

# آلودگی صوتی و افت شنوایی در یکی از صنایع نفت ایران

مهدی زارع<sup>۱</sup> پروین نصیری<sup>۲</sup> سیدجمال‌الدین شاه‌طاهری<sup>۳</sup> فریده گلبابایی<sup>۳</sup> دکتر تیمور آقاملایی<sup>۴</sup>  
<sup>۱</sup> مربی گروه بهداشت، <sup>۲</sup> استادیار گروه بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان <sup>۳</sup> استاد گروه بهداشت، <sup>۴</sup> دانشیار گروه بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

مجله پزشکی هرمزگان سال یازدهم شماره دوم تابستان ۸۶ صفحات ۱۲۶-۱۲۱

## چکیده

**مقدمه:** امروزه مواجهه با صدا یکی از مهمترین مشکلات بهداشتی صنایع می‌باشد. سر و صدا می‌تواند باعث بروز افت شنوایی و بسیاری از مشکلات دیگر شود. بنابراین رسیدگی به معضل مواجهه با صدا باید جزو اولویتهای برنامه‌های بهداشتی صنایع قرار بگیرد. این مطالعه با هدف بررسی آلودگی صوت و افت شنوایی ناشی از مواجهه با صدا در یکی از صنایع نفت واقع در جنوب کشور انجام شد.

**روش کار:** در این مطالعه توصیفی تحلیلی از کلیه کارکنانی که در محل کار آنها منابع مولد صدا وجود داشته و دارای سابقه کاری بیش از ۱۰ سال بودند، تعداد ۵۵ نفر بعنوان گروه مطالعه به صورت تصادفی انتخاب شدند، در مقابل ۵۵ نفر از کارکنان واحدهای اداری به عنوان گروه شاهد انتخاب شدند. در طی این پژوهش ابتدا منابع مولد صدای مستقر در منطقه مورد پژوهش شناسایی شد، سپس تراز فشار صدا با استفاده از صداسنج در واحدهای مختلف تعیین شد. جهت مطالعه افت شنوایی و رابطه بین مواجهه با صدا و بروز افت شنوایی، نمونه‌ای از کارکنان در معرض صدا انتخاب شدند و آستانه شنوایی آنها با گروه شاهد با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون آماری *t-test* مورد مقایسه قرار گرفت.

**نتایج:** منابع مولد صدای موجود در منطقه عمدتاً عبارت بودند از توربینهای گازی، ژنراتورهای دیزلی، کمپرسورها، فن‌ها و لوله‌های حاوی سیال. نتایج حاصل از اندازه‌گیری تراز فشار صدا نشان‌دهنده بالاتر بودن تراز فشار صدای محیط کار از حد مجاز یعنی ۸۵ دسی‌بل می‌باشد ( $P < 0/001$ ). نتایج حاصل از بررسی آستانه شنوایی کارکنان در معرض صدا نشانگر این است که این افراد در فرکانسهای بالا دچار افت شنوایی شده‌اند. همچنین مقایسه آستانه شنوایی افراد در معرض صدا با افراد شاهد نشان داد که بجز در فرکانس ۲۵۰ هرتز، در تمام فرکانسهای مورد مطالعه آستانه شنوایی افراد در معرض صدا تفاوت معنی‌داری با آستانه شنوایی افراد شاهد دارد ( $P < 0/001$ ).

**نتیجه‌گیری:** می‌توان نتیجه گرفت که صنعت نفت نیز از جمله صنایعی است که در آن امکان بروز افت شنوایی و سایر اثرات ناشی از مواجهه با صدا وجود دارد. همچنین این تحقیق ناکارآمدی روش کنونی مورد استفاده برای کنترل مواجهه با صدا و جلوگیری از بروز افت شنوایی که شامل ارائه گوشی‌های حفاظتی به کارکنان در معرض خطر می‌باشد را در صنعت مورد مطالعه نشان می‌دهد.

**کلیدواژه‌ها:** صدا - صدای ناشی از شغل - افت شنوایی، ناشی از صدا - صنعت

نویسنده مسئول:

مهدی زارع  
دانشکده بهداشت دانشگاه علوم  
پزشکی هرمزگان  
بندرعباس - ایران  
تلفن: +۹۸ ۷۶۱ ۳۳۳۸۰۸۴  
پست الکترونیکی:  
mzare@hums.ac.ir

دریافت مقاله: ۸۴/۱۱/۴ اصلاح نهایی: ۸۵/۸/۱۳ پذیرش مقاله: ۸۵/۱۱/۳۰

## مقدمه:

شنوایی است (۲). طبق برآورد انجام شده توسط اداره ایمنی و بهداشت شغلی ۱۷٪ از کارگران بخش تولید دچار اختلال شنوایی هستند (۱). افت شنوایی ناشی از مواجهه با صدای محیط کار یکی از بیماریهای مهمی

سر و صدا شایع‌ترین عامل فیزیکی زیان‌آور در محیط کار می‌باشد (۱). یکی از مشکلات بهداشتی که در مواجهه با صدای بیش از حد مجاز بروز می‌کند، افت

### روش کار:

محل انجام این مطالعه توصیفی تحلیلی یکی از صنایع نفت واقع در جنوب کشور می‌باشد. جمعیت گروه مورد، کلیه کارکنانی بودند که سابقه کار بالاتر از ۱۰ سال داشته و در محل کار آنها منابع مولد صدا وجود داشت که شامل ۵۵ نفر بودند. جمعیت گروه شاهد نیز کارکنان واحد های اداری بودند که دارای سابقه کار بیش از ۱۰ سال بوده و در محل کار خود در معرض صدا نبودند که شامل ۵۵ نفر بودند. روش کنونی حفاظت کارکنان در برابر صدا عمدتاً استفاده از وسایل حفاظت فردی شامل گوشی های حفاظتی می‌باشد.

جهت تعیین تراز فشار صوت در منطقه، ابتدا واحدهایی که منابع مولد صدا در آنها مستقر بودند، جهت ارزیابی تراز فشار صدا مشخص شده و با استفاده از متر نواری شبکه‌بندی شدند. سپس تراز فشار صدا با استفاده از صداسنج CEL-440 که طبق دستور سازنده و با استفاده از کالیبراتور CEL-282 کالیبره می‌شود، در مرکز هر مربع اندازه‌گیری و ثبت گردید. در هنگام ارزیابی صدا، میکروفن صداسنج از سطوح انعکاسی مانند دیوارها یا ماشین‌ها حداقل یک متر فاصله داشت و فاصله آن از سطح زمین ۵ فوت یا ۱/۵ متر بود (۱۱). همچنین صداسنج به اندازه فاصله بازو از بدن اپراتور فاصله داشت و میکروفن صداسنج در زاویه ۹۰ درجه با منبع صدا قرار گرفت. خطایی تا ۶ دسی‌بل ممکن است در هنگام استفاده از صداسنج رخ دهد که عمدتاً ناشی از قرار گرفتن اپراتور در برابر منبع صدا می‌باشد (۱۱). بنابراین در هنگام صداسنجی برای جلوگیری از بروز خطا دقت کافی صورت گرفت. پس از اندازه‌گیری و ثبت تراز فشار صدا، میانگین و انحراف معیار آن در هر یک از واحدهای مورد مطالعه محاسبه شد و میانگین تراز فشار صدای هر واحد با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمون با حد مجاز ملی یعنی ۸۵ دسی‌بل مقایسه شد.

جهت بررسی بروز افت شنوایی در بین کارکنان در معرض صدا، از آزمایش ادیومتری (بررسی انتقال هوایی) استفاده شد. در این آزمایش ابتدا تاریخچه کاملی در مورد مواجهه با صدا و مسائلی که می‌توانند باعث

است که می‌تواند ایمنی و کارایی فرد را تحت تأثیر قرار دهد ولی اغلب اهمیت آن مورد غفلت واقع می‌شود (۳). افت شنوایی مکالمه فرد با دیگران را دچار اختلال کرده، باعث می‌شود فرد علائم هشداردهنده را نشنود و مشکلات ارتباطی، استرس و کاهش بهره‌وری را به همراه دارد (۴،۵). با توجه به این که مواجهه با صدا می‌تواند کارایی فرد را به خصوص در کارهای فکری تحت تأثیر قرار دهد (۶) و نیز این موضوع که هزینه افت شنوایی ناشی از مواجهه با صدا بسیار بالا است و برای مثال در کشوری مانند ایالات متحده این هزینه بالغ بر صدها میلیون دلار می‌باشد (۷)، نیاز به رسیدگی به معضل سر و صدا و پیشگیری از بروز افت شنوایی ناشی از مواجهه با صدا از دیدگاه اقتصادی نیز قابل توجه است. مشکلات ناشی از مواجهه با صدا تنها به بروز افت شنوایی ختم نمی‌شود. به عنوان مثال افراد در معرض صدای بیش از حد، دو برابر بیشتر از افراد معمولی مشکلات خانوادگی دارند (۸). همچنین مواجهه با صدا تغییرات فیزیولوژیکی مانند افزایش فشار خون، تغییرات در دیواره شریانیها و احتمال حمله قلبی را نیز به همراه دارد (۶).

مطالعات Chen و Tsi در یکی از صنایع نفت تایوان نشان داد که مشکل مواجهه با صدا و احتمال بروز افت شنوایی ناشی از صدا در صنعت مورد مطالعه وجود داشته و تعیین وضعیت مواجهه صوتی کارکنان شاغل در این صنعت و اقدام به کنترل و کاهش مواجهه کارکنان ضروری است (۹). در صنایع نفت داخل کشور نیز مطالعاتی در ارتباط با آلودگی صوتی انجام شده است از جمله مطالعه جهانگیری در واحد ایزوماکس پالایشگاه تهران که نشان داد تراز فشار صدا در این واحد ۹۲/۷ دسی بل می‌باشد و به علت اثر تداخلی صوت در ارتباطات افراد احتمال وقوع خطاهای انسانی افزایش می‌یابد (۱۰).

مطالعه اخیر در یکی از مناطق نفتی جنوب کشور که تاکنون مطالعه جامعی در ارتباط با آلودگی صوتی در آن صورت نگرفته، با هدف تعیین منابع ایجاد آلودگی صوتی، تعیین ترازهای فشار صوت در نواحی عملیاتی و بررسی افت شنوایی ناشی از صدا در بین کارکنان انجام شد.

صدا حداقل مدت زمانی که افت شنوایی قابل بررسی در آن رخ می‌دهد ۱۰ سال در نظر گرفته می‌شود (۱۵،۱۶). گروه دوم یا شاهد شامل افرادی بود که در محل کار خود در معرض صدا نبودند و دارای سابقه کار ۱۰ سال یا بیشتر بودند و محل کار این گروه واحدهای اداری بود. افراد مورد شامل ۵۵ نفر و شاهد شامل ۵۵ نفر بود. جهت حذف خطای ناشی از پییر گوش‌ی و سابقه کار، میانگین سنی و سابقه کار گروه شاهد با مورد متناسب گردید و با استفاده از آزمون آماری T برابر بودن آنها مورد تأیید قرار گرفت. همچنین در این مطالعه از دخالت افرادی که سابقه ضربه به سر و مواجهه با ترومای صوتی داشتند، خودداری شد. در مرحله بعد آستانه شنوایی دو گروه مورد و شاهد با استفاده از دستگاه ادیومتر و اتاقک آکوستیک در فرکانسهای ۲۵۰ تا ۸۰۰۰ هرتز اندازه گیری شد. سپس با استفاده از نرم افزار SPSS میانگین آستانه شنوایی گوش چپ در فرکانسهای ۲۵۰ تا ۸۰۰۰ هرتز در بین دو گروه مورد و شاهد با استفاده از آزمون T مورد مقایسه قرار گرفت.

### نتایج:

نتایج حاصل از بررسی صدا نشان می‌دهد که منابع اصلی مولد صدای موجود در منطقه مورد پژوهش شامل توربینهای گازی، کمپرسورهای روتوری و پیستونی، فن‌ها، ژنراتورهای دیزلی و لوله‌های حاوی سیال می‌باشد. این منابع به طور کلی در سه واحد از واحدهای منطقه مورد پژوهش مستقر هستند که مشتمل بر نیروگاه شماره یک، نیروگاه شماره دو و تأسیسات بهره‌برداری هستند. نتایج حاصل از ارزیابی تراز فشار صدا در هر یک از واحدهای فوق به شرح زیر می‌باشند:

نیروگاه شماره یک: منابع مولد صدای مستقر در نیروگاه شماره یک عبارتند از توربینهای گازی و فن‌های خنک‌کننده روغن توربین. میانگین تراز فشار صدا در این نیروگاه برابر با  $93/6 \pm 3$  دسی‌بل است که از ۸۵ دسی‌بل بیشتر می‌باشد ( $P < 0/001$ ). تراز فشار صدا در این نیروگاه حداکثر ۱۰۲ و حداقل ۸۷ دسی‌بل می‌باشد.

بروز افت شنوایی شوند (مانند مصرف داروها و ضربه به سر) از فرد گرفته می‌شود. سپس برای تعیین آستانه شنوایی در فرکانسهای ۲۵۰ تا ۸۰۰۰ هرتز فرد در اتاقک آکوستیک قرار می‌گیرد و آستانه شنوایی با استفاده از دستگاه ادیومتر در فرکانسهای ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ۴۰۰۰، ۶۰۰۰ و ۸۰۰۰ هرتز برای هر نفر اندازه‌گیری و ثبت می‌شود. در این ارتباط کلیه کارکنانی که دارای سابقه کار ۱۰ سال یا بیشتر بودند و در محل کار آنها دستگاههای مولد صدا وجود داشت، انتخاب شدند. این افراد شامل ۵۵ نفر بودند. با توجه به اینکه معمولاً وضعیت شنوایی گوش چپ بدتر از گوش راست است (۱۲،۱۳) و محققین در مطالعات بررسی افت شنوایی ترجیح می‌دهند از اطلاعات ادیومتری گوش چپ استفاده کنند (۹) در این مطالعه نیز اطلاعات مربوط به گوش چپ مورد تحلیل قرار گرفت. در مرحله بعد میانگین آستانه شنوایی هر فرد در فرکانسهای پایین (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز) و فرکانسهای بالا (۳۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ هرتز) اندازه‌گیری شد. جهت محاسبه آستانه شنوایی در فرکانسهای پایین (HTL-L) و آستانه شنوایی در فرکانسهای بالا (HTL-H) از روابط زیر استفاده شد (۹).

$$HTL-L = [HTL(500) + HTL(1000) + HTL(2000)]/3$$

$$HTL-H = [HTL(3000) + HTL(4000) + HTL(6000)]/3$$

سپس آستانه شنوایی در فرکانسهای بالا و پایین با عدد ۲۵ دسی‌بل که به عنوان مرز بروز یا عدم بروز افت شنوایی در نظر گرفته می‌شود با استفاده از آزمون و به کمک نرم افزار SPSS مقایسه شد. در صورتی که میانگین آستانه شنوایی بزرگتر از ۲۵ دسی‌بل باشد، افت شنوایی رخ داده است (۹).

جهت بررسی ارتباط بین مواجهه با صدا و بروز افت شنوایی دو گروه انتخاب شدند. گروه اول یا مورد که شامل کلیه افرادی بود که در محل کار خود در مواجهه با صدا بودند و دارای سابقه کار ۱۰ سال یا بیشتر بودند، محل کار این گروه واحدهای بهره‌برداری، نیروگاه شماره یک و نیروگاه شماره دو بود. علت انتخاب کارگران با سابقه کار بیش از ۱۰ سال این است که بیشتر بیماریهای شغلی بعد از ۱۰ سال مواجهه بروز می‌کنند (۱۴) و در مطالعات بررسی افت شنوایی ناشی از

میانگین آستانه شنوایی نمونه‌های در معرض صدا و نمونه‌های شاهد در فرکانسهای مختلف نشانگر این مطلب است که به جز در فرکانس ۲۵۰ هرتز که در آن اختلاف معنی‌داری بین میانگین آستانه شنوایی دو گروه مورد و شاهد وجود ندارد، در تمام فرکانسهای دیگر میانگین آستانه شنوایی نمونه‌های در معرض صدا بزرگتر از نمونه شاهد می‌باشد. همچنین ۴۳/۶٪ از افراد گروه مورد و ۱۰٪ از افراد گروه شاهد در فرکانسهای پایین دچار افت شنوایی می‌باشند که از نظر آماری این تفاوت معنی‌دار می‌باشد ( $P < 0/001$ ) از سوی دیگر، ۷۲/۷٪ از افراد گروه مورد و ۲۶٪ از افراد گروه شاهد در فرکانسهای بالا دچار افت شنوایی می‌باشند که از نظر آماری این تفاوت نیز معنی‌دار می‌باشد ( $P < 0/001$ ).

#### جدول شماره ۱ - مقایسه میانگین آستانه شنوایی

گوش چپ کارکنان در معرض صدا (مورد) و کارکنان غیر در معرض صدا (شاهد) در فرکانسهای مختلف

Pvalue	میانگین آستانه شنوایی (dB)	فرکانس (Hz)	
		مورد	شاهد
0/12	17/0±8/2	مورد	250
	14/9±8/8	شاهد	
0/003	20±11	مورد	500
	14/2±7/7	شاهد	
0/02	21/6±11/0	مورد	1000
	17/2±7/7	شاهد	
<0/001	27/0±12/1	مورد	2000
	16/7±8/1	شاهد	
<0/001	29/0±12/8	مورد	3000
	19/2±8/2	شاهد	
<0/001	34/0±14/9	مورد	4000
	24/0±8/1	شاهد	
0/001	37/0±13/6	مورد	6000
	22±7/8	شاهد	
<0/001	28/6±13/8	مورد	8000
	20/0±7/8	شاهد	

#### بحث و نتیجه‌گیری:

عمده‌ترین منابعی که در تولید آلودگی صوتی در منطقه مورد مطالعه نقش دارند، عبارتند از توربینهای گازی، ژنراتورهای دیزلی، کمپرسورها، پمپ‌ها، فن‌ها و

نیروگاه شماره دو: منابع تولید صدا در نیروگاه شماره دو عبارتند از توربینهای گازی، فن‌های خنک‌کننده روغن توربین و ژنراتورهای دیزلی. میانگین تراز فشار صدا در این نیروگاه برابر با  $96 \pm 5/1$  دسی‌بل است که از  $85$  دسی‌بل بیشتر می‌باشد ( $P < 0/001$ ). تراز فشار صدا در این نیروگاه حداکثر  $107$  دسی‌بل و حداقل  $85$  دسی‌بل می‌باشد.

تأسیسات بهره‌برداري: منابع مولد صدا در تأسیسات بهره‌برداري عبارتند از کمپرسورهای روتوری، کمپرسورهای پیستونی، پمپ‌ها، لوله‌های حاوی سیال، فن‌های خنک‌کننده کمپرسور، فن خنک‌کننده آمین، فن خنک‌کننده بخار آب و پمپ‌ها. میانگین تراز فشار صدا در تأسیسات بهره‌برداري برابر با  $85/9 \pm 6/7$  دسی‌بل است که از  $85$  دسی‌بل بیشتر می‌باشد ( $P = 0/013$ ). تراز فشار صدا در این واحد حداکثر  $94$  دسی‌بل و حداقل  $70$  دسی‌بل می‌باشد.

نتایج حاصل از بررسی بروز افت شنوایی در بین کارکنان میانگین آستانه شنوایی نمونه کارکنان در معرض صدا در فرکانسهای پایین برابر با  $8/5 \pm 23/03$  و در فرکانسهای بالا برابر با  $12/2 \pm 31/05$  می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین آستانه شنوایی در فرکانسهای پایین و بالا با استفاده از آزمون آماری بیانگر این است که میانگین آستانه شنوایی در فرکانسهای بالا بزرگتر از  $25$  دسی‌بل که حد مرز بروز افت شنوایی است می‌باشد ( $P = 0/001$ ). همچنین آزمون آماری T بزرگتر بودن میانگین آستانه شنوایی از حد  $25$  دسی‌بل را در فرکانسهای پایین ثابت نکرد.

نتایج حاصل از بررسی ارتباط مواجهه با صدا و بروز افت شنوایی نشان می‌دهد که میانگین سنی گروه در معرض صدا یا مورد  $6/9 \pm 41/4$  سال و میانگین سابقه کار آنها  $4/7 \pm 16/6$  سال است. همچنین میانگین سنی گروه شاهد  $6/7 \pm 29/6$  سال و میانگین سابقه کار آنها  $4/7 \pm 15/3$  سال می‌باشد. با توجه به آزمون آماری انجام شده، تفاوت معنی‌داری از نظر سابقه کار و سن بین دو گروه شاهد و مورد وجود نداشت.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری و مقایسه میانگین آستانه شنوایی نمونه‌های در معرض صدا و نمونه شاهد در جدول شماره ۱ ارائه شده است. مقایسه

شنوایی در فرکانسهای بالا در کارگران در معرض صدا می‌باشد (۲۰). تجزیه و تحلیل آماری نتایج حاصل از بررسی آستانه شنوایی در دو گروه مورد و شاهد نشان دهنده ارتباط بین مواجهه با صدا و بروز افت شنوایی در بیشتر فرکانسهای مورد مطالعه می‌باشد.

نتایج این تحقیق در ارتباط با بروز افت شنوایی تأییدکننده نتایج مطالعات Chen و Morata در صنعت نفت است (۹،۲۱). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که صنعت نفت نیز از جمله صنایعی است که در آن امکان بروز افت شنوایی و سایر اثرات فیزیولوژیک و روانی ناشی از مواجهه با صدا وجود دارد. همچنین این تحقیق ناکارآمدی روش کنونی مورد استفاده برای کنترل مواجهه با صدا و جلوگیری از بروز افت شنوایی که شامل ارائه گوشی‌های حفاظتی به کارکنان در معرض خطر می‌باشد را نشان می‌دهد.

مطالعات Neitzel و seixas نیز بر عدم کارایی لازم گوشی‌های حفاظتی تأکید دارد (۲۲). بنابراین ضروری است که برنامه حفاظت شنوایی به عنوان جزء مهمی از برنامه بهداشت صنعتی در این صنعت استقرار یابد و علاوه بر بررسی منظم و دوره‌ای تراز فشار صدا در منطقه، کنترل‌های مدیریتی و مهندسی در ارتباط با آلودگی صوتی انجام شود. همچنین آموزش کافی در ارتباط با سر و صدا و عوارض آن باید به کارکنان داده شود تا به طور فعال در برنامه حفاظت شنوایی شرکت کنند. پایش ادیومتریکی دوره‌ای نیز به منظور تشخیص بروز افت شنوایی در مراحل ابتدایی به عنوان جزئی از برنامه حفاظت شنوایی کاملاً ضروری می‌باشد.

لوله‌های حاوی سیال. منشأ تولید صدا در بیشتر موارد حرکت سیالات در فضاهای بسته و ارتعاش ناشی از قطعات گردنده می‌باشد.

بررسی‌های انجام شده در ارتباط با آلودگی صوتی بیانگر این مطلب است که معضل مواجهه با صدای بیش از حد مجاز به عنوان یک مشکل بهداشتی و ایمنی در منطقه نفتی مورد مطالعه مطرح می‌باشد چرا که تراز فشار صدا در بیشتر مناطق مورد بررسی بالاتر از حد مجاز ملی یعنی ۸۵ دسی بل می‌باشد (۱۷). این یافته مؤید بیشتر مطالعات مشابه داخلی و خارجی در صنعت نفت است. برای مثال مطالعات بستانی در ۲۳ واحد عملیاتی از پالایشگاه آبادان نشان داد که حداقل میانگین صدا در این واحدها ۸۳ دسی بل و حداکثر آن ۱۰۲/۱ دسی بل می‌باشد (۱۸).

مطالعات جهانگیری و عدل در واحد ایزوماکس پالایشگاه تهران نیز تراز فشار صوت در این واحد را بالاتر از حد مجاز مواجهه ملی برآورد کرد (۱۰). همچنین مطالعه Wachasunder در یکی از صنایع نفت هند نشان داد در برخی از موارد تراز فشار صدا از ۹۰ دسی بل نیز تجاوز می‌کند (۱۹).

با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی صدا انتظار بر این است که افت شنوایی ناشی از مواجهه با صدا در بین کارکنان در معرض صدا بروز کرده باشد. نتایج حاصل از ادیومتری و بررسی آستانه شنوایی در فرکانسهای بالا (HTL-H) و آستانه شنوایی در فرکانسهای پایین (HTL-L) نشانگر این است که کارکنان در معرض صدا در فرکانسهای بالا دچار افت شنوایی شده‌اند. این یافته موازی با یافته‌های Latkowski و همکاران در صنایع پالایش و پتروشیمی است که نشانگر افت خفیف آستانه

## References

## منابع

- عقیلی‌نژاد، ماشاءالله. مصطفایی، مسعود. طب کار و بیماریهای شغلی. چاپ اول، جلد اول، تهران، انتشارات ارجمند، ۱۳۷۹، ص ۱۳۲-۱۳۱.
- گل محمدی، رستم. مهندسی صدا و ارتعاش، انتشارات دانشجو، همدان (۱۳۷۸).
- Reilly MJ, Rosenman KD, Kalinowski DJ. Occupational Noise-Induced hearing loss surveillance in Michigan. *J Occup Environ Med.* 1998;40(8):667-674.

4. Ringen K. National conference on ergonomics, safety and health in construction summary report. *Am J Ind Med.* 1994;24:775-781.  
 . رنگ‌کوی، حسینعلی. کوهپایی، علیرضا. اصول بهداشت صنعتی، چاپ اول، اهواز، دانشگاه جندی‌شاپور اهواز، ۱۳۸۳، ص ۶۷.
6. Harris CM. Handbook of acoustical measurements and noise control. New York: McGraw-Hill; 1991.
7. Dobie R. Economic comparison for hearing loss. *Occup Med State Rev.* 1995;10:663-668.
8. Cherminisoff PN, Cherminisoff PP. Industrial noise control. Michigan: *Ann Environ Health.* 2003;58(1):55-58.
9. Chen JD, Tsai JY. Hearing loss among workers at an oil refinery in Taiwan. *Arch Environ Health.* 2003;58(1):55-58.  
 . جهانگیری، مهدی. عدل، جواد. بررسی خطاهای انسانی ناشی از اثر تداخلی صدا در ارتباطات افراد در واحد آیزوماکس پالایشگاه تهران. اولین همایش ملی صدا، سلامتی، توسعه. مشهد. ۲-۳ اسفندماه ۱۳۸۲، ص ۱۹.
11. Warring RH. Handbook of noise and vibration control. Trade & Technical Press; 1983.
12. Simpson TH, McDonald D, Stewart M. Factors affecting laterality of standard threshold shift in occupational hearing conservation programs. *Ear Hear.* 1993;14:322-331.
13. Pirila T, Jounio EK, Sorri M. Left-right asymmetries in hearing threshold levels in three age groups of a random population. *Audiology.* 1992;31:150-161.
14. Poplonska B, Szeszenia-dabrowska N. Occupational disease in Poland. *Int J Med Environ Health.* 2002;15(4):337-345.
15. Gijbels F. Potential occupational health problems for dentists in Flanders. Belgium. *Clin Oral Investig.* 2006;10(1):8-16.
16. Panakova VB, Podolskia EV. Risk of damaging effect of noise on the hearing organ. *Vest Otorinolaringol.* 1991;(2):30-33.  
 . تیرگر، آرام. کوهپایی، علیرضا. الهیاری، تیمور. علمحمدی، ایرج. بهداشت حرفه‌ای. چاپ اول. تهران. مؤسسه انتشاراتی اندیشه رفیع. ۱۳۸۴، ص ۹۶.  
 . بستانی، محمدرضا. مزارعی، رمضان. بررسی آلودگی صوتی و کنترل آن در پالایشگاه آبادان. اولین همایش ملی صدا، سلامتی و توسعه، مشهد ۲-۳ اسفندماه ۱۳۸۲، ص ۲۹.
19. Wachasunder Sudheer. Assessment of refinery noise impact on workers- a case study. *Int J Environ Stud.* 2004;61(4):459-470.
20. Latkowski B, Zalewski P, Sulkowski W, Puzio J. Dosimetric evaluation of noise and results of the audiometric examination of a selected group of workers in the refinery-petrochemical industry. *Med Pr.* 1978;38(6):466-470.
21. Morata TC. Hearing loss from combined exposures among petroleum refinery workers. *Scand Audio.* 1997;26(3):141-149.
22. Neitzel R, Seixas N. The effectiveness of hearing protection among construction workers. *J Occup Environ Hygien.* 2005;2:227-238.