

بررسی شاخص‌های آکوستیک صدای بزرگسالان طبیعی فارسی زبان

حسین باغیشنی^۱ (M.Sc.)، ابوالفضل صالحی^{۲*} (Ph.D.)، مهدی تهمتن^۱ (M.Sc.)، مسعود کریملو^۲ (Ph.D.)

۱- گروه گفتار درمانی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران

۲- گروه آمار زیستی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران

چکیده

هدف: ارزیابی صوت به شیوه‌های مختلفی انجام می‌شود که یکی از پرکاربردترین و دقیق‌ترین نوع آن ارزیابی آکوستیک است. از مهم‌ترین پارامترهایی که در این نوع ارزیابی سنجیده می‌شود بسامد پایه، آشفتگی بسامد، آشفتگی شدت، نسبت هارمونی به نویز می‌باشد. مطالعات متعددی در دیگر زبان‌ها جهت هنجار کردن این پارامترها انجام شده است ولی به دلیل تاثیرپذیری این شاخص‌ها از ویژگی‌های زبان‌شناختی، فرهنگی و نژادی یافته‌های آن‌ها قابل تعمیم به زبان فارسی نیست. هدف از انجام این مطالعه تعیین و مقایسه شاخص‌های آکوستیک فوق بین دو جنس و دو گروه سنی تعیین شده است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه‌ی توصیفی-تحلیلی بر روی ۱۰۰ بزرگسال طبیعی فارسی زبان ۲۰ تا ۴۰ سال شهر تهران انجام شد. نمونه‌های صوتی افراد (در سه سبک آواسازی) ضبط شد و سپس توسط نرم‌افزار نسخه ۳/۹ Praat مورد بررسی قرار گرفت و مقادیر شاخص‌های آکوستیک فوق استخراج شد.

یافته‌ها: بسامد پایه تنها شاخصی است که در بین شاخص‌های مورد بررسی بین دو جنس تفاوت معناداری داشت ($p < 0.05$). نتایج مقایسه‌ی بین دو گروه سنی در افراد مذکر نشان داد که بسامد پایه (در سبک عادت‌ی و بم) و نیز آشفتگی بسامد (در سبک بم) بین دو گروه سنی تفاوت معناداری داشتند ($p < 0.05$). در افراد مونث شاخص‌های بسامد پایه (سبک زیر) آشفتگی بسامد (سبک زیر)، آشفتگی شدت در هر سه سبک و نسبت هارمونی به نویز نیز در هر سه سبک با افزایش سن تغییر می‌کند ($p < 0.05$). در مقایسه بین سبک‌های صوتی، تغییر سبک از عادت‌ی به زیر و نیز از بم به زیر هم در افراد مذکر و هم در افراد مونث باعث افزایش معنادار نسبت هارمونی به نویز شد. نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاصله به نظر می‌رسد شاخص‌های آکوستیک در زنان بیش‌تر از مردان تحت تأثیر تغییرات سنی قرار می‌گیرد. و سبک صوتی بر نسبت هارمونی به نویز تأثیر می‌گذارد.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های آکوستیک، صوت‌شناسی، آواشناسی گفتار، کیفیت صدا، آواسازی

مقدمه

ارزیابی صوت به شیوه‌های گوناگونی انجام می‌شود که از انواع آن می‌توان به ارزیابی ادراکی و ارزیابی آکوستیک اشاره کرد. ارزیابی ادراکی یک ارزیابی ذهنی است و بسته به تجربه ارزیاب می‌تواند نتایج متفاوتی داشته باشد [۱]. ارزیابی آکوستیک نسبت به ادراکی به علت مزایایی همچون عینی بودن [۲]، کمک به تصمیم‌گیری مستند و دقیق درباره وجود یا عدم

وجود اختلال صوت [۳-۸]، ایجاد فیدبک مناسب برای درمان، ارائه اطلاعات مستند [۲، ۷-۹] و قابل مقایسه [۲] از پیشرفت درمان و نیز کمک به فهم بهتر فیزیولوژی زیربنایی گفتار [۱۰، ۱۱] و پاتوفیزیولوژی تولید صوت [۱۲] بیش‌تر مورد توجه قرار می‌گیرد.

پارامترهای متداول آکوستیکی که در ارزیابی آکوستیک مورد استفاده قرار می‌گیرند بسامد پایه

۲۰۰۲، میانگین بسامد پایه و آشفستگی بسامد را در ۱۲۰۰ نفر زنان و مردان چینی در ۵ گروه سنی قبل از بلوغ، بعد از بلوغ تا ۳۰ سالگی، ۳۱ تا ۴۵ سالگی، ۴۶ تا ۶۰ ساله و ۶۱ سال به بالا بررسی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که مشخصه‌های آکوستیکی صوت در زنان و مردان متفاوت است و میانگین بسامد پایه و آشفستگی بسامد در زنان بیش‌تر از مردان است [۱۸]. وانگ و همکارش در سال ۲۰۰۴، صوت بزرگسالان طبیعی تایوانی را به وسیله نرم‌افزار CSL با کشیدن واکه /a/ مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. در این مطالعه ۴۵ زن و ۴۵ مرد با دامنه سنی ۲۰ تا ۵۰ سال (۳ گروه سنی در هر جنسیت) مورد بررسی قرار گرفتند. بنا بر نتایج این تحقیق، بسامد پایه در واکه /a/ در زنان بالاتر از مردان اما سطح فشار صوتی و آشفستگی بسامد در دو گروه تفاوت معناداری نداشت اما آشفستگی شدت و نسبت هارمونی به نویز در مردان در زیرگروه‌های سنی متغیر بود [۱۲]. آوان (Awan) در سال ۲۰۰۶ در آمریکا برای درک تأثیر سن روی صوت زنان و با بررسی معیارهای آکوستیکی صوت و عمل‌کرد تنفسی، مطالعه‌ای را در گروه‌های سنی ۱۸ تا ۳۰، ۴۰ تا ۴۹، ۵۰ تا ۵۹، ۶۰ تا ۶۹، ۷۰ تا ۷۹ ساله انجام داد. جنبه‌های آکوستیکی صوت شامل بسامد پایه هنگام صحبت کردن، انحراف معیار زیرویمی، آشفستگی بسامد، آشفستگی شدت و نسبت هارمونی به نویز و جنبه‌های تنفسی شامل ظرفیت حیاتی، حداکثر زمان آواسازی و ظرفیت حیاتی تفاوت معناداری داشت [۱۹]. گوی (Goy) و همکاران در سال ۲۰۱۳ در مطالعه‌ای به تعیین استاندارد داده‌های صوتی افراد طبیعی کانادایی پرداختند. حجم نمونه این مطالعه ۲۹۲ نفر (۱۵۹ جوان و ۱۳۳ مسن) بود که با آزمایش‌های خواندن متن و کشیدن واکه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که زنان مسن فرکانس پایه کوچک‌تر نسبت زنان جوان‌تر داشتند که این مورد در مردان معنادار نبود. آشفستگی شدت برای مردان با افزایش سن افزایش می‌یابد و برای زنان، آشفستگی شدت و آشفستگی بسامد هیچ‌کدام افزایش نمی‌یابد. پارامترهای دیگر برای هر دو گروه سنی مشابه بود [۲۰].

(Fundamental frequency)، آشفستگی دامنه شدت (Shimmer)، آشفستگی بسامد (Jitter) و نسبت هارمونی به نویز (Harmony to noise ratio) می‌باشد [۱]. بسامد پایه بیانگر سرعت ارتعاش تارهای صوتی است و پایین‌ترین بسامد صدای تارهای صوتی را بسامد پایه می‌گویند [۱۳]. منظور از آشفستگی بسامد و آشفستگی شدت به ترتیب، آشفستگی بسامدی یا تغییرات سیکل به سیکل در بسامد ارتعاش تار آواها و دیگری آشفستگی در دامنه سیگنال صوتی است. در کل بالا بودن مقدار این دو پارامتر با کاهش در کیفیت صوت مرتبط است [۱۴]. نسبت هارمونی به نویز هم به نسبت میانگین انرژی اجزای هارمونیک در محدوده‌ی ۷۰ تا ۴۵۰۰ هرتز به انرژی اجزای غیر هارمونیک در محدوده‌ی ۱۵۰۰ تا ۴۵۰۰ هرتز است. نسبت هارمونی به نویز یک ارزیابی کلی از وجود نویز در سیگنال مورد تجزیه و تحلیل است [۱۵].

مطالعات متعددی جهت بررسی شاخص‌های آکوستیک انجام شده است و بسیاری از این شاخصه‌ها در کشورهای دیگر ثبت شده است. که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد.

زانگ (Zhang) و همکارانش در سال ۱۹۹۹ برخی ویژگی‌های آکوستیک صوت زبان چینی را به وسیله نرم‌افزار Dr speech در ۱۵۳ فرد طبیعی جوان بررسی کردند. مقادیر آشفستگی بسامد (0.18 ± 0.07) ، آشفستگی شدت (0.74 ± 1.06) و نسبت هارمونی به نویز (3.09 ± 25.39) بسامد پایه در مردان $(24.27 \pm 16.0/81)$ و در زنان $(35.89 \pm 29.7/42)$ و در مجموع $(70.77 \pm 20.6/35)$ به دست آمد. نتایج تفاوت‌های معنادار بسامد پایه بین دو جنس را نشان داد [۱۶]. فرناندز (Fernandez) و همکارانش در سال ۱۹۹۹، در پژوهشی ویژگی‌های صوتی ۱۵۴ زن و مرد سالم غیر سیگاری اسپانیایی را در حین کشیده بیان کردن واکه /a/ توسط نرم‌افزار Dr speech مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که جنس و سن بر آشفستگی بسامد و آشفستگی شدت و نسبت هارمونی به نویز تأثیر قابل ملاحظه‌ای نمی‌گذارد [۱۷]. هو (Hou) و همکارش در سال

فرکانس بین زنان ($1/21 \pm 0.3\%$; $0/22 \pm 0.1\%$) و مردان ($1/22 \pm 0.2\%$; $0/23 \pm 0.2\%$) تفاوت معناداری مشاهده نشد و نسبت هارمونی به نویز در زنان ($0/96 \pm 18/81$) dB بیش‌تر از مردان بود [27].

صفراریان در سال ۱۳۸۸ در پژوهشی که بر روی ۳۲۰ فرد ۹ تا ۵۰ ساله انجام داد به بررسی تغییرات بسامد پایه و آشفستگی بسامد و آشفستگی شدت در واکه‌ها و شمارش اعداد با استفاده از نرم‌افزار Dr. Speech پرداخت. نیم‌رخ تغییرات بسامد پایه در زنان و مردان متفاوت بود. میانگین بسامد تا ۱۳ سالگی در هر دو جنس تقریباً برابر بود. پس از ۱۳ سالگی افت مشخص بسامد پایه در مردان دیده شد که از لحاظ آماری معنی‌دار بود. در هر دو جنس بین ۲۰ تا ۴۰ سالگی بسامد پایه ثبات نسبی داشت. در مقایسه‌ای که در آشفستگی بسامد و آشفستگی شدت بین دو جنس انجام داد مشخص شد که کم‌ترین تفاوت میانگین آشفستگی شدت در واکه /a/ بین دو جنس در گروه ۴۰ ساله ($0/093$) و بیش‌ترین تفاوت در گروه ۱۱ ساله ($0/851$) می‌باشد و کم‌ترین تفاوت میانگین آشفستگی بسامد در واکه /a/ بین دو جنس در گروه ۵۰ ساله ($0/002$) و بیش‌ترین تفاوت در گروه ۹ ساله ($0/137$) می‌باشد [28].

بازیار و همکاران در سال ۱۳۹۲ پژوهشی با عنوان تعیین میانگین بسامد پایه، آشفستگی بسامد و آشفستگی شدت در گفتار خودانگیخته افراد طبیعی ۱۸ تا ۲۹ ساله فارسی زبان روی ۶۴ دانشجوی فارسی زبان دانشکده توان‌بخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران انجام داد. در این پژوهش مقادیر فرکانس پایه در مردان ($17/66 \pm 132/41$) و در زنان ($30/97 \pm 239/63$)، آشفستگی بسامد در مردان ($1/85$) و زنان ($1/64$)، آشفستگی شدت در مردان ($8/24$) و زنان ($10/96$) به‌دست آمد [29]. این مطالعه با استفاده از گفتار آزمایشی گفتار خودانگیخته انجام شده است که نسبت به آزمایش کشیدن واکه از ارجحیت کم‌تری برخوردار است.

برنامه‌ی دیگری که قابلیت تحلیل آکوستیک صوت را دارد برنامه praat است. این برنامه، رایگان بوده و به راحتی برای

ولی با توجه به این نکته که ویژگی‌های آکوستیکی تحت تأثیر فرهنگ [۲۱-۲۳] و نژاد [۲۴] و ویژگی‌های زبان‌شناختی [۲۵] قرار می‌گیرد این داده‌ها برای زبان فارسی قابل استفاده نیست. متأسفانه مطالعات اندکی به بررسی شاخص‌های آکوستیک افراد فارسی زبان ایرانی پرداخته‌اند. چند پژوهشی که در ایران صورت گرفته با استفاده از برنامه Dr.Speech انجام شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به پژوهش‌های زیر اشاره کرد.

لیلا ارمنی در سال ۱۳۸۲ میانگین بسامد پایه، آشفستگی بسامد و آشفستگی شدت را در صوت افراد عادی فارس، ترک و کرد در زبان فارسی را با حجم نمونه ۱۱۵ نفر دانشجوی ترک، فارس یا کرد زبان (۷۸ زن و ۳۷ مرد) با استفاده از جملات آزمون لب‌خوانی سارا و ۶ واکه زبان فارسی که به وسیله نرم‌افزار Dr.speech مورد بررسی قرار داد. بنا بر نتایج این پژوهش، میانگین بسامد پایه، میانگین دامنه تغییرات بسامد پایه و آشفستگی بسامد در زنان به طور معناداری بالاتر از مردان بوده ولی آشفستگی شدت در زنان و مردان تفاوت نداشت. میانگین بسامد پایه، میانگین دامنه تغییرات بسامد پایه، آشفستگی بسامد و آشفستگی شدت در مردان و زنان بر حسب زبان آزمودنی‌ها تفاوت معناداری نداشت [26]. هدف اصلی این پژوهش مقایسه ویژگی‌های صوت در زبان‌های متفاوت بوده که تکلیف‌های مورد بررسی به زبان فارسی انجام شده است.

دهقان در سال ۱۳۸۷ در مطالعه‌ای بر روی ۹۰ نفر از افراد بزرگسال طبیعی فارسی زبان شهر زاهدان (۴۵ مرد و ۴۵ زن) با استفاده از نرم‌افزار Dr. Speech 0/4 پارامترهای آکوستیکی فرکانس پایه، آشفستگی شدت، آشفستگی بسامد، نسبت هارمونی به نویز، نسبت صوتی (SPL) و حداکثر زمان آواسازی را بررسی کرد. میزان فرکانس پایه واکه‌های /a/ و /i/ در زنان ($1/16 \pm 214/64$; $1/5 \pm 228/06$) Hz به طور معنی‌داری بیش‌تر از مردان ($0/94 \pm 112/82$) Hz بود. میزان حداکثر زمان آواسازی در مردان بیش‌تر از زنان بود. در آشفستگی شدت و آشفستگی

سنی ۲۰ تا ۲۹ سال و ۳۰ تا ۳۹ سال در هر دو گروه جنسی (هر گروه ۲۵ نفر) انجام شد. انتخاب نمونه از امکانی که در آن‌ها افراد ۲۰ تا ۴۰ سال حضور داشتند (مثل مراکز آموزشی، شرکت‌ها و ادارات) و بر اساس معیارهای ورود و خروج و به صورت در دسترس انجام شد. فرد نباید شکایت صوتی می‌داشت و گفتاردرمان متخصص در حیطه صوت باید سلامت صوت فرد را با ارزیابی ادراکی تایید می‌کرد و نیز به طور داوطلبانه به انجام آزمودنی‌ها می‌پرداخت. معیارهای خروج که با استفاده از پرسش‌نامه مشخص شد شامل موارد زیر بود: گرفتگی صوت در روز نمونه‌گیری، وجود تاریخچه اختلال صوت، سابقه دریافت آموزش صوت رسمی یا صوت‌درمانی، ابتلا به بیماری یا شرایطی (نورولوژیکی، تنفسی، عفونت تنفسی یا سرماخوردگی یا آلرژی) که بر عمل‌کرد صوت طبیعی فرد تأثیرگذار باشد، وجود مشکلات شنوایی، وجود ناهنجاری‌های ساختاری در حنجره، دهان و گلو، عادت به مصرف قلیان، الکل یا سیگار، سابقه مداخله تهاجمی در سر و گردن در ۱۸ ماه اخیر، قادر به تولید ۵ ثانیه واکه ممتد با زیر و بمی‌های متفاوت بعد از ۱۰ دقیقه آموزش نباشد. پس از انتخاب نمونه‌ها، جهت گرفتن نمونه صدا اتاقی با شرایط دمایی مناسب و با نویز کم‌تر از ۳۰ دسی‌بل انتخاب می‌شد و از آزمودنی خواسته می‌شد که در حالی که در وضعیت نشسته و کاملاً صاف قرار گرفته بود نمونه صدای مد نظر (واکه /a/ و /i/ در سه سبک صوتی) را تولید کند. قبل از گرفتن نمونه صدا از آزمودنی خواسته می‌شد تا کشیدن واکه /a/ (خلفی‌ترین واکه) و /i/ (قدامی‌ترین واکه) را ۲ بار انجام دهد تا با روش کار آشنا شود و پس از آموزش آزمودنی ضبط‌کننده صدا (Sony IC recorder M10) در فاصله ۱۵ سانتی از دهان وی به صورت ثابت قرار می‌گرفت. سپس آزمودنی ابتدا واکه /a/ را ۶ ثانیه در زیر و بمی و بلندی عادت‌ی تولید می‌کرد. در مرحله بعد از او خواسته می‌شد که واکه را در سه سبک عادت‌ی، بم و زیر تولید کند. پس از جمع‌آوری نمونه‌های صوت این نمونه‌ها توسط برنامه voice report نرم‌افزار praat تحلیل و مقادیر پارامترهای آشفستگی

همه قابل دسترس است [۳۰] از این رو کاربرد بیش‌تری در بافت بالینی دارد.

بر اساس مطالعات آستانه‌هایی که به عنوان نرمال برای یک برنامه خاص (مثلاً Dr.Speech) گزارش شده‌اند منحصر به همان برنامه می‌باشد و نمی‌توان به دیگر برنامه‌ها تعمیم داد [۳۱] به عبارتی برنامه‌های تحلیل آکوستیک مختلف می‌توانند مقادیر متفاوتی از شاخص‌های آکوستیک یک صدا ارائه دهند [۳۲-۳۴] پس هر برنامه تحلیل آکوستیک، نیازمند ارائه اطلاعات هنجار می‌باشد. نکته دیگری که در پژوهش‌های داخلی نادیده گرفته شده این موضوع است که اطلاعاتی که در بلندی و زیر و بمی عادت‌ی برای آشفستگی به‌دست می‌آید را نمی‌توان با اطمینان تعمیم داد چون آشفستگی بسامد و آشفستگی دامنه شدت به طور معناداری تحت تأثیر میانگین بسامد [۳۶،۳۵،۱۶] و شدت [۲۲،۱۷] قرار می‌گیرد. در این پژوهش جهت حذف تأثیر بسامد بر آشفستگی، پارامترهای آکوستیک را در زیر و بمی‌های متفاوت اندازه گرفته شد.

با توجه به آن‌چه در بالا گفته شد به نظر می‌رسد که باید مطالعات بیش‌تری با برنامه‌های تحلیل آکوستیک متنوع و فراگیرتر نسبت به آن‌چه قبلاً انجام شده و با نمونه معرف از جامعه هدف و آزمایش‌هایی بیش‌تر انجام شود تا بتوان اطلاعات استاندارد و قابل اطمینان که برای کاربران بیش‌تری قابل استفاده باشد را ارائه داد. بنابراین در این مطالعه سعی شده که اطلاعات آکوستیک معرف و قابل اطمینانی، از گروه‌های سنی و جنسی مختلف ارائه شود تا از آن بتوان در کارهای بالینی و فهم بهتر ویژگی‌های صوتی افراد بزرگسال فارسی زبان بهره برد. لذا هدف این پژوهش تعیین و بررسی شاخص‌های آکوستیک صدای بزرگسالان طبیعی فارسی زبان و مقایسه این شاخص‌ها بین دو گروه جنسی و گروه‌های سنی ۲۰ تا ۲۹ و ۳۰ تا ۳۹ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش مقطعی به روش توصیفی تحلیلی روی ۱۰۰ نفر بزرگسال طبیعی فارسی زبان ساکن تهران در دو گروه

خلاصه شده است. با توجه به جدول، در سبک عاداتی، کم‌ترین فرکانس پایه مربوط به افراد مذکر ۲۰ تا ۳۰ سال (۱۴/۲۷±۱۲۰/۲۸) و بیش‌ترین فرکانس پایه مربوط به افراد مؤنث ۲۰ تا ۳۰ سال (۲۱/۴۶±۲۳۱) می‌باشد. در سبک عاداتی افراد مذکر ۳۰ تا ۴۰ سال داری کم‌ترین آشفستگی بسامد (۰/۰۸±۰/۱۷) و افراد مؤنث ۲۰ تا ۳۰ سال دارای بیش‌ترین آشفستگی بسامد (۰/۰۹±۰/۲۲) هستند. افراد مؤنث ۳۰ تا ۴۰ سال دارای کم‌ترین آشفستگی شدت (۰/۴۷±۱/۵۳) و افراد مؤنث ۲۰ تا ۳۰ سال دارای بیش‌ترین آشفستگی شدت (۱/۰۴±۲/۵۰) در سبک عاداتی هستند. کم‌ترین نسبت هارمونی به نویز در سبک عاداتی مربوط به افراد مؤنث ۲۰ تا ۳۰ سال (۳/۵۳±۱۹/۳۹) و بیش‌ترین نسبت هارمونی به نویز مربوط به افراد مؤنث ۳۰ تا ۴۰ سال (۲/۸۹±۲۲/۷۴) می‌باشد.

جدول ۳ مقایسه میانگین شاخص‌های آماری بین دو جنس را نشان می‌دهد با توجه به جدول، از بین شاخص‌های آکوستیک اندازه‌گیری شده فقط بسامد پایه (در هر سه سبک آواسازی) بین دو جنس به طور معناداری متفاوت است که مقدار آن در زنان بیش‌تر از مردان است ($p < 0.001$) و بقیه شاخص‌ها تفاوت معناداری ندارند.

بسامد، آشفستگی دامنه شدت، نسبت هارمونی به نویز، بسامد پایه واکه /a/ استخراج شد. سپس داده‌های حاصل، با نرم‌افزار spss نسخه ۲۱ مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و آماره‌های توصیفی میانگین و انحراف معیار شاخص‌های آکوستیک محاسبه شد پس از آن با استفاده از آزمون آماری تی مستقل و تی زوجی میانگین متغیرهای مورد مطالعه مقایسه شد.

نتایج

جدول ۱ ویژگی‌های دموگرافیک نمونه‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به جدول، ۲۵٪ آزمودنی‌ها مذکر و در فاصله سنی ۲۰ تا ۳۰ سال و ۲۵٪ مذکر ۳۰ تا ۴۰ ساله هستند. ۲۵٪ آزمودنی‌ها مؤنث و در بازه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال قرار دارند و ۲۵ درصد باقی‌مانده مؤنث ۳۰ تا ۴۰ ساله هستند.

جدول شماره ۱: ویژگی‌های دموگرافیک نمونه‌ها

گروه سنی	۲۰ تا ۲۹ سال		۳۰ تا ۳۹ سال		جمع	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
مذکر	۲۵	۲۵	۲۵	۵۰	۵۰	۵۰
مؤنث	۲۵	۲۵	۲۵	۵۰	۵۰	۵۰
جمع	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰

میانگین و انحراف معیار تمامی شاخص‌های آکوستیک اندازه‌گیری شده به تفکیک سن و جنس در جدول شماره ۲

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار شاخص‌های آکوستیک واکه /a/ در سه سبک آواسازی

شاخص‌های آکوستیک سبک	مذکر (انحراف معیار) میانگین		مؤنث (انحراف معیار) میانگین	
	۲۰ تا ۲۹ سال	۳۰ تا ۳۹ سال	۲۰ تا ۲۹ سال	۳۰ تا ۳۹ سال
بسامد پایه (هرتز)	عاداتی	۱۲۰/۲۸ (۱۴/۲۷)	۱۳۲/۰۴ (۲۱/۱۷)	۲۲۷/۴۰ (۲۵/۹۵)
	زیر	۲۳۶/۰۸ (۷۲/۱۶)	۲۷۳/۲۱ (۱۰۹/۳۷)	۳۵۰/۸۳ (۷۲/۷۱)
	بیم	۱۱۰/۷۶ (۱۴/۱۱)	۱۲۱/۵۸ (۱۸/۶۲)	۲۰۵/۹۶ (۲۵/۸۶)
آشفستگی بسامد (درصد)	عاداتی	۰/۲۰ (۰/۰۷)	۰/۱۷ (۰/۰۸)	۰/۱۸ (۰/۰۸)
	زیر	۰/۱۷ (۰/۰۸)	۰/۱۸ (۰/۱۲)	۰/۱۴ (۰/۱۲)
	بیم	۰/۲۱ (۰/۱)	۰/۱۶ (۱۴/۰۶)	۰/۱۸ (۰/۰۸)
آشفستگی شدت (درصد)	عاداتی	۲/۱۸ (۰/۹۷)	۲/۱۱ (۱/۰۲)	۱/۵۳ (۰/۴۷)
	زیر	۱/۹۵ (۱/۲۳)	۱/۸۵ (۱/۰۹)	۱/۳۶ (۰/۸۲)
	بیم	۱/۹۱ (۰/۸۱)	۱/۹۹ (۱/۰۱)	۱/۵۸ (۰/۷۸)
نسبت هارمونی به نویز (هرتز)	عاداتی	۱۹/۷۸ (۱/۹۳)	۱۹/۸۶ (۳/۳۷)	۲۲/۷۴ (۲/۸۹)
	زیر	۲۲/۸۰ (۴/۵۶)	۲۲/۷۰ (۴/۹۸)	۲۶/۱۱ (۴/۰۶)
	بیم	۱۹/۴۵ (۳/۴۲)	۲۰/۰۹ (۲/۸۲)	۲۲/۵۶ (۳/۴۳)

جدول ۳. مقایسه شاخص‌های آکوستیک بین دو جنس

مقدار p	(انحراف معیار) میانگین			شاخص‌های آکوستیک سبک صوتی	
	مؤنث	مذکر	کل	عادتی	زیر
<۰/۰۰۱	۲۲۹/۲۰ (۲۳/۶۴)	۱۲۶/۱۶ (۱۸/۸۳)	۱۷۷/۶۸ (۵۵/۵۷)	عادتی	بسامد پایه (هرتز)
<۰/۰۰۱	۳۲۲/۲۸ (۶۸/۸۵)	۲۵۴/۲۷ (۹۳/۲۱)	۲۸۸/۶۱ (۸۸/۲۸)	زیر	
<۰/۰۰۱	۲۰۷/۱۶ (۳۷/۵۰)	۱۱۶/۰۶ (۱۷/۱۹)	۱۶۲/۰۷ (۵۴/۲۵)	بم	
۰/۳۷۱	۰/۲۰ (۰/۰۹)	۰/۱۸ (۰/۰۸)	۰/۱۹ (۰/۰۸)	عادتی	آشفتگی بسامد (درصد)
۰/۴۳۳	۰/۱۹ (۰/۱۲)	۰/۱۷ (۰/۱۰)	۰/۱۸ (۰/۱۱)	زیر	
۰/۶۶۲	۰/۱۹ (۰/۰۹)	۰/۱۹ (۰/۰۹)	۰/۱۹ (۰/۰۹)	بم	
۰/۴۹۳	۲/۰۱ (۰/۹۳)	۲/۱۵ (۰/۹۹)	۱۷۷/۶۸ (۰/۹۶)	عادتی	آشفتگی شدت (درصد)
۰/۲۹۲	۲/۱۵ (۱/۲۴)	۱/۹۰ (۱/۱۵)	۲/۰۳ (۰/۹۶)	زیر	
۰/۳۰۲	۲/۱۶ (۱/۱۶)	۱/۹۵ (۰/۹۱)	۲/۰۶ (۱/۰۴)	بم	
۰/۰۵۴	۲۱/۰۶ (۳/۶۱)	۱۹/۸۲ (۲/۷۲)	۲۰/۴۴ (۳/۲۴)	عادتی	نسبت هارمونی به نویز (هرتز)
۰/۱۸۶۴	۲۲/۹۳ (۴/۸۸)	۲۲/۷۵ (۴/۷۲)	۲۲/۸۳ (۴/۷۸)	زیر	
۰/۰۹۲	۲۰/۸۸ (۳/۵۵)	۱۹/۷۶ (۳/۱۲)	۲۰/۳۳ (۳/۳۸)	بم	

یافته و آشفتگی بسامد (سبک زیر)، آشفتگی شدت در هر سه سبک با افزایش سن کاهش یافته است.

جدول ۵ شاخص‌های آکوستیک واکه /a/ را در سبک‌های مختلف صوتی با هم مقایسه کرده است. نتایج حاکی از آن است که هم در افراد مذکر و هم در افراد مؤنث شاخص نسبت هارمونی به نویز مقایسه بین دو سبک عادتی - زیر و نیز دو سبک زیر - بم تفاوت معناداری مشاهده شد بدین معنی که تغییر سبک عادتی - زیر و نیز زیر - بم در افراد مذکر و افراد مؤنث بر نسبت هارمونی به نویز تاثیر معناداری می‌گذارد.

با توجه به جدول ۴ در مقایسه‌ای که بین گروه‌های سنی در افراد مذکر انجام شد نتایج نشان داد که بسامد پایه (در سبک عادتی و بم) و نیز آشفتگی بسامد (در سبک بم) بین دو گروه سنی تفاوت معناداری داشتند ($p < 0.05$). یعنی با افزایش سن بسامد پایه در دو سبک یاد شده افزایش و آشفتگی بسامد در سبک بم کاهش می‌یابد. در مقایسه انجام شده بین دو گروه ۲۰ تا ۲۹ سال و ۳۰ تا ۳۹ سال مؤنث به جز بسامد پایه عادتی و بم و آشفتگی بسامد عادتی و بم در بقیه شاخص‌ها تفاوت معناداری بین دو گروه وجود دارد ($p < 0.05$). به طوری که با افزایش سن، بسامد پایه (سبک زیر) و نسبت هارمونی به نویز (در هر سه سبک) افزایش

جدول ۴. مقایسه شاخص‌های آکوستیک بین دو گروه سنی در افراد مذکر و مؤنث

مقدار p	مؤنث (انحراف معیار) میانگین		مقدار p	مذکر (انحراف معیار) میانگین		شاخص‌های آکوستیک سبک صوتی	
	۲۰ تا ۲۹ سال	۳۰ تا ۳۹ سال		۲۰ تا ۲۹ سال	۳۰ تا ۳۹ سال	عادتی	زیر
۰/۵۹۱	۲۲۷/۴۰ (۵۵/۹۵)	۲۳۱ (۲۱/۴۶)	۰/۰۲۶	۱۳۲/۰۴ (۲۱/۱۷)	۱۲۰/۲۸ (۱۴/۲۷)	عادتی	بسامد پایه (هرتز)
۰/۰۰۳	۳۵۰/۸۳ (۷۲/۷۱)	۲۹۳/۷۲ (۵۱/۸۸)	۰/۱۷۱	۲۷۳/۲۱ (۱۰۹/۳۷)	۲۳۶/۰۸ (۷۲/۱۶)	زیر	
۰/۸۲۲	۲۰۵/۹۶ (۲۵/۸۶)	۲۰۸/۳۶ (۷۲/۸۹)	۰/۰۲۶	۱۲۱/۸۳ (۱۸/۶۲)	۱۱۰/۷۶ (۱۴/۱۱)	بم	
۰/۱۶۴	۰/۱۸ (۰/۰۸)	۰/۲۲ (۰/۰۹)	۰/۱۵۶	۰/۱۷ (۰/۰۸)	۰/۲۰ (۰/۰۷)	عادتی	آشفتگی بسامد (درصد)
۰/۰۰۵	۰/۱۴ (۰/۱۲)	۰/۲۳ (۰/۱۰)	۰/۷۰۲	۰/۱۸ (۰/۱۲)	۰/۱۷ (۰/۰۸)	زیر	
۰/۱۹۳	۰/۱۸ (۰/۰۸)	۰/۲۱ (۰/۱۰)	۰/۰۱۹	۰/۱۶ (۰/۰۶)	۰/۲۱ (۰/۰۱)	بم	
<۰/۰۰۱	۱/۵۳ (۰/۴۷)	۲/۵۰ (۱/۰۴)	۰/۷۹۳	۲/۱۱ (۱/۱۰۲)	۲/۱۸ (۰/۹۷)	عادتی	آشفتگی شدت (درصد)
<۰/۰۰۱	۱/۳۶ (۰/۸۲)	۲/۹۵ (۱/۰۸)	۰/۷۸۴	۱/۸۵ (۱/۰۹)	۱/۹۵ (۱/۲۳)	زیر	
<۰/۰۰۱	۱/۵۸ (۰/۷۸)	۲/۷۴ (۱/۱۹)	۰/۷۴۵	۱/۹۹ (۱/۰۱)	۱/۹۱ (۰/۸۱)	بم	
<۰/۰۰۱	۲۲/۷۴ (۲/۸۹)	۱۹/۳۹ (۳/۵۳)	۰/۹۲۱	۱۹/۸۶ (۳/۳۷)	۱۹/۷۸ (۱/۹۳)	عادتی	نسبت هارمونی به نویز (هرتز)
<۰/۰۰۱	۲۶/۱۱ (۴/۰۶)	۱۹/۷۲ (۳/۳۱)	۰/۹۴۲	۲۲/۷۰ (۴/۹۸)	۲/۸۰ (۴/۷۱)	زیر	
<۰/۰۰۱	۲۲/۵۶ (۳/۴۳)	۱۹/۲۱ (۲/۸۴)	۰/۸۴۲	۲۰/۰۹ (۲/۸۲)	۱۹/۴۵ (۳/۴۲)	بم	

جدول ۵. مقایسه شاخص‌های آکوستیک واکه /a/ در سبک‌های مختلف صوتی

جنسیت	شاخص آکوستیک	جفت‌ها	مقدار p
مذکر	آشفته‌گی بسامد	عادی-زیر	۰/۴۸۳
		عادی-بم	۰/۹۰۴
		زیر-بم	۰/۴۱۶
	آشفته‌گی شدت	عادی-زیر	۰/۱۸۹
		عادی-بم	۰/۲۲۹
		زیر-بم	۰/۸۱۱
نسبت هارمونی به نویز	عادی-زیر	<۰/۰۰۱	
	عادی-بم	۰/۹۲۴	
	زیر-بم	<۰/۰۰۱	
مونث	آشفته‌گی بسامد	عادی-زیر	۰/۶۰۴
		عادی-بم	۰/۷۵۲
		زیر-بم	۰/۷۶۴
	آشفته‌گی شدت	عادی-زیر	۰/۴۰۶
		عادی-بم	۰/۷۳۶
		زیر-بم	۰/۷۹۱
	نسبت هارمونی به نویز	عادی-زیر	۰/۰۰۸
		عادی-بم	۰/۷۸۲
		زیر-بم	۰/۰۰۳

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر بسامد پایه زنان در هر سه سبک صداسازی (بم، عادی و زیر) به طور معناداری بیش‌تر از مردان است که با پژوهش‌های وانگ (Wang S) [۳۶]، ژانگ (Zhang J) [۱۶]، فرناندز (Fernandez LR) [۱۷]، هو (Hou L) [۱۸]، وانگ (Wang C C) [۱۲]، ارمندی [۲۶]، دهقان [۲۷]، بازیار [۲۹] که این شاخص را در سبک عادی بین مردان و زنان مقایسه کرده بودند همسو می‌باشد که با توجه به تفاوت ساختاری تارهای صوتی در مردان و زنان این امر طبیعی است. از طرفی بسامد پایه (سبک عادی و بم) در مردان با افزایش سن به طور معناداری افزایش یافته بود. که این تغییر می‌تواند در نتیجه کاهش تونوس (Tonus) عضلات داخلی و خارجی حنجره در نتیجه افزایش سن باشد. ازسوی دیگر، بر خلاف مطالعات آوان (Awan SN) [۱۹]، گوی (Goy H) [۲۰] و قربانی [۲۸] مقدار بسامد پایه در سبک عادی کاهش یافت، هر چند که به لحاظ آماری معنادار نبود.

آشفته‌گی بسامد که یکی از شاخص‌های مربوط به کیفیت آواسازی است در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است. در مقایسه‌ای که بین دو جنس انجام شد تفاوت معناداری بین مذکر و مؤنث یافت نشد که تاییدکننده نتایج فرناندز، وانگ و دهقان بود ولی با نتایج مطالعات وانگ، هو، ارمندی و قربانی که حاکی از بیش‌تر بودن آشفته‌گی بسامد زنان نسبت به مردان بود همسو نبود. این نشان می‌دهد که شکاف خلفی چاکنایی به عنوان وجه مشخصه آواسازی در افراد مونث حداقل در گروه مورد مطالعه تاثیر معناداری بر روند آواسازی نگذاشته است. هم‌چنین این شاخص آکوستیک در سبک عادی با افزایش سن تغییر محسوسی نداشت که در راستای نتایج پژوهش‌های فرناندز و گوی بود ولی آوان خلاف این قضیه را بیان کرده بود. البته در سبک بم در مردان و سبک زیر در زنان تغییرات سن بر آشفته‌گی بسامد تأثیرگذار بود. این یافته در مغایرت با یافته‌های آوان مبنی بر تغییر شاخص آشفته‌گی زیر و بمی با افزایش سن بود. ازسوی دیگر افزایش سن در مردان در سبک صدای بم و در زنان در سبک صدای زیر بر آشفته‌گی بسامد تأثیرگذار بود. در توجیه این مسئله می‌توان گفت احتمالاً در سنین پایین‌تر نوسانات بیش‌تری در صداسازی افراد مونث شاهد هستیم که این مساله در نتیجه چگونگی آواسازی آن‌ها در سبک‌های غیر عادی یعنی زیر یا بم رخ می‌دهد در مقابل در افراد مونث با سن بالاتر ثبات آواسازی بیش‌تری مشاهده می‌شود که مقدار آشفته‌گی شدت نیز به تبع آن کاهش می‌یابد.

آشفته‌گی شدت نیز شاخص دیگر مرتبط با کیفیت آواسازی است. نتایج حاصل از مقایسه این شاخص بین دو جنس نشان‌دهنده عدم تأثیرگذاری جنسیت بر این شاخص بود که موید نتایج مطالعات فرناندز، ارمندی و دهقان بود. ولی نتایج پژوهش‌های وانگ، هو و دهقان بر وجود تفاوت معنادار بین مردان و زنان دلالت می‌کرد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در مردان افزایش سن تأثیری بر مقدار آشفته‌گی شدت ندارد که با نتایج مطالعه فرناندز هم‌سویی داشت ولی با نتایج مطالعات وانگ و گوی در تضاد بود. در زنان نتایج نشان‌دهنده تأثیر معنادار تغییرات سن بر مقادیر آشفته‌گی شدت بود. این

ندارد که این یافته نشان می‌دهد وجود شکاف خلفی چاکنایی به‌عنوان یک مشخصه صدای زنانه در بین خانم‌های ایرانی محسوس نیست. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با حجم نمونه بیش‌تری و نمونه‌گیری تصادفی انجام شود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول می‌باشد. بدین‌وسیله از کلیه کسانی که در امر نوشتن این مقاله ما را یاری نمودند کمال تشکر را داریم.

منابع

- [1] Teixeira J P OC, Lopes C. Vocal acoustic analysis - jitter, shimmer and HNR parameters. Proc Technol 2013; 9: 1112-1122.
- [2] Adad Araujo S GM, Carlos Pereira J, Oliveira Rosa M. Acoustical analysis of the phonemes /a/, /e/ and /i/. Int Cong Series 2003; 1277-1280.
- [3] P L. Some acoustic measures of the fundamental periodicity of normal and pathologic larynges. J Acoust Soc Am 1963; 35: 344-353.
- [4] Hecker M KE. Description of the speech of patients with cancer of the vocal folds. Part I: Measures of fundamental frequency. J Acoust Soc Am 1971; 44: 1275-1282.
- [5] Y K. Application of some acoustic measures for the evaluation of laryngeal dysfunction. Stud Phonol 1973; 7: 17-23.
- [6] Askenfelt A HB. Speech waveform perturbation analysis: a perceptual-acoustical comparison of seven measures. J Speech Hear Res 1986; 29: 50-64.
- [7] Smits I, Ceuppens P, De Bodt MS. A comparative study of acoustic voice measurements by means of Dr. Speech and Computerized Speech Lab. J Voice 2004; 19: 187-196.
- [8] O'Neil EN, Jones GW, Nye C. Acoustic characteristics of children who speak Arabic. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 1997; 49: 117-124.
- [9] Fitch JL. Consistency of fundamental frequency and perturbation in repeated phonation of sustained vowel, reading, and connected speech. J Speech Hear Disord 1990; 55: 360-363.
- [10] Forrest K WG. Clinical management of sensorimotor speech disorders 2, editor. New York: Thieme Medical Publishers; 2009.
- [11] Kreiman J, Gerratt, BR, Antoñanzas-Barroso N. Measures of the glottal source spectrum. J Speech Lang Hear Res 2007; 50: 595-610.
- [12] Wang CC, Huang HT. Voice acoustic analysis of normal taiwanese adults. J Chin Med Assoc 2004; 67: 179-184.
- [13] Colton RH CJ. Understanding voice problems. Baltimore: Williams & Wilkins; 2006.
- [14] Benninger MS MT. The singer's voice: Plural Pub 2008.
- [15] IR T. Principles of Voice Production. London: Prentice-Hall International; 1994.
- [16] Zhang J, Li M, Lin Q. Analysis of result of fundamental frequency and voice parameter in healthy young people. Lin Chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi 1999; 13: 403-405.

نتیجه قبلاً توسط آوان نیز بیان شده بود ولی توسط فرناندز و گوی رد شده بود. ثبات آواسازی در افراد مونث در سن ۲۰ تا ۳۰ سالگی به خوبی مشاهده نمی‌شود با توجه به فقدان ارتباط فیزیولوژیک شاید مسائل و متغیرهای روحی و روان‌شناختی بتواند در این زمینه توجه‌کننده باشد.

در این مطالعه نشان داده شد که نسبت هارمونی به نویز بین دو جنس تفاوت معناداری نداشت. که در راستای نتایج فرناندز و گوی بود ولی با نتایج هو و دهقان هم سویی نداشت. از طرفی در مردان با افزایش سن مقادیر نسبت هارمونی به نویز تغییر قابل ملاحظه‌ای نکرد که همسو با نتایج فرناندز بود و با نتایج وانگ تناقض داشت. ولی در زنان این شاخص به تغییرات سن حساس بود که با نتایج آوان هم‌سویی و با نتایج فرناندز تناقض داشت.

در مقایسه‌ای که با استفاده از آزمون تی زوجی بین سبک‌های صوتی انجام شد مشخص شد که تغییر سبک صوتی تأثیر معناداری بر آشفستگی بسامد و آشفستگی شدت ندارد، ولی این موضوع در مورد نسبت هارمونی به نویز صادق نیست. در این مقایسه، بین دو سبک عادتی و سبک زیر و نیز سبک زیر و سبک بم در هر دو جنس اختلاف معناداری وجود داشت به عبارتی سبک صوتی در موارد فوق بر نسبت هارمونی به نویز تأثیر معناداری داشت و افزایش فرکانس با افزایش نسبت هارمونی به نویز نسبت مستقیم دارد. در افزایش فرکانس پایه به دلیل افزایش تنش تارهای صوتی برخورد تارهای صوتی با یکدیگر بهتر صورت می‌گیرد و فرار هوای کم‌تری از بین تارهای صوتی اتفاق می‌افتد که این مساله باعث بهبود مقدار هارمونی به نویز و طبعاً کیفیت صدا می‌شود.

این مطالعه نشان داد به رغم تفاوت طبیعی در سطح زیر و بمی صدای خانم‌ها و آقایان در سبک‌های مختلف صوتی نسبت به یکدیگر، سن تأثیر معناداری در تمیز ویژگی‌های درون‌گروهی دو جنس ندارد. با این همه شاخص‌های آکوستیک مربوط به کیفیت صدا در زنان بیش‌تر از مردان تحت تأثیر تغییرات سنی قرار می‌گیرد. هم‌چنین، کیفیت صدا در بین دو جنس تفاوت معناداری در سبک‌های مختلف صوتی

- [27] Dehqan A, Bakhtiar M. Objective voice analysis of Iranian speakers with normal voices. *J Voice* 2010; 24: 161-167.
- [28] Ghorbani A, Torabinezhad F, Amiri Shavaki Y, Keyhani M. The profile of fundamental frequency changes in normal Persian-speaking individuals 9-50 years old. *Audiol* 2010; 19: 57-64.
- [29] Baziyar M RS. Determination and comparison fundamental frequency, jitter, shimmer, in normal Persian-speaking individuals 18-29 years old spontaneous speech. Tehran: Iran Univ Med sci 1392. (Persian).
- [30] Naufel de Felipe AC, Grillo MH, Grechi TH. Standardization of acoustic measures for normal voice patterns. *Braz J Otorhinolaryngol* 2006; 72: 659-664.
- [31] Horii Y. Fundamental frequency perturbation observed in sustained phonation. *J Speech Hear Res* 1979; 2: 5-19.
- [32] Orlikoff RF, Baken RJ. Consideration of the relationship between the fundamental frequency of phonation and vocal jitter. *Folia Phoniatr* 1990; 42: 31-40.
- [33] Kiliç MA, Oğüt F, Dursun G, Okur E, Yildirim I, Midilli R. The effects of vowels on voice perturbation measures. *J Voice* 2004; 18: 318-324.
- [34] Pabon JP, Plomp R. Automatic phonetogram recording supplemented with acoustical voice-quality parameters. *J Speech Hear Res* 1988; 31: 710-722.
- [35] Orlikoff RF. Influence of mean sound pressure level on jitter and shimmer measures. *J Voice* 1991; 5: 113-119.
- [36] Wang S, Zhou T, He J. Voice measurement with computer and analysis in normal adults. *Lin Chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi* 1998; 12: 448-450.
- [17] Fernandez LR, Rueda G. Acoustic analysis of the normal voice in nonsmoking adults. *Acta Otorrinolaringol Esp* 1999; 50: 134-141.
- [18] Hou L, Xue W. study on voice characteristics of people with different sexes ages. *Lin Chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi* 2002; 16: 667-669.
- [19] Awan SN. The aging Female voice: acoustics and respiratory data. *Clin Linguist Phon* 2006; 20: 171-180.
- [20] Goy H, Kathleen Pichora-Fuller M, Lieshout P. Normative voice data for younger and older adults. *J Voice* 2013; 27: 545-555.
- [21] Mayo R. Vocal fundamental frequency and vowel formant frequency characteristics of normal african-american and european american adults. *J Acoustic Soc Am* 1990; 75: 579-587.
- [22] Batalla FN, Belén Peláez González M, Laborda IG, Fernández MF, Galána MM. Acoustic voice analysis using the praat programme: comparative study with the Dr. Speech programme. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2014; 65: 170-176.
- [23] Amir O, Amir N. A clinical comparison between two acoustic analysis softwares: MDVP and Praat. *Biomed Sign Proc Cont* 2009; 4: 202-205.
- [24] D.D. Deliyski HSS, M.K. Evans, Influence of sampling rate on accuracy and reliability of acoustic voice analysis. *Logop Phoniatr Vocol* 2005; 30: 55-62.
- [25] Deliyski DD, Shaw HS, Evans MK, Vesselinov R. Regression tree approach to studying factors influencing acoustic voice analysis. *Folia Phoniatr Logop* 2006; 58: 274-288.
- [26] L A. determination and comparison fundamental frequency, jitter, shimmer, in normal Persian, Turk and Kurd individuals to Persian 18-29 years old. Tehran: Iran university of Medical sciences; 1383. (Persian).

Study of acoustic parameters among normal Persian speaking adults

Hossein Baghishani (M.Sc)¹, Abolfazl Salehi (Ph.D)^{*1}, Masoud Karimlou(M.Sc)¹, Mahdi Tahamtan (Ph.D)²
1 – Dept. of Speech Therapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
2 – Dept. of Biostatistics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

(Received: 19 Sep 2016; Accepted: 27 may 2017)

Introduction: Different ways of voice assessment exist, among which, acoustic assessment remains the most useful and precise method. Noticeably, the most important parameters measured in this type of assessment are fundamental frequency, jitter, shimmer, and harmonics to noise ratio. These parameters are previously normalized in many other languages. However, these parameters are not generalizable to the Persian language as they are influenced by linguistic, cultural, and ethnic characteristics. The aim of this study was to examine and determine the above mentioned acoustic indicators in Persian language.

Materials and Methods: This descriptive-analytic study was conducted on 100 normal Persian-speaking adults in Tehran, Iran. The subject's voice samples (in three phonation registers) were recorded and analyzed by Praat3/9 Software and acoustic parameters (fundamental frequency, jitter, shimmer and harmony to noise ratio) were extracted.

Results: Fundamental frequency was the only indicator that had a significant difference between the two genders ($p < 0.05$). Furthermore, the fundamental frequency (in modal and vocal fry registers) and jitter (in vocal fry register) were significantly different between the two age groups ($p < 0.05$). In females, fundamental frequency (falset to register), jitter (falset to register), shimmer and harmonics to noise ratio in all three registers, varied with the age increase ($p < 0.05$). In comparison between vocal register, change of modal-falsetto register, and falset to-vocal fry register in males and females effect on harmony to noise ratio significantly.

Conclusion: Conclusivly, according to the results, acoustic parameters in women are more affected by age variation than in men. In most cases, vocal register significantly affects the harmonics to noise ratio.

Keywords: Acoustic parameters, Speech Acoustics, Voice Quality , Phonation

* Corresponding author. Tel: +98 21 22180068
vosalehi@gmail.com