MEJDS. 2017; 7.
Published online 2017 Aug. **Research Article**

The Study of Voice Qualities in Normal Persian Adults and Multiple Sclerosis Patients: A "Cepstral Analysis"

Arezoo Hasanvand[1,2], *Abulfazl Salehi[3], Arman Ahmadian[4], Mahdi Rahgozar[5]

Author Address
1. Student in Master 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. Master's Degree 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 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: The Voice as a product of a multidimensional mechanism is highly controlled by nervous system. Multiple Sclerosis as an idiopathic neurologically disease leads to voice disorder as a primary sign. Since there is no lesion on the vocal cords, acoustic analysis like frequency based analysis as a robust and exact method, can be used as a method of assessment. The objective of the present study was to compare voice quality of MS patients with their counterparts.
Methods: This is a cross sectional study. Purposive sampling was used to recruit 60 patients, namely, 30 MS patients and 30 normal counterparts aged between 20 to 60 years old. The research instruments were Cepstral Peak Prominence (CPP) and smoothed Cepstral peak prominence (CPPS). Acoustic analysis was performed by "Speech Tool" using sustained vowel prolongation and reading the standard text tasks. Independent T-test was used to analyze the data.
Results: CPP and CPPS values were significantly higher in normal females either in vowel prolongation or reading tasks (p<0.001). However, CPP (p<0.05) and CPPS (p<0.001) values in normal males were higher just in vowel prolongation task not for reading task (p>0.05).
Conclusion: Voice analysis of patients with Multiple Sclerosis can be used as a diagnostic tool for voice disorders. The results of the present study revealed the importance of voice analysis in early stages of MS especially in female group.
Keywords: Cepstral Analysis, Multiple Sclerosis, Voice Disorder, Cepstral Peak Prominence

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1396.7.0.41.9]

Copyright © 2016, MEJDS. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

مجله مطالعات ناتوانی ۱۳۹۶؛ (۷).

انتشار برخط مردادماه ۱۳۹۶ مقاله پژوهشی اصیل

بررسی کیفیت صدای بزرگسالان فارسی‌زبان طبیعی و مبتلا به مالتیپل‌اسکلروزیس: «تحلیل سپسترال»

آرزو حسن‌وند[۱و۲]، *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. کمیتهٔ 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 آمار زیستی، دانشیار گروه آموزشی آمار و کامپیوتر، دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی، تهران، ایران.

***آدرس نویسندهٔ مسئول:** تهران، خیابان اوین، خیابان کودکیار، دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی، گروه آموزشی گفتاردرمانی.

***تلفن:** ۰۲۳۰۰۱۸۰۰۲۲۱۲۱۲۸۹+؛ ***رایانامه:** Vosalehig@mail.com

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

چکیده

زمینه و هدف: صدا به‌عنوان محصول مکانیسمی چندبُعدی متأثر از عملکرد سیستم عصبی است. مالتیپل‌اسکلروزیس یکی از بیماری‌های عصبی مزمن و با علتی ناشناخته است که از ابتدایی‌ترین نشانه‌های آن گرفتگی صدا است. به‌دلیل فقدان وجود ضایعه در حنجرهٔ این بیماران، ارزیابی آکوستیک ـ خصوصاً شیوهٔ ارزیابی‌های فرکانس‌وابسته ـ در میان روش‌های ارزیابی اختلالات صوتی، اهمیت به‌سزایی دارد. این پژوهش با هدف بررسی کیفیت صدای افراد مبتلا به مالتیپل‌اسکلروزیس و مقایسهٔ آن با همتایان طبیعی انجام شد.

روش‌بررسی: در این مطالعهٔ تحلیلی ـ مقطعی صدای ۳۰ فرد سالم (۱۵ مرد و ۱۵ زن) و ۳۰ فرد مبتلا به مالتیپل‌اسکلروزیس (۱۵ مرد و ۱۵ زن) در بازهٔ سنی ۲۰ تا ۶۰ ساله با درنظرگرفتن معیارهای ورود بررسی شد. تحلیل آکوستیک با استفاده از نرم‌افزار Speech Tool، در تکالیف کشیدن واکهٔ /a/ و خواندن متن استاندارد با محاسبهٔ پارامترهای برجسته‌ترین قلهٔ سپسترال (Cepstral Peak Prominence یا CPP) و برجسته‌ترین قلهٔ سپسترال تعدیل‌شده (Cepstral Peak Prominence-Smoothed یا CPPS) صورت گرفت. داده‌های به‌دست‌آمده به کمک آزمون آماری تی مستقل تجزیه‌وتحلیل شد.

یافته‌ها: مقادیر CPP و CPPS در زنان طبیعی در هر دو تکلیف کشیدن واکه و خواندن متن به‌طور معناداری بیشتر از زنان مبتلابه ام.اس بود ($p<۰/۰۰۱$). در گروه مردان مقادیر CPP($p<۰/۰۵$) و CPPS($p<۰/۰۰۱$) گروه طبیعی فقط در تکلیف کشیدن واکهٔ/a/ به‌طور معناداری بیشتر از مبتلایان به ام.اس بود و نه در تکلیف خواندن متن ($p<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: تعیین کیفیت صدای بیماران مبتلا به مالتیپل‌اسکلروزیس، به‌عنوان یکی از ابزارهای تشخیص اختلالات صوتی در این گروه از بیماران قابل استفاده است. نتایج نشان‌دهندهٔ ضرورت توجه ویژه بهصدای افراد مبتلا خصوصاً گروه زنان مبتلا به ام.اس در مراحل ابتدایی بیماری است.

کلیدواژه‌ها: تحلیل سپسترال، مالتیپل‌اسکلروزیس، اختلال صدا، برجسته‌ترین قلهٔ سپسترال

۱۳۹۵، مجله مطالعات ناتوانی. این یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت مجوز اختیار-غیرتجاری ۴/۰ بین‌المللی ©**حق انتشار محفوظ است**) منتشر شده است که به شما اجازه می‌دهد که مواد منتشر شده در این مقاله را با شرط ارجاع مناسب به نسخهٔ https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.fa) اصلی، به‌طور غیرتجاری نسخه‌برداری و توزیع کنید.

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1396.7.0.41.9]

۱ مقدمه

مالتیپل‌اسکلروزیس (ام.اس) بیماری عصب‌زاد، مزمن، پیش‌رونده و با علتی ناشناخته است که می‌تواند اکثر سیستم‌های حرکتی و عملکردی بدن را درگیر کند (۱). آمارها اشاره به رشد این بیماری طی دو دهۀ اخیر دارد (۱،۲). در این بیماری سطح میلین سیستم عصبی مرکزی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و به‌دنبال آن ضایعات متعددی در مادۀ سفید، ساقۀ مغز و نخاع پدید می‌آید. علائم و نشانه‌هایی که در اثر آسیب به سیستم پیرامیدال، مغز و ساقۀ مغز این بیماران به وجود می‌آید شامل اسپاسم، ضعف، آتاکسی، تومور، اختلال در توانایی‌های زبانی، بلع، صوت و حتی تغییر در احساس و رفتار این افراد است (۲).

یکی از نشانه‌های بسیار ابتدایی این بیماری تأثیر غیرقابل‌بازگشت و مخرب بر کارکرد حنجره و به تبع آن، گرفتگی صدا است (۱). تحقیقات نشان می‌دهد گرفتگی صدا در این افراد معمولاً به‌دلیل تغییرات به‌وجودآمده در فرافکنی مادۀ خاکستری قنات مغزی[1] به وجود می‌آید (۱،۲). به‌علت فقدان وجود ضایعه در حنجرۀ این بیماران، ارزیابی آکوستیک در میان روش‌های ارزیابی اختلالات صدا، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. گرچه صدا به‌عنوان محصول مکانیسمی چندبُعدی، بسیار متأثر از عملکرد سیستم عصبی است ولی با توجه به تأثیر هم‌زمان تولید و نوای گفتار بر کیفیت صدای افراد، ارزیابی ادراک شنیداری تغییرات ظریف و پیش‌روندۀ صدای این گروه از بیماران را به‌خوبی نشان نمی‌دهد. این مسئله در ارزیابی ادراک شنیداری کیفیت صدای بیماران مبتلا به ام.اس بیشتر به چشم می‌خورد؛ زیرا مسائلی نظیر عدم وجود تغییرات متناوب صوتی یا وجود تغییرات ظریف در مراحل ابتدایی این بیماری موجب می‌شود تا حتی شنوندگان باتجربه، در ارزیابی ادراک شنیداری از کیفیت صدای این افراد با مشکل مواجه شوند؛ بنابراین ارزیابی‌های آکوستیک در بررسی نتایج ارزیابی‌های ادراک شنیداری و در تشخیص زودهنگام این تغییرات و علائم صوتی نقش مهمی را ایفا می‌کنند (۱).

در حالت ایده‌آل، ارزیابی آکوستیک از صدا باید نوعی از ارزیابی‌های عینی و چندبُعدی از کیفیت صدا را شامل شود که از تأثیر قضاوت شنونده و دیگر ضعف‌های ارزیابی ادراک شنیداری صدا به دور باشد. به‌همین‌دلیل موضوع بسیاری از پژوهش‌ها در سال‌های اخیر این بوده که کدام نوع از ارزیابی‌های آکوستیک، کیفیت صدا را به‌طور مطلوبی بررسی و به صحیح‌ترین شکل ممکن شدت گرفتگی صدا را نشان می‌دهد (۵-۳). منظور از کیفیت صدا، ویژگی‌های روان‌شناختی درک‌شده از صدای انسان است که بازتابی از عملکرد ارتعاشی چین‌های صوتی و عملکرد تشدیدی فضای فوق چاکنایی است (۵). با مرور پژوهش‌های مختلف در زمینۀ بررسی پارامترهای آکوستیک صدا متوجه می‌شویم، اکثر پارامترهایی که تاکنون بررسی شده‌اند از نوع ارزیابی‌های زمان‌وابسته بوده‌اند که «آشفتگی» در کیفیت صدا را اندازه‌گیری می‌کنند. موارد رایج‌تر این گروه از ارزیابی‌ها، شامل جیتر، شیمر و نسبت هارمونی به نویز است. این نوع از ارزیابی‌های آکوستیک، برپایۀ تعیین حدود دقیق مرزهای سیکل‌به‌سیکل سیگنال صوتی (جایی که یک سیکل از ارتعاش شروع یا تمام می‌شود) ایجاد شده‌اند؛ درحالی‌که مطالعات مختلف ثابت‌شده تعیین مرز فقط در نمونه‌های صوتی متناوب اعتبار و پایایی بالایی دارد (۶). در حقیقت سیگنال صوتی نرمال باید پریودیک باشد و میزان تغییرات سیکل‌به‌سیکل موجود در فرکانس یا دامنۀ آن ناچیز باشد تا این نوع از اندازه‌گیری‌ها در تعیین میزان آشفتگی آن‌ها به‌صورتی دقیق عمل کند. به‌عبارت‌دیگر نمونه‌های صوتی نفس‌آلود و خشن که مقادیر بالایی از جیتر و شیمر دارند، به‌دلیل بی‌نظمی در آواسازی و به‌دنبال آن خطا در تعیین دقیق مرز سیکل‌های فرکانس پایه، موجب ایجاد خطایی قابل‌توجه در میزان آشفتگی فرکانس، آشفتگی دامنه و نسبت نویز به هارمونی می‌شوند (۶). به‌همین‌دلیل علی‌رغم قابلیت این پارامترهای آکوستیک در کمی‌کردن سیگنال صوتی و استفادۀ همه‌گیر و قابل‌توجه آن‌ها خصوصاً در زمینه‌های پژوهشی، در طی دو دهۀ قبل بر قدرت تشخیص این شیوه‌های اندازه‌گیری خصوصاً در نمونه‌های صوتی با میزان بالایی از گرفتگی صدا تردیدهایی به وجود آمد (۷،۸). علاوه بر موارد ذکرشده، آنالیز آکوستیک صدا در انواع روش‌های زمان‌وابسته فقط در نمونه‌های صوتی محتوی واکه‌ها قابل‌اجراست ولی برای اجرا در نمونه‌های گفتارپیوسته دچار محدودیت‌هایی است (۷). به‌عبارت‌دیگر، استفاده از بخش میانی نمونه‌های کشیدن واکه در تحلیل‌های سنتی آکوستیک به‌دلیل ماهیت نسبتاً ثابت آواسازی در زمان کشیدن واکه‌ها، عدم وجود بخش‌های بی‌واک و تغییرات پروزودیک در فرکانس و دامنه، عدم تأثیرپذیری از مکث، سرعت، تکیه، بافت آوایی، لهجه، زبان و... انجام می‌گیرد (۸). از طرفی وجود هر دو نوع تکلیف —گفتارپیوسته و کشیدن واکه— در ایجاد تصویری دقیق‌تر و چندبُعدی از کیفیت صدا ضروری است (۷،۹)؛ بنابراین درصورتی‌که هدف ما از ارزیابی اختلالات صدا به‌دست‌آوردن تصویری معتبر ازنظر «بوم‌شناختی» و نمایانگر صدای واقعی افراد در زندگی روزانۀ آن‌ها باشد، الزامی است در ارزیابی‌های آکوستیک از هر دو تکلیف کشیدن واکه و گفتارپیوسته استفاده کنیم (۷،۸). همین ویژگی‌ها ارزیابی‌های زمان‌وابسته را دچار مشکل می‌کند که در گفتار پیوسته به‌شیوه‌ای ناموفق عمل کنند. به‌گونه‌ای که در پژوهش کاردینگ و همکارانش در سال ۲۰۰۴ (۱۰) مشخص شد، هیچ‌کدام از شیوه‌های زمان‌وابسته حساسیت کافی را دربارۀ تغییرات کیفیت صدا برای پیگیری نتایج درمان ندارند.

در سال ۱۹۹۴ و در راستای برطرف‌کردن محدودیت‌های شیوۀ اول تحلیل آکوستیک صدا، هیلانبراند و همکارانش رویکردی چندبُعدی و فرکانس‌وابسته با دو پارامتر آکوستیکی به نام برجسته‌ترین قلۀ سپسترال (CPP)[2] و برجسته‌ترین قلۀ سپسترال تعدیل‌شده (CPPS)[3] برای بررسی کیفیت صدا ایجاد کردند که قابلیت تعیین کیفیت صدا و تشخیص گرفتگی صدا را در هر دو نمونۀ کشیدن واکه و گفتار پیوسته دارد (۵). دو پارامتر آکوستیک نامبرده با بالاترین میزان همبستگی با مؤلفه‌های نفس‌آلودگی و خشونت صدا در تکالیف کشیدن واکه و گفتارپیوسته بهترین شیوۀ موجود برای ارزیابی کیفیت صدای افراد

[1] Periaqueductal Gray Matter
[2] Cepstral Peak Prominence
[3] Cepstral Peak Prominence-Smoothed

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.23222840.1396.7.0.41.9]

حتی در نمونه‌های با گرفتگی شدید صدا هستند (۹،۱۱). همچنین این نوع تحلیل، کمتر احتمال بروز خطای اندازه‌گیری دارد (۵،۹). درحالی‌که در مرور پژوهش‌ها تا به امروز مشاهده می‌شود که تحلیل صدا با رویکرد تحلیل فرکانس وابسته در ارزیابی‌های آکوستیک زبان فارسی مورد توجه قرار نگرفته است؛ ازاین‌رو این پژوهش با هدف بررسی ویژگی‌های آکوستیک بیماران مبتلا به مالتیپل‌اسکلروزیس و مقایسهٔ آن با ویژگی‌های صدای گروه همتای آن‌ها با استفاده از تحلیل سپسترال انجام شد.

۲ روش بررسی

این مطالعه از نوع تحلیلی‌ـ توصیفی، غیرمداخله‌ای و مقایسه‌ای بود که حجم نمونهٔ مطالعه با احتساب انحراف معیار مطالعهٔ دوگان و همکاران (۲) و با استفاده از فرمول حجم نمونه برای هر گروه، ۳۰ نفر تعیین شد. به‌این‌ترتیب، شرکت‌کنندگان گروه طبیعی شامل ۳۰ نفر (۱۵ مرد و ۱۵ زن) باکیفیت طبیعی صدا در محدودهٔ سنی ۲۰ تا ۶۰ سال بودند که با استفادهٔ جمعیت در دسترس و به‌شیوه‌ای غیرتصادفی و با درنظرگرفتن معیارهای ورود عدم وجود سابقهٔ گرفتگی صدا و مصرف سیگار در ۵ سال گذشته، عدم ابتلا به عفونت دستگاه تنفسی فوقانی طی ۳ هفتهٔ گذشته، عدم سابقهٔ جراحی در ناحیهٔ سر و گردن، عدم وجود هرگونه مشکل عصب‌شناختی که بر تولید صدا تأثیر می‌گذارد، انتخاب شدند. این افراد هرگز آموزش حرفه‌ای آواز ندیده بودند، به‌علاوه هیچ‌کدام از زنان شرکت‌کننده در دورهٔ قاعدگی نبودند. علاوه‌بر معیارهای نامبرده، برای دست‌یابی به نمونهٔ صدای بیماران، به انجمن مالتیپل‌اسکلروزیس تهران مراجعه و برای انتخاب شرکت‌کنندگان به مدت‌زمان گذشته از ابتلا به بیماری که باید کمتر از ۵ سال باشد، توجه شد. شرکت‌کنندگان در گروه مبتلا به ام.اس فقط متشکل از زنان و مردان مبتلابه نوع عودکننده‌ـ فروکش‌کننده ام.اس[1] بودند که در دامنهٔ سنی ۳۰ تا ۶۰ سال قرار داشتند و بنابر تشخیص پزشک متخصص نورولوژی از سایر بیماران تفکیک و برای جمع‌آوری نمونهٔ صوتی براساس معیارهای ورود به مطالعه، بررسی شدند. نمونهٔ صدای افراد پس از پرکردن فرم رضایت‌نامهٔ شرکت در پژوهش، با استفاده از میکروفن (SHURE-Prolog SM58, U.S.A) جمع‌آوری و بر روی رایانه ضبط شد. از شرکت‌کنندگان خواسته شد که واکهٔ/a/ را به‌مدت ۵ ثانیه بکشند. همچنین از روی جملات متن بخوانند. لازم به ذکر است جملات متن مزبور از نسخهٔ فارسی «آزمون توافق ادراک شنیداری» به شرح ذیل اقتباس شد:

«از عصر امروز اعصابم آرام‌تر شده است»

«هیوا و هومن حالا حتماً حس و حوصله بیشتری دارند»

«پسر پستچی پس از تحصیل پیش پدرش برگشت» (۱۲).

در این مطالعه برای تحلیل آکوستیک صدا از " Speech Tool" (James Hillenbrand, Western Michigan University, Kalamazoo, MI, USA, 1.65) که بر روی رایانه نصب‌شده بود استفاده شد. سپس نمونهٔ صدای افراد برای تحلیل با استفاده از دو پارامتر CPP و CPPS بررسی گردید. داده‌های حاصل از ارزیابی، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۱ تجزیه‌وتحلیل شد. یافته‌های پژوهش با شاخص‌های تمایل مرکزی توصیف شدند. برای بررسی نرمالیتی از آزمون یک نمونه‌ای کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. سپس برای بررسی تفاوت بین میانگین‌ها براساس نوع پارامتر و نوع آزمایهٔ استفاده‌شده، آزمون تی مستقل با درنظرگرفتن سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

۳ یافته‌ها

داده‌های آماری مربوط به میانگین و انحراف‌معیار مردان و زنان در دو گروه سالم و مبتلا به ام.اس به‌ترتیب در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد به‌ترتیب بین میانگین CPP و CPPS در گروه زنان سالم و مبتلا به ام.اس در هر دو تکلیف کشیدن واکهٔ /a/ (p=۰/۰۰۲) و (p<۰/۰۰۱) و گفتارپیوسته (p<۰/۰۰۱) و (p<۰/۰۰۱) تفاوت وجود دارد. همچنین در گروه مردان، بین افراد سالم و مبتلا به ام.اس در تکلیف کشیدن واکهٔ /a/ بر اساسCPP (p=۰/۰۰۲) و CPPS (p<۰/۰۰۱) تفاوت معنادار وجود دارد. درحالی‌که در این گروه بین مقادیر CPP (p=۰/۲۴۹) و CPPS (p=۰/۱۷۲) در تکلیف گفتار پیوسته تفاوت معناداری وجود ندارد. همان‌طور که در اشکال ۱ تا ۴ نیز ملاحظه می‌شود، در گروه زنان مبتلابه ام.اس میانگین‌های دو پارامتر CPP و CPPSدر هر دو تکلیف کشیدن واکهٔ /a/ و گفتار پیوسته به‌صورت معناداری از گروه کنترل کمتر است. همچنین شکل ۵ و ۶ نشان می‌دهد، در گروه مردان مقادیر CPP و CPPS در گروه سالم در تکلیف کشیدن واکهٔ /a/ به‌صورت معناداری از گروه مبتلا به ام.اس بیشتر است.

جدول ۱. نتایج مقایسهٔ CPP و CPPS در دو تکلیف کشیدن واکهٔ /a/ و گفتارپیوسته در گروه زنان سالم و مبتلابه ام.اس

گروه‌ها		سن (سال)	CPP/a/(dB)	CPPS/a/(dB)	CPP CS*(dB)	CPPS CS*(dB)
کنترل (n=۱۵)	میانگین	۴۷/۱۹	۱۲/۱۴۲	۴/۵۵۵	۱۶/۳۶۴	۵/۰۶۳
	انحراف معیار	۲/۳۵	۰/۷۱۰	۰/۳۱۱	۳/۳۸۳	۰/۷۲۹
ام.اس (n=۱۵)	میانگین	۴۹/۱۲	۱۱/۱۷۴	۲/۳۴۷	۸/۰۷۵	۲/۴۳۳
	انحراف معیار	۱/۷۲	۰/۸۰۰	۰/۳۹۱	۰/۹۶۱	۰/۸۵۲
	مقدار p		۰/۰۰۲	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

*علائم اختصاری: CS به‌معنای مقدار پارامتر موردنظر در تکلیف گفتارپیوسته است.

[1] Relapsing Remitting MS

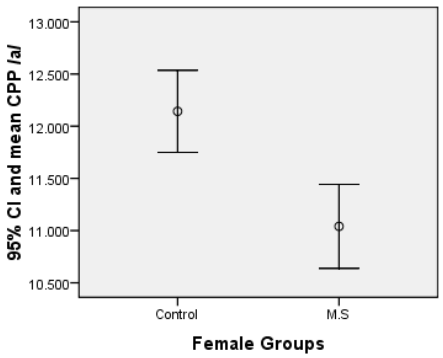
[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1396.7.0.41.9]

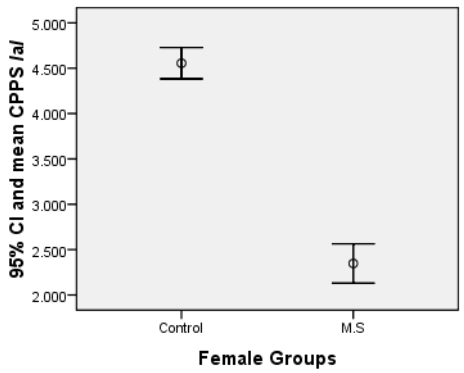
جدول ۲. نتایج مقایسه CPP و CPPS در دو تکلیف کشیدن واکهٔ /a/ و گفتارپیوسته در مردان سالم و مبتلابه ام.اس

گروه‌ها		سن (سال)	CPP/a/(dB)	CPPS/a/(dB)	CPP CS (dB)	CPPS CS(dB)
کنترل (n=۱۵)	میانگین	۴۳/۰۹	۱۳/۹۱	۵/۶۳۲	۱۴/۳۷۵	۴/۶۷۰
	انحراف معیار	۳/۴۲	۱/۲۳۳	۰/۸۵۹	۱/۵۰۶	۰/۶۵۹
ام.اس (n=۱۵)	میانگین	۴۸/۱۸	۱۲/۴۲	۳/۱۵	۱۳/۷۲۶	۴/۳۵۰
	انحراف معیار	۳/۸۱	۰/۹۳۱	۰/۶۳۶	۱/۵۲۳	۰/۵۷۸
	مقدار *p*		۰/۰۰۲	<۰/۰۰۱	۰/۲۴۹	۰/۱۷۲

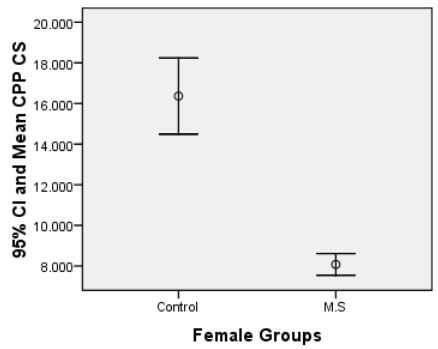
*علائم اختصاری: CS به‌معنای مقدار پارامتر موردنظر در تکلیف گفتارپیوسته است.



شکل ۱. تفاوت معنادار CPP در تکلیف کشیدن واکهٔ /a/ بین زنان سالم و مبتلابه ام.اس



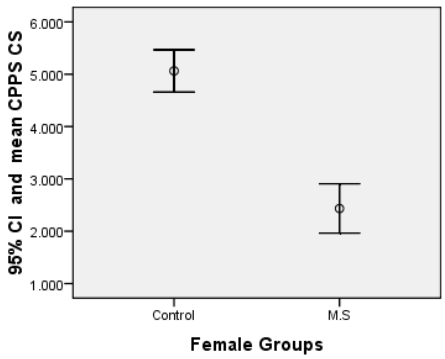
شکل ۲. تفاوت معنادار CPPS در تکلیف کشیدن واکهٔ /a/ بین زنان سالم و مبتلابه ام.اس



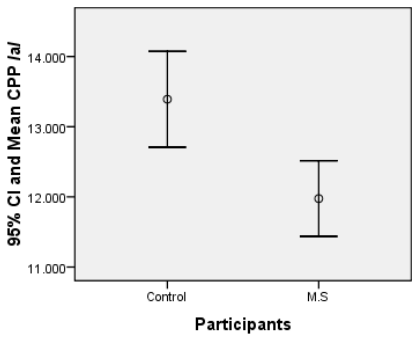
شکل ۳. تفاوت معنادار CPP در تکلیف گفتارپیوسته بین زنان سالم و مبتلابه ام.اس

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

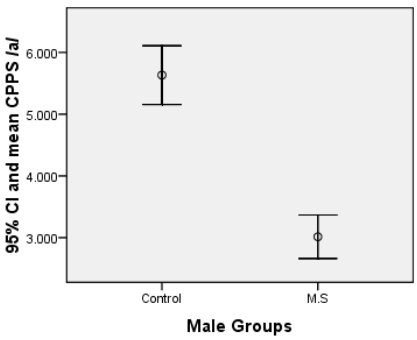
[DOR: 20.1001.1.23222840.1396.7.0.41.9]



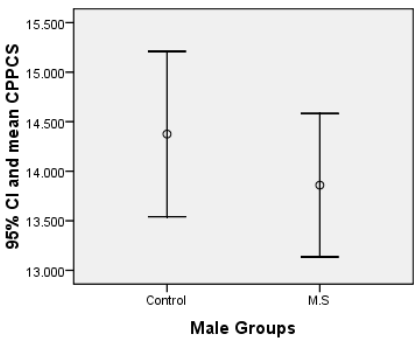
شکل ۴. تفاوت معنادار CPPS در تکلیف گفتارپیوسته بین زنان سالم و مبتلابه ام.اس



شکل ۵. تفاوت معنادار CPP در تکلیف کشیدن واکهٔ /a/ بین مردان سالم و مبتلابه ام.اس



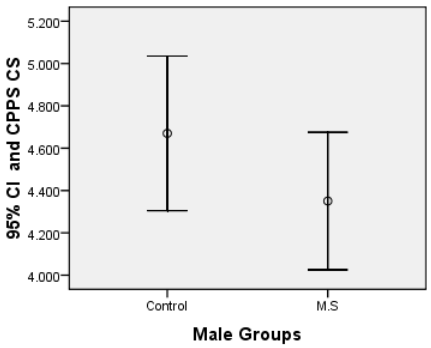
شکل ۶. تفاوت معنادار CPPS در تکلیف کشیدن واکهٔ /a/ بین مردان سالم و مبتلابه ام.اس



شکل ۷. عدم وجود تفاوت معنادار CPPS در تکلیف گفتارپیوسته بین مردان سالم و مبتلابه ام.اس

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1396.7.0.41.9]



شکل ۸. عدم وجود تفاوت معنادار CPPS در تکلیف گفتارپیوسته بین مردان سالم و مبتلابه ام.اس

۴ بحث

مالتیپل‌اسکلروزیس به‌عنوان بیماری با منشأ عصب‌زاد و با علتی ناشناخته در دو دههٔ اخیر رشد چشمگیری داشته است (۱). در این پژوهش یکی از مشکلات بسیار مهم بیماران مبتلابه ام.اس که آسیب‌دیدن کیفیت صدا است، مطالعه شد. ارزیابی‌های آکوستیک از صدا به‌دلیل قابلیت تکرارپذیری، غیرتهاجمی‌بودن، مستندسازی و ارائهٔ خروجی عددی در سال‌های اخیر به‌صورت گسترده‌ای استفاده می‌شوند (۸) ولی آنچه تا به امروز در پژوهش‌های صورت‌گرفته در زبان فارسی رخ‌داده، صرفاً گزارشی از انواع ارزیابی‌های زمان‌وابسته و با بررسی نمونه‌های کشیدن واکه بوده است؛ بنابراین این پژوهش برای اولین‌بار در زبان فارسی با استفاده از ارزیابی‌های سپسترال صورت گرفت تا با افزایش آگاهی دربارهٔ جنبه‌های آکوستیک اختلالات صدای این گروه از بیماران، تشخیص و درمان به‌موقع با استفاده از ابزارهای دقیق و رویکردهای صحیح، مؤثر واقع شود.

تحلیل سپسترال، میزان هارمونی موجود در نمونهٔ صدا بررسی می‌کند و مقدار انرژی موجود در سیگنال صوتی را با محاسبهٔ فاصلهٔ بین برجسته‌ترین قلهٔ سپسترال و خط رگرسیون، به‌صورت کمی محاسبه می‌کند (۵)؛ بنابراین یک سیگنال صوتی متناوب و پریودیک، میزان هارمونی بیشتر و به‌تبع آن، قله‌ها یا دامنه‌هایی سپسترال برجسته‌تر در مقایسه با خط رگرسیون دارد. درنتیجه مقادیر CPP و CPPS بزرگ‌تری خواهد داشت. این درحالی‌است که صوتی با هارمونی‌های نامتناوب منجر به کاهش قله یا دامنهٔ سپسترال در مقایسه با خط رگرسیون می‌شود (۵). با توجه به این موارد، نتایج نشان می‌دهد در گروه مردان، میانگین مقادیر CPP و CPPS گروه کنترل در تکلیف کشیدن واکهٔ /a/ به‌طور معناداری از مبتلایان به ام.اس بیشتر است که این موضوع نشان‌دهندهٔ غیرپریودیک بودن و وجود نویز و نفس‌آلودگی در صدای مردان مبتلابه ام.اس است که فقط در تکلیف کشیدن واکهٔ /a/ قابل‌درک است. درحالی‌که در تکلیف گفتارپیوسته، تفاوت معناداری بین میانگین‌های گروه کنترل و مبتلابه ام.اس مشاهده نمی‌شود. این می‌تواند به‌دلیل تأثیر کمتر این بیماری در مراحل اولیهٔ ابتلا باشد که به‌میزان کمتری بر حنجرهٔ مردان تأثیر می‌گذارد.

در گروه زنان مبتلابه ام.اس، مقادیر CPP و CPPS در هر دو تکلیف کشیدن واکه و گفتارپیوسته به‌طور معناداری از گروه مبتلابه ام.اس کمتر است. همچنین همان‌طور که مطالعات مختلف نشان می‌دهند، این یافته به درگیری بیشتر حنجره و آسیب‌پذیرتربودن گروه زنان در برابر بیماری ام.اس حتی در مراحل اولیهٔ بیماری مرتبط است (۱،۲). همچنین در پژوهش خدامی و همکاران (۱۳) درخصوص ارتباط جنسیت و الگوی بسته‌شدن چاکنای مشخص شد، وجود شکاف خلفی چاکنایی در زنان ایرانی پدیده‌ای شایع است. بست ناکامل چاکنایی در گروه زنان باعث کمبود هوا می‌شود که در صدای فرد به‌صورت نویز درک می‌شود. از طرفی هرچه میزان نویز بیشتر باشد میزان هارمونی نمونهٔ صوتی کاهش می‌یابد (۵،۱۴)؛ بنابراین می‌توان گفت یکی از دلایل کاهش کیفیت کلی صدا در گروه زنان و بروز نشانه‌های غیرپریودیک‌بودن به‌صورت شدیدتر و در هر دو تکلیف، به‌دلیل شکاف چاکنایی خلفی، وجود نفس‌آلودگی در کیفیت صدا، ضعیف‌بودن صدا و به‌تبع آن کاهش میزان ساختارهای هارمونیک و نهایتاً کاهش مقادیر CPP و CPPS خصوصاً در گروه مبتلاست (۱۴)؛ بنابراین به نظر می‌رسد گروه مردان در مقایسه با گروه زنان مبتلابه ام.اس خصوصاً در تکلیف گفتارپیوسته از کیفیت صدای بهتری برخوردارند، به‌عبارت‌دیگر چون هر دو پارامتر CPP و CPPS در تکلیف گفتارپیوسته نشان می‌دهد کیفیت صدای مردان مبتلابه ام.اس با مردان سالم تفاوتی ندارد، به نظر می‌رسد کیفیت صدای مردان حتی پس از ابتلا، برطرف‌کنندهٔ نیازهای روزمرهٔ آن‌ها باشد. از طرفی همان‌طور که نتایج مطالعات گذشته مشخص کرده است، حنجرهٔ گروه زنان آسیب‌پذیرتر از گروه مردان است (۱۵) که با توجه به تأثیری که اختلال صدا در کیفیت زندگی مرتبط با صوت افراد دارد، ضرورت و اهمیت توجه به گروه زنان مبتلابه ام.اس و ارزیابی و برنامه‌ریزی مداخله‌ای مؤثر حتی در مراحل ابتدایی ابتلا به بیماری مشخص می‌شود.

به‌صورت کلی، مطالعات گذشته نشان داده‌اند شاخص CPPS و CPP به‌طور معتبری پیش‌بینی‌کنندهٔ گرفتگی صدا با بالاترین میزان حساسیت، ویژگی و ارزش پیش‌بین در نمونه‌های گفتار پیوسته است (۶،۱۱،۱۶)؛ مرور تحقیقات نشان‌دهندهٔ نقاط قوت و ضعف استفاده از اندازه‌گیری‌های آکوستیک برای کمی‌کردن تفاسیر ادراکی کیفیت صدا در ارزیابی و درمان اختلالات صدا است. پژوهش‌های صورت‌گرفته در حوزهٔ ارزیابی‌های زمان‌وابسته ارتباط ضعیف و ناپایداری میان این شاخص و قضاوت‌های ادراک شنیداری دربارهٔ نوع و شدت گرفتگی صدا، نشان می‌دهد (۸). به‌علاوه هیچ مبنای نظری منطقی برای نتایج مربوط به ارزیابی‌های زمان وابستهٔ آکوستیک وجود ندارد و از طرفی همهٔ این تحلیل‌ها محدود به کشیدن واکه است و برای نمونه‌های گفتار

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1396.7.0.41.9]

پیوسته افراد با گرفتگی صدا کارایی ندارد. تحلیل سپسترال نویز نمونه را کاهش می‌دهد درحالی‌که برجستگی فرکانس پایه را تقویت می‌کنند. به‌علاوه این نوع تحلیل، برای ارزیابی کیفیت صدا در الگوی گفتار پیوسته نیز استفاده می‌شوند (۵). لول (۱۷)، واتس و اَوان (۱۸) طی پژوهش‌های خود به این نتیجه رسیدند که اندازه‌گیری‌های سپسترال به‌صورت صحیح و با دقت بالایی تمایز صدای گرفته از صدای طبیعی را نشان می‌دهند. در ارتباط باقدرت پیشگویی شدت گرفتگی صدا، اَوان و همکاران (۹) متوجه شدند ارتباط قوی میان درجه‌بندی‌های ادراک شنیداری گرفتگی صدا و تحلیل سپسترال وجود دارد؛ بنابراین برخلاف سایر اندازه‌گیری‌های آکوستیک که با دقت کمتری کیفیت نمونهٔ صوتی را گزارش می‌کنند، می‌توان با استفاده از این شاخص، با اطمینان بالایی کیفیت نمونه‌های صوتی را به‌صورت عینی و از منظر علم آکوستیک گزارش کرد. همچنین این شاخص آکوستیک به‌دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فردی که در اندازه‌گیری میزان هارمونی نمونهٔ صوتی دارد می‌تواند اندازه‌گیری آکوستیک عینی را ارائه دهد که در تشخیص اختلالات صدا و پیگیری نتایج درمان آن‌ها مفید باشد (۸). با توجه به اهمیت موضوع، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده با استفاده از ارزیابی‌های سسپسترال، مطالعهٔ مقایسه‌ای از کیفیت صدای بیماران مبتلابه ام.اس در مراحل مختلف پس از ابتلا و نیز در انواع شکل‌های بیماری ام.اس صورت گیرد.

۵ نتیجه‌گیری

تعیین ویژگی‌های صوتی با استفاده از شیوه‌های تحلیل سپسترال در گروه بیماران مبتلابه مالتیپل‌اسکلروزیس- با توجه به تغییر قابل‌توجه کیفیت صدای آن‌ها در مقایسه با افراد طبیعی- به‌عنوان یکی از ابزارهای تشخیص اختلالات ارتباط کلامی است- که قابلیت استفاده در هر دو تکلیف کشیدن واکه و گفتارپیوسته را دارد. نتایج نشان‌دهندهٔ تفاوت کیفیت صدای بیماران مبتلابه ام.اس حتی در سال‌های ابتدایی ابتلا به بیماری خصوصاً در گروه زنان است؛ بنابراین ضرورت بازنگری در روند ارزیابی این گروه از بیماران و مداخله در مراحل اولیهٔ ابتلا ضروری به نظر می‌رسد.

٦ تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی با عنوان «بررسی و مقایسهٔ کیفیت صدای بزرگسالان طبیعی و مبتلابه مالتیپل‌اسکلروزیس فارسی‌زبان با استفاده از ارزیابی سپسترال» مصوب کمیتهٔ تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی در سال ۹۴ با شماره ۹۰۹/ت/۹۵/۸۰۱ است که با حمایت مالی کمیتهٔ تحقیقات دانشجویی این دانشگاه اجراشده است.

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1396.7.0.41.9]

References

1. Feijó AV, Parente MA, Behlau M, Haussen S, De Veccino MC, de Faria Martignago BC. Acoustic analysis of voice in multiple sclerosis patients. J Voice. 2004;18(3):341–7. [Link]
2. Dogan M, Midi I, Yazıcı MA, Kocak I, Günal D, Sehitoglu MA. Objective and subjective evaluation of voice quality in Multiple Sclerosis. J Voice. 2007;21(6):735–40. [Link]
3. Brinca LF, Batista APF, Tavares AI, Gonçalves IC, Moreno ML. Use of cepstral analyses for differentiating normal from dysphonic voices: a comparative study of connected speech versus sustained vowel in European Portuguese female speakers. J Voice. 2014;28(3):282–6. [Link]
4. Ma EP-M, Yiu EM-L. Multiparametric evaluation of dysphonic severity. J Voice. 2006;20(3):380–90. [Link]
5. Hillenbrand J, Cleveland RA, Erickson RL. Acoustic correlates of breathy vocal quality. J Speech Hear Res. 1994;37(4):769–78. [Link]
6. 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]
7. 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. J Voice. 2010;24(5):540–55. [Link]
8. 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]
9. 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]
10. arding P n., Steen I n., Webb A, MacKenzie K, Deary I j., Wilson J a. The reliability and sensitivity to change of acoustic measures of voice quality. Clin Otolaryngol Allied Sci. 2004;29(5):538–44. [Link]
11. 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]
12. 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. [Link]
13. 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. [Link]
14. Radish Kumar B, Bhat JS, Prasad N. Cepstral analysis of voice in persons with vocal nodules. J Voice. 2010;24(6):651–3. [Link]
15. Preciado J, Pérez C, Calzada M, Preciado P. Function vocal examination and acoustic analysis of 905 teaching staff of La Rioja, Spain. Acta Otorrinolaringol Esp. 2005;56(6):261–72. [Spanish] [Link]
16. Heman-Ackah YD, Michael DD, Baroody MM, Ostrowski R, Hillenbrand J, Heuer RJ, et al. Cepstral Peak Prominence: A More Reliable Measure of Dysphonia. Ann Otol Rhinol Laryngol. 2003;112(4):324–33. [Link]
17. Lowell SY, Colton RH, Kelley RT, Hahn YC. Spectral- and Cepstral-Based measures during continuous speech: Capacity to distinguish dysphonia and consistency within a speaker. J Voice. 2011;25(5):e223 [Link]
18. Watts CR, Awan SN. Use of spectral/cepstral analyses for differentiating normal from hypofunctional voices in sustained vowel and continuous speech contexts. J Speech Lang Hear Res. 2011;54(6):1525–37. [Link]

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1396.7.0.41.9]