فصلنامه مطالعات محیط زیست، منابع طبیعی و توسعه پایدار
سال ششم، شماره ۳ (پیاپی: ۲۱)، پاییز ۱۴۰۱
ISSN: 2588-4255

بررسی فاکتورهای مؤثر در میزان تولید هوای مازاد در واحدهای صنعتی استان اصفهان با کاربرد آنالیز خط مرزی (بررسی هوای مازاد در واحدهای صنعتی)

محمد هادی ابوالحسنی[1*]، مریم نصری نصرآبادی[2]، زهرا جوهری[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۲
کد مقاله: ۴۲۴۱۶

چکـیده

به منظور بررسی تلفات انرژی در بویلرهای نیروگاهی به ویژه تلفات ناشی از عدم تنظیم نسبت هوا به سوخت در واحدهای صنعتی پرسشنامه‌ای براساس مشخصات واحدهای صنعتی همچون محل نمونه‌برداری، درجه حرارت محیط، سطح مقطع دودکش، قطر نازل انتخابی، میزان رطوبت نسبی، دمای گاز خروجی دودکش، دبی گاز خروجی در شرایط استاندارد، دبی گاز خروجی، سرعت گاز خروجی، حجم مکش شده در شرایط استاندارد، حجم مکش شده، وزن اولیه فیلتر، وزن ثانویه فیلتر و اختلاف وزن فیلتر، میزان ذرات معلق خروجی دودکش تر و میزان ذرات معلق خروجی دودکش خشک تهیه گردید. زمان نمونه‌برداری اواسط هر فصل و به ترتیب ۱۵ اردیبهشت، ۱۵ مرداد، ۱۵ آبان و ۱۵ بهمن ماه بود. براساس نتایج، با افزایش سطح مقطع دودکش مقدار هوای مازاد افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش میزان رطوبت نسبی و دمای گاز خروجی دودکش مقدار هوای مازاد کاهش پیدا می‌کند که نشان‌دهنده شرایط بهینه است. کاهش قطر نازل انتخابی، کاهش مقدار هوای مازاد را به دنبال دارد. همچنین با افزایش سرعت گاز خروجی مقدار هوای مازاد کاهش پیدا کرد و با افزایش حجم مکش شده در شرایط استاندارد هوای مازاد افزایش پیدا کرد. براساس نتایج بدست آمده، آنالیز خطمرزی روشی مناسب برای تعیین اثرات فاکتورهای موثر بر تولید هوای مازاد است.

واژگـان کلـیدی: احتراق، هوای مازاد، تلفات انرژی، آنالیز خطمرزی

۱- استادیارگروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول)
hadi.mha2001@yahoo.com
۲- دانشجوی دکتری گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- دانشجوی دکتری گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان، اصفهان، ایران

۱- مقدمه

همواره انسان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترهای آسیب‌رسان به محیط‌زیست بوده و هست و در هر دوره زمانی تأثیر خود را بر محیط پیرامون گذاشته است که اغلب این موارد تأثیرات منفی بوده است. در دو قرن گذشته این تأثیر رفته رفته بیشتر و عمیق‌تر شد که علت آن رشد صنعت و تکنولوژی، افزایش جمعیت و نیاز روزافزون انسان‌ها است (ابدی و همکاران، ۱۳۹۹). مطالعه‌ها بیان می‌کنند که عامل جمعیتی اثر عظیمی بر محیط‌زیست دارد. به این مفهوم که تغییر جمعیت و ساختار آن، با اثرگذاری بر مصرف انرژی، اثرات قابل ملاحظه‌ای بر محیط‌زیست خواهد گذاشت (گل‌خندان و معظمی‌نژاد، ۱۳۹۹). رشد روزافزون صنایع مشکلات متعدد محیط‌زیستی مانند آلودگی هوا، گرم شدن جو کره زمین و تخریب لایه ازن را در پی داشته است، به‌طوری که این مهم در دهه‌های اخیر توجه خاص مجامع علمی و سیاست‌گذاری را به خود جلب کرده است. تمامی این تلاش‌ها در کنفرانس‌های ریو، مونترال و کنوانسیون تغییرات آب و هوا متبلور شد که کشورهای جهان به‌خصوص کشورهای صنعتی را ملزم به اجرای برنامه‌های کنترل آلودگی‌های محیط‌زیستی می‌نماید (سخائی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۴). توجه به توسعه پایدار و لزوم حفاظت از محیط‌زیست و نیز اثرات نامطلوب آلودگی محیط‌زیست بر کیفیت زندگی باعث شده است که حفظ محیط‌زیست به یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های سیاست‌گذاران تبدیل شود. به همین دلیل در چند دهه اخیر راه‌های بهبود کیفیت محیط‌زیست و عوامل تأثیرگذار بر آن، مطالعه‌های گسترده‌ای را به خود اختصاص داده و در کانون توجه تحلیلگران اقتصادی قرار گرفته است (گل‌خندان و معظمی‌نژاد، ۱۳۹۹). با توجه به اهمیت و جایگاه ویژه بخش صنعت در فرآیند رشد و توسعه کشورهای درحال‌توسعه ازجمله ایران، مصرف انرژی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید در بخش صنعت و به پیرو آن، میزان مواد آلاینده حاصل از احتراق سوخت‌های فسیلی نیز به شدت افزایش یافته است. به همین دلایل پیامدهای آن به صورت انواع آلودگی‌ها به ویژه آلودگی هوا و کاهش کیفیت محیط‌زیست در بسیاری از مناطق کشور ازجمله مناطق شهری و صنعتی هویدا شده که این مسأله باعث شده است که تعدادی از شهرهای کشور ازجمله شهر تهران در بین آلوده‌ترین شهرهای جهان قلمداد گردد (اسکویی و یاوری، ۱۳۸۶). برای فعال کردن احتراق کامل در یک فرآیند واقعی، مقدار اکسیژن باید تا درصد معینی از سطح تئوری فراتر رود، مقدار هوای بیش از مقدار تئوری را هوای اضافی می‌گویند. در واقع پیش‌بینی احتراق واقعی و تخمین هوای اضافی مورد نیاز بدون اندازه‌گیری محصولات احتراق غیر ممکن است. هوای اضافی نه تنها برای اطمینان از احتراق کامل مهم است، در نتیجه تضمین می‌کند که سوخت هدر نمی‌رود. نقش دیگر این هوای اضافه به حداقل رساندن تشکیل گازهای خطرناک مانند مونوکسیدکربن است (سلک و پیناربasi[1]، ۲۰۱۹). هنگام بررسی تأثیر کنترل هوای اضافی، مهم است به خاطر داشت نسبت هوا به سوخت که باید کنترل شود، همیشه بر اساس جرم است تا حجم، به این دلیل که چگالی هوا و سوخت‌های گازی با دما و فشار تغییر می‌کند. اگر در کنترل در نظر گرفته نشود، تغییرات فصلی دما و فشار هوا می‌تواند باعث شود که مقدار هوای اضافی به میزان قابل توجهی تغییر کند. هدف از کنترل بیش از حد هوا فقط کاهش مصرف سوخت و افزایش کارایی نیست، با حصول اطمینان از احتراق کامل، ایمنی نیز وجود دارد. اگر این ترکیبات در جایی در دیگ بخار جمع شوند، به‌عنوان مثال در اتصالات پیچیده در مشعل، افزایش هوای اضافی بعداً ممکن است اثرات فاجعه باری داشته باشد (کریستینسون و لنگ[2]، ۲۰۱۰). آنالیز خط مرزی یکی از روش‌های توانمند در جهت ارزیابی پتانسیل عملکرد و دلایل خلأ عملکرد است(پیردشتی و همکاران، ۱۳۹۸)، روشی است که به نظر می‌رسد در این‌گونه مطالعات می‌تواند مکملی برای روش‌های رگرسیونی و مدل‌های آماری معمول باشد. در این روش که اولین بار توسط (وب ،۱۹۷۲) مطرح شده است با استفاده از یک معادله بین حداکثر راندمان‌های به دست آمده و یک متغیر هدف (بدون در نظر گرفتن اثر دیگر عامل‌های مؤثر بر کارکرد) یک رابطه برقرار می‌کند که در این معادله Y_{max} حداکثر کارایی، به عنوان تابعی از مقادیر مختلف متغیر X و θ نیز پارامترهای معادله می‌باشد که از طریق اندازه‌گیری‌های متعدد Y و X در مزرعه‌های مختلف تخمین زده می‌شوند. این روش موجب شناخت پاسخ میزان کار به تنها یک متغیر از میان داده‌های متعدد جمع‌آوری شده، می‌شود، در حالی‌که کارکرد به خودی‌خود تحت تأثیر متغیرهای زیادی بوده و در اصل راندمان نهایی، میانگینی از پاسخ‌های مختلف به این متغیرها می‌باشد. در این دیدگاه، به جای اینکه از وسط پراکندگی داده‌ها خطوط رگرسیونی برازش داده شود، مرز بالایی پراکندگی داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. این مرز نشان‌دهنده بالاترین نتیجه کارهای به دست آمده (پتانسیل عملکرد) و یا بهترین راندمان تحت تأثیر سطوح مختلف یک عامل یا نهاده‌ی خاص می‌باشد. در این روش فرض بر این است (با مجموعه داده زیاد) که این کارکردها بالاترین نتیجه کار ممکن در غیاب هرگونه عامل محدودکننده‌ی دیگر هستند و همه نقاطی که پایین‌تر قرار می‌گیرند به‌وسیله دیگر عوامل محدود شده‌اند. تأکید بر مرز بالایی داده‌ها در میان یک ابر داده[3] باعث می‌شود تا بیننده کمتر دچار سردرگمی شده و درک رابطه بین حاصل کار و متغیر مستقل راحت‌تر باشد (ابوالحسنی و همکاران، ۱۳۹۹). هدف از این مقاله، شناسایی

1 Mehmet Salih Cellek and Ali Pinarbasi
2 Kristinsson and Lang
3 Data cloud

هوای مازاد و میزان فاکتورهای اثرگذار بر تولید هوای مازاد و میزان اثرگذاری آن‌ها توسط آنالیز خط مرزی در واحدهای صنعتی شهرستان اصفهان می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

در ابتدا پرسشنامه‌ای مبنی بر ویژگی‌های واحدهای صنعتی ازجمله درجه حرارت محیط، میزان رطوبت نسبی، قطر نازل انتخابی، محل نمونه‌برداری، سطح مقطع دودکش، دمای گاز خروجی دودکش، سرعت گاز خروجی، دبی گاز خروجی، دبی گاز خروجی در شرایط استاندارد، حجم مکش شده، حجم مکش شده در شرایط استاندارد، وزن اولیه فیلتر، وزن ثانویه فیلتر، اختلاف وزن فیلتر، میزان ذرات معلق خروجی دودکش خشک و میزان ذرات معلق خروجی دودکش تر، تنظیم گردید و اعتبارسنجی پرسشنامه نیز صورت گرفت (ابوالحسنی و همکاران، ۱۳۹۹). سؤال پرسشنامه بدین صورت بود که بر حسب واحد مشخص میزان هوای مازاد در هر یک از خروجی‌ها بررسی گردید و در پرسشنامه میزان اطلاعات در مورد این خروجی‌ها به صورت گزینشی مورد سؤال قرار گرفت. نحوه به دست آوردن داده‌ها از بخش آلودگی هوای اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان اصفهان می‌باشد. نمونه‌برداری در اواسط هر فصل و به ترتیب ۱۵ اردیبهشت، ۱۵ مرداد، ۱۵ آبان و ۱۵ بهمن ماه انجام شد. غلظت هوای مازاد در طی یک سال و در اواسط هر فصل در واحدهای صنعتی هدف اندازه‌گیری شده و بر اساس آن پرسشنامه‌ها تکمیل گردید. ابتدا سیستم‌های اصلی و جانبی نیروگاه‌های حرارتی در رابطه با منابع تولید آلودگی شناسایی شد. در این ارتباط سیستم‌های پایش سوخت، نوع دیگ بخار یا بویلر و مشخصات مشعل‌ها، مشخصات محفظه احتراق، سیستم کنترل احتراق، سیستم کنترل آلاینده‌ها، چرخه آب و بخار، قطر و ارتفاع دودکش و سیستم پایش آلاینده‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. مرحله‌ی بعد، غلظت حجمی آلاینده‌های منتشرشده گازی برحسب درصد برای انواع واحدهای هر نیروگاه به تفکیک فصل و تغییر سوخت در بار کامل اندازه‌گیری شده و با توجه به ساعات کارکرد واحدها در سال، فاکتور انتشار واقعی گازهای هوای مازاد در هر یکی از خروجی دودکش‌های ۶ نیروگاه مورد بررسی در استان اصفهان، میزان کل آلودگی منتشر شده از هر واحد نیروگاهی در سال، محاسبه گردید (ابوالحسنی و همکاران، ۱۳۹۹). سپس داده‌های به دست آمده به وسیله نرم‌افزار SAS[1] و روش آنالیز خط‌مرزی مورد آنالیز قرار گرفت. بر این اساس می‌توان پنج مرحله کلی را برای آنالیز خط مرزی متصور شد (ابوالحسنی و همکاران، ۱۳۹۹).

۲-۱- بررسی نمودار پراکنش داده‌ها

در مرحله اول باید میان کارکرد به عنوان متغیر وابسته و یک متغیر مستقل هدف که در اینجا یک مدیریت خاص آلودگی هوا بود، یک نمودار پراکندگی (به نمودار XY یا اسکتر[2] نیز معروف است) رسم کرد. این مرحله از آن جهت می‌تواند مؤثر واقع گردد که با دید کلی‌تری روابط بین دو دسته داده شناسایی شود که به حدس زدن تابع مناسب برای خط مرزی در مراحل بعدی کمک خواهد کرد.

۲-۲- دسته‌بندی و گروه‌بندی نقطه داده‌ها

در این مرحله با کمک گرفتن از متخصصان، خواندن مقالات مرتبط و اطلاعات قبلی و توجه به پراکنش نقاط، متغیر مستقل به گروه‌هایی با فواصل منظم و یا غیر منظم تقسیم گردید. در برخی موارد داده‌ها به طور طبیعی در گروه‌های مجزا قرار دارند مانند تعداد دفعات آبیاری به‌عنوان یک متغیر مدیریتی. اگر چه توافقی بر روی بهترین روش گروه‌بندی یا تعداد گروه‌ها وجود ندارد. اما در مطالعات مختلف تقسیم محور X به ۸ تا ۱۰ قسمت پیشنهاد شده است.

۲-۳- حذف داده‌های پرت و خارج از محدوده‌های مشخص‌شده

تأثیر وجود یک داده‌ی پرت در آنالیز خط مرزی به دلیل کم بودن تعداد داده‌های انتخاب‌شده (مرحله۴) به مراتب شدیدتر از آنالیز رگرسیونی است که به کل داده‌ها و با روش کمترین توان‌های دوم برازش داده شده است. در این مرحله محقق باید علم کافی و اطلاعات قبلی مناسبی نسبت به داده‌های جمع‌آوری‌شده داشته باشد تا به اشتباه داده مهمی را کنار نگذارد.

1 Statistical Analysis System(SAS)
2 Scatter plot

۲-۴- تشخیص بالاترین راندمان‌ها در هر زیرگروه

این مرحله در مطالعات مختلف متفاوت بوده است. در گروهی از مطالعات برای هر گروه تعداد مشخصی داده انتخاب شدند. به عنوان نمونه هوانگ و همکاران[1](۲۰۰۸) در هر گروه چهار داده که بالاترین نتیجه کار را داشتند انتخاب کردند (تاسیستروو[2]،۲۰۱۲). از داده‌هایی که کارکرد آن‌ها بالاتر از ۹۹ درصد در هر گروه بود میانگین گرفته و آن را به عنوان نقطه مؤثر در خط مرزی انتخاب کرد. در مطالعه حاضر بالاترین راندمان‌ها از گروه‌هایی که حاوی داده‌هایی با مقادیر انتخاب شدند و بعضا غیر قابل قبول از لحاظ علم زراعت بودند صرف نظر شده است.

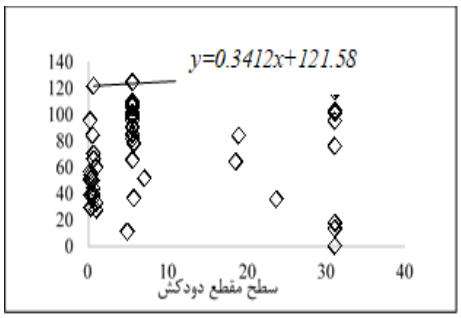
۲-۵-برازش یک تابع مناسب به داده‌های به دست آمده در مرحله چهارم

این مرحله با توجه به نحوه چیدمان داده‌ها انجام شده است. این مرحله در واقع یافتن مقدار عددی ضرایب و پارامترهای مدل و در نهایت رسیدن به یک مدل برای واکنش حداکثر راندمان‌ها به متغیر مستقل گشته است. برای تعیین ضرایب مدل با توجه به تابع واکنش از نرم‌افزارهای آماری مختلف استفاده شد.

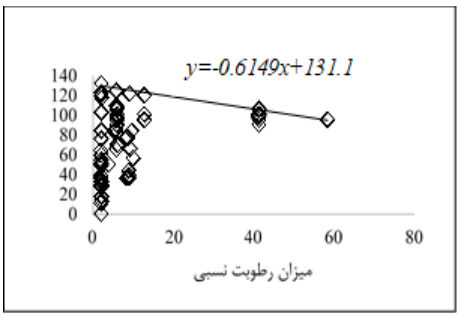
۳-یافته‌ها

نمودار ۱ نشان می‌دهد که با افزایش سطح مقطع دودکش مقدار هوای مازاد افزایش یافته است، این تابع از نوع یک تکه‌ای بوده است و طبق نمودار تابع بدست آمده برابر با $y=0.3412x+121.58$ است.

نمودار ۲ نشان می‌دهد با افزایش میزان رطوبت نسبی مقدار هوای مازاد کاهش پیدا کرده است که بیانگر شرایط بهینه می‌باشد پس می‌توان نتیجه گرفت که انتشار آلودگی کاهش پیدا کرده است. این تابع هم از توابع یک تکه‌ای بوده است و تابع بدست آمده برابر با $y=-0.6149x+131.1$ است.

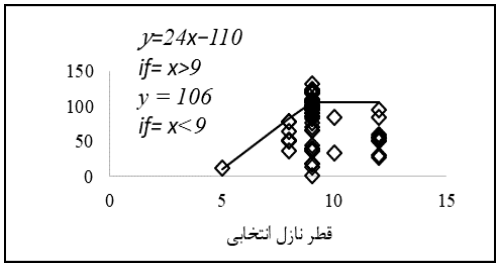


شکل ۱- برازش خط مرزی بین عامل هوای مازاد با سطح مقطع دودکش



شکل۲- برازش خط مرزی عامل هوای مازاد با میزان رطوبت نسبی

در نمودار ۳ هر چه قطر نازل انتخابی کوچک‌تر بوده مقدار هوای مازاد نیز کم شده است. تابع از توابع دو تکه‌ای می‌باشد، اگر if= x>۹ باشد خط نزولی است و از تابع Y=۲۴X- ۱۱۰ پیروی می‌کند و اگر if= x<۹ خط ثابت است و تابع برابر با y=۱۰۶ است.



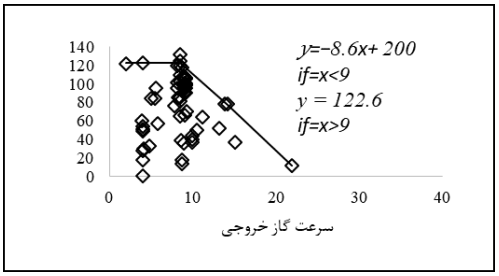
شکل ۳- برازش خط مرزی بین عامل هوای مازاد با قطر نازل انتخابی

شکل ٤- برازش خط مرزی بین عامل هوای مازاد با دمای گاز خروجی دودکش

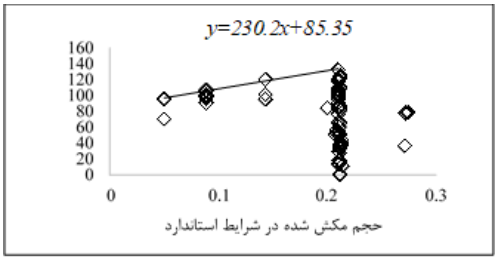
نمودار ۴ نشان می‌دهد که با افزایش دمای گاز خروجی دودکش، کاهش مقدار هوای مازاد دیده می‌شود که برای مقدار مازاد هوا به دلیل عدم پراکندگی داده‌ها تابعی برازش نشد.

1 Huang et al
2 Tasistro

نمودار ۵ نشان می‌دهد با افزایش سرعت گاز خروجی مقدار هوای مازاد کاهش پیدا کرد که تابع دو تکه‌ای بوده است و اگر if= x<۹ باشد خط نزولی است و از تابع $y= -8.6x+200$ پیروی می‌کند و اگر $if= x>9$ باشد خط ثابت و از تابع $Y= ۱۲۲/۶$ پیروی می‌کند.



شکل۵- برازش خط مرزی بین عامل هوای مازاد با سرعت گاز خروجی



شکل ٦- برازش خط مرزی بین عامل هوای مازاد با حجم مکش شده در شرایط استاندارد

نمودار ۶ با افزایش حجم مکش شده در شرایط استاندارد هوای مازاد افزایش پیدا کرد که این تابع یک تکه‌ای می‌باشد. باقی مانده پارامترهای موجود در دودکش‌ها فارغ از فاکتورهای اندازه‌گیری شده هوای آزاد می‌نامند که می‌تواند شامل آلاینده‌های مختلف باشد درنتیجه مقدار هوای آزاد نیز می‌تواند تأثیرگذار بر روی آلودگی هوا باشد. تابع بدست آمده برای نمودار ۶ بصورت $y=230.2x+85.356$ است.

۴- بحث

(محمدی و عجم،۱۳۹۸) به بررسی اثرات نسبت هوای اضافی و مکانیزم‌های احتراقی به طور هم زمان، بر روی دما و انتشار گونه‌ها در مشعل در محیط متخلخل با تغییر تخلخل پیوسته پرداختند و به این نتیجه رسیدند که به ازای نسبت هوای اضافی۱/۵، نتایج حاصل از مکانیزم‌های احتراقی، دقت یکسان در پیش‌بینی پروفیل دما و کسر جرمی گونه‌های اصلی را دارا هستند و بعد از آن نتایج ناشی از مکانیزم‌های احتراقی اختلاف کمی را برای مقادیر بیشتر نسبت هوای اضافی نشان می‌دهند. بیشترین اختلاف در نتایج برای حالت استوکیومتری نشان داده شد. (سجاد کوچکی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۷) با استفاده از آنالیز انرژی و اگزرژی، بهبود عملکرد بویلرهای پالایشگاه چهارم مجتمع گاز پارس جنوبی را مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر محفظه احتراق بویلرها، میزان درصد هوای اضافی بود و با تنظیم درصد هوای اضافی در محفظه احتراق بویلر پالایشگاه راندمان اگزرژی بویلر می‌تواند تا ۴۱/۴۶ درصد افزایش پیدا کند. (سلک و پیناربایی، ۲۰۱۹) به بررسی محصولات احتراق گاز طبیعی در انواع بارهای حرارتی مشعل و ضرایب هوای اضافی در یک سیستم مشعل–دیگ صنعتی پرداختند که یافته‌ها نشان می‌دهد، اگر چه بار حرارتی افزایش می‌یابد، اما میزان تغییر محصولات احتراق مانند NO_x، $O_۲$ و $CO_۲$ محدود باقی می‌ماند. از طرفی افزایش ضریب هوای مازاد بر این محصولات تأثیر قابل‌توجهی دارد. (یانگ[1] و همکاران،۲۰۱۸) در بررسی تجربی و نظری یک پمپ حرارتی جذبی کاملاً باز جدید که برای گرمایش منطقه‌ای با بازیابی گرمای اتلاف گاز دودکش اعمال می‌شود مشخص کردند که هوای بیش از حد می‌تواند میزان رطوبت در گاز دودکش را کاهش دهد، اما مقدار رطوبت تا زمانی که نرخ جریان سوخت ثابت باشد هرگز تغییر نمی‌کند و بنابراین آنتالپی نهفته پایدار است. با افزایش مقدار هوای تازه، سرعت جریان گاز دودکش افزایش می‌یابد. از این‌رو، آنتالپی کل گاز دودکش کاهش می‌یابد و منجر به کاهش آنتالپی معقول می‌شود. به عبارت دیگر، دمای گاز دودکش با افزایش ضریب هوای اضافی کاهش می‌یابد. (سینگ[2]،۲۰۱۶) در مطالعه خود عامل اصلی برگشت‌ناپذیری در بویلرها را، واکنش شیمیایی سوخت و هوا عنوان کرد و کاهش میزان هوای اضافی در محفظه احتراق و کاهش دمای گاز خروجی دودکش را به عنوان عامل تأثیرگذار بر اگزرژی محفظه احتراق بویلر معرفی کرد. (عارف و خسروشاهی،۱۳۹۴) با استفاده از تحلیل انرژی و اگزرژی بویلر نیروگاه تبریز به این نتیجه رسیدند که با کاهش ضریب هوای اضافی احتراق از ۰/۴تا ۰/۱۵، بازده انرژی و اگزرژی به ترتیب ۰/۴۹۷ درصد و ۰/۴۶ درصد افزایش یافتند و در مجموع، بازده انرژی و اگزرژی ۰/۹۵۷ درصد افزایش یافت. (عارف و خسروشاهی،۱۳۹۴) به بررسی کاهش مصرف سوخت با کاهش هوای اضافه مشعل پرداختند که به این نتیجه رسیدند که در مشعل‌ها با تنظیم نسبت سوخت و هوا، نه تنها در هزینه‌ها صرفه‌جویی می‌شود بلکه آلودگی محیطزیست هم به شدت کاهش می‌یابد. تنظیم نسبت سوخت و هوا فرآیندی است که باید در هر فصل دوباره تکرار شود چون تغییرات دمایی باعث به هم خوردن

1 Yang et al
2 Omendra Kumar Singh

نسبت‌های قبلی می‌شود. (نصر آزادانی و احمدی‌دانش،۱۳۹۱) در مقاله‌ای، سیکل نیروگاه پالایشگاه اصفهان با ظرفیت ۶۴ مگاوات مورد بررسی قرار دادند و با استفاده از معادلات بالانس جرم، انرژی و اگزرژی برای هر کدام از اجزای سیکل، بازده اگزرژی و درصد بازگشت‌ناپذیری محاسبه شد. که مشخص شد در این سیکل‌ها مهم‌ترین منبع تلفات اگزرژی، بویلر است که واکنش‌های شیمیایی در درون محفظه احتراق بویلر، سهم عمده‌ای در این تلفات را دارا می‌باشد، لذا به منظور کاهش این تلفات، کاهش میزان هوای اضافی ورودی به بویلر و افزایش دمای هوای ورودی به بویلر پیشنهاد می‌گردد. با توجه به مطالعات انجام گرفته، افزایش دمای آب تغذیه هم می‌تواند تأثیر به سزایی در کاهش تلفات اگزرژی بویلر و همچنین کل سیکل داشته باشد. (آدویک[1] و همکاران،۲۰۱۰) به مطالعه تجربی احتراق در یک محیط متخلخل برای مصارف خانگی پرداختند. آن‌ها نشان دادند که استفاده از مشعل متخلخل می‌تواند توان حرارتی NO_x را تا ۸ برابر مشعل‌های معمولی افزایش دهد و مقادیر Co را کاهش دهد. (راسن و تانگ[2]،۲۰۰۶) به تحلیل انرژی و اگزرژی جریان هوای مورد نیاز برای احتراق در نیروگاه سیکل بخار پرداخت. او به این نتیجه رسید که مؤثرترین جزء در تخریب اگزرژی در یک سیکل بخار، بویلر است. همچنین عامل اصلی در افزایش بویلر را پارامتر هوای اضافی معرفی کرد و با تغییرات درصد هوای اضافی افزایش قابل توجهی در راندمان بویلر ایجاد نمود.

۵- نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که میزان انتشار هوای مازاد با افزایش سطح مقطع دودکش افزایش پیدا می‌کند که با هم رابطه مستقیم دارند. با افزایش میزان رطوبت نسبی هوای مازاد کاهش پیدا کرده که بیانگر شرایط بهینه می‌باشد. با افزایش دمای گاز خروجی دودکش نیز کاهش هوای مازاد دیده می‌شود و نیز با افزایش سرعت گاز خروجی مقدار هوای مازاد کاهش پیدا کرد و در آخر با افزایش حجم مکش شده در شرایط استاندارد مقدار هوای مازاد با هم افزایش پیدا کرد. مقدار انتشار هوای مازاد در خروجی دودکش کوره ذوب به عواملی مانند گرمای خروجی، هوای پیش‌گرم، سرعت اشتعال، نوع سوخت و رقیق‌سازی بستگی دارند که معمولاً هیچ کدام از این عوامل کنترل نمی‌شود، بنابراین جلوگیری از هدر رفت انرژی و رسیدن به بالاترین بازدهی مستلزم مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب می‌باشد که روش آنالیز خط مرزی یک روش مناسب در جهت رسیدن به هدف است.

تشکر و قدردانی

از همکاری مسئولین محترم آزمایشگاه محیط‌زیست دانشگاه آزاد اصفهان واحد خوراسگان که ما را در انجام این مطالعه یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

۱. ابدی محمدتقی، ایرانی محمد، توسلی احمد، (۱۳۹۶)، «استفاده از گاز فلر برای تولید سوخت مایع و جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست (مطالعه موردی: پالایشگاه سوم-فازهای ۴ و ۵ پارس جنوبی)»، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۲۲، شماره ۶، صص ۶۱-۷۲.

۲. ابوالحسنی محمدهادی، صنعتی‌نیا بهزاد، چمنی عاطفه، (۱۳۹۹)، «بررسی فاکتورهای موثر در میزان تولید CO2 در واحدهای صنعتی استان اصفهان با کاربرد آنالیز خط مرزی»، فصلنامه علوم محیطی، دوره ۱۸، شماره ۱، صص ۴۵-۵۶.

۳. برقی‌اسکویی محمدمهدی، یاوری کاظم، (۱۳۸۶)، «سیاست‌های زیست‌محیطی، مکان‌یابی صنایع و الگوی تجاری (آزمون فرضیه PHH در ایران)»، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، دوره ۱۱، شماره ۴۲، صص ۱-۲۸.

۴. پیردشتی همت‌اله، آقایی‌پور نیلوفر، زواره محسن، اسدی حسین، بهمنیار محمدعلی، (۱۳۹۸)، «تعیین مدل مناسب در تجزیه و تحلیل خلا عملکرد برنج (oryza sativa L.) در استان گیلان با روش آنالیز خط مرزی»، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، دوره ۱۱، شماره ۱، صص ۳۲۱-۳۳۴.

۵. سخایی‌نیا حسین، تورنگی محمد علی، قره‌خانی عبداحمید، (۱۳۹۴)، «تخمین هوای اضافی سوخت (گازی) جایگزین با هدف تولد دمای متناسب با سوخت مایع در کوره‌های دوار»، فصلنامه تخصصی علمی ترویجی، شماره ۵۱، صص ۸۶-۹۵.

۶. کوچکی‌نیا سجاد، دیمی‌دشت‌بیاض مهدی، گلناری‌اردکانی عباس، (۱۳۹۷)، «بهبود عملکرد بویلرهای پالایشگاه چهارم مجتمع گاز پارس جنوبی به کمک تحلیل انرژی و اگزرژی»، نشریهٔ پژوهشی مهندسی مکانیک ایران، دوره ۲۰، شماره ۲، صص ۷۲-۹۱.

1 Advik
2 Rosen and Tang

۷. گل‌خندان ابوالقاسم، معظمی‌نژاد فاطمه، (۱۳۹۹)، «تاثیر رشد اقتصادی، جمعیت، مصرف انرژی و تجارت بر کیفیت محیط-زیست درکشورهای منطقه منا»، پژوهش‌های محیط‌زیست، دوره ۱۱، شماره ۲۱، صص ۱۵۷-۶۸
۸. عارف‌دهقانی سجاد، رستم‌زاده‌خسروشاهی علیرضا، (۱۳۹۴)، «تحلیل انرژی و اگزرژی نیروگاه حرارتی تبریز»، نشریه انرژی ایران، دوره ۱۸، شماره ۳، صص ۱۲۳-۱۴۴.
۹. محمدی ایمان، عجم حسین، (۱۳۹۸)، «ارزیابی مدل‌های احتراقی در احتراق محیط متخلخل با نسبت هوای اضافی مختلف»، نشریه مهندسی مکانیک امیرکبیر، دوره ۵۳، شماره ۱، صص ۶۵-۸۰.
۱۰. نصرآزادانی سید حسین، احمدی‌دانش حسین، (۱۳۹۰)، « تحلیل انرژی و اگزرژی نیروگاه بخار پالایشگاه اصفهان»، مهندسی و مدیریت انرژی. دوره ۲، شماره ۲، صص ۲۸-۳۹.
11. Avdic, F., Adzic, M., Durst, F. (2010). Small Scale Porous Medium Combustion System for Heat Production in Households, Applied Energy, 87(7) .pp. 2148-2155.
12. Cellek, M., Pinarbasi, A. (2019). Effects of Thermal Load and Excess Air Coefficient on Combustion Products in A Natural gas-fired Burner-Boiler, 5TH International Conference on Advances in Mechanical Engineering, 17-19, December, Istanbul.
13. Huang, X., Wang, L., Yang, L., Kravchenko, A. N. (2008). Management effects on relationships of crop yields with topography represented by wetness index and precipitation, Agronomy Journal, 100(5) .pp. 1463-1471.
14. Kristinsson, H., Lang, S. (2011). Boiler Control Improving Efficiency of Boiler Systems, Division of Industrial Electrical Engineering and Automation Faculty of Engineering, Lund University, pp. 15-77.
15. Rosen, M. A., Tang, R. (2006). Effect of Altering Combustion Air Flow on a Steam Power Plant: Energy and Exergy Analysis, International Journal of Energy Research, 31(9) .pp. 219-231.
16. Saidur, R., Ahamed, J. U., Masjuki, H. H. (2010). Energy, exergy and economic analysis of industrial boilers, Energy policy, 38(5) .pp. 2188-2197.
17. Singh, O. K. (2016). Assessment of thermodynamic irreversibility in different zones of a heavy fuel oil fired high pressure boiler, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 123(1) .pp. 829-840.
18. Tasistro, A. (2012). Use of boundary lines in field diagnosis and research for Mexican farmers, Better Crops Plant Food, 96 .pp.11-13.
19. Yang, B., Jiang, Y., Fu, L., Zhang, S. (2018). Experimental and theoretical investigation of a novel full-open absorption heat pump applied to district heating by recovering waste heat of flue gas, Energy and Buildings, 173. pp. 45-57.