eISSN: 2322-1445
Volume 9, Issue 2, Autumn and Winter 2023, Pages 400 to 407

Iranian Journal of Educational Society

Normalization and Validation a Tool for Measuring Scientific Thinking in Iranian Students

Fariba Ghalenovy[1], Seyed Amir Amin Yazdi[2*], Hossein Karsheki[3], Maryam Bordbar[4]

1. PhD student, Department of Educational Psychology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
2. Professor, Department of Counseling and Educational Department, Ferdowsi University of Mashhad, Iran (Corresponding Author).
3. Associate Professor, Department of Counseling and Educational Psychology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Counseling and Educational Psychology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

❖ **Corresponding Author Email**: yazdi@um.ac.ir

Receive: 2023/04/15
Accept: 2023/06/10
Published: 2024/02/05

Keywords:
Scientific Thinking, Students, Using from Scientific Methods, Social Contexts and Culture, Creativity and Visualization.

Article Cite:
Ghalenovy F, Amin Yazdi SA, Karsheki H, Bordbar M. (2023). Normalization and Validation a Tool for Measuring Scientific Thinking in Iranian Students, *Iranian Journal of Educational Society*. 9(2): 400-407.

Purpose: One of the most important dimensions of thinking is scientific thinking, which can play an effective role in improving the academic conditions of students. Therefore, the purpose of this study was normalization and validation a tool for measuring scientific thinking in Iranian students.

Methodology: This study in terms of purpose was applied and in terms of implementation method was descriptive from survey type. The research population was all high school students in Mashhad city in the 2020-21 academic years. The sample size based on Cochran's formula and with 10% attrition was calculated 648 people, which this number were selected by multi-stage cluster sampling method. The research tool was a Liang et al scientific thinking questionnaire (2006), and the resulting data were analyzed by confirmatory factor analysis in SPSS 26 software.

Findings: The findings showed that among the 24 items of the scientific thinking questionnaire, the content validity index of all items was approved because it was higher than 0.70, and only the content validity ratio of 4 items was inappropriate because it was lower than 0.50, and these items were revised and modified. Also, the scientific thinking questionnaire had 24 items in 6 components of using from scientific methods, using from scientific theories and laws, social contexts and culture, creativity and visualization, observation and inference, and practice; So that the factor load of all items was higher than 0.60, the average extracted variance of all components was higher than 0.50, and the Cronbach and combined reliability of all components was higher than 0.70. In addition, the reliability of the total scientific thinking questionnaire was obtained with the Cronbach's alpha method 0.86 and with the combined method 0.93.

Conclusion: The results showed that the a tool for measuring scientific thinking in students has a good validity and experts and educational planners can use this tool to measure the level of scientific thinking of students and based on its components design and implement programs to improve and promote scientific thinking.

https://doi.org/10.22034/ijes.2023.2000172.1397
https://dorl.net/dor/20.1001.1.23221445.1402.9.2.31.10

Creative Commons: CC BY 4.0

eISSN: 2322-1445
دوره ۹ شماره ۲ پاییز و زمستان ۱۴۰۲ صفحات ۴۰۷ – ۴۰۰

جامعه شناسی آموزش و پرورش

هنجاریابی و اعتبارسنجی ابزار سنجش تفکر علمی در دانش‌آموزان ایرانی

فریبا قلعه نویی [۱]، سید امیر امین یزدی [۲*]، حسین کارشکی [۳]، مریم بردبار [۴]

۱. دانشجوی دکتری روانشناسی تربیتی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
۲. استاد، گروه روانشناسی مشاوره و تربیتی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران (نویسنده مسئول)
۳. دانشیار، گروه روانشناسی مشاوره و تربیتی ، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
۴- استادیار، گروه روانشناسی مشاوره و تربیتی ، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

❖ **ایمیل نویسنده مسئول:** yazdi@um.ac.ir

مقاله تحقیقاتی

دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۶
پذیرش ۱۴۰۲/۰۳/۲۰
انتشار: ۱۴۰۲/۱۱/۱۶

واژگان کلیدی:
تفکر علمی، دانش‌آموزان، استفاده از روش‌های علمی، بسترهای اجتماعی و فرهنگ، خلاقیت و تصویرسازی

استناد مقاله:
قلعه نویی ف، امین یزدی س ا، کارشکی ح، بردبار م. (۱۴۰۲). هنجاریابی و اعتبارسنجی ابزار سنجش تفکر علمی در دانش‌آموزان ایرانی، جامعه شناسی آموزش و پرورش. ۹(۲): ۴۰۷- ۴۰۰.

چکیده

هدف: یکی از مهم‌ترین ابعاد تفکر، تفکر علمی است که می‌تواند نقش موثری در بهبود وضعیت‌های تحصیلی دانش‌آموزان داشته باشد. بنابراین، هدف این مطالعه هنجاریابی و اعتبارسنجی ابزار سنجش تفکر علمی در دانش‌آموزان ایرانی بود.

روش: این مطالعه از نظر هدف کاربردی و از نظر شیوه توصیفی از نوع پیمایشی بود. جامعه پژوهش همه دانش‌آموزان دوره متوسطه شهر مشهد در سال تحصیلی ۴۰۰-۱۳۹۹ بودند. حجم نمونه بر اساس فرمول کوکران و با ۱۰ درصد ریزش ۶۴۸ نفر محاسبه که این تعداد با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب شدند. ابزار پژوهش پرسشنامه تفکر علمی Liang et al (2006) بود و داده‌های حاصل از آن با روش تحلیل عاملی تاییدی در نرم‌افزار SPSS 26 تحلیل شدند.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که از میان ۲۴ آیتم پرسشنامه تفکر علمی، شاخص روایی محتوایی همه آیتم‌ها به دلیل بالاتر از ۰/۷۰ تایید و فقط نسبت روایی محتوایی ۴ آیتم به دلیل پایین‌تر از ۰/۵۰ نامناسب بود که این آیتم‌ها مورد بازبینی و اصلاح قرار گرفتند. همچنین، پرسشنامه تفکر علمی دارای ۲۴ گویه در ۶ مولفه استفاده از روش‌های علمی، استفاده از نظریه‌ها و قوانین علمی، بسترهای اجتماعی و فرهنگ، خلاقیت و تصویرسازی، مشاهده و استنباط و ممارست بود؛ به‌طوری که بار عاملی همه آیتم‌ها بالاتر از ۰/۶۰، میانگین واریانس استخراج‌شده همه مولفه‌ها بالاتر از ۰/۵۰ و پایایی کرونباخ و ترکیبی همه مولفه‌ها بالاتر از ۰/۷۰ قرار داشت. علاوه بر آن، پایایی کل پرسشنامه تفکر علمی با روش آلفای کرونباخ ۰/۸۶ و با روش ترکیبی ۰/۹۳ به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که ابزار سنجش تفکر علمی در دانش‌آموزان دارای اعتبار مناسبی می‌باشد و متخصصان و برنامه‌ریزان آموزشی می‌توانند از این ابزار برای اندازه‌گیری سطح تفکر علمی دانش‌آموزان استفاده و بر اساس مولفه‌های آن برنامه‌هایی برای بهبود و ارتقای تفکر علمی طراحی و اجرا نمایند.

https://doi.org/10.22034/ijes.2023.2000172.1397
https://dorl.net/dor/20.1001.1.23221445.1402.9.2.31.10

Creative Commons: CC BY 4.0

مقدمه

علی‌رغم تاکید و توجه به مساله و تفکر در نظام‌های آموزشی و ادعای مسئولان، متصدیان و مجریان آموزشی، در عمل برای تشویق دانش‌آموزان در جهت تفکر اراده و انگیزه کافی وجود ندارد (Valvy, Bagherpoor and Shahsavari, 2016). یکی از ویژگی‌های ممتاز انسان‌ها برخورداری از قدرت تفکر است و نظام‌های آموزشی از جمله آموزش‌وپرورش همواره به‌دنبال رشد و ارتقای تفکر می‌باشند. بنابراین، هدف نظام‌های آموزشی ایجاد و ارتقای توانایی تفکر در فراگیران است (Hurst, 2020). پرورش مهارت تفکر پدیده‌ای است که در طول تاریخ مورد توجه اندیشمندان و صاحب‌نظران تعلیم‌وتربیت بوده و بسیاری از آنها هدف تعلیم‌وتربیت را یادگیری تفکر می‌دانند و بر اساس نظر آنها تفکر باید محور همه برنامه‌های درسی باشد (Nyemba, Carter, Mbohwa and Chinguwa, 2019). تفکر و مهارت درست اندیشیدن از مسائل مهمی است که از زمان‌های دور توجه دانشمندان زیادی را به خود جلب کرده است و در حال حاضر رشد و پرورش مهارت‌های تفکر یکی از مهم‌ترین اهداف نظام تعلیم‌وتربیت می‌باشد (Molderez and Ceulemans, 2018). تفکر به‌عنوان یک فعالیت شناختی شکلی پیچیده از رفتار انسان و عالی‌ترین و والاترین شکل فعالیت عقلی و ذهنی است و هدف هر نظام آموزشی تربیت فراگیران متفکر، خلاق، نقاد و دارای بینش علمی است که بتوانند زندگی خود را به بهترین شیوه مدیریت نمایند (Malekzade, Hejazi, Talkhabi and Naghsh, 2020b). یادگیری یک عمل انفرادی است و بدون فعالیت فکری صورت نمی‌گیرد، به‌طوری که معلم نقش تسهیل‌کننده و هدایت‌کننده یادگیری را برعهده دارد و با ایجاد فرصت‌های طرح‌ریزی‌شده زمینه تغییر رفتار را در فراگیران فراهم می‌آورد. افزون بر آن، رشد و پرورش مهارت‌های فکری فراگیران همیشه مساله‌ای جدی و پیچیده در آموزش بوده، اما امروزه حالت بحرانی به خود گرفته است. زیرا در سال‌های اخیر متخصصان علوم تربیتی از ناتوانی و ضعف افراد در تفکر ابراز نگرانی می‌کنند (Babamohammadi and Khalili, 2004). اگر نظام تعلیم‌وتربیت به‌دنبال پرورش افرادی اندیشمند، متفکر و فیلسوف باشد باید برنامه‌هایی برای آموزش تفکر به دانش‌آموزان طراحی و اجرا نماید که در این زمینه دو رویکرد متفاوت وجود دارد. برخی معتقدند که آموزش تفکر همانند موضوع‌هایی مانند خواندن و ریاضی باید بخشی از ساعت‌های کلاسی را به خود اختصاص دهد و برخی دیگر معتقدند که آموزش تفکر باید در کنار مباحث مرتبط با همه موضوع‌ها و برنامه‌های درسی باشد (Osterhaus, Brandone, Vosniadou and Nicolopoulou, 2021).

افراد به شیوه‌های متفاوت دنیا را درک و درباره آن قضاوت و مسائل و مشکلات را حل می‌کنند؛ برخی افراد بیشتر بر غرایز و احساس‌های درونی متکی هستند و برخی دیگر بر جنبه‌های مهم، عناصر اصلی مسائل و پیامدهای تکیه می‌نمایند. بنابراین، شیوه‌های متفاوتی از تفکر وجود دارد که یکی از آنها تفکر علمی است (Lombardi, Bailey, Bickel and Burrell, 2018). تفکر علمی بخشی از مهارت‌های قرن بیست و یکم می‌باشد که کودکان را برای ورود به جامعه دانش‌محور آماده می‌کند و این اصطلاح متناظر با جستجوی دانش و شامل نوع تفکر هدفمند در راستای افزایش دانش فرد می‌باشد (Malekzade, Hejazi, Talkhabi and Naghsh, 2020a). تفکر علمی باعث درک علمی می‌شود؛ بدین معنا که اگر شرایط مطلوب باشد، روند تفکر علمی منجر به درک علمی می‌گردد که از جمله شرایط مطلوب می‌توان به نیازمندی به آموزش و بافت برانگیزاننده اشاره کرد (Lilienfeld, Ammirati and David, 2012). این نوع تفکر اغلب بر این موضوع تاکید دارد که کودکان قادر به استدلال درباره روابط علّت و معلولی هستند که به آنها امکان آزمایش تجربی و آزمون فرضیه‌ها را می‌دهد (Vander Graaf, Segers and Verhoeven, 2018). دیدگاه‌ها و نظریه‌های مدرن درباره تفکر علمی مبتنی بر رویکرد سازنده‌گرایی هستند و بر اساس این رویکرد، یادگیری و شناخت مفاهیم علمی توسط افراد طبق تجربه‌های آنها شکل می‌گیرد و ساخته می‌شود (Janouskova, Rathouska, Zak and Urvalkova, 2023). تفکر علمی به‌عنوان مجموعه‌ای پیچیده از مهارت‌های شناختی و فراشناختی شامل کاربرد روش یا اصول کاوش علمی و استدلال در موقعیت‌های حل مساله است که شامل مهارت‌های مختلف در فرضیه‌سازی، آزمون، تغییر نظریه و فرآیند کسب دانش می‌شود (Thitima and Sumalee, 2012). افراد برای داشتن تفکر علمی باید فعالیت‌های زیر را انجام دهند. فکر کردن و پرسش سوال‌هایی درباره دنیای واقعی، جمع‌آوری شواهد، نکته‌های کلیدی، اطلاعات و دانش و خلق ایده، آزمودن و ارزیابی ایده‌های خلق‌شده تا بتوانند تفکر علمی را در خود نشان دهند (Jewett and Kuhn, 2016). فرآیند تفکر علمی شامل چهار مرحله کاوش، تجزیه و تحلیل، استنتاج و بحث و استدلال است. بر این اساس زمانی که افراد با شرایط جدید روبرو می‌شوند، سوال‌ها یا فرضیه‌هایی در ذهن ایجاد می‌نمایند. سپس به تجزیه و تحلیل ارتباط بین اطلاعات حاضر و دانش موجود می‌پردازند. در ادامه با توجه به بررسی حاصل از مقایسه‌ها و ارتباط بین اطلاعات نظری و شواهد تجربی نتیجه‌گیری می‌کنند. در نهایت، درباره دلایل قابل اعتماد به بحث و گفتگو می‌پردازند (Liu, 2022). بررسی پیشینه پژوهشی حاکی از آن است که پژوهش‌های بسیار اندکی درباره آن انجام شده و هیچ ابزار ایرانی برای سنجش آن وجود ندارد. برای مثال Parhamnia (2021) ضمن پژوهشی درباره مطالعه تفکر علمی و تفکر تأملی و رابطه آنها با خودکارآمدی پژوهشی در دانشجویان به این نتیجه رسیدند که هر دو متغیر تفکر علمی و تفکر تأملی با خودکارآمدی پژوهشی دانشجویان رابطه مثبت و معنادار داشت. همچنین، پایایی را با روش آلفای کرونباخ برای کل پرسشنامه ۰/۸۳ و برای استفاده از روش‌های علمی ۰/۷۴، استفاده از نظریه‌ها و قوانین علمی ۰/۷۵، بسترهای اجتماعی و فرهنگ ۰/۷۱، خلاقیت و تصویرسازی ۰/۷۵، مشاهده و استنباط ۰/۷۷ و ممارست ۰/۷۱ گزارش کرد. Malekzade et al (2020a) ضمن پژوهشی درباره ارتقاء تفکر علمی کودکان پیش‌دبستانی بر اساس بسته آموزشی مبتنی بر رویکرد تجربی به این نتیجه رسیدند که در نتیجه آموزش، تفکر علمی کودکان پیش‌دبستانی افزایش یافت. Malekzade et al (2020b) ضمن پژوهشی درباره اثربخشی آموزش تفکر علمی بر مهارت حل مساله کودکان به این نتیجه رسیدند که ۸ جلسه آموزش تفکر علمی باعث بهبود مهارت حل مساله کودکان شد. Shehni Yailagh, Hajiyakhchali, Haghighi and Behroozi (2009) ضمن پژوهشی درباره تاثیر آموزش فرایند حل مساله خلاق بر تفکر علمی، خلاقیت و نوآوری در دانشجویان به این نتیجه رسیدند که این روش آموزشی باعث بهبود تفکر علمی، خلاقیت و نوآوری دانشجویان شد. همچنین، روایی همگرای پرسشنامه را با سبک تفکر قانون‌گذارانه Sterenberg (1997) در سطح کوچک‌تر از ۰/۰۰۱ معنادار برآورد و پایایی آن را با روش‌های آلفای کرونباخ ۰/۹۰، تنصیف ۰/۷۰ و گاتمن ۰/۷۰ گزارش کردند.

مدارس امروز متأسفانه به دلیل پیشرفت‌های علوم و فنون و بر اساس برخی از رویکردهای روانشناختی توجه خود را بیشتر به انتقال اطلاعات و حقایق معطوف کرده و از تربیت افراد متفکر فاصله گرفته است. از آنجا که نظام آموزشی ما در دو دهه اخیر به علت رویارویی با چالش‌های محتوایی و اجرایی نتوانسته به‌طور مناسب به پورش تفکر بپردازد و از طرفی آسیب‌ها و تنش‌های زندگی کنونی و آینده نیز تهدیدی جدی برای زندگی روانی و اجتماعی دانش‌آموزان می‌باشد، لذا چاره‌اندیشی برای برون‌رفت از بحران‌های پیش‌رو امری ضروری است که به نظر می‌رسد آموزش مهارت‌های تفکر بتواند در این زمینه موثر واقع شود (Fathi Azar, Adib, Hashemi, Badri-Gargari and Gharibi, 2013). یکی از خلأهای موجود که باعث ایجاد چنین عنوانی برای پژوهش شد این بود که در داخل کشور ایران هیچ ابزاری برای سنجش تفکر علمی ساخته نشده بود که با توجه به اهمیت تفکر علمی و نقش آن در سایر متغیرهای تحصیلی این خلأ یکی از خلأهای بسیار مهم و بزرگ می‌باشد. چون که وجود چنین ابزاری می‌تواند به متخصصان و برنامه‌ریزان تعلیم‌وتربیت در سنجش تفکر علمی با یک ابزار بومی کمک شایانی نماید و آنان با توجه به این ابزار وضعیت موجود تفکر عملی و مولفه‌های آن را در دانش‌آموزان بررسی و راهکارهایی برای بهبود و ارتقای آنها طراحی و اجرا نمایند. به‌طور کلی تفکر علمی نوع خاصی از حل مسائل انسانی است که شامل بازنمودهای ذهنی فرضیه‌هایی درباره ساختار و فرآیندهای دنیای واقعی و روش‌های مختلف پژوهش می‌باشد. در نتیجه، یکی از مهم‌ترین ابعاد تفکر، تفکر علمی است و این تفکر می‌تواند نقش موثری در بهبود وضعیت‌های تحصیلی دانش‌آموزان داشته باشد. بنابراین، هدف این مطالعه هنجاریابی و اعتبارسنجی ابزار سنجش تفکر علمی در دانش‌آموزان ایرانی بود.

روش شناسی

این مطالعه از نظر هدف کاربردی و از نظر شیوه توصیفی از نوع پیمایشی بود. جامعه پژوهش همه دانش‌آموزان دوره متوسطه شهر مشهد در سال تحصیلی ۱۳۹۹-۴۰۰ بودند. حجم نمونه بر اساس فرمول کوکران و با ۱۰ درصد ریزش ۶۴۸ نفر محاسبه که این تعداد با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب شدند.

برای تعیین حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شد؛ به‌طوری که در فرمول α سطح خطا، ε حداکثر خطا برابر با ۰/۰۵، $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ اندازه متغیر در توزیع نرمال معادل ۱/۹۶ و S انحراف معیار متغیر وابسته است که با محاسبه ۳۰ ابزار توزیع‌شده از طریق نرم‌افزار به مقدار ۰/۶۱۸ محاسبه گردید. پس از اندازه‌گیری حجم نمونه طبق فرمول زیر یعنی ۵۸۷ نفر، در راستای اطمینان از بازگشت‌پذیری ابزارهای توزیع‌شده و در نظر گرفتن خطای پاسخ‌ها و ریزش نمونه‌ها، ۱۰ درصد بیشتر از مقدار مذکور یعنی ۶۴۶ مورد در بین دانش‌آموزان مدارس متوسطه توزیع شد که در نهایت، تعداد ۶۴۲ مورد صحیح توسط محقق دریافت گردید که با توجه به گذر از حد کفایت محاسبه‌شده، می‌توان از کفایت نمونه‌گیری اطمینان حاصل نمود.

$$n = \frac{z_{\frac{\alpha}{2}}^2 * s^2}{\varepsilon^2} = \frac{(1.96)^2 \times (0.618)^2}{(0.05)^2} = \frac{(3.8416) \times (0.382)}{(0.0025)} = ۵۸۷$$

نمونه‌گیری به این شیوه انجام شد که ابتدا شهر مشهد به تعدادی ناحیه تقسیم و از میان آنها سه ناحیه به روش تصادفی انتخاب و در مرحله بعد از هر ناحیه تعدادی مدرسه به روش تصادفی انتخاب و در نهایت از هر مدرسه تعدادی کلاس به روش تصادفی انتخاب و همه دانش‌آموزان کلاس‌های منتخب در صورت داشتن شرایط ورود به مطالعه به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. شرایط ورود به مطالعه در پژوهش حاضر شامل عدم مردودی در پایه‌های گذشته، زندگی همراه با پدر و مادر، عدم وقوع رخدادهای تنش‌زا مانند طلاق و مرگ نزدیکان در سه ماه گذشته، عدم مصرف داروهای روان‌پزشکی مانند ضداضطراب و غیره، عدم دریافت خدمات روانشناختی در سه ماه گذشته و تمایل جهت شرکت در پژوهش و موافقت والدین آنها برای این منظور بود. همچنین، شرایط خروج از مطالعه در پژوهش حاضر شامل انصراف از ادامه همکاری و تکمیل ابزارها و عدم پاسخگویی به بیش از ده درصد آیتم‌ها بود.

ابزار این مطالعه، پرسشنامه تفکر علمی Liang, Chen, Chen, Kaya, Adams, Macklin and Ebenezer (2006) بود که این ابزار به‌عنوان یک ابزار خودگزارش‌دهی دارای ۲۴ آیتم در شش مولفه استفاده از روش‌های علمی، استفاده از نظریه‌ها و قوانین علمی، بسترهای اجتماعی و فرهنگ، خلاقیت و تصویرسازی، مشاهده و استنباط و ممارست بود. برای پاسخگویی به هر یک از آیتم‌ها از طیف پنج درجه‌ای شامل کاملاً مخالفم با نمره یک، مخالفم با نمره دو، بی‌نظر با نمره سه، موافقم با نمره چهار و کاملاً موافقم با نمره پنج استفاده شد. نمره هر یک از مولفه‌ها با مجموع نمره مولفه‌های سازنده آن مولفه محاسبه و نمره بالاتر نشان‌دهنده بیشتر داشتن آن ویژگی بود. Liang et al (2006) روایی صوری و محتوایی آن را توسط ۹ متخصص تعلیم‌وتربیت تایید و روایی سازه ابزار را با روش تحلیل عاملی اکتشافی بررسی و نتایج حاکی از وجود شش عامل یا مولفه استفاده از روش‌های علمی، استفاده از نظریه‌ها و قوانین علمی، بسترهای اجتماعی و فرهنگ، خلاقیت و تصویرسازی، مشاهده و استنباط و ممارست بود و پایایی همه مولفه‌ها با روش آلفای کرونباخ بالاتر از ۰/۷۰ و پایایی کل آن در یک نمونه آمریکایی ۰/۷۶ محاسبه شد. در پژوهش حاضر روایی صوری پرسشنامه تفکر علمی دانش‌آموزان توسط ۱۵ نفر از خبرگان و متخصصان تایید و پایایی کل آن با روش‌های آلفای کرونباخ ۰/۸۶ و ترکیبی ۰/۹۳ به‌دست آمد.

مراحل اجرای پژوهش به این صورت بود که ابتدا پرسشنامه تفکر علمی Liang et al (2006) ترجمه و سپس از متخصصان و خبرگان خواسته شد تا آن را بر اساس میزان روایی صوری مورد ارزیابی قرار دهند که بر اساس آن اصلاحاتی اعمال و سپس آیتم‌های پرسشنامه از نظر صوری مورد تایید آنها قرار گرفت. در مرحله بعد اقدام به شناسایی نمونه‌ها و نمونه‌گیری از میان دانش‌آموزان دوره متوسطه شد. اهمیت و ضرورت پژوهش برای دانش‌آموزان نمونه بیان و از آنها خواسته شد تا مطالب را به والدین خود اطلاع و آنان فرم رضایت‌نامه شرکت آگاهانه در پژوهش را امضاء نمایند. در نهایت، از دانش‌آموزان نمونه خواسته شد تا به پرسشنامه تفکر علمی به‌صورت

کامل و صادقانه پاسخ دهند و آن را به مدیر یا معاون آموزشگاه خود تحویل دهند. پرسشنامه‌های تکمیل‌شده توسط پژوهشگر دریافت و داده‌های حاصل از اجرای پرسشنامه خودگزارش‌دهی تفکر علمی با روش تحلیل عاملی تاییدی در نرم‌افزار SPSS 26 تحلیل شدند.

یافته‌ها

در این پژوهش تعداد ۴ پرسشنامه به دلیل ناقص‌بودن از پژوهش حذف و نرخ مشارکت در پژوهش ۹۹/۳۸ درصد بود. بررسی مفروضه‌های تحلیل عاملی تاییدی نشان داد که کفایت نمونه به دلیل شاخص کفایت نمونه‌برداری با مقدار ۰/۸۸ و کفایت نمونه‌گیری به دلیل معناداری آزمون بارتلت با مقدار ۱۲۵۳/۸۸ در سطح معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۰۱ تایید شدند. یافته‌ها نشان داد که از میان ۲۴ آیتم پرسشنامه تفکر علمی، شاخص روایی محتوایی همه آیتم‌ها به دلیل بالاتر از ۰/۷۰ تایید و فقط نسبت روایی محتوایی ۴ آیتم به دلیل پایین‌تر از ۰/۵۰ نامناسب بود که این آیتم‌ها مورد بازبینی و اصلاح قرار گرفتند (جدول ۱).

جدول ۱. نتایج آزمون‌های شاخص روایی محتوایی و نسبت روایی محتوایی آیتم‌های پرسشنامه تفکر علمی

آیتم‌ها	شاخص روایی محتوایی		شاخص روایی محتوایی	
	مقدار	نتیجه	مقدار	نتیجه
ممکن است مشاهدات دانشمندان نسبت به یک رویداد با هم متفاوت باشد. زیرا ممکن است دانش قبلی دانشمندان بر مشاهدات آنها تاثیرگذار باشد.	۱۰۰/۰۰	تایید	۱۰۰/۰۰	تایید
مشاهدات دانشمندان نسبت به یک رویداد مشابه است. زیرا آنها دیدگاهی هدفمند به پدیده‌ها دارند.	۹۳/۳۳	تایید	۸۶/۶۷	تایید
مشاهدات دانشمندان نسبت به یک رویداد مشابه خواهد بود. زیرا مشاهدات جزء حقایق محسوب می‌شوند.	۱۰۰/۰۰	تایید	۷۳/۳۳	تایید
ممکن است دانشمندان بر اساس مشاهدات یکسان، تفسیرهای مختلفی ارائه دهند.	۷۳/۳۳	تایید	۸۶/۶۷	تایید
نظریات علمی در معرض بررسی و تغییر مداوم قرار دارند.	۱۰۰/۰۰	تایید	۷۳/۳۳	تایید
ممکن است نظریات علمی با توجه به شواهد جدید کاملاً جایگزین نظریات جدید شوند.	۱۰۰/۰۰	تایید	۸۶/۶۷	تایید
ممکن است نظریات علمی تغییر کنند. زیرا دانشمندان مشاهدات موجود را مجدداً تفسیر می‌کنند.	۱۰۰/۰۰	تایید	۸۶/۶۷	تایید
نظریات علمی که مبتنی بر آزمایشات دقیق هستند، تغییر نخواهند کرد.	۹۳/۳۳	تایید	۷۳/۳۳	تایید
نظریات علمی در جهان طبیعی وجود دارند و از طریق بررسی‌های علمی کشف می‌شوند.	۹۳/۳۳	تایید	۴۶/۶۷	عدم تایید
قوانین علمی برعکس نظریه‌های علمی در معرض تغییر قرار ندارند.	۹۳/۳۳	تایید	۶۰/۰۰	تایید
قوانین علمی همان نظریه‌هایی هستند که به اثبات رسیده‌اند.	۹۳/۳۳	تایید	۱۰۰/۰۰	تایید
نظریات علمی، قوانین علمی را تعریف می‌کنند.	۸۰/۰۰	تایید	۲۰/۰۰	عدم تایید
پژوهش علمی تحت تاثیر فرهنگ و جامعه قرار نمی‌گیرد. زیرا دانشمندان برای انجا مطالعات دقیق و بدون خطا آموزش دیده‌اند.	۹۳/۳۳	تایید	۷۳/۳۳	تایید
ارزش‌ها و انتظارهای فرهنگی تعیین می‌کنند که چه علمی اجرا و مورد پذیرش واقع شده است.	۹۳/۳۳	تایید	۷۳/۳۳	تایید
انتظارها و ارزش‌های فرهنگی تعیین می‌کنند که علم چگونه اجرا و مورد پذیرش واقع شده است.	۹۳/۳۳	تایید	۷۳/۳۳	تایید
اجرای علم در تمام فرهنگ‌ها به یک صورت انجام می‌گیرد. چون علم پدیده‌ای جهانی و مستقل از جامعه و فرهنگ است.	۱۰۰/۰۰	تایید	۱۰۰/۰۰	تایید
دانشمندان به هنگام جمع‌آوری اطلاعات از ابتکار و خلاقیت خود استفاده می‌کنند.	۸۶/۶۷	تایید	۸۶/۶۷	تایید
دانشمندان به هنگام تفسیر و تجزیه و تحلیل اطلاعات از ابتکار و خلاقیت خود استفاده می‌کنند.	۹۳/۳۳	تایید	۸۶/۶۷	تایید
دانشمندان از ابتکار و خلاقیت خود استفاده نمی‌کنند. زیرا این کار با استدلال منطقی آنها در تعارض قرار دارد.	۸۰/۰۰	تایید	۷۳/۳۳	تایید
دانشمندان از ابتکار و خلاقیت خود استفاده نمی‌کنند. زیرا این کار می‌تواند با عینیت آنها تداخل پیدا کند.	۷۳/۳۳	تایید	۴۶/۶۷	عدم تایید

دانشمندان از روش‌های مختلفی برای انجام بررسی‌های علمی استفاده می‌کنند.	۱۰۰/۰۰	تایید	۲۰/۰۰	عدم تایید
دانشمندان از یک روش علمی گام‌به‌گام مشابه پیروی می‌کنند.	۱۰۰/۰۰	تایید	۸۶/۶۷	تایید
وقتی دانشمندان از روش‌های علمی به درستی استفاده کنند به نتایج درست و دقیقی دست پیدا می‌کنند.	۹۳/۳۳	تایید	۸۶/۶۷	تایید
آزمایش‌ها تنها ابزاری نیستند که بتوان برای توسعه دانش علمی از آنها استفاده کرد.	۱۰۰/۰۰	تایید	۱۰۰/۰۰	تایید

یافته‌ها نشان داد که پرسشنامه تفکر علمی دارای ۲۴ گویه در ۶ مولفه استفاده از روش‌های علمی، استفاده از نظریه‌ها و قوانین علمی، بسترهای اجتماعی و فرهنگ، خلاقیت و تصویرسازی، مشاهده و استنباط و ممارست بود؛ به‌طوری که بار عاملی همه آیتم‌ها بالاتر از ۰/۶۰، میانگین واریانس استخراج‌شده همه مولفه‌ها بالاتر از ۰/۵۰ و پایایی کرونباخ و ترکیبی همه مولفه‌ها بالاتر از ۰/۷۰ قرار داشت (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج تحلیل عاملی تاییدی مرتبه دوم پرسشنامه تفکر علمی

مولفه	آیتم	بار عاملی	میانگین واریانس استخراج‌شده	معناداری	پایایی کرونباخ	پایایی ترکیبی
استفاده از روش‌های علمی	Q 1	۰/۸۱۴	۰/۶۳۰	<۰/۰۵	۰/۷۷۰	۰/۸۵۶
	Q 2	۰/۸۹۳		<۰/۰۵		
	Q 3	۰/۶۶۲		<۰/۰۵		
	Q 4	۰/۶۹۰		<۰/۰۵		
استفاده از نظریه‌ها و قوانین علمی	Q 5	۰/۶۸۶	۰/۵۳۹	<۰/۰۵	۰/۷۴۶	۰/۷۹۴
	Q 6	۰/۸۱۱		<۰/۰۵		
	Q 7	۰/۶۴۸		<۰/۰۵		
	Q 8	۰/۶۹۱		<۰/۰۵		
بسترهای اجتماعی و فرهنگ	Q 9	۰/۷۱۱	۰/۵۸۷	<۰/۰۵	۰/۷۶۶	۰/۸۰۱
	Q 10	۰/۶۹۳		<۰/۰۵		
	Q 11	۰/۷۲۴		<۰/۰۵		
	Q 12	۰/۶۶۳		<۰/۰۵		
خلاقیت و تصویرسازی	Q 13	۰/۷۴۵	۰/۵۹۲	<۰/۰۵	۰/۸۶۹	۰/۹۰۴
	Q 14	۰/۷۵۴		<۰/۰۵		
	Q 15	۰/۷۸۰		<۰/۰۵		
	Q 16	۰/۷۹۷		<۰/۰۵		
مشاهده و استنباط	Q 17	۰/۷۷۲	۰/۵۱۸	<۰/۰۵	۰/۷۳۸	۰/۷۸۱
	Q 18	۰/۷۰۱		<۰/۰۵		
	Q 19	۰/۶۶۱		<۰/۰۵		
	Q 20	۰/۷۴۰		<۰/۰۵		
ممارست	Q 21	۰/۶۹۷	۰/۵۳۶	<۰/۰۵	۰/۷۵۷	۰/۷۷۵
	Q 22	۰/۸۳۶		<۰/۰۵		
	Q 23	۰/۸۱۰		<۰/۰۵		
	Q 24	۰/۶۵۹		<۰/۰۵		

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

یافته‌ها نشان داد که مقدار روایی واگرای محاسبه‌شده به روش فورنل و لارکر با در نظر گرفتن جذر میانگین واریانس استخراج‌شده به‌دست آمده برای مولفه‌ها و مقیاس اصلی و همچنین روابط درونی سایر مولفه‌ها با یکدیگر در قالب ماتریس زوجی حاکی از بالاتر بودن اعداد خانه‌های موجود در قطر اصلی ماتریس نسبت به اعداد سمت راست و پایین هر خانه بود. در واقع، خانه‌های موجود در قطر اصلی رابطه هر سازه با خودش بود که با جذرگرفتن میانگین واریانس استخراج‌شده به‌دست آمده است. بنابراین، می‌توان گفت که مولفه‌ها و مقیاس اصلی ابزار اندازه‌گیری تعامل بیشتری با شاخص‌های خود دارند تا با مولفه‌های دیگر، لذا روایی واگرای ابزار مناسب بود (جدول ۳).

جدول ۳. ماتریس سنجش اعتبار پرسشنامه تفکر علمی به روش فورنل و لارکر

مولفه‌ها	استفاده از روش‌های علمی	استفاده از نظریه‌ها و قوانین علمی	بسترهای اجتماعی و فرهنگ	خلاقیت و تصویرسازی	مشاهده و استنباط	ممارست
استفاده از روش‌های علمی	۰/۷۹۴					
استفاده از نظریه‌ها و قوانین علمی	۰/۳۷۵	۰/۷۳۴				
بسترهای اجتماعی و فرهنگ	۰/۱۶۱	۰/۳۲۴	۰/۷۶۶			
خلاقیت و تصویرسازی	۰/۲۲۹	۰/۲۰۹	۰/۳۱۲	۰/۷۶۹		
مشاهده و استنباط	۰/۳۲۹	۰/۳۱۵	۰/۴۸۰	۰/۳۸۳	۰/۷۱۹	
ممارست	۰/۲۷۳	۰/۳۴۵	۰/۴۹۱	۰/۳۶۲	۰/۵۵۴	۰/۷۳۲

نتیجه‌گیری

هنجاریابی و اعتبارسنجی ابزارهای اندازه‌گیری یکی از مهم‌ترین روش‌ها در بررسی مفاهیم علمی در حوزه‌های مختلف است و اهمیت موضوع به این دلیل است که استفاده از ابزارهای طراحی‌شده در سایر کشورها بدون هنجاریابی و اعتباریابی آنها کیفیت نتایج را زیر سوال می‌برد. با توجه به اهمیت تفکر علمی در دانش‌آموزان و نقش آن در سایر متغیرهای تحصیلی، هدف این مطالعه هنجاریابی و اعتبارسنجی ابزار سنجش تفکر علمی در دانش‌آموزان ایرانی بود.

یافته‌ها نشان داد که از میان ۲۴ آیتم پرسشنامه تفکر علمی، شاخص روایی محتوایی همه آیتم‌ها به دلیل بالاتر از ۰/۷۰ تایید و فقط نسبت روایی محتوایی ۴ آیتم به دلیل پایین‌تر از ۰/۵۰ نامناسب بود که این آیتم‌ها مورد بازبینی و اصلاح قرار گرفتند. همچنین، پرسشنامه تفکر علمی دارای ۲۴ گویه در ۶ مولفه استفاده از روش‌های علمی، استفاده از نظریه‌ها و قوانین علمی، بسترهای اجتماعی و فرهنگ، خلاقیت و تصویرسازی، مشاهده و استنباط و ممارست بود؛ به‌طوری که بار عاملی همه آیتم‌ها بالاتر از ۰/۶۰، میانگین واریانس استخراج‌شده همه مولفه‌ها بالاتر از ۰/۵۰ و پایایی کرونباخ و ترکیبی همه مولفه‌ها بالاتر از ۰/۷۰ قرار داشت. علاوه بر آن، پایایی کل پرسشنامه تفکر علمی با روش آلفای کرونباخ ۰/۸۶ و با روش ترکیبی ۰/۹۳ به‌دست آمد. نتایج این مطالعه حاکی از اعتبار مناسب پرسشنامه تفکر علمی در دانش‌آموزان بود که همسو با آن Parhamnia (2021) نیز ضمن پژوهشی پایایی را با روش آلفای کرونباخ برای کل پرسشنامه ۰/۸۳ و برای استفاده از روش‌های علمی ۰/۷۴، استفاده از نظریه‌ها و قوانین علمی ۰/۷۵، بسترهای اجتماعی و فرهنگ ۰/۷۱، خلاقیت و تصویرسازی ۰/۷۵، مشاهده و استنباط ۰/۷۷ و ممارست ۰/۷۱ گزارش کرد. افزون بر آن، Shehni Yailagh et al (2009) به این نتیجه رسیدند که روایی همگرای پرسشنامه تفکر علمی با سبک تفکر قانون‌گذارانه Sterenberg (1997) در سطح کوچک‌تر از ۰/۰۰۱ معنادار بود و پایایی آن با روش‌های آلفای کرونباخ ۰/۹۰، تنصیف ۰/۷۰ و گاتمن ۰/۷۰ به‌دست آمد.

به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که ابزار سنجش تفکر علمی در دانش‌آموزان دارای اعتبار مناسبی می‌باشد و متخصصان و برنامه‌ریزان آموزشی می‌توانند از این ابزار برای اندازه‌گیری سطح تفکر علمی دانش‌آموزان استفاده و بر اساس مولفه‌های آن برنامه‌هایی برای بهبود و ارتقای تفکر علمی طراحی و اجرا نمایند. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر به برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران حوزه آموزش توصیه می‌شود که ضمن توجه بیشتر به سطح تفکر علمی دانش‌آموزان با بررسی سطح تفکر علمی دانش‌آموزان به‌عنوان یکی از ابزارهای مهم برای شناخت چگونگی ادراک و تفکر این افراد در مواجهه با مطالب درسی و آموزشی تلاش کنند تا با به‌کارگیری روش‌ها و ابزارهای آموزشی تفکرمحور، دانش‌آموزان را از افرادی منفعل در محیط آموزشی به افرادی فعال و کاوشگر تبدیل کنند. افزون بر آن، استفاده از این ابزار می‌تواند به‌عنوان چگونگی عملکرد مدارس در تقویت تفکر علمی دانش‌آموزان به‌ویژه در دوره متوسطه موثر واقع شود. آخرین پیشنهاد کاربردی به مدیران و مسئولان حوزه آموزش‌وپرورش اینکه با توجه به این ابزار وضعیت تفکر علمی در دانش‌آموزان را مورد سنجش قرار دهند و با توجه به وضعیت موجود تفکر علمی و با نگاهی به وضعیت مطلوب از راهکارهای مناسبی برای بهبود و ارتقای تفکر علمی دانش‌آموزان استفاده نمایند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از اداره آموزش‌وپرورش و مدیران مدارس دوره متوسطه شهر مشهد و دانش‌آموزان شرکت‌کننده در پژوهش حاضر و والدین آنها تشکر می‌شود.

References

Babamohammadi H, Khalili H. (2004). Critical thinking skills of nursing students in Semnan University of Medical Sciences. Iranian Journal of Medical Education, 4(2): 23-31. (In Persian)

Fathi Azar E, Adib Y, Hashemi T, Badri-Gargari R, Gharibi H. (2013). Effective of strategic training of thinking on critical thinking in students. Journal of Modern Psychological Researches, 8(29): 195-216. (In Persian)

Hurst GA. (2020). Systems thinking approaches for international green chemistry education. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, 21: 93-97.

Janouskova S, Rathouska LP, Zak V, Urvalkova ES. (2023). The scientific thinking and reasoning framework and its applicability to manufacturing and services firms in natural sciences. Research in Science & Technological Education, 41(2): 653-674.

Jewett E, Kuhn D. (2016). Social science as a tool in developing scientific thinking skills in underserved, low-achieving urban students. Journal of Experimental Child Psychology, 143: 154-161.

Liang LL, Chen S, Chen X, Kaya ON, Adams AD, Macklin M, Ebenezer J. (2006). Student understanding of science and scientific inquiry (SUSSI): Revision and further validation of an assessment instrument. In Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Francisco, CA.

Lilienfeld SO, Ammirati R, David M. (2012). Distinguishing science from pseudoscience in school psychology: Science and scientific thinking as safeguards against human error. Journal of School Psychology, 50(1): 7-36.

Liu D. (2022). Exploring innovation with scientific thinking. Chinese Medical Sciences Journal, 37(2): 87-90.

Lombardi D, Bailey JM, Bickel ES, Burrell S. (2018). Scaffolding scientific thinking: Students' evaluations and judgments during Earth science knowledge construction. Contemporary Educational Psychology, 54: 184-198.

Malekzade L, Hejazi E, Talkhabi M, Naghsh Z. (2020a). Promoting of scientific thinking in preschool children: Designing a training package based on empirical approach. Applied Psychological Research Quarterly, 11(1): 31-48. (In Persian)

Malekzade L, Hejazi E, Talkhabi M, Naghsh Z. (2020b). The effectiveness of scientific thinking teaching on problem solving skill in preschool children: Designing and implementing a new problem solving tool. Journal of Psychology, 24(3): 351-366. (In Persian)

Molderez I, Ceulemans K. (2018). The power of art to foster systems thinking, one of the key competencies of education for sustainable development. Journal of Cleaner Production, 186: 758-770.

Nyemba WR, Carter KF, Mbohwa C, Chinguwa S. (2019). A systems thinking approach to collaborations for capacity building and sustainability in engineering education. Procedia Manufacturing, 33: 732-739.

Osterhaus C, Brandone AC, Vosniadou S, Nicolopoulou A. (2021) Editorial: The emergence and development of scientific thinking during the early years: Basic processes and supportive contexts. Frontiers in Psychology, 12(62938): 1-5.

Parhamnia F. (2021). The study of scientific thinking and reflective thinking and their relationship with research self-efficacy among post graduate students. Journal of Iranian Higher Education, 13(4): 25-38. (In Persian)

Shehni Yailagh M, Hajiyakhchali AR, Haghighi A, Behroozi N. (2009). The effects of creative problem solving process training on scientific thinking, creativity and innovation in Shahid Chamran University students. Psychological Achievement, 16(2): 37-70. (In Persian)

Thitima G, Sumalee C. (2012). Scientific thinking of the learners learning with the knowledge construction model enhancing scientific thinking. Procedia – Social and Behavioral Sciences, 46: 3771-3775.

Valvy P, Bagherpoor S, Shahsavari J. (2016). Examining critical thinking in university graduate students. Research in Curriculum Planning, 13(22): 184-192. (In Persian)

Vander Graaf J, Segers E, Verhoeven L. (2018). Individual differences in the development of scientific thinking in kindergarten. Learning and Instruction, 56: 1-9.