

بررسی الگوهای الکتروانسفالوگرافیک نیمکره‌های مغز در هم‌نوسانی باند تتا در طی تفکر همگرا و واگرا

منصور بیرامی - دانشیار دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه تبریز
مرتضی عندلیب کورایم - کارشناس ارشد روانشناسی دانشگاه تبریز
محمدعلی نظری - استادیار دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه تبریز

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی تغییرات الکتروانسفالوگرافیک نیمکره‌های مغز در طی تفکر همگرا و واگرا بود. به منظور انجام این پژوهش با روش نمونه‌گیری در دسترس تعداد ۳۴ آزمودنی (۱۹ پسر و ۱۵ دختر) انتخاب شدند و در سه موقعیت آزمایشی حالت آرامش، تفکر همگرا و تفکر واگرا قرار گرفتند. در هر سه موقعیت امواج مغزی آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه الکتروانسفالوگراف در ۱۹ کانال ثبت شد. امواج مغزی ثبت شده (EEG)، در باند تتا با استفاده از نرم‌افزار نوروگاید به یک سری از کمیت‌ها (QEEG) تبدیل شدند. داده‌های کمی استخراج شده با استفاده از تحلیل واریانس اندازه‌های مکرر تحلیل شدند. نتایج حاصل نشان داد که به طور جداگانه در نیمکره‌های چپ و راست دو نوع تفکر، هم‌نوسانی بیشتری نسبت به حالت آرامش دارند. ولی تفاوت میزان هم‌نوسانی سه موقعیت مورد مطالعه در دو نیمکره مغز متفاوت نبود.

واژگان کلیدی: الکتروانسفالوگرافی کمی، هم‌نوسانی، تفکر همگرا، تفکر واگرا.

مقدمه

مدل‌های مختلفی برای مطالعه توانایی‌های عقلی ارائه شده است. اغلب این مدل‌ها در قالب رویکردهای شناختی مطرح شده‌اند. مسأله‌گشایی معمولاً دو مرحله دارد: بررسی راه‌حل‌های گوناگون و انتخاب مناسب‌ترین راه‌حل. مرحله نخست یعنی به خاطر آوردن راه‌حل‌های ممکن یا ابداع راه‌حل‌های جدید متضمن استفاده از تفکر واگرا است چرا که افکار فرد در جهات مختلف و متنوعی سیر می‌کند. مرحله دوم مشتمل است بر انتخاب یکی از این راه‌حل‌ها است که متضمن استفاده از تفکر همگرا است. که نشان می‌دهد، نتیجه دادن تفکر واگرا متضمن استفاده از تفکر همگرا است ولی عکس این موضوع صادق نیست، یعنی لازمه تفکر همگرا، تفکر واگرا نیست. بسیاری افراد موفق اجتماع از هوش خوبی برخوردارند و در حرفه خود به اهداف مهمی دست می‌یابند، ولی از تفکر واگرا و خلاقیت بهره‌چندانی ندارند (کریمی، ۱۳۸۵).

در این زمینه گیلفورد یک مدل بسیار پیچیده ۱۲۰ عاملی را ارائه کرده است که در این میان دو نوع تفکر همگرا و واگرا مطرح و از همدیگر متمایز شده‌اند. تفکر همگرا تفکری محافظه‌کار است و مبتنی بر روش و قاعده خاصی می‌باشد. این نوع تفکر قادر است افکار نو را در افکار کهنه بیامیزد ولی به خودی خود قادر به تولید ایده‌های جدید نمی‌باشد. به عبارتی می‌تواند بر عملکرد نظارت کند. بدینگونه که تعیین می‌کند کدام ایده مناسب است. به عبارتی تفکر همگرا از اطلاعات استفاده کرده نامناسب‌ها را حذف می‌کند و درست‌ترین را انتخاب می‌کند (گیلفورد، ۱۹۶۸).

تفکر واگرا به شخص این امکان را می‌دهد که از دایره‌ی بسته تجربیات خویش خارج شده و به فراسوی تجارب خویش بنگرد. گیلفورد معتقد است در تفکر واگرا، فرد با وجود داده‌های ضعیف و کم و حتی فقدان اطلاعات قبلی می‌تواند فکر جدیدی را در یک موقعیت، به وجود آورد (دشت بزرگی، ۱۳۸۱).

با توجه به پیشینه، تفکر همگرا و واگرا با فرایندهای متمایز سروکار داشته‌اند. هر چند رانکو (۲۰۰۷) و آیزنگ^۱ (۲۰۰۳) مطرح کرده‌اند که آن دو روی یک پیوستاری از فرایند شناختی قرار دارند، رانکو (۲۰۰۷) این بحث را به طور مؤثری با ذکر اینکه استفاده از دیدگاه پیوستاری مفیدتر خواهد بود گسترش داد چرا که مسائل اندکی وجود دارند که فقط به تفکر همگرا و یا واگرا نیاز داشته باشد (به نقل از کافمن و همکاران، ۲۰۰۸).

مغز انسان به شکلی اختصاصی عمل می‌کند و هر بخش مغز ویژه پردازش و کنترل بخشی از توانمندی‌های انسان می‌باشد. مطالعات بر روی افراد دوپاره مخ، تفاوت‌های چشمگیری را در کارکردهای دو نیمکره مخ آشکار ساخته است نیمکره چپ می‌تواند فعالیت‌های پیچیده‌ی منطقی و تحلیلی را انجام دهد و مهارت قابل توجهی در محاسبات ریاضی دارد. متقابلاً نیمکره راست در ادراک فضایی، ساختن طرح‌های هندسی و دورنمایی بر نیمکره چپ برتری دارد (اسپری^۲، ۱۹۸۲).

شواهدی به نفع این تفسیر که افزایش هم‌نوسانی^۳ امواج مغزی بین نواحی کرتکسی مختلف می‌تواند همکاری نزدیک این مناطق را در فرایندهای شناختی، آشکار کند وجود دارد (پتسجه^۴ و ایرلینگر^۵، ۱۹۹۸).

با توجه به این که در تفکر واگرا پاسخ قطعی وجود ندارد و پاسخ‌های بسیاری ممکن است وجود داشته باشند می‌توان آن را مشابه با تفکر خلاق دانست (کافمن و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج مطالعات نوروفیزیولوژیکی، شواهدی را به نفع نیمکره راست در طی تفکر خلاق به دست آورده‌اند (هارپاز^۶، ۱۹۹۰؛ هویی^۷، ۱۹۸۸). همچنین، درگیری نیمکره راست مغز در تفکر همگرایی استاندارد، و در طی عملکرد بر روی تکالیف ریاضی نیز نشان داده شده است (اسویردسکایا^۸ و کورولکوا^۹، ۱۹۹۴).

1- Eysenck
3- coherence
5- Erlinger
7- Hoppe
9- Korolkova

2- Sperry
4- Petsche
6- Harpaz
8- Sviderskaia

درباره‌ی ارتباط بین عدم تقارن نیمکره‌ای و تفکر واگرا، گمانه‌زنی‌های زیادی وجود دارد. نیمکره راست در فرایند توجه، غالب می‌باشد (هیلمن^۱ و ون دن آبل^۲، ۱۹۸۰). کراوس^۳ و همکارانش (۲۰۰۷) در افراد عادی یکپارچگی ماده سفید بیشتری در نیمکره‌ی راست نسبت به نیمکره‌ی چپ پیدا کردند. این یافته‌ها اشاره به ارتباطات درون نیمکره‌ای بیشتر در نیمکره راست نسبت به نیمکره چپ دارند. به علاوه پژوهشگران شواهدی را فراهم آورده‌اند که نشان می‌دهند نیمکره چپ در توجه اختصاصی نقش اساسی دارد در حالی که نیمکره راست در توجه کلی نقش دارد (مارتینز^۴ و همکاران، ۱۹۹۷). با توجه به این مورد، هیلمن (۲۰۰۵) مطرح کرد که احتمالاً توجه کلی در تفکر واگرا و توجه تمرکزی در تفکر همگرا نقش مهم‌تری دارد.

تحقیقاتی که فعالیت‌های نیمکره چپ و راست مغز را جستجو می‌کنند، دو فرایند فکری را مشخص کرده‌اند. نیمکره چپ با اطلاعات شفاهی سروکار داشته و تفکر انتقادی را تنظیم می‌کند و مسؤول رموز خواندن، زبان، ریاضی به شیوه منطقی و تحلیلی و متوالی است. نیمکره راست با اطلاعات تصویری و شنوایی سروکار داشته و مسائل و عقاید قدیمی را به شیوه جدید دوباره تنظیم می‌کند. افراد خلاق هر دو فرایند فکری را با یکدیگر ترکیب می‌کنند، زیرا در خلاقیت بر هر دو جنبه فکری نیاز هست. لیکن برخی از محققان معتقدند در تفکر خلاق، نیمکره راست نقش اصلی دارد و ادغام دو نیمکره لزومی ندارد و حتی می‌تواند اثرات منفی داشته باشد. زیرا تفکر خلاق و منطقی به طور همزمان نمی‌توانند در سطح بالا عمل کنند. برخی از محققان نیز اعتقاد دارند نمی‌توان با صراحت، توانائی‌های یادگیری و یا بینش و استدلال را به نیمکره راست یا چپ نسبت داد و در مسائل زیادی تعامل دو نیمکره تأثیر دارد (حسینی، ۱۳۸۱).

در مورد فرایندهای تفکر پژوهشگرانی مانند ویلیامز (۱۹۸۴)، به نقل از حسینیان، (۱۳۸۶)

1- Heilman
3- Kraus

2- Van Den Abell
4- Martinez

معتقد است که در ابتدا، مهارت‌های تحلیلی نیمکره چپ درون داده‌های خاص نیمکره راست را که ترکیبی از داده‌های جمع‌آوری شده است نیاز دارد هنگامی که تکه‌ها تکمیل شدند توانایی‌های کل‌گرایانه نیمکره راست این داده‌های تحلیلی از هم گسیخته و نامرتب را به یک کل جدید با مجموعه جدید، دوباره سازمان‌بندی می‌کند. این سازمان‌بندی‌های گشتالتی دوباره از نیمکره راست به نیمکره چپ منتقل می‌شوند که در آنجا نیمکره چپ آنها را به ساختارهای زبان شناختی تبدیل می‌کند. بنابراین با توجه به این یافته می‌توان گفت که در تفکر هر دو نیمکره نقش ایفا می‌کنند ولی این نیمکره راست است که بیشترین نقش را در ایجاد ساختارهای جدید یا به عبارت دیگر تولید واگرا دارد.

به طور کلی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تفکر یک صفت خاص و ساده نیست که بتوان آن را به ناحیه خاصی از مغز نسبت داد. و در تفکر هر دو نیمکره درگیرند و علوم اعصاب آنقدر پیشرفت نکرده است که نتایج همسان به محل واحدی در تفکر اشاره کنند و نتایج متناقض‌اند (ساویر، ۲۰۰۶).

شواهد به دست آمده از تصویربرداری مغزی نشان می‌دهند که تفکر واگرا با افزایش همکاری دو نیمکره همراه است (رازومنیکووا، ۲۰۰۰؛ جاسوک، ۲۰۰۰). همچنین کاهش غلبه نیمکره‌ای نیز با خلاقیت مرتبط بوده است. ولی نتایج پژوهش مور^۱ 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 که جسم پینه‌ای کوچک‌تر حاکی از ارتباط نیمکره‌ای اندک و در نتیجه غالب بودن نیمکره‌ای بیشتر است.

امواج تتا به امواج با فرکانس بین ۴-۸ می‌باشد. تتا با خلاقیت، خودکاری و نیز

1- Moor

حواسپرتی، بی‌توجهی و خیالبافی ارتباط دارد (بلوم^۱، کی بارا^۲، ۱۹۹۵). همچنین EEG آهسته معمولاً با تفکر مبهم، زمان واکنش آهسته، و کنترل تکانه در ارتباط است (روسیتر^۳، ۲۰۰۰). بنابراین با توجه به موارد و پیشینه‌ی ذکر شده در این پژوهش تحلیل‌ها بر روی امواج تنا انجام خواهند گرفت.

با در نظر گرفتن مطالب ذکر شده و همچنین با توجه به وجود ابهاماتی در زمینه فعالیت‌های مغزی ایجاد شده توسط دو نوع تفکر همگرا و واگرا، هدف پژوهش حاضر بررسی میزان هم‌نوسانی امواج تنای حالت آرامش، تفکر همگرا و تفکر واگرا در دو نیمکره می‌باشد.

در این پژوهش سه فرضیه مورد بررسی قرار گرفتند که عبارتند از:

- الگوهای EEG نیمکره‌ی چپ در حالت آرامش، تفکر همگرا و واگرا متفاوت می‌باشد.
- الگوهای EEG نیمکره‌ی راست در حالت آرامش، تفکر همگرا و تفکر واگرا متفاوت می‌باشد.
- الگوهای EEG دو نیمکره در سه حالت آرامش، تفکر همگرا و تفکر واگرا متفاوت می‌باشد.

روش

جامعه و نمونه آماری

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های بنیادی- نظری می‌باشد. با توجه به ماهیت موضوع، طرح پژوهش حاضر از نوع طرح‌های شبه‌آزمایشی می‌باشد که در آن متغیر وابسته (الگوهای امواج مغزی)، پس از ارائه متغیر مستقل (نوع تفکر) مورد بررسی قرار گرفته است.

1- Blume
3- Rossiter

2- Kaibara

جامعه آماری پژوهش حاضر را دانشجویان مشغول به تحصیل در دانشگاه تبریز در سال تحصیلی ۸۸-۸۹ تشکیل داده‌اند. تعداد نمونه شامل ۳۴ نفر (۱۹ نفر مرد و ۱۵ نفر زن) می‌باشد که از بین افراد جامعه به صورت در دسترس انتخاب شدند و در سه موقعیت آرامش، تفکر همگرا و تفکر واگرا قرار گرفتند. در این پژوهش میزان هم‌نوسانی امواج در ریتم تتا از ۱۹ کانال ثبت شده مورد بررسی قرار گرفت.

ابزارهای اندازه‌گیری

۱- پرسشنامه برتری جانبی

این پرسشنامه توسط صبوری مقدم (۱۳۸۷)، ساخته شده است که دارای ۸ آیتم می‌باشد که هر کدام جنبه‌ای از برتری جانبی را می‌سنجد. این پرسشنامه با سه درجه راست برتر، چپ برتر، و عدم برتری جانبی نمره‌گذاری می‌شود. افرادی که در ۷ مورد از ۸ مورد به گزینه راست برتر اشاره می‌کردند، انتخاب می‌شدند.

۲- الکتروانسفالوگرافی کمی (QEEG)

برای ثبت EEG از آمپلی فایر Neuroscan و از کلاه Electrocap که شامل ۱۹ الکتروود می‌باشد استفاده شده است که منطبق با نظام بین‌المللی ۲۰-۱۰ می‌باشد. برای تحلیل کمی نیز با استفاده از یک فرایند ریاضی پیچیده (FFT)، امواج ثبت شده به عدد و اعداد نیز به نوبه خود به تصاویر و نمودارها تبدیل می‌شوند که این فرایند توسط نرم‌افزار Neuroguide انجام گرفت.

۳- تکلیف میسیونرها و آدمخوارها

این تکلیف شامل انتقال سه میسیونر و سه آدمخوار به وسیله یک قایق از یک طرف رودخانه به طرف دیگر آن می‌باشد. 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 می‌تواند فقط دو نفر را حمل

کند و نباید در هیچ طرف رودخانه تعداد آدمخوارها بیشتر از میسیونرها باشد». کمترین تعداد حرکت مورد نیاز برای حل این تکلیف ۱۱ حرکت می‌باشد (کلاریج^۱ و مک دونالد^۲، ۲۰۰۹). این تکلیف برای ایجاد تفکر همگرا به کار رفته است.

۴- تکلیف شمارش اعداد

در این تکلیف از آزمودنی‌ها خواسته می‌شود تا از عدد ۶ شروع کنند و اعداد متوالی را با فاصله ۷ عدد بنویسند و بعد از ۳ دقیقه جواب به دست آمده را بازگو کنند (رازومنیکووا، ۲۰۰۰). هدف این تکلیف جهت دادن تفکر به فرایند تفکر همگرا می‌باشد.

۵- تکلیف شمارش مارها

در این تکلیف از آزمودنی‌ها خواسته می‌شود که این مسأله را حل کنند: «در جنگلی صدها مار سمی وجود دارد چه راه‌هایی وجود دارد تا طول مارها را اندازه بگیریم؟ هر روشی که به ذهن تان می‌رسد بنویسید» (رازومنیکووا، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۴). برای این تکلیف به آزمودنی‌ها ۵ دقیقه وقت داده می‌شد. هدف این تکلیف ایجاد تفکر واگرا در آزمودنی‌ها بود.

۶- خرده‌مقیاس شباهت‌های آزمون تفکر خلاق والاج و کوگان

در این پژوهش خرده‌مقیاس شباهت‌های آزمون تفکر خلاق والاج و کوگان مورد استفاده قرار گرفت. این خرده‌آزمون ضریب پایایی بالایی دارد (۰/۸۶) و با آزمون‌های هوشی همبستگی اندکی دارد (کروپلی^۳ و مانسلی^۴، ۱۹۶۹). در این خرده‌آزمون به آزمودنی‌ها کلمات جفت ارائه شد و از آنها خواسته شد تا شباهت آنها را تا جایی که به ذهنشان می‌رسد بگویند، در این تکلیف نیز برای هر جفت کلمات، ۲ دقیقه به آزمودنی وقت داده شد. این تکلیف به قصد ایجاد تفکر واگرا در آزمودنی‌ها به آنها ارائه می‌شد.

1- Claridge

3- Cropley

2- McDonald

4- Mansley

در جدول ۱ آماره‌های توصیفی آزمودنی‌ها در موقعیت‌های آزمایشی ارائه شده است.

جدول (۱) آمار توصیفی میزان هم‌نوسانی موقعیت‌های مورد مطالعه در دو نیمکره

موقعیت	میانگین	انحراف معیار	تعداد
آرامش	۳۶/۷۶	۱۰/۶۰	۳۴
نیمکره چپ	۴۲/۱۵	۱۱/۰۹	۳۴
تفکر واگرا	۴۲/۸۳	۱۱/۸۸	۳۴
آرامش	۳۸/۶۶	۱۰/۹۷	۳۴
نیمکره راست	۴۵/۱۴	۸/۷۵	۳۴
تفکر واگرا	۴۶/۱۶	۱۲/۶۹	۳۴

جدول ۱ نشان‌دهنده‌ی میانگین و انحراف معیار میزان هم‌نوسانی سه موقعیت آرامش، تفکر همگرا و تفکر واگرا در دو نیمکره می‌باشد. همانطور که ملاحظه می‌شود میانگین هم‌نوسانی تفکر واگرا و تفکر همگرا بیشتر از حالت آرامش بوده و همچنین تفاوت میانگین هم‌نوسانی دو نوع تفکر در هر دو نیمکره بسیار اندک می‌باشد. علاوه بر این در هر سه موقعیت نیمکره راست هم‌نوسانی بیشتری نسبت به نیمکره راست نشان داده است ولی این تفاوت بسیار اندک می‌باشد.

فرضیه‌ی اول این پژوهش عبارت است از مقایسه‌ی الگوهای EEG نیمکره‌ی چپ در حالت تفکر همگرا و واگرا. در این راستا ابتدا پیش فرض برابری کوواریانس‌ها در نیمکره‌ی چپ محاسبه شد. بر اساس آزمون کرویت موشلی این پیش‌فرض محقق نبود؛ بنابراین اثرات درون آزمودنی موقعیت‌ها در نیمکره چپ با استفاده از آزمون تعدیل درجه آزادی گرین هاوس- گایزر^۱ مورد تحلیل قرار گرفت (به این دلیل از آزمون گرین هاوس- گایزر استفاده شد که میزان تخمین کرویت با توجه به مندرجات جدول آزمون

1- Greenhouse-Geisser

موشلی کوچک‌تر از ۰/۷۵ می‌باشد). نتایج در جدول ۲ قابل مطالعه است.

جدول (۲) آزمون اثرات درون آزمودنی متغیر موقعیت در نیمکره چپ

منابع تغییرات	آزمون	مجموع مجذورات آزادی	درجه میانگین مجذورات	F	سطح معنی‌داری	مجذور ضریب اتا
موقعیت	گرین هاوس-گایزر	۷۵۳/۵۳	۱/۴۴	۵۲۳/۱۳	۱۰/۵۱	۰/۲۴
خطا	گرین هاوس-گایزر	۲۳۶۶/۴۳	۴۷/۵۳			

همانطور که جدول ۲ مشخص می‌کند تأثیر موقعیت، در نیمکره چپ بر روی هم‌نوسانی امواج مغزی معنی‌دار می‌باشد ($F_{(1.44,47.53)}=10.51, P<.05$)، بنابراین این فرضیه مورد تأیید قرار می‌گیرد. برای مشخص کردن تفاوت بین گروه‌ها، از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ درج شده است.

جدول (۳) مقایسه زوجی تفاوت موقعیت‌ها در نیمکره چپ

منبع تغییرات	موقعیت	میانگین تفاوت‌ها	انحراف معیار	سطح معنی‌داری
حالت آرامش	تفکر همگرا	-۵/۳۹	۱/۷۱	۰/۰۰۳
	تفکر واگرا	-۶/۰۸	۱/۶۱	۰/۰۰۱
تفکر همگرا	تفکر واگرا	-۰/۶۸	۰/۹۰	۰/۴۵

همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد هرچند میانگین تفکر واگرا بزرگ‌تر از تفکر همگرا می‌باشد ولی با این حال تفاوت به اندازه‌ای نیست که معنی‌دار باشد ($MD=۰/۶۸, P>/۰۵$) ولی تفاوت حالت آرامش با تفکر همگرا (به نفع تفکر همگرا؛ $MD=۵/۳۹, P>/۰۱$) و حالت آرامش با تفکر واگرا (به نفع تفکر واگرا؛ $MD=۴/۴۳, P>/۰۱$) معنی‌دار است. به این معنی که میانگین هم‌نوسانی تفکر واگرا و همگرا در نیمکره چپ به طور معنی‌داری بزرگ‌تر از حالت آرامش است.

فرضیه دوم عبارت است از بررسی الگوهای EEG نیمکره‌ی راست در حالت آرامش، تفکر همگرا و تفکر واگرا. آزمون اثرات درون آزمودنی در نیمکره راست با استفاده از آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های مکرر مورد تحلیل قرار گرفت. در این نیمکره پیش‌فرض برابری کوواریانس‌ها که با استفاده از آزمون کرویت موشلی مورد بررسی قرار گرفت، محقق بود. بنابراین اثرات درون آزمودنی با فرض برابری کوواریانس‌ها مورد تحلیل قرار گرفت (جدول ۴).

جدول (۴) آزمون اثرات درون آزمودنی متغیر موقعیت در نیمکره راست

منابع تغییرات	آزمون	مجموع درجه میانگین	F	سطح معنی‌داری	مجذور مجذورات
موقعیت	فرض برابری کوواریانس	۲	۲۲۴/۹۰	۴/۰۲	۰/۰۲۸
خطا	فرض برابری کوواریانس	۶۶	۵۵/۹۴		۰/۱۱

همانگونه که جدول ۴ نشان می‌دهد اثر موقعیت در نیمکره راست معنی‌دار می‌باشد ($F_{(1/34, 47/64)} = 4/27, P < /0.5$). به عبارت دیگر، این سه موقعیت در نیمکره راست دارای الگوهای هم نوسانی متفاوتی می‌باشند. بنابراین این فرضیه نیز مورد تأیید قرار می‌گیرد. برای بررسی اینکه این تفاوت بین کدامیک از جفت‌ها معنی‌دار می‌باشد از آزمون مقایسه زوجی توکی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۵ آمده است.

جدول (۵) مقایسه زوجی تفاوت موقعیت‌ها در نیمکره راست

منبع تغییرات	میانگین تفاوت‌ها	انحراف معیار	سطح معنی‌داری
حالت آرامش	تفکر همگرا	-۶/۴۸	۱/۷۷
	تفکر واگرا	-۷/۴۹	۰/۰۰۱
تفکر همگرا	تفکر واگرا	-۱/۰۲	۱/۳۴

جدول ۵ نشان می‌دهد که میانگین حالت آرامش با هر دو موقعیت؛ یعنی تفکر همگرا ($MD=6/48, P</math> / 0.1) و تفکر واگرا ($MD=7/49, P</math> / 0.1) به طور معنی‌داری متفاوت بوده، و این معنی‌داری به نفع دو نوع تفکر است. به عبارت دیگر، در نیمکره راست میزان هم‌نوسانی تفکر واگرا و همگرا بیشتر از میزان هم‌نوسانی حالت آرامش می‌باشد. همچنین این جدول نشان می‌دهد که تفاوت میانگین‌های تفکر همگرا و واگرا به طور معنی‌داری متفاوت نمی‌باشد.$$

بر اساس فرضیه آخر الگوهای امواج مغزی دو نیمکره در سه حالت آرامش، تفکر همگرا و تفکر واگرا مطالعه شد. برای آزمون نتایج این فرضیه نیز از آزمون تحلیل واریانس اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده گردید. متغیرهای موقعیت و نیمکره به عنوان متغیرهای درون آزمودنی مورد تحلیل قرار گرفتند. آزمون کرویت موشلی نشان داد که پیش فرض برابری کوواریانس‌ها رعایت شده است. بنابراین، اثرات درون آزمودنی با توجه به فرض برابری کوواریانس‌ها مورد تحلیل قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول (۶) آزمون اثرات درون آزمودنی موقعیت‌های مورد مطالعه در دو نیمکره

منابع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی‌داری	مجذور ضریب اتا
موقعیت	۱۸/۶۵	۲	۹/۳۳	۰/۲۷	۰/۷۶۴	۰/۰۰۸
خطا	۲۲۷۶/۹۶	۶۶	۳۴/۵۰			

با توجه به مندرجات جدول ۴-۲۶ نتیجه می‌گیریم که الگوهای هم‌نوسانی دو نیمکره در طی سه موقعیت مورد مطالعه متفاوت نمی‌باشد ($F_{2/66=177}, P>$ / 0.5) و در نتیجه این فرضیه رد می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌ی فرضیه‌ی اول نشان داد که دو نوع تفکر در مقایسه با حالت آرامش هم‌نوسانی بیشتری در نیمکره چپ نشان می‌دهند. به عبارت دیگر در حین دو نوع تفکر نیمکره چپ ارتباطات بیشتری نسبت به حالت آرامش نشان می‌دهد. در مورد تبیین این فرضیه، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که نیمکره چپ درگیر مسائل تحلیلی، منطقی و زنجیره‌ای می‌باشد (خداپناهی، ۱۳۸۲) و تکالیف تفکری که در پژوهش حاضر ارائه شده بودند در مرحله‌ای از حل نیاز به تحلیل اطلاعات داشتند که احتمالاً در این مرحله از حل مسأله موجب افزایش فعالیت نیمکره چپ شده‌اند.

یافته‌ی فرضیه‌ی دوم نشان داد که دو نوع تفکر در نیمکره راست هم‌نوسانی بیشتری نسبت به حالت آرامش ایجاد می‌کنند. هم‌نوسانی بیشتر تفکر واگرا در نیمکره راست با یافته پژوهش رازومنیکووا (۲۰۰۰، ۲۰۰۵) که نشان داد افراد دارای عملکرد خوب در تفکر واگرا با سازماندهی و افزایش ارتباطات یکطرفه بین نواحی نیمکره راست مشخص می‌شوند و همچنین با نتایج مطالعات نوروفیزیولوژیکی هاریاز (۱۹۹۰) و هوپی (۱۹۸۸) که شواهدی را به نفع نیمکره راست در باند تتا در طی تفکر خلاق به دست آورده‌اند همسو می‌باشد.

پژوهش اسویدرسکایا (۱۹۹۴) نیز نشان داده است که نیمکره راست مغز در طی تفکر همگرای استاندارد و در طی عملکرد بر روی تکالیف ریاضی درگیر است و همچنین در تفکر همگرا نیمکره راست هم‌نوسانی زیادی در تتا نشان داده است که یافته پژوهش حاضر در مورد افزایش هم‌نوسانی نیمکره راست در حین تفکر همگرا این پژوهش را مورد تأیید قرار می‌دهد.

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که نیمکره راست مسؤول پردازش‌های فضایی می‌باشد بدینگونه که چنین فعالیت‌هایی در نیمکره راست مورد تحلیل قرار می‌گیرند (خداپناهی،

۱۳۸۲). حل مسائل ارائه شده در این پژوهش متضمن استفاده از فعالیت بازنمایی ذهنی و بررسی تکالیف به صورت فضایی بودند که در این حین موجب افزایش فعالیت نیمکره راست شده‌اند.

فرضیه سوم نشان داد که الگوهای EEG سه موقعیت مورد مطالعه در دو نیمکره مغزی متفاوت نمی‌باشند به عبارت دیگر دو نیمکره دارای الگوهای هم‌نوسانی متفاوتی نیستند. این یافته با شواهدی که نشان داده‌اند تفکر با افزایش همکاری دو نیمکره همراه است (کارلسون^۱ و ونت^۲، رایزبرگ^۳، ۲۰۰۰؛ بختروا^۴، استراچنکو^۵، کلیوچارو^۶، وروبو^۷، پخموف^۸ و مددف^۹، ۲۰۰۰) همسو می‌باشد. همچنین با نتایج پژوهش‌هایی که نشان داده‌اند جسم پینه‌ای وسیع تر در افراد چپ دست ارتباط بین نیمکره‌ای را تسهیل می‌کند (ویتلسون^{۱۰}، ۱۹۸۶) و پژوهش کارن نی (۱۹۹۵) که در مطالعه‌ای بسیار گسترده ثابت کرد که چپ دستی با تفکر واگرا ارتباط مستقیمی دارد (به نقل از فولی ۲۰۰۶) و همچنین با نتایج پژوهش‌های رازومنیکووا (۲۰۰۵) و سندرز^{۱۱} و سندرز (۱۹۸۴) که نشان داد در استراتژی‌های مختلف تفکر تفاوت نیمکره‌ای وجود دارد و نیمکره راست در تفکر واگرا و نیمکره چپ در تفکر همگرا فعال می‌شود، ناهمسو می‌باشد.

به عنوان تبیین احتمالی در این زمینه می‌توان از نظر رازومنیکووا (۲۰۰۰) استفاده کرد که معتقد است تفکر با بسیاری از عملیات انتقال اطلاعات در بسیاری از نواحی نیمکره چپ و تصویرسازی ذهنی و شهود با نیمکره راست مرتبط می‌باشد و با توجه به این که تفکر هم نیاز به عملیات انتقال اطلاعات و هم نیاز به تصویرسازی ذهنی دارد بنابراین انجام اینگونه تکالیف نیاز به فعالیت هر دو نیمکره دارد.

1- Carlssoon
3- Risberg
5- Starchenko
7- Vorob'ev
9- Medvedev
11- Sanders

2- Wendt
4- Bekhtereva
6- Klyucharev
8- Pakhomov
10- Witelson

عدم تفاوت الگوهای امواج مغزی دو نوع تفکر در این پژوهش نظر ساویر (۲۰۰۶) را مبنی بر این که این دو، عناصر جداگانه‌ای نبوده و جزئی از تفکر خلاق هستند تأیید می‌کند.

در نهایت نتایج ما استفاده از داده‌های EEG را به عنوان یک معیار اندازه‌گیری معتبر فرایندهای ذهنی تأیید می‌کند و اشاره به معنی‌داری بارز تفاوت الگوهای EEG در ریتم تتا با توجه به مقایسه فعالیت‌های مغزی ایجاد شده در حالت آرامش، تفکر همگرا و تفکر واگرا دارد.

تاریخ دریافت نسخه‌ی اولیه‌ی مقاله: ۱۳۸۹/۰۷/۱۰

تاریخ دریافت نسخه‌ی نهایی مقاله: ۱۳۸۹/۱۰/۱۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۱/۱۸

منابع

- حسینی، افضل‌السادات (۱۳۸۱). ماهیت خلاقیت و شیوه‌های پرورش آن، مشهد، شرکت به نشر. خداپناهی، محمدکریم (۱۳۸۲). نوروسایکولوژی و سایکو فیزیولوژی، تهران، انتشارات سمت.
- دشت بزرگی، زهرا (۱۳۸۱). مقایسه روش‌های آموزش خلاقیت مبتنی بر کارکردهای نیمکره راست و هر دو نیمکره، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا.
- صبوری مقدم، حسن (۱۳۸۷). تأثیر دستکاری انگیزشی و سیستم‌های مغزی-رفتاری در سرعت هدایت عصبی، رساله دکتری، دانشگاه تبریز.
- کریمی، یوسف (۱۳۸۵)، روانشناسی تربیتی، نشر ارسباران، ص ۲۰۷-۲۱۰.
- Bekhtereva, N.P., Starchenko, M.G., Klyucharev, V.A., Vorob'ev, V.A., Pakhomov, S.V., and Medvedev, S.V., (2000), *Study of the Brain Organisation of Creativity: II. Positron-emission Tomography Data*, Hum., Physiol. 26 pp. 516-522.
- Blume, W.T., and Kaibara, M., (1995). *Atlas of adult Electroencephalography*, New York, Raven Press.
- Carlsoon, I., Wendt, P.E., and Risberg, J., (2000). On Theneurobiology of Creativity: Differences in Frontal Activity between High and Low Creative Subjects, *Neuro Psychologia*, 38. 872-885.
- Claridge, G., and McDonald, A, (2009). An Investigation into Relationships between Convergent and Divergent Thinking, Schizotypy, and Autistic Traits, Personality and Individual Difference, 46. 794-799.
- Cropley, A.J. and Maslany, G.W., (1969). Reliability and Factorial Validity of the Wallach- Kogan Creativity Tests, *British Journal of Psychology*, 60: 3. P. 395.
- Folley, B.S., (2006). *The Cognitive Neuroscience of Creative Thinking in the Schizophrenia Spectrum: Individual Differences, Functionall and white Matter Connectivity*, Doctoral Dissertation.

- Guilford Y.P., (1967), *The Nature of Human Intelligence*, McGraw-Hill, New York.
- Guilford, J.P. (1968). *Intelligence, Creativity, and Their Educational Implications*, San Diego: Robert R. Knapp.
- Harpaz, J., (1990), Asymmetry of Hemispheric Functions and Creativity: an Empirical Examination, *Journal of Creative Behavior*, 24, 161-172.
- Heilman, K.M., and Van Den Abell, T. (1980). Right Hemisphere Dominance for Attention: The Mechanism Underlying Hemispheric Asymmetries of Inattention (neglect). *Neurology*, 30, 327-330.
- Hoppe, K.D., (1988). Hemisphere Specialization and Creativity, *Psychiatry, Clin. North. Am.* 11. 303-315.
- Jausovec, N., and Jausovec, K., (2000). EEG Activity during the Performance of Complex Mental Problems, *International Journal of Psychology*, 36, 73-88.
- Kaufman, J.C., Plucker, J.A., and Baer, J., (2008), *Essentials of Creativity Assessment*, Wiley, 14-51.
- Kraus, M. F., Susmaras, T., Caughlin, B. P., Walker, C.J., Sweeney, J.A., and Little, D.M. (2007). White Matter Integrity and Cognition in Chronic Traumatic Brain Injury: A Diffusion Tensor Imaging Study, *Brain*, 130, 2508-2519.
- Martinez, A., Moses, P., Frank, L., Buxton, R., Wong, E., and Stiles, J. (1997). Hemispheric Asymmetries in Global and Local Processing: Evidence from fMRI, *NeuroReport*, 8, 1685-1689.
- Petsche, H., and Erlinger, S.C., (1998). EEG aspects of Cognitive Processes: A Contribution to the Proteus-like Nature of Consciousness, Int., *Journal of Psychology*, 3, 199-212.
- Razoumnikova, O.M. (2005). Gender-dependent Frequency-spatial Organization of the Brain Cortex Activity during Convergent and Divergent Thinking: II. Analysis of the Eeg Coherence, *Human Physiology*, (31), No. 3, 275-284.

► فصلنامه پژوهش‌های نوین روانشناختی

► سال ششم شماره ۲۲، تابستان ۱۳۹۰

- Razumnikova, O.M., (2000), Functional organization of different brain areas during Convergent and Divergent Thinking: an EEG Investigation, *Cognitive Brain Research*, 10, 11-18.
- Razumnikova, O.M., (2004). Gender Differences in Hemispheric Organization during Divergent Thinking: An EEG Investigation in Human Subjects, *Neuroscience Letters*, 362.193-195.
- Rossiter, T. (2000), Neurofeedback for ADHD: A Ratio Feed Back Case Study and Tutorial, *Journal of Neuro Therapy*, 9-35.
- Sanders, D.A., and Sanders, J.A., (1984). *Teaching Creativity Through Metaphor, an Integrated Brain Approach*, New York: London.
- Sawyer, R.K., (2006). *Expanding Creativity: The Science of Human Innovation*, Oxford University Press.
- Sperry. R, (1982). Some Effects of Disconnecting the Cerebral Hemispheres *Science*, 217: 1225- 26.
- Sviderskaia, N.E. and Korolkova, T.A. (1994), The Psychovisiological Structure of Intellectual Acts of Man, *Journal of Psychology*, 15, 85-93.
- Witelson, S.F. (1985). The Brain Connection: The Corpus Callosum is Larger in Left Handers, *Science*, 229, 665-668.