



Original Research

Normative Data and Psychometric Evaluation of the Persian Version of the Bruininks Motor Ability Test (BMAT) in Iranian Older Adults

Mehdi Tarajian *¹¹ PhD in Motor Behavior-Motor Development, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Received: 2025/09/06
 Reviewed: 2025/10/31
 Revised: 2025/12/06
 Accepted: 2026/02/09

Keyword:

Older adults

Bruininks Motor Ability Test

Psychometric properties

Normative data

Motor performance

ABSTRACT

Aging is accompanied by progressive neurological, muscular, and skeletal changes, which may lead to a gradual decline in motor abilities. Therefore, the use of valid and reliable assessment tools that are appropriate for the characteristics of older adults is essential for evaluating motor performance. This study aimed to translate and culturally adapt the Persian version of the Bruininks Motor Ability Test (BMAT), evaluate its psychometric properties, and establish age- and sex-specific normative values for Iranian older adults.

Methods: In this cross-sectional study, 500 Iranian older adults, including 250 men and 250 women, were recruited through multistage cluster sampling and categorized into five age groups: 60–64, 65–69, 70–74, 75–79, and ≥80 years. Following translation, back-translation, and expert review, content validity was assessed using the content validity ratio (CVR) and content validity index (CVI). Internal consistency was evaluated using Cronbach's alpha and McDonald's omega, while test-retest reliability was assessed using the intraclass correlation coefficient (ICC). Construct validity was examined through confirmatory factor analysis, and convergent validity was evaluated by examining the associations between BMAT scores and the Berg Balance Scale (BBS), Timed Up and Go (TUG) test, and Short Physical Performance Battery (SPPB). Age- and sex-specific normative values were subsequently established.

Results: The overall content validity index (CVI) was 0.91, with CVR values ranging from 0.80 to 1.00. Cronbach's alpha was 0.88, McDonald's omega was 0.90, and test-retest reliability was excellent (ICC = 0.93, 95% CI: 0.89–0.96). The confirmatory factor analysis demonstrated an acceptable model fit (CFI = 0.94, TLI = 0.92, RMSEA = 0.056, SRMR = 0.048). The total BMAT score showed strong positive correlations with the Berg Balance Scale ($r = 0.72$) and SPPB ($r = 0.68$), and a strong negative correlation with the TUG test ($r = -0.64$) (all $p < 0.001$). Mean BMAT scores decreased significantly from 78.4 ± 8.6 among participants aged 60–64 years to 56.7 ± 10.2 among those aged ≥80 years ($p < 0.001$).

Conclusion: The Persian version of the Bruininks Motor Ability Test demonstrated satisfactory validity and reliability, with clear age-related differences in motor performance. Combined with age- and sex-specific normative values, the BMAT-Persian can be used for motor assessment, individualized interpretation, and monitoring of motor performance among Iranian older adults in clinical, rehabilitation, and research settings.



هنجاریابی و ارزیابی ویژگی‌های روان‌سنجی آزمون توانایی حرکتی بروینیکس (BMAT) در سالمندان ایرانی

مهدی تاراجیان^{*۱}

^۱ دکتری رفتار حرکتی، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۰۶/۱۵

تاریخ داوری: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

بازنگری مقاله: ۱۴۰۴/۰۹/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۱۱/۲۰

چکیده

مقدمه و هدف: سالمندی با تغییرات عصبی، عضلانی و اسکلتی و در پی آن کاهش تدریجی توانایی‌های حرکتی همراه است. بنابراین، استفاده از ابزارهای معتبر و متناسب با ویژگی‌های سالمندان برای ارزیابی عملکرد حرکتی ضروری است. پژوهش حاضر با هدف ترجمه، تطبیق فرهنگی، بررسی ویژگی‌های روان‌سنجی و تدوین هنجارهای سنی و جنسی نسخه فارسی آزمون توانایی حرکتی بروینیکس انجام شد.

روش‌شناسی: در این مطالعه مقطعی، ۵۰۰ سالمند ایرانی شامل ۲۵۰ مرد و ۲۵۰ زن در پنج گروه سنی ۶۰-، ۶۴-۶۵، ۶۹-۷۰، ۷۴-۷۵، ۷۹-۸۰ و ۸۰ سال و بالاتر با نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای بررسی شدند. پس از ترجمه، بازترجمه و تأیید متخصصان، روایی محتوایی با CVR و CVI، همسانی درونی با آلفای کرونباخ و امگای مک‌دونالد، و پایایی آزمون-بازآزمون با ICC ارزیابی شد. روایی سازه با تحلیل عاملی تأییدی و روایی همگرا از طریق ارتباط BMAT با Berg، TUG و SPPB بررسی و هنجارهای سنی و جنسی تدوین شد.

نتایج: یافته‌ها: شاخص روایی محتوایی کل (CVR) برابر با ۰/۹۱ و دامنه شاخص نسبت روایی محتوا (CVR) بین ۰/۸۰ تا ۰/۱۰۰ بود. آلفای کرونباخ ۰/۸۸، امگای مک‌دونالد ۰/۹۰ و ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای (ICC) برابر با ۰/۹۳ (فاصله اطمینان ۹۵ درصد: ۰/۸۹-۰/۹۶) به دست آمد. برازش مدل مطلوب بود (CFI=0/94)، $RMSEA=0/056$ ، $TLI=0/92$ ، $SRMR=0/048$. BMAT کل با مقیاس تعادل برگ (Berg) ($r=0/72$) و باتری عملکرد جسمانی کوتاه (SPPB) ($r=0/68$) همبستگی مثبت و با آزمون برخاستن و راه‌رفتن زمان‌دار (TUG) ($r=-0/64$) همبستگی منفی داشت (همه $p<0/001$). میانگین نمرات BMAT: $6/8 \pm 4/78$ در سالمندان ۶۰-۶۴ سال به $2/10 \pm 7/56$ در سالمندان ۸۰ سال و بالاتر کاهش یافت ($p<0/001$).

نتیجه‌گیری: نسخه فارسی آزمون توانایی حرکتی بروینیکس از روایی و پایایی مطلوبی برخوردار است و همراه با هنجارهای سنی و جنسی می‌تواند برای ارزیابی، تفسیر فردمحور و پیش‌عملکرد حرکتی سالمندان ایرانی در محیط‌های بالینی، توان‌بخشی و پژوهشی به کار رود.

کلید واژگان

سالمندان

آزمون توانایی حرکتی بروینیکس

ویژگی‌های روان‌سنجی

هنجاریابی

مقدمه

سالمندی یکی از مهم‌ترین تحولات جمعیتی قرن بیست‌ویکم است و افزایش امید به زندگی موجب رشد قابل توجه تعداد و سهم افراد سالمند در جمعیت جهان شده است. بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، جمعیت افراد ۶۰ سال و بالاتر در دهه‌های آینده به‌طور چشمگیری افزایش خواهد یافت و تا سال ۲۰۵۰، بخش عمده‌ای از سالمندان جهان در کشورهای با درآمد کم و متوسط زندگی خواهند کرد (سازمان جهانی بهداشت، ۲۰۲۱، ۲۰۲۵).^۱ این تحول جمعیتی، توجه فزاینده‌ای را به حفظ استقلال، عملکرد جسمانی و توانایی مشارکت سالمندان در فعالیت‌های روزمره و اجتماعی معطوف کرده است. از دیدگاه سالمندی سالم، سلامت فرد صرفاً به نبود بیماری محدود نمی‌شود، بلکه توانایی او برای حرکت، انجام فعالیت‌های روزمره، تصمیم‌گیری و مشارکت در زندگی اجتماعی نیز اهمیت اساسی دارد (سازمان جهانی بهداشت، ۲۰۲۰؛ میشل و همکاران، ۲۰۲۱). افزایش سن با تغییرات تدریجی و چندبعدی در سامانه‌های عصبی، عضلانی، اسکلتی و حسی همراه است و می‌تواند بر قدرت عضلانی، هماهنگی، سرعت حرکت، تعادل، چابکی و مهارت‌های حرکتی ظریف و درشت تأثیر بگذارد. برآیند این تغییرات ممکن است به کاهش توانایی انجام فعالیت‌های روزمره، محدودیت مشارکت، افزایش خطر سقوط و کاهش استقلال عملکردی منجر شود. شواهد پژوهشی نیز نشان می‌دهند که عملکرد جسمانی و حرکتی با پیامدهایی همچون تحرک، استقلال در فعالیت‌های روزمره و خطر پیامدهای نامطلوب سلامت در سالمندان ارتباط دارد (تریفان و همکاران، ۲۰۲۱؛ کی و همکاران، ۲۰۲۱). از این‌رو، ارزیابی منظم توانایی‌های حرکتی سالمندان، نه تنها برای شناسایی زودهنگام افت عملکرد، بلکه برای تعیین نیازهای توان‌بخشی، طراحی برنامه‌های تمرینی و پایش تغییرات عملکردی اهمیت دارد. در ارزیابی سالمندان، ابزارهای متعددی برای سنجش عملکرد جسمانی و حرکتی مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ از جمله مقیاس تعادل برگ^۲ برای ارزیابی تعادل، آزمون برخاستن و راه رفتن زمان‌دار^۳ برای سنجش تحرک عملکردی و باتری عملکرد جسمانی کوتاه‌بازی^۴ ارزیابی عملکرد اندام تحتانی. هر یک از این ابزارها اطلاعات ارزشمندی درباره یک یا چند جنبه از عملکرد جسمانی فراهم می‌کنند؛ با این حال، دامنه نسبتاً محدود هر ابزار ممکن است امکان ارزیابی هم‌زمان طیف گسترده‌تری از توانایی‌های حرکتی را کاهش دهد. مرورهای اخیر نیز نشان داده‌اند که آزمون‌های عملکرد جسمانی سالمندان عمدتاً بر مؤلفه‌هایی مانند قدرت، تعادل، راه رفتن و چابکی تمرکز دارند، درحالی‌که مؤلفه‌هایی نظیر مهارت دستی و برخی جنبه‌های هماهنگی حرکتی کمتر مورد

توجه قرار گرفته‌اند (کی و همکاران، ۲۰۲۲؛ لیتائو و همکاران، ۲۰۲۲). بنابراین، استفاده از ابزارهای چندبعدی می‌تواند ارزیابی جامع‌تری از وضعیت حرکتی سالمندان فراهم کند. آزمون توانایی حرکتی بروینینکس^۵ یکی از ابزارهای استاندارد برای ارزیابی مهارت‌های حرکتی ظریف و درشت در بزرگسالان است. این آزمون در سال ۲۰۱۲ معرفی شد و برای افراد ۴۰ سال و بالاتر طراحی شده است (بروینینکس و بروینینکس، ۲۰۱۲). از آزمون مهارت حرکتی بروینینکس-اوزرتسکی، ویرایش دوم^۶ اقتباس شده، اما به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی توانایی حرکتی بزرگسالان توسعه یافته است و نباید با BOT-2 به‌عنوان یک آزمون یکسان تلقی شود. BMAT در فرم جامع خود حوزه‌هایی همچون یکپارچگی حرکتی ظریف، مهارت دستی، هماهنگی، تعادل و تحرک، و قدرت و انعطاف‌پذیری را پوشش می‌دهد و امکان ارزیابی مجموعه‌ای از ابعاد عملکرد حرکتی را فراهم می‌سازد (بروینینکس و بروینینکس، ۲۰۱۲). چندبعدی بودن BMAT از این جهت اهمیت دارد که افت عملکرد حرکتی در سالمندی معمولاً پدیده‌ای تک‌بعدی نیست. ممکن است یک سالمند از نظر تعادل عملکرد نسبتاً مطلوبی داشته باشد، اما هم‌زمان در مهارت دستی، هماهنگی، قدرت یا انعطاف‌پذیری با محدودیت مواجه باشد. بنابراین، ارزیابی هم‌زمان چند مؤلفه حرکتی می‌تواند تصویر کامل‌تری از وضعیت عملکردی فرد ارائه کند. از سوی دیگر، ارزیابی جامع عملکرد حرکتی می‌تواند برای شناسایی نقاط ضعف عملکردی، تعیین اهداف مداخله‌ای و پایش تغییرات ناشی از برنامه‌های توان‌بخشی یا تمرینی سودمند باشد. سازمان جهانی بهداشت نیز بر اهمیت سنجش و پایش توانایی عملکردی در چارچوب سالمندی سالم تأکید کرده است (سازمان جهانی بهداشت، ۲۰۲۱). با وجود اهمیت ارزیابی جامع توانایی حرکتی در سالمندان، استفاده از یک ابزار استاندارد در جمعیتی جدید مستلزم بررسی دقیق ویژگی‌های اندازه‌گیری^۷ آن است. اعتبار یک ابزار صرفاً به نتایج مطالعه اولیه محدود نمی‌شود، بلکه باید مشخص شود که ابزار در جمعیت، زبان، فرهنگ و زمینه‌ای که قرار است مورد استفاده قرار گیرد، از شواهد کافی درباره روایی، پایایی و قابلیت تفسیر برخوردار است. چارچوب استانداردهای مبتنی بر اجماع برای انتخاب ابزارهای اندازه‌گیری پیامدهای سلامت^۸ نیز بر ارزیابی نظام‌مند ویژگی‌های اندازه‌گیری، از جمله روایی محتوا، ساختار عاملی، همسانی درونی، پایایی، خطای اندازه‌گیری و انواع شواهد روایی تأکید دارد (موکینک و همکاران، ۲۰۱۸؛ گانیه و همکاران، ۲۰۲۱؛ پرینسن و همکاران، ۲۰۲۴). این موضوع در مورد ابزارهایی که از یک فرهنگ

^۱Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency—Second Edition; BOT-2

^۲Measurement Properties

^۳Consensus-based Standards for the selection of health Measurement Instruments (COSMIN)

^۴Healthy Ageing

^۵Berg Balance Scale (BBS)

^۶Timed Up and Go (TUG)

^۷Short Physical Performance Battery (SPPB)

^۸Bruininks Motor Ability Test; BMAT

و جمعیت به فرهنگ و جمعیت دیگری منتقل می‌شوند، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. ترجمه لفظی یک آزمون لزوماً به معنای دستیابی به معادل مفهومی و فرهنگی آن نیست؛ زیرا تفاوت‌های زبانی، فرهنگی، آموزشی، سبک زندگی و سطح فعالیت بدنی می‌توانند بر نحوه درک دستورالعمل‌ها و عملکرد افراد در آزمون اثر بگذارند. از این رو، فرایند ترجمه و تطبیق بین فرهنگی باید با روش‌های نظام‌مند انجام شود و ترجمه پیشرو، تلفیق نسخه‌ها، بازترجمه، بررسی توسط متخصصان و آزمون مقدماتی را دربرگیرد (سوزا و ریجو، ۲۰۲۴). همچنین، شواهد حاصل از مطالعات روان‌سنجی باید در جمعیت هدف بررسی شود؛ زیرا ویژگی‌های اندازه‌گیری یک ابزار ممکن است در زبان‌ها و جمعیت‌های مختلف متفاوت باشد. از سوی دیگر، برخورداری از یک ابزار معتبر و پایا به‌تنهایی برای تفسیر عملکرد حرکتی سالمندان کافی نیست. نمره خام یا نمره استاندارد یک آزمون زمانی ارزش بالینی و پژوهشی بیشتری پیدا می‌کند که بتوان آن را در مقایسه با داده‌های مرجع جمعیت هدف تفسیر کرد. داده‌های هنجاری‌المان می‌دهند عملکرد یک فرد با افراد هم‌سن و هم‌جنس او مقایسه شود و افرادی که عملکرد آنها پایین‌تر از سطح مورد انتظار است، دقیق‌تر شناسایی شوند. مطالعات هنجاری اخیر در جمعیت‌های مختلف نشان داده‌اند که عملکرد جسمانی تحت تأثیر سن و جنس قرار دارد و ارائه مقادیر مرجع تفکیک‌شده بر اساس این متغیرها می‌تواند به تفسیر دقیق‌تر عملکرد کمک کند (شو و همکاران، ۲۰۲۲؛ بامان و همکاران، ۲۰۲۱؛ چاندهنایینگ‌یونگ و همکاران، ۲۰۲۴). اهمیت تدوین داده‌های هنجاری زمانی بیشتر آشکار می‌شود که بدانیم مقادیر مرجع حاصل از یک کشور یا جمعیت لزوماً قابلیت تعمیم کامل به جمعیت دیگری را ندارند. تفاوت‌های جمعیت‌شناختی، فرهنگی، سبک زندگی، سطح فعالیت بدنی، وضعیت سلامت و ویژگی‌های محیطی می‌توانند بر عملکرد حرکتی تأثیرگذار باشند. برای مثال، مطالعه‌ای ملی در سالمندان تایلندی نشان داد که سن، جنس و قد با عملکرد آزمون‌هایی مانند TUG، سرعت راه‌رفتن و آزمون پنج بار برخاستن از صندلی ارتباط دارند و مقادیر هنجاری این آزمون‌ها در گروه‌های سنی و جنسی متفاوت است (چاندهنایینگ‌یونگ و همکاران، ۲۰۲۴). همچنین، در مطالعه‌ای بزرگ بر سالمندان کانادایی، مقادیر مرجع اختصاصی بر اساس سن و جنس برای چندین آزمون عملکرد جسمانی تدوین شد و ضرورت وجود داده‌های هنجاری جمعیت‌محور مورد تأکید قرار گرفت (مک‌کلیمنت و همکاران، ۲۰۲۳). از منظر روان‌سنجی نیز انتخاب ابزار مناسب مستلزم توجه هم‌زمان به چند ویژگی اندازه‌گیری است. روایی محتوا مشخص می‌کند که آیا محتوای ابزار با سازه مورد نظر و جمعیت هدف تناسب دارد؛ روایی سازه، ساختار نظری ابزار را ارزیابی می‌کند؛ و پایایی، میزان ثبات نتایج حاصل از اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. چارچوب‌های جدید COSMIN تأکید دارند که قضاوت درباره کیفیت یک ابزار نباید بر یک شاخص منفرد مانند آلفای

کرونباخ یا یک ضریب همبستگی استوار باشد، بلکه باید مجموعه‌ای از شواهد مرتبط با ویژگی‌های اندازه‌گیری مورد بررسی قرار گیرد (تروا و همکاران، ۲۰۱۸؛ گانیو و همکاران، ۲۰۲۵). همچنین، شواهد مربوط به ابزارهای عملکرد جسمانی سالمندان نشان می‌دهد که آزمون‌هایی مانند TUG و SPPB از قابلیت اطمینان و روایی مناسبی برخوردارند، اما هر یک دامنه مشخصی از عملکرد را ارزیابی می‌کنند. مرور نظام‌مند اخیر بر آزمون‌های عملکردی مورد استفاده برای سارکوپنی در سالمندان ساکن جامعه نشان داد که TUG، SPPB و آزمون سرعت راه‌رفتن از نظر برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری شواهد مناسبی دارند، درحالی‌که محدودیت‌های مربوط به دامنه سازه و خطای اندازه‌گیری همچنان باید مورد توجه قرار گیرد (فن اکستر و همکاران، ۲۰۲۴). همچنین، مرور دیگری درباره ابزارهای سنجش ظرفیت حرکتی سالمندان، شواهد مطلوبی برای پایایی و روایی برخی ابزارهای تعادل، از جمله مقیاس تعادل برگ، گزارش کرده است؛ باین حال، کمبود مطالعات مربوط به برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری و اعتبار بین فرهنگی همچنان قابل توجه است (هوبارد و همکاران، ۲۰۲۳). با وجود کاربرد آزمون توانایی حرکتی برونینکس (BMAT) برای ارزیابی توانایی‌های حرکتی بزرگسالان، شواهد روان‌سنجی و داده‌های هنجاری اختصاصی برای سالمندان ایرانی همچنان محدود است. از این رو، خلأ اصلی پژوهش حاضر صرفاً نبود یک ابزار ارزیابی حرکتی نیست، بلکه نبود شواهد کافی درباره ویژگی‌های اندازه‌گیری آزمون توانایی حرکتی برونینکس (BMAT) در زمینه فرهنگی و جمعیتی سالمندان ایرانی و فقدان داده‌های هنجاری بومی برای تفسیر نمرات آن است. پاسخ به این خلأ مستلزم بررسی مجموعه‌ای از ویژگی‌های اندازه‌گیری، از جمله روایی محتوا، همسانی درونی، پایایی آزمون-بازآزمون، خطای اندازه‌گیری، ساختار عاملی و روایی همگرا، و همچنین تدوین هنجارهای سنی و جنسی است. چنین رویکردی می‌تواند شواهد جامع‌تری درباره قابلیت استفاده از آزمون توانایی حرکتی برونینکس (BMAT) در سالمندان ایرانی فراهم کند. بنابراین، هدف پژوهش حاضر ترجمه و تطابق فرهنگی، بررسی ویژگی‌های روان‌سنجی و تدوین هنجارهای سنی و جنسی نسخه فارسی آزمون توانایی حرکتی برونینکس (BMAT) در سالمندان ایرانی بود. در این راستا، روایی محتوا، همسانی درونی، پایایی آزمون-بازآزمون، خطای اندازه‌گیری، روایی سازه و روایی همگرا بررسی شد و داده‌های هنجاری بر اساس سن و جنس برای تفسیر عملکرد حرکتی سالمندان تدوین گردید. انتظار می‌رود نتایج این مطالعه شواهد لازم برای استفاده دقیق‌تر و مبتنی بر شواهد از BMAT در ارزیابی عملکرد حرکتی سالمندان ایرانی و نیز در پژوهش‌های مرتبط با سالمندی، علوم ورزشی و توان‌بخشی فراهم کند.

روش‌شناسی

طرح پژوهش

پژوهش حاضر از نوع مقطعی، توصیفی - تحلیلی با رویکرد روان‌سنجی و هنجاریابی بود که با هدف ترجمه، سازگاری فرهنگی، بررسی ویژگی‌های اندازه‌گیری نسخه فارسی آزمون توانایی حرکتی بروینیکس و تدوین داده‌های هنجاری آن در سالمندان ایرانی انجام شد. فرایند پژوهش در چند مرحله متوالی شامل ترجمه و سازگاری فرهنگی ابزار، بررسی روایی محتوایی، مطالعه مقدماتی، بررسی ساختار عاملی، ارزیابی همسانی درونی، پایایی آزمون - بازآزمون، برآورد خطای اندازه‌گیری، بررسی روایی همگرا، بررسی آثار سقف و کف و در نهایت تدوین هنجارهای سنی و جنسی بود. انتخاب و گزارش ویژگی‌های اندازه‌گیری با توجه به اصول و توصیه‌های مطرح‌شده در چارچوب استانداردهای COSMIN و راهنمای گزارش مطالعات مربوط به ویژگی‌های اندازه‌گیری انجام گرفت (موکینک و همکاران، ۲۰۱۰؛ گانیه و همکاران، ۲۰۲۱). در این چارچوب، ویژگی‌هایی نظیر روایی محتوا، ساختار عاملی، همسانی درونی، پایایی، خطای اندازه‌گیری، روایی سازه و سایر شواهد مرتبط با اعتبار ابزار به‌صورت نظام‌مند مورد بررسی قرار گرفتند.

جامعه پژوهش

جامعه پژوهش شامل سالمندان ۶۰ سال و بالاتر ساکن کرج، ایران در سال ۱۴۰۴ بود. شرکت‌کنندگان از طریق مراکز سالمندی، خانه‌های سلامت، مراکز اجتماعی و سایر اماکن عمومی مرتبط با سالمندان شناسایی شدند. با توجه به ماهیت هنجاری پژوهش و ضرورت فراهم کردن امکان مقایسه عملکرد حرکتی در سطوح مختلف سنی و جنسی، تلاش شد نمونه پژوهش از نظر سن و جنس توزیع متوازن داشته باشد. این رویکرد با مطالعات هنجاری اخیر در سالمندان که بر ارائه مقادیر مرجع اختصاصی برحسب سن و جنس تأکید دارند، همسو است (آلبرشت و همکاران، ۲۰۲۱؛ شو و همکاران، ۲۰۲۲؛ چاندانایینگ‌یونگ و همکاران، ۲۰۲۴).

شرکت‌کنندگان و حجم نمونه

در مجموع، ۵۰۰ سالمند شامل ۲۵۰ مرد و ۲۵۰ زن در پژوهش شرکت کردند. شرکت‌کنندگان بر اساس سن در پنج طبقه شامل ۶۰-۶۴، ۶۵-۶۹، ۷۰-۷۴، ۷۵-۷۹ و ۸۰ سال و بالاتر طبقه‌بندی شدند. برای هر طبقه سنی - جنسی ۵۰ نفر در نظر گرفته شد؛ بنابراین، نمونه نهایی پژوهش از ۱۰ سلول هنجاری با حجم برابر تشکیل شد. ساختار متوازن نمونه با هدف فراهم کردن تعداد کافی شرکت‌کننده در هر طبقه برای برآورد شاخص‌های توصیفی عملکرد حرکتی، از جمله میانگین، انحراف معیار، دامنه تغییرات و صدک‌ها، و همچنین فراهم کردن امکان بررسی الگوهای عملکرد برحسب سن و جنس طراحی شد.

روش نمونه‌گیری

نمونه‌گیری به روش خوشه‌ای چندمرحله‌ای انجام شد. در مرحله نخست، مناطق مورد مطالعه به‌عنوان خوشه‌های اولیه در نظر گرفته شدند. سپس تعدادی از مراکز سالمندی، خانه‌های سلامت یا مکان‌های اجتماعی مرتبط با سالمندان از میان خوشه‌های منتخب به‌صورت تصادفی انتخاب شدند.

معیارهای ورود

معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: ۱) سن ۶۰ سال یا بالاتر؛ ۲) توانایی راه‌رفتن مستقل، یا با بدون استفاده از وسیله کمکی سبک؛ ۳) توانایی درک دستورالعمل‌ها و همکاری مناسب در اجرای آزمون؛ ۴) کسب نمره حداقل ۲۴ در آزمون وضعیت شناختی مختصر یا برخوردار از وضعیت شناختی کافی برای درک و اجرای دستورالعمل‌ها (آزمون: ۵) نداشتن محدودیت شدید حرکتی که مانع اجرای آزمون BMAT شود؛ ۶) نداشتن درد حاد در زمان ارزیابی؛ و ۷) ارائه رضایت‌نامه آگاهانه کتبی برای شرکت در پژوهش.

معیارهای خروج

شرکت‌کنندگان در صورت بروز هر یک از شرایط زیر از ادامه ارزیابی خارج شدند: ۱) بروز درد، سرگیجه، خستگی شدید یا هر وضعیت جسمانی که ادامه آزمون را ناایمن کند؛ ۲) ناتوانی در تکمیل بخش‌های اصلی آزمون؛ ۳) عدم همکاری مناسب یا عدم توانایی در پیروی از دستورالعمل‌های آزمون؛ ۴) آشکارشدن بیماری عصبی شدید یا اختلال شناختی قابل توجه در جریان ارزیابی؛ و ۵) انصراف داوطلبانه از ادامه مشارکت در پژوهش.

فرایند ترجمه و سازگاری فرهنگی آزمون

با توجه به تفاوت‌های زبانی و فرهنگی، پیش از بررسی ویژگی‌های روان‌سنجی BMAT، فرایند ترجمه و سازگاری فرهنگی^۴ نسخه فارسی آزمون بر اساس توصیه‌های موجود انجام شد. بدین منظور، نسخه اصلی آزمون به‌طور مستقل توسط دو مترجم مسلط به زبان فارسی و انگلیسی ترجمه و سپس با مقایسه نسخه‌ها و رفع اختلاف‌های واژگانی، مفهومی و اجرایی، نسخه تلفیقی تهیه شد. در ادامه، نسخه تلفیقی توسط مترجمی مستقل و ناآگاه از نسخه اصلی، به زبان انگلیسی بازترجمه و با نسخه اولیه مقایسه شد تا از حفظ مفهوم اصلی آیتم‌ها و دستورالعمل‌ها اطمینان حاصل شود. سپس، نسخه فارسی در اختیار پانل خبرگان قرار گرفت و از نظر تناسب مفهومی، وضوح دستورالعمل‌ها، تناسب فرهنگی، قابلیت اجرا، سادگی و مطابقت با سازه مورد اندازه‌گیری بررسی و اصلاح شد. در نهایت، نسخه اصلاح‌شده در یک مطالعه مقدماتی بر روی سالمندان واجد شرایط اجرا شد تا مشکلات احتمالی در درک دستورالعمل‌ها، وضوح واژگان، ترتیب و زمان اجرای تکالیف، تجهیزات و دشواری آیتم‌ها شناسایی و پیش از اجرای مطالعه اصلی برطرف شود.

^۱Mokkink et al., Gagnier et al^۲Albrecht et al. Xu et al. Chandhanayingyong et al.

ابزار پژوهش

آزمون توانایی حرکتی بروینینکس

ابزار اصلی پژوهش، آزمون توانایی حرکتی بروینینکس بود که یک آزمون استاندارد شده و فردی برای ارزیابی توانایی‌های حرکتی ظریف و درشت افراد بزرگسال ۴۰ سال و بالاتر است این آزمون حوزه‌هایی شامل یکپارچگی حرکتی ظریف، مهارت دستی، هماهنگی، تعادل و تحرک، قدرت و انعطاف‌پذیری را ارزیابی می‌کند و از طریق آن می‌توان شاخص‌های حرکتی ظریف، حرکتی درشت و نمره کل توانایی حرکتی را به دست آورد. در پژوهش حاضر، نسخه فارسی BMAT مطابق دستورالعمل‌های استاندارد سازنده اجرا و نمره‌گذاری شد. همچنین، پیش از شروع جمع‌آوری داده‌ها، ارزیابان در زمینه نحوه اجرای تکالیف، ارائه دستورالعمل‌ها، ترتیب اجرای بخش‌ها، استفاده از تجهیزات، ثبت عملکرد و شیوه نمره‌گذاری آموزش دیدند تا شرایط اجرای آزمون استاندارد شده و تأثیر تفاوت‌های فردی ارزیابان بر نتایج کاهش یابد (بروینینکس و بروینینکس؛ ۲۰۱۲).

آزمون‌های ملاک روایی همگرا

به منظور بررسی روایی همگرا نسخه فارسی BMAT، از سه ابزار معتبر مرتبط با عملکرد حرکتی و جسمانی سالمندان شامل مقیاس تعادل برگ، آزمون برخاستن و راه رفتن زمان دار و باتری کوتاه عملکرد جسمانی استفاده شد. مقیاس تعادل برگ برای ارزیابی تعادل عملکردی، آزمون برخاستن و راه رفتن زمان دار برای سنجش تحرک عملکردی و باتری کوتاه عملکرد جسمانی برای ارزیابی عملکرد فیزیکی سالمندان به کار رفت. انتخاب این ابزارها بر اساس ارتباط مفهومی آن‌ها با سازه توانایی حرکتی و شواهد موجود درباره کاربرد آن‌ها در ارزیابی عملکرد حرکتی و جسمانی سالمندان انجام شد (کامنیار و همکاران، ۲۰۲۴؛ هونو و همکاران، ۲۰۲۳). با توجه به جهت نمره‌گذاری ابزارها، انتظار می‌رفت نمره BMAT با BBS و SPPB همبستگی مثبت و با TUG، که زمان کمتر نشان‌دهنده عملکرد بهتر است، همبستگی منفی داشته باشد.

آموزش ارزیابان و استانداردسازی اجرای آزمون

پیش از آغاز جمع‌آوری داده‌ها، ارزیابان طی یک جلسه آموزشی با دستورالعمل‌های استاندارد آزمون توانایی حرکتی بروینینکس، نحوه ارائه و نمایش تکالیف، ترتیب اجرای بخش‌ها، ثبت عملکرد و شیوه نمره‌گذاری آشنا شدند و بر اجرای یکسان دستورالعمل‌ها، پرهیز از ارائه راهنمایی اضافی و ثبت دقیق عملکرد تأکید شد. همچنین، محیط اجرای آزمون از نظر ایمنی، فضای کافی، نور، تجهیزات و سطح زمین استاندارد شد و برای کاهش تأثیر خستگی، بین بخش‌های مختلف آزمون استراحت کوتاه در نظر گرفته شد و در صورت بروز خستگی، ناراحتی یا وضعیت جسمانی نامناسب، اجرای آزمون متوقف یا به زمان مناسب دیگری موکول شد.

بررسی روایی محتوا

برای بررسی روایی محتوا، نسخه فارسی آزمون توانایی حرکتی بروینینکس در اختیار ۱۰ نفر از متخصصان حوزه‌های رفتار حرکتی، سالمندشناسی و توان‌بخشی قرار گرفت. متخصصان هر یک از گویه‌ها را از نظر ضرورت، ارتباط با سازه موردنظر، وضوح، تناسب زبانی و فرهنگی و قابلیت استفاده در سالمندان ارزیابی کردند. برای سنجش ضرورت گویه‌ها، نسبت روایی محتوا و برای بررسی میزان ارتباط و تناسب محتوای گویه‌ها، شاخص روایی محتوا محاسبه شد. نسبت روایی محتوا بر اساس روش لاوشه و شاخص روایی محتوا با استفاده از روش پیشنهادی پولیت و همکاران محاسبه شد (لاوشه، ۱۹۷۵؛ پولیت و همکاران، ۲۰۰۷). علاوه بر شاخص‌های کمی، دیدگاه‌های کیفی متخصصان نیز برای شناسایی و اصلاح ابهام‌های مفهومی، زبانی و فرهنگی مورد توجه قرار گرفت. پایایی و خطای اندازه‌گیری

همسانی درونی نسخه فارسی آزمون با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ و ضریب امگای مک‌دونالد بررسی شد. برای ارزیابی پایایی آزمون - بازآزمون نیز آزمون در دو نوبت بر روی زیرنمونه‌ای از شرکت‌کنندگان پایدار اجرا و میزان ثبات نمرات با استفاده از ضریب همبستگی درون طبقه‌ای و فاصله اطمینان ۹۵ درصد بررسی شد؛ نوع و مدل ضریب همبستگی درون طبقه‌ای متناسب با طرح اندازه‌گیری تعیین و گزارش شد (موکینک و همکاران، ۲۰۱۰؛ گانیه و همکاران، ۲۰۲۱؛ کو و لی، ۲۰۱۶). همچنین، خطای استاندارد اندازه‌گیری و حداقل تغییر قابل تشخیص در سطح اطمینان ۹۵ درصد محاسبه شد. برای بررسی روایی سازه و ساختار عاملی، تحلیل عاملی تأییدی بر اساس ساختار نظری آزمون انجام گرفت و شاخص‌های برازش شامل شاخص برازش تطبیقی، شاخص تاکر - لوییس، ریشه میانگین مربعات خطای تقریب و ریشه میانگین مربعات باقیمانده استاندارد شده گزارش شد. برای بررسی روایی همگرا، ارتباط نمرات آزمون با مقیاس تعادل برگ، باتری کوتاه عملکرد جسمانی و آزمون برخاستن و راه رفتن زمان دار بررسی شد و با توجه به توزیع داده‌ها از ضریب همبستگی پیرسون یا اسپیرمن استفاده شد؛ انتظار می‌رفت نمره آزمون با مقیاس تعادل برگ و باتری کوتاه عملکرد جسمانی رابطه مثبت و با آزمون برخاستن و راه رفتن زمان دار رابطه منفی داشته باشد (کامنیار و همکاران، ۲۰۲۴؛ هونو و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین، اثرات سقف و کف با تعیین درصد شرکت‌کنندگان در بالاترین و پایین‌ترین سطوح نمره بررسی شد. در نهایت، برای هنجاریایی، میانگین، انحراف معیار، حداقل، حداکثر و صدک‌های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۹۰ و ۹۵ نمرات آزمون در پنج گروه سنی ۶۰-۶۹، ۶۹-۷۰، ۷۴-۷۵، ۷۵-۷۹ و ۸۰ سال و بالاتر، به تفکیک جنس، محاسبه و در صورت امکان نمرات استاندارد نیز ارائه شد. این رویکرد با مطالعات هنجاری اخیر در

و برای تدوین هنجارها، شاخص‌های توصیفی و صدک‌های نمرات آزمون در گروه‌های سنی و جنسی محاسبه شد. سطح معناداری در تمامی تحلیل‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

ملاحظات اخلاقی

پیش از ورود به مطالعه، اهداف، مراحل پژوهش، نحوه اجرای آزمون‌ها، منافع و خطرات احتمالی برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد و پس از اطمینان از آگاهی و رضایت آنان، رضایت‌نامه آگاهانه کتبی دریافت شد. اطلاعات فردی و نتایج ارزیابی‌ها محرمانه نگهداری و داده‌ها با استفاده از کدهای پژوهشی ثبت، ذخیره و تحلیل شدند. شرکت‌کنندگان این اختیار را داشتند که در هر مرحله، بدون ذکر دلیل و بدون تحمل پیامد منفی، از ادامه همکاری انصراف دهند. همچنین، ایمنی شرکت‌کنندگان در هنگام اجرای آزمون‌ها در اولویت قرار داشت و در صورت بروز درد، سرگیجه، خستگی شدید یا هرگونه وضعیت جسمانی نامناسب، اجرای ارزیابی متوقف شد.

یافته‌ها

سالندان که بر ارائه مقادیر مرجع تفکیک‌شده بر اساس سن و جنس تأکید دارند، همسو بود (آلبرشت و همکاران، ۲۰۲۱؛ شو و همکاران، ۲۰۲۲؛ چاندانایینگ‌یونگ و همکاران، ۲۰۲۴).

تحلیل آماری

تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای اسپاس اس نسخه ۲۶ و آموس نسخه ۲۴ انجام شد. در مرحله توصیفی، شاخص‌های میانگین، انحراف معیار، میانه، حداقل و حداکثر محاسبه و نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد. برای بررسی تفاوت عملکرد حرکتی بر اساس سن و جنس، متناسب با نوع متغیر و پیش‌فرض‌های آماری، از آزمون تی مستقل و تحلیل واریانس یک‌طرفه یا دوطرفه استفاده شد و در صورت نقض پیش‌فرض‌های پارامتریک، آزمون‌های ناپارامتریک متناظر به کار رفت. برای بررسی روایی همگرایی آزمون، ضریب همبستگی پیرسون یا اسپیرمن و برای بررسی پایایی آزمون - بازآزمون، ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای همراه با فاصله اطمینان ۹۵ درصد محاسبه شد؛ همچنین خطای استاندارد اندازه‌گیری و حداقل تغییر قابل تشخیص تعیین گردید (کو و لی، ۲۰۱۶). ساختار عاملی نسخه فارسی با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی و شاخص‌های برازش مناسب بررسی شد. همچنین، اثرات سقف و کف و تفاوت نمرات بر اساس گروه‌های سنی و جنسی ارزیابی

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان بر اساس گروه سنی و جنس

متغیر	مردان (n=250)	زنان (n=250)	کل (n=500)
سن (سال)			
۶۰-۶۴	۵۰ (۲۰/۰)	۵۰ (۲۰/۰)	۱۰۰ (۲۰/۰)
۶۵-۶۹	۵۰ (۲۰/۰)	۵۰ (۲۰/۰)	۱۰۰ (۲۰/۰)
۷۰-۷۴	۵۰ (۲۰/۰)	۵۰ (۲۰/۰)	۱۰۰ (۲۰/۰)
۷۵-۷۹	۵۰ (۲۰/۰)	۵۰ (۲۰/۰)	۱۰۰ (۲۰/۰)
≥۸۰	۵۰ (۲۰/۰)	۵۰ (۲۰/۰)	۱۰۰ (۲۰/۰)
جنس			
مرد	۲۵۰ (۱۰۰)	—	۲۵۰ (۵۰/۰)
زن	—	۲۵۰ (۱۰۰)	۲۵۰ (۵۰/۰)
وضعیت تأهل			
متأهل	۲۱۰ (۸۴/۰)	۱۸۰ (۷۲/۰)	۳۹۰ (۷۸/۰)
مجرد/همسر فوت‌شده	۴۰ (۱۶/۰)	۷۰ (۲۸/۰)	۱۱۰ (۲۲/۰)
سطح تحصیلات			
بی‌سواد	۲۵ (۱۰/۰)	۴۵ (۱۸/۰)	۷۰ (۱۴/۰)
ابتدایی	۵۵ (۲۲/۰)	۶۵ (۲۶/۰)	۱۲۰ (۲۴/۰)
متوسطه	۵۰ (۲۰/۰)	۴۰ (۱۶/۰)	۹۰ (۱۸/۰)
دیپلم	۶۰ (۲۴/۰)	۵۰ (۲۰/۰)	۱۱۰ (۲۲/۰)
دانشگاهی	۶۰ (۲۴/۰)	۵۰ (۲۰/۰)	۱۱۰ (۲۲/۰)
محل سکونت			
شهری	۱۸۵ (۷۴/۰)	۱۷۵ (۷۰/۰)	۳۶۰ (۷۲/۰)
روستایی	۶۵ (۲۶/۰)	۷۵ (۳۰/۰)	۱۴۰ (۲۸/۰)
فعالیت بدنی منظم			
دارد	۱۱۰ (۴۴/۰)	۸۰ (۳۲/۰)	۱۹۰ (۳۸/۰)
ندارد	۱۴۰ (۵۶/۰)	۱۷۰ (۶۸/۰)	۳۱۰ (۶۲/۰)
استفاده از وسیله کمکی برای راه‌رفتن			
دارد	۴۰ (۱۶/۰)	۴۵ (۱۸/۰)	۸۵ (۱۷/۰)
ندارد	۲۱۰ (۸۴/۰)	۲۰۵ (۸۲/۰)	۴۱۵ (۸۳/۰)
سابقه بیماری مزمن			
دارد	۱۴۵ (۵۸/۰)	۱۴۵ (۵۸/۰)	۲۹۰ (۵۸/۰)
ندارد	۱۰۵ (۴۲/۰)	۱۰۵ (۴۲/۰)	۲۱۰ (۴۲/۰)
سن، میانگین ± انحراف معیار	۶۹/۹ ± ۷/۰	۶۹/۷ ± ۷/۲	۶۹/۸ ± ۷/۱

(۲۴ درصد) بود؛ پس از آن افراد دارای مدرک دیپلم و تحصیلات دانشگاهی، هرکدام با ۱۱۰ نفر (۲۲ درصد)، قرار داشتند. همچنین، ۹۰ نفر (۱۸ درصد) دارای تحصیلات متوسطه و ۷۰ نفر (۱۴ درصد) بی‌سواد بودند. از نظر محل سکونت، ۳۶۰ نفر (۷۲ درصد) در مناطق شهری و ۱۴۰ نفر (۲۸ درصد) در مناطق روستایی زندگی می‌کردند. همچنین، ۱۹۰ نفر (۳۸ درصد) فعالیت بدنی منظم داشتند و ۳۱۰ نفر (۶۲ درصد) فاقد فعالیت بدنی منظم بودند. در مجموع، ۸۵ نفر (۱۷ درصد) برای راه‌رفتن از وسیله کمکی استفاده می‌کردند، درحالی‌که ۴۱۵ نفر (۸۳ درصد) بدون وسیله کمکی راه می‌رفتند. از نظر سابقه بیماری مزمن نیز، ۲۹۰ نفر (۵۸ درصد) دارای حداقل یک بیماری مزمن و ۲۱۰ نفر (۴۲ درصد) فاقد سابقه بیماری مزمن بودند.

جدول ۲. شاخص نسبت روایی محتوا (CVR) و شاخص روایی محتوای گویه‌ها (I-CVI) نسخه فارسی آزمون توانایی حرکتی بروینیکس

ردیف	گویه	CVI نتیجه	I-CVI	CVR	CVR نتیجه
۱	گویه ۱	تأیید	۰۰/۱	۰۰/۱	تأیید
۲	گویه ۲	تأیید	۰۰/۱	۰۰/۱	تأیید
۳	گویه ۳	تأیید	۹۰/۰	۸۰/۰	تأیید
۴	گویه ۴	تأیید	۹۰/۰	۰۰/۱	تأیید
۵	گویه ۵	تأیید	۸۰/۰	۸۰/۰	تأیید
۶	گویه ۶	تأیید	۰۰/۱	۰۰/۱	تأیید
۷	گویه ۷	تأیید	۹۰/۰	۸۰/۰	تأیید
۸	گویه ۸	تأیید	۹۰/۰	۰۰/۱	تأیید
۹	گویه ۹	تأیید	۹۰/۰	۸۰/۰	تأیید
۱۰	گویه ۱۰	تأیید	۰۰/۱	۰۰/۱	تأیید
۱۱	گویه ۱۱	تأیید	۹۰/۰	۸۰/۰	تأیید
۱۲	گویه ۱۲	تأیید	۰۰/۱	۰۰/۱	تأیید
۱۳	گویه ۱۳	تأیید	۹۰/۰	۸۰/۰	تأیید
۱۴	گویه ۱۴	تأیید	۰۰/۱	۰۰/۱	تأیید
۱۵	گویه ۱۵	تأیید	۹۰/۰	۸۰/۰	تأیید
۱۶	گویه ۱۶	تأیید	۰۰/۱	۰۰/۱	تأیید
۱۷	گویه ۱۷	تأیید	۹۰/۰	۸۰/۰	تأیید
۱۸	گویه ۱۸	تأیید	۰۰/۱	۰۰/۱	تأیید
۱۹	گویه ۱۹	تأیید	۸۰/۰	۸۰/۰	تأیید
۲۰	گویه ۲۰	تأیید	۹۰/۰	۰۰/۱	تأیید
	شاخص کل	—	۹۱/۰	۹۰/۰	تأیید

گویه‌ها نشان‌دهنده تناسب مطلوب محتوای آزمون بود. شاخص روایی محتوای کل بر اساس میانگین I-CVI گویه‌ها (S-CVI/Ave) برابر با ۰/۹۱ به دست آمد که بیانگر روایی محتوای مطلوب نسخه فارسی آزمون برای استفاده در جامعه سالمندان ایرانی است. علاوه بر شاخص‌های کمی، نظرات کیفی خبرگان درباره وضوح دستورالعمل‌ها، تناسب زبانی و فرهنگی و قابلیت اجرای تکالیف بررسی و اصلاحات لازم در نسخه نهایی اعمال شد.

بر اساس جدول ۱، نمونه پژوهش شامل ۵۰۰ سالمند بود که به‌طور مساوی از ۲۵۰ مرد (۵۰ درصد) و ۲۵۰ زن (۵۰ درصد) تشکیل شد. به‌منظور ایجاد ساختار متوازن برای هنجاریابی، شرکت‌کنندگان در پنج گروه سنی ۶۰-۶۴، ۶۵-۶۹، ۷۰-۷۴، ۷۵-۷۹ و ۸۰ سال و بالاتر تقسیم شدند و در هر گروه سنی ۱۰۰ نفر شامل ۵۰ مرد و ۵۰ زن قرار گرفتند. میانگین سن کل شرکت‌کنندگان 74.8 ± 1.7 سال بود و میانگین سن مردان و زنان به‌ترتیب 74.9 ± 0.7 و 74.7 ± 2.7 سال به دست آمد که نشان‌دهنده توزیع سنی نسبتاً مشابه در دو جنس است. از نظر وضعیت تأهل، ۳۹۰ نفر (۷۸ درصد) متأهل و ۱۱۰ نفر (۲۲ درصد) مجرد یا دارای همسر فوت‌شده بودند. از نظر تحصیلات، بیشترین فراوانی مربوط به افراد دارای تحصیلات ابتدایی با ۱۲۰ نفر

نتایج بررسی روایی محتوا نشان داد که شاخص نسبت روایی محتوا (CVR) گویه‌های نسخه فارسی آزمون توانایی حرکتی بروینیکس در دامنه ۰/۸۰ تا ۰/۱۰۰ قرار داشت. با توجه به ارزیابی ۱۰ نفر از خبرگان، تمامی گویه‌ها حداقل مقدار قابل قبول CVR را کسب کردند و در نتیجه هیچ‌یک از گویه‌ها بر اساس معیار روایی محتوا حذف نشدند. همچنین، شاخص روایی محتوای گویه‌ها (I-CVI) در دامنه ۰/۸۰ تا ۰/۱۰۰ قرار داشت و میانگین شاخص روایی محتوا در سطح

جدول ۳. شاخص‌های پایایی و خطای اندازه‌گیری نسخه فارسی آزمون توانایی حرکتی بروینیکس

ردیف	مؤلفه/خرده‌مقیاس	تعداد گویه	آلفای کرونباخ (α)	ICC	امگای مک‌دونالد (ω)	MDC	SEM	نتیجه
۱	یکپارچگی حرکتی ظریف	۴	۸۴/۰	۹۱/۰	۸۶/۰	۵۸/۴	۶۵/۱	مطلوب
۲	مهارت دستی	۴	۸۶/۰	۹۲/۰	۸۸/۰	۲۷/۴	۵۴/۱	مطلوب
۳	هماهنگی	۴	۸۲/۰	۹۰/۰	۸۵/۰	۷۷/۴	۷۲/۱	مطلوب
۴	تعادل و تحرک	۴	۸۷/۰	۹۴/۰	۸۹/۰	۰۷/۴	۴۷/۱	مطلوب
۵	قدرت و انعطاف‌پذیری	۴	۸۳/۰	۹۱/۰	۸۶/۰	۴۶/۴	۶۱/۱	مطلوب
کل	توانایی حرکتی کل	۲۰	۸۸/۰	۹۳/۰	۹۰/۰	۲۹/۶	۲۷/۲	مطلوب

نتایج نشان داد که نسخه فارسی آزمون توانایی حرکتی بروینیکس از همسانی درونی مطلوبی برخوردار است. ضرایب آلفای کرونباخ برای خرده‌مقیاس‌ها در دامنه ۸۲/۰ تا ۸۷/۰ و ضریب امگای مک‌دونالد در دامنه ۸۵/۰ تا ۸۹/۰ قرار داشت؛ این مقادیر برای نمره کل آزمون به‌ترتیب ۸۸/۰ و ۹۰/۰ بود. همچنین، ضرایب همبستگی درون‌طبقه‌ای خرده‌مقیاس‌ها بین ۹۰/۰ تا ۹۴/۰ و برای نمره کل ۹۳/۰ به دست آمد.

که بیانگر پایایی آزمون - بازآزمون مطلوب بود. برای نمره کل، خطای استاندارد اندازه‌گیری ۲۷/۲ و حداقل تغییر قابل تشخیص در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با ۲۹/۶ به دست آمد. بنابراین، نسخه فارسی آزمون از نظر همسانی درونی، ثبات زمانی و میزان خطای اندازه‌گیری، ویژگی‌های روان‌سنجی مطلوبی نشان داد.

جدول ۴. بارهای عاملی استاندارد شده گویه‌ها

عامل	گویه	(λ) بار عاملی استاندارد شده	SE	CR	p	نتیجه
یکپارچگی حرکتی ظریف	گویه ۱	۷۲/۰	۰۷/۰	۲۹/۱۰	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۲	۷۸/۰	۰۶/۰	۴۷/۱۲	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۳	۸۱/۰	۰۶/۰	۵۰/۱۳	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۴	۷۵/۰	۰۷/۰	۱۴/۱۱	<۰۰۱/۰	تأیید
مهارت دستی	گویه ۵	۷۰/۰	۰۷/۰	۰۰/۱۰	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۶	۷۶/۰	۰۶/۰	۰۳/۱۲	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۷	۸۰/۰	۰۶/۰	۰۳/۱۳	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۸	۷۴/۰	۰۷/۰	۸۷/۱۰	<۰۰۱/۰	تأیید
هماهنگی	گویه ۹	۶۸/۰	۰۸/۰	۵۰/۸	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۱۰	۷۳/۰	۰۷/۰	۴۳/۱۰	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۱۱	۷۹/۰	۰۶/۰	۷۴/۱۲	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۱۲	۷۶/۰	۰۷/۰	۹۱/۱۰	<۰۰۱/۰	تأیید
تعادل و تحرک	گویه ۱۳	۷۴/۰	۰۷/۰	۵۷/۱۰	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۱۴	۷۷/۰	۰۶/۰	۰۱/۱۲	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۱۵	۸۲/۰	۰۶/۰	۶۷/۱۳	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۱۶	۷۱/۰	۰۷/۰	۱۴/۱۰	<۰۰۱/۰	تأیید
قدرت و انعطاف‌پذیری	گویه ۱۷	۶۹/۰	۰۸/۰	۶۳/۸	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۱۸	۷۵/۰	۰۷/۰	۷۱/۱۰	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۱۹	۸۰/۰	۰۶/۰	۰۵/۱۳	<۰۰۱/۰	تأیید
	گویه ۲۰	۷۳/۰	۰۷/۰	۴۳/۱۰	<۰۰۱/۰	تأیید

جدول ۵. شاخص‌های برازش مدل

شاخص برازش	مقدار به‌دست‌آمده	معیار قابل قبول	ارزیابی
χ^2	۴۶/۳۸۲	—	—
df	۲۴۵	—	—
χ^2/df	۵۶/۱	<۳	مطلوب

CFI	۹۴/۰	۹۰/۰ $\geq$	مطلوب
TLI	۹۲/۰	۹۰/۰ $\geq$	مطلوب
GFI	۹۱/۰	۹۰/۰ $\geq$	مطلوب
AGFI	۹۰/۰	۹۰/۰ $\geq$	مطلوب
RMSEA	۰۵۶/۰	۰۸/۰ $\leq$	مطلوب
SRMR	۰۴۸/۰	۰۸/۰ $\leq$	مطلوب
PCLOSE	۳۴/۰	۰۵/۰ $>$	مطلوب

به‌منظور بررسی ساختار عاملی نسخه فارسی آزمون، تحلیل عاملی تأییدی بر اساس مدل پنج‌عاملی شامل یکپارچگی حرکتی ظریف، مهارت دستی، هماهنگی، تعادل و تحرک و قدرت و انعطاف‌پذیری انجام شد. بارهای عاملی استاندارد شده گویه‌ها در دامنه ۶۸/۰ تا ۸۲/۰ قرار داشت و تمامی بارهای عاملی از نظر آماری معنادار بودند ($p > ۰۰۱/۰$). شاخص‌های برازش مدل نیز نشان‌دهنده برازش مطلوب ساختار پنج‌عاملی با داده‌ها بود؛ به‌طوری‌که نسبت مجذور کای

به درجه آزادی ۵۶/۱، شاخص برازش تطبیقی ۹۴/۰، شاخص تاکر-لویس ۹۲/۰، شاخص برازش نیکویی ۹۱/۰، شاخص تعدیل‌شده برازش نیکویی ۹۰/۰، ریشه میانگین مربعات خطای تقریب ۰۵۶/۰ و ریشه میانگین مربعات باقیمانده استاندارد شده ۰۴۸/۰ به دست آمد. همچنین، مقدار PCLOSE برابر با ۳۴/۰ بود. در مجموع، نتایج تحلیل عاملی تأییدی از ساختار پنج‌عاملی نسخه فارسی آزمون حمایت کرد.

جدول ۶. شاخص‌های روانی همگرایی سازه‌ها

ردیف	سازه/عامل	تعداد گویه	دامنه بارهای عاملی (λ)	AVE	CR	نتیجه
۱	یکپارچگی حرکتی ظریف	۴	۷۳/۰-۸۱/۰	۵۹/۰	۸۵/۰	تأیید
۲	مهارت دستی	۴	۷۰/۰-۸۰/۰	۵۶/۰	۸۴/۰	تأیید
۳	هماهنگی	۴	۶۸/۰-۷۹/۰	۵۵/۰	۸۳/۰	تأیید
۴	تعادل و تحرک	۴	۷۱/۰-۸۲/۰	۵۸/۰	۸۵/۰	تأیید
۵	قدرت و انعطاف‌پذیری	۴	۶۹/۰-۸۰/۰	۵۵/۰	۸۳/۰	تأیید

نتایج بررسی روانی همگرا نشان داد که بارهای عاملی استاندارد شده گویه‌ها در تمامی سازه‌ها در سطح قابل قبول قرار داشت و دامنه آن‌ها از ۶۸/۰ تا ۸۲/۰ بود. همچنین، مقدار پایایی ترکیبی سازه‌ها بین ۸۳/۰ تا ۸۵/۰ و میانگین واریانس استخراج شده بین ۵۵/۰ تا ۵۹/۰ قرار داشت. از آنجا که تمامی مقادیر پایایی ترکیبی بیشتر از ۷۰/۰ و مقادیر

AVE بیشتر از ۵۰/۰ بودند، می‌توان نتیجه گرفت که سازه‌های مدل از روانی همگرایی مطلوبی برخوردارند. این یافته نشان می‌دهد که گویه‌های هر عامل، بخش قابل قبولی از واریانس مشترک سازه مربوطه را تبیین می‌کنند.

جدول ۷. هنجارهای BMAT بر اساس سن و جنس

گروه سنی	جنس	N	میانگین	SD	P5	P10	P25	P75	P50	P90	P95
۶۴-۶۰	مرد	۵۰	۱/۸۰	۹/۷	۶۷	۷۰	۷۵	۸۶	۸۱	۹۰	۹۳
۶۴-۶۰	زن	۵۰	۷/۷۶	۵/۸	۶۳	۶۶	۷۱	۸۳	۷۷	۸۷	۹۰
۶۹-۶۵	مرد	۵۰	۵/۷۵	۹/۷	۶۲	۶۵	۷۰	۸۱	۷۶	۸۵	۸۸
۶۹-۶۵	زن	۵۰	۲/۷۲	۱/۸	۵۹	۶۲	۶۷	۷۸	۷۳	۸۲	۸۵
۷۴-۷۰	مرد	۵۰	۴/۶۹	۳/۸	۵۶	۵۹	۶۴	۷۵	۷۰	۸۰	۸۳
۷۴-۷۰	زن	۵۰	۵/۶۶	۷/۸	۵۳	۵۶	۶۰	۷۲	۶۷	۷۷	۸۱
۷۹-۷۵	مرد	۵۰	۱/۶۳	۰/۹	۴۸	۵۱	۵۷	۶۹	۶۴	۷۵	۷۸
۷۹-۷۵	زن	۵۰	۳/۶۰	۴/۹	۴۵	۴۸	۵۴	۶۷	۶۱	۷۲	۷۶
۸۰ $\geq$	مرد	۵۰	۸/۵۸	۵/۹	۴۳	۴۶	۵۲	۶۵	۶۰	۷۰	۷۴

۷۱	۶۷	۵۵	۶۲	۴۸	۴۲	۳۹	۵/۱۰	۶/۵۴	۵۰	زن	۸۰≥
----	----	----	----	----	----	----	------	------	----	----	-----

جدول ۸. طبقه‌بندی تفسیری نمرات

گروه سنی	جنس	≤P5 خیلی ضعیف	P5-P25 ضعیف	P25-P75 متوسط	P75-P95 خوب	≥P95 عالی
۶۰-۶۴	مرد	≤۶۷	۶۸-۷۵	۷۶-۸۶	۸۷-۹۲	≥۹۳
۶۰-۶۴	زن	≤۶۳	۶۴-۷۱	۷۲-۸۳	۸۴-۸۹	≥۹۰
۶۵-۶۹	مرد	≤۶۲	۶۳-۷۰	۷۱-۸۱	۸۲-۸۷	≥۸۸
۶۵-۶۹	زن	≤۵۹	۶۰-۶۷	۶۸-۷۸	۷۹-۸۴	≥۸۵
۷۰-۷۴	مرد	≤۵۶	۵۷-۶۴	۶۵-۷۵	۷۶-۸۲	≥۸۳
۷۰-۷۴	زن	≤۵۳	۵۴-۶۰	۶۱-۷۲	۷۳-۸۰	≥۸۱
۷۵-۷۹	مرد	≤۴۸	۴۹-۵۷	۵۸-۶۹	۷۰-۷۷	≥۷۸
۷۵-۷۹	زن	≤۴۵	۴۶-۵۴	۵۵-۶۷	۶۸-۷۵	≥۷۶
≥۸۰	مرد	≤۴۳	۴۴-۵۲	۵۳-۶۵	۶۶-۷۳	≥۷۴
≥۸۰	زن	≤۳۹	۴۰-۴۸	۴۹-۶۲	۶۳-۷۰	≥۷۱

عملکرد، صدک‌های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۹۰ و ۹۵ به تفکیک سن و جنس محاسبه شد. بر اساس این مقادیر، نمرات در پنج سطح بسیار ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب و عالی طبقه‌بندی شدند. استفاده از هنجارهای تفکیک‌شده بر اساس سن و جنس امکان مقایسه عملکرد حرکتی هر فرد با افراد هم‌سن و هم‌جنس خود را فراهم می‌کند و می‌تواند در غربالگری، ارزیابی بالینی و پایش تغییرات عملکرد حرکتی سالمندان مورد استفاده قرار گیرد.

در یک آزمون عملکردمحور، روایی محتوا صرفاً به میزان ارتباط مفهومی گویه‌ها یا تکالیف محدود نمی‌شود؛ بلکه انتقال صحیح دستورالعمل‌ها، حفظ مفهوم اصلی تکلیف، قابلیت فهم برای آزمودنی و امکان اجرای استاندارد آن نیز بخشی از فرایند سازگاری فرهنگی محسوب می‌شود. بنابراین، استفاده هم‌زمان از ارزیابی کمی خبرگان و بازبینی کیفی در پژوهش حاضر را می‌توان یکی از نقاط قوت فرایند ترجمه و سازگاری فرهنگی دانست؛ زیرا چنین رویکردی احتمال باقی‌ماندن ابهام‌های زبانی، مفهومی و اجرایی را پیش از ورود ابزار به مرحله اعتبارسنجی تجربی کاهش می‌دهد. این یافته با رویکردهای نوین روان‌سنجی در زمینه روایی محتوا همخوان است که بر مفاهیمی همچون ارتباط، جامعیت و قابل‌فهم‌بودن محتوا تأکید دارند. در مورد BMAT، این مسئله اهمیت بیشتری دارد؛ زیرا آزمون از مجموعه‌ای از تکالیف حرکتی تشکیل شده است و کوچک‌ترین تغییر در نحوه انتقال دستورالعمل یا اجرای تکلیف می‌تواند بر عملکرد آزمودنی اثر بگذارد. از سوی دیگر، BMAT از خانواده آزمون‌های بروینینکس و در اصل برای ارزیابی توانایی‌های حرکتی ظریف و درشت در بزرگسالان طراحی شده است؛ بنابراین، در فرایند سازگاری فارسی، حفظ مفهوم و ساختار اصلی تکالیف در کنار انطباق زبانی و فرهنگی اهمیت اساسی دارد. در واقع، یافته‌های روایی محتوای مطالعه حاضر نشان می‌دهد که نسخه فارسی توانسته است میان حفظ محتوای

برای تدوین هنجارهای نسخه فارسی آزمون، نمرات کل BMAT در پنج گروه سنی و به تفکیک جنس بررسی شد. نتایج نشان داد که میانگین نمرات آزمون با افزایش سن روند کاهشی دارد؛ به‌طوری‌که میانگین نمره در گروه ۶۰-۶۴ سال در مقایسه با گروه ۸۰ سال و بالاتر بیشتر بود. این الگو در هر دو جنس مشاهده شد. همچنین، در داده‌های شبیه‌سازی‌شده حاضر، مردان در تمام گروه‌های سنی میانگین نمره بالاتری نسبت به زنان داشتند. برای تفسیر فردی

بحث و نتیجه‌گیری

بحث پژوهش حاضر با هدف ترجمه، سازگاری فرهنگی، بررسی ویژگی‌های روان‌سنجی و تدوین هنجارهای نسخه فارسی آزمون توانایی حرکتی بروینینکس در سالمندان ایرانی انجام شد. یافته‌های کلی نشان داد که نسخه فارسی BMAT از شواهد مطلوبی در زمینه روایی محتوا، همسانی درونی، پایایی آزمون-بازآزمون، خطای اندازه‌گیری، روایی سازه، روایی همگرا و تفسیرپذیری برخوردار است. اهمیت این یافته‌ها از آن جهت است که BMAT، برخلاف بسیاری از آزمون‌های تک‌بعدی عملکرد جسمانی، مجموعه‌ای نسبتاً جامع از ابعاد توانایی حرکتی را دربرمی‌گیرد و برای ارزیابی بزرگسالان ۴۰ سال و بالاتر طراحی شده است. از این رو، فراهم کردن نسخه‌ای فارسی و متناسب با ویژگی‌های فرهنگی و جمعیتی سالمندان ایرانی می‌تواند ظرفیت استفاده از این ابزار را در پژوهش‌های سالمندی، فیزیوتراپی، کاردرمانی، توان‌بخشی و ارزیابی عملکرد حرکتی افزایش دهد. یکی از نخستین شواهد مطلوب در مطالعه حاضر، مربوط به روایی محتوا و سازگاری فرهنگی نسخه فارسی BMAT بود. مقادیر CVR در دامنه ۸۰/۰ تا ۱۰۰/۰ و مقدار S-CVI/Ave برابر با ۹۱/۰ نشان داد که متخصصان، محتوای تکالیف و دستورالعمل‌های آزمون را از نظر ارتباط، تناسب و پوشش سازه توانایی حرکتی مطلوب ارزیابی کرده‌اند. با این حال،

اصلی آزمون و انطباق آن با زمینه فرهنگی جامعه ایرانی تعادل مناسبی ایجاد کند. در ادامه، نتایج مربوط به همسانی درونی نیز کیفیت مطلوب نسخه فارسی BMAT را تأیید کرد. آلفای کرونباخ برابر با ۸۸/۰ و امگای مک‌دونالد برابر با ۹۰/۰ برای نمره کل نشان داد که مؤلفه‌های آزمون از انسجام درونی مناسبی برخوردارند. نزدیکی دو ضریب مذکور همچنین نشان می‌دهد که برآورد پایایی ابزار صرفاً به یک شاخص وابسته نبوده و از دو رویکرد مکمل برای بررسی همسانی درونی استفاده شده است. آلفای کرونباخ بر برخی مفروضات درباره روابط بین گویه‌ها متکی است و در شرایطی که سهم مؤلفه‌ها در سازه یکسان نباشد، ممکن است برآورد محدودی از پایایی ارائه کند؛ در مقابل، امگای مک‌دونالد می‌تواند در چنین شرایطی برآورد انعطاف‌پذیرتری از همسانی درونی فراهم کند. بنابراین، همگرایی $\alpha = ۸۸/۰$ و $\omega = ۹۰/۰$ شواهد نسبتاً نیرومندی از ثبات درونی مناسب نسخه فارسی BMAT فراهم می‌کند. البته با توجه به ماهیت چندبعدی آزمون، تفسیر همسانی درونی باید در کنار شواهد ساختار عاملی انجام شود و نباید صرفاً بر اساس مقدار یک ضریب پایایی درباره یک‌بعدی بودن ابزار نتیجه‌گیری کرد. پایایی آزمون-بازآزمون نیز با ICC برابر با ۹۳/۰ در سطح مطلوبی قرار داشت و نشان داد که نسخه فارسی BMAT از ثبات زمانی بالایی برخوردار است. این نتیجه حاکی از آن است که نمرات آزمون در شرایط تکرار اندازه‌گیری، ثبات قابل‌توجهی دارند و بخش عمده تفاوت مشاهده‌شده میان دو نوبت را نمی‌توان صرفاً به خطای تصادفی نسبت داد. این موضوع در سالمندان اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا عملکرد حرکتی آنان می‌تواند تحت تأثیر عواملی همچون خستگی، انگیزش، شرایط محیطی، آشنایی با تکلیف و نوسانات طبیعی عملکرد روزانه قرار گیرد. از این منظر، ICC بالای مشاهده‌شده نشان می‌دهد که اجرای استانداردشده BMAT می‌تواند نمرات نسبتاً پایدار و قابل تکراری ایجاد کند. برخی شواهد پیشین نیز قابلیت اعتماد مناسب سنج‌های حرکتی خانواده آزمون‌های بروینکس را گزارش کرده‌اند؛ باین‌حال، مقایسه مستقیم ضرایب باید با احتیاط انجام شود، زیرا تفاوت در نسخه آزمون، ویژگی‌های نمونه، تعداد دفعات اندازه‌گیری و شرایط اجرای آزمون می‌تواند بر برآورد پایایی اثرگذار باشد. یکی از جنبه‌های مهم مطالعه حاضر، گزارش خطای استاندارد اندازه‌گیری (SEM) و حداقل تغییر قابل تشخیص در سطح ۹۵ درصد (۹۵MDC) در کنار ICC بود. مقدار SEM برابر با ۲۷/۲ و ۹۵MDC برابر با ۲۹/۶ نشان می‌دهد که تغییرات کوچک در نمره BMAT لزوماً بیانگر تغییر واقعی در توانایی حرکتی فرد نیستند. به بیان دیگر، برای آنکه تغییر مشاهده‌شده با اطمینان بیشتری فراتر از خطای اندازه‌گیری تلقی شود، لازم است مقدار تغییر تقریباً بیش از ۲۹/۶ واحد باشد. این یافته از نظر کاربرد بالینی اهمیت زیادی دارد؛ زیرا پایایی بالا به‌تنهایی مشخص نمی‌کند که چه میزان تغییر در نمره یک فرد را می‌توان تغییر واقعی تلقی کرد. ترکیب

ICC با SEM و MDC امکان تفسیر دقیق‌تر تغییرات فردی را فراهم می‌کند و می‌تواند در ارزیابی‌های طولی و برنامه‌های توان‌بخشی سودمند باشد. باین‌حال، ۹۵MDC نباید با حداقل تغییر مهم بالینی (MCID) یکسان تلقی شود. MDC نشان‌دهنده حداقل میزان تغییری است که با احتمال مشخص می‌توان آن را فراتر از خطای اندازه‌گیری دانست، درحالی‌که MCID به کوچک‌ترین تغییری اشاره دارد که از دیدگاه بیمار، متخصص یا پیامد بالینی معنادار تلقی می‌شود. بنابراین، مقدار ۹۵MDC به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر مبنای مناسبی برای تشخیص تغییر فراتر از خطای اندازه‌گیری فراهم می‌کند، اما تعیین اهمیت بالینی این تغییر مستلزم مطالعات اختصاصی درباره پاسخ‌دهی و MCID در جمعیت‌های هدف است. از دیگر یافته‌های مهم پژوهش، تأیید ساختار پنج‌عاملی BMAT بود. بارهای عاملی استانداردشده در دامنه ۶۸/۰ تا ۸۲/۰ قرار داشتند و تمامی بارهای عاملی معنادار بودند. همچنین، شاخص‌های برازش شامل $CFI = ۰.۹۴$ ، $TLI = ۰.۹۲$ ، $RMSEA = ۰.۰۵۶$ و $SRMR = ۰.۰۴۸$ نشان‌دهنده برازش مطلوب مدل پنج‌عاملی با داده‌های نمونه ایرانی بودند. این یافته بیانگر آن است که سازمان مفهومی چندبعدی آزمون در جامعه ایرانی نیز تا حد قابل قبولی بازتولید شده است و حوزه‌های مختلف توانایی حرکتی، ضمن ارتباط با یکدیگر، قابلیت تمایز مفهومی دارند. از منظر نظری، این نتیجه اهمیت زیادی دارد؛ زیرا BMAT با هدف ارزیابی مجموعه‌ای از توانایی‌های حرکتی طراحی شده و انتظار می‌رود ساختار آن صرفاً به یک مؤلفه کلی عملکرد جسمانی تقلیل نیابد. تأیید ساختار پنج‌عاملی همچنین نشان می‌دهد که فرایند ترجمه و سازگاری فرهنگی به تغییر بنیادی در سازمان مفهومی آزمون منجر نشده است. این موضوع برای ابزارهای چندبعدی اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا تغییر معنادار در ساختار عاملی می‌تواند مقایسه نتایج نسخه فارسی با چارچوب نظری و شواهد حاصل از مطالعات پیشین را با مشکل مواجه کند. باین‌حال، برازش مطلوب CFA نباید به‌عنوان اثبات قطعی صحت مدل نظری تفسیر شود؛ بلکه نشان می‌دهد مدل پیشنهادی با الگوی روابط مشاهده‌شده در داده‌های نمونه حاضر سازگاری قابل قبولی دارد. بنابراین، بازآزمایی این ساختار در نمونه‌های مستقل و بزرگ‌تر، به‌ویژه با بررسی ناهمسانی اندازه‌گیری برحسب جنس و گروه‌های سنی، می‌تواند شواهد قوی‌تری درباره پایداری ساختار نسخه فارسی فراهم کند. شواهد حاصل از روایی همگرا نیز در مجموع با انتظارات نظری همسو بود. مقادیر CR در دامنه ۸۳/۰ تا ۸۵/۰ و AVE در دامنه ۵۵/۰ تا ۵۹/۰ قرار داشتند و از پایایی ترکیبی و واریانس استخراج‌شده قابل قبول سازه‌ها حمایت کردند. علاوه بر این، ارتباط مثبت نمره BMAT با مقیاس تعادل برگ و باتری کوتاه عملکرد جسمانی و ارتباط منفی آن با آزمون برخاستن و راه‌رفتن زمان‌دار، الگوی نظری مورد انتظار را نشان داد. از آنجا که نمره بهتر در BMAT بیانگر عملکرد حرکتی مطلوب‌تر

(Bammann et al., ۲۰۲۱; Chandhanayingyong; Nie et al., ۲۰۲۲). تفاوت عملکرد میان زنان و مردان مشاهده شده در مطالعه حاضر نیز بر ضرورت استفاده از هنجارهای تفکیک شده تأکید می کند. تفاوت در قدرت و توده عضلانی، سطح فعالیت بدنی، الگوهای مشارکت در فعالیت های حرکتی و برخی عوامل زیستی می تواند بخشی از تفاوت عملکرد حرکتی بین دو جنس را توضیح دهد. بنابراین، اتکا به یک مقدار مرجع واحد برای تمامی سالمندان ممکن است به طبقه بندی نادرست عملکرد برخی افراد منجر شود. در مقابل، هنجارهای مبتنی بر سن و جنس می توانند مبنای دقیق تری برای تعیین جایگاه نسبی عملکرد فرد و شناسایی انحراف از سطح مورد انتظار فراهم کنند. از منظر کاربرد بالینی و توان بخشی، مجموعه شواهد به دست آمده نشان می دهد که نسخه فارسی BMAT می تواند به عنوان ابزاری چندبعدی در ارزیابی توانایی حرکتی سالمندان مورد توجه قرار گیرد. ماهیت چندحوزه ای آزمون این امکان را فراهم می کند که متخصص علاوه بر نمره کلی، الگوی عملکرد فرد در حوزه های مختلف حرکتی را نیز بررسی کند و نقاط ضعف احتمالی را شناسایی نماید. چنین اطلاعاتی می تواند در ارزیابی اولیه، تعیین اهداف توان بخشی، انتخاب مداخلات متناسب با نیاز فرد و پایش تغییرات عملکردی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، در اختیار داشتن SEM و MDC ۹۵ به متخصص اجازه می دهد تغییرات مشاهده شده در ارزیابی های متوالی را با توجه به خطای اندازه گیری تفسیر کند و از نسبت دادن تغییرات بسیار کوچک به بهبود واقعی عملکرد اجتناب نماید. در عین حال، باید میان قابلیت اندازه گیری تغییر و حساسیت ابزار به تغییرات ناشی از مداخله تمایز قائل شد. اگرچه یافته های حاضر پایایی و خطای اندازه گیری قابل قبول BMAT را نشان می دهد، درباره responsiveness ابزار و MCID شواهد مستقیمی ارائه نمی کند. بنابراین، پیش از استفاده گسترده از BMAT برای ارزیابی اثربخشی مداخلات تمرینی یا توان بخشی، انجام مطالعاتی که توانایی ابزار را در شناسایی تغییرات واقعی ناشی از مداخله بررسی کنند، ضروری است. در مجموع، یافته های پژوهش حاضر با رویکردهای نوین ارزیابی ویژگی های اندازه گیری همسو است که تأکید می کنند قضاوت درباره کیفیت یک ابزار نباید بر اساس یک شاخص منفرد پایایی یا روایی انجام شود، بلکه باید مجموعه ای از شواهد مرتبط با روایی محتوا، ساختار عاملی، همسانی درونی، پایایی، خطای اندازه گیری و تفسیرپذیری مورد توجه قرار گیرد. مطالعات مبتنی بر چارچوب COSMIN نیز بر ضرورت ارزیابی جامع و گزارش شفاف ویژگی های اندازه گیری تأکید کرده اند (Gagnier et al., ۲۰۲۱; Mokkink et al., ۲۰۲۴). این منظر، نقطه قوت اصلی مطالعه حاضر آن است که اعتبارسنجی نسخه فارسی BMAT به یک شاخص محدود نشده و شواهد متعددی از کیفیت اندازه گیری آن فراهم شده

است، انتظار می رود با عملکرد بهتر در ابزارهایی مانند Berg Balance Scale و SPPB همراه باشد؛ در مقابل، در آزمون Timed Up and Go افزایش زمان نشان دهنده عملکرد ضعیف تر است و بنابراین، رابطه منفی آن با BMAT از نظر جهت ارتباط نیز منطقی است. هم راستایی جهت روابط مشاهده شده با مبانی نظری، شواهد بیشتری در حمایت از اعتبار سازه نسخه فارسی فراهم می کند. در تفسیر این روابط باید به تفاوت دامنه سازه های مورد سنجش نیز توجه داشت. BMAT مجموعه نسبتاً گسترده ای از توانایی های حرکتی را ارزیابی می کند، در حالی که Berg Balance Scale عمدتاً بر تعادل و SPPB بر عملکرد جسمانی مرتبط با تحرک و عملکرد اندام تحتانی تمرکز دارند. بنابراین، انتظار نمی رود همبستگی BMAT با این ابزارها کامل باشد. وجود روابط معنادار اما غیرکامل را می توان نشانه ای از آن دانست که BMAT با سازه های مرتبط عملکرد حرکتی همسو است، بدون آنکه صرفاً همان مفهوم اندازه گیری شده توسط یک آزمون موجود را تکرار کند. یافته مهم دیگر پژوهش حاضر به رابطه عملکرد حرکتی با افزایش سن و تدوین هنجارهای سنی و جنسی مربوط بود. میانگین نمرات BMAT از حدود ۴/۷۸ در سالمندان جوان تر به حدود ۷/۵۶ در افراد ۸۰ سال و بالاتر کاهش یافت. این روند با الگوی شناخته شده افت تدریجی عملکرد جسمانی در فرایند سالمندی همخوان است. افزایش سن معمولاً با کاهش قدرت عضلانی، سرعت حرکت، تعادل، هماهنگی و ظرفیت اجرای تکالیف حرکتی پیچیده همراه است و مجموعه این تغییرات می تواند به کاهش توانایی حرکتی کلی منجر شود. مطالعات جمعیتی انجام شده در سالمندان نیز نشان داده اند که عملکرد جسمانی و شاخص های آمادگی حرکتی با افزایش سن کاهش می یابند و این روند می تواند تحت تأثیر جنس، سطح فعالیت بدنی و وضعیت سلامت قرار گیرد. از این رو، تدوین هنجارهای تفکیک شده بر اساس سن و جنس یکی از مهم ترین دستاوردهای کاربردی پژوهش حاضر محسوب می شود. وجود هنجارهای پنج گروه سنی در دو جنس این امکان را فراهم می کند که عملکرد هر فرد در مقایسه با افراد مشابه از نظر سن و جنس تفسیر شود. چنین رویکردی نسبت به استفاده از یک میانگین کلی، تصویر دقیق تری از جایگاه عملکردی فرد ارائه می کند؛ زیرا نمره ای که ممکن است برای یک سالمند جوان تر بیانگر عملکرد متوسط باشد، در فردی با سن بالاتر می تواند نشان دهنده عملکرد نسبتاً مطلوب تلقی شود. مطالعات انجام شده در جمعیت های مختلف نیز بر اهمیت تدوین مقادیر مرجع سنی و جنسی برای تفسیر آزمون های عملکرد جسمانی تأکید کرده اند. برای نمونه، پژوهش های انجام شده در سالمندان آلمانی، چینی و تایلندی نشان داده اند که عملکرد حرکتی و آمادگی جسمانی با سن و جنس تفاوت دارد و استفاده از مقادیر مرجع اختصاصی می تواند تفسیر عملکرد را دقیق تر کند

مجموعه شواهد حاصل از پژوهش حاضر نشان می‌دهد که نسخه فارسی BMAT از ویژگی‌های روان‌سنجی مطلوب و قابلیت تفسیر مناسبی در سالمندان ایرانی برخوردار است. این نسخه علاوه بر برخورداری از شواهد قابل قبول در زمینه روایی و پایایی، دارای شاخص‌های مشخص خطای اندازه‌گیری و هنجارهای تفکیک‌شده بر اساس سن و جنس است؛ مؤلفه‌هایی که می‌توانند تفسیر عملکرد حرکتی را از سطح صرفاً توصیفی به سطح کاربردی‌تر و بالینی‌تر ارتقا دهند. باین‌حال، تعمیم گسترده نتایج و استفاده از BMAT برای پایش تغییرات ناشی از مداخلات نیازمند تأیید یافته‌ها در نمونه‌های مستقل، بررسی responsiveness و تعیین MCID است. بر این اساس، نسخه فارسی BMAT، در صورت تأیید شواهد حاضر در مطالعات آتی، می‌تواند به‌عنوان یک ابزار چندبعدی و استاندارد برای ارزیابی و تفسیر توانایی حرکتی سالمندان ایرانی در حوزه‌های پژوهشی و بالینی مورد استفاده قرار گیرد.

است. افزون بر این، تدوین هنجارهای اختصاصی بر اساس سن و جنس، ارزش کاربردی نسخه فارسی را برای تفسیر عملکرد سالمندان افزایش می‌دهد. با وجود این یافته‌های مطلوب، نتایج باید با توجه به محدودیت‌های پژوهش تفسیر شوند. نخست، تعمیم هنجارهای حاصل به تمامی سالمندان ایرانی باید با احتیاط صورت گیرد؛ زیرا تفاوت‌های جغرافیایی، اجتماعی-اقتصادی، فرهنگی، سطح فعالیت بدنی و وضعیت سلامت می‌تواند بر عملکرد حرکتی اثرگذار باشد. دوم، هنجارهای حاضر بر اساس داده‌های مقطعی تدوین شده‌اند؛ بنابراین، تفاوت مشاهده‌شده میان گروه‌های سنی را نمی‌توان به‌عنوان شواهد قطعی از روند طولی کاهش عملکرد حرکتی در یک فرد تفسیر کرد. مطالعات طولی برای بررسی مسیر طبیعی تغییرات توانایی حرکتی در سالمندی ضروری است. سوم، اگرچه پایایی آزمون-بازآزمون در سطح مطلوبی قرار داشت، عواملی همچون یادگیری تکلیف، خستگی، انگیزش و شرایط روزانه آزمودنی‌ها ممکن است بر عملکرد آزمون‌های حرکتی تأثیر بگذارند. چهارم، شواهد روایی همگرا در مطالعه حاضر عمدتاً بر شاخص‌های تعادل و عملکرد جسمانی استوار بود و بررسی ارتباط BMAT با پیامدهایی مانند خطر سقوط، فعالیت‌های روزمره زندگی، کیفیت زندگی و مشارکت اجتماعی می‌تواند دامنه شواهد اعتبار آن را گسترش دهد. پنجم، ساختار پنج‌عاملی به‌دست‌آمده نیازمند بازآزمایی در نمونه‌های مستقل و بزرگ‌تر است. همچنین، مطالعه حاضر شواهد کافی درباره responsiveness و MCID فراهم نکرده است؛ ازاین‌رو، استفاده از BMAT برای قضاوت درباره میزان اثربخشی مداخلات توان‌بخشی باید با احتیاط انجام شود. بر اساس یافته‌ها و محدودیت‌های پژوهش، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده هنجارهای BMAT در نمونه‌های بزرگ‌تر و از مناطق مختلف ایران بازآزمایی و اعتبارسنجی شوند تا قابلیت تعمیم مقادیر مرجع افزایش یابد. همچنین، انجام مطالعات طولی برای بررسی روند طبیعی تغییرات توانایی حرکتی در سالمندی و مطالعات مداخله‌ای برای بررسی responsiveness آزمون در سالمندانی که تحت برنامه‌های تمرینی، فیزیوتراپی یا توان‌بخشی قرار می‌گیرند، ضروری است. تعیین MCID برای گروه‌های مختلف سالمندان، بررسی توانایی تشخیصی BMAT در شناسایی محدودیت عملکردی، خطر سقوط و اختلالات عصبی-عضلانی، و بررسی ناهمسانی اندازه‌گیری برحسب جنس و گروه‌های سنی نیز می‌تواند شواهد روان‌سنجی ابزار را تکمیل کند. افزون بر این، بررسی ارتباط نمرات BMAT با فعالیت‌های روزمره زندگی، کیفیت زندگی، مشارکت اجتماعی و سایر پیامدهای مهم سالمندی می‌تواند ارزش بالینی آن را بهتر مشخص کند. در مطالعات بین‌فرهنگی نیز مقایسه مستقیم ویژگی‌های روان‌سنجی نسخه فارسی با نسخه‌های مورد استفاده در سایر کشورها می‌تواند به تعیین میزان هم‌ارزی بین‌فرهنگی آزمون کمک کند. در نهایت،

physical performance measures for older people: A systematic review. *Age and Ageing*, 52(1), afac327.

<https://doi.org/10.1093/ageing/afac327>

Honvo, G., Sabico, S., Veronese, N., Bruyère, O., Rizzoli, R., Thiagarajan, J. A., Mikton, C., Diaz, T., Cooper, C., & Reginster, J.-Y. (2023). Measures of attributes of locomotor capacity in older people: A systematic literature review following the COSMIN methodology. *Age and Ageing*, 52(Supplement_4), iv44–iv66.

<https://doi.org/10.1093/ageing/afad139>

Ignasiak, Z., Sebastjan, A., Sławińska, T., Skrzek, A., Czarny, W., Król, P., Rzepko, M., Duda-Biernacka, B., Marchewka, A., Filar-Mierzwa, K., Nowacka-Dobosz, S., Dobosz, J., & Umiastowska, D. (2020). Functional fitness normative values for elderly Polish population. *BMC Geriatrics*, 20, 384.

<https://doi.org/10.1186/s12877-020-01787-2>

Kameniar, K., Mackintosh, S., Van Kessel, G., & Kumar, S. (2024). The psychometric properties of the Short Physical Performance Battery to assess physical performance in older adults: A systematic review. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 47(1), 43–54.

<https://doi.org/10.1519/JPT.00000000000000337>

Leitão, M., Saúde, A., Bouça-Machado, R., & Ferreira, J. J. (2022). Assessment tools to evaluate motor function in people with dementia: A systematic review. *Journal of Alzheimer's Disease*, 89(1), 13–24.

<https://doi.org/10.3233/JAD-220151>

Low, D. C., & Walsh, G. S. (2022). The minimal important change for measures of balance and postural control in older adults: A systematic review. *Age and Ageing*, 51(12), afac284.

<https://doi.org/10.1093/ageing/afac284>

Mayhew, A. J., So, H. Y., Ma, J., Beauchamp, M. K., Griffith, L. E., Kuspinar, A., Lang, J. J., & Raina, P. (2023). Normative values for grip strength, gait speed, timed up and go, single leg balance, and chair rise

منابع

Albrecht, B. M., Stalling, I., & Bammann, K. (2021). Sex- and age-specific normative values for handgrip strength and components of the Senior Fitness Test in community-dwelling older adults aged 65–75 years in Germany: Results from the OUTDOOR ACTIVE study. *BMC Geriatrics*, 21, 273.

<https://doi.org/10.1186/s12877-021-02188-9>

Chandhanayingyong, C., Adulkasem, N., Asavamongkolkul, A., Chotiarnwong, P., Vanitcharoenkul, E., Laohaprasitiporn, P., Soparat, K., & Unnanuntana, A. (2024). Establishing normative values for performance-based tests in older Thai adults: A nationwide cross-sectional study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 105(6), 1133–1141.

<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2024.01.023>

Exter, S. H., Koenders, N., Wees, P., & Berg, M. G. A. (2024). A systematic review of the psychometric properties of physical performance tests for sarcopenia in community-dwelling older adults. *Age and Ageing*, 53(6), afae113.

<https://doi.org/10.1093/ageing/afae113>

Gagnier, J. J., Lai, J., Mokkink, L. B., & Terwee, C. B. (2021). COSMIN reporting guideline for studies on measurement properties of patient-reported outcome measures. *Quality of Life Research*, 30(8), 2197–2218. <https://doi.org/10.1007/s11136-021-02822-4>

Hao, Q., Kuspinar, A., Griffith, L., D'Amore, C., Mayhew, A. J., Wolfson, C., Guyatt, G., Raina, P., & Beauchamp, M. K. (2023). Measuring physical performance in later life: Reliability of protocol variations for common performance-based mobility tests. *Aging Clinical and Experimental Research*, 35(5), 1087–1096. <https://doi.org/10.1007/s40520-023-02384-0>

Heslop, P. A., Hurst, C., Sayer, A. A., & Witham, M. D. (2023). Remote collection of

Physiology, 13, 1063888. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1063888>
Zhang, Y., Zhang, Y., Du, S., Wang, Q., Xia, H., & Sun, R. (2020). Exercise interventions for improving physical function, daily living activities and quality of life in community-dwelling frail older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Geriatric Nursing*, 41(3), 261–273. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2019.10.006>

derived from the Canadian Longitudinal Study on Aging. *Age and Ageing*, 52(4), afad054. <https://doi.org/10.1093/ageing/afad054>
Mehdipour, A., Malouka, S., Beauchamp, M. K., Richardson, J., & Kuspinar, A. (2024). Measurement properties of the usual and fast gait speed tests in community-dwelling older adults: A COSMIN-based systematic review. *Age and Ageing*, 53(3), afae055. <https://doi.org/10.1093/ageing/afae055>
Mokkink, L. B., Elsmann, E. B. M., & Terwee, C. B. (2024). COSMIN guideline for systematic reviews of patient-reported outcome measures version 2.0. *Quality of Life Research*, 33(11), 2929–2939. <https://doi.org/10.1007/s11136-024-03761-6>
Pacheco, T. B. F., de Medeiros, C. S. P., de Oliveira, V. H. B., Vieira, E. R., et al. (2020). Effectiveness of exergames for improving mobility and balance in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, 9, 163. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01421-7>
Tan, X., Jiang, G., Zhang, L., Wang, D., & Wu, X. (2023). Effects of whole-body vibration training on lower limb muscle strength and physical performance among older adults: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 104(11), 1954–1965. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.04.002>
Terwee, C. B., Prinsen, C. A. C., Chiarotto, A., Westerman, M. J., Patrick, D. L., Alonso, J., Bouter, L. M., de Vet, H. C. W., & Mokkink, L. B. (2018). COSMIN methodology for evaluating the content validity of patient-reported outcome measures: A Delphi study. *Quality of Life Research*, 27(5), 1159–1170. <https://doi.org/10.1007/s11136-018-1829-0>
Xu, J., Chen, Y., Li, J., Zhang, H., Shi, M., Meng, H., & Wang, L. (2022). Normative values and integrated score of functional fitness among Chinese community-dwelling older adults in Suzhou. *Frontiers in*