



## تأثیر آبی دو نوع کشش دینامیک سریع و آهسته بعد از اعمال خستگی عملکردی بر فلکشن زانو در بازیکنان والیبال مرد حرفه‌ای

مهدی صفرزاده<sup>۱\*</sup>، عبدالحمید دانشجو<sup>۲</sup>، محمدتقی امیر خراسانی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران
۲. استادیار گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی دانشکده علوم و ورزش دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران
۳. دانشیار گروه بیومکانیک ورزشی دانشکده علوم و ورزش دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

دریافت ۳۰ خرداد ۱۳۹۷؛ پذیرش ۱۶ مهر ۱۳۹۷

### چکیده

زمینه و هدف: هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر آبی دو نوع کشش دینامیک با سرعت‌های متفاوت بعد از اعمال خستگی عملکردی بر حداکثر فلکشن مفصل زانو هنگام فرود در بازیکنان والیبال مرد حرفه‌ای بود.

روش بررسی: از بین تمامی بازیکنان والیبال شهر کرمان که در دامنه سنی ۱۸ تا ۲۳ سال قرار داشتند، ۳۶ نفر با میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد (سن =  $20/6 \pm 2/1$  سال، قد =  $185/9 \pm 6/5$  سانتی‌متر، وزن =  $77/2 \pm 8$  کیلوگرم) به صورت هدفمند و در دسترس به‌عنوان نمونه آماری انتخاب و به‌طور تصادفی در ۳ گروه ۱۲ نفری کشش دینامیک آهسته، کشش دینامیک سریع و کنترل قرار گرفتند. به‌منظور اعمال خستگی، از پروتکل خستگی عملکردی ورزش والیبال و جهت ریکاوری از دو نوع کشش دینامیک با سرعت آهسته و سریع استفاده گردید.

یافته‌ها: آزمون آنالیز مکرر ترکیبی نشان داد که خستگی در همه گروه‌ها باعث کاهش معناداری در حداکثر فلکشن مفصل زانو در پیش‌آزمون و پس‌آزمون شده است؛ اما بعد از اعمال پروتکل ریکاوری تنها در گروه دینامیک آهسته در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری مشاهده شد ( $P=0/001$ ). این آزمون تفاوت معناداری را بین هیچ‌کدام از گروه‌ها نشان نداد ( $P=0/430$ ).

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق نشان داد که کشش دینامیک آهسته می‌تواند در پایان مسابقه و تمرین به‌عنوان یک روش ریکاوری مناسب برای ورزشکاران به‌ویژه بازیکنان والیبال برای از بین بردن اثر خستگی مناسب باشد. بازیکنان والیبال می‌توانند برای ارتقاء عملکرد و جلوگیری از آسیب‌های اندام تحتانی به‌خصوص رباط صلیبی قدامی روش کشش دینامیک آهسته را مورد استفاده قرار دهند. اما کشش دینامیک سریع ریکاورکننده مناسبی برای ورزشکاران والیبال نمی‌باشد.

### واژگان کلیدی

والیبال

خستگی عملکردی

کشش دینامیک

فلکشن زانو

رباط صلیبی قدامی

## مقدمه

فعالیت ورزشی می‌تواند خطرات مربوط به چاقی، دیابت، سرطان و بیماری‌های قلبی عروقی را کاهش دهد، اما با وجود این مزیت‌ها، نمی‌توان آسیب‌های ناشی از آن را نادیده گرفت (اوزمن<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). والیبال یکی رشته‌های ورزشی است که با داشتن حدود ۵۰۰ میلیون بازیکن (ایریکس<sup>۲</sup>، ۲۰۱۲) و بعد از فوتبال و بسکتبال سومین ورزش پرطرفدار در دنیا می‌باشد (شیا<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱).

در یک بررسی گسترده در اسکاندیناوی نشان داده شده است که شایع‌ترین علت ناتوانی دائمی به دنبال آسیب‌های ورزشی، صدمه به زانو است (مردانی کیوی و همکاران، ۲۰۱۳). مطالعات پیشین نشان می‌دهند که در ورزش والیبال، پایین‌تنه بیشترین آسیب‌ها را شامل می‌شود. برای نمونه اگل<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که بیشترین میزان آسیب‌های والیبال، در پایین‌تنه رخ می‌دهد که در زمان تمرین ۵۵/۹٪ و در زمان مسابقه ۵۸/۸٪ از کل آسیب‌ها را به خود اختصاص می‌دهد. در تحقیقی شیا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که مفصل زانو با ۱۶/۸ درصد از کل آسیب‌ها، دومین محل شایع آسیب‌پذیر در بین بازیکنان والیبال می‌باشد.

پرش و فرود یک فعالیت حرکتی رایج استفاده شده در فعالیت‌های روزانه افراد جامعه و همچنین مسابقه و تمرین ورزشکاران به‌ویژه ورزشکاران والیبال می‌باشد. انسان‌ها قادر هستند که از طریق حفظ کینماتیک طبیعی مفصل زانو، نیروهای برشی و فشاری تولیدشده توسط زمین را به‌خوبی هدایت کنند (ایمانی‌زاده، ۲۰۱۳). مفصل زانو یکی از اصلی‌ترین قسمت‌های بدن در جذب و تعدیل نیروها در هنگام فرود می‌باشد و شدیدترین صدمات را در این زمان متحمل می‌شود (افضلی نسب، ۲۰۱۴).

تحقیقات علل مختلفی را برای صدمات والیبال گزارش کرده‌اند که با توجه به غیر برخوردار بودن آسیب‌های این رشته (۵۴ درصد از کل آسیب‌ها (اگل و همکاران، ۲۰۰۷))، پرش و فرود شایع‌ترین علت ایجاد آسیب است (رجبی و همکاران، ۲۰۰۷). در تحقیقی دیگر ایریکس (۲۰۱۲) گزارش کرد که آسیب‌ها در والیبال عموماً به دلیل پرش و

فرود در هنگام ضربه زدن و دفاع کردن توپ می‌باشد. چاوز<sup>۵</sup> (۲۰۱۱) در مطالعه‌ی خود، مکانیسم‌ها و عوامل خطرزایی که ورزشکاران را تحت تأثیر قرار می‌دهند را مورد شناسایی قرار داد، این عوامل شامل ترکیب آناتومیکی، سطح هورمون، مشخصات عصبی- حرکتی، عوامل محیطی و خستگی بودند که به‌عنوان عامل‌های خطر برای آسیب‌دیدگی مفصل زانو و به‌ویژه لیگامنت صلیبی قدامی (ACL<sup>۶</sup>) در ورزش شناخته می‌شوند (چاوز، ۲۰۱۱).

خستگی یکی از عواملی است که می‌تواند موجب کاهش هماهنگی و افت عملکرد عضلات شود، همچنین مختل‌کننده هماهنگی عضلانی می‌باشد که منجر به ایجاد حرکات غیرطبیعی می‌گردد که در شرایط عادی دیده نمی‌شود (مؤمنی و همکاران، ۲۰۱۴). از نظر دانشمندان و متخصصان علوم ورزشی، خستگی، عامل اصلی محدود کننده عملکرد انسان محسوب می‌شود (ویلرام<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۲).

خستگی عضلانی ناشی از فعالیت فیزیکی در قسمت‌های مختلف ساختار کنترل عصبی- عضلانی، از جمله سیستم عصبی مرکزی، کنترل عصبی عضله و خود عضله اتفاق می‌افتد که کاهش کارایی عضله و افزایش احتمال آسیب را موجب می‌شود، به‌طور کلی ۷۶ درصد از آسیب‌های گزارش شده در نیمه دوم مسابقه و تمرین اتفاق می‌افتد و دامنه این آسیب‌ها از پیچ‌خوردگی درجه یک مچ پا تا پارگی کامل لیگامنت ACL متغیر می‌باشد (دیوید و همکاران، ۲۰۰۴). در تحقیقی لوریست<sup>۸</sup> (۲۰۰۵) به این نتیجه رسید که خستگی و تصمیم‌گیری، هر دو با تحت تأثیر قرار دادن مستقیم مکانیسم سیستم عصبی، خطر آسیب ACL را بالا می‌برند، به دلیل اینکه در حضور خستگی مکانیسم‌های پردازش مرکزی و محیطی به تأخیر می‌افتد (ایمانی‌زاده، ۲۰۱۳).

برای جلوگیری از اثرات منفی خستگی بعد از فعالیت ورزشی استراتژی‌های متفاوتی از جمله کشش، ماساژ، غوطه‌وری در آب و استفاده از داروهای ضدالتهاب وجود دارد. از گذشته کشش‌ها قبل و بعد از فعالیت ورزشی معمولاً برای جلوگیری از آسیب، کاهش کوفتگی عضلانی،

5. Chavez

6. Anterior cruciate ligament

7. Vuillerom

8. Ioris

1. ozmen

2. Eerkes

3. Shea

4. Agle

دینامیک با سرعت‌های متفاوت می‌تواند اثرات مخرب خستگی را کاهش دهد و به کاهش احتمال خطر آسیب ورزشکاران و ارتقاء عملکرد آنها کمک کند؟

### مواد و روش‌ها

در راستای انجام این پژوهش از بین تمامی بازیکنان مرد والیبال شهر کرمان که در دامنه سنی ۱۸ تا ۲۳ سال قرار داشتند، ۳۶ نفر (از طریق نرم‌افزار تعیین حجم نمونه G\*Power) که دارای حداقل ۲ سال سابقه بازی در سطح لیگ جوانان و امید استان بودند، به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و به‌طور تصادفی در ۳ گروه ۱۲ نفری کنترل، کشش دینامیک آهسته و کشش دینامیک سریع قرار گرفتند (جدول ۱). قبل از شرکت در آزمون فرم رضایت‌نامه کتبی اخذ گردید و پرسشنامه اطلاعات شخصی (وزن، قد، رشته ورزشی) و سابقه آسیب‌دیدگی قبلی به‌وسیله هر آزمودنی تکمیل و افرادی که معیارهای ورود از طریق استانداردهای هر پرسشنامه را به‌دست آوردند وارد تحقیق گردیدند، معیارهای ورود به تحقیق حاضر بررسی نداشتن جراحی ارتوپدیک و آسیب‌دیدگی مفاصل اندام تحتانی در شش ماه گذشته و همچنین حضور حداقل دو سال در سطح لیگ استان و داشتن حداقل سه جلسه تمرین در هفته بود. در زمان تست‌گیری بعد از آشنایی با نحوه اجرای پروتکل‌های کشش، خستگی و آزمون مورد نظر، هر آزمودنی به مدت ۵ دقیقه به‌صورت پویا و با برنامه‌ای از پیش تعیین شده (۲ دقیقه دویدن در جهات مختلف و ۳ دقیقه انجام حرکات کششی پویا برای اندام تحتانی شامل بالا آوردن ران از جلو و عقب، لانچ به طرفین، لانچ به جلو و اسکوات) گرم کرده و پس از آن مارکرها بر روی اندام تحتانی آنها (لند مارک‌ها)، در حالی که با حداقل پوشش ممکن (یک شرت استرچ ورزشی) بودند، قرار داده شد. محل مارکرها بر طبق مدل اصلاح‌شده هلن هیز، روی<sup>۵</sup> خار خاصه‌ی قدامی فوقانی، تروکانتر بزرگ ران، مرکز استخوان فمور در صفحه ساجیتال، اپی کندیل داخلی و خارجی فمور، کندیل داخلی و خارجی استخوان تیبیا، مرکز استخوان تیبیا در صفحه ساجیتال، فوزک داخلی و خارجی و انتهای متاتارسال<sup>۶</sup> دوم قرار گرفت (شکل ۱). فاکتورهای

کاهش درد عضلانی و بهبود عملکرد ورزشکاران مورد استفاده قرار می‌گرفت (اوزمن و همکاران، ۲۰۱۷).

انعطاف‌پذیری عمدتاً با کشش بافت نرم اطراف مفصل افزایش می‌یابد و در بسیاری از فعالیت‌های ورزشی برای ورزشکاران از ارزش بسزایی برخوردار است، زیرا سبب می‌شود عملکرد کلی فرد به‌طور چشمگیری افزایش یابد (مصطفی‌لو و همکاران، ۲۰۱۳). از انواع کشش‌هایی که قبل و بعد از فعالیت‌های ورزشی استفاده می‌شود می‌توان به کشش دینامیک، استاتیک<sup>۱</sup>، PNF و بالستیک اشاره کرد.

کشش دینامیک شامل حرکات کنترل‌شده از طریق حرکات فعال دامنه حرکتی برای یک مفصل، ترکیب کردن حرکات ورزشی سبک (مثل لانچ<sup>۲</sup>) و دویدن روبه‌جلو، عقب، جانب و حرکات تغییر جهت می‌باشد. مطالعات زیادی اثرات مثبت کشش دینامیک را بر توان، سرعت و عملکرد پرش گزارش کرده‌اند (چاتزوپولوس<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). انجام کشش دینامیک را با سرعت ۵۰ beat/min با دستگاه مترونوم را کشش دینامیک آهسته و با سرعت ۱۰۰ beat/min با دستگاه مترونوم را کشش دینامیک سریع می‌نامند (فلچر<sup>۴</sup>، ۲۰۱۰).

بنابراین، کاهش خستگی بعد از فعالیت‌های ورزشی نیازمند روش‌های متنوع ریکاوری است که کاهش احتمال خطر آسیب و افزایش عملکرد ورزشکاران را در پی داشته باشد. فرایند بازگشت سریع‌تر ورزشکاران به حالت اولیه زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که بازیکنان والیبال هر روز هفته را تمرین می‌کنند و حداقل دو مسابقه والیبال را در هر هفته انجام می‌دهند. با وجود اینکه تحقیقات زیادی اثرات منفی خستگی و همچنین تأثیر روش‌های مختلف ریکاوری بر کاهش اثرات خستگی را مورد بررسی قرار داده‌اند، اما تاکنون در ورزش والیبال تأثیر کشش دینامیک با سرعت‌های مختلف بر روی اثرات منفی خستگی مورد ارزیابی قرار نگرفته است. در نتیجه هدف از انجام این پژوهش بررسی میزان اثرگذاری دو نوع کشش دینامیک (آهسته و سریع) بعد از اعمال خستگی عملکردی والیبال بر حداکثر خم شدن زانو هنگام فرود در پای برتر می‌باشد و محقق به دنبال پاسخ به این سؤال است که آیا کشش

1. Proprioceptive neuromuscular facilitation
2. Lunge
3. Chatzopoulos
4. Fletcher

5. Anterior superior iliac spine

6. Metatarsal

در هر لحظه هر مارکر به وسیله حداقل دو دوربین شناسایی می‌شد. در شکل ۳ روند اجرای مراحل مختلف پژوهش را به طور خلاصه می‌توان مشاهده کرد.

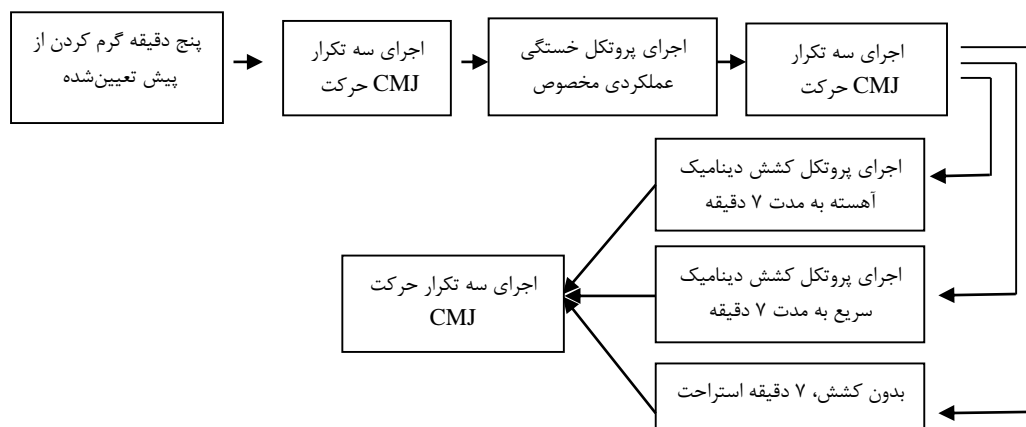
کینماتیکی مفصل زانو به وسیله دستگاه موشن آنالایزر<sup>۱</sup> مدل Raptor-H Digital Real Time System ساخت کشور آمریکا و با شش دوربین اندازه‌گیری شد. نحوه چیدمان دوربین‌ها با توجه به نوع آزمون به گونه‌ای بود که



شکل ۱: محل قرارگیری مارکرها بر روی بدن

جدول ۱: ویژگی‌های آنترپومتریکی آزمودنی‌ها (میانگین ± انحراف استاندارد)

سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	گروه
۲۰/۵ ± ۲	۱۸۴/۹ ± ۶/۹	۷۷/۲ ± ۸/۳	۲۲ ± ۲/۵	گروه کشش دینامیک سریع
۲۰/۶ ± ۲/۲	۱۸۵/۸ ± ۶/۶	۷۸/۵ ± ۷/۳	۲۲/۸ ± ۲/۶	گروه کشش دینامیک آهسته
۲۰/۶ ± ۲/۲	۱۸۷ ± ۶/۳	۷۸ ± ۸/۷	۲۲/۳ ± ۲/۷	گروه کنترل



شکل ۳: روند اجرای مراحل مختلف پژوهش به طور خلاصه

(تمرین چابکی سمو<sup>۲</sup>، ۱۰ حرکت لانچ و ۱۰ پرش ارتفاع) متوالی می‌باشد. برای هر آزمودنی طول اندام تحتانی به عنوان فاصله بین دو پا در حرکت لانچ استفاده شد. میزان حداکثر پرش ارتفاع به دست آمده با استفاده از دستگاه پرش سارجنت (Jumping Tester) مدل JS-D80 ساخت شرکت

پروتکل خستگی عملکردی پروتکل خستگی که در این تحقیق استفاده گردید، از نوع عملکردی و استاندارد ورزش والیبال بود که شامل چندین سیکل تکراری تا رسیدن به خستگی می‌باشد. هر سیکل پروتکل خستگی عملکردی به ترتیب شامل سه ایستگاه

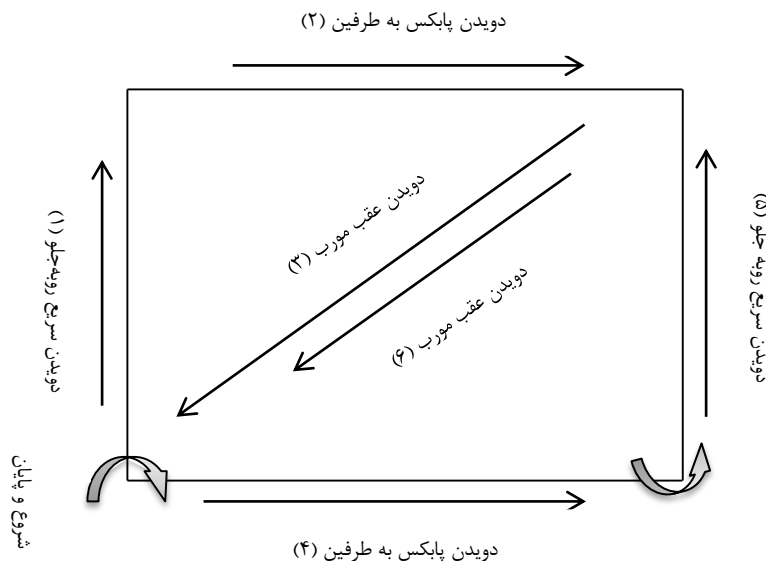
2. SEMO

1. Motion analysis

حرکت لانچ به‌طور مساوی با ۵ تکرار برای هر پا انجام می‌شد و در نهایت ایستگاه پرش ارتفاع بود که بلافاصله پس از اتمام ایستگاه حرکت لانچ شروع می‌شد و شامل ۱۰ پرش سریع معادل ۵۰٪ حداکثر ارتفاع پرش بود. پس از انجام ۳ ایستگاه متوالی یک سیکل پروتکل خستگی کامل می‌گردد و آزمودنی بلافاصله به نقطه شروع برمی‌گردد تا سیکل جدید را آغاز کند و تکرار مجدد سیکل‌ها تا رسیدن به خستگی را ادامه دهد (شاو و همکاران، ۲۰۰۸).

یاگامی ژاپن، جهت محاسبه ۵۰ درصد حداکثر پرش (در حرکت پرش ارتفاع به‌عنوان بخشی از پروتکل خستگی) استفاده گردید (شاو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۸).

تمرین چابکی سمو شامل دویدن سریع روبه‌جلو، دویدن به عقب به‌صورت مورب و حرکت پابکس به طرفین است که در این تحقیق از تمرین چابکی سمو اصلاح‌شده استفاده گردید که در یک مستطیل ۳/۶ در ۵/۷ متر انجام می‌گردد (شکل ۴). پس از اتمام ایستگاه تمرین چابکی سمو بلافاصله



شکل ۴: تمرین چابکی SEMO

که برای تعیین نقطه خستگی از آن استفاده می‌شود (شاو و همکاران، ۲۰۰۸).

#### پروتکل کششی دینامیک

پروتکل کششی مدنظر برای این پژوهش شامل کشش دینامیک با دو سرعت ۵۰beat/min و ۱۰۰beat/min می‌باشد که توسط فلچر (۲۰۱۰) به‌عنوان کشش دینامیک آهسته و سریع طبقه‌بندی شد. پروتکل کششی مورد استفاده برای اندام تحتانی (هر دو پا) بود که به ترتیب شامل عضلات دوقلو و نعلی، گروه سرینی، همسترینگ، فلکسورهای ران، چهار سرانی، اداکتورهای ران و اداکتورهای ران می‌باشد (شکل ۵). مدت‌زمان کشش برای هر گروه عضلانی ۳۰ ثانیه و زمان کل کشش‌ها ۷ دقیقه بود. هیچ استراحتی بین کشش گروه‌های عضلانی وجود نداشت (فلچر، ۲۰۱۰).

#### روش تعیین خستگی<sup>۱</sup>

هنگام اجرای پروتکل خستگی آزمودنی پس از انجام هر سیکل کامل بدون وقفه به نقطه شروع برگشته و یک سیکل جدید را شروع می‌کند و این روند ادامه دارد تا جایی که مدت‌زمان اجرای یک سیکل ۵۰٪ نسبت به زمان پایه افزایش یابد و سیکلی را که در آن آزمودنی ۵۰٪ نسبت به زمان پایه افزایش زمان داشته باشد به‌عنوان نقطه خستگی در نظر گرفته می‌شود. برای اندازه‌گیری زمان پایه، پس از آشنایی با پروتکل خستگی، هر آزمودنی دو بار یک سیکل کامل پروتکل خستگی را با حداکثر شدت انجام می‌دهد، بهترین زمان به‌دست‌آمده در این دوبار اجرای یک سیکل، به‌عنوان زمان پایه برای هر آزمودنی در نظر گرفته می‌شود

1. shaw



شکل ۵: ترتیب و نوع کشش برای عضلات اندام تحتانی

### نحوه اجرای حرکت CMI<sup>۱</sup>

پرش کانترموومننت با (ICC=۰/۹۳) آزمونی است که برای ارزیابی فاکتورهای کینماتیکی زانو، از آن استفاده شد. در حالی که آزمودنی‌ها روی هر دو پا ایستاده‌اند و مفاصل زانو، ران و کمر در حالت عادی و اکستنشن قرار دارد، دست‌ها روی ران یا تاج خاصه قرار می‌گیرد. حال با یک حرکت سریع به سمت پایین به گونه‌ای که زانو تا حدود زاویه ۹۰ درجه خم شود، فوراً با یک حرکت عمودی انفجاری تا ارتفاع ممکن به سمت بالا جهش می‌کند و فرود می‌آید. به این نکات باید توجه کرد که حرکت پایین رفتن و بالا آمدن به صورت پیوسته انجام می‌شود و هیچ‌گونه وقفه‌ای بین آنها وجود ندارد، در زمان فرود باید با کف پا و هر دو پا فرود آمده و دست‌ها در طول پرش بر روی ران نگه داشته شود؛ اگر آزمودنی این موارد را رعایت نمی‌کند آزمون به‌طور مجدد از او گرفته می‌شود (اوورگی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). بعد از گرم کردن هر آزمودنی سه تکرار پرش را انجام می‌داد و میانگین سه تکرار برای تجزیه و تحلیل داده‌ها مورداستفاده قرار گرفت. مدت‌زمان یک دقیقه استراحت بین هر تکرار به آزمودنی‌ها داده شد (منزل<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۷).

### آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد. جهت نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف

اسمیرنوف<sup>۴</sup>، برای تأیید همگنی کوواریانس از Box's test و برای همگنی واریانس از آزمون Leven's استفاده گردید. از آزمون پارامتریک سنجش مکرر ترکیبی (Mix repeated measure) برای تعیین تفاوت‌های درون گروهی و بین گروهی و از آزمون تعقیبی بونفرونی<sup>۵</sup> برای تعیین قیاس برای جفت گروه‌ها در سطح معناداری ۵ درصد استفاده شد.

### نتایج

برای تعیین تفاوت‌های درون گروهی و بین گروهی میزان زاویه فلکشن مفصل زانو از آزمون Mix repeated measure استفاده شد. با استفاده از جدول Box's test همگنی کوواریانس‌ها تأیید شد (P=۰/۰۳۱). همگنی واریانس‌ها نیز به وسیله آزمون Leven's تأیید شد (قبل از خستگی P=۰/۵۷۳، بعد از خستگی P=۰/۲۹۲ و بعد از کشش P=۰/۱۳۵). آزمون گرین‌هوس‌گیزر (Greenhou-geisser) تفاوت معناداری را با اندازه اثر (۰/۴۳۹) در هر گروه نشان داد (P=۰/۰۰۱، F<sub>۶۶,۲</sub>=۲۵/۷۸۰). همچنین اثر متقابل زمان در گروه با استفاده از همین آزمون با اندازه اثر (۰/۵۳۵) معنی‌دار شد (P=۰/۰۰۱، F<sub>۶۶,۲</sub>=۱۹/۰۰۱) (جدول ۲). آزمون Mix repeated measure تفاوت معناداری را بین هیچ‌کدام از گروه‌ها نشان نداد (P=۰/۴۳۰، F<sub>۶۶,۲</sub>=۰/۸۶۵).

4. Kolmogorov-Smirnov

5. Boferroni

1. Counter movement jump

2. Ouergui

3. Menzel

جدول ۲: نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای تفاوت‌های درون‌گروهی

گروه	زمان*	میانگین ± انحراف استاندارد	میانگین ± انحراف استاندارد	CI/۹۵) / % Δ	P- value
کشش دینامیک آهسته	۱	۸۵/۹۰±۱۱/۲	۸۰/۶±۸/۵	(۵/۲۱ (از ۲/۴۰ به ۸/۰۳)	۰/۰۰۵ <sup>a</sup>
	۳	۸۵/۹۰±۱۱/۲	۹۳±۸/۷	(-۷/۰۶ (-۱۱/۳۱) به -۲/۸۲)	۰/۰۱۱ <sup>a</sup>
	۲	۸۰/۶±۸/۵	۹۳±۸/۷	(-۱۲/۲۸ (-۱۵/۲۰) به -۹/۳۶)	۰/۰۰۰ <sup>a</sup>
کشش دینامیک سریع	۱	۸۴/۹±۱۴/۳	۷۹/۲±۱۳/۷	(۶/۰۷ (از ۲/۴۶ به ۹/۶۸)	۰/۰۱۰ <sup>a</sup>
	۳	۸۴/۹±۱۴/۳	۷۸/۳±۱۴/۶	(۵/۵۹ (از ۱/۵۳ به ۹/۶۴)	۰/۰۳۴ <sup>a</sup>
	۲	۷۹/۲±۱۳/۷	۷۸/۳±۱۴/۶	(-۰/۴۸ (-۴/۱۸) به ۳/۲۱)	۱/۰۰۰
گروه کنترل	۱	۸۴/۴±۱۴/۵	۷۸/۴±۱۴/۲	(۵/۶۳ (از ۳/۹۷ به ۷/۲۸)	۰/۰۰۱ <sup>a</sup>
	۳	۸۴/۴±۱۴/۵	۷۸/۹±۱۳/۱	(۶/۶۰ (از ۴/۹۵ به ۸/۲۵)	۰/۰۰۱ <sup>a</sup>
	۲	۷۸/۴±۱۴/۲	۷۸/۹±۱۳/۱	(۰/۹۷ (از -۰/۳۵ به ۲/۲۹)	۰/۴۰۵

\*: پیش‌آزمون (۱)، پس‌آزمون اول (۲)، پس‌آزمون دوم (۳): نشان‌دهنده معناداری آزمون در سطح ۰/۰۵ است.

## بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی میزان تأثیرگذاری دو نوع کشش دینامیک (آهسته و سریع) بعد از اعمال خستگی عملکردی والیبال بر حداکثر خم شدن زانو هنگام فرود در پای برتر می‌باشد. نتایج نشان داد که در هر سه گروه، اعمال خستگی باعث کاهش معنادار در زاویه فلکشن مفصل زانو شده است. نتایج تحقیقات فانتر<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۷)، لوسی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۷)، پارک<sup>۳</sup> (۲۰۱۷)، لوکی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۱) و اورتیز<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۰) از لحاظ اینکه خستگی باعث کاهش زاویه فلکشن زانو می‌شوند با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. از دلایل احتمالی برای این نتیجه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد که خستگی قدرت عضلانی (رهنما و همکاران، ۲۰۰۳، مرکر<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۳)، فراخوانی عصبی-عضلانی و زمان عکس‌العمل عضلات را کاهش می‌دهد و پاسخ‌های عصبی-عضلانی را به تأخیر می‌اندازد (روزی و همکاران، ۱۹۹۹) و همچنین با کاهش فعالیت الکترومایوگرافی (EMG<sup>۷</sup>) عضلات باعث تغییرات در مفصل زانو می‌شود (جیمز و همکاران، ۲۰۰۹). خستگی می‌تواند حس عمقی مفاصل که به‌عنوان مهم‌ترین جزء آوران سیستم حرکتی و کنترل‌کننده حرکات بوده و

نقش حیاتی در فعالیت پویای مفصل دارد را دچار اختلال کند و یکی از عواملی است که موجب کاهش هماهنگی، افت عملکرد عضلات و مختل‌کننده هماهنگی عضلانی است (مؤمنی و همکاران، ۲۰۱۴). برای اجرای مناسب عمل پرش و فرود به کنترل مناسب اندام تحتانی به‌ویژه مفصل زانو نیاز می‌باشد، اما با توجه به مطالب بالا، خستگی می‌تواند باعث اختلال در عملکرد این کنترل‌کننده‌ها شود و در نتیجه منجر به ایجاد حرکات غیرطبیعی در مفاصل اندام تحتانی، مانند کاهش فلکشن زانو که به‌عنوان یک ریسک فاکتور آسیب‌زا مطرح است، شده و موجب آسیب مفصل زانو به‌ویژه آسیب رباط صلیبی قدامی گردد (پادوا<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین این آزمون نشان داد که کشش دینامیک آهسته بعد از اعمال خستگی باعث افزایش معنادار در حداکثر فلکشن زاویه مفصل زانو در لحظه فرود شده است (از ۸۰/۶±۸/۵ به ۹۳±۸/۷). فعالیت و در نتیجه آن خستگی باعث افزایش لاکتات خون، افزایش اکسیژن مصرفی، افزایش دمای بدن، کاهش ذخایر گلیکوژن و ATP عضلانی می‌باشد (بنگسبو و همکاران، ۲۰۰۷). هیمان<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی که با عنوان «تأثیر چهار مدل ریکاوری بر روی عملکرد تکرارهای حداکثری در زنان صخره‌نورد» انجام داده فاکتورهایی از جمله لاکتات خون و دمای پوست را قبل و بعد از ریکاوری اندازه‌گیری کردند. نتایج تحقیق کاهش هر دو فاکتور به‌ویژه لاکتات خون را در

1. Fenter
2. Lessi
3. Park
4. Lucci
5. Ortiz
6. Mercer
7. Electromyography

8. Padua
9. Heyman

پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان داد که این کاهش به‌وسیله ریکاوری فعال بارزتر بود. اگرچه تحقیقی در راستای تحقیق حاضر که برای ریکاوری بعد از خستگی، از کشش دینامیک استفاده کرده باشد وجود ندارد و بیشتر تحقیقات از کشش‌های ایستا و PNF استفاده کرده‌اند و اندک تحقیقاتی هم که از ریکاوری فعال استفاده کرده‌اند بیشتر فاکتورهای فیزیولوژیک را اندازه گرفته‌اند. از دلایل مغایرت این تحقیق با تحقیق هیمان می‌توان به این موارد اشاره کرد که تحقیق حاضر بر روی ورزشکاران والیبالیست بود اما تحقیق هیمان (۲۰۰۹) بر روی ورزشکاران صخره‌نورد انجام شده، علاوه بر این در تحقیق حاضر میزان تغییرات زاویه فلکشن زانو اندازه گرفته شده اما در تحقیق هیمان (۲۰۰۹) فاکتورهای فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده است. از همه مهم‌تر می‌توان به مدت زمان ریکاوری اشاره کرد که در تحقیق هیمان (۲۰۰۹) ۲۰ دقیقه، ولی در تحقیق حاضر تنها ۷ دقیقه بوده است؛ بنابراین با توجه به نوع پروتکل خستگی که با فشار حداکثری انجام می‌شد و مدت زمان آن به‌طور میانگین بین ۶ تا ۷ دقیقه طول می‌کشید، دستگاه انرژی درگیر برای تولید انرژی، گلیکولیز می‌باشد. از طرف دیگر در صورت درگیر شدن این دستگاه انرژی در فعالیت‌ها ورزشی مدت زمان بیشتر از ۷ دقیقه برای ریکاوری بهتر نیاز می‌باشد.

#### نتیجه‌گیری

همان‌گونه که مشاهده شد خستگی توانسته میزان حداکثر زاویه خم شدن زانو در هنگام فرود را به‌طور معناداری کاهش دهد که می‌تواند به‌عنوان یک ریسک فاکتور آسیب‌زا تلقی شود (پادوا و همکاران، ۲۰۰۹). از طرف دیگر در درون گروه‌ها تنها کشش دینامیک آهسته توانسته این کاهش را جبران و آن را افزایش دهد که این افزایش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون معنادار شده است. لذا با توجه به نتایج این تحقیق ورزشکاران و تیم‌های ورزشی به‌ویژه والیبالیست‌ها می‌توانند از کشش دینامیک آهسته برای ریکاوری استفاده نمایند. در بین گروه‌ها با اینکه تفاوت وجود داشت اما معنادار نشد. یکی از مهم‌ترین دلایل عدم معناداری می‌تواند مدت‌زمان کم ریکاوری (۷ دقیقه) با توجه به نوع خستگی (گلیکولز) که به مدت‌زمان بیشتری برای ریکاوری نیاز دارد، باشد. به نکته مهمی که باید توجه کرد این است که در گروه کنترل که استراحت مطلق داشته‌اند نه تنها اثرات سوء

هر چهار مدل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان داد که این کاهش به‌وسیله ریکاوری فعال بارزتر بود. از طرف دیگر بازسازی سریع ذخایر گلیکوژنی و ATP عضلانی و رفع چسبندگی‌های عضلانی حاصل از خستگی که یکی از اثرات آنی انجام حرکات کششی می‌باشد، می‌تواند باعث افزایش دامنه حرکتی، فراخوانی بهتر عصبی-عضلانی و بهبود حس عمقی شود که از فاکتورهای اصلی در کنترل مفاصل در حرکات پویای ورزشی هستند (اوزمن و همکاران، ۲۰۱۷). حال با توجه به مطالب بالا و نتیجه تحقیق حاضر مبنی بر افزایش زاویه فلکشن زانو می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که کشش دینامیک آهسته می‌تواند به‌عنوان یک روش ریکاوری مناسب برای کاهش اثرات سوء خستگی، بعد از فعالیت‌های ورزشی مورد استفاده قرار گیرد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کشش دینامیک سریع نتوانسته باعث ریکاوری مناسب بعد از خستگی شود و تفاوت معناداری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود نداشت. با توجه به اینکه این کشش دینامیک سریع با سرعت ۱۰۰ بیت بر دقیقه (۱۰۰ beat/min) انجام شده که نسبتاً سرعتی بالا می‌باشد. از طرف دیگر چون در مدت زمان ۳۰ ثانیه کشش، برای هر عضله به‌طور مثال عضله همسترینگ، هر آزمودنی می‌بایست ۲۵ بار حرکت خم شدن ران با زانوی صاف را تا حداکثر دامنه ممکن انجام دهد؛ بنابراین احتمال اینکه به فعالیت خسته‌کننده تبدیل شوند، وجود دارد. لذا این شرایط نه‌تنها اثرات منفی خستگی را کاهش نمی‌دهد بلکه می‌تواند به‌عنوان یک فعالیت خسته‌کننده عمل کند و بر اثرات سوء آن بیفزاید. پس کشش با سرعت بالا نمی‌تواند ریکاورکننده مناسبی برای فعالیت ورزشی باشد.

نتایج تفاوت معناداری را بین هیچ‌کدام از گروه‌ها نشان نداد. نتایج این تحقیق به‌نوعی با نتایج تحقیق اندرسون<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی دارد اما با نتایج تحقیق هیمان (۲۰۰۹) مغایرت است. هیمان و همکاران (۲۰۰۹) تحقیقی با عنوان تأثیر چهار مدل ریکاوری بر روی عملکرد تکرارهای حداکثری در زنان صخره‌نورد انجام دادند. آزمودنی‌های این تحقیق را ۱۳ زن صخره‌نورد تشکیل می‌دادند. آنها فاکتورهایی از جمله لاکتات خون و دمای پوست را قبل و بعد از ریکاوری اندازه‌گیری کردند. نتایج تحقیق کاهش هر دو فاکتور را به‌ویژه لاکتات خون را در هر چهار مدل در

1. Andersson



این ابهام، از این نوع کشش با حذف نیروی جاذبه استفاده نمایند.

### تشکر و قدردانی

از تمامی اساتید و کارکنان زحمت کش دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید باهنر کرمان جهت فراهم کردن امکانات و وسایل لازم برای این تحقیق، آقای سپهر امیر تیموری سرپرست تیم جوانان و امید لاستیک بارز کرمان و همچنین از تمامی والیبالیست‌هایی که ما را در انجام این تحقیق یاری کردند کمال تشکر را داریم. این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می‌باشد.

خستگی از بین نرفته بلکه بدتر هم شده و میزان حداکثر زاویه خم شدن زانو کمتر شده است. با توجه به ادبیات پیشینه کم در این زمینه، برای تحقیقات آینده نیز پیشنهاد می‌شود که از این روش ریکاوری در دیگر رشته‌های ورزشی، با مدت زمان مناسب با توجه به نوع خستگی و اندازه‌گیری فاکتورهای دیگر که خستگی بر آنها اثر سوء دارد، استفاده نمایند تا در صورت امکان اثرات مفید آن بهتر مشخص شود. همچنین با توجه به اینکه که در این تحقیق کشش دینامیک با وجود نیروی جاذبه انجام شد، این احتمال وجود دارد که باعث خستگی شده باشد لذا به محققین برای تحقیقات آینده پیشنهاد می‌شود برای رفع

### References

- Afzalinab A. (2014). "Comparison of Knee Valgus Angle after Functional Fatigue During Landing in Persons With and Without Knee Valgus Deformity", MSc dissertation, Shahid Bahonar University of Kerman. (In Persian)
- Agel J, Palmieri-Smith RM, Dick R, Wojtys EM, Marshall SW. (2007). Descriptive epidemiology of collegiate women's volleyball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *Journal of athletic training*, 42(2), 295.
- Andersson HM, Raastad T, Nilsson J, Paulsen G, Garthe I, Kadi F. (2008). Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2), 372-380.
- Bangsbo J, Iai FM, Krstrup P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *International journal of sports physiology and performance*, 2(2), 111-127.
- Chatzopoulos D, Galazoulas C, Patikas D, Kotzamanidis C. (2014). Acute effects of static and dynamic stretching on balance, agility, reaction time and movement time. *Journal of sports science & medicine*, 13(2), 403.
- Chavez A. (2011). The Effect of Fatigue on ACL Injury Risk in the Athletic Population Doctoral dissertation, Texas State University-San Marcos.
- David P. (2004). Human rights in youth sport: a critical review of children's rights in competitive sport. Routledge.
- Eerkes K. (2012). "Volleyball injuries". *Current sports medicine reports*, 251-256.
- Emanizadeh S. (2013). "The Effect of Special Football Fatigue on Kinematics of the Lower Limb during landing", MSc dissertation, Shahid Bahonar University of Kerman. (In Persian)
- Fenter B, Marzilli TS, Wang YT, Dong XN. (2017). Effects of a Three-Set Tennis Match on Knee Kinematics and Leg Muscle Activation during the Tennis Serve. *Percept Mot Skills, Perceptual and motor skills*, 124(1), 214-32.
- Fletcher I M. (2010). The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. *European journal of applied physiology*, 109(3), 491-498
- Heyman E, De Geus B, Mertens I, Meeusen R. (2009). Effects of four recovery methods on repeated maximal rock climbing performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(6), 1303-1310.
- James CR, Scheuermann BW, Smith MP. (2009). Effects of two neuromuscular fatigue protocols on landing performance. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(4), 667-675.
- Lessi GC, dos Santos AF, Batista LF, de Oliveira GC, Serrão FV. (2017). Effects of fatigue on lower limb, pelvis and trunk kinematics and muscle activation: Gender differences. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 32, 9-14.
- Lucci S, Cortes N, Van Lunen B, Ringleb S, Onate J. (2011). Knee and hip sagittal and transverse plane changes after two fatigue protocols. *Journal of science and medicine in sport*, 14(5), 453-459.
- Mardani kivi M, A sadi M, Hagh shenas M, Rahimi moghadam R, Azizi A, Hashmi motlagh K. [Knee injuries and associated factors in athletes gilán Province]. *Journal of Guilan University of Medical Sciences* 2013; 22(87): 48-53. (In Persian)
- Menzel Hj, De Andrade Ag, Bertú F, Banja T, Müller E, Wagner H. (2017). Estimation of Center of Mass Velocity by Right Posterior Spine Iliac Landmark During Countermovement Jump. *ISBS Proceedings Archive*, 35(1), 117.
- Mercer TH, Gleeson NP, Wren K. (2003). Influence of prolonged intermittent high-intensity exercise on knee flexor strength in male and female soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 89(5), 506-508.

- Momeni KH, Kahrizi S. (2014). [The effectiveness of sand play therapy on the reduction of the aggression in preschool children], 147-157. (In Persian)
- Mostafeloo A, CHorli A, Rohani H. [Comparison of Static Stretching, massage and combination of Static Stretching and massage of lower extremity on flexibility, anaerobic power and agility performance in soccer players]. *Zahedan J Res Med Sci* 2013; 203-211. (In Persian)
- Ortiz A, Olson SL, Etnyre B, Trudelle-Jackson EE, Bartlett W, Venegas-Rios HL. (2010). Fatigue effects on knee joint stability during two jump tasks in women. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*, 24(4), 1019.
- Ouergui I, Hammouda O, Chtourou H, Gmada N, Franchini E. (2014). Effects of recovery type after a kickboxing match on blood lactate and performance in anaerobic tests. *Asian journal of sports medicin*, 5(2), 99.
- Ozmen T, Gunes GY, Dogan H, Ucar I, Willems M. (2017). The effect of kinesio taping versus stretching techniques on muscle soreness, and flexibility during recovery from nordic hamstring exercise. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(1), 41-47
- Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, Garrett WE, Beutler AI. (2009). The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: the JUMP-ACL study. *Am J Sports Med*, 37(10), 1996–2002.
- Park SW, Son SM, Lee NK. (2017). Exercise-induced muscle fatigue in the unaffected knee joint and its influence on postural control and lower limb kinematics in stroke patients. *Neural Regeneration Research*, 12(5), 765.
- Rahnama N, Reilly T, Lees A, Graham-Smith P. (2003). Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *Journal of Sport Science*, 21(11), 933-942.
- Rajabi R, Alizadeh M, Zabih hossainian M. [The investigation Prevalence, Type, and possible Causes of Sports Injuries in premier league male volleyball in iran]. 2007. (InPersian)
- Rozzi SI, Lephart SM, Fu FH. (1999). Effects of muscular fatigue on knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female athletes. *Journal of Athletic Training*, 34, 106–114.
- Shaw MY, Gribble PA, Frye JL. (2008). Ankle bracing, fatigue, and time to stabilization in collegiate volleyball athletes. *Journal of Athletic Training*, 43(2), 164-171.
- Shea K G, Grimm N L, Ewing C K, Aoki S K. (2011). Youth sports anterior cruciate ligament and knee injury epidemiology: who is getting injured? In what sports? When?. *Clinics in sports medicine*, 30(4), 691-706.
- Vuillerom N, Forestier N, Nougler V. (2002). Attentional demands and postural sway: the effect of the calf muscle fatigue. *Med Sci Sport Exerc*; 34(12): 1907-1912.