

# بررسی آستانه شنوایی فرکانس‌های بالا (۱۰ تا ۲۰ کیلوهرتز) در

## کودکان دبستانی ممتاز (۱۳-۷ سال)

نعمت‌اله روح‌بخش - کارشناس ارشد شنوایی شناسی

دکتر عبدالله موسوی - استادیار دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی ایران

دکتر غلامرضا بابایی - دانشکده پزشکی دانشگاه تربیت مدرس، مهرناز کریمی - کارشناس ارشد شنوایی شناسی

### ABSTRACT

**Title:** High-Frequency Threshold (10 - 20KHz) in Top Grade Ranking Primary School Children

**Method and Materials:** This cross-sectional survey is carried out in pediatric clinic; department of audiology; faculty of rehabilitation, TMSU, on Spring 1998. 102 top grade ranking children with normal hearing threshold ( $<15\text{dBHL}$  from 0.25 to 8KHz) (6 ears omitted during the project) and normal tympanometry, ranging in age from 7-13 years, including 51 boys and 51 girls were examined with a Beltone 2000 audiometer with sennheiser HD 250 earphones calibrated by a bruel and kjaer 6cc coupler.

### Results:

- 1- The thresholds were not significantly different at any frequency ( $P>0.05$ ) in test re-test trials.
- 2- The test minus re-test threshold for individual ears showed clinically reliable and acceptable range 0-10dB SPL for at least 99.74% of the ears at all frequencies.
- 3- The threshold differences between right & left ears in two test sessions, were not significantly different ( $P>0.05$ ) except for 14KHz.
- 4- High-frequency threshold in two test sessions showed no significant difference in all test frequencies between girls & boys ( $P>0.05$ ) (except for 16 & 20KHz in right ear and 10KHz in left ear).

**Conclusion:** This test can be used for evaluation of individual high-frequency threshold in any frequency as test re-test trial. Perhaps this test can be used as a beneficial tool for monitoring different endogenous and exogenous auditory pathologies.

**Consideration:** Findings in this research are valid only in the context of this project. Any generalization needs further research.

### چکیده

به منظور بررسی آستانه شنوایی فرکانس‌های بالا (۱۰ تا ۲۰ کیلوهرتز) در کودکان دبستانی ممتاز در حوزه سنی ۷-۱۳ سال، با استفاده از روش توصیفی و تحلیلی ۱۰۲ نفر (۶ گوش در خلال تحقیق حذف شد) دانش‌آموز دبستانی ممتاز شامل ۵۱ پسر و ۵۱ دختر هنجار (آستانه شنوایی فرکانس‌های ۰.۲۵ تا ۲۵ کیلوهرتز  $<15\text{dBHL}$  و تمپانومتري هنجار) با دستگاه ادیومتر بلتون ۲۰۰۰ و استفاده از گوشی‌های Sennheiser HD250 (کالیبره شده با کوپلر ۶ سی سی B&K) مورد پژوهش قرار گرفتند. نتیجه این بررسی با نتایج پژوهشگران دیگر همسان و مشخص گردید بین آزمون اولیه و مجدد، بین آستانه‌های شنوایی گوش راست با گوش چپ (جز فرکانس ۱۴ کیلوهرتز) و بین آستانه‌های شنوایی پسران و دختران (به استثنای فرکانس‌های ۱۶ و ۲۰ کیلوهرتز گوش راست و ۱۰ کیلوهرتز گوش چپ در آزمون مجدد) در این فرکانس‌ها

تفاوت معنی داری از نظر آماری مشاهده نگردید ( $p > 0.05$ ). اختلاف آستانه شنوایی در این فرکانس ها در خلال دومرحله آزمون اولیه و مجدد ۹۹/۷۴ درصد گوشها بین ۱۰-۱۰± دسی بل SPL بوده، لذا از نظر بالینی قابل قبول و «پایا» می باشد. تحقیقات بعدی را می توان حول کاهش تفاوت های بین فردی، «اعتبار»، بررسی اثرات داروهای اتوتوکسیک و نویز روی گروه های سنی گوناگون انجام داد.

## مقدمه

علیرغم کاربردهای وسیع بالقوه این فرکانس ها متأسفانه بین مطالعات انجام یافته تفاوت های ضد و نقیضی وجود دارد که به نظر می رسد ناشی از حجم نمونه مورد پژوهش، روش آستانه گیری و آزمایش، سن افراد مورد بررسی، روش های کالیبراسیون، تشکیل امواج ایستا در مجرای گوش و... باشد. این امر سبب عدم دستیابی به هنجار مناسب استاندارد در این فرکانس ها شده است.

## مواد و روش کار

### مشخصات جامعه آماری

نمونه مورد مطالعه غیر اتفاقی بوده، شامل ۱۰۲ نفر (۶ گوش در خلال آزمایش حذف شد) از کودکان دبستانی ممتاز پایه اول تا پنجم در محدوده سنی ۷-۱۳ سال می باشد ( $N = 198$  گوش). هر کدام از افراد یاد شده در فرکانس های مرسوم (۲۵۰ تا ۸۰۰۰ هرتز) دارای آستانه شنوایی (انتقال هوایی) کوچکتر از ۱۵ دسی بل SPL (re: ANSI-1960) و تمپانوگرام هنجار و وجود رفلکس اکوستیک دگرسویی طبیعی در فرکانس های ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز، تاریخچه عدم حضور در معرض نویز بیش از حد مجاز، عدم استفاده از داروهای اتوتوکسیک، عدم ابتلا به بیماری های چون عفونت های گوش، یرقان، سرخک، اوریون، سرخچه، مننژیت، حصبه، تب شدید، ضربه به سر، دیابت و غیره و نهایتاً عدم سابقه ابتلا مادر به بیماری در دوران بارداری و عدم مصرف آنتی بیوتیک و نیز عدم وجود بیماری های ارثی در خانواده بودند.

### ابزار مورد استفاده

کلیه آزمایش ها از جمله فرکانس های بالا در اتاقک مخصوص ارزیابی های شنوایی که سطح نویز زمینه در آن نزدیک به سطح قابل قبول استاندارد بود انجام پذیرفت. در این پژوهش از ادیومتر بلتون ۲۰۰۰ که قادر است سیگنالهایی را به منظور ارزیابی شنوایی فرکانس های مرسوم (۲۵/۰ تا ۸ کیلوهرتز) و فرکانس های بالا (۱۰ تا ۲۰ کیلوهرتز) با ویژگی خاص (زمان افت و خیز ۲۵ میلی ثانیه و فواصل زمانی ارائه تن از ۱/۵ تا ۴ میلی ثانیه) تولید نماید، مبادرت به ارزیابی دستگاه شنوایی در ناحیه فرکانس های بالا گردید. مرجع خروجی دستگاه برای فرکانس های بالا SPL بوده و حداکثر خروجی در تمام فرکانس ها ۱۲۰ دسی بل SPL می باشد. ارائه سیگنال ها از طریق گوشی های Sennheiser HD 250 بوده که با

ادیومتری فرکانس های بالا (۱۰ تا ۲۰ کیلوهرتز) یکی از ابزارهای ارزشمند ارزیابی شنوایی است که توجه محققین شنوایی شناسی را جلب نموده است. شاید متداولترین کاربرد فرکانس های بالا، پایش اثرات جانبی داروهای اتوتوکسیک مثل امینوگلیکوزیدها، مشتقات سیس پلاتینوم و دیورتیکهای حلقوی در افرادی است که این گونه داروها را دریافت می دارند.

(Schechter et al., 1985; Dreschler et al., 1985; Fausti et al., 1990; Frank et al., 1991)

بسیاری از پژوهشگران بر این باورند که ادیومتری فرکانس های بالا می تواند کاهش شنوایی ناشی از نویز را در مراحل آغازین با پایش آستانه ها آشکار نماید. شروع این ضایعه عموماً پنهان بوده، برپایه یافته های بافت شناسی اپی تلیوم حسی ناحیه قاعده حلزون به شکل ویژه ای از محرکات تکانه ای آسیب می پذیرد و متأسفانه در حال حاضر اثرات ناشی از آن قابل درمان نمی باشد.

(Ahonen et al., 1984; Schechter et al., 1985; Fausti et al., 1981, 90)

گاه بیماری بدون هیچگونه اختلال ادیولوژیک اعم از محیطی و مرکزی در دریافت گفتار در محیط شلوغ (باحضور نویز محیط) با مشکل روبرو هستند (سندرم اختلال عملکرد شنوایی مبهم). احتمال می رود این نارسایی ها ناشی از کاهش شنوایی در ناحیه فرکانس های خیلی بالا باشد. (Shaw et al., 1996)

کاهش حساسیت در فرکانس های بالای ۸ کیلوهرتز در بیماری و اختلالاتی چون بیماری قند، بیماری های عروقی، هایپرلیپیدمیا، سرخچه مادرزادی، مننژیت، بیماری های ترشخی مزمن گوش میانی و شکاف کام و عواقب آن نشان داده شده است. در مبتلایان به مننژیت با بیماری قند و کودکان مبتلا به سرخچه مادرزادی و شکاف کام از این فرکانس ها برای ردیابی وسعت کم شنوایی پیشرونده استفاده می شود.

(McDermott et al., 1985, 86; Ahonen et al., 1984; Margolis et al., 1993)

امروزه نقش فرکانس های بالا در بیماران مبتلا به وزوز مورد توجه بسیاری از محققین می باشد. آنان بر این اعتقادند که ادیومتری فرکانس های بالا روش بسیار سودمندی برای افزایش بیش ما درباره پاتوفیزیولوژی گوش داخلی به طور اعم و وزوز به طور اخص می باشد. (Ciges et al., 1990)

گوشی های معمولی ارزیابی شنوایی تفاوت می نماید. این دستگاه از کالیبراسیون شرکت سازنده برخوردار بوده، بالین وجود، پیش از گردآوری اطلاعات با استفاده از تجهیزات B&K (شامل گوش مصنوعی نوع ۴۱۵۳ مرکب از کوپلر ۶ سی سی، میکروفن ۵/۰ اینچی نوع ۴۱۳۴، فیلتر خارجی نوع ۱۶۱۶ که به دستگاه سنجش سطح صوت وصل می شود و فرکانس های ۲۰ تا ۴۰۰۰ هرتز را دربر می گیرد، رابط نوع UAO 196 که با استفاده از این رابط، دستگاه SLM به گوش مصنوعی مرتبط می شود) کالیبره گردید. از دستگاه تمپانومتر ZO 2020 ساخت Madsen Electronic برای آزمایش امپدانس استفاده شد.

## روش گردآوری اطلاعات

جمع آوری اطلاعات شامل پنج مرحله بود. این مراحل از تکمیل پرسشنامه آغاز و با معاینات اتوسکوپیکی، آزمایش امپدانس، آزمایش شنوایی صوت خالص در فرکانس های مرسوم تداوم یافته و با آزمایش شنوایی صوت خالص در فرکانس های بالا پایان یافت. برای این کار پرسشنامه نسبتاً کاملی برای آگاهی از تاریخچه سلامت دستگاه شنوایی فرد و به منظور غلبه بر متغیرهای مداخله گر، به طریق بسته طراحی و تدوین گردید و به کلیه عواملی که به نحوی دستگاه شنوایی را به ویژه در محدوده فرکانس های بالا متأثر می نماید اشاره شد. پرسشنامه باید توسط والدین کودک تکمیل و به

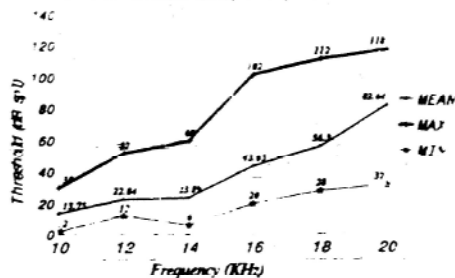
اولیای دبستانها تحویل می شد. پس از مشخص شدن حجم نمونه، افراد به ترتیب مورد آزمایش قرار گرفتند. هر کدام از افراد گروه ابتدا به منظور اطمینان از وضعیت مجرای گوش خارجی و سلامت پرده تمپان مورد معاینه اتوسکوپیکی قرار می گرفتند. سپس برای اطمینان از سلامت کامل گوش میانی مبادرت به انجام آزمایش امپدانس می گردید. قبل از انجام آزمون اصلی برای یقین حاصل نمودن از سلامت محدوده شنوایی در فرکانس های مرسوم (۲۵۰۰ تا ۸۰۰۰ هرتز)، افراد در این فرکانس (با شدت ثابت ۱۵ دسی بل HL) مورد ارزیابی قرار می گرفتند. بعد از احراز شرایط طبیعی، کودک برای آزمون نهایی و اصلی آماده می شد. قبل از انجام آزمایش به کودک آموزش لازم برای پاسخگویی داده می شد. محرکات به ترتیب در فرکانس های بالا (۱۵، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ کیلوهرتز) در دو مرحله آزمون اولیه و مجدد و برای دو گوش راست و چپ ارائه می شد. شیوه انجام آزمون بالهالام از روش اصلاحی معروف Hughson-Westlake بود. در این بررسی از این روش به صورت ۱۰ دسی بل SPL افزایش، ۵ دسی بل SPL کاهش، سپس ۵ دسی بل SPL افزایش و ۵ دسی بل SPL کاهش و از این سطح به بعد آستانه گیری به صورت ۲ دسی بل انجام می گردید. پاسخهای اوآته شده در برگه های مخصوص ثبت می شد. لازم به یادآوری است فاصله بین دو جلسه آزمون (آزمون نخست به عنوان «آزمون اولیه» و آزمون دوم تحت نام «آزمون مجدد») ۲ ساعت در نظر گرفته شد.

## نتایج و تفسیر یافته ها

در بررسی پاسخها مشخص گردید کلیه افراد مورد بررسی به همه فرکانس های آزمایشی پاسخ دادند. جدول و نمودار ۱ تعداد گوشها، مقادیر میانگین ها، انحرافات معیار، حداقل و حداکثر مقادیر، طول میدان تغییرات، میانگین و انحراف معیار اختلاف آستانه شنوایی در آزمون اولیه و مجدد را نشان می دهند.

### Mean & Max & Min of High Frequency Threshold (10-20 KHz)

In 198 ears (7-13 Yrs. old Cases) Aud. Dep. Rehab. Facul. Teh. 1377.



نمودار ۱- میانگین، حداقل و حداکثر آستانه شنوایی فرکانس های بالا در آزمون اولیه

جدول ۱- میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر مقادیر، طول میدان تغییرات و تعداد گوش هادر آزمون اولیه و مجدد

آزمون اولیه	فرکانس					
	۲۰	۱۸	۱۶	۱۴	۱۲	۱۰
تعداد گوش ها	۱۹۸	۱۹۸	۱۹۸	۱۹۸	۱۹۸	۱۹۸
میانگین	۸۲/۶۴	۵۶/۰۳	۴۳/۶۵	۲۳/۸۹	۲۲/۸۴	۱۳/۷۵
انحراف معیار	۱۶/۱۶	۱۶/۲۲	۱۴/۱۱	۸/۰۹	۶/۸۷	۶/۶۳
حداقل	۴۲	۲۸	۲۰	۶	۱۲	۲
حداکثر	۱۱۸	۱۱۲	۱۰۲	۶۰	۵۲	۳۰
طول میدان تغییرات	۸۶	۸۴	۸۳	۵۴	۴۰	۲۸
تعداد گوش ها	۱۹۸	۱۹۸	۱۹۸	۱۹۸	۱۹۸	۱۹۸
میانگین	۸۱/۹۲	۵۶/۱۳	۴۳/۲۱	۲۳/۹۳	۲۲/۶۶	۱۳/۸۸
انحراف معیار	۱۷/۴۶	۱۶/۶۷	۱۳/۸۱	۷/۶۸	۶/۶۸	۶/۶۵۴
حداقل	۲۲	۲۲	۱۶	۴	۲	۲
حداکثر	۱۱۸	۱۰۸	۱۰۰	۶۲	۵۰	۳۲
طول میدان تغییرات	۹۶	۸۶	۸۴	۵۸	۴۸	۳۰
میانگین	۰/۷۲	-۰/۱	۰/۴۴	-۰/۰۴	۰/۱۸	-۰/۱۳
انحراف معیار	۲/۹۳	۲/۶۶	۳/۱۷	۲/۴۵	۲/۲۷	۲/۴۳

می‌باید و مقادیر طول میدان تغییرات از فرکانس ۱۴ تا ۱۸ کیلوهرتز رو به تزیاید است. شاید یکی از دلایل پایین بودن میزان انحراف معیار و طول میدان تغییرات در فرکانس ۲۰ کیلوهرتز در مطالعات کریمی و Frank که در یافته‌های Stelmachowicz و همکارانش نیز به چشم می‌خورد، ناشی از کاهش تعداد گوشهایی باشد که به این فرکانس پاسخ داده‌اند تا اینکه ناشی از کاهش تغییرپذیری بین فردی باشد.

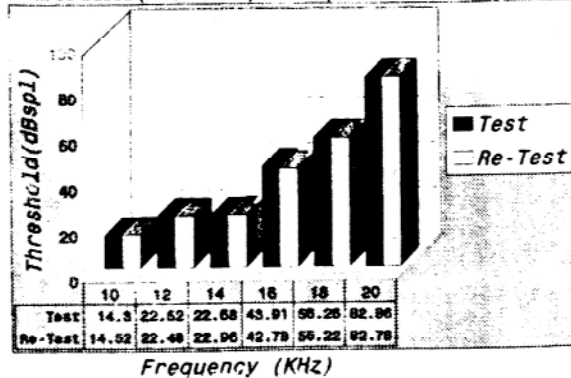
بررسی آنالیز رگرسیون و منحنی‌های پراکنش نشان می‌دهد بین آستانه شنوایی به‌عنوان متغیر وابسته و فرکانس محرک رابطه وجود دارد. این رابطه به‌صورت تبعیت تغییرات توزیع مقادیر آستانه شنوایی از فرکانس آزمایشی می‌باشد. بنابراین با افزایش فرکانس محرک، آستانه شنوایی به تبعیت از آن افزایش می‌یابد.

بررسی تحلیل همبستگی پیرسن مشخص نمود بین آستانه‌های شنوایی گوش راست در آزمون اولیه و آزمون مجدد و همچنین گوش چپ در آزمون اولیه و آزمون مجدد (به‌استثنای فرکانس ۱۶ نسبت به ۱۴ کیلوهرتز که ضریب همبستگی آن از ۰/۰۵ کمتر است) با یکدیگر همبستگی نسبتاً کاملی برقرار می‌باشد و با افزایش فرکانس رابطه و همبستگی بین آستانه فرکانس‌ها بیشتر می‌شود به‌قسمی که نزدیک به ۱ بودن ضریب همبستگی بین آستانه فرکانس ۲۰ کیلوهرتز نسبت به ۱۸ کیلوهرتز محاسبه سطح معنی‌داری را بین آستانه‌های یاد شده اثبات می‌نماید ( $p < 0/01$ ).

با مقایسه میانگین آستانه شنوایی فرکانس‌های بالا در گوش راست و گوش چپ در آزمون اولیه با آزمون مجدد مشخص شد از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ( $p < 0/05$ ). (Frank ۱۹۹۰) و کریمی (۱۹۹۶) در مقایسه بین آزمون اولیه و مجدد در بررسی آستانه شنوایی فرکانس‌های بالا به نتیجه مشابه این بررسی دست یافتند (نمودارهای ۲ و ۳).

#### Comparison Between Mean High Frequency

Hearing Thresholds, Left Ears, Test & Re - Test  
In 99 Cases (7-13Yrs. old) Aud. Dept. Rehab. Facul. Teh.1377.



نمودار ۳- مقایسه میانگین‌های آستانه شنوایی گوش چپ در فرکانس‌های بالا در آزمون اولیه و مجدد

میانگین آستانه‌های شنوایی فرکانس‌های بالا در این مطالعه نشان می‌دهد که با افزایش فرکانس، آستانه شنوایی نیز افزایش می‌یابد. این یافته تقریباً نقطه اشتراک بین همه پژوهش‌ها در زمینه فرکانس‌های بالا می‌باشد.

(Schechter et al., 1986; Stelmachowicz et al., 1989; Frank et al., 1990; Karimi, 1996; Reuter et al., 1998)

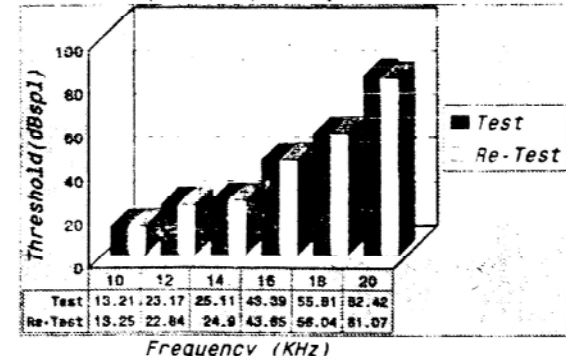
میانگین آستانه‌های شنوایی در فرکانس‌های ۱۶، ۱۸ و ۲۰ کیلوهرتز نسبت به فرکانس‌های پایین‌تر افزایش بیشتری را نشان می‌دهد. بزرگی مقادیر انحراف معیار ( $> 10$  دسی‌بل SPL) حاکی از پراکندگی و انتشار آستانه‌ها در پیرامون میانگین می‌باشد. از طرف دیگر طول میدان تغییرات در این فرکانس‌ها نیز نشان از تغییرات وسیع آستانه‌ها دارد.

میانگین آستانه شنوایی فرکانس‌های ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ کیلوهرتز به‌ترتیب ۱۸/۷۵، ۲۲/۸۴، ۲۳/۸۹، ۴۳/۶۵، ۴۳/۰۳ و ۵۶/۰۳ و ۸۲/۶۴ دسی‌بل SPL می‌باشد. مقادیر انحراف معیار به‌ترتیب ۶/۶۳، ۸/۰۹، ۱۴/۱۱، ۱۶/۶۲ و ۱۶/۷۶ دسی‌بل SPL است و طول میدان تغییرات ۲۸، ۴۰، ۵۴، ۸۲، ۸۴ و ۸۶ دسی‌بل SPL می‌باشد. با ملاحظه انحراف معیار و طول میدان تغییرات مشخص می‌گردد که با افزایش فرکانس این مقادیر به‌تبع آستانه‌ها افزایش می‌یابند، این مسئله در فرکانس‌های ۱۶، ۱۸ و ۲۰ کیلوهرتز به‌مراتب بیشتر می‌باشد. بنابراین مشخص می‌گردد تغییرات بین فردی آستانه‌ها بسیار زیاد است (جدول و نمودار ۱).

کریمی (۱۹۹۶) در گزارش خود نشان داد با افزایش فرکانس محرک، آستانه شنوایی افزایش می‌یابد. مقادیر آستانه‌ها بین افراد مختلف به‌ویژه در فرکانس‌های ۱۴ تا ۱۸ کیلوهرتز تغییرپذیری زیادی دارند. Frank (۱۹۹۰) عنوان نمود که از فرکانس ۱۶ کیلوهرتز به‌بالا میانگین آستانه‌های شنوایی به شدت افزایش

#### Comparison Between Mean High Frequency

Hearing Thresholds, Right Ears, Test & Re - Test  
In 99 Cases (7-13Yrs. old) Aud. Dept. Rehab. Facul. Teh.1377.

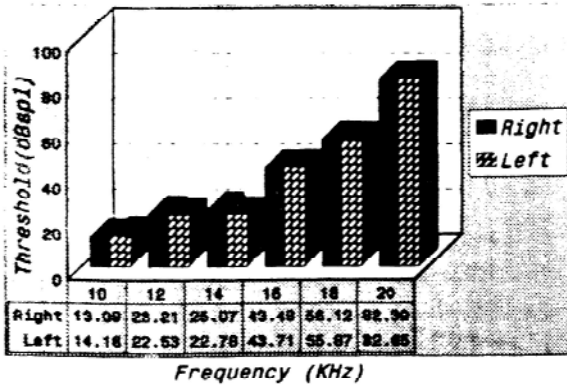


نمودار ۲- مقایسه میانگین‌های آستانه شنوایی گوش راست در فرکانس‌های بالا در آزمون اولیه و مجدد

### Comparison Between Right & Left Ears Mean

#### High Frequency Test Hearing Thresholds

In 97 Cases (7-13 Yrs. old) Aud. Dept. Rehab. Facul. Teh.1377.



نمودار ۵- مقایسه میانگین های آستانه شنوایی گوش راست و چپ در فرکانس های بالا در آزمون اولیه

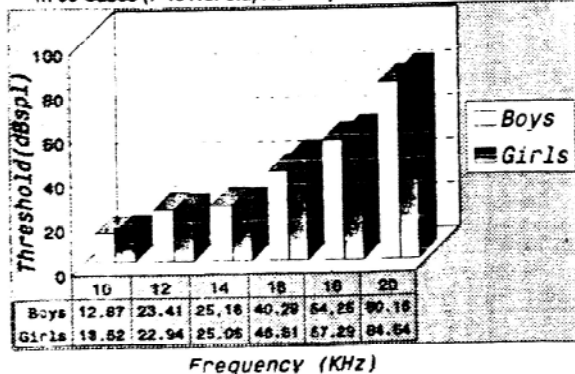
گوش چپ در آزمون اولیه و مجدد نشان می دهد بین اینها رابطه و همبستگی وجود دارد و این رابطه با افزایش فرکانس افزایش می یابد ( $p < 0/01$ ).

همچنین مقایسه میانگین های آستانه شنوایی گوش راست و چپ پسران و دختران در آزمون اولیه و مجدد نشان می دهد از نظر جنسیت بین آستانه شنوایی فرکانس های بالا در گوش راست و چپ این افراد (به استثنای فرکانس های ۱۶ و ۲۰ کیلوهرتز گوش راست و ۱۰ کیلوهرتز گوش چپ در آزمون مجدد) از نظر آماری تفاوت معنی داری وجود ندارد ( $p < 0/05$ ). به طور کلی آستانه شنوایی فرکانس های بالا در دختران ۱/۶۵ دسی بل SPL بیشتر از پسران بدست آمد که این میزان از نظر بالینی حائز اهمیت نمی باشد (نمودارهای ۶ و ۷).

### Comparison Between Mean High Frequency

#### Test Hearing Thresholds, Right Ears, Boys & Girls

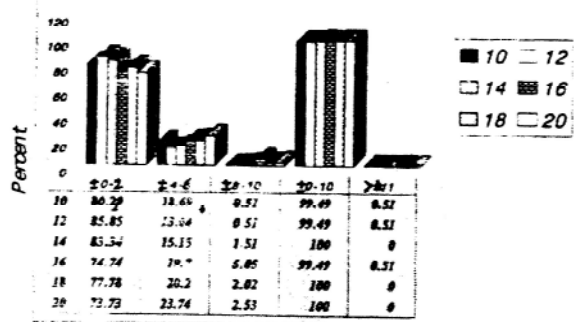
In 99 Cases (7-13 Yrs. old) Aud. Dept. Rehab. Facul. Teh.1377.



نمودار ۶- مقایسه میانگین های آستانه شنوایی گوش راست پسران و دختران در فرکانس های بالا در آزمون اولیه

### Test Minus Retest

In 198 ears (7-13 Yrs. old cases) Aud. Dep. Rehab. Facul. Teh.1377.



نمودار ۴- درصد گوشه های دارای تفاوت آستانه شنوایی ۰-۲، ۰-۴، ۰-۶، ۰-۱۰، ۰-۱۸، ۰-۲۰ دسی بل SPL در فرکانس های بالا در آزمون اولیه و مجدد

بررسی میانگین اختلاف آستانه بین آستانه های شنوایی فرکانس های بالا در آزمون اولیه و مجدد نشان می دهد ۹۸/۸ درصد گوشه های افراد دارای اختلاف آستانه شنوایی ۰-۶ دسی بل SPL و ۹۹/۷۴ درصد گوشه های افراد دارای اختلاف آستانه شنوایی ۰-۱۰ دسی بل SPL می باشند (نمودار ۴).

بنابراین با توجه به مقایسه بین میانگین های آستانه شنوایی فرکانس های بالا در آزمون اولیه و مجدد در دو گوش و بررسی اختلاف آستانه ها در این دو آزمون، پایایی (Reliability) این آزمایش اثبات می شود و از نظر بالینی محدوده تغییرات یاد شده قابل قبول و معتبر می باشد. Frank (۱۹۹۰) و کریمی (۱۹۹۶) عنوان نمودند که ۹۶ درصد گوشه های افراد مورد بررسی در آزمون اولیه و مجدد دارای اختلاف آستانه شنوایی ۰-۱۰ دسی بل SPL می باشند. این میزان همان طور که اشاره شد از نظر کلینیکی معتبر و قابل قبول است.

در مقایسه میانگین های آستانه شنوایی فرکانس های بالای گوش راست و چپ در آزمون اولیه و مجدد روشن شد بین آستانه های شنوایی دو گوش (به استثنای فرکانس ۱۴ کیلوهرتز) از نظر آماری تفاوت معنی داری وجود ندارد ( $p < 0/05$ ) و آستانه گوش راست در آزمون اولیه ۲/۲۹ و در آزمون مجدد ۱/۸۷ دسی بل SPL از گوش چپ بیشتر می باشد و البته این مقادیر از نظر کلینیکی حائز اهمیت و قابل اعتنا نمی باشد (نمودار ۵).

Schechter (۱۹۸۹) تفاوت میان آستانه های شنوایی دو گوش را برای محدوده سنی ۱۰-۶ سال ۴/۲۵ و برای محدوده سنی ۱۵-۱۱ سال ۶/۲۳ دسی بل SPL و کریمی (۱۹۹۶) آستانه های شنوایی گوش راست را حداکثر ۳ دسی بل SPL بیشتر از گوش چپ گزارش نمودند. بررسی ضریب همبستگی پیرسون و محاسبه سطح معنی داری، بین آستانه های شنوایی فرکانس بالای گوش راست و

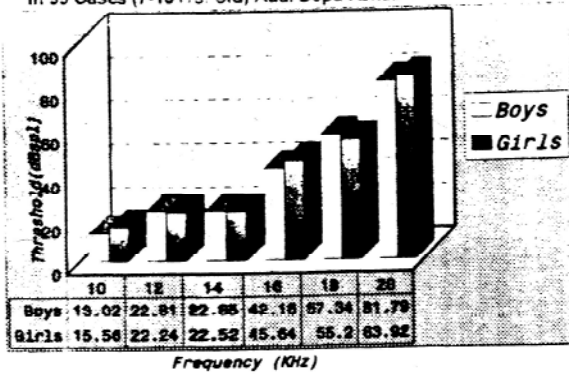
دیگر وجود ندارد، با این وصف یافته‌های این مطالعه با مقادیری که Reuter و همکاران (۱۹۹۸)، کریمی (۱۹۹۶)، Frank (۱۹۹۰)، Stelmachowicz و همکاران (۱۹۹۸)، Schechter و همکاران (۱۹۸۶) بدست آورده‌اند، مقایسه ظاهری و صوری می‌گردد (جدول ۲).

### استنتاج

به‌طور خلاصه یافته‌های آستانه شنوایی فرکانس‌های بالا در این مطالعه نشان می‌دهد تغییرات بین فردی و درون فردی با افزایش سن (در مقایسه با یافته‌های دیگران) و فرکانس محرک، افزایش می‌یابد. در این بررسی مشخص گردید آستانه‌های شنوایی افراد به‌طور مجزا در آزمون اولیه و مجدد در کلیه فرکانس‌های مورد پژوهش «معتبر» و «پایا» می‌باشند. از این رو اختلاف آستانه‌های شنوایی در این فرکانس‌ها در دو مرحله آزمایش (اولیه و مجدد) قابل قبول بوده، به‌طوری که در ۹۹/۷۴ درصد موارد، افراد دارای اختلاف آستانه شنوایی بین ۱۰-± دسی‌بل SPL بودند که این محدوده از نظر بالینی قابل قبول می‌باشد. این یافته‌ها با مطالعاتی که دیگران در زمینه پایایی تغییرات داخل فردی آستانه شنوایی فرکانس‌های بالا با استفاده از ادیومتر بلتون ۲۰۰۰ و یا دستگاه‌های دیگر انجام داده‌اند، مطابقت می‌نماید. از این ویژگی فوق‌العاده بااهمیت ادیومتری فرکانس‌های بالا شاید بتوان در پایش اثرات جانبی ناشی از داروهای اتوتوکسیک و نوز و نیز بیماری‌هایی که احتمال ابتلا به آسیب‌های گوناگون گوش داخلی در آنها داده می‌شود، استفاده نمود.

لازم به یادآوری است، نتایج این بررسی منحصراً محدود به حوزه جامعه آماری مورد بررسی است و تعمیم و بسط آن منوط به تحقیقات گسترده و وسیع می‌باشد. کوشش‌های بعدی نیز می‌تواند معطوف به بررسی پایایی جمعیت‌های آماری دیگر، تأثیرات داروهای اتوتوکسیک، نوز و دیگر موارد آسیب‌زا به دستگاه شنوایی، شود.

**Comparison Between Mean High Frequency Hearing Thresholds, Left Ears Test, Boys & Girls**  
In 99 Cases (7-13Yrs old) Aud. Dept. Rehab. Facul. Teh. 1377.



نمودار ۷- مقایسه میانگین‌های آستانه شنوایی گوش چپ پسران و دختران در فرکانس‌های بالا در آزمون اولیه

Stelmachowicz (۱۹۸۹) در یافته‌های خود نشان داد مردان ۴/۴ دسی‌بل کمتر از زنان حساس می‌باشند. Frank (۱۹۹۰) عنوان کرد از نظر آماری تفاوت مهمی بین عامل جنسیت وجود ندارد. کریمی (۱۹۹۶) نیز در گزارش تحقیق خود ابراز نمود، آستانه شنوایی فرکانس‌های بالا در مردان حداکثر ۴ دسی‌بل SPL بیشتر از زنان می‌باشد.

در اینجا لازم به یادآوری است که به‌نظر می‌رسد مهمترین علت تفاوت بین یافته‌های مختلف پژوهشگران- و مطالعه حاضر- در بررسی فرکانس‌های بالا ناشی از تفاوت در روش‌های اندازه‌گیری، به‌کارگیری دستگاه‌های آزمایشی گوناگون، وضعیت مجرای گوش افراد، تغییرات ناشی از گوش‌ها، روش‌های مختلف کالیبراسیون، اختلاف در گروه‌های سنی مورد مطالعه و حوزه و مناطقی که حجم نمونه از آنها انتخاب می‌شود و ... باشد.

باتوجه به مطالب یاد شده در زمینه ماهیت اختلاف در نتایج تحقیقات، گرچه امکان مقایسه مستقیم بررسی حاضر با مطالعات

جدول ۲- میانگین آستانه شنوایی فرکانس‌های بالا در ۶ مطالعه مختلف

فرکانس (Hz) محدود سنی	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	مطالعه
۷-۱۳	۱۳/۷۵	۲۲/۸۴	۲۳/۸۹	۴۳/۶۵	۵۶/۰۳	۸۲/۶۴	بررسی حاضر (۱۹۹۹)
۴-۷	۲۶/۶	۳۳/۵	۴۱/۷	۵۱/۰	-	-	Reuter et al (۱۹۹۸)
۱۸-۳۵	۱۸/۳۱	۲۹/۱۵	۳۲/۵۸	۵۸/۵۲	۷۵/۴۴	۱۰۲/۶۸	کریمی (۱۹۹۶)
۱۸-۲۵	۱۸/۵	۲۴/۳	۳۱/۱	۶۱/۰	۸۲/۴	۱۰۴/۴	Frank (۱۹۹۰)
۱۰-۱۹	۳۰/۳۸	۳۶/۲۶	۴۴/۳۰	۶۱/۴۲	۸۲/۶۴	۱۰۸/۹۶	Stelmachowicz et al (۱۹۸۹)
۶-۱۰	۲۳	۲۰	۲۸	۳۹	۶۹	۹۴	shechter et al (۱۹۸۶)
۱۱-۱۵	۲۱	۲۲	۳۱	۵۱	۶۹	۹۴	shechter et al (۱۹۸۶)

## منابع

- 1- Frank, T. 1990. *High-Frequency Hearing Thresholds in Young Adults Using a Commercially Available Audiometer*. Ear and Hearing, Vol. 11 No. 6.
- 2- Frank, T., Dreisbach, L. E. 1991. *Repeatability of High-Frequency Thresholds*, Ear and Hearing, Vol. 12 No. 4.
- 3- Hallmo, P. Sundby, Mair, I. W., 1994. *Extended High-Frequency Audiometry, Air- and Bone-Conduction Thresholds, Age and Gender Variations*, Scand. Audiol, 23 (3) PP. 165-170.
- 4- Margolis, R. H., Hunter, L. L., Ryken, J. R., Giebink, G. S., 1993. *Effects of Otitis Media on Extended High-Frequency Hearing in Children*, Ann Otol Rhino Laryngol 102.
- 5- Reuter, W., Schonfeld, U., Mansmann, U., Ficher, R., Gross, M., 1998. *Extended High-Frequency Audiometry in Pre-School Children*, Audiology 37: 285-294.
- 6- Shechter, Fausti, S. A., Rappaport, B. Z., Frey, R. K., 1986. *Age Categorization of High-Frequency Threshold Data*. J. Acoust. Soc. Am. 79 (3), March.
- 7- Stolmachowicz, P. G., Beauchaine, K. A., Kalberer, A., Langev, L., Jesteadt, W., 1988. *The Reliability of Auditory Thresholds in the 8- to- 20 KHz Range Using a Prototype Audiometer*, J. Acoust. Soc. Am. 83 (4), April.
- 8- Stolmachowicz, P. G., Beauchaine, K. A., Kalberer, A., Langev, L., Jesteadt, W., 1986. *Normative Thresholds in the 8- to- 20 KHz Range as a Function of Age*. J. Acoust. Soc. Am. 86 (4).
- 9- Shaw, G. M., Jardin, C. A., Fridjhon, P., 1996. *A Pilot Investigation of High-Frequency Audiometry in Obscure Auditory Dysfunction (OAD) Patients*. Br. J. Audiol, : 233-237, Aug.
- 10- Zhou, B., Green, D. M., 1995. *Reliability of Pure Tone Thresholds at High-Frequencies*. J. Acoust. Soc. Am., 98 (2pt 1): 828-836.