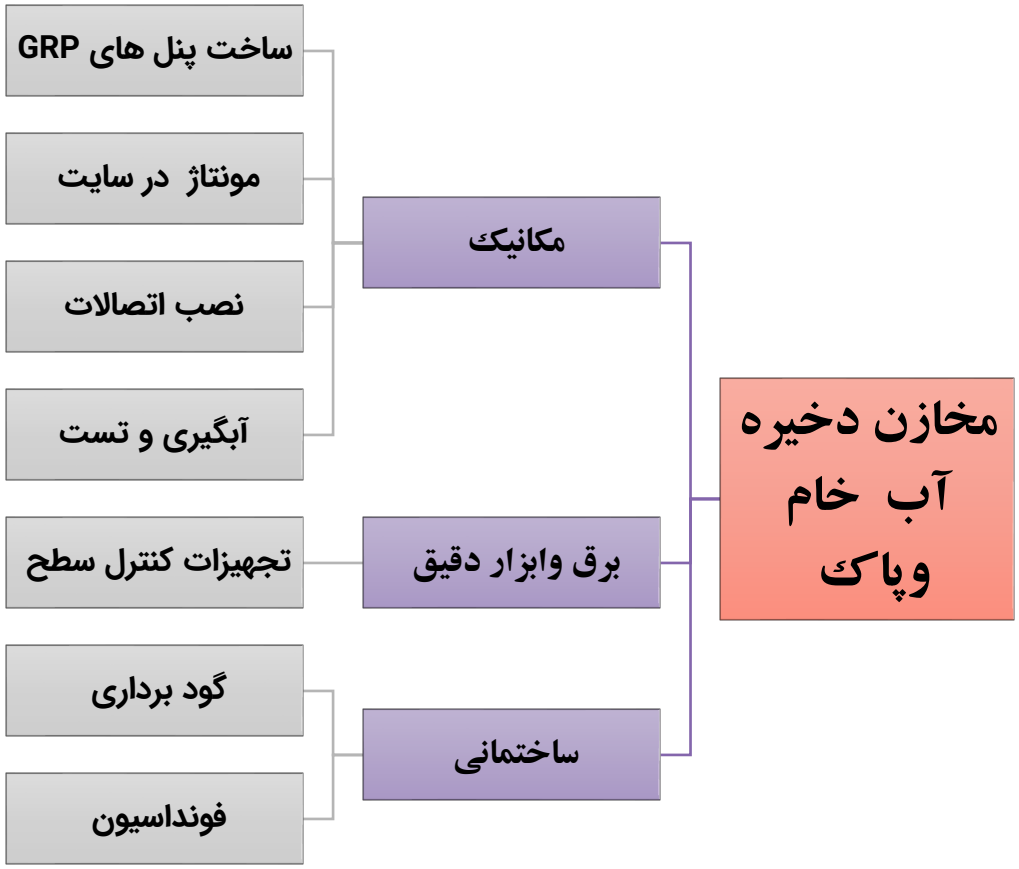

مجموعه تصفیه خانه آب
تجهیزات کنترلی و ابزار دقیق
پیش تصفیه
اسکید اسمز معکوس

تشریح سامانه خنک کاری مدیا

مجموعه تصفیه خانه آب

تشریح سامانه خنک کاری مدیا

مخازن ذخیره آب خام و پاک

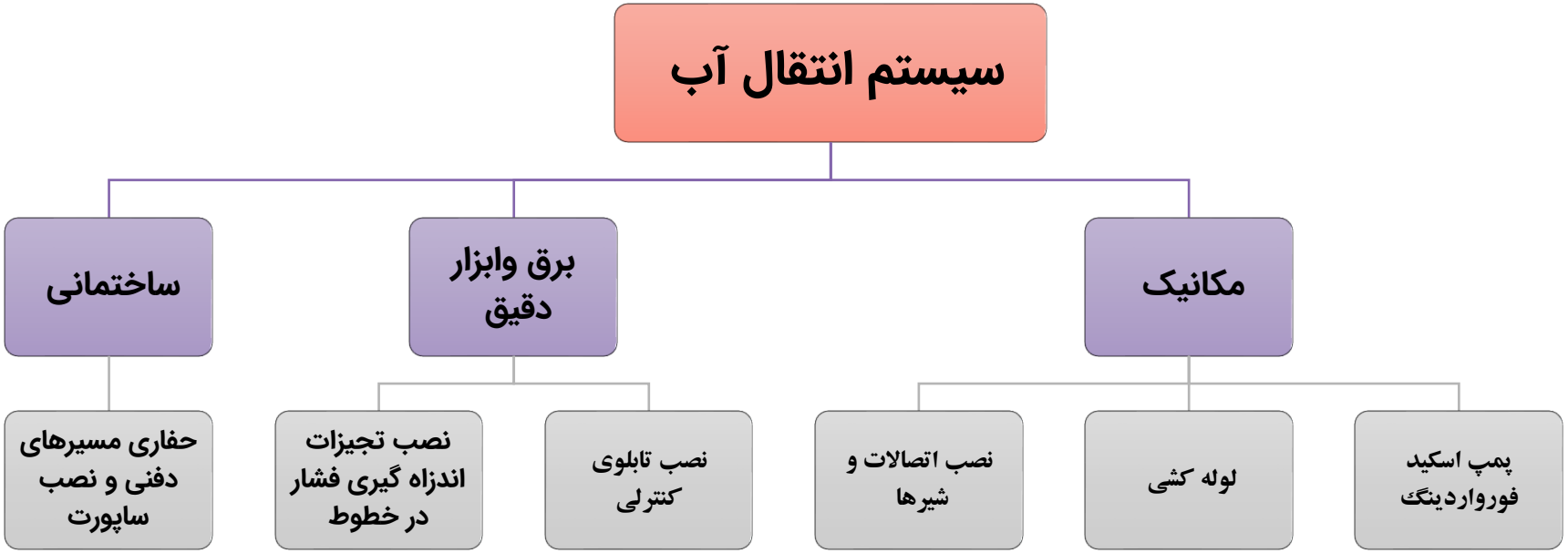


تشریح سامانه خنک کاری مدیا

مخازن ذخیره آب خام و پاک

تشریح سامانه خنک کاری مدیا

سیستم انتقال آب



تشریح سامانه خنک کاری مدیا

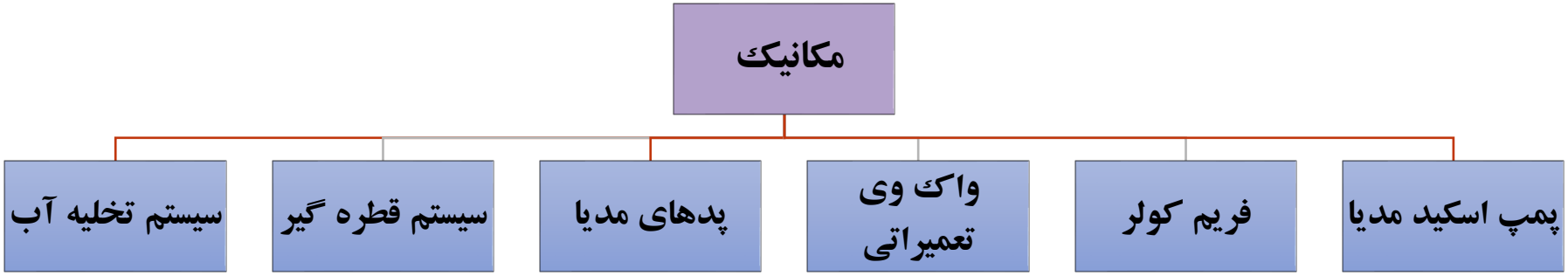
سیستم انتقال آب

تشریح سامانه خنک کاری مدیا

سامانه سرمایش تبخیری

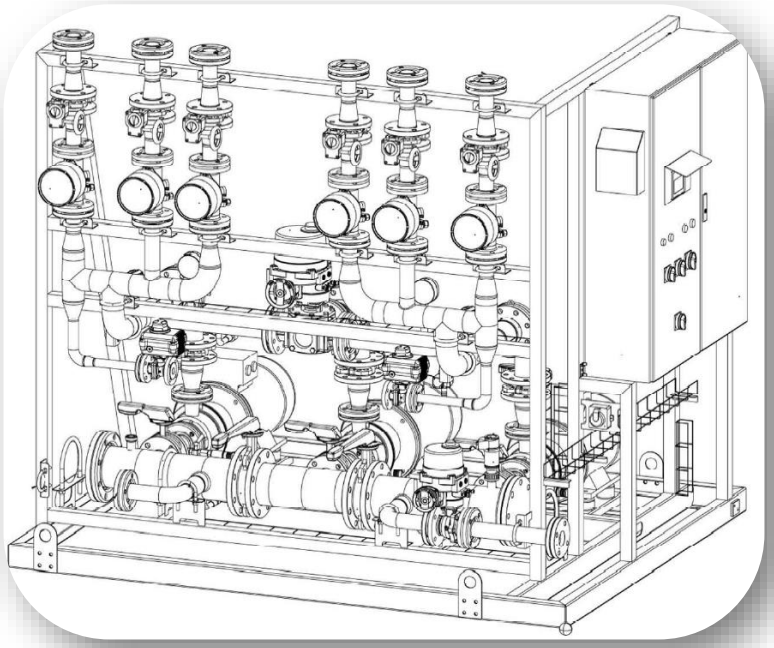
تشریح سامانه خنک کاری مدیا

سامانه سرمایش تبخیری



تشریح سامانه خنک کاری مدیا

پمپ اسکید مدیا

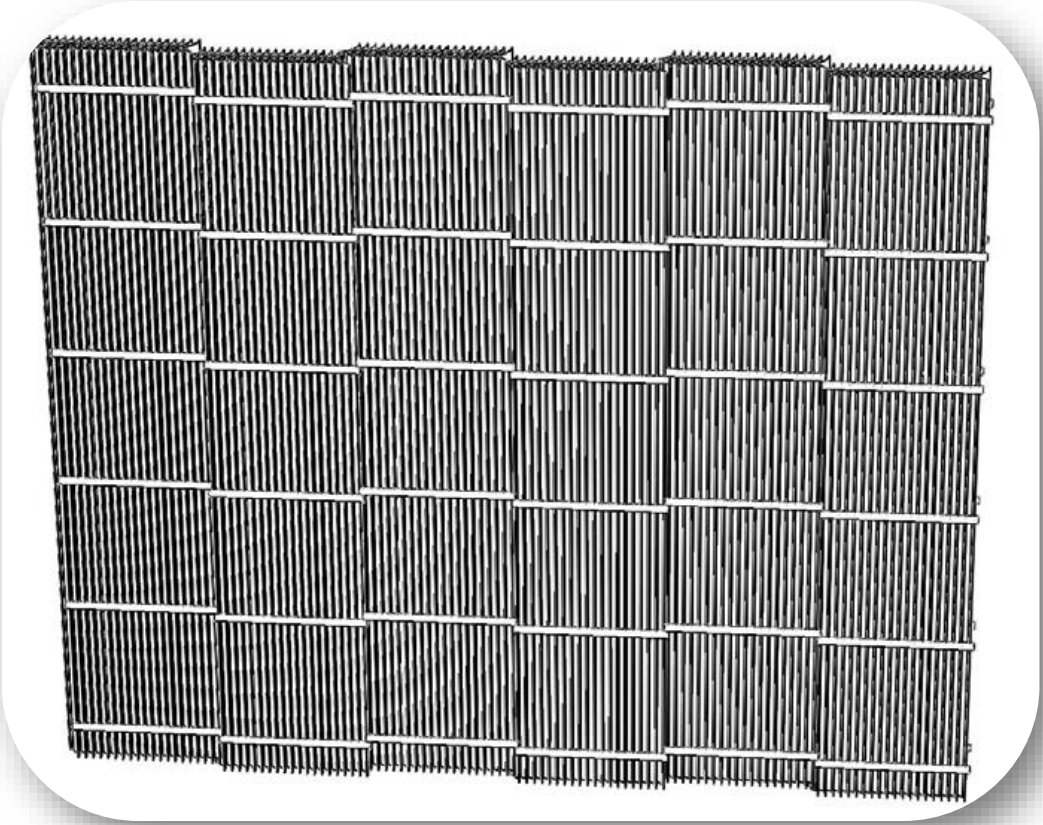


تشریح سامانه خنک کاری مدیا

پدهای مدیا

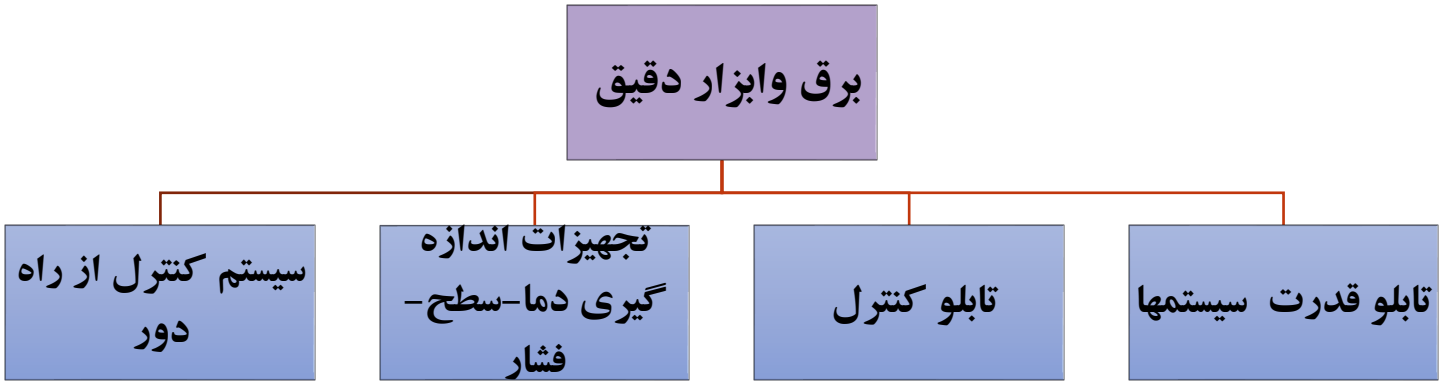
تشریح سامانه خنک کاری مدیا

قطره گیر



تشریح سامانه خنک کاری مدیا

برق و ابزار دقیق



تشریح سامانه خنک کاری مدیا

برق و ابزار دقیق

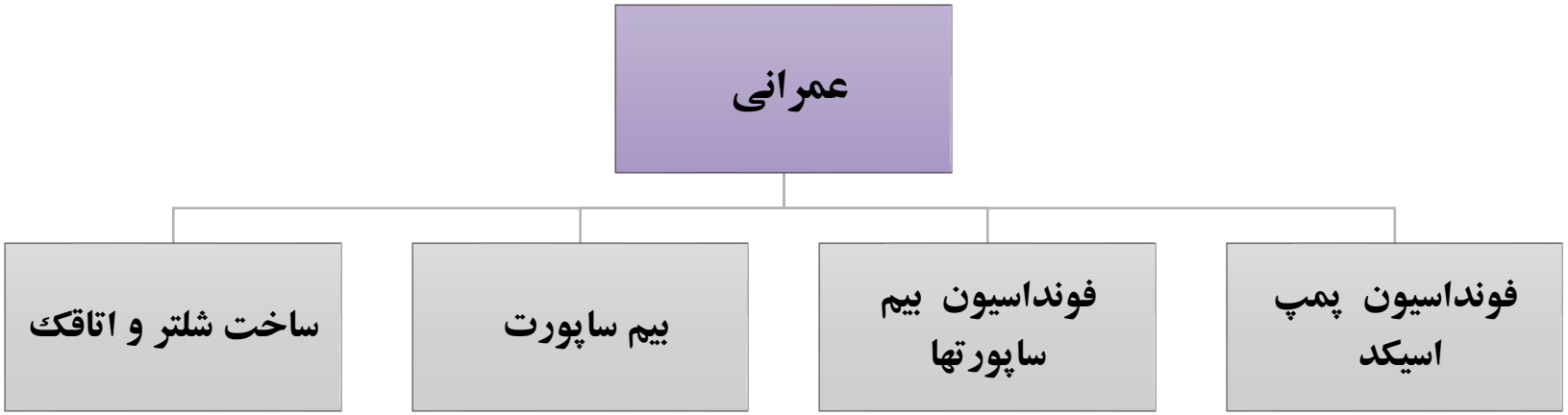
جلسه ارائه کمیته صنعت، معدن و تجارت کانون مهندسین فارغ التحصیل دانشکده فنی دانشگاه تهران| شرکت مهندسی و خدمات ایفا صنعت تابا| ارائه: محمدسعید فخیم‌جو| آذرماه 1402

معرفی سامانه‌های خنک‌کاری هوای ورودی به واحدهای توربین گاز به روش تبخیری مدیای مرطوب

TABA Engineering & Service Co.

تشریح سامانه خنک کاری مدیا

عمرانی



تشریح سامانه خنک کاری مدیا

عمرانی

نتایج زیست‌محیطی اجرای طرح‌های خنک‌کاری

مصرف سوخت

- داده‌های به‌دست‌آمده از بهره‌برداری سامانه خنک‌کاری تبخیری در نیروگاه کاشان نشان می‌دهد که در شرایط مختلف دمایی و رطوبتی در طول یک دوره بهره‌برداری یک‌ماهه به‌طور متوسط حدود **سه درصد** در سوخت گاز و حدود **چهار درصد** در سوخت گازوئیل به ازای هر مگاوات برق تولیدشده، کاهش مصرف اتفاق می‌افتد.
- در شرایط مختلف این مقدار حداقل برابر 1.7 درصد برای گاز و گازوئیل و حداکثر برابر 5.7 و 6.7 درصد به ترتیب برای گاز و گازوئیل است. این عدد معادل مصرف 7.5 کیلوگرم گاز طبیعی و 13 کیلوگرم گازوئیل کم‌تر به ازای تولید یک مگاوات ساعت انرژی الکتریکی است.
- با متوسط کارکرد سامانه خنک‌کاری حدوداً به مدت 10 ساعت در طول روز و در طول دوره پیک چهار ماهه در نیروگاه کاشان، به‌طور متوسط معادل 2365 تن گاز طبیعی و یا 4000 تن گازوئیل کم‌تر مصرف شده که صرفه‌جویی قابل‌توجهی را در بلندمدت در پی خواهد داشت.
- این سوخت صرفه‌جویی شده به قیمت جهانی در بازار، درآمدی معادل 850 هزار دلار برای گاز و یا 6.3 میلیون دلار برای سوخت گازوئیل را عاید کشور خواهد کرد. این مبلغ تنها برای یک نیروگاه با دو واحد گازی محاسبه شده است.

نتایج زیست‌محیطی اجرای طرح‌های خنک‌کاری

بازده

- افت بازده تولید توان یکی از اثرات افزایش دمای محیطی بر روی توربین‌های گاز است. این کاهش بازده استفاده غیربهینه از منابع ارزشمند انرژی را در پی خواهد داشت.
- نتایج به‌دست‌آمده از عملکرد سامانه خنک‌کاری تبخیری در نیروگاه کاشان نشان می‌دهد که این سامانه قادر است تا بازده عملکرد توربین گاز را در فصل گرم افزایش دهد. در شرایط مختلف دمایی و رطوبتی و در حالت سوخت گاز طبیعی به‌طور متوسط بازده تولید توربین گاز **3.2 درصد** افزایش می‌یابد که این عدد برای سوخت گازوئیل به **5.1 درصد** می‌رسد

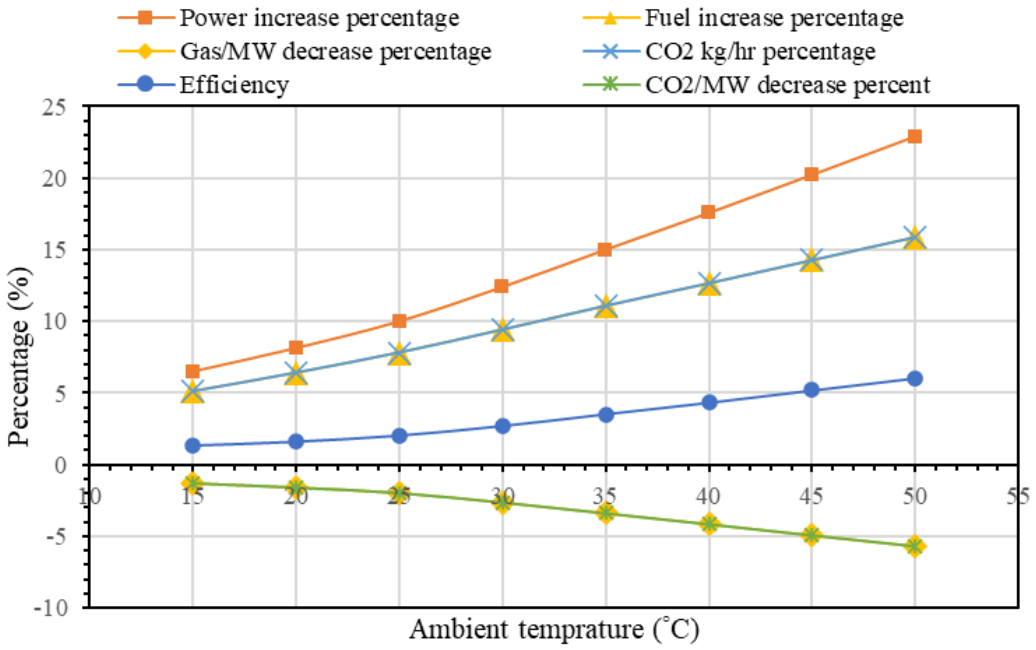
نتایج زیست‌محیطی اجرای طرح‌های خنک‌کاری

مصرف آب

- بر اساس محاسبات انجام‌شده و همچنین عملکرد سامانه خنک‌کاری مدیای مرطوب در نیروگاه کاشان، میزان مصرف آب این سامانه را می‌توان به‌طور متوسط حدود 0.9 تا 1.1 مترمکعب به ازای هر مگاوات افزایش توان توربین در نظر گرفت.
- نیروگاه کاشان در یک دوره بهره‌برداری از سامانه خنک‌کاری به مدت چهار ماه در فصول گرم سال به‌طور متوسط ماهانه **7000 مترمکعب** آب مصرف می‌کند که معادل با **28000 مترمکعب** آب مصرفی در دوره گرم سال است.
- این مصرف معادل است با 0.3 درصد از مصرف سرانه شهر کاشان که به نسبت عدد قابل‌توجهی به نظر نمی‌رسد.
- متوسط مصرف یک دستگاه کولر آبی خانگی را می‌توان 200 لیتر در شبانه‌روز است. بنابراین سامانه خنک‌کاری هوای ورودی به نیروگاه کاشان معادل 1200 کولر آبی خانگی آب مصرف می‌کند.
- همین سامانه در مدت یک ماه 6250 مگاوات ساعت برق بیشتری نسبت به حالت عدم استفاده از سامانه خنک‌کاری تولید می‌کند که معادل است با برق موردنیاز حدود 30000 دستگاه کولر آبی و یا 8000 کولر گازی خانگی.

نتایج زیست‌محیطی اجرای طرح‌های خنک‌کاری آلاینده‌های هوا

- در دمای 50 درجه سلسیوس و رطوبت پنج درصد میزان مصرف سوخت و تولید آلاینده کربن‌دی‌اکسید تا **5.7درصد** کاهش در مصرف و انتشار آلاینده را به ازای هر مگاوات تولید برق توربین نشان می‌دهد.



نمونه پروژه های اجرا شده شرکت تابا

نیروگاه شاهرود

زمان اجرایی پروژه تا راه اندازی	میانگین افزایش توان	درصد افزایش توان	بازده خنک کاری	نوع توربین
166 روز	30 مگاوات برای دو واحد	14 درصد	بیش از %92	V94.2

نمونه پروژه های اجرا شده شرکت تابا

نیروگاه شیروان

	زمان اجرایی پروژه تا راه اندازی	میانگین افزایش توان	درصد افزایش توان	بازده خنک کاری	نوع توربین
شیروان1	130 روز	60 مگاوات برای چهار واحد	14 درصد	بیش از %92	V94.2
شیروان2	125 روز	30 مگاوات برای دو واحد	14 درصد	بیش از %92	V94.2

نمونه پروژه های اجرا شده شرکت تابا

نیروگاه مشهد

زمان اجرایی پروژه تا راه اندازی	میانگین افزایش توان	درصد افزایش توان	بازده خنک کاری	نوع توربین
118 روز	18 مگاوات برای دو واحد	14 درصد	بیش از %90	BBC13D

نمونه پروژه های اجرا شده شرکت تابا

زمان اجرایی پروژه تا راه اندازی	میانگین افزایش توان	درصد افزایش توان	بازده خنک کاری	نوع توربین
130 روز	200 مگاوات برای ده واحد	15 درصد	بیش از 92%	V94.2
30 روز	40 مگاوات بازتوانی دو واحد	-	-	V94.2

چون قلم از ما همین گفتار می ماند به جا

با سپاس

پاسخگویی به سوألات ...