

A comparative Study of Voice Quality of male and Female Persian Speakers: A Cepstral Analysis Approach

Arezoo Hasanvand^{1,2}, *Abulfazl Salehi³, Arman Ahmadian⁴, Mahdi Rahgozar⁵

Author Address

1. MSc Student of Speech Therapy, Department of Speech Therapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran;

2. Student Research Center, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran;

3. PhD of Speech Therapy, Assistant Professor, Department of Speech Therapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran;

4. MSc in Electrical Engineering, Department of Electrical Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran;

5. PhD of Biostatistics, Associate Professor, Department of Biostatistics and computer, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.

*Corresponding Author's Address: Tehran, Evin, Koodakyar Ave., university of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Department of Speech Therapy.

*Tel: +98 (21) 22180043; *E-mail: Vosalehi@gmail.com

Received: 2016 June 5; Accepted: 2016 June 30.

Abstract

Background and objective: Time based analysis methods are limited by many factors; however, as the resent research shows, the frequency based methods are more sensitive to voice perturbations. The objective of the present study was to evaluate Cepstral peak prominence (CPP) and Smoothed Cepstral Peak Prominence (CPPS) of normal male and female Persian speakers.

Methods: A cross sectional comparative method was used to evaluate and compare normal female Persian speakers' sustained vowel prolongation. The participants were 200 male and female Persian speakers in equal numbers. Comfortable loudness and standard text reading were used as tasks. The acoustic analysis to calculate CPP and CPPS was performed by Speech Tool software. Independent T-test was used to analyze the data.

Results: Mean values of CPPS in male group were significantly higher in both vowel prolongation and text reading tasks than among female participants ($p < 0.05$); while, the amount of CPP was just higher in only text reading task ($p < 0.05$).

Conclusion: Voice quality of normal males Persian speakers is better than that of normal females. This finding may be explained by posterior phonatory gap as a common anatomic pattern in Iranian female population. It is also evident that CPP and CPPS are sensitive enough to be used for the assessment of voice quality in Iranian population.

Keywords: Cepstral Analysis, Iranian Adults, Voice Quality.

بررسی و مقایسه کیفیت صدای مردان و زنان فارسی زبان با استفاده از روش «تحلیل سپسترال»

آرزو حسن‌وند^{۱،۲}، *ابوالفضل صالحی^۳، آرمان احمدیان^۴، مهدی رهگذر^۵

توضیحات نویسندگان

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گفتاردرمانی، گروه آموزشی گفتاردرمانی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران؛
 ۲. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران؛
 ۳. دکترای تخصصی گفتاردرمانی، استادیار گروه آموزشی گفتاردرمانی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران؛
 ۴. کارشناسی ارشد الکترونیک، گروه آموزشی مهندسی الکترونیک، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران؛
 ۵. دکترای تخصصی آمازیستی، دانشیار گروه آموزشی آمار و کامپیوتر، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران.
- *آدرس نویسنده مسئول: تهران، خیابان اوبن، خیابان کودکیار، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، گروه آموزشی گفتاردرمانی.
*تلفن: ۰۲۱-۹۸۲۱۲۲۱۸۰۰۴۳؛ *ایمانامه: Vosalehi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۶ خرداد ۱۳۹۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۰ تیر ۱۳۹۵

چکیده

زمینه و هدف: روش‌های زمان‌وابسته در تحلیل پارامترهای آکوستیکی صدا دارای محدودیت‌های فراوانی هستند، درحالی‌که طی یافته‌های جدید روش‌های فرکانس وابسته در ارزیابی کیفیت کلی صدا دارای حساسیت تشخیصی بالایی‌اند. ازاین‌رو این پژوهش با هدف بررسی ویژگی‌های آکوستیک افراد طبیعی فارسی‌زبان با استفاده از پارامترهای برجسته‌ترین قله سپسترال (Cepstral Peak Prominence یا CPP) و برجسته‌ترین قله سپسترال تعدیل‌شده (Cepstral Peak Prominence-Smoothed یا CPPS) انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه تحلیلی-مقطعی بر روی ۲۰۰ فرد فارسی‌زبان (۱۰۰ مرد و ۱۰۰ زن) انجام شد. از تکلیف کشیدن واژه /آ/ در بلندی راحت و خواندن متن استاندارد برای تعیین ویژگی‌های آکوستیک صدای این بیماران استفاده شد. تحلیل آکوستیک با استفاده از نرم‌افزار «Speech Tool»، برای محاسبه پارامترهای CPP و CPPS در تمام نمونه‌های صوتی صورت گرفت و داده‌های به‌دست‌آمده با به کمک آزمون آماری تی مستقل تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: میانگین CPPS در گروه مردان در هر دو تکلیف کشیدن واژه /آ/ و خواندن متن به‌طور معناداری با گروه زنان تفاوت داشت ($p < 0.001$) درحالی‌که میانگین CPP فقط در گفتار پیوسته با گروه زنان تفاوت معناداری نشان داد ($p < 0.001$).

نتیجه‌گیری: مردان فارسی‌زبان از زنان فارسی‌زبان کیفیت صدای بهتری دارند که می‌تواند با الگوی شکاف خلفی چاکنابی به‌عنوان پدیده‌ای معمول آناتومیک در جمعیت زنان ایرانی مرتبط باشد. همچنین به نظر می‌رسد دو پارامتر آکوستیک CPP و CPPS پاسخگوی ارزیابی کیفیت صدا در جمعیت فارسی‌زبان هستند.

کلیدواژه‌ها: تحلیل سپسترال، بزرگسالان فارسی‌زبان، کیفیت کلی صدا.

صدای طبیعی، موج آکوستیک تولیدشده در حنجره و تشدیدشده در مجاری صوتی است که به عنوان پایه اصلی در زنجیره گفتار، مدنظر قرار می‌گیرد. برای ایجاد یک الگوی صحیح ارتعاشی، هماهنگی سه زیرساخت تولید صدا با هم ضروری است: مقاومت حنجره، جریان پیوسته هوا و فشار زیر چاکنایی (۱). هرگونه ناهماهنگی در زیرساخت‌های نامبرده منجر به تولید صدایی ناخوشایند می‌گردد که مهم‌ترین وجه تمایزدهنده آن از صدای طبیعی، «کیفیت صدا» است (۱).

ارزیابی کامل از صدا شامل ارزیابی ادراک شنیداری و ارزیابی‌های عینی‌تر و قابل سنجش‌تری نظیر تحلیل آکوستیک است. ارزیابی ادراک شنیداری توسط شنوندگان باتجربه، همچنان به عنوان معتبرترین شیوه و مؤلفه‌ای ضروری در ارزیابی و رتبه‌بندی ادراکی نمونه‌های پاتولوژیک در کار بالینی و پژوهش‌های مختلف به کار می‌رود؛ ولی بسیاری از مطالعات گزارش کرده‌اند، ماهیت انتزاعی کیفیت صدا و فقدان اشتراک نظر میان متخصصین در جنبه‌های مختلف قضاوت‌های ادراک شنیداری - به دلایلی نظیر تفاوت در استانداردهای درونی شنوندگان، میزان تجربه، میزان دقت به‌کاررفته در قضاوت ادراکی و نوع نمونه صوتی ارزیابی‌شده - باعث عدم وجود تکرارپذیری عینی این شیوه‌ها و ایجاد شبهه و نبود معیاری صحیح در این زمینه شده است. این امر موجب شده تا در سال‌های اخیر ارزیابی‌های عینی توسط پارامترهای آکوستیک صدا جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص دهند (۲). به همین دلیل امروزه در بسیاری از پژوهش‌ها تحلیل آکوستیک با سیستم‌های مختلف کامپیوتری یکی از بخش‌های اساسی و با اهمیت ارزیابی اختلالات صدا به شمار می‌رود. البته این بدان معنا نخواهد بود که ارزیابی‌های آکوستیک جایگزینی برای ارزیابی‌های ادراکی صدا هستند، بلکه ارزیابی ادراک شنیداری همچنان به عنوان استاندارد طلایی در ارزیابی صدا استفاده می‌شود ولی در اصول ارزیابی و درمان مبتنی بر شواهد برداشتن معیارهای عینی و کمی برای تشخیص‌های دقیق‌تر و پیگیری بیماران پس از مداخلات جراحی و صدادرمانی تأکید شده است. لذا این مطالب ضرورت گنجاندن این نوع از تحلیل‌های صدا را در روند ارزیابی و درمان نشان می‌دهد (۳). مطلوب‌ترین شکل ارزیابی‌های آکوستیک از صدا باید شامل ارزیابی چندبعدی از کیفیت صدا باشد که از ضعف‌های ادراک شنیداری به دور است. به همین دلیل موضوع بسیاری از پژوهش‌ها در سال‌های اخیر تعیین بهترین پارامتر آکوستیک برای ارزیابی دقیق کیفیت صدا بوده است (۲،۴،۵).

برای اینکه سیگنال صوتی، در محدوده طبیعی درک شود، باید متناوب باشد و میزان تغییرپذیری سیکل به سیکل بسیار ناچیزی در فرکانس و دامنه داشته باشد. میزان تناوب سیگنال می‌تواند با استفاده از شیوه‌های تحلیل آکوستیک زمان‌وابسته (۶،۷) و فرکانس‌وابسته (۸،۹) محاسبه شود. جیتر، شیمر و نسبت هارمونی به نوبت از جمله روش‌های معمول زمان‌وابسته در تعیین کیفیت صدا هستند (۱۰). روش تحلیل پارامترهای زمان‌وابسته براساس برآورد تقارن زمانی دوره‌های

تشکیل دهنده سیگنال صوتی است (۱۰). با این همه، این روش تحلیل فقط هنگامی قابل استفاده است که موج صوتی پیوسته و یکنواخت تحلیل شود، به نحوی که تعیین محدوده زمانی هر چرخه توسط نرم‌افزار تشخیص دادنی باشد (در تحلیل صداهای به شدت نفس‌آلوده یا خشن دچار مشکل می‌شوند) (۲،۱۰). به همین دلیل، علی‌رغم استفاده فراگیر از این پارامترها در دهه‌های اخیر، در قابلیت تشخیص این شیوه‌های اندازه‌گیری خصوصاً در بررسی نمونه‌هایی با کیفیت‌های به شدت ناپهنجار، تردیدهایی به وجود آمد (۱۱، ۲۰۵). علاوه بر این موارد، آنالیز آکوستیک صدا در انواع روش‌های زمان‌وابسته فقط درباره اندازه‌گیری واکه‌ها اجراشدنی است ولی در نمونه‌های گفتار پیوسته دچار محدودیت‌هایی است (۲). درحالی‌که وجود هر دو نوع تکلیف - گفتار پیوسته و کشیدن واکه - در ایجاد تصویری دقیق‌تر و چندبعدی از کیفیت صدا اهمیت دارد؛ زیرا تکلیف گفتار پیوسته در مقایسه با کشیدن واکه بی‌ثباتی آوایی (شکست صداسازی، دیرش کوتاه‌تر واکه‌ها، تغییرات فرکانس و دامنه مرتبط با نوا و...) را نشان می‌دهد که در ارزیابی کیفیت صدا نقشی اساسی دارد (۱۴-۱۲). از طرفی در مطالعات مختلف ثابت شده است که استفاده از هر دو تکلیف در بررسی چندبعدی صدا می‌تواند باعث درجه‌بندی ادراکی متفاوت شنوندگان شود (۱۶، ۱۵). به عنوان مثال در مطالعه نشان داده شد که در دیسفونیای اسپاستیک نوع نزدیک‌شونده کیفیت صدای فرد در تکلیف کشیدن واکه نسبتاً نرمال است درحالی‌که در گفتار پیوسته به شدت مختل درک می‌شود (۱۷)؛ بنابراین در صورتی که هدف ما از ارزیابی اختلالات صدا، به دست آوردن تصویری معتبر و نشان‌دهنده صدای واقعی افراد در زندگی روزانه آن‌ها باشد، ضروری است در ارزیابی‌های آکوستیک صدای افراد هر دو تکلیف کشیدن واکه و گفتار پیوسته را بررسی کنیم (۲، ۱۴).

در راستای برطرف کردن محدودیت‌های شیوه اول، تعدادی از محققین رویکردهای چندبعدی را برای بررسی کیفیت صدا ایجاد کردند که قابلیت تعیین کیفیت صدا و تشخیص شدت گرفتگی صدا را دارد (۲). با توجه به توضیحات بالا، نوعی از ارزیابی صوتی مطلوب است که بتواند کمیت‌های آکوستیک سیگنال صوتی را بدون تکیه برآشفستگی فرکانس و دامنه یا دیگر متغیرهایی که ممکن است دقت و صحت ارزیابی‌های آکوستیک را تحت تأثیر قرار دهد، محاسبه نماید و از طرفی معتبر و تکرارشدنی هم باشد (۸). در سال ۱۹۹۴ روش تحلیل سپسترال سیگنال صوتی توسط هیلانبراند و همکارانش به عنوان روشی با ویژگی‌های مذکور مطرح شد (۱۷). با استفاده از مفهوم تحلیل فوری به عنوان یکی از مفاهیم بنیادی در این حیطه جدید از تجزیه و تحلیل موج صوتی، می‌توان گفت تحلیل سپسترال، تحلیل فوری لگاریتم تحلیل فوری است و اسپکترومی است که به واحد میلی‌ثانیه و دسی‌بل محاسبه می‌شود (۱۷). بدین ترتیب تحلیل سپسترال می‌تواند هارمونی‌های فرکانس پایه را در نمونه‌های کشیدن واکه و گفتار پیوسته نشان دهد. به این صورت مقدار انرژی موجود در سیگنال صوتی با محاسبه فاصله بین برجسته‌ترین قله سپسترال و خط رگرسیون به صورت کمی محاسبه می‌شود (۱۷). این شاخص در ارزیابی

ذکر است جملات متن مورد نظر از نسخه فارسی «آزمون توافق ادراک شنیداری» به شرح ذیل اقتباس شد:

«از عصر امروز اعصابم آرام تر شده است»
 «هیوا و هومن حالا حتماً حس و حوصله بیشتری دارند»
 «پسر پستیچی پس از تحصیل پیش پدرش برگشت» (۱۸).

همچنین این تحلیل صدا در آزمایشگاه صوت گروه گفتاردرمانی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی صورت گرفت. نمونه‌های صوتی افراد پس از پرکردن فرم رضایت‌نامه به صورت کتبی، با استفاده از میکروفن (SHURE- Prolog SM58-USA) متصل به رایانه مجهز به نرم‌افزار «Speech Tool» ثبت شد و با استفاده از دو پارامتر CPP و CPPS تحلیل شد. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ تحلیل آماری شد. برای بررسی نرمالیتی داده‌ها، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای بررسی تفاوت بین میانگین‌ها از آزمون تی مستقل در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

۳ یافته‌ها

گروه مطالعه شده شامل ۱۰۰ نفر در گروه مردان و ۱۰۰ نفر در گروه زنان بودند (جدول ۱). همان‌طور که نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد بین میانگین CPPS در گروه مردان و زنان در هر دو تکلیف کشیدن واکه /a/ ($p < 0/001$) و خواندن متن تفاوت وجود دارد ($p < 0/001$). همچنین بر اساس تحلیل نتایج پارامتر CPP مشخص شد بین میانگین مردان و زنان در تکلیف گفتارپیوسته تفاوت معناداری وجود دارد ($p < 0/001$). ولی این نتایج درباره کشیدن واکه /a/ صدق نمی‌کرد و بین میانگین‌های دو گروه بر اساس CPP در تکلیف کشیدن واکه /a/ تفاوت معناداری وجود ندارد ($P = 0/075$). همان‌طور که در جدول ۱ و شکل‌های ۱ تا ۴ ملاحظه می‌شود، مقادیر CPPS در گروه زنان در هر دو تکلیف کشیدن واکه /a/ و خواندن متن به صورت معناداری از گروه مردان کمتر است. در حالی که بر اساس پارامتر CPP میانگین گروه مردان در تکلیف کشیدن واکه /a/ بیشتر از گروه مردان است.

سپسترال، برجسته‌ترین قله سپسترال (CPP) ^۱ و برجسته‌ترین قله سپسترال تعدیل شده (CPPS) ^۲ نامیده می‌شود. هر دو پارامتر CPP و CPPS بالاترین میزان همبستگی را با مؤلفه‌های نفس‌آلودگی و خشونت صدا در تکالیف کشیدن واکه و گفتارپیوسته دارند و بهترین شیوه ارزیابی آکوستیک موجود برای ارزیابی کیفیت صدای افراد حتی در نمونه‌های صوتی با گرفتگی شدید هستند (۲۰۱۷). مطالعاتی که در بالا بدن‌ها اشاره شد نشان می‌دهد CPP و CPPS علاوه بر حساسیت بالایی که در تشخیص انواع گرفتگی صدا برخوردارند، قابلیت تحلیل گفتارپیوسته را نیز دارند (۳). همچنین این شاخص‌ها به دلیل حساسیت بالا و دقت اندازه‌گیری، می‌توانند در پیگیری نتایج درمان نیز استفاده شوند (۵،۱۰)؛ بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی مقایسه‌ای کیفیت صدا با رویکرد تحلیل سپسترال در جمعیت مردان و زنان فارسی‌زبان انجام گرفت.

۲ روش بررسی

در این مطالعه مقطعی که به شیوه توصیفی-تحلیلی انجام گرفت. حجم نمونه مطالعه شده با احتساب انحراف معیار مطالعه همن-آکا و همکاران (۳) و با استفاده از فرمول حجم نمونه، ۲۰۰ نفر تعیین شد. از شرایط ورود به مطالعه عدم سابقه هرگونه گرفتگی صدای طولانی مدت و استعمال دخانیات در ۵ سال گذشته، عدم سابقه جراحی سروگردن، ابتلا به عفونت مجرای تنفسی فوقانی یا تحتانی طی ۳ هفته قبل از ضبط نمونه، عدم وجود مشکلات عصبی تأثیرگذار بر صدا، نداشتن آموزش قبلی صداسازی و قرار نداشتن خانم‌ها در دوره قاعدگی حین ضبط صدا بود. شرکت‌کنندگان در دو گروه مرد و زن در محدوده سنی ۲۰ تا ۶۰ سال، برای جمع‌آوری نمونه صدا و تحلیل آکوستیک در تکالیف کشیدن واکه /a/ و روخوانی از متن، در مرحله اول با استفاده جمعیت در دسترس و به شیوه‌ای غیرتصادفی انتخاب شدند. سپس از افراد واجد شرایط ورود به مطالعه، به صورت تصادفی و بر اساس نتایج جدول اعداد تصادفی نمونه‌گیری به عمل آمد. لازم به

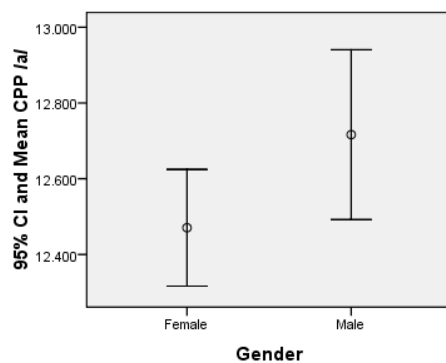
جدول ۱. مقادیر CPP و CPPS در دو تکلیف کشیدن واکه /a/ و گفتارپیوسته در مقایسه بین گروه زنان و مردان

گروه‌ها	سن (سال)	CPP/a (dB)	CPPS/a (dB)	CPP CS* (dB)	CPPS CS* (dB)
زنان (n=100)	میانگین	۱۲/۴۷۰	۴/۴۳۴	۱۶/۹۷۵	۵/۴۱۱
	انحراف معیار	۰/۷۷۹	۰/۳۱۱	۲/۹۷۸	۱/۲۰۴
مردان (n=100)	میانگین	۱۲/۷۱۶	۴/۹۵۳	۱۸/۷۱۳	۷/۵۸۵
	انحراف معیار	۲/۱۳۰	۰/۶۵۹	۳/۳۷۳	۱/۶۰۸
مقدار p		۰/۰۷۵	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

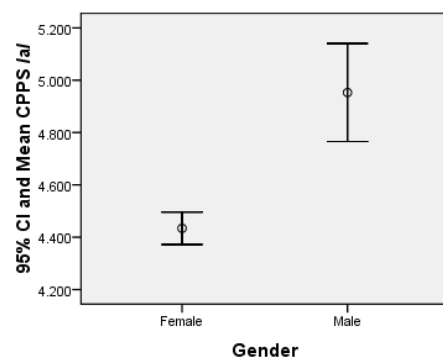
*علائم اختصاری: CS یا Connected Speech به معنای مقدار پارامتر مدنظر در تکلیف گفتارپیوسته است.

² Cepstral Peak Prominence-Smoothed

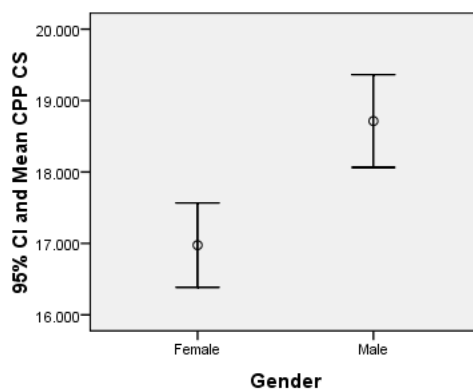
¹ Cepstral Peak Prominence



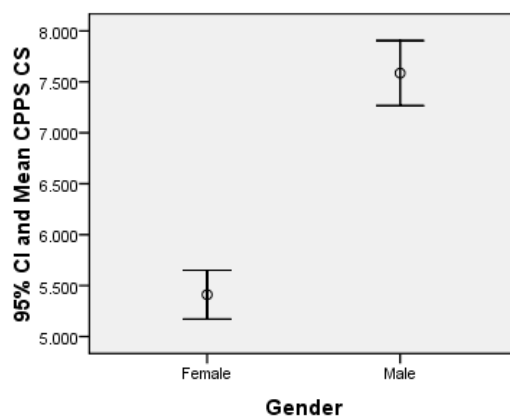
شکل ۱. عدم وجود تفاوت معنادار بین گروه مردان و زنان بر اساس CPP در تکلیف کشیدن واکه /a/



شکل ۲. وجود تفاوت معنادار میان گروه زنان و مردان بر اساس CPPS در تکلیف کشیدن واکه /a/



شکل ۳. وجود رابطه معنادار بین میانگین گروه زنان و مردان بر اساس CPP در تکلیف گفتار پیوسته



شکل ۴. تفاوت معنادار میان زنان و مردان بر اساس CPPS در تکلیف گفتار پیوسته

۴ بحث

ارزیابی آکوستیک صدا به دلیل بررسی کمی صدا با قابلیت تکرارپذیری و ماهیت غیرتهاجمی آن دارای کاربری آسان است که این مسئله سبب استفاده فراگیر از این روش‌ها طی سالیان اخیر شده است (۱۰). ولی تا به امروز در پژوهش‌های صورت‌گرفته در زبان فارسی صرفاً ارزیابی‌های زمان‌وابسته درباره طیف وسیعی از افراد و بیماران و در موضوعات مختلف انجام گرفته است و ارزیابی‌های فرکانس‌وابسته غفلت شده‌اند؛ بنابراین این پژوهش برای اولین بار در زبان فارسی با استفاده از ارزیابی‌های اسپترال صورت گرفت تا با افزایش آگاهی درباره جنبه‌های آکوستیک صدای افراد فارسی‌زبان، یافته‌های حاصل از این پژوهش به‌عنوان مرجع و بانک اطلاعاتی برای سایر پژوهش‌ها در این زمینه استفاده شود.

باتوجه به مزایای ارزیابی‌های فرکانس‌وابسته که پیش‌تر بحث شد، این پژوهش درخصوص مقایسه کیفیت صدای مردان و زنان سالم فارسی‌زبان انجام شد. همان‌طور که نتایج جدول ۱ و شکل ۲ و ۴ نشان می‌دهد، پارامتر CPPS در هر دو تکلیف کشیدن واکه /a/ و گفتارپیوسته به‌صورت معناداری در گروه مردان از زنان بیشتر است. همان‌طور که پژوهش‌های خدماتی و همکاران (۱۹) در خصوص ارتباط جنسیت با الگوی بسته‌شدن چاکنایی نشان داد، در زنان ایرانی وجود شکاف خلفی چاکنایی یافته‌ای شایع است، به‌این‌معنا که وضعیت چاکنای زنان ایرانی در هنگام آواسازی در حالت کاملاً بسته قرار نمی‌گیرد بلکه در قسمت خلفی آن مقداری بازشدگی وجود دارد. به‌همین دلیل به نظر می‌رسد یافته مشاهده‌شده در این مطالعه به الگوی بسته‌شدن چاکنایی زنان ایرانی مرتبط است، زیرا وجود شکاف خلفی باعث کمبود هوا و ایجاد نویز در سیگنال صوتی تولیدی زنان می‌شود که باعث کاهش کیفیت صدای زنان در مقایسه با مردان و کیفیت نفس‌آلودتر صدای آن‌ها می‌شود که این نتیجه با یافته‌های گرت (۲۰)

همسو است. همچنین همان‌طور که نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد، CPP فقط در تکلیف گفتارپیوسته در گروه مردان به‌صورت معناداری بیشتر از زنان است؛ درحالی‌که در تکلیف کشیدن واکه این یافته معنادار نیست. به نظر می‌رسد نتایج مطالعه حاضر با مطالعه فراتحلیل مارین که در سال ۲۰۰۹ انجام گرفت (۵) همسوست؛ زیرا نتیجه مطالعه متدولوژیک و دقیق وی نشان می‌دهد، پارامتر CPP و CPPS در تکلیف گفتارپیوسته بهترین پارامتر آکوستیک موجود برای بررسی کیفیت صوتی افراد است، همچنین پارامتر CPPS در تکلیف کشیدن واکه نیز می‌تواند به‌صورت دقیقی نشان‌دهنده کیفیت صدا باشد؛ بنابراین باتوجه به نتایج مطالعه حاضر به نظر می‌رسد، ارزیابی با رویکرد فرکانس‌وابسته و خصوصاً نوع اسپترال، بهترین تکنیک آکوستیک موجود برای بررسی کیفیت صدا در جمعیت مردان و زنان ایرانی فارسی‌زبان است. همچنین پارامتر CPPS به‌عنوان دقیق‌ترین شیوه موجود در بررسی کیفیت صدا در هر دو تکلیف کشیدن واکه و گفتارپیوسته قابل استفاده است. باتوجه به اینکه در سال‌های اخیر رشد چشمگیری در جمعیت سالمندان ایرانی داشته‌ایم، پیشنهاد می‌شود این پژوهش در گروه سالمندان افراد فارسی‌زبان به‌صورت مقایسه‌ای با افراد جوان برای بررسی تفاوت‌های کیفیتی در صدا نیز انجام گیرد.

۵ نتیجه‌گیری

زبان فارسی با ویژگی‌های متفاوت همخوان-واکه و ساختار بافت‌آوایی متمایزی که در گفتارپیوسته دارد با سایر زبان‌ها تفاوت آشکاری دارد (۲۱)؛ بنابراین، پژوهش حاضر به بررسی مقایسه‌ای کیفیت صدای افراد فارسی‌زبان ایرانی در دو گروه جنسیتی با رویکرد اسپترال پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد گروه مردان از گروه زنان کیفیت صدای بهتری دارند که به نظر می‌رسد این یافته با الگوی بست چاکنایی و وجود شکاف خلفی در هنگام آواسازی که در حنجره زنان فارسی‌زبان ایرانی به‌صورت شایع دیده می‌شود، مرتبط است.

References

1. Ferrand CT. *Voice Disorders: Scope of Theory and Practice*. 1st ed. Boston: Pearson; 2011. [\[Link\]](#)
2. Maryn Y, De Bodt M, Roy N. The acoustic voice quality index: Toward improved treatment outcomes assessment in voice disorders. *J Commun Disord*. 2010;43(3):161–74. [\[Link\]](#)
3. Heman-Ackah YD, Heuer RJ, Michael DD, Ostrowski R, Horman M, Baroody MM, et al. Cepstral peak prominence: a more reliable measure of dysphonia. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2003;112(4):324–33. [\[Link\]](#)
4. Awan SN, Roy N. Toward the development of an objective index of dysphonia severity: A four- factor acoustic model. *Clin Linguist Phon*. 2006;20(1):35–49. [\[Link\]](#)
5. Maryn Y, Roy N, De Bodt M, Van Cauwenberge P, Corthals P. Acoustic measurement of overall voice quality: A meta-analysis. *J Acoust Soc Am*. 2009;126(5):2619–34. [\[Link\]](#)
6. Velasco García MJ, Cobeta I, Martín G, Alonso-Navarro H, Jimenez-Jimenez FJ. Acoustic analysis of voice in huntington's disease patients. *J Voice*. 2011;25(2):208–17. [\[Link\]](#)
7. Ma EP-M, Yiu EM-L. Multiparametric evaluation of dysphonic severity. *J Voice*. 2006;20(3):380–90. [\[Link\]](#)
8. Hillenbrand J, Cleveland RA, Erickson RL. Acoustic correlates of breathy vocal quality. *J Speech Hear Res*. 1994;37(4):769–78. [\[Link\]](#)
9. Awan SN, Roy N. Acoustic prediction of voice type in women with functional dysphonia. *J Voice*. 2005;19(2):268–82. [\[Link\]](#)
10. Heman-Ackah YD, Michael DD, Goding GS. The relationship between cepstral peak prominence and selected parameters of dysphonia. *J Voice*. 2002;16(1):20–7. [\[Link\]](#)
11. Kreiman J, Gerratt BR. Perception of aperiodicity in pathological voice. *J Acoust Soc Am*. 2005;117(4):2201–11. [\[Link\]](#)
12. Askenfelt AG, Hammarberg B. Speech waveform perturbation analysis: a perceptual-acoustical comparison of seven measures. *J Speech Hear Res*. 1986;29(1):50–64. [\[Link\]](#)
13. Parsa V, Jamieson DG. Acoustic discrimination of pathological voice: sustained vowels versus continuous speech. *J Speech Lang Hear Res*. 2001;44(2):327–39. [\[Link\]](#)
14. Maryn Y, Corthals P, Van Cauwenberge P, Roy N, De Bodt M. Toward improved ecological validity in the acoustic measurement of overall voice quality: combining continuous speech and sustained vowels. *Journal of Voice*. 2010;24(5):540–55. [\[Link\]](#)
15. Wolfe V, Cornell R, Fitch J. Sentence/vowel correlation in the evaluation of dysphonia. *J Voice*. 1995;9(3):297–303. [\[Link\]](#)
16. Zraick RI, Wendel K, Smith-Olinde L. The effect of speaking task on perceptual judgment of the severity of dysphonic voice. *J Voice*. 2005;19(4):574–81. [\[Link\]](#)
17. Roy N, Gouse M, Mauszycki SC, Merrill RM, Smith ME. Task specificity in adductor spasmodic dysphonia versus muscle tension dysphonia. *Laryngoscope*. 2005;115(2):311–6. [\[Link\]](#)
18. Salehi A, Izadi F, Gholami Tehrani L, Rahgozar M. Voice-based laryngeal manual therapy in treatment of hyperfunctional voice disorders: A preliminary study. *Journal of Audiology*. 2013;22(3):52–62. [Persian] [\[Link\]](#)
19. Kkhoddami SM, Mehri A, Jahani Y. The role of sex in glottic closure pattern in people with normal voice. *Journal of Audiology*. 2011;20(1):64–72. [Persian] [\[Link\]](#)
20. Garrett R. *Cepstral-and spectral-based acoustic measures of normal voices* [Thesis for M.A]. [Milwaukee, USA]: Communication Sciences and Disorders, University of Wisconsin-Milwaukee; 2013. [\[Link\]](#)
21. Samareh Y. *Phonetic of Persian Language*. Tehran: Academic Publishing Center; 2007. [Persian] [\[Link\]](#)