

## ردیابی آسیب شنوایی ناشی از نوفه با استفاده از آزمون پرتوهای صوتی گوش

آرش بیات<sup>۱</sup>، محمد ملکی<sup>۲</sup>، مهدی اکبری<sup>۳</sup>، رضا صالحی<sup>۴</sup>

### چکیده

**مقدمه:** پرتوهای صوتی گوش<sup>۵</sup> به عنوان آزمون معتبری که فعالیت سلول‌های مویی خارجی را منعکس می‌کنند شناخته شده‌اند و از این رو برای ارزیابی تغییرات حلزونی نظیر آن چه که بعد از قرارگیری در معرض نوفه (نویز)<sup>۶</sup> ایجاد می‌شود بسیار مفید می‌باشند.

**روش کار:** طی یک مطالعه کارآزمایی بالینی ۷۴ فرد داوطلب ۲۵-۱۸ ساله به شیوه نمونه‌گیری تصادفی ساده مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آزمایشات ادیومتری اصوات خالص و تمپانومتری شرکت کنندگان در روز انجام آزمایش در محدوده هنجار قرار داشت. در این پژوهش ابتدا آزمون‌های پرتوهای صوتی گوش خود به خودی<sup>۷</sup>، گذرا<sup>۸</sup>، و اعوجاجی<sup>۹</sup> از هر دو گوش فرد مورد آزمایش به عمل می‌آمد که به عنوان یک سطح پایه ارزیابی برای ما در نظر گرفته می‌شد. سپس یک گوش فرد انتخاب شده و در شدت SPL ۱۰۰<sup>۱۰</sup> دسی بل و به مدت ۵ دقیقه در گوش وی نوفه ارایه می‌گردید. پس از گذشت ۲ دقیقه پس از خاتمه ارایه نوفه، مجدداً ارزیابی‌های قبلی در هر دو گوش تکرار می‌گردید و دامنه پاسخ‌ها در دو گوش با یکدیگر مقایسه می‌شدند.

**نتایج:** در ۳۴ نفر از افراد شرکت کننده ارایه نوفه در گوش تحت نوفه منجر به کاهش سطح دامنه و یا حذف پاسخ‌های SOAE شد. یکی از یافته‌های جالب در این تحقیق ظهور قله‌های جدید در پاسخ‌های SOAE در گوش مقابل پس از ارایه نوفه بود. نوفه ارایه شده کاهش آماری معنا داری را در دامنه پاسخ TEOAE هم در گوش تحت تأثیر نوفه و هم در گوش مقابل آن پدید آورد. مقایسه میانگین دامنه پاسخ‌های DPOAE قبل و بعد از قرارگیری در معرض نوفه در گوش تحت تأثیر نوفه، در محدوده ۶۲۹۹-۱۶۸۵ هرتز معنا دار بود، ولی این مقایسه در گوش مقابل معنی‌دار نبود. میانگین زمان نهفتگی DPOAE در قبل و بعد از قرارگیری در معرض نوفه هم در گوش تحت تأثیر نوفه و هم در گوش مقابل آن، اختلاف آماری معنا داری را نشان نداد.

**نتیجه گیری:** یافته‌های این پژوهش نشان داد که پرتوهای صوتی گوش یک ابزار مناسب در ردیابی آسیب شنوایی ناشی از نوفه می‌باشند. همچنین TEOAEs در مقایسه با سایر آزمون‌ها از حساسیت بیشتری در ردیابی این آسیب برخوردار است و حتی می‌توان آن را به عنوان یک ابزار غربالگری بسیار سریع جهت بررسی حساسیت پذیری نسبت به آسیب شنوایی ناشی از نوفه پیش از ورود به محیط‌های صنعتی پر سر و صدا در نظر گرفت.

**واژگان کلیدی:** پرتوهای صوتی گوش گذرا، پرتوهای صوتی گوش اعوجاجی، پرتوهای صوتی گوش خود به خودی، افت شنوایی ناشی از نوفه

5- OAEs: Otoacoustic emissions.

6- Noise.

7-SOAEs: Spontaneous otoacoustic emissions.

8-TEOAEs: Transient otoacoustic emissions.

9- DPOAEs :Distortion-product otoacoustic emissions .

10- SPL: Sound Pressure Level

۱- عضو هیات علمی گروه شنوایی شناسی، دانشگاه علوم پزشکی

اهواز.

۲- کارشناسی ارشد شنوایی شناسی، دانشگاه علوم پزشکی تهران.

۳- عضو هیات علمی گروه شنوایی شناسی، دانشگاه علوم پزشکی

ایران.

۴- عضو هیات علمی گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی

اهواز.

۳- از نظر مقاصد تشخیص ضایعه حساسیت پائینی دارد.

۴- تغییرات جزئی حادث شده ناشی از قرار گیری در معرض نوفه را نمی تواند به خوبی نشان دهد.

پرتوهای صوتی گوش (OAEs) اصواتی هستند که از حلزون منشأ گرفته و به سمت گوش میانی و مجرای گوش خارجی حرکت می نمایند و از طریق میکروفن های حساس می توان آن ها را ثبت نمود (۷). OAEs ماحصل حرکات مکانیکی ظریف سلول های مویی خارجی حول محور طولی آن ها می باشد که این پدیده را «الکتروموتیلیتی»<sup>۴</sup> می نامند. الکتروموتیلیتی فرایند فعالی است که امکان تمایز فرکانسی بسیار ظریف و همچنین محدوده پویایی شدتی وسیعی را فراهم می سازد (۷). OAEs را در قالب دو گروه کلی تقسیم بندی می کنند (۸).

الف- پرتوهای صوتی گوش خود به خودی: سیگنال های صوتی تونال با سطح شدت پائینی هستند که در غیاب هر گونه محرک مشخص در مجرای گوش خارجی ثبت و یا اندازه گیری می شوند. به کارگیری تکنیک های جدید موجب شده است تا میزان ثبت این پاسخ تا حد ۶۰ درصد افزایش پیدا نماید.

ب- پرتوهای صوتی گوش برانگیخته: این پرتوها با ارایه محرک صوتی ایجاد می گردند که تقریباً در تمامی افراد قابل ثبت می باشند و به سه گروه اصلی تقسیم می شوند:

پرتوهای صوتی گوش گذرا (TEOAEs): این پرتوها از طریق محرکات زود گذر نظیر کلیک یا تون برست ایجاد می گردند.

قرار گیری در سطوح نویزی شدید موجب بروز یکسری تغییرات متابولیکی و عملکردی در ساختمان حسی حلزون و به ویژه سلول های مویی خارجی<sup>۱</sup> می گردد. تغییرات ناشی از نوفه به صورت وسیع شدن منحنی های کوک فرکانسی (۱)، مشکلات در رمز گذاری زمانی (۲)، مشکلات در رمز گذاری شدتی (۳)، بدتر شدن وضوح زمانی و وضوح فرکانسی (۴) نمود پیدا می نماید. قرار گیری در معرض نوفه شدید می تواند منجر به بالا رفتن آستانه های شنوایی گردد که به صورت موقتی<sup>۲</sup> (TTS) یا دائمی<sup>۳</sup> (PTS) ظاهر می شود. از این بین TTS بیشتر مدنظر می باشد و عمده تحقیقات بر روی آن انجام می پذیرد. اصولاً مقدار TTS در یک دقیقه پس از ارایه نوفه کاهش پیدا می کند و سپس طی ۳-۲ دقیقه بعدی مقدار آن به حداکثر می رسد (۵). برای اجتناب از نوسانات اولیه، TTS معمولاً ۲ دقیقه بعد از ارایه نوفه اندازه گیری می شود که آن را TTS<sub>۲</sub> می نامند (۶). مطالعات متعدد نشان داده اند که TTS<sub>۲</sub> می تواند برای پیش بینی حساسیت پذیری فردی نسبت به PTS در افرادی که قرار است به طور پیوسته در سطوح شدتی بالاتر از حد مجاز قرار گیرند به کار رود (۵). به طور معمول جهت مشخص نمودن TTS<sub>۲</sub> از آزمون ادیومتری تن خالص استفاده می شود ولی این آزمون دارای محدودیت هایی می باشد که از آن جمله می توان موارد زیر را برشمرد:

۱- نیازمند همکاری فرد آزمایش شونده است.

۲- از آن جایی که عینی نیست؛ بنابراین از نظر مقاصد پزشکی قانونی اعتبار زیادی ندارد.

1- Outer hair cells.

2- TTS: Temporary threshold shift.

3- PTS : Permanent threshold shift.

4- Electromotility.

می تواند به صورت کاهش دامنه DPOAE نمود پیدا نماید.

تاکنون تحقیقات متعددی در ارتباط با تأثیر سطوح نویزی شدید بر روی شاخص های OAEs گزارش شده است ولی این مطالعات عمدتاً بر روی حیوانات انجام پذیرفته اند و تأثیر آن در انسان ها به ندرت مورد بررسی قرار گرفته است و ابهامات زیادی در این زمینه وجود دارد (۱۶). از طرفی، تاکنون هیچ مطلب مستندی در رابطه با تأثیر نوفه شدید به صورت همان طرفی بر روی زمان نهمتگی DPOAE عنوان نگردیده است.

در این مطالعه به بررسی تأثیر نوفه سفید بر شاخص های پرتوهای صوتی گوش پرداخته می شود تا ضمن آگاهی دقیق از تغییرات حادث شده در این پاسخ ها، به ارزیابی این موضوع پرداخته شود که کدام یک از آزمون های مورد استفاده از قابلیت بالاتری در ردیابی آسیب ناشی از نوفه برخوردار می باشند.

## روش کار

این مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی بود. جمعیت مورد مطالعه را ۷۴ نفر جوان داوطلب (۴۶ خانم، ۲۸ آقا) که در محدوده سنی ۱۸-۲۵ سال قرار داشتند، تشکیل می دادند. این اشخاص به صورت نمونه گیری تصادفی ساده از میان دانشجویان دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران انتخاب شده بودند.

نتایج آزمایشات ادیومتری (آستانه های شنوایی<sup>۵</sup> مساوی یا بیشتر از ۱۵ دسی بل در فرکانس های اکتاوی

پرتوهای صوتی گوش اوجاجی (DPOAEs): این پرتوها در نتیجه ارایه دو محرک با فرکانس های مناسب و ایجاد اوجاج اینترمدولاسیون (بیشتر به صورت 2f1-f2) بین آن ها تولید می گردند.

پرتوهای صوتی گوش فرکانس تحریکی (SFOAEs): این پرتوها در نتیجه ارایه یک محرک تون خالص به گوش داخلی تولید می گردند و بیشتر جنبه تحقیقاتی دارند.

OAEs اطلاعات مفیدی را در مورد تلفیق عملکردی OHCs فراهم می نمایند و از این رو می توانند به عنوان یک ابزار مناسب جهت ارزیابی آسیب های شنوایی ایجاد شده، به دنبال قرار گیری در معرض سطوح نویزی شدید در نظر گرفته شوند (۹-۱۲). از جمله محدودیت های OAEs می توان به عدم تخمین دقیق آستانه های شنوایی و تشخیص افتراقی ضایعات مناطق سیستم شنوایی مرکزی اشاره نمود.

مارشال<sup>۱</sup> و هلر<sup>۲</sup> (۱۳) در تحقیقی که بر روی ۱۵ فرد طبیعی انجام دادند، عنوان کردند که TEOAE می تواند به عنوان شاخص خوبی از تغییر آستانه ناشی از نوفه در نظر گرفته شود (۱۰۵ SPL دسی بل نوفه سفید به مدت ۱۰ دقیقه). در تحقیق اخیر ارایه نوفه به یک گوش تغییر معنی داری را در دامنه پاسخ TEOAE هم در گوش تحت تأثیر نوفه و هم در گوش مقابل آن پدید آورد. همچنین مطالعات کیس<sup>۳</sup> و همکاران (۱۴) و انگدال<sup>۴</sup> (۱۵) نشان داد که سطوح نوفه با شدت بالا می توانند یک افت شنوایی موقت را موجب شوند که

1- Marshal.  
2- Heller.  
3- Kiss.  
4- Enghdahl.

5 - HL: Hearing Level

شده، این آزمون در هر مرحله دو بار برای هر فرد انجام می‌پذیرفت و در صورت تأیید قله، فرکانس و سطح شدت آن اندازه‌گیری و ثبت می‌گردید.

ب) TEOAEs: برای کسب این پاسخ از محرک کلیک غیر خطی (با دیرش ۸۰ میکروثانیه) که سطح شدت آن در محدوده SPL ۷۷-۸۱ دسی بل تغییر می‌کرد استفاده شد. پاسخ‌های معتبر دارای قابلیت تکرار پذیری بیشتر از ۷۰ درصد بودند.

ج) DPOAEs: در این آزمون مقادیر دامنه و زمان نهفتگی DPOAE  $f_1-f_2$  با بهره‌گیری از شرایط  $f_1/f_2 = 1/22$ ,  $L_1 = 70$  SPL,  $L_2 = 60$  SPL دسی بل و وضوح ۴ نقطه در اکتاو محاسبه شد. شرط قبول بودن پاسخ کسب شده در هر فرکانس، بالا بودن مقدار آن حداقل به میزان ۳ دسی بل نسبت به سطح نوفه زمینه بود. زمان نهفتگی پاسخ با بهره‌گیری از شیوه سوئیپ ساده شده به دست آمد که در آن دامنه و فاز محصول اعوجاج در  $f_1$  ثابت برای مقدار بسیار نزدیک  $f_2$  محاسبه می‌گردد. زمان نهفتگی از خارج قسمت اختلاف‌های فاز و فرکانس حاصل شد.

در این مطالعه ابتدا آزمون‌های SOAE و TEOAE از هر دو گوش فرد مورد آزمایش به عمل می‌آمد که به عنوان یک سطح پایه ارزیابی برای ما در نظر گرفته می‌شد. سپس یک گوش فرد انتخاب می‌شد (ترجیحاً گوش که پاسخ‌های بهتری را داشت) و به مدت ۵ دقیقه در گوش وی نوفه ارایه می‌گردید. پس از گذشت ۲ دقیقه پس از خاتمه ارایه نوفه، مجدداً ارزیابی‌های قبلی در هر دو گوش تکرار می‌شد.

قبل از انجام آزمون برگه رضایت‌نامه‌ای در اختیار شرکت‌کنندگان قرار داده می‌شد که در آن

و نیم اکتاوی) و تمپانومتري (تمپانوگرام نوع A) شرکت‌کنندگان در روز انجام آزمایش هنجار بود. همچنین این افراد فاقد سابقه مصرف داروهای با خاصیت سمی برای گوش، قرارگیری طولانی مدت در معرض نوفه، ضربه شدید به سر، بیماری‌های سیستمیک، سندرم TORCH و سایر عواملی که به نحوی دارای خاصیت آسیب‌رسانی به حلزون هستند، بودند.

نوفه مورد استفاده در این پژوهش از نوع نوفه سفید بود که در شدت SPL ۱۰۰ دسی بل و به مدت ۵ دقیقه از طریق گوشی‌های TDH 39 دستگاه ادیومتر OB822 (مدسن)<sup>۱</sup> ارایه می‌شد. پس از هر ۶ جلسه ارزیابی، کالیبره بودن نوفه دستگاه مجدداً کنترل می‌گردید.

ارزیابی پرتوهای صوتی در یک اتاقک آکوستیک دو جداره و توسط دستگاه ILO88 (اتودینامیک)<sup>۲</sup> انجام پذیرفت. قبل از آزمایش هر فرد نسبت به کالیبره بودن پروب اطمینان حاصل می‌شد. افراد بر روی یک صندلی راحت تکیه داده بودند و از آن‌ها خواسته می‌شد تا حین انجام آزمایشات کمترین تحرک را داشته باشند و حتی الامکان از بلع آب دهان خودداری نمایند. آزمون‌های انجام شده در این قسمت به شرح زیر بودند:

الف) SOAEs: این آزمون به شکل هم‌زمان ثبت شد. تمامی گوش‌ها بر اساس وجود این پاسخ در محدوده فرکانسی ۶۰۰-۵۰۰ هرتز مورد آزمایش قرار گرفتند. SOAEs به صورت قله‌های طیفی (در همان محدوده فرکانسی) که حداقل ۳ دسی بل بالاتر از سطح نوفه زمینه بودند، مشخص شدند. برای تأیید قله مشاهده

1 - Madsen  
2 - Otodynamics

۶- در ۳۵ نفر، ارایه نوفه تغییر خاصی را در دامنه و فرکانس پاسخها در گوش مقابل ایجاد نمود.

#### ب) TEOAEs

این پاسخ از تمامی شرکت کنندگان ثبت گردید. جدول ۱، مقادیر میانگین وانحراف معیار دامنه پاسخهای TEOAE را قبل و بعد از قرارگیری در معرض نوفه، در هر دو گوش تحت تأثیر نوفه و گوش مقابل آن نشان می دهد. همان طور که مشاهده می شود، چه در گوش تحت تأثیر نوفه و چه در گوش مقابل آن، بین دامنه پاسخها پس از قرارگیری در معرض نوفه نسبت به قبل از آن کاهش آماری معنا داری دیده شد.

#### ج) DPOAEs

این پاسخ از تمامی شرکت کنندگان ثبت گردید. جدول ۲، مقادیر میانگین و انحراف معیار دامنه پاسخهای DPOAE در فرکانسهای مختلف را هم در گوش تحت تأثیر نوفه و هم در گوش مقابل آن، قبل و بعد از قرارگیری در معرض نوفه نشان می دهد که خلاصه نتایج بدست آمده به شرح زیر می باشد:

۱- مقایسه میانگین دامنههای پاسخهای DPOAE قبل و بعد از قرارگیری در معرض نوفه در گوش تحت تأثیر نوفه، در محدوده فرکانسی ۱۴۱۶-۱۰۰۱ هرتز اختلاف معنا داری را نشان نمی دهد.

۲- مقایسه میانگین دامنههای پاسخهای DPOAE قبل و بعد از قرارگیری در معرض نوفه در گوش تحت تأثیر نوفه، در محدوده فرکانسی ۶۲۹۹-۱۶۸۵ هرتز معنا دار می باشد.

۳- در مقایسه دامنههای پاسخهای DPOAE قبل و بعد از قرارگیری در معرض نوفه در گوش مقابل، اختلاف معنا داری دیده نمی شود.

نحوه انجام آزمایش و عوارض احتمالی آن به دقت شرح داده شده بود و شخص در صورت تمایل وارد مطالعه می گردید.

برای توصیف دادهها از شاخصهای میانگین و انحراف معیار استفاده شد. همچنین برای بررسی هنجارش دادهها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف، برای مقایسه میانگین دامنهها قبل و بعد از قرارگیری در معرض نوفه از آزمون تی زوج و جهت بررسی تغییرات پاسخها در دو جنس از آزمون تی مستقل استفاده شد. سطح  $p < 0/05$  به عنوان معنا دار بودن تلقی شد.

### نتایج

#### الف) SOAEs

این پاسخ تنها از ۴۹ شرکت کننده ثبت گردید. مهم ترین نتایج حاصل از مقایسه حالات قبل و بعد از قرارگیری در معرض نوفه در این افراد به طور خلاصه به شرح زیر بودند:

۱- در ۳۴ نفر از افراد شرکت کننده ارایه نوفه در گوش تحت نوفه منجر به کاهش سطح دامنه و یا حذف پاسخها شد.

۲- در ۱۵ نفر، ارایه نوفه در گوش تحت نوفه تأثیری را بر روی سطح شدت و فرکانس پاسخها نداشت.

۳- در ۱۳ نفر، ارایه نوفه در گوش تحت نوفه منجر به تغییر فرکانس پاسخها شد.

۴- در ۶ نفر، ارایه نوفه منجر به حذف پاسخها در گوش مقابل شد.

۵- در ۸ نفر، ارایه نوفه منجر به بروز قلههای جدید در پاسخ مورد نظر در گوش مقابل شد.

نتیجه آزمون آماری تی، اختلاف معناداری را بین میانگین دامنه پاسخ ها در دو جنس نشان نداد. هیچ کدام از اشخاص مورد بررسی دچار سردرد، سرگیجه، منگی و وزوز نشدند و تنها ۱۹ نفر از احساس پری گوش شکایت داشتند که این حالت نیز حداکثر پس از گذشت ۱۴ دقیقه در کلیه افراد مرتفع گردید.

جدول ۳، مقادیر میانگین و انحراف معیار زمان نهفتگی DPOAE در فرکانس های مختلف را هم در گوش تحت تأثیر نوفه و هم در گوش مقابل آن، در حالات قبل و بعد از قرارگیری در معرض نوفه نشان می دهد. نتایج این جدول حاکی از آن است که میانگین زمان نهفتگی DPOAE قبل و بعد از قرارگیری در معرض نوفه هم در گوش تحت تأثیر نوفه و هم در گوش مقابل آن، از نظر آماری معناداری نبوده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار دامنه پرتوهای صوتی گذرا (dB SPL) قبل و بعد از قرارگیری در معرض نوفه

بعد از قرارگیری در معرض نوفه			قبل از قرارگیری در معرض نوفه		
p-value	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	گوش مورد ارزیابی
P<0.001	۴/۷۴۴	۱۰/۸۴۷	۴/۸۸۱	۱۲/۷۵۹	گوش در معرض نوفه
P<0.01	۵/۳۲۴	۱۲/۶۵۶	۴/۷۸۹	۱۱/۸۷۵	گوش مقابل

جدول ۲. میانگین و انحراف معیارهای دامنه‌های پرتوهای صوتی اعوجاجی (dB SPL) قبل و بعد از قرار گیری در معرض نوفه در فرکانس‌های مختلف (Hz).

بعد از قرار گیری در معرض نوفه			قبل از قرار گیری در معرض نوفه			
p-value	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	فرکانس	
-	۴/۵۷۹	۸/۷۵۱	۵/۲۴۹	۹/۴۵۴	۱۰۰۱	گوش در معرض نوفه
-	۴/۳۹۴	۱۰/۹۴۷	۵/۲۸۱	۱۱/۱۲۶	۱۱۸۴	
-	۴/۸۲۹	۱۲/۳۸۸	۴/۸۷۳	۱۳/۵۲۳	۱۴۱۶	
×	۴/۷۳۲	۱۱/۲۲۵	۴/۴۲۴	۱۳/۱۷۷	۱۶۸۵	
×	۵/۰۰۹	۸/۴۹۴	۵/۳۹۱	۱۰/۴۳۹	۲۰۰۲	
×	۵/۳۴۴	۵/۹۰۹	۵/۰۲۳	۸/۴۶۶	۲۳۸۰	
×	۴/۳۹۶	۶/۳۷۸	۵/۰۷۱	۹/۱۲۳	۲۸۳۲	
×	۵/۶۰۶	۶/۹۱۹	۴/۶۵۰	۸/۷۶۳	۳۳۶۹	
×	۴/۹۵۱	۸/۶۴۱	۴/۳۹۶	۱۱/۱۰۹	۴۰۰۴	
×	۵/۷۲۰	۱۱/۸۲۸	۴/۸۲۳	۱۳/۲۹۱	۴۷۶۱	
×	۶/۱۸۰	۱۲/۷۷۲	۶/۱۷۵	۱۵/۶۶۲	۵۶۶۲	
×	۶/۶۷۵	۱۲/۴۱۹	۶/۱۱۸	۱۴/۵۶۶	۶۲۹۹	
-	۵/۵۷۵	۸/۷۱۵	۵/۲۳۰	۸/۸۶۳	۱۰۰۱	گوش مقابل
-	۴/۹۶۴	۱۱/۷۱۹	۵/۱۰۰	۱۱/۲۱۹	۱۱۸۴	
-	۴/۴۵۸	۱۲/۹۲۶	۴/۰۵	۱۲/۵۱۵	۱۴۱۶	
-	۵/۲۸۳	۱۲/۲۸۹	۵/۰۲۶	۱۲/۰۵۹	۱۶۸۵	
-	۴/۹۹۲	۱۰/۸۴۸	۴/۴۸۱	۱۰/۴۸۹	۲۰۰۲	
-	۴/۶۰۸	۷/۶۸۵	۴/۵۴۲	۷/۵۷۸	۲۳۸۰	
-	۵/۱۵۴	۸/۵۴۱	۵/۱۳۱	۸/۱۶۷	۲۸۳۲	
-	۵/۶۶۵	۹/۴۱۹	۵/۲۴۱	۹/۰۹۳	۳۳۶۹	
-	۴/۴۶۶	۱۱/۴۱۹	۴/۳۴۵	۱۱/۶۰۴	۴۰۰۴	
-	۵/۰۸۵	۱۳/۹۵۶	۴/۸۲۵	۱۴/۲۱۵	۴۷۶۱	
-	۶/۷۸۲	۱۳/۷۷۰	۶/۰۸۰	۱۳/۶۰۱	۵۶۵۲	
-	۶/۸۲۲	۱۲/۶۰۷	۶/۶۱۱	۱۲/۹۹۶	۶۲۹۹	

×: معنادار است.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار زمان نهفتگی  $2f_1-f_2$  DPOAE (ms) قبل و بعد از قرار گیری در معرض نوفه در فرکانس‌های مختلف (Hz).

بعد از قرار گیری در معرض نوفه			قبل از قرار گیری در معرض نوفه			گوش در معرض نوفه	
p-value	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	فرکانس		
-	۱/۶۹۳	۸/۶۴۵	۲/۲۴۹	۹/۱۷۴	۱۰۰۱	گوش در معرض نوفه	
-	۲/۱۰۱	۸/۱۸۱	۱/۷۸۰	۸/۱۲۶	۱۱۸۴		
-	۱/۸۱۸	۷/۴۰۳	۱/۸۷۳	۷/۳۲۳	۱۴۱۶		
-	۱/۳۷۷	۶/۴۶۴	۴/۳۲۲	۶/۶۷۷	۱۶۸۵		
-	۲/۸۹۵	۶/۳۷۱	۱/۷۵۶	۵/۹۳۹	۲۰۰۲		
-	۰/۹۱۶	۵/۲۳۵	۱/۱۹۶	۵/۱۰۶	۲۳۸۰		
-	۱/۱۲۸	۵/۰۴۸	۱/۴۲۲	۴/۸۷۷	۲۸۳۲		
-	۱/۰۵۱	۴/۷۹۷	۰/۵۱۶	۴/۷۱۰	۳۳۶۹		
-	۱/۶۷۱	۴/۹۶۱	۰/۴۸۵	۴/۵۸۱	۴۰۰۴		
-	۰/۵۶۴	۴/۲۲۳	۰/۶۹۴	۴/۰۹۴	۴۷۶۱		
-	۰/۸۹۳	۴/۳۷۱	۰/۸۵۰	۴/۱۳۹	۵۶۶۲		
-	۰/۷۰۲	۴/۰۸۱	۰/۷۹۷	۴/۱۶۵	۶۲۹۹		
-	۱/۸۶۳	۹/۰۱۴	۲/۲۲۲	۹/۰۱۳	۱۰۰۱		گوش مقابل
-	۱/۷۴۲	۸/۳۷۷	۱/۴۳۹	۸/۳۰۹	۱۱۸۴		
-	۱/۳۰۵	۷/۰۴۵	۱/۳۴۱	۷/۳۳۵	۱۴۱۶		
-	۱/۳۹۶	۶/۷۶۸	۱/۳۳۴	۷/۰۷۴	۱۶۸۵		
-	۱/۵۳۵	۵/۹۱۴	۱/۴۰۸	۶/۱۴۸	۲۰۰۲		
-	۱/۰۵۷	۵/۱۲۳	۰/۹۱۲	۵/۱۷۸	۲۳۸۰		
-	۱/۱۰۲	۴/۶۶۴	۱/۰۷۴	۴/۷۵۷	۲۸۳۲		
-	۰/۹۴۱	۴/۶۵۳	۰/۸۶۸	۴/۴۳۹	۳۳۶۹		
-	۰/۸۱۸	۴/۷۲۷	۰/۹۴۷	۴/۳۵۲	۴۰۰۴		
-	۰/۵۴۴	۴/۲۴۳	۰/۶۴۷	۴/۲۶۱	۴۷۶۱		
-	۰/۵۱۳	۴/۳۰۵	۰/۶۷۸	۴/۳۷۰	۵۶۵۲		
-	۰/۶۰۱	۴/۱۰۵	۰/۶۶۸	۴/۳۳۱	۶۲۹۹		

### بحث

ساختارهای ظریفی در فرکانس که حول و حوش فرکانس SOAE اتفاق می‌افتد بیشترین حساسیت را دارد (۱۷، ۱۸). آتیاس<sup>۱</sup> و همکارانش (۱۹) پس از ارزیابی نوفه سفید با سطح شدت ۱۰۰ دسی بل به مدت ۱۰

SOAE ها سیگنال‌های صوتی با پهنه باریکی می‌باشند که با و بدون حضور محرک از گوش داخلی ثبت می‌شوند. آنالیز طیفی آستانه‌های شنوایی با

1 - Attias

محدوده فرکانسی ۶۲۹۹-۱۶۸۵ هرتز معنادار بود که بیانگر این مطلب است که این منطقه از حساسیت بیشتری در مقابل آسیب ناشی از نوفه برخوردار می‌باشد. از طرفی دامنه DPOAE در گوش مقابل، در حالت قبل از ارایه نوفه در مقایسه با حالت بعد از ارایه نوفه اختلاف معناداری را نشان نداد.

طی تحقیق حاضر، مقایسه زمان نهفتگی امواج DPOAE چه در گوش تحت نوفه و چه در گوش مقابل آن در حالت قبل از ارایه نوفه نسبت به حالت بعد از ارایه نوفه تغییر معنی‌داری را نشان نداد که بیانگر این موضوع می‌باشد که بهره‌گیری از زمان نهفتگی DPOAE برای بررسی تغییرات ایجاد شده به دنبال ارایه نوفه شدید، شاخص مناسبی نمی‌باشد. یکی از موارد بحث‌انگیز در مورد زمان نهفتگی، تغییرات زیاد این شاخص بود چرا که بعد از ارایه نوفه زمان نهفتگی در برخی از فرکانس‌ها در بعضی افراد کاهش و در گروهی دیگر افزایش پیدا می‌نمود.

یکی از دلایل احتمالی این امر را می‌توان شیوه محاسباتی زمان نهفتگی توسط دستگاه ILO 88 و یا سطح شدت تون‌های فرکانس‌های اولیه دانست، بنابراین بررسی این مطلب در شدت‌های انتخابی دیگر نظیر SPL ۷۰ دسی بل = L1 و SPL ۵۵ دسی بل = L2 و یا SPL ۷۰ دسی بل = L1 = L2 توصیه می‌گردد.

یافته‌های مطالعه اخیر نشان می‌دهد که پرتوهای صوتی گوش‌ی یک ابزار بسیار مناسب در ردیابی افت شنوایی ناشی از نوفه<sup>۱</sup> می‌باشد. همچنین با مقایسه نتایج کسب شده در می‌یابیم که آزمون TEOAE از حساسیت بیشتری در ردیابی NIHL برخوردار است و

دقیقه در افراد طبیعی متوجه شدند که دامنه و فرکانس SOAE در این افراد کاهش پیدا نمود. در تحقیق حاضر در ۶۶ درصد موارد (۱۰ نفر) ارایه نوفه همان سویی منجر به حذف و یا کاهش سطح شدت پاسخ‌ها شد در حالی که در ۳۷ درصد موارد (۶ نفر) تأثیر خاصی را بر روی سطح شدت و قله‌های پاسخ‌ها نداشت. همچنین در گوش مقابل، در ۵۵ درصد موارد تغییر خاصی در دامنه و فرکانس SOAE مشاهده نشد. یکی از یافته‌های جالب و قابل تأمل در این تحقیق ظهور قله‌های جدید در پاسخ‌های کسب شده در گوش مقابل، پس از ارایه نوفه بود که دلیل فیزیولوژیک خاصی را نمی‌توان برای آن بیان نمود. با توجه به عدم ثبت این پاسخ در شمار قابل توجهی از افراد مورد ارزیابی و طیف وسیع تغییرپذیری پاسخ، استفاده از آن نمی‌تواند به عنوان شاخص معتبری در نظر گرفته شود.

TEOAE یک آزمون بسیار حساس در ردیابی صدمات ناچیز حلزونی است و می‌تواند در کنترل تأثیرات قرارگیری در معرض نوفه بسیار مفید باشد (۲۱،۲۰). در این پژوهش نیز دامنه پاسخ‌های TEOAE بعد از قرارگیری در معرض نوفه به طور بارزی در هر دو گوش کاهش پیدا کرده بودند.

DPOAEs در مقایسه با سایر پرتوهای صوتی نسبت به تأثیرات ناشی از افت شنوایی مقاوم‌تر است و از این رو می‌تواند به عنوان یک ابزار مناسب جهت ردیابی تغییرات ناشی از نوفه مفید باشد (۲۲، ۲۳). برخی از پژوهش‌گران گزارش نموده‌اند که دامنه DPOAE در پاسخ به تأثیر طولانی مدت نوفه کاهش پیدا می‌نماید (۲۴، ۲۵). در این تحقیق مقایسه دامنه DPOAE در گوش در معرض نوفه قبل و بعد از ارایه نوفه در

1 - NIHL: Noise induced hearing loss.

10. Chan VS, Wong EC, McPherson B. Occupational hearing loss: screening with distortion-product otoacoustic emissions. *Int J Audiol* 2004; 43(6): 323-29.

11. Lucertini M, Moleti A, Sisto r. On the detection of cochlear damage by otoacoustic emission analysis. *J Acoust Soc Am* 2002; 112(2): 972-78.

12. Nagy AL, Toth F, Vajtai R, Gingl Z, et al. Effects of noise on distortion-product otoacoustic emissions. *Int Tinnitus J* 2002; 8(2): 94-96.

13. Marshall L, Heller LM. Transient otoacoustic emissions as a measure of noise induced threshold shift. *J Speech Hear Res* 1998; 41:1319-34.

14. Kiss JG, Toth F, Venczel K. Distortion-product otoacoustic emissions following pure tone and wide-band exposures. *Scand Audiol* 2001; 30 (Suppl 52): 138-40.

15. Engdahl Bo, Kemp DT. The effects of noise exposure on the details of distortion-product otoacoustic emissions in humans. *J Acoust Soc Am* 1996; 99: 1573-87.

16. Kemp DT. Otoacoustic emissions in perspectives. In: Robinette MS, Glatcke TJ, eds. *Otoacoustic emissions: clinical applications*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Thieme; 2002 : p.1-27.

17. Fukazawa T, Tanka Y. Spontaneous otoacoustic emissions in an active feed-forward model of the cochlear. *Hear Res* 1996; 95:135-43.

18. Furst M, Reshef, Attias J. Measurement of intense noise stimulation on spontaneous otoacoustic emissions and threshold microstructure: experiment and model. *J Acoust Am* 1992; 91: 1003-13.

19. Attias J, Bressloff I, Reshef I, et al. Noise induced cochlear changes reflected in otoacoustic emissions. In: Prasher D, Luxon L, eds. *Advances in noise research: biological effects of noise*. Vol 1. New York: Whurr Publisher; 1998. p.179-81.

20. Kvaerner KJ, Engdahl B, Arnesen AR. Temporary threshold shift and otoacoustic

حتی می‌توان آن را به عنوان یک ابزار غربالگری مناسب جهت بررسی بروز NIHL در نظر گرفت. دلیل این امر را می‌توان در این دانست که DPOAE را می‌توان در افت‌های شنوایی در حد متوسط تا شدید نیز ثبت نمود در حالی که در افت‌های شنوایی بالاتر از حد ملایم، TEOAE معمولاً به طور مشخصی ثبت نمی‌گردد.

### منابع

1. Green DM, Forrest TG. Detection of amplitude modulation and gaps in noise. In: Duifhuis H, Horst JW, Wit HP, eds. *Basic issues in hearing*. New York: Academic Press; 1988. p. 223-30.

2. Henderson D, Salvi RJ. Effects of noise exposure on the auditory functions. *Scand Audiol* 1988; 27 (Suppl 48): 63-77.

3. Zwicker E, Schorn K. Temporal resolution in hard of hearing patients. *Audiology* 1996; 21: 474-92.

4. Laroche C, Hetu R. Frequency selectivity in working noise induced hearing loss. *Hear Res* 1992; 64:61-72.

5. Quaranta A, Portalanti P, Henderson D. Temporary and permanent threshold shift: an overview. *Scand Audiol* 1998; 27 (Suppl 48): 75-86.

6. Henderson D, Subramanian M, Boettcher PA. Individual susceptibility noise induced hearing loss: an old topic revisited. *Ear Hear* 1993; 14: 152-68.

7. Fitzgerald TS, Prieve BA. *Handbook of clinical Audiology*. 5<sup>th</sup> ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins; 2002. p.440-66.

8. Brownel WE. Outer hair cell electromotility and otoacoustic emissions. *Ear Hear* 1990; 11: 82-90.

9. Frankel R, Freeman S, Sohmer H. Use of ABR OAEs in detection of noise induced hearing loss. *J Basic Clin Physiol Pharmacol* 2003; 14(2): 95-118.

emissions after industrial noise exposure. Scand Audiol 1995; 137-42.

21. Oeken J, Mens D. Amplitude changes in distortion-product otoacoustic emissions after acute noise exposure. Laryngorhinotologie 1996; 75:265-69.

22. Plinkert PK, Hemmert W, Wagner W. Monitoring noise susceptibility: sensitivity of otoacoustic emissions and subjective audiometry. Br J Audiol 1999; 33:367- 82.

23. Engdahl Bo. The effects of noise and exercise on distortion-product otoacoustic emissions. Hear Res 1996; 93: 72-82.

24. Boettchet FA, Schmied RA. Distortion-product otoacoustic emissions in Mongolian gerbil with resistance to noise induced hearing loss. J Acoust Soc Am 1995; 98:3214-22.

25. Subraminam M, Salvi RJ, Spong VP. Changes in distortion-product otoacoustic emissions and outer hair cells following interrupted noise exposures. Hear Res 1994; 74:204-16.