

## تأثیر برنامه ویژه ورزش درمانی بر فرایند نروپلاستیسیته کودکان فلج مغزی

### علی کاظمی ■

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش □ □

آدرس: اصفهان، خیابان رودکی، کوچه شهید سلیمی، بن بست پروانه، پلاک ۱۲۹، تلفن: ۲۳۷۱۷۸ - ۰۲۱

### چکیده

هدف از انجام دادن تحقیق حاضر بررسی این مسأله است که آیا تجویز تمرینات حرکتی براساس نروفیزیوپاتولوژی<sup>۱</sup> کودک فلج مغزی که طبق فرایند رشد و تکامل طبیعی عصبی - عضلانی - حرکتی طرح ریزی و اجرا می شود، باعث انجام یافتن و تسریع مکانیزمهای نروپلاستیسیته<sup>۲</sup>، تکامل، رسیدگی و شکل گیری سیستم عصبی مرکزی (مغز) از نظر ساختمان (باقی) و عمل می گردد یا نه؟ اطلاعات این تحقیق از ۳۰ نفر کودک فلج مغزی<sup>۳</sup> شامل ۱۶ دختر و ۱۴ پسر که والدین آنها با شرکتشان در تحقیق موافق بودند به دست آمده است. آزمودنیها به دو گروه ۱۵ نفری آزمایش و کنترل تقسیم شدند. آزمودنیهای گروه آزمایش به مدت ۴ تا ۶ ساعت در روز تمرینات حرکتی تجویز شده را انجام می دادند؛ ولی آزمودنیهای گروه کنترل چنین نمی کردند. قبل از شروع تحقیق، آزمودنیهای هر دو گروه به وسیله تست حرکتی<sup>۴</sup>، تست رفلکسی<sup>۵</sup>، سی تی اسکن<sup>۶</sup>، برین مپینگ یا نقشه برداری مغزی<sup>۷</sup>، و ام آر آی<sup>۸</sup> ارزیابی شدند. آزمودنیهای گروه آزمایش به مدت ۱۴ ماه تحت تمرینات

1. neurophysiopathology

2. neuroplasticity

3. cerebral palsy (C.P)

4. motor skill development test

5. reflex test

6. CT.scan (computed tomography scan)

7. electroencephalography (EEG) brain mapping

8. M.R.I (magnetic resonance imaging)



حرکتی ویژه قرار گرفتند و سپس در پایان پژوهش، آزمودنیهای هر دو گروه به وسیله تستهای ذکر شده دوباره ارزیابی شدند و میانگین داده‌های به دست آمده از طریق نرم افزار کامپیوتری SPSS تحت ویندوز تجزیه و تحلیل شد. آنالیز داده‌ها تأثیر عمیق و شگرف تمرینات حرکتی ویژه را بر فرایند رشد و تکامل مغز از لحاظ ساختمانی (بافتی) و عملکردی و نوروپلاستیسیته مغز و مکانیزمهای آن تأیید می‌کنند.

کلید واژه‌ها: نوروپلاستیسیته، ورزش درمانی (تمرینات حرکتی) بر اساس نروفیزیوپاتولوژی، فلج مغزی.

## ۱. مقدمه

رامون وای کاخال<sup>۱</sup> بافت‌شناس اسپانیایی می‌گوید: «سلولهای عصبی مغز همانند باغی از درختان هستند که در پاسخ به زراعت هوشمندانه و مناسب می‌توانند تعداد شاخه‌هایشان را افزایش داده، ریشه‌های خود را به نواحی وسیعتری بفرستند و حتی گلها و نهالهای متنوع، عالی و بدیع تولید کنند» [۴]. در مغز انسان در حدود یکصد بیلیون سلول عصبی وجود دارد و تعداد روابط موجود بین این سلولها بیش از تعداد اتمهای موجود در جهان است - هر سلول عصبی بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ سیناپس دارد. بنابراین باید بتوانیم از ظرافت و توانایی دستگاه ظریف، توانا و زیبایی به نام مغز که در موقع تولد به عنوان چشم‌روشنی به ما هدیه شده است، به بهترین صورت ممکن استفاده کنیم [۳]. رشد و تکامل دستگاه عصبی (مغز) بعد از تولد، تحت تأثیر دو عامل کنترل یعنی کنترل ژنتیک و تحریکات خارجی انجام می‌پذیرد. حرکت را می‌توان نوعی تحریک خارجی مناسب دانست؛ زیرا دستگاه عضلانی مبدأ ارگانیزم نخست در فرایند تکامل پدیدار گشته و سایر دستگاهها در پاسخ به نیازهای عضلات به وجود آمده و به تدریج رشد کرده‌اند. هنگامی که دستگاه عضلانی از طریق مرحله تکثیر سلولی و فرایند تخصصی شدن سلولها، تحول یافت و با یک درهم آمیختگی رشد کرد، توسط سایر دستگاهها از جمله دستگاه عصبی دنبال می‌گردد. با کامل شدن دستگاه عصبی در مسیر رشد و تکامل، به منظور برخورد با نیازهای دستگاه عضلانی و سایر دستگاهها، رابطه‌ای لاینفک بین دستگاه عصبی و دستگاه عضلانی برقرار می‌گردد. جان کلام اینکه دستگاه عصبی و رشد و تکامل آن حاصل دستگاه عضلانی و حرکات آن است. رشد مغز انسان همبستگی زیادی با ظرافت دقیق حرکات مهارتی و ترکیب ادراکی همراه با آنها - که متعاقباً دنبال می‌شود - دارد. کودک یک ارگانیزم حسی - حرکتی - ادراکی است و بنابراین می‌توان چنین اظهار نظر کرد که بنیاد رشد و تکامل دستگاه عصبی در وهله نخست، رشد، کنترل و هماهنگی عضلات کمکی است. رشد و تکامل عصبی باید پس از حرکت به اجرا درآید و حرکت کارآمد توسط هماهنگی دستجات عضلانی در انواع تواناییهای حرکتی و مهارتی پایه امکان‌پذیر خواهد بود.

نهادهای حیات بیولوژیک به صورت تغییرناپذیر، مؤثر و فعال با حرکت و عملکرد دستگاه عضلانی در ارتباطند، یعنی کودک سالم نمی‌تواند از کودک حرکتی جدا باشد و دستگاه عصبی برای عملکرد، رشد، تکامل، توسعه و تداوم صحیح و مناسب خود همواره وابسته به حرکت و عملکرد دستگاه عضلانی است. حرکت، نوزاد را به سوی بلوغ سوق می‌دهد و نیروی رانش مستمری است که او را به سوی قله رشد و تکامل عصبی به پیش می‌راند. رشد مغز به‌طور ژنتیک برنامه‌ریزی شده، اما انعطاف‌پذیری مغز، یعنی تغییر در ساخت فیزیکی و فیزیولوژیک آن در نتیجه تحریک و تجربه‌های مشابه با اهمیت رشد مغز دارد و اگر مغز از طریق تعامل و پویایی با محیط تحریک شود از نظر فیزیکی و فیزیولوژیک رشد خواهد کرد. مغز انعطاف‌پذیری خود را از زندگی به دست می‌آورد و به راحتی می‌توان گفت که تجارب ما از آن جمله تجارب حرکتی، مغز ما را می‌سازند و سپس مغز ما تجربه‌هایمان را شکل می‌دهد. گفته شده مغز عضلات را می‌چرخاند و عضلات جهان را. این گفته وقتی جامه عمل می‌پوشاند که مثلث عصب (مغز)، عضله و حرکت را در دوره‌های رشد و تکامل عصبی - حرکتی به‌طور مطلوب تربیت کنیم و شکل‌های کارآمدی از مدارهای نرونی در بافت مغزی شکل گیرد. تحقیقات موردی و غیرموردی انجام شده بر روی انسان، از جمله تحقیق لادرز<sup>۱</sup> (۱۹۸۷) مشخص ساخته‌اند که تحریک الکتریکی در بیماران صرعی که با عمل جراحی بخشی از مغزشان برداشته شده است، نوعی همپوشانی را در مناطق حسی و حرکتی نشان می‌دهد [۴]. طبق گفته آسانوما<sup>۲</sup> (۱۹۹۱) مدارهای نرونی مناطق کرتکس مغز مانند یک سیم‌کشی ساختمانی، ایستا و ثابت نیستند، بلکه حالت پویا و دینامیک دارند [۴]. همچنین در یک مورد توسط موگیلنر<sup>۳</sup> و همکارانش گزارش شده که (۱۹۹۳) چندی بعد از عمل جراحی اصلاحی پیوستگی مادرزادی انگشتان دونفر انسان بالغ، توپوگرافی غیرطبیعی کرتکس مغزی مجدداً سازماندهی شده است [۴]. به اعتقاد راثو<sup>۴</sup> (۱۹۹۳) هنگام تصور یک فعالیت حرکتی متوالی و پیچیده، کرتکس پیش‌حرکتی و کرتکس حرکتی ضمیمه هر دو فعالیت و تغییر سیکنال دارند [۴]. نرونها کرتکس مغز طی دوره طفولیت رشد می‌کنند و محرک‌های محیطی در رشد مغز دارای تأثیر بارزی هستند. همچنین آن‌گونه که گرینوخ<sup>۵</sup> (۱۹۸۹) می‌گوید محرک‌های حسی، رشد دندریتها را تسریع می‌کنند [۴]. تأخیر پتانسیل وابسته به رویداد موج P300 که مقیاسی از پردازش اطلاعات در مغز است، برای افراد مسن کم‌ورزیده نسبت به افراد مسن خیلی‌ورزیده طولانی‌تر است (داستمن<sup>۶</sup> و همکار: ۱۹۹۰) [۱]. ورزشکاران نسبت به غیرورزشکاران، زمانهای عکس‌العمل سریع‌تر و تأخیرهای P300 کوتاهتری دارند (باشور<sup>۷</sup>: ۱۹۸۹) [۱]. ورزش منجر به افزایش تواناییهای بازدارندگی سیستم عصبی مرکزی - که خود باعث افزایش کارایی عصبی و حفظ خوددکاری کارکردی می‌گردد - می‌شود (کمپبل<sup>۸</sup> و همکارانش: ۱۹۸۵) [۱]. تولید دندریت بعد از تولد به سرعت افزایش می‌یابد و در ۴ تا ۱۰ سالگی به

1. Luders  
3. Mogilner  
5. Greenough  
7. Bashore

2. Asanuma  
4. Rao  
6. Dustman  
8. Campbell



بیشترین حد خود می‌رسد. همچنین مغز کودک شیرخواری که به نوعی عقب‌ماندگی مغزی مبتلا باشد نسبت به مغز یک کودک سالم دندریت کمتری دارد (چوگانی<sup>۱</sup>: ۱۹۹۳) [۲]. کرتکس بینایی ضایعه دیده در بچه‌ها در اوایل کودکی توسط ارسال تحریکات مناسب به این منطقه بهبود می‌یابد و در مغز درحال تکامل نوعی نروپلاستی سیتی به‌وقوع می‌پیوندد. (پالاکروس<sup>۲</sup>: ۱۹۹۳) [۱۰]. در آدمک حسی - پیکری افرادی که یکی از اعضای فوقانی آنها قطع شده است، تغییر بارزی پدید می‌آید، به‌طوری که منطقه صورت، مقدار قابل توجهی در داخل منطقه طبیعی دست نفوذ می‌کند (یانگ<sup>۳</sup> و همکارانش: ۱۹۹۴) [۴]. در برخی از بیماران که در اوایل کودکی در اثر ابتلا به حمله‌های صرعی غیر قابل درمان، یکی از نیمکره‌های مغزشان توسط عمل جراحی برداشته شده بود، پس از مدتی عملکرد نیمکره از دست رفته را نیمکره باقیمانده به عهده گرفته است (بن کارسون<sup>۴</sup>: ۱۹۹۳) [۲]. همچنین در برخی موارد گزارش شده که با چکاندن آب گرم به سوراخهای بینی مردی که دستش قطع شده بوده، او در ناحیه دست احساس خارش کرده است که این وضعیت احتمالاً به این علت بود که بخش کرتکس مرتبط با سوراخهای بینی این مرد توسعه پیدا کرده، علائم بیشتری دریافت می‌کرد. اسکنهای مغز خوانندگان خط بریل نشان می‌دهد که انگشتان خواننده آنها نسبت به انگشتان دست کسی که با چشم می‌خواند منطقه وسیع‌تری از کرتکس را تحریک می‌کند و احتمالاً استفاده بیشتر از انگشتان، پیشروی به داخل بخشهای مجاور در کرتکس را سرعت بخشیده است. پلانوم گیجگاهی در نیمکره چپ یعنی بخشی از مغز که با فرایند شنوایی در ارتباط است، در موسیقیدانان بزرگتر از افراد عادی و در موسیقیدانان ممتاز بزرگتر از موسیقیدانان معمولی است [۲]. افزایش در مقدار نورآدرنالین<sup>۵</sup> بعد از یک جلسه ورزش شدید، افزایش در مواد پیش‌ساز نورآدرنالین در نتیجه ۸ ساعت ورزش، افزایش در مقدار آندورفین<sup>۶</sup> در دوندگان ماراتن پس از دوره‌های طولانی ورزش، و افزایش در مقدار سروتونین مغز متعاقب ۳ ساعت دویدن گزارش شده است [۱]. یافته‌های شگفت‌انگیزی از تحقیقاتی که روی حیوانات آزمایشگاهی انجام شده‌اند، به‌دست آمده است که بعضی از این پژوهشها به‌طور مختصر ذکر می‌گردد. موشهایی که در محیط غنی زندگی می‌کنند وزن مغزشان از موشهایی که در محیطهای فقیر و محدود زندگی می‌کنند بیشتر است (بینه<sup>۷</sup> و همکارانش: ۱۹۶۴) [۸]. کرتکس مغزی سالم در موشهای صحرایی که در یک محیط غنی زندگی کرده‌اند، بیشتر رشد می‌کند. در این موشها کرتکس مغز ضخیم‌تر و دارای پروتئین بیشتر است و در آنها نسبت RNA به DNA زیادتر بوده، سلولهای کلیال<sup>۸</sup> و کولین استراز<sup>۹</sup> بیشتری به چشم می‌خورد و در جسم سلولی<sup>۱۰</sup> نرونها<sup>۱۱</sup> منفرد سطح مقطع عرضی عریض‌تر است. در مقابل وقتی موشهای صحرایی یا بچه گربه‌ها از بعضی حسهای خاص مثل



- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| 1. Chogani        | 2. Pallagrosi        |
| 3. Yang           | 4. Benkarson         |
| 5. Noradrenalin   | 6. Endorphin         |
| 7. Binet          | 8. Glial Cells       |
| 9. Cholinesterase | 10. cell body (soma) |
| 11. neurones      |                      |

حس بینایی محروم شوند، نرونهاى بخش مربوط کرتکس مغز کوچکتر مى شوند و شاخه‌هاى کمتر و پایانه‌هاى سیناپسى کوچکتری دارند که احتمالاً مربوط به کاهش در اطلاعات حسى و خاطره‌هاست (لیکویز<sup>۱</sup>: ۱۹۷۱) [۳]. RNA حدود ۱۲ درصد در کرتکس راست خلفى موشهاى صحرايى که یاد گرفته بودند یک اهرم را با چنگال چپ خود فشار دهند افزایش یافت. همچنین اساس ترکیب RNA مغزى در موشهاى صحرايى که کارهاى مختلفی را یاد گرفته بودند، تغییر کرده بود (هایدن<sup>۲</sup>: ۱۹۵۰) [۱۲]. تحریک عصب بینایی در قورباغه باعث افزایش تعداد و اندازه تکه‌هاى سیناپسى در لوب بینایی او مى‌شود که خود باعث آزاد کردن بیشتر انتقال‌دهنده‌هاى شیمیایی در هر ایمپالس، باقى ماندن آنها برای چند دقیقه و تسهیل انتقال ایمپالس عصبى مى‌شود که سرانجام فراخوانى رویدادهاى قبلى را آسانتر مى‌سازد (شپیپ<sup>۳</sup>: ۱۹۸۸) [۱۳]. دندریتهای<sup>۴</sup> شماره ۴ و ۵ کرتکس بینایی و حرکتی در موشهاى صحرايى که در محیطهاى پیچیده و غنى تربیت مى‌شوند، نسبت به آنهايى که در قرنطینه هستند چندبار بیشتر رشد مى‌کند و به تدریج که مغز کامل مى‌شود، نرونها شاخه‌هاى جدید مى‌رویند و با متنوع ساختن زندگى، سیناپسهاى بین نرونهاى کرتکس مغز امکانات بیشتری برای فعل و انفعالات نرونى به وجود مى‌آورند (گرینوچ<sup>۵</sup>: ۱۹۷۵) [۱۳]. توانایی موشهاى صحرايى در یادگیری پیمودن ماز، وابسته به مقدار و ترجیحاً محل بافت کرتکس برداشته شده است. نوعی تعادل عملکردی بین مناطق مختلف کرتکس مغز وجود دارد، یعنی «کل هم‌پتانسیل» به این معنا که هیچ قسمت از کرتکس فقط مسئول انجام دادن یک عمل بخصوص نیست، بلکه گاهى اوقات یک منطقه قادر است اعمال دیگری را نیز انجام دهد (لشلى<sup>۶</sup>: ۱۹۵۸) [۴]. پس از قطع جوانه پا در یک جنین جوجه و مشاهده مقطع عرضى نخاع شوکی در ناحیه کمر جنین یک هفته بعد از برداشتن جوانه پا در محلى از نخاع شوکی که به‌طور طبیعى همان جوانه پای قطع شده را عصب‌دهى مى‌کند، مشاهده شد که تعداد معدودی نرون حرکتی باقیمانده است، ولی تعداد نرونهاى حرکتی طرف مقابل طبیعى بود. با پیوند یک جوانه پای اضافى در یک جنین جوجه قبل از دوره طبیعى مرگ سلولى و مشاهده مقطع عرضى نخاع شوکی در ناحیه کمر جنین جوجه بعد از پیوند زدن عضو اضافى، ملاحظه شد در طرفى که عمل پیوند انجام شده بود تعداد نرونهاى حرکتی عضو افزایش یافته بود. همچنین تزریق کورار<sup>۷</sup> (دارویى که فعالیت گیرنده‌هاى استیل‌کولین<sup>۸</sup> را سد مى‌کند) به جنین جوجه، انتقال عصبى - عضلانى را سد کرده، میزان از دست رفتن نرونهاى حرکتی را کاهش مى‌دهد. در نتیجه تعداد نرونهاى باقیمانده با اندازه هدف همخوانی دارند و اگر هدف نرونها برداشته شود، میزان مرگ سلولى افزایش مى‌یابد. عضلات هدف در ابقای اعصاب حرکتی نخاع نقش اساسی دارند و پایانه‌هاى اعصاب حرکتی برای رسیدن به مقدار محدودى از یک عامل تغذیه‌ای یا عامل رشد عصبى که به وسیله عضله هدف تولید مى‌شود، باهم

1. Likewise  
3. Shipp  
5. Greenough  
7. Curare

2. Hyden  
4. dendrites  
6. Lashley  
8. acetylcholine receptors



رقابت می‌کنند. بنابراین بقای نرونها به وسیله تأثیر متقابل با اهدافشان تنظیم می‌شود و فعالیت عضله هدف بقای نرونها را حرکتی را تنظیم می‌کند. اجزای سیناپس عصب - عضله به وسیله عصب‌دهی عضله تنظیم می‌گردد (همبرگر و پوروز<sup>۱</sup>: ۱۹۸۸) [۹ و ۱۱]. همچنین گزارش شده که در گربه‌ها و میمون‌ها نواحی مختلف کرتکسی شامل نواحی وسیع‌تری از آنچه در منطقه‌بندی کرتکس مغز به آنها تخصیص داده شده هستند، و در واقع چندین ناحیه مختلف کرتکسی درگیر همان نوع وسیع فعالیتند. در میان میمون‌های مختلف متعلق به یک گونه به علت اختلاف در استفاده از پوست خود، اختلاف زیادی در منطقه نسبی نمایش کرتکسی یک سطح معین از پوست وجود دارد. قطع و اتصال مجدد عصب محیطی باعث تغییر منطقه اصلی و نقشه‌های نمایشی کرتکسی می‌شود که دلیلی بر پویا بودن نقشه‌های آناتومیک است. رابطه میان یک مجموعه از نرونها کرتکسی و عضلات، پویا و داینامیک است و توسط بازخوردهای حسی - حرکتی و دیگر مکانیزمها تحت تأثیر قرار می‌گیرد که این موضوع خود اساس تغییر و سازماندهی مجدد مدارهای نرونی و سیناپسهای کرتکس حرکتی به هنگام یادگیری اعمال حرکتی و یادگیری مجدد عضلات همکار - که مستلزم توسعه مهارت‌های حرکتی جدید محسوب می‌شود - است. در هر تحریک ساده بسیاری از مناطق قشری و زیرقشری مغز درگیر می‌شوند و فرایند سیستم‌های توزیع موازی سبب جریان عمل بسیاری از عوامل به‌طور همزمان می‌گردد. بنابراین تفکیک و یکپارچگی هردو از جنبه‌های عملکردی کرتکسی‌اند. [۵ و ۴]. در برخی گزارشها نیز تغییر و تعدیل نروترانسmitterها و عوامل رشد عصبی، جوانه‌زدن آکسونی، تبدیل عضلات آهسته به وسیله نرونها حرکتی سریع به عضلات سریع، افزایش انشعابات و شاخه‌های جانبی آکسونها<sup>۲</sup>، رویش پایانه‌های جدید، تعویض درون‌داده‌ها و پاسخ به یک درون‌داد تازه و جدید در سلولهایی که آوران طبیعی خود را از دست داده‌اند - که ممکن است در نتیجه برداشته شدن مهار از روی آورانهای موجود یا درون‌دادهای جایگزین شونده چند سیناپسی باشد -، ظهور فعالیت در سلولهایی که به‌طور طبیعی خاموشند و جوانه‌زدن آورانهای سالم یا مهاجرت سلولهایی که به‌طور طبیعی عصب‌گیری می‌کنند به داخل منطقه خالی که در اثر تحلیل سلولهای فاقد عصب به وجود آید، مطرح شده است، [۱۱ و ۹ و ۷، ۶].

## ۲. روش تحقیق

در این تحقیق تعداد ۳۰ نفر کودک فلج مغزی به دو گروه ۱۵ نفری آزمایش و کنترل تقسیم شدند که مشخصات هردو گروه در جدول شماره یک آمده است. کلیه متغیرهای اندازه‌گیری شده در مرحله پیش‌آزمون در هر دو گروه به وسیله تی - تست نمونه‌های مستقل<sup>۳</sup> مورد بررسی قرار گرفتند تا همسان بودن دو گروه مشخص گردد. همچنین توسط آزمون کولموگروف - اسمیرنوف<sup>۴</sup> نرمال بودن

1. Hamburger & Purves

2. axones

3. T - Test for independent samples

4. kolmogorov - smirnov Test

توزیع مقادیر متغیرهای اندازه‌گیری شده در مرحله پیش‌آزمون، مورد ارزیابی قرار گرفت که همسان بودن دو گروه و نرمال بودن توزیع متغیرهای اندازه‌گیری شده تأیید شد. پایایی و روایی ابزار و وسایل گردآوری داده‌های تحقیق نیز مورد بررسی قرار گرفت و تأیید گردید. در شروع تحقیق، متغیرهای موردنظر پژوهشگر به وسیله ابزارهای خاص اندازه‌گیری شدند. تواناییهای حرکتی به وسیله تست توسعه مهارتهای حرکتی<sup>۱</sup> که شامل ۱۵۵ آیتم تواناییهای حرکتی<sup>۲</sup> در مقوله تواناییهای پایداری و ثبات<sup>۳</sup>، جابه‌جایی<sup>۴</sup>، دستکاری<sup>۵</sup> و مهارت‌های بنیادی<sup>۶</sup> می‌شد و پایایی آن برابر ۰/۹۷ و روایی آن ۰/۹۶ محاسبه شده است و در آن برای هر مورد با توجه به عکس‌العمل کودک نمره ۰ تا ۳ در نظر گرفته می‌شد، مورد ارزیابی قرار گرفتند. پاسخهای رفلکسی به وسیله تست رفلکسی ارزیابی تکامل دستگاه عصبی مرکزی<sup>۷</sup> در چهار سطح تکاملی یعنی سطوح نخاعی، ساقه مغزی، مغز میانی و کرتکسی توسط ارزیابی<sup>۸</sup> رفلکس بررسی شدند. حجم منطقه ضایعه‌دیده مغزی از طریق بررسی تصاویر مغزی که توسط MRI و CT Scan گرفته شده بود به دو روش، محاسبه توسط کامپیوتر دستگاه و محاسبه توسط پژوهشگر ارزیابی شد. فعالیت الکتریکی مغز به صورت توان مطلق و نسبی از طریق اندازه‌گیری مقادیر مطلق و نسبی هریک از امواج مغزی دلتا، تتا، آلفا و بتا در ۲۱ محل مجزای کرتکس مغز، کل کرتکس مغز و لوبهای فرونتال، تمپورال، اکسیپیتال و پاریتال مغز به وسیله دستگاه نقشه‌برداری مغزی<sup>۹</sup> با انتخاب ۲۲ ثانیه اول نمودار EEG<sup>۹</sup> محاسبه شد. همچنین با استفاده از تصاویر توپوگرافیک رنگی و متحرک این دستگاه، موج غالب زمینه فعالیت مغزی<sup>۱۰</sup> و مراکز که دارای اختلالات عملکردی و الکتریکی نظیر فرکانس بالا و پایین<sup>۱۱</sup>، ولتاژ بالا و پایین<sup>۱۲</sup> و تخلیه الکتریکی<sup>۱۳</sup> بودند، مشخص شدند. پس از اتمام آزمونهای مرحله پیش‌آزمون، آزمودنیهای گروه آزمایش در یک برنامه حرکتی ویژه که تمرینات آن بر اساس فیزیولوژی مغز، پاتولوژی ضایعه مغزی و با در نظر گرفتن جریان طبیعی تکامل عصبی - حرکتی، طرح و اجرا می‌شدند، به مدت ۱۴ ماه شرکت کردند. در طول دوره تحقیق، آزمودنیهای گروه آزمایش هر روز به مدت ۴ تا ۶ ساعت در منزل تمرینات حرکتی را که به والدین آنها آموزش داده شده بود، انجام می‌دادند و هر هفته یک جلسه به بنیاد توانبخشی مراجعه می‌کردند تا علاوه بر یک جلسه تمرین، به‌طور دقیق پیشرفت آنها مورد ارزیابی قرار گیرد و تمرینات حرکتی هفته بعد به والدین آزمودنیها آموزش داده شود. در پایان دوره تحقیق آزمونهای مرحله پس‌آزمون همانند آزمونهای مرحله پیش‌آزمون انجام شدند. سپس اطلاعات جمع‌آوری شده از مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و تفاضل این دو مرحله به وسیله نرم‌افزار کامپیوتری SPSS تحت

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1. motor skill development test               | 2. movement abilities          |
| 3. stability abilities                        | 4. locomotor abilities         |
| 5. manipulative abilities                     | 6. fundamental movement skills |
| 7. reflex test for evaluating CNS development | 8. brain mapping               |
| 9. electroencephalography                     | 10. background activity        |
| 11. high & low frequency                      | 12. high & low voltage         |
| 13. discharge                                 |                                |





ویندوز<sup>۱</sup> با استفاده از آزمونهای تی - تست نمونه‌های وابسته<sup>۲</sup> و تی - تست نمونه‌های مستقل<sup>۳</sup> تجزیه و تحلیل شدند.

جدول ۱ اطلاعات آماری مربوط به مشخصات گروه کنترل و گروه آزمایش

متغیرها	شاخصها	گروهها	دامنه تغییرات	میانگین	انحراف-معیار	انحراف خطا
سن (ماه)	کنترل	۲۴	۱۷/۱	±۳/۲	±۱/۱	
وزن (کیلوگرم)	۷ نفر اسپاستیک دای پلژیا	۲/۷	۱۰/۳۳	±۲/۵۵	±۱/۵	
قد (سانتی‌متر)	۴ نفر اسپاستیک کوادری پلژیا	۱۷/۸	۷۲/۱	±۱۱/۹	±۳/۸	
دور سر (سانتی‌متر)	۴ نفر همی پلژیا	۸/۷	۳۳/۳۸	±۵/۰۱	±۲/۱	
بهره هوشی	۹ نفر دختر و ۶ نفر پسر	۱۰	۹۳	±۵/۹	±۳/۲	
سن (ماه)	آزمایش	۲۴	۱۷/۵۹	±۲/۷۳	±۱/۸	
وزن (کیلوگرم)	۶ نفر اسپاستیک دای پلژیا	۳/۷۱	۱۰/۱	±۲/۲	±۱/۲	
قد (سانتی‌متر)	۵ نفر اسپاستیک کوادری پلژیا	۱۷/۹	۷۲/۵۵	±۱۲/۱	±۳/۱	
دور سر (سانتی‌متر)	۴ نفر همی پلژیا	۸/۶	۳۲/۹	±۳/۹	±۲/۲	
بهره هوشی	۷ نفر دختر و ۸ نفر پسر	۱۱	۹۳	±۶/۲	±۲/۱	

### ۳. تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق

در این قسمت اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از روشهای آمار توصیفی و استنباطی تنظیم شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. روشهای تحلیل اطلاعات به دست آمده از دو گروه کنترل و آزمایش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌گونه‌ای بود که ابتدا کلیه داده‌ها در جدولهای جداگانه آمار توصیفی تنظیم گردید و سپس با استفاده از روشهای آمار توصیفی و استنباطی، داده‌ها و اطلاعات خام توسط کامپیوتر با نرم‌افزار آماری SPSS تحت ویندوز بررسی و تجزیه و تحلیل شدند. در بخش آمار توصیفی از فرمان Statistics All برای به دست آوردن ماکزیمم، می‌نیمم، دامنه تغییرات، انحراف معیار، خطای معیار و میانگین و در بخش آمار استنباطی در مورد هر دسته از داده‌ها یک یا چند آزمون مناسب از میان آزمونهای تحلیل عاملی<sup>۴</sup>، تحلیل پایایی<sup>۵</sup>، همبستگی<sup>۶</sup>، تی - تست همبسته<sup>۷</sup>، تی - تست مستقل<sup>۸</sup> استفاده گردید. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار کامپیوتری Hg3 استفاده شد. در ادامه

۸  
شماره ۳، پاییز ۱۳۷۸

1. SPSS for windows
2. T - Test for paired samples
3. T - Test for independent samples
4. factor analysis
5. reliability analysis - scale (alpha)
6. correlation
7. paired - samples T - test
8. independent - samples T - Test



## تأثیر برنامه ویژه ورزش درمانی بر فرایند...

مطلب، شاخصهای آمار توصیفی، آزمون فرضیه‌ها و نتایج به دست آمده از توصیف، تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق را همراه با توضیح مختصری به صورت جدولها و نمودارهای مقایسه‌ای ارائه می‌شود. در جدولها و نمودارها اختصارات ذیل به کار رفته‌اند:

Pre test - Pos. test = کمیت به دست آمده در مرحله پیش آزمون و کمیت به دست آمده در مرحله پس آزمون

Sig. (Significant) = تفاوت قابل ملاحظه یا معنادار

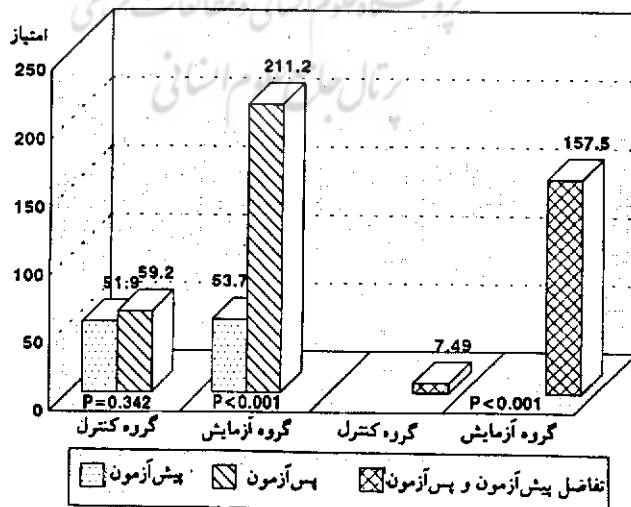
Cr (Critical) = مقدار بحرانی یا مقدار جدول

Ob (Observation) = مقدار محاسبه شده یا مقدار مشاهده شده

جدول ۲ اطلاعات آماری مربوط به تواناییهای حرکتی که به وسیله تست مربوط ارزیابی شده‌اند

Sig.	P.value	درجه آزادی	t.value	حد پایین		دامنه پراکندگی	انحراف استاندارد	خطای معیار	میانگین	شاخصها
				حد بالا	حد پایین					
نیست	۰/۳۴۲	۱۴	cr ۲/۱۴	۵۸/۹	۲۹/۱	۹/۸	±۲/۹۱	±۱/۹۹	۵۱/۹۸	پیش آزمون کنترل
				۶۷/۳	۵۱/۱	۱۶/۳	±۵/۱	±۲/۵۳	۵۹/۲	پس آزمون کنترل
هست	۰/۰۰۱	۱۴	cr ۲/۱۴	۶۰/۷	۲۶/۵	۱۴/۲	±۴/۷۷	±۱/۹۹	۵۳/۷۳	پیش آزمون آزمایش
				۲۳۵/۳	۱۹۹/۹	۲۵/۲	±۸/۹۹	±۲/۲۱	۲۱۱/۲	پس آزمون آزمایش
هست	۰/۰۰۱	۲۸	cr ۲/۶۷	۱۰/۷	۴/۴	۶/۳	±۲/۹۹	±۱/۱۳	۷/۳۹	تفاضل کنترل
				۱۶۹/۲	۱۴۸/۴	۲۰/۸	±۹/۹	±۳/۹۴	۱۵۷/۵	تفاضل آزمایش

تست حرکتی



نمودار ۱ مقایسه تغییرات تواناییهای حرکتی، بین دو گروه کنترل و آزمایش و بین مراحل پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه



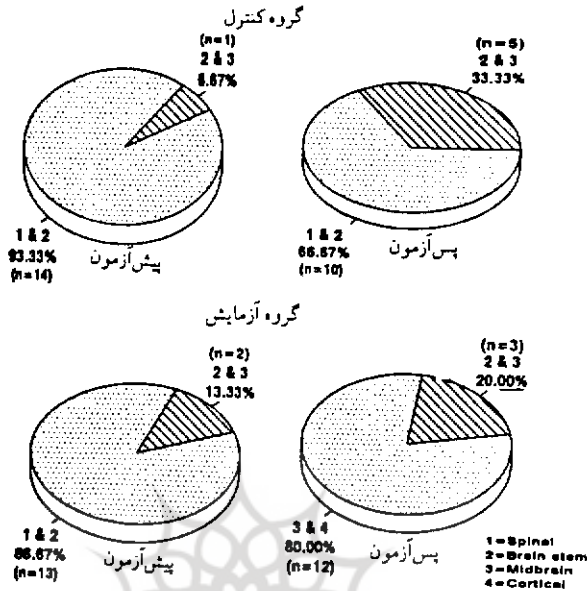
اطلاعات جدول ۲ و نمودار ۱ نشان می‌دهند که در گروه آزمایش، اجرای برنامه ورزش‌درمانی ویژه باعث بهبود عملکرد سیستم عصبی و در نتیجه پیشرفت و تکامل رشد حرکتی می‌شود که در این صورت، فرضیه صفر رد می‌شود و فرضیه محقق مبنی بر تأثیر اجرای برنامه ورزش‌درمانی بر جریان تکامل تواناییهای حرکتی جانشین آن می‌گردد.

جدول ۳ اطلاعات آماری مربوط به سطوح غالب تکامل رفلکسی

نشانه‌های راهنما	گروه آزمایش		گروه کنترل		ردیف
	غالب	سطوح	غالب	سطوح	
۱- سطح نخاعی	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	
۲- سطح ساقه مغز	۲/۳	۱/۲	۱/۲	۱/۳	۱
۳- سطح میانی مغز	۳/۴	۱/۲	۲/۳	۲/۳	۲
۴- سطح قشری	۳/۴	۱/۲	۲/۳	۱/۲	۳
	۳/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۴
	۳/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۵
	۳/۴	۱/۲	۲/۳	۱/۲	۶
	۳/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۷
	۲/۳	۱/۲	۲/۳	۱/۲	۸
	۲/۳	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۹
	۳/۴	۲/۳	۱/۲	۱/۲	۱۰
	۳/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱۱
	۳/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱۲
	۳/۴	۲/۳	۱/۲	۱/۲	۱۳
	۳/۴	۱/۲	۲/۳	۱/۲	۱۴
	۳/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱۵

## تأثیر برنامه ویژه ورزش درمانی بر فرایند...

سطح غالب تکامل رفلکسی



نمودار ۲ مقایسه تغییرات سطوح تکاملی رفلکسی بین دو گروه کنترل و آزمایش و نیز مراحل پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه

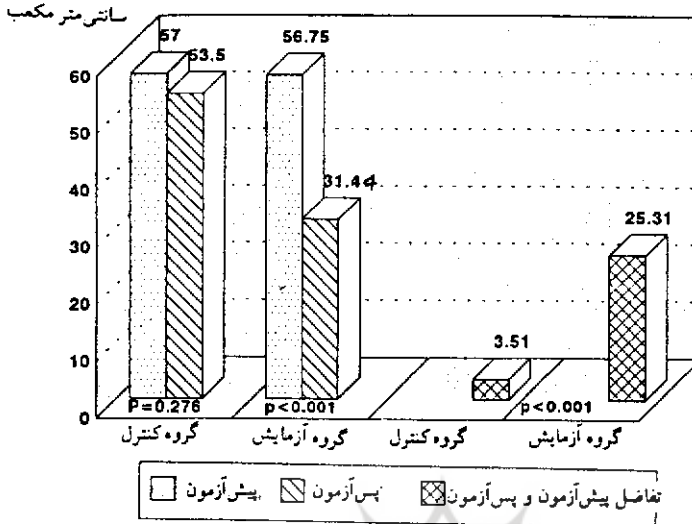
از جدول ۳ و نمودار ۲ می‌توان دریافت که در گروه آزمایش درصد افرادی که از سطوح پایینتر تکاملی به سطوح بالاتر ارتقا یافته‌اند، نسبت به گروه کنترل به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر است که خود نشان‌دهنده تأثیر بارز متغیر مستقل (تمرینات حرکتی) بر تکامل سیستم عصبی مرکزی (مغز) است.

جدول ۴ اطلاعات آماری مربوط به حجم منطقه ضایعه‌دیده مغزی که به وسیله ام آر آی و سی‌تی‌اسکن ارزیابی شده است

Sig.	P.value	درجه آزادی	t.value	حد پایین	حد بالا	دامنه پراکندگی	انحراف استاندارد	خطای معیار	میانگین	شاخصها	متغیرها
نیست	۰/۲۷۸	۱۴	cr ۲/۱۴	۶۴/۱	۳۸	۱۶/۱	±۴/۹	±۱/۸۹	۵۷/۰۸	پیش آزمون کنترل	
			ob - ۱/۹۸	۵۷/۳	۳۷/۱	۱۰/۲	±۴/۸	±۱/۸۱	۵۳/۵۷	پس آزمون کنترل	
هست	۰/۰۰۱	۱۴	cr ۲/۱۴	۶۴/۵	۳۸/۹	۱۵/۶	±۵/۱	±۱/۸۳	۵۶/۷۵	پیش آزمون آزمایش	
			ob - ۱۶/۳۲	۳۵/۹	۲۴/۸	۱۱/۱	±۳/۲	±۱/۷۳	۳۱/۳۴	پس آزمون آزمایش	
هست	۰/۰۰۱	۲۸	cr ۲/۶۷	-۲/۵۲	-۲/۵۱	-۲/۰۳	±۲/۹	±۰/۶۷	-۳/۵۱	تفاضل کنترل	
			ob - ۲۰/۸	-۳۲/۷	-۲۰/۸	-۱۱/۹	±۳/۱۱	±۰/۹۶	-۲۵/۳۱	تفاضل آزمایش	



حجم منطقه ضایعه دیده مغزی



نمودار ۳ مقایسه تغییرات حجم منطقه ضایعه دیده مغزی بین دو گروه کنترل و آزمایش و مراحل پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه

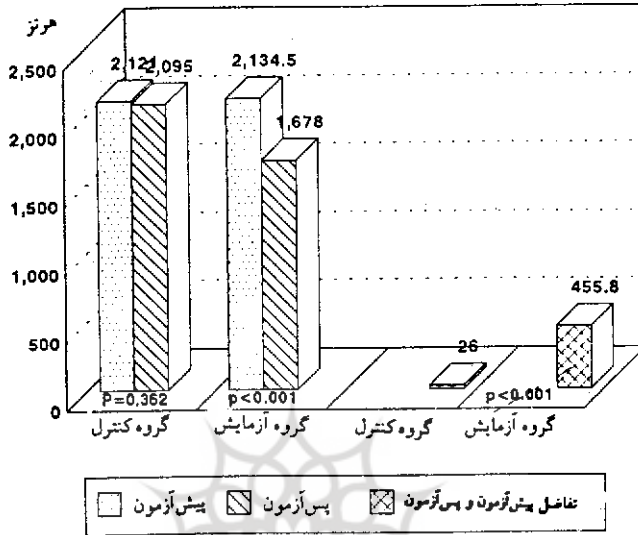
مندرجات جدول ۴ و نمودار ۲ نشان می دهند که اجرای برنامه ورزش درمانی بر اساس اصول نروفیزیوپاتولوژی می تواند بر رشد بافت عصبی و تکامل ساختمانی آن تأثیر مثبت و معناداری بگذارد و در نتیجه فرضیه محقق جانشین فرضیه صفر می گردد.

جدول ۵ اطلاعات آماری مربوط به توان مطلق الکتریکی کل کرتکس مغز که با ارزیابی موج مغزی دلتا به وسیله نقشه برداری مغزی به دست آمده است

Sig.	P.value	درجه آزادی	t.value	حد بالا	حد پایین	دامنه پراکندگی	انحراف استاندارد	خطای معیار	میانگین	شاخصها متغیرها
نیست	۰/۳۶۲	۱۲	cr ۲/۱۳	۲۱۷۱/۳	۲۰۶۲/۵	۱۰۸/۷۱	±۲۵/۹۱	±۲/۲۲	۲۱۲۱/۴	پیش آزمون کنترل
			ob - ۲/۱۱	۲۱۴۵/۱	۲۰۴۳/۸	۱۰۱/۳	±۳۰/۷۱	±۲/۹۹	۲۰۹۵/۶	پس آزمون کنترل
هست	۰/۰۰۱	۱۲	cr ۳/۱۳	۲۱۸۲/۵	۲۰۷۸/۵	۱۰۵/۹۳	±۲۶/۸	±۵/۵۳	۲۱۳۲/۵	پیش آزمون آزمایش
			ob - ۳۷/۷۳	۱۷۷۲/۸	۱۶۴۷/۱	۱۲۵/۷	±۲۸/۹	±۳/۲۵	۱۶۷۸/۷	پس آزمون آزمایش
هست	۰/۰۰۱	۲۸	cr ۳/۶۷	- ۲۸/۲	- ۲۱/۸	- ۶/۴	±۲/۹۱	±۰/۹۵	- ۲۵/۸	تفاضل کنترل
			ob - ۱۰۱/۴	- ۴۶۵/۹	- ۴۵۳/۶	- ۱۱/۲۲	±۹۵/۷	±۳/۷۱	- ۲۵۵/۸	تفاضل آزمایش

تأثیر برنامه ویژه ورزش درمانی بر فرایند...

موج مغزی دلتا (pwr)



نمودار ۴ مقایسه تغییرات توان مطلق الکتریکی کل کرتکس مغز از طریق محاسبه موج مغزی دلتا بین دو گروه کنترل و آزمایش و مراحل پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه

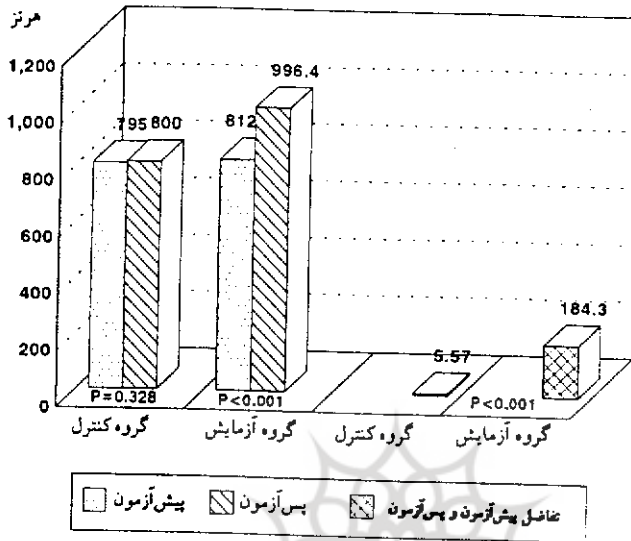
جدول ۵ و نمودار ۴ نشان می دهند که اعمال متغیر مستقل (حرکت) بر فعالیت الکتریکی مغز تأثیر مثبت و قابل ملاحظه دارد و در نتیجه فرضیه صفر رد شده، فرضیه محقق جانشین آن می شود.

جدول ۶ اطلاعات آماری مربوط به توان مطلق الکتریکی کل کرتکس مغز که با ارزیابی موج مغزی نتا به وسیله نقشه برداری مغزی به دست آمده است

Sig.	P.value	درجه آزادی	t.value	حد پایین		دامنه	انحراف استاندارد	خطای معیار	میانگین	شاخصها
				حد بالا	پراکنگی					
نیست	۰/۲۴۲	۱۴	cr ۲/۱۳	۹۰۲/۲	۷۷۲/۱	۱۲۹/۲	±۶/۹۹	±۳/۹۵	۷۹۴/۹۶	پیش آزمون کنترل
				ob ۲/۰۲	۸۹۳/۵	۷۹۹/۲	۹۴/۱	±۷/۹۵	±۲/۱۲	۸۰۰/۵۲
هست	۰/۰۰۱	۱۴	cr ۲/۱۳	۸۳۴/۶۴	۷۲۲/۸۳	۱۱۹/۸	±۱۱/۱۳	±۲/۰۳	۸۱۲/۴۶	پیش آزمون آزمایش
				ob ۲۷/۲۸	۱۰۲۲/۱	۹۲۳/۴	۸۸/۷	±۱۰/۲	±۳/۱۳	۹۹۶/۳
هست	۰/۰۰۱	۲۸	cr ۳/۶۷	۷/۷۰	۴/۲۹	۲/۲۱	±۲/۹۵	±۰/۹۹	۵/۵۷	تفاضل کنترل
				ob ۸۱/۶۰	۱۹۲/۴	۱۷۰/۱	۲۲/۳۰	±۷/۹۹	±۱/۲۹	۱۸۴/۳



موج مغزی تتا (pwt)

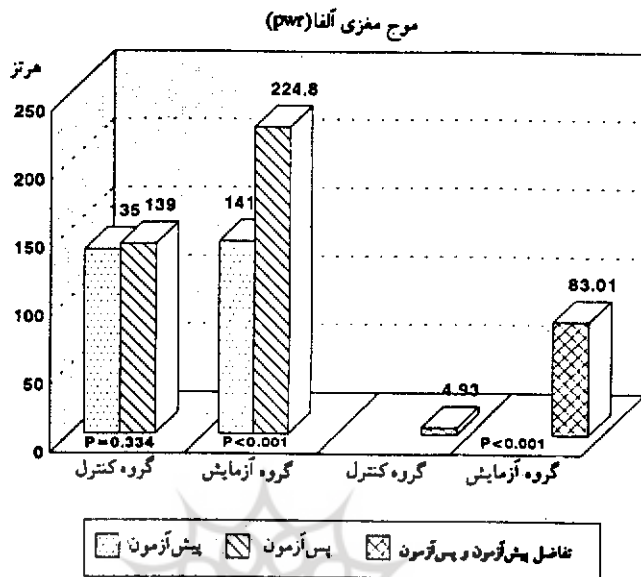


نمودار ۵ مقایسه تغییرات توان مطلق الکتریکی کل کرتکس مغز از طریق محاسبه موج مغزی تتا بین دو گروه کنترل و آزمایش و مراحل پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه

اطلاعات مندرج در جدول ۶ و نمودار ۵ نشان می دهند که در گروه آزمایش تفاوت های حاصل از اعمال متغیر مستقل (حرکت درمانی) نسبت به گروه کنترل در سطح ۰/۰۰۱ معنا دارند و بنابراین فرضیه صفر را نمی توان پذیرفت.

جدول ۷ اطلاعات آماری مربوط به توان مطلق الکتریکی کل کرتکس مغز که با ارزیابی موج مغزی آلفا به وسیله نقشه برداری مغزی به دست آمده است

Sig.	P.value	درجه آزادی	t.value	حدبالا	حدپایین	دامنه پراکنگی	انحراف استاندارد	خطای معیار	میانگین	شاخصها متغیرها
نیست	۰/۲۲۴	۱۴	cr ۲/۱۴	۱۶۴/۱۲	۱۱۴/۸	۴۹/۳۲	±۵/۹۹	±۱/۴۷	۱۲۴/۹۶	پیش آزمون کنترل
			ob ۱/۸۷	۱۷۱/۵	۱۱۸/۴	۵۳/۱	±۶/۸۵	±۲/۵۰	۱۲۹/۲۵	پس آزمون کنترل
هست	۰/۰۰۱	۱۴	cr ۴/۱۴	۱۵۸/۷	۱۰۷/۱	۵۱/۵۹	±۶/۸۲	±۲/۲۲	۱۳۰/۸۴	پیش آزمون آزمایش
			ob ۲۸/۳۶	۲۳۸/۵	۲۰۰/۹	۴۷/۶	±۵/۰۸	±۱/۹۶	۲۲۴/۸۵	پس آزمون آزمایش
هست	۰/۰۰۱	۲۸	cr ۳/۴۷	۵/۹۰	۳/۸۰	۲/۱۰	±۱/۹۰	±۰/۹۱	۴/۹۳	تفاضل کنترل
			ob ۷۰/۴۴	۹۱/۲	۷۹/۸	۱۱/۴	±۲/۸۹	±۱/۲۲	۸۲/۰۱	تفاضل آزمایش



نمودار ۶ مقایسه تغییرات توان مطلق الکتریکی کل کرتکس مغز از طریق محاسبه موج مغزی آلفا بین دو گروه کنترل و آزمایش و مراحل پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه

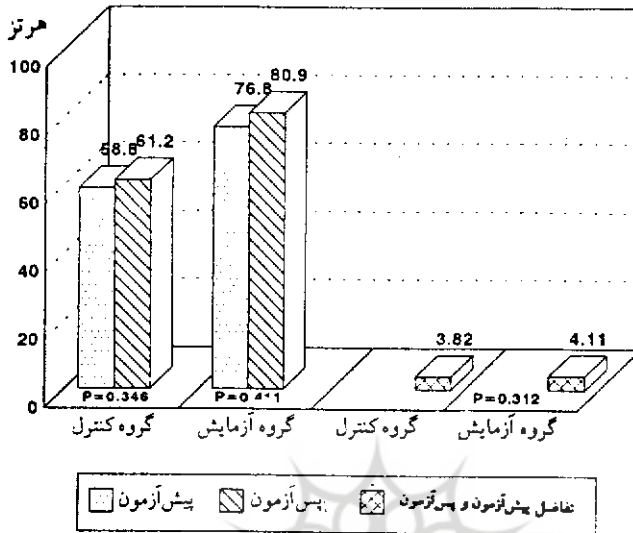
اطلاعات جدول ۷ و نمودار ۶ نشان می دهند، افزایش توان مطلق مغزی (آلفا) در آزمودنیهای گروه آزمایش که تحت تأثیر برنامه ورزش درمانی ویژه قرار گرفته اند تفاوت معناداری با گروه کنترل دارد و در نتیجه فرضیه صفر پذیرفته نمی شود و فرضیه محقق جانشین آن می گردد.

جدول ۸ اطلاعات آماری مربوط به توان مطلق الکتریکی کل کرتکس مغز که با ارزیابی موج مغزی بتا به وسیله نقشه برداری مغزی به دست آمده است

Sig.	P.value	درجه آزادی	t.value	حد بالا	حد پایین	دامنه پراکنگی	انحراف استاندارد	خطای معیار	میانگین	شاخصها متغیرها
نیست	۰/۳۴۶	۱۴	cr ۲/۱۴	۶۹/۸	۴۲/۵	۲۷/۲	±۳/۴۹	±۰/۹۹	۵۸/۸۲	پیش آزمون کنترل
			ob ۱/۷۷	۷۴/۶	۵۱/۲۲	۲۳/۳۸	±۳/۸۸	±۱/۹۷	۶۱/۲	پس آزمون کنترل
نیست	۰/۴۱۱	۱۴	cr ۲/۱۴	۹۱/۲۲	۶۴/۴۱	۲۶/۹۱	±۴/۹۸	±۱/۶۶	۷۶/۸۸	پیش آزمون آزمایش
			ob ۲/۰۶	۹۸/۵۱	۷۰/۹	۲۷/۶۱	±۵/۸۹	±۱/۱۰	۸۰/۹۸	پس آزمون آزمایش
نیست	۰/۳۱۲	۲۸	cr ۲/۰۴	۴/۱	۴/۵	۰/۶	±۰/۵	±۰/۲	۴/۸۲	تفاضل کنترل
			ob ۱/۲۰	۴/۷	۴/۶	۱/۱	±۰/۸	±۰/۴	۴/۱۱	تفاضل آزمایش



### موج مغزی بتا (pwr)



نمودار ۷ مقایسه تغییرات توان مطلق الکتریکی کل کرنکس مغز از طریق محاسبه موج مغزی بتا بین دو گروه کنترل و آزمایش و مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه

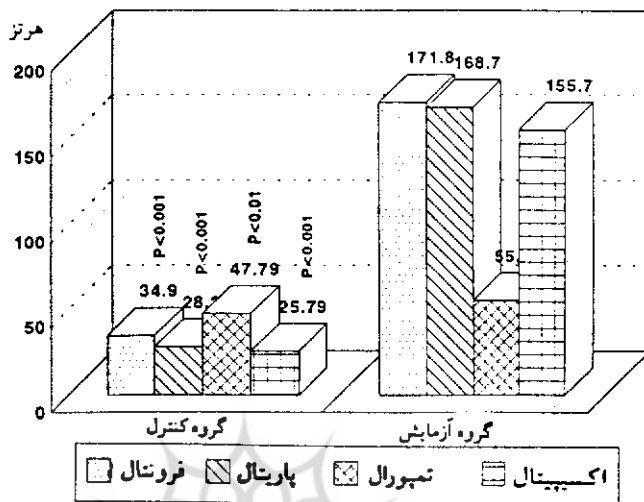
اطلاعات درج شده در جدول ۸ و نمودار ۷ نشان می‌دهند که در گروه آزمایش تفاوت‌های حاصل از تأثیر متغیر مستقل (حرکت) نسبت به گروه کنترل در سطح ۵٪ نیز معنادار نیستند و در نتیجه فرضیه صفر مبنی بر عدم تفاوت بین دو گروه کنترل و آزمایش پذیرفته می‌شود.

جدول ۹ اطلاعات آماری مربوط به توان مطلق الکتریکی لوب‌های فرونتال، پاریتال، تمپورال و اکسیپیتال کرنکس مغز که با ارزیابی ارزش مطلق موج مغزی دلتا به وسیله نقشه برداری مغزی به دست آمده است

Sig.	P.value	درجه آزادی	t.value	حد پایین	حد بالا	دامنه پراکندگی	انحراف استاندارد	خطای معیار	میانگین	شاخصها
										متغیرها
هست	۰/۰۰۱	۲۸	cr ۳/۶۷	-۲۹/۳	-۲۹/۷	-۹/۶	±۳/۸	±۰/۹۸	-۲۴/۹	تفاضل کنترل - فرونتال
										ob - ۵۲/۲
هست	۰/۰۰۱	۲۸	cr ۳/۶۷	-۲۵/۴	-۲۰/۷	-۱۴/۷	±۳/۲	±۱/۸	-۲۸/۲	تفاضل کنترل - پاریتال
										ob - ۵۰/۲
هست	۰/۰۱	۲۸	cr ۲/۷۶	-۳۴/۱	-۲۰/۳	-۱۳/۸	±۲/۲	±۱/۲	-۴۷/۷۹	تفاضل کنترل - تمپورال
										ob - ۳/۵۲
هست	۰/۰۰۱	۲۸	cr ۳/۶۷	-۲۸/۳	-۲۱/۸	-۶/۴۲	±۴/۸	±۰/۹۵	-۲۵/۷۹	تفاضل کنترل - اکسیپیتال
										ob - ۲۱/۶



موج مغزی دلتا (pwr)



نمودار ۸ مقایسه توان مطلق الکتریکی لوبهای فرونتال، پاریتال، تمپورال و اکسیپیتال کرتکس مغز از طریق محاسبه ارزش مطلق موج مغزی دلتا بین دو گروه کنترل و آزمایش

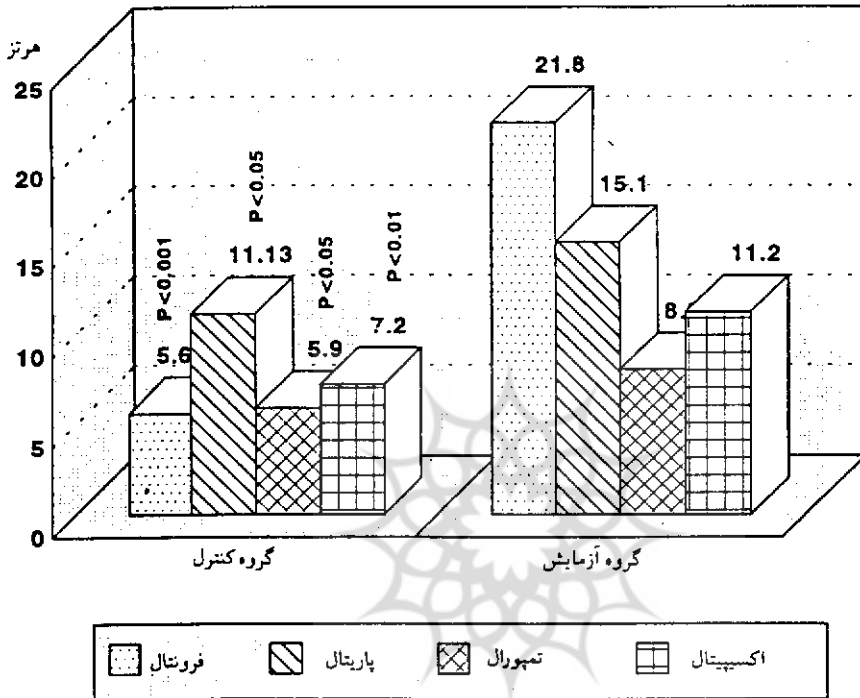
از مندرجات جدول ۹ و نمودار ۸ نتیجه می شود که تأثیر اعمال متغیر مستقل (ورزش درمانی) در گروه آزمایش در هر چهار لوب کرتکس مغزی تقریباً به یک اندازه باعث کاهش مقدار موج دلتا و در نتیجه افزایش رسیدگی و تکامل عملکرد مغز می شود.

جدول ۱۰ اطلاعات آماری مربوط به توان مطلق الکتریکی لوبهای فرونتال، پاریتال، تمپورال و اکسیپیتال کرتکس مغز که با ارزیابی ارزش مطلق موج مغزی تا به وسیله نقشه برداری مغزی به دست آمده است

Sig.	P.value	درجه آزادی	t.value	حدبالا	حدپایین	دامنه پراکندگی	انحراف استاندارد	خطای معیار	میانگین	شاخصها	متغیرها
هست	۰/۰۰۱	۲۸	cr ۳/۶۷	۷/۷۲	۲/۳۹	۳/۲۱	±۲/۹۵	±۰/۹۹	۵/۶	تفاضل کنترل - فرونتال	
			ob ۱۲/۷	۲۳/۹۱	۱۲/۳۱	۱۱/۶۲	±۳/۹۸	±۱/۸	۲۱/۸	تفاضل آزمایش - فرونتال	
هست	۰/۰۵	۲۸	cr ۲/۰۴	۱۳/۸	۹/۲	۳/۹	±۳	±۱/۸	۱۱/۱۳	تفاضل کنترل - پاریتال	
			ob ۲/۵۶	۱۹/۴	۱۲/۵	۶/۹	±۳/۸	±۱/۲	۱۵/۸	تفاضل آزمایش - پاریتال	
هست	۰/۰۵	۲۸	cr ۲/۰۴	۶/۳	۴/۸	۲/۲	±۲	±۰/۹۹	۵/۹	تفاضل کنترل - تمپورال	
			ob ۲/۵۷	۹/۸	۷/۸	۲	±۲/۵	±۱/۴	۸	تفاضل آزمایش - تمپورال	
هست	۰/۰۱	۲۸	cr ۲/۷۶	۸/۵	۶/۸	۲/۴	±۱/۸	±۰/۵	۷/۲	تفاضل کنترل - اکسیپیتال	
			ob ۳/۵۷	۱۲/۷	۹/۴	۳/۳	±۴/۲	±۱/۳	۱۱/۲	تفاضل آزمایش - اکسیپیتال	



موج مغزی دلتا (pwr)



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

رتال جامع علوم انسانی

نمودار ۹ مقایسه توان مطلق الکتریکی لوبهای فرونتال، پاریتال، تمپورال و اکسیپیتال کرنکس مغز از طریق محاسبه ارزش مطلق موج مغزی تتا بین دو گروه کنترل و آزمایش

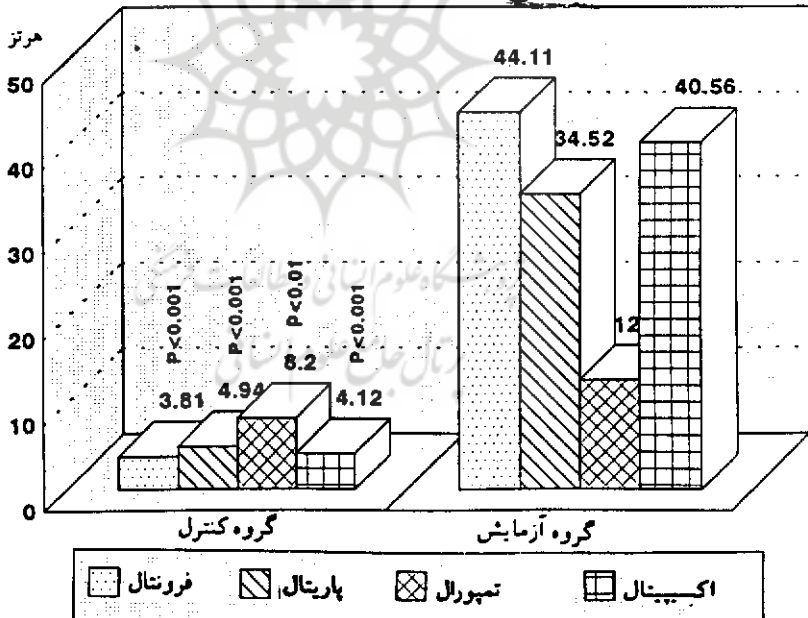
مندرجات جدول ۱۰ و نمودار ۹ نشان می دهند که تأثیر اجرای برنامه ورزش درمانی ویژه در افزایش رسیدگی و تکامل لوب فرونتال، بیشتر از لوب اکسیپیتال و در لوب اکسیپیتال بیشتر از دو لوب دیگر است.

## تأثیر برنامه ویژه ورزش درمانی بر فرایند...

جدول ۱۱ اطلاعات آماری مربوط به توان مطلق الکتریکی لوبهای فرونتال، پاریتال، تمپورال و اکسیپیتال کرتکس مغز که با ارزیابی ارزش مطلق موج مغزی آلفا به وسیله نقشه برداری مغزی به دست آمده است

Sig.	P.value	درجه آزادی	t.value	حد بالا	حد پایین	دامنه پراکنگی	انحراف استاندارد	خطای معیار	میانگین	شاخصها
هست	۰/۰۰۱	۲۸	cr ۳/۶۷	۳/۱	۲/۵	۰/۶	±۰/۵	±۰/۲	۲/۸۱	تفاضل کنترل - فرونتال
			ob ۲۳/۰۲	۵۹/۸	۳۱/۸	۱۸/۷	±۶/۸۸	±۲/۸	۲۴/۱۱	تفاضل آزمایش - فرونتال
هست	۰/۰۰۱	۲۸	cr ۳/۶۷	۵/۹۱	۳/۸	۲/۱۱	±۱/۹۱	±۰/۹۱	۴/۹۴	تفاضل کنترل - پاریتال
			ob ۲۶/۶۳	۴۰/۲	۲۹/۵	۱۰/۷	±۲/۸۹	±۱/۲۰	۳۴/۵۲	تفاضل آزمایش - پاریتال
هست	۰/۰۰۱	۲۸	cr ۲/۷۶	۱۱/۳	۶/۲	۵/۱	±۱/۵	±۰/۸	۸/۲	تفاضل کنترل - تمپورال
			ob ۳/۴۰	۱۴/۹	۱۰/۸	۴/۱	±۴/۹	±۱/۱	۱۲/۷	تفاضل آزمایش - تمپورال
هست	۰/۰۰۱	۲۸	cr ۳/۶۷	۲/۷	۲/۴	۱/۳	±۰/۸	±۰/۳۱	۴/۸۲	تفاضل کنترل - اکسیپیتال
			ob ۲۹/۶۲	۳۷/۷	۳۹/۹	۷/۸	±۴/۷	±۱/۱۴	۲۰/۵۶	تفاضل آزمایش - اکسیپیتال

موج مغزی آلفا (PWT)



نمودار ۱۰ مقایسه توان مطلق الکتریکی لوبهای فرونتال، پاریتال، تمپورال و اکسیپیتال کرتکس مغز از طریق محاسبه ارزش مطلق موج مغزی آلفا بین دو گروه کنترل و آزمایش

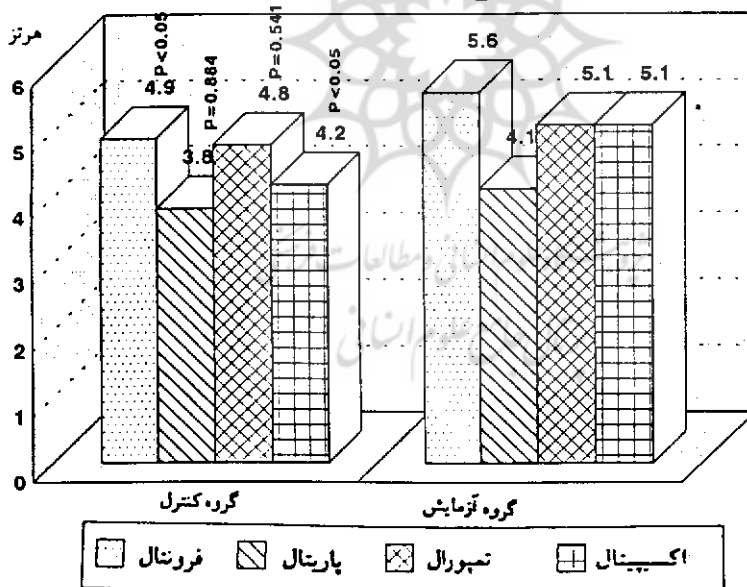
اطلاعات مندرج در جدول ۱۱ و نمودار ۱۰ نشان می‌دهند که در گروه آزمایش اجرای برنامه ورزش درمانی براساس اصول نروفیزیوپاتولوژی کودک فلج مغزی در لوبهای فرونتال، پاریتال و اکسیپیتال تأثیر مثبت و قابل ملاحظه‌ای در افزایش توان مطلق مغزی (آلفا) نسبت به لوب تمپورال داشته است.



جدول ۱۲ اطلاعات آماری مربوط به توان مطلق الکتریکی لوبهای فرونتال، پاریتال، تمپورال و اکسیپیتال کرتکس مغز که با ارزیابی ارزش مطلق موج مغزی بتا به وسیله نقشه برداری مغزی به دست آمده است

Sig.	P.value	درجه آزادی	t.value	حدبالا	حدپایین	دامنه پراکندگی	انحراف استاندارد	خطای معیار	میانگین	شاخصها	متغیرها
هست	۰/۰۵	۲۸	cf ۲/۰۴	۵/۵	۴/۱	۱/۴	±۰/۷	±۰/۴	۴/۹	۴/۹	تفاضل کنترل - فرونتال
			ob ۲/۴۱	۶/۲	۵	۱/۲	±۰/۹	±۰/۵	۵/۶	۵/۶	تفاضل آزمایش - فرونتال
نیست	۰/۸۸۴	۲۸	cf ۲/۰۴	۴/۲	۳/۵	۰/۷	±۰/۵	±۰/۲	۳/۸۴	۳/۸۴	تفاضل کنترل - پاریتال
			ob ۱/۲۳	۴/۹	۳/۶	۱/۳	±۰/۸	±۰/۳	۴/۸۴	۴/۸۴	تفاضل آزمایش - پاریتال
نیست	۰/۵۴۱	۲۸	cf ۲/۰۴	۵/۳	۴	۱/۲	±۰/۶	±۰/۳	۴/۸	۴/۸	تفاضل کنترل - تمپورال
			ob ۱/۱۱	۶/۵	۴/۹۹	۱/۵۱	±۰/۹	±۰/۶	۵/۱	۵/۱	تفاضل آزمایش - تمپورال
هست	۰/۰۵	۲۸	cf ۲/۰۴	۴/۶	۳/۸	۰/۸	±۰/۹	±۰/۲	۴/۲	۴/۲	تفاضل کنترل - اکسیپیتال
			ob ۲/۲۵	۶/۳	۴/۹۸	۱/۵۱	±۰/۹۹	±۰/۷	۵/۱	۵/۱	تفاضل آزمایش - اکسیپیتال

موج مغزی بتا (PWT)



نمودار ۱۱ مقایسه توان مطلق الکتریکی لوبهای فرونتال، پاریتال، تمپورال و اکسیپیتال کرتکس مغز از طریق محاسبه ارزش مطلق موج مغزی بتا بین دو گروه کنترل و آزمایش

اطلاعات جدول ۱۲ و نمودار ۱۱ نشان می دهند که اعمال متغیر مستقل (تمرینات حرکتی) در گروه آزمایش در لوبهای فرونتال و اکسیپیتال مغز باعث افزایش موج مغزی بتا (افزایش توان الکتریکی مغز) و به وجود آمدن تفاوتی معنادار می شود.

## تأثیر برنامه ویژه ورزش درمانی بر فرایند...

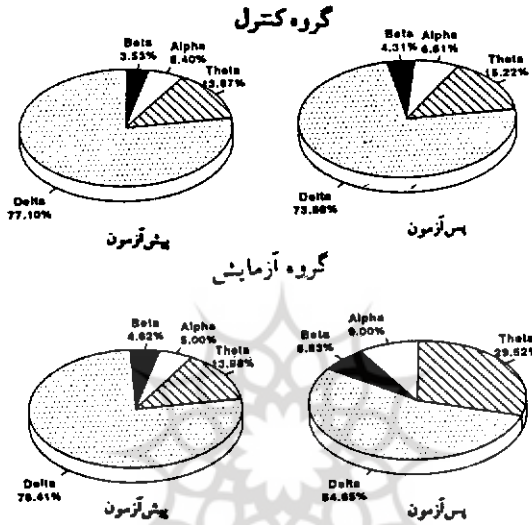
جدول ۱۳ توان نسبی الکتریکی لوبهای فرونتال، پاریتال، تمپورال و اکسیپیتال کرتکس مغز که با ارزیابی درصد امواج مغزی دلتا، تتا، آلفا و بتا در چهار ناحیه فوق به وسیله نقشه برداری مغزی به دست آمده است

گروه	مرحله	منطقه	درصد امواج مغزی		
			دلتا	تتا	آلفا
کنترل	پیش آزمون	فرونتال	۷۷/۱۰	۱۳/۹۷	۵/۴۰
کنترل	پس آزمون	فرونتال	۷۳/۸۶	۱۵/۲۲	۶/۶۱
آزمایش	پیش آزمون	فرونتال	۷۶/۴۱	۱۳/۹۸	۵/۰۰
آزمایش	پس آزمون	فرونتال	۵۴/۶۵	۲۹/۵۲	۹/۰۰
کنترل	پیش آزمون	پاریتال	۷۴/۹۳	۱۴/۸۷	۶/۴۷
کنترل	پس آزمون	پاریتال	۷۱/۹۷	۱۶/۷۸	۷/۱۰
آزمایش	پیش آزمون	پاریتال	۷۲/۲۴	۱۹/۹۱	۵/۱۱
آزمایش	پس آزمون	پاریتال	۵۳/۹۳	۳۲/۲۳	۹/۴۰
کنترل	پیش آزمون	تمپورال	۷۷/۰۰	۱۵/۲۷	۴/۶۵
کنترل	پس آزمون	تمپورال	۷۲/۵۰	۱۷/۳۱	۵/۳۴
آزمایش	پیش آزمون	تمپورال	۷۱/۷۳	۱۶/۸۸	۶/۳۹
آزمایش	پس آزمون	تمپورال	۶۰/۸۰	۲۴/۸۰	۸/۳۰
کنترل	پیش آزمون	اکسیپیتال	۷۴/۹۴	۱۵/۵۴	۵/۵۳
کنترل	پس آزمون	اکسیپیتال	۷۱/۶۷	۱۷/۴۲	۶/۲۰
آزمایش	پیش آزمون	اکسیپیتال	۷۳/۶۲	۱۶/۵۰	۵/۹۰
آزمایش	پس آزمون	اکسیپیتال	۵۶/۳۳	۲۶/۷۷	۱۰/۹

جدول ۱۳ و نمودارهای ۱۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۵ مربوط به آن نشان می دهند که کاهش درصد موج دلتا در لوب تمپورال کمتر از سه لوب دیگر است و در نتیجه تمرینات حرکتی تأثیر بیشتری بر توان نسبی مغزی در سه لوب دیگر دارند. افزایش درصد موج تتا در لوبهای پاریتال و تمپورال کمتر از دو لوب دیگر است و در نتیجه برنامه ورزش درمانی ویژه تأثیر کمتری بر توان نسبی و رسیدگی مغز در لوبهای پاریتال و تمپورال دارد. افزایش درصد موج آلفا در لوب تمپورال کمتر از سه لوب دیگر است و افزایش درصد موج بتا در لوبهای پاریتال و تمپورال قابل ملاحظه نیست که نشان دهنده تکامل کمتر مغز در این نواحی است.



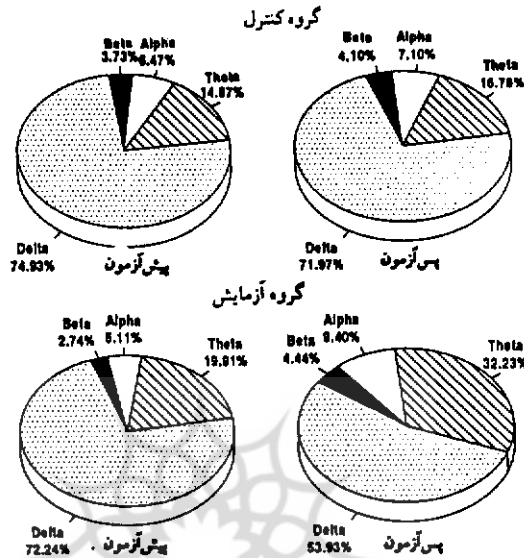
### درصد امواج مغزی در لوب فرونتال (pwr%)



نمودار ۱۲ مقایسه توان نسبی الکتریکی لوب فرونتال کرتکس مغز از طریق محاسبه ارزش نسبی امواج مغزی دلتا، تتا، آلفا و بتا بین دو گروه کنترل و آزمایش و مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه

نمودار ۱۲ نشان می‌دهد که در گروه آزمایش، اجرای تمرینات حرکتی ویژه باعث افزایش چشمگیر درصد امواج مغزی تتا و آلفا و به مقدار کمتری درصد موج بتا شده است. همچنین کاهش قابل ملاحظه‌ای در درصد موج دلتا به وجود آمده است که نشان‌دهنده افزایش توان نسبی مغز در این لوب است.

درصد امواج مغزی در لوب پاریتال (pwt) (%)

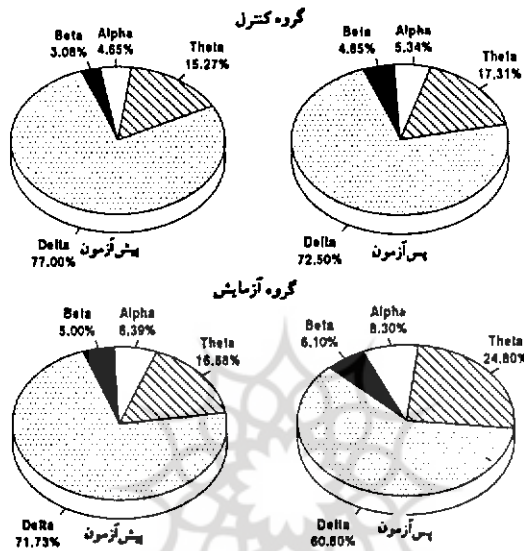


نمودار ۱۳ مقایسه توان نسبی الکتریکی لوب پاریتال کرتکس مغز از طریق محاسبه ارزش نسبی امواج مغزی دلتا، تتا، آلفا و بتا بین دو گروه کنترل و آزمایش و مراحل پیش از موزن و پس از موزن در هر گروه

اطلاعات مندرج در نمودار ۱۳ نشان می‌دهند که در گروه آزمایش، اعمال برنامه حرکت درمانی ویژه باعث افزایش قابل توجه درصد امواج تتا و آلفا و به مقدار کمتری - که درخور توجه نیست - درصد موج بتا شده است. همچنین کاهش چشمگیری در درصد موج دلتا به وجود آمده است. البته افزایش درصد موج تتا در این لوب کمتر از لوبهای فرونتال و اکسیپیتال است.



### درصد امواج مغزی در لوب تمپورال (%pwt)



نمودار ۱۴ مقایسه توان نسبی الکتریکی لوب تمپورال کرتکس مغز از طریق محاسبه ارزش نسبی امواج مغزی دلتا، تتا، آلفا و بتا بین دو گروه کنترل و آزمایش و مراحل پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه

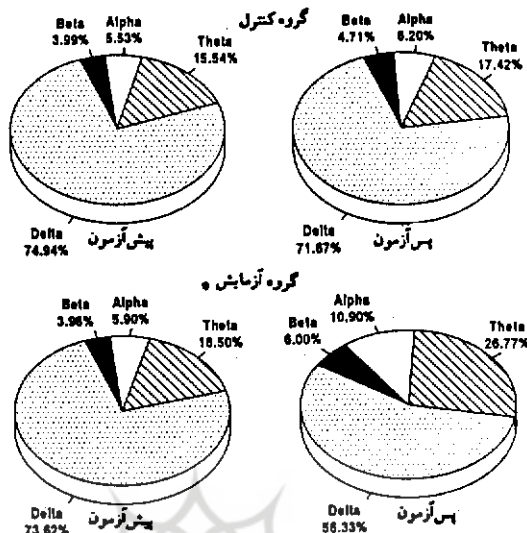
اطلاعات درج شده در نمودار ۱۴ نشان می دهند که در گروه آزمایش، میزان کاهش درصد موج دلتا و افزایش درصد موج آلفا، تتا و بتا کمتر از سه لوب دیگر است و در نتیجه تمرینات حرکتی تأثیر کمتری بر افزایش توان نسبی مغزی در این لوب داشته اند. البته افزایش درصد موج بتا درخور توجه نیست.





## تأثیر برنامه ویژه ورزش درمانی بر فرایند...

### درصد امواج مغزی در لوب اکسیپیتال (% pwr)



نمودار ۱۵ مقایسه توان نسبی الکتریکی لوب اکسیپیتال کرتکس مغز از طریق محاسبه ارزش نسبی امواج مغزی دلتا، تتا، آلفا و بتا بین دو گروه کنترل و آزمایش و مراحل پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه

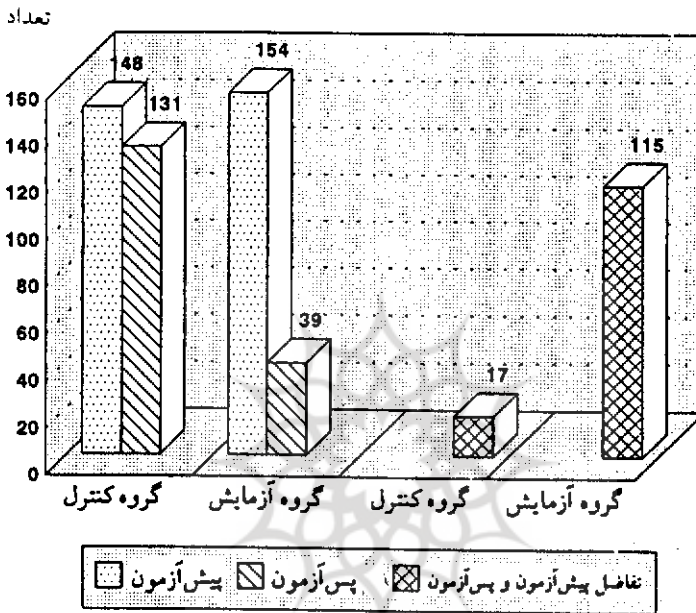
نمودار ۱۵ نشان می دهد که در گروه آزمایش، اجرای برنامه ویژه ورزش درمانی باعث افزایش قابل ملاحظه ای در درصد امواج تتا و آلفا و به مقدار کمتری درصد موج بتا شده است. همچنین کاهش چشمگیری در درصد موج دلتا به وجود آمده است که نشان دهنده تأثیر مثبت تمرینات حرکتی ویژه بر افزایش توان نسبی مغز در این لوب است.

جدول ۱۴ تعداد مراکز مغزی که دارای فعالیت های الکتریکی غیر طبیعی اند و تعداد افرادی که فعالیت زمینه ای مغز آنها آهسته (۷- هرتز) بوده است

متغیرها	گروه کنترل		گروه آزمایش	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
ولتاژ بالا	۴۴	۴۱	۲۶	۱۱
ولتاژ پایین	۱۹	۱۵	۱۵	۲
فرکانس بالا	۳	۲	۴	۱
فرکانس پایین	۳۴	۲۸	۳۷	۱۳
تخلیه الکتریکی	۴۸	۲۵	۵۲	۹
فعالیت الکتریکی زمینه (۷- هرتز)	۱۵	۱۴	۱۴	۲



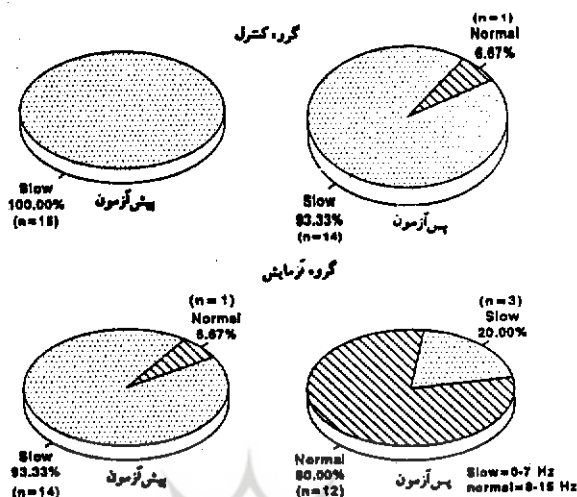
تعداد مراکز مغزی با فعالیتهای الکتریکی غیرطبیعی  
(ولتاژ بالا و پایین، فرکانس بالا و پایین، تخلیه)



نمودار ۱۶ مقایسه تعداد مراکز مغزی که دارای فعالیتهای الکتریکی غیرطبیعی مانند تخلیه الکتریکی، فرکانس بالا و پایین و ولتاژ بالا و پایین هستند بین دو گروه کنترل و آزمایش و مراحل پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه

مندرجات جدول ۱۲ و نمودار ۱۶ نشان می دهند که تعداد مراکز مغزی که فعالیتهای الکتریکی غیرطبیعی داشتند در اثر اعمال متغیر مستقل (تمرینات حرکتی) در گروه آزمایش به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافته اند و مغز از لحاظ عملکرد و فعالیتهای الکتریکی تکامل بیشتری پیدا کرده و فعالیت الکتریکی آن اصلاح شده است.

فعالیت الکتریکی زمینه کرنکس مغز



نمودار ۱۷ مقایسه تعداد و درصد آزمودنی‌هایی که فعالیت زمینه‌ای مغز آنها آهسته (۰-۷ هرتز) یا طبیعی (۸ تا ۱۵ هرتز) بوده است بین دو گروه کنترل و آزمایش و مراحل پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه

نمودار ۱۷ نشان می‌دهد که اجرای برنامه حرکت درمانی ویژه، باعث طبیعی شدن فعالیت زمینه‌ای مغز در گروه آزمایش شده و مغز از نظر عملکرد الکتریکی خود تکامل بیشتری پیدا کرده است.

۴. بحث درباره یافته‌های تحقیق

الف) تکامل حرکتی

در این تحقیق تأثیر برنامه ویژه ورزش درمانی در بهبود تواناییهای حرکتی کودکان فلج مغزی مورد بررسی قرار گرفت که با توجه به نتایج به دست آمده، یعنی معنادار بودن تفاوت نمره تست حرکتی بین مراحل پیش آزمون و پس آزمون گروه آزمایش و بین دو گروه کنترل و آزمایش در سطح ۰/۰۰۱، می‌توان گفت اجرای برنامه ویژه ورزش درمانی در بهبود و تکامل تواناییهای حرکتی و عملکرد مغز تأثیر مثبت داشته است. گاهی هرچند سریع و گذرا به زندگی انسان مبین نیاز به هماهنگی عضلات برای انجام کارهاست. فرایند رشد جسمی نشان می‌دهد که برخی از این نیازها در مراحل اولیه زندگی شکل می‌گیرند. فعالیتهای اولیه عضلانی را می‌توان معمولاً به پاسخهای غریزی استناد داد؛ اما استفاده صحیح از این توان بالقوه و تعمیم آن به سایر موارد باید در مرحله از زندگی آموخته شوند. برخی از این مهارتها و تواناییهای حرکتی باید در سالهای اولیه زندگی شکل صحیح خود را باز یابند و از دقت، هماهنگی، همزمانی با تکامل طبیعی، روانی عضلات حرکتی و نیروی عضلانی برخوردار



باشند تا فرد پیوسته بتواند صحیح راه رفته، بدن خود را در حرکات مختلف کنترل کند. همچنان که می‌دانیم برای ظهور حتی یک رفتار ساده حرکتی در اندامها، درگیری و دخالت کلیه سیستمهای مغزی ضروری است، یعنی برای انجام دادن یک حرکت ساده نخست باید از طریق حواس مختلف درونی و بیرونی اطلاعاتی به سیستم عصبی برسد و سیستم لیمبیک نیاز به انجام دادن حرکت خاص را اعلام کند. متعاقب این اعلام نیاز، مناطق ارتباطی مغز (قشر ارتباطی) استراتژیهای انجام یافتن رفتار حرکتی مذکور را به قسمتهای مختلف مغز از جمله کرکس حرکتی، عقده‌های قاعده‌ای و مخچه ارسال می‌کنند. در این مناطق پردازشهای گوناگون روی اوامر صادر شده انجام می‌گیرد و سپس طی یک بوروکراسی مفصل، اما در کمترین زمان ممکن، نظرها و واکنشهای این مناطق مختلف باهم یکپارچه شده، فرمان نهایی برای انجام یافتن عمل به مراکز تحتانی تر سیستم عصبی مخابره می‌گردد و به اندام هدف می‌رسد تا حرکت ساده لازم انجام شود. به علاوه از این حرکت اجرا شده و نتیجه آن گزارشهایی تهیه و به طور بازخوردی به مراکز بالاتر سیستم عصبی مانند مخچه و نهایتاً سیستم لیمبیک (مرکز اولیه اعلام نیاز) مخابره می‌گردد تا نتیجه عملکرد با نیاز اعلام شده مقایسه گردد و صحت و سقم آن اعلام شود و در صورت عدم ارضای نیاز، دستور انجام یافتن حرکت به طریق دیگر صادر گردد. پس برای انجام دادن یک حرکت ساده، هماهنگی و همکاری نزدیک بین تمام قسمتهای سیستم عصبی لازم است. حال با مشاهده پیشرفتهای حرکتی آزمودنیهای گروه آزمایش درمی‌یابیم که مدارهای نرونی مغز برای انجام دادن حرکات تنظیم و تصحیح شده‌اند یا مدارها و مسیرهای عصبی مکنون فعال شده‌اند و یا مدارهای جدیدی به وجود آمده‌اند و عملکرد مناطق مختلف مغزی با همدیگر و با دیگر سیستمها هماهنگ گشته‌اند. همان‌طور که گفته شد بعد از تولد، تکامل مراحل عصبی در اثر دو عامل ژنتیک و تحریکات خارجی صورت می‌گیرد. پتانسیل ژنتیک در کودکی که ضایعه مغزی دارد به وسیله تحریکات خارجی یا همان تمرینات حرکتی به ظهور می‌رسد؛ زیرا کودکی که خود توانایی حرکت کردن را از دست می‌دهد با کاهش در دریافت تحریکات خارجی، امکان استفاده از جریانهای کنترل ژنتیک برای او میسر نمی‌شود و در نتیجه علاوه بر اینکه دادن تحریکات یعنی تمرینات حرکتی تجویز شده به او باعث کمک و تسریع در رشد عصبی خواهد شد، برای کودک این امکان را فراهم می‌آورد تا از امکانات ژنتیک خود به نحو مناسب بهره‌برداری کند. در صورتی که این تمرینات براساس نروفیزیوپاتولوژی کودک فلج مغزی تنظیم گردند و از تکرار مناسب در طول روز برخوردار باشند، به احتمال زیاد می‌توانند علاوه بر تأثیرگذاری مناسب بر مکانیزمهای نروپلاستی سیتی (میلین‌دار شدن<sup>۱</sup>، رشد و تکثیر دندریتی<sup>۲</sup>، جوانه‌زدن آکسونی<sup>۳</sup>، جانشین‌سازی<sup>۴</sup>، رفع شوک عصبی<sup>۵</sup>، تعدیل و تکثیر سیناپسی<sup>۶</sup>، تغییرات نروتراسمیتری<sup>۷</sup>، تغییرات عامل رشد عصبی<sup>۸</sup>، تجدید سازماندهی<sup>۹</sup>، تولید و

1. myelination
2. dendritic growth & proliferation
3. axonic sprouting
4. substitution
5. diaschisis
6. synaptic modulation & proliferation

مهاجرت نوروبلاستها<sup>۱۱</sup> به طور کلی، بر جریان میلین دار شدن، تکمیل و تکثیر سیناپسهای لازم و سازماندهی مجدد مدارهای نرونی نیز به طور خاص اثر بگذارند و فرایند رشد و تکامل حرکتی و عصبی را بهبود بخشیده، تسریع کنند. همچنین تکرار مناسب حرکات، ترشح واسطه‌های شیمیایی را تنظیم و مدارهای نرونی را تسهیل می‌کند و راههای رفت و آمد ایمپالس‌های عصبی از اندامها به مغز بالعکس را متعادل تر کرده مانع رشد انحرافی این راهها می‌شود. اجرای تمرینات حرکتی احتمالاً باعث جانشین‌سازی مسیرهای عصبی فرعی یا مکنون می‌شود؛ زیرا مغز به طور طبیعی با چندین فرایند نرونی که به طور موازی جریان پیدا می‌کنند، کار می‌کند. اگر یک جریان از مسیر عمل به وسیله ضایعه خارج شود ممکن است یکی از جریانهای باقیمانده، عمل از دست رفته را به عهده گیرد. فعالیت‌های حسی و حرکتی در مناطقی که نرون مورد نظر سیناپس تشکیل می‌دهد باعث ترشح  $^{11}\text{NGF}$ ,  $^{12}\text{BDNF}$ ,  $^{13}\text{CNTF}$ ,  $^{14}\text{NTF}$  می‌شوند که به وسیله فعل و انفعالات نرونها با اهدافشان تنظیم می‌گردند. فعالیت عضله هدف بقای اعصاب حرکتی را تنظیم می‌کند. در این مورد نیز تمرینات حرکتی تجویز شده باعث تعدیل و ترشح عوامل رشد عصبی می‌شوند.

### ب) تکامل رفلکسی

در این تحقیق تأثیر اعمال برنامه ویژه ورزش درمانی بر جریان رشد رفلکسی در کودکان فلج مغزی مورد بررسی قرار گرفت؛ زیرا بررسی رشد رفلکسی کودک یکی از کلیدهای راهیابی به مغز و ارزیابی جریان رشد آن است. پس می‌توان با تعیین سطح قالب رفلکسی از چگونگی تکامل مغز اطلاع حاصل کرد. در این خصوص با بررسی اطلاعات جمع‌آوری شده از طریق تست رفلکسی نتایج ذیل به دست آمد.

در گروه آزمایش در مرحله پیش‌آزمون ۸۶/۶۷ درصد آزمودنیها از لحاظ سطح غالب رفلکسی در سطوح نخاع و ساقه مغز و ۱۲/۳۳ درصد در سطوح ساقه مغز و مغز میانی قرار داشتند و در مرحله پس‌آزمون ۸۰ درصد آنها در سطوح مغز میانی و کرتکس و ۲۰ درصد در سطوح ساقه مغز و مغز میانی بود؛ ولی در گروه کنترل این نسبتها به ۹۳/۳۳ درصد در سطوح نخاع و ساقه مغز و ۶/۶۷ درصد در سطوح ساقه مغز و مغز میانی در مرحله پیش‌آزمون به ۶۶/۶۷ درصد در سطوح نخاع و ساقه مغز و ۳۳/۳۳ درصد در سطوح ساقه مغز و مغز میانی در مرحله پس‌آزمون می‌رسید. باتوجه به اینکه هر کودک سالم سیر طبیعی رشد و تکامل رفلکسی را طی می‌کند و با از بین رفتن تدریجی سطوح اولیه

7. neurotransmitters

9. reorganization

11. nerve growth factor

13. neurotrophin 3

8. nerve growth factor

10. generation & migration of neuroblasts

12. brainderived neurotrophic factor

14. ciliary neuronotrophic factor



رفلکسی، مثل سطوح نخاع و ساقه مغز به رفلکسهای سطوح بالاتر ارتقا می‌یابد و اگر رفلکسهای سطوح بالاتر قادر نباشند که به جای رفلکسهای اولیه جایگزین شوند، رفلکسهای سطوح پایینتر جایگزین شده، از رشد طبیعی حرکات جلوگیری خواهند کرد، رفلکسهای اولیه خاصی از قبیل رفلکس گرفتن (چنگ زدن) و رفلکس راه رفتن باید قبل از اینکه حرکات ارادی کسب شوند، از بین بروند. هر یک از چهار سطح سیستم عصبی مرکزی، یعنی سطح نخاع و ساقه مغز (کودک فقط به شکم یا پشت قرار می‌گیرد و از هیچیک از اعضای خود استفاده نمی‌کند)، مغز میانی (کودک قادر به نگهداشتن تنه و سر خود بوده، می‌تواند بچرخد، چهار دست و پا راه برود یا بنشیند) و کرتکس (کودک قادر است عکس‌العملهای تعادلی را انجام دهد و بایستد و حتی حرکت کند) دارای تعدادی رفلکس هستند که این رفلکسها تا یک زمان بخصوص طبیعی‌اند؛ اما این قوسهای رفلکسی بعدها باید شکسته شده، از بین بروند و جای خود را به رفلکسهای سطوح بالاتر بدهند. در موارد نرولوژیک ممکن است درجات مختلف یک مرحله یا تمام مراحل با هم در یک کودک فلج مغزی دیده شوند و آگاه بودن از رفلکسهای طبیعی و غیرطبیعی و آثار آنها بر روی رفتار حرکتی در شناخت هرچه بیشتر نقصان نرولوژیک و انجام یافتن یک ارزیابی کامل، مفید و مؤثر است. همچنین می‌توان با استفاده از اصول نروفیزیولوژی رفلکسها اختلالات عملکردی سیستم عصبی مرکزی را ارزیابی کرد و توالی طبیعی رشد بلوغ رفلکسی (تعاین بلوغ رفلکسی)، نروفیزیولوژیکی سیستم عصبی مرکزی و پاسخهای طبیعی و غیرطبیعی را به دست آورد. درصدهای ذکر شده نشان می‌دهند که در گروه آزمایش آزمودنیها به طور قابل ملاحظه‌ای از سطوح پایینتر به سطوح بالاتر تکاملی ارتقا یافته‌اند. بنابراین انجام دادن تمرینات حرکتی با توجه دقیق به سطح انتگراسیون در سیستم عصبی، منجر به جامعیت مراکز پایینتر و هدایت ایمنالساها به مراکز بالاتر می‌شود؛ یعنی با رشد و تکامل مراکز پایینتر و جامع شدن رفلکسها و رفتارهای حرکتی سطوح پایین، مسیر برای تحریک و تغذیه مراکز بالاتر باز شده، رفتارهای حرکتی کودک قشری یا کورتیکال می‌شوند و کودک از بخش ساب‌کورتیکال یا زیر قشری به کورتیکال ارتقا می‌یابد و دستگاه عصبی مرکزی او از نظر ساختمان و عمل تکامل پیدا کرده، رشد می‌کند. وقتی کودک با مجموعه‌ای از تحریکات جدید مانند تمرینات حرکتی مواجه می‌شود، احتیاج به یک رفلکس یا حرکت پیچیده‌تر از رفلکس یا حرکت قبلی را ایجاد می‌کند و رفلکسهای مراحل پیشرفته توسعه و رشد پیدا می‌کنند و همزمان با این تغییرات رفلکسی، حرکات غیرارادی کودک به حرکات ارادی تبدیل می‌شوند. در نتیجه رفلکسهای سطوح پایینتر، زمینه به وجود آمدن رفلکسهای سطوح بالاتر را فراهم می‌آورند و در نتیجه قدرت انجام یافتن فعالیت‌های حرکتی ظریف<sup>۱</sup> و عمده<sup>۲</sup> بهبود می‌یابند. از طرفی می‌توان گفت مقدار حرکات عمده در یک فرد بستگی به سطوح رفلکسی موجود در آن فرد دارد و نتیجتاً کودک همراه با تجربه مهارت حرکتی عمده، به توسعه و تکوین سطوح رفلکسی بالاتر کمک می‌کند. رشد رفلکسها مقدار رشد و تکامل



سیستم عصبی مرکزی (مغز) آزمودنیهای گروه آزمایش را به ما نشان می‌دهد. رفلکسهای پیشرفته که در مراحل تکوین مغز میانی و کرتکس دیده می‌شوند در واقع رفلکسهای جدیدی نیستند، بلکه مجموعه کامل شده و تلفیق دو مرحله قبلی تکوین هستند و این مفهوم، اهمیت رفلکسها را در توسعه و رشد حرکات کلی و وسیع نشان می‌دهد.

### ج) کاهش حجم منطقه ضایعه دیده مغزی

در این تحقیق تأثیر طرح و اجرای تمرینات حرکتی براساس نروفیزیوپاتولوژی کودک فلج مغزی بر جریان نروپلاستیسیته مغز آنها بررسی شد و با توجه به اینکه نروپلاستیسیته شامل تغییرات عملکردی و ساختمانی دستگاه عصبی مرکزی می‌شود، برای ارزیابی تغییرات بافتی و ساختمانی، حجم منطقه ضایعه دیده مغزی محاسبه شد و بین دو گروه کنترل و آزمایش و مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج زیر به دست آمد:

اختلاف حجم (کاهش) منطقه ضایعه دیده مغزی بین دو گروه کنترل و آزمایش در سطح  $0/001$  معنادار بود. همچنین مقایسه حجم منطقه ضایعه دیده مغزی بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش در سطح  $0/001$  معنادار بود؛ ولی در گروه کنترل چنین نبود. این نتایج نشان می‌دهند که تمرینات حرکتی به نحوی باعث تسریع رشد بافت مغزی شده‌اند. مکانیسمهایی از فرایند نروپلاستیسیته که سبب افزایش وزن و حجم بافت مغزی می‌شوند عبارتند از میلین‌دار شدن، جوانه زدن زواید آکسونی، تکثیر سیناپسی، تولید نروبلاستها، افزایش پروتئینها و نروپپتیدهای مغزی و رشد و تکثیر دندریتی. پس می‌توان نتیجه گرفت که اجرای تمرینات حرکتی ویژه که براساس فیزیولوژی مغز و پاتولوژی ضایعه مغزی طرح‌ریزی و به دفعات مناسب طبق جریان طبیعی رشد و تکامل عصبی - حرکتی در روز تکرار شده‌اند، بر فرایند تکامل ساختمان و عمل مغز مؤثرند. البته سلولهای نروگلیال که در سیستم عصبی عمل نگهداری و پشتیبانی را انجام می‌دهند و حدود 40 درصد از سلولهای مغز را تشکیل می‌دهند نیز افزایش یافته، باعث رشد بافت عصبی می‌شوند.

### د) افزایش توان مطلق و نسبی یا فعالیت الکتریکی مغز

در این تحقیق تأثیر تجویز تمرینات حرکتی براساس نروفیزیوپاتولوژی کودک فلج مغزی که طبق جریان رشد و تکامل طبیعی حرکتی و عصبی طرح و اجرا شده‌اند روی روند نروپلاستیسیته مغز آنها مورد بررسی قرار گرفت و عملکرد و فعالیت الکتریکی کرتکس مغز در کل و در لوبهای کرتکسی به طور جداگانه تحت عنوان مطلق و نسبی الکتریکی مغز از طریق محاسبه فرکانس، ولتاژ و مقدار امواج مغزی در 22 ثانیه اول نمودار EEG مشخص شد که نتایج به دست آمده از این قرار است:



کاهش موج دلتا در کل کرتکس مغز بین دو گروه آزمایش و کنترل و بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایش در سطح  $0/001$  معنادار بود، ولی در گروه کنترل معنادار نبود. افزایش موج تتا در کل کرتکس مغز بین دو گروه آزمایش و کنترل و بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایش در سطح  $0/001$  معنادار بود ولی در گروه کنترل چنین نبود. افزایش موج آلفا در کل کرتکس مغز بین دو گروه آزمایش و کنترل و بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایش در سطح  $0/001$  معنادار بود، ولی در گروه کنترل معنادار نبود. افزایش موج بتا در کل کرتکس مغز بین دو گروه کنترل و آزمایش و بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه معنادار نبود. کاهش موج دلتا بین دو گروه آزمایش و کنترل در لوب فرونتال در سطح  $0/001$ ، در لوب پاریتال در سطح  $0/001$ ، در لوب تمپورال در سطح  $0/001$  و در لوب اکسیپیتال در سطح  $0/001$  معنادار بود. افزایش موج تتا بین دو گروه کنترل و آزمایش در لوب فرونتال در سطح  $0/001$ ، در لوب پاریتال در سطح  $0/05$ ، در لوب تمپورال در سطح  $0/05$  و در لوب اکسیپیتال در سطح  $0/001$  معنادار بود. افزایش موج آلفا بین دو گروه کنترل و آزمایش در لوب فرونتال در سطح  $0/001$ ، در لوب پاریتال در سطح  $0/001$ ، در لوب تمپورال در سطح  $0/001$  و در لوب اکسیپیتال در سطح  $0/05$  معنادار بود، ولی در لوبهای پاریتال و تمپورال معنادار نبود. از آنجا که ظهور موج دلتا که آهسته‌ترین امواج مغزی است در نوزادان یا در بزرگسالان خواب، طبیعی بوده، اما در دیگر موارد غیرطبیعی است، ظهور موج تتا در کودکان یا در بزرگسالان خواب‌آلود، طبیعی، ولی در بزرگسالان کاملاً بیدار، غیرطبیعی است. ظهور موج آلفا در نواحی خلفی سر و موج غالب فعالیت زمینه در حالت بیداری راحت با چشمان بسته، طبیعی، ولی در سایر موارد غیرطبیعی است و ظهور موج بتا که فعالیت سریع با میدان نوسان پایین است و معمولاً در سرتاسر نواحی قدامی سر دیده می‌شود طبیعی است و در سایر موارد غیرطبیعی است. می‌توان نتیجه گرفت که تجویز و اجرای تمرینات حرکتی براساس اصول فیزیولوژی مغز، اعصاب و عضلات و پاتولوژی ضایعه مغزی، تأثیرات عمیق و شگرفی در جریان درمان، بهبود و تکامل عملکرد الکتریکی مغز دارد و باعث افزایش توان مطلق الکتریکی مغز می‌شود. با افزایش امواج تتا، آلفا و بتا، سرعت پردازش اطلاعات در مغز افزایش می‌یابد و در نتیجه سرعت واکنش به محرکها و تداعی آنها، سرعت ترشح نوروترانسمیترها و سرعت انتقالات عصبی افزایش می‌یابد. تمرینات حرکتی باعث انتگراسیون و جامعیت سطوح عصبی پایین شده، به رشد و پیشرفت سطوح بالاتر مغز نیز کمک می‌کنند. نتایج به‌دست آمده همچنین نشان می‌دهند که تأثیرات ساختاری و عملکردی تمرینات حرکتی در درجه اول متوجه لوبهای فرونتال و اکسیپیتال و سپس پاریتال و در آخر تمپورال هستند؛ یعنی این تأثیرات بیشتر در نواحی حرکتی کرتکس بروز کرده، به میزان کمتری در مناطق ارتباطی و حسی ظاهر می‌شوند. نتایج حاصل از بررسی توان نسبی الکتریکی یا درصد امواج مغزی نیز افزایش فعالیت



الکتریکی مغز، سرعت پردازش اطلاعات، سرعت انتقال سیناپسی، هدایت نرونی و سرعت واکنش به تحریکات را به ترتیب در لوبهای فرونتال، اکسیپیتال، پاریتال و تمپورال تأیید می‌کند. مقایسه تعداد و درصد مراکز مغزی که دارای فعالیت‌های الکتریکی غیرطبیعی هستند بین دو گروه کنترل و آزمایش و مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه، تأثیر مثبت تمرینات حرکتی را در تنظیم عملکرد مدارهای نرونی مغز، سازماندهی مجدد، تعدیل و تنظیم نروترانسمیترها، تعدیل و تکثیر سیناپسها و جوانه زدن آکسونی تأیید می‌کنند. بررسی فعالیت زمینه‌ای کرتکس مغز نیز نشان می‌دهد که آزمودنیهای گروه آزمایش از دارا بودن فعالیت زمینه‌ای کُند یا آهسته به فعالیت زمینه‌ای طبیعی ارتقا یافته‌اند که خود مؤید تأثیر مثبت برنامه ویژه ورزش درمانی بر فرایند نروپلاستیسمته است.

## ۵. نتیجه‌گیری

هر فرد تحت تأثیر یکی از سه مقوله حسی قرار می‌گیرد که عبارتند از: حس حرکتی، حس بینایی و حس شنوایی. همچنین هر فرد پردازش اطلاعات را در هر موقعیت خاص بیشتر از طریق یکی از این حواس انجام می‌دهد. خود حرکت نیز بر اساس مدار اطلاعاتی است که به صورت داخلی و خارجی عمل می‌کند. درون‌دادهای حسی از طریق سیستم حسی اولیه شامل حس‌های لمسی، عمقی، شنوایی، بینایی، وستیبولار، چشایی و بویایی دریافت شده، توسط سیستم عصبی مرکزی، ارگانیزه می‌شوند. این مدار حسی - حرکتی اجازه کنترل نوع حرکت و یادگیری حرکتی را می‌دهد. پس می‌توان گفت حرکت یک فن حسی - حرکتی است و سازماندهی ترتیبی سیستم عصبی در یکی کردن رفلکسها، بازخوردهای حسی در سطوح مختلف این سیستم و پیامهای عصبی آوران که از پوست، عضلات و مفاصل ارسال می‌شوند برای ایجاد سطوح بالاتر حرکتی ضروری‌اند. همچنین بینایی منبع بسیار مهمی در بهبود عملکرد حرکتی است. تحریکات حسی که به واسطه فعالیت حرکتی ایجاد می‌شوند مآلاً باعث تسهیل سیناپسهایی می‌شوند که در انجام دادن آن عمل دخالت دارند. سیناپسها در تنظیم جوابهای حرکتی بسیار مهم هستند و چه بسا با ارسال یا تغییر یک درون‌داد حسی می‌توان تعداد سیناپسها را افزایش داد که هرچه تعداد این سیناپسها بیشتر باشد به علت رسیدن پیامهای متنوع از مدارهای نرونی مختلف، پاسخهای حرکتی متنوع‌تر خواهند بود و یک پاسخ حرکتی مناسبتر دریافت خواهد شد یا می‌توان سبب شد که نرون پیش‌سیناپسی پیام تسهیلی قویتری برای دپلاریزاسیون نرون پس‌سیناپسی ایجاد کند و تأخیر زمانی کوتاهی (۵/۰ میلی‌ثانیه زمان عبور ایمپالس از سیناپس یا تأخیر سیناپسی) را که برای هر سیناپس وجود دارد کاهش داده، سرعت سیر پیام عصبی را افزایش داد. به‌طور کلی مغز از عضلات و کار آنها هیچ اطلاعی ندارد. آنچه مغز از آن اطلاع دارد، الگوی حرکتی است. به عبارتی مغز فقط حرکت را می‌شناسد. پس می‌توان با استفاده از الگوهای حرکتی هدفمند برای ایجاد کنترل ارادی حرکتی سود



برد (برنامه‌ریزی مرکزی). مخچه مسئول کنترل خودکار و نیمه‌آگاه فعالیت‌های حرکتی است و فعالیت‌های حرکتی مهارتی به شدت با کنترل نیمه‌آگاه در ارتباطند. مغز مرکز فرماندهی است، اما مخچه تمام اطلاعاتی را که توسط سلولهای هرمی به دستگاه حرکتی نخاع صادر می‌شوند سریعاً جمع‌آوری کرده، با تخلیه فرمان به سوی پایین و به داخل راه هرمی پیامهایی را که از مغز دریافت می‌دارد، کنترل می‌کند. سلولهای مخچه و هسته‌های قاعده‌ای قبل از انجام یافتن حرکت فعال می‌شوند، به طوری که فعالیت نرونی در ناحیه پیش‌حرکتی قشر مغز و در بعضی از نواحی عقده‌های قاعده‌ای چند میلی‌ثانیه قبل از بروز یک حرکت ارادی به وجود می‌آیند و در حدود ۴۰-۱۸ میلی‌ثانیه - و گاهی تا یک ثانیه - قبل از شروع فعالیت حرکتی سلولهای کورتیکال، در مدارهای کورتیکال فعالیت نرونی در نواحی حسی مغز شروع می‌شوند. همچنین سلولهای کرتکس حرکتی در گيروس پیش‌مرکزی قبل از شروع حرکت فعال می‌شوند. معمولاً در حرکات آرام و آهسته، هسته‌های قاعده‌ای و در حرکات سریع و پرتابی، مخچه فعالیت‌هاست و سلولهای کورتکس مغز نیز در حین انجام دادن هر دو دسته حرکت فعالند. پس با استفاده از مجموع فعالیت‌های حرکتی که مربوط به فعالیت کرتکس مغزند، برنامه‌ریزی مرکزی، فیدبک حسی - محیطی که نه فقط اطلاعات حاصل از نتایج حرکت را ارائه می‌کند، بلکه قادر به فورمولی کردن عملهای بعدی نیز خواهد بود، برنامه‌های حرکتی تولید شده مرکزی<sup>۱</sup>، انگرام<sup>۲</sup> حسی (کنترل فیدبکی - حسی اعمال حرکتی) هنگامی که شخص یاد می‌گیرد که یک عمل حرکتی را انجام دهد هربار که این عمل را انجام می‌دهد آثار آن عمل را در نواحی حسی - پیکری خود احساس می‌کند و در مدارهای نرونی مربوط اعم از حسی و حرکتی نوعی تسهیل به وجود می‌آید، به طوری که هروقت آن عمل بخصوص بخواهد انجام شود از طریق مدارهای حسی و حرکتی تسهیل شده درک، تفسیر و انجام خواهد شد. این مدارهای تسهیل شده نوعی راه میانبر هستند که باعث صرفه‌جویی در زمان و انرژی شده، سرعت عکس‌العمل ارگانیزم به محرک را افزایش می‌دهند و در واقع وقتی حرکتی آموخته شد، سیستم عصبی به طور خودکار آن را تعقیب می‌کند و به عنوان راهنمای سیستم حرکتی مغز برای تولید مجدد آن طرح حرکتی وارد عمل می‌شود و وجود حلقه مغزی - مخچه‌ای که وظیفه آن کنترل درستی حرکت قبل از اثر فیدبک محیطی است، می‌توان سطوح رشد حرکتی را ارتقا داده، باعث تکامل مهارت‌های حرکتی شد. همچنین باتوجه به اینکه سرعت سیر سیگنال‌های عصبی در مغز حداکثر ۷۰ متر در ثانیه و در مخچه بالغ بر ۱۲۰ متر در ثانیه یعنی حدود دو برابر است، می‌توان با طرح و اجرای تمرینات خاص حرکتی بر اساس نروفیزیولوژی، سطح عمل را از بخش‌های قشری به مراکز زیرقشری انتقال داد و باعث افزایش سرعت عمل و کاهش زمان عکس‌العمل فرد شد.

یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهند که تمرینات حرکتی براساس نروفیزیوپاتولوژی کودک فلج مغزی، تأثیر عمیق و شگرفی بر جریان نروپلاستیسیته و مکانیزم‌های آن یعنی ترمیم، جوانه‌زدن،

جانشین‌سازی مسیرهای موازی عصبی، تعدیل و تکثیر سیناپسی، رشد و تکثیر دندریتی، تعدیل و تغییر نوروترانسمیتری، تعدیل و تغییر عوامل رشد عصبی، تولید و مهاجرت و مرگ برنامه‌ریزی شده نوروبلاستها، سازماندهی مجدد مدارهای نرونی مغز و سیناپسها، میلین‌دار شدن آکسونها و به‌طور کلی تکامل و رسیدگی مغز از لحاظ ساختمان و عمل دارند. همچنین تأیید می‌کنند که بیماری فلج مغزی قابل درمان بوده، می‌توان با چنین برنامه حرکت درمانی، کودکان فلج مغزی را به سطح طبیعی عملکرد عصبی - عضلانی یا نزدیک به آن ارتقا داد. همچنین یافته‌های این تحقیق نظریه انرژی مازاد اسپنسر و شیلر<sup>۱</sup> را در این دامنه سنی رد می‌کند؛ زیرا در این مرحله، رشد و تکامل سلولهای مغز دارای حداکثر فعالیت در زمینه نوروبلاستیسیته و مکانیزمهای آن از جمله میلین‌دار شدن زواید آکسونی، ساخت پروتئینها و پپتیدهای مغزی، سیناپس‌زایی، سازماندهی و غیره‌اند که همگی انرژی‌خواه هستند. به‌علاوه فرایند میلین‌دار شدن زواید آکسونی باعث افزایش سرعت هدایت و مصرف انرژی کمتر می‌شود، زیرا فقط گره‌های رانویه دپلاریزه می‌گردند. پس اثری از انرژی اضافی دیده نمی‌شود تا کودک با بازی کردن آن را مصرف کند. به‌نظر می‌رسد فعالیت زیاد کودک، نتیجه تحریک‌پذیری زیاد سیستم عصبی او، رشد و تکامل مرحله سیناپس‌زایی و تکثیر و تعدیل سیناپسها باشد؛ یعنی همانند مرکز تلفنی که هر روز تعدادی خط ارتباطی بر خطوط قبلی آن اضافه شود و خطوط تلفنی که از طریق آن مرکز باهم ارتباط برقرار می‌کنند افزایش یابند که در این صورت، فشار کار، فعالیت و مصرف انرژی در مرکز فوق زیادتر می‌شود. ملاحظه می‌شود که آنچه باعث افزایش فعالیت و مصرف انرژی بیشتر می‌گردد، ارتباطات بیشتر است، نه انرژی اضافی. شروع، خلق و ادامه فعالیت در اثر ارتباطات نرونی و فعالیت مدارهای نرونی است که موجب مصرف انرژی می‌شود. هیچ‌وقت انرژی اضافی به‌خودی‌خود سبب شروع و ادامه فعالیت یا حرکت نمی‌شود، بلکه برای شروع و ادامه فعالیت یا حرکت طرح، برنامه‌ریزی، اطلاعات، ارتباطات، تعبیر و تفسیر در کل سیستم عصبی لازم است. تغییر امواج مغزی در اثر تمرینات حرکتی نشانه تغییر در سرعت پردازش اطلاعات و تداعی است که خود بیانگر افزایش بهره هوشی است.

## ۶. موارد کاربردی

می‌توان از یافته‌های این تحقیق در زمینه درمان فلج مغزی، طرح تمرینات حرکتی مناسب برای مقاطع پیش‌دبستانی، دبستانی، راهنمایی، دبیرستان و حتی ورزشهای قهرمانی استفاده کرد تا بهترین نتیجه را در زمینه موردنظر از لحاظ سرعت، قدرت و دقت انجام حرکات به‌دست آورد. تمام افراد سالم در هر سطحی از مهارت‌های حرکتی (ورزشکار، غیرورزشکار و یا در سطوح مبتدی یا قهرمانی) بسته به اینکه



سطح مطلوب اجرای حرکات و مهارتها را با چه کیفیت و کمیتی در نظر بگیریم نسبت به یکدیگر به نوعی فلج مغزی مبتلا هستند. برای مثال کسی که نمی‌تواند روی طناب راه برود نسبت به یک بندباز دچار فلج مغزی است یا کسی که نمی‌تواند ضربه پنالتی را خوب بزند نسبت به کسی که این عمل را خوب و با مهارت انجام می‌دهد، به نوعی فلج مغزی مبتلا است. پس با تمرین و تربیت مغز می‌توان سطح اجرای مهارتهای حرکتی را بالا برد، سرعت عمل را افزایش داد و سبب کاهش زمان عکس‌العمل شد. که این امر برای افرادی نظیر دروازه‌بانان فوتبال اهمیت حیاتی دارد - یا مهارتهای ورزشی را تصحیح کرد. منطقی به نظر می‌رسد که واقعاً مغز عضلات را می‌چرخاند و عضلات جهان را و همچنین به نظر می‌رسد به کار بردن اصطلاح تربیت مغزی از نظر فیزیولوژی و عملکردی صحیح‌تر از اصطلاح تربیت بدنی است؛ زیرا فرمانهای مغز حرکات را می‌آفرینند و انجام دادن حرکات به طور بازخوردی از طریق گیرنده‌های خاص عصبی مغز را تحت تأثیر قرار می‌دهند. عضلات، چرخهای ماشینی هستند که موتور آن مغز است و اگر موتور ماشینی مثلاً در اثر خرابی باتری به وسیله استارت شروع به فعالیت نکرد می‌توان با هل دادن ماشین و چرخاندن چرخهای آن موتور را به فعالیت واداشت.

## ۷. منابع

- [۱] اتینر، جنیفر ل. و دانیل م. لاندروز، «کارکرد مغز و ورزش»، ترجمه عباسعلی گائینی، فصلنامه المپیک، ش ۱ و ۲، بهار و تابستان ۱۳۷۴، ص ۱۷-۸.
- [۲] سوردلو، جونل ل، «مغز معجزه‌های بی‌صدا»، ترجمه علی محمد عبادی، اطلاعات علمی، ش ۱۰، ش ۶، ص ۳۶-۴۲.
- [۳] کاین رینت، ناملا و جفری کاین، مغز و یادگیری، ترجمه محمدحسین یارمحمدیان و همکاران، اصفهان، انتشارات عروج، ۱۳۷۲.
- [4] Aminoff, Michael J, "Clinical Neurophysiology of Cortical Sensorimotor Function: Yesterday, Today and Tomorrow", *Journal of clinical neurophysiology*, American Electroencephalographic society, 1996, 13(3) PP. 219-226.
- [5] Chadwick, David, Niall Cartlidge & David Bates, *Medical Neurology*, Churchill livingstone, New York, 1989.
- [6] Cotman, Carl W, *Neuronal Plasticity*, Raven Press, New York, 1978.
- [7] Illis, L.S, *Neurological Rehabilitation*; 2nd Ed, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1975.
- [8] Kain, Reint & Jefri Kain, *Making Connections Teaching and the Human Brain*, ASCD, 1991.

- [9] Kandel, Eric R. *et al*, Principles of Neural Science, 3rd Ed Prentice-Hall, 1991.
- [10] Pallagrosi, M, "Neuroplasticity of the Developing Brain and Child Cortical Visual Impairment", *Journal Article review*, Italy: 1993, 29(1) PP. 163-5.
- [11] Ritaccio, Anthony L, "Reflex seizures", *Journal Neurologic, Clinics*, Vol. 12, No. 1, PP. 57-83.
- [12] The Spastics Society for People with Cerebral Palsy, *The Basic Motor Pattern*; 2nd Ed, 1990.
- [13] Wilmore, Jack H & David L. Costill, *Physiology of Sport and Exercise*, Human Kinetics Books, New York, 1994.





شروېشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی