

## تأثیر موسیقی بر یادگیری الگوهای فضایی و زمانی هماهنگی دودستی

\* بهمن حسین‌زاده<sup>۱</sup>، سیده‌ناهد شتاب‌بوشهری<sup>۲</sup>، محمدرضا دوستان<sup>۳</sup>

۱. کارشناسی ارشد رفتار حرکتی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

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

۳. مربی رفتار حرکتی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

(تاریخ وصول: ۹۷/۰۲/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۱۰)

## The Effect of Music on Learning the Spatial and Temporal Pattern of Bimanual Coordination

\* Bahman hoseinzade<sup>1</sup>, Nahid SHetab bushehri<sup>2</sup> and Mohammad reza Doustan<sup>3</sup>

1. M.A in Motor Behavior, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

2. Associate Professor of Motor Behavior, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

3. Instructor of Motor Behavior, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

(Received: May.20, 2018- Accepted: Feb.29, 2020)

## Abstract

## چکیده

**Aim:** The study sought to investigate the impact of music upon learning bimanual coordination movements with different spatial and temporal elements. **Methods:** 60 male right-handed students with no previous experience in playing musical instruments were randomized in 6 equally sized groups. The first, second and third group pairs were assigned with symmetric, temporally different symmetric, and temporally similar asymmetric bimanual drawing exercises, respectively. The pretest consisted of performing a bimanual coordination task with 100 metronome tempos in 60 seconds. then, the subjects attended three training sessions on three consecutive days, the post- and retention tests were held on 48 hours later. **Results:** The results of analysis of variance showed that music with exercise improves bipolar movements in bipolar coordination tasks but does not have a positive effect on transferring these tasks in reverse. **Conclusion:** The results indicated that music accounted for significant performance improvement in symmetric bimanual drawing with similar and different temporal elements, Music improves bimanual coordination. **Key words:** Bimanual Coordination, Music, motor learning

مقدمه: هدف از این تحقیق بررسی تأثیر موسیقی بر یادگیری الگوهای فضایی و زمانی حرکات هماهنگی دودستی بود. روش: ابزار مورداستفاده در این پژوهش شامل: دستگاه هماهنگی دودستی، مترونوم و دستگاه پخش‌کننده موسیقی بود. آزمودنی‌های پژوهش ۶۰ دانشجوی راست‌دست پسر بدون سابقه نواختن ساز انتخاب شدند و در شش گروه ۱۰ نفری در قالب سه آزمایش قرار گرفتند. گروه‌های اول، سوم و پنجم به ترتیب ترسیم متقارن دودستی، ترسیم نامتقارن زمانی و ترسیم نامتقارن فضایی با موسیقی و گروه‌های دوم، چهارم و ششم گروه‌های جفت‌شده بدون موسیقی بودند. پیش‌آزمون شامل اجرای تکلیف هماهنگی دودستی با ریتم ۱۰۰ ضرب مترونوم در ۶۰ ثانیه بود. شرکت‌کنندگان سه جلسه تمرین در سه‌روز متوالی انجام دادند، پس از آن آزمون‌های اکتساب و انتقال و ۴۸ ساعت بعد یادداری به‌عمل‌آمدند. یافته‌ها: نتایج حاصل از تحلیل واریانس مرکب نشان داد که موسیقی همراه با تمرین باعث بهبود حرکات دودستی در تکالیف هماهنگی دودستی می‌شود ولی برای انتقال این تکالیف به حالت عکس تأثیر مثبتی ندارد. نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌ها با توجه به نوع تفاوت در الگوی حرکتی دودست در تکالیف هماهنگی دودستی، موسیقی مورد استفاده در این تحقیق باعث بهبود هماهنگی دودستی می‌شود.

واژگان کلیدی: هماهنگی دودستی، موسیقی، یادگیری حرکتی

## مقدمه

دادن کل بدن در حالات مختلف نمونه‌هایی از همزمانی موسیقی و حرکت است (گودوی و لمان<sup>۵</sup>، ۲۰۱۰).

شواهد نوروبیولوژیکی برای ارتباط بین قطعات ریتمیک موسیقی و حرکت وجود دارد (گرن و روو<sup>۶</sup>، ۲۰۰۹) و منجر به این فرضیه شده است که انسان‌ها موسیقی را برای هماهنگ‌سازی به کار می‌برند و با حرکت به آن پاسخ می‌دهند (مادیسون، گویون، اولن و هورنستروم<sup>۷</sup>، ۲۰۱۱). شاید طبیعی‌ترین واکنش به موسیقی که بسیاری از ما آن را مشاهده می‌کنیم و یا در رفتارهای روزانه به کار می‌بریم، همگام‌سازی حرکات بدنی با ریتم موسیقی باشد. کف زدن با دست‌ها، ضربه‌های هماهنگ و ناگهانی با انگشتان، پای‌کوبی‌ها و رقص، هماهنگی حرکات بدنی با ساختار و ادراک زمانی موسیقی را نشان می‌دهد و همچنین نمایانگر رابطه عمیق بین موسیقی و حرکت است (لارج<sup>۸</sup>، ۲۰۰۰). اساس ذهنیت درونی انسان و موسیقی به واسطه ریتم حرکات و ورزش ایجاد ارتباط با اهداف توسط فرآیند پردازش هیجان‌ات محرک در مغز کنترل می‌شوند (خلوصی، عشایری و قدرتی، ۱۳۹۷).

جوهری‌فرد (۱۳۸۶) در طبقه‌بندی تم‌های موسیقی به بررسی آثار ساختاری و روان‌شناختی

با نگاهی اجمالی به تاریخ زندگی بشر درمی‌یابیم که استفاده از موسیقی چه به‌عنوان هنر، وسیله ارتباطی و یا در قالب روش درمانی، سابقه‌ای به قدمت خود انسان دارد. راه رفتن سربازان با ضرب مارشال نظامی، حرکات ریتمیک همراه با موسیقی در ورزش‌هایی نظیر ایروبیک و ژیمناستیک نمونه‌هایی از درک ضرب موسیقی و همزمانی است (کاراگئورگیس و تری<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸). علاوه بر این، بسیاری از جوامع حرکات رقص هماهنگ پیشرفته‌ای همراه با موسیقی‌های منظم و قابل پیش‌بینی دارند (نتل<sup>۲</sup>، ۲۰۰۰).

موسیقی از مدت‌ها قبل، به‌عنوان یک روش درمانی مورد توجه قرار گرفته است و پاره‌ای از نتایج تحقیقات انجام‌گرفته، تأثیر موسیقی را بر بهبود وضعیت فیزیولوژیک (کاراگئورگیس و تری، ۲۰۰۸) امواج مغزی (جی‌ژانگ<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۸) واکنش‌های حرکتی و هماهنگی حرکتی (رپ<sup>۴</sup>، ۲۰۱۰) را نشان می‌دهند. از دست‌کاری سازها و ابزار موسیقی به‌منظور بهبود حرکت، هماهنگی، انعطاف‌پذیری، شیوه حرکت، حرکات ریتمیک هدایت‌شده و به جهت افزایش مهارت‌های حرکتی استفاده شده است (اشمیت، ۱۹۸۳). همچنین تقلید حرکات نوازندگان و یا هماهنگ‌سازی ریتمیک با ضربان (pulse) موسیقی به‌وسیله ضربه زدن با پا، تکان دادن سر و حرکت

5. Leman  
6. Rowe  
7. Madison., Gouyon, Ullen & Hornstrom  
8. Large

1. Karageorghis & Terry  
2. Nettl  
3. J, Zhang  
4. Repp

و نظریه حاصل از آن‌ها که توسط هاکن، کلسو و بونز<sup>۲</sup> (۱۹۸۵) به فرضیه جاذب<sup>۳</sup> معروف شده است دارای دو الگوی اصلی است، الگوی هم‌فاز<sup>۴</sup> که طبق آن حرکات دودست کاملاً شبیه و همزمان باهم است (متقارن) و الگوی غیر هم‌فاز<sup>۵</sup> که حرکات دودست شبیه به هم هستند ولی از لحاظ زمانی کاملاً برعکس هم انجام می‌شوند، یعنی همزمان عمل عکس یکدیگر را انجام می‌دهند (نامتقارن) (هاکن، کلسو و بونز، ۱۹۸۵). هماهنگی دودستی نشان‌دهنده یک عمل منحصر به فرد از همکاری بین دو اندام است و شامل عملکرد تخصصی نیمکره‌ها برای به انجام رساندن یک رفتار حرکتی معطوف به هدف است که با استفاده از یکپارچگی حرکتی اندام چپ و راست با یک ماهیت کنترلی کاربردی صورت می‌گیرند (سویین و همکاران، ۲۰۱۵).

یک فرمول عمومی برای توصیف قیود زمانی مربوط به حرکات دودستی ریتمیک، نوسانگرهای جفت شده است. هر اندام به‌عنوان یک نوسان گر با چرخه‌ی محدود تعریف شده و فعل و انفعالات بین چنین نوسانگرهایی توسط یک دوره جفت‌شدگی محصور می‌شود. هنگامی که اندام به این صورت تعریف می‌شود، توصیفی مختصر از پویایی حرکت قابل‌دستیابی است (شی، بوچونان و کندی، ۲۰۱۶). یکی از مباحث مهم در مورد هماهنگی دودستی، بر قیود برجسته زمانی

موسیقی پرداخت. وی از تم‌های جسمانی ساز نام برده است که عموماً شامل موسیقی‌های جاز، راک، تکنو و شش‌هشتم‌های ایرانی می‌شود و دارای ریتم و ملودی متنوع و همچنین دینامیک و ضرب‌آهنگ بالای ۱۰۰ ضرب در دقیقه هستند این ریتم‌های موسیقی معمولاً در حرکات موزون نظامی، ورزشی و همچنین تخلیه هیجان‌ات به کار می‌رود و بر سیستم سمپاتیک اثر می‌گذارند و باعث افزایش فعالیت روانی حرکتی و رفتارهای نمایشی می‌شود.

بسیاری از حرکت‌های روزمره نیاز به درجه‌ای از همکاری بین دودست دارند. تکامل پستانداران این آزادی عمل را به آن‌ها داده است که از تعامل دست‌هایشان برای کنترل یک برنامه بسیار پیچیده‌ای از فعالیت‌های دست‌کاری مثل استفاده از ابزار یا آماده‌سازی و خوردن غذا استفاده کنند (سویین، جویجرس، لیونن و بلجیوم<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵). استفاده همزمان از دودست نوعی از هماهنگی است که هماهنگی دودستی نامیده می‌شود (اشمیت و لی، ۲۰۱۳). تصور بر این است که هماهنگی دودستی حالتی پیش‌فرض از سیستم کنترل است به‌گونه‌ای که حرکات یک‌دستی نیازمند سرکوب اندام مقابل دارند (سویین و همکاران، ۲۰۱۵). وقتی که دودست به‌طور همزمان باهم حرکت می‌کنند جفت‌شدگی زمانی و فضایی بین دست‌ها باعث می‌شود که حرکت یک عضو باعث تأثیر بر عمل عضو دیگر شود (اشمیت و لی، ۲۰۱۳). هماهنگی دودست در پژوهش‌های پیشین

2. Haken, Kelso & Bunz  
3. Absorbent hypothesis  
4. In phase  
5. Anti phase

1. Swinnen, Gooijers, Leuven & Belgium

مرتبط با حرکات دودستی تأکید می‌کند. انسان در تولید حرکاتی که در آن‌ها اندام‌ها در تواترهای ترجیحی یا نسبت یکپارچه حرکت نمی‌کنند، بسیار مشکل دارد. حتی نوازندگان ماهر در معرض این محدودیت قرار داشته و در تولید چندریتیم پیچیده محدود هستند (کلپ، هیل، تیلر، مارتین، جاگاسینسکی و جونز<sup>۱</sup> ۱۹۸۵). با وجود اینکه اجرای همه چندریتیمی‌ها مشکل است اما تکالیفی که مقدار نسبت یکی از دو ریتیم آن‌ها یکی نیست، بسیار دشوار است و درجه دشواری به میزان انحراف اجرای دودستی از وضعیت پایدار ترجیحی بستگی دارد، راهبردی که نوازندگان برای اجرای این چندریتیمی‌ها به کار می‌برند هماهنگ کردن ریتیم دست آهسته با ضربه زدن موزون دست سریع‌تر است (مگیل و اندرسن<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷). طبق نظریه‌ای که بر پایه برنامه حرکتی استوار شده است، سامرز و همکارانش (۱۹۹۳) عنوان کردند که یک سازوکار زمان‌بندی مشترک، علائم انقباض عضلانی بر اساس زمان را به دست می‌فرستد. الگوی پیشنهادی سامرز و همکارانش به این مطلب اشاره دارد که در حرکات دودستی نامتقارن، دست سریع موقعیت را کنترل می‌کند و حرکات دست آهسته در لابه‌لای دست سریع اجرا می‌شود. این عمل با یک ساعت مرکزی درونی انجام می‌شود که ضربه‌های دست سریع را آغاز می‌کند. ساعت دست آهسته، ضربه‌ها را مطابق با ضربه‌های دست

سریع راه‌اندازی می‌کند. این نظریه کنترل بر اساس شواهدی استوار است که نشان می‌دهد تغییر زمان‌بندی دست سریع به ندرت تحت تأثیر مشخصات چندریتیمی قرار می‌گیرند در صورتی که تغییر زمان‌بندی دست آهسته همیشه از تغییرات چندریتیمی پیروی می‌کند (اشمیت و لی، ۲۰۱۳). زمان‌بندی مبتنی بر رویداد برگرفته از تئوری پردازش اطلاعات نشان می‌دهد که دقت زمانی در ضربه زدن خودگام به وسیله تغییرپذیری در یک زمان‌سنج مرکزی بدن و تغییرپذیری سیستم حرکتی محیطی تعیین می‌شود (سمجن<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۰).

یکی از فرضیات متداول تحقیقات صورت گرفته در زمینه‌ی حرکات هماهنگ این است که سرعت انتخابی حین انجام فعالیت‌های حرکتی هماهنگ مانند راه رفتن و دست زدن به واسطه بازتنظیم ساعت ذهنی<sup>۴</sup> و تحت تأثیر درک زمان روی می‌دهد (بولتز<sup>۵</sup>، ۱۹۹۴). تحقیقات نشان داده‌اند که برای هماهنگی حسی-حرکتی بدن یک محرک خارجی ریتمیک می‌تواند مؤثر باشد (بورگر<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۳) که در این مورد با توجه به اینکه موسیقی می‌تواند ریتیم حرکت را با محرک‌های حسی ریتمیک هماهنگ کند و باعث همگامی حسی-حرکتی می‌شود (رپ و سو<sup>۷</sup>، ۲۰۱۳) و همچنین توانایی جایگزین شدن ریتیم طبیعی حرکت را نیز دارد، می‌توان از آن

3. Semjen  
4. Mental Clock  
5. Boltz  
6. Burger  
7. Su

1. Klapp Hill, Martin, Jagacinski, Jones  
2. Magill & Anderson

داشته است. همچنین تأثیرات مثبت و کاربردهای موسیقی در حیطه‌های آموزشی نیز بسیار مورد توجه بوده است. این تأثیرات حتی در دوره جنینی موش‌ها مشاهده شده، به طوری که تحت تأثیر موسیقی شواهدی مبنی بر بهبود یادگیری در آینده نشان داده شده است (چیکاهیسا<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). به طور کلی، موسیقی تأثیرات القایی مختلفی دارد از جمله تأثیر بیولوژیکی و نوروبیولوژیکی بر مغز (مادیسون و همکاران، ۲۰۱۱؛ بنگستون<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۹)، اثرات روانی بر هماهنگی زمانی (بورگر و همکاران، ۲۰۱۳) و هماهنگی حسی-حرکتی در تکالیف حرکتی (رپ و سو، ۲۰۱۳). با وجود پژوهش‌های انجام شده در زمینه موسیقی و حرکت و بررسی جنبه‌های مختلف تأثیرات آن، هنوز مسائل دیگری از قبیل تأثیر القایی موسیقی بر سایر هماهنگی‌های بدنی از جمله هماهنگی دودستی ناشناخته مانده است. این پژوهش با رویکردی متفاوت در پی یافتن پاسخ به این سؤالات است: ۱. آیا موسیقی می‌تواند اثرات القایی بر جفت‌شدگی الگوهای زمانی و فضایی تکالیف هماهنگی دودستی داشته باشد؟ ۲. با تفاوت در نوع تکلیف (پیچیدگی) اثرات القایی موسیقی چگونه خواهند بود؟

## روش

جامعه آماری تحقیق حاضر را دانشجویان پسر دانشگاه شهید چمران اهواز (۲۴-۲۰ سال)

5. Chikahisa  
6. Bengtsson

به‌عنوان یک محرک همراه، برای همگام‌سازی حرکات استفاده کرد (کاراگئورگیس و تری، ۲۰۰۸).

اشنایدر<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۷) با مقایسه تأثیر مداخلات موسیقایی و توان‌بخشی و نیز مقایسه آن با درمان‌های توان‌بخشی صرف، روی بیماران مبتلا به سکته مغزی نشان دادند که درمان ترکیبی موسیقی و توان‌بخشی، نسبت به درمان صرف توان‌بخشی در سرعت، دقت و پیوستگی حرکات دودستی تأثیر بیشتری دارد.

کین کید، دنکن و اسکات<sup>۲</sup> در سال ۲۰۰۷ با بررسی مهارت‌های حرکتی دودستی در بیماران موسیقی‌دان و بیماران عادی دریافتند موسیقی‌دان‌ها در دقت تنظیم زمان انجام عملکردهای حرکتی دودستی نسبت به بیماران عادی بهتر عمل می‌کنند. پل و رامسی (۲۰۰۰) در پژوهش خود عنوان کردند که موسیقی بر هماهنگی حرکتی دودستی در بیماران حرکتی تأثیرات مثبت دارد.

در همین راستا برناتزکی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۴) در یک مطالعه اثرات تحریک موسیقایی را بر هماهنگی حرکتی بیماران مبتلا به پارکینسون موروبوس<sup>۴</sup> بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که بعد از گوش دادن به موسیقی، میزان عملکرد حرکتی دودستی در دقت هدف‌یابی و پیگردی خط در بیماران پارکینسونی پیشرفت

1. Schneider  
2. Kincaid, Duncan & Scott  
3. Bernatzky  
4. Morbus Parkinson

هدست ویرا مدل VI-6603WR برای انتقال صدای موسیقی به گوش شرکت‌کنندگان بود. موسیقی مورد استفاده در این پژوهش ساز گیتار «براسکا» از اوتمار لیبرت با ضرب‌آهنگ ۱۰۰ ضرب در دقیقه بود. روایی دستگاه هماهنگی دودستی: نرم‌افزارهای مورد استفاده پژوهش حاضر در پژوهش دوستان و باقرزاده (۲۰۱۷) و دوستان (۲۰۱۵) استفاده شده است. نرم‌افزار هماهنگی دودستی ستاره-خط مشابه با کار تحقیقی پوتمن و همکاران (۲۰۰۴) و نرم‌افزار هماهنگی دودستی رسم دایره مشابه کار تحقیقی سافی‌ونگلو (۲۰۰۶) طراحی شده است. همچنین ایوری و همکاران (۲۰۰۴) در پژوهش خود برای ارزیابی هماهنگی دودستی از روش مشابه ترسیم دایره استفاده کرده‌اند. پایایی «نرم‌افزار هماهنگی دودستی ترسیم دایره و خط» توسط دوستان (۲۰۱۴) با استفاده از روش آزمون-بازآزمون ۰/۹۲ گزارش شده است.

در این پژوهش پایایی دستگاه و «نرم‌افزار هماهنگی دودستی ترسیم خط و دایره» مورد استفاده با استفاده از روش آزمون-باز آزمون ۰/۹ به دست آمده است.

طراحی برنامه کامپیوتری به گونه‌ای بود که آزمونگر می‌تواند هم قطر دایره و هم قطر ناحیه قابل قبول را تغییر دهد؛ بنابراین برنامه پتانسیل تغییر اندازه‌ی حرکت مورد نظر را دارد. همچنین پس از ترسیم دایره مورد نظر بر روی الگو چند خروجی را به صورت عددی به ما می‌دهد. این اعداد عبارت بودند از تعداد دایره رسم شده،

تشکیل دادند (تعداد ۶۰ نفر) که همگی راست‌دست، راست‌پا و راست چشم بودند (نمره بالای ۹۰ در سیاهه دست برتری ادینبورگ) و دید کاملاً طبیعی داشتند و هیچ‌گونه مشکل جسمانی یا حرکتی و همچنین سابقه فعالیت موسیقیایی (نواختن ساز) نداشتند با روش در دسترس انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان ابتدا به‌طور داوطلبانه (از طرق پخش آگهی) در پژوهش شرکت کردند و پس از بررسی (میزان دید طبیعی، راست‌دست بودن، عدم مشکل جسمانی و حرکتی) افرادی که مورد تأیید قرار گرفتند در پژوهش شرکت نمودند و به‌طور تصادفی و مساوی در شش گروه مربوط به سه آزمایش (هر آزمایش دو گروه و هر گروه ۱۰ نفر) قرار گرفتند. پیش از اجرای پیش‌آزمون، شرکت‌کنندگان توسط آزمونگر با نحوه کشیده شدن هر یک از الگوها و نحوه هماهنگی با صدای موسیقی و مترونوم آشنایی پیدا کردند. ابزارهای اندازه‌گیری در این پژوهش شامل: پرسشنامه ویژگی‌های فردی برای شناخت آزمودنی‌ها، کرومومتر برای تعیین زمان اجرای آزمون، همچنین دستگاه هماهنگی دودستی شامل: دو عدد قلم نوری G-Note 7100 با مارک Genius همراه با صفحه حسگر مربوطه با دقت LPI ۲۰۰۰ که با پورت USB به دو دستگاه لب تاپ ASUS با صفحه‌نمایش ۱۵/۶ اینچ اتصال یافت که با برنامه‌های طراحی شده کامپیوتری (نرم‌افزارها) اجرا می‌شدند، همچنین یک عدد مترونوم دیجیتالی برای ثبت زمان آزمون، دستگاه پخش‌کننده موسیقی (Mp3 Player) و نیز

شده (اکتساب و یادداری) و هم به صورت جابجا شدن الگوها بین دودست (انتقال) به عمل می‌آمد. آزمون انتقال نیز برای آزمایش ۲ و ۳ انجام شد. آزمایش اول، تکلیف متقارن رسم دو دایره یکسان: این آزمایش طوری طراحی شده بود که شرکت‌کنندگان هر دو گروه آزمایش و کنترل در یک حرکت همزمان دودستی به ترسیم دایره با سرعت‌های برابر دودست می‌پرداختند. در این حرکت هر دو گروه، رسم دایره را همزمان با صدای مترونوم یا موسیقی انجام می‌دادند. به طوری که این کار باید ۱۰۰ بار در ۶۰ ثانیه و به طور پیاپی و با هر ضربه مترونوم یا موسیقی تکرار می‌شد.

آزمایش دوم، تفاوت الگوی زمانی بین دست‌ها: در این آزمایش نامتقارنی تکلیف دودستی از نظر سرعت حرکت دست‌ها بود. در این آزمایش شرکت‌کنندگان در یک حرکت همزمان دودستی، به ترسیم دایره می‌پرداختند ولی یکی از دست‌ها (دست راست) با سرعت دو برابر این کار را انجام می‌داد. به طوری که همزمان با هر صدای مترونوم یا موسیقی یک دست (دست راست) دو دایره در جهت عقربه‌های ساعت و دست دیگر یک دایره در خلاف عقربه‌های ساعت ترسیم می‌کرد (در ۶۰ ثانیه، دست راست ۱۰۰ دایره و دست چپ ۵۰ دایره ترسیم می‌نمود).

آزمایش سوم، تفاوت الگوی زمانی-فضایی بین دست‌ها (تکالیف متفاوت دودست): در این آزمایش نامتقارنی تکلیف دودستی از نوع تکلیف در هر دست بود. برنامه سوم طوری

تعداد پیکسل‌های (نقاط) ترسیم‌شده، تعداد و درصد نقاط خارج محدوده (خارج از دایره بزرگ)، تعداد و نقاط داخل محدوده (داخل دایره کوچک)، تعداد نقاط قابل قبول (درصد صحیح روی الگوی مورد نظر). در پژوهش حاضر تمام محاسبات برحسب درصد قابل قبول در نظر گرفته شد؛ و همچنین نرم‌افزار ترسیم خط برنامه رایانه‌ای رقمی کننده‌ای بود که میزان انحراف از الگو را برحسب درجه تبدیل به اعداد قابل تحلیل می‌کرد.

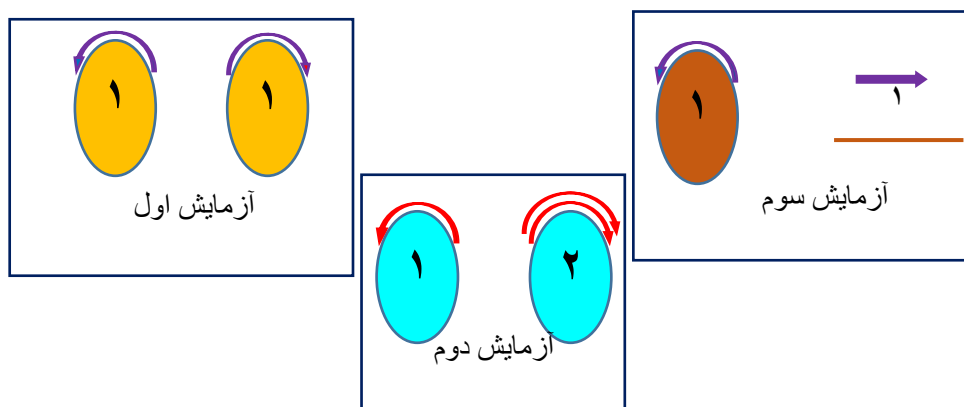
پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بوده که در قالب سه آزمایش مجزا صورت گرفته است. شرکت‌کنندگان در محیطی ساکت و آرام که تداخلی با برنامه تکلیفی آن‌ها نداشته باشد، تکلیف هماهنگی دودستی را با صدای مترونوم و موسیقی انجام می‌دادند. ابتدا پیش‌آزمون اکتساب و پیش‌آزمون انتقال (جابجایی الگوها بین دودست برای آزمایش دوم و سوم) با صدای ۱۰۰ ضرب مترونوم در مدت زمان ۶۰ ثانیه به عمل آمد. سپس تمرینات شروع شد. تمرینات در ۳ بلوک ۱۰ کوششی در سه روز متوالی انجام شد. به طوری که هر کوشش مشابه با آزمون در مدت زمان ۶۰ ثانیه و ۱۰۰ ضربه مترونوم برای گروه‌های کنترل و همراه با صدای موسیقی برای گروه‌های آزمایش انجام می‌شد. پس‌آزمون‌ها مشابه با پیش‌آزمون‌ها انجام شد و آزمون یادداری در فاصله ۴۸ ساعت پس از تمرین روز سوم به عمل آمد. آزمون به صورت حرکت همزمان دودست هم به صورت تمرین

همسانی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد و جهت تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها نیز آزمون شاپیرو-ویلک به کار رفت. از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر جهت بررسی روند تغییرات در طی تمرین در گروه‌های مختلف استفاده شد. همچنین آزمون تحلیل کواریانس برای بررسی اختلاف پس‌آزمون‌های دو گروه با در نظر گرفتن پیش‌آزمون در آزمون انتقال به کار رفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS ۲۳ استفاده شده است و کلیه فرضیه‌های پژوهش در سطح معنی‌داری  $p \leq 0.05$  در نظر گرفته شد.

طراحی شده بود که آزمودنی‌ها در یک حرکت همزمان دودستی همراه با هر صدای مترونوم یا موسیقی به ترسیم خط با دست راست و ترسیم دایره با دست چپ می‌پرداختند.

لازم به ذکر است که به منظور رعایت موازین اخلاقی، در صورت عدم تمایل به ادامه همکاری توسط شرکت‌کنندگان در هر یک از مراحل پژوهش، اجازه خروج از روند پژوهش را داشتند.

پژوهش حاضر در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۵ و در آزمایشگاه دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. به منظور اطمینان از



شکل ۱. تصاویری از شیوه انجام تمرینات در شش گروه (سه آزمایش)

۶ (جدول ۳) استفاده شده است و همچنین از آزمون کواریانس به منظور بررسی انتقال دوسویه (شرایط معاوضه الگو بین دودستی) تکلیف هماهنگی دودستی در آزمایش دوم و سوم در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

### یافته‌ها

با توجه به اینکه شرایط هر سه آزمایش و نیز شیوه امتیازدهی آن‌ها در این پژوهش متفاوت بودند، برای بررسی متغیرهای پژوهش از سه آزمون تحلیل پارینانس مرکب به صورت جداگانه به ترتیب برای مقایسه گروه‌های ۱ و ۲ (جدول ۱) و گروه‌های ۳ و ۴ (جدول ۲) و گروه‌های ۵ و



جدول ۱. نتایج تحلیل واریانس مرکب ترسیم حرکت دودستی برای گروه‌های اول و دوم

اطلاعات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری	ضریب اتا
عامل	۶۲۲۸/۵۲	۲	۳۱۱۴/۲۶	۲۶۸/۶۶	* ۰/۰۰۰۱	۰/۹۳
عامل*گروه	۵۳۹/۱۷۱۳۱۲	۲	۲۶۹/۵۸	۲۳/۲۵	* ۰/۰۰۰۱	۰/۷۶
گروه	۹۶۰	۱	۹۶۰	۱۹/۹	* ۰/۰۰۰۱	۰/۷۱

جدول ۲. نتایج تحلیل واریانس مرکب ترسیم حرکت دودستی برای گروه‌های سوم و چهارم

اطلاعات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری	ضریب اتا
عامل	۵۹۹۴/۳۰	۲	۲۹۹۷/۱۵	۱۹۰/۰۶	* ۰/۰۰۰۱	۰/۹۱
عامل*گروه	۴۳۶/۶۵	۲	۲۱۸/۳۲	۱۳/۸۴	* ۰/۰۰۰۱	۰/۶۵
گروه	۸۹۷/۰۶	۱	۸۹۷/۰۶	۱۴/۱	* ۰/۰۰۰۱	۰/۷

جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس مرکب ترسیم حرکت دودستی برای گروه‌های پنجم و ششم

تکلیف	اطلاعات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری	ضریب اتا
تکلیف خط(دست چپ)	عامل	۹۷/۰۶	۲	۴۸/۸	۵۹/۸۹	* ۰/۰۰۰۱	۰/۷۶
	عامل*گروه	۱/۷۳	۲	۰/۸۶۷	۱/۰۵	ns ۰/۰۶۹	۰/۰۵۶
	گروه	۰/۴۱	۱	۰/۴۱	۰/۱۲	ns ۰/۷۳	۰/۰۰۷
تکلیف دایره(دست راست)	عامل	۴۸۴۲/۷	۲	۲۴۲۱/۳۵	۱۰۵/۲۲	* ۰/۰۰۰۱	۰/۸۵
	عامل*گروه	۴/۹	۲	۳/۷۹	۰/۱	ns ۰/۸۱	۰/۰۰۶
	گروه	۲۱/۶	۱	۲۱/۶	۰/۳۴	ns ۰/۵۶	۰/۰۱۹

یافته‌ها نشان می‌دهند که اثرات بین گروهی با اندازه‌گیری‌های تکراری در مراحل اکتساب برای حرکت هماهنگی دودستی در آزمایش اول و دوم (جدول ۱ و ۲) معنی‌دار ( $p=0/0001$ ،  $\eta^2=0/76$ ) و  $p=0/0001$  و  $\eta^2=0/65$ ) ولی در آزمایش سوم (جدول ۳) معنی‌دار نیست ( $p_{خط}=0/069$ ،  $\eta^2=0/056$ ،  $p_{دایره}=0/81$ ،  $\eta^2=0/006$ ). این بدین معناست که گروه تمرین همراه با موسیقی در آزمایش اول و دوم نسبت به گروه تمرین بدون موسیقی عملکرد بهتری در حرکت هماهنگی دودستی داشتند. با توجه به میانگین‌های دو گروه در آزمایش اول، گروه تمرین همراه با موسیقی (میانگین ۶۳/۴ در پس‌آزمون و ۶۰/۷ در یادداری) عملکرد بهتری

یافته‌ها نشان می‌دهند که اثرات بین گروهی با اندازه‌گیری‌های تکراری در مراحل اکتساب برای حرکت هماهنگی دودستی در آزمایش اول و دوم (جدول ۱ و ۲) معنی‌دار ( $p=0/0001$ ،  $\eta^2=0/76$ ) و  $p=0/0001$  و  $\eta^2=0/65$ ) ولی در آزمایش سوم (جدول ۳) معنی‌دار نیست ( $p_{خط}=0/069$ ،  $\eta^2=0/056$ ،  $p_{دایره}=0/81$ ،  $\eta^2=0/006$ ). این بدین معناست که گروه تمرین همراه با موسیقی در آزمایش اول و دوم نسبت به گروه تمرین بدون موسیقی عملکرد بهتری

کوواریانس استفاده شد. یافته‌های آن نیز نشان داد که در آزمایش‌های دوم و سوم بین گروه‌های آزمایش و کنترل در آزمون انتقال تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $p=0/069$ ،  $\eta^2=0/062$  برای آزمایش دوم و  $p_{خط}=0/07$ ،  $\eta^2=0/42$  و  $p_{دایره}=0/053$ ،  $\eta^2=0/053$  برای آزمایش سوم). میانگین درصد صحیح دو گروه در آزمایش دوم برای گروه تمرین همراه باموسیقی ۳۲/۶۵ در پیش‌آزمون و ۲۷/۵ در پس‌آزمون و برای گروه کنترل ۳۲/۰۵ در پیش‌آزمون و ۲۸/۳ در پس‌آزمون بود. همچنین میانگین درصد صحیح دو گروه در آزمایش سوم برای گروه تمرین همراه باموسیقی در تکلیف دایره (دست راست) ۳۴/۴ در پیش‌آزمون و ۲۵/۶ در پس‌آزمون و برای گروه کنترل تکلیف دایره (دست راست) ۳۵/۳ در پیش‌آزمون و ۲۶/۲ در پس‌آزمون بود و همچنین میانگین میزان خطای دو گروه در آزمایش سوم برای گروه تمرین همراه باموسیقی در تکلیف خط (دست چپ) ۴/۶ در پیش‌آزمون و ۸/۱ در پس‌آزمون و برای گروه کنترل تکلیف خط (دست چپ) ۴/۵ در پیش‌آزمون و ۱۰/۲ در پس‌آزمون بود. شایان ذکر است که سطح معنی‌داری برای تمام آزمون‌ها برابر با ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

نسبت به گروه کنترل (میانگین ۵۲/۵ در پس‌آزمون و ۴۷/۲۵ در یادداری) در حرکت هماهنگی دودستی داشته است. همچنین با توجه به میانگین‌های دو گروه در آزمایش دوم، گروه تمرین همراه باموسیقی (میانگین ۶۱/۷۵ در پس‌آزمون و ۶۰/۷ در یادداری)

عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل (میانگین ۵۱/۳ در پس‌آزمون و ۴۸/۱۵ در یادداری) در حرکت هماهنگی دودستی داشته است. میانگین درصد خطای دو گروه در آزمایش سوم برای گروه تمرین همراه باموسیقی در تکلیف خط (دست راست) ۲/۸۵ در پس‌آزمون و ۳/۰۵ در یادداری بود و برای گروه کنترل تکلیف خط (دست راست) ۳ در پس‌آزمون و ۳/۳ در یادداری بود. همچنین میانگین درصد صحیح دو گروه در آزمایش سوم برای گروه تمرین همراه باموسیقی در تکلیف دایره (دست چپ) ۴۵/۸۵ در پس‌آزمون و ۴۳/۸ در یادداری بوده و برای گروه کنترل تکلیف دایره (دست چپ) ۴۴/۹ در پس‌آزمون و ۴۳/۲ در یادداری بود.

به منظور بررسی انتقال دوسویه (شرایط معاوضه الگو بین دودستی) تکلیف هماهنگی دودستی در آزمایش دوم و سوم در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون تحلیل

جدول ۴. نتایج تحلیل کوواریانس در آزمون انتقال

گروه	تکلیف	میانگین مجذورات	درجه آزادی	f	سطح معنی‌داری	ضریب اتا
گروه ۳ و ۴	تکلیف نامتقارن زمانی	۴/۴۱	۱	۰/۲۱۴	۰/۶۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۶۲
گروه ۶ و ۵	تکلیف خط (دست چپ)	۱۱/۶۸	۱	۳/۷۴	۰/۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۴۲
	تکلیف دایره (دست راست)	۲/۶	۱	۰/۰۹	۰/۷۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۵۳

## بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های به‌دست‌آمده نشان داده‌اند که موسیقی مورد استفاده در این پژوهش بر الگوهای فضایی و زمانی تکالیف هماهنگی دودستی در آزمایش‌های اول و دوم تأثیر داشته و در آزمایش سوم و همچنین تکلیف انتقال (شرایط معاوضه الگوها بین دودست) تأثیری نداشته است.

در آزمایش اول و دوم گروه تمرین با موسیقی عملکرد بهتری را نسبت به گروه بدون موسیقی در مراحل اکتساب از خود نشان دادند.

طبق الگوی پیشنهادی سامرز (۱۹۹۳) در حرکات دودستی نامتقارن، دست سریع موقعیت را کنترل می‌کند و حرکات دست آهسته در لابه‌لای دست سریع اجرا می‌شود و این عمل با یک ساعت مرکزی درونی انجام می‌شود. زمان‌بندی مبتنی بر رویداد برگرفته از تئوری پردازش اطلاعات نشان می‌دهد که دقت زمانی در ضربه زدن خودگام به‌وسیله تغییرپذیری در یک زمان‌سنج مرکزی بدن و تغییرپذیری سیستم حرکتی محیطی تعیین می‌شود (سمجن<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۰).

طبق تحقیقات صورت گرفته در مورد نقش موسیقی در کنترل زمان‌بندی‌های حرکتی بیان می‌کنند که ضربان موسیقی می‌تواند

در سراسر طیف گسترده‌ای از درک ضرب و چگونگی سازمان‌دهی افراد با عناصر ریتم به‌عنوان کدهای موزون، مشاهده و درک

شود (لاندون<sup>۲</sup>، ۲۰۱۲) هماهنگ‌سازی حرکات با موسیقی نسبت به یک توالی شنیداری کوتاه (مثل مترونوم) راحت‌تر صورت می‌گیرد و به نظر می‌رسد که برخی از جنبه‌های ساختاری موسیقی دارای یک تأثیر ارادی در زمان‌بندی دقیق حرکات هماهنگ باشند (رپ، ۲۰۱۰).

نظریه سیستم‌های پویا این فرضیه را حمایت می‌کند که افراد هنگام گوش دادن به یک توالی موسیقی، به‌صورت خودبه‌خودی و در یک سرعت متوسط متمرکز می‌شوند و یا با تناوب آن هماهنگ شده و همان حالت را نگه می‌دارند و نیز قادر است که به‌صورت پویا توجه خود را به سطوح بالاتر و پایین‌تر از وزن‌های مختلف ضرب‌آهنگ موسیقی تغییر دهد و هماهنگ با دوره تناوبی جدید عمل کنند (دراک، جونز و باروش<sup>۳</sup>، ۲۰۰۰) این فرایند توجه کانونی گفته می‌شود و مبنی بر پیش‌بینی ساختارهای موزون موسیقی توسط مغز است.

از طرفی می‌توان چنین نتیجه گرفت که با توجه به تأثیر موسیقی در برانگیختن پاسخ‌های فیزیکی و نیز ایجاد تجربه‌های حرکتی جدیدتر و در نتیجه تعمیم تجربیات مثبت برای سایر حرکات (پاول و رمزی<sup>۴</sup>، ۲۰۰۰) موسیقی مورد استفاده باعث بهبود حرکات هماهنگی دودستی شده‌اند. همچنین با توجه به این نکته که محرک‌های موسیقایی باعث کاهش یا از بین رفتن مشکلاتی مانند سینرژی‌های عضلانی

2. London

3. Drake, Jones & Baruch

4. Paul & Ramsey

1. Semjen

ضرب‌آهنگ می‌داند. از طرفی تاد و همکاران (۲۰۰۲) عنوان کردند که اساس ضرباهنگ و ردیابی زمانی می‌تواند به‌عنوان یک‌شکل از عمل حسی هدایت‌شده مورد توجه قرار گیرد، که شامل همه بخش‌های دخیل مغز در برنامه‌ریزی حرکت هستند. همچنین تجربه موسیقایی می‌تواند اثر قابل‌توجهی در ثبات و دقت هماهنگی داشته باشد (لاندون، ۲۰۱۲) و ریتم حرکت را با محرک‌های حسی ریتمیک هماهنگ کرده و باعث همگامی حسی-حرکتی می‌شود (رپ و سو، ۲۰۱۳). موسیقی توانایی جایگزین شدن با ریتم طبیعی حرکت را نیز دارد و قادر است اکتساب مهارت‌های حرکتی را افزایش داده و محیط آموزشی بهتری را ایجاد نماید (کاراگئورگیس و تری، ۲۰۰۸).

به‌طور کلی، طبق تحقیقات انجام‌گرفته محققان دریافتند که انسان می‌تواند توالی ضرباهنگ را به‌طور منظم از مترونوم و سیگنال‌های موسیقی تشخیص دهد و همراه با آن‌ها در روش‌های مشابه حرکت کند و ضربه بزند (رپ، ۲۰۱۰؛ بورگر و همکاران، ۲۰۱۴) همچنین انسان تمایل دارد به‌راحتی ساختارهای موزون موسیقی را درک و پردازش کند و اغلب توسط پاسخ‌های زمانی خودبه‌خودی برای پیش‌بینی ساختار زمانی و تعدیل خروجی حرکتی با ورودی‌های حسی به آن‌ها پاسخ می‌دهد (رپ، ۲۰۱۰).

همچنین طبق گفته لارج (۲۰۰۰) می‌توان گفت که افراد با گوش دادن به ریتم موسیقی یک

غیرطبیعی (Abnormal Muscle Synergy) شده و در نهایت کسب مراحل حرکتی مرتبط با مهارت‌های حرکتی دوطرفه می‌شوند (اسکارتلی، ۱۹۸۲) می‌توان چنین استنباط کرد که موسیقی ریتمیک استفاده‌شده در این پژوهش با از بین بردن سینرژی‌های عضلانی غیرطبیعی باعث اکتساب مراحل حرکتی جدید در آزمودنی‌ها شده‌اند. یافته‌های به‌دست‌آمده در این مطالعه با یافته‌های پل و رامسی (۲۰۰۰) در ارتباط با تأثیر موسیقی بر هماهنگی حرکتی دودستی متقارن مطابقت دارد. یافته‌های پژوهش حاضر در ارتباط با بهبود هماهنگی حرکتی دودستی با یافته‌های برناتزکی و همکاران (۲۰۰۴) در مورد بیماران پارکینسونی مربوط به مرحله پنجم از تست پردوپگ برد مطابق است. اشکالگ و همکارانش (۲۰۰۵) نیز یافته‌های مشابهی در مورد مهارت‌های ظریف دوطرفه انگشتی گزارش دادند. در مطالعه اشنايدر (۲۰۰۷) نیز نتایج مشابهی در مورد پیوستگی حرکتی هماهنگی دودستی مربوط به مرحله پنجم از تست پردوپگ برد ارائه شده است.

به نظر می‌رسد که موسیقی به دلیل اثرات وسیع بر تمایل به حرکت، توجه فرد را به برگزیده‌ترین ویژگی‌های تکلیف معطوف ساخته و یادگیری را بهتر می‌کند (شاکنر<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). در تبیین این یافته می‌توان از مطالعه جاکندوف (۱۹۸۸) نیز استفاده کرد که تعامل سیستم حسی-حرکتی را دخیل در درک ریتم و

1. Schachner

الگوی چندوجهی پایدار از عوامل روانی به‌عنوان یک تجسم پویا از ساختار زمانی ریتم را به کار می‌گیرند که در ساده‌ترین حالت یک الگوی تک‌وجهی برای هدایت حرکت به کار می‌رود و در شرایط دیگر پیچیدگی، الگوهای پیچیده‌تر فضایی و زمانی برای هماهنگ‌سازی با حرکت استفاده می‌شود. در نهایت این شکل از رفتار موسیقایی به وابستگی متقابل و عمیق حرکت و ادراک ریتم می‌پردازد ولی با این حال در دنیای واقعی، پیچیدگی محرک‌ها و الگوهای حرکتی از هماهنگی نشان می‌دهد که بسیاری از جنبه‌های مهم هماهنگی حرکات ممکن است به‌طور مستقیم به درک ساختار و پیچیدگی محرک مربوط باشد.

در آزمایش سوم (تکلیف فضایی-زمانی) برخلاف دو آزمایش اول و دوم، گروه تمرین با موسیقی نتوانستند عملکرد بهتری را نسبت به گروه بدون موسیقی در مراحل اکتساب از خود نشان دهند. تفاوت این آزمایش با دو آزمایش اول و دوم در نوع تکلیف متفاوت برای هر دست بود. در آزمایش سوم تکلیف هماهنگی دودستی برای هر دست یک الگوی متفاوت فضایی وجود داشت به طوری که تکلیف یک دست دایره و دست دیگر رسم خط بود که احتمالاً این ویژگی باعث پیچیدگی بیشتر تکلیف برای شرکت‌کنندگان شد.

زمان برآیند طبق نظریه سیستم‌های پویا ناشی از کنترل دینامیک پارامترهای غیر زمانی

در آزمایش سوم (تکلیف فضایی-زمانی) برخلاف دو آزمایش اول و دوم، گروه تمرین با موسیقی نتوانستند عملکرد بهتری را نسبت به گروه بدون موسیقی در مراحل اکتساب از خود نشان دهند. تفاوت این آزمایش با دو آزمایش اول و دوم در نوع تکلیف متفاوت برای هر دست بود. در آزمایش سوم تکلیف هماهنگی دودستی برای هر دست یک الگوی متفاوت فضایی وجود داشت به طوری که تکلیف یک دست دایره و دست دیگر رسم خط بود که احتمالاً این ویژگی باعث پیچیدگی بیشتر تکلیف برای شرکت‌کنندگان شد.

در آزمایش سوم (تکلیف فضایی-زمانی) برخلاف دو آزمایش اول و دوم، گروه تمرین با موسیقی نتوانستند عملکرد بهتری را نسبت به گروه بدون موسیقی در مراحل اکتساب از خود نشان دهند. تفاوت این آزمایش با دو آزمایش اول و دوم در نوع تکلیف متفاوت برای هر دست بود. در آزمایش سوم تکلیف هماهنگی دودستی برای هر دست یک الگوی متفاوت فضایی وجود داشت به طوری که تکلیف یک دست دایره و دست دیگر رسم خط بود که احتمالاً این ویژگی باعث پیچیدگی بیشتر تکلیف برای شرکت‌کنندگان شد.

ایوری، دیدریچسن، اسپنسر، هازلتن و سمجن<sup>۱</sup> (۲۰۰۴) پیشنهاد می‌کند که بازنمایی اهداف تکلیف و یا حداقل زیربنای شیوه‌ی

2. Walter, Swinnen, Franz  
3. Zelaznik

1. Ivry

نیاز به سطح تمرینی بالاتری برای هماهنگی بیشتر و خودکاری تکلیف باشد.

در آزمایش انتقال نیز گروه تمرین با موسیقی نتوانستند عملکرد بهتری نسبت به گروه تمرینی بدون موسیقی داشته باشند.

به گفته رودز<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) موسیقی باعث بهبود حرکت از طریق خودکاری و سازمان‌بندی بالا در طول تمرینات همراه با موسیقی می‌شود. هنگام گوش دادن به موسیقی، ضرب‌آهنگ و عوامل روانی ناشی از موسیقی محرکی برای همگام‌سازی حرکت با موسیقی فراهم می‌کنند (لارج، ۲۰۰۰) پس به نظر می‌رسد که جفت‌شدگی همراه با زمان‌بندی قوی بین دست‌ها در طول تمرینات با موسیقی مانع از انتقال تکلیف به حالت دیگر شود که این نوع تمرین زمینه اجرای حرکتی بالایی برای یادگیری تکلیف حرکتی فراهم می‌کند.

همچنین تجربه موسیقایی می‌تواند اثر قابل‌توجهی در ثبات و دقت هماهنگی داشته باشد (لاندون، ۲۰۱۲) و این موضوع منجر به جفت‌شدگی قوی‌تر و وابستگی بیشتر حرکت دودست در اثر تمرین همراه با موسیقی شود و جداسازی این جفت‌شدگی که در آزمون انتقال بسیار دشوار است منجر به انتقال منفی و افزایش خطا در انجام حرکت دودستی می‌شود که این یافته‌ها با پژوهش دوستان و همکاران (۲۰۱۴) مبنی بر عدم انتقال تکلیف هماهنگی دودستی با ریتم ۲:۱ همخوان است.

حرکات در نظر گرفته می‌شود (شونر، ۲۰۰۲؛ هویس و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین پیچیدگی تکلیف نقش مهمی برای تنظیم فرکانس حرکت و به‌طور خاص زمان‌بندی مبتنی بر رویداد دارد که باید در یک بازه زمانی یک فاصله زمانی کوتاه‌تر را دنبال کند.

کواکس و همکارانش (۲۰۱۰) علت دشواری بیش‌ازحد حرکات چندریتمی پیچیده در آزمایشات را دونیم شدن توجه می‌دانند. آن‌ها بیان کردند که بخش اعظم دشواری ناشی از انجام بسیاری از تکالیف هماهنگی دودستی در آزمایشات پیشین را باید به محدودیت‌های محیط آزمایش نیز نسبت داد. احتمالاً به میزان دشوار شدن تکلیف نیاز به تلاش، توجه و تمرکز بیشتر می‌شود و سطوح قشری درگیر در انجام تکلیف وسیع‌تر شده و شرکت‌کنندگان این تکالیف را به‌راحتی انجام نداده و دچار خطای بیشتری می‌شوند.

هرچند که موسیقی قدرت جفت‌شدگی حرکات هماهنگ را بالا می‌برد (ورهول و گیز، ۲۰۰۴) ولی به نظر می‌رسد که پیچیدگی بیشتر (فضایی و زمانی) تکلیف دودستی مانع از پایداری این جفت‌شدگی شده و به عملکرد بهتر منجر نمی‌شود.

البته احتمال دیگر می‌تواند میزان تمرینات و یا نوع تکلیف مورد آزمایش نیز باشد که این نوع تمرینات و یا میزان تمرین با موسیقی برای غلبه گروه تمرین همراه با موسیقی کافی نبوده و

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش و اثرات القایی سودمند موسیقی ارائه شده در طول یادگیری تکلیف هماهنگی دودستی و نتایج به دست آمده در آزمون یادداری که نشان از پایداری اثرات موسیقی در هماهنگی دودستی است، به نظر می‌رسد که استفاده از موسیقی در امر یادگیری تکلیف هماهنگی دودستی از طریق بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی مهم باشد. لذا به مربیان، معلمان و درمانگران و همه کسانی که تکلیف هماهنگی به ویژه تکلیف هماهنگی دودستی را به کار می‌برند پیشنهاد می‌شود که از موسیقی استفاده شده در این پژوهش (ساز گیتار با ضرب آهنگ ۱۰۰ ضرب در دقیقه) برای کارایی بهتر بهره ببرند.

#### سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از اداره کل ورزش و جوانان استان خوزستان به خاطر حمایت‌های مالی و همچنین آزمودنی‌های گرامی برای صبر، حوصله و همکاری بی‌نظیرشان کمال تقدیر و تشکر را داشته باشند.

به‌طور کلی به نظر می‌رسد که در این پژوهش، موسیقی تأثیر مثبتی بر اکتساب تکلیف هماهنگی دودستی متقارن داشته و بسته به میزان دشواری تکلیف، تأثیر موسیقی بر حرکات هماهنگ دودست کمتر می‌شود البته ممکن است تفاوت‌های فردی، پس‌زمینه موسیقی یا نوع خاص تکلیف موجب برتری شرکت‌کنندگان هنگام حرکت با سیگنال‌های شنوایی موسیقی شود ولی به گفته بورگر (۲۰۱۴) نشانه‌های واگرایی قوی در موسیقی وجود دارد که می‌تواند بر این موضوع دلالت داشته باشد که حرکات بدنی به محرک‌های موسیقی واقعی نسبت به مترونوم یا محرک ساده ریتمیک، وابستگی بیشتری دارند، به‌طوری‌که عوامل روانی ناشی از موسیقی واقعی ممکن است زمینه عملکرد بهتری را فراهم کند (بورگر، ۲۰۱۴).

البته لازم به ذکر است که پژوهش حاضر به‌نوعی جزء اولین مطالعاتی است که بر اساس اثرگذاری موسیقی بر هماهنگی دودستی متقارن و نامتقارن انجام شده است و همین کم بودن منابع علمی معتبر جهت مقایسه و استنتاج نتایج یکی از مشکلات مهم این پژوهش است.

#### منابع

نامتقارن به حالت عکس آن: تحلیلی بر نظریه‌های حرکات دودستی. روانشناسی ورزش. خلوصی، ز، عشایری، ح، قدرتی، س. (۲۰۱۸). اثربخشی آموزش حرکات ریتمیک ملودیک و

جوهری‌فرد، ر (۱۳۸۶). مبانی موسیقی درمانی بالینی. فصلنامه تازه‌های روان‌درمانی. ۴۵-۴۶. ۴۰-۶۳. دوستان، م، بویری، ک، زیلایی‌بوری، م، صیفوریان، م. (۲۰۱۵). بررسی انتقال حرکت دودستی

- دوستان، م، باقرنژاد، ز.(۲۰۱۷). بررسی همزمان رفتاری و عصب شناختی یادگیری و انتقال تکلیف ترسیم دودستی نامتقارن. فصلنامه علمی - پژوهشی عصب روانشناسی، ۴(۱۲)، ۹-۳۰.
- Bernatzky, G. , Bernatzky, P. , Hesse, H. -P. , Staffen, W. , & Ladurner, G.(2004). Stimulating music increases motor coordination in patients afflicted with Morbus Parkinson. *Neuroscience letters*, 361(1) , 4-8.
- Bengtsson, S. L. , Ullén, F. , Ehrsson, H. H. , Hashimoto, T. , Kito, T. , Naito, E. ,... & Sadato, N.(2009). Listening to rhythms activates motor and premotor cortices. *cortex*, 45(1) , 62-71.
- Boltz, M. G.(1994). Changes in internal tempo and effects on the learning and remembering of event durations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(5) , 1154.
- Burger, B. , Thompson, M. R. , Luck, G. , Saarikallio, S. , & Toiviainen, P.(2013). Influences of rhythm-and timbre-related musical features on characteristics of music-induced movement. *Frontiers in psychology*, 4, 183.
- Burger, B. , Thompson, M. R. , Luck, G. , Saarikallio, S. H. , & Toiviainen, P.(2014). Hunting for the beat in the body: on period and phase locking in music-induced movement. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 903.
- Chikahisa, S. , Sei, H. , Morishima, M. , Sano, A. , Kitaoka, K. , Nakaya, Y. , & Morita, Y.(2006). Exposure to music in the perinatal period enhances learning performance and alters BDNF/TrkB signaling in mice as adults. *Behavioural brain research*, 169(2) , 312-319.
- Drake, C. , Jones, M. R. , and Baruch, C.(2000). The development of rhythmic attending in auditory sequences: attunement, referent period, focal attending. *Cognition* 77, 251-288.
- Grahn, J. A. , and Rowe, J. B.(2009). Feeling the beat: premotor and striatal interactions in musicians and nonmusicians during beat perception. *J. Neurosci.* 29, 7540-7548.
- Godøy, R. I. , & Leman, M.(Eds.).(2010). *Musical gestures: Sound, movement, and meaning*.(New York, NY: Routledge,) , 3-11.
- Haken, H. , Kelso, J. S. , & Bunz, H.(1985). A theoretical model of phase transitions in human hand movements. *Biological cybernetics*, 51(5) , 347-356.
- Ivry, R. , Diedrichsen, J. , Spencer, R. , Hazeltine, E. , & Semjen, A.(2004). A cognitive neuroscience perspective on bimanual coordination and interference *Neuro-behavioral determinants of interlimb coordination*(pp. 259-295) : Springer.



- Karageorghis, C. I. , & Terry, P. C.(2008). The psychological, psychophysical and ergogenic effects of music in sport: a review and synthesis.
- Kincaid, A. E. , Duncan, S. , & Scott, S. A.(2002). Assessment of fine motor skill in musicians and nonmusicians: differences in timing versus sequence accuracy in a bimanual fingering task. *Perceptual and motor skills*, 95(1) , 245-257.
- Klapp, S. T. , Hill, M. D. , Tyler, J. G. , Martin, Z. E. , Jagacinski, R. J. , & Jones, M. R.(1985). On marching to two different drummers: perceptual aspects of the difficulties. *Journal of experimental psychology: human perception and performance*, 11(6) , 814.
- Large, E. W.(2000). On synchronizing movements to music. *Human movement science*, 19(4) , 527-566.
- London, J.(2012). *Hearing in time: Psychological aspects of musical meter*: Oxford University Press.
- Madison, G. , Gouyon, F. , Ullén, F. , & Hörnström, K.(2011). Modeling the tendency for music to induce movement in humans: first correlations with low-level audio descriptors across music genres. *Journal of experimental psychology: human perception and performance*, 37(5) , 1578.
- Magill, R. A. , & Anderson, D.(2007). *Motor learning and control: Concepts and applications*(Vol. 11) : McGraw-Hill New York.
- Nettl, B.(2000). An ethnomusicologist contemplates universals in musical sound and musical culture. *The origins of music*, 463-472.
- Paul, S. , & Ramsey, D.(2000). Music therapy in physical medicine and rehabilitation. *Australian Occupational Therapy Journal*, 47(3) , 111-118.
- Repp, B. H.(2010). Sensorimotor synchronization and perception of timing: effects of music training and task experience. *Human movement science*, 29(2) , 200-213.
- Repp, B. H. , & Su, Y. -H.(2013). Sensorimotor synchronization: a review of recent research(2006–2012). *Psychonomic bulletin & review*, 20(3) , 403-452.
- Rhodes, R. E.(2013). Bridging the physical activity intention–behaviour gap: contemporary strategies for the clinician. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(1) , 105-107.
- Scartelli, J. P.(1982). The effect of sedative music on electromyographic biofeedback assisted relaxation training of spastic cerebral palsied adults. *Journal of Music Therapy*, 19(4) , 210-218.
- Schlaug, G. , Norton, A. , Overy, K. , & Winner, E.(2005). Effects of music training on the child's brain and cognitive development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060(1) , 219-230.

- Schachner, A. , Brady, T. F. , Pepperberg, I. M. , & Hauser, M. D.(2009). Spontaneous motor entrainment to music in multiple vocal mimicking species. *Current Biology*, 19(10) , 831-836.
- Schneider, S. , Schönle, P. W. , Altenmüller, E. , & Münte, T. F.(2007). Using musical instruments to improve motor skill recovery following a stroke. *Journal of neurology*, 254(10) , 1339-1346.
- Schmidt, J. A.(1983). Songwriting as a therapeutic procedure. *Music Therapy Perspectives*, 1(2) , 4-7.
- Schmidt, R. , & Lee, T.(2013). *Motor Learning and performance, 5E with web study guide: from principles to application*: Human Kinetics.
- Semjen, A. , Schulze, H. -H. , & Vorberg, D.(2000). Timing precision in continuation and synchronization tapping. *Psychological research*, 63(2) , 137-147.
- Shea, C. H., Buchanan, J. J., & Kennedy, D. M.(2016). Perception and action influences on discrete and reciprocal bimanual coordination. *Psychonomic bulletin & review*, 23(2), 361-386.
- Swinnen, S. P. , Gooijers, J. , Leuven, K. , Leuven, & Belgium.(2015). Bimanual coordination: Introduction to systems. *brain mapping*, 2, 475-482.
- Todd, M. N. , Lee, C. , & O'Boyle, D.(2002). A sensorimotor theory of temporal tracking and beat induction. *Psychological research*, 66(1) , 26-39.
- Walter, C. B. , Swinnen, S. P. , & Franz, E. A.(1993). Stability of symmetric and asymmetric discrete bimanual actions. *Variability and motor control*, 359-380.
- Wenderoth, N. , Debaere, F. , Sunaert, S. , & Swinnen, S. P.(2005). The role of anterior cingulate cortex and precuneus in the coordination of motor behaviour. *European Journal of Neuroscience*, 22(1) , 235-246.
- Wenderoth, N. , Puttemans, V. , Vangheluwe, S. , & Swinnen, S. P.(2003). Bimanual training reduces spatial interference. *Journal of Motor Behavior*, 35(3) , 296-308.
- Wisti, A. Z.(2010). *The Effects of Musical Training on Bimanual Control and Interhemispheric Transfer*. University of Michigan.
- Wu, J. , Zhang, J. , Ding, X. , Li, R. , & Zhou, C.(2013). The effects of music on brain functional networks: a network analysis. *Neuroscience*, 250, 49-59.
- Zelaznik, H. N., Spencer, R. M., Ivry, R. B., Baria, A., Bloom, M., Dolansky, L., ... & Whetter, E.(2005). Timing variability in circle drawing and tapping: probing the relationship between event and emergent timing. *Journal of motor behavior*, 37(5), 395-403.