

## ارتباط بین واکنش نورون‌های آینه‌ای و سرعت‌های مختلف تصویرسازی ذهنی در عملکرد حرکتی

سجاد پارسایی\*<sup>۱</sup>، ناهید شتاب بوشهری<sup>۲</sup>، معصومه شجاعی<sup>۳</sup>، رسول عابدان‌زاده<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد رفتار حرکتی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲. استادیار، رفتار حرکتی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۳. دانشیار، رفتار حرکتی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

## چکیده

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۶/۰۵

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۲۵

**اهداف** تصویرسازی به مفهوم همانندسازی، ایجاد یا بازآفرینی تجربه ادراکی در بین تعدیل‌کننده‌های حسی در ذهن است. هدف این پژوهش بررسی ارتباط بین واکنش نورون‌های آینه‌ای و سرعت‌های مختلف تصویرسازی در عملکرد حرکتی است.

**مواد و روش‌ها** روش اجرای این پژوهش نیمه‌تجربی است. ۳۰ نفر از دانشجویان دختر دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران در گروه نمونه‌گیری هدف‌مند (عدم سابقه بازی بسکتبال) با میانگین سنی  $22 \pm 1/12$  سال انتخاب و در سه گروه (تصویرسازی با سرعت آهسته، تصویرسازی با سرعت همسان و تصویرسازی با سرعت زیاد) قرار گرفتند. نخست، پیش‌آزمون به صورت دربیبل بسکتبال انجام شد. سپس، آزمودنی‌ها به مدت چهار روز متوالی به تصویرسازی پرداختند. پس از آن یکبار دیگر دربیبل بسکتبال از بین مخروط‌ها را به صورت واقعی اجرا کردند. در پایان نیز از شرکت‌کنندگان هنگام تصویرسازی ثبت مغزی به عمل آمد و واکنش نورون‌های آینه‌ای از طریق دستگاه الکتروانسفالوگرافی ثبت شد.

**یافته‌ها** نتایج نشان داد که همه گروه‌های تصویرسازی در اجرای خود پیشرفت داشتند ( $P < 0/05$ ). با توجه به اندازه اثر، گروه تصویرسازی آهسته و همسان عملکرد بهتری را نسبت به گروه تصویرسازی سریع داشت. همچنین، مشخص شد که نورون‌های آینه‌ای در گروه تصویرسازی آهسته فعالیت بیشتری دارد. همچنین، در عملکرد نورون‌های آینه‌ای با اجرای مهارت دربیبل بسکتبال در سرعت‌های تصویرسازی پایین و همسان ارتباط معنادار وجود دارد ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری** اجرای بهتر در عملکرد مهارت حرکتی منجر به فعالیت بیشتر در نورون‌های آینه‌ای قشر پیش حرکتی می‌شود که این موضوع یک ساز و کار عصبی و زیربنایی مهم در اثربخشی تصویرسازی در بهبود مهارت‌های حرکتی می‌باشد.

## کلیدواژه‌ها:

الکتروانسفالوگرافی، تصویرسازی ذهنی، سرعت تصویرسازی، عملکرد حرکتی، نورون‌های آینه‌ای.

## مقدمه

ورزشی به کار می‌برند. اجرای موفقیت‌آمیز تمرینات مستلزم کنترل مؤلفه‌های اساسی در آن تمرین است. یکی از مهم‌ترین مباحثی که در این زمینه مورد توجه قرار گرفته است، برابری زمانی حرکت تصویرسازی شده با حرکت واقعی است [۲].

تصویرسازی به مفهوم همانندسازی، ایجاد یا بازآفرینی تجربه‌ای ادراکی در بین تعدیل‌کننده‌های حسی در ذهن است [۱]. ورزشکاران تصویرسازی حرکتی را در بیشتر موقعیت‌های

\* نویسنده مسئول: سجاد پارسایی

نشانی: اهواز، بلوار گلستان، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

تلفن: ۰۹۱۶۴۸۷۰۲۰۷، دورنگار: 08435724587

رایانه: sajadparsaei93@gmail.com

شناسه ORCID: 0000-0002-7910-1626

مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، دوره ۲۵، شماره ۱، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۷، ص 39-46

آدرس سایت: <http://jsums.medsab.ac.ir> رایانامه: [journal@medsab.ac.ir](mailto:journal@medsab.ac.ir)

شاپای چاپی: ۱۶۰۶-۷۴۸۷

قبیل ویدئودرمانی فراهم کرد [۱۰].

با توجه به نتایج متناقض در مورد برتری سرعت‌های مختلف تصویرسازی و از آنجا که بیشتر تحقیقات تصویرسازی جنبه توصیفی و کمی داشته است و تحقیقات کمی به تبیین فرایندهای زیربنایی تصویرسازی پرداخته‌اند، با انجام این تحقیق در پی بررسی این موضوع هستیم که آیا بین فعالیت نوروهای آینه‌ای و سرعت‌های مختلف تصویرسازی در عملکرد حرکتی ارتباط وجود دارد؟

### روش شناسی

روش اجرای این پژوهش از نوع نیمه تجربی است. طرح تحقیق از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون است و در سه گروه (تصویرسازی آهسته‌تر از سرعت واقعی، تصویرسازی برابر با سرعت واقعی، تصویرسازی سریع‌تر از سرعت واقعی) انجام گرفت. جامعه آماری این پژوهش را دانشجویان دختر دانشگاه شهید چمران اهواز تشکیل می‌دادند که از بین آن‌ها ۳۰ نفر با توجه به امکانات تیم تحقیق و نیز پیشینه‌های مرتبط در زمینه تمرینات سرعت تصویرسازی [۲، ۵، ۱۱] با میانگین سنی  $22 \pm 1/12$  سال و بدون سابقه بازی بسکتبال انتخاب شدند و در این پژوهش شرکت کردند.

### ابزار مورد استفاده

پرسشنامه تجدیدنظرشده تصویرسازی حرکت (Movement Imagery Questionnaire - Revised). این پرسشنامه را مارتین و هال (۱۹۹۷) طراحی کردند و از هشت آیتم تشکیل شده است که افراد میزان وضوح بازنمایی ذهنی حسی- حرکتی و تصاویر دیداری خود را گزارش می‌کنند. این پرسشنامه، تصویرسازی را در دو خرده‌مقیاس تصویرسازی حرکتی و بینایی، هر کدام چهار آیتم در مقیاسی هفت ارزشی، بررسی می‌کند. سهرابی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که این پرسشنامه دارای اعتبار سازه خوبی است. روایی و پایایی آن به ترتیب  $0/73$  و  $0/77$  گزارش شده است (۱۲).

آزمون دریل بسکتبال. در خطی مستقیم به طول  $16/5$  متر، مخروط‌هایی به فاصله  $2/45$  سانتی‌متر از یکدیگر قرار می‌گیرد. آزمودنی توپ را در مسیری مارپیچ و از بین مخروط‌ها دریل می‌کند. مسیر رفت و برگشت به ثانیه امتیاز آزمودنی لحاظ می‌گردد [۱۳].

دستگاه الکتروانسفالوگرافی. ابزار مورد استفاده این تحقیق در انجام ثبت مغزی هنگام تصویرسازی شامل سخت‌افزار نورو/ بیوفیدبک چهارکاناله vilistus و نرم‌افزار biosses ساخت کشور انگلستان است. با استفاده از یک سری

هال و وینبرگ (۲۰۰۰) در تحقیقی نشان دادند که برخی افراد به‌طور غیرارادی، سرعت‌های مختلفی را هنگام تصویرسازی به کار می‌برند که نشان می‌داد سرعت تصویرسازی ذهنی یکی از متغیرهای اساسی در تحقیقات آینده است [۳]. درحالی که برخی پژوهشگران در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که تصویرسازی در زمان برابر با سرعت واقعی بهترین راه بهبود عملکرد است، محققان دیگری در تحقیقات خود نشان داده‌اند که تغییر سرعت تصویرسازی به‌طور ارادی به تغییر سرعت اجرای واقعی عمل موردنظر می‌انجامد [۴].

فتحی‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی نشان دادند که ورزشکاران پس از تصویرسازی زمان حقیقی و سریع، زمان عملکرد خود را بهبود دادند و تصویرسازی آهسته تأثیری بر اجرای پس‌آزمون ندارد و اختلاف معناداری بین اثر تصویرسازی زمان حقیقی و سریع وجود نداشت [۵]. مالوین و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی با عنوان «کاهش سرعت تصویرسازی بعد از سکتته سمت راست مغز» نشان دادند برخلاف افراد سالم و کسانی که سکتته سمت چپ مغز داشتند، افرادی که سکتته سمت راست مغز داشتند، زمان تصویرسازی بیشتری را نسبت به اجرای واقعی انجام دادند [۶]. هال (۲۰۰۹) در تحقیقی نشان داد که ورزشکاران هنگام یادگیری مهارت حرکتی جدید از تصویرسازی زمان آهسته و واقعی تقریباً به‌صورت مساوی و بیشتر از تصویرسازی با سرعت زیاد استفاده می‌کنند [۷].

روش‌های نقشه‌برداری مغزی نشان داده است که حرکات تصویرسازی شده و اجرا شده زیرساخت‌های عصبی مشابهی در بخش حرکتی مکمل قدامی، مخچه، لوب پیشانی، عقده‌های قاعده‌ای و قشر پیش حرکتی قدامی و قشر پیش حرکتی خلفی جانبی دارد [۲]. در متون تصویربرداری عصبی در انسان‌ها، برخی سلول‌های موجود در ناحیه قشر پیش حرکتی به سیستم نوروهای آینه‌ای معروف است [۸]. نوروهای آینه‌ای اطلاعات حسی به‌دست‌آمده از اعمال حرکتی دیگران را در قالب حرکتی مشابه انتقال می‌دهد تا مشاهدگران خود بتوانند همان عمل را اجرا کنند. سطح رسیدن به انتزاع نیز با این نوروها مشخص می‌شود؛ یعنی، حتی این نوروها به‌صورت انتزاعی هم فعال می‌شود [۹].

ندلکو و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی فعالیت‌های مرتبط با سن را در نواحی سیستم نوروهای آینه‌ای هنگام مشاهده و تصویرسازی عمل بررسی کردند. نتایج نشان داد که نوروهای آینه‌ای در قشر پیش حرکتی و قشر آینه‌ای هنگام مشاهده و تصویرسازی فعال شد. یافته‌های آن‌ها مبنای عصبی را برای مداخلات درمانی و درمان‌های توان‌بخشی جدید از

کوششی تصویرسازی (مجموعاً ۳۰ کوشش در هر جلسه) را انجام می‌داد. بعد از انجام هر کوشش تصویرسازی، به فرد ۱۰ ثانیه استراحت داده شد و پس از هر بلوک شرکت‌کنندگان به مدت دو دقیقه استراحت می‌کردند. سپس، بلوک بعدی را اجرا می‌کردند. به منظور رسیدن آزمودنی‌ها به زمان مورد نظر پژوهشگر، در ده کوشش نخست به آزمودنی‌ها راهنمایی‌ها و نکات لازم حین تصویرسازی داده و زمان سپری‌شده مربوط به تصویرسازی به آن‌ها گفته شد. سپس، در بیست کوشش آخر از آزمودنی خواسته می‌شد تا بدون دریافت بازخورد، تصویرسازی را انجام دهند. در پایان کوشش‌ها، زمان صرف‌شده و نزدیک‌بودن به زمان مورد نظر پژوهشگر به آزمودنی‌ها گفته می‌شد. تا در نهایت، تمام شرکت‌کنندگان بتوانند به زمان مورد نظر با توجه به گروهی که در آن قرارداشتند، برسند.

پس از اتمام مراحل تمرین، آزمون دریل بسکتبال از هر فرد به عمل آمد. پس از پایان مرحله اکتساب و زمانی که آزمودنی‌ها به سرعت موردنظر در تصویرسازی (با توجه به گروهی که در آن قراردارند) دست‌یافتند هر فرد به‌طور جداگانه به محل تمرین برده شد. درحالی‌که به‌صورت راحت و در کمال آرامش روی صندلی در زمین بسکتبال و روبه‌روی مخروط‌ها نشسته بود، از او خواسته شد (با توجه به گروهی که در آن قرارگرفته است) حرکت انجام شده را تصویرسازی کند. در حین تصویرسازی با استفاده از دستگاه الکتروانسفالوگرافی از نقاط (C3, C4, Cz) که جایگاه نوروهای آینه‌ای را نشان می‌دهد [۱۵]، ثبت مغزی گرفته و اطلاعات آن ثبت شد.

الکترودها که در سطح مغز قرارمی‌گیرد، فعالیت‌های الکتریکی مغز را اندازه‌گیری می‌کنند. الکترودها به‌منظور جمع‌آوری ولتاژ در مکان‌های خاصی از مغز قرارمی‌گیرد. قبل از اینکه الکترودها در سطح پوست قرارگیرد، ژل هادی به‌منظور کاهش مقاومت روی پوست سر مالیده می‌شود. خروجی این الکترودها به ورودی تقویت‌کننده وصل می‌شود. سپس، از فیلترهای بالاگذر و پایین‌گذر عبور داده می‌شود. تغییرات در جریان اکسیژن خون با میزان فعالیت‌های عصبی ارتباط دارد. زمانی که سلول‌های عصبی فعال است، اکسیژن حمل‌شده با هموگلوبین را مصرف می‌کنند. پاسخ محلی به این کاهش اکسیژن افزایش جریان خون در ناحیه‌هایی است که فعالیت‌های عصبی زیاد است. از طرف دیگر، در اثر فعالیت‌های عصبی و انتقال پیام‌های عصبی جریان الکتریکی تولید می‌شود که این جریان الکتریکی طبق قانون مارکوف میدانی مغناطیسی تولید می‌کند [۱۴].

### شیوه اجرای پژوهش

تصویرسازی بر اساس مدل گیلوت و کولت (۲۰۰۸) انجام گرفت. مراحل تصویرسازی بدین‌صورت بود که شرکت‌کنندگان روی صندلی که در ابتدای خط شروع آزمون قرارگرفته بود می‌نشستند و اجازه داشتند تا هنگام تصویرسازی چشم‌های خود را باز نگاه دارند و به مسیر حرکت نگاه کنند، ولی اجازه حرکت کردن حین تصویرسازی را نداشتند. تصویرسازی بر اساس گروهی که در آن قرارگرفتند (سرعت کم، سرعت برابر و سرعت زیاد) صورت گرفت [۲]. پس از مرحله پیش‌آزمون، مرحله تمرینی اکتساب در چهار روز متوالی انجام گرفت. در هر جلسه فرد سه بلوک ۱۰

### نتایج

جدول ۱. نتایج مربوط به میانگین، انحراف معیار و تحلیل واریانس یک‌راهه میزان توانایی تصویرسازی گروه‌های مختلف

گروه	تصویرسازی حرکتی		تصویرسازی بینایی		تصویرسازی کل		F	sig
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار		
سرعت آهسته	۱۸/۱۲	۱/۸۷	۲۲/۴۸	۱/۰۷	۴۰/۶۰	۲/۹۱	۰/۴۱۲	۰/۴۰۲
سرعت برابر	۱۷/۷۴	۰/۸۳	۲۲/۲۰	۰/۸۲	۳۹/۹۴	۱/۲۱	۱/۱۲۱	۰/۵۱۰
سرعت زیاد	۱۸/۰۳	۱/۰۸	۲۰/۲۹	۰/۸۲	۳۸/۴۲	۱/۷۸	۰/۷۸۴	۰/۴۷۷

نتایج مربوط به جدول ۱ نشان داد که تفاوت معناداری بین توانایی تصویرسازی گروه‌های مختلف وجود ندارد. از طرح تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری، برای مشخص کردن تأثیر سرعت‌های مختلف تصویرسازی در اجرای حرکت در هر یک از گروه‌های مبتدی و ماهر استفاده شد.

جدول ۲. نتایج تحلیل واریانس درون‌گروهی در اجرای حرکت در گروه‌های مختلف طی سرعت‌های متفاوت تصویرسازی

گروه	جمع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	ارزش F	ارزش P	مجذور اتا
------	-------------	------------	-----------------	--------	--------	-----------

۰/۹۴۸	۰/۰۰۰۱	۱۶۳/۲۰	۲۱۹/۷۸	۲	۴۳۹/۵۶	سرعت آهسته
۰/۹۳۴	۰/۰۰۰۱	۱۲۶/۶۰	۱۸۸/۴۹	۲	۳۷۶/۹۸	سرعت برابر
۰/۷۷۴	۰/۰۰۰۱	۳۰/۸۶	۱۵/۹۸	۲	۳۱/۹۶	سرعت زیاد

اگرچه هر یک از سرعت‌های تصویرسازی بر زمان اجرای حرکت تأثیر دارد، همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌کنید، اندازه اثر (مجذور اتا) سرعت تصویرسازی آهسته (۰/۹۴۸) و برابر (۰/۹۳۴) بیش از سرعت سریع (۰/۷۷۴) و نشان‌دهنده کارایی بهتر این سرعت‌های تصویرسازی در افراد مبتدی در این تحقیق است. نتایج آزمون پیگردی بونفرونی نیز حاکی از تأیید این نتایج است. این نتایج نشان داد که بین سرعت تصویرسازی آهسته با سریع (sig=۰/۰۰۰۱) و سرعت تصویرسازی برابر با سریع (sig=۰/۰۰۰۱) تفاوت معناداری وجود دارد؛ اما، بین سرعت تصویرسازی آهسته و برابر تفاوت معناداری یافت نشد (sig=۱/۰۰).

جدول ۳. یافته‌های مربوط به تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری در هر یک از گروه‌های تمرینی در نورون‌های آینه‌ای

نواحی نورون‌های آینه‌ای									گروه
ناحیه C3			ناحیه C4			ناحیه Cz			
مجذور اتا	Sig	F	مجذور اتا	sig	F	مجذور اتا	Sig	F	
۰/۵۳۹	*۰/۰۱	۱۶/۵۰	۰/۶۴۷	*۰/۰۰۳	۴۶/۲۲	۰/۸۳۷	*۰/۰۰۰۱	۱۰/۵۲	سرعت آهسته
۰/۴۹۴	*۰/۰۱۶	۱۶/۲۰	۰/۶۴۳	*۰/۰۰۳	۲۰/۷۳	۰/۶۹۷	*۰/۰۰۱	۸/۷۷	سرعت برابر
۰/۳۹۴	۰/۱۲۹	۵/۳۳	۰/۳۷۲	*۰/۰۴۶	۸/۹۷	۰/۴۹۹	*۰/۰۱۵	۵/۸۵	سرعت زیاد

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌کنید، سرعت‌های تصویرسازی پایین و برابر بر هر سه ناحیه نورون‌های آینه‌ای تأثیر دارد ( $P < 0.05$ ). اما سرعت تصویرسازی زیاد فقط در دو ناحیه C4 و Cz باعث فعال شدن نورون‌های آینه‌ای شد و در ناحیه C3 تأثیر معناداری ملاحظه نشد ( $P = 0.129$ ). اگرچه هر یک از سرعت‌های تصویرسازی بر نواحی مختلف نورون‌های آینه‌ای تأثیر دارد (به‌غیر از سرعت زیاد که بر ناحیه C3 تأثیر نداشت)، همان‌طور که مشاهده می‌کنید، اندازه اثر (مجذور اتا) سرعت تصویرسازی پایین و همسان بیش از سرعت زیاد و نشان‌دهنده کارایی بهتر این سرعت‌های تصویرسازی در بسکتبالیست‌های مبتدی در سرکوبی نورون‌های آینه‌ای است.

جدول ۴. نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسون بین عملکرد نورون‌های آینه‌ای با دریل بسکتبال در سرعت‌های تصویرسازی مختلف

اجرای مهارت دریل بسکتبال						نورون‌های آینه‌ای
سرعت تصویرسازی آهسته		سرعت تصویرسازی برابر		سرعت تصویرسازی زیاد		
معناداری	ضریب	معناداری	ضریب	معناداری	ضریب	
۰/۰۱۵*	۰/۴۷	۰/۰۳*	۰/۴۰	۰/۳۹	۰/۲۶	<b>CZ</b>
۰/۰۱*	۰/۵۴	۰/۰۱۲*	۰/۴۹	۰/۹۱	-۰/۰۴	<b>C3</b>
۰/۰۳۲*	۰/۳۹	۰/۰۳۹*	۰/۳۵	۰/۶۵	۰/۱۶	<b>C4</b>

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌کنید، عملکرد نورون‌های آینه‌ای با اجرای مهارت دریل بسکتبال در سرعت‌های تصویرسازی پایین و همسان ارتباط معنادار مستقیم دارد؛ یعنی، هر چه عملکرد نورون‌ها بیشتر سرکوب شود، در نتیجه پیشرفت اجرای مهارت بهتر صورت می‌گیرد.

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش بررسی ارتباط بین واکنش نورون‌های آینه‌ای و سرعت‌های مختلف تصویرسازی در عملکرد دریل بسکتبال بود. نتایج پژوهش نشان داد که تصویرسازی در هر سه گروه با سرعت آهسته، سرعت برابر و سرعت زیاد باعث پیشرفت در اجرای مهارت شد، اما با توجه به اندازه اثر، بهترین عملکرد مربوط به گروه‌های تصویرسازی با سرعت آهسته و سرعت برابر بود. این نتایج با یافته‌های او و مونرو چالدر (۲۰۰۸) همخوانی داشت. در تحقیقی که آن‌ها طی یک روز انجام دادند تمام گروه‌ها کاهش را در زمان اجرا نشان دادند، هر چند عنوان کردند که چون مراحل تحقیق در یک روز انجام گرفته است احتمال تأثیر پیش‌آزمون بر پس‌آزمون وجود دارد [۱۶]. دریسکل و همکاران (۱۹۹۴) در تحقیقی بیان کردند که تصویرسازی حرکتی باعث بهبود مهارت‌هایی می‌شود که اجزای شناختی آن‌ها بیشتر است. در مراحل ابتدایی یادگیری و زمانی که فرد مبتدی قرار است حرکت تازه‌ای را بیاموزد لازم است فرد با تمام مراحل اجرای مهارت آشنا شود. تصویرسازی با سرعت آهسته و در مراحل ابتدایی آموزش دیدی کامل و جامع از این جنبه‌ها در اختیار فرد قرار می‌دهد و به این ترتیب به ذخیره و یادآوری مهارت کمک می‌کند. این عامل بیانگر علت تأثیر تصویرسازی حرکتی بر یادگیری مهارت‌های جدید است [۱۷].

هنگام مراحل اولیه یادگیری که فرد ممکن است حین اجرای مهارت با خطا مواجه شود، قسمت‌های پیش حرکتی مغز فعال می‌شود. نقش این منطقه در ارتباط با حافظه کاری آشکار و ایجاد ارتباط جدید بین علایم بینایی و فرمان‌های حرکتی است. همراه با ادامه تمرین و پیشرفت حرکتی، نواحی ارتباطی حرکتی نیمکره چپ فعالیت خود را افزایش می‌دهد. تحقیقات FMRI نشان داده است هنگام تصویرسازی، الگوهای فعالیت یادگیری حرکتی در وضعیت‌های یادگیری پنهان نخست مربوط به مدارهای حرکتی است، شامل قشر پیش حرکتی جانبی و ناحیه حرکتی مکمل نیمکره چپ و قشر حرکتی اولیه؛ و در مرحله دوم مربوط به لوب شناختی است، شامل عقده‌های قاعده‌ای نیمکره راست [۱۸].

نتایج این قسمت از یافته‌های تحقیق را می‌توان با نظریه چارچوب کلی تبیین کرد. ایده چارچوب کلی شرط لازم و ضروری در یادگیری حرکتی مطلوب، به خصوص در مبتدیان و در مراحل اولیه یادگیری است. طبق این نظریه، یادگیرنده هنگام تصویرسازی و قبل از اجرای مهارت باید قادر به تجسم کامل یا طرح کلی باشد، به طوری که خود را در حال اجرای بهبود مهارت تصور کند. یادگیرنده باید به جای توجه به جزئیات حرکت به برداشت‌های عمومی یا زمینه کلی مهارت

توجه کند. لذا، تصویرسازی در برقراری چارچوب کلی به یادگیرنده در بهبود اجرای مهارت کمک خواهد کرد [۱۹]. از طرفی، نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های زمانی و همکاران (۲۰۱۳) در مورد عملکرد تصویرسازی بازیکنان ماهر فوتسال که نشان دادند گروه تصویرسازی سریع عملکرد بهتری را نسبت به سایر گروه‌ها دارد [۲]، با یافته‌های فتیحی و همکاران (۲۰۱۳) که در تحقیقی با عنوان «تغییر در سرعت تصویرسازی توالی حرکتی خودکار شده و تأثیر آن بر عملکرد ورزشی» نشان دادند تصویرسازی سریع نسبت به تصویرسازی آهسته دارای مزیت در بهبود مدت‌زمان عملکرد است [۲۰] و با یافته‌های دبارنوت و همکاران (۲۰۱۱) که نشان دادند تصویرسازی سریع بیشترین تأثیر را دارد [۴] و نیز با پژوهش لوئیز و همکاران (۲۰۰۸) که نشان دادند تمرین تصویرسازی با سرعت آهسته تأثیر معناداری بر زمان اجرای پس‌آزمون ندارد [۱۱] ناهمخوان است. شاید بتوان دلیل ناهمخوانی را در سطح مهارت شرکت‌کنندگان در تکالیف مورد استفاده در پژوهش آن‌ها توجیه کرد، زیرا شرکت‌کنندگان پژوهش حاضر همگی افراد مبتدی در زمینه بازی بسکتبال بودند و تکلیف مورد استفاده در تحقیق ما تکلیف جدیدی برای شرکت‌کنندگان بود که آن‌ها برای نخستین بار این حرکت را انجام می‌دادند؛ در حالی که شرکت‌کنندگان تحقیقات اشاره‌شده افراد ماهری بودند که تکلیف مورد استفاده برای آن‌ها تکلیفی نسبتاً ساده بود و به دفعات بسیار زیاد آن را اجرا کرده بودند و تقریباً در انجام آن حرکات به خودکاری رسیده بودند.

نتایج دیگر این پژوهش نشان داد که نورون‌های آینه‌ای هنگام تصویرسازی مهارت حرکتی فعال می‌شوند. این نتایج با یافته‌های فیلمون و همکاران (۲۰۰۷) که نقش نورون‌های آینه‌ای را در شرایط اجرا، مشاهده و تصویرسازی حرکات دسترسی را بررسی کردند [۲۱]، همچنین با نتیج ندلکو و همکاران (۲۰۱۰) که فعالیت‌های مرتبط با سن را در نواحی سیستم نورون‌های آینه‌ای هنگام مشاهده و تصویرسازی عمل بررسی کردند، در یک راستاست [۱۰]. این یافته‌ها بیان می‌کند هنگامی که به صورت انتزاعی به یک عملکرد حرکتی فکر می‌کنیم و آن را در ذهن خود تصور می‌کنیم سیستم نورون‌های آینه‌ای فعال می‌شود. نورون‌های آینه‌ای به سادگی نشان‌دهنده نورون‌های تدارکاتی با طبقه‌بندی خاصی است که به میزان وسیعی در قشر پیش حرکتی مغز پخش شده است و قبل از اجرای حرکت و زمانی که فرد حرکت را به صورت ذهنی مرور می‌کند، به شکل بسیار مؤثری فعال می‌شود. تصویرسازی از طریق فعال کردن نورون‌های آینه‌ای در تولید بازنمایی مهارت‌های حرکتی مؤثر است و موجب تولید بازنمایی از

نشان داد بین تصویرسازی و یادگیری مشاهده‌ای ارتباط وجود دارد [۲۴]. طی فرایند یادگیری مشاهده‌ای، یادگیرنده الگوی حرکتی جدید را بر اساس اطلاعات بینایی ارائه شده به‌وسیله اجرای یک مدل در ذهن کسب می‌کند. فرد اطلاعات بینایی مشاهده شده را به فرامین حرکتی انتقال می‌دهد. یادگیری حرکتی مشاهده‌ای از طریق فعال کردن نورون‌های آینه‌ای که اساس روان‌شناختی عصبی در فرایند انتقال بینایی- حرکتی و حرکتی- بینایی مطرح است سبب بهبود ادراک و عمل و اجرای حرکت می‌شود [۲۵].

**بنابراین،** می‌توان گفت که در افراد مبتدی کاهش سرعت تصویرسازی منجر به تمرکز توجه بیشتر بر مؤلفه‌های شناختی حرکت و در نتیجه بهبود اجرا می‌شود. همچنین، می‌توان گفت که احتمالاً نورون‌های آینه‌ای موجود در قشر پیش حرکتی یکی از سازوکارهای عصبی بسیار مهم در الگوی فعالیت مغزی است که باعث اثربخشی تصویرسازی در بهبود مهارت‌های حرکتی می‌شود. چنین سازوکاری نشان می‌دهد که تصویرسازی روش مداخله‌ای شناختی مؤثری در بهبود مهارت‌های حرکتی و نیز سطح مهارت یادگیرنده استفاده می‌شود.

#### تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند که از اداره ورزش و جوانان استان خوزستان که حمایت مالی این پژوهش را بر عهده داشت و نیز از تمام شرکت‌کنندگان در این پژوهش کمال تقدیر و تشکر را به‌عمل آورند.

حرکت در حافظه می‌شود. همچنین، می‌توان گفت که تصویرسازی از طریق فعال کردن نورون‌های آینه‌ای موجب رمزگذاری حرکات مورد نیاز برای انجام مهارت در مغز می‌شود؛ بنابراین، این رمزگذاری حرکات در مغز به تسهیل مهارت حرکتی منجر می‌شود. از طرفی، تصویرسازی سبب خلق برنامه‌ای حرکتی در سیستم عصبی مرکزی می‌شود. این برنامه حرکتی به ایجاد دستور کار مغزی در انجام صحیح حرکت می‌انجامد [۲۲].

نتایج دیگر این تحقیق نشان داد که در گروه تصویرسازی آهسته و برابر، سرکوب ریتم میو در نواحی C3، C4 و Cz صورت گرفت، ولی در گروه تصویرسازی سریع فقط نقاط C4 و Cz فعال شد. همچنین، مشخص شد که در عملکرد نورون‌های آینه‌ای با اجرای مهارت دریل بسکتبال در سرعت‌های تصویرسازی پایین و همسان ارتباط معنادار مستقیم وجود دارد؛ یعنی، هر چه عملکرد نورون‌ها بیشتر سرکوب شود، در نتیجه پیشرفت اجرای مهارت بهتر صورت می‌گیرد. این یافته تا حدودی در راستای نتایج کالوو و همکاران (۲۰۰۵) است. آن‌ها عنوان کردند که فعالیت سیستم نورون‌های آینه‌ای در افرادی که مهارت را بهتر آموخته‌اند و آن را بهتر اجرا می‌کنند، نسبت به افرادی که مهارت را کسب نکرده یا در سطح پایین‌تر اجرا می‌کنند، بیشتر و قوی‌تر صورت می‌گیرد. چنین سازوکاری نشان می‌دهد که تصویرسازی حرکتی روش مداخله‌ای شناختی مؤثر در بهبود مهارت‌های حرکتی و نیز سطح مهارت یادگیرنده استفاده می‌شود. همچنین، می‌توان گفت که سرکوب ریتم میو هنگام تصویرسازی حرکتی احتمالاً ناشی از فعالیت پردازش اطلاعات شناختی در مغز است [۲۳]. این قسمت از یافته‌های تحقیق تا حدودی با یافته‌های حاتمی (۲۰۱۶) در یک راستاست که

#### References

- [1] Pearson DG, Deeprouse C, Wallace-Hadrill SM, Heyes SB, Holmes EA. Assessing mental imagery in clinical psychology: A review of imagery measures and a guiding framework. *Clinical Psychology Review*. 2013; 33(1): 1-23.
- [2] Zamani Sani SH, Farsi A, Abdoli B. Effect of different speeds of motor mental imagery on performance. *J Research Rehabilitate Science*. 2013; 9(7): 1189-1199. [in Persian]
- [3] Hall C, Weinberg R. The four Ws of imagery use: Where, when, why, and what. *Sport Psychologist*. 2000; 14: 119-37.
- [4] Debarnot U, Louis M, Collet C, Guillot A. How does motor imagery speed affect motor performance times? Evaluating the effects of task specificity. *Applied Cognitive Psychology*. 2011; 25(4): 536-40.
- [5] Fathizade A, Sistani P, Torkfar A, Mohammadzade, H. Changes in imaging speed auto-panning sequence and its effect of the Athletic performance. *Journal of Development and motor learning - Sports*. 2013; 6(3): 385-396. [in Persian]
- [6] Malouin F, Richards CL, Durand A. Slowing of motor imagery after a right hemispheric stroke. *Stroke Research and Treatment*. 2012 Apr 9.
- [7] Hall C. A quantitative analysis of athletes' voluntary use of slow motion, real time, and fast motion images. *Journal of Applied Sport Psychology*. 2009; 21(1): 15-30.
- [8] Rozzi S, Ferrari PF, Bonini L, Rizzolatti G, Fogassi L. Functional organization of inferior parietal lobule convexity in the macaque monkey: electrophysiological characterization of motor, sensory and mirror responses and their correlation with cytoarchitectonic areas. *European Journal of Neuroscience*. 2008; 28(8): 1569-88.
- [9] Fogassi L. The mirror neuron system: How cognitive functions emerge from motor organization. *Journal of Economic Behavior & Organization*. 2011; 77(1): 66-75.
- [10] Nedelko V, Hassa T, Hamzei F, Weiller C, Binkofski F, Schoenfeld MA, Tüscher O, Dettmers C. Age-independent activation in areas of the mirror neuron system during action observation and action imagery. An fMRI study. *Restorative Neurology and Neuroscience*. 2010; 28(6): 737-47.

- [11] Louis M, Guillot A, Maton S, Collet Ch, Doyon J. Effect of imagined movement speed on subsequent motor performance. *Journal of Motor Behavior*. 2008; 40(2): 117-32.
- [12] Sohrabi M, Farokhi A, Bahram A, Arghami NR. Comparison of physical training and mental imagery with blocked and random arrangement on performance and learning of pursuit task. *Movement Science and Sport Journal*. 2010; 5: 13-24. [in Persian]
- [13] Hadavi F, Farahani A, Izadi A. Measurement, assessment and evaluation in physical education. Tehran. Hatmi Publisher. 2013. [in Persian]
- [14] Raymond Carl Smith. Electroencephalograph based Brain Computer Interfaces. Thesis, University College Dublin (NUI), Electrical and Electronic Engineering, 2004.
- [15] Oberman LM, McCleery JP, Ramachandran VS, Pineda JA. EEG evidence for mirror neuron activity during the observation of human and robot actions: Toward an analysis of the human qualities of interactive robots. *Neurocomputing*. 2007; 70(13): 2194-203.
- [16] Jenny O, Munroe-Chandler KJ. The effects of image speed on the performance of a soccer task. *Sport Psychologist*. 2008; 22(1): 1.
- [17] Driskell JE, Copper C, Moran A. Does mental practice enhance performance? *Journal of Applied Psychology*. 1994; 79(4): 481.
- [18] Halsband U, Lange RK. Motor learning in man: a review of functional and clinical studies. *Journal of Physiology-Paris*. 2006; 99(4): 414-24.
- [19] Sohrabi M, Fathi M. The application of mental skills in sports. Publications Research Institute of Physical Education. 2010. [in Persian]
- [20] Fathizade A, Mohammadzadeh JH. Effect of new motor imagery tasks on the duration of its implementation. *Journal of Development and motor learning - Sports*. 2013; 5(4): 125-145. [in Persian]
- [21] Filimon F, Nelson JD, Hagler DJ, Sereno MI. Human cortical representations for reaching: mirror neurons for execution, observation, and imagery. *Neuroimage*. 2007; 37(4): 1315-28.
- [22] Popescu A. The effect of different imagery ratios on learning and performing a gymnastic floor routine. 2005.
- [23] Calvo-Merino B, Glaser DE, Grezes J, Passingham RE, Haggard P. Action observation and acquired motor skills: an FMRI study with expert dancers. *Cerebral Cortex*. 2005; 15(8): 1243-9.
- [24] Hatami F. Relationship between sport imagery ability and observational learning functions among male athletes. *Sport Psychology Studies*. 2016; 5(15): 103-116. [in Persian]
- [25] Caramazza A, Anzellotti S, Strnad L, Lingnau A. Embodied cognition and mirror neurons: a critical assessment. *Annual Review of Neuroscience*. 2014; 37: 1-5.

## Relationship between mirror neuron action and different speeds of mental imagery in the motor performance

Sajad Parsaei<sup>1\*</sup>, Nahid Shetab Boushehri<sup>2</sup>, Masoumeh Shojaei<sup>3</sup> Rasool Abedanzadeh<sup>2</sup>

1. M.Sc. sport Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

2. Assistant Professor, sport Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

3. Associate Professor, Motor Behavior, University of Alzahra, Ahvaz, Iran

### Abstract

**Background:** Imagery is the concept of assimilation, creating or recreating a perception experience the sensory moderator in mind. The aim of this study was the relationship between mirror neuron action and different mental imagery speeds in the motor performance.

**Materials and Methods:** The research method was semi-empirical. The subjects included 30 female students of Shahid Chamran University (average age  $22 \pm 1.12$ ) selected through a purposive sampling (no experience basketball game) method and categorized in three groups of rapid-speed, real-speed, low-speed imagery. Following the basketball dribble function in pretests, the subjects were involved in imagery for a period of four consecutive days, and were subsequently tested for the real dribble function on the middle cones in the posttests. They were also subjected electroencephalographic assessment during imagery, focusing primarily on the reaction of the mirror neurons within the process.

**Results:** All of the group improved dribble function ( $P \leq 0.05$ ). With the effect size observed a significant improvement in the groups with slow-speed and real-speed imagery compared to those receiving high-speed imagery. Additionally, higher function of the mirror neurons was observed in the groups subjected to slow-speed imagery. Also, there is significant relationship mirror neuron action and different mental imagery speeds on the basketball dribble function ( $P \leq 0.05$ ).

**Conclusion:** Better performance in motor skills performance leading to more activity in the mirror neurons in the pre-motor cortex. This is a neurological mechanism and an important infrastructure for the effectiveness of imagery in improving motor skills.

**Received:** 2017/08/27

**Accepted:** 2017/11/16

**Keyword:** electroencephalographic, imagery speed, mental imagery, mirror neuron, motor performance.