

## مقایسه حس عمقی مفصل زانو و کنترل پاسچر در تکواندو کاران مرد حرفه ای و آماتور

### خلاصه

**مقدمه:** تعیین ارتباط تعادل و حس عمقی مفصل زانو در تکواندوکاران اهمیت گنجانیدن تمرینات حس عمقی در برنامه تمرینی تکواندوکاران را نشان می‌دهد و می‌تواند به‌عنوان یکی از مولفه‌هایی که منجر به ارتقا سطح حرفه‌ای ورزشکاران آماتور و حرفه‌ای می‌گردد مورد توجه ورزشکاران و مربیان رشته ورزشی تکواندو قرار گیرد. لذا هدف از پژوهش حاضر مقایسه وضعیت حس عمقی وضعیت مفصل زانو و تعادل در تکواندوکاران حرفه‌ای و آماتور بود.

**مواد و روش‌ها:** روش پژوهش حاضر مقطعی و مقایسه‌ای بود. نمونه پژوهش حاضر دو گروه ۴۰ نفری از تکواندو کاران حرفه‌ای و آماتور ۱۸ تا ۳۰ ساله بود. وضعیت فرد از نظر حرفه‌ای بودن (حرفه‌ای و آماتور) متغیر مستقل در نظر گرفته شد و میانگین خطای بازسازی زاویه هدف زانو در سه زاویه ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درجه و تعادل متغیرهای وابسته بودند که به ترتیب توسط ژيروسکوپ و دستگاه تعادل سنج بایودکس اندازه‌گیری شدند. از آزمون تی تست مستقل و معادل ناپارامتریک آن یو مان-ویتنی (در صورت برقرار نبودن پیش فرض‌های آزمون پارامتریک) برای مقایسه متغیرهای مورد مطالعه بین دو گروه استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که بین حس وضعیت مفصل زانو در زوایه‌های ۳۰ ( $p=0.001$ )، ۶۰ ( $p=0.001$ ) و ۹۰ ( $p=0.008$ ) درجه و نیز تعادل ( $p=0.001$ ) در تکواندوکاران حرفه‌ای و آماتور تفاوت معنی‌داری وجود دارد و گروه حرفه‌ای نسبت به افراد آماتور نتایج بهتری را کسب کرده‌اند. **نتیجه‌گیری:** باتوجه به یافته‌های پژوهش نتیجه‌گیری می‌شود که انجام تمرینات تکواندو به‌صورت حرفه‌ای می‌تواند حس عمقی مفاصل و تعادل را با افزایش عملکرد جسمانی بهبود ببخشد و این موارد از نکات مهم تفاوت بین ورزشکاران حرفه‌ای نسبت به تکواندوکاران آماتور می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** مفصل زانو، حس عمقی، پایداری پاسچر، تکواندو

**دریافت مقاله:** ۴.۵ ماه قبل از چاپ؛ **مراحل اصلاح و بازنگری:** ۱ بار؛ **پذیرش مقاله:** ۱ ماه قبل از چاپ

\*عباس شیخ، \*\*شهناز شهربانیان، \*\*\*هومن مینونزاد

### مقدمه

تکواندو درحال حاضر یکی از محبوب‌ترین رشته‌های ورزشی رزمی در سراسر دنیا است به‌طوری‌که ۷۵-۱۲۰ میلیون نفر در بیش از ۱۹۰ کشور در سراسر دنیا در این رشته فعالیت دارند<sup>(۱)</sup>.

ویژگی اصلی این ورزش، انجام حرکات سریع تهاجمی و تدافعی با تمرکز ویژه بر اجرای تکنیک‌های ضربه‌ای در شرایط متحرک می‌باشد<sup>(۲)</sup>. اجرای مهارت‌های خاص ورزش تکواندو به توانایی‌های بدنی خاصی شامل قدرت، سرعت، تعادل، انعطاف و هماهنگی کلی بدن نیاز دارد و در این میان تعادل یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی است که وجود آن در اجرای صحیح تکنیک‌های ورزش تکواندو برای ورزشکاران این رشته ضروری به نظر می‌رسد<sup>(۳)</sup>، چرا که غالب این حرکات و تکنیک‌ها معمولاً بر روی یک پا اجرا می‌شوند.

یکی از راه‌های شناسایی عملکرد صحیح اندام‌های تحتانی، حفظ تعادل بدن در حالت ایستاده می‌باشد که توسط سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حس عمقی کنترل می‌گردد<sup>(۴)</sup>. برخورداری بودن از تعادلی مناسب از موارد ضروری مورد نیاز برای اجرای فعالیت‌های مختلف ورزشی چه به صورت تفریحی و چه به صورت حرفه‌ای می‌باشد که موجبات عملکرد بهینه و دور شدن از احتمال آسیب‌دیدگی را به همراه دارد<sup>(۵)</sup>. ضعف در سیستم تعادلی، منجر به بی‌ثباتی بدن، افزایش بار اسکلتی-عضلانی غیرفعال و در نتیجه افزایش احتمال از دست‌رفتن تعادل و سقوط در این رشته می‌شوند<sup>(۶)</sup>. به‌طورکلی در تکواندو ۳.۹ درصد از آسیب‌های عصبی-عضلانی در نتیجه از دست‌رفتن و سقوط رخ می‌دهد<sup>(۷)</sup>. نتایج یک مطالعه بر روی تکواندوکاران کانادایی نشان می‌دهد که سابقه آسیب‌های عصبی-عضلانی در حین مبارزه تکواندو، شانس این افراد برای رسیدن به مدال را به میزان قابل توجهی کاهش داده است<sup>(۸)</sup>.

\*کارشناس ارشد علوم ورزشی دانشگاه

تهران

\*\*استادیار، دکتری توانبخشی، دانشگاه

تهران/ استادیار گروه علوم ورزشی،

دانشگاه تربیت مدرس

\*\*\*دانشیار، دکتری علوم ورزشی، گروه

آسیب شناسی دانشگاه تهران

نویسنده مسئول

دکتر شهناز شهربانیان،

استادیار، دکتری توانبخشی گروه علوم

ورزشی دانشکده علوم انسانی دانشگاه

تربیت مدرس تهران

Email:

sh.shahrbanian@modares.ac.ir

نتیجه‌گیری کلی شده است که دو عامل عمده که آسیب‌های ورزشی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند عبارت‌اند از: عوامل داخلی<sup>۲</sup> (برای مثال، عوامل روانی و فیزیولوژیکی)<sup>(۱۹)</sup> و عوامل خارجی<sup>۳</sup> (برای مثال نوع ورزش یا تمرین، شرایط آب و هوایی و پست بازی تکواندوکار)<sup>(۲۰)</sup>.

ویژگی‌های خاص ورزش تکواندو و به‌ویژه تغییرات اخیر در قوانین داروی که هر بی‌تعادلی که منجر به زمین خوردن شود یک امتیاز مثبت به حریف داده می‌شود و همچنین استفاده از ضربه‌گیرهای الکترونیکی، منجر به اهمیت بیش از پیش حفظ تعادل در شرایط مسابقه شده است. علاوه بر این، ماهیت ورزش تکواندو منجر به این شده است که میزان آسیب در این رشته بال باشد<sup>(۸)</sup> که این امر مانع از رسیدن ورزشکاران به سطوح بالای قهرمانی شده و یا منجر به کوتاه شدن عمر دوره قهرمانی ورزشکاران می‌گردد که این امر قطعاً هزینه‌های فراوانی را بر افراد و ورزش کشور تحمیل می‌کند.

به‌طور کلی، اعتقاد بر این است که کاهش حس عمقی و تعادل نه تنها بروز آسیب‌ها و به‌ویژه آسیب‌های عصبی-عضلانی را افزایش می‌دهد، بلکه بهبود آن نیز می‌تواند نتایج درمان را بهبود ببخشد<sup>(۲۱)</sup>. با توجه به اینکه مفصل زانو شایع‌ترین مفصل درگیر در آسیب‌های ورزشی این رشته بوده و به‌طور مکرر شاهد عوارضی مانند پارگی یا کشیدگی رباط‌ها، آسیب‌های مینیسک و ضایعات غضروفی در این مفصل می‌باشیم<sup>(۲۲)</sup> و همچنین از آنجایی که آسیب‌های مفصل زانو نسبت به آسیب‌های دیگر زمان از دست‌رفته<sup>۴</sup> بیشتری دارند و در برخی موارد حتی نیازمند جراحی می‌باشند<sup>(۲۳)</sup>، پیشگیری از ایجاد آسیب‌های مذکور از اهمیت بالایی برخوردار هست.

در این راستا، تعیین ارتباط تعادل و حس عمقی مفصل زانو در تکواندوکاران موضوعی است که در مطالعات قبلی کمتر به آن توجه شده است، و انجام مطالعه در این زمینه می‌تواند با به تصویر کشیدن اثر حس عمقی مفصل زانو در تعادل، اهمیت گنجانیدن تمرینات حس عمقی در برنامه تمرینی تکواندو کاران را نشان دهد. از طرفی دیگر بررسی وضعیت حس عمقی مفصل زانو و تعادل در تکواندو کاران حرفه‌ای و آماتور و مقایسه دو گروه با هم می‌تواند اثرات طولانی‌مدت تمرینات تکواندو بر تعادل و حس عمقی را نشان داده و همچنین می‌تواند به‌عنوان یکی از مولفه‌هایی که منجر به ارتقا سطح حرفه‌ای ورزشکاران

برخوردار بودن از حس عمقی مناسب از اساسی‌ترین موارد دخیل در ثبات و حفظ تعادل مناسب است<sup>(۹)</sup>. اطلاعات بدست آمده از گیرنده‌های حس عمقی در اندام‌ها همچون گیرنده‌های دوک عضلانی، تاندون و مفاصل به درک حس وضعیت فضایی مفصل و حرکت انجام شده در اندام‌ها کمک کرده و با تعیین موقعیت، جهت، شدت و سرعت حرکت مفصل نقش مهمی در ثبات مفاصل و کنترل عصبی-عضلانی ایفا می‌کند<sup>(۱۰)</sup>. در حال حاضر حس عمقی محدوده وسیع و پیچیده‌ای داشته و شامل اجزاء گوناگونی از قبیل حس وضعیت مفصل، حس تشخیص حرکت و حس مقاومت و نیرو می‌باشد<sup>(۱۱)</sup>. در زمان انجام فعالیت بدنی، حس وضعیت مفصل که تحت کنترل مکانیسم‌های مرکزی و محیطی می‌باشد بیشتر به گیرنده‌های موجود در عضلات و مفصل و به‌ویژه تعداد گیرنده‌هایی که حس وضعیت اندام را گزارش می‌دهند و همچنین ارتباط مفاصل با یکدیگر وابسته است تا به کمک گرفتن از حواس بینایی و شنوایی<sup>(۱۲)</sup>

در واقع، اطلاعات حس عمقی نقش مهمی در کنترل حرکت و حفظ ثبات پاسچر و وضعیت مفاصل دارد و هر عاملی که بر انتقال این اطلاعات اثر بگذارد به‌عنوان یکی از فاکتورهای بسیار مهم در ایجاد الگوهای حرکتی غلط، بیومکانیک غیرطبیعی مفصل در طول فعالیت‌های عملکردی و اختلالات تخریبی مفصل در طولانی مدت به حساب می‌آید<sup>(۱۴)</sup>. در همین راستا، آکسکی<sup>۱</sup> (2012) بیان کرده است که اختلال حس عمقی ممکن است ثبات مفصل را تحت تأثیر قرار دهد و با وقوع آسیب‌های زانو در ورزش همراه باشد<sup>(۱۵)</sup>. از سویی دیگر، آسیب‌های ورزشی نیز منجر به تخریب کیفیت حس عمقی می‌شوند. به‌طوری‌که نه تنها آسیب‌های حاد بلکه آسیب‌های مزمن که پیامد آسیب‌های حاد محسوب می‌شوند و همچنین سندروم استفاده بیش از حد از عضو نیز منجر به آسیب‌دیدگی مفصل و رباط‌ها و در نتیجه کاهش حس عمقی می‌شوند<sup>(۱۶،۱۷)</sup>.

بازخورد مفصل یا گیرنده‌های حسی-عمقی مفاصل زانو و ران می‌تواند به‌دلیل تغییر راستای آناتومیکی طبیعی اندام و تغییرات بیومکانیکی ناشی از آن تحت تأثیر قرار بگیرد که این عوامل در نهایت باعث تغییر در رفتارهای بازتابی و ثبات مفاصل زانو و ران می‌شود<sup>(۱۸)</sup>. یکی از استراتژی‌های مهم برای تقویت حس عمقی و به‌دنبال آن تقویت تعادل، انجام فعالیت‌های منظم ورزشی است. علاقه به شناخت آسیب‌های ورزشی منجر به این

2. Intrinsic Factors

3. Extrinsic Factors

4. Time loss

1. Askesi

شامل تکواندوکاران بزرگسالی بود که در سال ۱۳۹۵ در یکی از باشگاه‌های ورزشی استان البرز و تهران مشغول به فعالیت در رشته تکواندو بودند، حداقل دارای کمربند قرمز فدراسیون تکواندو بودند، در هیچکدام از تیم‌های لیگ‌های برتر سال جاری عضویت نداشتند و سابقه حضور در لیگ‌های برتر و نقش جهان به عنوان مبارز یا پومسه رو را نداشتند. گروه تکواندوکار حرفه‌ای شامل تکواندو کاران بزرگسالی می‌شد که به‌عنوان مبارز یا پومسه رو حاضر در اردوهای تیم ملی، همچنین تکواندو کاران حاضر در لیگ‌های برتر و نقش جهان بزرگسالان سال اجرای تحقیق (۱۳۹۵) و سال قبل از آن بودند. افراد با داشتن سابقه جراحی، دررفتگی و شکستگی، اختلال التهابی و دردزا در مفصل زانو، تغییر شکل ساختاری (اندازه‌گیری توسط گونیامتر دستی)، وجود بیماری‌های سیستم عصبی و عصبی-عضلانی، رماتیسم مفصلی و داشتن شاخص توده بدنی خارج از دامنه، ۱۸ تا ۲۵ وارد تحقیق نمی‌شدند. با توجه به ماهیت تحقیق و تعداد کم و شرایط خاص آزمودنی‌ها، روش نمونه‌گیری از نوع نمونه‌گیری هدفمند بود.

### روش اجرای پژوهش

ابتدا، هماهنگی‌های لازم برای اجرای پژوهش از مسئولین مربوطه صورت گرفت. سپس، به‌منظور گردآوری داده‌ها، از گروه همکاران برای یکسان‌سازی اجرا در جامعه هدف دعوت شد و موارد مهم در اجرای پژوهش مرور گردید. مشارکت کودکان به‌صورت داوطلبانه بود به این صورت که هر یک از افراد فرم رضایت آگاهانه شرکت در پژوهش را تکمیل کردند. همچنین به پاسخ‌دهندگان اطمینان داده شد که پاسخ آن‌ها محرمانه شمرده می‌شود و تنها برای اهداف پژوهشی از آنان بهره گرفته خواهد شد. علاوه بر این موارد، برای جلوگیری از سوگیری در بین پاسخ‌دهندگان، به آن‌ها اطلاع داده شد که نتایج پژوهش هیچ تأثیری در گزینش و انتخاب آن‌ها در رشته ورزشی مربوط ندارد.

### متغیرهای تحقیق

متغیر مستقل تحقیق حاضر دارای دو وضعیت حرفه‌ای بودن (حرفه‌ای و آماتور)، متغیر وابسته تعادل و میانگین خطای بازسازی زاویه هدف زانو در سه زاویه ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درجه، و متغیر کنترل شامل قد، وزن، شاخص توده بدنی، سابقه ورزشی و سن افراد بود.

### ابزار مورد استفاده

در این مطالعه اطلاعات دموگرافیک از طریق مصاحبه با افراد مورد آزمون، قد افراد با استفاده از قدسنج دیواری SECA ساخت

آماتور و حرفه‌ای می‌گردد مورد توجه ورزشکاران و مربیان رشته ورزشی تکواندو در سطوح مختلف قرار گیرد. بررسی مطالعات موجود در پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که اگرچه اثر تمرینات طولانی مدت ورزش تکواندو بر هر دو عامل حس عمقی و تعادل اندازه‌گیری شده است، ولی تاکنون مطالعه‌ای که به بررسی مقایسه حس عمقی مفصل زانو و تعادل با توجه به مقایسه سطح ورزشی (آماتور و حرفه‌ای) آنها پرداخته باشد، صورت نگرفته است. علاوه بر این ورزشکاران رشته تکواندو یکی از رشته‌هایی هستند که مطالعه در این زمینه بر روی آنها در کشور کمتر مورد توجه قرار گرفته است و نیاز به انجام مطالعات دقیق‌تر و با حذف اثر متغیرهای کنترلی (قد، وزن، سن و شاخص توده بدنی) می‌باشد. لذا هدف کلی پژوهش حاضر مقایسه تعادل و وضعیت حس عمقی مفصل زانو (خطای بازسازی زاویه هدف ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درجه) در تکواندو کاران مرد حرفه‌ای و آماتور بود.

### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از نظر نوع تحقیق یک مطالعه مقطعی - مقایسه‌ای است که در نیمه دوم سال ۱۳۹۵ بر روی دو گروه ۲۰ نفری از تکواندو کاران حرفه‌ای و آماتور ایرانی با محدوده سنی ۱۸ تا ۳۰ سال در مکان آزمایشگاه تربیت بدنی و حرکات اصلاحی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران انجام گرفت. تحقیق و اهداف آن و همچنین فرم رضایت آگاهانه، طریقه نمونه‌گیری، شیوه اجرا، ابزار اندازه‌گیری و روش‌های جمع‌آوری داده‌ها در جلسه مورخ ۲۲ تیر ۹۵ گروه طب ورزش دانشگاه تهران با شماره ۱۸۹ تصویب شد.

### آزمودنی‌ها

جامعه آماری این تحقیق، کلیه تکواندوکاران حرفه‌ای و آماتور ۱۸ تا ۳۰ ساله بودند که در سال ۱۳۹۵ و سال قبل از آن به‌عنوان مبارز حضور داشتند. نمونه تحقیق دو گروه ۲۰ نفری شامل گروه تکواندو کاران حرفه‌ای (۲۰ نفر)، گروه تکواندو کاران آماتور (۲۰ نفر) انجام گرفت. تعداد نمونه براساس انحراف استاندارد مطالعات مشابه قبلی و با استفاده از فرمول آماری مناسب تعیین حجم نمونه، تعیین شد ( $n = Z^2 S^2 / E^2$ ). با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵٪ ( $Z = 1.96$ ) و توان آزمون ۸۰٪، و برای اینکه دامنه خطای دامنه حرکتی زانو اطراف میانگین از  $\pm 3$  واحد ( $E = 3$ ) خطای انحراف معیار بیشتر نشود، به تعداد ۲۰ نفر نمونه رسیدیم ( $20 \approx 3^2 / (6.5)^2 (n = 1.96^2)$ ). گروه تکواندوکار آماتور

خود را خم کند، وقتی زانو به زاویه ۳۰ درجه فلکشن می‌رسید دستور توقف داده می‌شد و سپس از فرد خواسته می‌شد که آن زاویه را به مدت ۵ ثانیه حفظ نماید و پس از ۷ ثانیه، زاویه را مجدداً بازسازی نماید. به‌منظور دقت بیشتر اندازه‌گیری آزمون بازسازی زاویه، در هر زاویه سه بار تکرار شد و بین هر تکرار نیز ۶ ثانیه استراحت داده شد. اختلاف زاویه آزمون و بازسازی به عنوان خطای مطلق اندازه‌گیری در نظر گرفته شد. همچنین برای کنترل چرخش‌های ساق و ران و یکسان بودن حرکت برای تمام افراد، از هر فرد درخواست می‌شد تا هنگام خم کردن زانو با حفظ زاویه پا، سعی کند کشکک را در وضعیت مستقیم رو به جلو نگه دارد (۲۲،۶).

### تجزیه و تحلیل آماری

روش آماری مورد استفاده در پژوهش حاضر شاخص‌های آمار توصیفی و استنباطی بود. از آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی و از آزمون شاپیرو-ویلک جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی حس عمقی مفصل زانو در زوایای مورد بررسی و تعادل با وضعیت حرفه‌ای (حرفه‌ای و آماتور) نیز پس از بررسی برابری واریانس‌ها با آزمون لون، در دو گروه از آزمون پارامتریک تی مستقل و معادل ناپارامتریک آن آزمون یو مان-ویتنی (در زمانی که توزیع داده‌های متغیرهای مورد نظر نرمال نبود یا گروه‌ها همگن نبودند) استفاده شد. تمامی تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ و در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ (آلفای ۰/۰۵) صورت گرفت.

### یافته‌ها

میانگین سنی تکواندوکاران آماتور ۲۲،۷ و حرفه‌ای ۲۵،۵ بود. همچنین میانگین سابقه ورزشی تکواندوکاران آماتور و حرفه‌ای به ترتیب ۱،۱۱ و ۱۴ سال بود (جدول ۱). میانگین وضعیت خطای بازسازی مفصل زانو در زوایای ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درجه به ترتیب برای تکواندوکاران حرفه‌ای  $۱،۲ \pm ۱،۳$ ،  $۱،۱ \pm ۰،۲$ ،  $۳،۸ \pm ۲،۵$ ،  $۱،۶ \pm ۱،۷$  بود و برای تکواندوکاران آماتور  $۵،۸ \pm ۲،۳$ ،  $۳،۲ \pm ۲،۱$  بود (جدول ۲). با توجه به مقدار معناداری آزمون شاپیرو-ویلک مشاهده می‌شود که در متغیرها توزیع داده‌ها تنها در چهار متغیر وضعیت مفصل زانو در زاویه ۳۰ درجه در گروه آماتور، زاویه مفصل ۶۰ درجه در گروه حرفه‌ای، وضعیت مفصل

ژاپن با دقت ۱ میلی‌متر و وزن افراد نیز با استفاده از ترازوی عقربه‌ای SECA با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. برای سنجش شاخص کلی پایداری تعادل نمونه‌های مورد بررسی از دستگاه تعادل سنج بایودکس ساخت کشور آمریکا استفاده شد. این دستگاه یک صفحه دایره‌ای مدرج است که در ۱۲ سطح ناپایداری از پایدارترین (سطح ۱۲) تا ناپایدارترین (سطح ۱) قابل تنظیم است. ابتدا از فرد مورد آزمون خواسته خواهد شد، که بر روی صفحه مدرج بایستد، به‌طوری‌که زانوی پای تکیه‌گاه ۱۰-۱۵ درجه و زانوی پای غیر تکیه‌گاه ۹۰ درجه فلکشن داشته و دست‌ها نیز در کنار آویزان باشد. سپس صفحه آزاد می‌شود و فرد بایستی بتواند به راحتی مرکز فشار در صفحه نمایش را حفظ نماید. زمانی که فرد مورد آزمون وضعیت خود را متعادل ساخت صفحه مدرج توسط آزمونگر قفل خواهد شد و مختصات محل پای فرد ثبت می‌گردد. آزمون در بالاترین سطح ناپایداری با ۳ تکرار اجرا گردید و هر آزمون به‌طور میانگین ۲۰-۳۰ ثانیه طول کشید. در نهایت شاخص پایداری کلی حاصل از میانگین سه مرحله در هر سطح به‌عنوان شاخص تعادل برای فرد در آن سطح در نظر گرفته شد. در این آزمون بایستی تلاش شود صفحه مدرج تا حد امکان در وضعیت افقی و ثابت باقی بماند. استراحت ۳۰ ثانیه‌ای میان هر تکرار و ۱ دقیقه‌ای میان نوبت‌ها لحاظ شد و در صورت خندیدن، حرف‌زدن و تماس پای غیرتکیه‌گاه با زمین خطا محسوب شده و آزمون دوباره تکرار خواهد شد (۴،۲۴).

ژیروسکوپ با دقت ۰/۱ درجه برای سنجش خطای بازسازی مفصل زانو در سه زاویه مورد پژوهش جهت بررسی وضعیت حس عمقی مورد استفاده قرار گرفت. منظور از حس عمقی در این تحقیق حفظ وضعیت مفصل است که با وجود آن شخص قادر به درک وضعیت اندام در موقعیت‌های مختلف در فضا است. حس عمقی با اختلاف میان زاویه هدف و زاویه بازسازی‌شده توسط آزمودنی در حالت چشم بسته در مفصل زانو در سه زاویه ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درجه بررسی و میانگین خطای ۳ مرتبه بازسازی زوایای ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درجه با تحمل وزن و با چشمان بسته به عنوان حس عمقی ثبت شد. به این منظور پس از قراردادن ژیروسکوپ، فرد مورد آزمون در وضعیت ایستاده (اکستنشن کامل مفصل زانو) قرار گرفته و از وی خواسته می‌شد تا پای غیر غالب خود را از روی زمین جدا کند. در این حالت فرد مورد آزمون بایستی سر خود را صاف نگه داشته و تنه را به سمت جلو یا عقب متمایل نکند، سپس در حالی که چشمان فرد مورد آزمون بسته است از وی خواسته می‌شد که مفصل زانوی پای غالب

جدول ۱: توزیع متغیرهای کنترل در دو گروه تکواندوکاران حرفه ای و آماتور

متغیر	گروه	میانگین	فاصله اطمینان ۹۵٪
سن	آماتور	۲۲.۷	۲۰.۷-۲۴.۶
	حرفه ای	۲۵.۵	۲۳.۹-۲۷.۰
سابقه ورزشی	آماتور	۱۱.۱	۹.۳-۱۲.۸
	حرفه ای	۱۴.۰	۱۴.۸-۱۷.۲
قد	آماتور	۱۸۴	۱۸۱-۱۸۷
	حرفه ای	۱۷۹	۱۷۶-۱۸۲
وزن	آماتور	۷۸.۲	۷۳.۲-۸۳.۱
	حرفه ای	۷۲.۳	۶۹.۷-۷۴.۹
شاخص توده بدنی	آماتور	۲۳.۵	۲۱.۶-۲۴.۳
	حرفه ای	۲۲.۵	۲۱.۶-۲۳.۴

جدول ۲: مقایسه میانگین و فاصله اطمینان متغیرهای وابسته در دو گروه حرفه ای و آماتور

متغیر	گروه	میانگین	انحراف استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪
وضعیت خطای بازسازی مفصل زانو در زوایه ۳۰ درجه	حرفه‌ای	۱.۲	۱.۳	۰.۶ - ۱.۸
	آماتور	۵.۸	۲.۳	۴.۷ - ۶.۹
وضعیت خطای بازسازی مفصل زانو در زوایه ۶۰ درجه	حرفه‌ای	۱.۱	۰.۲	۱.۰ - ۱.۲
	آماتور	۳.۸	۲.۵	۲.۷ - ۵.۰
وضعیت خطای بازسازی مفصل زانو در زوایه ۹۰ درجه	حرفه‌ای	۱.۶	۱.۷	۰.۹ - ۲.۴
	آماتور	۳.۲	۲.۱	۲.۲ - ۴.۲
تعداد	حرفه‌ای	۲.۲	۰.۲	۲.۱ - ۲.۴
	آماتور	۳.۹	۰.۷	۳.۶ - ۴.۲

در مورد حس وضعیت مفصل زانو (خطای بازسازی زاویه هدف) در زوایه ۳۰ درجه نتایج نشان داد که بین دو گروه اختلاف معنی‌داری وجود دارد و تکواندوکاران حرفه‌ای عملکرد بهتری در این متغیر داشتند. مقایسه نتایج مطالعه حاضر با مطالعات پیشین، اگر چه نتایج متناقضی را نشان می‌دهد. در مطالعه مشابهی که شفیع پور و همکاران بر روی ۴۵ نفر از ورزشکاران فوتبالیست، والیبالیست و افراد غیرورزشکار انجام دادند، اختلاف معناداری در خطای بازسازی زاویه ۳۰ درجه مشاهده نشد. میانگین خطای بازسازی مفصل زانو در زوایه ۳۰ درجه در این مطالعه در غیر ورزشکاران  $3.9 (\pm 0.99)$  بود که از خطای گزارش شده در مطالعه حاضر پایین‌تر است. از طرف دیگر مقایسه خطای بازسازی تکواندوکاران حرفه‌ای در مطالعه حاضر با مطالعه شفیع پور نشان می‌دهد که خطای بازسازی آنها به میزان قابل توجهی پایین‌تر از افراد ورزشکار می‌باشد. براین اساس عمده‌ترین دلیلی که برای توجیه ناهمگونی مشاهده شده می‌توان ابراز داشت، نخبه بودن گروه حرفه‌ای حاضر در این مطالعه و سطح حرفه‌ای آنها است که میانگین خطای بازسازی زاویه ۳۰ درجه را به میزان قابل توجهی کاهش داده است<sup>(۲۴)</sup>. نتایج مطالعه دیگری که جهت مقایسه اثر بلند مدت تکواندو بر حس عمقی مفاصل اندام‌های تحتانی، قدرت عضلانی و عملکرد تعادلی توسط فانگ و همکاران<sup>(۲۵)</sup> و پونس<sup>(۲۶)</sup> بر روی ۳۱ تکواندو کار جوان انجام شد، همراستا با نتایج مطالعه حاضر بود و نشان داد که خطای بازسازی مفصل زانو در افرادی که برای زمان طولانی مدت به تمرین تکواندو می‌پرداخته‌اند به‌طور

زانو در زوایه ۹۰ درجه در گروه آماتور و تعادل در گروه آماتور توزیع نرمال دارد. همچنین باتوجه به نتایج سطح معنی‌داری لون مفروضه همگنی واریانس‌ها تنها در خطای بازسازی مفصل زانو در زوایه ۹۰ برقرار است. باتوجه به این امر جهت مقایسه این متغیرها بایستی از آزمون‌های آماری غیر پارامتریک استفاده شد (جدول ۳). نتایج مقایسه شاخص وضعیت مفصل زانو (خطای بازسازی زاویه هدف) در زوایای ۳۰ و ۶۰ و ۹۰ درجه در تکواندوکاران حرفه‌ای و آماتور را با استفاده از آزمون تحلیلی یو مان-ویتنی نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مقدار P value برای بررسی تفاوت حس عمقی در زوایای ۳۰ و ۶۰ و ۹۰ درجه در دو گروه حرفه‌ای و آماتور از نظر آماری در هر دو جدول معنادار گزارش شده است و خطای بازسازی زوایای ۳۰ و ۶۰ و ۹۰ درجه در تکواندوکاران حرفه‌ای به‌صورت معنی‌داری پایین‌تر از گروه آماتور بوده است. نتایج تحقیق نشان داد که تعادل در بین تکواندوکاران حرفه‌ای و آماتور تفاوتی ندارد. تفاوت مشاهده شده بین دو گروه از نظر آماری در هر دو جدول معنادار گزارش شده است و میانگین و میانه خطای نمره تعادل در تکواندوکاران حرفه‌ای به‌صورت معنی‌داری پایین‌تر بوده است (جدول ۴).

## بحث

هدف از پژوهش حاضر مقایسه وضعیت حس عمقی وضعیت مفصل زانو و تعادل در تکواندو کاران حرفه‌ای و آماتور بود. به‌طور کلی نتایج نشان داد که بین حس وضعیت مفصل زانو (خطای بازسازی زاویه هدف) در زوایه‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درجه و نیز تعادل در تکواندوکاران حرفه‌ای و آماتور تفاوت معنی‌داری وجود دارد و گروه حرفه‌ای نسبت به افراد آماتور نتایج بهتری را کسب کرده‌اند.

### جدول ۳. بررسی وضعیت نرمال بودن توزیع متغیرهای تحقیق و همگنی واریانس در دو گروه حرفه‌ای و آماتور

متغیر	گروه	آماره شاپیرو و پلک	P value	آماره لون	P value
وضعیت خطای بازسازی مفصل زانو در زاویه ۳۰ درجه	حرفه‌ای	۰.۸۴۳	۰.۰۰۴	۶.۲۷	۰.۰۱۶
	آماتور	۰.۹۵۲	۰.۴۱۴		
وضعیت خطای بازسازی مفصل زانو در زاویه ۶۰ درجه	حرفه‌ای	۰.۹۰۶	۰.۰۵۴	۰.۳۵	۰.۰۰۱
	آماتور	۰/۸۴۴	۰.۰۰۴		
وضعیت خطای بازسازی مفصل زانو در زاویه ۹۰ درجه	حرفه‌ای	۰.۸۳۵	۰.۰۰۳	۱.۷۱	۰.۰۲۱
	آماتور	۰.۹۲۴	۰.۱۲۲		
تعالد	حرفه‌ای	۰.۷۶۷	۰.۰۰۱	۹.۲	۰.۰۰۴
	آماتور	۰.۹۲۱	۰.۱۰۵		

معنی‌داری کمتر از گروه غیرورزشکار و گروه تکواندو کاران آماتور بوده است. به‌طور کلی با توجه به یافته‌های پژوهش نتیجه‌گیری می‌شود که انجام تمرینات تکواندو می‌تواند حس عمقی مفاصل تحتانی را بهبود بخشد. به نظر می‌رسد تمرینات حرفه‌ای تکواندو عمده‌ترین عاملی است که خطای بازسازی زاویه ۳۰ درجه را در گروه تکواندوکاران حرفه‌ای به نسبت سایر گروه‌ها کاهش داده است. علاوه بر این اجرای تکنیک‌های تکواندو که غالباً بر روی یک پا صورت گرفته و پوسچر خاص این ورزشکاران برای اجرای حرکات عامل برتری حس وضعیت تکواندوکاران حرفه‌ای بر افراد آماتور و سایر ورزشکاران رشته‌های دیگر است.

در خصوص حس وضعیت مفصل زانو (خطای بازسازی زاویه هدف) در زاویه ۶۰ درجه نتایج نشان داد که بین دو گروه اختلاف معنی‌داری بین وجود دارد و تکواندوکاران حرفه‌ای عملکرد بهتری در این متغیر داشتند. نتایج مطالعات پیشین همراستا با یافته‌های پژوهش حاضر گزارش شده‌اند. میزان خطای بازسازی زاویه ۶۰ درجه در غیرورزشکاران در مطالعه شفیع‌پور حدوداً ۷ درجه گزارش شده است، در حالی که این میزان در فوتبالیست‌ها و والیبالیست‌ها به ترتیب در حدود ۵.۵ و ۴ گزارش شده است. مقایسه نتایج مطالعه حاضر با مطالعه شفیع‌پور نشان می‌دهد که میانگین خطا در هر گروه حرفه‌ای

### جدول ۴. مقایسه میانه و انحراف چارکی خطای بازسازی در زوایای ۳۰ و ۶۰ و ۹۰ درجه در دو گروه حرفه‌ای و آماتور

متغیر	گروه	میانه	انحراف چارکی	مقدار P value	آماره Z
خطای بازسازی مفصل زانو در زاویه ۳۰ درجه	آماتور	۵.۵	۳.۷		
	حرفه‌ای	۰.۶	۱.۵	-۴.۹۹	۰.۰۰۱
خطای بازسازی مفصل زانو در زاویه ۶۰ درجه	آماتور	۲.۸	۰.۵		
	حرفه‌ای	۱.۳	۳	-۴.۹۰۷	۰.۰۰۱
خطای بازسازی مفصل زانو در زاویه ۹۰ درجه	آماتور	۳.۳	۴		
	حرفه‌ای	۱	۲	-۲.۶۲۲	۰.۰۰۸
تعالد	آماتور	۴.۰	۰.۱		
	حرفه‌ای	۲.۴	۰.۴	-۵.۴۴۰	۰.۰۰۱

مطالعه حاضر به میزان قابل‌توجهی پایین‌تر از گروه‌های مورد مقایسه در مطالعه شفیع‌پور بوده است که ممکن است به دلیل نخبه بودن جامعه حاضر و همچنین سطح بسیار بالای حرفه‌ای آنها باشد<sup>(۲۴)</sup>. مطالعه فانگ و همکاران نیز همراستا با نتایج مطالعه حاضر نشان داده است که خطای بازسازی در این زاویه در گروه تکواندوکاران حرفه‌ای به‌طور قابل‌توجهی پایین‌تر است<sup>(۲۵)</sup>. به نظر می‌رسد نوع ورزش تکواندو و انجام تکنیک‌های این ورزش که غالباً بر روی یک پا و با تحمل وزن انجام می‌شوند عمده‌ترین دلایلی هستند که منجر به کاهش خطا در بازسازی حس عمقی مفصل زانو در زاویه ۶۰ درجه به نسبت ورزش‌های توپی نظیر والیبالیست و فوتبال شده است<sup>(۳۱)</sup>. شفیع‌پور این موضوع رو مورد بحث قرار داده است که سطح کف و سفتی و نرمی آن می‌تواند به‌عنوان یکی از دلایل مهم در برتری والیبالیست‌ها بر فوتبالیست‌ها در نظر گرفته شود<sup>(۲۴)</sup>، ولی با این وجود مطالعه حاضر در مقایسه با مطالعه شفیع‌پور نشان می‌دهد که اگرچه تکواندو کاران بر روی سطوح نرم‌تری فعالیت می‌کنند ولی خطای بازسازی آنها به‌طور قابل‌توجهی کمتر از والیبالیست‌ها می‌باشد.

در زاویه ۹۰ درجه نیز تفاوت معنی‌دار بین میانگین خطا برای تکواندوکاران حرفه‌ای و تکواندوکاران آماتور میان دو گروه مشاهده شد. با این وجود، بررسی ادبیات پژوهشی نشان می‌دهد که پژوهش‌ها بیشتر در زوایای ۶۰ درجه و کمتر مطالعات حس عمقی را انجام داده‌اند و در این زاویه در تکواندوکاران پژوهشی یافت نشد. با این حال در مطالعه‌ای که به مقایسه اثر طولانی

باتوجه به اینکه تعادل با عملکرد ورزشکاران در ارتباط نزدیک است بهبود این عامل می‌تواند برای افزایش عملکرد و بهینه کردن آن استفاده شود. مانند هر تحقیق دیگری، این پژوهش نیز دارای محدودیت‌هایی بود از جمله اینکه جنسیت همه مشارکت‌کنندگان مرد بود و تعمیم نتایج به زنان باید با احتیاط انجام شود. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده تحقیقات مشابهی بر روی بانوان انجام شود. همچنین از روش‌های معتبر دیگری نیز جهت اندازه‌گیری تعادل و حس عمقی استفاده شود و متغیرهای بیشتری نظیر دامنه مفصل نیز مورد ارزیابی قرار بگیرد. بررسی تأثیر مداخلات بهبود تعادل و حس عمقی بر روی بازیکنان و زیر گروه‌های ورزشی تکواندو و در سطوح دیگر رقابتی در پژوهش‌های آتی نیز پیشنهاد می‌شود.

### نتیجه‌گیری

به‌طور کلی مشاهده شد که وضعیت تعادل و حس عمقی مفصل زانو در زوایای مختلفی ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درجه در تکواندوکاران حرفه‌ای نسبت به تکواندوکاران آماتور به‌طور معنی‌داری در وضعیت بهتری قرار دارد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که انجام تمرینات تکواندو می‌تواند حس عمقی مفاصل و همچنین حفظ تعادل را در افراد بالا ببرد و باتوجه به سطح ورزش نیز می‌توان گفت که تمرینات سنگین‌تر و حرفه‌ای‌تر می‌توانند در بهبود این عامل موثر باشد.

### تقدیر و تشکر

محققان از تمامی آزمودنی‌هایی که در این مطالعه همکاری داشته‌اند قدردانی می‌نمایند.

### تضاد منافع

محققان اظهار می‌نمایند که هیچ‌گونه تضاد منافع در اجرای این تحقیق وجود ندارد.

### منابع

- Ziaee V, Rahmani SH, Rostami M. Injury rates in Iranian taekwondo athletes; a prospective study. *Asian J Sports Med.* 2010;1:23-8.
- Kukkiwon. *Taekwondo textbook.* 2nd ed. Seoul, O-Sung Publishing Company, 2006.

مدت و بلندمدت تکواندو بر حس عمقی مفاصل اندام‌های تحتانی، قدرت عضلانی و عملکرد تعادلی توسط فانگ و همکاران بر روی ۳۱ تکواندو کاران جوان انجام شد، نشان داده شد که خطای بازسازی مفصل زانو در افرادی که برای زمان طولانی مدت به تمرین تکواندو می‌پرداخته‌اند به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه غیر ورزشکار و گروه تکواندو کاران آماتور بوده است که این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر همسو است<sup>(۲۵)</sup>. به‌طور کلی با توجه به یافته‌های پژوهش نتیجه‌گیری می‌شود که انجام تمرینات تکواندو می‌تواند حس عمقی مفاصل را بهبود بخشد و ورزشکاران حرفه‌ای نسبت به تکواندوکاران آماتور و مبتدی خطای بازسازی زاویه هدف کمتری دارند.

نتایج تحقیق حاضر بیشتر نشان داد که نمره تعادل در گروه تکواندوکاران حرفه‌ای به‌طور معنی‌داری بهتر از گروه آماتور بود. در مطالعه دیزاجی<sup>(۴)</sup> که با استفاده از دستگاه بایودکس بر روی گروهی از کاراته‌کاران کاتا و کومیته صورت گرفت خطای تعادل کل در سطح ناپایدار به ترتیب ۳.۶ و ۴.۲ گزارش شد که به‌طور نسبی بیشتر از مقادیر گزارش شده در مطالعه حاضر است. مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهند که شاخصی که با استفاده از دستگاه بایودکس به دست می‌آید نشان دهنده حس عمقی است<sup>(۴)</sup>، و از آنجایی که حس عمقی در نمونه مورد بررسی در این مطالعه بسیار بهتر از مطالعات پیشین گزارش شده می‌تواند اینگونه نتیجه‌گیری کرد که بالاتر بودن حس عمقی مستقیماً منجر به کاهش خطای تعادل و اختلاف نتایج مطالعه با مطالعه دیزاجی شده است. از طرفی دیگر مطالعه فانگ و همکاران نیز در نتایجی هم‌راستا با مطالعه حاضر نشان داد که خطای تعادل در تکواندوکاران حرفه‌ای در مقایسه با تکواندوکاران آماتور به‌طور معناداری کمتر است که این می‌تواند ناشی از بهتر بودن حس عمقی و درک وضعیت مفصل در این گروه به نسبت گروه آماتور باشد<sup>(۲۵)</sup>.

باتوجه به نتایج به دست آمده متخصصین آسیب‌شناسی ورزشی و فیزیوتراپی می‌توانند از این پژوهش در شناسایی آسیب تکواندوکاران و در جهت اهداف توانبخشی خود بهره ببرند.

- Lystad RP, Pollard H, Graham PL. Epidemiology of injuries in competition taekwondo: a meta-analysis of observational studies. *J Sci Med Sport.* 2009;12:614-21.
- Dizaji E, Memar R, Sadeghi H. Comparison of plantar pressure distribution in dominant & non-

- dominant leg of female kata and kumite national team. *J Sport Biomech.* 2016;2(2):17-30.
5. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train.* 2002;37:71-9.
  6. Rabello LM, Macedo CdSG, Gil AW, Oliveira MRd, Coelho VA, Silva GB, et al. Comparison of postural balance between professional tae kwon do athletes and young adults. *Fisioterapia e Pesquisa.* 2014;21:139-43.
  7. Kazemi M, Chudolinski A, Turgeon M, Simon A, Ho E, Coombe L. Nine year longitudinal retrospective study of Taekwondo injuries. *J Can Chiropr Assoc.* 2009;53:272-81.
  8. Kazemi M. Relationships between injury and success in elite Taekwondo athletes. *J Sports Sci.* 2012;30:277-83.
  9. Xu D, Hong Y, Li J, Chan K. Effect of tai chi exercise on proprioception of ankle and knee joints in old people. *Br J Sports Med.* 2004;38:50-4.
  10. Weerapong P, Hume PA, Kolt GS. The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports Med.* 2005;35:235-56.
  11. Sienko KH, Seidler RD, Carender WJ, Goodworth AD, Whitney SL, Peterka RJ. Potential Mechanisms of Sensory Augmentation Systems on Human Balance Control. *Front Neurol.* 2018;9:944.
  12. Fortier S, Basset FA. The effects of exercise on limb proprioceptive signals. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012;22:795-802.
  13. Nagai T, Schilaty ND, Strauss JD, Crowley EM, Hewett TE. Analysis of Lower Extremity Proprioception for Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention: Current Opinion. *Sports Med.* 2018;48:1303-9.
  14. Kelly AK. Anterior cruciate ligament injury prevention. *Curr Sports Med Rep.* 2008;7:255-62.
  15. Akseki D, Erduran M, Kaya D. Sports Injuries and Proprioception: Current Trends and New Horizons. In Doral M, editors: *Sports Injuries.* Berlin, Heidelberg, Springer, 2012.
  16. Gajanana PB. Effect of proprioceptive exercise training on joint reposition sense and balance of athletes with knee injury. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy.* 2013;9(2):89-96.
  17. Panics G, Tallay A, Pavlik A, Berkes I. Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. *Br J Sports Med.* 2008;42:472-6.
  18. Williams JM, Andersen MB. Psychosocial antecedents of sport injury and interventions for risk reduction. In Tenenbaum G, Eklund RC, editors: *Handbook of Sport Psychology.* 3rd Edition. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons Inc, 2007.
  19. Zarei M, Rahnama N, Rajabi R, Soccer Academy I, Iran. The effect of soccer players' positional role in Iran super league on sport injury rates. *Harakat.* 2008;39:65-78.
  20. Muaidi QI, Nicholson LL, Refshaug KM. Do elite athletes exhibit enhanced proprioceptive acuity, range and strength of knee rotation compared with non-athletes? *Scand J Med Sci Sports.* 2009;19:103-12.
  21. Mir SM, Talebian S, Naseri N, Hadian MR. Assessment of Knee Proprioception in the Anterior Cruciate Ligament Injury Risk Position in Healthy Subjects: A Cross-sectional Study. *J Phys Ther Sci.* 2014;26:1515-8.
  22. Agel J, Olson DE, Dick R, Arendt EA, Marshall SW, Sikka RS. Descriptive epidemiology of collegiate women's basketball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *J Athl Train.* 2007;42:202-10.
  23. Bakhtiaty AH, Fatemi E, Rezasoltani A. Genu varum deformity may increase postural sway and falling risk. *koomesh.* 2012;13(3):330-8.
  24. Shafipour A, Shojaedin SS. The comparison of knee joint position sense in soccer player, volleyball player and non-athlete men. *J Shahrekord Univ Med Sci.* 2014;16(3):33-42.
  25. Fong SS, Fu SN, Ng GY. Taekwondo training speeds up the development of balance and sensory functions in young adolescents. *J Sci Med Sport.* 2012;15:64-8.
  26. Pons van Dijk G, Lenssen AF, Leffers P, Kingma H, Lodder J. Taekwondo training improves balance in volunteers over 40. *Front Aging Neurosci.* 2013;5:10.