

## بررسی تأثیر نوروفیدبک آلفا/تتا و بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب بر خلاقیت شناختی و هیجانی کودکان دبستانی

زهره علاءالدینی\*  
 استادیار و عضو هیئت علمی مؤسسه آموزش عالی المهدی مهر اصفهان  
 مهرداد کلاتری  
 دانشیار و عضو هیئت علمی گروه روان‌شناسی، دانشگاه اصفهان  
 محمدباقر کجباغ  
 دانشیار و عضو هیئت علمی گروه روان‌شناسی، دانشگاه اصفهان  
 حسین مولوی  
 استاد تمام و عضو هیئت علمی گروه روان‌شناسی، دانشگاه اصفهان  
 \*نشانی تماس: مؤسسه آموزش عالی المهدی مهر اصفهان  
 رایانامه: zohrealaedini@yahoo.com

**مقدمه:** برای افزایش خلاقیت صدها راه وجود دارد، اما روش‌های جدید باید مبتنی بر آموزش غیرمستقیم و متناسب با سرگرمی‌های به‌روز کودکان و نوجوانان باشد. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر نوروفیدبک آلفا/تتا و بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب (HRV) بر خلاقیت هیجانی و شناختی کودکان دبستانی شهر اصفهان است. **روش:** نمونه‌ی پژوهش ۹۰ کودک هفت تا ۱۲ ساله (۵۱ دختر و ۳۹ پسر) بودند که هم داوطلب شرکت در جلسات بودند و هم ملاک‌های ورود به پژوهش را داشتند. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در پنج گروه آزمایشی (بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب، نوروفیدبک آلفا در مکان‌های P3-P4، P4-P3، Pz) و گروه گواه قرار گرفتند (هر گروه ۵۱ نفر). برای اندازه‌گیری سازه‌های مورد نظر، فرم والد آزمون‌های خلاقیت هیجانی آوریل (۱۹۹۹) و فرم تصویری خلاقیت تورنس (۱۹۶۲) در سه مرحله‌ی پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری اجرا و آزمون هوش ریون و فرم والد سیاه‌هی نشانه‌های مرضی کودکان نیز پاسخ داده شد. گروه‌های بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب و نوروفیدبک، آموزش را در ۱۵ جلسه‌ی ۴۵ دقیقه‌ای و سه بار در هفته به صورت انفرادی دریافت کردند. فرض پژوهش این بود که بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب و نوروفیدبک آلفا/تتا می‌تواند خلاقیت هیجانی و شناختی کودکان دبستانی در مراحل پس‌آزمون و پیگیری را افزایش دهد. **یافته‌ها:** داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری تحلیل شدند و نتایج نشان دادند که آموزش نوروفیدبک آلفا/تتا در مکان‌های P3 و Pz و بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب توانسته‌اند در هر دو مرحله‌ی پس‌آزمون و پیگیری، خلاقیت شناختی و هیجانی را افزایش دهند ( $P < 0.01$  و  $0.05$ ). نوروفیدبک Pz بر خلاقیت شناختی و بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب بر خلاقیت هیجانی اثر بیشتری داشته‌اند. **نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج به دست آمده، از این روش‌ها می‌توان برای افزایش خلاقیت شناختی و هیجانی استفاده کرد. **واژه‌های کلیدی:** نوروفیدبک آلفا/تتا، بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب، خلاقیت شناختی، خلاقیت هیجانی

## Study of the Effects of Alpha/Theta Neurofeedback and Heart Rate Variability Biofeedback on Emotional and Cognitive Creativity in Elementary School Children

**Introduction:** There are hundreds of ways to develop creativity among children, youths and adults. Developing new ideas and ways of teaching creativity should incorporate the interests and hobbies of children and young adults. The purpose of this study was to investigate the effects of alpha/theta neurofeedback and heart rate variability (HRV) biofeedback on emotional and cognitive creativity in elementary school children in the city of Isfahan. **Method:** The sample consisted of 90 children who participate in the research vulnerably. Participants were randomly assigned to control five experimental groups. Emotional and cognitive creativity were measured by Torrance's Test of Creativity and Averill's Emotional Creativity Inventory. The experimental groups participated in 15 HRV biofeedback sessions, 15 alpha/theta neurofeedback sessions. It was hypothesized that each of these methods increases creativity and also have different effects on emotional and cognitive creativity and their components in the experimental groups. **Results:** The result of analysis of variance of repeated measures showed that these methods significantly increased emotional and cognitive creativity and their components ( $p < 0.05$ ). HRV biofeedback had more effect on emotional creativity. And Pz alpha/theta neurofeedback had more effect on cognitive creativity. **Conclusion:** alpha/theta neurofeedback increased cognitive creativity, and heart rate variability (HRV) biofeedback increased emotional creativity.

**Keywords:** alpha/theta neurofeedback, heart rate variability (HRV) biofeedback, emotional creativity, cognitive

Zohre Alaedini\*

Assistant Professor and Faculty Member of Higher Education Institute of Almahdi Mehr

Mehrdad Kalantari

Associate Professor and Faculty Member of University of Isfahan

Mohamad Bagher Kajbaf

Associate Professor and Faculty Member of University of Isfahan

Hossein Molavi

Full Professor and Faculty Member of University of Isfahan

\*Corresponding Author:

Email: zohrealaedini@yahoo.com

## مقدمه

نقش نوآوری‌ها و پیشرفت‌ها، بسته به توانایی انسان، تغییر الگوهای تفکر موجود و ساختن چیزهای تازه است. با وجود این و با توجه به اهمیت اساسی این خارق‌العاده‌ترین ظرفیت ذهن بشر، مکانیسم‌های عصبی زیربنای آن هنوز به خوبی درک نشده‌اند. بررسی پدیده‌ی خلاقیت، به دلیل پیچیدگی و ماهیت بحث‌برانگیزش، آسان نیست (۱). تحقیقات خلاقیت را گیلفورد<sup>۱</sup> در سال ۱۹۵۰ شروع کرد. به نظر او تفکر واگرا (خلاقیت) عبارت است از توانایی تولید راه‌حل‌های چندگانه برای حل یک مسأله. تعاریف مختلف دیگری نیز برای خلاقیت ارائه شده است (۱، ۲). تورنس<sup>۲</sup>، خلاقیت را نوعی مسأله‌گشایی قلمداد می‌کند. یک تعریف رایج و مورد توافق این است: ایجاد یک محصول، ایده یا حل یک مسأله‌ی جدید و البته ارزشمند برای فرد یا جامعه (۳). این دو ملاک؛ یعنی ابتکار و ارزش، هسته‌ی رویکرد علمی به خلاقیت را تشکیل می‌دهد (۴).

اخیراً نقش هیجانات در خلاقیت نیز بررسی شده (۵)، تا آنجا که آوریل (۷) مفهوم خلاقیت هیجانی را مطرح کرده است. به نظر او (۱۹۹۹)، خلاقیت هیجانی عبارت است از ابراز خود (صداقت)<sup>۲</sup> به روشی جدید (نوگرایی)<sup>۳</sup> که بر اساس آن خطوط فکری فرد بسط و روابط میان‌فردی‌اش افزایش می‌یابد (اثربخشی)<sup>۴</sup>. بنابراین نوگرایی، صداقت و اثربخشی، عناصر اصلی خلاقیت هیجانی محسوب می‌شوند. نوگرایی یعنی توانایی تغییر هیجانات معمول و ایجاد حالت هیجانی جدید و اثربخشی یعنی هماهنگی پاسخ خلاق با زمینه‌ی اجتماعی و فرهنگی، به گونه‌ای که برقراری روابط مطلوب با دیگران ممکن شود؛ و صداقت یعنی هیجانات برخاسته از باورها و اعتقادات واقعی فرد باشند و نه اینکه فرد متناسب با شرایط و موقعیت و بر خلاف باور و احساس خود هیجاناتی را بروز دهد (۸، ۹، ۱۰).

خلاقیت می‌تواند تحت تأثیر عواملی تقویت شود و تاکنون نیز برای افزایش آن روش‌های متعدد بررسی شده‌اند (۱۱) که یکی از آخرین و مهم‌ترین آنها، بررسی

فرایندهای عصب‌شناختی از جمله خلاقیت استفاده از نوروفیدبک (۱۲، ۱۳) و بیوفیدبک (۱۴، ۱۵) است. در واقع، یکی از جدیدترین دیدگاه‌ها درباره‌ی خلاقیت نظریه‌ی عصب‌شناسی است که در بخشی از آن رابطه‌ی خلاقیت با مغز و امواج مغزی و در بخش دیگری، رابطه‌ی تنظیم فعالیت دستگاه عصبی خودمختار با خلاقیت بررسی می‌شود (۱۲، ۱۳).

تأثیر نوروفیدبک الکتروآنسفالوگرافی بر عملکردهای شناختی در تحقیقات مختلف نشان داده شده است (۱۶، ۱۷، ۱۸)، اما کاربرد آن برای جنبه‌های مختلف خلاقیت از اواخر دهه‌ی ۱۹۹۰، با سه پژوهش مارتنیدیل و همکاران شروع شد (۱۹، ۲۰، ۲۱). در نوروفیدبک، امواج مختلف (بتا، آلفا، تتا و دلتا) آموزش داده می‌شوند. تحقیقات نشان داده‌اند که هر یک از این امواج می‌توانند آثار مختلفی بر فرایندهای شناختی گوناگون داشته باشند. امواج دلتا هنگام خواب، تتا در حالت بین خواب و بیداری، آلفا در حالت آرامش و امواج بتا در حالت تمرکز وجود دارند (۲۲). آلفا در لوب پس‌سری و آهیانه‌ای غالب است (۲۳) و تحقیقات نشان داده‌اند که با خلاقیت ارتباط دارد (۲۴-۲۹). افزایش قدرت آلفا در قشر جلویی نیم‌کره‌ی راست با قدرت ابتکار<sup>۵</sup> بیشتر تفکر واگرا (۲۴) و غلبه بر بن‌بست‌ها هنگام حل مسأله (۲۵) رابطه دارد. به طور کلی، افزایش قدرت آلفا با افزایش عملکرد شناختی، به ویژه چرخش ذهنی مربوط است (۲۶). یونگ‌بیمن و همکاران (۲۴) و فینک و همکاران (۲۸) نیز نشان داده‌اند که افزایش قدرت آلفا با خلاقیت رابطه دارد. در برخی تحقیقات دیگر نیز به رابطه‌ی بین تتا و خلاقیت اشاره شده است (۲۹-۳۱). تتای آهیانه (PZ) بیشتر با عملیات بازیابی رابطه دارد (۳۲). وقتی تتا زیاد شود، تصویرپردازی زیاد شده و خلاقیت هم بیشتر می‌شود (۳۱). در طول هیپنوز، امواج

1- Gilford

2- Authenticity

3- Novelty

4- Effectiveness

5- Originality

این تحقیق نیز در همین راستا به بررسی اثر میزان تأثیر بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب و نوروفیدبک آلفا/تتا (در مکان‌های مختلف) بر خلاقیت هیجانی و شناختی کودکان در یک نمونه‌ی ایرانی پرداخت تا ضمن معرفی و بررسی اثربخشی آن، راه‌گشای تحقیقات بیشتر در این زمینه و سپس به‌کارگیری آنها در بافت آموزشی باشد.

## روش

طرح تحقیق شبه‌آزمایشی، از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون-پیگیری با گروه گواه بود و جامعه‌ی مورد نظر شامل کلیه‌ی کودکان سن دبستان در سطح شهر اصفهان بودند. ۱۴۰ نفر از افراد داوطلب شرکت در جلسات که ملاک‌های ورود به تحقیق را داشتند، با اطلاع کامل از مراحل و شرایط پژوهش وارد تحقیق شدند. ملاک‌های ورود عبارت بودند از: قرار داشتن در محدوده‌ی سنی هفت تا ۱۲، عدم مصرف دارو یا استفاده از روان‌درمانی، نداشتن مشکل روان‌پزشکی، داشتن هوش متوسط (بهره‌ی هوشی ۹۰ تا ۱۱۰)، نداشتن سابقه‌ی تشنج و مشکل چشم یا گوش. این افراد به صورت تصادفی در شش گروه بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب، نوروفیدبک آلفا/تتا در مکان Pz، P3، P4، P3-P4 و گروه گواه قرار گرفتند. برای هر گروه، ۲۰ نفر در نظر گرفته شد. توان آماری بیش از ۰/۸، نشانگر کافی بودن حجم نمونه است (۴۴). برای هر نفر فرم والد آزمون‌های خلاقیت هیجانی و خلاقیت شناختی، به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا شد. همچنین آزمون هوش ریون و فرم والد سیاهه‌ی نشانه‌های مرضی کودکان نیز پاسخ داده شد. گروه بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب و نوروفیدبک، آموزش را در ۱۵ جلسه‌ی ۴۵ دقیقه‌ای و سه بار در هفته به صورت انفرادی دریافت کردند.

ملاک‌های خروج در این پژوهش عبارت بودند از: مصرف دارو یا استفاده از روان‌درمانی، غیبت بیش از

تتا ظاهر می‌شوند. به طور کلی، هر چه تنای فرد بالاتر باشد، هیپنوتیزم‌پذیرتر است (۳۲).

با توجه به رابطه‌ی آلفا و تتا با خلاقیت، شاید بتوان از آموزش آلفا/تتا برای افزایش آن استفاده کرد. این آموزش را ابتدا المر و همکاران توصیف و به کار گرفتند (۳۳) و سپس پنیستون-کالکوسکی<sup>۱</sup> آن را گسترش دادند. این پروتکل یکی از پروتکل‌های آرام‌سازی است و در آن حالت‌های غلبه‌ی آلفا و تتا عمداً برانگیخته می‌شوند (۱۸). منشأ پروتکل آلفا/تتا، تلاش‌های خلاقانه‌ی گرین و گرین (۳۴) است. هدف آنها کنترل فرایند هیپنوگوتیک (مرز بین بیداری و خواب) بود (۳۵).

یک روش مهم دیگر در بررسی فرایندهای عصب‌شناختی از جمله خلاقیت، می‌تواند بیوفیدبک باشد که یکی از انواع آن تغییرپذیری ریتم قلب<sup>۲</sup> است. در این روش، فرد یاد می‌گیرد با استفاده از تنفس صحیح، ضربان قلب خود را تنظیم کرده و به انسجام روانی-فیزیولوژیکی، که بیانگر ارتباط مؤثر قلب و ذهن است، برسد (۳۶). تغییر در فاصله‌ی ضربه به ضربه‌ی قلب یک پدیده‌ی فیزیولوژیکی است که به وسیله‌ی سیستم عصبی خودمختار (سمپاتیک و پاراسمپاتیک) و تنفس کنترل می‌شود و می‌تواند از عوامل روانی نیز اثر بپذیرد و بر آنها تأثیر بگذارد. برای مثال، وقتی فرد اضطراب یا هیجان منفی دارد، تغییرپذیری ریتم قلبش کمتر است (۳۷). آموزش بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب، به توازن دستگاه خودمختار و بهبود کنترل آن می‌انجامد و لذا تنظیم هیجانی را ممکن می‌کند. به طور کلی، تغییرپذیری بالای ریتم قلب نشان‌دهنده‌ی یک دستگاه خودمختار انعطاف‌پذیر است که به محرک‌های درونی و بیرونی پاسخ داده و با واکنش سریع و انطباق‌پذیری فرد رابطه دارد (۳۸-۴۳).

با وجود افزایش میزان پژوهش‌هایی که آثار مثبت آموزش نوروفیدبک و بیوفیدبک در زمینه‌های مختلف را گزارش کرده‌اند، هنوز آموزش‌های موفقی برای بهبود خلاقیت وجود ندارد و محققان کماکان از طریق تحقیقات مختلف در پی یافتن بهترین پروتکل‌ها هستند.

1- Peninston-Kulkosky

2- Heart rate variability

فکر<sup>۱</sup> برای انجام بیوفیدبک و نوروفیدبک: ابزاری مجهز به سیستم رایانه‌ای که با استفاده از الکترودها و حس‌گرهای مختلف جهت اجرای روش آموزش نوروفیدبک به کار برده می‌شود.

۲. آزمون خلاقیت تورنس (فرم تصویری ب): آزمون تورنس بالاترین کاربرد را در خلاقیت دارد و بر اساس نتایج پژوهش‌ها، ضریب پایایی آن بین ۰/۸ تا ۰/۹ (۴۵) و ضریب اعتبار پیش‌بین آن ۰/۶۳ به دست آمده است (۴۶). پیرخانفی (۴۷) نیز ضریب پایایی آزمون را در فاصله‌ی دو هفته ۰/۸ به دست آورده است. چهار عامل اصلی خلاقیت که در این پرسش‌نامه بررسی می‌شوند، عبارت‌اند از: سیالی، یعنی استعداد تولید ایده‌های فراوان؛ ابتکار، یعنی استعداد تولید ایده‌های بدیع و غیرعادی؛ انعطاف‌پذیری، یعنی استعداد تولید ایده‌ها و یا روش‌های بسیار گوناگون؛ و بسط، یعنی استعداد توجه به جزئیات.

۳. پرسش‌نامه‌ی خلاقیت هیجانی: این پرسش‌نامه‌ی ۳۰ سؤالی را که در یک طیف پنج‌گزینه‌ای از خیلی کم تا خیلی زیاد درجه‌بندی شده، آوریل (۷) به منظور اندازه‌گیری هیجانی در چهار بعد نوگرایی، اثربخشی، صداقت و آمادگی تهیه کرده است. آوریل با روش آلفای کرونباخ پایایی آن را ۰/۹۱ و پایایی ابعاد آن را بین ۰/۸ تا ۰/۹ به دست آورده است. جوکار و البرزی (۸) نیز با استفاده از روش تحلیل عامل اکتشافی نسبت کیسر-مایر-اولکین<sup>۲</sup> را برای ماتریس همبستگی ۰/۸۱ به دست آوردند. آوریل و گات‌بزال (۱۹۹۶)، ضریب پایایی آزمون را با استفاده از روش آلفای کرونباخ ۰/۸۶ و هاشمی (۴۸) پایایی کل آزمون را ۰/۸۴ و ضرایب پایایی خرده‌مقیاس‌های آمادگی، نوآوری و اثربخشی/اصالت را به ترتیب ۰/۶۴، ۰/۸۵ و ۰/۷۱ برآورد کرده‌اند. قدیری‌نژادیان (۴۹) روایی سازه‌ی آن را حداقل ۰/۵۰ گزارش کرده است.

۴. سیاهه‌ی نشانه‌های مرضی کودکان: این سیاهه با دو فرم والد و معلم، مقیاس درجه‌بندی رفتار است که

سه جلسه‌ی پیاپی، عدم تکمیل پرسش‌نامه‌ها. طی اجرای پژوهش، در هر یک از گروه‌های آزمایش یک تا نه نفر شامل ملاک‌های خروج شدند (کامل نبودن پرسش‌نامه‌ها، مشغله‌ی والدین، مشاهده‌ی آثار تصنعی زیاد در ثبت الکتروآنسفالوگرافی) و همین تعداد نیز به طور تصادفی از سایر گروه‌ها حذف شدند تا تعداد شرکت‌کنندگان در گروه‌ها مساوی باشد (هر گروه ۱۵ نفر). در نهایت حجم نمونه ۹۰ (۵۱ دختر و ۳۹ پسر) نفر شد. همه‌ی آزمودنی‌ها سالم و راست‌دست بودند و میانگین سن آنها ۹/۵۱ با انحراف استاندارد ۱/۵ بود.

در شروع جلسات، ابتدا با استفاده از تغییرپذیری ریتم قلب و خودتنظیمی هیجانی، در مورد بیوفیدبک برای کودکان توضیح و حس‌گر روی بند اول انگشت وسط دست چپ آنها قرار داده شد. اصل آموزش این است که فرد بر تنفس خود تمرکز کند. در گروه آموزشی نوروفیدبک آلفا نیز همین روند اجرا شد، با این تفاوت که بر اساس پروتکل‌های نوروفیدبک، امواج آلفا (چهار تا هشت هرتز) و تتا (هشت تا ۱۳ هرتز) در مکان‌های تعیین شده تا زمانی که یکدیگر را قطع کنند، افزایش داده شدند و از آن به بعد تتا ثابت نگه داشته و آلفا کم شد (تا حد ممکن در سطح آلفای فردی). بر اساس پروتکل مورد استفاده، دو الکترودها به گوش‌ها و یک الکترودها سر کودک در جای مناسب متصل شد. مکان‌های ثبت بر اساس سیستم بین‌المللی تعیین شدند. سپس از کودک خواسته شد تا کاملاً آرام بنشیند و به صفحه‌ی کامپیوتر که در مقابلش قرار دارد، نگاه کند. ابتدا آلفای فردی هر نفر در نقاط P3, P4, Pz در شرایط چشم بسته به دست آورده شد و سپس با چشمان بسته و بدن آرمیده سیگنال‌های شنیداری را می‌شنیدند. وقتی امواج آلفا بالاتر از آستانه‌ی تعیین شده می‌رفت، یک صدای خوشایند و وقتی امواج تتا بالا می‌رفت، صدای دوم شنیده می‌شد. در طول آموزش از فرد خواسته می‌شد که تنفس دیافراگمی داشته باشد.

#### ابزار پژوهش

۱. نرم‌افزار 2 infiniti procomp از شرکت تکنولوژی

1- Thought Technology

2- Kaiser-Meyer-Olkin

تصاویر انتزاعی تشکیل شده، دو فرم دارد (۵۲) و از درجه‌ی اعتبار بالایی برخوردار است (۵۲، ۵۳، ۵۴). بر اساس نتایج پژوهش عابدی و رحمانی، ضریب پایایی این آزمون حدود ۰/۸۶ برآورد شده است (۵۵). هدف از کاربرد این آزمون، انتخاب کودکانی با عملکرد هوشی متوسط (۹۰ تا ۱۱۰) بود.

### یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد نمرات خلاقیت شناختی و هیجانی هر یک از هفت گروه در جدول ۱ نشان داده شده است.

اسپرافکین<sup>۱</sup> و گادو<sup>۲</sup> بر اساس چهارمین نسخه تجدیدنظر شده راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی و به منظور غربال اختلالات رفتاری و هیجانی کودکان آن را طراحی کرده‌اند. محمد اسماعیل (۵۰)، ضریب اعتبار فرم والد را ۰/۷۶ به دست آورده و در تحقیق خود روایی محتوا و تفکیکی و پایایی آزمون را تأیید کرده است. گادو و اسپرافکین حساسیت این پرسش‌نامه را در فهرست معلم ۵۸ درصد و ویژگی آن را ۸۳ درصد به دست آوردند. پایایی این پرسش‌نامه با استفاده از روش دو نیمه‌سازی برای فهرست معلمان ۰/۹۱ و برای فهرست والدین ۰/۸۵ محاسبه شد (۵۱).

۵. آزمون ریون: آزمون هوش ریون که از یک سری

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد نمرات پیش آزمون، پس آزمون و پیگیری متغیرهای وابسته در هر یک از گروه‌ها

گروه‌ها	متغیرها	میانگین (انحراف استاندارد)	پیش آزمون	پس آزمون	پیگیری
گواه	خلاقیت شناختی	۱۱۰/۳۳(۲۱/۲۸)	۱۰۹/۹۳(۱۷/۶)	۱۱۰/۸(۱۷/۰۲)	
	خلاقیت هیجانی	۸۱/۶۷(۲۹/۸۶)	۸۲/۵۳(۳۲/۵۱)	۷۹/۹۳(۳۱/۵۱)	
Pz	خلاقیت شناختی	۱۰۲/۲(۲۸/۰۴)	۱۳۷(۲۷/۹)	۱۳۲/۴(۲۷/۰۹)	
	خلاقیت هیجانی	۸۹/۲(۳۵/۸۳)	۱۰۳/۶(۲۸/۹۲)	۹۶/۸(۲۷/۵۶)	
P3	خلاقیت شناختی	۹۹/۴۷(۳۳/۲۵)	۱۲۸/۸(۳۱/۲۷)	۱۲۰/۰۷(۲۹/۲۴)	
	خلاقیت هیجانی	۸۸/۴۷(۳۵/۹۸)	۹۵/۸۷(۳۷/۳۲)	۸۹/۴(۳۵/۸۵)	
P4	خلاقیت شناختی	۱۱۰/۲۷(۲۹/۹۹)	۱۲۱/۳۳(۲۷/۹۵)	۱۱۶/۶(۲۶/۷۳)	
	خلاقیت هیجانی	۸۷/۴(۳۵/۵۷)	۹۰/۴۷(۳۷/۰۴)	۸۳/۹۳(۳۸/۰۶)	
P3-4	خلاقیت شناختی	۱۰۹/۹۳(۲۸/۶۶)	۱۲۰/۸۷(۲۹/۱۵)	۱۱۲/۹۳(۲۵/۹۴)	
	خلاقیت هیجانی	۸۹/۰۷(۳۶/۶۴)	۹۳(۲۸/۷۱)	۸۶/۴۷(۲۷/۴۸)	
HRV	خلاقیت شناختی	۱۱۷/۸۰(۲۷/۵۷)	۱۳۲/۶۶(۲۵/۶۰)	۱۲۱/۴۰(۲۹/۵۲)	
	خلاقیت هیجانی	۷۷/۷۳(۳۲/۴۸)	۹۴/۲۰(۴۰/۱۴)	۸۷/۶۰(۳۸/۶۲)	

آزمون‌های لوین، شاپیرو-ویلک، باکس و ماکلی استفاده شد). یافته‌های این تحلیل در جدول ۲ آمده است.

همان طور که در این جدول مشاهده می‌شود، میانگین نمرات خلاقیت شناختی و هیجانی و زیرمقیاس‌های آنها در گروه‌های آزمایش در مقایسه با گروه گواه در پس‌آزمون و پیگیری افزایش یافته است. برای بررسی تفاوت‌های گروه‌ها، از تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری استفاده و نمرات پیش‌آزمون به عنوان متغیر همگام وارد تحلیل شد (برای بررسی پیش‌فرض‌ها از

1- Sprafkin  
2- Gadow

جدول ۲- نتایج تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری تأثیر عضویت گروهی بر نمرات خلاقیت شناختی و هیجانی

متغیر وابسته	میانگین مجدورات	F	معناداری	میزان تأثیر	توان آماری
خلاقیت شناختی	۳۲۵۱/۳۴	۴/۵۴	۰/۰۰۱	۰/۲۲	۰/۹۶
سیالی	۵۸/۷۹	۱/۸۸	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۶۱
بسط	۱۶۳۶/۵۹	۳/۵۷	۰/۰۰۶	۰/۱۸	۰/۹۰
ابتکار	۶۲/۸۹	۳/۱۸	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۸
انعطاف‌پذیری	۳۸/۷۱	۲/۵۵	۰/۰۳	۰/۱۳	۰/۸
خلاقیت هیجانی	۱۱۸۶/۲۸	۵/۹۹	۰/۰۰۰۱	۰/۲۷	۰/۹۹
آمادگی	۷۳/۰۵	۲/۲۲	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۷۹
نوگرایی	۲۲۰/۵۵	۳/۸۲	۰/۰۰۴	۰/۱۹	۰/۹۳
اثربخشی	۱۵۳/۸۲	۴/۸۹	۰/۰۰۱	۰/۲۳	۰/۹۸

و برای خلاقیت هیجانی ۰/۲۷ است. بیشترین میزان تأثیر در زیرمقیاس‌های خلاقیت شناختی به بسط (۰/۱۸) و در زیرمقیاس‌های خلاقیت هیجانی گروه‌های مختلف آزمایش و گروه گواه در مراحل پس‌آزمون و پیگیری تفاوت معناداری وجود دارد ( $p > ۰/۰۵$ )، لذا این فرض که "نوروفیدبک آلفا/ تتا و بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب میزان خلاقیت شناختی و هیجانی را افزایش می‌دهند" تأیید می‌شود. میزان این تأثیر برای خلاقیت شناختی ۰/۲۲

این جدول نشان می‌دهد که با حذف تأثیر نمرات پیش‌آزمون، بین میانگین تعدیل‌شده‌ی نمرات خلاقیت شناختی و خلاقیت هیجانی گروه‌های مختلف آزمایش و گروه گواه در مراحل پس‌آزمون و پیگیری تفاوت معناداری وجود دارد ( $p > ۰/۰۵$ )، لذا این فرض که "نوروفیدبک آلفا/ تتا و بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب میزان خلاقیت شناختی و هیجانی را افزایش می‌دهند" تأیید می‌شود. میزان این تأثیر برای خلاقیت شناختی ۰/۲۲

جدول ۳- نتایج مقایسه‌ی میانگین نمرات خلاقیت شناختی و هیجانی در پس‌آزمون و پیگیری

متغیر وابسته	تفاوت میانگین	خطای استاندارد	معناداری
خلاقیت شناختی	۶/۰۷	۰/۶۱	۰/۰۰۰۱
سیالی	۱/۴۹	۰/۳۳	۰/۰۰۰۱
بسط	۲/۸۳	۰/۴۳	۰/۰۰۰۱
ابتکار	۰/۹۳	۰/۲۷	۰/۰۸
انعطاف‌پذیری	۰/۸۱	۰/۲۱	۰/۰۰۰۱
خلاقیت هیجانی	۶/۵۸	۰/۳۵	۰/۰۰۰۱
آمادگی	۱/۸۵	۰/۱۵	۰/۰۰۰۱
نوگرایی	۲/۷۱	۰/۲۱	۰/۰۰۰۱
اثربخشی	۲/۰۲	۰/۱۶	۰/۰۰۰۱

زوجی بین گروه‌ها در جدول ۴ آورده شده است.

این جدول نشان می‌دهد که فقط تأثیرات بر زیرمقیاس ابتکار در مرحله‌ی پیگیری تداوم داشته‌اند. مقایسه‌ی



جدول ۴- نتایج مقایسه‌های زوجی تأثیر عضویت گروهی بر خلاقیت

گواه و تغییرپذیری ریتم قلب		گواه و P3		گواه و PZ		متغیر وابسته
معناداری	تفاوت میانگین	معناداری	تفاوت میانگین	معناداری	تفاوت میانگین	
-	-	۰/۰۰۳	۲۱/۱۹	۰/۰۰۱	۲۹/۰۱	خلاقیت شناختی
-	-	-	-	۰/۰۰۹	۲/۴۸	سیالی
-	-	۰/۰۰۲	۱۷/۳۹	۰/۰۰۲	۱۸/۴۴	بسط
-	-	-	-	۰/۰۰۴	۴/۱۱	ابتکار
-	-	-	-	۰/۰۰۲	۳/۲۳	انعطاف‌پذیری
۰/۰۰۰۱	۱۵/۳۷	-	-	۰/۰۰۰۱	۱۳/۸۸	خلاقیت هیجانی
۰/۰۰۲	۳/۴۳	-	-	۰/۰۰۴	۴/۴۵	آمادگی
۰/۰۰۴	۵/۸۸	-	-	۰/۰۰۱	۶/۷۵	نوگرایی
۰/۰۰۰۱	۵/۸۱	-	-	۰/۰۰۲	۳/۲۳	اثربخشی

معمولاً احساس آرامش درونی به همراه دارد و به نظر می‌رسد که فرد از دفاع‌های روان‌شناختی رها شده است (۱۸). آزاد شدن تخیلات و رها شدن از دفاع‌های روان‌شناختی می‌تواند منجر به خلاقیت شود. در مورد تأثیر آموزش آلفا/تتا نظرات گوناگون است. رایینز معتقد است که با افزایش آلفا و تتا، فرد شهودی‌تر می‌شود (۱) ، (۳۱). این آموزش در افزایش انعطاف‌پذیری شناختی کاربرد دارد. بودزینسکی<sup>۱</sup> و همکاران (۵۶)، رابطه‌ی این آموزش را با تفکر خلاق نشان دادند. به نظر دمووس (۲۳)، آموزش آلفا/تتا در افزایش انعطاف‌پذیری شناختی، خلاقیت و آگاهی درونی کاربرد دارد (۲۳). گروزیلر و همکاران (۵۷) نیز نشان دادند که آموزش آلفا/تتا منجر به افزایش خلاقیت می‌شود. به طور کلی این تاریخچه وجود داشته که حالت‌های هیپنوگوتیک و هیپنوپمپیک (مرز بین خواب و بیداری) می‌تواند تداعی‌های خلاق را تسهیل کند. برای مثال، بسیاری از اهالی فرهنگ از جمله دانشمندان، هنرمندان و نویسندگان ادعا کرده‌اند که بسیاری از ایده‌های جدید علمی خود را قبل از خواب کشف کرده‌اند. به طور کلی، حالت شبه‌هیپنوگوتیک عبارت است از هوشیاری یک منبع مولد از ایده‌های خلاق (۳۵) که پروتکل آلفا/تتا می‌تواند فرد را در این

این جدول نشان می‌دهد که نوروفیدبک آلفا/تتا در مکان PZ توانسته همه‌ی متغیرها را افزایش دهد، در حالی که نوروفیدبک آلفا/تتا در مکان P3 فقط بر خلاقیت شناختی و متغیر بسط آن و بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب فقط بر خلاقیت هیجانی اثر داشته است.

### نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش، بررسی تأثیر نوروفیدبک آلفا/تتا، و بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب بر خلاقیت هیجانی و شناختی کودکان دبستانی شهر اصفهان بود. نتایج حاکی از آن است که آموزش در مکان PZ بیشترین میزان تأثیر را داشته و توانسته تمام متغیرها، از جمله انعطاف‌پذیری را که در روش‌های پیشین چندان تحت تأثیر قرار نمی‌گرفت، افزایش دهد. در پژوهش‌های قبل نیز نشان داده شده که خط Z با انعطاف‌پذیری و توجه رابطه دارد (۲۳). روش‌های پیشین، بیشتر بر ابتکار تأثیر داشته‌اند، در حالی که بر انعطاف‌پذیری و سیالی اثری نداشته‌اند (۷۱). اما در این پژوهش، روش‌های مختلف علاوه بر ابتکار، بر سیالی نیز اثر داشته‌اند.

به نظر نیستون، پروتکل آلفا/تتا باعث می‌شود فرد وارد یک حالت هیپنوگوتیک شود که منجر به تلقین‌پذیری بالا و رها شدن تخیلات وی می‌شود (۳۲). چنین حالتی

1- Budzynski

حالت قرار دهد.

نوروفیدبک P3 (نیم‌کره‌ی چپ) توانسته میانگین نمرات بسط را افزایش دهد. پژوهش‌های پیشین حاکی از آن است که تأثیر روش‌های مختلف افزایش خلاقیت بر انعطاف‌پذیری و بسط ضعیف است، لذا این یافته که آموزش نیم‌کره‌ی چپ می‌تواند در افزایش نمرات بسط نقش داشته باشد، اهمیت دارد. در پژوهش‌های پیشین نیز نمرات بالا در تکلیف کاربردهای جانشین و آزمون تداعی دور، دامنه‌ی آلفا در نیم‌کره‌ی چپ را نشان داده است (۱۹). به طور کلی، بینش با توان آلفای کمتر (یعنی فعالیت مغزی بیشتر) در دامنه‌ی ۹ تا ۱۰ هر تریز به خصوص در دو قشر میانی پیشانی و آهیانه‌ای جلویی چپ رابطه دارد (۶۷). جالب است که آموزش نوروفیدبک آلفا/تتا در مکان P4 (نیم‌کره‌ی راست) نتوانسته هیچ یک از متغیرهای دیگر را تغییر دهد، در حالی که در گذشته پژوهشگران معتقد بودند که بخش راست مغز در خلاقیت نقش مهمی دارد (۳۱، ۴۶). هرچند پژوهش‌های کمی هستند که از نقش خاص نیم‌کره‌ی راست در تفکر و اگر حمایت می‌کنند (۶۸، ۶۹، ۷۰)، اما به طور کلی پژوهش‌های الکتروآنسفالوگرافی در مورد تفکر واگرا، این ایده را تأیید نمی‌کنند (۱). در این پژوهش نیز این ایده تأیید نشده و آموزش نیم‌کره‌ی راست متغیرهای خلاقیت را تحت تأثیر قرار نداده است.

نتایج همچنین حاکی از آن است که بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب فقط خلاقیت هیجانی را افزایش داده است. پژوهش‌های قبل نیز نشان داده‌اند که ارتباط هماهنگ بین قلب و مغز می‌تواند منجر به افزایش احساس بهزیستی شده و عملکرد شناختی را افزایش دهد (۴۳). در واقع، بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب می‌تواند ارتباط مستقیم و هماهنگ و همزمانی مغز و قلب را نشان دهد (۱۸). مک‌کرتی اثربخشی آموزش تغییرپذیری ریتم قلب را بر برخی جنبه‌های شناختی نشان داده و مطرح کرده است که تغییرات فعالیت مغزی در طول حالت‌های افزایش انسجام فیزیولوژیکی، قابلیت‌های پردازش اطلاعات کل مغز را تغییر داده و آثار ناشی از آن می‌تواند تا شش ماه

ادامه یابد (۵۸، ۵۹). همچنین چند پژوهش دیگر نشان داده‌اند که بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب می‌تواند چندین عملکرد شناختی (حافظه، تصمیم‌گیری،...) را بهبود بخشد (۶۰، ۶۱). امروزه مشخص شده که تغییرپذیری ریتم قلب شاخصی از انعطاف‌پذیری رفتاری و نشان‌دهنده‌ی ظرفیت شخص برای سازگار شدن با نیازهای محیطی است (۶۲).

این پژوهش نیز نشان داد که این روش می‌تواند بر خلاقیت هیجانی و شناختی تأثیر بگذارد. قابل انتظار است که بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب بتواند خلاقیت هیجانی را افزایش دهد، زیرا محوریت آن برای تنظیم هیجانی، پیوندهای قشری-احشایی است (۶۳). تغییرپذیری کم ریتم قلب منجر به انعطاف‌ناپذیری تنظیم عواطف می‌شود (۶۴). به تعبیر کریچلی<sup>۱</sup>، اکلس<sup>۲</sup> و گارفینکل<sup>۳</sup> (۶۵) ذهن و بدن پویا با یکدیگر تعامل پویا دارند. یک پارچگی فرایندهای عاطفی و شناختی با کنترل خودمختار برانگیختگی جسمانی و آثار متقابل پاسخ‌های خودمختار (مثل ضربان قلب) بر فرایندهایی مثل تصمیم‌گیری، حافظه و هیجان می‌تواند نشان دهد که چرا کنترل یک فرایند خودمختار مثل ضربان قلب می‌تواند بر فرایندی همچون خلاقیت تأثیر داشته باشد.

به گفته‌ی کمپ و کوئنتانا (۶۶)، تغییرپذیری ریتم قلب شاخصی از بهزیستی روانی و جسمانی است و کاهش آن منجر به کاهش انگیزه‌ی فرد برای مشارکت در موقعیت‌های اجتماعی، خودتنظیمی و انعطاف‌پذیری روان‌شناختی می‌شود، لذا می‌توان انتظار داشت که تغییرپذیری ریتم قلب بر انعطاف‌پذیری ذهنی یا خلاقیت نیز تأثیر داشته باشد. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که از بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب می‌توان به عنوان یک راه‌کار مفید برای افزایش خلاقیت افراد استفاده کرد. در واقع، نتایج حاکی از آن است که یک تعادل حیاتی خودمختار و عملکرد تنفس می‌تواند میانجی خوبی برای عملکرد شناختی بهینه باشد. هر دو روش نوروفیدبک

1- Critchley

2- Eccles

3- Garfinkle



در مورد خلاقیت به عنوان یک کل به کار رود. در بیشتر پژوهش‌ها، خلاقیت به عنوان یک تمامیت واحد در نظر گرفته می‌شود. نمی‌توان باور کرد که رفتار خلاق با همه‌ی نمودهایش (از اجرای دقیق حرکات رقص نمایشی گرفته تا کشف علمی، سرودن شعر و طرح ایده‌های مبتکرانه از اینکه با یک تکه آجر چه می‌توان کرد)، به یک مجموعه‌ی محدود از فرایندهای روانی وابسته باشد. در علوم اعصاب<sup>۱</sup> هم دانشمندان تلاش نمی‌کنند تا مکانیسم‌های عصبی زیربنایی تفکر را پیدا کنند، بلکه توجه، حافظه‌ی فعال و یا ادراک را بررسی می‌کنند. تحقیقات مربوط به خلاقیت هم باید همین طور باشد و فرایندهای منفرد را در نظر بگیرد. اگر خلاقیت یک تمامیت یک‌پارچه در نظر گرفته و تصور شود که مغز فقط یک راه برای تولید پیامدهای خلاق دارد، این یافته‌ها متناقض به نظر می‌رسند. مرور ادبیات در این زمینه نشان می‌دهد که توسعه‌ی بیشتر الگوهای رایج مربوط به مبنای عصبی خلاقیت الزامی است. دست‌آوردهای کنونی در این زمینه، دقت پیش‌بینی کافی ندارند و آشکارا، نظریه‌پردازی صحیح نیازمند داده‌های بیشتر است.

از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به محدود بودن نمونه‌ی آن به کودکان دبستانی اشاره کرد. بنابراین، نتایج تحقیق صرفاً به همین جامعه قابل تعمیم است. همچنین در این پژوهش از ابزارهای خودگزارشی استفاده شد و به همین دلیل ممکن است داده‌های مربوط به متغیرها دقیق نباشد. به علاوه، شرکت‌کنندگان می‌دانستند که برای افزایش خلاقیت در این جلسات شرکت می‌کنند، بنابراین ممکن است برای تأیید فرضیه‌ها، ناخواسته، سوگیری کرده باشند. علاوه بر این، دیگر مکانیسم‌هایی که می‌تواند بر خلاقیت تأثیر بگذارد در نظر گرفته نشده است.

سخن آخر اینکه برای بررسی دقیق‌تر و بیشتر این روش‌های نوین می‌توان در بررسی‌های آتی، از گروه‌های

PZ و بیوفیدبک تغییرپذیری ریتم قلب، خلاقیت هیجانی را افزایش داده‌اند و در این مورد با یکدیگر تفاوتی ندارند و این نشان می‌دهد که تغییر دادن خلاقیت هیجانی کار آسان‌تری است.

به طور کلی می‌توان با استفاده از این روش‌ها خلاقیت را افزایش داد، البته با اندازه‌های اثر نسبتاً کم که این نشان می‌دهد تأثیر گذاشتن بر خلاقیت دشوار است. ضمن اینکه در بسیاری موارد، نتایج در مرحله‌ی پیگیری ادامه نیافت. در واقع همان تأثیر اندک هم در طول زمان ادامه پیدا نکرد. یکی از دلایل احتمالی این امر می‌تواند این باشد که محیط فرد، خلاق نیست یا شاید خانواده و مدرسه نمی‌توانند پذیرای خلاقیت کودک باشند. سؤال این است که آیا این خلاقیت کودک است که باید افزایش یابد یا محیط او خلاق‌تر شود. شاید هم یک تغییر ماندگار نیازمند جلسات آموزشی بیشتر است. در ضمن، تأثیر نوروفیدبک بر شرایط گذرا (مثل اختلالات پانیک یا میگرن) بیشتر از شرایط ثابت (مثل دیس تایمی و اختلال اضطراب فراگیر و البته خلاقیت) است که دلیل آن می‌تواند ریشه‌ی بیوالکتریکی این شرایط (شرایطی که دوره‌ی زمانی سریع دارند) باشد. به طور کلی، در طول درمان نوروفیدبک، پلاستیسیته‌ی مغز که یک ویژگی مهم در تغییر عملکرد فرایندهای شناختی است، افزایش می‌یابد. پلاستیسیته یعنی وقتی فرد در یک حس توانمندی خود را از دست می‌دهد، در حس دیگر قوی‌تر می‌شود تا کمبودها جبران شود (۱۸). پس بعید نیست که نوروفیدبک بتواند خلاقیت را افزایش دهد.

اما ادبیات پژوهشی مربوط به مبنای عصبی خلاقیت، کاملاً پراکنده‌اند. از ۶۳ مقاله‌ای که در این پژوهش مرور شد، حتی یک مقاله هم نبود که در آن دست‌کم به نیمی از آنها ارجاع داده شده باشد. هنوز در مورد مکانیسم‌های عصبی زیربنایی تفکر خلاق نظر ثابتی وجود ندارد. در مورد هر زیربنای عصبی خلاقیت، به همان اندازه که شواهد تأییدکننده وجود دارد، شواهد ردکننده هم وجود دارد. در واقع، اطلاعات مربوط به اینکه چه چیزی با خلاقیت رابطه دارد و چه چیزی رابطه ندارد، نمی‌تواند

پژوهش‌های آینده شامل دوره‌ها و پیگیری‌های طولانی‌تر و متعدد باشد. این پژوهش به منظور تأمین شواهد اولیه از اثربخشی این روش‌های نوین صورت گرفت، بنابراین پژوهش‌های بیشتر و وسیع‌تر به منظور تکرار این تحقیق و تعیین ثبات آثار آن لازم به نظر می‌رسد.

نمونه با حجم بیشتر و همچنین سایر گروه‌های سنی استفاده کرد. برای کنترل اثر سوگیری‌های احتمالی در داده‌های به دست آمده از خودگزارشی‌ها، می‌توان در تحقیق‌های بعدی، شاخص‌های عینی رفتاری یا مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته یا گزارش‌های مشاهده‌گر را به کار گرفت. در راستای احتمال وجود سوگیری‌های مربوط به محقق و مشارکت‌کنندگان، پیشنهاد می‌شود پژوهش به صورت دوسوکور نیز اجرا شود. مشاهده‌ی بالینی نشان داد که طول مدت آموزش ممکن است در ایجاد تغییر در خلاقیت کافی نباشد، بنابراین بهتر است

دریافت مقاله: ۹۶/۲/۱۷؛ پذیرش مقاله: ۹۶/۷/۱۸

### منابع

1. Dietrich A, Kanso R. A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological Bulletin* 2010; 136 (5): 822-848.
2. Torrance P. *Guiding creative talent*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice – Hall; 1962.
3. Hennessey BA, Amabile TM. Creativity. *Annual Review of Psychology* 2010; 61: 569–598.
4. Glăveanu VP. Children and creativity: A most (un) likely pair? *Thinking Skills and Creativity* 2011; 6: 122–131.
5. Forgas JP, George JM. Affective influences on judgments and behavior in organizations: An information processing perspective. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 2001; 86(1): 3–34.
6. Davis MA. Understanding the relationship between mood and creativity: A meta-analysis. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 2009; 108: 25–38.
7. Averill JR. Individual differences in emotional creativity: structure and correlate. *Journal of personality* 1999; 6: 342-371.
8. Jokar B, Alborzi M. Relationship of personality traits with cognitive and emotional creativity. *Journal of psychological studies* 2008; 6 (1): 68-82 [Persian]
9. Ivcevic Z, Brackett MA, Mayer JD. Emotional Intelligence and Emotional Creativity. *Journal of Personality* 2007; 75:199-236
10. Averill JR, Thomas-Knowles C. Emotional creativity. In K. T. Strongman (Ed.), *International review of studies on emotion* (pp.269- 299). London: Wiley 1999.
11. Tickell DC. *The early years: foundation for life, health and learning. An independent report on the early years foundation stage to her majesty's government* 2011. Retivied December 16, 2012, from <http://www.education.gov.uk/tickellreview> (29.07.11).
12. Srinivasan N. *Cognitive neuroscience of creativity: EEG based approaches*. Centre for Behavioural and Cognitive Sciences 2007, University of Allahabad, Allahabad 211002, India, available online at [www.science direct.com](http://www.science direct.com).
13. Bowden EM, Jung-Beeman M. Aha! Insight experience correlates with solution activation in the right hemisphere. *Psychonomic Bulletin and Review* 2005; 10: 730 –737.
14. McCraty R, Atkinson M, Tomasino D. *Science of the heart*. Boulder Creek, CA: Institute of HeartMath; 2001.
15. Tanis J. Cynthia. *The effects of heart rate variability biofeedback with emotional regulation on the athletic performance of women collegiate volleyball players* [dissertation]. Minneapolis, Minnesota: Capella University; 2008.
16. Kamiya J. *Conditioned discrimination of the EEG alpha rhythm in humans*. Proceedings of the Western Psychological Association; San Francisco, California; 1962.
17. Ghayoorkazemi F, Sepehrishamloo Z, Mashhadi

- A, Ghanaei A, Pasalar F. A comparative study of the effectiveness of metacognitive therapy with neurofeedback training on metacognitive beliefs. *Journal of Cognitive Psychology* 2016; 4: 1-2, 19-30. [Persian]
18. Evans JR. *Handbook of Neurofeedback: Dynamics and clinical applications*. New York: The Haworth Medical Press; 2007.
19. Martindale C, Hasenfeld N. EEG differences as a function of creativity, stage of the creative process, and effort to be original. *Biological Psychology* 1978; 6: 157-167.
20. Martindale C, Hines D. Creativity and cortical activation during creative, intellectual and EEG feedback tasks. *Biological Psychology* 1975; 3: 71-80.
21. Martindale C, Hines D, Mitchell L, Covello E. EEG alpha asymmetry and creativity. *Personality and Individual Differences* 1984; 5: 77-86.
22. Russell-Chapin LA, Chapin TJ. *Neurofeedback: A third option when counseling and medication are not sufficient* 2011. Retrieved December 19, 2012, from [http://counselingoutfitters.com/vistas/vistas11/Article\\_48.pdf](http://counselingoutfitters.com/vistas/vistas11/Article_48.pdf)
23. Demos JN. *Getting Started with Neurofeedback*. New York: Academic Press; 2006.
24. Grabner RH, Fink A, Neubauer AC. Brain Correlates of Self-Rated Originality of Ideas: Evidence from Event-Related Power and Phase-Locking Changes in the EEG. *Behavioral Neuroscience* 2007; 121(1): 224-230.
25. Jung-Beeman M, Bowden EM, Haberman J, Frymiare JL, Arambel-Liu S, Greenblatt R, et al. Neural activity when people solve verbal problems with insight. *PLoS Biol* 2004; 2(4): 500-510.
26. Hanslmayr S, Sauseng P, Doppelmayr M, Schabus M, Klimesch W. Increasing individual upper alpha power by neurofeedback improves cognitive performance in human subjects. *Applied Psychophysiology Biofeedback* 2005; 30(1): 1-10.
27. Fink A, Grabner RH, Benedek M, Reishofer G, Hauswirth V, Fally M, Neuper C, Ebner F, Neubauer AC. The creative brain: Investigation of brain activity during creative problem solving by means of EEG and fMRI. *Human Brain Mapping* 2009; 30 (3): 734-748.
28. Fink A, Grabner R, Benedek M, Neubauer A. Short communication: Divergent thinking training is related to frontal electroencephalogram alpha synchronization. *European Journal of Neuroscience* 2006; 23: 2241-2246.
29. Dietrich A. The cognitive neuroscience of creativity. *Psychonomic Bulletin and Review* 2004; 11: 1011-1026.
30. Mölle M, Marshall L, Wolf B, Fehm H, Born J. EEG complexity and performance measures of creative thinking. *Psychophysiology* 1999; 36: 95-104.
31. Robins J. *A symphony in the brain*. New York: Grove Press; 2000.
32. Kropotov J. *Quantitative EEG, Event-Related Potentials and Neurotherapy*. Elsevier pub. AP; 2009.
33. Green E, Green A, Walters. Alpha/theta biofeedback training. *Journal of biofeedback* 2004; 2: 7-13.
34. Green E, Green A. *Beyond biofeedback*. Delta, New York; 1977.
35. Gruzeliier JH. A theory of alpha/theta neurofeedback, creative performance enhancement, long distance functional connectivity and psychological integration. *Cognitive Process* 2009; 10: 101-110.
36. McCraty R, Atkinson M, Tomasino D, Bradley RT. *The coherent heart*. Boulder Creek, CA: Institute of Heart Math; 2006.
37. Thurber MR. *Effects of heart-rate variability biofeedback training and emotional regulation on music performance anxiety in university students* [Dissertation]. University of North Texas; 2006.
38. Lagos L, Vaschillo E, Vaschillo B, Lehrer P, Bates M, Panina R. Heart rate variability biofeedback as a strategy for dealing with competitive anxiety: A case study. *Journal of biofeedback* 2008; 36 (3): 109-115.
39. Jordanova NP, Chakalaroska. Comparison of biofeedback modalities for better achievement in high school students. *Macedonian Journal of Medical Science* 2008; 1: 2, 120-146.
40. McCraty R. Influence of cardiac afferent input on heart-brain synchronization and cognitive performance. *International Journal of Psychophysiology* 2002; 45: 71-92.
41. McCraty R. *Heart-brain neurodynamics: The making of emotions* (Publication No. 03-01). Boulder Creek, CA: HeartMath Research Center, Institute of HeartMath; 2003.
42. McCraty R. *The scientific role of the heart in learning and performance* (Publication No. 02-030).

- Boulder Creek, CA: HeartMath Research Center, Institute of HeartMath; 2004.
43. McCraty R. Emotional stress, positive emotions, and psychophysiological coherence. In B. B. Arnetz and R. Ekman (Eds.), *Handbook of stress: shaping the brain to health and disease*. Weinheim: Wiley-VCH; 2006.
44. Molavi H. *Practical guide of SPSS in behavioral science*. Isfahan: Pooyesh Press; 2007.
45. Torrance EP. *Directions manual and scoring guide, Torrance test of creative thinking, figural test booklet*. B. Massachusetts: Personel Press; 1974.
46. Abedi J. New method for measuring creativity. *Psychological researches* 1993; 21 (1): 89-112. [Persian]
47. Pirkhaefi A. *The study of relationship between intelligence and creativity in boy students* [dissertation]. Tehran: Allame Tabatabaei University; 1997. [Persian]
48. Hashemi H. The study of relationship between intelligence and creativity in girl students. *Journal of cognitive Psychology* 2009; 4: 8-21.
49. Ghadiri nezhdyan F, Abdi B. Factor Structure of Emotional Creativity Inventory (ECI-Averill, 1999) Among Iranian Undergraduate students in Tehran Universities. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 2010; 5: 1836-1840
50. Mohamadesmaeil E. Normalization of child symptom inventory-4. *Exceptional children researches* 2007; 7 (1): 79-96. [Persian]
51. Mehrabi H. Investigation of prevalence of behavioral disorders in 6-11 years old children. Organization of education of Isfahan: Researches Association; 2005. [Persian]
52. Karami A. Measuring of child intelligence. Tehran, Psychometrics Press; 2002. [Persian]
53. Bahrami H. *Psychological Tests*. Tehran: Allame Tabatabaei University; 1998. [Persian]
54. Ganji H. *Psychological tests*. Mashhad: Emam Reza University; 1998. [Persian]
55. Rahmani J, Abedi M. Normalization of Reven intelligence test for children in Isfahan. *Journal of Amooze* 2005; 1 (23): 81-86. [Persian]
56. Budzynski TH, Budzynski HK, Evans JR, Abarbanel A. *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback: Advanced Theory and Applications*. Elsevier's Science & Technology, Oxford, UK; 2009 p. 453-472.
57. Gruzelier J, Thompson T, Redding E, Brandt R, Steffert T. Application of alpha/theta neurofeedback and heart rate variability training to young contemporary dancers: state anxiety and creativity. *International Journal of Psychophysiology* 2013; 25 (1): 17-24.
58. Sutarto AP, Wahab MN, Zin NM. Heart Rate Variability (HRV) biofeedback: A new training approach for operator's performance enhancement. *Journal of Industrial Engineering and Management* 2010; 3(1): 176-198.
59. Sutarto AP, Wahab MN, Zin NM. "Resonant breathing biofeedback training for stress reduction among manufacturing operators". *Int J Occup Saf Ergon* 2014; 18 (4): 549-61.
60. Sutarto AP, Abdul Wahab M.N. *Biofeedback Technique for improving Human Operators' Cognitive Performance*. Paper presented at the Fifth International Cyberspace Conference on Ergonomics, Sarawak, Malaysia; 2008.
61. Sutarto AP, Abdul Wahab MN, Mat Zin N. *Smart Kit for Operators' Performance*. Poster session presented at the International Exposition of Research and Invention of Institutions of Higher Learning, Kuala Lumpur, Malaysia; 2009.
62. Lehrer PM. Biofeedback training to increase heart rate variability. In P. M. Lehrer, R. L. Woolfolk, and W. E. Sime, (Eds.). *Principles and Practice of Stress Management* (3rd ed., pp. 227-248). New York: The Guilford Press; 2007.
63. Thayer JF, Lane RD. A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders* 2014; 61: 201-216.
64. Gorman J, Sloan R. Heart rate variability in depressive and anxiety disorders. *American Heart Journal* 2015; 140: 577-583.
65. Critchley HD, Eccles J, Garfinkle SN. Chapter 6 – Interaction between cognition, emotion, and the autonomic nervous system. *Handbook of Clinical Neurology* 2013; 117: 59-77.
66. Kemp AH, Quintana DS. The relationship between mental and physical health: Insights from the study of heart rate variability. *International Journal of Psychophysiology* 2015; 8(3) 288-296.
67. Kounios J, Fleck J, Green D, Payne L, Stevenson J, Bowden E, Jung-Beeman M. The origins of insight

in resting-state brain activity. *Neuropsychologia* 2008; 46: 281–291.

68. Fink A, Neubauer A. EEG alpha oscillations during the performance of verbal creativity tasks: Differential effects of sex and verbal intelligence. *International Journal of Psychophysiology* 2006; 62: 46–53.

69. Razumnikova OM. Gender differences in hemi-

spheric organization during divergent thinking: An EEG investigation in human subjects. *Neuroscience Letters* 2004; 362: 193–195.

70. Scott G, Leritz LE, Mumford M. The Effectiveness of Creativity Training: A Quantitative review. *Creativity Research Journal* 2004; 16(4): 361–388.