

ارزیابی آلودگی صدا و امکان سنجی روش‌های کنترل آن در یک مجتمع پتروشیمی

^۱ پروین نصیری - آسمیه فرهنگ دهقان - ^۲ محمد رضا منظم

^۱ استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
^۲ دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
^۳ دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

چکیده

مقدمه: این تحقیق با هدف ارزیابی آلودگی صدا و امکان سنجی روش‌های کنترلی آن در یکی از مجتمع‌های پتروشیمی واقع در سایت ۴ منطقه ویژه اقتصادی ماهشهر انجام شد.

روش کار: نخست صداسنجی محیطی به منظور تعیین میزان آلودگی صوتی در واحد‌های مختلف این مجتمع و شناسایی منابع اصلی مولد صدا انجام گرفت. پس از آن جهت انتخاب یک بخش به‌عنوان اولویت نخست کنترل صدا از میان سایر بخش‌های مجتمع مورد بررسی، فرمول محاسباتی ارایه گردید و انتخاب بخش مورد نظر بر مبنای آن انجام شد. منابع اصلی بخش انتخابی با مراجعه به نقشه‌های صوتی و منحنی‌های ایزوسونیک تعیین و ویژگی‌های صوتی آن مشخص گردید.

یافته‌ها: نتایج اندازه‌گیری محیطی صدا حاکی از آن بود که از کل ۱۰۹۵ ایستگاه‌های اندازه‌گیری به ترتیب ۱۶٫۷٪، ۷۴٫۵٪ و ۸٫۸٪ آنها در نواحی امن، احتیاط و خطر قرار داشتند و سهم عمده‌ای از ناحیه خطر (۵۴٪) مربوط به واحد تامین هوا بود. ۲۴ درصد از کل نقاط مورد بررسی در نواحی احتیاط مجتمع، تراز صدایی بین ۸۰-۸۵ dB A داشته و از مجموع نواحی خطر این مجتمع ۳۳٫۴٪ دارای تراز بالای ۹۰ dB A بودند.

نتیجه‌گیری: مطابق نتایج فرمول محاسباتی ارائه شده جهت تعیین اولویت کنترل در بین بخش‌های مختلف این مجتمع، بخش فشرده‌سازی در رتبه نخست قرار گرفت. از منابع صدا ساز بخش فشرده‌سازی «دستگاه درایر» به عنوان منبع اصلی جهت ارایه طرح کنترلی انتخاب گردید.

کلمات کلیدی: آلودگی صوتی، شناسایی اولویت کنترل، منبع اصلی، صنعت پتروشیمی

مقدمه

بود انتخاب گردید. ضرورت انجام این پژوهش با توجه به جایگاه ویژه صنایع نفتی و مشتقات آن در کشور و حجم بالای نیروی کار آن و نیز نتایج تحقیقات گذشته در خصوص آلودگی صوتی این صنایع نمایان تر می‌گردد. از جمله تحقیقات انجام شده می‌توان به ارزیابی آلودگی صوتی در پالایشگاه نفت لاوان (Nassiri *et al.*, 2007)، امکان سنجی روش‌های کنترل صدا در پالایشگاه نفت تهران (Golmohammadi *et al.*, 2009; Monazzam *et al.*, 2011) و نیز بررسی آلودگی صوتی یک مجتمع پتروشیمی (Golshah, 1997) اشاره نمود که در همگی ضرورت اصلاح

ارزیابی و کنترل صدا در محیط‌های صنعتی از دیر باز مورد توجه محققین بوده است. این امر به دلیل اثرات بهداشتی، تنوع فرایندها و تجهیزات مختلف مولد صدا می‌باشد. مواجهه با صدا به عنوان یک عامل زیان آور فیزیکی از گسترش زیادی در صنایع برخوردار بوده و بالطبع نیروهای انسانی غالباً در معرض خطر مواجهه با آن قرار دارند (Aluclu *et al.*, 2008; Golmohammadi *et al.*, 2009; Monazzam *et al.*, 2011; Nassiri *et al.*, 2007; Singh *et al.*, 2009). در این پژوهش یک صنعت پتروشیمی که آلودگی صوتی در بیش‌تر بخش‌های آن مشهود

تویسنده مسوول: پست الکترونیکی: monazzanm@aol.com

(Golmohammadi *et al.*, 2009; ISO 3745, 2003;) Monazzam *et al.*, 2011) با این حال در مطالعه مذکور با مراجعه به نقشه های صوتی و منحنی های ایزوسونیک تعیین منبع اصلی بخش های انتخابی به راحتی امکان پذیر بود.

روش کار

این مطالعه مقطعی-توصیفی با هدف امکان سنجی روش های کنترلی مؤثر صدا در مجتمع پتروشیمی فجر واقع در منطقه ویژه اقتصادی ماهشهر انجام شد. نخست با توجه به نقشه صوتی مجتمع و نتایج اندازه گیری سال های قبل، مهم ترین مناطق و نیز منابع صوتی اصلی شناسایی گردیدند. همچنین تعداد و محل استقرار افراد در معرض مواجهه و نیز ساعات مواجهه آن ها مشخص شد. پس از آن با کمک تجهیزات مربوطه به اندازه گیری پارامترهای مورد نظر (مشخصات صوتی محیط، منابع اصلی صدا ساز و میزان مواجهه کارکنان با آلودگی صوتی) صورت گرفت. شرایط جوی محل پژوهش به هنگام سنجش، صاف و آفتابی با متوسط دما ۳۰ درجه سانتیگراد و رطوبت ۵۴٪ و وزش باد بسیار آرام بود. صدلسنج B&K مدل ۲۲۳۶، و کالیبراتور مربوطه از تجهیزات مورد استفاده در این مطالعه پژوهشی محسوب می شدند. در این مطالعه ابتدا ارزیابی آلودگی صوتی واحدهای مختلف صنعت، سپس اولویت نخست جهت اجرای طرح کنترلی تعیین و در نهایت شناسایی منابع تولید آلودگی و تعیین مشخصات صوتی آن صورت گرفت.

اندازه گیری صدای محیطی

صدلسنجی محیطی طبق متد استاندارد (ISO 9612) (2009) به منظور تعیین میزان آلودگی صوتی در واحد های مختلف این مجتمع و شناسایی منابع اصلی مولد صدا انجام شد (ISO 9612, 2009). انجام این روش نیازمند استفاده از اندازه گیری شبکه ای منظم است. در این حالت واحد تحت بررسی به مربعات مساوی (۱۰*۱۰ مترمربع)

شرایط از نقطه نظر کاهش شدت مواجهه با تراز صوت مشخص شده است. مطالعات زیادی در زمینه ارزیابی و کنترل صدا از طریق مدل های عددی و تجربی در صنایع مختلف صورت گرفته است (Abdel-Khalid *et al.*, 1999; Mal-; chaire, 2000; Metzen, 2010; Probst *et al.*, 2010; Rabeiy *et al.*, 2004). اما در اغلب آن ها پس از بررسی اولیه تراز صدا و شناسایی منابع اصلی، راهکارهای کنترلی صرف نظر از سهم هر منبع در ایجاد آلودگی پیشنهاد شده است (Gharabegian *et al.*, 1986; Golmoham- madi *et al.*, 2009; Grashof *et al.*, 1978; Monazzam *et al.*, 2009; Singh *et al.*, 2009). یعنی در هیچ یک از تحقیقات مرتبط با ارزیابی و یا کنترل آلودگی صوتی رتبه بندی بخش ها یا کارگاه های صنعت از دیدگاه آلودگی صوتی جهت اولویت بندی طرح های کنترلی مد نظر قرار نگرفته است و رتبه های اول و ضروری ترین مناطق را جهت اتخاذ تدابیر کنترل های مدیریتی و مهندسی، علی رغم اهمیت این موضوع مشخص ننموده اند. در حالی که در مطالعه حاضر این امر مورد توجه قرار گرفته است (Nassiri *et al.*, 2011). زیرا از نظر عملیاتی و اقتصادی اجرای طرح های کنترلی بر روی تمام منابع صدا ساز یک صنعت امکان پذیر و مقرون به صرفه نمی باشد.

مجتمع تحت بررسی نیز خولستار ارایه طرح کنترلی برای اصلی ترین منابع آلوده ساز خود، صرف نظر از هزینه های اقتصادی آن بود. از این رو تصمیم به اولویت بندی بخش های مختلف این مجتمع از نقطه نظر آلودگی صوتی گرفته شد. پس از انتخاب بخش مورد نظر نیاز به تعیین منبع اصلی صدا ساز آن است. روش های مختلفی برای انتخاب منبع اصلی صدا در بین چند منبع تولید صدا وجود دارد، مثل اندازه گیری تراز صدا در فواصل خاص بین دو منبع در جهت نزدیک شدن و یا دور شدن از منابع مورد نظر. اما از شناخته شده ترین روش ها، روش تفاضل صدای زمینه و منبع است که البته شرایط کاری مجتمع امکان استفاده از روش تفاضل ترازهای فشار محیط زمینه و منبع برای تعیین منبع اصلی صدا ساز را فراهم نمود

محدوده‌های مورد نظر از تراز صوت
ti زمان مواجهه آن افراد
Pi مجموع تعداد افراد
Ti مجموع زمان مواجهه افراد

تعیین مشخصات صوتی منابع اصلی

به منظور تعیین مشخصات صوتی مثل فرکانس اصلی (Dominant Frequency) منبع با الگو برداری از استاندارد ISO ۳۷۴۵ جهت تعیین نقاط اندازه گیری در اطراف هر منبع، اندازه گیری هادر فواصل ۵، ۱۰، ۱ و ۱٫۵ متری در ۸ نقطه اطراف منبع (در شبکه lin و آنالیز آن در اکتاو باند) انجام شد (ISO 3745, 2003). برای هر فرکانسی توان با توجه به هشت نقطه اندازه گیریمیانگین لگاریتمی محاسبه نمود. ضمن آن که می توان با ترکیب ترازهای صوت در فرکانس های اوکتا، تراز کلی را در هر نقطه تعیین کرد.

یافته ها

با توجه به این که مجتمع های پتروشیمی به صورت محیط های روباز ساخته می شوند و با در نظر گرفتن هدف این پژوهش، محل هایی چون کارگاه ها، ساختمان های اداری واقع در خود واحدها، اتاق های کنترل و محل های غیر قابل اندازه گیری در سایت به عنوان نقاط کور مد نظر قرار گرفت. در مجموع حدود ۵۰۸ ایستگاه یعنی حدود ۳۱٪ از مساحت تحت بررسی به عنوان نقطه کور در نظر گرفته شد و در حدود ۱۰۹۵ ایستگاه اندازه گیری نیز تراز فشار ثبت گردید. نتایج مربوط به تعداد و درصد ایستگاه های اندازه گیری هر واحد این مجتمع و بخش های مربوطه در نواحی ایمن، احتیاط و خطر از دیدگاه آلودگی صوتی در جدول ۱ درج گردیده است و مقادیر میانگین، حداقل و حداکثر تراز فشار صوت آن ها در شکل ۱ قابل مشاهده است. در جدول ۱ نتایج به گونه ای ارائه شده است که ضمن مشخص نمودن تعداد ایستگاه های اندازه گیری در هر بخش، درصد ایستگاه هایی که تراز فشار صوت آن کم تر از ۶۵ (محدوده امن)، بین ۶۵

تقسیم گردیده و مراکز این مرعبات به عنوان نقاط اندازه گیری تعیین میشد (Golmohammadi et al., 2009; Monaz-zam et al., 2011). به منظور شناسایی منابع اصلی صدا ساز و نواحی خطر پس از اندازه گیری، نتایج در غالب نقشه ناحیه بندی صوتی و نقشه خطوط همتراز آماده گردید. مناطق کمتر از ۶۵ dB A با رنگ سبز (منطقه ایمن)، مناطق ۶۵-۸۵ dB A با رنگ زرد (منطقه احتیاط) و مناطق مساوی یا بالاتر از ۸۵ dB A با رنگ قرمز (منطقه خطر) مشخص گردیدند (Golmohammadi, 2007).

تعیین اولویت کنترل

از آن جاکه برای اولویت بندی هر پروژه ای نیاز به تعریف معیارهای مربوطه می باشد، لذا با توجه به اهداف پژوهش و صرف نظر از مسایل اقتصادی و مشکلات عملیاتی حین اجرا و مواردی از این قبیل، سه معیار بر مبنای اصول بهداشت حرفه ای در نظر گرفته شد: ۱. تعداد پرسنل در معرض مواجهه ۲. ساعت مواجهه آن ها ۳. میزان تراز فشار صوت ایستگاه های اندازه گیری. از اینرو مجموعه ای از عوامل وزنی محدوده های تراز فشار صوت محیط تعریف و فرمول محاسباتی تحت عنوان شاخص NCPI (فرمول ۱) ارائه گردید. در واقع وزن دهی معیارهای مذکور با استفاده از عوامل وزنی انجام پذیرفت که با مشاوره از اساتید کارشناس و الگو برداری از موارد مشابه تعیین شد (Bies et al., 2005). توضیحات کامل تر در این خصوص از مقاله دیگری از نویسندگان حاضر با عنوان «ارایه مدلی جهت اولویت بندی خطر صدا در یک مجتمع پتروشیمی» قابل دستیابی می باشد (Nassiri et al., 2011).

$$NCPI = \frac{\sum_{i=1}^n w_i p_i t_i}{\sum P T} \quad (\text{فرمول ۱})$$

که در آن:

NCPI = Noise Control Priority Index

wi فاکتور وزنی

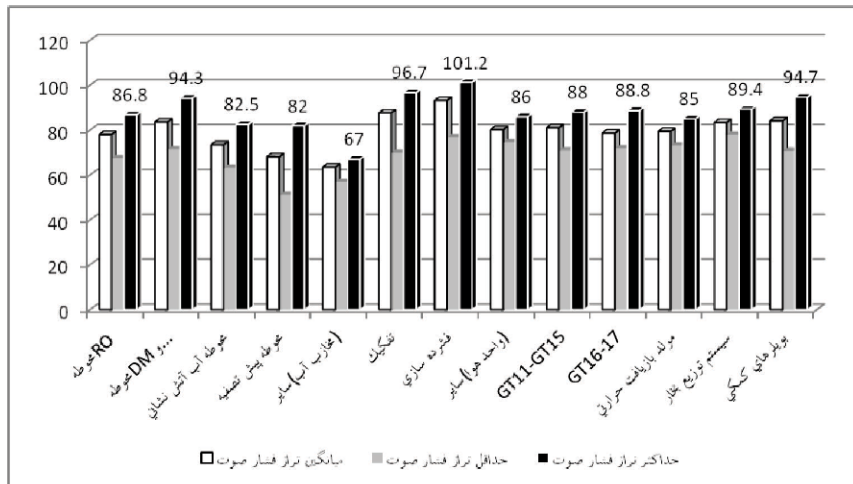
pi تعداد افراد در معرض مستقر در نواحی با

جدول ۱: تعداد و درصد ایستگاههای اندازه گیری هر واحد در نواحی امن، احتیاط و خطر

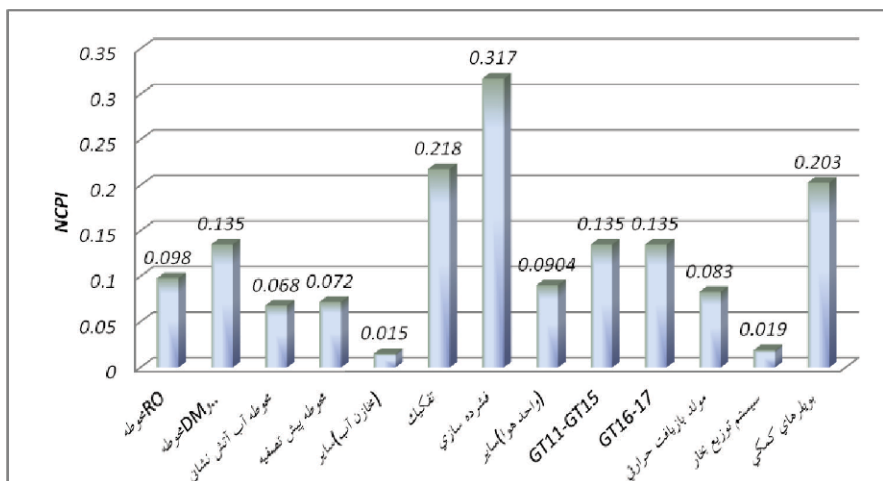
واحد	بخش	تعداد ایستگاههای اندازه گیری	تعداد نقاط کور	ایستگاههای اندازه گیری با تراز					
				کمتر از ۶۵ dB A		۶۵-۸۵ dB A		بالتر از ۸۵ dB A	
				تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
آب	محوطه RO	۱۶۶	۱۳۸	-	-	۱۶۱	۹۷	۵	۳
	محوطه DM و..	۱۰۰	۳۰	-	-	۸۰	۸۰	۲۰	۲۰
	محوطه آب آتش نشانی	۷۳	۴۷	۱۲	۱۶/۴	۶۱	۸۳/۶	-	-
	محوطه پیش تصفیه	۱۸۶	۱۹۴	۱۲۵	۶۷/۲	۶۱	۳۲/۸	-	-
	سایر (مخازن آب)	۵۸	۱۲	۴۶	۷۹/۳	۱۲	۲۰/۷	-	-
هوا	تفکیک	۹۶	۴	-	-	۵۸	۶۰/۴	۳۸	۳۹/۶
	فشرده سازی	۲۲	۲	-	-	۱۰	۵۴/۴	۱۲	۵۴/۶
	سایر	۱۷	۹	-	-	۱۵	۸۸/۲	۲	۱۱/۸
نیروگاه	GT11-GT15	۱۴۰	۴۰	-	-	۱۳۲	۹۴/۳	۸	۵/۷
	GT16-17	۱۳۱	۲۴	-	-	۱۲۹	۹۸/۵	۲	۱/۵
	مولد بازیافت حرارتی	۴۶	۸	-	-	۴۶	۱۰۰	-	-
	سیستم توزیع بخار	۲۵	-	-	-	۲۰	۸۰	۵	۲۰
	بوپلرهای کمکی	۳۵	-	-	-	۳۱	۸۸/۵	۴	۱۱/۵

شود. مطابق شکل ۱ حداکثر تراز فشار صوت در کل مجتمع حدود ۱۰۱ dB A (مربوط به بخش فشرده سازی و حداقل آن ۵۱ dB A (مربوط به محوطه پیش تصفیه) می باشد و به طور میانگین تراز فشار صوت سه واحد آب، هوا و نیروگاه به ترتیب ۷۸، ۸۸، ۸۱ dB A محاسبه گردید. نتایج مربوط به محاسبه شاخص اولویت کنترل در شکل ۲ ارائه شده است. مطابق شکل ۲ در بین بخشهای مختلف مجتمع پتروشیمی فجر دو بخش فشرده سازی و تفکیک واحد هوا به ترتیب با شاخص NCPI ۰,۳۱۷ و ۰,۲۱۸ در راس نقاط آلوده این صنعت قرار می گیرند. این دو بخش علی رغم فعالیت های نسبتاً متفاوت در کنار یکدیگر قرار داشته و جدا نمودن آنها صرفاً جهت مقایسه و رتبه بندی است و گرنه با توجه به روباز بودن واحد هوا بالا بودن تراز صدای یک منبع خاص در هر یک از این

تا ۸۵ (محدوده احتیاط) و بالاتر از ۸۵ dB A (محدوده خطر) است نیز، مشخص گردیده است. همان طور که از جدول نیز بر می آید ۵۴,۶٪ ایستگاههای اندازه گیری بخش فشرده سازی واحد هوا در ناحیه خطر قرار دارد که از این حیث نسبت به سایر بخش ها شرایط نامناسب تری را دارا می باشد. پس از آن بخش تفکیک واحد هوا با ۳۹,۶٪ و بخشهای محوطه DM از واحد آب و سیستم توزیع بخار از واحد نیروگاه با ۲۰٪ ایستگاههای اندازه گیری با تراز فشار بالاتر از ۸۵ dB A قرار دارند. اما از نگاه دیگر بخش تفکیک به لحاظ تعداد ایستگاههای اندازه گیری در ناحیه خطر و یا به بیان دیگر مساحت ناحیه خطر خود شرایط حادثتری را از دیدگاه آلودگی صوتی می تواند داشته باشد. در مقایسه سه واحد نیز واحد هوا با ۵۲ ایستگاه اندازه گیری در ناحیه خطر (۳۸,۵٪) آلوده ترین واحد این مجتمع محسوب می



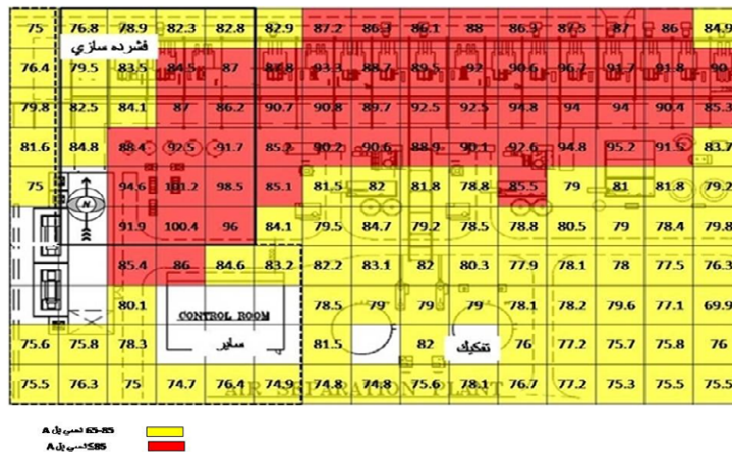
شکل ۱: نتایج اندازه گیری تراز فشار صوت (dB A) در بخش های مختلف مجتمع



شکل ۲: نتایج محاسبه شاخص NCPI در بخش های مختلف مجتمع

دقیقاً محل استقرار دستگاههای در این بخش می باشد. شرایط روباز این واحد و تاثیر تراز صدای در اینها بر سایر نقاط اطراف مثل بخش تفکیک ما را به انتخاب بخش فشرده سازی به عنوان اولویت نخست کنترل صدا و دستگاههای در این به عنوان اصلی ترین منبع صداساز این بخش رهنمون می سازد. این بخش شامل ۳ درایر است که کار گرفتن رطوبت (بخار) از هوای ورودی را بر عهده دارند. البته قبل از آن هوا جهت حذف آلاینده ذره ای یا مایع وارد پیش فیلتر میگردد. به منظور تعیین مشخصات صوتی و فرکانس اصلی این پمپ ها با الگوبرداری از استاندارد ISO ۳۷۴۵ در ۸ نقطه اطراف یکی از درایرها به فواصل ۰.۵، ۱ و ۱.۵ متری آنالیز اوکتا صورت گرفت. نتایج اندازه گیری میانگین تراز

دو بخش در تراز صدای بخش مجاور به شدت تاثیر گذار است. بعد از انتخاب اولویت نخست طرح کنترل صدا مطابق روش مذکور، نوبت به تعیین منابع اصلی صداساز در بخش انتخابی می رسد. با مراجعه به نقشه صوتی واحد هوا (شامل دو بخش فشرده سازی و تفکیک) مشخص می گردد (شکل ۳) حدود ۴۰ درصد بخش تفکیک و ۵۵ درصد بخش فشرده سازی در ناحیه خطر واقعند. ناحیه خطر بخش تفکیک در نیمه شمالی آن (ناحیه کمپرسورها) و بخش فشرده سازی در ناحیه بین کمپرسورها و درایرهای آن قرار دارد. مطابق این نقشه در بخش جنوبی فشرده سازی، تراز صدانسبت به سایر نواحی این واحد به شدت افزایش یافته بطوری که در برخی ایستگاهها به بیش از ۱۰۰ dB A نیز می رسد. این نقطه



شکل ۲: نقشه صوتی واحد هوا

حداکثر و حداقل تراز ثبت شده در مجموع ایستگاه‌های اندازه‌گیری کل مجتمع به ترتیب برابر با ۱۰۱ (مربوط به واحد هوا) و ۵۱٫۲ dB A (مربوط به واحد آب) می‌شود. یعنی حدود ۵۰ dB A اختلاف بین حداقل و حداکثر میزان تراز صوت در این مجتمع وجود دارد. واحد هوای مجتمع پتروشیمی تحت بررسی در نیمه شمالی این مجتمع واقع شده و متشکل از دو بخش کلی تفکیک هوا و فشرده‌سازی هوای می‌باشد. واحد هوا نسبت به دو واحد دیگر این مجتمع از دیدگاه شدت مواجهه پرسنل با صدای محیط کار از شرایط حادثه‌تری برخوردار است، بطوریکه از مجموع ۱۳۵ ایستگاه اندازه‌گیری آن حدود ۵۲ ایستگاه در ناحیه خطر قرار دارد و در ۶ ایستگاه از این واحد صنعتی تراز صدا بالاتر از ۹۵ dB A می‌باشد. این در حالی است که واحد نیروگاه با مساحتی در حدود سه برابر واحد هوا، تنها در ۱۹ ایستگاه آن تراز صدا بالاتر از حد مجاز است و واحد آب با مساحت تحت بررسی در حدود ۴٫۵ برابر واحد هوا چیزی در حدود ۲۵ ایستگاه آن در ناحیه خطر واقع شده است. با این شرایط و ضمن در نظر گرفتن تعداد پرسنل هر واحد می‌توان حدس زد که اولویت اول انتخابی می‌تواند جزء بخش‌های واحد هوا باشد. ضمن آنکه نتایج شاخص NCPI نیز این امر را اثبات می‌نماید. در بین بخش‌های مختلف این مجتمع پتروشیمی بخش فشرده‌سازی با شاخص ۰٫۳۲ = NCPI در رتبه نخست قرار می‌گیرد. با مقایسه ساده بین اعداد NCPI بخش‌های مختلف، می‌توان به این نتیجه رسید که نمره NCPI بخش فشرده‌سازی به عنوان رتبه اول

فشار در فرکانسهای اوکتا و تراز کلی در جدول ۲ ذکر شده است. نتایج محاسبات نشان می‌دهند که به طور متوسط تراز کلی فشار صوت فرکانسهای اوکتا و باندهای هشت نقطه اطراف این درایر در سه فاصله ۰٫۵، ۱ و ۱٫۵ متری از منبع حدود ۹۸٫۴ dB و ۹۸٫۸ dB است، اگرچه در بعضی نقاط به بیش از ۱۰۰ dB نیز میرسد. بالاترین تراز فشار فرکانسهای اوکتا و باندهای مربوط به فرکانس ۲۰۰۰ هرتز با میانگین تراز ۹۵ dB و ۹۶٫۳ dB برای این هشت نقطه در سه فاصله مذکور به ثبت رسید.

بحث

با توجه به نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها، می‌توان بیان کرد که در مجموع سه واحد آب، هوا و نیروگاه مجتمع پتروشیمی فجر میانگین تراز فشار صوت در حدود ۸۵٫۲ dB A می‌باشد. از کل ۱۰۹۵ ایستگاه اندازه‌گیری این مجتمع تنها ۱۶٫۷٪ آن در ناحیه لمن با تراز زیر ۶۵ dB A قرار دارد. قسمت اعظمی از محدوده مورد بررسی (حدود ۷۴٪) در ناحیه هشدار با تراز بین ۶۵ تا ۸۵ dB A و چیزی در حدود ۸٫۸٪ نیز در ناحیه خطر با تراز بالاتر از ۸۵ dB A قرار گرفته است. البته سهم عمده‌ای (۵۴٪) از ناحیه خطر این مجتمع مربوط به واحد هوای آن می‌شود. طبق محاسبات حدود ۲۴ درصد از کل نواحی احتیاط نقاط مورد بررسی این مجتمع تراز صدایی بین ۸۰-۸۵ dB A داشته و از مجموع نواحی خطر این مجتمع ۳۳٫۴٪ دارای تراز بالای ۹۰ دسی بل هستند.

جدول ۲: نتایج محاسبات میانگین های تراز فشار صوت در ایر در سه فاصله ۱،۵۰،۵،۱ متری در هشت نقطه اطراف آن در فرکانسهای مختلف اوکتاو باند

تراز مجموع (dB)	آنالیز اوکتاو باند (Hz)- تراز فشار صوت (dB)									نقطه
	۸۰۰۰	۴۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵	۶۳	۳۱،۵	
۹۸،۶۶	۹۱،۲۵	۹۲،۰۲	۹۴،۸۹	۸۹،۱۲	۷۷،۱۵	۷۵،۰۸	۷۹،۴۳	۸۰،۸۹	۸۳،۵۵	۱
۹۸،۲۸	۸۸،۲۱	۹۱،۲۱	۹۵،۴۳	۸۹،۰۸	۷۷،۲۵	۷۴،۶۵	۷۷،۰۴	۸۲،۳۵	۸۱،۷۲	۲
۱۰۰،۳۲	۹۰،۰۶	۹۴،۲۹	۹۶،۷۵	۹۲،۴۶	۷۹،۰۲	۷۶،۰۷	۷۹،۱۴	۸۳،۵۰	۸۱،۴۲	۳
۹۹،۸۸	۸۹،۴۴	۹۳،۰۰	۹۶،۷۳	۹۲،۲۲	۷۸،۵۰	۷۴،۸۸	۷۷،۲۴	۸۳،۰۲	۸۰،۶۲	۴
۹۸،۲۶	۸۷،۰۰	۹۰،۴۶	۹۵،۴۵	۹۰،۵۶	۷۷،۳۸	۷۵،۵۶	۷۸،۱۰	۸۱،۶۵	۸۱،۳۹	۵
۹۶،۹۰	۸۵،۴۶	۸۹،۴۲	۹۳،۷۵	۸۹،۵۶	۷۶،۹۷	۷۴،۹۵	۷۶،۹۲	۸۱،۰۰	۸۱،۲۸	۶
۹۶،۴۵	۸۵،۷۹	۸۹،۹۲	۹۲،۸۲	۸۷،۹۳	۷۷،۸۷	۷۵،۵۸	۷۸،۳۳	۸۳،۸۷	۸۰،۳۰	۷
۹۶،۱۲	۸۶،۰۴	۸۸،۴۰	۹۲،۹۵	۸۶،۹۵	۷۹،۲۴	۷۷،۹۱	۷۹،۳۲	۸۲،۰۲	۸۱،۵۵	۸
۹۸،۳۵	۸۸،۳۹	۹۱،۴۸	۹۵،۰۸	۹۰،۱۱	۷۸،۰۱	۷۵،۷۱	۷۸،۳۰	۸۲،۴۱	۸۱،۵۸	میانگین تراز فشار (dB)
۹۸،۸	۸۷،۳	۹۲،۵	۹۶،۳	۹۰،۱	۷۴،۸	۶۷،۱	۶۲،۲	۵۶،۲	۴۲،۲	میانگین تراز فشار (dB A)

مثل توان صوتی منابع برای شرایط اتاق صامت و یا باز آوایی تدوین گردیده اند. استفاده از این روش پیچیدگی محاسباتی روش مدل سازی معکوس را ندارد (Guasch et al., 2002)، ضمن آنکه با اندازه گیری تراز فشار در جهات مختلف از منبع مشکل عدم لحاظ نمودن بحث جهت انتشار نیز مطرح نیست. (Golmohammadi et al., 2009; Monazzam et al., 2011). در واقع بعد از اولویت بندی و انتخاب منبع اصلی تعیین مشخصات صوتی آن پرداخته می شود. طبق محاسبات بالاترین میزان تراز صوت شبکه A در ایر بخش فشرده سازی در فرکانس ۲۰۰۰ هرتز تعیین گردید. مسلماندر بحث ارایه طرح کنترل در نظر گرفتن طیف فرکانسی منابع و فرکانس های غالب آن امری ضروری است.

تشکر و قدردانی

این مقاله دستاورد پایان نامه ای تحت عنوان «ارزیابی آلودگی صدا و ارتعاش در یکی از مجتمع های شرکت ملی صنایع پتروشیمی و امکان سنجی روش های کنترل آن» در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۸۹ می باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی

انتخابی طرح کنترل صدا چیزی حدود ۲۱ برابر نمره رتبه آخر یعنی بخش مخازن آب واحد آب می باشد. رتبه دوم یعنی بخش تفکیک نیز متعلق به واحد هوا است و اختلافی در حدود ۰،۹۹۰، بین نمرات آنها وجود دارد. بخش فشرده سازی نیز علیرغم مساحت کوچک خود نسبت به بسیاری از بخشهای مجتمع و تعداد پرسنل در معرض خطر کمتر نسبت به بخشهای واحد نیروگاه، تونلر است به علت وزن دهی به رنج های تراز صوتی، خود را به عنوان اولویت برتر مطرح نماید. واحد تفکیک ۸،۷٪ و فشرده سازی ۲٪ از کل مساحت اندازه گیری مجتمع پتروشیمی مورد تحقیق را به خود اختصاص می دهند و این در مقابل ۱۷٪ محوطه پیش تصفیه مقادیر اندکی است. ضمن آنکه تعداد پرسنل در معرض آنها نیز در حدود نصف بخش های واحد نیروگاه می باشد. با این شرایط این دو بخش به واسطه وزن دهی محدوده های تراز صدا آنقدر حاد می شود که عدد NCPI آنها فراتر از بقیه قرار می گیرد. در این مطالعه جهت تعیین مشخصه صوتی منبع اصلی (دستگاه در ایر بخش فشرده سازی) الگو برداری از نقاط اندازه گیری توصیه شده در استاندارد های سری ISO ۳۷۴۰ صورت گرفت. این سری استاندارد جهت تعیین مشخصات صوتی

echoic and hemi-anechoic rooms.

11. ISO 9612:2009. Acoustics -- Determination of occupational noise exposure -- Engineering method.
12. Malchaire, J. Strategy for prevention and control of the risks due to noise. *Occup Environ Med* 2000;57:361-369
13. Metzen H.A. NEW TECHNIQUES IN NOISE PREDICTION. 17th International Congress on Sound and Vibration (ICSV17), Cairo, Egypt, 18-22 July 2010.
14. Mohammad Reza Monazzam, Rostam Golmohammadi, Maryam Nourollahi and Samaneh Momen-Bellah Fard. 2011. Assessment and Control Design for Steam Vent Noise in an Oil Refinery. *Journal of Research in Health Sciences*. 11(1): 14-19.
15. Nassiri, P., Monazzam, M. R., Farhang Dehghan, S., Jahangiri, M. 2011. Presentation of a Model for Prioritization of Noise Risk at a Petrochemical Plant. *Human & Environment*, 17(28), 3-10 [Persian].
16. Nassiri, P., Zare, M., Golbabaei, F., 2008. Evaluation of noise pollution in oil extracting region of Lavan and the effect of noise enclosure on noise abatement. *Iran Occupational Health Journal*, 2007; 4 (3) :49-56 [Persian].
17. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Physics of Sound. Available at :http://www.osha.gov/dts/osta/otm/noise/health_effects/physics.html. [accessed 12 February 2012]
18. Probst, W., Metzen H.A., Rabe, I. 2010. Noise Prediction for Industrial Facilities. International Congress on INTERNOISE, JUNE 13-16, LISBON, PORTUGAL.
19. Rabei, R. E.; Mohamed, M., A-K. and Gomma, W. 2004. A Study On The Noise Prediction In Mining And Industrial Plants. *Ass. Univ. Bull. Environ. Res.* 7, 2.
20. Singh, L.P., Bhardwaj, A., Deepak, K., Bedi, R. 2009. Occupational Noise Exposure in Small Scale Hand Tools Manufacturing (Forging) Industry (SSI) in Northern India. *Industrial Health*, 47, 423-430.

تهران اجرا شده است. ضمناً نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از مسوولین محترم HSE شرکت ملی صنایع پتروشیمی به عنوان حامی مالی این پروژه طی قرارداد شماره ۲۳۵/۱۱۰۹/۱-۱ ص پ تشکر و قدردانی نماید.

منابع

1. Abdel-Khalid A. S. and Mohamed M. A-K., 1999. Community and Industrial Noise Assessment, Levels, Sources and Remedial Measure. A Review, Assiut University Center for Environmental Studies and Researches, No. 5, P. 74.
2. Aluclu, I., Dalgic, A., Toprak, Z.F., 2008. A fuzzy logic-based model for noise control at industrial work places. *Applied Ergonomics*. 39, 368-378.
3. Bies, D.A., Hansen, C.H. 2005. *Engineering Noise Control*. Third edition. Taylor & Francis Groups. New York.
4. Gharabegian, A., Peat, J.E., 1986. Saudi Petrochemical Plant Noise Control. *Journal of Environmental Engineering*. 112, 1026-1040.
5. Golmohammadi, R. 2007. *Noise and Vibration Engineering*, third edition, Daneshjoo Publication, Hamedan, Iran [Persian].
6. Golmohammadi, R., Monazzam, M.P., Nourollahi, M., 2009. Noise characteristics of pumps at Tehran oil refinery and control module design. *Pak. j. sci. Ind. Res.*, Volume 52(3), 167-172.
7. Golshah, H. 1997. Engineering control methods in the oil industry. The first scientific congress on noise and its effects on human, 63 [Persian].
8. Grashof, M., Kauth, R. 1978. Acoustic planning of Open-air Petrochemical Plants Possibilities, Limit, Achievements, *Ger. Gem. Eng.* 1, 259-269.
9. Guasch, O., Magrans, F.X., Rodriguez, P.V. 2002. An inversion modeling method to obtain the acoustic power of the noise sources in a large factory. *Applied Acoustics*, 63, 401-417.
10. ISO 3745:2003. Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure -- Precision methods for an-