

**مقایسه عملکرد دست برتر و غیر برتر با تغییرات نیرو در یک تکلیف تعادلی  
دودستی: چالشی بر نظریات دست برتری**

یاسر خنجری<sup>\*</sup>

دانش آموخته دکتری یادگیری حرکتی دانشگاه تهران

محل انجام تحقیق: شیراز - مرکز سلامت نگر الوند

**Corresponding Author - Yaser Khanjari**  
**Email: [ykhanjari@ut.ac.ir](mailto:ykhanjari@ut.ac.ir) TEL: 09124551425**

# مقایسه عملکرد دست برتر و غیر برتر با تغییرات نیرو در یک تکلیف تعادلی دودستی: چالشی بر نظریات دست برتری

## چکیده

**هدف:** اگر چه، اغلب تحقیقات اعتقاد بر عملکرد بهتر دست برتر نسبت به دست غیر برتر در اجرای تکالیف مختلف دارند، اما همچنان این چالش که چرا دست غیر برتر در برخی شرایط و تکالیف بهتر از دست برتر عمل می کند، بین محققان وجود دارد. هدف از این تحقیق مقایسه عملکرد دست برتر و غیر برتر با تغییرات نیرو در یک تکلیف تعادلی دودستی بود.

**روش ها:** نمونه های این تحقیق را ۳۰ نفر از آزمودنی های دختر و پسر با میانگین و انحراف معیار سنی  $±۶/۵$  ۲۸ سال تشکیل دادند. این تحقیق در مرکز تندرستی سلامت نگر شهر شیراز انجام شد. در این مطالعه از دستگاه هوبر (Huber) به منظور اندازه گیری عملکرد دست ها استفاده شد.

**یافته ها:** نتایج آماری تی مستقل نشان داد زمانی که نیروی وارد بر سنسور دستگیره ها در هر دو دست یکسان بود عملکرد دست برتر و غیر برتر تفاوت معنی داری نداشت ( $P \geq 0.05$ ). با این وجود، زمانی که دست برتر نیروی بیشتری را وارد می کرد دست برتر عملکرد بهتر و زمانی که دست غیر برتر نیروی بیشتری به دستگیره ها وارد می کرد دست غیر برتر عملکرد بهتری نسبت به دست برتر داشت ( $P \leq 0.05$ ).

**نتیجه گیری:** نتایج این مطالعه نشان داد که عملکرد دست برتر همیشه بهتر از دست غیر برتر نیست و عملکرد هر دو دست به نوع تکلیف، عوامل سنتیکی (نیرو) و میزان توجه به هر دست بستگی دارد. این نتایج از نظریه های سیستم های پویا و مدل تخصصی نیمکره ای در کنترل دست ها حمایت می کند.

**کلمات کلیدی:** برنامه حرکتی، سینتیک، هماهنگی دودستی.

## **Comparing Dominant and Non-Dominant Hand Performance with Force Changes In a Two-Hand Equilibrium Task: A Challenge to Dominant Hand Theories**

**Objective:** Although most studies believe that the dominant hand performs better than the non-dominant hand in performing various tasks, there is still the challenge among researchers as to why the non-dominant hand performs better than the dominant hand in certain situations and tasks. The aim of this study was to compare dominant and non-dominant hand performance with force changes in a two-handed balance task.

**Methods:** The samples of this study consisted of 30 male and female subjects with a mean and standard deviation of  $28 \pm 6.5$  years. This research was conducted in Shiraz Health Center. In this study, a Huber device was used to measure hand function.

**Results:** The results of independent t-test showed that when the force on the handle sensor was the same in both hands, the performance of the dominant and non-dominant hand did not differ significantly ( $P > 0.05$ ). However, the dominant hand performed better when the dominant hand applied more force and the non-dominant hand performed better than the dominant hand when the non-dominant hand applied more force to the handles ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** The results of this study showed that the performance of the superior hand is not always better than the non-superior hand and the performance of both hands depends on the type of task, synthetic factors (force) and the amount of attention to each hand. These results support the theory of dynamic systems and the specialized hemisphere model in hand control.

**Keywords:** motor program, kinetics, two-handed coordination.

دست برتری مفهومی است که به عنوان تمایل و ترجیح استفاده از یک دست در اجرای تکالیف حرکتی تبیین می‌شود. تمایل شدید دو دست برای تولید حرکات مشابه از نظر فضایی-زمانی در حرکات دودستی، منجر به بوجود آمدن این فرضیه شده است که برای هر دو دست یک برنامه حرکتی وجود دارد. این فرضیه در قالب برنامه حرکتی تعمیم یافته مطرح شده است [۱]. طبق این نظریه که اشمیت<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۷۹) آن را در قالب برنامه حرکتی تعمیم یافته<sup>۲</sup> مطرح کردند، حتی زمانی که دستها حرکات متفاوتی انجام می‌دهند، تنها یک برنامه حرکتی کنترل کننده حرکت است، هرچند پارامترهای ویژه هر اندام نسبت به دیگری متفاوت تعیین شده باشد [۲]. بر خلاف مدل برنامه حرکتی تعمیم یافته، مدل تبجر (تخصصی) عموماً بیان میکند که دو برنامه حرکتی مستقل برای دو دست وجود دارد که به طور جداگانه هر دست را کنترل می‌کنند [۳]. جدیدترین مدلی که در زمینه هماهنگی دودستی مطرح شده، مدل نظری سیستمهای پویا می‌باشد که محدودیت مدل‌های برنامه حرکتی تعمیم یافته و تداخل را ندارد. [۴]. جدای از نظریات مطرح شده مربوط به کنترل دست‌ها در تکالیف هماهنگی دو دستی، تحقیقاتی وجود دارند که نشان می‌دهند در اجرای تکالیف حرکتی عملکرد دست برتر بهتر از دست غیر برتر است [۵-۷]. تحقیقاتی نیز وجود دارند که از عملکرد بهتر دست غیر برتر و یا تفاوت ناچیز عملکرد دو دست حمایت کرده‌اند [۸-۱۰]. کاملاً روشن است که عملکرد دست برتر و غیربرتر در تکالیف و شرایط مختلف ممکن است متفاوت باشد و نظریات دست برتری نیز توجیحات متفاوتی در ارتباط با کنترل دست‌ها دارند. در این تحقیق، سوال اصلی این است که آیا تغییرات نیرو بر عملکرد دست برتر و غیر برتر در یک تکلیف تعادلی هماهنگی دو دستی موثر است؟ بنابراین، با توجه به تناقض موجود در نتایج تحقیقاتی قبلی، هدف از این مطالعه مقایسه عملکرد دست برتر و غیربرتر با به کارگیری نیروهای متفاوت در یک تکلیف هماهنگی دو دستی بود.

1. Schmidt
- 2 . Generalized Motor Program
- 3 . Proficiency model

نمونه های این تحقیق را ۳۰ نفر از آزمودنی های دختر و پسر راست دست با میانگین و انحراف معیار سنی  $28 \pm 6/5$  سال تشکیل دادند. این تحقیق در مرکز تندرستی سلامت نگر شهر شیراز انجام شد. در این مطالعه از دستگاه هوبر<sup>۱</sup> (شکل ۱) [۱۱] به منظور اندازه گیری عملکرد دست ها استفاده شد. این دستگاه یک صفحه متحرک در زیر پاها به منظور بر هم زدن تعادل و دستگیره هایی مجهز به سنسور دارد که میزان نیروی وارد شده بر آن را در جهات مختلف به صورت عدد بروی مانیتور به آزمودنی نشان می دهد. در این تحقیق آزمودنی ها می بایست در سه شرایط مختلف در حالی که صفحه متحرک زیر پاها تعادل آزمودنی را به هم می زند یک بار با نیروی مساوی (دست برتر ۶، دست غیر برتر ۶)، مرحله دوم (دست برتر ۸، دست غیر برتر ۶)، مرحله سوم (دست برتر ۶، دست غیر برتر ۸) به دستگیره ها نیرو وارد کنند. هر کدام از مراحل ۵ مرتبه تکرار شد که بعد از هر مرحله عملکرد دست برتر و غیر برتر از ۰ تا ۱۰۰ درصد بروی مانیتور نمایش داده می شد. لازم به ذکر است که در هر مرحله هر آزمودنی برای آشنایی با آزمون یک مرتبه به صورت آزمایشی کوشش را انجام می داد. همه آزمودنی ها از وضعیت جسمانی سالم برخوردار بودند و قبل از آزمون فرم رضایت شرکت در تحقیق را تکمیل نمودند.

---

1. Huber



شکل ۱: انجام تکلیف هماهنگی دو دستی توسط آزمودنی بروی دستگاه هوپر

## نتایج

نتایج آزمون  $t$  مستقل در جدول ۱ نشان می دهد که بین دو گروه دست برتر و غیر برتر زمانی که نیروی به کار برده شده برای هر دو دست یکسان و برابر ۶ است ( $D=N-D$ ) است بین عملکرد دو گروه دست برتر و غیر برتر تفاوت معنی داری وجود ندارد ( $P>0/05$ ). در شرایط دیگر آزمون که که نیروی به کار برده شده برای دست برتر ۸ و دست غیر برتر ۶ است ( $D>N$ )، عملکرد دست برتر به طور معنی داری بهتر از دست غیر برتر است ( $P=0/012$ ). همچنین، زمانی که نیروی به کار گرفته شده برای دست برتر ۶ و دست غیر برتر ۸ است ( $D<N-D$ )، عملکرد دست غیر برتر به طور معنی داری بهتر از دست برتر است ( $P=0/001$ ).

جدول ۱: آزمون تی مستقل برای نتایج دست برتر و غیربرتر در سه شرایط متفاوت کشش نیرو

دست برتر (Dominant) D		آزمون t-test				
		df	Sig	Mean Difference	Std. Error Difference	
D=N-D	با فرض برابری واریانس	۲۸	۰/۴۴۹	-۱/۸۰	۲/۳۴	
	با فرض عدم برابری واریانس	۲۷/۱۰	۰/۴۴۹	-۱/۸۰	۲/۳۴	
D>N-D	با فرض برابری واریانس	۲۸	۰/۰۱۲	۷/۱۳	۲/۶۵	
	با فرض عدم برابری واریانس	۲۷/۱۰	۰/۰۱۲	۷/۱۳	۲/۶۵	
D<N-D	با فرض برابری واریانس	۲۸	۰/۰۰۱	-۸/۸۶	۲/۲۹	
	با فرض عدم برابری واریانس	۲۷/۱۰	۰/۰۰۱	-۸/۸۶	۲/۲۹	

### بحث و نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که اگر چه به هنگام انجام یک تکلیف هماهنگی دودستی متقارن (در این تحقیق به کارگیری دو نیروی مساوی برای هر دو دست) بین عملکرد دست برتر و غیربرتر تفاوتی وجود ندارد با این حال، به کارگیری نیروی بیشتر برای هر دست نسبت به دست دیگر سبب عملکرد بهتر آن می شود. اغلب تحقیقات از عملکرد بهتر دست برتر نسبت به غیر برتر در اجرای تکالیف یکسان برای هر دو دست حمایت کرده اند [۶، ۷، ۱۵-۱۲]. به نظر می رسد یکی از مهمترین دلایل عدم همخوانی نتایج برخی تحقیقات قبلی با نتیجه مطالعه حاضر، به کارگیری یک تکلیف دودستی نامتقارن پیچیده در تحقیق حاضر باشد به طوری که در اغلب تحقیقاتی که مزیت عملکردی دست برتر را نشان داده اند در یک تکلیف یکسان و تجربه شده در گذشته بوده است. همچنین، تکالیفی وجود دارند که قضاوت درباره اینکه دست برتر عملکرد بهتری نسبت به دست غیر برتر دارد مشکل است [۱۰، ۱۶]. علاوه بر این، تکالیفی مثل نوشتن، خوردن و ... که به طور مرتب روزانه با دست برتر انجام می شوند، عملکرد بهتری نسبت به دست غیربرتر دارند [۱۷، ۱۸]. بنابراین، عملکرد بهتر دست برتر و یا غیر برتر به نوع تکلیف، میزان نیروی به کار گرفته شده و تکرار آن تکلیف در زمان های مختلف بستگی دارد.

پلگرینی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۴) طی تحقیقی بروی تکالیف هماهنگی دو دستی نشان دادند که زمانی که با دستورالعمل‌های از پیش تعیین شده به دست برتر و یا غیر برتر توجه می‌شود عملکرد آن دست در مقایسه با زمانی که توجهی وجود ندارد، بهتر است و در این شرایط عملکرد دست غیر برتر نسبت به دست برتر بهبود بیشتری دارد [۱۹]. در این مطالعه نیز به کار بردن نیروی بیشتر برای هر دست توجه بیشتر و عملکرد بهتر برای آن دست را به همراه داشت. به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد دست برتر همیشه بهتر از دست غیر برتر نیست و به نوع تکلیف، میزان توجه فرد به دست‌ها و عوامل کنیتیکی بستگی دارد. نهایتاً، نتایج این مطالعه از مدل تخصصی نیمکره‌ای که اعتقاد بر وجود برنامه‌های حرکتی مجزا برای کنترل دست‌ها در تکالیف حرکتی دارد و همچنین، نظریه سیستم‌های پویا در کنترل تکالیف هماهنگی دو دستی که از جدیدترین نظریه‌ها در کنترل این تکالیف است حمایت می‌کند.

## مقدمه

دست برتری مفهومی است که به عنوان تمایل و ترجیح استفاده از یک دست در اجرای تکالیف حرکتی تبیین می‌شود. تمایل شدید دو دست برای تولید حرکات مشابه از نظر فضایی-زمانی در حرکات دودستی، منجر به بوجود آمدن این فرضیه شده است که برای هر دو دست یک برنامه حرکتی وجود دارد. این فرضیه در قالب برنامه حرکتی تعمیم یافته مطرح شده است [۱]. این نظریه بیان می‌دارد که حرکات با یک برنامه حرکتی در سیستم عصبی مرکزی و با پارامترهای حرکتی ارائه میشوند. در نظریه برنامه حرکتی تعمیم یافته، یک برنامه حرکتی شکل اصلی حرکت را قبل از شروع آن تعیین میکند. اشمیت و همکاران (۱۹۷۹) پیشنهاد کردند این مفهوم در حرکات دودستی قابل کاربرد است و ممکن است یک برنامه حرکتی کنترل حرکات هر دو دست را بر عهده داشته باشد. این نظریه بیان می‌کند حتی زمانی که دست‌ها حرکات متفاوتی انجام میدهند، تنها یک برنامه حرکتی کنترل کننده حرکت است، هرچند پارامترهای ویژه هر اندام نسبت به دیگری متفاوت تعیین شده باشد [۲]. بر خلاف مدل برنامه حرکتی تعمیم یافته، مدل تبحر (تخصصی) موموما بیان میکند که دو برنامه حرکتی مستقل

2. Pellegrini

2 . Generalized Motor Program

3 . Proficiency model



برای دو دست وجود دارد که به طور جداگانه هر دست را کنترل می کنند [۳]. جدیدترین مدلی که در زمینه هماهنگی دودستی مطرح شده، مدل نظری سیستمهای پویا می باشد که محدودیت مدل‌های برنامه حرکتی تعمیم یافته و تداخل را ندارد. در این مدل ساختارهای هماهنگ با هم (هم کوشی ها) در قالب همکاری یک گروه ویژه از عضلات، عمل میکنند. ساختارهای هماهنگ از طریق کاهش تعداد درجات آزادی کنترل حرکات پیچیده را تسهیل می کند [۴]. اکثر پدیده های رفتاری مشاهده شده در حرکات هماهنگی دودستی بوسیله چنین مدلی توضیح داده میشود [۲۰].

جداي از نظريات مطرح شده مربوط به کنترل دست ها در تکالیف هماهنگی دو دستی تحقیقاتی وجود دارند که نشان می دهند در اجرای تکالیف حرکتی عملکرد دست برتر بهتر از دست غیر برتر است. به عنوان مثال، ناگوچی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه ای بروی مقایسه عملکرد نیروی کنترل شده در دست برتر و غیر برتر نشان دادند که دست برتر عملکرد بهتری دارد [۵]. واترهوس<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی بروی پرتاب دارت نشان دادند علاوه بر عملکرد بهتر دست برتر در اجرای پرتاب ها، هر دو دست برتر و غیر برتر با یک برنامه حرکتی کنترل می شوند و تفاوت پرتاب ها به علت تغییرات پارامترهاست [۶]. کوتز<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۹) نیز در مطالعه ای بروی مهارت پرتاب دارت به این نتیجه رسیدند که اگر چه عملکرد دست برتر بهتر از دست غیر برتر است با این وجود شکل الگوهای EMG دست برتر و غیر برتر به هنگام پرتاب دارت با یکدیگر شباهت بسیار زیادی دارند [۷]. در تحقیقات رفتاری مزیت های زیادی از عضو برتر نسبت به عضو غیر برتر به هنگام اجرای یک تکلیف شامل قدرت عضلانی بیشتر [۱۲، ۱۳]، سرعت بیشتر [۱۴] و ثبات حرکتی بهتر [۱۵] نشان داده شده است. این مزیت های عملکردی عضو برتر نه تنها به استفاده و تمرین بیشتر عضلات عضو برتر [۲۱]، بلکه به تحریکات نسبتا بیشتر قشر حرکتی اندام برتر در مغز [۲۲] و همچنین تحریکات بیشتر نرون های حرکتی اندام برتر در سطح نخاع [۲۳] نسبت داده شده است.

---

1 . Synergies

2. Noguchi

3. Waterhouse

4. Kuhtz

5 . consistency of movement

اگر چه، اغلب تحقیقات اعتقاد بر عملکرد بهتر دست برتر نسبت به دست غیر برتر در اجرای تکالیف دارند اما تحقیقاتی نیز وجود دارند که از عملکرد بهتر دست غیر برتر و یا تفاوت ناچیز عملکرد دو دست حمایت کرده اند. بنابراین، ممکن است که عملکرد دست برتر که توسط پرسشنامه دست برتری اولفیلد<sup>۱</sup> مشخص می شود، همیشه در انجام تکالیف برتری نداشته باشد<sup>[۵]</sup>. خنجری و همکاران (۲۰۲۰) نیز در مطالعه ای نشان دادند که اگر چه الگوهای فعالیت EEG و شکل نقشه مغزی دست برتر و غیر برتر در اجرای مهارت پرتاب دات متفاوت است با این حال، بین عملکرد دست برتر و غیر برتر تفاوت معنی دار وجود ندارد<sup>[۸]</sup>. وانگ و همکاران (۲۰۰۷) طی تحقیقات خود به این نتیجه می رسند که دست برتر و غیر برتر طی انجام یک تکلیف هر کدام به طور ویژه ابعادی از حرکت را به عهده می گیرند و به طور کلی نظریه برتری جانبی قشری را زیر سوال می برند<sup>[۹]</sup>. براوی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه ای نشان دادند که به کار بردن کنزیوتیپ<sup>۳</sup> (نوار درمانی که برای آسیب های ورزشی استفاده می شود) به طور معناداری سبب عملکرد بهتر تکالیف زمانبندی میچ دست در دست غیر برتر نسبت به دست برتر می شود<sup>[۱۰]</sup>. با توجه به نظریات و تحقیقات فوق الذکر کاملاً روشن است که عملکرد دست برتر و غیر برتر در تکالیف و شرایط مختلف ممکن است متفاوت باشد و نظریات دست برتری نیز توجیحات متفاوتی در ارتباط با کنترل دست ها دارند. در این تحقیق، سوالات اصلی این است که آیا با به کارگیری نیروهای متفاوت در یک تکلیف تعادلی -هماهنگی دودستی، عملکرد هر دو دست تغییر می کند؟ آیا تغییرات کنتیکی اجرای تکلیف بر عملکرد دست برتر و غیر برتر موثر است؟ نتایج این مطالعه از کدام یک از این نظریات مطرح شده در کنترل همزمان دست ها حمایت می کند؟ بنابراین، با توجه به تناقض موجود در نتایج تحقیقاتی که عملکرد دست برتر و غیر برتر را بررسی نموده اند و همچنین، عدم وجود تحقیقات کافی بروی مقایسه عملکرد دست برتر و غیر برتر در تکالیف هماهنگی دو دستی نامتقارن، هدف از این مطالعه مقایسه عملکرد دست برتر و غیر برتر با به کارگیری نیروهای متفاوت در یک تکلیف هماهنگی دو دستی بود.

## روش

- 
1. Oldfield's Handedness Inventory
  2. Bravi
  3. Kinesiotape.

هدف از این تحقیق مقایسه عملکرد دست برتر و غیربرتر با تغییرات نیرو در یک تکلیف تعادلی بود. نمونه های این تحقیق را ۳۰ نفر از آزمودنی های دختر و پسر راست دست با میانگین و انحراف معیار سنی  $28 \pm 6/5$  سال تشکیل دادند. این تحقیق در مرکز تندرستی سلامت نگر شهر شیراز انجام شد. در این مطالعه از دستگاه هوپر (Huber) به منظور اندازه گیری عملکرد دست ها استفاده شد. این دستگاه یک صفحه متحرک در زیر پاها به منظور بر هم زدن تعادل و دستگیره هایی مجهز به سنسور دارد که میزان نیروی وارد شده بر آن را در جهات مختلف به صورت عدد بروی مانیتور به آزمودنی نشان می دهد. در این تحقیق آزمودنی ها می بایست در سه شرایط مختلف در حالی که صفحه متحرک زیر پاها تعادل آزمودنی را به هم می زند یک بار با نیروی مساوی (دست برتر ۶، دست غیر برتر ۶)، مرحله دوم (دست برتر ۸، دست غیربرتر ۶)، مرحله سوم (دست برتر ۶، دست غیربرتر ۸) به دستگیره ها نیرو وارد کنند. هر کدام از مراحل ۵ مرتبه تکرار شد که بعد از هر مرحله عملکرد دست برتر و غیربرتر از ۰ تا ۱۰۰ درصد بروی مانیتور نمایش داده می شد. لازم به ذکر است که در هر مرحله هر آزمودنی برای آشنایی با آزمون یک مرتبه به صورت آزمایشی کوشش را انجام می داد. همه آزمودنی ها از وضعیت جسمانی سالم برخوردار بودند و قبل از آزمون فرم رضایت شرکت در تحقیق را تکمیل نمودند.



شکل ۱: انجام تکلیف هماهنگی دو دستی توسط آزمودنی بروی دستگاه هوپر

دستگاه هوپر (شکل ۱) از اولین دستگاه‌های ساخته شده در جهان برای اندازه‌گیری میزان هماهنگی عصبی-عضلانی و تعادل است و سازندگان آن اعتقاد دارند این دستگاه به طور همزمان عضلات را تقویت کرده و هماهنگی را افزایش می‌دهد [۱۱].

## نتایج

در جدول ۱ آمار توصیفی داده‌ها آورده شده است. در این جدول میزان نیروی وارد شده از دست‌ها (دست برتر D (Dominant) و دست غیر برتر D-N (Non-Dominant) به دستگیره‌های

سنسوردار دستگاه هوبر در هر سه مرحله از آزمون آورده شده است. همچنین، میانگین و انحراف معیار داده های آزمون در دست برتر و غیر برتر نشان داده شده است.

جدول ۱: آمار توصیفی (N دست برتر، ND دست غیربرتر)

تغییرات نیرو	نیرو	عملکرد	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
D=N-D	۶	دست برتر	۳۰	۵۰/۶۶	۶/۹۷
	۶	دست غیر برتر	۳۰	۵۲/۴۶	۵/۸۰
D>N-D	۸	دست برتر	۳۰	۶۴/۷۳	۷/۲۲
	۶	دست غیر برتر	۳۰	۵۷/۶۰	۷/۳۹
D<N-D	۶	دست برتر	۳۰	۵۶/۰۰	۶/۴۸
	۸	دست غیر برتر	۳۰	۶۴/۸۶	۶/۰۹

در جدول ۲ نیز همانطور که نشان داده شده است از آزمون تی مستقل برای بررسی تفاوت بین داده های آزمون در گروه های دست برتر و غیر برتر استفاده شده است. لازم به ذکر است که از آزمون K-S برای بررسی نرمال بودن داده ها استفاده شد. نتایج آزمون t مستقل در این جدول نشان می دهد که بین دو گروه دست برتر و غیر برتر زمانی که نیروی به کار برده شده برای هر دو دست یکسان و برابر ۶ است (D=N-D) است بین عملکرد دو گروه دست برتر و غیر برتر تفاوت معنی داری وجود ندارد ( $P > 0.05$ ). در شرایط دیگر آزمون که که نیروی به کار برده شده برای دست برتر ۸ و دست غیر برتر ۶ است (D>N-D)، عملکرد دست برتر به طور معنی داری بهتر از دست غیر برتر است ( $P = 0.012$ ). همچنین، زمانی که نیروی به کار گرفته شده برای دست برتر ۶ و دست غیربرتر ۸ است (D<N-D)، عملکرد دست غیر برتر به طور معنی داری بهتر از دست برتر است ( $P = 0.01$ ).

جدول ۲: آزمون تی مستقل برای نتایج دست برتر و غیربرتر در سه شرایط متفاوت کشش نیرو

آزمون t-test	دست برتر (Dominant) D
--------------	-----------------------

	دست غیر برتر (Non-Dominant) D-N	t	df	Sig	Mean Difference	Std. Error Difference
D=N-D	با فرض برابری واریانس	-.۷۶۸	۲۸	/.۴۴۹	-۱/۸۰	۲/۳۴
	با فرض عدم برابری واریانس	-.۷۶۸	۲۷/۱۰	/.۴۴۹	-۱/۸۰	۲/۳۴
D>N-D	با فرض برابری واریانس	۲/۶۹۰	۲۸	/.۰۱۲	۷/۱۳	۲/۶۵
	با فرض عدم برابری واریانس	۲/۶۹۰	۲۷/۱۰	/.۰۱۲	۷/۱۳	۲/۶۵
D<N-D	با فرض برابری واریانس	-۳/۸۶۱	۲۸	/.۰۰۱	-۸/۸۶	۲/۲۹
	با فرض عدم برابری واریانس	-۳/۸۶۱	۲۷/۱۰	/.۰۰۱	-۸/۸۶	۲/۲۹

به طور کلی، این نتایج نشان می دهد که عملکرد دست برتر و غیر برتر در تکلیف به کار برده شده در این تحقیق به میزان نیروی به کار برده شده برای دست ها بستگی دارد. به هنگام نیروی اعمال شده مساوی برای هر دو دست عملکرد دست برتر و غیر برتر یکسان است. با این وجود، زمانی که دست برتر و یا غیر برتر نیروی بیشتری را نسبت به دیگری به عهده می گیرد عملکرد آن نیز برتر است.

### بحث و نتیجه گیری

هدف از این تحقیق مقایسه عملکرد دست برتر و غیر برتر با تغییرات نیرو در یک تکلیف هماهنگی دو دستی بود. نتایج این تحقیق نشان داد که اگر چه به هنگام انجام یک تکلیف هماهنگی دودستی متقارن (در این تحقیق به کارگیری دو نیروی مساوی برای هر دو دست) بین عملکرد دست برتر و غیر برتر تفاوتی وجود ندارد با این حال، به کارگیری دو نیروی نامتقارن برای هر دست حین اجرای تکلیف سبب عملکرد متفاوت دست ها می شود به طوری که به کارگیری نیروی بیشتر برای هر دست نسبت به دست دیگر سبب عملکرد بهتر آن می شود. تا کنون تحقیقات بسیار کمی به منظور مقایسه عملکرد دست برتر و غیر برتر حین اجرای یک تکلیف تعادلی هماهنگی دودستی نامتقارن (یک تکلیف پیچیده) انجام شده است. اغلب تحقیقات از عملکرد بهتر دست برتر نسبت به غیر برتر در اجرای تکالیف یکسان برای هر دو دست حمایت کرده اند [۶، ۷، ۱۵-۱۲]. ناگوچی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه ای بروی مقایسه عملکرد نیروی کنترل شده در دست برتر و غیر برتر نشان دادند که به طور کلی دست

1. Noguchi

برتر عملکرد بهتری دارد، با این وجود تکالیفی که به نیروی حداکثر نیاز دارند و یک تکلیف کمتر انجام شده برای سیستم عصبی - عضلانی هستند، عملکرد دست برتر در آنها برتری ندارد [۵].

واتر هوس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی بروی پرتاب دارت نشان دادند که عملکرد دست برتر بهتر از دست غیر برتر است اما به نظر می رسد که هر دو دست با یک برنامه حرکتی کنترل می شوند و تفاوت پرتاب ها به علت تغییرات پارامترهاست [۶]. کوتز<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۹) نیز از عملکرد بهتر دست برتر نسبت به غیر برتر در پرتاب دارت حمایت کردند با این وجود تفاوت معنی داری در الگوهای EMG دو دست مشاهده نکردند [۷]. این که چرا با وجود آناتومی یکسان دست ها مزیت های عملکردی بهتری در تحقیقات مختلف رفتاری برای دست برتر نسبت به غیر برتر نشان داده شده است می توان به قدرت عضلانی بیشتر دست برتر [۱۲، ۱۳]، سرعت بیشتر [۱۴] و ثبات حرکت<sup>۳</sup> بهتر دست برتر نسبت به دست غیر برتر [۱۵] اشاره کرد. همچنین، این مزیت های عملکردی عضو برتر نه تنها به استفاده و تمرین بیشتر عضلات عضو برتر [۲۱]، بلکه به تحریکات نسبتا بیشتر قشر حرکتی اندام برتر در مغز [۲۲] و همچنین تحریکات بیشتر نرون های حرکتی اندام برتر در سطح نخاع [۲۳] نیز نسبت داده شده است.

اگر چه نتایج این تحقیق زمانی که یک تکلیف متقارن و یکسان برای دو دست در نظر گرفته شد تا حدودی با نتایج تحقیقات ذکر شده یکسان است، با این وجود نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد زمانی که این تکلیف با به کارگیری نیروهای متفاوت برای دست ها نامتقارن شود عملکرد دست برتر الزاما بهتر از دست برتر نیست. این نتیجه با تحقیقات ذکر شده که نشان می دهند عملکرد دست برتر بهتر از دست غیر برتر است همخوانی ندارد. به نظر می رسد یکی از مهمترین دلایل این عدم همخوانی نتایج به کارگیری یک تکلیف دودستی نامتقارن پیچیده در تحقیق حاضر باشد به طوری که در اغلب تحقیقاتی که مزیت عملکردی دست برتر را نشان داده اند در یک تکلیف یکسان و تجربه شده در گذشته بوده است. همچنین، تکالیفی وجود دارند که قضاوت در ارتباط با اینکه دست برتر عملکرد بهتری نسبت به دست غیر برتر دارد مشکل است. بوهانون<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه ای به این نتیجه رسیدند که اگر چه به طور معمول نیروی گرفتن دست برتر قوی تر از دست غیر برتر است اما در به کار بردن حداکثر

---

1. Waterhouse

2. Kutzt

3. consistency of movement

1. Bohannon

نیرو بین عملکرد دست برتر و غیر برتر تفاوتی وجود ندارد [۱۶]. براوی و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه ای نشان دادند که به کار بردن کنزیوتیپ (نوار درمانی که برای آسیب های ورزشی استفاده می شود) به طور معناداری سبب عملکرد بهتر تکالیف زمانبندی مچ دست در دست غیر برتر نسبت به دست برتر می شود. به عقیده آنها استفاده از کنزیوتیپ اطلاعات زیادتر و قوی تری برای نیمکره دست غیربرتر نسبت به دست برتر که از این ابزار برای آن به کار برده نشده است، بوجود می آورد. بنابراین، عملکرد حرکتی دست ها در اجرای یک تکلیف مشابه به شرایط محیطی و بازخوردهای حسی انتقال داده شده به نیمکره ها نیز بستگی دارد [۱۰]. علاوه بر این، تحقیقاتی وجود دارند که نشان می دهند تکالیفی مثل نوشتن، خوردن و ... که به طور مرتب روزانه انجام می شوند معمولا به هماهنگی، مهارت و چیرگی نیاز دارند که طی کاربرد مکرر آنها در طول زندگی با دست برتر حاصل شده است و آشکار است که دست برتر در این نوع تکالیف عملکرد بهتری دارد [۱۷، ۱۸]. بنابراین، عملکرد بهتر دست برتر و یا غیر برتر به نوع تکلیف، میزان نیروی به کار گرفته شده و تکرار آن تکلیف در زمان های مختلف دارد. بنابراین، یکی از دلایلی که می توان برای تفسیر نتایج تحقیق حاضر ذکر کرد این است که تکلیف به کار برده شده در مطالعه حاضر یک تکلیف معمولی که در روزمره به کار برده شده باشد و دست برتر مدام آن را تکرار کرده باشد، نیست.

وانگ و همکاران (۲۰۰۷) طی تحقیقات خود به این نتیجه می رسند که دست برتر و غیر برتر طی انجام یک تکلیف هر کدام به طور ویژه ابعادی از حرکت را به عهده می گیرند. مثلا در حرکات هدف گیری دست برتر در سرعت و جهت حرکت (در موقعیت های جدید و متغیر) مزیت هایی دارد و دست غیر برتر در دقت نهایی رسیدن به اهداف دسترسی (در موقعیت های ثابت) برتری دارد و به طور کلی آنها نظریه برتری جانبی قشری را به چالش می کشند و به سیستم اندام غیر برتر به عنوان یک سیستم ضعیف تر نگاه نمی کنند [۹]. نتایج مطالعه حاضر، با این تحقیقات همسو است چرا که نشان می دهند دست برتر و غیر برتر ابعاد مختلفی را در شرایط مختلف کنترل می کنند و الزاما همیشه دست برتر عملکرد بهتری از دست غیر برتر ندارد همانطور که نتایج این مطالعه نشان داد نیروی بیشتر و متفاوت در عملکرد دست ها موثر است.

---

1. Bravi

2. Kinesiotape.



یکی از موضوعات تاثیر گذار دیگر در نتایج این مطالعه می تواند بحث توجه به دست ها حین اجرای تکلیف هماهنگی دو دستی باشد. در تحقیقات قبلی نشان داده شده است که اطلاعات بینایی برای اصلاح عملکرد تکالیف دو دستی و رسیدن به هدف مورد نظر بسیار ضروری است [۲۴] و هدایت توجه به سمت یک دست در تکالیف هماهنگی دو دستی ( جدای از این که دست برتر یا غیر برتر باشد) می تواند در عملکرد بهتر آن دست تاثیر گذار باشد [۲۵، ۲۶]. پلگرینی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۴) طی تحقیقی بروی تکالیف هماهنگی دو دستی نشان دادند که زمانی که با دستورالعمل های از پیش تعیین شده به دست برتر و یا غیر برتر توجه می شود عملکرد آن دست در مقایسه با زمانی که توجهی وجود ندارد، بهتر است و در این شرایط عملکرد دست غیر برتر نسبت به دست برتر بهبود بیشتری دارد [۱۹]. در این مطالعه نیز آزمودنی ها همزمان با اجرای یک تکلیف پیچیده، نتیجه عملکرد دست های خود را بروی مانیتور دستگاه مشاهده می کردند و با توجه به نیروی کشش نامتقارن برای هر دست و پلتفرم متحرک زیر پای آزمودنی ها ( که در هر لحظه تعادل آنها را به چالش می کشید)، هر آزمودنی در ابتدا سعی می کرد از این بازخورد بینایی که یک نوع توجه هدایت شده بود برای اصلاح عملکرد دستی که نیروی بیشتری را اعمال می کند استفاده کند. در تحقیق حاضر، این توضیح می تواند یکی از دلایل عملکرد بهتر دست برتر و غیر برتر در شرایطی که نیروی بیشتری را در اجرای تکلیف دو دستی به عهده داشتند، باشد. در حقیقت، نتایج این مطالعه نشان می دهد که سیستم عصبی در ابتدا توجه خود را برای تنظیم بهینه عملکرد دستی ( بدون توجه به دست برتر یا غیر برتر بودن) اختصاص می دهد که نیروی بیشتری را در اجرای تکلیف به عهده دارد و سپس برای تنظیم عملکرد دست دیگر تلاش می کند. در نهایت، نتایج این مطالعه از مدل تخصصی نیمکره ای که معتقد بر وجود دو برنامه حرکتی مجزا در کنترل عصبی دست هاست در یک تکلیف هماهنگی دو دستی نامتقارن حمایت می کند. همچنین، نتایج مطالعه حاضر که نشان داد عملکرد دست ها با تغییرات نیرو و در شرایط مختلف تغییر می کند با مدل نظریه سیستمهای پویا که جدیدترین مدلی است که در زمینه هماهنگی دودستی مطرح شده است [۴] و محدودیت مدل های برنامه حرکتی تعمیم یافته و تداخل را ندارد هماهنگی دارد. با توجه به اینکه عملکرد دست برتر و غیر برتر در شرایط هماهنگی دودستی نامتقارن کمتر مورد بررسی قرار گرفته است پیشنهاد می شود که تحقیقات دیگری در این زمینه بروی افراد متفاوت با جنس مخالف و همچنین شرایط مختلف کینماتیکی دیگر نیز بررسی شود.

---

2. Pellegrini

## نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که نه تنها عملکرد دست برتر همیشه و الزاما در تمام تکالیف حرکتی بهتر از دست غیر برتر نیست بلکه در شرایط و تکالیف خاص ممکن است بهتر از دست برتر عمل کند. این نتیجه به طور ویژه در مطالعه حاضر و در یک تکلیف هماهنگی دو دستی نامتقارن نشان داده شد. با توجه به نتایج مطالعه حاضر، به نظر می رسد که یک متغیر کنیتیکی مانند مقدار نیرو، نوع تکلیف به کار برده شده و شرایط مختلف اجرا در عملکرد نهایی دست برتر و غیر برتر در تکالیف هماهنگی دودستی موثر است. نهایتا، نتایج این مطالعه از مدل تخصصی نیمکره ای که اعتقاد بر وجود برنامه های حرکتی مجزا برای کنترل دست ها در تکالیف حرکتی دارد و همچنین، نظریه سیستم های پویا در کنترل تکالیف هماهنگی دو دستی که از جدیدترین نظریه ها در کنترل این تکالیف است حمایت می کند. با این وجود، نتایج این تحقیق می تواند چالشی برای نظریاتی مانند تئوری مدل پینه ای و نظریه برنامه حرکتی تعمیم یافته اشمیت که از وجود یک برنامه حرکتی واحد در کنترل دست ها حمایت می کند، باشد.

## ملاحظات اخلاقی

### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی شرکت کنندگان از جزئیات کامل مراحل پژوهش اطلاع یافتند و فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش را امضاء نمودند. همچنین تمامی اطلاعات آزمودنی ها به صورت کامال محرمانه محفوظ بود و در صورت تمایل نیز می توانستند از ادامه شرکت در پژوهش انصراف دهند.

### حامی مالی

این پژوهش از هیچگونه حمایت مالی برخوردار نبوده است.

### مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در انجام و نگارش مطالعه حاضر، به میزان یکسان مشارکت داشتند.

### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

## تشکر و قدردانی

از همه داوطلبان شرکت کننده در این تحقیق که با صبر و حوصله ما را در این پژوهش یاری کردند ، قدردانی می شود.

## References

1. Schmidt, R.A., *A schema theory of discrete motor skill learning*. Psychological review, 1975. **82**(4): p. 225.
2. Schmidt, R.A., et al., *Motor-output variability: a theory for the accuracy of rapid motor acts*. Psychological review, 1979. **86**(5): p. 415.
3. Marteniuk, R.G., &MacKenzie, C. L., *Information processing in movement organization and execution*. Attention and Performance, 1980(VIII): p. 29–57.
4. Turvey, M.T., *Preliminaries to a theory of action with reference to vision*. Perceiving, acting and knowing, 1977: p. 211-265.
5. Noguchi, T., S. Demura, and H. Aoki, *Superiority of the dominant and nondominant hands in static strength and controlled force exertion*. Perceptual and motor skills, 2009. **109**(2): p. 339-346.
6. Waterhouse, C., *The Effect of Extended Practice on EMG, Kinematics and Accuracy in Dominant and Non-dominant Dart Throwing*. 2014.
7. Kuhtz-Buschbeck, J.P. and P. Keller, *Muscle activity in throwing with the dominant and non-dominant arm*. Cogent Medicine, 2019. **6**(1): p. 1678221.
8. Khanjari, Y., et al., *SYNERGY PATTERNS OF BRAIN ACTIVITY DURING LEARNING OF THE DART THROWING SKILL WITH THE DOMINANT AND NON-DOMINANT HAND*. South African Journal for Research in Sport, Physical Education & Recreation, 2020. **42**(2).
9. Wang, J. and R.L. Sainburg ,*The dominant and nondominant arms are specialized for stabilizing different features of task performance*. Experimental Brain Research, 2007. **178**(4): p. 565-570.
10. Bravi, R., et al., *When non-dominant is better than dominant: Kinesiotape modulates asymmetries in timed performance during a*

- synchronization-continuation task*. *Frontiers in integrative neuroscience*, 2017. **11**: p. 21.
11. Couillandre, A., et al. *Changes in balance and strength parameters induced by training on a motorised rotating platform: A study on healthy subjects*. in *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 2008. Elsevier.
  12. Armstrong, C. and J.A. Oldham, *A comparison of dominant and non-dominant hand strengths*. *The Journal of Hand Surgery: British & European Volume*, 1999. **24**(4):(p. 421-425.
  13. Farthing, J.P., P.D. Chilibeck, and G. Binsted, *Cross-education of arm muscular strength is unidirectional in right-handed individuals*. *Medicine and science in sports and exercise*, 2005. **37**(9): p. 1594-1600.
  14. Noguchi, T., et al., *An examination of practice and laterality effects on the purdue pegboard and moving beans with tweezers*. *Perceptual and motor skills*, 2006. **102**(1): p. 265-274.
  15. Schmidt, S.L., et al., *The effects of hand preference and gender on finger tapping performance asymmetry by the use of an infra-red light measurement device*. *Neuropsychologia*, 2000. **38**(5): p. 529-534.
  16. Bohannon, R.W., *Grip strength: a summary of studies comparing dominant and nondominant limb measurements*. *Perceptual and motor skills*, 2003. **96**(3):(p. 728-730.
  17. Oldfield, R.C., *The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory*. *Neuropsychologia*, 1971. **9**(1): p. 97-113.
  18. Touwen, B.C., *Laterality and dominance*. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 1972. **14**(6): p. 747-755.
  19. Pellegrini, A., E. Andrade, and L. Teixeira, *Attending to the non-preferred hand improves bimanual coordination in children*. *Human Movement Science*, 2004. **23**(3-4): p. 447-460.
  20. Kugler, P.N., J.S. Kelso, and M. Turvey, *On the concept of coordinative structures as dissipative structures: I. Theoretical lines of convergence*. *Tutorials in motor behavior*, 1980. **3**: p. 3-47.
  21. Ozcan, A., et al., *Comparison of pressure pain threshold, grip strength, dexterity and touch pressure of dominant and non-dominant hands within and between right-and left-handed subjects*. *Journal of Korean medical science*, 2004. **19**(6): p. 874-878.

22. De Gennaro, L., et al., *Handedness is mainly associated with an asymmetry of corticospinal excitability and not of transcallosal inhibition*. *Clinical Neurophysiology*, 2004. **115**(6): p. 1305-1312.
23. Adam, A., C.J.D. Luca, and Z. Erim, *Hand dominance and motor unit firing behavior*. *Journal of neurophysiology*, 1998. **80**(3): p. 1373-1382.
24. Riek, S., et al., *Bimanual aiming and overt attention: one law for two hands*. *Experimental brain research*, 2003. **153**(1): p. 59-75.
25. Provins, K., *The specificity of motor skill and manual asymmetry: A review of the evidence and its implications*. *Journal of Motor Behavior*, 1997. **29**(2): p. 183-192.
26. Wuyts, I.J., et al., *Attention as a mediating variable in the dynamics of bimanual coordination*. *Human Movement Science*, 1996. **15**(6): p. 877-897.