

Title: The Effect of a 12-Week Low-Cost Functional-Power Training Program on Physical Performance, Balance, Inflammatory and Anabolic Blood Biomarkers and Quality of Life in Older Adults

Authors: Azam Mollanovruzi^{1,*}, Mitra Khademsharie¹, Nasim Soheili², Marzieh Sadat Azarniveh³

1. *Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Kosar University of Bojnord, Bojnord, Iran*
2. *Department of Psychology, Faculty of Religions and Islamic teachings, International University of Islamic Denominations, Tehran, Iran.*
3. *Department of Sports Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Zabol University, Zabol, Iran.*

***Corresponding Author:** Azam Mollanovruzi, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Kosar University of Bojnord, Bojnord, Iran. Email: mollanovruzi@kub.ac.ir

To appear in: **Salmand: Iranian Journal of Ageing**

Received date: 2026/04/27

Revised date: 2026/08/29

Accepted date: 2026/09/05

First Online Published: 2026/09/08

This is a “Just Accepted” manuscript, which has been examined by the peer-review process and has been accepted for publication. A “Just Accepted” manuscript is published online shortly after its acceptance, which is prior to technical editing and formatting and author proofing. Salmand: Iranian Journal of Ageing provides “Just Accepted” as an optional service which allows authors to make their results available to the research community as soon as possible after acceptance. After a manuscript has been technically edited and formatted, it will be removed from the “Just Accepted” Website and published as a published article. Please note that technical editing may introduce minor changes to the manuscript text and/or graphics which may affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Please cite this article as:

Mollanovruzi A, Khademsharie M, Soheili N, Azarniveh MS. [The Effect of a 12-Week Low-Cost Functional-Power Training Program on Physical Performance, Balance, Inflammatory and Anabolic Blood Biomarkers and Quality of Life in Older Adults (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. Forthcoming 2026. Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2026.3658.2>

Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2026.3658.2>

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

عنوان: تأثیر ۱۲ هفته برنامه تمرینات عملکردی-قدرتی بر عملکرد بدنی، تعادل، شاخص‌های التهابی و کیفیت زندگی در سالمندان

نویسندگان: اعظم ملانوروزی^۱، میترا خادم الشریعه^۱، نسیم سهیلی^۲، مرضیه سادات آذرنیوه^۳

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کوثر بجنورد. خراسان شمالی، ایران.
۲. گروه روانشناسی، دانشکده ادیان و معارف اسلامی، دانشگاه بین‌المللی مذاهب اسلامی، تهران، ایران
۳. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زابل. زابل، ایران.

*نویسنده مسئول: اعظم ملانوروزی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کوثر بجنورد. خراسان شمالی، ایران.

ایمیل: mollanovruzi@kub.ac.ir

نشریه: سالمند: مجله سالمندی ایران

تاریخ دریافت: 1405/2/7

تاریخ ویرایش: 1405/6/7

تاریخ پذیرش: 1405/6/14

این نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» مقاله است که پس از طی فرایند داوری، برای چاپ، قابل پذیرش تشخیص داده شده است. این نسخه در مدت کوتاهی پس از اعلام پذیرش به صورت آنلاین و قبل از فرایند ویراستاری منتشر می‌شود. نشریه سالمند گزینه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» را به عنوان خدمتی به نویسندگان ارائه می‌دهد تا نتایج آن‌ها در سریع‌ترین زمان ممکن پس از پذیرش برای جامعه علمی در دسترس باشد. پس از آنکه مقاله‌ای فرایند آماده سازی و انتشار نهایی را طی می‌کند، از نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» خارج و در یک شماره مشخص در وبسایت نشریه منتشر می‌شود. شایان ذکر است صفحه آرایی و ویراستاری فنی باعث ایجاد تغییرات صوری در متن مقاله می‌شود که ممکن است بر محتوای آن تأثیر بگذارد و این امر از حیطه مسئولیت دفتر نشریه خارج است.

لطفا این گونه استناد شود:

Mollanovruzi A, Khademsharie M, Soheili N, Azarniveh MS. [The Effect of a 12-Week Low-Cost Functional-Power Training Program on Physical Performance, Balance, Inflammatory and Anabolic Blood Biomarkers and Quality of Life in Older Adults (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. Forthcoming 2026. Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2026.3658.2>

Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2026.3658.2>

Abstract

Objectives: Functional-power exercises have attracted considerable attention due to their simplicity and the possibility of being performed without specialized equipment. Therefore, the aim of the present study was to investigate the association of a 12-week low-cost functional-power training program with changes in physical performance, balance, inflammatory biomarkers (TNF- α and GDF-15), IGF-1, and quality of life in older adults residing in nursing homes.

Materials and Methods: In this study, 50 older adults residing in nursing homes (mean age: 72.4 $\pm$ 5.8 years) were assigned to intervention and control groups. The intervention group participated in a 12-week training program consisting of three sessions per week, each lasting approximately one hour and including bodyweight exercises, dynamic balance activities, and relatively brisk walking. Physical performance, balance, quality of life (assessed using the SF-36 questionnaire), and selected blood biomarkers were measured before and after the intervention using established methods.

Results: After adjustment for baseline values using ANCOVA, the intervention group demonstrated significantly greater improvements in physical performance, balance, quality of life, and favorable changes in TNF- α , IGF-1, and GDF-15 compared with the control group ($p < 0.05$). No significant changes were observed in the control group.

Conclusion: The findings of this study indicated that participation in a 12-week low-cost functional-power training program was associated with improvements in physical performance, balance, quality of life, and favorable changes in selected biological markers among older adults. Given the non-randomized nature of the study, randomized controlled trials are warranted to confirm these findings.

Keywords: Functional-power training; Older adults; Sarcopenia; TNF- α ; IGF-1; GDF-15

چکیده

اهداف از لحاظ عملی، تمرینات قدرتی-عملکردی به خاطر سادگی و امکان انجام آن‌ها بدون نیاز به تجهیزات خاص، توجه زیادی را جلب کرده‌اند. بنابراین، هدف این مطالعه بررسی ارتباط ۱۲ هفته تمرینات عملکردی-قدرتی کم‌هزینه با تغییرات عملکرد بدنی، تعادل، شاخص‌های التهابی ($\text{TNF-}\alpha$ و GDF-15)، IGF-1 و کیفیت زندگی در سالمندان ساکن خانه‌های سالمندان بود.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق، ۵۰ نفر از سالمندان مقیم خانه سالمندان (با میانگین سنی 72.4 ± 5.8 سال) در دو گروه مداخله و کنترل بررسی شدند. گروه مداخله به مدت ۱۲ هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه به طور تقریبی یک ساعت در برنامه‌ای که شامل تمرینات با استفاده از وزن بدن، حفظ تعادل پویا و پیاده‌روی نسبتاً سریع بود، شرکت کردند. عملکرد جسمانی، تعادل، کیفیت زندگی (با استفاده از مقیاس SF-36) و برخی شاخص‌های خونی با روش‌های مورد تایید قبل و بعد از مداخله اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: پس از تعدیل مقادیر پایه، گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل، بهبود معناداری در عملکرد بدنی، تعادل، کیفیت زندگی و تغییرات مطلوب در $\text{TNF-}\alpha$ ، IGF-1 و GDF-15 را نشان داد ($p < 0.05$). در گروه کنترل، هیچ‌گونه تغییر قابل توجهی در متغیرها مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که اجرای ۱۲ هفته تمرینات عملکردی-قدرتی کم‌هزینه با بهبود عملکرد بدنی، تعادل، کیفیت زندگی و تغییرات مطلوب در برخی شاخص‌های زیستی در سالمندان همراه بود. با توجه به ماهیت غیرتصادفی مطالعه، انجام کارآزمایی‌های تصادفی‌شده برای تأیید این یافته‌ها ضروری است.

کلیدواژه‌ها: تمرینات عملکردی-قدرتی؛ سالمندان؛ سارکوپنیا؛ $\text{TNF-}\alpha$ ؛ IGF-1 ؛ GDF-15

با رشد سریع تعداد سالمندان در ایران و سایر نقاط جهان، مسائل مربوط به دوران پیری سالم به یک موضوع مهم در حوزه سلامت عمومی تبدیل شده است. براساس آمارهای جدید، بیش از ۱۰ درصد از جمعیت کشور را افراد بالای ۶۵ سال تشکیل می‌دهند و پیش‌بینی می‌شود که این میزان تا سال ۲۰۵۰ به شکل قابل توجهی افزایش یابد. (۱، ۲).

مرورهای سیستماتیک و متاآنالیزهای اخیر نشان می‌دهد که شیوع سارکوپنیا در ایران حدود ۲۲/۱ درصد است و این رقم در سالمندان ۶۰ سال و بالاتر به ۲۳/۵ درصد می‌رسد. همچنین، نرخ شیوع سارکوپنیا در مردان ایرانی (۲۳/۲ درصد) بیشتر از زنان (۱۵/۵ درصد) گزارش شده است و عواملی نظیر سن بالا از مهم‌ترین خطرات مرتبط با این وضعیت محسوب می‌شوند (۱). علاوه بر این، نرخ فرتوتی در میان سالمندان ایرانی بسته به منطقه و روش‌های اندازه‌گیری متفاوت است. برای نمونه، در برخی تحقیقات انجام‌شده در شمال ایران، این میزان تا ۵۴/۹ درصد گزارش شده است، در حالی که در جنوب کشور حدود ۱۲/۷۰ درصد می‌باشد (۳، ۴). این اعداد نمایانگر فشار قابل توجه این سندرم‌ها بر روی سیستم بهداشت و درمان ایران، به ویژه در مراکز مراقبت مانند خانه‌های سالمندان هستند.

از جنبه فیزیولوژیکی، سارکوپنیا و فرتوتی با کاهش آمادگی بدنی (مانند قدرت عضلات، تعادل، ظرفیت قلبی-عروقی و زمان واکنش) همراه است (۵). در سال‌های اخیر، GDF-15 به عنوان یک بیومارکر جدید و امیدوارکننده برای شناسایی و پیش‌بینی فرتوتی، سارکوپنیا و کاهش عملکرد جسمانی مورد توجه قرار گرفته است. تحقیقات سیستماتیک نشان داده‌اند که سطوح بالای GDF-15 با عملکرد بدنی نامناسب‌تر، شدت بیشتر فرتوتی و کاهش سرعت راه رفتن ارتباط دارد (۶-۹).

به علاوه، کاهش سطح IGF-1 که نقش اساسی در تولید پروتئین‌های عضلانی و حفظ توده عضلانی ایفا می‌کند، در افراد سالخورده‌ای که با فرتوتی و سارکوپنیا مواجهند، رایج است. یک متاآنالیز انجام شده توسط چو^۱ و همکاران (۲۰۲۵) نشان داد که فعالیت‌های ورزشی می‌توانند به طرز معناداری سطوح سرمی IGF-1 را افزایش دهند (۱۰). به‌خصوص زمانی که از برنامه‌های ترکیبی شامل تمرینات هوازی و مقاومتی استفاده می‌شود. از طرف دیگر، TNF- α با فعال کردن مسیرهای تجزیه‌ی پروتئینی عضلانی مانند سیستم یوبیکوئیتین-پروتئوزوم، به تحلیل عضلات کمک می‌کند. یکی از اهداف کلیدی در مداخلات غیر دارویی کاهش سطح این فاکتور است (۵، ۱۱).

با وجود شواهد قابل توجهی که نشان‌دهنده مزایای تمرینات مقاومتی، تعادلی و عملکردی برای بهبود توانایی‌های جسمانی، تعادل و تنظیم شاخص‌های خونی هستند، بیشتر این تحقیقات در کشورهای توسعه‌یافته با امکانات پیشرفته صورت گرفته است. در ایران، با وجود محدود بودن دسترسی به فناوری‌های هزینه‌بر، پژوهش‌های محلی در زمینه برنامه‌های تمرینی اقتصادی و قابل اجرا در خانه‌های سالمندان هنوز بسیار کم است. گزارش (ACSM) برای سال ۲۰۲۶، برنامه‌های ورزشی مخصوص سالمندان را به عنوان دومین ترند جهانی معرفی کرده است. این گزارش بر اهمیت مداخلات عملی و عملکردی تأکید می‌کند و بر تمرکز بر قدرت عضلانی به جای تنها استقامت، در جهت کاهش فرتوتی و حفظ استقلال افراد تأکید دارد (۱۲).

بنابراین، نیاز به طراحی و ارزیابی برنامه‌های تمرینی ساده، ایمن و مبتنی بر وزن بدن که بتوانند همزمان عملکرد فیزیکی (مانند تست Timed Up and Go و Chair Stand و تعادل (Berg Balance Scale))، نشانگرهای خونی التهابی-آنابولیک $TNF-\alpha$ ، $IGF-1$ ، $GDF-15$ و کیفیت زندگی را در سالمندان ایرانی بهبود بخشند، کاملاً احساس می‌شود. این پژوهش با هدف پر کردن این شکاف، تأثیر ۱۲ هفته برنامه تمرینات عملکردی-قدرتی کم‌هزینه را در سالمندان ۶۵-۸۰ ساله ساکن خانه‌های سالمندان بررسی می‌کند. نتایج چنین مطالعه‌ای می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری‌های محلی و ملی در حوزه سلامت سالمندی فراهم کند و به اجرای مداخلات عملی و مقرون‌به‌صرفه کمک نماید.

روش شناسی

این مطالعه به شکل نیمه‌تجربی با طراحی پیش‌آزمون-پس‌آزمون و گروه کنترل انجام شد. به دلیل محدودیت‌های عملی در خانه‌های سالمندان (مانند تعداد محدود ساکنان و لزوم رعایت اصول اخلاقی مانند عدالت در دسترسی به مداخله بالقوه مفید و جلوگیری از محرومیت طولانی‌مدت افراد سالمند و نیز دشواری اجرای تخصیص تصادفی کامل، از طراحی نیمه‌تصادفی در همسان‌سازی گروه‌ها استفاده شد. گروه مداخله و گروه کنترل به صورت غیرتصادفی اما با همسان‌سازی در سطح گروهی (group-level matching) انتخاب شدند. یعنی دو گروه از نظر توزیع متغیرهای پایه شامل سن، جنس، شاخص توده بدنی، سطح فعالیت فیزیکی اولیه و وضعیت سلامتی کلی بالانس شدند تا تفاوت‌های سیستماتیک اولیه بین گروه‌ها به حداقل برسد. این رویکرد به دلیل محدودیت‌های عملی (تعداد محدود ساکنان خانه سالمندان) و عدم امکان اجرای همسان‌سازی فردی (pair-matching) انتخاب گردید. این طراحی اجازه داد تا تغییرات ناشی از مداخله تمرینی به طور دقیق‌تر ارزیابی شود، در حالی که گروه کنترل به عنوان معیار پایه برای مقایسه عمل می‌کرد.

جامعه آماری این پژوهش شامل تمام سالمندان ۶۵ تا ۸۰ ساله ساکن خانه‌های سالمندان شهر نیشابور بود. نمونه‌گیری به صورت هدفمند (purposive) و در دسترس (convenience) انجام شد. ابتدا فهرست تمام ساکنان واجد شرایط بر اساس معیارهای ورود مطالعه توسط کارکنان خانه سالمندان تهیه گردید. سپس از میان افراد واجد شرایط، کسانی که رضایت به شرکت دادند و امکان حضور منظم در جلسات تمرینی را داشتند، به صورت داوطلبانه انتخاب شدند. انتخاب نهایی با هدف دستیابی به تعادل جنسیتی (تقریباً ۵۰ درصد زن و مرد) و همسان‌سازی بهتر گروه‌ها در متغیرهای پایه انجام گرفت. این مطالعه پس از دریافت تأییدیه از کمیته اخلاق پژوهش‌های انسانی دانشگاه بجنورد (IR.UB.REC.1405.007) و اخذ رضایت‌نامه آگاهانه کتبی از تمامی شرکت‌کنندگان آغاز گردید. تمام اصول اخلاقی موجود در اعلامیه هلسینکی به دقت رعایت شد. پیش از آغاز تحقیق، اهداف، شیوه‌ها، مزایا و خطرات احتمالی به طور شفاهی و کتبی برای شرکت‌کنندگان و خانواده‌هایشان توضیح داده شد. همچنین رضایت‌نامه آگاهانه مکتوب از تمام آن‌ها دریافت گردید. حق خروج از مطالعه نیز به شرکت‌کنندگان اطلاع‌رسانی شد. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از:

- سن در محدوده ۶۵ تا ۸۰ سال
 - قابلیت راه رفتن با یا بدون استفاده از وسایل کمکی (مانند عصا یا واکر)
 - عدم ابتلا به بیماری‌های حاد قلبی، تنفسی یا مفصلی جدی طی سه ماه گذشته
 - عدم مصرف داروهای ضدالتهابی غیراستروئیدی یا هورمون‌های آنابولیک طی سه ماه اخیر
 - امتیاز حداقل ۱۹ در تست MoCA (Montreal Cognitive Assessment) برای رد اختلال شناختی شدید
- معیارهای خروج شامل غیبت بیشتر از ۲۰ درصد از جلسات تمرینی، بروز مشکل جدی در حین مداخله یا تمایل شخص به انصراف از مطالعه بود. حجم نمونه با استفاده از تحلیل توان آماری (Power Analysis) برای آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) محاسبه شد. این تحلیل با قدرت آماری ۰/۸۰، سطح معناداری ۰/۰۵ و اندازه اثر متوسط ($f=0/25$) انجام گرفت. محاسبات با نرم‌افزار G*Power نسخه ۳/۱ صورت پذیرفت و منجر به تعیین حجم نمونه ۵۰ نفر (۲۵ نفر در هر گروه) گردید.

مداخله تمرینی گروه مداخله به مدت ۱۲ هفته، سه جلسه در هفته (مجموع ۳۶ جلسه) برنامه تمرینات عملکردی- قدرتی کم‌هزینه را دریافت کرد. هر جلسه به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه طول می‌کشید و در سالن یا حیاط خانه سالمندان برگزار می‌شد. این برنامه تمرینی به گونه‌ای طراحی شده بود که نیازی به تجهیزات گران‌قیمت نداشته باشد و تنها از وزن بدن، یک صندلی معمولی و بطری‌های آب پر شده به عنوان وزنه‌های سبک بهره می‌برد. شدت

تمرینات بر اساس مقیاس Borg Rate of Perceived Exertion (RPE) بین ۱۲ تا ۱۴ (کمی سخت اما قابل تحمل) تنظیم شد.

ساختار هر جلسه به شرح زیر بود و این برنامه تمرینی بر اساس توصیه‌های مراکز معتبر مانند برنامه Growing Stronger از CDC و اصول تمرینات عملکردی برای سالمندان طراحی گردید (۱۳):

- بخش گرم کردن (۱۰ دقیقه): این قسمت شامل حرکات مختلف برای گردن، شانه‌ها، مچ دست و پا می‌شود. همچنین چرخش مفاصل و راه رفتن آرام به آماده‌سازی بدن و افزایش جریان خون کمک می‌کند.
- بخش تمرینات تقویت عضلانی (۲۰ دقیقه): شامل اسکوات با استفاده از یک صندلی (نشستن و بلند شدن از روی آن)، بالا بردن دست‌ها به جلو و کناره‌ها با بطری‌های آب پر (۳ ست با ۸ تا ۱۲ تکرار)، و انجام حرکات نشستن-بلند شدن مکرر تنها با وزن بدن. این تمرینات عمدتاً بر روی تقویت عضلات قسمت پایین و بالای بدن تأکید داشتند.
- بخش تعادل پویا (۱۵ دقیقه): شامل فعالیت‌هایی مانند راه رفتن از پاشنه به پنجه و ایستادن روی یک پا با حمایت اولیه از صندلی (۳۰ ثانیه برای هر پا، ۳ بار تکرار) است. همچنین حرکات عملکردی مثل بلند کردن زانو در حالت ایستاده نیز انجام می‌شود. هدف این بخش تقویت حس عمقی و کاهش خطر سقوط است.
- بخش پیاده‌روی سریع (۱۰ تا ۱۵ دقیقه): پیاده‌روی با سرعت کنترل شده در فضای باز یا سالن که به عنوان بخش هوازی سبک عمل می‌کرد.
- بخش سرد کردن (۵ دقیقه): شامل کشش‌های استاتیک ملایم برای عضلات اصلی بدن و تنفس عمیق برای بازگشت به حالت اولیه.

پیشرفت شدت تمرینات هر چهار هفته یک بار با توجه به ظرفیت فردی و افزایش تعداد تکرارها یا مدت زمان حرکات تنظیم می‌شد. این برنامه تمرینی بر اساس اصول تمرینات عملکردی-قدرتی کم‌هزینه و مبتنی بر وزن بدن طراحی شده است (۱۴). تمامی جلسات تحت نظر یک مربی مجرب که سابقه کار با سالمندان را داشت، انجام می‌گرفت. گروه کنترل هیچ گونه مداخله‌ای ساختاریافته دریافت نکرد و تنها به فعالیت‌های معمول خود ادامه می‌داد.

برای ارزیابی متغیرهای تحقیق، از ابزارها و روش‌های اندازه‌گیری معتبر و استاندارد بهره گرفته شد:

- آزمون‌های عملکردی: آزمون برخاستن از صندلی (Chair Stand Test) (۱۵)، آزمون برخاستن و رفتن زمان‌دار (۱۶) (Timed Up and Go Test) و آزمون تعادل برگ (۱۷) (Berg Balance Scale) (۲۰): خطر سقوط بالا، ۴۰-۲۱: متوسط، ۵۶-۴۱: خوب) مطابق دستورالعمل‌های استاندارد اجرا شدند. در آزمون TUG، زمان لازم برای برخاستن از صندلی، طی کردن مسافت سه متر، بازگشت و نشستن مجدد بر حسب ثانیه ثبت شد.

- کیفیت زندگی: کیفیت زندگی با استفاده از پرسشنامه ۳۶ سؤال SF-36 ارزیابی شد. این پرسشنامه شامل هشت حیطه عملکرد جسمانی، محدودیت ناشی از مشکلات جسمی، درد جسمانی، سلامت عمومی، سرزندگی، عملکرد اجتماعی، محدودیت ناشی از مشکلات عاطفی و سلامت روان است. امتیاز هر حیطه در دامنه صفر تا ۱۰۰ محاسبه می‌شود و امتیاز بالاتر نشان‌دهنده کیفیت زندگی بهتر است. از نسخه فارسی اعتبارسنجی‌شده این پرسشنامه استفاده شد که روایی و پایایی آن در جمعیت ایرانی توسط منتظری و همکاران (۱۸) تأیید شده است.

- شاخص‌های خونی: برای ارزیابی، ۸ میلی‌لیتر خون وریدی از افراد ناشتا پیش از شروع مداخله و همچنین ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی گرفته شد. سطوح سرمی $\text{TNF-}\alpha$ ، IGF-1 و GDF-15 با استفاده از روش الایزا و کیت‌های استاندارد در آزمایشگاه علوم پزشکی نیشابور اندازه‌گیری شدند. حساسیت کیت‌ها کمتر از ۱۰ pg/mL بود و تمام نمونه‌ها در شرایط یکسان و توسط تکنسین مجرب تحلیل شدند.

روش جمع‌آوری اطلاعات شامل برگزاری پیش‌آزمون‌ها یک هفته قبل از شروع مداخله و پس‌آزمون‌ها ۴۸ تا ۷۲ ساعت بعد از اتمام آخرین جلسه بود. تمامی آزمون‌های عملکردی توسط یک ارزیاب آموزش‌دیده و نا آگاه از گروه‌بندی اجرا شد تا احتمال خطای اندازه‌گیری به حداقل برسد. به عنوان ملاحظه اخلاقی پس از اتمام مطالعه، برنامه تمرینی برای گروه کنترل نیز اجرا می‌گردد.

داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ مورد تحلیل آماری قرار گرفتند. داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ مورد تحلیل آماری قرار گرفتند. در ابتدا، توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk (که برای حجم نمونه‌های کوچک مناسب‌تر است) بررسی شد. در صورت عدم نرمال بودن توزیع، از آزمون‌های ناپارامتریک معادل استفاده گردید.

برای مقایسه‌های درون‌گروهی از آزمون t وابسته (Paired Samples t-test) و برای مقایسه‌های بین‌گروهی از آزمون تحلیل کوواریانس (Analysis of Covariance - ANCOVA) استفاده گردید. در مدل ANCOVA، مقادیر

پیش‌آزمون به عنوان کوواریت اصلی وارد شد و متغیرهای سن و جنس نیز به عنوان کوواریت‌های اضافی در نظر گرفته شدند.

نتایج

توزیع داده‌ها با آزمون Shapiro-Wilk بررسی شد. در جدول ۱ ویژگی‌های آزمودنی‌ها نشان داده شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های پایه و تغییرات میانگین $\pm$ انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش در گروه‌های مداخله و کنترل

متغیر	گروه کنترل	گروه مداخله	p-value بین گروهی پایه
سن (سال)	۷۲/۰ $\pm$ ۵/۷	۷۲/۸ $\pm$ ۵/۹	۰/۶۲
جنس (زن/مرد)	۱۲/۱۳	۱۳/۱۲	(Chi-square) ۰/۷۸
شاخص توده بدنی (kg/m ²)	۲۶/۸ $\pm$ ۳/۵	۲۶/۴ $\pm$ ۳/۲	۰/۶۵
سطح فعالیت بدنی پایه (MET-min/week)	۴۶۲ $\pm$ ۱۴۵	۴۸۵ $\pm$ ۱۲۸	۰/۵۹
امتیاز MoCA	۲۳/۷ $\pm$ ۱/۹	۲۳/۴ $\pm$ ۲/۱	۰/۵۲

توضیح: گروه‌ها از نظر تمام متغیرهای پایه همسان بودند. ($p < 0.05$)

نتایج تحلیل‌های آماری حاکی از آن است که برنامه تمرینی ۱۲ هفته‌ای با رویکرد عملکردی-قدرتی تأثیر معناداری بر تمامی متغیرهای مورد ارزیابی داشته است. در گروه تحت مداخله، بهبود قابل توجهی در عملکرد بدنی مشاهده شد. میانگین تعداد تکرارهای تست Chair Stand (بلند شدن از صندلی در ۳۰ ثانیه) از $۱۲/۴ \pm ۳/۱$ به $۱۲/۸ \pm ۳/۸$ تکرار به $۲۰/۶ \pm$ تکرار افزایش یافت. در گروه کنترل این متغیر تقریباً بدون تغییر ماند (از $۱۲/۶ \pm ۳/۰$ به $۱۲/۸ \pm ۳/۲$). مقایسه بین گروهی با ANCOVA (تعدیل شده برای پیش‌آزمون، سن و جنس) تفاوت معنادار آماری را تأیید کرد ($p < 0.001$).

زمان انجام تست Timed Up and Go (TUG) از $۱۴/۸ \pm ۴/۲$ ثانیه به $۱۰/۱ \pm ۳/۵$ ثانیه کاهش یافت. ($p = ۰/۰۰۱$). در حالی که در گروه کنترل تغییر معناداری نداشت. ($p > 0.05$) تفاوت بین گروهی معنادار بود. ($p < 0.001$)

امتیاز Berg Balance Scale در گروه مداخله از $۴۲/۶ \pm ۵/۳$ به $۵۳/۹ \pm ۴/۸$ افزایش یافت. ($p < 0.001$)

در شاخص‌های خونی نیز تغییرات مطلوبی در گروه مداخله مشاهده شد: سطح سرمی TNF- α از $۱۸/۷ \pm ۴/۹$ pg/mL به $۴/۲ \pm ۱۵/۳$ pg/mL کاهش یافت ($p = ۰/۰۰۸$). IGF-1 نیز از $۹۸/۲ \pm ۲۲/۴$ ng/mL به $۲۴/۱ \pm ۱۱۲/۵$ ng/mL افزایش یافت ($p = ۰/۰۱۲$) و GDF-15 از ۱۸۵۰ ± ۴۲۰ pg/mL به ۱۴۴۰ ± ۳۸۰ pg/mL کاهش

یافت ($p=0.005$). در گروه کنترل هیچ تغییر معناداری مشاهده نشد. ($p>0.05$) تمام این تفاوت‌ها در مدل ANCOVA با تعدیل پیش‌آزمون، سن و جنس معنادار بودند. ($p<0.05$)

نمره کلی کیفیت زندگی (SF-36) از $12/6 \pm 58/4$ به $13/2 \pm 72/9$ افزایش یافت ($p<0.001$). در حالی که در گروه کنترل تغییر نداشت. تفاوت بین گروهی معنادار بود ($p<0.001$).

جدول ۲ خلاصه‌ای از تغییرات میانگین $\pm$ انحراف استاندارد متغیرها را قبل و بعد مداخله نشان می‌دهد.

جدول ۲. میانگین $\pm$ انحراف استاندارد، فواصل اطمینان ۹۵٪ و نتایج تحلیل کوواریانس (ANCOVA) متغیرهای پژوهش قبل و بعد از مداخله در گروه‌های مداخله و کنترل

متغیر	گروه مداخله (پیش‌آزمون)	گروه مداخله (پس‌آزمون)	گروه کنترل (پیش‌آزمون)	گروه کنترل (پس‌آزمون)	p-value تغییرات درون گروهی	p-value (ANCOVA)	اندازه اثر (Cohen's d)
Chair Stand (تکرار در ۳۰ ثانیه)	$12/4 \pm 3/1$ (۱۴/۹-۹/۹)	$20/6 \pm 3/8$ (۲۳/۲-۱۸/۰)	$12/6 \pm 3/0$ (۱۴/۹-۱۰/۳)	$12/8 \pm 3/2$ (۱۵/۲-۱۰/۴)	<0.001	<0.001	۲/۱
Timed Up and Go (ثانیه)	$14/8 \pm 4/2$ (۱۷/۴-۱۲/۲)	$10/1 \pm 3/5$ (۱۲/۳-۷/۹)	$14/6 \pm 4/1$ (۱۷/۱-۱۱/۹)	$14/5 \pm 4/1$ (۱۶/۶-۱۱/۶)	<0.001	<0.001	۱/۸
Berg Balance Scale (امتیاز)	$42/6 \pm 5/3$ (۴۶/۲-۳۹/۰)	$53/9 \pm 4/8$ (۵۷/۱-۵۰/۷)	$42/8 \pm 5/2$ (۴۶/۳-۳۹/۳)	$43/1 \pm 5/4$ (۴۶/۹-۳۹/۹)	<0.001	<0.001	۲/۳
TNF- α (pg/mL)	$18/7 \pm 4/9$ (۲۱/۸-۱۵/۶)	$15/3 \pm 4/2$ (۱۷/۹-۱۲/۷)	$18/5 \pm 4/8$ (۲۱/۵-۱۵/۵)	$18/9 \pm 5/1$ (۲۲/۱-۱۵/۷)	0.008	0.009	۰/۸۵
IGF-1 (ng/mL)	$98/2 \pm 22/4$ (۱۱۴/۰-۸۲/۴)	$112/5 \pm 24/1$ (۱۳۰/۰-۹۵/۰)	$97/9 \pm 23/2$ (۱۱۳/۹-۸۱/۷)	$97/8 \pm 23/5$ (۱۱۲/۴-۸۰/۶)	0.12	0.14	۰/۶۵
GDF-15 (pg/mL)	1850 ± 420 (۲۰۸۰-۱۶۲۰)	1440 ± 380 (۱۶۴۰-۱۲۴۰)	1840 ± 410 (۲۰۷۰-۱۶۱۰)	1890 ± 450 (۲۱۴۰-۱۶۴۰)	0.005	0.006	۰/۹۵
کیفیت زندگی (SF-36)	$58/4 \pm 12/6$ (۶۶/۲-۵۰/۶)	$72/9 \pm 13/2$ (۸۰/۸-۶۵/۰)	$58/7 \pm 12/4$ (۶۶/۸-۵۱/۴)	$59/1 \pm 12/8$ (۶۶/۵-۵۰/۹)	<0.001	0.005	۱/۱

بحث

این مطالعه مشاهده کرد که برنامه ۱۲ هفته‌ای تمرینات عملکردی-قدرتی کم‌هزینه با بهبودهای معنادار در عملکرد بدنی، تعادل، شاخص‌های التهابی ($TNF-\alpha$ و $GDF-15$ ، $IGF-1$) و کیفیت زندگی در سالمندان ساکن خانه‌های سالمندان همراه بود. بهبود در تست Chair Stand (حدود ۶۶ درصد افزایش) و کاهش زمان Timed Up and Go (۴/۷ ثانیه) با مطالعات قبلی در زمینه تمرینات ترکیبی مقاومتی و تعادلی همخوانی دارد (۱۹، ۲۰). این تغییرات از نظر بالینی نیز حائز اهمیت هستند، زیرا کاهش حتی یک ثانیه در زمان TUG با کاهش خطر سقوط و حفظ استقلال سالمندان مرتبط است (۱۹). افزایش ۱۱/۳ امتیازی در Berg Balance Scale نیز سالمندان را از محدوده خطر به محدوده تعادل خوب منتقل کرد که با متاآنالیزهای اخیر بر روی مداخلات عملکردی در افراد فرتوتی سازگار است (۲۱).

در حوزه بیومارکرها، کاهش ۱۸ درصدی $TNF-\alpha$ و ۲۲ درصدی $GDF-15$ همراه با افزایش ۱۴ درصدی $IGF-1$ ، الگوی مثبتی از کاهش التهاب مزمن و تقویت مسیرهای آنابولیک را نشان می‌دهد. این یافته‌ها با متاآنالیز Chu و همکاران (۲۰۲۵) که افزایش $IGF-1$ را پس از تمرینات ترکیبی گزارش کرده‌اند، مطابقت دارد (۲۲). کاهش $GDF-15$ نیز با مطالعات اخیر Hansen (۲۰۲۶) همخوانی دارد که آن را به عنوان بیومارکر قوی فرتوتی و سارکوپنیا معرفی کرده‌اند (۸، ۲۳). لولاسکن^۱ و همکاران (۲۰۲۶) نیز در بررسی خود بر روی مدولاسیون بیومارکرها توسط تمرینات، کاهش $TNF-\alpha$ و افزایش $IGF-1$ را پس از برنامه‌های مقاومتی تأیید کرده‌اند. مکانیسم‌های احتمالی شامل کاهش سیگنالینگ $NF-\kappa B$ ، افزایش ترشح myokines آنابولیک (مانند $irisin$ و $IL-15$) و فعال‌سازی مسیر mTOR است که منجر به کاهش التهاب و افزایش سنتز پروتئین عضلانی می‌شود (۲۴).

بهبود ۱۴/۵ امتیازی در نمره SF-36 عمدتاً در ابعاد جسمانی و روانی مشاهده شد که با مطالعات ایرانی و بین‌المللی در مورد تأثیر فعالیت بدنی بر کیفیت زندگی سالمندان هم‌راستا است (۲۵، ۲۶). شرکت‌کنندگان گزارش کردند که احساس استقلال بیشتر، کاهش خستگی روزانه و اعتماد به نفس بالاتر در انجام فعالیت‌های روزمره داشته‌اند. این بهبود در جمعیت ساکن خانه‌های سالمندان که اغلب با انزوا و کاهش تحرک مواجه هستند، اهمیت عملی بالایی دارد (۲۷).

¹. Iolascon

تمرینات عملکردی-قدرتی کم‌هزینه از طریق کاهش سیگنالینگ NF- κ B، افزایش ترشح myokines آنابولیک (مانند IL-15 و irisin) و فعال‌سازی مسیر mTOR، التهاب را کاهش و سنتز پروتئین عضلانی را تقویت می‌کنند (۲۸، ۲۹). کاهش GDF-15 نیز احتمالاً به دلیل کاهش استرس میتوکندریال و التهاب مزمن رخ داده است، زیرا GDF-15 به عنوان پاسخ‌دهنده به آسیب سلولی عمل می‌کند (۹، ۳۰). این مکانیسم‌ها توضیح می‌دهند چرا برنامه تمرینی بدون تجهیزات پیشرفته، اثرات قابل توجهی مشابه مطالعات با تجهیزات گران‌قیمت نشان داد.

مهم‌ترین محدودیت این مطالعه، طراحی غیرتصادفی (نیمه‌تجربی) و عدم انجام رندومیزیشن است. گروه‌ها با استفاده از همسان‌سازی در سطح گروهی (بر اساس سن، جنس، شاخص توده بدنی و سطح عملکرد پایه) انتخاب شدند، اما این روش نمی‌تواند تمام متغیرهای مخدوش‌کننده احتمالی را به طور کامل کنترل کند. بنابراین، امکان استنباط علیت قوی از نتایج وجود ندارد و یافته‌ها باید با احتیاط تفسیر شوند. انجام مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده (RCT) در آینده برای تأیید این نتایج ضروری است. به علاوه با توجه به اینکه مطالعه در خانه‌های سالمندان انجام شده تعمیم آن به جامعه باید با احتیاط انجام شود.

از سایر محدودیت‌ها می‌توان به نمونه‌گیری در دسترس، عدم پیگیری طولانی‌مدت (بیش از ۱۲ هفته) و عدم ارزیابی مستقیم ترکیب بدنی (مانند DEXA اشاره کرد). با این حال، تلاش شد تا با استفاده از تحلیل ANCOVA و کنترل پیش‌آزمون، سن و جنس، اعتبار داخلی مطالعه افزایش یابد.

نتیجه‌گیری

برنامه ۱۲ هفته‌ای تمرینات عملکردی-قدرتی کم‌هزینه، مداخله‌ای ایمن، عملی و مقرون‌به‌صرفه است که با بهبود عملکرد بدنی، تعادل، تنظیم بیومارکرهای التهابی-آنابولیک و کیفیت زندگی در سالمندان ساکن خانه‌های سالمندان همراه بود. با توجه به شیوع بالای سارکوپنیا و فرتوتی در ایران، اجرای گسترده این برنامه در مراکز مراقبتی سالمندان می‌تواند به سیاست‌های سلامت عمومی کمک کند. مطالعات آینده باید بر طراحی تصادفی، پیگیری طولانی‌مدت، ترکیب با مداخلات تغذیه‌ای و ارزیابی مستقیم ترکیب بدنی تمرکز کنند. با توجه به ماهیت غیرتصادفی مطالعه، انجام کارآزمایی‌های تصادفی‌شده کنترل‌شده برای تأیید این یافته‌ها ضروری است.

ملاحظات اخلاقی

پژوهش حاضر در کمیته اخلاق پژوهش‌های انسانی دانشگاه بجنورد (IR.UB.REC.1405.007) تصویب شد. قبل از توزیع پرسشنامه‌ها اهداف پژوهش برای تمامی مشارکت‌کنندگان تشریح شد و نسابت به کسب رضایت آگاهانه، محرمانگی پژوهش و آماده‌سازی سالمندان از لحاظ روانی (توضیح ماهیت و اهداف پژوهش و رفع سوالات و نگرانی‌ها اطمینان حاصل شد).

منبع مالی

این پژوهش هیچ گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی یا خصوصی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشتند.

تضاد منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نگارندگان بر خود الزم/فرض می‌دانند از تمامی سالمندان مشارکت‌کننده و همه افراد و مسئولانی که ما را در انجام این پژوهش یاری دادند تشکر نمایند.

۱. Marzban Abbas Abadi M, Hosseinzade D, Khalilizad M. Prevalence of, and factors associated with, sarcopenia in Iran: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Nutrition*. 2025;11:1457768.
۲. Farhadi A, Mohammadian M, Afrashteh S, Jorjani G, Mousavi S, Nabipour I, et al. Sarcopenia and its association with physical activity and sedentary time in older adults on the Bushehr Elderly Health program. *Scientific Reports*. 2026.
۳. Gharib M, Khalili Z, Papi S, Rashedi V. Understanding frailty in aging :a multidimensional perspective from Northern Iran. *BMC geriatrics*. 2025;25(1):568.
۴. Badrkhahan SZ, Ala M, Fakhrzadeh H, Yaghoobi A, Mirzamohamadi S, Arzaghi SM, et al. The prevalence and predictors of geriatric giants in community-dwelling older adults :a cross-sectional study from the Middle East. *Scientific Reports*. 2023;13(1):12401.
۵. Marmondi F, Ferrando V, Filipas L, Codella R, Ruggeri P, La Torre A, et al. Exercise-Induced Biomarker Modulation in Sarcopenia: From Inflamm-Aging to Muscle Regeneration. *Sports*. 2025;13(12):444.
۶. Lee ARYB, Nachammai VS, Hong A, Tan AW, Yau CE, Low CE, et al. Growth differentiation factor-15 as a clinical biomarker of frailty, sarcopenia and functional decline: A systematic literature review. *Ageing Research Reviews*. 2026:103085.
۷. Ferreira de Campos K, García-Esquinas E, Buño-Soto A, Sotos-Prieto M, Carballo-Casla A, Rodríguez-Artalejo F, et al. Growth differentiation factor 15 predicts physical function impairment in Spanish older adults: a real-world prospective study. *Geroscience*. 2025:1-16.
۸. Hansen P, Nygaard H, Praeger-Jahnsen L, Schultz M, Dela F, Aagaard P, et al. GDF-15 plasma levels are elevated in mobility-limited older adults with frailty and sarcopenia—results from the BIOFRAIL study. *GeroScience*. 2۰۲۶-۱۹۵۵:(۲)۴۸;۰۲۶
۹. Sánchez-Sánchez JL, Rolland Y, Lucas A, Guyonnet S, Vellas B, de Souto Barreto P, et al. Associations Between Growth Differentiating Factor-15 and Frailty in Older Adults From the MAPT Study. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. 2026;17(1):e70182.

١٠. Chu R, Li M, Xie Y, Du Y, Ni T. Exercise interventions and serum IGF-1 levels in older adults with frailty and/or sarcopenia: A systematic review and meta analysis. *Frontiers in Public Health*. 2025;13:1660694.
١١. Silva PCd. Marcadores da pré-fragilidade em pessoas idosas ativas: biomecânica da marcha e parâmetros clínico funcionais. 2025.
١٢. Burton HM, Roy BA. ACSM's Health & Fitness Journal®: Three Decades of Bringing the Gap: A Story of Teamwork Translating Science into Practical Impact. *ACSM's Health & Fitness Journal*. 2026;30(2):60-4.
١٣. Seguin R, Epping J, Buchner D. Growing stronger: Strength training for older adults [R/OL]. 2002.
١٤. Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer WJ, Peterson MD, et al. Resistance training for older adults: position statement from the national strength and conditioning association. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019;33.(٨)
١٥. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Research quarterly for exercise and sport*. 1999;70(2):113-9.
١٦. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American geriatrics Society*. 1991;39(2):142-8.
١٧. Berg K. Measuring balance in the elderly: Development and validation of an instrument. 1992.
١٨. Montazeri A, Goshtasebi A, Vahdaninia M, Gandek B. The Short Form Health Survey (SF-36): translation and validation study of the Iranian version. *Quality of life research*. 2005;14(3):875-82.
١٩. Chen C, Freire C, Fu Z, Teixeira I, Adegas M, Gomes R, et al. Impact of physical exercise interventions on functional fitness in older adults. *Frontiers in Medicine*. 2026;12:1732129.

- ٢٠ Li Y ,Li Q, Chen X. Effectiveness of exercise based on wearable electronic devices on lower limb strength and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*. 2026;14:1778082.
- ٢١ Vila H, Ferragut C, Chiroso LJ, Serrano-Gómez V, García-García Ó, Jerez-Mayorga D, et al., editors. Comparison of Strength Training Interventions on Functional Performance in Frail Nursing Home Residents. *Healthcare*; 2026: MDPI.
- ٢٢ Cui R-M, Zheng M, Hong J-B, Wang Z-X, Cun Y-F, Gao S-J, et al. Research progress on the effects of macrophage-derived exosomes on muscle factors IGF-1 and FGF-2 mediating musculoskeletal crosstalk molecular signaling pathway on bone metabolism. *International Journal of Molecular Medicine*. 2026;57(3):1-30.
- ٢٣ Castillo RL, Jofré-Saldía E, Cáceres-Vergara D, Renard GM, Figueroa EG. Exercise, Cellular Senescence, and Cancer: Novel Perspectives on Functional Aging Through Block Strength Training in Older Adults—A Narrative Review. *Biomedicines*. 2026;14(4):875.
- ٢٤ Iolascon G, Moretti A. The sarcopenia–pain connection: why mechanisms matter for patient care? *Frontiers in Pain Research*. 2026;7.
- ٢٥ Azimkhani A, Kasraei R, Sabeti H, Almasoodi A. The Effect of Aerobic, Resistance, and Combined Exercise Training on Cardiorespiratory Fitness in Healthy People Aged 60 years and Over: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Biological Research For Nursing*. 2026;28(1):72-90.
- ٢٦ Baldelli G, De Santi M, De Felice F, Brandi G. Physical activity interventions to improve the quality of life of older adults living in residential care facilities: a systematic review. *Geriatric Nursing*. 2021;42(4):806-15.
- ٢٧ Webster KE, Seng JS, Gallagher NA, Gothe NP, Colabianchi N, Smith EML, et al. Physical activity programming for older adults in assisted living: Residents’ perspectives. *Western Journal of Nursing Research*. 2023;45(2):105-16.
- ٢٨ Liu X, Chen X, Cui J. Therapeutic advances in sarcopenia management: from traditional interventions to personalized medicine. *Clinical Nutrition*. 2025;51:187-97.

۲۹ Popescu C, Aurelian S-M, Mirea A, Munteanu C, Vlădulescu-Trandafir A-I, Anghelescu A, et al. Sarcopenia as a Multisystem Disorder—Connections with Neural and Cardiovascular Systems—A Related PRISMA Systematic Literature Review. *Life*. 2026;16(1):68.

۳۰ Cruz-Pierard S, Iñiguez-Jiménez S. Synergistic Effects of Protein Intake and Exercise on Biomarkers of Sarcopenia: A Systematic Review. *Biomolecules*. 2026;16(2):195.

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار