



## ارزیابی آلودگی صدا و افت شنوایی ناشی از آن در کارگران سنگبریهای ملایر

دکتر رستم گل محمدی<sup>۱</sup>، مونس زیاد<sup>۲</sup>، سید قوام الدین عطاری<sup>۳</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** صدا به عنوان یکی از مهمترین عوامل زیان آور محیط کار همواره سلامت کارگران را در محیطهای صنعتی تحت تأثیر قرار داده و به خصوص باعث کاهش شنوایی و یا بروز حوادث گوناگون بوده است. در این میان کارگاههای سنگبری نیز از آلودگی صوتی زیادی برخوردارند. ایران با ۹ میلیون تن تولید سنگ و دارا بودن ۱۸۰۶ واحد سنگبری دارا مقام دوم جهان می باشد که سهم استان همدان نیز از این تعداد ۲۲ واحد سنگبری می باشد.

**روش بررسی:** بررسی حاضر نیز با هدف کلی تعیین میزان آلودگی صدا، آنالیز فرکانس آن و تعیین میزان افت شنوایی کارگران در سنگبریهای شهرستان ملایر در سال ۱۳۸۲ انجام گردید. آنالیز فرکانس صدا در ۲۱ ایستگاه دارای صدای بیش از حد مجاز شغلی کشوری (۸۵ dBA) صورت گرفت. همچنین از طریق ادیومتری تونال میزان افت شنوایی ناشی از صدا (NIHL) برای ۴۰ کارگر شاغل در این کارگاهها تعیین گردید.

**یافته ها:** نتایج این مطالعه نشان داد که در کارگاههای مورد بررسی مقادیر بیشترین و کمترین تراز فشار صوت dBA ۱۰۰-۶۱ و متوسط تراز معادل مواجهه صدا ۹۱/۱±۵/۵ dBA بوده است. اغلب کارگران در کارگاههای مورد مطالعه با ترازهایی بیش از حد مجاز شغلی (۸۵ dBA) مواجهه داشته اند. میانگین سابقه کار کارگران در فیلد مطالعه ۱۰/۹۵±۵/۵ سال بوده است. آنالیز رگرسیون بیانگر آن بوده است که افت دائم شنوایی با سابقه کار و تراز معادل مواجهه ارتباط مستقیم داشته است (> ۰/۰۵). بالاترین تراز فشار صوت در کارگاههای سنگبری گرانیته با غیر گرانیته بکلی متفاوت است بطوری که میزان تراز فشار صوت در کارگاههای سنگ گرانیته در فرکانس (Hz) ۴۰۰۰ (فرکانس صنعتی) بوده در حالیکه در کارگاههایی با سنگهای غیر گرانیته تراز فشار صوت در فرکانس (Hz) ۱۲۵ بالاترین مقدار را داشته است. نتایج نشان داد که میزان افت شنوایی کلی (هر دو گوش) کارگران مورد مطالعه ۲۶/۲۸±۶/۹۸ بوده که بیشتری افت در ناحیه ۴۰۰۰ نشان داده شده است.

**نتیجه گیری:** هر چند میزان افت کلی گوش عدد بزرگی را در مقایسه با تراز معادل نشان نداده است اما علت مهم آن پایین بودن سابقه کار این گروه کارگران بوده است و می توان پیش بینی نمود که برای مواجهه طولانی تر میزان افت نیز بیشتر خواهد شود. لذا در کارگاههای مورد مطالعه لزوم برنامه کنترل صدا از طرق مدیریتی و فنی توصیه می گردد.

**کلید واژه ها:** صدا، صدای صنعتی، افت شنوایی، صنایع سنگ

### مقدمه

پایه برای مطالعه وضعیت گروههای در معرض انجام گردد. بی تردید صدا از جمله معضلات اساسی دنیای صنعتی امروز بوده و گروه کثیری از افراد چه در محیط کار و چه در محل زندگی تحت تأثیر آثار سوء آن قرار دارند. طبق برآورد محقق حداقل یک میلیون کارگر در کشور در معرض صدای بیش از حد مجاز

با توجه به پیشرفت روزافزون صنعت و تکنولوژی صنعتی لزوم بررسی در زمینه‌ی عوامل مخاطره زای محیط کار از جمله عوامل فیزیکی زیان آور محیط بیشتر احساس گردیده و به دلیل افزایش تنوع خطر آسیب این عوامل بر کارگران لازم است تا اطلاعات

۱- نویسنده پاسخگو، استادیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان (email: golmohamadi@umsha.ac.ir)

۲- کارشناس بهداشت حرفه ای

۳- کارشناس اشد بهداشت حرفه ای

پنج میلیون نفر، طبق برآورد ۶۵۰ هزار نفر در معرض ریسک افت شنوایی هستند [۴].

نتایج تحقیق Sexivas و همکاران در امریکا که در سال ۲۰۰۵ منتشر شده نشان داده است که از مجموع ۳۲۸ کارگر مورد مطالعه که در معرض صدای زیان آور بوده اند بیشترین افت شنوایی در ناحیه ۴۰۰۰ هرتز بوده است و متوسط رشد افت سالیانه در این گروه در آن فرکانس ۰/۵ دسیبل بوده است [۵].

همچنین Daniell و همکاران در مطالعه مشابهی در امریکا که در سال ۲۰۰۶ منتشر شده نشان دادند که از مجموع ۱۵۵۷ کارگر مورد مطالعه ۵۰٪ آنان در معرض صدای بیش از ۸۵ dBA و افت شنوایی این کارگران با میزان دریافت صدای شغلی رابطه معنی دار آماری داشته است ( $r2=0/24$ ) [۶]. مطالعه Minja و مکاران در دارالسلام تانزانیا که در سال ۲۰۰۳ منتشر شده نشان داد که از مجموع ۲۰۰ کارگر مورد بررسی که در معرض صدای بیش از ۸۵ dBA بوده اند ۲۶ کارگر دارای افت شنوایی ناشی از کار بوده اند [۷].

### روش بررسی

در این تحقیق ۱۰ واحد از کارگاههای سنگبری ملایر مورد بررسی قرار گرفته اند. اندازه گیری صدا در کارگاههای مذکور به روش محیطی (ایستگاه بندی) انجام گرفته است و صداسنجی موضعی و آنالیز فرکانس نیز در موقعیتهای توقف کارگران انجام شده است. برای تعیین پلان اندازه گیری محیطی صدا پس از تهیه نقشه اولیه هر کارگاه، ترسیم پلان معماری و تعیین محل قرارگیری منابع مولد صوت، با توجه به مساحت کارگاهها (۱۰۰۰-۵۰۰ مترمربع) شبکه ها به ابعاد ۵ × ۵ متر تقسیم شد و در هر ایستگاه اقدام به اندازه گیری تراز فشار صوت SPL در شبکه A و با سرعت slow در ارتفاع منطقه شنوایی کارگر گردید [۸]. برای نقاط دارای تراز فشار صوت بیش از حد مجاز (۸۵ dBA) اقدام به آنالیز فرکانس در شبکه C با سرعت slow در فرکانسهای یک اکتاو باند از ۱۰۰۰-۶۳ هرتز گردید [۹، ۱۰، ۱۱]. کلیه اندازه گیریها توسط دستگاه صداسنج مدل ۲۲۳۰ B&K و کالیبراسیون آن طبق روش استاندارد در محل کار در فرکانس (Hz) ۱۰۰۰ تراز فشار صوت (dB) ۹۴ انجام گردید. در مرحله با توجه به تراز فشار صوت اندازه گیری شده و الگوی زمان مواجهه تراز معادل فشار صوت (Leq)

می باشند. در این میان یکی از فعالیتهای صنعتی فراگیر که در آن مواجهه شاغلین با صدا قابل توجه می باشد، کارخانجات سنگبری است. ایران به استناد برخی از آمارها با ۹ میلیون تن تولید سنگ مقام دوم جهان را به خود اختصاص داده است. در حال حاضر ۱۸۰۶ واحد سنگبری با ۲۳۰ واحد فرآوری سنگ با ۶ میلیون تن فرآوری در کشور وجود دارد که سهم استان همدان ۲۲ واحد سنگبری و ۳/۲ درصد از واحدهای فرآوری می باشد. بنابراین نظر به مصرف روزافزون این مصالح در داخل و خارج از کشور و ضرورت ایجاد بستر مناسب به منظور استفاده بهینه از این مواد لازم است با به کارگیری شیوه های صحیح استخراج و رعایت موارد فنی اقدام به این مهم صورت گیرد. بدیهی است که شاغلین در این کارگاهها نیز در معرض عوارض سوء ناشی از صدا قرار دارند. هدف کلی از مطالعه حاضر تعیین میزان آلودگی صدا، آنالیز فرکانس آن و میزان افت شنوایی کارگران در سنگبریهای ملایر بوده است.

در مطالعه ای که امیدواری و همکاران بر روی معادن سنگ هرسین انجام داده اند معلوم گردیده که تراز فشار صوت در قسمت سنگ شکن dBA  $4/3/4 \pm 108$  و در قسمت مته کاری dBA  $4/8/4 \pm 111/5$  بوده که در این بررسی فرکانس رهبر (فرکانسی که بالاترین تراز را به خود اختصاص داده) فرکانس ۲۰۰۰ هرتز بوده است [۱]. همچنین در مطالعه ای که عطاری و همکاران در کارگاههای سنگ کوبی ملایر انجام داده اند میانگین تراز معادل ۸ ساعته مواجهه کارگران dBA  $2 \pm 92/24$  میانگین افت شنوایی گوش چپ dB  $5/9 \pm 15/24$  و میانگین افت گوش راست dB  $7/6 \pm 15/5$  بوده است در این مطالعه همبستگی پیرسون بین افت گوش چپ و راست با تراز معادل ۲۵۲/۰ و با سابقه کار ۲۷۶/۰ گزارش شده است [۲].

در مقاله ای که Wu و همکاران در ۱۹۹۵ بر روی ۹۵۳۵ نفر کارگر چینی در معرض صدای بیش از ۸۵ dBA داشته اند، متوسط افت شنوایی گوشها dB  $8/36$  در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز بوده است. از بین این کارگران ۲۴٪ درجاتی از NIHL را داشته اند [۳].

همچنین در مقاله ای که Sulkowski و همکاران در ۲۰۰۴ منتشر نموده اند، برآورد شده است که در اروپا بیش از ۲۵ میلیون کارگر در معرض صدای بیش از ۸۵ باشند و تنها در لهستان با جمعیت کارگری حدود



جدول ۱- نتایج مطالعه در خصوص صداسنجی در کارگاههای مورد مطالعه (موارد ستاره دار مربوط به کارگاه های سنگ گرانیت است)

کد کارگاه	مساحت کارگاه	تعداد ایستگاه سنجش	SPLmax (dBA)	Splmin (dBA)	تعداد ایستگاههای کمتر از 85 BA	تعداد ایستگاههای بیشتر از 85 BA	تعداد کارگران در معرض صدا
۱	۱۰۰۰	۴۰	۹۲	۷۳/۵	۳۴	۶	۴
۲	۱۰۰۰	۴۰	۹۱	۸۲	۱۹	۲۱	۴
۳*	۷۵۰	۳۰	۹۸	۸۵	۳	۲۷	۲
۴*	۸۰۰	۴۰	۹۷	۸۲	۵	۳۴	۳
۵	۱۲۵۰	۵۰	۹۷/۶	۷۷/۸	۱۳	۳۶	۲
۶	۶۰۰	۲۴	۹۲/۲	۸۲	۹	۱۵	۶
۷	۶۲۵	۲۵	۹۸	۷۷/۳	۱۶	۸	۳
۸	۸۰۰	۴۰	۹۱/۳	۸۰/۷	۱۲	۲۸	۵
۹	۹۰۰	۳۶	۹۲/۱	۷۸/۶	۱۲	۲۴	۵
۱۰	۱۱۰۰	۵۵	۹۳/۵	۸۲	۱۷	۳۷	۶

۵۵ ایستگاه سنجش محیطی صدا انجام شده است که خلاصه نتایج آن به همراه توزیع تعداد ایستگاههای با تراز بیش از ۸۵ dBA و کمتر از آن و محدوده تراز حداقل و حداکثر صدا در جدول شماره ۱ آمده است. با توجه به جدول ۱ بیشترین تراز فشار صوت را کارگاههای ۱ و ۷ به خود اختصاص دادند و کمترین تراز فشار صوت مربوط به کارگاه شماره ۱ می باشد. همچنین درصد ایستگاههایی با تراز فشار صوت محدوده خطر به ترتیب در کارگاههای ۴ و ۳ و ۹ در مقایسه با سایر کارگاهها بیشتر است.

داده های جدول شماره ۲ مربوط به ۴۰ کارگر شاغل در کارگاههای سنگبری می باشد. براساس این جدول برای کارگران مذکور حداقل ۶۱ dB Leq(8hr) و حداکثر ۱۰۰ dB می باشد. همچنین محدوده افت دائم شنوایی هر ۲ گوش برای کارگران مورد مطالعه حداقل ۹/۷۹ dB و حداکثر ۴۶/۲۵ dB بوده است. شکل شماره ۱ نمودار میانگین افت دائم شنوایی کارگران

برای کلیه کارگران محاسبه گردید. از طریق ادیومتری میزان افت شنوایی در فرکانسهای ۱۰۰۰-۲۵۰ هرتز برای ۴۰ کارگر شاغل در این کارگاهها محاسبه و شاخصهای NIHL (افت دائم شنوایی ناشی از صدا) برای هر گوش و NIHL(t) (افت دائم شنوایی کلی هر دو گوش) بدست آمد [۸، ۱۳، ۱۴، ۱۵]. در نهایت نیز نمودارهای مربوط به آنالیز فرکانسی در کارگاهها با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم گردید.

### یافته ها

نتایج نشان داد که در ۱۰ کارگاه مورد بررسی با ۴۰ نفر کارگر، مساحت کارگاه اصلی بین ۱۲۵۰-۶۲۵ متر مربع بوده و فقط در یک کارگاه به تعداد ۴ نفر از گوشی حفاظتی استفاده نموده اند. در کارگاههای مورد بررسی فقط در یک کارگاه طرح کنترل سازه ای بر مبنای جاذب صوت در سقف انجام گردید که موفقیت آمیز بوده است. در کارگاههای مورد مطالعه در ۲۵ تا

جدول ۲- توزیع شاخصهای مرکزی داده های کمی کارگران سنگبریهای مورد مطالعه

شاخص	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	۶۰	۲۰	۳۶/۲۲	۹/۱
سابقه کار (سال)	۲۰	۱	۱۰/۹۵	۵
Leq(8hr) (dBA)	۱۰۰	۶۱	۹۱/۱۴	۵/۵۲
افت کلی گوش چپ dB	۴۶/۲۵	۱۵	۲۹/۰۹	۷/۰۸
افت کلی گوش راست dB	۴۶/۲۵	۸/۷۵	۲۵/۷۱	۷/۵۱
افت کلی هر دو گوش dB	۴۶/۲۵	۹/۷۹	۲۶/۲۸	۶/۹۸

جدول ۲- توزیع همبستگی میان داده‌های کمی فیلد تحقیق

همبستگی پیرسون	Leq(8hr) (dBA)	سابقه کار	افت کل هر دو گوش
Leq(8hr) (dBA)	۱	-۰/۱۵۸	۰/۷۳
سابقه کار (سال)	-۰/۱۵۸	۱	۰/۴۲۷
افت کلی گوش چپ	۰/۱۳۵	۰/۳۹۹	۰/۶۶۲
افت کلی گوش راست	۰/۵۶	۰/۴	۰/۹۹
افت کلی هر دو گوش	۰/۷۳	۰/۴۲	۱

۴۰۰۰ هرتز (فرکانس صنعتی) بیشترین تراز فشار صوت را بخود اختصاص داده است. این عامل در پایش و کنترل صدا بسیار حائز اهمیت است. نتایج مطالعه نیز در ادیوگرام کارگران معاینه شده نمایانگر آن است که افت شنوایی در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز در هر دو گوش بیش از سایر فرکانسها است که تایید کننده مطالعات مشابه است. در مطالعات دیگر اغلب گزارشها حاکی از این بوده است که فرکانس رهبر (Leader Frequency) در محدوده ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز بوده است [۱، ۳، ۴]

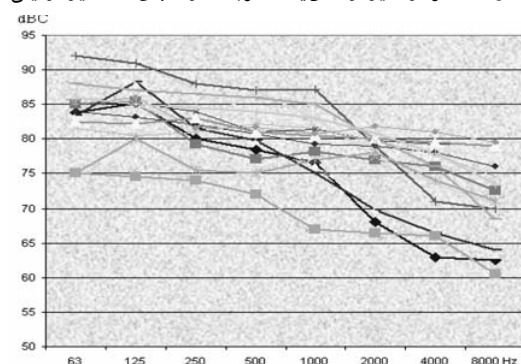
با توجه به میانگین سابقه کار کارگران مورد مطالعه که ۱۰ سال و دارای حداقل ۱ و حداکثر ۲۰ سال می باشد متوسط افت شنوایی در گوش چپ ۲۹/۰۹۳ دسی بل با حداکثر ۴۶/۲۵ دسی بل و حداقل ۱۵ دسی بل و در گوش راست متوسط ۲۵/۷۱ دسی بل با حداقل ۸/۷۵ دسی بل و حداکثر ۴۶/۲۵ دسی بل نشان داده می شود که این اعداد بیانگر این واقعیت است که افت شنوایی در گوش چپ بیش از گوش راست بوده است و میانگین افت در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز بصورت مشهودی بیشتر از سایر فرکانسها بوده است لیکن افت کلی با توجه به سابقه کار کارگران مورد مطالعه که سابقه کار پایینی می باشند اعداد بالایی را نشان نداده است. قابل توجه است که ناشی از تراز فشار صوت بالا در کارخانه های

مورد مطالعه در گوش چپ و راست را نشان می دهد. همبستگی بین داده های کمی نشان داد که بین تراز معادل ۸ ساعته و افت کلی هر دو گوش رابطه مثبت برقرار است این مقدار برای هر دو گوش برابر (r=۰/۷۳) بوده است. ضریب همبستگی بین افت دائم هر دو گوش با سابقه کار برابر (r=۰/۴۲۷) بوده است. سایر نتایج در جدول شماره ۳ آمده است. شکلهای شماره ۲ و ۳ نتایج آنالیز فرکانس یک اکتاو باند صدا در ۲۱ ایستگاه منتخب در کارگاههای سنگ گرانیته و غیر گرانیته به تفکیک نشان می دهد.

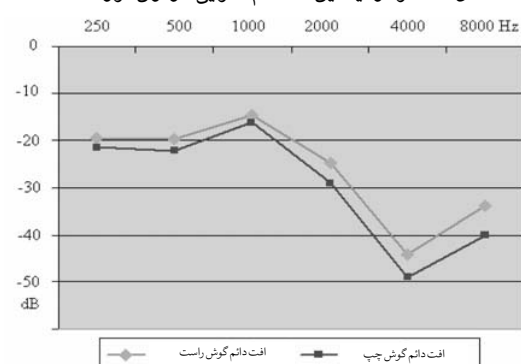
### بحث

بررسی های محیطی کارگاههای مورد مطالعه نشان می دهد که میانگین تراز معادل صوت برابر dBA ۹۱/۱۴ بوده است که با توجه به استاندارد ایران که ۸۵ dBA دسی بل می باشد مواجهه کارگران مورد مطالعه بیش از حد مجاز بوده است. سایر مطالعات از جمله امیدواری [۱] و عطاری [۲] برای کارگرانی که به نحوی با برش یا شکستن سنگ سروکار داشته اند نیز اعدادی مشابه یا بالاتر از این را نشان داده اند. نتایج آنالیز فرکانس یک اکتاو باند نشان میدهد که تراز فشار صوت در فرکانس ۱۲۵ در سنگهای غیر گرانیته بیش از بقیه فرکانسها و در سنگهای گرانیته در فرکانس

شکل ۲- نمودار آنالیز فرکانس یک اکتاو باند کارگاههای سنگ غیر گرانیته



شکل ۱- نمودار میانگین افت دائم شنوایی کارگران مورد مطالعه



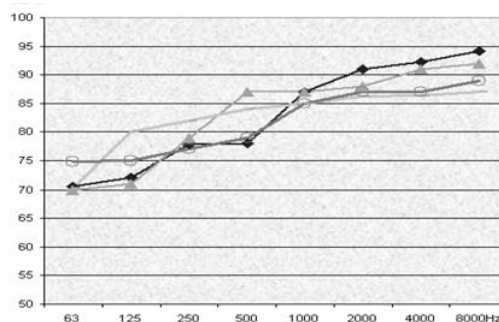
### نتیجه گیری

این مطالعه وضعیت نگران کننده ای را برای این گروه کارگران و کارگران شاغل در کارگاههای مشابه بیان می کند که نیازمند برنامه ریزی جدی برای کنترل صدا در اینگونه کارگاههای صنعتی است. از طرفی پیشنهاد می شود که به دلیل تفاوت در نتایج حاصل از پژوهش های گوناگون، تحقیقات گسترده تر که متغیرهای بیشتری را مورد توجه قرار می دهد انجام شود تا نتایج حاصل از دقت بیشتری برخوردار شوند.

### منابع

- ۱- امیدواری منوچهر، حیدر مسگراف، زهرا رفیعی، بررسی آلودگی صوتی در معادن سنگ رویان منطقه هرسین استان کرمانشاه، کتاب مقالات پنجمین همایش ایمنی، بهداشت و محیط زیست معادن ۱۳۸۲
- ۲- عطاری سیدقوام الدین، رستم گلمحمدی، مهری صامی، مطالعه ارتباط بین تراز معادل مواجهه با صدا و NIHL در کارگران سنگ کوبی ملایر، کتاب همایش چهارمین همایش سراسری بهداشت حرفه ای ایران، ۱۳۸۳.
3. Wu T.N. et al, Surveillance of Noise-Induced Hearing Loss in Taiwan, Preventive Medicine, Volume 27, Number 1, January 1998, pp. 65-69(5)
4. Sulkowski WJ, Szymczak W, Kowalska S, Sward-Matyja M, Epidemiology of occupational noise-induced hearing loss (ONIH) in Poland, Otolaryngologia polska. The Polish otolaryngology, Jan 2004
5. Seixas NS, Goldman B, Sheppard L, Neitzel R, Norton S, Kujawa SG, Prospective noise induced changes to hearing among construction industry apprentices, Occupational and environmental medicine, May 2005;62(5):309-17
6. Daniell WE, Swan SS, McDaniel MM, Camp JE, Cohen MA, Stebbins JG. Noise exposure and hearing loss prevention programmes after 20 years of regulations in the United States, Occup Environ Med. May 2006;63(5):343-51
7. Minja BM, Moshi NH, Riwa P. Noise induced hearing loss among industrial workers in Dar es Salaam, East African medical journal, Jun 2003;80(6):298-30
- ۸- گلمحمدی رستم، مهندسی صدا و ارتعاش، انتشارات دانشجو، ویرایش دوم ۱۳۸۲.
- ۹- حدود مواجهه مجاز شغلی با عوامل زیان آور، مرکز سلامت محیط و کار- وزارت بهداشت ۱۳۸۱
10. ACGIH, Threshold Limit Values (TLV) and Biological Exposure Index (BEI), American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati: 2005
11. Harris Cyril M, Handbook of Acoustical Measurements and Noise Control, USA, McGraw-Hill, 1991
12. ISO, Determination of Occupational Noise, International Standard Organization, ISO-1990-01-15.
13. Meyrhoff William, Hearing Loss, Philadelphia: W.B. Sanders., 1984.
14. Newby Hayes A. Audiology, New Jersey: Prentice-Hall Inc. 1985.
15. Staloff T.R Staloff J, Hearing Loss, Philadelphia: Lippincott, 1993.

شکل ۲- نمودار آنالیز فرکانس یک اکتا و باند کارگاههای سنگ گرانی



مورد مطالعه می باشد لذا می توان پیش بینی نمود که برای مواجهه طولانی تر با صدای بیش از حد مجاز، میزان افت شنوایی نیز بیشتر خواهد شد. زیرا استانداردهای مواجهه با صدا به گونه ای تدوین شده اند که برای یک دوره کاری ۳۰ ساله سیستم شنوایی افت قابل ملاحظه ای نداشته باشد. در مطالعه عطاری افت گوش راست مختصری بالاتر از گوش چپ گزارش شده است [۲]. افت هر دو گوش در فرکانس ۴۰۰۰ بصورت مشهود و تیبیک متمایز از سایر فرکانسها بوده که برخی مطالعات دیگر نیز این وضعیت را تایید نموده اند [۱۵، ۱۳، ۵].

میانگین تراز معادل فشار صوت ۹۱/۱۴ دسی بل و میانگین سابقه کار ۱۰/۹۵ سال با انحراف معیار ۵/۵۲۱ سال و آنالیز رگرسیون بیانگر آن است که افت دایم شنوایی با سابقه کار و تراز معادل مواجهه ارتباط مستقیم داشته است ( $P < 0.05$ ). هر چند میزان افت کلی گوش عدد بزرگی را در مقایسه با تراز معادل نشان نداده است اما علت مهم آن پایین بودن سابقه کار این گروه کارگران بوده است. در مطالعه عطاری همبستگی پیرسون بین افت گوش چپ و راست با تراز معادل ۰/۲۵۲ و با سابقه کار ۰/۳۷۶ گزارش شده است [۲]. همچنین Daniell و همکاران نیز این نظر را تایید نموده اند [۶]

بجز در یک کارگاه (کد شماره ۱) در سایر کارگاهها اقدامات کنترلی صدا انجام نشده و اغلب کارگران از وسایل حفاظت فردی استفاده ننموده اند. در کارگاهی که با استفاده از جاذب صوت در سقف کنترل صدا انجام شده است تراز فشار صوت اندازه گیری شده کمتر از بقیه کارگاههای مشابه بوده است.