Journal of Teacher's Professional Development

PISSN :2476-5600 EISSN: 2476-5619 Farhangian university

The Effectiveness of the Experimental Science Curriculum Based on the Depth of Knowledge on the Level of Cognitive Complexity of Learners in the Experimental Science Course

M. Karami*[1], Z. Karami[2]

[1.] *B.A.in Educational Sciences, Elemantary School Teacher, Hamedan, Iran*

[2.] *Asisstant Professor of Educational Sciences, Farhangian University, Tehran, Iran*

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate how an experiential science curriculum, based on depth of knowledge, affects the cognitive complexity level of students in the experimental science course. The researcherws employed a quasi-experimental pre-test, post-test design with a control group. The sample of the study involved 46 fifth-grade male students in Famenin city, chosen through cluster sampling and randomly assigned to either the control or experimental group. A cognitive complexity test, developed by the researchers, was used to assess the fifth-grade experiential science curriculum. Initially, both groups underwent a pre-test to measure cognitive complexity in the science lesson. The experimental group followed the experiential science curriculum utilizing a depth of knowledge model, while the control group received traditional instruction. After the intervention, a post-test evaluating cognitive complexity in science was given to both groups. Covariance analysis of the data (F(1,43)=526/36; p<0/05, p=0/001) indicated a significant difference in post-test cognitive complexity scores between the two groups, demonstrating a positive impact of the experiential science curriculum, based on depth of knowledge, on the cognitive development of students in the science curriculum.

Keywords:
. Curriculum
. teaching model
. depth of knowledge
. cognitive complexity
. experimental sciences

Corresponding author:
kmeysam38@gmail.com

Cite this article: (APA): Karami, M. & Karami, Z. (2024). The Effectiveness of the Experimental Science Curriculum Based on the Depth of Knowledge on the Level of Cognitive Complexity of Learners in the Experimental Science Course. *Journal of Teacher's Professional Development*, *8*(4), 27-49

https://doi.org/10.48310/tpd.2024.15367.1557

Received: 2023/12/05 Revised:2024/05/10

Accepted: 2024/06/08 Published online:2024/03/18

Pubkisher: Farhangian University
© The Author(s).

Article type: Research Article

فصلنامهٔ توسعهٔ حرفه‌ای معلم

شاپا چاپی: ۵۶۰۰-۲۴۷۶ شاپا الکترونیکی: ۵۶۱۹-۲۴۷۶

اثربخشی برنامه درسی علوم تجربی مبتنی بر عمق دانش بر سطح پیچیدگی شناختی یادگیرندگان در درس علوم تجربی

میثم کرمی*[۱]، زهره کرمی[۲]

۱. دانش‌آموخته روانشناسی تربیتی، آموزگار آموزش و پرورش، همدان، ایران

۲. استادیار، گروه آموزش علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر برنامه درسی علوم تجربی مبتنی بر عمق دانش بر سطح پیچیدگی شناختی یادگیرندگان در درس علوم تجربی بود. در این پژوهش، از طرح شبه تجربی پیش‌آزمون، پس‌آزمون با گروه کنترل استفاده شد. نمونه پژوهش شامل ۴۶ نفر از دانش‌آموزان پسر پایه پنجم دبستان در شهر فامنین بود که با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای انتخاب شدند و به تصادف در گروه کنترل و آزمایش جای گرفتند. ابزار اندازه‌گیری، آزمون محقق‌ساخته پیچیدگی شناختی درس علوم تجربی پایه پنجم دبستان بود. در این طرح، ابتدا پیش‌آزمون پیچیدگی شناختی این دروس از هر دو گروه به عمل آمد. در گروه آزمایش، برنامه درسی علوم تجربی با استفاده از مدل مبتنی بر عمق دانش اجرا شد و دانش‌آموزان گروه کنترل نیز در این مدت، به روش معمول، آموزش دیدند. بعد از اجرای طرح نیز، پس‌آزمون پیچیدگی شناختی درس علوم از هر دو گروه به عمل آمد. نتایج تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل کواریانس (میزان ۰/۰۰۱ ,p= 05/0p > ؛ ۵۲۶/۳۶= (۴۳ ,۱) F) نشان داد که بین دو گروه در نمرات پس‌آزمون پیچیدگی شناختی درس علوم تجربی، تفاوت معناداری وجود دارد که این تفاوت، نشان‌دهنده تأثیر مثبت برنامه درسی علوم تجربی مبتنی بر عمق دانش، بر رشد پیچیدگی شناختی یادگیرندگان در درس علوم تجربی بود.

واژه‌های کلیدی:
. برنامه درسی
. مدل تدریس
. عمق دانش
. پیچیدگی شناختی
. علوم تجربی

نویسنده مسئول:
kmeysam38@gmail.com

استناد به این مقاله: کرمی. میثم و کرمی. زهره. (۱۴۰۲). اثربخشی برنامه درسی علوم تجربی مبتنی بر عمق دانش بر سطح پیچیدگی شناختی یادگیرندگان در درس علوم تجربی. *توسعهٔ حرفه‌ای معلم*. ۸(۴). ۲۷-۴۹.

DOI: https://doi.org/10.48310/tpd.2024.15367.1557

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۱۹ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۸

ناشر: دانشگاه فرهنگیان

© نویسندگان.

نوع مقاله: پژوهشی

مقدمه

رویکرد حافظه‌پروری در مدارس، یادگیری سطحی، محتوا و روش تدریس‌های غیرفعال، و عدم توجه به یادگیری کاربردی، همواره از مسائل عمده در نظام‌های آموزش و پرورش، و سد راهی برای پرورش ذهن‌های خلاق و نوآور بوده‌اند. یکی از مهم‌ترین وظایف آموزش و پرورش در عصر حاضر، آماده کردن افراد برای زندگی در قرن ۲۱ می‌باشد. افراد برای زندگی در قرن ۲۱ به مهارت‌های فکری سطح بالا نیاز دارند. از نظر تریلینگ و فدل[۱] (۲۰۰۹) تفکر انتقادی، حل مسئله، خلاقیت و نوآوری، ازجمله ابزارهای ضروری برای موفقیت در قرن ۲۱ میلادی هستند (۹۶-۹۷). براساس مطالعه‌ای که در دانشگاه ملبورن[۲] انجام گرفت، مهارت‌های قرن ۲۱ شامل: الف. روش‌های تفکر (خلاقیت، تفکر انتقادی، حل مسئله، تصمیم‌گیری و یادگیری)؛ ب: روش‌های کار (ارتباطات و همکاری)؛ ج: ابزارهای کار (فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و مهارت اطلاعاتی)؛ د: مهارت‌های زندگی در جهان (شهروندی، زندگی و حرفه، و مسئولیت شخصی و اجتماعی) است (به نقل از اسفرزا[۳]، ۲۰۱۴: ۶). مهارت‌ها و ویژگی‌های پیشنهادی مانند حل مسئله‌های پیچیده، تحلیل، تفکر انتقادی، خلاقیت، ابتکار و اصالت به‌عنوان سه تا از ده مهارت برتر مورد نیاز برای شغل‌های سال ۲۰۲۵ مطرح شده‌اند و مهم‌ترین مهارت را «*تفکر تحلیلی و نوآوری*» عنوان کرده‌اند (مجمع جهانی اقتصاد[۴]، ۲۰۲۲: ۳۶). بنابراین برای زندگی در قرن ۲۱، آن نوع یادگیری مورد توجه است که بتواند به رشد شناختی یادگیرندگان کمک کند و مهارت‌های ذکرشده را در افراد پرورش دهد. رشد شناختی به‌عنوان حرکت از مشاهده ساده وقایع بیرونی به سمت مشاهده پیچیده این وقایع، تعریف شده است (پِری[۵]، ۱۹۹۹). رشد شناختی یادگیرندگان از طریق درگیری شناختی و تفکر پیچیده حاصل می‌شود (پوچیو، مرداک، و منس[۶]، ۲۰۰۷). یکی از موضوعات مرتبط با رشد شناختی و عمق دانش، پیچیدگی شناختی[۷] است. پیچیدگی شناختی، نشان‌دهنده پیچیدگی در ساختار شناختی فرد است (گرین[۸]، ۲۰۰۴). پیچیدگی شناختی، وضع یا کیفیت یک فرایند تفکر است که شامل تعداد زیادی ساختار است که ارتباطات بسیاری میان آن‌ها برقرار است (انجمن روانشناسی آمریکا، ۲۰۲۲). به عقیده نیبلینگ[۹](۲۰۱۲) پیچیدگی شناختی نوعی از تفکر است که دانش‌آموزان باید برای موضوعات و ایده‌هایی که در کار کلاسی در حال یادگیری‌شان هستند، در آن درگیر شوند. پیچیدگی شناختی را اولین بار بایری[۱۰] (۱۹۹۵) به‌عنوان یک صفت شخصیتی معرفی نمود، اما با

1 . Trilling & Fadel
2 . University of Melbourne
3 . Sforza
4 . World Economic Forum
5. Perry
6. Puccio, Murdock, & Mance
7. cognitive complexity
8. Green
9. Niebling
10. Bieri

گذشت زمان، تغییر ماهیت داده و به‌عنوان یکی از مشخصه‌های سیستم پردازش اطلاعات در ساختار شناختی فرد تفسیر شد (کرسو و راس[1]، ۲۰۰۵). برخی از مطالعات نشان می‌دهند که حل مسائلی که ساختار ناقصی دارند، نسبت به مسائل دارای ساختار مشخص، به پردازش شناختی بیش‌تری نیاز دارند (کاپور[2]، ۲۰۰۸).

برخی پیچیدگی شناختی را معیار دشواری می‌دانند، درصورتی‌که این‌گونه نیست و پیچیدگی شناختی، معیار دشواری نیست. وظایفی با پیچیدگی شناختی پایین، ممکن است بسیار دشوار باشند (واین و هافمن[3]، ۲۰۲۳). وظایف می‌توانند دشوار باشند، بدون آن که پیچیده باشند. درست است که دشواری اغلب با پیچیدگی شناختی افزایش می‌یابد، اما این حتمی نیست. علاوه بر این، وظایف دشوارتر، همیشه پیچیدگی شناختی بالاتری ندارند. دوم، پیچیدگی شناختی با تعداد مراحل در یک فعالیت، تعیین نمی‌شود. دیگر اینکه، وظایفی که نیاز به زمان بیش‌تری دارند، لزوماً پیچیده‌تر نیستند. از نظر تینکن (۲۰۱۷) طرفداران استاندارسازی، درباره تفاوت بین دشواری و پیچیدگی در ارتباط با تفکر سطح بالا، ابهام دارند. اهداف، سؤالات و ارزیابی‌ها می‌توانند دشوار باشند، بدون اینکه به سطح بالایی از پیچیدگی، نیاز داشته باشند (تینکن، ۲۰۱۷: ۱۲۳-۱۲۲). اسفرزا[4] و همکاران (۲۰۱۶) نیز بین دشواری و پیچیدگی، تفاوت قائل شدند. از نظر آن‌ها دشواری با تلاش مرتبط است، در حالی که پیچیدگی با نوع تفکر مورد نیاز برای حل یک مسئله یا انجام یک وظیفه، مرتبط است. افراد با پیچیدگی شناختی بالا، با افرادی که پیچیدگی شناختی کم‌تری دارند، متفاوت هستند. افرادی با پیچیدگی شناختی بالا، نه‌تنها در عملکرد فردی، بلکه در ایفای بسیاری از نقش‌های اجتماعی نیز نسبت به افراد کم‌تر پیچیده، موفق‌ترند (ون هیل و مِرویلد[5]، ۲۰۰۳).

با توجه به آنچه بحث شد می‌توان به اهمیت پیچیدگی شناختی پی برد. در چند سال گذشته چندین مدل در زمینه تقویت پیچیدگی شناختی معرفی شده‌اند که ازجمله آن‌ها می‌توان به مدل عمق دانش وب (وب[6]، ۱۹۹۷، ۱۹۹۹) اشاره نمود (به نقل از جیرکا و همبلتون[7]، ۲۰۰۵). برای ترغیب دانش‌آموزان به تفکر عمیق، لازم است معلمان از مدل عمق دانش استفاده کنند (باریکمو[8]، ۲۰۲۱). عمق دانش[9] (DOK) ، رویکردی مبتنی بر نظریه سازنده‌گرایی است و به نیازها و پیچیدگی شناختی اشاره دارد (وب، ۲۰۰۲). عمق دانش، به عمق فهم محتوایی و وسعت فعالیت یادگیری مربوط است (هس، جانز، کارلوک و والکاپ[10]، ۲۰۰۹) و در همه حوزه‌های محتوایی به کار

1. Curseu & Rus
2. Kapur
3 . Wine & Hoffman
4 . Sforza
5. Van Hiel & Mervielde
6 . Webb
7 . Jirka & Hambleton
8 . Barikmo
9 . Depth of knowledge
10 . Hess, Carlock, Jones, and Walkup

گرفته می‌شود (هس، ۲۰۰۴). عمق دانش وب به عمق درک محتوا و دامنه فعالیت یادگیری مرتبط است که در مهارت‌های مورد نیاز برای انجام وظایف از آغاز تا پایان آن، بروز پیدا می‌کند (هس، ۲۰۰۹: ۴). مدل عمق دانش وب بر پایه یک برنامه آموزشی است که در آن، آموزش باید چیزی فراتر از حفظ و بازخوانی باشد (باربر[1] ، ۲۰۱۸). عمق دانش وب، یک چارچوب است که نشان می‌دهد دانش‌آموزان در مورد آنچه در حال یادگیری آن هستند، باید عمیقاً بدانند، درک کنند و آگاه باشند تا بتوانند پاسخ‌ها، نتایج و راه‌حل‌ها را کسب نموده و تشریح نمایند (فرانسیس[2]، ۲۰۱۸).

سطوح عمق دانش وب، رویکرد مهمی در پیچیدگی شناختی است. از نظر وب (۲۰۰۷) سطوح عمق دانش عبارتند از: به یاد سپاری و تولید؛ مهارت‌ها و مفاهیم؛ تفکر راهبردی و استدلال و تفکر توسعه‌یافته. سطوح عمق دانش وب، ساختاری برای پیچیدگی شناختی فراهم می‌کند که از آن می‌توان برای طراحی برنامه درسی و ارزشیابی استفاده کرد (انواگو[3]، ۲۰۱۲). سطوح عمق دانش وب، آیتم یا استاندارد محتوایی است که مرتبط به فرایند شناختی است و فراگیران را در آن‌ها درگیر می‌کند (وایس و ویگر[4]، ۲۰۱۱)؛ از این طریق، دانش‌آموز، میزان و درجه فهم خود از محتوا را نشان می‌دهد. هر چه به سطح بالاتر حرکت می‌کنیم، عمق دانش کسب‌شده، بیش‌تر می‌شود (هس، کارلوک، جانز و والکاپ، ۲۰۰۹).

هس (۲۰۱۳-۲۰۰۴) مدلی برای طراحی برنامه درسی براساس سطوح عمق دانش وب پیشنهاد داد. سطح ۱. به یاد سپاری و تولید: عناصر برنامه درسی که در این طبقه قرار می‌گیرند شامل تکالیفی مقدماتی می‌شوند که دانش‌آموزان را ملزم به یادسپاری یا تکثیر دانش و یا مهارت‌ها می‌کنند؛ سطح ۲. مهارت/مفهوم: شامل درگیر کردن پردازش ذهنی فراتر از یادآوری، بازتولید یا تشخیص پاسخ می‌باشد. دراین سطح به‌طور کلی نیاز است که دانش‌آموزان، افراد، مکان‌ها، رویدادها، اشیاء، انواع متن، و غیره را با هم مقایسه کنند و یا تفاوت آن‌ها را بفهمند؛ کاربرد مفاهیم متعدد را هنگام پاسخ‌گویی به کار گیرند؛ سؤالات را در بخش‌های معنادار طبقه‌بندی و یا مرتب کنند؛ روابط علّی و معلولی و روابط شخصیتی را توصیف و یا تشریح کنند و مثال‌ها و غیرمثال‌ها[5] (مثال‌های نقض) را ارائه و توضیح دهند؛ سطح ۳. تفکر و استدلال راهبردی: تکالیف و گفتمان کلاسی که در این طبقه قرار دارند استفاده از برنامه‌ریزی، استدلال، و فرایندهای تفکر مرتبه بالاتری، مانند تجزیه و تحلیل و ارزشیابی را طلب می‌کنند که در حل مشکلات دنیای واقعی و یا بررسی سؤالاتی با نتایج احتمالی متعدد به ما کمک می‌کنند؛ سطح ۴. تفکر توسعه یافته: عناصر برنامه درسی اختصاص‌یافته به این سطح، استفاده توسعه‌یافته و ادغام‌شده از فرایندهای تفکر مرتبه بالاتر، مانند: تفکر انتقادی، خلاق و مولّد، تأمل، و تنظیم برنامه‌ها در طول زمان را طلب می‌کند. دانش‌آموزان در انجام تحقیقات

1 . Barber
2 .Francis
3 . Nwaogu
4 . Wyse & Viger
5. Non-example

چند وجهی درگیر می‌شوند تا مشکلات دنیای واقعی را با راه حل‌های غیرقابل پیش‌بینی، حل کنند. جنبه‌های کلیدی که معرف این سطح خاص هستند معمولاً عبارتند از: مسائل و مخاطبان واقعی و همکاری در یک محیط مبتنی بر پروژه.

در مدل عمق دانش وب، درگیری، اساس یادگیری و توسعه مهارت‌های شناختی است. از طریق ارائه تکالیف پیچیده، بهتر می‌توان یادگیرندگان را در یادگیری درگیر نمود. پژوهش قاسم‌آقایی، کائدی، و آرن[1] (۲۰۰۵) نشان داد برای افزایش پیچیدگی شناختی یادگیرندگان باید آن‌ها را درگیر در حل مسائل پیچیده و سطح بالا نمود. در پژوهش پوینتز، ریم-کافمان، گریم و کوربی[2] (۲۰۰۹) ارتباط بین پداگوژی درگیری کلاس و موفقیت دانش‌آموزان در محیط‌های مدرسه، از پیش‌دبستانی تا دبیرستان، مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان داده است هنگام افزایش پیچیدگی تکالیف یادگیری، درگیری دانش‌آموزان، افزایش می‌یابد. از نظر ارلی، راگ، دسی[3]، ۲۰۱۴؛ و وانگ و اکلس (۲۰۱۳) انگیزه، چالش‌های علمی، لذت و موفقیت در یادگیری، زمانی افزایش می‌یابند که کار به صورت دقیق و در سطوح بالای پیچیدگی در مدل عمق دانش ارائه شود. به عقیده فرانسیس (۲۰۱۴) سؤالات، مشکلات و وظایف پیچیده، به دانش‌آموزان امکان می‌دهند که به عمق مطالب، مفاهیم، ایده‌ها، موضوعات و مباحثی که در حال تدریس هستند، بپردازند.

در سطوح بالای مدل عمق دانش، درگیر نمودن دانش‌آموزان در فعالیت‌های چالش برانگیز و قابل کاربرد در زندگی، بسیار مورد توجه است. به منظور توسعه پیچیدگی شناختی یادگیرندگان، مارزانو[4] (۲۰۱۷) به معلمان توصیه می‌کند که از دانش‌آموزان سؤالات عمیق بپرسند، درگیر شدن یادگیرندگان در فعالیت‌های اکتشافی و حل مسئله، زمینه رشد شناختی آن‌ها را فراهم می‌آورد.

در مدل عمق دانش، استفاده از فعالیت‌های شناختی سطح بالا در کلاس درس، مورد تأکید است. براساس تحقیقات واگنر[5] (۲۰۰۶) زمانی که معلمان مطالب را با یک سرعت بالا و با سؤالات یا وظایف سطح بالاتری پوشش می‌دهند، یادگیری همراه با نتایجی است. فعالیت‌های شناختی سطح بالا و چالش‌برانگیز، دانش‌آموز را به تفکر وامی‌دارد و مشارکت او را افزایش می‌دهد. بلکبرن[6] (۲۰۰۸) تفکرات سطح بالاتر یا پیچیدگی شناختی را به‌عنوان یک ملاحظه ضروری می‌داند؛ معلم به‌طور راهبردی، باید دانش‌آموز را از طریق یک سلسله مراتب فکری به پیچیدگی شناختی، هدایت کند و از استراتژی‌های آموزشی مناسب استفاده کند تا هر دانش‌آموز را در کلاس درس، درگیر نماید.

1. Ghasem-Aghae, Kaedi, and Ören
2 . Ponitz, Rimm-Kaufmann, Grimm, & Curby
3 . Early, Rogge, & Deci
4. Marzano
5 . Wagner
6 . Blackburn

همچنین در مدل عمق دانش، همکاری و مشارکت یادگیرندگان در جریان یادگیری، بسیار مورد توجه است. یادگیری مشارکتی، امکانی برای درگیری دانش‌آموزان در کلاس است. لنت[۱] (۲۰۱۲) اظهار کرد که مشارکت و درگیری یک عنصر ضروری و مؤثر در کلاس درس است. مدل عمق دانش وب، در اغلب فعالیت‌ها بر همکاری و مشارکت یادگیرندگان تأکید دارد. نتایج مطالعه سایزمور[۲] (۲۰۱۵) نشان داد مدل عمق دانش، یک عامل در افزایش مشارکت دانش‌آموزان در تمام سطوح بوده است. شرنوف[۳] (۲۰۱۳) و وانگ و اکلس[۴] (۲۰۱۳) معتقدند که پداگوژی معلمان باید محیطی را تشویق کند که دانش‌آموزان بتوانند به صورت مشارکتی کار کنند تا به مهارت‌های مورد نیاز قرن ۲۱، مجهز شوند.

پژوهش‌های مختلفی ارتباط بین آموزش و پیچیدگی شناختی را نشان داده‌اند (پری، ۱۹۹۹؛ و ویلسون[۵]، ۱۹۹۸؛ گرانِللو[۶]، ۲۰۰۲؛ هود و دئوپری[۷] ، ۲۰۰۲؛ سیمونز[۸]، ۲۰۰۸؛ روچ، الیوت، و وب[۹]، ۲۰۰۳؛ اسمیتسون و کلارس[۱۰]، ۲۰۰۷). برخی پژوهش ها نیز تأثیر به‌کارگیری روش‌های فعال و مشارکتی را در رشد پیچیدگی شناختی تأیید کرده‌اند. نتایج مطالعه لوپز و گالیفا[۱۱] (۲۰۰۸) نشان داد پیچیدگی شناختی دانشجویان از طریق شرکت در یک روش‌شناسی سمیناری افزایش یافت و کلیه شاخص‌های تفکر، بهبود پیدا کرد. برخی پژوهش‌های مرتبط با پیچیدگی شناختی، رشد برخی مهارت‌های شخصی مورد نیاز افراد در زندگی را نشان داده‌اند. نتایج مطالعه سوِیج، فرانکار و پری[۱۲] (۲۰۲۳) تأثیر یک برنامه گروهی را بر افزایش پیچیدگی شناختی کودکان و جوانانی که صدمه‌های روحی و روانی ناشی از اسارت یا تبعید از طرف داعش را تجربه کرده بودند، مورد بررسی قرار داد. نتایج، افزایش سطح پیچیدگی شناختی و کسب مهارت‌های مهمی مانند افزایش هم‌دلی و تنظیم هیجانی شرکت‌کنندگان را تأیید نمود.

یادگیری کاربردی و حل مسائل مربوط به زندگی واقعی ازجمله فعالیت‌هایی است که در مدل عمق دانش، بسیار مورد توجه قرار گرفته و می‌تواند به افزایش پیچیدگی شناختی یادگیرندگان کمک کند. برنامه درسی بین رشته‌ای می‌تواند ابزاری برای یادگیری کاربردی و حل مسائل واقعی در زندگی باشد. حسنی و روادی[۱۳] (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای از طریق یک برنامه درسی بین‌رشته‌ای

1 .Lent
2 . Sizemore
3 . Shernoff
4 . Wang & Eccles
5 . Wilson
6. Granello
7. Hood & Deopere
8. Simmons
9 . Roach, Elliott, & Webb
10 . Smithson & Collares
11 . López, P. & Gallifa
12 . Savage, Francar, & Perry
13 . Husni, N & Rouadi

توانستند به تقویت مهارت‌ها و توانایی‌های یادگیرندگان جهت کاربرد دانش و حل مسائل واقعی زندگی کمک کنند. نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد اجرای یک برنامه درسی بین رشته‌ای خوب‌طراحی‌شده می‌تواند به افزایش پیچیدگی شناختی یادگیرندگان جهت حل مسائل واقعی در زندگی کمک کند. برقراری پیوند بین علوم نیز می‌تواند به یادگیری کاربردی کمک کند. انقلاب صنعتی چهارم، برای حل مشکلات و دست‌یابی به یادگیری کاربردی، ایده پیوند علوم انسانی و علوم اجتماعی با فناوری‌ها را پیش می‌برد (کِیمبه و نل، ۲۰۱۹: ۸۷)؛ بنابراین در مدل عمق دانش برای دست‌یابی به اهداف مهم، راه‌های متعدد و متنوعی وجود دارد.

درخصوص ارتباط بین پیچیدگی شناختی و عملکرد افراد نیز پژوهش‌هایی صورت گرفته است. مطالعاتی اثبات کرده‌اند که افراد دارای پیچیدگی شناختی بالا در مقایسه با افراد با پیچیدگی شناختی کم‌تر، اطلاعات را به صورت چند بعدی تفسیر کرده و به نحو مؤثرتری تلفیق می‌کنند (شرودر، درایور، و استروفرت، ۱۹۶۷؛ به نقل از چوی[1]، ۲۰۱۰). از نظر گینزبرگ (۱۹۹۰) پیچیدگی شناختی به افراد کمک می‌کند در محیط‌های پر از ابهام و عدم اطمینا،ن با دقت بیشتری تصمیم‌گیری کنند. تحقیقات نشان می‌دهد افرادی که در سطوح پایین پیچیدگی شناختی قرار دارند، متفاوت با افراد سطوح بالاتر، فکر و رفتار می‌کنند (برندل و همکاران، ۲۰۰۲؛ گرانِللو، ۲۰۰۲). قابلیت افکار و عمل خلاقانه در افراد با پیچیدگی شناختی بالا وجود دارد (آیزنک[2]، ۱۹۹۶). گروه‌هایی که توسط افرادی با پیچیدگی شناختی بالا رهبری می‌شوند نسبت به گروه‌هایی به رهبری افرادی با پیچیدگی شناختی کم‌تر، عملکرد بهتری دارند (میچل[3]، ۱۹۷۱). نتایج پژوهش شائو، نیستا و تاوبر[4] (۲۰۱۷) نشان داده است که پیچیدگی شناختی کارمندان، نقش مهمی در خلاقیت و رفتارهای پارادوکسیکال رهبران دارد.

توجه به پیچیدگی شناختی و یادگیری عمیق و کاربردی در این پژوهش از آنجا ناشی می‌شود که با توجه به نتایج برخی پژوهش‌ها، ضعف دانش‌آموزان ایرانی در یادگیری عمیق و کاربردی آشکار شد. بررسی نتایج آزمون‌هایی مانند تیمز، نشان‌دهنده آن است که عملکرد دانش‌آموزان ایرانی در دروس علوم تجربی و ریاضی در دوره ابتدایی، مناسب نبوده و بیشتر دانش‌آموزان توانایی پاسخ به سؤالات کاربردی، قضاوتی و ترکیبی را نداشته و در مهارت‌هایی همچون ساختن فرضیه و حل مسئله در مرتبه پایینی قرار داشته‌اند (مارتین[5] و همکاران، ۲۰۰۴). از سال ۱۹۹۵ تا سال ۲۰۱۱ نیز متوسط عملکرد دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی در دروس ریاضی، علوم و خواندن به‌طور معناداری پایین‌تر از میانگین جهانی بود (کریمی، بخشعلی‌زاده و کبیری، ۱۳۹۱)؛ همچنین نتایج تحقیقات مختلفی که در ایران اجرا شده، همه بیانگر ضعف‌هایی در کتاب‌های درسی دوره‌های مختلف و عدم

1. Choi
2. Eysenck
3. Mitchell
4 . Shao, Nijstad & Täuber
5 . Martin

توجه به سطوح بالای یادگیری بوده است؛ ازجمله: (استادحسنلو، فرجی‌خیاوی، و شکرالهی،۱۳۹۱؛ قاسمی و جهانی، ۱۳۸۸؛ اسفیجانی و همکاران ،۱۳۸۷؛ بدریان و رستگار، ۱۳۸۵؛ قادری، ۱۳۷۹؛ حکیم‌زاده، ۱۳۷۹؛ امام‌جمعه ،۱۳۷۷؛ و شمسی‌کهریزسنگی، ۱۳۷۴). برای رشد فکری دانش آموزان، معلمان باید در مدارس، فعالیت‌های سطح بالا برای دانش‌آموزان تدارک ببینند و آزمون‌هایی با پیچیدگی شناختی مناسب طراحی کنند، ولی عملاً این اتفاق روی نمی‌دهد. دوریان (۲۰۲۱) از ماتریس شناختی هس برای انجام تحلیلی مبنی بر بررسی پیچیدگی شناختی سؤالات ارزیابی‌های تمرینی هنرهای زبان پایه دهم و آزمون هندسه در سال ۲۰۱۹ استفاده کرد. نتایج پژوهش دوریان[1] نشان داد که ۹۳.۱۰٪ از کل سؤالات مورد تحلیل در آزمون تمرینی هنرهای زبان پایه دهم سال ۲۰۱۹ با تفکر سطح پایین، هم‌خوانی دارند (دوریان، ۲۰۲۱: ۸۹)؛ همچنین نتایج تحلیل دوریان از سؤالات تمرینی آزمون هندسه سال ۲۰۱۹ نیز نشان داد که ۹۷.۴۳٪ از سؤالات مورد استفاده با تفکر سطح پایین، هم‌خوانی دارند (دوریان، ۲۰۲۱: ۹۰).

با توجه به آنچه بحث شد و از آنجا که پیچیدگی شناختی، متغیر مهمی در رشد مهارت‌های فکری یادگیرندگان است، درصدد برآمدیم از مدل عمق دانش وب برای تقویت پیچیدگی شناختی یادگیرندگان در درس علوم تجربی استفاده کنیم تا کارکردهای عالی ذهن دانش‌آموزان را تقویت نماییم. فرضیه اصلی پژوهش این بود که مدل تدریس مبتنی بر عمق دانش بر سطح پیچیدگی شناختی یادگیرندگان در درس علوم تجربی تأثیر دارد.

روش پژوهش

این تحقیق از نوع کاربردی است و برحسب نحوه گردآوری داده‌ها (طرح تحقیق) از نوع تحقیقات یا طرح‌های شبه‌تجربی محسوب می‌شود که در آن از طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون با گروه کنترل و آزمایش استفاده شده است. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی دبستان‌های پسرانه شهر فامنین بود. در این پژوهش از نمونه‌گیری خوشه‌ای استفاده شد. ابتدا شهر فامنین به چند منطقه تقسیم شد. سپس به تصادف، یکی از مناطق به‌عنوان نمونه انتخاب شد و در مرحله بعد، از میان مدارس آن منطقه، یک مدرسه به تصادف انتخاب شد، سپس از میان کلاس‌های پنجم آن مدرسه، به تصادف یک کلاس به‌عنوان گروه کنترل و کلاس دیگر به‌عنوان گروه آزمایش انتخاب شد.

حجم نمونه ۴۶ نفر بود که ۲۳ نفر در گروه آزمایش و ۲۳ نفر در گروه کنترل قرار گرفت. ابزار گردآوری داده‌ها در این پژوهش، آزمون محقق‌ساخته‌ای بود که براساس استانداردهای طبقه‌بندی پیچیدگی شناختی سؤالات «آزمون ارزیابی فدرال[2]» آموزش و پرورش فلوریدا در درس علوم پایه

1 . Dorrian
2. Statewide Assessment Test

پنجم دبستان طراحی شدند. آموزش و پرورش فلوریدا نیز سؤالات پیچیدگی شناختی در هر درس را براساس سطوح عمق دانش وب، طراحی نموده است. در واقع، سؤالات، منطبق بر سطوح عمق دانش وب بود. به‌منظور اعتباریابی سؤالات آزمون از اعتباریابی توسط متخصصان استفاده شد. متخصصان براساس تناسب استانداردها با سؤالات طراحی‌شده در هر درس، سؤالات را ارزیابی نموده و براساس نظر آن‌ها سؤالات نامناسب، اصلاح و یا حذف شدند. برای سنجش پایایی نیز از روش فرم‌های موازی استفاده شد و ضریب همبستگی بین فرم‌ها ۰/۸۷محاسبه شد که نشان‌دهنده پایایی بالای آزمون است؛ همچنین برای بررسی پایایی سؤالات تشریحی، از روش پایایی مصححان استفاده شد. برای این منظور، دو آموزگار، سؤالات تشریحی آزمون‌ها را تصحیح نمودند و بین نمرات دو مصحح مذکور، ضریب همبستگی در درس علوم ۰/۸۴ به دست آمد که این ضریب حاکی از توافق نسبتاً بالا بین مصححان می‌باشد.

طرح آموزش علوم تجربی مبتنی بر عمق دانش:

برنامه درسی مبتنی بر عمق دانش براساس وب (۲۰۰۹) و هس (۲۰۰۴-۲۰۱۳) طراحی شد و در گروه آزمایش، به اجرا درآمد. در برنامه درسی مبتنی بر عمق دانش، اصول زیر مورد توجه قرار گرفت: در برنامه درسی مبتنی بر عمق دانش، اهدافی ازجمله تقویت مهارت‌های تحلیل، استدلال، قضاوت، تصمیم‌گیری، رهبری، حل مسئله، تفکر انتقادی، تفکر انعطاف‌پذیر، تفکر خلاق و ... مد نظر قرار گرفت؛ در محتوای مبتنی بر عمق دانش، تلاش شد از طریق مواجه کردن یادگیرنده با موقعیت‌های پیچیده و پر از ابهام، او را برای رویارویی با اینچنین موقعیت‌هایی در زندگی آماده سازیم؛ محتوا، مسئله‌محور بود تا یادگیرندگان را درگیر در کشف روابط علّت و معلولی نماید؛ محتوا به انتقال مستقیم اطلاعات نمی‌پرداخت، بلکه از طریق موقعیت‌های مختلف، یادگیرنده را درگیر در فعالیت‌های فکری می‌کرد. محتوا زمینه تفکر چندبعدی را در فراگیران پرورش می‌داد؛ محتوا و فعالیت‌های یادگیری از پیچیدگی کم به پیچیدگی بالا سازماندهی شده بود؛ در برنامه درسی مبتنی بر عمق دانش، به منظور رشد پیچیدگی شناختی یادگیرندگان، انواع فرصت‌های یادگیری فکری برای آن‌ها فراهم شده بود؛ ازجمله فرصت‌هایی برای مذاکره، مشاهده، طبقه‌بندی، کشف، تحلیل، قضاوت، حل مسئله، رهبری، تصمیم‌گیری، انتقاد، نوآوری و...؛ در برنامه درسی مبتنی بر عمق دانش، به منظور درگیر نمودن یادگیرندگان، از راهبردهایی مثل: یادگیری مسئله‌محور، پروژه‌محور، اکتشافی و سازنده‌گرایانه استفاده شد و ارزشیابی مبتنی بر عمق دانش، با برنامه درسی انطباق داشت و سطح سؤالات و فعالیت‌ها از پیچیدگی کم به سمت سطح پیچیدگی بالا تنظیم شده بود.

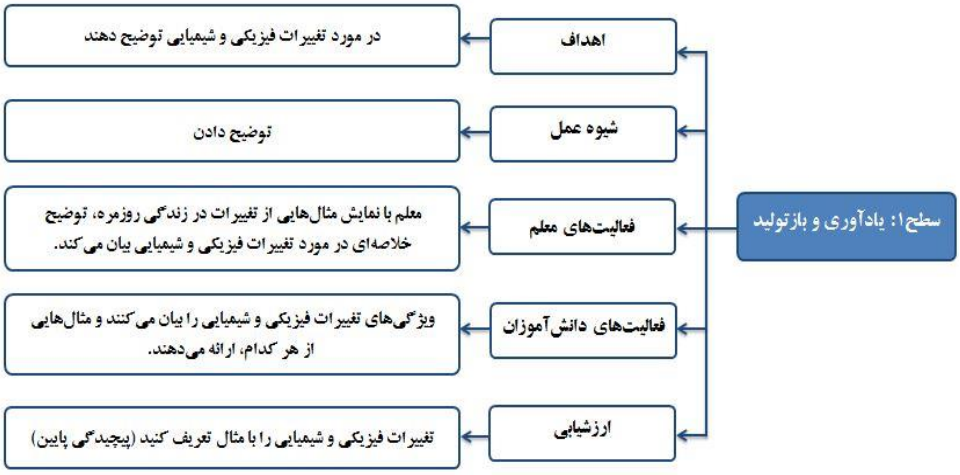
در راهنمای عمق دانش وب (۲۰۰۹) ساختاری برای انجام فعالیت‌های کلاسی براساس سطوح عمق دانش پیشنهاد شده است که برای تنظیم فعالیت‌ها از این ساختار استفاده شد: فعالیت‌های سطح ۱ عمق دانش (به یاد سپاری و تولید)؛ فعالیت‌های سطح ۲ عمق دانش (کار کردن با مهارت‌ها و مفاهیم)؛ فعالیت‌های سطح ۳ عمق دانش (تفکر راهبردی) و فعالیت‌های سطح ۴ عمق دانش

(تفکر توسعه‌یافته) بود. ارزشیابی نیز از دیگر عناصر برنامه درسی است. از نظر هاجیکولوا، هاجیکولف و کاساکلیف[1] (۲۰۱۹) معلمان باید مهارت‌های تفکر برتر، توانایی تجزیه‌وتحلیل، ارزیابی، تفکر خلاق، تفکر انتقادی، و حل مسئله دانش‌آموزان را ارزشیابی کنند و بازخوردهای مناسبی به آن‌ها ارائه دهند. به منظور آشنایی با ارزشیابی مبتنی بر پیچیدگی شناختی می‌توان از طبقه‌بندی دفتر ارزشیابی اداره آموزش و پرورش فلوریدا استفاده کرد. دفتر ارزشیابی اداره آموزش و پرورش فلوریدا (۲۰۱۲) طبقه‌بندی پیچیدگی شناختی سؤالات «آزمون ارزیابی فدرال[2]» را در سال تحصیلی ۲۰۱۳-۲۰۱۲ ارائه نموده است که در این طبقه‌بندی، استانداردهایی برای سؤالات در هر درس در نظر گرفته شده است که از سطح پیچیدگی کم به سطح پیچیدگی بالا پیش می‌رود. به‌عنوان نمونه، در زیر، به استانداردهای ارزشیابی در سه سطح پیچیدگی، در درس علوم در آزمون FCAT 2.0 (پایه‌های ۱۰-۳) اشاره می‌شود. جهت تنظیم سؤالات درس علوم و ارزشیابی، از این استاندارد استفاده شد.

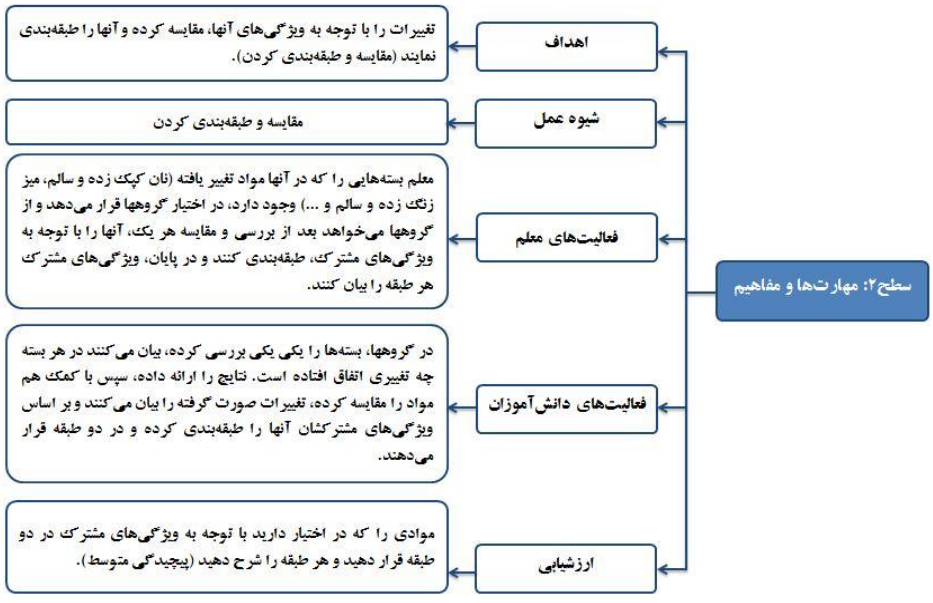
سطح۱. پیچیدگی کم (پایین): در این آیتم‌ها ممکن است نیاز داشته باشید که دانش‌آموزان مفاهیم و اصول آموخته‌شده قبلی را به خاطر آورند و یا تشخیص دهند؛ سطح۲. پیچیدگی متوسط: آیتم‌های این سطح، نسبت به پیچیدکی پایین، تفکر انعطاف‌پذیرتری در بردارد. برای رسیدن به یک پاسخ، نیازمند است که رویه‌های فراتر از رویه‌های معمولی، طی شود؛ سطح۳. پیچیدگی بالا: آیتم‌های با پیچیدگی بالا نیازمند سطح بالایی از تفکر هستند. دانش‌آموزان باید در تفکر خلاق، قضاوت، تحلیل، طراحی و استدلال انتزاعی‌تر درگیر شوند.

در این پژوهش، قبل از تدریس هر درس، نقشه مفهومی براساس مدل تدریس مبتنی بر عمق دانش در درس علوم، تنظیم می‌شد. به منظور ارزشیابی تکوینی و پایانی دانش‌آموزان در هر چهار سطح، کاربرگ‌های نیز طراحی شده بود تا دانش‌آموزان در کلاس، براساس آن‌ها فعالیت کنند. بعد از تنظیم نقشه‌های مفهومی، تدریس براساس آن‌ها، اجرا می‌شد. نمونه نقشه‌های مفهومی در شکل ۱ تا ۴ ارائه شده است.

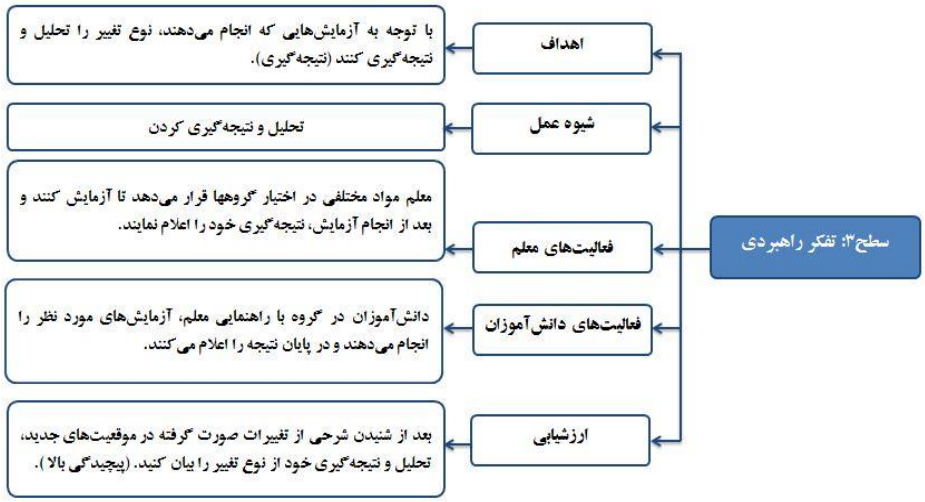
1. Hadzhikoleva, Hadzhikolev & Kasakliev
2. Statewide Assessment Test



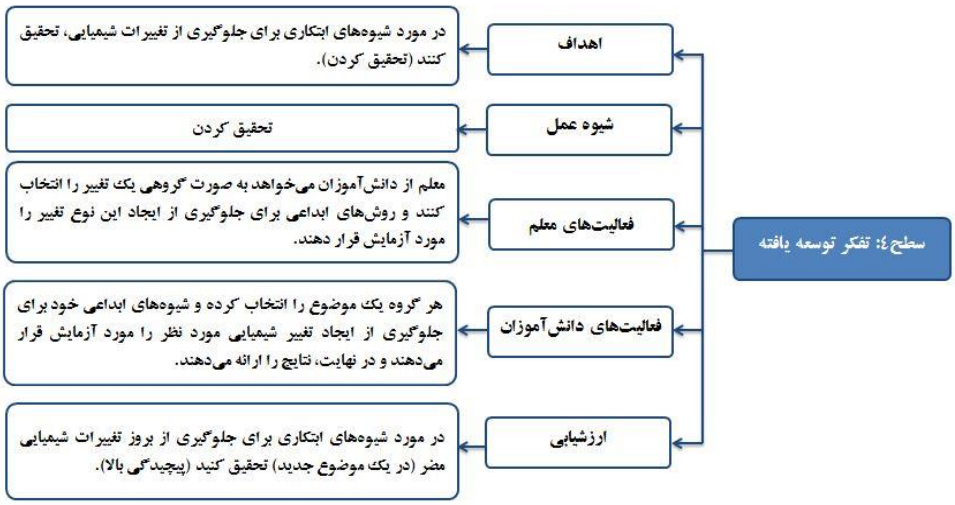
شکل۱. نمونه نقشه مفهومی در سطح ۱ (یادآوری و بازتولید)



شکل۲. نمونه نقشه مفهومی در سطح ۲ (مهارت‌ها و مفاهیم)



شکل۳. نمونه نقشه مفهومی در سطح ۳ (تفکر راهبردی)



شکل۴. نمونه نقشه مفهومی در سطح۴ (تفکر توسعه یافته)

لازم به ذکر است که گروه کنترل نیز دروس تعیین‌شده را به روش معمول، به مدت ۴ ماه آموزش دیدند. بعد از اجرای روش، مجدداً آزمون درس علوم تجربی براساس سطوح پیچیدگی شناختی به عمل آمد و نتایج مورد تحلیل قرار گرفت.

روش آماری تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش حاضر، از روش‌های آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و روش‌های آمار استنباطی (تحلیل کواریانس) استفاده شد.

تحلیل کواریانس (ANCOVA) قادر است تأثیر عدم همگنی گروه‌ها، همچنین تأثیر نمرات پیش‌آزمون را از نظر آماری کنترل نماید، بنابراین نسبت به سایر آزمون‌ها از دقت بالاتری برخوردار است (پالانت، ۲۰۰۷؛ ترجمه رضایی، ۱۳۸۹). داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS19 تحلیل شدند.

یافته‌ها

در جدول۱، میانگین و انحراف استاندارد نمرات هر دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون پیچیدگی شناختی درس علوم تجربی ارائه شده است.

جدول ۱. مقایسه میانگین‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون پیچیدگی شناختی در درس علوم تجربی

ردیف	گروهها	مراحل	میانگین	انحراف معیار	میانگین خطای معیار
۱	کنترل	پیش‌آزمون	۵/۳۴	۱/۳۰	۰/۲۷
		پس‌آزمون	۸/۲۳	۱/۱۲	۰/۲۳
۲	آزمایش	پیش‌آزمون	۵/۲۸	۱/۱۷	۰/۲۴
		پس‌آزمون	۱۶/۳۱	۱/۶۰	۰/۳۳

نتایج جدول۱ نشان می‌دهد قبل از اجرای متغیر مستقل، تفاوت میانگین نمرات گروه کنترل و آزمایش در پیش‌آزمون پیچیدگی شناختی درس علوم، چندان بالا نیست و دو گروه تقریباً نزدیک به هم هستند؛ ولی پس از اجرای متغیر مستقل، تفاوت میانگین نمرات گروه کنترل و آزمایش در پس‌آزمون پیچیدگی شناختی درس علوم تجربی، افزایش پیدا کرد.

بررسی نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون‌های کولموگروف اسمیرنف و شاپیرو ویلک

جدول۲. بررسی نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون‌های کولموگروف اسمیرنف و شاپیرو ویلک

ردیف	گروه‌ها	کولموگروف اسمیرنف Kolmogorov-Smirnova			شاپیرو ویلک Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
۱	کنترل	۰/۱۴۶	۲۳	۰/۲۰۰	۰/۹۳۸	۲۳	۰/۱۶۴
	آزمایش	۰/۱۵۴	۲۳	۰/۱۶۴	۰/۹۳۲	۲۳	۰/۱۲۳

به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون‌های کولموگروف اسمیرنف و شاپیرو ویلک استفاده شد. براساس جدول۲، در هر دو آزمون کولموگروف اسمیرنف و شاپیرو ویلک، سطح معناداری محاسبه‌شده از ۰/۰۵ بزرگ‌تر است، بنابراین داده‌ها نرمال می‌باشند.

بررسی فرض همگنی واریانس‌ها از طریق آزمون لون

به منظور بررسی معناداری تفاوت بین میانگین‌ها لازم است از آزمون تحلیل کواریانس استفاده شود. قبل از تحلیل کواریانس، ابتدا نرمال بودن و یکسانی واریانس متغیر وابسته از طریق آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه سطح معناداری مقدار محاسبه‌شده لون (۰/۳۷) از ۰/۰۵ بزرگ‌تر است، داده‌ها مفروضه تساوی خطای واریانس را زیر سؤال نبرده‌اند و دلیلی برای ناهمگنی واریانس‌ها وجود ندارد (p=۰/۳۷، df=۱و۴۴، f=۰/۷۶) و می‌توان از تحلیل کواریانس استفاده کرد.

فرضیه پژوهش: مدل تدریس مبتنی بر عمق دانش بر سطح پیچیدگی شناختی یادگیرندگان در درس علوم تجربی تأثیر دارد.

تجزیه و تحلیل استنباطی با استفاده از آزمون تحلیل کواریانس (**ANCOVA**):

به منظور مقایسه تأثیر دو روش تدریس مدل تدریس مبتنی بر عمق دانش و روش معمول آموزش، بر سطح پیچیدگی شناختی یادگیرندگان در درس علوم تجربی، از آزمون تحلیل کواریانس استفاده شد که نتایج آن در جداول ۳ ارائه شده است. بررسی‌های اولیه نیز برای اطمینان از فرض نرمال بودن و همگنی واریانس‌ها نیز انجام شد که نتایج حاکی از نرمال بودن و همگنی واریانس‌ها بود.

جدول۳: تحلیل کواریانس فرضیه پژوهش (اثربخشی مدل تدریس مبتنی بر عمق دانش بر سطح پیچیدگی شناختی یادگیرندگان در درس علوم تجربی)

منابع تغییر	مجموع مجذورات SS	درجه آزادی df	میانگین مجذورات MS	F	P	مجذور Eta (Partial Eta Squared)
پیش‌آزمون	۲۲/۸۵	۱	۲۲/۸۵	۱۵/۸۶	۰/۰۰۱	۰/۲۷
گروه (روش‌ها)	۷۵۸/۱۵	۱	۷۵۸/۱۵	۵۲۶/۳۶	۰/۰۰۱	۰/۹۲
خطا	۶۱/۹۳	۴۳	۱/۴۴			
مجموع تصحیح شده	۸۳۶/۴۳	۴۵				

براساس یافته‌های جدول۳، میزان p=۰/۰۰۱ , p <۰/۰۵ ؛ F(۱ ,۴۳) =۵۲۶/۳۶ نشان می‌دهد که بین دو گروه در نمرات پس‌آزمون پیچیدگی شناختی درس علوم، تفاوت معناداری وجود دارد؛ همچنین میزان ضریب Eta (Eta=۰/۹۲) نشان می‌دهد که۹۲ درصد واریانس در متغیر وابسته تحت تأثیر متغیر مستقل قابل تبیین است؛ این میزان به عدد۱ نزدیک است که براساس مدل راهنمای کوهن (۱۹۸۸) میزان تأثیر بالایی را نشان می‌دهد؛ بنابراین نتایج تحلیل کوواریانس برای آزمون فرضیه سوم نشان می‌دهد آموزش براساس مدل تدریس مبتنی بر عمق دانش، بر پیچیدگی شناختی یادگیرندگان در درس علوم، تأثیرمثبت دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان داد مدل تدریس مبتنی بر عمق دانش وب بر سطح پیچیدگی شناختی یادگیرندگان در درس علوم تجربی تأثیر مثبت دارد. طبق این مدل، دانش‌آموزان در کلاس درس، در فعالیت‌هایی مثل حل مسائل جهان واقعی، حل یک مسئله با روش‌های متعدد و متنوع، ارائه دلیل برای یک راه‌حل، قاعده‌سازی یک مسئله به شکل ابتکاری و... درگیر می‌شوند و با درگیر شدن در این موقعیت‌ها، می‌توانند پیچیدگی شناختی خود را توسعه داده و به یادگیری عمیق و سطح بالا دست یابند. از نظر کیل‌پاتریک[1] و همکاران (۲۰۰۱) دانش‌آموزان وقتی بهتر یاد می‌گیرند که با یک چالش علمی رو به رو می‌شوند که روی ایجاد درک، حل مسئله و ساختن مهارت‌ها متمرکز است (به نقل از سیلور[2] و همکاران، ۲۰۰۹). می‌یر و جونز[3] (۲۰۱۱) در پژوهش خود به تأثیر شیوه آموزش حل مسئله، آزمایش و کاربرد اطلاعات بر رشد توانایی‌های ذهنی دانش‌آموزان اشاره کردند. نتایج می‌یر و جونز ، ۲۰۱۱؛ زارعی،۱۳۹۰؛ شمسعلی، ۱۳۸۸؛ بدریان و همکاران، ۱۳۸۷؛ کیوان‌فر و نصراصفهانی، ۱۳۸۲، نیز حاکی از این بود که روش‌های فعال تدریس، در رشد مهارت‌های ذهنی دانش‌آموزان و افزایش عملکرد آن‌ها در درس علوم بسیار مؤثرتر از سایر روش‌ها هستند.

اداره آموزش و پرورش فلوریدا برنامه درسی و ارزشیابی را براساس مدل عمق دانش، طراحی و اجرا نمود که با اجرای این برنامه، موفقیت‌های آن‌ها در آزمون‌های بین‌المللی ریاضی و علوم، بسیار بهبود یافت و رتبه آن‌ها در چند سال اخیر، ارتقا یافته است (گزارش تحول فلوریدا، ۲۰۱۳). با اجرای برنامه درسی و ارزشیابی برنامه درسی استانداردمحور مبتنی بر مدل عمق دانش، در سال ۲۰۱۰ فلوریدا یکی از ایالت‌هایی بود که به خاطر موفقیتش ۷۰۰ میلیون دلار پاداش گرفت (اداره آموزش و پرورش فلوریدا[4]، ۲۰۱۰). در آزمون ارزیابی جامع فلوریدا که براساس پیچیدگی شناختی طراحی شده بود، از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲، پیشرفت دانش‌آموزان در علوم پایه پنجم از ۲۸ درصد به ۴۹ درصد افزایش یافت (گزارش تحول فلوریدا، ۲۰۱۳). در پژوهش انواگو (۲۰۱۲) نیز از مدل عمق دانش وب برای تعیین پیچیدگی شناختی یادگیرندگان استفاده شد. نتایج پژوهش، نشان‌دهنده تأثیر معنادار موفقیت یادگیرندگان بود.

به‌طورکلی، آموزش سطح بالا، می‌تواند عملکرد شناختی افراد را بهبود بخشد. ازاین‌رو نتایج این پژوهش با پژوهش‌های پری، ۱۹۹۹؛ البرت-جانز و سویج[5]، ۱۹۹۵؛ ویلسون، ۱۹۹۸؛ گرانِللو، ۲۰۰۲؛ هود و دئوپری، ۲۰۰۲؛ روچ، الیوت، و وب، ۲۰۰۳؛ قاسم‌آقایی و همکاران، ۲۰۰۵؛ واگنر، ۲۰۰۶؛ اسمیتسون و کلارس، ۲۰۰۷؛ و سیمونز، ۲۰۰۸؛ ؛ لوپز و گاینا، ۲۰۰۸؛ پوینتز و همکاران، ۲۰۰۹؛

1. Kilpatrick
2. Silver
3. Meyer & Jones
4 . Florida Department of Education
5 . Albert, Jones, & Savage

سایزمور، ۲۰۱۵؛ و سویچ و همکاران، ۲۰۲۳ هماهنگ است. بنابراین به‌طورکلی در تبیین یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان گفت از آنجا که این پژوهش، مبتنی با رویکرد سازنده‌گرایانه و یادگیری فعالیت‌محور است، دانش‌آموزان وقتی بهتر یاد می‌گیرند که با یک چالش علمی مواجه شده و در یادگیری درگیر می‌شوند. در مدل تدریس مبتنی بر عمق دانش، درگیر نمودن دانش‌آموزان در فعالیت‌های شناختی سطح بالا، به آن‌ها کمک می‌کند عملکردهای پیچیده را تمرین کنند و پیچیدگی شناختی خود را افزایش دهند؛ به‌طوری که بعد از انجام چنین فعالیت‌هایی، آن‌ها قادر خواهند بود در دروس مختلف، به موقعیت‌های سطح بالا پاسخ مناسب دهند. در مدل عمق دانش، یادگیرندگان در فعالیت‌های اکتشافی و حل مسئله درگیر می‌شوند و اغلب آموخته‌ها را خودشان با تلاش ذهنی و فعالیت، کسب می‌کنند. آموزش سطح بالا می‌تواند عامل مهمی برای افزایش پیچیدگی شناختی باشد. درگیری دانش‌آموزان در فعالیت‌هایی مثل تفسیر کردن، پیش‌بینی کردن، استنباط کردن، طبقه‌بندی کردن، تحلیل، استدلال کردن، انتقاد کردن، ابداع کردن، طراحی و اجرا کردن، مشارکت کردن، تحقیق کردن، ترکیب کردن، خود نظارتی کردن[1]، نقد کردن، تولید و ارائه نمودن به رشد شناختی آن‌ها کمک می‌کند و زمینه رشد پیچیدگی شناختی را فراهم می‌سازد.

براساس نتایج پژوهش می‌توان پیشنهادات ذیل را ارائه نمود:

پیشنهاداتی برای معلمان:

- به منظور افزایش پیچیدگی شناختی یادگیرندگان، طراحی و اجرای برنامه درسی علوم تجربی را براساس مدل تدریس مبتنی بر عمق دانش، انجام دهند.

- براساس سطوح مختلف عمق دانش، مجموعه فعالیت‌ها و سؤالاتی در درس علوم تجربی تنظیم نموده و در کلاس درس، مورد استفاده قرار دهند.

پیشنهاداتی برای برنامه‌ریزان درسی و مؤلفان:

- در تنظیم محتوای برنامه درسی علوم تجربی به مدل عمق دانش، توجه نمایند و عناصر برنامه درسی را براساس این مدل، شکل دهند.

- استانداردهای برنامه درسی علوم تجربی را براساس مدل عمق دانش، تهیه نموده و در اختیار معلمان قرار دهند.

- براساس مدل مبتنی بر عمق دانش، محتوای کتاب‌های درسی علوم تجربی را مورد تحلیل قرار داده و به اصلاح آن‌ها بپردازند.

پیشنهاداتی پژوهشی برای محققان:

- تأثیر مدل تدریس مبتنی بر عمق دانش را بر پیچیدگی شناختی یادگیرندگان در سایر دروس، مورد بررسی قرار دهند.

1. self-monitor

- تأثیر مدل تدریس مبتنی بر عمق دانش را بر پیچیدگی شناختی یادگیرندگان در مقاطع و پایه‌های مختلف، بررسی نمایند.
- تأثیر مدل تدریس مبتنی بر عمق دانش را بر پیچیدگی شناختی یادگیرندگان دختر و پسر مورد مقایسه قرار دهند.

منابع

استادحسنلو، حسین؛ فرجی‌خیاوی، زلیخا؛ و شکرالهی، رقیه. (۱۳۹۱). تحلیل محتوای کتاب‌های علوم چهارم و پنجم براساس اهداف آموزشی مریل. *نشریه پژوهش در برنامه‌ریزی درسی*، ۹(۶)، ۱۳۰-۱۱۶.

اسفیجانی، اعظم؛ زمانی، بی‌بی‌عشرت؛ و بختیارنصرآبادی، حسنعلی. (۱۳۸۷). مقایسه کتاب‌های علوم ابتدایی ایران از نظر توجه به مهارت‌های گوناگون در فرایند پژوهش با آمریکا و انگلستان. *فصلنامه مطالعات برنامه درسی*، ۲(۸۵)، ۱۵۵-۱۳۲.

امام‌جمعه، سیدمحمدرضا. (۱۳۷۷). *تحلیل محتوای کتاب‌های علوم تجربی پایه سوم و چهارم ابتدایی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس تهران.

بدریان، عابد؛ شکرباغانی، اشرف‌السادات؛ اصفا، آرزو؛ و عبدی نژاد، طالب. (۱۳۸۷). اعتباربخشی الگویی اثر بخش برای انجام دادن فعالیت‌های آزمایشگاهی در آموزش علوم تجربی دوره متوسطه. *فصلنامه نوآوری های آموزشی*، ۷(۲۸)، ۱۵۶-۱۲۹.

بدریان، عابد؛ و رستگار، طاهره. (۱۳۸۵). مطالعه تطبیقی استانداردهای آموزش علوم دوره آموزش عمومی ایران و کشورهای موفق در آزمون تیمز. *ارائه شده در همایش نوآوری در برنامه درسی دوره ابتدایی*. www.civilca.com

پالانت، جولی.(۲۰۰۷). *تحلیل داده‌های علوم رفتاری با برنامه SPSS* . (ترجمه اکبر رضایی، ۱۳۸۹). تبریز: انتشارات فروزش.

حکیم‌زاده، حسین. (۱۳۷۹). *تحلیل محتوای کتاب‌های علوم دوره دوره راهنمایی و مقایسه نتایج با نظرات دبیران*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان.

زارعی، صغری. (۱۳۹۰). *مقایسه تأثیر روش‌های تدریس آزمایشگاهی و حل مسئله بر میزان یادگیری و نگرش دانش‌آموزان نسبت به یادگیری درس علوم تجربی پایه پنجم ابتدایی در شهرستان شیروان در سال تحصیلی ۹۰-۱۳۸۹*.پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علامه‌طباطبایی تهران.

شمسعلی، محمدرضا. (۱۳۸۸). *بررسی تأثیر آموزش کاوشگری در درس علوم تجربی بر پرورش خلاقیت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دختر و پسر سال دوم راهنمایی شهرستان تویسرکان*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علامه طباطبایی تهران.

شمسی‌کهریزسنگی، عباسعلی. (۱۳۷۴). *بررسی پرسش‌های کتب علوم تجربی دوره راهنمایی سال ۷۴-۱۳۷۳ براساس طبقه‌بندی بلوم و همکاران*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت معلم تهران.

قادری، مصطفی (۱۳۷۹). *بررسی تطبیقی کتاب‌های درسی و راهنمای معلم علوم دوره ابتدایی ایران و آمریکا براساس طبقه‌بندی حیطه شناختی بلوم، بعد اعمال فکری در ساختار هوشی گیلفورد و طبقه‌بندی هدف‌های آموزشی مریل*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران.

قاسمی، فرشید؛ جهانی، جعفر. (۱۳۸۸). ارزیابی اهداف و کتاب‌های علوم تجربی دوره ابتدایی از دیدگاه الگوی آموزش خلاقیت پلسک. *فصلنامه مطالعات برنامه درسی*، ۳(۱۰)، ۶۴-۳۹.

کریمی، عبدالعظیم؛ بخشعلی‌زاده، شهرناز؛ و کبیری، مسعود. (۱۳۹۱). نتایج تیمز و پرلز ۲۰۱۱ و مقایسه آن با عملکرد دانش‌آموزان ایران در دوره‌های قبل. *وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، مرکز ملی مطالعات تیمز و پرلز*، http://timsspirls.ir

کیوان فر، محمدرضا؛ نصر اصفهانی، احمدرضا. (۱۳۸۲). بررسی میزان تأثیر استفاده از روش‌های فعال تدریس در میزان موفقیت دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی در درس علوم تجربی. *نشریه آموزه*، ۱۷، ۶۳-۵۸.

References

Albert, M. S., Jones, K., Savage, C. R., Berkman, L., Seeman, T., Blazer, D., & Rowe, J. W. (1995). Predictors of cognitive change in older persons: MacArthur studies of successful aging. *Psychology and aging*, *10*(4), 578-589.

American Psychological Association. (2022). *APA dictionary of psychology*. American Psychological Association. https://dictionary.apa.org/

Barber, J. (2018). Depth of knowledge and conceptual understanding. *Science Scope*, 41(9), 76-81.

Barikmo, K. R. (2021). Deep Learning Requires Effective Questions During Instruction. *Kappa Delta Pi Record*, 57(3), 126-131.

Bieri, J. (1955). Cognitive complexity-simplicity and predictive behavior. The *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 51(2), 263-268.

Blackburn, B. R. (2008*). Rigor is not a four-letter word. Larchmont*. NY: Eye on Education.

Choi, K. (2010). Development of a Model of Group Cognitive Complexity: A Combined View of a Group Compositional and a Group-as-a-Whole Perspectives. *Seoul Journal of Business*, 16(1), 119-147.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New Jersey: Lawrenced Erlbaum Associates, Inc. Publishers.

Curseu, P. L., & Rus, D. (2005). The cognitive complexity of groups: a critical look at team cognition research. *Cognition, Brain, Behavior Journal*, 9(4), 681-710.

Dorrian, H. (2021). *Analysis of the higher order thinking requirements of PARCC practice assessments in grades 10*. Doctoral dissertation, Seton Hall University. Seton Hall University Dissertations and Theses ETDs. https://scholarship.shu.edu/dissertations/2876/

Early, D. M., Rogge, R. D., & Deci, E. L., (2014). Engagement, alignment and rigor as vital signs of high quality instruction: A classroom visit protocol for instructional improvement and research. *The High School Journal*, 97(4), 219-239.

Education revolution Florida's a summary. (2013) .*Foundation for Excellence in Education.* http://www.foundationforfloridasfuture.org/

Eysenck, H. J. (1996). "*The Measurement of Creativity," in Dimensions of Creativity*, M. A. Boden, Ed. Boston, MA: MIT Press.

Florida Department of Education. (2010). *Florida's Race to the Top memorandum of understanding for phase 2*. Retrieved from . http://www.fldoe.org/ARRA/RacetotheTop.asp.

Florida Department of Education/Office of Assessment (2012). *Cognitive Complexity Classification of the 2012-13 Statewide Assessment Test Items*.

Francis, E. (2014, March 1). Difficulty vs. Complexity: What's the Difference? Maverik Education. http://maverikeducation.blogspot.com/2014/03/difficulty-vs-complexitywhats.html

Francis, E. (2018, July 1). What Exactly Is Depth of Knowledge? Maverik Education. https://maverikeducation.com/blog/f/what-is-depth-of-knowledge

Ghasem-Aghae, N., Kaedi, M., & Ören, T. I. (2005). Effects of Cognitive Complexity in Agent Simulation: Fuzzy Rules and an Implementation. In *Proceedings of: CM&SC-Conceptual Modeling and Simulation Conference*, 20-22.

Ginsberg, A. (1990). Connecting diversification to performance: a sociocognitive approach. *Academy of Management Review*, *15*(3), 514-535.

Granello, D. H. (2002). Assessing the cognitive development of counseling students: changes in epistemological assumptions. *Counselor Education and Supervision*, 41, 279-293.

Green, G. C. (2004). The impact of cognitive complexity on project leadership performance, *Information & Software Technology*, *46*(3), 165-72.

Hadzhikoleva, S., Hadzhikolev, E., & Kasakliev, N. (2019). Using peer assessment to enhance higher order thinking skills. *Tem Journal*, 8(1), 242-247.

Hess, K. (2013). A Guide for Using Webb's Depth of Knowledge with Common Core State Standards. *The common core institute, Center for College and Career Readiness.* http://www.palmbeachschools.org/academics/documents/WebsDepthofKnowledgeFlipChart_nobleeds_05142013_000.pdf

Hess, K. (2004). "Applying Webb's Depth-of-Knowledge (DOK) Levels in reading. http://www.nciea.org/publications/DOKreading_KH08.pdf.

Hess, K. K., Carlock, D., Jones, B., and Walkup, J. R. (2009). Cognitive Rigor: Blending the Strengths of Bloom's Taxonomy and Webb's Depth of Knowledge to Enhance Classroom-level Processes. *ERIC publication* ED517804.

Hess, K., Jones, B., Carlock, D., & Walkup, J. R. (2009). Cognitive rigor: Blending the strengths of Bloom's taxonomy and Webb's depth of knowledge to enhance classroom-level processes. *ERIC Document* (*Online Database*). https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED517804.pdf

Hood, A. B., & Deopere, D. L. (2002). The relationship of cognitive development to age, when education and intelligence are controlled for. *Journal of Adult Development*, 9(3), 229-234.

Husni, N & Rouadi, N. (2016). Interdisciplinary Curriculum Empowers Cognitive Advancement to Solve Real Life Problems. *Journal of Education and Learning*. 5(4), 34-43. DOI: 10.5539/jel.v5n4p34.

Jirka, S.J., & Hambleton, R. K.(2005). Cognitive Complexity Levels for the MCAS Assessment. *Center for Educational Assessment MCAS Validity Report No. 10. (CEA-566). Amherst, MA: University of Massachusetts, Center for Educational Assessment.* http://www.umass.edu/remp/docs/MCAS-RR-10.pdf

Kapur, M. (2008). Productive failure. *Cognition and Instruction*, 26(3), 379–424.

Kayembe, C., & Nel, D. (2019). Challenges and Opportunities for Education in the Fourth Industrial Revolution. *African Journal of Public Affairs*, 11(3), 79-94. https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/EJC-19605d342e

Lent, R. (2012). *Overcoming textbook fatigue*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

López, P. & Gallifa , J. (2008). Improving Cognitive Complexity via Seminar Methodology in Higher Education. *Higher Education in Europe*, 33(4), 471-482. https://doi.org/10.1080/03797720802522734

Martin, M. O. Mullis I.V.S. Gonzalez.E.J.Schrostouski S. J. (2004). *Timss 2003 International Science Report* Iea Boston College.

Marzano, R. J. (2017). *The new art and science of teaching*. Bloomington, IN: Solution Tree Press.

Meyer, s., & Jones T, B, (2011).*Promotion Active Learning: Strategies or the college classroom*. Sanfrancisco: josses- Bass Polishers.

Mitchell, T. R. (1971). "Cognitive Complexity and Group Performance," *Journal of social Psychology*, 86(1), 35-43.

Niebling, B. C. (2012). Determining the Cognitive Complexity of the Iowa Core in Literacy and Mathematics. Implications and Applications for Curriculum Alignment. *Iowa Department of Education.* http://www.educateiowa.gov/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=14524&Itemid=5111

Nwaogu, E. (2012). *The effect of ALEKS on students' mathematics achievement in an online learning environment and the cognitive complexity of the initial and final assessments.* Middle-Secondary Education and Instructional Technology Dissertations, Georgia State University.

Perry, W. G. (1999). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme*. San Francisco: Jossey-Bass.

Ponitz, C. C., Rimm-Kaufman, S., Grimm, K. J., & Curby, T. W. (2009). Kindergarten classroom quality, behavioral engagement, and reading achievement. *School Psychology Review*, 38(1), 102-120.

Puccio, G. J., Murdock, M. C., & Mance, M. (2007). *Creative leadership: Skills that drive change*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Roach, A.T., Elliott, S. N., & Webb, N.L. (2003).*Alignment Analysis and Content Validity of the Wisconsin Alternate Assessment for Students With Disabilities*. Wisconsin Center for Education Research. http://wceruw.org.

Savage, S., Francar, J., & Perry, K. (2023). Promoting Cognitive Complexity Among Yezidi Youth Impacted by ISIS in Kurdistan, Iraq. *Journal of Strategic Security*, 16(4), 105-157.

Sforza, D. (2014). *The inclusion of cognitive complexity: A content analysis of New Jersey's current and past intended curriculum*. Seton Hall University Dissertations and Theses (ETDs). https://scholarship.shu.edu/dissertations

Shao, Y., Nijstad, B. A., & Täuber, S. (2017). Paradoxical leader behavior and creativity: The role of employee cognitive complexity. *In Academy of Management Proceedings* (Vol. 2017, No. 1, p. 10522). Briarcliff Manor, NY 10510: Academy of Management.

Shernoff, D. (2013). *Optimal learning environments to promote student engagement*. New York: Springer.

Silver, E. A., Mesa, V. M., Morris, K. A., Star, J. R., & Benken, B. M. (2009). Teaching mathematics for understanding: An analysis of lessons submitted by teachers seeking NBPTS certification. *American Educational Research Journal*, *46*(2), 501-531.

Simmons, C, (2008). *Correlates and predictors of cognitive complexity among counseling and social work students in graduate training programs*. Graduate School Theses and Dissertations. http://scholarcommons.usf.edu/etd/498

Sizemore, J. M.(2015). *Intentional Depth of Knowledge and its Effects on K-12 Student Engagement*. Graduate Theses, Dissertations, and Capstones.19. Bellarmine University. https://scholarworks.bellarmine.edu/tdc/19

Smithson, J. L., & Collares, A. C. (2007). *Alignment as a predictor of student achievement gains*. Retrieved August 29, 2009, http:///www.ccsso.org/content/pdfs/smithsonAERA2007.pdf

Tienken, C. H. (2017). *Defying Standardization: Creating Curriculum for an Uncertain Future*. Rowman & Littlefield.

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). 21*st century skills: Learning for life in our times*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.

Van Hiel, A., & Mervielde, I. (2003). The Measurement of Cognitive Complexity and ItsRelationship With Political Extremism. *Political Psychology*, 24(4), 781-801.

Wagner, T. (2006). Rigor on trial. Educator Week. Retrieved from http://www.edweek.org/ew/articles/2006/01/11/18wagner.h25.html.

Wang, M. & Eccles, J. S. (2013). School context, achievement motivation, and academic engagement: A longitudinal study of school engagement using a multidimensional perspective. *Learning and Instruction*, 28, 12-23.

Webb, N. (2002). Depth-of-knowledge levels for four content areas. Retrieved October 30, 2008, from http://www.prc.k12.ms.us/docs/curriculum/webbs%20dok.pdf

Webb, N. (2007). Issues related to judging the alignment of curriculum standards and assessments. *Applied Measurement in Education*, *20*(1), 7-25.

Webb, N. (2009). Webb's depth of knowledge guide. Career and technical education definitions. www.aps.edu/rda/documents/resources/webbs_DOK_Guide.pdf

Wilson, E.O. (1998). *Consilience: The Unity of Knowledge*, Alfred A. Knopf, New York, NY.

Wine, M., & Hoffman, A. (2022). *RTD Approach to Using Norman Webb's Depth of Knowledge (DOK) Typology of Cognitive Complexity*. AleDev Research & Consulting. DOI:10.13140/RG.2.2.13393.61280

Wine, M., & Hoffman, A. M. (2023). Reinvigorating Webb's Depth of Knowledge in Three Content Areas. Paper presented at the April, 2023 *annual meeting of the National*

Council of Measurement in Education in Chicago, Illinois. DOI:10.13140/RG.2.2.13393.61280
World Economic Forum. (2020). The Global Competitiveness Report Special Edition 2020 How Countries are performing on the Road to Recovery. https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2020/
Wyse, A. E., & Viger, S. G. (2011). How item writers understand depth of knowledge. *Educational Assessment*, 16(4), 185-206.