

مقاله‌ی پژوهشی

تاثیر ۸ هفته تمرین ایروبیک بر عملکرد شناختی کودکان دارای اختلال یادگیری

خلاصه

مقدمه: اختلال یادگیری از چالش‌برانگیزترین اختلالات در زمینه‌ی روان-شناسی و آموزش و پرورش است. یکی از ویژگی‌های مهم کودکان دارای اختلال یادگیری، اختلال در کارکردهای حافظه است. هدف پژوهش حاضر بررسی تاثیر تمرینات ایروبیک بر بهبود عملکرد شناختی دانش‌آموزان دختر مقطع ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری بود.

روش کار: جامعه‌ی آماری این پژوهش، ۴۵ نفر از دانش‌آموزان دختر ۸ ساله مبتلا به اختلال یادگیری شهرستان سرایان در سال تحصیلی ۹۳-۱۳۹۲ بودند که ۳۰ نفر به صورت نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب و به تصادف در دو گروه ۱۵ نفری شاهد و آزمون قرار گرفتند. در ابتدا از طریق مصاحبه با کودک و والد، بررسی پیشینه و اجرای آزمون وکسلر اختلال یادگیری در این افراد تایید شد. به منظور ارزیابی عملکرد شناختی از آزمون وکسلر تجدید نظر شده‌ی کودکان استفاده شد. سپس گروه آزمون به مدت ۸ هفته برنامه‌ی تمرین درمانی ایروبیک را دریافت کردند. تحلیل آماری با استفاده از روش توصیفی، تحلیل واریانس و با کمک نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۸ انجام شد.

یافته‌ها: بنا بر نتایج این تحقیق، ۸ هفته تمرینات ایروبیک بر بهبود عملکرد شناختی کودکان دارای اختلال یادگیری در گروه آزمون نسبت به گروه شاهد تاثیر معنی‌داری داشته است ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تمرینات ایروبیک می‌تواند به عنوان یک روش غیر تهاجمی و غیر دارویی تاثیر مثبتی بر بهبود عملکرد شناختی کودکان دارای اختلال یادگیری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: اختلال یادگیری، تمرینات ایروبیک، شناخت، عملکرد

*مریم مسعودی

کارشناس ارشد تربیت بدنی، دانشگاه بیرجند،
بیرجند، ایران

علی ثقه الاسلامی

استادیار گروه تربیت بدنی، دانشگاه بیرجند،
بیرجند، ایران

مرضیه ثاقب‌جو

دانشیار گروه تربیت بدنی، دانشگاه بیرجند،
بیرجند، ایران

*مؤلف مسئول:

گروه تربیت بدنی، دانشگاه بیرجند، بیرجند،
ایران

masoudimaryam290@yahoo.com

تاریخ وصول: ۹۴/۰۲/۱۰

تاریخ تایید: ۹۴/۱۰/۰۹

پی‌نوشت:

این پژوهش برگرفته از پایان‌نامه بوده که با تایید دانشگاه بیرجند و بدون حمایت مالی نهاد خاصی انجام شده و ارتباطی با منافع نویسندگان ندارد. از همکاری مسئولین محترم اداری آموزش و پرورش شهرستان سرایان، معلمان، دانش‌آموزان، والدین و مربیان ورزشی مربوطه، قدردانی می‌گردد.

مقدمه

از آن جا که دانش‌آموزان به عنوان رکن اساسی نظام آموزشی کشور در دستیابی به اهداف نظام آموزشی، نقش و جایگاه ویژه‌ای دارند، توجه به این قشر از جامعه از لحاظ آموزشی و سلامت جسمانی-روانی، موجب باروری و شکوفایی هر چه بیشتر نظام آموزشی جامعه می‌گردد (۱). دانش‌آموزان در سنین و دوره‌های تحصیلی مختلف از نظر سطح یادگیری، یکسان نبوده و بعضی از آن‌ها به ویژه در سال‌های ابتدایی تحصیلی، شرایط همگون با گروه خود را از دست داده و رفتار آن‌ها آموزگاران را وادار به معرفی ایشان به متخصصان می‌نماید. اگر چه این کودکان از نظر رشد جسمی، قد و وزن، هوش، صحبت کردن، بازی و تعامل با دیگران و مهارت‌های خودیاری، بهنجار و تقریباً مشابه همسالان خود عمل می‌کنند، لیکن وقتی به مدرسه می‌روند و می‌خواهند خواندن، نوشتن و حساب را بیاموزند دچار مشکلات جدی می‌شوند (۲). اداره‌ی آموزش و پرورش ایالات متحده و قانون عمومی ۱۰۱-۴۷۶ اختلال یادگیری را چنین تعریف می‌کند: اختلال در یک یا چند فرآیند اساسی روان‌شناختی که در فهم یا کاربرد زبان گفتاری یا نوشتاری، ایجاد مشکل کرده و ممکن است به صورت توانایی ناقص در گوش دادن، فکر کردن، صحبت کردن، خواندن، نوشتن، هجی کردن کلمات یا محاسبات ریاضی، ظاهر گردد (۳). طبق راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی، اختلالات یادگیری زمانی تشخیص داده می‌شوند که پیشرفت در آزمون‌های استاندارد شده برای خواندن، ریاضیات یا بیان نوشتاری به طور قابل ملاحظه زیر حد مورد انتظار بر حسب سن، تحصیلات و سطح هوشی باشد (۴). میزان شیوع این اختلال از جامعه‌ای به جامعه‌ی دیگر و با توجه به ملاک‌های مورد استفاده متفاوت است. در ایران نیز جلیل آبکنار در سال ۱۳۹۲ میزان شیوع اختلالات یادگیری را ۲/۷ تا ۳۰ درصد که به طور متوسط ۱۰ تا ۲۰ درصد جمعیت دانش‌آموزی را دربرمی‌گیرد و در پسران بیشتر از دختران و به نسبت ۲ به ۱ است، گزارش کرده است (۵). در ۱۰ سال گذشته، میزان دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری به حد ۳۸ درصد افزایش یافته است (۶) این پژوهش‌ها نشان داده‌اند که شمار کودکان با اختلالات یادگیری، همانند برخی دیگر از ناتوانایی‌ها، به سرعت افزایش یافته که این می‌تواند دلیلی بر اهمیت مطالعه‌ی بیشتر در این زمینه باشد (۷). تعجبی ندارد که مغز را به عنوان پیچیده‌ترین ساختار جهان هستی که تاکنون شناسایی شده است توصیف می‌نمایند. از آن جایی که نارسایی‌های ویژه‌ی یادگیری، طبیعت عصب‌شناختی دارند و تمام عملکردهای یادگیری در مغز و نظام عصبی شکل می‌گیرند، می‌توان گفت نقص در کارکرد سیستم عصبی مرکزی به عنوان یکی از شایع‌ترین علل نارسایی-

های یادگیری مطرح می‌شوند (۸). فعالیت بدنی منظم، منجر به تعدیل سازگاری‌های هیپوکامپ که در یادگیری و حافظه نقش به‌سزایی دارد، می‌شود (۹). همان طور که توسط مراکز کنترل و پیشگیری بیماری‌ها اشاره شده، تحقیقات نشان داده است که فعالیت بدنی می‌تواند با افزایش رشد مویرگ‌های مغزی، جریان خون، اکسیژن، تولید و رشد سلول‌های عصبی در هیپوکامپ (مرکز یادگیری و عملکردهای شناختی)، سطوح انتقال‌دهنده‌ی عصبی، توسعه‌ی اتصالات عصبی، تراکم شبکه‌ی عصبی و حجم بافت مغز، فیزیولوژی مغز را تحت تاثیر قرار دهد. این تغییرات سبب می‌شود تا عملکردهای شناختی از جمله توجه، پردازش اطلاعات، ذخیره و بازیابی اطلاعات، افزایش عاطفه‌ی مثبت، کاهش احساس هوس و درد بهبود یابد. می‌توان گفت عملکرد شناختی و به طور خاص عملکرد اجرایی، از طریق فعالیت بدنی هوازی افزایش می‌یابد (۱۰). پژوهش‌های انجام گرفته روی موش‌ها نیز تغییرات آناتومیکی پس از فعالیت ورزشی اختیاری یا غنی‌سازی محیطی بر مغز را گزارش کرده‌اند. این تغییرات شامل افزایش نوروژنزی در نتیجه‌ی افزایش تعداد نوروها و افزایش بقای نورونی و افزایش تعداد و طول دندریت‌ها است. به دلیل نقش دندریت‌ها در تشکیل سیناپس‌ها و ارتباطات بین سلول‌های عصبی، این تغییرات ساختاری به پتانسیل قوی‌تری جهت پردازش اطلاعات منجر می‌شود (۱۱).

در مجموع، تعداد قابل ملاحظه‌ای از مطالعات، دوپامین و نوراپی‌نفرین را به عنوان دو عامل عصبی-شیمیایی، مسئول اختلال یادگیری معرفی کردند. یافته‌های توموگرافی کامپیوتری (CT)^۱ بیانگر نرخ پایین‌تر متابولیسم و جریان خون کمتر مغز در افراد اختلال یادگیری به نسبت به افراد سالم است (۱۲). فعالیت بدنی، موجب افزایش جریان خون به مغز، افزایش سطح نوراپی‌نفرین و دوپامین، کاهش تنش، بهبود خلق و خو و در نتیجه بهبود موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان می‌شود (۱۳). جالب آن است که بخشی از مغز که حرکت را پردازش می‌کند، همان بخشی است که یادگیری را پردازش می‌کند. شگفت آن است که در مغز، فقط یک مرکز حرکتی وجود ندارد. حرکت و یادگیری، کنش متقابل و دایمی دارند و در واقع، آن بخش از مغز که تقریباً در تمام یادگیری‌ها درگیر است یعنی مخچه، بسته به نوع نرمش بدنی، به فعالیت زیاد واداشته می‌شود. در حال حاضر محققین دریافته‌اند که مولکولی به نام آیریزین^۲ که در هنگام فعالیت‌های ورزشی استقامتی در بدن تولید می‌شود، می‌تواند خاصیت محافظت‌کننده‌ی عصبی داشته باشد. محققین توانستند به طور مصنوعی با افزایش مقادیر آیریزین در خون موش‌ها، ژن‌های درگیر در یادگیری و حافظه را فعال کنند. افزایش مقادیر آیریزین در

^۱Computerized Tomography^۲Irisin

پژوهشی که بتواند با انجام مداخلات مناسب در زمینه‌ی رشد و بهبود هر چه سریع‌تر عملکردهای شناختی کودکان دارای اختلال یادگیری گام نهد، ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین ایروبیکی بر عملکرد شناختی کودکان دارای اختلال یادگیری مقطع ابتدایی شهرستان سرایان بود.

روش کار

جامعه‌ی آماری این پژوهش بالینی، شامل دانش‌آموزان دختر ۸ ساله‌ی مقطع تحصیلی ابتدایی در سال تحصیلی ۹۳-۱۳۹۲ در سطح شهرستان سرایان بود که از نظر معلمان کلاس‌های عادی، به علت بروز مسایلی در فرآیند آموزش رسمی به مرکز آموزش توانا که دارای مجوز رسمی از سازمان آموزش و پرورش کودکان استثنایی است، ارجاع داده شده‌اند و متخصصین مرکز مذکور این افراد را مبتلا به اختلال یادگیری تشخیص داده‌اند. در پژوهش حاضر، در ابتدا از طریق مصاحبه با کودک و والد، بررسی پیشینه، اجرای آزمون و کسلسر به تشخیص قطعی اختلال یادگیری در این افراد رسیده و نیز دریافتند که کودکان شرکت‌کننده در این پژوهش، هیچ‌گونه اختلال و یا بیماری دیگری نظیر صرع و ... نداشتند. تعداد کل این افراد ۴۵ نفر بوده که در پژوهش حاضر به صورت تصادفی ۳۰ نفر به عنوان نمونه در نظر گرفته شدند که به طور تصادفی به ۲ گروه آزمون و شاهد ۱۵ نفره تقسیم گردیدند. بعد از بیان اهداف و نحوه‌ی عملکرد برای اولیای دانش‌آموزان و محرمانه بودن اطلاعات، آزمودنی‌ها و والدین با رضایت کامل و دلخواه، حاضر به همکاری در طول اجرای تحقیق شدند. ضمن دعوت گروه آزمون به مشارکت در فرآیند آموزش تمرینات ایروبیکی قبل از شروع برنامه‌ی اصلی تمرین، با خانواده گروه شاهد عهد بسته شد که کودکان آن‌ها در فرآیند ۸ هفته‌ای مربوط به این تحقیق در هیچ کلاس ورزشی، جز کلاس‌های ورزشی مدرسه شرکت نمایند. هر دو گروه قبل از ارایه‌ی مداخله، از نظر عملکرد شناختی توسط آزمون و کسلسر تجدید نظر شده‌ی کودکان مورد ارزیابی قرار گرفتند.

ابزار پژوهش

الف- مقیاس هوش و کسلسر برای کودکان (ویسک): این مقیاس در سال ۱۹۴۹ توسط وکسلر و به منظور سنجش هوش کودکان تهیه شده است. مقیاس ویسک بیست و پنج سال پس از تدوین آن در سال ۱۹۷۴ مورد تجدید نظر قرار گرفت و پس از هنجاریابی به مقیاس هوشی تجدید نظر شده‌ی وکسلر کودکان (ویسک-آر)^۲ نام‌گذاری گردید. این مقیاس دارای شش خرده‌مقیاس کلامی (پردازش اطلاعات، شباهت‌ها^۳، ریاضی،

خون می‌تواند موجب افزایش فعالیت ژن‌های درگیر در یادگیری و عملکردهای شناختی نیز گردد (۱۴).

حرکات یا تمرینات ریتمیک ایروبیکی، یکی از روش‌های تمرینی مورد علاقه‌ی کودکان و به ویژه نوجوانان است. این حرکات و فعالیت‌ها، ذاتی هماهنگ دارند و اجرای صحیح آن‌ها نیازمند اجرای منظم حرکات مختلفی با توالی‌های مشخص است. از آن‌جا که این حرکات اغلب با موسیقی‌های شاد و به صورت دسته‌جمعی انجام می‌گیرد، افراد انگیزه‌ی بیشتری برای شرکت در آن دارند (۱۵). ایروبیکی، ورزشی است که به صورت مجموعه‌های حرکتی قانون‌مند با برنامه‌ریزی و ضرب‌آهنگ خاصی انجام می‌شود. از نظر پزشکی، این ورزش وسیله‌ای موثر برای جلوگیری از افسردگی، بی‌حوصلگی و بی‌تابی است. چون هورمون اندروفرین در بدن تولید می‌شود و باعث ایجاد نشاط، تمرکز ذهن و بالا رفتن خلاقیت فکری می‌شود. همچنین ایروبیکی باعث بالا بردن هماهنگی عصب و ماهیچه و تقویت حافظه نیز می‌شود (۱۶). بین شناخت و موسیقی، ارتباط وجود دارد و محققان نیز بر این باورند که عملکرد حافظه‌ی کوتاه‌مدت با بهره‌گیری از تحریکات موزون شنیداری متناوب، بهتر از زمانی است که تحریکات بینایی به کار برده می‌شود. گفته می‌شود موسیقی از راه تصویرسازی ذهنی، تقویت حافظه را به دنبال دارد (۱۷). میربها نیز به نقل قول از گاردنر^۱ بیان می‌کند که موسیقی را می‌توان به عنوان یکی از عوامل سازمان‌دهنده‌ی فرآیندهای شناختی کودکان مطرح کرد (۱۸). در آمیختگی این حرکات‌های ورزشی به موسیقی و اشعار و ترانه‌های موزون و آهنگین بر اثربخشی این روش در کار با کودکان می‌افزاید. موسیقی بر شکل‌پذیری و فعالیت قشر مغز تأثیر قابل توجهی دارد و از آن‌جا که در کودکان با اختلالات یادگیری راه‌های حسی مختلفی که بخشی از آن ناشی از محدودیت‌های عصب-شناختی است، وجود دارد، استفاده از موسیقی و ریتم در قالب بازی و ورزش‌های حرکتی موزون به طور هم‌زمان سبب افزایش و ازدیاد شاخه‌های عصبی می‌گردد. به عبارتی، تحریک حسی طولانی‌مدت، باعث افزایش سیناپس‌های مغزی شده و در نهایت به ادراک حسی در سطوح بالا می‌انجامد (۱۹).

درمان از طریق حرکات موزون یا حرکت‌درمانی به عنوان یک فرآیند بر یکپارچه‌سازی بیشتر شناختی، اجتماعی و بدنی فرد، تأثیر می‌گذارد. حرکت‌درمانی موزون، شکلی از روان‌درمانی است که بر استفاده‌ی خلاق از حرکت برای برگرداندن توانایی و پاسخ‌های ذاتی بنا شده و بر تأثیر حرکات موزون بر تغییر هوش تأکید دارد (۲۰). با توجه به اهمیت موضوع و از طرفی نبود مطالعات کافی در این زمینه، انجام

^۲WISC-R

^۳Similarities

^۱Gardner

های تربیت بدنی رشدی و سطوح چهارگانه‌ی طبقه‌بندی حرکات موزون رشدی ارائه کرده‌اند (۲۲). سعی شد تا حد امکان، حرکت‌هایی انتخاب شود که در آن‌ها دو عنصر اصلی حرکت کودکان یعنی پایداری و جابه‌جایی، وجود داشته باشد. هر جلسه‌ی تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن از قبیل حرکات آهسته و کششی، ۳۰ دقیقه تمرینات اصلی آبرویک شامل حرکات با تماس کم^۴ از قبیل گام درجا، گام ۷، گام ۸، زانو^۵، حرکت پا^۶، همسترینگ، ال، دوسربازویی^۷ و در نهایت نیز ۵ دقیقه سرد کردن بود. حرکات ابتدا به صورت ساده و اسامی قابل درک آموزش داده می‌شد. به عنوان مثال در شکل ۱ تصویر A با عنوان حرکت هفت و تصویر B با عنوان حرکت هشت، آموزش داده می‌شد. زمانی که کودکان حرکات را یاد گرفتند، حرکات به صورت ترکیبی آموزش داده می‌شدند. همانند تصویر C که حرکت ترکیبی هفت و هشت را نشان می‌دهد.

واژگان^۱، فهم^۲ و فراخوانی ارقام) و شش خرده‌مقیاس غیرکلامی یا عملی (تکمیل تصاویر، تنظیم تصاویر، طراحی مکعب‌ها، جستجوی نماد، تنظیم تصاویر و مازها^۳) است. دو خرده‌مقیاس مازها و فراخوانی ارقام، جنبه‌ی ذخیره دارند. بنابراین با اجرای WISC-R سه نوع هوشبهر کلامی، عملی و کلی به دست می‌آید. آزمون WISC-R از جمله مقبول‌ترین و پرمصرف‌ترین آزمون‌ها برای ارزیابی هوش کودکان است. اعتبار این آزمون از طریق دونیمه‌سازی برای هوشبهر کلی ۰/۹۷، برای هوشبهر کلامی ۰/۹۷ و برای هوشبهر عملی ۰/۹۳ گزارش شده است (۲۱).

ب- برنامه‌ی تمرینی: این برنامه شامل ۸ هفته با تواتر سه جلسه در هفته بین ساعات ۸ تا ۹ صبح و زیر نظر مربی آبرویک انجام شد و هر جلسه به مدت ۴۵ دقیقه به طول انجامید. در برنامه‌ی تمرینی استفاده شده در این پژوهش، با دنبال نمودن توصیه‌هایی که گالاهو و اوزمان در مورد برنامه-

⁴Low Impact

⁵Knee

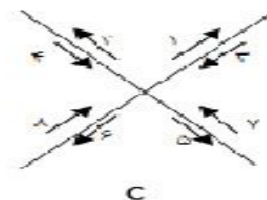
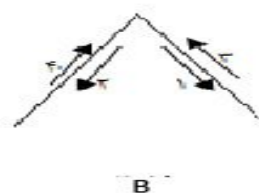
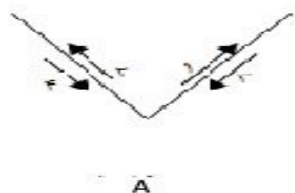
⁶Leg

⁷Biceps

¹Vocabulary

²Comprehension

³Mazes



شکل ۱- نحوه‌ی آموزش حرکات آبرویک

$P < 0/05$ بود و تحلیل نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۸ انجام شد.

نتایج

در این مطالعه ۳۰ نفر از دانش‌آموزان دختر دارای اختلال یادگیری مورد بررسی قرار گرفتند. جدول ۱ میانگین و انحراف معیار قد، وزن و شاخص توده‌ی بدنی^۸ (BMI) این دانش‌آموزان را نشان می‌دهد.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار قد، وزن و شاخص توده‌ی بدنی

سن (سال)	تعداد	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)	شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)
۸	۳۰	۲۳/۸	۱۲۳/۵	۱۵/۵
		انحراف استاندارد	انحراف استاندارد	انحراف استاندارد
		۵/۶	۸/۸	۲/۲

⁸Body Mass Index

آن‌ها علاوه بر این که شکل حرکت را یاد گرفتند، می‌بایست به جهت ریت، ترتیب استفاده از پای راست و چپ و کنترل تعادل بدون نگاه به پا توجه می‌کردند. موسیقی جلسات تمرین توسط مربی با ریتمی که هدف از آن استفاده از ۶۰ تا ۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره در آزمودنی‌ها است انتخاب شد. ضربان قلب آزمودنی‌ها در طی تمرین با ضربان‌سنج الکترونیکی، کنترل و مقادیر ضربان قلب ذخیره‌ی آزمودنی‌ها به وسیله فرمول کارونن محاسبه شد. اندازه‌گیری ضربان قلب در ساعت ۸ صبح، بعد از ۱۵ دقیقه استراحت مطلق و در حالت نشسته انجام شد (۲۰).

پس از اتمام دوره‌ی تمرینات، ارزیابی‌های پس‌آزمون برای هر دو گروه اجرا شد و نتایج حاصل از پیش‌آزمون و پس‌آزمون، کنترل و مورد تحلیل آماری قرار گرفت. جهت مقایسه‌ی دو گروه ابتدا تمامی متغیرهای کمی از نظر نرمال بودن توسط آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی شدند و نرمالیتی آن‌ها برقرار بود. جهت مقایسه‌ی دو گروه از مدل آماری تحلیل مانووا استفاده شد. سطح معنی‌داری آزمون

جدول ۲ میانگین و انحراف استاندارد نمره‌های گروه آزمون و شاهد را در متغیر هوشبهر کلامی و خرده‌آزمون‌های آن، هوشبهر عملی و خرده- می‌دهد.

جدول ۲- شاخص‌های توصیفی دانش‌آموزان دختر با اختلال یادگیری در نمرات کل هوشبهر کلامی، هوشبهر عملی و هوشبهر کل

گروه	وضعیت آزمون	شاخص‌ها	عمومی	شبهات	محاسبه	لغات	درک مطلب	تکمیل تصاویر	تنظیم تصاویر	مکعب‌ها	الحاق قطعات	رمز نویسی	هوشبهر کلامی	هوشبهر عملی	هوشبهر کل
شاهد	پیش آزمون	میانگین	۹/۰۷	۱۱/۲۰	۷/۷۳	۸/۵۳	۸/۸۷	۹/۴۰	۹/۴۷	۱۰/۳۳	۱۱/۵۳	۸/۷۳	۴۵/۴	۴۹/۴	۹۴/۸
	پس آزمون	میانگین	۸/۶۰	۱۰/۶۰	۷/۵۳	۷/۹۳	۸/۵۳	۹/۳۳	۹/۲۰	۱۰/۲۰	۱۱/۰۰	۹/۴۰	۴۳/۲	۴۹/۱	۹۲/۳
	پیش آزمون	میانگین	۹/۷۳	۹/۸۷	۸/۱۳	۸/۲۷	۱۰/۸۷	۱۰/۶۷	۸/۲۷	۱۰/۶۰	۱۰/۸۰	۷/۴۰	۴۶/۸	۴۷/۷	۹۴/۶
	پس آزمون	میانگین	۱۰/۸۰	۱۰/۰۷	۸/۷۳	۸/۸۰	۱۱/۰۷	۱۱/۰۷	۸/۸۰	۱۰/۸۷	۱۱/۰۰	۸/۶۷	۴۹/۸	۵۰/۳	۱۰۰
	پیش آزمون	میانگین	۳/۴۷	۳/۰۶	۳/۳۷	۴/۱۳	۲/۸۲	۲/۹۹	۲/۲۱	۲/۳۲	۲/۱۱	۳/۲۹	۱۰/۴	۶/۷۸	۱۳/۲
	پس آزمون	میانگین	۳/۴۷	۳/۰۶	۳/۳۷	۴/۱۳	۲/۸۲	۲/۹۹	۲/۲۱	۲/۳۲	۲/۱۱	۳/۲۹	۱۰/۴	۶/۷۸	۱۳/۲
	پیش آزمون	میانگین	۲/۸۴	۲/۸۴	۳/۵۳	۳/۵۰	۲/۴۷	۲/۲۱	۲/۰۴	۲/۲۹	۲/۲۰	۳/۳۰	۹/۸۵	۶/۱۰	۱۲/۴
	پس آزمون	میانگین	۳/۲۷	۳/۲۷	۳/۵۳	۳/۵۰	۲/۴۷	۲/۲۱	۲/۰۴	۲/۲۹	۲/۲۰	۳/۳۰	۹/۸۵	۶/۱۰	۱۲/۴

اندازه اثر	سطح معنی‌داری	F	میانگین	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات
۰/۱۵	۰/۰۳	۵/۲۱	۱۷/۶۳	۱۷/۶۳	اطلاعات عمومی
۰/۰۸	۰/۱۲	۲/۴۸	۴/۸۰	۴/۸۰	شبهات‌ها
۰/۱۷	۰/۰۲	۶/۱۰	۴/۸۰	۴/۸۰	محاسبه
۰/۲۵	۰/۰۰۱	۹/۶۹	۱۰/۸۰	۱۰/۸۰	گنجینه‌ی لغات
۰/۲۳	۰/۰۰۱	۸/۷۳	۶/۵۳	۶/۵۳	درک مطلب
۰/۵۴	۰/۰۰۱	۳۴/۰۹	۱۹۲/۵۳	۱۹۲/۵۳	نمره‌ی کل هوشبهر کلامی
۰/۰۳	۰/۲۹	۱/۱۲	۱/۶۳	۱/۶۳	تکمیل تصاویر
۰/۱۳	۰/۰۴	۴/۳۸	۴/۸۰	۴/۸۰	تنظیم تصاویر
۰/۱۲	۰/۰۵	۳/۸۷	۱/۲۰	۱/۲۰	مکعب‌ها
۰/۳۳	۰/۰۰۱	۱۳/۸۸	۴/۰۳	۴/۰۳	الحاق قطعات
۰/۰۳	۰/۳۵	۰/۸۹	۲/۷۰	۲/۷۰	رمز نویسی
۰/۲۴	۰/۰۵	۹/۱۷	۶۴/۵۳	۶۴/۵۳	نمره‌ی کل هوشبهر عملی
۰/۴۸	۰/۰۰۱	۲۶/۵۸	۴۸۰/۰۰	۴۸۰/۰۰	نمره‌ی کل هوشبهر

نتایج جدول ۲ بیانگر این است که میانگین نمره‌ی کل متغیر هوشبهر کلامی برای گروه تحت درمان با روش آروویک، در مرحله‌ی پیش-آزمون و پس‌آزمون به ترتیب برابر ۴۶/۸ و ۴۹/۸ و میانگین نمره‌ی کل متغیر هوشبهر کلامی برای گروه شاهد در مراحل پیش‌آزمون و پس-آزمون به ترتیب برابر ۴۳/۲ و ۴۵/۴ است. میانگین نمره‌ی کل متغیر هوشبهر عملی در مراحل پیش‌آزمون برای گروه تحت درمان با روش آروویک در مرحله‌ی پیش‌آزمون و پس‌آزمون به ترتیب برابر ۴۷/۷ و ۵۰/۳ و میانگین نمره‌ی کل هوشبهر عملی برای گروه شاهد در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون به ترتیب برابر ۴۹/۴ و ۴۹/۱ است. میانگین نمره‌ی هوشبهر کل برای گروه آروویک در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به ترتیب برابر ۹۴/۹ و ۱۰۰ و میانگین نمره‌ی کل هوشبهر کل برای گروه شاهد در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون به ترتیب برابر ۹۶/۳ و ۹۲/۳ است. نمرات سایر خرده‌آزمون‌ها در جدول ۲ به تفکیک گروه و مرحله-ی آزمون ذکر شده است. در عین حال، معنی‌داری این تغییرات طی بررسی آماره‌های استنباطی مانووا نشان می‌دهد تفاوت‌ها معنی‌دار هستند لذا تساوی میانگین ترکیبی نمره کل هوشبهر در دو گروه (گروه آروویک و شاهد) نتیجه نمی‌شود. یعنی مداخله‌ی با آروویک موجب افزایش نمره‌ی کل هوشبهر شده است ($P=0/01$). مجذور اتا سهمی دارای اندازه اثر برابر با ۰/۷۲ می‌باشد یعنی تقریباً ۰/۷۲ درصد از تغییرات چندمتغیره‌ی نمره‌ی کل هوشبهر مربوط به بودن آزمودنی‌ها در گروه مداخله با روش آروویک است. نتایج آزمون‌های تک‌متغیری به بررسی معنی‌داری جز به جزء مولفه‌ها به طور جداگانه می‌پردازد. نتایج آزمون‌های تک‌متغیری در جدول ۳ درج شده است.

جدول ۳- نتایج آزمون تک‌متغیری در متغیر هوشبهر و مولفه‌های آن

بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌سویه از آن جا که P مشاهده شده در سطح اطمینان ۹۵ درصد کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد. تفاضل پیش‌آزمون-پس‌آزمون این مولفه‌ها معنی‌دار بوده و مداخله‌ی درمانی آروویک سبب بهبود عملکرد آزمودنی در مولفه‌های ذیل شده است. مولفه‌ی اطلاعات عمومی ($P=0/03$)، مولفه‌ی محاسبه ($P=0/02$)، مولفه‌ی گنجینه‌ی لغات ($P=0/01$)، مولفه‌ی درک مطلب ($P=0/01$)، مولفه‌ی هوشبهر کلامی ($P=0/01$)، مولفه‌ی تنظیم تصاویر ($P=0/04$)، مولفه‌ی الحاق قطعات ($P=0/01$)، مولفه‌ی مکعب‌ها ($P=0/05$)، مولفه-ی نمره‌ی کل هوشبهر عملی ($P=0/05$)، مولفه‌ی نمره‌ی کل هوشبهر ($P=0/01$) مشاهده شد. در سایر خرده‌آزمون‌های آن، تفاوتی وجود ندارد و مطابق نتایج توصیفی، تفاوت مشاهده شده معنی‌دار نیست.

بحث

تحت تاثیر متغیر مذکور قرار گرفته‌اند، از سطح حافظه‌ی عددی بالاتری برخوردار شده‌اند. این یافته‌ها با این نظر هماهنگ است که نظریه‌های اخیر حسی-حرکتی یادگیری و پیشرفت، اهمیت اساسی حرکت را در تحول شناختی مشخص می‌کنند. به علاوه، حرکت در فعالیت‌های شناختی بشر، نقشی بنیادی ایفا می‌نماید و به نظر می‌رسد که ما اساساً با حرکات بدنی خود فکر می‌کنیم (۸).

یکی از ویژگی‌های مهم کودکان اختلال یادگیری کاهش توجه است که از اصلی‌ترین دلایل آن، اهمیت کاهش یا افزایش دامنه‌ی امواج مغزی به ویژه امواج تتا (۴-۸ هرتز) و دلتا (۴-۱۰ هرتز) در عملکرد عالی ذهنی است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی نابهنجاری نوار مغزی^۷ (EEG) در کودکان اختلال یادگیری، افزایش تتا در مقایسه با همسالان بهنجار و کاهش فعالیت آلفا در حالت استراحت بوده است. بنابراین از آن جا که افزایش امواج کند مغزی (کمتر از ۱۰ هرتز) در نواحی مختلف مغزی با تفکر مه‌آلود^۸، کندی زمان واکنش، نارسایی حساب، ضعف قضاوت، عدم کنترل تکانه و کاهش توجه و انگیزتگی در افراد، همراه است لذا کاهش عملکرد توجه در این افراد به دلیل نابهنجاری در امواج مغزی قابل تبیین است (۲۶). مطالعات متعدد نشان می‌دهد که ورزش هوازی اثرات مفیدی بر اعمال شناختی دارد. ورزش هوازی می‌تواند امواج مغزی را تحت تاثیر قرار دهد و سبب افزایش امواج آلفا، بتا و تتا شود (۹).

بعضی مطالعات گزارش کرده‌اند که کنش شناختی افراد پس از مشارکت در برنامه‌ی تمرین بدنی افزایش می‌یابد. این گونه تصور می‌شود که فعالیت‌های حرکتی می‌تواند در تثبیت، یادآوری، درخواست و به کار بردن مفاهیم شناختی کمک کند. یافته‌های فوق با نتایج مطالعه‌ی حاضر هم‌سو است. شاید بتوان تاثیر تمرینات ورزشی بر عملکرد شناختی کودکان دارای اختلال یادگیری را به یک سری تغییرات نوروشیمیایی در مناطق مشخصی از مغز نسبت داد که سبب افزایش ترشح میانجی‌های عصبی^۹ مانند استیل‌کولین، سروتونین و نورآدرنالین می‌شود. این میانجی‌های عصبی موجب ایجاد تغییرات در فعالیت الکتروفیزیولوژیکی مغز شده (۱۱) و سبب می‌شود تا عملکردهای شناختی از جمله توجه، پردازش اطلاعات، ذخیره و بازیابی اطلاعات، افزایش عاطفه‌ی مثبت، کاهش احساس هوس و درد، بهبود یابد (۱۰).

در خصوص چگونگی تاثیر فعالیت بدنی بر عملکرد شناختی و حافظه، بحث‌های زیادی مطرح شده است و ساز و کارهای زیربنایی مداخله به طور قطعی آشکار نیست ولی فرض بر این است که با تغییراتی در بدن

هدف از مطالعه‌ی حاضر بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین آیروبیک بر عملکرد شناختی دانش‌آموزان دختر ۸ ساله‌ی دارای اختلال یادگیری مقطع ابتدایی شهرستان سرایان در سال تحصیلی ۹۳-۱۳۹۲ بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد بین گروه آزمون در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به عبارت دیگر گروهی که به مدت ۸ هفته تمرین آیروبیک را انجام دادند در عملکرد شناختی پیشرفت معنی‌داری داشتند و در گروه شاهد که از انجام این تمرینات منع شدند، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

دو ساز و کار برای توضیح اثرات ورزش بر عملکرد شناختی پیشنهاد شده است: ۱- فرضیه‌ی اکسیژن که جریان خون در مناطق خاصی در مغز را اندازه‌گیری می‌کند و ۲- فرضیه‌ی تحریک نوروتروفیک^۱ که ترویج فعالیت عصبی-عضلانی مراکز مغز را که سبب عملکرد بالاتر مغز می‌شود، نشان می‌دهد (۲۳). فعالیت بدنی از طریق ساز و کارهای فرمولکولی مختلف مانند نوروترنز^۲، سیناپتوترنز^۳ و آنژیوترنز^۴ از طریق تعامل با هورمون‌ها، پیام‌رسان‌های ثانویه و عوامل بالندگی عصبی از نقصان فعالیت شناختی پیشگیری می‌کند. فعالیت بدنی، به خصوص تمرینات هوازی می‌تواند اثر مثبت بسیاری بر جنبه‌های عملکرد مغز و شناخت داشته باشد (۲۴). تمرین‌درمانی به طور مستقیم ساختار و عملکرد مغز را تحت تاثیر قرار می‌دهد و همچنین موجب افزایش ظرفیت هوازی برای تقویت جریان خون مغزی، بهبود بهره‌برداری از اکسیژن و گلوکز در مغز، سرعت بخشیدن به انتقال مواد بیوشیمیایی و افزایش فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدان خون (گلوکوتایون پراکسیداز^۵ GSH-PX) برای دفع سریع رادیکال‌های آزاد می‌شود (۹).

گابل-هال، هال و باری چونگ^۶، در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که تمرینات آیروبیک (فعالیت و حرکات موزون هوازی که نیاز بدن به استفاده از اکسیژن را افزایش می‌دهد) روی وضعیت رفتاری و عملکرد شناختی افراد با اختلالات یادگیری و توانایی‌های توام با آن تاثیر مثبت دارد (۲۵). غنایی چمن‌آباد نیز با بررسی تاثیر آموزش حرکات ریتمیک ورزشی بر کارکرد حافظه‌ی عددی کودکان دارای اختلال ویژه‌ی یادگیری به این نتیجه رسید که بین آموزش حرکات ریتمیک و حافظه‌ی عددی دانش‌آموزان مبتلا به اختلالات ویژه‌ی یادگیری، رابطه‌ی مثبت وجود دارد. به گونه‌ای که دانش‌آموزان مبتلا به اختلالات یادگیری که

¹Stimulate Neurotrophic

²Neurogenesis

³Synaptogenesis

⁴Angiogenesis

⁵Glutathione Peroxidase

⁶Gable-Halle

⁷Electroencephalography

⁸Foggy Thinking

⁹Neurotransmitters

دارای اختلال یادگیری از قبیل عدم همکاری والدین و عدم حضور به موقع نمونه‌ها در جلسات تمرین‌درمانی اشاره کرد. پیشنهاد می‌شود تحقیقات مشابه با نوعی متفاوت از برنامه‌های تمرینی و با گروه‌های مختلف سنی بر دیگر اختلالات رفتاری نیز انجام شود تا بتوان نتایج را به شکل کلی‌تر بیان نمود. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود اثر جنسیت بر اثربخشی این شیوه‌ی درمانی بررسی شود. با توجه به محدودیت تعداد آزمودنی‌ها پیشنهاد می‌شود که تحقیق بر روی افراد دارای اختلال یادگیری کاملاً مشابه صورت گیرد تا میزان تاثیر تمرینات بر روی هر یک از انواع اختلالات یادگیری به صورت مجزا بررسی شود. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت در این تحقیق هدف از انجام تمرینات ریتمیک افزایش ادراک کودک از اطلاعات فضایی-زمانی مانند انجام حرکات بدنی منظم با ریتمی مشخص و همراه با موسیقی بود. مفاهیم فضایی مانند بالا، پایین، جلو، عقب، راست، چپ، داخل، خارج و ... از طریق حرکات دست و پا و به صورت دسته‌جمعی آموزش داده شد. کودک در طول جلسات تمرینات ریتمیک باید ریتم تولید شده را درک و آن را همراه با گروه دوباره تکرار می‌نمود. در واقع در حرکات ریتمیک، کودک می‌آموزد در برابر تقاضاهایی که می‌شنود یا می‌بیند، چگونه پاسخ دهد. به این ترتیب و براساس نتایج تحقیق می‌توان انتظار داشت، با شرکت مستمر و مداوم در برنامه‌های حرکتی ریتمیک برخی از مسایل کودکان اختلال یادگیری در تولید طرح‌واره‌های حرکتی جدید با اجرای مهارت‌های ادراکی-حرکتی درشت و ظریف برطرف شود. این مسئله می‌تواند مورد توجه دست‌اندرکاران مسایل کودکان استثنایی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به این که بین دو گروه آزمون و شاهد در مولفه‌های اطلاعات عمومی، محاسبه، گنجینه‌ی لغات، درک مطلب، هوشبهر کلامی، تنظیم تصاویر، الحاق قطعات، مکعب‌ها، نمره‌ی کل هوشبهر عملی و نمره‌ی کل هوشبهر، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد، به نظر می‌رسد ۸ هفته تمرین ایروبیك موجب بهبود عملکرد شناختی کودکان دارای اختلال یادگیری می‌شود.

این تاثیرات به وقوع می‌پیوندد. تحقیقات حیوانی بسیاری تغییرات زیربنایی فعالیت بدنی و ذهنی را بررسی کرده و افزایش حجم مغز، فاکتور رشد شبه انسولین، فاکتور مشتق مغز، آنژیوژنیزس، نوروژنیزس، سیناپتوژنیزس را نشان داده‌اند. تحقیقات انسانی به دلیل ملاحظات اخلاقی محدودتر است. کلکمو^۱ و همکاران به بررسی سیناپتوژنیزس (افزایش سیناپس‌ها و انتقال‌دهنده‌های عصبی) و تاثیر آن بر مغز انسان پرداختند و نتیجه گرفتند تمرین هوازی بر حجم ماده‌ی خاکستری مغز تاثیر دارد (۲۷). اریکسون^۲ و همکاران با دقت بیشتری نشان دادند تغییر در افزایش حجم هیپوکامپ و حافظه‌ی فضایی ایجاد شده است (۲۸). ولی کلکمو و همکاران در تحقیق قبلی خود بر تاثیر مستقیم تمرین هوازی بر تراکم بافت مغز اعتقادی نداشته و بیان می‌کنند تمرین هوازی فقط سبب جلوگیری از زوال می‌باشد (۲۷). بررسی‌های دیگر در زمینه‌ی آنژیوژنیزس نشان داد فعالیت بدنی سبب افزایش مویرگ‌های خونی و جریان خون در مغز به خصوص در هیپوکامپ می‌شود. پریرا^۳ و همکاران با ام‌آرآی^۴ (MRI) نتیجه گرفتند تمرین هوازی به مدت ۱۲ هفته باعث افزایش آمادگی قلبی-عروقی و افزایش حجم خون شکنج دنداندار می‌شود که مقیاس اندازه‌گیری کارکرد شناخت است (۲۹).

تمرین هوازی بر روی کنترل اجرایی حرکات یعنی برنامه‌ریزی، زمان‌بندی، حافظه‌ی کاری، کنترل مداخله‌ای و هماهنگ کردن کارها تاثیر مثبت دارد. حرکات ریتمیک افزون بر این که ابزار موثری برای آموزش و تمرین مهارت‌های حرکتی پایه فراهم می‌کند، می‌تواند بر فرایندهای شناختی، توجه، ادراک، تمرکز حواس، هماهنگی عصبی-عضلانی و رشد ارتباطات فردی تاثیر گذاشته و یادآور این نکته باشد که ورزش‌درمانی اثربخش است و والدین می‌توانند درمان‌های رفتاری و حرکتی را به درمان‌های صرفاً دارویی ترجیح دهند. از محدودیت‌های این تحقیق می‌توان به محدود بودن نمونه و مشکلات کار با دانش‌آموزان

¹Colcombe

²Erickson

³Pereira

⁴Magnetic Resonance Imaging

References

1. Mohammadi R, Behnia F, Farhid M. [Work therapy and conceptual-movement skills in exceptional learning disorders]. *Exceptional education and training* 2009; 93: 1-8. (Persian)
2. Ahadi B, Sotoudeh MB, Habibi Y. [Welfare comparison of psychology and defective mechanisms in students with and without stammer]. *Journal of school psychology* 2012; 1(4): 6- 22. (Persian)
3. Narimani M, Pour Esmali A, Andalib Korayem M, Aqajani SA. [Comparing the function of Stroop in students with learning disorder with the usual students]. *Journal of learning disabilities* 2012; 2(1): 138-58. (Persian)
4. Narimani M, Rajabi S. [The study of the prevalence of learning disorders in primary school students]. *Research in the field of Exceptional students* 2005; 3(5): 221-52. (Persian)
5. Jalilabkenar SS, Ashori M. [The applications for teaching students with learning disabilities (impairments in reading, writing and spelling)]. *Special education* 2013; 13(3): 1-10. (Persian)

6. Abolqasemi A, Rezaei Jamalouei H, Narimani M, Zahed A. [Comparison of the social competency and its components in the students with learning disabilities and students with low, average and high educational progress]. *Journal of learning disabilities* 2011; 1: 6-23. (Persian)
7. Abedi A, Kazemi F, Shoostari M, Golshani Monazzah F. [The effect of aerobic exercises on the visual and auditory attention of pre-school boys with ADHD in Isfahan]. *Journal of exceptional individuals* 2012; 2(7): 134-67. (Persian)
8. Ghanaie Chaman Abad A, Grossi Farshi MT, Ashayeri H, Babapor J, Moghimi A. [Effects of exercise training on memory function numerical rhythmic movements of students with specific learning disorders]. *Psychology and education studies* 2009; 9(2): 149-65. (Persian)
9. Hosseini M, Sharifi MR, Ataei RA, Alaei HA. The study of the changes of automatic brain waves in exercised rats. *Journal of Medical Sciences University of Kerman* 2006; 13(4): 215-22. (Persian)
10. Christopher A. Exploring the link between physical activity. Fitness and cognitive function, Prepared by the Illinois Public Health Institute, 2013: 1-11.
11. Ravasi AA, Pornemati P, Kordi M, Hedayati M. [The impact resistance and endurance training programs on the level of BDNF and cortisol young male rats]. *Journal of life sciences and sports* 2013; 16: 49-78. (Persian)
12. Steel M. Making the case for early Identification and Intervention for young children at for risk learning disabilities. *Children Educ J* 2004; 32(2): 75-9.
13. Howard T. Physical activity and student performance at school. *J School Health* 2005; 75(6): 214-18.
14. Wrann CH, White J. Molecule produced during exercise boosts brain health. *Cell metabolism* 2013; 18(5): 649-59.
15. Ghasemi Kahriz Staki GHA, Salihi H, Heidari L. [The effect of rhythmic movements on perceptual-motor abilities educable mentally retarded children]. *Growth and learning sports* 2012; 9: 75-92. (Persian)
16. Keita K, Yoichi H, Tomoaki S, Tatsuhiya Y, Kiyoji T, Yoshiaki N. Acute effects of aerobic exercise on cognitive function in older adults. *Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2009; 64 B(3): 356-63.
17. Karimi L, Zare H. [Effect of music on permanent attention in children with attention deficit- hyperactivity disorder]. *Journal of teaching and learning* 2013; 1(2): 26-34. (Persian)
18. Mirbaha H, Kavyani H, Pornaseh M. [The effect of music education on children's intellectual abilities]. *Journal of new cognitive science* 2003; 54(2): 45-7. (Persian)
19. Dehghani M, Karimei N, Tagipour Javan AA, Hasan Nattaj Jelodar F, Zaid Abadi F. [The effectiveness of rhythmic movement games (weighted) on the rate of executive function in children with neuropsychological learning disabilities]. *Journal of learning disabilities* 2012; 2(1): 53-77. (Persian)
20. Dashti Khavidak MH. [The effect of exercise on body composition and heart rate of male students 13-11 years]. *Journal of medical science research of Zahedan University* 2010; 13(6): 40-43. (Persian)
21. Gray-Gras M. *Handbook of psychological assessment*. USA: Academic Press; 2001: 737-805.
22. Bradinova I, Shopova S, Simeonov E. Mental retardation in childhood: clinical and diagnostic profile in 100 children. *Genet Couns* 2005; 16(3): 239-48.
23. Blanton E, Honerlaw K, Kilian R, Sepe J. The effects of acute aerobic exercise on cognitive function in young adults. *Cognitive Function*. [cited 2011]. Available from: URL; http://jass.neuro.wisc.edu/2013/01/601%20group%2012%20Blanton_Honerlaw_Kilian_Sepe_ExerciseandcogntionFINAL%20PAPER.pdf
24. Keeley TJH, Fox KR. The impact of physical activity and fitness on academic achievement and cognitive performance in children. *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2009; 2(2): 198-214.
25. Gabel_halle D, Halle JW, Barry Chung Y. The effects of aerobic exercise on psychological and behavioral variables of individuals with developmental disabilities. *Res Dev Disabil* 1993; 14: 359-86.
26. Rajabi S, Pakizeh A. Compare memory profile and the attention of students with learning disabilities and normal students. *J Learn Disabil* 2012; 3(1): 63-84.
27. Colcombe SJ, Erickson KI, Raz N. Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans, *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003; 58: 176-80.
28. Erickson KI, Prakash RS, Voss MW, Chaddock L, Hu L, Morris KS, et al. Aerobic fitness is associated with hippocampus volume in elderly humans. *Hippocampus* 2009; 19: 1030-9.
29. Pereira AC, Huddleston DE, Brickman AM, Sosunov AA, Hen R, McKhann GM, et al. An in vivo correlate of exercise induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2007; 104: 5638-43.