

## ارزیابی و مدیریت ریسک جنبه زیست محیطی شرکت پروفیل حدید لارستان با تکیه بر آلودگی صدا با استفاده از روش ویلیام فاین و AHP

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۰

کد مقاله: ۲۵۹۴۱

یعقوب آشنا<sup>۱\*</sup>، مریم کامیاب<sup>۲</sup>، ابوطالب زاهدی<sup>۳</sup>

### چکیده

آلودگی صدای ناشی از کارخانه‌ها صنعتی یکی از معضلات زیست محیطی است که کاهش ریسک و اثرات سوء آن نیازمند استفاده از برنامه‌های مدیریت و پایش ریسک زیست محیطی منسجم با استفاده از روش‌های ارزیابی استاندارد است. در این مطالعه نمونه مورد مطالعه که شرکت پروفیل حدید لارستان است، سعی شد تا با بهره‌گیری از روش ویلیام فاین و AHP به پایش ریسک و ارایه برنامه مدیریتی ریسک زیست محیطی (آلودگی صدا) ناشی از این کارخانه اقدام گردد. پس از گردآوری داده‌ها از طریق مصاحبه، اطلاعات در محیط تصمیم‌گیری چند معیاره و به کمک روش دلفی و با استفاده از نرم‌افزار آماری Expert choice مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد دامنه تراز فشار صدای مناطق دارای آلودگی از ۸۹ دسی‌بل برای ایستگاه خط تراشکاری A4 تا ۱۱۵ دسی‌بل برای ایستگاه کارگاه سیم بود که اغلب این ریسک‌ها در سطح متوسط به بالا می‌باشد. بنابر نتایج مدل تصمیم‌گیری دلفی مشخص شد که معیار "هزینه سرمایه‌گذاری اولیه" با وزن نسبی ۰/۲۳۹ مناسب‌ترین معیار جهت انتخاب بهترین روش کنترل آلودگی صدا بود، و معیار "به‌روز بودن روش" با وزن نسبی ۰/۰۲۷، آخرین اولویت را به خود اختصاص داد. بنابراین به نظر می‌رسد که این شرکت با بهره‌گیری از روش ارزیابی ریسک ویلیام فاین و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، بتواند ریسک زیست محیطی آلودگی صدا در این شرکت را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد.

واژگان کلیدی: پروفیل؛ ریسک زیست محیطی؛ آلودگی صدا؛ ویلیام فاین؛ AHP

۱- کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست، MPH سیاست گذاری سلامت، دانشکده علوم پزشکی لارستان  
ashena\_a108@yahoo.com

۲- کارشناس بهداشت حرفه ای - دانشکده علوم پزشکی لارستان

۳- کارشناسی ارشد HSE، دانشکده علوم پزشکی لارستان

پیشرفت روزافزون صنایع و ایجاد محیط‌های کاری جدید، نیاز به ارتقاء سطح ایمنی و پیشگیری از بروز حوادث را افزایش داده است. به منظور پیشگیری از بروز این گونه حوادث، ارزیابی و مدیریت ریسک‌های زیست‌محیطی به امری الزامی بدل شده است. در محیط‌های صنعتی عوامل زیان آور متعددی وجود دارد. صدا یکی از مهم ترین عوامل زیان آور محیط کار و فراگیرترین عامل فیزیکی تهدید کننده سلامت شاغلین است. (دکتر رستم گلمحمدی و همکاران، ۱۳۸۷)

در مورد صداهایی که در کارخانجات تولید می شود، مشکل اصلی ناراحتی و اعتراض کارگران نیست بلکه مشکل، اثرات سوء آن بر اعصاب و روان، سیستم قلب و عروق و به ویژه دستگاه شنوایی است. (رویا بهزادی، محمد رضوانی، ۱۳۹۳) کنترل صدا در صنعت و برنامه حفاظت شنوایی به منظور جلوگیری از کاهش شنوایی کارگرانی است که در تماس مداوم با صدای محیط کار می باشد. حفاظت کارگران، موضوع برنامه‌های حفاظت شنوایی می باشد و برنامه‌های موفق در این رابطه، کارگران را از خطر افت شنوایی و کارفرمایان را از پرداخت خسارات سنگین حفظ می کند.

طبق بررسی‌های انجام شده، در کشورهای در حال توسعه نگرانی بیشتری در مورد شدت مواجهه ی صدای صنعتی و پیامدهای ناشی از آن وجود دارد. (Noweir، ۱۹۸۴) لذا، از آنجا که بحث ارزیابی و مدیریت ریسک جنبه‌های زیست‌محیطی آلودگی صدای ناشی از شرکت‌ها و کارخانجات یکی از مقوله‌های مهم در بسیاری از کشورهای در حال توسعه و به ویژه ایران می‌باشد و اهدافی چون حفظ جنبه‌های سلامت کارگران و کاهش پیامدهای سوء زیست‌محیطی را دنبال می کند؛

لذا با توجه به اهمیت موضوع، کنترل صدای محیط کار یک مسئله ی مورد توجه بوده و ضروری است با اجرای روش‌های کنترلی مناسب به ترازهای منطبق با استاندارد برسد. از طرفی امکان مالی اجرای تمام روش‌های کنترل صدا در یک بخش وجود ندارد، بنابراین ترتیب اجرای این پروژه‌ها بسیار مهم می‌باشد. یکی از گزینه‌هایی که می تواند در این راستا نقش به سزایی ایفا نماید، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری در اولویت بندی راه‌های کنترل صدا می‌باشد. (محبوبه اسحاقی و همکاران، ۱۳۹۱) که موجب کاهش سطح ریسک در راستای حفظ منابع انسانی و افزایش بهره‌وری کارخانه و نیز کاهش غرامت‌ها و زیان‌های ناشی از آلودگی صدا می شود.

مقاله ی حاضر از نوع توصیفی- مقطعی است که با هدف ارزیابی و مدیریت ریسک جنبه‌های زیست‌محیطی شرکت پروفیل حدید لارستان با تکیه بر آلودگی صدا با استفاده از روش ویلیام فاین و AHP انجام گرفت. همچنین، این مقاله از نظر ماهیت نیز دارای رویکرد تحلیلی بوده و جنبه کاربردی دارد.

روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره یکی از مطمئن ترین روش‌های علمی و مدیریتی تصمیم‌گیری بوده و با استفاده از آن می توان تصمیمات علمی تر را اتخاذ نمود. (دکتر سید حسن قدسی پور، ۱۳۹۸: ۸۵-۸۳) اساس روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی بر مقایسه‌های زوجی معیارها استوار است. این فرآیند به ندرت به تنهایی به کار می رود و به همراه یا در حمایت از روش‌های دیگر می تواند مورد استفاده قرار گیرد. (Luis G Vargas، Thomas L. Satty، ۱۹۹۴: ۲۳۳-۴۰، ۴۱-۵۵)

داده‌های اولیه این تحقیق با استفاده از روش زمینه‌یابی- پیمایشی و مطالعات میدانی بدست آمد. در این نوع گردآوری با حضور مستقیم و فعال در محل مورد مطالعه می توان با دیدگاه پس رویدادی عوامل موثر در پیدایش یک موضوع را بررسی کرد. و بر اساس مستندات، مشاهدات و بررسی‌های اولیه و چک لیست‌های مربوط به خطرات موجود در محیط کارخانه گردآوری و ثبت گردید، و در نهایت در اولویت ارزیابی قرار گرفت. همچنین، از کاربرد روش William Fine برای تکمیل اطلاعات مشاهده شده استفاده گردید. برای اندازه‌گیری‌های بعدی از پرسشنامه ماتریس زوجی AHP برای انتخاب گزینه‌ها نسبت به هر معیار؛ پرسشنامه ماتریس زوجی AHP برای معیارهای انتخاب روش‌های کنترل و کاهش آلودگی صدا؛ پرسشنامه تعیین روش‌های کنترلی مناسب در کاهش و یا حذف آلودگی صدا؛ پرسشنامه مقدماتی نظرسنجی از خبرگان در خصوص تعیین روش‌های مناسب کنترل آلودگی صدا و از پرسشنامه تعیین معیارها، جهت انتخاب روش‌های کنترلی کاهش و یا حذف آلودگی صدا استفاده گردید. در نهایت از طریق نرم‌افزار Expert Choice وزن نسبی برای کلیه ماتریس‌ها محاسبه شد و در نهایت با توجه به وزن‌هایی به دست آمده توسط نرم‌افزار اهمیت و اولویت روش‌های کنترل و کاهش آلودگی صدا کارخانه پروفیل حدید لارستان مشخص شد و همچنین اهمیت معیارهای مربوط به هر روش به ترتیب اولویت نیز تعیین گردید. و به کمک این نرم افزار بهترین روش کنترل آلودگی صدا انتخاب و جهت بکارگیری به مدیریت پیشنهاد شد. علاوه بر نرم افزار فوق، از نرم افزار EXCEL نیز در زمینه تجزیه و تحلیل اطلاعات درج شده در کاربرد ها استفاده شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

در این مقاله شرکت مورد مطالعه پروفیل حدید لارستان بوده است که پژوهشگر با استفاده از روش نمونه‌گیری آسان مبتنی بر هدف (هدفمند) به جمع‌آوری داده‌ها اقدام نمود. بدین ترتیب که داده‌های اولیه مورد نیاز در این تحقیق با استفاده فتون مصاحبه،

مشاهده مستقیم و ارزیابی میدانی گردآوری و در چک لیست های مربوط به خطرات موجود در محیط کارخانه ثبت گردید، و از کاربرگ های روش William Fine برای تکمیل اطلاعات مشاهده شده استفاده گردید. همچنین، برای اندازه گیری های بعدی از پرسشنامه ماتریس زوجی AHP برای انتخاب گزینه ها نسبت به هر معیار؛ پرسشنامه ماتریس زوجی AHP برای معیارهای انتخاب روش های کنترل و کاهش آلودگی صدا؛ پرسشنامه تعیین روش های کنترلی مناسب در کاهش و یا حذف آلودگی صدا؛ پرسشنامه مقدماتی نظرسنجی از خبرگان در خصوص تعیین روش های مناسب کنترل آلودگی صدا و از پرسشنامه تعیین معیارها، جهت انتخاب روش های کنترلی کاهش و یا حذف آلودگی صدا استفاده گردید.

پس از گردآوری داده ها به روش مشاهده یک به یک، مصاحبه با مسئولین، کارگران و متخصصین واحد، در نهایت فراوانی خطرات موجود در کارخانه و مدیریت خطرات شناسایی شده با استفاده از روش های ارزیابی ریسک ویلیام فاین، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و به کمک روش دلفی انجام گرفت.

براساس سوابق موجود و نتایج حاصل از پرسش نامه مقدماتی، با بهره گیری از روش ویلیام فاین محاسبه و ارزیابی ریسک انجام گرفت و با تعیین میزان مواجهه با عامل خطر، امکان شناسایی نقاط پرخطر و آسیب های احتمالی آینده را فراهم نمود. همچنین، جهت تحلیل اطلاعات مربوط به اندازه گیری های شدت صدا در کارخانه پروفیل حدید لارستان، نتایج اندازه گیری های صداسنجی جمع آوری گردید و برحسب استاندارد صدای محیط کار، صداهای غیر مجاز و آسیب رسان شناسایی و از بین تمامی ایستگاه های اندازه گیری شده، نقاطی از شرکت که از لحاظ سر و صدا دارای صدایی بالاتر از ۷۵ دسی بل بود، مشخص گردید. سپس جهت ارزیابی ریسک صدا در مناطق دارای سرو صدای بیش از حد مجاز با استفاده از روش ویلیام فاین با بهره گیری از نظرات ۲۰ نفر کارشناس زبده در این زمینه ماتریس های شدت پیامد خطر، احتمال وقوع خطر، میزان مواجهه خطر بطور جداگانه بر اساس حدود تعیین شده در جداول روش ویلیام فاین نمره دهی شد و در نهایت میانگین نظرات به عنوان نمره پذیرفته شده در جدول نهایی آورده شد.

بر اساس سوابق موجود ۱۵ معیار جهت انتخاب روش های کنترل و کاهش آلودگی صدا شناسایی شد که با استفاده از روش دلفی، و بر اساس نظر ۱۵ نفر از کارشناسان خبره در این زمینه تنها معیار های دارای انحراف معیار کمتر از یک در مقیاس لیکرت بعنوان معیارهای قابل قبول در انتخاب روش های کنترل و کاهش آلودگی صدا کارخانه پروفیل حدید لارستان در نظر گرفته شدند.

به منظور تعیین روش های کلی کاهش و کنترل صدا در کارخانه پروفیل حدید لارستان علاوه بر مطالعه سوابق موجود، پرسشنامه مقدماتی در اختیار ۱۵ نفر متخصص در این زمینه قرار داده شد و در نهایت روش های کلی کاهش و کنترل صدا در کارخانه پروفیل حدید لارستان بدست آمد. سپس روش های نهایی کنترل و کاهش آلودگی صدا در کارخانه پروفیل حدید لارستان از طریق روش دلفی (با بهره گیری از نظرات ۱۵ نفر متخصص در این زمینه) تعیین شد. پس از بدست آمدن روش های کنترلی نهایی، مجدداً با استفاده از روش دلفی معیار سازی متناسب با گزینه های نهایی بدست آمده انجام شد.

روش AHP یکی از معروف ترین فنون تصمیم گیری چند منظوره است. این روش هنگامی که عمل تصمیم گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم گیری روبرو است می تواند مورد استفاده قرار گیرد. فرایند AHP ترکیب معیارهای کیفی همراه با معیارهای کمی را به طور هم زمان امکان پذیر می سازد. اساس روش AHP بر مقایسه های زوجی معیارها استوار است برای چنین مقایسه ای نیاز به طراحی پرسشنامه هایی است این امر به تصمیم گیرنده این امکان را می دهد که فارغ از هرگونه نفوذ خارجی تنها روی مقایسه دو معیار یا گزینه تمرکز کند. علاوه بر این مقایسه زوجی، به دلیل اینکه پاسخ دهنده فقط دو عامل را نسبت به هم می سنجد و به عوامل دیگر توجه ندارد، اطلاعات ارزشمندی را برای مسئله مورد بررسی فراهم می آورد و فرایند تصمیم گیری را منطقی می سازد.

پس از تعیین و غربالگری معیارها و همچنین روش های کنترل و کاهش آلودگی صدا در کارخانه پروفیل حدید لارستان، در این مرحله با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) از طریق نرم افزار Expert choice به مقایسه زوجی هر گزینه به همراه معیارهای آن پرداخته شد. بر این اساس در این پژوهش برای اولویت بندی یروسه ای کنترل و کاهش آلودگی صدا در کارخانه پروفیل حدید لارستان ارجحیت یا مطلوبیت یک پارامتر نسبت به پارامتر دیگر مطابق امتیاز دهی گردید.

جدول ۱: نمونه پرسشنامه ماتریس زوجی AHP برای معیارهای انتخاب روش‌های کنترل و کاهش آلودگی صدا در کارخانه پروفیل‌های لارستان

میزان رضایتمندی از بکارگیری روش	به‌روز بودن روش	میزان ایمن بودن روش	سهولت استفاده از روش	کارایی (میزان کاهش صدا)	قابلیت بکارگیری روش	هزینه اجرا و نگهداری روش	هزینه سرمایه‌گذاری اولیه	
							۱	هزینه سرمایه‌گذاری اولیه
						۱		هزینه اجرا و نگهداری روش
					۱			قابلیت بکارگیری روش
				۱				کارایی (میزان کاهش صدا)
			۱					سهولت استفاده از روش
		۱						میزان ایمن بودن روش
	۱							به‌روز بودن روش
۱								میزان رضایتمندی از بکارگیری روش

جدول ۲: نمونه پرسشنامه ماتریس زوجی AHP برای گزینه‌ها نسبت به هر معیار

I	H	G	F	E	D	C	B	A	
								۱	A
							۱		B
						۱			C
					۱				D
				۱					E
			۱						F
		۱							G
	۱								H
۱									I

سپس برای مقایسات زوجی ۹ نوع پرسشنامه طراحی گردید و در اختیار ۱۵ نفر از کارشناسان مربوطه قرار گرفت. در یکی از این پرسشنامه‌ها به مقایسه زوجی معیارهای انتخاب روش‌های کنترل و کاهش آلودگی صدا در کارخانه پروفیل‌های لارستان پرداخته شد و در پرسشنامه‌های دیگر به بررسی و مقایسه زوجی (ماتریس‌های زوجی) گزینه‌های مربوط به هر معیار و ارجحیت آنها نسبت به هم پرداخته شد.

ماتریس‌های زوجی پرسشنامه‌های فوق‌الذکر به این صورت تکمیل گردید که ترجیح هر معیار بر خودش برابر ۱ در نظر گرفته شده است و ترجیح هر معیار به معیار دیگر بر اساس جدول ارجحیت به شکل زیر تکمیل گردید. اگر معیار A به معیار B (سطر به ستون) بر فرض داده‌های ترجیح برابر ۲ باشد، ترجیح B بر A برابر یک دوم خواهد بود پس ماتریس به صورت زیر تکمیل می‌شود:

$$A \rightarrow B = 2$$

$$B \rightarrow A = \frac{1}{2}$$

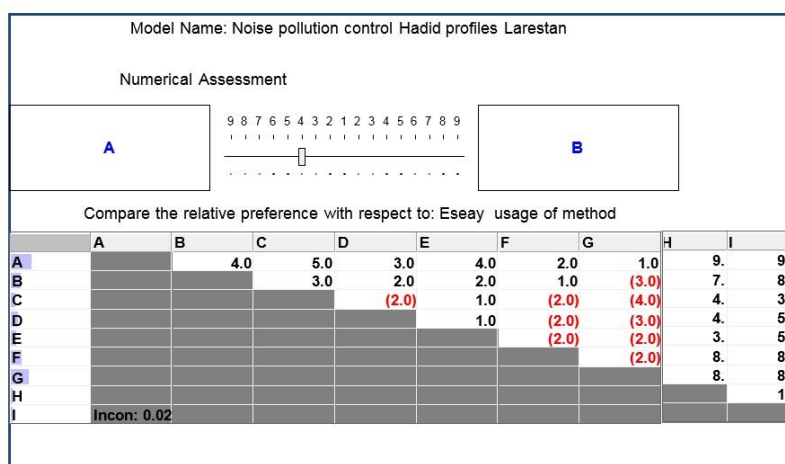
	A	B	C
A	۱	۲	۸
B		۱	۶
C			۱

	A	B	C
A	۱	۲	۸
B	۱/۲	۱	۶
C	۱/۸	۱/۶	۱

بر همین اساس ۹ جدول ماتریس زوجی طراحی شده با روش فوق‌الذکر توسط ۱۵ نفر کارشناس تکمیل گردید. با در نظر گرفتن وزن یکسان در مورد هر یک از کارشناسان شرکت کننده در نظر سنجی از نقطه نظر تیم تحقیقاتی حاضر، بعد از تهیه جدول‌های مقایسه‌ای برای ترکیب جدول‌های مقایسه‌ای کلیه پرسشنامه‌ها، از میانگین هندسی استفاده شد. فرض کنید مولفه  $a_{ij}^{(k)}$  مربوط به شخص  $k$  ام برای مقایسه سیستم  $i$  به  $j$  است، بنابراین میانگین هندسی برای تمامی مولفه‌های مولفه‌های متناظر به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\bar{a}_{ij} = \left( \prod_{k=1}^N a_{ij}^{(k)} \right)^{\frac{1}{N}}$$

بنابراین ماتریس‌های تکمیل شده در مرحله قبل به محیط نرم‌افزار وارد گردید تا ضریب ناسازگاری هر ماتریس مشخص گردد. در این مرحله از نرم‌افزار Expert choice جهت تجزیه و تحلیل و آنالیز معیارها استفاده گردید این نرم‌افزار یکی از نرم‌افزارهای قوی و قابل اعتماد برای ارزیابی چند معیاره می‌باشد که دارای قابلیت‌های فراوانی نظیر محاسبه ضریب ناسازگاری و محاسبه وزن نسبی و وزن نهایی گزینه‌ها است.



شکل ۱: نمونه‌ای از پنجره مقایسه گزینه‌ها نسبت به معیار سهولت استفاده از روش در نرم‌افزار Expert Choice

### ۳- یافته‌ها

یافته‌ها حاکی از آن است که، "معیار هزینه سرمایه‌گذاری اولیه" با وزن نسبی ۰/۲۳۹ مناسب‌ترین معیار از نظر کلیه جنبه‌های اقتصادی، فنی، مهندسی و محیط زیستی جهت انتخاب بهترین روش کنترل آلودگی صدا در شرکت پروفیل حدید لارستان است. و سایر روش‌های کنترل و کاهش آلودگی صدا در کارخانه مذکور به ترتیب "روش کنترل زمان مواجهه فردی با سر و صدا" با وزن نهایی ۰/۲۲۴ و "روش‌های استفاده از حفاظ‌های شخصی گوش" با وزن نهایی ۰/۱۱۷ در رتبه‌ی سوم مناسب‌ترین روش‌ها از نظر کلیه جنبه‌های اقتصادی، فنی، مهندسی و محیط زیستی قرار دارد. بنابراین، می‌توان گفت که روش ایزوله کردن کارکنان با استفاده از وسایل حفاظت فردی نمی‌تواند در رتبه نخست روش موثری برای کاهش مواجهه‌ی افراد با آلودگی صوتی باشد و تنها در سطوح پایین قابلیت کنترل و کاهش آلودگی صدا را دارد.

#### ۴- نتیجه گیری

بنابر نتایج این پژوهش غالب ایستگاه های شناسایی شده در شرکت پروفیل حديد لارستان دارای تراز فشار بالاتر از حد استاندارد هستند و از سطوح متوسط تا بالایی از آلودگی صدا برخوردارند. نتایج حاصل از روش ویلیام فاین حاکی از این بود که ایستگاه های شغلی کارگاه سیم، سالن تولید پروفیل، اره آتشین، تراشکاری A2 و نوار بری به ترتیب در اولویت بالایی از ریسک‌های بهداشتی و زیست‌محیطی قرار دارند و اصلاحات فوری برای کنترل خطر در این ایستگاه های شغلی مورد نیاز است. و حتی امکان نیاز توقف فعالیت واحد تحت بررسی وجود دارد. اما در ایستگاه های شغلی تراشکاری A1، تراشکاری A3 و تراشکاری A4 سطح متوسطی از ریسک به چشم می خورد که نیازمند است در این دو ایستگاه در اسرع وقت اقدامات لازم به انجام رسد. همچنین، نتایج این بررسی نشان داد که معیار هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بهترین معیار تصمیم‌گیری برای تعیین توانایی شرکت در عملیاتی کردن برنامه‌های کنترل و کاهش ریسک آلودگی صدا است. و از بین روش‌های کنترلی پیشنهادی در این مطالعه، روش کنترل زمان مواجهه فردی با سرو صدا یا کنترل در منبع ایجاد آلودگی، می تواند بهترین روش برای کنترل و کاهش آلودگی صدا در شرکت پروفیل حديد لارستان باشد که روش ارزیابی ریسک ویلیام فاین و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به کمک مدل تصمیم‌گیری دلفی بهترین انتخاب را در این زمینه فراهم می کند. در واقع می توان استنباط نمود که با استفاده از روش ارزیابی ریسک ویلیام فاین و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، می توان بهترین معیار تصمیم‌گیری و بهترین روش کنترل ریسک را برای کنترل و کاهش آلودگی صدا در شرکت مورد مطالعه انتخاب نمود که در نهایت در برنامه یاد شده معیارهای پیشنهادی زیر به دست آمد:

۱. بازدید مداوم و انجام تعمیرات اساسی و دقیق که از احتمال خرابی تجهیزات جلوگیری نماید.
۲. رعایت اصول ایمنی کار و استفاده از محافظ گوش ایمن توسط کارکنان.
۳. برقراری آموزش ایمنی و بهداشت اختصاصی جهت پرسنل با توجه به خطرات شغلی که با آن سر و کار دارند.
۴. علامتگذاری ایمنی در سطح کلیه مناطق دارای آلودگی صدای غیر مجاز.
۵. تدوین استانداردها و دستورالعمل های ایمنی و اجرای آنها در زمینه: لوازم حفاظت فردی، نحوه کار با تجهیزات و نصب تابلوهای هشدار دهنده.
۶. تعیین نیازهای آموزشی و اجرای دوره های ایمنی و بهداشت اختصاصی جهت کارکنان با توجه به خطرات آلودگی صدا
۷. برقراری سیستم توصیه و هشدارهای ایمنی جهت تعیین نحوه صدور هشدار ایمنی در موارد مهم.
۸. تأمین وسایل حفاظت فردی متناسب با میزان آلودگی صدا و خطرات آن.
۹. بازرسی و نظارت بر انجام فعالیت ها در کلیه واحدها.
۱۰. نظارت بر رفتار فردی کارکنان هنگام کار.
۱۱. اجرای دوره های آموزش ایمنی و بهداشت عمومی کلیه پرسنل شرکت و پیمانکاران.
۱۲. برگزاری دوره آموزشی بصورت متناوب با سطوح مختلف پرسنل
۱۳. تدوین برنامه واکنش در وضعیت اضطراری ایمنی.
۱۴. استفاده از حفاظ های جاذب صوت در تجهیزات پر سر و صدا.
۱۵. عدم جداسازی عایق صوتی تجهیزات و ماشین آلات و دقت در نصب مجدد آنها پس از اتمام عملیات تعمیراتی.
۱۶. رعایت فوندانسیون صحیح.
۱۷. ایزولاسیون صوتی اتاق کنترل و استفاده از شیشه های دو جداره.
۱۸. استفاده از پایه های الاستیک جهت استقرار ماشین آلات به منظور جلوگیری از انتقال و ارتعاش ناشی از عملکرد ماشین به محیط.
۱۹. بکارگیری مواد میرا کننده ارتعاش در زیر تجهیزات و ماشین آلات جهت جلوگیری از انتقال صدا و ارتعاش آنها به زمین و سایر تجهیزات.
۲۰. اطمینان از بکارگیری روش‌های کنترل صدا در تجهیزات خریداری شده مانند عایق بندی صوتی بدنه.
۲۱. استفاده از کلاه های حفاظتی جهت جلوگیری از انتقال و هدایت صدا از طریق هدایت استخوانی.
۲۲. در اولویت قرار دادن برنامه‌های کنترل در منبع.

## منابع

۱. اصغریور محمدجواد، (۱۳۸۷)، "تصمیم‌گیری چند معیاره"، چاپ پنجم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران
۲. اللهیاری تیمور، (۱۳۸۴)، "آنالیز خطر و ارزیابی ریسک در فرآیندهای شیمیایی"، انتشارات فن آوران اندیشه پژوه
۳. اسحاقی محبوبه، گلمحمدی رستم، ریاحی خرم مهدی، (۱۳۸۹)، "اولویت بندی روش‌های کنترل صدا در شرکت شیشه همدان با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)"، چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
۴. چهرگانی حسن، محسن زاده فریبا، (۱۳۹۰)، "تکنیک‌های شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک در صنعت سیمان"، ماهانه فنی و نشریه علمی پژوهشی فناوری سیمان، شماره ۴۷، صص ۹۶-۱۰۶
۵. سخاوتی اقبال، محمدی زاده ماریا، محمدفام ایرج، فقیهی زرنندی علی، (۱۳۹۳)، "اولویت بندی روش‌های کنترل و کاهش آلودگی صدا در شرکت سیمان لارستان با استفاده از فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)"، دو ماهنامه علمی پژوهشی دانشکده بهداشت یزد، سال ۱۳، شماره ۲، صص ۱۶۷-۱۵۶
۶. قدسی پور سید حسن، (۱۳۸۱)، "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)"، انتشارات مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران)، چاپ سوم، صص ۳۳-۱۲
۷. قدسی پور سید حسن، (۱۳۸۵)، "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)"، انتشارات مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران)، چاپ چهارم، صص ۸۳-۵
۸. گلمحمدی رستم، (۱۳۸۶)، انتشارات انشجو، چاپ سوم
۹. قرارچور لو نجف، (۱۳۸۴)، "ارزیابی و مدیریت ریسک"، آذربایجان شرقی، انتشارات علوم و فنون جهاد دانشگاهی، صص ۱۲-۵
۱۰. گلمحمدی رستم، علیایی محمد، سموات حمید، معتمد زاده مجید، (۱۳۸۷)، "طراحی و ساخت لوله امپدانس برای تعیین ضریب جذب صوتی برخی مصالح مورد استفاده در کنترل صدا"، مجله علیم دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان، دوره پانزدهم، شماره ۱
۱۱. بهزادی رویا، رضوانی محمد، (۱۳۹۳)، "ارزیابی آلودگی صوتی در محوطه‌ی داخلی کارخانه‌ی حلب‌سازی"
12. Saaty T L, Vargas L G, (1994), "Decision making in economic, political, social, and technological environments with the analytic hierarchy process", Pittsburgh: RWS Publication, 233-40.
13. Saaty T L, "Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process", (1986), Management Science, 841-55
14. Noweir m.h, (1984), "Noise exposure as related to productivity, disciplinary actions, absenteeism and accidents among textile workers", safe res, 163-174

