

تأثیر چالش شناختی بر الگوی الکتروانسفالوگرافی کمی

* محمدعلی^۱، نظری الهام اصغری^۲، اسماعیل احمدی^۳، جلیل باباپور خیرالدین^۴

۱. دانشیار گروه روانشناسی، دانشگاه تبریز، ایران.

۲. کارشناس ارشد روانشناسی عمومی روانشناسی، دانشگاه تبریز، ایران.

۳. کارشناس ارشد روانشناسی بالینی کودک و نوجوان، دانشگاه، ایران.

۴. استاد روانشناسی، دانشگاه تبریز، ایران.

(تاریخ وصول: ۹۵/۰۷/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۱۵)

The Effect of Cognitive Challenge on the Pattern of Quantitative Electroencephalography

*MohammadAli Nazari¹, Elham Asqari², Esmail Ahmadi³, Jalil Babapour Kheyroddin⁴

1. Associate Professor, Department of Psychology, Tabriz University, Iran.

2. M.A in General Psychology, Tabriz University, Iran.

3. M.A in Child and Adolescent clinical Psychology Tabriz University, Iran.

4. Professor, Department of Psychology, Tabriz University, Iran.

Received: (Oct. 07, 2016)

Accepted: (Nov. 05, 2016)

Abstract:

Introduction: Nowadays, the research results suggest that brainwaves change in different Psychological conditions. In this regard, this study aims to investigate the cognitive challenges on quantitative electroencephalography (QEEG) pattern. **Method:** EEG was recorded from Cz in 26 right-handed individuals including 13 male and 13 female students. During two conditions: At rest condition Subjects looked at the white screen computer for one minute from a distance of 90 cm. Then, 'React Traking soccer' was run for one minute (cognitive challenges condition). **Findings:** The data analysis showed that the main effect of mental condition (from rest to cognitive challenge) was not significant ($F=2/73$, $P<0/05$) but the main effect of frequency band ($F=159/412$, $P<0/05$) and interaction effect of frequency bands and mental condition were significant ($F=21/10$, $P<0/05$). These results suggest that cognitive challenge interact with different frequency bands and frequency bands, indicating that the amplitude of different frequency bands modulated in different mental states (from rest to cognitive challenge). **Conclusion:** Findings of the present study, approved the role of cognitive challenge on changing brain waves associated with cognition compared to baseline.

KeyWord: QEEG, brain waves, cognitive challeng.

چکیده:

مقدمه: امروزه نتایج پژوهش‌ها حاکی از این است که امواج مغزی در حالات روان‌شناختی مختلف تغییر می‌کنند. در این راستا هدف این پژوهش بررسی تأثیر چالش شناختی بر الگوی الکتروانسفالوگرافی کمی است. **روش:** داده‌های QEEG در افراد راست‌دست ثبت شدند که شامل ۱۳ دانشجوی پسر و ۱۳ دانشجوی دختر بودند. برای ثبت امواج مغزی، الکتروود بر روی ناحیه CZ نصب شد. آزمودنی‌ها از فاصله ۹۰ سانتیمتری، صفحه‌ی سفید رایانه را به مدت یک دقیقه نگاه می‌کردند (موقعیت استراحت). سپس بازی React Traking Soccer به مدت یک دقیقه به اجرا درمی‌آمد (موقعیت چالش شناختی). EEG در حین دو موقعیت مذکور ثبت شد. **یافته‌ها:** تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد اثر اصلی موقعیت ذهنی (از حالت استراحت به حالت چالش شناختی) معنی‌دار نشده است ($F=2/73$, $P>0/05$) اما اثر اصلی باند فرکانسی ($F=159/412$, $P<0/05$) و اثر تعاملی باند فرکانسی و موقعیت ذهنی معنی‌دار شده‌اند ($P<0/05$). این نتایج حاکی از آن‌اند که چالش شناختی با باندهای فرکانسی مختلف تعامل دارند، بدین معنی که دامنه باندهای فرکانسی مختلف در حالت‌های مختلف ذهنی (از حالت استراحت به حالت چالش شناختی) تغییر می‌یابد. **نتایج:** یافته‌های این پژوهش، نقش چالش شناختی بر تغییر امواج مغزی مرتبط با شناخت در مقایسه با خط پایه را مورد تأیید داد.

واژگان کلیدی: الکتروانسفالوگرافی کمی، امواج مغزی، چالش شناختی.

مقدمه

شناخت به کارکرد ذهن انسان اشاره دارد؛ بر اساس تعریف زبر (۱۹۹۵) شناخت شامل هر نوع فرآیند ذهنی است که خصوصیات اصلی آن داشتن سرشت انتزاعی بودن، نمادپردازی، بصیرت، انتظار، استفاده از قوانین پیچیده، تصویرسازی، اعتقاد، هدفمندی، حل مسئله و غیره است. از این رو شناخت می‌تواند به‌عنوان مجموعه‌ای از فرآیندهای روانی در نظر گرفت که در خدمت رفتارها و فعالیت‌های روانی انسان است.

اگرچه اندیشه ورزی درباره‌ی اطلاعات شناختی به هزاران سال برمی‌گردد، تحقیقات تجربی درباره‌ی شناخت انسان نسبتاً جدید بوده است. این امر ۳ دلیل دارد: اولاً توانایی آزمایش مستقیم زیر لایه‌های شبکه‌ی عصبی مرتبط با شناخت انسان به تکنولوژی زمانه برمی‌گردد بنابراین تنها در ۳ دهه‌ی گذشته که تکنیک‌های تصویربرداری از عمق مغز مثل تصویربرداری رزونانس مغناطیسی کارکردی (fMRI) ما را قادر ساخته‌اند تا به پژوهش در حوزه‌ی شناخت پردازیم (ساووی، ۲۰۰۲). دوما هرکولانو-هوزل و ولنت (۲۰۰۵) معتقدند که مغز انسان بیش از ۸۶ میلیارد نورون دارد که قابلیت ارتباطی آن‌ها به دو شیوه‌ی الکتریکی و بیوشیمیایی (انتقال‌دهنده‌های عصبی) است و قابلیت انجام کارکردهای شناختی مختلف نیز هم به‌صورت هم‌زمان و هم متوالی است. این پیچیدگی باعث

مغز انسان از میلیاردها سلول تشکیل شده است که نورون نامیده می‌شود و این نورون‌ها برای برقراری ارتباط با یکدیگر از پیام‌های عصبی استفاده می‌کنند. ترکیبی از میلیون‌ها سیگنال فرستاده شده توسط نورون‌ها به یکدیگر به میزان زیادی فعالیت‌های الکتریکی ایجاد می‌کنند. فعالیت‌های الکتریکی همان امواج مغزی هستند که توسط دستگاه الکتروانسفالوگرام ثبت می‌شوند (نانز و سرینیواسان، ۲۰۰۶).

امواج به نمایش درآمده‌ی سیگنال‌های EEG بازتاب فعالیت امواج فرآیندهای سیناپسی هستند. به‌طور آناتومیکی نواحی قشری متمایز انواع مختلف امواج را تولید می‌کنند و هنگامی که یک سیگنال مرکب باشد معمولاً از تحلیل طیفی فوریه برای جداسازی این سیگنال‌ها استفاده می‌شود تا باندهای فرکانسی متشکله را جدا کند و دامنه‌ی هر باند را محاسبه کند (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۱). ثبت امواج مغزی کاملاً غیرتهاجمی است و می‌تواند به‌طور مداوم (چندین بار) بر روی بیماران، بزرگسالان نرمال و کودکان بدون هیچ ریسک یا محدودیتی بکار رود. EEG مزیت وضوح زمانی بالا را دارد که اجازه می‌دهد تا قادر باشیم مطالعات شناختی و ارزیابی سریع از فعالیت مغزی را داشته باشیم (تیلان، ۲۰۰۲). گالان و بیل (۲۰۱۲) پیشنهاد دادند که EEG قادر است که یک ابزار با ارزش برای ارزیابی میزان درگیری شناختی باشد.

ارزیابی شناختی می‌توانند به کار گیرند (توماس، ۲۰۰۲). مطالعات مختلفی درباره ویژگی‌های الکتروآنسفالوگرافی و بهبود عملکرد در تکالیف مختلف (ورزشی، شناختی و هنری) انجام گرفته است. این تکالیف شامل فعالیت هنرمندانه مثل نواختن آلات موسیقی و فعالیت‌های موزون، فعالیت‌های ورزشی و شناختی هستند (نظری، ۱۳۹۰).

مطالعات مختلف نشان داده است که تغییرات فعالیت الکتریکی مغز ممکن است زیربنای فکر و حافظه باشد. فعالیت سلول‌های مغزی بیانگر سطوح مختلفی از هوشیاری است و امواج مغزی متأثر از این سلول‌ها در رابطه با آنچه فرد انجام می‌دهد، تغییر می‌کند. به‌عنوان مثال امواج مغزی فردی که خواب است با فردی که بیدار است یا کسی که مشغول انجام فعالیت خاصی است، متفاوت خواهد بود. همچنین این امواج در افراد سالم و یا افراد دارای اختلال نیز متفاوت است. زمانی که بیدار هستیم و چشمان ما باز است و هنگام تمرکز، توجه، تفکر، حل مسئله، مذاکره، راه رفتن و یا رانندگی امواج مغزی تغییر می‌کنند. هرچقدر کارها با آرامش بیشتری صورت گیرد، امواج نوسان کمتری داشته و چنانچه همراه با هیجان شدید و یا استرس باشد، امواج مغزی تواتر بیشتری یافته و گاهی اوقات تا ۶۰ نوسان در ثانیه هم خواهد رسید. همچنین داروهای آرام‌بخش نیز فعالیت این امواج را تغییر می‌دهند (به نقل از حسینیان، ۱۳۸۶). فعالیت بتا با

می‌شود تا حتی فرآیندهای شناختی که هرروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند مثل زبان و حافظه هنوز تعریف واضحی نداشته باشند (انجمن جهانی پزشکی، ۲۰۰۱) و در آخر می‌توان به حجم تحقیقات مربوط به شناخت انسان اشاره کرد که یا استنتاجی بوده‌اند و یا از جمعیت‌های بالینی مثل افراد دارای صرع صورت گرفته‌اند (موکامل، اکستروم، کاپلان، ایکابونی و فراید، ۲۰۱۰).

با وجود ظهور fMRI و دیگر تکنولوژی‌های مدرن، EEG هنوز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مفیدترین ابزارها برای بررسی فعالیت شناختی در درون مغز باقی‌مانده است. ساوی (۲۰۰۲) معتقد است که fMRI ممکن است قادر باشد که کجایی فعالیت مغزی را با دقت میلی‌متر شناسایی کند اما EEG علاوه بر شناسایی کجایی فعالیت مغزی با دقت سانتیمتر، قادر است فعالیت مغزی با دقت میلی‌ثانیه را نیز شناسایی کند. EEG ممکن است مانند fMRI قادر به اندازه‌گیری کارکردهای عمقی مغز نباشد اما این اجازه را می‌دهد که فعالیت‌های مغزی در درجه‌ی اول با قشر مغز و سپس با فعالیت‌های بیرون مغز مرتبط شود. این آشکارا انتخابی عالی برای مطالعه‌ی شناخت است. همچنین روانشناسان با استفاده از الکتروآنسفالوگرافی کمی به دنبال یافتن ویژگی‌های عملکرد مغز افراد و ارتباط آن با علائم مشکلات عمومی هستند؛ بر این اساس روانشناسان برنامه‌های کامپیوتری مختلف را برای

فرکانس آلفا (PAF) یک مقیاس (اندازه) EEG است که نشان‌دهنده‌ی حداکثر دامنه درون باند آلفا است و با هرتز اندازه گرفته می‌شود. PAF اندازه‌ی مستقیم دامنه نیست و نباید با دامنه آلفا مقایسه شود. PAF بالاتر (سریع‌تر) این معنی را می‌دهد که دامنه‌ی بزرگتری در قسمت بالاتر طیف آلفا وجود دارد و بالعکس. چندین مطالعه نشان داده‌اند که PAF نشان‌دهنده‌ی عملکرد در کارکردهای شناختی متنوع شامل توجه، انگیزتگی، حافظه‌ی کاری، حافظه‌ی طولانی مدت و خواندن است (کلیمنش و دیگران، ۲۰۰۳). PAF با تغییرات رشدی در فعالیت‌های شناختی مرتبط است. در یک مطالعه که بر روی ۱۲۰ نفر مرد و زن ۴۶ تا ۸۰ ساله صورت گرفت لی و همکاران (۱۹۹۶) دریافتند که PAF با کهولت سن کاهش می‌یابد؛ همچنین PAF با سرعت و عملکرد در انجام تکالیف شناختی مرتبط بودند (آنوخین و ووگل ۱۹۹۶) همچنین PAF را به‌منظور بررسی حالت‌های عاطفی و هیجانی بررسی کرده‌اند. کوستیرینیا و کولیکوف (۱۹۹۶)؛ کوستیرینیا (۱۹۹۸) دریافتند که PAF در طول بازتولید شادی و خشم در نواحی (C4,T4,F3,O1) افزایش می‌یابد و در طول ترس و سوگ در مقایسه با حالت طبیعی کاهش می‌یابد. در مطالعه‌ای دیگر تیفین و دیگران (۱۹۹۵) دریافتند که افراد با خواب کمتر و اضطراب بالاتر PAF بالاتری نسبت به گروه کنترل داشتند. به‌طور خلاصه PAF به نظر می‌رسد

فرایندهای شناختی مثل قضاوت، حل مسئله، حافظه‌ی کاری و تصمیم‌گیری مرتبط است (لین، چن، کو و ونگ، ۲۰۱۱). افزایش دامنه‌ی این باندهای خاص اغلب نتیجه‌ی اغتشاشات مغزی در همان فعالیت‌هاست. نقش توجه روی فعالیت‌های EEG به‌طور وسیعی بررسی شده است. کلیمنش (۱۹۹۹) تغییرات توان باند آلفا و توجه را از طریق یک تکلیف ادبال موردبررسی قرار دادند. بعد از تقسیم کردن آلفا به سه زیرمجموعه باند فرکانسی: آلفای پایین، متوسط و بالا، آن‌ها دریافتند که تنها آلفای پایین بازتاب ویژگی‌های توجه است. همچنین وولفگنگ (۱۹۹۹) در مطالعه‌ی خود که به‌منظور بررسی بازتاب عملکردهای شناختی و حافظه روی باندهای آلفا و تتا انجام گرفت به این نتیجه رسیدند که آلفا در زیر باندهای مختلف متأثر از فرایندهای حافظه‌ی معنایی و توجه است. یک یافته‌ی مهم افزایش در توان تتا و کاهش توان آلفا نشان‌دهنده‌ی عملکرد حافظه و شناخت ضعیف است (اندل، شیتو، کریک، موریس و سیلوان، ۱۹۹۴). از طرف دیگر کاهش توان آلفا نشان‌دهنده‌ی توجه بالا به یک تکلیف معین است درحالی‌که افزایش توان تتا نشان‌دهنده‌ی حواس‌پرتی (کاهش توجه) در یک تکلیف معین است. همچنین مطالعاتی که به بررسی نوسانات مغزی پرداخته‌اند، نشان می‌دهند که ریتم‌های آلفا و بتا با فعالیت شناختی مرتبط هستند (بیان، ونگ، لو، بین و لی، ۲۰۱۴؛ جیونگ، ۲۰۰۴). پیک

نورولوژیکی نداشته باشند و قبلاً در آزمایش مشابه شرکت نکرده باشند.

ابزار

همان‌طور که پیش‌ازین بیان شد، هدف این پژوهش بررسی تأثیر چالش شناختی بر امواج مغزی دانشجویان است. به این منظور برای بررسی اثر چالش شناختی از بازی رایانه‌ای ساخت شرکت (React Traking Soccer) Thought Technology استفاده شد که برای انجام آن نیاز به تمرکز، توجه و عکس‌العمل سریع دارد. فرد باید با استفاده از کلید ماوس روی رایانه، توپ را به سمت راست یا چپ حرکت دهد تا آن را در بین میله‌ها نگه دارد و اجازه ندهد که توپ از این خطوط خارج شود (استراک، ۲۰۱۱). همچنین در این پژوهش از دستگاه پروکامپ دوکاناله، ساخت کشور کانادا به‌منظور ابزار ثبت امواج مغزی استفاده گردید. دستگاه نوروفیدبک مدل ProComp2 ساخت کمپانی Thought Technology کانادا با سابقه بیش از ۴۰ سال فعالیت در این حوزه برای ثبت امواج مغزی (EEG) و یا سایر پارامترهای فیزیولوژی (Biofeedback) به‌صورت هم‌زمان نیاز متخصصان را در حوزه کلینیکی و درمان برآورده می‌سازد؛ و نرم‌افزار Infinity Biograph برای ثبت، ذخیره و تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

یک شاخص ظرفیت شناختی یا آمادگی شناختی است که هم با ویژگی‌ها و هم با حالت‌های کارکردی مغز مرتبط است (آنجلاکیس و همکاران، ۲۰۰۴).

همان‌طور که اشاره شد الگوهای فعالیت مغزی متفاوتی در افراد مختلف وجود دارد؛ بنابراین مشخص کردن ارتباط بین فرکانس‌های ویژه و پردازش شناختی در افراد، به روانشناسان و عصب‌شناسان کمک می‌کند تا تفاوت الگوهای فعالیت مغزی را در شرایط مختلف از قبیل پیش و پس از تکلیف و حین عملکرد ضعیف و خوب بشناسند تا نهایتاً بتوان از این مقادیر برای بهتر شدن عملکرد افراد به‌ویژه برای بیماران دارای نقص شناختی استفاده کنند. همچنین این تحقیق، به افزایش دانش ما درباره امواج مغزی در حین چالش شناختی کمک می‌کند؛ بنابراین هدف این پژوهش بررسی تأثیر چالش شناختی بر امواج مغزی افراد است.

روش

امواج مغزی یک گروه به‌صورت درون‌گروهی در دو موقعیت آزمایشی (موقعیت استراحت در مقایسه با موقعیت چالش شناختی) اندازه‌گیری شد. ۲۶ نفر از دانشجویان دانشگاه تبریز با میانگین سنی ۲۶ سال و انحراف معیار ۵,۵۶ به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. معیارهای ورود در این پژوهش عبارت بودند از اینکه سابقه‌ی مشکلات روان‌پزشکی و

کاملاً راحت نشسته تا ما به روش «سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰» (جاسپر، ۱۹۵۸) به اندازه‌گیری ناحیه‌ی CZ بر روی سر اقدام کنیم. ثبت شامل ۱۲۰ ثانیه بود که ۶۰ ثانیه آن در حین چالش شناختی در نقطه CZ قرار داشت. تکلیف React Traking Soccer در شکل ۱ نشان داده شده است.

در این پژوهش جمعاً ۱۸ (۲×۹) نوع آزمایش خواهیم داشت که شامل ۲ موقعیت ثبت (از حالت استراحت به حالت چالش شناختی) و ۹ باند فرکانسی است. آزمون آماری استفاده شده در این پژوهش تحلیل واریانس مختلط است و برای اجرای این آزمون از SPSS استفاده شد.

روش اجرا: ابتدا از آزمودنی‌ها خواسته شد روبه روی لپ‌تاپ نشسته تا به‌صورت اجمالی توضیحاتی در مورد تکلیف React Traking Soccer و نحوه ثبت EEG برای آن‌ها بازگو شود. سپس آزمودنی به مدت یک دقیقه بازی مذکور را تمرین می‌کرد. انجام آزمون بدین شیوه بود که از آزمودنی خواسته می‌شد، پس از شروع و حرکت توپ به سمت چپ یا راست، با حرکت دادن ماوس در جهت مخالف، مبادرت به حفظ تعادل توپ و جلوگیری از خروج توپ از خط‌های هدف نماید. پس از حصول اطمینان از اینکه آزمودنی به‌طور کامل نحوه انجام چالش شناختی را آموخته است، صفحه لپ‌تاپ به صفحه سفید تغییر داده می‌شد و از او می‌خواستیم



شکل ۱: تکلیف به‌کاررفته در این پژوهش

یافته‌ها

جدول ۱. آمار توصیفی

چالش شناختی			حالت استراحت			باند فرکانسی
تعداد	انحراف استاندارد	میانگین	تعداد	انحراف استاندارد	میانگین	
۲۶	۰/۲۹	۹/۵۶	۲۶	۰/۴۱	۹/۵۶	آلفا پیک
۲۶	۱/۵۵	۱۰/۰۱	۲۶	۱/۵۹	۹/۷۳	تتا
۲۶	۱/۳۸	۷/۳۸	۲۶	۳/۷۹	۹/۷۷	آلفا
۲۶	۰/۷۱	۳/۷۳	۲۶	۰/۷۸	۳/۹۳	SMR
۲۶	۱/۲۹	۶/۵۵	۲۶	۱/۱۲	۶/۷۲	بتا
۲۶	۰/۵۷	۲/۷۷	۲۶	۰/۵۸	۲/۵۵	SMR/تتا
۲۶	۰/۴	۱/۵۸	۲۶	۰/۳۵	۱/۴۸	تتا/بتا
۲۶	۰/۱۹	۱/۳۸	۲۶	۰/۲۶	۱/۰۸	تتا/آلفا
۲۶	۰/۱۲	۰/۸۹	۲۶	۰/۱۱	۰/۷۸	بتای بالا/گاما/بتا

حالت یکسان بوده است. برای بررسی فرضیه‌ی پژوهش از آزمون تحلیل واریانس مختلط استفاده شد؛ بدین صورت که ابتدا پیش فرض همسانی کوواریانس‌ها با استفاده از آزمون کرویت ماخلی بررسی شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

همان‌گونه که مندرجات جدول شماره ۱ نشان می‌دهد، امواج مغزی افراد در حالت چالش شناختی در مقایسه با حالت استراحت در اغلب باندهای فرکانسی تفاوت داشته‌اند به نحوی که میانگین و انحراف استاندارد گروه‌ها تغییر کرده است؛ به‌غیر از آلفا پیک که میانگین آن در هر دو

جدول ۲. آزمون کرویت ماخلی

کمترین میزان			P	درجه‌ی آزادی	مجذور کای	آزمون ماخلی	
کرانه‌ی پایین	هیون-فلد	گرین هاوس-گیسر					
۰/۱۲۵	۰/۲۷۹	۰/۲۵۶	۰/۰۰۰۱	۳۵	۴۳۱/۵۰	۰/۰۰۰۱	اثر اصلی باند فرکانسی
۱	۱	۱	۰/۰۰۰۱	۰	۰/۰۰۰۱	۱	اثر اصلی موقعیت ثبت
۰/۱۲۵	۰/۱۸۷	۰/۱۷۹	۰/۰۰۰۱	۳۵	۵۱۰/۵۶	۰/۰۰۰۱	اثر تعاملی موقعیت ثبت و باند فرکانسی

همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد فرض همسانی کوواریانس درون خانه‌ای رعایت نشده است ($P < 0/05$) بنابراین از آزمون گرین هاوس - گیسر استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. نتایج تأثیرات درون آزمودنی گرین هاوس - گیسر

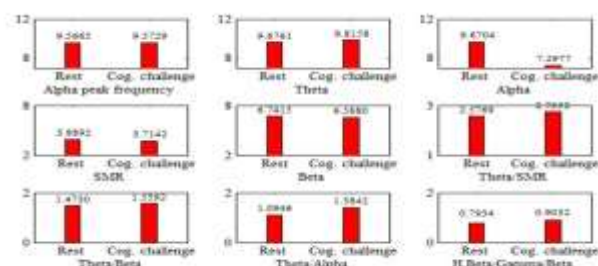
مجدور ضریب اتا	سطح معنی‌داری	F	میانگین مجدورها	درجه‌ی آزادی	مجموع مجدورها	
۰/۰۹۹	۰/۱۱۰	۲/۷۴۳	۴/۴۹۸	۱	۴/۴۹۸	اثر اصلی موقعیت ثبت
			۱/۶۴۰	۲۵	۴۰/۹۹۴	خطا
۰/۹۴۳	۰/۰۰۰۱	۱۵۹/۴۱۲	۲۸۰۳/۰۹۱	۲/۰۴۸	۵۷۴۱/۱۳۱	اثر اصلی باند فرکانسی
			۶/۸۰۱	۵۱/۲۰۴	۳۴۸/۲۳۵	خطا
۰/۲۹	۰/۰۰۱	۱۰/۲۱۰	۵۱/۵۲۳	۱/۴۳	۷۳/۶۷۱	اثر تعاملی موقعیت ثبت و باند فرکانسی
			۵/۰۴۶	۳۵/۷۴۷	۱۸۰/۳۸۳	خطا

شناسایی این تغییرات از آزمون t وابسته استفاده شد؛ که نتایج آن حاکی از آن است که بین دامنه‌ی باندهای فرکانسی آلفا ($P=0/002, t=3/33$)، SMR ($P=0/045, t=2/107$) تتا/تتا SMR ($P=0/038, t=-2/184$)، تتا/آلفا ($P=0/000, t=-5/6$) و بتای بالا-گاما/بتا ($P=0/000, t=-4/20$) در دو موقعیت ثبت تفاوت معناداری وجود دارد و بین دامنه باندهای فرکانسی آلفا پیک ($P=0/935, t=0/82$)، تتا ($P=0/549, t=-0/607$) و بتا ($P=0/271, t=1/125$) تتا/بتا ($P=0/197, t=-1/32$)، تفاوت معناداری وجود ندارد.

همان‌گونه که از جدول ۳ استنباط می‌شود، اثر اصلی موقعیت ثبت (از حالت استراحت به حالت چالش شناختی) معنی‌دار نشده است ($P > 0/05, F=2/73$) اما اثر اصلی باند فرکانسی ($P < 0/05, F=159/412$) و اثر تعاملی باند فرکانسی در دو موقعیت ثبت معنی‌دار شده‌اند ($P < 0/05, F=21/10$). این نتایج حاکی از آن‌اند که چالش شناختی با باندهای فرکانسی مختلف تعامل دارند و باندهای فرکانسی در سطوح مختلف چالش شناختی (از حالت استراحت به حالت چالش شناختی) تغییر می‌یابند که در نمودار شماره ۱ نیز نشان داده شده است. به‌منظور

جدول ۴. نتایج آزمون t وابسته

باند های فرکانسی	تفاضل میانگین ها	انحراف استاندارد	خطای میانگین	t	درجه آزادی	سطح معناداری
آلفا پیک	۰/۰۰۵	۰/۳۴	۰/۰۶	۰/۸۲	۲۷	۰/۹۳۵
تتا	-۰/۲۱۱	۱/۸۴	۰/۳۴	-۰/۶۰	۲۷	۰/۵۴۹
آلفا	۲/۲۰۵	۳/۴۹	۰/۶۶	۳/۳۳	۲۷	۰/۰۰۲
SMR	۰/۱۸۸	۰/۴۷	۰/۰۸	۲/۱۰	۲۷	۰/۰۴۵
بتا	۰/۱۶۸	۰/۷۹	۰/۱۴	۱/۱۲۵	۲۷	۰/۲۷۱
تتا/تتا	-۰/۱۹۲	۰/۴۶	۰/۰۸	-۲/۱۸۴	۲۷	۰/۰۳۸
تتا/بتا	-۰/۰۸۵	۰/۳۴	۰/۰۶	-۱/۳۲	۲۷	۰/۱۹۷
تتا/آلفا	-۰/۲۷۱	۰/۲۵	۰/۰۴	-۵/۶	۲۷	۰/۰۰۰
بتای بالا-گاما/ بتا	-۰/۱۰۸	۰/۱۳	۰/۰۲	-۴/۲۰	۲۷	۰/۰۰۰



نمودار ۱. مقایسه‌ی میانگین باند باندهای فرکانسی در دو سطح موقعیت ثبت

معین مرتبط هستند و غلبه‌ی هر یک از این باندها معمولاً با حالت روانی خاصی در ارتباط هستند (لارسن، ۲۰۰۶؛ لاورنس و همکاران، ۲۰۱۴) تأیید می‌کند؛ بنابراین شناخت مناطق درگیر در حل چالش شناختی یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های پژوهشی است. چرا که فهمیدن این‌که در هنگام حل چالش شناختی کدام منطقه درگیر است و چه امواجی تولید می‌شود به فهم بیشتر ما از عملکرد مغز و بهبود عملکرد آن کمک می‌کند. یکی از مواردی که در روانشناسی امروز حائز اهمیت است بررسی

همان‌طور که مشاهده می‌شود نمودار ۱ از الگوی مورد انتظاری پیروی می‌کند که امواج آهسته دارای دامنه‌ی بزرگ‌تر و امواج سریع دارای دامنه‌ی کوچک‌تری هستند.

نتیجه‌گیری و بحث

یافته‌های تکلیف به‌کاررفته در این پژوهش نشان می‌دهد که بین امواج مغزی افراد در دو موقعیت ثبت (از حالت استراحت به حالت چالش شناختی) تفاوت وجود دارد. یافته‌های این پژوهش نشان داده‌اند که خصایص شناختی با باندهای فرکانسی

آسودو و اککاکیس (۲۰۰۶) همسو است. علت کاهش امواج آلفا را می‌توان به واسطه‌ی ارتباط آن با (توجه) و میزان فعالیت مغز نیز تبیین کرد.

تحقیقات مختلفی کاهش آلفا را در طول حل تکلیف و نیز طی تکلیف تغییرپذیر تأیید کرده‌اند (دلدین و چپو، ۲۰۰۵). همچنین توان آلفای EEG توجهات زیادی را به خود جلب کرده است. به‌ویژه شواهد ناشی از مطالعات با تکلیف توجهی تغییرپذیر پیشنهاد می‌کنند که آلفا ارتباط معکوسی با سطح توجه چیزی که در پردازش شناختی ضروری است دارد (دوژاردین و همکاران، ۱۹۹۳). به‌علاوه اشمیت و همکاران (۲۰۰۰) مشاهده کرده‌اند که افزایش دشواری تکلیف با کاهش توان در سطوح پایین باند آلفا ارتباط دارد (به نقل از دلدین و چپو، ۲۰۰۵). در مطالعه‌ی دیگر نیز کاهش آلفا در طول حل تکلیف توجه مداوم گزارش شده است (نظری و همکاران، ۲۰۱۱). شاگاس (۱۹۷۲) معتقد است که فعالیت مغزی شاخص معکوسی از فعالیت امواج آلفاست. فعالیت زیاد مغز به معنی کم شدن فعالیت آلفا و بالعکس است (به نقل از واگا و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به این موارد می‌توان کاهش امواج آلفا را در ارتباط با این ویژگی‌ها تبیین کرد.

ریتم حسی حرکتی (SMR) یک وضعیت جهت‌گیری درونی را نشان می‌دهد و تنها در قشر حسی حرکتی (Cz, C3, C4) تسلط دارد. با کاهش حرکت و آرام‌سازی، دامنه SMR افزایش می‌یابد (توماس، ۲۰۰۲، دموس، ۱۳۹۳؛ هاموند،

ارتباط بین فرآیندهای شناختی و فرآیندهای عصب‌شناختی است؛ بنابراین، هدف این تحقیق یافتن تفاوت امواج مغزی در حین حل چالش شناختی با به‌کارگیری EEG است.

الکتروانسفالوگرافی یا فعالیت الکتریکی مغز ارتباط خاصی با جریان خون قشری دارد (کوک و همکاران، ۱۹۹۸) و از این‌رو، مقیاس خوبی از سطح جریان خون (سلول‌های استفاده‌کننده جریان خون در هنگام فعالیت) در قسمت‌های مختلف مغز است؛ بنابراین EEG نماینده برتری برای شناسایی حالات مغزی است که با موفقیت و شکست در هر تکلیفی که نیاز به فعال بودن آن نواحی مغزی دارد، مرتبط است.

این یافته‌ها به‌ویژه در امواج آلفا و SMR مطابق با الگوی پیش بینی شده صورت گرفت. آسودو، اککاکیس (۲۰۰۶) بیان کردند که تغییراتی که در دامنه آلفا هنگام چشم‌باز (EO) اتفاق می‌افتد به چند تکلیفی مربوط است. به‌عنوان مثال، زمانی که فرد بر چند چیز در یک لحظه تمرکز می‌کند، موج آلفا کاهش می‌یابد. آلفا به‌وسیله گروه‌های بزرگی از نورون‌ها تولید می‌شود که در هیچ‌گونه تکلیف ویژه‌ای به کار گرفته نشده و آماده می‌شوند تا برای به کار گرفته شدن در عملکرد خاصی احضار شوند اما زمانی که مغز درگیر یک تکلیف پیچیده همانند خواندن می‌شود، دامنه آلفا متوقف می‌شود؛ بنابراین فقدان و یا کاهش آلفا می‌تواند نشانه فعالیت بیشتر قشر مغز باشد از این‌رو پژوهش حاضر با یافته‌های

دو موقعیت ثبت به نوع تکلیف باز می‌گردد. تکلیف شناختی مورد استفاده در این پژوهش به گونه‌ای اجرا می‌شد که خلاقیت، تکانشی بودن و خیال‌پردازی را فراخوانی نمی‌کرد و بیشتر به تمرکز و توجه آنی افراد اختصاص یافته بود؛ در نتیجه امواج آهسته مانند تتا و پیک فرکانس آلفا فرصت کمتری برای خودنمایی می‌یافتند.

نتایج پژوهش حاضر برای بررسی موج بتا بیانگر این مسئله است که میانگین دامنه آن در حین چالش شناختی در مقایسه با حالت استراحت تغییر چشمگیری ندارد که ناهم‌سو با پژوهش‌های بابیلیونی، دلپریسو، کارولی، سالواتور، نیکولای، مرزنو و جاگوست و (۲۰۱۶) و دمانوئل، برابید، سانویوگا-بارک و جیمز (۲۰۱۳) است؛ اما پژوهش‌های گذشته تمرکزشان در بررسی موج بتا ناحیه‌ی فرونتال بوده در حالی که در این پژوهش تمرکز بر روی ناحیه‌ی حسی - حرکتی بوده است.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، مدت زمان ثبت در هنگام چالش شناختی افزایش یافته، همچنین از دیگر نقاط مغزی در حین چالش شناختی نیز ثبت انجام شود.

(۲۰۰۷). حضور این موج نشان‌دهنده‌ی ریلکس بودن سیستم حرکتی است، بنابراین در اجرای مناسب حرکات حسی-حرکتی مؤثر است. در پژوهش حاضر همان‌طور که نشان داده شد میانگین SMR به‌طور معنی‌داری در حالت چالش شناختی کاهش می‌یابد. انجام چالش شناختی مرتبط با حرکت، همان مناطق مغزی را فعال می‌کند که در حرکت دخیل هستند (ریتی، ۱۳۹۰)؛ بنابراین کاهش توان SMR به تکلیف چالش شناختی باز می‌گردد که در آن مناطق حرکتی مغز فعال شده و متعاقباً SMR کاهش می‌یابد.

همچنین نسبت تتا/SMR با مطالعات گروزیلر و هولمز (۲۰۱۴) و ونگ و همکاران (۲۰۱۴)، تتا/آلفا با مطالعات لم، اسچفیلین، آدن، هولتون و هاگورت (۲۰۱۶) و گروزیلر و همکاران (۲۰۱۴) و نسبت بتای بالا-گاما/بتا با مطالعه بات، بون، روسیتر، دوپونت-هادون، موران، فریستون و وارد هم‌سو بودند. از طرفی امواج پیک فرکانس آلفا، تتا، بتا و تتا/بتا از حالت استراحت به چالش شناختی تغییری نداشتند که با مطالعات آنجلیکس و همکاران (۲۰۰۴)، ینگ، تریث و دیکسون و (۲۰۱۶) و مای، مینت و ونگ (۲۰۱۶) ناهم‌سو بودند. در تبیین یافته پیک فرکانس آلفا و تتا می‌توان گفت عدم تفاوت پیک فرکانس آلفا در

منابع

خلاقیت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد روانشناسی عمومی. دانشگاه تبریز.

حسینیان، سیما. (۱۳۸۵). بررسی مقایسه‌ای الگوهای امواج مغزی آلفا در طبقات مختلف

- نظری، محمدعلی؛ اسکندر نژاد، مهتا؛ عبدلی، بهروز؛ واعظ موسوی، کاظم. (۱۳۹۰). تأثیر آموزش نوروفیدبک بر ویژگی‌های الکتروانسفالوگرام و عملکرد در ورزش تیر و کمان، فصلنامه پژوهش‌های نوین روان‌شناختی، سال ششم، شماره ۲۲.
- Acevedo, E. O., & Ekkekakis, P. (2006). Psychobiology of physical activity. *Human Kinetics. Psychobiology of physical activity. Human Kinetics and Personalization* (pp. 51-62).
- Angelakis, E., Lubar, J. F., Stathopoulou, S., & Kounios, J. (2004). Peak alpha frequency: an electroencephalographic measure of cognitive preparedness. *Clinical Neurophysiology*, 115(4), 887-897.
- Anokhin, A., & Vogel, F. (1996). EEG alpha rhythm frequency and intelligence in normal adults. *Intelligence*, 23(1), 1-14.
- Babiloni, C., Del Percio, C., Caroli, A., Salvatore, E., Nicolai, E., Marzano, N. ... & Jagust, W. (2016). Cortical sources of resting state EEG rhythms are related to brain hypometabolism in subjects with Alzheimer's disease: an EEG-PET study. *Neurobiology of Aging*, 48, 122-134.
- Bhatt, M. B., Bowen, S., Rossiter, H. E., Dupont-Hadwen, J., Moran, R. J., Friston, K. J., & Ward, N. S. (2016). Computational modelling of movement-related beta-oscillatory dynamics in human motor cortex. *NeuroImage*, 133, 224-232.
- دموس، جان ام. (۱۳۹۳). مبانی نوروفیدبک. ترجمه‌ی داوود آذرنگی و مهدیه رحمانیان، تهران انتشارات دانژه.
- ریتی، جان جی. (۱۳۹۰). راهنمای کاربران مغز. ترجمه‌ی رضا امیر رحیمی، انتشارات نیلوفر.
- Bian, Z., Li, Q., Wang, L., Lu, C., Yin, S., & Li, X. (2014). Relative power and coherence of EEG series are related to amnesic mild cognitive impairment in diabetes. *Frontiers in aging neuroscience*, 6.
- Deldin, P. J., & Chiu, P. (2005). Cognitive restructuring and EEG in major depression. *Biological psychology*, 70(3), 141-151.
- Cook et al. (1998) Leuchter AF, Uijtdehaage SH, Cook IA, O'Hara R, & Mandelkern M. (1998). Relationship between brain electrical activity and cortical perfusion in normal subjects. *Psychiatry Res.* 1999 Apr 26; 90(2):125-40.
- Demanuele, C., Broyd, S. J., Sonuga-Barke, E. J., & James, C. (2013). Neuronal oscillations in the EEG under varying cognitive load: A comparative study between slow waves and faster oscillations. *Clinical Neurophysiology*, 124(2), 247-262.
- Dujardin, K., Derambure, P., Defebvre, L., Bourriez, J. L., Jacquesson, J. M., & Guieu, J. D. (1993). Evaluation of event-related desynchronization (ERD) during a recognition task: effect of attention. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 86(5), 353-356.

- Dumermuth G (1974). Quantification and analysis of the EEG, Schweiz Arch Neurol Neurochir Psychiatr. 115(2), p. 175-92.
- Endel, T., Shitu, K., Craik, F. I., Morris, M., & Sylvain, H. (1994). Hemispheric encoding/retrieval asymmetry in episodic memory: Positron emission tomography findings. Proceedings of the National Academy of Sciences, 91(6).
- Galán, F. C., & Beal, C. R. (2012). EEG estimates of engagement and cognitive workload predict math problem solving outcomes. In International Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization (pp. 51-62).
- Gruzelier, J. H., Hirst, L., Holmes, P., & Leach, J. (2014). Immediate effects of alpha/theta and sensory-motor rhythm feedback on music performance. International Journal of Psychophysiology, 93(1), 96-104.
- Gruzelier, J. H., Holmes, P., Hirst, L., Bulpin, K., Rahman, S., Van Run, C., & Leach, J. (2014). Replication of elite music performance enhancement following alpha/theta neurofeedback and application to novice performance and improvisation with SMR benefits. Biological psychology, 95, 96-107.
- Hammond, D. C. (2007). What is neurofeedback?. Journal of Neurotherapy, 10(4), 25-36.
- Herculano-Houzel, S., & Lent, R. (2005). Isotropic fractionator: a simple, rapid method for the quantification of total cell and neuron numbers in the brain. The Journal of neuroscience, 25(10), 2518-2521.
- Jasper, H.H., (1958). The ten–twenty electrode system of the International Federation. Electroencephalogr. Clinical Neurophysiology. 10, 371–375.
- Jeong, J. (2004). EEG dynamics in patients with Alzheimer's disease. Clinical neurophysiology, 115(7), 1490-1505.
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. Brain Research. Brain Research Reviews 29, 169 195.
- Klimesch, W., Sauseng, P., & Gerloff, C. (2003). Enhancing cognitive performance with repetitive transcranial magnetic stimulation at human individual alpha frequency. European Journal of Neuroscience 17, 1129–1133.
- Kostyunina, M. B., & Kulikov, M. A. (1996). Frequency characteristics of EEG spectra in the emotions. Neuroscience and Behavioral Physiology, 26(4), 340-343.
- Kostyunina, M.B. (1998). Human EEG during mental reproduction of emotionally significant events. Zh Vyssh Nerv Deiat Im I P Pavlova; 48(2): 213–21.
- Lam, N. H., Schoffelen, J. M., Uddén, J., Hultén, A., & Hagoort, P. (2016). Neural activity during sentence processing as reflected in theta, alpha, beta, and gamma oscillations. NeuroImage. 43-54.

- Larsen, S. (2006). The healing power of neurofeedback: The revolutionary LENS technique for restoring optimal brain function.
- Lawrence, L. M., Ciorciari, J., & Kyrios, M. (2014). Cognitive processes associated with compulsive buying behaviours and related EEG coherence. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 221(1), 97-103.
- Li, D., Sun, F., & Jiao, Y. (1996). Frontal EEG characters in aging and the correlativity with some cognitive abilities. *Acta Psychol. Sinica*, 28(1), 76-81.
- Lin, C. T., Chen, S. A., Ko, L. W., & Wang, Y. K. (2011, July). EEG-based brain dynamics of driving distraction. In *Neural Networks (IJCNN). The 2011 International Joint Conference on* (pp. 1497-1500). IEEE.
- Mai, G., Minett, J. W., & Wang, W. S. Y. (2016). Delta, theta, beta, and gamma brain oscillations index levels of auditory sentence processing. *NeuroImage*, 133, 516-528.
- Mukamel, R., Ekstrom, A. D., Kaplan, J., Iacoboni, M., & Fried, I. (2010). Single-neuron responses in humans during execution and observation of actions. *Current biology*, 20(8), 750-756.
- Nazari, M. A., Wallois, F., Aarabi, A., & Berquin, P. (2011). Dynamic changes in quantitative electroencephalogram during continuous performance test in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *International journal of psychophysiology*, 81(3), 230-236.
- Nunez, P., & Srinivasan, R. (2006). *Electric Fields of the Brain: The Neurophysics of EEG*, Oxford University Press, New York.
- Reber, A. S. (1995). *The Penguin dictionary of psychology*. Penguin Press.
- Savoy, R.L (2002). Functional Magnetic Resonance Imaging: (fMRI), in Ramachandran, V.S. (Ed. In Chief), *Encyclopaedia of the Human Brain*, 327-351.
- Schmidt, D. M., George, J. S., Ranken, D. M., & Wood, C. C. (2000). Spatial-temporal Bayesian inference for MEG/EEG. In *Signals, Systems and Computers, 2000. Conference Record of the Thirty-Fourth Asilomar Conference on* (Vol. 1, pp. 309-312).
- Strack, B (2011) *Biofeedback and Neurofeedback Applications in Sport Psychology: Introduction*, in *Biofeedback and Neurofeedback Applications in Sport Psychology* (eds B. Strack, M. Linden, and V. Wilson), AAPB, Wheat Ridge, CO, pp.8-21.
- Teplan, M. (2002). Fundamentals of EEG measurement. *Measurement Science Review*, 2(2), 1-11.
- Tiffin, P., Ashton, H., Marsh, R., & Kamali, F. (1995). Pharmacokinetic and pharmacodynamic responses to caffeine in poor and normal sleepers. *Psychopharmacology*, 121(4), 494-502.

- Thomas, J. L. (2002). Neurofeedback and your brain: A beginner's manual. Faculty, NYU Medical Center & Albert Einstein College of Medicine.
- Uhlhaas, P. J., & Singer, W. (2006). Neural synchrony in brain disorders: relevance for cognitive dysfunctions and pathophysiology. *Neuron*, 52(1), 155-168.
- Vuga, M., Fox, N. A., Cohn, J. F., George, C. J., Levenstein, R. M., & Kovacs, M. (2006). Long-term stability of frontal electroencephalographic asymmetry in adults with a history of depression and controls. *International Journal of Psychophysiology*, 59(2), 107-115.
- Wang, J., Wang, Y., & Jakobsen, H. A. (2014). The modeling of circulating fluidized bed reactors for SE-SMR process and sorbent regeneration. *Chemical Engineering Science*, 108, 57-65.
- Wilson, V., Thompson, M., Thompson, J., Peper, E (2011). Using EEG for Enhancing Performance: Arousal, Attention, Self Talk, and Imagery, in *Biofeedback and Neurofeedback Applications in Sport Psychology* (eds B. Strack, M. Linden, and V. Wilson), AAPB, Wheat Ridge, CO, pp.196-232.
- Wolfgang, K. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: A review and analysis. *Brain Research Reviews*, 29(2), 169-195.
- World Medical Association. (2001). World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. *Bulletin of the World Health Organization*, 79(4), 373.
- Yeung, M., Treit, D., & Dickson, C. T. (2016). Ventral hippocampal histamine increases the frequency of evoked theta rhythm but produces anxiolytic-like effects in the elevated plus maze. *Neuropharmacology*, 106, 146-155.