

# کاهش NOx نیروگاههای گازی با اجرای طرح DLN - نیروگاه

## گازی فارس بعنوان Case Study

مهدی باشوکی<sup>۱</sup>، پرپا صبوری<sup>۱</sup>، گئورگ قره پتیان<sup>۲</sup>

۱. شرکت مهندسی و ساخت برق و کنترل مینا (مکو)

۲. دانشگاه صنعتی امیرکبیر

تهران، ایران

چکیده- با توجه به ضرورت کاهش آلاینده های ناشی از احتراق سوخت در نیروگاههای کشور، این مقاله به ارائه یک راه حل پایدار جهت کاهش آلایندههای NOx ناشی از احتراق سوخت در نیروگاههای گازی میپردازد. اثرات آلایندهگی سوخت های گاز طبیعی و گازوئیل بعنوان سوخت رایج این نیروگاهها مورد مطالعه قرار می گیرد، بررسی اثر آلایندهگی حاصل از مدهای احتراقی مختلف این دو سوخت نتایج را در اختیار می دهد که در نهایت حالت و مد آپتیمم بهره برداری یعنی پریمیگس را پیشنهاد می دهد گرچه جهت تحقق این موضوع، الزام به پیاده سازی طرح به روز شده ایی بنام طرح DLN برای سوخت گازوئیل خواهیم بود در این مقاله نیروگاه گازی فارس که طرح یاد شده در آن اجرا شده بعنوان Case Study در نظر گرفته شده است و نتایج واقعی حاصل از پیاده سازی آن در کاهش اثرات آلایندهگی احتراق سوخت گازوئیل ارائه می گردد.

واژههای کلیدی- نیروگاه گازی؛ آلایندههای NOx؛ طرح DLN؛ مود

پریمیگس؛ مود دیفیوژن

### ۱. مقدمه

با توجه به فراوانی منابع انرژیهای فسیلی در ایران، تلاشهای بسیاری در جهت احداث و بومی سازی نیروگاههای گازی، بخار و سیکل ترکیبی به

خصوص در ۲۰ سال اخیر صورت گرفته است. تاسیس گروه مینا - بعنوان تنها شرکت مادر تخصصی در زمینه ساخت تجهیزات بسیار مهم نیروگاههای گازی، بخار و سیکل ترکیبی از جمله توربین و ژنراتورهای ظرفیت بالا همچنین اجرا و احداث نیروگاههای یاد شده در کشور - در این راستا می باشد. تاکنون بالغ بر ۱۳۰ واحد گازی دارای ظرفیت بالا (شامل ۱۵۷.۵، ۱۵۹ و ۱۶۲ مگاوات) در داخل و خارج از کشور توسط گروه مینا احداث و راهاندازی شده است. سوختهای اصلی این نیروگاه - ها به ترتیب اولویت، گاز طبیعی و گازوئیل بوده که معمولا در مواقعی که مصرف گاز طبیعی در کشور بالا میرود - خصوصا در فصل زمستان - ترجیحا واحدها در مد سوخت گازوئیل مورد بهرهبرداری قرار خواهند گرفت. در اکثریت این واحدهای گازی، احتراق سوخت گاز در دو مد مختلف دیفیوژن و پریمیگس و احتراق سوخت گازوئیل فقط در مد دیفیوژن صورت میگیرد. از مزایای مد احتراقی پریمیگس نسبت به دیفیوژن، کاهش آلایندهگی ناشی از احتراق سوخت میباشد. جهت عملیاتی شدن این قابلیت در مد احتراق گازوئیل میبایست نیازمندیهای مرتبط در طراحی و همچنین استفاده از تجهیزات مرتبط در سیستمهای جانبی توربین خصوصا سیستم سوخت رسانی مربوطه لحاظ شوند. شرکت زیمنس تجربه عملی مشابهی را در نیروگاه طوس مشهد اجرا کرده است [۱]. با در نظر گرفتن این نکته که آلایندههای ناشی از احتراق گازوئیل بیشتر و متنوعتر از گاز است، اهمیت ایجاد مد احتراقی پریمیگس برای سوخت گازوئیل بیشتر آشکار میشود. مهمترین این آلایندهها اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای گوگرد، منواکسید کربن و ذرات

قابل توجه هست که شعله در مد دیفیوژن پایدارتر بوده اما در راستای ایجاد پایداری شعله در مد پرمیکس نیاز به سیستم جداگانه‌هایی بنام پایلوت وجود دارد تا از نوسانات و به طبع آن خاموش شدن شعله جلوگیری بعمل آید [۲].

### ۳. سوخت گاز طبیعی

گاز طبیعی در میان سوخت‌های فسیلی بعنوان یک سوخت پاک جهت احتراق معرفی میشود، که در مجاورت مخازن نفت خام یا گازهای تولید شده در پالایشگاه و یا در فرآیندهای شیمیایی بصورت گاز طبیعی در دسترس است. این سوخت ترکیبی از متان ( $CH_4$ ) به میزان ۸۰ تا ۹۰ درصد و ۲۰ تا ۱۰ درصد بقیه آن عمدتاً اتان و دیگر گازها از جمله پروپان بوتان و نیتروژن است. ناخالصی‌هایی مانند دی‌اکسیدکربن، دی‌هیدروژن سولفور ( $SH_2$ ) و ترکیبات آلی سولفور به میزان یک درصد نیز در گاز طبیعی موجود است. گاز مورد مصرف نیروگاهها از طریق لوله‌های گاز تحت فشار به محل نیروگاه انتقال داده می‌شود و پس از تقلیل فشار گاز و عبور از سیکلون‌ها در مجاورت محل مصرف از طریق سیستم سوخت رسانی داخلی واحد توربین گازی مستقیماً به مشعل‌ها منتقل می‌شود [۶].

سوخت گاز بعنوان سوخت اصلی واحدهای گازی در دو مد احتراق دیفیوژن و پرمیکس مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم سوخت رسانی گاز شامل دو اسکید بیرونی و داخلی برای هر واحد گازی میباشد که وظیفه فیلتراسیون، تنظیم فشار، کنترل دبی و در نهایت انتقال سوخت گاز از طریق یکی از مسیرهای دیفیوژن یا پرمیکس به سر مشعلها و در نهایت به داخل محفظه احتراق جهت اشتعال را بر عهده دارند [۶].

### ۴. سوخت گازوییل

این سوخت بعنوان سوخت پشتیبان در واحدهای نیروگاههای گازی مورد استفاده قرار می‌گیرد که دارای تنوع و درصد آلاینده‌گی بیشتری نسبت به گاز طبیعی میباشد. از طرفی از آنجا که این سوخت فقط دارای مد احتراق دیفیوژن بوده آلاینده‌گی قابل ملاحظه‌ایی را بدنال دارد [۷]. اجرای طرح DLN، شرایط و امکان احتراق این سوخت را در مد پرمیکس فراهم مینماید که این مسئله خود کاهش آلاینده‌های ناشی از احتراق گازوییل را بدنال خواهد داشت [۷].

معلق میباشند. البته به دلیل نیازمندی به تغییرات سخت افزاری، پیاده سازی این روش منجر به صرف هزینه در سرمایه گذاری اولیه در این نیروگاهها می باشد [۲]. از طرفی روشهای دیگری برای کاهش آلاینده‌گی این نیروگاهها که منجر به ایجاد تغییرات سخت افزاری قابل توجهی هم نباشد وجود دارد که از جمله آنها میتوان به استفاده از مشعل‌های با NOx پایین، پاشش آب یا بخار و استفاده از کاتالیزور (SCR) در نیروگاههای گازی و سیکل ترکیبی اشاره کرد [۳] و [۴]. گرچه موارد اخیر بدون نیاز به تغییرات سخت افزاری و صرف هزینه تامین قابل ملاحظه ایی منجر به کاهش تولید NOx ناشی از احتراق میشوند، اما بعنوان یک راهحل پیوسته و مستمر به فرآیند احتراق شمرده نمی شوند و مستلزم عملکردهای اضافه در طول یا انتهای فرآیند احتراق میباشد. شرکت توربین سازی مپنا با همکاری شرکت زیمنس، طرح DLN که منجر به فراهم آوردن امکان احتراق سوخت گازوییل در مد پرمیکس میگردد را در پروژه احداث نیروگاه گازی فارس به اجرا در آورده است. این نیروگاه مشتمل بر ۶ واحد توربین گازی مدل V94.2 Siemens با ظرفیت اسمی هر واحد برابر ۱۶۲ مگاوات، ساخت شرکت توربین سازی مپنا ( توگا) میباشد که در مجموع ۹۷۲ مگاوات برق تولید مینماید، در سال ۱۳۹۱ به مرحله عملیاتی رساند و بدین ترتیب نتایج قابل توجهی در کاهش آلودگی احتراق سوختهای گاز و گازوییل بدست آورد. در این تحقیق به نحوه پیاده سازی طرح DLN، نیازمندیهای سخت افزاری و مکانیکی احتراق سوخت گازوییل در مد پرمیکس، شرایط مجاز و ممکن برای احتراق در هر دو مد، تفاوت‌های عمده بین احتراق سوخت در هر دو مد و در نهایت به نتایج حاصله از تاثیرات بکارگیری مد احتراق پرمیکس - برای هر دو سوخت گاز و گازوییل - بر روی کاهش آلاینده‌های نیروگاه گازی فارس پرداخته خواهد شد [۵].

### ۲. مدهای احتراق دیفیوژن و پرمیکس

تفاوت اصلی این دو مد احتراق در زمان، محل و چگونگی مخلوط شدن سوخت و هوا میباشد. در مد دیفیوژن، سوخت و هوا از طریق لوله‌های جداگانه‌هایی بواسطه برنرها وارد محفظه احتراق شده و احتراق را شکل میدهند. این مسئله خود به نا متعادل شدن نسبت سوخت و هوا در زمان احتراق منجر شده که احتراق ناقص را به دنبال دارد. در مد پرمیکس، سوخت و هوا قبل از ورود به محفظه احتراق، با هم ترکیب شده در نتیجه احتراق کاملتری را دارا خواهد بود، در این حالت آلاینده‌های ناشی از احتراق سوخت خصوصاً میزان تولید و انتشار NOx کاهش چشمگیری خواهد داشت [۲].

## ۵. معرفی طرح DLN

یکی از اجزای توربین گاز که تاثیر مستقیم و بسزایی در عملکرد توربین داشته و از سوی دیگر شرایط و نیازمندیهای مشتری در زمینه سوخت و نوع آن را مشخص می‌نماید مشعلهای یک توربین گازی است. تنوع سوختهای موجود، قابلیت و ویژگی‌های مختلف مودهای احتراق در عملکرد توربین و میزان آلاینده‌ها همه از مواردی هستند که شرکت‌های سازنده توربین گاز را به بهبود و طراحی در این زمینه و همچنین ایجاد قابلیت جابه‌جایی مشعل توربینها سوق داده‌اند. برای مثال توربین گاز V94.2 - ساخت شرکت توربین سازی مپنا (توگا) - قابلیت جایگزینی مشعلهای طرح قدیمی با مشعلهای Hybrid burner پرمیکس Oil/Gas را نیز دارند. متعاقباً سایر تجهیزات مرتبط مستقر در نیروگاه می‌بایست تطابق لازم را با نوع مشعل انتخابی داشته باشند [۵].

بطور خلاصه اهم تغییرات اعمال شده در توربین برای اجرای طرح

DLN به شرح زیر می‌باشند [۵]:

۱- تغییر مشعلهای توربین گاز

۲- تغییرات اسکید گازویل شامل:

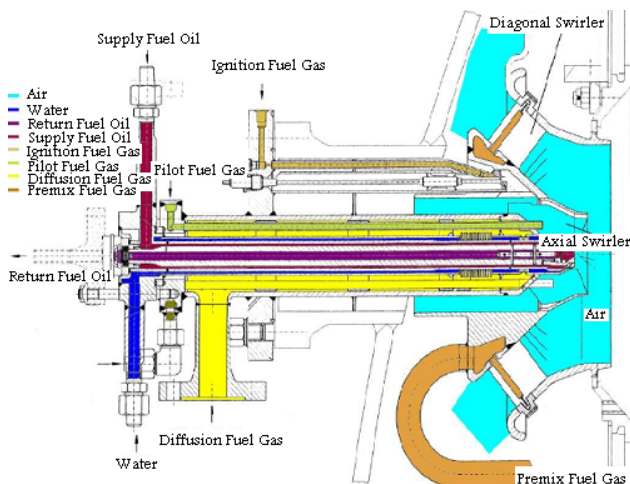
- اضافه شدن تجهیزاتی مانند اکومولاتور، شیرهای کنترل و سایر انواع شیرها، اوریفیس، فلومتر در اسکید گازویل
- تغییر در ابعاد اسکید گازویل، تغییر دبی پمپ به ۲۱۰ متر مکعب در ساعت در نتیجه افزایش توان پمپ و تغییر سطح ولتاژ از LV به MV
- ۳- اضافه شدن اسکید Purge water برای شستشوی مشعلها به همراه تجهیزات مربوطه مانند تانک ۵۰۰ لیتری، پمپ، فلومتر و لزوم تامین آب دمین
- ۴- تغییر در اسکید هیدرولیک برای عملکرد شیرهای اسکید گازویل
- ۵- تغییر در سیستم فورواردینگ گازویل بابت تغییر دبی عبوری به ۲۱۰ متر مکعب در ساعت
- ۶- تغییر حجم مخزن ایگنیشن به ۲۰۰۰ گالن
- ۷- اعمال تغییرات مورد نیاز در منطق کنترل و حفاظ تهای مربوط به سیستم پرمیکس گازویل
- ۸- اختصاص لوله‌کشی اضافی جهت انتقال سوخت به مشعلها (اصلاح طرح اسکیدهای جانبی و لوله‌های بالای محفظه)
- ۹- اختصاص یک شیر توقف اضافه سوخت (چهار راهه) در مسیر ارسال سوخت پرمیکس بالای محفظه احتراق

- ۱۰- تغییر در لوله‌کشی ارتباطی (ICP) بین اسکید گازویل و اسکید جلویی توربین
- ۱۱- تغییر در لوله‌کشی ارتباطی (ICP) بین اسکید هیدرولیک و اسکید Purge Water

## ۶. معرفی مشعلهای DLN

تفاوت مشعل DLN با مشعل طرح بدون DLN، دارا بودن مشعل پرمیکس گازویل و ترموکوپل (جهت حفاظت از پدیده برگشت شعله) و نیز عدم وجود یک مشعل ایگنیشن مجزا در ساختار آن است. این مشعلها دارای مسیر اضافی ورود سوخت گازویل برای پرمیکس با هوا می‌باشند که در بارهای بالای ۵۰ درصد برای کاهش  $NO_x$  به حداکثر ppm ۱۰۵ مورد استفاده قرار می‌گیرند [۵].

محدودیت احتراق پرمیکس سوخت بدین منزله است که نمی‌تواند کل بازه عملکردی توربین از صفر تا ۱۰۰ درصد بار را پوشش دهد و حتماً در بخشی از عملکرد باید از حالت احتراق دیفیوژن استفاده نمود. از سوی دیگر از آنجایی که شعله در حالت پرمیکس ناپایدار است همیشه مقداری از سوخت به صورت دیفیوژن باید به محفظه احتراق برسد. در صورت کم کردن توان خروجی توربین (Load Rejection)، رساندن سوخت مایع به مشعل پرمیکس متوقف می‌گردد تا شعله‌های پرمیکس خاموش شده و سوخت‌رسانی به مشعل دیفیوژن برای رسیدن به سطح مورد نیاز جهت دستیابی به شعله پایدار افزایش یابد. «شکل ۱ - الف» و «شکل ۱ - ب» به ترتیب طرح‌های بدون DLN و با DLN را نمایش می‌دهند [۵].



شکل ۱- الف طرح قبلی (بدون DLN) [۵]

محفظه چرخش، یک حالت چرخش گردابی شدید پیدا نموده و در نتیجه بعد از آنکه از نازل مشعل خارج می‌شود بصورت ابری مخروطی شکل و به صورت پودر وارد محفظه احتراق می‌گردد. در واقع مشعل‌های سوخت مایع به عنوان یک وسیله پودر کننده سوخت از محفظه چرخش دهنده استفاده می‌کنند و نرخ تزریق سوخت را با اصل کنترل جریان برگشتی کنترل می‌نمایند [۷].

## ۸. مد احتراق پرمیکس سوخت مایع

در این حالت، سوخت مایع از طریق نازل‌های تزریق، در الگوی کاملاً فشرده به داخل هوا و البته قبل از احتراق پاشیده می‌شود. هر یک از این نازلها بر روی سطح مخروط *Diagonal Swirler*، بین دو پره مجاور و در نقطه‌ای پایین دست *Swirler* مستقر شده‌اند. سوخت مایع پس از عبور از این نازلها به قطرات بسیار ریزی تقسیم می‌شود و سپس این قطرات که توسط دمای بالای هوا تبخیر شده‌اند، قبل از رسیدن به جبهه شعله، کاملاً با هوا مخلوط می‌گردند [۷].

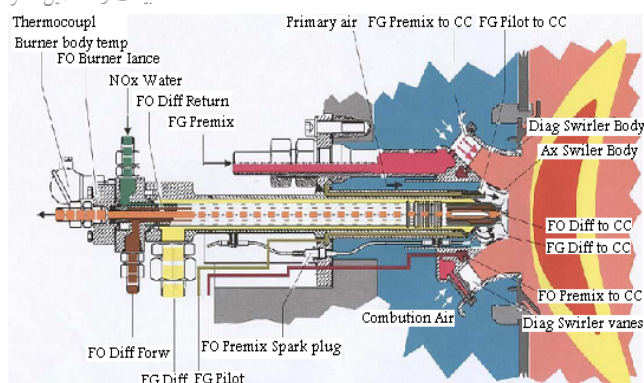
احتراق سوخت مایع نیز محدودیتهای خاص خود را دارد و از این نظر مشابه سوخت گاز میباشد بدین منزه که این نوع سوخت نمیتواند کل بازه عملکرد توربین از ۰ تا ۱۰۰ درصد بار را پوشش دهد و حتماً از بخشی از عملکرد باید از احتراق دیفیوژن استفاده نمود. از سوی دیگر از آنجا که شعله در حالت پرمیکس ناپایدار است همیشه مقداری از سوخت به صورت دیفیوژن باید به محفظه احتراق برسد. در صورت کم کردن توان خروجی توربین (*Load Rejection*)، رساندن سوخت مایع به مشعل پرمیکس متوقف میگردد تا شعله‌های پرمیکس خاموش شده و سوخت رسانی به مشعل دیفیوژن برای رسیدن به سطح مورد نیاز جهت دستیابی به شعله پایدار افزایش یابد [۷].

## ۹. انتشار $NO_x$ در حالت دیفیوژن Fuel Oil

«شکل ۳» میزان انتشار  $NO_x$  را برای احتراق دیفیوژن Fuel oil نشان می‌دهد. همانگونه که ملاحظه می‌گردد میزان  $NO_x$  در بار نامی ppm ۴۰۵ می‌باشد که مقدار قابل توجهی است.

## ۱۰. انتشار $NO_x$ در حالت پرمیکس Fuel Oil

در «شکل ۴» میزان  $NO_x$  بر حسب توان خروجی توربین برای حالتی که سوخت مصرفی، Fuel Oil بوده و حالت احتراق پرمیکس می‌باشد



شکل ۱- ب طرح DLN حاوی مسیرهای سوخت و هوای ورودی به مشعلهای

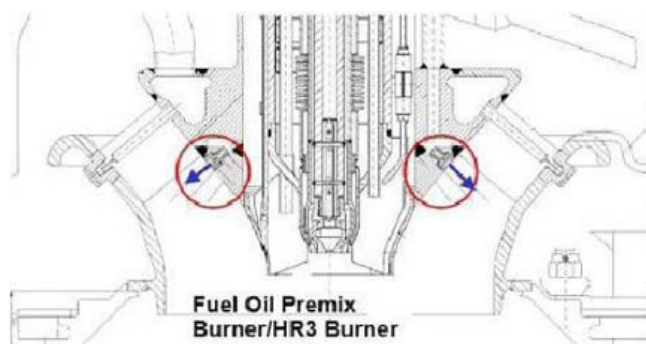
[۵]DLN

در حالیکه سوخت در مود دیفیوژن از طریق یک نازل مرکزی در ساختمان مشعل به محفظه احتراق تزریق می‌شود، در مود پرمیکس همانطور که در «شکل ۲» نشان داده شده است، سوخت به کمک نازل‌های کوچک و متعددی که در محفظه اولیه هوا (*Diagonal Swirler*) در ساختمان مشعل به آرایش درآمده‌اند به حالت آمیخته مبدل می‌شود. همانطور که از عنوان آن استنباط می‌گردد، این فرایند منجر به اختلاط کامل سوخت و هوا پیش از ورود آن به محفظه احتراق می‌شود [۵].

## ۷. مد احتراق دیفیوژن سوخت مایع

در این حالت نیز مشابه احتراق دیفیوژن گاز، سوخت مایع مستقیماً وارد محفظه احتراق می‌شود و عمل مخلوط شدن سوخت و هوا به هنگام احتراق صورت می‌گیرد. البته در این حالت بخشی از سوخت مایع که وارد مشعل می‌شود به محفظه احتراق راه می‌یابد و مابقی آن از خط برگشت مشعل خارج می‌شود [۷].

تناسب میان سوخت تزریقی و سوخت برگشتی بستگی به فشار در خط برگشت سوخت مایع دارد. سوخت در عبور از شیارهای مماسی در



شکل ۲ نازلهای تزریق سوخت مایع در احتراق پرمیکس گازوییل [۷]

## ۱۱. جمع بندی در مورد ویژگیهای احتراق

### پریمیکس سوخت مایع

به عنوان جمع بندی مزایا و ملزومات استفاده از طرح پریمیکس گازوییل به صورت زیر بیان میگردد.

ویژگیها:

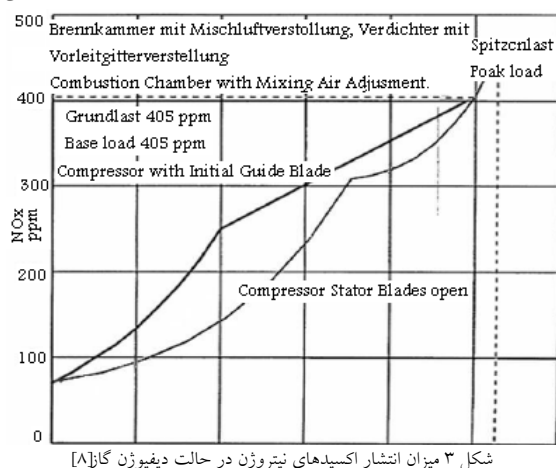
- تبدیل سوخت به ذرات ریز اتمیزه کردن
- تبخیر کامل سوخت مایع
- اختلاط کامل سوخت تبخیر شده و هوا
- کاهش تولید NOx از ۴۰۵ ppm به مقدار ۱۰۵ ppm در حالت بار نامی

ملزومات و محدودیتها:

- احتمال ایجاد خود احتراقی
- گرفتگی نازل های مشعل در  $S > 0.2\% \text{ wt}$  و Residual Carbon  $> 0.15\% \text{ wt}$
- تطبیق سایر تجهیزات مرتبط و اضافه شدن پایپینگ و یا اینسترومنت های مربوطه در:
- Pipe rack
- Fuel oil skid (including centrifugal pump, valves, accumulators, ..)
- Piping between
- اعمال تغییرات در مراحل کنترلی مرتبط با احتراق پریمیکس
- افزایش قیمت مشعل نسبت به حالتی که ویژگی پریمیکس را نداشته باشد.
- اضافه شدن یک Control Ball Valve (مدل آرگوس)
- لزوم وجود سیستم Purge water و پایپینگ و ملحقات آن

نمودارهای «شکل ۵» و «شکل ۶» مقایسه روشنی بین مدهای احتراق دیفیوژن و پریمیکس را برای هر دوسوخت گاز و گازوییل به تفکیک نمایش میدهد.

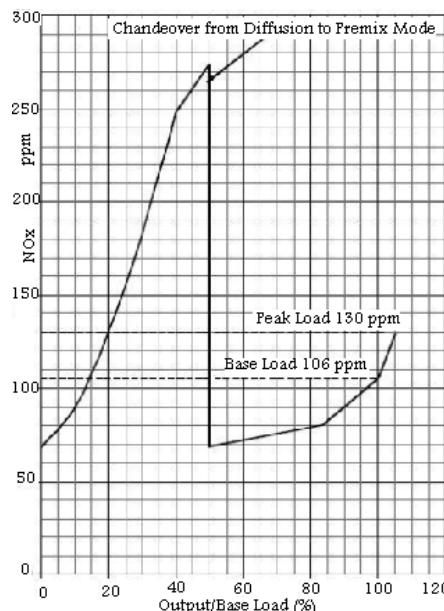
همانطور که در این شکلها نشان داده شده است با اینکه آلایندهی ایجاد شده در احتراق حالت پریمیکس به میزان قابل توجهی کمتر از حالت دیفیوژن است، ولی تا قبل از رسیدن بار به ۵۰ درصد مقدار نامی خود امکان تغییر حالت از دیفیوژن به پریمیکس وجود ندارد و در هر صورت مراحل ابتدایی احتراق باید از حالت دیفیوژن آغاز شود. در نتیجه در



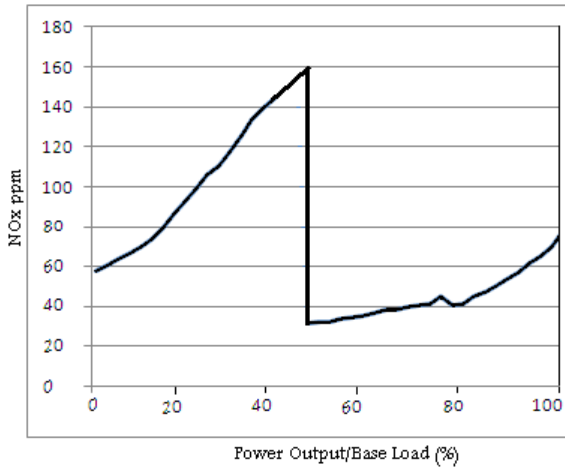
شکل ۳ میزان انتشار اکسیدهای نیتروژن در حالت دیفیوژن گاز [۸]

نشان داده شده است. در محدوده صفر تا ۵۰ درصد بار، عمل احتراق در مود دیفیوژن صورت می‌گیرد. همانطوریکه ملاحظه میشود در ۵۰ درصد بار نامی قبل از تغییر مد احتراق به پریمیکس، میزان NOx در بیشترین مقدار یعنی ۲۷۵ ppm در این میزان از بار قرار دارد اما به محض تغییر مد احتراق به پریمیکس که در همین مقدار بار صورت می‌گیرد میزان NOx به شدت افت پیدا کرده و به ۷۰ ppm می‌رسد. در محدوده ۵۰٪ تا ۱۰۰٪ بار میزان NOx به صورت خطی و با شیب اندکی افزایش می‌یابد و نهایتاً در بار نامی به ۱۰۵ ppm می‌رسد [۸].

دقت شود که در حالت پریمیکس سوخت مایع، از بار نامی تا بار ماکزیمم افزایش قابل توجهی در میزان NOx بوجود می‌آید (در بار ماکزیمم میزان NOx تقریباً به ۱۳۰ ppm می‌رسد) [۸].



شکل ۴ میزان تغییرات NOx بر حسب توان توربین برای حالت پریمیکس Fuel Oil [۸]

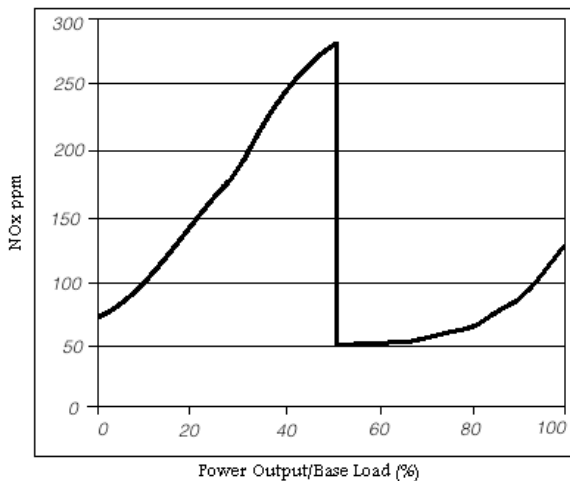


شکل ۷ میزان تغییرات NOx بر حسب توان توربین در اثر تغییر مود احتراق از دیفیوژن به پرمیکس برای سوخت گاز در نیروگاه فارس [۹].

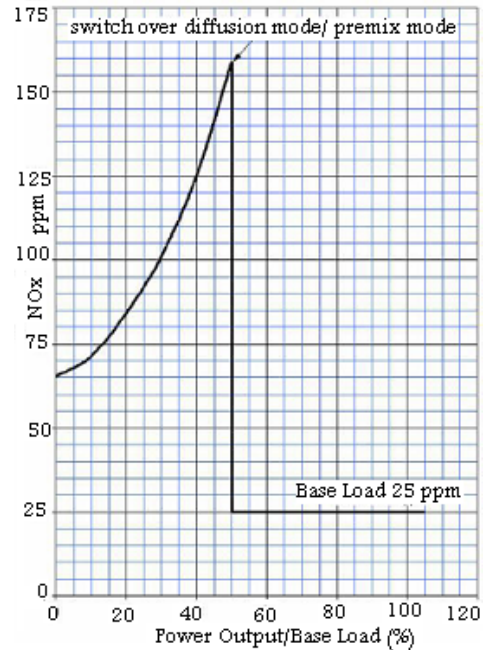
سوخت گازوییل نشان می‌دهد. را در هنگام تغییر از مود دیفیوژن به پرمیکس نشان میدهد که با نمودار شکل ۶ مطابقت دارد [۹].

### ۱. نتیجه گیری

با توجه به فراوانی نیروگاههای گازی در ایران و بکارگیری سوختهای گاز و گازوییل در این نیروگاهها، ارائه راهحلهای مناسب جهت کاهش اثر آلاینده‌گی ناشی از احتراق این دو سوخت دارای اهمیت بسزایی میباشد گرچه راهکارهایی از جمله کاهش دمای ورودی توربین، کمپرس نمودن هوای وارد به محفظه احتراق و یا سرد نمودن این هوا توسط سیستم fog، بر روی کاهش اثرات آلاینده‌های ناشی از احتراق سوخت تاثیرگذار



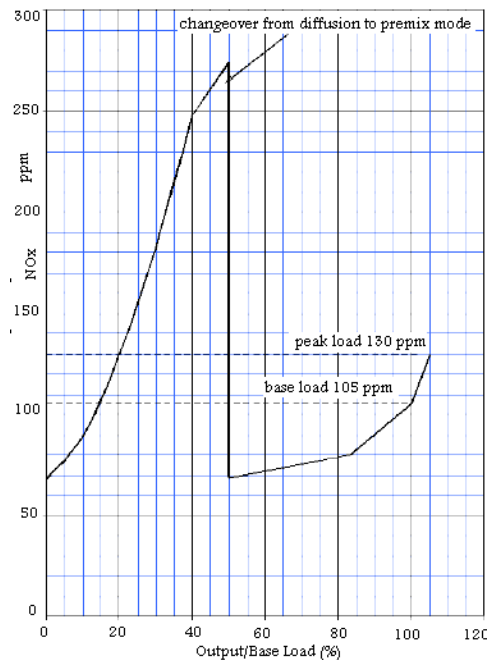
شکل ۸ میزان تغییرات NOx بر حسب توان توربین در اثر تغییر مود احتراق از دیفیوژن به پرمیکس برای سوخت گازوییل در نیروگاه فارس [۹].



شکل ۵ میزان تغییرات NOx بر حسب توان توربین در اثر تغییر مود احتراق از دیفیوژن به پرمیکس برای سوخت گاز [۸].

نیروگاههایی که از مد پرمیکس استفاده میشود نصب تجهیزات احتراق دیفیوژن نیز الزامی میباشد.

نمودار «شکل ۷» نتایج بدست آمده از تغییرات میزان آلاینده‌های NOx نیروگاه فارس برای سوخت گاز و «شکل ۸» نتایج این نیروگاه را برای



شکل ۶ میزان تغییرات NOx بر حسب توان توربین در اثر تغییر مود احتراق از دیفیوژن به پرمیکس برای سوخت گازوییل [۸].

[7] Fuel Oil System Description for GT V94.2 and V94.2 - by Siemens and TUGA

[8] Performance and Test Report of Tous GT power plant which is done by Siemens - 2009

[۹] نتایج حاصله از اندازه‌گیری آلاینده‌های ناشی از احتراق سوخت‌های گاز و گازوییل در مدهای مختلف در نیروگاه گازی فارس

میباشد اما قطعا این اثر کم بوده و از طرفی یک راه‌حل دائمی نمی باشدند و بکارگیری آنها شاید وابسته به برخی شرایط گردند. اما در مقابل این روشها، طبق مطالب آمده در این تحقیق و نتایج حاصل از آن، فراهم نمودن بستر سخت افزاری جهت احتراق هر دو سوخت در مد پرمیکس قطعا راه حل دائمی تری بوده و به مراتب دارای تاثیر بیشتری در کاهش آلاینده‌های ناشی از احتراق هر یک از این سوختها نسبت به روشهای ذکر شده دیگر خواهد بود. بنابراین طرح DLN در سیستم سوخت رسانی گازوییل میتواند در نیروگاههای گازی جهت نیل به این هدف در نظر گرفته شود. در پایان با توجه به تاثیرات قابل توجه در کاهش اثرات آلایندهها در نیروگاههای گازی که ناشی از بهره برداری این نیروگاهها در مد احتراق پرمیکس میباشد پیشنهاد میگردد ضمن فراهم نمودن شرایط بهره‌برداری سایر نیروگاههای گازی در مد احتراق پرمیکس، سعی شود تا حد امکان تمامی این نیروگاهها در این مد احتراق بهره برداری شوند تا بدینوسیله اثرات کاهش آلاینده‌گی آنها محسوس و قابل توجه باشد. البته باید دقت داشت که یکی از پیش شرطهای استفاده از مد احتراق پرمیکس برای هر دو سوخت، بهره‌برداری واحد گازی در بیشتر از ۵۰ درصد بار نامیاش میباشد.

نتایج و اندازه‌گیریهای انجام شده برای آلاینده‌های مربوطه در نیروگاه گازی فارس کاملا گویا و موید تاثیر بسزای استفاده از احتراق پرمیکس سوخت در کاهش آلایندهها خصوصا NOx نسبت به احتراق آن در مد دیفیوژن میباشد.

### منابع و ماخذ

[1] FARS GT power plant related document

[2] Some Related Document and catalogue - by Siemens and some other Company

[۳] بابک نور اسماعیلی، عبدالله خالصی دوست " بررسی اثرات زیست محیطی SOx و NOx ناشی از احتراق در نیروگاههای حرارتی سوخت فسیلی ایران " مجموعه مقالات اولین کنفرانس صنعت نیروگاههای حرارتی. پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران. ۲۶ و ۲۷ اردیبهشت ماه ۱۳۸۸

[۴] سالم بعنونی، سیدمصطفی حسینی پور " کاهش آلاینده‌های NOx در توربینهای گازی نیروگاه مشهد در اثر خنک کاری هوای ورودی به کمپرسور " سومین کنفرانس احتراق ایران. ۱۳۸۸

[5] DLN System Description - prepared by Siemens

[6] Natural Gas System Description for GT V94.2 and V94.2 - by Siemens and TUGA