



Kharazmi University



## Effect of Nonlinear Pedagogy on the Performance of the Short Backhand Serve of Badminton

Seyed Kazem Mousavi<sup>1</sup>, Rasoul Yaali<sup>2</sup>, Abbas Bahram<sup>3</sup>, Ali Abbasi<sup>4</sup>

1. Seyed Kazem Mousavi, (M.A) Kharazmi University, Tehran, Iran
2. Rasoul Yaali, (Ph.D) Kharazmi University, Tehran, Iran
3. Abbas Bahram, (Ph.D) Kharazmi University, Tehran, Iran
4. Ali Abbasi, (Ph.D) Kharazmi University, Tehran, Iran

### ARTICLE INFO

Received February 2017  
Accepted September 2017

### KEYWORDS:

Ecological Dynamics actions  
Nonlinear Pedagogy  
Motor Learning

### CITE:

Mousavi, Yaali, Bahram, Abbasi,  
**Effect of Nonlinear Pedagogy on the Performance of the Short Backhand Serve of Badminton**,  
Research in sport management & motor behavior, 2020: 9(18):1-16

### ABSTRACT

Motor learning or the acquisition of coordination is a process of searching for stable functional coordination patterns, into which a system can settle during a task or activity. Human as complex creatures can choose the best pattern based on conditions within different coordination patterns and also achieve goals of tasks. So the purpose of this study is to determination the effect of a Nonlinear Pedagogy approach for the effectiveness of the movement and acquisition of skills. Accordingly, in this study 14 participants (with the average 19.64 and SD 0.74) are taught the short backhand serve of badminton with using linear and nonlinear pedagogy approaches. Linear approach Based on traditional Viewpoint using the descriptive methods and repetitive instructions. On the other hand, nonlinear Pedagogy Approach Based on the ecological dynamics theory using manipulation of task constraints especially task constraints including equipment and rules Planned and conducted. Performance accuracy were selected to analyze further selections and used analysis of covariance to measure the effect of the independent variable measured. The test significance level was considered  $P < .05$ . Despite the progress of both groups to the pre-test, no difference was observed between the two groups in accuracy scores ( $F=0.092$  and  $p=0.767$ ) and both were equal to achieve results of the task as an indicator of skill acquisition. Our findings indicate that nonlinear pedagogy approach, resulted from theory of ecological dynamics, consider the complexity of Acquisition the skill and inherent tendency of individuals with providing movement affordances. Also, this approach can be effective in the fulfilment of goal tasks.



## پژوهش در مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی



### اثر آموزش غیرخطی بر عملکرد سرویس بک هند کوتاه بدمیتون

سید کاظم موسوی<sup>۱</sup>، رسول یا علی\*<sup>۲</sup>، عباس بهرام<sup>۳</sup>، علی عباسی<sup>۴</sup>

۱. کارشناس ارشد رفتار حرکتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. استادیار گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۳. استاد گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۴. استادیار گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

#### چکیده

هدف پژوهش حاضر تعیین اثرگذاری روش آموزش غیرخطی در اثربخشی حرکت و اکتساب مهارت سرویس کوتاه بک هند بدمیتون بود. ۱۴ شرکت کننده (میانگین ۱۹/۶۴ و انحراف استاندارد ۰/۷۴ سال) سرویس کوتاه بدمیتون را با استفاده از دو روش آموزش خطی و غیرخطی آموزش دیدند. روش خطی بر پایه روش های سنتی و مرسوم و در مقابل روش غیر خطی بر گرفته از پویایی های بوم شناختی با استفاده از قیود تکلیف (قوانین مربوط به فعالیت و تجهیزات) طرح ریزی و اجرا شد. دقت اجرای سرویس کوتاه بک هند و متغیرهای کینماتیکی برای تحلیل های بعدی انتخاب شدند. از آزمون کواریانس برای سنجش اثر متغیر مستقل بر دقت اجرا و از تحلیل کلاستر برای سنجش دیجنریسی، استفاده شد. علی رغم پیشرفت هر دو گروه نسبت به پیش آزمون، تفاوتی در نمرات دقت اجرای سرویس بین گروه ها وجود نداشت ( $p=0/767$ ). همچنین افراد گروه غیرخطی، تعداد خوشه های بیشتری نسبت به گروه خطی ایجاد کردند. براساس نتایج به دست آمده، رویکرد غیرخطی در دستیابی به اهداف تکلیف همپای گروه خطی بود، اما به دلیل محور قرار دادن، پردازش ناهوشیار، تفاوت های فردی و نیازهای ویژه تکلیف اثربخشی آن بیشتر است. همچنین ظهور دیجنریسی از سوی گروه غیرخطی مشخص شد. توجه به مقوله هایی چون ماهیت تکلیف و نیازهای آن، تفاوت های فردی و همچنین طراحی دقیق تر فراهم سازها می تواند رویکرد غیرخطی را غنی تر سازد.

#### اطلاعات مقاله:

دریافت مقاله اسفند ۱۳۹۵

پذیرش مقاله شهریور ۱۳۹۶

\*نویسنده مسئول:

rasoolyaali@yahoo.com

#### واژه های کلیدی:

آموزش غیرخطی

یادگیری حرکتی

پویایی های بوم شناختی

#### ارجاع:

موسوی، یا علی، بهرام، عباسی. اثر آموزش غیر خطی بر عملکرد سرویس بک هند کوتاه بدمیتون. پژوهش در مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی، ۱۳۹۸: ۹ (۱۸): ۱-۱۶

## مقدمه

یادگیری حرکتی یا اکتساب هماهنگی یک فرآیند جست‌وجو برای رسیدن به الگوهای هماهنگی کارکردی باثبات است که یک سیستم می‌تواند در طول یک کار یا فعالیت حل و فصل کند (۱). آن‌گونه که این تعریف نشان می‌دهد فرآیند اکتساب مهارت و یادگیری با رسیدن به یک الگوی هماهنگی خاتمه نمی‌یابد و یادگیرنده با یک فرآیند جست‌وجو برای کسب مهارت مواجه است. نظریه‌های سنتی اکتساب مهارت، بر مبنای استدلال منطقی، کلامی سازی، تقلید و درونی سازی دانش اخباری و رویه‌ای بنا نهاده شده‌اند. بر اساس این رویکرد از روش‌های آشکار یا تکرار دستورالعمل‌ها برای رسیدن به هدف تکلیف بهره گرفته می‌شود (۲). فرض زیربنای یک چنین رویکردی این است که یک الگوی حرکتی ایدئال برای هر تکلیف وجود دارد و نقش تمرین دهنده این است که یادگیرنده را برای خلق مجدد آن الگو کمک کند (۳). در این رویکردها که نوعاً به دنبال همسانی در حرکت می‌باشند (۴) اغلب تغییرپذیری به‌عنوان نوفه یا خطای اندازه‌گیری قلمداد می‌شود که باید حذف گردد (۵)؛ اما نباید فراموش کرد هر فردی که درصدد یادگیری مهارت حرکتی باشد، موجودی پیچیده با درجات آزادی فراوان و تجارب حرکتی مختلف به حساب می‌آید (۶) که دارای تمایلات ذاتی برای شکل دادن به الگوهای هماهنگی است (۵). بر همین اساس نظریه پویایی‌های بوم‌شناختی<sup>۱</sup> پیشنهاد می‌کند که یادگیرندگان باید به‌عنوان دستگاه‌های پویای غیرخطی درک شوند که شامل بخش‌های بی‌شمار هستند و به‌صورت خودسازمان برای شکل‌گیری الگوهای پایدار با یکدیگر تعامل می‌کنند (۵). در این دیدگاه، هر فرد در پاسخ به تغییرات، رفتار متفاوتی از خود نشان می‌دهد و وقتی در تعامل با قیود قرار می‌گیرد به‌گونه‌ای متفاوت پاسخ می‌دهد (۷). به نظر می‌رسد انسان‌ها به‌عنوان موجودات پیچیده می‌توانند از میان الگوهای هماهنگی مختلف بهترین الگو را بر اساس شرایط انتخاب کنند و در ضمن آن به اهداف تکلیف دست یابند. لذا توان افراد برای انتخاب راه‌حل حرکتی و به‌تبع آن دستیابی به نتایج دلخواه نباید نادیده گرفته شود. نباید فراموش کرد که وجود تعداد زیاد درجات آزادی طبیعتاً تغییرپذیری و تطابق را در حرکت انسان نتیجه می‌دهد (۸). در تکالیف هماهنگ که شامل عناصر چندگانه با درجات آزادی می‌باشند، افراد می‌توانند ضمن رسیدن به نتایج تکلیفی یکسان از تنوعی از ترکیب‌های مختلف بخش‌های سیستم استفاده کنند (۹). بدین ترتیب رویکرد آموزش غیرخطی، تغییرپذیری کارکردی (سازشی) را مدنظر قرار داده است. همچنین مایل است مجموعه متنوع‌تری از الگوهای حرکتی را تولید کند که برای افراد بسیار مناسب است (۱۰). مفهوم تغییرپذیری تحت تأثیر بسیاری از قیود عمل‌کننده روی سیستم قرار می‌گیرد (۵) و اجازه می‌دهد از میان گزینه‌های مختلف، استراتژی‌ها انتخاب شوند (۱۱). این تغییرپذیری در

<sup>1</sup> Ecological dynamics

الگوهای حرکتی و رسیدن به راه حل حرکتی، دیجنرسی نام دارد که توانایی سیستم های پیچیده عصبی - زیستی برای به دست آوردن راه حل های مختلف برای تکلیفی با هدف یکسان به حساب می آید (۱۲).

رویکرد غیرخطی آموزش از دستکاری قیود تکلیف مانند دستورالعمل ها، قوانین مربوط به فعالیت و تجهیزات (به عنوان مثال راکت، توپ و اندازه زمین)، استفاده می کند. در این رویکرد تلاش می شود با مهیا نمودن فراهم سازهای عملکردی ادراک و عمل یکی شود. بدین ترتیب یادگیرنده را به کشف راه حل های حرکتی مختلف تشویق می کند که برای آن ها مناسب ترین است (۱۳). به طور قطع ادراک و تجارب هر فرد با فرد دیگر متفاوت است که در این رویکرد سعی می شود افراد از طریق الگوهای اختصاصی به نتایج تکلیف دست یابند و تفاوت های فردی در یک چارچوب آموزشی مناسب در نظر گرفته شوند. استفاده از فرآیندهای دستکاری قیود در طراحی جلسات یادگیری می تواند منجر به ظهور پاسخ های حرکتی فردی به نسبت پویایی های درونی اجرا کننده گردد (۱۴). در این ارتباط، برنشتاین (۱۹۶۷)، نشان داد، آهنگران در ضربه زدن به چکش به صورت یکسان عمل نکردند (۱). در تکلیف شبیه سازی اسکی، نیوول و هانگ (۲۰۰۶)، نشان دادند که شرکت کنندگان مختلف قادر هستند که از الگوهای هماهنگی متفاوتی برای دستیابی به نتایج اجرایی یکسان استفاده کنند. زمانی که روابط حرکتی زانو مورد بررسی قرار گرفت، شرکت کنندگان هر دو الگوی هم فاز و فاز مخالف را به طور موثر با مرکز جرم و صفحه اسکی هماهنگ اجرا کردند. نتیجه گرفته شد که علی رغم سازماندهی مختلف مفاصل در مجموع عملکرد مشابه ای به دست آمد (۱۵). به طور مشابه رین و همکاران (۲۰۱۰)، کینماتیک کل بدن را در شوت هوک بسکتبال مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و تفاوت بین فردی زیادی در هماهنگی آرنج-شانه و زانو-ران در طی شوت و در فاصله یکسان گزارش کردند (۱۳). همچنین، چاو (۲۰۰۸)، در مطالعه شوت چیپ فوتبال به ۷ نقطه مختلف، نشان داد که تفاوت های افراد در کسب هماهنگی و کنترل حرکت مفصل حتی تحت شرایط قیدی یکسان هم وجود دارد (۱۴). چاو (۲۰۰۸)، با فراهم کردن شرایط تمرین به گونه ای که تجربه اجراهای مختلف برای یادگیرندگان مهیا گردد، قابلیت کشف و ایجاد الگوهای متنوع را در طی اکتساب شوت چیپ فوتبال نشان داد. کومار و همکاران (۲۰۱۴)، به بررسی اثر دستورالعمل های قیاسی در شنای قورباغه پرداخت. علی رغم اینکه کیفیت هماهنگی بین اندامی در گروه قیاسی بهبود یافت، نتایج حرکت این گروه نسبت به گروه کنترل که سریع تر طی کردن مسافت بود، تفاوتی را نشان نداد (۱۵). همچنین کومار و همکاران (۲۰۱۵)، در تحقیقی با عنوان دیجنرسی عصبی زیستی در حمایت از ثبات، انعطاف پذیری و پتانسیل های چندگانه در مهارت های حرکتی پیچیده، نشان دادند که دیجنرسی می توانست نقش کارکردی در اطمینان از ثبات در عین انعطاف پذیری در اکتساب مهارت حرکتی، داشته باشد (۱۹). علاوه بر آن، لی و همکاران (۲۰۱۴)، با استفاده از فرآیند دستکاری قیود به آموزش مهارت فورهند تنیس به دو روش خطی و غیرخطی پرداختند و نشان دادند

تغییرپذیری حرکت الزاما مضر نیست و برای به دست آوردن یک مهارت جدید مورد نیاز است، اگرچه، دو گروه در رسیدن به نتایج تکلیف عملکرد یکسانی داشتند (۲۰).

نتایج تحقیقات نشان می‌دهد به طور مشخص افراد از الگوهای هماهنگی مختلفی برای رسیدن به اهداف تکلیف بهره می‌گیرند و این مسئله در رویکردهای سنتی آموزش مورد توجه قرار نگرفته است. این در حالی است که در رویکردهای جدید، دیجنرسی را در سنجش هماهنگی در سیستم های عصبی-زیستی بسیار مناسب می‌دانند و یادگیرنده می‌تواند برای کشف روابط اصلی و تعامل میان قیود تشویق شود. از سویی شعار اصلی در رویکرد نوین آموزش، فراهم ساختن امکان ظهور این الگوهای هماهنگی و توجه به پویایی یادگیری و یادگیرنده است. به واقع تشویق یادگیرنده برای اکتشاف با این هدف انجام می‌شود که ضمن بهره‌گیری از تمایلات افراد، به اهداف تکلیف دست یافت. در این زمینه پژوهش های کمی مداخلات آموزشی با رویکرد غیرخطی به انجام رسیده اند. اگرچه تحقیق لی اثربخشی رویکرد آموزش غیرخطی و ظهور دیجنرسی را نشان داد، اما مشخص تر شدن اثر بخشی رویکرد آموزش غیرخطی در مقام مقایسه با رویکرد سنتی به‌عنوان روشی موثر در به حساب آوردن تمایلات ذاتی و فردیت در اکتساب مهارت و رسیدن به اهداف تکلیف، گشا خواهد بود. لذا پژوهش حاضر در جهت تعیین اثربخشی روش آموزش غیرخطی بر اکتساب مهارت سرویس کوتاه بدمینتون و ظهور دیجنرسی، به انجام رسیده است. پژوهش ما دوفرضیه را مبنای قرار داده است. فرضیه اول این بود که میان رویکرد آموزش خطی و غیرخطی تفاوت وجود دارد. فرضیه دوم این بود که رویکرد آموزش غیرخطی باعث ظهور دیجنرسی می‌شود.

## روش شناسی پژوهش

### روش تحقیق:

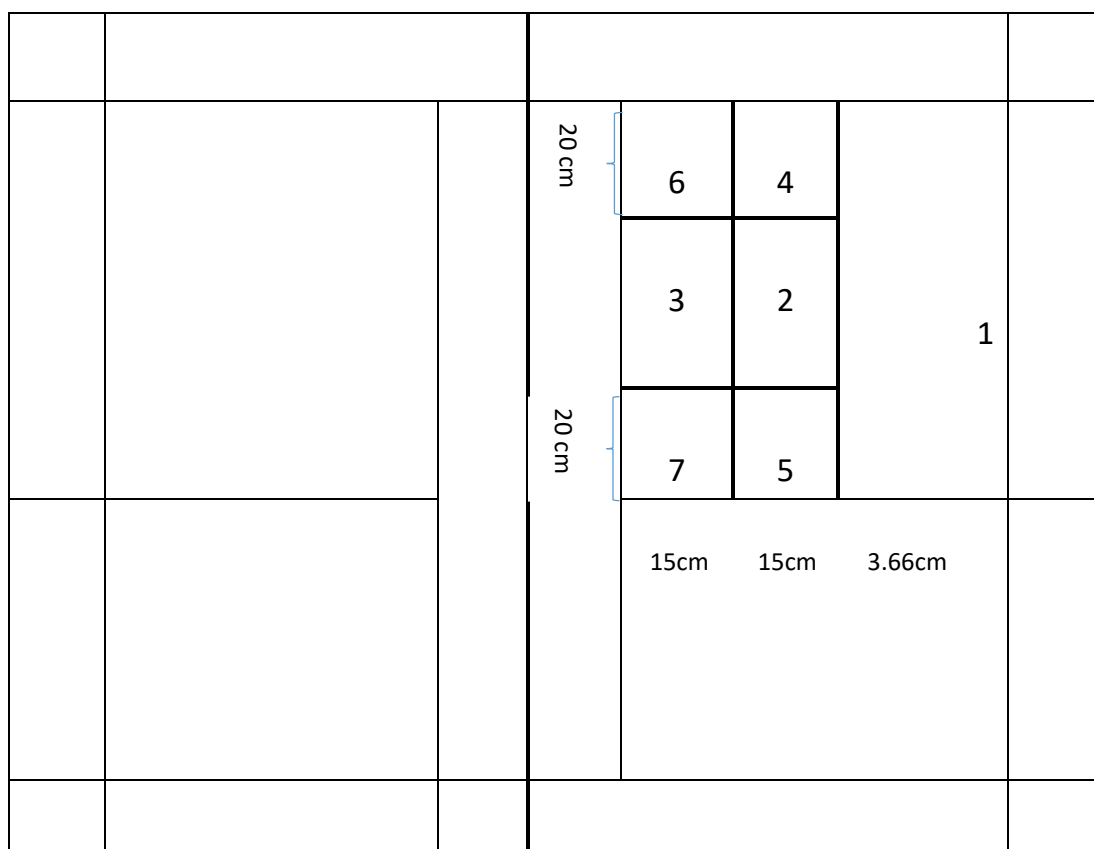
با توجه به ماهیت موضوع و اهداف تحقیق، راهبرد تحقیق نیمه تجربی و در قالب طرح عاملی ۲×۲ با پیش آزمون-پس آزمون می‌باشد. این پژوهش با استفاده از روش بالینی اجرا گردید.

### جامعه آماری و نمونه تحقیق

تعداد ۲۰ نفر از دانشجویان پسر کارشناسی تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی که همگی آن‌ها راست دست بودند، برای این تحقیق انتخاب شدند. تمامی شرکت کنندگان مبتدی بوده و تجربه بسیار محدودی در استفاده از ورزش های راکتی داشتند. پس از شروع روند کار ۳ نفر از گروه خطی و ۳ نفر از گروه غیرخطی، به دلایل شخصی از ادامه کار انصراف دادند و تنها ۱۴ نفر تا انتهای این پژوهش همراه شدند. همچنین تمامی شرکت کنندگان قبل از شروع فرآیند پژوهش، فرم رضایت نامه را امضا کردند.

## ابزار جمع آوری داده‌ها

در این پژوهش به منظور سنجش دقت عملکرد، از آزمون سرویس بدمینتون استفاده شد. در این آزمون زمین سمت راست بدمینتون به ۷ نقطه تقسیم شده است و به هر سرویس امتیازهایی از ۰ تا ۷ تعلق می‌گیرد. هر تویی که در منطقه خارج از زمین فرود می‌آید، امتیاز صفر برای آن در نظر گرفته می‌شود. در نهایت میانگین امتیازهای ۱۰ ضربه به‌عنوان نمره دقت اجرا محاسبه گردید. شکل (۱). همچنین، از سوی دیگر برای بررسی الگوی کینماتیکی حرکت و تشکیل تصاویر سه بعدی از تعدادی مارکر برای قرار گرفتن در نقاط از پیش تعیین شده استفاده گردید. مدل دو بعدی الگوی کینماتیکی حرکت با استفاده از ۱ دوربین که در صفحه ساجیتال تعبیه شده بود، به دست آمد. کار تحلیل این الگو با استفاده از نرم افزار **Spector** به انجام رسید.



شکل ۱. الگوی امتیاز دهی سرویس بک‌هند بدمینتون

## روش اجرایی

پژوهش حاضر از یک پیش آزمون، یک پروتکل تمرینی ۳ هفته ای (۹ جلسه تمرینی، ۳ بار در هفته و به مدت ۳۰ دقیقه) و یک پس آزمون، تشکیل شده است. با توجه به اهداف پژوهش پیش آزمون و پس آزمون از فرآیند یکسانی برخوردار بودند. قبل از شروع فرآیند تحقیق افراد به طور تصادفی به دو گروه تمرینی آموزش خطی و غیرخطی تقسیم شدند. در طی هر سه مرحله هر گروه به صورت جداگانه و در زمان تعیین شده برای آن‌ها به مدت ۱۰ دقیقه، جهت گرم کردن، اقدام به ضربه زدن به توپ کردند. شرکت کنندگان، ضربات خود را از طرف راست زمین به سمت زمین بدمیتون خط کشی شده (بر اساس نقاط عطف در سرویس بک‌هند بدمیتون)، اجرا کردند. ابتدا شکل اجرای مهارت توسط یک فرد ماهر به ازمودنی‌ها نمایش داده شد. سپس قیود تکلیف شامل قوانین مربوط به این سرویس و خطاهای آن به افراد گفته شد و برای اطمینان از یادگیری کامل قوانین چند بار تکرار گردید. در روز اول از هر گروه به صورت جداگانه یک پیش آزمون گرفته شد و سپس طبق برنامه زمانبندی شده وارد دوره آموزشی (خطی و غیرخطی) شدند که در ادامه به صورت کامل به شرح آن پرداخته ایم. در انتهای دوره آموزشی یک پس آزمون از هر دو گروه به عمل آمد. در مرحله پیش و پس آزمون تعداد ۱۰ سرویس بک‌هند بدمیتون را به سمت زمین بدمیتون که نقاط عطف با استفاده از خط کشی مشخص شده بود، اجرا کردند. در نهایت از آزمون سرویس برای محاسبه نمرات دقت استفاده شد، شکل ۱. لازم به ذکر است که در این پژوهش مارکر گذاری بر روی نقاط آناتومیکی انجام شد که شامل نقاطی بر روی زائده اخروی، اپی کندیل خارجی، زائده استیلوئید خارجی، سر راکت و تروکانتر بزرگ بود (۲۱). مارکرگذاری جهت تشکیل مدل سه بعدی از سگمنت های بدن انجام گرفت و اطلاعات کینماتیکی حرکت برای هر ۱۰ ضربه توسط دوربین دیجیتال Casio، مدل z200 ثبت گردید.

### پروتکل تمرینی:

این دوره آموزشی از دو رویکرد خطی و غیرخطی تشکیل شده بود. هر دو گروه خطی و غیرخطی در هر جلسه تمرینی تعداد ۱۰۰ ضربه بک‌هند را در هر جلسه تمرینی انجام دادند. در مجموع حجم تمرینی برای هر دو گروه شامل ۲۷۰ دقیقه تمرین و ۹۰۰ کوشش تمرینی بود. پروتکل تمرینی توسط تیم تحقیقاتی تدوین شده و از طرف متخصصین آگاه در زمینه رویکردهای خطی و غیرخطی تایید شد که از اهداف تحقیق آگاه نبودند. مداخلات خطی و غیرخطی بر پایه این مفهوم که یادگیرندگان می‌توانند به عنوان سیستم های خطی و غیرخطی در نظر گرفته شوند، طراحی گردید (۲۰).

برای دستکاری قیود تکلیف در شرایط آموزش غیرخطی، در ابتدا شکل اجرای مهارت توسط یک فرد ماهر به ازمودنی‌ها نمایش داده شد. سپس قیود تکلیف شامل قوانین مربوط به سرویس بک‌هند کوتاه بدمیتون و خطاهای آن به افراد گفته شد. قیود مربوط به تکلیف با استفاده از روش‌هایی مانند، کوتاه کردن ارتفاع تور، افزایش ارتفاع تور، کاهش منطقه خطای سرویس، افزایش منطقه خطای سرویس، اجرای سرویس با راکت اسکواش، اجرای سرویس از ارتفاع بالاتر مثلا از روی یک صندلی با ارتفاع ۳۰ سانتیمتر، استفاده از توپ تنیس روی میز و راکت بدمیتون، استفاده از توپ و راکت تنیس روی

میز، اجرای سرویس بدمینتون به صورت مستقیم و نه مورب، اجرای سرویس از کناره های خط طولی خارجی زمین، دستکاری شد. این دستکاری ها در هر جلسه تمرین برای همه افراد گروه آموزش غیرخطی انجام شده که تغییرپذیری کارکردی را تشویق می کند. هر کدام از افراد برای هر دستکاری ۱۰ کوشش تمرینی انجام دادند. شرکت کنندگان در این گروه دستورالعمل هایی براساس میزان پیشرفت در طی ۲۰ کوشش آخر در هر دور تمرینی دریافت کردند (بر اساس نقاط عطف بازی های توری اقتباس شده از هاپر، (۱۹۹۸)) و در صورت تایید به مرحله بعدی هدایت می شدند (۲۰). برای آموزش سرویس بک هند به روش خطی در ابتدا نحوه گرفتن توپ و راکت بدمینتون، در ادامه شکل قرارگرفتن در موقعیت سرویس، بهترین موقعیت برای زدن سرویس و نحوه وارد کردن ضربه، توضیح و نمایش داده شد. پس از چندین اجرا، در صورت نیاز اجرای سرویس مجددا نمایش داده می شد. همچنین تمرینات ویژه این نوع سرویس، در برنامه تمرینی گنجانده شد تا یادگیرنده، به الگوی ایده آل و بهینه دست پیدا کند. محور اصلی این رویکرد استفاده از نشانه های دستوری و تمرینات تکراری بود. به طور کلی الگوی ایده آل در ابتدا و پس از بیستمین و چهلیمین و شصتمین کوشش، برای شرکت کنندگان به نمایش گذاشته و آن ها یک تمرین را به دنبال آن انجام دادند.

### روش تجزیه و تحلیل آماری

از آزمون کواریانس برای تعیین اثر متغیر مستقل روی هر دو گروه و از تحلیل کلاستر برای سنجش ظهور دیجریسی، استفاده گردید. سرعت زاویه ای شانه، آرنج و مچ، به عنوان شاخص تغییرپذیری کارکردی دیجریسی در الگوهای هماهنگی در زوایای اندام فوقانی ضربه جهت تحلیل مورد استفاده قرار می گیرد. تعداد بیشتر خوشه های حرکت نشان دهنده وجود دیجریسی در یک مجموعه داده است. تعداد ۲ متغیر کینماتیکی پیوسته از شرکت کنندگان به عنوان داده ورودی برای تحلیل کلاستری با استفاده از الگوریتم سلسله مراتبی انتخاب گردید. سطح معناداری برای آزمون  $p < 0.05$  در نظر گرفته شد.

### نتایج تحقیق

#### فرضیه اول

با توجه به نتایج آزمون، مقدار F تعامل متغیر کووریت (پیش آزمون گروه آموزش خطی) با متغیر وابسته (پس آزمون گروه آموزش غیرخطی) در سطوح مختلف متغیر مستقل (گروه ها) برابر  $0.112$  و سطح معناداری آن بالاتر از  $0.05$  می باشد. در نتیجه شرط همگنی شیب خط رگرسیون برقرار بود.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد نمرات دقت اجرای پس آزمون گروه ها

انحراف استاندارد	میانگین	
۰/۹۹۹	۲/۴۲۸	خطی
۰/۳۶۵	۲/۳۰۰	غیر خطی

با استفاده از آزمون لون برابری واریانس های خطای نمره دقت اجرا به آزمون گذاشته شد و از آنجا که سطح معنی داری آماره  $F$  بزرگتر از  $۰/۰۵$  است، بنابراین باید گفت که واریانس خطای دو گروه با هم برابر بوده و تفاوتی بین آنها مشاهده نمی شود ( $F= ۹/۱۶۲$  و  $P=۰/۵۰۱$ ).

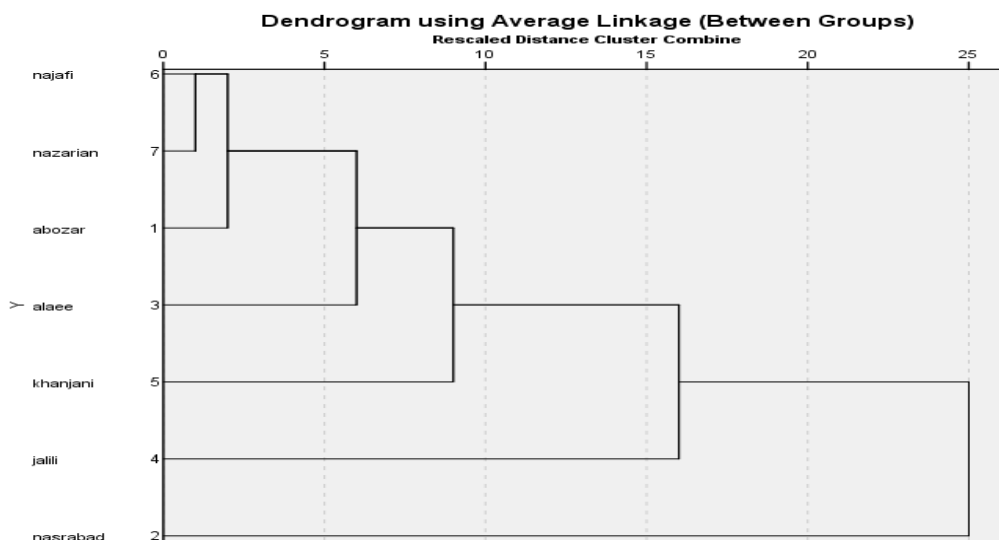
جدول ۲ نتایج آزمون کوواریانس را نشان می دهد. آماره  $F$  متغیر کووریت برابر  $۰/۰۰۰$  می باشد و  $P$  آن  $۰/۹۹۸$  است این سطح معناداری نشان دهنده آن است که متغیر کووریت همبستگی خطی با متغیر وابسته (پس آزمون) ندارد یعنی متغیر کووریت بر متغیر وابسته تاثیرگذار نیست. با خارج کردن تاثیر متغیر کووریت، تاثیر متغیر مستقل بر وابسته (پس آزمون) سنجیده می شود. مقدار  $F$  تاثیر متغیر مستقل (گروه ها) برابر  $۶/۰۹۲$  است و  $P = ۰/۷۶۷$  است، پس بین گروه ها اختلاف معناداری وجود ندارد یعنی پس از خارج کردن تاثیر پیش آزمون، اختلاف معناداری بین میانگین نمرات دو گروه در پس آزمون وجود ندارد.

جدول ۲. نتایج مقایسه بین گروهی نمرات دقت اجرا

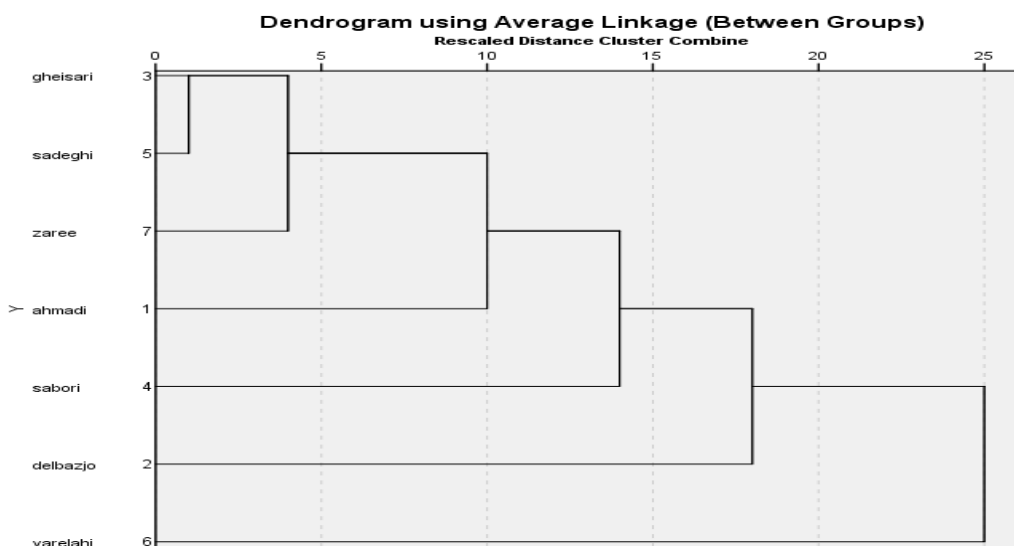
P-Value	آماره F	مربع میانگین ها	Df	
۰/۹۵۴	۰/۰۴۷	۰/۰۲۹	۲	مدل اصلاح شده
۰/۹۹۸	۰/۰۰۰	$۱۰^{-۶} \times ۵/۵۰۵$	۱	پیش آزمون نمرات دقت اجرا (متغیر کووریت)
۰/۷۶۷	۰/۰۹۲	۰/۰۵۷	۱	گروه ها (متغیر مستقل)
-	-	۰/۶۱۸	۱۱	خطا

## فرضیه دوم

جهت بررسی ظهور دیجنریسی از تحلیل خوشه ای سلسله مراتبی بر مبنای ماتریس فاصله اقلیدسی و مدل بین گروهی استفاده گردید. همچنین سرعت زاویه ای مفاصل مچ دست، آرنج و شانه به عنوان متغیرهای ورودی تحلیل خوشه ای، به کار گرفته شد. در ادامه دندوگرام های مربوط به دو گروه در دو مرحله پیش آزمون، پس آزمون، ارائه می گردد. تعداد خوشه ها بیان گر وجود یا عدم دیجنریسی می باشد.

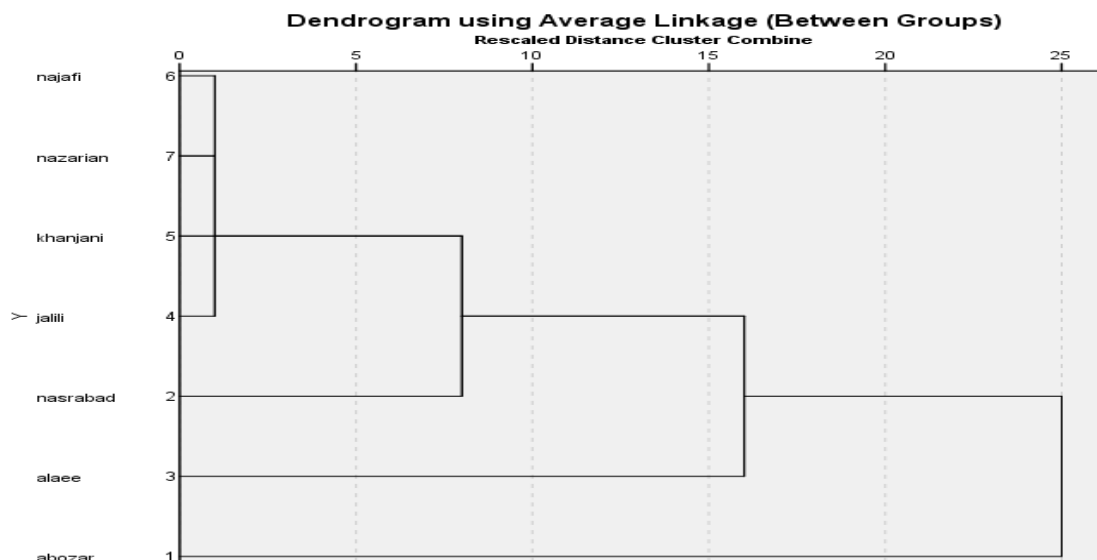


شکل ۲. تحلیل خوشه ای پیش آزمون گروه خطی

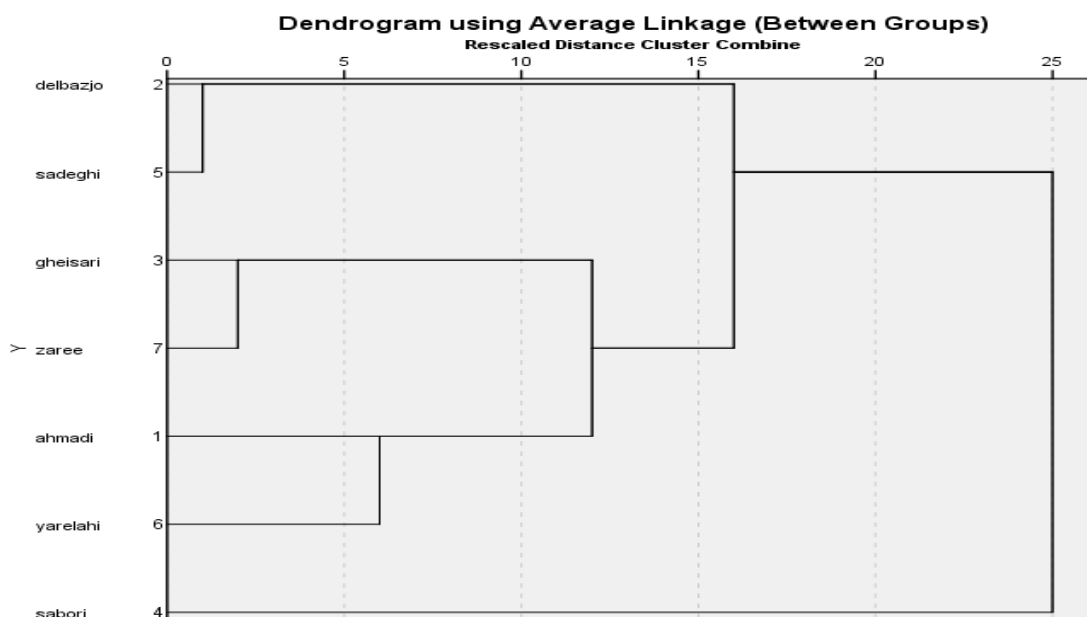


شکل ۳. تحلیل خوشه ای پیش آزمون گروه غیرخطی

با توجه به مبانی تحلیل خوشه ای سلسله مراتبی، تعداد خوشه بر اساس یک فاصله مناسب از ماتریس فاصله تعیین می گردد و بر اساس دندوگرام ها، تعداد خوشه ها در مرحله پیش آزمون برای گروه خطی ۳ و برای گروه غیرخطی ۵ خوشه می باشد.



شکل ۴. تحلیل خوشه ای پس آزمون گروه خطی



شکل ۵. تحلیل خوشه ای پس آزمون گروه غیرخطی

تصاویر مربوط به دندآگرام ها در مرحله پس آزمون حاکی از آن است که تعداد خوشه ها در گروه خطی ۳ و در گروه غیرخطی ۴ می باشد.

## بحث و نتیجه گیری

پژوهش حاضر با هدف مشخص نمودن اثر گذاری رویکرد آموزش غیرخطی در اکتساب مهارت سرویس کوتاه بدمینتون و ظهور دیجنریسی به انجام رسید. تحقیقات گذشته ظهور الگوهای حرکتی گوناگون در میان افراد مختلف طی اجرای مهارت و در ضمن آن رسیدن به نتایج تکلیف را گزارش کرده‌اند؛ اما پژوهشی که با به کارگیری یک رویکرد آموزشی و مداخله تمرینی به دنبال مدنظر قرار دادن تمایلات ذاتی افراد برای شکل‌گیری الگوهای حرکتی به‌عنوان مولفه ای از پیچیدگی و رسیدن به نتایج تکلیف باشد، کمتر به انجام رسیده است. در این تحقیق فرض بر این بود که رویکرد غیرخطی روشی موثر در احتساب پیچیدگی انسان و دستیابی اهداف تکلیف و ظهور دیجنریسی است.

بر اساس نتایج پژوهش هر دو گروه آموزشی (خطی و غیرخطی) در پایان جلسات تمرینی پیشرفت از خود نشان دادند، اما هیچ کدام از دو گروه برتری در نمرات دقت سرویس نسبت به دیگری نداشتند. نتایج این تحقیق نشان داد علیرغم ادعای رویکردهای غیرخطی این نوع از روش آموزش در دقت اجرا تأثیری بیشتر از آموزش به روش سنتی ندارد، اما نمی توان این مسئله را نادیده گرفت که رویکرد غیرخطی توانسته افراد را در کسب نتایج همپا با گروه خطی، کمک کند. همان‌گونه که تحقیقات گذشته نشان می‌دهد، اجرا کنندگان قادر هستند که از الگوهای متفاوتی برای دستیابی به نتایج اجرایی یکسان استفاده کنند. نتایج تحقیق حاضر با پژوهش های لی و همکاران (۲۰۱۴)، چاو (۲۰۰۸)، رین و همکاران (۲۰۱۰)، هانگ و نیوول (۲۰۰۶) همراستا است.

علی رغم اینکه در مقاله کومار و همکاران (۲۰۱۴) تفاوتی بین گروه یادگیری قیاسی و کنترل در طول سیکل شنای قورباغه، به‌عنوان نتیجه حرکت مشاهده نشد، شاید بتوان گفت که استفاده از الگوی قیاسی با هدف ایجاد یک الگوی اختصاصی بوده است. از سوی دیگر، دستکاری تنها یک قید در جهت دستیابی به نتایجی بهتر از سوی گروه قیاسی به‌عنوان مداخله آموزش غیرخطی، برای سطوح متفاوت افراد در این پژوهش کافی نباشد. این دو مسئله از عمده تفاوت هایی است در باب مقایسه با پژوهش حاضر، به چشم می خورد. علاوه بر آن به طور مشخص در پژوهش لی (۲۰۱۴)، با استفاده از رویکرد غیرخطی از طریق دستکاری قیود ضربه فورهند تنیس آموزش داده شد و علی رغم اینکه الگوهایی از تغییرپذیری در اجرای شرکت کنندگان به چشم می خورد، توانستند همپای گروه خطی در رسیدن به نتایج تکلیف موفق عمل کنند.

آنچه مشخص است یادگیری یک مهارت ورزشی یک فرآیند پیچیده است که چندین مولفه را در برمی گیرد (۲۲) و در یک فرآیند پیچیده این مولفه ها یا یکدیگر تعامل می کنند. در این ارتباط از جمله مولفه های تأثیر گذار بر روند اکتساب و یادگیری، ماهیت تکلیف، تجارب و هوش حرکتی افراد، ساختار بدنی و شرایط روانی است.

در رویکرد سیستم های پویای کنترل حرکتی که به دنبال پاسخ به وجود درجات آزادی نیز هست، هماهنگی حرکت به عنوان یک خصوصیت ظهور یافته خود تنظیم، تلقی می شود (۲۳). در سیستم های حرکت انسان، تعامل میان اجرا کننده و محیط آن در شکل گیری رفتارهای خودتنظیم و خودسازمان سهیم است. ظهور خودسازمان راه حل های حرکتی در یک فرآیند جست و جو گرایانه، از طریق تعامل میان قیود اجراکننده، تکلیف و محیط تسهیل می گردد که به واقع به عنوان حد و مرز عمل می کنند تا رفتارهای هدفمند را شکل دهند (۲۴، ۲۵). به نظر می رسد در چنین حالتی پیچیدگی انسان و کسب مهارت، بیشتر به حساب آورده می شود. به طور قطع اگر تعداد راه های رسیدن به هدف یک دامنه را در بر بگیرد، فرصت های حرکتی برای خلق الگوهای هماهنگی برای گستره وسیعی تری از افراد فراهم خواهد شد نسبت به اینکه یک مرز وجود داشته باشد که به دنبال آن امکان رسیدن به نتایج بیشتر می شود به ویژه زمانی که ادراک مستقیم زمینه ساز این اجرای حرکت باشد. همچنین، نتایج تحلیل کلاستر حاکی از آن بود گروه غیرخطی، در مرحله پس آزمون، تعداد خوشه های بیشتری را از خود نشان داد که نشان از وجود دیجزیسی است. این نتایج، با پژوهش لی و همکاران (۲۰۱۴)، چاو (۲۰۰۸) و کومار (۲۰۱۵)، همراستا است. نکته جالب توجه این است که گروه خطی تعداد ۳ خوشه در پیش آزمون را در مرحله پس آزمون حفظ کردند و به عبارتی تعداد الگوهای حرکتی از پیش آزمون تا پس آزمون تغییری پیدا نکرد که شاید گواه چارچوب بسته ای است که رویکرد خطی برای یادگیرندگان به وجود می آورد. در مقابل تعداد خوشه های گروه خطی در از ۵ به ۴ در طی پیش آزمون به پس آزمون تغییر کرد که به نظر می رسد رویکرد غیرخطی در خلق الگوهای متنوع اگرچه در دامنه مشخص تر، مفید بوده است. نکته مهم در اینجا این است که در تحقیق لی (۲۰۱۴)، ظهور تعداد خوشه ها در هر دو مرحله آزمون، با تحقیق حاضر مشابه بود. نگاهی دقیق تر به کار کومار و همکاران (۲۰۱۵)، نشان می دهد که گروه ها در شرایط قیدی متفاوت توانسته بودند که الگوهای حرکت را پارامتر بندی کنند و به مشتقات مرتبه بالاتری دست پیدا کنند که می توان به قرار داشتن آن ها در مرحله کنترل از یادگیری، اشاره کرد. این نتایج برای گروه خطی از سوی رویکردهای سنتی قابل توجیح می باشد، چرا که همسانی در اجرای و بازآفرینی الگوی ایده آل از اهداف اساسی در این دیدگاه می باشد که نقش موثری در رسیدن به اهداف تکلیف دارد؛ اما در نقطه مقابل، در نگاه پویایی های بوم شناختی در طی فعالیت های هدفمند تعامل میان قیود به طور مرتب برقرار است تا سیستم حرکتی انسان را برای

رسیدن به راه‌حل‌های حرکتی مختلف به چالش درآورد و رفتارهای هدفمند ویژه در اثر تعامل قیود غالب در یک نقطه زمانی مشخص ظاهر می‌شوند (۲۵). بر این اساس اکتساب مهارت به‌عنوان توسعه رابطه کارکردی میان اجراکننده و محیط تعریف می‌شود (۲۶، ۲۷). به واقع می‌توان گفت که تغییرپذیری در دل این دیدگاه قرار دارد و این ویژگی تحت عنوان دیجنریسی ظهور پیدا می‌کند که توانایی عناصر به لحاظ ساختاری متفاوت برای اجرای کارکردی یکسان یا تولید محصولی برابر تعریف می‌شود (۱۲)؛ بنابراین، رویکرد غیرخطی، چارچوب مناسب جهت به حساب آوردن تفاوت‌های فردی فراهم ساخته، توانایی تولید الگوهای کارکردی را در افراد تحت عنوان دیجنریسی از طریق شکل‌گیری به موقع سینرژی‌ها به وجود آورده است که می‌تواند برای محیط پویای یادگیری بسیار مناسب باشد. از این منظر رابطه میان اجراکننده و محیط مهم است و بر جفت شدن میان اطلاعات و حرکت در هماهنگی‌های الگوهای حرکت تاکید می‌کند که این مسئله حاکی از اهمیت فراهم سازها و ادراک آن‌ها می‌باشد. نظریه پویایی‌های بوم‌شناختی هم اعتقاد دارد شاید رسیدن فرد به ادراک مستقیم بهترین راه برای برآمدن از پس پیچیدگی و پویایی اکتساب مهارت از سوی افراد و دستیابی به بهترین اجرا باشد. براین اساس به نظر می‌رسد که علی‌رغم اینکه روش‌های سنتی آموزش بر ظهور الگوی حرکتی ایده‌آل تاکید دارند، نتایج این پژوهش گواه این است که رویکرد غیرخطی توانسته با تاکید بر تغییرپذیری کارکردی، زمینه پویایی برای ادراک مستقیم فراهم کند و پاسخ مناسبی به درجات آزادی برای بهره‌گیری در زمینه پویای اجرا داده باشد. همچنین، به توسعه الگوهای اختصاصی هماهنگ، کمک کند و در تحقق اهداف تکلیف‌تأثیر گذار باشد. علاوه بر این طراحی دقیق فراهم سازها که به طور عمده از طریق دستکاری قیود به وجود می‌آید، می‌تواند نتایج بهتری را رغم زنده و در مقام مقایسه با رویکرد خطی تأثیری گذاری بیشتری در کسب الگوهای هماهنگی مرتبط با یک مهارت به خصوص داشته باشد و به تبع آن نتایج اجرایی بهتری داشته باشد.

## نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکرد غیرخطی بدون نیاز به تاکید بر روی الگوی خاصی از حرکت و شکل آن نتایج مشابه با گروه خطی را نشان داد، اما به باتوجه به اینکه تاکید اصلی در رویکرد غیرخطی بر پردازش‌های ناهوشیار، تفاوت‌های فردی و شرایط منحصر به فرد هر تکلیف می‌باشد، شاید بتوان این رویکرد را اثربخش‌تر خواند. به طور کلی تحقیق حاضر همراستا سایر تحقیقات در حوزه آموزش غیرخطی، اثربخشی این رویکرد را نشان داد و باعث ظهور دیجنریسی در الگوهای حرکتی گردید. باتوجه به اینکه ادراک مستقیم در دل این رویکرد قرار داشت، لذا این نتایج می‌تواند بیان‌گر مفهوم پویایی یادگیری و تمایل برای جست‌وجو از سوی یادگیرندگان باشد. توجه به مقوله‌هایی چون ماهیت تکلیف و

نیازهای آن، تفاوت های فردی و همچنین طراحی دقیق تر فراهم سازها می تواند رویکرد غیرخطی را غنی تر سازد. در این صورت ضمن در نظر گرفتن پیچیدگی های کسب مهارت و تمایلات ذاتی افراد در تحقق اهداف و رسیدن به نتایج دلخواه تکلیف موثر خواهد بود.

## منابع

1. Chow J.Y, David's K, button C, Renshaw I, (2016). Nonlinear pedagogy in skill acquisition. 1<sup>st</sup> Ed Routledge.
2. Abernethy B, Maxwell JP, Masters RSW, et al. Attentional processes in skill learning and expert performance. (2007), Handbook of sport psychology, 3rd ed. Hoboken, p. 245-63.
3. Williams AM, Hodges NJ (2005) Practice, instruction and skill acquisition in soccer: Challenging tradition. Journal of Sports Sciences 23: 637-650.
4. Ranganathan, R, & Newell, KM. (2013), Changing Up the Routine: Intervention-Induced Variability in Motor Learning, Exercise Sport Science Review, 41, pp. 64-70.
5. David's K, Button C, Bennett S, editors (2008) Dynamics of skill acquisition: a constraints-led approach. 1st ed. USA: Human kinetics.
6. MARK L. LATASH (2008), synergy, Oxford University Press, New York.
7. Chow JY, David's KW, Button C, Renshaw I, Shuttleworth R, Uehara LA (2009). Nonlinear pedagogy: implications for teaching games for understanding (TGfU). TGfU: Simply Good Pedagogy: Understanding a Complex Challenge. 1:131-43.
8. David's, K. Bennett, S. & Newell, K.M. (Eds). (2006). Movement system variability. Cham-Paign, IL: Human Kinetics.
9. Latash, M.L. J.P. Scholz, and G. Schönner (2002). Motor control strategies revealed in the structure of motor variability. Exerc. Sport Sci. Rev. 30:26-31.
10. Lee MCY, Chow JY, Komar J, Tan CWK, Button C (2014) Nonlinear Pedagogy: An Effective Approach to Cater for Individual Differences in Learning a Sports Skill. PLoS ONE 9(8) journal. Pone.
11. Smith T.J, Henning R, Wade M.G, Fisher T, (2015) Variability in Human Performance. CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group.
12. Edelman GM, Gally JA, (2001). Degeneracy and complexity in biological systems. Proceedings of the National Academy of Sciences. 98(24):13763-8.
13. Tan CWK, Chow JY, David's K (2012) 'How does TGfU work?' examining the relationship between learning design in TGfU and a nonlinear pedagogy. Physical education and sport pedagogy 17: 331-348.
14. Seifert L, Button C, Davids K, (2013). Key properties of expert movement systems in sport. Sports Medicine. 43(3):167-78.
15. Hong, S.L. & Newell, K.M. (2006b). Practice effects on local and global dynamics of the ski-simulator task. Experimental Brain Research, 169(3), 350-360.
16. Rein, R. Button, C. David's, K. & summers, J. (2010). Cluster analysis of movement patterns in multiarticular actions: A tutorial. Motor Control, 14(2), 211-239
17. Chow, J.Y. David's, K. Button, C. & Koh, M. (2008). Coordination changes in a discrete multi-articular action as a function of practice. Acta Psychological, 127(1), 163-176.
18. Komar J, Chow J-Y, Chollet D, Seifert L (2014). Effect of analogy instructions with an internal focus on learning a complex motor skill. Journal of Applied Sport Psychology. 26(1):17-32.
19. Komar J, Chow J-Y, Chollet D, Seifert L, (2015). Neurobiological degeneracy: Supporting stability, flexibility and pluripotentiality in complex motor skill. Acta psychological. 154:26-35.

20. Lee MCY, Chow JY, Komar J, Tan CWK, Button C (2014) Nonlinear Pedagogy: An Effective Approach to Cater for Individual Differences in Learning a Sports Skill. PLoS ONE 9(8) journal. Pone.
21. Rab G, Petuskey K, Bagley A, (2002). A method for determination of upper extremity kinematics. Gait & posture. 15(2):113-9.
22. Thelen E, Smith LB, Karmiloff-Smith A, and Johnson MH (1994) a dynamic systems approach to the development of cognition and action: MIT Press.
23. Newell KM (1986). Constraints on the development of coordination. Motor development in children: Aspects of coordination and control. 34:341-60.
24. Chow JY, David's K, Button C, Renshaw I, Shuttleworth R, et al, editors (2009) Nonlinear Pedagogy: Implications for Teaching Games for Understanding. Ottawa, Canada: Physical Health Education Association.
25. Renshaw I (2010) a constraints-led perspective to understanding skill acquisition and game play: a basis for integration of motor learning theory and physical education praxis? Physical Education and Sport Pedagogy 15: 117-137.
26. Araújo D, Davids K (2011). Talent development: From possessing gifts to functional environmental interactions. Talent Development & Excellence. 3(1):23-5.
27. Zelaznik HN (2014). The past and future of motor learning and control: what is the proper level of description and analysis?