

## اثربخشی هماهنگ‌سازی امواج مغزی به وسیله اصوات بین آئورال بر کاهش اضطراب

احمد علی پور<sup>1</sup>؛ محمد اورکی<sup>1</sup>؛ مهدی یزدیان‌ثابت<sup>1\*</sup>

### چکیده

زمینه: اضطراب یک پدیده بنیادی است که مخرج مشترک نشانگان اختلال‌های روانی را تشکیل می‌دهد. هدف پژوهش حاضر بررسی اثربخشی هماهنگ‌سازی امواج مغزی به وسیله اصوات بین آئورال در کاهش اضطراب بود. روش‌ها: در مطالعه تجربی دوسوکور، 30 نفر از کارکنان یک شرکت تحقیقاتی مهندسی به وسیله نمونه‌گیری و جایگزینی تصادفی، به دو گروه کنترل و آزمایشی تقسیم شدند. کلیه آزمودنی‌ها پرسشنامه اضطراب اسپیلبرگر را تکمیل نمودند. سپس گروه آزمایشی به مدت 4 هفته و هر هفته سه جلسه به اصوات بین آئورال که در یک زمینه موسیقی بدون کلام ضبط گردیده بود گوش دادند. مدت زمان هر جلسه حدود 20 دقیقه بود. گروه کنترل طی همین مدت به موسیقی زمینه فاقد اصوات هماهنگ‌کننده گوش دادند. در پایان، هر دو گروه پرسشنامه اضطراب را تکمیل نمودند و نمرات اضطراب دو گروه قبل و بعد از مداخله به وسیله آزمون کوواریانس مقایسه گردید.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان می‌دهد هماهنگ‌سازی امواج مغزی به وسیله اصوات بین آئورال، منجر به کاهش معنادار حالت (P<0/001) و رگه (P<0/018) اضطراب می‌شود.

نتیجه‌گیری: هماهنگ‌سازی امواج مغزی به وسیله اصوات بین آئورال، در کاهش حالت و رگه اضطراب مؤثر بوده و می‌تواند در مراکز درمانی به منظور کاهش اضطراب بیماران استفاده شود.

کلیدواژه‌ها: اضطراب، هماهنگ‌سازی امواج مغزی، اصوات بین آئورال

«دریافت: 1392/7/6 پذیرش: 1392/11/29»

1. گروه روانشناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه پیام نور مرکز تهران جنوب

\*عهده‌دار مکاتبات: تهران، خیابان انقلاب، خیابان استاد نجات‌اللهی، دانشگاه پیام نور، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، تلفن: 09121854453

Email: mysabet@email.com

★ این مقاله متج از پایان‌نامه دانشجویی آقای مهدی یزدیان‌ثابت جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته روانشناسی از دانشگاه پیام نور مرکز تهران جنوب می‌باشد.

### مقدمه

ایمنی بدن، افزایش میزان کلسترول سرم خون، افزایش احتمال بروز بیماری‌های قلبی و عروقی، افزایش فشارخون، سردردهای میگرنی و تنشی، اختلال‌های گوارشی و بسیاری از بیماری‌های روان تنی است (1).

استفاده از اصوات یا موسیقی جهت کاهش اضطراب و یا ایجاد حالت‌های شادی و آرامش از دیرباز مورد توجه انسان‌ها بوده است. نواختن طبل یا سایر ادوات موسیقی در اغلب فرهنگ‌های سرتاسر جهان به چشم می‌خورد. آنچه که در شیوه درمانی این درمانگران جدا از اثربخش بودن یا

اضطراب علاوه بر این که خود یک حالت ناراحت‌کننده و آزاردهنده است، مخرج مشترک بسیاری از اختلال‌های جسمی و روانی است. در واقع می‌توان گفت در اغلب بیماری‌ها و اختلال‌های جسمی و روانی، اضطراب به‌عنوان یک عامل ناراحت‌کننده کلیدی حضور دارد. اضطراب در فرد به‌صورت مزمن و طولانی، می‌تواند موجب تغییرات فیزیولوژیکی مخرب عمده‌ای در بدن گردد. این تأثیرات مخرب شامل تضعیف سیستم

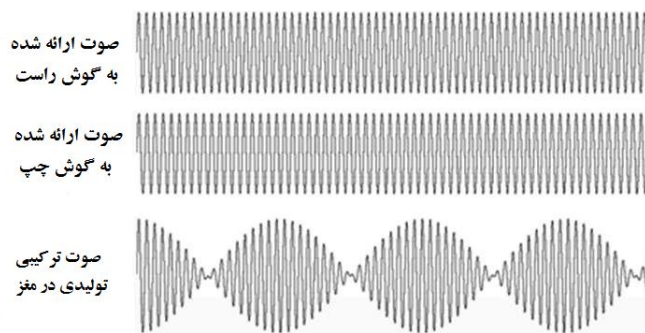
امواج تتا با آرمیدگی حسی/حرکتی و امواج آلفا با حالت ذهنی توأم با هیجان‌ات مثبت و خوشایند مرتبط است (5). تکنیک‌های متعددی جهت تغییر سطح فعالیت مغز گسترش یافته که از جمله می‌توان به آرام‌سازی، بیوفیدبک و نوروفیدبک اشاره نمود. یکی از تکنیک‌های تغییر سطح فعالیت امواج مغزی، هماهنگ‌سازی یا همگام‌سازی امواج مغزی است. هماهنگ‌سازی امواج مغزی (BrainWave Entrainment) به کلیه تکنیک‌ها و روش‌هایی اشاره دارد که از طریق ایجاد محرک‌های حسی ریتمیک، فرکانس امواج مغزی خاصی در مغز فرد ایجاد می‌کند. مهم‌ترین محرک‌های حسی مورد استفاده در هماهنگ‌سازی امواج مغزی، محرک‌های شنیداری و دیداری می‌باشند که از طریق ارابه یک محرک ریتمیک نوری و یا صوتی با فرکانس تحریکی مورد نظر، فرکانس تحریک متناظر در مغز القا می‌شود (3).

اصوات بین آنورال (Binaural Beat) یکی از تکنیک‌های هماهنگ‌سازی شنیداری امواج مغزی است. در این روش دو صوت سینوسی به صورت مجزا به دو گوش ارابه می‌شود به گونه‌ای که فرکانس صدای شنیده شده توسط هر گوش اندکی متفاوت با گوش دیگر است و این تفاوت برابر میزان فرکانس تحریکی مورد نظر است (6). بدین منظور لازم است این نوع اصوات به صورت استریو و توسط هدفون گوش داده شود (3). در تصویر 1، شماتیک این نوع تحریک شنیداری نشان داده شده است.

نبودن حایز اهمیت است، کشف تأثیر ریتم طبل‌ها در تغییر سطح فعالیت مغز است (2). به طور کلی امواج مغزی در یک سیکل مشخص در طی شبانه‌روز تغییر می‌کنند و تحت کنترل مکانیزم خواب و بیداری هستند. بدین معنی که در طی روز معمولاً فعالیت مغزی افراد در سطح بتا و در طی خواب شبانه در سطح تتا و دلتا می‌باشد.

هریک از این امواج مغزی با یکی از سطوح هشیاری از قبیل حالات بیداری، خواب یا آرمیدگی مرتبط است. ایجاد امواج تتا از همه بیشتر با سطح آرمیدگی و استراحت مرتبط است. مطالعات نشان می‌دهد که ضرباهنگ اغلب طبل‌های مراسم شمن‌ها و درمانگران با این سطح هماهنگ است (2).

پژوهش‌های زیادی بر روی ارتباط امواج مغزی و حالت‌های آرمیدگی و اضطراب انجام شده است. این تحقیقات نشان داده فرکانس‌های مغزی تتا در محدوده 4-8 هرتز با حالت‌های خلسه، آلفا در محدوده 8-15 هرتز و بتای پایین در محدوده 15-20 هرتز با حالت ذهنی آرمیدگی و فرکانس‌های بتای بالا در محدوده 20-40 هرتز با اضطراب و تحریک‌پذیری در ارتباط است (3). همچنین پژوهش‌ها نشان می‌دهد حالت ذهنی آرمیدگی همراه با یک خلسه لذت‌بخش که در آن فرد فاقد اضطراب است، اغلب در همزمانی حضور امواج تتا و آلفا در مغز رخ می‌دهد که به این سطح فعالیت امواج مغزی آلفا/تتا گفته می‌شود و از اصلی‌ترین پروتکل‌های درمانی در درمان اختلال‌های اضطرابی و اعتیاد است (4).



تصویر 1- شماتیک چگونگی تولید اصوات بین آنورال

مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد استفاده از اصوات بین آئورال بر کاهش حالت-رگه اضطراب متوسط مؤثر است اما تأثیر معناداری بین اصوات بین آئورال با فرکانس‌های مختلف در کاهش اضطراب مشاهده نشد (11). پادمانابان نشان داد اصوات بین آئورال بر کاهش اضطراب پیش از عمل جراحی تأثیر معناداری دارد (12).

هلین واهبه در یک مطالعه کنترل‌نشده به بررسی تأثیرات روانشناختی، زیست‌شناختی و عصب‌روانشناختی اصوات بین آئورال پرداخت. این تحقیقات نشان داد اصوات بین آئورال با فرکانس 4 هرتز که در محدود امواج مغزی تنا قرار دارد، تأثیر معناداری در کاهش حالت-رگه اضطراب، افزایش کیفیت زندگی، کاهش هورمون فاکتور رشد شبه انسولینی نوع 1 و کاهش دوپامین دارد (13).

از آنجایی که اغلب پژوهش‌ها در حوزه هماهنگ‌سازی امواج مغزی، به بررسی تأثیرات انواع ابزارهای هماهنگ‌سازی بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و امواج مغزی پرداخته و در حوزه تأثیرات روانشناختی عموماً معطوف به شاخص‌های شناختی مانند توجه، حافظه و یادگیری بوده است و معدود تحقیقات صورت‌گرفته در حوزه درمان و به‌خصوص درمان اضطراب، به‌صورت کنترل‌نشده و بر روی گروه‌های کوچک اجرا گردیده و در کشور نیز چندان مورد توجه قرار نگرفته است، به‌نظر می‌رسد انجام این پژوهش و نتایج مرتبط با آن بتواند تأثیر به‌سزایی در توسعه تکنیک‌های غیردارویی کنترل اضطراب داشته باشد.

### مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع آزمایشی دوسوکور با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون دارای گروه کنترل بود.

جامعه آماری پژوهش شامل کلیه کارکنان یک شرکت تحقیقاتی-مهندسی است که در نیمه دوم سال 1391 مشغول به کار بودند.

اوستر برای اولین بار به بررسی آزمایشگاهی تأثیر اصوات بین آئورال بر فعالیت مغز پرداخت و مشاهده کرد که این تکنیک ابزار قدرتمندی در تحقیقات عصب‌شناختی و شناختی می‌باشد (6). در تحقیقات آزمایشگاهی مشخص شده که تأثیر اصوات بین آئورال بر روی هسته زیتونی شکل فوقانی که قسمتی از ساقه مغز می‌باشد، شروع می‌شود. این قسمت از مغز در فرآیند ادراک سه‌بعدی صوت و اصوات با منبع متحرک نقش دارد. اصوات بین آئورال با تأثیر بر این قسمت موجب تغییر در ریتم فعالیت مغزی و در نتیجه ادراک فرد می‌شود. بدین ترتیب می‌توان با طراحی مناسب فرکانس تحریکی اصوات، حالات مختلفی از فعالیت مغزی را تحریک کرد (7). پژوهش‌ها نشان می‌دهد هماهنگ‌سازی شنیداری امواج مغزی، فعالیت قشر پیشانی مغز را بیش از سایر نواحی مغز تحت تأثیر قرار می‌دهد (8).

کاسپرازاک در یک مطالعه تأثیر اصوات بین آئورال را بر امواج مغزی بررسی نمود و نشان داد اصوات بین آئورال در محدوده تتا، آلفا و بتا تأثیر معناداری بر افزایش فعالیت مغزی دارند ولی این تأثیر در محدوده دلتا معنادار نیست و از این جهت می‌توان انتظار داشت هماهنگ‌سازی امواج مغزی به‌وسیله اصوات بین آئورال، تنها بر عملکردهای روانشناختی مرتبط با این سطوح فعالیت مغزی اثرگذار باشد (9).

اوسبارد در یک مطالعه دوسوکور شبه‌آزمایشی بر روی کارکنان یک مرکز ترک اعتیاد، به‌منظور بررسی تأثیر اصوات بین آئورال بر روی کاهش اضطراب و فرسودگی شغلی، نشان داد اصوات بین آئورال در فرکانس‌های آلفا و بتا، هر دو تأثیر معناداری بر کاهش حالت-رگه اضطراب دارند ولی تفاوت معناداری بین فرکانس‌های آلفا و بتا مشاهده نشد. همچنین این تحقیق نشان داد اصوات بین آئورال تأثیر معناداری بر کاهش فرسودگی شغلی دارند (10).

لسکوارنک و همکاران در یک تحقیق نیمه‌آزمایشی، تأثیر اصوات بین آئورال را بر کاهش حالت-رگه اضطراب

به صورت خطی به 4 هرتز امواج تنا کاهش می‌یافت. زمان تداوم این مرحله نیز 17 دقیقه بود.

مرحله میانی به صورت پلاتو (Plateau) در محدوده امواج تنا و شامل فرکانس پایه 180 هرتز و فرکانس تحریکی بین آنورال 4 هرتز در محدوده امواج تنا با زمان تداوم 17 دقیقه بود.

مرحله پایانی از محدوده امواج تنا با فرکانس 4 هرتز، جایی که مرحله میانی به پایان می‌رسید آغاز و به صورت خطی به فرکانس 15 هرتز در محدوده امواج آلفا ختم می‌شد. فرکانس پایه شروع این مرحله 180 هرتز بود که به صورت خطی به 200 هرتز افزایش می‌یافت. تعداد جلسات در این پروتکل حداقل سه جلسه در هفته و به مدت زمان چهار هفته بود.

برای اجرای پژوهش، در ابتدا کلیه کارکنان شرکت پرسشنامه حالت- رگه اضطراب اسپیلبرگر را تکمیل نمودند و از بین کارکنانی که نمره حالت اضطراب آنها یک انحراف استاندارد یا بیشتر، بالاتر از میانگین بود 30 نفر با روش نمونه‌گیری تصادفی ساده به عنوان نمونه انتخاب شده و توسط جایگزینی تصادفی به دو گروه آزمایش و کنترل (15 نفر گروه اصوات بین آنورال و 15 نفر گروه کنترل) تقسیم شدند. به منظور اطمینان از اجرای پژوهش به صورت دوسوکور، در کلیه مراحل آزمایش، آزمودنی‌ها با شماره پرسنلی شناسایی شده و آزمون‌ها به صورت آنلاین اجرا شد. دستورالعمل‌ها و سی‌دی‌ها توسط نامه و از طریق واحد منابع انسانی شرکت ارسال و جمع‌آوری گردید و هیچ‌یک از آزمودنی و آزمایشگران امکان شناسایی افراد گروه‌های کنترل و آزمایشی را نداشتند. جهت اعمال کنترل بیشتر، سی‌دی موسیقی و دستورالعمل برای تمامی کارکنان شرکت ارسال گردید تا آزمودنی‌ها از بقیه کارکنان شرکت مشخص نباشند ولی تنها نتایج نمونه پژوهش مورد بررسی قرار گرفت.

گروه آزمایشی به مدت 4 هفته و هر هفته به تعداد 3 جلسه 20 دقیقه‌ای به اصوات بین آنورال که در یک زمینه موسیقی بدون کلام ضبط گردیده بود گوش دادند. گروه

در این تحقیق ابزار مورد استفاده، پرسشنامه حالت- رگه hqxvfh اسپیلبرگر فرم Y (STAI-Y) بود. این پرسشنامه دارای 40 ماده است که 20 ماده نخست آن به ارزیابی حالت اضطراب و 20 ماده پایانی به ارزیابی رگه اضطراب اختصاص یافته است. حالت اضطراب توسط اسپیلبرگر به عنوان یک حالت هیجانی گذرا تعریف شده است و رگه اضطراب بر تفاوت‌های فردی نسبتاً با ثبات در آمادگی اضطراب اشاره دارد بدین معنا که بین مردم، تمایل به پاسخ به موقعیت‌های تهدیدکننده متفاوت است. پرسشنامه حالت- رگه اضطراب اسپیلبرگر ابزاری با اعتبار و روایی مطلوب است که در جمعیت‌های مختلف قابل استفاده است (14).

در پژوهش مه‌رام برای محاسبه اعتبار مقیاس حالت اضطراب از شیوه آلفای کرونباخ استفاده گردید که اعتبار به دست آمده برای این مقیاس 0/91 بود. جهت محاسبه اعتبار مقیاس رگه اضطراب نیز از شیوه آلفای کرونباخ استفاده گردید که اعتبار به دست آمده برای این مقیاس نیز 0/90 بود (14).

در این پژوهش، اصوات هماهنگ‌کننده امواج مغزی بین آنورال، توسط نرم‌افزار Gnaural ویرایش 1.0.20110606 با فرکانس پایه 180 هرتز و فرکانس تحریکی 4 هرتز در محدوده آلفا و تتای امواج مغزی تولید شد (15).

پروتکل مداخله برای گروه بین آنورال تحت عنوان پروتکل آلفا-تنا بود. هماهنگ‌سازی امواج مغزی در این پروتکل در سه مرحله انجام شد. مراحل هماهنگ‌سازی امواج مغزی در این پروتکل، شروع استاندارد با ادامه مسطح (Standard Onset Session With Plateau (SOSP) بود (3).

مرحله شروع از محدوده امواج آلفا، فرکانس 15 هرتز آغاز شد. فرکانس پایه شروع در این فاز، 200 هرتز و زمان تداوم فاز دو دقیقه بود که در این مدت زمان فرکانس پایه 200 هرتز به صورت خطی به 180 هرتز و فرکانس تحریکی بین آنورال 15 هرتز امواج آلفا

و  $47/40 \pm 3/43$  کاهش یافت (نمودار 1). در مقیاس رگه اضطراب، میانگین گروه بین آنورال و کنترل در مرحله پیش‌آزمون به ترتیب  $44/53 \pm 4/85$  و  $45/53 \pm 7/45$  بود. پس از دوره مداخله در مرحله پس‌آزمون، میانگین گروه بین آنورال و کنترل به ترتیب به  $39/40 \pm 3/09$  و  $44/80 \pm 5/75$  کاهش یافت (نمودار 2).

نتایج آزمون لون برای حالت و رگه اضطراب در مرحله پیش‌آزمون نشان داد دو گروه آزمایش و کنترل از نظر واریانس، تفاوت معناداری ندارند، بنابراین فرض برابری واریانس جهت انجام آزمون کوواریانس رعایت شده است.

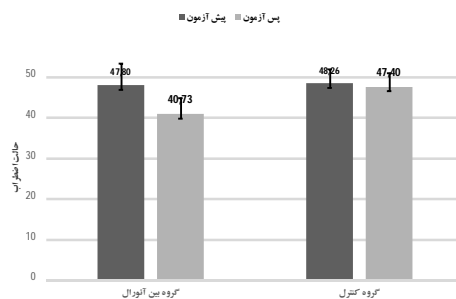
در ارتباط با اثر اصوات بین آنورال بر کاهش حالت اضطراب، پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون، اثر معنادار عامل بین آزمودنی‌های ( $\text{partial } \eta^2 = 0/321$ )،  $P < 0/001$ ،  $F = 13/208$  (جدول 1) وجود داشت.

کنترل نیز طی همین مدت و با همین برنامه به موسیقی زمینه فاقد هر گونه اصوات هماهنگ‌کننده گوش دادند. پس از اتمام دوره آزمایش، مجدداً کلیه آزمودنی‌ها پرسشنامه حالت-رگه اضطراب را تکمیل کردند. سپس نتایج تحقیق توسط آزمون کوواریانس توسط نرم‌افزار SPSS 16 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

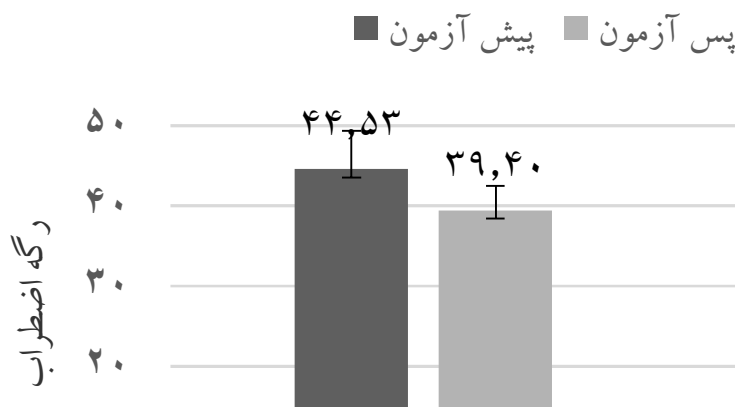
### یافته‌ها

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نمونه از نظر سن، دست برتری و جنسیت مورد بررسی قرار گرفت. متوسط سن در گروه کنترل و بین آنورال به ترتیب  $26/7$  و  $26/5$  سال، فراوانی راست‌دستی به ترتیب  $86/7$  و  $93/3$  درصد و فراوانی جنسیت مذکر به ترتیب  $86/7$  و  $80$  درصد بود.

مقیاس حالت اضطراب گروه بین آنورال و کنترل در مرحله پیش‌آزمون به ترتیب  $47/80 \pm 5/42$  و  $48/26 \pm 3/57$  بود. پس از دوره مداخله این میزان به ترتیب به  $40/73 \pm 4$



نمودار 1- میانگین و انحراف معیار شاخص حالت اضطراب در گروه‌ها



نمودار 2- میانگین و انحراف معیار شاخص رگه اضطراب در گروه‌ها

جدول 1 - نتایج تحلیل کوواریانس برای شاخص حالت اضطراب

منبع تغییرات	میانگین مجذورات	ضریب F	Pvalue	اندازه اثر
بین گروهی (کنترل و بین آنورال)	190/817	11/096	0/002	0/284
درون گروهی بین آنورال	236/017	13/208	0/001	0/321

جدول 2 - نتایج تحلیل کوواریانس برای شاخص رگه اضطراب

منبع تغییرات	میانگین مجذورات	ضریب F	Pvalue	اندازه اثر
بین گروهی (کنترل و بین آنورال)	153/600	6/568	0/016	0/190
درون گروهی بین آنورال	129/067	6/240	0/018	0/109

تحقیقات لسکوارنک (11) و واهبه (13) انتخاب گردیده است، این دو تحقیق بیشترین حمایت را از نتایج پژوهش حاضر فراهم می کنند. البته با این تفاوت که هر دو تحقیق مذکور فاقد گروه کنترل بوده اند و از این نظر پژوهش حاضر، نتایج قابل اعتمادتری را فراهم می کند.

اوسبارد (10) اثربخشی هماهنگ سازی به وسیله اصوات بین آنورال در محدوده آلفا و بتا را تنها بر حالت اضطراب بررسی نموده و هیچ داده ای در رابطه با رگه اضطراب ارائه نداده است و تحقیق مذکور نیز فاقد گروه کنترل بوده است.

فرکانس هماهنگ سازی اصوات بین آنورال در تحقیق پادمانابان (12) در محدوده امواج دلتا ذکر شده است و نتایج آن نشان داد اصوات بین آنورال در این محدوده تنها بر کاهش حالت اضطراب مؤثر بوده و تأثیر معناداری بر رگه اضطراب نداشته است. ابزار پژوهش مورد استفاده در تحقیق مذکور سی دی های تجاری بوده و محقق کنترلی بر پروتکل مورد استفاده در تحقیق نداشته است. لذا ابزار مورد استفاده در تحقیق از اعتبار مناسبی برخوردار نبوده و تعمیم نتایج آن بایستی با احتیاط انجام شود. این نکته با نتایج تحقیقات کاسپرازاک که نشان می دهد اصوات بین آنورال در محدوده دلتا تأثیر معناداری بر امواج مغزی ندارند، روشن تر می شود (9).

به نظر می رسد پروتکل آلفا/تای انتخابی در این پژوهش به منظور کاهش اضطراب، نتایج قابل اعتمادتری

با توجه به اینکه سطح معناداری مربوط به گروهها کم تر از 0/05 است نشان دهنده معناداری تأثیر اصوات بین آنورال بر حالت اضطراب در گروهها می باشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت اصوات بین آنورال تأثیر معناداری بر کاهش حالت اضطراب دارد.

در ارتباط با اثر اصوات بین آنورال بر کاهش رگه اضطراب، پس از تعدیل نمرات پیش آزمون، اثر معنادار عامل بین آزمودنی های (F=6/240) گروه وجود داشت (جدول 2).  $\text{partial } \eta^2 = 0/109$ ,  $P < 0/018$

با توجه به این که سطح معناداری مربوط به گروهها کم تر از 0/05 است، نشان دهنده معناداری اصوات بین آنورال بر رگه اضطراب در گروهها می باشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت اصوات بین آنورال تأثیر معناداری بر کاهش رگه اضطراب دارد.

## بحث

نتایج این پژوهش نشان داد هماهنگ سازی امواج مغزی به وسیله اصوات بین آنورال تأثیر معناداری بر کاهش شاخص های رگه و حالت اضطراب در مقایسه با ارزیابی پایه در پیش آزمون و در مقایسه با گروه کنترل دارد.

یافته های این تحقیق با تحقیقات اوسبارد، پادمانابان، لسکوارنک و واهبه همسو می باشد (10-13). با توجه به این که فرکانس هماهنگ سازی امواج مغزی در پژوهش حاضر، مطابق فرکانس تحریکی مورد استفاده در

مغزی می‌تواند منجر به کاهش ذخایر آن در آمیگدال و در نتیجه کاهش رگه اضطراب در فرد گردد.

محدود بودن جامعه آماری به کارکنان یک شرکت تحقیقاتی مهندسی، تعمیم نتایج را به سایر افراد و جوامع با محدودیت مواجه ساخته است. عدم امکان کنترل متغیرهای دیگری که احتمالاً در نتایج تأثیرگذار است نیز یکی از عوامل محدودکننده در تعمیم نتایج این تحقیق است. این متغیرها می‌تواند شامل تغییر در شرایط محیطی اثرگذار بر اضطراب مانند تغییرات حقوقی و جایگاهی پرسنل، تغییرات در محیط زندگی و یا زندگی خانوادگی و سایر عوامل تأثیرگذار باشد.

تکرار این تحقیق بر روی سایر نمونه‌ها با شرایط اجتماعی و اقتصادی و سایر خصوصیات طبقاتی می‌تواند به تکمیل نتایج این تحقیق کمک نماید.

### نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت هماهنگ‌سازی امواج مغزی به وسیله اصوات بین آئورال در کاهش حالت و رگه اضطراب مؤثر است و می‌تواند به عنوان یک روش مداخله غیرتهاجمی در کنترل و کاهش اضطراب مراجعین به کلینیک‌ها و مراکز درمانی، مورد استفاده روانشناسان، مشاورین و روانپزشکان قرار گیرد.

### تشکر و قدردانی

پژوهشگران مراتب تقدیر و تشکر خود را از مدیریت و پرسنل شرکت توربوتک که در اجرای این تحقیق همکاری صمیمانه‌ای داشتند، ابراز می‌نمایند.

در مقایسه با سایر پروتکل‌ها فراهم نموده است و تأثیر معناداری بر کاهش هر دو شاخص حالت و رگه اضطراب آزمودنی‌ها داشته است که پژوهش گروزلیز (4) نیز از این نتیجه‌گیری حمایت می‌کند.

مکانیزم این اثربخشی را می‌توان به اثرات آرام‌بخشی و ضد اضطرابی حامل‌های عصبی بتاندورفین و سروتونین و مهار اثرات اضطرابی دوپامین مرتبط دانست. جمر (16) نشان داد تحریک امواج مغزی در فرکانس‌های بتا و گاما منجر به افزایش دوپامین و فرکانس‌های آلفا و تتا منجر به افزایش سروتونین در مغز می‌گردد. واهبه (13) نیز نشان داد هماهنگ‌سازی امواج مغزی در فرکانس تتا منجر به کاهش حامل عصبی دوپامین در مغز می‌گردد. همچنین یافته‌های پژوهش پنیستون (17) نشان می‌دهد پروتکل آلفا/تتا منجر به افزایش حامل عصبی بتاندورفین در مغز می‌گردد و با در نظر گرفتن این نکته که حامل‌های عصبی بتاندورفین و سروتونین نقشی کلیدی در ایجاد حالت آرامش و کنترل اضطراب در فرد داشته و دوپامین به عنوان عامل کلیدی در اغلب اختلالات اضطرابی شناخته می‌شود، مکانیزم این اثر روشن می‌شود. از این رو کاهش حالت اضطراب به وسیله هماهنگ‌سازی امواج مغزی را می‌توان تحت تأثیر تغییرات میزان حامل‌های عصبی دانست.

کایناس (18) نشان داد آزادسازی دوپامین تحت استرس، منجر به ذخیره‌سازی این حامل عصبی در آمیگدال می‌گردد و افزایش ذخایر دوپامین در آمیگدال عامل ایجاد خوی اضطرابی در فرد می‌باشد. از این رو کاهش میزان دوپامین تحت تأثیر هماهنگ‌سازی امواج

### References

- Greenberg JS. Coping with stress: a practical guide. Dehghani M. (Persian translator). 1st ed. Tehran: Roshd Publication Company. 2008;71-87.
- Winkelman M. Shamanism as neurotheology and evolutionary psychology. American Behavioral Scientist. 2002;45(12):1873-85.
- Siever D. The rediscovery of audio-visual entrainment technology. 6th ed. Alberta CA: Comptronic Devices Limited. 2002;3-6.
- Gruzelier J. A theory of alpha/theta neurofeedback, creative performance enhancement, long distance functional connectivity and psychological integration. Cogn Process. 2009;10(1):101-9.

5. Aftanas L, Golocheikine SA. Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: high resolution EEG investigation of meditation. *Neurosci Lett*. 2001;310(1):57-60.
6. Siever D. Audio-visual entrainment: history, physiology, and clinical studies. In: Evans JR, Othmer SF, Maldonado MC, Joffe D, Othmer S, Tinius T, et al. *Handbook of neurofeedback: dynamics and clinical applications*. 1st ed. New York: The Haworth Medical Press. 2007;155-83.
7. Spitzer MW, Semple MN. Transformation of binaural response properties in the ascending auditory pathway, influence of time-varying interaural phase disparity. *J Neurophysiol*. 1998;80(6):3062-76.
8. Zhuang T, Zhao H, Tang Z. A study of brainwave entrainment based on EEG brain dynamics. *Computer and Information Science*. 2009;2(2):80-6.
9. Kasprzak C. Influence of binaural beats on EEG signal. *Acta Physica Polonica A*. 2011;119:986-90.
10. Ossebaard HC. Stress reduction by technology? An experimental study into the effects of brainmachines on burnout and state anxiety. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2000;25(2):93-101.
11. Le Scouarnec RP, Poirier RM, Owens JE, Gauthier J, Taylor AG, Foresman PA. Use of binaural beat tapes for treatment of anxiety, a pilot study of tape preference and outcomes. *Altern Ther Health Med*. 2001;7(1):58-63.
12. Padmanabhan R, Hildreth AJ, Laws D. A prospective randomized controlled study examining binaural beat audio and pre-operative anxiety in patients undergoing general anaesthesia for day case surgery. *Anaesthesia*. 2005;60(9):874-7.
13. 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.
14. Fathi Ashtiani A. [Psychological tests: personality and mental health (Persian)]. 1st ed. Tehran: Besat Publication. 2009;337-42.
15. Bret L. Gnaural: An open source binaural beats generator [Cited 2013 Aug 3]. Available at: URL: <http://gnaural.sourceforge.net>.
16. Jemmer P. Getting in a brainwave state through entrainment, meditation and hypnosis. *Hypnotherapy Journal*. 2009;2:24-9.
17. Peniston EG, Kulkosky PJ. Alpha-theta brainwave training and beta endorphin levels in alcoholics. *Alcohol Clin Exp Res*. 1989;13(2):271-9.
18. Kienast T, Hariri AR, Schlagenhaut F, Wrase J, Sterzer P, Buchholz HG, et al. Dopamine in amygdala gates limbic processing of aversive stimuli in humans. *Nat Neurosci*. 2008;11(12):1381-2.