http://jcp.khu.ac.ir

فصلنامه روانشناسی شناختی دوره ۴، شماره ۱-۲، بهار-تابستان ۱۳۹۵ مقاله علمی- پژوهشی

تعیین ساختار شناختی دانش در دانش‌آموزان سوم دبیرستان با استفاده از نظریه فضای دانش

آیت سعادت طلب: استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

* **علی یاسینی**: (نویسنده مسئول)، استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. a_yas1363@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰ پذیرش اولیه: ۱۳۹۵/۶/۲۸ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۶/۲۸

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی و مقایسه تاثیر آموزش به دو شیوه نقشه‌های مفهومی و سنتی بر یادگیری دانش‌آموزان درباره مفاهیم درس شیمی‌سال سوم دبیرستان است که با استفاده از نظریه فضای دانش به تجزیه و تحلیل آن پرداخته شده است. از طرح نیمه آزمایشی به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل استفاده شد. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان سال سوم یکی از دبیرستان‌های پسرانه شهرستان ایلام (۲۵۰ نفر) بود. نمونه‌گیری به شیوه در دسترس انجام شد. تعداد دانش‌آموزان هر یک از این دو گروه ۶۴ نفر بود. دو گروه با دو شیوه تدریس کاوشگری و روش تدریس سنتی تحت آموزش قرارگرفتند. برای گردآوری داده‌ها از آزمون‌های یادگیری و نگرش‌سنج محقق‌ساخته استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ازنظریه فضای دانش و نرافزارآماری پاتر استفاده شده و برای مقایسه میانگین گروه‌ها از آزمون تی استفاده شد. یافته‌ها نشان داد تفاوت نگرش در دو گروه معنی‌دار است و ساختارهای دانش گروه کاوشگری منسجم‌تر بوده و مسیر بحرانی آموزش آن متفاوت از مسیر گروه سنتی است.

کلیدواژه‌ها: نظریه فضای دانش، استوکیومتری، آموزش کاوشگری.

Journal of Cognitive Psychology, Vol. 4, No. 1-2, Spring-Summer 2016

Determining Cognitive Structure of Students' Knowledge wWith Using Knowledge Space Theory

Saadattalab, A. Assistant Professor, Kharazmi University, Tehran, Iran.

*** Yasini, A.** (Corresponding author) MA, Ilam University, Ilam, Iran.
a_yas1363@yahoo.com

Abstract

This study examined the effect of concept maps and traditional ways of teaching to students' learning about the concepts of third year high school chemistry course and to analyze this effect, knowledge space theory was used. Semi – experimental method with pre and post test were used and the population of this study consisted of all students (N=250) in the third year of secondary school in the city of Ilam. The sample used in this study selected via convenience sampling and two high school class were selected randomly to investigate the traditional and inquiry teaching methods. To collect the data, learning and attitude research made questionnaire was done in which their validity were approved by five professors of education and ten chemistry professors and teachers. Reliability assessed via Cronbach Alpha and the amount of 0.79 and 0.74 estimates to knowledge and attitude respectively. To analyze the data, knowledge space theory and Potter software was used. Comparison between groups was performed using t-test and results of post test showed significant difference between the groups' attitudes and knowledge structures of inquiry method more cohesive and its training critical path is different than the traditional group.

Keywords: Knowledge Space Theory, Stoichiometry, Inquiry Training.

مقدمه

یکی از اهداف عمده آموزش و پرورش در زمینه آموزش علوم ایجاد توانایی‌حل مسئله، آفرینندگی و ابتکار در دانش آموزان است. رشد این توانایی‌ها از طریق روش‌های تدریس فعال میسر است (آرمند،۱۳۷۴). اما آنچه عملاً مشاهده می‌شود این است که فراگیر در چارچوب کلاس درس محصور است و مجبور به یادگیری مطالب و فعالیت‌های خاصی است که به وسیله معلم و کتاب درسی تجویز می‌شود. مشکل دیگر اینکه معلم خود در شروع کار درگیر یک جدال درونی است. از این لحاظ که علوم چگونه به او درس داده شده و چگونه از او انتظار می‌رود که درس بدهد. درتعداد محدودی از آنها سعی می‌کنند از شیوه‌های فعال تدریس استفاده کنند و بسیاری از آنها به شیوه‌هایی سنتی و غیرفعال روی می‌آورند (بدریان، ۱۳۸۶). آنچه گفته شد اهمیت آشنایی معلمان علوم با شیوه‌های نوین تدریس را مشخص می‌کند و چه بهتر که معلمان آینده، خود با این شیوه‌ها آموزش ببینند زیرا همانگونه که *کارتر* بیان می‌کند، معلمان اغلب تمایل دارند به آن شیوه‌ای که آموزش دیده‌اند، به شاگردان خود درس بدهند. یکی از شیوه‌های نوین تدریس، روش تدریس کاوشگری[1] است که می‌تواند روش و نگرش علمی را در دانش آموزان بپروراند و تقویت کند و راه‌های کشف مسائل را به آنها بیاموزد (میرزایی و کوهی، ۱۳۸۸؛ صفوی،۱۳۹۲). این الگو توسط ریچارد ساچمن برای آموزش فرآیند پژوهش و شرح پدیده‌های علمی برای دانش آموزان مطرح شده است. الگوی کاوشگری دانش‌آموزان را در موقعیتی قرار می‌دهد که آنها مسائل خود را از طریق اندیشه، کاوش و پژوهش به مدد شواهد موجود یا گردآوری شده بیازمایند و شخصاً از آن‌ها نتیجه‌گیری کنند و با چنین رویکردی دانش‌آموزان علاوه بر یادگیری حقایق علمی، روش و نگرش علمی را نیز کسب می‌کنند (شعبانی،۱۳۸۵). در واقع یاد می‌گیرند که چگونه یاد بگیرند و دانش آموزان در فرایند یادگیری مشارکت فعال دارند(لیون[2]، ۲۰۱۵؛ پالمر[3]،۲۰۰۳). در این راستا معلم نقش هدایتگر را دارد و این جریان کاوشگری می‌تواند از روش کاوشگری هدایت نشده تا هدایت شده کامل متغیر باشد.

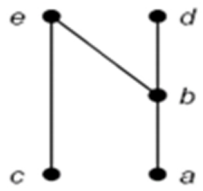
متاسفانه در بسیاری از نظام های آموزشی، کاوشگری و تفکر آن هم به شیوه خلاق چندان مورد توجه نیست. کتاب‌های درسی معمولاً به گونه‌ای نگارش یافته‌اند که تنها انبوهی از وقایع علمی‌را به دانش آموزان منتقل می‌کنند و معلمان در فرآیند اجرا اغلب با استفاده از شیوه‌های سنتی فرصت هرگونه اندیشیدن و خلاقیت را از دانش‌آموزان می‌گیرند. متخصصان تعلیم و تربیت (پیاژه، ۱۹۸۰؛ دیویی، ۱۹۵۲) از شیوه‌های تدریس فعال و کاوشگری محور حمایت می‌کنند. از نظر آنها یکی از تفاوت‌های آموزش‌وپرورش پیشرو را با آموزش و پرورش سنتی فعالیت آزادانه در برابر اعمال انضباط خارجی و یادگیری از طریق تجربه وکاوش در برابر یادگیری از طریق کتاب و معلم می‌دانند(خلخالی، ۱۳۸۶). مطالعات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد دانش‌آموزان از دوره‌های پیشین، یک درک و فهم ضعیف دارند. در سال‌های اخیر بیشتر پژوهش‌ها معطوف به تلاش برای فهمیدن علت این مشکلات و پیدا کردن چاره کاربوده است (شعبانی، ۱۳۸۵). یکی از دلایل اساسی این مشکلات را می‌توان در روش‌های سنتی آموزش مشاهده کرد، در روش‌های سنتی معلم نقش اصلی و محوری را در انتقال دانش و معلومات به دانش آموزان دارد و دانش آموزان غیرفعال بوده و صرفاً نقش شنونده را در کلاس درس دارند، دانش محدود بوده و منابع درسی اندک است(لیو و لانگ[4]، ۲۰۱۴؛). در واقع این روش‌ها پرورش تفکر انتقادی، تفکر خلاق و روش‌های حل مسأله مشارکتی را مورد توجه قرار نمی‌دهند(بلیر، شوارتز، بایسواز و لیلاونگ[5]،۲۰۰۷؛ وانگ و وین[6]، ۲۰۰۸) همچنین مطابقت کمتری با انتظارات جامعه و برنامه‌ریزی‌های آموزشی دارد (احدیان و آقازاده، ۱۳۸۰). برنامه‌های کاوشگری عمدتاً برای کلاس‌هایی با میز ونیمکت‌ها وفضای مناسب وتجهیزات زیاد مناسب است که این منابع بخصوص برای کلاس‌هایی با اعضای زیاد موجود نیستند. چنین فشارهایی باعث شده است بعضی مدرسان علوم یک امکان سوم (روش تدریس ترکیبی که در آن فعالیت‌های کاوشگری محدود، مکمل سخنرانی‌های سنتی هستند) را در نظر بگیرند. چنین روشی نیز، به منابع کمتری نیاز دارد و بروندادهای بهتری نسبت به روش‌های سنتی دارد (ویلدی و والاس[7]، ۱۹۹۵).

[1]. Inquiry
[2]. Leon
[3]. Palmer
[4]. Liu & Long
[5]. Blair, Schwartz, Biswas, & Leelawong
[6]. Wang & Wen
[7]. Wildy, H. & Wallace

نظریه فضای دانش[1] برای اولین بار در سال ۱۹۸۵ توسط دوایگنون و فالمن[2] مطرح شد که بعداً در سال ۱۹۹۹ توسط همین نویسندگان بسط و گسترش بیشتری پیدا کرد و جزئیات جالبی از ابعاد ریاضی آن مطرح گردید. برای مفاهیم علوم اولین بار در سال ۱۹۹۷ ازنظریه فضای دانش برای سه مفهوم: فشار، دانسیته و جرم ها توسط تاگ فرا[3] استفاده شد. مفاهیم اساسی و پایه این نظریه شامل فضای دانش[4]، حالت دانش[5]، ساختار دانش[6] و مسیر آموزش بحرانی و حساس[7] است. نظریه فضای دانش یک مدل چند بعدی است که می‌تواند برای تعیین ساختار شناختی ویژه دانش هر گروه از فراگیران به کار گرفته شود، در واقع می‌توان گفت که نظریه فضای دانش یک روش کیفی برای سنجش دانش در دانش آموزان است. نظریه فضای دانش در حوزه‌های مختلف آموزش علوم می‌تواند کاربردهای فراوانی داشته باشد از جمله: مطالعه ساختار دانش گروه‌های مختلف دانش آموزان و پیدا کردن مسیرهای آموزشی مناسب برای آموزش مطلوب و ماندگار به فراگیران. با استفاده از این نظریه می‌توانیم روش‌های مختلف تدریس را نیزبا یکدیگر مقایسه کنیم وهمچنین با ترکیب نظریه فضای دانش و موضوعات دیگر مثل فنومنوگرافی[8]، دیاگرام هاس[9] و نقشه‌های مفهومی[10] می‌توانیم به یافته‌های مفید دیگری در زمینه آموزش دست پیدا کنیم. به عنوان مثال تود و لادنی[11] در سال ۲۰۰۷ از ترکیب فنومنوگرافی و نظریه فضای دانش جهت استخراج الگوی فکری دانش آموزان راجع به توضیحات اتم استفاده کردند.

یکی از اساسی‌ترین کارهای که با استفاده از نظریه فضای دانش انجام می‌شود، ترسیم ساختارهای دانش گروه‌های مختلف فراگیران است. پس از تحلیل داده‌ها به کمک نرم افزار پاتر و به دست آوردن اطلاعات کامل آنها می‌توانیم ساختارهای دانش را رسم کنیم و با استفاده از ساختارهای دانش می‌توانیم گروه‌های مختلف را با همدیگر مقایسه کنیم و درباره توانایی های آنها بحث کنیم (تود و لودانی، ۲۰۰۷). برای مطالعه و الگوسازی نظریه فضای دانش اغلب از یک سری گراف‌ها و شبکه‌هایی استفاده می‌شودکه این شبکه‌ها ساختار شناختی گروه‌های مختلف را نشان می‌دهند (آراساسینگام، تاگ پرا، پوتر و لونجرز[12]، ۲۰۰۴). در هر شبکه حالت‌های دانش مختلفی وجود دارند که گویای دانش فراگیران مختلف هستند، به خاطر وابستگی‌هایی که بین مسایل حوزه‌های مختلف علوم وجود دارد، می‌توانیم چنین استنباط کنیم که اگر فردی توانایی حل مسائل سطوح بالاتر زمینه‌های مختلف علمی را داشته باشد، این شخص می‌تواند مسایل سطوح پایین تر را نیز حل کند. فضای دانش عبارت است از دانش مورد نیاز برای فهمیدن موضوعات مخصوص. مثلا در ریاضی یا علوم، فضای دانش به این صورت تعریف شده است: دانش مورد نیاز برای اینکه دانش آموز بتواند یک سری مسایل منظم و درجه بندی شده را حل کند. بر اساس ارتباط‌های فکری اگر یک دانش آموز توانایی حل کردن یک مسئله داده شده در تراز بالا از یک سطح علمی را داشته باشد می‌توانیم فرض کرد که در همین شرایط این دانش‌آموز می‌تواند مسایل دیگری که در تراز پایین تر این درجه بندی قرار گرفته‌اند را نیز حل کند (آراساسینگام و همکاران[13]، ۲۰۰۵). هر دانش‌آموز که به مجموعه‌ای از مسائل پاسخ بدهد با یک "حالت دانش" مشخص می‌شود. بنابراین حالت دانش مشخص کننده دانش هر دانش‌آموز است. برای مثال حالت دانشی که در شکل های۱، ۳ و ۴ نشان داده شده است، به این معنی است که این دانش‌آموز توانسته است، آن مسائل را درست حل کند و به مجموع حالت‌های دانش هرگروه از دانش آموزان که پس از تجزیه و تحلیل به کمک نرم افزار پاتر به دست می‌آید یک ساختار دانش گفته می‌شود. ساختار دانش باید به خوبی مرتب شده باشد. به این صورت که هر حالت دانش باید با یک حالت قبل و یک حالت بعد در ارتباط باشد به استثناء حالت (0) که در پایین ترین قسمت قرار می گیرد و نشان دهنده حالتی است که دارنده آن حالت دانش هیچ پاسخ صحیح به سوالات نداده است و حالت (Q) که در بالاترین قسمت قرار می‌گیرد و نشان دهنده این است که همه پاسخ‌های داده شده صحیح است. در هر ساختار دانش مسیرهای زیادی بین حالت ابتدایی (0) و مسیر نهایی (Q) وجود دارد اما "مسیر یادگیری بحرانی"

1. Knowledge space theory
2. Doignon & Falmagne
3. Taagpefera
4. Knowledge space
5. Knowledge state
6. Knowledge structure
7. Critical learning path way
8. Phenomenography
9. Hasse diagrams
10. Concept map
11. Toth & Ludanyi
12. Arasasingham, Taagepera, Potter.Martorell& Lonjers
13. Arasasingham& et al



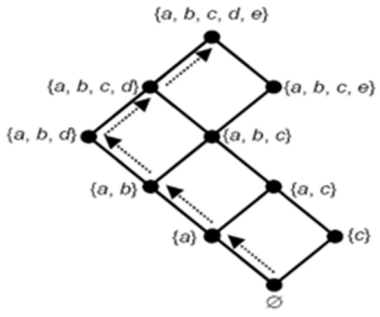
شکل ۱. ارتباط فرضی حالت‌های دانش مبتنی بر دیاگرام هاس در یک حوزه علمی

یا مسیر یادگیری حساس معمول‌ترین مسیر یادگیری است که بالاترین احتمال یادگیری مفاهیم را دارد. به کمک ساختار دانشی که ازنظریه فضای دانش حاصل می‌شود، می‌توانیم سلسله مراتب و وابستگی‌های ویژه هر دانش، محتمل‌ترین ارتباط مفاهیم و مفاهیم بحرانی، مفاهیمی را که بیشتر دانش آموزان برای یادگیری‌شان آمادگی دارند تعیین کنیم. در قسمت پایین نحوه ارتباط و وابستگی حالت‌های دانش، ساختار دانش و مسیر آموزش بحرانی با شکل آورده شده است.

همانطور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود برای اینکه شخص بتواند مسئله b را درست حل کند باید در حل کردن مسئله a مهارت داشته باشد و برای حل صحیح مسئله d نیاز به پاسخ دادن به مسئله a وb خواهد بود؛ دانش‌آموزی می‌تواند مسئله e را درست پاسخ دهد که به مسایل c،b،a پاسخ صحیح داده باشد. به مجموعه حالت-های دانش یک حوزه مثلا Q ساختار دانش گفته می‌شود که از0 شروع می‌شود و تاQ ادامه دارد اگر بخواهیم برای شکل ۱ ساختار دانش آن را که از مجموعه حالت‌های دانش ساخته شده رسم کنیم این گونه خواهد بود:

$$k = \{Q!\,\{a\},\{c\},\{a,c\},\{a,b\},\{a,b,c\},\{a,b,d\},\{a,b,c,e\},\{a,b,c,d\},Q$$

مجموعه حالت‌های دانش نهایتاً منظم شده و دیاگرام زیر را



شکل ۲. ساختار دانش حاصل از ارتباط فرضی بین حالت‌های دانش

به وجود می‌آورد، در این دیاگرام، پیکان‌ها مسیر آموزش بحرانی را نشان می‌دهند.

شکل (۲) دانش نشان می‌دهد که مسیرهای آموزشی مختلفی برای رفتن از حالت دانش اولیه (0) به حالت دانش انتهایی (Q) وجود دارد که در این شکل یکی از این مسیرهای آموزشی بوسیله پیکان نشان داده شده است که به طور ابتدایی ارتباط موضوعات مختلف را با همدیگر نشان می‌دهد. ساختار دانشی که به این شکل موضوعات مختلف آن با همدیگر مرحله به مرحله ارتباط داشته باشند گفته می‌شود که این ساختار به خوبی درجه‌بندی شده است (تاگپرا و نوری[1]، ۲۰۰۰).

تاف و لادنی[2] (۲۰۰۷) در پژوهشی تحت عنوان استفاده ازترکیب فنومنوگرافی و نظریه فضای دانش جهت مطالعه الگوی فکری دانش‌آموزان در توصیف یون از ترکیب نمودن نظریه فضای دانش و فنومنوگرافی برای ارزیابی و پیدا کردن ساختار دانش فراگیران در مورد یون استفاده کردند. بر اساس فنومنوگرافی پاسخ‌ها در سه گروه ۱) ذره بودن یون ۲) بار یون ۳) شکل‌گیری یون جای می‌گرفتند. این سه گروه پاسخ با استفاده از نظریه فضای دانش به صورت دسته‌هایی طبقه‌بندی شده‌اند که شکل و نتایج تغییرات آنها، ساختار دانشِ دانش‌آموزان را نشان می‌دهد. تاف[3] (۲۰۰۷) ازنظریه فضای دانش برای مطالعه آموخته‌های دانش آموزان راجع به ویژگی‌های آب استفاده کرد. این مطالعه نشان داد که چگونه تجزیه وتحلیل پاسخ-ها توسط نظریه فضای دانش می‌تواند برای نمایش ومقایسه ساختارهای ویژه دانش، دانش‌آموزان در فهم وبه کارگیری مقادیر فیزیکی وشیمیایی اساسی استفاده شود.) ازنظریه فضای دانش برای بررسی اثر ابزارهای آموزش بر پایه وب برروی دانستنی‌های استوکیومتری دانش‌آموزان و ارزیابی دانستنی‌های استوکیومتری دانش‌آموزان استفاده شده است و نتایج اثربخشی قابل توجهی را گزارش کرده است (آرس‌آسینام[4]، ۲۰۰۵). تانگ‌پرا، آرس‌آسینام، پوتر، سرودی و لام[5] (۲۰۰۲) در مطالعه خود در موردنظریه فضای دانش از این روش برای گسترش و بسط مفهوم پیوند استفاده کردند و متوجه شدند که مسیرهای یادگیری بحرانی به دست آمده با مسیر ویژه تعریف شده توسط

[1].Taagepera & Noori
[2]. Toth & Ludanyi
[3]. Toth
[4]. Arasasingham
[5]. Taagepera, Arasasingham. Potter, Soroudi & Lam

متخصصان در دوناحیه مهم (فهمیدن اینکه اتمهای هیدروژن با توجه به اینکه با اکسیژن پیوند داشته باشند یا با هیدروژن، دانسیته‌های الکترونی متفاوت دارند و ۲) توانایی تصور کردن سیستم‌های پیوند هیدروژنی در سطوح زیر میکروسکوپی) تفاوت دارد. تاگ‌پرا و نوری (۲۰۰۰) ازنظریه فضای دانش برای ترسیم الگوهای فکری دانش آموزان درآموزش شیمی‌آلی استفاده کردند. در مقایسه‌ای که بین مسیر آموزش بحرانی وآموزش اولیه صورت گرفت، عادی‌ترین مسیر آموزش بحرانی که از جواب‌های دانش‌آموزان استنباط شد، نشان داد که آنها به جای فهمیدن وتحلیل ساختار دانش بر مبنای دانسیته الکترون، بیشتر دانش‌های الگوریتمی و محاسبه‌ای دارند. جهانی‌فر (۱۳۸۷) در مطالعه اثربخشی آموزش کار و انرژی با شیوه کاوشگری برای رفع مشکلات یادگیری دانش‌آموزان با توجه به استعدادشان به این نتیجه رسید که روش تدریس کاوشگری به طور معنی‌داری در مقایسه با روش‌های سنتی باعث افزایش یادگیری، درک و فهم، تجزیه وتحلیل و کاربرد مطالب و ارزشیابی آنها می‌شود. پورصباحیان (۱۳۸۷) در بررسی یادگیری، نگرش و مهارت فیزیک در روش تدریس کاوشگری و مقایسه آن با روش معمول در درس آزمایشگاه الکتریسیته دانشگاه شهید رجایی چند آزمایش ساده در مورد مقاومت وقانون اهم به روش کاوشگری و سنتی برای دانشجویان اجراکرد و به این نتیجه رسید که افرادی که با استفاده از روش کاوشگری آموزش دیده‌اند، مهارت بیشتری کسب کرده اند. قاضی (۱۳۸۳) در پژوهشی با عنوان تاثیر آموزش کاوشگری در درس علوم تجربی بر پرورش خلاقیت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان سال دوم راهنمایی گنبد کاووس نتیجه‌گیری می‌کند که آموزش به شیوه کاوشگری بر پیشرفت تحصیلی و خلاقیت تاثیر مثبت و معناداری دارد. ملکی و مصطفی پور (۱۳۹۴) در بررسی تاثیر روش تدریس کاوشگری بر میزان پیشرفت تحصیلی درس علوم تجربی دانش‌آموزان پسر پایه پنجم ابتدایی به این نتیجه‌رسیدند که اثر بخشی روش کاوشگری بیشتر از روش مستقیم است. تاثیر روش تدریس کاوشگری در دستیابی دانش‌آموزان به اهداف شناختی با تاثیر روش تدریس مستقیم یکسان است، ولی روش تدریس کاوشگری بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در بعد مهارتی تاثیر بیشتری دارد. بر این اساس با توجه به مباحث مطرح شده هدف اصلی این پژوهش آموزش مفهوم استوکیومتری به روش کاوشگری با استفاده از نظریه فضای دانش است.

روش

در این تحقیق، باتوجه به ماهیت و هدف موضوع از روش نیمه آزمایشی استفاده شده است. از این رو، طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل استفاده شد. در گروه آزمایش روش تدریس کاوشگری آموزش داده شد و برا گروه کنترل، روش تدریس سنتی استفاده شد. در پیش‌آزمونی که از دو گروه قبل از شروع آموزش به عمل آمد، مشخص شد که تفاوت زیادی از نظر دانشی بین دو گروه وجود ندارد،که نتایج آن در جدول زیر آمده است.

به منظور همگن بودن بهره هوشی دو کلاس، از مشاوران مدرسه کمک گرفته شد. آنها اظهار داشتند در سال اول تحصیلی آزمون هوش(آزمون ریون) از تمامی کلاس‌ها به عمل آورده‌اند و بهره هوشی دانش آموزان (بین ۹۱ تا ۱۱۰ بوده است که در حد طبیعی می‌باشد) در این دو کلاس که رشته ریاضی و تجربی بودند از پرونده مشاوره‌ای استخراج گردید. جامعه آماری دانش‌آموزان دو کلاس سوم دبیرستان از مدارس شهرستان ایلام بودند که گروه آزمایش و کنترل هر یک ۶۴ نفر بودند. مبحث انتخاب شده به روش کاوشگری توسط پژوهشگر و در مدت دو ماه ارائه گردید. هدف‌های کلی و جزئی درس، محتوای آن، نحوه اجرای مدرس، سوالاتی که باید در حین تدریس مطرح شود، چگونگی سمت و سو دادن به دانش‌آموز در مراحل مختلف آموزش، زمان اجرا، و تکالیف درخواستی برای هر جلسه جداگانه طراحی و لحاظ شد. پیش‌آزمون و پس‌آزمون‌ها هر کدام در زمان مقرر یعنی ابتدای دوره و انتهای آن اجرا شدند و ملاک قضاوت قرار گرفتند. همچنین از پیش‌آزمون‌های یادگیری ونگرش در ابتدای دوره برای همگن‌سازی گروه‌های آزمایش وگواه وسنجش میزان تغییرات یادگیری ونگرش دانشجویان استفاده شدکه البته با استفاده از نتایج آنها نیز مشخص شد که بین دو گروه آزمایش وکنترل، درسطوح دانش و نگرش تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. در پایان نیمسال، پس‌آزمون محقق‌ساخته جهت بررسی پیشرفت تحصیلی و بهبود نگرش در دو بخش سئوالات نگرش‌سنج که همان سئوالات پیش‌آزمون بودند و سئوالات سطح دانش،

جدول ۱. سابقه تحصیلی دو گروه مورد مطالعه

گروه آزمایشی	سنتی	کاوشگری
میانگین	۱۶/۱۳	۱۵/۷۱
نمره حداقل و حداکثر	۹/۲ – ۱۸/۵	۸/۷۵ – ۱۹

متناسب با محتـوای مباحـث آمـوزش داده شـده، بـه اجـرا گذاشته شدند.

نمونه‌ی آماری، شامل ۱۲۸ نفر دانش آموز پسر سـال سـوم دبیرستان، مشغول به تحصیل در دبیرستانه‌ای امام علی (ع) و صاحب الزمان شهرستان ایلام بودند.

ابزار

۱. *آزمون سنجش پیشرفت تحصیلی*: این آزمون از ۶ سوال تشکیل شده است که برای ارزیابی توانمندی هـا و مهـارت های دانش آموزان بـه کـار مـی رود. سـاخت ایـن آزمـون براساس نظریه سطح بندی یادگیری بلوم (۱۹۵۵) اسـتفاده شده است. روایی محتوایی و صـوری ایـن آزمـون محقـق ساخته توسط اساتید و متخصین شیمی تایید شده است.

۲. *نگرش به شیوه تدریس*: این آزمون نگرش سنج شـامل ۲۰ سوال است که به صورت لیکرتی نمره‌گذاری مـی‌شـود. نمره کل آزمون برابر ۱۰۰ است و در پایان تعـداد امتیـازات برای تحلیل کلی به ۲۰ تبدیل شـد. بـرای پایـایی آزمـون یادگیری مربوط به سطح‌بندی بلوم و نگرش دانش‌آموزان از روش ضریب آلفا استفاده شد. آلفای کرونباخ بـرای دانـش برابر ۰/۷۲ و برای نگرش برابر ۰/۷۷ بدست آمد.

یافته‌ها

در بررسی و تحلیلی که برای بررسی تاثیر آموزش مفـاهیم شیمی به‌روش کاوشگری بر اساس نظریه فضای دانش بـر یادگیری دانش آمـوزان سـوم دبیرسـتان شهرسـتان ایـلام انجـام گرفـت، مشـخص شـد کـه سـبک آموزشـی فعـال کاوشگری به علت درگیر نمودن فراگیر به شـکل فعـال در فرآیند آموزش بهتر از سبک‌های سنتی و معلم محور عمـل می‌کند. از ساختارهای دانش به دست آمده از روش تدریس سنتی و کاوشگری معلوم شـد کـه افـرادی کـه بـه شـیوه کاوشگری آموزش دیده‌اند، از ساختار دانـش منسـجم‌تـری نسبت به فراگیران دیگر برخوردارندکه ایـن خـود حـاکی از یادگیری صحیح و معناداربرای آنها دارد وهمین طور مسـیر یادگیری بحرانی در آنها خیلی نزدیک بـه مسـیر آموزشـی تعریف شده توسـط متخصصـان اسـت. بـرای پیـدا کـردن ساختار پاسخ ابتدا پاسخ‌ها به شیوه متداول دوتایی نمره داده می‌شوند پاسخ‌هایی که صحیح هستند نمره (۱) و پاسخ‌های غلط، نمره (۰) را به خود اختصاص می‌دهند. سپس آنهـا را به شکل فایل متنی تبدیل می‌شوند. این فایل‌ها اولین فایل ورودی نـرم‌افـزار پـاتر هسـتند کـه سـاختار پاسـخ نامیـده می‌شوند. در جداول شماره ۲ و ۳ ساختار پاسـخ مربـوط بـه هر دو گروه آموزش دیده به روش کاوشگری و سنتی آورده شده‌اند.

دومین فایل ورودی شـامل حالـت‌هـای دانـش فرضـی بـا تخمین احتمالات فرض شانس، و خطای بی‌دقتی برای هر موضوع است که برای گروه کاوشگری و سنتی بـه ترتیـب

جدول ۲. ساختار پاسخ افراد آموزش دیده به روش کاوشگری

Q	Q	Q	Q	Q	Q	N
-	-	-	-	-	-	۳
۱	-	-	-	-	-	۴
-	۱	-	-	-	-	۳
۱	۱	-	-	-	-	۳
۱	-	۱	-	-	-	۵
۱	-	-	۱	-	-	۲
-	۱	۱	-	-	-	۲
-	-	۱	۱	-	-	۱
۱	۱	۱	-	-	-	۸
۱	۱	-	-	-	۱	۱
۱	-	۱	۱	-	-	۲
۱	۱	-	-	۱	-	۱
۱	۱	-	۱	-	-	۳
۱	۱	۱	۱	-	-	۶
۱	۱	۱	-	۱	-	۴
۱	۱	۱	-	-	۱	۳
۱	۱	-	۱	-	۱	۲
۱	۱	۱	۱	۱	-	۳
۱	۱	۱	۱	-	۱	۲
۱	-	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۵

Q: سوالات آزمون

N: تعداد افرادی که هرحالت پاسخ را دارند

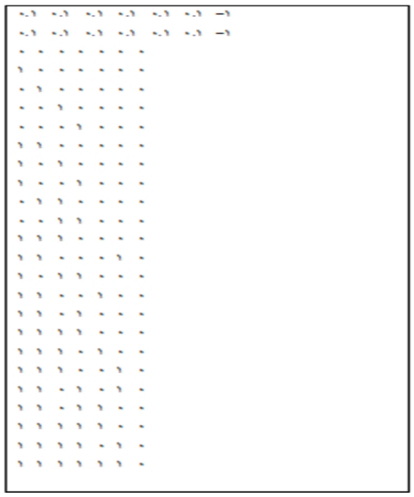
جدول ۳. ساختار پاسخ افراد آموزش دیده به روش سنتی

Q	Q	Q	Q	Q	Q	N
-	-	-	-	-	-	۴
۱	-	-	-	-	-	۲
-	-	۱	-	-	-	۳
۱	۱	-	-	-	-	۳
۱	-	-	-	۱	-	۱
-	۱	-	-	۱	-	۲
-	-	۱	-	۱	-	۲
۱	۱	۱	-	-	-	۴
۱	۱	-	-	۱	-	۳
۱	-	۱	۱	-	-	۷
۱	-	-	۱	۱	-	۱
۱	-	۱	-	-	۱	۲
-	-	۱	۱	۱	-	۱
-	۱	۱	-	۱	-	۱
-	-	۱	-	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	-	-	۶
۱	۱	۱	-	۱	-	۴
۱	-	۱	۱	-	۱	۱
۱	-	۱	-	۱	۱	۲
-	۱	۱	-	۱	۱	۱
۱	۱	-	۱	۱	۱	۲
۱	۱	۱	۱	۱	-	۵
۱	۱	۱	-	۱	۱	۲
-	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳

Q: سوالات آزمون

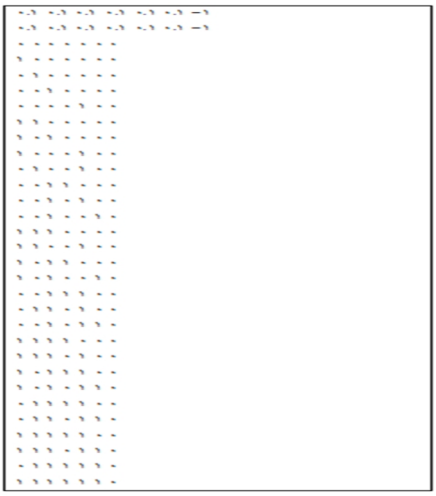
N: تعداد افرادی که هرحالت پاسخ را دارند

جدول ۴. دانش آموزان گروه کاوشگری



– ردیف اول و دوم فرض شانس و خطای بی دقتی برای هر سوال است
– ۲۹ردیف دیگر نشان دهنده حالت دانش فرضی، ساختار دانش می باشند.

جدول ۵. دانش آموزان گروه سنتی



– ردیف اول و دوم فرض شانس و خطای بی دقتی برای هر سوال است
– ۲۳ ردیف دیگر نشان دهنده حالت دانش فرضی، ساختار دانش می‌باشند.

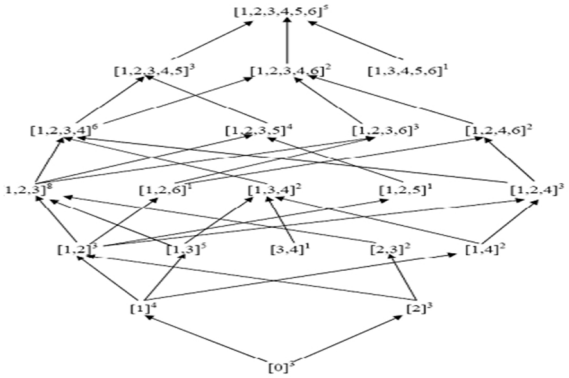
در جداول شماره ۴ و ۵ نشان داده شده است. قابل ذکر است که در دو ردیف اول این فایل ۱۰٪ خطای شانس و ۱۰٪ خطای بی‌دقتی برای هر سوال در نظر گرفته شده است. نهایتاً فایل خروجی که برنامه پاتر برازش می‌کند به شکل جداول شماره ۶ و۷ است.

مقدار خی دو کلی با درجه آزادی ویژه که از ساختار دانش اصلی به دست آمده محاسبه شده است. مناسب‌ترین ساختار دانش پیدا شده برای ساختار پاسخ از طریق فرآیند سیستماتیک آزمایش و خطا به دست می‌آید. به این صورت که ابتدا باتعداد حالت‌های پاسخ موجود شروع می‌کنیم وسپس برای به دست‌آوردن کم ترین مقدار خی دو،

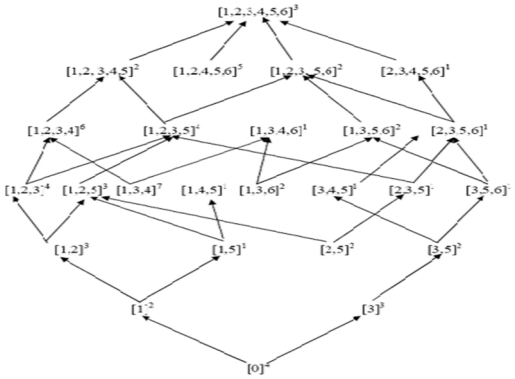
جدول۶. دانش آموزان گروه کاوشگری

جدول ۷. دانش آموزان گروه سنتی

حالت‌های پاسخ را کم کرده یا به آن می‌افزاییم که در این حالت یک شبکه‌ای ایجاد خواهد شد که قسمت‌های مختلف آن باهم در ارتباط هستند. همچنین برای تعیین مسیرهای یادگیری بحرانی می‌توان از تجزیه و تحلیل شش ضلعی داده‌های همگن بوسیله نرم‌افزاری که گروه ایروین در دانشگاه کالیفرنیا مطرح کرده است، استفاده نمود. دراین روش داده‌های ورودی اولیه (حالت‌های پاسخ) تبدیل به ساختار دانش تجربی دارنده همه حالت‌های پاسخ ممکن با تعداد پیش‌بینی‌های مختلف می‌شوند. در مرحله بعد



شکل ۳. ساختار پاسخ دانش‌آموزان آموزش دیده به روش کاوشگری



شکل ۴. ساختار پاسخ دانش‌آموزان آموزش دیده به روش سنتی

تحلیل شش ضلعی داده‌ها ساختار دانش پیشنهادی را می‌دهد و بیش از ۴ مسیر را در دقایق اندکی مشخص می‌کند.

نتایج بررسی تاثیر آموزش استوکیومتری به روش کاوشگری بر ساختار دانش شیمی دانش آموزان نیز در شکل ۳ و ۴ آمده است که شکل ۳ ساختار پاسخ دانش آموزان گروه کاوشگری را نشان می دهد و شکل ۴ مربوط به ساختار پاسخ دانش آموزان گروه سنتی است. البته در این ساختارهای پاسخ مشاهده می‌شود که بعضی از ساختارهای پاسخ به شکل سلسله وار وابسته وکاملاً مرتبط نیستند. بر اساس تحلیل آماری یک تفاوت معناداری (p= ۰/۰۰۵) بین ساختار پاسخ دو گروه از دانش‌آموزان وجود دارد. در این ساختارهای پاسخ برای مثال ۳ (Q) به این معنی است که فقط سه نفر از دانش‌آموزان به همه سوالات پاسخ صحیح داده اند ۹ (۱،۲،۳،۴) به این معنی است که ۹ نفر از دانش‌آموزان به سوالات شماره (۱،۲،۳،۴) پاسخ صحیح داده‌اند یا ۵ (0) به این معنی است که ۵ نفر از دانش آموزان نتوانسته‌اند به هیچ یک از سوالات پاسخ صحیح بدهند. شکل (۴-۱) و (۴-۲) نشان می‌دهد که ساختارهای پاسخ تنها ۲۱ حالت پاسخ برای گروه اول یعنی گروه کاوشگری و ۲۵ حالت پاسخ برای گروه دوم یا گروه سنتی دارند؛ بجای داشتن ۶۴ حالت ممکن، چون می‌دانیم که برای ۶ سوال که می‌توانند ۲پاسخ داشته باشند تعداد حالت‌های پاسخ ممکن به این روش محاسبه می‌شود: ۶۴=۲(۶). با بررسی ساختاردانش معلوم می‌شود که ساختارهای پاسخ ابتدایی حاصل از پاسخ‌های دانش‌آموزان کاملاً به شکل سلسله‌ای پیوسته و مرتبط نیستند. برای مثال در شکل (۴-۱) حالت‌های پاسخ (۶و۵و۴و۳و۱) و(۴و۳) به صورت سلسله‌وار و پیوسته نیستند. و همینطور برای شکل (۴-۲) حالت (۶و۵و۴و۲و۱)و (۶و۴و۳و۱) یا حالت های(۶و۳و۱) (۵و۴و۱)و (۴و۳و۱)و(۵و۲) دارای تسلسل و ارتباط با دیگرحالت‌ها نیستند. پس از بدست آوردن ساختار پاسخ و پیدا کردن قسمت‌هایی که با همدیگر ارتباط ندارند باید کار را ادامه دهیم تا به ساختار دانش برسیم. پس از انجام محاسبات توسط نرم‌افزار ساختار دانش نهایی را رسم می‌کنیم. در ساختارهای دانش نهایی مشاهده می‌شود که ساختار مربوط به گروه کاوشگری از نظم و انسجام بیشتری برخوردار است که در قسمت‌های بعد توضیحات کامل آورده شده است.

مسیر مناسب آموزش مفاهیم شیمی بوسیله نظریه فضای دانش نیز بررسی شد که نتایج آن در شکل ۵ و ۶ آمده است. ساختارهای دانش نشان داده شده در شکل۳ و ۴ مربوط به دانش‌آموزان گروه کاوشگری و سنتی براساس ساختارهای پاسخ اولیه به خوبی تکمیل شده‌اند. در این ساختارها تعداد پاسخ‌های پیش‌بینی شده برای هر حالت دانش توسط نرم‌افزار پاتربه صورت بالاوند نشان داده شده است. در شکل‌های (۳-۴) و (۴-۴) مشاهده می‌شودکه ساختار دانش برای دانش‌آموزان گروه دوم شامل ۲۹ حالت دانش است ونسبت به ساختار دانش دانش‌آموزان گروه اول که دارای۲۳ حالت دانش می‌باشد پیچیده‌تر است. بنابراین این اختلاف تعداد حالت‌های دانش در ساختار دانش نشان می‌دهد که دانش در دانش‌آموزان گروه دوم سازماندهی و نظم کمتری نسبت به دانش‌آموزان گروه اول دارد. از بین همه مسیرهای که از (0) تا (Q) وجود دارند محتمل‌ترین مسیرممکن (مسیری که دارای بالاترین مقدار، از نظر تعداد پاسخ‌های داده شده برای حالت‌های پاسخ هر ردیف درساختار دانش) را به عنوان مسیر یادگیری بحرانی برای هر گروه از دانش آموزان می‌شناسیم. در پایین مسیرهای بحرانی بدست آمده از این روش را با مسیری بحرانی که متخصصان شیمی تعریف کرده‌اند مقایسه شده است.مسیری که متخصصان و معلمان شیمی‌برای یادگیری مفاهیم شیمی‌مطرح کرده‌اند مسیر زیر می‌باشد:

دانسیته ← درصد جرمی ← جرم مولی
← حجم مولی ← تمرینات ← مسأله

اما مسیرهایی که در این پژوهش برای گروه‌های کاوشگری و سنتی به دست آمد عبارتند از:
متخصصان شیمی‌معتقد هستندکه دانش‌آموزان جرم مولی را بعد از مهارت در محاسبه درصد جرمی می‌آموزند؛ اما در محاسباتی که انجام شده‌است، مشخص شد که شکل‌گیری

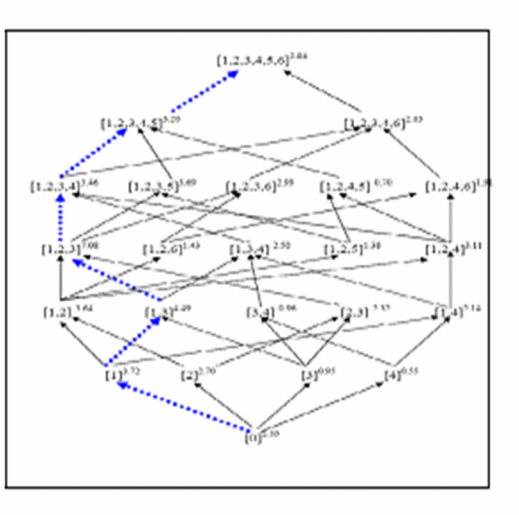
مسیر مناسب برای افراد آموزش دیده به روش کاوشگری

مسئله ← تمرین ← حجم مولی ← درصد جرمی ← جرم مولی ← دانسیته

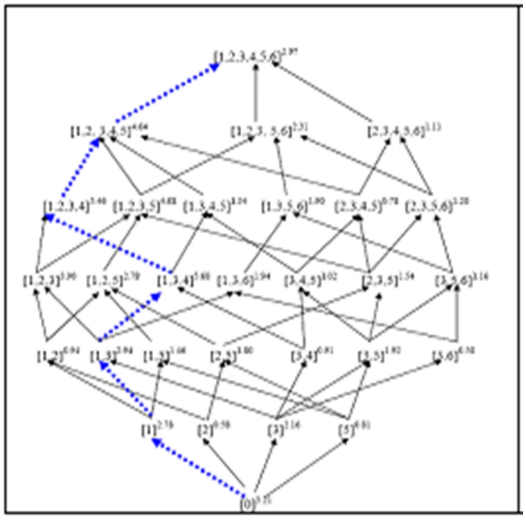
مسیر مناسب برای افراد آموزش دیده به روش سنتی

مسئله ← تمرین ← درصد جرمی ← حجم مولی ← جرم مولی ← دانسیته

شکل ۵. ساختار دانش دانش‌آموزان گروه کاوشگری[1]



شکل ۶. ساختار دانش دانش‌آموزان گروه سنتی[2]



۱ و۲ـ مسیر آموزش بحرانی با خط تیره نمایش داده شده است

جرم مولی نسبت به درصد جرمی‌برای دانش‌آموزان گروه کاوشگری مقدم است احتمالا دلیل این امراستفاده و کارآیی بیشتر جرم مولی نسبت به درصد جرمی باشد. اما در دانش‌آموزان گروه سنتی این مفاهیم دور از هر رتبه‌بندی وسلسله مراتب دیگری قرار گرفتند. احتمال دارد که دانش‌آموزان گروه سنتی مفاهیم دانسیته، جرم مولی، حجم مولی و درصد جرمی را بوسیله تکرار بیاموزند اما آنها یاد نخواهند داشت که چگونه دانسیه از حجم مولی وجرم مولی محاسبه می‌شود. یادگیری طوطی‌وار در روش سنتی این مشکل را ایجاد می‌کند که دانش‌آموزان نتوانند ارتباط بین مفاهیم وکاربرد مفاهیم آموخته شده برای حل کردن یک مسئله جدید را یاد بگیرند.

در نهایت برای بررسی تأثیر آموزش استوکیومتری به روش کاوشگری بـر افـزایش سـطح نگـرش شـیمی از آزمـون t وابسته استفاده شد. یافته ها نشان داد تفاوت دو گروه معنی دار اسـت (p =۰/۰۵ ، t =-۷/۷۵۱) مـی‌تـوان چنـین نتیجه‌گیری کرد که تفاوت معنی‌داری بین سبک کاوشگری و سنتی در نگرش دانش‌آموزان وجود دارد.

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش ساختار شـناختی دانـش در دانـش آمـوزان سال سوم دبیرسـتان بـا اسـتفاده از نظریـه فضـای دانـش بررسی شد. نتایج پژوهش نشان داد که دانش‌آموزانی که به روش کاوشگری آموزش دیده‌اند در مقایسه با دانش‌آمـوزان آمـوزش دیـده بـه روش سـنتی دارای سـاختارهای دانـش منسجم تری هستند که نتایج این بخش از پژوهش نیـز بـا یافته های مطالعه تاف و لادنی (۲۰۰۷) نیـر همسـو اسـت. همچنین مسیر یادگیری بحرانی در آنها نزدیک‌تر به مسـیر یادگیری کارشناسان تعلیم و تربیت اسـت کـه ایـن مطلـب بیانگر این واقعیت است که یادگیری در آنها عمیق‌تـر و بـا دوامتر است. مناسب‌ترین مسیری که جهت آموزش مفهـوم استوکیومتری برای گروه آموزش دیده به روش سنتی وجود دارد، مسیر زیر است:

مسئله ← تمرین ← درصد جرمی ← حجم مولی ← جرم مولی ← دانسیته

اما نتایج پـژوهش نشـان داد مسـیر مناسـب بـرای روش کاوشگری مسیر زیر است:

مسئله ← تمرین ← حجم مولی ← درصد جرمی ← جرم مولی ← دانسیته

نتایج این بخش از پژوهش با یافته‌های پژوهش تـاپ‌فـرا و نـوری (۲۰۰۰) و آرس‌آسـینام (۲۰۰۴) نیـز همسـو بـود. حالت‌های دانش در گروه‌های مختلف متفـاوت اسـت. ایـن اختلاف بستگی به نحوه آموزشی دارد که فراگیـران بـا آن سبک آموزش مطالب را فرا گرفتـه انـد. در دو گـروه مـورد آزمایش ما نیز این حالت ها متفاوت بودند. درگروه آمـوزش دیده به روش کاوشگری نسبت به روش سنتی تعـداد ایـن حالت ها و پراکنـدگی‌شـان کمتـر بـود کـه نشـان دهنـده یادگیری بهتر و با دوام بیشتر است حال آنکـه زیـاد بـودن تعداد حالت های دانش در گروه سنتی حکایت از بی نظمی و انسجام کمتر دانش در این گروه است.

پس از ترسـیم سـاختارهای دانـش نهـایی بـرای دو گـروه آمـوزش بـه روش کاوشـگری و آمـوزش بـه روش سـنتی مشاهده شد که در ساختار آموزش سنتی تعداد حالت هـای دانـش ۲۵ حالـت بودنـد در حـالی کـه درسـاختار آمـوزش کاوشگری تعدادحالت های دانـش ۲۱ حالـت بودنـد و ایـن نشان‌دهنده بهبود ساختار دانش در روش کاوشگری اسـت. همچنین نتایج پژوهش نشان داد که میانگین رشد دو گروه کاوشگری و سنتی در نمره نگرش به ترتیـب برابـر ۳/۵۸ و ۱/۰۸ است که معنی دار بودند. یعنی استفاده از سبک هـای کاوشگری تأثیر مثبت بیشتری بـر نگـرش دانـش آمـوزان دارد. این یافته با یافته‌های پـژوهش پورصـباحیان (۱۳۸۷) نیز همسو بود.

با توجه به یافته‌های پژوهش می‌تـوان نتیجـه گرفـت کـه برای یادگیری معنی‌دار، روش‌کاوشـگری نسـبت بـه روش معمول‌موفق‌ترعمل مـی‌کنـد؛ زیـرا درآمـوزش کاوشـگری کلاس از حالت معلم محوری خارج‌شده ودانـش‌آمـوزان در فرآیند آمـوزش مشـارکت فعـال دارنـد. تحـول در نگـرش بالاترین سطح یادگیری علمی است. اینکه ارتقاء نگرش در گروه آموزش سنتی معنـی‌دار نشـد و در گـروه کاوشـگری چشم‌گیر بود، بدان معنـی اسـت کـه احسـاس و نگـرش و عقیده فراگیران زمانی بهتر می‌شود که بتوانند بـا انگیـزه و فعالیت بیشتر به یـادگیری مباحـث بپردازنـد؛ امـا در روش سنتی چون دانش‌آموزان به شکل فعال در مباحث آمـوزش شرکت داده نمی‌شوند، انگیزه لازم برای یادگیری را ندارند. بنابراین‌آموزش به شکل کاوشـگری باعـث ایجـاد نگـرش مثبت در فراگیران می‌شود. در تحقیقـات کلـی (تـاگ پـرا، ۲۰۰۲؛ تاف، ۲۰۰۷؛ جهانی فـر، ۱۳۸۷؛ ملکـی و مصـطفی پور،۱۳۹۴) که در زمینه آموزش کاوشگری و سنتی تـاکنون انجام شده نتایج مختلفی حاصل شـده اسـت کـه البتـه در مورد افزایش مهارت‌ها و بهبود نگرش فراگیـران از طریـق شیوه کاوشگری یک اتفاق نظر نسبی دیده می‌شود؛ امـا در زمینه به یادسپاری و یادآوری آموخته‌ها در دو روش سـنتی و کاوشـگری تفـاوت‌هـایی در برونـداد پـژوهش‌هـا دیـده می‌شود. اگر با نگاهی دقیق به قضـیه نگـاه شـود؛ عـواملی چون شرایط فرهنگی ـ اجتماعی، ویژگی‌های روحـی وسـن فراگیران و میزان آمادگی آنان، امکانات وشـرایط آموزشـی، معلم یا مربی، نـوع موضـوع درسـی مـورد آمـوزش، زمـان وطول دوره آموزشی، نوع برون داد مورد توجه وشاید ده‌هـا عامل دیگر همگی می‌تواند بر نتایج کار پـژوهش تـأثیرات عمده‌ای بگذارند. به نظر می‌رسد در کشور مـا هـم بررسـی آموزش‌های شیمی‌و شیوه‌های تدریس‌آن جـای تفحـص و بررسی دارد. لذا با توجه بـه یافتـه‌هـای پـژوهش پیشـنهاد

می‌شود: از آنجایی که روش کاوشگری در جهت افزایش میزان یادگیری فراگیران از جمله در افزایش قدرت درک و فهم روابط ،کاربرد دانسته ها در شرایط متفاوت، تجزیه و تحلیل و ارزشیابی از مسائل در زمینه آموزش شیمی مؤثر خواهد بود. روش های سخنرانی و معمول باید به عنوان ابزاری در خدمت کاوشگری باشند تا معلم بتواند به وسیله آنها دانش آموز را هدایت کند نه اینکه تنها دانش را منتقل سازد. بر این اساس به معلمان شیمی پیشنهاد می‌شود برای تدریس موثر شیمی، مولفه‌های کاوشگری را برای بهبود فرآیند تدریس بکاربرند. هنوز بسیاری از معلمین و دبیران خود با این روش آشنایی ندارند و دوره‌های تربیت معلمان و دبیران علوم، فاقد این سر فصل است. پیشنهاد می‌شود که در دوره‌های تربیت دبیر و ضمن خدمت در کنار آموزش های عمومی که برای هر معلم ضروری به نظر می رسد، معلمان علوم و دبیران شیمی با این روش تدریس و کلیه مولفه‌های آن آشنایی کامل پیدا کنند. برنامه درسی و اجرای صحیح آن مستلزم هماهنگی واتحاد بین همه مواد و قسمت‌های آن است. بهتر است برنامه‌ریزان درسی در رشته شیمی مطالب مربوط به استوکیومتری یا مباحث نظیر آن مثل کوانتوم را بر اساس الگوی کاوشگری طراحی نمایند.

منابع

Ahmadian, M., Aghazadeh, M. (2000). Manual for new methods of teaching. (2nd ed.). Aeeje publication. [Persian]

Amand, M. (1995) Active teaching methods. Journal of teacher development, 12, 2, 33-36. [Persian]

Arasasingham R., Taagepera M., Potter F. and Lonjers S., (2004). Using knowledge space theory to assess student understanding of stoichiometry, Journal of Chemical Education, 81(2), 15-17.

Arasasingham R., Taagepera M., Potter F., Martorell I. and Lonjers S., (2005). Assessing the effect of web-based learning tools on student understanding of stoichiometry using knowledge space theory, Journal of Chemical Education, 82, 1251-1262.

Badryan, A. (2006). WWW.Bardian.Blogfa. com./2009/4/11. [Persian].

Blair, K., Schwartz, D.L., Biswas, G., & Leelawong, K. (2007). Pedagogical agents for learning by teaching: Teachable Agents. Educational Technology, 47(1), 56-61.

Jahnifar, M. (2008). Effectiveness Study of work and energy with Inquiry method for problems with resolving the way students learn according to their talent, MA thesis, University of Tehran Shahid Rajai. [Persian]

Khalili, M. (1986). Structures in learning and education in an explanatory ways. Journal of education, 4, 2, 23-34. [Persian]

Leon, M. R. (2015).Science teachers understanding of inquiry-based science teaching (IBST): Case of Rwandan lower secondary school science teachers. Rwandan Journal of Education, 2(1), 77-90.

Liu, C., & Long, F. (2014, January). The Discussion of Traditional Teaching and Multimedia Teaching Approach in College English Teaching. In 2014 International Conference on Management, Education and Social Science (ICMESS 2014). Atlantis Press.

Mirzaee, A., Kouhi, R. (2008). Active approaches in education and learning. The first national conference on education. Shahid Rajaee University. [Persian]

Monire, G. (2004). Investigating of Inquiry educational effect in science course on student Academic achievement and creativity, MA thesis of Educational Sciences, Allameh Tabatabaei University. [Persian]

Palmer W. (2003). Simple, surprising, useful. Three questions for judging teaching methods. Journal of Pedagogy, 3(2), 285-7.

PourSabhian, M. (2008). Investigating of physics learning, attitudes and skills in with Inquiry method teaching and compare it with the conventional method in laboratory lesson electricity, MA thesis, University of Tehran Shahid Rajai [Persian].

Safawi, A. (2013). Methods and teaching techniques, Contemporary Publication. [Persian]

Shabani, H. (2005). Educational skills, methods and teaching skills (3 rd. ed.). Samt Publication. [Persian].

Taagepera, M. & Noori, S. (2000). Mapping students' thinking patterns in learning organic chemistry by the use of knowledge space theory. Journal of Chemical Education, 77, 1224-1229.

Taagepera, M., Arasasingham, R., Potter, F., Soroudi, A., & Lam, G. (2002). Following the development of the bonding concept using knowledge space theory. Journal of Chemical. Education, 79(6), 756-783.

Tóth, Z. & Ludányi, L. (2007). Combination of phenomenography with knowledge space theory to study students' thinking patterns in describing an atom. Chemistry Education: Research and Practice, 8,327-336.

Wang, J. R., & Lin, S. W. (2008). Examining reflective thinking: A study of changes in methods students' conceptions and understandings of inquiry teaching. International Journal of Science and Mathematics Education, 6(3), 459-479.

Wildy, H. & Wallace, J., (1995). Teaching for understanding. Journal Research Science Teaching, 3, 17-21.