

## تأثیر مواجهه با نویز بر سیستم شنوایی کارگران با استفاده از ادیومتری تون خالص (PTA)، گسیل‌های صوتی گذرای گوش (TEOAEs) و گسیل‌های صوتی محصول اعوجاج (DPOAE)

دکتر محمد فرهادی: قطب و مرکز تحقیقات گوش، گلو، بینی و سر و گردن، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران. [farhadi@ent-hns.org](mailto:farhadi@ent-hns.org)

دکتر سعید محمودیان: قطب و مرکز تحقیقات گوش، گلو، بینی و سر و گردن دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران؛ مرکز علوم اعصاب و دپارتمان گوش، گلو، بینی دانشگاه پزشکی هانوفر، آلمان. [smahmoudian@tums.ac.ir](mailto:smahmoudian@tums.ac.ir)

\* آذر دخت طباطبایی: مرکز تحقیقات بیماری‌های عفونی کودکان، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران (نویسنده مسئول). [cpidir@gmail.com](mailto:cpidir@gmail.com)

دکتر احمد نقوی: پزشک رسمی سازمان تامین اجتماعی، پلی کلینیک شهید حیدری، تهران، ایران. [anaghavi@yahoo.com](mailto:anaghavi@yahoo.com)

مرتضی حمیدی تهرانی: کارشناس ارشد شنوایی شناسی، تهران، ایران. [hamidi-m@yahoo.com](mailto:hamidi-m@yahoo.com)

شیمای جوادنیا: دستیار داخلی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، مرکز تحقیقات بیماری‌های عفونی کودکان بیمارستان حضرت رسول اکرم (ص)، تهران، ایران. [shima\\_javadinia@yahoo.com](mailto:shima_javadinia@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۲۳

### چکیده

**زمینه و هدف:** نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد که سلول‌های مویی خارجی مسئول تولید گسیل‌های صوتی گوش (OAE) در پاسخ به تحریکات صوتی می‌باشند و اولین ساختاری هستند که توسط نویز با شدت بالا دچار آسیب می‌شوند. هدف از تحقیق حاضر بررسی پاسخ‌های ادیومتری تون خالص، دامنه گسیل‌های صوتی گذرای گوش (TEOAE) و گسیل‌های صوتی محصول اعوجاج (DPOAE) در کارگران در معرض نویز غیرمجاز در مقایسه با کارمندان بخش اداری بود.

**روش کار:** مطالعه به صورت مورد-شاهد انجام گرفت. گروه‌های مورد مطالعه متشکل از ۸۹ کارمند اداری (شاهد) و ۱۳۴ کارگر در معرض نویز غیر مجاز بود. آستانه‌های ادیومتری، TEOAE و DPOAE در همه افراد مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها:** میانگین آستانه‌های شنوایی در فرکانس‌های ۱ الی ۴ کیلوهرتز برای گروه مورد بالاتر از گروه شاهد بود و این تفاوت در فرکانس‌های ۳ و ۴ کیلوهرتز از نظر آماری معنی‌دار بود ( $p < 0.01$ ). درصد بیشتری از کارگران گروه مورد دارای عدم TE و DP بودند. همچنین دامنه‌های TEOAE در هر چهار فرکانس ۱ الی ۴ کیلوهرتز در گروه مورد کاهش معنی‌داری را نشان داد ( $p < 0.01$ ). دامنه‌های DPOAE در گروه مورد از نظر آماری کاهش قابل توجهی را در ۴/۴ کیلوهرتز نشان داد ( $p < 0.01$ ).

**نتیجه‌گیری:** کاهش بارز دامنه‌های OAE و افزایش آستانه‌های ادیومتری کارگران در معرض نویز می‌تواند نشان‌دهنده آسیب حلقون شنوایی این افراد باشد. در این مطالعه حساسیت فرکانسی DPOAE بالاتر از TEOAE بود و همخوانی بیشتری با نتایج ادیومتری داشت.

**کلیدواژه‌ها:** آسیب شنوایی ناشی از نویز، گسیل‌های صوتی برانگیخته گذرای گوش، گسیل‌های صوتی محصول اعوجاج، ادیومتری تون خالص.

### مقدمه

محیط به عنوان منبع عامل خطر، نقش عمده‌ای را در ایجاد آسیب شنوایی ایفا می‌کند. مواجهه افراد بدون محافظ‌های مناسب شنوایی با اصوات شدید می‌تواند عامل آسیب‌های شدید به سلول‌های موئی گوش داخلی و در نتیجه بروز آسیب شنوایی ناشی از نویز (NIHL) - Noise- Induced Hearing Loss (NIHL) گردد (۱ و ۲). آسیب‌های شنوایی ناشی از نویز شایع‌ترین آسیب شنوایی حسی عصبی بعد از پیرگوشی است. مصاحبه با مردانی که دچار آسیب شنوایی ناشی

از نویز بوده‌اند نشان داده که این آسیب شنوایی غالباً باعث سوء تفاهم و ایجاد تنش در خانواده شده و اثر منفی در روابط زوجین به جا گذاشته است. به تجربه دیده شده است افرادی که در معرض نویز هستند اما هنوز به آسیب شنوایی ناشی از آن مبتلا نشده‌اند نیز از مشکلاتی چون وزوز گوش و مشکلات غیر شنوایی نظیر بی‌خوابی و بی‌اشتهایی شکایت دارند. بر اساس جدیدترین نتایج منتشره محققان مختلف در سطح جهانی، آمار شیوع آسیب‌های شنوایی ناشی از نویز سرآمد بیماری‌های شغلی و صنعتی

در حقیقت امکان ردیابی اثرات سوء نویز بر عملکرد OHCS، قبل از این که آسیب شنوایی توسط ادیومتری تن خالص ردیابی شود وجود دارد. ویژگی و حساسیت بالای OAE در تشخیص ناهنجاری های حلزون و سرعت بالای انجام آزمون و همچنین عینی بودن آزمایش، آن را در ردیف استانداردهای حفاظت از سلامتی قرار داده است. دو نوع OAE که به طور رایج در کلینیک های شنوایی شناسی مورد استفاده قرار می گیرد شامل گسیل های برانگیخته گذرای گوش (Transient evoked otoacoustic emission (TEOAE) و گسیل های صوتی محصول اعوجاج (Distortion product otoacoustic emission (DPOAE) می باشد.

در مطالعه ای که بر روی ۱۳۵ نفر کارگر موتور خانه کشتی و مقایسه آن با ۱۰۰ نفر گروه شاهد به منظور پیگیری تغییرات گسیل های صوتی برانگیخته گذرا و گسیل های صوتی محصول اعوجاج و تعیین ارتباط آن با آستانه های تن خالص در دو سال اول در معرض قرار گیری نویز انجام شد، آستانه های PTA در فرکانس های ۲، ۳ و ۴ کیلوهرتز در هر دو گوش گروه مورد پس از دو سال به طور معنی داری افزایش و دامنه TEOAE و DPOAE در فرکانس های ۴-۲ کیلوهرتز به طور چشمگیری کاهش یافته بود (۸). مطالعات دیگری نیز کاهش دامنه OAE را در افراد در معرض NIHL نشان داده است (۹).

در مطالعه دیگری که بر روی ۴۵۶ کارگر جوان ساختمانی (متوسط سن ۲۷ سال) انجام شده و در آن رابطه بین مواجهه با نویز و عملکرد شنوایی را با PTA و DPOAE ارزیابی کرده است، DPOAE ابزار مناسبی برای پایش آسیب های اولیه ناشی از نویز می باشد (۱۰). همچنین ونیک و همکاران دریافتند که پاسخ های DPOAE و برخی از پارامترهای TEOAE بعد از مواجهه با نویز در محدوده فرکانسی ۴ کیلوهرتز کاهش می یابد در حالی که آستانه های شنوایی ادیومتری تغییری را نشان نداد (۱۱). مطالعات دیگری نیز OAE را به عنوان آزمونی حساس تر

محسوب می شود (۳). بر طبق اعلام موسسه ملی بهداشت و سلامت شغلی، حدود ۱۰ میلیون کارگر آمریکایی به درجاتی از این نوع آسیب شنوایی مبتلا هستند. آسیب شنوایی ناشی از نویز دائمی و غیر قابل برگشت ولی قابل پیشگیری است. پس اندیشیدن راهکارهای موثر در به کنترل درآوردن این عامل خطر دغدغه خاطر تمامی جوامع صنعتی است.

نتایج مطالعات مختلف نشان می دهد که نویز صنعتی به سلول های ارگان شنوایی حمله می کند. سلول های مویی خارجی (Outer hair cells) (OHCs) حساس ترین سلول های گوش داخلی هستند، بنابراین بر اثر مواجهه با نویز بیش از حد، آسیب پذیر ترین سلول ها می باشند (۴). امروزه در صنعت از ادیومتری تن خالص یا ادیومتری رفتاری (Pure Tone Audiometry) PTA برای کشف و شناسایی NIHL استفاده می شود. ادیومتری روشی ساجکتیو و زمان بر و توانایی کلی شنوایی را ارزیابی می کند، بنابراین قادر به ردیابی تغییر اختصاصی عملکرد OHCS نمی باشد. آسیب ناشی از نویز که در سطح سلول مویی خارجی اتفاق می افتد ممکن است به دلیل جبران مکانیزم های وراء حلزونی بدون ثبت باقی مانده و کشف نشود و در این صورت آگاهی از تغییرات جزئی را در دستگاه شنوایی به تاخیر می اندازد.

گسیل های صوتی گوش (OAE) (Otoacoustic Emission) سیگنال های آکوستیکی با سطح شدت پایین هستند که عملکرد OHCS را بررسی می کنند (۵). دیوید کمپ نشان داد OAE محصول موتیلیتی (کوچک و بزرگ شدن سلول های مویی خارجی در پاسخ به محرک صوتی) دیواره سلول های شنوایی می باشد (۶). ارزشمندی استفاده از OAE در پایش عملکرد سلول های مویی خارجی در کسانی که در معرض عوامل آسیب رسان شنوایی همچون نویز هستند به اثبات رسیده است (۷). به همین دلیل کاربرد بالینی OAE به سرعت رو به افزایش نهاده است. این آزمون برای پایش اثر عواملی چون صدای بلند بر عملکرد حلزون موثر بوده و

موقت آستانه شنوایی (Temporary Threshold Shift) (TTS) تأثیری بر نتایج نداشته باشد.

مواجهه قبلی افراد مورد بررسی با نویز های قبلی با استفاده از پرسش نامه برآورد شد. پس از تکمیل پرسش نامه از افراد مورد مطالعه، افرادی که دارای نقص شنوایی مادرزادی، نقص شنوایی ناشی از موج انفجار در جبهه و دیگر موارد خاص را داشتند، از مطالعه حذف شدند.

سپس اتوسکوپ و تمپانومتري صورت گرفت. تمپانومتري با استفاده از تمپانومتر ZA86 ساخت شرکت پژواک آوا ایران به ترتیب در گوش راست و چپ انجام شد. در صورتی که در این آزمون، فشار منفي بیش از ۱۰۰- داپا ویا قله کامپلانس کمتر از ۰/۳ ثبت گردید و در نمای اتوسکوپي سرومن فشرده مشاهده شد، فرد برای درمان های پزشکی ارجاع داده می شود. بر این اساس چهار نفر از بخش کارمندی و ۷ نفر از بخش کارگری از مطالعه خارج شدند.

آزمون ادیومتری با استفاده از ادیومتر دوکاناله CA81 ساخت شرکت پژواک آوا ایران و هدفون TDH39 در فرکانس های ۵۰۰-۴۰۰۰ انجام گرفت. معیار مورد استفاده برای افت شنوایی ۲۵ دسی بل و بالاتر در فرکانس های فوق الذکر در نظر گرفته شد.

پس از انجام ادیومتری و تمپانومتري آزمایش OAEs با استفاده از دستگاه Neuro-Audio Screen ساخت شرکت نوروسافت کشور روسیه صورت گرفت. قبل از شروع هر جلسه، پروب OAE توسط محفظه آزمون (Test Cavity) دستگاه کالیبره گردید. افراد بر روی یک صندلی راحت تکیه داده بودند و از آن ها خواسته می شد تا حین انجام آزمایش ها کمترین تحرک را داشته باشند و حتی الامکان از بلع آب دهان خودداری نمایند.

TEOAE با ارائه محرک کلیک با سرعت ۴۹ بار در ثانیه و در سطح شدت ۸۰dB SPL در هر دو گوش ثبت شد. دامنه گسیل ها و نویز در چهار فرکانس ۱، ۲، ۳ و ۴ کیلو هرتز محاسبه شد. پاسخ های معتبر دارای قابلیت تکرار پذیری بیشتر از ۷۵ درصد بودند.

نسبت به PTA استاندارد برای پایش های آسیب حلزونی معرفی کرده اند (۹۰۴).

همان طور که ذکر شد سلول های مویی خارجی مسئول تولید OAE در پاسخ به تحریک آکوستیکی می باشند و این سلول ها اولین ساختاری هستند که توسط نویز با شدت بالا دچار آسیب می شوند. بنابراین وجود هر گونه آسیبی در OHCs می تواند پارامترهای OAE را تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به موارد فوق ارزیابی های OAE برای شناسایی اولیه افراد دچار آسیب شنوایی ناشی از نویز و پایش شنوایی کارگران در معرض نویز امری ضروری و منطقی می باشد. در پژوهش حاضر، پاسخ های ادیومتری تون خالص و دامنه پاسخ های TEOAE و DPOAE در کارگران در معرض نویز غیرمجاز تعیین و در مقایسه با کارمندان بخش اداری مورد بررسی قرار گرفت.

## روش کار

مطالعه به صورت مورد- شاهد انجام گرفت. گروه های مواجهه یافته با نویز غیر مجاز که از محافظ های مناسب شنوایی استفاده نمی کردند به عنوان گروه مورد و کارمندان بخش اداری و کارگران در معرض نویز مجاز به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شدند. به این ترتیب ۸۹ کارمند بخش اداری و کارگران انبار که سابقه مواجهه با نویز نداشتند و ۱۳۴ کارگر در معرض نویز غیر مجاز مورد مطالعه قرار گرفتند.

همه آزمون ها در یک اتاق کاملاً آرام انجام شد. سطوح نویزی این اتاق با استفاده از صداسنج صوتی (SLM) مدل Casella CEL ltd2004 ساخت کشور انگلستان اندازه گیری شد. میزان تراز صوتی در یک دقیقه در این اتاق برابر با  $56 \pm 8$  دسی بل A برآورد شد. آزمون ها شامل پرسش نامه، اتوسکوپي، تمپانومتري، ادیومتری، TEOAE و DPOAE بود. هدف این مطالعه بررسی تأثیرات دائمی نویز بر شنوایی افراد بود بنابراین تمامی آزمایش ها با فواصل زمانی حداقل ۱۴ ساعته بعد از مواجهه قبلی و در ابتدای شیفت کاری افراد انجام گردید تا تغییرات

جدول ۱- مقایسه میانگین آستانه های شنوایی (انحراف معیار) در دو گروه افراد مورد بررسی.  
فرکانس میانگین (انحراف معیار) در گروه مورد (۱۳۴ نفر) میانگین (انحراف معیار) در گروه شاهد (۸۹ نفر)

P	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	فرکانس
۰,۱۹	۴,۵۶	۷,۹۶	۴,۹۴	۸,۸۳	۱۰۰۰
۰,۱	۵,۱۷	۶,۴۵	۷,۵۹	۷,۹۸	۲۰۰۰
>۰/۰۰۱	۸,۸۸	۹,۰۶	۱۲,۶۲	۱۴,۶۸	۳۰۰۰
>۰/۰۰۱	۱,۷۳	۱۱,۸	۱۴,۹۳	۱۷,۷۵	۴۰۰۰

نظر فراوانی ۳۶ درصد افراد در معرض نویز دچار آسیب شنوایی فرکانس بالا بودند در حالی که در گروه شاهد همه افراد مورد بررسی شنوایی طبیعی داشتند. جدول و نمودار ۱ میانگین و انحراف معیار آستانه‌های ادیومتری تون خالص در فرکانس‌های ۵۰۰ تا ۴ کیلو هرتز را در دو گروه افراد مورد مطالعه نشان می‌دهد. در تمامی فرکانس‌ها میانگین آستانه‌های شنوایی برای گروه کارگران در معرض نویز بالاتر از گروه شاهد می‌باشد ولی این تفاوت از نظر آماری در فرکانس‌های ۳ و ۴ کیلو هرتز معنی‌دار بود ( $p < 0.001$ ).

در ۷۶/۴ درصد از افراد گروه شاهد و ۴۹/۷ درصد از افراد گروه مورد وجود پاسخ TEOAE تأیید شد (نسبت سیگنال به نویز بیش از ۳ دسی بل و قابلیت تکرار پذیری بیش از ۷۵ درصد بود). در جدول ۲ میانگین و انحراف معیار دامنه‌های TEOAE در چهار فرکانس ۴، ۳، ۲، ۱ کیلو هرتز نشان داده شده است. مقایسه میانگین دامنه‌های TEOAE در این فرکانس‌ها نشان می‌دهد که در همه فرکانس‌ها، دامنه TEOAE در گروه مورد کمتر از گروه شاهد بوده و این تفاوت از نظر

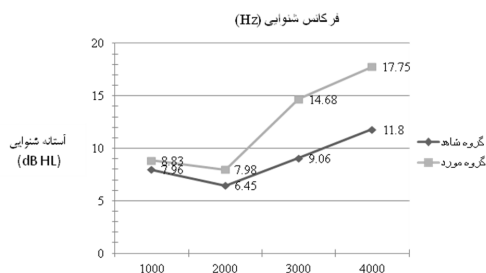
آزمون DPOAE شامل ارائه دو تون اولیه در فرکانس‌های  $f1$  و  $f2$  و سطوح شدتی  $L1$  و  $L2$  و ثبت پاسخ در منطقه  $f2-f1$  می‌باشد. نسبت فرکانسی  $f2/f1$  در حدود  $1/2$  بود. سطح شدتی برای  $L1$ ، ۶۵ دسی بل و برای  $L2$ ، ۵۵ دسی بل ثابت نگه داشته شد. دامنه گسیل‌های DPOAE و نویز در چهار فرکانس  $1/4$ ،  $2/2$ ،  $2/9$  و  $4/4$  کیلو هرتز ثبت شد. شرط مثبت بودن پاسخ‌ها در هر فرکانس، بالا بودن مقدار آن حداقل به میزان ۳ دسی بل نسبت به سطح نویز زمینه بود (۱۱).

سطح فشار صوتی در محل کار افراد در نقاط مشخص توسط صداسنج صوتی (SLM) اندازه‌گیری و ثبت شد. سطح فشار صوتی در بخش کارمندی در ۸ نقطه و در بخش کارگری در ۱۵ نقطه در سه زمان مختلف اندازه‌گیری شد. از آنجایی که نویز در زمان‌های مختلف کمتر از ۵ دسی بل تغییر داشت، بنابراین نویز از نوع پیوسته (پایدار) بود. میانگین این میزان به ترتیب ۷۲ و  $91/2$  دسی بل A بود.

در این مطالعه برای آنالیز داده‌ها از نسخه ۱۳/۰ نرم افزار SPSS استفاده شد. برای آمار توصیفی از شاخص‌های آماری شامل شاخص‌های مرکزی و پراکندگی و برای تحلیل داده‌ها و بررسی فرضیات از روش t-test استفاده شد. همچنین حد معنی‌داری آماری (p-value) کوچکتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

کلیه افراد شرکت کننده در این مطالعه مرد و میانگین سنی آن‌ها در گروه شاهد  $31/7 \pm 6/57$  و در گروه مورد  $32/5 \pm 5/46$  بود ( $p = 0/27$ ) از



نمودار ۱- مقایسه میانگین آستانه‌های شنوایی افراد به عنوان تابعی از فرکانس در دو گروه مورد و شاهد.

جدول ۲- مقایسه میانگین دامنه های TEOAE در دو گروه افراد مورد بررسی.

فرکانس	میانگین(انحراف معیار) در گروه مورد (۱۳۴ نفر)	میانگین(انحراف معیار) در گروه شاهد (۸۹ نفر)	P
۱۰۰۰	۰,۸۲	۲,۹۵	۰,۰۲
۲۰۰۰	۲,۹۶	۴,۷۸	۰,۰۳
۳۰۰۰	۱,۶۱	۳,۸۰	۰,۰۲
۴۰۰۰	-۳,۱۳	۰,۰۱	>۰/۰۰۱

جدول ۳- مقایسه میانگین دامنه های DPOAE در دو گروه افراد مورد بررسی.

فرکانس	میانگین(انحراف معیار) در گروه مورد (۱۳۴ نفر)	میانگین(انحراف معیار) در گروه شاهد (۸۹ نفر)	P
۱۴۰۰	۱,۳۵	۱,۹۷	۰,۱۶
۲۲۰۰	-۱,۰۱	-۰,۲۲	۰,۴۸
۲۹۰۰	-۲,۶۰	-۱,۰۹	۰,۱۸
۴۴۰۰	-۵,۸۸	-۱,۳۳	>۰/۰۰۱

قاعده حلزون واقع شده است، بنابراین منطقی به نظر می‌رسد که این منطقه در معرض آسیب های ناشی از صوت بوده و در فرکانس های بالا افت شنوایی ناشی از نویز حادث گردد (۹). در پژوهش حاضر ارتباط بین محتوای فرکانسی نویز و منطقه آسیب شنوایی بررسی نشد.

در پژوهش حاضر نقش عوامل مخدوش کننده در مقالات قبلی شناسایی و مورد دقت نظر قرار گرفت. آزمایش ها با فواصل زمانی حداقل ۱۴ ساعت بعد از مواجهه قبلی و در ابتدای شیفت کاری بعدی افراد انجام گردید تا تغییرات موقت آستانه شنوایی (TTS) تاثیری بر نتایج نداشته باشند. همچنین مواجهه قبلی افراد مورد بررسی با

نویز های قبلی با استفاده از پرسش نامه برآورد شد. افرادی که دارای نقص شنوایی مادرزادی، نقص شنوایی ناشی از موج انفجار در جبهه و دیگر موارد خاص بودند از مطالعه حذف شدند. یافته اصلی این پژوهش، کاهش دامنه های TEOAE و DPOAE در گروه مواجهه با نویز (مورد) نسبت به گروه شاهد

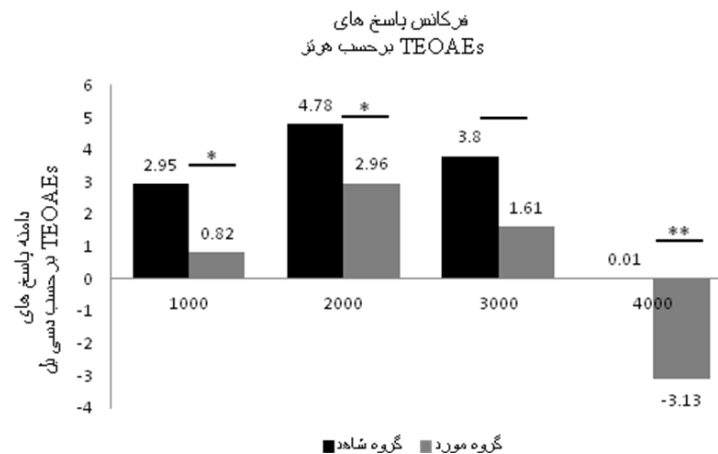
می باشد. دامنه پاسخ TEOAE در هر چهار فرکانس در گروه مورد نسبت به گروه شاهد کاهش معنی داری داشت. این یافته با نتایج

آماري معنی دار می باشد ( $p=0/01$ ).

وجود پاسخ های DPOAE (اختلاف بیش از ۳ دسی بل در حداکثر دامنه DPAOE با سطح نویز) در ۹۵ درصد از افراد گروه شاهد و ۶۱ درصد از افراد گروه مورد، تأیید شد. با مقایسه نتایج دامنه های DPOAE گروه شاهد با گروه مورد (جدول ۳) مشاهده می شود که دامنه DPOAE گروه مورد فقط در فرکانس ۴/۴ کیلوهرتز کمتر از گروه شاهد بوده و این تفاوت از لحاظ آماری معنی دار می باشد ( $p=0/001$ ).

### بحث و نتیجه گیری

اولین یافته پژوهش حاضر، افزایش آستانه های ادیومتری در فرکانس های ۳ و ۴ کیلوهرتز در گروه مورد می باشد. این یافته با نتایج تمام مطالعات قبلی همخوانی دارد که نویز بیشترین تاثیر را بر فرکانس های بالا (۳ و ۴ کیلوهرتز) دارد (۱۲). افزایش آستانه های شنوایی در منطقه فرکانس های بالا به دلیل آسیب OHC در یک اکتا و بالاتر از محتوای فرکانسی نویز گزارش شده است و همچنین از آنجایی که فرکانس رزونانس گوش میانی در محدوده فرکانس های بالا می باشد و از طرف دیگر مکان قرار گیری گیرندهای شنوایی فرکانس بالا نیز در منطقه



نمودار ۲- مقایسه میانگین دامنه های teoae به عنوان تابعی از فرکانس در دو گروه مورد و شاهد.  $**p=0.001$ ;  $*p<0.05$



نمودار ۳- مقایسه میانگین دامنه های dpoae به عنوان تابعی از فرکانس در دو گروه مورد و شاهد.  $**p=0.001$ ; ns=non significant

ذکر شده، اینگونه تصور می شود که حساسیت فرکانسی TEOAE نسبت به آسیب ایجاد شده در حلزون بقدر کافی بالا نمی باشد. شاید اصلی ترین یافته این مطالعه کاهش دامنه DPOAE در فرکانس 4.4 کیلوهرتز در گروه کارگران در معرض نویز باشد. از آنجایی که پاسخ DPOAE توسط دو تون اولیه برانگیخته می شود، باعث ایجاد پاسخ در مناطق فرکانسی خاصی در حلزون می شود. بنابراین هر گونه آسیب در یک منطقه فرکانسی خاص حلزون، کاهش دامنه DPOAE در آن محدوده خاص را به دنبال خواهد داشت. این یافته با برخی نتایج مطالعات انجام شده در این زمینه همخوانی دارد. از جمله اسلیوینسکا-کوالسکا معتقد است که

برخی از محققان همخوانی داشت (۱۳ و ۱۴). تفاوت این مطالعه با اکثر مطالعات قبلی این بود که در این مطالعه کاهش دامنه TEOAE در همه فرکانس های مورد آزمون مشاهده شده است در حالی که در مطالعات قبلی کاهش دامنه بیشتر در فرکانس ۴ کیلوهرتز گزارش شده است. TEOAE توسط محرک کلیکی برانگیخته می شود که کل غشای پایه را تحریک می کند. بنابراین پاسخ TEOAE نمایانگر محدوده وسیعی از سلول های مویی است و وجود آسیب در بخش فرکانس های بالا می تواند پاسخ TEOAE را در همه فرکانس ها تحت تأثیر قرار دهد (۸). این موضوع در این مطالعه به خوبی مشاهده شد. با توجه به موارد

آزمون DPOAE در مقایسه با TEOAE می تواند به عنوان آزمونی غربالگر در کنار ادیومتری در تشخیص زود هنگام آسیب های حلزونی ناشی از نویز کارا باشد.

### تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل طرح پژوهشی مصوب مرکز تحقیقات گوش و حلق و بینی و سر و گردن دانشگاه علوم پزشکی تهران است که بدین وسیله از حمایت های مالی و علمی این مرکز تحقیقاتی تشکر و قدردانی می شود. همچنین از حمایت های مالی و معنوی مدیریت محترم کارخانه اخوان جم و پرسنل محترم آن و شرکت رهاورد مبین نیک به خاطر در اختیار گذاشتن امکانات و تجهیزات بالینی و پژوهشی که نهایت همکاری را مبذول داشتند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

### منابع

1. Castillo MP, Roland PS. Disorders of the auditory system. In: Roeser RJ, Valente M, Hosford-Dunn H, editor. Audiology diagnosis. 2nd ed. USA, Thieme; 2007.p. 85-109.
2. Borchgrerink HM. Does health promotion work in relation to noise? Noise health. 2003; 5(18):25-30.
3. May JJ. Occupational hearing loss. Am J Ind Med. 2000; 37:112-20.
4. Linss V, Emmerich E, Richter F. Is there a close relationship between changes in amplitudes of distortion product otoacoustic emissions and hair cell damage after exposure to realistic industrial noise in guinea pigs? Eur Arch Otorhnlaryngol. 2005; 262(6):488-95.
5. Lonsbury-Martin BL, Martin GK. Otoacoustic emissions. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2003; 11(5): 361-66.
6. Kemp DT. Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function, and use. Br Med Bull. 2002; 63:223-41.
7. Lapsley JA, Marshall L, Heller LM. A

DPOAE برای ارزیابی فرکانس های بالا حساسیت بالاتری دارد زیرا فرکانس های پایین تحت تأثیر نویز محیطی قرار می گیرد (۱۵). همچنین وینک و همکاران گزارش دادند که DPOAE آزمون مفیدتری نسبت به TEOAE می باشد زیرا آسیب های ناشی از نویز در محدوده فرکانسی 4 کیلوهرتز رخ می دهد جایی که DPOAE حساس تر است. این یافته در بسیاری از مطالعات دیگر گزارش شده است (۱۱). بنابراین بر اساس نتایج این تحقیق DPOAE به سه دلیل عمده در مقایسه با TEOAE حساسیت و ارزش بیشتری در تشخیص آسیب های ناشی از نویز دارد. اول، در این مطالعه پاسخ DPOAE در ۹۵ درصد کارمندان ثبت شد در حالی که TEOAE فقط در ۷۶ درصد افراد پاسخ قابل قبول را نشان داد. این بدان معناست در ۲۴ درصد افراد طبیعی در این مطالعه TEOAE رد می شود که به طود کاذب نشان دهنده آسیب حلزونی است در حالی که میزان مثبت کاذب در DPOAE فقط ۵ درصد است که قابل چشم پوشی است. دوم، TEOAE دارای حساسیت فرکانسی بالا نبوده و وجود آسیب در یک محدوده فرکانسی خاص می تواند منجر به کاهش دامنه TEOAE در همه فرکانس ها شود. از این نظر، DPOAE عملکرد بسیار خوبی را نشان داد. از آنجایی که نویز صنعتی بیشتر به مناطق فرکانسی ۳-۶ کیلوهرتز آسیب می رساند، کاهش دامنه DPOAE در فرکانس ۴/۴ کیلوهرتز نشان از حساسیت فرکانسی بالای این آزمون دارد. سوم، همخوانی بیشتری بین نتایج DPOAE و ادیومتری از نظر فرکانسی مشاهده می شود.

در مطالعه حاضر کاهش دامنه های TEOAE و DPOAE کارگران در معرض نویز، می تواند منعکس کننده آسیب ناشی از نویز به حلزون شنوایی باشد. نتایج تحقیق حاضر بیانگر بالا بودن ویژگی و حساسیت فرکانسی آزمون DPOAE در آشکار کردن آسیب های ناشی از نویز صنعتی نسبت به TEOAE و همخوانی بیشتر آن با ادیومتری رفتاری از نظر فرکانسی می باشد.

longitudinal study of changes in evoked otoacoustic emissions and pure-tone thresholds as measured in a hearing conservation program. *Int J Audiol.* 2004; 43 (6):307-22.

8. Withnell RH, Yates GK, Kirk DL. Changes to low frequency components of the TEOAE following acoustic trauma to the base of the cochlea. *Hearing Res.* 2000; 139 (1-2):1-12.

9. Shupak A, Tall D, Sharani Z. Otoacoustic emission in early Noise-induced hearing loss. *Otol Neurotol.* 2007; 28(6): 745-52.

10. Seixas NS, Kujawa SG, Norton S. Predictors of hearing threshold levels and distortion product otoacoustic emission among noise exposed young adults. *Occup Environ Med.* 2004; 61: 899-907.

11. Vinck BM, Van Cauwenberge PB, Leroy L, Corthals P. Sensitivity of transient evoked and distortion product otoacoustic emissions to the direct effects of noise on the human cochlea. *Audiology.* 1999; 38:44-52.

12. Atchariyasathian V, Chayarpham A, Saekhow S. Evaluation of noise-induced hearing loss with audiometer and distortion product otoacoustic emissions. *J Med Assoc Thai.* 2008; 91(7): 1066-71.

13. Müller J, Janssen T. Impact of occupational noise on pure-tone threshold and distortion product otoacoustic emissions after one workday. *Hear Res.* 2008; 246(1-2): 9-22.

14. Konopka W, Pawlaczyk M, Sliwinkam. Effects of impulse noise on transiently evoked otoacoustic emissions in soldiers. *Int J Audiol.* 2005; 44:3-7.

15. Sliwińska-Kowalska M, Kotylo P. Is otoacoustic emission useful in the differential diagnosis of occupational noise-induced hearing loss? *Med Pr.* 1997; 48 (6): 613-620.

## Effect of noise exposure on auditory system of industrial workers using pure tone audiometry (PTA), transient evoked otoacoustic emissions (TEOAEs) and distortion product otoacoustic emissions (DPOAEs)

**Mohammad Farhadi**, M.D, ENT and Head & Neck Research Center, Hazrat-e- Rasool Akram Hospital, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. farhadi@ent-hns.org

**Saeid Mahmoudian**, Ph.D, Laboratory for Auditory Neuroscience and Electrophysiology, ENT and Head & Neck Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran and Otorhinolaryngology Department, Hannover Medical University (MHH), Hannover, Germany. smahmoudian@tums.ac.ir

**\*Azardokht Tabatabaei**, M.Sc, Iranian Research Center of Pediatric Infectious Diseases, Hazrate Rasoul Hospital, Tehran University of Medical Sciences. Tehran, Iran (\*Corresponding author). cpidir@gmail.com

**Ahmad Naghavi**, M.D, General Practitioner, Shahid Haydari Policlinic, Social Welfare and Security, Tehran, Iran. anaghavi@yahoo.com

**Morteza Hamidi Tehrani**, M.Sc, Audiologist, ENT and Head & Neck Research Center, Hazrat-e- Rasool Akram Hospital, Iran University of Medical Sciences. Tehran, Iran. hamidi-m@yahoo.com

**Shima Javadinia**, M.D, Internal Resident, Hazrat-e-Rasool Akram Hospital, Tehran University of Medical Sciences. Tehran, Iran. shima\_javadinia@yahoo.com

### Abstract

**Background:** Different studies have shown that Otoacoustic Emission (OAEs) is generated by Outer Hair Cells (OHCs) and these sensory cells are first structures exposed to damage of high level noise. Therefore minor impairment in OHCs can lead to lack of response of OAE. The purpose of the current study is to compare the pure tone thresholds, Transient Evoked Otoacoustic Emission (TEOAE) and Distortion Product Otoacoustic Emission (DPOAE) amplitude in industrial workers experiencing non-permissible noises and official staffs.

**Methods:** This study was conducted as a case control paradigm. The cases included 134 workers exposed to non-permissible noise and control group that constituted 89 official staff. The threshold of pure tone, TEOAE and DPOAE amplitudes were recorded and compared among the subjects.

**Results:** Pure tone thresholds at frequencies of 1- 4 KHz among industrial workers were higher (worse) than the control group and these differences were significant within frequencies of 3 and 4 KHz ( $p < 0.01$ ). TEOAE amplitudes within 4 frequencies (1-4 KHz) indicated significant decrease among workers group in comparison with control group ( $p < 0.05$ ). Although DPOAE amplitudes indicated decrease within 4 frequencies in the workers group, these differences were statistically significant only in 4.4 KHz ( $p < 0.01$ ).

**Conclusions:** The decrease of OAE amplitudes and increase in audiometric thresholds in workers may indicate damage to cochlea due to noise exposure. In the current study, the sensitivity and specificity of DPOAE frequency responses was estimated higher than the TEOAE. It seems that DPOAE responses may have been more homogeneous to audiometric results.

**Keywords:** Noise-induced hearing loss, Transient evoked otoacoustic emission, Distortion product otoacoustic emission, Pure tone audiometry, Noise pollution.