

The Effect of using Dynamic Visualizations and Knowledge Integration Framework on Chemistry Learning of tenth grade high school female Students in Tehran

A. Taghizade*, Phd student of educational technology, Department of Educational Studies, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Ataghizade672@gmail.com

M. Maleki, Phd student of educational technology, Department of Educational Studies, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Abstract

The use of knowledge integration framework will result in relating different individual ideas of learners and will lead to a collective idea about concept of a phenomena among learners. Using dynamic visualizations, learners will be able to view and test phenomena in the non-visible levels. So, this study was conducted with the aim of examining the effect of using dynamic visualizations and knowledge integration framework on chemistry learning of tenth grade high school female students. In this research, the pretest-posttest, quasi-experimental method with control group was used. Statistical Population consisted of all tenth grade high school female students in Tehran, using convenience sampling method, 34 students were selected as the sample and were randomly assigned into two experimental and control groups. Measuring the instrument was a researcher-made tool for measuring academic achievement in chemistry lesson consisted of 13 items designed to test the relationship between learners' ideas towards a concept and different levels of chemistry. Before starting the course, a pre-test was performed in both groups, dynamic visualizations and knowledge integration framework strategy was used in experimental group in six 60-minutes sessions while the control group were taught using traditional teaching method in five 60-minutes sessions. Post-test was conducted in both groups. Results of covariance analysis confirmed the effect of using knowledge integration framework and dynamic visualizations in comparison with the traditional teaching method and the difference between the experimental and control group in terms of chemistry performance after the posttest ($F=41.462, p<0.0001$). Findings showed that the group which has been taught using the dynamic visualizations and knowledge integration framework, established a better relationship between different levels of chemical reactions. In addition, the use of knowledge integration framework helped students to have a common understanding toward concepts of phenomena and systematically understand the connections between different ideas in a phenomenon.

Keywords: Simulation, chemistry lesson, dynamic visualizations, knowledge integration framework, tenth grade high school female students.

* Corresponding Author

رویکردهای نوین آموزشی

دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه اصفهان

سال چهاردهم، شماره ۱، شماره پیاپی ۲۹، بهار و تابستان ۱۳۹۸

ص ۱۴-۱ تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۱۳

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22108/nea.2019.107569.1151

تأثیر استفاده از چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی پویا بر یادگیری دانش آموزان دختر پایه دهم مقطع متوسطه شهر تهران در درس شیمی

عباس تقی زاده*، دانشجوی دکتری تکنولوژی آموزشی، گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
ataghizade672@gmail.com

مائده مالکی، دانشجوی دکتری تکنولوژی آموزشی، گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

به کارگیری چارچوب ترکیبی دانش، ارتباط دهنده بین ایده‌های متفاوت فردی یادگیرندگان است و آنها را از مفهوم یک پدیده به ایده‌ای جمعی می‌رساند. با استفاده از تصویرسازی‌های پویا، دانش آموزان می‌توانند پدیده‌ها را در سطوح مشاهده‌ناپذیر، مشاهده و آزمایش کنند. به همین منظور این مطالعه با هدف بررسی تأثیر استفاده از چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا بر یادگیری دانش آموزان دختر پایه دهم مقطع متوسطه در درس شیمی انجام شده است. روش پژوهش شبه‌آزمایشی و بر اساس طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بوده است. جامعه آماری پژوهش، همه دانش آموزان دختر پایه دهم مقطع متوسطه شهر تهران هستند که به روش نمونه‌گیری در دسترس ۳۴ نفر انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل گمارده شدند. ابزار تحقیق شامل آزمون محقق‌ساخته سنجش پیشرفت تحصیلی فراگیران در درس شیمی و دارای ۱۳ سؤال بود که به منظور آزمون ارتباط بین ایده‌های یادگیرندگان درباره یک مفهوم و ارتباط بین سطوح مختلف شیمی طراحی شده بود. روند کار به این صورت بود که پیش از شروع آموزش، پیش‌آزمون برای هر دو گروه اجرا شد. گروه آزمایش در ۶ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای، با استفاده از چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا و گروه کنترل نیز در ۵ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای به شیوه تدریس سنتی آموزش دیدند. پس از اتمام آموزش، از هر دو گروه پس‌آزمون گرفته شد. نتایج حاصل از تحلیل کواریانس، نشان‌دهنده تأیید فرضیه پژوهش مبنی بر تأثیر استفاده از چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا در مقایسه با شیوه تدریس سنتی و تفاوت بین گروه آزمایش و کنترل از لحاظ عملکرد شیمی در پس‌آزمون بوده است ($F=41.462$ ، $p<0.0001$). براساس نتایج این پژوهش، گروهی که با روش چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی پویا آموزش دیده بودند، رابطه بهتری را بین سطوح مختلف واکنش‌های شیمیایی برقرار کردند. علاوه بر این به کارگیری چارچوب ترکیبی دانش به دانش-آموزان کمک کرد تا درک مشترکی از مفاهیم پدیده‌ها داشته باشند و ارتباطات بین ایده‌های مختلف در یک پدیده را به‌طور نظام‌مند درک کنند.

واژه‌های کلیدی: شبیه‌سازی، درس شیمی، تصویرسازی پویا، چارچوب ترکیبی دانش، دانش آموزان دختر مقطع متوسطه.

* نویسنده مسئول

Copyright©2019, University of Isfahan. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

مقدمه

یادگیری پدیده‌های شیمی اغلب شامل فهمیدن و ارتباط برقرار کردن بازنمایی‌ها در سه سطح، کوچک یا مولکولی و اتمی (مانند تعاملات اتمی)، نمادین (مانند معادلات) و مشاهده‌پذیر یا بزرگ (مانند تغییر رنگ) انجام می‌گیرد. به‌ویژه سطح کوچک آن که اغلب با چشم مستقیم دیده نمی‌شود و برای یادگیری مفاهیم شیمی بسیار مهم به شمار می‌آید (مگانی^۱، ۲۰۱۴). دانش‌آموزان اغلب در فهمیدن یا برقراری ارتباط میان بازنمایی این سه سطح با مشکل روبه‌رو می‌شوند (ناخله^۲، سامارپونگاوان و ساگلام، ۲۰۰۵). آنها برخی از پدیده‌ها را در آزمایشگاه مشاهده می‌کنند، تصاویر مولکولی از پدیده‌ها را در کتاب‌های درسی می‌بینند و از نمادها برای حل مسائل استفاده می‌کنند؛ اما نمی‌توانند بین این سطوح ارتباط برقرار کنند. برای مثال دانش‌آموزان ممکن است بتوانند مسئله‌ای را با استفاده از فرمول حل کنند، اما این را کمتر درک می‌کنند که چگونه معادله نمادین در سطح مولکولی معنا پیدا می‌کند (مگانی، ۲۰۱۴).

در مطالعه ای آبرزن و کاسگرو^۳ (۱۹۸۳) از دانش‌آموزان خواستند تا محتواهای حباب‌ها را درون قابلمه آب جوش شرح دهند. دانش‌آموزان ۸ تا ۱۷ سال گفتند که حباب‌ها از هوا، هیدروژن یا اکسیژن تشکیل شده است؛ در حالی که پاسخ‌های آنها باید چیزهایی چون بخار آب، بخار یا مولکول‌های آب باشد. بوندر^۴ (۱۹۹۱) همین سؤال را از دانشجویان فارغ‌التحصیل شیمی دانشگاه پرسید که ۲۵ درصد از ۱۳۰ دانشجو معتقد بودند حباب‌ها از هوا، اکسیژن یا گاز هیدروژن تشکیل شده‌اند یا اینکه هوا در آب حل می‌شود یا اینکه ظروف دارای بسته‌هایی از هوا هستند که وقتی آب گرم می‌شود، افزایش می‌یابند. بنابراین اغلب دانش‌آموزان نمی‌توانند ذرات کوچک را ببینند، به این دلیل که به چشم خود آنها را ندیده‌اند.

واکنش‌های شیمیایی موضوعی چالش‌برانگیز در شیمی است که درک آن برای دانش‌آموزان بسیار مهم است. دانش‌آموزان نیاز دارند تا سطوح مختلف (نمادین، مولکولی و قابل مشاهده) این پدیده را درک کنند و بین بازنمایی‌های مختلف از این پدیده ارتباط برقرار کنند (گیلبرت و تراگوست^۵، ۲۰۰۹). در این بین، تصویرسازی‌های پویا^۶ این امکان را به یادگیرندگان می‌دهد تا فرایندهای مشاهده‌ناپذیر، مانند تعاملات شیمیایی پویای مولکولی و تغییرات سطوح آشکار و مشاهده‌پذیر، نمادین و مولکولی یک پدیده را به طور یکجا مشاهده کنند. یادگیرندگان می‌توانند ایده‌های خود را از طریق یک بازنمایی به دست آورند و آن را با دانش حاصل از طریق بازنمایی دیگر ترکیب کنند (سیفرت^۷، ۲۰۰۳). در مقایسه با تصویرسازی‌های ثابت که شاخص‌هایی چون فلش را به منظور تغییرات زمانی استفاده می‌کنند، تصویرسازی‌های پویا به راحتی تغییرات زمانی را نمایش می‌دهند و درک بهتری از پدیده مدنظر ایجاد می‌کنند (اوگورو، اردوران و ماتیتلا^۸، ۲۰۱۵).

1-Mnguni

2- Nakhleh, Samarapungavan&Saglam

3- Osborne&Cosgrove

4- Bodner

5-Gilbert&Treagust

6- Dynamic Visualizations

7-Seufert

8-Evagorou, Erduran, & Mantyla

کارلیس و اسپیتولنیک^۱ (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای از دانش آموزان سال ششم خواستند بهترین گزینه برای کمک به یادگیری علوم را در بین گزینه‌هایی مانند تصویرسازی‌ها، توضیحات، خواندن، کمک کنندگان و معلمان را انتخاب کنند. دو سوم آنها تصویرسازی‌ها را انتخاب کردند (کارلیس و اسپیتولنیک، ۲۰۰۸). مطالعات گوناگونی نشان داده است تصویرسازی‌ها یادگیری را در موضوعات مختلف شیمی افزایش می‌دهد. کاربرد این روش در تمامی علوم از جمله فیزیک و زیست‌شناسی مفید و کاربردی است (باراک و دوری^۲، ۲۰۰۵؛ فرایلیش، کاسنر و هوستین^۳، ۲۰۰۹؛ سانگر، برچسین و هینک^۴، ۲۰۰۱). سانگر و همکاران (۲۰۰۱) دریافتند دانشجویانی که پویانمایی انتشار مولکول‌های عطر و اسمز^۵ مولکول‌های آب را مشاهده کردند، درک بهتری از حرکت تصادفی و ثابت ذرات در مقایسه با کسانی که این شرایط را نداشتند، نشان دادند. مارباچ، رتباين و استاوی^۶ (۲۰۰۸) دریافتند تصویرسازی پویا، ابزاری قوی برای تدریس فرایندهای پویا محسوب می‌شود. وو، کراجیک و سولوی^۷ (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند تصویرسازی‌ها نه تنها یادگیری را ارتقا می‌دهد، بر روی چگونگی تعامل یادگیرندگان با یکدیگر نیز تأثیر می‌گذارد.

اگرچه تحقیقاتی درباره مؤثر بودن نقش تصویرسازی‌ها شکل گرفته، محققان همچنان هشدار می‌دهند ممکن است تصویرسازی‌ها همیشه مؤثر نباشند. برای مثال وراسکای، موریسون و بترانکورت^۸ (۲۰۰۲) به این نتیجه رسیدند پویانمایی‌ها در برابر تصاویر ثابت تأثیر متفاوتی ندارند. علاوه بر این تصویرسازی‌ها ممکن است مانند سخنرانی‌ها اطلاعات را منتقل کنند، اما نتوانند تأثیرگذار باشند یا تصویرسازی‌ها مانند آزمایش‌ها ممکن است تعاملی باشند، اما نتوانند اطلاعات خود را به‌طور معناداری منتقل کنند (لین و ایلون^۹، ۲۰۱۱).

لوو (۱۹۹۹) معتقد است هنگامی که یادگیری با تصویرسازی باشد، ممکن است یادگیرندگان با چالش‌های فراوانی روبه‌رو شوند. آنها با وظایف یادگیری پیچیده‌ای روبه‌رو می‌شوند و نیاز دارند تا چگونگی و طرز کار هر یک از بازنمایی‌ها، روابط میان بازنمایی‌ها و چگونگی ارتباط تصویرسازی‌ها را با مفاهیمی که قصد بازنمایی‌شان را دارند، درک کنند. بدون چنین دانشی زمانی که قصد داریم یک پویانمایی اتمی از یک پدیده مشاهده‌پذیر مانند ذوب شدن را نمایش دهیم، دانش-آموزان صرفاً چندین توپ در حال حرکت را می‌بینند (کوک، ویب و کارتر^{۱۰}، ۲۰۰۸). علاوه بر این، ممکن است تصویرسازی‌ها آنقدر ساده به نظر برسند و یادگیرندگان فقط به ویژگی‌های ظاهری آنها توجه کنند و ویژگی‌های مفهومی مرتبط با آنها را نادیده بگیرند.

1-Corliss&Spitulnik

2- Barak & Dori

3- Frailich, Kesner & Hofstein

4 -Sanger, Brecheisen & Hynek

5- osmosis

6- Marbach, Rotbain&Stavy

7- Wu, Krajcik & Soloway

8- Tversky, Morrison & Betrancourt

9- Eylon

10 -Cook , Wiebe & Carter

لین و آیلون (۲۰۱۱) معتقدند تصویرسازی‌ها به مجموعه‌ای از فعالیت‌های آموزشی نیاز دارند تا یادگیرندگان بتوانند بین تصویرسازی‌ها و ایده‌های خود ارتباط برقرار کنند. به نوعی، استفاده از تصویرسازی‌ها نیازمند بهره‌گیری از یک چارچوب و یا رویکرد طراحی آموزشی است که در این مطالعه از چارچوب ترکیبی دانش^۱ استفاده شده است. این رویکرد، چارچوبی مبتنی بر جستار بوده که لین^۲ (۱۹۹۵) ارائه داده است. در این چارچوب یادگیرندگان به منظور ارائه ایده‌هایشان هدایت می‌شوند، به ایده‌های جدید دقت و توجه می‌کنند، بین ایده‌ها تمایز قائل می‌شوند و روی ایده خود انعکاس می‌دهند.

چارچوب ترکیبی دانش با تأکید بر ارتباط برقرارکردن بین ایده‌های مختلفی که هریک از یادگیرندگان نسبت به پدیده‌های علمی و سطوح بازنمایی‌های آنها دارند، چارچوبی برای طراحی برنامه‌ی درسی و سنجش یادگیرندگان ارائه داده است (لین و ایلون، ۲۰۱۱). چارچوب ترکیبی دانش بر روی ارتباط نظرات یادگیرندگان از چندین دیدگاه تأکید می‌کند (آدانا، تراندل و ایروینگ^۳، ۲۰۱۰). براساس این رویکرد، یادگیرندگان ایده‌های گوناگونی از پدیده‌های علمی براساس موقعیت‌ها و تجربیات گوناگون دارند (سانگر و لین، ۲۰۰۶). برخی از این ایده‌ها علمی، اصولی و منسجم هستند؛ در حالی که مابقی شاید این‌گونه نباشند. تحقیقات نشان می‌دهد آموزش زمانی تأثیرگذار است که فرصت‌های کافی برای یادگیرندگان به منظور ترکیب مشاهداتشان و ارتباط با دانش پیشین آنها از طریق انعکاس و بحث فراهم شود (لین، دیویس و بل^۴، ۲۰۰۴). این رویکرد دارای چندین فرااصل (لین و آیلون، ۲۰۰۶) و یک چارچوب آموزشی (لین و همکاران، ۲۰۰۴) است. فرااصل‌های ارائه‌شده بر اساس نتایج چندین بافت و برنامه‌های تحقیقاتی ارائه شده است. یکی از مبنای اصلی فرااصل‌ها، آن است که یادگیرندگان دارای ایده‌های غنی، متنوع و اغلب متضاد درباره‌ی هر پدیده علمی هستند (لین و ایلون، ۲۰۱۱). فرااصل‌های رویکرد یادگیری ترکیبی دانش عبارت‌اند از:

- دسترس‌پذیر ساختن علوم^۵: برآوردن این امکان که یادگیرندگان بین دانش قبلی و جدید ارتباط برقرار کنند و به ارتباط پدیده‌ی مدنظر با زندگی اشاره شود.
- مشاهده‌پذیر کردن تفکر^۶: نشان‌دادن اینکه چگونه ایده‌ها به یکدیگر مرتبط شده و سازماندهی می‌شوند.
- کمک به یادگیرندگان تا از یکدیگر یاد بگیرند^۷: با تشویق کردن یادگیرندگان به منظور ارائه و درمیان گذاشتن ایده‌هایشان با یکدیگر و ترغیب آنها به منظور ارائه معیار و دلیل و تجدید نظر فهم‌شان از پدیده‌ی مدنظر.
- ارتقای استقلال و یادگیری پایدار و ماندگار^۸: کمک به یادگیرنده به منظور اصلاح دانش خود به روش نظارت کردن و بازتاب دادن (لین و سی، ۲۰۰۰).

1- knowledge integration

2- Linn

3- Adadan, Trundle & Irving

4- Linn, Davis & Bell

5- Making science accessible

6- Making thinking visible

7- Helping students from others

8- Promoting autonomy

لین و آیلون (۲۰۰۶) اذعان داشتند ارائه این اصول به منظور کمک به طراحان آموزشی کافی نیست؛ بنابراین برای اثربخشی این اصول و ارتقای یادگیری از طریق رویکرد ترکیبی دانش، به ارائه یک چارچوب آموزشی پرداختند. این چارچوب شامل موارد زیر است:

- استخراج ایده‌های یادگیرنده (مثل مشاهدات موجود نسبت به احتراق هیدروژن)
- اضافه کردن ایده‌های جدید به منظور ایجاد درک و فهم (بازنمایی مولکولی از واکنش شیمیایی)
- کمک به یادگیرندگان برای اصلاح و مرتب کردن مجموعه‌ای از ایده‌ها (پرسیدن توضیحات درباره اینکه چگونه تصویرسازی مولکولی به مشاهدات آنها ربط پیدا می‌کند)
- ایجاد معیار برای ارزشیابی ایده‌ها (پرسیدن از یادگیرندگان به منظور ترسیم مهم‌ترین فرایندهای شیمیایی مولکولی حین احتراق آتش) (لین و آیلون، ۲۰۰۶).

یادگیرندگان از طریق درگیر شدن در فرایندهای ترکیب دانش، متوجه می‌شوند ایده‌هایشان با دیگران متضاد است و فعالانه می‌توانند دانش خود را اصلاح کنند. یادگیرندگانی که به‌طور هدفمند در این فرایندها مشارکت می‌کنند می‌توانند مهارت‌های یادگیری ماندگار و پایدار را کسب کنند.

لین و آیلون (۲۰۱۱) معتقدند اگرچه جدال درباره ارزش تصویرسازی‌ها در آموزش علوم همچنان وجود دارد، تحقیقات نشان داده‌اند ارزش تصویرسازی‌ها هنگامی افزایش می‌یابد که به‌طور مناسبی طراحی شوند، با دانش یادگیرندگان در تناسب باشند و در الگوها و چارچوب‌های مناسب طراحی آموزشی ادغام شوند. به کارگیری تصویرسازی‌های پویا درون چارچوب آموزشی ترکیبی دانش باعث می‌شود دانش‌آموزان به ساخت دانش موجود، اضافه کردن ایده‌های اصولی علمی، شناسایی ایده‌های متضاد با خود و بازنگری و بازبینی فهم‌شان تشویق شوند. لین و سی (۲۰۰۰) مطالعاتی را با ادغام تصویرسازی درون پروژه‌های طراحی شده با رویکرد جستارورزی^۱ گزارش داده‌اند که تأثیرات قوی روی درک دانش‌آموزان داشته‌اند. لین و آیلون (۲۰۱۱) معتقدند زمانی تصویرسازی‌ها مؤثر واقع می‌شوند که از راهبردهایی مانند پیشگویی کردن، مشاهده برون‌داده‌ها، سؤال درباره ایده‌های دانش‌آموزان، تمایزگذاری بین ایده‌های و انعکاس آنها بر روی نتایج، استفاده شود. با توجه به اینکه یادگیرندگان به‌ندرت می‌توانند به‌تنهایی از این راهبردها استفاده کنند، طراحان باید با تسهیل و ارائه چنین فعالیت‌هایی منافع تصویرسازی‌ها را دوچندان کنند. علاوه بر این، به یادگیرندگان کمک کنند تا بتوانند ایده‌های جدیدی را که با آنها مواجه می‌شوند با ایده‌های قبلی خود ترکیب و بازبینی کنند. ایجاد ترسیم از سوی خود دانش‌آموزان در رویکرد ترکیبی دانش، راهبرد دیگری است که به آنها برای درک بهتر پدیده‌های علمی کمک می‌کند. زانگ و لین (۲۰۱۱) معتقدند ایجاد ترسیم مفاهیم از جانب خود دانش‌آموزان می‌تواند به از بین بردن اثرات منفی تصویرسازی‌ها کمک کند. ترسیم مفاهیم و پدیده‌ها به دست خود یادگیرندگان از جمله

1-Inquiry

2-Zhang, Z., & Linn

فعالیت‌هایی است که از نظریه ساختن‌گرایی (هارل و پاپرت^۱، ۱۹۹۰) و یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی (لوکا و زاخاریا^۲، ۲۰۱۵) بهره می‌گیرد.

در رویکرد یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی یادگیرنده با درگیر شدن در ایجاد یک نمونه، واقعیت‌های محیط و مفاهیم ذهنی را بازنمایی می‌کند (لوکا و زاخاریا، ۲۰۱۱).

در خصوص پژوهش‌های مرتبط با رویکردهای آموزش شیمی در ایران تاکنون پژوهشی بر اساس چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا انجام نگرفته است، ولی می‌توان پژوهش‌های زیر را نام برد که به بررسی تأثیر رویکردهای مختلف آموزشی بر یادگیری دانش‌آموزان مقطع متوسطه در درس شیمی پرداخته‌اند. زوار، مصرآبادی و امیریان (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان «اثر بخشی ترسیم نقشه‌های مفهومی گروهی بر شاخص‌های شناختی-عاطفی درس شیمی روی ۱۴۷ نفر از دانش‌آموزان دختر پایه اول متوسطه شهر کرمانشاه با روش نیمه‌آزمایشی» نشان دادند که نقشه‌های مفهومی گروهی، تأثیر مثبتی بر شاخص‌های شناختی فراگیران (حیطه‌های یادگیری) در درس شیمی داشته است. همچنین احمدی و عبدالملکی (۱۳۹۲) نیز در پژوهشی با عنوان «بررسی تأثیر الگوی حل مسئله بر خلاقیت و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان در درس شیمی به روی ۶۰ نفر از دانش‌آموزان دختر مقطع متوسطه شهر سنندج با روش نیمه-آزمایشی» نشان دادند تدریس شیمی به روش حل مسئله به ترتیب بر نگرش‌ها، دانش‌ها و مهارت‌های دانش‌آموزان تأثیر مثبت دارد. با توجه به آنچه گفته شد و با توجه به مشکلات فراگیران در یادگیری مباحث انتزاعی درس شیمی خصوصاً مبحث واکنش‌های شیمیایی که موضوعی چالش‌برانگیز در شیمی بوده و درک آن برای دانش‌آموزان بسیار مهم است و دانش‌آموزان نیاز دارند تا سطوح مختلف (نمادین، مولکولی و مشاهده‌پذیر) این پدیده را درک کنند و بین بازنمایی‌های مختلف از این پدیده ارتباط برقرار کنند (گیلبرت و تراگوست، ۲۰۰۹)، همچنین با توجه به آنکه تاکنون در ایران پژوهشی با استفاده از روش چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا انجام نگرفته است، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر به کارگیری چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا بر میزان یادگیری دانش‌آموزان در درس شیمی طراحی شده است و مهم‌ترین فرضیه در پی پاسخگویی به آن عبارت است از:

- استفاده از چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا در مقایسه با شیوه تدریس سنتی بر میزان یادگیری دانش‌آموزان در درس شیمی مؤثرتر است.

روش پژوهش

این پژوهش با توجه به هدف، در زمره پژوهش‌های کاربردی، با توجه به نوع داده‌ها، کمی و با توجه به ماهیت و نوع مطالعه، در ردیف پژوهش‌های شبه‌آزمایشی و بر اساس طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری

1 -Harel&Papert

2 -Louca&Zacharia

پژوهش را دانش‌آموزان دختر پایه دهم مقطع متوسطه شهر تهران در سال ۹۴-۹۵ تشکیل می‌داد. برای نمونه‌گیری در این پژوهش از بین دبیرستان‌های دخترانه شهر تهران یک دبیرستان به صورت دسترس انتخاب شد. این دبیرستان دارای دو کلاس پایه دهم بود که یک کلاس به تصادف گروه آزمایش و کلاس دیگر برای گروه کنترل در نظر گرفته شد. روش اجرا به این صورت بود که پیش از شروع آموزش، پیش‌آزمون روی هر دو گروه اجرا شد. گروه آزمایش در ۶ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای، با استفاده از چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا و گروه کنترل نیز در ۵ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای به شیوه تدریس سنتی آموزش دیدند. پس از اتمام آموزش از دو گروه پس‌آزمون به عمل آمد. روش در پیش‌گرفته برای گروه آزمایشی به این ترتیب بود که نخست با قراردادن یادگیرندگان در یک موقعیت ملموس و آشنا یعنی تغییرات آب‌وهوایی و ارتباط آن با گازهای گلخانه‌ای و ارائه ویدیویی درباره تغییرات آب‌وهوایی و نقش گازهای گلخانه‌ای ذهن دانش‌آموزان را درگیر کردیم. پس از آن از یادگیرندگان خواسته شد تا اگر تجربه‌ای در این زمینه دارند، در کلاس بیان کنند؛ اکثر آنها به تجربیات خود از رسانه‌ها اشاره کردند. از آغاز کار قرار شد تا در هر مرحله یادگیرندگان گزارشی را درباره تغییرات آب‌وهوایی و گازهای گلخانه‌ای تهیه کنند. آنها می‌توانستند تا آخر فرایند یادگیری براساس درک جدیدی که به دست می‌آوردند، گزارش‌های خود را تغییر دهند و ویرایش کنند. علاوه بر این از آنها خواسته شد تا به صورت گروهی نظرات خود را با هم‌کلاسی‌های خود به اشتراک بگذارند و آنها را نقد یا تأیید کنند. همچنین با ارائه چندین تصویرسازی پویا از واکنش‌های شیمیایی (احتراق هیدروژن و احتراق هیدرو کربن) این امکان ایجاد شد تا دانش‌آموزان سطوح مولکولی و نمادین پدیده گازهای گلخانه‌ای و چگونگی واکنش‌های شیمیایی را به صورت مولکولی و نمادین درک کنند. آنها می‌توانستند به صورت تعاملی در هر واکنش شیمیایی به موازنه معادلات دست یابند. علاوه بر نمایش و دستکاری تصویرسازی‌ها، از یادگیرندگان خواسته شد تا نمونه ذهنی خود را از سطح مولکولی واکنش‌های شیمیایی ترسیم کنند. در نهایت از یادگیرندگان خواسته شد نامه‌ای به مسئولان محیط زیست بنویسند و دانش آنها را درباره گازهای گلخانه‌ای و علل تولید یا افزایش آنها بیشتر کنند و نیز به راهکارهای کاهش‌دهنده تولید گازهای گلخانه‌ای و خطرات آنها بر روی محیط زیست اشاره کنند. در گروه کنترل، معلم موضوع درسی مدنظر را به شیوه تدریس سنتی بدون استفاده از چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی پویا تدریس کرد. ابزار پژوهش به کاررفته، آزمون معلم‌ساخته شیمی (واکنش‌های شیمیایی) بود. از این آزمون به منظور سنجش میزان ارتباط بین ایده‌های دانش‌آموزان (لین و همکاران، ۲۰۰۶) و سطوح مختلف شیمی استفاده شد. این آزمون با همکاری چند نفر از دبیران شیمی کلاس‌های پایه دهم مقطع متوسطه ساخته شد و شامل ۱۳ سؤال بازپاسخ بود (۷ سؤال ۲ نمره‌ای و ۶ سؤال ۱ نمره‌ای) که در برخی از سؤالات دانش‌آموزان باید بتوانند بین سطوح مختلف پدیده واکنش شیمیایی ارتباط برقرار کنند و در برخی دیگر از سؤالات تعدادی ایده مطرح می‌شود و دانش‌آموزان باید بتوانند بین این ایده‌ها ارتباط برقرار کنند تا امتیاز بیشتری به دست آورند؛ که در دو نسخه پیش‌آزمون و پس‌آزمون (نسخه معادل) منطبق با درس واکنش‌های شیمیایی کتاب شیمی پایه دهم تهیه و نمره‌دهی مبتنی بر جدول واریسی^۱ بود. دامنه نمرات آزمون بین صفر تا ۲۰ بود. روایی آزمون را به

صورت کیفی تعدادی از استادان درس شیمی تأیید کردند. همچنین به منظور ارزیابی روایی محتوایی آزمون به شکل کمی، از روش نسبت روایی محتوا^۱ استفاده شد روال کار به این صورت بود که از ۹ متخصص درس شیمی خواسته شد تا هر یک از سؤالات آزمون را بر اساس طیف سه‌بخشی لیکرت شامل الف: ضروری، ب: مفید اما غیرضروری و ج: غیرضروری طبقه‌بندی کنند. پس از دریافت نظرات کارشناسان، با استفاده از فرمول $CVR = \frac{Ne-N/2}{N/2}$ ، و جدول لوشه^۲، پرسش‌هایی که نسبت روایی محتوایی بیشتر از ۰/۷۸ دارند، در پرسشنامه حفظ و بقیه حذف می‌شوند. نتایج نشان داد که تمامی سؤالات نسبت روایی محتوایی بیشتر از ۰/۷۸ دارند. همچنین شاخص کلی نسبت روایی محتوایی نیز ۰/۸۴ محاسبه شد که نشان‌دهنده روایی محتوایی مطلوب آزمون است. به منظور تعیین پایایی آزمون از روش پایایی مصححان استفاده شد. بدین منظور ۶ دانش‌آموز به صورت تصادفی انتخاب شدند و به آزمون پاسخ دادند. سپس پاسخنامه‌ها را ۴ دبير با تجربه درس شیمی نمره‌گذاری کردند و ضریب همبستگی بین نمره‌گذاران محاسبه شد که ضریب بالا، ۰/۸۶ به دست آمد؛ این خود نشان‌دهنده پایایی مطلوب آزمون است. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار) و آمار استنباطی (تحلیل کواریانس تک‌متغیره) استفاده شد. در تحلیل کواریانس انجام‌شده متغیر مستقل: شیوه آموزش (چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا)، متغیر وابسته: عملکرد تحصیلی فراگیران در درس شیمی در آزمون محقق ساخته و متغیر کمکی (همپراش) نمرات پیش‌آزمون در گروه‌ها بود.

یافته‌های پژوهش

در جدول شماره ۱، شاخص‌های توصیفی مربوط به گروه‌های آزمایش و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون عملکرد شیمی ارائه شده است.

جدول ۱: شاخص‌های توصیفی مربوط به گروه‌های آزمایش و کنترل در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون عملکرد شیمی

مقیاس	گروه	تعداد	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
			میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
عملکرد شیمی	آزمایش	۱۷	۳/۸۸	۱/۸	۱۸/۴۷	۲/۶
	کنترل	۱۷	۳/۵۸	۱/۸	۱۳/۵۲	۳

1 -- Content validity ratio

2- Lawshe

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، میانگین و انحراف استاندارد عملکرد شیمی دانش‌آموزان در گروه آزمایش در مرحله پیش‌آزمون به ترتیب برابر با ۳/۸۸ و ۱/۸ و در گروه کنترل به ترتیب برابر با ۳/۵۸ و ۱/۸ است. همچنین میانگین و انحراف استاندارد عملکرد شیمی دانش‌آموزان در گروه آزمایش در مرحله پس‌آزمون به ترتیب برابر با ۱۸/۴۷ و ۲/۶ و در گروه کنترل به ترتیب برابر با ۱۳/۵۲ و ۳ است.

به‌منظور بررسی فرضیه تحقیق از آزمون تحلیل کواریانس استفاده شد که نخست مفروضه‌های آن بررسی شد که نتایج نشان داد این مفروضه‌ها (پیش‌فرض نرمال‌بودن توزیع نمرات $W=0/971, P>0/05$ ، همگنی شیب خط رگرسیون $F=2/37, P>0/05$ بوده و حاکی از معنادار نبودن تعامل شرایط و پیش‌آزمون است و همگنی واریانس‌های خط $P>0/05, F=2/58$) برقرار بودند. نتایج تحلیل کواریانس در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: نتایج تحلیل کواریانس تک‌متغیره برای مقایسه میانگین نمره عملکرد شیمی دانش‌آموزان در پس‌آزمون

منابع تغییر	مجموع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اِتا	توان آزمون
پیش‌آزمون	۱۲۸/۵۰۶	۱	۱۲۸/۵۰۶	۲۹/۷۳۷	.۰۰۰۱	.۴۹۰	۱/۰۰۰
گروه	۱۷۹/۹۵۴	۱	۱۷۹/۹۵۴	۴۱/۶۴۲	.۰۰۰۱	.۵۷۳	۱/۰۰۰
خطا	۱۳۳/۹۶۴	۳۱	۴/۳۲۱				

همان‌گونه که در جدول ۲ مشخص است، پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون در نقش متغیر همپراش (کمکی)، گروه اثر معنی‌داری بر نمرات پس‌آزمون داشته است ($F=41.462, p<0.0001$). بنابراین، فرضیه پژوهش مبنی بر تأثیر استفاده از چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا در مقایسه با شیوه تدریس سنتی و تفاوت بین گروه آزمایش و کنترل از لحاظ عملکرد شیمی در پس‌آزمون تأیید می‌شود. همچنین می‌توان گفت با در نظر گرفتن مجذور اِتا، ۵۷/۳ درصد تغییرات پس‌آزمون (بهبود عملکرد شیمی) ناشی از تأثیر مداخله آموزشی در گروه آزمایش است. همچنین توان آماری ۱۰۰ درصد است که نشان‌دهنده کفایت حجم نمونه است. همچنین نتایج نشان داد که گروه آزمایش میانگین تعدیل‌شده بزرگ‌تری را ($M=17/96$) نسبت به گروه کنترل ($M=13/19$) داشت.

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر استفاده از چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا بر عملکرد شیمی دانش‌آموزان دختر پایه دهم مقطع متوسطه انجام شد. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها با روش تحلیل کواریانس نشان داد دانش‌آموزانی که با روش چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی پویا آموزش دیده‌اند، نسبت به دانش‌آموزانی که با شیوه تدریس سنتی و کتاب آموزش دیده بودند، رابطه بهتری بین سطوح مختلف واکنش‌های شیمیایی برقرار کردند و عملکرد بهتری در مرحله

پس‌آزمون درس شیمی از خود نشان دادند. بنابراین، فرضیه پژوهش مبنی بر تأثیر استفاده از چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا و تفاوت بین گروه آزمایش و کنترل از لحاظ عملکرد شیمی در پس‌آزمون تأیید می‌شود ($p < 0.0001$)، $F=41.462$). یافته‌های این مطالعه با یافته‌های لین و سی (۲۰۰۰) همسوست، مبنی بر این که رویکردهای جستارورزی تأثیرات عمیقی روی درک دانش‌آموزان دارد. علاوه بر این یافته‌های لین و آیلون (۲۰۱۱) را درباره بهره‌گیری از چارچوب ترکیبی دانش به منظور افزایش تأثیر تصویرسازی‌های پویا تأیید کرد. این مطالعه، یافته‌های زانگ و لین (۲۰۱۱) را تأیید کرد، مبنی بر این که ترسیم به دست خود دانش‌آموزان در جلوگیری از تأثیرات به کارگیری صرف تصویرسازی‌های پویا مؤثر است.

با به کارگیری چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا، دانش‌آموزان واکنش‌های شیمیایی را از طریق رویکرد کاوشگرانه و دستکاری تصویرسازی‌های پویا یاد گرفتند. علاوه بر این فرااصل‌ها و چارچوب ترکیبی دانش به دانش‌آموزان کمک کرد تا بتوانند بین ایده‌های خود تمایز قائل شوند و استدلال‌های قوی بسازند. علاوه بر این، ایجاد ترسیم از فرایند واکنش‌های شیمیایی به درک بهتر دانش‌آموزان از این مفهوم کمک کرد. دانش‌آموزان به منظور ایجاد ترسیم‌های خود ناگزیرند به تعداد مولکول‌ها و اتم‌ها در هنگام واکنش‌های شیمیایی دقت کرده و آن را ترسیم کنند و اگر درک درستی نداشته‌اند، آن را تصحیح کنند.

باید اشاره شود دسترسی نداشتن به تعداد زیادی از دانش‌آموزان به منظور شرکت در تحقیق و تعداد محدود جلسات آموزش با استفاده از چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا و نیز بررسی تنها دانش‌آموزان دختر پایه دهم مقطع متوسطه، از جمله محدودیت‌های این تحقیق بود که باید به آنها اشاره کرد.

بنابراین پیشنهاد می‌شود، روش استفاده‌شده در این تحقیق روی تعداد زیادتری از دانش‌آموزان و در جلسات بیشتری و نیز سایر پایه‌ها و مقاطع تحصیلی به کار بسته شود. علاوه بر این، استفاده از گروه سوم به منظور بررسی برخی جزئیات در چارچوب ترکیبی دانش به سایر محققان پیشنهاد می‌شود. ترسیم و بازنمایی پدیده‌های طبیعی و شیمیایی به دست خود دانش‌آموزان از جمله رویکردهایی است که می‌توان تأثیرات آنها را در کنار رویکرد ترکیبی دانش مشاهده کرد. یافته‌های این مطالعه کاربردهای فراوانی برای مربیان علوم و طراحان آموزشی خواهد داشت. تصویرسازی‌های پویا فرصت‌های جدیدی را برای دانش‌آموزان به منظور درک مفاهیم علمی ایجاد می‌کنند؛ اما یادگیرندگان برای درک این تصویرسازی‌ها نیازمند یک رویکرد آموزشی هستند. در فرایند رویکرد ترکیبی دانش، توجه دانش‌آموزان به ویژگی‌های اصلی تصویرسازی‌ها جلب می‌شود و در فرایند ترکیبی دانش، مانند اضافه کردن و ارزشیابی ایده‌ها به بازنگری تفاسیر و ایده‌های اولیه‌شان تشویق می‌شوند. در ادامه پیشنهاد می‌شود با توجه به گستردگی موضوعات علوم و به‌ویژه اهمیت درک و ارتباط بین سطوح مختلف شیمی مطالعات دیگری با بهره‌گیری از چارچوب ترکیبی دانش و تصویرسازی‌های پویا روی سایر موضوعات و سایر سطوح تحصیلی انجام گیرد. علاوه بر این، توصیه می‌شود با توجه به کمبود مطالعات نظری در حوزه تصویرسازی‌های پویا، نمونه‌سازی و رویکردهای مرتبط در ادبیات آموزشی ایران، مطالعات نظری و مقالات مروری بیشتری درباره این مباحث ارائه شود تا برای بسیاری از محققان و معلمان مؤثر افتد.

منابع

- احمدی، غلامعلی؛ عبدالملکی، شویو (۱۳۹۲). بررسی تأثیر الگوی حل مسئله بر خلاقیت و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان در درس شیمی. **مطالعات آموزش و یادگیری**، ۲(۶۴) و ۲۱-۱.
- زوار، تقی؛ مصرآبادی، جواد و امیریان، لیلا (۱۳۹۵). اثربخشی ترسیم نقشه‌های مفهومی گروهی بر شاخص‌های شناختی-عاطفی درس شیمی. **روان‌شناسی تربیتی**، ۱۲(۴۱) و ۵۷-۴۸.
- Adadan, E., Trundle, K. C., & Irving, K. E. (2010). Exploring Grade 11 students' conceptual pathways of the particulate nature of matter in the context of multi representational instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 1004-1035.
- Barak, M., & Dori, Y. J. (2005). Enhancing undergraduate students' chemistry understanding through project-based learning in an IT environment. *Science Education*, 89(1), 117-139.
- Bodner, G. (1991). I have found you an argument: The conceptual knowledge of beginning chemistry graduate students. *Journal of Chemistry Education*, 68(5), 385-388.
- Corliss, S., & Spitulnik, M. (2008). Student and teacher regulation of learning in technology enhanced science instruction, international perspectives in the learning sciences: creating a learning world, proc. 8th Int'l Conf. of the Learning Sciences. *International Society of the Learning Sciences*, Inc., (1), 167-174.
- Cook, M., Wiebe, E. N., & Carter, G. (2008). The influence of prior knowledge on viewing and interpreting graphics with macroscopic and molecular representations. *Science Education*, 92(5), 848-867.
- Evagorou, M., Erduran, S., & Mantyla, T. (2015). The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to 'seeing' how science works. *International Journal of STEM Education*. 2(11), 1-13.
- Frailich, M., Kesner, M., & Hofstein, A. (2009). Enhancing students' understanding of the concept of chemical bonding by using activities provided on an interactive website. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(3), 289-310.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In J. K. Gilbert & D. F. Treagust (Eds.), *Multiple Rrepresentations in Chemical Education*. London: Springer-Verlag. 1-8.
- Harel, I., & Papert, S. (1990). Software design as a learning environment. *Interactive Learning Environments*. 1(1), 1-32.

- Linn, M. C. (1995). *A Research Base for Science Education: Historical perspectives*. Proceedings of the Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik(GDCP). GDCP, Kiel, Germany.
- Linn, M. C., & Eylon, B. S. (2011). *Science learning and instruction: Taking Advantage of Technology to Promote Knowledge Integration*. Routledge.
- Linn, M. C., & Hsi, S. (2000). *Computers, Teachers, Peers: Science Learning Partners*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (Eds.). (2004). *Internet Environments for Science Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Linn, M. C., & Eylon, B. -S. (2006). Science education: Integrating views of learning and instruction. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 511–544.
- Louca, L. T., & Zacharia, Z. C. (2011). Modeling-based learning in science education: cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. *Educational Review*, 64(4), 471-492.
- Louca, L. T., & Zacharia, Z. C. (2015). Examining learning through modeling in K-6 science education. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2-3), 192-215.
- Lowe, R. (1999). Extracting information from an animation during complex visual learning. *European Journal of Psychology of Education*, 14, 225–244.
- Marbach-Ad, G., Rotbain, Y., & Stavy, R. (2008). Using computer animation and illustration activities to improve high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 273–292.
- Mnguni, L. E. (2014). The theoretical cognitive process of visualization for science education. *SpringerPlus*, 3(1), 1-9.
- Nakhleh, M. B., Samarapungavan, A., & Saglam, Y. (2005). Middle school students' beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 581-612.
- Osborne, R., & Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
- Sanger, M. J., Brecheisen, D. M., & Hynek, B. M. (2001). Can computer animations affect college biology students' conceptions about diffusion and osmosis? *American Biology Teacher*, 63(2), 104–109.
- Songer N. & Linn, M. C. (2006). How do students' views of science influence knowledgeintegration? *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 761-784.
- Seufert, T. (2003). Supporting coherence formation in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13, 227–237.
- Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: Can it facilitate? *International Journal of Human Computer Studies*, 57, 247–262.

Wu, H. -K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821– 842.

Zhang, Z., & Linn, M. C. (2008). Using Drawings to Support Learning from Dynamic Visualizations. In *International Perspectives in the Learning Sciences: Creating a Learning World. Proceedings of the 8th International Conference of the Learning Science*. Utrecht, the Netherlands: International Society of the Learning Sciences, Inc. (3), 161-162.

