SJPP
Shenakht Journal of Psychology & Psychiatry
No.3/2026;13(3):380-387
DOI: 10.22034/13.3.380
https://shenakht.muk.ac.ir/

Original Article

The Effectiveness of Brainwave Entrainment Using Binaural Beats on Migraine Symptoms

Mohammad Motallebzadeh[1*], Ezzatollah Ahmadi[2], Hassan Bafandeh Qaramaleki[3]

1. MA in General Psychology, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
2. Associate Professor, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
3. Associate Professor, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

Article History:

Received: July 7, 2025
Revised: July 19, 2026
Accepted: July 25, 2026

***Corresponding Author:** Mohammad Motallebzadeh, MA in General Psychology, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

E-mail:
motallebzadeh.m1379@gmail.com

Abstract

Background and Aims: Migraine is a chronic and debilitating neurological disorder characterized by episodic headaches, sensitivity to light and sound, nausea, and impaired daily functioning. The present study aimed to investigate the effectiveness of brainwave entrainment using binaural beats on migraine symptoms among university students.

Materials and Methods: This quasi-experimental study was conducted using a pre-test/post-test design and a control group. The study population included students from universities in East Azerbaijan Province, Iran, during the 2024–25 academic year. After screening using the Ahvaz Migraine Headache Questionnaire, 30 students (13 females and 17 males) who met the criteria for migraine symptoms were selected through purposive sampling and randomly assigned to an experimental group (N=15) and a control group (N=15). Data were collected using the Ahvaz Migraine Headache Questionnaire and analyzed using SPSS software (version 27).

Results: The findings indicated a significant difference between the experimental and control groups in terms of migraine symptom severity ($P < 0.001$). The mean score of migraine symptoms in the experimental group significantly decreased, compared to the pre-test and the control group.

Conclusion: The results of the study showed that brainwave entrainment using binaural beats is effective in reducing migraine symptoms among university students.

Keywords: Binaural Beats, Brainwaves, Entrainment, Migraine Symptoms

Please cite this article as follows: Motallebzadeh M, Ahmadi E, Bafandeh Qaramaleki H. The Effectiveness of Brainwave Entrainment Using Binaural Beats on Migraine Symptoms. SJPP. 2026;13(3):380-387.

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-10-31]

Copyright © 2026 The Author(s). Published by Kurdistan University of Medical Sciences. All rights reserved by the authors. This is an open-access article that may be read, downloaded, copied, distributed, printed, searched, and linked to the full text for lawful purposes, provided that the original authors and source are properly acknowledged.

SJPP
دوماهنامه علمی پژوهشی روانشناسی و روانپزشکی شناخت
دوره ۱۳، شماره ۳، مرداد و شهریور ۱۴۰۵، صفحات: ۳۸۰-۳۸۷
DOI: 10.22034/13.3.380
https://sjku.muk.ac.ir

مقاله پژوهشی

اثربخشی همگام‌سازی امواج مغزی به‌روش ضربان‌های دوگوشی بر علائم میگرن

محمد مطلب‌زاده [۱*]، عزت‌اله احمدی [۲]، حسن بافنده قراملکی [۳]

۱. کارشناس‌ارشد روان‌شناسی عمومی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
۲. دانشیار، گروه روان‌شناسی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
۳. دانشیار، گروه روان‌شناسی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

چکیده

زمینه و هدف: میگرن نوعی اختلال عصبی مزمن و ناتوان‌کننده است که با سردردهای دوره‌ای، حساسیت به نور و صدا، تهوع و اختلال در عملکرد روزانه همراه است. پژوهش حاضر با هدفِ بررسی اثربخشی همگام‌سازی امواج مغزی به‌روش ضربان‌های دوگوشی بر علائم میگرن در دانشجویان انجام شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به‌شیوهٔ نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل انجام گرفت. جامعهٔ آماری شامل دانشجویان دانشگاه‌های آذربایجان شرقی در سال تحصیلی ۱۴۰۳–۱۴۰۴ بود. پس از انجام غربالگری با استفاده از پرسش‌نامهٔ سردرد میگرن اهواز، ۳۰ دانشجوی دارای علائم میگرن (۱۳ نفر زن و ۱۷ نفر مرد) به‌روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب و به‌طور تصادفی در دو گروه (۱۵ نفر گروه آزمایش و ۱۵ نفر گروه کنترل) گمارده شدند. داده‌ها با استفاده از پرسش‌نامهٔ سردرد میگرن اهواز جمع‌آوری گردید و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ انجام شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد بین گروه آزمایش و کنترل ازنظر شدت علائم میگرن تفاوت معناداری وجود دارد ($P<۰/۰۰۱$). میانگین علائم میگرن در گروه آزمایش نسبت به پیش‌آزمون و گروه کنترل به‌طور معناداری کاهش‌یافته بود.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش نشان داد که همگام سازی امواج مغزی به‌روش ضربان های دوگوشی بر علائم میگرن دانشجویان تأثیر دارد.

واژگان کلیدی: همگام‌سازی، امواج مغزی، ضربان‌های دوگوشی، علائم میگرن

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۰۷
ویرایش: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱
پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۱۷

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی کردستان محفوظ است.

نویسنده مسئول: محمد مطلب زاده،کارشناس‌ارشد روان‌شناسی عمومی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

ایمیل: motallebzadeh.m1379@gmail.com

استناد: مطلب‌زاده، محمد؛ احمدی، عزت‌اله؛ بافنده قراملکی، حسن. اثربخشی همگام‌سازی امواج مغزی به‌روش ضربان‌های دوگوشی بر علائم میگرن. دوماهنامه علمی پژوهشی روانشناسی و روانپزشکی شناخت، مرداد و شهریور ۱۴۰۵؛۱۳(۳):۳۸۰-۳۸۷.

مقدمه

میگرن[1] یک بیماری مزمن و اغلب مادام‌العمر است که بیش از یک میلیارد نفر را در سراسر جهان، فارغ از منطقهٔ جغرافیایی، فرهنگ و وضعیت اجتماعی - اقتصادی، به‌طور مستقیم تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (آشینا و همکاران[2]، ۲۰۲۱). میگرن به‌عنوان «سردردی اپیزودیک همراه با ویژگی‌هایی مانند حساسیت به نور، صدا یا حرکت یا سندرمی عودکننده از سردرد که با سایر علائم اختلال عصبی در ترکیب‌های مختلف همراه است» تعریف می‌شود (امیری و همکاران، ۲۰۲۲). میگرن را می‌توان به دو زیرگروه اصلی تقسیم کرد که شامل میگرن مقاوم و میگرن برگشت‌ناپذیر است. میگرن مقاوم به وضعیتی اطلاق می‌شود که بیمار حداقل به سه دسته درمان پیشگیرانهٔ متفاوت پاسخ نداده باشد و همچنان در هر ماه، دست‌کم هشت روز را با سردردهای ناتوان‌کننده تجربه کند. این وضعیت باید حداقل به‌مدت سه ماهِ متوالی بدون بهبود پایدار ادامه یابد. در مقابل، میگرن برگشت‌ناپذیر حالتی شدیدتر است که در آن بیمار به تمامی درمان‌های پیشگیرانه موجود پاسخ نداده و به‌مدت حداقل شش ماه پیاپی، در هر ماه دست‌کم هشت روز را با

[1] Migraine
[2] Ashina

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-10-31]

سردردهای ناتوان‌کننده سپری کرده باشد (ساکو و همکان[1]، ۲۰۲۰). همچنین، میگرن به دو دستهٔ میگرن کلاسیک که با اورا[2] یا علائم هشداردهنده همراه است و میگرن شایع که بدون اورا یا علائم هشداردهنده است تقسیم‌بندی می‌شود (وو ام اف و همکاران[3]، ۲۰۱۷؛ اهل سرمدی و همکاران، ۲۰۲۳).

مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می‌دهند که میگرن در زنان شیوع بالاتری نسبت به مردان دارد و این تفاوت از دوران بلوغ آغاز شده و در طول زندگی حفظ می‌شود. شیوع یک‌سالهٔ میگرن در کودکان پیش از بلوغ برابر است، اما پس از بلوغ افزایش یافته و در زنان بیشتر می‌شود. شیوع میگرن در زنان بین ۳۳ درصد تا ۴۳ درصد و در مردان بین ۱۳ درصد تا ۱۸ درصد گزارش شده است. اوج بروز میگرن در سنین میان‌سالی مشاهده می‌شود و سپس با افزایش سن کاهش می‌یابد. بااین‌حال، مواردی از بروز میگرن در سالمندان نیز گزارش شده است. نسبت زن به مرد در شیوع میگرن در برخی مطالعات تا ۴/۹ به ۱ گزارش شده و بسیاری از مبتلایان به‌جای مراجعه به پزشک، اقدام به خوددرمانی می‌کنند که ممکن است منجر به کم‌برآوردی شیوع واقعی در داده‌های رسمی شود (آلیاس و همکاران[4]، ۲۰۲۰).

اگرچه چندین رویکرد درمانی موفقیت‌هایی را نشان داده‌اند، سردردهای تنشی مزمن اغلب دشوار هستند و مدیریت آنها مشکل است (سایت و همکاران[5]، ۲۰۲۱؛ شاهوردی و همکاران، ۲۰۲۴). بنابراین استفاده از درمان دارویی پیشگیرانه همراه با درمان‌های غیر دارویی باید مدنظر قرار گیرد. گزارش‌ها نشان داده‌اند که درمان‌های غیردارویی با عوارض جانبی اندک، مزایای قابل‌توجهی دارند (آریاگو و همکاران[6]، ۲۰۲۱؛ مویست و همکاران[7]، ۲۰۲۰). یکی از این روش‌های غیردارویی، درمان با همگام سازی امواج مغزی است که می‌تواند به‌عنوان یک درمان جایگزین یا مکمل برای مدیریت سردردهای مزمن در نظر گرفته شود (واسیلیو و همکاران[8]، ۲۰۲۱). همگام‌سازی امواج مغزی به واکنش الکتریکی مغز دربرابر محرک‌های حسی ریتمیک، مانند پالس‌های نور یا صدا، اشاره دارد. زمانی که مغز محرک‌هایی ازطریق حواس مختلف دریافت می‌کند، بار الکتریکی تولید می‌کند که به آن پاسخ برانگیخته قشر مغزی گفته می‌شود. این پاسخ‌های الکتریکی در سراسر مغز پخش شده و به ادراکات حسی تبدیل می‌شوند. اندازه‌گیری این فعالیت‌ها ازطریق الکترودهایی که به پوست سر متصل هستند، امکان‌پذیر است (زانگ و همکاران[9]، ۲۰۰۹).

یکی از روش‌های متداول در همگام‌سازی امواج مغزی، تحریک شنیداری به‌ویژه استفاده از ضربان‌های دوگوشی است. این تکنیک براساس ارائهٔ دو سیگنال صوتی سینوسی با فرکانس‌های اندکی متفاوت به هر گوش، و تفاوت فرکانس‌ها معادل فرکانس تحریک مغزی موردنظر عمل می‌کند (سایور[10]، ۲۰۰۷). ضربان دوگوشی نتیجهٔ تداخل الگوهای تخلیهٔ نورونی در مسیرهای شنوایی دوگوشی است که به حفظ اطلاعات فاز سیگنال ورودی توسط عصب‌های شنوایی اشاره دارد. در این فرایند، همگام‌سازی فعالیت نورونی در یک فاز خاص، منجر به تولید الگوی تداخلی می‌شود که وابسته به اختلاف‌فاز میان دو سیگنال ورودی است و این الگوی تداخلی به‌صورت تفاوت فرکانسی در ادراک شنوایی نمایان می‌شود (واهبه و همکاران[11]، ۲۰۰۷). امواج مغزی را می‌توان به چندین محدودهٔ فرکانسی تقسیم کرد که هرکدام با فعالیت‌های مغزی خاصی مرتبط هستند؛ این محدوده‌ها شامل امواج دلتا (کمتر از ۴ هرتز)، تتا (۴ تا ۸ هرتز)، آلفا (۸ تا ۱۳ هرتز) و بتا (بیشتر از ۱۳ هرتز) هستند (اوبیشی و همکاران[12]، ۲۰۰۷).

در همین راستا، مطالعات مختلف نشان داده‌اند که تغییرات در توان نسبی سیگنال‌های الکتروانسفالوگرافی[13] در زیرباندهای مختلف می‌تواند به‌طور مستقیم با میگرن مرتبط باشد. به‌عنوان‌مثال، لیا و همکاران[14] (۱۹۹۵) نشان دادند که در بیماران مبتلا به میگرن توان نسبی سیگنال‌های الکتروانسفالوگرافی در زیرباند تتا افزایش و در زیرباند آلفا کاهش می‌یابد که این تغییرات می‌تواند نشان‌دهندهٔ تغییرات فعالیت مغزی در پاسخ به محرک‌های مختلف باشد. علاوه‌براین، برخی تحقیقاتِ دیگر به بررسی رابطه توان زیرباندهای مختلف با مشکلات شنوایی و سردرد پرداخته‌اند. بیورک و همکاران[15] (۲۰۰۸) بیان کردند که افزایش توان زیرباند دلتا در نواحی قدامی و توان زیرباندهای آلفا و تتا در نواحی خلفی با احتمال بیشتر بروز سردرد همراه است. این یافته‌ها تأکید می‌کند که تغییرات در فعالیت امواج مغزی در پاسخ به تحریک‌های شنیداری می‌تواند نقش مهمی در درک و مدیریت مشکلات عصبی و شنوایی ایفا کند. در همین زمینه، بلوتی و همکاران[16] (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند که تعداد اسپایک‌ها در سیگنال‌های الکتروانسفالوگرافی بیماران مبتلا به میگرن نسبت به افراد سالم بیشتر است که این تغییرات می‌تواند به شناسایی الگوهای مغزی مرتبط با سردردهای مزمن کمک کند.

علاوه‌براین، ژنگ و همکاران[17] (۲۰۲۳) در پژوهشی دیگر به تفاوت‌های معنادار در زیرباندهای فرکانسی پایین‌تر همچون تتا و

[1] Sacco
[2] Aura
[3] Wu, M. F
[4] Allais
[5] Sait
[6] Argyriou
[7] Moisset
[8] Vasiliou
[9] Zhuang
[10] Siever
[11] Wahbeh
[12] Oishi
[13] Electroencephalography (EEG)
[14] Lia
[15] Bjørk
[16] Bellotti
[17] Zhang

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-10-31]

دلتا اشاره کردند، که این نتایج نیز می‌تواند در درک بهتر مکانیسم‌های عصبی مرتبط با شرایط مختلف مغزی و شنوایی مؤثر باشد. در نهایت، براساس یافته‌های پژوهشی، تحریک مغزی با ضربان‌های دوگوشی در محدودهٔ تتا به‌طور مؤثر در کاهش شدت درد در افراد مبتلا به درد مزمن مؤثر است (زمپی[1]، ۲۰۱۵). همچنین، ترکیب امواج آلفا یا امواج در بازهٔ دلتا تا آلفا نیز ممکن است در تسکین درد حاد مؤثر باشد (شمسی و همکاران، ۲۰۲۴). در یافتهٔ دیگری نیز مشخص شده که که ضربان‌های دوگوشی در باند آلفا به افزایش فعالیت موج آلفا، کاهش فعالیت موج بتا در الگوی نقشهٔ مغزی و کاهش قابل‌توجه شدت درد مرتبط با سردردهای تنشی کمک می‌کند (آسمارا و همکاران[2]، ۲۰۲۴).

بنابراین، با توجه به شیوع بالای میگرن، ماهیت مزمن و ناتوان‌کنندهٔ آن، و پاسخ محدود برخی بیماران به درمان‌های دارویی متداول، ضرورت بررسی راهکارهای نوین و غیرتهاجمی بیش‌ازپیش احساس می‌شود. یافته‌های نوروفیزیولوژیکِ اخیر حاکی از آن است که الگوهای غیرطبیعی فعالیت امواج مغزی، به‌ویژه در زیرباندهای تتا، آلفا و دلتا، با بروز و شدت میگرن ارتباط معناداری دارند. در این راستا، همگام‌سازی امواج مغزی به‌روش ضربان‌های دوگوشی به‌عنوان یک مداخلهٔ نوین، توانایی همگام‌سازی فعالیت نورونی و تعدیل الگوهای مغزی مرتبط با درد را دارد. شواهد پژوهشی اولیه نشان می‌دهند که این روش می‌تواند با تغییر در توان امواج مغزی و کاهش فعالیت‌های دردزا، نقش مؤثری در کاهش شدت دردهای مزمن ایفا کند (گکولیاس[3] و همکاران، ۲۰۲۰؛ شمسی و همکاران، ۲۰۲۴). بنابراین، بررسی اثربخشی ضربان‌های دوگوشی در تعدیل شاخص‌های نوروفیزیولوژیک و کاهش شدت میگرن، از منظر علمی و بالینی، ضرورتی انکارناپذیر دارد؛ لذا پژوهش حاضر تلاش می‌کند به این سؤال پاسخ دهد که آیا همگام‌سازی امواج مغزی به‌روش ضربان‌های دوگوشی بر علایم میگرن دانشجویان تأثیر دارد؟

روش کار

پژوهش حاضر به‌روش نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون همراه با گروه کنترل انجام شد. جامعهٔ آماری این پژوهش شامل کلیهٔ دانشجویان دانشگاه‌های شهر تبریز در سال تحصیلی ۱۴۰۳–۱۴۰۴ بود. برای شناسایی افراد دارای علائم میگرن، از پرسش‌نامهٔ سردرد میگرن اهواز استفاده شد. براساس پیشنهاد منابع علمی، حداقل حجم نمونه برای پژوهش‌های آزمایشی ۳۰ نفر در نظر گرفته می‌شود (دلاور، ۲۰۱۸). ازاین‌رو، از میان دانشجویانی که براساس نتایج پرسش‌نامه دارای علائم میگرن بودند، تعداد ۳۰ نفر (۱۳ نفر زن و ۱۷ نفر مرد) به‌روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شده و به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفره (گروه آزمایش و گروه کنترل) گمارده شدند. برای کنترل متغیرهای مداخله‌گر احتمالی، مانند سن و جنس، در هر دو گروه آزمایش و کنترل، همسان‌سازی انجام شد. معیارهای ورود به پژوهش شامل سن بین ۱۹ تا ۲۸ سال، احراز خط برش ۲۵ در پرسش‌نامهٔ سردرد میگرن اهواز، داشتن علائم میگرن حداقل در شش ماه گذشته، عدم دریافت دارو یا درمان روان‌شناختی و عصب‌شناختی مرتبط با سردرد در سه ماه اخیر، نداشتن مشکلات شنوایی یا بیماری عصبی خاص، و رضایت کامل برای شرکت در پژوهش بود. معیارهای خروج نیز شامل غیبت بیش از دو جلسه، بروز بیماری حاد یا شرایط اضطراری، و انصراف آزمودنی از ادامهٔ همکاری در هر مرحله از پژوهش بود. تمامی شرکت‌کنندگان پیش از اجرای مداخله فرم رضایت آگاهانه را امضا نمودند. فرایندهای به‌کاررفته در این پژوهش با استانداردهای اخلاقی کمیته مسئول رسیدگی به تحقیقات انسانی در سطح نهادی و ملی، و همچنین با اصول مندرج در بیانیه هلسینکی سال ۱۹۷۵ (بازبینی‌شده در سال ۲۰۰۸) مطابقت داشته است.

پروتکل مداخله شامل ۴ هفته درمان با ضربان‌های دوگوشی به‌صورت ۵ جلسه در هفته و هر جلسه ۲۰ دقیقه بود که فرکانس ضربان‌ها به‌ترتیب هفتهٔ اول ۸ تا ۱۰ هرتز (باند آلفا بالا)، هفتهٔ دوم ۷ هرتز (حد فاصل آلفا و تتا)، هفتهٔ سوم ۶ هرتز (باند تتا) و هفتهٔ چهارم ۵ هرتز (تتا پایین) تنظیم شد (زمپی، ۲۰۱۵؛ آسمارا و همکاران، ۲۰۲۴). جلسات مداخله با استفاده از هدفون استریو های-فای فیلیپس مدل SHP6000/10 در محیطی کنترل‌شده، آرام و عاری از محرک‌های دیداری و شنیداری مزاحم برگزار شد تا شرایط ایدئال برای دریافتِ باکیفیت صوت فراهم گردد و تداخلات محیطی به حداقل برسد، به‌گونه‌ای که شرکت‌کنندگان بتوانند بدون حواس‌پرتی و با تمرکز کامل به صوت ارائه‌شده گوش دهند. به‌منظور ارزیابی دقیق اثربخشی این مداخله بر علائم میگرن، از پرسش‌نامهٔ سردرد میگرن اهواز به‌عنوان ابزار سنجش اصلی استفاده شد. فرایند ارزیابی و گردآوری داده‌ها در دو مرحلهٔ زمان‌بندی‌شده صورت گرفت: ابتدا، شرکت‌کنندگانی که در مرحلهٔ غربالگری با استفاده از پرسش‌نامهٔ سردرد میگرن اهواز نمرهٔ ۲۵ و بالاتر کسب کرده بودند، وارد پژوهش شدند. سپس، مرحلهٔ پیش‌آزمون پیش از شروع اولین جلسهٔ مداخله بر روی آنان اجرا شد. پس از اتمام آخرین جلسهٔ مداخله، مرحلهٔ پس‌آزمون انجام شد. با توجه به اینکه اثرات تحریک با ضربان‌های دوگوشی ممکن است تا چند ساعت پس از اجرا همچنان باقی بمانند، برای جلوگیری از تأثیرات موقتی این تحریک‌ها بر علائم میگرن و ارزیابی دقیق‌تر نتایج، وقفهٔ زمانیِ حداقل یک‌روزه بین پایان مداخله و انجام پس‌آزمون در نظر گرفته شد. داده‌های پژوهش با استفاده از روش‌های آمار توصیفی و

[1] Zampi
[2] Asmara
[3] Gkolias

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-10-31]

استنباطی تجزیه‌وتحلیل شدند. در بخش آمار توصیفی، از میانگین و انحراف‌معیار برای توصیف نمرات علائم میگرن در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. در بخش آمار استنباطی، ابتدا مفروضهٔ همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. سپس، به‌منظور بررسی اثربخشی مداخله بر علائم میگرن با کنترل اثر نمرات پیش‌آزمون، از تحلیل کوواریانس تک‌متغیره استفاده گردید. همچنین، برای تعیین میزان تأثیر مداخله، اندازهٔ اثر گزارش شد. کلیهٔ تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۷ انجام شدند.

ابزارها

پرسش‌نامهٔ سردرد میگرن اهواز[1]

پرسش‌نامهٔ میگرن اهواز توسط نجاریان (۱۳۷۶) با هدفِ سنجش شاخص‌های روان‌شناختی مرتبط با سردردهای میگرنی طراحی و اعتباریابی شد. نسخهٔ ابتدایی این ابزار شامل ۵۸ گویه بود که پس از تحلیل‌های اکتشافی و بررسی ویژگی‌های روان‌سنجی، به ۲۵ گویهٔ نهایی تقلیل یافت. فرایند اعتباریابی پرسش‌نامه با مشارکت ۳۸۲ دانشجو از دانشگاه شهید چمران اهواز و دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز انجام شد. این ابزار دارای مقیاس چهاردرجه‌ای از نوع لیکرت شامل گزینه‌های هرگز، به‌ندرت، گاهی اوقات و اغلب اوقات است که به‌ترتیب با مقادیر ۱، ۲، ۳ و ۴ نمره‌گذاری می‌شوند. حداقل نمرهٔ این پرسش‌نامه ۲۵ و حداکثر نمرهٔ آن ۱۰۰ است. در پژوهش حاضر، این پرسش‌نامه به‌منظور برآورد شیوع نشانه‌های میگرن، غربالگری اولیه، و انتخاب نمونه‌ها مورداستفاده قرار گرفت. نجاریان (۱۳۷۶) برای سنجش پایایی ابزار، از روش بازآزمایی و همسانی درونی استفاده کرده و ضرایب پایایی را به‌ترتیب ۰/۸۰ و ۰/۹۱ گزارش کرده است. همچنین شیرزادی بیستونی و همکاران (۱۳۸۱) با بهره‌گیری از روش همسانی درونی، ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۸ را برای این ابزار به‌دست آورده است که بیانگر ثبات درونی مطلوب مقیاس است. برای بررسی روایی همگرا، نجاریان (۱۳۷۶) این پرسش‌نامه را با آزمون‌های افسردگی و اضطراب بیمارستانی، خرده‌مقیاس‌های هیستری، اضطراب و خودبیمارانگاری فرم کوتاه پرسش‌نامهٔ چندوجهی شخصیتی مینه‌سوتا، و نیز مقیاس پرخاشگری اهواز هم‌بسته کرده است. ضرایب هم‌بستگی حاصل بین ۰/۳۴ تا ۰/۴۹ متغیر بوده و همگی در سطح معناداری ۰/۰۵ تأیید شده‌اند. همچنین، شیرزادی بیستونی و همکاران (۱۳۸۱) با بررسی هم‌بستگی این ابزار با مقیاس کمال‌گرایی اهواز، ضریب هم‌بستگی $r=۰/۵۰$ را گزارش کرده است که در سطح $P<۰/۰۰۱$ معنادار بوده است. در پژوهش حاضر، پایایی پرسش‌نامه با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ محاسبه شد که مقدار آن ۰/۸۹ به‌دست آمد.

نتایج

به‌منظور بررسی تأثیر مداخله بر شدت علائم میگرن در دو گروه مداخله و کنترل، میانگین و انحراف استاندارد نمرات این متغیر در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون محاسبه و در جدول ۱ ارائه شده است.

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در گروه مداخله، میانگین نمرهٔ علائم میگرن در مرحلهٔ پیش‌آزمون برابر ۶۳/۰۷ بوده است که در مرحلهٔ پس‌آزمون به میزان قابل‌توجهی کاهش یافته و به ۴۹/۸۷ رسیده است. این کاهش در میانگین نمرات، بیانگر اثر مثبت و معنادار مداخله بر کاهش شدت علائم میگرن در این گروه است. در مقابل، در گروه کنترل، میانگین نمره علائم میگرن در مرحلهٔ پیش‌آزمون برابر با ۶۱/۰۸ بوده که در مرحلهٔ پس‌آزمون با تغییری بسیار ناچیز به ۶۱/۲۷ افزایش یافته است. این ثبات نسبی در نمرات گروه کنترل نشان می‌دهد که در غیاب مداخله، تغییر معناداری در شدت علائم میگرن رخ نداده است.

به‌منظور کنترل اثر نمرات پیش‌آزمون و ارزیابی دقیق‌تر تفاوت میان گروه‌ها در مرحلهٔ پس‌آزمون، از تحلیل کوواریانس تک‌متغیره استفاده شد. نتایج این تحلیل در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول۱. میانگین و انحراف استاندارد علائم میگرن گروه کنترل و مداخله در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیرها / گروه‌ها	گروه مداخله				گروه کنترل			
	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
	M	S	M	S	M	S	M	S
علائم میگرن	۶۳/۰۷	۵/۰۹	۴۹/۸۷	۳/۹۸	۶۱/۰۸	۳/۹۱	۶۱/۲۷	۵/۲۱

پیش از اجرای تحلیل، فرض همگنی واریانس‌ها ازطریق آزمون لون مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمون لون نشان داد که واریانس نمرات علائم میگرن در مرحلهٔ پس‌آزمون بین دو گروه تفاوت معناداری ندارد، زیرا مقدار سطح معناداری برابر با ۰/۲۶۹ به‌دست

[1] Ahwaz Migraine Headache Questionnaire (AMQ)

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-10-31]

آمد که بیشتر از سطح معناداری ۰/۰۵ است؛ بنابراین، فرض همگنی واریانس‌ها رعایت شده و پیش‌فرض لازم برای اجرای آزمون کوواریانس تأیید گردید. براساس نتایج تحلیل کوواریانس که در جدول ۲ گزارش شده است، با کنترل اثر نمرات پیش‌آزمون، تفاوت میانگین نمرات علائم میگرن در دو گروه مداخله و کنترل ازنظر آماری معنادار گزارش شد؛ به‌طوری که مقدار آمارهٔ F برابر با ۶۰/۰۹ با درجهٔ آزادی ۱ و سطح معناداری P< ۰/۰۰۱ به‌دست آمد. این یافته دلالت بر آن دارد که مداخلهٔ صورت‌گرفته تأثیری معنادار بر کاهش شدت علائم میگرن داشته است. همچنین مقدار اندازهٔ اثر ۰/۶۹۰ به‌دست آمد که نشان می‌دهد نسبت قابل‌توجهی از تغییرات متغیر وابسته، یعنی شدت علائم میگرن، به‌واسطهٔ متغیر مستقل، تبیین شده است. بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که مداخلهٔ موردنظر توانسته است کاهش معناداری در شدت علائم میگرن گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل ایجاد نماید.

جدول۲. نتایج آزمون کوواریانس تک‌متغیری برای بررسی اثربخشی روش ضربان‌های دوگوشی بر علائم میگرن

متغیر	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	اندازهٔ اثر
علائم میگرن	۱۰۷۹/۱۷۷	۱	۱۰۷۹/۱۷۷	۶۰/۰۹	۰/۰۰۱	۰/۶۹۰

بحث

میگرن یکی از اختلالات شایع و ناتوان‌کنندهٔ عصبی است که با سردردهای مکرر و علائمی همچون حساسیت به نور، صدا و تهوع همراه است و کیفیت زندگی بیماران را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. ازجمله روش‌های نوین درمانی که می‌تواند در کاهش علائم میگرن مؤثر باشد، همگام‌سازی امواج مغزی است. این روش با هدفِ تنظیم و هماهنگ‌سازی فعالیت نورونی مغز می‌تواند عملکرد سیستم عصبی را بهبود بخشد. هدف پژوهش حاضر بررسی اثربخشی همگام‌سازی امواج مغزی بر کاهش شدت علائم میگرن بود. نتایج نشان داد که بین گروه مداخله و گروه کنترل ازنظر شدت علائم میگرن تفاوت معناداری وجود داشت. در نتیجه، روش همگام‌سازی امواج مغزی باعث کاهش معنادار علائمی همچون سردرد، حساسیت به نور و تهوع در بیماران مبتلا به میگرن شد. یافته‌های این پژوهش با پژوهش‌های زامپی (۲۰۱۵)، شمسی و همکاران (۲۰۲۴)، آسمارا و همکاران (۲۰۲۴)، لوواتی و همکاران[1] (۲۰۱۹) و آلی و همکاران[2] (۲۰۲۲) همسو است.

در تبیین این یافته‌ها می‌توان اذعان داشت که تغییرات آناتومیک و عملکردی مغز در فرایند مزمن‌شدن درد به‌وقوع می‌پیوندد. این تغییرات کوتاه‌مدت و بلندمدت در ساختار و عملکرد نورون‌ها ناشی از ویژگی شکل‌پذیری نورونی است که در آن الگوهای فعالیت نورونی در پاسخ به فرایندهای یادگیری، وضعیت‌های روانی، آسیب‌های عصبی و بیماری‌های مزمن، دچار بازسازی و تعدیل می‌شوند. همچنین، این تغییرات مغزی می‌توانند در بازه‌های زمانی نسبتاً کوتاه ایجاد شوند. به‌طور خاص، ناهنجاری‌های مغزی که در اثر درد مزمن ایجاد شده‌اند، پس از برطرف‌شدن درد، همانند وضعیت پس از جراحی تعویض مفصل ران، به‌صورت معکوس قابل‌بازگشت هستند؛ زیرا مغز قادر است با تشکیل شبکه‌های عصبی جدید و بازتعریف مسیرهای مرتبط با درد، فرایند حساسیت‌زدایی را به اجرا درآورد. علاوه‌براین، تعداد نورون‌های پاسخ‌دهنده به محرک‌های تکراری افزایش می‌یابد که منجر به تقویت حساسیت نسبت به این محرک‌ها و افزایش توجه مغز به آنها می‌گردد که این امر نقش مهمی در تثبیت و تشدید درد مزمن ایفا می‌کند (زمپی، ۲۰۱۵).

در این راستا، امواج آلفا در مغز انسان غالب بوده و نقش اساسی در فرایندهای شناختی ایفا می‌کنند؛ به‌طوری که افزایش توان امواج آلفا با ارتقای دسترسی به اطلاعات و بهبود جهت‌گیری معنایی مرتبط است. از منظر نظری، امواج بتا که با فعالیت شناختی فعال، هوشیاری و استرس همراه هستند، می‌توانند موجب اسپاسم عضلانی و در نتیجه بروز درد شوند. تحریک مغز با ضربان‌های دوگوشی، امکان هم‌نواختگی فعالیت مغزی با این فرکانس را فراهم می‌آورد. امواج بتا عموماً نشانگر حالت هوشیاری و فعالیت ذهنی فعال هستند؛ بنابراین کاهش قدرت امواج بتا پس از دریافت ضربان‌های دوگوشی، دلالت بر کاهش سطح هوشیاری فعال و استرس دارد که باعث ایجاد حالت آرامش روانی می‌شود. به‌طور دقیق‌تر، ضربان‌های دوگوشی موجب همگام‌سازی و هم‌زمانی فعالیت نیمکره‌های مغزی می‌شوند؛ این هم‌زمانی موجب تقویت ارتباط عصبی درون‌نیمکره‌ای و بین‌نیمکره‌ای و ایجاد یک محیط الکترومغناطیسی متعادل در مغز می‌گردد. این فرایند، بهینه‌سازی ارتباطات عصبی را به‌دنبال دارد و در نتیجه عملکرد شناختی را ارتقا و پاسخ‌های استرس‌زا و درد را کاهش می‌دهد. درواقع، ضربان‌های دوگوشی به‌عنوان یک محرک شنیداری پیچیده که تضاد ادراکی بین دو گوش ایجاد می‌کند، ازطریق بهبود هماهنگی قشرهای شنوایی دو نیمکره، این موقعیت چالش‌برانگیز را مدیریت می‌کند (آسمارا و همکاران، ۲۰۲۴).

بنابراین، ضربان‌های دوگوشی موجب همگام‌سازی و هم‌زمانی فعالیت نیمکره‌های مغزی می‌شوند و این هم‌زمانی ارتباط عصبی

[1] Lovati

[2] Aly

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-10-31]

داخل و بین نیمکره‌ای را تقویت کرده و باعث ایجاد یک محیط الکترومغناطیسی متعادل در مغز می‌شود. این تعادل عصبی و بهبود ارتباطات مغزی، نقش مهمی در بهبود عملکردهای شناختی و کاهش پاسخ‌های استرس‌زا و درد ایفا می‌کند (زمپی، ۲۰۱۵).

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با بررسی اثربخشی همگام‌سازی امواج مغزی در بیماران مبتلا به میگرن نشان داد که این روش درمانی نوین به‌طور معناداری شدت علائم میگرن را کاهش می‌دهد. یافته‌ها بیانگر این است که همگام‌سازی امواج مغزی، با تنظیم و هماهنگ‌سازی فعالیت نورونی و بهبود ارتباطات عصبی درون و بین نیمکره‌های مغز، توانسته است نقش مؤثری در کاهش علائم میگرن ایفا کند. این نتایج اهمیت شکل‌پذیری نورونی مغز را برجسته می‌سازد؛ به‌گونه‌ای که مغز قادر است با بازتعریف مسیرهای عصبی و بازسازی شبکه‌های نورونی، فرایندهای مرتبط با درد مزمن را تعدیل کرده و حتی تا حد قابل‌توجهی معکوس نماید. کاهش فعالیت امواج بتا که با هوشیاری مفرط، استرس و اسپاسم‌های عضلانی مرتبط است، و افزایش هماهنگی امواج آلفا که در پردازش شناختی و ایجاد آرامش روانی نقش دارد، باعث ایجاد یک وضعیت تعادلی در سیستم عصبی می‌شود که مستقیماً به کاهش علائم درد و استرس در بیماران میگرنی کمک می‌کند. همچنین، ضربان‌های دوگوشی با ایجاد هم‌زمانی فعالیت نیمکره‌های مغزی، بهینه‌سازی ارتباطات عصبی و تنظیم الگوهای فعالیت مغزی را تسهیل می‌کنند؛ امری که در نهایت منجر به بهبود عملکرد شناختی و کاهش پاسخ‌های استرس‌زا و درد می‌گردد. این پژوهش همسو با مطالعات پیشین، بر توانمندی‌های بالقوهٔ روش همگام‌سازی امواج مغزی در درمان اختلالات مزمن عصبی تأکید دارد و نشان می‌دهد که این روش نه‌تنها به‌عنوان یک مداخلهٔ مکمل، بلکه به‌عنوان یک راهکار اصلی و ایمن برای کاهش علائم میگرن قابل‌توجه است. اهمیت این نتایج در ایجاد یک رویکرد غیردارویی، کم‌هزینه و بدون عوارض جانبی چشمگیر، برای بیماران میگرنی بسیار برجسته است و می‌تواند تحولی جدی در درمان و بهبود کیفیت زندگی این افراد به‌دنبال داشته باشد.

در نهایت، باوجود یافته‌های امیدوارکنندهٔ این پژوهش، نتایج آن باید با درنظرگرفتن برخی محدودیت‌ها تفسیر شود. نخست، حجم نمونه نسبتاً محدود و انتخاب شرکت‌کنندگان از یک جامعهٔ دانشجویی، تعمیم‌پذیری یافته‌ها را به سایر جمعیت‌های مبتلا به میگرن محدود می‌کند. دوم، پیامدهای پژوهش صرفاً با استفاده از یک ابزار خودگزارشی ارزیابی شد و از شاخص‌های عینی نظیر ثبت روزانه حملات میگرن، الکتروانسفالوگرافی یا سایر نشانگرهای زیستی برای تبیین سازوکارهای اثر مداخله استفاده نشد. همچنین، به‌دلیل نبودِ مرحلهٔ پیگیری، امکان ارزیابی ماندگاری اثرات درمان در بلندمدت فراهم نشد. ازاین‌رو، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با حجم نمونهٔ بزرگ‌تر، مشارکت افراد از مراکز مختلف و بهره‌گیری هم‌زمان از شاخص‌های بالینی، نوروفیزیولوژیک و زیستی، همراه با پیگیری‌های طولانی‌مدت، به بررسی اثربخشی و سازوکارهای اثر همگام‌سازی امواج مغزی مبتنی‌بر ضربان‌های دوگوشی بپردازند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی مشارکت‌کنندگانی که در اجرای این مطالعه همکاری کردند، صمیمانه قدردانی می‌شود.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی میان آنان وجود ندارد.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش برگرفته از پایان‌نامهٔ نویسندهٔ اول مقاله، دانشجوی کارشناسی ارشد روان‌شناسی عمومی در دانشگاه شهید مدنی آذربایجان است و با کد اخلاق IR.AZARUNIV.REC.1404.011 مورد تأیید کمیتهٔ اخلاق پژوهشی این دانشگاه قرار گرفته است.

حمایت مالی

این پژوهش از هیچ‌گونه حمایت مالی‌ای از سوی سازمان‌ها یا نهادهای دولتی و خصوصی برخوردار نبوده است.

REFERENCES

1. AhlSarmadi L, Sajjadian I, Ansari B. The relationship between illness perception, pain control beliefs, alexithymia, and pain self-efficacy with headache-related disability in migraine headache sufferers [in Persian]. 2023. Link
2. Allais G, Chiarle G, Sinigaglia S, Airola G, Schiapparelli P, Benedetto C. Gender-related differences in migraine. Neurol Sci. 2020;41:429-436. DOI: 10.1007/s10072-020-04643-8
3. Aly AE, Hansa I, Ferguson DJ, Vaid NR. The effect of alpha binaural beat music on orthodontic pain after initial archwire placement: a randomized controlled trial. Dental Press J Orthod. 2022;27(6):e2221150. DOI: 10.1590/2177-6709.27.6.e2221150.oar
4. Amiri P, Kazeminasab S, Nejadghaderi SA, Mohammadinasab R, Pourfathi H, Araj-Khodaei M, et al. Migraine: a review on its history, global epidemiology, risk factors, and comorbidities. Front Neurol. 2022;12:800605. DOI: 10.3389/fneur.2021.800605
5. Argyriou AA, Vikelis M, Mantovani E, Litsardopoulos P, Tamburin S. Recently available and emerging therapeutic strategies for the acute and prophylactic management of cluster headache: a systematic review and expert opinion. Expert Rev Neurother. 2021;21(2):235-248. DOI: 10.1080/14737175.2021.1857240
6. Ashina M, Katsarava Z, Do TP, Buse DC, Pozo-Rosich P, Özge A, et al. Migraine: epidemiology and systems of care. Lancet. 2021;397(10283):1485-1495. DOI: 10.1016/s0140-6736(20)32160-7
7. Asmara A, Wuysang AD, Basir H, Masadah R, Maricar N, Rachman ME. The effect of alpha binaural beats auditory

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-10-31]

stimulation on quantitative electroencephalography (QEEG) and pain intensity among tension-type headache patients. Asian J Eng Soc Health. 2024;3(3):508-518. Link
8. Bellotti R, De Carlo F, de Tommaso M, Lucente M. Migraine detection through spontaneous EEG analysis. In: 2007 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE; 2007. p. 1834-1837. DOI: 10.1109/iembs.2007.4352671
9. Bjørk MH, Sand T. Quantitative EEG power and asymmetry increase 36 h before a migraine attack. Cephalalgia. 2008;28(9):960-968. DOI: 10.1111/j.1468-2982.2008.01638.x
10. Delaware A. Research methods in psychology and educational sciences. Tehran: Virayesh; 2018. p. 45-54. [in Persian]. Link
11. Gkolias V, Amaniti A, Triantafyllou A, Papakonstantinou P, Kartsidis P, Paraskevopoulos E, et al. Reduced pain and analgesic use after acoustic binaural beats therapy in chronic pain—a double-blind randomized control cross-over trial. Eur J Pain. 2020;24(9):1716-1729. DOI: 10.1002/ejp.1615
12. Lia C, Carenini L, Degioz C, Bottachi E. Computerized EEG analysis in migraine patients. Ital J Neurol Sci. 1995;16:249-254. DOI: 10.1007/bf02282996
13. Lovati C, Freddi A, Muzio F, Pantoni L. Binaural stimulation in migraine: preliminary results from a 3-month evening treatment. Neurol Sci. 2019;40:197-198. DOI: 10.1007/s10072-019-03803-9
14. Moisset X, Bouhassira D, Couturier JA, Alchaar H, Conradi S, Delmotte MH, et al. Pharmacological and non-pharmacological treatments for neuropathic pain: systematic review and French recommendations. Rev Neurol (Paris). 2020;176(5):325-352. DOI: 10.1016/j.neurol.2020.01.361
15. Najarian B. Construction and validation of a questionnaire for measuring symptoms of migraine headache in undergraduate students. J Educ Sci. 1998;4(2):30-43. [in Persian]. Link
16. Oishi N, Mima T, Ishii K, Bushara KO, Hiraoka T, Ueki Y, et al. Neural correlates of regional EEG power change. Neuroimage. 2007;36(4):1301-1312. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2007.04.030
17. Sacco S, Braschinsky M, Ducros A, Lampl C, Little P, Van Den Brink AM, et al. European Headache Federation consensus on the definition of resistant and refractory migraine: developed with the endorsement of the European Migraine & Headache Alliance (EMHA). J Headache Pain. 2020;21:1-12. DOI: 10.1186/s10194-020-01130-5
18. Sait A, Mitsikostas DD, Ji LM, Nooshin Y, Shuu-Jiun W, Messina R, et al. Tension-type headache (Primer). Nat Rev Dis Primers. 2021;7(1). DOI: 10.1038/s41572-021-00257-2
19. Shahverdi ZA, Dehghani M, Ashouri A, Manouchehri M, Mohebi N. Effectiveness of intensive short-term dynamic psychotherapy for tension-type headache (TTH): a randomized controlled trial of effects on emotion regulation, anger, anxiety, and TTH symptom severity. Acta Psychol (Amst). 2024;244:104176. [in Persian]. Link
20. Shamsi F, Azadinia F, Shaygan M. Does brain entrainment using binaural auditory beats affect pain perception in acute and chronic pain?: a systematic review. BMC Complement Med Ther. 2024;24(1):34. DOI: 10.1186/s12906-024-04339-y
21. Shirzadi Bestoni A, Mehrabizadeh Honarmand M, Haghighi J. A study of simple and multiple relationship between perfectionism, trait-state anxiety and depression with migraine headache in students of Islamic Azad University of Ahvaz. J Educ Sci. 2002;9(2):109-126. [in Persian]. Link
22. Siever D. Audio-visual entrainment: history, physiology and clinical studies. In: Evans JR, editor. Handbook of neurofeedback: dynamics and clinical applications. New York: Haworth Medical Press;2007. p. 155-183. Link
23. Vasiliou VS, Karademas EC, Christou Y, Papacostas S, Karekla M. Acceptance and commitment therapy for primary headache sufferers: a randomized controlled trial of efficacy. J Pain. 2021;22(2):143-160. DOI: 10.1016/j.jpain.2020.06.006
24. Wahbeh H, Calabrese C, Zwickey H. Binaural beat technology in humans: a pilot study to assess psychologic and physiologic effects. J Altern Complement Med. 2007;13(1):25-32. DOI: 10.1089/acm.2006.6196
25. Wu MF, Yang YW, Chen YY. The effect of anxiety and depression on the risk of irritable bowel syndrome in migraine patients. J Clin Neurosci. 2017;44:342-345. DOI: 10.1016/j.jocn.2017.06.009
26. Zampi DD. Efficacy of theta-binaural beats for the treatment of chronic pain [dissertation]. Northcentral University; 2015. Link
27. Zhang N, Pan Y, Chen Q, Zhai Q, Liu N, Huang Y, et al. Application of EEG in migraine. Front Hum Neurosci. 2023;17:1082317. DOI: 10.3389/fnhum.2023.1082317
28. Zhuang T, Zhao H, Tang Z. A study of brainwave entrainment based on EEG brain dynamics. Comput Inf Sci. 2009;2(2):80-86. Link

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-10-31]