

## The Persian vowel formants in normal, moderate and severe hearing impaired students age 7-9 years in Isfahan

**Faranak Salehi<sup>1</sup>, Akbar Bahrami<sup>1</sup>, Jamshid pourgharib<sup>2</sup>, Farhad Torabinezhad<sup>2</sup>, Dr. Mohammad Kamali<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>- Department of Speechtherapy, Faculty of Rehabilitation, Medical Sciences/university of Isfahan, Iran

<sup>2</sup>- Department of Speechtherapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Iran

<sup>3</sup>- Department of Rehabilitation Management, Faculty of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Iran

(Received: 20 Apr 2008, accepted: 28 Feb 2009)

### Abstract

**Background and Aim:** Nowadays, auditory perception is not a complete method to assess vowels quality and we need to use more objective instruments.

In this study we want to determine and compare the persian vowels formants in normal and hearing Impaired students in 7-9 year old children of Isfahan.

**Materials and Methods:** This cross sectional study was performed on 64 normal and hearing impaired students. Background information was by interview and then, vowel production test was performed. First three formants of each vowel were obtained and recorded by speech studio soft ware and Dr. Speech device Data were compared between groups.

**Results:** Mean  $F_1$  and  $F_2$ , and  $F_2/F_1$  and  $F_3/F_1$  ratio of Persian vowels between these three studied groups were different significantly. Mean  $F_3$  of /o/, /e/ and /a/ in all groups was different significantly. Although we could not find such a significant differences for /u/, /i/ and /æ/ between these groups( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** The most important difference between normal and hearing impaired children is their vowel Space, and we found that, the more sever the hearing impairment is, the closer vowel space will be seen. The hearing impaired children rely mostly on their proprioceptive sense because of their hearing deficiency and it causes less movement of the tongue, so they usually substitute vowels which have similar  $F_1$  and  $F_2$ .

**Key Words:** formant structure, vowel, hearing-impaired, vowel space, Dr. speech, speech studio.

---

**Corresponding author:** Sad djarib Ave, Department of Speechtherapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Medical University of Isfahan, Iran. Tel:(98)3117922024 E-mail: frnksalehi@yahoo.com

## ساختار سازه‌ای واک‌های زبان فارسی در دانش‌آموزان ۷ تا ۹ ساله عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید شهر اصفهان

فرانک صالحی<sup>۱</sup>، اکبر بهرامی<sup>۱</sup>، جمشید پورقرب<sup>۲</sup>، فرهاد ترابی‌نژاد<sup>۲</sup>، دکتر محمد کمالی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> - گروه گفتاردرمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران

<sup>۲</sup> - گروه گفتاردرمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، ایران

<sup>۳</sup> - گروه مدیریت توانبخشی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** یکی از بارزترین خطاهای گفتاری افراد آسیب دیده شنوایی خطاهای واک‌های بوده و تشخیص تولید صحیح واک‌ها تنها با ارزیابی ادراکی انجام نمی‌شود و نیاز به بررسی دقیق آزمایشگاهی دارد. هدف از این مطالعه تعیین و مقایسه ساختار سازه‌ای واک‌های زبان فارسی در کودکان عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید محدوده سنی ۷-۹ سال بود.

**روش بررسی:** این پژوهش به صورت مقطعی و توصیفی - تحلیلی روی ۶۴ نفر دانش‌آموز عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید انجام گرفته است. اطلاعات زمینه‌ای از طریق مصاحبه گردآوری و سپس آزمون تولید واک‌ها گرفته شد. سازه اول و دوم و سوم هر شش واک به طور جداگانه توسط دستگاه به دست آمد و بین سه گروه مورد مقایسه قرار گرفت.

**یافته‌ها:** میانگین سازه اول و دوم و نسبت سازه دوم به اول و سوم به اول شش واک زبان فارسی در بین سه گروه تفاوت معنی‌داری داشت ( $p < 0.05$ )، میانگین سازه سوم در واک‌های /æ/ /ɪ/ /u/ در بین سه گروه معنی‌دار نبود ولی تفاوت‌ها در واک‌های /o/ /e/ /a/ معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** تفاوت اصلی بین گروه کودکان عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید مربوط به فضای واک‌های است و هر چه شدت افت شنوایی افزایش یابد فضای واک‌های بسته‌تر می‌شود، از این‌رو این کودکان تکیه بیشتری بر حس عمقی دارند که این امر باعث تحرک کم زبان و جابجایی واک‌های دارای  $F_1$  و  $F_2$  مشابه می‌شود.

**واژگان کلیدی:** ساختار سازه‌ای، واک، افت شنوایی، فضای واک‌های، نرم افزار دکتر اسپیک، دستگاه اسپیک استودیو

(وصول مقاله: ۸۷/۲/۱، پذیرش: ۸۷/۱۲/۱۰)

### مقدمه

است که در حین تولید آن جریان هوا به هیچ مانعی از قبیل انسداد و تنگی مجرا برخورد نمی‌کند. بنابراین، حرکات اندام‌های گویایی بر مبنای واک به واک صورت می‌گیرد و شکل‌گیری مجرای گفتار برای تولید واک‌ها هدف اصلی برنامه‌ریزی گفتار است (۱). واک‌ها هسته کلمات را تشکیل می‌دهند و خطاهای واک‌های باعث عدم درک همخوان مجاور آن می‌شود (۲). در زبان فارسی شش واک وجود دارد /a - o - u - æ - e - i/

در اثر ارتعاش تارآواها، صدایی تولید می‌شود که به آن صوت می‌گویند. صوت تولید شده متناسب با شکل لب‌ها و ارتفاع زبان دگرگون می‌شود که به آن واک می‌گویند. یکی از مهمترین ویژگی‌های فیزیکی واک‌ها ساختار سازه‌ای آن‌ها است. اهمیت ساختار سازه‌ای به‌گونه‌ای است که روابط میان سه سازه‌ی اول از اجزای تشخیص واک توسط شنونده شناخته می‌شود. کیفیت یک واک به سازه‌های آن بستگی دارد. واک یک آوای پیوسته و اکدار

باشد (۲ و ۱۰-۸). از سوی دیگر، هرگونه انحراف یا اختلال در مجرای آوایی مانند شکل لب‌ها و ارتفاع زبان باعث می‌شود تا سازه‌های واکه‌ها دگرگون گردد (۱۱). در افراد مبتلا به افت شنوایی به دلیل تغییراتی که در ارتفاع زبان، شکل لب‌ها و یا مجرای آوایی ایجاد می‌شود، واکه‌هایی تولید می‌شوند که سازه‌های آن با سازه‌های واکه‌های هنجار تفاوت دارد (۸ و ۹).

Majori و همکاران (۱۹۸۶) مشخص نمودند کم شنوایان در تشخیص فضای واکه‌ای مشکل دارند (۸)، Fabri و Van Tassel (۱۹۸۷) در تحقیقی با عنوان مقایسه تشخیص واکه در کم شنوایان و افراد عادی نشان دادند افراد مبتلا به افت شنوایی بسته به شدت آسیب شنوایی نسبت به افراد عادی تعداد پاسخ صحیح کمتری داده‌اند (۸)، Pikcet (۱۹۷۵) در پژوهشی نشان داد هر چه افت شنوایی بیشتر می‌شد اشکال در درک واکه‌های دارای  $F_1$  پایین بیشتر رخ می‌داد (۱۲)، براساس Risberg (۱۹۷۶) هرچه شدت آسیب شنوایی بیشتر باشد تشخیص واکه‌هایی که در فرکانس‌های بالا تفاوت دارند یعنی واکه‌هایی که فاصله سازه اول و دوم از هم بیشتر است، (واکه‌های /i/ و /e/) برای فرد مشکل‌تر می‌شود (۸).

McCaffrey و Sussman (۱۹۹۴) در بررسی سازمان‌بندی واکه‌ها در کم شنوایان شدید تا عمیق نشان دادند که  $F_2$  و  $F_3$  در کم شنوایان شدید و عمیق بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد،  $F_0$  و  $F_1$  در کم شنوایان عمیق تفاوت بیشتری نشان می‌دهد (۱۳).

مقایسه نحوه آواسازی کودکان کاشت حلزون شده با کودکان عادی مشخص کرد که تفاوت تولید واکه‌ای آنها بیشتر در سازه دوم و فاصله سازه دوم به اول بوده است (۱۴).

Liu و Kewley-Port (۲۰۰۷) معتقدند آستانه تشخیص افراد آسیب دیده شنوایی در سازه دوم واکه‌ها بالا می‌رود و عملکرد ضعیفی در تمایز سازه‌های واکه‌ای دارند (۱۵). در زبان فارسی بیشترین و کمترین مقدار  $F_1$  به واکه‌های

هنگام تولید یک واکه، بر اثر ارتعاش تارآواها، هارمونی‌های صوتی دوره‌ای با بسامد معین تولید می‌شوند (۳). این بسامدها، بسامدهای طبیعی و خاص مجرای صوتی هستند که با هرگونه تغییری در شکل و اندازه مجرای صوتی تغییر می‌کنند. هارمونی‌هایی که دارای انرژی زیاد باشند سازه (formant: F) نامیده می‌شوند (۴). براساس Johnson (۱۹۸۰) سازه‌ها نشان دهنده شکل و اندازه مجرای صوتی هستند و مجرای صوتی هر فردی با دیگری تفاوت جزئی دارد و سازه‌های یک واکه در افراد مختلف نیز تا حدودی با هم متفاوت است (۵). به اعتقاد Ladefogeh (۱۹۵۷) آنچه که در تمام افراد (زن، مرد و کودک) ثابت باقی می‌ماند نسبت میان سازه‌های آن‌ها در واکه است (۵). هر واکه دارای چندین سازه است که در این پژوهش فقط سه سازه اول مورد بررسی قرار می‌گیرند. در مورد واکه‌ها سازه اول ( $F_1$ ) با ارتفاع زبان، سازه دوم ( $F_2$ ) با وضعیت زبان (جلو یا عقب بودن) و سازه سوم ( $F_3$ ) با شکل لب‌ها (گرد یا گسترده بودن) در ارتباط است (۳ و ۶). نسبت‌های  $F_2$  به  $F_1$  و  $F_3$  به  $F_1$  در هنگام تولید واکه در تمام افرادی که به یک زبان خاص صحبت می‌کنند یکسان است پس این نسبت‌ها نقش عمده‌ای در تمیز یک صدای گفتاری از دیگری ایفاء می‌کند (۵).

فضای واکه‌ای بیانگر دو فضای تولیدی و اکوستیکی واکه است یعنی هم وضعیت تولید واکه را از لحاظ پیشروی و پسروی و هم از لحاظ ارتفاع نشان می‌دهد و هم بیانگر نسبت سازه اول و دوم به یکدیگر است این فضای واکه‌ای را با یک نمودار یا چارت نشان می‌دهند که محور عمودی این نمودار بعد ارتفاع زبان و محور افقی آن بعد پیشروی زبان را نشان می‌دهد پس به عبارتی دیگر محور عمودی بیانگر سازه اول ( $F_1$ ) و محور افقی بیانگر سازه دوم ( $F_2$ ) می‌باشد (۷).

واضح است که برای فراگیری ارتباط کلامی، شنوایی هنجار لازم و ضروری است. از شش ماهگی تفاوت‌هایی در قان و قون کودکان کم شنوا در مقایسه با کودکان عادی به چشم می‌خورد (۸). از مشخصه‌های تولید افراد دچار نقص شنوایی کم تحرکی زبان، پایین افتادگی آرواره پایین، عقب بردن زبان در دهان، کش دادن واکه‌ها، خطاهای کیفی در واکه‌ها می‌-

دوم به اول و نسبت سازه سوم به اول بین سه گروه صورت پذیرفت.

### روش بررسی

این پژوهش به صورت مقطعی روی ۶۴ نفر دانش آموز ۷-۹ ساله عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید مقطع دبستان شهر اصفهان انجام گرفته است.

شرایط ورود به مطالعه برای کودکان عادی تحصیل در دبستان عادی (پایه اول تا سوم)، تک زبانه بودن (فارسی زبان)، نداشتن نقایص عصبی - عضلانی، نداشتن مشکلات فکی - دندان (بر اساس پرونده دانش آموز و مشاهده آزمونگر) و برای کودکان مبتلا به افت شنوایی؛ آستانه شنوایی متوسط تا شدید dB ۹۰-۴۱ از نوع کم شنوایی حسی عصبی، شروع کم شنوایی قبل از سن زبان آموزی و دریافت سمعک در همان سن، تک زبانه بودن (فارسی زبان)، نداشتن عقب ماندگی ذهنی، نقایص عصبی - عضلانی، مشکلات فکی - دندان (بر اساس پرونده دانش آموز) بود.

۳۰ کودک عادی از دبستان های عادی شهر اصفهان از روی لیست حضور و غیاب به صورت تصادفی انتخاب شدند.

نمونه گیری کودکان مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید به صورت غیر احتمالی، از جمعیت در دسترس در دبستان های استثنایی شهر اصفهان انجام گرفت. با مراجعه به مدارس مورد نظر و مشاهده پرونده دانش آموزان و بررسی ادیوگرام ضمیمه پرونده، ۱۶ نفر از دانش آموزانی که آستانه شنوایی بین dB ۷۰-۴۱ بود و ۱۸ دانش آموزی که آستانه شنوایی بین dB ۹۰-۷۱ بود و در کل ۳۴ نفر انتخاب شدند.

ابتدا اطلاعات فردی در پرسش نامه مربوطه قید شد، سپس نمونه صدا (تولید شش واکه زبان فارسی، که به صورت نوشتاری در اختیار آزمودنی قرار گرفته بود) گرفته شد که هر کدام از واکه ها را باید به مدت ۳ ثانیه به صورت متوالی تولید می کرد جهت کالیبراسیون دستگاه از آزمودنی خواسته شد ابتدا چند ثانیه صبر کرده سپس واکه را تولید کند. پس از آن صدا به طور

/a/ و /A/، بیشترین و کمترین F<sub>2</sub> به واکه های /i/ و /u/ و بیشترین و کمترین F<sub>3</sub> به واکه های /i/ و /u/ مربوط می باشد (۱۶). امید محمدی در سال ۱۳۸۴ نشان داد که همه ی مقادیر بسامدهای سازه ای واکه های زبان فارسی در بزرگسالان پایین تر از کودکان است. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، دامنه تغییرات F<sub>2</sub>/F<sub>1</sub> در پسران از ۲ در واکه /æ/ تا ۷/۷ در واکه /i/ و در دختران از ۱/۴ در واکه /a/ تا ۵/۸ در واکه /i/ بود و دامنه تغییرات F<sub>3</sub>/F<sub>1</sub> در پسران از ۳/۸ در واکه /æ/ تا ۱۱/۱ در واکه /u/ و در دختران از ۲/۹ در واکه /æ/ تا ۱۰/۶ در واکه /i/ به دست آمد (۵).

اکبر بهرامی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی دانش آموزان ۱۵ تا ۱۸ ساله عادی و مبتلا به افت شدید تا متوسط شهر اصفهان به این نتیجه رسیدند که میانگین بیشترین مقدار F<sub>1</sub> مربوط به واکه /a/ ۸۱۶ هرتز و F<sub>2</sub> مربوط به واکه /e/ ۲۴۸۷ هرتز و F<sub>3</sub> /æ/ ۳۱۹۷ هرتز و کمترین مقدار به ترتیب در واکه های /i/ ۲۷۲ هرتز و /u/ ۸۰۴ هرتز و /u/ ۲۷۹۸ هرتز به دست آمده است. در این دانش آموزان میانگین بیشترین مقدار F<sub>2</sub> به F<sub>1</sub> و F<sub>3</sub> به F<sub>1</sub> در واکه /i/ ۹/۰۵ و ۱۱/۵۳ و کمترین مقدار در واکه /a/ ۱/۶۱ و ۲/۲۴ به دست آمده است (۱۷).

در پژوهشی دیگری تحت عنوان سازه های واکه های زبان فارسی در آسیب دیدگان شنوایی توسط فرهاد ترابی نژاد، علی قربانی و ریحانه محمدی در سال ۱۳۸۵ روی ۳۰ نفر نمونه ۷ تا ۱۸ ساله با میانگین افت شنوایی ۸۵ دسی بل انجام گرفت. نتایج این پژوهش نشان می داد اندازه فضای واکه ای افراد مبتلا به کاهش شنوایی ۸۵ دسی بل کاهش یافته است (۱۷).

از آنجا که نتایج حاصل از این پژوهش ها برای آسیب شناسان گفتار و زبان مفید خواهد بود تا در صورت وجود مشکل در هر یک از سازه های واکه ای افراد مبتلا به افت شنوایی جهت برنامه ریزی های درمانی مناسب از آن استفاده نمایند، این پژوهش با هدف تعیین فرکانس سازه ای واکه های زبان فارسی در کودکان مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید و مقایسه با فرکانس سازه ای کودکان عادی و ترسیم فضای واکه ای و مقایسه نسبت سازه

### جدول ۱- ترتیب قرارگیری واکه‌های زبان فارسی در دانش‌آموزان عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید بر اساس میانگین سازه‌ها از کمترین به بیشترین

سازه	گروه	ترتیب قرارگیری واکه‌های زبان فارسی (از چپ به راست)
اول	عادی	/i/ , /u/ , /o/ , /e/ , /a/ , /æ/
	متوسط	/u/ , /i/ , /o/ , /e/ , /a/ , /æ/
	شدید	/i/ , /u/ , /o/ , /e/ , /a/ , /æ/
دوم	عادی	/u/ , /o/ , /a/ , /æ/ , /i/ , /e/
	متوسط	/o/ , /a/ , /u/ , /e/ , /æ/ , /i/
	شدید	/u/ , /a/ , /o/ , /e/ , /i/ , /æ/
سوم	عادی	/u/ , /o/ , /i/ , /æ/ , /a/ , /e/
	متوسط	/o/ , /u/ , /a/ , /æ/ , /e/ , /i/
	شدید	/e/ , /u/ , /o/ , /a/ , /æ/ , /i/

/æ/ به ترتیب ۸۹۹ هرتز، ۱۰۲۸ هرتز و ۹۹۳ هرتز (جدول ۲) و میانگین کمترین مقدار به ترتیب مربوط به واکه /i/ ۳۰۲ هرتز، /u/ ۴۵۳ هرتز و /i/ ۵۱۳ هرتز بود (جدول ۳ و ۴). میانگین سازه اول تمام ۶ واکه زبان فارسی در بین سه گروه مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری داشت (نمودار ۱).

میانگین بیشترین مقدار سازه دوم در دانش‌آموزان عادی و دانش‌آموزان مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید به ترتیب مربوط به واکه /e/ ۲۶۳۲ هرتز، /i/ ۱۸۳۸ هرتز و /æ/ ۱۸۸۳ هرتز (جدول ۲، ۳ و ۴) و میانگین کمترین مقدار به ترتیب مربوط به واکه /u/ ۸۶۷ هرتز، /o/ ۱۴۵۱ هرتز و واکه /u/ ۱۵۳۱ هرتز بود (جدول ۳ و ۴). میانگین سازه دوم تمام ۶ واکه زبان فارسی در بین سه گروه مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری داشت (نمودار ۱).

میانگین بیشترین مقدار سازه سوم در دانش‌آموزان عادی و دانش‌آموزان مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید به ترتیب مربوط به واکه /e/ ۳۶۸۷ هرتز، /i/ ۲۹۷۲ هرتز و /i/ ۳۰۳۴ هرتز (جدول ۳ و ۴) و میانگین کمترین مقدار به ترتیب مربوط به واکه /u/ ۲۴۸۴ هرتز، /o/ ۲۵۵۰ هرتز و واکه /e/ ۲۶۲۱ هرتز بود (جدول ۳ و ۴). اختلاف میانگین سازه سوم در واکه‌های /u/ ، /i/ ، /o/ در بین سه گروه مورد مطالعه معنی‌دار نبوده ( $p > 0.05$ ) ولی تفاوت‌ها در واکه‌های /æ/ ، /e/ و /a/ معنی‌دار بود (نمودار ۱).

میانگین بیشترین مقدار نسبت سازه دوم به سازه اول در دانش‌آموزان عادی و دانش‌آموزان مبتلا به افت شنوایی متوسط

**جدول ۲- مقایسه میانگین سازه‌های واکه /æ/ و نسبت‌های آنها در دانش‌آموزان عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید**

P	گروه‌ها			سازه
	عادی	متوسط	شدید	
۰/۰۳۶	۸۹۹	۱۰۲۸	۹۹۳	اول
۰/۰۲۱	۲۰۶۳	۱۸۲۰	۱۸۸۳	دوم
۰/۰۰۲	۳۳۷۸	۲۸۲۴	۳۰۰۴	سوم
۰/۰۰۰	۲/۳۳	۱/۸۲	۱/۹۴	نسبت سازه دوم به اول
۰/۰۰۰	۳/ ۸۱	۲/۸۱	۳/۱۳	نسبت سازه سوم به اول

همزمان توسط کامپیوتر مجهز به برنامه Sound recorder به وسیله میکروفن ضبط می‌شد. پس از آن صداهای ضبط شده به دستگاه Speech Studio و برنامه real analysis نرم افزار Dr. Speech منتقل شده و سازه‌ها مشخص می‌شدند. به این ترتیب، برای هر یک از واکه‌های زبان فارسی سه سازه اول، دوم و سوم، نسبت سازه دوم به اول و سوم به اول مشخص می‌گردد و سپس اطلاعات به دست آمده وارد نرم افزار SPSS شده و توسط آزمون آنالیز واریانس یک طرفه مورد مقایسه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نتایج توصیفی به دست آمده در جداول شاخص‌های آماری سه سازه اول واکه‌های زبان فارسی، نسبت سازه دوم به اول و سوم به اول ثبت گردید و نتایج آماری در دو گروه مورد مقایسه قرار گرفت.

### یافته‌ها

ترتیب قرارگیری واکه‌های زبان فارسی در هر کدام از گروه‌های مورد مطالعه بر اساس میانگین سازه‌های اول تا سوم از کمترین به بیشترین در جدول ۱ آمده است. میانگین بیشترین مقدار سازه اول در دانش‌آموزان عادی و دانش‌آموزان مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید مربوط به واکه

جدول ۴ - مقایسه میانگین سازه‌های واکه /u/ و نسبت‌های آنها در دانش‌آموزان عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید

P	گروهها		
	شدید	متوسط	عادی
۰/۰۰۰	۵۴۵	۴۵۳	۳۹۲
۰/۰۰۰	۱۵۳۱	۱۶۱۳	۸۶۷
۰/۳۶۵	۲۶۳۲	۲۶۳۰	۲۴۸۴
۰/۰۰۰	۲/۹۴	۳/۶	۲/۲۳
۰/۰۰۴	۵/۱	۵/۸۶	۶/۳۷

جدول ۳ - مقایسه میانگین سازه‌های واکه /i/ و نسبت‌های آنها در دانش‌آموزان عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید

p	گروهها		
	شدید	متوسط	عادی
۰/۰۰۰	۵۱۳	۵۳۶	۳۰۲
۰/۰۰۰	۱۸۰۶	۱۸۳۸	۲۵۱۸
۰/۴۰۵	۳۰۳۴	۲۹۷۲	۳۱۵۵
۰/۰۰۰	۳/۷۲	۳/۷۵	۸/۳۶
۰/۰۰۰	۶/۱۷	۶/۰۸	۱۰/۴۵

حرکات محدود زبان در بعد پیشروی و پسروی و مشابه‌سازی تولید واکه‌ها دارند که علت آن‌ها می‌تواند یکی یا مجموعه‌ای از عوامل زیر باشد

۱- کمبود حس شنوایی که نقش اصلی را جهت تولید واکه‌ها ایفا می‌کند.

۲- وابستگی بیش از حد افراد مبتلا به افت شنوایی به حس عمقی که نمی‌تواند پس‌نورد مناسبی برای اصلاح تولید واکه‌ها باشد.

۳- آموزش گفتار از طریق حرکات اغراق‌آمیز دهان توسط معلم نیز می‌تواند باعث پایین افتادگی فک پایین و حرکات باز دهان هنگام تولید واکه‌ها در این افراد گردد.

۴- افراد عادی گفتار را کسب می‌کنند ولی افراد مبتلا به افت شنوایی آن را می‌آموزند و تمایل به یادگیری واج دارند نه واجگونه و نمی‌توانند این الگو را از جامعه فرا بگیرند و از این‌رو واجگونه‌های کمتر و خارج از استاندارد جامعه و با تنوع کمتر و محدودتر تولید می‌کنند.

۵- کودکان دارای شنوایی هنجار، گفتار (واکه) را در طول رشد با تکیه بیشتر به حس شنوایی کسب می‌کنند ولی کودکان مبتلا به افت شنوایی باید گفتار را با تکیه بر حس عمقی و بینایی یاد بگیرند.

سازه اول که نشان دهنده ارتفاع زبان است از دو طریق

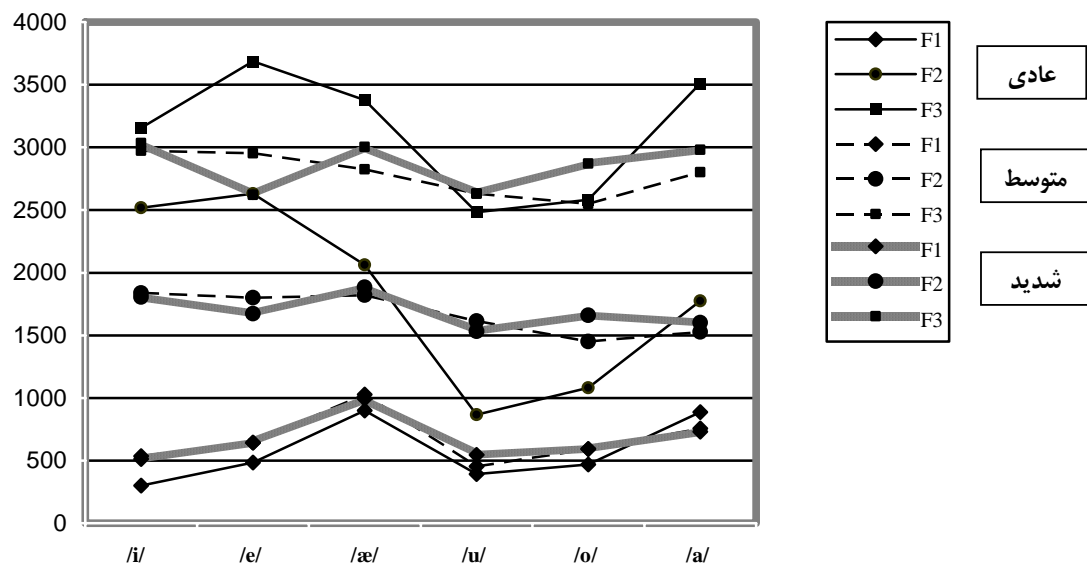
و شدید به ترتیب مربوط به واکه /i/ به ترتیب ۸/۳۶ ، ۳/۷۵ و ۳/۷۲ و میانگین کمترین مقدار باز هم مربوط به واکه /i/ به ترتیب ۸/۳۶ ، ۳/۷۵ و ۳/۷۲ بود (جدول ۳).

میانگین بیشترین مقدار نسبت سازه سوم به سازه اول در دانش‌آموزان عادی و دانش‌آموزان مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید به ترتیب مربوط به واکه /i/ ۱۰/۴۵ ، ۶/۰۸ و ۶/۱۷ و میانگین کمترین مقدار به ترتیب مربوط به واکه /a/ ۱/۹۸ ، ۱/۷۶ و ۱/۸۴ می‌باشد (جدول ۳ و ۴).

مقایسه نسبت سازه دوم به اول ( $F_2/F_1$ ) در همه واکه‌ها و نیز نسبت سازه سوم به اول ( $F_3/F_1$ ) به جز واکه /a/ در بین سه گروه مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲ تا ۴).

## بحث

کودکان مبتلا به افت شنوایی تمایل به نزدیک کردن محل تولید واکه‌ها به مرکز (شوا) در فضای واکه‌ای دارند که در افراد مبتلا به افت شنوایی شدید این مقدار بیشتر بوده و واکه‌های پسین و پیشین از روی نمودار فضای واکه‌ای قابل جدا سازی نیستند (نمودار ۲). این افراد واکه‌های پسین را پیشین و واکه‌های پیشین را پسین تولید می‌کنند، واکه‌های بسته را باز و واکه‌های نیم بسته و باز را بازتر تولید می‌کنند و در کل تمایل به حرکات اغراق‌آمیز دهان، بی‌حرکت ماندن زبان در کف دهان،



نمودار شماره ۱: میانگین سازه‌های واکه‌های زبان فارسی در دانش آموزان عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید

یعنی /e/ و /o/ در حد وسط قرار دارند (۱۷).

در کودکان مبتلا به افت شنوایی متوسط ترتیب قرارگیری واکه‌ها از نظر میزان  $F_1$  به این صورت آمده است /a/ /æ/ /e/ /i/ /o/ /u/ در این کودکان نیز واکه /i/ و /u/ که بسته هستند کمترین مقدار و دو واکه /a/ و /æ/ که باز هستند بیشترین مقدار را دارند. در کودکان مبتلا به افت شنوایی شدید نیز ترتیب قرارگیری واکه‌ها از نظر میزان  $F_1$  تقریباً به همان صورت فوق است یعنی با وجود حفظ تقریبی جایگاه تولید واکه‌ها، این کودکان حرکات زبانی محدودتری دارند و هر چه شدت افت شنوایی افزایش می‌یابد فضای واکه‌ای بسته‌تر می‌شود و دامنه تغییرات بسیار محدود است؛ که این نتیجه دقیقاً مشابه پژوهش بهرامی (۱۳۸۶)، ترابی‌نژاد و ریحانه محمدی (۱۳۸۵) است (نمودار ۲) (۱۷).

در این تحقیق میانگین  $F_2$  در شش واکه زبان فارسی در کودکان عادی محاسبه گردید، در کودکان عادی ترتیب قرارگیری واکه‌ها براساس میزان  $F_2$  به این صورت است: /e/، /o/، /u/، /a/، /æ/، /i/ که باز هم با نتایج قبلی همخوانی دارد (۵ و ۱۶ و ۱۷).

حس بینایی و عمقی قابل یادگیری‌تر از سازه دوم که مبین بعد پیشروی زبان است، می‌باشد پس سازه‌ی دوم را نمی‌توان با دیدن یاد گرفت از این‌رو، کودک مبتلا به افت شنوایی مجبور است با تکیه بر حس عمقی آن را بیاموزد و از طرفی این ویژگی با دیدن به‌خوبی قابل یادگیری نیست ناچار است واکه‌های پیشین را پسین‌تر تولید کند و واکه‌های پسین را نیز به مرکز دهان نزدیک‌تر کرده و یا پسین‌تر تولید می‌کند و در کل سازه‌ی دوم بیشتر از سازه اول و سوم صدمه می‌بیند.

در پژوهش حاضر میانگین  $F_1$  در شش واکه زبان فارسی در کودکان عادی دقیقاً مانند تحقیقات گذشته می‌باشد (۵). در پژوهش امید محمدی (۱۳۸۴) /i/ بسته‌ترین و /æ/ بازترین واکه است. نتایج حاصله از پژوهش ریحانه محمدی و بایزید محمدی (۱۳۸۲) نیز به همین صورت است. یعنی /i/ کمترین مقدار  $F_1$  و /æ/ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است (۱۶). در پژوهش بهرامی و همکاران (۱۳۸۶) نیز نتایج مشابه به‌دست آمده است، یعنی واکه‌های بسته /u/ و /i/ کمترین مقدار  $F_1$  و واکه‌های باز یعنی /a/ و /æ/ بیشترین مقدار  $F_1$  و واکه‌های نیم باز

جدول ۵ - مقایسه میانگین سازه‌های واکه /e/ و نسبت‌های آنها در دانش‌آموزان عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید

	گروهها			p
	عادی	متوسط	شدید	
سازه اول	۴۸۵	۶۴۳	۶۴۵	۰/۰۰۰
دوم	۲۶۳۲	۱۸۰۱	۱۶۷۲	۰/۰۰۰
سوم	۳۶۸۷	۲۹۵۳	۲۶۲۱	۰/۰۰۰
نسبت سازه دوم به اول	۵/۴۴	۲/۸۱	۲/۶۱	۰/۰۰۰
نسبت سازه سوم به اول	۷/۶۲	۴/۶۶	۴/۱۴	۰/۰۰۰

در کودکان مبتلا به افت شنوایی متوسط ترتیب قرارگیری واکه‌ها براساس میزان  $F_2$  به این صورت به دست آمده است، /o/, /æ/, /e/, /u/, /a/ که با اندکی جابجایی نسبت به ترتیب قرارگیری آن در کودکان عادی /u/, /a/, /o/ که واکه‌های پسین هستند و  $F_2$  کمتری دارند را عقب‌تر از واکه‌های /i/, /æ/, /e/ که پیشین بوده و  $F_2$  آن‌ها بیشتر است، تولید کرده‌اند. از این رو جایگاه زبان را با اندکی جابجایی در مورد واکه‌های دارای  $F_1$  و  $F_2$  مشابه، تقریباً درست رعایت کرده‌اند. همانطور که Pikcet (۱۹۷۵) (۱۳ و ۱۲) نشان داد که شدت افت شنوایی باعث مشکل بیشتر در درک واکه‌های دارای  $F_1$  و  $F_2$  مشابه می‌باشد. Angeloci Kopp و Holbrook (۱۹۶۴) (۸) نیز بیان کردند که افراد مبتلا به افت شنوایی کشیده‌گویی واکه‌ای و جابجایی واکه‌های  $F_1$  و  $F_2$  مشابه دارند (۸)، Tye-Murray (۱۹۹۷) نیز می‌گوید افراد ناشنوا تمایل به حرکت مشابه زبان برای همه واکه‌ها دارند.

نتایج تحقیق Liu و Kewley-Port (۲۰۰۷) نشان می‌دهد که آستانه تشخیص افراد آسیب دیده شنوایی آن‌ها در سازه دوم واکه‌ها بالا می‌رود و آنها عملکرد ضعیفی در تمیز سازه‌های واکه‌ای دارند (۱۵). در این تحقیق ما به این نتیجه دست یافتیم که کودکان کم شنوا تقریباً جایگاه تولید واکه‌ها را از لحاظ پیشین و پسین بودن با اندکی جابجایی در واکه‌های دارای  $F_2$  مشابه

جدول ۶ - مقایسه میانگین سازه‌های واکه /o/ و نسبت‌های آنها در دانش‌آموزان عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید

	گروهها			p
	عادی	متوسط	شدید	
سازه اول	۴۶۸	۵۹۱	۵۹۵	۰/۰۰۰
دوم	۱۰۸۲	۱۴۵۱	۱۶۶۰	۰/۰۰۰
سوم	۲۵۸۲	۲۵۵۰	۲۸۷۰	۰/۰۸۳
نسبت سازه دوم به اول	۲/۳۴	۲/۴۴	۲/۸۲	۰/۰۲۴
نسبت سازه سوم به اول	۵/۵۶	۴/۳۲	۴/۹۲	۰/۰۰۰

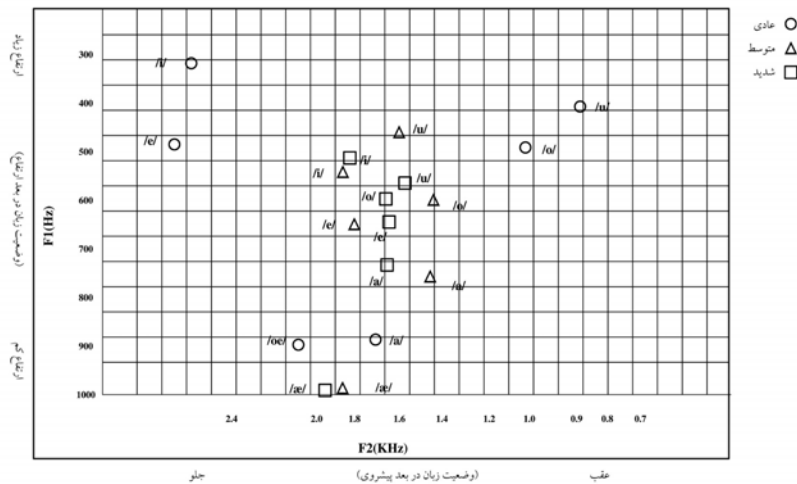
درست رعایت کرده‌اند ولی جایگاه‌ها بسیار به هم نزدیک است و زبان تحرک کمتری داشته است.

در کودکان کم شنوایی شدید ترتیب قرارگیری واکه‌ها بر اساس میزان  $F_2$  به این صورت است: /u/, /a/, /o/, /æ/, /e/ که باز هم با اندکی جابجایی در واکه‌های  $F_2$  مشابه، واکه‌های /i/, /æ/, /e/ را پسین و دارای  $F_2$  کمتر و واکه‌های /o/, /a/, /u/ را پیشین و دارای  $F_2$  بیشتر تولید کرده‌اند ولی ترسیم فضای واکه‌ای (نمودار ۲) در این کودکان نشان داده است که فضای واکه‌ای آن‌ها بسیار محدودتر از فضای واکه‌ای در کودکان کم شنوایی متوسط و کودکان عادی است. مقایسه میزان  $F_2$  براساس آزمون آنالیز واریانس نشان داد تفاوت‌ها در سه گروه در تمام موارد معنی‌دار ( $p < ۰/۰۵$ ) است و از لحاظ آماری نیز ثابت شده

جدول ۷ - مقایسه میانگین سازه‌های واکه /a/ و نسبت‌های آنها در دانش‌آموزان عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید

	گروهها			p
	عادی	متوسط	شدید	
سازه اول	۸۸۸	۷۵۸	۷۳۱	۰/۰۰۲
دوم	۱۷۷۴	۱۵۲۸	۱۶۰۲	۰/۰۴۱
سوم	۳۵۱۱	۲۸۰۲	۲۹۸۱	۰/۰۰۰
نسبت سازه دوم به اول	۲	۲/۲۲	۲/۴۷	۰/۰۲۵
نسبت سازه سوم به اول	۱/۹۸	۱/۷۶	۸۸۸	۰/۱۸





نمودار ۲- نمودار فضای واکه‌ای در دانش‌آموزان عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید

هم تولید می‌کنند و در واکه‌های /i/، /u/ و /æ/ وضعیت لب‌ها از لحاظ گرد و گسترده بودن بیشتر شبیه افراد عادی بوده است و تفاوت‌ها معنی‌دار نشده ولی در واکه‌های /o/، /e/ و /a/ چون وضعیت لب‌ها تقریباً مشابه /i/، /u/ و /æ/ بوده‌اند در این سه واکه تفاوت‌ها معنی‌دار به‌دست آمده است.

نمودار ۲ با توجه به مقادیر سازه اول ( $F_1$ ) و سازه دوم ( $F_2$ ) ترسیم شده است. مقادیر سازه اول و دوم شش واکه زبان فارسی برای کودکان عادی و مبتلا به افت شنوایی متوسط و شدید روی یک نمودار نشان داده شده است. در این نمودار روی محور عمودی بعد ارتفاع زبان و روی محور افقی بعد پیشروی زبان نمایش داده شده است. نمودار نشان می‌دهد در واکه‌هایی که در آن‌ها ارتفاع زبان زیاد است (/i/ و /u/)، بسامد سازه اول ( $F_1$ ) کم می‌باشد پس بسامد سازه اول به مشخصه ارتفاع زبان مربوط می‌شود همچنین نمودار نشان می‌دهد که در واکه‌های پسین مقدار سازه دوم ( $F_2$ ) کم می‌باشد و در واکه‌های پیشین ( $F_2$ ) زیاد است. این نمودار به خوبی تفاوت فضای واکه‌ای در کودکان عادی با کودکان مبتلا به افت شنوایی را نشان می‌دهد فضای واکه‌ای تولید شده در کودکان مبتلا به افت شنوایی متوسط در داخل فضای واکه‌ای مربوط به کودکان عادی قرار گرفته و فضای

است که کودکان مبتلا به افت شنوایی با وجود حفظ تقریبی جایگاه تولید واکه‌ها آن‌ها را متفاوت از افراد عادی تولید می‌کنند و جابجایی واکه‌های دارای  $F_1$  و  $F_2$  مشابه دارند. نتایج پژوهش Pan و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که تفاوت تولید واکه‌ای کودکان کاشت حلزون با کودکان عادی بیشتر در سازه واکه‌ای کودکان کاشت حلزون با کودکان عادی بیشتر در سازه دوم اول بوده است (۱۴).

مقایسه میزان  $F_3$  در واکه‌های /i/، /u/ و /æ/ در سه گروه مورد مطالعه معنی‌دار نبوده است ولی تفاوت‌ها در واکه‌های /a/، /o/، /e/ معنی‌دار بوده است. نتایج پژوهش Angeloci Kopp و Holbrook (۱۹۶۴) (۵) روی کودکان مبتلا به افت شنوایی نشان داد که این کودکان کشیده‌گویی واکه‌ای دارند از طرفی آزمونگر نیز در این تحقیق دریافت که اکثر کودکان مبتلا به افت شنوایی واکه‌های /a/، /o/ را تقریباً مشابه واکه u و واکه‌های /i/، /æ/، /e/ را نیز تقریباً مشابه با هم تلفظ می‌کنند یعنی جابجایی واکه‌های دارای  $F_1$  و  $F_2$  مشابه دارند و این جابجایی واکه‌ای روی سازه سوم نیز تأثیرگذار است و در نتیجه تفاوت‌ها در واکه‌های /o/، /e/ و /a/ معنی‌دار به‌دست آمده است. چون این کودکان واکه‌های گرد را تقریباً شبیه به هم و واکه‌های گسترده را نیز تقریباً شبیه به

بسته به میزان شدت آسیب شنوایی به جای تولید واکه‌های متفاوت بیشتر به یکسان سازی آن‌ها رو می‌آورد. کودکان مبتلا به افت شنوایی واکه‌های پیشین را پسین‌تر تولید می‌کند و واکه‌های پسین را نیز به مرکز دهان نزدیک‌تر کرده و یا پسین‌تر تولید می‌کند و در کل سازه‌ی دوم بیشتر از سازه اول و سوم صدمه می‌بیند.

کودکان مبتلا به افت شنوایی با وجود حفظ تقریبی جایگاه تولید واکه‌ها آن‌ها را متفاوت از افراد عادی تولید می‌کنند و جابجایی واکه‌های دارای  $F_1$  و  $F_2$  مشابه دارند. هر چه شدت افت شنوایی افزایش می‌یابد فضای واکه‌ای بسته‌تر می‌شود و دامنه تغییرات بسیار محدود می‌شود.

پیشنهاد می‌شود برای آموزش واکه‌ها به فرد آسیب‌دیده شنوایی بیشتر روی ویژگی پیشین و پسین بودن تأکید شود. یعنی همان ویژگی که با نگاه کردن خوب دیده نمی‌شود و نیز پژوهش درباره گویش‌های مختلف در کشور و در افراد دچار افت شنوایی عمیق و در کودکان مبتلا به افت شنوایی در مقایسه با بزرگسالان مبتلا به افت شنوایی و براساس روش‌های درمانی و آموزشی ناشنوایان انجام شود.

### سپاسگزاری

از اعضای محترم گروه گفتاردرمانی: خانم‌ها زهرا آقارسولی، فریبا مجیری، ناهید بهارلویی، لیلا قسیسین، اعظم خاکی زمانی و آقایان صادق جنبی، علی قربانی به خاطر در اختیار قراردادن آزمایشگاه گفتار و زبان و منابع مورد نیاز و خانم انسیه عباسی دانشجوی دوره‌ی دکترا دانشگاه McGill کانادا به علت در اختیار گذاشتن مقالات جدید سپاسگزاریم.

واکه‌ای مربوط به کودکان مبتلا به کم شنوایی شدید باز هم بسته‌تر بوده و در داخل فضای واکه‌ای مربوط به کودکان مبتلا به افت شنوایی متوسط قرار گرفته است. پس هر چه شدت افت شنوایی افزایش می‌یابد فضای واکه‌ای محدودتر می‌شود و علت پایین آن افتادگی آرواره پایین و مانور محدود زبان در داخل دهان به‌هنگام تولید واکه‌ها در این افراد است. نتایج پژوهش اکبر بهرامی در سال ۱۳۸۶ نیز مطالب فوق را تأیید می‌کند که ترسیم فضای واکه‌ای در دانش‌آموزان عادی نشان می‌دهد که در این افراد به‌راحتی می‌توان واکه‌های پسین و پیشین را جدا نمود و در دانش‌آموزان مبتلا به افت شنوایی متوسط واکه‌های پسین و پیشین به‌هم نزدیک شده‌اند ولی قابل جداسازی هستند ولی در دانش‌آموزان مبتلا به افت شنوایی شدید واکه‌های پسین و پیشین تقریباً هم نزدیک به‌هم و در وسط تولید شده‌اند به‌طوری که فضای واکه‌ای در این گروه کاملاً در قسمت میانی فضای واکه‌ای افراد عادی قرار گرفته است (۱۷).

نتایج پژوهش ترابی‌نژاد، قربانی و ریحانه محمدی در سال ۱۳۸۵ نیز نشان داده است که فضای واکه‌ای در کم شنوایان بسته به میزان شدت کم شنوایی، محدودتر از افراد عادی است (۱۷). کودکان مبتلا به افت شنوایی متوسط تولید واکه‌ای طبیعی‌تری دارند و کیفیت واکه‌ای بهتری نسبت به کودکان مبتلا به افت شنوایی شدید دارند از این‌رو فضای واکه‌ای آن‌ها بازتر است ولی نسبت به کودکان عادی این فضا بسته‌تر است.

### نتیجه‌گیری

واکه‌های فرد آسیب‌دیده شنوایی عموماً گرایش به تبدیل شدن به شوآ را دارند به عبارتی فردی که مشکل شنوایی دارد

## REFERENCE

1. Johnson K. Acoustic auditory phonetics. 2<sup>nd</sup> ed. Wiley-Blackwell; 2003.
2. Pena-Brooks A, Hegde MN. Assessment and treatment articulation and phonological disorders in children. 2<sup>nd</sup> ed. London: Pro-Ed; 2007.
3. Samareh Y. Persian phonetics. 2<sup>nd</sup> ed. Tehran: Iran University Press; 2001

4. O'Connor JD. Phonetics . 1<sup>st</sup> ed. Harmondsworth: Penguin; 1973.
5. Mohammadi O. Determining and comparison of the Persian vowel formants in 18 – 22 years adults and 7 – 9 years children. [Dissertation]. Tehran (Iran): Iran University of Medical Sciences; 2005. Persian
6. Ladefoged P. A course in phonetics. 5<sup>th</sup> ed. London: Boston Wadsworth Publishing; 2005.
7. Ladefoged P. Vowels and consonants. 2<sup>nd</sup> ed. Malden Blackwell Publishing; 2005.
8. Bench J. Communication skills in hearing – impaired children. Whurr publishers; 1992.
9. Johnson JP, Moulton RD. Nature and treatment of articulation disorders. 1<sup>st</sup> ed. Springfield: Thomas; 1980.
10. Ball Mj, Gibbon FE. Vowel disorders. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2002.
11. Ryalls J. A basic introduction to speech perception. 1<sup>st</sup> ed. San Diego: Singular Publishing Group, Inc; 1996.
12. Danaher Em, Pickett JM. Some masking effects produced by low frequency vowel formants in persons with sensorneural hearing loss. J Speech Hear Res.1975;18:261-71.
13. McCaffrey HA, Sussman HM. An investigation of vowel organization in speakers with severe and profound hearing loss. J speech Hear Res.1994;37(4):938-51
14. Pan T, Ma F, Cao K, Song W, Wei C, Cui W. The changes of fundamental frequency and formants of vowel in cochlear implant pre-lingual children of different age. Lin chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi.2005; 19(4):145-8
15. Liu C, Kewley-Port D. Factors affecting vowel formant discrimination by hearing-impaired listeners. J Acoust Soc Am.2007; 122(5):2855-64.
16. Mohammadi R, Mohammadi B. Studying the Persian vowel formants in students of Rehabilitation School, Iran University of Medical Sciences. [Dissertation]. Tehran (Iran): Iran University of Medical Sciences; 2003.48-68. Persian
17. Bahrami A, Pourgharib J, Torabinejad F, Kmali K, Salehi F. The Persian vowel formant structure of students with normal, moderate and severe hearing loss aged 15-18 years in Esfahan. Journal of research in rehabilitation sciences.2008; 3(2):77-84.