پایش و مانیتورینگ آلودگی‌صوتی نیروگاه‌طرشت

افشین داودی[1]، محمود خدامرادی[2]

۱- کارشناس ارشد مهندسی محیط‌زیست ۲- کارشناس ایمنی
(کارکنان شاغل در امور HSE نیروگاه‌طرشت)

چکیده

سروصدا امروزه یکی از مهمترین عوامل فیزیکی زیان‌آور محیط‌کار می‌باشد. این عامل امروزه از مرز صنعت گذشته و به زندگی روزمره نیز وارد شده‌است آلودگی‌صوتی نامیده می‌شود که ضمن تاثیرگذاری روی وضع روانی پرسنل و بازده‌ی کار، بر روی وضعیت عمومی بدن نیز اثراتی از قبیل سردرد، سرگیجه، افزایش فشار خون، اختلالات حافظه و اعصاب‌مغزی ایجاد می‌نماید. در این پژوهش به منظور پایش و مونیتورینگ میزان آلودگی‌صوتی، و جهت تعیین ایستگاه‌های اندازه‌گیری، نقشه‌ی کارگاه را با در نظر گرفتن ابعاد، موقعیت دستگاه‌ها، تجهیزات و وسایل بر روی کاغذ ترسیم گردید. نقشه مذکور را به مربع هایی با ابعاد یکسان تقسیم بندی و مرکز هر مربع به عنوان یک ایستگاه اندازه گیری در نظرگرفتیم. بدین‌ترتیب در حدود ۱۸ ایستگاه در طبقات‌مختلف و اتاق‌های فرمان نیروگاه‌طرشت، مشخص و ترازهای آلودگی‌صوتی براساس متد ISO 03741 سنجش گردید. با مقایسه نتایج حاصل با استاندارد مشخص گردید که یک ایستگاه در محدوده استاندارد، یازده نقطه در ناحیه‌ی احتیاط و شش ایستگاه در محدوده‌ی خطر قرار دارد و نیاز به اقدامات اصلاحی دارند شایان‌ذکراست با انجام دزیمتری آلودگی‌صوتی، برای پنج نفر از همکاران شاغل در نیروگاه مشخص گردید دز دریافتی برای دو نفر در محدوده‌ی استاندارد و سه نفر دیگر در بالاتر از حد استاندارد قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی‌صوتی، دزیمتری، دز دریافتی تراز صوتی

۱- مقدمه

میزان آلودگی‌صوتی در پهنه‌ی کره‌ی‌زمین به‌خصوص جوامع صنعتی و سیستم‌های تولید انرژی‌الکتریکی نظیر نیروگاه‌ها در حال افزایش است، این آلودگی یکی از مهم‌ترین جنبه‌های زیست‌محیطی و شایع‌ترین عامل زیان‌آور محیط‌کار محسوب می‌گردد[1]. حداکثر سر و صدای مجاز در محیط کار در یک شیفت ۸ ساعته، db ۹۰- ۸۵ می‌باشد. صوت بیش از حد مجاز سبب ناشنوایی‌های حسی، عصبی و یا هر دو می‌گردد. افزایش فشارخون، قند و کلسترول، اضطراب، ناراحتی‌عصبی و اختلالات شنوایی در کودکانی که مادرانشان به هنگام بارداری در معرض سر و صدای بیش از حد مجاز بوده اند، از دیگر اثرات سوء آن بر سلامت انسان می‌باشد[2]. مفهوم امواج صوت شکلی از امواج مکانیکی طولی می‌باشد که عمدتا در هوا منتشر شده و در برخورد با گوش انسان احساس شنیدن را ایجاد می‌کند . محدوده فرکانسی قابل درک برای انسان HZ ۲۰- KHZ ۱۶ است. امواج خارج از این محدوده فرکانس را مادون صوت گویند. مقادیر حدتماس‌شغلی(AOE) صدا و مدت مواجهه با آن به شرایطی اشاره دارد که به نظر می‌رسد چنان‌چه کلیه شاغلین بطور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرارگیرند آثار نامطلوب در توانایی شنیداری و درک محاوره طبیعی آنان ظاهر نشود باید تاکید نمود که مقادیر حد تماس شغلی، همه شاغلین را در برابر اثرات نامطلوب تماس با صدا محافظت نمی‌نماید مقادیر حد تماس شغلی می‌بایست میانه جامعه‌ی شاغلین را در مقابل افت شنوایی در حد ۲ دسی‌بل درفرکانس‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ هرتز پس از ۳۰ سال مواجهه شغلی با صدا محافظت نماید. اجرای برنامه حفاظت شنوایی با در نظر گرفتن کلیه عوامل موثر در آزمایش شنوایی‌سنجی در مواقعی که شاغلین در مواجهه با صدای بیش از مقادیر حد تماس شغلی یا در حد آن هستند ضروری است. هرگونه نوسان یک محیط الاستیک می‌تواند تحت شرایطی باعث ارتعاش مولکول‌های هوای مجاور و تغییر مداوم فشار هوا گردد، که این تغییر فشار بطور محدود و جزئی کمتر و یا بیشتر از فشار اتمسفر است این موج به‌صورت طولی در هوا منتشرگردیده و در محدوده معینی از نظر فرکانس و دامنه برای انسان

قابل درک است که به آن صوت می گوییم. ساده ترین شکل امواج صوتی امواج سینوسی می باشند که دارای سه مشخصه فرکانس F، طول موج λ و دامنه مشخص باشد. صوت از نظر محیط انتشار به دو دسته صوت هوایی و پیکری تقسیم می‌شوند. صوت هوایی اصواتی هستند که در هوا یا گاز منتشر شده و به گوش می‌رسند، و اصواتی که از طریق محیط‌های مایع و یا جامد منتشر گردیده و مستقیم یا پس از تبدیل به صوت هوایی قابل شنیدن هستند را صوت‌پیکری گویند. انواع صوت از نظر زمان تداوم عبارتنداز: الف- اصوات پیوسته، ب- اصوات ضربه‌ای وکوبه‌ای. اصوات پیوسته در طول زمان انتشار خود وقفه‌ای نداشته اصوات مکالمه و صدای صنعتی اغلب از این گروه می‌باشند. اصوات ضربه‌ای آن‌هایی هستند که موج فشار صوت در هر ضربه از کسری از زمان(ثانیه) و معمولا در کمتر از ۰,۵ ثانیه شروع و خاتمه می‌یابد. صدای ناشی از پرس‌های ضربه‌ای، شلیک گلوله، ابزارهای پنوماتیک از این دسته هستند.

تراز فشار صوت[1](SPL)

جهت ارزیابی میزان مواجهه و ارزیابی محیطی تراز فشار صوت مدنظر قرار دارد. این امر ریشه در ماهیت فشار صوت، نحوه‌ی انتشار و واردشدن فشار بر پرده‌ی صماخ دارد. شایان‌ذکراست اندازه‌گیری فشار و تراز فشار اصوات‌هوایی عملی‌تر می‌باشد. دیمانسیون مربوطه دسی‌بل[2] نام دارد.

(۱)

$$SPL_{(dB)} = 20\log\frac{P}{P_{ref}}$$

P= مقدار فشار مؤثر اندازه‌گیری شده

P_{ref}= فشار مبنا یا استاندارد [3]

اصوات در محیط معمولاً دارای دامنه‌های فشار متغیر با زمان می‌باشند از این رو سه مقدار برای فشار صوت یعنی فشار میانگین، فشار ماکزیمم و فشار مؤثر پیشنهاد شده است. با توجه به تغییرات زیاد دامنه فشار صوت در زمان تداوم آن معمولاً در روابط مربوط به فشار صوت از فشار مؤثر استفاده می شود از طرفی گوش انسان نیز لگاریتمی از مربعات فشار را درک می کند لذا از نظر فیزیولوژیک مربعات فشار اهمیت دارد. در این حالت براساس انتگرال زمانی تغییرات فشار، می‌توان الگویی از ریشه مجموع مربعات فشار اندازه گیری شده را محاسبه نمود. بنابراین مقدار rms هرکمیت(مانند فشار صوت) برابر با ریشه‌ی دوم مربعات همه مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی آن کمیت است. گرچه فشار میانگین(میانگین‌حسابی مقادیر لحظه‌ای فشارمطلق در طول زمان اندازه‌گیری یا زمان انتشار صوت) و به‌ویژه فشار ماکزیمم یا پیک(حداکثر دامنه فشار در دوره اندازه‌گیری صوت) نیز ممکن است در ارزیابی‌ها مدنظر قرارگیرد. ارتباط بین فشار مؤثر[4] و فشار ماکزیمم (در صورتی که کمان سینوسی 45 درجه در نظر بگیریم) در رابطه زیر نشان داده شده است.

(۲)

$$P_{(rms)} = \frac{P_{max}}{\sqrt{2}} = 0.707\ P_{max}$$

توان صوت و فشار صوت در ارتباط با یکدیگر خواهند بود . از طرفی فشار صوت به راحتی توسط دستگاه ساده‌ای قابل اندازه‌گیری است. در حالی که توان منبع صوتی به‌طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نمی‌باشد. از نظر دامنهٔ فشار، حداکثر فشار صوت قابل تحمل حدود ۲۴۴ میکروبار است که به آن آستانهٔ دردناکی[5] می‌گویند. حداقل فشار صوت قابل درک حدود ۰,۰۰۰۰۲ میکروبار است که آستانه‌ی شنوایی[6] نام دارد. مقدار انرژی صوتی که در واحد زمان بوسیله منبع تولید می شود. توان صوتی[7] منبع نامیده می‌شود. واحد توان وات می‌باشد، توان صدا یکی از ویژگی‌های منبع صوت بوده و مستقل از محیط انتشار است. شدت صوت عبارت از مقدار انرژی صوتی که در واحد زمان از واحد سطحی که عمود بر امتداد انتشار امواج صوت است می‌گذرد. به‌عبارت دیگر، می‌توان گفت که شدت صوت برابر توان‌صوت منبعی است، که از واحد سطح می‌گذرد. از نقطه نظر احساس صدا شدت ، مقدار انرژی صوتی است که در واحد زمان به پرده گوش می رسد حال هر چه شدت صوت بیشتر باشد احساس صدا نیز شدیدتر خواهدبود واحد شدت صوت در دستگاه MKS واتبرمترمربع و در سیستم CGS ارگ‌برسانتیمتر مربع می‌باشد. کمترین شدت صوتی که می تواند برای گوش انسان قابل درک باشد برابر با $۱۰^{-۱۲}$ واتبرمترمربع می‌باشد[3]. این میزان را شدت رفرنس یا مبنا یا آستانه درک شدت صوت می‌نامند. در اکثر صنایع، ممکن است

[1] Sound Pressure level
[2] dB
[3] $P_{ref} = 2*10^{-5}$ Pa
[4] Effective or root mean square
[5] Painful thereshold
[6] Hearing thereshold
[7] Sound power

بیش از یک منبع صدا زا وجود داشته باشد بنابراین موج صوتی که به گوش می‌رسد حاصل و نتیجه منابع صوتی مختلف است. ولی این به معنای جمع جبری ترازها به لحاظ ماهیت لگاریتمی صوت نمی‌باشد بنابراین محاسبه تراز فشار صوت تجمعی۸ و در بعضی موارد تراز توان صوت تجمعی ضروری است با توجه به ماهیت لگاریتمی دسیبل، نمی توان جمع جبری برای ترازها انجام داد. امروزه با وجود نرم‌افزارهای گوناگون صوتی کلیه محاسبات، نقشه‌های صوتی و ایزوسونیک و غیره از طریق استفاده از این نرم‌افزارها انجام می‌گردد.

تراز معادل مواجهه صوت[۹](Leq)

در هر شیفت‌کاری ترازهای فشارصوتی متفاوتی وجود دارد در بررسی‌های صدا جهت ارزیابی میزان مواجهه پرسنل از ترازهای مذکور متوسط زمانی می‌گیرند. در این روش ابتدا هربار مواجهه همراه با زمان آن مواجهه اندازه‌گیری می‌گردد و سپس با استفاده از روابط مربوطه تراز مواجهه برای یک روزکاری(مثلاً ۸ ساعت) محاسبه می‌گردد.

(۳)

$$L_{eq} = 10\,Log\left(\frac{1}{T_r}\sum_{i=1}^{n} T_i * 10^{\frac{LP_i}{10}}\right) dB$$

L_{eq} : تراز معادل مواجهه برحسب دسی‌بل

T_i : طول زمان مواجهه i ام برحسب ساعت

T_r : زمان مرجع(۸ساعت)

LP_i : تاز فشارصوت مواجهه i ام برحسب دسی‌بل

تعیین محدوده خطر در کارگاه

برای تعیین محدوده های خطر لازم است تراز فشار صوت را درنقاط مختلف کارگاه اندازه گیری و تعیین نمود. برای این منظور معمولاً از روشهای مختلف مانند روش تهیه نقشه ناحیه‌بندی صوتی و یا تهیه نقشه خطوط همتراز استفاده می شود. در روش تهیه نقشه ناحیه بندی ابتدا باید کارگاه را به نواحی شطرنجی با ابعاد مساوی تقسیم بندی نمود اندازه ابعاد نواحی بسته به مساحت کارگاه و امکانات متفاوت است ولی هر چه ابعاد کوچکتر باشد دقت کار بالاتر است مرکز هر مربع ایجاد شده در شطرنج یک ایستگاه اندازه گیری می باشد بعد از اندازه‌گیری تراز فشار صوت در مقیاس A و نوشتن اعداد در هر ایستگاه و با توجه به سه محدوده قراردادی به روش زیر عمل می‌کنیم.

در صورتی که تراز فشار صوت کمتر از ۶۵ دسیبل باشد (SPL<65) محدوده ایمن[۱۰] نام دارد در این صورت مربع مربوطه را با رنگ سفید یا سبز و یا با کد S مشخص می کنیم. در صورتی که تراز فشار صوت بیشتر از ۶۵ و کمتر یا مساوی ۸۵ دسیبل(65 <SPL< 85) محدوده احتیاط[۱۱] نام دارد و با رنگ زرد یا با کد C مشخص می‌گردد. در صورتی که تراز فشار صوت بیشتر از ۸۵ دسیبل باشد محدوده خطر نامیده می‌شود و مربع مربوطه با رنگ قرمز یا کد D مشخص می‌گردد. با تهیه نقشه فوق نواحی ایمن، احتیاط و خطر بصورت هاشور رنگی یا کد مشخص می‌شود توجه متخصصین بهداشت‌حرفه ای باید به منطقه خطر معطوف شود تا با محدود نمودن محل توقف و تردد کارگران در نواحی خطر میزان مواجهه کارگر کاهش و کنترل گردد

روش تهیه نقشه‌ی صوتی[۱۲]

همانند روش فوق می باشد، با این تفاوت که نتایج اندازه گیری بجای نشان دادن با رنگ یا کد توسط خطوط هم تراز (ایزوسونیک) به هم وصل می شوند به‌طور مثال کلیه نقاطی که فشار صوت آن‌ها ۸۵ دسی‌بل است به‌هم وصل می‌شوند. و سایر نقاط هم به‌صورت وصل می‌شوند تا منحنی ایزوسونیک یا نقشه صوتی تهیه گردد.

شبکه‌های توزین فرکانس

تعیین مقدار تراز فشار صوت بر اساس شبکه‌های توزین فرکانس(A.B.C.D.lin) می‌باشد عمده شبکه‌های مورد استفاده در بهداشت‌حرفه‌ای و در جهت ارزیابی میزان مواجهه شبکه‌های C و A هستند.

الف- شبکه A: در این شبکه مقادیر تراز فشار صوتی متناسب با حساسیت گوش انسان توزین می‌گردد. تراز اندازه‌گیری شده در این وضعیت dBA می‌باشد.

[8] Cumulativesound pressure level
[9] Equivalent sound level
[10] Safe
[11] Caution
[12] Isosonic or noise mapping

ب- شبکه C: جهت اهدافی نظیر تجزیه فرکانس صوتی، کنترل صدا و ترازهای فشار بالاتر از حد ۸۵ دسی‌بل مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین برای تعیین مورد سقفی تراز Peak فشار کوبه‌ای از این شبکه استفاده می‌شود[4].

آنالیز یا تجزیه صدا

تجزیه صدا به منظور بررسی توزیع فرکانس صوت در اکتاو باندهای مختلف طراحی شده‌اند به عبارتی با استفاده از دستگاه آنالیزور می‌توان تراز فشار صوت را در فرکانس‌های مختلف اندازه‌گیری نمود آنالیز صدا ممکن است به‌منظور تعیین تراز بلندی صدا انجام شود، برای تعیین اندیس بلندی ابتدا باید تراز فشار صوت را در هر فرکانس داشته باشیم تا بتوانیم از روی نمودار اندیس بلندی را از محل تلاقی دو پارامتر فوق تعین نماییم. یکی دیگر از اهداف آنالیز صدا، کنترل صدا می‌باشد یکی از راه‌های کنترل صدا استفاده از انواع جاذب صوتی است، همانطور که می دانید جذب صوت توسط مواد مختلف انتخابی است یعنی هر ماده جاذب بیشترین ضریب جذب را در یک فرکانس مشخصی دارد. برای مثال بیشترین ضریب جذب پشم‌شیشه با ضخامت ۲ اینچ در فرکانس ۵۰۰ هرتز می باشد در حالی‌که ضریب جذب فوم پلی‌یورتان با ضخامت ۰،۵ اینچ در فرکانس ۴۰۰۰ است. حال وقتی می‌خواهیم از مواد جاذب برای کنترل صدا استفاده کنیم ابتدا باید صدا را تجزیه کرد تا تراز فشار صوت را در فرکانس‌های مختلف بدست آوریم و بعد مشخص کنیم در چه فرکانسی تراز فشار صوت بالاتر است و بر این اساس ماده جاذب را انتخاب کنیم.

اثرات صدا بر انسان

از جمله اثرات صدا بر سلامتی انسان شامل کاهش شنوایی (حسی، عصبی)، افزایش تعداد ضربان قلب و تعداد تنفس، بالارفتن مصرف اکسیژن، افزایش فشار خون، کم شدن و بی‌دقتی در فعالیتهای مغزی، ناهماهنگی در کارهای فکری و در مواردی با تحریک لابیرنت گوش سبب بروز تهوع، استفراغ و سر گیجه نیز می‌شود

دوزیمتری

قابل اعتمادترین روش برای اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه پرسنل دزیمتری است زیرا در تمام طول شیفت دستگاه دزیمتر بهمراه پرسنل مواجهه واقعی وی را اندازه‌گیری نموده و در پایان شیفت دز دریافتی صدا را نشان می‌دهد. جهت اندازه‌گیری ابتدا دزیمتر را کالیبره نموده و با استاندارد مورد قبول تنظیم می‌نمایند سپس آن را به کمر پرسنل و میکروفن آنرا به یقه وی نصب نموده، در پایان شیفت می‌توان با توجه به کارایی دزیمتر مقادیر دز یا تراز معادل مواجهه ۸ ساعته و یا سایر پارامترهای پیش‌بینی شده در دستگاه را قرائت و ثبت نمود.

دز صدا عبارت است از نسبت مدت زمان شیفت موظف کاری در شرایط مواجهه به مدت زمان مجاز مواجهه ضربدر یکصد. لذا اگر نفر در محدوده مجاز کار کند دز دریافتی وی کمتر یا مساوی صددرصد است.

(۴)

$$\text{دز صدا} = \frac{\text{مدت زمان شیفت موظف کاری}}{\text{مدت زمان مجاز مواجهه}}$$

فرمول کلی محاسبه دز صدا به‌صورت زیراست

(۵)

$$D(\%) = \frac{100}{T_s}\int_0^t anti\log\left(\frac{SPL_i - SPL_s}{q}\right)dt$$

D: دز صدا به درصد

Ts: مقیاس زمان کار روزانه استاندارد (۸ ساعت)

SPLi: تراز فشار صوت

SPLs: تراز فشار صوت استاندارد (مثلا ۸۵ دسی بل)

q: کمیت نسبت تبدیل مقیاس برای قاعده ۳ دسی‌بل برابر (10 = log2 / 3) و برای قاعده ۵ دسی بل برابر (16.6 = log2 / 5)

رابطه‌ی فوق به‌صورت زیر ساده می‌شود:

(۶)

$$D(\%) = \frac{100}{8}\sum_{i=1}^{n} t_i\, anti\log\left(\frac{SPL_i - SPL_s}{q}\right)$$

ti: زمان هر بار مواجهه با صدا به ساعت

برای استاندارد مواجهه در ایران نیز رابطه به شکل ذیل خواهدبود

(۷)

$$D(\%) = 12.5\sum_{i=1}^{n} t_i anti\log\left(\frac{SPL_i - 85}{10}\right)$$

۲- روش‌کار

با عنایت به فعالیت نیروگاه طرشت در چهار حوزه‌ی مختلف که عبارتند از: تولید انرژی الکتریکی، آموزش سیمولاتوری حوزه‌ی خدمات ورزشی‌ورفاهی و تولید پراکنده، باعنایت به بالا بودن میزان آلودگی‌صوتی در نیروگاه نسبت به سایر بخش‌های مذکور تعداد ۱۸ ایستگاه‌کاری از مجموعه سایت نیروگاه درنظرگرفته شد. در این مرحله ابتدا نقشه ساده محیط‌کار که دارای مقیاس و محل نصب دستگاه‌ها، خصوصا" دستگاه‌های مولد صدا، ترسیم شد سپس اطلاعات مربوط به محل های تردد و توقف پرسنل، ساعات مواجهه هر گروه با صدا، اوقات تغییر شیفت و اطلاعات مدیریتی مانند اضافه‌کاری، کارگردشی و مرخصی‌ها ثبت گردید. چون اهداف کنترل صدا نیز مدنظر قراردارد، اطلاعات دقیق و وسیعی علاوه بر موارد ذکرشده از مشخصات فنی دستگاه‌ها و محل استقرار آنها، مشخصات فنی سازه‌های بنای کارگاه و نیز مشخصات آکوستیکی سطوح داخلی به فهرست اطلاعات اضافه گردید.

دستگاه‌های اندازه‌گیری یا صداسنج بر اساس نوع هدف متفاوت هستند. در یک بازرسی ساده صنعتی داشتن یک دستگاه ترازسنج که توانایی اندازه‌گیری تراز فشار صوت را در شبکه Lin داشته‌باشد کافی است، ولی برای اندازه‌گیری به‌منظور ناحیه‌بندی، که مناطق احتیاط وخطر در کارگاه را معلوم می‌کند، اندازه‌گیری تراز فشار صوت باید با دستگاهی انجام گردد که قابلیت اندازه‌گیری تراز فشار صوت در شبکه توزین فرکانس A با دقت یک دسی‌بل داشته‌باشد. در اندازه‌گیری دقیق برای معین نمودن مواجهه پرسنل و معین نمودن تراز پیک و تراز مؤثر صدا، لازم است دستگاه دقتی درحدود ۰/۵ دسی‌بل و توانایی اندازه‌گیری در شبکه توزین فرکانس C و A را داشته‌باشد. برای آنالیز فرکانس بایستی از ترازسنج‌های دقیق با شبکه‌های C و Lin همراه آنالیزور کمک گرفت. در دزیمتری نیز باید از دستگاهی که حداقل دارای ویژگی اندازه‌گیری دز و تراز معادل است استفاده نمود. بدین منظور در نیروگاه طرشت از تجهیزات ذیل استفاده گردید

۱- صداسنج نوع دو تنظیم مدل Cell
۲- کالیبراتور الکترونیکی صدا با قابلیت کالیبراسیون داخای در فرکانس‌های ۹۴ و ۱۱۴ دسی‌بل
۳- پیچ گوشتی مخصوص کالیبراسیون صداسنج
۴- اطلاعات مربوط به ابعاد محل اندازه‌گیری
۵- ترسیم محل اندازه گیری و Lay Out
۶- فرم ثبت اطلاعات

دستگاه مورد استفاده از نوع پیشرفته، مدل Cell با دقت 0.5dB می‌باشد که به‌منظور ارزیابی میزان مواجهه پرسنل با صدا در محیط‌های صنعتی و ارزشیابی محیطی صدا مورد استفاده قرار می‌گیرد. نسبت به کالیبره نمودن دستگاه صداسنج اقدام گردید و با توجه به ایستگاه‌های تعیین شده در سایت نیروگاه نسبت به پایش اصوات در اتاق‌های فرمان، سالن توربین و سالن پمپ‌های تغذیه، سیرکوله، FDF و غیره اقدام شد. دوزیمتری نیز علاوه بر اندازه‌گیری محیطی صدا با استفاده از دستگاه تراز سنج صوت انجام پذیرفت، زیرا همان‌گونه که در مقدمه اشاره‌شد دوزیمتری قابل اعتمادترین روش برای اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه کارگران با صداست. در راستای انجام این فرآیند از وسایلی نظیر کالیبراتور الکترونیکی صدا، دستگاه دوزیمتر و فرم ثبت اطلاعات مربوطه استفاده گردید. ابتدا دستگاه دوزیمتر طبق دستورالعمل شرکت سازنده در تراز فشار ۹۴dB کالیبره گردید و موقعیت‌های دارای صدای زیاد را که پرسنل با آن در مواجهه هستند شناسایی‌گردید و دستگاه

دوزیمتر صدا را به صورت کوتاه مدت و در حدود ۳۰ دقیقه به پرسنل مربوطه، بـه‌فرمـی کـه میکـروفن آن در منطقـه شنوایی قرارگرفت متصل‌شد. دوزیمتر صدا در طول زمان تعیین‌شده و درهنگام انجـام کلیـه‌ی فعالیـت‌هـای روتـین روزانه به‌همین صورت باقی‌ماند و در پایان زمان تعیین‌شـده از پرسنل جدا و مقدار نشـان‌داده‌شـده بـه‌وسـیله دوزیمتـر قرائت و در فرم‌های مربوطه ثبت گردید.

۳- یافته‌ها

در شرکت بهره‌برداری نیروگاه طرشت، سنجش صوت و دوزیمتری در طول دو روز انجام پذیرفت. و نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها در فرم‌های مربوطه ثبت و ضبط گردید. که چند نمونه از آن‌ها ارائه می‌گردد.

جدول(۱) ثبت نتایج صداسنجی محیطی به‌روش سبکه‌ای

فرم گزارش اندازه گیری صدا (فرم ص - ۱)

اطلاعات اجتماعی واحد کارگاهی

نام واحد: نیروگاه -طبقه اول

منابع اصلی مولد صدا: توربین — وضعیت نگاهداری دستگاههای مولد صدا: خوب ☐ متوسط ☑ ضعیف ☐

نوع صدا: پیوسته ☑ ناپیوسته ☐ ضربه ای اکوه ای ☐

مکالمه در فاصله 1 متری در محل پرشنوترین نوبت با توقف کارگران به راحتی شنیده می شود ☐ اندکی شنیده نمی شود ☐ باید فریاد زد ☑

آیا کارگران در معرض صدا از وسیله حفاظت فردی استفاده می کنند؟ بلی ☑ خیر ☐

مشخصات های کلی صداسنجی

نام ودل دستگاه ترازسنج صوت	TES 1358	مدل کالیبراتور	TES 1356	روش کالیبراسیون	Pure tone
تاریخ و ساعت آغاز و پایان صداسنجی	94/ 03/06	شبکه توزین فرکانس	A	سرعت پاسخ دستگاه	fast

جدول ثبت نتایج صدا سنجی محیطی به روش شبکه ای منظم

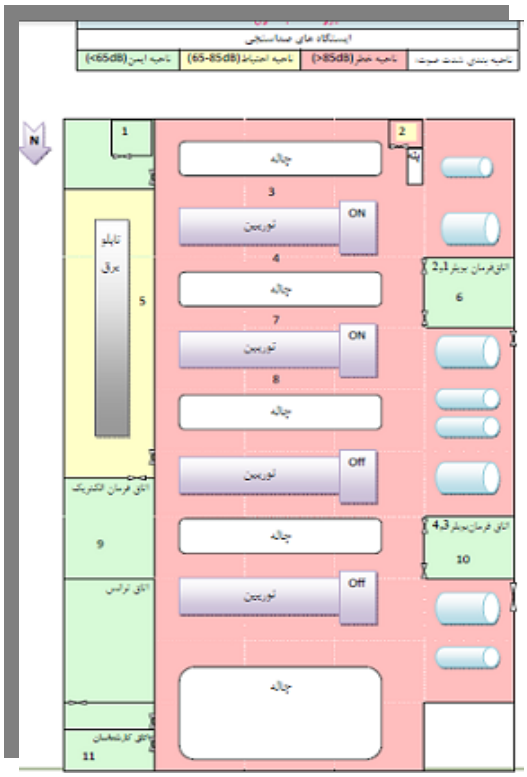
نام ایستگاه	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
تراز فشار صوت (در باز)	78	85.3	90.3	90.4	72	80	91.9	92	65.1	71.6	79
تراز فشار صوت (درپست)	62	81.3	-	-	68.5	64.4	-	-		59	58.1

دامنه: حداقل...58.1... و حداکثر ...92... تراز فشار صوت در ایستگاههای اندازه گیری شده dB(A)

تعداد ایستگاه با تراز صدای برابر یا بالای 85 دسی بل: 5 تعداد ایستگاه با تراز صدای کمتر از 85 دسی بل: ...12...

نظریه نهایی کارشناس در خصوص وضعیت صدای کارگاه: وضعیت صدای کارگاه قابل قبول است ☐

صدای کار گاه بیش از حدود مجاز است و نیاز به اقدامات فنی مهندسی یا کنترلهای مدیریتی دارد. ☑

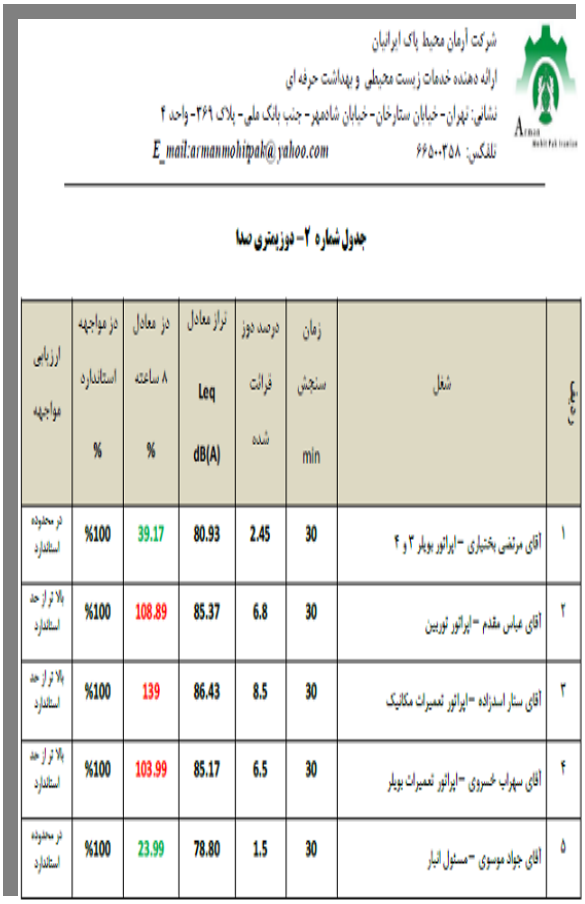


عکس (۱) از ناحیه‌بندی صورت گرفته نیروگاه طبقه اول

جدول(۲) نتایج شدت صوت در نقاط مختلف نیروگاه

ردیف		موقعیت	میزان dB SPL	استاندارد: >85 محدوده خطر	استاندارد: 65-85 محدوده احتیاط	استاندارد: 0-65 محدوده استاندارد
۱	سالن نیروگاه	اتاق HSE	69.1		محدوده احتیاط	
۲		ایرانتور توربین –طبقه اول	87.5		محدوده خطر	
۳		اتاق فرمان بویلر ۱ و ۲	70.5		محدوده احتیاط	
٤		اتاق فرمان الکتریکی	81.3		محدوده احتیاط	
٥		رئیس دفتر بهره برداری	69.5		محدوده احتیاط	
٦		سالن توربین –جلوی توربین ۳	86.2		محدوده خطر	
۷		کارگاه تعمیرات مکانیک	73.7		محدوده احتیاط	
۸		دما و مکش ۳ و ۴	104.7		محدوده خطر	
۹		CWP واحد ۳	99.2		محدوده خطر	
۱۰		اتاق ایرانتور توربین – طبقه همکف	74.3		محدوده احتیاط	
۱۱		تاسیسات	84.3		محدوده احتیاط	
۱۲		پمپ های تصفیه خانه	91.4		محدوده خطر	
۱۳		تعمیرات الکتریک	71.5		محدوده احتیاط	
۱٤		CP واحد ۳	96.5		محدوده خطر	
۱٥		تعمیرات ابزار دقیق	66.1		محدوده احتیاط	
۱٦		دفتر فنی	60.4			محدوده استاندارد
۱۷		اتاق کارشناسان	68.4		محدوده احتیاط	
۱۸		دفتر خدمات	73.8		محدوده احتیاط	

جدول(۳) نتایج اندازه‌گیری مواجهه‌ی فردی



شرکت آرمان محیط پاک ایرانیان
ارائه دهنده خدمات زیست محیطی و بهداشت حرفه ای
نشانی: تهران- خیابان ستارخان- خیابان شادمهر- جنب بانک ملی- پلاک ۳۶۹- واحد ۴
تلفکس: ۶۶۵۰۰۳۵۸ E_mail:armanmohitpak@yahoo.com

جدول شماره ۲- دوزیمتری صدا

ردیف	شغل	زمان سنجش min	درصد دوز فرائت شده	تراز معادل Leq dB(A)	در معادل ۸ ساعته %	در مواجهه استاندارد %	ارزیابی مواجهه
۱	آقای مرتضی بختیاری -اپراتور بویلر ۳ و ۴	30	2.45	80.93	39.17	%100	در محدوده استاندارد
۲	آقای عباس مقدم -اپراتور توربین	30	6.8	85.37	108.89	%100	بالا تر از حد استاندارد
۳	آقای ستار اسدزاده -اپراتور تعمیرات مکانیک	30	8.5	86.43	139	%100	بالا تر از حد استاندارد
۴	آقای سهراب خسروی -اپراتور تعمیرات بویلر	30	6.5	85.17	103.99	%100	بالا تر از حد استاندارد
۵	آقای جواد موسوی -مسئول انبار	30	1.5	78.80	23.99	%100	در محدوده استاندارد

جدول(۴) مقادیر حدتماس شغلی

مدت زمان مواجهه در روز	تراز فشار صوت به dB_A **
24 ساعت	80
16 ساعت	82
8 ساعت	85
4 ساعت	88
2 ساعت	91
1 ساعت	94
30 دقیقه	97
15 دقیقه	100
7/50 دقیقه	103
3/75 دقیقه	106
1/88 دقیقه	109
0/94 دقیقه	112
28/12 ثانیه	115
14/06 ثانیه	118
7/03 ثانیه	121
3/52 ثانیه	124
1/76 ثانیه	127
0/88 ثانیه	130
0/44 ثانیه	133
0/22 ثانیه	136
0/11 ثانیه	139

۴- نتیجه‌گیری

باعنایت به نتایج حاصل از آلاینده‌سنجی که در رابطه با صوت انجام گرفت و هم‌چنین دوزیمتری، و مقایسه با مقادیر استاندارد میزان مواجهه که در زیر ارائه می‌گردد:

از ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده، اتاق های فرمان الکتریک و بویلر، دفتر HSE، دفتر بهره‌برداری، کارگاه تعمیرات مکانیک، تاسیسات، تعمیرات الکتریک، تعمیرات ابزاردقیق، دفاتر کارشناسان و خدمات در محدوده‌ی احتیاط و اتاق اپراتورهای توربین در طبقه اول، سالن توربین، سالن BFP، CWP، FDF و CPها در محدوده‌ی خطر قراردارد. که نیاز به اعمال دقیق کنترل‌های فنی شامل کنترل مبتنی بر سازه، کنترل مبتنی بر دفاع صوتی یا اکتیو و حفاظت‌فردی

و در حد امکان استفاده از کنترل مدیریتی شامل کنترل زمان مواجهه و پایش سلامتی دارد، که در قالب اقدام‌اصلاحی و تعریف پروژه‌های بهبود دردست اقدام است.

قدردانی

در پایان، از مدیریت محترم شرکت بهره‌برداری نیروگاه طرشت و تمامی همکاران پرتلاش و گرانقدر، مراتب تشکر و قدردانی خود را اعلام می‌کنیم.

مراجع

۱- معتضدی، محمود.”(۱۳۹۴) آلودگی صوتی و رفع آن در سیستم‌های انرژی”، اولین، کنفرانس ملی رویکردهای نوین و کاربردی در مهندسی مکانیک

۲- www.environmentalhealth.ir

۳- برخورداری، ابوالفضل. ()”مبانی آکوستیک و مهندسی کنترل صدا در صنعت“، چاپ اول، انتشارات اندیشمند

۴- نیروگاه طرشت، مدارک موجود در آرشیو