

## تغییرات امواج آلفا و بتا در مواجهه با ترازهای مختلف صدا

مجتبی ذکائی<sup>۱</sup>، فاروق محمدیان\*<sup>۲</sup>، محمدجواد جعفری<sup>۳</sup>، ابوالفضل تکلوییغش<sup>۴</sup>

### چکیده

**مقدمه:** صدا از مهم‌ترین استرسورهای محیطی می‌باشد که ضمن شیوع مواجهه در محیط کاری و محیط زندگی دارای اثرات متنوع می‌باشد. مواجهه با صدا در ترازهای مختلف پیامدهای مثبت یا منفی می‌تواند ایجاد نماید. در مطالعه حاضر تغییرات امواج مغزی در مواجهه با ترازهای مختلف صدا مورد بررسی قرار گرفت.

**روش بررسی:** در این مطالعه تجربی ۷۲ داوطلب دانشجوی، پس از رعایت معیارهای ورود و خروج و آموزش‌های کافی در خصوص رویه اجرایی در این مطالعه شرکت کردند. قبل از شروع آزمون، پرسشنامه‌ها تکمیل و شنوایی‌سنجی برای شرکت‌کنندگان انجام شد. شرکت‌کنندگان به مدت نیم ساعت تحت مواجهه با هریک از تراز فشار صوت تعیین‌شده (چهار سطح) قرار گرفتند و نیم ساعت پس از آن نیز استراحت کردند. در طول مواجهه با صدا، امواج مغزی داوطلبین ثبت و توسط نرم‌افزار مطلب آنالیز شد.

**نتایج:** توان مطلق موج آلفا در ۱۴ کانال مغزی، هنگام مواجهه با دو تراز ۹۵ و ۸۵ دسی‌بل افزایش یافت. در هیچ‌کدام از کانال‌های ثبت سیگنال، امواج مغزی در مواجهه با تراز صدای ۷۵ دسی‌بل نسبت به حالت زمینه تغییر معناداری را نشان نمی‌دهد ( $P > 0.05$ ). در مواجهه با تراز ۹۵ دسی‌بل، افزایش موج بتا تقریباً در تمام نواحی مغزی (۱۵ کانال) از لحاظ آماری فراوان و معنادار می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج این مطالعه تاکید می‌کند مواجهه با صدا باعث تغییر در فعالیت‌های نورونی در مغز شود، بنابراین می‌توان گفت امواج مغزی شاخص مناسبی برای تعیین اثرات مواجهه با صدا می‌باشد.

**واژگان کلیدی:** صدا، موج آلفا، موج بتا

<sup>۱</sup> استادیار دانشکده علوم پزشکی ساوه، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت دانشکده علوم پزشکی ساوه، ساوه، ایران

<sup>۲</sup> مرکز تحقیقات بهداشت محیط، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

<sup>۳</sup> گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

<sup>۴</sup> کارشناس ارشد علوم و مهندسی محیط زیست، اراک، مرکزی، ایران

\* (نویسنده مسئول): تلفن تماس: ۳۳۶۶۴۴۵-۰۸۷ داخلی ۸۵۴۱، پست الکترونیک: f.mohammadian1986@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۲

## مقدمه

امروزه مواجهه با صدا به یک نگرانی جدی برای بهداشت عمومی در سراسر جهان تبدیل شده است و پیامدهایی را برای سلامت جسمانی، رفاه و مرگومیر افراد به همراه دارد (۱). آلودگی صوتی در محیط‌های کاری و محیط‌زیست رو به افزایش بوده و سالانه تعداد بیشتری از افراد در مواجهه با این آلودگی قرار می‌گیرند (۲-۴). مطالعات متنوع و زیادی بر روی اثرات شنوایی ناشی از مواجهه با صدا انجام شده است. صدا ممکن است اثرات خود را به صورت مستقیم از طریق فعل و انفعالات سیناپسی یا به صورت غیرمستقیم از طریق عاطفی، شناختی و ادراک اعمال کند به عبارت دیگر مواجهه با سروصدا روی هموستاز اعصاب و غدد تأثیر می‌گذارد (۵). اثرات غیر شنوایی ناشی از مواجهه با صدا نیز شامل اختلالات خواب، اختلال در عملکرد دستگاه قلبی-عروقی (فشارخون)، استرس، بیماری‌های گوارشی، آلودگی ناشی از صدا، اختلالات شناختی، اختلالات ذهنی و فیزیولوژیکی باشد (۶-۸). در سال‌های اخیر نیز اثرات شناختی مواجهه با صدا مورد توجه محققین بوده است. زیرا علاوه بر اینکه می‌تواند باعث کاهش عملکرد و افزایش خطای انسانی شود پتانسیل بروز حوادث ناگوار در اثر کاهش عملکردهای شناختی نیز در پی دارد. در مطالعات اخیر اغلب از طریق تست‌های شناختی یا به صورت ذهنی اثرات شناختی ناشی از مواجهه با صدا مورد اندازه‌گیری و ارزیابی شده است (۹). روش‌های متنوعی برای اندازه‌گیری اثرات ناشی از مواجهه با صدا وجود دارد. تعیین اثر صدا بر هر یک از ارگان‌های بدن مورد توجه محققین بوده است. یکی از روش‌های ارزیابی اثرات صدا بر مغز، اندازه‌گیری امواج مغزی تحت مواجهه با صدا می‌باشد، از آنجاکه اثرات صدا بر امواج مغزی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. بنابراین در این مطالعه از اندازه‌گیری امواج مغزی در مواجهه با ترازهای مختلف صدا استفاده شد.

در بین روش‌های ارزیابی فیزیولوژیکی، EEG ابزاری مفید برای تشخیص استرس‌های محیطی و پیش‌بینی ریسک اثرات منفی ناشی از مواجهه با صدا می‌باشد (۱۰). شواهد مطالعه Gola و همکارانش (۱۱) نشان می‌دهد که تغییرات توان باند بتا بیانگر نوسانات توجه در افراد می‌باشد. همچنین Klimesch (۱۲) در یک مطالعه مروری نوسانات باند بتا و آلفا را انعکاس‌دهنده عملکرد شناختی انسان بیان می‌کند. مطالعات

جدید نشان می‌دهد فعالیت مغز انسان به طور قابل توجهی تحت تأثیر صدا قرار می‌گیرد (۱۳). از طرفی مطالعات محدودی اثرات الکتروفیزیولوژیکی مواجهه با صدا را بر فعالیت مغز ارزیابی کرده‌اند، بنابراین تأثیر صدا بر عملکرد مغز تا حد زیادی ناشناخته است (۱۴). در مطالعه Choi و Chun (۱۵)، از سیگنال‌های EEG به عنوان روشی جدید در بررسی عوامل استرسی محیط کار نام برده می‌شود. این روش برای غلبه بر محدودیت‌های موجود در روش‌های ارزیابی‌های روانی - فیزیولوژیکی توصیه می‌شود. Choi و Chun (۱۵)، بیان می‌کنند که تجزیه و تحلیل EEG یک سیستم اندازه‌گیری است که از ارزیابی‌های ذهنی از جمله پرسشنامه‌ها متمایز است. به دلیل اینکه ارزیابی‌های پرسشنامه‌ای نمی‌توانند میزان یا روند پاسخ‌های انسانی در مواجهه با استرس‌های مختلف را در طی یک دوره زمانی مشخص نشان دهند. اما تجزیه و تحلیل EEG برای اندازه‌گیری مداوم فعالیت مغز در طی یک دوره زمانی خاص به کار می‌رود و این امر به روشی مؤثر تبدیل می‌شود تا بتوان به روند فعالیت مغز انسان تحت مواجهه با استرس‌های مختلف از جمله صدا پرداخت.

## روش بررسی

در این مطالعه تجربی ۷۲ دانشجو با میانگین سنی ۲۶/۷۲ سال به طور داوطلبانه شرکت کردند. به منظور دستیابی به نتایج قابل اعتماد در این مطالعه، معیارهای ورود به مطالعه شامل شنوایی طبیعی، عدم سابقه اختلالات قلبی عروقی، عدم مصرف دارو، عدم مصرف الکل و کافئین ۱۲ ساعت قبل از انجام آزمایش (۱۶-۱۸)، عدم حساسیت بالا به صدا، شاخص توده بدنی (BMI) در محدوده ۱۸ تا ۲۸ در نظر گرفته شد (۱۹). همچنین کلیه افراد دارای یکی از اختلالات و بیماری‌های ذکر شده، و افرادی که به دلیل زمان بر بودن مطالعه مایل به ادامه همکاری نبودند از مطالعه خارج شدند. شرکت‌کنندگان فرم رضایت اخلاقی را تکمیل کردند. رعایت اصول اخلاقی در اجرای مطالعه مورد تأیید کمیته اخلاق علوم پزشکی شهید بهشتی قرار گرفت.

قبل از شروع آزمایش به شرکت‌کنندگان آموزش‌های لازم در خصوص شیوه انجام مطالعه داده شد. پرسشنامه‌های دموگرافیک، حساسیت به صدا و آزمون‌های ادیومتری نیز توسط شرکت‌کنندگان تکمیل شد. سپس از شرکت‌کنندگان

کانال حذف‌شده، دو کانال مجاور کانال حذف‌شده اینتریپوله شدند.

### مواجهه با صدا

در این مطالعه به منظور اثرات صدا بر امواج مغزی، از صدای محیط صنعتی ضبط‌شده و پخش در آزمایشگاه استفاده شد. به همین منظور صدای صنعتی مورد استفاده در این پژوهش صدای ضبط‌شده از یک کارخانه تولید لوازم خانگی می‌باشد که با استفاده از دستگاه پالس، صدای صنعتی مورد نظر در ارتفاع شنوایی کارگران ضبط گردیده است. در مرحله بعد صدای ضبط‌شده در آزمایشگاه با استفاده از نرم‌افزار Cool edit tool در کامپیوتر ویرایش شد. از ویژگی‌های این نرم‌افزار امکان ویرایش صدا از نظر تراز فشار صوت در فرکانس‌های مختلف می‌باشد و با پایش مداوم صدا در اتاق آکوستیک می‌توان تراز فشار صوت در فرکانس‌های مورد نظر را کنترل نمود. از دیگر ویژگی‌های این نرم‌افزار ایجاد طول مدت‌زمان مورد نیاز پخش صدا می‌باشد؛ که در این مطالعه به میزان ۳۰ دقیقه صدای مورد نظر ساخته شد.

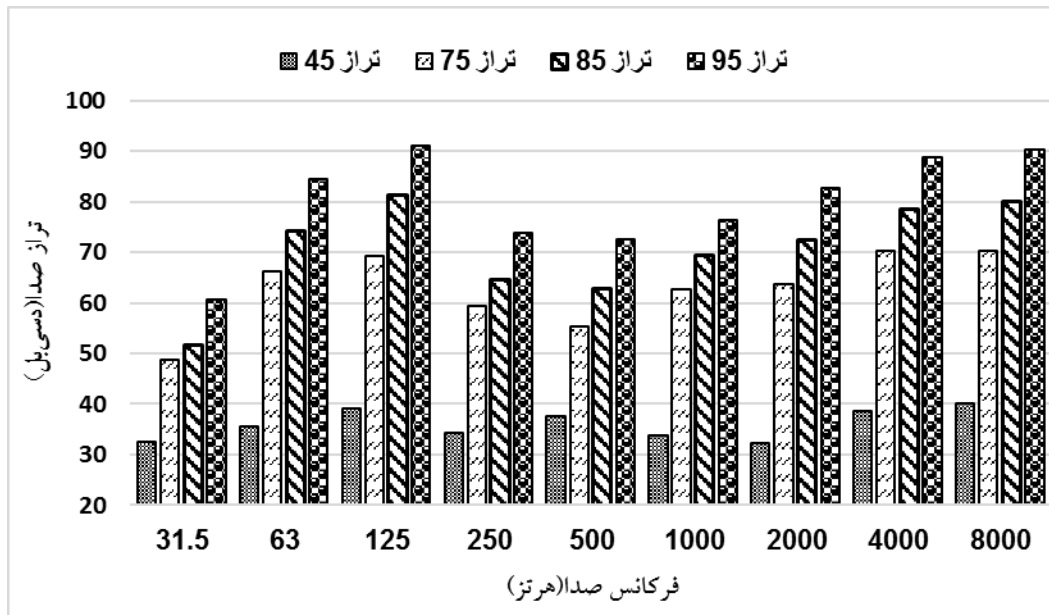
در طول مدت‌زمان مواجهه آزمودنی‌ها با صدا، تراز فشار صوت در محدوده‌ی شنوایی افراد، در داخل اتاق توسط دستگاه صداسنج کالیبره شده B&K مدل ۲۲۳۸ کنترل شد. دستگاه مورد استفاده در این مطالعه برای تطابق آنالیزهای فرکانسی مورد نظر و اندازه‌گیری تراز معادل، مورد استفاده قرار گرفت. لذا دستگاه مورد استفاده دارای قابلیت آنالیز فرکانسی و اندازه‌گیری تراز معادل می‌باشد. در شکل ۱ آنالیز فرکانسی ترازهای صدای صنعتی مورد استفاده در این مطالعه که شامل تراز ۴۵ (صدای زمینه)، ۸۵، ۷۵ و ۹۵ دسی‌بل آ بودند، انجام شده است.

خواسته شد تا آماده مونتاژ الکترودهای ثبت امواج مغزی شوند. شرکت‌کنندگان به مدت ۳۰ دقیقه با هر یک از چهار تراز (۴۵، ۷۵، ۸۵ و ۹۵ دسی‌بل A) تحت مواجهه با صدا قرار گرفتند و پس از مواجهه با هر تراز به مدت نیم ساعت به شرکت‌کنندگان استراحت داده شد. ثبت امواج مغزی در مدت مواجهه با صدا در هر تراز مواجهه نیز انجام شد.

### ثبت سیگنال‌های مغزی

این مطالعه ثبت سیگنال‌ها با دستگاه EEG پرتابل Ewave، ۱۶ کاناله استفاده شد. این دستگاه ثبت سیگنال دارای الکترودهای Ag/AgCl و کلاه آماده بود و با نرم‌افزار eProb داده‌های مربوط ثبت می‌گردید. فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز و فرکانس‌های بالاگذر و پایین‌گذر به ترتیب ۱ و ۴۰ هرتز در نظر گرفته شد. در این مطالعه با استفاده از استاندارد بین‌المللی ۱۰-۲۰، الکترودها در ناحیه پیشانی (Fp1، Fp2، F3، F4، F7، F8)، ناحیه گیجگاهی (T3 و T4)، ناحیه مرکزی (C3، C4، Cz)، ناحیه آهیانه (P3، P4 و Pz) و پس‌سری (O1 و O2) قرار گرفتند و استخوان ماستوئید به عنوان الکتروود زمینه و رفرنس جهت ثبت سیگنال انتخاب شدند.

داده‌های جمع‌آوری‌شده از مغز بسیار تحت تأثیر آرتیفکت‌ها می‌باشند. بنابراین پیش‌پردازش اولیه آرتیفکت از داده‌های EEG ضروری می‌باشد. در این مطالعه از EEGlab toolbox و متلب ۲۰۱۳ جهت پیش‌پردازش و بهینه‌سازی داده‌های EEG استفاده شد. پس از حذف شناسایی کانال‌های بد، به وسیله روش آنالیز مستقل مؤلفه‌ها مورد پیش‌پردازش قرار گرفت و از adjusted جهت شناسایی خودکار (اتوماتیک) آرتیفکت‌های آن‌ها استفاده شد. برای به دست آوردن داده‌های



شکل ۱: آنالیز فرکانس صدای پخش شده

تراز ۷۵ و ۸۵ دسی بل توان مطلق آلفا در ۱۴ کانال مغزی به جزء دو کانال CZ و O2 افزایش پیدا کرده است (مثبت بودن مقادیر t). در تراز ۷۵ دسی بل بیشترین افزایش توان مطلق آلفا در ناحیه مغزی C4 مشاهده شد ( $t = ۳/۴۲$ ) و از لحاظ آماری معنادار است ( $P = ۰/۰۲$ ). در تراز ۸۵ دسی بل نیز بیشترین میزان افزایش توان مطلق آلفا در ناحیه مغزی T3 مشاهده شد ( $t = ۲/۶۴$ ) و از لحاظ آماری معنادار است ( $P = ۰/۰۱$ ). در تراز ۹۵ دسی بل برخلاف دو تراز دیگر توان مطلق باند آلفا کاهش پیدا کرده است (منفی شدن مقادیر t) و این کاهش در هیچ کدام از کانال‌های مغزی از لحاظ آماری معنادار نیست ( $P > ۰/۰۵$ ). شکل ۲ نقشه برداری توپوگرافی موج آلفا در سطح سر را نشان می‌دهد. به طوری که میزان کاهش یا افزایش توان مطلق باند آلفا در ترازهای مختلف صدا نسبت به حالت زمینه (SPL 45) در نواحی مختلف مغزی نشان داده می‌شود.

به منظور پخش صدای صنعتی از دو بلندگو در دو سمت راست و چپ میزی که فرد در آن تست مورد نظر را انجام داد، قرار داده شد. بلندگوها از نوع Genius مدل HF-2020 استفاده شد. این بلندگوها دارای توان مؤثر ۶۰ وات بوده، نسبت سیگنال به نویز آن ۸۵ دسی بل و محدوده پاسخگویی فرکانسی آن‌ها بین ۵۰ تا ۲۰ کیلوهرتز هست.

### نتایج

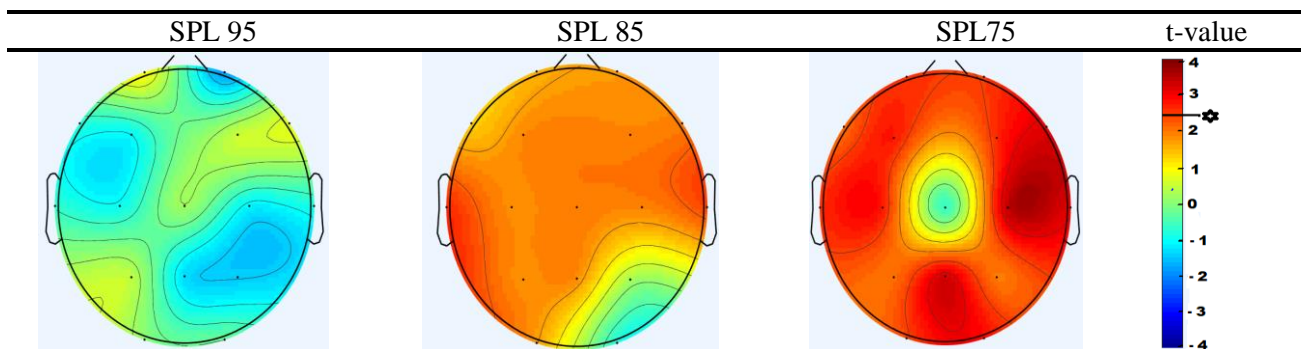
#### تغییرات توان مطلق باند آلفا حین مواجهه با ترازهای

#### مختلف صدا نسبت به حالت زمینه

در جدول ۱ آماره آزمون (t زوجی) و مقدار احتمال آزمون (P-value) تغییرات توان مطلق باند فرکانسی آلفا حین مواجهه با ترازهای مختلف صدا (۷۵، ۸۵ و ۹۵ دسی بل) نسبت به حالت زمینه (SPL 45) ارائه شده است. نتایج نشان داد که هنگام مواجهه با دو تراز ۷۵ و ۸۵ دسی بل، توان مطلق باند فرکانسی آلفا در بیشتر نواحی مغز افزایش پیدا کرده است. در

جدول ۱: ضرایب آماری مقایسه تغییرات توان مطلق آلفا در مواجهه با ترازهای مختلف صدا نسبت به حالت زمینه

SPL 95		SPL 85		SPL 75		حالت مواجهه
P-value	t-value	P-value	t-value	P-value	t-value	کانال
۰/۳۵۰۵	۰/۹۵۹۹	۰/۱۴۴۵	۱/۵۲۹۴	۰/۰۱۹۶	۲/۵۷۴۷	<b>Fp1</b>
۰/۰۸۶۴	-۱/۸۱۹۵	۰/۱۰۱۰	۱/۷۳۳۶	۰/۰۲۳۴	۲/۴۸۹۱	<b>Fp2</b>
۰/۳۱۸۵	-۱/۰۲۷۵	۰/۰۷۹۷	۱/۸۶۳۸	۰/۰۱۳۸	۲/۷۴۲۰	<b>F3</b>
۰/۶۲۴۰	۰/۴۹۹۱	۰/۰۷۳۷	۱/۹۰۵۳	۰/۰۱۷۸	۲/۶۲۳۵	<b>F4</b>
۰/۴۵۳۷	-۰/۷۶۶۷	۰/۲۰۹۸	۱/۳۰۳۴	۰/۰۵۳۰	۲/۰۷۹۲	<b>F7</b>
۰/۴۸۱۰	۰/۷۲۰۳	۰/۰۶۵۲	۱/۹۷۰۵	۰/۰۰۵۷	۳/۱۵۷۲	<b>F8</b>
۰/۵۱۸۳	-۰/۶۵۹۵	۰/۰۱۷۱	۲/۶۴۰۹	۰/۰۱۹۴	۲/۵۸۴۱	<b>T3</b>
۰/۴۱۱۳	-۰/۸۴۲۴	۰/۰۲۸۶	۲/۳۹۱۱	۰/۰۰۶۰	۳/۱۳۷۴	<b>T4</b>
۰/۳۵۵۱	-۰/۹۵۰۶	۰/۰۸۴۲	۱/۸۳۳۸	۰/۰۱۳۹	۲/۷۴۴۵	<b>C3</b>
۰/۲۷۳۶	-۱/۱۳۱۲	۰/۰۷۳۴	۱/۹۰۸۰	۰/۰۰۳۳	۳/۴۲۰۷	<b>C4</b>
۰/۶۸۴۸	۰/۴۱۲۸	۰/۰۸۹۲	۱/۸۰۲۱	۰/۰۵۳۹	۲/۰۷۱۱	<b>P3</b>
۰/۱۶۵۵	-۱/۴۴۹۰	۰/۸۰۱۷	۰/۲۵۵۰	۰/۰۶۲۸	۱/۹۹۰۹	<b>P4</b>
۰/۹۸۰۹	۰/۰۲۴۲	۰/۱۰۹۲	۱/۶۹۰۲	۰/۰۲۷۷	۲/۴۰۲۷	<b>O1</b>
۰/۸۲۶۶	-۰/۲۲۲۴	۰/۴۱۸۴	-۰/۸۲۹۳	۰/۰۱۰۳	۲/۸۸۴۵	<b>O2</b>
۰/۸۵۴۹	۰/۱۸۵۶	۰/۰۶۴۶	۱/۹۷۵۳	۰/۵۵۱۷	-۰/۶۰۷۲	<b>Cz</b>
۰/۲۱۱۷	-۱/۲۹۷۱	۰/۰۸۵۶	۱/۸۲۴۶	۰/۰۰۴۹	۳/۲۳۴۰	<b>Pz</b>



شکل ۲: توپوگرافی تغییرات توان مطلق باند آلفا در مواجهه با ترازهای مختلف صدا نسبت به حالت زمینه

\* P-value < 0.05

فرکانسی بتا افزایش پیدا کرده است (مثبت بودن مقادیر t). در تراز ۹۵ دسی بل این افزایش تقریباً در تمام نواحی مغزی (۱۵ کانال) از لحاظ آماری فراوان و معنادار می باشد ( $P < 0.05$ ). در تراز ۸۵ دسی بل بر پایه نتایج در ۱۴ کانال مغزی توان مطلق بتا نسبت به حالت زمینه افزایش پیدا کرده است اما این افزایش به اندازه تراز ۹۵ دسی بل نمی باشد. نتایج نشان می دهد که با افزایش تراز صدا توان مطلق بتا افزایش پیدا می کند. نقشه برداری توپوگرافی پوست سر تغییرات توان مطلق بتا نسبت به حالت زمینه در شکل ۳ ارائه شده است. در تراز ۹۵

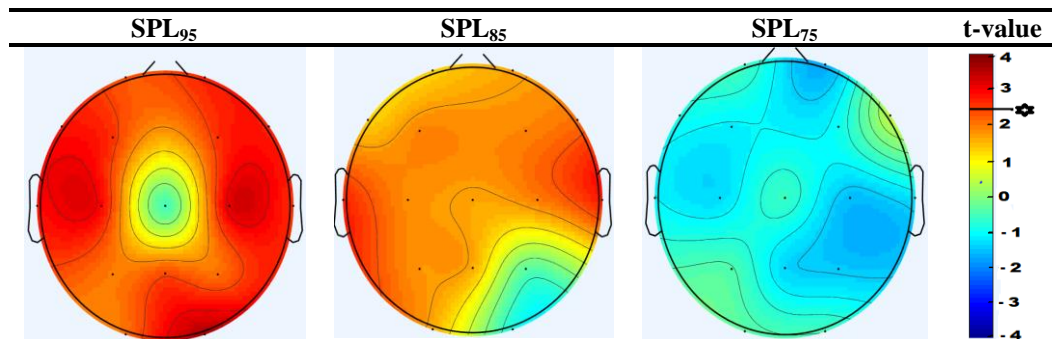
تغییرات توان مطلق باند بتا حین مواجهه با ترازهای مختلف صدا نسبت به حالت زمینه

نتایج ضرایب آماری (t زوجی و P-value) تغییرات توان مطلق بتا در اثر مواجهه با ترازهای مختلف صدا نسبت به حالت زمینه در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد تراز صدای ۷۵ دسی بل نسبت به حالت زمینه باعث کاهش توان مطلق باند فرکانسی بتا (منفی بودن مقادیر t) در تمام ۱۶ کانال مختلف مغزی شده است، اما این کاهش در هیچ کدام از کانالها معنادار نیست ( $P > 0.05$ ). در تراز ۸۵ و ۹۵ دسی بل توان مطلق باند

دسی‌بل نسبت به سایر ترازهای صدا افزایش توان مطلق بتا بیشتر و در نواحی اکسیپیتال، فرونتال و پیش فرونتال بیشتر از سایر نواحی مغز است.

جدول ۲: ضرایب آماری مقایسه تغییرات توان مطلق بتا افراد مورد مطالعه در ترازهای مختلف صدا نسبت به حالت زمینه

SPL <sub>95</sub>		SPL <sub>85</sub>		SPL <sub>75</sub>		حالت مواجهه
P-value	t-value	P-value	t-value	P-value	t-value	کانال
۰/۰۳۷۳	۲/۳۵۸۸	۰/۲۱۹۳	۱/۲۷۵۴	۰/۵۸۰۳	-۰/۵۶۳۶	Fp <sub>1</sub>
۰/۰۱۵۷	۲/۶۸۳۳	۰/۱۱۸۴	۱/۶۴۴۶	۰/۱۰۴۶	-۱/۷۱۴۳	Fp <sub>2</sub>
۰/۰۲۰۷	۲/۵۴۹۰	۰/۰۷۵۳	۱/۸۹۴۱	۰/۲۶۴۲	-۱/۱۵۴۴	F <sub>3</sub>
۰/۰۱۹۶	۲/۵۷۴۲	۰/۰۷۴۷	۱/۸۹۸۴	۰/۳۳۹۶	-۰/۹۸۲۳	F <sub>4</sub>
۰/۰۱۲۴	۲/۷۹۶۱	۰/۲۱۹۱	۱/۲۷۵۸	۰/۳۷۱۴	-۰/۹۱۷۹	F <sub>7</sub>
۰/۰۱۴۷	۲/۷۱۴۱	۰/۰۵۴۸	۲/۰۸۱۳	۰/۶۶۴۶	۰/۴۴۱۲	F <sub>8</sub>
۰/۰۱۰۹	۲/۸۵۴۴	۰/۰۱۵۹	۲/۶۷۵۶	۰/۲۸۷۶	-۱/۰۹۷۵	T <sub>3</sub>
۰/۰۲۰۳	۲/۵۵۸۱	۰/۰۱۳۴	۲/۷۵۶۳	۰/۲۳۳۵	-۱/۲۳۵۲	T <sub>4</sub>
۰/۰۰۹۸	۲/۹۰۵۳	۰/۰۸۴۴	۱/۸۳۲۴	۰/۲۰۶۶	-۱/۳۱۳۰	C <sub>3</sub>
۰/۰۰۵۶	۳/۱۶۲۷	۰/۰۶۹۰	۱/۹۴۱۰	۰/۱۳۵۳	-۱/۵۶۷۸	C <sub>4</sub>
۰/۰۶۴۲	۱/۹۷۹۳	۰/۰۹۷۱	۱/۷۵۵۷	۰/۶۵۴۸	-۰/۴۵۴۹	P <sub>3</sub>
۰/۰۵۴۴	۲/۰۶۵۹	۰/۷۴۸۶	-۰/۳۲۵۷	۰/۱۵۹۶	-۱/۴۷۰۵	P <sub>4</sub>
۰/۰۵۴۲	۲/۰۶۷۱	۰/۱۳۲۸	۱/۵۷۸۶	۰/۷۳۲۵	-۰/۳۴۷۷	O <sub>1</sub>
۰/۰۰۲۳	۳/۵۷۸۱	۰/۳۸۵۳	-۰/۸۹۰۹	۰/۶۱۲۹	-۰/۵۱۵۳	O <sub>2</sub>
۰/۶۲۲۷	-۰/۵۰۰۹	۰/۱۱۹۲	۱/۶۴۰۴	۰/۵۴۷۳	-۰/۶۱۳۹	Cz
۰/۰۳۰۳	۲/۳۶۲۵	۰/۱۳۱۰	۱/۵۸۶۲	۰/۱۹۴۰	-۱/۳۵۲۱	Pz



شکل ۳: توپوگرافی تغییرات توان مطلق باند بتا در ترازهای مختلف صدا نسبت به حالت زمینه

### بحث

دسی‌بل قرار می‌گیرند، بهبود عملکرد شناختی مشاهده می‌شود. می‌توان نتیجه‌گیری کرد که غالب بودن و افزایش توان مطلق آلفا در نواحی پیشانی و پس‌سری و ظهور کاهش توان طیفی بتا در نواحی پس‌سری و گیجگاهی انسان که مشاهده می‌شود، شاخص مغزی برای بهبود عملکرد شناختی انسان از جمله کاهش بارکاری و افزایش توجه در مواجهه با ترازهای صدای کمتر از حد مجاز مواجهه می‌باشد. با افزایش تراز صدا

نتایج اثر ترازهای مختلف صدا بر توان طیفی باندهای فرکانسی نشان داد که با افزایش تراز صدا از ۷۵ به ۹۵ دسی‌بل توان مطلق آلفا کاهش و توان مطلق بتا افزایش پیدا کرده است. نتایج سیگنال‌های مغزی نشان می‌دهد که در شرایط مواجهه با استرس پایین یعنی تراز صدای ۷۵ دسی‌بل مقدار توان مطلق آلفا افزایش و توان مطلق بتا کمترین میزان را دارند. به عبارت دیگر هنگامی که افراد در مواجهه با تراز صدای ۷۵

یعنی در تراز ۹۵ دسی‌بل نتایج برعکس و توان مطلق آلفا کاهش و توان مطلق بتا افزایش پیدا می‌کنند. می‌توان گفت که در شرایط مواجهه با استرس‌های بالا که منجر به کاهش و زوال عملکرد شناختی (افزایش بار ذهنی و کاهش توجه) انسان می‌شود، شاخص مغزی این تغییرات رفتاری و شناختی، افزایش توان طیفی باند بتا در نوحی فرونتال و پس‌سری می‌باشد.

نتایج مطالعه Bhorja و Gupta (۲۰) نشان داد که در مواجهه با صدای ۹۰ دسی‌بل نسبت به حالت بدون صدا توان باند آلفا کاهش و توان باند بتا افزایش پیدا می‌کند که با مطالعه حاضر مطابقت دارد. Li و همکاران (۲۱) بیان کردند در شرایط آزاردهندگی ذهنی بعد از ۵ دقیقه مواجهه با صدا، افزایش توان آلفا در ناحیه پس‌سری و افزایش توان بتا در ناحیه فرونتال مشاهده می‌شود که در مطالعه حاضر نیز این دو باند فرکانسی و نواحی مغزی تحت تأثیر صدا قرار گرفتند. در مطالعه بررسی اثرات استرس‌های مختلف بر امواج مغزی مدت‌زمان مواجهه افراد پارامتر مهمی است. به طوری که زمان‌های زیاد مواجهه خود باعث افزایش خستگی و کاهش عملکرد شناختی افراد می‌شود. نتیجه این افزایش خستگی، باعث مخدوش شدن نتایج امواج مغزی می‌شود. بنابراین در مطالعه حاضر جهت کاهش مخدوش شدن نتایج، کاهش مدت‌زمان ثبت امواج مغزی رعایت شد. در مطالعه Li و همکاران (۲۱) نیز کاهش مدت‌زمان ثبت امواج مغزی تأییدی بر این مهم و مدت‌زمان ثبت امواج مغزی مطالعه حاضر است.

نتایج مطالعه Kim و همکاران (۲۲)، نشان از همبستگی قوی بین مواجهه با صدا و داده‌های EEG باندهای فرکانسی آلفا و بتا داشت که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. Yang و Chou (۲۳) مطالعه‌ای در خصوص ارتباط بین داده‌های EEG با صدای فرکانس پایین در ترازهای صدای زمینه، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ دسی‌بل انجام دادند. نتایج نشان داد که چگالی توان باندهای فرکانسی به‌طور فراوان و معنادار تحت تأثیر صدا قرار نمی‌گیرند که با مطالعه حاضر مطابقت ندارد. آن‌ها همچنین بیان کردند که توان مغزی باند آلفا بیشتر تحت تأثیر صدا قرار می‌گیرد که این بخش با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. از دلایل عدم مطابقت مطالعه Chou و Yang (۲۳) می‌توان به نوع صدای مورد مطالعه و تفاوت‌های فردی اشاره کرد. به طوری که امکان دارد صداهای فرکانس پایین تأثیر متفاوت‌تری نسبت به مطالعه حاضر داشته باشد.

در مطالعات بررسی اثر عوامل استرسی از جمله صدا بر توان باندهای فرکانسی معمولاً تنها باندهای فرکانسی آلفا، بتا و تتا مورد بررسی و آنالیز قرار گرفته است که این ناشی از ماهیت و کارکردهای مختلف باندهای فرکانسی مختلف است. Cho و همکاران (۲۴) بررسی اثر صدا در سه فرکانس پایین، متوسط و بالا بر توان باندهای فرکانسی آلفا و بتا انجام دادند. نتایج نشان داد که مواجهه با صدای فرکانس پایین و بالا نسبت به حالت بدون صدا منجر به کاهش توان باند آلفا و افزایش توان باند بتا می‌شود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. نتایج مطالعه Cho نشان داد که تأثیر صدای فرکانس بالا و پایین بیشتر از فرکانس‌های متوسط است. نتیجه مطالعه Cho و همکاران (۲۵) نشان داد که صداهای آرامش‌بخش و آسایشی مثل صدای پیانو و امواج دریا نسبت به صدای پشه و آمبولانس موجب کاهش توان باند آلفا و افزایش توان باند بتا می‌شود. اگر صدای صنعتی پخش‌شده در آزمایشگاه برای شرکت‌کنندگان جزو صدای غیر آسایشی در نظر بگیریم، نتایج مطالعه حاضر با مطالعه Cho و همکاران (۲۵)، مطابقت دارد. نتایج نشان می‌دهد که توجه به شاخص‌های توان طیفی آلفا، بتا و تتا در نواحی فرونتال و پس‌سری مغز در مطالعات استرسی مختلف از جمله صدا حائز اهمیت است (۶). بنابراین می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که صدا در ترازهای کمتر از حدود مجاز می‌تواند بهبود عملکرد را ایجاد کند و در صورتی که در سطح حد اقدام و بالاتر از حد مجاز، عملکرد شناختی شاغلین مختل می‌شود و زمینه‌ساز شکست شناختی و به دنبال آن حوادث شود. لذا با کاهش تراز صدای محیط کار در کمتر از حد اقدام ضمن اطمینان از پیشگیری از افت شنوایی بهبود عملکرد شناختی نیز حاصل خواهد شد.

#### محدودیت‌های مطالعه

از جمله محدودیت‌های این مطالعه عدم استقبال دانشجویان به دلیل مواجهه با صدا با ترازهای بالا و همچنین ثبت امواج به دلیل استفاده از ژل نیاز به شستشوی سر توسط شرکت‌کنندگان وجود دارد. از طرفی به‌منظور ثبت اطلاعات امواج مغزی در شرکت‌کنندگان خانم محدودیت‌های فرهنگی و استفاده از همکار خانم و آموزش‌های لازم نیز از دیگر محدودیت‌های مطالعه بود.

#### نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر به‌منظور ارزیابی مواجهه با صدا بر عملکرد

پزشکی شهید بهشتی استخراج شده است.

### تعارض در منافع

شرکت کنندگان و نویسندگان این مقاله فاقد تعارض مالی و اقتصادی در ارائه گزارش نتایج می‌باشند.

### ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر با رعایت کلیه موازین و موارد اخلاقی انجام گرفته و کد اخلاق آن IR.SBMU.PHNS.1396.63 می‌باشد.

### مشارکت نویسندگان

فاروق محمدیان: ایده‌پردازی و تدوین پروتکل اجرایی مطالعه، جمع‌آوری و آماده‌سازی داده‌ها  
مجتبی ذکائی: تدوین مقاله، انالیز و تحلیل داده‌ها و همکاری در جمع‌آوری داده‌ها  
محمدجواد جعفری: ایده‌پردازی و تدوین پروتکل اجرایی مطالعه و رفع چالش‌های اجرایی مطالعه  
ابوالفضل تکلو بیغش: تدوین مقاله، انالیز و تحلیل داده‌ها

امواج مغزی انجام شد. آنچه از نتایج می‌توان دریافت کرد، تغییرات امواج مغزی به سطوح مختلف صدا وابسته است و نه تنها در سطوح مختلف صدا پاسخ نواحی مغزی متفاوت بود، بلکه تغییرات امواج در هر ناحیه نیز در سطوح مختلف صدا تغییر کرد. با توجه به اینکه مواجهه با صدا تغییراتی در توان باندهای آلفا و بتا ایجاد کرده است می‌توان انتظار داشت که عملکرد افراد نیز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. از آنجاکه مواجهه با صدا تغییرات قابل‌ملاحظه در موج آلفا و بتا، این دو موج را می‌توان شاخص مناسب عملکردی معرفی کرد که در مطالعات آتی به‌عنوان شاخصی در عملکرد شناختی نیز مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

### سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات و همکاری مهندس یعقوبی کارشناس آزمایشگاه عوامل فیزیکی گروه بهداشت حرفه ای، همچنین حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی قدردانی می‌گردد.

### حامی مالی

این مقاله از پایان‌نامه مورد حمایت مالی دانشگاه علوم

## References

- Ivanov M. Reliability of the results from unplanned subjective assessment of the indoor air quality and thermal comfort parameters in small lecture room. *Energy Procedia*. 2016;85:295-302.
- Zamanian A, Zamanian Z, Hassanzadeh J. The Effect of Exposure to High Noise Level on the Performance and Rate of Error in Manual Activities. *Journal of Health System Research*. 2013;9(3):286-93.
- Tiller D, Wang LM, Musser A, Radik M. AB-10-017: Combined effects of noise and temperature on human comfort and performance (1128-RP). 2010.
- Wu H, Wu Y, Sun X, Liu J. Combined effects of acoustic, thermal, and illumination on human perception and performance: A review. *Building and Environment*. 2020;169:106593.
- Said MAM, Wellun Z, Khamis NK. Effects of noise Hazards towards physiology especially heart rate performance among worker in manufacturing industry and their prevention strategies: a systematic review. *Iranian Journal of Public Health*. 2022;51(8):1706.
- Jafari MJ, Khosrowabadi R, Khodakarim S, Mohammadian F. The effect of noise exposure on cognitive performance and brain activity patterns. *Open access Macedonian journal of medical sciences*. 2019;7(17):2924.
- Weuve J, D'Souza J, Beck T, Evans DA, Kaufman JD, Rajan KB, et al. Long-term community noise exposure in relation to dementia, cognition, and cognitive decline in older adults. *Alzheimer's & Dementia*. 2021;17(3):525-33.
- Themann CL, Masterson EA. Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden. *The Journal of the acoustical society of America*. 2019;146(5):3879-905.
- Hahad O, Jimenez MTB, Kuntic M, Frenis K, Steven S, Daiber A, et al. Cerebral consequences of environmental noise exposure. *Environment International*. 2022;165. ۱۰۷۳۰۶.
- Cho W, Lee M, Lee J, Son T, Hwang S, Choi H. An examination of the effects of various noises on physiological sensibility responses by using human EEG. *Journal of Mechanical Science and Technology*. 2013;27:3589-93.
- Gola M, Magnuski M, Szumska I, Wróbel A. EEG beta band activity is related to attention and attentional deficits in the visual performance of elderly subjects. *International Journal of Psychophysiology*. 2013;89(3):334-41.
- 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.



13. Zhou J, Liu D, Li X, Ma J, Zhang J, Fang J. Pink noise: effect on complexity synchronization of brain activity and sleep consolidation. *Journal of theoretical biology*. 2012;306:68-72.
14. Tseng LH, Cheng MT, Chen ST, Hwang JF, Chen CJ, Chou CY, editors. An EEG investigation of the impact of noise on attention. *Advanced Materials Research*; 2013: Trans Tech Publ.
15. Choi Y, Kim M, Chun C. Measurement of occupants' stress based on electroencephalograms (EEG) in twelve combined environments. *Building and Environment*. 2015;88:65-72.
16. Zokaei M, Jafari MJ, Khosrowabadi R, Nahvi A, Khodakarim S, Pouyakian M. Tracing the physiological response and behavioral performance of drivers at different levels of mental workload using driving simulators. *Journal of safety research*. 2020;72:213-23.
17. Teplan M. Fundamentals of EEG measurement. *Measurement science review*. 2002;2(2):1-11.
18. Guan H, Hu S, Lu M, He M, Zhang X, Liu G. Analysis of human electroencephalogram features in different indoor environments. *Building and Environment*. 2020;186:107328.
19. Ke J, Du J, Luo X. The effect of noise content and level on cognitive performance measured by electroencephalography (EEG). *Automation in Construction*. 2021;130:103836.
20. Bhoria R, Gupta S. A Study of the effect of sound on EEG. *International journal of electronics and computer science engineering*. 2012;2(1):88-99.
21. Li Z-G, Di G-Q, Jia L. Relationship between electroencephalogram variation and subjective annoyance under noise exposure. *Applied Acoustics*. 2014;75:37-42.
22. Kim TH, Cho JH, Cho WH, Lee MS, Choi HK. An Investigation into the Measured Values of Driver's Subjective and Objective Sensibility Response Stimulated by Different Car Noises. *Journal of Korean Institute of Industrial Engineers*. 2016;42(1):73-9.
23. Yang C-C, Chou C-Y. Electroencephalographic coherence for exposure to low-frequency noise. *Advanced Materials Research*, (in press, accepted in 2014, September). 2014.
24. Cho W, Hwang S-H, Choi H. An investigation of the influences of noise on EEG power bands and visual cognitive responses for human-oriented product design. *Journal of mechanical science and technology*. 2011;25(3):821-6.
25. Cho W, Lee M, Lee J, Son T, Hwang S, Choi H. An examination of the effects of various noises on physiological sensibility responses by using human EEG. *Journal of Mechanical Science and Technology*. 2013;27(12):3589-93.

## Changes of alpha and beta brain waves in exposure to different levels of noise

Zokaei M<sup>1</sup>, Mohammadian F<sup>2\*</sup>, Jafari MJ<sup>3</sup>, Takallou Bighash A<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Assistant professor saveh universty, of medical sciences, Social Determinats of Health Research Center, Saveh University of Medical Sciences, Saveh, Iran.

<sup>2</sup> Environmental Health Research Center, Research Institute for Heath Development, Kurdistan University of medical Science, Sanandaj, Iran

<sup>3</sup> Department of Occupational Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>4</sup> Master of Science in Environmental Engineering

### Abstract

**Introduction:** Noise is one of the most important environmental stressors, which, along with the prevalence of exposure in the work and living environment, has various effects. Noise exposure can create positive or negative consequences at different levels. Based on this, in the present study, brain wave changes in exposure to different levels of noise were investigated.

**Methods & Materials:** In this experimental study, 72 student volunteers with an average age of 26.27 years, participated in this study after meeting the exclusion criteria and receiving sufficient training regarding the implementation procedure. Before starting the test, demographic questionnaires, noise sensitivity, and audiometry were completed for the participants. A noise level of 45 dB was chosen as the background sound, and 75, 85, and 95 dB levels were selected for exposure. The participants were exposed to the determined facial pressure level for half an hour and rested for half an hour. During exposure to the noise, the volunteers' brain waves were used by the portable EEG device E wave, 16 channels. The results were analyzed by the mat lab v12 software.

**Result:** The results show that exposure to two levels of 75 and 85 dB of absolute power alpha has increased in 14 brain channels, including CZ and O2. The results showed that the noise level of 75 dB compared to the background state did not change significantly at any channels ( $P>0.05$ ). At the 85 and 95 dB levels, the absolute power of the beta frequency band has increased. At the 95 dB level, this increase is statistically noticeable and significant in almost all brain regions ( $P<0.05$ ).

**Conclusion:** Based on the results of this study, it can be concluded that exposure to noise causes changes in neuronal activities in the brain, and can affect the performance of the exposed workers.

**Keywords:** noise, alpha wave, beta wave

***This paper should be cited as:***

Zokaei M, Mohammadian F, Jafari MJ, Takallou Bighash A. Changes of alpha and beta brain waves in exposure to different levels of noise. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2023; 15(4): 35-44.

**\*Corresponding Author:**

**Email:** f.mohammadian1986@gmail.com

**Tel:** 087-33664645 (8541)

**Received:** 24.07.2023

**Accepted:** 01.11.2023

CC BY- NC 4.0