

## مرور سیستماتیک تأثیر تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته بر درمان سندرم درد کشکی-رانی

شیرین عالی<sup>۱</sup>، فرهاد رضازاده<sup>۲</sup>، نسترن مرادزاده<sup>۳</sup>، پارسا فرقانی<sup>۴</sup>

## مقاله مروری

## چکیده

**مقدمه:** سندرم درد کشکی-رانی (PFPS (Patellofemoral pain syndrome) از شایع‌ترین اختلالات اسکلتی-عضلانی است که به‌ویژه در افراد فعال و ورزشکاران مشاهده می‌شود. سبب‌شناسی یک سندرم چندعاملی است، اما ضعف و اختلال در عملکرد عضلات اندام تحتانی نقش کلیدی در پاتومکانیک آن دارد. این اختلال به‌ویژه در زنجیره حرکتی مشهود است. تمرینات زنجیره حرکتی باز (OKC (Open kinetic chain) و بسته (CKC (Closed kinetic chain) به‌عنوان دو رویکرد مهم در توانبخشی PFPS مطرح هستند. این مطالعه‌ی مروری سیستماتیک با هدف ارزیابی شواهد موجود درباره تأثیر تمرینات OKC و CKC بر کاهش درد و بهبود عملکرد در بیماران مبتلا به PFPS انجام شده است.

**روش‌ها:** این مطالعه به صورت مروری سیستماتیک انجام شد. جستجوی مقالات انگلیسی در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۶ در پایگاه‌های خارجی PubMed, WOS, Scopus و در موتور جستجوی Google Scholar صورت گرفت و در نهایت ۱۵ مقاله مرتبط بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شد. اثربخشی تمرینات زنجیره جنبشی باز و بسته در مدیریت درد و ارتقای عملکرد حرکتی بیماران مبتلا به PFPS مقایسه و بررسی گردید.

**یافته‌ها:** یافته‌های این مطالعه‌ی مروری نشان داد که تمرینات عملکردی مبتنی بر کنترل تنه، تمرینات زنجیره بسته و رویکردهای ترکیبی، نسبت به تمرینات سنتی، تأثیر بیشتری در کاهش درد و بهبود عملکرد بیماران مبتلا به PFPS دارند. به‌طور کلی، مداخلات چندبعدی و فردمحور، مؤثرترین رویکرد در مدیریت این سندرم محسوب می‌شوند.

**نتیجه‌گیری:** مدیریت مؤثر PFPS نیازمند رویکردی چندبعدی و فردمحور است که تقویت عضلات کلیدی، بهبود کنترل حرکتی، افزایش انعطاف‌پذیری و استفاده از تمرینات متنوع عملکردی را تلقین کند. این ترکیب می‌تواند به کاهش درد، بهبود عملکرد و اصلاح پایدار الگوهای حرکتی منجر شود.

**واژگان کلیدی:** تمرینات زنجیره حرکتی باز؛ تمرینات زنجیره حرکتی بسته؛ سندرم درد کشکی-رانی؛ عملکرد حرکتی

**ارجاع:** عالی شیرین، رضازاده فرهاد، مرادزاده نسترن، فرقانی پارسا. مرور سیستماتیک تأثیر تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته بر درمان سندرم درد کشکی-رانی. مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۴۰۵؛ ۴۴ (۸۴۹): ۵۷-۷۴.

## مقدمه

پاتلوفمورال، وجود درد در ناحیه اطراف یا پشت کشکک زانو است. دردی که با انجام فعالیت‌هایی مانند بالا یا پایین رفتن از پله، دویدن، پریدن یا انجام حرکت اسکات، که باعث افزایش فشار بر مفصل پاتلوفمورال می‌شوند، تشدید می‌گردد (۶). از جمله علائم بالینی همراه که برای تشخیص ضروری تلقی نمی‌شوند می‌توان به صدای مفصل زانو، حساسیت به لمس در نواحی اطراف کشکک، افیوژن خفیف، درد در هنگام نشستن طولانی مدت و احساس ناراحتی هنگام برخاستن از حالت نشسته اشاره کرد (۷).

سندرم درد پاتلوفمورال (Patellofemoral Pain Syndrome)، یک اختلال شایع اسکلتی-عضلانی است که ۲۲/۷ درصد از افراد جامعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ۲۵ تا ۴۰ درصد اختلالات زانو را شامل می‌شود که هم ورزشکاران و هم افراد کم‌تحرک را در بر می‌گیرد (۱-۳). این اختلال با بروز درد در ناحیه قدامی و یا میانی زانو حین فعالیت‌های تحمل وزن و خم شدن زانو مشخص می‌شود (۴، ۵). بر اساس پژوهش‌های اخیر، معیار اصلی برای تشخیص سندرم درد

۱- استادیار، گروه آموزش تربیت بدنی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

۲- استادیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده‌ی علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳- دانشجوی دکتری بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده‌ی علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۴- دانشجوی رشته کینزیولوژی، دانشکده‌ی سلامت، دانشگاه یورک، تورنتو، انتاریو، کانادا.

نویسنده‌ی مسؤول: فرهاد رضازاده: استادیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده‌ی علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

Email: rezazadeh.farhad@uma.ac.ir

چندین گروه عضلانی در اطراف مفصل فعال می‌شوند به جای اینکه فقط یک گروه عضلانی منقبض شود (۳۰). برخلاف تمرین OKC، تمرین CKC انقباض همزمان عضلات را برای تثبیت و کنترل حرکات مفصل ترویج می‌کند (۳۱). مطالعات اخیر حاکی از آن است که تمرینات CKC و همچنین تمرینات OKC در بهبود PFPS از اهمیت بالایی برخوردارند، در حالی که مقایسه دو پروتکل تمرینی، نتایج قابل توجهی برای تمرینات زنجیره حرکتی بسته نشان می‌دهد (۳۲).

مطالعات انجام‌شده توسط Alrshood و همکاران (۳۳) و Nobre (۳۴) به بررسی اثر OKC و CKC در بیماران مبتلا به PFPS پرداخته‌اند. هر دو مطالعه بر این نکته تأکید دارند که اگرچه تمرینات OKC و CKC می‌توانند به بهبود قدرت عضلات چهارسر ران و کاهش درد کمک کنند، اما شواهد علمی موجود برای اثبات برتری قطعی یکی بر دیگری ناکافی و گاه متناقض است. تمرینات CKC به دلیل ایجاد پایداری بیشتر در مفصل زانو و شباهت به حرکات روزمره، کاربردی‌تر در نظر گرفته می‌شوند، در حالی که تمرینات OKC در زوایای خاصی از خم شدگی زانو فعال‌سازی بیشتری در عضله مایل داخلی پهن (Vastus Medialis Oblique) ایجاد می‌کنند، با توجه به شیوع بالای این سندرم و تأثیر آن بر توانایی حرکتی و کیفیت زندگی بیماران، ضرورت انجام یک مرور نظام‌مند جهت تجزیه و تحلیل شواهد موجود و ارائه راهکارهای درمانی مبتنی بر شواهد علمی، اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. در حالی که مرورهای گذشته بر مقایسه مستقیم OKC و CKC متمرکز بوده‌اند، این مرور سیستماتیک با هدف ارزیابی مجدد این دوگانگی در پرتو شواهد جدید پیرامون اهمیت کنترل پروگزیمال و رویکردهای ترکیبی انجام شده است. این مطالعه به دنبال پاسخ به این سوال است که آیا پارادایم توانبخشی PFPS باید از یک مدل متمرکز بر زانو به یک مدل جامع‌تر مبتنی بر کل زنجیره حرکتی تغییر کند؟

### روش‌ها

این مرور سیستماتیک که در سال ۲۰۲۶ انجام شده است، به‌طور نظام‌مند شواهد موجود را با هدف بررسی و مقایسه اثربخشی تمرینات زنجیره جنبشی باز و بسته در کاهش درد و بهبود عملکرد حرکتی بیماران مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال (PFPS) ارزیابی می‌کند.

#### پروتکل و ثبت مطالعه

این مرور بر اساس یک پروتکل از پیش طراحی‌شده انجام شد که به‌صورت آینده‌نگر در پایگاه ثبت بین‌المللی مرورهای سیستماتیک (PROSPERO) ثبت گردید (شماره ثبت: CRD420261301748). گزارش‌دهی مطالعه مطابق با دستورالعمل PRISMA 2020 انجام شده است (۳۵). و شامل نمودار جریان PRISMA به‌منظور

اتخاذ رویکرد‌های درمانی به جهت بهبود این درد در بیماران صرفاً معطوف به علائم بالینی نیست. شواهد اخیر نشان می‌دهد که این درد ناشی از تعامل چندوجهی عوامل بیومکانیکی، رفتاری و حتی روان‌شناختی است (۸، ۹). ضعف عضلات چهارسر ران، مخصوصاً عضله پهن داخلی (VM (Vastus Medialis)، تأخیر در فعال شدن آن نسبت به پهن خارجی (VL) (Vastus Lateralis) (۱۰)، کاهش قدرت عضلات ابدکتور و چرخاننده خارجی مفصل ران (۱۱)، والگوس دینامیک زانو (۱۲، ۱۳)، پرونیشن بیش‌از حد پا (۱۴)، از جمله عواملی هستند که ممکن است در بروز این درد نقش داشته باشند. در بسیاری موارد، این عوامل با هم در تعامل هستند و به تنهایی قابل تفسیر نیستند (۱۵). اختلال PFPS تأثیر قابل توجهی بر عملکرد حرکتی و کیفیت زندگی بیماران دارد (۱۶). افراد مبتلا در مقایسه با افراد سالم، با سرعت کمتر، گام‌های کوتاه‌تر، افت بیشتر لگن در سمت مقابل، و زوایای خم شدن و گشتاورهای باز شدن زانوی کمتری راه می‌روند (۱۷). همچنین این عارضه ممکن است با ایجاد استئوآرتریت کشکی-رانی مرتبط باشد، که اهمیت راهبردهای درمانی مناسب برای بیماران جوان و فعال را برای حفظ سلامت طولانی مدت مفصل برجسته می‌کند (۱۸). اکثر رویکردهای درمانی برای PFPS محافظه‌کارانه هستند و جراحی به ندرت ضرورت می‌یابد، در حالی که تمرین درمانی مؤثرترین و معتبرترین روش درمانی در کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت شناخته شده است (۱۹). برنامه‌های فیزیوتراپی چندوجهی، شامل آموزش بیمار، تقویت عضلات اندام تحتانی، انعطاف‌پذیری، حس عمقی و تمرینات کششی، معمولاً برای تسکین علائم به کار می‌روند (۲۰، ۲۱). دو الگوی تمرینی که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته‌اند، تمرینات زنجیره حرکتی باز (OKC (Open Kinetic Chain) و زنجیره حرکتی بسته (CKC (Closed Kinetic Chain) در توانبخشی افراد مبتلا به عارضه PFPS هستند (۲۲، ۲۳).

زنجیره‌های جنبشی (Kinetic Chain) KCs بر اساس وزنی که بر بخش انتهایی وارد می‌شود، به باز یا بسته طبقه‌بندی می‌شوند (۲۴): تمرینات OKC امکان حرکت آزادانه بخش مفصل دیستال را در فضا بدون تحمل وزن فراهم می‌کنند (۲۵). یکی از ویژگی‌های تمرینات OKC شامل فعالیت عضلانی ایزوله‌تر است، بنابراین امکان تقویت عضلانی خاص‌تر را فراهم می‌کند (۲۶). این تمرینات قدرت و دامنه حرکت را بهبود می‌بخشد و الگوهای حرکتی طبیعی را تشویق می‌کند (۲۷). انجام تمرینات OKC در افراد مبتلا به PFPS نیست زیرا می‌تواند با فشار زیادی بر رباط صلیبی وارد کنند و موجب شلی زانو می‌شود (۲۸). در حالی که تمرینات CKC زمانی است که بخش دیستال ثابت است و از حرکت آزاد آن بخش جلوگیری می‌کند (۲۹). معمولاً

سیستماتیک به گونه‌ای تعریف شده بودند که مطالعاتی را که به طور خاص تأثیر تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته را در ارتباط با کاهش درد و افزایش عملکرد در افراد دارای PFPS بررسی می‌کردند، شناسایی کنند. بر این اساس، مطالعاتی واجد شرایط ورود بودند که از طرح‌های تحقیقاتی کمی، از جمله کارآزمایی‌های تصادفی کنترل‌شده استفاده می‌کردند و بر روی شرکت‌کنندگان انسانی از هر دو جنس انجام می‌شدند.

مطالعات واجد شرایط ورود به این مرور سیستماتیک شامل پژوهش‌هایی بودند که بر روی افراد مبتلا به PFPS انجام شده و محدودیتی از نظر سن یا جنسیت برای شرکت‌کنندگان در آن‌ها اعمال نشده بود. مطالعاتی در نظر گرفته شدند که در آن‌ها تمرینات زنجیره جنبشی باز یا بسته به صورت مستقل یا در ترکیب با سایر مداخلات درمانی مورد بررسی قرار گرفته بود. همچنین، مقالات باید به زبان انگلیسی منتشر شده و متن کامل آن‌ها در دسترس می‌بود تا امکان استخراج دقیق داده‌ها و ارزیابی کیفیت روش‌شناختی فراهم شود. فقط مقالات تمام متن منتشر شده در مجلات داوری شده بین ۱ ژانویه ۲۰۱۰ تا ۳۰ مارس ۲۰۲۶ و به زبان انگلیسی در این بررسی گنجانده شدند. مطالعاتی از این مرور سیستماتیک حذف شدند که تمرکز آن‌ها بر سایر آسیب‌ها یا اختلالات زانو، از جمله آسیب‌های رباطی، ضایعات منیسک یا آرتروز زانو بود و به‌طور مشخص به PFPS نمی‌پرداختند. همچنین، مطالعات حیوانی، گزارش‌های موردی، مقالات نظری، پایان‌نامه‌ها، مقالات کنفرانسی و سایر منابع غیرمقاله‌ای از مطالعه کنار گذاشته شدند. پژوهش‌هایی که متن کامل آن‌ها در دسترس نبود و صرفاً چکیده منتشر شده بود، به دلیل عدم امکان ارزیابی دقیق روش‌شناسی و استخراج داده‌ها، واجد شرایط ورود تلقی نشدند. علاوه بر این، مطالعاتی که از طرح‌های غیرتصادفی استفاده کرده بودند یا از نظر کیفیت روش‌شناختی حداقل معیارهای لازم برای ورود به مرور حاضر را نداشتند، از فرایند بررسی حذف شدند. غربالگری اولیه عناوین و چکیده‌ها و به دنبال آن ارزیابی واجد شرایط بودن متن کامل، توسط دو داور به طور مستقل انجام شد. هرگونه اختلاف نظر از طریق بحث و اجماع، یا در صورت لزوم، با مشورت با یک داور سوم حل و فصل شد (جدول ۲).

#### فرایند انتخاب مطالعات و استخراج داده‌ها

تمام رکوردهای بازیابی شده به EndNote 21 وارد شدند و موارد تکراری قبل از غربالگری شناسایی و حذف شدند. سپس انتخاب مطالعه در دو مرحله متوالی توسط دو داور مستقل انجام شد: (الف) غربالگری عنوان/چکیده بر اساس معیارهای واجد شرایط بودن از پیش تعیین شده (PICOS)، و پس از آن (ب) ارزیابی متن کامل برای تعیین گنجاندن نهایی. دلایل حذف متن کامل به طور سیستماتیک مستند شده و در نمودار جریان PRISMA 2020 شکل ۱ خلاصه شده‌اند.

مستندسازی مراحل شناسایی، غربالگری و انتخاب مطالعات می‌باشد. با پیش‌بینی ناهمگونی بالینی و روش‌شناختی در مداخلات، مقایسه‌کننده‌ها و پیامدها، ما یک سنتز روایی ساختاریافته و شفاف را از پیش تعیین کردیم که توسط چارچوب SWiM برای بررسی‌های سیستماتیک بدون متاآنالیز هدایت می‌شود (۳۶).

#### استراتژی جستجو

ما یک جستجوی جامع و سیستماتیک در پایگاه‌های داده بین‌المللی اصلی مرتبط با بیومکانیک ورزشی، پیشگیری از آسیب و پزشکی ورزشی، از جمله PubMed, Scopus, Web of Science و Core Collection انجام دادیم. برای افزایش کامل بودن جستجو و به حداقل رساندن خطر سوگیری انتشار، موتور جستجوی Google Scholar نیز برای شناسایی منابع خاکستری بالقوه مرتبط جستجو شد. برای Google Scholar، ۲۰۰ نتیجه اول (مرتب شده بر اساس ارتباط) غربالگری شدند. جستجو دوره زمانی ۱ ژانویه ۲۰۱۰ تا ۳۰ مارس ۲۰۲۶ را پوشش داد. استراتژی‌های جستجوی خاص پایگاه داده، واژگان کنترل‌شده (به عنوان مثال، اصطلاحات MeSH در PubMed) را با کلمات کلیدی متن آزاد مرتبط با تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته، سندرم درد پتلافمورال، شدت درد و افزایش عملکرد ترکیب کردند. عبارات جستجو از طریق بررسی متون مرتبط و جستجوهای آزمایشی برای بهینه‌سازی حساسیت و دقت، اصلاح شدند. عملگرهای بولی ("AND" برای پیوند مفاهیم اصلی و "OR" برای ترکیب اصطلاحات مترادف) و برچسب‌های فیلد مناسب بر اساس هر پایگاه داده اعمال شدند (به عنوان مثال، نگاشت MeSH در PubMed TITLE-ABS-KEY در Scopus، فیلدهای TS در Web of Science). هیچ محدودیت تاریخی اضافی در رابطه‌های پایگاه داده فراتر از بازه زمانی از پیش تعریف شده اعمال نشد. برای اطمینان از پوشش جامع، غربالگری استناد به عقب (گلوله برفی) تمام مطالعات گنجانده شده و بررسی‌های مرتبط، در کنار ردیابی استناد به جلو در Scopus و Web of Science انجام شد. هرگونه رکورد اضافی که از طریق این روش‌ها شناسایی شد، با استفاده از همان معیارهای واجد شرایط بودن از پیش تعریف شده، غربالگری شد. استراتژی‌های جستجوی کامل (شامل رشته‌های بولی خاص پایگاه داده، اصطلاحات MeSH و محدودیت‌های اعمال شده) در جدول ۱ ارائه شده است (جدول ۱).

#### معیارهای ورود و خروج

معیارهای ورود و خروج با استفاده از چارچوب PICOS برای پاسخ به سوال بررسی، مطابق با دستورالعمل‌های PRISMA 2020 و Cochrane، از پیش تعیین شده بودند. جدول (۲) معیارهای واجد شرایط بودن PICOS را نشان می‌دهد. معیارهای انتخاب برای این بررسی

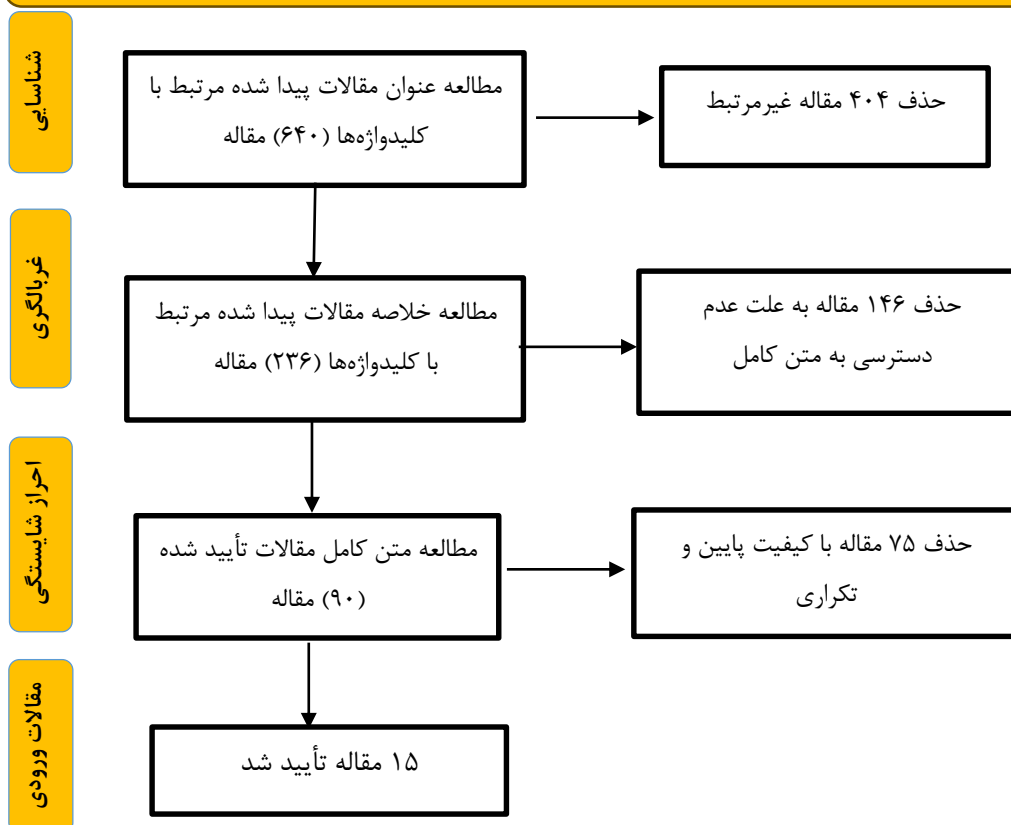
جدول ۱. استراتژی جستجو در پایگاه‌های داده

پایگاه داده	کلمات کلیدی (به همراه عملگرهای بولی AND, OR)	فیلترها	تعداد نتایج
PubMed	((("patellofemoral pain syndrome"[MeSH Terms] OR ("patellofemoral pain syndrome"[Title/Abstract] OR "PFPS"[Title/Abstract] OR "Anterior knee pain"[Title/Abstract] OR "Patellofemoral pain"[Title/Abstract] OR "Chondromalacia patellae"[Title/Abstract]) OR ("patellofemoral pain syndrome"[Title] OR "PFPS"[Title] OR "Anterior knee pain"[Title] OR "Patellofemoral pain"[Title] OR "Chondromalacia patellae"[Title])) AND ("Pain"[MeSH Terms] OR "Exercise"[MeSH Terms] OR ("Pain"[Title/Abstract] OR "physical Function"[Title/Abstract] OR "motor Function"[Title/Abstract] OR "Movement Efficiency"[Title/Abstract] OR "Therapeutic exercise"[Title/Abstract] OR "Physical therapy"[Title/Abstract] OR ("Pain"[Title] OR "physical Function"[Title] OR "motor Function"[Title] OR "Movement Efficiency"[Title] OR "Exercise"[Title] OR "Exercises"[Title] OR "Training"[Title] OR "Rehabilitation"[Title] OR "Therapeutic exercise"[Title] OR "Physical therapy"[Title])) AND ("Weight-Bearing"[MeSH Terms] OR ("Kinetic chain"[Title/Abstract] OR "Open kinetic chain"[Title/Abstract] OR "Closed kinetic chain"[Title/Abstract] OR "OKC"[Title/Abstract] OR "CKC"[Title/Abstract] OR "Weight-bearing exercise"[Title/Abstract] OR "Non-weight-bearing exercise"[Title/Abstract] OR ("Kinetic chain"[Title] OR "Open kinetic chain"[Title] OR "Closed kinetic chain"[Title] OR "OKC"[Title] OR "CKC"[Title] OR "Weight-bearing exercise"[Title] OR "Non-weight-bearing exercise"[Title]))) AND ((english[Filter]) AND (2010:2026[pat]))	- بازه زمانی: ۲۰۲۶-۲۰۱۰ - زبان: انگلیسی	۱۴۳
Scopus	(( TITLE-ABS-KEY ( "open kinetic chain exercises" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "OKC Exercises" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "open kinetic chain training" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "closed kinetic chain exercises" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "CKC Exercises" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "closed kinetic chain training" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "Pain" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "motor Function" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "Patellofemoral Pain Syndrome" ) OR TITLE-ABS-KEY ( PFPS ) OR TITLE-ABS-KEY ( "Anterior Knee Pain" ) ) AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2026 ) AND ( a randomized controlled trial ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) )	- بازه زمانی: ۲۰۲۶-۲۰۱۰ - زبان: انگلیسی	۲۶
Web of Science	TS=("open kinetic chain exercises" OR "OKC Exercises" OR "open kinetic chain training" AND "closed kinetic chain exercises" OR "CKC Exercises" OR "closed kinetic chain training" AND "motor Function" OR "Movement Efficiency" AND "Patellofemoral Pain Syndrome" OR "PFPS" OR "Anterior Knee Pain") and 2010 or 2025 (Final Publication Year) and English (Languages) and Randomized Controlled Trial (Search within all fields)	- بازه زمانی: ۲۰۲۵-۲۰۱۰ - زبان: انگلیسی	۱۸۰
Google Scholar	intitle:"open kinetic chain exercises" OR "OKC Exercises" AND "closed kinetic chain exercises" OR "CKC Exercises" AND "Patellofemoral Pain Syndrome" OR "PFPS" OR "Anterior Knee Pain"	- بازه زمانی: ۲۰۲۵-۲۰۱۰	۲۹۱

جدول ۲. معیارهای واجد شرایط بودن PICOS

مؤلفه	معیارهای ورود
جمعیت (P)	افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال (PFPS)، تمامی سنین (بدون محدودیت سنی)، هر دو جنس (مرد و زن)، تشخیص PFPS (بدون سایر آسیب‌های مهم زانو مانند آسیب رباطی، منیسک یا آرتروز)
مداخله (I)	تمرینات زنجیره جنبشی باز (OKC) و/یا تمرینات زنجیره جنبشی بسته (CKC). این تمرینات می‌توانند به صورت مستقل یا در ترکیب با سایر مداخلات درمانی ارائه شده باشند.
مقایسه (C)	مقایسه بین دو نوع مداخله (OKC) در مقابل (CKC). مقایسه هر یک از مداخلات با گروه کنترل ممکن است شامل عدم مداخله، مراقبت معمول، دارونما یا سایر درمان‌ها باشد. مقایسه ترکیب OKC/CKC با سایر روش‌ها.
پایامدها (O)	کاهش درد مثلاً اندازه‌گیری شده با مقیاس‌های درد مانند (VAS)/(NRS). پایامدهای ثانویه: سایر شاخص‌های مرتبط با کیفیت زندگی یا مکانیک حرکتی.
طراحی مطالعه (S)	کارآزمایی تصادفی سازی شده کنترل‌شده (RCT) حذف شده‌ها: گزارش‌های موردی، مقالات نظری، پایان‌نامه‌ها، مقالات کنفرانسی، مطالعات حیوانی، مطالعات کیفی

## جستجو در پایگاه‌های داده PubMed, Scopus, Web of Science و موتور جستجو Google Scholar



شکل ۱. فرایند جستجو، بررسی و انتخاب مقالات بر اساس دستورالعمل‌های PRISMA

مورد)، اعتبار خارجی (۳ مورد) و اعتبار داخلی (۱۴ مورد). اعتبار داخلی به حوزه‌های سوگیری و مخدوش‌کننده (سوگیری انتخاب) تقسیم می‌شود. به عنوان مثال، در حوزه گزارش، چک‌لیست ارزیابی می‌کند که آیا فرضیه‌های مطالعه، اهداف و پروتکل‌های مداخله به طور واضح و روشن توصیف شده‌اند یا خیر. در این بررسی، ما از یک رویکرد امتیازدهی دودویی (۱/۰) برای همه موارد چک‌لیست استفاده کردیم. بنابراین، نمرات کل از ۰ تا ۲۷ متغیر بود. بر اساس نمره‌ی کل به دست آمده از این چک‌لیست، مطالعات به چهار سطح کیفیت طبقه‌بندی شدند: نمرات ۲۴ تا ۲۷ نشان‌دهنده‌ی کیفیت عالی، ۱۹ تا ۲۳ نشان‌دهنده‌ی کیفیت خوب، ۱۴ تا ۱۸ نشان‌دهنده‌ی کیفیت متوسط و نمرات زیر ۱۳ به عنوان کیفیت روش‌شناختی ضعیف در نظر گرفته شدند (۳۸). دو محقق به طور مستقل کیفیت مطالعات را ارزیابی کردند. اختلاف نظرها از طریق بحث و اجماع و در صورت لزوم، با نظر محقق سوم حل و فصل شد (جدول ۴).

## خطر سوگیری

برای ارزیابی خطر سوگیری در مطالعات مورد بررسی، از ابزار خطر سوگیری در مطالعات تصادفی (RCT) از (RoB2) استفاده شد.

داده‌های استخراج شده شامل حوزه‌های زیر بودند: (۱) ویژگی‌های مطالعه، شامل نویسنده اول، سال انتشار و طراحی مطالعه؛ (۲) ویژگی‌های شرکت‌کنندگان، شامل اندازه نمونه، سن و توزیع جنسی؛ (۳) اهداف مطالعه؛ (۴) ابزارهای اندازه‌گیری و سیستم‌های جمع‌آوری داده‌ها؛ (۵) گروه‌های مورد مطالعه و (۶) یافته‌های کلیدی و نتایج گزارش شده. هرگونه اختلاف بین دو داور در ابتدا از طریق بحث برای دستیابی به اجماع مورد بررسی قرار گرفت. در مواردی که توافق حاصل نشد، با یک داور ارشد سوم برای داوری و تصمیم‌گیری نهایی مشورت شد. این رویکرد ساختاریافته برای افزایش دقت داده‌ها، به حداقل رساندن سوگیری استخراج و تضمین دقت روش‌شناختی در طول فرآیند بررسی پیاده‌سازی شد.

## ارزیابی کیفیت

در بررسی حاضر، کیفیت روش‌شناسی مطالعات مورد بررسی با استفاده از چک‌لیست اصلاح‌شده داون و بلک (جدول ۳) ارزیابی شد (۳۷). این چک‌لیست به طور خاص برای ارزیابی دقت روش‌شناسی مطالعات تصادفی و غیر تصادفی طراحی شده است. این ابزار شامل ۲۷ مورد است که در سه حوزه اصلی توزیع شده‌اند: گزارش (۱۰

جدول ۳. پرسش‌نامه داون و بلک

ردیف	سؤالات
۱	آیا فرضیات و اهداف مطالعه به وضوح شرح داده شده است؟
۲	آیا نتایج اصلی به وضوح شرح داده شده است؟
۳	آیا ویژگی بیماران به وضوح شرح داده شده است؟
۴	آیا مداخلات شرح داده شده است؟
۵	آیا در خصوص عوامل مخدوش کننده توضیحاتی ارائه شده است؟
۶	آیا یافته‌ها به وضوح شرح داده شده است؟
۷	آیا داده‌های این مطالعه به صورت تصادفی برای پیامدهای اصلی ارائه شده است؟
۸	آیا عوارض جانبی گزارش شده است؟
۹	آیا در خصوص ترک بیماران از مطالعه و عوارض آن اطلاعاتی ارائه شده است؟
۱۰	آیا مقادیر واقعی داده‌ها گزارش شده است (به صورت دقیق نه تخمینی)؟
۱۱	آیا در خصوص نحوه انتخاب نمونه‌های مطالعه اطلاعاتی ارائه شده است؟
۱۲	آیا آزمودنی‌ها آمادگی لازم را برای اجرای آزمون داشتند؟
۱۳	آیا در مورد خصوصیات مکان و امکانات اطلاعاتی ارائه شده است؟
۱۴	آیا در خصوص تلاش مداخلات که بیماران داشتند اطلاعاتی ارائه شده است؟
۱۵	آیا برای یکسان سازی مطالعه اطلاعاتی ارائه شده است؟
۱۶	آیا نتایج مطالعه پس از نرمال کردن داده‌ها به وضوح شرح داده شده است؟
۱۷	آیا اطلاعاتی از نتایج دوره مداخلات تمرینی و گروه کنترل ارائه شده است؟
۱۸	آیا از آزمون‌های آماری مناسبی برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است؟
۱۹	آیا مداخلات قابل اعتماد بود؟
۲۰	آیا معیار نتایج اصلی قابل اعتماد بود؟
۲۱	آیا گروه‌ها تحت مداخلات متفاوتی قرار داشتند؟
۲۲	آیا آزمودنی‌ها یکسان‌سازی شدند؟
۲۳	آیا آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در گروه‌ها قرار گرفتند؟
۲۴	آیا مداخلات به صورت تصادفی اعمال شد؟
۲۵	آیا شرایطی برای عوامل کنترل نشده در نظر گرفته شده بود؟
۲۶	آیا برنامه خاصی برای از دست دادن بیماران داشتید؟
۲۷	آیا مقالات قابل اعتماد و استناد هستند؟

جدول ۴. نتایج ارزیابی کیفیت مقالات

آیتمها	همکاران و Lee (۲۰۷۵)	همکاران و Abdelnoshen (۲۰۷۵)	همکاران و Abdo (۲۰۷۵)	همکاران و Ayvik (۲۰۷۵)	همکاران و Kukur (۲۰۲۲)	همکاران و Mustafa (۲۰۲۲)	همکاران و Lee (۲۰۲۱)	همکاران و Silva (۲۰۱۹)	همکاران و Eart-Boehm (۲۰۱۸)	همکاران و Moghadam (۲۰۱۶)	Song و Peng (۲۰۱۵)	همکاران و Hahbchi (۲۰۱۵)	همکاران و Kumar (۲۰۱۳)	همکاران و Ismail (۲۰۱۳)	همکاران و Mason (۲۰۱۰)
آیتم ۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۵	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
آیتم ۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۷	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱
آیتم ۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
آیتم ۹	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱
آیتم ۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۱۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۱۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۱۳	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱
آیتم ۱۴	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
آیتم ۱۵	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
آیتم ۱۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۱۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۱۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۱۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۲۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۲۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱
آیتم ۲۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
آیتم ۲۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۲۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیتم ۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
آیتم ۲۶	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
آیتم ۲۷	۵	۵	۵	۵	۵	۳	۴	۳	۵	۳	۳	۴	۴	۵	۵
کل امتیازات	۲۵	۲۷	۲۵	۲۵	۲۲	۲۰	۲۳	۲۱	۲۴	۲۴	۲۰	۲۱	۲۱	۲۴	۲۶
درصد کل	۸۷/۱۲	۸۷/۱	۸۷/۱۲	۸۷/۱۲	۶۸/۷۵	۶۲/۵	۷۱/۸۷	۶۵/۶۲	۷۵	۷۵	۶۲/۵	۶۵/۶۲	۶۵/۶۲	۷۵	۸۱/۲۵

این ابزار شناخته‌شده‌ترین و معتبرترین روش برای ارزیابی خطر سوگیری در کارآزمایی‌های تصادفی شده است و در راهنمای رسمی کارکن توصیه شده است. ابزار RoB2 نسخه‌ی به‌روز و پیشرفته ابزار ارزیابی خطر سوگیری کارکن است که به‌طور خاص برای کارآزمایی‌های تصادفی‌شده طراحی شده تا مشخص کند نتایج گزارش شده تا چه حد ممکن است تحت تأثیر خطاهای سیستماتیک (bias) قرار گرفته باشند (جدول ۵). خطر کلی سوگیری برای هر مطالعه به صورت کم، زیاد و نام‌شخص طبقه‌بندی شد. دو محقق به

طور مستقل خطر سوگیری مطالعات را ارزیابی کردند (جدول ۶). اختلاف نظرها از طریق بحث و اجماع و در صورت لزوم با نظر محقق سوم حل و فصل شد (۳۹).

#### یافته‌ها

جستجوی اولیه در پایگاه‌های داده منجر به شناسایی ۶۴۰ مقاله گردید. پس از حذف موارد تکراری و غربالگری عناوین و خلاصه‌ها، ۹۰ مقاله برای بررسی متن کامل انتخاب شدند. در نهایت، با اعمال

جدول ۵. ابزار خطر سوگیری (RoB 2)

شماره	حوزه ارزیابی	پرسش کلیدی	خطر سوگیری
۱	فرایند تصادفی سازی	آیا تخصیص شرکت کنندگان به گروه‌ها واقعاً تصادفی و مخفی انجام شد؟	پایین/ بالا/ برخی نگرانی‌ها
۲	انحراف از مداخلات مورد نظر	آیا مداخلات واقعی انجام شده با آنچه که برنامه بود یکی بود؟	پایین/ بالا/ برخی نگرانی‌ها
۳	داده‌های ناقص برای پیامد مورد نظر	آیا داده‌های نتیجه گمشده هستند و این فقدان می‌تواند اثر را تغییر دهد؟	پایین/ بالا/ برخی نگرانی‌ها
۴	اندازه‌گیری پیامد	آیا نتایج به‌طور عینی و بدون تأثیر آگاهی از گروه‌بندی اندازه‌گیری شده‌اند؟	پایین/ بالا/ برخی نگرانی‌ها
۵	انتخاب گزارش پیامد	آیا نتایج گزارش شده همان‌هایی هستند که قبلاً برنامه‌ریزی و ثبت شده‌اند؟	پایین/ بالا/ برخی نگرانی‌ها

جدول ۶. نتایج خطر سوگیری (RoB2)

نام مطالعه	آیتم اول	آیتم دوم	آیتم سوم	آیتم چهارم	آیتم پنجم	کل
Lee و همکاران (۲۰۲۵)	متوسط	پایین	پایین	متوسط	زیاد	متوسط
Abdelmohsen و همکاران (۲۰۲۵)	متوسط	پایین	پایین	متوسط	متوسط	متوسط
Abdo و همکاران (۲۰۲۵)	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط	پایین
Ayık و همکاران (۲۰۲۵)	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط	پایین
Kultur و همکاران (۲۰۲۲)	متوسط	پایین	پایین	متوسط	متوسط	متوسط
Mustafa و همکاران (۲۰۲۲)	بالا	متوسط	بالا	بالا	بالا	بالا
Lee و همکاران (۲۰۲۱)	پایین	متوسط	پایین	پایین	پایین	پایین
Silva و همکاران (۲۰۱۹)	پایین	پایین	پایین	متوسط	پایین	پایین
Earl-Boehm و همکاران (۲۰۱۸)	پایین	متوسط	پایین	پایین	پایین	پایین
Moghadam و همکاران (۲۰۱۶)	بالا	متوسط	پایین	بالا	بالا	بالا
Song و Peng (۲۰۱۵)	پایین	متوسط	پایین	پایین	پایین	پایین
Halabchi و همکاران (۲۰۱۵)	پایین	متوسط	متوسط	متوسط	پایین	متوسط
Kumar و همکاران (۲۰۱۳)	متوسط	پایین	پایین	زیاد	زیاد	متوسط
Ismail و همکاران (۲۰۱۳)	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط	متوسط
Mason و همکاران (۲۰۱۱)	پایین	متوسط	پایین	پایین	متوسط	متوسط

Cochrane risk-of-bias tool (RoB 2)

	D1	D2	D3	D4	D5	Overall
Li (2025)	!	+	+	!	-	!
Abdelmohsen (2025)	!	+	+	!	!	!
Abdo (2025)	+	+	+	+	!	+
Ayık (2025)	+	+	+	+	!	+
Coulter (2022)	!	+	+	!	!	!
Mostafa (2022)	-	!	-	-	-	-
Hughley (2021)	+	!	+	+	+	+
Silva (2019)	+	+	+	!	+	+
Earl Boehm (2018)	+	!	+	+	+	+
Firoozkoobi (2016)	-	!	+	-	-	-
Peng (2015)	+	!	+	+	+	+
Halabchi (2015)	+	!	!	!	+	!
Kumar (2013)	!	+	+	-	-	!
Ismail (2013)	+	+	+	+	!	!
Masan (2011)	+	!	+	+	!	!

Domains:  
 D1: Bias arising from the randomization process  
 D2: Bias due to deviations from intended interventions  
 D3: Bias due to missing outcome data  
 D4: Bias in measurement of the outcome  
 D5: Bias in selection of the reported result

Legend:  
 Low risk of bias (+)  
 Some concerns (!)  
 High risk of bias (-)

Figure. Cochrane risk-of-bias tool (RoB 2).

شکل ۲. ارزیابی خطر سوگیری مطالعات وارد شده با ابزار RoB2

برخی دیگر از مطالعات که تمرینات ترکیبی به برنامه تمرینی اضافه کرده بودند. هم سو با مطالعات Halabchi و همکاران (۴۹): Peng و Song (۴۸) بر روی درد و عملکرد بیماران تأکید داشتند، نتایج نشان داد که رویکردهای ترکیبی (مانند تمرینات لگن + ارتز یا پرس پا + ابداکشن ران) نسبت به مداخلات تک عاملی، نتایج بهتری در کاهش درد و بهبود عملکرد دارند. یافته‌های این مطالعه حاکی از آن بود که مدیریت PFPS باید چندبعدی باشد و علاوه بر تقویت عضلات چهارسر ران، بر ثبات لگن و کنترل حرکتی نیز تمرکز داشته باشند.

همچنین مطالعه‌ی Earl-Boehm و همکاران نشان داد که اگرچه هر دو نوع تمرین (لگن/مرکزی و زانو) در کوتاه مدت مؤثر هستند، اما تمرینات لگن/مرکزی کاهش درد پایدارتری در بلندمدت ایجاد می‌کنند. این موضوع اهمیت تقویت پروگزیمال (لگن و تنه) برای کنترل دیستال (زانو) را در مدیریت PFPS برجسته می‌کند. علاوه بر این در یک کارآزمایی کنترل‌شده (۶ هفته)، اجرای تمرینات زنجیره‌ی بسته همراه با تمرینات تقویت لگن در مقایسه با زنجیره‌ی بسته به تنهایی، بهبود درد و عملکرد را در هر دو گروه نشان داد و «تغییرات» بین‌گروهی برای درد و امتیاز عملکرد معنی‌دار گزارش شده است. همسو با مطالعات دیگر سیلوا و همکاران تأکید کرده بودند که تمرینات عصبی - عضلانی (NMT) در ترکیب با تقویت عضلات تنه و اندام تحتانی، تأثیر مضاعفی بر کاهش درد و بهبود سینماتیک حرکتی دارند (۴۶).

همچنین مطالعه‌ی Mason و همکاران نیز نشان داد که ترکیب نواربندی با تمرینات می‌تواند سریع‌ترین راه برای کاهش درد در کوتاه مدت باشد، اما تمرینات به تنهایی (به ویژه تمرینات تقویتی و عصبی-عضلانی) اثرات بلندمدت‌تری خواهند داشت (۵۲).

در مطالعه‌ی دیگر افزودن درمان دستی مانند Mobilization کشکک و تکنیک‌های بافت نرم (به تمرینات لگن و زانو، باعث بهبود معنی‌دار درد و عملکرد) در هر دو گروه شد؛ با این حال تفاوت بین دو گروه در اغلب متغیرهای وابسته معنی‌دار نبود. اگرچه درصد تغییرات در گروه درمان دستی بیشتر گزارش شد (۴).

مطالعاتی دیگر، محور الگوهای حرکتی عملکردی و انعطاف‌پذیری را مورد بررسی قرار داده بودند. نتایج مطالعه‌ی Lee و همکاران نشان داد که کشش دینامیک همسترینگ در مقایسه با کشش استاتیک، بهبود بیشتری در انعطاف‌پذیری و عملکرد بیماران با همسترینگ سفت ایجاد می‌کند. این یافته حاکی از آن بود که تمرینات پویا ممکن است در برنامه‌های توانبخشی PFPS در ارجحیت باشند، زیرا همزمان با افزایش انعطاف‌پذیری، الگوهای حرکتی عملکردی را نیز بهبود می‌بخشد (۴۴).

معیارهای ورود و خروج، ۱۵ مطالعه برای تحلیل نهایی در این مرور سیستماتیک گنجانده شد. فرایند کامل انتخاب مطالعات در نمودار PRISMA (شکل ۱) به تصویر کشیده شده است. مطالعات منتخب بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۶ منتشر شده بودند و تمامی مطالعات از کارآزمایی بالینی تصادفی شده (RCT) بهره برده بودند. کیفیت مقالات بر اساس پرسشنامه Down&Black ارزیابی شد. در مجموع کل میانگین نمرات کسب شده برای مقالات مورد بررسی از کیفیت ۶۷/۶۸ درصدی برخوردار بود. بالاترین کیفیت مربوط به یک مقاله با کسب نمره کیفیت ۸۷/۱ درصد و کمترین کیفیت مقاله نیز ۶۲/۵ درصد بود (جدول ۴). جزئیات کامل امتیازدهی در جدول (۴) ارزیابی کیفیت موجود است. نتایج حاصل از مطالعات منتخب بر اساس نوع مداخله دسته‌بندی و در ادامه ارائه می‌شود. (جزئیات کامل هر مطالعه در جدول (۷) بخش‌های اول و دوم موجود است).

یافته‌های مطالعاتی که بر روی محور درد و عملکرد تمرکز داشتند کاهش بیشتری در درد و بهبود عملکردی داشتند. طبق مطالعه‌ای که توسط Lee و همکاران (۴۴)؛ Silva و همکاران (۴۵) انجام شد، نتایج نشان داد که تمرینات ثبات عملکردی مبتنی بر کنترل تنه در مقایسه با تمرینات تقویتی سستی، تأثیر بیشتری بر کاهش درد و بهبود عملکرد در زنان مبتلا به PFPS دارند. این یافته‌ها حاکی از آن بود که تقویت عضلات مرکزی و بهبود کنترل عصبی - عضلانی می‌تواند با کاهش بار مکانیکی روی مفصل پاتلوفمورال، نقش کلیدی در مدیریت این سندرم، کاهش درد و بهبود عملکرد داشته باشند. همسو با این نتایج، در کارآزمایی ۸ هفته‌ای «تمرینات هدفمند تحمل‌وزن/تعادلی» نیز کاهش درد و بهبود شاخص‌های ناتوانی/عملکرد گزارش شد و بخشی از متغیرها به نفع گروه مداخله در مقایسه بین‌گروهی معنی‌دار بود.

یافته‌های مطالعاتی که به مقایسه‌ی تمرینات زنجیره‌ی حرکتی بسته با زنجیره‌ی حرکتی باز پرداخته بودند. طبق مطالعات Moghadam و همکاران (۴۷)؛ Kumar و همکاران (۵۰)؛ Mustafa و همکاران (۳۲)، نشان دادند که تمرینات زنجیره‌ی حرکتی بسته (مانند اسکات و استپ‌آپ) در مقایسه با زنجیره‌ی حرکتی باز (مانند اکستنشن زانو)، تأثیر بیشتری در کاهش درد و بهبود عملکرد بیماران دارند. این برتری به دلیل فعالسازی همزمان عضلات به‌ویژه VMO و VL در شرایط عملکردی، بهبود هماهنگی عصبی - عضلانی در حرکات نزدیک به فعالیت‌های روزمره و کاهش استرس بر مفصل پاتلوفمورال در مقایسه با تمرینات ایزوله می‌باشد. همچنین در یک مطالعه‌ی تصادفی‌سازی شده جدید (برنامه‌ی ۶ هفته‌ای تمرین خانگی)، هر دو گروه OKC و CKC کاهش معنی‌دار درد داشتند، اما میزان کاهش درد پس از درمان در گروه CKC بیشتر بود.

جدول ۷. بخش اول جزئیات مقالات ارزیابی شده

شماره مطالعه	نویسندگان / نام مجله / سال انتشار	نمونه آماری / سن / جنس	هدف مطالعه	متغیر مورد بررسی
۱	Lee و همکاران (۴۰) Phys Ther Rehabil Sci (۲۰۲۵)	۴۰ زن مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال در سنین ۲۰-۳۰ سال	بررسی تأثیر تمرینات ثبات عملکردی مبتنی بر کنترل تنه بر درد زانو، تعادل پویا و عملکرد فیزیکی	درد زانو، تعادل، عملکرد
۲	Nabil Abd و Abdelmohsen (۴۱) El-Maboud Physiother Res Int (۲۰۲۵)	۳۰ زن مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال در سنین ۱۸-۳۵ سال	بررسی اثر برنامه تمرینی تحمل وزن برای تعادل بهتر بر قدرت عضلانی، درد و ناتوانی در زنان مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال	برنامه تمرینی تحمل وزن برای تعادل بهتر، قدرت ایزوکتیک (ران و زانو)، شدت درد
۳	Abdo و همکاران (۴۲) Sci Rep (۲۰۲۵)	۵۳ زن و مرد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال، با میانگین سنی $22/64 \pm 21/92$ و $3/71 \pm 2/39$	بررسی اثر افزودن درمان دستی به تمرینات هیپ و زانو بر درد، عملکرد، قدرت عضلانی و انعطاف پذیری در PFPS	درد، عملکرد، قدرت عضلات هیپ و زانو، انعطاف پذیری همسترینگ و پشت ساق، آزمون استپ داون
۴	Ayik و همکاران (۵) Turk J Phys Med Rehabil (۲۰۲۵)	۳۰ زن و مرد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال با میانگین سنی $8/8 \pm 37/5$	مقایسه تأثیر تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته بر درد، ضخامت عضلات VM و VMO و ساختار VMO در PFPS	درد، زاویه Q، ضخامت VM و VMO (سونوگرافی)
۵	Kultur و همکاران (۴۳) J Orthop Surg (Hong Kong) (۲۰۲۲)	۸۰ زن و مرد مبتلا به درد کشککی-رانی با میانگین سنی $12/71 \pm 39/78$ و $3/78 \pm 29/08$	ارزیابی تأثیر تمرینات مختلف بر سفتی عضلات VL و VMO مدیریت درد، نمرات عملکردی و محیط ران بود	نمرات عملکردی، سفتی عضلات
۶	Mustafa و همکاران (۳۲) Pak J Med Health Sci (۲۰۲۲)	۳۶ زن و مرد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال در سنین ۲۰-۴۰ سال	مقایسه اثرات تمرینات زنجیره حرکتی بسته و زنجیره حرکتی باز در تقویت عضله پهن داخلی مایل در افراد مبتلا به سندرم درد کشککی-رانی	کاهش درد، تقویت عضلات
۷	Lee و همکاران (۴۴) Sports Health (۲۰۲۱)	۴۶ زن و مرد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال با میانگین سنی $25,1 \pm 9,2$ و $27/2 \pm 7/0$	مقایسه اثرات بین کشش استاتیک و دینامیک همسترینگ در بیماران مبتلا به PFP که همسترینگ انعطاف پذیری ندارند	بهبود زمان فعال سازی عضله، تقویت عضلات
۸	Silva و همکاران (۴۵) Trials (۲۰۱۹)	۹۰ زن مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال در سنین ۱۸-۳۰ سال	بررسی اثرات اضافی تمرینات عصبی-عضلانی در درمان محافظه کارانه تقویت عضلات تنه، ران و زانو بر درد، عملکرد و سینماتیک تنه، لگن و اندام تحتانی در زنان مبتلا به PFP بود	درد، عملکرد
۹	Earl-Boehm و همکاران (۴۶) J Athl Train (۲۰۱۸)	۱۹۹ زن و مرد مبتلا به درد کشککی-رانی با میانگین سنی $28/6 \pm 6/5$ و $32/9 \pm 8/4$	پیش بینی بالینی که پس از یک برنامه تقویتی متمرکز بر لگن و عضلات مرکزی یا زانو برای افراد مبتلا به درد کشککی-رانی، نتیجه مثبتی را پیش بینی می کند	درد، عملکرد، وزن بدن کمتر
۱۰	Moghadam و همکاران (۴۷) Int J Basic Sci Med (۲۰۱۶)	۳۰ زن مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال در سنین ۳۰-۴۰ سال	مقایسه تمرینات زنجیره ای جنبشی-باز و بسته با توجه به اثربخشی آنها در کاهش درد و بهبود عملکرد مفصل در سندرم PFPS بود	کاهش درد، بهبود عملکرد
۱۱	Song و Peng (۴۸) J Phys Ther Sci (۲۰۱۵)	۱۷ زن و مرد مبتلا به درد کشککی-رانی با میانگین سنی $38/3 \pm 11/3$ و $40/3 \pm 10/5$	بررسی تأثیر پرس پا و پرس پا به همراه تمرینات ورزشی اداکشن ران بر راستای کشکک و درد در بیماران مبتلا به درد پاتلوفمورال PFP	درد

جدول ۷. بخش اول جزئیات مقالات ارزیابی شده (ادامه)

شماره مطالعه	نویسندگان / نام مجله / سال انتشار	نمونه آماری / سن / جنس	هدف مطالعه	متغیر مورد بررسی
۱۲	Halabchi و همکاران (۴۹) Clin J Sport Med (۲۰۱۵)	۵۳ زن و مرد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال در سنین ۱۸-۴۰ سال	بررسی اثربخشی بالینی افزودن رویکرد مبتنی بر عوامل خطر (شامل تمرینات و ارتزهای مناسب) به تمرینات روتین تقویت عضلات چهارسر ران با توجه به درد و عملکرد در بیماران مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال	درد و عملکرد
۱۳	Kumar و همکاران (۵۰) Indian J Physiother Occup Ther (۲۰۱۳)	۳۰ زن و مرد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال در سنین ۱۸-۳۵ سال	مقایسه تأثیر تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته بر قدرت و درد عضله چهارسر ران در بیماران مبتلا به سندرم درد کشکک رانی	درد و قدرت عضلات
۱۴	Ismail و همکاران (۵۱) Eur J Phys Rehabil Med (۲۰۱۳)	۳۲ زن و مرد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال در سنین ۱۸-۳۰ سال	مقایسه اثر تمرینات زنجیره حرکتی بسته با و بدون تقویت هیپ بر درد و قدرت عضلات هیپ در PFPS	درد، عملکرد، قدرت عضلات هیپ
۱۵	Mason و همکاران (۵۲) Physiother Res Int (۲۰۱۱)	۴۱ زن و مرد مبتلا به درد کشکک زانو در سنین ۱۳-۸۲ سال	ارزیابی اثربخشی کوتاه مدت نواربندی، تقویت عضلات چهارسر ران و کشش عضلات چهارسر ران به صورت جداگانه یا ترکیبی بر درد کشکک زانو.	گروه تبیینگ، گروه تقویت کوادریسپس

جدول ۷. بخش دوم جزئیات مقالات ارزیابی شده

شماره مطالعه	گروه کنترل	دوره زمانی	نوع مداخله	نتایج
۱	هیچگونه مداخله‌ای دریافت نکردند	۶ هفته، ۱۸ جلسه، ۳ بار در هفته، ۶۰ دقیقه	تمرین ثبات عملکردی و تقویت مفصل ران-زانو	تمرینات تثبیت عملکردی مبتنی بر کنترل تنه ممکن است در غیاب حمایت وزن بدن در زنان مبتلا به سندرم درد کشککی رانی مؤثرتر از تمرینات تقویتی عضلات اطراف مفاصل ران و زانو باشد.
۲	هیچگونه مداخله‌ای دریافت نکردند	۸ هفته، ۳ جلسه در هفته، هر جلسه ۴۵-۶۰ دقیقه	برنامه تحمل وزن برای تعادل بهتر، تمرینات زنجیره بسته چندجهته و چالش برانگیز برای تعادل و کنترل عصبی-عضلانی.	بهبود درون‌گروهی در همه متغیرها در گروه تجربی. بهبود بین‌گروهی معنادار در قدرت اکثر عضلات، کاهش درد و کاهش ناتوانی به نفع گروه تحمل وزن برای تعادل بهتر.
۳	گروه کنترل مداخله فعال داشت (تمرینات)	۴ هفته، ۱۲ جلسه	گروه مداخله: تمرینات + درمان دستی (مویلیزاسیون کشکک، ماساژ مالشی عمیق رتیناکولوم جانی)، گروه کنترل: تمرینات کششی و قدرتی OKC و CKC	بهبود معنادار درد، عملکرد، قدرت و انعطاف‌پذیری در هر دو گروه؛ تفاوت بین گروهی معنادار نبود؛ درصد بهبودی در گروه درمان دستی در اکثر پیامدها بالاتر بود.
۴	هر دو گروه مداخله فعال داشتند.	۶ هفته، یک روز در میان، ۳ بار در روز	گروه ۱ (OKCE): بالا آوردن مستقیم پا، تقویت ایزومتریک. گروه ۲ (CKCE): اسکات، نیمه اسکات، استپ داون.	بهبود معنادار درد و ضخامت عضلانی در هر دو گروه، کاهش درد بیشتر در گروه تمرینات زنجیره حرکتی بسته، تفاوت معنادار بین گروه‌ها فقط در بهبود درد به نفع تمرینات زنجیره‌ای حرکتی بسته
۵	تمرینات فیزیوتراپی عمومی: شامل کیسه آب گرم و تمرینات انقباض ایزومتریک زانو	۴ هفته، ۲۴ جلسه، ۳۰ تا ۴۵ دقیقه	تمرین‌های زنجیره‌ای جنبشی باز و تمرین‌های زنجیره‌ای جنبشی بسته	کاهش در نمرات (VAS (Visual Analog Scale)، افزایش در نمرات (LKS (Lysholm Knee Scale)، افزایش در اندازه‌گیری‌های دور ران و افزایش سفتی عضلات VMO و VL در هر دو گروهی که SCKCE (Selective Closed Chain Exercises) و Non-) NSCKCE (Selective Closed Chain Exercises) را در بیماران PFPS دریافت کردند، مشاهده شد. بر اساس این نتایج، هر دو پروتکل ورزشی می‌توانند در درمان PFPS مؤثر باشند.

جدول ۷. بخش دوم جزئیات مقالات ارزیابی شده (ادامه)

شماره مطالعه	گروه کنترل	دوره زمانی	نوع مداخله	نتایج
۶	تمرینات نیمه اسکات دو پا با زنجیره حرکتی بسته و تمرینات نیمه اسکات دو پا با زنجیره حرکتی بسته به همراه افزایش حجم ران	۶ هفته، ۳ روز در هفته در بیمارستان، ۲ روز در هفته در منزل، روزانه ۵ جلسه، ۱۰ تکرار	تمرینات نیمه اسکات دو پا با زنجیره حرکتی بسته، تمرینات نیمه اسکات دو پا با زنجیره حرکتی بسته به همراه افزایش حجم ران	دو نوع تمرینات زنجیره حرکتی در کاهش درد و تقویت عضلات در افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال مفید بوده‌اند. علاوه بر این، اگر این دو پروتکل را باهم مقایسه کنیم، تمرینات زنجیره حرکتی بسته بهتر از تمرینات زنجیره حرکتی باز در کاهش درد و تقویت عضلات نقش داشته‌اند.
۷	هیچگونه مداخله‌ای دریافت نکردند	۱۲ هفته، ۳ ست، ۱۵ تکرار	تست انعطاف پذیری همسترینگ، ارزیابی آزمون عملکرد عضلات ایزوکتیک و مداخلات کششی همسترینگ، تمرینات خانگی شامل تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته بود	در بیماران مبتلا به درد کشکی-رانی که عضلات همسترینگ انعطاف‌پذیری نداشتند، کشش پویای همسترینگ به همراه تمرینات تقویتی در مقایسه با کشش ایستا همسترینگ به همراه تمرینات تقویتی، برای بهبود زمان فعال‌سازی عضله و نتایج بالینی برتر بود.
۸	هیچگونه مداخله‌ای دریافت نکردند	۱۲ هفته، هر هفته ۲ جلسه، ۲۴ جلسه، مدت زمان ۶۰ تا ۹۰ دقیقه	گروه تقویتی (SG): (تمرینات تقویتی عضلات تنه، لگن و زانو). گروه تمرینات عصبی-عضلانی (NMTG): پروتکل گروه تقویتی به همراه تمرینات عصبی-عضلانی روی زمین محکم و بی‌ثبات، فیزیوتراپی	تقویت عضلات ران و زانو تأثیر زیادی در بهبود درد، عملکرد و سینماتیک اندام تحتانی به‌عنوان درمان محافظه‌کارانه در افراد مبتلا به PFP داشته است.
۹	هیچگونه مداخله‌ای دریافت نکردند	۶ هفته، هر هفته ۶ بار، وزن، بررسی استقامت عضلات مرکزی بدن	برنامه‌ی توانبخشی لگن و عضلات مرکزی بدن، تمرینات بدون تحمل وزن، تقویت عضلات چهارسر ران بدون تحمل وزن، بررسی استقامت عضلات مرکزی بدن	افرادی که سطح درد و عملکرد بالاتر و استقامت عضلات مرکزی جانبی بیشتری داشتند اما استقامت عضلات مرکزی قدامی کمتری داشتند، بیشتر احتمال داشت که پس از برنامه تقویت مفصل ران و عضلات مرکزی، نتایج موفقیت‌آمیزی داشته باشند. بیمارانی که وزن بدن کمتری داشتند، قدرت چرخش داخلی مفصل ران ضعیف‌تر و قدرت باز شدن مفصل ران قوی‌تری داشتند و استقامت تنه بیشتری داشتند. پس از برنامه تقویت زانو، احتمال موفقیت بیشتری داشتند.
۱۰	هیچگونه مداخله‌ای دریافت نکردند	۴ هفته، ۲۸ جلسه، ۴۵ تا ۶۰ دقیقه	تمرینات زنجیره‌ای جنبشی باز، تمرینات زنجیره‌ای حرکتی باز	تمرینات زنجیره‌ای جنبشی باز و تمرینات زنجیره‌ای حرکتی باز در کاهش درد و بهبود عملکرد مؤثر بوده‌اند، با این حال تمرینات زنجیره‌ای جنبشی باز بیشتر کمک‌کننده بود.
۱۱	هیچگونه مداخله‌ای دریافت نکردند	۸ هفته، ۳ بار در هفته، ۵ ست ۱۰ تکرار	تمرین پرس پا، پرس پا با آداکشن مفصل ران	تمرینات پرس پا (LP) و پرس پا با آداکشن مفصل ران (LPHA) هر دو در کاهش PFP مؤثر بودند، اما هیچ‌کدام برای تنظیم مجدد کشکک زانو مفید نبودند. به نظر نمی‌رسد تنظیم مجدد کشکک زانو باعث کاهش درد شود، زیرا اضافه کردن آداکشن مفصل ران به LP هیچ تأثیر مفیدتری بر تنظیم مجدد کشکک زانو یا کاهش درد نسبت به تمرین LP به تنهایی نداشت.
۱۲	تمرینات زنجیره‌ای حرکتی باز و بسته برای تقویت عضلات چهار سر ران به ویژه عضله مایل داخلی پهن	۱۲ هفته، ۳ ست، ۱۰ تکرار	تمرینات مربوط به سفتی همسترینگ، سفتی عضلات خم‌کننده لگن، سفتی باند ایلوتیبیال، تنگی گاستروسولئوس، پرونیشن بیش از حد پا، نابرابری طول اندام، ناهنجاری کشکک زانو و بیش تحرکی کشکک	درمان مبتنی بر عوامل خطر فردی در مقایسه با ورزش درمانی روتین در بیماران مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال (PFPS) منجر به درد کمتر و عملکرد بهتر در یک پیگیری ۱۲ هفته‌ای شده است.

جدول ۷. بخش دوم جزئیات مقالات ارزیابی شده (ادامه)

شماره مطالعه	گروه کنترل	دوره زمانی	نوع مداخله	نتایج
۱۳	هیچگونه مداخله‌ای دریافت نکردند	۴ هفته، ۳۰ دقیقه	تمرینات زنجیره حرکتی باز تمرینات زنجیره حرکتی بسته همراه با گرم و سرد کردن	بیماران گروه تمرینات زنجیره حرکتی بسته کاهش درد بیشتری نسبت به بیماران گروه تمرینات زنجیره حرکتی داشتند. بنابراین تمرینات زنجیره حرکتی بسته برای بهبود قدرت عضله چهارسر ران و کاهش درد مفید بود.
۱۴	گروه CKC به عنوان کنترل نسبی در نظر گرفته شد	۶ هفته، ۳ جلسه در هفته	تمرینات زنجیره حرکتی بسته، تمرینات زنجیره حرکتی بسته با تمرینات ایزوله هیپ	بهبود معنادار درد و عملکرد در هر دو گروه؛ بهبود بیشتر درد در گروه هیپ؛ افزایش قدرت هیپ در هر دو گروه بدون تفاوت معنادار بین گروه‌ها بود
۱۵	فقط آموزش و بدون درمان	۲ هفته، ۳ جلسه در روز (هفته اول: درمان جداگانه، هفته دوم: درمان ترکیبی)	تیینگ زیر کشکک، تقویت کوادریسپس با تمرینات زنجیره جنبشی باز در محدوده انتهایی، کشش عضله راکتوس فموریس در هفته دوم: ترکیب سه روش بالا برای همه گروه‌ها.	تقویت عضلات چهارسر ران یا کشش عضله راست‌رانی، درد و عملکرد را به‌طور قابل توجهی بهبود بخشید و نواربندی زیر کشکک زانو نیز تغییرات قابل توجهی ایجاد کرد. ترکیب سه روش مؤثرتر از هر روش به تنهایی بود.

حرکتی مؤثر بر مفصل ران و زانو می‌شوند. این فرآیند موجب کاهش حرکات جبرانی تنه و لگن و در نتیجه، کاهش استرس مکانیکی بر مفصل پاتلوفمورال می‌گردد. یافته‌های مرتبط با تمرینات زنجیره حرکتی نشان می‌دهد هر دو رویکرد می‌توانند مفید باشند، اما شواهدی به نفع زنجیره بسته برای کاهش درد پررنگ‌تر است. همچنین هر دو برنامه زنجیره باز و بسته طی ۶ هفته موجب بهبود معنی‌دار درد و شاخص‌های اولتراسوند (ضخامت VM/VMO و زاویه فیبر VMO) شدند، ولی کاهش درد در گروه زنجیره بسته به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. اگرچه تمرینات زنجیره حرکتی بسته موجب فعال‌سازی هم‌زمان گروه‌های عضلانی متعدد می‌شوند و فشار مناسبی روی مفصل زانو ایجاد می‌کنند که به پایداری بیشتر کشکک منجر می‌شود. تمرینات زنجیره حرکتی باز به‌طور خاص عضله پهن داخلی مایل VMO را هدف قرار داده و به بهبود تراز کشکک کمک می‌کنند. این تمرینات برای افراد در مراحل اولیه درد که تحمل وزن مشکل است، مفیدند. تمرینات ادغامی با عوامل خطر فردی نیز در درمان هدفمند فاکتورهای بیومکانیکی خاص بیمار، تطبیق مداخله با نیازهای عملکردی فرد و پیشگیری از عود درد مؤثر می‌باشد. این هم‌گرایی یافته‌ها نشان می‌دهد که کاهش درد به عنوان پیامد اصلی، تحت تأثیر تقویت عضلات کلیدی (چهار سر ران، پهن داخلی مایل، عضلات تنه و مفصل ران) و اصلاح الگوهای حرکتی قرار دارد (۵، ۳۲، ۴۰، ۴۹).

در محور عملکردی، شواهد بیانگر این بود که تمرینات تقویتی، به ویژه زمانی که به صورت چندوجهی اجرا شوند (مانند تمرینات نوروموسکولار همراه با تقویت عضلات تنه، موجب ارتقاء معنادار عملکرد فیزیکی می‌گردند. مطالعات متعددی از ابزارهای استاندارد نظیر پرس‌شش‌نامه‌های عملکردی (LKS) برای ارزیابی پیامدهای

همچنین Silva و همکاران در مطالعه‌ی خود تأکید کرده بودند که تمرینات عصبی-عضلانی (NMT) در ترکیب با تقویت عضلات تنه و اندام تحتانی، علاوه بر کاهش درد تأثیر مضاعفی بر بهبود سینماتیک حرکتی دارند (۴۵).

مداخلات ترکیبی شامل تمرینات عصبی-عضلانی، تقویت عضلات مرکزی، کشش دینامیک، تمرینات زنجیره بسته و رویکردهای چندبعدی، در مجموع بهترین نتایج را در کاهش درد، بهبود عملکرد و کیفیت حرکت ایجاد می‌کنند. همچنین، درمان فردمحور و تدریجی با در نظر گرفتن ویژگی‌های خاص هر بیمار، رویکرد بهینه در مدیریت PFPS محسوب می‌شود.

### بحث

این پژوهش با هدف مقایسه‌ی اثربخشی تمرینات زنجیره جنبشی باز (OKC) و بسته (CKC) بر شدت درد و عملکرد حرکتی در بیماران مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال (PFPS) انجام شد. در این پژوهش تعداد ۱۵ مطالعه با نمونه آماری ۸۰۷ نفر و بازه‌ی سنی ۸۲-۱۳ سال که دارای سندرم درد پاتلوفمورال بودند شرکت داشتند.

نتایج این مطالعه‌ی مروری سیستماتیک نشان داد که رویکردهای تمرینی مختلف در مدیریت سندرم درد پاتلوفمورال PFPS حاکی از پیشرفت‌های قابل توجهی در بهبود درد، عملکرد فیزیکی، کنترل حرکتی و انعطاف‌پذیری بیماران است. در محور درد، تقریباً تمامی مطالعات اثربخشی تمرینات متنوعی نظیر تمرینات ثبات عملکردی، زنجیره حرکتی باز و بسته، تمرینات ادغامی با عوامل خطر فردی، و کشش‌های هدفمند را در کاهش درد کشکی-رانی نشان داده‌اند. تمرینات ثبات عملکردی منجر به فعال‌سازی بهتر عضلات مرکزی بدن و کنترل

به‌سته، تمرینات نورومو سکولار و پروتکل‌های تثبیت عملکردی مبتنی بر تنه در مطالعات متعدد بیشترین اثرات مثبت را بر کاهش درد و بهبود عملکرد نشان داده‌اند. علاوه بر آن، ادغام تمرینات با در نظر گرفتن عوامل خطر اختصاصی هر بیمار می‌تواند زمینه‌ساز درمانی دقیق‌تر و مؤثرتر در مدیریت بلندمدت سندرم PFPS باشد (۴۹).

یافته‌های مطالعه مروری تأکید می‌کنند که استفاده از رویکردهای تمرینی چندبعدی و مبتنی بر شواهد می‌تواند راهبردی مؤثر در مدیریت بالینی سندرم درد پاتلوفمورال باشد. مهم‌ترین پیامدهای قابل استفاده در عمل بالینی تدوین برنامه‌های توانبخشی چندوجهی، استفاده از تمرینات زنجیره حرکتی به‌سته، در مان‌های مبتنی بر ویژگی‌های فردی بیمار و کشش‌های هدفمند، به‌ویژه کشش‌های پویا می‌تواند الگویی استاندارد برای توانبخشی بالینی بیماران مبتلا به PFPS باشد. اگرچه مرور حاضر نقاط قوت قابل توجهی دارد، اما محدودیت‌هایی نیز در آن شناسایی می‌شود. محدودیت‌های اصلی این مطالعه شامل ناهمگونی در طراحی مطالعات اولیه، محدودیت‌های نمونه‌گیری (دامنه سنی گسترده: ۱۳-۸۲ سال)، عدم تفکیک کافی نتایج بر اساس جنسیت و سطح فعالیت بیماران و عدم پیگیری بلندمدت در اکثر مطالعات بودند. برای ارتقاء کیفیت شواهد و توسعه راهکارهای درمانی دقیق‌تر، پژوهش‌های آینده باید به انجام مطالعات آینده‌نگر با پروتکل‌های استاندارد شده، طراحی کارآزمایی‌های تصادفی‌سازی شده با گروه‌های موازی، در نظر گرفتن دوره‌های پیگیری بلندمدت (۶ ماه تا ۲ سال)، بررسی مکانیسم‌های عصبی-عضلانی مؤثر در کاهش درد، تعیین دوز بهینه تمرین (شدت، مدت و تواتر)، استفاده از تکنیک‌های تصویربرداری پیشرفته (مانند سونوگرافی دینامیک) و استفاده از فناوری‌های نوین مانند تحلیل حرکت سه‌بعدی، الکترومایوگرافی و حسگرهای پوشیدنی توجه داشته باشند.

### نتیجه‌گیری

نتایج این مرور سیستماتیک نشان داد که مدیریت مؤثر سندرم درد پاتلوفمورال (PFPS) مستلزم رویکردی چندبعدی، هدفمند و فردمحور است که جنبه‌های مختلف عملکردی، عضلانی و حرکتی بیماران را به‌طور همزمان مورد توجه قرار می‌دهد. شواهد نشان می‌دهند که تمرینات تقویتی، به‌ویژه در قالب برنامه‌های چندوجهی شامل تمرینات ثبات عملکردی، زنجیره حرکتی باز و به‌سته، تمرینات نوروموسکولار و کشش‌های هدفمند، تأثیر قابل توجهی در کاهش درد، بهبود عملکرد فیزیکی، اصلاح الگوهای حرکتی و ارتقاء انعطاف‌پذیری دارند. در نهایت، طبق نتایج یافته‌ها تلفیق تقویت عضلات (چهارسر ران، مفصل ران، عضلات مرکزی)، بهبود سینماتیک اندام تحتانی، ارتقاء انعطاف‌پذیری و توجه به ویژگی‌های فردی

عملکردی استفاده کرده‌اند که نتایج هم‌راستا را گزارش کرده‌اند. تمرینات تقویتی به صورت چندوجهی و هدفمند از طریق مجموعه‌ای از مکانیسم‌های فیزیولوژیکی، بیومکانیکی و عصبی-عضلانی باعث بهبود تعادل عضلانی اطراف زانو و مفصل ران، سینماتیک اندام تحتانی و کاهش حرکات جبرانی، کنترل عصبی-عضلانی و زمان‌بندی فعال‌سازی عضلات می‌شوند (۴۳، ۴۵، ۴۷، ۵۰).

از منظر الگوهای حرکتی عملکردی، تمرکز بر ثبات تنه و اندام تحتانی به عنوان عوامل مهم در اختلالات مکانیکی مرتبط با PFPS برجسته شده است. یافته‌های مطالعات Lee و همکاران (۴۱) و Silva و همکاران (۴۵) بر مؤثر بودن تمرینات مبتنی بر کنترل تنه در بهبود تعادل، کاهش جابه‌جایی سینماتیکی تنه و لگن و بهبود سینماتیک اندام تحتانی تأکید دارند. در مطالعه‌ای دیگر نیز نشان دادند که ویژگی‌های فردی نظیر استقامت عضلات مرکزی و قدرت خاص عضلات ران، نقش پیش‌بینی‌کننده‌ای در پاسخ درمانی موفق ایفا می‌کنند (۴۰، ۴۶، ۵۳).

در مطالعه‌ای دیگر با یک پروتکل چندبعدی مبتنی بر تمرینات تقویتی (وزن‌دار و بدون وزن) برای عضلات لگن و زانو با کشش عضلات همسترینگ، چهارسر و ساق نشان داد که هر دو گروه طی ۴ هفته بهبود معنی‌دار در درد، عملکرد، قدرت و انعطاف‌پذیری دارند؛ اما افزودن درمان دستی مدیال گلاید کشکک، و ماساژ اصطکاکی رتیناکولوم لترال (نسبت به تمرین تنها برتری آماری مشخصی ایجاد نکرد. این نتیجه نشان می‌دهد زمانی که برنامه تمرینی مطابق راهبردهای استاندارد و چندوجهی اجرا شود، سهم افزوده درمان دستی در کوتاه‌مدت ممکن است محدود باشد (۴۲). در خصوص انعطاف‌پذیری، اگرچه توجه کمتری نسبت به سایر محورها به آن معطوف شده، اما مطالعه Lee و همکاران، اهمیت آن را در بهبود فعال‌سازی عضلات از طریق کشش‌های دینامیک همسترینگ نشان داده‌اند. این یافته‌ها پیشنهاد می‌کنند که محدودیت انعطاف‌پذیری همسترینگ می‌تواند به تأخیر در فعال‌سازی عضلات مؤثر در پایدار سازی مفصل زانو منجر شود و بر پیامدهای درمانی اثر بگذارد (۴۰). علاوه بر این انعطاف‌پذیری همسترینگ و ساق پس از ۴ هفته برنامه کششی/تمرینی بهبود معنی‌دار داشته است. بنابراین، در بیمارانی که محدودیت انعطاف‌پذیری دارند، افزودن کشش‌های هدفمند (ترجیحاً دینامیک در چارچوب برنامه) می‌تواند مکمل مهمی برای کاهش بارهای نامطلوب روی مفصل پاتلوفمورال باشد (۴۲).

در مجموع، مرور حاضر نشان داد که درمان موفق PFPS مستلزم رویکردی ترکیبی شامل تقویت عضلات کلیدی (تنه، ران و زانو)، بهبود کنترل حرکتی و توجه به عوامل فردی از جمله وزن بدن و انعطاف‌پذیری عضلانی است. در این راستا، تمرینات زنجیره حرکتی

تمامی آزمودنی‌هایی که با همکاری صمیمانه در اجرای این پژوهش مشارکت داشتند، ابراز می‌دارند. همچنین از مسئولان محترم آزمایشگاه که در فراهم‌سازی امکانات لازم برای انجام این تحقیق همکاری کردند، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

بیماران، می‌تواند چارچوبی جامع و کارآمد برای طراحی مداخلات تمرینی در درمان بلندمدت PFPS فراهم کند.

### تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از

## References

- Pereira PM, Baptista JS, Conceição F, Duarte J, Ferraz J, Costa JT. Patellofemoral pain syndrome risk associated with squats: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19(15): 9241.
- Kasitinin D, Li WX, Wang EXS, Fredericson M. Physical Examination and Patellofemoral Pain Syndrome: an Updated Review. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2021; 14(6): 406–12.
- Tramontano M, Pagnotta S, Lunghi C, Manzo C, Manzo F, Consolo S, et al. Assessment and Management of Somatic Dysfunctions in Patients With Patellofemoral Pain Syndrome. *J Am Osteopath Assoc* 2020; 120(3): 165–73.
- Kim HJ, Cho J, Lee S. Talonavicular joint mobilization and foot core strengthening in patellofemoral pain syndrome: a single-blind, three-armed randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2022; 23(1): 150.
- Ayık B, Armağan O, Bakılan F. Comparison of open and closed kinetic chain exercises on vastus medialis and vastus medialis oblique in patellofemoral pain syndrome: A randomized, single-blinded, prospective study. *Turk J Phys Med Rehabil* 2025; 71(2): 216-25.
- Crossley KM, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Collins NJ, Rathleff MS, Barton CJ. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). *Br J Sports Med* 2016; 50(14): 844–52.
- Crossley KM, Stefanik JJ, Selfe J, Collins NJ, Davis IS, Powers CM, et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures. *Br J Sports Med* 2016; 50(14): 839–43.
- Sisk D, Fredericson M. Update of risk factors, diagnosis, and management of patellofemoral pain. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2019; 12(4): 534–41.
- Cheon S, Lee J-H, Jun H-P, An YW, Chang E. Acute effects of open kinetic chain exercise versus those of closed kinetic chain exercise on quadriceps muscle thickness in healthy adults. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(13): 4669.
- Sinaei E, Foroozantabar V, Yoosefinejad AK, Sobhani S, Motealleh A. Electromyographic comparison of vastus medialis obliquus facilitatory versus vastus lateralis inhibitory kinesio taping in athletes with patellofemoral pain: a randomized clinical trial. *J Bodyw Mov Ther* 2021; 28: 157–63.
- Neal BS, Barton CJ, Birn-Jeffery A, Morrissey D. Increased hip adduction during running is associated with patellofemoral pain and differs between males and females: A case-control study. *J Biomech* 2019; 91: 133–9.
- Clifford AM, Dillon S, Hartigan K, O'Leary H, Constantinou M. The effects of McConnell patellofemoral joint and tibial internal rotation limitation taping techniques in people with Patellofemoral pain syndrome. *Gait Posture* 2020; 82: 266–72.
- Vora M, Curry E, Chipman A, Matzkin E, Li X. Patellofemoral pain syndrome in female athletes: a review of diagnoses, etiology and treatment options. *Orthop Rev (Pavia)* 2018; 9(4): 7281.
- Collings TJ, Bourne MN, Barrett RS, du Moulin W, Hickey JT, Diamond LE. Risk factors for lower limb injury in female team field and court sports: a systematic review, meta-analysis, and best evidence synthesis. *Sports Med* 2021; 51(4): 759–76.
- Fick CN, Jiménez-Silva R, Sheehan FT, Grant C. Patellofemoral kinematics in patellofemoral pain syndrome: The influence of demographic factors. *J Biomech* 2022; 130: 110819.
- Nair T, Kumar GP. Correlation between severity of symptoms and quality of life in patellofemoral pain syndromes: a cross-sectional study. *Cureus* 2023; 15(11): e49094.
- Bazett-Jones DM, Neal BS, Legg C, Hart HF, Collins NJ, Barton CJ. Kinematic and kinetic gait characteristics in people with patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2023; 53(2): 519–47.
- Lanois CJ, Collins N, Neogi T, Guermazi A, Roemer FW, LaValley M, et al. Associations between anterior knee pain and 2-year patellofemoral cartilage worsening: The MOST study. *Osteoarthritis Cartilage* 2024; 32(1): 93–7.
- Crossley KM, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Collins NJ, Rathleff MS, Barton CJ. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses

- and combined interventions). *Br J Sports Med* 2016; 50(14): 844–52.
20. Walli O, McCay M, Tiu T. Patellofemoral syndrome: a review of diagnosis and treatment. *Curr Phys Med Rehabil Rep* 2023; 11(2): 139–43.
  21. Vikhe CS, Ranteke SU, Hullumani S. Effect of physiotherapy interventions on pain management, function and quality of life in patellofemoral pain syndrome: A systematic review protocol. *PloS One*. 2024; 19(12): e0312279.
  22. Greaves H, Comfort P, Liu A, Lee H, Richard J. How effective is an evidence-based exercise intervention in individuals with patellofemoral pain? *Phys Ther Sport* 2021; 51: 92–101.
  23. Alammari A, Spence N, Narayan A, Karnad SD, Ottayil ZC. Effect of hip abductors and lateral rotators' muscle strengthening on pain and functional outcome in adult patients with patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2023; 36(1): 35–60.
  24. Adeel M, Lin B-S, Chaudhary MA, Chen H-C, Peng C-W. Effects of strengthening exercises on human kinetic chains based on a systematic review. *J Funct Morphol Kinesiol* 2024; 9(1): 22.
  25. Hyde TE, Gengenbach MS. *Conservative Management of Sports Injuries*: Jones and Bartlett Publishers; 2007.
  26. Jang KS, Kang S, Woo SH, Bae JY, Shin KO. Effects of combined open kinetic chain and closed kinetic chain training using pulley exercise machines on muscle strength and angiogenesis factors. *J Phys Ther Sci* 2016; 28(3): 960–6.
  27. Özüdoğru A, Gelecek N. Effects of closed and open kinetic chain exercises on pain, muscle strength, function, and quality of life in patients with knee osteoarthritis. *Rev Assoc Med Bras (1992)*. 2023; 69(7):e 20230164.
  28. Nelson C, Rajan L, Day J, Hinton R, Bodendorfer BM. Postoperative rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Sports Med Arthrosc Rev* 2021; 29(2): 63–80.
  29. Vincent KR, Conrad BP, Fregly BJ, Vincent HK. The pathophysiology of osteoarthritis: a mechanical perspective on the knee joint. *Pm r*. 2012; 4(5 Suppl): S3–S9.
  30. Alashram AR. Effects of closed kinetic chain exercises on balance and gait in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther* 2024; 40: 914–20.
  31. Prentice WE. *Open vs Closed Kinetic Chain Exercise in Rehabilitation*. *Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training*: Routledge; 2024. p. 305–28.
  32. Mustafa M, Fatima I, Tariq A, Fazal MI, Jamal MN, Sarfraz AH. Comparison between the Effect of Closed Kinetic Chain and Open Kinetic Chain exercises in the strengthening of Vastus Medialis Obliquus in subjects with Patello-Femoral Pain Syndrome-a randomized control trial. *Pak J Med Health Sci* 2022; 16(06): 185.
  33. Alrshood A, El Alwani A, Amein N, El Mughrabi M, Enaiba S, Almagoush A. A systematic review of the effect of open and closed kinetic chain exercises on the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles of patients with patellofemoral pain syndrome. *International Journal of Orthopaedics* 2017; 3(1)152–61.
  34. Nobre T. Comparison of exercise open kinetic chain and closed kinetic chain in the rehabilitation of patellofemoral dysfunction: an updated revision. *Clin Med Diagn* 2012; 2(3): 1–15.
  35. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021; 372.
  36. Campbell M, McKenzie JE, Sowden A, Katikireddi SV, Brennan SE, Ellis S, et al. Synthesis without meta-analysis (SWiM) in systematic reviews: reporting guideline. *BMJ* 2020; 368.
  37. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health* 1998; 52(6): 377–84.
  38. Aubut J-AL, Marshall S, Bayley M, Teasell RW. A comparison of the PEDro and Downs and Black quality assessment tools using the acquired brain injury intervention literature. *NeuroRehabilitation*. 2013; 32(1): 95–102.
  39. Nejadghaderi SA, Balibegloo M, Rezaei N. The Cochrane risk of bias assessment tool 2 (RoB 2) versus the original RoB: A perspective on the pros and cons. *Health Science Reports* 2024; 7(6): e2165.
  40. Lee H-S, Choi D, Kang W, Jung J, Lee S. The effects of functional stabilization training based on trunk control on pain, dynamic balance, and physical function in women with patellofemoral pain. *Phys Ther Rehabil Sci* 2025; 14: 73–82.
  41. Abdelmohsen AM, Nabil Abd El-Maboud BA. Impact of a Targeted 8-Week Exercise Program on Pain Measures and Isokinetic Muscle Strength in Females With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Physiother Res Int* 2025; 30(4): e70093.
  42. Abdo N, Youssef EF, Ibrahim MM. Efficacy of adding manual therapy to hip and knee exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: a double-blinded randomized controlled clinical trial. *Sci Rep* 2025; 15(1): 32655.
  43. Kultur Y, Harbiyeli E, Botanlioglu H, Ozsahin MK, Ozturhalli S, Aydingoz O, et al. Evaluation of the results of closed kinetic chain exercises applied in the conservative treatment of patellofemoral pain syndrome by means of shear wave elastography: A randomized controlled trial. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2024; 32(3): 10225536241280384.
  44. Lee JH, Jang K-M, Kim E, Rhim HC, Kim H-D. Effects of static and dynamic stretching with strengthening exercises in patients with patellofemoral pain who have inflexible hamstrings: a randomized controlled trial. *Sports Health* 2021; 13(1): 49–56.
  45. Silva NC, Silva MdC, Guimarães MG, Nascimento MBdO, Felício LR. Effects of neuromuscular training and strengthening of trunk and lower limbs muscles in women with Patellofemoral Pain: A protocol of randomized controlled clinical trial, blinded. *Trials* 2019; 20(1): 586.

46. Earl-Boehm JE, Bolgla LA, Emory C, Hamstra-Wright KL, Tarima S, Ferber R. Treatment success of hip and core or knee strengthening for patellofemoral pain: development of clinical prediction rules. *J Athl Train* 2018; 53(6): 545–52.
47. Moghadam ZF, Atri AE, Javaheri SAH. Comparing the effect of open and closed kinetic chain exercises in patients suffering from patellofemoral pain syndrome. *Int J Basic Sci Med* 2016; 1(2): 53–7.
48. Peng H-T, Song C-Y. Effect of leg press training on patellar realignment in patients with patellofemoral pain. *J Phys Ther Sci* 2015; 27(12): 3873–8.
49. Halabchi F, Mazaheri R, Mansourmia MA, Hamed Z. Additional effects of an individualized risk factor-based approach on pain and the function of patients with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. *Clin J Sport Med* 2015; 25(6): 478–86.
50. Kumar ST, Rathinaraj LA, Jeganathan A, Vellaichamy VW. Kinetic chain exercise for patello femoral pain syndrome-A randomised control study. *Indian J Physiother Occup Ther* 2013; 7(3): 245.
51. Ismail M, Gamaleldein M, Hassa K. Closed kinetic chain exercises with or without additional hip strengthening exercises in management of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2013; 49(5): 687–98.
52. Mason M, Keays SL, Newcombe PA. The effect of taping, quadriceps strengthening and stretching prescribed separately or combined on patellofemoral pain. *Physiother Res Int* 2011;16(2): 109–19.

## Systematic Review of the Effect of Open and Closed Kinetic Chain Exercises on the Treatment of Patellofemoral Pain Syndrome

Shirin Aali<sup>1</sup>, Farhad Rezazadeh<sup>2</sup>, Nastaran Moradzade<sup>3</sup>, Parsa Forghani<sup>4</sup>

### Review Article

#### Abstract

**Background:** Patellofemoral pain syndrome (PFPS) is one of the most common musculoskeletal disorders, especially in active individuals and athletes. Although the etiology of this syndrome is multifactorial, weakness and dysfunction of the lower limb muscles, especially in the motor chain, play a key role in its pathomechanics. Open kinetic chain (OKC) and closed kinetic chain (CKC) exercises are considered two important approaches in PFPS rehabilitation. This systematic review aimed to evaluate the available evidence on the effect of OKC and CKC exercises on pain reduction and function improvement in patients with PFPS.

**Methods:** This study was conducted as a systematic review. A search for English articles between 2010 and 2026 was conducted in the external databases Scopus, WOS, PubMed, and Google Scholar. Finally, 15 relevant articles were selected based on the inclusion and exclusion criteria. The effectiveness of open- and closed-chain exercises in pain management and improving motor function in patients with PFPS was compared and investigated.

**Findings:** The findings of this review study showed that functional exercises based on trunk control, closed-chain exercises, and combined approaches are more effective than traditional exercises in reducing pain and improving function in patients with PFPS. Overall, multidimensional and person-centered interventions are considered the most effective approach to managing this syndrome.

**Conclusion:** Effective management of PFPS requires a multifaceted, individualized approach that combines strengthening key muscles, improving motor control, increasing flexibility, and using a variety of functional exercises. This combination can lead to reduced pain, improved function, and lasting modification of movement patterns.

**Keywords:** Open kinetic chain exercises, Closed kinetic chain exercises, Patellofemoral pain syndrome, Functional movement

**Citation:** Aali Sh, Rezazadeh F, Moradzade N, Forghani P. **Systematic Review of the Effect of Open and Closed Kinetic Chain Exercises on the Treatment of Patellofemoral Pain Syndrome.** J Isfahan Med Sch 2026; 44(849): 57- 74.

1- Assistant Professor, Department of Physical Education, Farhangian University, Tehran.

2- Assistant Professor, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

3- PhD Student, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

4- Kinesiology and Health Sciences Student, Faculty of Health, York University, Toronto, Ontario, Canada

**Corresponding Author:** Farhad Rezazadeh, Assistant Professor, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran; Email: rezazadeh.farhad@uma.ac.ir