



Journal Website

Article history:

Received 10 April 2024

Revised 29 April 2024

Accepted 16 June 2024

Published online 01 July 2024

Journal of Psychological Dynamics in Mood Disorders

Volume 3, Issue 2, pp 10-22



E-ISSN: 2981-1759



Selecting an Appropriate Cognitive Diagnostic Model for Eighth Grade Math Questions: TIMSS 2019 Study

Hamideh Khalilpour¹, Asghar Minaei^{2*}, Abdolazim Karimi³

¹ PhD, Department of Measurement and Measurement, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, Iran.

² Associate Professor, Measurement and Measurement Department, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

³ Associate Professor, Education Research Institute, Tehran, Iran.

* Corresponding author email address: asgharminaie@gmail.com

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Khalilpour, H., Minaei, A., Karimi, A. (2024). Selecting an Appropriate Cognitive Diagnostic Model for Eighth Grade Math Questions: TIMSS 2019 Study. *Journal of Psychological Dynamics in Mood Disorders*, 3(2), 10-22.



© 2024 the authors. Published by Maher Talent and Intelligence Testing Institute, Tehran, Iran. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

ABSTRACT

Background and Objective: Traditional assessment methods have been criticized for neglecting the cognitive processes required by test-takers to provide correct responses. To address these issues, cognitive diagnostic models have been introduced by researchers. This study aimed to explore and apply cognitive diagnostic models to estimate the psychometric properties of published eighth-grade math questions from TIMSS 2019.

Methods and Materials: The research method employed in this study is mixed-methods, conducted with a retrofitting approach to existing tests. The statistical population of this study consisted of all Iranian eighth-grade students who participated in the TIMSS 2019 study. The population size included 1,095,026 students from 23,895 schools. The sample consisted of 5,980 Iranian eighth-grade students from 220 schools, selected through a two-stage cluster sampling method, with an average age reported as 14.1 years.

Findings: Using a qualitative method, 16 skills across four content domains—knowledge, application, and reasoning—were identified and the Q-matrix was developed. Then, in the quantitative section, the fit of the DINA model as a compensatory model, the DINO model as a non-compensatory model, and the G-DINA model as a general model were examined with data from students' responses to math questions in blocks 1, 2, 3, and 5. The findings showed that in terms of model fit, the G-DINA model had the weakest fit, while the DINA model had the best fit. Absolute fit indices of the models also indicated that the DINA model was better, and the DINO model did not fit. Relative fit indices of the models showed no significant difference between the G-DINA model and the other two models, and overall, the non-compensatory DINA model demonstrated the best fit.

Conclusion: The results indicated that the DINA model had the best fit with the data and can be considered the optimal model for analyzing the eighth-grade mathematics questions in TIMSS 2019.

Keywords: Cognitive Diagnostic Models, Model Fit, TIMSS 2019, Mathematics



وبسایت مجله

تاریخچه مقاله

دریافت شده در تاریخ ۲۲ فروردین ۱۴۰۳

اصلاح شده در تاریخ ۱۰ اردیبهشت ۱۴۰۳

پذیرفته شده در تاریخ ۲۳ خرداد ۱۴۰۳

منتشر شده در تاریخ ۱۱ تیر ۱۴۰۳

پویایی های روانشناختی در اختلال های خلقی

دوره ۳، شماره ۲، صفحه ۲۲-۱۰



شاپای الکترونیکی: ۲۹۸۱-۱۷۵۹

انتخاب مدل تشخیصی شناختی مناسب برای سوالات ریاضی پایه هشتم

مطالعه تیمز ۲۰۱۹

حمیده خلیل پور^۱، اصغر مینایی^۲، عبدالعظیم کریمی^۳

۱. دانشجوی دکتری، گروه سنجش و اندازه گیری، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران.

۲. دانشیار، گروه سنجش و اندازه گیری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

۳. دانشیار، پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش، تهران، ایران.

*ایمیل نویسنده مسئول: asgharminaeie@gmail.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی/اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

خلیل پور ح، مینایی ا، کریمی ع. (۱۴۰۳).

انتخاب مدل تشخیصی شناختی مناسب برای

سوالات ریاضی پایه هشتم مطالعه تیمز ۲۰۱۹.

پویایی های روانشناختی در اختلال های

خلق، ۳(۲)، ۲۲-۱۰.



© ۱۴۰۳ تمامی حقوق انتشار این مقاله

متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله

به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی

CC BY-NC 4.0 صورت گرفته است.

زمینه و هدف: از آنجایی که روش های سنجش مرسوم به دلیل عدم توجه به فرآیندهای شناختی مورد نیاز آزمودنی ها برای ارائه پاسخ درست مورد انتقاد قرار گرفته اند، مدل های تشخیصی شناختی توسط محققین ارائه شده است. روش و مواد: پژوهش حاضر با هدف مطالعه و کاربرد مدل های تشخیصی شناختی در برآورد ویژگی های روان سنجی سوال های انتشار یافته ریاضی پایه هشتم تیمز ۲۰۱۹ انجام شد. روش تحقیق این مطالعه، کمی-کیفی است که با رویکرد ریترو فیت آزمون های موجود انجام شد. جامعه آماری این مطالعه، کلیه دانش آموزان ایرانی پایه هشتم شرکت کننده در مطالعه تیمز ۲۰۱۹ بود. حجم جامعه دانش آموزان ایرانی شامل ۱۰۹۵،۰۲۶ دانش آموز از ۲۳،۸۹۵ مدرسه بود. نمونه دانش آموزان پایه هشتم ایرانی شرکت کننده در مطالعه تیمز ۲۰۱۹ است که از طریق روش نمونه گیری خوشه ای دو مرحله ای، ۵،۹۸۰ دانش آموز پایه هشتم ایرانی از ۲۲۰ مدرسه با میانگین سنی ۱۴،۱ گزارش شده است. یافته ها: با استفاده از روش کیفی، ۱۶ مهارت در چهار زمینه حیطه محتوایی، دانش، به کار بستن و استدلال کردن شناسایی و ماتریس کیو تدوین شد. سپس در بخش کمی میزان برازش مدل های DINA به عنوان مدل جبرانی، DINO به عنوان مدل غیرجبرانی و G-DINA به عنوان مدل کلی با داده های حاصل از پاسخ دانش آموزان به سوالات بخش ریاضی در بلوک های ۱، ۲، ۳ و ۵ بررسی شد. یافته ها نشان داد از نظر برازش سوالات با مدل، مدل G-DINA ضعیف ترین و مدل DINA بهترین برازش را داشتند. بررسی شاخص های برازش مطلق مدل ها نیز نشان داد که مدل DINA بهتر بود و مدل DINO برازش نداشت. شاخص های برازش نسبی مدل ها نشان داد که تفاوت معناداری بین مدل G-DINA با دو مدل دیگر ندارد و در مجموع مدل غیرجبرانی DINA بهترین برازش را نشان داد. نتیجه گیری: نتایج نشان داد که مدل DINA بهترین برازش را با داده ها داشت و می تواند به عنوان مدل بهینه برای تحلیل سوالات ریاضی پایه هشتم تیمز ۲۰۱۹ استفاده شود.

کلیدواژه ها: مدل های تشخیصی شناختی، برازش مدل، تیمز ۲۰۱۹، ریاضی.



مقدمه

برای ارزیابی نقاط قوت و ضعف دانش‌آموزان، تعیین مهارت‌های تسلط و طراحی دستورالعمل‌ها و مداخلات در فرآیند یادگیری، استفاده از روش‌های مرسوم اندازه‌گیری چندان اثربخش نیست و رویکردهای جدید سنجش آموزشی مانند مدل‌های تشخیصی شناختی می‌تواند مفیدتر باشد. مدل‌های تشخیصی شناختی رویکردی جایگزین برای نظریه سوال-پاسخ است و اطلاعات بیشتری را با تاکید بر مهارت‌های خرد مورد نیاز در فرآیند حل مسئله به جای رتبه‌بندی دانش‌آموزان در یک پیوستار مهارت نهفته ارائه می‌کند {Anderson, 2012 #34558}.

این مدل‌ها به عنوان مدل‌های متغیر پنهان، مهارت‌ها را به عنوان ویژگی‌ها تعریف کرده و از طریق یک بردار دودویی، میزان تسلط و عدم تسلط دانش‌آموز در این مهارت‌ها را نشان می‌دهند {Baker, 2014 #34563}.

ضرورت سنجش تشخیصی شناختی اولین بار در سال ۱۹۸۹ در دو فصل کتاب اندازه‌گیری آموزشی روبرت لین توسط اسنو و لهمن مطرح شد و بعدها توسط محققین دیگر بسط داده شد {Jones, 2018 #34560}. تدوین این مدل‌ها ابتدا توسط فیشر (۱۹۷۳) با استفاده از مدل آزمون لجستیک خطی آغاز شد. ادبیات مربوط به این مدل‌ها در دهه ۱۹۸۰ توسعه یافت و تا ۱۹۸۳ مدل فضای قاعده توسط تانسوکا تدوین شد و از زمانی که اسنو و لهمن (۱۹۸۹) فصلی در زمینه رابطه متقابل روان‌شناسی شناختی با روان‌سنجی نوشتند، این حوزه به سرعت گسترش یافت {Mustafa, 2019 #34562}.

مطالعات متعددی در زمینه مدل‌های تشخیصی شناختی انجام شده است که هر یک رویکردهای مختلفی را برای دسته‌بندی این مدل‌ها ارائه داده‌اند. به عنوان مثال، فو و لی (۲۰۰۷) مدل‌ها را به روش‌های پارامتریک و غیرپارامتریک تقسیم‌بندی کرده‌اند {Olds, 2005 #34561}. همچنین، مدل‌های طبقه پنهان و مدل‌های خصیصه پنهان نیز از دیگر دسته‌بندی‌های مهم در این زمینه هستند. مدل‌های طبقه پنهان مانند مدل‌های دینا، نیدا و دینو، آزمودنی‌ها را در مجموعه‌ای از مهارت‌ها به دو طبقه مسلط یا غیرمسلط طبقه‌بندی کرده و یک الگوی تسلط به عنوان نیمرخ مهارت آزمودنی ارائه می‌دهند {Pittaway, 2009 #34559}.

بررسی مدل‌های مختلف تشخیصی شناختی و انتخاب مدل مناسب، نقش مهمی در بهبود دقت سنجش و کاهش خطای اندازه‌گیری دارد. مطالعات مختلفی نظیر باسوکو و همکاران (۲۰۱۳) و راوند و روبیتز (۲۰۱۵) نشان داده‌اند که مدل‌های G-DINA و ACDM برآزش بهتری نسبت به دیگر مدل‌ها دارند {Ruthven, 1994 #34557}. همچنین، مطالعات لی، هانتر و لی (۲۰۱۶) نیز برتری مدل‌های G-DINA و ACDM را تأیید کرده‌اند. این یافته‌ها اهمیت بررسی مدل‌های مختلف و انتخاب بهترین مدل را برای دقت بیشتر در سنجش‌های آموزشی تأیید می‌کنند {Zhang, 2021 #34564}.

بسیاری از پژوهش‌ها در حوزه مدل‌های تشخیصی شناختی به تحلیل داده‌ها با استفاده از یک مدل خاص پرداخته و مدل‌های مختلف را با هم مقایسه نکرده‌اند {Anderson, 2012 #34558; Mustafa, 2019 #34562; Quinn, 2015 #34567}. این در حالی است که انتخاب مدل بهینه می‌تواند منجر به کاهش خطای اندازه‌گیری در برآورد نیمرخ‌های تسلط آزمودنی شود {Wehlburg, 2010 #34565}. به همین دلیل، پیشنهاد شده است که قبل از انتخاب مدل نهایی، میزان برآزش چند مدل با هم مقایسه و در نهایت بهترین مدل انتخاب گردد {Baker, 2014 #34563; Dougherty, 2015 #34570}.

در پژوهش حاضر، با توجه به کاستی‌های پژوهش‌های قبلی و اهمیت انتخاب بهترین مدل، میزان برآزش مدل‌های دینا، دینو و جی دینا بر روی داده‌های آزمون ریاضی پایه هشتم تیمز ۲۰۱۹ بررسی می‌شود. این بررسی می‌تواند کمک شایانی به بهبود دقت سنجش‌های آموزشی و کاهش خطاهای احتمالی در فرآیند ارزیابی دانش‌آموزان داشته باشد. مطالعاتی مانند باسوکو و همکاران (۲۰۱۳) و راوند و روبیتز



Zhang, 2021 } نشان داده‌اند که مدل G-DINA برازش بهتری دارد، اما بررسی‌های جامع‌تری برای تایید این نتایج ضروری است { Zhang, 2021 }
.#34564

در نهایت، پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که استفاده از مدل‌های تشخیصی شناختی می‌تواند به بهبود فرآیند آموزش و یادگیری کمک کند. انتخاب مدل مناسب برای تحلیل داده‌ها و ارزیابی مهارت‌های دانش‌آموزان می‌تواند تأثیر مستقیمی بر کیفیت آموزشی و موفقیت دانش‌آموزان داشته باشد. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف مقایسه و انتخاب بهترین مدل تشخیصی شناختی برای داده‌های ریاضی پایه هشتم تیمز ۲۰۱۹ انجام می‌شود تا به بهبود دقت و کارایی فرآیندهای سنجش آموزش کمک کند.

مواد و روش پژوهش

در پژوهش حاضر از روش ریتروفیت آزمون‌های موجود در سنجش تشخیصی شناختی برای تحلیل سوالات قابل انتشار آزمون ریاضی پایه هشتم تیمز ۲۰۱۹ استفاده شد. از آنجایی که در این پژوهش از داده‌های مطالعه تیمز ۲۰۱۹ استفاده شده است، این پژوهش در زمره تحلیل‌های ثانویه قرار می‌گیرد و نیازی به جمع‌آوری داده جدید نیست. برای دسترسی به داده‌ها به وبسایت timssandpirls.com مراجعه شده و داده‌های مربوط به پاسخ دانش‌آموزان پایه هشتم به سوالات ریاضی کشور ایران دانلود شد. ابزار مورد استفاده در این مطالعه، سوالات قابل انتشار آزمون ریاضی پایه هشتم تیمز ۲۰۱۹ بود. از این سوالات، ۶۶ مورد برای تحلیل انتخاب شد که شامل ۱۶ سوال از بلوک یک، ۲۰ سوال از بلوک دو، ۱۵ سوال از بلوک سه و ۱۵ سوال از بلوک پنج بودند (جدول ۱ را ببینید).

در بخش کیفی، ضمن مطالعه پیشینه پژوهش و چارچوب سنجش مطالعه تیمز ۲۰۱۹، خلاصه نتایج این مطالعات در اختیار دو معلم ریاضی قرار داده شد. پس از چند جلسه بررسی، مهارت‌های احتمالی مورد نیاز برای پاسخگویی به این سوالات شناسایی شد و از آن‌ها درخواست شد تا مشخص کنند که برای ارائه پاسخ صحیح به هر یک از سوالات آزمون ریاضی به کدام یک از مهارت‌ها نیاز است (جدول ۲ را ببینید). بدین ترتیب ماتریس کیو تدوین شد. سپس در بخش کمی، میزان برازش مدل با داده‌ها آزمون شد و به سوالات این پژوهش پاسخ داده شد. جامعه آماری این مطالعه، کلیه دانش‌آموزان ایرانی پایه هشتم شرکت‌کننده در مطالعه تیمز ۲۰۱۹ بود که شامل ۱,۰۹۵,۰۲۶ دانش‌آموز از ۲۳,۸۹۵ مدرسه بود. نمونه دانش‌آموزان پایه هشتم ایرانی شرکت‌کننده در مطالعه تیمز ۲۰۱۹، از طریق روش نمونه‌گیری طرح دو مرحله‌ای خوشه‌ای طبقه‌ای با احتمال متناسب با حجم نمونه، شامل ۵,۹۸۰ دانش‌آموز پایه هشتم ایرانی از ۲۲۰ مدرسه با میانگین سنی ۱۴,۱ سال گزارش شده است.

برای پاسخ به سوال پژوهش از سه مدل تشخیصی شناختی شامل دینا، جی دینا و دینو، از بسته cdm نرم‌افزار RStudio استفاده شد.

با توجه به جدول ۱، ۶۶ سوال بررسی شده در این مطالعه در چهار بلوک شامل بلوک‌های یک، دو، سه و پنج، پنج حیطه محتوایی شامل اعداد، جبر، هندسه، داده و احتمال، هشت حیطه موضوعی شامل کسر و اعشار، عدد صحیح، نرخ، نسبت و درصد، عبارت، عملیات و معادله، اشکال هندسی و اندازه‌گیری، داده، احتمال و رابطه و تابع، سه حیطه محتوایی شامل دانستن، به کار بستن و استدلال کردن، و دو نوع سوال شامل چند گزینه‌ای و پاسخ‌ساز توزیع شده‌اند.



سوالات بررسی شده آزمون ریاضی تیمز ۲۰۱۹

ردیف	سوال	بلوک	حیطه محتوایی	حیطه موضوعی	حیطه شناختی	نوع سوال
۱	MP۵۲۰۲۴	۱	اعداد	کسر و اعشار	دانستن	چندگزینه‌ای
۲	MP۵۲۰۵۸A	۱	اعداد	عدد صحیح	به کار بستن	پاسخ‌ساز
۳	MP۵۲۰۵۸B	۱	اعداد	نرخ، نسبت و درصد	به کار بستن	پاسخ‌ساز
۴	MP۵۲۱۲۵	۱	اعداد	اعداد صحیح	استدلال کردن	چندگزینه‌ای
۵	MP۵۲۲۲۹	۱	اعداد	کسر و اعشار	دانستن	پاسخ‌ساز
۶	MP۵۲۰۶۳	۱	جبر	عبارت، عملیات و معادله	به کار بستن	چندگزینه‌ای
۷	MP۵۲۰۷۲	۱	جبر	عبارت، عملیات و معادله	دانستن	چندگزینه‌ای
۸	MP۵۲۱۴۶A	۱	جبر	رابطه و تابع	استدلال کردن	پاسخ‌ساز
۹	MP۵۲۱۴۶B	۱	جبر	رابطه و تابع	استدلال کردن	پاسخ‌ساز
۱۰	MP۵۲۰۹۲	۱	جبر	رابطه و تابع	به کار بستن	چندگزینه‌ای
۱۱	MP۵۲۰۴۶	۱	هندسه	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	استدلال کردن	چندگزینه‌ای
۱۲	MP۵۲۰۸۳	۱	هندسه	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	به کار بستن	چندگزینه‌ای
۱۳	MP۵۲۰۸۲	۱	هندسه	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	به کار بستن	چندگزینه‌ای
۱۴	MP۵۲۱۶۱	۱	داده و احتمال	احتمال	به کار بستن	چندگزینه‌ای
۱۵	MP۵۲۴۱۸A	۱	داده و احتمال	داده	به کار بستن	چندگزینه‌ای
۱۶	MP۵۲۴۱۸B	۱	داده و احتمال	داده	به کار بستن	چندگزینه‌ای
۱۷	MP۰۲-۰۱A	۲	اعداد	عدد صحیح	دانستن	چندگزینه‌ای
۱۸	MP۰۲-۰۱B	۲	اعداد	عدد صحیح	دانستن	چندگزینه‌ای
۱۹	MP۰۲-۰۱C	۲	اعداد	عدد صحیح	دانستن	چندگزینه‌ای
۲۰	MP۰۲-۰۱D	۲	اعداد	عدد صحیح	دانستن	چندگزینه‌ای
۲۱	MP۰۲-۰۱E	۲	اعداد	عدد صحیح	دانستن	چندگزینه‌ای
۲۲	MP۰۲-۰۲	۲	اعداد	کسر و اعشار	به کار بستن	چندگزینه‌ای
۲۳	MP۰۲-۰۳	۲	اعداد	کسر و اعشار	استدلال کردن	پاسخ‌ساز
۲۴	MP۰۲-۰۴	۲	اعداد	نرخ، نسبت و اعشار	دانستن	پاسخ‌ساز
۲۵	MP۰۲-۰۵	۲	جبر	عبارت، عملیات و معادله	دانستن	چندگزینه‌ای
۲۶	MP۰۲-۰۶	۲	جبر	عبارت، عملیات و معادله	دانستن	چندگزینه‌ای
۲۷	MP۰۲-۰۷	۲	جبر	عبارت، عملیات و معادله	به کار بستن	پاسخ‌ساز
۲۸	MP۰۲-۰۸	۲	جبر	عبارت، عملیات و معادله	به کار بستن	پاسخ‌ساز
۲۹	MP۰۲-۰۹	۲	جبر	رابطه و تابع	به کار بستن	چندگزینه‌ای
۳۰	MP۰۲-۱۰	۲	هندسه	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	به کار بستن	پاسخ‌ساز
۳۱	MP۰۲-۱۱	۲	هندسه	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	استدلال کردن	پاسخ‌ساز
۳۲	MP۰۲-۱۲A	۲	هندسه	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	استدلال کردن	پاسخ‌ساز
۳۳	MP۰۲-۱۲B	۲	هندسه	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	استدلال کردن	پاسخ‌ساز
۳۴	MP۰۲-۱۳	۲	هندسه	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	استدلال کردن	پاسخ‌ساز
۳۵	MP۰۲-۱۴	۲	داده و احتمال	داده	دانستن	پاسخ‌ساز
۳۶	MP۰۲-۱۵	۲	داده و احتمال	داده	به کار بستن	پاسخ‌ساز
۳۷	MP۰۳-۰۱	۳	اعداد	عدد صحیح	دانستن	چندگزینه‌ای
۳۸	MP۰۳-۰۲	۳	اعداد	عدد صحیح	به کار بستن	پاسخ‌ساز
۳۹	MP۰۳-۰۳	۳	اعداد	کسر و اعشار	دانستن	چندگزینه‌ای
۴۰	MP۰۳-۰۴	۳	اعداد	نرخ، نسبت و درصد	به کار بستن	پاسخ‌ساز
۴۱	MP۰۳-۰۵	۳	جبر	عبارت، عملیات و معادله	دانستن	چندگزینه‌ای



چندگزینه‌ای	دانستن	رابطه و تابع	جبر	۳	MP۰۳-۰۶	۴۲
چندگزینه‌ای	به کار بستن	عبارت، عملیات و معادله	جبر	۳	MP۰۳-۰۷	۴۳
پاسخ ساز	استدلال کردن	رابطه و تابع	جبر	۳	MP۰۳-۰۸	۴۴
چندگزینه‌ای	به کار بستن	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	هندسه	۳	MP۰۳-۰۹	۴۵
پاسخ ساز	به کار بستن	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	هندسه	۳	MP۰۳-۱۰	۴۶
چندگزینه‌ای	استدلال کردن	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	هندسه	۳	MP۰۳-۱۱	۴۷
پاسخ ساز	استدلال کردن	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	هندسه	۳	MP۰۳-۱۲	۴۸
پاسخ ساز	استدلال کردن	داده	داده و احتمال	۳	MP۰۳-۱۳	۴۹
پاسخ ساز	دانستن	احتمال	داده و احتمال	۳	MP۰۳-۱۴A	۵۰
چندگزینه‌ای	به کار بستن	احتمال	داده و احتمال	۳	MP۰۳-۱۴B	۵۱
چندگزینه‌ای	دانستن	عدد صحیح	اعداد	۵	MP۰۵-۰۱	۵۲
چندگزینه‌ای	دانستن	عدد صحیح	اعداد	۵	MP۰۵-۰۲	۵۳
چندگزینه‌ای	به کار بستن	نرخ، نسبت و درصد	اعداد	۵	MP۰۵-۰۳	۵۴
چندگزینه‌ای	دانستن	کسر و اعشار	اعداد	۵	MP۰۵-۰۴	۵۵
باز پاسخ	به کار بستن	عدد صحیح	اعداد	۵	MP۰۵-۰۵A	۵۶
باز پاسخ	به کار بستن	عدد صحیح	اعداد	۵	MP۰۵-۰۵B	۵۷
چندگزینه‌ای	دانستن	عبارت، عملیات و معادله	جبر	۵	MP۰۵-۰۶	۵۸
چندگزینه‌ای	دانستن	عبارت، عملیات و معادله	جبر	۵	MP۰۵-۰۷	۵۹
باز پاسخ	دانستن	عبارت، عملیات و معادله	جبر	۵	MP۰۵-۰۸	۶۰
باز پاسخ	به کار بستن	رابطه و تابع	جبر	۵	MP۰۵-۰۹	۶۱
چندگزینه‌ای	به کار بستن	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	هندسه	۵	MP۰۵-۱۰	۶۲
باز پاسخ	به کار بستن	اشکال هندسی و اندازه‌گیری	هندسه	۵	MP۰۵-۱۱	۶۳
باز پاسخ	به کار بستن	داده	داده و احتمال	۵	MP۰۵-۱۲	۶۴
باز پاسخ	به کار بستن	داده	داده و احتمال	۵	MP۰۵-۱۳	۶۵
چندگزینه‌ای	دانستن	داده	داده و احتمال	۵	MP۰۵-۱۴	۶۶

جدول ۲

مهارت‌های مورد نیاز برای ارائه پاسخ درست به سوالات ریاضی تیمز ۲۰۱۹

مهارت‌ها با توجه به محتوا	مهارت‌های دانشی	مهارت‌های به کار بستن	مهارت‌های استدلالی
اشکال هندسی	یادآوری کردن	تعیین کردن	تحلیل کردن
جبر	بازشناسی کردن	نشان دادن	ترکیب کردن
داده و احتمال	طبقه‌بندی کردن	انجام دادن	ارزیابی کردن
اعداد	محاسبه کردن		نتیجه‌گیری کردن
	بازیابی کردن		تعمیم دادن
	اندازه‌گیری کردن		توجیه کردن

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، ۱۹ مهارت شامل اشکال هندسی، جبر، داده و احتمال، اعداد، یادآوری کردن، بازشناسی کردن، طبقه‌بندی کردن، محاسبه کردن، بازیابی کردن، اندازه‌گیری کردن، تعیین کردن، نشان دادن، انجام دادن، تحلیل کردن، ترکیب کردن، ارزیابی کردن، نتیجه‌گیری کردن، تعمیم دادن، و توجیه کردن برای ۶۶ سوال ریاضی مورد بررسی در این مطالعه شناسایی شده است.



یافته‌ها

نتایج تحلیل کیفی و تعداد مهارت‌های زیربنایی مورد نیاز برای ارائه پاسخ درست به سوالات آزمون ریاضی تیمز ۲۰۱۹ در ماتریس

کیو در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳

ماتریس کیو آزمون ریاضی مطالعه تیمز ۲۰۱۹

کد سوال	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	A ₁	A ₂	A ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	تعداد مهارت	
MP۰۱-۰۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
MP۰۱-۰۲A	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
MP۰۱-۰۲B	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
MP۰۱-۰۳	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
MP۰۱-۰۴	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
MP۰۱-۰۵	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴
MP۰۱-۰۶	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴
MP۰۱-۰۷A	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۵
MP۰۱-۰۷B	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۳
MP۰۱-۰۸	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴
MP۰۱-۰۹	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۴
MP۰۱-۱۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴
MP۰۱-۱۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
MP۰۱-۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
MP۰۱-۱۳A	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
MP۰۱-۱۳B	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
MP۰۲-۰۱A	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
MP۰۲-۰۱B	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
MP۰۲-۰۱C	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
MP۰۲-۰۱D	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
MP۰۲-۰۱E	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
MP۰۲-۰۲	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
MP۰۲-۰۳	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۳
MP۰۲-۰۴	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
MP۰۲-۰۵	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴
MP۰۲-۰۶	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴
MP۰۲-۰۷	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴
MP۰۲-۰۸	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵
MP۰۲-۰۹	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵
MP۰۲-۱۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴
MP۰۲-۱۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۴
MP۰۲-۱۲A	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۳
MP۰۲-۱۲B	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۳
MP۰۲-۱۳	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
MP۰۲-۱۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱



MP۰۲-۱۵	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	۱	۱	۳
MP۰۳-۰۱	.	.	.	۱	۱	.	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۳
MP۰۳-۰۲	.	.	.	۱	.	.	.	.	.	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۳
MP۰۳-۰۳	.	.	.	۱	۱	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۴
MP۰۳-۰۴	.	.	.	۱	.	.	.	.	.	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۳
MP۰۳-۰۵	.	۱	۱	.	۱	۱	۱	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۶
MP۰۳-۰۶	.	۱	۱	.	۱	۱	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۶
MP۰۳-۰۷	.	۱	۱	.	.	.	.	.	.	۱	۱	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۴
MP۰۳-۰۸	.	۱	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	.	۱	۱	.	.	.	.	۵
MP۰۳-۰۹	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	۱	.	.	.	.	.	.	.	۳
MP۰۳-۱۰	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۳
MP۰۳-۱۱	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	۱	.	.	.	.	.	.	۳
MP۰۳-۱۲	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	۱	۱	۱	.	.	.	.	۵
MP۰۳-۱۳	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	۱	۱	۱	۱	.	.	.	۵
MP۰۳-۱۴A	.	.	.	.	.	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱
MP۰۳-۱۴B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۲
MP۰۵-۰۱	.	.	.	۱	.	.	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۲
MP۰۵-۰۲	.	.	.	۱	۱	.	.	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۴
MP۰۵-۰۳	.	.	.	۱	.	.	.	.	.	.	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	۳
MP۰۵-۰۴	.	.	.	۱	.	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۳
MP۰۵-۵A	.	.	.	۱	.	.	.	.	.	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۳
MP۰۵-۵B	.	.	.	۱	.	.	.	.	.	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۳
MP۰۵-۰۶	.	۱	۱	.	۱	.	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۴
MP۰۵-۰۷	.	۱	۱	.	.	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۴
MP۰۵-۰۸	.	۱	۱	.	.	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۴
MP۰۵-۰۹	.	۱	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۳
MP۰۵-۱۰	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۳
MP۰۵-۱۱	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۲
MP۰۵-۱۲	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	۲
MP۰۵-۱۳	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	۱
MP۰۵-۱۴	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱
تعداد سوال	۱۳	۱۸	۱۸	۲۳	۱۳	۱۲	۲	۱۵	۳	۱	۲۱	۱۲	۲۴	۱۱	۶	۳	۹	۴	۱		

برازش مدل مناسب از بین سه مدل (DINA, DINO, G-DINA)، در سه دسته اطلاعات جمع‌آوری و گزارش شده است. ابتدا برازش سؤالات هر دفترچه با هر کدام از این سه مدل بررسی شد. در گام دوم، شاخص‌های برازش مطلق هر مدل مورد بررسی قرار گرفت و در گام سوم سه مدل مورد نظر از طریق شاخص‌های برازش نسبی مقایسه شدند. به منظور بررسی برازش سؤال با مدل، از شاخص RMSEA به معنای ریشه میانگین مجذور خطای تقریب استفاده شد. مقادیر مربوط به این شاخص در **جدول ۴** گزارش شده است.

جدول ۴

شاخص RMSEA برازش سؤال



DI NO	G-DI NA	DI NA	سؤال	دفترچه	
۰.۱۴۸	۰.۱۲۷	۰.۱۳۷	MP۰۱۰۱	دفترچه ۱	
۰.۱۰۲	۰.۱۴۰	۰.۰۵۷	MP۰۱۰۲		
۰.۱۳۵	۰.۰۷۹	۰.۰۷۳	MP۰۱۰۳		
۰.۰۴۲	۰.۰۶۳	۰.۰۳۳	MP۰۱۰۴		
۰.۰۸۴	۰.۱۰۴	۰.۰۴۴	MP۰۱۰۵		
۰.۱۳۳	۰.۱۹۵	۰.۱۵۹	MP۰۱۰۶		
۰.۰۰۱	۰.۱۴۳	۰.۰۵۹	MP۰۱۰۷		
۰.۰۵۲	۰.۱۳۷	۰.۱۲۳	MP۰۱۰۸		
۰.۰۱۶	۰.۰۸۱	۰.۰۳۱	MP۰۱۰۹		
۰.۱۲۱	۰.۱۰۳	۰.۱۱۷	MP۰۱۱۰		
۰.۰۹۶	۰.۱۰۵	۰.۰۴۶	MP۰۱۱۱		
۰.۱۱۳	۰.۱۲۰	۰.۱۲۲	MP۰۱۱۲		
۰.۰۲۴	۰.۰۸۰	۰.۰۶۵	MP۰۱۱۳		
۰.۰۹۹	۰.۱۴۱	۰.۱۲۲	MP۰۱۰۱		
۰.۱۳۷	۰.۱۵۷	۰.۰۷۵	MP۰۱۰۲		
۰.۱۱۷	۰.۱۷۲	۰.۱۲۳	MP۰۱۰۳		
۰.۰۵۷	۰.۱۹۸	۰.۰۶۸	MP۰۲۰۱		دفترچه ۲
۰.۰۷۴	۰.۲۰۷	۰.۰۸۶	MP۰۲۰۲		
۰.۱۰۵	۰.۱۶۰	۰.۰۴۷	MP۰۲۰۳		
۰.۱۳۳	۰.۱۷۴	۰.۱۲۶	MP۰۲۰۴		
۰.۰۶۲	۰.۱۹۰	۰.۰۸۵	MP۰۲۰۵		
۰.۰۹۴	۰.۱۶۹	۰.۰۸۲	MP۰۲۰۶		
۰.۰۴۲	۰.۱۴۹	۰.۰۷۰	MP۰۲۰۷		
۰.۱۹۶	۰.۱۱۷	۰.۰۳۹	MP۰۲۰۸		
۰.۱۰۲	۰.۱۳۶	۰.۰۸۰	MP۰۲۰۹		
۰.۰۴۴	۰.۱۶۵	۰.۰۷۹	MP۰۲۱۰		
۰.۱۰۱	۰.۱۴۹	۰.۱۳۱	MP۰۲۱۱		
۰.۰۵۴	۰.۰۷۲	۰.۰۵۰	MP۰۲۱۲		
۰.۱۰۹	۰.۱۲۸	۰.۰۳۴	MP۰۲۱۳		
۰.۰۹۷	۰.۱۷۹	۰.۰۸۹	MP۰۲۱۴		
۰.۰۷۹	۰.۰۹۹	۰.۰۴۳	MP۰۲۱۵		
۰.۰۶۲	۰.۱۱۷	۰.۰۹۸	MP۰۳۰۱	دفترچه ۳	
۰.۰۷۴	۰.۱۷۱	۰.۰۸۲	MP۰۳۰۲		
۰.۰۴۳	۰.۰۹۴	۰.۰۶۱	MP۰۳۰۳		
۰.۰۵۹	۰.۲۰۹	۰.۰۷۸	MP۰۳۰۴		
۰.۰۵۶	۰.۱۰۰	۰.۰۵۴	MP۰۳۰۵		
۰.۰۶۲	۰.۱۳۳	۰.۰۲۳	MP۰۳۰۶		
۰.۰۲۸	۰.۱۵۱	۰.۰۵۹	MP۰۳۰۷		
۰.۰۴۶	۰.۱۲۸	۰.۰۴۰	MP۰۳۰۸		
۰.۰۶۵	۰.۰۶۷	۰.۰۸۹	MP۰۳۰۹		
۰.۰۳۱	۰.۱۸۸	۰.۰۵۹	MP۰۳۱۰		
۰.۰۵۹	۰.۱۱۶	۰.۰۷۲	MP۰۳۱۱		
۰.۰۸۰	۰.۰۹۱	۰.۰۴۹	MP۰۳۱۲		
۰.۰۹۵	۰.۱۱۴	۰.۰۵۸	MP۰۳۱۳		
۰.۰۳۳	۰.۱۰۳	۰.۰۸۷	MP۰۳۱۴		



۰.۰۷۷	۰.۱۴۴	۰.۰۹۶	MP۰۵۰۱	دفترچه ۵
۰.۰۵۱	۰.۰۶۴	۰.۰۷۲	MP۰۵۰۲	
۰.۰۸۶	۰.۱۶۲	۰.۰۹۸	MP۰۵۰۳	
۰.۰۹۱	۰.۱۳۱	۰.۰۹۴	MP۰۵۰۴	
۰.۰۷۰	۰.۱۴۸	۰.۰۸۵	MP۰۵۰۵	
۰.۰۳۸	۰.۰۸۸	۰.۰۳۹	MP۰۵۰۶	
۰.۰۳۵	۰.۰۹۹	۰.۰۲۷	MP۰۵۰۷	
۰.۱۳۷	۰.۰۷۵	۰.۰۵۱	MP۰۵۰۸	
۰.۰۳۴	۰.۰۳۵	۰.۰۲۸	MP۰۵۰۹	
۰.۰۸۰	۰.۰۷۹	۰.۰۷۲	MP۰۵۱۰	
۰.۰۳۳	۰.۱۱۱	۰.۰۵۹	MP۰۵۱۱	
۰.۰۲۷	۰.۰۸۷	۰.۰۳۸	MP۰۵۱۲	
۰.۰۷۸	۰.۰۹۹	۰.۰۶۵	MP۰۵۱۳	
۰.۰۳۱	۰.۰۷۴	۰.۰۰۸	MP۰۵۱۴	

تفسیر شاخص RMSEA به این صورت است که سؤال‌هایی با میزان شاخص RMSEA بیشتر از ۰,۱ برازش ضعیفی با مدل دارند، سؤال‌هایی با میزان شاخص RMSEA بین ۰,۱ تا ۰,۰۵ برازش متوسط و سؤال‌های با میزان شاخص RMSEA کمتر از ۰,۰۵ برازش خوبی با مدل دارند (کانینا-هینت، راپ و ویلهلم، ۲۰۰۹). با توجه به جدول ۴ در دفترچه ۱ بیشتر سؤالات برازش مطلوبی با مدل‌ها نشان ندادند، البته وضعیت برازش سؤالات در مدل G-DI NA نسبت به دو مدل دیگر نامناسب‌تر بود. در دفترچه ۲ نیز برازش سؤالات با مدل G-DI NA بسیار بد بود و تنها شاخص RMSEA دو سؤال از ۰,۱ کمتر شده است. اما در بررسی سؤالات این دفترچه مشاهده می‌شود که تنها شاخص RMSEA سؤال ۴ در مدل DI NA از ۰,۱ بیشتر شده است. در دفترچه ۳ مشاهده می‌شود که شاخص RMSEA تمامی سؤالات در هر دو مدل DI NO و DI NA کمتر از ۰,۱ است؛ در حالی که در مدل G-DI NA تنها ۳ سؤال با شاخص RMSEA کمتر از ۰,۱ مشاهده می‌شود. در بررسی دفترچه ۵ مشاهده می‌شود که در مدل DI NA هیچ سؤالی دارای RMSEA بیشتر از ۰,۱ نیست؛ یعنی هیچ یک از سؤالات این بلوک با مدل DI NA برازش ضعیف ندارند. در بررسی مدل G-DI NA تعداد ۵ سؤال و در مدل DI NO یک سؤال برازش ضعیفی با مدل نشان دادند.

در بررسی شاخص‌های مطلق برازش در دفترچه ۱، شاخص‌های SRMSR و MADcor برای هر سه مدل کمتر از ۰,۰۵ است که نشان از برازش مطلوب مدل‌ها دارد. در بررسی بیشینه‌خی دو نیز سطح معناداری هر سه مدل از ۰,۰۱ بیشتر شده است. در بررسی دفترچه ۲، تنها شاخص SRMSR مربوط به مدل DI NO بیشتر از ۰,۰۵ شده است. ولی براساس بیشینه‌خی-دو، تنها مدل G-DI NA برازش مطلوبی دارد، زیرا سطح معناداری آن از ۰,۰۵ بیشتر است. در بررسی دفترچه ۳، شاخص‌های برازش مطلق برای هر سه مدل مطلوب بوده و برازش این مدل‌ها با داده‌ها تأیید می‌شود. در دفترچه ۵، مشاهده می‌شود که شاخص‌های SRMSR و MADcor برای هر دو مدل DI NA و G-DI NA کمتر از ۰,۰۵ است که نشان از برازش مطلوب این دو مدل است؛ اما در مدل DI NO شاخص SRMSR برابر با ۰,۰۵۲ است و چون میزان آن از ۰,۰۵ بیشتر است، نشان از برازش متوسط این مدل با داده‌ها دارد. این نتایج بوسیله معناداری شاخص بیشینه‌خی دو نیز تأیید شده است، زیرا بیشینه‌خی دو برای این دو مدل معنادار نیست و برای مدل DI NO معنادار شده است؛ یعنی مدل DI NO با داده‌ها متجانس نیست.

در بررسی برازش نسبی مدل‌ها، راجع به هر مدل در قیاس با سایر مدل‌ها تصمیم‌گیری می‌شود. شاخص‌های برازش نسبی شامل لگاریتم درست‌نمایی، شاخص اطلاعات آکائیک (AI C) و شاخص اطلاعات بیزی (BI C) برای این بخش استفاده شده است. علاوه بر این، از



آزمون نسبت درست‌نمایی (LR) که یک آزمون آماری است که برای مقایسه شاخص‌های برازش بین دو مدل که یکی از آن‌ها در دیگری آشیانه می‌کند، استفاده شد. بنابراین براساس این شاخص تنها امکان مقایسه مدل G-DI NA با دو مدل دیگر وجود دارد؛ زیرا دو مدل DI NA و DI NO در مدل G-DI NA آشیانه می‌کنند.

در نهایت، در بررسی تمامی بلوک‌ها مشاهده می‌شود که هر سه شاخص $-LL_2$ ، AIC و BIC برای مدل G-DI NA در تمام دفترچه‌ها میزان کمتری را نشان می‌دهند که این نتیجه گویای برازش بهتر این مدل نسبت به دو مدل دیگر است. اما در مقایسه مدل G-DI NA از طریق آزمون LR مشاهده می‌شود که این مدل تفاوت معناداری با دو مدل دیگر ندارد ($p > 0.05$). لذا با در نظر گرفتن عدم معناداری تفاوت بین مدل G-DI NA با سایر مدل‌ها و با توجه به برازش مطلوب‌تر سؤالات با مدل DI NA، برای تحلیل سؤالات از مدل DI NA استفاده شد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف مطالعه حاضر مقایسه میزان برازش سه مدل مرسوم تشخیصی شناختی دینا، جی دینا و دینو بر روی سوالات بخش ریاضی مطالعه تیمز ۲۰۱۹ به منظور انتخاب مدل بهینه بود. قبل از تحلیل داده‌ها، مهارت‌های زیربنایی شناسایی و ماتریس کیو با کمک دو معلم ریاضی تدوین شد. سپس برازش مدل مناسب از بین سه مدل مذکور، برازش سؤالات هر دفترچه با مدل با استفاده از شاخص RMSEA، شاخص‌های برازش مطلق و شاخص‌های برازش نسبی مورد مقایسه قرار گرفتند.

در دفترچه ۱، بیشتر سؤالات برازش مطلوبی با مدل‌ها نشان ندادند، البته وضعیت برازش سؤالات در مدل G-DINA نسبت به دو مدل دیگر نامناسب‌تر بود. در دفترچه ۲ نیز برازش سؤالات با مدل G-DINA بسیار بد بود ولی بررسی برازش سؤالات این دفترچه نشان داد که تنها شاخص RMSEA یک سؤال در مدل DINA از ۰٫۱ بیشتر شده است. در دفترچه ۳ مشاهده می‌شود که شاخص RMSEA تمامی سؤالات در هر دو مدل DINA و DINO کمتر از ۰٫۱ است؛ در حالی که در مدل G-DINA تنها ۳ سؤال با شاخص RMSEA کمتر از ۰٫۱ مشاهده می‌شود. در بررسی دفترچه ۵ مشاهده می‌شود که در مدل DINA هیچ سؤالی دارای RMSEA بیشتر از ۰٫۱ نیست؛ یعنی هیچ یک از سؤالات این بلوک با مدل DINA برازش ضعیف ندارند. در بررسی مدل G-DINA، تعداد ۵ سؤال و در مدل DINO یک سؤال برازش ضعیفی با مدل نشان دادند.

بررسی شاخص‌های مطلق برازش در دفترچه ۱ نشان داد که شاخص‌های MADcor و SRMSR برای هر سه مدل نشان از برازش مطلوب مدل‌ها دارند و غیرمعنادار شدن بیشینه‌ی دو نیز نشان دهنده مطلوبیت برازش است. بررسی دفترچه ۲ نشان داد که فقط شاخص SRMSR مربوط به مدل DINO بیشتر از ۰٫۰۵ شده است. ولی براساس بیشینه‌ی دو، تنها مدل G-DINA برازش مطلوبی دارد. شاخص‌های برازش مطلق برای هر سه مدل در دفترچه ۳ مطلوب بود و موید برازش این مدل‌ها با داده‌ها است. در دفترچه ۵، مشاهده می‌شود که شاخص‌های MADcor و SRMSR دو مدل DINA و G-DINA نشان از برازش مطلوب این دو مدل است؛ اما در مدل DINO، شاخص SRMSR نشان از برازش متوسط این مدل با داده‌ها دارد. بیشینه‌ی دو برای این دو مدل معنادار نیست ولی برای مدل DINO معنادار شده است؛ یعنی مدل DINO با داده‌ها متجانس نیست.

بررسی شاخص‌های نسبی برازش نشان داد که هر سه شاخص $-LL_2$ ، AIC و BIC برای مدل G-DINA در تمام دفترچه‌ها میزان کمتری را نشان می‌دهند که این نتیجه گویای برازش بهتر این مدل نسبت به دو مدل دیگر است. اما در مقایسه مدل G-DINA از طریق آزمون LR مشاهده می‌شود که این مدل تفاوت معناداری با دو مدل دیگر ندارد ($p > 0.05$). لذا با در نظر گرفتن عدم معناداری تفاوت



بین مدل G-DINA با سایر مدل ها و با توجه به برازش مطلوب تر سؤالات با مدل DINA، برای تحلیل سؤالات این آزمون بهتر است از مدل DINA استفاده شود.

مدل غیرجبرانی دینا از پرکاربردترین مدل های تشخیصی شناختی است که فقط دارای دو پارامتر است. به طور کلی هر چه تعداد پارامترها کمتر باشد مدل دارای برازش بهتری است {Levpušček, 2008 #34568; Pittaway, 2009 #34559}. برازش این مدل قبلاً در تحلیل سؤالات ریاضی پایه هشتم تیمز ۲۰۰۷ اجرا شده در بین دانش آموزان ایرانی، تأیید شده بود {Mustafa, 2019 #34562}. در مطالعات Anderson (۲۰۱۲) و Zhang et al (۲۰۲۱) نیز از مدل دینا در تحلیل آزمون ریاضی استفاده شد و برازش آن تأیید شد. مطالعات مربوط به مقایسه برازش مدل های تشخیصی شناختی نشان داد که از نظر برازش، مدل جی دینا بهتر است {Anderson, 2012 #34564; Zhang, 2021 #34558}.

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان می دهد که مدل DINA به عنوان مدل بهینه برای تحلیل سؤالات ریاضی پایه هشتم تیمز ۲۰۱۹ مناسب تر است. با توجه به اینکه این مدل از پرکاربردترین و ساده ترین مدل های تشخیصی شناختی است، می توان از آن در تحلیل های آینده نیز بهره برد. این نتایج می تواند به بهبود فرآیند سنجش و ارزیابی در نظام آموزشی کشور کمک شایانی نماید.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازن اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازن و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده ها

داده ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

- Amiri, M., Rahmani, J., & Saadatmand, Z. (2023). Studying the Social Health of Students with an Emphasis on Curriculum Planning [Research Article]. *Iranian Journal of Educational Sociology*, 6(2), 168-175. <https://doi.org/10.61186/ijes.6.2.168>
- Araujo, A. A. d. (2011). Adjustment Issues of International Students Enrolled in American Colleges and Universities: A Review of the Literature. *Higher Education Studies*, 1(1). <https://doi.org/10.5539/hes.v1n1p2>



- Assante, G. M., Popa, N., & Grădinariu, T. (2022). Evidence to the Need for a Unifying Framework: Critical Consciousness and Moral Education in Adolescents Facilitate Altruistic Behaviour in the Community. *Behavioral Sciences*, 12(10), 376. <https://doi.org/10.3390/bs12100376>
- Bilgin, O., & Taş, İ. (2018). Effects of Perceived Social Support and Psychological Resilience on Social Media Addiction Among University Students. *Universal Journal of Educational Research*, 6(4), 751-758. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060418>
- Bozanta, A., & Mardikyan, S. (2017). The Effects of Social Media Use on Collaborative Learning: A Case of Turkey. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 18(1), 96-96. <https://doi.org/10.17718/tojde.285719>
- Casado, R. d. P., Frías-Osuna, A., Palomino-Moral, P. A., Ruzafa-Martínez, M., & Ramos-Morcillo, A. J. (2018). Social Support and Subjective Burden in Caregivers of Adults and Older Adults: A Meta-Analysis. *PLoS One*, 13(1), e0189874. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189874>
- Dawson, K. J., Han, H., & Choi, Y. (2021). How Are Moral Foundations Associated With Empathic Traits and Moral Identity? *Current Psychology*, 42(13), 10836-10848. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-02372-5>
- Edgumbe, D. R. (2019). Edgumbe. 2019 - The Relationship Between Cognitive Reflection and Morality Judgments Are Mediated by Thinking Dispositions. <https://doi.org/10.31234/osf.io/aeyd8>
- Frier, A., Devine, S., Barnett, F., & Dunning, T. (2019). Utilising Clinical Settings to Identify and Respond to the Social Determinants of Health of Individuals With Type 2 Diabetes—A Review of the Literature. *Health & Social Care in the Community*, 28(4), 1119-1133. <https://doi.org/10.1111/hsc.12932>
- Golabchi, H., Kiaee, M., & Kameli, M. J. (2024). Designing a Superior Service Delivery Model in Education to Enhance Public Satisfaction [Research Article]. *Iranian Journal of Educational Sociology*, 7(1), 189-197. <https://doi.org/10.61838/kman.ijes.7.1.18>
- Goodyke, M. P., Hershberger, P. E., & Dunn, S. L. (2021). Perceived Social Support and Heart Rate Variability: An Integrative Review. *Western Journal of Nursing Research*, 44(11), 1057-1067. <https://doi.org/10.1177/01939459211028908>
- Grennan, S., Mannion, A., & Leader, G. (2018). Gelotophobia and High-Functioning Autism Spectrum Disorder. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 5(4), 349-359. <https://doi.org/10.1007/s40489-018-0144-6>
- Hem, M. H., Molewijk, B., Gjerberg, E., Lillemoen, L., & Pedersen, R. (2018). The Significance of Ethics Reflection Groups in Mental Health Care: A Focus Group Study Among Health Care Professionals. *BMC Medical Ethics*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12910-018-0297-y>
- Jiang, J., & Luo, D. (2021). The Relationship Between Perceived Social Support and Social in College Students: The Mediation of Sense of Coherence. *SHS Web of Conferences*, 123, 01006. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202112301006>
- Khakpour, N., Mohamadzadeh Edmelaie, R., Sadeghi, J., & Nazoktabar, H. (2021). The Effectiveness of Cognitive-Social Problem Solving Skills Training on Coping Strategies and Feelings of Failure in Female Adolescents with High-Risk Behaviors [Research]. *Journal of nursing education*, 9(1), 77-88. <http://ijpn.ir/article-1-1734-en.html>
- Napier, J. L., & Luguri, J. B. (2013). Moral Mind-Sets. *Social Psychological and Personality Science*, 4(6), 754-759. <https://doi.org/10.1177/1948550612473783>
- Pourmaveddat, K., Neshat Doost, H. T., Kajbaf, M. B., & Talebi, H. (2021). Comparison of social information processing based on Crick & Dodge's social cognitive model in children with and without disruptive mood dysregulation disorder [Research]. *Advances in Cognitive Sciences*, 23(2), 33-46. <https://doi.org/10.30514/icss.23.2.3>
- Shiravand, M., & Mirhadi, Z. (2020). The Role of Questioning of the Educators (Teachers) in Intellectual Cultivation of the Educated (Students) Focusing on the Traditions of Immaculate Imams (peace be upon them). *Ethical Reflections*, 1(1), 135-154. https://jer.znu.ac.ir/article_37557_f5dc6271cbd82f3cbe700ead206af2ef.pdf
- Sun, L. (2019). Perceived Organizational Support: A Literature Review. *International Journal of Human Resource Studies*, 9(3), 155. <https://doi.org/10.5296/ijhrs.v9i3.15102>
- Ulubey, Ö., & Alpaslan, M. M. (2022). Examination of the Relationship between Educational Philosophy, Critical Thinking, Classroom Engagement and Academic Achievement. *Psycho-Educational Research Reviews*, 11(3), 462-479. https://doi.org/10.52963/PERR_Biruni_V11.N3.05
- Wang, Y. (2024). Ethical Concepts in the Tao Te Ching and Professional Ethics Education: Principles, Challenges, and Opportunities. *The Educational Review Usa*, 8(2), 232-236. <https://doi.org/10.26855/er.2024.02.006>
- Weinstock, M., Assor, A., & Broide, G. (2008). Schools as Promoters of Moral Judgment: The Essential Role of Teachers' Encouragement of Critical Thinking. *Social Psychology of Education*, 12(1), 137-151. <https://doi.org/10.1007/s11218-008-9068-9>
- Yıldırım, D., & Akman, Ö. (2023). Perceived Social Support and Psychological Well-Being in Patients With Chronic Diseases. *Balikesir Health Sciences Journal*. <https://doi.org/10.53424/balikesirsbd.1202679>