The University of Tehran Press

Journal of Applied Psychological Research

2023, 14(3), 307-321

Home Page: https://japr.ut.ac.ir

Online ISSN: 2676-4504

Comparing the Language Abilities of Typically Developing and Dyslexic Children Aged 7 to 11 Using Quantitative Electroencephalography

Maryam Tabiee[1*], Mohammad Azhdarloo[2], Ahmad Azhdarloo[3]

1. Corresponding Author, PhD, Department of Foreign languages and Linguistics, School of Literature and Humanities, Shiraz University, Shiraz, Iran. Email: m.tabiee.m@gmail.com
2. MSc, Department of Psychology, Psychology and Educational Science Faculty, Islamic Azad University, Marvdasht Branch, Fars, Iran. Email: m.azhdarlo98@gmail.com
3. PhD Candidate, Department of Psychology, Psychology and Educational Science Faculty, Islamic Azad University, Arsanjan Branch, Fars, Iran. Email: ajdarlooahmad@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received: 5 Nov 2021
Revised: 19 Jan 2022
Accepted: 26 Jan 2022
Published Online: 10 Sep 2023

Keywords:
Dyslexia, Language Skills, Normal Children, Quantitative, Electroencephalograph.

ABSTRACT

During an EEG eyes-opened state, the current investigation aimed to compare the language abilities of typically developing and dyslexic children. This research employed a descriptive-analytical design. The statistical sample for the study comprised 19 typical children residing in Shiraz city during the academic year 2020-2021 and 20 dyslexic children aged 7 to 11 who were referred to psychologists at the Mehraz Andisheh Clinic. The remaining 19 children were selected using the purposeful sampling method. The Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-IV) was utilized in the diagnostic process for children diagnosed with dyslexia. EEG data were quantified using Neuroguide software and analyzed using the Wilcoxon test in SPSS-23. The QEEG findings revealed that dyslexic children exhibited greater absolute power in the delta and theta regions of the frontal, parietal, left, and right hemispheres compared to the control group. However, the control group demonstrated greater absolute power in these areas in comparison to the dyslexics. The results corroborate the conclusions drawn in other studies and validate the presence of an atypical linguistic network among individuals with dyslexia. Thus, the investigation of brain waves may have a beneficial effect on the clinical treatment of individuals with dyslexia and can be utilized to better identify the language abilities of dyslexics.

Cite this article: Tabiee, M., Azhdarloo, M., & Azhdarloo, A. (2023). Comparing the Language Abilities of Typically Developing and Dyslexic Children Aged 7 to 11 Using Quantitative Electroencephalography. *Journal of Applied Psychological Research*, *14*(3), 307-321. doi: 10.22059/japr.2023.333460.644067.

CC BY NC

Publisher: University of Tehran Press
DOI: https://doi.org/10.22059/japr.2023.333460.644067

© The Author(s).

فصل‌نامه پژوهش‌های کاربردی روانشناختی

۱۴۰۲, ۱۴(۳), ۳۰۷-۳۲۱

انتشارات دانشگاه تهران

سایت نشریه: https://japr.ut.ac.ir

شاپا الکترونیکی: ۴۵۰۴-۲۶۷۶

مقایسهٔ مهارت‌های زبانی کودکان ۷ تا ۱۱ سالهٔ مبتلا به اختلال نارساخوانی با کودکان عادی براساس الکتروآنسفالوگرافی کمی

مریم طبیعی[۱*]، محمد اژدرلو[۲]، احمد اژدرلو[۳]

۱. نویسندهٔ مسئول، دکتری زبان‌شناسی، گروه زبان‌های خارجی و زبان‌شناسی، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: m.tabiee.m@gmail.com

۲. کارشناس ارشد روان‌شناسی عمومی، گروه روان‌شناسی، دانشکدهٔ روان‌شناسی و علوم تربیتی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، فارس، ایران. رایانامه: m.azhdarlo98@gmail.com

۳. دانشجوی دکتری روان‌شناسی عمومی، گروه روان‌شناسی، دانشکدهٔ روان‌شناسی و علوم تربیتی، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، فارس، ایران. رایانامه: ajdarlooahmad@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۰/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۶
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۱۹

کلیدواژه‌ها:
الکتروآنسفالوگرافی کمی، کودکان عادی، مهارت‌های زبانی، نارساخوانی.

چکیده

پژوهش توصیفی-تحلیلی حاضر با هدف مقایسهٔ چگونگی مهارت‌های زبان‌شناختی در کودکان نارساخوان و کودکان عادی با ثبت الکتروآنسفالوگرافی در حالت استراحت با چشمان باز انجام گرفت. جامعهٔ آماری شامل 20 کودک ۷ تا ۱۱ سالهٔ نارساخوان مراجعه‌کننده به کلینیک مهراز اندیشه و ۱۹ کودک عادی شهر شیراز در سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ بود که به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. تشخیص نارساخوانی در کودکان، با استفاده از مقیاس هوشی وکسلر (نسخهٔ چهارم) (WISC-IV) انجام گرفت. داده‌ها با نرم‌افزار نوروگاید کمی و در نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۳ با آزمون ویلکاکسون تحلیل شدند. نتایج کمی پژوهش، حاکی از بالاتربودن دامنهٔ ریتم‌های دلتا و تتا در نواحی پیشانی، پسین، نیمکرهٔ راست و چپ در گروه نارساخوان و بالاتربودن دامنهٔ ریتم‌های آلفا و بتا در این نواحی در گروه کنترل بود. این یافته‌ها با دیگر مطالعات در این حوزه همخوان است و وجود نقص در مهارت‌های زبانی گروه نارساخوان را تأیید می‌کند؛ بنابراین بررسی ریتم‌های مغزی در حالت استراحت می‌تواند به‌عنوان شاخصی مناسب در تشخیص مهارت‌های زبانی کودکان نارساخوان عمل کند و با تکیه بر آن می‌توان در الگوی امواج مغزی مرتبط با مهارت‌های زبانی تغییر ایجاد کرد و به پیشرفت مداخلات بالینی برای کودکان نارساخوان کمک کرد.

استناد: طبیعی، م.، اژدرلو، م.، و اژدرلو، ا. (۱۴۰۲). مقایسهٔ مهارت‌های زبانی کودکان ۷ تا ۱۱ سالهٔ مبتلا به اختلال نارساخوانی با کودکان عادی براساس الکتروآنسفالوگرافی کمی. *فصل‌نامه پژوهش‌های کاربردی روانشناختی*، ۱۴(۳)، ۳۲۱- ۳۰۷. doi: 10.22059/japr.2023.333460.644067

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران
DOI: https://doi.org/10.22059/japr.2023.333460.644067

© نویسندگان.

۱. مقدمه

نارساخوانی[1] نوعی اختلال یادگیری خاص با منشأ عصبی-زیستی[2] است که مطالعات همه‌گیرشناسی میزان شیوع آن را در بین کودکان ۵ تا ۱۷ درصد تخمین زده‌اند (دی‌ملو و گابریلی[3]، ۲۰۱۸). افراد مبتلا به نارساخوانی با وجود داشتن هوش طبیعی و هیچ‌گونه معلولیت حسی-حرکتی از مشکلات مختلفی چون نقص در توانایی تشخیص درست و دقیق کلمات و همچنین اختلال در رمزگشایی کلمات رنج می‌برند (مرچند-کرینسکی و همکاران[4]، ۲۰۱۷). دلیل اصلی بروز نارساخوانی هنوز ناشناخته است، اما مستندات پژوهشی نشان می‌دهد ناکارآمدی در مهارت‌های زبانی به‌خصوص پردازش واج‌شناسی[5] به‌عنوان یکی از مشخصه‌های قابل‌توجه در افراد مبتلا به نارساخوانی درنظر گرفته شده است (گوهان سشاندری و سینگ[6]، ۲۰۲۰). افزون بر این، در مطالعات دیگری اختلالاتی در مهارت‌های مختلفی نظیر توجه، ادراک دیداری فضایی و حرکتی در گروه مبتلا به نارساخوانی گزارش شده است (راشل، زوک و گاب[7]، ۲۰۱۲؛ پاویتران و همکاران[8]، ۲۰۱۹) که از این میان نقص در سیستم واج‌شناسی و همچنین بدعملکردی مناطق مغزی مرتبط با پردازش زبان به‌عنوان بارزترین مشخصهٔ نارساخوانی مطرح شده است. علت‌شناسی نارساخوانی بسیار اهمیت دارد؛ زیرا سبب می‌شود بتوانیم آنچه را که موجب تشخیص و تمایز میان مشکلات زبانی کودکان مبتلا و دیگر آموزنده‌های ضعیف می‌شود، به‌درستی متوجه شویم. از طرفی دیگر، تفاوت میان مشخصه‌های شناختی و رفتاری افراد نارساخوان بسیار مهم است؛ زیرا وجود چنین تفاوت‌هایی به تشخیص صحیح روند ارزیابی و درمان افراد مبتلا منجر می‌شود.

موضوع اختلالات یادگیری دورهٔ کودکی به‌ویژه اختلال در خواندن (نارساخوانی) از دو دیدگاه بالینی و زبان‌شناختی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از منظر بالینی، تحقیق در زمینهٔ اختلال یادگیری خاص لازم است تا در ابتدا مشخص شود این اختلال چگونه بروز پیدا می‌کند و سپس با توجه به آن بتوان شواهدی برای ماهیت و علت آن پیدا کرد. از منظر زبان‌شناختی نیز موضوع اختلال یادگیری خاص اهمیت خاصی دارد و توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است؛ زیرا کودکان مبتلا به اختلال یادگیری، از دانش زبان‌شناختی کافی بهره‌مند نیستند و توانایی استفادهٔ صحیح از این دانش را برای برقراری ارتباط مؤثر ندارند.

به‌طورکلی، زبان یکی از پیچیده‌ترین مهارت‌هایی است که ارتباط مستقیمی با رشد کارکردهای شناختی و اجتماعی انسان دارد (برویک و همکاران[9]، ۲۰۱۳). از طرفی دیگر، رشد واژگان یکی از مهم‌ترین مراحل فراگیری زبان محسوب می‌شود که به‌مرور تا قبل از ورود به مدرسه تکمیل می‌شود و در طول دوران تحصیلی پیشرفت می‌کند (مورگان و همکاران[10]، ۲۰۱۵). از این‌رو، ارتباطی قوی میان رشد واژگان و پردازش زبان و عملکرد مغز در طول دوران رشد وجود دارد (پائوس[11]، ۲۰۰۵)؛ برای مثال، آن‌طور که در مطالعات پیشین گزارش شده است، حجم مادهٔ خاکستری در شکنج سوپرامارجینال چپ پیش‌بینی‌کنندهٔ چگونگی رشد واژگان است (آساریدو و همکاران[12]، ۲۰۱۷) و بر همین اساس سوول و همکاران[13] (۲۰۰۴) اظهار داشته‌اند که حجم کم مادهٔ خاکستری در نواحی خلفی قشر پیشانی چپ و بخش جانبی لوب آهیانه‌ای چپ، حاکی از رشد ضعیف واژگان است. از آنجا که رشد واژگان و مهارت‌های زبانی نقش مهمی در مهارت خواندن ایفا می‌کنند و بر رشد مهارت خواندن اثرگذارند، تمرکز اصلی پژوهش حاضر روی بررسی چگونگی مهارت‌های زبانی کودکان نارساخوان با استفاده از ثبت الکتروآنسفالوگرافی در حالت استراحت قرار گرفته است. در بسیاری از مطالعات که در حوزهٔ مباحث زبان‌شناختی و خواندن و ارتباط آن‌ها با ریتم‌های مغزی صورت گرفته است، امواج تتا و بتا در حالت استراحت بیشترین ارتباط را با رشد واژگان و پردازش زبان نشان داده‌اند (شیاون و

1. Dyslexia
2. neurobiological
3. D`Mello & Gabrieli
4. Marchand-Krynski et al.
5. phonological processing
6. Guhan Seshadri & Singh
7. Raschle, Zuk, & GaabN
8. Pavithran et al.
9. Berwick et al.
10. Morgan et al.
11. Paus
12. Asaridou et al.
13. Sowell et al.

همکاران[۱]، ۲۰۱۴؛ ویدن، پری و بل[۲]، ۲۰۲۰). در این خصوص، طبق گزارش‌های بیان‌شده، در مطالعات پیشین مشخص شده است که ارتباط نزدیکی میان باند تتا و درک، تولید و پردازش زبان (پوپل و آسانئو[۳]، ۲۰۲۰؛ بیس و همکاران[۴]، ۲۰۱۷) و ارتباطی قوی میان باند بتا و رشد مهارت معناشناسی (مولینارو، مونسالو و لیزارازو[۵]، ۲۰۱۶) و پردازش واژگان (میدلتون، اشنایدر و مگوایر[۶]، ۲۰۱۷) وجود دارد؛ بنابراین، کاهش باند تتا و افزایش باند بتا در حالت استراحت، یکی از مشخصه‌های رشد مهارت‌های زبانی محسوب می‌شوند.

خواندن مانند هر روند شناختی دیگری در مغز صورت می‌گیرد و یکی از راه‌هایی که محققان برای مطالعه در این زمینه و رشد آن در پیش می‌گیرند، بررسی فعالیت بخش‌های مغزی مرتبط با خواندن در افراد مبتلا به نارساخوانی و افراد طبیعی است. در برخی از مطالعات عصب‌شناختی که با استفاده از تصویربرداری‌های fMRI[۷]، EEG[۸] و PET[۹] در رابطه با چگونگی عملکرد مغز کودکان مبتلا به نارساخوانی صورت گرفته، نمونه‌هایی از عدم تقارن نواحی مختلف مغزی در حین اجرای تکالیف مختلف شناختی مرتبط با پردازش زبان در افراد مبتلا گزارش شده است؛ برای مثال، پوف و همکاران[۱۰] (۲۰۰۰) اظهار داشتند که به‌طورکلی تشخیص درست کلمات هنگام خواندن با دو سیستم خلفی در نیمکرهٔ چپ[۱۱] در ارتباط است: قسمت پسین ناحیهٔ گیجگاهی- آهیانه‌ای[۱۲] که یکی از وظایف آن تحلیل پردازش‌ها و ادغام مشخصه‌های نوشتاری، واج‌شناختی و بالطبع مشخصه‌های معنایی-واژگانی با یکدیگر است و قسمت پیشین ناحیهٔ گیجگاهی-پس‌سری[۱۳] که در تشخیص سریع کلمات نقش قابل‌توجهی ایفا می‌کند. نتایج آماری حاصل از تجزیه و تحلیل‌های fMRI در مطالعهٔ آن‌ها حاکی از آن است که این سیستم خلفی در افراد مبتلا به نارساخوانی به‌درستی کار نمی‌کند؛ بنابراین، برای آنکه افراد مبتلا به نارساخوانی بتوانند ناکارآمدی در این نواحی را جبران کنند، به ناحیهٔ پیشانی تحتانی [۱۴] و نواحی تحتانی نیمکرهٔ راست تکیه می‌کنند. نتایج مطالعهٔ سیموس و همکاران[۱۵] (۲۰۰۲) نیز تأییدکنندهٔ این مطالب است. آن‌ها متوجه شدند که در حین خواندن و پردازش مهارت‌های واج‌شناختی، در ناحیهٔ گیجگاهی-آهیانه‌ای نیمکرهٔ چپ مبتلایان به نارساخوانی نسبت به افراد عادی، خون کمتری در جریان است. علاوه بر آن، برتری عملکرد نیمکرهٔ چپ که در طول خواندن در مغز افراد عادی مشاهده شده بود، در افراد مبتلا به نارساخوانی قابل‌مشاهده نبود. همچنین مطالعاتی که با استفاده از EEG در زمینهٔ کوهرنس (میزان ارتباطات مغزی) صورت گرفته، نارساخوانی را به‌عنوان یک سندروم مبتنی بر عدم ارتباطات عصبی[۱۶] معرفی کرده‌اند. در این خصوص، پاپاگیانوپلو و لاگوپولوس[۱۷] (۲۰۱۶) در مطالعهٔ خود گزارش کردند که میزان فعالیت و ارتباطات عصبی کمی در ناحیهٔ بروکا (نقاط F3، F7 و C3) که مسئول پردازش واج‌شناسی است، در گروه نارساخوان مشاهده شده است. همچنین در مطالعهٔ خود میزان فعالیت زیادی در موج تتا در گروه نارساخوان مشاهده کردند که طبق ادعای آن‌ها این فعالیت زیاد، حاکی از تأخیر در رشد گروه نارساخوان است. زو و همکاران[۱۸] (۲۰۱۵) نیز میزان ارتباط کمی مابین شکنج آنگولار چپ و نواحی پس‌سری و گیجگاهی در نیمکرهٔ چپ گروه نارساخوان در هنگام اجرای تکلیف حافظهٔ فعال واج‌شناسی گزارش کرده‌اند.

1. Schiavone et al.
2. Whedon, Perry, & Bell
3. Poeppel & Assaneo
4. Beese et al.
5. Molinaro, Monsalve & Lizarazu
6. Middleton, Schneider, & Maguire
7. functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI)
8. Electroencephalography (EEG)
9. Positron Emission Tomography (PET)
10. Pugh
11. left hemisphere posterior system
12. temporo-parietal circuit
13. occipito-temporal circuit
14. inferior frontal
15. Simos et al.
16. a neural disconnection syndrome
17. Papagiannopoulou & Lagopoulos
18. Xu et al.

در همین راستا، مطالعات عصب‌شناختی دیگری (شایویتز و شایویتز[1]، ۲۰۰۸؛ تمپل و همکاران[2]، ۲۰۰۱) هم که با استفاده از fMRI انجام شده است، سه بخش مهم در نیمکرهٔ چپ را تعیین کردند که نواحی اصلی در مهارت خواندن محسوب می‌شوند. این نواحی شامل قشر پیشانی تحتانی (مختص سیستم بازگوکنندهٔ واج‌ها، شامل نقطهٔ F3 و ناحیهٔ ۴۴ برودمن)، بخش آهیانه‌ای–گیجگاهی (مختص آنالیز واجی، حافظهٔ کوتاه‌مدت آکوستیک، شامل نقاط P3/T3 و ناحیهٔ ۴۰ برودمن) و بخش گیجگاهی–پس‌سری (مختص تشخیص خودکار کلمه، شامل نقاط T5/O1) می‌شود. هنگام خواندن نواحی گیجگاهی و آهیانه‌ای سمت چپ در افراد عادی فعال می‌شود، اما در نارساخوانان، نواحی مشابه در سمت راست فعال می‌شوند. نتایج این مطالعات دو نکتهٔ مهم را نشان می‌دهد: الف) عملکرد نواحی گیجگاهی–آهیانه‌ای سمت چپ در کودکان و بزرگسالان مبتلا به نارساخوانی در طول تجزیه و تحلیل تکالیف واج‌شناختی مناسب نیست؛ ب) ممکن است مبتلایان به نارساخوانی، برای داشتن عملکردی مناسب در حین خواندن از هر دو ناحیهٔ پیشانی تحتانی و ناحیهٔ گیجگاهی–آهیانه‌ای نیمکرهٔ راست[3] استفاده کنند. به این ترتیب با درنظرگرفتن تمامی مباحث عصب‌شناختی، بهتر است برای کمک به افراد مبتلا به نارساخوانی، روند مداخلات به‌گونه‌ای پیش روند که در تشکیل شبکه‌های عصبی مرتبط با توانایی تشخیص کلمات کودکان مبتلا مؤثر واقع شوند. پس برای آنکه بتوان نتایج مطلوبی به‌دست آورد، باید هم مسائل عصب‌شناختی و هم محیطی را در رأس کار قرار داد.

اگرچه در خصوص اختلال نارساخوانی تاکنون مطالعات عصب‌شناختی بسیاری با استفاده از روش‌های مختلف تصویربرداری مغز انجام شده، الکتروفیزیولوژی چگونگی رشد و پردازش زبان در کودکان مبتلا کمتر مورد توجه قرار گرفته است. براین‌اساس، می‌توان از الکتروآنسفالوگرافی به‌عنوان یکی از روش‌های الکتروفیزیولوژیک در مطالعهٔ اختلال نارساخوانی و مهارت‌های زبان‌شناختی افراد مبتلا استفاده کرد؛ چرا که اختلال نارساخوانی منشأ عصب‌شناختی دارد و الکتروآنسفالوگرافی می‌تواند به‌عنوان روشی مؤثر در تشخیص و شناسایی آن باشد. الکتروآنسفالوگرافی کمّی، فعالیت الکتریکی عصب‌ها را بررسی می‌کند و با استفاده از آن می‌توان اطلاعات دقیقی در زمینهٔ ارتباطات میان نواحی، عدم تقارن[4] دامنهٔ نواحی و فرکانس‌های غالب نواحی مغزی به‌دست آورد (وانگ و همکاران[5]، ۲۰۲۰). درواقع، الکتروآنسفالوگرافی حاوی اطلاعاتی از ساختار شبکه‌های عصبی است که تحلیل آن می‌تواند به تشخیص عملکردهای نابهنجار مغزی و شناختی کمک عمده‌ای بکند. با این تفاصیل، ثبت امواج الکتریکی در حالت استراحت، این امکان را فراهم می‌کند تا بتوان بدون اجرای هیچ‌گونه تکلیف شناختی اطلاعاتی در خصوص چگونگی عملکرد مغز به‌دست آورد (لانگو و روسو[6]، ۲۰۱۷). درمجموع با توجه به کارایی روش الکتروآنسفالوگرافی و اهمیت عدم تقارن دامنهٔ امواج مغزی در بروز اختلالات زبان‌شناختی در افراد مبتلا به نارساخوانی و معدودبودن مطالعاتی از این دست در خصوص چگونگی عملکرد مغز کودکان نارساخوان در کشور، پژوهش حاضر به دنبال یافتن پاسخی برای این سؤال است که چه تفاوت‌هایی میان امواج مغزی افراد مبتلا به نارساخوانی و گروه عادی در حالت استراحت وجود دارد که مشخصاً بر نقص مهارت‌های زبانی آن‌ها اثرگذار است. افزون بر این، بررسی چگونگی عملکرد نواحی مغزی افراد نارساخوان در حوزهٔ زبان کمک می‌کند تا بتوانیم آنچه را که موجب تشخیص و تمایز میان مشکلات زبانی افراد مبتلا می‌شود، بهتر متوجه شویم.

۲. روش

۲–۱. جامعه، نمونه و روش اجرا

پژوهش حاضر یک مطالعهٔ توصیفی–تحلیلی از نوع مقایسه‌ای است که با هدف بررسی تفاوت میان مهارت‌های زبانی افراد مبتلا به نارساخوانی با گروه عادی در حالت استراحت صورت گرفته است. جامعهٔ آماری پژوهش شامل تمامی کودکان ۷ تا ۱۱ سالهٔ مبتلا به اختلال نارساخوانی مراجعه‌کننده به کلینیک مهراز اندیشه واقع در شهر شیراز در سال تحصیلی ۱۴۰۰–۱۳۹۹ بودند. از این میان ۲۰ کودک (۷ دختر و ۱۳ پسر) نارساخوان با داشتن معیارهای ورود به مطالعه به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب

1. Shaywitz & Shaywitz
2. Temple et al.
3. right hemisphere temporoparietal
4. amplitude asymmetry
5. Wang et al.
6. Longo & Russo

شدند. معیارهای ورود برای افراد مبتلا شامل مواردی از قبیل ابتلا به اختلال نارساخوانی برمبنای تشخیص روان‌پزشک و روان‌شناس و نمرات مقیاس هوشی وکسلر (نسخهٔ چهارم)، نداشتن معلولیت عصب‌شناختی از جمله آسیب مغزی و معلولیت جسمانی بود. معیارهای خروج از پژوهش شامل عدم همکاری کودک، داشتن اختلال هم‌بود و عدم رضایت والدین به ادامهٔ کار می‌شد. با توجه به این موضوع که باید گروه‌های مورد سنجش از نظر ویژگی فردی همتاسازی شوند، برای انتخاب گروه کنترل نیز از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شد. براین‌اساس، ۱۹ کودک (۷ دختر و ۱۲ پسر) ۷ تا ۱۱ سالهٔ مشغول به تحصیل در سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ از مدارس ناحیهٔ ۱ و ۲ شهر شیراز انتخاب شدند که براساس جنسیت و دامنهٔ سنی با گروه آزمایش همتا شدند. معیارهای ورود برای انتخاب این گروه بدین‌صورت بود: توانمندی‌های کودکان از جمله یادگیری، ارتباط کلامی و شناختی در محدودهٔ طبیعی باشد و در پروندهٔ سلامت آن‌ها سابقهٔ مشکلات جسمانی و صدمات مغزی وجود نداشته باشد. به‌منظور تشخیص درست نمونه‌گیری‌ها و بررسی ملاک‌های ورود و خروج، نسخهٔ چهارم مقیاس هوشی وکسلر مورد استفاده قرار گرفت که توسط عابدی، صادقی و ربیعی (۱۳۹۴) انطباق یافته و هنجاریابی شده است. برای آنکه بتوان به‌طور دقیق به بررسی و مقایسهٔ رفتارهای مغزی کودکان نارساخوان و عادی پرداخت و به‌ویژه بحث پردازش زبانی آن‌ها را مطالعه کرد، الگوهای الکتروآنسفالوگرافی کمّی[1] (QEEG) مورد استفاده قرار گرفته است.

۲-۲. ابزارهای پژوهش

۲-۲-۱. مقیاس هوشی وکسلر[2] (WISC-IV)

این آزمون یکی از نسخه‌های مقیاس وکسلر است که در سال ۲۰۰۳ منتشر شده و از ۱۵ خرده‌مقیاس تشکیل شده است: ۱۰ مقیاس اصلی و ۵ مقیاس مکمل که همگی برای دامنهٔ سنی ۶ تا ۱۶ سال مورد استفاده قرار می‌گیرند. این آزمون در قالب چهار شاخص تفسیر می‌شود: درک مطلب کلامی[3] (شباهت‌ها، واژه‌ها، درک مطلب، اطلاعات عمومی و استدلال کلامی)، استدلال ادراکی[4] (مکعب‌ها، مفاهیم تصویری، استدلال تصویری و تکمیل تصاویر)، حافظهٔ فعال[5] (فراخنای ارقام، توالی حرف-عدد و حساب) و سرعت پردازش[6] (رمزنویسی، نمادیابی و خطزنی) (عابدی، صادقی و ربیعی، ۱۳۹۴). طبق راهنمای مقیاس در نمونهٔ هنجاری تحلیل‌عاملی اکتشافی و تأییدی به همین چهار مورد منتهی شده است و ضرایب اعتبار برای این چهار عامل به‌ترتیب ۰/۹۴، ۰/۹۲، ۰/۸۸ و ضریب اعتبار بهره هوشی کل ۰/۹۷ گزارش شده است. دامنهٔ اعتبار بازآزمایی نیز ۰/۷۵ تا ۰/۹۰ گزارش شده است (کورنولدی و همکاران[7]، ۲۰۱۳). در نمونهٔ ایرانی اعتبار آلفای کرونباخ ۰/۶۵ تا ۰/۹۴ و تنصیف ۰/۷۶ تا ۰/۹۱ محاسبه شده است (عابدی، صادقی و ربیعی، ۱۳۹۴). در پژوهش حاضر، مقیاس هوشی وکسلر به‌منظور تشخیص نرمال‌بودن هوش کودکان مبتلا به نارساخوانی -که یکی از ملاک‌های تشخیصی این اختلال است- استفاده شد.

۲-۲-۲. الکتروآنسفالوگرافی کمّی (QEEG)

در الکتروآنسفالوگرافی به‌منظور ثبت فعالیت مغزی از آمپلی‌فایر eWave ساخت ایران در حالت استراحت (با چشمان باز) استفاده شد. ۱۹ الکترود که منطبق با نظام بین‌المللی ۲۰-۱۰ روی کلاه‌های ثبت امواج الکتریکی[8] قرار دارند، به‌کار گرفته شدند. پنج باند فرکانسی گسترده‌ای که به‌طور معمول مطالعه می‌شوند، عبارت‌اند از: دلتا (۱ تا ۴ هرتز)، تتا (۴ تا ۸ هرتز)، آلفا (۸ تا ۱۲ هرتز)، بتا (۱۲ تا ۳۳ هرتز) و گاما (۳۴ تا ۴۴ هرتز). تبدیل امواج EEG به QEEG با نرم‌افزار نوروگاید[9] انجام گرفت و بدین‌ترتیب هریک از فایل‌های ثبت‌شده به‌صورت امواج سینوسی به حالت کمی تبدیل شدند.

1. Quantitative Electroencephalography
2. Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-IV)
3. Verbal Comprehension Index (VCI)
4. Peceptual Reasoning Index (PRI)
5. working memory
6. Processing Speed Index (PSI)
7. Cornoldi et al.
8. Electrocaps
9. Neuroguide

۲-۲-۳. ثبت الکتروآنسفالوگرافی[1] (EEG)

ثبت الکتروآنسفالوگرام در کلینیک مهراز اندیشه در شهر شیراز صورت گرفت. قبل از شروع فرایند ثبت الکتروآنسفالوگرافی توضیحات کاملی در خصوص ماهیت پژوهش و همچنین غیرتهاجمی‌بودن و عدم آسیب‌رسانی روش الکتروآنسفالوگرافی به آزمودنی‌ها داده شد. برای اجرای آزمون، آزمودنی روبه‌روی نمایشگر کامپیوتر می‌نشست و کلاه مخصوص دستگاه بعد از تمیزشدن پوست گوش‌ها و پیشانی با الکل طبی، روی سر وی قرار می‌گرفت. سپس امواج مغزی با استفاده از دستگاه ثبت الکتروآنسفالوگرافی ثبت می‌شد. ثبت الکتروآنسفالوگرام با آمپلی‌فایر eWave صورت گرفت و الکترودهای مخصوص ثبت استاندارد الکتروآنسفالوگرافی براساس سیستم بین‌المللی ۲۰-۱۰ در ۱۹ موقعیت (شامل Fz, F7, F8, F3, F4, Cz, C3, C4, Fp1, Fp2, T3, T4, T5, T6, Pz, P3, P4, O1, O2) روی جمجمه قرار گرفتند. الکترودهای A1 و A2 هم به‌عنوان مرجع پتانسیل روی گوش‌ها قرار گرفت. طبق هماهنگی‌های صورت‌گرفته، از والدین خواسته می‌شد که کودکان قبل از ثبت الکتروآنسفالوگرافی هیچ‌گونه دارویی مصرف نکنند. تمامی ثبت‌ها در ساعات مشخصی از روز یعنی حدود ۱۰ تا ۱۲ صبح و بعد از یک خواب نرمال شبانه و صرف صبحانه انجام شد تا شرایط ثبت یکسان باشد و از تأثیر زمان جلوگیری شود. در هنگام نمونه‌گیری از فرد خواسته می‌شد آرام باشد و هیچ‌گونه حرکتی نداشته باشد.

امواج ثبت‌شده با نرم‌افزار نوروگاید به حالت کمّی تبدیل شدند و نتایج الکتروآنسفالوگرافی کمی در هر دو گروه، مقایسه و تجزیه و تحلیل شدند. مونتاژی که برای تحلیل امواج مغزی استفاده شد، مونتاژ مرجعی بود که در آن، الکترودهای مرجع روی دو گوش نصب شدند. طیف امواج از یک تا ۳۰ هرتز برای موج دلتا (۴-۱ هرتز)، تتا (۸-۴ هرتز)، آلفا (۱۲-۸ هرتز)، بتا ۱ (۱۵-۱۲ هرتز)، بتا ۲ (۱۸-۱۵ هرتز)، بتا ۳ (۲۵-۱۸ هرتز) و بتای بلند (۳۰-۲۵ هرتز) ثبت شد. مقدار مورد نظر برای بررسی هر قسمت از امواج ثبت‌شده بدون درنظرگرفتن چند ثانیهٔ ابتدایی و انتهایی انتخاب شده است. آرتیفکت‌های امواج ثبت‌شده براساس قضاوت دیداری تا حد امکان حذف و تلاش شدد تا حداقل حدود ۵۰ ثانیه موج عاری از آرتیفکت برای تحلیل در اختیار باشد. این ۵۰ ثانیه به‌وسیلهٔ نورولوژیست مورد بررسی قرار گرفت تا موارد انتخاب‌شده آرتیفکت نداشته باشد. توان، ولتاژ و فرکانس طیف امواج مغزی هر فرد به‌صورت جداگانه محاسبه شده است.

۲-۳. روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

تحلیل توان مطلق امواج مغزی از طریق تکنیک الگوریتمی تبدیل فوریه سریع[2] (FFT) انجام گرفت و اطلاعات به‌صورت کمی وارد نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۳ شدند. در سطح توصیفی از مشخصه‌های آماری مانند فراوانی، درصد، میانگین و انحراف معیار و در سطح استنباطی از آزمون شاپیرو-ویلک[3] برای تعیین رعایت پیش‌فرض نرمال‌بودن داده‌ها استفاده شد. با توجه به اینکه پیش‌فرض نرمال‌بودن داده‌ها رعایت نشده بود و نمرات دو گروه نارساخوان و کنترل از توزیع نرمالی برخوردار نبودند، میانگین دامنهٔ مطلق امواج مغزی دو گروه نارساخوان و کنترل در حالت استراحت با چشمان باز، با آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون[4] مقایسه شدند. در همهٔ موارد، سطح معنی‌داری $P\leq ۰/۰۵$ درنظر گرفته شد.

۳. یافته‌ها

۳-۱. توصیف جمعیت‌شناختی

آزمودنی‌ها در دو گروه نمونه شامل ۲۵ پسر و ۱۴ دختر بودند. بیشترین فراوانی مربوط به ۹ ساله‌ها و کمترین فراوانی مربوط به ۱۱ ساله‌ها بوده است. میانگین سن اعضای نمونه در گروه نارساخوان نه سال و شش ماه با انحراف استاندارد ۱/۵۱ و میانگین سن اعضای نمونه در گروه کنترل نه سال و سه ماه با انحراف استاندارد ۱/۴۱ بود. نارساخوانی از نمونه اختلالاتی است که میزان شیوع آن در پسران بیشتر از دختران است. طبق گزارش‌های ارائه‌شده در کلینیک‌ها و مراکز آموزشی تعداد پسران مبتلا به

1. EEG recording
2. Fast Fourier Transform (FFT)
3. Shapiro-Wilk test
4. Wilcoxon

نارساخوانی چهار برابر دختران است. با وجود این، تلاش شد تا فاصلهٔ تعداد پسران و دختران به حداقل برسد تا تأثیر جنسیت نیز بر نتایج کاهش یابد.

۳-۲. آزمون‌های نرمال

به‌منظور ارزیابی میانگین دامنهٔ توان مطلق چهار باند فرکانسی دلتا، تتا، آلفا و بتا در نواحی پیشانی، پسین، نیمکرهٔ چپ و نیمکرهٔ راست، پس از محاسبهٔ نمرات در دو گروه نارساخوان و کنترل، ابتدا از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی پیش‌فرض نرمال‌بودن داده‌ها استفاده شد.

جدول ۱. نتایج آزمون شاپیرو-ویلک برای نواحی مغزی

ناحیهٔ مغزی	گروه	آماره	درجهٔ آزادی	معناداری
پیشانی	نارساخوان	۰/۵۴	۵۰۴	۰/۰۰۱
	کنترل	۰/۷۸	۵۳۲	۰/۰۰۱
نیمکرهٔ چپ	نارساخوان	۰/۶۴	۵۷۶	۰/۰۰۱
	کنترل	۰/۷۸	۶۰۸	۰/۰۰۱
نیمکرهٔ راست	نارساخوان	۰/۵۳	۵۷۶	۰/۰۰۱
	کنترل	۰/۸۰	۶۰۸	۰/۰۰۱
پسین	نارساخوان	۰/۸۱	۳۶۰	۰/۰۰۱
	کنترل	۰/۸۵	۳۸۰	۰/۰۰۱

همان‌طور که نتایج این آزمون در جدول ۱ نشان می‌دهد، این پیش‌فرض رعایت نشده است. براین‌اساس، به‌جای آزمون پارامتریک از آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده شد.

۳-۳. آزمون فرضیه‌ها

در مرحلهٔ بعد، برای تحلیل QEEG و به‌منظور بررسی تفاوت‌های میان عملکرد نواحی مغزی کودکان نارساخوان و عادی، پس از ثبت امواج مغزی به‌تفکیک میانگین دامنهٔ توان مطلق چهار باند فرکانسی دلتا، تتا، آلفا و بتا به‌صورت مقایسهٔ نسبت نقاط پیشانی (FP1، F3، FP2، F7، F4، F8 و Fz)، نقاط پسین (P3، P4، Pz، O1 و O2)، نیمکرهٔ چپ (FP1، C3، F7، F3، P3، T5، T3 و O1) و نیمکرهٔ راست (FP2، C4، F8، F4، P4، T6، T4 و O2) در حالت استراحت به‌صورت میان‌گروهی و درون‌گروهی در دو گروه محاسبه شدند. بررسی داده‌های به‌دست‌آمده از مقایسه‌های میان‌گروهی و درون‌گروهی نشان داد تفاوت معناداری میان نواحی مختلف مغزی در هر چهار باند فرکانسی در دو گروه آزمایش و کنترل وجود دارد. مقادیر میانگین به‌دست‌آمده از مقایسهٔ درون‌گروهی مشخص کرد در گروه نارساخوان، تفاوت زیادی در امواج مغزی هیچ‌کدام از نواحی پیشانی، پسین، نیمکرهٔ چپ و راست وجود ندارد. اما در گروه کنترل، افزایش قابل‌توجهی در دامنهٔ ریتم‌های آلفا (۱۴/۷۵± ۱۲/۴۱) و بتا (۹/۳۷ ± ۵/۳۴) در ناحیهٔ پسین و ریتم بتا در ناحیهٔ پیشانی (۱۲/۱۶ ± ۱۳/۸۳) مشاهده شد که در سطح $p<۰/۰۰۱$ از لحاظ آماری معنادار است.

جدول ۲. مقایسهٔ عملکرد نواحی مغزی کودکان نارساخوان و کودکان عادی در چهار باند فرکانسی (توان مطلق)

ناحیهٔ مغزی	امواج	میانگین و انحراف استاندارد		معناداری
		گروه آزمایش	گروه کنترل	
پیشانی	دلتا	۵۶/۶۸ ± ۴۷/۷۶	۳۵/۲۰ ± ۱۵/۹۶	۰/۳۱
	تتا	۱۶/۸۳ ± ۱۰/۴۲	۱۶/۲۹ ± ۹/۶۰	۰/۱۷۴
	آلفا	۷/۷۶ ± ۳/۸۶	۱۰/۵۵ ± ۱۲/۰۶	۰/۶۶۸
	بتا	۸/۷۴ ± ۴/۰۱	۱۲/۱۶ ± ۱۳/۸۳	۰/۰۰۱*
نیمکرهٔ چپ	دلتا	۴۳/۱۴ ± ۲۹/۳۱	۳۲/۰۲ ± ۱۴/۱۰	۰/۱۷
	تتا	۱۵/۵۸ ± ۷/۶۹	۱۵/۰۱ ± ۲۷/۵۶	۰/۰۰۸ *
	آلفا	۷/۹۶ ± ۴/۳۷	۱۱/۷۹ ± ۱۲/۴۰	۰/۲۴۵
	بتا	۸/۸۹ ± ۴/۸۶	۱۱/۴۶ ± ۱۱/۲۱	۰/۰۵*

ناحیهٔ مغزی	امواج	میانگین و انحراف استاندارد		معناداری
		گروه آزمایش	گروه کنترل	
نیمکرهٔ راست	دلتا	۴۶/۱۷ ± ۴۰/۲۹	۳۰/۸۹ ± ۱۴/۴۴	۰/۳۴
	تتا	۱۶/۰۱ ± ۹/۴۹	۱۵/۲۲ ± ۸/۴۶	۰/۰۰۵*
	آلفا	۸/۲۴ ± ۴/۶۸	۱۱/۶۲ ± ۱۰/۷۲	۰/۱۶۹
	بتا	۹/۱۶ ± ۵/۵۲	۱۱/۱۰ ± ۱۱/۵۰	۰/۰۰۱*
پسین	دلتا	۳۸/۱۲ ± ۱۳/۴۴	۳۱/۸۲ ± ۱۳/۴۵	۰/۸۶
	تتا	۱۵/۸۵ ± ۸/۲۲	۱۵/۷۱ ± ۷/۲۷	۰/۰۰۶*
	آلفا	۹/۹۹ ± ۶/۴۸	۱۴/۷۵ ± ۱۲/۴۱	۰/۰۳۹*
	بتا	۸/۳۵ ± ۵/۱۳	۹/۳۷ ± ۵/۳۴	۰/۰۱۱*

* $p<۰/۰۵$

همان‌طور که در جدول ۲ قابل‌مشاهده است، مقایسهٔ میان‌گروهی هم نشان می‌دهد میانگین دامنهٔ ریتم‌های دلتا و تتا در چهار ناحیهٔ مورد بررسی در گروه نارساخوان بیشتر از گروه کنترل است، اما در گروه کنترل دامنهٔ ریتم‌های آلفا و بتا در این نواحی بیشتر از گروه نارساخوان است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف مقایسهٔ مهارت‌های زبانی کودکان ۷ تا ۱۱ سالهٔ مبتلا به نارساخوانی و کودکان عادی با استفاده از ثبت الکتروآنسفالوگرافی در حالت استراحت با چشمان باز صورت گرفت. وجود نقص و بدعملکردی برخی از نواحی مغزی در افراد نارساخوان، دلیل اصلی بروز این اختلال شناخته می‌شود که بر انواع مختلف مهارت‌های زبان‌شناختی افراد مبتلا تأثیر می‌گذارد. بر همین اساس، به دنبال یافتن پاسخی برای این سؤال بودیم که چه تفاوت‌هایی در امواج مغزی مختلف وجود دارد که می‌تواند بر نقص زبان‌شناختی کودکان نارساخوان اثرگذار باشد. در این مطالعه به‌واسطهٔ مزایای ثبت EEG در حالت استراحت نسبت به دیگر ابزارهای عصب‌شناختی به مقایسهٔ عملکرد مغز کودکان نارساخوان و کودکان عادی پرداخته شد. به‌طورکلی نتایج تحلیل توان مطلق نواحی مختلف نشان داد بین دو گروه آزمایش و کنترل تفاوت معناداری در برخی باندهای فرکانسی و نواحی مغزی وجود دارد. همان‌طور که در بخش یافته‌ها مشخص شد، در گروه کودکان نارساخوان، نمونه‌هایی از افزایش فعالیت امواج آهسته (دلتا، تتا) و کاهش فعالیت امواج تند (آلفا و بتا) در نواحی پیشانی، پسین و نیمکرهٔ چپ و راست وجود دارد و براین‌اساس چند تحلیل مختلف درنظر گرفته شده است.

همان‌گونه که نتایج پژوهش مشخص کرد، در نواحی پسین (آهیانه‌ای و پس‌سری) مغز کودکان نارساخوان در مقایسه با کودکان عادی فعالیت کمتری در امواج آلفا و بتا وجود دارد. این یافته در تطابق با یافته‌های مطالعهٔ پیرین و همکاران[1] (۲۰۱۱) و اورتیز و همکاران[2] (۱۹۹۲) است. بحث مهمی که در این مطالعات تأیید شده این است که بدعملکردی ناحیهٔ فوقانی قشر آهیانه‌ای، نقش مهمی در عملکرد ضعیف مهارت ادراک دیداری و به سبب آن بدعملکردی مهارت‌های زبان‌شناختی گروه مبتلا به نارساخوانی ایفا می‌کند. از این‌رو، در تبیین این یافته می‌توان گفت یکی از دلایل ضعف مهارت‌های زبان‌شناختی در کودکان دارای نارساخوانی، افزایش دامنهٔ ریتم‌های آلفا و بتا در مهارت‌های زبان‌شناختی است. نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد فعالیت بتا و آلفا در امور زبان‌شناختی، با مهارت معناشناختی و ارتباط میان معنا و نحو در ارتباط است (گادت و همکاران[3]، ۲۰۲۰) و کاهش موج آلفا و بتا در نواحی پسین به‌خصوص سمت چپ لوب آهیانه‌ای و ناحیهٔ دیداری انعکاسی، از عملکرد ضعیف این نواحی در پردازش مهارت‌های زبان‌شناختی است؛ بنابراین، مطابق اظهارات دیمونت، تیلور و چایکس[4] (۲۰۰۴) و ریپون و برونزویک[5] (۲۰۰۰) نقص در برخی شبکه‌های زبان‌شناختی و دیداری (نواحی گیجگاهی، آهیانه‌ای و پس‌سری) گروه نارساخوان

1. Peyrin et al.
2. Ortiz et al.
3. Gaudet et al.
4. De´monet, Taylor, & Chaix
5. Rippon & Brunswick

کاهش فعالیت ریتم‌های آلفا و بتا در نواحی پسین را تبیین می‌کند که به عملکرد ضعیف افراد مبتلا، در پردازش مهارت‌های واج‌شناختی و پردازش دیداری می‌انجامد.

از طرف دیگر، افزایش توان آلفا در نواحی پسین، مشخصهٔ اصلی به‌کارگیری حافظه و پردازش شناختی درونی است که انعکاسی از ارتباطات عصبی در شبکه‌های کورتیکال و نمایندهٔ جنبه‌های معناشناختی و ادراکی هستند (تولادار و همکاران[1]، ۲۰۰۷؛ بارچ و همکاران[2]، ۲۰۱۵). طبق یافته‌ها، طیف توان مطلق آلفا در کودکان عادی بیشتر از گروه نارساخوان بوده است، اما طیف توان مطلق تتا در گروه نارساخوان بیشتر از کودکان عادی است. این یافته در تطابق با نتایج مطالعهٔ مارتینز-بریونز و همکاران[3] (۲۰۲۰) است که افزایش توان دلتا و تتا و کاهش توان آلفا در نواحی پسین مغزی گروه نارساخوان را به‌عنوان نقص حافظهٔ فعال درنظر گرفتند؛ بنابراین، از آنجا که افزایش توان آلفا نشان‌دهندهٔ همبستگی میان حافظهٔ فعال و مهارت‌های زبانی است (گودی-میندرمن و همکاران[4]، ۲۰۲۰)، ضعف عملکرد کودکان در گروه نارساخوان را تبیین می‌کند؛ چنان‌که نتایج مقیاس هوش وکسلر نشان داد نقص در حافظهٔ فعال، یکی از مشخصه‌های اصلی گروه نارساخوان بوده است.

دیگر یافته‌های پژوهش نشان داد دامنهٔ ریتم تتا در گروه نارساخوان بیشتر از کودکان عادی بوده است. ارتباط میان باند تتا در حالت استراحت و پردازش زبان، در مطالعات مختلفی بررسی شده است. دامنهٔ ریتم تتا در این مطالعات، بازنمایی مهارت‌های واج‌شناختی و کاهش دامنهٔ آن در حالت استراحت، نشان‌دهندهٔ مهارت درک کلمات است. از طرف دیگر، نوسانات باند تتا در حالت استراحت در نواحی خلفی و پیشانی نیمکرهٔ چپ و نواحی گیجگاهی نیمکرهٔ راست، پیش‌بینی‌کنندهٔ توانایی درک جملات است (بیس و همکاران، ۲۰۱۷). کاهش دامنهٔ ریتم تتا در حالت استراحت پیش‌بینی‌کنندهٔ رشد واژگان در کودکان مقطع ابتدایی است و در کل، ریتم تتا نقش مهمی در پردازش زبان (درک و تولید) ایفا می‌کند (پوپل و آسانئو، ۲۰۲۰)؛ بنابراین از آنجا که کاهش ریتم تتا در حالت استراحت نشان‌دهندهٔ رشد نواحی مغزی مرتبط با پردازش واژگانی است (فرُه و همکاران[5]، ۲۰۱۹) و در مطالعات پیشین، بدعملکردی نواحی پیشانی و گیجگاهی در گروه نارساخوان مشاهده شده است (سیموس و همکاران، ۲۰۰۲؛ شایویتز و شایویتز، ۲۰۰۸)، افزایش دامنهٔ ریتم تتا در نواحی پیشانی، وجود نقص در پردازش واژگان را در این گروه تبیین می‌کند.

همچنین نتایج پژوهش نشان داد توان مطلق دلتا در نواحی مختلف مغز کودکان مبتلا به نارساخوانی بیشتر از کودکان عادی است. در حقیقت، افزایش امواج آهسته در حالت استراحت که در بسیاری از مطالعات در گروه نارساخوان مشاهده شده است، به‌عنوان یک نشانگر عصبی-بیولوژیکی در این گروه عمل می‌کند و حاکی از تأخیر در رشد کارکردهای قشر مغزی[6] در این گروه است (پنولازی، اسپیرونلی و آنگریلی[7]، ۲۰۰۸). به اعتقاد برخی از محققان، علت افزایش فعالیت در نواحی مختلف مغز افراد نارساخوان این است که ناکارآمدی نواحی پسین سمت چپ مؤثر در امور زبان‌شناختی را جبران کند (دیمونت، تیلور و چایکس، ۲۰۰۴؛ جورجیوا و همکاران[8]، ۲۰۰۲).

نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که تغییرات امواج مغزی در حالت استراحت می‌تواند به‌عنوان یک نشانگر در چگونگی مهارت‌های زبان‌شناختی در کودکان نارساخوان عمل کند و به کمک آن می‌توان به مشکلات زبانی کودکان مبتلا پی برد. از این‌رو، می‌توان نتیجه گرفت بررسی ریتم‌های مغزی در حالت استراحت می‌تواند به‌عنوان شاخصی مناسب در تشخیص چگونگی پردازش زبان در کودکان عمل کند و از آنجا که چگونگی مهارت‌های زبانی رابطهٔ مستقیمی با مهارت خواندن دارد و پیش‌بینی‌کنندهٔ موفقیت تحصیلی در مراحل بعدی است، می‌توان از این روش در تشخیص نقایص زبان‌شناختی استفاده کرد و با ایجاد تغییر در الگوی امواج مغزی مرتبط با مهارت‌های زبان‌شناختی به پیشرفت مداخلات بالینی برای کودکان نارساخوان کمک کرد. به این ترتیب، با درنظرگرفتن تمامی مباحث عصب‌شناختی و یافته‌های به‌دست‌آمده پیشنهاد می‌شود برای کمک به افراد

1. Tuladhar et al.
2. Bartsch et al.
3. Martinez-Briones et al.
4. Gudi-Mindermann et al.
5. Ferré et al.
6. Cortical functions
7. Penolazzi, Spironelli, & Angrilli
8. Georgiewa et al.

مبتلا به نارساخوانی، روند مداخلات به‌گونه‌ای پیش رود که در تشکیل شبکه‌های عصبی مرتبط با مهارت‌های زبان‌شناختی کودکان مبتلا مؤثر واقع شود.

از مهم‌ترین محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به کمبود مطالعات همسو در زمینهٔ ارتباط میان مهارت‌های زبانی و حالت استراحت ثبت الکتروآنسفالوگرافی اشاره کرد که تا حدی جمع‌آوری مطالب و تحلیل و تبیین نتایج را با محدودیت روبه‌رو می‌کرد. به همین سبب به‌منظور تبیین نتایج، به مطالعات عصب‌شناختی صورت‌گرفته از طریق دیگر روش‌های تصویربرداری مغز مراجعه شده است.

۵. ملاحظات اخلاقی

به‌منظور رعایت ملاحظات اخلاقی، قبل از شروع ارزیابی و ثبت الکتروآنسفالوگرافی، والدین به‌صورت مکتوب در جریان اهداف و اهمیت پژوهش قرار گرفتند، برای ورود به پژوهش فرم رضایت شرکت آگاهانه را امضا کردند و اعلام شد که از ذکر نام شرکت‌کنندگان در پژوهش خودداری می‌شود. علاوه بر آن، دانش‌آموز یا والدین او هر زمان که مایل بودند می‌توانستند از ادامهٔ همکاری با این پژوهش انصراف دهند.

۶. سپاسگزاری

از تمامی شرکت‌کنندگان و والدین آن‌ها که در انجام پژوهش همکاری کردند، قدردانی می‌شود.

۷. حمایت مالی

پژوهش حاضر از حمایت مالی هیچ سازمان دولتی و خصوصی برخوردار نبود.

۸. تعارض منافع

در پژوهش حاضر هیچ‌گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

منابع

عابدی، م. ر.، صادقی، ا.، و ربیعی، م. (۱۳۹۴). هنجاریابی آزمون هوشی وکسلر کودکان چهار در استان چهارمحال و بختیاری. *دست‌آوردهای روان‌شناختی (علوم تربیتی و روان‌شناسی)*. ۲۲(۲)، ۱۱۶-۹۹.

References

Abedi, M. R., Sadeghi, A., & Rabiei, M. (2015). Standardization of the Wechsler Intelligence Scale for children-IV in Chahar Mahal Va Bakhteyari State. *Journal of Psychological Achievements (Journal of Education and Psychology), 22*(2), 99-116. https://doi. 10.22055/psy.2016.12310 (In Persian)

Asaridou, S. S., Demir-Lira, O. E., Goldin-Meadow, S., & Small, S. L. (2017). The pace of vocabulary growth during preschool predicts cortical structure at school age. *Neuropsychologia, 98,* 13-23. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.05.018

Bartsch, F., Hamuni, G., Miskovic, V., Lang, P. J., & Keil, A. (2015). Oscillatory brain activity in the alpha range is modulated by the content of word-prompted mental imagery. *Psychophisiology, 52*(6), 727-735. https://doi.org/10.1111/psyp.12405

Beese, C., Meyer, L., Vassileiou, B., & Friederici, A. D. (2017). Temporally and spatially distinct theta oscillations dissociate a language-specific from a domain-general processing mechanism across the age trajectory. *Scientific Reports, 7*, 11202. https://doi.org/10.1038/s41598-017-11632-z

Berwick, R. C., Friederici, A. D., Chomsky, N., & Bolhuis, J. J. (2013). Evolution, brain, and the nature of language. *Trends in Cognitive Sciences, 17*(2), 89–98. https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.12.002

Cornoldi, C., Orsini, A., Cianci, L., Giofre, D., & Pezzuti, L. (2013). Intelligence and working memory control: evidence from the WISC-IV administration to Italian children. *Learning and Individual Differences, 26*(1), 9-14.

D`Mello, A., & Gabrieli, D. E. (2018). Cognitive Neuroscience of Dyslexia. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 49*(4), 798-809. https://doi.org/10.1044/2018_LSHSS-DYSLC-18-0020

De´monet, J. F., Taylor, M. J., & Chaix, Y. (2004). Developmental dyslexia. *Lancet, 363*(9419). 1451–1460. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)16106-0

Ferré, P., Benhajali, Y., Steffener, J., Stern, Y., Joanette, Y., & Bellec, P. (2019). Resting-state and vocabulary tasks distinctively inform on age-related differences in the functional brain connectome. *Language Cognition and Neuroscience, 34*(8), 949-972. https://doi.org/10.1080/23273798.2019.1608072

Gaudet, I., Husser, A., Vannasing, Ph., & Gallagher, A. (2020). Functional brain connectivity

Georgiewa, P., Rzanny, R., Gaser, C., Gerhard, U. J., Vieweg, U., Freesmeyer, D., ... & Blanz, B. (2002). Phonological processing in dyslexic children: A study combining functional imaging and event related potentials. *Neuroscience Letters, 318*(1), 5–8. https://doi.org/10.1016/s0304-3940(01)02236-4

Gudi-Mindermann, H., Rimmele, J.M., Bruns, P., Kloosterman, N.A., Donner, T.H., Engel, A.K. & Röder, B. (2020). Post-training load-related changes of auditory woking memory- An EEG study. *Frontiers in Human Neuroscience, 14*, 72. https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00072

Longo, R. E. & Russo, G. M. (2017). Working with forensic populations: incorporating peripheral biofeedback and brainwave biofeedback into your organization or practice. In The F. Collura and J.A. Frederick (eds.). *Handbook of Clinical QEEG and Neurotherapy* (pp. 92-105). New York: Routledge.

Marchand-Krynski, M. E., Morin-Moncet, O., Belanger, A. M., Beauchamp, H., & Leonard, G. (2017). Share and differentiated motor skill impairments in children with dyslexia and/or attention deficit disorder: From simple to complex sequential coordination. *Plos One, 12*(5), e0177490. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177490

Martinez-Briones, B., Fernandez-Harmony, T., Garofalo Gomez. N., Biscay-Lirio, R.J., & Bosch-Bayard, J. (2020). Working memory in children with learning disorders: An EEG power spectrum analysis. *Brain Sciences, 10*(11), 817. https://doi.org/10.3390/brainsci10110817

Middleton, A. E., Schneider, J. M., & Maguire, M. J. (2017). Age-related differences in beta engagement during single word processing. *Language Cognition and Neuroscience, 32*(10), 1250-1260. https://doi.org/10.1080/23273798.2017.1297841

Molinaro, N., Monsalve, I. F., & Lizarazu, M. (2016). Is there a common oscillatory brain mechanism for producing and predicting language? *Language Cognition and Neuroscience, 31*(1), 145-158. https://doi:10.1080/23273798.2015.1077978

Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., Hammer, C. S., & Maczuga, S. (2015). 24-month-old children with larger oral vocabularies display greater academic and behavioral functioning at kindergarten entry. *Child Development, 86*(5), 1351-1370. https://doi.org/10.1111/cdev.12398

of language functions in children revealed by EEG and MEG: A systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience, 14*, 62. https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00062

Ortiz, T., Exposito, F.J., Miguel, F., Martin-Loeches, M. & Rubia, F. J. (1992). Brain mapping in dysphonemic dyslexia: in resting and phonemic discrimination conditions. *Brain and Language, 42*(3), 270-285. https://doi.org/10.1016/0093-934X(92)90101-J

Papagiannopoulou, E.A., & Lagopoulos, J. (2016). Resting state EEG hemispheric power asymmetry in children with dyslexia. *Frontiers in Pediatrics, 4*, 11. https://doi.org/10.3389/fped.2016.00011

Paus, T. (2005). Mapping brain maturation and cognitive development during adolescence. *Trends in Cognitive Sciences, 9* (2), 60-68. https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.12.008

Pavithran, G. P., Arunkumar, K., Guhan Seshadri, N.P., Singh, B.K., Mahesh, V., & Geethanjali, B. (2019). Index of Theta/Alpha ratio to quantify visual – Spatial attention in dyslexics using Electroencephalogram. 5th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS). Coimbatore, India, 15-16 March 2019, pp. 417-422. https://doi.org/10.1109/ICACCS.2019.8728482

Penolazzi, B., Spironelli, CH., & Angrilli, A. (2008). Delta EEG activity as a marker of dysfunctional linguistic processing in developmental dyslexia. *Psychophysiology, 45*(6), 1025-1033. https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00709.x

Peyrin, C., Démonet, J. F., N'Guyen-Morel, M. A., Le Bas, J. F., & Valdois, S. (2011). Superior parietal lobule dysfunction in a homogeneous group of dyslexic children with a visual attention span disorder. *Brain and Language, 118*(3), 128–138. https://doi.org/10.1016/j.bandl.2010.06.005

Poeppel, D., & Assaneo, M. F. (2020). Speech rhythms and their neural foundations. *Nature Reviews Neuroscience, 21*(6), 322-334. https://doi.org/10.1038/s41583-020-0304-4

Pugh, K. R., Mencl, W. E., Jenner, A. R., Katz, L., Frost, S. J., Lee, J. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2000). Functional neuroimaging studies of reading and reading disability (Developmental dyslexia). *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews, 6*(3), 207–213. https://doi.org/10.1002/1098-2779(2000)6:3<207::AID-MRDD8>3.0.CO;2-P

Raschle, N. M., Zuk, J., & Gaab, N. (2012) Functional characteristics of developmental dyslexia in left- hemispheric posterior brain regions predate reading onset. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 109*(6), 2156–2161. https://doi.org/10.1073/pnas.1107721109

Rippon, G. & Brunswick, N. (2000). Trait and state EEG indices of information processing in developmental dyslexia. *International Journal of Psychophysiology, 36*(3), 251-265. https://doi.org/10.1016/s0167-8760(00)00075-1

Schiavone, G., Linkenkaer-Hansen, K., Maurits, N. M., Plakas, A., Maassen, B. A., Mansvelder, H. D., ... & van Zuijen, T. L. (2014). Preliteracy signatures of poor-reading abilities in resting- state EEG. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 735. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00735

Seshadri, N. G., & Singh, B. K. (2020, December). Hemispheric lateralization analysis in dyslexic and normal children using rest-EEG. In *2020 IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems (RAICS)* (pp. 37-41). IEEE. https://doi.org/10.1109/RAICS51191.2020.9332509

Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2008). Paying attention to reading: The neurobiology of reading and dyslexia. *Developmental Psychopathology, 20*(4), 1329–1349. https://doi.org/10.1017/S0954579408000631

Simos, P.G., Fletcher, J.M., Bergman, E., Breier, J.I., Foorman, B.R., Castillo, E.M., et al. (2002). Dyslexia-specific brain activation profile becomes normal following successful remedial training. *Neurology, 58*(8), 1203–1213. https://doi.org/10.1212/wnl.58.8.1203

Sowell, E. R., Thompson, P. M., Leonard, C. M., Welcome, S. E., Kan, E., & Toga, A. W. (2004). Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children. *Journal of Neuroscience, 24*(38), 8223-8231. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1798-04.2004

Temple, E., Poldrack, R. A., Salidis, J., Deutsch, G. K., Tallal, P., Merzenich, M. M., & Gabrieli, J. D. E. (2001). Disrupted neural responses to phonological and orthographic processing in dyslexic children: An fMRI study. *Neuroreport, 12*(2), 299–307. https://doi.org/10.1097/00001756-200102120-00024

Tuladhar, A. M., terHuurne, N., Schoffelen, J.-M., Maris, E., Oostenveld, R., & Jensen,O. (2007). Parieto-Occipital sources account for the increase in alpha activity with working memory load. *Human Brain Mapping, 28*(8), 785–792. https://doi.org/10.1002/hbm.20306

Wang, J., Wang, X., Wang, X., Zhang, H., Zhou, Y., Chen, L., Li, Y., et al. (2020). Increased EEG coherence and short-distance connectivity in children with autism spectrum disorders. *Brain and Behavior, 10*(10), e01796. https://doi.org/10.1002/brb3.1796

Whedon, M., Perry, N. B., & Bell, M. A. (2020). Relations between frontal EEG maturation and inhibitory control in preschool in the prediction of children's early academic skills. *Brain and Cognition, 146*, 105636. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2020.105636

Xu, M., Yang, J., Siok, W. T., & Ting L. H. (2015). Atypical lateralization of phonological working memory in developmental dyslexia. *Journal of Neurolinguistics, 33,* 67–77. https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2014.07.004