

## Investigation of Formant Structure in Azeri Language Vowels in Azeri Adults Aged 18-24 Years Old

Mirahadi S.S<sup>1</sup>, Mansuri B<sup>2</sup>, Tohidast S.A<sup>2</sup>, Rashtbari K<sup>3</sup>, Elahe Panahgholi<sup>3</sup>, Aref Tagipour<sup>3</sup>

### Abstract

**Purpose:** Formant structure is the most important acoustic characteristic of vowels and the vowel is the main center of syllables. Therefore, an investigation of their formants structure is of great importance. The aim of the present study was to investigate the nine Azeri vowel's formants.

**Methods:** The present study was a cross-sectional and descriptive-analytic study. The participants of this study were 50 (25 males-25 females) students of Tabriz University of Medical Sciences with their age ranging from 18-24 years old. The fundamental frequency (F<sub>0</sub>) of /a/ and /i/ vowels and the first, second, and third formants (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>) of nine Azeri vowels were determined with using Praat software. Statistical analysis was performed with SPSS software. When the data were normally distributed, independent t-test was used. Otherwise, Mann-Whitney test was used.

**Results:** F<sub>0</sub> of /a/ and /i/ vowels are significantly higher in females than males. /æ/ and /i/ vowels in the both sexes, respectively, have the most and least F<sub>1</sub>. The most F<sub>2</sub> in the both sexes is /i/ and the least F<sub>2</sub> in male /æ/ and in females is /o/. Also, in both sexes, the most F<sub>3</sub> is /i/ vowel and the least F<sub>3</sub> is /ø/ vowel.

**Conclusion:** /æ/ and /i/ vowels in the both sexes, respectively, are the most open and closed vowels. /i/ vowel in the both sexes and /æ/ in males and /o/ in females respectively, are the most front and most back vowels. The roundest vowel in Azeri is /ø/ and the most spread vowel is /i/.

**Keywords:** Vowel, Azeri language, Fundamental frequency, Formant

Received: 2017.05.10; Accepted: 2017.11.13

### بررسی ساختار سازه ای واکه های زبان آذری در بزرگسالان آذری زبان ۱۸ تا ۲۴ ساله

سیده سمانه میراحدی<sup>۱</sup>، بنفشه منصوری<sup>۲</sup>، سید ابوالفضل تهی دست<sup>۳</sup>، کوثر رشتبری<sup>۴</sup>، الهه پناهقلی<sup>۴</sup>، عارف تقی پور<sup>۴</sup>

**هدف:** ساختار سازه‌ای مهمترین ویژگی آکوستیکی واکه ها است و چون واکه مرکز اصلی هجاست، بنابراین بررسی سازه ها در واکه ها دارای اهمیت زیادی می باشد. بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی ساختار سازه‌ای (۳ سازه‌ی اول) در ۹ واکه ی آذری در بزرگسالان آذری زبان می باشد.

**روش بررسی:** مطالعه حاضر یک مطالعه مقطعی و توصیفی-تحلیلی بود. شرکت کنندگان در این مطالعه ۵۰ نفر (۲۵ مرد-۲۵ زن) از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی تبریز در فاصله‌ی سنی ۱۸-۲۴ سال بودند. فرکانس پایه‌ی واکه های /i/ و /a/ و فرمنت اول، دوم و سوم ۹ واکه ی آذری توسط نرم افزار پرت (Praat)، ضبط و تحلیل شد. تجزیه و تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS انجام پذیرفت. در صورت برخوردار بودن داده‌ها از توزیع طبیعی از آزمون مستقل و در صورت برخوردار نبودن داده‌ها از توزیع طبیعی از آزمون من ویتنی (Mann-Whitney) استفاده شد.

**یافته‌ها:** فرکانس پایه‌ی واکه ی /a/ و /i/ در زنان، به طور معناداری بالاتر از مردان است. واکه ی /æ/ و /i/ در هر دو جنس، به ترتیب، دارای بیشترین و کمترین First Formant Frequency (F<sub>1</sub>) هستند. بیشترین Second Formant Frequency (F<sub>2</sub>) در هر دو جنس /i/ و کمترین F<sub>2</sub> در مردان /æ/ و در زنان /o/ می باشد. همچنین، در هر دو جنس بیشترین third Formant Frequency (F<sub>3</sub>) واکه ی /i/ و کمترین، واکه‌ی /ø/ می باشد.

**نتیجه‌گیری:** واکه‌ی /æ/ و /i/ در هر دو جنس به ترتیب، بازترین و بسته‌ترین واکه‌ها هستند. واکه‌ی /i/ در هر دو جنس و واکه‌ی /æ/ در مردان و /o/ در زنان به ترتیب پیشین‌ترین و پسین‌ترین واکه‌ها هستند. گردترین واکه‌ی آذری /Ø/ و گسترده‌ترین آن‌ها واکه‌ی /i/ می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** واکه، زبان آذری، فرکانس پایه، سازه

**نویسنده مسئول:** بنفشه منصوری، [slp.banafshe@gmail.com](mailto:slp.banafshe@gmail.com)

آدرس: تهران، خیابان میرداماد، میدان مادر، دانشکده‌ی توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه گفتاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲- دانشجوی دکتری، گروه گفتاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۳- مرکز تحقیقات توانبخشی عصبی عضلانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

۴- کارشناس گروه گفتاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

## مقدمه

(First Formant Frequency) با ارتفاع زبان، سازه‌ی

دوم ( $F_2$ ) با وضعیت جلو و عقب بودن زبان و سازه‌ی سوم ( $F_3$ ) با گرد و گسترده بودن لب‌ها در ارتباط است (۱۴، ۸). این سازه‌ها نشان دهنده‌ی اندازه و شکل مسیر صوتی هستند و مسیر صوتی در افراد مختلف دارای تفاوت‌های جزئی با دیگران است. بنابراین، به دنبال آن، سازه‌های یک واکه نیز در افراد مختلف دارای تفاوت‌های جزئی با یکدیگر است. چیزی که در همه‌ی افراد ثابت باقی می‌ماند نسبت میان سازه‌های واکه است (۱۵). نسبت‌های  $F_2$  به  $F_1$  و  $F_3$  به  $F_1$  در هنگام تولید واکه در همه‌ی افرادی که به یک زبان خاص تکلم می‌کنند، برابر است. بنابراین، این نسبت‌ها نقش مهمی در تشخیص یک صدای گفتاری از دیگر صداها ایفا می‌کنند (۱۵).

Peterson و Barney  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  و ۱۰ واکه‌ی انگلیسی را در ۷۶ کودک، مرد و زن تعیین کردند. آن‌ها قسمت میانی موج صوتی تولید شده در واکه‌ها را برای تحلیل استفاده کردند (۱۶). Kent و Forner در پژوهشی مشابه وضعیت سازه‌های ۱۰ واکه‌ی انگلیسی را در ۳۳ کودک، مرد و زن را در حالت تقلید واکه‌ها بررسی کردند، نتایج نشان داد که در وضعیت تقلید، ساختار هنجار سازه‌های واکه‌ها اندکی متفاوت است (۱۷). طبق پژوهش محمدی تمام مقادیر سازه‌های واکه‌های فارسی، در بزرگسالان کمتر از کودکان است. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که دامنه‌ی تغییرات  $F_2/F_1$  در دختران از ۱/۴ در واکه‌ی /a/ تا ۸/۵ در واکه‌ی /i/ و در پسران از ۲ در واکه‌ی /æ/ تا ۷/۷ در واکه‌ی /i/ بود و دامنه‌ی این تغییرات در دختران از ۲/۹ در واکه‌ی /æ/ تا ۱۰/۶ در واکه‌ی /i/ و در پسران از ۳/۸ در واکه‌ی /æ/ تا ۱۱/۱ در واکه‌ی /u/ به دست آمد

در اثر ارتعاش تارهای صوتی، صدایی تولید می‌شود که به آن صوت می‌گویند (۱). صوت تولید شده از تارهای صوتی، متناسب با ارتفاع زبان و شکل لب‌ها دچار تغییراتی می‌شود و واکه را ایجاد می‌نماید (۱). واکه یک آوای پیوسته‌ی واگذار است که در حین تولید آن جریان هوا به هیچ مانعی از قبیل انسداد و تنگی در مجرای تولید گفتار برخورد نمی‌کند (۲). واکه، مرکز و محور هجا را تشکیل می‌دهد و خطاهای واکه‌ای منجر به عدم درک همخوان‌های مجاور آن نیز می‌شود (۳). بنابراین ضرورت تحلیل آوایی واکه‌ها از نقطه نظر آواشناسی فیزیکی روشن است. منحنی که پاسخ فرکانسی واکه‌ی تولید شده را نشان می‌دهد، مشخص کننده‌ی وضعیت اندام‌های گویایی در هنگام تولید آن واکه است (۴، ۵). یکی از مهمترین ویژگی‌های فیزیکی و آکوستیکی واکه‌ها ساختار سازه‌ای آن‌هاست (۶). اهمیت ساختار سازه‌ای از این نظر مشخص می‌شود که روابط میان سه سازه‌ی اول از اجزای تشخیص واکه توسط شنونده درک می‌شود (۲). همچنین، کیفیت یک واکه به سازه (فرمنت) های آن بستگی دارد (۶، ۷، ۲). Ladefoged و Tatham (۸) و Caruso و Strand (۹) بیان کردند که ساختار سازه‌ای، مهم‌ترین مختصه‌ی فیزیکی و ادراکی واکه می‌باشد (۸، ۹) و اهمیت بالینی سازه‌های واکه‌ها نیز منجر به انجام پژوهش‌های زیادی در این زمینه شده است (۱۱، ۱۰). سازه، ناحیه‌ای در مسیر صوتی است که انرژی آکوستیکی منبع صوتی، در هنگام طول تولید صدا در آن ناحیه برجسته تر می‌شود (۱۲). این نواحی برجسته و تشدید شده، در منحنی پاسخ فرکانسی واکه به صورت قله ظاهر می‌شوند (۴، ۵، ۱۳). هر واکه دارای چندین سازه است. سازه‌ی اول

درمان اختلالات آکوستیکی ناشی از ندول تارصوتی، خیشومی شدگی، اختلالات تولیدی و اختلالات صوتی و تنفسی (۲، ۱۸).

بنابراین هدف از این پژوهش بررسی ساختار سازه‌ای (۳) سازه‌ی اول) در ۹ واکه‌ی آذری در بزرگسالان آذری زبان بود. نتایج این پژوهش می‌تواند اطلاعات پایه‌ای را در مورد ساختار سازه‌ی ای واکه‌های زبان آذری فراهم سازد و برای محققین و درمانگرانی که در این زمینه فعالیت می‌کنند مفید و سودمند باشد.

### روش بررسی

این مطالعه به صورت مقطعی و توصیفی-تحلیلی انجام پذیرفت. شرکت کنندگان در این مطالعه، ۵۰ فرد ۱۸-۲۴ ساله‌ی دوزبانه‌ی آذری-فارسی (۲۵ زن، ۲۵ مرد) بودند. روش نمونه‌گیری از نوع آسان یا در دسترس بود. برای تعیین حجم نمونه مطالعه حاضر از اطلاعات مطالعه‌ی دهقان و همکارانش استفاده شد (۲۶). با استفاده از فرمول تعیین حجم نمونه زیر و توان آزمون ۸۰، کران خطای ۰/۰۵ و مقدار انحراف معیار ۰/۰۵ و ۰/۰۸ در هر دو گروه، حجم نمونه در مجموع دو گروه حدود ۲۸ نفر تعیین گردید، ولی به منظور کاهش مقدار خطا جمعا ۵۰ نفر در این مطالعه شرکت داده شدند.

$$n = \frac{\left( Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta} \right)^2 (s_1^2 + s_2^2)}{d^2}$$

$$\frac{(1.96 + 0.842)^2 \times ((0.05)^2 + (0.08)^2)}{0.05^2} = 27.96$$

معیار ورود افراد به این مطالعه شامل، دوزبانه بودن افراد شرکت کننده و ویژگی‌های فیزیکی و صوتی طبیعی بود. معیار خروج از پژوهش نیز شامل، صوت غیرطبیعی و وجود هر گونه مشکل مرتبط با سیستم تنفسی و گفتاری و نیز از بین رفتن نمونه‌ی صدای افراد بود. ابزارهای مورد استفاده در این پژوهش: پرسشنامه‌ی اطلاعات فردی، فرم رضایت-نامه‌ی اخلاقی و یک دستگاه کامپیوتر همراه مجهز به نرم افزار Praat و یک دستگاه ضبط صوت Sony بود. پرسشنامه اطلاعات فردی شامل سوالاتی راجع به سن، جنسیت، دوزبانگی، وجود هر گونه بیماری مرتبط با سیستم تنفسی و گفتاری بود. جهت تشخیص طبیعی بودن صدای

(۱۵). در پژوهش انجام شده توسط دهقان و همکاران اطلاعات هنجاری برای پارامترهای مختلف آکوستیکی در گروه‌های سنی مختلف در دو جنس بزرگسالان طبیعی ایرانی به دست آمد. نتایج نشان دادند که بیشتر ویژگی‌های صوتی بزرگسالان تقریبا ثابت باقی می‌ماند و با افزایش سن در بازه‌ی سنی ۵۰-۲۰ سال تغییر نمی‌کنند (۱۸). طبق پژوهش ایزدی و همکاران که به جمع‌آوری داده‌های هنجار برای فرکانس پایه و شدت صوت در هنگام خواندن پرداخته بود. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که بین میانگین فرکانس پایه‌ی مردان و زنان تفاوت چشمگیری وجود دارد و این میانگین در زنان بیشتر از مردان است (۱۹). محمدی و همکاران که به تعیین ساختار سازه‌ای و فضای واکه‌ای در واکه‌های زبان فارسی پرداخته بودند، نشان دادند که واکه‌های /a/ و /æ/ دارای کمترین فرکانس هستند. واکه‌ی /i/ دارای بالاترین فرکانس بوده و بسته‌ترین، پیشین‌ترین و گسترده‌ترین واکه زبان فارسی است. همچنین واکه /æ/ بازترین و واکه /u/ پسین‌ترین و گردترین واکه زبان فارسی است (۲۰). در پژوهش انجام شده توسط مظفرزاده که به مقایسه‌ی فرکانس اول و دوم واکه‌های آذری در لهجه‌ی تبریزی پرداخته شده بود، واکه‌ی /i/ و /æ/ به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار  $F_1$  و واکه‌های /o/ و /i/ دارای کمترین و بیشترین مقدار  $F_2$  بودند (۲۱).

زبان آذری شامل ۳۴ آوا است که شامل ۹ واکه  $(\Theta, \text{æ}, \emptyset, u, o, Y, i, e, a)$  و ۲۵ همخوان می‌باشد (۲۲، ۲۱). شش واکه در زبان آذری و فارسی مشابه هستند (۲۳). واکه‌های  $\Theta, Y, \emptyset$  در زبان فارسی وجود ندارند ولی در زبان آذری وجود دارند. نشانه‌های اصلی این ۹ واکه از نظر ارتفاع و جایگاه زبان و گردی لب‌ها شامل موارد زیر می‌باشد:  $i$ : پیشین، بسته، گسترده.  $e$ : پیشین، متوسط، گسترده.  $\text{æ}$ : پیشین، باز، گسترده.  $A$ : پسین، باز، گسترده.  $U$ : پسین، بسته، گرد.  $o$ : پسین، متوسط، گرد.  $\emptyset$ : پیشین، متوسط، گرد.  $Y$ : پیشین، بسته، گرد.  $\Theta$ : پسین، بسته، گسترده (۲۴). (۲۵). به دلایل زیر بررسی ساختار سازه‌ای دارای اهمیت می‌باشد:

- ۱- با توجه به نقش مهم و محوری ساختار سازه‌ای به عنوان مشخصه‌ی فیزیکی واکه‌ها
- ۲- اهمیت وجود داده‌های هنجار برای آنالیزهای آکوستیکی
- ۳- انجام کارهای بالینی مانند تعیین مناسب بودن ویژگی‌های آکوستیکی واکه‌ها (متناسب با سن و جنس افراد)

ویلیک مورد بررسی قرار گرفت. سپس جهت مقایسه‌ی میانگین فرکانس پایه و ساختار سازه‌ای بین دو گروه مردان و زنان، در صورت برخوردار بودن داده‌ها از توزیع طبیعی از آزمون t مستقل و در غیر این صورت، از آزمون من ویتنیاستفاده شد. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و توسط نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۸ انجام شد.

### یافته‌ها

در پژوهش حاضر ۵۰ بزرگسال در بازه‌ی سنی ۲۴-۱۸ سال که نیمی از آن‌ها زن و نیمی مرد بودند، شرکت داشتند. کمترین میزان سن گروه زنان و مردان به ترتیب ۱۹ و ۱۸ سال و بیشترین میزان سن افراد شرکت کننده در هر دو گروه ۲۴ سال بود. بر اساس تحلیل‌های آماری، اختلاف معناداری بین میانگین فرکانس پایه در دو گروه مردان و زنان، وجود داشت ( $P < 0/001$ ). میانگین فرکانس پایه برای هر دو واکه در مردان کمتر از زنان بود (میانگین فرکانس پایه‌ی واکه‌ی /a/ در مردان و زنان به ترتیب، ۱۱۹/۶۳ و ۲۲۴/۵۷ و میانگین فرکانس پایه‌ی واکه‌ی /i/ در مردان و زنان به ترتیب، ۱۲۱/۵۲ و ۲۲۹/۳۵ بود). همچنین کمترین مقدار  $F_0$  مربوط به واکه‌ی /a/ در مردان (۱۱۹/۶۳ هرتز) و بیشترین مقدار، مربوط به واکه‌ی /i/ در زنان (۲۲۹/۳۵ هرتز) گزارش شد.

میانگین  $F_1$ ،  $F_2$  و  $F_3$  برای هر واکه به تفکیک جنسیت، در جدول ۱ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین مقدار  $F_1$  در مردان و زنان مربوط به واکه‌های /æ/ و /i/ در کلمات مربوطه است (مقدار  $F_1$  واکه‌ی /æ/ در مردان و زنان به ترتیب، ۶۴۵/۴۴ و ۸۶۵/۸۸ و مقدار  $F_1$  واکه‌ی /i/ به ترتیب در مردان و زنان ۳۱۹/۴۸ و ۳۸۵/۱۶ می‌باشد) بیشترین و کمترین مقدار  $F_2$  در مردان مربوط به واکه‌های /i/ (۲۱۶۵/۹) و /æ/ (۱۰۵۷/۵) و در زنان مربوط به واکه‌های /i/ (۲۵۴۰/۶) و /o/ (۱۱۴۲/۴) است. بیشترین و کمترین مقدار  $F_3$  در هر دو جنس، مربوط به واکه‌های /i/ و /ø/ است (مقدار  $F_3$  واکه‌ی /i/ در مردان و زنان به ترتیب، ۳۱۱۶/۸ و ۳۸۲۶/۳ و مقدار  $F_3$  واکه‌ی /ø/ به ترتیب در مردان و زنان ۲۵۳۳/۶ و ۲۴۹۹/۴ می‌باشد).

بر اساس داده‌های جدول ۱ جهت مقایسه‌ی سازه‌های اول و دوم و سوم واکه‌ها بین دو گروه مردان و زنان، با توجه به اینکه مقدار p بیشتر از ۰/۰۵ می‌باشد، تفاوت دیده شده در

فرد نیز، یک نمونه‌ی گفتار پیوسته کوتاه (معرفی مختصر افراد از خود) گرفته شد که معیار تعیین طبیعی بودن صدا، ارزیابی ادراکی بود. در این ارزیابی به ویژگی‌های زیروبمی (زیروبمی مناسب با سن و جنس، عدم یکنواخت بودن، عدم شکست و دامنه‌ی طبیعی زیروبمی) و بلندی (تغییرات بلندی، عدم یکنواخت بودن و محدوده‌ی طبیعی بلندی) و کیفیت صدا (نفس‌آلودگی، خشونت صدا، لرزش، تقلا) توجه شد (۲۷). کلیه‌ی شرکت کنندگان در مطالعه رضایت خود را با تکمیل نمودن و امضا کردن رضایت‌نامه‌ی اخلاقی نشان دادند. نمونه‌ی صدای افراد توسط دستگاه ضبط صوت Sony، ضبط و توسط نرم‌افزار تحلیل صوت Praat تحلیل شد (۲۸). افراد شرکت کننده در این مطالعه دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی تبریز بودند. برای شرکت در مطالعه ابتدا اهداف پژوهش و نحوه‌ی اجرای هر مرحله برای افراد شرکت کننده بیان شد. پس از اعلام موافقت برای شرکت در مطالعه و تکمیل رضایت‌نامه اخلاقی، نمونه‌گیری در یک محیط آرام و بدون نویز، برای جلوگیری از هرگونه اغتشاش در صدای ضبط شده صورت پذیرفت. همچنین دستگاه ضبط صوت از فاصله‌ی ۲۰ سانتی متری از دهان افراد قرار داشت. در ابتدا روش بیان واکه‌ها و خواندن کلمات به شرکت کنندگان توضیح داده می‌شد و از شرکت کنندگان خواسته می‌شد تا هر کدام از دو واکه‌ی /i/ و /a/ را با بلندی و زیروبمی عادی خود به مدت ۵ ثانیه بیان کنند. سپس کلمات آذری مورد نظر که در یک برگه با رعایت تمامی اصول آوانگاری تایپ شده بودند، بر روی میز مقابل شرکت کنندگان قرار داده می‌شد (۲۰). برای جلوگیری از هرگونه مشکل در تحلیل داده‌ها، از شرکت کنندگان خواسته شد تا کلمات را با رعایت مکث کامل در ابتدا و انتها، بخوانند. کلمات در بافت /...t/ طراحی شده بودند که کلمه‌ی /fyt/ استثنا بود، زیرا کلمه‌ای وجود نداشت که واکه‌ی مورد نظر در بافت مناسب قرار گیرد. این کلمات شامل، /fyt/، /fir/، /for/، /fæt/، /far/، /fer/، /fœræn/، /fœræ/، /fæt/، /for/، /fæt/، /far/، /fer/، /fœræn/، /fœræ/، /fæt/، /for/ بودند. در صورت وجود هر گونه اشکال در اجرای مراحل، شامل بیان کوتاه‌تر از حد واکه‌ها، عدم فاصله‌ی زمانی مناسب بین بیان واکه‌ها و خواندن کلمات، نحوه‌ی اجرای آزمون مجدداً توضیح داده می‌شد و اجرای آزمون تکرار می‌گردید.

پس از جمع‌آوری داده‌ها، ابتدا بر خورار بودن داده‌ها از توزیع طبیعی در تمام موارد با استفاده از آزمون شاپیرو-

جدول ۱: مقایسه میانگین سازه های واکه های آذری در کلمات مورد نظر بین مردان و زنان

واکه در کلمه	سازه اول		سازه دوم		سازه سوم	
	مردان فرمنت اول	زنان فرمنت اول	مردان فرمنت دوم	زنان فرمنت دوم	مردان فرمنت سوم	زنان فرمنت سوم
/fær/ در /æ/	۶۴۵/۴۴	۸۶۵/۸۸	۱۰۵۷/۵	۱۷۷۹	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۷
/fer/ در /e/	۴۳۱/۵۴	۵۳۷/۷۱	۱۸۸۸/۷	۲۲۱۷/۲	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*
/fir/ در /i/	۳۱۹/۴۸	۳۸۵/۱۶	۲۱۶۵/۹	۲۵۴۰/۶	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*
/for/ در /o/	۴۸۴/۸۴	۵۱۳/۸۴	۱۱۷۳/۱	۱۱۴۲/۴	۰/۶۶۶	۰/۱۳۱*
/far/ در /a/	۶۳۸/۵۴	۷۲۴/۵۵	۱۱۹۵/۶	۱۳۶۷/۸	۰/۰۰۰*	۰/۰۶۵*
/juræ/ در /u/	۴۷۶/۳۹	۴۵۹/۹۶	۱۵۸۱/۰	۱۶۵۵/۳	۰/۳۷۳*	۰/۸۰۳
/fYt/ در /Y/	۴۰۱/۲۸	۴۱۵/۰۲	۱۷۸۹/۰	۱۷۷۰/۸	۰/۸۳۸	۰/۳۳۲*
/fθræn/ در /θ/	۴۴۳/۴۹	۵۱۹/۲۴	۱۴۹۵/۵	۱۵۱۹/۷	۰/۷۲۹*	۰/۰۳۹
/afær/ در /ə/	۵۴۶/۷۸	۶۲۰/۳۶	۱۵۹۳/۹	۱۸۰۰/۶	۰/۰۱۰	۰/۰۰۴*

فرمنت‌های اول و دوم و سوم واکه‌ی /o/ و /u/، فرمنت اول واکه‌ی /ə/، فرمنت دوم واکه‌ی /θ/، فرمنت دوم و سوم واکه‌ی /Y/ و فرمنت سوم واکه‌ی /a/ بین دو گروه مردان و زنان از لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد. ولی در سایر واکه‌ها به علت اینکه مقدار P کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد، تفاوت دیده شده در فرمنت‌های اول و دوم و سوم بین دو گروه از نظر آماری معنادار می‌باشند (جدول ۱).

### بحث و نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر، محاسبه‌ی فرکانس پایه‌ی دو واکه‌ی /a/ و /i/ در افراد آذری زبان و به دست آوردن میانگین F<sub>1</sub>، F<sub>2</sub> و F<sub>3</sub> در ۹ واکه‌ی زبان آذری در بافت کلمات مورد نظر بود.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین میانگین فرکانس پایه‌ی مردان و زنان تفاوت معنادار آماری وجود دارد (میانگین فرکانس پایه‌ی زنان بیشتر از مردان است)، این نتایج همراستا با نتایج گزارش شده توسط دهقان و همکاران و محمدی و همکاران و ایزدی و همکاران در زبان فارسی (۱۸-۲۰) و Toran و Lal در زبان نپالی بود (۲۹). علت تفاوت مذکور در میانگین فرکانس پایه در دو جنس،

مربوط به تفاوت در حجم، تنس و طول تار صوتی و نیز تفاوت در اندازه و شکل حنجره می‌باشد (۲۷). و نیز نتایج پژوهش حاضر در مورد بیشتر بودن فرکانس پایه‌ی واکه‌ی /i/ نسبت به واکه‌ی /a/ همراستا با پژوهش‌های مذکور بود. در پژوهش حاضر همانند پژوهش دهقان و همکاران، در بخش کشیدن واکه، تنها به ۲ واکه‌ی /a/ و /i/ توجه شده بود (۱۸) ولی در پژوهش محمدی و همکاران تمامی واکه‌ها مورد بررسی قرار گرفته بودند (۲۰). از سویی دیگر، فرکانس پایه در هر دو جنس در زبان آذری کمتر از زبان فارسی و نپالی بود. یعنی واکه‌ها در زبان آذری بم‌تر تولید می‌شوند. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره گردید، شکل و اندازه‌ی مجرای صوتی بر فرکانس‌های تشدید شده‌ی واکه‌ها (سازه-ها) تاثیر می‌گذارند (۱). F<sub>1</sub> نشان دهنده‌ی ارتفاع زبان یا میزان تنگ شدگی مجرای صوتی در تولید واکه است. هر چه ارتفاع زبان کاهش یابد و به دنبال آن تنگ‌شدگی افزایش یابد، F<sub>1</sub> کاهش می‌یابد. بنابراین F<sub>1</sub> در واکه‌های باز بیشتر و در واکه‌های بسته کمتر می‌باشد (۲۰). نتایج پژوهش حاضر که نشان داد بیشترین و کمترین مقدار F<sub>1</sub> در مردان و زنان به ترتیب مربوط به واکه‌های /æ/ و /i/ است همراستا با پژوهش‌های مظفرزاده در زبان آذری (لهجی)

گردترین واکهی آذری /ø/ (کمترین F<sub>3</sub>) و گسترده‌ترین آن‌ها واکهی /i/ (بیشترین F<sub>3</sub>) می‌باشد. با توجه به نقش اساسی ساختارسازهای به عنوان مشخصه‌ی فیزیکی واکه‌ها، می‌توان از اطلاعات به دست آمده در پژوهش حاضر، جهت درمان اختلالات صوتی وابسته به ساختار سازهای واکه‌ها در زبان آذری استفاده کرد.

پیشنهادات برای پژوهش‌های بعدی شامل مقایسه‌ی ویژگی‌های فرکانسی و سازهای گروه‌های سنی مختلف، مقایسه‌ی ویژگی‌های سازهای بین افراد نرمال و دارای آسیب‌های صوتی و بیماری‌های دستگاه تنفسی، کم-شنوایی و سندرم داون و...، مقایسه‌ی افراد با گروه‌های سنی یکسان و به دست آوردن تفاوت‌های طبیعی در زبان آذری می‌باشد.

#### منابع

- Samareh y. persian phonetics, phones and syllable structure. university publication center 1999; 2 : 8-9.
  - Johnson K. Acoustic and auditory phonetics. *Phonetica* 2004; 61(1): 56-8.
  - Peña-Brooks A, Hegde MN. Assessment and treatment of articulation and phonological disorders in children: a dual-level text: Pro-ed; 2007.
  - Ball MJ, Gröne B, Ball M, Code C. Imaging techniques. *Instrumental clinical phonetics* 1997: 194-227
  - Boone dr, Mcfarlane sc, Von berg sl, Zraick ri. The voice and voice therapy 2005; 23.
  - Yunusova y, Weismer g, Westbury jr, Lindstrom mj. Articulatory movements during vowels in speakers with dysarthria and healthy controls. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2008; 51(3): 596-611.
  - Ladefoged p, Johnson k. A Course in Phonetics (5th). Thomson Wadsworth 2006: 123.
  - Tatham M, Ladfoged P. Vowels and consonants: An introduction to the sounds of languages. *International Phonetic Association Journal of the International Phonetic Association* 2009; 39(2): 235.
- تبریزی) می‌باشد (۲۱). در پژوهش حاضر، مقدار F<sub>1</sub> در مردان در واکه‌های /æ/, /a/, /ø/, /u/, /o/, /Y/, /e/, /i/ و در زنان در واکه‌های /æ/, /a/, /ø/, /e/, /o/, /Y/, /i/ به ترتیب کمتر می‌شود. به فاصله‌ی تنگ شدگی مسیر صوتی تا حنجره مربوط می‌شود. بنابراین هر چه واکه پیشین‌تر باشد مقدار F<sub>2</sub> بیشتر خواهد بود (۲۰). در پژوهش حاضر همانند پژوهش‌های مظفرزاده (۲۱) و محمدی (۱۵)، بیشترین مقدار F<sub>2</sub> در هر دو جنس، مربوط به واکهی /i/ که پیشین‌ترین واکه است، بود. بر خلاف پژوهش مظفرزاده که کمترین مقدار F<sub>2</sub> را مربوط به واکهی /o/ در زبان آذری و محمدی و همکاران مربوط به واکهی /u/ در زبان فارسی در هر دو جنس گزارش کرده بودند، کمترین مقدار F<sub>2</sub> در پژوهش حاضر در مردان مربوط به /æ/ و در زنان همانند پژوهش مظفرزاده مربوط به /o/ گزارش شده است.
- مقدار F<sub>3</sub> با شکل لب‌ها و گردشگی آن‌ها در ارتباط است. بنابراین رابطه‌ی معکوس بین مقدار F<sub>3</sub> با گردشگی لب‌ها وجود دارد یعنی هرچه واکه گردتر باشد F<sub>3</sub> کاهش و هرچه واکه گسترده‌تر باشد F<sub>3</sub> افزایش می‌یابد (۲۰). بنابراین بیشترین مقدار F<sub>3</sub> در پژوهش حاضر در هر دو جنس همانند پژوهش محمدی و همکاران (۲۰) مربوط به گسترده‌ترین واکه یعنی /i/ بود. و کمترین مقدار بر خلاف پژوهش مذکور در هر دو جنس که مربوط به واکهی /u/ گزارش شده بود مربوط به واکهی /ø/ بود. علت تفاوت در پژوهش ما با پژوهش مذکور به علت تفاوت موجود در واکه‌های مربوط به دو زبان آذری و فارسی است که در زبان فارسی واکهی گرد /ø/ وجود ندارد و گردترین واکه در زبان فارسی مربوط به /u/ می‌باشد.
- لازم به ذکر است که تفاوت پژوهش حاضر با پژوهش انجام شده توسط مظفرزاده که مربوط به بررسی سازهای زبان آذری است (۲۱)، این می‌باشد که در پژوهش حاضر بر خلاف پژوهش مظفرزاده به فرکانس فرمنت سوم نیز توجه شده است.
- فرکانس پایه‌ی واکهی /a/ و /i/ در زنان، به طور معناداری بالاتر از مردان است. واکهی /æ/ و /i/ در هر دو جنس، به ترتیب، بازترین (بیشترین F<sub>1</sub>) و بسته‌ترین واکه‌ها (کمترین F<sub>1</sub>) هستند. واکه‌های /i/ در هر دو جنس و واکه-ی /æ/ در مردان و /o/ در زنان به ترتیب پیشین‌ترین (بیشترین F<sub>2</sub>) و پسین‌ترین (کمترین F<sub>2</sub>) واکه‌ها هستند.

9. Caruso AJ, Strand EA. Clinical management of motor speech disorders in children: Thieme New York; 1999: 45.
10. Hillenbrand J, Getty LA, Clark MJ, Wheeler K. Acoustic characteristics of American English vowels. *The Journal of the Acoustical society of America* 1995; 97(5): 309.
11. Lee S, Potamianos A, Narayanan S. Acoustics of children's speech: Developmental changes of temporal and spectral parameters. *The Journal of the Acoustical Society of America* 1999; 105(3): 1455-68.
12. Baken RJ, Orlikoff RF. Clinical measurement of speech and voice: Cengage Learning; 2000: 43.
13. Singh R, Gencaga D, Raj B, editors. Formant manipulations in voice disguise by mimicry. *Biometrics and Forensics (IWBF), 2016 4th International Workshop on*; 2016: IEEE.
14. Hagino A, Inohara K, Sumita YI, Taniguchi H. Investigation of the factors influencing the outcome of prostheses on speech rehabilitation of mandibulectomy patients. *Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi* 2008; 52(4): 543-9.
15. 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.
16. Peterson GE, Barney HL. Control methods used in a study of the vowels. *The Journal of the acoustical society of America* 1952; 24(2):175-84.
17. Kent R, Forner L. Developmental study of vowel formant frequencies in an imitation task. *The Journal of the Acoustical Society of America* 1979; 65(1): 208-17.
18. Dehqan A, Ansari H, Bakhtiar M. Objective voice analysis of Iranian speakers with normal voices. *Journal of Voice* 2010; 24(2): 161-7.
19. Izadi F, Mohseni R, Daneshi A, Sandughdar N. Determination of fundamental frequency and voice intensity in Iranian men and women aged between 18 and 45 years. *Journal of Voice*. 2012;26(3):336-40.
20. Mohammadi H, Mohammadi R, Torabinezhad F, Rezaei M. Formant structure and vowel space in Persian vowels. *Bimonthly Audiology-Tehran University of Medical Sciences* 2011; 20(2): 79-85.
21. Mozaffarzadeh Peivasti. An acoustic analysis of Azerbaijani vowels in Tabrizi dialect. *Journal of Basic and Applied Scientific Research* 2012; 2(7): 7181-4.
22. Torabi MA. *Azarbaijani and TEFL (A Contrastive Linguistic Approach To TEFL To Azarbaijani Bilinguals)*. Tabriz University Press; 2002: 23.
23. Salehi F, Bahrami A, Torabinezhad F, Kamali M. The Persian vowel formants in normal, moderate and severe hearing impaired students age 7-9 years in Isfahan. *Bimonthly Audiology-Tehran University of Medical Sciences* 2009; 17(2): 42-52.
24. Mokari PG, Werner S. An acoustic description of spectral and temporal characteristics of Azerbaijani vowels. *Poznan Studies in Contemporary Linguistics* 2016; 52(3): 503-18.
25. Farzane M. *Azerbaijan basics of grammar: sounds and words*. shams publication 1964: 65.
26. Dehgan A, Gilani A, Ansari mogadam A, Abdekhoda K, jalilian Y. objective voice analysis of young iranian girls and boys 2013; 1(1): 52-60.
27. Casper JK, Leonard R. *Understanding voice problems: A physiological perspective for diagnosis and treatment*: Lippincott Williams & Wilkins; 2006: 54.
28. Boersma P, Weenink D. Praat: doing phonetics by computer (Version 5.1. 03)[Computer program]. Retrieved March 21, 2009. 2009.
29. Toran K, Lal B. Objective analysis of voice in normal young adults. *Kathmandu University Medical Journal* 2009; 7(4): 374-7.