Brainwave Entrainment Using Binaural Beats: A Narrative Review of Neural Mechanisms and Clinical Applications

Mansour Bayrami[1], Siamak Dadashi[2*]

[1]Department of Psychology, Faculty of Education and Psychology, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]Department of Cognitive Neuroscience, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Article Info:

Received: **6 June 2025** ***Revised:*** **24 July 2025** ***Accepted*****: 30 July 2025**

ABSTRACT

Introduction: Brainwave entrainment through manipulating brainwave frequencies has emerged as an alternative approach to pharmacological treatments. One such method, known as binaural beats, involves presenting two slightly different frequencies to each ear, resulting in the perception of a third, rhythmic beat. This entrainment affects the brain's frequency response in the activated regions of cortical networks, which are associated with a wide range of mental states and abilities, such as memory, attention, addiction, sleep, anxiety, and depression. Studies suggest that binaural beats may be effective in improving various cognitive and psychological disorders. ***Conclusion:*** Binaural beats can be utilized as a low-cost complementary intervention alongside other therapeutic approaches by psychologists, neurologists, and psychiatrists.

Keywords:

1. Evoked Potentials
2. Sleep Wake Disorders
3. Electroencephalography
4. Cognition
5. Mental Disorders

***Corresponding Author:** Siamak Dadashi

Email: *siamakdadashi94@gmail.com*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-29]

[DOI: 10.61882/shefa.13.4.125]

همگام سازی امواج مغزی با ضربان‌های دو گوشی: مروری روایتی بر مبانی عصبی و کاربردهای بالینی

منصور بیرامی[۱]، سیامک داداشی[۲*]

[۱]گروه روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
[۲]گروه علوم اعصاب شناختی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

اطلاعات مقاله:
دریافت: ۱۶ خرداد ۱۴۰۴ **اصلاحیه:** ۲ مرداد ۱۴۰۴ **پذیرش:** ۸ مرداد ۱۴۰۴

چـــــکیده

مقدمـــه: همگام‌ســازی امــواج مغــزی از طریــق دســتکاری فرکانس‌هــای آن به‌عنــوان رویکــردی جایگزیــن بــرای درمان‌هــای دارویی مطــرح شــده اســت. یــکی از ایــن روش‌هــا، ضربان‌هــای دوگــوشی نــام دارد کــه شــامل ارائــه دو فرکانــس کــمی متفــاوت بــه هــر گــوش اســت و در نتیجــه آن، فــرد یــک ضرب‌آهنــگ ســوم و ریتمیــک را درک می‌کنــد. ایــن همگام‌ســازی، پاســخ فرکانســی مغــز را در نــواحی فعــال شــبکه‌های قشــری تحــت تأثیــر قــرار می‌دهــد؛ نــواحی کــه بــا طیــف گســترده‌ای از حــالات و توانایی‌هــای ذهــنی ماننــد حافظــه، توجــه، اعتیــاد، خــواب، اضطــراب و افســردگی مرتبط‌انــد. مطالعــات نشــان می‌دهنــد کــه ضربان‌هــای دوگــوشی می‌تواننــد در بهبــود اخــتلالات مختلــف شــناختی و روانشــناختی مؤثــر باشــند. **نتیجه‌گیــری:** ضربان‌هــای دوگــوشی می‌تواننــد به‌عنــوان مداخلــه‌ای مکمــل و کم‌هزینــه در کنــار ســایر رویکردهــای درمــانی توســط روان‌شناســان، متخصصــان مغــز و اعصــاب و روان‌پزشــکان مــورد اســتفاده قــرار گیرنــد.

واژه‌های کلیدی:

۱- پتانسیل فراخوانده
۲- اختلالات خواب و بیداری
۳- الکتروانسفالوگرافی
۴- شناخت
۵- اختلالات روانی

***نویسنده مسئول:** سیامک داداشی

پست الکترونیک: *siamakdadashi94@gmail.com*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-29]

[DOI: 10.61882/shefa.13.4.125]

مقدمه

اصطلاح همگام‌سازی امواج مغزی[1] به استفاده از محرک‌های ریتمیک خارجی با هدف ایجاد فرکانس پس از پاسخ[2] امواج مغزی برای مطابقت با فرکانس محرک‌ها اشاره دارد (۱). تکنیک‌های تحلیل امواج مغزی مبتنی بر الکتروانسفالوگرافی (EEG) کمک می‌کند تا پویایی پیچیده‌ای از عملکردهای مغز توضیح داده شوند (۲). محرک‌های ضربانداز همزمان، می‌توانند امواج مغزی غالبی را فراخوانی کنند که در یک حالت ذهنی مشخص ظاهر می‌شوند (۳). همگام‌سازی امواج مغزی برای القای ثبات روانی برای خواب یا مراقبه استفاده شده است. همچنین می توانند در درمان اختلالات روانی(مانند افسردگی یا اضطراب) استفاده شود (۱).

روش پرکاربرد برای همگام‌سازی امواج مغزی، تحریک شنیداری، به ویژه ضربان‌های دو گوشی[3](BB) است. برخلاف روش‌هایی مانند موسیقی، مواد مخدر و مدیتیشن که باعث ایجاد تغییرات در حالت‌های امواج مغزی می‌شوند، ضربان‌های دو گوشی به روش متفاوتی عمل می‌کنند. آتواتر[4] و لیدز[5] ادعا کردند که ضربانهای دو گوشی میتوانند با نگاشت داده‌های خام الکتروانسفالوگرافی[6] (EEG) امواج مغزی انسان بر روی الگوهای صوتی خاص، بر الگوهای امواج مغزی خاصی تأثیر بگذارند (۵-۴). این نظریه به ایده‌های همگام‌سازی گسترش می‌یابد که طبق گفته سائو[7] «دو یا چند فرکانس نزدیک که در ریتم با یکدیگر قفل می‌شوند، می‌توانند حالت های امواج مغزی خاصی را تغییر دهند» (۶). مثلا هنگامی که به صدای با فرکانس آلفا گوش داده می‌شود، امواج مغزی از حالت فعلی خود به حالت آلفای مرتبط با ضربان‌های دو گوشی تغییر پیدا می‌کنند.

اعتقاد بر این است که توانایی ضربان‌های دو گوشی برای تأثیرگذاری بر امواج مغزی به اصل همگام‌سازی امواج مغزی وابسته است:

اصول همگام‌سازی دو یا چند فرکانس نزدیک به هم این است که در ریتم با یکدیگر قفل می‌شوند. این اصل ابتدا در ۱۶۶۵ توسط هاگنز کشف شد، کسی که با ساعت های پاندولی کار کرد. او ذکر کرد که اگر همه پاندول‌ها در زمان های متفاوتی شروع شوند، آنها در نهایت ضربانهایشان را با یکدیگر همزمان یا همگام میکردند (۶). همگام‌سازی، اصطلاحی در سایکوآکوستیک است که به تأثیر یک الگوی صوتی مکرر بر الگوبرداری امواج مغزی اشاره دارد (۷). ضربان‌های دو گوشی به طور طبیعی دارای الگوهای ریتمیک خاصی هستند. به‌عنوان مثال، فرکانس آلفای ۸ هرتز در یک دوره زمانی معین، یک الگوی صوتی تناوبی یا مکرر ایجاد می‌کند. طبق گفته لیدز، رزونانس فرایندی فراگیر است که در آن همگام‌سازی، ارتعاش سمپاتیک، فرکانس‌های رزونانس، همگی در حوزه رزونانس قرار می‌گیرند. با این اصول است که همگام‌سازی عملی می‌شود و دستگاه‌های داخلی بدن، یعنی امواج مغزی میتوانند تحت‌تأثیر قرار گیرند. لیدز برای درک نیروهای رزونانس یک دستگاه برای همگام کردن دستگاه دیگر، سه قاعده کلیدی را مطرح می‌کند: ۱) قاعده رزونانس، ۲) قاعده توان و ۳) قاعده ثبات. قاعده اول مشخص می کند که دستگاه تحت تأثیر باید توانایی دستیابی به نرخ ارتعاش یکسان را داشته باشد، یعنی دستگاه‌ها باید از نظر فیزیکی مشابه باشند. قاعده دوم بیان می‌کند که دستگاه اول باید توان کافی برای غلبه بر سیستم دوم را دارا باشد و قاعده سوم توضیح می‌دهد که الگوی فرکانسی که قرار است بر دستگاه ثانویه تأثیر بگذارد باید ثابت باشد و دارای یک الگوی تناوب یا ریتمیک منظم باشد (۵).

همگام‌سازی امواج مغزی با استفاده از ضربان‌های دوگوشی به‌عنوان یک روش غیرتهاجمی و مقرون‌به‌صرفه، اخیراً توجه محققان علوم اعصاب و متخصصان بالینی را به‌خود جلب کرده است. اگرچه مطالعات اولیه اثرات این فناوری را بر حالت‌های شناختی، هیجانی و اختلالات عصبی- روانی مورد بررسی قرار داده‌اند، اما نتایج متناقض و پراکنده‌ای در این زمینه گزارش شده است. این مرور روایتی با هدف یکپارچه‌سازی شواهد موجود درباره مبانی عصبی همگام‌سازی امواج مغزی با ضربان‌های دوگوشی و همچنین تحلیل کاربردهای بالینی آن در حوزه‌هایی مانند کاهش اضطراب، بهبود خواب، و تقویت توجه انجام می‌شود. ضرورت این مطالعه از نیاز به تدوین چارچوبی نظری بر پایه مکانیسم‌های نوروفیزیولوژیک و نیز ارزیابی نقاط قوت و محدودیت‌های این روش در محیط‌های بالینی نشئت می‌گیرد. نتایج این مرور می‌تواند مبنایی برای طراحی مداخلات هدفمند و تحقیقات آتی فراهم کند.

اصول عملکردی ضربان های دو گوشی

ضربان‌های دو گوشی یک خطای ادراکی هستند، یعنی بازنمایی و ادراک یک محرک واقعا موجود در دنیای بیرونی فیزیکی نیستند، بلکه آنها خطای ادراکی ذهنی مغز از یک صوت سوم مجازی هستند که وقتی دو موج سینوسی با دامنه یکسان و اختلاف فرکانس اندک توسط هدفون استریو ارائه میشوند، نوسان(یعنی ضربان)

[1] Brainwave Entrainment
[2] Frequency following response
[3] Binaural Beats
[4] Atwater
[5] Leeds
[6] Electroencephalography
[7] Sauvé

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-29]
[DOI: 10.61882/shefa.13.4.125]

دارند (۸). این دو موج سینوسی، فرکانس های حامل و نامیده می‌شوند که منجر به یک صوت خطای ادراکی مجازی با یک فرکانس اصلی ادراک شده مطابق با میانگین حسابی و می‌شود، ولی دامنه آن با فرکانس مربوط به اختلاف بین و تعدیل می‌شود که Δf نامیده می‌شود. این فرکانس پوششی به صورت ضربان درک می‌شود، بنابراین Δf فرکانس ضربان دو گوشی است. این اثر برهم نهی یک اثر تداخل شناخته شده رایج دو موج است که در فرکانس یا طول موجشان اندکی اختلاف وجود دارد. آنچه در مورد ضربان‌های دو گوشی منحصربفرد است، این واقعیت می‌باشد که دو نوسان مکانیکی مولکول‌های هوای صداهای حامل، هیچ گاه تداخل مکانیکی ایجاد نمی‌کنند، زیرا به دلیل استفاده از هدفون‌های بسته، حجم هوای مربوطه به لحاظ فیزیکی از هم جدا می‌شوند. بنابراین، برهم نهی فرکانس‌های حامل زمانی اتفاق میافتد که همبسته‌های عصبی صداهای حامل در سیستم اعصاب مرکزی برهمکنش می‌کنند، پس ضربان‌های دو گوشی از ساختار عملکردی نوروآناتومیکی مغز نشأت می‌گیرند و مغز این خطای ادراکی را ایجاد می‌کند (۹).

پایه‌های عصب شناختی ضربان های دو گوشی

توافق مشترکی وجود دارد که ضربان‌های دو گوشی از هسته‌های زیتونی فوقانی[8] نشأت می‌گیرند. فاستر مطرح می‌کند که ضربان‌های دوگوشی، پاسخ‌های شنیداری ساقه مغز هستند که از هسته‌های زیتونی فوقانی هر نیمکره نشأت می‌گیرند (۱۰). ذکر این نکته حائز اهمیت است که ضربان‌های دو گوشی مانند فرکانس‌های ضربانی که در گیتار شنیده می‌شوند، عمل نمی‌کنند (۷). در عوض، همانطور که فاستر توضیح می‌دهد آنها به‌عنوان یک ضربان شنیداری درک می‌شوند (۱۰). ضربان‌های دوگوشی ابتدا از هسته‌های زیتونی فوقانی و ساقه مغز[9] شروع شده سپس به سمت تشکیلات شبکه‌ای[10] حرکت می‌کند، جایی‌که می‌توان آن را در قشر مغز به‌عنوان فرکانس پساز پاسخ[11] (FFR) از طریق الکتروانسفالوگرافی (EEG) اندازه گیری کرد (۱۴-۱۱). اصطلاح FFR به تمایل فعالیت الکتروکورتیکال مغز برای تغییر توان نسبی و همگام‌سازی فعالیت عصبی آن به فرکانس یکسان به‌عنوان محرک خارجی اشاره دارد (۱۵). همبسته‌های الکتروفیزیولوژیکی صوت سوم مجازی در پارادایم ضربان‌های دو گوشی، به‌عنوان پاسخ حالت پایدار شنیداری[12](ASSR) در نئوکورتکس توسط ثبت‌های EMG یافت شد (۱۶)، ولی در ثبت‌های EEG نیز شبیه پتانسیل‌های حالت پایدار فراخوانده شده بصری[13](SSVEPs) ناشی از محرک سوسو زن دیداری یافت شده است (۱۷).

با اندازه‌گیری از بخش‌های مختلف مغز می‌توان نشان داد که تحریک صوتی ضربان‌های دو گوشی، تغییرات قابل تشخیصی را در بخش‌های مختلف مغز ایجاد می‌کند. این امر با فعالیت امواج مغزی مرتبط است (۱۸). برای مثال، الگوهای EEG مرتبط با گوش دادن به یک سری از ضربان‌های دو گوشی در باند دلتا و تتا مورد بررسی قرار گرفته‌اند که نتایج حاکی از کاهش معنی‌دار امواج مغزی آلفا و بتا و افزایش امواج مغزی دلتا و تتا می‌باشد (۱۹). همچنین در باند گاما، بزرگترین پاسخ‌های حالت پایدار EEG در ضربان دو گوشی ۴۰ هرتز رخ می‌دهد و عمدتا لوب‌های پیشانی و آهیانه‌ای را فعال می‌کند. علاوه بر این، تحریک ضربان دو گوشی در باند بتا در ۱۸/۵ هرتز، ۲۱ درصد بزرگی EEG را افزایش می‌دهد (۲۰). نواحی قشری تابع ضربان دو گوشی باند تتا شامل نواحی آهیانه‌ای، پیشانی و گیجگاهی است (۲۱).

ارتباط باندهای فرکانسی مختلف امواج مغزی با کارکردهای متنوع زیستی- روانی- اجتماعی

هر فرکانس امواج مغزی اثرات نوروفیزیولوژیکی و روانی خاصی ایجاد می‌کند که با وضعیت خاصی از هشیاری مرتبط است. در این بخش، کارکردهای زیستی- روانی- احتماعی مرتبط با هر باند فرکانسی پرداخته می‌شود.

امواج دلتا (کمتر از ۴ هرتز): کندترین امواج با عمیق ترین حالت خواب و ناخودآگاه مرتبط هستند. این امواج برای خواب، بازیابی جسمی و ذهنی و همچنین مراقبه عمیق ایده آل هستند. امواج دلتا به حالتی از شادکامی ذهنی و همدلی منجر می‌شود که در آن فرد احساس ارتباط بیشتری با خود می کند. این حالت بینش و حافظه را بهبود می‌بخشد. امواج دلتا با ترشح هورمون رشد همراه است که برای بازسازی سلولی و همچنین تولید افیون‌های درونزا مفید است (۲۳-۲۲).

امواج تتا (۴ تا ۸ هرتز): این الگوی فرکانسی با فرایندهای خلاقیت، بینش افزایش یافته، ارتباطات هیجانی قوی تر و احساس آرامش و کاهش اضطراب مرتبط است. امواج تتا همچنین به بهبود مهارت‌های حل مسئله و حفظ مقادیر بسیار بیشتری از اطلاعات در مدت زمان کوتاه‌تر کمک می‌کند. این الگو با کاهش سطح کورتیزول و تعدیل سروتونین و ملاتونین همراه است (۲۴).

[8] Superior olivary nuclei
[9] Brain stem
[10] Reticular formation
[11] Frequency following response
[12] Auditory Steady-State Response
[13] Steady state visually evoked potentials

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-29]
[DOI: 10.61882/shefa.13.4.125]

امواج آلفا (۸ تا ۱۳ هرتز): این الگوی فرکانسی با آرامش ذهنی، تصویرسازی و فرایندهای خلاق مرتبط است. کاربردهای درمانی شامل بهبود حافظه و تعدیل آستانه ادراک درد می باشد. استفاده از این الگوی فرکانسی در جمعیت سالمند پتانسیل درمانی بسیار خوبی برای درمان اختلالات حافظه نشان داده است (۲۶-۲۵).

امواج بتا (۱۳ تا ۳۹): این الگوی فرکانسی با توجه، تمرکز و شناخت ارتباط دارد. بررسی ها نشان دادهاند که همگامسازی امواج مغزی در باند بتا در بهبود خستگی و برخی از علائم اختلال نقص توجه/ بیشفعالی (ADHD) از جمله نقایص یادگیری و توجه مؤثر است. مطالعات بیشتر، بهبود در حدت بینایی، هماهنگی، درمان بالقوه برای نارساخوانی و تمرکز پایین و همچنین افزایش بهره هوشی در محدوده ۸ الی ۱۰ نمره را نشان دادهاند (۲۷). همگامسازی امواج بتا بر اعتماد به نفس و اجتماعی شدن تأثیر گذاشته و افراد را خوش بینتر و پرانرژیتر میکند (۲۹-۲۸). در نهایت، این الگوی فرکانسی به یادگیری و توانایی‌های مرتبط با ورزش کمک می‌کند (۳۰).

امواج گاما (بیشتر از ۴۰ هرتز): این الگوی فرکانسی در پردازش اطلاعات از تمام بخش‌های مغز نقش دارد. فعالیت امواج گامای بالا در مغز با هوش، خودکنترلی و احساس شادکامی مرتبط است (۳۲-۳۱). علاوه براین، امواج مغزی گاما با بهبود حافظه و توانایی بالاتر درک واقعیت همراه است (۳۳).

کاربردهای ضربان‌های دو گوشی

فرض اصلی ضربان‌های دوگوشی این است که می‌توانند یک اثر همگامسازی در فعالیت الکتروکورتیکال مغز ایجاد کنند و در نتیجه مکانیسمی برای تغییر رفتار بالقوه ارائه دهند (۱۵). مطالعات بر روی تأثیر همگامسازی امواج مغزی به روش ضربان‌های دوگوشی، ضربان‌های ایزوکرونیک و القای نوری نشان داد که این روش‌ها دارای تأثیرات درمانی می‌باشند و افراد دارای نقایص شناختی، استرس، درد، میگرن و مشکلات رفتاری می‌توانند از این روش‌ها بهرهمند شوند (۱). در ادامه بخشی از پژوهش‌های انجام یافته بر روی کارکردهای مختلف شناختی و روانی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱) کارکردهای شناختی:

مطالعه بیوچن[14] و همکاران درباره تأثیر ضربان‌های دو گوشی بر حافظه‌کاری دیداری فضایی و اتصالات قشری نشان داد که گوش دادن به ضربان‌های دو گوشی ۱۵ هرتز در طی تکلیف حافظه‌کاری دیداری فضایی، دقت پاسخ را افزایش داده و شبکه هایی با مشخصه انتقال اطلاعات بالا با قدرت اتصالات ثابت در سراسر تکلیف حافظه‌کاری ایجادکرد (۳۴). داداشی و همکاران با پژوهش بر روی نقایص شناختی افراد مبتلا به اختلال شخصیت مرزی نشان دادند که همگامسازی امواج مغزی در باند بتا، منجر به بهبود حافظه‌کاری در افراد با اختلال شخصیت مرزی می‌شود (۳۵). همچنین، احمدی و همکاران با پژوهش بر روی آزمودنی‌های سالم نشان دادند که ضربان‌های دو گوشی در باند بتا به طور معنی‌داری بهتر از باند آلفا و تتا منجر به ارتقاء حافظه‌کاری دیداری فضایی می‌شود. طی پژوهش دیگر، احمدی و همکاران با مقایسه ضربان‌های دو گوشی در باندهای فرکانسی آلفا، بتا و تتا نشان دادند که باند بتا هم بر روی حافظه‌کاری کلامی و هم حافظه‌کاری دیداری فضایی، بهتر از دیگر باندهای فرکانسی تأثیر مثبت دارد (۳۷-۳۶). کلایمش و همکاران نشان دادند که نوسانات درریتم آلفابه طور غیرمستقیم عملکرد ظرفیت حافظه‌کاری را افزایش می‌دهد، به طوری که آن‌ها اطلاعات نامناسب را فیلتر کرده و از اختلال فرایندهای به شکل محرک متناقض جلوگیری می‌کنند. کارتر و راسل[15] پسران ۸ الی ۱۲ ساله مبتلا به اختلالات یادگیری را به مدت ۸ هفته در معرض ضربان‌های دو گوشی ۱۰ و ۱۸ هرتز قرار دادند (۳۹-۳۸). نتایج آن‌ها بهبود در ماتریس‌های پیش رونده ریون و خرده آزمون حافظه متوالی شنیداری را نشان داد. مک موری[16] تأثیر ضرب آهنگ دو گوشی ۷ و ۱۱ هرتز را روی موج مغزی آلفا، حافظه کاری و توجه افراد سالخورده سالم ارزیابی کرد (۴۰). قرار گرفتن به مدت دو دقیقه در معرض ضرب آهنگ دو گوشی منجر به تغییر در فعالیت الکتریکی مغز شد. به طور خاص، تغییرات در فعالیت موج آلفا اتفاق افتاد. علاوه براین، پیشرفت‌هایی در تکالیف حافظه فراخنای ارقام مستقیم و معکوس و همچنین در نسخه‌ای از آزمون عملکرد پیوسته مشاهده شد. مک موری به بررسی تأثیر ضربان‌های دوگوشی در باند بتا بر معیارهای توجه و الگوی امواج مغزی در نمونه‌ای از افراد مبتلا به ADHD پرداخت (۴۱). نتایج نشان داد که پس از مداخله، نمرات آزمون توجه به‌طور معنی‌داری افزایش یافته و افزایش قابل‌توجهی در فرکانس امواج بتا در حین ارائه ضربان‌های دوگوشی ثبت شد. این یافته‌ها حاکی از آن است که بهبود مشاهده‌شده در توجه احتمالاً

[14] Beauchene
[15] Carter & Russell
[16] McMurray

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-29]
[DOI: 10.61882/shefa.13.4.125]

ناشی از افزایش فعالیت امواج مغزی بتا است که توسط ضربان‌های دوگوشی ایجاد شده است. مهدیزاده فانید و همکاران به بررسی تأثیر ضربان‌های دوگوشی در باند گاما بر حافظهٔ‌کاری و انعطاف‌پذیری شناختی در بزرگسالان مبتلا به بیماری آلزایمر پرداختند (۴۲). نتایج این پژوهش نشان داد که ضربان‌های دو گوشی در باند گامامنجر به بهبود کارکردهای شناختی بیماران مبتلا به آلزایمر در آزمون‌های دسته بندی کارت‌های ویسکانسین و آزمون حافظه کاری دیداری- فضایی کرسی می‌شود.

۲) تنظیم خلق و اضطراب

پژوهش دیگری در مورد تأثیر طولانی مدت ضربان‌های دو گوشی بر علائم افسردگی افراد مسن نیز نتایج مثبتی به همراه داشت. ۳۵ فرد مسن ساکن خانه سالمندان در این پژوهش شرکت داشتند. هر یک از شرکت کنندگان به مدت ۳۰ دقیقه از طریق هدفون به یک موسیقی آشنا با ضربان های دو گوشی آلفا گوش دادند. نتایج مطالعه نشان داد که آزمودنی ها ۳۰ دقیقه پس از گوش دادن به موسیقی ترکیب شده با ضربان های دو گوشی ۱۰ هرتز، تأثیرات فوری با یک کاهش معنی‌دار در ضربان قلب، فشار خون سیستولیک و نُرم فرکانس پایین تغییر پذیری ضربان قلب[17] (HRV) نشان دادند. سطح افسردگی نیز پس از پنج روز گوش دادن به موسیقی ترکیب شده با ضربان‌های دو گوشی آلفا به طور معنی‌داری کاهش یافت (۴۳).

پژوهش مشابهی بر روی سربازان پس از اعزام برای ارزیابی کارایی فرانس مغزی تتای ترکیب شده با موسیقی با استفاده از تکنولوژی ضربان‌های دو گوشی در مقایسه با موسیقی خالص انجام شد. نتایج نشان داد که وقتی آزمودنی‌ها تحت یک استرسور حاد قرار می‌گیرند، آنهایی که از موسیقی ترکیب شده با ضربان‌های دو گوشی استفاده کردند، کاهش پاسخ‌های سمپاتیک و افزایش پاسخ‌های پاراسمپاتیک را نشان می‌دهند، در حالیکه آزمودنی‌هایی که از موسیقی خالص استفاده کردند، تأثیر معکوسی نشان دادند (۴۴). پژوهش دیگری تأثیر ضربان‌های دو گوشی ۱۰ هرتز را بر اضطراب و درد بیماران مرد در حال اجرای سیستوسکوپی تشخیصی و برداشتن استنت حالب تحت بی‌حسی موضعی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که گوش دادن به ضربان های دو گوشی ۱۰ هرتز (آلفا) منجر به کاهش نمرات درد و اضطراب در بیماران تحت انجام سیستوسکوپی تشخیصی و برداشتن استنت حالب می‌گردد (۴۵). منزلت اوغلو[18] و همکاران در پژوهشی به بررسی تاثیر ضربان‌های دو گوشی ۱۰ هرتز و موسیقی ۴۳۲ هرتز بر اضطراب دندانپزشکی پرداختند (۴۶). نتایج این پژوهش نشان‌داد که هم موسیقی ۴۳۲ و هم ضربان‌های دو گوشی ۱۰ هرتز منجر به کاهش سطح اضطراب دندانپزشکی شدند.

۳) کنترل اعتیاد:

ملک‌زاده و همکاران به بررسی اثرات ضربان‌های دو گوشی بر افراد معتاد پرداختند. آزمایش دوپامین ادرار، EEG و مقیاس خلق برونر[19] به‌عنوان ابزارهای سنجش مورد استفاده قرار گرفتند (۴۷). نتایج نشان داد که ضربان‌های دو گوشی می‌توانند خشم، تنش، گیجی را کاهش داده و نیرومندی و تمایل به ادامه درمان تا بهبودی کامل را در افراد معتاد افزایش دهد.

۴) تنظیم خواب:

لی[20] و همکاران تأثیر ضربان‌های دو گوشی در باند تتا (۶ هرتز) را بر علائم بیخوابی مورد بررسی قرار دادند (۴۸). پژوهش آن‌ها نشان داد که پس از دو هفته استفاده از ضربان‌های دو گوشی ۶ هرتز، افزایش توان نسبی تتا و کاهش توان بتا ایجاد می‌شود. آن‌ها نتیجه گرفتند که قرار گرفتن در معرض ضربان‌های دو گوشی ۶ هرتز حالت انگیختگی بیش از حد را کاهش داده و به القای خواب کمک می‌کند.

جیراکیتایاکورن و وانگساوات[21] تأثیرات ضربان‌های دو گوشی ۳ هرتز(باند دلتا) را بر مراحل خواب مورد بررسی قرار دادند (۴۹). نتایج این پژوهش نشان داد که مدت زمان مرحله ۳ خواب در گروه آزمایش بیشتر از گروه کنترل بود و مدت زمان مرحله ۲ خواب در گروه آزمایش کمتر از گروه کنترل بود. همچنین نهفتگی مرحله ۳ خوب در گروه آزمایش کمتر بود. لین و همکاران یک جلسه ۴۵ دقیقه‌ای از ضربان دوگوشی شخصی‌سازی شده با استفاده از اپلیکیشن Spatial و هدبند Sound-Health به ۲۰ شرکت‌کننده مبتلا به بی‌خوابی متوسط تا شدید به مدت چهار هفته ارائه دادند (۵۰). تمامی شرکت‌کنندگان مطالعه را بدون عوارض جانبی یا نقض پروتکل به پایان رساندند. نتایج این مطالعه با نرخ پاسخ به درمان ۷۰ درصد، نشان داد که ضربان‌های دوگوشی سفارشی شده برای درمان بی‌خوابی امیدبخش هستند و عوارض جانبی نداشته و پایبندی بالایی به همراه داشتند. اکثر شرکت‌کنندگان به وضعیت بدون بی‌خوابی یا بی‌خوابی زیرآستانه‌ای بهبود یافتند.

نتیجه‌گیری

ضربان‌های دو گوشی پدیده‌ای هستند که وقتی دو صوت با اختلاف فرکانس اندک به دو گوش ارائه می‌شوند، ایجاد شده و بر مغز تأثیر می‌گذارند (۳۵). این روش کمک می‌کند تا با استفاده از امواج آلفا شخص حس آرامش را تجربه کرده و اضطراب وی کاهش یابد،

[17] Heart Rate Variability
[18] Menziletoglu, Guler, Cayır, & Isik
[19] Brunel Mood Scale
[20] Lee
[21] Jirakittayakorn & Wongsawat

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-29]
[DOI: 10.61882/shefa.13.4.125]

با استفاده از امواج بتا تمرکزش افزایش یابد و با استفاده از امواج دلتا و تتا کیفیت خواب شخص بهبود پیدا کند (۵۱). در حال حاضر، درمان‌های مختلف تحریک مغزی برای بهبود کارکردهای شناختی انجام می‌گیرند امکان ایجاد انعطاف‌پذیری عصبی در انسان را دارند (۵۲). از جمله تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای(tES) که بر طیف مختلفی از اختلالات اضطرابی، خلقی و نقص توجه-بیش فعالی مؤثر بوده و روش نوروفیدبک که در آن افراد می‌آموزند که الگوی امواج مغزی را خودشان تغییر دهند (۵۴-۵۳). همچنین تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) بر بهبود کارکردهای شناختی از جمله توجه و بهبود اختلال ریاضی مؤثر است (۵۶-۵۵). با این حال، درمان‌های مذکور علیرغم اثربخشی مناسب، هزینه‌های بالایی برای درمانگران جهت تهیه دستگاه‌ها داشته و در نتیجه هزینه بالایی برای درمانجویان خواهد داشت. درحالیکه همگام‌سازی امواج مغزی به روش ضربان‌های دو گوشی کمترین هزینه را به درمانگر و درمانجو تحمیل می‌کند و صرفا با آماده سازی فرکانس‌های مورد نظر در نرم‌افزار، می‌توان توسط یک دستگاه هدفون، مداخله مورد نظر را انجام داد. همچنین همگام‌سازی امواج مغزی به روش ضربان‌های دوگوشی یک روش سریع الاثر است که حتی فقط دو دقیقه پس از اعمال آن، تاثیرش بر فعالیت الکتریکی مغز در EEG به وضوح قابل مشاهده است و می‌توان در شرایطی مانند اضطراب امتحان، اضطراب‌های قبل از عمل جراحی و دندانپزشکی استفاده کرد (۴۰). از سوی دیگر، با توجه به عوارض داروهای آرامبخش که برای درمان بی‌خوابی استفاده می‌شوند، ضربان‌های دو گوشی می‌توانند با استفاده از القاء امواج تتا و دلتا، بدون عوارض جانبی داروهایی مانند گروه بنزودیازپین‌ها، مراحل خواب افراد را تنظیم کرده و کیفیت خواب را بهبود ببخشد. همچنین می‌توان با استفاده از ضربان‌های دو گوشی، هزینه‌های درمانی کودکان ADHD را به شدت کاهش داد. با توجه به این که کودکان ADHD نسبت تتا به بتای افزایش یافته‌ای دارند و امواج تتای آن‌ها کمتر از امواج بتا می‌باشد، لذا با ضربان‌های دو گوشی بتا می‌توان میزان بتای مغزی این کودکان را افزایش داد (۵۷). با این تفاسیر می‌توان نتیجه گرفت ضربان‌های دو گوشی می‌توانند جایگزین مناسبی برای مداخلات پرهزینه و با عوارض جانبی بالا باشد.

منابع

1. Huang TL, Charyton C. A comprehensive review of the psychological effects of brainwave entrainment. Alternative Therapies in Health and Medicine. 2008; 14(5): 38-50.

2. Kam TE, Suk HI, Lee SW. Multiple functional networks modeling for autism spectrum disorder diagnosis. Human brain mapping. 2017; 38(11): 5804-21.

3. Tang HY, Vitiello MV, Perlis M, Riegel B. Open-loop neurofeedback audiovisual stimulation: A pilot study of its potential for sleep induction in older adults. Applied psychophysiology and biofeedback. 2015; 40: 183-8.

4. Atwater FH. Accessing anomalous states of consciousness with a binaural beat technology. Journal of scientific exploration. 1997; 11(3): 263-74.

5. Leeds J. The power of sound: How to be healthy and productive using music and sound. Simon and Schuster. 2010.

6. Sauvé ML. The therapeutic effects of vocal improvisation. PhD thesis. Carleton University. 2004.

7. Curtis D, Unit EM, Conservatorium E. Binaural beats, brain wave entrainment and the hemi-sync process. Electronic Music Unit. Elder Conservatorium. University of Adelaide. 2007.

8. Perrott DR, Nelson MA. Limits for the detection of binaural beats. The journal of the Acoustical Society of America. 1969; 46(6B): 1477-81.

9. Ptaff HU. Psychophysiological reactivity to auditory Binaural Beats stimulation in the alpha and theta EEG brain-wave frequency bands: A randomized, double blind and placebo-controlled study in human healthy young adult subjects. PhD thesis. Universidad Autónoma de Madrid. 2014.

10. Foster DS. EEG and subjective correlates of alpha frequency binaural beats stimulation combined with alpha biofeedback. PhD thesis. Memphis State University. 1990.

11. Draganova R, Ross B, Wollbrink A, Pantev C. Cortical steady-state responses to central and peripheral auditory beats. Cerebral Cortex. 2008; 18(5): 1193-200.

12. Oster G. Auditory beats in the brain. Scientific American. 1973; 229(4): 94-103.

13. Hink RF, Kodera K, Yamada O, Kaga K, Suzuki J. Binaural interaction of a beating frequency-following response. Audiology. 1980; 19(1): 36-43.

14. Swann R, Bosanko S, Cohen R, Midgley R, Seed KM. The Brain-A User's Manual. New York: GP Putnam's Sons. 1982; 92.

15. Vernon D, Peryer G, Louch J, Shaw M. Tracking EEG changes in response to alpha and beta binaural beats. International Journal of Psychophysiology. 2014; 93(1): 134-9.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-29]

[DOI: 10.61882/shefa.13.4.125]

16. Karino S, Yumoto M, Itoh K, Uno A, Yamakawa K, Sekimoto S, et al. Neuromagnetic responses to binaural beat in human cerebral cortex. Journal of neurophysiology. 2006; 96(4): 1927-38.

17. Schwarz DW, Taylor PJ. Human auditory steady state responses to binaural and monaural beats. Clinical Neurophysiology. 2005; 116(3): 658-68.

18. Gerken GM, Moushegian G, Stillman RD, Rupert AL. Human frequency-following responses to monaural and binaural stimuli. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 1975; 38(4): 379-86.

19. Kasprzak C. Influence of binaural beats on EEG signal. Acta physica polonica A. 2011; 119(6A): 986-90.

20. Frederick JA, Lubar JF, Rasey HW, Brim SA, Blackburn J. Effects of 18.5 Hz auditory and visual stimulation on EEG amplitude at the vertex. Journal of Neurotherapy. 1999; 3(3-4): 23-8.

21. Becher AK, Höhne M, Axmacher N, Chaieb L, Elger CE, Fell J. Intracranial electroencephalography power and phase synchronization changes during monaural and binaural beat stimulation. European Journal of Neuroscience. 2015; 41(2): 254-63.

22. Szentirmai E, Yasuda T, Taishi P, Wang M, Churchill L, Bohnet S, et al. Growth hormone-releasing hormone: cerebral cortical sleep-related EEG actions and expression. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 2007; 293(2): R922-30.

23. Botella-Soler V, Valderrama M, Crepon B, Navarro V, Le Van Quyen M. Large-scale cortical dynamics of sleep slow waves. public library of science one. 2012; 7(2): e30757.

24. Sabourin ME, Cutcomb SD, Crawford HJ, Pribram K. EEG correlates of hypnotic susceptibility and hypnotic trance: Spectral analysis and coherence. International journal of psychophysiology. 1990; 10(2): 125-42.

25. Bhat P. Efficacy of Alfa EEG wave biofeedback in the management of anxiety. Industrial psychiatry journal. 2010; 19(2): 111-4.

26. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. Brain research reviews. 1999; 29(2-3): 169-95.

27. Brenner RP, Ulrich RF, Spiker DG, Sclabassi RJ, Reynolds III CF, Marin RS, et al. Computerized EEG spectral analysis in elderly normal, demented and depressed subjects. Electroencephalography and clinical neurophysiology. 1986; 64(6): 483-92.

28. Patrick GJ. Improved neuronal regulation in ADHD: An application of 15 sessions of photic-driven EEG neurotherapy. Journal of Neurotherapy. 1996; 1(4): 27-36.

29. Egner T, Gruzelier JH. EEG biofeedback of low beta band components: frequency-specific effects on variables of attention and event-related brain potentials. Clinical neurophysiology. 2004; 115(1): 131-9.

30. Neto JD. O Neurofeedback Como Recurso Neuropsicoterápico Para O Transtorno Do Déficit De Atenção Com Ou Sem Hiperatividade E Impulsividade/ Neurofeedback How Neuropsicoterapia Appeal to The Deficit Disorder Attention with Or Without Hyperactivity and Impulsivity. Revista FSA (Centro Universitário Santo Agostinho). 2013; 9(1): 263-75.

31. Burle B, Bonnet M. High-speed memory scanning: A behavioral argument for a serial oscillatory model. Cognitive Brain Research. 2000; 9(3): 327-37.

32. Davidson RJ, McEwen BS. Social influences on neuroplasticity: stress and interventions to promote well-being. Nature neuroscience. 2012; 15(5): 689-95.

33. Crone N, Hao L, Hart Jr J, Boatman D, Lesser RP, Irizarry R, et al. Electrocorticographic gamma activity during word production in spoken and sign language. Neurology. 2001; 57(11): 2045-53.

34. Beauchene C, Abaid N, Moran R, Diana RA, Leonessa A. The effect of binaural beats on visuospatial working memory and cortical connectivity. public library of science one. 2016; 11(11): e0166630.

35. Dadashi SD, Ahmadi E, Bafandeh Gharamaleki H, Rasouli H. Effectiveness of brainwave synchronization in beta band by binaural beats on improvement of visuospatial working memory in subjects with borderline personality disorder traits. Studies in Medical Sciences. 2018; 29(5): 327-35.

36. Ahmadi E, Bafandeh Gharamaleki H, Dadashi S, Rasouli H. Effectiveness of brainwave synchronization in alpha, beta, and theta bands by binaural beats on visuospatial working memory. Avicenna Journal of Neuro Psycho Physiology. 2021; 8(4): 186-91.

37. Ahmadi E, Bafandeh Gharamaleki H, Dadashi S, Rasouli H. Effectiveness of Brainwave Synchronization in Alpha, Beta and Theta Band by Binaural Beats on College Student's Working Memory [unpublished manuscript]. Azarbayjan Shahid Madani University, Deputy of Research and Technology. 2022.

38. Klimesch W, Sauseng P, Hanslmayr S. EEG

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-29]

[DOI: 10.61882/shefa.13.4.125]

alpha oscillations: the inhibition-timing hypothesis. Brain research reviews. 2007; 53(1): 63-88.

39. Carter JL, Russell HL. A pilot investigation of auditory and visual entrainment of brain wave activity in learning disabled boys. Texas Researcher. 1993; 4(1): 65-75.

40. McMurray JC. Binaural beats enhance alpha wave activity, memory, and attention in healthy-aging seniors. University of Nevada, Las Vegas. 2006.

41. McMurray JC. Auditory binaural beats enhance EEG-measured beta wave activity in individuals with ADHD. PhD thesis. California State University, Northridge. 2004.

42. Mehdizadeh Fanid, L., Birami, M., Dadashi, S., Nikzad, B., Zarezadeh, N. The Effect of Auditory Brain Stimulation on Cognitive Function Improvement: A Study on Working Memory and Cognitive Flexibility in adults with Early-Stage Alzheimer's. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine, 2025.

43. Sung HC, Lee WL, Li HM, Lin CY, Zu Wu Y, Wang JJ, et al. Familiar music listening with binaural beats for older people with depressive symptoms in retirement homes. Neuropsychiatry. 2017; 7(4): 347-53.

44. Gantt MA, Dadds S, Burns DS, Glaser D, Moore AD. The effect of binaural beat technology on the cardiovascular stress response in military service members with postdeployment stress. Journal of Nursing Scholarship. 2017; 49(4): 411-20.

45. Ölçücü MT, Yılmaz K, Karamık K, Okuducu Y, Özsoy Ç, Aktaş Y, et al. Effects of listening to binaural beats on anxiety levels and pain scores in male patients undergoing cystoscopy and ureteral stent removal: a randomized placebo-controlled trial. Journal of endourology. 2021; 35(1): 54-61.

46. Menziletoglu D, Guler AY, Cayır T, Isik BK. Binaural beats or 432 Hz music? which method is more effective for reducing preoperative dental anxiety? Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal. 2020; 26(1): e97.

47. Malekzadeh D, Rahati S, Kobravi HR, Dadgarazad M. Binaural beats effect on addicted people based on EEG. Scientific Quarterly Research on Addiction. 2017; 10(40): 235-53.

48. Lee E, Bang Y, Yoon IY, Choi HY. Entrapment of binaural auditory beats in subjects with symptoms of insomnia. Brain Sciences. 2022; 12(3): 339.

49. Jirakittayakorn N, Wongsawat Y. A novel insight of effects of a 3-Hz binaural beat on sleep stages during sleep. Frontiers in human neuroscience. 2018; 12: 387.

50. Lin K, Mohan V, Ma Y, Lin B, Hwang P, Gopi P, et al. Use of Customized Binaural Beats for the Treatment of Chronic Insomnia. Journal of Sleep Medicine. 2025; 30;22(1):26-31.

51. Baakek YN, Debbal SM. Digital drugs (binaural beats): how can it affect the brain/ their impact on the brain. Journal of medical engineering & technology. 2021; 45(7): 546-51.

52. Baghaei M, Tabatabaei M. The Effectiveness of Transcranial Electrical Stimulation on the Pattern of Brain Waves and Blood Pressure in Patients with Generalized Anxiety Disorder.The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2022; 10 (3) :26-36

53. Mahdavi A, Ahmadi F, Haj Abbas Tabrizi E, Gharaian H, Rigi Koote B, Imaninasab V, et al. Transcranial Electrical Stimulation (tES): History, Theoretical Foundations and Applications. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2022; 11 (1) :69-104

54. Zandkarimi G, Fazlali F, Hasanvand M B. Cognitive Abilities Preferment in Math Problem-Solving through Combined Neuro-Feedback and Trans Cranial Electrical Stimulation Therapy. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2022; 10 (4) :20-31

55. Moezzi S, Ghoshuni M, Amiri M. Assessment of the Effect of Transcranial Direct Current Stimulations (tDCS) in Focused Attention Enhancement Using Event-Related Potentials. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2020; 9 (1) :25-35

56. Broumand Esfangarh N, Rezayi S, Jahan A, Ghasemian Moghadam M R. Comparing the effectiveness of cognitive rehabilitation program with transcranial electrical stimulation on brain waves of children with math learning disorder. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2024; 12 (4) :43-55

57. Barry RJ, Clarke AR, Johnstone SJ. A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I. Qualitative and quantitative electroencephalography. Clinical neurophysiology. 2003; 114(2): 171-83.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-29]

[DOI: 10.61882/shefa.13.4.125]