

تأثیر سیستم مدیا بر عملکرد و انتشار آلاینده‌ی مولدهای گازی V94.2 واحد آنسالدو نیروگاه سیکل ترکیبی یزد

مهدی آشتیان ملایر^۱، سید امیر عباس علومی^{۲*}، استادیار، احسان امتحانی^۳

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

Mahdiashtian@yahoo.com –

۲- گروه مهندسی مکانیک، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

Amiroloomi@iauyazd.ac.ir –

۳- شرکت مدیریت و تولید برق، نیروگاه سیکل ترکیبی، یزد، ایران

e.emtehani@yahoo.com –

چکیده: بدلیل اهمیت روز افزون انرژی، بهینه سازی سیستم‌های تولید قدرت و کاهش انرژی مصرف داخلی آنها امری ضروری است. تحلیل سیستم‌های تولید قدرت از نقطه نظر انرژی و شناخت کارکرد آنها بسیار ضروری می‌باشد. تحقیق حاضر با مدل سازی و شبیه سازی مولدهای گازی واحد آنسالدو نیروگاه سیکل ترکیبی یزد، در نرم افزار ترموفلو به بررسی اثر سیستم مدیا بر عملکرد و میزان انتشار آلاینده‌های محیط زیستی پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که سیستم مدیا به میزان ۱۵ درجه سانتی گراد دمای هوای ورودی به کمپرسور را کاهش می‌دهد که به دلیل ثابت بودن حجم هوای ورودی، چگالی افزایش و در نتیجه دبی هوای ورودی به کمپرسور به میزان ۲۰ kg/s افزایش می‌یابد که این امر منجر به افزایش ۱۰ الی ۱۵ مگاوات در هر مولد می‌شود و راندمان سیکل گازی را به میزان یک درصد نیز افزایش می‌دهد. یکی از نوآوری‌های تحقیق حاضر بررسی اثر سیستم مدیا بر انتشار آلاینده‌های محیط زیستی می‌باشد که نتایج نشان می‌دهد در صورت استفاده از سیستم مدیا میزان انتشار NOx و CO₂ به میزان ۲۰ درصد در سال کاهش می‌یابد که این امر می‌تواند از هزینه‌های اجتماعی جلوگیری نماید.

واژه‌های کلیدی: سیستم مدیا، ترموفلو، توربین گاز V94.2، دبی هوای ورودی، واحد آنسالدو، نیروگاه سیکل ترکیبی یزد، آلاینده‌ی‌های محیط زیست.

تاریخ ارسال مقاله ۱۳۹۷/۱۰/۰۱

تاریخ پذیرش مقاله : ۹۸/۰۲/۲۶

نام نویسنده‌ی مسئول : سید امیر عباس علومی

نشانی نویسنده‌ی مسئول : استادیار، گروه مهندسی مکانیک، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران – Amiroloomi@iauyazd.ac.ir

۱- مقدمه

نگهداری کمتر، میزان مصرف برق کمتر، دسترسی بیشتر به آب رودخانه نیل و نیاز به سرمایه اولیه کمتر می‌باشد [۳]. پاپلی و راجرز یک سیستم خنک کاری جذبی را با سیستم خنک کاری مدیا مقایسه کرده اند و نشان دادند که برای دماهای محیطی یکسان سیستم مدیا توان تولیدی توربین گاز را ۴/۲ درصد افزایش می‌دهد که این در حالیست که چیلر جذبی ۲۳ درصد توان تولیدی را نیز افزایش می‌دهد [۴]. حبیب و همکاران با تحلیل انرژی و انرژی یک چرخه برایتون دریافتند که خنک کاری با استفاده از کولرهای تبخیری مقدار NOx را به طور قابل توجهی از ۱۰۰۰ ppm به ۱۰۰ ppm کاهش می‌دهد [۵]. رحمان و همکاران فناوری‌های خنک کاری هوای ورودی بروی عملکرد یک نیروگاه سیکل ترکیبی در مناطق گرمسیر را مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که با افزایش دمای محیط از ۱۵ به ۴۸ درجه سانتی گراد توان خالص خروجی ۱۸ درصد کاهش می‌یابد و نیز دریافتند قدرت خنک کاری چیلرها نسبت به کولرهای تبخیری و مه باش بیشتر می‌باشد اما توانایی خنک کاری آنها در هوای مرطوب بسیار کم می‌باشد و توان مصرفی آنها بسیار بیشتر از کولرهای تبخیری و مه باش می‌باشد [۶]. لیو و کریمی در حال شبیه سازی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی دریافتند که افزایش رطوبت نسبی محیط چگالی هوا را کاهش می‌دهد، زیرا بخار نسبت به هوای خشک سبک تر می‌باشد [۷ و ۸]. در مقاله ای مقصودی و عتیق به بررسی تاثیر روش های خنک کننده تبخیری و تبریدی بر سرمایه‌های هوای ورودی توربین گازی پرداختند. در این مقاله شبیه سازی عملکرد توربین گازی تک محوره همراه با سرمایه‌های هوای ورودی بر اساس روابط ترمودینامیکی مربوط به سیکل توربین گازی به منظور پیش بینی توان عملکرد توربین گازی در نقاط خارج از طرح انجام گرفته و تاثیر روش های خنک کاری هوای ورودی (تبخیری و تبریدی) در شرایط اقلیمی مختلف روی عملکرد توربین گاز مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است [۹]. فاروک و همکاران به تاثیر دمای هوای ورودی به کمپرسور بر میزان تولید الکتریسیته و مصرف سوخت در نیروگاه پرداخته اند و نتایج حاکی از آن بود، افزایش دمای هوای ورودی به کمپرسور (کاهش چگالی هوای ورودی)، کاهش جریان جرم به کمپرسور و افزایش کار مصرفی کمپرسور را در پی دارد [۱۰].

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر سیستم مدیا بر عملکرد و میزان انتشار آلاینده‌های محیط زیستی مولدهای G15 و G16 واحد آنسالو نیروگاه سیکل ترکیبی یزد می‌باشد که در پژوهش حاضر جهت شبیه سازی سیکل و بررسی اثر سیستم مدیا، از نرم افزار قدرتمند ThermoFlow استفاده می‌شود. در ادامه به معرفی فناوری‌های خنک کن هوای ورودی سیستم توربین گاز می‌پردازیم.

یکی از پر کاربردترین صنایع تولید برق در ایران توربین‌های گازی می‌باشند. توربین‌های گازی نه تنها در تولید برق کشور کاربرد دارند، بلکه از آنها به وفور در صنایع نفت و گاز جهت تولید توان مورد نیاز پمپ‌های عظیم انتقال نفت و کمپرسورهای تراکم گاز در ایستگاه‌های تقویت فشار استفاده می‌شود. از آنجا که توربین‌های گازی مستقیماً از هوای آزاد تنفس می‌نمایند لذا بديهي است کارکرد آنها تابع شرایط محیطی مانند دمای هوا باشد. با توجه به دور ثابت بودن این تجهیزات دوار و قرارگیری پره‌های ورودی کمپرسور در یک زاویه مشخص نسبت به محور دوران، حجم هوای ورودی به کمپرسور در شرایط مختلف محیطی ثابت می‌باشد. بنابراین با افزایش دمای هوای ورودی، چگالی کاهش و دبی هوای ورودی به کمپرسور کاهش می‌یابد که در نتیجه ظرفیت تولید نیز کاهش می‌یابد. مصرف برق در ایران به دلیل فرسودگی سیستم انتقال و همچنین موقعیت جغرافیایی، در فصل تابستان بسیار بیشتر از فصول دیگر می‌باشد. در فصل تابستان تولید نیروگاه سیکل ترکیبی یزد در مجموع حدود ۱۴۸ مگاوات کاهش می‌یابد که این مقدار حدود ۳۰ درصد تولید نامی نیروگاه می‌باشد. یکی از روش‌های جبران این افت ظرفیت در فصل‌های گرم سال، خنک کردن هوای ورودی به کمپرسور توربین گاز می‌باشد. فناوری‌های خنک کن هوای ورودی، علاوه بر اینکه بر توربین گاز تاثیر دارند، به صورت غیر مستقیم نیز بر عملکرد بویلر و میزان بخار تولیدی اثر می‌گذارند. خنک کردن هوای ورودی با آب موجب افزایش توان تولیدی و راندمان واحد می‌شود و همچنین باعث کاهش اکسیدهای نیتروژن و کربن می‌شود که منجر به کاهش هزینه‌های اجتماعی می‌شود.

پژوهش‌های بسیار زیادی در زمینه فناوری‌های خنک کاری هوای ورودی توربین‌های گازی نیز صورت گرفته است که می‌توان به پژوهش ابراهیم و ورنهام در سال ۲۰۱۰ در مورد مزایا و معایب این سیستم‌ها نیز اشاره نمود [۱]. محپارا و سانجی به بررسی خنک کاری هوای ورودی به کمپرسور با استفاده از کولر تبخیری پرداخته اند و نتایج تجزیه و تحلیل آن‌ها نشان می‌دهد در صورت استفاده از این فناوری، کار خالص سیستم ۹/۹۸ درصد و راندمان ۴/۳۴ درصد افزایش می‌یابد [۲]. آقای علی مرزوک و حنفی با موضوعیت تجزیه و تحلیل ترموآکونومیک خنک سازی دمای هوای ورودی به توربین نتیجه گرفتند که راندمان گرمایی توربین نیروگاه، در صورت به کارگیری روش خنک سازی تبخیری ۳۷/۲۰۵ درصد می‌شود و روش خنک کاری تبخیری، روش مؤثری برای خنک سازی هوای ورودی به توربین بوده و از مزایای آن، اقتصادی تر بودن، هزینه تعمیر و

۲- فناوری‌های سیستم خنک کن هوای

ورودی

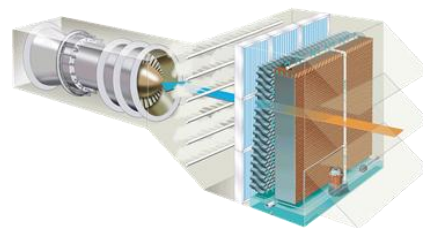
انواع فناوری‌های خنک کاری هوای ورودی به کمپرسور به شرح زیر می‌باشد:

- سیستم خنک کن تبخیری
- سیستم خنک کن مه پاش
- سیستم خنک کن تبریدی
- سیستم خنک کن جذبی
- سیستم خنک کن ذخیره سازی حرارت

هر یک از این روش‌ها با توجه به شرایط آب و هوایی سایت مورد نظر و نیز هزینه تجهیزات و قیمت انرژی می‌تواند موجه یا غیر موجه باشد. مثلاً سیستم مدیا فقط برای مناطق گرم و خشک مناسب بوده و کارایی لازم را برای مناطق گرم و مرطوب ندارد. سیستم‌های ذخیره سازی حرارت برای مناطق بیابانی که تفاوت دمایی زیادی بین روز و شب برقرار است مناسب است و یا اینکه چیلر جذبی با کارایی بالا برای همه مناطق مناسب بوده ولی برای مناطق خشک سیستم مدیا توجیه اقتصادی بیشتری دارد. با توجه هدف این پژوهش در ادامه به معرفی سیستم خنک کن تبخیری (مدیا) می‌پردازیم.

۱-۲. سیستم کولر تبخیری (مدیا)

سیستم خنک کن مدیا یک کولر بزرگ تبخیری می‌باشد که قبل از فیلتر هوای ورودی به کمپرسور نصب می‌شود. این سیستم در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد دارای یک سری پد خنک کننده در ۶ طبقه با ابعاد کلی ۱۵×۱۳/۵ متر بوده که در مسیر هوای ورودی قرار گرفته و با مصرف یک متر مکعب آب به ازای افزایش تولید هر مگاوات ساعت، باعث توزیع یکنواخت آب و افزایش سطح تماس آب و هوا گردیده و موجب کاهش دمای هوای ورودی کمپرسور به میزان ۱۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط طراحی شده که راندمان خنک کاری را افزایش و باعث افزایش توان تولیدی می‌شود. که در شکل ۱ شماتیک این سیستم نمایش داده شده است و در شکل ۲ سیستم مدیا بالادستی نصب شده در واحد آنسالدو نیروگاه سیکل ترکیبی یزد نشان داده شده است.



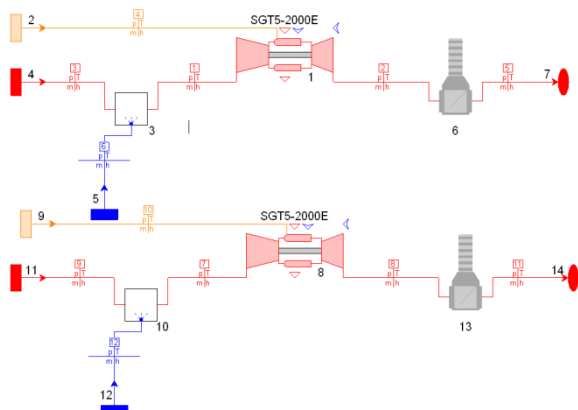
شکل ۱- شماتیک سیستم مدیا



شکل ۲- سیستم مدیا نیروگاه سیکل ترکیبی یزد

۳- متدولوژی شبیه سازی

در این مقاله جهت بررسی اثر سیستم مدیا بر عملکرد مولدهای گازی واحد آنسالدو نیروگاه سیکل ترکیبی یزد، ابتدا با استفاده از نرم افزار ترموفلوک برای طراحی و شبیه سازی نیروگاه‌های حرارتی به کار می‌رود، شبیه سازی انجام شده و سپس به بررسی تاثیر سیستم مدیا بر عملکرد و انتشار آلاینده‌های محیط زیست پرداخته شده است. در شکل‌های ۳ نمای شبیه سازی مولدهای G15 و G16 واحد آنسالدو نیروگاه سیکل ترکیبی یزد نشان داده شده است. در حین انجام کار سعی بر آن بوده که تمام جزئیات در نظر گرفته شوند تا نتایج حاصل از این پژوهش از دقت بالایی برخوردار باشد.



شکل ۳- نمایی از مدلسازی مولدهای گازی G15 و G16 واحد آنسالدو نیروگاه سیکل ترکیبی یزد

۴- مدل فیزیکی

در این پژوهش جهت بررسی اثر سیستم مدیا ابتدا انجام تحلیل انرژی یک نیروگاه گازی در شرایط پایا مد نظر می‌باشد از این

سیال ورودی و خروجی، T_{in} و T_{out} به ترتیب دما سیال ورودی و خروجی هر کدام از تجهیزات می‌باشند.

۵- نتایج

نتایج حاصل از خروجی نرم افزار ترموفلو برای مولدهای گازی واحد آنسالدو و برخی مقادیر بدست آمده از واحد G15 در شرایط ISO، در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

۵-۱- اعتبارسنجی

جهت اطمینان از صحت شبیه سازی انجام شده توسط نرم افزار ترموفلو، توان خروجی مولد G15 در روزهای مختلف که بطور تصادفی انتخاب شده، در حالت شبیه سازی و مقدار واقعی را با هم مقایسه می‌کنیم. مقادیر واقعی و شبیه سازی شده در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

لازم به ذکر است که اطلاعات ورودی از قبیل دما و رطوبت نسبی از اطلاعات اداره هواشناسی در روزهای مختلف سال استخراج شده اند. همچنین برای اطمینان بیشتر از صحت عملکرد مدل سازی انجام شده توسط نرم افزار ترموفلو، سایر خروجی‌های نرم افزار با مقادیر حاصل از مدارک نیروگاه سیکل ترکیبی یزد مقایسه شده است. از آنجا که اطلاعات موجود در مدارک در شرایط ISO بیان شده است لذا در نرم افزار نیز شرایط ISO اعمال گردیده است. نتایج حاصل از این مقایسه در جدول ۳ ارائه شده است.

رو روابط حاکم همان قانون بقا جرم و بقا انرژی و قانون اول ترمودینامیک می‌باشد:

-قانون بقا جرم

$$\sum m_i = \sum m_e \quad (1)$$

-قانون اول ترمودینامیک

$$Q - W = \sum m_e \left(h_e + \frac{V_e^2}{2} + gZ_e \right) - \sum m_i \left(h_i + \frac{V_i^2}{2} + gZ_i \right) \quad (2)$$

- قانون بقا انرژی حاکم بر اجزا سیستم توربین گاز

- توان مصرفی کمپرسور

$$\dot{W}_c = \dot{m}_{in}(h_{out} - h_{in}) = \dot{m}_{in}c_p(T_{out} - T_{in}) \quad (3)$$

- توان حرارتی محفظه احتراق

$$\dot{Q}_{IN} = \dot{m}_{in}(h_{out} - h_{in}) = \dot{m}_{in}c_p(T_{out} - T_{in}) \quad (4)$$

- توان تولیدی توربین

$$\dot{W}_T = \dot{m}_{in}(h_{in} - h_{out}) = \dot{m}_{in}c_p(T_{in} - T_{out}) \quad (5)$$

- راندمان حرارتی سیکل مورد نظر

$$\eta_{NET} = \frac{\dot{W}_{NET}}{\dot{Q}_{IN}} \quad \dot{W}_{net} = \dot{W}_T - \dot{W}_c \quad (6)$$

در روابط فوق \dot{m}_{in} دبی سیال ورودی، c_p ظرفیت گرمایی ویژه در فشار ثابت، h_{in} و h_{out} به ترتیب آنتالپی

جدول ۱- نتایج حاصل از شبیه سازی

| ردیف | پارامتر | واحد | مقدار بدست آمده از نرم افزار |
|------|---------------------------------------|------|------------------------------|
| ۱ | توان خالص تولیدی مولدهای گازی آنسالدو | kW | ۳۰۵۷۱۰ |
| ۲ | میزان انتشار NO_x | Kg/h | ۱۳۲/۱ |
| ۳ | میزان انتشار CO_2 | Kg/h | ۱۷۳۲۵۸ |
| ۴ | میزان انتشار CO | Kg/h | ۳۳/۹۱ |
| ۵ | توان خالص مولد G15 | kW | ۱۵۴۷۲۰ |
| ۶ | دبی هوای ورودی به کمپرسور G15 | Kg/s | ۵۱۳/۷ |
| ۷ | راندمان مولد G15 | % | ۳۴/۰۹ |

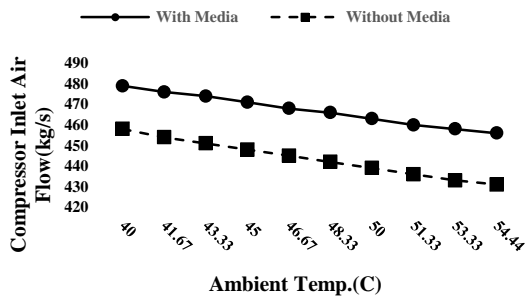
جدول ۲- مقایسه توان تولیدی خالص مولد G15 با مقادیر واقعی

| ردیف | تاریخ | ساعت | مقادیر واقعی (kW) | مقادیر حاصل از شبیه سازی (kW) | درصد خطا |
|------|------------|-------|-------------------|-------------------------------|----------|
| ۱ | ۱۳۹۷/۰۴/۱۲ | ۱۱:۰۰ | ۱۱۸۰۰۰ | ۱۱۸۰۰۴ | ۰/۰۰۳ |
| ۲ | ۱۳۹۷/۰۴/۱۳ | ۱۱:۴۰ | ۱۱۹۰۰۰ | ۱۱۸۸۷۲ | ۰/۱۰ |
| ۳ | ۱۳۹۷/۰۴/۱۷ | ۱۱:۲۰ | ۱۱۷۰۰۰ | ۱۱۶۸۹۰ | ۰/۰۹ |
| ۴ | ۱۳۹۷/۰۴/۲۲ | ۱۱:۵۰ | ۱۱۷۰۰۰ | ۱۱۷۶۷۰ | ۰/۰۰۵ |

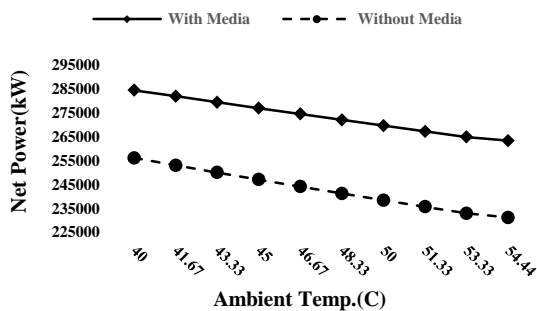
جدول ۳- مقایسه برخی از خروجی‌های حاصل از مدل با مقادیر موجود در کاتالوگ‌های واحد آنسالدو نیروگاه سیکل ترکیبی یزد

| مشخصه سیکل | مقدار خوانده شده از مدرک | مقدار بدست آمده از شبیه سازی | درصد خطا |
|------------------|--------------------------|------------------------------|----------|
| راندمان سیکل (%) | ۳۳/۹۰ | ۳۳/۶۸ | ۰/۶۴ |

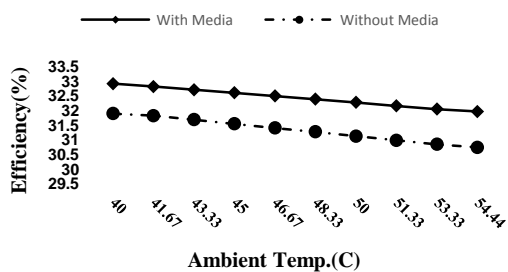
| | | | |
|------|-------|-----|---------------------------------|
| ۰/۰۵ | ۵۱۳/۷ | ۵۱۴ | دبی گازهای خروجی توربین (kg/s) |
| ۰/۱۸ | ۵۴۲ | ۵۴۳ | دمای گازهای خروجی از توربین (C) |



شکل ۵- تغییرات دبی هوای ورودی به کمپرسور با مدیا مولد G15



شکل ۶- تأثیر سیستم مدیا بر توان خروجی مولدهای G15 و G16 آنسالدو



شکل ۷- تأثیر سیستم مدیا بر راندمان مولد G15

تأثیر دیگر سیستم مدیا کاهش انتشار اکسیدهای نیتروژن و کربن در محیط می‌باشد، سیستم مدیا با افزایش دبی هوای ورودی باعث بهبود بازده سوخت می‌شود. در شکل ۷ تأثیر سیستم مدیا بر میزان انتشار کسیدهای نیتروژن و در شکل ۸ تأثیر آن بر میزان انتشار دی اکسید کربن نشان داده شده است. با توجه به شکل های ۸ و ۹ در صورت استفاده از سیستم مدیا مقدار انتشار NO_x و CO_2 مولدهای گازی واحد آنسالدو نیروگاه سیکل ترکیبی یزد به میزان ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. در جدول شماره ۴ نتایج عملکرد مولد G15 واحد آنسالدو قبل و بعد از استارت سیستم مدیا در دماهای مختلف نشان داده شده است.

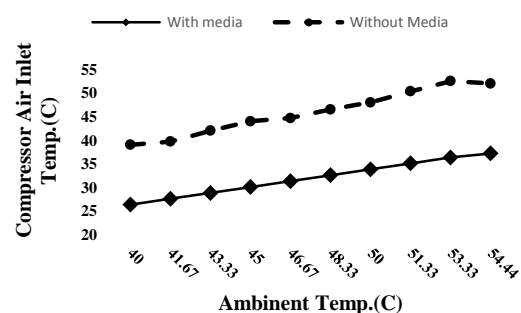
۲-۵- بررسی اثر سیستم مدیا بر عملکرد مولدهای گازی واحد آنسالدو

سیستم مدیا به طور مستقیم بر دمای هوای ورودی به کمپرسور تأثیر می‌گذارد که با کاهش دمای هوای ورودی به کمپرسور باعث افزایش توان خروجی و راندمان مولد می‌شود؛ که تحلیل فیزیکی این پدیده در ادامه نیز بیان شده است.

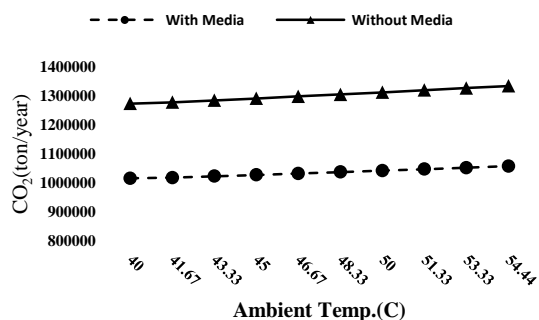
$$PV = mRT \rightarrow \dot{m} = \frac{P\dot{V}}{RT} \quad (7)$$

با توجه به معادله ۷ مقدار گذر حجمی هوای ورودی به علت جریان صوتی موجود در نازل‌های توربین ثابت می‌باشد، بنابراین همانطور که مشاهده می‌شود، دبی هوای ورودی توربین با فشار دارای نسبت مستقیم و با دما دارای نسبت عکس می‌باشد. بنابراین طبق رابطه فوق با کاهش دما، دبی جرمی نیز افزایش می‌یابد که این پدیده در نمودارهای ارائه شده در این قسمت نیز نشان داده شده است [۶].

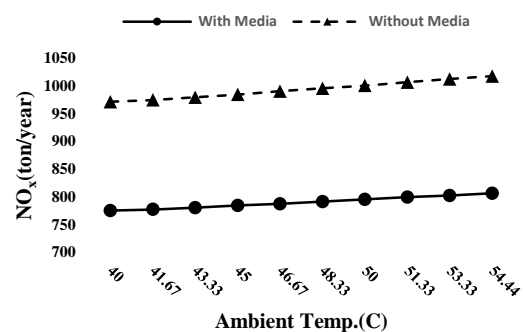
با توجه به شکل ۴ با فعال کردن سیستم مدیا مولد G15 نیروگاه سیکل ترکیبی یزد، مشاهده می‌شود که دمای هوای ورودی به کمپرسور تقریباً ۱۵ درجه کاهش می‌یابد. در شکل ۵ مشاهده می‌شود که با استارت سیستم مدیا دبی هوای ورودی به کمپرسور حدود ۲۰ Kg/s افزایش می‌یابد. در شکل ۶ قابل ملاحظه است که مجموع توان تولیدی مولدهای G15 و G16 پس از استارت سیستم مدیا حدود ۳۰ مگاوات افزایش یافته است. شکل ۷ تأثیر سیستم مدیا بر راندمان مولد G15 نیروگاه سیکل ترکیبی یزد نمایش داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود راندمان بطور متوسط در دماهای محیطی مختلف به اندازه ۱ درصد افزایش یافته است.



شکل ۴- تغییرات دمای هوای ورودی به کمپرسور با مدیا مولد G15



شکل ۹- تاثیر سیستم مدیا بر انتشار CO₂ در هر سال مولدهای گازی واحد آنسالدو



شکل ۸- تاثیر سیستم مدیا بر انتشار NO_x در هر سال مولدهای گازی واحد آنسالدو

جدول ۴- نتایج مربوط به عملکرد مولدهای گازی واحد آنسالدو قبل و بعد از استارت مدیا

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| ۵۴ | ۵۳ | ۵۱ | ۵۰ | ۴۸ | ۴۷ | ۴۵ | ۴۳ | ۴۲ | ۴۰ | دمای محیط (C) |
| ۳۷ | ۳۶ | ۳۵ | ۳۴ | ۳۳ | ۳۱ | ۳۰ | ۲۹ | ۲۸ | ۲۶ | دمای بعد از استارت مدیا (C) |
| ۴۳۱ | ۴۳۳ | ۴۳۶ | ۴۳۹ | ۴۴۲ | ۴۴۵ | ۴۴۸ | ۴۵۱ | ۴۵۴ | ۴۵۸ | دبی هوای ورودی قبل از استارت مدیا (Kg/s) |
| ۴۵۶ | ۴۵۸ | ۴۶۰ | ۴۶۳ | ۴۶۶ | ۴۶۸ | ۴۷۱ | ۴۷۴ | ۴۷۶ | ۴۷۹ | دبی هوای ورودی بعد از استارت مدیا (Kg/s) |
| ۲۳۱۰۹۹ | ۲۳۲۸۹۶ | ۲۳۵۶۱۸ | ۲۳۸۳۹۴ | ۲۴۱۲۲۵ | ۲۴۴۰۹۲ | ۲۴۷۰۱۵ | ۲۴۹۹۸۷ | ۲۵۳۰۰۲ | ۲۵۶۰۷۸ | توان تولیدی خالص مولدهای گازی آنسالدو قبل از استارت مدیا (kW) |
| ۲۶۳۳۲۴ | ۲۶۴۸۹۷ | ۲۶۷۲۶۶ | ۲۶۹۶۶۴ | ۲۷۲۰۹۲ | ۲۷۴۵۳۴ | ۲۷۷۰۰۲ | ۲۷۹۴۸۸ | ۲۸۱۹۸۱ | ۲۸۴۴۸۵ | توان تولیدی خالص مولدهای گازی آنسالدو بعد از استارت مدیا (kW) |
| ۳۰/۷۵ | ۳۰/۸۵ | ۳۰/۹۹ | ۳۱/۱۳ | ۳۱/۲۸ | ۳۱/۴۱ | ۳۱/۵۵ | ۳۱/۶۹ | ۳۱/۸۳ | ۳۱/۹ | راندمان مولدهای گازی آنسالدو قبل از استارت مدیا (%) |
| ۳۱/۹۷ | ۳۲/۰۵ | ۳۲/۱۶ | ۳۲/۲۸ | ۳۲/۳۹ | ۳۲/۵ | ۳۲/۶۱ | ۳۲/۷۱ | ۳۲/۸۲ | ۳۲/۹۲ | راندمان مولدهای گازی آنسالدو بعد از استارت مدیا (%) |

مراجع

۶- نتیجه گیری

- [1] A. M. Al-Ibrahim and A. Varnham, A review of inlet air-cooling technologies for enhancing the performance of combustion turbines in Saudi Arabia, *Applied thermal engineering*, Vol. 30, No. 14-15, Pp. 1879-1888, 2010.
- [2] A. K. Mohapatra and Sanjay, Analysis of Combined Effects of Air Transpiration Cooling and Evaporative Inlet Air Cooling on the Performance Parameters of a Simple Gas Turbine Cycle, *Journal of Energy Engineering*, Vol. 141, No. 3, Pp. 04014015, 2015.
- [3] A. M. Marzouk and A. S. Hanafi, Thermo-economic analysis of inlet air cooling in gas turbine plants, *Journal of Power Technologies*, Vol. 93, No. 2, Pp. 90-99, 2013.
- [4] S. Popli, P. Rodgers and V. Eveloy, Gas turbine efficiency enhancement using waste heat powered absorption chillers in the oil and gas industry, *Applied thermal engineering*, Vol. 50, No. 1, Pp. 918-931, 2013.
- [5] M. A. Habib, S. S. Rashwan, S. Haroon and A. Khaliq, Thermodynamics and emission analysis of a modified Brayton cycle subjected to air cooling and evaporative after cooling, *Energy Conversion and Management*, Vol. 174, Pp. 322-335, 2018.
- [6] A. A. Rahman and E. M. Mokheimer, Comparative Analysis of Different Inlet Air Cooling Technologies Including Solar Energy to Boost Gas Turbine Combined Cycles in Hot Regions, *Journal of Energy Resources Technology*, Vol. 140, No. 11, 2018.
- [7] Z. Liu and I. A. Karimi, New operating strategy for a combined cycle gas turbine power plant, *Energy Conversion and Management*, Vol. 171, Pp. 1675-1684, 2018.
- [8] Z. Liu and I. A. Karimi, New operating strategy for a combined cycle gas turbine power plant, *Energy Conversion and Management*, Vol. 171, Pp. 1675-1684, 2018.
- [9] Maghsoodi K and Atigh A. , Effect of Evaporative and Refrigerated Cooling Methods on the Gas Turbine Inlet Air Cooling, *IJE*, Vol. 13, No. 3, Pp. 47-71, 2010.(in Persian)
- [10] N. Farouk, L. Sheng and Q. Hayat, Effect of ambient temperature on the performance of gas turbines power plant, *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, Vol. 10, No. 1, Pp. 439, 2013.

پژوهش حاضر پس از مطالعه و مدلسازی مولدهای گازی V94.2 واحد آنسالدو نیروگاه سیکل ترکیبی یزد، علاوه بر بررسی اثر سیستم مدیا بر عملکرد سیستم توربین گاز به میزان انتشار آلاینده‌های محیط زیستی مولدها نیز پرداخته است، که نتایج آن به صورت زیر بیان می‌شود:

- در صورت استفاده از سیستم مدیا در فصول گرم سال در اثر خنک کاری هوای ورودی به کمپرسور، هوای ورودی به آن حدود ۱۵ درجه سانتی گراد کاهش می‌یابد. کاهش دما باعث افزایش چگالی و در نهایت افزایش دبی هوای ورودی به میزان ۲۰ kg/s می‌شود.
- افزایش دبی هوای ورودی موجب افزایش ۱۰ الی ۱۵ مگاوات در هر یک از مولدهای گازی و افزایش راندمان به میزان ۱ درصد می‌شود.
- با افزایش راندمان نیروگاه‌ها مقدار آلاینده‌های زیست محیطی کاهش می‌یابد و نیز باعث کاهش هزینه‌های محیط زیست می‌شود.

که در صورت استفاده از سیستم مدیا مقدار NO_x از ۹۷۱ تن در سال به ۷۷۵ تن در هر سال و انتشار CO_2 در هر سال ۲۰ درصد برای مولدهای گازی واحد آنسالدو نیز کاهش می‌یابد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از شرکت مدیریت تولید برق استان یزد که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.