

پهنه‌بندی صوت در واحد آب RO با استفاده از نرم‌افزار GIS جهت ارائه‌ی روش‌های مؤثر کنترل صدا

سمیه تقی‌زاده*، شرکت بهره‌برداری نفت و گاز کارون ■ هادی اسکندری، دانشکده‌ی نفت آبادان ■ ایرج علی‌محمدی، دانشگاه علوم پزشکی ایران ■ فرشته جادری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

چکیده

امروزه صدا یکی از معضلات اساسی دنیای صنعتی است که انسان را در محیطی پر استرس با منابع متعدد صدا قرار می‌دهد. شناسایی صحیح منابع عمده‌ی تولید صوت در هر صنعتی می‌تواند مهندسان را در انتخاب بهترین روش کنترل کمک نماید. این تحقیق جهت شناسایی صحیح منابع عمده‌ی تولید صوت واحد آب RO پتروشیمی فجر با استفاده از نرم‌افزار GIS و پیشنهاد روش‌های مؤثر کنترل صدا انجام شد. بدین منظور ضمن مطالعه و بررسی فرآیند تولید، صداسنجی محیطی و آنالیز فرکانسی بر اساس استاندارد ISO-3740 در ۴۵ ایستگاه انجام گردید. نتایج با استانداردهای ارائه شده توسط سازمان ACGIH مقایسه گردید. سپس جهت ترسیم پهنه‌بندی صوت، اطلاعات وارد نرم‌افزار GIS شد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که وجود پمپ‌های فشار بالا با تراز توان ۱۲۶/۴ dB، الکتروموتور با تراز توان صوت ۱۲۳/۷ dB و همچنین وجود شیرهای کنترلی نوع Rotary در مسیر پمپ‌های فشار بالا جهت کاهش فشار از ۲۵/۳ bar به ۱۶/۸ bar با تولید صدای کمتر از ۸۰ dB، منابع عمده‌ی تولید صدا در واحد آب RO پتروشیمی فجر هستند. نقشه‌های صوتی حاصل به کمک GIS دلالت بر وجود سوله‌ای با سطوح بسیار منعکس‌کننده دارد. روش‌های کنترل پیشنهادی، طراحی enclosure جهت پمپ و شیر کنترلی، عایق‌کاری لوله‌های خروجی از پمپ هستند.

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۸/۰۲/۲۰
تاریخ ارسال به داو: ۹۸/۰۳/۲۳
تاریخ پذیرش داو: ۹۸/۰۵/۲۳

واژگان کلیدی:

GIS، پتروشیمی فجر، آلودگی صوت، منابع صوت، پهنه‌بندی، کنترل صدا

مقدمه

۲ و ۴ این منطقه واقع شده است. مطالعه‌ی حاضر در واحد آب اسمز معکوس ناحیه‌ی ۱- انجام گردیده که شامل ۱۳ بلوک (A تا M) جهت تصفیه‌ی آب به روش اسمز معکوس است. در موارد پیشینه‌ی تولید، ۱۰ بلوک این واحد در خط تولید قرار می‌گیرند و سه بلوک دیگر کمکی هستند. هر بلوک شامل یک پمپ سانتریفیوژ دومرحله‌ای به‌همراه الکتروموتور است که نیروی محرکه‌ی پمپ فراهم را می‌کند تا با قدرت ۲۹۸۱ دور در دقیقه آب را به‌طور عمودی توسط خطوط لوله به سمت شیر کنترل هدایت کند. شیر کنترل نوع Rotary valve برای شروع عملیات تصفیه، جهت ورود به بلوک RO فشار آب را از ۲۵/۳ به ۱۶/۸ bar کاهش می‌دهد. با توجه به انجام این فرآیند در محیط سر بسته، صدای بیشتر از حد مجاز برای کارکنان بهره‌برداری و تعمیرات ایجاد می‌کند (شکل-۱). این مطالعه به‌منظور پهنه‌بندی صوت در واحد آب RO پتروشیمی فجر جهت ارائه‌ی روش‌های مؤثر کنترل صدا انجام شده است.

۱- روش بررسی

در این مطالعه موردی، ابتدا واحد آب RO پتروشیمی فجر بررسی شد. در این مرحله پس از جمع‌آوری اطلاعات اولیه شامل نقشه‌های واحد RO، شرح فرآیند، شرح عملیاتی دستگاه‌های مستقر در این واحد و مشخصات فنی آنها، صداسنجی محیطی و آنالیز فرکانسی طبق روش استاندارد سری

امروزه صدا یا همان صوت ناخواسته جزء جدانشدنی اکثر محیط‌های کاری است. این عامل زیان‌آور فیزیکی در صنایع عامل بسیاری از مشکلات کارگران است. در این میان، صنایع نفت و پتروشیمی به‌دلیل تنوع فرآیند و تعدد دستگاه‌ها در زمره‌ی صنایع پرسروصدا قرار دارند. در تحقیقی که نصیری با هدف بررسی صدا و ارتعاشات مکانیکی در منطقه‌ی نفتی لاوان انجام داد نقشه‌های صوتی نشان‌دهنده‌ی تراز فشار صوت بیشتر از حد مجاز بود [۱-۳]. گل‌محمدی و همکارانش خصوصیات انتشار صدای منابع نقطه‌ای را بررسی و راهکار کنترل صدا برای منابع (پمپ‌ها، کمپرسورها و شیرهای کنترل) واحد-۱ ایزوماکس پالایشگاه تهران را ارائه کردند که نتایج نشان داد تراز فشار وزنی و پیشینه‌ی صوت حاصل از این منابع بیشتر از حدود توصیه شده‌اند [۴]. در تحقیقی که نصیری و همکارانش با هدف اندازه‌گیری و مدل‌سازی تراز معادل صدا انجام دادند، نقاط بحرانی از نظر آلودگی صوتی با دقت مشخص شد که با توجه به فرآیندهای تولید، شکل و ابعاد سالن و دستگاه‌های موجود در شرکت، راهکارهای کنترلی مناسبی ارائه دادند [۵]. آنها در تحقیق دیگری نیز در پتروشیمی فجر، مدلی جهت اولویت‌بندی ریسک صدا ارائه کردند که سوله‌ی RO با کسب نمره‌ی ۰/۸۲ با اختلاف فاحشی نسبت به سایر فضاهای بسته در رتبه‌ی نخست طرح کنترل صدا قرار گرفت [۶].

شرکت پتروشیمی فجر در منطقه‌ی ویژه‌ی اقتصادی بندر امام خمینی وظیفه‌ی تأمین بیوتیلیتی را بر عهده دارد. این شرکت در نواحی-۱ و ۲ در سایت‌های-

* نویسنده‌ی عهد در مکاتبات (s.taqizade@gmail.com)

فاصله انجام شد. از روابط زیر جهت تبدیل تراز توان صوت به تراز فشار صوت در فاصله‌ی ۲ متری استفاده گردید [۱۰،۱۲]:

$$Lp(\text{dB}) = Lw - 20 \log r - 11 \quad (5)$$

$Lp =$ تراز فشار صوت (دسی‌بل)

$r =$ فاصله از منبع (متر)

$Lw =$ تراز توان منبع (دسی‌بل)

پس از محاسبه‌ی تراز فشار صوت برای منابع صداساز از فرمول جمع ترازهای فشار صوت برای هر سه منبع استفاده شد [۱۰،۱۲].

$$Lp_T(\text{dB}) = 10 \log_{10} (\sum 10^{Lp_i/10}) \quad (6)$$

$Lp_T =$ تراز مجموع (کلی) فشار صوت (دسی‌بل)

$Lp_i =$ تراز فشار صوت هر منبع یا تراز فشار صوت در یک فرکانس خاص منبع (دسی‌بل)

پس از شناسایی منابع عمده‌ی تولید صوت و شناخت نحوه‌ی توزیع صوت در واحد آب RO نتایج با استانداردهای ACGIH مقایسه شده و در صورت



تصویر ۱ | واحد آب RO پتروشیمی فجر

جدول ۱ | عامل تبدیل (CF₁) برای تمامی فرکانس‌های اکتاوباند پمپ

فرکانس‌های اکتاوباند (هرتز)								
	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
CF ₁ , dB	۱۰	۹	۸	۸	۶	۹	۱۲	۱۷

جدول ۲ | عامل تبدیل (CF₂) از شبکه‌ی وزنی A برای تمامی فرکانس‌های اکتاوباند الکتروموتور

فرکانس‌های اکتاوباند (هرتز)								
اندازه‌ی موتور	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
hp و بالاتر	۱۹	۱۳	۷	۳	۳	۸	۱۴	۲۲

3740ISO جهت شناسایی منابع عمده‌ی تولید صوت انجام شد. این واحد به روش شبکه‌ای منظم با ابعاد ۹۰ در ۲۱ متر به ۴۵ ایستگاه تقسیم گردید و در مراکز این مربعات اندازه‌گیری (طبق روش استاندارد (ISO9612 (1997)) انجام شد [۷]. با توجه به اینکه نوع صدا در واحد RO از نوع پیوسته است در هر ایستگاه حدوداً پس از ۱۵ ثانیه اعداد دستگاه صداسنج قرائت شد. صداسنجی در شبکه‌ی A انجام گردید [۸]. تجهیزات مورد استفاده در این مطالعه شامل صداسنج Casella cel مدل ۴۵۰ و کالیبراتور cel مدل ۴۸۵ کلاس ۲ بود. اندازه‌گیری در شرایط حالت بیشینه‌ی تولید واحد انجام شد که تنها بلوک‌های G,H و K خاموش بودند.

برای درک صحیح از نحوه‌ی توزیع صوت در این محیط سربسته، از نرم‌افزار Arc GIS 10 جهت پهنه‌بندی صوت در واحد آب RO استفاده گردید. بدین ترتیب که نتایج اندازه‌گیری‌های محیطی وارد نرم‌افزار شده و خطوط هم‌تراز صوتی توسط آن ترسیم گردید [۹].

در مرحله‌ی بعد به منظور شناسایی منابع عمده‌ی تولید صوت از روابط و فرمول‌های موجود در کتب و مراجع علمی جهت مشخص کردن سهم هر منبع استفاده شد [۱].

برای مشخص کردن تراز توان صوت هوابرد در پمپ‌های فشار بالا با دور ۲۹۸۱ در دقیقه از فرمول ۱- استفاده گردید:

$$Lw = K_0 + 10 \log (\text{hp}) \quad (1)$$

$Lw =$ تراز توان صوت (دسی‌بل)

$K_0 =$ برای پمپ‌های سانتریفیوژی ۱۶۰۰rpm و بیشتر (۹۸ دسی‌بل)

$\text{hp} =$ توان پمپ بر حسب اسب بخار $\text{hp} = (Kw) \left(\frac{1.3410 \text{ hp}}{Kw} \right)$

برای محاسبه‌ی تراز توان صوت پمپ در فرکانس‌های مختلف از عامل تبدیل طبق جدول ۱- زیر استفاده شد:

محاسبه‌ی تراز توان صوت الکتروموتور نوع TEFC (totally in closed fan-cooled):
 $Lw(A) = 20 \log_{10} (\text{hp}) + 15 \log_{10} (n_r) + 13$ برای $\text{hp} \leq 5 \text{ hp}$ (۲)

برای محاسبه‌ی تراز توان الکتروموتور در فرکانس‌های مختلف از عامل تبدیل طبق جدول ۲- استفاده شد:

$$Lw = Lw(A) + 1.7 \quad (3)$$

برای تبدیل تراز توان صوت شبکه‌ی A به ترازهای توان صوت اکتاوباند، از عامل تصحیح جدول ۲- استفاده شد:

$$Lw(\text{octaveband}) = Lw(A) - CF_2 \quad (4)$$

برای محاسبه‌ی صدای ناشی از شیر کنترل از نمودارهای پیشنهادی شرکت سازنده استفاده گردید [۹-۱۱].

جهت مشخص کردن تراز فشار صوتی که کارگر با آن مواجهست فاصله‌ی ۲ متری نزدیک به منابع پرسروصدا را انتخاب کرده و محاسبات بر اساس این

بیشتر بودن از حد استاندارد، روش‌های مؤثر کنترل صدا، متناسب با محیط مورد نظر پیشنهاد می‌گردد [۱۳].

۲- نتایج بررسی واحد آب RO پتروشیمی فجر وظیفه‌ی تأمین آب به‌روش اسمز

۳ نتایج اندازه‌گیری مقادیر تراز فشار صوت معادل در واحد آب RO									
اختلاف تراز معادل ۸ ساعته با حد مجاز مواجهه (۸۵ دسی بل A)	تراز معادل ۸ ساعته	حداقل تراز فشار صوت	حداکثر تراز فشار صوت	تعداد ایستگاه	اختلاف تراز معادل ۸ ساعته با حد مجاز مواجهه (۸۵ دسی بل A)	تراز معادل ۸ ساعته	حداقل تراز فشار صوت	حداکثر تراز فشار صوت	تعداد ایستگاه
۶/۷	۹۱/۷	۹۱/۷	۹۳/۸	۲۴	۴/۱	۸۹/۱	۸۸/۵	۸۹/۱	۱
۹/۵	۹۴/۵	۹۴/۵	۹۵/۸	۲۵	۲/۸	۸۷/۸	۸۷/۵	۸۸/۱	۲
۸/۶	۹۳/۶	۹۳/۶	۹۳/۸	۲۶	۲/۲	۸۷/۲	۸۶/۹	۸۷/۶	۳
۸/۳	۹۳/۳	۹۳/۳	۹۵/۱	۲۷	۲/۲	۸۷/۲	۸۶/۷	۹۱/۵	۴
۱۰	۹۵	۹۵	۹۵/۵	۲۸	۴/۶	۸۹/۶	۸۸/۳	۹۰/۷	۵
۱۱	۹۶	۹۶	۹۷/۴	۲۹	۴/۴	۸۹/۴	۸۸/۳	۹۰/۵	۶
۱۱/۸	۹۶/۸	۹۶/۸	۹۷/۲	۳۰	۵/۶	۹۰/۶	۹۰/۱	۹۱/۵	۷
۱۲	۹۷	۹۷	۹۷/۹	۳۱	۴/۹	۸۹/۹	۸۸/۳	۹۲/۱	۸
۱۰/۸	۹۵/۸	۹۵/۸	۹۶/۱	۳۲	۳/۳	۸۸/۳	۸۸/۳	۸۸/۳	۹
۱۰/۳	۹۵/۳	۹۵/۳	۹۷/۱	۳۳	۳/۳	۸۸/۳	۸۸/۳	۸۸/۳	۱۰
۹/۴	۹۴/۴	۹۴/۴	۹۴/۸	۳۴	۶/۵	۹۱/۵	۹۰/۸	۹۲/۱	۱۱
۹/۵	۹۴/۵	۹۴/۵	۹۴/۷	۳۵	۶/۵	۹۱/۵	۹۰/۸	۹۲/۲	۱۲
۱۱	۹۶	۹۶	۹۶/۲	۳۶	۷/۸	۹۲/۸	۹۱/۷	۹۳/۴	۱۳
۱۱/۷	۹۶/۷	۹۶/۷	۹۷/۷	۳۷	۷/۶	۹۲/۶	۹۱/۲	۹۵	۱۴
۱۰/۵	۹۵/۵	۹۵/۵	۹۵/۶	۳۸	۵/۹	۹۰/۹	۸۹/۶	۹۲/۵	۱۵
۱۰/۱	۹۵/۱	۹۵/۱	۹۶/۲	۳۹	۵/۶	۹۰/۶	۸۹/۵	۹۲/۶	۱۶
۱۰/۵	۹۵/۵	۹۵/۵	۹۵/۷	۴۰	۵/۳	۹۰/۳	۸۹/۲	۹۲/۴	۱۷
۶/۵	۹۱/۵	۹۱/۵	۹۶/۷	۴۱	۵/۷	۹۰/۷	۸۹/۲	۹۲/۵	۱۸
۱۲/۸	۹۷/۸	۹۷/۸	۹۸/۱	۴۲	۶/۹	۹۱/۹	۹۰/۸	۹۳	۱۹
۱۲/۸	۹۷/۸	۹۷/۸	۹۸/۴	۴۳	۶/۵	۹۱/۵	۹۰/۸	۹۳	۲۰
۱۱/۴	۹۶/۴	۹۶/۴	۹۷	۴۴	۶	۹۱	۸۹/۶	۹۲/۸	۲۱
۱۰/۹	۹۵/۹	۹۵/۹	۹۷	۴۵	۶	۹۱	۸۹/۶	۹۲/۸	۲۲
					۵/۸	۹۰/۸	۸۹/۸	۹۱/۳	۲۳



آنالیز فرکانس																	
۸۰۰۰	۴۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵	۶۳		۸۰۰۰	۴۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵	۶۳	
۸۷	۸۵	۸۵	۸۶	۸۸	۹۲	۹۶	۱۰۳	استاندارد (دسی‌بل C)	۸۷	۸۵	۸۵	۸۶	۸۸	۹۲	۹۶	۱۰۳	استاندارد (دسی‌بل C)
ایستگاه									ایستگاه								
۳/۶۷	۸۸/۲	۸۵/۲	۸۲/۷	۸۳/۷	۸۲/۴	۸۲/۴	۸۱/۹	۲۴	۷۳	۸۲/۱	۸۱/۷	۸۱/۷	۸۱/۷	۸۰/۴	۷۹/۹	۷۹/۳	۱
۷۹/۹	۹۰/۵	۸۸/۵	۸۴/۷	۸۵	۸۳/۷	۸۵/۱	۸۲/۶	۲۵	۷۱/۷	۸۱	۸۰/۷	۸۱/۶	۸۱/۳	۸۰/۳	۷۹/۸	۷۶/۴	۲
۷۶/۶	۸۷/۳	۸۶/۳	۸۴/۹	۸۵/۸	۸۲/۶	۷۹/۲	۸۱/۶	۲۶	۶۹/۶	۸۰	۷۹/۴	۸۰/۶	۸۱	۸۰/۳	۷۸/۸	۷۲/۸	۳
۷۵	۸۷/۸	۸۷/۳	۸۴/۲	۸۴/۲	۸۴/۱	۸۰/۹	۷۹/۶	۲۷	۷۱/۱	۸۰/۷	۸۰/۸	۸۱/۵	۸۱/۹	۸۲/۴	۷۹/۹	۷۶/۲	۴
۷۸	۸۹/۱	۸۹/۵	۸۴/۶	۸۵/۸	۸۴	۸۲/۶	۸۵	۲۸	۷۹	۸۰/۹	۸۱/۳	۸۲/۹	۸۱/۴	۸۱/۸	۸۰/۰۸	۸۰/۵	۵
۸۰	۹۲/۱	۹۸/۳	۸۶/۶	۸۵/۵	۸۳/۷	۸۲/۷	۸۵/۳	۲۹	۷۴/۲	۸۳	۸۲/۵	۸۲	۸۲	۸۱/۷	۸۱/۵	۷۸/۴	۶
۸۰/۴	۹۲/۷	۹۰/۵	۸۵/۵	۸۵/۷	۸۴/۶	۸۸/۶	۸۴/۷	۳۰	۷۶/۲	۸۴/۷	۸۳/۷	۸۳/۷	۸۲/۵	۸۱/۲	۸۱/۴	۸۲/۶	۷
۸۰/۸	۹۱/۶	۹۱/۸	۸۸/۲	۸۷/۲	۸۴/۸	۸۶/۴	۸۷/۱	۳۱	۷۲/۹	۸۱/۷	۸۱	۸۲/۳	۸۲/۳	۸۱/۶	۸۱/۷	۸۱/۲	۸
۷۸/۹	۹۰	۹۰/۳	۸۵/۷	۸۶/۶	۸۳/۳	۸۲/۲	۷۸/۸	۳۲	۷۲/۱	۸۲/۱	۸۱/۳	۸۲	۸۲/۳	۸۰/۷	۸۱/۹	۸۱/۷	۹
۷۷	۸۸/۷	۸۸/۳	۸۵/۳	۸۵/۳	۸۳/۶	۸۲/۷	۸۵/۵	۳۳	۸۴/۵	۸۳/۳	۸۲/۵	۸۳/۳	۸۳/۵	۸۱/۵	۸۱/۷	۷۷/۹	۱۰
۷۷/۱	۸۷/۹	۸۹	۸۵/۷	۸۵/۴	۸۳/۷	۸۳/۵	۸۲/۱	۳۴	۷۷/۱	۸۴/۶	۸۳	۸۳/۵	۸۳/۷	۸۱/۸	۸۱/۴	۷۸/۷	۱۱
۷۷/۹	۸۷/۴	۸۸/۳	۸۶/۸	۸۶/۷	۸۴/۹	۸۳/۶	۸۲/۳	۳۵	۷۸	۸۵/۹	۸۵/۳	۸۲/۶	۸۶	۸۲/۳	۸۲/۸	۸۰/۸	۱۲
۸۰/۸	۹۰/۲	۹۰/۵	۸۶/۵	۸۸/۷	۸۵/۴	۸۷/۲	۸۳/۱	۳۶	۷۸/۲	۸۵/۸	۸۵/۶	۸۴	۸۳/۹	۸۳/۳	۸۴/۲	۸۲/۳	۱۳
۸۲/۴	۹۱/۲	۹۱/۶	۸۵/۹	۸۶/۶	۸۵/۴	۸۷/۸	۸۵/۸	۳۷	۷۷/۴	۸۵	۸۶	۸۵/۲	۸۴	۸۳/۱	۸۱/۳	۸۰/۵	۱۴
۷۸/۸	۸۸/۷	۸۲/۱	۸۷	۸۵/۸	۸۳/۵	۸۲/۸	۸۳/۲	۳۸	۷۴	۸۳/۳	۸۷	۸۳	۸۵/۲	۸۲/۴	۷۹/۵	۷۹/۲	۱۵
۷۸/۶	۸۸/۴	۹۰/۱	۸۵/۴	۸۵	۸۴/۴	۸۳/۵	۷۹/۹	۳۹	۷۲/۵	۸۴/۳	۸۳/۴	۸۳/۱	۸۲/۸	۸۲/۲	۸۰/۲	۷۷/۴	۱۶
۷۸/۸	۸۹/۶	۹۱	۸۶/۷	۸۵/۷	۸۳/۳	۸۳/۴	۸۶/۳	۴۰	۷۳/۵	۸۳/۲	۸۳/۵	۸۲/۳	۸۲/۵	۸۲/۳	۸۴/۷	۸۲/۲	۱۷
۸۲/۸	۹۱/۲	۹۱/۸	۸۶/۲	۸۶/۷	۸۳/۸	۸۳	۸۳/۳	۴۱	۷۵/۳	۸۵/۴	۸۵/۱	۸۲/۵	۸۳/۵	۸۲/۷	۸۰/۸	۸۲/۸	۱۸
۸۲/۳	۹۲/۳	۹۳	۸۶/۸	۸۵/۲	۸۵/۴	۸۲/۵	۸۸/۸	۴۲	۷۵/۲	۸۶/۳	۸۴/۶	۸۳/۵	۸۱/۸	۸۱/۱	۸۱/۱	۸۵/۷	۱۹
۸۳/۵	۹۲/۶	۹۰/۸	۸۶/۵	۸۵/۷	۸۲/۶	۸۳/۱	۸۰/۷	۴۳	۷۳	۸۵/۵	۸۳/۶	۸۲/۴	۸۲/۳	۸۱/۷	۸۳/۵	۷۶/۵	۲۰
۸۰/۵	۹۰/۳	۹۲/۴	۸۵/۷	۸۴/۶	۸۲/۸	۸۴	۸۵/۵	۴۴	۷۲/۲	۸۴/۵	۸۵/۱	۸۲/۱	۸۲/۳	۸۱/۷	۸۱	۷۷/۱	۲۱
۷۸/۸	۸۸/۱	۹۰/۷	۸۴/۷	۸۴/۵	۸۳/۲	۸۲	۸۰/۳	۴۵	۷۳/۵	۸۵/۶	۸۴/۳	۸۳/۴	۸۴/۶	۸۱/۳	۸۳/۵	۸۰/۳	۲۲
									۷۲/۶	۸۴/۶	۸۴/۱	۸۲/۱	۸۳/۸	۸۱/۴	۸۰/۹	۸۵/۲	۲۳

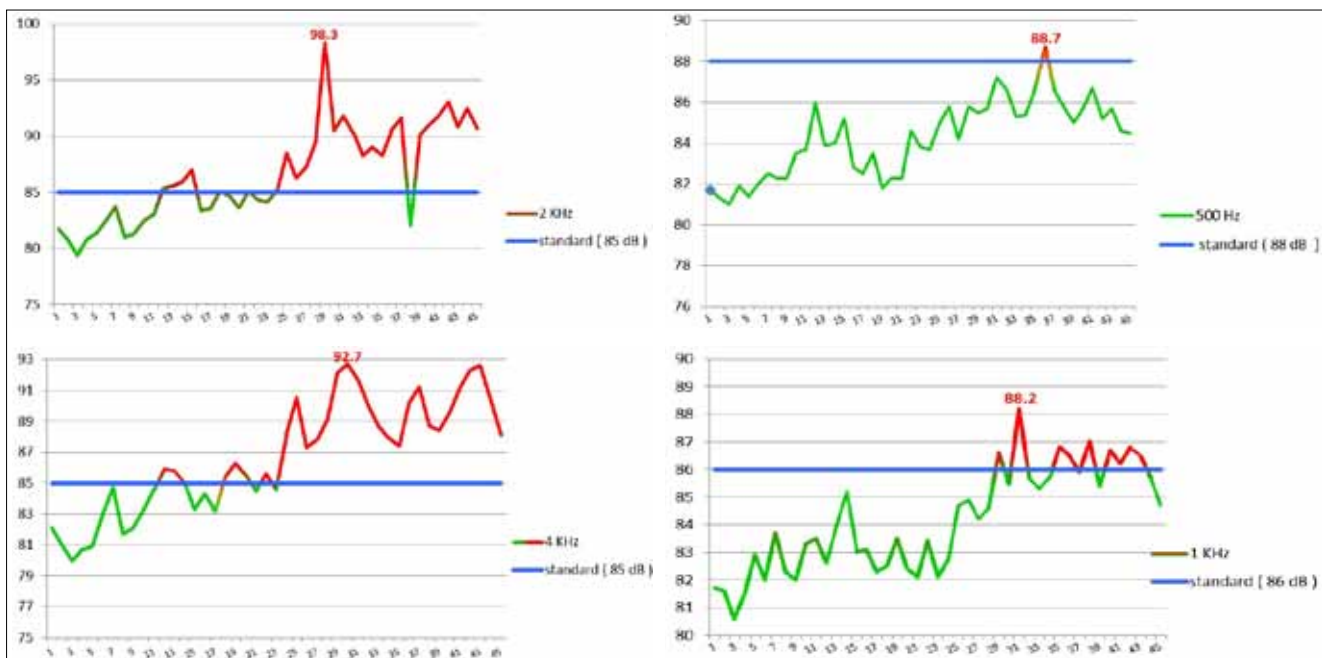
روزانه، تعمیرات و تعویض فیلترهای غشایی که باید در محل انجام گردد، گاهی میزان مواجهه‌ی نفرات با صدا به بیش از حدود توصیه شده می‌رسد. از مهم‌ترین منابع آلودگی صوتی این واحد می‌توان به انواع پمپ‌های سانتریفیوژی دو مرحله‌ای افقی، الکتروموتورها، حرکت سیال در سیستم و لوله‌ها اشاره کرد [۷]. واحد آب RO در ساختمانی با جنس آجر قرار گرفته که سقف آن از ساندویچ پانل با ورق فلزی ۰/۷ میلی‌متر پوشیده شده است. سقف آن شیروانی است که ارتفاعش در مرکز به ۱۲/۲ متر می‌رسد. دیواره‌های سوله نیز از سقف تا حدود ۶ متر در زیر آن با ورقه‌ی فلزی پوشیده شده است. وجود تجهیزات و ساختارهای فلزی در محیط سر بسته می‌تواند دلیلی بر تشدید صدا باشد. طبق جدول ۳- که مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی صدا در ۴۵ ایستگاه را نشان می‌دهد تمامی ایستگاه‌ها در محدوده‌ی خطر قرار دارند (بیشتر از ۸۵ دسی‌بل) و در ایستگاه-۴۳، حداکثر تراز فشار صوت به ۹۸/۴ دسی‌بل نیز رسیده است. در همین ایستگاه نیز بیشترین میزان تراز فشار صوت معادل ۹۷/۸ دسی‌بل است. به دلیل نوسانات نرخ ورودی به هر بلوک که توسط شیر کنترل تأمین می‌شود، تراز فشار صوت در بلوک‌های A تا M یکنواخت نبوده و متغیر با زمان است. مثلاً در زمان اندازه‌گیری طبق داده‌های اتاق کنترل واحد آب از ساعت ۸:۴۱ تا ۱۰:۵۷ میزان نرخ در یکی از بلوک‌ها، از ۳۹۱/۹ به ۳۹۸/۳ کاهش یافت که این امر نیز بر میزان صدای تولیدی تأثیر خواهد داشت. جدول- ۴ آنالیز فرکانسی در شبکه‌ی C در ۴۵ ایستگاه در واحد آب RO

معکوس برای مصارف صنعتی پتروشیمی‌های منطقه‌ی ویژه را بر عهده دارد. هر بلوک RO ظرفیت ۳۹۰ مترمکعب تولید آب اسمز معکوس دارد که بعد از تولید آب RO با هدایت الکتریکی ۶۰ میکروزیمنس بر سانتی‌مترمکعب مقداری از آن جهت استفاده در برج‌های خنک‌کننده‌ی شرکت‌های دیگر منطقه ارسال می‌گردد و قسمت دیگری از آن نیز جهت تولید آب DM (دی‌یونیزه) استفاده می‌شود. به دلیل باز دیده‌های

۵ محاسبات مربوط به تراز توان صوت پمپ سانتریفیوژی

دو مرحله‌ای و تراز توان صوت الکتروموتور

تراز توان صوت الکتروموتور	تراز توان صوت پمپ سانتریفیوژی دو مرحله‌ای
تراز توان صوت در شبکه‌ی A (دسی‌بل)	۱۲۲
تراز توان صوت اکتواپاند (دسی‌بل)	۱۲۳/۷
تراز توان پمپ (دسی‌بل)	۱۰۳
تراز توان ۶۳ هرتز (دسی‌بل)	۱۰۹
تراز توان ۱۲۵ هرتز (دسی‌بل)	۱۱۵
تراز توان ۲۵۰ هرتز (دسی‌بل)	۱۱۹
تراز توان ۵۰۰ هرتز (دسی‌بل)	۱۱۹
تراز توان ۱۰۰۰ هرتز (دسی‌بل)	۱۱۴
تراز توان ۲۰۰۰ هرتز (دسی‌بل)	۱۰۸
تراز توان ۴۰۰۰ هرتز (دسی‌بل)	۱۰۰
تراز توان صوت در شبکه‌ی A (دسی‌بل)	۱۲۲



شکل ۲ | آنالیز فرکانسی در ایستگاه‌های بیشتر از حد استاندارد (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز)

صوتی طبقه‌بندی می‌شود. آنالیز فرکانسی نشان می‌دهد که در این واحد فرکانس ۴۰۰۰ هرتز (فرکانس صدای صنعتی و مؤثر در کاهش شنوایی) در اکثر ایستگاه‌های نیمه‌ی شمالی از حد استاندارد بالاتر است. کارکنان واحدهای بهره‌برداری و تعمیرات در صورت حضور مداوم در این ساختمان مستعد ابتلا به افت شنوایی و عوارض جسمی دیگر ناشی از سر و صدا هستند. نقشه‌های صوتی GIS نشان می‌دهند که بلوک‌های RO به‌خصوص در نیمه‌ی شمالی ساختمان که اکثر پمپ‌ها روشن هستند آلودگی صوتی بیشتری دارد و انتشار و توزیع صوت از قانون عکس مجذور فاصله پیروی نمی‌کند [۱۲ و ۱۴]. در واقع با دور شدن از منبع انتظار می‌رود تراز فشار صوت کاهش یابد اما به دلیل وجود سطوح منعکس‌کننده مانند ساختارهای فلزی، خطوط لوله و دیواره‌های آجری این واحد به محیطی پر انعکاس تبدیل شده است.

محاسبات تراز توان صوت نشان می‌دهد که منابع عمده‌ی تولید صوت عبارتند از پمپ‌های سانتریفیوژی دومرحله‌ای فشار بالا، الکتروموتورها و شیر کنترل‌های نوع Rotary که در مسیر جریان آب قرار گرفته‌اند. همان‌گونه که در جدول ۵- مشخص است پمپ‌های فشار بالا هر کدام تراز توان صوتی حدود ۱۲۶/۴ دسی‌بل و الکتروموتورها تراز توان صوتی ۱۲۳/۷ دسی‌بل تولید می‌کنند. اثر توأم یک پمپ و الکتروموتور، تراز توان صوتی حدود ۱۲۸/۲۶ دسی‌بل ایجاد می‌کند. طبق قانون جمع لگاریتمی، تراز فشار صوت ناشی از سه منبع، حدود ۱۱۱ دسی‌بل در فاصله‌ی ۲ متری بین پمپ و الکتروموتور و شیر کنترل است. یکی دیگر از عوامل تولیدکننده‌ی صوت، خطوط لوله‌ی جریان پایین‌دست است که به علت ضخامت کم آن به‌صورت لرزش و ارتعاش به محیط منتشر می‌شود. با توجه به صدای بسیار زیاد تولید شده توسط پمپ و الکتروموتور و همچنین خطوط انتقال آب از پمپ به سمت شیر کنترل به‌نظر می‌رسد مؤثرترین روش کنترل صدا، کنترل در منبع باشد.

نتیجه‌گیری

پهنه‌بندی صوت در واحد آب نشان می‌دهد که این واحد با وجود منابع متعدد صدا و سطوح منعکس‌کننده‌ی بسیار، جزء محیط‌های سر بسته‌ی پر انعکاس محسوب می‌گردد. منابع عمده‌ی تولید صوت که باید جهت ارائه‌ی راهکار کنترلی مدنظر قرار گیرند عبارتند از: پمپ‌های سانتریفیوژی دومرحله‌ای، الکتروموتورها، شیر کنترل‌های نوع Rotary. یافته‌ها نشان می‌دهد که پمپ‌های سانتریفیوژی دومرحله‌ای، الکتروموتورها، شیر کنترل‌های نوع Rotary منابع عمده‌ی صوت در واحد آب RO پتروشیمی فجر هستند که با نتایج تحقیقات مشابهی که در

را نشان می‌دهد شکل ۲- نیز نمودارهای مربوط به فرکانس‌هایی که مقادیر بیشتر از حد استاندارد در آنها وجود داشت را به‌تصویر کشیده است. شکل ۳- نحوه‌ی توزیع تراز معادل ۸ ساعته و فرکانس‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز که بیشتر از حد استاندارد توصیه شده ACGIH بودند را نشان می‌دهد. در این نقشه‌های ایزوسونیک که در نرم‌افزار Arc GIS 10 رسم گردیده‌اند موقعیت پمپ‌ها، بلوک‌های RO و خاموش و روشن بودن دستگاه‌ها مشخص است. نیمه‌ی شمالی واحد به دلیل روشن بودن تعداد بیشتری از پمپ‌ها و همچنین نرخ بیشتر پمپ‌ها مقادیر بیشتری را به‌خود اختصاص داده است.

۳- محاسبه‌ی تراز توان صوت منابع

۳-۱- تراز توان صوت پمپ سانتریفیوژی و الکتروموتور و آنالیز فرکانسی آن طبق قانون جمع لگاریتمی، تراز فشار صوت ناشی از سه منبع، حدود ۱۱۱ دسی‌بل در فاصله‌ی ۲ متری بین پمپ و الکتروموتور و شیر کنترل است.

۴- نتایج تحقیق

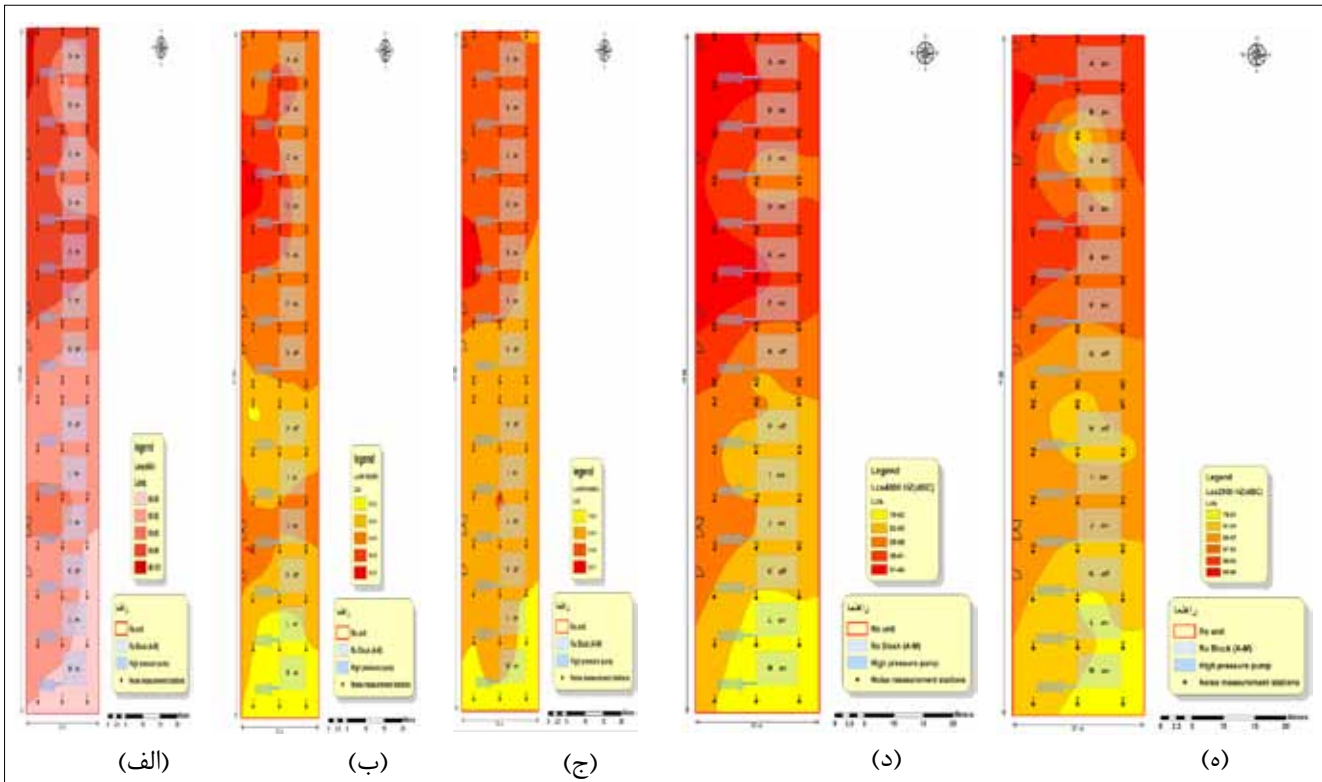
با توجه به نتایج اندازه‌گیری‌ها و مقایسه‌ی آن با استاندارد ACGIH می‌توان گفت که واحد آب RO جزء نقاط بحرانی از نظر آلودگی

محاسبات مربوط به تراز فشار صوت شیر کنترل

متغیر	حد اکثر	نرمال	حداقل
(کیلوگرم فوت / سانتی‌متر مربع) (P ₁) فشار بالادست شیر کنترل	۲۴/۸	۲۵/۸	۲۵/۸
فشار پایین‌دست شیر کنترل (P ₂) کیلوگرم فوت / سانتی‌متر مربع	۲۴/۲۶	۲۴/۲۶	۱۷/۱۳
اختلاف فشار (ΔP) (کیلوگرم فوت / سانتی‌متر مربع)	۰/۵۴	۱/۵۴	۸/۶۷
دمای آب (درجه‌ی سانتی‌گراد)	۲۰	۲۰	۲۰
فشار بخار اشباع (کیلوگرم فوت / سانتی‌متر مربع)	۰/۰۲۳۴	۰/۰۲۳۴	۰/۰۲۳۴
ضریب جریان Cv	۸۲۸	۴۹۰	۲۰۷
اندازه‌ی شیر (اینچ)	۱۰	۱۰	۱۰
اندازه‌ی لوله در پایین‌دست جریان (اینچ)	۱۰	۱۰	۱۰
ضخامت لوله	۴۰	۴۰	۴۰
صدای ناشی از اختلاف فشار	۴۷	۵۴	۶۵
صدای ناشی از جریان در بالادست (دسی‌بل)	۲۷	۲۷	۲۴
صدای ناشی از جریان در پایین‌دست (دسی‌بل)	-۷	-۸	-۸
کاویتاسیون K	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۳۳
صدای مربوط به نوع شیر کنترل، خصوصیات جریان و پدیده‌ی کاویتاسیون	۰	۰	۰
میزان کاهش صدا توسط ضخامت لوله در پایین‌دست جریان	۰	۰	۰
تراز فشار صوت (دسی‌بل)	۶۷	۷۳	۸۱

روش‌ها ارجحیت بیشتری دارد. جهت کاهش صدا به کمتر از حد استاندارد اقداماتی نظیر طراحی محفظه (enclosure) برای پمپ و الکتروموتور و شیر کنترل، عایق کاری خطوط لوله‌ی جریان آب از پمپ به شیر کنترل توصیه می‌گردد. ■

صنایع نفت و پتروشیمی انجام شده مطابقت دارد [۷-۳]. با توجه به تراز بسیار بالای فشار صوت در این واحد و نتایج تحقیق مشابه نصیری و همکارانش که واحد RO را در اولویت اقدام کنترلی قرار داده بودند به نظر می‌رسد کنترل مهندسی جهت کاهش صدا در منبع نسبت به سایر



شکل ۳ | الف) پهنه‌بندی فرکانس ۱۰۰۰ هرتز ب) پهنه‌بندی فرکانس ۵۰۰۰ هرتز ج) تراز معادل ۸ ساعت د) پهنه‌بندی فرکانس ۲۰۰۰ هرتز ه) پهنه‌بندی فرکانس ۴۰۰۰ هرتز

منابع

- [1] Randall.F.B, 2003. Industrial Noise Control and Acoustics, Marcel Dekker, Inc. New York, USA, <http://www.dekker.com>
- [2] National Aeronautics and Space Administration (NASA), 1981. Handbook for Industrial Noise Control, NASA SP-5108, NASA Langley Research Center Hampton. Virginia, USA, Chapter 1.
- [۳] نصیری، پروین، مهرآوران، حسین، قوسی، روزبه، زمستان ۱۳۸۶. "اندازه‌گیری و مدل سازی تراز معادل صدا (Leq) و تعیین نقاط بحرانی از نظر آلودگی صوتی (مطالعه موردی در یک کارخانه خودرو سازی)". علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره چهارم، صفحات ۴۷ تا ۵۶
- [4] Nassiri, P. Zare, M. Golbabaie, F. 1386. "Evaluation of noise pollution in oil extracting region of Lavan and the effect of noise enclosure on noise abatement". Salamat Kar Iran, Vol. 4(3, 4), pp. 4956-.
- [5] Golmohammadi, R. Monazzam, M.P. Nourollahi, M, "Noise characteristics of pumps at Tehran oil refinery and control module design". 2009.Pak.j.sci.Ind.Res. Volume 52(3), pp.167172-.
- [۶] نصیری، پروین، منظم، محمدرضا، فرهنگ دهقان، سمیه، جهانگیری، مهدی، تابستان ۱۳۹۰. "ارائه مدلی جهت اولویت بندی ریسک صدا در یک مجتمع پتروشیمی"، انسان و محیط زیست، شماره هفدهم، صفحات ۱۰ تا ۱۳
- [۷] نصیری، پروین، منظم، محمدرضا، فرهنگ دهقان، سمیه، جهانگیری، مهدی، تابستان ۱۳۹۲. "ارزیابی صدای محیطی و مواجهه‌ی فردی در یک مجتمع پتروشیمی"، ماهنامه سلامت کار ایران، دوره دهم، شماره یکم، صفحات ۱۰ تا ۱۳
- [8] ISO 9612, 2009. International Organization for Standardization. Acoustics - Determination of occupational noise exposure - Engineering method.
- [9] Yamatake Corporation, Apr.1999. How to Predict Control Valve Noise [Prediction Calculation Formulas for Noise Levels of Control Valves, and Reference Data], Japan, ID21700-8000-.
- [10] Alan.H.Glenn, 2008. "Control valve exit noise and its use to determine minimum acceptable valve size". Valve World 2008 Conference, Maastricht, the Netherlands
- [11] Sing.G.M, Rodarte.E, Miller.N.R, Hrnjak.P.S, April2000. "Modification of a Standard Aeroacoustic Valve Noise Model to Account for Friction and Two-Phase Flow". ACRC TR-162, (217)3333115-
- [۱۲] گلمحمدی، رستم، ۱۳۸۶. "مهندسی صدا و ارتعاش"، ویرایش سوم، انتشارات دانشجو، همدان
- [13] Industrial Noise Control Manual Technical Report, 1978, Revised Edition, Noise Publication No.79117- pp.136-
- [14] Irwin, J.D.AND E.R.Graft.1979. Industrial Noise and Vibration Control. Isted., Prentice-Hall, Inc, London.