فصلنامه مطالعات روانشناسی و علوم تربیتی
دوره ۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱ صفحات ۲۹۵-۲۱۵
ISSN: 2476-5090
www.uctjournals.com

درمان اختلال بی‌توجهی- بیش‌فعالی با روش نوروفیدبک

حلیمه نافعی۱ و سیده مریم حسینی کرد خیلی۲

۱کارشناسی ارشد گروه روانشناسی تربیتی، دانشگاه تهران، دانشکده روانشناسی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)
halimenafei@yahoo.com
۲کارشناس ارشد روان شناسی بالینی، مشاور در آموزش و پرورش استثنایی مازندران

چکیده

شایع‌ترین اختلال روانی در بین کودکان، اختلال بی‌توجهی-بیش‌فعالی (ADHD) می‌باشد. یکی از معروف‌ترین راه‌کارهای درمان این اختلال استفاده از فناوری نوروفیدبک است. این بیماری خود را در زمان اجرای تکالیف با شدت بیشتری نشان می‌دهد، لذا در این تحقیق با استفاده از تکنیک‌های پردازش سیگنال و ریاضیات مهندسی (از جمله تبدیل فوریه و تبدیل ویولت) تحلیل‌هایی بر روی سیگنال‌های مغزی (EEG) این بیماران قبل و بعد از درمان، در حین انجام تکلیف و حالت چشم بسته صورت گرفته و نتایج حاصل از آن با اطلاعات سیگنال مغزی افراد سالم مقایسه شده است. نتایج حاصل از این مقایسه گویای معنادار بودن تغییرات انرژی باندهای فرکانسی تتا و SMR طی زمان‌های تأخیر پس از تحریک تصویری قبل و بعد از درمان می‌باشد. همچنین مقدار پیک ایجاد شده در این باندها پس از تحریک تصویری، در بیماران بی‌توجهی-بیش‌فعالی از بارزترین نشانه‌ها در شناسایی این اختلال می‌باشد.با توجه به نتایج این پژوهش پیک انرژی باند فرکانسی تتا طی تحریک تصویری در افراد سالم نسبت به بیماران بیشتر می‌باشد. حضور این پیک در افراد بیمار در اثر درمان نوروفیدبک شدت یافته و به افراد سالم نزدیک می‌شود. پارامتر دیگر پیک انرژی ایجاد شده در باند فرکانسی SMR است. این پیک در افراد بیمار قابل مشاهده می‌باشد، در حالی‌که در سیگنال‌های مغزی افراد سالم به چشم نمی‌خورد. با توجه به نتایج این تحقیق شدت حضور این پیک در اثر درمان نوروفیدبک کاهش می‌یابد.

کلیدواژه‌ها: بی‌توجهی، بیش‌فعالی، نوروفیدبک

مقدمه

تأثیر زیاد اختلال بی توجهی بیش فعالی بر زندگی افراد مبتلا به این اختلال سبب شکل گیری تحقیقات زیادی در این زمینه و نحوه ی درمان آن شده است. یکی از روش های درمان این اختلال روش نوروفیدبک است که بسیار مورد توجه روان پزشکان و محققان می باشد. در این پژوهش سیگنال های مغزی ۱۵ نفر که طبق ملاک های تشخیصDSM-IV مبتلا به بی توجهی بیش فعالی بودند قبل و بعد از درمان مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین سیگنال های مغزی یک گروه کنترل که شامل ۱۰ فرد سالم است ثبت شده و به عنوان ملاکی برای سلامت در نظر گرفته می شود. این افراد هیچ کدام از ملاک هایDSM-IV که گویای ابتلا به اختلالات عصبی باشد را نداشتند. افرادی که در این پژوهش قرار گرفتند در بازه ی سنی ۷ الی ۱۲ سال قرار داشتند و امتیاز آزمون وسکلر که جهت ارزیابی هوش افراد بیمار انجام شد.

معرفی اختلال بی توجهی بیش فعالی

بیماری بی توجهی بیش فعالی یکی از رایج ترین اختلالات روانی پایدار و بادوام در بین کودکان است که با توجه به مشخصاتی که از سوی انجمن روان پزشکان آمریکا تعیین شده است این بیماری دارای نشانه هایی از قبیل بی توجهی ، فعالیت زیاد (بیش فعالی) و حرکات ناگهانی (تکانش گریم) می باشد (۱).

طی زمان های متوالی نام های مختلفی بر این بیماری نهاده شده است. اولین بار در سال ۱۹۴۷ استراس ولتینن این بیماری تحت عنوان نقص خفیف مغزی(MBD) معرفی کردند. ده سال بعد لوفرۀ ودن هاف آن را با عنوان اختلال جنبش ناگهانی معرفی کردند. در سال ۱۹۶۸ انجمن روان پزشکان آمریکا این بیماری را تحت عنوان اختلال فقدان توجه ((ADD' با دو زیر مجموعه ی همراه با بیش فعالی (ADDhyp) و بدون بیش فعالی (ADDwo) معرفی کردند و نهایتا در سال ۱۹۸۷ در چهارمین راهنمای تشخیصی و آماری انجمن روان پزشکان آمریکا نام این بیماری بی توجهی بیش فعالی (ADHD) نامیده شد و در سال ۱۹۹۴ سه زیر مجموعه بی توجهی بارز (ADHD-I)، بیش فعالی -تکانش گری بارز (ADHD-H) و حالت ترکیب ADHD- برای آن تعیین گردید. این اختلال در پسران رایج تر از دخترها بوده به طوریکه در مراجع مختلف نسبتهایی بین ۲:۱ إلی۹:۱ گزارش شده است. آمار و ارقام نشان می دهد که ۳ الی ۵ درصد از کودکانی که در سنین مدرسه هستند به این اختلال دچار می باشند. این بیماری یک اختلال در عملکرد شناختی-رفتاری فرد است این بیماری به طور شدیدی می تواند روی مواردی از قبیل زندگی اجتماعی، مطالعه، روش زندگی و تأثیرات زیان بار غیر قابل جبرانی داشته باشد. مطالعات اخیر نشان داده که ۵۰ الی ۷۰ درصد از این بیماران در سنین بزرگسالی نیز از این بیماری رنج می برند. با این حال مطالعات نشان داده که با افزایش سن نشانه های بیش فعالی و تکانش گری کاهش می یابد، درحالی که نشانه های بی توجهی به همان صورت باقی می مانند (۳).

تشخیص بیماری بی توجهی-بیش فعالی جهت شناسایی این بیماری نشانه هایی وجود دارد که به دو دسته تقسیم می شوند. یک دسته نشانه هایی هستند که مربوط به حوزه ی روان پزشکی شده به نشانه های رفتاری فرد مربوط می شود. دسته ی دیگر نشانه هایی هستند که در سیگنال های مغزی افراد بیمار مشاهده می شود. در ادامه به معرفی این نشانه ها پرداخته می شود (۳).

- ملاکهای تشخیص بی توجهی-بیش فعالی در حوزهی روانپزشکی ملاک های اصلی جهت تشخیص بیماری بی توجهی بیش فعالی طبق DSM-IV-TR' شرح زیر می باشد.

ملاکهای تشخیص بی توجهی-بیش فعالی در سیگنالهای مغزی

تحقیقات انجام شده نشان داده اند که ۴۵ الی ۹۰ درصد کودکانی که به بیماری بی توجهی- بیش فعالی مبتلا هستند دارای یک سیگنال مغزی غیرعادی می باشند و این سیگنال مغزی حاوی نشانه هایی از بیماری بی توجهی بیش فعالی می باشد. برخی از مطالعات عصب شناسی و تحقیقات انجام شده در سال های قبل حاکی از این است که در قسمت های جلویی و مرکزی مغز ۸۵ الی ۹۰ درصد افراد بی توجهی بیش فعالی یک نوع کم فعالی حاکم است. تحقیقات دیگری که روی سیگنال های مغزی این بیماران صورت گرفته بیان کننده یک سری الگوهای غیر عادی در سیگنال های مغز این بیماران است که در

زیر ذکر می شوند. - این تحقیقات حاکی از این هستند که در افراد بی توجهی بیش فعالی فعالیت زیاد باند فرکانسی تتا در نواحی جلویی سر در شرایط استراحت حکم فرما است.
- فعالیت زیاد باند فرکانسی تتا در نواحی مرکزی و جلویی سر و کمبود فعالیت باند فرکانسی بتا- ۱ در نقاط پشتی و گیجگاهی (۴).
- بیشتر بودن نسبت انرژی باند فرالت معمول و بیشتر بودن این نسبت در افراد جوان تر
- کاهش انرژی باند فرکانسی آلفا و بتا و افزایش انرژی باند فرکانسی دلتا از مشخصه های سیگنال های مغزی یک بیمار بی توجهی بیش فعالی می باشد
افزایش نسبت أمواج آهسته (فرکانس پایین) به امواج سریع (فرکانس بالا) یکی از نشانه های بیماری بی‌توجهی بیش فعالی می باشد، به ویژه نسبت انرژی باند فرکانسی با استفاده از تحلیل های مختلفی که تاکنون روی سیگنال های مغزی صورت گرفته چنین حاصل شده که در افراد بی توجهی بیش فعالی فعالیت نسبی بالای باند فرکانسی تتا، فعالیت نسبی کم باند فرکانسی آلفا و بتا و نسبت بالای انرژی باند فرکانسی و در قسمت جلویی - مرکزی و خط میانی سر حاکم است (۵).
در برخی دیگر از این بیماران نیز فعالیت نسبی زیاد باند فرکانسی بتا و فعالیت نسبی کم باند فرکانسی آلفا و میزان کم نسبت انرژی باند فرکانسی در برخی نقاط سر، در مقایسه با گروه کنترل مشابه از مشخصه های این بیماران می باشد.
طبق مطالعه ای که باری و همکارانش در سال ۲۰۰۳ انجام دادند قوی ترین یافته در مورد ای آر پی افراد بی توجهی بیش فعالی پایین بودن دامنهی P۳۰۰ در نقاط آهیانهای طی انجام آزمون صوتی است. اما این مشخصه مربوط به اختلالات دیگر عصبی نیز می باشد.
درمان اختلال بی توجهی-بیش فعالی
به منظور بهبود اختلال بی توجهی بیش فعالی درمان های مختلفی صورت گرفته که هر کدام دوره ی اثرگذاری، عوارض، مزایا و معایب متفاوتی دارند. افرادی که در آنها علایم بیش فعالی به علایم بی توجهی غالب است بیشتر جهت درمان به کلینیک ها مراجعه می کنند. استفاده از داروهای محرک (مانند ریتالین) یکی از روش های درمان این بیماری بوده که در این روش با تجویز دارو اقدام به سرکوب این اختلال می شود. بزرگترین عیب این روش دوره ی اثرگذاری کوتاه می باشد. یکی دیگر از معایب این روش این است که والدین با مشاهده ی این روش با تصور این که این اختلال یک بیماری فیزیکی است، سعی به تحت کنترل داشتن فرد را از دست می دهند. عیب دیگر این دارو را می توان وجود عوارض ناشی از مصرف داروها دانست. برخی از این عوارض عبارتند از: از دست دادن اشتها، لرزش و پرش عضلات، تب و سردرد و تکرار حرکات . از این رو به روش های درمانی دیگری روی آورده شده. روش هایی از قبیل کاردرمانی و نوروفیدبک از جمله این روش ها هستند.
سیگنالهای مغزی
قوی ترین منعکس کننده ای که در طبیعت وجود دارد مغز انسان است. این ساختار منشأ تمام احساسات، افکار و رفتارهای انسان می باشد که متناسب با محیط و شرایطی که شخص در آن قرار می گیرد از خود عکس العمل نشان می دهد. یکی از اساسی ترین اجزاء سازنده ی مغز، نورون ها می باشند. حدود صد میلیارد نورون در مغز وجود دارد که فرستنده و گیرنده ی اطلاعات از مغز و دستگاه عصبی هستند. زبان این اطلاعات در سیستم عصبی، سیگنال های الکتروشیمیایی است. الکترونسفالوگرافی (ای ای جی) یک اندازه گیری از تغییرات الکتریکی در قشر مغز است که در قالب افت و خیزهایی که غالبا زودگذر و ناپایدار بوده و به صورت منظم یا نامنظم ظاهر می شوند. از آن جا که فعالیت الکتریکی نورون ها بسیار ناچیز است، این فعالیت از طریق الکترونسفالوگرافی همواره منعکس کننده ی فعالیت همزمان هزاران یا میلیون ها نورون است. این پتانسیل ها از روی قشر مغز به وسیله کلاههای مجهز به الکترودهایی ثبت می شوند. این الکترودها از طریق سیم هایی به یک کامپیوتر وصل شده و کامپیوتر فعالیت الکتریکی مغز شخص را بر روی صفحه نمایش ثبت می کند. الگوهای فعالیت الکتریکی نورونی ثبت شده از روی قشر مغز را امواج مغزی گویند (۶).
مفهوم و عملکرد نوروفیدبک

نوروفیدبک نوعی از بیوفیدبک است که با استفاده از انعکاس فعالیت های الکتریکی مغز، یک فرآیند آموزشی شرطی سازی را برای بیمار، جهت دستیابی به یک کنترل خود به خودی روی سیگنال های مغزی مهیا می کند. این درمان روشی بر پایه مکانیزم یادگیری می باشد که هدف آن توسعه مهارت های خود تنظیم مغز است. این درمان کمک می کند افراد کنترلی بر نوسانات فعالیت مغزی خود داشته باشند و این کار با افزایش یا سرکوب کردن باندهای فرکانسی موجود در میدان الکتریکی قشر مغز صورت می پذیرد (۷).

عملکرد این فناوری به این صورت است که فرد جهت بهبود دامنه ی امواج مغزی و انرژی فرکانس ها آنها آموزش داده می شود. طی انجام نوروفیدبک سیگنال مغزی مربوط به آن نقطه ای از سر که درمان در آن نقطه صورت می گیرد، به صورت درون خطی ثبت شده و در طی یک حلقه این اطلاعات به فرد نمایش داده می شوند. حال این نمایش می تواند به صورت صوتی، تصویری یا ترکیبی از این دو باشد (۸).

هدف این درمان ایجاد یک کنترل خود به خودی در الگوی فعالیت مغزی جهت خود تنظیمی در فرآیندهای توجه پایه است. این روش درمانی به شخص آموزش داده می شود که مؤلفه های سیگنال های مغزی مثل دامنه ی ولتاژ و باندهای فرکانسی طبق چه الگویی فعالیت داشته باشند که حالت بهینه در رفتار فرد پیش آید (۹).

نوروفیدبک تاکنون به عنوان روش درمانی در بیماری های مختلفی از جمله: صرع، بی توجهی بیش فعالی، ناتوانی یادگیری، اضطراب و ضربات مغزی به کار گرفته شده است. در دهه های اخیر درمان نوروفیدبک یکی از روش های جایگزین دارو درمانی جهت درمان اختلال در عملکرد سیستم عصبی می باشد. درمان این اختلالات به وسیله ی دارو ممکن است دارای عوارضی باشد که می توان به کمک درمان نوروفیدبک این عوارض را حذف کرد (۱۰).

اثرگذاری نوروفیدبک روی بیماری بی توجهی-بیش فعالی

از نظر روانشناسان درمان بیماران بی توجهی بیش فعالی از طریق نوروفیدبک دارای ویژگی هایی می باشد که این روش را به یکی از روشهای برتر درمان این عارضه تبدیل کرده است. برخی از این ویژگی ها عبارتنداز:

۱- نوروفیدبک یک درمان ایمن و موثر برای بیماری بی توجهی بیش فعالی است؛

۲- این درمان روی بیماران بی توجهی بیش فعالی اثر طولانی باقی می گذارد؛

۳- اثرات نوروفیدبک در حذف نشانه های بیماری با اثرات داروهای محرک برابری می کند ولی طبق بند قبل در روش نوروفیدبک این آثار بادوام تر به نظر می رسند)؛

۴- درمان نوروفیدبک هنگامی موثر واقع می شود که بی توجهی و تکانش گری مشکلی غالب و اصلی بیمار باشد. هنگامی که مشکل اصلی بیمار بیش فعالی باشد دارودرمانی یک انتخاب بهتر بوده و میزان موفقیت نوروفیدبک کمتر است.

۵- درمان نوروفیدبک در هر دو صورت که بیمار تحت دارودرمانی قرار گرفته باشد یا قرار را با روش دارودرمانی ترکیب نگرفته باشد موثر بوده؛ لذا می توان این درمان نمود. (۱۱).

روش تحقیق

در بازه ی ۷۱ إلی ۱۰۴ قرار گرفت. همچنین تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم افزار متلب و EEGLAB انجام گرفت. پس از پایان درمان و ثبت اطلاعات، سیگنال های مغزی ۳ نفر از افراد گروه آزمایش به علت داشتن نویز بیش از حد از گروه حذف شد. تکلیف "vCPr این آزمون در دو نوبت (یک بار قبل از شروع درمان و یک بار پس از پایان درمان برای بیماران و یک نوبت برای افراد سالم جهت تحلیل در حوزهای زمان و زمان فرکانس انجام شد. در این تکلیف از الگویGo/No-Go دو محرکی دیداری استفاده می شود. محرک های دیداری که ارائه می شوند شامل سه نوع تصویر حیوان (A)، گیاه (P) و انسان (H) می باشند. ظهور متوالی الگوی حیوان حیوان بیان گر تحریک هایGo ، حیوان انسان گویای کوشش هایNo-Go ،گیاه-گیاه بیان گر تحریک های چشم پوشی شده و گیاه انسان بیان گر تحریک های جدید می باشد.

شخص پس از قرار گرفتن روی یک صندلی در یک محیط با نور و دمای استاندارد و عاری از آلودگی صوتی در مقابل یک صفحه نمایش قرار می گیرد که زمینه ی آن سفید بوده و تصاویر برای شخص نمایش داده می‌شوند. وظیفه ی شخص این بوده

که به هنگام رویت تصویر دو حیوان به صورت متوالی تحریک های Go) یک دکمه (موس) را فشار دهد. در همین حین سیگنال های مغزی فرد در حال ثبت شدن می باشند. محرک اول ۱۰۰ میلی ثانیه بر روی صفحه ی نمایش نمایان شده و پس از آن ۱۰۰۰ میلی ثانیه صفحه نمایش عاری از تصویر بوده و محرک دوم ظاهر می شود. این محرک نیز به مدت ۱۰۰ میلی ثانیه در صفحه نمایش باقی مانده و پس از آن محو می شود و فاصله ی زمانی بین هر جفت از محرک ها ۳۰۰ میلی ثانیه می باشد.

ثبت سیگنال های مغزی

سیگنال های مغزی مورد استفاده در این پژوهش در دو حالت ثبت می شوند که به شرح زیر می باشند.

روش ثبت سیگنالهای مغزی در حالت چشم بسته جهت ثبت سیگنال های مغزی در حالت چشم بسته، فرد در یک اتاق با دما و نور مناسب و عایق صدا قرار گرفته و روی یک صندلی راحت قرار می گیرند. پس از آنکه فرد به شرایط پایدار دست یافت در حالی که کلاه الکترودی روی سر وی قرار داده شده است و چشم های شخص بسته است سیگنال های مغزی وی ثبت می شوند.

دستگاهی که این اطلاعات را ثبت می کند دارای فرکانس نمونه برداری ۲۵۰ هرتز بوده و سیگنال ها از طریق نرم افزار WinEEG ثبت می شوند. مقاومت الکترودها (حسگرهای موجود در کلاه الکترودی) زیر ۵ کیلو اهم بوده و الکترودها طبق استاندارد ۱۰-۲۰ روی سر قرار می گیرند. لالهی یکی از گوشها به عنوان زمین، و لاله گوش دیگر به عنوان مرجع می باشد؟

ثبت سیگنالهای مغزی در حالت انجام تکلیف (ای آر پی)

پتانسیل های وابسته به رویداد با استفاده از یک آمپلی فایر دیجیتال با استفاده از سیستم ثبت سیگنال های مغزی ۱۹ کاناله ثبت شد. الکترودها مطابق با سیستم استاندارد ۱۰-۲۰ در قالب یک کلاه الکترودی روی سر شخص قرار گرفته و اتصال بین الکترود و پوست سر به واسطه ی یک ژل هادی تأمین می شود. این سیگنال ها با مرجع قرار دادن لاله ی گوش در نرم افزار WinEEG با نرخ نمونه برداری ۲۵۰ هرتز ثبت شدند.

پس از آن که شخص روی صندلی قرار گرفت و شرایط آرامش در وی جاری شد تکلیفVCPT به وسیله ی نرم افزار PSYTASK اجرا می شود و سیگنال های مغزی فرد به طور پیوسته طی انجام این تکلیف ثبت می‌شود.

اجرای درمان نوروفیدبک

درمان طی ۸ هفته و ۳ جلسه در هر هفته و در مجموع ۲۴ جلسه انجام شد. افراد مبتلا به اختلال بی توجهی بیش فعالی روی یک صندلی راحت در یک اتاق با شرایط استاندارد که عاری از آلودگی صوتی باشد نشسته و الکترودهای دستگاه نوروفیدبک به نقاط مربوطه در سر بیمار وصل شدند. نرخ نمونه برداری در این درمان ۱۲۸ هرتز بوده و یکی از گوشها به عنوان مرجع و گوش دیگر به عنوان زمین انتخاب شد. عمدهی پروتکل ها به صورت آموزش SMR در نقاط C3 و ۴C، آموزش بتا- ۱ برای نقاط Fz و Cz و سرکوب بتا-۲ در FZ و PZ در نظر گرفته شد.

قبل از شروع درمان در هر جلسه سیگنال مغزی پایه ثبت شده و بر اساس آن آستانههای ۰/۵ تا ۱ میکرو ولت بالاتر یا پایین تر از باند مورد نظر سرکوب یا تقویت شدند. اگر بیمار باند تقویت شده را در ۸۰ درصد موارد بالاتر از آستانه تعیین شده و باند سرکوب شده را در ۸۰ درصد موارد پایین تر از آستانه ی تعیین شده نگه دارد فیدبکی که گویای تقویت فرد است دریافت می شود.

قبل از شروع درمان در هر جلسه سیگنال مغزی پایه ثبت شده و بر اساس آن آستانه های ۰/۵ تا ۱ میکرو ولت بالاتر یا پایین تر از باند مورد نظر سرکوب یا تقویت شدند. اگر بیمار باند تقویت شده را در ۸۰ درصد موارد بالاتر از آستانه تعیین شده و باند سرکوب شده را در ۸۰ درصد موارد پایین تر از آستانه ی تعیین شده نگه دارد فیدبکی که گویای تقویت فرد است دریافت میشود.

فیدبک ارایه شده به صورت صوتی و تصویری در قالب نمایش فیلم با بازی می باشد. برای مثال در نمایش یک فیلم، در اثر عدم رعایت استاندها ابعاد نمایش فیلم کاهش یافته و در صورت رعایت حد آستانه ها این ابعاد به اندازه ی استاندارد می رسد. در

مورد دیگر که به صورت بازی است سه موشک به کودک نشان داده می شود که یکی از موشک ها مربوط به تقویت SMR و دو موشک دیگر مربوط به سرکوب تتا و بتا-۲ می باشند. هدف بازی پیشی گرفتن موشک مربوط به تقویت SMR از دو موشک دیگر است. چنانچه شخص فعالیت SMR را بالاتر از آستانه و فعالیت دو باند دیگر را کمتر از آستانه نگه دارد موشک مربوط به SMR حرکت کرده و دو موشک دیگر متوقف می شوند ولی در غیر این صورت بازی با شکست مواجه شده و فرد باید از ابتدا بازی را آغاز کند.

تحلیل اطلاعات

اطلاعاتی که در این مطالعه در معرض تحلیل قرار گرفتند به دو دسته تقسیم می شوند که عبارتند از:

۱- پتانسیل های وابسته به رویداد (ای آر پی) ثبت شده از گروه بیماران در قبل و بعد از درمان و گروه افراد سالم طی انجام تکلیف VCPT در آزمون Go/No-Go

۲- سیگنال های مغزی ثبت شده در حالت چشم بسته از گروه بیماران در قبل و بعد از و درمان نوروفیدبک و گروه افراد سالم.

تحلیل ها در سه بعد زمان، فرکانس و زمان فرکانس انجام می شود که به شرح ذیل می باشند.

تحلیل سیگنالهای مغزی در حالت اجرای تکلیف در این حوزه از تحلیل به بررسی تغییرات ولتاژ در حین اجرای تکلیف VCPT پرداخته می شود که مراحل انجام این تحلیل به شرح زیر می باشد.

اولین مرحله در این تحلیل اعمال یک فیلتر FIR بالا گذر با لبه ی اهرتز روی سیگنال است. دلیل اعمال این فیلتر حذف فرکانس های پایین در سیگنال می باشد که به عنوان نویز از نواحی مختلف بدن (مانند گردن و فک) روی سیگنال اثر می گذارند. فقدان اعوجاج در فیلترهای FIR نسبت به فیلترهایIIR از بارزترین دلایل استفاده از این فیلتر در موارد پزشکی می باشد. شکل زیر مقایسه ای از چند ثانیه از سیگنال مغزی یک بیمار بی توجهی - بیش فعالی را قبل و بعد از اعمال فیلتر FIR نشان می دهد.

حال اصلاح تفاضل از مقدار پایه انجام می شود. هدف از انجام این مرحله یکسان سازی سطوح ولتاژ پایه در همه ی نمونه ها می باشد. از آنجا که ممکن است شخصی دارای یک سیگنال مغزی با خاصیت ذاتی بالا بودن ولتاژ در حالت خارج از تحریک باشد، این عمل انجام می شود. انجام این مرحله شرایط را برای مقایسه ی سیگنال های مغزی در افراد مختلف فراهم می سازد. در این مرحله یک بازه ی زمانی قبل از رویداد تحریک مشخص شده و پس از تعیین میانگین ولتاژ آن، این مقدار از سیگنال کاسته می شود.

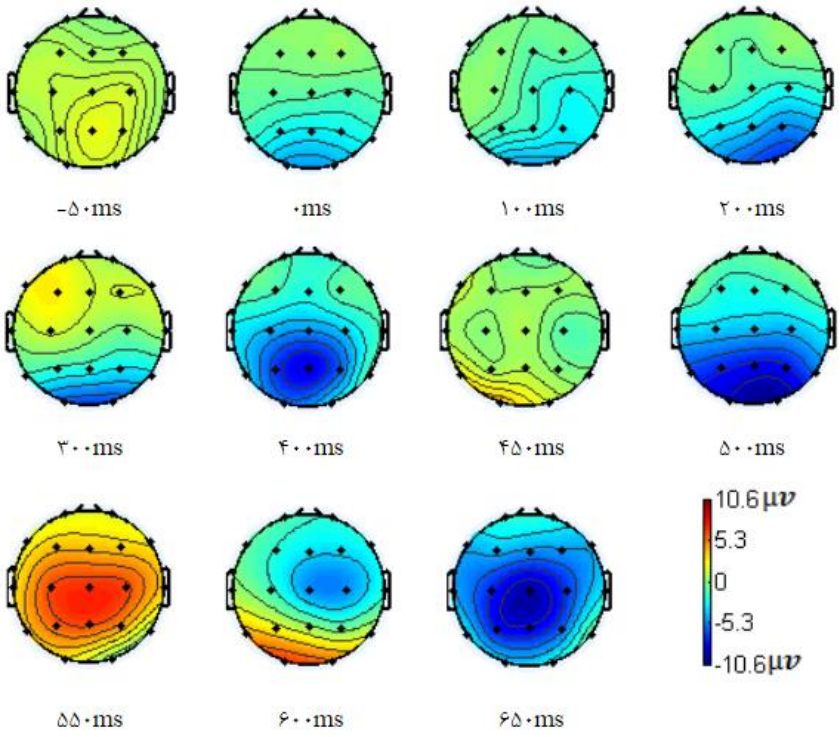
مرحله ی بعد بلوکهایی که دارای نویز بیش از حد هستند حذف شده و به فیلتر کردن نویزهای حاصل از حرکت پلک و چشم پرداخته می شود. این نویز به طور عمده در کانال های Fp1 و ۲Fp اثر می گذارد.

پس از آن نواحی از سیگنال مغزی که تحریک ها اعمال شده و شخص به آن پاسخ داده باشد از سیگنال جدا می شود. در این مرحله بلوکهایی که از یک ثانیه قبل از تحریک شروع می شوند و تا دو ثانیه بعد از تحریک ادامه می یابند تشکیل شده و ادامه ی تحلیل روی آن انجام می شود.

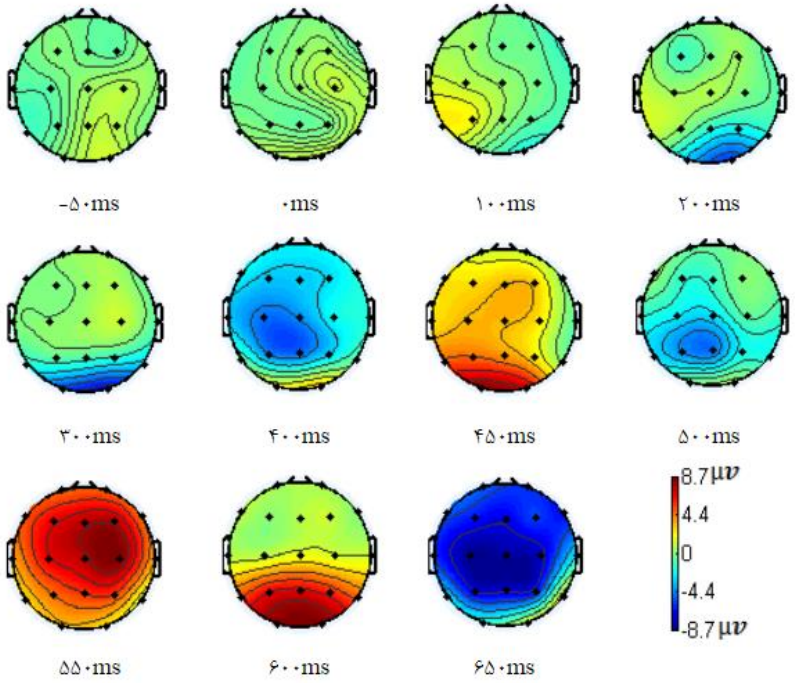
- تحلیل اطلاعات سیگنال مغزی در حالت چشم بسته

ابتدا به حذف فرکانس های کمتر از یک هرتز با فیلتر FIR پرداخته می شود. پس از آن به حذف دستی قسمتهایی از سیگنال مغزی پرداخته می شود که دارای نویزهای بیش از حد هستند. همان طور که در شکل ۱ پیداست در ثانیه ی ۱۹۴ نویزهای بسیاری وجود دارد که بهتر است این قسمت از سیگنال حذف شود.

حال سیگنال حاصل شده، یک سیگنال بدون نویز است که به صورت بلوک هایی به طول برابر (در این پژوهش ۷۵۰ نمونه) تقسیم شده است. اگر ابعاد سیگنال حاصل k *m *n فرض شود، k تعداد دوره ها، m تعداد کانال های سیستم ثبت سیگنال مغزی بوده که برابر ۱۹ است و n تعداد نمونه های موجود در یک کانال در هر بلوک است. حال می توان با میانگین گرفتن از دوره ها به ای آرپی نهایی دست یافت.



شکل۱- تغییرات توپوگرافی دامنه‌ی ولتاژ در قشر مغز یک بیمار بی‌توجهی- بیش‌فعالی قبل از درمان



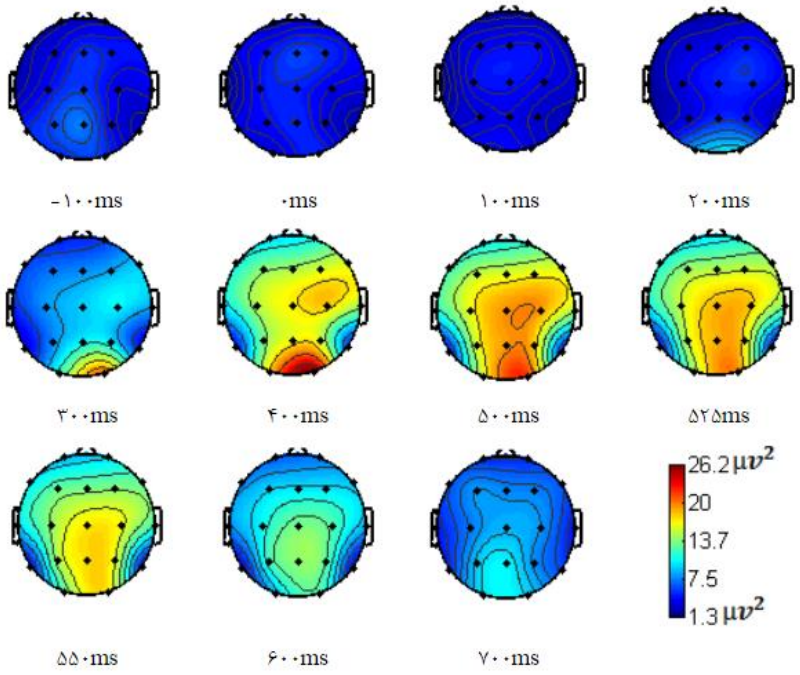
شکل۲- تغییرات توپوگرافی دامنه‌ی ولتاژ در قشر مغز یک بیمار بی‌توجهی- بیش‌فعالی بعد از درمان

نتایج تحلیل در حوزه ی زمان-فرکانس

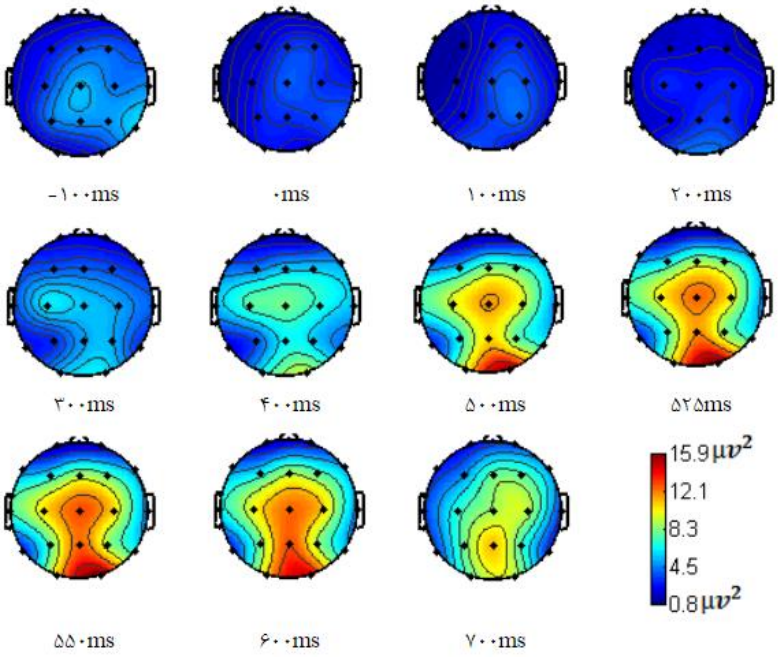
یکی از خلاءهایی که در زمینه ی بررسی سیگنال های مغزی بیماران بی توجهی بیش فعالی و پاسخگویی آنها به درمان نوروفیدبک در تحقیقات انجام شده دیده می شود، عدم پرداختن به تحلیل در حوزه ی زمان- فرکانس است. روشی که برای

تحلیل حوزه ی فرکانس استفاده می شود تبدیل فوریه سریع می باشد. در این تحلیل هیچ اطلاعی از زمان حضور فرکانسها حاصلنمی شود و فقط حضور یا عدم حضور یک باند فرکانسی در یک بازه زمانی را مشخص می کند. استفاده از روشی که زمان حضور فرکانس های مختلف را در اختیار ما قرار دهد می تواند اطلاعات مفید و پر کاربردی مانند زمان حضور فعال یک باند فرکانسی را حاصل کند. معروف ترین ابزار برای تحلیل زمان- فرکانس تبدیل ویولت است. این تبدیل دارای توابع مختلفی می باشد که تابع استفاده شده در این پژوهش مورلت مختلط می باشد.

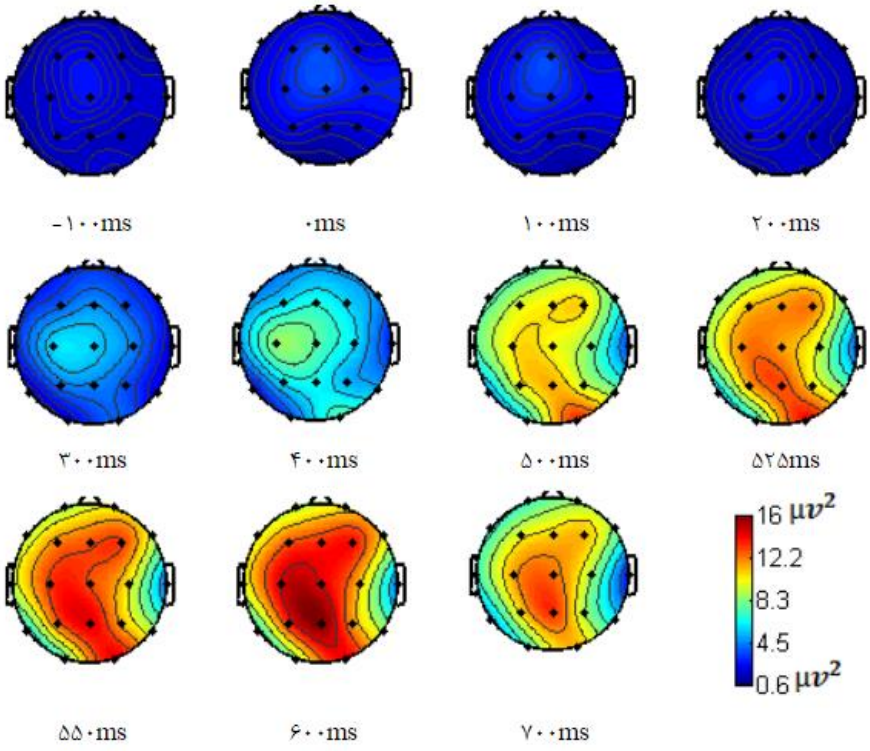
برای دست یافتن به این نکته که کدامیک از فرکانس ها در چه نقطه ای از قشر مغز و در چه تأخیری پس از تحریک خودنمایی می کنند، نمودار توپوگرافی اندازه ی انرژی در هر باند فرکانسی رسم می شود. ابتدا به رسم این نمودار برای باند فرکانسی تتا در دو گروه بیمار و افراد سالم پرداخته شده و روند تغییرات در معرض مقایسه قرار می گیرد.



شکل۳- تغییرات انرژی باند فرکانسی بتا در سطح قشر مغز یک فرد سالم طی تحریک تصویری



شکل۴- تغییرات انرژی باند فرکانسی بتا در سطح قشر مغز یک بیمار بی‌توجهی- بیش‌فعالی قبل از درمان نوروفیدبک طی تحریک تصویری



شکل۵- تغییرات انرژی باند فرکانسی بتا در سطح قشر مغز یک بیمار بی‌توجهی- بیش‌فعالی بعد از درمان نوروفیدبک طی تحریک تصویری

همان گونه که از شکل های ۳، ۴ و ۵ مشخص است در نقاط P_z و F_z تفاوت زیادی بین افراد سالم و گروه بیماران است. با توجه به اینکه نقطP_z یکی از مهم ترین نقاط در تحلیل های قبل و تحقیقات انجام شده است، می توان نمودار زمان- فرکانس را برای این نقطه رسم کرد.

نتیجه گیری

در این مقاله به بررسی مشخصه های سیگنال مغزی بیماران بی توجهی بیش فعالی و افراد سالم در حوزه های تحلیل زمان، فرکانس و زمان فرکانس پرداخته شد. یکی از موارد استفاده از این مشخصات تفکیک و شناسایی افراد بیمار از افراد سالم است. هر چند در سال های اخیر در حوزه های زمان و فرکانس تحقیقاتی صورت گرفته و نشانه هایی برای این بیماران تعیین گردیده است؛ ولی یافتن نشانه هایی در حالت انجام تکلیف می تواند شناسایی و تشخیص این اختلال را برای پزشکان راحت تر کند.

با اینکه در پروتکل درمانی هدف افزایش فعالیت بتا-۱ در نواحی خط میانی سر بوده است ولی شاهد انرژی این باند فرکانسی یافت. اما یکی از ویژگی هایی که در بیماران بهبود پیدا کرد افزایش تقارن در فعالیت این باند فرکانسی بین دو نیم کره بود. میزان تقارن باند فرکانسی بتا-۱ و SMR پس از درمان افزایش یافت، در حالی که انرژی این باندها کاهش یافت.

از مهم ترین دست آوردهای این پژوهش می توان به تعیین پارامترها و تحلیل های موجود در حوزه ی زمان- فرکانس اشاره کرد. یکی از این مشخصه ها میزان حضور باند فرکانسی تتا پس از تحریک تصویری است. هرچند این باند فرکانسی یکی از نشانه های بیماری بی توجهی- بیش فعالی در سیگنال مغزی حالت استراحت بوده ولی در این پژوهش چنین حاصل شد که حضور فعال تر این باند فرکانسی در سیگنال های مغزی در حین انجام تکلیف نشانگر سلامت فرد بوده و با انجام درمان نوروفیدبک سطح این انرژی در سیگنال مغزی بیشتر می شود و به گروه افراد سالم نزدیک تر می شود. این مشخصه در مناطق میانی -جلویی و میانی-آهیانه ای خود را با وضوح بسیار بالایی نمایان می کند.

از نتایج دیگر این پژوهش می توان به کاهش انرژی باند فرکانسی SMR در سیگنال مغزی ثبت شده در حالت انجام تکلیف در نواحی مرکزی و آهیانه ای در اثر درمان نوروفیدبک اشاره کرد. در بیماران بی توجهی بیش فعالی انرژی این باند فرکانسی پس از تحریک تصویری به صورت پیکهای بلندی نمایان شده که پس از درمان کاهش یافته و در افراد سالم چنین پیکی وجود ندارد.

منابع

[1] J. F. Lubar and M. N. Shouse, "EEG and behavioral changes in a hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm (SMR)," Biofeedback and Self-regulation, vol. 1, no. 3, pp. 293-306, 2020.
[2] D. T. Rossiter and T. J. La Vaque, "A comparison of EEG biofeedback and psychostimulants in treating attention deficit/hyperactivity disorders," Journal of Neurotherapy, vol. 1, no. 1, pp. 48-59, 2019.
[3] M. A. Alhambra, T. P. Fowler, and A. A. Alhambra, "EEG biofeedback: A new treatment option for ADD/ADHD," Journal of Neurotherapy, vol. 1, no. 2, pp. 39-43, 2015.
[4] W. D. Boyd and S. E. Campbell, "EEG Biofeedback in the schools The Use of EEG Biofeedback to Treat ADHD in a School Setting," Journal of Neurotherapy, vol. 2, no. 4, pp. 65-71, 2018.
[5] S. Wadhwani, D. C. Radvanski, and D. P. Carmody, "Neurofeedback training in a case of attention deficit hyperactivity disorder," Journal of Neurotherapy, vol. 3, no. 1, pp. 42-49, 1998.
[6] D. A. Kaiser and S. Othmer, "Effect of neurofeedback on variables of attention in a large multi-center trial," Journal of Neurotherapy, vol. 4, no. 1, pp. 5-15, 2020.
[7] L. Sherlin, M. Arns, J. Lubar, and E. Sokhadze, "A position paper on neurofeedback for the treatment of ADHD," Journal of Neurotherapy, vol. 14, no. 2, pp. 66-78, 2010.

[8] H. Heinrich, H. Gevensleben, F. J. Freisleder, G. H. Moll, and A. Rothenberger, "Training of slow cortical potentials in attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence for positive behavioral and neurophysiological effects," Biological psychiatry, vol. 55, no. 7, pp. 772-775, 2014.
[9] J. D. Kropotov, V. A. Grin-Yatsenko, V. A. Ponomarev, L. S. Chutko, E. A. Yakovenko, and I. S. Nikishena, "ERPs correlates of EEG relative beta training in ADHD children," International Journal of Psychophysiology, vol. 55, no. 1, pp. 23-34, 2015.
[10] J. L evesque, M. Beauregard, and B. Mensour, "Effect of neurofeedback training on the neural substrates of selective attention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: A functional magnetic resonance imaging study," Neuroscience letters, vol. 394, no. 3, pp. 216-221, 2016.
[11] H. Gevensleben, B. Holl, B. r. Albrecht, D. Schlamp, O. Kratz, P. Studer, S. Wangler, A. Rothenberger, G. H. Moll, and H. Heinrich, "Distinct EEG effects related to neurofeedback training in children with ADHD: a randomized controlled trial," International Journal of Psychophysiology, vol. 74, no. 2, pp. 149-157, 2019.