Tech. Edu. J. 18 (2) : 311-328, Spring 2024

Technology of Education Journal
(TEJ)
Homepage: jte.sru.ac.ir

ORIGINAL RESEARCH PAPER

The effect of concept map teaching based on network process analysis (ANP) and lecture on students' learning skills

Z. Royatvand Ghiasvand [1], V. Farzad[,1], B. Saleh Sedghpour[2] A. Baghdasarians[1], A. Kararmi Gazafi[3]*

[1] *Department of General Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
[2] *Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities, Shahid Rajaee Tarbiat University, Tehran, Iran*
[3] *Department of Chemistry, School of Science, Tarbiat University, Shahid Rajaee, Tehran, Iran*

Received: 24 June 2023
Reviewed: 6 September 2023
Revised: 23 September 2023
Accepted: 06 December 2023

KEYWORDS:
Education
Concept Mapping
Lecture Method
Atomic Structure Topic of Chemistry
Network Process Analysis

* Corresponding author
val.farzad@iauctb.ac.ir
(+98912) 1304561

ABSTRACT

Background and Objectives: In proportion to the expansion of various skills in life, learning and education of any society needs quantitative and qualitative improvement. The rapid development of technology has caused a change in the way of learning, and in order to increase learning and acquire knowledge, different methods of teaching and training are used to improve people's knowledge, among these methods is the use of standard concept maps. In the current research, the use of the concept map teaching method compiled with the network process analysis method and the lecture method on the students' learning skills in the topic of chemical atom structure was investigated.

Methods: The present study was a mixed-methods (exploratory-explanatory) research and was conducted in two steps. The first step was done with a qualitative research method of the Delphi type. The statistical population consisted of experts and professors in chemistry education in 2020-2021, and 30 individuals were selected using purposive sampling. The tools used in this step were semi-structured interviews and a researcher-made pairwise comparison questionnaire.The data were analyzed using the network process analysis method (a multicriteria decision-making method) and the Super Decisions software.In the second step, a quasi-experimental quantitative research method was used with a pre-test, post-test and follow-up plan with two groups (one experimental group and one control group).The statistical population consisted of all eighth-grade high school students in the academic year 2021-2022. A sample of 30 students was selected using convenience sampling and divided into two groups of 15. The experimental group received education using concept maps developed based on ANP, and the control group was taught using the lecture method. The data collection tool was a learning skills questionnaire, and to assess the validity of the tool, the opinions of experts and professors were used. The reliability of the research tool was calculated to be 0.96 using the test-retest method, and the data were analyzed using repeated measures analysis and SPSS (24.00) software.

Findings: The findings of the first step showed that mathematics layers with a weighted average of 0.652, physics 0.235, and chemistry 0.113 had the greatest impact, respectively, and the highest and lowest weighted averages in the physics layer were the concept of matter and the concept of electron movement in Certain circuits (Bohr) was 0.011. In the mathematical layer, the concept of main numbers and its four main operations was 0.291, and the concept of sine waves and wave concept was 0.014. In the chemistry layer, the concept of subatomic particles was 0.407 and the concept of using electron arrangement was 0.010. And the results of the statistical analysis in the second step, for hypotheses at a significant level (0.05), indicated a significant and more stable effect of training with the concept map method on learning skills.

Conclusion: Considering the greater impact of education with the standard concept map method and the importance of prerequisites, it is possible to rank educational concepts using the network process analysis method and use it in teaching and learning. Also, the standard conceptual map can be considered as a suitable tool and approach to achieve learning.

COPYRIGHTS
© 2024 The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)
(https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

NUMBER OF REFERENCES
32

NUMBER OF FIGURES
4

NUMBER OF TABLES
13

مقاله پژوهشی

تأثیر آموزش نقشه مفهومی مبتنی بر تحلیل فرآیند شبکه‌ای (ANP) و سخنرانی بر مهارت‌های یادگیری دانش‌آموزان

زهرا رویتوند غیاثوند[۱]، ولی‌اله فرزاد *[۱]، بهرام صالح صدق‌پور[۲]، آنیتا باغداساریانس[۱]، علیرضا کرمی گزافی[۳]

[۱] گروه روان‌شناسی عمومی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۲] گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران، ایران
[۳] گروه آموزشی شیمی، دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: به تناسب گسترش مهارت‌های گوناگون در زندگی، یادگیری و آموزش هر جامعه‌ای نیاز به ارتقاء کمّی و کیفی دارد. در شرایط کنونی گسترش سریع تکنولوژی باعث تغییر در چگونگی یادگیری شده است و جهت افزایش یادگیری، کسب دانش و اطلاعات و مهارت‌های مرتبط با آن، از روش‌های مختلف تدریس و آموزش استفاده می‌شود که بر دانش افراد تأثیرگذار است و سبب ارتقاء آن می‌گردد؛ از جمله این روش‌ها استفاده از نقشه‌های مفهومی استاندارد است. در پژوهش حاضر، استفاده از روش آموزش نقشه مفهومی تدوین شده با روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای و روش سخنرانی بر مهارت‌های یادگیری دانش‌آموزان در مبحث ساختار اتم شیمی مورد بررسی قرار گرفته است.

روش‌ها: مطالعه حاضر از نوع ترکیبی (اکتشافی- تبیینی) است و در دو گام انجام شد. گام اول، با روش تحقیق کیفی از نوع دلفی انجام شد. جامعه آماری شامل صاحب‌نظران، اساتید و متخصصین آموزش شیمی در ۱۴۰۰-۱۳۹۹ بود که با روش نمونه‌گیری هدفمند تعداد ۳۰نفر انتخاب شدند. ابزار مورد استفاده عبارتند از: مصاحبه عمیق و نیمه ساختاریافته و پرسش‌نامه مقایسات زوجی محقق ساخته. داده‌ها با روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای (که از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است) و با نرم‌افزار سوپر دسیژن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در گام دوم، روش تحقیق کمّی از نوع شبه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری با دو گروه (یک گروه آزمایش و یک گروه کنترل) استفاده شده است. جامعه آماری کلیه دانش‌آموزان پایه دهم دوره دوم متوسطه در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ است.۳۰ نفر با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به ۲ گروه ۱۵ نفری تقسیم شدند. گروه آزمایش با استفاده از نقشه‌های مفهومی تدوین شده براساس ANP و گروه کنترل، به روش سخنرانی آموزش دیدند. ابزار گردآوری داده پرسش‌نامه مهارت‌های یادگیری است و برای سنجش روایی ابزار از نظرات اساتید، صاحب‌نظران استفاده شد. پایایی ابزار پژوهش ۰/۹۶ به‌دست آمد. در تحلیل داده از آزمون تحلیل اندازه‌گیری مکرر و نرم افزار $SPSS_{24}$ استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌های گام اول نشان داد، به ترتیب لایه‌های ریاضی با میانگین وزنی ۰/۶۵۲، فیزیک ۰/۲۳۵و شیمی۰/۱۱۳ بیشترین تأثیر را به خود اختصاص دادند و در لایه فیزیک بیشترین میانگین وزنی مربوط به مفهوم ماده ۰/۳۸۱و کمترین میانگین وزنی مربوط به مفهوم حرکت الکترون در مدارهای معین (بور) ۰/۰۱۱ است. در لایه ریاضی بیشترین میانگین وزنی مربوط به مفهوم اعداد اصلی و چهار عمل اصلی آن ۰/۲۹۱و کمترین میانگین وزنی مربوط به مفهوم امواج سینوسی و مفهوم موج ۰/۰۱۴است. در لایه شیمی بیشترین میانگین وزنی مربوط به مفهوم ذرات زیر اتمی ۰/۴۰۷و کمترین میانگین وزنی مربوط به مفهوم کاربرد آرایش الکترونی ۰/۰۱۰ است. براساس این مدل کسب شده اثربخشی آن مطالعه شد و نتایج تحلیل آماری در گام دوم، برای فرضیه‌ها در سطح معنی‌داری (۰/۰۵)، حاکی از تأثیر معنی‌دار استفاده از روش نقشه مفهومی و روش سخنرانی بر مهارت‌های یادگیری دانش‌آموزان است. همچنین نتایج نشان داد که آموزش با روش نقشه مفهومی تأثیر بیشتری بر مهارت‌های یادگیری دارد. این اثرات در پیگیری نیز پایدارتر است.

نتیجه‌گیری: با توجه به میزان تأثیر بیشتر آموزش با روش نقشه مفهومی استاندارد و اهمیت پیش‌نیازها و مفاهیم و با توجه به اولویت رتبه آن‌ها می‌توان اقدام به تدوین نقشه مفهومی مبحث ساختار اتم شیمی کرد. همچنین می‌توان با

تاریخ دریافت: ۰۳ تیر ۱۴۰۲
تاریخ داوری: ۱۵ شهریور ۱۴۰۲
تاریخ اصلاح: ۰۱ مهر ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۵ آذر ۱۴۰۲

واژگان کلیدی:
آموزش
نقشه مفهومی
روش سخنرانی
مبحث ساختار اتم شیمی
تحلیل فرآیند شبکه‌ای

* نویسنده مسئول
vfarzad2020@gmail.com
۰۹۱۲- ۱۳۰۴۵۶۱

استفاده از روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای به رتبه‌بندی مفاهیم آموزشی پرداخت و از آن در تدریس و آموزش بهره جست. نتایج پژوهش نشان از تأثیر بیشتر نقشه مفهومی تدوین شده براساس نظر صاحب‌نظران بر مهارت‌های یادگیری مبحث ساختار اتم شیمی دانش‌آموزان به نسبت روش معمول (سخنرانی) است و این یادگیری در پیگیری هم حفظ شده است. با توجه به نتایج پژوهش نقشه مفهومی استاندارد به‌عنوان ابزار و رویکرد مناسب برای رسیدن به یادگیری می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

مقدّمه

یادگیری از جمله ضروریات زندگی هر فرد و فرآیندی است که در آن دانش از طریق دگرگونی و تحول در تجربه خلق می‌شود[۱]. برخی یادگیری را کسب دانش و اطلاعات، عادت‌های مختلف، مهارت‌های متنوع و راه‌های گوناگون حل کردن مسائل می‌دانند و معروف‌ترین تعریف، یادگیری را فرآیند ایجاد تغییر نسبتاً پایدار در رفتار یا توان رفتاری که حاصل تجربه است، عنوان می‌کند [۲]. در این راستا یکی از عوامل و عناصر مؤثر بر یادگیری و پیشرفت تحصیلی، مهارت‌های یادگیری است که مهارت‌های یادگیری مجموعه دانش، نگرش و مهارت را در بر می‌گیرد و جهت افزایش یادگیری و مهارت‌های یادگیری، کسب دانش، اطلاعات و مهارت‌های مرتبط با آن، از روش‌های مختلف تدریس و آموزش استفاده می‌شود که بر دانش افراد تأثیرگذار است و سبب ارتقاء آن می‌شود[۳]. در این میان، اندیشه‌های جدیدی که فراگیران در محتوای علوم پایه و دروس دارای مفاهیم انتزاعی همانند شیمی، با آن‌ها برخورد می‌کنند اغلب خارج از قلمروی مفهومی آنان قرار دارد و معمولاً به ایجاد مفاهیم بدیل و بدفهمی منجر می‌شود. بنابراین، مدرسان به روشی برای آموزش که محتوا و فرآیند، در مسیر یادگیری فراگیر با مفاهیم بدیل مسدود نشود نیاز دارند [۴].

محققان معتقدند انقلاب شناختی، یادگیری را به‌عنوان یک فرآیند فعال در نظر گرفته که در آن یادگیرندگان تلاش می‌کنند تا آنچه را که مطالعه می‌کنند، درک کنند. تحقق نگرش شناختی به یادگیری، تغییر در پارادایم آموزش و یادگیری را ضروری کرده است. در این خصوص، نقش معلمان باید از نقش سنتی، انتقال دهنده یا ارائه دهنده دانش، به نقش تسهیل‌گر تغییر یابد، تا انگیزه دانش‌آموزان را برای یادگیری افزایش دهد و از این رو معانی جدیدی را در دانش قبلی خود بگنجانند. در این راستا، آگاهی از اهمیت دانش قبلی دانش‌آموزان در جهت‌یابی به درک معنادار اهمیت و جایگاه خاصی دارد. این موضوع، نواک و گوین (۱۹۸۴) را برانگیخت تا جایگزین آموزشی یعنی نقشه مفهومی را تولید کنند. مطالعات پیگیری نشان داده است ظهور نقشه مفهومی ابزاری ویژه در مقابله با مشکلات مرتبط با فرآیندهای آموزش و یادگیری است و الهام‌بخش بسیاری از تحقیقات در این حیطه می‌باشد[۵]. نتایج یک بررسی بر روی نقشه مفهومی، نشان داد که نقشه‌های مفهومی به‌طور گسترده در ترویج آموزش و یادگیری معنادار هستند. این نقشه‌های مفهومی نه تنها در نمایش جنبه‌های کیفی یادگیری دانش‌آموزان مفید هستند؛ بلکه به‌عنوان ابزار یادگیری و ارزشیابی، تقویت یادگیری و حتی تسهیل برنامه‌ریزی درسی مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین به‌طور گسترده به‌عنوان «نقشه راه» و به‌عنوان یک دستگاه اکتشافی استفاده شده است[۶]. براساس تحقیقات انجام شده، نقشه مفهومی برای انتقال دانش در پنج مرحله یادگیری مفید است: اکتساب، ارتباط، کاربرد، پذیرش و جذب. استراتژی ادراکی یا آموزش نگاشت مفهومی (نقشه مفهومی)، عملکرد انتقال دانش را بهبود می‌بخشد؛ زیرا کاربرد دانش را برای یادگیرنده (دانش‌آموزان) تسهیل می‌کند. آن‌ها از استراتژی ادراکی نقشه مفهومی برای به‌دست آوردن بینش نسبت به دانش جدید و موجود استفاده می‌کنند. علاوه بر این، نقشه مفهومی می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا عادات یادگیری خوب را توسعه دهند، که ممکن است به انتقال دانش در آینده کمک کند. تحقیقات، همچنین نشان داده است که نقشه مفهومی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد[۷]. از سویی دیگر، گسترش سریع تکنولوژی موجب پیدایش نوع جدیدی از یادگیری به نام یادگیری الکترونیکی شده است[۱]. به همین دلیل امروزه بهبود بخشیدن به نظام آموزشی و یادگیری، روش‌های آموزشی و برنامه‌ریزی‌های آموزشی مورد توجه قرار گرفته است. محققان اغلب یادگیری الکترونیکی را استفاده از فن‌آوری ارتباط از راه دور، برای ارائه و یادگیری اطلاعات آموزشی و تربیتی تعریف کرده‌اند[۸]. برای مثال در شرایطی مانند پاندمی بیماری کرونا، نیاز به یادگیری الکترونیکی، آموزش از راه دور و آموزش در فضای مجازی جزء ضروریات بود. در این میان نیاز به الگوهای آموزشی کارآمد بیش از پیش احساس می‌شود [۹]؛ اما توسعه یادگیری الکترونیکی در تدریس و یادگیری به تئوری‌ها و مدل‌های آموزشی مناسب نیاز دارد [۱۰]. از نقشه مفهومی می‌توان در طراحی این مدل‌ها استفاده کرد[۱۱]. به کارگیری نقشه‌های مفهومی این امکان را برای معلمان و دانش‌آموزان فراهم می‌سازد تا به عمیق کردن فرآیند یاددهی و یادگیری همت گمارند و شرایط دست‌یابی به سطوح بالاتر شناختی و انواع تفکرهای انتزاعی، خالق و انتقادی را فراهم سازند [۱۲].

یکی از مزایای مهم نقشه‌های مفهومی تصحیح باورهای غلط در یادگیرنده است. استفاده از نقشه‌های مفهومی، رابطه معناداری بین مفاهیم ایجاد کرده و منجر به سازماندهی و شناسایی روابط شده و از شکل‌گیری باورهای غلط جلوگیری می‌کند. نقشه‌های مفهومی به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا یک مسأله را از دیدگاه‌های مختلف تجزیه و تحلیل کنند، شیوه‌ای متفاوت از تفکر را توسعه دهند، همچنین شبکه دانش و نگرش خود را برای استفاده مؤثر از مفاهیم گسترش بدهند. در عین حال، یادگیری را به یک فرآیند فعال تبدیل می‌کند، از ارائه بصری و تمرکز بر مفاهیم پشتیبانی کرده، یادگیری را آسان می‌کند، درک

دانش‌آموزان و حفظ اطلاعات را بهبود می‌بخشد و همچنین به دانش‌آموزان در مطالعه و بازبینی کمک می‌کند[۱۳]. مطالعات مختلفی اثربخشی نقشه‌های مفهومی که به روش‌های مختلفی تدوین شده را بر ارتقای مهارت‌های یادگیری تأیید کرده‌اند [۱۶،۱۵،۱۴،۱۳،۷،۶]. برای مثال یافته‌های مطالعه اتوکرن و الامین (Etokeren & Alamina) در سال ۲۰۲۱ کاهش قابل‌توجهی را در میزان بالایی از تصورات غلط و افزایش مهارت‌های یادگیری دانشجویان در مورد پیوند شیمیایی در استفاده از استراتژی نقشه‌برداری مفهومی در مقایسه با روش سخنرانی نشان داد[۶].

با این حال، نقشه‌های مفهومی انواع مختلفی دارند و به‌طور کلی می‌توان آن‌ها را در دو دسته نقشه‌های مفهومی استاندارد و نقشه‌های مفهومی غیراستاندارد دسته‌بندی کرد. نقشه‌های مفهومی غیراستاندارد می‌تواند توسط افراد مختلف (یاددهنده و یادگیرنده) تهیه شود. این نقشه‌های مفهومی مرتبط با سطح سواد فرد تهیه کننده آن است[۵]. و معمولاً دارای خطا در یادگیری هستند. بدین صورت که تفاوت‌های فردی افراد، سطح دانش افراد منجر به خلق انواع مختلف نقشه مفهومی حتی در یک مبحث مشخص می‌شود و لذا این تفاوت‌های زیاد به ایجاد خطای یادگیری منجر شده که نیاز به تصحیح دارد. متأسفانه نقشه‌های مفهومی استاندارد کمی تدوین شده است و مطالعه اثربخشی آن‌ها بر مهارت‌های یادگیری نیز محدود است[۱۶]. تقشه‌های مفهومی استاندارد توسط محققان و به‌صورت آکادمیک با کمک مصاحبه از صاحب‌نظران و متخصصان آن حوزه خاص و استفاده از تکنیک‌ها، روش‌های تحقیق علمی و محاسباتی مناسب تهیه می‌شود[۱۸،۱۷،۱۶]. در این روش میزان خطا و کج‌فهمی کاهش محسوسی می‌یابد و قابل اتکاتر است. همچنین مقدار تأثیرشان بر یادگیری آن حیطه مشخص است. از این نقشه‌های مفهومی استاندارد می‌توان برای تولید دانش محتوای آموزشی (pedagogical content knowledge (PCK)) معلم، تولید محتوای الکترونیکی و نظایر آن استفاده کرد تا آن‌ها بتوانند آموزش‌های بدون خطا را ارائه دهند [۱۷]. نقشه مفهومی استاندارد را نیز می‌توان از دو منظر بررسی و تهیه کرد: ۱: نقشه درست یادگیری[۱۸] و نقشه کج فهمی یادگیری[۱۹، ۱۷].۲: موضوع دیگر تهیه انواع نقشه‌های مفهومی از دیدگاه‌های مختلف است: مدل آموزشی، الگویی از فرآیند یادگیری یک مفهوم است که با استفاده از مدل یادگیرنده و به‌منظور تصمیم‌گیری در مورد ابزارها و استراتژی های مورد نیاز برای آموزش آن مفهوم طراحی می‌شود. الگوها و فرآیندهای ذهنی و راه‌های ادراک و دریافت مفاهیم از جمله مواردی هستند که از سه راه الف) نقشه مفهومی از دیدگاه یادگیرنده (دانش‌آموز)[۱۸]، ب) نقشه مفهومی از دیدگاه یاددهنده (معلم)، ج) نقشه مفهومی از دیدگاه متخصصین را می‌توان به‌دست آورد. متخصصان، صاحبنظران و طراحان کتب درسی که اکثراً در مراکز دانشگاهی فعالیت دارند می‌توانند نقشه‌های مفهومی مناسبی طراحی کنند، خصوصاً هنگامی که بحث نقشه‌های مفهومی با در نظر گرفتن و طراحی لایه‌های مختلف (پیش‌نیازها) مباحث درسی مطرح باشد. سطوح بالای آموزشی متخصصان هر حیطه دانش می‌تواند با دقت و در نظر گرفتن جزییات، نقشه‌های مفهومی دقیق‌تری را ترسیم کنند[۲۰]. محدودیت این روش با توجه به جمعیت بالای یادگیرنده‌ها و مباحث آموزشی، دسترسی و به کارگیری این متخصصان و صاحبنظران در تدوین نقشه‌های مفهومی و تولید pck آموزشی است.

از سویی دیگر، آموزش با روش سخنرانی یکی از قدیمی‌ترین و پرکاربردترین روش‌هاست [۲۱، ۲۲]. این روش از مدت‌ها قبل وجود داشته که معلم به‌طور یک جانبه سخنرانی کند. در این روش معلم، نقش گوینده و فعال را دارد و دانش‌آموزان نقش شنونده و غیرفعال را دارد[۲۲،۲۳]. این روش دارای قدمت بالایی است که در آن معلم مطلب را به‌صورت شفاهی به دانش‌آموز آموزش می‌دهد و دانش‌آموز نیز از طریق گوش دادن و یادداشت‌برداری آن را یاد می‌گیرد. [۲۳،۲۴،۲۵]. به هر حال روش رایج آموزش مفهوم علوم امروزه در مدارس ما، روش سخنرانی معلم محور است و دانش‌آموزان فقط نقشی کاملاً منفعل دارند؛ در حالی که معلمان نقش فعال را ایفا می‌کنند و بر کل فرآیند آموزش و یادگیری تسلط دارند[۲۵، ۲۶،۲۷]. طیف وسیعی از انتقادات به محدود بودن اثربخشی در آموزش و یادگیری علوم اشاره دارد [۲۵، ۲۸، ۲۹] و مطالعات، نشان داده‌اند که صرف‌نظر از تلاش معلمان برای پرداختن به باورهای غلط دانش‌آموزان با روش سخنرانی مرسوم، اغلب دانش‌آموزان از کلاس‌های علمی با تصورات نادرست مختلف در مورد مفاهیم مختلف علوم بیرون می‌آیند[۱۷]. این نشان می‌دهد که این روش تدریس در ارائه راه حلی برای مشکلات و باورهای غلط دانش‌آموزان ناکام مانده است. در نتیجه، نیاز به راهبردهای آموزشی جایگزین، در به حداقل رساندن یا احتمالاً حذف تصور غلط را نباید نادیده گرفت[۸]. اگرچه محققان مفاهیم علمی و روش‌های آموزشی مختلفی را در فرآیند ارائه راه‌حل برای این مشکل بررسی کرده‌اند؛ اما مطالعات محدودی در مورد استفاده از آموزش نقشه مفهومی استاندارد وجود دارد و در این راستا، نقشه مفهومی با در نظر گرفتن پیش‌نیازهای آن به‌طور کامل مورد بررسی قرار نگرفته است و مطالعه‌ای در دسترس یافت نشد. از سویی دیگر، امروزه استفاده از تکنیک‌های ریاضی در تدوین شیوه‌های تدریس پیشرفته جایگاه خاصی را به خود اختصاص داده است؛ لذا پژوهش حاضر، با هدف تأثیر آموزش نقشه مفهومی مبتنی بر تحلیل فرآیند شبکه‌ای (ANP) مبحث ساختار اتم شیمی بر مهارت‌های یادگیری دانش‌آموزان در دو مرحله انجام شد و یک سؤال و یک فرضیه مطرح شد: پیش‌نیازهای مبحث ساختار اتم شیمی و ترتیب اهمیت آن‌ها کدامند؟ و بین اثربخشی روش تدریس نقشه مفهومی مبتنی بر تحلیل فرآیند شبکه‌ای (ANP) و سخنرانی بر مهارت‌های یادگیری دانش‌آموزان، تفاوت وجود دارد.

روش تحقیق

پژوهش حاضر، با هدف بررسی تأثیر آموزش نقشه مفهومی مبتنی بر تحلیل فرآیند شبکه‌ای (ANP) مبحث ساختار اتم شیمی بر مهارت‌های

یادگیری دانش‌آموزان پایه دهم شهر تهران انجام شد. مطالعه حاضر از نوع ترکیبی است[۳۰]، و در دو مرحله انجام شد. مرحله اول مطالعه کیفی و از نوع اکتشافی بود که شامل ساخت نقشه مفهومی مبحث ساختار اتم شیمی بود و مرحله دوم مطالعه کمّی و از نوع تبیینی بود که به بررسی اثربخشی این روش آموزش در مقایسه با روش سخنرانی (گروه کنترل) پرداخت.

مرحله اول این مطالعه کیفی و از نوع اکتشافی بود که جهت ساخت نقشه مفهومی ساختار اتم مبتنی بر تحلیل فرآیند شبکه‌ای با روش تحقیق دلفی پژوهش انجام و از روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای (Analytical Network Process (ANP)) که از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است[۳۱]، برای تجزیه و تحلیل بافته‌ها، بهره گرفته شد. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل صاحب نظران، اساتید و متخصصین آموزش شیمی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹بودند. در این پژوهش برای انتخاب نمونه، از روش نمونه‌گیری هدفمند که از روش‌های نمونه‌گیری غیراحتمالی است، استفاده شد. از جامعه آماری فوق، ۳۰ نفر از صاحب نظران، استادان و متخصصین آموزش شیمی انتخاب شدند. در این گروه نمونه، شانزده نفر از استادان هیأت علمی دانشگاه‌های فرهنگیان، دو استاد هیأت علمی دانشگاه تربیت دبیر رجائی، دوازده دبیر شیمی دبیرستان (با مدرک کارشناسی ارشد و دکتری) حضور داشتند. لازم به ذکر است که تمامی متخصصان در حوزه آموزش شیمی فعالیت دارند. ابزار گردآوری اطلاعات در مرحله اول مصاحبه عمیق و نیمه ساختاریافته بود. مصاحبه‌ها، در سه جلسه انجام شد و هر یک جداگانه پیاده‌سازی گردید. داده‌های کیفی به‌دست آمده از مصاحبه‌ها با روش کدگذاری در سه مرحله کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی مورد تحلیل قرار گرفت. جهت افزایش اتکاپذیری اطلاعات، در هر مرحله کدگذاری، یافته‌ها توسط صاحب‌نظران گروه نمونه مورد بررسی و تأیید قرار گرفت. در نهایت مفاهیم مرتبط با مبحث ساختار اتم درس شیمی به تفکیک پیش‌نیازهای این مبحث استخراج شد. نتایج نشان داد در یادگیری مبحث ساختار اتم درس شیمی سه لایه (شیمی،فیزیک و ریاضی) و ۳۴ مفهوم قرار دارد که یادگیرنده نیاز به دانستن آن‌ها دارد. در لایه شیمی ۶ مفهوم، لایه فیزیک ۱۶ مفهوم و لایه ریاضی با ۱۲ مفهوم قرار دارد (جدول۱).

جدول ۱: خروجی اطلاعات کدگذاری‌ها
Table 1: Output of coding information

لایه‌های مرتبط با مبحث ساختار اتم شیمی Layers related to the topic of atomic structure in chemistry	مفاهیم مرتبط با هر لایه Concepts related to each layer
شیمی (Chemistry)	آرایش الکترونی(Electron configuration)، انرژی ترازهای الکترونی(Energy levels, Subatomic particles) ، ذرات زیر اتمی(Subatomic particles) ، طیف نشری(Emission spectrum)، مدل کوانتومی(Quantum model)، کاربرد آرایش الکترونی (Application of electron configuration)
فیزیک (Physics)	فیزیک کلاسیک و کوانتومی(Classical and quantum physics)، پرتوهای رادیو اکتیوها(Radioactive rays) ، نیروی جانب مرکز (Centripetal force)، اعداد کوانتومی(Quantum numbers)، تخلیه الکتریکی(Electric discharge) ، بار الکتریکی(Electric charge)، میدان الکتریکی و واحد آن‌ها (Electric field and units)، محاسبه نیرو و میدان الکتریکی (Calculation of force and electric field)، ذرات باردار(Charged particles)، ماده(Matter) ، کوانتیده بودن انرژی (Energy quantization)، بار الکتریکی(Electric charge) ، پروتون و الکترون (Proton and electron)، انرژی و انواع آن (Energy and its types)، تبدیل انواع مختلف آن (Conversion of different types)، نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک میدان مغناطیسی (Magnetic field on moving electric charge)، شکست نور به طول موج‌های مختلف (Light refraction to different wavelengths)، جرم و واحد آن (Mass and its unit) ، حرکت الکترون در مدارهای معین (بور) (Electron motion in fixed orbits (Bohr))، ماهیت و خواص نور به‌عنوان یک صورت از انرژی و انواع الکترومغناطیس (Nature and properties of light as a form of energy and electromagnetic type)
ریاضی (Mathematics)	اعداد اصلی و چهار عمل اصلی آن (Prime numbers and its four fundamental operations)، امواج سینوسی و مفهوم موج (Sinusoidal waves and wave concept)، توابع مثلثاتی(Trigonometric functions) ، توان و اعداد نمایی (Power and exponential numbers)، زاویه ، میانگین و میانگین وزنی(Angle, Mean and weighted mean) ، نسبیت(Relativity) ، مفهوم اعداد غیر صحیح(Concept of irrational) ، اعشاری و کسری(decimal and fractional numbers) ، چهار عمل اصلی برای اعداد اعشاری(Four fundamental operations for decimal numbers) ، چهار عمل اصلی اعداد نمایی (Four fundamental operations for exponential numbers)، سری‌ها(Series)، کره و محاسبه حجم آن(Sphere and its volume calculation)

گروه‌ها Groups	گروه‌ها groups	پیش‌آزمون pre-test	ارائه‌متغیرآزمایشی Presentation of the experimental variable	پس‌آزمون post-test	پیگیری(فالوآپ) follow up
گروه آزمایشی(E) آموزش با نقشه مفهومی کسب شده از پژوهش حاضر The experimental group (E) was taught with a conceptual map obtained from the present study	R	T_1	X	T_2	T_3
گروه کنترل (C) آموزش با روش سخنرانی Control group (C) teaching by lecture method	R	T_1	X	T_2	T_3

شکل ۱: طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری با گروه کنترل
Fig. 1: Pre-test, post-test and follow-up design with the control group

از نتایج این مرحله، پرسش‌نامه مفاهیم تدوین و بین همان ۳۰ نفر متخصصان (که در مرحله قبل با روش نمونه‌گیری انتخاب شدند) توزیع گردید. پرسش‌نامه، مشتمل بر ۲۰۴ سؤال است که براساس مقیاس زوجی طراحی شده است. متخصصان و صاحب‌نظران میزان اهمیت هر شاخص را نسبت به سایر شاخص‌ها مشخص ساختند. سپس، اطلاعات از طریق نرم‌افزار سوپر دسیژن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای پایایی پرسش‌نامه از آلفا کرونباخ استفاده شد که برای کل پاسخ‌ها ۰/۸۴ به‌دست آمده و به این ترتیب پرسش‌نامه از پایایی برخوردار می است. ابتدا مدل مفهومی پیش‌نیازها مبحث ساختار اتم شیمی در نرم‌افزار سوپردسیژن رسم شد. لازم به ذکر است معیارها زیر معیارهای ترسیم شده از مصاحبه‌های عمیق و نیمه ساختار یافته به‌دست آمده بود.

در این پرسش‌نامه، از اعداد مقایسه‌های زوجی با استفاده از مقیاس ۱-۹ ساعتی جدول ۲ استفاده شد. این ماتریس‌ها در اختیار متخصصان و صاحب‌نظران قرار گرفت تا مقایسه‌های زوجی نسبت به این شاخص‌ها انجام شود.

جدول ۲: عبارت‌های کلامی جهت مقایسه‌های زوجی برای بیان درجه اهمیت
Table 2: Verbal phrases for pairwise comparisons to express the degree of importance

مقدار عددی Numeric value	درجه اهمیت در مقایسه دو به دو Pairwise importance ranking	
1	ترجیح یکسان	(Equal preference)
2	یکسان تا نسبتاً مرجح	(Equally to relatively preferred)
3	نسبتاً مرجح	(Relatively preferred)
4	نسبتاً تا قویاً مرجح	(Relatively to strongly preferred)
5	قویاً مرجح	(Strongly preferred)
6	قویاً تا بسیار قوی مرجح	(Strongly to very strongly preferred)
7	ترجیح بسیار قوی	(Very strongly preferred)
8	بسیار تا بی اندازه مرجح	(Very to infinitely preferred)
9	بی اندازه مرجح	(Infinitely preferred)

نتایج مرحله اول پژوهش (تدوین نقشه مفهومی) با روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای و با استفاده از نرم‌افزار سوپردسیژن تحلیل شد و براساس آن، طرح درس ساختار اتم شیمی با در نظر گرفتن لایه‌های پیش نیاز و اولویت مفاهیم جهت تدریس در ۷ جلسه آموزشی تنظیم شد (جدول ۳). طرح درس روش سخنرانی نیز، براساس نظر معلم و برنامه آموزش و پرورش در ۷ جلسه تنظیم شد (جدول ۳) و به تأیید ۵ نفر از اساتید حوزه آموزش شیمی رسید و روایی صوری و محتوایی آن تأیید شد.

در *مرحله دوم* به بررسی اثربخشی روش نقشه مفهومی که از مرحله اول کسب شده بود، پرداخته شد. در این مرحله، مطالعه کمّی و از نوع تبیینی بود که به بررسی اثربخشی این روش آموزش در مقایسه با روش سخنرانی پرداخته شد. در این مرحله، از جامعه آماری دانش‌آموزان پایه دهم شهر تهران در سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۴۰۱. از این جامعه با روش نمونه‌گیری در دسترس تعداد ۳۰ نفر با در نظر گرفتن ملاک‌های ورود و خروج انتخاب شدند. ملاک ورود این بود که آزمودنی سال نهم را با موفقیت در خردادماه (۱۴۰۱) گذرانده باشد و آزمودنی در رشته ریاضی فیزیک تحصیل کند. عدم وجود بیماری‌های جسمی مزمن یا معلولیتی که مانع از شرکت در آموزش شود. ملاک خروج عبارت بود از غیبت بیش از دو جلسه در آموزش.

این آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در گروه‌های آزمایشی و کنترل قرار گرفتند و روش آموزش به‌صورت تصادفی به این گروه‌ها منتسب شدند. در این پژوهش از روش شبه آزمایشی، از طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری با گروه کنترل استفاده شده است. این روش با توجه به ماهیت موضوع، اهداف آن و به دلیل استفاده از آن در زمینه آموزش و یادگیری، از نوع کاربردی است و از زمره طرح‌های شبه آزمایشی به‌شمار می‌رود. در گروه آزمایش با استفاده از نقشه مفهومی تدارک دیده شده مبتنی بر تحلیل فرآیند شبکه‌ای و در گروه کنترل با روش متداول سخنرانی آموزش داده شد. طرح از دو گروه تشکیل شده بود که هر دو گروه در سه مرحله (پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری) مورد اندازه‌گیری قرار گرفته‌اند.

جدول۳: خلاصه جلسات آموزشی نقشه مفهومی و سخنرانی در مبحث ساختار اتم شیمی

Table 3: Summary of conceptual map and lecture method training sessions in the Topic of Atomic Structure in Chemistry

نوع آموزش Type of training	تعداد جلسات Number of sessions	اهداف کلی general goals	مطالب آموزشی/ اهداف جزئی* Educational content/partial goals (* با توجه به ترتیب مفاهیم در پیش‌نیاز ریاضی و فیزیک براساس نمودار ۳، یادگیری قبلی دانش‌آموزان بررسی و درصورت لزوم آموزش داده شد) (* According to the order of concepts in math and physics prerequisites based on diagram 3, students' previous learning was checked and taught if necessary)
خلاصه جلسات آموزشی نقشه مفهومی Summary of conceptual map training sessions	جلسه اول First session	ذرات زیر اتمی (قسمت اول) Subatomic particles (part one)	۱- مواد ازچه چیزی ساخته شده‌اند؟ ۲- تعریف ترکیب، عنصر و اتم و ملکول ۳- اتم از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟ ۴- عدد اتمی و عدد جرمی چیست؟ ۵- چگونه عدد جرمی و عدد اتمی را محاسبه کنیم؟ ۶- اتم خنثی چیست؟ ۷-جرم اتمی و واحد جرمی ۸- ایزوتوپ چیست؟ ۹-آشنایی با ایزوتوپ عناصر مختلف ۱۰-آشنایی با مدل بور(آشنایی اولیه) ۱۱- محاسبه درصد فراوانی ایزوتوپ ها. 1- What are the materials made of? 2-Definition of composition, element, atom and molecule 3-What parts does the atom consist of? 4-What is atomic number and mass number? 5- How to calculate mass number and atomic number? 6- What is a neutral atom? 7-Atomic mass and mass unit 8- What is an isotope? 9- Getting to know the isotopes of different elements 10- Introduction to Bohr model (initial introduction) 11- Calculation of percentage abundance of isotopes
	جلسه دوم second session	ذرات زیر اتمی (قسمت دوم) Subatomic particles (part two)	۱- یون چیست؟ ۲-محاسبه عدد اتمی و عدد جرمی یون‌ها ۳-نظریه و مدل‌های اتم و توضیحات هریک ۴-نحوه کشف الکترون ۵- معرفی پرتوهای آلفا، بتا و گاما و ویژگی هریک ۶-آزمایش رادرفورد ۷-فرض‌های مدل بور 1- What is an ion? 2-Calculation of atomic number and mass number of ions 3-Theory and models of atom and explanations of each 4-How to discover electron 5-Introduction of alpha, beta and gamma rays and the characteristics of each 6-Rutherford's experiment 7-Assumptions of Bohr's model
	جلسه سوم third session	انرژی ترازهای الکترونی و مدل کوانتومی Energy levels, Subatomic particles & Quantum model	۱-بررسی مفهوم ترازهای انرژی ۲-بررسی مفهوم ترازهای در حالت پایه ۳-بررسی نفهوم انرژی در حالت برانگیخته ۴-مفهوم یونش چیست؟ ۵-انرژی یونش چیست؟ ۶-بررسی مفهوم کوانتوم و انرژی کوانتیده ۷-بررسی مدل کوانتومی اتم 1- Examining the concept of energy balances 2- Examining the concept of balances in the basic state 3- Examining the concept of energy in the excited state 4- What is the concept of ionization? 5- What is ionization energy? 6- Examining the concept of quantum and quantized energy 7- Examining the quantum model of the atom
	جلسه چهارم fourth Session	طیف نشری Emission spectrum	۱-چگونگی تولید طیف نشری ۲-انواع طیف نشری ۳-مفهوم طول موج و انرژی در طیف نشری ۴-نمایش رنگ طیف نشری اتم‌های مختلف ۵- شرح طیف نشری اتم هیدروژن 1- How to produce emission spectrum 2- Types of emission spectrum 3- Concept of wavelength and energy in emission spectrum 4- Color display of emission spectrum of different atoms 5- Description of emission spectrum of hydrogen atom
	جلسه پنجم fifth meeting	آرایش الکترونی (قسمت اول) Electronic configuration (part one)	۱-بررسی نظریه بور ۲-بررسی مفهوم اوربیتال ۳- بررسی لایه‌های الکترونی و تعداد اوربیتال‌های هر زیر لایه ۴-محاسبه تعداد الکترون‌های هر لایه الکترونی با عدد کوانتومی معین ۵-تعیین لایه و اربیتال الکترون‌ها از روی اعداد کوانتومی ۶- تغییرات انرژی زیر لایه‌ها در اعداد کوانتومی مختلف 1- Examining Bohr's theory 2- Examining the orbital concept 3- Examining electron layers and the number of orbitals in each sub-layer 4- Calculation of the number of electrons in each electron layer with a certain quantum number 5- Determining the layer and orbital of electrons based on quantum numbers 6- Energy changes of sub-layers at different quantum numbers
	جلسه ششم The sixth session	آرایش الکترونی (قسمت دوم) Electronic configuration (part two)	۱- مقایسه و بررسی انرژی یونش با کمک آرایش الکترونی ۲-اصل آفبا ۳-آرایش الکترونی با کمک اصل آفبا ۴-اصل طرد پائولی ۵-اصل هوند و پر شدن اوربیتال ها 1- Comparing and investigating ionization energy with the help of electron arrangement 2- Afba principle 3- Electron arrangement with the help of Afba principle 4- Pauli exclusion principle 5- Hund's principle and orbital filling
	جلسه هفتم The seventh session	کاربرد آرایش الکترونی Application of electronic configuration	۱-بررسی آرایش الکترونی عناصر ۲- آرایش الکترونی عناصر اصلی و واسطه‌ها ۳- الکترون‌های لایه ظرفیت s و p چیست؟ ۴- واکنش پذیری عناصر با توجه به آرایش الکترونی 1- Examining the electron arrangement of elements 2- The electron arrangement of the main elements s and p and intermediates 3- What are valence layer electrons? 4- The reactivity of elements according to the electron arrangement

خلاصه جلسات آموزشی روش سخنرانی Summary of lecture method training sessions	تعداد جلسات Number of sessions	مطالب آموزشی Educational content
	جلسه اول First session	۱- مواد ازچه چیزی ساخته شده‌اند؟ ۲- تعریف ترکیب، عنصر و اتم و ملکول ۳- اتم از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟ ۴- تعریف عدد اتمی و عدد جرمی و محاسبه آن‌ها ۵- تعریف اتم خنثی ۶-آشنایی با مدل بور(آشنایی اولیه) ۷- ایزوتوپ‌ها ۸-جرم اتمی و واحد جرمی و محاسبه درصد فراوانی ایزوتوپ ها 1- What are the materials made of? 2- Definition of composition, element, atom and molecule 3- What parts does an atom consist of? 4- Definition of atomic number and mass number and their calculation 5- Definition of neutral atom 6- Familiarity with Bohr's model (basic familiarity) 7- Isotopes 8- Atomic mass and mass unit and calculation of percentage abundance of isotopes
	جلسه دوم second session	۱-تعریف یون ۲-محاسبه عدد اتمی و عدد جرمی یون‌ها ۳-نظریه و مدل‌های اتم و توضیحات هریک ۴-نحوه کشف الکترون معرفی پرتوهای آلفا، بتا و گاما و ویژگی هریک ۵-آزمایش رادرفورد 1-Definition of ion 2-Calculation of atomic number and mass number of ions 3-Theory and models of atom and explanations of each 4-How to discover electron, introduction of alpha, beta and gamma rays and the characteristics of each 5-Rutherford's test

جلسه سوم third session	۱-مفاهیم تراز، حالت پایه و برانگیخته، ۲-مفهوم یونش ۳-انرژی یونش ۴-مفهوم کوانتوم و انرژی کوانتیده ۵-مدل کوانتومی اتم 1- Concepts of balance, ground and excited state, 2-Ionization concept 3-Ionization energy 4-Quantum concept and quantized energy 5-Quantum model of atom
جلسه چهارم fourth Session	۱-چگونگی تولید طیف نشری ۲-انواع طیف نشری ۳-مفهوم طول موج و انرژی در طیف نشری ۴-نمایش رنگ طیف نشری اتم‌های مختلف و شرح طیف نشری اتم هیدروژن 1-How to produce the emission spectrum 2-Types of emission spectrum 3-The concept of wavelength and energy in the emission spectrum 4-Showing the color of the emission spectrum of different atoms and the description of the emission spectrum of the hydrogen atom
جلسه پنجم fifth meeting	۱-نظریه بور ۲-مفهوم اوربیتال ۳- لایه‌های الکترونی و تعداد اوربیتال‌های هر زیر لایه ۴-محاسبه تعداد الکترون‌های هر لایه الکترونی با عدد کوانتومی معین ۵-تعیین لایه و اربیتال الکترون‌ها از روی اعداد کوانتومی ۶- تغییرات انرژی زیر لایه‌ها در اعداد کوانتومی مختلف 1-Bohr's theory 2-Orbital concept 3-Electron layers and the number of orbitals in each sub-layer 4-Calculating the number of electrons in each electron layer with a certain quantum number 5-Determining the layer and orbital of electrons from quantum numbers 6-Changes in the energy of sub-layers in quantum numbers Different
جلسه ششم The sixth session	۱- مقایسه و بررسی انرژی یونش با کمک آرایش الکترونی ۲-اصل آفبا ۳-آرایش الکترونی با کمک اصل آفبا ۴-اصل طرد پائولی ۵-اصل هوند و پر شدن اوربیتال ها 1- Comparing and checking the ionization energy with the help of electron arrangement 2- Afba principle 3- Electron arrangement with the help of Afba principle 4- Pauli exclusion principle 5- Hund's principle and filling of orbitals
جلسه هفتم The seventh session	و واسطه‌ها ۳- الکترون‌های لایه ظرفیت ۴- واکنش پذیری عناصر با توجه p و s۱- آرایش الکترونی عناصر ۲- آرایش الکترونی عناصر اصلی به آرایش الکترونی 1- Electron arrangement of elements 2- Electron arrangement of main elements s and p and intermediates 3- Electrons of valence layer 4- Reactivity of elements according to electron arrangement

ابزار اندازه‌گیری در این مرحله پرسش‌نامه مهارت‌های یادگیری بود. این پرسش‌نامه، متشکل از ۶۰ سؤال بود که ۵۳ سؤال آن مربوط به پرسش‌نامه استاندارد علیزاده [۱۸]، در مبحث ساختار اتم شیمی است. علیزاده در مطالعه خود، سؤالات این آزمون با توجه به جدول هدف ـ محتوای مربوط به این مبحث که براساس سطوح یادگیری بلوم، طبقه‌بندی شده بود، طراحی و روایی صوری و محتوایی آن توسط چند نفر از کارشناسان شیمی تأیید شد. تحلیل سؤالات آزمون از طریق ضریب تمیز، ضریب دشواری و پایایی آن با روش لوپ مورد بررسی قرار گرفت و مقدار آلفای کرونباخ برای سؤالات انتخابی ۰/۸۶۹ به‌دست آمد. همچنین، روایی تحلیل عامل بر روی پرسش‌نامه با استفاده از نمونه‌گیری خوشه‌ای ۴۲۶ نفر از دانش‌آموزان سال دوم دبیرستان، که در رشته های علوم تجربی و ریاضی- فیزیک انجام و برازش آن تأیید شد [۱۸]. ۷ سؤال نگرش به یادگیری مبحث ساختار اتم شیمی از گراوند (۱۳۹۱) استفاده شد[۳۲]. گراوند بیان می‌کند، هدف از آموزش شیمی تنها آشنا ساختن فراگیران با مفاهیم شیمی نیست؛ بلکه لازم است فراگیران شوق انجام کار عملی را داشته باشند، و از یادگیری شیمی لذت ببرند و نگرش مثبتی نسبت به آن پیدا کنند. به همین دلیل پس از اعمال روش‌های تدریس تغییرات احتمالی نگرش دانش‌آموزان نسبت به این درس را مورد سنجش قرار دادیم. برای این منظور پرسش‌نامه ۲۰ سؤالی محقق ساخته تهیه شد و در اختیار اساتید و دبیران مجرب شیمی قرار گرفت و روایی صوری و محتوایی آن تأیید شد. مقیاس این سؤالات لیکرت از رایج‌ترین مقیاس‌های اندازه‌گیری نگرش (کاملاً موافقم نمره۱؛ موافقم نمره۲ ؛ بی طرفم، نمره ۳ ؛ مخالفم، نمره ۴ ؛ کاملاً مخالفم نمره۵) است. مقدار آلفای کرونباخ نگرش سنج را ۰/۷۶۱ گزارش کرد.

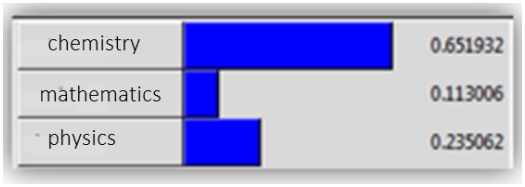
پرسش‌نامه مهارت‌های یادگیـری دارای ۶۰ سؤال است که سؤالات ۱ تا ۵۳ دارای نمره‌گذاری ۰ و ۱ هستند و سؤالات ۵۴ تا ۶۰ دارای مقیاس نمره‌گذاری لیکرت ۱ تا ۵ (از کاملاً موافقم تا کاملاً مخالفم) است. در مطالعه حاضر، برای محاسبه پایایی آزمون یادگیری از روش محاسبه پایایی بازآزمایی استفاده شد که این آزمون بار اول بر روی ۳۰ نفر انجام شد و باردوم بر روی همان گروه بعد از دو هفته اجرا گردید که میزان همبستگی دو آزمون ۰/۸۷ به‌دست آمد. همچنین میزان پایایی کل پرسش‌نامه با آلفای کرونباخ ۰/۹۶ محاسبه شد. ذکر این نکته ضروری است که پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری برای هر دو گروه یکسان بود.

نتایج و بحث

در مرحله تدوین نقشه مفهومی مبتنی بر روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای، ابتدا مدل مفهومی پیش‌نیازها مبحث ساختار اتم شیمی در نرم‌افزار سوپردسیژن رسم شد. لازم به ذکر است معیارها و زیر معیارهای ترسیم شده از مصاحبه‌های عمیق و نیمه ساختار یافته به‌دست آمده بود. پس از رسم مدل در نرم افزار رتبه بندی معیارها با استفاده از روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای صورت گرفت. نتایج نشان داد که پیش نیازهای مبحث ساختار اتم شیمی به شرح زیر می‌باشد.

جدول۴: مقادیر وزن محاسبه شده و رتبه در روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای
Table 4: Calculated weights and ranks in the network process analysis method

شاخص‌های رتبه بندی Ranking indicators	وزن هر شاخص Weight of each indicator	رتبه Rank
پیش نیاز لایه شیمی (Prerequisite of chemistry layer)	0.113	3
پیش نیاز لایه ریاضی (Prerequisite of mathematics layer)	0.652	1
پیش نیاز لایه فیزیک (Prerequisite of physics layer)	0.235	2



شکل ۲: نمودارگرافیکی رتبه‌بندی نهایی پیش نیازهای مبحث ساختار اتم شیمی
Fig. 2: Graphic representation of the final ranking of prerequisites for the topic of atomic structure in chemistry

همان‌طورکه در جدول ۴ نشان داده شده است (لایه ریاضی) دارای بیشترین میزان تأثیر است. لازم به توضیح است که جهت اطمینان بیشتر از نتایج ماتریس مقایسه‌های سازگاری این ماتریس بررسی شد. نرخ ناسازگاری: ۰/۰۶۰ به‌دست آمد و با توجه به این‌که مقدار به‌دست آمده نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ است؛ لذا می‌توان چنین بیان نمود که نتایج مقایسه‌ها از سازگاری مناسب برخوردارند و قابل اعتمادند.

در گام بعد زیر لایه‌های شیمی، ریاضی و فیزیک بررسی شد. رتبه‌بندی مفاهیم زیرلایه شیمی، زیرلایه ریاضی، زیرلایه فیزیک با استفاده از روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای محاسبه شد و به ترتیب در جدول‌های ۵، ۶، ۷ نشان داده شده است:

جدول ۵: مقادیر وزن محاسبه شده و رتبه در روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای زیر لایه شیمی
Table 5: Calculated weights and ranks in the network process analysis method for the chemistry sub-layer

رتبه Rank	وزن هر شاخص Weight of each indicator	شاخص‌های رتبه بندی Ranking indicators	
4	0.138	Emission spectrum	طیف نشری
5	0.116	Electron configuration	آرایش الکترونی
1	0.407	Subatomic particles	ذرات زیر اتمی
2	0.168	Energy levels of electrons	انرژی ترازهای الکترونی
3	0.157	Quantum model	مدل کوانتومی
6	0.010	Application of electronic configuration	کاربرد آرایش الکترونی

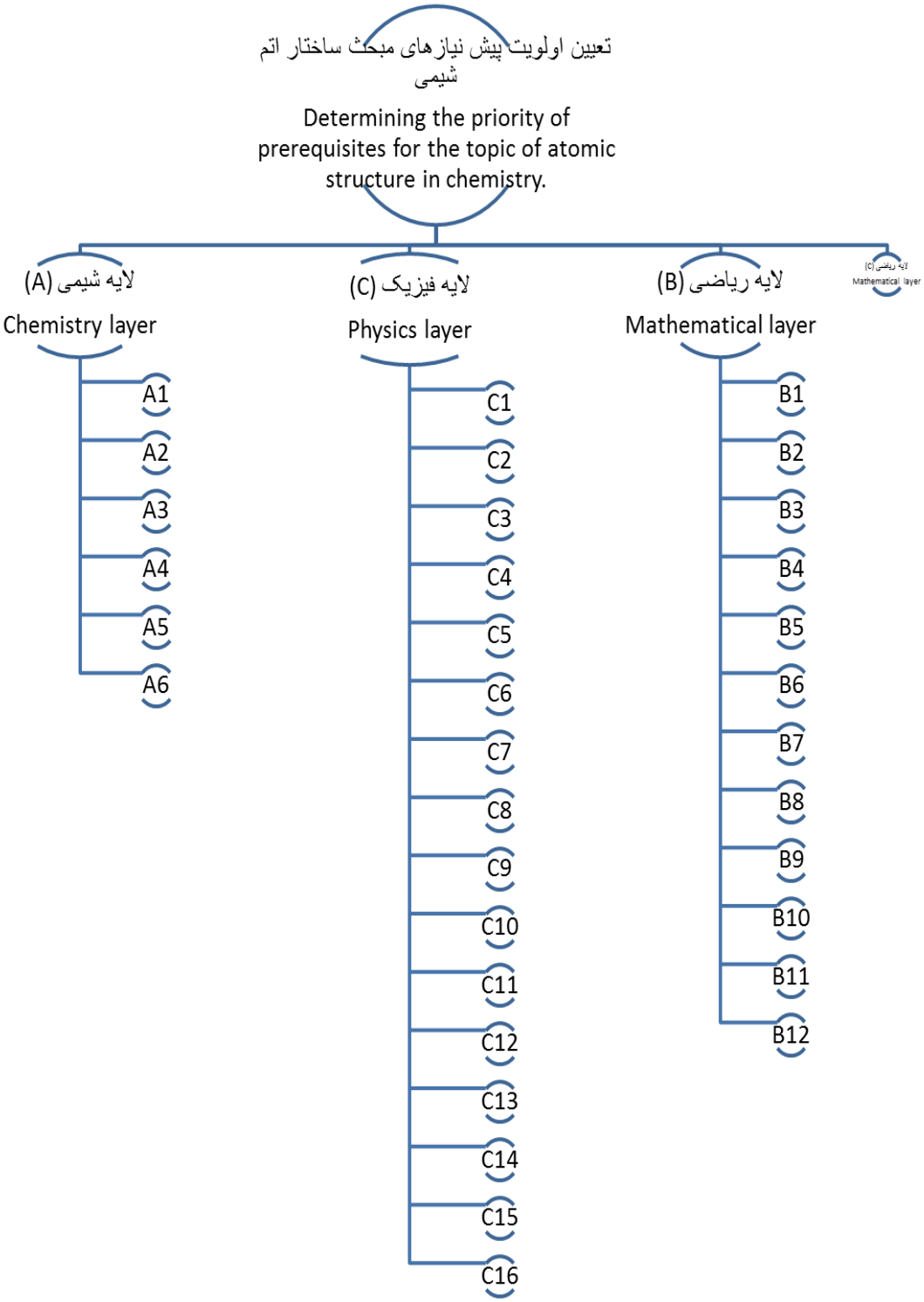
جدول۶: مقادیر وزن محاسبه شده و رتبه در روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای زیرلایه ریاضی
Table 6: Calculated weights and ranks in the network process analysis method for the mathematics sub-layer.

رتبه Rank	وزن هر شاخص Weight of each indicator	شاخص‌های رتبه‌بندی Ranking indicators	
1	0.291	Integer number Four Basic Operations in Moths	اعداد اصلی و چهار عمل اصلی آن
12	0.014	Sinusoidal waves and the concept of wave	امواج سینوسی و مفهوم موج
11	0.015	Trigonometric functions	توابع مثلثاتی
5	0.104	Powers and exponential numbers	توان و اعداد نمایی
9	0.038	Angle	زاویه
10	0.019	Mean and weighted mean	میانگین و میانگین وزنی
7	0.064	Relativity	نسبیت
6	0.094	The concept of integers, decimals, and fractions	مفهوم اعداد غیر صحیح، اعشاری و کسری
3	0.134	Four basic operations for decimal numbers	چهار عمل اصلی برای اعداد اعشاری
4	0.130	Four basic operations for exponential numbers	چهار عمل اصلی اعداد نمایی
2	0.168	Series	سری‌ها
8	0.054	Sphere and its volume calculation.	کره و محاسبه حجم آن

جدول۷: مقادیر وزن محاسبه شده و رتبه در روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای زیرلایه فیزیک
Table 7: Calculated weights and ranks in the network process analysis method for the physics sub-layer.

رتبه Rank	وزن هر شاخص Weight of each indicator	شاخص‌های رتبه‌بندی Ranking indicators	
10	0.097	Classical and Quantum Physics	فیزیک کلاسیک و کوانتومی
9	0.103	Radioactive radiation	پرتوهای رادیو اکتیوها
3	0.169	Centripetal force	نیروی جانب مرکز
12	0.052	Quantum numbers	اعداد کوانتومی
4	0.158	Electric discharge	تخلیه الکتریکی
5	0.138	Electric charge, electric field, and their units	بار الکتریکی، میدان الکتریکی و واحد آن‌ها
7	0.132	Calculation of electric force and electric field - Charged particles	محاسبه نیرو و میدان الکتریکی- ذرات باردار
1	0.381	Matter	ماده
11	0.066	Quantization of energy	کوانتیده بودن انرژی
6	0.134	Electric charge, proton, and electron	بار الکتریکی، پروتون و الکترون
13	0.037	Energy and its types, and conversion of different types	انرژی و انواع آن و تبدیل انواع مختلف
8	0.117	Force on a moving electric charge in a magnetic field	نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک میدان مغناطیسی
15	0.014	Refraction of light at different wavelengths	شکست نور به طول موج‌های مختلف
2	0.282	Mass and its unit	جرم و واحد آن
16	0.011	Electron motion in specific orbits (Bohr model)	حرکت الکترون در مدارهای معین (بور)
14	0.028	Nature and properties of light as a form of energy and types of Electromagnetic waves	ماهیت و خواص نور به‌عنوان یک صورت از انرژی و انواع الکترومغناطیس

لازم به توضیح است که جهت اطمینان بیشتر از نتایج ماتریس مقایسه‌های سازگاری این ماتریس بررسی شد. نرخ ناسازگاری در زیر لایه شیمی: ۰/۰۶۶ ؛ نرخ ناسازگاری در زیر لایه ریاضی: ۰/۰۴۹ و نرخ ناسازگاری: ۰/۰۳۹به‌دست آمد و با توجه به این‌که مقدار به‌دست آمده نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ است؛ لذا می‌توان چنین بیان نمود که ماتریس مقایسه‌ها از سازگاری مناسب برخوردارند. نتایج به‌دست آمده در پیش‌نیازهای (شیمی، فیزیک و ریاضی) مبحث ساختار اتم شیمی در نمودار زیر نمایش داده شده است.



شکل ۳: خروجی نهایی مدل مفومی لایه‌های شیمی، ریاضی و فیزیک مبحث ساختار اتم شیمی به ترتیب رتبه‌بندی براساس ANP در پژوهش حاضر

Fig. 3. Final output of the fuzzy model for the chemistry, mathematics, and physics sub-layers in the topic of atomic structure in chemistry, ranked based on ANP in the current study

A1 ذرات زیر اتمی	(Subatomic particles)	B7 چهار عمل اصلی برای اعداد نمایی	(Four basic operations for exponential numbers)	C7 محاسبه نیرو و میدان الکتریکی- ذرات باردار	(Calculation of electric force and electric field - Charged particles)
A2 انرژی ترازهای الکترونی	(Electron energy levels)	B8 چهار عمل اصلی برای اعداد اعشاری	(Four basic operations for decimal numbers)	C8 نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک میدان مغناطیسی	(Force on a moving electric charge in a magnetic field)
A3 مدل کوانتومی	(Quantum model)	B9 امواج سینوسی و مفهوم موج	(Sinusoidal waves and the concept of wave)	C9 پرتوهای رادیو اکتیوها	(Radioactive radiation)
A4 طیف نشری	(Emission spectrum)	B10 میانگین و میانگین وزنی	(Mean and weighted mean)	C10 فیزیک کلاسیک و کوانتومی	(Classical and Quantum Physics)
A5 آرایش الکترونی	(Electronic configuration)	B11سری‌ها	(Series)	C11 کوانتیده بودن انرژی	(Quantization of energy)
A6 کاربرد ارایش الکترونی	(Application of electronic configuration)	B12 کره و محاسبه حجم آن	(Sphere and its volume calculation)	C12 اعداد کوانتومی	(Quantum numbers)
B1اعداد صحیح و چهار عمل اصلی آن‌ها	(Integers and their four basic operations)	C1 ماده	(Matter)	C13 انرژی و انواع آن و تبدیل انواع مختلف	(Energy and its types, and conversion of different types)
B2نسبت	(Ratio)	C2 جرم و واحد آن	(Mass and its unit)	C14 ماهیت و خواص نور به‌عنوان یک صورت از انرژی و انواع الکترومغناطیس	(Nature and properties of light as a form of energy and types of Electromagnetic waves)
B3 زاویه	(Angle)	C3 نیروی جانب مرکز	(Centripetal force)	C15 شکست نور به طول موج‌های مختلف	(Refraction of light at different wavelengths)
B4 توابع مثلثاتی-sin-cos tag-ctag	(Trigonometric functions: sin-cos-tan-cot)	C4 تخلیه الکتریکی	(Electric discharge)	C16 حرکت الکترون در مدارهای معین (بور)	(Electron motion in specific orbits (Bohr model)
B5 مفهوم اعداد غیرصحیح، اعشاری و کسری	(Concept of non-integer, decimal, and fractional numbers)	C5 بار الکتریکی، میدان الکتریکی و واحد آن‌ها	(Electric charge, electric field, and their units)		
B6 توان و اعداد نمایی	(Powers and exponential numbers)	C6 بار الکتریکی، پروتون و الکترون	(Electric charge, proton, and electron)		

پس از تدوین نقشه مفهومی و طرح درس مبتنی بر آن، اثربخشی نقشه مفهومی در مقایسه با روش سخنرانی با روش اندازه‌گیری مکرر مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه آمار توصیفی متغیرهای مورد مطالعه گزارش شده است.

همان‌گونه که در جدول ۸ مشاهده می‌شود مقایسه میانگین‌ها در پیش‌آزمون- پس‌آزمون گروه آزمایشی نشان‌دهنده افزایش نمرات در پس‌آزمون می‌باشد. پیش از انجام تحلیل واریانس اندازه‌گیری مکرر پیش‌فرض‌های آن بررسی شد؛ اولین پیش‌فرض نرمال بودن داده‌های متغیرهای وابسته بود. برای بررسی پیش‌فرض نرمال بودن از شاخص آزمون کلموگروف- اسمیرنوف استفاده شد.

نتایج جدول ۹ نشان داد که برای متغیرهای پژوهش در هیچ‌کدام از مراحل سنجش این آزمون معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵) که این، به معنای رعایت این پیش فرض می‌باشد.

همچنین، پیش فرض مورد بررسی آزمون تحلیل واریانس آمیخته بررسی کروی بودن واریانس‌های درون‌گروهی می‌باشد. باید بین هر جفت شرایط درون‌گروهی (پیش‌آزمون- پس‌آزمون- پی گیری) واریانس برابری وجود داشته باشد. از آزمون ماوچلی (Mauchly) برای بررسی معنی‌داری این پیش‌فرض استفاده شد که نتایج این آزمون برای مهارت‌های یادگیری معنادار به‌دست آمد (p<۰/۰۰۱) و لذا از اصلاحیه گرین هاوس- گیسر (۰/۵۸۶) استفاده شد (p>۰/۰۵).

جدول ۸: آمار توصیفی

Table 8: Descriptive Statistics

	تعداد N	گروه Group	میانگین Mean	انحراف استاندارد Standard deviation
پیش‌آزمون Pre-test	15	آموزش با نقشه مفهومی Teaching with concept map method	9.933	1.869
	15	آموزش با روش سخنرانی/ گروه کنترل Teaching with lecture/control group method.	10.666	1.345
پس‌آزمون Post-test	15	آموزش با نقشه مفهومی Teaching with concept map method	72.133	4.733
	15	آموزش با روش سخنرانی/ گروه کنترل ..Teaching with lecture/control group method	45.333	5.340
پیگیری Follow-up test	15	آموزش با نقشه مفهومی Teaching with concept map method	72.066	4.148
	15	آموزش با روش سخنرانی/گ روه کنترل ..Teaching with lecture/control group method	43.266	5.188

جدول ۹: آزمون نرمالتی

Table 9: Tests of Normality

	گروه Group	آزمون کلموگروف-اسمیرنوف Kolmogorov-Smirnov[a]		
		آماره Statistic	درجه آزادی Degree of freedom	سطح معناداری Significance level
پیش‌آزمون Pre-test	آموزش با نقشه مفهومی Teaching with concept map method	0.158	15	0.200
	آموزش با روش سخنرانی/ گروه کنترل Teaching with lecture/control group method.	0.173	15	0.200
پس‌آزمون Post-test	آموزش با نقشه مفهومی Teaching with concept map method	0.213	15	0.067
	آموزش با روش سخنرانی/ گروه کنترل Teaching with lecture/control group method	0.124	15	0.200
پیگیری Follow-up test	آموزش با نقشه مفهومی Teaching with concept map method	0.157	15	0.200
	آموزش با روش سخنرانی/ گروه کنترل Teaching with lecture/control group method	0.185	15	0.166

جدول ۱۰: آزمون لون برای برابری واریانس خطاها

Table 10: Levene's Test of Equality of Error Variancesa

	F	درجه آزادی ۱ Degree of freedom 1	درجه آزادی ۲ Degree of freedom 2	سطح معناداری Significance level
پیش‌آزمون Pre-test	1.635	1	28	0.212
پس‌آزمون Post-test	0.036	1	28	0.852
پیگیری Follow-up test	0.015	1	28	0.903

آخرین پیش فرض مورد بررسی آزمون لون (Leven) بود (جدول ۱۰)، از آزمون لون برای بررسی پیش‌فرض همگنی واریانس‌های Equality of Error Matris Variances) استفاده شد که نتایج نشان داد هیچ‌کدام از متغیرهای پژوهش معنی‌دار نیستند و پیش‌فرض همگنی خطای ماتریس واریانس‌ها رعایت شده است (p>۰/۰۵). در ادامه جهت بررسی تغیررات درون گروهی (عامل زمان) از تحلیل واریانس استفاده شد.

نتایج جدول ۱۱ نشان داد که اثر عامل زمان (پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری) معنادار است (p<۰/۰۰۱).

جهت مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌ها در متغیر مهارت‌های یادگیری از آزمون تحلیل کوواریانس بین گروهی استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره زیر گزارش شده است.

در جدول ۱۲ به بررسی تأثیر متغیر مستقل (آموزش) نمره مهارت‌های یادگیری پرداخته شد و نتایج نشان داد که سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ و معنادار است و میزان حجم اثر آن ۰/۸۹۷ (۸۹/۷٪) است. با توجه به مجذور اتا ۰/۸۹/۷ درصد آموزش، موجب تغییرات در مهارت‌های یادگیری شده است.

نتایج نشان داد که هر دو روش آموزشی سخنرانی و نقشه مفهومی تأثیر معناداری بر مهارت‌های یادگیری دارند (۰/۰۰۰۱). گروه آموزش با روش سخنرانی و روش نقشه مفهومی هر دو در آموزش مؤثر بودند و با توجه به میانگین‌ها (جدول۸) و نمودار۴ آموزش با روش نقشه مفهومی تأثیر بیشتری بر مهارت‌های یادگیری را نشان می‌دهد.

در ادامه به‌منظور بررسی پایدار بودن اثر بخشی و تغییرات در هریک از گروه‌های آزمایش و گروه کنترل در طول سه دوره زمانی (پیش‌آزمون، پس‌آزمون و مرحله پیگیری) به کمک آزمون بونفرونی به مقایسه دو به دوی میانگین مهارت‌های یادگیری به تفکیک گروه‌های مورد نظر در این سه مرحله می‌پردازیم. مواردی که در جدول با علامت * نشان داده شده‌اند در واقع مواردی هستند که سطح معنی‌داری آنها کمتر از ۰/۰۵ بوده که بیانگر وجود اختلاف معنی داری بین میانگین‌ها در مراحل زمانی مربوطه است.

نتایج جدول ۱۳ نشان داد که بین پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری تفاوت معنادار است (p<۰/۰۰۱).

جدول ۱۱: آزمون‌های اثرات درون گروهی
Table 11: Tests of Within-Subjects Effects

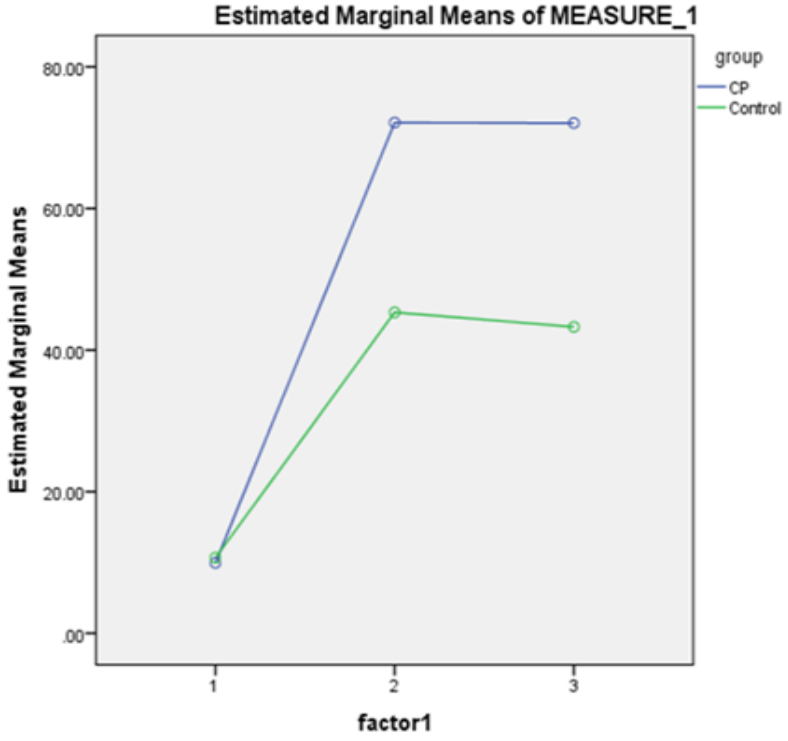
متغیر	منبع	مجموع مربعات‌نوع ۳	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری	شاخص مجذور اتا
	Source	Type III Sum of Squares	Degree of freedom	Mean Square	F	Significance level	Partial Eta Squared
عامل ۱ factor1	فرض کرویت Sphericity Assumed	45905.267	2	22952.633	2375.971	0.0001	0.988
	گرین‌هاوس- گیسر Greenhouse-Geisser	45905.267	1.173	39150.685	2375.971	0.0001	0.988
	هوین- فلدت Huynh-Feldt	45905.267	1.237	37121.065	2375.971	0.0001	0.988
	حد پایین Lower-bound	45905.267	1.000	45905.267	2375.971	0.0001	0.988
گروه group	فرض کرویت Sphericity Assumed	4085.756	2	2042.878	211.471	0.0001	0.883
	گرین‌هاوس- گیسر Greenhouse-Geisser	4085.756	1.173	3484.570	211.471	0.0001	0.883
	هوین- فلدت Huynh-Feldt	4085.756	1.237	3303.926	211.471	0.0001	0.883
	حد پایین Lower-bound	4085.756	1.000	4085.756	211.471	0.0001	0.883
خطای عامل ۱ Error(factor1)	فرض کرویت Sphericity Assumed	540.978	56	9.660			
	گرین‌هاوس- گیسر Greenhouse-Geisser	540.978	32.831	16.478			
	هوین- فلدت Huynh-Feldt	540.978	34.626	15.624			
	حد پایین Lower-bound	540.978	28.000	19.321			

جدول ۱۲: آزمون‌های اثرات بین گروهی
Table 12: Tests of Between-Subjects Effects

متغیر	منبع	مجموع مربعات‌نوع ۳	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری	شاخص مجذور اتا
Variable	Source	Type III Sum of Squares	Degree of freedom	Mean Square	F	Significance level	Partial Eta Squared
مهارت‌های یادگیری Learning skills	عرض از مبدأ Intercept	160528.900	1	160528.900	5200.988	0.0001	0.995
	گروه Group	7525.878	1	7525.878	243.831	0.0001	0.897
	خطا Error	864.222	28	30.865			

جدول ۱۳: مقایسه دو به دو
Table 13: Pairwise Comparisons

عامل(I)	عامل(J)	تفاوت میانگین(I-J)	خطای استاندارد	سطح معنی داری	۹۵٪ فاصله اطمینان برای تفاوت	
					Confidence Interval for %95 Difference	
(I) factor1	(J) factor1	Mean Difference (I-J)	Std. Error standard error	Significance level	کرانه پایین Lower Bound	کرانه بالا Upper Bound
پیش‌آزمون Pre-test	پس‌آزمون Post-test	-48.433*	0.991	0.0001	-50.958	-45.909
	پیگیری Follow-up test	47.367*	0.916	0.0001	-49.700	-45.033
پس‌آزمون Post-test	پیش‌آزمون Pre-test	48.433*	0.991	0.0001	45.909	50.958
	پیگیری Follow-up test	1.067*	0.331	0.010	0.225	1.909
پیگیری Follow-up test	پیش‌آزمون Pre-test	47.367*	0.916	0.0001	45.033	49.700
	پس‌آزمون Post-test	-1.067*	0.331	0.010	-1.909	-0.225



شکل ۴: میانگین‌های روش‌های آموزش نقشه مفهومی (CP) و روش سخنرانی/کنترل (control) با اثرات زمان (پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری)
Fig. 4. Averages of concept mapping (CP) and lecture (control) methods with time effects (pre-test, post-test, and follow-up)

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که پیش‌نیازهای دارای ترتیب اولویت در مبحث ساختار اتم شیمی به ترتیب اهمیت عبارتند از لایه ریاضی، فیزیک و شیمی. در مطالعه ترتیب اولویت مفاهیم هرلایه پیش‌نیاز و بررسی آن‌ها با مطالعات دیگر، تنها مطالعه علیزاده کوهی‌خیلی در سال ۱۳۹۱ یافت شد. وی در مطالعه خود به بررسی تعیین مدل تجربی دانش یادگیرنده با استفاده از نقشه مفهومی در مبحث ساختار اتم شیمی با استفاده از روش معادلات ساختاری پرداخت و نقشه مفهومی را براساس دیدگاه یادگیرنده‌ها (دانش‌آموزان) تدوین کرد. در حالی‌که مطالعه حاضر با روش تحلیل فرآیند شبکه‌ای و از دیدگاه متخصصان و صاحبنظران به تدوین نقشه مفهومی با در نظر گرفتن لایه‌های پیش‌نیاز آن پرداخته شده است. با این حال ترتیب آموزش مفاهیم مرتبط با ساختار اتم شیمی ازدیدگاه یادگیرنده‌ها (دانش‌آموزان) (مطالعه علیزاده کوهی خیلی) و دیدگاه متخصصان و صاحبنظران (در مطالعه حاضر) یکسان است.

یافته دیگر مطالعه حاضر، نشان داد که روش نقشه مفهومی در مقایسه با روش سخنرانی در افزایش مهارت‌های یادگیری مؤثرتر است. در این راستا،

مطالعاتی در ارتباط با استفاده از نقشه مفهومی در یادگیری انجام شده است که همگی حاکی از اثربخشی استفاده از نقشه مفهومی بر یادگیری دانش‌آموزان می‌باشند که مطالعه حاضر نیز با آن‌ها همسو است [۱۶،۱۵،۱۴،۱۳،۷،۶]. برای مثال لنسکی، السنر و گروسشدل (Lenski, Elsner, Großschedl) در سال ۲۰۲۲، مطالعه‌ای با عنوان مقایسه ساخت و مطالعه نقشه‌های مفهومی به‌صورت مطالعه مداخله‌ای بر نتیجه یادگیری، خودارزیابی و لذت از طریق آموزش و یادگیری درس زیست‌شناسی انجام دادند. نتایج حاکی از اثربخشی بالای کاربرد نقشه مفهومی در خودارزیابی و لذت از یادگیری در مقایسه با گروه فاقد این نوع آموزش بود [۱۵]. موسوی شفیق و همکارانش در سال ۱۴۰۱ به بررسی تأثیر آموزش مبتنی‌بر نقشه‌های مفهومی معلم و دانش‌آموز ساخته بر انگیزش و یادگیری مفاهیم درسی دانش‌آموزان مقطع هشتم متوسطه پرداختند. آنان گزارش کردند نتایج پژوهش نشان از تأثیر نقشه مفهومی معلم‌ساخته و دانش‌آموزساخته بر یادگیری مفاهیم درسی و انگیزه پیشرفت دانش‌آموزان به نسبت روش معمول (سخنرانی) است، آنان بیان کردند با توجه به نتایج پژوهش نقشه مفهومی به‌عنوان ابزار و رویکرد مناسب برای رسیدن به یادگیری و ایجاد انگیزه می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. همچنین نتایج پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از هر دو نوع نقشه مفهومی بر یادگیری و انگیزش دانش‌آموزان تأثیر دارد[۱۴]. ازسویی دیگر، مارکز و پلتا(Marqués, Pelta) در سال ۲۰۱۷ مطالعه‌ای با استفاده از نقشه‌های مفهومی و شبیه‌سازی در یادگیری روان‌شناسی در میان دانش‌آموزان انجام دادند و نتایج نشان داد که کاربرد نقشه‌های مفهومی بهبود قابل توجهی در عملکرد مفهومی در دانش‌آموزان نشان داده است[۱۲]. در مطالعه‌ای دیگر، کبیری در سال ۱۳۹۵ به بررسی اثربخشی روش‌های تدریس پاژیل و نقشه مفهومی بر کاهش کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مبحث آنتروپی انجام داد. وی گزارش کرد که دو روش پاژیل و نقشه مفهومی در مقایسه با روش سخنرانی در آموزش مؤثرتر بودند. [۱۶]. اما مطالعه‌ای که در تدوین نقشه مفهومی آن از تحلیل فرآیند شبکه‌ای (که از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است) استفاده شده باشد، یافت نشد.

در تبیین یافته‌ها می‌توان گفت، بحث تأثیرگذاری روش‌های آموزش بر یادگیری و اینکه هر روش آموزشی تا چه میزان تأثیر بر یادگیری افراد دارد، همواره از مباحث چالش برانگیز است کاربرد نقشه‌های مفهومی در آموزش جایگاه خاصی یافته است و از روش‌های نوین تدریس، یاددهی و یادگیری می‌باشد [۱۲]. نقشه‌های مفهومی در یادگیری و سازمان دهی موضوعات پیچیده در ذهن مخاطب و معنی‌دار کردن مفاهیم و عناصر اصلی و عناصر فرعی وابسته به عناصر و مفاهیم اصلی نقشی مؤثر ایفا می‌کند. ارائه مطالب آموزشی در قالب نقشه‌های مفهومی تأکیدی بر یادگیری با تکیه بر تمام ویژگی‌های یادگیری معنی‌دار کلامی در فرآیند آموزش است. از دیگر مزایای نقشه‌های مفهومی تصحیح باورهای غلط در یادگیرنده است. همچنین استفاده از نقشه‌های مفهومی، رابطه معناداری بین مفاهیم ایجاد کرده و منجر به سازماندهی و شناسایی روابط شده و از شکل‌گیری باورهای غلط جلوگیری می‌کند. نقشه‌های مفهومی به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا یک مسأله را از دیدگاه‌های مختلف تجزیه و تحلیل کنند، شیوه‌ای متفاوت از تفکر را توسعه دهند، همچنین شبکه دانش و نگرش خود را برای استفاده مؤثر از مفاهیم گسترش بدهند. در عین حال، یادگیری را به یک فرآیند فعال تبدیل می‌کند، از ارائه بصری و تمرکز بر مفاهیم پشتیبانی کرده، یادگیری را آسان می‌کند، درک دانش‌آموزان و حفظ اطلاعات را بهبود می‌بخشد و همچنین به دانش‌آموزان در مطالعه و بازبینی کمک می‌کند [۱۳]. نقشه مفهومی ابزار اصلی است که از فرآیند ذهنی و طبقه‌بندی استفاده می‌کند، نقشه مفهومی به‌عنوان یک ابزار آموزشی و/ یا ارزشیابی است که می‌تواند یادگیری سطحی را کاهش داده و تفکر انتقادی را افزایش دهد که تنها با یادگیری معنی‌دار به‌طور موفقیت‌آمیز به‌کار می‌رود [۲۹]. تدوین نقشه‌مفهومی استاندارد که در برگیرنده پیش‌نیازهای لازم است، اثربخشی این روش را دو چندان می‌سازد و کج‌فهمی را به شدت کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر به بررسی تأثیر آموزش نقشه مفهومی مبتنی بر تحلیل فرآیند شبکه‌ای (ANP) مبحث ساختار اتم شیمی بر مهارت‌های یادگیری دانش‌آموزان در مبحث ساختار اتم شیمی پرداخته شد. در ابتدا، نقشه مفهومی مبحث ساختار اتم شیمی با در نظر گرفتن لایه ها، مفاهیم و چگونگی روابط بین این متغیرها آن بررسی شد و در نهایت، نقشه مفهومی مبتنی بر تحلیل فرآیند شبکه‌ای (ANP) مبحث ساختار اتم شیمی تدوین و اثربخشی آن مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج، نشان داد که در تدوین نقشه مفهومی به ترتیب لایه‌های ریاضی، فیزیک و شیمی حائز اهمیت هستند و در آموزش به این پیش‌نیازها توجه شود. همچنین، آموزش (نقشه مفهومی و آموزش با روش سخنرانی) بر مهارت‌های یادگیری مؤثر هستند و در این میان روش نقشه مفهومی در مقایسه با روش سخنرانی مؤثرتر است و در دوره پیگیری نیز آموزش با روش نقشه مفهومی اثر پایدارتری را نشان داد. پیشنهاد می‌شود در بررسی‌های آتی از جامعه آماری گسترده‌تری استفاده شود به‌طور مثال در پژوهش حاضر از اساتید و صاحب‌نظرانی که در حوزه شیمی و آموزش شیمی فعالیت داشتند، نمونه انتخاب شد و نیاز هست تا با توجه به پیش‌نیازهای مورد مطالعه، جامعه آماری از اساتید و صاحب‌نظران آن دروس در نظر گرفته شود و در پژوهش‌های آینده علاوه بر متخصصان و صاحبنظران شیمی از متخصصان و صاحبنظران فیزیک و ریاضی نیز بهره گرفت. به موازات هر پژوهش محدودیت‌هایی نیز وجود دارد، در پژوهش حاضر، به دلیل تعداد بالای سؤالات پرسش‌نامه (در گام اول مطالعه برای تولید نقشه مفهومی)، زمان زیادی صرف جمع‌آوری داده‌ها شد. در سه دهه گذشته، استفاده از مدل‌های سلسله مراتبی و رویکرد ریاضی فرآیند سلسله مراتبی در حوزه‌های مختلف تصمیم‌گیری به‌کاربرده شده است؛ اما در حوزه روش‌های تدریس و یادگیری جای این قبیل پژوهش‌ها خالی است

که این موضوع، محدودیت‌هایی را در پیشینه و مقایسه مطالعات به همراه داشت. با توجه به روش شبه‌آزمایشی مطالعه حاضر، در تعمیم نتایج باید احتیاط کرد.

مشارکت نویسندگان

این مقاله از رساله دکتری با عنوان «تدوین نقشه مفهومی براساس فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و تعیین اثربخشی آموزش با سه روش نقشه مفهومی، پاژیل و سنتی بر مهارت‌های یادگیری (KAP) مبحث ساختار اتم درس شیمی آموزشی» نویسنده اول استخراج شده است. ایشان مسئول تدوین و نگارش مقاله است. نویسندگان دوم، سوم، چهارم و پنجم مسئول راهنمایی رساله و نگارش و تدوین مقاله هستند.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر، برگرفته از رساله دکتری روانشناسی عمومی بوده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از اساتید و صاحب‌نظرانی که در این پژوهش ما را یاری کردند قدردانی کنند. همچنین، از دانش‌آموزانی که در این مطالعه ما را همراهی کردند، سپاسگزاریم. کد اخلاق این پژوهش IR.IAU.TMU.REC.1399.066 است.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع و مآخذ

[1] Demirci T, Kabataş Memiş E. Examining the Views of Preservice Science Teachers on Creating Concept Maps. Science Education International.2022; 32(3): 264-272. https://doi.org/10.33828/sei.v32.i3.10

[2] Saif A. [Translation of an Introduction to Theories of Learning]. Olson MH, Ramirez JG, Herreid CF. (Author). Tehran: 10th edition. Doran Publishing.2020. [In Persian].

[3] Saif A. Modern Educational Psychology (Learning and Teaching Psychology). 7th edition. Doran Publishing.2022. [In persian].

[4] Keshavarz E, Ebrahimi Qavam S, Sabbaghan M. POGIL: An activity for meaningful teaching of the concepts of chemistry.2021; 7(23): 33-49. [In Persian].

[5] Novak J, Cañas A. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. See discussions, stats, and author profiles for this publication at. 2015;7(1):1-32.

[6] Etokeren I S, Alamina J I. "Towards elimination of students' misconceptions in science: Case of drama and concept mapping strategies on chemical bonding in Nigeria", in conf. Clute International Conference on Education (ICE). Colorado. USA. 2021.

[7] Chatzi AV, Kourousis K I. Are concept map exam papers reliable as assessment tools in nursing education? A quantitative research pilot study. Journal of Nursing. 2023;18 (2): 293-298.https://doi.org/10.1016/j.teln.2023.01.001.

[8] Abubakar A, Elrehail H, Alatailat M, Elçi Alev. Knowledge management, decision-making style and organizational performance. Journal of Innovation & Knowledge.2018; 4(2):104- 114. https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.07.003.

[9] Momeni Mohammui H, Ghorbanzadeh P. Investigating the Relationship between Teachers' Technological Literacy during the Coronavirus Period and the Improvement of Academic Quality and Progress of Students (Case Study: Elementary School Teachers in Tabadkan Region 4). 6th National Conference on New Approaches in Education and Research, December 2021: Mahmudabad. Mazandaran. [In persian].

[10] Schmid M, Brianza E, Petko D. Self-reported technological pedagogical content knowledge (TPACK) of pre-service teachers in relation to digital technology use in lesson plans. Behavior.2021; 115:106586.

[11] Thohir MA, Jumadi J, Warsono W. Technological pedagogical content knowledge (TPACK) of pre-service science teachers: A Delphi study. Journal of Research on Technology in Education. 2020; 54 (1): 127-142. 10.1080/15391523.2020.1814908. https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1814908

[12] Marqués JG, Pelta C. Concept maps and simulations in a computer systemfor learning Psychology. European Journal of Education and Psychology .2017; 10, 33-39.

[13] Hasanpour P, SHEIKHZADEH M. The Effect of Conceptual Map Teaching methods on Female Students Learning in Work and Technology Course. Research in Curriculum Planning.2018; 15(57), 138-150. [In Persian].

[14] Mousavi Shafii M, Khoshneshin Z, Mahdavi Nasab Y, Majd M. "The Effect of Teacher and Student-Made Concept Maps-Based Teaching on Motivation and Conceptual Learning of Middle School Eighth Graders." Technology of Education Journal.2023; 17(2):279-292. [In persian]. https://doi: 10.22061/tej.2022.6875.2472.

[15] Lenski S, Elsner S, Großschedl J. Comparing Construction and Study of Concept Maps – An Intervention Study on Learning Outcome, Self-Evaluation and Enjoyment Through Training and Learning. Frontiers in Education.2022; 7(1):892312. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.892312

[16] Kabiri M J. Investigating the effectiveness of teaching methods of Paired Associate Learning and Concept Mapping in reducing students' misconceptions about entropy. Master's thesis, Shahid Rajaei Teacher Training University. 2016. [In Persian].

Conference on Advances in Evolutionary and Educational Psychology: 2022. Bandar Abbas. [In Persian].

[29] Sohrabi Z, Aliari S, Hazrati H, Mansouri M, Habibi H. A Comparison of the Effect of Lecture and Debate-Based Learning on Learning Outcomes and Student Satisfaction in Nursing Students of a Selected Military University. Journal of Military Nursing Research. 2021; 8(2). [In Persian].

[30] Danaifar H, Salehi A. [Translation of Research design: (Quantitative, qualitative, and mixed methods approaches)]. Karsoli J D. (Author). Tehran: Ketab-e Mehraban Nashr. Publications; 2017. [In Persian].

[31] Saaty TL. Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks. RWS Publications.2005.

[32] Garavand A. Investigating Knowledge, Attitudes, and Learning Skills in Chemistry Through the Teaching Methods of Pajil and Moor Exploratory in the Lesson of Standard Electrode Potential Table in the Fourth Year Chemistry Course in Kouhdasht County. Ministry of Science Research and Technology. Shahid Rajaei Teacher Training University. Faculty of Basic Sciences. 2012.[Master's Degree]. [In Persian].

معرفی نویسندگان

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

زهرا رویتوند غیاثوند دانشجوی دکترای روانشناسی عمومی *دانشگاه آزاد اسلامی* واحد تهران مرکزی می‌باشند. ایشان مدرک کارشناسی روان‌شناسی بالینی را در سال ۱۳۷۵ از *دانشگاه آزاد اسلامی* واحد رودهن و مدرک کارشناسی ارشد روان‌شناسی عمومی را در سال ۱۳۹۲ از دانشگاه علامه طباطبایی دریافت نمودند. حیطه مورد علاقه آموزش و یادگیری.

Royatvand ghiasvand.Z. PhD student in general psychology, Department of Psychology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

ghiasvand.zahra53@gmail.com

ولی‌اله فرزاد دانشیار بازنشسته دانشگاه خوارزمی (تربیت معلم) می‌باشند. دکتر ولی الله فرزاد متولد ۳ تیرماه ۱۳۱۸ در شهر لُرنشین ملایر است. ایشان مدارک کارشناسی روانشناسی را از دانشگاه تبریز، کارشناسی ارشد مشاوره را از دانشگاه تربیت معلم (خوارزمی کنونی)، و دکتری روانشناسی را از دانشگاه پاسی فیلد آمریکا دریافت کردند. در سال ۱۳۶۱ و پس از بازگشت به ایران در گروه روانشناسی دانشگاه تربیت معلم (خوارزمی کنونی) مشغول به‌کار شدند. وی مدیریت گروه روانشناسی دانشگاه

[17] Mani N. Determination of a Concept Map for Misconceptions in the Atomic Structure Topic. Master's thesis. Shahid Rajaei Teacher Training University. 2013. [In Persian].

[18] Alizadeh Kohi Khaili F. Determining the Learner's Empirical Model Using Concept Mapping in the Topic of Atomic Structure in Basic Chemistry 2. Shahid Rajaei Teacher Training University.Faculty of Basic Sciences, 2012. [In Persian].

[19] Akbari F. Conceptual map modeling in the teaching of alkanes in organic chemistry. Master's thesis. Shahid Rajaee Tarbiat University, Faculty of Sciences, 2013. [In Persian].

[20] O'Halloran B. Strengthening critical thinking skills in associate degree nursing students through combined pedagogies of concept mapping using the nursing process and simulation. Nursing Education Perspectives. 2022;43 (3): E10-E12. https://doi.org/10.1097/01.nep.0000000000000916

[21] Rezaeipour S, Niyousha B. Lecture Teaching Method. Fourth International Conference on Accounting and Management and First Conference on Open Innovation and Entrepreneurship. 2015. Tehran. [In persian]

[22] Mir K, Ghadousi Nia M, Azarsa A. Investigating the Lecture Teaching Method. Twelfth National Conference on Psychology, Educational Sciences, and Social Studies: 2021: Babol. [In persian].

[23] Azizian Farsani S. Critique of the Lecture Teaching Method. Third International Conference on Psychology, Educational Sciences, and Social Studies.2020. Hamedan. [In Persian]

[24] Tami L. Remington PharmDa Barry E. Bleske PharmDb Tracy Bartholomew MATc Michael P. Dorsch PharmD MSa Sally K. Guthrie PharmDa Kristin C. Klein PharmDa Jeffrey M. Tingen PharmD MBAd Trisha D. Wells PharmD. Qualitative Analysis of Student Perceptions Comparing Team-based Learning and Traditional Lecture in a Pharmacotherapeutics Course. American Journal of Pharmaceutical Education. 2017; 81 (3):1-9.

[25] Liu F, Wang X, Izadpanah S. The Comparison of the Efficiency of the Lecture Method and Flipped Classroom Instruction Method on EFL Students' Academic Passion and Responsibility. SAGE Open. 2023; 13(2):1-10. https://doi.org/10.1177/21582440231174355.

[26] Alaagib NA, Musa OA, Saeed AM. Comparison of the effectiveness of lectures based on problems and traditional lectures in physiology teaching in Sudan. BMC Med Educ. 2019;19(1):365. https://doi:10.1186/s12909-019-1799-0.

[27] Elya S, Chogan M, Elya H, Elya I. The Effect of Lecture Teaching Method on Student Learning. Proceedings of the 2nd International Conference on Innovation and Research in Ethics and Education, Religion and Psychology.2018. Tehran. Persian

[28] Mehdi Moghaddam A, Musavi Nia S M. Investigating the Effect of Lecture and Group Discussion Teaching Methods on Student Learning Outcomes. Proceedings of the 1st National

خوارزمی، دبیری انجمن روانشناسی تربیتی ایران، معاونت مؤسسه تحقیقات تربیتی، و معاونت آموزشی دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه خوارزمی را در کارنامه اجرایی خود دارد. ایشان در سال ۱۳۹۵ به‌عنوان بازنشته نخبه ملی انتخاب و مورد تجلیل قرار گرفتند. حیطه کاری ایشان روان شناسی، سنجش و اندازه‌گیری روانی و تربیتی است.

farzad.V. Associate Professor, Department of Psychology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

val.farzad@iauctb.ac.ir

بهرام صالح صدق‌پور هیأت علمی دانشگاه شهید رجائی می‌باشند. ایشان در سال ۱۳۶۹ از دانشگاه شهید بهشتی مدرک کارشناسی کودکان استثنایی و در سال ۱۳۷۲ مدرک کارشناسی ارشد روان‌شناسی تربیتی و در سال ۱۳۸۷ مدرک دکتری روان‌شناسی تربیتی را از دانشگاه علامه طباطبایی دریافت کردند. ایشان از سال ۱۳۸۰ تا کنون هیأت علمی دانشگاه تربیت دبیر رجائی هستند. حیطه کاری ایشان روان شناسی تربیتی، سنجش و اندازه‌گیری روانی و تربیتی می‌باشد.

Saleh sedghpour.B. Associate Professor, Department of Educational Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran.

sedghpour@sru.ac.ir

آنیتا باغداساریانس هیات علمی و استادیار گروه روان‌شناسی دانشگاه آزاد واحد تهران مرکزی می‌باشند. ایشان دارای مدرک دکتری تخصصی روان‌شناسی هستند. حیطه کاری ایشان آموزش، نوروسایکولوژی، روانشناسی پزشکی، ایکوفیزیولوژی، روانشناسی فیزیولوژیک است.

Baghdasarians .A. Assistant Professor Department of Psychology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

sarians72@gmail.com

علیرضا کرمی گزافی عضو هیأت علمی و استادیار گروه آموزشی شیمی دانشگاه تربیت دبیرشهیدرجائی می‌باشند. ایشان مدرک کارشناسی شیمی را در سال ۱۳۷۲ از دانشگاه بوعلی سینا همدان دریافت کردند و مدرک کارشناسی ارشد در سال ۱۳۷۵و دکتری شیمی تجزیه را در سال ۱۳۸۱را از دانشگاه تربیت مدرس دریافت کردند. زمینه‌های کاری و تحقیقاتی ایشان عبارتند از: استخراج فوق بحرانی مواد، آموزش شیمی، تعیین اسپکتروفتومتری اثرات کمیاب یون‌های فلزی، مطالعات پایه و کاربردهای تحلیلی سیستم‌های شیمی‌تابشی جدید، استفاده از تئوری تابعی چگالی برای مطالعه نانومواد.

Kararmi Gazafi.A. Assistant Professor, Department of Chemistry education, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran.

ar_karami@sru.ac.ir

Citation (Vancouver): Royatvand Ghiasvand Z, Farzad V, Saleh Sedghpour B, Baghdasarians A, Kararmi Gazafi A. [The effect of concept map teaching based on network process analysis (ANP) and lecture on students' learning skills]. *Tech. Tech. Edu. J. 2024; 18(2): 311-328*

https://doi.org/10.22061/tej.2023.9954.2920