



مریم محسن پور  
دانشجوی دکتری سنجش و ارزیابی، دانشگاه تهران

# سنجش شناختی تشخیصی

## چکیده

در دهه گذشته در مطالعات پیزا، از انواع آزمون‌های شناختی تشخیصی برای سنجش سواد ریاضی، علوم و خواندن دانش‌آموزان استفاده شده است. بدین سبب، برای درک بهتر مقالاتی که در رابطه با پیزا و مطالعات مشابه انجام می‌شود، لازم است معلمان ریاضی، با ویژگی‌های این نوع سنجش آشنا شوند. بنابراین هدف اصلی این مقاله، معرفی اجمالی سنجش شناختی تشخیصی است.

**کلیدواژه‌ها:** روان‌شناسی شناختی، سنجش شناختی تشخیصی، اندازه‌گیری ساختار دانش، اندازه‌گیری صلاحیت‌های پردازشی، روش‌های آماری، روان‌سنجی، نیمرخ صلاحیتی، ماتریس کیو.

## مقدمه

روان‌شناسی شناختی، گامی بزرگ برداشته‌اند. آن‌ها در فصل هفتم کتاب اندازه‌گیری آموزشی لین<sup>۵</sup> (۱۹۸۹)، به دلالت‌های روان‌شناسی شناختی برای اندازه‌گیری آموزشی پرداخته‌اند. از نظر لیتونوگیرل (۲۰۰۷)، ایده‌های بیان شده به‌وسیله اسنو و لومان (۱۹۸۹)، بسیاری از پژوهشگران آموزشی را به بررسی بالقوه یک شاخه به نسبت نوآورانه از روان‌شناسی یعنی روان‌شناسی شناختی، و نقش آن در غنی‌سازی آزمون‌ها ترغیب

یکی از ابعاد مهم فعالیت‌های آموزشی، اندازه‌گیری آموزشی است. از اواسط دهه ۱۹۸۰، با پیوند روان‌شناسی شناختی<sup>۱</sup> و روان‌سنجی به یکدیگر، نقش مهمی که نظریه شناختی می‌تواند در اندازه‌گیری‌های آموزشی داشته باشد، به مرور برای بسیاری از متخصصان آموزشی آشکار گردید. (لیتون<sup>۲</sup>، گیرلو هونکا<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴). به‌عنوان مثال، اسنو و لومان<sup>۴</sup> (۱۹۸۹) در راستای کمک به بهبود سنجش و اندازه‌گیری آموزشی با استفاده از

کرد. لذا از سال ۱۹۸۹، مقالات و کتاب‌های متنوعی در زمینه سنجش شناختی تشخیصی نوشته شد که از آن بین، می‌توان به فردریک سن، گلایزر، لسگلد و شافتو<sup>۵</sup>، (۱۹۹۰)؛ نیکولز<sup>۶</sup>، (۱۹۹۴)؛ نیکولز، چپمن و برنان<sup>۸</sup>، (۱۹۹۵) اشاره کرد.

### تعریف سنجش شناختی تشخیصی

رویکرد سنجش شناختی تشخیصی، با هدف ارتقای سنجش برای یادگیری و فرایند یادگیری<sup>۹</sup>، اساساً در مقابله با سنجش بازده‌های یادگیری<sup>۱۰</sup> از طریق فراهم کردن اطلاعات مورد نیاز برای اصلاح آموزش و یادگیری در کلاس درس به وسیله معلم، به وجود آمده است (جانگ<sup>۱۱</sup>، ۲۰۰۸). به‌طور کلی، هدف از طراحی سنجش شناختی تشخیصی، اندازه‌گیری ساختار دانش و صلاحیت‌های پر دانشی<sup>۱۲</sup> دانش‌آموزان به‌منظور فراهم آوردن اطلاعاتی در زمینه نقاط قوت و ضعف شناختی آن‌هاست. ساختار دانش شامل اطلاعات رویه‌ای و حقایق/ دانش یقینی است، در حالی که صلاحیت‌های پر دانشی دربرگیرنده تحولات و راهبردهای مورد نیاز برای دست‌ورزی با این اطلاعات است (لیتون و گیرل، ۲۰۰۷، به نقل از لومان، ۲۰۰۰). با اندازه‌گیری این صلاحیت‌ها بر مبنای سنجش شناختی تشخیصی، نقاط قوت و ضعف آزمون‌شوندگان شناسایی می‌شود و این چنین، می‌توان درباره صلاحیت‌های شناختی حل مسئله آن‌ها، استنباط‌های تشخیصی به دست آورد.

### مدل شناختی در سنجش شناختی تشخیصی

تولید استنباط‌های مبتنی بر شناخت، بدون داشتن یک چارچوب تفسیری صریح، اگر غیرممکن نباشد، مشکل است، زیرا استنباط‌ها در اندازه بزرگ<sup>۱۳</sup> (یعنی یک نمره آزمون کل) انجام نمی‌شوند، بلکه در اندازه خرد<sup>۱۴</sup> (یعنی صلاحیت‌های شناختی ویژه) صورت می‌گیرند. گیرل، ونگ و ژو (۲۰۰۸)، معتقدند که مدل‌های شناختی، با فراهم کردن چارچوبی برای مرتبط کردن استنباط‌های مبتنی بر شناخت با تفسیرهای نمره آزمون خرد شده، این هدف را محقق می‌سازند.

یک مدل شناختی<sup>۱۵</sup> در اندازه‌گیری آموزشی، به «توصیفی ساده از حل مسئله شخص در تکالیف آموزشی استاندارد» اشاره دارد که کمک می‌کند تا دانش و صلاحیت‌های دانش‌آموزان که در سطوح متفاوت یادگیری کسب شده است، دسته‌بندی شود و تبیین و پیش‌بینی عملکرد آن‌ها، تسهیل گردد. از ویژگی‌های مهم مدل‌های شناختی این است که صلاحیت‌های تعیین شده به وسیله مدل، باید در اندازه خرد و قابل اندازه‌گیری باشند، هم‌چنان که از نظر آموزشی مرتبط بوده و برای طیف وسیعی از نفع‌بران آموزشی، معنادار باشند (گیرل، روبرتر، آلوز و گاتزمن، ۲۰۰۹).

در سنجش تشخیصی، برای ساخت مدل‌های شناختی، از روش‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد. از نظر روبرتر، آلوز، چو، تامپسون، بحری و گاتزمن<sup>۱۶</sup> (۲۰۱۲)، روش‌های ساخت مدل‌های شناختی عبارت‌اند از:

۱. **مرور ادبیات نظری (نظریه‌های تجزیه و تحلیل تکلیف)**؛ یا تجزیه و تحلیل تکلیف توسط یک خبره<sup>۱۷</sup> که به‌عنوان رویکرد از بالا به پایین مفهوم‌پردازی شده است.

۲. **استفاده از گزارش‌های کلامی**<sup>۱۸</sup>؛ پاسخ‌های دانش‌آموزان به یک آزمون در یک حوزه محتوایی، به‌عنوان یک رویکرد از پایین به بالا، مفهوم‌پردازی شده است.

۳. **ترکیب دو روش**؛ ترکیب دو رویکرد از بالا به پایین و از پایین به بالا.

به‌عنوان نمونه، در جدول (۱)، یک مدل شناختی هشت صلاحیتی در حوزه حل معادلات خطی ارائه شده است (راپ، تمپلین و هنسون، ۲۰۱۰؛ برگرفته از تحقیقات گیرل و همکاران، ۲۰۰۷).

جدول ۱. یک مدل شناختی هشت صلاحیتی، در حوزه حل معادلات خطی

● درک کردن معانی نمادها و قواعد	● حل معادلات درجه دوم
● فهمیدن توصیفات متنی مسئله	● حل چند معادله به‌طور هم‌زمان
● انجام دادن دست‌ورزی‌های جبری	● ساخت یک بازنمایی جدولی
● حل معادلات خطی	● ساخت یک بازنمایی تصویری

**هدف از طراحی سنجش شناختی تشخیصی، اندازه‌گیری ساختار دانش و صلاحیت‌های پر دانشی دانش‌آموزان به‌منظور فراهم آوردن اطلاعاتی در زمینه نقاط قوت و ضعف شناختی آن‌هاست. ساختار دانش شامل اطلاعات رویه‌ای و حقایق/ دانش یقینی است، در حالی که صلاحیت‌های پر دانشی دربرگیرنده تحولات و راهبردهای مورد نیاز برای دست‌ورزی با این اطلاعات است**

## مدل‌های آماری در سنجش شناختی تشخیصی

در سنجش شناختی تشخیصی، برای تحلیل داده‌های آزمون‌شوندگان، از مدل‌های آماری روان‌سنجی استفاده می‌شود. هدف از طراحی این مدل‌ها، برقراری پیوند بین نظریه شناختی و ویژگی‌های روان‌سنجی سؤال‌هاست و به طبقه‌بندی پاسخ‌های آزمون‌شوندگان براساس متغیرهای مکنون<sup>۱۹</sup> چندگانه، می‌پردازند. متغیر مکنون، متغیری آماری است که نمایانگر ویژگی - یا همان صلاحیت - غیرقابل مشاهده پاسخ‌دهندگان است.

از نظر راب، تمپلین و هنسون (۲۰۱۰)، مدل‌های آماری سنجش شناختی تشخیصی، براساس سه وضعیت زیر، تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱. مقیاس اندازه‌گیری متغیرهای پاسخ مشاهده شده (دو ارزی در برابر چند ارزی)
۲. مقیاس اندازه‌گیری متغیرهای مکنون (دو ارزی در برابر چند ارزی)
۳. شیوه ترکیب متغیرهای مکنون.

در مدل‌های آماری سنجش شناختی تشخیصی، صلاحیت‌های شناختی در قالب نیمرخ‌های صلاحیتی<sup>۲۰</sup> سؤال‌ها، نمایش داده می‌شوند. منظور از نیمرخ صلاحیتی در هر سؤال، الگویی ترکیبی از صلاحیت‌های مورد نیاز برای آن سؤال است که برای مجموعه سؤال‌ها، در یک ماتریس، به نام ماتریس کیو<sup>۲۱</sup>، نمایش داده می‌شود. بنابراین ماتریس کیو، نشان‌دهنده ساختار بارگیری در مدل‌های شناختی است. هر سطر این ماتریس، یک نیمرخ صلاحیتی برای یک سؤال، یعنی یک فرضیه درباره صلاحیت‌های مورد نیاز برای کسب پاسخ درست به آن سؤال است و دارای مرتبه  $n \times k$  است که در آن،  $n$  تعداد سؤال‌ها و  $k$ ، تعداد صلاحیت‌های مورد نیاز برای آن سؤال‌هاست. تمام درایه‌های این ماتریس، اعداد صفر و یک هستند. برای یک درایه خاص ماتریس  $Q$  در سطر  $n$  ام و ستون  $k$  ام، عدد ۱ نشانگر آن است که سؤال  $n$  ام خصیصه یا صلاحیت

از ویژگی‌های مهم مدل‌های شناختی این است که صلاحیت‌های تعیین شده به وسیله مدل، باید در اندازه خرد و قابل اندازه‌گیری باشند، هم‌چنان که از نظر آموزشی مرتبط بوده و برای طیف وسیعی از نفع‌بران آموزشی، معنادار باشند

$k$  ام را اندازه می‌گیرد و عدد صفر نشان می‌دهد که آن سؤال، صلاحیت مورد نظر را اندازه نمی‌گیرد (همان). در جدول (۲)، مثالی از یک ماتریس کیو برای پنج سؤال و سه صلاحیت شناختی ارائه شده است. به‌عنوان نمونه برای پاسخگویی درست به سؤال اول، تسلط به صلاحیت ۱ کافی است، یا در سؤال پنجم، صلاحیت‌های ۲ و ۳ برای پاسخگویی درست به سؤال مورد نیاز هستند.

جدول ۲. ماتریس کیو برای سنجش تشخیصی

سؤال	صلاحیت ۱	صلاحیت ۲	صلاحیت ۳
۱	۱	۰	۰
۲	۱	۱	۰
۳	۱	۰	۱
۴	۱	۱	۱
۵	۰	۱	۱

در هر یک از مدل‌های آماری سنجش تشخیصی، عملکرد دانش‌آموز برحسب احتمال تسلط وی بر هر یک از صلاحیت‌ها تعیین می‌شود (راب، تمپلین و هنسون، ۲۰۱۰) و برای هر دانش‌آموز، احتمال تسلط به همه صلاحیت‌ها و در نتیجه یک نیمرخ صلاحیتی، به دست می‌آید. این نیمرخ می‌تواند به وسیله نفع‌بران مختلف از جمله معلمان، به منظور تصمیم‌گیری درباره مداخله بهینه برای بهبود عملکرد دانش‌آموزان، استفاده شود. به‌عنوان نمونه، اگر در یک آزمون تشخیصی با چهار صلاحیت، براساس نتایج آزمون، احتمال تسلط به چهار صلاحیت ۱ تا ۴ برای یک دانش‌آموز، به ترتیب  $۰/۱$ ،  $۰/۷$ ،  $۰/۶$  و  $۰/۳$  باشد، با داشتن یک نقطه بُرش برای احتمال، می‌توان تعیین کرد که آن فرد، به صلاحیت‌های مورد نیاز برای آن آزمون تسلط دارد یا خیر. برای مثال بالا، اگر نقطه بُرش  $۵۰$  درصدی در نظر گرفته شود، احتمالاً دانش‌آموز مورد نظر، به صلاحیت دوم و سوم تسلط یافته، در حالی که برای تسلط به صلاحیت‌های اول و چهارم، نیازمند تلاش بیشتری است.

## جمع‌بندی

به‌طور کلی، تهیه و تدوین ارزشیابی‌های آموزشی بر مبنای سنجش شناختی تشخیصی، مزایای زیادی دارد که از مهم‌ترین آن‌ها، پیوند دادن نظریه‌های شناختی و یادگیری با آموزش است. در دهه اخیر، استفاده از آزمون‌های شناختی تشخیصی جهت سنجش توانایی‌های آزمون‌شوندگان، بیشتر مورد توجه است، زیرا اطلاعات به‌دست آمده از این نوع آزمون‌ها، به‌طور معناداری می‌تواند به‌وسیله نفع‌بران آموزشی که درخواست چنین اطلاعاتی را داده‌اند، تفسیر شود (راپ، تمپلین و هنسون، ۲۰۱۰).

نتایج این نوع سنجش‌ها، تنها محدود به گزارش یک نمره کل برای هر آزمودنی نیست، بلکه می‌تواند تصویری جامع از نیمرخ شناختی دانش‌آموزان در زمینه تکلیف‌های درسی فراهم آورد تا براساس آن، بتوان با طراحی‌های آموزشی مناسب، نقاط ضعف شناسایی شده دانش‌آموزان را برطرف نمود.

## پی‌نوشت‌ها

۱. روان‌شناسی شناختی به مطالعه ذهن برحسب بازنمایی‌ها و فرایندهای ذهنی که زیربنای رفتار مشاهده شده است، می‌پردازد.

- Leighton
- Hunka
- Snow & Lohman
- Linn
- Frederiksen, Glaser, Lesgold & Shafto
- Nichols
- Chipman & Brennan
- Assessment used for Learning and as Learning Process
- Assessment of Learning Outcomes
- Jang
- Processing Competencies
- Coarse Grain Size
- Fine Grain Size
- Cognitive Model
- Roberts, Alves, Chu, Thompson, Bahry & Gotzmann
- Expert Task Analysis
- Verbal Report
- Latent Variable
- Competency Profile
- Q-Matrix
- Rupp, Templin & Henson

## منابع

- Gierl, M. J., Roberts, M., Alves, C. & Gotzmann, A. (2009). Using Judgments from Content Specialists to Develop Cognitive Models for Diagnostic Assessments. Paper Presented at the Symposium "How to Build a Cognitive Model for Educational Assessments" *Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education (NCME), San Diego, CA.*
- Gierl, M. J., Wang, C. & Zhou, J. (2008). Using the Attribute Hierarchy Method to Make Diagnostic Inferences about Examinees' Cognitive Skills in Algebra on the SAT. *The Journal of Technology, Learning, and Assessment*, Vol. 6(6).
- Jang E. E. (2008). A Framework for Cognitive Diagnostic Assessment. In C. A. Chapelle, Y. R. Chung, & J. Xu (Eds.), *Towards adaptive CALL: Natural language processing for diagnostic language assessment* (pp. 117-131). Ames, IA: Iowa State University.
- Leighton, J. P. & Gierl, M. J. (2007). Why Cognitive Diagnostic Assessment. In J. P. Leighton & M. J. Gierl, *Cognitive Diagnostic Assessment for Education: Theory and Applications* (pp. 3-18). New York: Cambridge University Press.
- Leighton, J. P., Gierl, M. J. & Hunka, S. M. (2004). The Attribute Hierarchy Method for Cognitive Assessment: A Variation on Tatsuoka's Rule-Space Approach. *Journal of Educational Measurement*, Vol. 41(3), pp. 205-237.
- Roberts, M. R., Alves, C.B., Chu, M., Thompson, M., Bahry, L. M. & Gotzmann, A. (2012). Testing Expert-Based vs. Student-Based Cognitive Models for a Grade 3 Diagnostic Mathematics Assessment. Paper Presented at the Session "Division D Exemplary Work from Promising Researchers", *Annual meeting of the American Educational Research Association*, Vancouver, BC, Canada.
- Rupp, A.A., Templin, J. & Henson, R.A. (2010). *Diagnostic Measurement, Theory, Methods, and Applications*. New York: The Guilford Press.
- Snow, R. E., & Lohman, D. F. (1989). Implication of cognitive psychology for education measurement. In R.L. Linn (Ed.), *Educational measurement* (3rd ed., pp. 263-331). New York: Macmillan.
- Templin, J. & Henson, R.A. (2006). Measurement of Psychological Disorders Using Cognitive Diagnosis Models. *Psychological Methods*, 2006, Vol. 11, No. 3, 287-305.