



تمرینات اصلاحی آکادمی ملی طب ورزشی (NASM) در دو محیط خشکی و آب برای اصلاح ناهنجاری زانوی پرانتری در فوتبالیست‌های جوان: یک کارآزمایی بالینی تصادفی شده

میثم نظری^{۱*}، بهنام غلامی بروجنی^۲، لیلا احمدنژاد^۳

۱. کارشناسی ارشد، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۲ و ۳. دانش‌آموخته دکتری، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان،
ایران

مقاله پژوهشی

دریافت ۱۵ آذر ۱۴۰۰؛ پذیرش ۴ دی ۱۴۰۰

واژگان کلیدی

تمرینات NASM

تعادل

فوتبال

زانوی پرانتری

چکیده

زمینه و هدف: هدف از انجام پژوهش حاضر تعیین تأثیر هشت هفته تمرینات اصلاحی NASM در دو محیط خشکی و آب بر راستای زانو، تعادل پویا، حس عمقی مفصل زانو، نمرات تست عملکردی FMS و زاویه Q فوتبالیست‌های جوان دارای ناهنجاری زانوی پرانتری بود. روش بررسی: در این پژوهش کارآزمایی بالینی تصادفی شده، ۴۵ نفر از فوتبالیست‌های دارای ناهنجاری زانوی پرانتری شرکت کردند و به‌صورت برابر و تصادفی به سه گروه کنترل (قد: $172/8 \pm 8/35$ ، وزن: $57/57 \pm 6/25$ ، BMI = $19/28 \pm 3/29$)، تمرینات NASM در خشکی (قد: $168/07 \pm 9/96$ ، وزن: $53/48 \pm 5/52$ ، BMI = $18/93 \pm 3/57$) و تمرینات NASM در آب (قد: $170/47 \pm 10/74$ ، وزن: $56/01 \pm 6/61$ ، BMI = $19/27 \pm 3/60$) تقسیم شدند. یافته‌ها: نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده افزایش معنادار نمرات آزمون عملکردی FMS و میزان زاویه Q و کاهش معنادار میزان خطای بازسازی زاویه مفصل و فاصله بین کندیل‌های داخلی مفاصل زانو متعاقب انجام تمرینات اصلاحی NASM در هر دو محیط خشکی و آب بود ($P < 0/05$)؛ اما نمرات آزمون‌های تعادل پویا تنها در تمرینات اصلاحی NASM در محیط آب به‌صورت معناداری افزایش یافت ($P < 0/05$). همچنین، تنها تفاوت معناداری در نمرات آزمون‌های تعادل پویا بین تمرینات اصلاحی NASM در محیط خشکی و آب در پس‌آزمون مشاهده شد ($P < 0/05$)؛ اما برای سایر متغیرها تفاوت معناداری وجود نداشت ($P > 0/05$). نتیجه‌گیری: با توجه به بهبود متغیرهای مورد بررسی در فوتبالیست‌های دارای زانوی پرانتری در هر دو محیط خشکی و آب، استفاده از پروتکل تمرینات اصلاحی NASM به درمانگران، متخصصین حرکات اصلاحی، مربیان و ورزشکاران رشته فوتبال جهت اصلاح ناهنجاری زانوی پرانتری توصیه می‌شود؛ هر چند که برای بهبود تعادل ایستا و پویا در این افراد انجام تمرینات اصلاحی NASM در محیط آب پیشنهاد می‌گردد.

مقدمه

فوتبال یکی از پرطرفدارترین ورزش‌های جهان است (یلفانی و همکاران، ۲۰۱۷). یکی از ناهنجاری‌های شایع در ورزشکاران رشته فوتبال زانوی پرانتری است (قندی و همکاران، ۲۰۱۲؛ آیسین و ملک‌گلو^۱، ۲۰۲۰؛ ویترو^۲ و همکاران، ۲۰۰۹) که به دلایل مختلفی همچون وراثت، پوکی استخوان، آرتروز، آسیب به صفحات رشد، پارگی رباط‌های خارجی زانو، ضعف عضلانی و کوتاهی عضلات ایجاد می‌شود (علیزاده و قیطاسی، ۲۰۱۲). ناهنجاری زانوی پرانتری به زاویه‌دار شدن بخش داخلی استخوان‌های ران و درشت‌نی در ناحیه مفصل زانو گفته می‌شود؛ به‌طوری‌که زانوها هنگام ایستادن دورتر از قوزک‌های داخلی نسبت به خط میانی بدن در صفحه فرونتال قرار می‌گیرند. همچنین زانوی پرانتری ممکن است در نتیجه اختلالات عضلانی (کوتاه‌شدن یا تقویت عضلات بخش داخلی ران و ساق پا و کشیده‌شدن یا ضعف عضلات خارج ران و ساق پا) نیز ایجاد شود. این ناهنجاری در مفصل زانو با تغییرات مختلف حرکتی اندام تحتانی در فعالیت ورزشی همراه است؛ بنابراین، متعاقب تغییرات ایجادشده ناشی از زانوی پرانتری ممکن است خطر بروز آسیب افزایش یافته و کارایی حرکتی نیز کاهش یابد (علیزاده و قیطاسی، ۲۰۱۲؛ حدادنژاد و لطافتکار، ۲۰۱۲). به نظر می‌رسد که در افراد دارای زانوی پرانتری راستای وتر عضله چهار (زاویه Q) دچار تغییر می‌شود که این مسئله باعث کاهش عملکرد این عضله می‌گردد (جانگ و دوراک^۳، ۲۰۰۴). با توجه به موارد ذکرشده، اجرای مداخلات مناسب همچون برنامه‌های تمرینی و اصلاحی جهت جلوگیری و کاهش میزان زانوی پرانتری در فوتبالیست‌ها ضروری می‌باشد.

آکادمی ملی پزشکی ورزشی آمریکا^۴ (NASM) برنامه تمرینات اصلاحی را برای بهبود عدم تعادل عضلانی، افزایش کارایی حرکتی و کاهش خطر بروز آسیب برای ناهنجاری‌های شایع ارائه دادند. این پروتکل تمرینی که با همین نام رواج یافته است شامل ۴ مرحله تکنیک‌های مهارتی یا رهاسازی مایوفاشیال، تکنیک‌های کششی یا افزایش انعطاف‌پذیری، تکنیک‌های فعال‌سازی یا تقویت

عضلات ضعیف و تکنیک‌های انسجام می‌باشد (کلارک و لاست^۵، ۲۰۱۰). تاکنون برخی مطالعات به بررسی اثرات تمرینات اصلاحی NASM پرداخته‌اند (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ یانگ^۶ و همکاران، ۲۰۱۰). برای مثال، یانگ و همکاران (۲۰۱۰) مشاهده نمودند که تمرینات اصلاحی NASM باعث کاهش انحنای قوس کمری در افراد دارای ناهنجاری لوردوز کمری می‌شوند. در یک پژوهش دیگر، فتاحی (۲۰۱۷) به بررسی تأثیر دو روش تمرینات اصلاحی رایج و NASM بر تغییرات ناهنجاری زانوی پرانتری ۴۲ نفر از دانش‌آموزان فوتبالیست پرداخت و مشاهده نمود که تمرینات اصلاحی NASM تأثیر بیشتری در کاهش فاصله بین کندیلی دارند. به‌علاوه، یلفانی و همکاران (۲۰۲۰) به مقایسه تأثیر دو روش تمرینات اصلاحی رایج و تمرینات اصلاحی NASM بر تغییرات ناهنجاری زانوی پرانتری و تعادل نوجوانان فوتبالیست پرداختند و نشان دادند که پروتکل تمرینات اصلاحی NASM تأثیر بیشتری در اصلاح عارضه زانوی پرانتری دارد؛ بنابراین، استفاده از پروتکل NASM را به درمانگران، متخصصین حرکات اصلاحی و مربیان جهت اصلاح عارضه زانوی پرانتری توصیه کردند. به هر حال، به‌دلیل پیشینه اندک، تاکنون بسیاری از ویژگی‌های انجام تمرینات اصلاحی NASM (مانند نحوه و میزان اثرگذاری این دسته از تمرینات در محیط‌های مختلفی همچون سطح زمین و یا درون استخر در فوتبالیست‌های جوان دارای زانوی پرانتری) کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. این در حالی است که تمرینات در آب می‌تواند اثرات مثبت بسیاری را بر کاهش عوارض مرتبط با ناهنجاری‌های بدنی همچون راستای بدن و سطح عملکرد داشته باشد (یلفانی و همکاران، ۲۰۱۷)؛ هرچند باید توجه شود که تمرینات در آب هزینه بر بوده و انجام تمرینات در آن دشوار می‌باشد. بنابراین، ممکن است با شناسایی اثرات تمرینات NASM در محیط خشکی و آب به نحوه اثرگذاری هر کدام پی برده و یا حتی بتوانیم در صورت اثرگذاری یکسان این دو محیط تمرینی را جایگزین یکدیگر نماییم. با توجه به مطالب ذکرشده، هدف از انجام پژوهش حاضر تعیین تأثیر هشت هفته تمرینات اصلاحی NASM در دو محیط خشکی و آب بر راستای زانو و

1. Isin & Melekoğlu

2. Witvrouw

3. Junge & Dvorak

4. National Academic of Sports Medicine (NASM)

5. Clark & Lucett

6. Yang

نحوه اجرای آزمون‌ها

اولین ارزیابی پیش از شروع تمرینات و در هفته اول شروع پژوهش انجام شد (پیش‌آزمون). متغیرهای تعادل پویا با استفاده از آزمون تعادل (Y) اندازه‌گیری شدند. برای آزمون تعادل (Y)، سه جهت (قدامی، خلفی- داخلی و خلفی- خارجی) به صورت Y و با زوایای ۱۳۵، ۱۳۵ و ۹۰ درجه نسبت به یکدیگر قرار گرفتند. پس از انجام تمرین کافی جهت یادگیری روش اجرا (حدود ۵ دقیقه و تا زمان انجام دادن درست حرکت)، شرکت‌کننده با پای برتر در مرکز دستگاه ایستاده و با پای دیگر تا آنجا که خطا نکند (پا از مرکز دستگاه حرکت نکند، روی پای که عمل دستیابی را انجام می‌دهد تکیه نکند و یا نیفتد)، در راستای خط موجود به جلو می‌رفت و سپس به حالت طبیعی روی دو پا بازمی‌گشت. فاصله نقطه دستیابی پا تا مرکز دستگاه به عنوان فاصله دستیابی اندازه‌گیری شد. شرکت‌کننده‌های با پای برتر راست آزمون را در خلاف جهت عقربه‌های ساعت و شرکت‌کننده‌ها با پای برتر چپ آزمون را در جهت عقربه‌های ساعت انجام دادند. آزمودنی در هر جهت سه بار پای خود را حرکت می‌داد و در هر مرتبه برای ثبت اندازه یک ثانیه پای خود را نگه داشت. آزمودنی ۳ ثانیه بین هر دو حرکت متوالی در هر جهت استراحت می‌کرد. تمام حرکات در یک جهت قبل از رفتن به جهت دیگر تکمیل می‌شد و بین هر دو جهت متوالی نیز ۵ دقیقه استراحت داده می‌شد. از آنجا که طول واقعی پای افراد بر فاصله دستیابی آن‌ها اثرگذار است، میانگین فاصله دستیابی به طول پای هر شرکت‌کننده تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب شد تا فاصله دستیابی به عنوان درصدی از اندازه طول پا محاسبه شود. طول واقعی پا در وضعیت خوابیده به پشت در حالی که زانوها صاف و ۱۵ سانتی‌متر فاصله مچ پاها از یکدیگر بود از خار خاصره‌ای قدامی فوقانی تا قوزک داخلی اندازه‌گیری شد (دی‌نورنهای^۲ و همکاران، ۲۰۱۳).

برای اندازه‌گیری فاصله بین دو کندیل داخلی ران شرکت‌کننده‌ها، فرد بدون کفش و جوراب در حالی که زانوها و ران‌های وی دیده می‌شد، بدون هیچ‌گونه انقباض غیرطبیعی در عضلات ناحیه ران می‌ایستاد. زانوها در حالت اکستنشن کامل قرار گرفته و قوزک‌ها و انگشت شست دو پا طوری به یکدیگر چسبیدند که استخوان کشکک زانوها به

عملکرد فوتبالیست‌های جوان نخبه دارای ناهنجاری زانوی پراتنزی بود.

روش بررسی

طرح تحقیق و آزمودنی‌ها

تحقیق حاضر یک کارآزمایی بالینی تصادفی شده با سه گروه می‌باشد. این مطالعه یک مطالعه یک‌سو کور بود که آزمونگر از شرایط گروه‌ها و پروتکل پژوهش اطلاعی نداشت. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل تمامی فوتبالیست‌های دارای ناهنجاری زانوی پراتنزی بودند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی پاور^۱ (در توان آزمون آماری ۰/۸، اندازه اثر ۰/۸ و سطح معناداری ۰/۰۵) تعداد ۱۲ نفر برای هر گروه محاسبه شد (غلامی بروجنی و یلفانی، ۲۰۱۹؛ غلامی بروجنی و همکاران، ۲۰۲۰). جهت افزایش توان آماری و جلوگیری از اثرات ریزش آزمودنی‌ها (قاسمی و همکاران، ۲۰۱۸)، تعداد ۴۵ نفر از فوتبالیست‌های دارای ناهنجاری زانوی پراتنزی انتخاب و به صورت تصادفی به سه گروه کنترل (بدون تمرین)، تمرینات NASM در خشکی و تمرینات NASM در آب تقسیم شدند. تعداد نمونه اولیه شامل ۱۲۵ نفر بوده که با توجه به معیارهای ورود و خروج در نهایت این تعداد انتخاب شد. پیش از شروع فرایند انجام آزمون‌ها طرح تحقیق حاضر در کمیته‌ی اخلاق با کد IR.BASU.REC.1400.036 ثبت گردید. تمامی مراحل این پژوهش اخلاقی بوده و مطابق با معاهده هلسینکی (۲۰۰۸) انجام شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل ورزشکاران رشته فوتبال، داشتن حداقل ۳ سال سابقه ورزش حرفه‌ای (حضور در لیگ‌های کشوری و تیم ملی)، داشتن حداقل ۳ جلسه تمرین در هفته، دامنه سنی ۱۸-۱۴ سال، فاصله بین دو اپی‌کندیل داخلی ران بیش از ۴ سانتیمتر (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰) و تکمیل فرم رضایت‌نامه شرکت در طرح پیش از انجام آزمون (توسط خودشان و والدین) بودند (غلامی بروجنی و همکاران، ۲۰۱۵؛ یلفانی و همکاران، ۲۰۱۷). معیارهای خروج از پژوهش نیز داشتن مشکلات قلبی- تنفسی، داشتن ناهنجاری در قسمت‌های دیگر بدن و یا سابقه جراحی در اندام تحتانی و یا عدم تکمیل دوره تمرینی ۸ هفته NASM در خشکی یا آب بودند.

حین حرکت و یا انجام آزمون آشکارسازی نیز آزمودنی امتیازی دریافت نمی‌کرد (پارنتئو^۲ و همکاران، ۲۰۱۴).

برای بررسی میزان عملکرد حس عمقی، آزمون بازسازی زاویه مفصل زانو استفاده شد. پس از قرار دادن گونیامتر روی زانو، فرد در وضعیت ایستاده (اکستنشن کامل مفصل زانو) قرار می‌گرفت و از وی خواسته می‌شد تا در شروع آزمون پای غیرغالب خود را در حدی با زمین تماس دهد که فقط بتواند تعادل خود را به راحتی حفظ نماید. از آزمودنی همچنین خواسته می‌شد سر خود را صاف نگه دارد (برای جلوگیری از تحریک سیستم وستیبولار) و تنه را به سمت عقب یا جلو متمایل نکند (برای یکسان بودن گشتاورهای ایجادشده در مفاصل اندام تحتانی در همه افراد). سپس، در حالی که چشمان فرد مورد آزمایش بسته بود از وی خواسته می‌شد مفصل زانوی خود را خم کند. وقتی زانو به زاویه ۳۰ درجه فلکشن می‌رسید، دستور توقف داده می‌شد و سپس از او خواسته می‌شد تا آن زاویه را به مدت ۵ ثانیه حفظ نماید. سپس پا به وضعیت شروع حرکت باز می‌گشت و بعد از هفت ثانیه زاویه مجدداً به مدت ۵ ثانیه بازسازی می‌شد. اختلاف زاویه آزمون و بازسازی به عنوان خطای مطلق در نظر گرفته شد. منظور از خطای مطلق، میزان انحراف از زاویه هدف در بازسازی زاویه‌ای حرکت بدون احتساب جهت انحراف (مثبت و یا منفی) بود (شفیع‌پور و شجاع‌الدین، ۲۰۱۴).

برنامه تمرینات اصلاحی

بعد از انجام مرحله پیش‌آزمون و در طول دوره ۸ هفته، گروه کنترل بدون ارائه برنامه تمرین اصلاحی باقی ماند. برنامه تمرینی گروه‌های تجربی به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۴۵-۳۰ دقیقه انجام شد. گروه تمرینات در خشکی برنامه تمرینی خود را تحت نظر پژوهشگر در سالن ورزشی شامل دویدن نرم و آرام برای گرم کردن و انجام سایر تمرینات مورد نظر پژوهشگر انجام دادند. گروه تمرینات در آب نیز برنامه تمرینی خود را شامل راهپیمایی آرام در آب به مدت ۵ دقیقه برای گرم کردن بدن، تمرینات کششی، تمرینات تقویتی، تمرینات کششی و نهایتاً راهپیمایی آرام ۵ دقیقه‌ای در آب برای سرد کردن تدریجی بدن در استخر با دمای حدود ۲۸-۳۰ درجه سانتی‌گراد انجام دادند. برای بهره گرفتن از خواص آب،

سمت روبه‌رو باشد. در این حالت فاصله بین دو کندیل داخلی ران‌ها (فوق لقمه داخلی ران) با استفاده از کولیس و یا کالیپر مخصوص اندازه‌گیری و ثبت شد. نحوه اندازه‌گیری زاویه Q با گونیامتر نیز این‌گونه بود که شرکت‌کننده با شورت ورزشی و بدون هرگونه انقباض به حالت طاق‌باز روی تخت معاینه خوابیده و آزمونگر ابتدا نقاط آناتومیکی را برای نشان‌گذاری مشخص کرد. نقاط خار خاصره‌ای قدامی فوقانی روی لگن، تکه استخوان درشت‌نی روی قسمت فوقانی استخوان درشت‌نی و مرکز کشکک با ماژیک علامت‌گذاری شد. آزمونگر مرکز گونیامتر یونیورسیال را روی مرکز کشکک قرار می‌داد، بازوی بزرگ گونیامتر در امتداد و یا روی نشان لگنی قرار می‌گرفت و بازوی کوچک آن بر روی نشان تکه استخوان درشت‌نی قرار داده می‌شد. در صورت تطابق دقیق محور و بازوهای گونیامتر با نشان‌ها، زاویه گونیامتر توسط آزمونگر خوانده شده و ثبت می‌شد. این عمل سه بار توسط آزمونگر برای پای برتر شرکت‌کننده‌ها انجام شد و میانگین اعداد به دست آمده در فرم ثبت گردید (گلیپایگانی و همکاران، ۲۰۱۸).

در این تحقیق از آزمون عملکردی FMS کوک^۱ و همکاران (۲۰۰۶) استفاده شد. افراد در صورت انجام صحیح و بدون حرکات جبرانی آزمون‌های اسکوات عمیق (با ننگه داشتن چوب موازنه در پشت سر و حرکت تا هنگام موازی شدن بالاتنه با درشت‌نی و ران‌ها با زمین)، گام از روی مانع (آزمون با هر دو پا و با ننگه داشتن چوب موازنه در پشت سر)، آزمون لانچ (با ننگه داشتن چوب موازنه با هر دو دست در تماس با پشت بدن و آزمون با هر دو پا)، دامنه حرکتی شانه (با دست‌های مشت‌شده، مشت دست راست از بالای سر به سمت پایین و هم‌زمان مشت دست چپ از پشت کمر به سمت بالا حرکت داده می‌شد)، بالا بردن مستقیم پا به صورت فعال (حرکت صرفاً از مفصل ران انجام می‌شد)، شنای پایداری تنه (در موقعیت شنا روی دست‌ها، حرکت صرفاً از طریق خم کردن مفصل آرنج و بدون خم کردن تنه یا زانوها انجام می‌شد) و آزمون پایداری چرخشی (در حالت چهار دست و پا روی زمین و به صورت دوطرفه) ۸ امتیاز و در صورت انجام حرکت با حرکات جبرانی ۲ امتیاز کسب می‌کردند. ناتوانی در انجام حرکت بدون حرکات جبرانی یک امتیاز برای فرد به همراه داشت. در صورت احساس درد

طول نیز جهت کشش عضلات و بافت همبند کوتاه شده است و مدت زمان کشش از ۱۰ ثانیه در هفته‌های اول شروع و به ۳۰ ثانیه در هفته‌های آخر رسید (طبق اصل اضافه بار). تکنیک فعال‌سازی جهت تحریک یا بازآموزی بافت عضلانی - وتری کم‌فعال به کار می‌رود. این تمرینات با ۱۵-۱۰ تکرار و هر تکرار شامل ۲-۱ ثانیه، حفظ انقباض برون‌گرا در پایان دامنه حرکتی و چهار ثانیه حفظ انقباض برون‌گرا (اکسنتریک) اجرا شدند (از پایه ۵ حرکت افزایش تدریجی به ۱۰ حرکت بر حسب توانایی). در نهایت، تکنیک انسجام (بخش نهایی زنجیره حرکات اصلاحی) از طریق حرکات عملکردی پیش‌رونده و منسجم پویا و جهت بازآموزی و هماهنگی عملکرد عصبی - عضلانی انجام شد. تمرینات این بخش بر همکاری عضلات پایدارکننده و حرکتی بدن تأکید داشت (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰).

حرکت در حالتی انجام می‌گرفت که اندام تحتانی تماماً در آب قرار داشت. همچنین، حفظ وضعیت قائم بدن در انجام حرکات و راهپیمایی الزامی بود. پس از پایان ۸ هفته و در مرحله پس‌آزمون، متغیرهای وابسته مجدداً به همان روش مرحله اول مورد اندازه‌گیری قرار می‌گرفتند.

پروتکل تمرینات اصلاحی NASM شامل چهار مرحله تکنیک‌های مهارتی، کشش، فعال‌سازی و انسجام است (جدول ۱). تکنیک مهار جهت کاهش فعالیت بیش از حد بافت عصبی، عضلانی، وتری است و با فشار مداوم یک شیء با شدت، میزان و مدت خاص انجام می‌شود (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰). برای این کار، در محیط خشکی و همچنین در محیط آب از فوم غلتان استفاده شد؛ به طوری که فوم غلتان به مدت ۳۰ ثانیه روی ناحیه مورد نظر (عضلات کوتاه شده شامل نیم غشایی و نیم وتری و عضلات نزدیک کننده) حرکت داده شد. تکنیک افزایش

جدول ۱: پروتکل تمرینات اصلاحی NASM

تکنیک‌های NASM	تعداد و نوبت	تکرار	نوبت
مهار	۳ روز در هفته	۱-۴ تکرار	۹۰-۳۰ ثانیه روی نقاط ماشه‌ای
افزایش طول	۳ روز در هفته	۱-۳ تکرار	۲۰-۳۰ ثانیه
فعال‌سازی	۳ روز در هفته	۱۰-۱۵ تکرار	۲ ثانیه حفظ انقباض ایزومتریک در پایان دامنه حرکتی و ۴ ثانیه حفظ انقباض برون‌گرا
انسجام	۳ روز در هفته	۱۰-۱۵ تکرار	به طور آرام و کنترل شده

تمرینی مختلف استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ تجزیه و تحلیل شدند ($\alpha=0/05$).

یافته‌ها

مقایسه مشخصات دموگرافیکی افراد، نتایج آزمون آماری تجزیه و تحلیل واریانس یک‌راهه نشان داد که هیچ تفاوت معناداری در میزان سن، وزن، قد و ترکیب بدنی بین افراد ۳ گروه وجود ندارد ($P>0/05$) (جدول ۲).

روش‌های آماری

ابتدا با استفاده از آزمون آماری شاپیرو-ویلک^۱ از طبیعی بودن توزیع داده‌های هر گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون اطمینان حاصل شد. از آزمون آماری تجزیه و تحلیل واریانس یک‌راهه^۲ برای مقایسه مشخصات دموگرافیکی افراد ۳ گروه (در صورت معناداری آزمون تعقیبی توکی^۳ جهت شناسایی گروه‌های دارای اختلاف معنادار) و از آزمون آماری تی وابسته^۴ (به همراه محاسبه اندازه اثر کوهن^۵) برای مقایسه متغیرهای وابسته بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده گردید. همچنین، از آزمون آماری تجزیه و تحلیل کوواریانس^۶ برای مقایسه میزان اثرگذاری بین پروتکل‌های

1. Shapiro-Wilk
2. One-way Analysis of Variance (ANOVA)
3. Tukey
4. Dependent T
5. Cohen Effect Size
6. Analysis of Covariance (ANCOVA)

جدول ۲: مشخصات دموگرافیکی افراد شرکت کننده در این پژوهش

ویژگی	گروه کنترل	گروه تمرین در خشکی	گروه تمرین در آب
سن (بر حسب سال)	۱۵/۹۳ ± ۱/۶۵	۱۶/۸۰ ± ۱/۴۹	۱۶/۵۳ ± ۱/۳۳
وزن (بر حسب کیلوگرم)	۵۷/۵۷ ± ۶/۲۵	۵۳/۴۸ ± ۵/۵۲	۵۶/۰۱ ± ۶/۶۱
قد (بر حسب سانتی متر)	۱۷۲/۸ ± ۸/۳۵	۱۶۸/۰۷ ± ۹/۹۶	۱۷۰/۴۷ ± ۱۰/۷۴
ترکیب بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۱۹/۲۸ ± ۳/۲۹	۱۸/۹۳ ± ۳/۵۷	۱۹/۲۷ ± ۳/۶۰

اثرگذاری تمرینات اصلاحی NASM بر نمرات آزمون عملکردی، زاویه Q، حس عمقی مفصل و فاصله بین کندیلی: نتایج آزمون تی وابسته تفاوت معناداری را برای نمرات آزمون FMS در گروه تمرین در خشکی ($t=-۴/۲۳۷$) و $P=۰/۰۰۱$ با اندازه اثر $۰/۹۴۵$) و تمرین در آب ($t=-۳/۳۰۰$) و $t=۰/۰۰۵$ با اندازه اثر $۰/۶۹۴$)، مقادیر زاویه Q در گروه تمرین در خشکی ($t=-۳/۸۰۶$) و $P=۰/۰۰۲$ با اندازه اثر $۰/۴۸۷$) و تمرین در آب ($t=۲/۶۶۱$) و $P=۰/۰۱۹$ با اندازه اثر $۰/۷۰۹$)، میزان حس عمقی مفصل در گروه تمرین در خشکی ($t=۲/۳۸۴$) و $P=۰/۰۳۲$ با اندازه اثر $۰/۵۳۲$) و تمرین در آب ($t=۳/۱۳۶$) و $P=۰/۰۰۷$ با اندازه اثر $۰/۶۱۱$) و نمرات فاصله بین کندیلی در گروه تمرین در خشکی ($t=۵/۲۱۳$) و

$P=۰/۰۰۱$ با اندازه اثر $۱/۱۷۳$) و تمرین در آب ($t=۳/۸۱۶$) و $P=۰/۰۰۲$ با اندازه اثر $۰/۶۴۱$) بین پیش و پس آزمون نشان داد (جدول ۳). از طرف دیگر، نتایج آزمون تجزیه و تحلیل کوواریانس یکراهه نشان داد که با در نظر گرفتن نمرات پیش آزمون، تفاوت معناداری در نمرات آزمون عملکردی FMS افراد گروه کنترل و تمرین در خشکی و افراد گروه کنترل و تمرین در آب، میزان زاویه Q افراد گروه کنترل و تمرین در خشکی و همچنین گروه کنترل و تمرین در آب، میزان حس عمقی مفصل افراد گروه کنترل و تمرین در آب و نهایتاً مقدار فاصله بین کندیلی افراد گروه کنترل و تمرین در خشکی و همچنین افراد گروه کنترل و تمرین در آب در پس آزمون مشاهده شد ($P<۰/۰۵$) (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج آزمون تجزیه و تحلیل کوواریانس یکراهه جهت شناسایی اثر انواع تمرین بر سایر متغیرهای وابسته

جهت	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	مقدار F	مقدار P	اندازه اثر
نمرات آزمون عملکردی FMS	کنترل	۱۶/۸۷ ± ۳/۵۲	۱۵/۸۷ ± ۳/۶۶	۷/۵۷۷	۰/۰۱۰*	۰/۲۱۹
	تمرین در خشکی	۱۵/۰۷ ± ۳/۷۵ [#]	۱۸/۶۷ ± ۳/۸۷ [#]			
مقدار زاویه Q	کنترل	۱۶/۸۷ ± ۳/۵۲	۱۵/۸۷ ± ۳/۶۶	۶/۶۰۵	۰/۰۱۶*	۰/۱۹۷
	تمرین در آب	۱۶/۱۳ ± ۳/۷۴ [#]	۱۸/۷۱ ± ۳/۵۸ [#]			
حس عمقی مفصل	تمرین در خشکی	۱۵/۰۷ ± ۳/۷۵ [#]	۱۸/۶۷ ± ۳/۸۷ [#]	۰/۴۱۵	۰/۵۲۵	۰/۰۱۵
	تمرین در آب	۱۶/۱۳ ± ۳/۷۴ [#]	۱۸/۷۱ ± ۳/۵۸ [#]			
فاصله بین کندیلی	کنترل	۱۰/۲۱ ± ۲/۰۴	۹/۸۵ ± ۱/۸۳	۴/۲۶۰	۰/۰۴۹*	۰/۱۳۶
	تمرین در خشکی	۹/۶۹ ± ۲/۲۱ [#]	۱۰/۸۳ ± ۲/۴۷ [#]			
فاصله بین کندیلی	کنترل	۱۰/۲۱ ± ۲/۰۴	۹/۸۵ ± ۱/۸۳	۵/۹۳۶	۰/۰۲۲*	۰/۱۸۰
	تمرین در آب	۹/۹۵ ± ۲/۰۳ [#]	۱۱/۳۶ ± ۱/۹۵ [#]			
فاصله بین کندیلی	تمرین در خشکی	۹/۶۹ ± ۲/۲۱ [#]	۱۰/۸۳ ± ۲/۴۷ [#]	۰/۳۳۶	۰/۵۶۷	۰/۰۱۲
	تمرین در آب	۹/۹۵ ± ۲/۰۳ [#]	۱۱/۳۶ ± ۱/۹۵ [#]			
فاصله بین کندیلی	کنترل	۴/۹۵ ± ۱/۰۷	۵/۴۰ ± ۱/۲۱	۳/۲۱۴	۰/۰۸۴	۰/۱۰۶
	تمرین در خشکی	۵/۵۸ ± ۱/۲۸ [#]	۴/۹۶ ± ۱/۰۵ [#]			
فاصله بین کندیلی	کنترل	۴/۹۵ ± ۱/۰۷	۵/۴۰ ± ۱/۲۱	۶/۵۱۸	۰/۰۱۷*	۰/۱۹۴
	تمرین در آب	۵/۲۷ ± ۱/۱۹ [#]	۴/۶۱ ± ۰/۰۹ [#]			
فاصله بین کندیلی	تمرین در خشکی	۵/۵۸ ± ۱/۲۸ [#]	۴/۹۶ ± ۱/۰۵ [#]	۰/۳۸۷	۰/۵۳۹	۰/۰۱۴
	تمرین در آب	۵/۲۷ ± ۱/۱۹ [#]	۴/۶۱ ± ۰/۰۹ [#]			
فاصله بین کندیلی	کنترل	۳/۹۱ ± ۰/۳۱	۳/۹۹ ± ۰/۳۵	۱۵/۳۳۲	۰/۰۰۱*	۰/۳۶۲
	تمرین در خشکی	۴/۰۲ ± ۰/۳۴ [#]	۳/۵۸ ± ۰/۴۱ [#]			

۰/۳۰۸	۰/۰۰۲*	۱۱/۹۹۰	۳/۹۹ ± ۰/۳۵	۳/۹۱ ± ۰/۳۱	کنترل
			۳/۶۰ ± ۰/۳۷#	۳/۸۵ ± ۰/۴۳#	تمرین در آب
۰/۰۶۸	۰/۱۷۳	۱/۹۵۶	۳/۵۸ ± ۰/۴۱#	۴/۰۲ ± ۰/۳۴#	تمرین در خشکی
			۳/۶۰ ± ۰/۳۷#	۳/۸۵ ± ۰/۴۳#	تمرین در آب

واحد نمرات آزمون عملکردی FMS بر حسب نمره، مقدار زاویه Q و حس عمقی بر حسب درجه و فاصله بین کندیلی سانتی‌متر است. علامت # نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سطح ۰/۰۵ است. علامت * نشان‌دهنده مقدار معنادار P در سطح ۰/۰۵ است.

اثرگذاری بین گروه کنترل و تمرین در آب و همچنین بین گروه تمرین در خشکی و گروه کنترل در جهت قدامی، گروه‌های تمرین در خشکی و در آب در جهت قدامی، گروه‌های کنترل و تمرین در آب در جهت خلفی-داخلی و نهایتاً گروه‌های تمرین در خشکی و آب در جهت خلفی-داخلی در نمرات آزمون تعادل پویا وجود دارد ($P < 0/05$) (جدول ۴).

اثرگذاری تمرینات اصلاحی NASM بر تعادل پویا: نتایج آزمون تی وابسته تفاوت معناداری را برای نمرات آزمون تعادل پویا در جهت قدامی در گروه تمرین در آب ($t = -7/425$ و $P = 0/001$ با اندازه اثر ۰/۸۸۶) و تعادل پویا در جهت خلفی-داخلی در گروه تمرین در آب ($t = -4/500$ و $P = 0/001$ با اندازه اثر ۰/۵۲۸) بین پیش و پس آزمون نشان داد (جدول ۴). از طرف دیگر، نتایج آزمون تجزیه و تحلیل کوواریانس یک‌راهه نشان داد که تفاوت معناداری در میزان

جدول ۴: نتایج آزمون تجزیه و تحلیل کوواریانس یک‌راهه جهت شناسایی اثر انواع تمرین بر آزمون تعادل پویا

اندازه اثر	مقدار P	مقدار F	پس آزمون	پیش آزمون	گروه	جهت
۰/۰۰۴	۰/۷۵۲	۰/۱۰۲	۴۷/۹۴ ± ۸/۰۴	۵۰/۰۵ ± ۱۰/۰۴	کنترل	
			۴۸/۴۵ ± ۹/۱۵	۴۸/۷۲ ± ۹/۵۹	تمرین در خشکی	
۰/۳۱۹	۰/۰۰۱*	۱۲/۶۲۵	۴۷/۹۴ ± ۸/۰۴	۵۰/۰۵ ± ۱۰/۰۴	کنترل	تعادل پویا (جهت قدامی)
			۵۷/۱۲ ± ۱۱/۵۸#	۴۷/۸۷ ± ۹/۳۱#	تمرین در آب	
۰/۳۱۷	۰/۰۰۱*	۱۲/۵۰۹	۴۸/۴۵ ± ۹/۱۵	۴۸/۷۲ ± ۹/۵۹	تمرین در خشکی	
			۵۷/۱۲ ± ۱۱/۵۸#	۴۷/۸۷ ± ۹/۳۱#	تمرین در آب	
۰/۱۸۴	۰/۰۲۰*	۶/۰۷۱	۵۸/۲۹ ± ۱۰/۸۲	۶۳/۲۱ ± ۱۲/۰۸	کنترل	
			۶۸/۶۳ ± ۱۰/۸۹	۶۶/۲۵ ± ۱۰/۲۷	تمرین در خشکی	
۰/۱۹۶	۰/۰۱۶*	۶/۵۸۹	۵۸/۲۹ ± ۱۰/۸۲	۶۳/۲۱ ± ۱۲/۰۸	کنترل	تعادل پویا (جهت خلفی-داخلی)
			۶۷/۳۱ ± ۱۲/۲۵#	۶۱/۵۷ ± ۹/۵۰#	تمرین در آب	
۰/۱۰۵	۰/۰۸۷	۳/۱۵۶	۶۸/۶۳ ± ۱۰/۸۹	۶۶/۲۵ ± ۱۰/۲۷	تمرین در خشکی	
			۶۷/۳۱ ± ۱۲/۲۵#	۶۱/۵۷ ± ۹/۵۰#	تمرین در آب	
۰/۰۵۷	۰/۲۱۱	۱/۶۳۸	۵۳/۱۹ ± ۱۰/۵۵	۵۶/۳۰ ± ۹/۰۸	کنترل	
			۵۷/۵۳ ± ۱۲/۲۹	۵۴/۵۱ ± ۱۰/۸۶	تمرین در خشکی	
۰/۰۹۷	۰/۱۰۱	۲/۸۸۸	۵۳/۱۹ ± ۱۰/۵۵	۵۶/۳۰ ± ۹/۰۸	کنترل	تعادل پویا (جهت خلفی-خارجی)
			۵۳/۲۶ ± ۱۰/۳۵	۵۹/۱۴ ± ۱۱/۳۵	تمرین در آب	
۰/۰۰۶	۰/۶۸۷	۰/۱۶۶	۵۷/۵۳ ± ۱۲/۲۹	۵۴/۵۱ ± ۱۰/۸۶	تمرین در خشکی	
			۵۳/۲۶ ± ۱۰/۳۵	۵۹/۱۴ ± ۱۱/۳۵	تمرین در آب	

واحد نمرات آزمون تعادل پویا بر حسب سانتی‌متر است. علامت # نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سطح ۰/۰۵ است. علامت * نشان‌دهنده مقدار معنادار P در سطح ۰/۰۵ است.

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که متعاقب انجام تمرینات اصلاحی در خشکی و آب، نمرات آزمون عملکردی FMS و زاویه Q افزایش و خطای حس عمقی مفصل و فاصله بین کندیلی کاهش معناداری می‌یابند ($p < 0/05$). این نتایج با نتایج مطالعات گلپایگانی و همکاران (۲۰۱۸) و یلفانی و همکاران (۲۰۲۰) همسو است. برای مثال، یلفانی و همکاران (۲۰۲۰) مشاهده نمودند که انجام پروتکل تمرینات NASM باعث اثربخشی مثبت معناداری بر تغییرات ناهنجاری زانوی پرانتری نوجوانان فوتبالیست می‌شود. در مقابل، مطالعه‌ای که نتایج آن با نتایج مطالعه حاضر ناهمسو باشد، توسط ما یافت نشد. به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که انجام تمرینات اصلاحی NASM در خشکی و آب باعث بهبود عملکرد فوتبالیست‌های دارای زانوی پرانتری می‌شود. در همین زمینه، حدادنژاد و لطافت‌کار (۲۰۱۱) نشان دادند که اختلاف معناداری بین دو گروه افراد سالم و دارای ناهنجاری زانوی پرانتری در آزمون‌های پرش عمودی، اسکات تک‌پا، آزمون لی لی تک‌پا وجود دارد و وجود ناهنجاری زانوی پرانتری باعث تضعیف اجرا در فوتبالیست‌های نوجوان می‌شود. به‌هرحال، مربیان و ورزشکاران رشته فوتبال می‌توانند با اقدامات لازم و بهبود برنامه‌های تمرینی و اصلاحی اثرات منفی ناهنجاری زانوی پرانتری را کاهش دهند که توجه به نتایج پژوهش حاضر و شناسایی پروتکل‌های تمرینات اصلاحی می‌تواند برای ورزشکاران مفید واقع شود. با توجه به بهبود عملکرد فوتبالیست‌های دارای زانوی پرانتری در هر دو محیط خشکی و آب که در پژوهش حاضر مشاهده شد، استفاده از پروتکل تمرینات اصلاحی NASM به درمانگران، متخصصین حرکات اصلاحی، مربیان و ورزشکاران رشته فوتبال جهت اصلاح ناهنجاری زانوی پرانتری توصیه می‌شود.

از طرف دیگر، در پژوهش حاضر تفاوت معناداری در نمرات آزمون عملکردی FMS، زاویه Q، حس عمقی مفصل و فاصله بین کندیلی بین گروه تمرین در خشکی و آب در پس‌آزمون مشاهده نشد و هر دو نوع مداخله تمرینی اثرات تقریباً یکسانی بر این متغیر ایجاد نمودند ($p > 0/05$). با توجه به عدم وجود تفاوت‌های معنادار بین انجام تمرینات اصلاحی NASM در دو محیط خشکی و آب، چنین

استنباط می‌شود که استفاده و یا جایگزینی این پروتکل‌ها نسبت به یکدیگر در فوتبالیست‌های دارای زانوی پرانتری قابل انجام است. متأسفانه با مرور پیشینه پژوهش، مطالعه‌ای که به بررسی و مقایسه اثرات انجام تمرینات اصلاحی NASM در دو محیط خشکی و آب پرداخته باشد، توسط ما یافت نشد. از آنجا که در پژوهش حاضر تغییرات موجود بین نحوه انجام تمرینات اصلاحی NASM در خشکی و آب مورد بررسی قرار نگرفت، مطالعه آتی جهت شناسایی هرچه دقیق‌تر این تفاوت‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

به‌علاوه، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که نمرات آزمون تعادل ایستا و تعادل پویا در جهت‌های قدامی و خلفی-داخلی تنها متعاقب انجام تمرینات اصلاحی در آب افزایش معناداری می‌یابد ($P < 0/05$). این نتایج با نتایج مطالعات پارک^۱ و همکاران (۲۰۱۷)، گلپایگانی و همکاران (۲۰۱۸) و یلفانی و همکاران (۲۰۲۰) همسو است. برای مثال، یلفانی و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که تمرینات NASM باعث اثربخشی مثبت معنادار بر تعادل نوجوانان فوتبالیست می‌شود و می‌تواند جهت اصلاح ناهنجاری زانوی پرانتری آنها مورد استفاده قرار بگیرد. در مقابل، مطالعه‌ای که نتایج آن با نتایج مطالعه حاضر ناهمسو باشد، توسط ما یافت نشد. تاکنون مطالعات متعددی نشان داده‌اند که ناهنجاری زانوی پرانتری اثرات منفی بر تعادل افراد دارد و از این طریق خطر بروز صدمات را افزایش می‌دهد (بختیاری و همکاران، ۲۰۱۲؛ هیندل^۲ و همکاران، ۲۰۱۲؛ درشاید و مالون^۳، ۲۰۱۴). برای مثال، هیندل و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که ناهنجاری‌های زانو می‌تواند توزیع طبیعی وزن را در این مفصل تغییر داده و باعث افزایش نوسانات پاسچر و کاهش ناپایداری بدن شود. با توجه به بهبود تعادل ایستای فوتبالیست‌های دارای زانوی پرانتری در محیط آب که در پژوهش حاضر مشاهده شد، استفاده از پروتکل تمرینات اصلاحی NASM در آب به درمانگران، متخصصین حرکات اصلاحی، مربیان و ورزشکاران رشته فوتبال جهت بهبود تعادل در ورزشکاران فوتبال مبتلا به زانوی پرانتری توصیه می‌شود.

از طرف دیگر، در پژوهش حاضر تفاوت معناداری در

1. Park
2. Hindle
3. Derscheid & Malone

محیط‌های خشکی و آب بتواند تا حدود زیادی سازوکار تغییرات ایجاد شده را مشخص نماید. به‌علاوه، پیشنهاد می‌شود تا در مطالعات آتی اثر استفاده از تمرینات اصلاحی NASM در محیط‌های خشکی و آب بر سایر متغیرهای مرتبط با افراد دارای ناهنجاری زانوی پرانتزی (مانند سطح فعالیت عضلات و غیره) و یا بین ورزشکاران سطح مبتدی و نخبه بررسی شود تا جنبه‌های دیگر این نوع تمرینات مشخص گردد.

نتیجه‌گیری

با توجه به بهبود متغیرهای مورد بررسی در فوتبالیست‌های دارای زانوی پرانتزی در هر دو محیط خشکی و آب، استفاده از پروتکل تمرینات اصلاحی NASM به درمانگران، متخصصین حرکات اصلاحی، مربیان و ورزشکاران رشته فوتبال جهت اصلاح ناهنجاری زانوی پرانتزی توصیه می‌شود. اگرچه برای بهبود تعادل ایستا و پویا در این دسته از افراد انجام تمرینات اصلاحی NASM در محیط آب را به دلیل اثر بخشی بیشتر، پیشنهاد می‌کنیم ولی با توجه به تأثیر این تمرینات در محیط خشکی و این‌که ممکن است دسترسی به استخرها و محیط آب برای برخی از مربیان دشوار باشد، می‌توان از اثرات این تمرینات در محیط خشکی نیز سود برد.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از کمک‌ها و راهنمایی‌های جناب آقای دکتر علی یلفانی در تمامی مراحل پژوهش قدردانی می‌شود. همچنین از تمامی شرکت‌کننده‌هایی که در انجام این تحقیق با ما همکاری نمودند، صمیمانه سپاسگزاریم.

نمرات آزمون تعادل پویا در جهت قدامی بین گروه تمرین در خشکی و آب در پس‌آزمون مشاهده شد. این نتایج با نتایج مطالعه محمدی و همکاران (۲۰۱۵) ناهمسو است؛ زیرا اگرچه آن‌ها اثرات تمرینات اصلاحی NASM را بررسی نکردند، اما نشان دادند که بین دو روش تمرینات عصبی-عضلانی و اصلاحی (هر دو به مدت ۶ هفته) تفاوت معناداری در میزان اثرگذاری بر تعادل پویای پسران دارای زانوی پرانتزی وجود ندارد. از دلایل ایجاد این تناقض در نتایج می‌توان به تغییر در نحوه پروتکل تمرینات (مانند اجرای ۶ هفته در مقابل ۸ هفته) و نوع اجرای پروتکل‌ها (مانند تمرینات عصبی-عضلانی در مقابل تمرینات اصلاحی NASM در محیط‌های خشکی و آب) اشاره نمود. از طرف دیگر، عباسی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که تمرینات تعادلی در آب با تأثیر بر عملکرد عصبی - عضلانی احتمال افتادن مردان سالمند را کاهش داده و پس از دوره‌های بی‌تمرینی ماندگارتر هستند. علاوه بر احتمال ماندگارتر بودن اثرات تمرین در محیط آب نسبت به خشکی، به‌نظر می‌رسد که انجام تمرینات اصلاحی در یک محیط ناپایدار همچون محیط استخر باعث درگیرنمودن هرچه بیشتر دستگاه‌های کنترل تعادل (دستگاه عصبی - مرکزی، اجزای گوش داخلی و گیرنده‌های حس عمقی) افراد شده و از این طریق تعادل افراد دارای زانوی پرانتزی را بیشتر تقویت می‌کند. با توجه به وجود تفاوت‌های معنادار بین انجام تمرینات اصلاحی NASM در دو محیط خشکی و آب، تنها انجام تمرینات اصلاحی NASM در محیط آب جهت بهبود تعادل پویای فوتبالیست‌های دارای زانوی پرانتزی توصیه می‌شود.

باید توجه داشت که ممکن است بررسی نحوه تغییرات حرکتی حین انجام تمرینات اصلاحی NASM در

References

- Yalfani, A., Ahmadnezhad, L., & Gholami Borujeni, B. (2017). "The Immediate Effect of Balance Training on Ankle Joint Proprioception in Soccer Players". *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*, 6(3): 36-43. (In Persian)
- Ghandi, A. R., Hadi, H. A., Behruzi, A. R., & Holakooie, A. R. (2012). "The prevalence of genu-varum in students aged 7-16 in Arak city". *J Arak Uni Med Sci*, 15(4): 63-68. (In Persian)
- İsm, A., & Melekoğlu, T. (2020). "Genu varum and football participation: Does football participation affect lower extremity alignment in adolescents?", *The Knee*, 27(6): 1801-1810.
- Witvrouw, E., Danneels, L., Thijs, Y., Cambier, D., & Bellemans, J. (2009). "Does soccer participation lead to genu varum?". *Knee surgery, sports*

- traumatology, arthroscopy, 17(4): 422-427.
- Alizadeh MH., & Gheitasi M. (2012). *Basic Concepts of Corrective Movements*. Research Institute of Physical Education and Sports Sciences. (In Persian)
- Hadadnezhad, M., & Letafatkar, A. (2011). "The relationship between genu varum abnormality and lower extremity's performance and strength in teenage footballers". *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*, 7(2):188-196. (In Persian)
- Junge, A., & Dvorak, J. (2004). "Soccer injuries", *Sports medicine*, 34 (13): 929-938.
- Clark, M., & Lucett, S. (Eds.). (2010). *NASM essentials of corrective exercise training*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Yalfani, A., Givaki, M., & Ashoury, H. (2020). "Comparison of the Effect of Two Kinds of the Common and the NASM Corrective Exercises on the Changes of Genu Varum Deformity and Balance of Adolescent Soccer Players; A mixed method study". *Journal of Qualitative Research in Health Sciences*, 8(2): 14-30. (In Persian)
- Yang, N. H., Nayeb-Hashemi, H., Canavan, P. K., & Vaziri, A. (2010). "Effect of frontal plane tibiofemoral angle on the stress and strain at the knee cartilage during the stance phase of gait". *Journal of Orthopaedic Research*, 28 (12): 1539-1547.
- Yalfani, A., Ahmadnezhad, L., Gholami, B., & Mayahi, F. (2017). "The effect of six-weeks aquatic exercise therapy on static balance, function of trunk and pelvic girdle muscles, pain, and disability in woman with chronic low back pain". *Iranian Journal of Health Education and Health Promotion*, 5(4): 288-295. (In Persian)
- Gholami-Borujeni, B., & Yalfani, A. (2019). "Reduction of postural sway in athletes with chronic low back pain through eight weeks of inspiratory muscle training: a randomized controlled trial". *Clinical Biomechanics*, 69: 215-220.
- Gholami-Borujeni, B., Yalfani, A., & Ahmadnezhad, L. (2020). "Eight-Week Inspiratory Muscle Training Alters Electromyography Activity of the Ankle Muscles During Overhead and Single-Leg Squats: A Randomized Controlled Trial". *Journal of Applied Biomechanics*, 37(1): 13-20.
- Ghasemi, M. H., Anbarian, M., & Esmaeili, H. (2018). "Effect of various foot wedge conditions on the electromyographic activity of lower extremity muscles during load lifting". *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 28(4): 213-219.
- Golpayegani, M., Alvani, I., Shahrjerdi, S., & Omidi Boroujeni, MJ. (2018). "The effect of corrective exercises on angle q in patients with sciatica nerve pain". In: 5th International Conference on Sports Sciences. Tehran, Iran. (In Persian)
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006). "Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 1". *North American journal of sports physical therapy*, 1(2): 62-72.
- Parenteau-G, E., Gaudreault, N., Chambers, S., Boisvert, C., Grenier, A., Gagné, G., & Balg, F. (2014). "Functional movement screen test: a reliable screening test for young elite ice hockey players". *Physical Therapy in Sport*, 15(3):169-175.
- Shafipour, A., & Shujaoldin SS. (2014). "Comparison of the sense of knee joint position in male soccer players, volleyball players and non-athletes". *J Shahrekord Univ Med Sci*, 16(43): 33-42. (In Persian)
- Park, S. R., Ro, H. L., & Namkoong, S. (2017). "The effect of stretching and elastic band exercises knee space distance and plantar pressure distribution during walking in young individuals with genu varum". *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*, 12(1): 83-91.
- Bakhtiaty, A. H., Fatemi, E., & Rezasoltani, A. (2012). "Genu varum deformity may increase postural sway and falling risk". *Koomesh*, 13(3): 330-337. (In Persian)
- Hindle, K. B., Whitcomb, T. J., Briggs, W. O., & Hong, J. (2012). "Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF): Its mechanisms and effects on range of motion and muscular function". *Journal of human kinetics*, 31: 105-12.
- Derscheid, G., & Malone, T. (2014). "Knee disorders". *Phys Ther*, 60(12): 1582-9.
- Mohammadi, MR., Vazifeh Doost, A., & Damavandi, M. (2015). "The effect of six weeks of neuromuscular training and corrective training on the dynamic balance of boys with braced knees". In: 8th International Conference of Physical Education and Sports Science. Tehran, Iran. (In Persian)
- Abbasi, A., Sadeghi, H., Tabrizi, H. B., Bagheri, K., & Ghasemizad, A. (2012). "Effects of aquatic balance training and detraining on neuromuscular performance and balance in healthy middle aged male". *Koomesh*, 13(3): 345-354. (In Persian)