

رشد و یادگیری حرکتی - ورزشی - پاییز ۱۳۹۷  
دوره ۱۰، شماره ۳، ص: ۳۴۸-۳۲۷  
تاریخ دریافت: ۲۷ / ۰۷ / ۹۴  
تاریخ پذیرش: ۰۲ / ۱۲ / ۹۴

## تأثیر سطوح مختلف فعالیت شناختی بر هماهنگی حرکتی درون فردی و بین فردی تکواندوکاران (پومسه)

اکبر بهلول<sup>۱</sup> - مهدی شهبازی<sup>۲\*</sup> - شهزاد طهماسبی بروجنی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران، ۲. دانشیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران، ۳. دانشیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران

### چکیده

هماهنگی جزء مهم اجرای موفقیت آمیز حرکات در زندگی روزمره و فعالیت های ورزشی است. هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر سطوح مختلف فعالیت شناختی بر هماهنگی حرکتی درون فردی و بین فردی تکواندوکاران (پومسه) بود. جامعه آماری تحقیق حاضر پومسروهای مرد شهر تهران بودند که از این بین ۳۰ پومسرو انفرادی و ۳۰ پومسرو تیمی با دامنه سنی ۱۷ تا ۳۰ سال انتخاب شدند و به صورت نمونه در دسترس در سه گروه کنترل، فعالیت شناختی ساده و فعالیت شناختی دشوار قرار گرفتند. گروه کنترل فقط تکلیف هماهنگی حرکتی و گروه شناختی تکلیف دوگانه را انجام دادند. نتایج آزمون تحلیل واریانس یکراهه برای هماهنگی حرکتی دودستی ( $P=0/003$ ) و دوپایی ( $P=0/004$ ) در فاکتور زمان کل حرکت (سرعت) و برای هماهنگی حرکتی بین فردی ( $P=0/002$ ) در فاکتور درصد خطا (دقت) تفاوت معناداری را بین گروه ها نشان داد که با بررسی دوبه دوی گروه ها مشخص شد، گروه فعالیت شناختی ساده ( $P=0/003$ ) و دشوار ( $P=0/001$ ) در هماهنگی حرکتی دودستی و گروه فعالیت شناختی دشوار در هماهنگی حرکتی دوپایی ( $P=0/002$ ) و بین فردی ( $P=0/001$ ) عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل داشتند. پیشنهاد می شود در کنار فعالیت های بدنی استفاده از فعالیت هایی با سطح دشواری بالا نیز مدنظر قرار گیرد.

### واژه های کلیدی

تکواندو، فعالیت شناختی، هماهنگی حرکتی، هماهنگی بین فردی، هماهنگی درون فردی.

#### مقدمه

حرکت از اساسی‌ترین عوامل زندگی انسان است و نقش مهمی در رشد عمومی و به‌خصوص رشد ذهنی-حرکتی دارد. حرکت از مهم‌ترین راه‌های افزودن آگاهی انسان است که به وی در کسب مفاهیم پیچیده‌تر کمک می‌کند. منع انسان از حرکت علاوه بر توقف رشد، سبب افسردگی، بروز رفتار نابهنجار و از دست رفتن شور و نشاط زندگی وی می‌شود (۱).

تعاریف مختلفی از هماهنگی بیان شده است. هماهنگی یعنی ادغام سیستم عصبی-عضلانی که سبب ایجاد حرکات صحیح، ظریف و هماهنگ در حرکات بدن می‌شود. اما در متن حاضر به تعریف تروی (۱۹۹۰) از هماهنگی استناد می‌شود که هماهنگی طرح‌یابی بدن و اندام‌ها در ارتباط با اشیا و رخدادهای محیطی است (۲). هماهنگی بین‌اندامی شامل حرکات متوالی و همزمان است که از دو طرف بدن با درجات بالایی از ریتمیک بودن استفاده می‌کند. به‌طور دقیق‌تر، هماهنگی بین‌اندامی شامل زمان‌بندی چرخه‌های حرکت اندام‌ها در ارتباط با هم است. هماهنگی بین‌فردی نوع خاصی از هماهنگی است که در آن دو فرد حرکات هماهنگ زمانی و فضایی را با همکاری و هماهنگی هم انجام می‌دهند (۳). به‌طور کلی، دیدگاه‌های مرکزی مبتنی بر پردازش اطلاعات و دیدگاه سیستم‌های پویا به‌طور چشمگیری در تبیین فرایندهای کنترل حرکات هماهنگ متفاوت‌اند. مطابق با دیدگاه‌های مرکزی پردازش اطلاعات، اجرای موفقیت‌آمیز اعمال همزمان با دو عضو در نتیجه کاهش تداخل عصبی، به‌واسطه شکل‌گیری برنامه حرکتی کلی‌تر یا تعامل صحیح بین سطوح بالاتر و پایین‌تر و افزایش سرعت گسترش اطلاعات بین سیستم‌های درگیر است. در مقابل این دیدگاه، دیدگاهی که اغلب به آن دیدگاه سیستم‌های پویا<sup>۲</sup> می‌گویند، کنترل حرکت انسان را نظام پیچیده‌ای می‌دانند که به روش‌هایی مشابه با هر نظام پیچیده زیستی یا فیزیکی عمل می‌کند. کنترل حرکتی انسان، همانند یک نظام پیچیده، باید از زاویه دینامیک غیرخطی ملاحظه شود، بدین معنی که تغییرات رفتاری طی زمان از پیشروی خطی پیروی نمی‌کند. کسانی که نظریه سیستم‌های پویا را مطالعه می‌کنند، به این موضوع علاقه‌مندند که یک سیستم، چگونه طی زمان و در نتیجه تأثیر یک متغیر خاص، از یک موقعیت باثبات به وضعیت باثبات دیگری تغییر می‌کند (۴).

- 
1. Turvey
  2. Dynamic systems

هماهنگی، الگوهای حرکت بدن و اندام را در بر می‌گیرد، از این رو یک سؤال مهم در مطالعه کنترل حرکتی این است که دستگاه عصبی چگونه می‌تواند بسیاری از عضلات و مفاصل را که درگیر تولید الگوی معینی‌اند، کنترل کند؟ برای پاسخ به این پرسش فیزیولوژیست روسی، نیکولای برنشتاین<sup>۱</sup> (۱۹۶۴-۱۸۹۶) پیشنهاد کرد که دستگاه عصبی برای اجرای یک حرکت هماهنگ، باید مسئله‌ای را که او مسئله درجات آزادی نامیده است، حل کند. در واقع وی، هماهنگی را به‌عنوان مسئله تسلط بر تعداد زیادی از درجات آزادی (متغیرهای مستقل) درگیر در یک حرکت خاص یا کاهش آنها تعریف کرد، بدون اینکه چنین فرایندی کاملاً به آدمک هوشمند درون دستگاه عصبی نسبت داده شود. واژه درجات آزادی اغلب برای توصیف تعداد شیوه‌هایی که هر واحد حرکتی قادر به حرکت است، به کار می‌رود. این واحدها ممکن است به‌صورت مفاصل دخیل در حرکت و تعداد عضلات یا حتی واحدهای حرکتی فعال در حین اجرای حرکت تعریف شود. به‌طور مثال اگر تعداد مفصلی را که برای حرکت نیاز داریم در نظر بگیریم، لازم است هفت درجه آزادی برای حرکت بازو در نظر داشته باشیم. همچنین اگر یک گام جلوتر رفته و به عضله به‌عنوان واحدی که در حین حرکت کنترل می‌شود، نگاه کنیم، تعداد درجات آزادی به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. برای حرکت موفقیت‌آمیز بازو باید حداقل ۲۶ درجه آزادی را تنظیم کنیم. اجازه دهید اکنون که درک بهتری از درجات آزادی پیدا کردیم، به این بحث بپردازیم که چگونه می‌توان درجات آزادی در دسترس را با کمترین مقدار مورد نیاز برای اجرای یک تکلیف سازماندهی کرد. براساس نظریه سلسله‌مراتبی، برنامه حرکتی تعمیم‌یافته مسئول تعیین اولیه تعداد درجات آزادی درگیر در حرکتی است که باید اجرا شود و سپس سازماندهی آنها برای یک واحد رفتاری است که باید برای تولید مؤثرترین حرکت ممکن به کار رود. این مطلب به‌ویژه برای اجرای حرکات پرتابی که در کمتر از ۳۰۰ هزارم ثانیه رخ می‌دهد، صدق می‌کند. در مورد این حرکات بسیار کوتاه‌مدت، اعتقاد بر این است که برنامه حرکتی تعمیم‌یافته مسئول کنترل همه‌جانبه حرکتی است که اجرا می‌شود. اینکه کدام عضله خاص فعال خواهد شد، چه زمانی فعال می‌شوند و با چه قدرتی هنگام اجرای حرکت منقبض می‌شوند. هرچند اگر نیاز نباشد که حسی در دسترس اجراکننده از طریق منابع درونی و بیرونی باشد نیز می‌توان از طریق بازخوردی که برای اصلاح پارامترهای حرکت در پاسخ به تغییر تقاضاهای تکلیف یا قیود محیطی یا حتی تغییر طرح فعلی عمل در صورت در دسترس بودن زمان کافی، موجود است برای کامل کردن اعمال برنامه حرکتی تعمیم‌یافته استفاده کرد (۵).

---

1. Nicolai Bernstein

در مقابل توجیهات برنامه حرکتی، نظریه پردازان بوم‌شناختی مانند ترووی (۱۹۹۷) این موضوع را مورد بحث قرار داده‌اند که کنترل عضلات فرد به وسیله یک مجری قشر مغزی یا برنامه حرکتی منطقی نیست. وی نه تنها معتقد بود که فعال شدن عضلات فرد براساس این حقیقت صورت می‌گیرد که آنها از درون با هم ارتباط دارند، همچنین اشاره کرد که راه‌اندازی اعصاب یک عضله خاص همیشه به همان حرکتی که هر بار تولید می‌گردد، منتهی نمی‌شود. در واقع نتیجه نهایی، محصولی از وضعیت پیشین (مثل طول یا سطح کشش) یا چگونگی ارتباط آن با عضله دیگر است. براساس نظریه‌های بوم‌شناختی، ما با مقید ساختن عضلات و مفاصل برای کار در حالت مطلوب، قادر به حل مسئله درجات آزادی هستیم. این واحدهای رفتاری اغلب به‌عنوان همکنشی پاسخ عضلانی یا ساختار هماهنگ معروف‌اند. اگرچه اعتقاد بر این است که بعضی از این همکنشی‌های پاسخ عضلانی یا ساختارهای هماهنگ در لحظه تولد قادر به فعالیت‌اند (مثل دسترسی، چنگ زدن و...). قسمت عمده این هم‌کنشی‌ها در طول زندگی تحت عنوان پدیدآیی فردی خاص یا فرهنگی، مهارت‌هایی هستند که آموخته می‌شوند. مثال - هایی از مهارت‌های فرهنگی آموخته‌شده شامل اسکیت روی یخ، تنیس و والیبال است. برخلاف همکنشی درونی در سیستم‌های پویای انسان، دومین هم‌کنشی‌های پاسخ عضلانی انعطاف‌پذیرترند و اغلب به‌طور موقت به‌منظور ساده‌سازی یک عمل حرکتی ویژه مقید می‌شوند. برای مثال همکنشی‌های پاسخ عضلانی که ما برای نزدیک کردن یک شیء به دهان به‌کار می‌بریم، مشابه همکنشی‌های سازماندهی‌شده برای کمک به ما برای بلند کردن یک صندوق از روی زمین نیست. اندازه حرکتی که اجرا می‌شود، از درون و بیرون، اغلب تعداد و نوع همکاری‌های پاسخ عضلانی مورد نیاز را تعیین می‌کند (۵).

دومین مکانیسمی که بعضی نظریه‌پردازان معتقدند می‌تواند در حل مسئله درجات آزادی به ما کمک کند، بهره‌وری از ویژگی‌های سیستم عضلانی اسکلتی است. با استفاده از ویژگی‌های فیزیکی قطعات مختلف بدن و جاذبه، حرکات اندام‌ها به‌سادگی و بدون نیاز به فعال‌سازی عضلانی همزمان می‌تواند تولید شود. این مطلب هنگام مرحله نوسان حرکت، وقتی نیروهای غیرفعال تولیدشده توسط ویژگی‌های مکانیکی عضلات و ارتباطات فیزیکی بین لیگامنت‌ها در مفاصل مختلف برای حرکت اندام در فضا کافی باشد، مشاهده می‌شود. به‌دلیل ارتباطات موجود بین قطعات اندازه‌های مختلف، حرکاتی که در یک مفصل آغاز شده‌اند، به‌طور یکنواختی بر حرکات سایر اندام‌ها اثرگذارند. برای مثال چرخش ران به جلو به‌طور طبیعی حرکات زانو و مفاصل زیر آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ویژگی‌های شبه‌فیزیکی عضلات نیز می‌تواند توسط سیستم اعصاب مرکزی در موقعیت‌یابی دقیق در فضا به ما کمک کنند. برای

به انجام رساندن چنین اهدافی، اغلب پیش از شروع حرکت، سختی عضلانی موجود دستکاری می‌شود. این نوع توانایی در آماده شدن عضلات قبل از حرکت، پیشخوراند نامیده می‌شود. یک حرکت هماهنگ به دستکاری مؤثر گروه‌های عضلانی متعدد و کنترل مفاصل اندام‌های درگیر در عمل نیازمند است. بهترین نوع دستیابی به هدف از طریق ترکیب منابع، تجمع همکنشی‌های مختلف به واحدهای کارکردی عمل، استفاده از ویژگی‌های مکانیکی اندام‌ها و عضلات و جریان اطلاعات حسی مداومی که توسط اجرای خود حرکت راه‌اندازی می‌شود، است (۵).

در ادامه به تعدادی از تحقیقات داخلی و خارجی در زمینه هماهنگی که با تحقیق حاضر در ارتباط است، می‌پردازیم.

سیفرت، هرولت و داویدس<sup>۱</sup> (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به بررسی عملکرد تغییرپذیری حرکتی در هماهنگی درون فردی یخ‌نوردان با سطح مهارت مختلف پرداختند. حرکات و موقعیت دست‌های چپ و راست، ابزار یخ‌نوردی و لگن هفت یخ‌نورد ماهر و هفت یخ‌نورد مبتدی حین بالا رفتن از صخره ۳۰ متری با دوربین فیلم‌برداری شد. هماهنگی درون‌اندامی، فراوانی و انواع اعمال و جابه‌جایی لگن در محور عمودی برای هر یخ‌نورد تجزیه و تحلیل شد و نتایج نشان داد که افراد ماهر دامنه وسیعی از الگوهای هماهنگی اندامی را اتخاذ کرده‌اند که به ظهور انواع مختلف اعمال منجر می‌شود، درحالی‌که افراد مبتدی سطح پایینی از تغییرپذیری درون‌اندامی سازماندهی حرکتی را نشان می‌دادند (۶).

قنوانی و همکاران (۲۰۱۴) مطالعه‌ای با عنوان «تأثیر بار شناختی و سرعت راه رفتن بر هماهنگی درون‌عضوی حین راه رفتن» انجام دادند. در این تحقیق ۳۰ نفر شرکت کردند و در دو شرایط تمرینی تکی (سرعت ترجیحی، کند و تند) و دوگانه (سرعت ترجیحی، کند و تند با تفریق یکی یکی یا سه تا سه تای اعداد سه‌رقمی) به تمرین پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که هرچه تکلیف شناختی پیچیده‌تر و سرعت راه رفتن تندتر باشد، تغییرپذیری بیشتر کاهش می‌یابد (۳). ناظم‌زادگان و همکاران (۱۳۸۹) مطالعه‌ای با عنوان «مقایسه اثر تمرین بار شناختی بر زمان و دقت تکلیف هماهنگی دودستی» انجام دادند. در این تحقیق ۶۰ ورزشکار شرکت کردند که به چهار گروه پانزده نفری تقسیم شدند و سه سطح کم، متوسط و زیاد تمرین بار شناختی را شامل تمرین فعالیت شناختی (شنیداری جمع اعداد دورقمی)، ادراکی - حرکتی (زمان واکنش پا) و تکلیف دوگانه (زمان واکنش + شنیداری)، به مدت شش هفته و

هفته‌ای سه جلسه انجام دادند. نتایج نشان داد که تمرین با بار شناختی زیاد می‌تواند بر سرعت و دقت تکلیف هماهنگی دو دستی اثر بگذارد، ولی تمرین بار شناختی کم و متوسط تأثیری بر دقت و سرعت تکلیف هماهنگی دودستی ندارد (۷). فارسی، عبدلی و کاویانی (۱۳۸۸) به بررسی عملکرد هماهنگی دودستی ۳۱ آزمودنی تحت تأثیر بار شناختی و حرکتی پرداختند. در این تحقیق از ۳۱ دانشجوی دختر استفاده شد و افراد به‌طور تصادفی در سه گروه کنترل (۱۱ نفر)، حرکتی (۱۰ نفر) و شناختی (۱۰ نفر) قرار گرفتند. بعد از آشنا شدن افراد با شرایط آزمون گروه کنترل تکلیف هماهنگی دودستی، گروه شناختی، تکلیف هماهنگی دودستی همراه با شمارش اعداد به‌صورت معکوس و گروه حرکتی، تکلیف هماهنگی دودستی همراه با تکلیف زمان واکنش را انجام دادند و نتیجه گرفتند که تکلیف ادراکی حرکتی می‌تواند در هماهنگی دودستی تداخل بیشتری را نسبت به بار شناختی ایجاد کند (۸).

توجه مفهوم دیگری است که در مدل پردازش اطلاعات بسط داده می‌شود. نیازهای توجهی طی تکلیف مختلف با درجات متفاوت ظاهر می‌شوند که به نوع تکلیف بستگی دارند (۹). برحسب رفتار حرکتی به‌نظر می‌رسد ما قویاً در تعداد کارهایی که می‌توانیم در زمان معینی انجام دهیم، محدودیم. همچنین توجه محدودیت‌های دارد و به‌نظر می‌رسد که توانایی پردازش اطلاعات نیز در این حالت محدود باشد، مانند زمانی که گریه یک کودک در بین تماشاچیان توجه بازیکنی را که قصد زدن سرویس را دارد، مختل می‌کند (۱۰). در بررسی توجه از آزمون‌های متعددی می‌توان استفاده کرد که متداول‌ترین روش تجربی برای سنجش توجه تکلیف دوگانه است. هدف کلی آزمایش‌هایی که در این روش استفاده می‌شود، یعنی نیازهای توجه و ویژگی‌های دوگانه تکلیف مختلف است که به‌طور هم‌زمان اجرا می‌شوند (۱۱).

با توجه به نظریه پردازش اطلاعات و محدودیت‌های حافظه کاری<sup>۳</sup>، سویلر<sup>۳</sup> (۱۹۸۸)، نظریه بار شناختی<sup>۴</sup> را برای ایجاد و توسعه طرحواره‌ها به‌عنوان ابزار کمکی به‌منظور تشویق یادگیرنده برای اجرای بهینه در فعالیت‌های ذهنی مطرح کرد. سطوح بار شناختی از کم به زیاد درجه‌بندی می‌شود. بار شناختی عبارتی است که به بار در حافظه کاری حین آموزش اشاره می‌کند. آموزش ممکن است با اهداف حل مسئله، تفکر یا مهارت‌های استدلالی مثل ادراک، حافظه، زبان و... انجام گیرد. افراد زمانی

- 
1. Dual task
  2. Work memory
  3. Sweller
  4. Cognitive load theory

بهتر یاد می‌گیرند که بتوانند براساس فهم خود ساختاری را ایجاد کنند (طرحواره)، اما در صورت محدودیت زمانی، فرایند دشوارتری در حافظه کاری ایجاد می‌شود. در مطالعات زبان خارجی نسبت به مطالعه زبان مادری، بار شناختی بسیار بیشتر است، چراکه مغز باید در مطالعه زبان خارجی لغات را ترجمه و همزمان اطلاعات جدید را دریافت کند. اساس این نظریه قائل شدن محدودیت ذاتی حافظه کاری برای فرایند پردازش اطلاعات در حین آموزش است و در آن از طرحواره به‌عنوان واحدهای تجزیه برای طراحی مواد آموزشی استفاده می‌شود (۱۲).

در ورزش هماهنگی عامل مهمی برای اجرای بهتر و موفقیت ورزشکار محسوب می‌شود و یکی از ورزش‌هایی که هماهنگی نقش تعیین‌کننده در آن دارد، تکواندو است. ورزش تکواندو به سه رشته شکستن اجسام سخت، پومسه و مبارزه تقسیم می‌شود که فرم یا پومسه از مهم‌ترین جنبه‌های آموزشی هنرهای رزمی است. فرم مجموعه‌ای از حرکات کلاسیک تکواندو شامل تکنیک‌های ایستادن، دست، پا و جابه‌جایی است که براساس منطق طراحی شده‌اند. مسابقات پومسه تکواندو به دو شکل انفرادی و تیمی برگزار می‌شود. هدف عمده از تمرین پومسه، هماهنگی فیزیکی و فکری و روحی در هنرجو و نیز انضباط فرد است.

در ادامه به تحقیقات گذشته در زمینه توجه که با تحقیق حاضر در ارتباط است، اشاره می‌کنیم. در سال ۲۰۰۷ وینتر در مطالعه‌ای به بررسی ماهیت و زمان‌بندی اثرات ورزش بر توانایی‌های شناختی پرداخت. در این مطالعه کارایی یادگیری مستقیماً پس از دویدن سریع، دویدن آرام و استراحت ارزیابی شد. متغیرهای وابسته شامل سرعت یادگیری و همچنین موفقیت کوتاه‌مدت و بلندمدت در یادگیری لغات جدید بود. سطح محیطی عوامل نروتروفیک مشتق از مغز و کتگولامین‌ها قبل و بعد از مداخله و همچنین بعد از یادگیری سنجش شد (۱۳). پیرایه و همکاران (۱۳۹۲) به تحقیقی با عنوان «بررسی اثر فعالیت شناختی بر روی کنترل پاسچر افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو» پرداختند. ثبات پاسچر در دو گروه زنان بیمار و سالم (هر گروه ۲۰ نفر) در چهار حالت بر روی دستگاه صفحه نیرو بررسی شد. حالت‌ها شامل ایستادن روی دو پا با چشم‌های باز و بسته با و بدون انجام تکلیف شناختی بود. تکلیف شناختی مورد استفاده از نوع گستره حافظه عددی معکوس بود. فرد پس از دو بار شنیدن رشته اعداد تصادفی، آنها را در ذهن خود حفظ کرده، ترتیب آنها را برعکس کرده و طی ۳۰ ثانیه جمع‌آوری داده‌های پاسچر به مرور معکوس آنها اقدام می‌کرد. بلافاصله پس از اتمام جمع‌آوری داده‌های پاسچر از آزمون‌شوندگان خواسته شد که رشته اعداد معکوس را به‌خاطر بیابورند تا آزمونگر آنها را ثبت کند (۱۴).

براساس آنچه گفته شد، انسان برای انجام موفقیت‌آمیز حرکات هماهنگ اندام‌های خود نیازمند کنترل درجات آزادی اندام‌هاست. همچنین، براساس رفتار حرکتی، ما به تعداد چیزهایی که می‌توانیم در زمان معینی انجام دهیم، محدودیم و در صورت وجود فعالیت بیش‌ازحد، ظرفیت بیش‌ازحد به توجه اعمال می‌شود و از جمله فعالیت‌هایی که نیازمند به‌کارگیری توجه هستند، فعالیت هماهنگ بین‌فردی یا درون‌فردی (اندام‌های یک فرد) است که نمود بارز آن را می‌توان در ورزش پومسه مشاهده کرد. علاوه بر این، با توجه به نتایج مطالعات متعدد در زمینه توجه که اغلب بر تکالیف شناختی متمرکز بوده‌اند، بهبود توجه در نتیجه تمرین حاصل می‌شود. اما در مطالعات توجه جنبه‌های اجرایی حرکت کمتر بررسی شده است. به‌علاوه براساس بررسی‌های انجام‌گرفته تاکنون تحقیقی در زمینه تأثیر فعالیت شناختی بر هماهنگی حرکتی درون‌فردی (هماهنگی دودستی و دوپایی) و هماهنگی حرکتی بین‌فردی (دو نفر) انجام نگرفته و از آنجا که فعالیت همزمان چند بخش از بدن بین یک فرد و دو فرد عامل مهمی در اجرای موفقیت‌آمیز مهارت‌های ورزشی و حرکتی است و مفید بودن فعالیت شناختی در افزایش توجه و علاوه بر اینها استفاده از دستگاه اندازه‌گیری هماهنگی حرکتی مبتنی بر وینا در حیطه ورزشی کمتر استفاده شده و می‌تواند به‌عنوان ابزاری معتبر و پایا برای مطالعه و پژوهش در حیطه کنترل حرکتی استفاده شود، پژوهشگران این تحقیق در پی بررسی تأثیر دو سطح ساده و دشوار فعالیت شناختی بر هماهنگی حرکتی دودستی و دوپایی در یک فرد و هماهنگی حرکتی بین دو فرد در تکواندوکاران پومسه‌رو هستند.

## روش تحقیق

تحقیق مداخله‌ای حاضر از نوع نیمه‌تجربی است که به‌صورت طرح پیش-پس‌آزمون اجرا شد.

### جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری تحقیق حاضر تکواندوکاران (پومسه) مرد شهر تهران بودند. نمونه آماری تحقیق حاضر به‌وسیله نرم‌افزار تعیین حجم نمونه G-Power، با پیش‌فرض طرح تحقیق چندگروهی، اطمینان ۰/۹۵، خطای پیش‌فرض ۰/۵ و اندازه اثر ۰/۲۵، تعداد حداقل ۵۴ نفر نمونه لازم بود که برای جلوگیری از ریزش، این تعداد به ۶۰ نفر افزایش یافت که از این بین ۳۰ نفر پومسه‌رو انفرادی و ۳۰ نفر پومسه‌رو تیمی با دامنه سنی ۱۷ تا ۳۰ سال به‌صورت نمونه در دسترس انتخاب شدند.



## ابزار اندازه گیری

برای اندازه گیری هماهنگی حرکتی درون فردی (دو دست و دو پا) و بین فردی از دستگاه اندازه گیری هماهنگی حرکتی مبتنی بر وینا استفاده شد. دو عدد جوی استیک<sup>۱</sup> (اهرم) برای هماهنگی حرکتی دو دستی و دو پدال برای اندازه گیری هماهنگی حرکتی دوپایی در این دستگاه طراحی شده است. همچنین در آزمون هماهنگی حرکتی بین فردی هر کدام از افراد به تناوب از جوی استیک و پدال-ها استفاده می کردند تا بتوان این نوع هماهنگی حرکتی را نیز اندازه گیری کرد. یکی از جوی استیکها، حرکت بالا و پایین و دیگری حرکت چپ و راست را انجام می دهد. پدالها هم به نحوی طراحی شده بود که یکی حرکت بالا و پایین و دیگری حرکت چپ و راست انجام می داد. در پایان آزمون فرد قادر بود تا میزان هماهنگی حرکتی خود از نظر مسافت کلی طی شده، مسافت کلی خطا، درصد خطا و میزان دقت و سرعت حرکت، تعداد خطاها و... را مشاهده کند. پایایی این دستگاه طبق اعتباریابی پژوهشگران مطالعه حاضر بدین گونه گزارش شده است:

$$۰/۷۳ = \text{درصد کل خطا } \Gamma, \text{ زمان کل حرکت } \Gamma \text{ هماهنگی حرکتی دودستی (جوی استیک):}$$

$$۰/۶۹ = \text{درصد کل خطا } \Gamma, \text{ زمان کل حرکت } \Gamma \text{ هماهنگی حرکتی دوپایی:}$$

$$۰/۷۰ = \text{درصد کل خطا } \Gamma, \text{ زمان کل حرکت } \Gamma \text{ هماهنگی حرکتی بین فردی:}$$

همچنین از پرسشنامه دست برتری ادینبورگ<sup>۲</sup> (۱۹۷۱) نسخه تجدیدنظرشده پرسشنامه پا برتری واترلو<sup>۳</sup> WFQ-R (الیاس، برایدن و بولمن-فلمینگ، ۱۹۹۸) برای تعیین دست برتری و پا برتری آزمودنی ها استفاده شد.

## شیوه جمع آوری اطلاعات

ابتدا به پومسه روها کار تحقیقی به طور کامل توضیح داده شد و بعد از موافقت آنها، رضایتنامه حضور در این تحقیق توسط آنها تکمیل شد. سپس نحوه پر کردن پرسشنامه دست برتری و پا برتری برای آنها توضیح داده شد و براساس آن، افراد پرسشنامهها را تکمیل کردند و از این بین، آنهایی که دست و پای برترشان راست بود، به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. سپس پومسه روها به دو دسته انفرادی

- 
1. joy stick
  2. Edinbourg
  3. Waterlou

و تیمی تقسیم شدند، به طوری که پومسه‌روهای انفرادی خود شامل سه گروه بودند: الف) ۱۰ نفر گروه هماهنگی حرکتی دودستی و دوپایی با فعالیت شناختی ساده؛ ب) ۱۰ نفر گروه هماهنگی حرکتی دودستی و دوپایی با فعالیت شناختی دشوار؛ و ج) ۱۰ نفر گروه کنترل (فقط تکلیف هماهنگی حرکتی مربوطه را انجام می‌دادند).

پومسه‌روهای تیمی خود شامل سه گروه‌اند: الف) ۱۰ نفر گروه هماهنگی حرکتی بین‌فردی با فعالیت شناختی ساده؛ ب) ۱۰ نفر گروه هماهنگی حرکتی بین‌فردی با فعالیت شناختی دشوار؛ ج) ۱۰ نفر گروه کنترل (فقط تکلیف هماهنگی حرکتی مربوط را انجام می‌دادند). گروه کنترل که فقط تکلیف هماهنگی حرکتی را انجام می‌دادند (بدون فعالیت شناختی)، باید توجه خود را فقط به درست انجام دادن تکلیف متمرکز می‌کردند، ولی گروه‌هایی که علاوه بر تکلیف هماهنگی حرکتی، فعالیت شناختی را هم انجام می‌دادند، باید بر هر دو تکلیف متمرکز می‌شدند.

### روند اجرا

در تکلیف هماهنگی حرکتی دودستی و دوپایی فرد پشت دستگاه می‌نشست و پس از توضیحات در مورد کار با دستگاه یک کوشش تمرینی را برای آشنایی با دستگاه انجام می‌داد، سپس آزمون اصلی شروع می‌شد و شش کوشش را به‌عنوان آزمون اصلی انجام می‌داد. تکلیف هماهنگی حرکتی بین‌فردی نیز مشابه حالت درون‌فردی بود، با این تفاوت که دو فرد همزمان باید تکلیف را انجام می‌دادند. در پایان آزمون، فرد قادر خواهد بود تا میزان هماهنگی حرکتی خود از نظر مدت زمان کل حرکت (سرعت) و درصد خطا کل حرکت (دقت) مشاهده کند.

فعالیت شناختی مورد استفاده در این تحقیق یک تکلیف عملیات ریاضی بود که در آن هر کدام از آزمودنی‌ها باید حین انجام تکلیف هماهنگی حرکتی عمل تفریق اعداد سه‌رقمی را انجام می‌داد. دشواری تکلیف نیز قابل کنترل بود و در آن از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد تا در سطح ساده، تفریق معکوس یکی یکی و در سطح دشوار تفریق معکوس سه تا سه تایی اعداد سه‌رقمی را که به‌صورت تصادفی انتخاب می‌شدند، انجام دهند.

## روش های آماری

در این تحقیق از آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) برای توصیف وضعیت گروه های مختلف، از آزمون کولموگوروف اسمیرنوف<sup>۱</sup> (K-S) برای تعیین توزیع نرمال یا طبیعی داده ها و از آزمون لون برای مشخص کردن واریانس یا توزیع پراکندگی یکسان گروه ها استفاده شد. همچنین از آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره (مانوا) برای تعیین تأثیر سطوح مختلف فعالیت شناختی بر انواع هماهنگی حرکتی و مشخص کردن تفاوت موجود بین گروه های مختلف و آزمون تحلیل واریانس یکراهه (آنوا) برای مقایسه گروه های شناختی ساده، دشوار و کنترل در هر یک از انواع هماهنگی حرکتی و در صورت معنادار شدن برای مقایسه دوبه دوی گروه ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. سطح معناداری در تمامی آزمون ها  $P \leq 0/05$  تعیین شد و تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزارهای اس پی اس اس<sup>۲</sup> نسخه ۱۷ و اکسل<sup>۳</sup> نسخه ۲۰۱۳ انجام گرفت.

## یافته ها

پس از بررسی نرمال بودن داده ها و همگنی واریانس ها، براساس آمار توصیفی وضعیت گروه ها در دو فاکتور زمان کل حرکت و درصد خطا در جدول های ۱ و ۲ مشخص شد. براساس نتایج در هماهنگی حرکتی دودستی، گروه فعالیت شناختی دشوار نسبت به دو گروه دیگر در هر دو نمره زمان کل (سرعت) و درصد خطا (دقت) میانگین بهتری داشت و سرعت و دقت بهتری را به نمایش گذاشت. همچنین در هماهنگی حرکتی دوپایی، گروه فعالیت شناختی دشوار در زمان کل میانگین بهتری داشت و از سرعت بیشتری بهره برد، درحالی که در نمره درصد خطا گروه فعالیت ساده از دقت بیشتری برخوردار بود. علاوه بر این، در هماهنگی حرکتی بین فردی، گروه فعالیت شناختی دشوار نسبت به دو گروه دیگر عملکرد بهتری داشت و سرعت و دقت بهتری داشت.

1. Kolmogorov-Smirnov
2. spss
3. Excel

جدول ۱. اطلاعات توصیفی نمره زمان کل (برحسب ثانیه) گروه‌ها در انواع هماهنگی حرکتی

هماهنگی حرکتی	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
دودستی	ساده	۱۰	۲۱/۵۹	۳/۰۵
	دشوار	۱۰	۲۰/۱۴	۴/۸۶
	کنترل	۱۰	۳۰/۳۶	۸/۱۰
دوپایی	ساده	۱۰	۳۲/۵۷	۵/۷۴
	دشوار	۱۰	۲۷/۷۰	۶/۲۳
	کنترل	۱۰	۳۵/۷۹	۷/۲۳
بین فردی	ساده	۱۰	۳۹/۴۵	۱۰/۷۵
	دشوار	۱۰	۳۵/۸۵	۸/۱۲
	کنترل	۱۰	۴۳/۵۴	۷/۸۰

جدول ۲. اطلاعات توصیفی نمره درصد خطا گروه‌ها در انواع هماهنگی حرکتی

هماهنگی حرکتی	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
دودستی	ساده	۱۰	۳/۵۱	۱/۹۲
	دشوار	۱۰	۵/۲۳	۲/۰۹
	کنترل	۱۰	۴/۷	۳/۴۴
دوپایی	ساده	۱۰	۵/۷۳	۱/۸۱
	دشوار	۱۰	۶/۸۱	۱/۹۰
	کنترل	۱۰	۷/۳۸	۲/۹۰
بین فردی	ساده	۱۰	۲/۹۰	۰/۸۳
	دشوار	۱۰	۲/۳۹	۰/۴۴
	کنترل	۱۰	۳/۹۰	۰/۹۵

پس از نتایج آمار توصیفی، با استفاده از آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره (مانوا) به بررسی تأثیر سطوح ساده و دشوار فعالیت شناختی بر انواع هماهنگی حرکتی (دودستی، دوپایی و بین فردی) پرداخته شد و سپس با کمک آزمون تحلیل واریانس یکراهه (آنوا)، هر کدام از هماهنگی‌های حرکتی در سه گروه فعالیت شناختی ساده، دشوار و کنترل بررسی شد و در صورت معناداری برای مقایسه دویه‌دوی گروه‌ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره فعالیت شناختی

منبع اثر	لامبدای ویلکز	F	معناداری
فعالیت شناختی	۰/۸۱	۶/۴۳	۰/۰۰۱

جدول ۴. نتایج آزمون بین گروهی با توجه به فعالیت شناختی

منبع اثر	متغیر وابسته	درجه آزادی	F	معناداری
فعالیت شناختی	زمان کل	۲	۱۲/۲۱	۰/۰۰۱
	درصد خطا	۲	۱/۴۹	۰/۲۲۸

بر اساس نتایج جدول ۳ آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره مقدار ویلکز لامبدای فعالیت شناختی ۰/۸۱ و فعالیت شناختی در سطح  $P \geq 0/05$  معنادار گزارش شد ( $P=0/001$ ). همچنین در مقایسه فعالیت شناختی در دو متغیر وابسته زمان کل (سرعت) و درصد خطا (دقت) نتایج نشان داد که در زمان کل (سرعت) تفاوت معناداری بین گروهها وجود دارد ( $P=0/001$ )، ولی در درصد خطا (دقت) تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $P=0/228$ ) (جدول ۴). از این رو به بررسی نتایج در آزمون تحلیل واریانس یکراهه (آنوا) پرداخته شد تا بتوانیم سه گروه را در هماهنگی حرکتی دودستی، دوپایی و بین فردی به صورت جداگانه مقایسه کنیم.

بر اساس جدول ۵، نتایج آزمون تحلیل واریانس یکراهه (آنوا) در هماهنگی حرکتی دودستی تفاوت معناداری را در نمره زمان کل (سرعت) بین گروهها نشان داد ( $P=0/003$ )، در حالی که تفاوت معناداری در نمره درصد خطای گروهها مشاهده نشد ( $P=0/28$ )، علاوه بر این، در آزمون تعقیبی LSD بین دو گروه فعالیت شناختی ساده و کنترل ( $P=0/004$ ) و گروه فعالیت شناختی دشوار و کنترل ( $P=0/001$ ) تفاوت معناداری در نمره زمان کل (سرعت) مشاهده شد (جدول ۶) که در آن گروههای شناختی ساده و دشوار عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل داشتند.

جدول ۵. نتایج تحلیل واریانس یکراهه برای مقایسه سه گروه در هماهنگی حرکتی دودستی

سطح معناداری	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجذور مربعات	هماهنگی حرکتی	
۰/۰۰۳	۷/۷۹	۲۱۳/۲۳	۲	۴۲۶/۴۶	بین گروهی	زمان کل
		۲۷/۳۵	۲۷	۶۲۹/۱۷	درون گروهی	
			۲۹	۱۰۵۵/۶۳	کل	
۰/۲۸	۱/۳۳	۷/۶۶	۲	۱۵/۳۳	بین گروهی	درصد خطا
		۵/۷۵	۲۷	۱۳۲/۱۹	درون گروهی	
			۲۹	۱۴۷/۵۳	کل	

جدول ۶. نتایج مقایسه دوبه دوی گروهها در هماهنگی حرکتی دودستی

متغیر وابسته	شناختی ۱	شناختی ۲	تفاوت میانگین	سطح معناداری
زمان کل	کنترل	ساده	۸/۷	۰/۰۰۴
	کنترل	دشوار	۱۰/۲۱	۰/۰۰۱

براساس جدول ۷، نتایج مقایسه آزمون تحلیل واریانس یکراهه (آنوا) هماهنگی دویایی تفاوت معناداری را در زمان کل (سرعت) بین گروههای تحقیق نشان داد ( $P=0/04$ )، ولی تفاوت معناداری در نمره درصد خطا مشاهده نشد ( $P=0/30$ ). از این رو در مقایسه دوبه دوی گروهها برای تعیین تفاوت بین گروهی تفاوت معناداری بین گروه فعالیت شناختی دشوار و کنترل در نمره زمان کل (سرعت) گزارش شد ( $P=0/02$ ) که در آن گروه فعالیت شناختی دشوار عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل داشت، ولی در سایر مقایسهها تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۸).

جدول ۷. نتایج تحلیل واریانس یکراهه برای مقایسه سه گروه در هماهنگی حرکتی دویایی

سطح معناداری	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجذور مربعات	هماهنگی حرکتی	
۰/۰۴	۶/۴۶	۱۲۳/۰۶	۲	۲۴۶/۱۳	بین گروهی	زمان کل
		۳۵/۴۷	۲۷	۷۸۰/۳۵	درون گروهی	
			۲۹	۱۰۲۶/۴۸	کل	
۰/۳۰	۱/۲۳	۵/۳۹	۲	۱۰/۷۹	بین گروهی	درصد خطا
		۴/۳۵	۲۷	۹۵/۸۷	درون گروهی	
			۲۹	۱۰۶/۶۷	کل	

دوایی

جدول ۸. نتایج مقایسه دوبه دوی گروهها در هماهنگی حرکتی دویایی

متغیر وابسته	شناختی ۱	شناختی ۲	تفاوت میانگین	سطح معناداری
زمان کل	کنترل	ساده	۳/۲۲	۰/۳۳
	کنترل	دشوار	۸/۰۸	۰/۰۲
	ساده	دشوار	۴/۸۶	۰/۰۸

در انتها با بررسی نتایج آزمون تحلیل واریانس یکراهه در هماهنگی بین فردی مشخص شد که بین گروهها تفاوت معناداری در نمره درصد خطا (دقت) وجود دارد ( $P=0/02$ )، در حالی که تفاوت معناداری بین گروهها در نمره زمان کل (سرعت) مشاهده نشد ( $P=0/34$ ) (جدول ۹). از این رو، در مقایسه دوبه دوی گروهها نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد که در نمره درصد خطا (دقت) بین گروه فعالیت شناختی دشوار و گروه کنترل وجود دارد ( $P=0/01$ ) که در آن گروه شناختی دشوار عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل داشت (جدول ۱۰).

جدول ۹. نتایج تحلیل واریانس یکراهه برای مقایسه سه گروه در هماهنگی حرکتی بین فردی

سطح معناداری	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجذور مربعات	هماهنگی حرکتی	
۰/۳۴	۱/۱۷	۶۹/۵۴	۲	۱۳۹/۰۹	بین گروهی	زمان کل
		۵۹/۳۱	۱۲	۶۵۲/۴۳	درون گروهی	
			۱۴	۷۹۱/۵۳	کل	
۰/۰۲	۴/۹۴	۲/۹۳	۲	۵/۸۶	بین گروهی	درصد خطا
		۰/۵۹	۱۲	۶/۵۲	درون گروهی	
			۱۴	۱۲/۳۹	کل	

بین فردی

جدول ۱۰. نتایج مقایسه دوه‌دوی گروه‌ها در هماهنگی حرکتی بین فردی				
متغیر وابسته	شناختی ۱	شناختی ۲	تفاوت میانگین	سطح معناداری
	کنترل	ساده	۰/۹۹	۰/۸۰
خطای کل	کنترل	دشوار	۱/۵۱	۰/۰۱
	ساده	دشوار	۰/۵۱	۰/۳۴

### بحث و نتیجه‌گیری

هماهنگی جزء مهم اجرای موفقیت‌آمیز حرکات در زندگی روزمره و فعالیت‌های ورزشی است. علاوه بر این، حرکات هماهنگی که در ورزش‌های مختلف دیده می‌شود، سبب جذب و توجه افراد به رویداد ورزشی چه انفرادی و چه تیمی می‌گردد. از این‌رو هدف از مطالعه حاضر تعیین تأثیر سطوح مختلف فعالیت شناختی بر هماهنگی حرکتی درون‌فردی (دو دست و دو پا) و بین‌فردی تکواندوکاران (پومسه) بود.

نتایج این تحقیق نشان داد که در هماهنگی حرکتی دودستی، گروه‌های شناختی ساده ( $P=0/004$ ) و دشوار ( $P=0/001$ ) نسبت به گروه کنترل در فاکتور زمان حرکت کل (سرعت) عملکرد بهتری داشتند، ولی در فاکتور درصد خطا (دقت) تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود نداشت. می‌توان این نتایج را براساس قانون فیتز توجیه کرد. براساس این قانون رابطه معکوسی بین دشواری و سرعت انجام حرکت وجود دارد. به نظر می‌رسد افراد در برخی موارد بین سرعت و دقت حرکت خود دست به مبادله می‌زنند. آنها می‌توانند بسیار سریع حرکت کنند یا اینکه بسیار دقیق عمل کنند (۱). براساس این قانون یک توجیه برای نتایج بالا می‌تواند این باشد که علت احتمالی عملکرد بهتر افراد گروه شناختی ساده و دشوار در سرعت حرکت نسبت به گروه کنترل تبادل دقت و سرعت بین افراد هر یک از گروه‌ها نسبت به گروه کنترل است. همچنین براساس نظریه تمرکز خارجی توجه، زمانی که فرد به تکلیف هماهنگی حرکتی خود متمرکز است، این مسئله سبب اختلال در امر هماهنگی و اختلال در فرایند کنترل خودکار می‌شود. بنابراین رها شدن توجه از هماهنگی حرکتی به سمت تکلیف شناختی سبب کاهش اختلال در هماهنگی حرکتی هنگام انجام تکلیف دوگانه می‌شود. این بهبود عملکرد در تکلیف اول متعاقب انجام تکلیف دوم با تحقیق اندرسون و همکاران (۲۰۰۲) که به بررسی اثر تکلیف شناختی محاسبه اعداد به سمت عقب بر کنترل قامت افراد سالم پرداختند، همسوست. نتایج ایشان نشان‌دهنده



آن بود که اجرای تکلیف شناختی سبب کاهش نوسان قامت و تا حدودی قربانی شدن تکلیف شناختی می‌شود. به عبارت دیگر، اولویت دادن به اجرای صحیح تکلیف قامت به تغییر جهت توجه به قامت و کاهش نوسان آن منجر شد (۱۵).

حافظه کاری، قسمت فعال مغز است که با حفظ کوتاه مدت داده‌های حسی و پردازش اطلاعات اشغال می‌شود. فرض بر این است که حافظه کاری از فرایندهای محدودکننده عملکرد شناختی در شرایط اضافه بار است (۳). ایجاد اضافه بار در یک سیستم، از بهترین روش‌ها برای تعیین اجزای سیستم و چگونگی عملکرد این اجزا با یکدیگر است. بنابراین برای مطالعه حافظه کاری و محدودیت‌های آن، افزایش بار اطلاعاتی منظم حافظه کاری روش مناسبی است (۱۶).

در مدل کانوی و همکاران، ظرفیت حافظه کاری را می‌توان به‌عنوان یک منبع کلی در نظر گرفت که در عملکرد شناختی در هر حوزه‌ای که نیازمند پردازش اطلاعات است، مشارکت دارد، ولی براساس مدل چندبخشی بادلی، حافظه کاری از منابع و سیستم‌های پردازشی مجزا تشکیل شده است. بادلی حافظه کاری را شامل چهار بخش فعال با ظرفیت‌های محدود می‌داند؛ یک سیستم ناظر که مدیر مرکزی نامیده می‌شود و سه سیستم پیرامونی پیرو به نام حلقه‌های زبانی، ناحیه کاری فضایی - حرکتی و حافظه زمینه-ای، مدیر مرکزی، جزء توجهی مدل است. هر بخش از این مدل، مسئول ذخیره موقتی اطلاعات مربوط به خود است. برای مثال حلقه‌های زبانی اطلاعات کلامی و عددی و ناحیه کاری فضایی - حرکتی اطلاعات فضایی و بینایی را ذخیره و دستکاری می‌کند. ظرفیت حافظه کاری به‌عنوان محدودیت‌های زمانی در مقدار اطلاعاتی است که می‌تواند ذخیره شود. نتایج این بخش از پژوهش حاضر را می‌توان با مدل چندبخشی بادلی توجیه کرد که در آن حافظه کاری از منابع پردازشی مجزا تشکیل شده است. در نتیجه در حین انجام تکلیف دوگانه تداخلی رخ نمی‌دهد. هاگارد و کوکبوران (۲۰۰۰) در تحقیقی اجرای همزمان دو تکلیف ردیابی حرکتی-بینایی و فضایی را بررسی و تداخلی بین دو تکلیف مشاهده نکردند که این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر همسوست و با استفاده از مدل چندبخشی بادلی توجیه پذیر است. نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه فعالیت شناختی ساده و کنترل در فاکتور سرعت ( $P=0/33$ ) و دقت ( $P=0/16$ ) هماهنگی حرکتی دوپایی وجود نداشت، اگرچه با بررسی دقیق‌تر میانگین‌های دو گروه مشخص شد که گروه تکلیف شناختی ساده هم در سرعت و هم در دقت نمرات به مراتب بهتری نسبت به گروه کنترل کسب کرده است. در توجیه این نتیجه می‌توان گفت که اندام تحتانی را می‌توان به‌عنوان یک سینرژی در نظر گرفت. ویژگی مشترکی که در سیستم‌های سینرژی

وجود دارد این است که اگر یک واحد ساختاری دچار اختلال عملکردی شود، سایر واحدهای ساختاری نقش خود را طوری تغییر می‌دهند تا اختلال تحمیلی اعمال شده به سیستم را به حداقل برسانند. این روند مکانیسم جبران خطا خوانده می‌شود و هدف آن حفظ ثبات رفتار حرکتی سیستم است. بنابراین تأثیر تکلیف دوگانه بر عملکرد هماهنگی حرکتی به‌عنوان یک سینرژی حرکتی بزرگ‌تر ممکن است توسط سینرژی‌های حرکتی کوچک‌تر (مثل سینرژی عضلانی) مخفی شده باشد. بنابراین تأثیر بین گروه و تکلیف شناختی ممکن است در سینرژی حرکتی کوچک‌تر به‌صورت اختلال در عملکرد عضلانی دیده شود، اما به‌علت مکانیسم جبران خطا در سینرژی‌های حرکتی بزرگ‌تر به‌صورت تغییر ثبات هماهنگی دیده نشود (۱۷). رانکین و همکاران (۲۰۰۰) به بررسی اثر تکلیف شناختی از نوع محاسباتی بر واکنش عضلات اندام تحتانی با الکترومایوگرافی (EMG) پرداختند. شرکت‌کنندگان، دو گروه ۱۴ نفره از افراد جوان و پیر بودند. نتیجه این مطالعه نشان داد حین تکلیف شناختی افراد پیر نسبت به افراد جوان دچار کاهش بیشتری در طول موج (فرکانس) واکنش عضلانی می‌شوند، بنابراین نتیجه گرفتند که اجرای تکلیف شناختی در حین ایستادن اثر بیشتری بر کنترل عضلانی افراد پیر نسبت به جوان دارد (۱۸).

از سوی دیگر، با مقایسه هماهنگی حرکتی دوپایی دو گروه کنترل و تکلیف شناختی دشوار نیز مشخص شد که بین دو گروه در فاکتور سرعت تفاوت معناداری وجود دارد ( $P=0/002$ )، به‌طوری‌که گروه تکلیف شناختی دشوار عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل داشته است، درحالی‌که بین دو گروه در فاکتور دقت تفاوت معناداری مشاهده نشد. در توجیه این نتیجه می‌توان گفت افراد گروه تکلیف شناختی دشوار دست به مبادله سرعت و دقت زدند و سرعت حرکت را به دقت حرکت ترجیح دادند. همچنین طبق مدل چندبخشی بادل می‌توان این فرضیه را توجیه کرد که به‌علت چندبخشی بودن پردازش تکلیف دوگانه تداخلی حین اجرای دو تکلیف همزمان مشاهده نشد.

قنواتی و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر بار شناختی و سرعت راه رفتن بر هماهنگی درون‌اندامی حین راه رفتن پرداختند. در این تحقیق ۳۰ آزمودنی شرکت کردند و در دو شرایط تمرینی تکی (سرعت ترجیحی، کند و تند) و دوگانه (سرعت ترجیحی، کند و تند با تفریق یکی یکی یا سه تا سه تایی) اعداد سه‌رقمی) به تمرین پرداختند. نتایج تحقیقشان نشان داد که هرچه تکلیف شناختی پیچیده‌تر و سرعت راه رفتن تندتر باشد، تغییرپذیری بیشتر کاهش می‌یابد. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش حاضر همسوست که در هر دو مطالعه افزایش دشواری تکلیف شناختی سبب بهبود هماهنگی حرکتی اندام تحتانی شده است. به نظر استریجیو و همکاران (۲۰۰۴) وقتی دو نوسان‌کننده رفتار هم‌فازتری از

خود نشان دهند، تلاش کنترلی سیستم برای انجام تکلیف کاهش می‌یابد. در نتیجه چنانچه بار حرکتی یا شناختی اضافه‌ای به سیستم دینامیک وارد شود، هم‌فازتر شدن دینامیک فاز می‌تواند به‌عنوان راهکاری برای توانمند کردن سیستم در پاسخگویی به شرایط سخت‌تر جدید، به‌شمار آید. با توجه به محدود بودن ظرفیت کنترلی، به‌نظر می‌رسد که سیستم کنترل‌کننده سعی خواهد کرد تا در تکالیف سخت فرامین حرکتی را به‌نحوی صادر کند که تلاش کنترلی به حداقل برساند تا با حداقل تلاش به بهترین کیفیت کنترل حرکت دست یابد. یکی از راه‌های کاهش تلاش کنترلی در عضوهای نوسان‌کننده هم‌فازتر کردن حرکت این دو عضو نسبت به هم است. هرچه حرکت دو عضو نسبت به هم، هم‌فازتر باشد، نیاز کنترلی آنها کاهش می‌یابد، به‌نحوی که وقتی حرکت آنها کاملاً هم‌فاز باشد و اختلاف فاز آنها به صفر برسد، تلاش کنترلی سیستم کنترل‌کننده برای حفظ حرکت آنها به حداقل می‌رسد. طبق نتایج تحقیق حاضر اضافه کردن بار شناختی سبب کاهش تغییرپذیری هماهنگی بین اندام‌های تحتانی (نمره هماهنگی بهتر) می‌شود (۳).

طبق نتایج دیگر این مطالعه، بین دو گروه کنترل و تکلیف شناختی ساده تفاوت معناداری در دو فاکتور سرعت ( $P=0/47$ ) و دقت ( $P=0/80$ ) هماهنگی حرکتی بین فردی مشاهده نشد. با بررسی دقیق‌تر میانگین‌های دو گروه کنترل و ساده مشخص شد که گروه تکلیف شناختی ساده در سرعت و دقت عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل داشته است. علاوه بر این، با مقایسه دو گروه کنترل و تکلیف شناختی دشوار نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین دو گروه در فاکتور دقت وجود دارد ( $P=0/01$ )، به‌طوری که گروه تکلیف شناختی دشوار دقت بیشتری نسبت به گروه کنترل نشان داد، ولی بین دو گروه در فاکتور سرعت تفاوت معناداری مشاهده نشد.

تمپاردو و لورنت (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای به بررسی بار توجهی مرتبط با اجرا و پایداری هماهنگی بین فردی حرکات ریتمیک اندام پرداختند. ایشان در مطالعه خود از ۵ جفت شرکت‌کننده استفاده کردند که الگوی هماهنگی حرکتی بین فردی درون مرحله و برون مرحله در شرایط تکلیف دوگانه با زمان واکنش را انجام دادند. نتایج نشان داد که پایداری هماهنگی بین فردی در الگوی درون مرحله بیشتر از برون مرحله بوده و زمان واکنش هم‌زمان با هر دو الگوی درون و برون مرحله کاهش یافت، ولی در الگوی درون مرحله مشخص‌تر بود. ایشان افزایش پایداری در این الگوها حین انجام تکلیف دوگانه را براساس دیدگاه پویا به جفت شدن بهتر و قوی‌تر بین دو فرد حین اجرای تکلیف دوگانه نسبت دادند که براساس آن پژوهشگران مطالعه حاضر معتقدند افراد گروه تکلیف شناختی دشوار جفت شدن به‌مراتب قوی‌تری

نسبت به گروه کنترل از خود نشان دادند و حرکت را با دقت بیشتری به انجام رساندند (۱۹). یکی دیگر از دلایل احتمالی بهتر بودن گروه ساده و دشوار نسبت به گروه کنترل در دقت انجام تکلیف هماهنگی حرکتی بین فردی این موضوع است که وقتی به افراد تکلیف دوگانه داده می‌شود، احتمالاً به لحاظ تجمع ورودی و درگیر شدن سیستم‌های پردازش اطلاعات، به‌طور چشمگیری تغییر رفتار در ثبات هماهنگی حرکتی ایجاد می‌شود و سبب تفاوت نسبت به شرایط بدون تکلیف دوم می‌شود. علت دیگر می‌تواند این باشد که هنگامی که توجه فرد به فعالیت دیگری معطوف می‌شود، در پی تغییر در توجه یا کاهش آن، احتمال بر هم خوردن ثبات الگوی هماهنگی وجود دارد و این امر در مواردی که فرد آمادگی قبلی نداشته باشد، بروز می‌کند (۱۸). در این مطالعه به همه افراد گفته شده بود که حین آزمون یک تکلیف دیگر به آنها داده می‌شود که افراد حین انجام این تکلیف (شمارش معکوس) باید سعی در حفظ هماهنگی حرکتی خود داشته باشند. لذا، در هر دو گروه به محض شروع آزمون و با آگاهی دریافت تکلیف دوم با، توجه بیشتر به ورودی‌های حسی و به‌کارگیری بیشتر و کنترل‌شده‌تر عضلات سعی در جلوگیری از اختلال در انجام تکلیف هماهنگی حرکتی داشتند.

در پایان می‌توان گفت که هماهنگی حرکتی از اصول مورد نیاز ورزش است و هرچه در مورد تأثیر عوامل مختلف روی هماهنگی ورزشکاران تحقیقی انجام گیرد، باز هم این جنبه مهم جای بحث دارد. مطالعه بر روی انجام همزمان تکلیف هماهنگی حرکتی و شناختی که از فعالیت‌های انکارناپذیر ورزش و فعالیت‌های بدنی است، توجه ویژه‌ای می‌طلبد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که انجام تکلیف شناختی دشوار سبب بهبود معناداری در هماهنگی حرکتی دودستی و دوپایی و بین‌فردی می‌شود، ولی انجام تکلیف شناختی ساده سبب بهبود معناداری در هماهنگی حرکتی دوپایی و بین‌فردی نمی‌شود. همچنین در مقایسه اثر دو تکلیف شناختی ساده و دشوار بر هماهنگی حرکتی، نتایج نشان داد که تفاوت معناداری وجود ندارد. به نظر می‌رسد تکالیف ثانویه مداوم حرکتی دارای این مزیت‌اند که ظرفیت پردازش مرکزی را فراتر از حد معمول می‌برند و اضافه بار شناختی در توجه ایجاد می‌کنند و این اضافه بار به خودکاری افراد منجر می‌شود. این احتمال وجود دارد که انجام تکلیف شناختی دشوار با به‌کارگیری ظرفیت فراتر از حد معمول پردازش مرکزی توانسته باشد ظرفیت بیشتری از توجه را به‌صورت ناهشیار در اختیار تکلیف قرار داده و بدین‌وسیله هماهنگی حرکتی را بهبود دهد. بر این اساس می‌توان گفت انجام تکلیف شناختی دشوار می‌تواند سبب بهبود عملکرد هماهنگی حرکتی تکواندوکاران پومسه‌رو حین اجرای فرم شود. بنابراین به مربیان پومسه برای آموزش پومسه‌روها در پومسه انفرادی و

تیمی که نیازمند پردازش سریع، دقیق و تصمیم‌گیری پاسخ مناسب است، پیشنهاد می‌شود انجام این‌گونه تکالیف را در کنار تمرینات اجرای فرم به کار گیرند. با توجه به نتایج این تحقیق، جنبه‌های کاربردی این تحقیق به شرح زیر ارائه می‌شود:

به دلیل بهبود سرعت حرکت در اثر انجام تکلیف شناختی دشوار در هماهنگی حرکتی درون فردی به مربیان پومسه که به آموزش پومسه‌روها در پومسه انفرادی می‌پردازند، انجام تمرینات نیازمند پردازش سریع و تصمیم‌گیری پاسخ مناسب، در کنار تمرین اجرای فرم پیشنهاد می‌شود. همچنین، به دلیل بهبود دقت حرکت در اثر انجام تکلیف شناختی دشوار در هماهنگی بین فردی به مربیان پومسه که به آموزش پومسه‌روها در پومسه تیمی می‌پردازند نیز انجام تمریناتی که نیازمند به کارگیری دقت کافی است، در کنار تمرین اجرای فرم پیشنهاد می‌شود. علاوه بر این، می‌توان چنین تحقیقی را با استفاده از ابزار دقیق آزمایشگاهی مثل FMRI و EEG برای ثبت فعالیت نقاط مختلف مغز و EMG برای ثبت فعالیت عضلانی حین انجام هماهنگی درون فردی و بین فردی انجام داد تا بتوان نحوه فعالیت مغزی و عضلانی یک نفره و دونفره را حین اجرای هماهنگی حرکتی درون فردی و بین فردی به طور دقیق بررسی کرد. همچنین می‌توان اثر چنین تمریناتی را در رشته‌هایی مثل کایاک یک نفره و دونفره، دراگون بوت و حتی دروازه بانان هندبال که به هماهنگی دست و پای بالا نیاز دارند نیز بررسی کرد.

## منابع و مأخذ

1. Namazi zadeh, M., Salahshour, M. " Physical Education". Tehran: SAMT. 1993, Pp: 67 (in persian).
2. Schmidt, R, E., Lee, T, D. "motor learning and control". Translators: Hemayattalab, R., Ghasemi, A. Tehran: science and motor, 2008. Pp: 258- 259 (in Persian).
3. Ghanavati, T. "Intra-limb coordination while walking is affected by cognitive load and walking speed". Journal of biomechanics, 2014. 47(10), Pp: 2300-2305.
4. Magill, R. " motor learning: concepts and applications". Translators: Vaez Mousavi, M, K., Shojae, M. Tehran: Hannaneh. 2007. Pp: 80 (in Persian).
5. Rose, D, J., Christina, R, W. "Motor Control". Translators: Namazizadeh, M., Jalali, Sh. Tehran: Nersi. 2008. 1, Pp: 42- 45 (in Persian).
6. Seifert, H, Davids, D. "Neurobiological degeneracy and affordance perception support functional intra-individual variability of inter-limb coordination during ice climbing". Plos one. 2014, 9(2), Pp: 10-12.

7. Nazemzadegan, Gh., Bagherzadeh, F., Hemayattalab, R., Farsi, A, R. "Effect of cognitive load on time and precision bimanual coordination task". Journal of motor development and learning, 2012. 4(2), Pp: 133- 150 (in Persian).
8. Farsi, A , R., Abdili, B., Kaviani, M. "Effect of cognitive and cognitive-movement attention load on bimanual coordination task performance". Journal of motor development and learning ,2009. 3(7), Pp: 43- 55 (in Persian).
9. George, C. " motor learning and control in Neuropsychological approach:. Translators: Mortazavi, H. Tehran: Physical Education Organization. 2000. Pp: 97- 98 (in Persian).
10. Kelocka, D, E., "Motor Behavior". Translators: Namazizadeh, M., Saneh, A., Taheri, H., Tehran: Bamdad. 2004. Pp: 271- 272 (in Persian).
11. Paelecke-Habermann, Y., J. Pohl, and B. Leplow. "Attention and executive functions in remitted major depression patients". Journal of affective disorders, 2005. 89(1), Pp:125-135.
12. Henrighthon, A., Park, R, D. " Psychology of children in contemporary approach". Translators: Zohorian, J. Astan- e- Ghods- e- Razavi, 1993. 1, Pp: 143 (in Persian).
13. Sweller, J." Cognitive load during problem solving: Effects on learning."Cognitive science, 1988. 12(2), Pp: 275-285.
14. Piraye, N., Talebian, S., Hadian, M, R., Aliaei, Gh, R., Jalali, Sh. " Effect of cognitive task on postural control in patients with osteoarthritis of the knee ". Modern Rehabilitation. 2013. 7(2), Pp: 35- 41 (in Persian).
15. Andersson, G. "Effect of cognitive load on postural control". Brain research bulletin, 2002. 58(1), Pp: 135-139.
16. Timarova, S. "Working memory and simultaneous interpreting". in Translation and its others: selected papers of the CETRA research seminar in translation studies 2007. 2008.
17. Pashler, H.E. and S. Sutherland ". The psychology of attention". MIT press Cambridge, MA, 1998. 15.
18. Rankin, J, K. "Cognitive influence on postural stability a neuromuscular analysis in young and older adults". The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 2000. 55(3), Pp:112-119.
19. Temprado, J.-J. and M. Laurent, "Attentional load associated with performing and stabilizing a between-persons coordination of rhythmic limb movements".. Acta Psychologica, 2004. 115(1): p. 1-16.