Journal of Clinical Psychology & Personality
Vol. 24, No. 2, Serial 47, Autumn & Winter 2026-27, pp 227-250
DOI: 10.22070/cpap.2026.21018.1810

Research Article

From Confirmatory Factor Modeling to Machine Learning: A Multi-Method Examination of the Factor Structure and Psychometric Properties of the PSS-10

Authors

Noorollah Yousefi [1*], Alireza Pirkhaefi [2], Marzieh Yousefi [3], Ehsan Ahmadi Khave [4]

1. PhD in Educational Psychology, Independent Researcher, Tehran, Iran. (Corresponding Author)

2. Associate Professor, Department of Psychology, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran. apirkhaefi@iau.ac.ir

3. M.A. in General Psychology, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran. marzieh1984y@gmail.com

4. Ph.D. in Philosophy of Education, Payame Noor University, Tehran South, Iran. kelkesheida@yahoo.com

Abstract

Receive Date: 28/11/2025

Accept Date: 09/06/2026

Introduction: The Perceived Stress Scale (PSS-10) is one of the most widely used self-report instruments for measuring stress. This study aimed to provide a comprehensive psychometric evaluation of the PSS-10 by employing a multi-method approach that integrates five advanced techniques: structural equation modeling, item response theory, exploratory graph analysis, network analysis, and machine learning.

Method: In this psychometric study, a convenience sample of 1,278 students from the Islamic Azad University, Garmsar Branch, was recruited. Data were analyzed using confirmatory factor analysis models (CFA, ESEM, ESEM-within-CFA), item response theory models (GRM, GPCM, MPGCM), exploratory graph analysis (EGA), network analysis (including centrality indices), and the random forest algorithm. Key indices from each approach were integrated to rank items based on their performance, thereby identifying core, complementary, and revision-recommended items.

Results: The ESEM-within-CFA model demonstrated excellent fit (RMSEA = .000; CFI = 1.00) and was selected as the final model. Independent analyses, including IRT (MGPCM), EGA, and network analysis, consistently supported a two-factor structure for the PSS-10: Perceived Helplessness and Perceived Self-Efficacy. Based on the integrated ranking, items 10 and 2 were identified as core items; items 1, 3, 8, and 9 as complementary items; and items 4, 5, 6, and 7—especially item 5—as requiring revision.

Discussion and conclusion: The findings not only support the strong construct validity of the PSS-10 but also demonstrate that a multi-method approach is an effective strategy for accurately identifying key items and optimizing psychometric instruments.

Keywords

Perceived Stress Scale, Factor Structure, Item Response Theory, Psychological Network Analysis, Machine Learning

Corresponding Author's E-mail

n.y3562@gmail.com

Journal of Clinical Psychology & Personality
Vol. 24, No. 2, Serial 47, Autumn & Winter 2026-27, pp 227-250

Extended Abstract

Introduction

Stress, a key construct in health psychology, profoundly affects both mental and physical health and is associated with disorders such as anxiety, depression, and occupational burnout. The Perceived Stress Scale (PSS-10) is one of the most widely used self-report instruments for assessing stress, grounded in the transactional model of stress. Although numerous studies have confirmed its two-factor structure—Perceived Helplessness and Perceived Self-Efficacy—most have relied on traditional methods such as confirmatory factor analysis (CFA) or basic forms of item response theory (IRT). This methodological limitation underscores the need for more comprehensive and advanced approaches to precisely evaluate the factorial structure and psychometric properties of this widely used measure. To address this gap, the present study examined the psychometric properties of the PSS-10 by employing an innovative combination of five advanced methods: structural equation modeling (CFA, ESEM, and ESEM-within-CFA), item response theory (IRT), exploratory graph analysis (EGA), network analysis, and machine learning (random forest algorithm). The ultimate aim was not only to confirm the factorial structure but also to identify core items (those with the highest contribution to construct measurement), complementary items (valuable items worth retaining), and items requiring revision based on the integration of multiple psychometric indices. This comprehensive multimethod framework provides deeper insights into item performance and offers practical guidance for optimizing the scale's application across diverse research and clinical contexts.

Method

This study employed a multi-method psychometric approach. The statistical population comprised students from Islamic Azad University, Garmsar Branch, during the 2024–2025 academic year. A total of 1,278 students were recruited through convenience sampling and completed the PSS-10. Data analyses were performed using R (version 4.5.1) within a multimethod framework: (1) Factorial structure: Four models (CFA-1F, CFA-2F, ESEM, and ESEM-within-CFA) were compared using the WLSMV estimator; (2) IRT: Three models (GRM, GPCM, and MGPCM) were evaluated; (3) EGA: Dimensionality was identified using the GLASSO algorithm with EBIC, and stability was assessed via 2,500 bootstrap replications; (4) Network analysis: The network of inter-item relationships was estimated, and centrality indices (strength, betweenness, closeness) were calculated; (5) Machine learning: Item importance in predicting latent factor scores was assessed using the random forest algorithm and the mean squared error (MSE) increase index. Stability was further tested through 2,500 bootstrap samples. Finally, integrated item rankings were derived by combining key indices across all approaches (factor loadings, discrimination parameters, network strength, importance, and stability). Missing data were addressed using method-specific procedures: pairwise deletion (lavaan default) for CFA/ESEM/ESEM-within-CFA; multiple imputation (MI) for IRT, EGA, and network analysis; and full information maximum likelihood (FIML) for random forest.

Results

The sample included 1,278 participants with a mean age of 25.54 years (SD = 6.77). The factorial structure of the PSS-10 was evaluated using CFA, ESEM, and ESEM-within-CFA models (see Table 1).

Table 1. Fit indices of competing models for the PSS-10 structure

Model	χ^2 (df)	CFI	TLI	RMSEA [90% CI]	SRMR	ΔCFI	ΔRMSEA
CFA-1F	919.315 (35)	0.930	0.910	0.141 [0.133–0.149]	0.141	–	–
CFA-2F	784.400 (34)	0.941	0.922	0.131 [0.124–0.144]	0.098	0.011	–0.010
ESEM	11.047 (28)	1.000	1.000	0.000 [0.000–0.020]	0.012	0.059	–0.131
ESEM-within-CFA	6.930 (26)	1.000	1.000	0.000 [0.000–0.012]	0.010	0.000	–0.008

As shown in Table 1, the ESEM-within-CFA model demonstrated superior fit indices (CFI = 1.00, TLI = 1.00, RMSEA = 0.000, SRMR = 0.010), highlighting the advantages of flexible modeling approaches. In the IRT analyses, the multidimensional MGPCM outperformed unidimensional models, confirming the two-factor structure identified by the ESEM-within-CFA. Similarly, Exploratory Graph Analysis (EGA) independently replicated and fully supported the two-factor structure with 100% stability. Network analysis further revealed two clusters consistent with previous methods, with items 3 and 8 exhibiting the highest betweenness centrality and items 8 and 10 showing the greatest strength. The random forest algorithm accurately classified items into their respective factors and quantified their relative importance. The integrated item ranking across all methods is presented in Table 2.

Table 2. Final item ranking across methods

Item	EWC λ	MGPCM Discrimination	Network Strength	Random Forest Importance	Stability	Total Rank
pss1	2	2	9	8	2	23
pss2	1	1	4	9	3	18
pss3	3	4	8	10	1	26
pss4	6	6	5	6	8	31
pss5	9	5	7	4	10	35
pss6	4	8	10	7	4	33
pss7	5.5	10	6	3	9	33.5
pss8	8	7	2	5	5	27
pss9	7	9	3	2	7	28
pss10	5.5	3	1	1	6	16.5

Note. EWC = ESEM-within-CFA; MGPCM = Multidimensional Generalized Partial Credit Model.

Based on Table 2, items 2 and 10 emerged as *core items*, items 1, 3, 8, and 9 were identified as *complementary items*, while items 4, 5, 6, and 7—particularly item 5—showed the weakest performance.

Conclusion

The findings indicate that the PSS-10 demonstrates robust construct validity and a stable two-factor structure. Importantly, the multimethod approach provided a more comprehensive understanding of item functioning. The integration of ESEM-within-CFA, MGPCM, EGA, network analysis, and random forest methods enabled precise identification of core, complementary, and weak items. Items 2 and 10, identified as core indicators, exhibited the highest stability, discrimination, and structural alignment, suggesting their usefulness for rapid stress screening, particularly in time-constrained contexts. Items 1, 3, 8, and 9 were deemed acceptable complementary items, whereas items 4, 5, 6, and 7 require revision or elimination, with item 5 showing the poorest performance. These results highlight that the strength of a scale cannot be fully captured by a single method or index; rather, integrating multiple indices and perspectives yields a deeper and more accurate evaluation of item quality. Accordingly, a shorter yet valid version of the scale can be constructed by combining core and complementary items, offering benefits for both research and clinical applications. Overall, this study underscores the value of multimethod approaches in psychometrics and introduces a replicable framework for optimizing measurement tools in behavioral and health sciences. A limitation of the study is its reliance on a student sample from a single university (Islamic Azad University, Garmsar Branch).

Ethical Considerations

Compliance with Ethical Guidelines: In the current study, ethical considerations such as informing participants about the research objectives, obtaining informed consent and agreement to participate in the study, not forcing participants to participate in the study, keeping the participants' information confidential and maintaining confidentiality were observed.

Funding: The present study was carried out without any financial support from any particular organization.

Authors' Contribution: All authors actively participated in drafting, rewriting, and revising the manuscript.

Conflict of Interest: The authors of the article declare that they have no conflict of interest.

Acknowledgments: We hereby express our gratitude to all the dear ones who helped us in carrying out this study; We are especially grateful to the students of Islamic Azad University of Garmsar branch.

دوفصلنامه علمی «روان‌شناسی بالینی و شخصیت»
دوره ۲٤، شماره ۲، پیاپی ٤۷، پاییز و زمستان ۱٤۰۵، صص ۲۵۰-۲۲۷
DOI: 10.22070/cpap.2026.21018.1810

مقاله پژوهشی

از مدل‌یابی عاملی تأییدی تا یادگیری ماشین: بررسی چند رویکردی ساختار عاملی و ویژگی‌های روان‌سنجی مقیاس PSS-10

نویسندگان

نورالله یوسفی [۱*]، علیرضا پیرخائفی [۲]، مرضیه یوسفی [۳]، احسان احمدی خاوه [٤]

۱. دکتری روان‌شناسی تربیتی، پژوهشگر مستقل، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)
۲. دانشیار گروه روان‌شناسی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران. apirkhaefi@iau.ac.ir
۳. کارشناس ارشد روان‌شناسی عمومی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران. marzieh1984y@gmail.com
٤. دانش‌آموخته دکتری فلسفه تعلیم و تربیت، پیام نور، تهران جنوب، ایران. kelkesheida@yahoo.com

چکیده

مقدمه: مقیاس استرس ادراک‌شده (PSS-10)، ابزاری پرکاربرد برای سنجش استرس است. این مطالعه با هدف ارزیابی جامع‌تر ویژگی‌های روان‌سنجی PSS-10 با به‌کارگیری ترکیبی از پنج رویکرد پیشرفته شامل مدل‌سازی معادله ساختاری، نظریه پاسخ پرسش، تحلیل گراف اکتشافی، تحلیل شبکه و یادگیری ماشین انجام شد.

روش: در این مطالعه روان‌سنجی، ۱۲۷۸ دانشجوی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. داده‌ها با استفاده از مدل‌های تحلیل عاملی (CFA، ESEM، ESEM-within-CFA)، مدل‌های نظریه پاسخ پرسش (GRM، GPCM و MPGCM)، تحلیل گراف اکتشافی (EGA)، تحلیل شبکه (با محاسبه شاخص‌های کانونی) و الگوریتم جنگل تصادفی تحلیل شدند. سپس شاخص‌های کلیدی هر رویکرد یکپارچه شده و هر گویه بر اساس عملکردش رتبه‌بندی شد تا گویه‌های هسته‌ای، مکمل و نیازمند بازنگری شناسایی شوند.

نتایج: مدل ESEM-within-CFA با برازش عالی (RMSEA=۰/۰۰۰؛ CFA=۱/۰۰) به‌عنوان مدل نهایی انتخاب شد. تحلیل‌های مستقل دیگر، از جمله نظریه پاسخ پرسش (مدل MGPCM)، تحلیل گراف اکتشافی و تحلیل شبکه، ساختار دوعاملی مقیاس (ناتوانی ادراک‌شده و خودکارآمدی ادراک‌شده) را تأیید کردند. بر اساس رتبه‌بندی نهایی، گویه‌های ۲ و ۱۰ به‌عنوان گویه‌های هسته‌ای، گویه‌های ۱، ۳، ۸ و ۹ به‌عنوان گویه‌های مکمل و گویه‌های ۴، ۶، ۷ و به‌ویژه گویه ۵ به‌عنوان گویه‌های نیازمند بازنگری شناسایی شدند.

بحث و نتیجه‌گیری: یافته‌ها نه‌تنها از اعتبار سازه‌ای قوی PSS-10 حمایت کردند، بلکه نشان دادند که روش چند رویکردی به کار گرفته شده در این پژوهش، ابزار قدرتمندی را برای شناسایی دقیق گویه‌های کلیدی و بهینه‌سازی ابزارهای سنجش فراهم می‌کند.

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۰۹/۰۷

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۵/۰۳/۱۹

CC BY NC

کلیدواژه‌ها

مقیاس استرس ادراک‌شده، ساختار عاملی، نظریه پاسخ پرسش، تحلیل شبکه روان‌شناختی، یادگیری ماشین

پست الکترونیکی نویسنده مسئول

n.y3562@gmail.com

دوفصلنامه علمی روان‌شناسی بالینی و شخصیت، دوره ۲۴، شماره ۲، پیاپی ۴۷، پاییز و زمستان ۱۴۰۵، صص ۲۵۰-۲۲۷
Journal of Clinical Psychology & Personality, Vol. 24, No. 2, Serial 47, Autumn & Winter 2026-27, pp 227-250

مقدمه

استرس[1]، به‌عنوان یکی از مفاهیم محوری در روان‌شناسی سلامت، نه‌تنها پیامدهای گسترده‌ای برای سلامت روانی و جسمانی دارد، بلکه به دلیل ماهیت چند بُعدی و وابستگی شدید به زمینه‌های فردی و محیطی، یکی از چالش برانگیزترین سازه‌ها در حوزه سنجش روان‌شناختی به شمار می‌رود. شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که سطوح بالای استرس با افزایش خطر ابتلا به اختلالاتی نظیر اضطراب، افسردگی، فرسودگی شغلی و مشکلات جسمانی مرتبط است [۱]؛ بااین‌حال، تعریف و عملیاتی‌سازی این سازه همواره محل بحث بوده است. این ابهام مفهومی تا حد زیادی ناشی از تنوع رویکردهای نظری در تبیین استرس است.

در ادبیات روان‌شناسی بالینی و سلامت، سه رویکرد اصلی برای تبیین استرس مطرح شده است: ۱. مدل تبادلی که استرس را حاصل تعامل پویای فرد و محیط می‌داند و نقش ارزیابی‌های شناختی فرد از موقعیت‌های تنیدگی‌زا را برجسته می‌کند [۲]؛ ۲. رویکرد زیستی که بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی و سازوکارهای عصبی - هورمونی مرتبط با استرس تمرکز دارد [۳]؛ و ۳. رویکرد محیطی که فشارهای ناشی از رویدادهای زندگی و شرایط بیرونی را منبع اصلی استرس تلقی می‌کند [۴]. در میان این رویکردها، مدل تبادلی جایگاه ویژه‌ای در پژوهش‌های روان‌شناختی دارد، زیرا استرس را نه صرفاً به‌عنوان یک محرک بیرونی یا پاسخ زیستی، بلکه به عنوان فرایندی شناختی - هیجانی در نظر می‌گیرد که به ارزیابی اولیه فرد از موقعیت (تهدید، چالش یا زیان) و ارزیابی ثانویه منابع مقابله‌ای وابسته است. براین‌اساس، راهبردهای مقابله‌ای فرد به دو دسته کلی مقابله مشکل‌محور و هیجان‌محور تقسیم می‌شوند که نقش تعیین‌کننده‌ای در تجربه و پیامدهای استرس دارند [۲].

در چنین چارچوبی، سنجش استرس نیازمند ابزارهایی است که بتواند ادراک ذهنی فرد از موقعیت‌های زندگی را، فراتر از شمارش رویدادهای تنیدگی‌زا یا اندازه‌گیری پاسخ‌های فیزیولوژیکی، به طور مستقیم ارزیابی کنند. مقیاس استرس ادراک شده (PSS)[2] با این هدف طراحی شد، تا میزان ادراک فرد از غیرقابل‌پیش‌بینی بودن، کنترل‌ناپذیری و بار روانی شرایط زندگی اخیر را بسنجد [۵]. نسخه ۱۰ گویه‌ای این مقیاس (PSS-10)، به دلیل اختصار، سهولت اجرا و ویژگی‌های روان‌سنجی مطلوب، به‌ویژه روایی[3] و پایایی[4] مناسب، به یکی از پرکاربردترین ابزارهای خود گزارشی در پژوهش‌های روان‌شناسی، علوم رفتاری و سلامت تبدیل شده است [۶، ۷]. پژوهش‌های انجام‌شده در بافت‌های فرهنگی مختلف، به طور عمده از ساختار دو عاملی PSS-10 شامل «ناتوانی ادراک‌شده[5]» و «خودکارآمدی ادراک‌شده[6]» حمایت کرده‌اند. این ساختار در مطالعات متعددی در چین [۸، ۹، ۱۰]، یونان [۱۱]، اندونزی [۱۲،۱۳]، آلمان [۱۴،۱۵]، ایالات متحده [۱۶]، برزیل [۱۷]، ترکیه [۷] و دانمارک [۱۸] گزارش شده و اغلب برازش بهتری نسبت به مدل‌های تک عاملی یا بایفکتر[7] نشان داده است [۱۹]. بااین‌حال، اگرچه این یافته‌ها از ثبات کلی ساختار دو عاملی حکایت دارند، تفاوت در روش‌های تحلیلی به‌کار رفته و تمرکز غالب بر رویکردهای سنتی، پرسش‌هایی را دربارZ کفایت این شواهد برای توصیف کامل ساختار روان‌سنجی PSS-10 مطرح می‌کند.

با وجود این شواهد، مرور نظام‌مند پیشینه نشان می‌دهد که ارزیابی روان‌سنجی PSS-10، عمدتاً به روش‌های سنتی نظیر تحلیل عاملی تأییدی (CFA)[8] یا نسخه‌های پایه‌ای نظریه پاسخ پرسش (IRT)[9] محدود مانده است. درحالی‌که رویکردهای پیشرفته‌تری مانند مدل‌یابی معادلات ساختاری اکتشافی (ESEM)[10] و چارچوب‌های ترکیبی آن مانند مدل ESEM در چارچوب CFA[11] که امکان مدل‌سازی بارگذاری‌های متقاطع[12] و ساختارهای پیچیده‌تر را فراهم می‌کنند [۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳]، به ندرت در مطالعات مرتبط با PSS-10 مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به طور مشابه،

1 . Stress
2 . Perceived Stress Scale (Pss)

3 . Validity
4 . Reliability
5 . Perceived Helplessness
6 . Perceived Self-Efficacy
7 . Bifactor
8 . Confirmatory Factor Analysis (Cfa)
9 . Item Response Theory (Irt)
10 . Exploratory Structural Equation Modeling (Esem)
11 . ESEM-Within-CFA
12 . Cross-Loading

تحلیل گراف اکتشافی (EGA)[1]، به‌عنوان رویکردی نوین مبتنی بر شبکه[2] برای شناسایی بُعد پذیری[3] سازه‌ها [۲۲] و تحلیل شبکه‌ای گویه‌ها با استفاده از شاخص‌هایی مانند نیرومندی[4]، نزدیکی[5] و بینابینی[6] [۲۵، ۲۶، ۲۷]، در بررسی ساختار این مقیاس کمتر به کار رفته است. از سوی دیگر، علی‌رغم گسترش کاربرد یادگیری ماشین (ML)[7] در علوم رفتاری، استفاده از این رویکردها در روان‌سنجی-PSS 10بسیار محدود بوده است. الگوریتم‌هایی نظیر جنگل تصادفی (RF)[8] می‌توانند شواهد مکملی دربارهٔ اهمیت نسبی گویه‌ها و توان پیش‌بینی آن‌ها در تمایز سطوح استرس ارائه دهند [۲۸]؛ شواهدی که می‌تواند در کنار یافته‌های کلاسیک روان‌سنجی، به درک جامع‌تری از عملکرد گویه‌ها منجر شود.

براین‌اساس، مسئله اصلی پژوهش حاضر آن است که آیا اتکا به یک رویکرد منفرد برای ارزیابی روان‌سنجی10-PSS ، تصویری کامل و باثبات از ساختار عاملی، ویژگی‌های گویه‌ای و اهمیت نسبی آن‌ها ارائه می‌دهد. در پاسخ به این خلأ، مطالعه حاضر با اتخاذ رویکردی جامع و چند روشی، به ارزیابی هم‌زمان مقیاس PSS-10 با استفاده از: ۱. مدل‌سازی ساختاری (شامل CFA، ESEM، ESEM-within-CFA)؛ ۲. نظریه پاسخ پرسش (IRT)؛ برای بررسی ویژگی‌های گویه‌ها، شامل مدل پاسخ مدرج (GRM)[9] مدل امتیاز سهمی تعمیم‌یافته (GPCM)[10] و مدل چند بعدی امتیاز سهمی تعمیم‌یافته (MGPCM)[11]؛ ۳. تحلیل گراف اکتشافی (EGA) برای شناسایی ساختار عاملی؛ ۴. تحلیل شبکه برای بررسی ساختار روابط میان گویه‌ها و ۵. یادگیری ماشین برای تحلیل اهمیت گویه‌ها. این چارچوب رویکرد چندروشی امکان شناسایی گویه‌های هسته‌ای[12] و مکمل[13] مقیاس را با استفاده از منابع تحلیلی متفاوت فراهم می‌کند. شناسایی گویه‌های هسته‌ای و مکمل به پژوهشگران این امکان را می‌دهد، مهم‌ترین گویه‌های PSS-10 را برای ارزیابی دقیق استرس ادراک‌شده متمایز کنند و کارایی مقیاس را افزایش دهند و همچنین بررسی هم‌زمان شاخص‌های مختلف روان‌سنجی را فراهم می‌کند. نوآوری این پژوهش در تلفیق پنج رویکرد مکمل برای ارزیابی هم‌زمان ساختار عاملی، ویژگی‌های گویه‌ای و قابلیت پیش‌بینی PSS-10 است که تاکنون احتمالاً در مطالعات مشابه انجام نشده است. این رویکرد جامع، نه تنها اعتبار مقیاس PSS-10 را ارتقا می‌دهد، بلکه می‌تواند راهنمایی برای استفاده کاربردی از مقیاس در ارزیابی و مدیریت استرس در جمعیت‌های مختلف فراهم کند. پرسش اصلی پژوهش این است که آیا ترکیب این بررسی چند رویکردی می‌تواند ارزیابی جامع، دقیق و باثباتی از ساختار عاملی، ویژگی‌های گویه‌ای و قابلیت پیش‌بینی مقیاس PSS-10 ارائه دهد و کدام گویه‌ها در این ویژگی‌ها عملکرد بهتری دارند؟

روش

نوع پژوهش

این پژوهش با رویکرد روان‌سنجی چند رویکردی بود و با هدف بررسی جامع ویژگی‌های روان‌سنجی مقیاس استرس ادراک‌شده (PSS-10) انجام شد. روش چند رویکردی در این مطالعه شامل ترکیبی از مدل‌های تحلیل عاملی (CFA، ESEM، ESEM-within-CFA)، مدل‌های مختلف IRT، EGA، تحلیل شبکه‌ای، و الگوریتم یادگیری ماشین (جنگل تصادفی) بود. این ترکیب روش‌ها امکان ارزیابی هم‌زمان ساختار عاملی، عملکرد و کیفیت گویه‌ها (شناسایی گویه‌های هسته‌ای، گویه‌های مکمل و گویه‌های نیازمند به بازنگری)، و قابلیت پیش‌بینی استرس را با رویکردی جامع و دقیق فراهم ساخت.

آزمودنی

جامعه آماری این پژوهش شامل همه دانشجویان دانشگاه آزاد اسلامی گرمسار در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ بود. نمونه پژوهش با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شد. در مجموع ۱۲۷۸ نفر از دانشجویان در مطالعه شرکت کردند و به گویه‌های مقیاس PSS-10 پاسخ

1 . Exploratory Graph Analysis (EGA)
2 . Network
3 . Dimensionality
4 . Closeness
5 . Betweenness
6 . Strenght
7 . Machine Learning (ML)
8 . Random Forest (RF)
9 . Graded Response Model (GRM)
10 . Generalized Partial Credit Model (GPCM)
11 . Multidimensional Generalized Parametric Score Model (MGPCM)
12 . Core Items Of The Scale
13 . Complementary Items of the Scale

دادند. معیارهای ورود، شامل دانشجوی دانشگاه آزاد سلامی گرمسار بودن و تکمیل رضایت آگاهانه برای مشارکت در مطالعه بود. معیارهای خروج شامل پاسخ‌های ناقص یا الگوهای پاسخ‌دهی غیرمنطقی (مانند انتخاب یکسان همه گزینه‌ها) بود.

ابزار پژوهش

مقیاس استرس ادراک شده (PSS-10)

این مقیاس توسط کوهن، کامارک و مرملستین[1] طراحی شده است و یکی از پرکاربردترین ابزارهای خود - گزارش‌دهی برای اندازه‌گیری استرس ادراک شده در جمعیت‌های بالینی و غیربالینی به شمار می‌رود. این مقیاس با هدف ارزیابی ادراک فرد از میزان غیر قابل پیش‌بینی بودن، غیرقابل‌کنترل بودن و فشارزایی موقعیت‌های زندگی در یک ماه گذشته تدوین شده است [۵]. این ابزار شامل ۱۰ گویه است که بر اساس مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای از هرگز (نمره ۱) تا خیلی زیاد (نمره ۵) نمره‌گذاری می‌شود. نمره بالا نشان‌دهنده سطح بالاتری از استرس ادراک شده است. در نسخه ۱۰ گویه‌ای، چهار گویه با محتوای مثبت (گویه‌های ۴، ۵، ۷ و ۸) به‌صورت معکوس نمره‌گذاری می‌شوند و مربوط به عامل خودکارآمدی ادراک شده هستند، درحالی‌که شش گویه دیگر (گویه‌های ۱، ۲، ۳، ۶، ۹ و ۱۰) بعد ناتوانی ادراک شده را بازنمایی می‌کنند [۵]. از منظر روان‌سنجی، مطالعات متعدد بین فرهنگی ساختار دو عاملی شامل خودکارآمدی ادراک شده و ناتوانی ادراک شده را تأیید کرده‌اند [۵، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱] و نشان داده‌اند که مدل دو عاملی نسبت به مدل تک عاملی برازش بهتری با داده‌ها دارد [۷، ۱۸، ۱۹]. همچنین، پایایی مقیاس در مطالعات مختلف با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ در دامنه‌ای بین ۰/۷۶ تا ۰/۸۷ گزارش شده است که بیانگر ثبات درونی مقیاس است [۵، ۷، ۱۸]. افزون بر این، شواهد روایی همگرا و واگرا نشان داده‌اند که نمرات مقیاس PSS-10 با سازه‌هایی مانند افسردگی و فرسودگی روانی همبستگی مثبت و معنادار دارد و از روایی سازه‌ای قابل‌قبولی برخوردار است [۵، ۶]. در مطالعه حاضر، پایایی مقیاس با دو روش آلفای کرونباخ و ضریب مک‌دونالد بررسی شد. مقادیر ضرایب آلفای کرونباخ و ضریب مک‌دونالد برای عامل ناتوانی ادراک شده به ترتیب ۰/۸۰۳ و ۰/۸۰۴ و برای عامل خودکارآمدی ادراک شده به ترتیب ۰/۸۳۳ و ۰/۸۳۳ به دست آمد. باتوجه‌به پشتیبانی نظری نیرومند و کاربرد گسترده بین‌المللی و شواهد روان‌سنجی مطلوب در فرهنگ‌ها و زبان‌های مختلف، مقیاس PSS-10 ابزاری مناسب برای بررسی ساختار عاملی و ویژگی‌های اندازه‌گیری استرس ادراک‌شده در پژوهش حاضر محسوب می‌شود.

شیوه اجرا

داده‌ها از طریق توزیع پرسش‌نامه جمع‌آوری شدند. پیش از تکمیل پرسش‌نامه، توضیحات لازم درباره اهداف پژوهش و محرمانگی داده‌ها به شرکت‌کنندگان ارائه شد و رضایت آگاهانه اخذ گردید. مدت زمان تکمیل پرسش‌نامه حدود ۵ تا ۱۰ دقیقه بود. داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار R، نسخه ۴/۵/۱ تحلیل شدند.

تحلیل داده‌ها

تحلیل نهایی داده‌ها در مطالعه حاضر در هفت گام و با استفاده از پنج رویکرد مکمل انجام شد. در گام نخستین، در بخش مربوط به آمار توصیفی از میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی استفاده شد. در گام دوم، از ساختار عاملی مقیاس بررسی شد. برای این منظور از مدل‌های CFA تک عاملی (CFA-1F)؛ CFA دو عاملی (CFA-2F)؛ ESEM و ESEM-within-CFA استفاده شد. CFA سنتی بر اساس فرضیات نظری عمل می‌کند و هر گویه صرفاً به عامل مشخص بارگذاری می‌شود؛ بنابراین بارگذاری‌های متقاطع بین عوامل مجاز نیستند. این محدودیت موجب کاهش انعطاف‌پذیری CFA در بازنمایی ساختار واقعی داده‌ها می‌شود، به‌ویژه زمانی که گویه‌ها ممکن است با چند عامل مرتبط باشند [۲۹]. مدلی بین تحلیل عاملی اکتشافی (EFA)[2] و CFA است که بارگذاری‌های متقاطع را آزادانه برآورد می‌کند و شاخص‌های برازش مدل را ارائه می‌کند؛ بنابراین امکان بازنمایی دقیق‌تر ساختار واقعی داده‌ها فراهم می‌شود [۲۳، ۲۴]. این رویکرد ترکیبی از مزایای EFA و CFAرا در اختیار پژوهشگر قرار می‌دهد. ESEM-within-CFA نسخه‌ای ترکیبی است که بارهای متقاطع مشابه ESEM را شامل می‌شود، اما تحت چارچوب CFA کنترل می‌شوند؛ به‌عبارت‌دیگر، بارهای اصلی با فرضیات CFA

1 . Cohen S, Kamarck T, Mermelstein R

2 . Exploratory Factor Analysis (EFA)

همخوانی دارند و بارهای متقاطع محدود به مقادیر کوچک یا معنادار هستند. این روش انعطاف ESEM در بازنمایی، داده‌ها را حفظ کرده و هم‌زمان قابلیت تبیینی و پیش‌بینی CFA را ارتقا می‌دهد [۳۰]. استفاده از این سه رویکرد به‌ویژه در پژوهش‌های روان‌سنجی با مقیاس‌های چندبعدی و گویه‌های لیکرت ۵ یا ۷ درجه‌ای توصیه می‌شود، زیرا بارهای متقاطع غیرقابل‌اجتناب بوده و می‌توانند کیفیت برازش و پیش‌بینی مدل را بهبود بخشند [۲۳، ۲۴، ۳۰]. باتوجه‌به ماهیت گویه‌های مقیاس PSS-10 (لیکرت ۵ درجه‌ای)، از برآوردگر حداقل مربعات وزنی با اصلاح میانگین و واریانس (WLSMV)[1] استفاده شد. شاخص‌های برازش، شامل شاخص‌های برازش تطبیقی (CFI)[2]، شاخص تاکر - لوئیس (TLI)[3]، ریشه میانگین مربعات خطای تقریب (RMSEA)[4] و ریشه میانگین مربعات باقیمانده استاندارد شده (SRMR)[5] محاسبه شدند. مقادیر CFI و TLI بالاتر از ۰/۹۰ و ترجیحاً بیشتر از ۰/۹۵ (CFI >۰/۹۵؛ TLI >۰/۹۵) و RMSEA و SRMR کمتر از ۰/۰۸۰ و ترجیحاً کمتر از ۰/۰۶۰ (RMSEA <۰/۰۶۰؛ SRMR <۰/۰۶۰) بیانگر برازش مطلوب مدل هستند [۲۹، ۳۱]. در این مطالعه، مدل‌هایی را که CFI و TLI بالاتر از ۰/۹۶ و RMSEA و SRMR کمتر ۰/۰۶۰ را داشتند، به‌عنوان مدل دارای برازش مطلوب در نظر گرفته شد. همچنین، تغییرات شاخص‌های برازش (ΔCFI و ΔRMSEA) برای مقایسه مدل‌ها با مدل پایه یعنی مدل CFA تک‌بعدی و سایر مدل‌ها محاسبه شدند. مقدار ΔCFIبیشتر از ۰/۰۱ [۳۲] و ΔRMSEA بیشتر از ۰/۰۱۵ می‌تواند حاکی از تفاوت معنادار برازش بین مدل‌ها باشد [۳۳].

در گام سوم، نظریه پاسخ پرسش (IRT) استفاده شد. سه مدل IRT شامل مدل پاسخ مدرج (GRM) [۳۴]، مدل امتیاز سهمی تعمیم‌یافته (GPCM) [۳۳] و مدل امتیاز سهمی تعمیم‌یافته چند بُعدی (MGPCM) [۳۵] با بسته mirt در نرم‌افزار R بررسی شد. مدل GRM که برای گویه‌های لیکرت ترتیبی مناسب است و توانایی گویه در تمایز افراد با سطوح مختلف صفت پنهان را مشخص می‌کند؛ GPCM که مشابه GRMولی با انعطاف بیشتر در برآورد عامل‌های تشخیص و آستانه است؛ و مدل MGPCM که امکان مدل‌سازی چندبعدی و ارزیابی گویه‌ها در بیش از یک بعد را فراهم می‌آورد. برازش مدل‌ها با آزمون درست‌نمایی لگاریتمی[6]، M2، RMSEA، SRMR، CFI و TLI مقایسه شد. پارامتر تشخیص (a)[7] و آستانه‌های پاسخ[8] (b1 تا b4) برای مدل نهایی گزارش شدند. منحنی‌های مشخصه گویه (ICC)[9] و تابع اطلاعات آزمون (TIF) و پراکندگی نمرات افراد (SPS)[10] نیز ترسیم شدند.

در گام چهارم از تحلیل گراف اکتشافی (EGA) برای بررسی ساختار داخلی گویه‌ها و روابط بین آن‌ها استفاده شد. برای این هدف از الگوریتم GLASSO و معیار EBIC استفاده شد. همچنین، تحلیل شبکه با الگوریتم والکتراپ[11] انجام شد. شاخص‌های مهم مانند تعداد گره‌ها، تعداد یال‌ها، چگالی شبکه، شاخص برازش آنتروپی کل (TEFI)[12] (شاخصی برای ارزیابی برازش شبکه است. مقادیر پایین‌تر TEFIنشان‌دهنده برازش بهتر شبکه و کاهش عدم قطعیت ساختار ابعاد هستند) و مدولاریتی[13] (شاخص اندازه‌گیری کیفیت تقسیم‌بندی شبکه به اجتماع‌ها یا زیرشبکه‌ها است) گزارش شد [۳۶].

در گام پنجم، از تحلیل شبکه‌ای استفاده شد. ساختار شبکه روان‌سنجی PSS-10 با استفاده از الگوریتم GLASSO و بسته bootnet در R بررسی شد. شاخص‌های کانونی (نیرومندی، نزدیکی، بینابینی و تأثیر موردانتظار) برای شناسایی گویه‌های کلیدی محاسبه شدند [۲۷، ۳۷]. باید بر این نکته تأکید داشت که تفاوت اصلی EGA با تحلیل شبکه در هدف آن‌ها است. هدف رویکرد EGA بر کشف ساختار خوشه‌ای و ابعاد پنهان است، درحالی‌که تحلیل شبکه بر شناسایی نقش و اهمیت نسبی گویه‌ها در شبکه و اثرات متقابل آن‌ها متمرکز است [۲۷، ۳۶].

در گام ششم، یادگیری ماشین (ML) به کار گرفته شد.

1 . Weighted Least Squares Mean and Variance adjusted (WLSMV)
2 . Comparative Fit Index (CFI)
3 . Tucker–Lewis Index (TLI)
4 . Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)
5 . Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)
6 . Logarithmic Likelihood Test
7 . Discrimination Parameter (a)
8 . Response Threshold
9 . Item Characteristic Curve (ICC)
10 . Score Dispersion of Participants (SPS)
11 . Walktrap
12 . Total Entropy Fit Index
13 . Modularity

الگوریتم جنگل تصادفی (با بسته آماری randomForest در نرم‌افزار R)، جهت شناسایی گویه‌های کلیدی استفاده شد. نمره عوامل ناتوانی ادراک شده و خودکارآمدی ادراک شده به عنوان متغیرهای پیش‌بین در نظر گرفته شد و اهمیت گویه‌ها

جدول ۱. شاخص‌های توصیفی مقیاس PSS-10

گویه	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	گویه	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
۱	۲/۹۹	۱/۲۶	-۰/۹۳	-۰/۹۳	۶	۲/۹۲	۱/۲۷	۰/۰۵	-۰/۹۹
۲	۳/۱۴	۱/۲۰	-۰/۱۳	-۰/۸۹	۷	۳/۱۵	۱/۲۲	-۰/۱۳	-۰/۸۶
۳	۳/۰۷	۱/۲۰	-۰/۰۲	-۰/۸۲	۸	۲/۹۷	۱/۱۸	۰/۰۱	-۰/۷۷
۴	۲/۸۲	۱/۱۸	۰/۱۱	-۰/۸۰	۹	۲/۹۲	۱/۲۳	۰/۰۸	-۰/۸۶
۵	۳/۰۴	۱/۱۷	-۰/۰۳	-۰/۷۸	۱۰	۳/۰۶	۱/۲۴	-۰/۰۳	-۰/۹۴

با شاخص افزایش میانگین مربعات خطا (MSE)[1] در جنگل تصادفی ارزیابی شد. شاخص MSE نشان می‌دهد که حذف هر گویه چه میزان دقت پیش‌بینی مقیاس را کاهش می‌دهد. با استفاده از تحلیل بوت استراپ با تکرار ۲۵۰۰ نمونه‌گیری، پایداری گویه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت [۳۸].

در گام نهایی، برای تعیین اهمیت نسبی گویه‌ها در مقیاس PSS-10، یک رویکرد چند روشی به کار گرفته شد که بارهای عاملی مدل ESEM-within-CFA، ضرایب تشخیص IRT، شاخص نیرومندی تحلیل شبکه، اهمیت و ثبات گویه در جنگل تصادفی را یکپارچه می‌کرد. هر گویه در هر شاخص رتبه‌بندی شد و رتبه نهایی از جمع رتبه‌ها محاسبه گردید؛ گویه‌ای با جمع رتبه کمتر، اهمیت بالاتری داشت. این روش ساده و شفاف، مشابه مطالعات پیشین [۲۷، ۳۰]، حاصل از مدل‌های عاملی، IRT و یادگیری ماشین را تلفیق کرده و اثرات متقابل گویه‌ها را تا حدی در نظر می‌گیرد.

لازم به ذکر است، در پژوهش حاضر، درصد داده‌های مفقودی بین ۳ تا ۷ درصد در هر گویه متغیر بود که بر اساس استانداردهای رایج، میزان نسبتاً پایین و قابل‌قبول تلقی می‌شود [۳۹]. در چنین شرایطی، استفاده از روش‌های پیشرفته مدیریت داده‌های مفقودی توصیه می‌شود تا از بروز تورش و کاهش توان آزمون جلوگیری گردد. بدین‌منظور، در مدل‌های تحلیل عاملی (CFA، ESEM و ESEM-within-CFA)، با توجه به ماهیت داده‌های ترتیبی و استفاده از برآوردگر WLSMV، از روش حذف زوجی[2] پیش‌فرض بسته lavaan استفاده شد که امکان بهره‌برداری حداکثری از داده‌های موجود را فراهم می‌آورد و برای داده‌های ترتیبی مناسب است [۴۰]. در تحلیل‌های IRT، EGA و شبکه‌ای، به دلیل آنکه روش حذف زوجی در این رویکردها پشتیبانی نمی‌شود، از برآورد چند تکمیلی (MI)[3] به عنوان راهکار استاندارد استفاده شد [۴۱]. در تحلیل‌های مبتنی بر الگوریتم جنگل تصادفی از روش حداکثر درست‌نمایی با اطلاعات کامل (FIML)[4] استفاده شد، زیرا داده‌های مفقودی را مستقیماً در فرایند برآورد لحاظ می‌کند و نسبت به روش‌های حذف داده دقت بالاتری دارد [۴۲].

یافته‌های پژوهش

شرکت‌کنندگان مطالعه، شامل ۱۲۷۸ نفر از دانشجویان دانشگاه آزاد اسلامی گرمسار بودند، با میانگین سنی ۲۵/۵۴ (۶/۷۷=انحراف معیار سن) که از این تعداد ۶۷۶ نفر (۵۲/۹۰ درصد) زن و ۶۰۲ نفر (۴۷/۱۰ درصد) مرد بودند. از این تعداد ۶۴۲ نفر (۵۰/۲۰ درصد) در مقطع کارشناسی، ۶۱۰ نفر (۴۷/۷۰ درصد) در مقطع کارشناسی‌ارشد و ۲۶ نفر (۲ درصد) در مقطع دکتری مشغول به تحصیل بودند. در جدول ۱، میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی آن‌ها ارائه شد.

1 . Mean Squared Error (MSE)

2 . Pairwise Deletion
3 . Multiple Imputation (MI)
4 . Full Information Maximum Likelihood (FIML)

در جدول ۱، میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی گویه‌های مقیاس استرس ادراک شده (PSS-10) ارائه شد. با توجه به مقادیر چولگی و کشیدگی گویه‌های مقیاس PSS-10 که به ترتیب بین ۰/۰۲- تا ۰/۱۱ بود، می‌توان اظهار داشت این مقادیر کمتر از |۲| است و این نتایج نشان داد دامنه توزیع نمرات تقریباً نرمال هستند [۴۳، ۴۴]

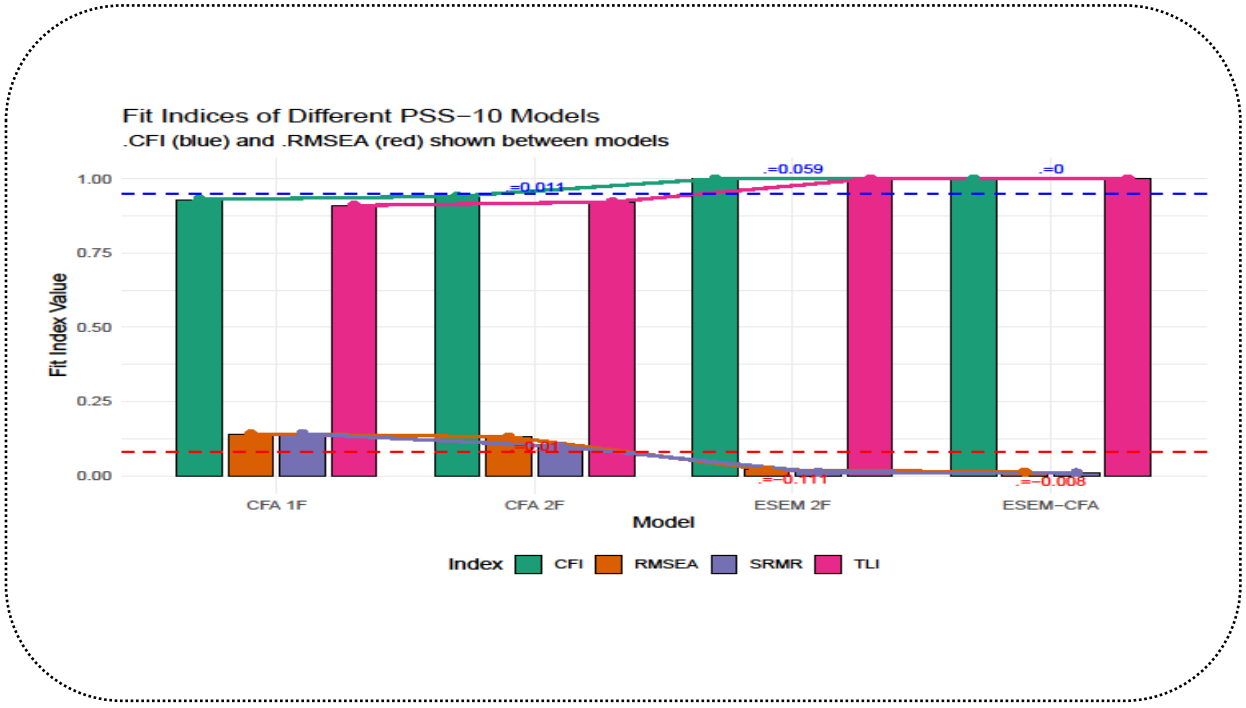
الف. مدل‌های مختلف ساختار عاملی PSS-10

برای بررسی ساختار عاملی مقیاس PSS-10 از مدل‌های مختلف CFA (CFA-1F، CFA-2F)، ESEM و ESEM within CFA استفاده شد. شاخص‌های نکویی برازش مدل‌های بررسی شده در جدول ۲، ارائه شد.

جدول ۲. شاخص‌های نکویی برازش مدل‌های مختلف ساختار PSS-10

مدل	X2 (df)	CFI	TLI	RMSEA [90% CI]	SRMR	ΔCFI	ΔRMSEA
CFA-1F	۹۱۹/۳۱۵ (۳۵)	۰/۹۳۰	۰/۹۱۰	۰/۱۴۱ [۰/۱۳۳-۰/۱۴۹]	۰/۱۴۱	-	-
CFA-2F	۷۸۴/۴۰۰ (۳۴)	۰/۹۴۱	۰/۹۲۲	۰/۱۳۱ [۰/۱۲۴-۰/۱۴۴]	۰/۰۹۸	۰/۰۱۱	-۰/۰۱۰
ESEM	۱۱/۰۴۷ (۲۸)	۱	۱	۰/۰۰۰ [۰/۰۰۰-۰/۰۲۰]	۰/۰۱۲	۰/۰۵۹	-۰/۱۳۱
EWC	۶/۹۳۰ (۲۶)	۱	۱	۰/۰۰۰ [۰/۰۰۰-۰/۰۱۲]	۰/۰۱۰	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۸

نکته: EWC :ESEM within CFA



نمودار ۱. شاخص‌های نکویی برازش و مقایسه تغییرات دو شاخص CFI و RMSEA در مدل‌های مختلف PSS-10

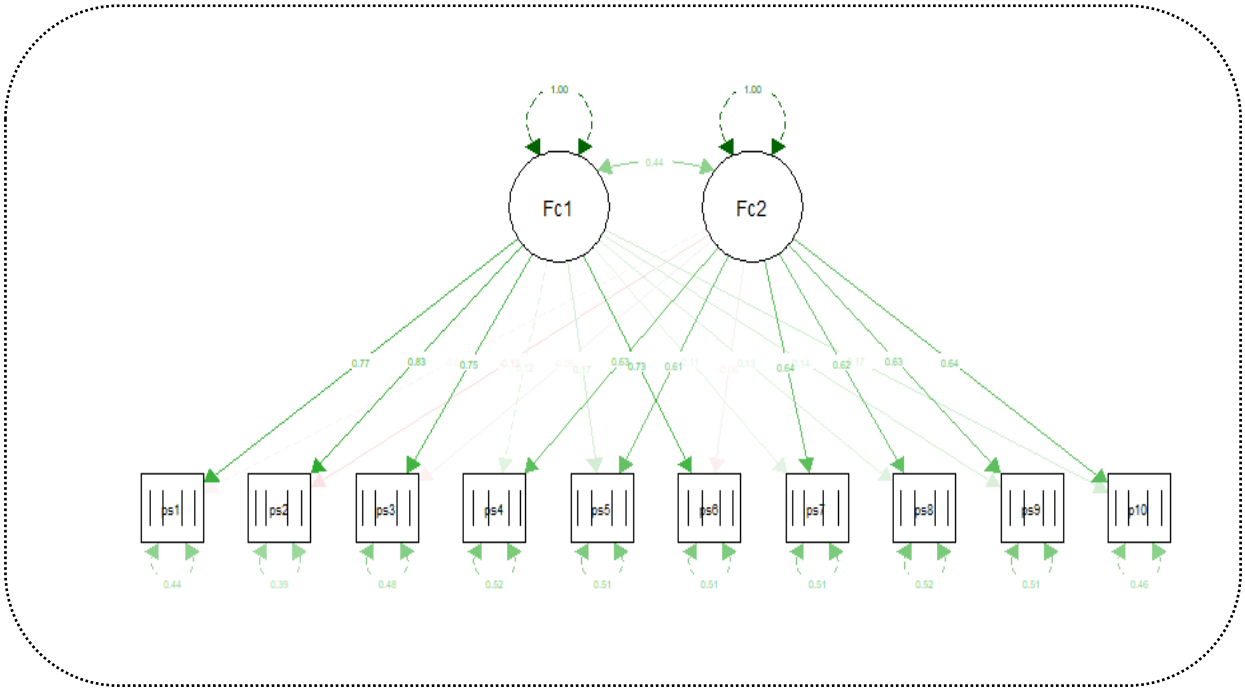
از آنجایی که مدل‌های بررسی شده در مطالعه حاضر، مدل‌های درون هم نهفته[1] بودند، می‌توان با مقایسه شاخص های نکویی برازش، مدل نهایی را انتخاب کرد. با توجه به جدول ۲ و نمودار ۱، مقایسه تغییرات دو شاخص CFA و RMSEA، نشان داد که مدل CFA دو عاملی (CFA-2F) نسبت به مدل CFA تک عاملی (CFA-1F) بهبود برازش معناداری دارد، به‌طوری که ΔCFI=۰/۰۱۱ افزایش و

1 . Nested Models

ΔRMSEA=-۰/۰۱۰ کاهش یافته است که این تغییرات بیانگر سازگاری بهتر مدل CFA-2F با داده‌های پژوهش است [۳۲، ۳۳]. هنگامی که از رویکرد ESEM برای بررسی ساختار عاملی مقیاس PSS-10 استفاده شد، شاخص‌های نکویی برازش بهبود چشمگیری یافتند، به طوری که مقادیر CFI=۱، TLI=۱، RMSEA=۰/۰۰۰ و SRMR =۰/۰۱۲ همگی در محدوده مناسب و عالی قرار گرفتند. مقایسه تغییرات دو شاخص CFI و RMSEA نشان داد مدل ESEM نسبت به مدل CFA-2F بهبود برازش معناداری دارد به‌گونه‌ای که ΔCFI=۰/۰۵۹ افزایش و ΔRMSEA =-۰/۱۳۱ کاهش‌یافته است. این تغییرات معنادار است [۳۲، ۳۳] و نشان می‌دهد بازش بهتر به دلیل امکان بارگذاری متقاطع در مدل‌های ESEM است [۲۳، ۳۰]. به‌کارگیری مدل ESEM-within-CFA که در آن علاوه بر حفظ بارگذاری متقاطع که در مدل‌های ESEM است، نوعی تثبیت و محدودیت در بارگذاری عامل‌ها که در مدل‌های CFA مرسوم است، نشان داد این مدل بهترین برازش را دارد، به‌طوری که شاخص‌های برازش CFI=۱، TLI=۱، RMSEA=۰/۰۰۰ و SRMR=۰/۰۱۰ همه در محدوده مناسب و عالی هستند روند تغییرات دو شاخص CFI و RMSEA، نشان داد که هر چند روند این تغییرات اندک است، اما بیانگر بهبود اندک برازش مدل ESEM-within-CFA نسبت به مدل ESEM بود (۰/۰۰۰= ΔCFI و ΔRMSEA=-۰/۰۰۸)؛ بنابراین مدل نهایی انتخاب شده برای مقیاس PSS-10 مدل ESEM-within-CFA بود. در مجموع نتایج مطالعه نشان داد مدل‌های نوین‌تر و منعطف‌تر در مانند ESEM و به خصوص ESEM-within-CFA ساختار عاملی مقیاس PSS-10 را به شکل دقیق‌تری تبیین می‌کنند. در ادامه بار عاملی مدل‌های مورد بررسی قرار گرفته در مطالعه و شکل گرافیکی مدل نهایی ارائه شد.

جدول ۳. بارهای عاملی انواع مدل‌های مورد بررسی قرار گرفته در مطالعه حاضر برای مقیاس PSS-10

گویه/عامل	1-CFA	2-CFA		ESEM		ESEM within CFA	
	(PSS)λ	(PH)λ	(PSE)λ	(PH)λ	(PSE)λ	(PH)λ	(PSE)λ
pss1	۰/۶۳۹	۰/۶۶۵	-	۰/۷۸۵	-۰/۰۹۷	۰/۷۶۸	-۰/۰۴۵
pss2	۰/۶۳۵	۰/۶۶۲	-	۰/۷۸۷	-۰/۰۹۶	۰/۸۲۶	-۰/۱۱۶
pss3	۰/۶۲۶	۰/۶۵۱	-	۰/۷۶۲	-۰/۰۶۴	۰/۷۴۶	-۰/۰۵۵
pss6	۰/۶۰۰	۰/۶۲۴	-	۰/۷۴۳	-۰/۱۱۸	۰/۷۲۹	-۰/۱۱۸
pss9	۰/۶۵۸	۰/۶۷۷	-	۰/۱۴۰	۰/۶۳۰	۰/۱۴۳	۰/۶۲۸
pss10	۰/۶۹۲	۰/۷۱۴	-	۰/۱۶۷	۰/۶۱۸	۰/۱۶۶	۰/۶۴۳
pss4	۰/۶۳۹	-	۰/۶۹۱	۰/۱۷۶	۰/۶۳۳	۰/۱۱۷	۰/۶۳۱
pss5	۰/۶۶۳	-	۰/۷۱۵	۰/۱۳۶	۰/۶۱۰	۰/۱۷۲	۰/۶۰۹
pss7	۰/۶۴۳	-	۰/۶۹۲	۰/۱۰۲	۰/۶۴۵	۰/۱۰۶	۰/۶۴۳
pss8	۰/۶۴۲	-	۰/۶۹۴	۰/۱۲۸	۰/۶۲۶	۰/۱۲۸	۰/۶۲۴



شکل ۱. مدل ESEM-within-CFA در حالت استاندارد

نکته: Fc1: ناتوانی ادراک شده/عامل منفی؛ Fc2: خودکارآمدی ادراک شده/عامل مثبت

جدول ۴. شاخص‌های نکویی برازش مدل‌های مختلف نظریه پرسش پاسخ

مدل	LogLik	M2	Df	p-value (M2)	RMSEA	SRMR	CFI	TLI
GRM	-۱۸۰۷۶/۶۲	۶/۰۴۰	۵	۰/۳۰۳	۰/۰۱۳	۰/۱۰۸	۰/۹۹۹	۰/۹۹۶
GPCM	-۱۸۰۵۶/۸۴	۱۲/۶۶۷	۵	۰/۰۲۷	۰/۰۳۵	۰/۱۰۸	۰/۹۸۹	۰/۹۷۰
MGPCM	-۱۷۶۲۵/۹۸۰	۸/۵۸۹	۴	۰/۰۷۲	۰/۰۳۰	۰/۰۱۷	۰/۹۹۴	۰/۹۷۷

در جدول ۳، بارهای عاملی مدل‌های مختلف مقیاس PSS-10 ارائه شده است. نکته مهم، مربوط به گویه‌های ۹ و ۱۰ است که مربوط به بعد ناتوانی ادراک شده هستند [۵] و در مدل CFA-2F نیز این دو گویه بار عاملی بالایی دارند (به ترتیب ۰/۶۷۷ و ۰/۷۱۴)، با این‌حال، در مطالعه حاضر وقتی رویکردهای نوین مثل ESEM و ESEM-within-CFA را بارگذاری متقاطع به کار گرفته شد، این دو گویه بر روی عامل اصلی خود بار عاملی بسیار اندک و بر روی عامل خودکارآمدی ادراک شده بار عاملی بالا گرفتند.

ب. مدل‌های مختلف نظریه پرسش پاسخ مقیاس PSS-10

در این قسمت سه مدل نظریه پاسخ پرسش بررسی شد. مدل پاسخ مدرج (GRM)، مدل امتیاز سهمی تعمیم‌یافته (GPCM) و مدل امتیاز سهمی تعمیم‌یافته چندبعدی (MGPCM). در جدول ۴، شاخص‌های نکویی برازش هر یک از این مدل‌ها ارائه شد.

با توجه به شاخص‌های نکویی برازش مدل‌های مختلف در جدول (۴)، اگرچه مدل GRM در شاخص‌هایی مانند CFI و TLI عملکرد بسیار مناسبی داشت، اما در شاخص SRMRضعیف عمل کرد (SRMR=۰/۱۰۸). مدل GPCM نیز در شاخص SRMR ضعیف عمل کرد (SRMR=۰/۱۰۸). در مقابل، مدل MGPCM به طور هم‌زمان در تمامی شاخص‌های نکویی برازش عملکرد مناسبی نشان داد

(RMSEA=۰/۰۳؛ SRMR=۰/۰۱۷؛ CFI=۰/۹۹۴؛ TLI=۰/۹۷۷) و نتایج آزمون M2 نیز نشان داد این مدل با داده‌های مطالعه سازگار است (P=۰/۰۷۲)؛ بنابراین در ارزیابی مدل‌های IRT و نیاز به انتخاب مدلی که در تمام شاخص‌ها برازش مناسبی داشته باشد، مدل MGPCM به‌عنوان مدل نهایی انتخاب شد [۴۵]. همچنین، انتخاب MGPCM با ساختار دو عاملی مقیاس در مدلESEM-within-CFA همسو بود و تأیید ساختار دو عاملی مقیاس PSS-10 را پشتیبانی کرد. در ادامه ضرایب تشخیص (a)، آستانه‌های پاسخ (b1 تا b4) و برازش گویه‌ای ارائه شده است (جدول ۵).

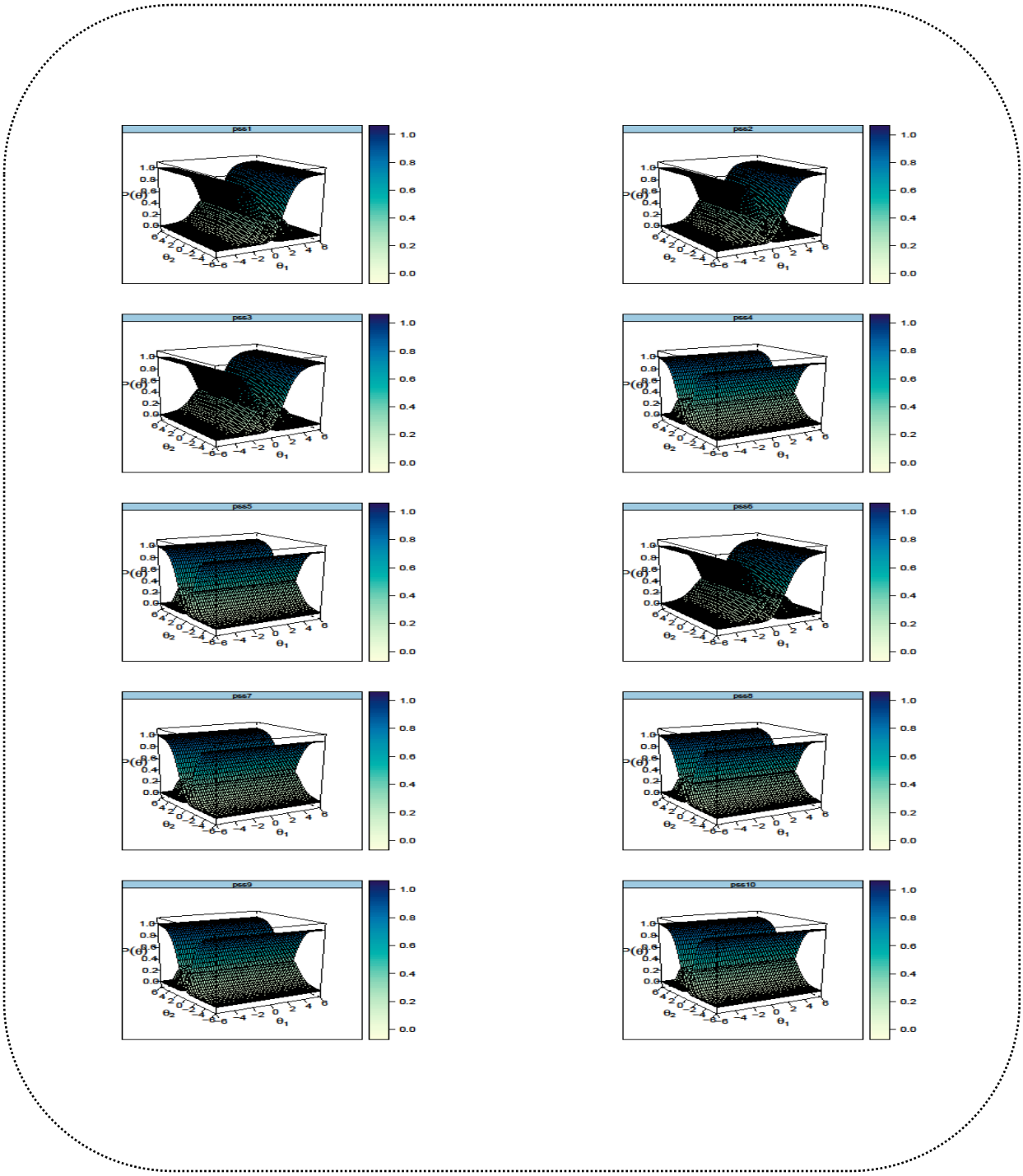
جدول ۵. ضرایب تشخیص، آستانه پاسخ و برازش گویه‌ای مقیاس PSS-10

گویه	ضرایب تشخیص		آستانه پاسخ				برازش گویه‌ای			
	a1	a2	b1	b2	b3	b4	S-X2	df	RMSEA	p-value
pss1	۱/۲۴۷	۰/۰۰۰	-۱/۰۶۶	-۰/۶۳۹	۰/۶۶۸	۱/۰۸۱	۸۵/۰۲۱	۹۰	۰/۰۰۰	۰/۶۲۹
pss2	۱/۳۶۱	۰/۰۰۰	-۱/۳۴۹	-۰/۸۳۳	۰/۴۵۳	۱/۱۴۱	۸۴/۸۹۸	۹۱	۰/۰۰۰	۰/۶۶۰
pss3	۱/۱۳۳	۰/۰۰۰	-۱/۳۹	-۰/۷۷۲	۰/۶۶۵	۱/۱۱۰	۱۲۹/۳۹۰	۹۳	۰/۰۱۸	۰/۰۰۸
pss4	۰/۰۰۰	۱/۰۳۰	-۱/۱۱۳	-۰/۴۶۵	۰/۸۷۵	۱/۶۶۱	۹۷/۸۹۵	۸۷	۰/۰۱۰	۰/۱۹۹
pss5	۰/۰۰۰	۱/۰۶۹	-۱/۵۰۳	-۰/۶۸۶	۰/۵۹۸	۱/۴۱۲	۷۵/۵۷۶	۸۷	۰/۰۰۰	۰/۸۰۴
pss6	۱/۰۱۸	۰/۰۰۰	-۱/۰۱۵	-۰/۵۰۴	۰/۶۵۷	۱/۲۳۱	۹۳/۲۳۰	۹۳	۰/۰۰۱	۰/۴۷۴
pss7	۰/۰۰۰	۰/۹۹۶	-۱/۳۹۳	-۰/۸۷۷	۰/۴۶۲	۱/۱۰۶	۷۹/۳۵۱	۸۹	۰/۰۰۰	۰/۷۵۸
pss8	۰/۰۰۰	۱/۰۰۸	-۱/۲۸۶	-۰/۷۳۱	۰/۷۸۵	۱/۴۱۲	۸۸/۱۸۴	۸۸	۰/۰۰۱	۰/۴۷۴
pss9	۰/۰۰۰	۱/۰۳۸	-۱/۱۵۷	-۰/۵۷۸	۰/۸۴۶	۱/۲۰۸	۷۳/۹۱۴	۸۸	۰/۰۰۰	۰/۸۵۸
pss10	۰/۰۰۰	۱/۱۶۹	-۱/۲۵۵	-۰/۶۳۳	۰/۵۴۴	۱/۰۷۱	۱۰۹/۴۰۴	۸۵	۰/۰۱۵	۰/۰۳۹

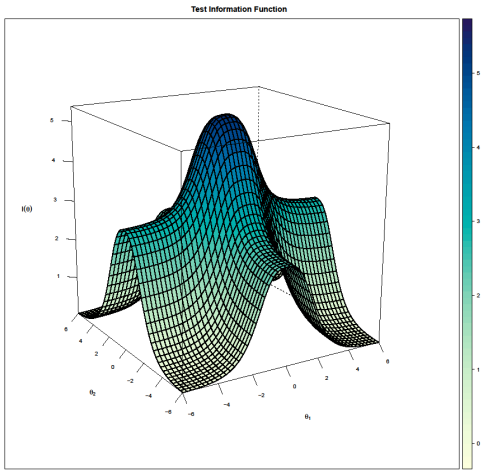
باتوجه‌به نتایج جدول (۵)، ضرایب تشخیص همه گویه‌ها (a1 و a2) بین ۰/۹۹۶ تا ۱/۳۶۱ قرار داشت. این نتایج بیانگر توان مناسب تشخیص گویه‌ها در ارزیابی و تشخیص افراد با سطوح مختلف در ناتوانی ادراک شده و خودکارآمدی ادراک شده به عنوان دو صفت پنهان مقیاس PSS-10 است. بررسی آستانه پاسخ گویه‌ها (b1 تا b4) برای هر ده گویه مقیاس PSS-10 یک سیر منطقی و سعودی داشت. این افزایش تدریجی سطح دشواری گویه‌ها، نشان داد که گویه‌ها پوشش مناسبی از سطوح مختلف ناتوانی ادراک شده و خودکارآمدی ادراک شده به‌عنوان دو صفت پنهان مقیاس PSS-10 دارند. شاخص‌های برازش گویه‌ای (S-X2، RMSEA، p-value) نشان داد که بیشتر گویه‌ها به‌خوبی با مدل سازگار هستند، هر چند که دو گویه pss3 و pss10 دارای برازش ضعیفی هستند [۳۴]. در ادامه نمودار منحنی مشخصه گویه (ICC) مقیاس PSS-10 ارائه شد.

با توجه به نمودار ۲، منحنی‌های ICC احتمال پاسخ افراد را به طیف لیکرت ۵ درجه‌ای از ۱۰ گویه مقیاس PSS-10 را در مدل دو بُعدی MGPCM را نشان می‌دهند. دو بُعد

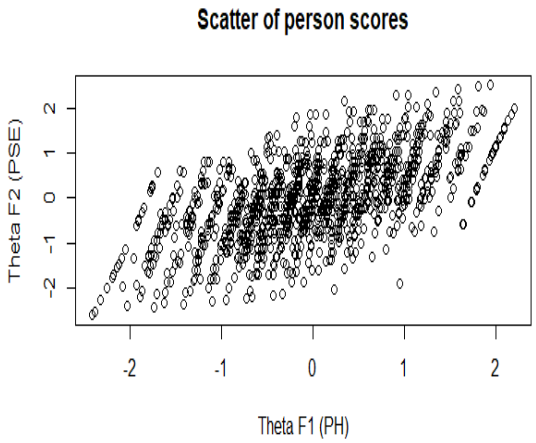
θ_1 و θ_2 به ترتیب بیانگر ناتوانی ادراک شده و خودکارآمدی ادراک شده هستند. باتوجه‌به منحنی ICC ها، می‌توان گفت گویه‌های مربوط به استرس ادراک شده قدرت تشخیص و تمایز مناسبی دارند و می‌توانند افراد را در طول طیف این صفت از یکدیگر تفکیک کنند. همچنین، گویه‌های مربوط به خودکارآمدی ادراک شده از جمله دو گویه ۹ و ۱۰ نیز عملکرد مناسبی در اندازه‌گیری این بعد و تفکیک افراد در طول این صفت دارند. در ادامه منحنی اطلاعات آزمون (TIF) (نمودار ۳) مقیاس PSS-10 و منحنی پراکندگی نمرات افراد (SPS) (نمودار ۴) ارائه شد.



نمودار ۲. منحنی ویژه همه گویه‌های مقیاس PSS-10



نمودار ۳. منحنی اطلاعات آزمون PSS-10 (TIF)



نمودار ۴. پراکندگی نمرات افراد (SPS)

جدول ۶. خلاصه شاخص‌های EGA مقیاس PSS-10

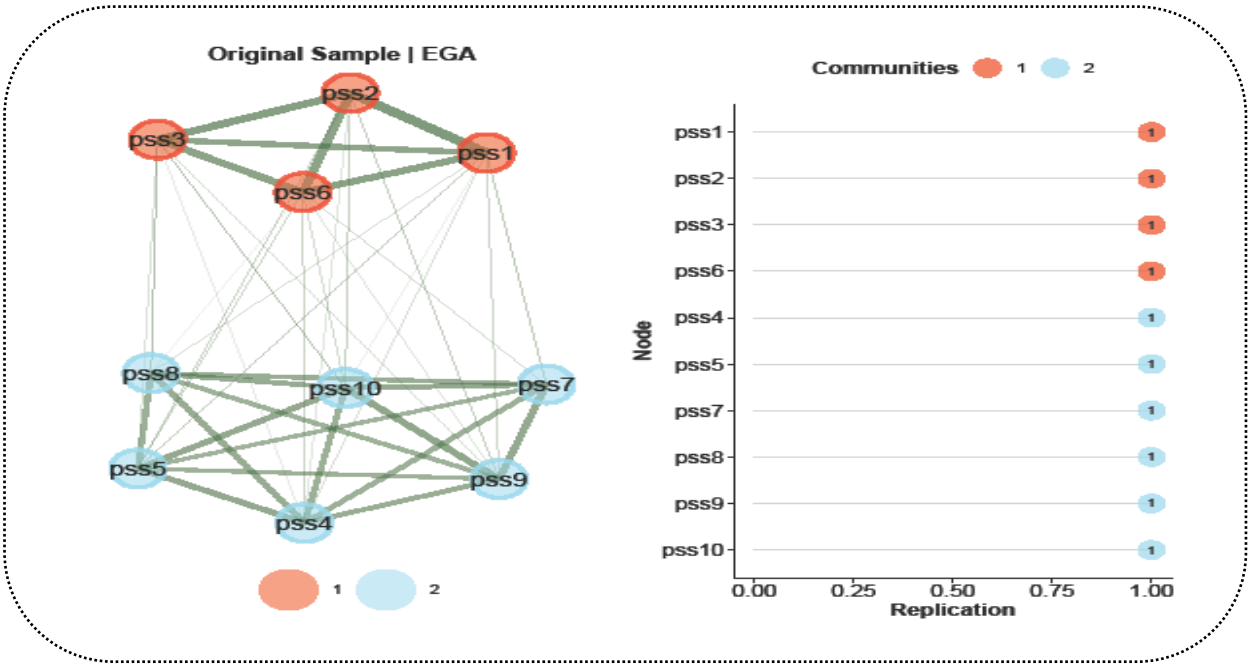
شاخص	مقدار	توضیح مختصر شاخص
گره	۱۰	تعداد گویه‌های مقیاس
یال	۴۲	تعداد ارتباطات بین گویه‌ها
چگالی شبکه	۰/۹۳۳	همبستگی کلی بالا
وزن یال‌ها (کمینه - بیشینه)	۰/۲۹۷-۰/۰۰۲	شدت ارتباط بین گویه‌ها
میانگین (انحراف معیار) وزن یال‌ها	۰/۰۹۳ (۰/۰۸۳)	همبستگی متوسط
تعداد خوشه‌ها	۲	استرس ادراک‌شده / خودکارآمدی ادراک‌شده
الگوریتم اجتماع	والکتراپ	الگوریتم مورد استفاده
TEFI	-۵/۹۴۴	شاخص برازش کلی شبکه
مدولاریتی	-۰/۰۲۳	اتصال بین خوشه‌ها

با توجه به نمودار اطلاعات آزمون (TIF)، نمودار ۳ که میزان دقت اندازه‌گیری آزمون را در طول دو صفت پنهان استرس ادراک شده و خودکارآمدی ادراک شده نشان می‌دهد، مشخص شد که هر دو بُعد دارای بیشترین اطلاعات در محدوده توانایی متوسط را ارائه می‌دهند. نمودار ۴، نمودار پراکندگی نمرات افراد شرکت‌کننده در مطالعه است که بیانگر توزیع نمرات افراد در دو بُعد ناتوانی ادراک شده (PH) و خودکارآمدی ادراک شده (PSE) است. با توجه به ضریب همبستگی متوسط بین این دو عامل می‌توان گفت، افرادی که ناتوانی ادراک شده (PH) بالایی را تجربه می‌کنند، احتمالاً خودکارآمدی ادراک شده (PSE) بالایی را نیز تجربه می‌کنند. همچنین، پراکندگی یکنواخت نمرات در طول محورهای صفات پنهان مقیاس نشان می‌دهد که PSS-10 توانایی تفکیک افراد در سطوح مختلف ناتوانی ادراک شده (PH) و خودکارآمدی ادراک شده (PSE) را به شکل مناسبی دارد.

ج. تحلیل گراف اکتشافی (EGA) مقیاس PSS-10

از تحلیل گراف اکتشافی (EGA)، برای بررسی ساختار درونی مقیاس PSS-10 استفاده شد. برای این منظور از الگوریتم GLASSO و معیار EBIC استفاده شد. نتایج شاخص‌های مهم به طور خلاصه در جدول ۶ ارائه شد.

با توجه به جدول (۶)، شبکه حاصل شامل ۱۰ گره (برابر با تعداد ۱۰ گویه مقیاس)، ۴۲ یال (تعداد ارتباط معنادار بین گره‌ها) بود. مقدار ۰/۹۳۳ به معنای چگالی نسبتاً بالا و یکپارچگی نیرومند بین گره‌ها بود. وزن یال‌های شبکه بین ۰/۰۰۲ تا ۰/۲۹۷ و با میانگین ۰/۰۹۳ و انحراف معیار ۰/۰۸۳ بود که مقادیر این شاخص‌ها بیانگر متوسط شدت ارتباط بین یال‌ها در شبکه بود. الگوریتم اجتماع‌یابی در نهایت دو شبکه را شناسایی کرد. شاخص TEFI برابر ۵/۹۹۴- به دست آمد که نشان‌دهنده برازش کلی ساختار شبکه با داده‌های مطالعه است؛ مقادیر پایین‌تر TEFI بیانگر برازش بهتر شبکه و کاهش عدم قطعیت ساختار ابعاد هستند. مقدار مدولاریتی شبکه ۰/۰۲۳- به دست آمد که بیانگر شدت ارتباط نسبتاً نیرومند بین خوشه‌ها بود [۳۶]. در ادامه نمودار شبکه و نمودار بررسی ثبات هر گویه با روش استراپ با تکرار ۲۵۰۰ گویه ارائه شد (نمودار ۵).

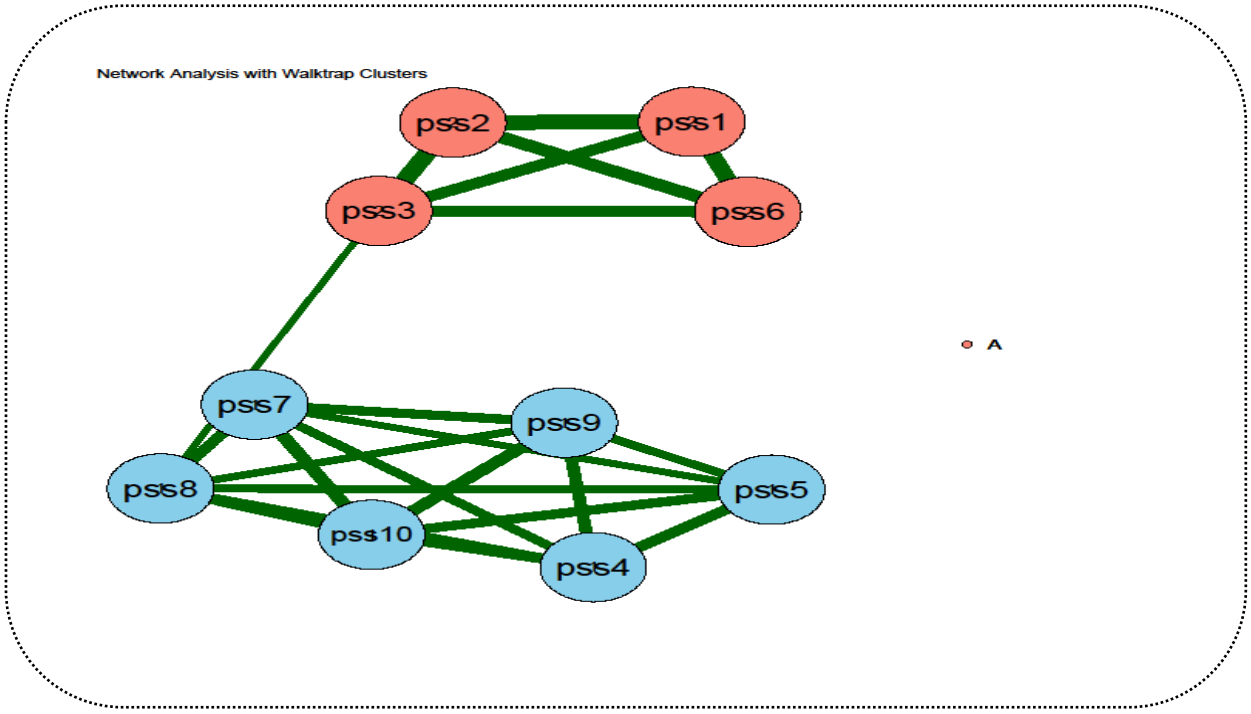


نمودار ۵. نمودار شبکه و ثبات گویه مقیاس PSS-10

با توجه به نمودار (۵)، مقیاس PSS-10 از دو خوشه تشکیل شده است. خوشه نخست، شامل گویه‌های pss1، pss2، pss3 و pss6 بود که بیانگر عامل ناتوانی ادراک شده (PH) بود. خوشه دوم، شامل گویه‌های pss4، pss5، pss7، pss8، pss9 و pss10 بود. این خوشه، اشاره به عامل خودکارآمدی ادراک شده (PSE) دارد. قرارگرفتن گویه ۹ و ۱۰ در خوشه خودکارآمدی ادراک شده در تحلیل گراف اکتشافی، ناشی از مبانی این روش است. تحلیل گراف اکتشافی بر اساس همبستگی‌های سهمی بین گویه‌ها عمل می‌کند و الگوریتم خوشه‌بندی، گویه‌ها را بر اساس الگوی اتصالات معنادار گروه‌بندی می‌کند. در نمونه پژوهش حاضر، این دو گویه همبستگی سهمی نیرومندی با گویه‌های خوشه خودکارآمدی (۴، ۵، ۷، ۸) نسبت به گویه‌های خوشه ناتوانی (۱، ۲، ۳، ۶) نشان دادند. افزون بر این، تحلیل بوت‌استرپ EGA با ۲۵۰۰ تکرار نشان داد که انتساب گویه‌های ۹ و ۱۰ به خوشه خودکارآمدی کاملاً پایدار بوده است (به طور ۱۰۰ درصد). این یافته با بارهای متقاطع بالای این گویه‌ها بر عامل خودکارآمدی در مدل ESEM-within-CFA همخوانی دارد و نشان‌دهنده پایایی این الگو در نمونه ایرانی است.

د. تحلیل شبکه قیاس PSS-10

برای بررسی روابط دقیق بین گویه‌ها و شناسایی گویه‌های محوری در مقیاس PSS-10 از روش تحلیل شبکه با روش GLASSO و معیار EBIC و به‌کارگیری الگوریتم Walktrap جهت شناسایی خوشه‌های متمایز استفاده شد (نمودار ۶).

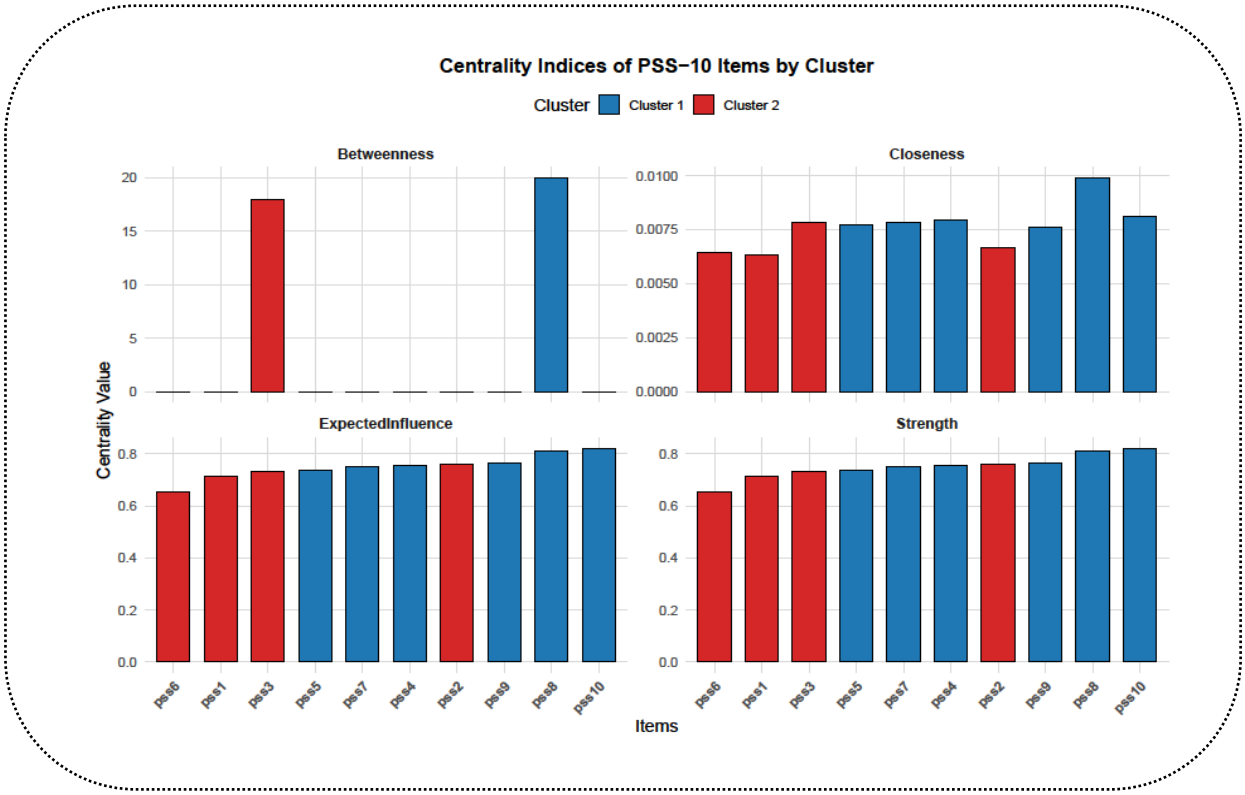


نمودار ۶. شبکه مقیاس PSS-10 با روش GLASSO

جدول ۷. شاخص‌های کانونی مقیاس PSS-10

گویه/شاخص	بینابینی	نزدیکی	نیرومندی	تأثیر مورد انتظار	خوشه
pss1	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۷۱۲	۰/۷۱۲	۲
pss2	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۷۶۰	۰/۷۶۰	۲
pss3	۱۸/۰۰۰	۰/۰۰۸	۰/۷۳۱	۰/۷۳۱	۲
pss4	۰/۰۰۰	۰/۰۰۸	۰/۷۵۴	۰/۷۵۴	۱
pss5	۰/۰۰۰	۰/۰۰۸	۰/۷۳۹	۰/۷۳۹	۱
pss6	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۶۵۴	۰/۶۵۴	۲
pss7	۰/۰۰۰	۰/۰۰۸	۰/۷۴۹	۰/۷۴۹	۱
pss8	۲۰/۰۰۰	۰/۰۱۰	۰/۸۱۱	۰/۸۱۱	۱
pss9	۰/۰۰۰	۰/۰۰۸	۰/۷۶۵	۰/۷۶۵	۱
pss10	۰/۰۰۰	۰/۰۰۸	۰/۸۲۱	۰/۸۲۱	۱

باتوجه‌به نمودار ۶ که مبتنی بر الگوریتم و الکراپ برای خوشه‌بندی گویه‌ها است، دو خوشه تفکیک شد. خوشه نخست، (گویه‌های pss1، pss2، pss3 و pss6) به ناتوانی ادراک شده (PH) و خوشه دوم (pss4، pss5، pss7، pss8، pss9 و pss10)، به خودکارآمدی ادراک شده (PSE) اشاره دارد. در ادامه شاخص‌های کانونی (جدول ۷) و نمودار شاخص‌های کانونی آورده شد (نمودار ۷).



نمودار ۷. شاخص‌های کانونی تحلیل شبکه مقیاس PSS-10

با توجه به جدول (۷) و نمودار (۷)، گویه‌های ۳ و ۸ بالاترین میزان شاخص بینابینی را نشان دادند. این دو گویه به عنوان میانجی بین دو خوشه کلی مقیاس PSS-10 عمل می‌کنند. این به معنای اهمیت ویژه این دو گویه در ادراک سازه استرس ادراک شده در افراد است. دو گویه ۸ و ۱۰ بالاترین میزان نیرومندی و تأثیر مورد انتظار را نشان دادند؛ بنابراین این دو گویه بیشترین نقش را در تجربه استرس ادراک شده در افراد بازی می‌کنند و بیشترین ارتباط را با سایر گویه‌های مقیاس PSS-10 بازی می‌کنند.

ه. ماشین یادگیری مقیاس PSS-10

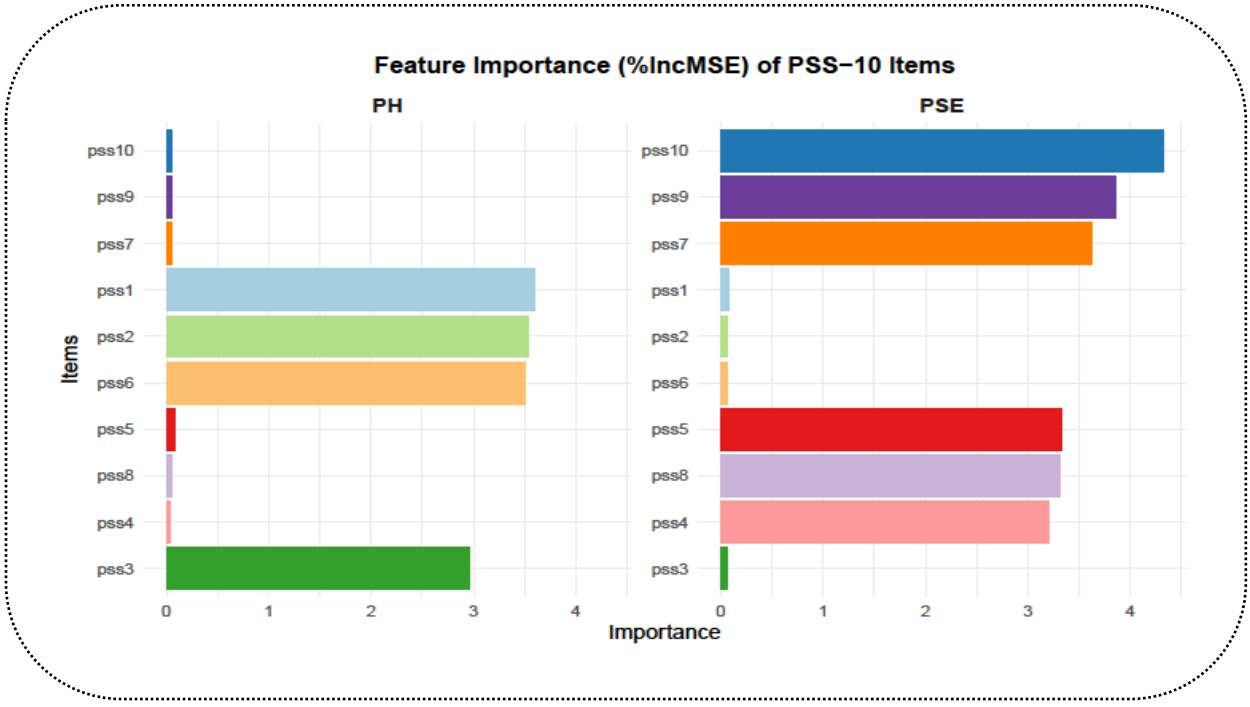
از رویکرد ماشین یادگیری و الگوریتم جنگل تصادفی برای شناسایی گویه‌های محوری و تعیین هر عامل مقیاس PSS-10 استفاده شد. مقادیر بالاتر شاخص اهمیت گویه، بیانگر پراهمیت‌تر بودن آن گویه بود. با استفاده از تحلیل بوت استراپ با تکرار ۲۵۰۰ نمونه‌گیری، پایداری گویه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. این تحلیل در قالب دو عامل اصلی مقیاس یعنی ناتوانی ادراک شده (PH) و خودکارآمدی ادراک شده (PSE) انجام شد (جدول ۸) و نمودار (۸ و ۹).

جدول ۸. شاخص‌های الگوریتم جنگل تصادفی بر روی گویه‌های ابعاد مقیاس PSS-10

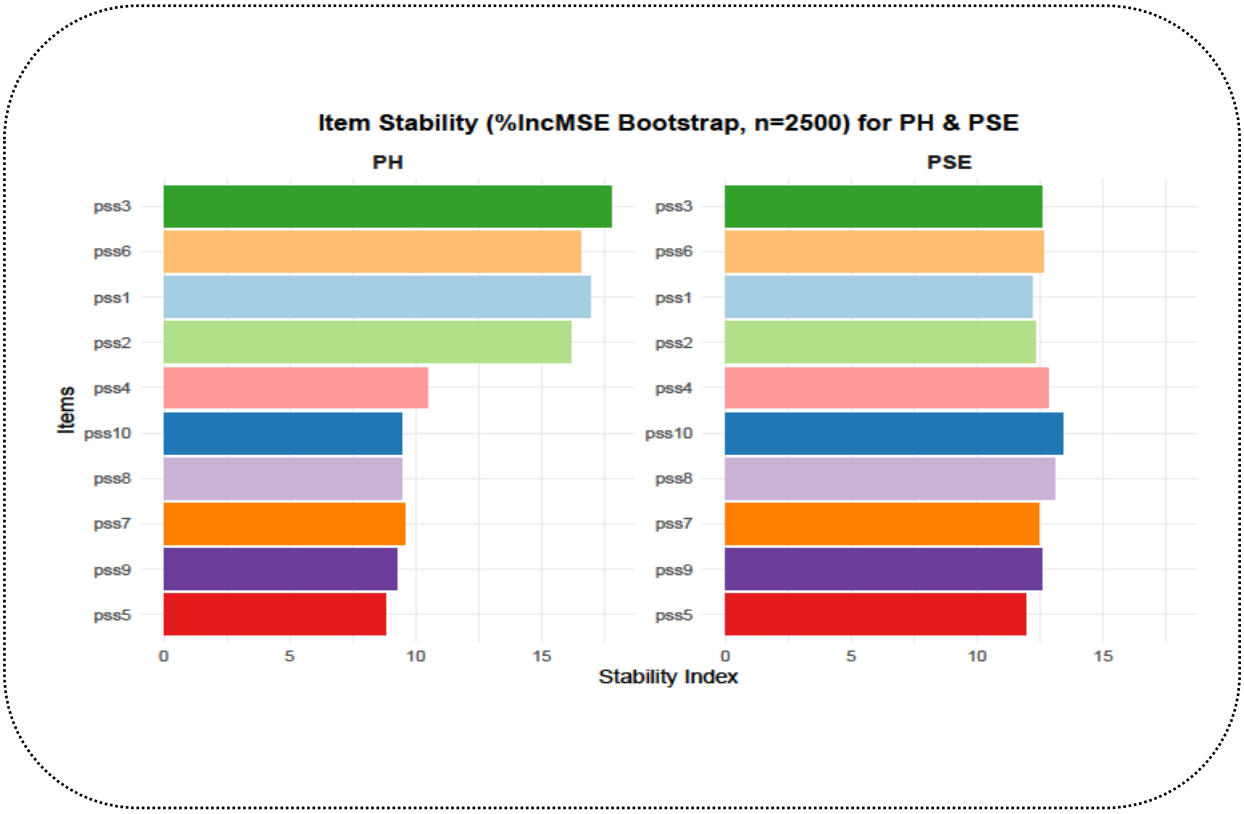
گویه	میانگین اهمیت گویه	انحراف معیار	ثبات	تفسیر
ناتوانی ادراک شده (PH)				
pss1	۳/۹۸۵	۰/۲۳۶	۱۶/۹۱	گویه کلیدی برای عامل PH با پایداری بالا
pss2	۳/۹۵۲	۰/۲۴۵	۱۶/۱۶	گویه مهم و اصلی برای PH
pss3	۳/۳۳۳	۰/۱۸۷	۱۷/۷۹	بالاترین ثبات و نقش واسطه‌ای بین خوشه‌ها
pss6	۳/۹۳۸	۰/۲۳۸	۱۶/۵۶	گویه باثبات و پراهمیت برای PH
pss4	۰/۲۰۱	۰/۰۱۹	۱۰/۴۵	نقش اندک و بیشتر مربوط به خوشه PSE

ادامه جدول ۸. شاخص‌های الگوریتم جنگل تصادفی بر روی گویه‌های ابعاد مقیاس PSS-10

گویه	میانگین اهمیت گویه	انحراف معیار	ثبات	تفسیر
ناتوانی ادراک شده (PH)				
pss5	۰/۲۵۳	۰/۰۲۹	۸/۸۰	اهمیت اندک و مربوط به خوشه PSE
pss7	۰/۲۲۰	۰/۰۲۳	۹/۵۵	اهمیت اندک و مربوط به خوشه PSE
pss8	۰/۲۱۲	۰/۰۲۲	۹/۴۵	اهمیت اندک و مربوط به خوشه PSE
pss9	۰/۲۵۳	۰/۰۲۷	۹/۲۵	اهمیت اندک و مربوط به خوشه PSE
pss10	۰/۲۵۳	۰/۰۲۷	۹/۴۳	اهمیت اندک و مربوط به خوشه PSE
خودکارآمدی ادراک شده (PSE)				
pss4	۳/۹۴۰	۰/۳۰۸	۱۲/۷۹	گویه پایدار و اصلی خوشه PSE
pss5	۴/۱۸۹	۰/۳۵۱	۱۱/۹۴	گویه پایدار و پر اهمیت برای خوشه PSE
pss7	۴/۴۳۹	۰/۳۵۸	۱۲/۴۱	گویه کلیدی و باثبات برای خوشه PSE
pss8	۴/۱۰۰	۰/۳۱۴	۱۳/۰۶	گویه باثبات و پراهمیت خوشه PSE
pss9	۴/۵۶۱	۰/۳۶۴	۱۲/۵۴	گویه کلیدی و باثبات برای خوشه PSE
pss10	۵/۲۰۸	۰/۳۸۸	۱۳/۴۱	پراهمیت‌ترین و باثبات‌ترین و کلیدی‌ترین خوشه PSE
pss1	۰/۳۹۵	۰/۰۳۳	۱۲/۱۵	اهمیت اندک و مربوط به خوشه PSE
pss2	۰/۳۶۵	۰/۰۳۰	۱۲/۳۱	اهمیت اندک و مربوط به خوشه PSE
pss3	۰/۳۵۰	۰/۰۲۸	۱۲/۵۹	اهمیت اندک و مربوط به خوشه PSE
pss6	۰/۳۸۳	۰/۰۳۰	۱۲/۶۳	اهمیت اندک و مربوط به خوشه PSE



نمودار ۸. شاخص اهمیت گویه مقیاس PSS-10



نمودار ۹. بررسی ثبات گویه با روش بوت استراپ (۲۵۰۰ تکرار) مقیاس PSS-10

با توجه به جدول ۸ و نمودار ۸، گویه‌های pss3، pss2، pss1 و pss6 بالاترین میزان مقدار شاخص اهمیت را برای خوشه ناتوانی ادراک شده (PH) دارند و شاخص‌های اصلی این خوشه مورد استفاده قرار می‌گیرند و بقیه گویه‌ها نقش اندکی در پیش‌بینی ناتوانی ادراک شده (PH) دارند. گویه‌های pss4, pss5, pss7, pss8, pss9 و pss10 مقدار شاخص اهمیت بالایی دارند و شاخص‌های اصلی خوشه خودکارآمدی ادراک شده (PSE) هستند. با توجه به جدول (۸) و نمودار (۹)، نتایج بوت استراپ نشان داد گویه‌های هر خوشه هم اهمیت بالا و هم ثبات کافی دارند و انتخاب آن‌ها برای تحلیل‌های بعدی معتبر است.

و. ادغام نتایج ESEM-within CFA، MGPCM، Network Analysis، Machine Learning با هم

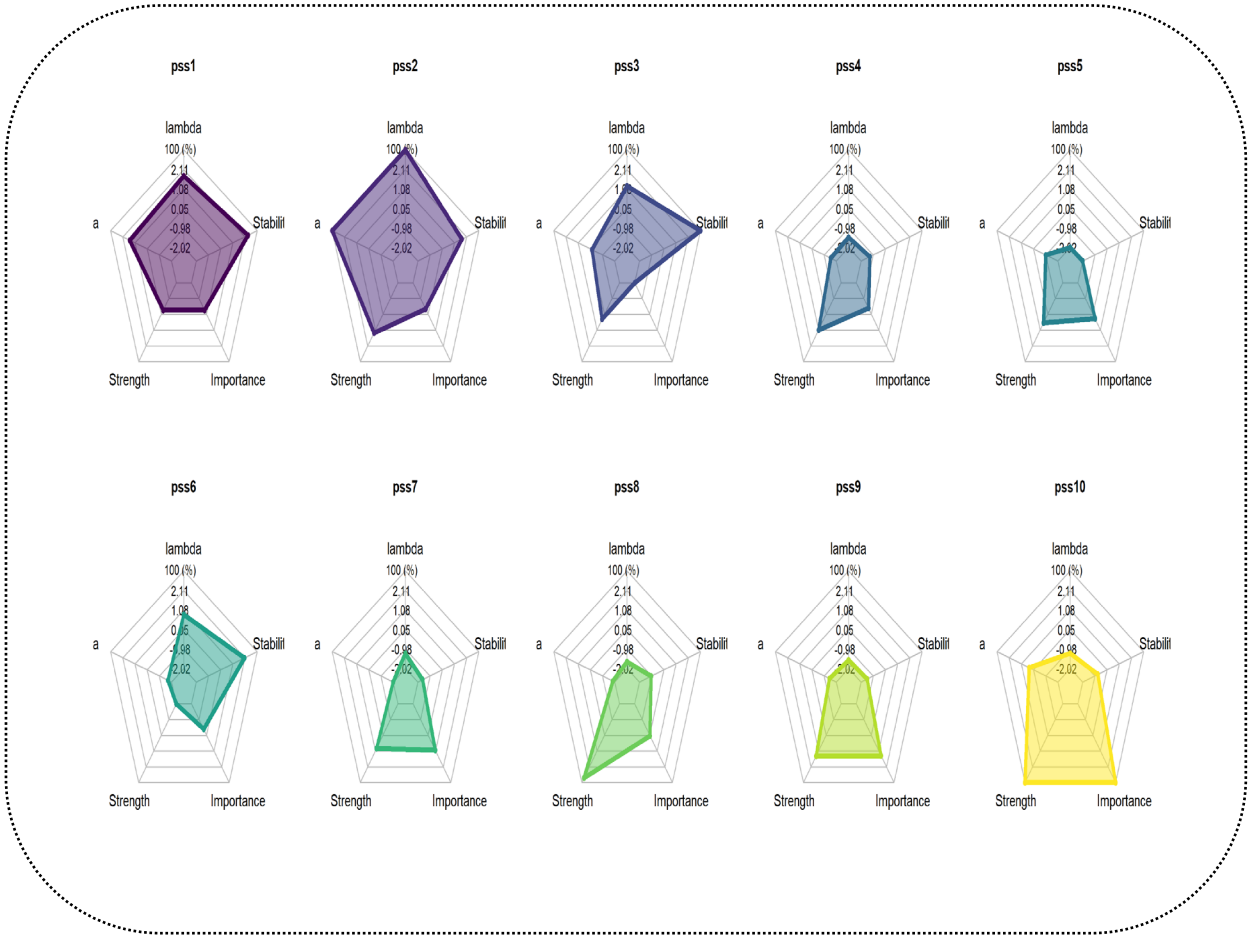
برای به دست آوردن بینشی عمیق از ساختار و روابط درونی مقیاس PSS-10، پژوهشگران بارهای عاملی مدل ESEM-within-CFA، ضرایب تشخیص (a) مدل MGPCM، شاخص کانونی نیرومندی تحلیل شبکه و شاخص اهمیت گویه و ثبات گویه الگوریتم جنگل تصادفی را با هم در یک جدول گردآوری کردند. همچنین، در جدول۹، گویه‌ها را بر اساس عملکرد آن‌ها در هر یک از رویکردها رتبه‌بندی کردند و برای امکان مقایسه، مقادیر به دست‌آمده را به نمره Z استاندارد تبدیل کرده و نمودار راداری (نمودار ۱۰) را ترسیم کردند.

با توجه به جدول ۹، گویه‌های ۱۰ و ۲ پایدارترین و نیرومندترین گویه‌های مقیاس PSS-10 بودند که در بیشتر رویکردهای روان‌سنجی مورد بررسی در مطالعه بهترین امتیازها را گرفتند؛ بنابراین، می‌توان این دو گویه را به‌عنوان گویه‌های هسته‌ای مقیاس در سنجش استرس ادراک شده معرفی کرد. گویه‌های ۱، ۳، ۸ و ۹ گویه‌های مکمل و ارزشمند مقیاس هستند که بهتر است حفظ شوند. گویه‌های ۴، ۶، ۷ و ۵ گویه‌های هستند که ضعیف‌ترین عملکرد را از خود نشان دادند و گویه ۵ مهم‌ترین کاندید برای بازنگری در نظر گرفته شد. این نتایج به شکل واضحی در نمودار راداری؛ نمودار ۱۰، قابل مشاهده است.

جدول ۹. رتبه نهایی هر گویه بر اساس شاخص‌های هر رویکرد

رویکرد	EWC	MGPCM	تحلیل شبکه	جنگل تصادفی		رتبه کل
گویه	بار عاملی	ضریب تشخیص	نیرومندی	اهمیت گویه	ثبات	
pss1	۲	۲	۹	۸	۲	۲۳
pss2	۱	۱	۴	۹	۳	۱۸
pss3	۳	۴	۸	۱۰	۱	۲۶
pss4	۶	۶	۵	۶	۸	۳۱
pss5	۹	۵	۷	۴	۱۰	۳۵
pss6	۴	۸	۱۰	۷	۴	۳۳
pss7	۵/۵	۱۰	۶	۳	۹	۳۳/۵
pss8	۸	۷	۲	۵	۵	۲۷
pss9	7	۹	۳	۲	۷	۲۸
pss10	۵/۵	۳	۱	۱	۶	۱۶/۵

نکته. EWC: ESEM-within-CFA؛ MGPCM: Multidimensional Generalized Partial Credit Model



نمودار ۱۰. نمودار راداری شاخص‌های چند رویکردی گویه‌های PSS-10

در نمودار ۱۰، برای ایجاد قابلیت مقایسه مستقیم شاخص‌ها، ابتدا مقدار همه شاخص‌ها به نمره Z استاندارد تبدیل شدند. با مشاهده نمودار ۱۰، مشخص شد، گویه ۱۰ و ۲ به عنوان هسته‌ای‌ترین گویه و گویه ۵ به عنوان ضعیف‌ترین گویه مقیاس PSS-10 مشخص شد.

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف بررسی چند رویکردی ساختار عاملی و ویژگی‌های روان‌سنجی مقیاس PSS-10، با ترکیب روش‌های کلاسیک و نوین روان‌سنجی انجام شد. نتایج نشان داد که استفاده از رویکردهای منعطف، به‌ویژه ESEM و ESEM-within-CFA، در مقایسه با CFA سنتی، بازنمایی دقیق‌تری از ساختار عاملی مقیاس فراهم می‌کند و منجر به بهبود معنادار شاخص‌های نکویی برازش می‌شود. این یافته با پژوهش‌های پیشین همسو است که بر ضرورت در نظرگرفتن بارگذاری‌های متقاطع برای درک واقع‌بینانه‌تر سازه‌های روان‌شناختی تأکید دارند [۲۲، ۲۴]. تحلیل‌ها نشان داد که عمده بهبود برازش با واردکردن بارهای متقاطع در مدل ESEM حاصل شده و اعمال محدودیت‌های اضافی در مدل ESEM-within-CFA تغییر چشمگیری در برازش ایجاد نکرد. این الگو حاکی از آن است که ساختار داده‌ها ماهیتی پیچیده دارد که توسط مدل‌های منعطف بهتر جذب می‌شود؛ با این حال، از منظر روش‌شناختی، برازش بسیار عالی در مدل‌های انعطاف‌پذیر می‌تواند هم نشان تبیین بهتر ساختار حقیقی سازه و هم علامت «بیش برازشی[1]» باشد [۲۳، ۳۰]. در این راستا رفتارهای متفاوت گویه‌های ۹ و ۱۰ یکی از چالش‌های اصلی تفسیر نتایج بود. این گویه‌ها در مدل CFA-2F بارگذاری نیرومندی روی عامل «ناتوانی ادراک شده» داشتند، اما در مدل‌های ESEM و ESEM-within-CFA، بار اصلی آن‌ها به عامل «خودکارآمدی ادراک شده» منتقل شد. این جابه‌جایی ممکن است ناشی از آزادی بالای پارامترها در مدل ESEM باشد که نشانه‌ای از حساسیت مدل به الگوهای خاص نمونه باشد. با این حال، چنین الگویی الزاماً ضعف مدل را نشان نمی‌دهد، بلکه می‌تواند بازتاب محتوای واقعی گویه‌ها که حساسیت آن را به الگوهای خاص نمونه افزایش می‌دهد. چنین رفتاری می‌تواند علامتی از بیش برازشی باشد، ولی دو تفسیر علمی برای آن وجود دارد: ۱. بازتاب محتوای واقعی گویه‌ها، به این معنا که گویه‌های ۹ و ۱۰ به طور هم‌زمان جنبه‌هایی از هر دو سازه را منعکس می‌کنند و مدل منعطف ESEM این همپوشانی را آشکار کرده است و۲. اثر زمینه‌های فرهنگی و زبانی یا سبک پاسخ‌دهی[2] که در مطالعات اعتبارسنجی بین فرهنگی برای PSS-10 سابقه دارد. در این مطالعه چند نکته به کاهش نگرانی از بیش برازشی کمک می‌کند:

۱. حجم نمونه بزرگ (۱۲۷۸ نفر) که می‌تواند دقت برآوردها را افزایش دهد و احتمال ناپایداری ناشی از نمونه‌های کوچک را کاهش دهد [۲۳، ۳۰]؛ ۲. نتایج مطالعه از منظر مبانی و ساختار شناسایی شده همسو با چهارچوب اولیه مقیاس PSS-10 و یافته‌های بین فرهنگی [۱۶، ۴۶] است؛ مطالعات مختلف نشان داده‌اند که برخی گویه‌ها، به‌ویژه آن‌هایی که بااحساس «کنترل» یا «انباشتگی» مرتبط هستند، مانند گویه‌های ۹ و ۱۰، بارگذاری ناپایدار یا متناقضی دارند [۵، ۶]، شواهد بین‌المللی در خصوص گویه‌های ۹ و ۱۰ و رفتار متفاوت این دو گویه در نمونه‌های مختلف گزارش شده است؛ بنابراین احتمالاً بازتاب پیچیدگی ذاتی سازه و حساسیت آن به زمینه‌های فرهنگی و زبانی است [۵، ۶، ۱۶، ۴۶] و ۳. پایداری نتایج در روش‌های IRT، EGA، تحلیل شبکه و الگوریتم جنگل تصادفی همگی ساختار دو عاملی و رفتار خاص گویه‌های ۹ و ۱۰ را تأیید کردند. به ویژه استفاده از روش بوت استراپ با ۲۵۰۰ تکرار در رویکردهای EGA و الگوریتم جنگل تصادفی نشان داد ساختار دو عاملی پایدار بوده و بارگذاری گویه‌های ۹ و ۱۰ بر عامل خودکارآمدی ادراک شده ثابت مانده است.

یافته‌های رویکرد IRT در این مطالعه، به ویژه برتری مدل MGPCM، شواهد تکمیلی مهمی فراهم کرد. این مدل نه تنها ساختار دو عاملی مقیاس PSS-10 را تأیید کرد، بلکه نشان داد گویه‌ها از قدرت تشخیص و پوشش مناسبی در سطوح مختلف صفت مکنون برخوردارند. همچنین، نتایج IRT، پایداری رفتار گویه‌های ۹ و ۱۰ را تقویت کرده و تفسیر آن‌ها به عنوان گویه‌هایی با کارکرد چند بُعدی را حمایت می‌کند.

یافته‌های تحلیل گراف اکتشافی (EGA) و تحلیل شبکه نیز به طور مستقل دو خوشه ناتوانی ادراک شده و

1 . Overfitting

2 . Response Style

خودکارآمدی ادراک شده را شناسایی کردند. شاخص‌های کلی شبکه، از جمله TEFI و مدولاریتی، کیفیت مناسب مدل و در عین‌حال ارتباط نیرومند بین دو بعد را نشان دادند؛ امری که از منظر نظری با ماهیت تجربه استرس هم‌خوان است. جایگاه مرکزی گویه‌های ۹ و ۱۰، به‌ویژه گویه ۱۰، در شبکه، تأکید می‌کند که این گویه‌ها نقش‌محوری در ساختار استرس ادراک‌شده دارند و حذف آن‌ها می‌تواند انسجام مفهومی مقیاس را تضعیف کند. این نتیجه چند معنای مهم را در بر دارد: الف. نشان می‌دهد که نگرانی‌ها دربارهٔ بیش‌برازشی در مدل ESEM، در مورد گویه‌های ۹ و ۱۰، بی‌اساس است. اگر بارگذاری‌های این گویه‌ها ناشی از برازش کاذب بودند، انتظار نمی‌رفت در شبکه چنین جایگاه محوری و باثباتی داشته باشند، به‌خصوص گویه ۱۰؛ ب. همچنین، یافته‌ها بیانگر آن است که این دو گویه اگرچه در CFA رفتار متفاوتی نشان می‌دهند، اما در سطح شبکه‌ای با سایر گویه‌ها روابطی معنادار و نیرومند برقرار می‌کنند. به بیان دیگر، آن‌ها شاید به‌تنهایی پیش‌بین ضعیفی باشند، اما در تعاملات شبکه‌ای نقش‌محوری دارند؛ ج. مشخص‌شدن جایگاه محوری در مورد گویه ۱۰، نشان می‌دهد که تحلیل شبکه می‌تواند مکمل ارزشمندی برای روش‌های مبتنی بر تحلیل عاملی باشد و به شناسایی گویه‌هایی کمک کند که در ساختار پیچیده استرس ادراک‌شده کارکردی کلیدی دارند.

پرسشی که ممکن پرسیده شود این است که آیا قرارگیری پایدار گویه‌های ۹ و ۱۰ در خوشه خودکارآمدی ادراک‌شده، لزوم بازنگری در ابعاد نظری PSS-10 را مطرح می‌کند، باید تأکید شود که این یافته بیش از آنکه دعوتی به باز تعریف ابعاد باشد، بر چند بُعدی بودن ذاتی سازه استرس و همپوشی تجربی دو بعد ناتوانی ادراک شده و خودکارآمدی ادراک شده، به‌ویژه در بافت‌های فرهنگی خاص، دلالت دارد. به‌عبارت‌دیگر، الگوی مشاهده‌شده نه یک خطای طبقه‌بندی، بلکه بازتابی از شبکه معنایی پیچیده‌ای است که در آن احساس «عدم کنترل بر مشکلات» (گویه ۹) و «پیش نرفتن امور مطابق میل» (گویه ۱۰) در نمونه ایرانی، بیش از آنکه به ناتوانی محض اشاره داشته باشد، با ارزیابی فرد از کارآمدی خود پیوند می‌خورد. این تفسیر با دیدگاه‌های نوین در روان‌سنجی شبکه‌ای هم‌خوان است که بر تداوم و همپوشی سازه‌ها، به‌جای مرزهای سخت میان آن‌ها، تأکید دارند [۲۷، ۳۶]. از این منظر، شاید نیاز به بازنگری در ابعاد نباشد، بلکه آزمون مدل‌های ساختاری سلسله‌مراتبی (مانند مدل بایفکتر با یک عامل کلی استرس و دو عامل گروهی)، مسیر مناسبی برای پژوهش‌های آینده فراهم سازد.

یافته‌های الگوریتم جنگل تصادفی، نشان داد که گویه‌های ۱، ۲، ۳ و ۶ مهم‌ترین شاخص‌های عامل ناتوانی ادراک‌شده هستند، درحالی‌که گویه‌های ۴، ۵، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ به طور باثبات خوشه خودکارآمدی ادراک‌شده را بازنمایی می‌کنند. نتایج بوت‌استرپ با ۲۵۰۰ تکرار نیز پایداری این الگو را تأیید کرد. این یافته‌ها همسو با پژوهش‌های اخیر در کاربرد روش‌های یادگیری ماشین در روان‌سنجی است که نشان داده‌اند استفاده از الگوریتم‌های غیرخطی مانند جنگل تصادفی می‌تواند به شناسایی شاخص‌های کلیدی سازه‌ها و افزایش دقت اندازه‌گیری کمک کند [۴۷، ۴۸]. به طور خاص، نتایج حاضر اهمیت گویه‌های ۹ و ۱۰ در خوشه خودکارآمدی ادراک شده را تقویت می‌کند و نشان می‌دهد این گویه‌ها علاوه بر ثبات عاملی، از منظر اهمیت الگوریتمی نیز کلیدی هستند؛ بنابراین نتایج الگوریتم جنگل تصادفی کاملاً همسو با نتایج رویکردهای ESEM-within-CFA، MGPCM، EGA و تحلیل شبکه در مطالعه حاضر است.

در یک جمع‌بندی، پژوهش حاضر با به‌کارگیری روش چند رویکردی، که مهم‌ترین مدل‌های به کار گرفته شده در آن شامل مدل‌های ESEM-within-CFA، MGPCM، EGA، تحلیل شبکه و الگوریتم جنگل تصادفی بود، مشخص شد که نیرومندی یک مقیاس مانند PSS-10 تنها از طریق یک رویکرد و یک شاخص منفرد به طور کامل قابل درک نیست، بلکه ترکیبی از شاخص‌ها و دیدگاه‌های مکمل، تصویری جامع و دقیق از کیفیت و اهمیت هر گویه ارائه می‌دهد.

بر اساس تحلیل ترکیبی، گویه‌های ۲ و ۱۰ به‌عنوان گویه‌های هسته‌ای مقیاس شناسایی شدند که بالاترین ثبات، قدرت تشخیص و همبستگی با ساختار عاملی را داشتند. گویه‌های ۱، ۳، ۸ و ۹ به عنوان گویه‌های مکمل با عملکرد مناسب پیشنهاد شدند، درحالی‌که گویه‌های ۴، ۵، ۶ و ۷ نیازمند بازنگری محتوایی یا حذف هستند، به‌ویژه گویه ۵ که ضعیف‌ترین عملکرد را داشت. این نتایج بر اهمیت استفاده از رویکردهای چند جانبه در روان‌سنجی تأکید دارد و می‌تواند راهنمایی ارزشمند برای بهینه‌سازی و

طراحی ابزارهای اندازه‌گیری دقیق‌تر در پژوهش‌های آینده باشد؛ بنابراین بر اساس این یافته‌ها می‌توان از گویه‌های هسته‌ای و مکمل، نسخه کوتاه‌تر از این مقیاس را که شامل گویه‌های ۲، ۱۰، ۱، ۳، ۸ و ۹ است را تدوین کرد. برای استفاده از این روش در مصاحبه‌های بالینی می‌توان از دو گویه ۲ و ۱۰ برای غربالگری سریع استرس ادراک شده استفاده کرد. به پژوهشگران آتی توصیه می‌شود تا از روش چند رویکردی معرفی شده در این مطالعه به‌عنوان الگویی برای تحلیل روان‌سنجی سایر ابزارها استفاده کنند تا تصویری دقیق از رفتار و کیفیت گویه‌ها به دست آورند. از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به تمرکز جامعه آماری بر دانشجویان دانشگاه آزاد گرمسار اشاره کرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در مطالعه حاضر ملاحظات اخلاقی مانند اطلاع از اهداف پژوهش، گرفتن رضایت و توافق آگاهانه جهت شرکت در مطالعه، عدم اجبار به شرکت در مطالعه، محرمانه ماندن اطلاعات شرکت‌کنندگان و حفظ رازداری رعایت گردید.

حامی مالی

مطالعه حاضر بدون هیچ کمک مالی از سازمان خاصی انجام شده است.

سهم نویسندگان: همه نویسندگان به طور فعال در تهیه پیش‌نویس، بازنویسی و اصلاح نسخه خطی مشارکت داشتند.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند، هیچ‌گونه تضاد منافعی ندارند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همه بزرگوارانی که ما را در انجام این مطالعه یاری کردند کمال تقدیر و تشکر را داریم؛ به‌خصوص از دانشجویان دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار کمال قدردانی را داریم.

منابع

1- Soria-Reyes LM, Cerezo MV, Alarcón R, Blanca MJ. Psychometric properties of the perceived stress scale (pss-10) with breast cancer patients. *Stress and Health*. 2023 Feb; 39(1): 115-24 doi: 10.1002/smi.3170

2- Lazarus RS. *Stress, appraisal, and coping*. Springer; 1984. https://books.google.com/books?id=i-ySQQuUpr8C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

3- McEwen BS. Physiology and neurobiology of stress and adaptation: central role of the brain. *Physiological reviews*. 2007 Jul; 87(3): 873-904. doi: 10.1152/physrev.00041.2006

4- Monroe SM, Simons AD. Diathesis-stress theories in the context of life stress research: implications for the depressive disordersI. 1991 Nov; 110(3): 406. doi: 10.1037/0033-2909.110.3.406

5- Cohen S, Kamarck T, Mermelstein R. A global measure of perceived stress. *Journal of health and social behavior*. 1983 Dec 1:385-96. doi: https://doi.org/10.2307/2136404

6- Lee, E.H., 2012. Review of the psychometric evidence of the perceived stress scale. *Asian nursing research*, *6*(4), pp.121-127. doi:10.1016/j.anr.2012.08.004

7- Yılmaz Koğar E, Koğar H. A systematic review and meta-analytic confirmatory factor analysis of the perceived stress scale (PSS-10 and PSS-14). Stress and Health. 2024 Feb;40(1):e3285. doi:10.1002/smi.3285

8- Zhang Z, Wang Q. Psychometric properties of the perceived stress scale (PSS-10) among pregnant women in China. *Frontiers in Psychiatry*. 2024 Dec 24; 15: 1493341. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2024.1493341

9- She Z, Li D, Zhang W, Zhou N, Xi J, Ju K. Three versions of the perceived stress scale: psychometric evaluation in a nationally representative sample of Chinese adults during the COVID-19 pandemic. International *journal of environmental research and public health*. 2021 Aug 5; 18(16):8312. doi:10.3390/ijerph18168312

10- Liu X, Zhao Y, Li J, Dai J, Wang X, Wang S. Factor structure of the 10-item perceived stress scale and measurement invariance across genders among Chinese adolescents. *Frontiers in psychology*. 2020 Apr 9; 11: 537. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00537

11- Kourmousi N, Kounenou K, Pezirkianidis C, Kalamatianos A, Chrousos GP. Validation of Perceived Stress Scale-10 Among Greek Middle Adolescents: Associations Between Stressful Life Events and Perceived Stress. *Social Sciences*. 2025 May 28; 14(6): 344. doi:10.3390/socsci14060344

12- Erlena E, Nurjannah I, Achadiono DN, Wibawa T, Prihastari L. Indonesian Version Of The Perceived Stress Scale-10 (IPSS): A Psychometric Properties Of The Indonesian PSS-10 in Adolescents With Obesity. *medRxiv*. 2025 Feb 27: 2025-02. doi:10.1101/2025.02.25.25322844

13- Hakim AR, Mora L, Leometa CH, Dimala CP. Psychometric properties of the perceived stress scale (PSS-10) in Indonesian version. *JP3I (Jurnal Pengukuran Psikologi dan Pendidikan Indonesia)*. 2024 Nov 9; 13(2): 117-29 doi:10.15408/jp3i.v13i2.35482

14- Reis D, Lehr D, Heber E, Ebert DD. The German version of the Perceived Stress Scale (PSS-10): evaluation of dimensionality, validity, and measurement invariance with exploratory and confirmatory bifactor modeling. *Assessment*. 2019 Oct; 26(7): 1246-59. doi:10.1177/1073191117715731

15- Klein EM, Brähler E, Dreier M, Reinecke L, Müller KW, Schmutzer G, Wölfling K, Beutel ME. The German version of the Perceived Stress Scale–psychometric characteristics in a representative German community sample. *BMC psychiatry*. 2016 Dec; 16:1-0. https://doi.org/10.1186/s12888-016-0875-9

16- Taylor JM. Psychometric analysis of the ten-item perceived stress scale. *Psychological assessment*. 2015 Mar; 27(1): 90. doi:10.1037/a0038100

17- Santos-Vitti L, Nakano T, Faro A, Baptista MN, Vasconcelos MM. Perceived Stress Assessment: Factor Structure and Item Analysis of the PSS-10. *Acta Colombiana de Psicología*. 2024 Jun; 27(1): 63–77. doi:10.14718/ACP.2024.27.1.4

18- Nielsen T, Dammeyer J. Measuring higher education students' perceived stress: An IRT-based construct validity study of the PSS-10. *Studies in Educational Evaluation*. 2019 Dec 1; 63:17-25. doi:10.1016/j.stueduc.2019.06.007

19- Yousefi, N., Pirkhaefi, A.R. Evaluation of the Bifactor Confirmatory Factor Analysis Model of Dimensionality and Value of Sub-Domains of Psychological Scale. *Clinical Psychology and Personality*, 2025; 23(1): 215-244. https://doi.org/10.22070/cpap.2024.18524.1457 **[In Persian]**

20- Zahra NS, Faturochman F, Putra MD, Wirawan H. Beyond a Unidimensional Measure: Unveiling the Multidimensional Structure of the Perceived Stress Scale. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*. 2025 Mar 14:1-1. https://doi.org/10.1080/15366367.2025.2474702

21- Makhubela, M. (2022). Assessing psychological stress in South African university students: Measurement validity of the perceived stress scale (PSS-10) in diverse populations. *Current Psychology*. 2022; *41*(5): 2802-2809. doi:10.1007/s12144-020-00784-3

22- Jiang C, Ma H, Luo Y, Fong DY, Umucu E, Zheng H, Zhang Q, Liu X, Liu X, Spruyt K, Meng R. Validation of the Chinese version of the Perceived Stress Scale-10 integrating exploratory graph analysis and confirmatory factor analysis. *General Hospital Psychiatry*. 2023 Sep 1; 84: 194-202. doi:10.1016/j.genhosppsych.2023.07.008

23- Asparouhov T, Muthén B. Exploratory structural equation modeling. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*. 2009 Jul 14; 16(3): 397-438. doi:10.1080/10705510903008204

24- Morin AJ, Arens AK, Marsh HW. A bifactor exploratory structural equation modeling framework for the identification of distinct sources of construct-relevant. psychometric multidimensionality. Structural Equation Modeling: A *Multidisciplinary Journal*. 2016 Jan 2; 23(1): 116-39. doi:10.1080/10705511.2014.961800

25- Borsboom D, Cramer AO. Network analysis: an integrative approach to the structure of psychopathology. *Annual review of clinical psychology*. 2013 Mar 28; 9(1): 91-121. https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-050212-185608

26- Opsahl T, Agneessens F, Skvoretz J. Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths. *Social networks*. 2010 Jul 1; 32(3): 245-51. https://doi.org/10.1016/j.socnet.2010.03.006

27- Epskamp S, Borsboom D, Fried EI. Estimating psychological networks and their accuracy: A tutorial paper. *Behavior research methods*. 2018 Feb; 50:195-212. https://doi.org/10.3758/s13428-017-0862-1

28- Bzdok D, Krzywinski M, Altman N. Machine learning: supervised methods. *Nature methods*. 2018; 15(4): 233–234. https://doi.org/10.1038/nmeth.4642

29-Brown TA. *Confirmatory factor analysis for applied research*. Guilford publications; 2015 Jan 7. https://www.guilford.com/books/Confirmatory-Factor-Analysis-for-Applied-Research/Timothy-Brown/9781462515363

30-Marsh HW, Morin AJ, Parker PD, Kaur G. Exploratory structural equation modeling: An integration of the best features of exploratory and confirmatory factor analysis. *Annual review of clinical psychology*. 2014 Mar 28; 10(1):85-110. https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032813-153700

31-Hu LT, Bentler PM. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary Journal*. 1999 Jan 1; 6(1): 1-55. doi:/10.1080/10705519909540118

32-Cheung GW, Rensvold RB. Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance. *Structural equation modeling*. 2002 Apr 1; 9(2): 233-55. doi:10.1207/S15328007SEM0902_5

33-Chen FF. Sensitivity of goodness of fit indexes to lack of measurement invariance. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*. 2007 Jul 31;14(3):464-504. doi:10.1080/10705510701301834

34-Embretson SE, Reise SP. *Item response theory for psychologists*. Psychology Press; 2013 Sep 5. https://books.google.com/books?id=AcWQtfGjCawC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

35-Reckase MD, Reckase MD. *Unidimensional item response theory models*. Multidimensional item response theory. 2009: 11-55. https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-89976-3

36-Golino HF, Epskamp S. Exploratory graph analysis: A new approach for estimating the number of dimensions in psychological research. *PloS one*. 2017 Jun 8; 12(6):e0174035. doi:10.1371/journal.pone.0174035

37-Farahani, H. Network analysis in psychological research with application and interpretation of R software. *Clinical Psychology and Personality*, 2021; 19(1): 193-200. https://doi.org/10.22070/cpap.2021.13734.1037 **[In Persian]**

38-Von Davier AA, Mislevy RJ, Hao J, editors. Computational psychometrics: New methodologies for a new generation of digital learning and assessment: With examples in R and Python. Springer Nature; 2022. https://www.google.com/books/edition/Computational_Psychometrics_New_Methodol/Q2dXEAAAQBAJ?hl=en&gbpv=0

39-Schafer JL, Graham JW. Missing data: Our view of the state of the art. *Psychol Methods*. 2002; 7 (2): 147-77. https://doi.org/10.1037/1082-989X.7.2.147

40-Rosseel Y. lavaan: An R package for structural equation modeling. *J Stat Softw*. 2012; 48(2): 1-36. https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02

41-Van Buuren S. *Flexible imputation of missing data*. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press; 2018. https://doi.org/10.1201/9780429492259

42-Graham JW. *Missing data analysis: Making it work in the real world*. *Annu Rev Psychol*. 2009; 60: 549-76. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085530

43-Yousefi, N., Pirkhaefi, A.R. Rasch Model Analysis of the Psychometric Properties of the Positive Mental Health Scale in Students. *Clinical Psychology and Personality*, 2024; 22(2): 341-366. https://doi.org/10.22070/cpap.2023.17331.1323. **[In Persian]**

44-Kline RB. *Principles and practice of structural equation modeling*. 4th ed. New York: Guilford Press; 2016. ISBN: 9781462523346

45-Maydeu-Olivares A. Goodness-of-fit assessment of item response theory models. *Measurement: Interdisciplinary Research & Perspective*. 2013; 11(3): 71-101. https://doi.org/10.1080/15366367.2013.831680

46-Roberti JW, Harrington LN, Storch EA. Further psychometric support for the 10-item version of the Perceived Stress Scale. *J Coll Couns*. 2006; 9(2): 135–147. https://doi.org/10.1002/j.2161-1882.2006.tb00100.x

47-Yarkoni T, Westfall J. Choosing prediction over explanation in psychology: Lessons from machine learning. *Perspect Psychol Sci*. 2017; 12(6): 1100–1122. https://doi.org/10.1177/1745691617693393

48-Chen J, Ding C, Zhang J, Shi Y. Machine learning in psychometrics: Applications and prospects. *Front Psychol*. 2020;11: 583. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00583

پیوست ۱. مقیاس استرس ادراک شده (PSS-10)

۱	در طول یک ماه گذشته، چند بار به دلیل اتفاقی غیرمنتظره ناراحت شده‌اید؟
۲	در طول یک ماه گذشته، چند بار احساس کرده‌اید قادر به کنترل مسائل مهم زندگی‌تان نیستید؟
۳	در طول یک ماه گذشته، چند بار احساس عصبانیت یا استرس داشته‌اید؟
۴	در طول یک ماه گذشته، چند بار احساس کرده‌اید در حل مشکلات شخصی خود توانایی دارید؟
۵	در طول یک ماه گذشته، چند بار احساس کرده‌اید اوضاع بر وفق مراد شما پیش می‌رود؟
۶	در طول یک ماه گذشته، چند بار احساس کرده‌اید نمی‌توانید از عهده کارهایی که باید انجام دهید برآیید؟
۷	در طول یک ماه گذشته، چند بار توانسته‌اید ناراحتی‌ها یا دلخوری‌های زندگی‌تان را کنترل کنید؟
۸	در طول یک ماه گذشته، چند بار احساس کرده‌اید اوضاع زندگی را در دست دارید؟
۹	در طول یک ماه گذشته، چند بار به‌خاطر مسائلی که خارج از کنترل شما بوده‌اند عصبانی شده‌اید؟
۱۰	در طول یک ماه گذشته، چند بار احساس کرده‌اید مشکلات آن‌قدر زیاد هستند که قادر به غلبه بر آن‌ها نیستید؟

نکته: گویه‌های ۴، ۵، ۷ و ۸ به‌صورت معکوس نمره‌گذاری می‌شوند.