

بررسی میزان هم‌نوسانی الگوهای امواج مغزی باند تتا در تفکر همگرا و تفکر واگرا

منصور بیرامی*

دانشیار دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه تبریز

محمدعلی نظری

استادیار دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه تبریز

مرتضی عندلیب‌کورايم

کارشناسی ارشد روان‌شناسی دانشگاه تبریز

هدف: هدف این پژوهش بررسی میزان هم‌نوسانی امواج مغزی باند تتا در طی تفکر همگرا، تفکر واگرا و حالت آرامش است. یکی از ویژگی‌های مهم تفکر آدمی که در پژوهش‌های موجود کمتر به آن و به‌خصوص به جنبه‌های عصب‌شناختی آن پرداخته شده است تفکر همگرا و واگراست. روش: روش: برای اجرای این پژوهش ۳۴ آزمودنی (۱۹ مرد و ۱۵ زن) با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و در سه موقعیت آزمایشی (حالت آرامش، تفکر همگرا و تفکر واگرا) قرار گرفتند. امواج مغزی ثبت شده (EEG) از هر سه موقعیت در باند تتا با استفاده از نرم‌افزار نوروگاید به یک سری کمیت (QEEG) تبدیل شد. داده‌های کمی استخراج شده با استفاده از تحلیل واریانس اندازه‌های مکرر تحلیل شدند. یافته‌ها: نتایج تحلیل واریانس اندازه‌های مکرر نشان دادند که بین سه موقعیت مورد مطالعه در کل مغز تفاوت وجود دارد و تفاوت دو موقعیت آرامش و تفکر همگرا ($P < 0.01$) و همچنین حالت آرامش و تفکر واگرا ($P < 0.05$) معنادار و معناداری به نفع دو نوع تفکر است. به عبارتی میزان ارتباطات مغزی دو نوع تفکر بیشتر از حالت آرامش است. در این پژوهش بین دو نوع تفکر تفاوت معناداری مشاهده نشد. نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش امواج مغزی متفاوتی را در طی تفکر (نسبت به حالت آرامش) پیشنهاد کرده است که این نتایج می‌تواند چشم‌اندازی برای مطالعه الگوهای امواج مغزی تفکر همگرا و واگرا پیش رو قرار دهد.

کلیدواژه‌ها: الکتروانسفالوگرافی کمی، هم‌نوسانی، تفکر همگرا، تفکر واگرا

* نشانی تماس: دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه تبریز

E-mail: Dr.bayrami@yahoo.com

EEG Patterns Coherence in Theta Band during Convergent and Divergent Thinking

Objective: This study examines the coherence of theta band during convergent thinking (CT), divergent thinking (DT) and rest condition. **Method:** Electroencephalographic (EEG) recordings were conducted on 34 subjects (19 boys and 15 girls) in the three situations (CT, DT and rest). The EEG results were transformed into quantitative form (QEEG) using NeuroGuide software. The quantities were analyzed by repeated-measure ANOVA. **Results:** The results showed different global coherence patterns during the three conditions. When compared with the rest condition, both divergent and convergent types of thinking produced significantly higher levels of coherence ($p < 0.05$), though differences between the two types of thinking were insignificant. **Conclusion:** Our results suggest different brain organizations during the three conditions. The results also could indicate a new path for further studies about the EEG patterns of CT and DT.

Mansour Bayrami*
Associate Professor, Tabriz University

Mohammad Ali Nazari
Assistant Professor, Tabriz University

Morteza Andalib Kooraeim
M.Sc. in psychology, Tabriz University

* Corresponding Author:
E-mail: Dr.bayrami@yahoo.com*

Keywords: QEEG, coherence, convergent thinking, divergent thinking

مقدمه

مستقل از هم مطالعه شوند، ولی امروزه دانشمندان هر دو رشته به مطالعه این دو زمینه در کنار هم علاقه نشان داده‌اند. یکی از تکنیک‌های مهم در شناسایی این فرایندهای مغزی غالب، استفاده از موج‌نگاره الکتریکی مغز^۱ (EEG) است که در انسان شامل بسامدهایی در چهار گستره می‌شود: امواج دلتا (یک تا چهار هرتز)، تتا (چهار تا هشت هرتز)، آلفا (هشت تا ۱۳ هرتز) و بتا (بیش از ۱۳ هرتز) (سادوک^۲ و سادوک، ۱۳۸۴، ترجمه پورافکاری). موج‌نگاره الکتریکی مغز مجموع فعالیت همزمان هزاران یا میلیون‌ها نورون را که فعالیت‌های مشابهی دارند منعکس می‌کند (کلین^۳ و تورن^۴، ۲۰۰۷) پیشرفت فن‌آوری‌های کامپیوتری در چند سال اخیر بررسی الگوهای موج‌نگاره الکتریکی مغز را به شکل تحلیل کمی موج‌نگاری مغزی^۵ (QEEG) مورد توجه قرار داده است (لاورنس^۶، ۲۰۰۲).

الکتروانسفالوگرافی کمی به تحلیل جامع فرکانس یا پهنای باندهای متفاوتی گفته می‌شود که نوار مغزی خام را می‌سازند. درحقیقت، در این روش، سیگنال‌ها با استفاده از روش تبدیل سریع فوریه^۷ (FFT) از حوزه زمان به حوزه فرکانس برده می‌شوند. حوزه فرکانس شامل دامنه^۸ (توان یا میزان انرژی موجود در امواج مغزی بر واحد میکروولت) است که خود در حیطه‌های زیر بررسی می‌شود: توان مطلق^۹، توان نسبی^{۱۰}، نسبت توان^{۱۱}، تقارن^{۱۲} و هم‌نوسانی^{۱۳} (که عبارت است از ارتباط دو ناحیه مغزی در باند خاص که می‌تواند درون‌نیمکره‌ای یا بین‌نیمکره‌ای باشد). هر یک از این ویژگی‌ها برای همه^{۱۴} ۱۹ کانال (الکتروود) محاسبه می‌شود.

داشتن فکر و اندیشه یکی از ویژگی‌های عالی انسانی است که به نظر دانشمندان انسان را از سایر موجودات متمایز و برتر می‌سازد. گیلفورد^{۱۵} (۱۹۶۷) به دو نوع تفکر آدمی (تفکر همگرا^{۱۶} و واگرا^{۱۷}) اشاره کرده است. در تفکر همگرا از فرایندهای ذهنی قالبی که فقط بر حل یک تکلیف تمرکز دارد و به دنبال یک جواب صحیح است و جهت و مسیر مشخصی را پی می‌گیرد استفاده می‌شود. این نوع توانایی در حل مسئله به تولید راه‌حل‌های منطقی و همیشگی منجر می‌شود. به نظر گیلفورد، یکی از مؤلفه‌های مهم خلاقیت منطقی همگراست که زمانی به کار می‌افتد که اطلاعات برای تعیین یک جواب انحصاری کافی باشد (همان‌جا).

در برخی تکالیف ذهنی، در طی تفکر واگرا، بسیاری از ایده‌های جدید خلق می‌شوند؛ با این توضیح که برای یک راه‌حل ذهنی ممکن، آزمودنی‌ها برای ایجاد تولیدات خلاق از راه‌های منحصر به فرد زیادی استفاده می‌کنند (گیلفورد، ۱۹۶۷). مسئله‌گشایی معمولاً دو مرحله دارد: بررسی راه‌حل‌های گوناگون و انتخاب مناسب‌ترین آن. مرحله نخست، یعنی به‌خاطر آوردن راه‌حل‌های ممکن یا ابداع راه‌حل‌های جدید مستلزم استفاده از تفکر واگراست؛ چرا که افکار فرد در جهات مختلف و متنوع سیر می‌کند. مرحله دوم انتخاب یکی از این راه‌حل‌هاست که مستلزم استفاده از تفکر همگراست (کریمی، ۱۳۸۵). در واقع می‌توان گفت، درحیطه ارتباط تفکر و زمینه‌های زیستی (نوروسایکولوژیک) آن، علم مطالعه ذهن (روان‌شناسی) بیشتر از علم مطالعه مغز (عصب‌شناسی) رشد کرده است. بنا به گفته بروئر^{۱۸} (۱۹۹۹)؛ به نقل از دشت بزرگی، (۱۳۸۱) در گذشته روان‌شناسان فقط به نرم‌افزارهای ذهنی و عصب‌شناسان فقط به سخت‌افزارهای عصبی علاقه‌مند بوده‌اند و در کل این عقیده غالب بود که ذهن و مغز باید

- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| 1- Guilford | 9- quantitative |
| 2- convergent thinking | electroencephalography |
| 3- divergent thinking | 10- Lawrence |
| 4- Bruer | 11- fast fourier transformation |
| 5- electroencephalogram | 12- amplitude |
| 6- Sadock | 13- absolute power |
| 7- Klein | 14 - relative power |
| 8- Thorne | 15- power ratio |
| | 16- symmetry |

خلاق با ارتباطات وسیع بین کرتکس پس سری و پیشانی (نسبت به سایر قسمت‌های کرتکس) مشخص شده است. همچنین مطرح شده است که فعالیت متداولی از الیاف با فاصله زیاد (مثلاً، انتقال یک خبر از فاصله زیاد در حین تفکر خلاق) دیده می‌شود (پتسچه، ۱۹۹۶).

مطالعات هم‌نوسانی موج‌نگاره الکتریکی مغز (که ارتباطات نورونی درون نیمکره‌ای و بین نیمکره‌ای را اندازه می‌گیرد) در افراد عادی شواهدی به دست داده است که نشان‌دهنده ارتباط و بنابراین اتصال نواحی مختلف مغز در تفکر واگراست. مثلاً، ژاوسووک^۴ (۲۰۰۰) به این نتیجه رسید که ۳۰ دانشجوی محلی ۱۸ تا ۱۹ ساله در طی انجام دادن تکلیف بازپاسخ (نوشتن مقاله) هم‌نوسانی بیشتری (نسبت به هم‌نوسانی موج‌نگاره الکتریکی مغز) در جفت‌های الکترود اندازه‌گیری شده در خلال تکلیف بسته‌پاسخ (که نیازمند تفکر همگراست) نشان دادند.

تصویربرداری مغزی نشان می‌دهد که تفکر واگرا با افزایش همکاری دو نیمکره همراه است (رازومنیکووا، ۲۰۰۰؛ ژاوسووک و ژاوسووک، ۲۰۰۰) و کاهش غلبه نیمکره‌ای نیز با خلاقیت ارتباط دارد. اما نتایج پژوهش مور^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از MRI نشان داد که نمرات آزمون تفکر خلاق تورنس (که میزان تفکر واگرا را می‌سنجد)، به طور منفی با اندازه جسم پینه‌ای مرتبط است؛ بدین معنا که جسم پینه‌ای کوچکتر حاکی از ارتباط نیمکره‌ای کمتر و در نتیجه غلبه نیمکره‌ای بیشتر است. با در نظر گرفتن مطالب ذکر شده و ابهاماتی که به وسیله دو نوع تفکر همگرا و واگرا درباره فعالیت‌های مغزی ایجاد شده است و نیز فقدان پژوهش‌های داخلی در این زمینه، پژوهش در این حیطه ضروری می‌نماید. همچنین با توجه به نقش الگوهای امواج

فرایندهای رفتاری و روانی مختلفی وجود دارند که می‌توانند الگوهای امواج مغزی را تغییر دهند. از میان این عوامل می‌توان به سطوح هشیاری، نوع تفکر، مراحل خواب، بیماری‌های روانی، فعالیت‌های جسمانی و استرس اشاره کرد. در تأیید این مطلب که افزایش هم‌نوسانی^۱ امواج مغزی بین نواحی مختلف کرتکس نشان‌دهنده همکاری نزدیک این مناطق در فرایندهای شناختی است شواهدی وجود دارد (افتاناس^۲، لتووا^۳، کوشکارو^۴ و پوپو^۵، ۱۹۹۸؛ پتسچه^۶، ۱۹۹۶؛ پتسچه و ایرلینگر^۷، ۱۹۹۸).

با توجه به تعاریف تفکر همگرا و واگرا، ممکن است این فرضیه پیش آید که سطوح نوروفیزیولوژیکی تفکر همگرا (نسبت به تفکر واگرا) می‌تواند در جهت‌گیری‌های فضایی-زمانی شبکه‌های نورونی بین نواحی مغزی متفاوت با محدودیت بیشتری مواجه باشد. در واقع، اخیراً در طی تفکر واگرا (در مقایسه با تفکر همگرا) پیچیدگی موج‌نگاره الکتریکی مغزی بیشتری مشخص شده و این نوع تفکر به عنوان نتیجه فعال‌سازی همزمان تعداد زیادی از واحدهای پردازش نوسانی به طور مستقل مطرح گردیده است (مولی^۸ و مارشال^۹، ولف^{۱۰}، فهم^{۱۱} و بورن^{۱۲}، ۱۹۹۹).

بر اساس مطالعه رازومنیکووا^{۱۳} (۲۰۰۰)، در طی دو نوع تفکر همگرا و واگرا، الگوهای متفاوت و معناداری برای پارامترهای موج‌نگاره الکتریکی مغز مشاهده می‌شود و زمانی که این دو وضعیت تفکری با حالت آرامش مقایسه می‌شوند، هر دو تجربه ذهنی، هم‌نوسانی معنادار و متفاوتی از ریتم‌های آلفای ۱ و ۲ تولید می‌کنند. در زمان یکسان، تفکر همگرا افزایش هم‌نوسانی در امواج تتا^۱ (بیشتر در قسمت پشتی طرف راست) و تفکر واگرا کاهش دامنه در ریتم امواج تتا^۱ و ۲ (در قسمت پشتی کرتکس) نشان داد. در پژوهشی، هم‌نوسانی موج‌نگاره الکتریکی مغز با استفاده از خلاقیت‌های مختلف (کلامی، دیداری و موزیکال) در موسیقیدان‌های حرفه‌ای و دانشجویان هنرهای زیبا تحلیل شد (پتسچه، ۱۹۹۶؛ پتسچه و ایرلینگر، ۱۹۹۸). این فعالیت‌های تفکر

- | | |
|--------------|-----------------|
| 1- coherence | 9- Marshall |
| 2- Aftanas | 10- Wolf |
| 3- Lotova | 11- Fehm |
| 4- Koshkarov | 12- Born |
| 5- Popov | 13- Razumnikova |
| 6- Petsche | 14- Jausovec |
| 7- Erlinger | 15- Moore |
| 8- Molle | |

مغزی در تشخیص نوع فرایند شناختی در افراد، هدف پژوهش حاضر بررسی تفاوت‌های موجود در الگوهای امواج مغزی باند تتا در حین تفکر همگرا، تفکر واگرا و حالت آرامش است.

روش

جامعه و نمونه آماری

طرح این پژوهش از نوع شبه‌آزمایشی است که در آن متغیر وابسته (الگوهای امواج مغزی)، پس از ارائه متغیر مستقل (نوع تفکر) بررسی شد. جامعه آماری پژوهش را دانشجویان راست‌برتر ۱۸ تا ۲۷ ساله مشغول به تحصیل در دانشگاه تبریز (سال تحصیلی ۸۸-۸۹) تشکیل می‌دادند. با توجه به طرح پژوهش (شبه‌آزمایشی)، نمونه شامل ۳۴ نفر (۱۹ مرد و ۱۵ زن) بود که از بین افراد جامعه به صورت در دسترس انتخاب شده و در سه موقعیت آرامش، تفکر همگرا و تفکر واگرا قرار داده شدند. در این پژوهش میزان هم‌نوسانی امواج در ریتم تتا از ۱۹ کانال ثبت شده بررسی شد.

۱. پرسشنامه برتری جانبی

این پرسشنامه هشت موردی را صبوری مقدم (۱۳۸۷) ساخته است و هر مورد آن جنبه‌ای از برتری جانبی را می‌سنجد. این پرسشنامه با سه درجه راست‌برتر، چپ‌برتر و عدم برتری جانبی نمره‌گذاری شده و افرادی که در هفت مورد آن به گزینه راست‌برتر اشاره می‌کردند، انتخاب می‌شدند.

۲. الکتروآنسفالوگرافی کمی (QEEG)

برای ثبت موج‌نگاره الکتریکی مغز از آمپلی فایر Neuroscan و از کلاه Electrocap، که منطبق بر نظام بین‌المللی ۲۰-۱۰ و شامل ۱۹ الکتروود است، استفاده شد. برای تحلیل کمی نیز یک فرایند ریاضی پیچیده (FFT) به کار رفت که در آن امواج ثبت شده به عدد و اعداد نیز به نوبه خود به تصاویر و نمودارها تبدیل می‌شوند. این فرایند بانرم‌افزار Neuroguide اجرا شد

۳. تکلیف میسیونرها و آدم‌خوارها

این تکلیف شامل انتقال سه میسیونر و سه آدم‌خوار با یک قایق از یک طرف رودخانه به طرف دیگر آن است. در این تکلیف از آزمودنی‌ها خواسته می‌شود تا روشن کنند که چگونه می‌توان همه میسیونرها و آدم‌خوارها را از یک طرف رودخانه به سمت دیگر آن حمل کرد، با این توضیح که قایق در یک لحظه فقط دو نفر را می‌تواند حمل کند و در هیچ طرف رودخانه نباید تعداد آدم‌خوارها بیش از میسیونرها باشد. کمترین تعداد حرکت مورد نیاز برای حل این تکلیف ۱۱ حرکت است (کلاریج^۱ و مک دونالد^۲، ۲۰۰۹). از این تکلیف برای ایجاد تفکر همگرا استفاده می‌شود.

۴. تکلیف شمارش اعداد

در این تکلیف از آزمودنی‌ها خواسته می‌شود تا از عدد شش شروع کنند و اعداد متوالی را با فاصله هفت عدد بنویسند و بعد از سه دقیقه جواب را بگویند (رازومنیکووا، ۲۰۰۰). هدف این تکلیف جهت دادن تفکر به فرایند تفکر همگراست.

۵. تکلیف شمارش مارها

در این تکلیف آزمودنی‌ها می‌بایست مسئله زیر را حل کنند: "در جنگلی که صدها مار سمی وجود دارد، از چه راه‌هایی می‌توان طول مارها را اندازه گرفت؟ هر روشی را که به ذهنتان می‌رسد بنویسید" (رازومنیکووا، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۴). برای انجام دادن این تکلیف به آزمودنی‌ها پنج دقیقه فرصت داده می‌شد. هدف این تکلیف ایجاد تفکر واگرا در آزمودنی‌ها بود.

۶- خرده‌مقیاس شباهت‌های آزمون تفکر خلاق والچ و کوگان

در این پژوهش از خرده‌مقیاس شباهت‌های آزمون تفکر خلاق والچ و کوگان استفاده شد. ضریب پایایی این خرده‌آزمون بالاست (۰/۸۶) و با آزمون‌های هوش همبستگی اندکی دارد

برای بررسی فرضیه پژوهش از آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های مکرر استفاده شد؛ بدین صورت که ابتدا پیش فرض همسانی کوواریانس‌ها با استفاده از آزمون کرویت‌موشلی^۳ بررسی شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، فرض همسانی کوواریانس درون‌خانه‌ای رعایت شده است، $(X^2_{(7)} = 1,01, P > 0/05)$ بنابراین با توجه به فرض برابری کوواریانس نسبت F محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۳ آمده است.

همان‌گونه که از جدول ۳ استنباط می‌شود، میزان هم‌نوسانی در سه موقعیت مورد مطالعه به طور معناداری متفاوت است $(F_{(2, 66)} = 70, P < 0/01)$. با توجه به این نتیجه، در گام بعدی برای مشخص کردن اینکه تفاوت بین کدام جفت از موقعیت‌ها معنادار است، از آزمون تعقیبی توکی^۴ استفاده شد که نتایج آن در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴-۵ نشان می‌دهد که تفاوت دو موقعیت آرامش

1- Cropley
2- Maslany

3- Mauchly's Test of Sphericity
4- Tukey

(کروپلی^۱ و ماسلانی^۲، ۱۹۶۹). در این خرده‌آزمون به آزمودنی‌ها کلمات جفت ارائه و از آنها خواسته می‌شود تا شباهت آنها را تا آنجا که به ذهنشان می‌رسد بازگو کنند. در این تکلیف نیز برای هر جفت کلمات دو دقیقه به آزمودنی وقت داده شد. هدف این تکلیف ایجاد تفکر واگرا در آزمودنی‌ها بود.

روش کار چنین بود که پس از انتخاب آزمودنی‌های راست‌برتر، هر یک آزمودنی‌ها به صورت ترتیب تصادفی در موقعیت آزمایش قرار می‌گرفتند. موج‌نگاره الکتریکی مغز در هر موقعیت به مدت شش دقیقه ثبت می‌شد. در مرحله بعد داده‌های خام با استفاده از نرم‌افزار Neuroguide به صورت کمی درآمدند و برای تحلیل نهایی وارد نرم‌افزار SPSS شدند.

نتایج

جدول ۱ داده‌های توصیفی مربوط به میزان هم‌نوسانی سه موقعیت مورد مطالعه (حالت آرامش، تفکر همگرا و تفکر واگرا) آمده است. همان‌طور که میانگین‌ها نشان می‌دهد، میزان هم‌نوسانی در حالت تفکر واگرا و همگرا بیشتر از موقعیت آرامش است، ولی میانگین دو نوع تفکر تفاوت چندانی ندارد.

جدول ۱- آمار توصیفی میزان هم‌نوسانی کل

تعداد	انحراف معیار	میانگین	
۳۴	۶/۶۹	۲۹/۹۸	حالت آرامش
۳۴	۵/۴۷	۳۲/۸۸	تفکر همگرا
۳۴	۷/۳۱	۳۲/۷۰	تفکر واگرا

جدول ۲- آزمون کرویت‌موشلی به منظور بررسی برابری کوواریانس موقعیت مورد مطالعه در کل مغز

وضعیت	آزمون موشلی	مجدور کای	درجه آزادی	سطح معناداری	کمترین میزان
۰/۹۷	۱/۰۱	۲	۰/۶۰	گرین هاوس- گایزر	هیون - فلد
۰/۰۵	۱/۰۰	۰/۹۷	۰/۶۰	کرانه پایین	

جدول ۳ - آزمون تأثیرات درون‌آزمودنی متغیر موقعیت در کل مغز

منبع تغییرات	آزمون	مجموع مجذورها	درجه آزادی	میانگین مجذورها	F	سطح معناداری	مجذور ضریب اتا
موقعیت	فرض برابری کوواریانس	۱۷۹/۰۲	۲	۸۹/۵۱	۵/۷۰	۰/۰۰۵	۰/۱۵
خطا	فرض برابری کوواریانس	۱۰۳۷/۱۴	۶۶	۱۵/۷۱			

است و تفاوت میزان هم‌نوسانی دو نوع تفکر نیز معنادار نیست. این یافته با نتیجه پژوهش پتسیجه (۱۹۹۶)، هوپی^۱ (۱۹۸۸) و پارکس (۱۹۹۷؛ به نقل از حسینیان، ۱۳۸۶) همسوست. پتسیجه نشان داد که تفکر واگرا محصول فعال‌سازی همزمان تعداد زیادی از واحدهای پردازشی مستقل است و با فعالیت متداول امواج با فاصله زیاد مشخص می‌شود. پژوهش هوپی هم نشان داد که سطوح بالای هم‌نوسانی معمولاً در افراد خلاق - بیانگر دیده می‌شود. نتایج پژوهش پارکس حاکی از افزایش امواج آهسته (دلتا و تتا) بر اثر آموزش تفکر واگرا بود. ما نیز در این پژوهش شاهد افزایش هم‌نوسانی امواج آهسته بودیم.

در فرضیه‌ای که میران^۲ و میران (۱۹۸۴) در طی مسایل پیچیده و پدیده‌آها^۳ در مورد یکپارچگی کارکرد مغز مطرح کردند، تفکر به عنوان ایجاد تغییر در محرک‌های تحریکی و بازدارنده بین دو نیمکره در نظر گرفته شده است. بنابراین یافته‌های پژوهش این مفهوم را که اشاره به ارتباط آشکار بین نواحی فاصله‌دار و نزدیک به هم در طی دو نوع تفکر

با تفکر همگرا ($P < 0/01$) و همچنین حالت آرامش با تفکر واگرا ($P < 0/05$) معنادار و این معناداری به نفع دو نوع تفکر است. به عبارتی، میزان ارتباطات مغزی در دو نوع تفکر بیش از حالت آرامش است. همچنین در میزان هم‌نوسانی بین دو نوع تفکر تفاوت معناداری دیده نمی‌شود ($P < 0/05$)، یعنی میزان ارتباطات مغزی دو نوع تفکر در کل مغز تفاوت ندارد (نمودار ۱).

نمودار ۱: مقایسه میانگین هم‌نوسانی سه موقعیت مورد مطالعه در کل مغز



جدول ۴ - مقایسه زوجی تفاوت میزان هم‌نوسانی سه موقعیت مورد مطالعه در کل مغز

منبع تغییرات	موقعیت	میانگین تفاوت‌ها	انحراف معیار	سطح معناداری
حالت آرامش	تفکر همگرا	-۲/۹۰	۰/۹۳	۰/۰۰۴
	تفکر واگرا	-۲/۷۱	۱/۰۴	۰/۰۱۴
تفکر همگرا	تفکر واگرا	۰/۱۸	۰/۹۰	۰/۸۴

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که هم‌نوسانی الگوهای امواج مغزی دو نوع تفکر در کل مغز بیشتر از حالت آرامش

1- Hoppe
2- Miran

3- aha

دارد تأیید کرده است.

این مورد تحقیقاتی را که نشان داده‌اند خصایص رفتاری و شناختی معین با باند فرکانس خاصی مرتبط هستند و غلبه هر یک از این باندها معمولاً با حالات روانی خاصی در ارتباط است (لارسن^۱، ۲۰۰۶) تأیید می‌کند. در نهایت نتایج ما استفاده از داده‌های موج‌نگاره الکتریکی مغز را به عنوان معیار اندازه‌گیری معتبر فرایندهای ذهنی تأیید می‌کند. همچنین نتایج پژوهش حاضر می‌تواند زمینه مطالعه بیشتر در مورد تفاوت دو نوع تفکر همگرا و واگرا را فراهم سازد؛ بدین شکل که دیگر پژوهشگران با استفاده از یافته‌های این پژوهش و نیز بررسی تفاوت‌های موجود در دیگر مؤلفه‌های تحلیل کمی موج‌نگاری مغزی، تفاوت الگوهای امواج مغزی دو نوع تفکر را به دست آورند.

از مهمترین محدودیت‌های پژوهش حاضر، دسترسی نداشتن به تکالیف کامپیوتری بود، زیرا به دلیل استفاده از ابزار در تکالیف این پژوهش و نوشتاری بودن آن، حرکت دست‌ها، که موجب ایجاد آرتیفکت^۲ (آثار تصنعی ایجاد شده به وسیله متغیرهای مزاحم) می‌شوند، اجتناب‌ناپذیر بود. پیش‌بینی این آرتیفکت‌ها موجب شد تا مدت زمان ثبت امواج مغزی افزایش داده شود که این خود موجب ایجاد خستگی آزمودنی‌ها می‌شد، لذا پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از آرتیفکت ناشی از حرکت دست‌ها، تکالیف کامپیوتری طراحی و از آنها استفاده شود. همچنین پیشنهاد می‌شود به منظور بررسی بیشتر، پژوهش‌های آتی در باند تتا دیگر مؤلفه‌های QEEG مانند مؤلفه توان مطلق در باند تتا و در باندها مورد بررسی قرار گیرد.

همچنین نتایج این پژوهش را می‌توان تأییدی بر ایده نیکولائونکو^۱ (۱۹۹۸) دانست که در آن نیمکره‌ها در عملکردهای روان‌شناختی (مثلاً خلاقیت) مکمل یکدیگر شناخته شده‌اند. همچنین این پژوهش نظریه لزاک^۲ (۱۹۹۵) را تأیید کرد. به نظر او در عملکرد مغز در تفکر خلاق (که تفکر همگرا و واگرا جزئی از آن هستند) همکاری (هم‌نوسانی) دوطرفه دیده می‌شود. هیلمن^۳ (۲۰۰۵) نیز مطرح کرد که آکسون‌های میلینه در مغز هم ارتباطات درون‌نیمکره‌ای و هم بین‌نیمکره‌ای را تسهیل می‌کند که هر دو نوع ارتباط احتمالاً برای تفکر اهمیت دارند. با توجه به این مطلب، هم‌نوسانی بالای دو نوع تفکر در پژوهش حاضر نشانگر این ارتباطات آکسونی گسترده است. همین‌طور تفاوت نداشتن هم‌نوسانی دو نوع تفکر همگرا و واگرا در این فرضیه با نتایج پژوهش رازومنیکووا (۲۰۰۰) همسوست. او نشان داد که در تغییر دامنه وابسته به تکلیف بین تفکر همگرا و واگرا هیچ تفاوتی وجود ندارد. این یافته را می‌توان چنین تبیین کرد که تفاوت نداشتن تفکر همگرا و واگرا می‌تواند بر اثر مداخله کلی فعالیت‌های قشری تولید شده به وسیله فعالیت‌های شناختی مختلف باشد و نه موج‌نگاره الکتریکی مغز که بر اثر تکالیف ارائه شده ایجاد شده است. تبیین دیگری که می‌توان برای این متفاوت نبودن ارائه کرد این است که هر تکلیف ذهنی تا حدی به یک پدیده یکپارچه و واحد مربوط نمی‌شود و نیازمند فرایند شناختی پیچیده‌ای است که شامل، توجه، حافظه و سایر عملیات ذهنی می‌شود.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که دو نوع تفکر مورد مطالعه، به عنوان عناصری از فعالیت‌های شناختی، موجب ایجاد تغییر در هم‌نوسانی امواج مغزی می‌شود.

دریافت مقاله: ۸۹/۷/۲۰؛ پذیرش مقاله: ۹۰/۶/۱۹

1- Nikolaenko
2- Lezak
3- Heilman

4- Larsen
5- artifact

منابع

- حسینیان، س. (۱۳۸۶). بررسی مقایسه‌های الگوهای امواج مغزی آلفا در طبقات مختلف خلاقیت. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
- دشت بزرگی، ز. (۱۳۸۱). مقایسه روش‌های آموزش خلاقیت مبتنی بر کارکردهای نیمکره راست و هر دو نیمکره. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا.
- سادوک، ب.، و سادوک، و. (۱۳۸۴). خلاصه روانپزشکی کاپلان (جلد اول) (ترجمه ن. پور افکاری). تهران: انتشارات شهرآب-آینده سازان.
- صبوری مقدم، ح. (۱۳۸۷). تاثیر دستکاری انگیزشی و سیستم‌های مغزی- رفتاری در سرعت هدایت عصبی. رساله دکتری، دانشگاه تبریز.
- کریمی، ی. (۱۳۸۵). روان‌شناسی تربیتی. تهران: انتشارات ارسباران.
- Aftanas, L. I., Lotova, N. V., Koshkarov, V. I., & Popov, S. A. (1998). Non-linear dynamical coupling between different brain areas during evoked emotions: An EEG investigation. *Biological Psychology*, 48(2), 121-138.
- Claridge, G., & McDonald, A. (2009). An investigation into the relationships between convergent and divergent thinking, schizotypy, and autistic traits. *Personality and Individual Difference*, 46(8), 794-799.
- Cropley, A. J., & Maslany, G. W. (1969). Reliability and factorial validity of the Wallach- Kogan creativity tests. *British Journal of Psychology*, 60(3), 395-398.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Heilman, K. M. (2005). *Creativity and the brain*. New York: Psychology press.
- Hoppe, K. D. (1988). Hemisphere specialization and creativity. *Psychiatric Clinics of North America*, 11(3), 303-315.
- Jausovec, N. (2000). Differences in cognitive processes between gifted, intelligent, creative, and average individuals while solving complex problems: An EEG study. *Intelligence*, 28(3), 213-237.
- Jausovec, N., & Jausovec, K. (2000). EEG activity during the performance of complex mental problems. *International Journal of Psychology*, 36(1), 73-88.
- Klein, S., & Thorne, B. M. (2007). *Biological psychology*. New York, NY: Worth Publishers.
- Larsen, S. (2006). *The healing power of Biofeedback: The revolutionary LENS technique for restoring optimal brain function*. Rochester, VT: Healing Arts Press.
- Lawrence, J. T. (2002). *Neurofeedback and your brain: A beginners manual*. New York: Faculty, NYU medical center & brain research lab.
- Lezak, M. (1995). *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press.
- Miran, M., & Miran, E. (1984). Cerebral asymmetries: Neuropsychological measurement and theoretical issues. *Biological Psychology*, 19(3-4), 295-304.
- Molle, M., Marshall, L., Wolf, B., Fehm, H. L., & Born, J. (1999). EEG complexity and performance measures of creative thinking. *Psychophysiology*, 36(1), 95-104.
- Moore, D. W., Bhadelia, R. A., Billingsm, R. L., Fulwiler, C., Heilman, K. M., Rood, K. M. J., et al. (2009). Hemispheric connectivity and the visual-spatial divergent-thinking component of creativity. *Brain and Cognition*, 70, 267-272.
- Nikolaenko, N. N. (1998). *Brain pictures*. Osaka: Kansai University.
- Petsche, H. (1996). Approaches to verbal, visual and musical creativity by EEG coherence analysis. *International Journal of Psychophysiology*, 24(1-2), 145-159.
- Petsche, H., & Erlinger, S. C. (1998). EEG aspects of cognitive processes: A contribution to the proteus-like nature of consciousness. *Journal of Psychology*, 3, 199-212.
- Razumnikova, O. M. (2000). Functional organization of different brain areas during convergent and divergent thinking: An EEG investigation. *Cognitive Brain Research*, 10(1-2), 11-18.
- Razumnikova, O. M. (2004). Gender differences in hemispheric organization during divergent thinking: An EEG investigation in human subjects. *Neuroscience Letters*, 362(3), 193-195.