



The effectiveness of concept maps in correcting the malstructure of experimental science knowledge in the fifth grade of elementary school¹

Akbar Alilou², Javad Mesrabadi^{*3}, Gholamreza Gholmohammadnejhad⁴ Abolfazl Farid⁵

(Received: 2025.10.03 - Accepted: 2025.12.23)

1- This article is extracted from the doctoral dissertation of Akbar Alilou, Ph. D. student in the field of Educational Psychology at Azarbaijan Shahid Madani University.

² - Ph. D. Student in Educational Psychology, Department Educational Sciences, Educational Sciences and Psychology Faculty, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

³ - Professor in Educational Psychology, Department Educational Sciences, Educational Sciences and Psychology Faculty, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

*- Corresponding Author: Mesrabadi@azaruniv. ac. ir

⁴- Associate Professor in Educational Psychology, Department Educational Sciences, Educational Sciences and Psychology Faculty, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

⁵ - Associate Professor in Educational Psychology, Department Educational Sciences, Educational Sciences and Psychology Faculty, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

Abstract

Knowledge malstructure is a phenomenon in which the desired knowledge structure in the educational field is not formed in learners for various reasons. In this study, after identifying students with malstructure of knowledge using a cognitive-diagnostic approach, concept maps were used to correct the malstructure of knowledge. The statistical population of the study was fifth grade elementary school students in Khoy in the academic year 1401-1402. Five classes were selected through purposive sampling. After identifying the malstructured students, learners were placed in the control and experimental groups. For the experimental group, concepts from the fifth grade elementary science textbook were presented using concept maps. In the control group, teaching was done using conventional methods. In the continuation of the study, a teacher-made test of the concepts was taken. The results of the analysis of covariance to investigate the effect of concept mapping on the correction of knowledge malstructure in the concepts of physical changes, chemical changes and rainbow of students showed that the difference in scores in all three concepts between the experimental and control groups is statistically significant ($P < 0. 01$). Overall, the results showed that using concept maps can correct knowledge malstructure among students.

Keywords: Knowledge structure, Knowledge malstructure, Experimental sciences, Concept map.



اثر بخشی نقشه مفهومی بر اصلاح بدساختاری دانش علوم تجربی پایه پنجم ابتدایی^۱

اکبر علیلو^۲، جواد مصرآبادی^{۳*}، غلامرضا گل محمدنژاد بهرامی^۴، ابوالفضل فریده^۵

(دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۱ - پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۲)

چکیده

بدساختاری دانش پدیده‌ای است که در آن ساختار دانش مورد نظر در حیطه آموزشی به دلایل مختلف در فراگیران شکل نمی‌گیرد. در این پژوهش برای اصلاح بدساختاری دانش از نقشه‌های مفهومی استفاده شد. جامعه آماری پژوهش، دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی شهر خوی در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ بودند. تعداد پنج کلاس به صورت نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. بعد از شناسایی دانش‌آموزان بدساختار، فراگیران در گروه کنترل و آزمایش قرار گرفتند. برای گروه آزمایش مفاهیم از کتاب علوم تجربی پایه پنجم ابتدایی با استفاده از نقشه مفهومی در شش جلسه ارائه گردید. در گروه کنترل با روش‌های مرسوم تدریس شد. در ادامه‌ی پژوهش، آزمون معلم ساخته از مفاهیم اخذ شد. نتایج تحلیل کوواریانس جهت بررسی تأثیر نقشه مفهومی بر اصلاح بدساختاری دانش در مفاهیم تغییرات فیزیکی، تغییرات شیمیایی و رنگین کمان دانش‌آموزان، نشان داد تفاوت نمرات در هر سه مفهوم بین گروه آزمایش و کنترل، از لحاظ آماری معنادار می‌باشد. ($P < 0/01$). در کل نتایج نشان داد با استفاده از نقشه‌های مفهومی می‌توان بدساختاری دانش را در بین دانش‌آموزان، اصلاح کرد.

واژگان کلیدی: ساختار دانش، بدساختاری دانش، علوم تجربی، نقشه مفهومی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱- این مقاله مستخرج از رساله دکتری اکبر علیلو دانشجوی دکتری روانشناسی تربیتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان تبریز می‌باشد.

۲- دانش‌آموخته دکتری روانشناسی تربیتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

۳- استاد گروه علوم تربیتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

* نویسنده مسئول: Mesrabadi@azaruniv.ac.ir

۴- دانشیار گروه علوم تربیتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

۵- دانشیار گروه علوم تربیتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

مقدمه

آموزش علوم تجربی یکی از دروس اصلی و مهم به ویژه در دوره ابتدایی می باشد. دانش آموز از طریق آموزش علوم تجربی بین آموخته های خود و محیط زندگی اش ارتباط برقرار می کند. بسیاری از معلمان علوم تجربی، امروزه با تأکید بر اکتشاف و پژوهش علمی به دانش آموزان کمک می کنند که دانش خود را بسازند. در تدریس سازنده گرایی^۱ تأکید می شود که کودکان خود دانش علمی شان را بسازند و به درک و فهم برسند (سانتراک^۲، ۲۰۰۸). بر اساس این دیدگاه یک برنامه درسی علوم با کیفیت بالا، دانش آموزان را در موقعیت ایجاد دانش از مفاهیم کلیدی به شیوه ای معنادار قرار می دهد که نحوه سازماندهی دانش در رشته های علمی را منعکس می کند و برنامه های درسی علوم باید طوری برنامه ریزی شوند که عملکرد دانش آموز را در ارتباط با یادگیری آینده در نظر بگیرند (بورکه^۳، ۲۰۲۱). همگام با به کارگیری رویکردهای جدید در آموزش و یادگیری دروس به ویژه درس علوم تجربی، لزوم تغییر در نظام ارزشیابی نیز از روش هایی که به ارزشیابی صرف می پرداختند، به روش های ارزشیابی توانایی ها و شایستگی ها به شدت احساس می شود. چرا که در رویکرد سنتی ارزشیابی، عمدتاً معلمان، تلاش می نمودند از نتایج یادگیری دانش آموزان ارزشیابی به عمل آورند و آن را به صورت نمره گزارش دهند. کمتر تلاش می شد که به نحوه و چگونگی یادگیری و بهبود آن توجه شود. (داداش زده، ۱۴۰۰). اما با گسترش کاربرد رویکردهای آموزشی شناختی، نیاز به وجود روش هایی از ارزشیابی که بتواند اطلاعاتی از فرایندهای شناختی دخیل در یادگیری ارائه دهد، به شدت احساس می شد. با بررسی تجارب نظام های آموزشی مختلف به این نکته می توان اشاره کرد که از مهمترین عوامل احراز موفقیت در اصلاح نظام آموزشی و ایجاد تغییر بنیادی در کیفیت تدریس و یادگیری مدرسه ای، همانا بهبود بخشیدن نظام سنجش و ارزشیابی و قرار دادن آن در جهت نظریه های تعلیم و تربیت و هدف های غایی آموزش و پرورش کشور است (یادگارزاده و فرهادیان، ۱۳۹۵). با این حال در دو دهه ی اخیر، ارزشیابی های سنتی در مدارس و مؤسسات آموزشی، به طور جدی سؤال برانگیز بوده است. تمرکز انتقادات مطرح شده بر عدم کیفیت امتحانات سنتی و تأثیری است که در روند آموزش و ایجاد آمادگی برای شرکت در امتحانات دارد. انتقادات بر این اساس بنا شده است که شکل رایج ارزشیابی ها نمی تواند ضامن یادگیری با کیفیت و عمیق، توسعه تفکر انتقادی، دانش ماندگار و یادگیری مادام العمر باشد (غلام آزاد، ۱۳۹۰). انتخاب های جدید در ارزشیابی بر این فرض استوار هستند که اصلاح یادگیری و سنجش رشد دانش آموزان، از اهداف مهم سنجش است و فقط در حد اندازه گیری ویژگی های کسب شده نیست. به علاوه پیشرفت تحصیلی باید حامی فرایند یادگیری دانش آموزان باشد و به آن معنی است که

1- Constructivism

2- Santrock

3- Burke

ارزشیابی پیشرفت تحصیلی، علاوه بر کمک به یادگیری علوم تجربی، لازم است اطلاعات مفیدی را هم به دانش‌آموزان و هم به معلمان بدهد (غفاری و گویا، ۱۳۹۴).

با توجه به مطالب بیان شده، اقدامات اصلاحی در زمینه‌ی آموزش و ارزشیابی علوم تجربی، امری ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا هرچند که محتوای کتب علوم تجربی در سالیان اخیر، دچار تغییراتی شده است اما سنجش و ارزشیابی آموخته‌ها، همچنان به صورت سنتی و رویکردهای قدیم انجام می‌شود. لذا وجود نوعی نظام ارزشیابی که بتواند اطلاعاتی دقیق از میزان یادگیری، توانمندی‌ها و نقاط قوت و ضعف دانش‌آموزان فراهم ساخته و زمینه اصلاح و بهبود یادگیری علوم تجربی را مهیا سازد، امری حیاتی است. پژوهشگران خاطر نشان کرده‌اند مدل‌های نمره‌گذاری اصولاً برای رتبه‌بندی آزمودنی‌ها به کار می‌روند و در انعکاس نقاط قوت و ضعف شناختی دانش‌آموزان، به شدت محدود هستند. در نتیجه، نتایج آزمون لزوماً به فعالیت‌های یاددهی-یادگیری کلاسی، ارتباطی نداشته و بر این اساس، سودمندی اندکی برای معلمان و دانش‌آموزان دارد. لذا از کارایی لازم جهت آگاهی بخشی از فرایندهای یاددهی-یادگیری برخوردار نیستند (لیتون و گریل^۱، ۲۰۰۷). لذا در جهت پوشش نقاط ضعف مدل‌های روانسنجی، رویکرد ارزشیابی شناختی-تشخیصی^۲ تدوین شده است. در این رویکرد، مدل‌های آماری، زمینه‌ی آزمون تجربی فرضیات نسبتاً دقیق را در مورد ماهیت فرایندهای پاسخ‌دهی آزمودنی‌ها فراهم می‌نمایند. اگر چارچوب جمع‌آوری داده‌ها و نظریه زیربنایی، کفایت لازم را داشته باشد، اطلاعات دقیقی از مولفه‌های ذهنی تأثیرگذار در پاسخ‌دهی و نحوه تعامل این مؤلفه‌ها به دست می‌آید.

در واقع، رویکرد ارزشیابی شناختی-تشخیصی برای سنجش و اندازه‌گیری ساختارهای دانش^۳ و توانمندی‌های شناختی^۴، تدوین شده است. ساختار دانش، به عنوان اطلاعات حقیقی درباره‌ی معنی یا ویژگی‌های مفهومی از موضوعات یادگیری، تعریف شده است. علاوه بر این ساختار دانش شامل اطلاعات رویه‌ای در مورد چگونگی انجام کاری همچون تلفظ لغت و یا به کار گیری یک ماشین است (لهمان^۵، ۲۰۱۲).

در این بین فلسفه سازنده‌گرایی، زیربنای برنامه درسی علوم تجربی است و تأکید می‌کند که دانش و تجربه موجود کودک، پایه‌ای برای یادگیری بعدی است. تمام فعالیت‌های علمی باید با برانگیختن ایده‌های موجود دانش‌آموزان در مورد موضوع توسط معلم یادگیری معنادار زمانی اتفاق می‌افتد که دانش‌آموزان درک خود را با اصلاح ایده‌های موجود خود از طریق بینش‌های جدید شود. بنابراین، علم به عنوان فرآیند فعال ساخت شخصی معنا و درک در نظر گرفته می‌شود (انجمن آموزش و مهارت^۶، ۲۰۱۲). مرور ادبیات

1- Leighton& Gierl

2- Cognitive-Diagnostic Approach

3- Knowledge structure

4- Cognitive competences

5- Lohman

6- Department of Education and Skills

مربوط به کاربرد نظریه سازنده گرایی در علوم تجربی، نشان می‌دهد که پژوهش‌های انجام شده، بر چگونگی ایجاد ساختار دانش و عوامل مؤثر آن، تاکید دارند. اما به این موضوع که ساختار دانش مورد نظر، در ذهن دانش‌آموزان شکل گرفته و این که با چه روشی می‌توان شکل‌گیری آن را مورد سنجش قرار دهد، توجهی نمی‌کنند. چون در همه فراگیران، ساختار ذهنی شکل نمی‌گیرد و فرد نمی‌تواند در آموزش‌های آتی، یادگیری‌های جدید را با ساختار قبلی دانش، پیوند دهد. در واقع می‌توان گفت که ساختار دانش مورد نظر در حیطه‌ی آموزشی، به دلایل مختلف در همه‌ی فراگیران شکل نمی‌گیرد و این حالتی است که آن را بد ساختاری دانش می‌نامند (داداش زاده، ۱۴۰۰). بر اساس تعریف لهما (۲۰۱۲) از ساختار دانش که آن را به عنوان اطلاعات واقعی درباره‌ی معنی یا ویژگی‌های مفهومی از موضوع‌ها و نیز اطلاعات رویه‌ای در مورد چگونگی انجام یک کار تعریف کرده است، بدساختاری دانش را می‌توان به عنوان عدم وجود اطلاعات واقعی درباره‌ی معنی یا ویژگی‌های مفهومی و نیز عدم وجود اطلاعات رویه‌ای درباره‌ی موضوعی خاص دانست که ممکن است به دلایل مختلف از جمله عدم تدریس مناسب، اهمال‌کاری دانش‌آموز، عدم درگیری شناختی دانش‌آموز با مواد درسی و به وجود آید و چون هیچ‌گونه آزمونی جهت تشخیص این پدیده وجود ندارد، لذا وجود آن در دانش‌آموزان، تا پایه‌های بالاتر، ادامه می‌یابد و یادگیری معنادار و مفهومی علوم تجربی را در دانش‌آموزان با مشکل مواجه می‌سازد. می‌توان گفت برای یادگیری معنادار مطالب، باید ساختار دانش به درستی در فرد شکل گیرد. دانش‌آموزان بد ساختار، مطالب درسی را به طور ساختاری و در ارتباط با هم یاد نمی‌گیرند و نمی‌توانند تصویری کلی از مطالب یاد گرفته شده در ذهن خود شکل دهند. در این راستا می‌توان به پژوهش‌هایی اشاره کرد که از روش‌های برخاسته از رویکرد شناختی و سازنده‌گرایی به آموزش و یادگیری (همانند نقشه مفهومی) جهت تسهیل یادگیری مفاهیم و شکل‌گیری آنها در ذهن دانش‌آموز، استفاده کرده‌اند. به طور مثال می‌توان به پژوهش‌های شنایدر و همکاران^۱ (۲۰۲۱)، رحیمی، احمدی و رستمی (۲۰۲۱)، کریمی (۱۴۰۰) و مصرآبادی و علیلو (۱۳۹۵) اشاره کرد.

نقشه‌های مفهومی در سال ۱۹۷۲ در طول برنامه تحقیقاتی نواک^۲ در دانشگاه کرنل، که در حال بررسی تغییرات ساختار دانش در کودکان بودند به وجود آمد. ایده اصلی نقشه‌های مفهومی بر اساس دیدگاه آزوبل^۳ در مورد یادگیری معنادار می‌باشد. آزوبل و همکاران (۱۹۷۸) در مورد یادگیری معنادار بیان می‌کنند که یادگیری از طریق جذب مفاهیم و گزاره‌های جدید در یادگیری‌های قبلی به وجود می‌آید که فرد از طریق آن یک چهارچوب مفهومی از موضوع مورد نظر به دست می‌آورد که ساختار دانش فرد را در مورد آن موضوع شکل می‌دهد. برای بررسی ساختار دانش در دانش‌آموزان نیاز است که از یک بازنمایی استفاده شود که این بازنمایی توسط نواک در قالب نقشه‌های مفهومی بیان شد. نقشه‌های مفهومی نقشه مفهومی

1- Schneider & etce

2- Novak

3- Ausubel

ابزاری گرافیکی برای سازمان دهی و نمایش روابط است که از طریق آن ارتباط بین دو مفهوم به وسیله یک خط به هم پیوند داده می‌شود (نواک ۲۰۰۷). بنابراین نقشه‌های مفهومی می‌تواند روشی مؤثر برای ارائه روابط مفهومی به فراگیران باشد (اشنایدر و همکاران^۱، ۲۰۲۱) نتایج پژوهش‌های مختلف مانند: شارما و رائو^۲ (۲۰۲۱)، رحیمی، احمدی، رستمی (۲۰۲۱)، کینچین و همکاران^۳ (۲۰۱۴)، جینا^۴ (۲۰۱۲)، خامسان (۲۰۰۸)، اسان^۵ (۲۰۰۷)، چپو و همکاران^۶ (۲۰۰۸)، کریمی (۱۴۰۰)، پراز، نوروزی وند، شفیع (۱۳۹۹)، سعیدی و همکاران (۱۳۹۱)، مصرآبادی و همکاران (۱۳۸۸) تأثیر استفاده از نقشه‌های مفهومی را در شکل‌گیری ساختار دانش در دانش‌آموزان مورد تایید قرار داده‌اند. در این پژوهش برای دانش‌آموزانی که در پژوهش بدساختار دانش تشخیص داده شده بودند، نحوه ترسیم نقشه‌های مفهومی به صورت دستی آموزش داده شد. برای این کار، ابتدا مفهوم اصلی در قسمت مرکز نقشه قرار می‌گرفت و موضوعات بعدی بر اساس ارتباط آنها با موضوع اصلی با استفاده از خط‌هایی ترسیم می‌شد و به طوری که ساختار دانش به صورت گرافیکی نمایش داده شد. بنابراین برای بهبود یادگیری دانش‌آموزان لازم است که بدساختاری دانش آنها در مرحله ی اول با روش‌های مناسب شناسایی شود و بعد از آن اقدامات اصلاحی لازم برای برطرف کردن مشکل بدساختاری دانش‌آموزان انجام گیرد. با توجه به اهمیت پدیده بدساختاری دانش در یادگیری‌های بعدی دانش‌آموزان و اینکه تا به حال پژوهشی در زمینه شناسایی و اصلاح بدساختاری دانش در بین دانش‌آموزان ابتدایی صورت نگرفته است، بنابراین در این پژوهش این سؤال بررسی خواهد شد که آیا با استفاده از نقشه‌های مفهومی، می‌توان بدساختاری دانش علوم تجربی را در دانش‌آموزان اصلاح کرد؟

روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش برای تشخیص بدساختاری دانش علوم تجربی، از یک آزمون محقق ساخته که سؤالات آن بر اساس ساختار دانش مفاهیم تغییر فیزیکی، تغییر شیمیایی و رنگین‌کمان طراحی شد. مرحله اول پژوهش از نوع پژوهش ارزشیابی می‌باشد. ارزشیابی که بر پایه شواهد تجربی جمع‌آوری شده به راه‌هایی که قابل تکرار باشند استوار است و در آن مسائل مربوط به روایی درونی، روایی بیرونی، و روایی سازه منظور می‌شود پژوهش ارزشیابی نام دارد به سخن دیگر، پژوهش ارزشیابی عبارت است از کاربرد روش‌های پژوهش در مسائل ارزشیابی (سیف، ۱۳۹۴). در مرحله دوم بعد از شناسایی دانش‌آموزان دارای بدساختاری دانش علوم تجربی، با توجه به اینکه دانش‌آموزان در دو گروه کنترل و آزمایش، قرار گرفتند. این مرحله

1- Schneider & etce

2- Sharma & Rao

3- Kinchin & etce

4- Jena

5- Asan

6- Chiu

از پژوهش به لحاظ ماهیت موضوع، اهداف و سؤال های آن و به دلیل استفاده از نتایج آن در زمینه یادگیری و آموزش می تواند از نوع کاربردی باشد. چرا که نتایج تحقیق می تواند در تعلیم و تربیت و آموزش و روش های تدریس و به طور کلی در پیشرفت تحصیلی دانش آموزان بکار گرفته شود (دلاور، ۱۳۸۰). این مرحله از نوع شبه آزمایشی بوده و در آن از طرح پیش آزمون (آزمون ساختار دانش مرحله اول) و پس آزمون با گروه کنترل به بررسی تأثیر متغیر مستقل (راهبرد یاددهی - یادگیری نقشه مفهومی) بر متغیر وابسته (اصلاح بدساختاری دانش) پرداخته شده است.

در این تحقیق دانش آموزان بدساختار دانش شناسایی شده در مرحله اول بر اساس نمرات شناختی در گروه آزمایش و بقیه دانش آموزان در گروه کنترل قرار گرفتند. برای گروه آموزش به مدت ۶ جلسه نقشه مفهومی آموزش داده شد. در این زمینه در ابتدا معلم یک نمونه نقشه مفهومی را به صورت دستی در کلاس برای دانش آموزان ترسیم نمود که در آن مفهوم اصلی و ارتباط بین مفاهیم مختلف و نحوه ترسیم کامل نقشه مفهومی را آموزش داد. در جلسات بعدی دانش آموزان برای موضوعات علوم تجربی نقشه مفهومی طراحی کردند. معلم از نقشه مفهومی برای آموزش و ارزشیابی در کلاس درس استفاده نمود. همچنین با توجه به عملکرد متفاوت دانش آموزان در مفاهیم تغییر فیزیکی، تغییر شیمیایی و رنگین کمان، تأثیر نقشه مفهومی بر اصلاح بدساختاری دانش در هر یک از مفاهیم به صورت جداگانه بررسی شد.

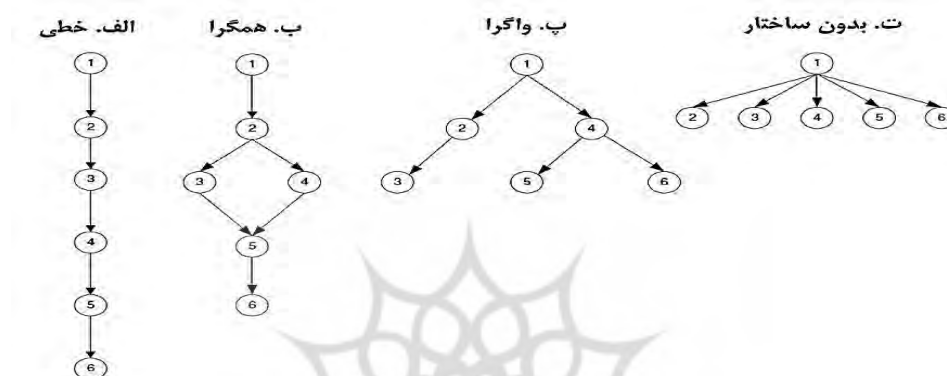
جامعه مورد پژوهش: جامعه پژوهش حاضر در مرحله اول، شامل کلیه دانش آموزان پایه پنجم ابتدایی شهر خوی در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ بود. تعداد دانش آموزان ۴۰۷۳ نفر بود که از مدیریت آموزش و پرورش شهرستان خوی أخذ شد. تعداد ۴ کلاس با توجه به شرایط اداری و تمایل معلمان برای اجرا، به صورت هدفمند انتخاب شد. بعد از تشخیص دانش آموزان بد ساختار دانش در مرحله اول، کلاس ها به صورت تصادفی به دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم شدند. با توجه به عملکرد متفاوت دانش آموزان در هر مفهوم، بنابراین در مفهوم تغییر فیزیکی ۴۲ نفر دانش آموز در گروه آزمایش و ۳۰ نفر در گروه کنترل قرار گرفتند. برای مفهوم تغییر شیمیایی ۳۱ نفر در گروه آزمایش و ۲۱ نفر در گروه کنترل و برای مفهوم رنگین کمان ۲۷ نفر در گروه آزمایش و ۲۱ نفر در گروه کنترل قرار گرفتند. در گروه کنترل دانش آموزان بر اساس روش های مرسوم آموزش علوم تجربی، آموزش دیدند و در گروه آزمایش بر اساس نقشه های مفهومی به دانش آموزان درس علوم تجربی آموزش داده شد.

ابزارهای پژوهش

آزمون ساختار دانش علوم تجربی ابتدایی: برای طراحی آزمونی که بتواند ساختار دانش را در دانش آموزان بررسی کند از روش سلسله مراتبی صفت (AHM) استفاده شد. برای این آزمون از فصل های: (۱) تغییرات، (۲) رنگین کمان، کتاب درسی علوم تجربی پایه پنجم ابتدایی انتخاب شد. برای طراحی آزمون

با استفاده از رویکرد سلسله مراتبی صفت، چهار مرحله نیاز است که مراحل ۱ و ۲ آن به صورت کیفی و مراحل ۳ و ۴ آن به صورت کمی انجام می‌شود:

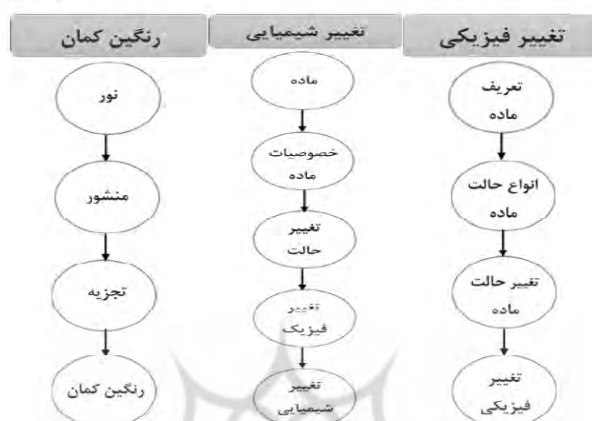
مرحله ۱- تعیین مدل شناختی عملکرد: مدل‌های شناختی برای تعیین ساختارهای متفاوتی از مهارت‌های شناختی و مشخص کردن سلسله‌مراتب آن‌ها، به کار می‌روند و (لیتون و همکاران، ۲۰۰۴ به نقل از لیتون و گریل^۱، ۲۰۰۷)، چهار نوع از ساختارهای سلسله‌مراتبی را معین کرده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱: انواع مدل‌های شناختی
Figur1
Types of cognitive models

شکل ۱-الف، ساختار سلسله‌مراتبی خطی را نشان می‌دهد. در این ساختار، صفت نسبت به صفت بعد از خود پیش نیاز محسوب می‌شود. شکل ۱-ت، سلسله‌مراتب بدون ساختار را نشان می‌دهد. در این الگو، صفت ۱ به عنوان پیش‌نیاز صفت‌های ۲ تا ۶ می‌باشد و هیچ‌گونه ارتباطی بین صفت‌های ۲ تا ۶ وجود ندارد. شکل ۳-ب، ساختار سلسله‌مراتب همگرا را نشان می‌دهد. در این ساختار، ممکن است که دو شاخه‌ی متفاوت از صفت ۱ تا ۶ دنبال شود. شکل ۳-پ، ساختار سلسله‌مراتبی واگرا را نشان می‌دهد که توانایی‌های شناختی را توصیف می‌کند که در موقعیت‌های چندگانه خاتمه می‌یابند و این موقعیت‌ها، از دو یا چند صفت تشکیل شده‌اند که به صورت سلسله‌مراتبی با هم ارتباط دارند. با توجه به ساختار دانش مورد نظر، هر یک از این مدل‌ها و یا ترکیبی از آن‌ها ممکن است به کار گرفته شود. توجه به این نکته مهم است که عملکرد در حیطه‌ی مورد نظر، به اندازه‌ای تجزیه شود که در هر گزاره، تنها یک توانش اندازه‌گیری گردد (لیتون و گریل، ۲۰۰۷). در واقع، در طراحی سلسله‌مراتب صفت‌ها، تفکیک توانش‌های شناختی در حدی باشد که

بتوان با طراحی یک گزاره، آن توانش را اندازه‌گیری کرد. با توجه به حیطه‌ی آموزشی مورد نظر در کتاب علوم تجربی پایه ی پنجم ابتدایی، هر یک از این مدل‌ها به تنهایی و یا ترکیبی از آن‌ها به کار گرفته شود.



شکل ۲: ساختار دانش مربوط به مفهوم تغییر فیزیکی و شیمیایی و رنگین کمان در کتاب علوم پنجم ابتدایی

Figur3

The structure of knowledge related to the concept of physical and chemical change and rainbow in the fifth grade science book

شکل ۲ ساختار دانش مربوط به مفهوم تغییر فیزیکی و تغییر شیمیایی و رنگین کمان را در کتاب علوم تجربی پنجم ابتدایی نشان می‌دهد. برای طراحی این ساختار، کتاب‌های درسی علوم تجربی پایه‌های قبلی و کتاب راهنمای تدریس علوم تجربی پنجم ابتدایی بررسی شد و پیش‌نیازهای هر یک از مفاهیم استخراج شد و بعد از نظرسنجی از معلمان پایه پنجم ابتدایی و نیز اساتید آموزش علوم تجربی ساختار دانش مورد تأیید شد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مفاهیم ذکر شده دارای مدل خطی می‌باشند.

مرحله ۲. طراحی گزاره‌ها (سؤال‌ها) برای اندازه‌گیری مدل شناختی: در این مرحله، گزاره‌های مربوط به اندازه‌گیری ساختار دانش علوم تجربی با توجه به سلسله‌مراتب تعیین شده در مرحله ی ۱، طراحی شدند. سپس، مجموعه سؤال‌های طراحی شده به همراه یک راهنما، برای صاحب‌نظران (گروهی از معلمان علوم تجربی پایه پنجم ابتدایی در شهر خوی)، ارسال و درخواست شد که نظرات خود را در دو مورد زیر اعلام نمایند:

۱- تناسب سؤال با توانمندی دانش‌آموزان در پاسخگویی بر اساس دانش کسب شده دانش‌آموزان در پایه پنجم ابتدایی

۲- در صورت عدم تناسب سؤال با توانمندی دانش‌آموزان در پاسخگویی، طرح سؤال جایگزین برای سؤال نامناسب

مرحله ۳. تحلیل و نمره‌گذاری گزاره‌ها بر اساس مدل شناختی: در این مرحله، آزمون طراحی و اجرا شده در مرحله ۲، نمره‌گذاری و تفسیر شد. در این مرحله، سه نوع نمره‌ی برازش مدل، نمره شناختی و نمره پایایی به دست آمد.

مرحله ۴. گزارش نتایج: در این مرحله، نتایج به دست آمده برای هر دانش‌آموز، به صورت ساده و قابل فهم برای گروه‌های ذینفع همچون دانش‌آموزان، معلمان و والدین، ارائه می‌شود. برای شناسایی بدساختاری دانش علوم تجربی در بین دانش‌آموزان، با استفاده از ساختار دانش ترسیم شده در مرحله اول که در قسمت‌های بالا آورده شده است، سؤالاتی از کتاب درسی طراحی شد بر اساس ساختار دانش طراحی شده بود. پاسخ‌های دانش‌آموزان با استفاده از تحلیل شبکه‌های عصبی، بررسی شد. بر اساس نحوه پاسخ دانش‌آموزان، نمرات شناختی برای هر دانش‌آموز به دست آمد که بر اساس این نمرات، دانش‌آموزان به عنوان بدساختار دانش یا بدون بدساختاری شناسایی شدند که در قسمت یافته‌ها به طور مفصل توضیح داده شده است.

در مرحله دوم برای بررسی تأثیر استفاده از نقشه مفهومی برای اصلاح بدساختاری دانش از یک آزمون معلم ساخته استفاده شد. در این آزمون، سؤالات بر اساس ساختار دانش طراحی شده در مرحله اول، طراحی شد. در این آزمون نیز، مانند مرحله اول، سؤالات مربوط به مفاهیم تغییر فیزیکی و تغییر شیمیایی (فصل دوم علوم تجربی پایه پنجم ابتدایی) و مفهوم رنگین کمان از فصل سوم کتاب علوم تجربی پایه پنجم بود. برای بررسی روایی محتوایی سؤالات، از روش لاشه (CVR) استفاده شد. برای محاسبه‌ی این ضریب روایی محتوایی از تعدادی متخصص (معلمان پایه پنجم) خواسته می‌شود تا هر یک از سؤال‌های آزمون را بررسی کنند و درباره‌ی آن نظر بدهند. در این روش، از داوران خواسته می‌شود تا هر سؤال را در رابطه با محتوایی که سوال از آن برگرفته شده به سه شکل ضروری، مفید، یا غیر ضروری مورد داوری قرار دهند (سیف، ۱۳۹۸). که نتایج نشان داد تمام سؤالات مفید و ضروری بودند.

یافته‌های پژوهش

در این پژوهش برای شناسایی بدساختاری دانش علوم تجربی پایه‌ی پنجم ابتدایی مباحث درسی تغییرات فیزیکی و شیمیایی و رنگین کمان انتخاب شد. برای تحلیل داده‌های آزمون ساختار دانش علوم تجربی، از تحلیل شبکه‌های عصبی و مدل سلسله‌مراتبی توانش (AHM)، استفاده شد (لیتون و گیرل، ۲۰۰۷، ص ۲۴۳). تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده نیز با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

الف) شناسایی بدساختاری دانش در مبحث تغییرات فیزیکی:

جدول ۱: نمره‌های (احتمالات) شناختی ۱۰ نفر از دانش‌آموزان حاضر در نمونه

Table 1

Cognitive scores (probabilities) of 10 students in the sample

وضعیت تسلط (Mastery status)		نمره‌های (احتمالات) شناختی Cognitive scores (probabilities)								نمره کل total score			A1 → A7	آزمودنی Subject
M	PM	NM	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	الگوی پاسخ آزمودنی‌ها (Subjects' response pattern)				
2	1	4	5	0.74	0.95	0.22	0.09	0.19	0.44	1	1110011			
2	3	2	6	0.75	1	0.3	0.43	0.66	0.75	1	1110111			
3	4	0	6	0.78	0.94	1	1	0.71	0.54	0.74	1111101			
3	0	4	3	0.94	1	0.1	0.03	0.03	0.11	0.96	1100001			
0	1	6	2	0.41	0.17	0.15	0.28	0.58	0.33	0.06	0000110			
4	0	3	5	0.9	1	0.1	0.48	1	0.91	1	1100111			
2	2	3	4	0.73	0.99	0.05	0.14	0.44	0.6	1	1100011			
3	0	4	4	1	1	0.42	0.08	0.1	0.08	0.9	1110001			
7	0	0	7	0.99	0.99	1	1	0.98	0.99	1	1111111			
1	0	6	1	0.2	0	0.03	0.28	0.1	0.02	0.81	0000001			
			M	4	8	2	2	2	2	8				
			P	4	0	0	0	3	2	1				
			M	2	2	8	8	5	6	1				
			N											
			M											
			مسلط (Mastery)										M	
			احتمالاً مسلط (Possible Mastery)										PM	
			غیر مسلط (Non Mastery)										NM	

برای استخراج اطلاعات در مورد تسلط دانش‌آموزان بر هر یک از توانش‌های شناختی، از تحلیل شبکه‌ی عصبی استفاده شد و احتمال محاسبه شده (که در این پژوهش، نمره‌ی شناختی نامیده می‌شود)، برای بررسی برخورداری دانش‌آموزان از هر یک از توانش‌های شناختی، به کار رفت (گیرل و دیگران، ۲۰۰۸). احتمال نزدیک به ۱، دلالت بر این دارد که دانش‌آموز، احتمالاً بر توانش مورد نظر، مسلط است. برعکس، احتمال نزدیک به ۰، دلالت بر این دارد که دانش‌آموز، احتمالاً بر توانش مورد نظر، مسلط نیست. در این پژوهش، سه محدوده برای کمک به تفسیر نمرات شناختی برآورد شده از تحلیل شبکه عصبی، تعیین شده است (وانگ و گیرل، ۲۰۱۱):

$$0 \leq P < 0.50 - 1 \quad 0.50 \leq P < 0.80 - 2 \quad 0.80 \leq P < 1.00 - 3$$

محدوده ۱، به عنوان عدم مسلط بودن، محدوده ۲ به عنوان احتمال مسلط بودن و محدوده ۳ به عنوان مسلط بودن، در نظر گرفته شده است (وانگ و گریل، ۲۰۱۱).

جدول ۱، نمرات شناختی را برای ۱۰ نفر از پاسخ‌دهندگان نشان می‌دهد که به صورت تصادفی، از بین ۱۳۶ نفر حاضر در نمونه‌ی پژوهش، انتخاب شده‌اند. ستون دوم جدول ۴، الگوی پاسخ پاسخ‌دهندگان، ستون سوم، نمرات کلی^۱ پاسخ‌دهندگان و ۷ ستون بعدی، نمرات شناختی پاسخ‌دهندگان را بر روی ۷ توانش شناختی موجود در سلسله مراتب، نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، در چهارچوب AHM، برای پاسخ‌دهندگان، تنها نمره کلی، برآورد نمی‌شود بلکه اطلاعات جزئی در مورد عملکرد در هر یک از توانش‌ها، ارائه می‌گردد. برای مثال، پاسخ‌دهنده شماره ۸، الگوی پاسخ ۱۰۱۱۱۰۱ را دارد. این پاسخ‌دهنده، از میان ۷ سوال، ۵ سوال را با نمره‌ی کلی ۵، درست پاسخ داده است. بر اساس نمره‌های شناختی می‌توان گفت که آزمودنی با احتمال بالای ۰/۸۰، بر توانش‌های A5، A4، A7 مسلط است. این آزمودنی با توجه به نمره‌های شناختی بین ۰/۵ تا ۰/۵۰، احتمالاً بر توانش‌های A2 و A6، مسلط نیست. اما این آزمودنی با توجه به نمره‌ی شناختی بالای ۰/۵۰، بر توانش A3، A1 احتمالاً مسلط است.

جدول ۱، تعداد مسلط‌ها (M)، احتمالاً مسلط‌ها (PM) و غیرمسلط‌ها (NM) را برای هر یک از ۷ توانش شناختی در سلسله‌مراتب ۴- (سه ردیف آخر از جدول ۴-)، و برای هر یک از ۱۰ پاسخ‌دهندگان (سه ستون آخر از جدول ۱)، خلاصه کرده است. همانگونه که در سه ردیف آخر، مشاهده می‌شود، A7 توانشی هست که بیشتر آزمودنی‌ها، بر آن مسلط هستند. در حالی که بر سایر توانش‌ها، تعداد متفاوتی از آزمودنی‌ها مسلط بوده‌اند. یافته‌ی کلی دیگر این است که آزمودنی‌های با نمرات کلی بالاتر، بر تعداد بیشتری از توانش‌ها، تسلط یافته‌اند. از سویی دیگر، آزمودنی‌های ۱ و ۶، به ترتیب نمرات کلی ۲ و ۳ را به دست آورده‌اند و نتایج برآورد نشان می‌دهد که آن‌ها به ترتیب بر ۳ و ۴ توانش در ساختار سلسله‌مراتبی شکل ۴، مسلط شده‌اند.

همچنین، جدول ۱، نشان می‌دهد که ممکن است آزمودنی‌هایی با نمره‌ی کل یکسان، در صورت تفاوت الگوی پاسخ آن‌ها، از توانش‌های شناختی متفاوتی، برخوردار باشند. هر دو آزمودنی ۳ و ۷ نمره‌ی کل ۴ از ۷ را به دست آورده‌اند. اما چون الگوی پاسخ آن‌ها متفاوت است (۱۱۰۱۰۰۱) برای آزمودنی ۳ و (۰۱۰۱۱۰۱) برای آزمودنی ۷، برآورد احتمالات توانش‌ها نشان می‌دهد که دو آزمودنی، بر توانش‌های شناختی متفاوتی، تسلط یافته‌اند. این نتایج نشان می‌دهد آزمودنی‌هایی که نمره‌ی کلی یکسان به دست آورده‌اند، لزوماً نیمرخ مهارت‌های شناختی یکسانی ندارند مخصوصاً زمانی که یک آزمون، توانش‌های شناختی متفاوتی را اندازه می‌گیرد.

ب) شناسایی بدساختاری دانش در مبحث تغییرات شیمیایی

جدول ۲: نمره‌های (احتمالات) شناختی ۱۰ نفر از دانش‌آموزان حاضر در نمونه

Table 2

Cognitive scores (probabilities) of 10 students in the sample

Subjective scores (probabilities) of 10 students in the sample												
وضعیت تسلط (Mastery status)	نمره‌های (احتمالات) شناختی Cognitive scores		نمره کل (probabilities) total score		A1 → A6 آزمودنی Subject							
	M	PM	NM	A1	A2	A3	A4	A5	A6	الگوی پاسخ آزمودنی‌ها (Subjects' response pattern)		
	6	0	0	6	1	1	1	1	1	111111	1	
	6	0	0	6	1	1	1	1	1	111111	2	
	6	0	0	6	1	1	1	1	1	111111	3	
	5	0	1	5	1	1	0.99	0.97	1	0.01	4	
	2	0	4	2	1	0.09	0.03	0.81	0.07	0.12	5	
	6	0	0	6	1	1	1	1	1	111111	6	
	0	3	3	3	0.14	0.67	0.23	0.73	0.6	0.03	7	
	5	0	1	5	1	1	1	0.43	0.9		8	
	6	0	0	6	1	1	1	1	1	111111	9	
	0	1	5	1	0.07	0.02	0.08	0.25	0.76	0.04	10	
				M	8	7	7	8	6	6		
				PM	0	1	0	1	1	0		
				NM	2	2	3	1	3	4		
			M	مسلط (Mastery)								
			PM	احتمالاً مسلط (Possible Mastery)								
			NM	غیر مسلط (Non Mastery)								

جدول ۲، نمرات شناختی را برای ۱۰ نفر از پاسخ‌دهندگان نشان می‌دهد که به صورت تصادفی، از بین ۱۳۶ نفر حاضر در نمونه‌ی پژوهش، انتخاب شده‌اند. ستون دوم جدول ۶، الگوی پاسخ پاسخ‌دهندگان، ستون سوم، نمرات کلی پاسخ‌دهندگان و ۶ ستون بعدی، نمرات شناختی پاسخ‌دهندگان را بر روی ۶ توانش شناختی موجود در سلسله مراتب شکل ۲، نشان می‌دهد.

ج) شناسایی بدساختاری دانش در مبحث رنگین کمان

جدول ۳: نمره‌های (احتمالات) شناختی ۱۰ نفر از دانش‌آموزان حاضر در نمونه

Table 3

Cognitive scores (probabilities) of 10 students in the sample

وضعیت تسلط (Mastery status)	نمره‌های (احتمالات) شناختی Cognitive scores (probabilities)						نمره کل total score			A1 → A6	آزمودنی Subject
M	PM	NM	A1	A2	A3	A4	A5	A6	الگوی پاسخ آزمودنی‌ها (Subjects' response pattern)		
5	0	1	0.45	1	0.81	1	1	0.88	011011	4	1
3	3	0	0.93	1	0.73	0.8	0.61	0.75	111101	5	2
0	3	3	0.46	0.47	0.18	0.52	0.63	0.68	001001	2	3
5	0	1	0.45	1	0.81	1	1	0.88	011011	4	4
1	0	4	0.9	0.12	0.24	0.25	0.21	0.09	101010	3	5
5	0	1	0.45	1	0.81	1	1	0.88	011011	4	6
0	3	3	0.46	0.47	0.18	0.52	0.63	0.68	001001	2	7
4	2	0	0.77	0.92	0.91	1	0.87	0.69	111111	6	8
3	3	0	0.86	0.74	0.82	0.89	0.77	0.56	101111	5	9
1	3	2	0.4	0.58	0.39	0.72	0.83	0.73	001011	3	10
			3	5	5	5	5	3	M		
			1	2	1	3	4	5	PM		
			6	3	4	2	1	2	NM		
			مسلط (Mastery)								M
			احتمالاً مسلط (Possible Mastery)								PM
			غیر مسلط (Non Mastery)								NM

جدول ۳، نمرات شناختی را برای ۱۰ نفر از پاسخ‌دهندگان نشان می‌دهد که به صورت تصادفی، از بین ۱۳۶ نفر حاضر در نمونه‌ی پژوهش، انتخاب شده‌اند.

همانگونه که در سه ردیف آخر، مشاهده می‌شود و A2, A3, A5, A4 توانش‌هایی هستند که بیشتر آزمودنی‌ها، بر آن‌ها مسلط هستند. در حالی که بر سایر توانش‌ها، تعداد متفاوتی از آزمودنی‌ها مسلط بوده‌اند. یافته‌ی کلی دیگر این است که آزمودنی‌های با نمرات کلی بالاتر، بر تعداد بیشتری از توانش‌ها، تسلط یافته‌اند.

(د) اصلاح بدساختاری دانش

برای پاسخ به این سؤال، از آزمون کوواریانس استفاده شد چرا که دانش‌آموزان آزمون مربوط به هر یک از مفاهیم تغییرات فیزیکی، تغییرات شیمیایی و رنگین کمان، عملکرد متفاوتی داشتند و برخی از آن‌ها در یک مفهوم، دارای عملکرد مطلوب بوده در حالی که در مفهوم دیگر، عملکرد نامطلوب از خود نشان داد. و به همین خاطر، تأثیر استفاده از نقشه مفهومی، بر اصلاح بدساختاری دانش هر یک از مفاهیم تغییرات فیزیکی، تغییرات شیمیایی و رنگین کمان، به صورت مجزا مورد بررسی قرار گرفت. در این تحلیل، نمرات دانش‌آموزان در پیش‌آزمون، به عنوان متغیر کووریت و نمرات دانش‌آموزان در پس‌آزمون به عنوان متغیر وابسته، مد نظر قرار گرفتند.

۱- د: مفهوم تغییرات فیزیکی

جدول ۴: نتایج آزمون لون جهت بررسی همگنی واریانس نمرات وابسته مفاهیم علوم تجربی

Table 4

Results of Levene's test to examine the homogeneity of variance of dependent scores of experimental science concepts

متغیرها Variables	تعداد Number	آماره Statistic	سطح معنی‌داری Significance level
تغییر فیزیکی (Physical change)	73	1.28	0.261
تغییر شیمیایی (Chemical change)	52	2.83	0.099
رنگین کمان (Rainbow)	52	2.41	0.127

جدول ۴، نتایج آزمون لون جهت بررسی همگنی واریانس نمرات وابسته مفاهیم مختلف علوم تجربی را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود، مقدار آماره آزمون لون برای مفهوم تغییر فیزیکی برابر با ۱/۲۸، برای مفهوم تغییر شیمیایی برابر ۲/۸۳ و برای مفهوم رنگین کمان برابر ۲/۴۱ بوده از لحاظ آماری در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار نمی‌باشد ($P > 0.01$)، لذا می‌توان نتیجه گرفت که فرض همگنی واریانس نمرات وابسته برای هر سه مفهوم رعایت شده است.

جدول ۵: میانگین متغیرهای پژوهش بر اساس گروه‌های آزمودنی‌ها بعد از بررسی پیش‌فرض‌ها

Table 5

Average of research variables based on subject groups after examining assumptions

مفهوم Concept	زیرگروه Subgroup	تعداد هر زیرگروه Number of each subgroup	میانگین Average	انحراف معیار Standard deviation
تغییر فیزیکی (Physical change)	آزمایش Experiment	42	4.07	1.07
	کنترل control	30	3.43	0.97

1. 07	3. 81	72	کل Total	تغییر شیمیایی (Chemical change)
0.99	45. 3	31	آزمایش Experiment	
1. 03	19. 3	21	کنترل control	
1. 01	34. 3	52	کل Total	
0. 70	4. 56	27	آزمایش Experiment	
0. 73	3. 67	21	کنترل control	رنگین کمان (Rainbow)
0. 83	4. 17	48	کل Total	

جدول ۵، میانگین متغیر تغییر فیزیکی، تغییر شیمیایی و رنگین کمان را بر اساس گروه‌های آزمودنی‌ها بعد از بررسی پیش فرض‌ها نشان می‌دهد. همانگونه مشاهده می‌شود، میانگین هر سه مفهوم تغییر فیزیکی، تغییر شیمیایی و رنگین کمان گروه آزمایش بیش‌تر از گروه کنترل است.

جدول ۶: نتایج تحلیل کوواریانس جهت بررسی تأثیر نقشه مفهومی بر بدساختاری دانش مفهوم تغییرات فیزیکی

Table 6

Results of the analysis of covariance to examine the effect of the concept map on the malstructure of knowledge of the concept of physical changes

اندازه اثر Effect size	سطح معنی داری Significance level	مقدار آماره F Statistic value	درجه آزادی Degree of freedom	مجموع مجذورات Sum of squares	منابع تغییرات Sources of changes
0. 239	0. 001	21. 68	1	14. 15	گروه آزمایش و کنترل Experimental and control group

جدول ۶، نتایج تحلیل کوواریانس را جهت بررسی تأثیر نقشه مفهومی بر اصلاح بدساختاری دانش در مفهوم تغییرات فیزیکی دانش آموزان، نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود، مقدار آماره F برای بررسی تفاوت نمرات مفهوم تغییر فیزیکی بین گروه آزمایش و کنترل، برابر با ۲۱/۶۸ بوده و از لحاظ آماری در سطح ۰/۰۱ معنادار می‌باشد ($P < 0/01$). یعنی مقدار میانگین تغییر فیزیکی در گروه آزمایش پس از اعمال نقشه مفهومی، بیش‌تر از گروه کنترل شده است. بنابراین، بین گروه آزمایش و کنترل، از لحاظ نمره تغییر فیزیکی، تفاوت وجود دارد.

جدول ۷: نتایج تحلیل کوواریانس جهت بررسی تأثیر نقشه مفهومی بر بدساختاری دانش مفهوم تغییرات شیمیایی

Table 7

Results of the analysis of covariance to examine the effect of the concept map on the malstructure of knowledge of the concept of chemical changes

منابع تغییرات Sources of changes	مجموع مجذورات Sum of squares	درجه آزادی Degree of freedom	مقدار آماره F Statistic value	سطح معنی داری Significance level	اندازه اثر Effect size
گروه آزمایش و کنترل Experimental and control group	5.79	1	9.01	0.004	0.155

جدول ۷، نتایج تحلیل کوواریانس را جهت بررسی تأثیر نقشه مفهومی بر اصلاح بدساختاری دانش در مفهوم تغییرات شیمیایی دانش آموزان، نشان می دهد. همانگونه که مشاهده می شود، مقدار آماره F برای بررسی تفاوت نمرات مفهوم تغییر شیمیایی بین گروه آزمایش و کنترل، برابر با ۹/۰۱ بوده و از لحاظ آماری در سطح ۰/۰۱ معنادار می باشد ($P < 0/01$). یعنی مقدار میانگین تغییر شیمیایی در گروه آزمایش پس از اعمال نقشه مفهومی، بیش تر از گروه کنترل شده است. بنابراین، بین گروه آزمایش و کنترل، از لحاظ نمره تغییر شیمیایی، تفاوت وجود دارد.

جدول ۸: نتایج تحلیل کوواریانس جهت بررسی تأثیر نقشه مفهومی بر بدساختاری دانش مفهوم رنگین کمان

Table 8

Results of the analysis of covariance to examine the effect of the concept map on the malstructure of knowledge of the rainbow concept .

منابع تغییرات Sources of changes	مجموع مجذورات Sum of squares	درجه آزادی Degree of freedom	مقدار آماره F Statistic value	سطح معنی داری Significance level	اندازه اثر Effect size
گروه آزمایش و کنترل Experimental and control group	9.55	1	15.48	0.001	0.265

جدول ۸، نتایج تحلیل کوواریانس را جهت بررسی تأثیر نقشه مفهومی بر اصلاح بدساختاری دانش در مفهوم رنگین کمان دانش آموزان، نشان می دهد. همانگونه که مشاهده می شود، مقدار آماره F برای بررسی تفاوت نمرات مفهوم رنگین کمان بین گروه آزمایش و کنترل، برابر با ۱۵/۴۸ بوده و از لحاظ آماری در سطح ۰/۰۱ معنادار می باشد ($P < 0/01$). یعنی مقدار میانگین رنگین کمان در گروه آزمایش پس از اعمال نقشه مفهومی، بیش تر از گروه کنترل شده است. بنابراین، بین گروه آزمایش و کنترل، از لحاظ نمره رنگین کمان، تفاوت وجود دارد.

بحث و نتیجه گیری

این پژوهش در دو مرحله صورت گرفت. در مرحله اول پدیده بدساختاری دانش، با استفاده از رویکرد شناختی-تشخیصی مورد بررسی قرار گرفت. در رویکرد شناختی-تشخیصی از روش سلسله مراتبی صفت استفاده شد. برای یادگیری معنی دار مطالب، باید ساختار دانش مورد نظر در ذهن دانش آموزان شکل گیرد، که به دلایل مختلف این ساختار به درستی در ذهن دانش آموزان شکل نمی گیرد که به آن بدساختاری دانش گفته می شود. در این پژوهش، با آزمونی که بر اساس ساختار دانش مفاهیم تغییر فیزیکی، تغییر شیمیایی و رنگین کمان از کتاب علوم تجربی پنجم ابتدایی انتخاب شده بود، پدیده بدساختاری دانش بررسی شد. با تحلیل نحوه پاسخ دهی دانش آموزان، نمرات شناختی برای آنها تهیه گردید. در نمرات شناختی میزان تسلط یا عدم تسلط دانش آموزان در پاسخ به سؤالات مشخص شد. تحلیل نمرات شناختی نشان داد که برخی دانش آموزان پیش نیازهای لازم برای یادگیری مفهوم اصلی را به درستی یاد نگرفته بودند و ساختار دانش به درستی در آنها شکل نگرفته بود. همان طور که قبلاً بحث شد یادگیری معنی دار آن نوع یادگیری است که طی آن، مطالب جدید به مطالب آموخته شده قبلی ربط پیدا می کنند. یادگیری معنی دار در مقابل یادگیری طوطی وار قرار دارد. مطالبی که به صورت طوطی وار آموخته شده اند، به اطلاعات قبلی متصل نشده اند؛ در حالی که مطالب معنی دار به بدنه ی دانش موجود فرد متصل می شوند؛ بنابراین اگر دانش آموز بتواند بین مطالب درسی جدید و اطلاعات قبلی خود در همین زمینه ارتباط برقرار کند، می گوئیم که او مطالب را به صورت معنی دار آموخته است (درتاج، کرد نوقایی، ۱۳۹۷). دانش آموزانی که مطالب را به صورت طوطی وار یاد گرفته اند نمی توانند بین مطالب قبلی و جدید خود، ارتباط برقرار کنند و نمی توانند ساختار دانش مورد نظر را شکل دهند. علاوه بر این در مدل های سنتی ارزشیابی مانند روش کلاسیک، فقط نمره فرد از مجموع پاسخ های درست او به سؤال های آزمون به دست می آید و در مدل سؤال پاسخ تمرکز بر تحلیل سطح سؤال و اختصاص نمرات به آزمودنی هاست. بنابراین برای بررسی و ارزیابی شکل گیری ساختار دانش در فرد باید از روشی استفاده کرد که این امکان را فراهم می کند. این نوع سنجش، اطلاعات معتبر آموزشی فراهم می کند تا معلم بتواند با استفاده از آن، به طور مؤثر، آموزش های بعدی و مکمل را برای پاسخگویی به نیازهای یادگیری هر دانش آموز، به کار برد (مینائی، ۱۳۹۱). ، به منظور دانستن اینکه معلمان و آزمودنی ها نیاز به بهبود کدام یک از مهارت های خاص دارند، از مدل های تشخیصی-شناختی بر فراهم کردن بازخوردهای غیررسمی و تشخیصی استفاده می شود. (افضلی و دیگران، ۱۳۹۵). از رویکرد شناختی تشخیصی در ارزشیابی و شناسایی مشکلات یادگیری دانش آموزان می توان استفاده کرد. ژانگ و همکاران^۱ (۲۰۲۵) در پژوهشی با عنوان استفاده از تحلیل شناختی تشخیصی برای بررسی شایستگی های کلیدی درس ریاضی، نشان دادند که در دانش آموزانی که یادگیری ریاضی آنها با

استفاده از رویکرد شناختی تشخیصی مورد ارزیابی قرار گرفته بودند و تحلیل سیستماتیک از ساختار دانش ریاضی به آنها ارایه شده بود، نسبت به دانش‌آموزان دیگر در درس ریاضی عملکرد بهتری داشتند. علاوه بر این نتایج پژوهش توانایی رضائیان و همکاران (۲۰۲۵) در مورد استفاده از رویکرد شناختی تشخیصی در ارزشیابی نشان داد که استفاده از رویکرد شناختی تشخیصی می‌تواند کیفیت ارزشیابی از یادگیری و دقت تشخیص مشکلات یادگیری دانش‌آموزان را به طور قابل توجهی افزایش دهد.

بر این اساس، دو گروه کنترل و آزمایش بر اساس تعداد دانش‌آموزان دارای بدساختاری دانش، تشکیل شد. در کلاس‌های گروه آزمایش، نقشه مفهومی برای دانش‌آموزان معرفی شد و دانش‌آموزان برای مفاهیم تغییر فیزیکی، تغییر شیمیایی و رنگین‌کمان نقشه‌های مفهومی را ترسیم کردند. در ادامه پژوهش، آزمون دیگری موازی با آزمون اول از دانش‌آموزان اخذ شد. نتایج نشان داد دانش‌آموزانی که در جریان پژوهش با نقشه مفهومی آشنا شده بودند و می‌توانستند روابط بین مطالب را ترسیم کنند، این توانایی را داشتند که ساختار دانش مورد نظر را در قالب نقشه مفهومی نشان دهند، عملکرد بهتری از دیگر دانش‌آموزان که با روش‌هایی به غیر از نقشه مفهومی آموزش دیده بودند، داشتند. نقشه مفهومی نوعی فن آموزشی شبیه به پیش‌سازمان دهنده و برخاسته از نظریه یادگیری معنی‌دار آزوبل است. نقشه مفهومی ابزاری است که به کمک آن اطلاعات مربوط به درس در طرح فضایی-دیداری سازمان دهی می‌شود به همین علت به آن ها سازمان دهنده‌های فضایی-معنایی هم می‌گویند (فتسکو و مک‌کلر، ۲۰۰۵). نقشه مفهومی چارچوبی است که قبل از ارائه درس برای دانش‌آموزان ترسیم می‌شود و در آن، نوعی پیش‌نگری از روابط بین بخش‌های مختلف موضوع، به صورت سازمان یافته عرضه می‌شود. این کار به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا مفاهیم را در ذهن ذخیره کنند، دسته‌بندی کنند و به خاطر بسپارند و نیز آن را به درس‌های دیگرشان پیوند دهند. این موضوع برای درس‌های پیچیده‌ای که در درون خود دارای بخش‌های متعددی هستند، مفید است (مویس و رینولدز، ۲۰۰۲). دانش‌آموزانی که برای مفاهیم مختلف نقشه تهیه می‌کنند با استفاده از این نقشه‌ها می‌توانند ساختار دانش مورد نظر را در ذهن خود مجسم کرده و ترسیم کنند و روابط بین مطالب مختلف را نشان دهند. بنابراین نقشه مفهومی این امکان را برای یادگیرنده می‌دهد که اطلاعات گذشته را با اطلاعات جدید یکجا ببینند، روابط بین آنها را درک کند و به یادگیری معنی‌دار دست یابد؛ همچنین نقشه مفهومی اهمیت هر مفهوم را نشان می‌دهد؛ به طوری که دانش‌آموز به راحتی متوجه مفاهیم اساسی و کلیدی درس می‌شود و آنها را از مفاهیم غیر کلیدی و کم‌اهمیت مجزا می‌کند (درتاج و کرد نوقایی، ۱۳۹۷). بنابراین یکی از روش‌هایی که برای یادگیری معنی‌دار و عمیق مطالب، می‌توان استفاده کرد، نقشه مفهومی است؛ چون دانش‌آموزان باید بتوانند ساختار دانش مورد نظر را به خوبی یاد بگیرند که با استفاده از نقشه مفهومی می‌توان به شکل‌گیری ساختار دانش در دانش‌آموزان کمک کرد. یکی از

1- Fetsco & Mcclure

2- Muijs & Reynolds

کاربردهای نقشه مفهومی کمک به شکل‌گیری ساختار دانش در دانش‌آموزان است. در این زمینه می‌توان به پژوهش‌های مختلف که در ذیل می‌آیند اشاره کرد. یینگ لی و همکاران^۱ (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان استفاده از نقشه مفهومی در بهبود نتایج یادگیری دانش‌آموزان و کاهش بار شناختی آنها در درس علوم تجربی، نشان دادند که استفاده از نقشه مفهومی در یادگیری به دانش‌آموزان کمک می‌کند که دانش خود را به صورت جامع سازماندهی دهند و همچنین نقشه مفهومی می‌تواند در سازماندهی دانش، ایجاد رابطه‌ی مفهومی و یادگیری فعال به دانش‌آموزان کمک کند.

از دیگر نتایج این پژوهش می‌توان به اصلاح بدساختاری دانش با استفاده از نقشه‌های مفهومی اشاره کرد. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج پژوهش اشنایدر و همکاران^۲ (۲۰۲۱) همسو است. این پژوهش نشان داد که ارائه نقشه‌های مفهومی باعث افزایش و بهبود یادگیری فراگیران می‌شود. همچنین با نتایج پژوهش رحیمی، احمدی و رستمی (۲۰۲۱) همسو است. رحیمی و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی گزارش کردند که استفاده از نقشه‌های مفهومی باعث افزایش خلاقیت دانش‌آموزان در درس علوم می‌شود. علاوه بر این یینگ لی و همکاران^۳ (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان استفاده از نقشه مفهومی در بهبود نتایج یادگیری دانش‌آموزان و کاهش بار شناختی آنها در درس علوم تجربی، نشان دادند که استفاده از نقشه مفهومی در یادگیری به دانش‌آموزان کمک می‌کند که دانش خود را به صورت جامع سازماندهی دهند و همچنین نقشه مفهومی می‌تواند در سازماندهی دانش، ایجاد رابطه‌ی مفهومی و یادگیری فعال به دانش‌آموزان کمک کند.

چن و همکاران^۴ (۲۰۱۹) در پژوهش خود نشان دادند که از نقشه‌های مفهومی می‌توان برای یافتن رابطه بین دو موضوع پیچیده، همچنین ضعف آموزشی دانش‌آموزان استفاده کرد. همان‌طور که اشاره شد، بدساختاری دانش پدیده‌ای است که در آن ساختار دانش به خوبی در ذهن دانش‌آموزان شکل نمی‌گیرد و عدم شکل‌گیری ساختار دانش، باعث می‌شود که دانش‌آموزان در ادامه یادگیری با مشکلاتی مواجه شوند. نقشه مفهومی یک روش یاددهی-یادگیری است که با استفاده از آن می‌توان ساختار دانش مورد نظر و روابط بین مطالب را ترسیم کرد. بنابراین وقتی معلم با استفاده از آزمون ساختار دانش و تحلیل نتایج آن به بدساختاری دانش در دانش‌آموزان پی می‌برد، باید از اقدامات اصلاحی برای بهبود یادگیری دانش‌آموزان استفاده کند. یکی از این روش‌ها همان نقشه‌های مفهومی است که می‌تواند در شکل‌گیری درست ساختار دانش و نیز اصلاح بدساختاری دانش به دانش‌آموزان کمک بیشتری بکند. همچنین با استفاده از نقشه مفهومی در بخش‌های مختلف یادگیری و ارزشیابی می‌توان به شکل گرفتن درست ساختار دانش در دانش‌آموزان کمک کرد.

1- Ying Li& etce

2- Schneider & etce

3- Ying Li& etce

4- Chen& etce

همچنین در این پژوهش با توجه به تأثیر نقشه مفهومی بر اصلاح بدساختاری دانش علوم تجربی به پژوهشگران پیشنهاد می شود اصلاح بدساختاری دانش در درس های دیگر مقطع ابتدایی مانند درس ریاضی و املا نیز بررسی شود. با توجه به تأثیر نقشه مفهومی بر اصلاح بدساختاری دانش در دوره ابتدایی پیشنهاد می شود تأثیر نقشه مفهومی بر اصلاح بدساختاری دانش در درس های مقاطع بالاتر مانند دروس فیزیک و زیست شناسی و شیمی نیز بررسی شود. در نهایت با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهاد میشود در کلاس های درسی از نقشه های مفهومی برای تدریس، یادگیری و ارزیابی استفاده شود.

در هر پژوهشی، پژوهشگر با محدودیت هایی مواجه خواهد شد که می تواند بر فرایند پژوهشی تأثیرگذار باشد که البته رفع برخی از آنها از عهده پژوهشگر خارج است. در پژوهش حاضر نیز پژوهشگر با محدودیت هایی مواجه بود که در ذیل به آنها اشاره می شود. با شرایط و زیرساخت های موجود در آموزش و پرورش، امکان استفاده گسترده و عمومی از رویکرد شناختی - تشخیصی، فعلا وجود ندارد و نیازمند کارهای اساسی است. مقطع و پایه تحصیلی در این پژوهش کنترل شده است و جامعه آماری این پژوهش دانش آموزان پایه پنجم ابتدایی است لذا در تعمیم نتایج به سایر مقاطع باید احتیاط کرد. در این پژوهش از کتاب درسی علوم تجربی استفاده شده است که برای تعمیم به مواد درسی دیگر و کتاب های درسی دیگر باید احتیاط کرد.

References

منابع

- افضلی، افشین؛ دلاور، علی؛ فلسفی نژاد، محمدرضا و برجعلی، احمد. (۱۳۹۵). مدل سازی تشخیصی شناختی (CDM) ریاضیات پایه اول دبیرستان. *اندازه گیری تربیتی*، ۶ (۲۴)، ۲۱-۱.
- افضلی، افشین (۱۳۹۳). *مدل سازی تشخیصی شناختی ریاضیات پایه اول دبیرستان بر اساس روش سلسله مراتبی صفات*. رساله دکترا. تهران، دانشگاه علامه طباطبائی.
- پراز، محمدرضا؛ نوروزی وند، حامد؛ شفیعی، حامد. (۱۳۹۹). تأثیر استفاده از نقشه ی مفهومی بر میزان یادگیری دانش آموزان، *مجله پژوهش های معاصر در علوم و تحقیقات*، پیاپی، ۲۴، ۳۴-۱۸.
- خامسان، احمد؛ برادران خاکسار، زهرا. (۱۳۹۰). مقایسه آموزش زبان با استفاده از نقشه مفهومی فردی و مشارکتی با شیوه سنتی، *پژوهش های زبان شناختی در زبان های خارجی*، ۱ (۱)، ۵۷-۷۵.
- داداش زاده، مجید؛ فرخی، نورعلی؛ مینایی، اصغر؛ عسگری، محمد؛ کولایی نژاد، جمال الدین. (۱۳۹۹). بررسی پدیده بدساختاری دانش و ساخت و رواسازی آزمون نشانه های رفتاری بدساختاری دانش ریاضی، *علوم روانشناختی*، ۱۹ (۹۳)، ۱۰۸۳-۱۰۹۵.
- داداش زاده، مجید (۱۴۰۰). *ساخت و رواسازی آزمون ساختار دانش ریاضی ششم ابتدایی با استفاده از رویکرد سنجش شناختی-تشخیصی (CDA) و مطالعه ی بدساختاری دانش ریاضی در دانش آموزان*

- ششم/ابتدائی، رساله منتشر نشده دکتری، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، گروه سنجش و اندازه گیری.
- درتاج، فریبرز. کردنوقابی، رسول. (۱۳۹۷). *نظریه های آموزش*، انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی، تهران. راهنمای معلم علوم تجربی دوره ابتدایی (۱۳۹۹). دفتر تألیف کتب درسی. تهران.
- رحیمی، ریحانه؛ دلاور، علی؛ یونسی، جلیل و نصیری، زهره سادات. (۱۳۹۹). انتخاب مدل تشخیصی شناختی مناسب برای آزمون های درک مطلب (مورد مطالعه: آزمون کارشناسی ارشد رشته زبان انگلیسی). *مطالعات اندازه گیری و ارزشیابی آموزشی*، ۱۰(۲۹)، ۲۰۵-۲۲۷.
- Doi: 10. 22034/EMES. 2020. 39887
- سانتراک، جان دیلیو (۲۰۰۸). *روانشناسی تربیتی*، ترجمه حسین دانش فر و همکاران، تهران، رسا.
- سعیدی، علی؛ سیف، علی اکبر؛ اسدزاده، حسن؛ ابراهیمی قوام، صغری. (۱۳۹۱). تأثیر مطالعه به کمک نقشه های مفهومی بر درک مطلب دانش آموزان سال سوم متوسطه، *فصلنامه فناوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی*، ۳(۱)، ۱۳۱-۱۴۳.
- غلام آزاد، سهیلا (۱۳۹۰). *ارزیابی ریاضی*. رشد آموزش ریاضی. ۲۹، (۱)، ۱۹-۱۴.
- غفاری، سمیه و گویا، زهرا. (۱۳۹۴). ارزشیابی توصیفی: نظریه بدون عمل. *رشد آموزش ریاضی*. ۳۲ (۱۳)، ۸-۱۳.
- کریمی، مینا (۱۴۰۰). تأثیر الگوی نقشه مفهومی در رشد تفکر انتقادی و پیشرفت تحصیلی دانشجویان رشته آموزش پزشکی. *راهنماهای آموزش در علوم پزشکی*، ۱۴(۳)، ۱۱۹-۱۱۲.
- مصرآبادی، جواد؛ حسینی نسب، داوود؛ فتحی آذر، اسکندر؛ مقدم، محمد. (۱۳۸۸). تأثیر ساخت و ارائه نقشه مفهومی و سبک یادگیری بر یادداری، درک و حل مسئله در زیست شناسی، *مطالعات تربیتی و روانشناسی*، ۳(۱۰)، ۱۴۱-۱۶۲.
- مینائی، اصغر (۱۳۹۱). *مدل پردازی تشخیصی شناختی (CDM) سؤال های ریاضیات تیمز ۲۰۰۷ در دانش آموزان پایه هشتم ایران با استفاده از مدل یکپارچه با پارامتر پردازی مجدد (RUM) و مقایسه مهارت های ریاضی دانش آموزان دختر و پسر*. رساله منتشر نشده دکتری، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، گروه سنجش و اندازه گیری.
- یادگارزاده، رضا و فرهادیان، محمود. (۱۳۹۵). بررسی تأثیر رویکرد سنجش برای یادگیری بر عملکرد ریاضی دانش آموزان پسر پایه هشتم ناحیه یک شهر همدان در سال تحصیلی ۹۳-۹۴. *مطالعات اندازه گیری و ارزشیابی آموزشی*، ۶(۱۴)، ۱۴۲-۱۱۱.

Abdullah Rahimi, Hayedeh Ahmadi, Idris Rostami. (2021). The Effectiveness of Concept Map on Elementary Students' Creativity in Science Lessons. *Iranian Evolutionary and Educational. Psychology Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc>.

- Afzali, A. (2014). Cognitive diagnostic modeling of first grade high school mathematics based on the hierarchical trait method. PhD thesis. Tehran, Allameh Tabatabaei University. [In Persian].
- Afzali, A., Delavar, A., Falsafinejhad, M., & Borjali, A. (2016). Cognitive-diagnostic modeling (CDM) of first grade high school mathematics. *Quarterly of Educational Measurement* 6(24), 1-21. [In Persian].
- Asan. Askin. (2007). Concept Mapping in Science Class, *Educational Technology & Society*, 10(1), 186-195.
- Chen-Chung Liu, Holly S. L. Chen, Ju-Ling Shih, Guo-Ting Huang, Baw-Jhiune Liu (2011). An enhanced concept map approach to improving children's storytelling ability. *Computers & Education* 873-884.
- Chin Huan, Chew Cheng Meng, Lim Hooi Lian, Thien Lei Mee (2022). Development and Validation of a Cognitive Diagnostic Assessment with Ordered Multiple-Choice Items for Addition of Time *International Journal of Science and Mathematics Education* ,20, 817-837.
- Chiou, C. C. (2008). The effect of concept mapping on students' learning achievements and interests. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(4), pp375-387
- Ghaffari. S. & Goya, Z. (2015). Descriptive Evaluation: Theory without Practice. *Growth of Mathematics Education*. 32 (13), 8-13. [In Persian].
- 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. *Technology, Learning, and Assessment*, 6(6), 5-52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejeps.2016.07.002>
- Gholam Azad. S (2011). Mathematics Assessment. *The Growth of Mathematics Education*. 29 (1), 14-19.
- Dadashzadeh, M. (2021). Constructing and validating the 6th grade math knowledge structure test using the cognitive-diagnostic assessment (CDA) approach and studying the malstructuring of math knowledge in 6th grade students, *unpublished doctoral thesis*, Allameh Tabatabai University, Faculty of Psychology and Educational Sciences. Measuring group. [In Persian].
- Dadashzadeh. M, Farrokhi. N, Minaei. A, Asgari. M, Kolai-Nejad, J. (2010). Study of the phenomenon of knowledge malstructure and the construction and validation of a test of behavioral signs of mathematical knowledge malstructure, *Psychological Sciences*, 19(93), 1083-1095. [In Persian].
- Dortaj. F, Kordnoqabi. R. (2018). *Educational Theories*, Allameh Tabatabaei University Press, Tehran. [In Persian].
- JENA. Ananta, Kumar. (2012). Does constructivist approach applicable through concept maps to achieve meaningful learning in Science? *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, Volume 13, Issue 1, Article 7, 1--23.

- Karimi, M. (1400). The effect of concept map model on the development of critical thinking and academic achievement of medical education students. *Educational Strategies in Medical Sciences*, 14(3), 112-119. [In Persian].
- Kinchin, I. M. (2014). Concept Mapping as a Learning Tool in Higher Education: A Critical Analysis of Recent Reviews. *The Journal of Continuing Higher Education* 62,39-49.
- Kinchin, I. M., Mollits, A., & Reiska, P. (2019). Uncovering Types of Knowledge in Concept Maps. *Educ. Sci.* 9, 131. [CrossRef]
- Khamesan, A. (2008). Linguistic Bias of Concept Mapping: Is word order a matter? In A. Canas, J. D. Novak, P. Reiska, M. K. Ahlber (Eds), *ConceptMapping: Connection educators* 493-499. *The Proceeding of 3rd International Conference on Concep Mapping Estonia Finland, September 22-25, 20.*
- Khamsan, A., Baradaran. Z. (2011). Comparing language teaching using individual and collaborative concept mapping with the traditional method, *Linguistic Research in Foreign Languages*, 1(1), 57-75. [In Persian].
- Leighton, J. P., & Gierl, M. J. (2007). Verbal reports as data for cognitive diagnostic assessment. *Cognitive diagnostic assessment for education: Theory and applications*, 146-172. Doi: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511611186.006>
- Lohman, D. F. (2012). Complex information processing and intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of intelligence*. New York: Cambridge University Press.
- Maria Burke(2021). <https://edu.rsc.org/feature/the-essential-elements-of-a-quality-science-education/4014866.article>
- Masrabadi, J, Hosseini Nasab, D, Fathi Azar, A, Moghadam, M (2009). The effect of constructing and presenting a concept map and learning style on memorization, comprehension and problem solving in biology, educational studies and psychology, (10)3, 141-162. [In Persian].
- Minaei, A. (2012). Cognitive Diagnostic Modeling (CDM) of 2007 TIMING Mathematics Questions in Iranian Eighth Grade Students Using Reparameterized Integrated Model (RUM) and Comparing Math Skills of Male and Female Students. Unpublished PhD Thesis, Allameh Tabatabaei University, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Measurement and Evaluation Department. [In Persian].
- Nishant Sharma & Dr. Gaurav Rao (2021). Concept Mapping: An Innovative Attempt to Enhance Meaningful Learning in EVS Classrooms. *Applied Research Publications* ISBN: 978-93-90847-85-3
- Nancy L. Gallenstein. (2013). Concept mapping for learners of all ages, *Journal for Educators, Teachers and Trainers*. 4 (1), 59-72.
- Olson, M. H., & Hergenhahn, B. R. (2016). *Introduction to theories of learning* (9th ed). New York: Psychology Press.

- Department of Education and Skills. (2012). Published by Evaluation Support and Research Unit Inspectorate Department of Education and Skills Marlborough Street Dublin 1.
- Rahimi, R., Yunsı, J., & Makrami, M. (2018). The application of cognitive diagnostic tests in order to analyze the reading comprehension questions of the language master's entrance exam. *Quarterly of Educational Measurement*, 8(32), 17-40. [In Persian].
- Rupp, A. A. & Templin J, L. (2007). Review Article: Unique Characteristics of Cognitive Diagnosis Models. *Educational and Psychological Measurement*, 6(4), 219-262. Doi:10. 1080/15366360802490866
- Saeedi. A, Seif. A. A, Asadzadeh. H, Ebrahimi Qavam. P. (2012). The effect of studying with the help of concept maps on the comprehension of third year high school students, *Quarterly Journal of Information and Communication Technology in Educational Sciences*, 3(1), 131-143. [In Persian].
- Santrak, John. W. (2008). *Educational Psychology*, translated by Hossein Daneshfar et al., Tehran, Rasa. [In Persian].
- Sascha Schneider, Felix Kriegelstein, Maik Beege, Günter Daniel Rey (2021). How organization highlighting through signaling, spatial contiguity and segmenting can influence learning with concept maps. *Computers and Education Open* 2 (2021) 100040
- Schunk, D. H. (2000). *Learning theories: an educational perspective*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-
- Schunk, D. H. (2019). *Learning theories: an educational perspective* (7th Ed). Boston: Pearson.
- Tavanaei Yousefian, Samira. Minaei, Asghar. Asgari, Mohammad. Shadroo, Shabnam. Mashhadi, Ali (2025). Cognitive Diagnostic Computerized Adaptive Testing (CDCAT): Conceptual Framework and Steps for Test Development and Validation, *Iranian Journal of Psychoeducational Assessment* 1(1),171-191. [In Persian].
- Paraz, M. R., Norouzivand. H, Shafiei. H. (2019). The effect of using concept maps on students' learning, *Journal of Contemporary Research in Sciences and Research*, 34, 24-18. [In Persian].
- Vanides, Yue Yin, Miki Tomita, and Maria Araceli Ruiz-Primo0(2005). *Concept Maps in the Science Classroom*, National Science Teachers Association, Reprinted with permission Scope, 28(8), 27-31.
- Yu-Chuan Huang, Hsing-Hsia Chen, Mei-Ling Yeh, Yu-Chu Chung (2012). Case studies combined with or without concept maps improve critical thinking in hospital-based nurses: A randomized-controlled trial. *International Journal of Nursing Studies*. 747–754.
- Yadagerzadeh. R. and Farhadian. M. (2016). Investigating the effect of the assessment approach for learning on the mathematical performance of eighth

- grade male students in District 1 of Hamedan in the academic year 2014-2015. Educational Measurement and Evaluation Studies, 6 (14), 111-142. [In Persian].
- Zhang, Yi. Baixiang, Zhao. Min, Jian. & Xiaopeng, Wu. (2025). Cognitive diagnostic analysis of mathematics key competencies based on PISA data, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0315539>.

