

بررسی اثر ضربان‌های دوگوشی بر افراد معتاد با استفاده از سیگنال مغزی (EEG)

دانیال ملک‌زاده^۱، سعید راحتی قوچانی^۲، حمیدرضا کیروی^۳، محیا دادگر آزاد^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۹

چکیده

هدف: در این پژوهش با بررسی تأثیر ضربان دوگوشی بر افراد معتاد، استفاده از این تکنولوژی به عنوان کمک درمان در ترک پایدار اعتیاد امکان‌سنجی شده است. **روش:** جامعه آماری از ۱۵ نفر مرد معتاد بستری در کلینیک ترک اعتیاد، تشکیل شده بود که زیر نظر پزشک معالج و با استفاده از آزمون شخصیت آیزنک و آزمون ادرار انتخاب شدند. به ۱۰ نفر علاوه بر درمان عادی، در سه جلسه تحریک کنترل شده ضربان دوگوشی اعمال و ۵ نفر به عنوان شاهد فقط درمان عادی را پیگیری کرده‌اند. از شرکت‌کنندگان آزمون دوپامین از نمونه ادرار، ثبت سیگنال مغزی و پرسش‌نامه خلق و خوی برامز اخذ شد. **یافته‌ها:** اعمال ضربان دوگوشی کنترل شده باعث کاهش عصبانیت، تنش، سردرگمی، افزایش سرزندگی، تمایل به ادامه درمان و دریافت بهبودی در افراد معتاد شد. **نتیجه‌گیری:** به کارگیری ضربان دوگوشی کنترل شده در کنار سایر فعالیت‌های مورد استفاده در فرایند درمان اعتیاد به عنوان روشی بدون عوارض جانبی، می‌تواند باعث تسریع و تثبیت درمان در افراد شود.

کلید واژه‌ها: ضربان دوگوشی، اعتیاد، دوپامین، الکتروانسفالوگرافی

۱. نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی بیوالکتریک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران،

پست الکترونیک: danial.malekzadeh@gmail.com

۲. دانشیار گروه برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران

۳. استادیار گروه مهندسی پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی بیوالکتریک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

اعتیاد یک بیماری روانی، اجتماعی و اقتصادی است که از مصرف غیرطبیعی و غیرمجاز برخی مواد مانند الکل، تریاک، حشیش و ... ناشی می‌گردد و باعث وابستگی روانی یا فیزیولوژیک فرد مبتلا (معتاد) به مواد می‌شود (ناصری پلنگرد، محمدی، دوله و ناصری، ۱۳۹۲). این وابستگی در عملکرد جسمی، روانی و اجتماعی فرد معتاد اثر نامطلوبی بر جای گذاشته و در موارد شدید حتی زندگی فردی و اجتماعی وی را به‌طور جدی تهدید می‌کند (نول، برورز و بچارا^۱، ۲۰۱۳، به نقل از سلیمانی، صنوبر، ۱۳۹۴). اعتیاد و عوارض ناشی از سوءمصرف مواد یکی از معضلات بزرگ در جهان محسوب می‌شود. دشواری‌های ناشی از اعتیاد همه ابعاد زندگی فرد، خانواده و حتی جامعه را تحت تأثیر مخرب خود قرار داده و منابع عظیم اجتماعی را در قلمرو مادی و معنوی به هرز می‌برد (لی، هرنگوئل و کوسترمن^۲، ۲۰۱۳، به نقل از سلیمانی، صنوبر، ۱۳۹۴). در واقع، اعتیاد و سوءمصرف مواد مخدر به مثابه یک مسئله اجتماعی، پدیده‌ای است که همراه با آن توانایی جامعه در سازمان‌یابی و حفظ نظم موجود از بین می‌رود، عملکرد بهنجار حیات اجتماعی مختل می‌گردد و باعث دگرگونی‌های ساختاری در نظام اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی یک اجتماع می‌شود (میری آشتیانی، ۱۳۸۵). در یک برآورد اجمالی، روزانه هشت نفر بر اثر مواد مخدر جان خود را از دست می‌دهند و از سوی دیگر حداقل روزانه ۱۰۰ نفر جدید آلوده به مواد مخدر می‌شوند و سالانه بیش از ۱۰ هزار میلیارد تومان به کشور خسارت وارد می‌شود (مظفر، ذکر یابی و ثابتی، ۱۳۸۸). بنا به بیان انجمن آمریکایی اعتیاد به دارو، اعتیاد یک بیماری مزمن و اولیه از پاداش مغز، انگیزه، حافظه و مدارهای مرتبط مغزی است. اختلال در هر یک از این مدارها منجر به ویژگی‌های زیست‌شناختی، روانی، اجتماعی و تظاهرات معنوی می‌شود. دنبال کردن پاداش و یا امداد رسانی توسط مخدر، انعکاس رفتاری به این گونه اختلالات می‌باشد. اعتیاد با اختلال در کنترل رفتاری، میل به مصرف، کاهش به رسمیت شناختن مسائل اصلی و روابط فردی و واکنش‌های عاطفی ناکارآمد توصیف شده و مانند دیگر بیماری‌های مزمن، اغلب شامل چرخه‌ی عود و

بهبودی می‌باشد. اعتیاد بدون درمان و یا اشتغال در فعالیت‌های بازبایی، پیش‌رونده بوده و می‌تواند موجب معلولیت و یا مرگ زودرس گردد (انجمن آمریکایی اعتیاد به دارو^۱، ۲۰۱۱).

برای بیان کامل‌تر «اعتیاد» می‌توان گفت، اعتیاد انتقال‌دهنده‌ها^۲ و فعل و انفعالات با ساختار پاداش مغز، شامل هسته اکومبنس^۳، قشر قدامی مغز، پایه مغز و آمیگدال^۴ را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این تأثیرات سلسله مراتب انگیزه را تغییر می‌دهد؛ رفتارهای اعتیادآور ایجاد نموده و در نهایت آن‌ها را جایگزین رفتارهای سالم می‌کند. همچنین، اعتیاد روی انتقال‌دهنده‌های عصبی و تعاملات بین قشر مغز و مدارات هیپوکامپ^۵ و ساختار پاداشی مغز نیز تأثیر می‌گذارد (هایمن، ملنکا و نستلر^۶، ۲۰۰۶). هسته اکومبنس مهم‌ترین مرکز لذت مغز (سیستم پاداشی مغز^۷) است و انتقال‌دهنده عصبی دوپامین^۸ نقش اساسی سیستم پاداشی مغز را ایفا می‌کند (موریس^۹، ۲۰۱۵). دوپامین هنگام لذت‌های جنسی، غذا و غیره در مغز افزایش می‌یابد. داروهایی که مورد سوء‌مصرف قرار می‌گیرند نیز جملگی دارای این خاصیت هستند که مصرف آن‌ها با احساس لذت و سرخوشی همراه است و در واقع به‌عنوان تقویت‌کننده رفتاری عمل می‌کنند (هایمن، ملنکا، نستلر، ۲۰۰۶).

مواد نیز در افراد معتاد می‌تواند، از طریق رفع حالت‌های آزاردهنده و یا ناخوشایندی نظیر درد، اضطراب یا افسردگی، رفتارهای پیشایند خود را تقویت کند (جیمز سادوک به نقل از رضاعی، ۱۳۸۷). در حقیقت، از اثرات جانبی مواد مخدر می‌توان به مشکلات رفتاری، بی‌قراری، کم‌حوصلگی، افکار پارانویا، افسردگی و افزایش پرخاشگری، تغییر رفتار اجتماعی و انزوای اجتماعی افراد مصرف‌کننده اشاره کرد (گورمان و همکاران، ۲۰۰۴؛ به نقل از نجاتی، شیرینی و نوری، ۱۳۹۱). لذا مسئله اعتیاد تنها مواد مخدر نیست بلکه یک رابطه دوسویه بین مواد و شخصیت فرد مصرف‌کننده وجود دارد (اورکی و حسینی نسب بازکیانی، ۱۳۹۱). در رابطه با موضوع مشکلات رفتاری افراد درگیر با اعتیاد

1. American Society of Addiction Medicine
2. Neurotransmitters
3. Nucleus accumbens
4. Amygdala

5. Hippocampus
6. Hyman, Malenka, & Nestler
7. Brain reward system
8. Dopamine
9. Mavridis

تحقیقات زیادی صورت گرفته است. سلیمانی، نجفی، الهی و شرقی (۱۳۹۲) به بررسی فراوانی اضطراب و افسردگی در معتادان تحت درمان دارویی پرداختند و نتیجه بررسی آن‌ها نشان داد که از 51 بیمار مورد مطالعه ۴۹/۳ درصد دارای علائم اضطرابی و ۵۱ درصد دارای علائم افسردگی بودند. نتایج پژوهش کتابی، ماهر و برجعلی (۱۳۹۰) نیز نشان داد که معتادان در روان‌نژندگرای و روان‌پرشی آیزنک نمره بالایی را دریافت می‌کنند و در تحقیقی دیگر ناستیازی (۱۳۸۶) نشان داد، ۹۵ درصد معتادان نیز در طی 6 ماه اول ترک به علت مشکلات خلقی و اضطراب به عود مجدد بازمی‌گردند. در نهایت، تراسیانو، کرام و بینونو و کاستا^۱ (۲۰۰۸)؛ پورکرد، ابوالقاسمی، نریمانی و رضایی جمالویی (۱۳۹۲)؛ کریمی، همتی ثابت، احمدپناه و محمدیگی (۱۳۹۲)؛ رستمی، احدی و چراغعلی گل (۱۳۹۱)؛ قاسمی حامد، ربیعی، حقایق و پالاهنگ (۱۳۹۰) نتیجه گرفتند، قرار گرفتن در موقعیت‌های استرس‌زا و استفاده از شیوه‌های حل مسئله ناکارآمد و هیجان‌دار، منجر به ایجاد یک چرخه‌ی معیوب و افزایش استرس در آن‌ها و کاهش سازگاری می‌شود و در نهایت میزان عود را در این افراد افزایش می‌دهد. داروهای مورد استفاده در درمان اضطراب علی‌رغم تأثیر سریع، عوارض فراوانی دارند و به مدت 8 تا 12 ماه باید مصرف شوند که در بیشتر موارد، اضطراب دوباره عود می‌کند. از اشکالات عمده این داروها، ایجاد تحمل و وابستگی در صورت مصرف طولانی مدت است (پور افکاری، ۱۳۸۹). روش‌های درمانی رفتاری، روش‌های غیردارویی کاهنده اضطراب شامل لمس درمانی، استفاده از گرما و سرما، انواع روش‌های آرام‌سازی (هیپنوتیزم، تصورات هدایت‌شده، انحراف فکر، بیوفیدبک^۲، مراقبه، یوگا، آرام‌سازی پیش‌رونده عضلانی و آرام‌سازی عضلانی بنسون) و موسیقی درمانی هستند که می‌توانند موجب کاهش میزان اضطراب شوند. این روش‌ها علاوه بر ایمن و ارزان بودن، غیرتهاجمی هستند (ذوالفقاری، ۱۳۸۲؛ به نقل از هاشمی و ذاکری مقدم، ۱۳۹۱). سوخادز، کانون و تروود^۳ (۲۰۰۸) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که شیوه‌ی التقاطی روش‌های

1. Terracciano, Crum, Bienvenu, & Costa
2. Biofeedback
3. Sokhadze, Cannon, & Trudeau

علوم عصب‌شناختی، درمان‌های روان‌شناختی قراردادی و نوروفیدبک^۱ تأثیر معناداری بر بهبود عملکرد شناختی (مانند کنترل اجرایی) و هیجانی (مانند وسوسه، حساسیت بالا به دارو و درمان نشانه‌ها و کنترل اجرایی) داشته است. ذوالفقارزاده، خلیل‌زاده، قشونی و هاشمیان (۱۳۹۵) نیز نشان دادند بیماران وابسته به مواد مخدوم‌آفتامین می‌توانند تحت تأثیر نوروفیدبک، شدت و لغ مصرف خود را بهبود بخشند.

در این تحقیق اثر تکنولوژی ضربان دوگوشی^۲ بر روی سیگنال مغزی افراد معتاد بررسی شده است. طبق تحقیقات، توانایی دنبال کردن فعالیت‌های مغزی از کاربردهای تکنولوژی ضربان دوگوشی به شمار می‌رود (کارلو کالابیرسی^۳، ۲۰۰۷). در صورتی که دو سیگنال صوتی با فرکانس‌های متفاوت از دو گوش پخش شود، فرکانس صوت درونی که مغز ادراک می‌کند، برابر با اختلاف این دو سیگنال خواهد بود که این پدیده ضربان دوگوشی اطلاق می‌شود. ضربان دوگوشی بستری مناسب برای شبیه‌سازی سیستم شنوایی در فرکانس‌های خیلی پائین کمتر از فرکانس شنوایی را فراهم می‌کند (لین^۴ و همکاران، ۱۹۸۸). تحقیقات گذشته پیشنهاد کرده‌اند که تکنولوژی ضربان دوگوشی در محدوده باند فرکانسی بتا^۵ در سیگنال EEG می‌تواند فعالیت‌های مربوط به حافظه و توجه را ارتقاء دهد (کنرلی^۶، ۱۹۹۴) و یا استفاده از ضربان دوگوشی در محدوده فرکانسی باند آلفا^۷ ممکن است باعث افزایش آرامش افراد شود (فاستر^۸، ۱۹۹۶). از طرفی، الکتروانسفالوگرافی^۹ یکی از روش‌های غیرتهاجمی برای اندازه‌گیری فعالیت امواج مغزی از سنسورهای قرار گرفته بر روی پوست سر افراد است. مغز انسان دارای میلیون‌ها نورون است که بنا به فعالیت الکتریکی این نورون‌ها سیگنال ولتاژ کوچکی روی سطح جمجمه ایجاد می‌شود. این سیگنال الکتروانسفالوگرافی نام دارد (جیلانی، نرهمن و زینانی، ۲۰۱۳). مغز دارای ۴ محدوده فرکانسی آلفا، بتا، دلتا و تتا^{۱۰} می‌باشد. امواج بتا امواج سریع مغزی هستند که با

1. Neuro feedback
2. Binaural beats
3. Carlo Calabrese
4. Lane
5. Beta frequency band
6. Kennerly

7. Alpha frequency band
8. Foster
9. Electroencephalography
10. Delta & Theta

تفکر، تمرکز و تجزیه و تحلیل اطلاعات در ارتباط هستند. امواج آلفا با آرامش و سکوت مرتبط‌اند. امواج کند تتا مربوط به حافظه، آرامش عمیق و خیال‌بافی هستند. امواج دلتا نیز کندترین امواج مغزی و مربوط به خواب عمیق هستند (جیلانی، نرهمزمن و زینانی، ۲۰۱۳). با توجه به اهمیت اعتیاد و درمان آن و نتایج تحقیقات گذشته، از آنجایی که فرکانس‌های مربوط به باندهای مختلف فعالیت مغز انسان، تأثیرات متفاوت و البته قابل پیش‌بینی و معینی را بر مغز می‌گذارند (جیلانی و همکاران، ۲۰۱۳)، در این تحقیق تلاش شده اثر ضربان دوگوشی در یک فرکانس معین بر افراد بستری در مرکز ترک اعتیاد بررسی شود تا بتوان از این تکنولوژی به‌عنوان کمک درمان برای آن‌ها استفاده کرد. اما از آن‌جا که این تکنولوژی جدید بوده و استفاده از آن به‌عنوان عامل محرک احساسات در حال بررسی است، مقالات منتشر شده در این حوزه بسیار اندک بوده و بررسی آن بر روی افراد معتاد و با هدف تسریع درمان آن‌ها تاکنون انجام نشده است.

روش

جامعه، نمونه، و روش نمونه‌گیری

این پژوهش از نوع مطالعات شبه‌آزمایشی با استفاده از پیش‌آزمون و پس‌آزمون با به‌کارگیری گروه شاهد است. شرکت‌کنندگان این پژوهش با استفاده از تست شخصیت آیزنک و زیر نظر روان‌پزشک و مددکار اجتماعی نزدیک به بیماران، از معتادین مرد بستری در کلینیک ترک اعتیاد اجتماع درمان‌مدار خراسان رضوی، مؤسسه پیشگامان سلامت سرزمین خورشید شهر مشهد انجام شده است. پس از ارائه توضیحات لازم به روان‌شناس، مددکار و مسئولین کلینیک ۲۰ مرد در محدوده سنی ۳۰/۵ سال برای شرکت در این تحقیق در نظر گرفته شدند. سپس با استفاده از آزمون شخصیت آیزنک شرکت‌کنندگان موردبررسی قرار گرفته و اشخاصی که بیشترین شباهت از نظر شخصیت و شرایط پایه را باهم داشتند انتخاب شدند (کتابی، ماهر و برجلی، ۱۳۹۰). در ادامه به شرکت‌کنندگان در رابطه با آزمایش اطلاع‌رسانی شد و افراد فرم رضایت برای شرکت در آزمون را پر کردند. همچنین، برای بررسی حالت افراد در نتیجه اعمال محرک از

پرسش‌نامه برامز^۱ استفاده شده است. با استفاده از این نتایج دو گروه از نظر میزان و نوع تأثیرپذیری غربال شدند.

با توجه به مراقبت‌های موجود در مرکز درمان اعتیاد و بررسی سوابق پزشکی افراد، شرکت کنندگان، در مدت حضور در فرایند پروژه از مصرف داروهای مؤثر بر روند کار منع شدند و یا از افرادی بودند که به‌طور کلی درمان دارویی نداشتند. با این حال برای دقت بیشتر در کار، از تمامی افراد شرکت‌کننده در ابتدا و انتهای تحقیق، آزمون دوپامین از نمونه ادرار گرفته شد. بر اساس این آزمون و آزمایش ادرار، داده‌های ۵ نفر از افراد برای تحلیل نامناسب بوده و تنها نتایج حاصل از ۱۵ نفر در ادامه کار بررسی گردید. از این میان اثر ضربان دوگوشی بر روی ۱۰ نفر در گروه اول لحاظ و ۵ نفر باقیمانده به‌عنوان گروه شاهد و حین روند درمان معمول در کلینیک بررسی شدند.

ابزارها

۱. ثبت سیگنال مغزی: ثبت سیگنال EEG افراد با استفاده از دستگاه ۱۰ کانال ثبت سیگنال مغزی فلکس کامپ^۲ انجام شد. در این مطالعه از ۸ کانال جدول (۱) و با جایگذاری استاندارد ۲۰-۱۰ بهره گرفته شده است. همچنین الکترودها، با استفاده از چسب رسانای الکترودهای استکانی بر روی سر تثبیت شده است. برای ثبت سیگنال‌ها در رایانه از نرم‌افزار خود دستگاه استفاده و در نهایت برای تحلیل خروجی، داده‌ها در نرم‌افزار متلب^۳ فراخوانی شده است.

جدول ۱: کانال‌های به کار رفته برای ثبت سیگنال EEG

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
C _z	T ₃	T ₄	P _z	F ₇	F _z	F _{pz}	F ₈

برای پخش امواج باینورال از نرم‌افزار آی-دوزر^۴ استفاده شد. این نرم‌افزار برای تلفیق و پخش ضربان دوگوشی با فرکانس‌های مختلف است که با توجه به هدف این تحقیق در جهت ایجاد آرامش برای افراد معتاد از فرکانس ۷ هرتز آن استفاده شد (پژمان، راحتی و

1. Brums mood questionnaire
2. FlexComp Infiniti encoder

3. MATLAB
4. I-Doser

فتحی، ۱۳۹۲). پخش آهنگ و ضربان‌های دوگوشی نیز با استفاده از لپ‌تاپ ASUS مدل N53S صورت گرفته است و با گوشی فیلیپس به افراد منتقل شده است.

۲. پرسش‌نامه خلق و خوی پرآمز: ابزار دیگر جمع‌آوری داده در این تحقیق، پرسش‌نامه حاصل از اظهارات شخصی شرکت‌کنندگان است. برای اطلاع بهتر از وضعیت روحی افراد در انتهای هر جلسه از شرکت‌کنندگان خواسته شد پرسش‌نامه خلق و خوی پرآمز را پر کنند (لین و همکاران، ۱۹۸۸). مودولو و همکاران (۲۰۱۱) نیز از این پرسش‌نامه برای ارزیابی و مقایسه کیفیت زندگی و حالات روحی ورزشکاران زن و مرد استفاده کرده‌اند. این پرسش‌نامه دارای ۲۴ پرسش درباره بیان احساسات فرد است که با بررسی و تحلیل با کلید آزمون و مشورت با روان‌شناس، ۶ حالت روحی خشم و عصبانیت، افسردگی، تنش، سردرگمی، خستگی و سرزندگی معیارسنجی می‌شود. در پایان به هر کدام از این حالات روحی نمراتی بین ۰ تا ۱۶ تعلق می‌گیرد که افزایش نمره نشان‌دهنده شدت حالت مربوطه است.

روند اجرا

پروتکل ثبت این تحقیق با استناد به مطالعات قبلی طراحی شده است. آزمایش در ۳ روز متوالی و در ساعات یکسان در اتاقی کنترل‌شده از نور و دما (حدود ۲۴ درجه سانتی‌گراد) و همچنین آرام و بدون هر نوع آلودگی صوتی احتمالی در محل کلینیک انجام شده است. برای تطبیق افراد با فرآیند آزمایش ۱۰ دقیقه زمان در نظر گرفته شد. همچنین از افراد خواسته شده بود از ۱۲ ساعت قبل از شروع آزمون از مصرف هرگونه داروی آرام‌بخش و نوشیدنی کافئین‌دار پرهیز کنند. در هر جلسه شرکت‌کننده به صورت شکل (۱) روی یک صندلی راحتی و با چشمان بسته و بدون هرگونه حرکت شدید و یا صحبت کردن قرار نشسته و کلاه الکترودی و هدفون روی سر وی قرار می‌گرفت.



شکل ۱: نمایی از روند انجام آزمایش

آزمایش بدین صورت طراحی شده که هر یک از شرکت کنندگان در هر جلسه ۱۱ دقیقه تحت تأثیر موسیقی خنثی به‌عنوان پیش‌زمینه و ضربان دوگوشی هم‌زمان قرار بگیرند. برای مشاهده تغییرات، ارزیابی نحوه عملکرد و نتیجه حاصل از اعمال امواج، ۲ دقیقه قبل و ۲ دقیقه بعد از اعمال ضربان دوگوشی نیز از افراد در همان شرایط آزمون ثبت سیگنال مغزی صورت پذیرفته است (پژمان، راحتی و فتحی، ۱۳۹۲). انتهای هر جلسه ثبت، پرسش‌نامه برامز در اختیار شرکت کنندگان قرار داده شد. در گروه افراد شاهد نیز روش گفته شده بدون پخش موسیقی و ضربان دوگوشی انجام شد.

۲۴۳

243

سال دهم، شماره ۴۰، زمستان ۱۳۹۵
Vol. 10, No. 40, Winter 2017



نمودار ۱: پروتکل ثبت سیگنال

داده‌ها به استفاده از نرم‌افزار MATLAB پردازش شدند. ابتدا به منظور حذف نویزها و آرتیفکت‌های موجود، با استفاده از فیلترهای پایین‌گذر و بالا‌گذر مناسب پیش‌پردازش

سیگنال‌ها انجام شد. سپس برای درک و مقایسه‌ی تغییرات حاصل از پخش باینورال، ۱۴ ویژگی شامل ویژگی‌های زمانی (متوسط، پراش، چولگی و تیزی)، ویژگی‌های فرکانسی (توان نسبی باند دلتا (۰ تا ۴ هرتز)، توان نسبی باند تتا (۴ تا ۸ هرتز)، توان نسبی باند آلفای کند (۸ تا ۱۰ هرتز)، توان نسبی باند آلفای سریع (۱۰ تا ۱۳ هرتز)، توان نسبی باند بتا (۱۳ تا ۳۰ هرتز)، انرژی سیگنال، توان نسبی باند ۶/۵ تا ۷/۵ هرتز و ماکزیمم توان باند ۶/۵ تا ۷/۵ هرتز) و ویژگی‌های غیرخطی (نمای لیاپانوف^۱ و بعد فرکتال^۲) از ۳ دقیقه ابتدایی و ۳ دقیقه پایانی هر سیگنال استخراج شد (پژمان، راحتی و فتحی، ۱۳۹۲). با توجه به گسترده‌ی ویژگی‌ها، ویژگی‌های استخراج شده از سگمنت ابتدایی و انتهایی در نرم‌افزار متلب و به کمک آزمون t نسبت به یکدیگر سنجیده شدند. ویژگی‌های حوزه فرکانس از جمله ویژگی‌هایی هستند که کارایی نسبتاً خوبی را در پردازش‌های مختلف سیگنال مغزی از خود نشان داده‌اند. روش‌های مختلفی برای تخمین طیف توان از روی داده‌ها ابداع شده است که معمولاً هر کدام در مورد نوع خاصی از سیگنال‌ها تخمین مطلوبی را ارائه می‌دهند. به دلیل اهمیت تغییرات طیف در سیگنال EEG در باندهای فرکانسی دلتا، تتا، آلفای کند، آلفای سریع، بتا و گاما برای حالات مختلف ذهنی و روانی، مقالات متعددی بازبینی شد و با توجه به آن‌ها ویژگی‌های فرکانسی مذکور در نظر گرفته شدند. پس از محاسبه توان هر باند، توان نسبی هر باند که از تقسیم توان آن باند فرکانسی بر توان کل فرکانس‌های طیف سیگنال به دست می‌آید، به‌عنوان ویژگی در نظر گرفته شده است.

رویکرد دیگری که برای استخراج ویژگی از سیگنال EEG مطرح است، استفاده از ویژگی‌های غیرخطی است. تکنیک‌های غیرخطی قادرند فرآیندهای تولیدشده در سیستم‌های بیولوژیکی را با روش‌های مؤثرتر توصیف نمایند. پارامترهایی که بیان‌کننده رفتار آشوب گونه هستند به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول آن‌هایی هستند که بر دینامیک رفتارهای آشوب گونه تأکید دارند مانند نمای لیاپانوف. این دسته از پارامترها بیان‌کننده چگونگی رفتار سیستم در طول زمان می‌باشند. دسته دوم تأکید بر طبیعت هندسی مسیرهای حرکتی در فضای حالت دارد مانند بعد فرکتال. مقدار نمای لیاپانوف،

1. Lyapanov exponent

2. Fractal dimension

بیان می‌کند که به‌طور متوسط با چه سرعتی قابلیت پیش‌بینی در سیستم از دست می‌رود. این ویژگی به‌منظور اندازه‌گیری نرخ جذب یا دفع تراژکتوری^۱ حالت یک سیستم از نقاط تعادل می‌باشد. برای محاسبه‌ی بزرگ‌ترین نمای لیاپانوف (MLE) از یک سری زمانی، باید آهنگ بزرگ شدن اختلافات بین نمونه‌های متوالی را بررسی کرد. برای یک سیگنال MLE با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود که در آن که d_n فاصله‌ی نمونه متوالی در زمان n ام، d_0 فاصله‌ی متوالی در زمان اولیه است.

رابطه (۱):

$$\lambda = \frac{1}{n} \ln \frac{d_n}{d_0}$$

بعد فرکتال نیز نشان‌دهنده خواص هندسی بستر جذب می‌باشد. سرعت محاسبه‌ی بالایی دارد. برای محاسبه بعد فرکتال از روش هایوچی^۲ استفاده شده است. در این روش از سری داده‌های ورودی X_1, X_2, \dots, X_n سری جدیدی به‌صورت رابطه (۲) ساخته می‌شود.

رابطه (۲):

$$x_m^k = \left\{ x(m), x(m+k), x(m+2k), \dots, x\left(m + \left\lfloor \frac{N-m}{k} \right\rfloor k\right) \right\}$$

که m نشان‌دهنده نقطه اولیه هر سری و k نشان‌دهنده جزء صحیح عدد است. برای هر x_m^k طول $L_m(k)$ برابر است با رابطه (۳):

رابطه (۳):

$$L_m(k)J = \frac{\sum_{i=1}^{\left\lfloor \frac{N-m}{k} \right\rfloor} |x(m+ik) - x(m+(i-1)k)|}{\left\lfloor \frac{N-m}{k} \right\rfloor k} (N-1)$$

که N نشان‌دهنده‌ی تعداد نمونه‌ها و $\left\lfloor \frac{N-m}{k} \right\rfloor k$ ضریب نرمال‌سازی است. برای هر مقدار k تعداد k طول به دست می‌آید و سپس میانگین آن‌ها به‌عنوان طول میانگین محاسبه می‌شود. این عمل تا k_{\max} تکرار می‌شود. بعد هایوچی شیب بهترین خط تقریب زده‌شده با روش کمترین مربع خطا برای $\ln(L(k))$ برحسب $\ln\left(\frac{1}{k}\right)$ می‌باشد.

یافته‌ها

با استفاده از نتایج به دست آمده از آزمون t و ویژگی‌های دارای بیشترین تغییر از بخش اول و آخر سیگنال ثبت شده بررسی شده است. آماره‌های توصیفی ویژگی‌های مختلف در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

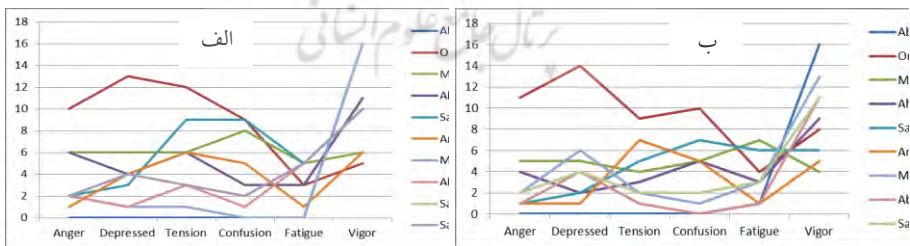
جدول ۲: آماره‌های توصیفی و مقادیر معناداری برای ویژگی‌های مختلف

آماره‌ها	میانگین	انحراف استاندارد	معناداری
متوسط	-۰/۲۰۵۰	۱/۶۸	۰/۵۴
پراش	۰/۰۰۰۹۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
چولگی	۰/۱۶۵	۰/۰۱	۰/۴۷
گسترده‌گی	۳/۱۲۵	۰/۰۱	۰/۳۷
توان نسبی باند دلتا (۰ تا ۴)	۹۲/۷۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
توان نسبی باند تتا (۴ تا ۸)	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰	۰/۲۴
توان نسبی باند آلفای کند (۸ تا ۱۰)	۲۰/۰۰۵۲	۳/۰۵	۰/۰۳
توان نسبی باند آلفای سریع (۱۰ تا ۱۳)	۹۳۲/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۴
توان نسبی باند گاما (۱۳ تا ۳۰)	۹۶۶/۷۹	۰/۰۱	۰/۲۹
انرژی سیگنال	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰	۰/۰۲
ماکزیمم توان نسبی باند ۶/۵ تا ۷/۵	۰/۱۳۶۵	۰/۰۲	۰/۵۲
توان نسبی باند ۶/۵ تا ۷/۵	۰/۱۱۸۳	۰/۰۱۵	۰/۵۳
نمای لیپانوف	۷/۵۰۸۷	۰/۰۱	۰/۰۰۱
بعد فرکتال	۱/۲۷۷۹	۰/۰۱	۰/۰۰۵

همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود ویژگی‌های ۱- توان باند دلتا، ۲- نمای لیپانوف، ۳- انرژی سیگنال، ۴- واریانس، ۵- توان باند آلفا (۱۰-۸ هرتز) و ۶- بعد فرکتال، دارای مقادیر $P < ۰/۰۵$ و در حقیقت اختلافات معنادار هستند. همچنین، نتایج شهودی نیز حاکی از این بوده که ویژگی‌های فرکانسی نظیر توان باند فرکانسی دلتا و ویژگی‌های غیرخطی دارای بیشترین اختلافات کاهش در طول جلسات بوده‌اند. از این رو طبق مشخصه‌ی امواج مغزی دلتا می‌توان اظهار کرد که هوشیاری افراد معتاد پس از اعمال ضربان دوگوشی کاهش داشته و سطح آرامش در این افراد افزایش داشته است. در نهایت، مشخص شده است که نتایج حاصل از سیگنال EEG با اظهارات شخصی افراد در

پرسش‌نامه خلق و خوی برامز مطابقت داشته است. کاهش مقدار ویژگی‌های غیرخطی و فرکانسی استخراج شده از سیگنال همانند نتیجه پرسش‌نامه‌های تکمیل شده توسط شرکت‌کنندگان نشان‌دهنده القای آرامش در افراد با استفاده از ضربان دوگوشی است. نمودار (۲) که در ادامه ارائه شده نشان‌دهنده تغییرات حالات افراد پایان جلسه اول و جلسه سوم شرکت‌کنندگان است. در این نمودارهای گسسته محور افقی بیان‌گر حالات و محور عمودی سطح هر یک از این حالات است.

تحلیل پرسش‌نامه‌های خلق و خوی برامز ابتدایی و انتهایی شرکت‌کنندگان از طریق کلید آزمون زیر نظر روان‌شناس نشان داده که اکثر افراد پس از پخش ضربان دوگوشی موردنظر با کاهش حالات عصبانیت، تنش و سردرگمی و افزایش سرزندگی و تمایل به ادامه درمان و کسب بهبودی کامل مواجه شده‌اند. برای نمایش بهتر نتایج پرسش‌نامه‌ها، میانگین نمرات هر کدام از حالات ۶ گانه‌ی خشم، افسردگی، تنش، سردرگمی، خستگی و سرزندگی که نمراتی بین ۰ تا ۱۶ داشته‌اند در جدول شماره ۳ ارائه شده‌اند. همچنین تغییرات هر کدام از حالات به صورت درصدی نیز بیان شده که نشان می‌دهد حالت عصبانیت، افسردگی و تنش پس از اعمال ضربان دوگوشی به شدت کاهش داشته است. حالت سردرگمی وابسته به شخص عمل کرده و حالات سرزندگی و خستگی آن‌ها نیز متقابلاً افزایش داشته؛ که در نهایت نشان‌دهنده بهبود حالات روحی منفی و افزایش آرامش در آن‌ها است.



نمودار ۲: نتیجه پرسش‌نامه‌های ثبت شرکت‌کنندگان معتاد

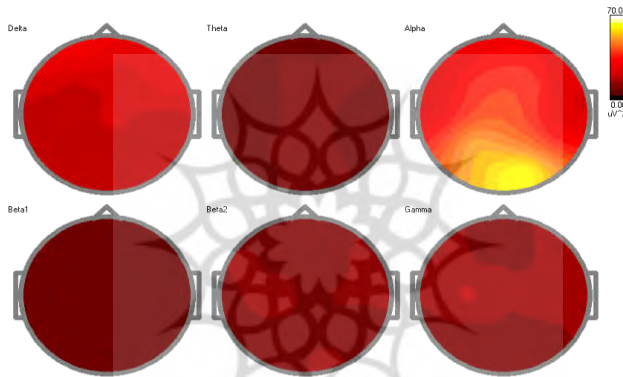
الف) پایان جلسه اول (ب) پایان جلسه دوم

آماره‌های توصیفی تغییرات و میانگین نمرات ۶ حالت بیان شده در پرسش‌نامه برامز در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: آماره‌های توصیفی تغییرات و میانگین نمرات در ۶ حالت بیان‌شده در پرسش‌نامه برامز

شاخص	نوع آزمون	عصبانیت	افسردگی	تنش	سردرگمی	خستگی	سرزندگی
درصد تغییرات	پس آزمون	٪-۸۸	٪-۶۶	٪-۷۷	٪-۴۵	٪ ۷۸	٪ ۷۷
میانگین نمرات	جلسه اول	٪-۳/۴۰	٪-۴/۶۴	٪-۵/۱۰	٪-۴/۱۰	٪ ۳/۲۲	٪ ۲/۹۰
(۱۶تا۰)	جلسه آخر	٪-۳	٪-۴/۲۲	٪-۳/۶۰	٪-۳/۴۰	٪ ۳/۸۰	٪ ۱۰

در نهایت، برای تائید نتایج حاصل از پرسش‌نامه‌ها و تحلیل سیگنال‌های مغزی، شکل (۲) که نشان‌دهنده نقشه مغز یکی از شرکت‌کنندگان در نتیجه گوش دادن به ضربان دوگوشی مورد نظر ارائه شده است. همان‌طور که در این شکل نیز مشخص است، بیشترین تأثیر افراد در باندهای فرکانسی مربوط به آرامش مانند دلتا و آلفا بوده است.



شکل ۲: نقشه مغزی

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش پیش‌رو با هدف بررسی تأثیر ضربان‌های دوگوشی بر روی افراد معتاد، با فرض تأثیر سریع و بانمود بیشتر نسبت به افراد بدون تجربه اعتیاد صورت گرفته است. از آنجایی که تکنولوژی ضربان‌های دوگوشی جدید و استفاده از آن به‌عنوان عامل محرک احساسات به‌تازگی در حال انتشار است، مقالات منتشر شده در این حوزه بسیار اندک بوده و این پژوهش به دلیل بحث و بررسی تأثیرات ضربان‌های دوگوشی بر روی گروهی خاص از افراد که نمونه تأثیر بلندمدت محرک مورد نظر هستند، نو محسوب می‌گردد. با توجه به بررسی‌های انجام‌شده در دو گروه مورد آزمایش با ضربان دوگوشی و گروه شاهد، مشخص شد که این امواج اثر مثبت بر درمان افراد معتاد داشته و علاوه بر کاهش

عصبانیت، تنش و سردرد گمی و افزایش سرزندگی آن‌ها به صورت درمان مکمل به آن‌ها کمک کرده است.

روش‌های گوناگونی برای بهبود حالات روحی روانی افراد معتاد ارائه و بررسی شده است. از روش‌های مرسوم‌تر که در این مقاله نیز به آن‌ها اشاره شد و با موضوع تحقیق نیز به‌نوعی هم‌راستا هستند می‌توان به استفاده از موسیقی و یا نوروفیدبک جهت بهبود افراد معتاد اشاره کرد. در واقع، هنردرمانی یکی از شیوه‌های قدیمی و رایج است و با توجه به کامل نبودن اثربخشی درمان دارویی و توجه روزافزون به روش‌های غیر دارویی، هنر درمانی به‌ویژه موسیقی‌درمانی به‌عنوان یکی از شیوه‌های رایج درمان مورد توجه قرار گرفته است (جیوتن^۱، ۲۰۰۹؛ ویکیم^۲، ۲۰۱۰؛ مک فاری^۳، ۲۰۱۱؛ استینزیک^۴، ۲۰۰۱). خرم‌آبادی و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند جلسات موسیقی‌درمانی در افراد معتاد در حال ترک و بهبودی می‌تواند باعث افزایش عاطفه مثبت و کاهش اضطراب گردد. علاوه بر این، پانکانن^۵ (۲۰۰۷) در بررسی خود نشان داد که با استفاده از برنامه‌های موسیقی‌درمانی فعال و غیرفعال در مرحله بازگیری دارویی می‌توان آشفته‌گی‌های خلقی و اضطرابی معتادین را تسکین داد و سلمانی، و صنوبر، (۱۳۹۴) نیز اظهار کردند موسیقی‌درمانی به‌تنهایی یا در کنار سایر مداخلات روان‌شناختی می‌تواند روش مؤثری برای کاهش اضطراب معتادین در مرحله بازتوانی غیردارویی باشد. در تحقیقی خرم‌آبادی و اسدی (۱۳۹۵) نشان دادند موسیقی‌درمانی به‌عنوان درمانی مکمل به افراد مبتلا کمک می‌کند تا وضعیت عمومی خود را در رابطه با عملکرد ذهنی و اجتماعی بهبود بخشند. در تبیین نتایج حاصل می‌توان گفت گوش دادن به موسیقی آرامش‌بخش با تحریک امواج آلفا در مغز می‌تواند یک وضعیت آرام‌بخش از طریق انتشار اندورفین، دوپامین و کاهش ترشح کاتوکولامین فراهم نماید و به‌این ترتیب، افسردگی، اضطراب و خشم کاهش می‌یابد (سلمانی و صنوبر، ۱۳۹۴). در رابطه با اثر نوروفیدبک نیز، ذوالفقارزاده و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند بیماران وابسته به مواد مت‌آفتمین می‌توانند تحت تأثیر نوروفیدبک،

ولع مصرف خود را بهبود بخشند. مطالعات سوخادز و همکاران (۲۰۰۸) نیز مبنی بر اثربخشی نوروفیدبک بر کاهش عقاید و سوسه‌انگیز مصرف مورفین بوده است. از طرفی، مطالعات گذشته در حوزه‌ی استفاده از ضربان دوگوشی، نشان داده که ضربان دوگوشی بر عملکرد روانی و حالت روحی اثر می‌گذارد (لین و همکاران، ۱۹۸۸) یا در محدوده باند آلفا موجب ایجاد آرامش می‌شود (فاستر، ۱۹۹۶). علاوه بر این ضربان دوگوشی تأثیرات مثبتی در معیارهای فیزیولوژیک نظیر اضطراب داشته (کارلو کالابیرسی، ۲۰۰۷) و پس از اعمال آن افراد خونسردتر به نظر رسیده‌اند (جیلانی، نرهمزن و زینانی، ۲۰۱۳).

در نهایت، در یک جمع‌بندی کلی، با مقایسه نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با مقالات پیشین، علاوه بر تائید صحت تأثیرات عام این امواج بر افراد، می‌توان اظهار کرد که اثر ضربان دوگوشی بر افراد معتاد هم‌راستا بوده و این تکنولوژی با کاهش حالات روحی منفی و بهبود فرد توانسته به‌عنوان یک کمک درمان مفید عمل کند. در نتیجه پیشنهاد می‌شود که در مراکز ترک اعتیاد، زندان‌ها و یا هر سازمان دیگر در گیر با بهبود اعتیاد، استفاده از ضربان دوگوشی جز برنامه‌های درمانی مکمل تدوین شود و با افزایش تعداد جلسات و استفاده از فرکانس‌های متفاوت ضربان دوگوشی، اثر این تکنولوژی در راستای دیگر درمان‌های فعلی در روند کلی درمان بررسی کرد. علاوه بر این، می‌توان شباهت تأثیر این محرک‌ها با مخدرهای اعتیادآور مورد استفاده را در تحقیقات بعدی مشاهده و برای پیش‌بینی و کنترل آن برنامه‌ریزی نمود. لازم به ذکر است، با توجه به شدت تغییرات ویژگی‌های فرکانسی و ویژگی‌های غیرخطی، در کارهای بعدی مبنی بر کنترل حالات روحی این افراد، بیشتر بر روی این گروه از ویژگی‌ها متمرکز شد و از آنجاکه به دلیل برخی محدودیت‌ها، این تحقیق تنها بر روی مردان انجام شد، در تحقیقات آتی به منظور اشراف بیشتر به تغییرات، هر دو گروه زن و مرد مورد ارزیابی قرار گیرند.

منابع

اورکی، محمد؛ حسینی نسب بازکیانی، سیده معصومه (۱۳۹۰). مقایسه خود راهبری، نوجویی و سایر ویژگی‌های شخصیتی با بهبودی و بازگشت به مصرف مواد مخدر و سلامت روان گروهی از درمان‌جویان وابسته به مواد. *شناخت اجتماعی*، (۱)، ۲۳-۳۳.

پژمان، سولماز؛ راحتی، سعید؛ و فتحی، مهدی (۱۳۹۲). ارزیابی تغییرات سیگنال‌های مغزی حین اعمال ضربان‌های دوگوشی. بیست و یکمین کنفرانس مهندسی برق ایران، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد. پور افکاری، نصراله (۱۳۸۹). روان‌شناسی بالینی تهران، انتشارات آزاده.

پور کرد، مهدی؛ ابوالقاسمی، عباس؛ نریمانی، محمد و رضایی جمالویی، حسن (۱۳۹۲). بررسی اثر مستقیم و غیرمستقیم خودکارآمدی، تکانشوری، فعال‌سازی بازداری رفتاری و مهارت‌های اجتماعی سوء‌مصرف مواد در دانش‌آموزان. فصلنامه اعتیاد پژوهی، ۷(۲۶)، ۲۸-۱۱.

خرم‌آبادی، یدالله و اسدی‌فرهادی، طاهره (۱۳۹۵). تأثیر موسیقی درمانی بر کاهش عود افسردگی و استرس معتادین به مواد مخدر. فصلنامه اعتیاد پژوهی، ۱۰(۳۸)، ۱۶۲-۱۵۱.

خرم‌آبادی، یدالله؛ امینی، یاسمن؛ دادفر، رضا؛ حیدری‌مقدم، رشید؛ کی‌خاونی، ستار؛ الشرفی حافظ، اصغر و مظفری‌زاده، سید سجاد (۱۳۹۱). تأثیر موسیقی درمانی بر کاهش اعتیاد، اضطراب و افسردگی معتادین به مواد مخدر. فصلنامه تاریخ پزشکی، ۴(۱۳)، ۱۲۵-۱۰۷.

ذوالفقار زاده کرمانی، مهدی؛ خلیل‌زاده، محمدعلی؛ قشونی، مجید و هاشمیان، پیمان (۱۳۹۵). اثربخشی نوروفیدبک آلفا/تتا بر ولع مصرف بیماران وابسته به مت‌آفتامین. فصلنامه اعتیاد پژوهی، ۱۰(۳۸)، ۲۱۰-۱۹۹.

راهبردهای مقابله‌ای و میزان آسیب‌پذیری در برابر استرس در بین معتادان تحت درمان‌نگه‌دارنده با متادون و افراد سالم. فصلنامه اعتیاد پژوهی، ۵(۱۸)، ۲۰-۷.

رستمی، امیرمسعود؛ احدی، حسن و چراغعلی گل، هایده (۱۳۹۲). پیش‌بینی راهبردهای مقابله با استرس بر اساس ویژگی‌های شخصیتی وابستگان مواد محرک. فصلنامه اعتیاد پژوهی، ۷(۲۶)، ۱۲۶-۱۱۱. سلمانی، اسماعیل و صنوبر، لاله (۱۳۹۴). اثربخشی موسیقی درمانی بر اضطراب حالت صفت معتادین در مرحله بازتوانی غیر دارویی. فصلنامه اعتیاد پژوهی، ۹(۳۵)، ۱۶۲-۱۴۹.

سلیمانی، ربابه؛ نجفی، کیومرث؛ الهی، معصومه و شرقی، آرش (۱۳۹۲). بررسی فراوانی اضطراب و افسردگی در بیماران معتاد تحت درمان‌نگه‌دارنده با متادون. مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان، ۲۲(۱۷)، ۶۹-۶۴.

سیادوک، بنجامین؛ سیادوک الکوت، ویرجینا (۲۰۱۰). خلاصه روان‌پزشکی. ترجمه دکتر فرزین رضاعی (۱۳۸۷)، تهران، انتشارات ارجمند.

قاسمی، نظام‌الدین؛ ربیعی، مهدی؛ حقایق، سید عباس و پالاهنگ، حسن (۱۳۹۰). مقایسه سطح هیجان‌خواهی، راهبردهای مقابله‌ای و میزان آسیب‌پذیری در برابر استرس در بین معتادان تحت درمان‌نگه‌دارنده با متادون و افراد سالم. فصلنامه اعتیاد پژوهی، ۵(۱۸)، ۲۰-۷.

- کتابی، صمیمه؛ ماهر، فرهاد و برجعلی، احمد (۱۳۸۷). بررسی نیمرخ شخصیتی معتادان به مواد مخدر با استفاده از دو نظام شخصیتی کلونینجر و آیزنک. *فصلنامه اعتیاد پژوهی*، ۲(۷)، ۴۵-۵۴.
- کریمی، حمزه؛ همتی ثابت، اکبر؛ حقیقی، محمد؛ احمدپناه، محمد و محمد بیگی، حمید (۱۳۹۲). مقایسه اثربخشی آموزش گروهی مدیریت خشم و مهارت‌های ارتباطی بر میزان پرخاشگری معتادان به حشیش زندان همدان. *فصلنامه تحقیقات علوم رفتاری*، ۱۱(۲)، ۱۳۸-۱۲۹.
- مظفر، حسین؛ ذکریایی، منیژه و ثابتی، مریم (۱۳۸۸). آنومی فرهنگی و اعتیاد به مواد مخدر در بین جوانان ۲۸-۱۳ ساله تهران. *پژوهشنامه علوم اجتماعی*، ۳(۴)، ۳۳-۵۴.
- میری آشتیانی (۱۳۸۵). *جامعه‌شناسی اعتیاد*. تهران، نشر دید آور.
- ناستیزایی، ناصر (۱۳۸۶). بررسی عوامل خانوادگی عود اعتیاد از دیدگاه معتادان خود معرف به مراکز ترک اعتیاد شهرستان زاهدان. *طلوع بهداشت*، ۶(۲)، ۲۴-۱۷.
- ناصری پلنگرد، سهیلا؛ محمدی، فریبا؛ دوله، معصومه؛ ناصری، محبوبه (۱۳۹۲). عوامل مؤثر بر اعتیاد زنان. *فصلنامه زن و فرهنگ*، ۴(۱۶)، ۸۳-۹۴.
- نجاتی، وحید؛ شیرینی، اسماعیل؛ و نوری، ژاله (۱۳۹۱). مقایسه توانایی بازشناسی حالات هیجانی و ذهن خوانی در افراد مصرف‌کننده مواد افیونی و همتایان سالم. *فصلنامه اعتیاد پژوهی*، ۶(۲۱)، ۳۰-۱۹.
- هاشمی، سیما و ذاکری مقدم، معصومه (۱۳۹۱). بررسی مقایسه‌ای تأثیر آرام‌سازی عضلانی و موسیقی درمانی بر سطح اضطراب بیماران در انتظار کاتتریسیم قلبی. *نشریه پرستاری قلب و عروق*، ۱(۴)، ۲۳-۴۰.

American Society of Addiction Medicine (ASAM) (2011). *Public policy statement: Definition of addiction*.

Foster, D. S. (1996). EEG and subjective correlates of alpha-frequency binaural-beat stimulation combined with alpha biofeedback. Retrieved at <http://www.MonroeInstitute.org/research/alpha-binaural-beat.html>.

genders? *Clinics*, 66(2), 255-260.

Guetin, S., Soun, B., Voirirot, G., Picot, M. C., Herisson, C. (2009). The effect of music therapy on mood and anxiety-depression: An observational study in institutionalized patients with traumatic brain injury. *Annals of Physical Rehabilitation Medicine*, 52, 30-40.

Hyman, S. E., Malenka, R. C., Nestler, E. J. (2006). Neural Mechanisms of Addiction: The Role of Reward-Related Learning and Memor. *Annual review of neuroscience*, 29, 565-598. DOI: 10.1146/annurev.neuro.29.051605.113009.

Kennerly, R. C. (1988). An empirical investigation into the effect of betafrequency binaural-beat audio signals on four measures of human memory. Retrieved at <http://www.MonroeInstitute.org/research/humanmemory-kennerly.html>.

Lane, J. D., Kasian, S. J., Owens, J. E., & Marsh, G. R. (1988). Binaural Auditory Beats Affect Vigilance Performance and Mood. *Physiology and Behavior*, 63(2), 249-252.

- Lee, J., Herrenkohl, T., & Kosterman, R. (2013). Educational inequalities in the co-occurrence of mental health and substance use problems and its adult socio-economic consequences: a longitudinal study of young adults in a community sample. *Public health, 127*(8), 745-753.
- Mavridis, I. N. (2015). Music and the nucleus accumbens. *Surgical and Radiologic Anatomy, 37*(2), 121° 125. DOI: 10.1007/s00276-014-1360-0.
- Mc Caffrey, T., Edwards, J., Fannon, D. (2011). Is there a role music therapy in the recovery approach in mental health? *The Arts Psychotherapy, 38*, 185-189. DOI: 10.1016/j.aip.2011.04.006.
- Modolo, V. B., Antunes, H. K. M., Gimenez, P. R. B., Santiago, M. L. M., Tufik, S., Mello, M. T. (2011). Negative addiction to exercise: are there differences between genders? *Clinics, 66*(2), 255-260. DOI: 10.1590/S1807-59322011000200013.
- Noel, X., Brevers, D., & Bechara, A. (2013). A neurocognitive approach to understanding the neurobiology of addiction. *Current opinion in neurobiology, 23*(4), 632-638.
- On, F. R., Jailani, R., Norhazman, H., & Mohamad Zaini, N. (2013). Binaural Beat Effect on Brainwaves based on EEG. *IEEE 9th International Colloquium on Signal Processing and its Application.*
- Punkanen, M. (2007). Music Therapy as a part of drug rehabilitation. *Music Therapy Today, 3*, 334-342.
- Sokhadze, T. M., Cannon, R. L., & Trudeau, D. L. (2008). EEG Biofeedback as a treatment for substance use disorders: Review, rating of efficacy, and recommendations for further research. *Applied Psychophysiology and Biofeedback, 33*(1), 1-28.
- Stanczyk, M. M. (2011). Music therapy in supportive cancer care. *Reports of practical oncology and radiotherapy: journal of Greatpoland Cancer Center in Poznań and Polish Society of Radiation Oncology, 16*(5), 170-172. DOI: 10.1016/j.rpor.2011.04.005.
- Terracciano, A., Löckenhoff, C. E., Crum, R. M., Bienvenu, O. J., Costa Jr., P. T. (2008). Five-Factor Model personality profiles of drug users. *BMC Psychiatry, 11*, 8-22. DOI: 10.1186/1471-244X-8-22.
- Wahbeh, H., Calabrese, C., & Zwickey, H. (2007). Binaural Beat Technology in Humans: A Pilot Study to Assess Psychologic and Physiologic Effects. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine, 13*(1), 25-32. DOI: 10.1089/acm.2006.6196.
- Wakim, J. H., Smith, S., Guinn, G. (2010). The Efficacy of Music Therapy. *Journal of Perianesth nursing, 25*(4), 226-232.