

ارزیابی کیفیت هوای ورودی به توربین های گازی دریک نیروگاه

فریده گلبابایی^{۱*} - صابر مرادی حنیفی^۲ - حمید حسنی^۳ - حمید شیرخانلو^۴ - سید مصطفی حسینی^۵

fgolbabaei@tums.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۶

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱۴

چکیده

مقدمه: آلاینده های موجود در هوای ورودی به توربین های گازی سبب سایش ، خوردگی ، بسته شدن مجاری سرمایه‌ش و در نهایت منجر به کاهش توان و بازدهی توربین و زیان اقتصادی قابل ملاحظه می شوند. لذا پایش هوای ورودی به منظور انتخاب سیستم فیلتراسیون صحیح و ارزیابی وضعیت فیلتراسیون هوای ورودی به توربین ضروری است. بدین جهت این مطالعه با هدف ارزیابی کیفیت هوای ورودی به توربین های گازی دریک نیروگاه گازی در تهران - ایران به اجرا درآمد.

روش کار: در این مطالعه مقطعی غلظت آلاینده های هوای ورودی به توربین های گازی فیات ، آسک ، هیتاچی و میتسوبیشی یک نیروگاه گازی در نیمه دوم فصل بهار ارزیابی شد. بدین منظور ۱۲ سری نمونه با استفاده از دستگاه نمونه بردار کاسکید ایمپکتور هشت مرحله ای مدل AN-200 ساخت کارخانه OGAWA ژاپن با فیلتر های استرسلولزی جمع آوری شد سپس با استفاده از روش گراویمتری، میزان تراکم ذرات در ردیف های مختلف اندازه سنجش و با استفاده از دستگاه جذب اتمی تراکم هشت عنصر سدیم، پتاسیم ، سرب، جیوه، روی، آلومینیوم، مس و کادمیوم سنجش و داده ها با نرم افزار SPSS16 تحلیل شد.

یافته ها: نتایج این بررسی نشان داد متوسط غلظت گردو غبار با قطر آئرو دینامیکی کوچکتر از ۴/۷ میکرون برای ورودی واحد آسک حدود ۶۴ درصد ، واحد فیات ۶۶ درصد ، واحد هیتاچی ۶۰ درصد، واحد میتسوبیشی ۶۷ درصد، و در مجموع ۶۴/۲۵ درصد می باشد. همچنین تراکم عناصر موجود در هوا مانند سدیم، پتاسیم، مس، جیوه، کادمیوم، سرب و آلومینیوم در ذرات کوچکتر از ۴/۷ میکرون بیشتر از ذرات بزرگتر از ۵ میکرون برآورد گردید. مقایسه میانگین تراکم های به دست آمده در ورودی های توربین گازی نشان داد که اختلاف معناداری بین مقادیر به دست آمده در واحد فیات و هیتاچی وجود ندارد ($P > 0/05$) اما مقایسه میانگین تراکم در سایر واحدها اختلاف معناداری با یکدیگر نشان داد ($P < 0/05$).

نتیجه گیری: با توجه به توزیع جرمی ذرات بر حسب ردیف های مختلف اندازه مشاهده می گردد که غلظت ذرات کوچکتر از ۴/۷ میکرون بیشترین تراکم ذرات را به خود اختصاص داده است. این ذرات قادرند به پره های توربین ها آسیب رسانند، به ویژه آن که تراکم عناصر سدیم و پتاسیم که از عناصر خورنده می باشند نیز در این ردیف بیشترین تراکم (۲۰۰ میکروگرم بر متر مکعب) را به خود اختصاص داده است. بنابراین باید در انتخاب سیستم فیلتراسیون در ورودی توربین های گازی این مساله مورد توجه قرار گیرد

کلمات کلیدی: ورودی توربین گازی، گردوغبار، کاسکید ایمپکتور، توزیع اندازه ذرات، عناصر خورنده

۱- استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲- کارشناس ارشد گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۳- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۴- استادیار پژوهشکده سلامت صنعت نفت

۵- استاد گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

مقدمه

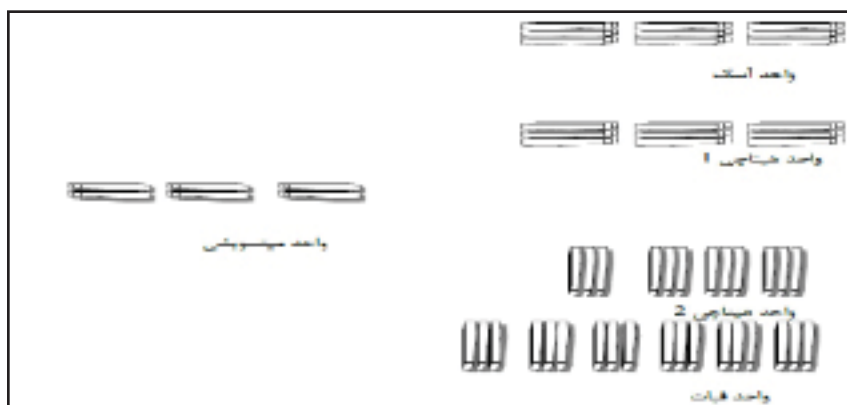
امروزه با پیشرفت روز افزون علم و تکنولوژی و رو به زوال رفتن منابع انرژی تجدید ناپذیر، استفاده بهینه از انرژی جایگاه ویژه ای یافته است. از مهمترین انرژی ها انرژی الکتریکی است که بی تردید نقش تعیین کننده ای در صنعت جهان دارد. توربین های گازی به ویژه در کشور ایران یکی از مهم ترین منابع تولید انرژی الکتریکی است. از جمله عواملی که عملکرد توربین های گازی را تحت تاثیر قرار می دهد، ذرات موجود در هوای ورودی به آنها است که تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است. منابع گرد و غبار و آئروسول ها در هوای ورودی بسیار گوناگون می باشد. دانه های میکروسکوپی شن که از مناطق کویری منتقل می شوند، ذرات پوسیده گیاهان و حیوانات، ذرات مختلف حاصل از سوختن ناقص مواد که از دودکش کارخانجات بیرون می آیند و ذرات نمک حاصل از تبخیر آب دریا ها منابع اصلی این گرد و غبار می باشند. یکی از مهم ترین مناطق، مناطق خشک و کویری و مناطق صحرایی است که با انتقال دانه های میکروسکوپی شن و ماسه و ذرات نمک با قطر بیش از $0/3$ میکرون به داخل جو باعث آلودگی هوا و محیط زیست می گردند. (Ghiasuddin, 1381) مقدار متوسط گرد و غبار در شهرها حدود $0/5$ میلی گرم بر متر مکعب و در مناطق غیر شهری تا $0/2$ میلی گرم بر متر مکعب برآورد گردیده است (Bayat et al., 1381). چسبیدن اجسام ریز بر روی پره های کمپرسور و توربین گاز مهم ترین دلیل کثیفی، سایش و خوردگی پره ها است. (Loud et al., 1991) با افزایش ضخامت لایه های ذرات معلق در هوا که بر روی پره ها می چسبند، راهگاه آیرودینامیک میان پره ها دچار گرفتگی می شوند که کاهش راندمان

توربین گاز را به همراه دارد. (Loud et al., 1991) از طرفی دیگر به دلیل ماهیت چسبناک بعضی از مواد معلق در هوا، مواد و ذرات ریز از فیلتر گذشته و وارد راهگاه های بسیار ریز و نازک که برای خنک کردن پره ها ایجاد شده، می شوند و باعث گرفتگی آنها خواهد شد. نتیجه این عمل افزایش دمای پره و افت فشار بالا در جریان هوای خنک کن است که هر دوی این عوامل بر روی توربین گاز، اثرات منفی دارند (Loud et al., 1991). بنابراین و با توجه به موارد ذکر شده ارزیابی غلظت ذرات ورودی به توربین گازی، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. براساس مطالعات انجام شده در ایران تحقیقات چندانی بر روی این موضوع صورت نگرفته است. لذا این پروژه با هدف ارزیابی کیفیت هوای ورودی به توربین های گازی یک نیروگاه طراحی و به اجرا در آمده است.

روش کار

این مطالعه از نوع مطالعات مقطعی، توصیفی - تحلیلی است که در یک نیروگاه، واقع در شهر ری کیلومتر ۷ شهر تهران انجام شده است. در جوار این نیروگاه که از نیروگاه های قدیمی کشور است، بافت مسکونی، تاسیسات یک پالایشگاه نفت و زمین های کشاورزی قرار دارد. در این نیروگاه چهار نوع توربین شامل توربین های آسک ۱۲ عدد، فیات ۸ عدد، هیتاچی ۱۲ عدد و میتسوبیشی ۴ عدد نصب گردیده اند (جمعا ۳۶ توربین). این تحقیق طی مراحل زیر انجام شد:

- گرد آوری اطلاعات پایه در مورد آلاینده ها و موقعیت قرارگیری توربین گازی نیروگاه، مشخصات تاسیسات اطراف سایت نیروگاه
- نمونه برداری از هوای ورودی به



شکل ۱: شمای ورودی های توربین های گازی نیروگاه مورد مطالعه (جهت باد ۲۷۰ درجه جنوب شرقی)

هشت مرحله ای مدل آندرسون ساخت کمپانی OGAWA انجام گرفت. کالیبراسیون پمپ کاسکید ایمپکتور روزانه انجام می گرفت. بعد از توزین ذرات به روش گراویمتری، تراکم عناصر خورنده شامل سدیم، پتاسیم و فلزات سرب، روی، جیوه، کادمیوم، مس و آلومینیوم در نمونه های جمع آوری شده، با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله مدل GBC/9002/PLUS ساخت استرالیا - انگلیس و براساس روش NAIOSH 7600 سنجش گردید. لازم به یادآوری است که انتخاب فلزات مذکور جهت بررسی و تعیین مقدار به دلیل وجود پالایشگاه نفت، بافت مزروعی و مسکونی در جوار این نیروگاه بوده است. در نهایت داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS16 مورد تحلیل قرار گرفتند.

یافته ها

تراکم ذرات در اندازه های مختلف در ورودی های چهار توربین گازی فلیات، هیلتاچی، آسک و میتسوبیشی در جدول (۱) و همچنین نمایش درصد فراوانی تجمعی ذرات در شکل

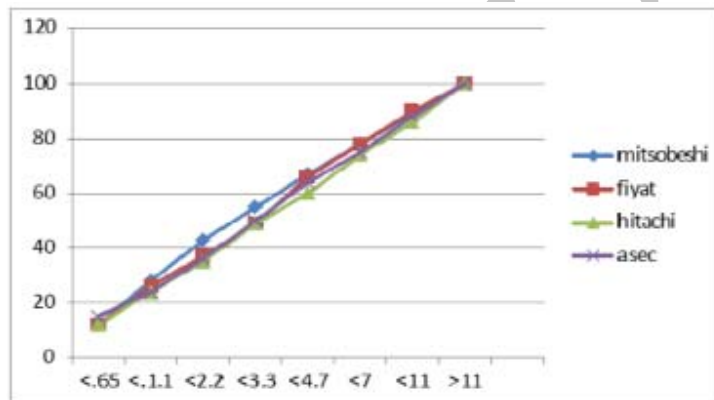
توربین های گازی ساخت کمپانی های مختلف

- تعیین تراکم هشت عنصر در نمونه های مورد نظر
- جمع آوری داده ها و تجزیه و تحلیل آماری آنها

اطلاعات در مرحله اول از طریق پرسش نامه ترجمه شده استاندارد (Loud et al., 1991)، جمع آوری گردید. اطلاعات عمده شامل جهت باد و مشخصات محیط اطراف نیروگاه بود. سپس از هر یک از انواع توربین های موجود ۳ عدد برای نمونه برداری انتخاب و جمعا ۱۲ سری نمونه گرفته شد. مدت زمان لازم برای هر نمونه برداری بر اساس پیش آزمون های انجام شده ۹۰ دقیقه بوده. اندازه گیری ها در نیمه دوم فصل بهار انجام گردید. چیدمان توربین های انتخابی در شکل (۱) نمایش داده شده است. عمل نمونه برداری از هوا در نقاط مختلف دهانه ورودی به منظور تعیین توزیع جرمی ذرات در اندازه های مختلف بر اساس توصیه های انجمن بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) انجام گرفت (OGAWACO, 1988). نمونه برداری توسط دستگاه کاسکید ایمپکتور

جدول ۱: میانگین تراکم گردو غبار بر حسب میلی گرم بر متر مکعب در اندازه‌های مختلف در ورودی توربین‌های مورد مطالعه

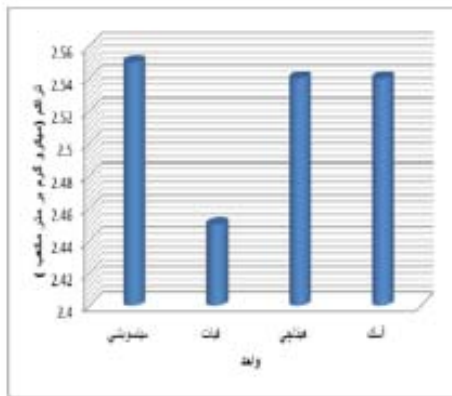
اندازه توربین	ردیف اندازه (میکرون)						
	>۱۱	۷-۱۱	۴/۷-۷	۳/۳-۴/۷	۲/۲-۳/۳	۱/۱-۲/۲	۰/۶۵-۱/۱
میتسوبیشی	۸/۳۶± ۳/۳۳	۸/۸۳± ۳/۲۱	۸/۲۷± ۵/۳۹	۸/۹۲± ۳/۳۲	۹/۷۳± ۵/۲۸	۱۱/۲۶± ۳/۱۳	۱۲/۰۹± ۳/۸۱
فیات	۹/۶۱± ۳/۷۱	۱۱/۵۳± ۳/۲۷	۱۱/۸۳± ۱/۶۱	۱۵/۸± ۶/۰۵	۱۱/۷۶± ۷/۶۰	۱۱/۰۳± ۵/۳۸	۱۲/۲۸± ۷/۵۸
هیتاچی	۱۳/۹۲± ۳/۶۹	۱۲/۶۳± ۳/۳۳	۱۳/۶۹± ۲/۸۰	۱۱/۹۹± ۳/۸۷	۱۳/۵۵± ۲/۹۶	۱۱/۳۳± ۳/۲۸	۱۱/۸۶± ۳/۵۲
آسک	۱۴/۶۳± ۵/۱۲	۱۵/۸۶± ۵/۶۴	۱۳/۰۶± ۱/۵۸	۱۸/۱۶± ۳/۳۳	۱۷/۳۳± ۵/۵۰	۱۳/۵۵± ۱/۲۶	۱۱/۶۶± ۱/۹۵
کل	۳۶/۶۲ ۳/۲	۴۸/۸۷ ۳/۶۱	۴۶/۸۵ ۲/۸۷	۵۴/۸۸ ۲/۲۰	۵۲/۲۷ ۵/۲۰	۳۷/۲۶ ۳/۳۳	۳۸/۹۹ ۲/۲۱



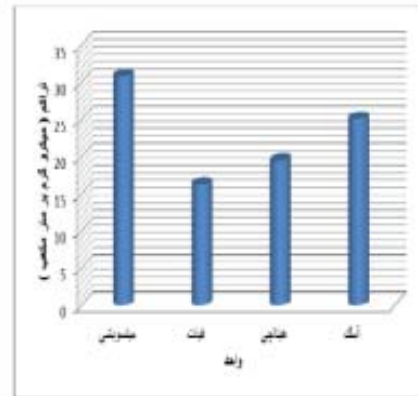
شکل ۲: منحنی درصد فراوانی تجمعی برای چهار نوع توربین بر اساس میانگین‌ها

ذرات با اندازه $4/7 - 3/3$ میکرون بر آورد گردید. نتایج میانگین تراکم‌های به‌دست آمده در ورودی‌های توربین‌های مورد مطالعه بر اساس آزمون تی جفتی نشان داد که اختلاف معناداری بین میانگین تراکم‌های به‌دست آمده در ورودی‌های واحد فیات با مقادیر به‌دست آمده در ورودی‌های واحد هیتاچی وجود ندارد ($P < 0.05$). اما مقایسه میانگین تراکم در سایر واحدها نشان داد میان مقادیر تراکم ذرات ورودی به سایر توربین‌ها تفاوت معناداری وجود دارد ($P > 0.05$).

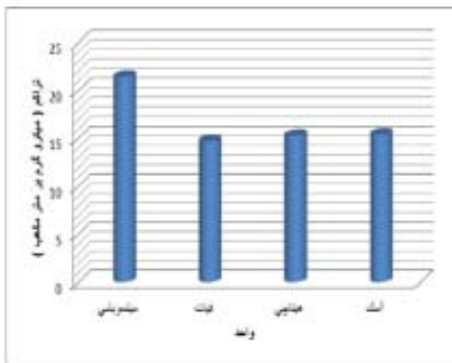
(۲) نشان داده شده است. بر اساس داده‌های این جدول در واحد میتسوبیشی حداکثر تراکم معادل $12/09$ میلی‌گرم بر متر مکعب برای ذرات با ردیف اندازه $0/65 - 1/1$ میکرون، در واحد آسک حداکثر تراکم معادل $18/38$ میلی‌گرم بر متر مکعب برای ذرات با اندازه کوچکتر از $0/65$ میکرون، در واحد هیتاچی حداکثر تراکم معادل $16/12$ میلی‌گرم بر متر مکعب برای ذرات با اندازه کوچکتر از $0/65$ میکرون، در واحد فیات حداکثر تراکم معادل $15/8$ میلی‌گرم بر متر مکعب برای



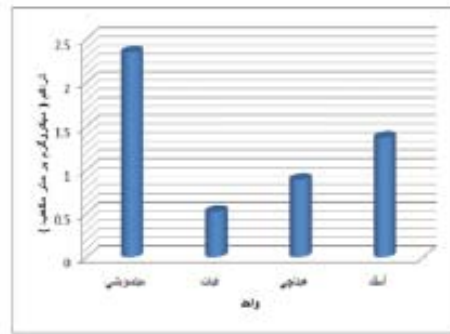
C: میانگین تراکم روی در ورودی های توربین های چهار گانه



H: میانگین تراکم جیوه در ورودی های توربین های چهار گانه



D: میانگین تراکم آلومینیوم در ورودی های توربین های چهار گانه

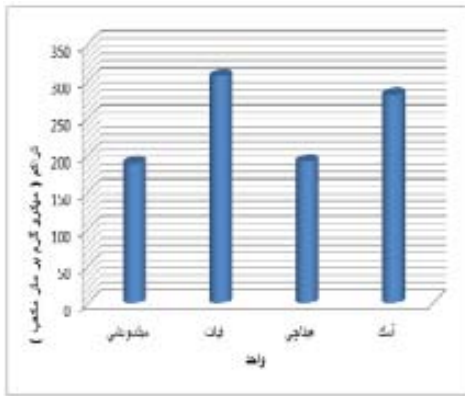


B: میانگین تراکم کادمیوم در ورودی های توربین های چهار گانه

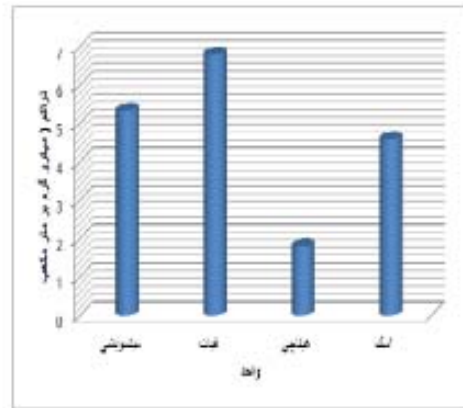
شکل ۳: میانگین تراکم فلزات در ورودی های گازی

کادمیوم، جیوه، مس، آلومینیوم و روی در ذرات کوچکتر از $4/7$ میکرون به ترتیب: $199/1$ ، $127/4$ ، $3/1$ ، $0/77$ ، $17/1$ ، 3 ، $8/93$ ، $0/51$ میکروگرم بر متر مکعب و برای ذرات بزرگتر از 5 میکرون به ترتیب 64 ، $29/4$ ، $1/08$ ، $0/36$ ، $6/3$ ، $1/26$ ، $7/3$ ، $0/9$ میکروگرم بر متر مکعب می باشد. شکل (۴) تراکم سدیم و پتاسیم برای چهار نوع توربین در ذرات کوچکتر از $4/7$ و بزرگتر از $4/7$ میکرون را نشان می دهد. لذا با توجه به وجود این نوع ذرات و اندازه آنها می توان در مورد خوردگی ذرات در هوای ورودی بحث کرد.

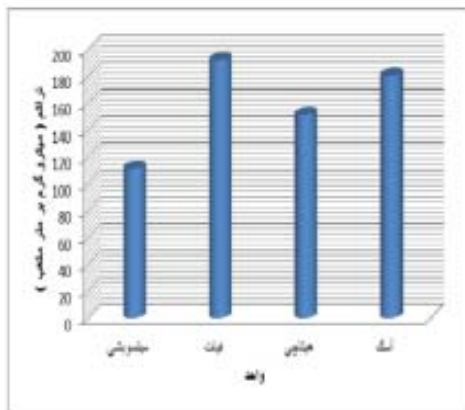
از آنجا که صرفاً بر اساس وجود ذرات و قطر آنها نمی توان در خصوص آسیب احتمالی به توربین اظهار نظر قطعی نمود، لذا عناصر متشکله آن مورد سنجش قرار گرفت که نتایج آن در شکل (۳) نشان داده شده است. داده های جدول حاکی از آن است که بیشترین تراکم عناصر خورنده شامل سدیم و پتاسیم در ذرات کوچکتر از $4/7$ میکرون و به ترتیب برابر $255/1 \pm 5/6$ و $156/8 \pm 4/2$ میکرون میکروگرم بر متر مکعب سنجش گردید. داده های این جدول نشان می دهد که بیشترین تراکم فلزات سدیم، پتاسیم، سرب،



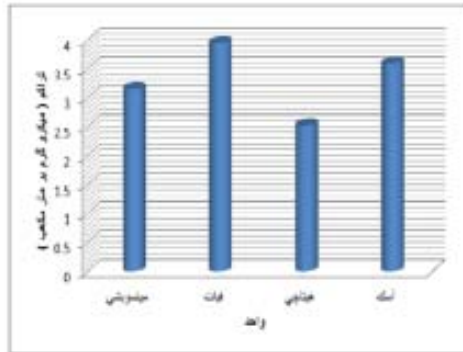
f: میانگین تراکم بناسیم در ورودی‌های توربین‌های چهار گانه



e: میانگین تراکم سرب در ورودی‌های توربین‌های چهار گانه



h: میانگین تراکم سدیم در ورودی‌های توربین‌های چهار گانه



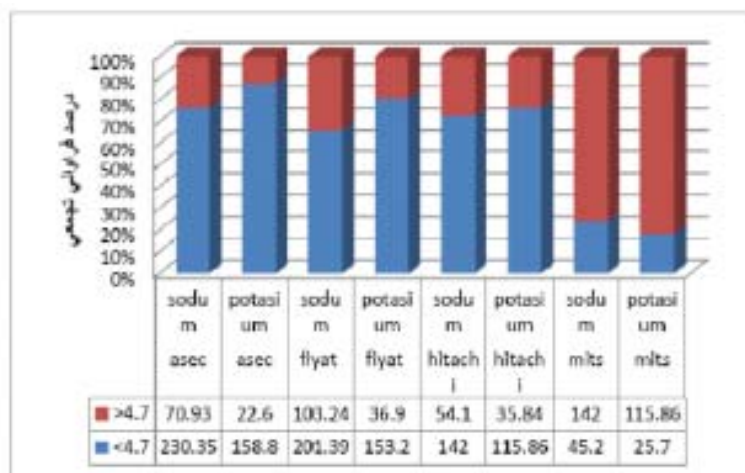
g: میانگین تراکم مس در ورودی‌های توربین‌های چهار گانه

ادامه شکل ۳: میانگین تراکم فلزات در ورودی‌های توربین‌های گازی

سبب آسیب به توربین‌ها مثل خوردگی و سایش شود. لذا به منظور حفاظت از آنها لازم است باتوجه به کیفیت هوای ورودی، فیلتراسیون اختصاصی در دهانه توربین‌ها صورت گیرد. اولین قدم در این راه، ارزیابی کیفیت هوای ورودی به توربین‌هاست. در این مطالعه یک نیروگاه گازی واقع در کیلومتر ۷ تهران-ایران، که در آن چهار نوع توربین شامل توربین‌های ساخت کمپانی‌های فیات، هیتاچی، آسک و میتسوبیشی انتخاب و کیفیت هوای ورودی به آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که ذرات با قطر کوچکتر از ۴/۷

بحث و نتیجه گیری

با توجه به تغییر الگوی زندگی، نیاز به انرژی الکتریکی روز به روز فزونی می‌یابد. یکی از روش‌های تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز، تاسیس نیروگاه‌ها در مناطق مختلف کشور می‌باشد. با توجه به اقلیم وسیع و متنوع و نیز تنوع کیفیت هوا در مناطق مختلف کشور ایران از یک طرف و استقرار نیروگاه‌ها در مناطق مختلف کشور از طرف دیگر، کیفیت هوای ورودی به توربین‌ها در نیروگاه‌ها بسیار متفاوت است. هوای ورودی به توربین‌ها ممکن است به دلیل وجود ذرات در آن،



شکل ۴: نمایش تراکم سدیم و پتاسیم بر حسب میکروگرم بر متر مکعب برای چهار نوع توربین در ذرات کوچک تر از ۴/۷ و بزرگ تر از ۴/۷ میکرون

نشان داد میان مقادیر تراکم ذرات ورودی به سایر توربین ها تفاوت معنا داری وجود دارد ($P < 0.05$). شاید بتوان این گونه اظهار نظر کرد با توجه به این که ورودی های این واحدها در یک جهت نیستند (در جهات غرب و شرق)، همچنین با توجه به جهت باد غالب ۲۷۰ (جنوب شرقی) و فاصله زیاد این واحدها، وجود خیابان میان واحدها، حرکت خودروها در مقایسه با دو واحد فیات و هیتاچی توزیع تراکم ذرات یکسان نمی باشد. با توجه به موقعیت قرارگیری نیروگاه مورد مطالعه و فعالیت های صنعتی پیرامون آن (پالایشگاه نفت) و زمین های زراعی، بخش مسکونی و تردد ها، پیش بینی می شود توزیع ذرات و تراکم مربوطه در شیفت صبح که شیفت مورد مطالعه در این پژوهش بوده بیشترین مقدار باشد و با فرض ثابت بودن این مقدار در کل شبانه روز برای کسب اطمینان بالاتر، می توان نمونه های گرفته شده را با مقادیر ۲۴ ساعته تراکم مقایسه کرد، مقایسه میانگین غلظت ۲۴ ساعته ذرات معلق با استاندارد اولیه برای هوای

میکرون در تمام واحدها با میانگین تراکم $\pm 3/21$ میکروگرم بر متر مکعب بیشترین مقدار ذرات هوای ورودی به توربین را به خود اختصاص می دهند.

نتایج میانگین تراکم های به دست آمده در ورودی های مختلف توربین های گازی (آزمون تی جفتی) نشان داد که اختلاف معناداری بین میانگین تراکم های به دست آمده در ورودی های واحد فیات با مقادیر حاصل در ورودی های واحد هیتاچی وجود ندارد ($P < 0.05/0$). در خصوص یکسان بودن بار آلودگی در ورودی واحد های فیات و هیتاچی شاید بتوان گفت همان گونه که در شکل (۱) مشاهده می گردد، ورودی های توربین های این دو واحد در یک جهت (جهت جنوب) قرار گرفته اند، و نیز فاصله میان این دو واحد بسیار کم می باشد در واقع می توان چنین استنتاج نمود که در هر دو ورودی فیات و هیتاچی، جریان ورودی یکسان می باشد. لذا تفاوتی میان بار آلودگی وارده به هر دو توربین مذکور وجود ندارد.

اما مقایسه میانگین تراکم در سایر واحدها

مکعب اندازه گیری شد. (Markaze Tahghigh- ate Niro 1379; 1380) این مقادیر به ترتیب در خصوص سدیم و پتاسیم در این مطالعه پس از گذشت ۹ سال $۲۵۵/۱ \pm ۵/۶$ و $۴/۲ \pm ۱۵۶/۸$ میکروگرم بر متر مکعب تعیین گردیده است. این افزایش شاید به دلیل افزایش بار آلودگی هوای شهر تهران و همچنین توسعه پالایشگاه نفت باشد. همان‌طور که دیده شد غلظت عناصر مورد سنجش برای ذرات با اندازه کوچکتر از $۴/۷$ میکرون برای تمام عناصر به استثنای فلز روی بیشتر از ذرات با اندازه بزرگتر از ۵ میکرون می‌باشد. در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۸۱ توسط آقای احمد علی اصغری مقدم و همکاران در نیروگاه کنارک انجام گرفت، نشان داده شد که غلظت سدیم و پتاسیم در ذرات کوچکتر از ۵ میکرون بیشترین مقدار را دارا است. این نتایج با مقادیر به دست آمده در مطالعه حاضر همخوانی دارد، این همخوانی شاید به دلیل قرار گیری نیروگاه مورد مطالعه در محیطی تقریباً مشابه با محل قرار گیری نیروگاه کنارک باشد. (Asghari Moghadam, 1381) همچنین وجود سایر فلزات در هوای ورودی به توربین های گازی به دلیل همجواری با پالایشگاه تهران و خروجی دودکش‌های آن به ویژه واحد SRP می‌باشد.

لازم به ذکر است با توجه مطالعات انجام شده ترکم ذرات تاثیر چندانی بر روی میزان سایش اجزای توربین های گازی ندارند، بلکه فرایند سایش بستگی به اندازه ذرات، مورفولوژی و سرعت برخورد آنها به پره دارد (Hasan et al., 1392).

بنابر این با توجه به اینکه ذرات با قطر

پاک ارایه شده توسط سازمان بهداشت جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست که حد اکثر غلظت ۲۴ ساعته را ۲۶۰ میکرو گرم در متر مکعب (Sazmane Hefazate Mohite zist, 1387) (نباید بیش از یک بار در سال اتفاق بیافتد) در نظر گرفته است، نشان دهنده این واقعیت است که غلظت ذرات در هوای ورودی به توربین گازی قابل توجه بوده، و به طور کلی در ۱۲ سری نمونه برداری (کل نمونه ها) که به منظور تعیین تراکم ذرات در هوای ورودی به توربین گازی در نیروگاه مورد مطالعه انجام گردید، در تمام آن‌ها غلظت ذرات فراتر از حد مجاز و استاندارد زیست محیطی (۲۶۰ میکرو گرم بر متر مکعب) بوده است. در مطالعه‌ای که در سال ۱۹۹۳ توسط آقای Thomas Schroth انجام گرفت، نتایج حاکی از آن بود که ذرات با قطر کم‌تر از $۴/۷$ میکرون مهم‌ترین پارامتر در سایش و خوردگی توربین های گازی و کمپرسور می‌باشد. با توجه به این‌که در مطالعه حاضر ذرات با قطر کمتر از ۵ میکرون بیشترین تراکم را دارند، بنابراین می‌توانند روی پره های توربین بسیار تاثیر گذار باشند (Schroth, 1993) با مروری بر نتایج به دست آمده از آنالیز نمونه ها مشخص می‌شود در هوای ورودی به توربین گازی فلزاتی مثل آلومینیوم، سدیم، پتاسیم، کادمیوم، سرب، جیوه وجود دارد، که از میان این عناصر بیش ترین میزان تراکم مربوط به فلزات خورنده سدیم و پتاسیم می‌باشد. در مطالعه ای که در سال ۱۳۸۱ توسط شرکت متن انجام شد، میزان تراکم پتاسیم در هوای ورودی به توربین گازی در نیروگاه مورد مطالعه $۱/۳۶۳۶ \pm ۱/۱۹$ و میزان تراکم سدیم $۰/۴۲۴۳ \pm ۰/۸۸$ نانو گرم بر متر

- Gheteate Dagh Torbinhaie Gazi Konarak, 1381
- American conference of governmental Industrial Hygienists particl size selective sampeling in the workplace - report to ACGIH Technical committee on Air sampeling procedure ACGIH USA – A 1985
- Bayat . D, Alipoor .Ch Abadi Biaban Abadanie Iran, Chape Chaharom ,EntesharatePoneh ,1381
- Ghias uddin .M, Alodegie hava, Chape Chaharom ,Tehran, Entesharate Daneshgahe Olompez-eshkieTehran, 1381, 4-5
- Instruction manual for cascade Impactor OSK 8891 . OGAWACO . LTD
- K E.Hasan & S .Morteza Baresi elate shekaste prreh turbine kam pheshar dar yek vahed niroogahi dakhel keshvar1392
- Porojeh Tarahi Sakhat ya Behinesazi Filterhaie Torbinhaie Gazi ba Tavajoh be Havaie Mantaghie Esteghrrar 18 Nirogahe Gazi Keshvar dar 7 Ostan Markaze Tahghighate Niro 1379 – 1380
- Qin Y , Oduyemi K , Atmospheric aerosol source identification to air pollution in Dundee , Atmos Environ 2003 : 809 -1799
- R .L . Loud & A .A . Slaterpryce.”Gas turbine Inlet Air Treatment “ , GE Report No GER – 3419A , 1991
- Sari abasi .E , Alayandeha Behdasht va Stand-

کوچکتر از ۴/۷ میکرون هم از نظر تراکم کلی و هم از نظر نوع و ماهیت شیمیایی ذرات خورنده ، بالاترین تراکم را دارند، باید سیستم فیلتراسیون مناسب با توجه به این ویژگی و بر اساس ذرات کوچکتر از ۵ میکرون انتخاب و استفاده گردد. چرا که ذرات بزرگتر از ۵ میکرون به راحتی توسط سیستم فیلتراسیون حذف شده اما ذرات کوچکتر از ۵ میکرون باعث سایش و تغییر شکل پره های کمپرسور شده و در نهایت باعث کاهش راندمان کمپرسور و توربین گازی می شوند. با توجه به اینکه هوای ورودی به توربین گازی حاوی ذراتی با اندازه های مختلف می باشد بنابراین بهتر است از فیلترهایی استفاده کرد که حاوی لایه های هستند که ذرات با سایزهای مختلف در زمان های متفاوت در آنها به دام می افتند. همچنین به دلیل وجود ذرات خورنده در هوا توصیه می شود از فیلترهایی از جنس مقاوم به این نوع از ذرات مانند کتان و پلی استر استفاده شود. بررسی دوره ای قاب فیلترها به منظور تعویض به موقع جهت جلوگیری از نشتی هوا، ایجاد فضای سبز مناسب اقدامات مقرون به صرفه ای جهت کاهش خسارت وارده به توربین های گازی خواهند بود.

تشکر و قدردانی

تیم تحقیق از همکاری های مسولین محترم نیروگاه ری در اجرای پروژه صمیمانه قدردانی می نماید.

منابع

- Ali asghari moghadam.A, kiani.R, rakhshanimeher, TasireShraieteEghlimibarTakhribeZodhengame

Sonntag R.E , Borgnakke C ,Van Wylene G.I, Fundamental of Thermodynamics, Fifth Edition , JohnWiley & Son, INC 1998

T. Schroth, Customized Filter Concepts for intake Air Filtration In Gas Turbine &Turbocompressores Series Viledon, 1993

ard dar Mohite zist, Chap Aval ,Entesharate Naghshe mehrer, Zemestane 1381

Sazmane Hefazate Mohite zist, Zavabet va Standardhaie Zist mohitie, Tehran, Enteshare Sazmane Hefazate Mohite zist, 1387

Archive of SID

Evaluation of the quality of gas turbine inlets in a gas power plant

F. Golbabaei^{1}; S. Moradi Hanifi²; H. Hassani³; H. Shirkhanlo⁴; M. Hossini⁵*

¹ Professor of Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

²MSc Student, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

³ Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

⁴ Professor of Health Research Institute of Petroleum Industry

⁵ Professor, Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: Pollutants in gas turbine air intake can cause erosion, corrosion, fouling as well as reduction of power and efficiency of turbine and noticeable economic losses. In order to select the appropriate filtration system, air monitoring of turbine inlet and its filtration is essential. Therefore, this study was performed to assess the quality of gas turbines inlets in a gas power plant in Tehran.

Material and Method: In this cross-sectional study, the concentration of particulates contained in air intake of 4 types of gas turbines, including: Fiat, Assec, Hitachi and Mitsubishi were evaluated in second-half of spring season. For this means, 12 series of air samples were collected using 8 stages cascade Impactor, model AN-200 made by OGAWA company on cellulose-ester filters. The dust concentrations were determined gravimetrically in different ranges of sizes. Then the concentrations of 8 metals including Sodium, Potassium, Lead, Mercury, Aluminum, Copper and Cadmium were measured using Atomic Absorption Spectroscopy method and the data were statistically analyzed by SPSS Software, version 16.

Results: The results showed that the mean of particulate concentration with the diameter less than 4.7 μ were 64%, 66%, 60%, 67% for Fiat, Assec, Hitachi, Mitsubishi respectively and it was 64.25% totally. The concentrations of all assessed metals in particulates less than 4.7 μ were greater than of larger than 5 μ . There were not any differences between particulate concentration in the inlet of Fiat and Hitachi ($P>0.05$), while in the case of other gas turbine intakes, there were statistically significant differences ($P<0.05$).

Conclusion: Based on mass distribution of particles, the highest concentration belongs to particles with diameter of less than 4.7 μ . These particles could damage turbine blades, especially due to the presence of sodium and potassium as corrosive elements in this range (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Therefore, this range of particle size must be considered in selecting the air intake filtration system.

Key words: Gas turbine intake (inlet), Dust, Cascade Impactor, Particle size distribution, Corrosive elements

* Corresponding Author Email: fgolbabaei@tums.ac.ir