

Research Paper: Investigation of the Formant Structure of Persian Vowels in the Persian - Azari Bilingual Adults



Farideh Kamran¹, *Seyyede Samaneh Mirahadi¹, Banafsheh Mansuri², Seyyed Abolfazl Tohidast³, Kosar Rashtbari⁴, Elahe Panahgholi⁴, Aref Taghipur⁴

1. Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Neuromuscular Rehabilitation Research Center, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran.
3. Department of Speech Therapy, Faculty of Rehabilitation, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.



Citation: Kamran F, Mirahadi SS, Mansuri B, Tohidast SA, Rashtbari K, Panahgholi E, et al. [Investigation of the Formant Structure of Persian Vowels in the Persian - Azari Bilingual Adults (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2018; 19(2):142-149.



Received: 24 Dec 2017

Accepted: 01 Apr 2018

ABSTRACT

Objective Vowels are the center of syllables while formant structures are one of the most important acoustic characteristics of speech sounds that help in their articulatory and perceptual aspects. Formants represent the shape and size of the vocal tract. There exist trivial differences between the vocal tracts of different people due to which the formant structures of a vowel in one person are different from another person. Towards the end of the 20th century, advances in acoustic science and production of digital tools introduced voice acoustical characteristics analysis as another parameter of sound analysis. These voice acoustical characteristics analyses lead to better assessment of the voices. Effective treatment of speech disorders depends on accurate diagnosis by the speech-language pathologist. The relationship between the first three formants is the main component of perceptual categorization by the listener. Therefore, the aim of the current study is to determine and compare Persian vowel frequency of first, second and third formants in bilingual adults.

Materials & Methods A cross-sectional study was performed on 50 participants (25 males and 25 females) aged 18 to 24 years. Bilingual students from Tabriz University of Medical Sciences were selected by an easy and non randomized sampling method, where the average of the first, second and the third formant frequencies for each of the six Persian vowels were taken into consideration. Data collection involved a demographic questionnaire (age, gender, bilingualism, and diseases related to the speech-breathing mechanism), the consent form, a computer equipped with PRATT Software and one sound recorder set. The data were analyzed using SPSS V. 18 software. When the data were normally distributed, independent t-test was used; otherwise, Mann-Whitney test was used.

Results This study showed that the maximum and minimum values of F1 in the males and females are /æ/ and /i/ vowels. The maximum and minimum values of F2 are /i/ and /o/ vowels in both the sexes, whereas, the maximum and minimum values of F3 are /i/ and /æ/ vowels in males and /i/ and /a/ vowels in the females.

Conclusion According to the results of this study, /æ/ and /i/ vowels in both the sexes are the most open and closest. /i/ and /o/ vowels in both the sexes are the most front and most back vowels. The most spread vowel in males and females is /i/ but the roundest vowel is /æ/ in the males and /a/ vowel in females.

Keywords:

Vowel, Formant, Bilingual, Adult

* Corresponding Author:

Seyyede Samaneh Mirahadi, MSc.

Address: Department of Speech Therapy, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Tel: +98 (914) 1972869

E-Mail: s.mirahadi@yahoo.com

بررسی ساختار سازه‌های واژه‌های زبان فارسی در بزرگسالان دوزبانه آذری فارسی

فریده کامران^۱، *سیده سمانه میراحدی^۱، بنفشه منصوری^۲، سید ابوالفضل تهی‌دست^۳، کوثر رشتبری^۴، الهه پناه‌قلی^۴، عارف تقی‌پور^۲

۱- گروه گفتاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

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

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

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

چکیده

تاریخ دریافت: ۰۳ دی ۱۳۹۶

تاریخ پذیرش: ۱۲ فروردین ۱۳۹۷

هدف واژه‌ها هسته و مرکز هجا هستند. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های آکوستیکی آن‌ها ساختار سازه‌ای است که به جنبه‌های تولیدی و ادراکی آن‌ها کمک می‌کند. سازه‌ها نشان‌دهنده شکل و اندازه مجرای صوتی هستند، اما از آنجایی که مجرای صوتی هر فردی با دیگری تفاوت جزئی دارد، سازه‌های یک واژه در افراد مختلف تا حدودی با هم متفاوت هستند. در اواخر قرن بیستم با پیشرفت علم آکوستیک و تولید ابزارهای دیجیتال، آنالیز ویژگی‌های آکوستیکی به جنبه‌های تحلیل صوت افزوده شد. تحلیل ویژگی‌ها و سازه‌های آکوستیکی منجر به ارزیابی بهتر صوت می‌شود. از آنجایی که درمان نتیجه‌بخش اختلالات گفتاری، به توانایی آسیب‌شناس گفتار و زبان در ارزیابی دقیق بیمار بستگی دارد و با توجه به اینکه سه سازه اول، از اجزای اصلی تشخیص واژه توسط شنونده به شمار می‌آیند، لذا هدف از این پژوهش، تعیین و مقایسه میانگین فرکانس سازه‌های اول، دوم و سوم واژه‌های زبان فارسی در افراد دوزبانه آذری فارسی است.

روش بررسی مطالعه حاضر از نوع توصیفی تحلیلی به روش مقطعی است. این پژوهش روی ۵۰ نفر از دانشجویان دوزبانه (آذری فارسی) دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام شد. افراد از گروه سنی ۱۸ تا ۲۴ سال انتخاب شدند. ۲۵ نفر از شرکت‌کنندگان خانم و ۲۵ نفر آقا بودند. آزمودنی‌ها به روش نمونه‌گیری آسان و غیرتصادفی انتخاب شدند. متغیرهای بررسی شده شامل میانگین سازه اول، دوم و سوم ۶ واژه زبان فارسی در بافت کلمه است. همچنین ابزارهای استفاده‌شده در این پژوهش شامل پرسش‌نامه اطلاعات فردی (سن، جنس، دوزبانی، وجود هر گونه بیماری مرتبط با سیستم تنفسی و گفتاری)، فرم رضایت‌نامه اخلاقی و یک دستگاه کامپیوتر مجهز به نرم‌افزار Pratt و یک دستگاه ضبط صوت سونی بود. پس از جمع‌آوری داده‌ها برای تحلیل آماری، به منظور مقایسه دو گروه در صورت برخورداری بودن از توزیع طبیعی از آزمون t مستقل و در صورت برخورداری نبودن از توزیع طبیعی از آزمون من ویتنی استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام پذیرفت.

یافته‌ها نتایج این پژوهش نشان داد بیشترین و کمترین مقدار F1 در آقایان و خانم‌ها مربوط به واژه‌های /æ/ و /i/ است. بیشترین و کمترین مقدار F2 در هر دو جنس مربوط به واژه‌های /i/ و /o/ است و بیشترین و کمترین مقدار F3 در آقایان مربوط به واژه‌های /i/ و /æ/ و در خانم‌ها مربوط به واژه‌های /i/ و /æ/ در سطح کلمه است.

نتیجه‌گیری با توجه به نتایج این مطالعه، واژه‌های /æ/ و /i/ در هر دو جنس به ترتیب بازترین (بیشترین F1) و بسته‌ترین واژه‌ها (کمترین F1) هستند. واژه‌های /i/ و /o/ در هر دو جنس به ترتیب پیشین‌ترین (بیشترین F2) و پسین‌ترین (کمترین F2) واژه‌ها هستند. گسترده‌ترین (بیشترین F3) واژه در آقایان و خانم‌ها مربوط به واژه /i/ و گردترین (کمترین F3) واژه در آقایان /æ/ و خانم‌ها /a/ است.

کلیدواژه‌ها:

واژه، سازه، دوزبانه، بزرگسال

مقدمه

این به توانایی گوینده برای تولید صحیح آواها بستگی دارد [۲].

بنابراین هدف اصلی برنامه‌ریزی گفتار، شکل‌دهی مجرای گفتار برای تولید واژه‌هاست، زیرا حرکت اندام‌های گویایی بر مبنای واژه به واژه انجام می‌شود. واژه‌ها بر مبنای عبور جریان هوا از حنجره و برخورد نکردن به هیچ مانعی تولید می‌شوند [۳-۵]. واژه، مرکز و محور هجا را تشکیل می‌دهد. خطاهای واژه‌ای منجر به درک نشدن همخوان‌های مجاور آن می‌شود [۳].

در اثر عبور جریان هوا از حنجره و ارتعاش تارهای صوتی، صدا تولید می‌شود که به آن صوت می‌گویند. صوت بشر حامل زبان و سرنخ‌های غیرزبانی است که شنونده می‌تواند سن، جنسیت، خستگی و سایر حالات روحی گوینده را تنها با شنیدن صدای فرد تشخیص دهد [۱]. برای درک گفتار، شنونده باید بتواند آواهای گفتاری گوینده را به درستی تمیز و تشخیص دهد که

* نویسنده مسئول:

سیده سمانه میراحدی

نشانی: گروه گفتاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

تلفن: ۱۹۷۲۸۶۹ (۹۱۴) ۰۹۸

رایانامه: s.mirahadi@yahoo.com

بنابراین ضرورت تحلیل آوایی واکه‌ها از نظر آواشناسی فیزیکی روشن است.

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی واکه‌ها ساختار سازه‌ای است که به جنبه‌های تولیدی و ادراکی آن‌ها کمک می‌کند. اهمیت ساختار سازه‌ای از این نظر مشخص می‌شود که روابط میان سه سازه اول از اجزای تشخیص واکه توسط شنونده است. همچنین، کیفیت یک واکه به سازه‌های آن بستگی دارد [۸-۶]. سازه‌ها فرکانس‌هایی هستند که حین تولید واکه، در تشدید طبیعی، بیشترین شدت و دامنه را به دست آورده باشند [۹، ۴].

هر واکه چندین سازه دارد که به طور کلی سه سازه اول در تمیز واکه‌ها توسط شنونده نقش اصلی دارند [۴]، به طوری که از سازه‌های اول و دوم به عنوان خصوصیات آکوستیکی برای ارزیابی محدودیت‌های حرکتی زبان نام برده می‌شود [۱۰]؛ به این صورت که بین سازه اول با ارتفاع واکه و همچنین سازه دوم با حداکثر جایگاه تنگ‌شدگی یا وضعیت قدامی و خلفی زبان در طی تولید واکه‌ها ارتباط نزدیکی وجود دارد [۱۱]. علاوه بر زبان، شکل لب‌ها (گرد و گسترده بودن) نیز عامل مهمی در تغییر کیفیت آوایی واکه‌ها به شمار می‌رود. این ویژگی نشان‌دهنده سازه سوم واکه‌هاست [۵].

جانسون معتقد است که این سازه‌ها نشان‌دهنده شکل و اندازه مجرای صوتی هستند، اما از آنجایی که مجرای صوتی هر فردی با دیگری تفاوتی جزئی دارد، سازه‌های یک واکه در افراد مختلف تا حدودی با هم متفاوت هستند [۶]. از سازه‌ها می‌توان برای مقایسه واکه‌ها در زبان‌ها و لهجه‌های مختلف، ارزیابی‌های دقیق اختلافات گفتاری و تعیین مشخصه‌های گفتاری آن‌ها و بررسی ویژگی‌های آکوستیکی هر فرد متناسب با روند رشد آن‌ها استفاده کرد [۱۴-۱۲].

دوزبانگی پدیده‌ای است که در جوامع بشری به گسترش است. دوزبانگی به استفاده از دو زبان برای برقراری ارتباط با توجه به موقعیت‌های خاص گفته می‌شود، به طوری که فرد دوزبانه دارای توانایی تغییر رمز بین دو سیستم زبانی با توجه به موقعیت خاص است [۱۵]. ایران کشوری است که پدیده دوزبانگی در آن رواج دارد. با توجه به اینکه زبان رسمی در ایران فارسی است، سخنوران زبان‌های دیگر مانند آذری، توانایی برقراری ارتباط به هر دو زبان را دارند.

زبان آذری شامل ۹ واکه است که تنها در ۶ واکه با زبان فارسی مشابه است [۱۱]. زبان فارسی ۶ واکه دارد که از نظر ارتفاع و جایگاه زبان و گردی لب‌ها به این شرح است: پیشین، بسته، گسترده؛ e: پیشین، متوسط، گسترده؛ æ: پیشین، باز، گسترده؛ a: پسین، باز، گسترده؛ l: پسین، بسته، گرد؛ o: پسین، متوسط، گرد [۱۶].

بسیاری از مطالعات ویژگی‌های آکوستیکی واکه‌ها را بررسی کرده‌اند. یکی از مطالعاتی که ساختار سازه‌ای واکه‌ها را اندازه‌گیری کرده است مطالعه پترسون و برون (۱۹۵۲) است. آن‌ها سه سازه واکه‌های زبان انگلیسی را در ۷۶ کودک، آقا و خانم بررسی کردند. این پژوهشگران قسمت میانی موج صوتی تولیدشده در واکه‌ها را برای تحلیل انتخاب کردند. با توجه به این مطالعه، بین الگوهای ساختار سازه‌ای و درک واکه‌ها ارتباط معنی‌داری مشاهده شد [۱۷]. ایکه‌پورن و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی، واکه‌های زبان انگلیسی را در افراد انگلیسی‌زبان بررسی کردند. یافته‌های آنان نشان داد در آقایان و خانم‌ها واکه‌های /a/ بازترین، /i/ پیشین‌ترین و گسترده‌ترین است [۱۸].

در مطالعه محمدی و همکاران (۲۰۱۱)، بیشترین و کمترین مقدار سازه اول به ترتیب در واکه‌های /a/ و /i/ و بیشترین و کمترین سازه دوم و سوم در واکه‌های /i/ و /u/ گزارش شد [۱۹]. محمدی و پورقریب (۲۰۰۸) ساختارهای سازه‌ای واکه‌های زبان فارسی را تعیین و آن‌ها را بین کودکان و بزرگسالان فارسی‌زبان مقایسه کردند. یافته‌های آنان حاکی از آن بود که در هر چهار گروه (آقایان، پسران، خانم‌ها و دختران) واکه /æ/ بازترین، /i/ بسته‌ترین و پیشین‌ترین و /u/ پسین‌ترین بودند. همچنین نتایج نشان داد بسامد سازه‌ای در بزرگسالان کمتر از کودکان است [۹].

در پژوهش دیگری که محمدی و همکاران (۲۰۱۱) ساختارهای سازه‌ای و فضای واکه‌ای را در واکه‌های زبان فارسی بررسی کرده بودند، مشخص شد واکه /i/ بسته‌ترین، /æ/ بازترین، /i/ پیشین‌ترین و گسترده‌ترین، /u/ پسین و گردترین واکه‌ها هستند [۲۰]. آقاجان‌زاده و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود نشان دادند بیشترین و کمترین مقدار سازه اول در آقایان و خانم‌های طبیعی مربوط به واکه‌های /æ/ و /i/ و بیشترین و کمترین مقدار سازه دوم در هر دو جنس مربوط به واکه‌های /i/ و /u/ و بیشترین و کمترین مقدار سازه سوم در هر دو جنس مربوط به واکه‌های /u/ و /i/ است [۲].

در پژوهش مظفرزاده (۲۰۱۲) که فرکانس اول و دوم واکه‌های آذری را در لهجه تبریزی مقایسه کرده بود، واکه /i/ و /æ/ به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار F1 و واکه‌های /o/ و /i/ کمترین و بیشترین مقدار F2 را داشتند [۲۱]. نتایج مطالعه غفاروند (۲۰۱۶) با هدف بررسی ویژگی‌های آکوستیکی واکه‌های زبان آذری نشان داد سازه سوم نقش مهمی در تمیز واکه‌ها دارد و متوسط دیرش واکه‌های آذری برخلاف زبان‌های دیگر در آقایان بیشتر از خانم‌هاست [۱۱]. همچنین نتایج مطالعه دوازده‌امامی (۲۰۱۷) که واکه‌های زبان فارسی را در بزرگسالان ترک‌زبان در سطح ناکلمه بررسی کرده بود، بیانگر این بود که در خانم‌ها و آقایان واکه‌های /æ/ بازترین، /i/ پیشین‌ترین و بسته‌ترین و گسترده‌ترین، و /æ/ گردترین واکه است [۲۲].

استفاده شده در این پژوهش شامل پرسشنامه اطلاعات فردی (سن، جنسیت، دوزبانگی، وجود هرگونه بیماری مرتبط با سیستم تنفسی و گفتاری)، فرم رضایتنامه اخلاقی و یک دستگاه کامپیوتر همراه مجهز به نرم‌افزار پرت^۱ و یک دستگاه ضبط صوت سونی بود. معیار ورود افراد به این مطالعه شامل، دوزبان بودن و ویژگی‌های فیزیکی و صوتی طبیعی بود. معیار خروج از پژوهش نیز شامل، صوت غیرطبیعی و وجود هرگونه مشکل مرتبط با سیستم تنفسی و گفتاری و نیز از بین رفتن نمونه صدای افراد و مشاهده نویز در نمونه صوتی ضبط شده بود.

به منظور تشخیص ویژگی‌های صوتی طبیعی، یک نمونه گفتار کوتاه (معرفی مختصر خود) از افراد گرفته شد که معیار تعیین طبیعی بودن صدا، ارزیابی ادراکی بود. در این ارزیابی به ویژگی‌های زیروبمی (زیروبمی مناسب با سن و جنس، یکنواخت نبودن، نداشتن شکست و دامنه طبیعی زیروبمی) و بلندی (تغییرات بلندی، یکنواخت نبودن و محدوده طبیعی بلندی) و کیفیت صدا (نفس آلودگی، خشونت صدا، لرزش، تقلا) توجه شد [۲۵]. روش‌های اندازه‌گیری متغیرها غیرتأجمی بود و هیچ‌گونه آسیبی آزمودنی‌ها را تهدید نمی‌کرد. از تمام آزمودنی‌ها رضایتنامه شرکت در پژوهش گرفته شد. نمونه‌گیری در اتاقی آرام و دور از صداهای محیطی، در گروه گفتاردرمانی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام شد. برای ضبط و تجزیه و تحلیل نمونه صدای آزمودنی‌ها از نرم‌افزار پرت استفاده شد.

برای شرکت در مطالعه ابتدا اهداف پژوهش و نحوه اجرای هر مرحله، به آزمودنی‌ها توضیح داده شد. کلمات استفاده شده در این پژوهش شامل /ʃor/، /æɪr/، /ʃad/، /ʃer/، /ʃur/، /ʃad/ بودند (به استثنای کلمه /ʃad/ زیرا کلمه‌ای وجود نداشت که واژه موردنظر در بافت مناسب قرار گیرد). کلمات در یک کاغذ A۴ با رعایت تمامی اصول آوانگاری تایپ و روی میز مقابل شرکت‌کنندگان قرار داده شد. برای جلوگیری از تورش ناشی از پدیده هماهنگی در تولید، از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا کلمات را با رعایت مکث کامل در ابتدا و انتها، بخوانند. در صورت وجود هرگونه اشکال در اجرای مراحل، نحوه اجرای آزمون مجدداً به آزمودنی توضیح داده و اجرای آزمون تکرار می‌شد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها برای تحلیل آماری به منظور مقایسه دو گروه در صورت برخوردار بودن از توزیع طبیعی از آزمون t مستقل و در صورت برخوردار نبودن از توزیع طبیعی از آزمون من‌ویتنی استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام پذیرفت.

یافته‌ها

جامعه آماری پژوهش شامل ۵۰ نفر از دانشجویان دانشگاه

مطالعات انجام شده بیشتر، واژه‌های زبان فارسی را در افراد فارسی‌زبان و همچنین واژه‌های آذری را در افراد آذری‌زبان در سطح واژه بررسی کرده‌اند. تنها در مطالعه دوازده‌امامی واژه‌های زبان فارسی در بزرگسالان ترک‌زبان در سطح ناکلمه بررسی شده است. تاکنون تحقیقی با هدف بررسی واژه‌های فارسی در گویندگان دوزبان آذری فارسی در سطح کلمه انجام نشده است. با توجه به نقش مهم و محوری ساختار سازه‌ای به عنوان مشخصه فیزیکی واژه‌ها و اهمیت وجود داده‌های هنجار برای تحلیل‌های آکوستیکی به منظور فعالیت‌های پژوهشی و کارهای بالینی اعم از تعیین مناسب بودن ویژگی‌های آکوستیکی واژه‌ها متناسب با سن و جنسیت افراد، درمان اختلالات آکوستیکی ناشی از ندول تار صوتی، خیشومی‌شدگی، اختلالات تولیدی، اختلالات صوتی و تنفسی [۲۳، ۲۴].

بررسی ساختار سازه‌ای اهمیت زیادی دارد. لذا هدف از این پژوهش، بررسی ساختار سازه‌ای واژه‌های زبان فارسی در افراد دوزبان آذری و فارسی است. نتایج این پژوهش می‌تواند اطلاعات پایه‌ای را در زمینه ساختار سازه‌ای واژه و ارزیابی دقیق، تشخیص و درمان در حیطه آسیب‌شناسی گفتار و زبان افراد دوزبان آذری فارسی فراهم سازد و برای محققان و درمانگرانی که در این زمینه فعالیت می‌کنند مفید و سودمند باشد.

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع توصیفی تحلیلی بود که به روش مقطعی انجام شد. آزمودنی‌ها از بین دانشجویان دوزبان آذری فارسی، رشته‌های گفتاردرمانی، فیزیوتراپی و کاردرمانی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز به یک نسبت به روش نمونه‌گیری غیراحتمالی در دسترس انتخاب شدند. مطالعه حاضر در دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز در نیمه دوم سال ۱۳۹۳ انجام شد. حجم نمونه ۵۰ نفر انتخاب شد که نیمی از شرکت‌کنندگان خانم و نیمی آقا بودند. محدوده سنی شرکت‌کنندگان ۱۸ تا ۲۴ سال (با میانگین سنی ۲۱ سال) بود. برای تعیین حجم نمونه مطالعه حاضر با استفاده از فرمول تعیین حجم نمونه زیر و توان آزمون ۸۰، کران خطای ۰/۰۵ و انحراف معیار ۰/۰۵ و ۰/۰۸ در هر دو گروه، حجم نمونه در مجموع دو گروه حدود ۲۸ نفر تعیین شد. به منظور کاهش مقدار خطا، ۵۰ نفر در این مطالعه شرکت داده شدند.

$$n = \frac{[z_{1-\alpha/2} + z_{1-\beta}]^2 (s_1^2 + s_2^2)}{d^2}$$

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

متغیرهای بررسی شده شامل میانگین سازه‌های اول، دوم و سوم ۶ واژه زبان فارسی در بافت کلمه است. همچنین ابزارهای

1. Pratt

از کمترین به بیشترین در آقایان /æ/، /e/، /a/، /o/، /u/، /i/ و در خانمها /a/، /o/، /u/، /æ/، /e/، /i/ است.

بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی سازه‌های اول، دوم و سوم در ۶ واکه زبان فارسی در بافت کلمه در افراد دوزبانه آذری و فارسی انجام پذیرفت. شکل و اندازه مجرای صوتی بر فرکانس‌های تشدیدشده سازه‌ها تأثیر می‌گذارد و منجر به پدید آمدن کیفیت‌های آوایی گوناگون یا به عبارتی واکه‌های گوناگون می‌شود [۲۶].

سازه اول نمایانگر ارتفاع زبان در تولید واکه‌هاست. هر چه ارتفاع زبان کاهش یابد، فرکانس سازه اول نیز کاهش می‌یابد. بنابراین فرکانس سازه اول در واکه‌های بسته کمتر از واکه‌های باز است [۲۰، ۲۷]. نتایج مطالعه حاضر نشان داد بیشترین و کمترین مقدار F1 در آقایان و خانمها مربوط به واکه‌های /æ/ و /i/ در کلمات مربوطه است. این یافته با مطالعه محمدی و همکاران (۲۰۱۱) [۲۰] و محمدی و پورقریب (۲۰۰۸) [۹] در زبان فارسی و نیز پژوهش مظفرزاده (۲۰۱۲) و دوازده‌مامی و همکاران (۲۰۱۷) در زبان آذری هم‌راستا است [۲۴].

در مطالعه کودا و بال بیشترین میزان F1 در واکه باز /æ/ و کمترین آن در واکه‌های /e/ و /i/ گزارش شد [۲۸]. در مطالعه غفاروند که در زبان آذری انجام شد، بیشترین مقدار F1 در آقایان و خانمها مربوط به واکه /æ/ گزارش شد [۱۱]. نتایج مطالعه ایکپهورن در زبان انگلیسی واکه /a/ را بازترین واکه نشان داد که این تفاوت با مطالعه حاضر می‌تواند به علت تفاوت در ویژگی‌های زبان‌شناختی زبان انگلیسی و آذری باشد. ترتیب قرارگیری واکه‌ها در مطالعه حاضر با مطالعه دوازده‌مامی و همکاران در خانمها مطابقت داشت، اما در آقایان در ترتیب /e/ و /i/ تفاوتی جزئی داشت که می‌تواند به علت تفاوت در کلمه‌هایی باشد که واکه در آن بررسی شده است.

علوم پزشکی تبریز در محدوده سنی ۱۸ تا ۲۴ سال (با میانگین سنی ۲۱ سال) بود که ۲۵ نفر از آن‌ها آقا و ۲۵ نفر خانم بودند. کمترین سن گروه خانمها و آقایان به ترتیب ۱۹ و ۱۸ سال و بیشترین سن افراد شرکت‌کننده در هر دو گروه ۲۴ سال بود.

میانگین F1، F2 و F3 برای هر واکه به تفکیک جنسیت در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین مقدار در آقایان و خانمها مربوط به واکه‌های /æ/ و /i/ بیشترین و کمترین مقدار F2 در هر دو جنس مربوط به واکه‌های /i/ و /o/ گزارش شده است. در نهایت، بیشترین و کمترین مقدار F3 در آقایان مربوط به واکه‌های /i/ و /æ/ و در خانمها مربوط به واکه‌های /i/ و /a/ است.

بر اساس داده‌های جدول شماره ۱ برای مقایسه سازه‌های اول و دوم و سوم واکه‌ها بین دو گروه آقایان و خانمها، با توجه به اینکه مقدار P کمتر از ۰/۰۵ است، تفاوت معنادار آماری در سازه‌های اول و دوم و سوم واکه /e/، /æ/ و /i/ سازه اول و دوم واکه /u/ بین دو گروه آقایان و خانمها مشاهده شد. ولی در سایر واکه‌ها به علت اینکه مقدار P بیشتر از ۰/۰۵ است، تفاوت دیده نشد. در سازه‌های اول و دوم و سوم واکه‌های /a/، /o/، /u/ و سازه سوم واکه /u/ بین دو گروه از نظر آماری معنادار نیست. جزئیات مربوط به مقادیر P در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول شماره ۱ نشان می‌دهد میانگین سازه اول و سوم در خانمها در همه واکه‌ها به استثنای /u/ از آقایان بیشتر است. همچنین در سازه دوم در خانمها نیز میانگین در همه واکه‌ها به استثنای /u/ و /o/ از آقایان بیشتر است. براساس جدول شماره ۱ ترتیب میانگین سازه اول از کمترین به بیشترین در آقایان به صورت /i/، /e/، /æ/، /a/، /o/، /u/، /u/، /æ/ و در خانمها /e/، /o/، /æ/، /a/، /o/، /u/، /u/، /æ/، /a/، /o/، /u/، /æ/، /e/، /i/ است. همچنین، ترتیب میانگین سازه سوم

جدول ۱. میانگین سازه‌های اول، دوم و سوم واکه‌های فارسی در کلمات مدنظر در آقایان و خانمها

واکه در کلمه	سازه اول		P	سازه دوم		P	سازه سوم		P
	خانمها	آقایان		خانمها	آقایان		خانمها	آقایان	
/æ/ در /æ/	۶۷۶/۵۰	۸۴۴/۹۳	۰/۰۰۰	۱۷۷۵/۰۱	۱۵۴۸/۲۵	۰/۰۰۰	۲۵۸۳/۵۸	۲۷۸۵/۵۲	۰/۰۰۱
/e/ در /e/	۳۳۶/۵۳	۵۳۰/۷۳	۰/۰۰۰	۲۲۱۳/۷۷	۱۹۱۴/۱۴	۰/۰۰۰	۲۶۷۱/۱۳	۲۹۳۰/۷۳	۰/۰۰۰
/i/ در /i/	۳۰۸/۹۷	۳۷۱/۳۲	۰/۰۰۰	۲۲۱۷/۱۰	۲۵۷۵/۴۹	۰/۰۰۰	۲۹۳۹/۸۹	۳۲۰۱/۹۱	۰/۰۰۰
/o/ در /o/	۵۰۴/۰۲	۵۱۸/۸۱	۰/۴۳۸	۱۱۲۸/۱۵	۱۱۸۵/۹۹	۰/۴۷۵	۲۶۹۷/۹۵	۲۷۴۹/۴۱	۰/۴۰۴
/a/ در /a/	۶۴۶/۲۹	۷۱۷/۹۷	۰/۱۸۸	۱۳۸۸/۴۷	۱۳۴۸/۹۴	۰/۰۳۳	۲۶۴۲/۶۵	۲۷۱۹/۹۱	۰/۲۰۰
/u/ در /u/	۴۵۹/۳۰	۴۱۰/۸۶	۰/۰۰۱	۱۱۶۵/۸۵	۱۴۴۶/۰۱	۰/۰۰۱	۲۸۹۴/۹۶	۲۷۵۵/۰۰	۰/۱۴۰

دارد تا علت آن مشخص شود.

در مطالعه حاضر کمترین مقدار F۳ در خانمها مربوط به واکه /a/ است که با مطالعه محمدی و پورقریب (۲۰۰۸) در زبان فارسی همخوانی دارد. این در حالی است که در مطالعه محمدی و همکاران (۲۰۱۱) و ایکهورن و همکاران (۲۰۱۷) کمترین مقدار در هر دو جنس مربوط به واکه /u/ گزارش شده است [۹، ۲۰، ۲۱]. علت این امر این است که در مطالعه حاضر ساختار سازه‌های واکه‌ها در بافت کلمه بررسی شده است. در حالی که مطالعات ذکر شده سازه‌ها را تنها با استفاده از دیرش واکه بررسی کرده‌اند. ترتیب واکه‌های آقایان و خانمها در مطالعه حاضر با یافته دوازده‌امامی تفاوت دارد که نیاز به بررسی پژوهشی بیشتری است تا علت مشخص شود.

از محدودیت‌های این پژوهش نبود فضای آکوستیکی مناسب در گروه گفتاردرمانی به منظور ضبط بهینه صدا بود. به دنبال نتایج حاصل از این پژوهش پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، ساختارهای سازه‌های کودکان و بزرگسالان در افراد دوزبانه مقایسه شود. همچنین ساختارهای سازه‌های واکه‌ها بین افراد دوزبانه طبیعی و افراد مبتلا به بیماری‌های دستگاه تنفسی و اختلالاتی مانند کم‌شنوایی و سندرم داون و غیره مقایسه شود.

نتیجه‌گیری

واکه /æ/ و /i/ در خانمها و آقایان به ترتیب بازترین و بسته‌ترین واکه‌ها هستند. بیشتر بودن فرکانس سازه اول در خانمها نشان‌دهنده ارتفاع بیشتر زبان حین تولید واکه است. واکه‌های /i/ و /o/ در هر دو جنس به ترتیب پیشین‌ترین و پسین‌ترین واکه‌ها هستند. کاهش فرکانس سازه دوم با خلفی‌تر شدن واکه می‌تواند به دلیل کوتاه شدن فاصله محل تنگ‌شدگی از منشأ تولید آوا یعنی تارهای صوتی باشد. گسترده‌ترین واکه در آقایان و خانمها مربوط به واکه /i/ و گردترین واکه در آقایان /æ/ و در خانمها /a/ است. همچنین افزایش فرکانس سازه سوم در خانمها ناشی از بیشتر بودن دامنه حرکتی زبان در خانمهاست.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه مقطع کارشناسی نویسنده مسئول در گروه گفتاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز گرفته شده است. این پایان‌نامه با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام شده است. از تمام شرکت‌کنندگان در این پژوهش و نیز گروه آموزشی گفتاردرمانی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز که در انجام این تحقیق ما را یاری کردند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنیم.

سازه دوم به فاصله تنگ‌شدگی مسیر صوتی تا حنجره مربوط می‌شود که با وضعیت قدامی و خلفی بودن زبان در ارتباط است. بنابراین هرچه واکه پسین‌تر باشد، مقدار فرکانس سازه دوم کاهش خواهد یافت [۲۰، ۲۷]. در پژوهش حاضر همانند پژوهش‌های مظفرزاده (۲۰۱۲)، دوازده‌امامی و همکاران (۲۰۱۷) و غفاروند در زبان آذری، محمدی و پورقریب (۲۰۰۸)، محمدی و همکاران (۲۰۱۱) در زبان فارسی و ایکهورن (۲۰۱۷) در زبان انگلیسی، بیشترین مقدار F۲ در هر دو جنس، مربوط به واکه /i/ (پیشین‌ترین واکه) گزارش شد [۹، ۲۰، ۲۱]. با وجود اینکه در پژوهش محمدی و همکاران (۲۰۱۱) [۲۰] و ایکهورن کمترین مقدار F۲ مربوط به واکه /u/ در هر دو جنس گزارش شد، در مطالعه حاضر کمترین مقدار F۲ مربوط به واکه /o/ است. این یافته با مطالعه مظفرزاده و غفاروند در زبان آذری، و محمدی و پورقریب در زبان فارسی همسو است [۱۱، ۲۱]، اما در مطالعه دوازده‌امامی و همکاران کمترین مقدار F۲ در آقایان /o/ و در خانمها /u/ گزارش شده است. همچنین ترتیب واکه‌ها در مطالعه حاضر در آقایان با مطالعه دوازده‌امامی و همکاران همخوانی دارد، اما ترتیب واکه‌ها در خانمها با مطالعه دوازده‌امامی و همکاران تفاوت قابل توجهی دارد که تفاوت در تکالیف مطالعات و تأثیر بافت همخوانی می‌تواند تأثیرگذار باشد.

در این بررسی مشخص شد در واکه‌های پیشین به دلیل فاصله زیاد سازه‌های اول و دوم، مقدار نسبت سازه دوم به اول افزایش می‌یابد و برعکس. در واکه‌های پسین عکس این قضیه اتفاق می‌افتد. مقدار فرکانس سازه سوم با شکل لب‌ها و گردشدگی آن‌ها در ارتباط است [۲۷]. بنابراین هرچه فرکانس سازه سوم واکه‌ها کاهش یابد، گستردگی واکه‌ها کمتر خواهد شد. در پژوهش حاضر بیشترین مقدار F۳ در آقایان و خانمها مربوط به واکه /i/ است که این نتایج در دو مطالعه دیگر که توسط محمدی و همکاران (۲۰۱۱)، محمدی و پورقریب (۲۰۰۸)، دوازده‌امامی و همکاران (۲۰۱۷) و ایکهورن (۲۰۱۷) انجام شد نیز مورد تأیید است [۹، ۲۰]، اما در مطالعه غفاروند در خانمها بیشترین مقدار F۳ مربوط به واکه /i/ و در آقایان واکه /o/ گزارش شده است [۱۱].

نتایج مطالعه حاضر بیانگر این است که کمترین مقدار F۳ در آقایان مربوط به واکه /æ/ است که با مطالعه غفاروند و دوازده‌امامی و همکاران در زبان آذری همسو است. در مطالعه محمدی و پورقریب (۲۰۰۸) کمترین مقدار سازه سوم در واکه /o/ گزارش شد. علت این مسئله این است که در مطالعه حاضر واکه‌های فارسی در افراد دوزبانه آذری فارسی بررسی شد، در حالی که در مطالعه محمدی و پورقریب (۲۰۰۸) واکه‌های فارسی در افراد تک‌زبانه فارسی‌زبان بررسی شد. احتمالاً این تفاوت‌ها مربوط به لهجه آذری افراد دوزبانه است که روی تولید واکه‌های فارسی تأثیر گذاشته و منجر به برخی تفاوت‌ها در ساختار سازه‌های واکه‌های فارسی شده است که نیاز به انجام تحقیقات بیشتری

References

- [1] Pisanski K, Rendall D. The prioritization of voice fundamental frequency or formants in listeners' assessments of speaker size, masculinity, and attractiveness. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2011; 129(4):2201-12. [DOI:10.1121/1.3552866] [PMID]
- [2] Aghajanzadeh M, Nikravesh M, Ghorbani H. Survey the frequency of first three formants of Persian vowels in patients with vocal polyps. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2015; 4(1):41-8.
- [3] Pena Brooks A, Hegde MN. Assessment and treatment of articulation and phonological disorders in children: A dual-level text. Austin, Texas: Pro-Ed Inc; 2007.
- [4] Ansarin AA. An acoustic analysis of modern Persian vowels. Paper presented at the 9th Conference Speech and Computer. 20-22 September 2004, Saint-Petersburg, Russia. [PMID]
- [5] Nord L, Ericsson G. Acoustic investigation of cleft palate speech before and after speech therapy. *Journal of STL-QPSR*. 1985; 26(4):15-27.
- [6] Johnson K. Acoustic and auditory phonetics. *Phonetica*. 2004; 61(1):56-8. [DOI:10.1159/000078663]
- [7] Ladefoged P, Johnson K. A course in phonetics. Belmont: Thomson Wadsworth; 2006.
- [8] 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. [DOI:10.1044/1092-4388(2008/043)]
- [9] Mohamadi O, Pourgharib J. Persian vowels formants: An investigation and comparison between Persian children 7-9 years old and Persian adults 18-22 years old. *Koomesh*. 2008; 9(2):105-9.
- [10] 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. [DOI:10.2186/jjps.52.543] [PMID]
- [11] 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. [DOI:10.1515/psicl-2016-0019]
- [12] Shriberg LD, Kent RD. *Clinical phonetics*. London: Pearson; 2003.
- [13] Baken RJ, Orlikoff RF. *Clinical measurement of speech and voice*. Boston: Cengage Learning; 2000.
- [14] Natour YS, Marie BS, Saleem MA, Tadros YK. Formant frequency characteristics in normal Arabic-speaking Jordanians. *Journal of Voice*. 2011; 25(2):e75-e84. [DOI:10.1016/j.jvoice.2010.10.018] [PMID]
- [15] Jalilvand-Karimi L, Motlaghzadeh L, Mohammadkhani G, Baghban AA. The comparison of auditory capacity between bilinguals and monolinguals by consonant-vowel dichotic test. *Rehabilitation Medicine*. 2014; 2(3):19-30. [DOI:10.22037/r.m.v2i3.5693]
- [16] Hakimi A. Comparative phonetic study of frequently used words in Iranian Farsi versus Tajik Farsi. *Journal of American Science*. 2012; 8(4):6-16.
- [17] 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. [DOI:10.1121/1.1906875]
- [18] Eichhorn JT, Kent RD, Austin D, Vorperian HK. Effects of aging on vocal fundamental frequency and vowel formants in men and women. *Journal of Voice*. 2017; pii: S0892-1997(17)30161-3. [DOI:10.1016/j.jvoice.2017.08.003] [PMID]
- [19] Mohammadi R, Mohammadi B. [Studying the Persian vowel formants in students of Rehabilitation School, Iran University of Medical Sciences (Persian)] [PhD dissertation]. Tehran: Iran University of Medical Sciences; 2003.
- [20] Mohammadi H, Mohammadi R, Torabinezhad F, Rezaei M. [Formant structure and vowel space in Persian vowels (Persian)]. *Bimonthly Audiology-Tehran University of Medical Sciences*. 2011; 20(2):79-85.
- [21] Peivasti SM. An acoustic analysis of Azerbaijani vowels in Tabrizi dialect. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*. 2012; 2:7181-4.
- [22] Davazdah Emami A, Ghelichi L, Jenabi M, Amiri SY, Modaresi Y, Kamali M. [A comparative study of Persian vowel quality in the speech of 18-28 year old Turkish speakers (Persian)]. *Middle Eastern Journal of Disability Studies*. 2017; 7:27.
- [23] Dehqan A, Ansari H, Bakhtiar M. Objective voice analysis of Iranian speakers with normal voices. *Journal of Voice*. 2010; 24(2):161-7. [DOI:10.1016/j.jvoice.2008.07.005] [PMID]
- [24] Peivasti SM. An acoustic analysis of Azerbaijani vowels in Tabrizi dialect. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*. 2012; 2(7):7181-4.
- [25] Casper JK, Leonard R. *Understanding voice problems: A physiological perspective for diagnosis and treatment*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
- [26] Salehi F, Bahrani A, Pourgharib J, Torabinezhad F, Kamali M. [The Persian vowel formants in normal, moderate and severe hearing impaired students age 7-9 years in Isfahan (Persian)]. *Audiology*. 2009; 17(2):42-52.
- [27] Samare Y. [Phoneticism of Persian language (sounds and soundtrack) (Persian)]. Tehran: Markaz-e Nashr-e Daneshgahi; 1999.
- [28] Ball MJ, Gröne B. Imaging techniques. In: Ball MJ, Code C, editors. *Instrumental Clinical Phonetics*. London: Whurr; 1997. [DOI:10.1002/9780470699119]