T. M .U.

Language Related Research
E-ISSN: 2383-0816
Vol.11, No.4 (Tome 58),
September, October & November 2020

Vowel Space in Hearing Aided, Cochlear Implanted and Normally Hearing Children

Asma Izadi[1], Vahideh Abolhasanizadeh[2*], Azadeh Sharifimoghadam[3]

1. M.Sc.in Linguistics, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Linguistics, Department of Foreign Languages, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.
3. Associate Professor, Department of Linguistics, Department of Foreign Languages, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.

Received: 13/10/2018
Accepted: 7/01/2019

* Corresponding Author's
E-mail: abolhasani@uk.ac.ir

Abstract

We live in a world of language and we communicate with each other using language (Fromkin et al., 2007). Deafness occurs when a person cannot understand speech through hearing, even when the sound is amplified. The degree of hearing loss is measured according to the sensitivity of deaf people's ears to the sounds (Ganji, 2017) and then those people are asked to use hearing aids or do cochlear implantation surgery (Ebrahimi, 2006). Children have the opportunity to hear others' speech during normal speech development while children with hearing impairment lose much of the auditory input, which may hinder speech development (Tseng et al., 2011 as cited in Serry and Blamey, 1999; Blamey et al., 2001; Peng et al., 2004; Bouchard et al., 2007). Different factors will affect speech development. One of these factors is DISABILITY, any disorder in hearing will affect speech and subsequently will cause problems in communication (Amiri et al., 2014). Some speech characteristics of children with hearing loss are different from each other and different from normally hearing children (Kord et al., 2012). GENDER is another factor affecting speech. While analyzing vowels produced by Azari speakers, Mirahadi et al. (2018) proved that men produce some vowels different from women.

Vowel space is a vowel quadrilateral which is used to shows the first and the second formants. Phoneticians put vowels in the vowel space according to their position in the oral cavity, which was first introduced by Essner (1947) and Joos (1948) (as cited in Harrington & Cassidy, 1999). The first formant will increase as we go down the vowel space, it shows highness of tongue while producing vowels in the oral cavity. The second formant shows

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

T. M .U.
Language Related Research
E-ISSN: 2383-0816
Vol.11, No.4 (Tome 58),
September, October & November 2020

anterior or posterior position of tongue in the process of production of vowels in the oral cavity and will increase as we go to the left side of the vowel space (Hayward, 2013: 227, 228 & 502).

The present study aims to compare the vowel space of hearing aided, cochlear implanted, and normally hearing children, with DISABILITY and GENDER as factors, in order to investigate the difference between the vowels produced by these children (Their average age was 10 years and 4 months and their participation in the study was optional, after getting permission from their parents.) and find out more effective hearing aid tools among two groups of children with DISABILITY (They did not have any mental or physical problems except hearing impairment and took part in language therapy classes for about 450 hours.), the group which makes vowels similar to normally hearing children will prove the effectivity of the hearing aid tools. So, the results will be useful for language therapists while helping children learn how to pronounce vowels.

Therefore, the participants, 5 girls and 5 boys in each group, were asked to repeat thirty-six CVC framed words. Each word consists of one of the stops [p, b, t, d, k, g] in the onset and offset of the pattern and one of the Persian vowels [æ, e, o, a, i, u] in the center. Then the words were recorded using a Shure microphone in PRAAT software. After that, the first and the second formants of each vowel were measured and by using SPSS software the data was analyzed.

The results showed that the effect of DISABILITY on the first formant of vowels [æ, a, i, u] and the second formant of vowels [a, e, o, u] was significantly different ($p < 0.050$). The results of a Post Hoc Bonferroni test showed that children with DISABILITY produced vowels [u, i, e, æ] in a lower place in the vowel space comparing to normally hearings. Cochlear implanted children produced vowel [a] in a lower place and vowel [o] in a higher place in the vowel space comparing to normally hearings. Hearing aided children produced vowel [a] in a higher place in the vowel space comparing to normally hearings. All vowels in cochlear implanted children and vowels [æ, a, e, i, u] in hearing aided children were produced in an anterior place in the vowel space comparing to normally hearings.

The results also proved that the effect of GENDER on the first formant of vowel [a] and the second formant of vowel [i] was significantly different (p

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

T. M .U.

Language Related Research
E-ISSN: 2383-0816
Vol.11, No.4 (Tome 58),
September, October & November 2020

< 0.050). The results of a Post Hoc Bonferroni test revealed that the mean of the first formant of vowel [a] in girls was more than boys and the mean of the second formant of vowel [i] in girls was less than boys.

It is also important to mention that hearing aided children had the smallest vowel space among three groups of participants while the vowel space of cochlear implanted children was not so different from the vowel space of normally hearings. So, language therapists have to try more to teach vowels to the children who use hearing aids comparing to the children who are cochlear implanted.

Keywords: Vowel space, Cochlear implantation, Hearing aid, Gender

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]
[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

دوماهنامهٔ علمی- پژوهشی
د۱۱، ش٤ (پیاپی ٥٨)، مهر و آبان ۱۳۹۹، صص۵۳۳-۵۶۵

بررسی مقایسه‌ای فضای واکه‌ای در کودکان دارای سمعک، کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی

اسما ایزدی بیدانی[۱]، وحیده ابوالحسنی‌زاده[۲*]، آزاده شریفی‌مقدم[۳]

۱. کارشناس ارشد زبان‌شناسی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.
۲. استادیار گروه زبان‌شناسی، بخش زبان‌های خارجی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.
۳. دانشیار گروه زبان‌شناسی، بخش زبان‌های خارجی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.

دریافت: ۹۷/۰۷/۲۱ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۷

چکیده

هدف از این تحقیق مقایسهٔ فضای واکه‌ای کودکان دارای سمعک، کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی با توجه به متغیرهای اختلال شنوایی و جنسیت است. از سی کودک، ده کودک در هر گروه که شامل پنج دختر و پنج پسر بودند، خواسته شد تا ۳۶ کلمه با ساختار CVC را که متشکل از همخوان‌های انسدادی آغازه و پایانهٔ یکسان و واکه‌های زبان فارسی بودند تکرار کنند. کلمات موردنظر با استفاده از میکروفون شور و نرم‌افزار پرت ضبط شد. سپس مقادیر بسامد سازه‌های اول و دوم برای هر واکه اندازه‌گیری و مقایسه شد. نتایج نشان داد که کودکان دارای اختلال شنوایی واکه‌های [u, i, e, æ] را در جایگاهی افتاده‌تر نسبت‌به کودکان بدون اختلال شنوایی تولید می‌کنند. واکهٔ [a] در کودکان کاشت حلزون شنوایی در جایگاهی افتاده‌تر و واکهٔ [o] در کودکان دارای اختلال شنوایی در جایگاهی افراشته‌تر نسبت‌به کودکان بدون اختلال شنوایی تولید می‌شود. در حالی که واکهٔ [a] در کودکان دارای سمعک در جایگاهی افراشته‌تر نسبت‌به کودکان بدون اختلال شنوایی تولید می‌شود. به‌علاوه، تمامی واکه‌هایِ کودکان کاشت حلزون شنوایی و واکه‌های [u, i, e, a, æ] در کودکان دارای سمعک در جایگاهی پیشین‌تر نسبت‌به کودکان بدون اختلال شنوایی تولید می‌شوند. کودکان دارای سمعک دارای کوچک‌ترین فضای واکه‌ای در بین افراد شرکت‌کننده در تحقیق هستند، درحالی که فضای واکه‌ای کودکان کاشت حلزون شنوایی تفاوت فاحشی با فضای واکه‌ای کودکان بدون اختلال شنوایی نداشت. جنسیت نیز بر بسامد سازهٔ اول واکه [a] و بسامد سازهٔ دوم واکه [i] تأثیری معنادار داشت.

واژه‌های کلیدی: فضای واکه‌ای، کاشت حلزون شنوایی، سمعک، جنسیت.

* نویسندهٔ مسئول مقاله: E-mail: abolhasani@uk.ac.ir

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

۱. مقدمه

ما در جهانی از انواع زبان‌ها زندگی می‌کنیم و از طریق آن‌ها با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنیم (Fromkin et al., 2007: 3). هرگونه اختلال در شنوایی[۱] می‌تواند موجب اختلال در گفتار[۲] و درنتیجه اختلال در برقراری ارتباط با دیگران شود (امیری و همکاران، ۱۳۹۳). ناشنوایی[۳] به‌معنای ضعف در پردازش اطلاعات زبانی از طریق شنیدن است که حتی شامل افرادی می‌شود که از ابزار کمک-شنوایی استفاده می‌کنند و شدت اختلال شنوایی با توجه به میزان حساسیت گوش نسبت‌به صدا مشخص می‌شود (گنجی، ۱۳۹٦: ۳۲۱ -۳۲۲). با توجه به میزان اختلال شنوایی به افراد دارای اختلال شنوایی توصیه می‌شود تا از سمعک[٤] استفاده کنند و درصورت عدم سودمندی، پس از بررسی معیارهای پزشکی و شنوایی‌سنجی، آن‌ها می‌توانند مورد جراحی کاشت حلزون شنوایی[٥] قرار گیرند (ابراهیمی، ۱۳۸۵). سنگ[٦] و همکاران (2011) در پژوهش خود (as cited in Serry & Blamey, 1999; Blamey et al., 2001; peng et al., 2004; Bouchard et al., 2007) بیان می‌کنند که کودکان در فرایند یادگیری زبان به‌صورت طبیعی[۷] این شانس را دارند که در معرض سخنان دیگران قرار بگیرند و آن‌ها را بشنوند. اما بیشتر این اطلاعات ورودی در دسترس کودکانی که دارای اختلال شنوایی هستند قرار نمی‌گیرند و این امر مانع رشد و توسعهٔ فرایند یادگیری زبان در این کودکان می‌شود. بنابراین برخی از ویژگی‌های گفتار کودکانی که اختلال شنوایی دارند متفاوت از کودکان سالم و همچنین متفاوت از یکدیگر است (کرد و همکاران، ۱۳۹۱).

صداها در زبان‌های مختلف به دو دسته همخوان‌ها[۸] و واکه‌ها[۹] تقسیم‌بندی می‌شوند (Fromkin et al., 2007: 227). هدف از این تحقیق این است که با بررسی فضای واکه‌ای[۱۰] در کودکان کاشت حلزون شنوایی، کودکان دارای سمعک و کودکان بدون اختلال شنوایی به تفاوت‌های موجود در نحوهٔ تولید واکه‌ها با توجه به متغیرهای جنسیت[۱۱] و اختلال شنوایی بین این گروه‌ها پرداخته شود.

پرسشی که مطرح می‌شود این است که آیا تفاوتی بین فضای واکه‌ای در کودکان دارای اختلال شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی وجود دارد یا خیر. پرسش دیگر این است که استفاده از کدام‌یک از ابزار کمک‌شنوایی، سمعک و یا کاشت حلزون شنوایی، به تولید بهتر واکه‌ها در کودکان دارای اختلال شنوایی کمک می‌کند.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

فرضیه‌ای که در این تحقیق مطرح می‌شود این است که فضای واکه‌ای در کودکان کاشت حلزون شنوایی، دارای سمعک و کودکان بدون اختلال شنوایی متفاوت است و کودکان کاشت حلزون شنوایی واکه‌ها را بهتر از کودکان دارای سمعک تولید می‌کنند.

۲. پیشینهٔ تحقیق

عوامل مختلفی ازجمله بیماری، اختلال شنوایی و مدت‌زمان استفاده از ابزارهای کمک شنوایی می‌توانند موجب تغییر در جایگاه تولید[۱۲] واکه‌ها و درنتیجه تغییر فضای واکه‌ای شوند. در مطالعه‌ای که ابوالحسنی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) بر فضای واکه‌ای کودکان بیمار مبتلا به سندروم داون و مقایسهٔ آن‌ها با کودکان سالم انجام دادند از شرکت‌کنندگان، شش کودک بیمار و شش کودک سالم، خواسته شد تا کلمات تک‌هجایی[۱۳] با ساختارهای CVC را که همخوان‌های آغازه[۱٤] و پایانهٔ[۱۵] یکسانی داشتند و متشکل از انسدادی‌های[۱٦] واکدار[۱۷] و بی‌واک[۱۸] [p, t, k, b, d, g] و واکه‌های زبان فارسی بودند، تکرار کنند. پس از اندازه‌گیری و مقایسهٔ مقادیر بسامد سازه‌های اول[۱۹] و دوم[۲۰] این‌گونه نتیجه‌گیری شد که میانگین بسامد سازهٔ اول واکه‌های [, a,œ] در کودکان سالم بیشتر از کودکان بیمار است؛ اما میانگین این بسامد در واکه‌های [u, i, e] در کودکان سالم کم‌تر از کودکان بیمار است. بنابراین واکه‌های [æ, a, o] و [u, i, e] در کودکان بیمار به‌ترتیب در جایگاهی افراشته‌تر و افتاده‌تر نسبت‌به کودکان سالم تولید می‌شوند. به‌علاوه، میانگین بسامد سازهٔ دوم واکه‌های [æ, i, e] و واکه‌های [a, o, u] در کودکان بیمار به ترتیب کم‌تر و بیشتر از میانگین این واکه‌ها در افراد سالم است. بنابراین، در کودکان بیمار واکه‌های [æ, i, e] در جایگاهی پسین‌تر[۲۱] و واکه‌های [a, o, u] در جایگاهی پیشین‌تر[۲۲] نسبت به افراد سالم تولید می‌شوند. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش همچنین نشان دادند که تفاوتی معنادار بین تأثیر بیماری بر بسامد سازهٔ اول تمامی واکه‌ها وجود ندارد؛ اما در تأثیر بیماری بر بسامد سازهٔ دوم در تمامی واکه‌ها به غیر از واکهٔ [a] تفاوتی معنادار وجود دارد. تمامی واکه‌های تولیدشده توسط کودکان بیمار به‌سمت مرکز فضای واکه‌ای تمایل دارند و فضای واکه‌ای در کودکان بیمار کوچک‌تر از کودکان سالم است. به‌علاوه، ورهوون[۲۳] و همکاران (2016) پژوهشی بر روی دوازده واکهٔ زبان هلندی در سه دسته از کلمات تک‌هجایی به شرح زیر انجام داده‌اند. واکه‌هایی که شامل پنج واکهٔ کشیده[۲٤] [e, y, Ø, o, a] و هفت واکهٔ کوتاه[۲۵] [i, I, ɛ, u, ʏ, ɔ, ɑ] بودند همگی به‌ترتیب بین همخوان‌های [p, t]، [l, t] و [t, r] قرار

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

گرفتند. از سه گروه از کودکان که در این پژوهش بررسی شدند، گروهی هشت‌نفره که قبل از دوسالگی تحت جراحی کاشت حلزون شنوایی قرار گرفته بودند، گروهی هفت‌نفره که از سمعک استفاده می‌کردند و گروهی نودنفره که بدون اختلال شنوایی بودند، خواسته شد تا به کلمات گوش و آن‌ها را تکرار کنند. بسامد سازه‌های اول و دوم واکه‌های ذکرشده بررسی شدند و مشخص شد که بسامد سازهٔ اول در واکه‌های [ɑ, a, ɛ] در کودکان کاشت حلزون شنوایی کم‌تر از بسامد سازهٔ اول آن‌ها در کودکان دارای سمعک و کودکان بدون اختلال شنوایی بود. بسامد سازهٔ اول واکهٔ [u] در کودکان دارای سمعک و کاشت حلزون شنوایی بیشتر از مقدار آن در کودکان بدون اختلال شنوایی بود. همچنین در واکهٔ [ɔ] بسامد سازهٔ اول کودکان دارای سمعک بیشتر از دو گروه کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی بود. به‌علاوه، واکه‌ها در کودکان کاشت حلزون شنوایی در مقایسه با کودکان دارای سمعک و کودکان بدون اختلال شنوایی با تمایل بیشتری به‌سمت مرکز، تولید شدند. بسامد سازهٔ دوم واکه‌ها در دو گروه کودکان کاشت حلزون شنوایی و دارای سمعک کم‌تر از بسامد سازهٔ دوم واکه‌ها در کودکان بدون اختلال شنوایی بود، نه و هفت واکه از دوازده واکهٔ موردبررسی در پژوهش به‌ترتیب در کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان دارای سمعک متفاوت با کودکان بدون اختلال شنوایی بود. این در حالی است که بسامد سازهٔ دوم واکه‌ها در دو گروه کودکان کاشت حلزون شنوایی و دارای سمعک تفاوتی با یکدیگر نداشتند. بنابراین، واکه‌ها در دو گروه کودکان کاشت حلزون شنوایی و دارای سمعک در مقایسه با گروهی که بدون اختلال شنوایی بودند با تمایل بیشتری به‌سمت مرکز تولید می‌شدند. کوچک‌ترین فضای واکه‌ای در بین سه گروه شرکت‌کننده در پژوهش مربوط به کودکان کاشت حلزون شنوایی بود. فضای واکه‌ای کودکان دارای سمعک اندازه‌ای کوچک‌تر از فضای واکه‌ای کودکان بدون اختلال شنوایی و بزرگ‌تر از فضای واکه‌ای کودکان کاشت حلزون شنوایی داشت این در حالی است که کودکان بدون اختلال شنوایی دارای بزرگ‌ترین فضای واکه‌ای بودند. به‌علاوه، نتایج نشان دادند که ویژگی‌های آکوستیکی[۲۶] واکه‌ها در کودکان کاشت حلزون شنوایی و یا کودکانی که از سمعک استفاده می‌کردند حتی پس از پنج سال استفاده از ابزار کمک‌شنوایی، متفاوت با کودکان بدون اختلال شنوایی است. نیومیر[۲۷] و همکاران (2010) نیز بررسی‌هایی آکوستیکی بر روی فضای واکه‌ای زنان کاشت حلزون شنوایی آلمانی‌زبان انجام دادند. افراد مورد مطالعه در دو دستهٔ سنی، ۱۵ تا

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

۲۵ سال و ۵۷ تا ۷۰ سال، جای داده شدند و از آن‌ها خواسته شد تا جملاتی را بخوانند که حاوی کلماتی حاصل از ترکیب شش حرف صدادار[۲۸] و کشیده در زبان آلمانی [a:, e:, i:, o:, u:] با همخوان‌های لبی[۲۹] و کامی[۳۰] بودند. تمامی واکه‌ها در این کلمات در هجای اول قرار داشتند. پس از ضبط و تحلیل صدای این افراد و مقایسهٔ آن با دو گروه از افراد بدون اختلال شنوایی که در بازهٔ سنی مشابه با گروه‌های کاشت حلزون شنوایی بودند، نتایج به‌دست آمده از این قرار بود که هیچ تفاوتی بین دو گروه در بسامد سازهٔ اول وجود نداشت. اما بسامد سازهٔ دوم در افراد کاشت حلزون شنوایی کم‌تر از افراد بدون اختلال شنوایی بود که سبب بسته‌تر شدن فضای واکه‌ای در این افراد شد. در پژوهشی دیگر تأثیر زمان کاشت حلزون شنوایی بر تغییرات بسامد پایهٔ سازه‌های اول و دوم در واکه‌های [a, u, i] بررسی شد. افراد کاشت حلزون شنوایی با توجه به مدت‌زمانی که جراحی کاشت حلزون شنوایی روی آن‌ها انجام شده بود به سه دسته تقسیم شدند. تمامی کودکانی که قبل از دوسالگی تحت جراحی کاشت حلزون شنوایی قرار گرفته بودند واکه‌ها را به‌درستی تلفظ کردند. بیشترین اختلالات در تلفظ واکه‌ها، خیشومی‌شدگی[۳۱] و تلفظ واکه‌ها در جایگاهی پسین‌تر از جایگاه اصلی هر واکه بود که مربوط به کودکانی می‌شد که بین سه تا چهارسالگی تحت جراحی کاشت حلزون شنوایی قرار گرفته بودند. در کودکانی که پس از پنج-سالگی تحت جراحی کاشت حلزون شنوایی قرار گرفته بودند بیشترین اختلال مربوط به خیشومی‌شدگی بود. بنابراین زمان کاشت حلزون شنوایی در افراد موردبررسی در بسامد سازهٔ اول واکه‌های [a, i] و بسامد سازهٔ دوم واکه‌های [a, i, u] مؤثر است (Zamani et al., 2016). اوزبیچ[۳۲] و همکاران (2010) در پژوهش مقایسه‌ای خود بر روی بسامد سازه‌های اول و دوم واکهٔ [i] ، واکهٔ [a] واکه‌های باز و بسته[e]، واکه‌های باز و بستهٔ [o] و واکهٔ [u] ـ که کودکان دارای اختلال شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی آن‌ها را تولید کرده‌اند ـ به این نتیجه رسیدند که بسامد سازه‌های اول و دوم تمامی واکه‌های افراشته در کودکان دارای اختلال شنوایی تفاوتی معنادار با بسامد سازه‌های اول و دوم این واکه‌ها در کودکان بدون اختلال شنوایی دارند.

علاوه بر بیماری، اختلال شنوایی و مدت‌زمان استفاده از ابزارهای کمک‌شنوایی، جنسیت نیز می‌تواند عامل مؤثر دیگری در تغییرات جایگاه تولید واکه‌ها و فضای واکه‌ای باشد. میر احدی و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی ساختار سازه‌ای واکه‌های زبان آذری در پنجاه نفر، ۲۵ مرد و ۲۵

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

زن، از بزرگسالان دوزبانهٔ آذری ـ فارسی‌زبان که بین ۱۷ تا ۲٤ سال سن داشتند چنین نتیجه-گیری کردند که بیشترین و کم‌ترین مقدار بسامد سازهٔ اول در هر دو گروه مردان و زنان به‌ترتیب مربوط به واکه‌های [æ] و [i] بوده است. بیشترین مقدار بسامد سازهٔ دوم در مردان و زنان مربوط به واکهٔ [i] و کم‌ترین آن در مردان مربوط به واکهٔ [æ] و در زنان مربوط به واکهٔ [o] بوده است. واکهٔ [æ] در هر دوجنس باز[۳۳]ترین واکه است، این در حالی است که این واکه در مردان پسین‌ترین واکه است. واکهٔ [i] در هر دوجنس بسته[۳٤]ترین و پیشین‌ترن واکه است. واکهٔ [o] در زنان نیز پسین‌ترین واکه است.

با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده نتایج حاصل از این تحقیق برای نخستین‌بار در اختیار گفتاردرمان‌ها[۳۵] قرار می‌گیرند و این نتایج می‌توانند در روند آموزش واکه‌ها به کودکان دارای اختلال شنوایی بسیار مؤثر باشد.

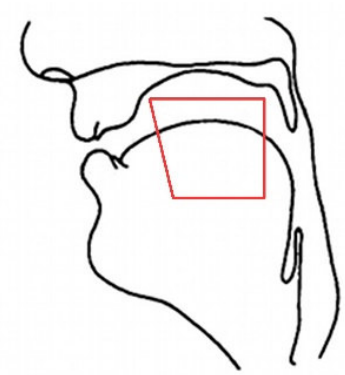
۳. چارچوب نظری

آواشناسان[۳٦] هنگامی که قصد توصیف واکه‌های تولیدشده ازسوی شخصی را داشته باشند بیشتر به توانایی شنیداری خود تکیه و واکه را در نمودار واکه‌ای ترسیم می‌کنند. این‌گونه افرادی که با این نمودار آشنایی دارند متوجه می‌شوند که واکه‌ها در چه نقاطی از آن قرار دارند و قادر خواهند بود ویژگی‌های واکهٔ درحال توصیف را استنباط کنند. در صورتی یک نمودار واکه‌ای تفسیرشدنی است که واکه‌های موجود در آن با اشاره به نقاطی ثابت در آن فضا ترسیم شوند. دانیل جونز[۳۷] مجموعه‌ای از هشت واکه را به‌منزلهٔ واکه‌های اصلی[۳۸] زبان که در نمودار واکه‌ای واقع شده‌اند ارائه داده است. آواشناسان از واکه‌های دانیل جونز به‌منزلهٔ مبنا برای توصیف واکه‌های زبان‌های مختلف استفاده می‌کنند (ladefoged & Johenson, 2015: 227-229). توصیف واکه‌های هر زبان بر اساس ذوزنقهٔ واکه‌های اصلی بیشتر جنبه شنیداری دارد تا تولیدی؛ اما آواشناسان به‌تدریج دریافتند که اگر واکه‌های زبان را در دستگاه مختصات دکارتی F1 و F2 نمایش دهند یک فضای واکه‌ای دوبُعدی به‌دست می‌آید که انطباق زیادی با ذوزنقهٔ دانیل جونز دارد و این فضای دوبُعدی را فضای واکه‌ای نام نهادند (بی جن خان، ص. ۱۵۳، ۱۳۹٦). در این فضای واکه‌ای، واکه‌ها بر اساس افتان[۳۹] و خیزان[٤۰] بودن و یا پیشین و پسین بودن جایگاه

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

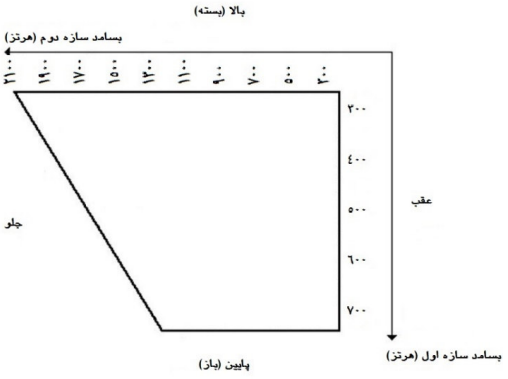
[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

مشخصی دارند (Reetz & Jongman, 2011). نمودار فضای واکه‌ای که روشی گرافیکی است نخستین‌بار ازسوی اسنر[٤١] (۱۹٤۷) و جوز[٤٢] (۱۹٤۸) (as cited in Harrington & Cassidy, 1999) ارائه شد. این نمودار (شکل ۱) نشان می‌دهد که هر واکه در چه ناحیه‌ای از فضای فیزیکی و تولیدی مجرای گفتار[٤٣] واقع شده است (Harrington & Cassidy, 1999: 61). در حقیقت فضای واکه‌ای نمودار بسامد سازه‌های اول و دوم است که به‌شکل ذوزنقه نشان داده می‌شود (شکل ۲) به صورتی که بسامد سازهٔ اول روی محور عمودی واقع می‌شود و از بالا به پایین افزایش می‌یابد و بسامد سازهٔ دوم روی محور افقی ذوزنقه واقع می‌شود و از راست به چپ افزایش می‌یابد. این محورها میزان افراشتگی[٤٤] (بالای فضای واکه‌ای) و یا افتادگی[٤٥] زبان (پایین فضای واکه‌ای) و همچنین میزان پیشین (سمت چپ فضای واکه‌ای) و یا پسین‌بودن زبان (سمت راست فضای واکه‌ای) را مشخص می‌کند (Hayward, 2013: 227, 228, 502).



شکل ۱: نمایش فرضی فضای واکه‌ای در حفرهٔ دهان

Picture 1: Hypothetical representation of vowel space in oral cavity



شکل ۲: ذوزنقهٔ فضای واکه‌ای با توجه به بسامد سازه‌های اول و دوم و حالات مختلف زبان

Picture 2: Vowel quadrilateral according to first and second formants and different positions of tongue

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

۴. روش و ابزار

در این تحقیق فضای واکه‌ای سه گروه از کودکان فارسی‌زبان شامل کودکانی که از سمعک استفاده می‌کنند، کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی، بررسی و مقایسه شد. میانگین سن این کودکان ده سال و چهار ماه است. کودکان دارای اختلال شنوایی مشکل جسمی دیگری ندارند و به‌طور میانگین شش سال از درمان آن‌ها می‌گذرد و آن‌ها پس از اینکه درمان شدند به‌طور میانگین ٤٥٠ ساعت در کلاس‌های گفتاردرمانی شرکت کردند. رضایت والدین و کودکان قبل از شروع تحقیق جلب شد (به‌ازای هر بار شرکت در تحقیق به تمامی کودکان لوازمی به‌منزلهٔ هدیه داده می‌شد تا با پژوهشگران همکاری لازم را داشته باشند) و از والدین خواسته شد تا فرم‌هایی را پر کنند و اطلاعات موردنیاز در تحقیق را در اختیار پژوهشگران قرار دهند. هر گروه از شرکت‌کنندگان در تحقیق شامل ده عضو (پنج عضو پسر و پنج عضو دختر) است. از هر شرکت‌کننده خواسته شد تا ٣٦ کلمهٔ تک‌هجایی با ساختار CVC را که همخوان‌های آغازی و پایانی یکسانی داشتند تکرار کند. کلمات [pæp]، [pep]، [pop]، [pap]، [pup]، [pip] نمونه‌ای از این کلمات هستند. این کلمات از همخوان‌های انسدادی واکدار و بی‌واک [p, t, k, b, d, g] و واکه‌های [æ, a, e, i, o, u] تشکیل شده‌اند. صدای شرکت‌کنندگان توسط میکروفون شور[٤٦] ضبط شد و سپس با استفاده از نرم‌افزار پرت[٤٧] (نسخهٔ ٦.٠.٣٣) واژه‌ها تقطیع شدند و مرز بین همخوان‌ها و واکه‌ها با ساخت شبکهٔ متنی[٤٨] برای هر کلمه علامت‌گذاری شد. سپس با استفاده از یک برنامهٔ نوشته‌شدهٔ رایانه‌ای مقادیر بسامد سازه‌های اول و دوم واکه‌ها اندازه‌گیری شد و درنهایت با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس. (نسخهٔ ١٦.٠٠) و آزمون اندازه‌گیری مکرر[٤٩] داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

۵. یافته‌های تحقیق

در این بخش با استفاده از آزمون اندازه‌گیری مکرر، بسامد سازه‌های اول و دوم واکه‌های تولیدشده توسط کودکان کاشت حلزون شنوایی، کودکان دارای سمعک و کودکان بدون اختلال شنوایی با توجه به متغیرهای اختلال شنوایی و جنسیت و به‌منظور بررسی فضای

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

واکه‌ای اندازه‌گیری شد.

۵ـ۱. بسامد سازهٔ اول

۵ـ۱ـ۱. تأثیر اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ اول

واکهٔ [æ]: با توجه به اطلاعات موجود در جدول شمارهٔ ۱ و نمودار شمارهٔ ۱ می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تأثیر اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ اول واکهٔ [æ] معنادار است (p = 0.000). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از آزمون تعقیبی بنفرونی[۵۰] بسامد سازهٔ اول واکهٔ [æ] در کودکانی که از سمعک استفاده می‌کنند ۹۲/۳٦۷ هرتز[۵۱] کم‌تر از کودکان کاشت حلزون شنوایی است. این در حالی است که بسامد سازهٔ اول این واکه در کودکانی که از سمعک استفاده می‌کنند در مقایسه با کودکان بدون اختلال شنوایی ٥٦/٦۳۳ هرتز بیشتر است. بسامد سازهٔ اول این واکه در کودکان کاشت حلزون شنوایی نیز ۱٤۹ هرتز بیشتر از کودکان بدون اختلال شنوایی است.

واکهٔ [a]: جدول شمارهٔ ۱ و نمودار شمارهٔ ۲ حاوی اطلاعاتی هستند که بیان می‌کنند اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ اول واکه [a] تأثیر معناداری دارد (p = 0.000). نتایج به‌دست آمده از آزمون تعقیبی بنفرونی نیز بیان می‌کنند که بسامد سازهٔ اول واکهٔ [a] در کودکانی که از سمعک استفاده می‌کنند به‌ترتیب ۷۸۷/۳۰۳ هرتز و ۷٦۹/۸٥۷ هرتز کم‌تر از کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی است. این نتایج همچنین نشان می‌دهند که بسامد سازهٔ اول این واکه در کودکان کاشت حلزون شنوایی ۱۷/٤٤٦ هرتز بیشتر از کودکان بدون اختلال شنوایی است.

واکهٔ [e]: اطلاعات موجود در جدول شمارهٔ ۱ نشان می‌دهند که تأثیر اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ اول واکه‌های [e] معنادار نیست (p = 0.490). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بنفرونی نیز بیان می‌کنند که بسامد سازهٔ اول واکهٔ [e] در کودکان کاشت حلزون شنوایی به‌ترتیب ۱٦/٦۰۷ هرتز و ۱۸/۲۱٥ هرتز بیشتر از بسامد سازهٔ اول این واکه در کودکان دارای سمعک و کودکان بدون اختلال شنوایی است. به‌علاوه، اختلاف بسامد سازهٔ اول در کودکان دارای سمعک و کودکان بدون اختلال شنوایی ۱/٦۰۸ هرتز است، کودکان دارای سمعک بسامد سازهٔ اول بیشتری نسبت‌به کودکان بدون اختلال شنوایی دارند.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

واکهٔ [i]: نتایج به‌دست آمده از اطلاعات موجود در جدول شمارهٔ ۱ و نمودار شمارهٔ ۳ نشان می‌دهند که تأثیر اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ اول واکه [i] معنادار است ($p = 0.001$). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بنفرونی نیز بیان می‌کنند که بسامد سازهٔ اول واکهٔ [i] در کودکانی که از سمعک استفاده می‌کنند به‌ترتیب ۳۸/۸۳۳ هرتز و ۷٦/۳۳۳ هرتز بیشتر از کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی است. به‌علاوه، این نتایج بیان می‌کنند که اختلاف بسامد سازهٔ اول واکهٔ [i] در کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی ۳۷/۵ هرتز است و کودکان کاشت حلزون شنوایی بسامد سازهٔ اول بیشتری نسبت‌به کودکان بدون اختلال شنوایی دارند.

واکهٔ [o]: اطلاعات موجود در جدول شمارهٔ ۱ نشان می‌دهند که اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ اول واکهٔ [o] تأثیر معناداری ندارد ($p = 0.207$). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بنفرونی نیز بیان می‌کنند که بسامد سازهٔ اول واکهٔ [o] در کودکان دارای سمعک ۵/۲۵ هرتز و ۲۷/۷ هرتز کم‌تر از کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی است. همچنین نتایج این آزمون نشان می‌دهند که بسامد سازهٔ اول این واکه در کودکان کاشت حلزون شنوایی ۲۲/٤٥ هرتز کم‌تر از کودکان بدون اختلال شنوایی است.

واکهٔ [u]: اطلاعات موجود در جدول شمارهٔ ۱ و نمودار شمارهٔ ٤ بیانگر این است که اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ اول واکهٔ [u] تأثیری معنادار دارد ($p = 0.003$). باتوجه به نتایج به‌دست آمده از آزمون تعقیبی بنفرونی بسامد سازهٔ اول واکهٔ [u] در کودکانی که از سمعک استفاده می‌کنند و کودکان کاشت حلزون شنوایی به‌ترتیب ۸٤/٥۳٤ هرتز و ٦۲/۱ هرتز بیشتر از کودکان بدون اختلال شنوایی است. این در حالی است که بسامد سازهٔ اول این واکه در کودکان کاشت حلزون شنوایی ۲۲/٤۳٤ هرتز کم‌تر از کودکانی است که از سمعک استفاده می‌کنند.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

جدول ۱: نتایج آزمون بررسی تفاوت میان بسامد سازهٔ اول واکه ها و شاخص‌های آماری میانگین بسامد سازهٔ اول واکه‌ها با توجه به متغیر اختلال شنوایی

Table 1: Analysis of variance to evaluate the effect of DISABILITY on the first formant of vowels

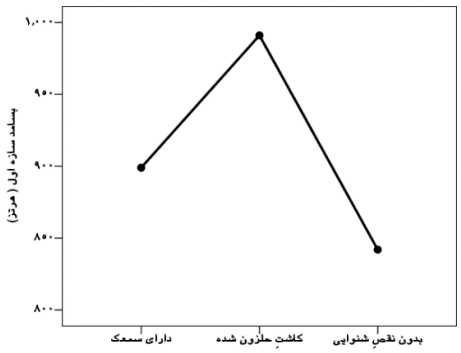
واکه	کودکان	میانگین	انحراف معیار	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	معناداری
[æ]	دارای سمعک	۸۹۹/۰۳۳	۲٦/۳۷۹	۳۳۹۳۹۹/۳۵٦	۲	۱٦۹٦۹۹/٦۷۸	۱۲/۷۹٦	۰/۰۰۰
	کاشت حلزون شنوایی	۹۹۱/٤۰۰	۱۹/۲۸٤					
	بدون اختلال شنوایی	۸٤۲/٤۰۰	۱۹/٦۱۹					
[a]	دارای سمعک	۷۹۸/۲۱٤	۲۰/۷۰۵	۲۲٦۳/۹۵۱	۲	۱۱۳۱/۹۷۵	۲۲۱/۸٤۳	۰/۰۰۰
	کاشت حلزون شنوایی	۱۵۸۵/۵۱۷	۳۱/۳۵٦					
	بدون اختلال شنوایی	۱۵٦۸/۰۷۱	۳۱/۸٦۸					
[e]	دارای سمعک	۵٦۰/٦۷۹	۱۳/۱۲۲	۱۱۳۸۹/۲۸٦	۲	۵٦۹٤/٦٤۳	۰/۷۳۲	۰/٤۹۰
	کاشت حلزون شنوایی	۵۷۷/۲۸٦	۱٤/۵۳۷					
	بدون اختلال شنوایی	۵۵۹/۰۷۱	۸/۳٦٤					
	دارای	٤۵۰/۷۳۳	۱۹/۰۱۳					

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

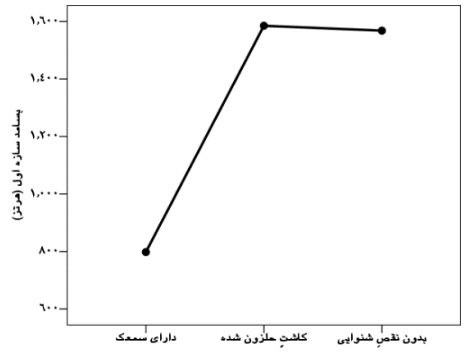
[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

واکه	کودکان	میانگین	انحراف معیار	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	معناداری
[i]	سمعک			۸۷٤۱۰/٥٥٦	۲	٤۳۷۰٥/۲۷۸	۹/٥٦۸	۰/۰۰۱
	کاشت حلزون شنوایی	٤۱۱/۹۰۰	۸/۳٦۷					
	بدون اختلال شنوایی	۳۷٤/٤۰۰	۷/۲٤۳					
[o]	دارای سمعک	٥٤۲/۸۳۳	۱۳/٤٦۷	۲٥۹۷۷/۱۰۰	۲	۱۲۹۸۸/٥٥۰	۱/٦٦۹	۰/۲۰۷
	کاشت حلزون شنوایی	٥٤۸/۰۸۳	٥/۳۷۲					
	بدون اختلال شنوایی	٥۷۰/٥۳۳	۱۲/٤۸٤					
[u]	دارای سمعک	٤۹٦/۲٦۷	۱۸/۱۷٥	۱۱٥۰٥٥/٤۸۹	۲	٥۷٥۲۷/۷٤٤	۷/۳۳۰	۰/۰۰۳
	کاشت حلزون شنوایی	٤۷۳/۸۳۳	۱٦/٦۹۲					
	بدون اختلال شنوایی	٤۱۱/۷۳۳	۹/٥۷۳					

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

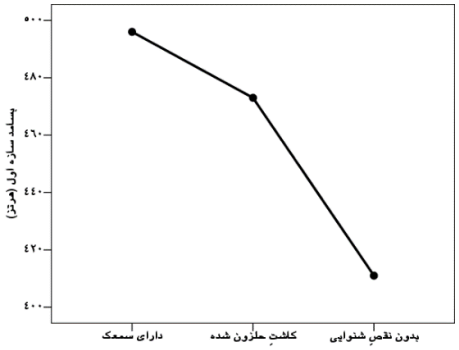


نمودار ۱: تأثیر اختلال شنوایی بر
بسامد سازهٔ اول واکه [æ]
Figure 1: The effect of DISABILITY
on the first formant of vowel [æ]



نمودار ۲: تأثیر اختلال شنوایی بر
بسامد سازهٔ اول واکه [a]
Figure 2: The effect of DISABILITY
on the first formant of vowel [a]

نمودار ۳: تأثیر اختلال شنوایی بر
بسامد سازهٔ اول واکه [i]
Figure 3: The effect of DISABILITY
on the first formant of vowel [i]



نمودار ٤: تأثیر اختلال شنوایی بر
بسامد سازهٔ اول واکه [u]
Figure 4: The effect of DISABILITY
on the first formant of vowel [u]

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

۵ـ۱ـ۲. تأثیر جنسیت بر بسامد سازهٔ اول

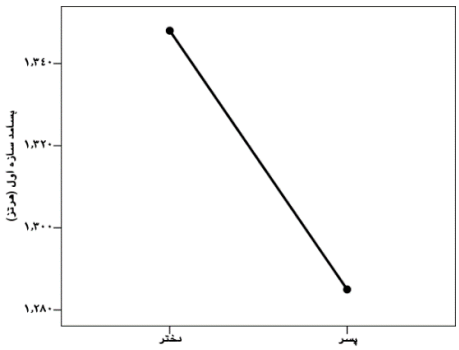
جدول شمارهٔ ۲ حاوی اطلاعاتی است که نشان می‌دهند جنسیت بر بسامد سازهٔ اول واکه‌های [æ]، [e]، [i]، [o] و [u] تأثیر معناداری ندارد (به‌ترتیب $p = 0.078$، $p = 0.073$، $p = 0.191$، $p = 0.483$ و $p = 0.082$). نتایج به‌دست آمده از آزمون تعقیبی بنفرونی نیز بیان می‌کنند که بسامد سازهٔ اول واکه‌های [æ]، [e]، [i]، [o] و [u] در کودکان دختر شرکت‌کننده در تحقیق به‌ترتیب ۴۳/۶۲۳ هرتز، ۲۰/۳۰۹ هرتز، ۱۴/۰۲۳ هرتز، ۶/۰۳۳ هرتز و ۱۵/۰۸۹ هرتز کم‌تر از کودکان پسر است. به‌علاوه، اطلاعات موجود در جدول شمارهٔ ۲ و نمودار شمارهٔ ۵ نشان می‌دهند که خلاف سایر واکه‌ها جنسیت بر بسامد سازهٔ اول واکه [a] تأثیر معناداری دارد ($p = 0.003$). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بنفرونی نیز نشان می‌دهند که بسامد سازهٔ اول واکهٔ [a] در کودکان دختر شرکت‌کننده در تحقیق ۶۲/۸۴۵ هرتز بیشتر از کودکان پسر است.

جدول ۲: نتایج آزمون تفاوت میان بسامد سازهٔ اول واکه‌ها و شاخص‌های آماری میانگین بسامد سازهٔ اول واکه‌ها با توجه به متغیر جنسیت

Table 2: Analysis of variance to evaluate the effect of GENDER on the first formant of vowels

واکه	جنسیت	میانگین	انحراف معیار	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	معناداری
[æ]	دختر	۸۸۹/۱۳۳	۱۲/۷۵۰	۴۲۸۱۵/۲۱۱	۱	۴۲۸۱۵/۲۱۱	۳/۶۰۷	۰/۰۷۸
	پسر	۹۳۲/۷۵۶	۲۱/۹۱۳					
[a]	دختر	۱۳۴۸/۶۹۰	۱۷/۱۷۰	۱۶۵۸۸۰/۰۰۶	۱	۱۶۵۸۸۰/۰۰۶	۱۳/۷۹۷	۰/۰۰۳
	پسر	۱۲۸۵/۸۴۵	۱۵/۸۶۶					
[e]	دختر	۵۵۵/۵۲۴	۹/۳۴۶	۱۷۳۲۴/۰۲۴	۱	۱۷۳۲۴/۰۲۴	۳/۸۱۰	۰/۰۷۳
	پسر	۵۷۵/۸۳۳	۹/۱۶۱					
[i]	دختر	۴۰۵/۳۳۳	۷/۲۸۷	۴۴۲۴/۰۱۱	۱	۴۴۲۴/۰۱۱	۱/۸۹۰	۰/۱۹۱
	پسر	۴۱۹/۳۵۶	۱۰/۸۸۷					
[o]	دختر	۵۵۰/۸۰۰	۵/۶۱۲	۱۶۳۸/۰۵۰	۱	۱۶۳۸/۰۵۰	۰/۵۲۰	۰/۴۸۳
	پسر	۵۵۶/۸۳۳	۸/۶۳۷					
[u]	دختر	۴۵۳/۰۶۷	۷/۴۱۳	۵۱۲۲/۶۷۸	۱	۵۱۲۲/۶۷۸	۳/۵۰۴	۰/۰۸۲
	پسر	۴۶۸/۱۵۶	۹/۷۸۸					

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]



نمودار ۵: تأثیر جنسیت بر بسامد سازهٔ اول واکه [a]

Figure 5: The effect of GENDER on the first formant of vowel [a]

۵ـ۲. بسامد سازهٔ دوم

۵ـ۲ـ۱. تأثیر اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ دوم

واکهٔ [æ]: با توجه به اطلاعات جدول شمارهٔ ۳ می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تأثیر اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [æ] معنادار نیست ($p = 0.870$). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بنفرونی نیز بیان می‌کنند که بسامد سازهٔ دوم واکه [æ] در کودکان دارای سمعک به‌ترتیب ۲/٦ هرتز و ۳۷/۰٦٦ هرتز بیشتر از کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی است. همچنین این نتایج نشان می‌دهند که بسامد سازهٔ دوم این واکه در کودکان کاشت حلزون شنوایی ۳٤/٤٦٦ هرتز بیشتر از کودکان بدون اختلال شنوایی است.

واکهٔ [a]: اطلاعات موجود در جدول ۳ و نمودار ٦ بیان می‌کنند که اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [a] تأثیر معناداری دارد ($p = 0.001$). نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نیز بیان می‌کنند که بسامد سازهٔ دوم واکه [a] در کودکان بدون اختلال شنوایی به‌ترتیب ۸٤/٦٤۳ هرتز و ۱٦۷/٦۹۷ هرتز کم‌تر از کودکان دارای سمعک و کودکان کاشت حلزون شنوایی است. همچنین این نتایج نشان می‌دهند که بسامد سازهٔ دوم این واکه در کودکان کاشت حلزون شنوایی ۸۳/۰٥٤ هرتز بیشتر از کودکان دارای سمعک است.

واکهٔ [e]: جدول ۳ و نمودار ۷ حاوی اطلاعاتی هستند که بیان می‌کنند اختلال شنوایی بر

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [e] تأثیر معناداری دارد (p = 0.028). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بنفرونی نیز بیان می‌کند که بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [e] در کودکان دارای سمعک به‌ترتیب ۱۲۸/۱۷۸ هرتز و ۱٦۰ هرتز بیشتر از کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی است. به‌علاوه، در کودکان کاشت حلزون شنوایی بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [e] ۳۱/۸۲۲ هرتز بیشتر از بسامد سازهٔ دوم این واکه در کودکان بدون اختلال شنوایی است.

واکهٔ [i]: با توجه به اطلاعات موجود در جدول ۳ می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تأثیر اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [i] معنادار نیست (p = 0.783). نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان می‌دهند که بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [i] در کودکان دارای سمعک به‌ترتیب ۵۹/۷۳٤ هرتز و ۸۹ هرتز بیشتر از بسامد سازهٔ دوم این واکه در کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی است. همچنین این نتایج نشان می‌دهند که بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [i] در کودکان کاشت حلزون شنوایی ۲۹/۲٦٦ هرتز بیشتر از کودکان بدون اختلال شنوایی است.

واکهٔ [o]: جدول ۳ ونمودار ۸ نشان می‌دهند که اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [o] تأثیر معناداری دارد (p = 0.001). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بنفرونی بیان می‌کنند که بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [o] در کودکان دارای سمعک ۹۹/٤ هرتز و ۱۱/٦ هرتز کم‌تر از بسامد سازهٔ دوم این واکه در کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی است. به‌علاوه، این نتایج نشان می‌دهند که بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [o] در کودکان کاشت حلزون شنوایی ۸۷/۸ هرتز بیشتر از کودکان بدون اختلال شنوایی است.

واکهٔ [u]: اطلاعات موجود در جدول ۳ و نمودار ۹ نشان می‌دهند که اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [u] تأثیر معناداری دارد (p = 0.000). نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان می‌دهند که بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [u] در کودکان کاشت حلزون شنوایی به‌ترتیب ۱٦٦/٦ هرتز و ۳٤٤ هرتز بیشتر از کودکان دارای سمعک و کودکان بدون اختلال شنوایی است. این در حالی است که بسامد سازهٔ دوم این واکه در کودکان دارای سمعک ۱۷۷/٤ هرتز بیشتر از کودکان بدون اختلال شنوایی است.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

جدول ۳: نتایج آزمون بررسی تفاوت میان بسامد سازهٔ دوم واکه‌ها و شاخص‌های آماری میانگین بسامد سازهٔ دوم واکه‌ها با توجه به متغیر اختلال شنوایی

Table 3: Analysis of variance to evaluate the effect of DISABILITY on the second formant of vowels

واکه	کودکان	میانگین	انحراف معیار	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	معناداری
[æ]	دارای سمعک	۱۷۷۳/۸٦٦	٤۲/٥٦۸	۲٥٦۸٦/٤۸۹	۲	۱۲۸٤۳/۲٤٤	۰/۱٤۰	۰/۸۷۰
	کاشت حلزون شنوایی	۱۷۷۱/۲٦٦	۳۳/۲۸٤					
	بدون اختلال شنوایی	۱۷۳٦/۸	٦۹/۰۹۷					
[a]	دارای سمعک	۱٤۳۹/۰۳٥	۱٥/۸۹۳	۷۸۷٤٤۲/۱٥٥	۲	۳۹۳۷۲۱/۰۷۷	۹/۹٥۹	۰/۰۰۱
	کاشت حلزون شنوایی	۱٥۲۲/۰۸۹	۲۱/۲۹٤					
	بدون اختلال شنوایی	۱۳٥٤/۳۹۲	۳۹/۹٥۱					
[e]	دارای سمعک	۲۱۷۲/۸۹۲	٤۸/٤۲۱	۸۰۳٤٥۷/۱۹۰	۲	٤۰۱۷۲۸/٥۹٥	٤/۱۲۳	۰/۰۲۸
	کاشت حلزون شنوایی	۲۰٤٤/۷۱٤	۳۱/۸۹۹					
	بدون اختلال شنوایی	۲۰۱۲/۸۹۲	٤۷/٦۲٦					
[i]	دارای سمعک	۲۳٥۱/۸	٥٥/۳۱٥	۱۲۳٤٥٦/۰۸۹	۲	٦۱۷۲۸/۰٤٤	۰/۲٤۷	۰/۷۸۳

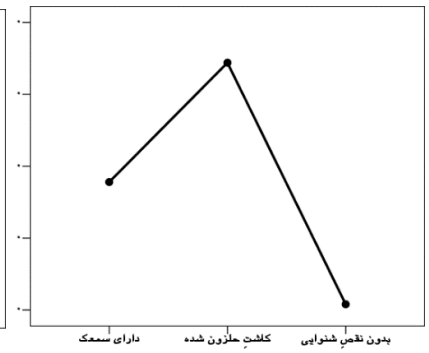
[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

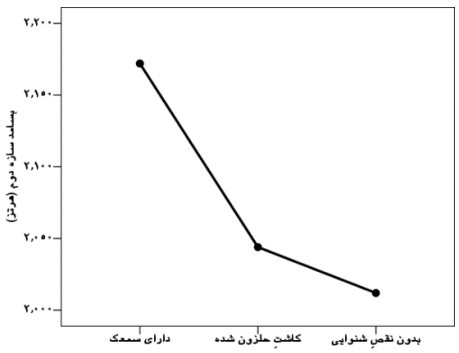
واکه	کودکان	میانگین	انحراف معیار	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	معناداری
	کاشت حلزون شنوایی	۲۲۹۲/۰٦٦	٥۸/۱٤۲					
	بدون اختلال شنوایی	۲۲٦۲/۸	۱۱٥/۸۷٤					
[o]	دارای سمعک	۱۱۸۹/۷۸۳	۱٥/۹۳۹	۳٥٤٤۷٥/۲۰۰	۲	۱۷۷۲۳۷/٦۰۰	۸/٦۹۹	۰/۰۰۱
	کاشت حلزون شنوایی	۱۲۸۹/۱۸۳	۲۸/۲۲۱					
	بدون اختلال شنوایی	۱۲۰۱/۳۸۳	۲٦/٦۲٤					
[u]	دارای سمعک	۱۲۷۳/۱٦٦	٥۲/۷۱٦	۱۷۷٥٦۲۳/۲۰۰	۲	۸۸۷۸۱۱/٦۰۰	۱٦/۰٥٦	۰/۰۰۰
	کاشت حلزون شنوایی	۱٤۳۹/۷٦٦	٦۰/۸۸٤					
	بدون اختلال شنوایی	۱۰۹٥/۷٦٦	٤٦/۱۲۷					

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

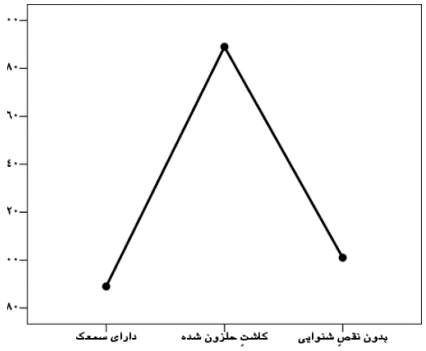
[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]



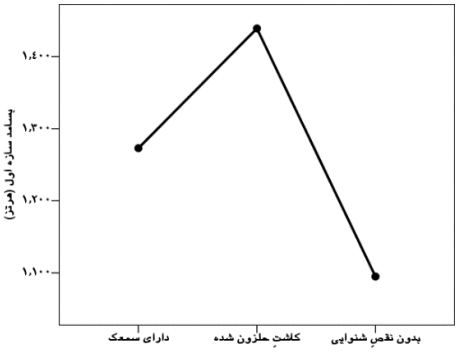
نمودار ٦: تأثیر اختلال شنوایی بر
بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [a]
Figure 6: The effect of DISABILITY
on the second formant of vowel [a]



نمودار ۷: تأثیر اختلال شنوایی بر
بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [e]
Figure 7: The effect of DISABILITY
On the second formant of vowel [e]



نمودار ۸: تأثیر اختلال شنوایی بر
بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [o]
Figure 8: The effect of DISABILITY
on the second formant of vowel [o]



نمودار ۹: تأثیر اختلال شنوایی بر
بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [u]
Figure 9: The effect of DISABILITY
On the second formant of vowel [u]

۵ـ۲ـ۲. تأثیرجنسیت بر بسامد سازهٔ دوم

اطلاعات موجود در جدول ٤ نشان می‌دهند که جنسیت بر بسامد سازهٔ دوم واکه‌های [æ]، [a]،

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

[e]، [o] و [u] تأثیر معناداری ندارد (به‌ترتیب $p = 0.055$، $p = 0.148$، $p = 0.905$، $p = 0.083$ و $p = 0.318$). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بنفرونی نشان می‌دهند که بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [æ] در کودکان دختر ۱۰۶/۸۸۹ هرتز کم‌تر از کودکان پسر است. اما نتایج این آزمون نشان می‌دهند بسامد سازهٔ دوم واکه‌های [a]، [e]، [o] و [u] در کودکان دختر به‌ترتیب ۳۸/۱۵۵ هرتز، ٤/۸۳٤ هرتز، ٤۸/۹۲۲ هرتز و ٦٥/۹۷۸ هرتز بیشتر از کودکان پسر است. به‌علاوه، جدول ٤ و نمودار ۱۰ حاوی اطلاعاتی هستند که بیان می‌کنند خلاف سایر واکه‌ها، جنسیت بر بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [i] تأثیر معناداری دارد ($p = 0.047$). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بنفرونی بیان می‌کنند که بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [i] در کودکان دختر ۱۷۰/۰٤٤ هرتز کم‌تر از کودکان پسر است.

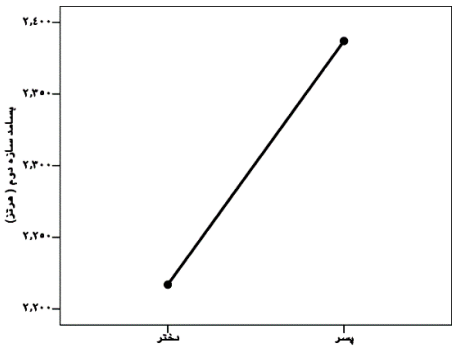
جدول ۴: نتایج آزمون بررسی تفاوت میان بسامد سازهٔ دوم واکه‌ها و شاخص‌های آماری میانگین بسامد سازهٔ دوم واکه‌ها با توجه به متغیر جنسیت

Table 4: Analysis of variance to evaluate the effect of GENDER on the second formant of vowels

واکه	جنسیت	میانگین	انحراف معیار	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	معناداری
[æ]	دختر	۱۷۰۷/۱۹۹	٤۱/٦۷۸	۲٥۷۰٦۷/۷۷۸	۱	۲٥۷۰٦۷/۷۷۸	٤/۳۷۱	۰/۰٥٥
	پسر	۱۸۱٤/۰۸۸	۲٤/۸۳۳					
[a]	دختر	۱٤٥۷/٥۸۳	۲۳/٤٤۷	٦۱۱٤۳/۰۰٦	۱	٦۱۱٤۳/۰۰٦	۲/۳٦٥	۰/۱٤۸
	پسر	۱٤۱۹/٤۲۸	۱۸/۷٤۸					
[e]	دختر	۲۰۷۹/۲٥	۱۹/۱۷۳	۹۸۱/۱٦۷	۱	۹۸۱/۱٦۷	۰/۰۱٥	۰/۹۰٥
	پسر	۲۰۷٤/٤۱٦	٤۲/۹۷۳					
[i]	دختر	۲۲۱۷/۲	٥۹/۱۱۳	٦٥۰٥۹۰/۰٤٤	۱	٦٥۰٥۹۰/۰٤٤	٤/۷٥٥	۰/۰٤۷
	پسر	۲۳۸۷/۲٤٤	٤۱/۱۲۰					
[o]	دختر	۱۲٥۱/۲٤٤	۱۹/۲٦۲	۱۰۷۷۰۲/۲۷۲	۱	۱۰۷۷۰۲/۲۷۲	۳/٤۹۳	۰/۰۸۳
	پسر	۱۲۰۲/۳۲۲	۲٦/۲۹۹					
[u]	دختر	۱۳۰۲/٥٥٥	٤۲/۱۱۱	۹۷۹٤٤/۰۱۱	۱	۹۷۹٤٤/۰۱۱	۱/۰۷۳	۰/۳۱۸
	پسر	۱۲۳٦/٥۷۷	٥۹/٤۹۷					

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]



نمودار ۱۰: تأثیر جنسیت بر بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [i]

Figure 10: The effect of GENDER on the second formant of vowel [i]

۶. تحلیل داده‌ها

در این تحقیق تأثیر اختلال شنوایی و جنیست بر فضای واکه‌ای کودکان دارای سمعک، کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی بررسی شد. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان دادند که اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ اول واکه‌های [e] و [o] تأثیر معناداری ندارد؛ اما بر بسامد سازهٔ اول واکه‌های [æ]، [a]، [i] و [u] تأثیری معنادار دارد. نتایج حاصل از این تحقیق درمورد واکه‌های [e] و [o] همسو با نتایج حاصل از پژوهش انجام‌شده توسط ابوالحسنی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) بر روی کودکان سندروم داون بوده است. به علاوه نتایج به‌دست آمده درمورد واکه‌های افراشتهٔ [i] و [u] همسو با نتایج حاصل از پژوهش اوزبیچ و همکاران (2010) است و اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ اول واکه‌های [i] و [u] و بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [u] تأثیری معنادار دارد. اما نتایج به‌دست آمده درمورد واکه‌های [æ]، [a]، [i] و [u] با نتایج حاصل از پژوهش انجام‌شده توسط ابوالحسنی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) بر روی کودکان سندروم داون مخالف است. همچنین نتایج حاصل از این تحقیق در تضاد با نتایج حاصل از پژوهش انجام‌شده توسط ابوالحسنی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) بر روی کودکان سندروم داون نشان داد که اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ دوم واکه‌های [æ] و [i] تأثیر معناداری ندارد. این در حالی است که نتایج این تحقیق، همسو با نتایج حاصل از پژوهش ذکرشده، نشان داد اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ دوم واکه‌های

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

[e]، [o] و [u] تأثیر معناداری دارد. به‌علاوه، نتایج حاصل از این تحقیق درمورد بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [a] مخالف با نتایج حاصل از پژوهش ابوالحسنی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) بر روی کودکان سندروم داون است و اختلال شنوایی بر بسامد سازهٔ دوم واکهٔ [a] تأثیری معنادار دارد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که همسو با نتایج حاصل از پژوهش ابوالحسنی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) بر روی کودکان سندروم داون و خلاف نتایج حاصل از پژوهش نیومیر و همکاران (2010) بر روی زنان کاشت حلزون شنوایی آلمانی، بسامد سازهٔ اول واکه‌های [e]، [i] و [u] در کودکان دارای اختلال شنوایی بیشتر از کودکان بدون اختلال شنوایی است. نتایج حاصل درمورد واکهٔ [u] همسو با پژوهش انجام‌شده توسط ورهوون و همکاران (2016) بر روی کودکان کاشت حلزون شنوایی است و بسامد سازهٔ اول این واکه در کودکان دارای سمعک و کاشت حلزون شنوایی بیشتر از کودکان بدون اختلال شنوایی است. اما درمورد بسامد سازهٔ اول واکهٔ [æ] خلاف نتایج حاصل از پژوهش انجام‌شده توسط نیومیر و همکاران (2010) بر روی زنان کاشت حلزون شنوایی آلمانی و ابوالحسنی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) بر روی کودکان سندروم داون است و بسامد سازهٔ اول این واکه در کودکان دارای اختلال شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی یکسان نیست و بسامد سازهٔ اول این واکه در کودکان دارای اختلال شنوایی کم‌تر از کودکان بدون اختلال شنوایی نیست. به‌علاوه، بسامد سازهٔ اول واکهٔ [a] در کودکان کاشت حلزون شنوایی بیشتر از کودکان بدون اختلال شنوایی است که این نتیجه نیز خلاف نتایج حاصل از پژوهش نیومیر و همکاران (2010) بر روی زنان کاشت حلزون شنوایی است. نتایج حاصل از بسامد سازهٔ اول واکهٔ [o] در این تحقیق همسو با نتایج حاصل از پژوهش ابوالحسنی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) بر روی کودکان سندروم داون و خلاف نتایج حاصل از پژوهش نیومیر و همکاران (2010) بر روی زنان کاشت حلزون شنوایی است و بسامد سازهٔ اول این واکه در کودکان دارای اختلال شنوایی کم‌تر از کودکان بدون اختلال شنوایی است. واکهٔ [a] در کودکان دارای سمعک نیز چنین ویژگی‌ای دارد و بسامد سازهٔ اول کم‌تری نسبت‌به کودکان بدون اختلال شنوایی دارد. نتایج حاصل درمورد این واکه نیز خلاف نتایج پژوهش انجام‌شده توسط نیومیر و همکاران (2010) بر روی زنان کاشت حلزون شنوایی آلمانی است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بسامد سازهٔ دوم واکه‌های [æ]، [a]، [e]، [i] و [u] در کودکان دارای اختلال شنوایی

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

بیشتر از بسامد سازهٔ دوم این واکه‌ها در کودکان بدون اختلال شنوایی است که این نتایج درمورد تمامی واکه‌های ذکرشده خلاف نتایج حاصل از پژوهش ورهوون و همکاران (2016) بر روی کودکان کاشت حلزون شنوایی و دارای سمعک و نتایج پژوهش نیومیر و همکاران (2010) بر روی زنان کاشت حلزون شنوایی آلمانی است و درمورد واکه‌های [a] و [u] همسو با نتایج پژوهش انجام‌شده توسط ابوالحسنی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) بر روی کودکان سندروم داون است. خلاف نتایج حاصل از پژوهش ورهوون و همکاران (2016) بر روی کودکان کاشت حلزون شنوایی و نیومیر و همکاران (2010) بر روی زنان کاشت حلزون شنوایی آلمانی، واکهٔ [o] در کودکان کاشت حلزون شنوایی بسامد سازهٔ دوم بیشتری نسبت‌به کودکان دارای سمعک و کودکان بدون اختلال شنوایی دارد. همچنین همسو با نتایج به‌دست آمده از پژوهش انجام‌شده توسط زمانی و همکاران (2016) بر روی کودکان کاشت حلزون شنوایی، در این تحقیق جنسیت بر بسامد سازهٔ اول واکه‌های [æ]، [e]، [i]، [o] و [u] و بسامد سازهٔ دوم واکه‌های [æ]، [a]، [e]، [o] و [u] تأثیری معنادار ندارد. نتایج حاصل از این تحقیق همسو با نتایج حاصل از پژوهش انجام‌شدهٔ میر احدی و همکاران (۱۳۹۷) بر روی بزرگ‌سالان دوزبانهٔ آذری ـ فارسی‌زبان، به‌ترتیب کم‌ترین بسامد سازهٔ اول و بیشترین بسامد سازهٔ دوم در کودکان دختر و پسر مربوط به واکهٔ [i] است و به‌علاوه، کم‌ترین بسامد سازهٔ دوم در کودکان دختر مربوط به واکهٔ [o] است.

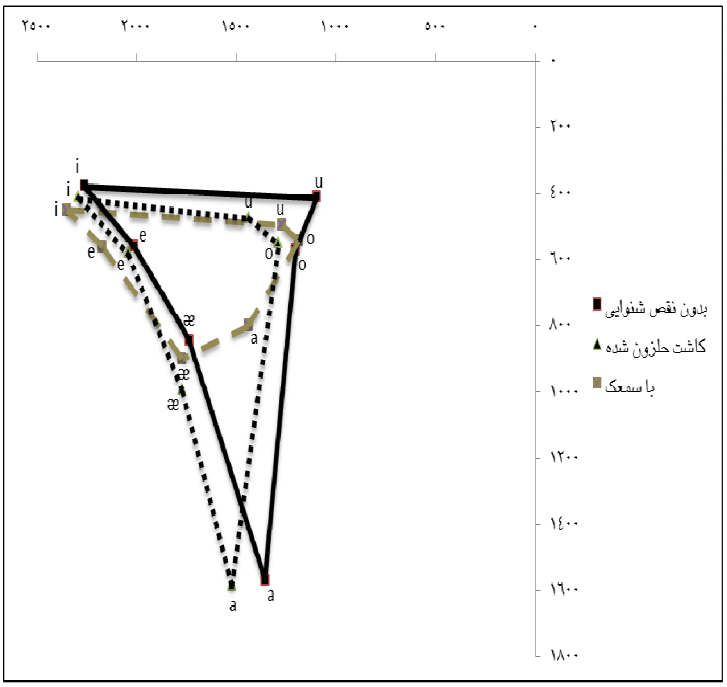
۷. نتیجه

با توجه به اطلاعات موجود در نمودار ۱۱، کودکان دارای اختلال شنوایی واکه‌های [æ]، [e]، [i] و [u] را در جایگاهی افتاده‌تر نسبت‌به کودکان بدون اختلال شنوایی تولید می‌کنند. به‌علاوه، واکهٔ [a] در کودکان کاشت حلزون شنوایی در جایگاهی افتاده‌تر نسبت‌به کودکان بدون اختلال شنوایی تولید می‌شود. این در حالی است که این واکه در کودکان دارای سمعک در جایگاهی افراشته‌تر نسبت‌به کودکان بدون اختلال شنوایی تولید می‌شود. واکهٔ [o] در کودکان دارای اختلال شنوایی در جایگاهی افراشته‌تر نسبت‌به کودکان بدون اختلال شنوایی تولید می‌شود. به‌علاوه، تمامی واکه‌ها در کودکان کاشت حلزون شنوایی و واکه‌های [æ]، [a]، [e]، [i] و [u] در کودکان دارای سمعک در جایگاهی پیشین‌تر نسبت‌به کودکان بدون اختلال

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

شنوایی تولید می‌شوند. کودکان دارای سمعک دارای کوچک‌ترین فضای واکه‌ای در بین سه گروه کودک شرکت‌کننده در تحقیق هستند، این در حالی است که اندازهٔ فضای واکه‌ای کودکان کاشت حلزون شنوایی تفاوت فاحشی با فضای واکه‌ای کودکان بدون اختلال شنوایی ندارد. بنابراین با کاشت حلزون شنوایی در کودکان دارای اختلال شنوایی می‌توان تا حد زیادی به آن‌ها کمک کرد تا شبیه کودکان بدون اختلال شنوایی واکه‌ها را تولید کنند. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند برای گفتاردرمان‌ها جهت آموزش واکه‌ها به کودکان دارای اختلال شنوایی بسیار کمک‌رسان باشد. برای انجام تحقیقات آتی توصیه می‌شود فضای واکه‌ای افراد دارای اختلال شنوایی در سنین مختلف بررسی شود.



نمودار ۱۱: فضاهای واکه‌ای درکودکان دارای سمعک، کودکان کاشت حلزون شنوایی و کودکان بدون اختلال شنوایی

Figuer 11: Vowel space in hearing aided, cochlear implanted, and normally hearing children

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

۸. پی‌نوشت‌ها

1. Hearing disorder
2. Speech disorder
3. Deafness
4. Hearing aid
5. Cochlear implantation
6. Tseng
7. Language acquisition
8. Consonants
9. Vowels
10. Vowel space
11. Gender
12. Place of articulation
13. One syllabled
14. Onset
15. Coda
16. Stop
17. Voiced
18. Voiceless
19. First formant
20. Second formant
21. Back
22. Front
23. Verhoeven
24. Long vowel
25. Short vowel
26. Acoustic features
27. Neumeyer
28. Voiced sound
29. Labial
30. Palatal
31. Nasalization
32. Ozbič
33. Open
34. Close
35. Language therapist
36. Phoneticians
37. Daniel Jones
38. Cardinal vowels
39. Low
40. High

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

41. Essner
42. Joos
43. Vocal tract
44. Highness
45. Lowness
46. Shure microphone
47. PRAAT software
48. Text grid
49. Repeated Measure ANOVA
50. Post Hoc Bonferroni test
51. Hertz

۹. منابع

- ابراهیمی، امیرعباس (۱۳۸۵). «مبانی کاشت حلزون شنوایی». ***تعلیم و تربیت استثنایی***. ش ٦. صص ٤١-٥٣.
- ابوالحسنی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷). «مقایسهٔ فضای واکه‌ای در کودکان سالم و کودکان مبتلا به سندروم داون». ***جستارهای زبانی***. د ۹. ش ۲. صص ۳۰۷-۳۲۵.
- امیری، یونس و همکاران (۱۳۹۳). «آیا وجود شنوایی برای یادگیری گفتار ضروری است؟». ***مطالعات ناتوانی***. د ٤. ش ۸. صص ۷۵-۷۷.
- بی جن خان، محمود (۱۳۹٦). ***نظام آوایی زبان فارسی***. ویراست دوم. تهران: سمت.
- کرد، نرگس و همکاران (۱۳۹۱). «مقایسهٔ بیان آهنگ گفتار در کودکان استفاده‌کننده از کاشت حلزون با کودکان دارای شنوایی هنجار». ***شنوایی‌شناسی***. د ۲۱. ش ۲. صص ٥١-٥٦.
- گنجی، مهدی (۱۳۹٦). ***روان‌شناسی کودکان استثنایی براساس DSM-5*** ویراست دوم. تهران: ساوالان.
- میراحدی، سمانه و همکاران (۱۳۹۷). «بررسی ساختار سازه‌ای واکه‌های زبان آذری در بزرگسالان آذری‌زبان ۱۸ تا ٢٤ ساله». ***مجلهٔ علوم پیراپزشکی و توان‌بخشی مشهد***. د ۷. ش ۲. صص ۳۰-۳٦.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

References:

- Abolhasanizadeh, V., Masoumi, A., & Aliyaie, Z. (2018). "Comparing vowel space in normal children and children with Down syndrome". *Language Related Research.* 9(2). Pp: 307-325. [In Persian].
- Amiri, Y., Musavi, A, & Rahgozar, M. (2014). "Is hearing nessesary for learning speech?". *Journal of Disability Studies*. 4(8). Pp: 75-77. [In Persian].
- Bijankhan, M. (1396). *Phonetic system of Persian language*. Tehran: SAMT.[In Persian].
- Blamey, P., Barry, J., Bow, C., Sarant, J., Paatsch, L., & Wales, R. (2001). "The development of speech production following cochlear implantation". *Clinical Linguistics and Phonetics*. Pp: 363–382.
- Bouchard, M. G., Normand, M., & Cohen, H. (2007). "Production of consonants by prelinguistically deaf children with cochlear implants". *Clinical Linguistics and Phonetics*. 21. Pp: 875–884.
- Ebrahimi, A. A. (2006). "Principles of cochlear implantation". *Journal of Exceptional Education.* 6. Pp: 41-53.[In Persian].
- Essner, C. (1947). *Research on the structure of oral vowels.* Archives Neerlandaises de Phonetique Experimentale. 20.Pp: 40-77.[In French].
- Fromkin, V.; Rodman, R., & Hyams, N. (2007). *An introduction to language.* 8th edition. The United States of America .Thomson Wadsworth.
- Ganji, M. (2017). *DSM- [Psychology of exceptional children according to DSM-5].* Tehran: Savalan. [In Persian].
- Harrington, J. & Cassidy, S. (1999). *Techniques in speech acoustics*. The Netherlands. Kluwer Academic Publishers.
- Hayward, K. (2013). *Experimental phonetics*. New York. Routledge.
- Joos, M. (1948). *Acoustic phonetics*. Language, 24. Pp: 1-136.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

- Kord, N., Shahbodaghi, M. H., , Khodami, M., Nourbakhsh, M., Jalaie, S., & Motasaddi, M. (2012). "Comparison of intonation production in cochlear-implanted children and normal hearing children". *Bimonthly Journal of Audiology*. 21(2). Pp: 51 -56.
- Ladefoged, P. & Johnson, K. (2015). *A Course in phonetics*. United States of America. CENGAGE Learning.
- Mirahadi, S., Mansouri, B., Tohidast, A., Rashtbari, K., Panahqoli, E., Taqipour, A. (2018). "Investigation of formant Structure in Azeri language vowels in Azeri adults aged 18-24 years old". *Journal of Paramedical Science and Rehablitation*. 7(2). Pp: 30-36. [In Persian].
- Neumeyer, V., Harrington, J., & Draxler, C. (2010). "An acoustic analysis of the vowel space in young and old cochlear-implant speakers". *Journal of Clinical Linguistics and Phonetics*. Pp: 1-8.
- Ozbič, M., Kogovšek, D., Umanski, D. (2010). "*Formant frequencies in children with normal hearing and profound or severe hearing impairments». Sedma konferenca Jezikovne tehnologije*. Pp: 89-94.
- Peng, S., Weiss, A. L., Cheung, H., & Lin, Y. (2004). "Consonant production and language skills in Mandarinspeaking children with cochlear implants". *Archives of Otolaryngology Head & Neck Surgery*. 130. Pp: 92-97.
- Reetz, H. &Jongman, A. (2011). *Phonetics transcription, production, acoustics, and perception.* 2nd edition. United States. Willy Blackwell.
- Serry, T. A., & Blamey, P. J. (1999). "A 4-year investigation into phonetic inventory development in young cochlear implant users". *Journal of Speech and Hearing Research*. 42.Pp: 141–154.
- Tseng, S., Kuel, K., & Tsou, P. (2011). "Acoustic characteristics of vowels and plosives/affricates of Mandarin-speaking hearing-impaired children". *Journal of Clinical Linguistics and Phonetics*. 25. Pp: 784-803.

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]

- Verhoeven, J., Hide, O., De Maeyer, S., Gills, S., & Gills, St. (2016). "Hearing impairment and vowel production. A comparison between normally hearing, hearing aided, and Cochlear implanted Dutch children". *Journal of Communication Disorders*. 59. Pp. 24-39.
- Zamani, P., Motasaddi, M., Borghei, P., Rezai, H., & Moubedshahi, F. (2016). "The role of age implantation on formants frequency changing in early and late cochlear implanted children: a study based on perceptual and acoustical assessments". *Auditory and Vestibular Research Journal*. 25. Pp: 24-31.

۱۰. پیوست

کلماتی که در این تحقیق مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفته‌اند:

[pæp, pep, pop, pap, pup, pip, bæb, beb, bob, bab, bub, bib, tæt, tet, tot, tat, tut, tit, dæd, ded, dod, dad, dud, did, kæk, kek, kok, kak, kuk, kik, gæg, geg, gog, gag, gug, gig]

[Downloaded from lrr.modares.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23223081.1399.11.4.12.7]