



## بررسی الگوی توزیع فشار کف پایي در بیماران مبتلا به درد کشککی رانی

علی یلفانی<sup>۱\*</sup>، محمدرضا احمدی<sup>۲</sup>، آزاده عسگرپور<sup>۳</sup>

۱. استاد گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.  
۲ و ۳. دانشجوی دکتری گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

مقاله مروری

دریافت ۱۰ دی ۱۴۰۰؛ پذیرش ۲۷ بهمن ۱۴۰۰

### واژگان کلیدی

توزیع فشار کف پایي

حرکت

درد کشککی رانی

بارگذاری

کینتیک

### چکیده

زمینه و هدف: تغییرات در توزیع فشار کف پایي ممکن برای شناسایی افراد در معرض خطر PFP و درمان آن تأثیر بسزایی داشته باشد. بنابراین، هدف از این مطالعه مروری بررسی الگوی توزیع فشار کف پایي در بیماران PFP است.

روش بررسی: فرآیند جستجو در بانک‌های اطلاعاتی Cochrane Library, PubMed, Springer Link, Science Direct, Scopus, web of science, Medline و واژگان استفاده شده شامل: کینتیک، کینماتیک، توزیع فشار کف پایي، درد کشککی رانی بودند. مطالعات محدود به بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۰ استخراج شدند. مقالات برگزیده طی یک فرآیند سه مرحله‌ای مطابق با معیارهای ورود و خروج غربال شدند. دو محقق با پرسشنامه اصلاح شده Downs and Black برای مطالعات آینده‌نگر، موردی - شاهدهی و مقطعی، کیفیت مقالات را ارزیابی کردند و در سه دسته: کیفیت بالا، متوسط و کم طبقه‌بندی شدند.

یافته‌ها: ۱۰ مقاله برای بررسی نهایی در این مطالعه مروری انتخاب شد. ۶ مقاله با کیفیت بالا و ۴ مقاله با کیفیت متوسط طبقه‌بندی شدند که در مجموع مقالات منتخب از کیفیت بالایی برخوردار بودند. نتایج تحلیل مطالعات نشان داد که بیماران PFP با افزایش پرونیشن پا الگوی بارگذاری افزایش یافته‌ای در بخش داخلی پا و در مقابل بیماران PFP با کاهش پرونیشن پا بارگذاری افزایش یافته‌ای را در بخش خارجی پا نشان دادند.

نتیجه‌گیری: بیماران PFP با افزایش پرونیشن پا، اوج فشار و سطح تماس در بخش داخلی پا و انگشت دوم و سوم افزایش یافته است؛ و در مقابل در بیماران PFP با کاهش پرونیشن پا، کاهش اوج فشار و سطح تماس در بخش داخلی از قسمت قدامی پا و افزایش سطح تماس و اوج فشار در قسمت خارجی پا مشاهده می‌شود.

\* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۸۱۳۸۳۸۱۴۲۲

✉ پست الکترونیکی: ali\_yalfani@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RSR.2022.25484.1610

## مقدمه

درد کشککی رانی (PFP) یکی از شایع‌ترین آسیب‌های پرکاری اندام تحتانی است به طوری که تقریباً ۲۵ درصد از مجموع بیماری‌های ارتوپدی<sup>۱</sup> زانو به PFP اختصاص دارد (چونگ، ۲۰۱۰؛ یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰). علائم بالینی PFP وجود درد در قسمت قدامی یا خلفی کشکک است که در هنگام فعالیت‌های همراه با تحمل وزن شدت آن افزایش می‌یابد (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰). شیوع سالانه PFP در جمعیت نوجوانان و جوانان به ترتیب ۲۹ و ۲۳ درصد گزارش شده است (حقیقت و همکاران، ۲۰۲۱). علی‌رغم شیوع بالای PFP، نتایج رویکردهای توانبخشی این حوزه چالش برانگیز بوده و نتایج ضعیفی را در بلندمدت به همراه دارد، زیرا علت این بیماری چند عاملی، به‌طور کامل شناخته نشده است (علیبرتی و همکاران، ۲۰۱۱؛ احمدی و همکاران، ۲۰۲۰).

مباحث کینماتیکی<sup>۲</sup> و کینتیکی<sup>۳</sup> جمعیت بیماران PFP همواره با چالش‌های بحث برانگیزی همراه بوده است؛ با این حال نقش عوامل کینتیکی در علت و توسعه PFP به‌طور کامل مورد بررسی قرار نگرفته است (چونگ، ۲۰۱۰؛ پائولونی و همکاران، ۲۰۱۰). در همین راستا، از بین عوامل کینتیکی متعدد، افزایش فشار مفصل کشککی رانی (PFJ) از جمله عوامل مؤثر در علت‌شناسی و توسعه PFP می‌باشد (کرنوزک و همکاران، ۲۰۲۰؛ حقیقت و همکاران، ۲۰۲۱). نیروی عکس‌العمل مفصل کشککی رانی (PFJRF) حاصل برآیند دو نیروی عضلات چهارسر رانی و تاندون کشککی است که با افزایش هر یک، نیروی فشاری PFJ افزایش می‌یابد (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ کاکابایاشی و همکاران، ۲۰۲۱). در نتیجه، با توجه به ارتباط آشکار بین افزایش نیروهای فشاری PFJ و PFP، رویکردهای درمانی محافظه کارانه PFP معمولاً تا حدی بر کاهش PFJRF متمرکز شده‌اند (کرنوزک و همکاران، ۲۰۲۰).

به‌طور کلی، مکانیک PFJ تحت تأثیر عملکرد متقابل سگمنتال<sup>۴</sup> اندام تحتانی قرار دارد (تیژس و همکاران، ۲۰۰۸). یک مطالعه مروری منتشر شده گزارش کرد که کینماتیک اندام تحتانی در بیماران PFP دستخوش تغییراتی

می‌گردد (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۱). در همین راستا، بیومکانیک غیرطبیعی مچ‌پا و پا به‌عنوان یکی از عوامل خطر آفرین PFP پیشنهاد شده است (تیژس و همکاران، ۲۰۰۸). فناوری فشار کف‌پایی، مقدار و مکان نیروهای عکس‌العمل زمین را در قسمت‌های مختلف کف‌پا تعیین می‌کند و برای استنباط استراتژی زنجیره حرکتی پا در طول حرکت استفاده می‌شود (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۵). محققان در مطالعات متعدد گزارش کردند که الگوی توزیع فشار کف‌پایی ممکن است در پاتوفیزیولوژی<sup>۵</sup> PFP نقش مهمی ایفا کند (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰). تغییرات در توزیع فشار کف‌پایی ممکن است به‌واسطه بیومکانیک غیرطبیعی اندام تحتانی سبب افزایش بارگذاری PFJ شود و در نتیجه به PFP منتهی گردد (لوزا و همکاران، ۲۰۲۰). در نتیجه به‌نظر می‌رسد الگوی بارگذاری زانو و PFJ با الگوی توزیع فشار کف‌پایی همبستگی مثبتی داشته باشد (راتلف و همکاران، ۲۰۱۴). با این حال، در مبحث ارتباط بین حرکات غیرطبیعی پا و الگوی توزیع فشار کف‌پایی با آسیب‌های اندام تحتانی همچون PFP اجماع نظری وجود ندارد و مستندات علمی محدودی در مورد ویژگی‌های بارگذاری کف‌پایی بیماران PFP در دسترس است که ضرورت تحقیقات بیشتر در این زمینه را مورد توجه قرار می‌دهد (علیبرتی و همکاران، ۲۰۱۰؛ علیبرتی و همکاران، ۲۰۱۱؛ ویلسون و همکاران، ۲۰۱۵). از سوی دیگر، از آنجایی که اکثر مطالعات الگوی توزیع فشار کف‌پایی را در حین راه رفتن مورد بررسی قرار داده‌اند، نتایج حاصل از آن ممکن است به خوبی به تمام فعالیت‌های عملکردی تعمیم نیابد زیرا با چالش حرکتی کمتری همراه است (علیبرتی و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین، ارزیابی الگوی توزیع فشار کف‌پایی در بیماران PFP طی فعالیت‌های عملکردی یک امری ضروری است، زیرا در طول این فعالیت‌ها علائم PFP افزایش می‌یابد (لوزا و همکاران، ۲۰۲۰).

مطالعه الگوی توزیع فشار کف‌پایی بیماران PFP ممکن است در ایجاد مبنایی برای تصمیمات بالینی جهت طراحی کفش و ارتز<sup>۶</sup> پا برای جمعیت بیماران PFP ارزشمند باشد (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۵). علاوه بر این، مطالعه الگوی توزیع فشار کف‌پایی با روشن ساختن تعامل کف‌پا با سطح

1. Orthopedics
2. Kinematics
3. Kinetics
4. Segmental

5. Pathophysiology  
6. Orthosis

فرآیند انتخاب مقالات: به منظور انتخاب نهایی مطالعات، یک فرآیند سه مرحله‌ای توسط دو محقق (م.ا - آ.ع) به طور مستقل از هم دنبال شد. در صورت عدم توافق در امتیاز ارزیابی کیفیت مقالات جلسه‌ای برای رسیدن به توافق نظر بین محققان برگزار گردید.

مرحله اول: تمامی مقالات استخراج شده به Reference management Mendeley software منتقل گردید و به صورت خودکار مقالات تکراری حذف شدند.

مرحله دوم: بر اساس عنوان و چکیده مقالات معیارهای ورود و خروج مورد بررسی قرار گرفت.

مرحله سوم: مقالاتی که اطلاعات کاملی از عنوان و چکیده آنان ارائه نمی‌شد شناسایی شدند تا متن کامل این مقالات بررسی و تصمیمی جامع توسط دو محقق (م.ا - آ.ع) اتخاذ شود. در نهایت مقالاتی که تمام معیارهای ورود و خروج مطالعه حاضر را رعایت کرده بودند برای بررسی نهایی انتخاب شدند.

**معیارهای ورود - خروج:** تمامی مطالعات استخراج شده به طور مستقل توسط دو محقق (م.ا - آ.ع) مطابق با معیارهای ورود و خروج غربال شدند.

معیارهای ورود: مطالعات آینده‌نگر، مقطعی و موردی - شاهدی، که به زبان فارسی یا انگلیسی به بررسی توزیع فشار کف پای بیماران PFP طی فعالیت‌های مختلف همراه با تحمل وزن پرداخته باشند.

معیارهای خروج: نامه به سردبیر، مقالات کنفرانس<sup>۱</sup>، گزارش‌های موردی، مطالعات جسد، عدم مقایسه PFP با افراد سالم، چکیده‌ها، مقالات مروری و کارآزمایی بالینی از فرآیند بررسی حذف شدند.

**ارزیابی کیفیت مطالعات و استخراج داده‌ها:** فرآیند ارزیابی کیفیت مقالات توسط دو محقق (م.ا - آ.ع) به طور مستقل انجام شد. برای ارزیابی کیفیت مقالات از شاخص اصلاح شده Downs and Black با ۱۶ سؤال استفاده شد که سؤال ۲۶ مربوط به مطالعات آینده‌نگر می‌باشد. به طور کلی این شاخص در چهار زیر مجموعه: گزارش‌دهی (سوالات، ۱۰ و ۷، ۶، ۵، ۳، ۲، ۱)، روایی خارجی (سوالات، ۱۲ و ۱۱)، روایی داخلی (سوالات، ۲۱ و ۱۶، ۱۸) و روایی داخلی مخدوش کننده (سوالات، ۲۶ و ۲۱، ۲۱، ۲۵) طبقه‌بندی شده است (آلینگ و همکاران، ۲۰۲۰) که

زمین به عنوان بازتابی از راستای پویای اندام تحتانی، مبنایی علمی برای توانبخشی بیماران PFP را فراهم می‌سازد (علیبرتی و همکاران، ۲۰۱۰؛ یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰). از سوی دیگر، از آنجایی که اکثر مطالعات صورت پذیرفته در این حوزه ماهیتی گذشته‌نگر و نظری داشته‌اند اجماع نظر واحدی در رابطه با الگوی‌های حرکتی پا و توزیع فشار کف پای بیماران PFP وجود ندارد (تیژس و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین، یک بررسی مروری مطالعات ممکن است به روشن شدن مکانیسم‌های بیومکانیکی نهفته در رابطه با حرکات پا و توزیع فشار کف پای بیماران PFP منتهی شود. هدف از این مطالعه مروری بررسی الگوی توزیع فشار کف پای در بیماران PFP است.

## موارد و روش‌ها

این مطالعه مروری مطابق با دستورالعمل گزارش‌دهی مطالعات مروری و متآنالیز PRISMA انجام شده است. از آنجایی که بیانیه PRISMA برای مطالعات مروری و فراتحلیل طراحی شده است، ما فقط موارد مربوط به مطالعات مروری را مورد بررسی قرار دادیم.

**فرآیند جستجو:** فرآیند جستجو توسط دو محقق (م.ا - آ.ع) از فروردین ماه سال ۱۴۰۰ در بانک‌های اطلاعاتی Cochrane Library, PubMed, Springer Link, Science Direct, Scopus, web of science, Medline, Google Scholar شروع شد و در خرداد ماه همان سال خاتمه یافت. فرآیند جستجو به دو زبان فارسی و انگلیسی محدود به بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۰ میلادی انجام شد. سؤال تحقیق با استفاده از روش PICOS تعریف شد. به طور کلی در این مطالعه مروری (S) الگوی توزیع فشار کف پای (O) در بیماران PFPS (P) در مقایسه با افراد سالم (C) مورد بررسی قرار گرفته است. با در نظر گرفتن این که مطالعه حاضر کار آزمایی بالینی نمی‌باشد (I) شاخص PICOS وجود ندارد. در تمامی پایگاه‌های مذکور از سه دسته کلمات کلیدی مترادف و مرتبط (بیومکانیک، فعالیت، زانو) طبقه‌بندی شده استفاده شد (جدول شماره ۱). در هر دسته از کلمات کلیدی، مترادف‌های مختلف با استفاده از "OR" و دسته‌ها از طریق "AND" با یکدیگر ادغام شدند. به طور کلی در این مطالعه به صورت ترکیبی از کلمات کلیدی MeSH و سایر کلید واژگان مرتبط با هدف مطالعه استفاده شد.

سانتی‌متر؛ وزن: ۶۴ کیلوگرم) در این مطالعات مشارکت داشتند. در ۶۰ درصد مطالعات (۶ مقاله) طی راه رفتن، ۲۰ درصد مطالعات (۲ مقاله) طی بالا رفتن و پایین آمدن از پله و ۲۰ درصد مطالعات (۲ مقاله) طی حرکت اسکات توزیع فشار کف‌پایی را اندازه‌گیری کردند.

**ارزیابی کیفیت مطالعات:** میانگین کیفیت مقالات منتخب ۷۴ درصد (دامنه ۹۴ الی ۵۴) بود که نشان دهنده کیفیت بالای مطالعات است. از ۱۰۰ درصد مطالعات منتخب ۶۰ درصد مطالعات (۶ مقاله) کیفیت بالا و ۴۰ درصد مطالعات (۴ مقاله) کیفیت متوسط داشتند (جدول شماره ۳). از جمله نقاط قوت مطالعات می‌توان به موارد مربوط به گزارش‌دهی و روایی داخلی - بایاس اشاره کرد. از سوی دیگر نقاط ضعف مطالعات مربوط به قسمت روایی خارجی (مورد ۱۲) و روایی داخلی - مخدوش کننده (مورد ۲۲) است. علاوه بر این، برخی از مطالعات نتایج روایی خارجی (مورد ۱۱) و روایی داخلی مخدوش کننده (مورد ۲۱) نسبتاً ضعیفی داشتند.

**الگوهای توزیع فشار کف‌پایی:** به‌طور کلی، مقالات منتخب در دو بخش کاهش و افزایش پرونیشن<sup>۳</sup> الگوهای متفاوتی از توزیع فشار کف‌پایی را نشان دادند. بیماران PFP با افزایش پرونیشن یا افزایش توزیع فشار در بخش داخلی پا و در مقابل بیماران PFP با کاهش پرونیشن یا افزایش توزیع فشار در بخش خارجی پا را نشان دادند.

بیشترین مجموع امتیاز این پرسشنامه اصلاح شده امتیاز ۱۶ برای مطالعات مقطعی و مورد - شاهدهی و امتیاز ۱۷ برای مطالعات آینده‌نگر می‌باشد. مقیاس امتیازدهی بدین ترتیب بود که عدد ۰ (نه) و ۱ (بله) در نظر گرفته شد. به جز سؤال ۵ که نمره ۰ (نه)، ۱ (تا حدودی) و ۲ (بله) در نظر گرفته شد (سانچو و همکاران، ۲۰۱۹). جهت اطمینان از ثبات ارزیابی قبل از تکمیل ارزیابی کیفیت، هر دو محقق (م.ا - آ.ع) تمامی مقالات یکدیگر را ارزیابی کردند و امتیاز آن را یادداشت کردند. در صورت عدم توافق در امتیاز ارزیابی کیفیت مقالات جلسه‌ای برای رسیدن به توافق نظر بین محققان برگزار شد. در نتیجه، مطابق با نتایج کمی حاصل شده از ارزیابی کیفیت مقالات، مطالعات در سه دسته: کیفیت بالا ( $\geq 70\%$ )، متوسط ( $40\% - 69\%$ ) و کم ( $< 40\%$ ) طبقه‌بندی شدند (جدول ۳) (سانچو و همکاران، ۲۰۱۹). استخراج داده‌ها شامل اطلاعات دموگرافیک<sup>۱</sup>: نام نویسندگان، سال انتشار، هدف، فعالیت و نتیجه بود که توسط محقق اول (م.ا) استخراج گردید و مجدداً توسط نویسنده دوم (آ.ع) مورد بررسی قرار گرفت.

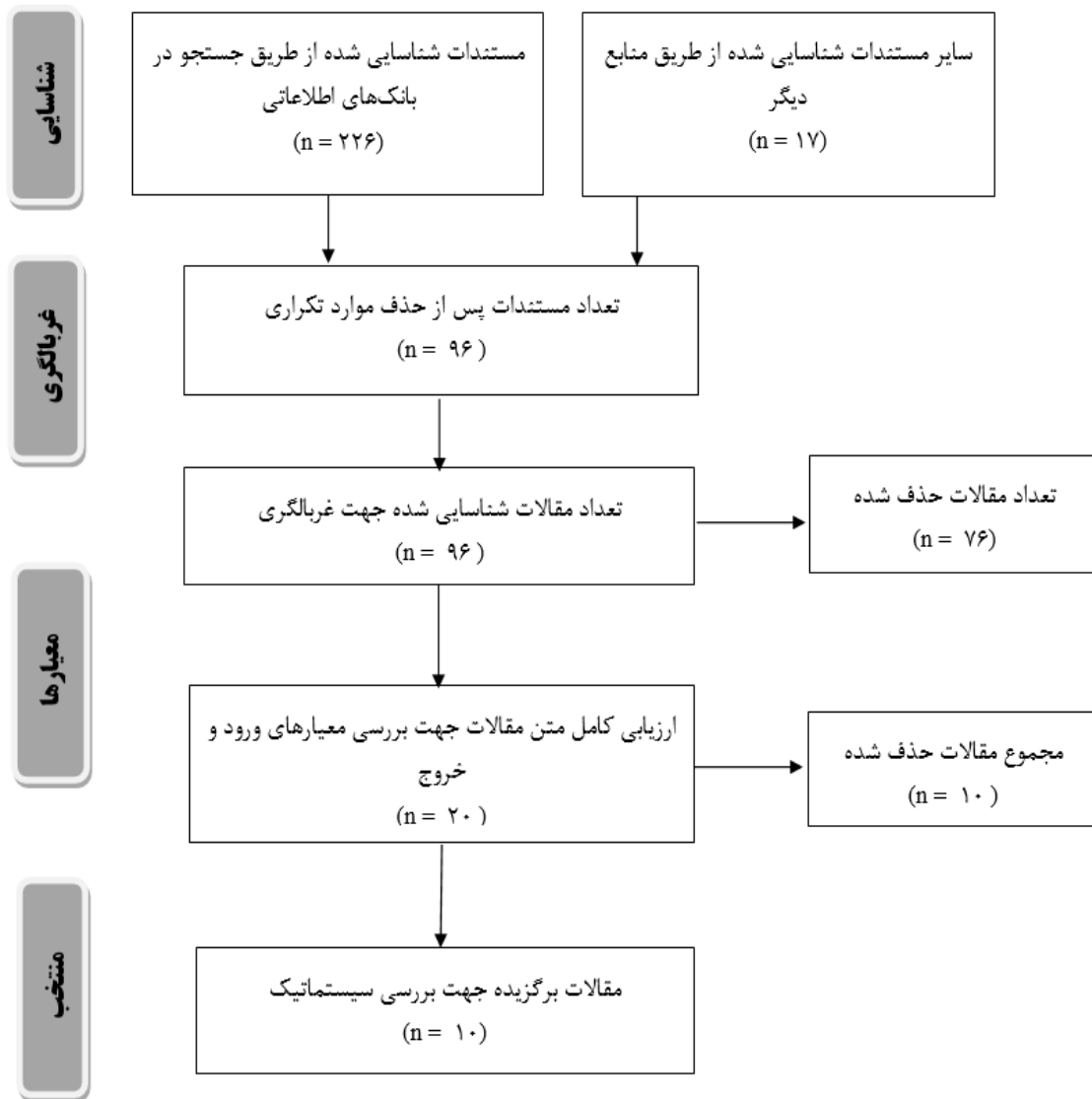
## یافته‌ها

**انتخاب مطالعات:** نتیجه جستجو در بانک‌های اطلاعاتی به شناسایی ۲۴۳ مطالعه منتهی گردید که از این تعداد ۱۴۷ مقاله تکراری به‌طور خودکار توسط نرم‌افزار حذف شدند. از ۹۶ مطالعه باقی مانده ۱۵ مطالعه مربوط به کارآزمایی بالینی، ۵۸ مقاله خارج از هدف و معیارهای مطالعه حاضر و ۱۳ مطالعه مربوط به سایر متغیرهای توزیع فشار بودند؛ در نتیجه، ۱۰ مطالعه با رعایت معیارهای ورود و خروج برای بررسی نهایی انتخاب شدند (۱۱، ۲۳-۴۹). یک نمای کلی از فرآیند انتخاب مقالات در فلوچارت<sup>۲</sup> پیشنهادی PRISMA ارائه شده است (شکل شماره ۱).

**ویژگی مطالعات:** خلاصه اطلاعات دموگرافیک مقالات منتخب در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. به‌طور کلی ۶۴۶ نفر (سن: ۲۵ سال؛ قد: ۱۶۸.۳۳ سانتی‌متر؛ وزن: ۶۵ کیلوگرم) و به تفکیک ۲۶۲ نفر در گروه بیماران PFP (سن: ۲۶ ساله؛ قد: ۱۶۷.۷۳ سانتی‌متر؛ وزن: ۶۵ کیلوگرم) و ۳۸۴ نفر افراد سالم (سن: ۲۵ ساله؛ قد: ۱۶۸.۹۲

جدول ۱: کلید واژگان

دسته‌ها	کلید واژگان
بیومکانیک	کینتیک، کینماتیک، بارگذاری کف پای، توزیع فشار کف پای، مبانی بیومکانیکال
فعالیت	دویدن، راه رفتن، حرکت، اسکات، تحمل وزن، بالا رفتن و پایین آمدن از پله
زانو	سندروم درد قدامی زانو، سندروم کشککی رانی، درد کشککی رانی، کشککی رانی



شکل ۱: فلوجارت PRISMA فرآیند انتخاب مقالات را نشان می‌دهد

جدول ۲: خلاصه اطلاعات دموگرافیک مطالعات منتخب

نویسنده و سال انتشار	هدف	مهارت	نتیجه
تیژس و همکاران ۲۰۰۷	بررسی رابطه بین الگوی rollover پا با PFP در حین راه رفتن	راه رفتن	بیماران PFP در مقایسه با افراد سالم در مرحله ضربه پاشنه کاهش پرونیشن و متعاقباً افزایش توزیع فشار در بخش خارجی پا را نشان دادند.
تیژس و همکاران ۲۰۰۸	تعیین عوامل خطرآفرین درونی در جمعیت بیماران PFP طی راه رفتن	راه رفتن	بیماران PFP در مقایسه با افراد سالم در مرحله پیشراجه دویدن افزایش فشار در بخش خارجی پاشنه و متاتارسال دوم و سوم را نشان دادند.
علیبرتی و همکاران ۲۰۱۰	ارزیابی توزیع فشار کفپایی بیماران PFP در هنگام پایین آمدن از پله	پایین آمدن از پله	بیماران PFP در مقایسه با افراد سالم در هنگام پایین آمدن از پله افزایش سطح تماس در قسمت داخلی پا را نشان دادند؛ با این حال اوج فشار در تمامی نقاط پا کاهش یافته بود.
علیبرتی و همکاران ۲۰۱۱	تأثیر PFP بر توزیع فشار کفپایی در فرآیند rollover پا در حین راه رفتن	راه رفتن	در بیماران PFP در طول تماس اولیه در قسمت داخلی از بخش خلفی پا و در مرحله پیشراجه در بخش خارجی قسمت قدامی پا نیرو و سطح تماس افزایش یافته است.
راتلف و همکاران ۲۰۱۴	مقایسه توزیع فشار کفپایی میانی به خارجی در حین پرش و اسکات تک پا بدون PFP	پرش و اسکات تک پا	بیماران PFP در مقایسه با افراد سالم افزایش توزیع فشار در بخش داخلی پا را نشان دادند.
ویلسون و همکاران ۲۰۱۵	ویژگی‌های بارگذاری کفپایی در هنگام راه رفتن در زنان با و بدون PFP	راه رفتن	کاهش بارگذاری در قسمت داخلی بخش قدامی پا و کاهش ناحیه تماس بخش میانی پا نشان دهنده کاهش پرونیشن پا در زنان مبتلا به PFP است.
پیاتزا و همکاران ۲۰۱۶	ارزیابی توزیع فشار کفپایی در حین بالا رفتن و پایین آمدن از پله و سطح شیب‌دار در افراد با و بدون PFP	بالا رفتن و پایین آمدن از پله و سطح شیب‌دار	نتایج معناداری در الگوی توزیع فشار کفپایی بین دو گروه مشاهده نشد؛ اما یک تمایل به افزایش نیرو در بخش داخلی از قسمت خلفی پا و بخش داخلی از قسمت قدامی پا مشاهده شد.
داگ و همکاران ۲۰۱۹	تعیین الگوی توزیع فشار کفپایی در افراد با و بدون PFP در هنگام راه رفتن	راه رفتن	نتایج معناداری در الگوی توزیع فشار کفپایی بین دو گروه مشاهده نشد؛ اما نتایج یک تمایل به افزایش اوج فشار در بخش خارجی از قسمت قدامی پا، بخش میانی از قسمت داخلی و خارجی پا را نشان دادند.
لوزا و همکاران ۲۰۱۹	مقایسه توزیع فشار کفپایی و کینماتیک قسمت خلفی پا در مرحله ایستایی راه رفتن در افراد با و بدون PFP	راه رفتن	نتایج معناداری در الگوی توزیع فشار کفپایی بین دو گروه مشاهده نشد.
گوین و همکاران ۲۰۲۰	ارزیابی پارامترهای مرکز فشار در طول اسکات تک پا در بیماران PFP در مقایسه با افراد سالم برای تعیین الگوهای توزیع فشار کفپایی	اسکات تک پا	بیماران PFP در مقایسه با افراد سالم در هنگام اسکات تک پا الگوی بارگذاری افزایش یافته در قسمت خارجی پا را نشان دادند که نشان دهنده کاهش پرونیشن پا است.

کیفیت	بالا	بالا	بالا	متوسط	بالا	بالا	بالا	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
پرستشنامه	تیزرس و همکاران ۲۰۰۷	تیزرس و همکاران ۲۰۰۸	علیبرتی و همکاران ۲۰۱۰	علیبرتی و همکاران ۲۰۱۱	راتاف و همکاران ۲۰۱۴	ویلسون و همکاران ۲۰۱۵	پیتزا و همکاران ۲۰۱۶	داگ و همکاران ۲۰۱۹	لوزا و همکاران ۲۰۱۹	گوین و همکاران ۲۰۲۰	
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۴	۱	۱	۲	۱	۰	۱	۲	۰	۱	۱	۱
۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۶	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰
۷	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰
۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰
روایی خارجی	۱۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱
۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
روایی داخلی - بایاس	۱۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱
روایی داخلی - مخدوش کننده	۲۲	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۲۵	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱
۲۶	۰	۰	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
مجموع	۱۴	۱۲	۱۲	۹	۱۱	۱۴	۱۲	۱۰	۸	۱۰	۱۰
درصد (%)	۸۸	۷۵	۸۰	۶۰	۷۴	۹۴	۸۰	۶۷	۵۴	۶۷	۶۷

جدول ۳: نتایج ارزیابی کیفیت مطالعات بر اساس شاخص Downs and Black

## بحث

هدف از این مطالعه مروری، بررسی الگوی توزیع فشار کف پای در بیماران PFP است. به طور کلی، الگوی توزیع فشار کف پای در بیماران PFP با دو بحث افزایش و کاهش پرونیشن پا در هنگام حرکت همراه است که می تواند باعث تغییر جذب بار در زنجیره حرکتی اندام تحتانی شود. بنابراین، در قسمت ذیل در دو بخش مجزا مکانیسم های<sup>۱</sup> توزیع فشار کف پای در بیماران PFP تشریح شده است.

**افزایش پرونیشن:** نتایج مرور مطالعات نشان داد که شش مطالعه به افزایش پرونیشن پا و الگوی بارگذاری داخلی پا اشاره نموده است. به طور کلی، این زنجیره حرکتی غیرطبیعی به انتقال مرکز فشار به سمت داخلی - میانی پا منجر می شود (بولدت و همکاران، ۲۰۱۸). در همین راستا، نتایج مطالعات نشان می دهد که بیماران PFP با افزایش پرونیشن پا در مرحله تماس اولیه در بخش داخلی قسمت خلفی پا، در فاز ایستایی میانی در بخش داخلی قسمت میانی پا و در فاز پیشرانه در بخش خارجی قسمت قدامی پا افزایش سطح تماس وجود دارد (علیبرتی و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین، بیماران PFP اوج فشار افزایش یافته ای را در بخش داخلی پاشنه و قسمت میانی پا و انگشتان اول تا سوم نشان می دهند که متعاقباً در مرحله پیشرانه با افزایش سطح تماس در بخش خارجی قسمت قدامی پا همراه است که به تغییر گشتاور در زنجیره حرکتی اندام تحتانی منجر می شود (تیژس و همکاران، ۲۰۰۸؛ علیبرتی و همکاران، ۲۰۱۱). به طور کلی، افزایش اورشن<sup>۲</sup> در طول تماس اولیه پاشنه به کاهش ثبات پا منجر می شود؛ در نتیجه، یک اینورشن<sup>۳</sup> افزایش یافته ای جهت برقراری یک اهرم سفت برای پوش آف<sup>۴</sup> مطلوب انجام می شود (دابسون و همکاران، ۲۰۰۷). سپس، در مرحله جداسدن پا نیروی بیشتری بر انگشتان وارد می شود که افزایش فشار به ویژه در انگشت دوم با وقوع PFP همبستگی مثبتی دارد (تیژس و همکاران، ۲۰۰۸). این مکانیسم ممکن است نتیجه افزایش اورشن قسمت خلفی پا در مرحله ضربه پاشنه و به دنبال آن افزایش سوپینیشن<sup>۵</sup> در مرحله پیشرانه باشد (تیژس و

همکاران، ۲۰۱۱). افزایش تماس در بخش خارجی پا طی مرحله پیشرانه باعث می شود پوش آف انتهایی به طور عمده در بخش خارجی پا انجام شود که در نتیجه اوج فشار در بخش داخلی از قسمت قدامی پا کاهش می یابد (دابسون و همکاران، ۲۰۰۷؛ لوزا و همکاران، ۲۰۲۰). علاوه بر این، نتایج مطالعات نشان می دهد که زمان تماس در بیماران PFP بیشتر است، بدین معنا که بیماران PFP چالش انگیز را با احتیاط بیشتری نسبت به افراد سالم انجام می دهند که هدف آن کاهش بار اضافی و در نتیجه کاهش درد است (پیاتزا، ۲۰۱۶). در نتیجه، مطابق با ماهیت حرکت زوجی بین استخوان تالوس<sup>۶</sup> و درشتنی، افزایش پرونیشن پا منجر به افزایش چرخش داخلی استخوان درشتنی می شود (مولگارد و همکاران، ۲۰۱۱)؛ سپس به منظور حفظ آرتروکینماتیک<sup>۷</sup> طبیعی زانو، استخوان ران افزایش چرخش به سمت داخل داشته که منجر به کاهش سطح تماس PFJ می شود (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۵؛ یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین، الگوی بارگذاری داخلی پا نشان دهنده افزایش پرونیشن پا می باشد که می تواند نیروهای خارجی وارد بر کشکک را افزایش دهد و به PFP منتهی گردد (علیبرتی و همکاران، ۲۰۱۰؛ یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰).

**کاهش پرونیشن:** نتایج مرور مطالعات نشان داد که چهار مطالعه به کاهش پرونیشن پا و الگوی بارگذاری خارجی پا اشاره نمودند. نتایج برخی از مطالعات نشان داد که در بیماران PFP توزیع نیرو به طور قابل توجهی در تماس اولیه پا، سطح تماس کف پای در قسمت داخلی و اوج فشار اولین مفصل متاتارسال فالانژی<sup>۸</sup> کاهش یافته و اوج فشار زودرس در متاتارسال چهارم و توزیع نیرو در سمت خارجی پا افزایش می یابد (تیژس و همکاران، ۲۰۰۷؛ ویلسون و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین، نتایج حاصله نشان دهنده افزایش سوپینیشن پا می باشد (تیژس و همکاران، ۲۰۰۷؛ ویلسون و همکاران، ۲۰۱۵). از آنجایی که پرونیشن طبیعی پا جهت جذب شوک مناسب در هنگام تماس اولیه پاشنه با زمین مکانیسمی ضروری است، کاهش آن ممکن است باعث فرود سفت تر شود و در نتیجه شوک اعمالی به اندام تحتانی را افزایش دهد و به آسیب های پرکاری منتهی گردد (تیژس و همکاران، ۲۰۱۵). افزایش گشتاور

1. Mechanisms
2. Eversion
3. Inversion
4. Push-off
5. Supination

6. Talus

7. Arthrokinematics

8. Metatarsophalangeal



نسبت به سایر روش‌های درمانی یا پیشگیرانه برای PFP مهم‌تر باشد (راتلف و همکاران، ۲۰۱۴؛ لوزا و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین متخصصین توانبخشی می‌بایست بخشی از پروتکل درمانی جامع بیماران PFP با تمرکز بر عدم تعادل حرکت پویای پا و کاهش علائم و اصلاح الگوهای غیرطبیعی توزیع فشار کف‌پایی طراحی نمایند تا مفاصل فوقانی در زنجیره حرکتی عملکردی طبیعی داشته باشند (علیپرتی و همکاران، ۲۰۱۰؛ لوزا و همکاران، ۲۰۲۰). در نتیجه مطالعه حاضر ممکن است در جهت پیشبرد طراحی پروتکل‌های توانبخشی و تدوین تجهیزات ارتوپدیکی مؤثر واقع گردد.

### محدودیت‌ها

محدودیت‌های مختلفی در مستندات علمی برگزیده در این مطالعه‌ی مروری وجود دارد که بر قدرت نتایج تأثیر می‌گذارد. اول، از آنجایی که اکثر مطالعات ماهیتی گذشته‌نگر و نظری داشته‌اند، امکان درک رابطه علت و معلولی وجود ندارد (تیژس و همکاران، ۲۰۰۸). دوم، در برخی از مطالعات الگوی حرکتی پا از طریق سیستم فشار کف‌پایی استنباط گردید و به‌طور مستقل با سیستم آنالیز حرکتی مورد ارزیابی قرار نگرفتند (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۵). سوم، در برخی مطالعات گروه‌های مطالعه فقط زنان یا مردان و گروه‌های متفاوتی از بیماران PFP بودند، بنابراین، نتایج نمی‌توانند برای کل جمعیت بیماران PFP قابل تعمیم باشد (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۵). چهارم، عدم تعیین توان آماری جهت تعمیم نتایج و پایین بودن حجم نمونه که بر نتایج نهایی تأثیرگذار است. پنجم، در حالی که توزیع فشار کف‌پایی می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند سرعت راه رفتن، زمین، کفش و جنسیت باشد، برخی از تفاوت‌های روش شناختی در این مطالعات وجود دارد که ممکن است تناقض بین نتایج مطالعات را توضیح دهد.

### نتیجه‌گیری

نتایج مطالعات نشان داد که در بیماران PFP با افزایش پرونیشن پا، در بخش داخلی و انگشت دوم و سوم افزایش فشار وجود دارد؛ در مقابل کاهش پرونیشن پا، افزایش سطح تماس و فشار در قسمت خارجی خارجی پا در بیماران PFP نمایان است. با این حال، هر دو الگوی حرکتی غیرطبیعی ممکن است با انواع مختلف انحرافات بیومکانیک طبیعی

سوپینیشن داخلی در مفصل سابتالار<sup>۱</sup> و در نتیجه اینورشن و چرخش داخلی پشت پا در زنجیره حرکتی بسته ممکن است دامنه حرکتی پا را کاهش دهد و منجر به جابجایی فشار به سمت خارج پا شود (گوین و همکاران، ۲۰۲۰). در نتیجه این مکانیسم، بخش بزرگی از نیروی عکس‌العمل عمودی زمین را از طریق زنجیره حرکتی پا به بخش‌های فوقانی مانند زانو منتقل کرده و در ادامه فشار PFJ افزایش می‌یابد که نهایتاً به PFP منجر می‌شود (تیژس و همکاران، ۲۰۰۷؛ ویلسون و همکاران، ۲۰۱۵). علاوه بر این، افزایش فشار در قسمت خارجی پا و کاهش پرونیشن در طول الگوی حرکتی می‌تواند منجر به کاهش چرخش داخلی درشت‌نی شود. در نتیجه این الگوی حرکتی غیرطبیعی وضعیت توبروزیته<sup>۲</sup> درشت‌نی را در موقعیت خارجی نسبت به استخوان ران قرار می‌دهد و متعاقباً زاویه Q افزایش می‌یابد (پوروس، ۲۰۰۳؛ لی و همکاران، ۲۰۰۳، تیژس و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین، بردار نیروی خارجی وارده بر کشکک افزایش یافته که نهایتاً به افزایش فشار در قسمت خارجی PFJ منجر می‌شود؛ به عبارتی دیگر، افزایش زاویه Q به میزان  $7/58$  درجه باعث افزایش ۱۵ درصدی فشار تماسی PFJ می‌شود و فشار تحمل شده در قسمت خارجی کشکک ۴۱ درصد افزایش می‌یابد (تیژس و همکاران، ۲۰۰۷؛ ویلسون و همکاران، ۲۰۱۵؛ یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰).

### کاربرد بالینی

نتایج برگرفته از مطالعه‌ی مروری حاضر نشان می‌دهد که پزشکان در حوزه PFP باید الگوی توزیع فشار کف‌پایی و الگوی حرکتی پا را بخش مهمی از ارزیابی حرکتی جمعیت بیماران PFP در نظر گیرند زیرا می‌تواند در شناسایی افراد در معرض خطر بیماری ارتوپدی PFP و درمان آن تأثیر بسزایی داشته باشد. از نتایج مطالعه حاضر می‌توان در جهت توسعه مداخلات بالینی مانند کفی، تیپینگ<sup>۳</sup> و تمرینات درمانی برای توانبخشی جمعیت بیماران PFP با الگوهای حرکتی غیرطبیعی پا استفاده کرد (تیژس و همکاران، ۲۰۰۷). ارتز پا یک روش درمانی ساده است که باعث تغییر فوری در بارگذاری پا و مفصل زانو می‌شود و ممکن است

1. Subtalar
2. Tuberculosis
3. Taping

احمدی می‌باشد. بدین ترتیب نویسندگان از جناب آقای دکتر علی یلفانی که در بررسی و نگارش این مطالعه راهنمایی‌های کاربردی را ارائه نمودند تقدیر و تشکر به عمل می‌آورند.

اندام تحتانی باعث افزایش بارگذاری مفصل زانو و اختلال در عملکرد PFJ شود و در نتیجه به PFP و سایر آسیب‌های ناشی از پرکاری منتهی گردد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان نامه کارشناسی ارشد محمدرضا

## References

- Ahmadi, M., Yalfani, A., & Gandomi, F. (2021). "Effect of Twelve Weeks of Sensorimotor Training on Pain, Improvement Proprioception, Muscle Strength, and Postural Control in Men with Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Single-Blind Clinical Trial". *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, 10(1), 1-13. (In Persian)
- Ahmadi, M., Yalfani, A., Gandomi, F., & Rashid, K. (2020). "The Effect of Twelve-Week Neurofeedback Training on Pain, Proprioception, Strength and Postural Balance in Men with Patellofemoral Pain Syndrome: A Double-Blind Randomized Control Trial". *Journal of Rehabilitation Sciences & Research*, 7(2), 66-74.
- Aliberti, S., Costa, M. D. S., Passaro, A. D. C., Arnone, A. C., Hirata, R., & Sacco, I. C. (2011). "Influence of patellofemoral pain syndrome on plantar pressure in the foot rollover process during gait". *Clinics*, 66(3), 367-372.
- Aliberti, S., Costa, M. S., Passaro, A. C., Arnone, A. C., & Sacco, I. C. (2010). "Medial contact and smaller plantar loads characterize individuals with Patellofemoral Pain Syndrome during stair descent". *Physical Therapy in Sport*, 11(1), 30-34.
- Alingh, J. F., Groen, B. E., Van Asseldonk, E. H. F., Geurts, A. C. H., & Weerdesteyn, V. (2020). "Effectiveness of rehabilitation interventions to improve paretic propulsion in individuals with stroke—A systematic review". *Clinical biomechanics*, 71, 176-188.
- Buldt, A. K., Allan, J. J., Landorf, K. B., & Menz, H. B. (2018). "The relationship between foot posture and plantar pressure during walking in adults: a systematic review". *Gait & posture*, 62, 56-67.
- Cheung, R. T., & Davis, I. S. (2011). "Landing pattern modification to improve patellofemoral pain in runners: a case series". *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 41(12), 914-919.
- Dag, F., Dal, U., Altinkaya, Z., Erdogan, A. T., Ozdemir, E., Yildirim, D. D., & Colak, M. (2019). "Alterations in energy consumption and plantar pressure distribution during walking in young adults with patellofemoral pain syndrome". *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 53(1), 50-55.
- Dobson, F., Morris, M. E., Baker, R., & Graham, H. K. (2007). "Gait classification in children with cerebral palsy: a systematic review". *Gait & posture*, 25(1), 140-152.
- Gwynne, C. R. (2020). "Alterations in Center of Pressure During Single-Limb Loading in Individuals with Patellofemoral Pain". *Journal of the American Podiatric Medical Association*, (2) 110.
- Haghighat, F., Ebrahimi, S., Rezaie, M., Shafiee, E., Shokouhyan, S. M., Motealleh, A., & Parnianpour, M. (2021). "Trunk, pelvis, and knee kinematics during running in females with and without patellofemoral pain". *Gait & Posture*, 89, 80-85.
- Kernozek, T., Schiller, M., Rutherford, D., Smith, A., Durall, C., & Almonroeder, T. G. (2020). "Real-time visual feedback reduces patellofemoral joint forces during squatting in individuals with patellofemoral pain". *Clinical Biomechanics*, 77, 105050.
- Lee, T. Q., Morris, G., & Csintalan, R. P. (2003). "The influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure". *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33(11), 686-693.
- Luza, L. P., Luza, M., & Santos, G. M. (2020). "Patellofemoral Pain Syndrome Modifies the Movement of the Rearfoot, but It Does Not Alter Plantar Pressure Distribution". *Revista Brasileira d'Ortopedia*, 55, 419-425.
- Molgaard, C., Rathleff, M. S., & Simonsen, O. (2011). "Patellofemoral pain syndrome and its association with hip, ankle, and foot function in 16-to 18-year-old high school students: a single-blind case-control study". *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 101(3), 215-222.
- Paoloni, M., Mangone, M., Fratocchi, G., Murgia, M., Saraceni, V. M., & Santilli, V. (2010). "Kinematic and kinetic features of normal level walking in patellofemoral pain syndrome: more than a sagittal plane alteration". *Journal of biomechanics*, 43(9), 1794-1798.
- Piazza, L., & Santos, G. M. (2016). "Patellofemoral pain syndrome does not alter baropodometric

- characteristics during gait in ramps and stairs". *Fisioterapia e Pesquisa*, 23, 284-293.
- Powers, C. M. (2003). "The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective". *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33(11), 639-646.
- Rathleff, M. S., Richter, C., Brushøj, C., Bencke, J., Bandholm, T., Hölmich, P., & Thorborg, K. (2014). "Increased medial foot loading during drop jump in subjects with patellofemoral pain. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 22(10), 2301-2307.
- Sancho, I., Malliaras, P., Barton, C., Willy, R. W., & Morrissey, D. (2019). "Biomechanical alterations in individuals with Achilles tendinopathy during running and hopping: a systematic review with meta-analysis". *Gait & posture*, 73, 189-201.
- Takabayashi, T., Edama, M., Inai, T., Tokunaga, Y., & Kubo, M. (2020). "Corrigendum to "A mathematical modelling study investigating the influence of knee joint flexion angle and extension moment on patellofemoral joint reaction force and stress". *The Knee*, 27(2), 614.
- Thijs, Y., De Clercq, D., Roosen, P., & Witvrouw, E. (2008). "Gait-related intrinsic risk factors for patellofemoral pain in novice recreational runners". *British journal of sport medicine*, 42(6), 466-471.
- Thijs, Y., Van Tiggelen, D., Roosen, P., De Clercq, D., & Witvrouw, E. (2007). "A prospective study on gait-related intrinsic risk factors for patellofemoral pain". *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(6), 437-445.
- Willson, J. D., Ellis, E. D., & Kernozek, T. W. (2015). "Plantar loading characteristics during walking in females with and without patellofemoral pain". *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 105(1), 1-7.
- Yalfani, A., Ahmadi, M. R., Gandomi, F., & Bigdeli, N. (2021). "An Investigation of the Lower Extremity Kinematics During stair ambulation in people with patellofemoral pain syndrome: A Systematic Review". *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*, 9(4), 115-125. (In Persian)
- Yalfani, A., Ahmadi, M., & Gandomi, F. (2020). "The Effect of twelve weeks of sensorimotor exercise on distribution plantar pressure variables and symmetry index in patients with patellofemoral pain syndrome: A randomized double – blind clinical trial". *Studies in Medical Sciences*, 31(6), 445-458. (In Persian)
- Yalfani, A., Ahmadi, M., & Gandomi, F. (2020). "The Effects of 12-Weeks of Sensorimotor Exercise on Pain, Strength, Pelvic Drop, and Dynamic Knee Valgus in Males With Patellofemoral Pain Syndrome". *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*, 10(3), 159-168.