Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol. 15, No.4, Winter 2023
Pages: 35-44

فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۱۵ ، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲
صفحه: ۴۴-۳۵

تغییرات امواج آلفا و بتا در مواجهه با ترازهای مختلف صدا

مجتبی ذکائی[۱]، فاروق محمدیان*[۲]، محمدجواد جعفری[۳]، ابوالفضل تکلوبیغش[۴]

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 موردبررسی قرار گرفت.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی ۷۲ داوطلب دانشجو، 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

[۱] استادیار دانشکده علوم پزشکی ساوه، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت دانشکده علوم پزشکی ساوه، ساوه، ایران
[۲] مرکز تحقیقات بهداشت محیط، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
[۳] گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
[۴] کارشناس ارشد علوم و مهندسی محیط زیست، اراک، مرکزی، ایران
*(نویسنده مسئول):تلفن تماس: ۳۳۶۶۴۶۴۵-۰۸۷ داخلی ۸۵۴۱ ، پست الکترونیک: f.mohammadian1986@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۰

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v15i4.14586]

مقدمه

امروزه مواجهه با صدا به یک نگرانی جدی برای بهداشت عمومی در سراسر جهان تبدیل‌شده 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 انجام‌شده است. صدا ممکن است اثرات خود را به‌صورت مستقیم از طریق فعل‌وانفعالات سیناپسی یا به‌صورت غیرمستقیم از طریق عاطفی، شناختی و ادراک اعمال کند به‌عبارت‌دیگر 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، آزاردگی ناشی از صدا، اختلالات شناختی، اختلالات ذهنی و فیزیولوژیکی باشد(۶-۸). در سال‌های اخیر نیز اثرات شناختی مواجهه با صدا موردتوجه 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 به‌صورت ذهنی اثرات شناختی ناشی از مواجهه با صدا مورداندازه‌گیری 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 موردتوجه محققین بوده است. یکی از روش‌های ارزیابی اثرات صدا بر مغز، اندازه‌گیری امواج مغزی تحت مواجهه با صدا می‌باشد، ازآنجاکه اثرات صدا بر امواج مغزی کمتر موردمطالعه قرارگرفته است. بنابراین در این مطالعه از اندازه‌گیری امواج مغزی در مواجهه با ترازهای مختلف صدا استفاده شد.

در بین روش‌های ارزیابی فیزیولوژیک، 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 به‌طور قابل‌توجهی 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 به‌عنوان روشی جدید در بررسی عوامل استرسی محیط کار نام‌برده می‌شود. این روش برای غلبه بر محدودیت‌های موجود در روش‌های ارزیابی‌های روانی – فیزیولوژیک توصیه می‌شود. Choi و Chun(15)، بیان می‌کنند که تجزیه‌وتحلیل EEG یک سیستم اندازه‌گیری است که از ارزیابی‌های ذهنی ازجمله 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 تجزیه‌وتحلیل 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 ازجمله صدا پرداخت.

روش بررسی

در این مطالعه تجربی ۷۲ دانشجو با میانگین سنی ۲۶/۷۲ سال به‌طور داوطلبانه شرکت کردند. به‌منظور 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 ذکرشده، و افرادی که به دلیل زمان‌بر 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 تائید 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

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v15i4.14586]

خواسته شد تا آماده مونتاژ الکترودهای ثبت امواج مغزی شوند. شرکت‌کنندگان به مدت ۳۰ دقیقه با هریک از چهار تـراز (۴۵، ۷۵، ۸۵ و ۹۵ دسی بل 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 دستگاهEEG پرتابـل Ewave ، ۱۶ کانالـه اسـتفاده شـد. ایـن دسـتگاه ثبـت سـیگنال دارای الکترودهای Ag/AgCl و کلاه آماده بود و بـا نـرم‌افـزار eProb داده‌های مربوط ثبت می‌گردید. فرکـانس نمونـه‌بـرداری ۱۰۰۰ هرتز و فرکانس‌های بالاگذر و پایین گذر به ترتیب ۱ و ۴۰ هرتز در نظر گرفتـه شـد. در ایـن مطالعـه بـا اسـتفاده از اسـتاندارد بین‌المللی ۱۰-۲۰ ، الکترودها در ناحیـه پیشـانی (Fp1، Fp2، F3، F4، F7 و F8)، ناحیـــه گیجگـــاهی (T3 و T4)، ناحیـــه مرکـــزی (Cz، C3 و C4)، ناحیـــه آهیانـــه (Pz، P3 و P4) و پـس‌سـری (O1 و O2) قـرار گرفتنـد و اسـتخوان ماسـتوئید به‌عنوان الکترود زمینه و رفرنس جهت ثبـت سـیگنال انتخـاب شدند.

داده‌های جمع‌آوری‌شده از مغز بسیار تحت تأثیر ارتیفکت ها می‌باشند. بنابراین پـیش‌پـردازش اولیـه آرتیفکـت از داده‌هـای EEG ضروری می‌باشد. در این مطالعـه از EEGlab toolbox و متلب ۲۰۱۳b جهت پیش‌پـردازش و بهینـه‌سـازی داده‌هـای EEG استفاده شد. پـس از حـذف شناسـایی کانـال‌هـای بـد، به‌وسیله روش آنالیز مستقل مؤلفه‌ها مورد پـیش‌پـردازش قـرار گرفـت و از adjusted جهـت شناسـایی خودکار(اتوماتیـک) آرتیفکت‌های آن‌ها استفاده شد. برای به دست آوردن داده‌هـای کانال حذف‌شده، دو کانال مجـاور کانـال حـذف‌شـده اینترپولـه شدند.

مواجهه با صدا

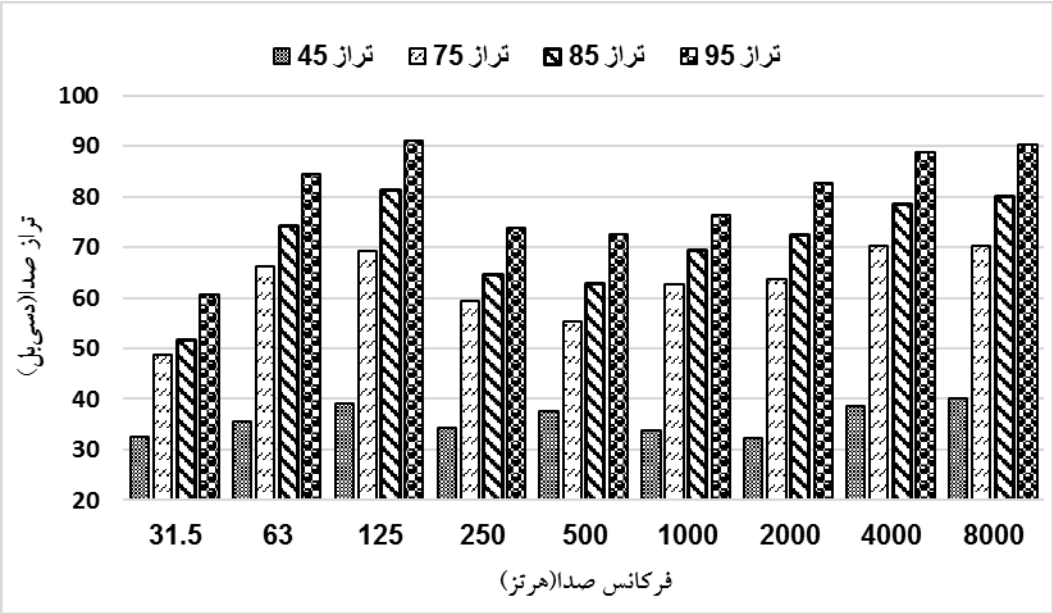
در این مطالعه به‌منظور اثرات صدا بر امواج مغزی، از صدای محیط صنعتی ضبط‌شده و پخش در آزمایشگاه استفاده شد. به همین منظور صدای صنعتی مورداستفاده در این پژوهش صدای ضبط‌شده از یک کارخانه تولید لوازم‌خانگی می‌باشد که با استفاده از دستگاه پالس، صدای صنعتی موردنظر در ارتفاع شنوایی کارگران ضبط گردیده است. در مرحله بعد صدای ضبط‌شده در آزمایشگاه با استفاده از نرم‌افزار Cool edit tool در کامپیوتر ویرایش شد. از ویژگی‌های این نرم‌افزار امکان ویرایش صدا ازنظر تراز فشار صوت در فرکانس‌های مختلف می‌باشد و با پایش مداوم صدا در اتاق آکوستیک می‌توان تراز فشار صوت در فرکانس‌های موردنظر را کنترل نمود. از دیگر ویژگی‌های این نرم‌افزار ایجاد طول مدت‌زمان موردنیاز پخش صدا می‌باشد؛ که در این مطالعه به میزان ۳۰ دقیقه صدای موردنظر 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 مورداستفاده در این مطالعه برای تطابق آنالیزهای فرکانسی موردنظر و اندازه‌گیری تراز معادل، مورداستفاده قرار گرفت. لذا دستگاه مورداستفاده دارای قابلیت آنالیز فرکانسی و اندازه‌گیری تراز معادل می‌باشد. در شکل ۱ آنالیز فرکانسی ترازهای صدای صنعتی مورداستفاده در این مطالعه که شامل تراز ۴۵ (صدای زمینه)، ۸۵،۷۵ و ۹۵ دسی‌بل آ بودند، انجام‌شده است.

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v15i4.14586]



شکل ۱: آنالیز فرکانس صدای پخش‌شده

به‌منظور پخش صدای صنعتی از دو بلندگو در دو سمت راست و چپ میزی که فرد در آن تست موردنظر 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 دسی‌بل 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 دسی‌بل) نسبت به حالت زمینه (SPL 45) ارائه‌شده است. نتایج نشان داد که هنگام مواجهه با دو تراز ۷۵ و ۸۵ دسی‌بل، توان مطلق باند فرکانسی آلفا در بیشتر نواحی مغز افزایش پیدا کرده است. در تراز ۷۵ و ۸۵ دسی‌بل توان مطلق آلفا در ۱۴ کانال مغزی به جزء دو کانال CZ و O2 افزایش پیداکرده است (مثبت بودن مقادیر t). در تراز ۷۵ دسی‌بل 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 دسی‌بل نیز بیشترین میزان افزایش توان مطلق آلفا در ناحیه مغزی T3 مشاهده شد (t =۲/۶۴) و ازلحاظ آماری معنادار است (P=۰/۰۱). در تراز ۹۵ دسی‌بل برخلاف دو تراز دیگر توان مطلق باند آلفا کاهش پیداکرده است (منفی شدن مقادیر t) و این کاهش در هیچ‌کدام از کانال‌های مغزی ازلحاظ آماری معنادار نیست (P>۰/۰۵). شکل۲ نقشه‌برداری توپوگرافی موج آلفا در سطح سر را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که 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.

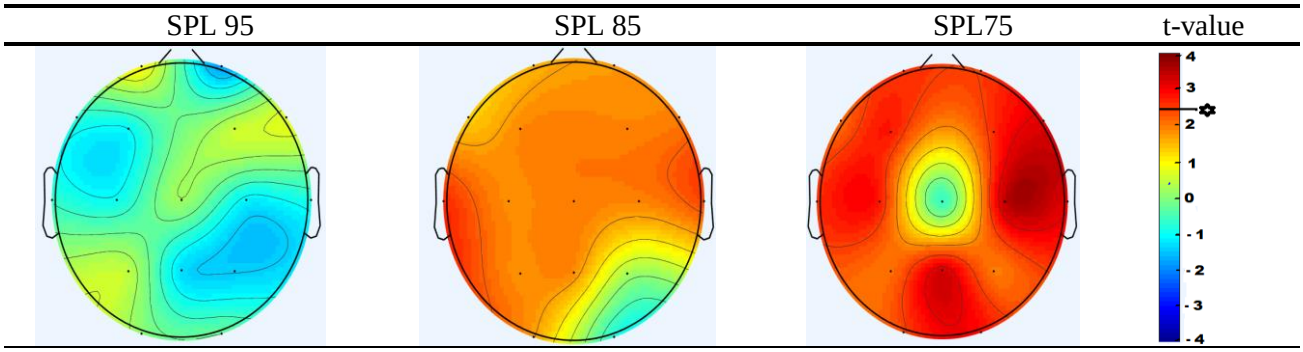
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v15i4.14586]

CC BY- NC 4.0

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

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



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

* P-value <0.05

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 ارائه‌شده است. نتایج نشان داد تراز صدای ۷۵ دسی‌بل 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 هیچ‌کدام از کانال‌ها معنادار نیست (P>۰/۰۵). در تراز ۸۵ و ۹۵ دسی‌بل توان مطلق باند فرکانسی بتا افزایش پیداکرده است (مثبت بودن مقادیر t). در تراز ۹۵ دسی‌بل این افزایش تقریباً در تمام نواحی مغزی (۱۵ کانال) ازلحاظ آماری فراوان و معنادار می‌باشد (P <۰/۰۵). در تراز ۸۵ دسی‌بل بر پایه نتایج در ۱۴ کانال مغزی توان مطلق بتا نسبت به حالت زمینه افزایش پیداکرده است اما این افزایش به‌اندازه تراز ۹۵ دسی‌بل نمی‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش تراز صدا توان مطلق بتا افزایش پیدا می‌کند. نقشه‌برداری توپوگرافی پوست سر تغییرات توان مطلق بتا نسبت به حالت زمینه در شکل ۳ ارائه‌شده است. در تراز ۹۵

CC BY- NC 4.0

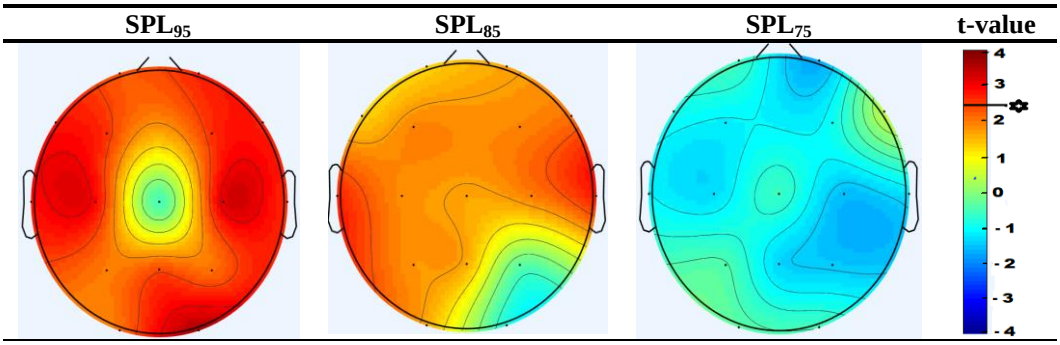
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v15i4.14586]

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 موردمطالعه در ترازهای مختلف صدا نسبت به حالت زمینه

حالت مواجهه	SPL_{75}		SPL_{85}		SPL_{95}	
کانال	t-value	P-value	t-value	P-value	t-value	P-value
Fp_1	-۰/۵۶۳۶	۰/۵۸۰۳	۱/۲۷۵۴	۰/۲۱۹۳	۲/۲۵۸۸	۰/۰۳۷۳
Fp_2	-۱/۷۱۴۳	۰/۱۰۴۶	۱/۶۴۴۶	۰/۱۱۸۴	۲/۶۸۳۳	۰/۰۱۵۷
F_3	-۱/۱۵۴۴	۰/۲۶۴۲	۱/۸۹۴۱	۰/۰۷۵۳	۲/۵۴۹۰	۰/۰۲۰۷
F_4	-۰/۹۸۲۳	۰/۳۳۹۶	۱/۸۹۸۴	۰/۰۷۴۷	۲/۵۷۴۲	۰/۰۱۹۶
F_7	-۰/۹۱۷۹	۰/۳۷۱۴	۱/۲۷۵۸	۰/۲۱۹۱	۲/۷۹۶۱	۰/۰۱۲۴
F_8	۰/۴۴۱۲	۰/۶۶۴۶	۲/۰۸۱۳	۰/۰۵۴۸	۲/۷۱۴۱	۰/۰۱۴۷
T_3	-۱/۰۹۷۵	۰/۲۸۷۶	۲/۶۷۵۶	۰/۰۱۵۹	۲/۸۵۴۴	۰/۰۱۰۹
T_4	-۱/۲۳۵۲	۰/۲۳۳۵	۲/۷۵۶۳	۰/۰۱۳۴	۲/۵۵۸۱	۰/۰۲۰۳
C_3	-۱/۳۱۳۰	۰/۲۰۶۶	۱/۸۳۲۴	۰/۰۸۴۴	۲/۹۰۵۳	۰/۰۰۹۸
C_4	-۱/۵۶۷۸	۰/۱۳۵۳	۱/۹۴۱۰	۰/۰۶۹۰	۳/۱۶۲۷	۰/۰۰۵۶
P_3	-۰/۴۵۴۹	۰/۶۵۴۸	۱/۷۵۵۷	۰/۰۹۷۱	۱/۹۷۹۳	۰/۰۶۴۲
P_4	-۱/۴۷۰۵	۰/۱۵۹۶	-۰/۳۲۵۷	۰/۷۴۸۶	۲/۰۶۵۹	۰/۰۵۴۴
O_1	-۰/۳۴۷۷	۰/۷۳۲۵	۱/۵۷۸۶	۰/۱۳۲۸	۲/۰۶۷۱	۰/۰۵۴۲
O_2	-۰/۵۱۵۳	۰/۶۱۲۹	-۰/۸۹۰۹	۰/۳۸۵۳	۳/۵۷۸۱	۰/۰۰۲۳
Cz	-۰/۶۱۳۹	۰/۵۴۷۳	۱/۶۴۰۴	۰/۱۱۹۲	-۰/۵۰۰۹	۰/۶۲۲۷
Pz	-۱/۳۵۲۱	۰/۱۹۴۰	۱/۵۸۶۲	۰/۱۳۱۰	۲/۳۶۲۵	۰/۰۳۰۳



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

بحث

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. به‌عبارت‌دیگر هنگامی‌که افراد در مواجهه با تراز صدای ۷۵ 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 ازجمله کاهش بارکاری و افزایش توجه در مواجهه با ترازهای صدای کمتر از حد مجاز مواجهه می‌باشد. با افزایش تراز صدا

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v15i4.14586]

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 Bhoria 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 تتا 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. به‌طوری‌که 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 Yang و Chou (۲۳) می‌توان به نوع صدای مورد مطالعه و تفاوت‌های فردی اشاره کرد. به‌طوری‌که امکان دارد صداهای فرکانس پایین تأثیر متفاوت‌تری نسبت به مطالعه حاضر داشته باشد.

در مطالعات بررسی اثر عوامل استرسی ازجمله صدا بر توان باندهای فرکانسی معمولاً تنها باندهای فرکانسی آلفا، بتا و تتا موردبررسی و آنالیز قرارگرفته 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 بامطالعه 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 ازجمله 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 درصورتی‌که 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.

محدودیت های مطالعه

ازجمله 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 شرکت-کنندگان 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

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v15i4.14586]

امواج مغزی انجام شد. آنچه از نتایج می‌توان دریافت کرد، تغییرات امواج مغزی به سطوح مختلف صدا وابسته است و نه‌تنها 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. ازآنجاکه 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 پزشکی شهید بهشتی استخراج شده است.

تعارض در منافع

شرکت کنندگان و نویسندگان این مقاله فاقد تعارض مالی و اقتصادی درارائه 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 پرتکل 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

Refrences

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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:
10. 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.
11. 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.
12. 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.

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v15i4.14586]

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.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v15i4.14586]

CC BY- NC 4.0

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

Zokaei M[1] , Mohammadian F[2*], Jafari MJ[3], Takallou Bighash A[4]

[1] Assisstant professor saveh universty, of medical scences, Social Determinats of Health Research Center, Saveh University of Medical Sciences, Saveh, Iran.
[2] Environmental Health Research Center, Research Institute for Heath Development, Kurdistan University of medical Science, Sanandaj, Iran
[3] Department of Occupational Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[4] 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

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

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

[DOI: 10.18502/tkj.v15i4.14586]