

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۰۳/۲۰  
تاریخ بررسی مقاله: ۹۳/۰۴/۰۹  
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۰۹/۰۵

مجله دست آوردهای روان‌شناختی  
(علوم تربیتی و روان‌شناسی)  
دانشگاه شهید چمران اهواز، پاییز و زمستان ۱۳۹۳  
دوره‌ی چهارم، سال ۲۱، شماره‌ی ۲  
صص: ۸۹-۱۰۴

## کاربرد مدل‌های تشخیصی شناختی در تعیین ماهیت تفاوت در عملکرد دانش‌آموزان دختر و پسر پایه اول دبیرستان در ریاضیات

افشین افزلی\*

علی دلاور\*\*

محمد رضا فلسفی نژاد\*\*\*

نور علی فرخی\*\*\*\*

احمد برجعلی\*\*\*\*\*

### چکیده

بررسی علل و ماهیت تفاوت عملکرد دانش‌آموزان دختر و پسر در یادگیری ریاضیات مورد توجه محققین زیادی در تعلیم و تربیت بوده است اما اغلب آن‌ها ریاضی را به عنوان یک سازه کلی بررسی نموده‌اند. در این پژوهش از قابلیت‌های مدل‌های CDM به منظور بررسی دقیق و جزئی تفاوت در مهارت‌های زیربنایی ریاضیات استفاده شده است. سنجش تشخیصی شناختی بر اساس ۸ صفت اصلی، شامل ۳۲ سؤال بر روی نمونه‌ای به حجم ۵۰۹ دانش‌آموز که بر اساس روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چند مرحله‌ای از بین دانش‌آموزان شهر تهران انتخاب شده بودند، اجرا گردید. مدل غیر جبرانی DINA تفاوتی در پارامترهای حدس، لغزش، IDI و RMSEA در میان دو گروه نشان داد. همچنین دانش‌آموزان پسر و دختر در متوسط تسلط به مهارت‌های ریاضی نیز عملکرد یکسانی داشتند، اما دانش‌آموزان دختر در مهارت تسلط به مفاهیم ریاضیاتی به صورت معناداری (در سطح آلفا ۰/۰۱) تسلط بیشتری نسبت به پسران داشتند و دانش‌آموزان پسر در مهارت‌های عملیات میانه ریاضیات و

afzali.afshin@yahoo.com

Delavarali@yahoo.com

falsafinezhad@yahoo.co.uk

farrokhinorali@yahoo.com

borjali@ut.ac.ir

\* دکترای سنجش دانشگاه علامه طباطبایی (نویسنده مسئول)

\*\* استاد گروه سنجش دانشگاه علامه طباطبایی

\*\*\* دانشیار گروه سنجش دانشگاه علامه طباطبایی

\*\*\*\* استاد گروه سنجش دانشگاه علامه طباطبایی

\*\*\*\*\* استاد گروه سنجش دانشگاه علامه طباطبایی

کاربرد آموخته‌ها در مسائل دنیای واقعی برتری معناداری (در سطح آلفا ۰/۰۵) نسبت به دختران نشان داده‌اند.

**کلید واژگان:** مدل‌های تشخیصی شناختی، ریاضیات پایه اول دبیرستان، مدل DINA، دانش‌آموزان دختر و پسر.

### مقدمه

بررسی تفاوت ساختار، توانایی‌ها و عملکرد شناختی در دختران و پسران در علوم مختلف به ویژه در زمینه ریاضیات همواره یکی از موارد مورد توجه و علاقه روان‌شناسان تربیتی و متخصصین آموزشی بوده و پژوهش‌های بسیاری در این زمینه انجام شده است. زیرا تأیید و اثبات چنین تفاوت‌هایی لزوم استفاده از روش‌ها و مدل‌های آموزشی متفاوت برای دو جنس را به همراه خواهد داشت.

ژو<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) در مطالعه مروری خود، به تحقیقات بسیاری در زمینه تفاوت‌های جنسیتی در زمینه ریاضیات اشاره می‌نماید. اغلب این پژوهش‌ها بر اساس داده‌های حاصل از نتایج آزمون‌های استاندارد ریاضی مانند SAT- M<sup>۲</sup> انجام شده‌اند (به طور مثال: گالاجر<sup>۳</sup>، ۱۹۹۰؛ گالاجرو و دلیمی<sup>۴</sup>، ۱۹۹۴؛ هاید، فننما و لامون<sup>۵</sup>، ۱۹۹۰؛ رویر، ترانسکی، چان، جکسون و مرچنت<sup>۶</sup>، ۱۹۹۹؛ ویلینگام و کل<sup>۷</sup>، ۱۹۹۷). البته این پژوهش‌ها نتایج همسانی نداشته‌اند، برای نمونه، برخی پژوهش‌ها پسران را در عملکرد ریاضیات از دختران بهتر ارزیابی نموده‌اند (به طور مثال: ماکوبی و جکلین<sup>۸</sup>، ۱۹۷۴؛ هالپر<sup>۹</sup>، ۲۰۰۰)، برخی پژوهش‌ها تفاوت‌های جنسیتی را با نوع سؤالات مرتبط دانسته‌اند اما وجود تفاوت‌ها را تأیید نموده‌اند (مانند: ویر، ویر و بری‌دن<sup>۱۰</sup>، ۱۹۹۵). هاید و همکاران (۱۹۹۰) به این نتیجه رسیده‌اند که تفاوتی میان عملکرد

- 
- 1- Zhu
  - 2- Scholastic Assessment Test- Mathematics
  - 3- Gallagher
  - 4- Delisi
  - 5- Hyde, Fennema, & Lamon
  - 6- Royer, Tronsky, Chan, Jackson, & Marchant
  - 7- Willingham & Cole
  - 8- Maccoby & Jacklin
  - 9- Halper
  - 10- Voyer, Voyer, & Bryden

دختران و پسران وجود ندارد و اگر هم باشد بسیار ناچیز است. کاپلان<sup>۱</sup> و کاپلان (۲۰۰۵) نیز ارتباط میان جنسیت و عملکرد در ریاضیات را بسیار ضعیف گزارش نموده‌اند. ژو (۲۰۰۷) عوامل مؤثر در بروز این تفاوت‌ها را به صورت استفاده از الگوهای متفاوت در حل مسایل ریاضی، وجود تفاوت در مهارت‌های شناختی، تفاوت در ویژگی‌های روان‌شناختی، و تجارب متفاوت آموزشی طبقه‌بندی نموده است.

علاوه بر پژوهش‌های فوق، پژوهش‌های انجام شده بر اساس یافته‌های روند مطالعه بین‌المللی ریاضی و علوم (TIMMS) نیز در سال‌های ۱۹۹۵، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۳ در کشورهای مختلف وجود تفاوت میان پسران و دختران در درس ریاضیات را تأیید نموده‌اند (کیامنش و پور اصغر، ۱۳۸۸).

در ایران نیز پژوهش‌های مختلفی به بررسی تفاوت میان عملکرد پسران و دختران در درس ریاضیات پرداخته‌اند، از جمله این پژوهش‌های تحقیقی است که توسط کیامنش و پور اصغر (۱۳۸۸) انجام شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که جنسیت از طریق تأثیرگذاری بر خودپنداره به صورت غیرمستقیم بر پیشرفت ریاضی تأثیر دارد ولی اثر کل و اثرات مستقیم آن بر ریاضیات معنادار نیست.

هم‌چنین بررسی‌های انجام شده بر اساس یافته‌های مطالعات تیمز در ایران نیز نشان داد در مطالعه ۱۹۹۹ متوسط عملکرد دختران در ۲۰ سؤال باز پاسخ از متوسط عملکرد پسران کمتر و در مطالعه ۲۰۰۳ متوسط عملکرد دختران در این ۲۰ سؤال از پسران بیشتر بوده است. در مقابل در مطالعه ۱۹۹۹ متوسط عملکرد دختران در ۶۹ سؤال چند گزینه‌ای از متوسط عملکرد پسران کمتر و در مطالعه ۲۰۰۳ متوسط عملکرد دختران در همین ۵۹ سؤال با پسران تقریباً مساوی بوده است (کیامنش و پور اصغر، ۱۳۸۸).

هم‌چنین در پژوهش‌های قنبرزاده (۱۳۸۰) و نصر اصفهانی (۱۳۸۳) عملکرد ریاضی دختران بهتر از پسران گزارش شده است (کبیری، ۱۳۸۲).

اغلب پژوهش‌های انجام شده، عملکرد در این علم را به عنوان یک سازه شناختی در نظر گرفته‌اند و نهایتاً به بررسی تفاوت‌ها بر اساس نوع یا کیفیت سؤالات پرداخته‌اند. در سال‌های

اخیر با افزایش آشنایی و علاقمندی به مدل‌های تشخیصی شناختی<sup>۱</sup> (CDM<sub>S</sub>) در حوزه‌های تشخیصی شناختی در حوزه‌های روان‌شناسی تربیتی و سنجش و اندازه‌گیری، از این مدل‌ها به منظور شناسایی تفاوت‌های شناختی و عملکردی در گروه‌های مختلف بر اساس تفاوت در احتمال تسلط به مهارت‌های شناختی چندگانه مورد نیاز برای عملکرد موفق در آزمون‌ها استفاده شده است.

مدل‌های تشخیصی شناختی علاوه بر برآورد توانایی کلی فرد در یک سازه، نیم‌رخ را برای هر آزمودنی ارائه می‌نمایند که نشانگر میزان تسلط وی به مجموعه‌ای از صفات و مهارت‌ها اساسی از پیش تعیین شده برای موفقیت در آزمون است و می‌توان بر اساس نتایج آن‌ها به بررسی تفاوت در مهارت‌ها و صفات در گروه‌های مختلف به منظور دستیابی به اطلاعات تشخیصی و افتراقی معتبر و همراه با جزئیات اقدام نمود.

این مدل‌ها به منظور مشخص نمودن تسلط یا عدم تسلط آزمودنی‌ها در صفت‌های چندگانه بر اساس یک ماتریس صفات از قبل مشخص شده، توسعه یافته‌اند. برخلاف تئوری سؤال- پاسخ (IRT) که در آن تمرکز بر تحلیل سطح سؤال و اختصاص نمرات به آزمودنی‌هاست، مدل‌های تشخیصی شناختی بر فراهم نمودن بازخوردهای غیررسمی و تشخیصی برای آزمودنی‌ها و معلمان به منظور دانستن این‌که نیاز به بهبود کدام یک از مهارت‌های خاص را دارند، تمرکز دارد.

در مدل‌های CDM پروفایل‌های صفت آزمودنی شامل متغیرهای مکنون طبقه‌بندی شده (متغیرهای گسسته) است. این متغیرها مرکز فرآیند نمره‌دهی هستند که بر اساس آن‌ها، CDM پاسخ‌های آزمودنی‌ها را در طبقات متغیرهای گسسته‌ی مکنون طبقه‌بندی می‌کند (به طور مثال، ترکیبی از ارزش‌های صفر و یک که در آن صفر به معنای عدم تسلط و یک به معنای تسلط در یک مهارت فردی است).

شکل‌های متنوعی از مدل‌های تشخیصی شناختی در تاریخچه سنجش مطرح شده است. بطور کلی این مدل‌ها انواع موقعیت‌هایی (مثل انواع سازه، پاسخ و ابعاد) را پوشش می‌دهند که مورد علاقه پژوهشگران در روان‌سنجی و علوم شناختی و یادگیری می‌باشد. در حال حاضر پژوهشگران به دلیل گستردگی این مدل‌ها در تلاشند تا روابطی را بین این مدل‌ها بیابند و

شباهت‌هایی را جهت یکسان سازی آن‌ها به دست بیاورند. این تلاش‌ها منجر به محبوبیت فزاینده این مدل‌ها شد و نیز موجب تحولی در بین پژوهشگران شد تا مدل‌های CDM را برای محققان کاربردی ساده‌تر و امکان‌پذیرتر نمایند (یانگ‌سان و یون‌سو<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱).

مدل DINA<sup>۲</sup> یکی از امساک‌گرایانه‌ترین مدل‌های CDM است که فقط به دو پارامتر تغییرپذیر نیاز دارد؛ این مدل اساس سایر مدل‌های استفاده شده در آزمون‌های تشخیصی شناختی است. مدل DINA یک مدل غیرجبرانی و عطفی است و فرض می‌کند که یک آزمودنی باید تمام مهارت‌های مورد نیاز را داشته باشد تا بتواند به یک سؤال به درستی پاسخ دهد (هنسون، تمپلین و وایلز<sup>۳</sup>، ۲۰۰۹). یک آزمودنی که فقط به تعدادی از صفات مورد نیاز برای یک سؤال تسلط دارد، می‌تواند شانس برابر با آزمودنی دیگری که به هیچ کدام از صفات تسلط ندارد، داشته باشد.

برای هر سؤال، پاسخ‌های آزمودنی‌ها در دو طبقه مکنون نمره‌گذاری می‌شوند: یکی طبقه‌ای که نشان‌دهنده پاسخ‌دهی صحیح است (نمره ۱)، شامل آزمودنی‌هایی است که کلیه صفات مورد نیاز برای پاسخ‌دهی صحیح به سؤال را دارا هستند؛ طبقه دیگر که نشان‌دهنده پاسخ‌گویی غلط به سؤال است (نمره صفر)، شامل آزمودنی‌هایی است که حداقل یکی از صفات مورد نیاز برای پاسخ‌گویی صحیح به سؤال را ندارند (دلالتوره، ۲۰۱۱). پیچیدگی مدل DINA با تعداد صفات اندازه‌گیری شده توسط یک آزمون تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد زیرا برخلاف سایر روش‌های غیرجبرانی عطفی تشخیصی شناختی (مانند مدل RUM) (راب و میسلوی، در دست چاپ)، پارامترهای این مدل برای هر سؤال برآورد می‌شود نه برای هر صفت.

مدل DINA دو پارامتر سؤال دارد، لغزش<sup>۴</sup> (S<sub>j</sub>) و حدس<sup>۵</sup> (g<sub>j</sub>). «لغزش» به این احتمال اشاره دارد که یک آزمودنی تمام صفات مورد نیاز برای یک سؤال را داشته باشد اما در پاسخ‌گویی صحیح به آن سؤال شکست بخورد. «حدس» به احتمال پاسخ‌دهی درست به سؤال در غیاب یک یا بیش از یک صفت مورد نیاز به آن سؤال اشاره دارد. اما، دو پارامتر سؤال،

- 
- 1- Young-sun & Yoon Soo
  - 2- Deterministic Input Noisy and Gate Model
  - 3- Henson, Templin, & Willse
  - 4- Slip
  - 5- Guess

سایر پارامترهای مزاحم را نیز در برمی‌گیرند. این عوامل مزاحم، دلایل این را که چرا آزمودنی‌هایی که در برخی صفات مورد نیاز تسلط ندارند، می‌توانند به سؤال پاسخ درست دهند و همچنین دلایل این را که آزمودنی‌هایی که در همه صفات مورد نیاز به تسلط رسیده‌اند، پاسخ درست سؤال را از دست می‌دهند، مخدوش می‌نمایند. یک بحث کلی از مدل DINA که شامل کاربردها و مدل‌های طبقه‌بندی مرتبط و پنهانی آن است در کارهای دلاتوره و داگلاس<sup>۱</sup> (۲۰۰۴) و جانکر و سیجسما<sup>۲</sup> (۲۰۰۱)، قابل دستیابی می‌باشد.

بر اساس آنچه گفته شد پژوهش حاضر با هدف بررسی تفاوت در مدل تشخیصی شناختی دانش‌آموزان دختر و پسر در درس ریاضیات پایه اول دبیرستان بر مبنای مدل DINA و همچنین مقایسه عملکرد در سنجش شناختی تشخیصی<sup>۳</sup> و احتمال تسلط بر مهارت‌ها و صفات اساسی در این درس انجام گردید.

## روش

در این پژوهش از مدل تشخیصی شناختی که توسط افضل‌ی (۱۳۹۳) به منظور مدل‌سازی ریاضیات پایه اول دبیرستان بر اساس روش سلسله مراتبی صفات طراحی شده است، برای بررسی و مقایسه تفاوت‌های جنسیتی در درس ریاضیات استفاده شده است. این مدل شامل ۸ صفت بنیادی است که به ترتیب عبارتند از عملیات پایه‌ای ریاضی، درک مفهوم تعاریف، تسلط بر مفاهیم در تعاریف، استفاده از تعاریف، عملیات ریاضی اولیه، عملیات ریاضی پیشرفته، محاسبات عددی و کاربرد آموخته‌ها در مسایل دنیای واقعی. بر اساس مدل ارائه شده این صفات دارای یک ساختار سلسله مراتبی هستند به نحوی که لازمه توفیق در یک صفت مرتبه بالاتر، تسلط به صفات مرتبه پایین‌تر است. به عنوان مثال دانش‌آموزی که عملیات پایه ریاضیات را نشناسد نمی‌تواند به درک مناسبی از تعاریف ریاضیاتی از قبیل شیب، تعاریف مثلثاتی، معادله و اتحاد دست یابد.

ابزاری که به منظور ارزیابی این مدل طراحی شده است، یک آزمون چند گزینه‌ای شامل

- 
- 1- De la Torre & Douglas
  - 2- Junker & Sijtsma
  - 3- cognitive diagnostic assessment

۳۲ سؤال است به نحوی که هر صفت از مدل توسط چهار سؤال چهار گزینه‌ای سنجیده می‌شود.

به منظور بررسی ویژگی‌های روان‌سنجی ابزار از روش‌های تئوری کلاسیک آزمون و تئوری سؤال پاسخ استفاده شد. بر اساس نتایج این روش‌ها شاخص همسانی درونی آزمون (آلفای کرونباخ) برابر با  $0/86$  گزارش شده است. همچنین سؤالات ابزار از دامنه تشخیص و دشواری مناسبی برای بررسی سطوح مختلف توانایی (تتا) در آزمودنی‌ها برخوردار بودند. به نحوی که پایین‌ترین شاخص دشواری بر اساس IRT (ضریب بتا) برابر با  $-3/35$  و بالاترین شاخص دشواری برابر با  $3/47$  و همچنین پایین‌ترین شاخص تشخیص (ضریب آلفا) برابر با  $0/47$  و بالاترین شاخص تشخیص برابر با  $1/86$  می‌باشد.

این پژوهش بر اساس یافته‌های حاصل از اجرای سنجش تشخیصی شناختی فوق بر روی نمونه‌ای به حجم ۵۰۹ نفر (شامل ۲۳۱ دانش‌آموز دختر و ۲۷۸ دانش‌آموز پسر) که به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چند، مرحله‌ای از میان جامعه دانش‌آموزان پایه اول دبیرستان در شهر تهران انجام شد. به منظور بررسی برازش سؤالات مدل از شاخص RMSEA و تشخیص سؤال (IDI؛ رویتزش<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳) استفاده شد.

در بخش یافته‌های پس از یافته‌های توصیفی، پارامترهای حدس و لغزش، شاخص‌های برازش داده‌ها با مدل، شاخص‌های برازش مدل، و احتمال تسلط به مهارت‌های هشت‌گانه به صورت جدول‌های مقایسه‌ای و نمودار ارائه شده است.

## یافته‌ها

### یافته‌های توصیفی

جدول ۱ تعداد، میانگین و واریانس آزمودنی‌ها به تفکیک جنسیت را نشان می‌دهد. بر اساس یافته‌های جدول از ۵۰۹ آزمودنی ۲۳۱ نفر ( $45/4$  درصد) از آزمودنی‌ها دختر و ۲۷۸ نفر ( $54/6$  درصد) پسر بوده‌اند. میانگین و واریانس دانش‌آموزان دختر به ترتیب  $18/85$  و  $4/93$  و میانگین، واریانس دانش‌آموزان پسر به ترتیب  $18/43$  و  $5/71$  و میانگین و واریانس کل دانش‌آموزان نیز به ترتیب  $18/62$  و  $5/37$  بوده است.

جدول ۱. یافته‌های توصیفی

واریانس	میانگین	درصد	فراوانی	
۴/۹۳	۱۸/۸۵	۴۵/۴	۲۳۱	دختر
۵/۷۱	۱۸/۴۳	۵۶/۶	۲۷۸	پسر
۵/۳۷	۱۸/۶۲	۱۰۰	۵۰۹	کل

### یافته‌های استنباطی

در ادامه نتایج مدل‌سازی تشخیصی شناختی بر اساس مدل DINA با استفاده از داده‌های تجربی ارائه شده است. پاسخ‌های ۵۰۹ دانش‌آموز پسر و دختر در سنجش تشخیصی شناختی ریاضیات پایه اول دبیرستان بر اساس ماتریس Q شامل ۸ صفت سلسله‌مراتبی که در بخش روش معرفی شده است، با استفاده از بسته<sup>۱</sup> CDM نرم‌افزار R تحلیل شده است.

جدول ۲ پارامترهای حدس و لغزش بر اساس مدل DINA را نشان می‌دهد، بر اساس اطلاعات مندرج در این جدول پایین‌ترین ضریب حدس در دختران و پسران مربوط به سوال ۲۳ و بالاترین ضریب حدس در دختران مربوط به سوال ۹ و در پسران مربوط به سوال ۱ می‌باشد.

این ضرایب احتمال پاسخ‌گویی درست به سوال برای دانش‌آموزانی است که به مهارت‌های مورد نیاز برای پاسخ‌گویی به سوال تسلط ندارند را نشان می‌دهد.

هم‌چنین پایین‌ترین مقدار لغزش در دختران مربوط به سوالات ۲ و در پسران در سوال ۹ است و بالاترین ضریب لغزش در هر دو جنس مربوط به سوال ۳۰ می‌باشد. این ضریب نشان‌دهنده احتمال پاسخ‌گویی غلط به سوال برای دانش‌آموزانی است که به مهارت‌های مورد نیاز برای پاسخ‌گویی به سوال تسلط دارند. هر چه پارامترهای حدس و لغزشی در سوال کوچک‌تر باشد، نشان‌دهنده برازش بهتر میان طرح سنجش تشخیصی، داده‌های تجربی مدل‌شناختی است (راوند، براتی و ویدھیارسو<sup>۲</sup>، ۲۰۱۳).

با توجه به نتایج مندرج در جدول می‌توان به مشابهت نسبی این پارامترها در دو جنس پی‌برد. هم‌چنین آزمودنی‌های دختر و پسر در متوسط پارامترهای حدس و لغزش نیز شرایط

1- package

2- Ravand, Barati, & Widhiarso



جدول ۲. پارامترهای حدس و لغزش سؤالات

سؤال	حدس		لغزش		سؤال	حدس		لغزش	
	پسر	دختر	پسر	دختر		پسر	دختر	پسر	دختر
سؤال ۱	۰/۸۰۵	۰/۷۹۱	۰/۴۸	۰/۰۹۲	سؤال ۱۸	۰/۵۹۳	۰/۴۴۶	۰/۱۱۶	۰/۰۷۱
سؤال ۲	۰/۷۸۳	۰/۷۴۴	۰/۰۶۹	۰/۰۸۷	سؤال ۱۹	۰/۲۶۷	۰/۲۹۹	۰	۰/۱۳۱
سؤال ۳	۰/۱۲۷	۰/۲۹۹	۰/۲۸	۰/۱۹۲	سؤال ۲۰	۰/۲۳۷	۰/۲۱۳	۰/۳۲۱	۰/۲۹۹
سؤال ۴	۰/۴۲۴	۰/۱۹۷	۰/۱۶۶	۰/۱۳	سؤال ۲۱	۰/۳۳۳	۰/۳۰۱	۰/۲۷۲	۰/۱۷۵
سؤال ۵	۰/۴۸۹	۰/۲۸۶	۰/۱۰۱	۰/۱۶۴	سؤال ۲۲	۰/۰۹۴	۰/۱۵۵	۰/۱۹۳	۰/۳۳۸
سؤال ۶	۰/۲۰۲	۰/۳۰۴	۰/۱۶۴	۰/۲۶	سؤال ۲۳	۰	۰/۰۰۵	۰	۰/۱۲۵
سؤال ۷	۰/۳۷	۰/۶	۰/۱۲۱	۰/۲۰۵	سؤال ۲۴	۰/۴۱	۰/۲۶۲	۰/۲۱۱	۰/۱۹۵
سؤال ۸	۰/۲۱۲	۰/۲۸	۰/۵۰۴	۰/۳۱۴	سؤال ۲۵	۰/۲۹۱	۰/۲۱۷	۰/۲۹۷	۰/۱۳
سؤال ۹	۰/۸۷	۰/۷۱۲	۰/۰۳	۰/۰۴۲	سؤال ۲۶	۰/۰۱۷	۰/۰۹۹	۰/۴۷۵	۰/۳۸۲
سؤال ۱۰	۰/۵۲۸	۰/۴۴۴	۰/۰۴۸	۰/۱۴	سؤال ۲۷	۰/۴۷۳	۰/۳۶۶	۰/۰۳۶	۰/۰۹
سؤال ۱۱	۰/۴۳۱	۰/۲۶۳	۰/۰۷۹	۰/۰۵۴	سؤال ۲۸	۰/۲۹۹	۰/۳۳۴	۰/۱۶۵	۰/۴۷۸
سؤال ۱۲	۰/۸۱	۰/۷۰۸	۰	۰/۰۶۵	سؤال ۲۹	۰/۱۸۱	۰/۱۷۳	۰/۴۷۵	۰/۶۵۶
سؤال ۱۳	۰/۸۲۴	۰/۴۸۲	۰/۰۴۴	۰/۰۰۸	سؤال ۳۰	۰/۱۲۷	۰/۱۲۳	۰/۶۴۴	۰/۷۳۹
سؤال ۱۴	۰/۶۵۱	۰/۴۶۴	۰/۰۶۹	۰/۰۳۲	سؤال ۳۱	۰/۱۸۲	۰/۲۴۶	۰/۴۵۱	۰/۲۴۸
سؤال ۱۵	۰/۵۹	۰/۶۴	۰/۱۴۴	۰/۱۰۵	سؤال ۳۲	۰/۳۱۸	۰/۲۳۵	۰/۰۶۴	۰/۱۰۳
سؤال ۱۶	۰/۲۴۹	۰/۵۴۲	۰/۰۶۳	۰/۰۶۳	میانگین	۰/۳۹۹	۰/۳۶۵	۰/۱۸۰	۰/۱۹۱۲
سؤال ۱۷	۰/۴۹۴	۰/۴۵۴	۰/۱۱	۰/۰۰					

نسبتاً مشابهی دارند. متوسط پارامتر حدس در دختران کمی بالاتر از پسران (۰/۰۲۶) و پارامتر لغزش در پسران کمی بیشتر از دختران (۰/۰۱۱) است.

جدول ۳ شاخص‌های تشخیص سؤال<sup>۱</sup> (IDI) و شاخص برازندگی سؤال (RMSEA) را ارائه می‌نماید. شاخص IDI رابطه معکوسی با شاخص‌های حدس و لغزش دارد و هر چه این شاخص بزرگتر باشند، شاخص بهتری تشخیص سؤال بالاتر است.

شاخص RMSEA نیز میزان برازندگی سؤال با مدل شناختی را نشان می‌دهد، این شاخص بر اساس توزیع خنثی دو است و هر چه کوچک‌تر باشد، نشان‌دهنده برارزش بالاتر سؤال با مدل است. بر اساس نتایج مندرج در جدول سؤال ۲۳ بهترین شاخص تشخیص برای هر دو جنس و همین سؤال پایین‌ترین شاخص RMSEA و در نتیجه بیشترین میزان برارزش

#### 1- Item Discrimination Index

جدول ۳. ضرایب تشخیص و RMSEA سؤالات

RMSEA		IDI		سؤال	RMSEA		IDI		سؤال
پسر	دختر	پسر	دختر		پسر	دختر	پسر	دختر	
۰/۱۷۸	۰/۲۱۸	۰/۴۸۳	۰/۲۹۱	سؤال ۱۸	۰/۱۷	۰/۱۸۷	۰/۱۱۷	۰/۱۴۷	سؤال ۱
۰/۱۳	۰/۱۰۲	۰/۵۷۱	۰/۷۳۳	سؤال ۱۹	۰/۱۶	۰/۱۶۷	۰/۱۶۹	۰/۱۴۸	سؤال ۲
۰/۲۴۸	۰/۲۷۳	۰/۴۸۸	۰/۴۴۳	سؤال ۲۰	۰/۱۵۶	۰/۱۷۸	۰/۵۰۹	۰/۵۹۳	سؤال ۳
۰/۱۹	۰/۳۱۵	۰/۵۲۴	۰/۳۹۵	سؤال ۲۱	۰/۰۹۶	۰/۱۷۸	۰/۶۷۳	۰/۴۱	سؤال ۴
۰/۲۰۳	۰/۱۰۳	۰/۵۰۷	۰/۷۱۳	سؤال ۲۲	۰/۱۴۷	۰/۱۹۷	۰/۵۵۱	۰/۴۱	سؤال ۵
۰/۰۶۵	۰	۰/۸۷	۱	سؤال ۲۳	۰/۱۴۸	۰/۱۶۳	۰/۴۳۶	۰/۶۳۴	سؤال ۶
۰/۲۲	۰/۳۱۳	۰/۵۴۳	۰/۳۷۹	سؤال ۲۴	۰/۱۸	۰/۱۶۱	۰/۱۹۴	۰/۵۰۹	سؤال ۷
۰/۱۵۱	۰/۲۳۴	۰/۶۵۶	۰/۴۱۲	سؤال ۲۵	۰/۲۰۲	۰/۲۷۷	۰/۴۰۶	۰/۲۸۴	سؤال ۸
۰/۱۸۳	۰/۲۳۴	۰/۵۱۹	۰/۵۰۸	سؤال ۲۶	۰/۱۶۲	۰/۱۸۱	۰/۲۴۶	۰/۱۰	سؤال ۹
۰/۱۵۳	۰/۱۷۲	۰/۵۴۴	۰/۴۹۱	سؤال ۲۷	۰/۱۷۶	۰/۱۷۷	۰/۴۱۶	۰/۴۲۴	سؤال ۱۰
۰/۲	۰/۱۹۷	۰/۱۸۷	۰/۵۳۶	سؤال ۲۸	۰/۱۲۴	۰/۱۵۸	۰/۶۸۲	۰/۴۹۱	سؤال ۱۱
۰/۱۵۲	۰/۲۳	۰/۱۷۱	۰/۳۴۴	سؤال ۲۹	۰/۱۷۷	۰/۱۲۹	۰/۲۲۸	۰/۱۹	سؤال ۱۲
۰/۱۴۸	۰/۱۹۳	۰/۱۳۸	۰/۲۳	سؤال ۳۰	۰/۱۴۹	۰/۱۲	۰/۵۰۹	۰/۱۳۱	سؤال ۱۳
۰/۱۳۴	۰/۲۲۷	۰/۵۰۶	۰/۳۶۷	سؤال ۳۱	۰/۱۳۵	۰/۱۸۹	۰/۵۰۴	۰/۲۸	سؤال ۱۴
۰/۰۸۸	۰/۱۷۵	۰/۶۶۲	۰/۶۱۸	سؤال ۳۲	۰/۱۸۵	۰/۲۴۵	۰/۲۵۶	۰/۲۶۶	سؤال ۱۵
۰/۱۶۰۲۲	۰/۱۸۴۷	۰/۴۴۳۶۸۷۵	۰/۴۲۰۶۲۵	متوسط	۰/۱۵۵	۰/۰۹۵	۰/۳۹۵	۰/۶۸۸	سؤال ۱۶
					۰/۱۶۲	۰/۲۲۱	۰/۵۳۸	۰/۳۹۵	سؤال ۱۷

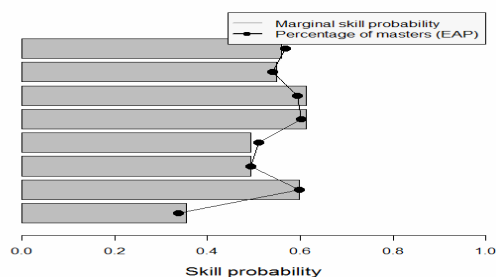
با مدل در دو جنس را داراست و سؤالات ۸ برای دختران و ۲۰ برای پسران دارای بالاترین مقدار RMSEA و کمترین برازش با مدل هستند.

جدول ۴ احتمال کناری تسلط به هر یک از مهارت‌های هشت‌گانه در دختران و پسران را نمایش می‌دهد با توجه به نتایج مندرج در جدول، آزمودنی‌های دختر بیشترین احتمال تسلط را به ترتیب در مهارت‌های تسلط به تعاریف، استفاده از تعاریف و محاسبات عددی و آزمودنی‌های پسر بیشترین احتمال تسلط را به ترتیب در مهارت‌های استفاده از تعاریف و محاسبات پایه ریاضی و تسلط به تعاریف را داشته‌اند، همچنین آزمودنی‌های دختر کمترین احتمال تسلط را به ترتیب در مهارت‌های کاربرد آموخته‌ها در مسایل واقعی، عملیات تسلط را به ترتیب در مهارت‌های درک مفهوم تعاریف (۰/۴۶۴) عملیات ریاضی پیشرفته (۰/۴۹۸) و کاربرد آموخته‌ها در مسایل دنیای واقعی (۰/۵۰۵) داشته‌اند. احتمال تسلط و درصد افراد مسلط

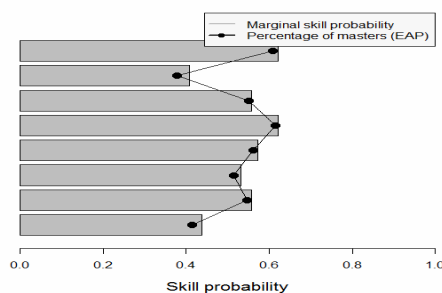
در مهارت‌های هشت‌گانه برای دانش‌آموزان دختر و پسر در شکل‌های شماره یک و دو نمایش داده شده است.

جدول ۴. احتمال تسلط به صفات هشت‌گانه در نمونه مورد مطالعه

سطح معناداری	Z	احتمال		عنوان	صفت
		پسر	دختر		
۰/۰۸	-۱/۴۰۶۲۲	۰/۶۲۱۱	۰/۵۵۹۶	عملیات پایه ریاضی	صفت ۱
۰/۰۰	۳/۱۵۴۳۷۸	۰/۴۰۸۷	۰/۵۴۸۹	درک مفهوم تعاریف	صفت ۲
۰/۱۰	۱/۲۶۲۰۶۹	۰/۵۵۷۹	۰/۶۱۳۳	به خاطر سپاری تعاریف	صفت ۳
۰/۴۳	-۰/۱۸۷۲۱	۰/۶۲۱۲	۰/۶۱۳۱	استفاده از تعاریف	صفت ۴
۰/۰۳	-۱/۸۲۴۵۱	۰/۵۷۳۳	۰/۴۹۲۳	عملیات میانه ریاضی	صفت ۵
۰/۲۰	-۰/۸۵۱۷۵	۰/۵۳۱۴	۰/۴۹۳۵	عملیات پیشرفته ریاضی	صفت ۶
۰/۱۸	۰/۹۲۲۶۲۲	۰/۵۵۷	۰/۵۹۷۶	محاسبات عددی	صفت ۷
۰/۰۳	-۱/۹۳۹۹۴	۰/۴۳۸۱	۰/۳۵۳۵	کاربرد در مسائل واقعی	صفت ۸
۰/۴۶	-۰/۱۰۳۹	۰/۵۳۸۵۸۷۵	۰/۵۳۳۹۷۵	متوسط احتمال تسلط	



شکل ۱. احتمال و درصد تسلط به مهارت‌ها در آزمودنی‌های دختر



شکل ۲. احتمال و درصد تسلط به مهارت‌ها در آزمودنی‌های پسر

## بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش از قابلیت‌های مدل‌های تشخیصی شناختی (CDMs) به منظور بررسی تفاوت‌های جنسیتی در درس ریاضیات پایه اول دبیرستان بر اساس داده‌های تجربی حاصل از نمونه‌ای از دانش‌آموزان شهر تهران به حجم ۵۰۹ نفر (۲۳۱ دانش‌آموز دختر و ۲۷۸ دانش‌آموز پسر) استفاده شده است. مزیت اصلی این مدل‌ها برای دستیابی به این هدف این است که، نه تنها قابلیت بررسی و مقایسه شایستگی در ریاضیات به عنوان یک سازه‌ی کلی را دارند، بلکه اطلاعات تشخیصی مناسبی نیز در مورد جزئیات تفاوت‌ها در صفات و مهارت‌های اساسی تشکیل دهنده این سازه را، ارائه می‌نمایند.

به منظور بررسی تفاوت‌ها از مدل و ابزاری شامل هشت صفت سلسله‌مراتبی که توسط افضل‌ی (۱۳۹۳) برای ریاضیات پایه اول دبیرستان طراحی شده است، استفاده گردید. به منظور بررسی و مقایسه برازش مدل و ابزار با داده‌های تجربی و هم‌چنین برآورد و مقایسه احتمال موفقیت در صفات و مهارت‌ها از مدل غیرجبرانی DINA بهره برده شد.

بر اساس اطلاعات حاصل از این مدل، تفاوت قابل توجهی در پارامترهای حدس و لغزش در دو جنس مشاهده نشد، علاوه بر این که متوسط این پارامترها در دو گروه تقریباً برابر بود، عملکرد دانش‌آموزان در این دو پارامتر برای اکثر سؤالات نیز تفاوت چندانی نداشت. به این معنا که احتمال ارتکاب خطا برای دانش‌آموزان دختر و پسر، زمانی که مهارت‌های لازم برای پاسخگویی به یک سؤال را داشته باشند (لغزش) و هم‌چنین احتمال پاسخگویی صحیح به یک سؤال بدون تسلط به مهارت‌های لازم برای پاسخگویی به آن سؤال (حدس) تفاوت قابل توجهی ندارد؛ بر اساس نتایج مندرج در جدول دو متوسط شاخص حدس و لغزش برای دختران به ترتیب ۰/۳۹۵ و ۰/۱۸ و برای پسران به ترتیب ۰/۳۶۵ و ۰/۱۹ است.

در مورد پارامترهای برازش، شامل شاخص تشخیص سؤالات (IDI) و شاخص برازندگی سؤالات (RMSEA) نیز شرایط کلی در دو جنس نسبتاً مشابه است؛ به نحوی که سؤالاتی که در دختران توانایی مناسبی در تمایز میان افراد مسلط و غیرمسلط را داشته‌اند در پسران نیز توانسته‌اند این افراد را از هم متمایز نمایند. در مورد شاخص برازندگی سؤال نیز تفاوت قابل توجهی در سؤالات مختلف میان دو جنس وجود ندارد. هم‌چنین متوسط شاخص‌های IDI و

RMSEA، به عنوانی ملاک‌هایی برای برازش مدل، نیز در دو گروه نسبتاً مشابه است، هر چند میزان شاخص  $IDI$  در پسران کمی بیشتر از دختران ( $0/44$  در مقابل  $0/42$ ) و شاخص  $RMSEA$  در دختران کمی بیش از پسران ( $0/184$  در مقابل  $0/16$ ) می‌باشد.

پس از بررسی تفاوت در برازش مدل و سنجش شناختی تشخیصی در دو جنس، عملکرد دانش‌آموزان دختر و پسر در درس ریاضیات پایه اول دبیرستان به عنوان یک سازه کلی و همچنین صفات و مهارت‌های اصلی در این درس، مورد بررسی قرار گرفت بر اساس اطلاعات مندرج در جدول شماره پنج تفاوت چشم‌گیری میان آزمودنی‌های پسر و دختر از نظر احتمال موفقیت کلی در سنجش شناختی تشخیصی ریاضیات وجود ندارد؛ به نحوی که متوسط احتمال تسلط آزمودنی‌های دختر  $0/534$  و متوسط احتمال تسلط آزمودنی‌های پسر  $0/538$  گزارش شده است. این نتیجه با نتایج پژوهش‌هایی که در آن‌ها رابطه معناداری میان جنسیت و پیشرفت در ریاضیات یافت نشده است یکسان است.

اما در بررسی صفات و مهارت‌های اساسی تفاوت‌های قابل توجهی در دو گروه وجود دارد؛ بیشترین اختلاف در موفقیت مربوط به مهارت در درک مفهوم تعاریف است، دانش‌آموزان دختر به طور کاملاً معناداری (در سطح آلفا  $0/01$ ) در این مهارت تسلط بیشتری نسبت به پسران دارند. اما در مقابل پسران در مهارت‌های عملیات میانه ریاضیات و کاربرد آموخته‌ها در مسائل دنیای واقعی برتری معناداری (در سطح آلفا  $0/05$ ) نسبت به دختران نشان داده‌اند، که این تفاوت‌ها می‌تواند نشان‌دهنده تفاوت محسوس در ساختار شناختی و الگوهای حل مسایل ریاضی در دو گروه باشد. علاوه بر این‌ها، آنچه در جدول ۵ مشهود است ضعف عمده آزمودنی‌ها، به ویژه آزمودنی‌های دختر در کاربرد آموخته‌های ریاضیاتی در مسایلی است که در آن‌ها از دانش‌آموز انتظار می‌رود مساله‌ای مرتبط با دنیای واقعی را حل نماید. یافته اخیر با نتایج پژوهش مینایی (۱۳۹۱) همسو است.

با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که در برنامه‌ریزی‌های آموزشی برای درس ریاضیات توجه به تفاوت‌های شناختی و عملکردی دختران و پسران، می‌تواند اثرات مطلوبی بر کارایی و اثربخشی این برنامه‌ها داشته باشد، همچنین برنامه‌ریزی در زمینه آموزش توانایی‌های کاربردی در کنار آموزش مفاهیم محض ریاضیاتی، با توجه به کاربردهای متنوع ریاضیات در سایر علوم و زندگی واقعی ضروری به نظر می‌رسد.

در پایان استفاده بیشتر از قابلیت‌های مدل‌های تشخیصی شناختی در پژوهش‌های بنیادی و کاربردی، با توجه به ماهیت بین رشته‌ای و قابلیت‌های منحصر به فرد این مدل‌ها، در علوم و زمینه‌های مختلف به پژوهشگران توصیه می‌شود.

## منابع

### فارسی

- افشینی (۱۳۹۳). مدل‌سازی تشخیصی شناختی ریاضیات پایه اول دبیرستان بر اساس روش سلسله مراتبی صفات. پایان‌نامه دکترا. تهران، دانشگاه علامه طباطبایی.
- کبیری، مسعود (۱۳۸۲). نقش خودکارآمدی ریاضی به همراه متغیرهای شخصی دانش‌آموزان دختر و پسر سال سوم راهنمایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران، دانشگاه تربیت معلم.
- کیامنش، علی‌رضا و پوراصغر، نصیبه (۱۳۸۸). بررسی تفاوت دختر و پسر در متغیرهای مرتبط به عملکرد ریاضی و نقش آن بر پیشرفت ریاضی. تبریز. فصلنامه روان‌شناسی دانشگاه تبریز، سال چهارم، شماره ۱۳.
- مینایی، اصغر (۱۳۹۱). مدل‌پردازی تشخیصی شناختی سؤالات تیمز ۲۰۰۷ در دانش‌آموزان پایه هشتم ایران. پایان‌نامه دکترا. تهران، دانشگاه علامه طباطبایی.

## لاتین

- Caplan, J. B., & Caplan, P. J. (2005). The perseverative search for sex differences in mathematics abilities. In A. M. Gallagher & J. C. Kaufman (eds.). *Gender Differences in Mathematics: An Integrative Psychological Approach*. Cambridge: Cambridge University Press.
- De la Torre, J., & Douglas, J. (2004). Higher-order latent trait models for cognitive diagnosis. *Psychometrika*, 69 (3), 333-353.
- Gallagher, A. M. (1990). *Sex differences in the performance of high-scoring examinees on the SAT-M*. New York: College Entrance Examination Board.
- Gallagher, A. M., & DeLisi, R. (1994). Gender differences in Scholastic Aptitude Test – mathematics problem solving among high-ability students. *Journal of Educational Psychology*, 86, 204-211.
- Halpern, D. F. (2000). *Sex Differences in Cognitive Abilities (3rd Ed.)*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Henson, R., Templin, J., & Willse, J. (2009). Defining a family of cognitive diagnosis models using log-linear models with latent variables. *Psychometrika*, 74 (2), 191-210.
- Hyde, J. S., Fennema, E., & Lamon, S. J. (1990). Gender Differences in Mathematics Performance: A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 107 (2), 139-155.
- Junker, B. W., & Sijtsma, K. (2001). Cognitive assessment models with few assumptions, and connections with nonparametric item response theory. *Applied Psychological Measurement*, 25, 258-272.
- Maccoby, E. E., & Jacklin, C. N. (1974). *The Psychology of Sex Differences*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Ravand, H., Barati, H., & Widhiarso, W. (2013). Exploring Diagnostic Capacity of a High Stakes Reading Comprehension Test: A Pedagogical Demonstration. *Iranian Journal of Language Testing*, 3, 1.
- Robitzsch, A., Kiefer, T., George, A., & Uenlue, A. (2013). Package 'CDM'. <https://sites.google.com/site/alexanderrobitzsch/software>.
- Royer, J. M., Tronsky, L. N., Chan, Y., Jackson, S. J., & Marchant, H. I. (1999). Math-Fact retrieval as the cognitive mechanism underlying gender differences in math test performance. *Contemporary Educational Psychology*, 24, 181-266.

- Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A metaanalysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, *117*, 250–270.
- Willingham, W. W., & Cole, N. S. (1997). *Gender and Fair Assessment*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Young-sun, L., & Yoon Soo, P. (2011). A cognitive diagnostic modeling of attribute mastery in Massachusetts, Minnesota, and the U.S. National sample using the TIMSS 2007. *International journal of testing*, *11* (2), 144-177.
- Zhu, Zheng. (2007). Gender differences in mathematical problem solving patterns: A review of literature. *International Education Journal*, *8* (2), 187-203.