Advances in Cognitive Sciences
Vol 27, No. 4, Winter 2025
Research Article
Pages 42-56

Investigating the synergistic effect of gamma and alpha binaural beats on enhancing creativity in students aged 25 to 40

Zahra Karami[1], Peyman Hassani-Abharian[2*], Shaghayegh Chitsaz[3]

1. Msc Cognitive Science, Cognitive Science-Design and Creativity, Institute for Cognitive Science Studies, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Cognitive Psychology and Rehabilitation, Institute for Cognitive Science Studies, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Cognitive Science-Design and Creativity, Institute for Cognitive Science Studies, Tehran, Iran

Recieved: 27 Aug. 2025
Revised: 25 Dec. 2025
Accepted: 28 Dec. 2025

Keywords
Alpha wave
Binaural beat
Creativity
Processing speed
Working memory

Corresponding author
Peyman Hassani-Abharian, Assistant Professor, Department of Cognitive Psychology and Rehabilitation, Institute for Cognitive Science Studies, Tehran, Iran

Email: Abharian@icss.ac.ir

doi.org/10.30514/icss.27.4.42

Abstract

Introduction: In the digital landscape, creativity—considered a higher-order cognitive function—plays a vital role in knowledge application and problem-solving. This study aimed to compare the effectiveness of binaural beat stimulation based on alpha and gamma waves combined versus separate alpha and gamma stimulation in enhancing creativity, working memory, and information processing speed among individuals aged 25 to 40.

Methods: This quasi-experimental study involved 48 students, selected through convenience sampling and randomly assigned to three groups: Gamma wave, alpha wave, and combined alpha-gamma stimulation. Data collection instruments included the Torrance Test of Creative Thinking, the N-Back working memory test, and the Symbol Digit Modalities Test (SDMT) for assessing information processing speed. The data were analyzed using mixed-design analysis of variance (Mixed ANOVA).

Results: The findings revealed that in all groups, the mean scores for working memory and information processing speed significantly increased during the post-test and follow-up phases compared to the pre-test ($P \leq 0.05$). However, no significant differences were found among the groups for any of the measured variables ($P \geq 0.05$).

Conclusion: The present study suggests that binaural beat-based interventions may enhance cognitive functions, including working memory and information processing speed. However, combined alpha-gamma stimulation did not show a significant advantage over the individual frequency conditions. These findings may inform the development of innovative educational and cognitive rehabilitation strategies.

Citation: Karami Z, Hassani-Abharian P, Chitsaz Sh. Investigating the synergistic effect of gamma and alpha binaural beats on enhancing creativity in students aged 25 to 40. Advances in Cognitive Sciences. 2025;27(4):42-56.

Extended Abstract

Introduction

Creativity, a higher-order cognitive function, plays a crucial role in innovation. As a multifaceted construct, creativity encompasses both divergent and convergent thinking. Divergent thinking facilitates the generation of novel and diverse ideas, while convergent thinking focuses on evaluating options to identify optimal solutions. Cognitive neuroscience studies suggest that creativity relies on the interplay of executive brain functions, par-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

ticularly within the prefrontal cortex, which is crucial for generating ideas and inhibiting habitual responses.

Neuroimaging techniques, such as electroencephalography (EEG), enable the investigation of the neural mechanisms underlying creativity by measuring brain activity across distinct bands, including gamma, beta, alpha, theta, and delta. Evidence suggests that increased alpha activity supports internalization and creative ideation, whereas gamma oscillations are associated with memory retrieval and complex problem-solving.

Brainwave entrainment, achieved through auditory or visual stimulation such as binaural beats, represents a non-invasive neuromodulation approach capable of modulating neural activity and enhancing cognitive performance. Binaural beats occur when two slightly different frequencies are presented to each ear, resulting in the perception of a third beat frequency in the brain that may synchronize with specific neural oscillations.

Findings indicate that binaural beats can influence mental states, attention, working memory, and creativity, although these effects may vary based on individual neurophysiological profiles. Building on this background, the present study aimed to compare the effectiveness of binaural beat stimulation in the alpha and gamma frequency range versus a combined alpha-gamma protocol in enhancing creativity, working memory, and information processing among adults aged 25 to 40. While previous studies have examined these frequencies in isolation, there has been limited research comparing their combined effects or focusing specifically on a mature adult population. Thus, this study contributes to addressing this gap by investigating whether the combination of alpha and gamma binaural beats yields superior outcomes in creativity-related cognitive functions.

Methods

The study employed a quasi-experimental, pretest-posttest design with a one-month follow-up. Forty-eight participants, aged 25 to 40, were selected through convenience sampling and were randomly assigned to one of three groups (n=16 per group):

Group 1: Alpha-only stimulation,

Group 2: Gamma-only stimulation,

Group 3: Combined alpha and gamma stimulation, administered as alpha at night and gamma in the morning to align with circadian rhythms and maximize effectiveness.

Participants completed three standardized cognitive tasks before and after the intervention:

The Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT, Abedi version) to assess divergent thinking,

The N-Back task to evaluate working memory capacity,

The Symbol Digit Modalities Test (SDMT) measures information processing speed.

The intervention lasted four weeks, during which participants listened to their assigned binaural beats daily using headphones in a controlled environment. Following the one-week intervention, post-tests were administered, and a delayed follow-up assessment was conducted one month later to evaluate the persistence of any observed effects. Data were analyzed using a mixed-method ANOVA, with time (pre-test, post-test, and follow-up) serving as the within-subject factor and group (alpha, gamma, and alpha-gamma) as the between-subject factor. Analyses were conducted using SPSS version 27, and significance was established at $P \leq 0.05$.

Results

The demographic analysis revealed that 62.5% of participants were female, and 87.5% were single. The results demonstrated variations in mean scores for creativity, working memory, and information processing measures across the three time points following the interventions. Normality assumptions, evaluated using the Shapiro–

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Wilk test, were satisfied (P≤0.05), and Levene's test confirmed the homogeneity of variances (P≤0.05). However, Box's M test indicated that the assumption of covariance matrix homogeneity was not met (F=0.881, P=0.69); consequently, the Pillai's trace statistic was reported.

Analysis of the main effects indicated no significant differences between intervention groups (type of brainwave stimulation) or significant interaction effects. In contrast, the within-subjects effect of time was significant, indicating changes across the pre-test, post-test, and follow-up. Pairwise comparisons demonstrated that working memory and information processing scores significantly improved over time within each group following the binaural beat interventions.

Bonferroni post-hoc tests confirmed significant differences between the pre-test and post-test, as well as between the pre-test and follow-up, for working memory and information processing (P≤0.05). However, no significant differences were found between the post-test and follow-up, suggesting that the improvements were maintained over time.

Conclusion

Overall, these findings suggest that binaural beat interventions positively influenced students' working memory and information processing speed. Although creativity scores varied across time points, no significant differences were observed between intervention groups. Importantly, the effects on working memory and processing speed persisted through the follow-up phase, underscoring the potential of binaural beat stimulation as a sustained cognitive enhancement tool for adults.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This research was conducted in accordance with ethical principles, including obtaining written informed consent, ensuring confidentiality, providing adequate information regarding the research procedures, and allowing participants the freedom to withdraw from the study at any time. Approval was granted by the Ministry of Health and Medical Education, in alignment with international standards set forth by the Ethics Committee of the Institute for Cognitive Sciences and the University of Tehran, under ID IR.UT.IRCSS.REC.1402.045. This article is derived from a master's thesis in cognitive science, design, and creativity. The current research adhered to established ethical guidelines.

Authors' contributions

All authors contributed significantly at every stage of the research process, including the initial design, task development, data collection, analysis, writing, revision, and editing of the manuscript.

Funding

This research is not under the financial support of any institution or organization.

Acknowledgments

The authors are grateful and appreciative of the sincere cooperation of all participants.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

مجله تازه‌های علوم شناختی
دوره ۲۷، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۴
صفحات ۵۶-۴۲
مقاله پژوهشی

بررسی تأثیرهم‌افزایی ضرب‌آهنگ دو گوشی گاما و آلفا بر ارتقاء خلاقیت دانشجویان ۲۵ تا ۴۰ سال

زهرا کرمی[۱]، پیمان حسنی ابهریان[۲*]، شقایق چیت‌ساز[۳]

۱. دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد، گرایش علوم شناختی ـ طراحی و خلاقیت، مؤسسه آموزش عالی علوم شناختی، تهران، ایران
۲. استادیار، گرایش توان‌بخشی شناختی، مؤسسه آموزش عالی علوم شناختی، تهران، ایران
۳. استادیار، گرایش علوم شناختی ـ طراحی و خلاقیت، مؤسسه آموزش عالی علوم شناختی، تهران، ایران

دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۰۵
اصلاح نهایی: ۱۴۰۴/۱۰/۰۴
پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۷

واژه‌های کلیدی
سرعت پردازش
حافظه کاری
خلاقیت
ضرب آهنگ دوگوشی
موج آلفا

نویسنده مسئول
پیمان حسنی ابهریان، استادیار، گرایش توان‌بخشی شناختی، مؤسسه آموزش عالی علوم شناختی، تهران، ایران
ایمیل: Abharian@icss.ac.ir

doi.org/10.30514/icss.27.4.42

چکیده

مقدمه: در عصر دیجیتال کنونی که نوآوری و تولید ایده‌های نو زیربنای پیشرفت علمی و فناوری است، خلاقیت به عنوان یکی از کارکردهای عالی شناختی، نقشی کلیدی در به کارگیری دانش و حل مسائل پیچیده ایفا می‌کند. از این رو، شناسایی و به کارگیری روش‌های نوین برای ارتقای خلاقیت و سایر مؤلفه‌های شناختی نظیر حافظه کاری و سرعت پردازش اطلاعات، اهمیت ویژه‌ای دارد. هدف پژوهش حاضر، مقایسه اثربخشی ضرب‌آهنگ دوگوشی مبتنی بر امواج آلفا به همراه گاما با ضرب‌آهنگ آلفا و گاما به صورت مجزا بر بهبود خلاقیت، حافظه کاری و سرعت پردازش اطلاعات در دانشجویان ۲۵ تا ۴۰ ساله بود.

روش کار: در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۴۸ دانشجو به صورت در دسترس انتخاب و به طور تصادفی در سه گروه موج گاما، موج آلفا، و ترکیب آلفا_گاما جای‌دهی شدند. ابزارهای گردآوری داده‌ها شامل آزمون خلاقیت Torrance (نسخه عابدی)، آزمون حافظه کاری N-Back و آزمون سرعت پردازش اطلاعات SDMT بود. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس آمیخته (Mixed ANOVA) مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در هر سه گروه، میانگین نمرات حافظه کاری و سرعت پردازش اطلاعات در مراحل پس‌آزمون و پیگیری نسبت به پیش‌آزمون افزایش معناداری داشت ($P<۰/۰۵$)، با این حال، تفاوت معناداری میان گروه‌ها در هیچ یک از متغیرهای مورد بررسی مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان داد مداخلات مبتنی بر ضرب‌آهنگ دوگوشی می‌توانند به بهبود عملکردهای شناختی مانند حافظه کاری و سرعت پردازش کمک کنند، هرچند ترکیب امواج آلفا و گاما نسبت به کاربرد مجزای آنها برتری معناداری نشان نداد. نتایج این مطالعه می‌تواند در توسعه رویکردهای نوین آموزش و توان‌بخشی شناختی مورد استفاده قرار گیرد.

مقدمه

خلاقیت توانایی شناختی است که به عنوان اساس موفقیت و ویژگی برجسته گونه انسان توصیف شده و در حوزه‌های مختلف از جمله کار، هنر و حل مسئله نقش بسزایی دارد (۱، ۲). خلاقیت به عنوان یک مفهوم چندوجهی شامل انعطاف‌پذیری شناختی، تنظیم هیجان و فرآیندهای عصبی دخیل در تفکر است (۳). بر اساس ادبیات موجود خلاقیت محدود به زمینه‌های خاص یا منحصر به افرادی نیست که ایده‌های اصلی یا محصولاتی توسعه می‌دهند. در واقع خلاقیت توانایی تولید ایده‌ها یا محصولات بدیع و مفید است که نقش مهمی در نوآوری علمی، بیان هنری و حل مسئله دارد. این توانایی عالی شناختی شامل دو فرآیند شناختی تفکر واگرا و همگرا است (۴). تفکر واگرا ((DT) Divergent thinking) از طریق سیالی، اصالت، انعطاف‌پذیری و بسط، ایده‌های متعدد، بدیع و متنوع تولید می‌کند؛ در حالی که تفکر همگرا

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

((Convergent thinking (CT) با استفاده از منطق، دقت و قیاس، گزینه‌ها را ارزیابی و محدود می‌کند تا راه‌حل‌های بهینه را شناسایی کند؛ با این وجود این تفکر واگرا است که اغلب به عنوان مشخصه خلاقیت در نظر گرفته می‌شود (۲). تفکر واگرا که به عنوان توانایی اندیشیدن به ایده‌های بدیع، متنوع و پیچیده دارای چهار ویژگی روانی (Fluency)، اصالت (Originality)، انعطاف‌پذیری (Flexibility) و بسط (Openness) است. سیالت؛ ظرفیت تولید ایده‌های زیاد، پاسخ‌های ممکن یا راه‌حل‌ها برای یک مسئله، اصالت توانایی فراتر رفتن از ایده‌های پذیرفته شده رایج و تولید ایده‌های نادر در مقایسه با پاسخ‌های قبلی یک فرد یا پاسخ‌های اکثر افراد دیگر، انعطاف‌پذیری توانایی فراتر رفتن از سنت یا عادات و در نظر گرفتن فهرستی از اشکال، کاربردها، راه‌حل‌ها یا رویکردهای جایگزین یا غیرمعمول و بسط توانایی تفکر در مورد جزئیات یک ایده یا راه‌حل و اجرای آنها است (۵).

رویکرد شناخت خلاق، دخالت فرآیندهای شناختی مختلف را در فرآیند خلاقیت مطرح می‌کند (۶). یکی از فرآیندهای شناختی که می‌تواند نقش مهمی در خلاقیت ایفا کند، عملکردهای اجرایی مغز ((Executive (EF functions) هستند (۷) که به عنوان توانایی‌های شناختی نیز تعریف می‌شوند. این توانایی‌ها در واقع به انسان اجازه می‌دهند رفتارها و افکار هدفمند خود را کنترل و هماهنگ کند (۶). سیاری از این توانایی‌های شناختی عالی همانند حافظه کاری، انعطاف‌پذیری، برنامه‌ریزی، بازداری و سرعت واکنش برای خلاق بودن به کار گرفته می‌شوند (۱۰-۸). در زمینه همبستگی‌های عصبی عملکردهای شناختی و خلاقیت، تعدادی از مطالعات به ناحیه پیش‌پیشانی به عنوان یکی از نواحی اصلی مغز برای تولید ایده‌های جدید و مهار راه‌حل‌های رایج اشاره کرده‌اند. این ناحیه به عنوان اجزای یک شبکه مغزی کنترل ارادی و کنترل‌کننده مهار شناخته شده می‌شود که این فرایند به عنوان یک فرآیند مرکزی برای حل مسئله و تولید ایده در نظر گرفته شده است (۱۱) و به طور قابل اعتمادی مشخص شده که این ناحیه در فرآیند تفکر خلاق شرکت می‌کند (۱۲). از این رو می‌توان گفت خلاقیت فرآیندی پیچیده است که نیاز به فعال شدن چندین ناحیه از مغز دارد (۱۳).

در ادامه این پژوهش‌ها، مطالعات الکتروفیزیولوژیک با تمرکز بر الگوهای نوسانات مغزی، به ویژه در باندهای فرکانسی آلفا و گاما، تلاش کرده‌اند تا درک دقیق‌تری از سازوکارهای عصبی زیربنایی خلاقیت ارائه دهند. مطالعات همبستگی مثبتی بین افزایش فعالیت آلفای مغز و خلاقیت نشان داده‌اند (۱۶). همچنین یافته‌های مطالعه‌ای نشان داد فعالیت آلفا نه تنها در طول تکالیفی که نیاز به خلاقیت بالاتری دارند، بلکه در طول تفکر خلاق نسبت به خط پایه استراحت قبل از تکلیف نیز افزایش می‌یابد که این امر به طور خاص در ناحیه پیشانی مغز مشاهده شده است (۱۷). به طور خلاصه، فرکانس آلفا به افراد اجازه می‌دهد تا توجه را به سمت فرآیندهای شناختی درونی هدایت کنند، تا حدی محرک‌های خارجی را حذف کرده و به افراد اجازه می‌دهد تصاویر دقیقی را در ذهن خود ایجاد کنند. این افکار معمولاً به سمت خاطرات یا برنامه‌ریزی آینده هدایت می‌شوند و به سوژه اجازه می‌دهند تا در فرآیند خلاقیت نتایج بهتری داشته باشد. بنابراین، امواج آلفا را می‌توان به عنوان شاخصی از توجه مستقیم فرد به خلق افکار خلاق در نظر گرفت (۱۸). از سویی دیگر، به نظر می‌رسد همگام‌سازی در محدوده فرکانس گاما در کنترل بالا به پایین بازیابی حافظه نقش دارد که باید با بسیاری از تکالیف خلاقیت مرتبط باشد (۱۹). علاوه بر این، مطالعه‌ای با استفاده از تحریک ۴۰ هرتز به مدت ۱۰ دقیقه در بزرگسالان سالم نشان داد که موج گاما با مدل‌سازی نوسانات خاص مغز، در فرآیندهای شناختی که در محدوده فرکانس موج گاما پایدار هستند، مانند فرآیندهای ذهنی مرتبط با هوش، خودکنترلی و رفاه، عمل می‌کند (۲۰).

مطالعات همبستگی مثبتی بین افزایش فعالیت آلفای مغز و خلاقیت نشان داده‌اند (۱۴). همچنین یافته‌های مطالعه‌ای نشان داد فعالیت آلفا نه تنها در طول تکالیفی که نیاز به خلاقیت بالاتری دارند، بلکه در طول تفکر خلاق نسبت به خط پایه استراحت قبل از تکلیف نیز افزایش می‌یابد که این امر به طور خاص در ناحیه پیشانی مغز مشاهده شده است (۱۵). به طور خلاصه، فرکانس آلفا به افراد اجازه می‌دهد تا توجه را به سمت فرآیندهای شناختی درونی هدایت کنند، تا حدی محرک‌های خارجی را حذف کرده و به افراد اجازه می‌دهد تصاویر دقیقی را در ذهن خود ایجاد کنند. این افکار معمولاً به سمت خاطرات یا برنامه‌ریزی آینده هدایت می‌شوند و به سوژه اجازه می‌دهند تا در فرآیند خلاقیت نتایج بهتری داشته باشد. بنابراین، امواج آلفا را می‌توان به عنوان شاخصی از توجه مستقیم فرد به خلق افکار خلاق در نظر گرفت (۱۶).

در همین راستا پژوهش‌های علوم اعصاب نشان داده است که تغییرات الگوهای خاص امواج مغز می‌توانند در حین انجام تکالیف و حالت استراحت با خلاقیت مرتبط باشند (۱۷). از این رو می‌توان گفت همگام‌سازی امواج مغزی ((Brainwave Entrainment (BWE که یک روش غیرتهاجمی تعدیل عصبی است و بر اساس این اصل که تحریک شنوایی یا بصری در یک فرکانس خاص می‌تواند فعالیت الکتروکورتیکال مغز را به نوسان در فرکانس سیگنال خارجی یا مضرب‌های آن سوق دهد بنا شده است؛ می‌تواند برای تغییر حالات فیزیولوژیکی و روانی مورد استفاده قرار گیرد (۱۸) می‌تواند امکان تعدیل عصبی را فراهم کند که به طور بالقوه

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

حالت‌های مختلف روان‌شناختی، شناختی و ذهنی را القا می‌کند (۱۹). یافته‌های اولیه نشان می‌دهد این تکنیک تحریک امواج مغزی ممکن است بر حالت‌های ذهنی تأثیر گذاشته و سلامت روان و نتایج توان‌بخشی شناختی را افزایش دهند. در برخی مطالعات، شرکت‌کنندگانی که در معرض فرکانس‌های هدفمند القا کننده قرار گرفتند، کاهش اضطراب و بهبود توجه پایدار و حافظه کاری را گزارش کردند (۲۰).

چندین نوع محرک برای تحریک همگام‌سازی امواج مغز پیشنهاد شده است که یکی از رایج‌ترین آنها ضرب آهنگ دوگوشی (Binaural (BB) Beats) است که در واقع یک پدیده روان‌صوتی است. ضرب‌آهنگ‌های دوگوشی با ارائه دو سیگنال صوتی جداگانه با فرکانس‌های کمی متفاوت به هر گوش تولید می‌شوند و به مغز اجازه می‌دهند تا یک تن سوم را که بین دو فرکانس ارائه شده نوسان می‌کند، تشخیص دهد.این یک پدیده توهمی است که ناشی از فعالیت عصبی ترکیبی دو موج صوتی است که در مسیر شنوایی ایجاد می‌شوند. مجموعه زیتونی فوقانی به عنوان ساختار نوروآناتومیکی اولیه درگیر در این ادراک شناسایی شده است (۲۰-۱۸).

در میان فرکانس‌های مختلف ضرب‌آهنگ دوگوشی، ریتم‌های آلفا (۸ تا ۱۲ هرتز) به طور ویژه‌ای با خلاقیت مرتبط دانسته شده‌اند. این ریتم‌ها از طریق القای حالت آرامش و کاهش «نویز شناختی» زمینه را برای پردازش آزادانه اطلاعات و تسهیل تفکر واگرا فراهم می‌سازند. در مقابل، ریتم‌های گاما (۳۰ هرتز به بالا) با نوسانات عصبی فرکانس بالا مرتبط‌اند که از فرایندهایی مانند تفکر ارزیابانه، تولید بینش و حل مسئله حمایت می‌کنند؛ ویژگی‌هایی که بیشتر در راستای تفکر همگرا و فعالیت‌های هدف‌محور قرار دارند (۱۶، ۱۸).

بنابراین می‌توان استدلال کرد که القای حالت برانگیختگی قشر مغز با ارائه ضرب‌آهنگ دوگوشی با فرکانس آلفا به افراد، به طور موقت عملکرد آنها را در یک وظیفه تفکر واگرا افزایش می‌دهد. شواهد موجود، باندهای آلفا و گاما را به عنوان فرکانس‌های پیام‌رسان احتمالی سیگنال‌های کنترل در تکالیف مرتبط با خلاقیت برجسته می‌کند؛ اما در مطالعه Reedijk و همکاران او نشان داده شد به نظر نمی‌رسد ضرب‌آهنگ دوگوشی مستقیماً بر تفکر همگرا یا خلق‌وخو تأثیر بگذارند، می‌توانند تفکر واگرا را در افرادی که فعالیت دوپامین پایه پایین‌تری دارند، افزایش دهند و در واقع این مطالعه شواهد قانع‌کننده‌ای ارائه داد که اثرات شناختی ضرب‌آهنگ دوگوشی وابسته به پروفایل‌های نوروفیزیولوژیکی فردی است و این تحریک ممکن است عملکرد عصبی بهینه را در افرادی که سطح دوپامین بالاتری دارند، مختل کند (۲۱)، با این حال، یافته‌های پژوهشی در مورد تأثیر ریتم‌های گاما بر خلاقیت ناسازگار و گاه متناقض گزارش شده‌اند؛ برخی مطالعات اثرات تسهیل‌کننده (۱۷) و برخی دیگر عدم تأثیر یا حتی تداخل در عملکرد خلاقانه را نشان داده‌اند (۲۲). این ناهمخوانی‌ها پرسش‌هایی را درباره نقش دقیق و تمایز میان اثرات ریتم‌های آلفا و گاما در فرایندهای خلاقانه برمی‌انگیزد. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف رفع بخشی از ابهامات موجود و بررسی تعامل احتمالی میان دو بُعد متفاوت از فعالیت عصبی، طراحی شده است.

این در حالی است که با توجه به این که افزایش خلاقیت دانشجویان یک هدف اساسی در آموزش است (۲۳) با مقایسه اثر ضرب‌آهنگ دوگوشی مبتنی بر ریتم آلفا و گاما در برابر ضرب‌آهنگ آلفا به تنهایی، تلاش می‌کند روشن سازد که کدام الگوی تحریک عصبی می‌تواند بیشترین اثربخشی را در بهبود مؤلفه‌های خلاقیت از جمله سیالیت، اصالت و انعطاف‌پذیری در میان دانشجویان ۲۵ تا ۴۰ ساله داشته باشد. این مقایسه نه‌تنها به فهم بهتر سازوکارهای عصبی دخیل در خلاقیت کمک می‌کند، بلکه می‌تواند بنیانی تجربی برای توسعه مداخلات توان‌بخشی و آموزشی مبتنی بر تحریک صوتی فراهم آورد. لذا در این مطالعه به بررسی اثربخشی ضرب‌آهنگ دوگوشی امواج آلفا و گاما با ضرب‌آهنگ دو گوشی موج آلفا به تنهایی بر ارتقاء خلاقیت دانشجویان ۲۵ تا ۴۰ ساله پرداخته شده است.

روش کار

پژوهش حاضر، کمی از نوع نیمه‌آزمایشی بود که در آن حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار تعیین حجم نمونه G*power بر پایه آزمون آماری ANOVA با پارامترهای سطح خطای آلفا ۰/۰۵ و اندازه اثر ۸۵ درصد و توان ۹۵ درصد، ۴۸ نفر در نظر گرفته شد. جمعیت مورد بررسی در این مطالعه دانشجویان ۲۵ تا ۴۰ ساله ساکن تهران در سال ۱۴۰۳ بود که از میان این افراد به طور در دسترس ۴۸ نفر با رعایت معیارهای ورود به مطالعه انتخاب و به صورت تصادفی ساده در ۳ گروه (گروه موج گاما ۱۶ نفر؛ گروه موج آلفا ۱۶ نفر، گروه موج آلفا به همراه گاما ۱۶ نفر) جای‌دهی شدند. معیارهای ورود به این مطالعه شامل دانشجویان، بدون مشکل شنوایی از جمله عفونت گوش و سایر اختلالات شنوایی بود و معیارهای خروج از آن عدم تمایل به ادامه مشارکت در پژوهش، بیماری، عفونت، اختلالات شنوایی و عدم اجرای مداخله بیش از ۲ جلسه بود (شکل ۱). پس از اخذ رضایت آگاهانه از مشارکت‌کنندگان، پرسشنامه جمعیت‌شناختی، آزمون‌های Torrance (نسخه عابدی)، سنجش حافظه فعال N-Back و آزمون سنجش سرعت پردازش اطلاعات (SDMT) اجرا شد.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

شکل ۱. نمودار مراحل اجرای پژوهش

این شکل روند گام‌به‌گام اجرای مطالعه را نشان می‌دهد، از جمله دریافت تأییدیه اخلاق پژوهش و جذب شرکت‌کنندگان، تخصیص تصادفی به گروه‌ها با استفاده از نرم‌افزار G*Power، و اجرای سه نوع مداخله ضرب‌آهنگ دوگوشی (آلفا، گاما و ترکیب آلفا_گاما) در مقایسه با گروه کنترل. شرکت‌کنندگان در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون، آزمون‌های خلاقیت، حافظه کاری (N-Back) و سرعت پردازش (SDMT) را انجام دادند. پس از یک هفته وقفه، آزمون پیگیری برای بررسی پایداری اثرات شناختی اجرا شد.

در این مطالعه انتخاب پروتکل ضرب‌آهنگ‌های دوگوشی اجرا شده بر اساس بررسی‌های صورت گرفته بر روی مطالعات پیشین مطالعه Shakya و همکاران (۲۰۲۴) که در آن شرکت‌کنندگان به مدت ۱۵ دقیقه، سه بار در هفته، طی سه هفته متوالی به ضرب‌آهنگ‌های دوگوشی دادند و ثبت‌های الکتروانسفالوگرام تأیید کرد که ضرب‌آهنگ‌های دو گوشی با فرکانس ۴۰ هرتز، نوسانات عصبی گاما را در مغز القا می‌کند (۲۴) و مطالعه Rakhshan و همکاران (۲۰۲۲) که در آن هر مشارکت کننده طی جلسات ۸ دقیقه‌ای ضرب‌آهنگ‌های دوگوشی ۱۰ هرتز، ۱۶ هرتز و ۴۰ هرتز در مقابل صدای خالص ۲۴۰ هرتز و سکوت (به ترتیب تصادفی) گوش دادند و این مطالعه نشان داد ممکن است ۸ دقیقه ضرب آهنگ دوگوشی باند می‌تواند حافظه کاری و برخی از پارامترهای شناختی توجه را بهبود بخشد صورت گرفت (۲۵). در این مطالعه ضرب‌آهنگ‌های دو گوشی توسط نرم‌افزارهای Audacity و Adobe Audition تولید و از طریق هدفون بی‌سیم استریو به صورت، گروه آزمایش موج آلفا ۲۰ دقیقه شب‌ها به صورت سه روز متوالی در هر هفته طی یک ماه، گروه موج‌های آلفا شب و گامای صبح، موج گاما را صبح‌ها ۳ روز متوالی در هفته طی چهار هفته به مدت ۲۰ دقیقه و ضرب‌آهنگ دوگوشی آلفا را به همان صورت شب‌ها و گروه موج گاما، موج گاما را صبح‌ها ۳ روز متوالی در هفته طی چهار هفته به مدت ۲۰ دقیقه طبق برنامه ارائه شد. همچنین لازم به ذکر است کلیه شرکت‌کنندگان در زمان گوش دادن به ضرب‌آهنگ دوگوشی در یک محیط آرام قرار گرفته و زمان اجرای این مداخله به صورت تلفنی توسط گروه پژوهش کنترل شده است تا در صورت عدم اجرای بیش از ۲ جلسه از مداخله کنار گذاشته شوند و در پایان چهار هفته مجدد آزمون‌ها اجرا و داده‌های به دست آمده با روش تحلیل واریانس آمیخته در نرم‌افزار SPSS-27 ارزیابی و تحلیل شد.

ابزار گردآوری داده‌ها

آزمون سنجش خلاقیت Torrance

آزمون سنجش خلاقیت Torrance (نسخه عابدی)، که چهار عامل اصلی خلاقیت یعنی سیالیت، بسط، ابتکار و انعطاف‌پذیری را مورد سنجش قرار می‌دهد، سؤال‌های ۱ تا ۲۲ عامل سیالیت، ۲۳ تا ۳۳ عامل بسط، ۳۴ تا ۴۹ عامل ابتکار و ۵۰ تا ۶۰ عامل انعطاف‌پذیری را مورد

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

ارزیابی قرار می‌دهد. هر کدام از این ۴ عامل مشمول سؤال‌ها به شکل یک خرده آزمون است. هر گزینه سه پاسخ متفاوت الف، ب و ج (کیفی) با ارزش تبدیل به کمیت عددی ۱، ۲ و ۳ را دارد. در هر انتخاب، گزینه الف کمترین و ج بیشترین میزان خلاقیت را می‌رساند. مجموع نمرات کسب شده در هر خرده آزمون، نمایان‌گر نمره در آن بخش است و مجموع نمرات در چهار خرده آزمون، نمره کلی در خلاقیت را نشان می‌دهد (۲۶).

آزمون جایگزینی نمادها (Symbol Digit Modality Task-SDMT)

آزمون جایگزینی ارقام و نمادها که بخشی از مجموعه آزمون هوش وکسلر با قابلیت اجرا در گروه‌های سنی مختلف است و به منظور سنجش سرعت پردازش اطلاعات به کار گرفته می‌شود شامل رمزنویسی، نمادیابی و خط زنی است. عملکرد در این آزمون تحت تاثیر فعالیت حرکتی، انگیزه، پشتکار و توانایی حافظه در فشار زمانی است که برای سنجش سرعت جستجوی بصری، چابکی، توجه و حافظه کوتاه مدت قابل اجرا است. در این آزمون کادری از اعداد ۱ تا ۹ که در ردیف بالای آن نمادهای مرتبط با اعداد نمایش داده شده است را مرور کرده سپس مشارکت‌کننده با توجه به نمادها، اعداد مرتبط را در ۱۱۰ خانه در زمان ۹۰ ثانیه وارد می‌کند. (حداکثر نمره ۱۱۰) است (۲۷).

آزمون N-Back

N-Back آزمون شناختی سنجش حافظه فعال (Working Memory) است. در این آزمون به طور متوالی، محرک‌ها بر صفحه نمایش‌گر رایانه نشان داده می‌شوند. ارائه محرک‌ها و پاسخ به آن مداوم است تا زمانی که تعداد محرک‌ها به پایان برسد. این آزمون دارای دو وجه حسی دیداری و شنیداری است روند کلی آزمون دنباله‌ای از محرک‌ها به طور گام‌به‌گام است و پاسخ دهنده باید ارزیابی کند، محرک نمایش داده شده فعلی با محرک گام پیش از آن تشابه دارد یا خیر. نمره‌دهی به تعداد پاسخ‌های صحیح و زمان پاسخ‌گویی گزارش شده، بستگی دارد. پایایی و روایی آزمون در مطالعاتی بررسی شده ۷۸ درصد است (۲۸).

یافته‌ها

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی

در جدول ۱ توزیع فراوانی متغیرهای جمعیت‌شناختی جنسیت و تاهل مشارکت‌کنندگان به تفکیک گروه‌های شرکت‌کننده در پژوهش گزارش شده است. یافته‌های جمعیت‌شناختی نشان می‌دهد ۶۲/۵ درصد مشارکت‌کنندگان دختر و ۸۷/۵ درصد آنان مجرد بوده‌اند.

جدول ۱. توزیع فراوانی متغیرهای جمعیت‌شناختی

		گروه		
		گروه امواج آلفا (درصد)	گروه امواج گاما (درصد)	گروه امواج آلفا و گاما (درصد)
جنسیت	دختر	۱۰ (۶۲/۵ درصد)	۸ (۵۰ درصد)	۹ (۵۶/۳ درصد)
	پسر	۶ (۳۷/۵ درصد)	۸ (۵۰ درصد)	۷ (۴۳/۸ درصد)
وضعیت تاهل	مجرد	۱۴ (۸۷/۵ درصد)	۱۳ (۸۱/۳ درصد)	۱۴ (۸۷/۵ درصد)
	متاهل	۲ (۱۲/۵ درصد)	۳ (۱۸/۷ درصد)	۲ (۱۲/۵ درصد)

یافته‌های توصیفی متغیرهای اصلی پژوهش در جدول ۲ نشانگر میانگین و انحراف معیار متغیرهای خلاقیت، حافظه فعال و پردازش اطلاعات به تفکیک گروه آزمایش و کنترل در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری یک‌ماهه است. نتایج بررسی جدول ۲ نشان می‌دهد میانگین نمرات حاصل از آزمون‌ها در متغیرهای خلاقیت، حافظه فعال و پردازش اطلاعات در سه دوره زمانی مورد بررسی و پس از دریافت مداخلات مربوطه تفاوت‌هایی با یک دیگر داشته است. جهت بررسی معناداری این تفاوت‌ها ابتدا با توجه بررسی این متغیرها در سه دوره زمانی پیش‌فرض‌های آزمون پارامتریک مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج آزمون شاپیرو_ویلک نشان داد؛ داده‌های مطالعه از توزیع نرمال برخوردار هستند (P≥۰/۰۵). آزمون لوین نشان‌گر برقراری پیش فرض همگنی واریانس‌ها بود (P≥۰/۰۵). همچنین پیش‌فرض همگنی ماتریس‌های کوواریانس با استفاده از آزمون Box's M test بررسی شد نتایج شانگر برقرارنبودن شرط همگنی ماتریس‌های کوواریانس (F=۰/۸۸۱ و P=۰/۶۹) بود و در نتیجه نتایج آزمون بزرگترین ریشه روی گزارش شده است.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

جدول ۲. توصیف آماری متغیرهای وابسته در سه مرحله اندازه‌گیری به تفکیک گروه

		خلاقیت	حافظه فعال	پردازش اطلاعات
		میانگین±انحراف معیار	میانگین±انحراف معیار	میانگین±انحراف معیار
گروه موج گاما	پیش‌آزمون	۶۹/۴۳±۱۴/۴۴	۹۶/۳۱±۲۳/۵۱	۹۶/۳۱±۱۵/۴۷
	پس‌آزمون	۷۰/۵±۱۴/۸۱	۱۰۱/۳۱±۲۲/۷۹	۹۶/۳۱±۲۳/۵۱
	پیگیری یک‌ماهه	۶۹/۲۵±۱۴/۷۲	۹۸/۰۱±۲۲/۳۶	۹۶/۳۱±۲۳/۵۱
گروه موج آلفا	پیش‌آزمون	۶۹/۰۶±۱۱/۷۲	۷۷/۸۷±۲۰/۷۲	۵۵/۹۳±۱۳/۸۸
	پس‌آزمون	۶۹/۱۲±۱۱/۳۹	۹۰/۸۷±۲۱/۳۶	۶۸/۵۶±۱۳/۹۷
	پیگیری یک‌ماهه	۶۹/۱۲±۱۱/۵۶	۸۵/۱۲±۱۸/۵۰	۶۳/۰۱±۱۲/۸۹
گروه موج آلفا+گاما	پیش‌آزمون	۶۹/۱۲±۱۶/۳۰	۸۳/۳۱±۲۸/۷۳	۵۸/۳۷±۱۴/۱۷
	پس‌آزمون	۶۹/۴۳±۱۶/۲۹	۱۰۰/۴۳±۲۴/۰۷	۷۲/۳۷±۱۴/۲۳
	پیگیری یک‌ماهه	۶۵/۲۵±۱۵/۷۹	۹۲/۶۸±۲۲/۱۷	۶۵/۴۳±۱۵/۲۴

با توجه به نتایج گزارش شده در جدول ۳ اثر اصلی مداخله (نوع امواج یا گروه) و اثر تعاملی معنادار نیست؛ اما اثر زمان یا اثر درون گروهی معنادار بوده است. در ادامه مقایسه زوجی میانگین نمرات خلاقیت، حافظه فعال و پردازش اطلاعات هر یک از گروه‌ها در طی مراحل اندازه‌گیری در جدول ۴ گزارش شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون اثرات درون و برون آزمودنی متغیرهای خلاقیت، حافظه فعال و پردازش اطلاعات

	اثر	ارزش	F	درجه آزادی فرضیه	درجه آزادی خطا	مقدار P	ضریب اتای نسبی
عرض از مبدا	اثر هاتلینگ	۴۵/۱۴۹	۲۰۰۱/۶۱۵[b]	۳	۱۳۳	۰/۰۰۱	۰/۹۷۸
	بزرگ‌ترین ریشه روی	۴۵/۱۴۹	۲۰۰۱/۶۱۵[b]	۳	۱۳۳	۰/۰۰۱	۰/۹۷۸
زمان	اثر هاتلینگ	۰/۱۹۵	۴/۲۸۰	۶	۲۶۴	۰/۰۰۱	۰/۰۸۹
	بزرگ‌ترین ریشه روی	۰/۱۹۰	۸/۵۹۱[c]	۳	۱۳۴	۰/۰۰۱	۰/۱۶۱
نوع موج	اثر هاتلینگ	۰/۰۳۶	۷۹۵/۰	۶	۲۶۴	۰/۵۷۴	۰/۰۱۸
	بزرگ‌ترین ریشه روی	۰/۰۳۰	۱/۳۵۳[c]	۳	۱۳۴	۰/۲۶۰	۰/۰۲۹
آزمون*نوع موج	اثر هاتلینگ	۰/۰۰۸	۰۹۲/۰	۱۲	۳۹۵	۱/۰۰۰	۰/۰۰۳
	بزرگ‌ترین ریشه روی	۰/۰۰۸	۰/۲۷۸[c]	۴	۱۳۵	۰/۸۹۲	۰/۰۰۸

نتایج جدول ۴، نشان می‌دهد در نتیجه استفاده از مداخله ضرب‌آهنگ دوگوشی متغیرهای حافظه فعال و پردازش اطلاعات تفاوت معناداری میان سه دوره زمانی اجرای این مطالعه در مشارکت‌کنندگان داشته است. در ادامه جهت بررسی متغیرهای حافظه فعال و پردازش اطلاعات در سه دوره زمانی از آزمون تعقیبی بن‌فرونی استفاده شده است.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

جدول ۴. نتایج آزمون درون گروهی متغیرهای پژوهش میان گروه‌ها

منبع	متغیر وابسته	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	مقدار P	ضریب اتای نسبی
مدل اصلاح شده	خلاقیت	۴۱۱/۹۷۲[a]	۸	۵۱/۴۹۷	۰/۲۲۵	۰/۹۸۶	۰/۰۱۳
	سرعت پردازش	۵۳۲۰/۰۱۴[b]	۸	۶۶۵/۰۰۲	۲/۶۲۴	۰/۰۱۱	۰/۱۳۵
	حافظه کاری	۶۷۲۱/۶۲۵[c]	۸	۸۴۰/۲۰۳	۱/۲۵۹	۰/۲۷۰	۰/۰۶۹
عرض از مبدا	خلاقیت	۷۰۵۳۲۰/۰۲۸	۱	۷۰۵۳۲۰/۰۲۸	۳۰۸۸/۴۹۲	۰/۰۰۱	۰/۹۵۸
	سرعت پردازش	۶۰۰۷۵۴/۱۷۴	۱	۶۰۰۷۵۴/۱۷۴	۲۳۷۰/۲۳۳	۰/۰۰۱	۰/۹۴۶
	حافظه کاری	۱۲۱۹۹۲۰/۲۵۰	۱	۱۲۱۹۹۲۰/۲۵۰	۱۸۲۷/۷۶۶	۰/۰۰۱	۰/۹۳۱
زمان	خلاقیت	۱۷۳/۵۱۴	۲	۸۶/۷۵۷	۰/۳۸۰	۰/۶۸۵	۰/۰۰۶
	سرعت پردازش	۴۶۵۴/۷۶۴	۲	۲۳۲۷/۳۸۲	۹/۱۸۳	۰/۰۰۰	۰/۱۲۰
	حافظه کاری	۵۴۹۱/۷۹۲	۲	۲۷۴۵/۸۹۶	۴/۱۱۴	۰/۰۱۸	۰/۰۵۷
نوع موج	خلاقیت	۲۳۴/۸۸۹	۲	۱۱۷/۴۴۴	۰/۵۱۴	۰/۵۹۹	۰/۰۰۸
	سرعت پردازش	۶۳۸/۳۸۹	۲	۳۱۹/۱۹۴	۱/۲۵۹	۰/۲۸۷	۰/۰۱۸
	حافظه کاری	۷۶۷/۳۷۵	۲	۳۸۳/۶۸۷	۰/۵۷۵	۰/۵۶۴	۰/۰۰۸
زمان*نوع موج	خلاقیت	۳/۵۶	۴	۰/۸۹۲	۰/۰۰۴	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
	سرعت پردازش	۲۶/۸۶	۴	۶/۷۱۵	۰/۰۲۶	۰/۹۹۹	۰/۰۰۱
	حافظه کاری	۴۶۲/۴۵۸	۴	۱۱۵/۶۱۵	۰/۱۷۳	۰/۹۵۲	۰/۰۰۵
خطا	خلاقیت	۳۰۸۳۰/۰۰	۱۳۵	۳۷۰/.۲۲۸			
	سرعت پردازش	۳۴۲۱۶.۸۱	۱۳۵	۲۵۳/۴۵۸			
	حافظه کاری	۹۰۱۰۴/۱۲	۱۳۵	۶۶۷/۴۳۸			
کل	خلاقیت	۷۳۶۵۶۲/۰۰	۱۴۴				
	سرعت پردازش	۶۴۰۲۹۱/۰۰	۱۴۴				
	حافظه کاری	۱۳۱۶۷۴۶/۰۰	۱۴۴				
مجموع تصحیح شده	خلاقیت	۳۱۲۴۱/۹۷	۱۴۳				
	سرعت پردازش	۳۹۵۳۶/۸۲	۱۴۳				
	حافظه کاری	۹۶۸۲۵/۷۵	۱۴۳				

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد پیش‌آزمون سرعت پردازش و حافظه کاری در سه گروه با پس‌آزمون و دوره پیگیری تفاوت معناداری دارد (P≤۰/۰۵)؛ اما تفاوت میان دوره پس‌آزمون و پیگیری معنادار نبوده است (P≥۰/۰۵) و این در حالی است که تفاوت میان دوه پیش‌آزمون و پیگیری معنادار بوده است (P≤۰/۰۵) و این نتایج نشان‌گر تاثیر معنادار مداخله ضرب‌آهنگ دوگوشی بر حافظه کاری و سرعت پردازش دانشجویان دریافت‌کننده آن است که این اثرگذاری تا مرحله پیگیری هم ماندگاری داشته است.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

جدول ۵. آزمون تعقیبی بن‌فرونی متغیرهای حافظه فعال و پردازش اطلاعات درون گروه‌های مورد بررسی در سه دوره زمانی

متغیر وابسته	زمان (I)	زمان (J)	میانگین تفاوت (I–J)	خطای استاندارد	مقدار P	ضریب اتای نسبی	
						حد پایین	حد بالا
سرعت پردازش	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	-۱۲/۶۵*	۳/۲۵۰	۰/۰۰۱	-۲۰/۵۲	-۷۷/۴
		پیگیری	-۱۱/۳۸*	۳/۲۵۰	۰/۰۰۲	-۱۹/۲۵	-۳/۵۰
	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	۱۲/۶۵*	۳/۲۵۰	۰/۰۰۱	۴/۷۷	۲۰/۵۲
		پیگیری	۱/۲۷	۳/۲۵۰	۱/۰۰۰	-۶/۶۱	۹.۱۵
	پیگیری	پیش‌آزمون	۱۱/۳۸*	۳/۲۵۰	۰/۰۰۲	۳/۵۰	۱۹/۲۵
		پس‌آزمون	-۱/۲۷	۳/۲۵۰	۱/۰۰۰	-۹/۱۵	۶/۶۱
حافظه کاری	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	-۱۳/۳۳*	۵/۲۷۴	۰/۰۳۸	-۲۶/۱۲	-۰/۵۵
		پیگیری	-۱۲/۸۵*	۵/۲۷۴	۰/۰۴۸	-۲۵/۶۴	-۰/۰۷
	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	۱۳/۳۳*	۵/۲۷۴	۰/۰۳۸	۰/۵۵	۲۶/۱۲
		پیگیری	۰/۴۸	۵/۲۷۴	۱/۰۰۰	-۱۲/۳۰	۱۳/۲۶
	پیگیری	پیش‌آزمون	۱۲/۸۵*	۵/۲۷۴	۰/۰۴۸	۰/۰۷	۲۵/۶۴
		پس‌آزمون	-۰/۴۸	۵/۲۷۴	۱/۰۰۰	-۱۳/۲۶	۱۲/۳۰

بحث

هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی و مقایسه تأثیر مداخله ضرب‌آهنگ دوگوشی مبتنی بر امواج آلفا و گاما به صورت هم‌زمان با ضرب‌آهنگ آلفا و گاما به صورت مجزا بر ارتقای خلاقیت، حافظه کاری و سرعت پردازش اطلاعات در میان دانشجویان بود. نتایج تحلیل‌های آماری نشان داد که میان سه گروه دریافت‌کننده مداخلات آلفا، گاما و ترکیب آلفا_گاما در متغیرهای خلاقیت، حافظه کاری و سرعت پردازش، تفاوت معناداری در سطح بین‌گروهی مشاهده نشد. این نبودِ تفاوت می‌تواند ناشی از ماهیت پیچیده و چندعاملی خلاقیت، تفاوت‌های فردی شرکت‌کنندگان نظیر سبک‌های شناختی یا آستانه تحریک‌پذیری نوروفیزیولوژیکی، و همچنین مدت یا شدت مداخله باشد. به نظر می‌رسد اجرای مداخلات طولانی‌مدت‌تر یا ترکیب این روش با سایر رویکردها از جمله مراقبه، تحریک الکتریکی مغز یا آموزش خلاقیت بتواند نتایج متمایزتر و معنادارتری ایجاد کند. با وجود عدم تفاوت بین‌گروهی، یافته‌های درون‌گروهی نشان داد که مداخله ضرب‌آهنگ دوگوشی موجب بهبود معنادار حافظه کاری و سرعت پردازش در شرکت‌کنندگان گروه مربوطه شده است و این اثر تا مرحله پیگیری نیز پایدار باقی مانده است. با این حال، از آنجا که تاکنون پژوهش‌های اندکی به بررسی تأثیر هم‌زمان امواج آلفا، گاما و ترکیب آنها بر خلاقیت پرداخته‌اند، فقدان نتایج مشابه در مطالعات پیشین می‌تواند ناشی از نبودِ تعریف یکسان از خلاقیت، تنوع در فرایندهای شناختی مؤثر بر تفکر واگرا و همگرا، و ابهام در درک سازوکارهای عصبی زیربنایی تفکر خلاق باشد. بر اساس نتایج این مطالعه، می‌توان استدلال کرد که اگر ضرب‌آهنگ‌های دوگوشی از طریق همگام‌سازی عصبی بر عملکردهای شناختی اثرگذار باشند، این اثر به احتمال زیاد از طریق فرکانس ضربان اعمال می‌شود. به طور کلی، در حالی که ارتباطات عصبی کوتاه‌برد در مغز معمولاً با هم‌نوسانی در باند فرکانسی گاما (حدود ۴۰ هرتز) مرتبط است، ارتباطات بلندبرد بیشتر با قفل فاز نورونی در باندهای کندتر مانند آلفا ارتباط دارند. در راستای این دیدگاه، افزایش توان باند گاما می‌تواند به بهبود کنترل شناختی از بالا به پایین منجر شود (۲۹) و می‌توان گفت ضرب‌آهنگ‌های گاما با بینش ناگهانی، یکپارچه‌سازی شناختی و پردازش اطلاعات سطح بالا مرتبط‌اند؛ این در حالی است که فرکانس آلفا (۸ تا ۱۲ هرتز) با افزایش تمرکز درونی، آرام‌سازی ذهن و تسهیل ایده‌پردازی، از فرآیندهای تفکر واگرا پشتیبانی می‌کنند (۳۰). این یافته‌ها همسو با مطالعه Reedijk

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

و همکاران او است که در مطالعه خود، تفاوت معناداری در خلاقیت مشارکت‌کنندگان در زمان دریافت موج آلفا و گاما مشاهده نکردند و نتایج مطالع آنها نیز نشان داد دریافت هر دو موج میزان اثرگذاری بر تفکر واگرا مشابه است. این نتیجه حاکی از آن است که ضرب‌آهنگ‌های دوگوشی احتمالاً موجب فعال‌سازی یا تسهیل فرایندهای همگام‌سازی عصبی خاصی نمی‌شوند، بلکه به طور کلی از هم‌قفل‌شدن فاز عصبی حمایت می‌کنند. به بیان دیگر، این ضربان‌ها ممکن است نوعی ساختار زمانی بر فعالیت‌های عصبی تحمیل کنند و در نتیجه، نویز قشری را کاهش دهند. این کاهش نویز می‌تواند باعث شود فرایندهای خاصی که بر ارتباط و هماهنگی عصبی تکیه دارند، با قابلیت اطمینان بیشتری انجام شوند. در این صورت، فرکانسی که این ساختار زمانی در آن عمل می‌کند، احتمالاً اهمیت کمتری خواهد داشت (۲۱). همچنین نتایج مطالعه‌ای دیگر نشان داده است که تحریک شنوایی در فرکانس تتا (فرکانس ضربان ۶ هرتز بر روی فرکانس حامل ۲۵۰ هرتز در هر دو گوش)، ممکن است مزایای بالقوه‌ای برای سلامت روان، از جمله ارتقاء حالات خلقی مثبت و تقویت خلاقیت داشته باشد. نویسندگان این مطالعه ذکر می‌کنند می‌توان از ضرب‌آهنگ دوگوشی در زمینه‌های دانشگاهی یا آموزشی استفاده کرد (۳۱).

همچنین هم‌راستا با مطالعه حاضر مطالعه Rakhshan و همکاران نشان داد که تحریک ضرب آهنگ دوگوشی، به ویژه در فرکانس آلفا (۱۰ هرتز)، ممکن است به طور متفاوتی بر عملکرد شناختی تأثیر بگذارد. به نظر می‌رسد تحریک آلفا اثرات خستگی را کاهش داده و حافظه کاری و توجه بینایی_فضایی را افزایش می‌دهد، در حالی که به طور بالقوه عملکرد شنیداری_کلامی را مختل می‌کند - که نشان‌دهنده تغییر در تخصیص منابع شناختی به سمت پردازش بینایی_فضایی است (۲۵).

اگرچه نتایج امیدوارکننده‌ای در مورد اثرات ضرب‌آهنگ دوگوشی ثبت شده است، اما پژوهش‌های بیشتری برای درک کامل مکانیسم‌های عمل و پتانسیل این ابزار به طور گسترده در دسترس، رایگان و قابل دانلود برای تلفن‌های همراه و همچنین بررسی اثربخشی آن در جمعیت‌ها و زمینه‌های مختلف مورد نیاز است. در مجموع، ضرب‌آهنگ‌های دوگوشی روشی نویدبخش، غیرتهاجمی و قابل دسترس برای بهبود عملکردهای شناختی و خلاقیت به شمار می‌روند و به طور کلی، پژوهش حاضر نشان داد که تحریک مغزی به وسیله ضرب‌آهنگ دوگوشی می‌تواند به عنوان یک روش مداخله‌ای مکمل برای بهبود عملکردهای شناختی مرتبط با خلاقیت، به ویژه تفکر واگرا، مورد استفاده قرار گیرد. یافته‌ها تأیید می‌کنند که امواج آلفا با تسهیل تمرکز درونی، بازداری محرک‌های غیرمرتبط و حفظ حالت ذهنی آرام، و امواج گاما با فعال‌سازی فرآیندهای بینشی و انسجام شناختی، هر دو در خلق ایده‌های اصیل نقش دارند.

پژوهش حاضر با چندین محدودیت همراه بود که می‌تواند بر تعمیم‌پذیری یافته‌ها تأثیر بگذارد. نخست، نمونه مورد مطالعه تنها شامل دانشجویان ۲۵ تا ۴۰ ساله بود و این امر امکان تعمیم نتایج به سایر گروه‌های سنی یا جمعیت‌های غیردانشجویی را محدود می‌کند. همچنین، اتکا به روش نمونه‌گیری در دسترس بدون استفاده از گروه پلاسبو و عدم کنترل متغیرهای مزاحم می‌تواند بر اعتبار درونی پژوهش تأثیر بگذارد.

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی: از طراحی‌های طولی با پیگیری‌های چندماهه انجام شود و ویژگی‌های فردی همچون سبک شناختی، نمرات پایه خلاقیت یا سطح آگاهی در تحلیل‌ها وارد شود؛ همچنین افزودن ابزارهای تصویربرداری مانند fMRI یا fNIRS می‌تواند امکان بررسی دقیق‌تر تغییرات مغزی در طی فرایند خلاقیت را امکان‌پذیر سازد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان دادند که اگرچه مداخلات مبتنی بر ضرب‌آهنگ دوگوشی در باندهای آلفا، گاما و ترکیب آلفا_گاما منجر به تفاوت معنادار بین‌گروهی در شاخص‌های خلاقیت، حافظه کاری و سرعت پردازش نشد، اما بهبودهای معنادار درون‌گروهی در عملکردهای شناختی مشاهده شد. این نتایج حاکی از آن است که ضرب‌آهنگ‌های دوگوشی می‌توانند به طور بالقوه موجب بهینه‌سازی فرآیندهای شناختی از طریق کاهش نویز قشری و تقویت هم‌نوسازی عصبی شوند.

در سطح عصبی، می‌توان استنباط کرد که تأثیر این مداخله بیشتر از طریق هم‌قفل‌شدن فاز عصبی و هماهنگی زمانی فعالیت‌های نورونی صورت می‌گیرد تا وابسته به فرکانس خاصی باشد. هم‌سویی این یافته‌ها با مطالعات پیشین از جمله نتایج Reedijk و همکاران (۲۱) و Rakhshan و همکاران (۲۵) نشان می‌دهد که ضرب‌آهنگ‌های دوگوشی ممکن است به جای تحریک مستقیم شبکه‌های خاص مغزی، با ایجاد یک ساختار زمانی پایدار در فعالیت عصبی، به بهبود کارایی شبکه‌های پردازش اطلاعات و خلاقیت کمک کنند.

به طور کلی، پژوهش حاضر تأکید می‌کند که خلاقیت پدیده‌ای چندسطحی است که نه‌تنها از تعامل باندهای فرکانسی مختلف (نظیر آلفا و گاما)، بلکه از هم‌نوسازی میان شبکه‌های عصبی و عوامل شناختی و فردی تأثیر می‌پذیرد. از این رو، ضرب‌آهنگ دوگوشی می‌تواند به عنوان یک ابزار مکمل، غیرتهاجمی و کم‌هزینه برای ارتقای عملکردهای شناختی، به ویژه در زمینه‌های آموزشی و توان‌بخشی، به کار رود. با این حال، انجام مطالعات آتی با طراحی‌های طولی، نمونه‌های بزرگ‌تر،

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

و استفاده از روش‌های تصویربرداری عصبی مانند fMRI و fNIRS برای روشن‌تر ساختن سازوکارهای زیربنایی و بررسی پایداری اثرات، ضروری است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق در پژوهش

این پژوهش با رعایت اصول اخلاقی از جمله اخذ رضایت‌نامه آگاهانه کتبی از شرکت‌کنندگان، حفظ محرمانگی اطلاعات، ارائه توضیحات کافی درباره روند انجام پژوهش، و احترام به آزادی شرکت‌کنندگان برای انصراف از مطالعه، انجام شده است. این پژوهش بر اساس اصول بین‌المللی اخلاق در پژوهش و با تأیید کمیته اخلاق در پژوهش مؤسسه مطالعات علوم شناختی و دانشگاه تهران انجام شده است. کد اخلاق این پروژه عبارت است از IR.UT.IRCSS.REC.1402.045 شایان ذکر است که این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد در حوزه علوم شناختی با محوریت طراحی و خلاقیت می‌باشد.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در تمامی مراحل پژوهش، شامل طراحی اولیه، گردآوری و تحلیل داده‌ها و همچنین نگارش، بازبینی و ویرایش نهایی مقاله، نقش فعالی ایفا کرده‌اند.

حمایت مالی

این پژوهش از هیچ نهاد یا سازمانی حمایت مالی دریافت نکرده است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب سپاس و قدردانی خود را از همکاری صمیمانه تمامی شرکت‌کنندگان در این پژوهش اعلام می‌دارند.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافع در رابطه با این پژوهش وجود ندارد.

References

1. Kimura T, Mizumoto T, Torii Y, Ohno M, Higashino T, Yagi Y. Comparison of the effects of indoor and outdoor exercise on creativity: An analysis of EEG alpha power. *Frontiers in Psychology*. 2023;14:1161533.

2. Rawlings BS, Chetwynd-Talbot D, Husband E, Nuttall A, Quinn E, Taggart R, et al. Divergent thinking is linked with convergent thinking; Implications for models of creativity. *Thinking & Reasoning*. 2025;31(4):586-608.

3. Ovando-Tellez M, Benedek M, Kenett YN, Hills T, Bouanane S, Bernard M, et al. An investigation of the cognitive and neural correlates of semantic memory search related to creative ability. *Communications Biology*. 2022;5(1):604.

4. Liu C, Lin Y, Ye C, Yang J, He W. Alpha ERS-ERD pattern during divergent and convergent thinking depends on individual differences on metacontrol. *Journal of Intelligence*. 2023;11(4):74.

5. Li C, Wei L. The enhancement of creativity through foreign language learning: Do personality traits matter?. *Bilingualism: Language and Cognition*. 2025;28(2):510-521.

6. Pasarin-Lavin T, Garcia T, Rodriguez C, Nunez JC, Arreces D. Divergent thinking and executive functions in children: A developmental perspective based on intellectual capacity. *Thinking Skills and Creativity*. 2024;51:101466.

7. Benedek M, Fink A. Toward a neurocognitive framework of creative cognition: The role of memory, attention, and cognitive control. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 2019;27:116-122.

8. Benedek M, Jauk E, Sommer M, Arendasy M, Neubauer AC. Intelligence, creativity, and cognitive control: The common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence*. 2014;46:73-83.

9. De Dreu CKW, Nijstad BA, Baas M, Wolsink I, Roskes M. Working memory benefits creative insight, musical improvisation, and original ideation through maintained task-focused attention. *Personality and Social Psychology Bulletin*.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

2012;38(5):656-669.

10. Pasarin-Lavin T, Abín A, García T, Rodriguez C. Relationship between executive functions and creativity in children and adolescents: A systematic review. *Children*. 2023;10(6):1002.

11. Khalil R, Godde B, Karim AA. The link between creativity, cognition, and creative drives and underlying neural mechanisms. *Frontiers in Neural Circuits*. 2019;13:18.

12. Hao X, Geng F, Wang T, Hu Y, Huang K. Relations of creativity to the interplay between high-order cognitive functions: Behavioral and neural evidence. *Neuroscience*. 2021;473:90-101.

13. Ceaușu F. Brain and creativity. *Review of Artistic Education*. 2024(28):285-297.

14. Jung RE, Vartanian O. The Cambridge handbook of the neuroscience of creativity. New York:Cambridge University Press;2018.

15. Jaarsveld S, Fink A, Rinner M, Schwab D, Benedek M, Lachmann T. Intelligence in creative processes: *An EEG study. Intelligence*. 2015;49:171-178.

16. Candusso A. Electroencephalogram: The definition of the assessment methodology for verbal responses and the analysis of brain waves in an Idea creativity experiment [Master Thesis]. Turin, Italy:Polytechnic University of Turin;2019.

17. Chhade F, Tabbal J, Paban V, Auffret M, Hassan M, Verin M. Predicting creative behavior using resting-state electroencephalography. *Communications Biology*. 2024;7:790.

18. Cidral-Filho FJ, Porter P, Donatello NN. An integrative review of brainwave entrainment benefits for human health. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2024;50(1):3-9.

19. Ingendoh RM, Posny ES, Heine A. Binaural beats to entrain the brain? A systematic review of the effects of binaural beat stimulation on brain oscillatory activity, and the implications for psychological research and intervention. *Plos One*. 2023;18(5):e0286023.

20. Jiao D. Advancing personalized digital therapeutics: Integrating music therapy, brainwave entrainment methods, and AI-driven biofeedback. *Frontiers in Digital Health*. 2025;7:1552396.

21. Reedijk SA, Bolders A, Hommel B. The impact of binaural beats on creativity. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2013;7:786.

22. Mazza A, Dal Monte O, Schintu S, Colombo S, Michielli N, Sarasso P, et al. Beyond alpha-band: The neural correlate of creative thinking. *Neuropsychologia*. 2023;179:108446.

23. Aziz R, Maimun A, Hamid A, Masturin M, Efiyanti AY. An exploration of students' creativity through a mixed-methods study in the classroom. *Journal of Education and Learning*. 2025;19(2):650-657.

24. Shakya R, Suffczynski P, Shrestha S, Dangol S, Poudyal P, Mansur DI. 40 Hz binaural beats entrainment enhances the mood and cognition of medical students. *International Journal of Neuroscience*. 2026;136(1):24-36.

25. Rakhshan V, Hassani-Abharian P, Joghataei M, Nasehi M, Khosrowabadi R. Effects of the Alpha, Beta, and Gamma binaural beat brain stimulation and short-term training on simultaneously assessed visuospatial and verbal working memories, signal detection measures, response times, and intrasubject response time variabilities: A within-subject randomized placebo-controlled clinical trial. *BioMed Research International*. 2022;2022:8588272.

26. Chari MA, Salimi S, Alisofi A. The effectiveness of cognitive-emotional-social working memory intervention training on improving verbal creativity, academic self-efficacy, and cognitive self-awareness of students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. 2025;14(3):16-29. (Persian)

27. Arab-Moghaddam N, Asgari Mobarakeh K. Mental health and cognitive function across multiple sclerosis subtypes. *Avicenna Journal of Neuro Psycho Physiology*. 2025;2(1):1-9.

28. Zolfi V, Hosseininasab PD, Azmoudeh PD. The effectiveness of training in cognitive-metacognitive strategies upon the cognitive load and working memory of elementary school students with specific learning difficulties in reading. *Journal of Education*. 2022;38(3):37-50. (Persian)

29. Coates JM, Gullo MJ, Feeney GFX, Young RM, Dingle

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

GA, Clark PJ, et al. Craving mediates the effect of impulsivity on lapse-risk during alcohol use disorder treatment. *Addictive Behaviors*. 2020;105:106286.

30. Rominger C, Papousek I, Perchtold CM, Benedek M, Weiss EM, Schwerdtfeger A, et al. Creativity is associated with a characteristic U-shaped function of alpha power changes accompanied by an early increase in functional coupling. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 2019;19(4):1012-1021.

31. Mendes L, Leonido L, Pereira A, Morgado EG. Effects of theta-binaural beats auditory stimulation on creativity, psychological well-being and mood states of university students: Pilot study. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*. 2025;8(2):239-248.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License