

Survey the Frequency of First Three Formants of Persian Vowels in Patients with Vocal Polyps Aghajanzadeh M¹, Nikravesh M², Ghorbani H³

Abstract

Purpose: This study compared the vowel formants frequency in polyp patients with normal individuals in sustained vowels.

Methods: This study is cross-sectional and descriptive-analytical. Variables are: Average of first, second and third formants in six vowels of Persian. These parameters were investigated in patients with vocal fold polyps and normal subjects. People were selected from the age group of 20 to 40 years. Samples of the study included 10 patients with natural sound (5 female and 5 male) and 10 patients with polyps (5 female and 5 male).

Results: In men and women with vocal fold polyps, the highest and lowest values of first formant (F1) is in vowel / a / and / u /. Maximum and minimum values of second formant (F2) in both are in the / e / and / u / and maximum and minimum values of third formant (F3) vowels are in / u / and / e /. First and second formants of Persian vowels differ in normal voice and vocal fold polyps ($p=0.028$) however, this was not the case in the third structure ($p=0.59$)

Conclusion: Considering the structures are useful in the diagnosis and F1 and F2 can be considered more in objective evaluations.

Keywords: Formant, Vowel, Vocal Fold Polyps

دریافت مقاله: ۹۳/۵/۲۴ تایید مقاله: ۹۳/۹/۳۰

بررسی فرکانس سه سازه اول واکه های زبان فارسی در افراد مبتلا به پولیپ صوتی

مهشید آقاجان زاده^۱، مریم نیکروش^۲، هومن قربانی^۳

هدف: این پژوهش با هدف مقایسه فرکانس فرمتهای واکهها در افراد مبتلا به پولیپ صوتی و افراد طبیعی در کشیده گویی واکهها انجام شده است.

روش بررسی: پژوهش حاضر کمی است که از نوع توصیفی-تحلیلی بوده که به صورت مقطعی انجام شده است. متغیرهای مورد بررسی شامل: میانگین فرمت های اول و دوم و سوم و ۶ واکه های زبان فارسی است. این پارامترها در افراد مبتلا به پولیپ تارهای صوتی و افراد طبیعی مقایسه شد. افراد از گروه سنی ۲۰ تا ۴۰ سال انتخاب شدند. نمونه های مورد بررسی شامل ۱۰ فرد با صوت طبیعی (۵ زن و ۵ مرد) و ۱۰ فرد مبتلا به پولیپ صوتی (۵ زن و ۵ مرد) بودند.

یافته ها: در مردان و زنان مبتلا به پولیپ صوتی بیشترین و کمترین مقدار فرمت اول (F1) مربوط به واکه /a/ و /u/ است. بیشترین و کمترین مقدار فرمت دوم (F2) در هر دو جنس مربوط به واکه های /e/ و /u/ است و بیشترین و کمترین مقدار فرمت سوم (F3) مربوط به واکه های /u/ و /e/ است. سازه اول و دوم واکه های فارسی در صوت افراد طبیعی و افراد مبتلا به پولیپ صوتی متفاوت است ($p=0/028$) که این مسئله در مورد سازه سوم مطرح نیست ($p=0/59$)

نتیجه گیری: توجه به سازه ها در تشخیص گذاری سودمند است و فرمت اول و دوم می توانند در ارزیابی های ابزاری بیشتر مورد توجه قرار گیرند.

کلمات کلیدی: سازه، واکه، پولیپ صوتی

نویسنده مسئول: مهشید آقاجان زاده، Mahshid_aghajanzade@yahoo.com

آدرس: تهران، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی تهران

- ۱- دانشجوی دکتری تخصصی گفتاردرمانی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی تهران، تهران، ایران
- ۲- دانشجوی دکتری تخصصی گفتاردرمانی، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
- ۳- کارشناس ارشد کاردرمانی، مرکز آموزشی و درمانی شهید مطهری، تهران، ایران

دارد (۱۲،۱۳).

مقدمه

در میان ضایعات عضوی تارآواها، پولیپ‌ها شایعترین فرم رویشهای خوش خیم حنجره هستند (۱۴). جایگاه خاص این ضایعه حاکی از این است که پولیپ‌ها معمولا در نتیجه‌ی ضربه‌ی آوایی ایجاد می‌شوند (۱۵)، که این ضربه‌ی آوایی استرس فیزیکی روی تار صوتی است که در اثر استفاده‌ی طواری مدت از صدا یا استفاده از صوت تحت شرایط نامطلوب ایجاد می‌شود (۱۶). محمدی و همکار در سال ۱۳۸۲ پژوهشی در مورد ساختار سازه‌ای واکه‌های زبان فارسی در دانشگاه علوم پزشکی ایران انجام دادند و نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار فرمنت اول به ترتیب به واکه‌های /a/ و /i/، بیشترین و کمترین فرمنت دوم به واکه‌های /i/ و /u/ و بیشترین و کمترین فرمنت سوم به واکه‌های /i/ و /u/ مربوط می‌باشد (۱۷). محمدی تحقیقی تحت عنوان بررسی و مقایسه ساختار سازه‌ای واکه‌های زبان فارسی در کودکان ۷ تا ۹ سال و بزرگسالان ۱۸ تا ۲۲ ساله فارسی زبان در سال ۱۳۸۴ در شهر تهران انجام داد و نتایج حاصل از مقایسه ساختار سازه‌ای واکه‌ها بین دو گروه نشان داده است که همه‌ی مقادیر بسامدهای سازه‌ای واکه‌های زبان فارسی در بزرگسالان پایین‌تر از کودکان است. (۱۸).

پترسون و همکار در سال ۱۹۵۲ تولید واکه‌ها را در سطح کلمه در ۳۳ مرد و ۲۸ زن و ۱۵ کودک مورد بررسی قرار دادند (۱۲). این پژوهشگران قسمت میانی موج صوتی تولید شده در هر واکه را برای تحلیل انتخاب کردند با توجه به این مطالعه ارتباط معناداری بین الگوهای فرمنت فرکانسی و درک واکه‌ها وجود دارد (۱۲). در بررسی که توسط گولام و همکاران در سال ۲۰۱۱ انجام شد، با آنالیز فرمنت‌های اول و دوم صوت یک سیستم طبقه‌بندی اختلالات صوت برای تفکیک ۵ نوع مختلف از اختلالات صوت پدید آمد. اختلالات صوتی مورد بررسی کیست تارآواها،^۱ GERD، فلجی، پولیپ صوتی و سولکوس وکالیس بود. فرمنت اول و دوم واکه‌ها استخراج

در اثر ارتعاش تارآواها صدایی تولید می‌شود که به آن صوت می‌گویند، واحدهای حرکتی تشکیل دهنده‌ی زنجیره‌ی گفتار هجاها هستند (۱،۲). واکه مرکز، هسته و محور هجا را تشکیل می‌دهد. بنابراین ضرورت تحلیل آوایی واکه‌ها از منظر آواشناسی فیزیکی روشن است و حرکات اندام‌های گویایی بر مبنای واکه صورت می‌گیرد و شکل‌گیری مجرای گفتار برای تولید واکه‌ها هدف اصلی برنامه ریزی گفتار است (۳). جانسون (۲۰۰۳) معتقد است سازه‌ها نشان دهنده‌ی شکل و اندازه‌ی مجرای صوتی هستند اما از آنجا که مجرای صوتی هر فردی با دیگری تفاوت جزئی دارد، سازه‌های یک واکه در افراد مختلف نیز تا حدودی با هم متفاوت است (۴). سیگنال گفتاری به دو صورت بازنمایی می‌شود: (۱) بازنمایی در واحد زمان (۲) بازنمایی در واحد فرکانس که در این نوع بازنمایی ما هم فرمنت‌ها و هم هارمونیک‌ها را می‌توانیم بخوبی مشاهده کنیم (۵)

برای درک گفتار، شنونده باید قادر باشد واجهای گفتاری گوینده را به درستی تشخیص دهد که صحت تمایزگذاری بستگی به توانایی گوینده برای تولید صحیح و دقیق واجها دارد (۶،۷). تشخیص واکه‌ها براساس اندازه و شکل حفره دهان صورت می‌گیرد. همانطور که تولیدگرها و شکل حفره دهان تغییر می‌کند، فرمنت‌ها نیز تغییر می‌کنند (۸). یک فرمنت، تشدید طبیعی مجرای صوتی است. baken (۲۰۰۰) یک فرمنت را به عنوان "یک فرکانس که در آن فرکانس انتقال مجرای صوتی از فرکانس‌های نزدیک به آن مؤثرتر است، توصیف کرده است. فرمنت‌های فرکانسی در تشخیص واکه‌ها مهم هستند (۶). شکل مجرای صوتی، سازه‌های فرکانسی را مشخص می‌کند و روابط بین سازه‌های فرکانسی، یک نمایش آکوستیکی از واکه‌ها برای ما فراهم می‌کند (۹). منحنی پاسخ فرکانسی واکه‌ی تولید شده مشخص‌کننده وضعیت اندام‌های گویایی در تولید آن واکه است (۱۰، ۱۱).

فرمنت اول، ارتباط معکوسی با ارتفاع واکه دارد. بنابراین فرمنت اول اثر معکوسی روی درک ارتفاع واکه

¹Gastroesophageal reflux disease

معناداری با افراد طبیعی متفاوت بود (۲۷). کشیده‌گویی واکه‌ها در افراد مبتلا به اختلالات صوت موارد زیادی از رفتارهای صوتی را مشخص می‌کند. رفتارهایی نظیر ارتعاش منظم یا پریودیک و نامنظم یا آپریودیک مشخص می‌شود (۲۸، ۳).

در اواخر قرن بیستم با پیشرفت علم آکوستیک و تولید ابزارهای آنالوگ و دیجیتال، تحلیل ویژگی‌های آکوستیک به جنبه‌های تحلیل اختلالات صدا افزوده شد. تحلیل مشخصه‌ها و فرمتهای آکوستیکی صوت به درک بهتر تولید صوت در اندام‌های گویایی کمک می‌کند (۲۶). صدا درمانی نتیجه بخش تا حد زیادی به این بستگی دارد که آسیب‌شناس گفتار و زبان تا چه حد بتواند آنچه را که بیمار از نظر صداسازی انجام می‌دهد، درست تشخیص بدهد (۲۸). آسیب‌شناس گفتار و زبان باید رفتار بیمار را در جنبه‌های تنفس، صداسازی و تشدید، به طور مفصل بررسی کند. (۲۶). با توجه به وجود انواع دلایلی که ممکن است اختلالات صدا را ایجاد کند، تشخیص صحیح اختلالات صدا اهمیت ویژه‌ای دارد. جهت تشخیص صحیح اختلال، آسیب‌شناس گفتار و زبان بایستی صدا را از ابعاد مختلف، ادراک شنیداری، آکوستیکی، فیزیولوژیکی و روانشناختی ارزیابی نماید. همچنین وضعیت تنش عضلات حنجره و کیفیت زندگی بیمار (متأثر از اختلال صدا) باید ارزیابی شود.

این پژوهش با هدف مقایسه فرکانس فرمتهای واکه‌ها در افراد مبتلا به پولیپ تارهای صوتی و افراد طبیعی در کشیده‌گویی واکه‌ها انجام شده است. بنابراین با توجه به نیاز روزافزون برای ارزیابی‌های عینی صوتی و ضرورت استفاده از اندازه‌گیری‌های آکوستیکی برای تشخیص بین صوت طبیعی و اختلالات صوت این پژوهش با هدف دستیابی به تفاوت‌های فرمتهای واکه‌های زبان فارسی در اختلالات صوت و صوت طبیعی انجام گرفته است.

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی بوده که به صورت مقطعی انجام شده است. متغیرهای مورد بررسی شامل: میانگین فرمتهای اول و دوم و سوم ۶ واکه‌های زبان فارسی است. این پارامترها در افراد مبتلا به پولیپ تارهای صوتی و افراد طبیعی مقایسه شد. افراد از گروه سنی ۲۰ تا ۴۰ سال انتخاب شدند. دلیل انتخاب این گروه سنی این بود

شد. تفاوت فرمنت واکه‌ها در سولکوس وکالیس بیشتر از پولیپ و از سایر اختلالات مورد بررسی بیشتر بود (۱۹). دوباسن و همکاران برای تمایزگذاری بین صدای پاتولوژیک و طبیعی از آنالیز و یافتن همبستگی بین انواع مختلف پارامترهای صوتی و توصیف زمانی طیف فرمتهای استفاده کردند، با آنالیز فرمتهای واکه‌های ۷/۹۴٪ از صداهای پاتولوژیک درست تشخیص داده شده بودند و از صدای نرمال متمایز شدند (۲۰). دپاول و بروک در سال ۱۹۹۳ سازه‌های چهار واکه /a/, /e/, /i/, /u/ را در پنج فرد هنجار و پنج فرد مبتلا به تصلب ستونهای جانبی و ماده خاکستری جلویی نخاع با یکدیگر مقایسه کردند و تغییراتی را در افراد بیمار از لحاظ تراکم فضای واکه‌ای در ناحیه /i/ و /u/ و گسترش فضای واکه‌ای در ناحیه /a/ گزارش کردند. آنها علت این تفاوت‌ها را محدودیت حرکتی قدامی - خلفی زبان و باز شدن بیش از اندازه‌ی فک در بیماران گزارش کردند (۲۱). بال و کد در سال ۱۹۹۷ به تفاوت‌های فرمنت واکه /a/ از سایر فرمتهای تفاوت‌های تشخیصی بین فرمنت اول و فرمنت دوم در تحقیق خود اشاره کرده است (۲۲).

در بررسی محمد و همکاران که در سال ۲۰۱۱ انجام شد، ۶۲ بیمار مبتلا به ۶ نوع مختلف اختلالات صوت از جمله پولیپ صوتی با ۵۰ فرد با صوت طبیعی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند و نشان دادن که فرمنت اول در سولکوس وکالیس ۳۲۴ و در پولیپ ۲۷۷ هرتز کمتر از سازه اول صوت افراد طبیعی است (۲۳). دیویس در سال ۱۹۸۱ در بررسی متغیرهای صوتی به این نتیجه رسید که فرکانس فرمنت واکه‌ها در صوت افراد دیسفونی با افراد طبیعی متفاوت است و بیشترین تفاوت در فلجی یکطرفه تارهای صوتی گزارش شد (۲۴).

تعیین آسیب شناختی صوت و طبقه‌بندی آن موضوعی است که توجه انجمن بین‌المللی صوت را به خود جلب کرده است (۲۵). بیشتر پژوهش‌ها در این زمینه بر تمایزگذاری خودکار آسیب با استفاده از متدهای پردازش سیگنال دیجیتال متمرکز است (۲۶). به عنوان مثال در مطالعه دیبازر و همکاران ۵ پاتولوژی مختلف صوتی با استفاده از فرمنت فرکانسی تعیین شد. در مطالعه آنها بالاترین حساسیت تشخیصی در فلجی تارصوتی بدست آمد هنگامی که پایین‌ترین حساسیت در اختلالات پرکار صوتی بود. در صوت این بیماران اندازه فرمتهای به طور

گونه آسبایی به آزمودنی‌ها وارد نمی‌شد، از تمام آزمودنی‌ها رضایت‌نامه شرکت در پژوهش دریافت شد. سن و جنس آزمودنی‌ها در پرسشنامه ثبت می‌شد. برای ضبط و تجزیه و تحلیل نمونه‌ی صدای آزمودنی‌ها از نرم افزار PRAAT استفاده شد. نمونه‌گیری در اتاقی به دور از سر و صدا به شکلی که بیشترین میزان سر و صدا در آن ۴۵ دسی‌بل باشد انجام شد و از میکروفن mxl r77 classic ribbon استفاده شد. قبل از شروع ضبط به آزمودنی‌ها توضیح داده می‌شد که در هنگام ضبط باید ۶ واکه زبان فارسی شامل /u, o, /i, /e, /æ, /a/ را به صورت کشیده بیان کنند. روی تابلو ۶ واکه به ترتیب نوشته شده و روبه روی صدای آزمودنی نصب شد. برای جلوگیری از تورش ناشی از پدیده‌ی هماهنگی در تولید، آزمودنی باید بین پایان تولید یک واکه و شروع واکه‌ی بعدی کاملاً مکث می‌کرد. در صورت وجود اشکال در اجرای آزمون، آزمون تکرار می‌گردید. قسمت میانی صوت ضبط شده برای استخراج فرمنتها انتخاب می‌شد و فرمنتها اول، دوم و سوم در تمام واکه‌ها بدست می‌آمد. محاسبه و تجزیه و تحلیل آماری فرضیه‌های پژوهش با استفاده از آزمون‌های آماری شامل آنالیز واریانس که برای مقایسه چند گروه سنی و آزمون t که برای مقایسه دو گروه (افراد دارای پولیپ صوتی و افراد دارای صدای طبیعی) است.

یافته‌ها

جدول ۱ سازه‌های اول، دوم و سوم واکه‌های زبان فارسی را در مردان و زنان دارای صوت طبیعی و مبتلا به پولیپ صوتی را به تفکیک جنسیت نشان می‌دهد. بیشترین و کمترین مقدار فرمنت اول در مردان و زنان طبیعی مربوط به واکه /æ/ و /i/ است. بیشترین و کمترین مقدار فرمنت دوم در هر دو جنس مربوط به واکه‌های /i/ و /u/ است و بیشترین و کمترین مقدار فرمنت سوم مربوط به واکه‌های /u/ و /i/ است و در افراد مبتلا به پولیپ صوتی بیشترین و کمترین مقدار فرمنت اول در مردان و زنان مربوط به واکه /a/ و /u/ است. بیشترین و کمترین مقدار فرمنت دوم در هر دو جنس مربوط به واکه‌های /e/ و /u/ است و بیشترین و کمترین مقدار فرمنت سوم مربوط به واکه‌های /u/ و /e/ است. جدول ۲ مقدار تفاوت بین سازه‌های اول، دوم و سوم در افراد طبیعی و مبتلا به پولیپ را نشان می‌دهد. بیشترین تفاوت بین سازه اول در

که تغییرات صوتی وابسته به سن هستند و بعد از ۴۰ سالگی تغییراتی را در پارامترهای صوتی افراد می‌بینیم و قبل از ۲۰ سالگی نیز تفاوت‌هایی را با افراد گروه سنی ۲۰ ساله مشاهده می‌کنیم. بنابراین برای داشتن گروهی همگن که تفاوت‌های آکوستیکی وابسته به سن نداشته باشند از این گروه سنی، نمونه‌ها انتخاب گردیدند (۲۵).

آزمودنی‌ها از میان نمونه‌های در دسترس که به کلینیک صوت مراجعه می‌کردند انتخاب شدند نمونه‌های مورد بررسی شامل ۱۰ فرد با صوت طبیعی (۵ زن و ۵ مرد) و ۱۰ فرد مبتلا به پولیپ صوتی (۵ زن و ۵ مرد) بودند. ابتدا پرونده‌های پزشکی افراد مورد بررسی قرار می‌گرفت تا اطمینان حاصل شود که فرد مبتلا به پولیپ تارهای صوتی است و تا آن زمان تحت هیچ‌گونه برنامه صوت درمانی قرار نداشته است. گفتار هر یک از نمونه‌ها با آزمونه‌های استاندارد ارزیابی درکی مورد بررسی قرار گرفت تا اطمینان حاصل شود که از نظر تولید، تشدید و روانی گفتار مشکلی نداشته باشند. دو گفتاردرمانگر با تجربه به صدای آزمودنی‌ها گوش دادند تا با استفاده از مقیاس درکی GRBAS مشخص شود که صدای آزمودنی‌ها دیسفونیک است یا طبیعی است. در مورد افراد با صوت طبیعی نیز این ارزیابی انجام شد تا در مورد طبیعی بودن صوتشان اطمینان حاصل شود. ملاک تعیین عادی بودن یا دیسفونی بودن صوت، تشخیص هر دو گفتار درمانگر بود. همچنین برای تعیین آن، از برنامه Vocal Assessment Tiger Dr. Speech (نرم افزار ساخت شرکت Tiger DRS Inc ثبت شده در آمریکا) استفاده شد. با توجه به پژوهش مریم فهام این برنامه هریک از علایم گرفتگی، خشن بودن و نفس آلود بودن صدا را از ۰ تا ۳ درجه‌بندی می‌کند (۲۹). نمونه‌هایی که از مجموع ۳ علامت، نمره ۲ یا کمتر از آن داشتند، از نظر صوتی سالم فرض می‌شدند و آنهایی که از مجموع ۳ علامت نمره‌ی بیش از ۲ کسب می‌کردند دیسفونی تشخیص داده می‌شدند و نشان‌دهنده این بود که پولیپ تار صوتی بر ویژگیهای درکی صوت تاثیر گذاشته است. علاوه بر موارد یاد شده در هنگام نمونه‌گیری، ابتلا آزمودنی‌ها به بیماری‌های موثر بر صوت مورد بررسی قرار می‌گرفت و چنانچه آزمودنی‌ها به بیماری‌هایی چون سرماخوردگی مبتلا بودند، نمونه‌گیری به وقت دیگری موکول می‌شد.

روش‌های اندازه‌گیری متغیرها غیرتجمعی بود و هیچ-

جدول ۱: سازه های اول، دوم و سوم واکه های زبان فارسی را در مردان و زنان دارای صوت طبیعی و مبتلا به پولیپ صوتی

واکه	مردان با صدای طبیعی			مردان مبتلا به پولیپ			زنان با صدای طبیعی			زنان مبتلا به پولیپ		
	F3	F2	F1	F3	F2	F1	F3	F2	F1	F3	F2	F1
/i/	۲۸۵	۲۱۵۳	۲۸۰۳	۲۷۵۲	۱۸۳۳	۲۰۵	۳۲۰	۲۷۶۸	۳۳۲۴	۲۶۸	۲۵۳۵	۳۳۰۲
/e/	۴۸۷	۱۸۲۳	۲۶۳۹	۲۵۰۱	۱۵۶۲	۳۰۳	۵۱۲	۲۳۲۱	۳۰۸۳	۴۳۵	۲۱۰۶	۳۰۰۴
/æ/	۷۴۸	۱۴۶۰	۲۵۰۹	۲۴۶۷	۱۱۹۲	۶۳۹	۹۹۵	۱۷۲۰	۲۸۵۰	۷۲۳	۱۳۴۰	۲۷۶۹
/a/	۵۹۵	۱۰۶۸	۲۵۶۵	۲۶۷۸	۹۰۸	۶۹۹	۷۲۴	۱۱۹۳	۳۰۱۵	۶۱۵	۱۳۲۴	۲۹۵۶
/o/	۴۷۲	۸۷۵	۲۵۴۰	۲۴۱۴	۶۳۸	۳۱۱	۴۶۳	۹۱۸	۲۹۷۵	۳۲۹	۷۵۳	۲۸۰۳
/u/	۳۱۵	۷۶۹	۲۴۱۹	۲۳۲۴	۵۶۳	۲۰۲	۳۷۰	۸۳۳	۲۵۵۹	۲۴۹	۶۰۹	۲۴۴۸

جدول ۲: مقدار تفاوت بین سازه های اول، دوم و سوم در افراد طبیعی و مبتلا به پولیپ

واکه	مردان			زنان			P-value		
	F3	F2	F1	F3	F2	F1	F3	F2	F1
/i/	۸۰	۳۲۰	۵۱	۵۲	۲۳۳	۲۲	۰/۰۳۲	۰/۰۲۵	۰/۰۶۱
/e/	۱۸۴	۲۱۶	۱۳۸	۷۷	۲۱۵	۷۹	۰/۰۲۹	۰/۰۲۳	۰/۰۷۹
/æ/	۱۰۹	۲۶۸	۴۲	۲۷۲	۳۸۰	۸۱	۰/۰۲۵	۰/۰۳۴	۰/۰۶۹
/a/	۱۰۴	۱۶۰	۱۱۳	۱۰۹	۱۳۱	۵۹	۰/۰۲۱	۰/۰۳۸	۰/۰۷۲
/o/	۱۶۱	۲۳۷	۱۲۶	۱۳۴	۱۶۵	۱۷۲	۰/۰۱۸	۰/۰۳۴	۰/۰۶۴
/u/	۱۱۳	۲۰۶	۹۵	۱۲۱	۲۲۴	۱۱۱	۰/۰۳۴	۰/۰۲۸	۰/۰۷۳

بحث و نتیجه گیری

نتایج آنالیز واریانس در بررسی تفاوت سازه های اول، دوم و سوم در مجموع نمونه ها معنادار بود ($p=0/034$) برای یافتن محل تفاوت آزمون توکی (tukey test) در گروهها تکرار شد و تفاوت معنادار بین سازه اول و دوم در افراد طبیعی و افراد مبتلا به پولیپ مشاهده شد ($p=0/028$). اما تفاوت معناداری بین سازه های سوم در افراد طبیعی و افراد مبتلا به پولیپ مشاهده نشد ($p=0/059$). یک دلیل برای نبود تفاوت معنادار بین سازه سوم و سایر سازه ها این است که پولیپ صوتی روی تنش مجرای صوتی و وضعیت قرارگیری زبان بیشتر تأثیر می گذارد و فرمنت سوم که متاثر از گردشگری یا گستردگی لبهاست را چندان نمی تواند تحت تأثیر قرار دهد. از آنجا که بسیاری از ضایعات خوش خیم تارآواها به دلیل تنش عضلات پیراآنجرهای ایجاد می شوند و پولیپ نیز در مواردی

افراد طبیعی و مبتلا به پولیپ تار صوتی در مردان مربوط به واکه /e/ ($p=0/02$) و کمترین تفاوت مربوط به واکه /i/ ($p=0/03$) است. در زنان بیشترین تفاوت سازه اول مربوط به واکه /æ/ ($p=0/02$) و کمترین تفاوت مربوط به واکه /i/ ($p=0/03$) است. بیشترین تفاوت بین سازه دوم در افراد طبیعی و مبتلا به پولیپ تار صوتی در مردان مربوط به واکه /æ/ ($p=0/03$) و کمترین تفاوت مربوط به واکه /a/ ($p=0/03$) است. در زنان بیشترین تفاوت سازه دوم مربوط به واکه /æ/ ($p=0/03$) و کمترین تفاوت مربوط به واکه /a/ ($p=0/03$) است. بیشترین تفاوت بین سازه سوم در افراد طبیعی و مبتلا به پولیپ تار صوتی در مردان مربوط به واکه /e/ ($p=0/07$) و کمترین تفاوت مربوط به واکه /æ/ ($p=0/06$) است. در زنان بیشترین تفاوت سازه سوم مربوط به واکه /o/ ($p=0/06$) و کمترین تفاوت مربوط به واکه /i/ ($p=0/06$) است.

طبیعی متفاوت است و بیشترین تفاوت در فلجی یکطرفه تارهای صوتی گزارش شد (۲۴). در تحقیق محمد گزارش شده است که فرمنت اول در سولکوس وکالیس ۳۲۴ و در پولیپ ۲۷۷ هرتز کمتر از سازه اول صوت افراد طبیعی است و نتیجه این مطالعه با آن همخوانی دارد (۲۳).

سازه اول و دوم واکه‌های فارسی درصوت افراد طبیعی و افراد مبتلا به پولیپ صوتی متفاوت است که این مسئله در مورد سازه سوم مطرح نیست و توجه به فرمنت اول و فرمنت دوم می‌تواند در ارزیابی‌های ابزاری بیشتر مورد توجه قرار گیرد و این مسئله می‌تواند در غربالگری‌های صوت و ارزیابی‌های اولیه برای تفکیک صوت طبیعی و مبتلا به پولیپ به کار گرفته شود تا قبل از انجام عکسبرداری از حنجره و صرف وقت و هزینه از این تفاوت‌های آکوستیکی برای تشخیص و تمییز بین دو گروه استفاده شود.

به دنبال نتایج حاصله از این پژوهش پیشنهاد می‌شود وضعیت آکوستیکی واکه‌های زبان فارسی در سایر اختلالات صوتی نیز مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان از مقایسه این تمایزات در ارزیابی و درمان این گروه از بیماران بهره برد. از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان نبود فضای آکوستیکی مناسب در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی برای ضبط بهینه صدا را نام برد.

سپاسگزاری

از تمام همکارانی که در راستای این پژوهش مساعدت نموده‌اند کمال تشکر را دارم.

منابع

1. Ashby P. Speech sounds. 2nd ed. New York: Routledge; 2005.
2. Yunusova Y, Weismer G, Westbury JR, Lindstrom MJ. Articulatory movements during vowels in speakers with dysarthria and healthy controls. J Speech Lang Hear Res. 2008; 51(3): 596-611.
3. Samareh Y. Persian phonetics. 2nd ed. Tehran: Iran University Press; 2001.
4. Johnson K. Acoustic auditory phonetics. 2nd ed. Wiley-Blackwell; 2003.
5. Ramsdell HL, Oller DK, Ethington CA. Predicting

همزمان با افزایش تنش‌ها ایجاد می‌شود و در مواردی دیگر همزمان با ایجاد پولیپ، فرد برای جبران محدودیت ایجاد شده در پارامترهای مختلف صوتی از حرکات جبرانی و وارد آوردن فشار بیشتر بر حنجره در هنگام تولید صوت استفاده می‌کند، پس افزایش تون عضلانی یکی از دلایل تغییر در حرکات اندامهای گویایی به خصوص زبان می‌شود. اما در مورد فرمنت سوم همانطور که نتایج تحقیق نشان می‌دهد تغییرات معنی‌دار مشاهده نمی‌شود.

همانطور که بیشتر اشاره شد شکل و اندازه‌ی مجرای صوتی در تولید واکه‌ها بر فرکانس‌های تشدید شده یا فرمنت‌های واکه‌ها تاثیر می‌گذارد. فرمنت اول نمایانگر ارتفاع زبان در تولید واکه‌هاست. هرچه ارتفاع زبان کاهش یابد، فرمنت اول افزایش می‌یابد. بنابراین در واکه /a/ فرمنت اول بالا است. فرمنت دوم با محل گرفتگی رابطه دارد و هرچه محل گرفتگی جلوتر باشد فاصله فرمنت دوم از فرمنت اول بیشتر خواهد بود. در این پژوهش نیز فاصله فرمنت اول از فرمنت دوم زیاد است که خود تاییدی بر این است. گسترده شدن لب باعث افزایش فرمنت سوم می‌شود که این در واکه /u/ مشاهده می‌شود. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های بال و کد که نشان می‌دهد بیشترین میزان فرمنت اول در واکه /æ/ و کمترین میزان آن در واکه‌های /e/ و /i/ است همخوانی دارد (۲۲). در بررسی که توسط گولام و همکاران انجام شد نیز تفاوت‌های معنی‌داری بین فرمنت اول و دوم واکه‌ها در صوت مختل و صوت طبیعی در ۵ نوع اختلال صوت مورد بررسی یافت شد که یافته‌های آنها با یافته‌های این پژوهش مبنی بر توانایی تمایزگذاری بین صوت طبیعی و مبتلا به پولیپ با تحلیل فرمنت‌های فرکانسی اول و دوم مطابقت دارد (۱۹).

در مقایسه سازه‌ها در افراد طبیعی و مبتلا به پولیپ صوتی تفاوت بین سازه‌های اول در دو گروه در واکه /e/ بیشترین و در واکه /o/ کمترین است و ارتباط معنادار است یعنی تفاوت بین سازه اول در دو گروه این فرضیه که به کمک تفاوت‌های فرمنتی می‌توان بین صوت طبیعی و مبتلا به پولیپ تشخیص‌گذاری کرد را اثبات می‌کند. نتایج این تحقیق با تحقیق دیویس مطابقت دارد. دیویس در بررسی متغیرهای صوتی به این نتیجه رسید که فرکانس فرمنت واکه‌ها در صوت افراد دیسفونی با افراد

- Phonetic transcription agreement: insights from research in infant vocalizations. *Clin Linguist Phon.* 2007; 21(10): 793-831.
6. Baken RJ. clinical measurement of speech and voice. Africa: Singular; 2000.
 7. Ladefoged P. A course in phonetics. San Diego: Harcourt Brace Jovanovich; 2006.
 8. Ladefoged P. Vowels and consonants an introduction to the sounds of language. 2nd ed. Oxford: Blackwell Publishers; 2005.
 9. Akpinar ME, Kocak I, Gurpinar B, Esen HE. Effects of soft palate implants on acoustic characteristics of voice and articulation. *J Voice.* 2011; 5(3): 381-6.
 10. Boone DR, McFarlane SC, Von Berg SL. The voice and voice therapy, 7th ed. Boston: Pearson/Allyn & Bacon; 2005.
 11. Lima-Gregio AM, Dutka-Souza Jde C, Marino VC, Pegoraro-Krook MI, Barbosa PA. Spectral findings for vowels [a] and [a] at different velopharyngeal openings. *Pró-Fono.* 2010; 22(4): 515-20.
 12. Sapir S, Ramig LO, Spielman JL, Fox C. Formant centralization ratio: a proposal for a new acoustic measure of dysarthric speech. *J Speech Lang Hear Res.* 2010; 53(1): 114-25.
 13. Lee MT, Thorpe J, Verhoeven J. Intonation and phonation in young adults with Down syndrome. *J Voice.* 2009; 23(1): 82-7.
 14. Dikkers, F.G. and Nikkels, P.G.J.: Benign lesions of the vocal folds: Histopathology and phonotrauma. *Annals of Otolaryngology and Laryngology*, 1995; 104: 698-703.
 15. Jiang J, Stern J, Chen HJ et al. Vocal efficiency measurements in subjects with vocal polyps and nodules: a preliminary report. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology* 2004; 113: 277-82.
 16. Johns MM. Update on the etiology, diagnosis, and Treatment of vocal fold nodules, polyps, and cysts. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery* 2003; 11: 456-61.
 17. 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]
 18. 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]
 19. Muhammad, Ghulam, et al. "Automatic voice disorder classification using vowel formants." *Multimedia and Expo (ICME), 2011 IEEE International Conference on.* IEEE, 2011.
 20. Dubuisson, T., Dutoit, T., Gosselin, B., & Remacle, M. On the use of the correlation between acoustic descriptors for the normal/pathological voices discrimination. *EURASIP Journal on advances in signal processing* 2009: 5.
 21. DePaul R, Brooks BR. Multiple orofacial indices in amyotrophic lateral sclerosis. *J Speech Hear Res* 1993; 36(6): 1158-67.
 22. Ball MJ, Code C. Instrumental clinical phonetics. 1st ed. London: Whurr publication; 1997.
 23. Muhammad et al.: Formant analysis in dysphonic patients and automatic Arabic digit speech recognition. *Bio Medical Engineering OnLine* 2011. 10:41.
 24. Davis S. Acoustic characteristics of normal and pathological voices. *American Speech-Language-Hearing Assoc* 1981; 97-115.
 25. Sumita YI, Ozawa S, Mukohyama H, Ueno T, Ohyama T, Taniguchi H. Digital acoustic analysis of five vowels in maxillectomy patients. *J Oral Rehabil.* 2002; 29(7): 649-56.
 26. Manfredi C, Kob M. New trends in voice pathology detection and classification. *Biomedical Signal Processing and Control, Editorial.* 4, 171-172 (2009). doi: 10.1016/j. bspc. 2009.07.001.
 27. AA Dibazar, TW Berger, SS Narayanan, Pathological voice assessment. (*Proc. IEEE Engineering in Medicine and Biology.*

28. Colton, R. H., Casper, J. K., & Leonard, R. Understanding voice problems: A physiological perspective for diagnosis and treatment (4 Ed.). Baltimore, MD: Lippincott Williams and Wilkins. 2011.
29. Faham M. Studying voice and voice problems in teachers regions 3 and 4 of Education in Tehran. [MSc Thesis].Tehran: School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences; 2006.