طراحی و اجرای الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی و تاثیر آن بر یادگیری مفاهیم و کنشهای نمونه‌سازی

مائده مالکی*

دکتر هاشم فردانش**

دکتر ابراهیم طلایی***

دکتر جواد حاتمی****

چکیده

فرایند ساخت نمونه از سوی یادگیرنده رویکردی تلفیقی به منظور درک مهارتهای علمی، اجتماعی، معرفت‌شناختی و شناختی در آموزش علوم است. هدف این پژوهش طراحی و اجرای الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی در درس علوم است. در طراحی این الگو از اصول طراحی محیطهای یادگیری نمونه‌سازی و فناورانه و سایر اصولی بهره گرفته شده است که به منظور افزایش یادگیری مفهومی و کنشهای نمونه‌سازی در دانش آموزان مدنظر است. به همین منظور الگوی مورد نظر با بررسی پژوهشها و منابع موجود در زمینه یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی، به‌ویژه چگونگی آن در یادگیری مفاهیم و کنشهای نمونه‌سازی در درس علوم به شیوه طراحی‌پژوهی و با بهره‌گیری از مشورت متخصصان تعلیم و تربیت و شماری از معلمان طراحی شده و مورد بازبینی قرار گرفته است تا امکان اجرای آن در کلاس فراهم شود. به منظور اجرای الگوی طراحی شده، روش شبه آزمایشی پیش‌آزمون - پس آزمون با گروه گواه به کار رفته است. نمونه پژوهش شامل ۵۰ دانش‌آموز دختر پایه هشتم شهر تهران بوده و برای تحلیل داده‌ها از روش تحلیل کوواریانس چندمتغیره بهره‌گیری شده است. براساس یافته‌های پژوهش، میزان یادگیری مفهومی دانش آموزانی که با الگوی طراحی آموزشی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی آموزش دیده‌اند، بیشتر از دانش آموزانی است که به شیوه متداول آموزش دریافت کرده‌اند. میزان یادگیری کنشهای نمونه‌سازی دانش آموزانی که با الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی آموزش دیده اند، بیشتر از دانش آموزانی است که با شیوه متداول آموزش دیده‌اند.

کلید واژگان: نمونه‌سازی، علوم، یادگیری مفهومی، کنشهای نمونه‌سازی، یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی

تاریخ دریافت: ۹۶/۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱/۲۲

*دانشجوی دکتری تکنولوژی آموزشی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران maede.maleki@yahoo.com

**دانشیار گروه تعلیم و تربیت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران (نویسنده مسئول) fardan_h@modares.ac.ir

*** استادیار گروه تعلیم و تربیت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران e.talae@modares.ac.ir

****دانشیار گروه تعلیم و تربیت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران j.hatami@modares.ac.ir

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

مقدمه و پیشینه پژوهش

یادگیری و درک علوم با توجه به شیوه‌های مرسوم که اغلب روی حفظ کردن حقایق و فرمولها تاکید دارند، برای بسیاری از دانش‌آموزان سخت و دشوار است (لوکا[1] و زاخاریا[2]، ۲۰۱۲). دانش‌آموزان در این شیوه‌های یاددهی-یادگیری، اغلب علوم را علمی انتزاعی در نظر می‌گیرند که با زبانی پیچیده ارائه می‌شود و این تصور سبب کاهش علاقه آنها، درک نادرست، پایین آمدن نمرات آنها و ایجاد نمونه‌های ذهنی نادرست از پدیده‌های علمی خواهد شد که گاهی مدتها با آنها همراه است و سایر بدفهمی‌ها را در پی خواهد داشت (گیلبرت[3]،۲۰۰۴).

در حال حاضر تاکید بر کنشهای بازنمایانه و معرفت‌شناسانه جستارورزی علمی در آموزش علوم در حال افزایش است و نیاز یادگیرندگان به درک علوم و فرایند علوم بیش از هر چیز احساس می‌شود (کلارک[4] و سنگوپتا[5]،۲۰۱۳). از این رو، استانداردهای اخیر علوم روی کنشها تاکید می‌کنند و معتقدند که علوم صرفاً پیکره‌ای از دانش به منظور انعکاس درک رایج از جهان نیست بلکه مجموعه‌ای از کنشها به منظور ایجاد، گسترش و تصحیح دانش موجود است. دانش و کنش هر دو مهم و ضروری هستند (شورای تحقیقات ملی[6]، ۲۰۱۲؛ ۲۰۱۳).

در ایران از سال ۱۳۷۰ در دفتر برنامه‌ریزی و تالیف کتابهای درسی، طرحی جدید با تاکید بر رویکرد فرایند- محور برای طراحی و تولید برنامه‌های درسی علوم دوره ابتدایی و راهنمایی در دستور کار قرار گرفته است (احمدی، ۱۳۸۵). با وجود تاکید اساسی بر درگیر کردن یادگیرندگان در فرایندهای یادگیرنده- محور و کنش- محور، جایگاه و عملکرد دانش آموزان ایران همواره از میانگین بین المللی در مطالعه تیمز که هر چهار سال یک بار روی دانش آموزان پایه چهارم و هشتم صورت می‌گیرد، به طور معناداری پایین‌تر بوده است (کریمی و همکاران،۱۳۹۱). علاوه بر این مطالعه میدانی تیمز در سال ۲۰۰۳ نشان داده که دانش‌آموزان ایرانی در مجموع ۲۸۶ پرسش آزمون عملکردی متناسب با برنامه‌های رسمی کشورمان از نظر به خاطر سپردن و فهمیدن، در سطح نسبتاً بالایی قرار دارند اما در مهارتهایی چون ساختن نظریه‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها، حل مساله و به‌کارگیری ابزار و روشهای علمی و یا پژوهش درباره طبیعت و محیط‌زیست، در سطح بسیار پایینی قرار دارند (مارتین و همکاران،۲۰۰۴).

1. Louca
2. Zacharia
3. Gilbert
4. Clark
5. Sengupta
6. National Research Council

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

دفتر آموزش و پرورش راهنمایی (۱۳۸۸) به نقل از لشکر بلوکی (۱۳۹۲) اشاره می‌کند که با توجه به نتایج آزمونهای تیمز در کشور، میزان دستیابی دانش آموزان به مهارتهایی چون حل مساله، استدلال، فرضیه‌سازی، آزمایش فرضیه، تخمین مهارتهای محاسباتی و... بسیار کمتر از حد انتظار است و به نظر می‌رسد بخشی از این ضعفها بر می‌گردد به رویکردها و روشهای آموزش که در بنانهادن درک معنادار و تعمیم آموخته‌ها به موقعیت واقعی، نقش اساسی دارند.

قنبری و کیامنش (۱۳۸۰) در مطالعه‌ای به منظور تعیین میزان به‌کارگیری روش فعال توصیه‌شده در راهنمای تدریس کتاب علوم تجربی پایه پنجم به این نتیجه دست یافتند که معلمان اطلاعات و مهارتهای لازم را برای پرورش مهارتهای فرایندی ندارند تا از این مهارتها در تدریس علوم استفاده کنند. علاوه بر این پژوهشهای انجام شده در زمینه شیوه‌های تدریس نشان داده اند که هنوز بسیاری از معلمان بخشی قابل ملاحظه از وقت کلاس خود را برای سخنرانی یا پرسیدن سؤالهایی صرف می‌کنند که چیزی غیر از گردآوری حقایق ساده علمی نیست و تنها یک درصد زمان صرف شده در کلاس را به سؤالهایی اختصاص می‌دهند که مستلزم پاسخ متفکرانه است (نجفی هزارجریبی، ۱۳۸۷).

یکی از کنشهای مطرح به منظور درگیر کردن یادگیرندگان در فرایند علمی ساخت نمونه[1] و نمونه‌سازی[2] از سوی یادگیرنده است. این رویکرد منجر به درک بهتر نسبت به پدیده‌های طبیعی، مهارتهای علمی و معرفت‌شناختی در آموزش علوم می‌شود. نمونه‌سازی از جمله رویکردهایی است که به نظریه ساختن‌گرایی[3] و ابزارهای شناختی[4] نسبت داده شده است. نظریه ساختن گرایی را پاپرت[5] در سال ۱۹۹۱ مطرح کرده است. ساختن‌گرایی پاپرت توجهی ویژه به نقش ساختن در جهان به منظور پشتیبانی یادگیری دارد. یوناسن[6] نیز با تاکید بر ابزارهای شناختی مانند سازماندهی معنایی[7]، نمونه‌سازی پویا[8]، تفسیر اطلاعات[9]، ساخت دانش[10] و ... بیش از هر چیز بر اهمیت این ابزارها و نقش آنها در ساخت دانش به دست یادگیرندگان تاکید می‌کند. در این نگاه جدید، یادگیرندگان افرادی فعال در نظر گرفته می‌شوند که با به کارگیری ابزارهای شناختی دانش خود را

1. Model
2. Modeling
3. Constructionism
4. Cognitive tools
5. Papert
6. Jonassen
7. Semantic organization
8. Dynamic modeling
9. Information interpretation
10. Knowledge construction

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

می‌سازند و با درگیر شدن و فعالیت، نتایج بهتری از یادگیری خود به‌دست می‌آورند (یوناسن و همکاران، ۱۹۹۸).

در حال حاضر «یادگیری مبتنی بر نمونه[1]» مورد حمایت متخصصان آموزشی به‌ویژه در حوزه آموزش علوم قرار گرفته است. این رویکرد منجر به ایجاد بازنمایی بیرونی از سازوکارهای زیربنایی پدیده فیزیکی می‌شود و به یادگیرندگان در فهم این سازوکار کمک می‌کند (لوکا و زاخاریا، ۲۰۱۲). علاوه بر این زمینه‌ای را ایجاد می‌کند در راستای ایجاد و اصلاح نمونه‌ها به منظور بروز بروندادهای با کیفیت‌تر در راستای فهم بنیادین مفاهیم، فهم عملیاتی ماهیت علوم و توانایی کاربرد مهارتهای استدلال و فرایندی به نسبت آنچه در اکثر نظامهای آموزشی متداول است.

با توجه به تاکیدهای بسیار بر ساخت نمونه از سوی یادگیرنده در حوزه علوم، مطالعات تجربی کمی روی نمونه‌سازی انجام شده است و اغلب به صورت کیفی و روایتی ارائه شده‌اند (دی‌جانگ[2] و ون‌یولینگن[3]، ۲۰۰۸؛ لوکا و زاخاریا، ۲۰۱۲). علاوه بر این لوکا و زاخاریا (۲۰۱۲) معتقدند که اغلب مطالعات انجام شده روی محصول نمونه‌سازی به منزلهٔ یادگیری تمرکز کرده اند و یادگیری مفهوم و کنشها و فرایندهایی که در خلال فرایند نمونه‌سازی اتفاق می‌افتد، مورد توجه قرار نگرفته است.

یادگیری مفهومی یادگیرندگان زمانی که فعالانه در فرایند یادگیری از طریق آزمایش علمی درگیر می‌شوند در مقایسه با زمانی که از طریق راهبردهای منفعل آموزش می‌بینند، بیشتر است (مینر[4] و همکاران، ۲۰۱۰). هانسن[5] (۱۹۹۰) معتقد است یادگیرندگان ۲۵ درصد آنچه را شنیده‌اند، ۴۵ درصد آنچه را شنیده و دیده‌اند و ۷۰٪ آنچه را دستکاری و کنترل کرده‌اند یا آنچه را یادگرفته‌اند و به عمل تبدیل کرده‌اند، به یاد می آورند. یک پژوهش سنتزپژوهی در کلاسهای علوم مقاطع مهدکودک تا دوازدهم نشان داد، فهم مفهومی یادگیرندگانی که فعالانه در فرایند یادگیری از طریق آزمایش علمی درگیر می‌شوند بیشتر از یادگیرندگانی است که از طریق راهبردهای منفعل‌تر به آنها درس داده می‌شود (مینر و همکاران، ۲۰۱۰). چانگ[6] و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی دریافتند، یادگیری مفهومی یادگیرندگانی که در طراحی، تفسیر و ارزشیابی نمونه‌هایشان درگیر می‌شوند از یادگیرندگانی که فقط از نمونه‌های از قبل ساخته شده استفاده می‌کنند، بیشتر است.

1. Modeling-based learning
2. De Jong
3. van Joolingen
4. Minner
5. Hansen
6. Chang

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]
[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

فرایند نمونه‌سازی مستلزم مجموعه‌ای از دانش، مهارتها و راهبردهای شناختی مرتبط با نمونه‌سازی است (استراتفورد[1] و همکاران، ۱۹۹۸) که تحت عناوین کنشهای نمونه‌سازی (نامدار و شن[2]، ۲۰۱۵) یا عناصر کنش نمونه‌سازی (شوارتز[3] و همکاران، ۲۰۰۹) یا مراحل ساخت نمونه طبقه‌بندی می‌شوند. طبقه‌بندیهای گوناگونی از کنشهای نمونه‌سازی از سوی یادگیرنده ارائه شده است. به عنوان مثال شوارتز و همکاران (۲۰۰۹) به چهار کنش نمونه‌سازی اشاره کرده اند:

- یادگیرندگان نمونه‌ها را مطابق با شواهد و نظریه‌های قبلی به منظور بیان، شرح یا پیشگویی پدیده موردنظر می‌سازند.
- یادگیرندگان از نمونه‌ها به منظور نشان‌دادن، توضیح‌دادن و پیشگویی پدیده موردنظر استفاده می‌کنند.
- یادگیرندگان نمونه‌های گوناگون را با توجه به صحت و دقت بازنمایی پدیده موردنظر و پیش‌بینی پدیده جدید مورد مقایسه و ارزشیابی قرار می‌دهند.
- یادگیرندگان نمونه‌ها را به منظور افزایش قدرت تبیین و پیش‌بینی و در نظر گرفتن سایر شواهد یا ابعاد پدیده مورد بازبینی قرار می‌دهند.

دی‌جانگ و ون یولینگن (۲۰۰۸) اذعان دارند که غالب پیشینه نمونه‌سازی، آن را به مثابه یک فعالیت واحد نگریسته‌اند و فرایند نمونه‌سازی در غیاب داده‌ای که نمونه می‌شود، اتفاق می‌افتد. به این ترتیب نمونه‌سازی در حد یک فعالیت نظری باقی می‌ماند. در صورتی که نمونه‌سازی باید در یک فرایند جستارورزانه تلفیق شود. علاوه براین، براوو[4] و همکاران (۲۰۰۶) بیان می‌کنند که ترکیب نادرست فرایند نمونه‌سازی ممکن است، کسب مهارتهای نمونه‌سازی و دریافت مفهوم مورد نظر را از سوی یادگیرنده با مشکل روبه‌رو کند. از این رو در این مطالعه قصد داریم با در نظر گرفتن پیشینه نمونه‌سازی و با مورد توجه قرار دادن راهبردهای آموزشی که منجر به تسهیل یادگیری مفهومی و کسب کنشهای نمونه‌سازی[5] از سوی یادگیرندگان می‌شود، یک الگوی مطلوب به منظور رویکرد یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی ارائه دهیم. در این الگو علاوه بر تسهیل یادگیری مفهومی یادگیرندگان، کسب کنشهای نمونه‌سازی از سوی یادگیرندگان مورد تاکید قرار گرفته است.

1. Stratford
2. Shen
3. Schwarz
4. Bravo
5. Modeling practices

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

اهداف پژوهش

۱. بررسی و تعیین مؤلفه‌ها و ویژگیهای الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی با تاکید بر یادگیری مفاهیم و کنشهای نمونه‌سازی در درس علوم.

۲. بررسی تاثیر استفاده از الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی روی یادگیری مفهومی و کنشهای نمونه‌سازی دانش آموزان.

سؤالات پژوهش

۱. الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی طراحی شده به منظور افزایش یادگیری مفهومی یادگیرندگان و کنشهای نمونه‌سازی می‌بایست دارای چه ویژگیهایی باشد؟

۲. الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی دارای چه مراحلی است؟

۳. تأثیر استفاده از الگوی مبتنی بر نمونه‌سازی بر یادگیری مفهومی و کنشهای نمونه‌سازی دانش‌آموزان چگونه است؟

روش‌پژوهش

در پژوهش حاضر به تناسب سؤالها و اهداف پژوهش از چندین روش پژوهشی بهره گرفته شده است. به منظور دستیابی به پاسخ دو سؤال اول مبنی بر ویژگیها و مراحل الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی، روش طراحی‌پژوهی[1] به کار رفته است. به منظور دستیابی به پاسخ سؤال سوم مبنی بر تأثیر استفاده از الگوی مبتنی بر نمونه‌سازی روی یادگیری مفهومی و کنشهای نمونه‌سازی دانش‌آموزان، گروهی که با الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی آموزش دیده‌اند با دانش آموزانی که به شیوه متداول آموزش دیده‌اند، مقایسه شدند. بدین صورت که ابتدا الگوی مورد نظر با بررسی پژوهشها و منابع موجود در زمینه یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی، به‌ویژه چگونگی آن در یادگیری مفاهیم و کنشهای نمونه‌سازی در درس علوم به شیوه طراحی‌پژوهی و با بهره‌گیری از مشورت متخصصان تعلیم و تربیت و شماری از معلمان طراحی شده و مورد بازبینی قرار گرفته است. طراحی‌پژوهی یک مطالعه نظام‌مند از طراحی، ایجاد و ارزشیابی مداخلات آموزشی (مانند برنامه‌ها، راهبردهای تدریس و یادگیری و مواد، محصولات و نظامها) به عنوان راه‌حلهایی برای مسائل پیچیده در کنش آموزشی با هدف افزایش دانش درباره ویژگیهای این مداخلات و فرایندهای طراحی و ایجاد آنها به شمار می‌آید (ون دن آکر[2] و همکاران، ۲۰۰۶). بارِب[3] و اسکوایر[4] (۲۰۰۴)

1. Design-based research
2. Van den Akker
3. Barab
4. Squire

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

طراحی‌پژوهی را مجموعه‌ای از رویکردها به منظور تولید نظریه‌ها، مصنوعات و کنشهای جدید برای تحت تاثیر قرار دادن یادگیری و تدریس در محیطهای واقعی تعریف کرده اند.

الگوی به دست آمده از رویکرد طراحی‌پژوهی به صورت شبه آزمایشی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه آزمایشی و کنترل) با گروهی دیگر از دانش‌آموزان که به شیوه متداول آموزش دیده بودند، مورد مقایسه قرار گرفت. یادگیرندگان هر دو گروه، دانش آموزان دختر پایهٔ هشتم در سال تحصیلی ۹۶- ۱۳۹۵ بودند که پس از انتخاب تصادفی کلاسها به عنوان گروه آزمایشی و گواه انتخاب شدند. سپس پیش‌آزمون محقق ساخته که پایایی و روایی آن محاسبه شد روی دانش آموزان هر دو گروه اجرا شد. سپس نرم‌افزار نمونه‌سازی به دانش آموزان گروه آزمایشی آموزش داده شد. پژوهشگر به مدت پنج جلسه ۷۰ دقیقه‌ای محتوای درسی مربوط به تاثیر گازهای گلخانه‌ای، چرخه کربن و افزایش گازهای گلخانه‌ای را که بر اساس الگوی طراحی آموزشی مبتنی بر نمونه‌سازی طراحی شده بود روی گروه آزمایشی اجرا کرد و محتوای همان درس را معلم همان پایه در گروه گواه تدریس کرد، به این‌گونه که در گروه گواه همهٔ مراحل (مانند ارائه سؤال یا تدریس مفاهیم با استفاده از فیلم) به جز مراحلی که به نمونه‌سازی یا فرایند نمونه‌سازی مرتبط بود، انجام شد. یک هفته پس از اتمام جلسات و فعالیتهای اجرایی آزمون محقق‌ساخته به منظور سنجش یادگیری مفاهیم و کنشهای نمونه‌سازی روی هر دو گروه اجرا شد. برای تعیین روایی آزمون از روایی محتوایی و برای اندازه‌گیری میزان پایایی آزمون از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد که مقدار آن ۰/۸۱ بود. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از دو گروه آزمایشی و کنترل برای تعدیل تفاوتهای اولیه گروهها از روش آماری تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شد.

ویژگیها و عناصر الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی

با توجه به فرایند جستارورزانه و کنش-محور نمونه‌سازی و بهره‌گیری از فناوری به منظور ساخت دانش از سوی یادگیرندگان، از اصولی که کالی[1] و لین[2] در سال ۲۰۰۸ برای آموزش علوم ویژه محیطهای فناورانه مطرح کرده اند، برای ایجاد برخی از ویژگیهای الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی بهره‌گیری شد. برخی از این اصول عبارت اند از: قابل دسترس کردن علوم[3]، قابل رویت کردن تفکر[4]، کمک به یادگیرندگان که از یکدیگر یاد بگیرند و ارتقای یادگیری مادام العمر مستقل.

1. Kali
2. Linn
3. Making science accessible
4. Making thinking visible

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

یکی دیگر از عواملی که به درک درست برای انجام نمونه‌سازی و کنشهای نمونه‌سازی در یادگیرندگان می‌انجامد، درک معرفت‌شناختی فرایند نمونه‌سازی است. شوارتز و همکاران (۲۰۰۹) معتقدند که انجام دادن با کیفیت کنشهای نمونه‌سازی مستلزم آن است که یادگیرندگان دلیل، معیارها و ماهیت نمونه‌سازی علمی را درک کنند. شوارتز و وایت[1] (۲۰۰۵) معتقدند که بدون این دانش یادگیرندگان نه می‌توانند ماهیت علوم را درک کنند و نه کنشهای نمونه‌سازی را به نحو مطلوبی انجام دهند.

برلند[2] و همکاران (۲۰۱۶) معتقدند که یادگیرندگان به منظور درگیر شدن در کنشهای علمی علاوه بر اینکه باید نسبت به زیرکنشهای هریک از کنشها آگاهی داشته باشند، نسبت به چگونگی و چرایی آنها نیز باید مطلع شوند تا بتوانند به طور معنادار در این کنشها درگیر شوند. از این رو آنها با ارائهٔ چارچوب «معرفت‌شناسی در کنش»[3] در سال ۲۰۱۶ به ایده‌های معرفت شناسانه‌ای اشاره کرده اند که ادغام آنها با کنشهای علمی منجر به هرچه معنادارتر شدن فرایند ساخت دانش می‌شود. آنها به منظور ارائهٔ این ایده‌های معرفت‌شناختی ضمن در نظر گرفتن فرایند ساخت و بازبینی دانش، کنشهای تبیین، استدلال و نمونه‌سازی را مد نظر قرار داده‌اند. این چارچوب دارای چهار ملاحظه معرفت‌شناختی ماهیت، تعمیم، توجیه و مخاطب است که در جدول ۱ شرح داده شده است.

اگرچه به کارگیری رویکردهای جستارورزی در یادگیری توصیه می‌شود اما ماهیت جامع و باز وظایف جستارورزی واقعی چالشهایی را برای یادگیرندگان به وجود می‌آورد. زمانی وظایف جستارورزی واقعی می‌تواند برای اهداف آموزشی مورد استفاده قرار بگیرد که یادگیرندگان به‌اندازه کافی مورد پشتیبانی قرار بگیرند. شواهد حاکی از آن است که تاثیر یادگیری مبتنی بر جستارورزی و نمونه‌سازی به پشتیبانی یادگیرنده بستگی دارد. اخیراً یک فراتحلیل نشان داده است که یادگیری مبتنی بر کاوش بدون راهنمایی تاثیر کمتری از آموزش مستقیم دارد (آلفیری[4] و همکاران، ۲۰۱۱). آیسینک[5] و همکاران (۲۰۰۹) نشان داده‌اند که یادگیری جستارورزی خوب هدایت شده، موثرتر از یادگیری فرارسانه‌ای و یادگیری مشاهده‌ای است. کلاهر[6] و نیگام[7] (۲۰۰۴) نشان داده اند که

1. White
2. Berland
3. Epistemologies in Practice (EIP)
4. Alfieri
5. Eysink
6. Klahr
7. Nigam

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]
[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

مشاهده عملکرد معلم از یادگیری مبتنی بر کشف هدایت‌نشده موثرتر است. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که پشتیبانی یادگیرنده در رویکردهای جستارورزی بسیار مهم است اما پژوهشگران نسبت به اینکه چقدر می‌توانند پشتیبانی کنند و چه زمانی باید این پشتیبانی ارائه شود با یکدیگر هم نظر نیستند.

ماهیت جستارورزانه نمونه‌سازی اهمیت به کارگیری شیوه‌های تکیه‌گاه سازی را نشان می‌دهد. پژوهشها نشان داده‌اند یادگیری از طریق نمونه‌سازی تنها زمانی می‌تواند با موفقیت همراه شود که یادگیرندگان به اندازه کافی مورد تکیه‌گاه‌سازی قرار بگیرند. تکیه‌گاه‌سازیهای شناختی می‌تواند با نرم افزار شبیه‌سازی یا در یک یا چند فرایند جستارورزی ادغام شوند. دی جانگ و ون یولینگن (۱۹۹۸)، کوییتانا[1] و همکاران (۲۰۰۴)، لین و همکاران (۲۰۰۴) و دی جانگ (۲۰۰۶) از جمله افرادی بودند که به این تکیه گاه‌سازیهای شناختی توجهی ویژه داشته‌اند.

یافته‌ها

سؤال اول: الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی طراحی شده به منظور افزایش یادگیری مفهومی یادگیرندگان و کسب کنشهای نمونه‌سازی می‌بایست دارای چه ویژگیهایی باشد؟

با توجه به اصول مطرح شده در آموزش علوم مانند تاکید بر بعد معرفت‌شناسانه نمونه‌سازی، ماهیت فرایند نمونه‌سازی و روشهای تکیه‌گاه‌سازی در فرایند نمونه‌سازی، جدول ۱ مقوله‌های مربوط به اجزای تشکیل دهنده الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی را نشان می‌دهد.

جدول ۱. مقوله‌های مربوط به اجزای تشکیل دهنده الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی

مقوله	تعریف	کاربرد مقوله‌ها در الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی
کنش برنامه‌ریزی	یادگیرندگان به مشاهده یا گردآوری اطلاعات، داده یا تجربیاتی که به پدیده تحت مطالعه مرتبط است، می‌پردازند.	دانش‌آموزان با بهره‌گیری از منابعی مانند ویدیو، پاورپوینت و توضیحات معلم نسبت به مفاهیم موجود در درس اطلاعات لازم را به دست آوردند.
کنش طراحی و ایجاد	یادگیرندگان یک نمونه از پدیده مورد نظر را بر اساس اطلاعات، داده یا تجربیات گردآوری شده ایجاد می‌کنند.	دانش‌آموزان با بهره‌گیری از اطلاعات موجود نسبت به مفاهیم مورد نظر، نمونه مورد نظر را ایجاد کردند.
کنش ارائه	یادگیرندگان از نمونه‌ها به منظور نشان دادن، توضیح دادن و پیشگویی پدیده مورد نظر استفاده می‌کنند.	دانش‌آموزان نمونه خود را به همراه توضیحات لازم به سایر همکلاسیهای خود نمایش دادند.
کنش ارزشیابی	یادگیرندگان نمونه‌های گوناگون را با توجه به صحت و دقت بازنمایی پدیده موردنظر و پیش‌بینی پدیده جدید، مورد مقایسه و ارزشیابی قرار می‌دهند.	دانش‌آموزان با استفاده از مؤلفه‌ها و شاخصهای ارزشیابی که از قبل آماده شده بودند، نمونه‌های ارائه شده از سوی همکلاسیهای خود را ارزشیابی کردند.
بازنگری	یادگیرندگان نمونه‌ها را به منظور افزایش قدرت تبیین و پیش‌بینی و در نظر گرفتن سایر شواهد یا ابعاد پدیده مورد بازنگری قرار می‌دهند.	پس از پایان هر مرحله، دانش آموزان این فرصت را داشتند تا با توجه به تجربیات جدیدی که به دست آورده‌اند، نمونه خود را بازنگری کنند.
ماهیت	به ایده‌های یادگیرندگان درباره آنچه به عنوان یک پاسخ کافی	دانش‌آموزان با انواع سؤالات و پاسخهایی که هر یک نیاز دارند، آشنا

1. Quintana

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

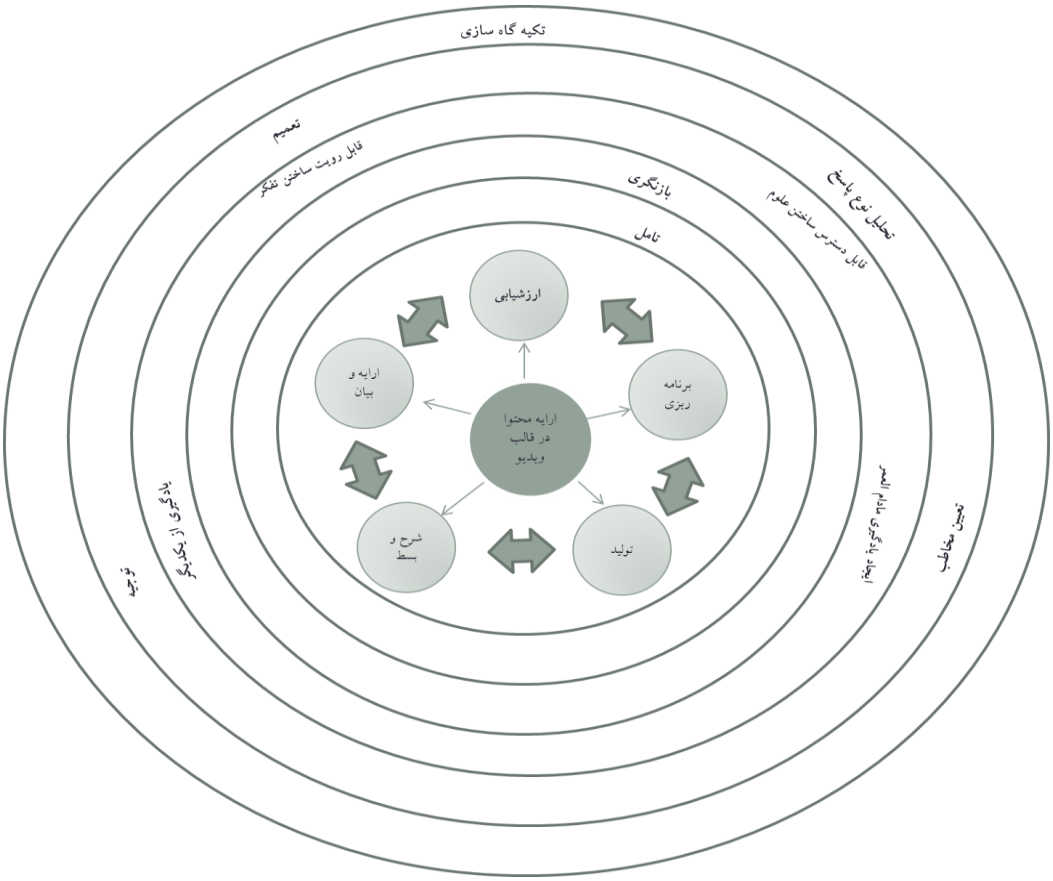
	برای سؤالاتشان در نظر می‌گیرند، تاکید می‌کند.	شدند و آنها می‌بایست پاسخ مورد نظر خود را با سؤال مطرح شده در درس تطابق می‌دادند.
تعمیم	به درک یادگیرندگان از اینکه آیا و چگونه یک پدیده خاص یا تجربیات به سایر پدیده‌ها و ایده‌های علمی عمومی‌تر مرتبط می‌شوند، اشاره می‌کند.	در این مطالعه پس از ایجاد نمونه اولیه از سوی دانش آموزان برای آنها سؤال جدید مطرح شد و آنها نمونه خود را با توجه به پاسخ سؤال جدید تعمیم دادند. علاوه براین با توجه به مفاهیم مورد نظر با مفاهیم دیگری مانند علیت، بیابان‌زدایی و ... آشنا شدند.
توجیه	بر پشتیبانی ایده‌ها با شواهد و ربط دادن شواهد با محصول دانش و ارائه تبیین و استدلال تاکید می‌کند.	دانش آموزان به هنگام ایجاد روابط میان اجزای نمونه، دلیل و شواهد خود را بیان کردند.
مخاطب	این ملاحظه بر روی تعیین مخاطب از سوی یادگیرندگان برای محصولات دانشی‌شان تاکید می‌کند.	دانش آموزان از ابتدای کار، دانش آموزان پایهٔ هفتم را در حکم مخاطبان نمونه خود برگزیدند.
قابل دسترس کردن علوم	برقراری ارتباط میان کنشهای فرایند جستارورزی علوم ارتباط با مثالهای مرتبط شخصی	با قرار دادن فایل پاورپوینت در اختیار دانش آموزان و پیوستگی میان مراحل گوناگون و تامل میان مراحل، دانش آموزان می‌توانستند ارتباط میان کنشهای نمونه‌سازی را به خوبی درک کنند. علاوه بر این با بهره‌گیری از مثالهای ملموس و عینی می‌توانستند به راحتی میان مفاهیم و مسائل روزمره زندگی خود ارتباط برقرار کنند.
قابل رویت کردن تفکر	فراهم‌کردن قالبهایی برای یادگیرندگان به منظور سازماندهی ایده‌هایشان و به کارگیری ابزارهای بازنمایی دانش از راهبردهایی است که می‌توان به منظور قابل رویت کردن تفکر یادگیرندگان از آنها استفاده کرد.	با قرار دادن فایل پاورپوینت و ایجاد چارچوبی برای ارائهٔ ایده‌های دانش‌آموزان و امکان ساخت نمونه و بحث و تبادل نظر میان دانش‌آموزان، این امکان وجود داشت تا بتوانند اندیشه‌ها و نظرات خود را ترسیم و قابل رویت سازند.
کمک به یادگیرندگان برای یادگیری از یکدیگر	این اصل بر کمک به یادگیرندگان برای شنیدن و یادگیری از یکدیگر تاکید می‌کند.	دانش‌آموزان پس از ساخت نمونه‌های خود این امکان را داشتند تا نمونه خود را با دیگر همکلاسیها به اشتراک بگذارند و نظرات آنها را جویا شوند.
ارتقای یادگیری مادام العمر مستقل	تشویق به تامل کردن	دانش‌آموزان پس از هر مرحله این امکان را داشتند تا نسبت به آن مرحله تامل و بازنگری کنند و این مقوله به آنها کمک می‌کرد تا علاوه بر برقراری ارتباط میان کنشهای نمونه‌سازی، درک بهتری از آنچه خود ساخته اند، داشته باشند.
محصول دانش	شامل یک تبیین، نمونه، استدلال و یک سؤال پژوهشی باشد که چه به صورت فیزیکی، تصویری، شفاهی یا از طریق ابزارهای محاسباتی ارائه می‌شود.	در این مطالعه، محصول دانش نمونه ای بود که قرار بود دانش آموزان بسازند.
تکیه‌گاه سازی	نوعی کمک به یادگیرنده که معلم یا سایر دانش آموزان به منظور پشتیبانی یادگیری ارائه می‌کنند. در این فرایند معلم به یادگیرنده کمک می‌کند تا به تکلیف یا مفهومی تسلط یابد که ابتدا به تنهایی قادر به درک آن نبوده است.	در این مطالعه با به کارگیری فنون گوناگون تکیه‌گاه سازی مانند ایجاد قالبهایی به منظور پیشبرد فرایند نمونه‌سازی، امکان به اشتراک‌گذاری نمونه‌ها میان دانش آموزان، استفاده از نظرات دانش آموزان و معلمان و امکان مشاهده ویدیوهای آموزشی از ابتدا تا انتهای کار دانش آموزان پشتیبانی می‌شدند.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

سؤال دوم: فرایند طراحی الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی دارای چه مراحلی است؟

بر اساس نتایج استخراج شده در جدول ۱ و اجرای آزمایشی الگو و تصحیح آن پس از دریافت بازخورد متخصصان آموزشی، الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی مطابق با شکل ۱ طراحی شده است.



شکل ۱: الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی

در ادامه چگونگی طراحی درسی با عنوان «ارتباط چرخه کربن با گرم شدن زمین» به شیوه الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی شرح داده شده است.

موضوع: ارتباط چرخه کربن با گرم شدن زمین چیست؟

- معلم ابتدا به منظور ارائه فعالیتهای یادگیری و ذخیره‌سازی نظرات یادگیرندگان و بازیابی آنها به ازای هر گروه یک فایل پاورپوینت تهیه کرد و در اختیار گروهها قرار داد.

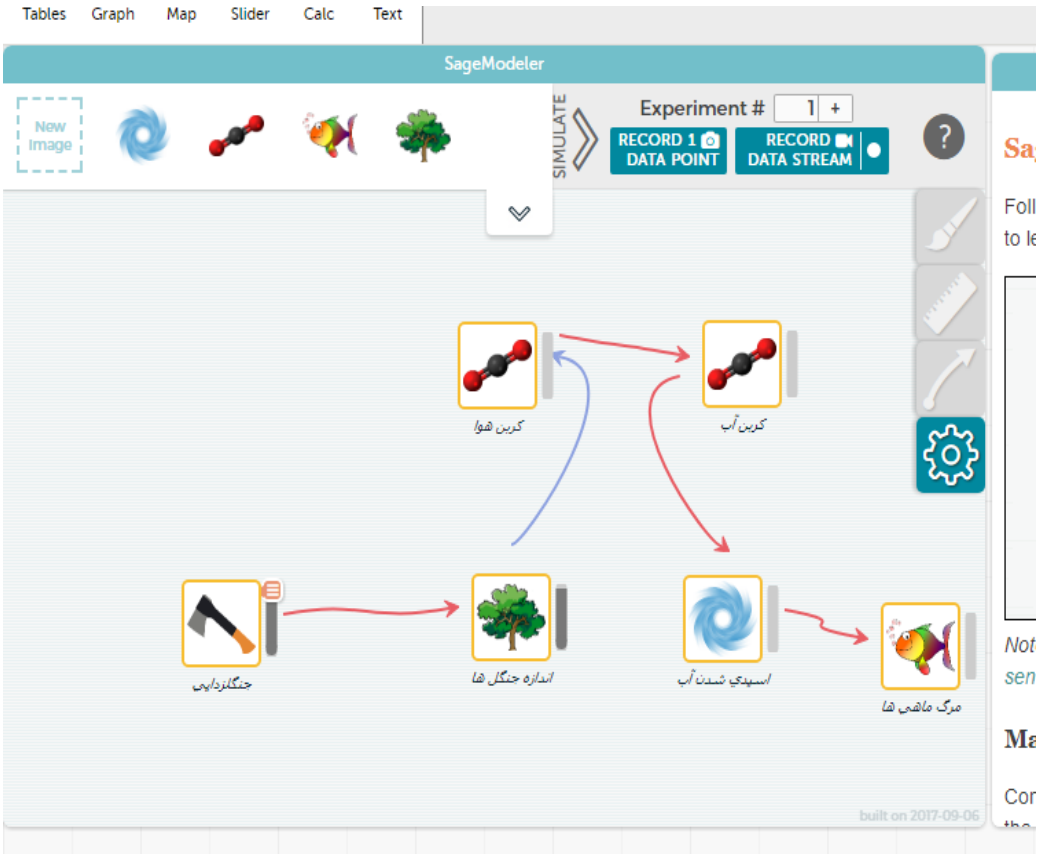
[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

- دانش آموزان گروهبندی شدند و هر گروه در مقابل یک صفحه نمایش قرار گرفت.
- به منظور جلب توجه یادگیرندگان در دو اسلاید اول، تصاویری مرتبط با اثرات گرم شدن زمین روی موجودات زمین قرار گرفت و پخش شد.
- چندین سؤال ابتدایی برای دریافت نظرات یادگیرندگان قبل از آموزش ارائه شد که به‌منظور پاسخ به سؤالات بحث و گفتگویی در کلاس صورت گرفت و نظرات همهٔ یادگیرندگان نسبت به سؤالات مطرح شده دریافت شد. علاوه بر این یادگیرندگان این امکان را داشتند تا نظراتشان را در فایل مورد نظر در مقابل سؤال ثبت کنند.
- به ازای هر یک از مفاهیم تاثیر گازهای گلخانه ای، چرخه کربن و گرم شدن زمین یک اسلاید به همراه توضیحات مربوطه و نمایش ویدیویی آن مفهوم به همراه توضیحات معلم ارائه شد. دانش آموزان این امکان را داشتند تا پایان پروژه از توضیحات مفاهیم و ویدیوها استفاده کنند.
- پس از ارائه مفاهیم، چندین اسلاید به خود نمونه و نمونه‌سازی، ماهیت آن و کاربردهایی که می‌تواند داشته باشد، اختصاص داشت. در این اسلایدها دربارهٔ نمونه‌ها، انواع آنها و اهدافی که می‌توان با این نمونه‌ها به آنها دست یافت، همراه با برخی از نمونه‌هایی که دانش‌آموزان با اهداف گوناگون با بهره‌گیری از ابزار نمونه‌سازی تهیه کرده بودند، توضیحات لازم داده می شود.
- سپس در اسلایدی دیگر بر ماهیت سؤال و پاسخ دانش آموزان (محصول دانش) تاکید و به اهمیت ماهیت سؤال و ارتباط آن با آنچه قرار است ساخته شود، اشاره می‌شود.
- در اسلایدی دیگر به منظور تعیین مخاطب، از دانش آموزان خواسته می‌شود تا نمونه خود را برای دانش آموزان مقطع هفتم تهیه کنند تا به آنها مفاهیم و ارتباط میان آنها را آموزش دهند.
- در اسلایدی دیگر مراحل نمونه سازی و زیرمجموعه هر مرحله به صورت کلی و سپس هر مرحله از نمونه سازی به همراه زیرمجموعه آن در اسلایدهای جداگانه به دانش آموزان ارائه می‌شود. برای مثال تولید شامل ایجاد اجزا، شناسایی روابط میان اجزا، ارائهٔ دلیل برای روابط میان اجزا و استفاده و نمایش نمونه و گراف‌سازی است. از دانش آموزان خواسته شد به ازای هر مرحله فعالیتهای لازم را انجام دهند. آنها می‌بایست پاسخهای خود را در فایل پاورپوینت وارد می‌کردند. مثلاً در مرحله تولید یادگیرندگان می‌بایست با توجه به

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]
[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

سؤالهای مطرح شده، هر یک از زیرمرحله‌های تولید را انجام دهند تا فرایند تولید کامل شود. در هر مرحله گروه با توجه به بازخوردهای معلم نسبت به آن مرحله بازنگری می‌کند. در شکل۲ نمونه‌ای از نمونه‌های ساخته شده دانش آموزان نشان داده شده است.



شکل ۲: نمونه ای از نمونه‌سازی یادگیرندگان

- دانش‌آموزان به منظور ایجاد هر رابطه دلیل و شواهد خود را بیان کردند.
- پس از ارائه همهٔ مراحل از دانش آموزان سؤالی جدید پرسیده شد و از آنها خواسته شد تا با توجه به سؤال مطرح شده و اطلاعات جدیدی که به‌دست آورده‌اند، نمونه خود را ویرایش کنند یا تغییر دهند.
- سپس دانش‌آموزان هر گروه نمونه خود را به همراه دلایل خود به سایر گروهها ارائه و بازخوردهای معلم و دیگر دانش آموزان را دریافت کردند. به منظور کمک به دانش آموزان

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]
[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

برای ارزشیابی نمونه همکلاسی‌هایشان، یک چارچوب ارزشیابی تهیه شده بود تا آنها بتوانند با توجه به آن چارچوب ارزشیابی کنند.

- در نهایت دانش‌آموزان بر اساس بازخورد معلم و همکلاسیهای خود نمونه را تصحیح می‌کنند و به معلم تحویل می‌دهند. علاوه بر این، آنان فرصت داشتند تا به اسلایدهای اولیه خود برگردند و پاسخهایی را که به دو سؤال اول داده بودند، تصحیح کنند.

در ادامه یافته‌ها برای دستیابی به پاسخ سؤال سوم مبنی بر «تأثیر استفاده از الگوی مبتنی بر نمونه‌سازی بر روی یادگیری مفهومی و کنشهای نمونه‌سازی دانش‌آموزان چگونه است؟» دو بخش ارائه می‌شود. در بخش اول به توصیف نمونه آماری و داده‌های خام حاصل از متغیرهای پژوهش پرداخته شده است. در تجزیه و تحلیل توصیفی اطلاعات، شاخصهای آمار توصیفی نمرات حاصل از اجرای آزمون یادگیری مفاهیم و کنشهای نمونه‌سازی (در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون) برای هر گروه به طور جداگانه محاسبه و گزارش شده است. در بخش دوم با استفاده از روشهای آمار استنباطی فرضیهٔ پژوهش مورد آزمون قرار گرفت تا نتایج به دست آمده از نمونه به جامعه آماری پژوهش تعمیم داده شود. برای این کار از آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره[1] استفاده شده است.

آمار توصیفی

قبل از ارائه متغیر مستقل (الگوی مبتنی بر نمونه‌سازی) از دانش آموزان هر دو گروه پیش‌آزمون یادگیری مفهومی و کنشهای نمونه‌سازی گرفته شد که داده‌های توصیفی آن در جدول شماره ۲ و ۳ آمده است.

جدول ۲: آمار توصیفی پیش آزمون گروههای آزمایش و کنترل در متغیر یادگیری مفهومی

گروهها	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
گروه آزمایش	۲۵	۰/۲۴	۰/۴۳۵
گروه گواه	۲۵	۰/۲۸	۰/۴۵۸

جدول ۳: آمار توصیفی پیش آزمون گروههای آزمایش و کنترل در متغیر کنشهای نمونه‌سازی

گروهها	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
گروه آزمایش	۲۵	۰/۰۸	۰/۲۷۶
گروه گواه	۲۵	۰/۱۲	۰/۳۳۱

1. MANCOVA

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

بر اساس اطلاعات گزارش شده در جدول شماره ۲ میانگین نمرات پیش‌آزمون یادگیری مفهومی آزمودنیها در گروه آزمایش برابر با ۰/۲۴ با انحراف استاندارد ۰/۴۳۵.، میانگین نمرات پیش‌آزمون یادگیری آزمودنیها در گروه کنترل برابر با ۰/۲۸ و انحراف استاندارد ۰/۴۵۸ است.

بر اساس اطلاعات گزارش شده در جدول شماره ۳، میانگین نمرات پیش‌آزمون کنش آزمودنیها در گروه آزمایش برابر با ۰/۰۸ با انحراف استاندارد ۰/۲۷۶، میانگین نمرات پیش‌آزمون یادگیری آزمودنیها در گروه کنترل برابر با ۰/۱۲ و انحراف استاندارد ۰/۳۳۱ است.

بر اساس اطلاعات گزارش شده در جدول شماره ۴، میانگین نمرات پس‌آزمون یادگیری آزمودنیها در گروه آزمایش و کنترل به ترتیب برابر با ۹/۳۵ و۷/۳۷ با انحراف استاندارد ۰/۵۲۵ و ۰/۷۸۷ است و همچنین میانگین نمرات کنش آزمودنیها در گروه آزمایش برابر با ۵/۲۳ و انحراف استاندارد ۰/۵۷۲ و میانگین آزمون کنش در گروه کنترل برابر با ۲/۹۷ با انحراف استاندارد ۰/۷۷۸ است.

جدول ۴: آمار توصیفی پس آزمون گروههای آزمایش و کنترل در آزمون یادگیری و کنش

متغیر	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
یادگیری مفهومی	آزمایش	۲۵	۹/۳۵	۰/۵۲۵
	کنترل	۲۵	۷/۳۷	۰/۷۸۷
کنش	آزمایش	۲۵	۵/۲۳	۰/۵۷۲
	کنترل	۲۵	۲/۹۷	۰/۷۷۸

به منظور آزمودن سؤال پژوهش مبنی بر «تأثیر استفاده از الگوی مبتنی بر نمونه‌سازی روی یادگیری مفهومی و کنشهای نمونه‌سازی دانش‌آموزان چگونه است؟» عملکرد گروهها (کنترل و آزمایش) در قالب پیش‌آزمون و پس‌آزمون یادگیری مفهوم و کنش با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره سنجیده شد. قبل از اجرای تحلیل کوواریانس باید چندین پیش‌فرض برای انجام دادن کوواریانس رعایت شود. در ادامه نتایج هر یک از پیش فرضها ارائه شده است.

همگنی رگرسیون

یکی از موردهایی که پیش از تحلیل کوواریانس باید بررسی شود، وجود همگنی رگرسیون است آن گونه که خطوط رگرسیون هر دو گروه موازی باشد. نتیجه بررسی همگنی رگرسیون این پژوهش در جدول شماره ۵ گزارش شده است. در این جدول نتایج آزمون همگنی ضرایب رگرسیون عامل یادگیری مفهومی و کنش آورده شده است. چون F محاسبه شده (P >۰/۰۵، ۳/۰۴۰ و۱/۰۲۸) F) برای تعامل گروه و پیش‌آزمون در سطح کمتر از ۰/۰۵ معنادار نیست، بنابراین

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]
[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

داده‌ها از فرضیه همگنی شیبهای رگرسیونی پشتیبانی می‌کنند و این فرضیه پذیرفته می‌شود و می‌توان تحلیل کوواریانس چند متغیره را اجرا نمود.

جدول ۵: آزمون پیش‌فرض همگنی ضرایب رگرسیون در مفروضه‌های یادگیری مفهوم و کنش

منبع تغییر		مجموع مجذورها پیش آزمون	درجه آزادی	میانگین مجذورها	F محاسبه شده	سطح معناداری
پیش آزمون	یادگیری	۱۰/۷۰۰	۴	۲/۶۷۵	۲/۰۱۲	۰/۱۰۹
	کنش	۱۸/۹۴۷	۴	۴/۷۳۷	۳/۱۶۷	۰/۰۲۲
گروههای آزمایشی	یادگیری	۲۵۳۸/۲۴۰	۱	۲۵۳۸/۲۴۰	۱۹۰۹/۴۱۹	۰/۰۰۰
	کنش	۶۱۷/۶۷۷	۱	۶۱۷/۶۷۷	۴۱۲/۹۸۸	۰/۰۰۰
تعامل گروه و پیش آزمون	یادگیری	۸/۰۸۱	۲	۴/۰۴۱	۳/۰۴۰	۰/۰۵۸
	کنش	۳/۰۷۵	۲	۱/۵۳۷	۱/۰۲۸	۰/۳۶۶
خطا	یادگیری	۵۹/۸۲۰	۴۵	۱/۳۲۹		
	کنش	۶۷/۳۰۳	۴۵	۱/۴۹۶		

آزمون کولموگروف اسمیرنف

یکی دیگر از پیش‌فرضهای انجام تحلیل کوواریانس نرمال بودن گروههاست که از آزمون کولموگروف اسمیرنف استفاده می‌شود. این آزمون تطابق توزیع برای داده‌های کمی است.

جدول ۶: آزمون کولموگراف اسمیرنف برای متغیر یادگیری و کنش

متغیر	آماره کولموگروف اسمیرنف	سطح معناداری
یادگیری مفهوم	۰/۱۱۱	۰/۱۷۱
کنش	۰/۱۱۱	۰/۱۶۷

براساس یافته‌های جدول شماره ۶ از آنجا که سطح معناداری به دست آمده در آزمون کولموگروف اسمیرنف در اکثر متغیرهای پژوهش به تفکیک گروه، بیش از مقدار ملاک ۰/۰۵ است، از این رو می‌توان گفت که توزیع متغیرهای مورد بررسی در نمونه آماری نرمال است و می‌توانیم فرضیه‌های پژوهش را از طریق آزمونهای پارامتریک مورد آزمون قرار دهیم.

آزمون باکس

یکی دیگر از پیش‌فرضهای تحلیل کوواریانس آزمون باکس برای همگنی ماتریس واریانس-کوواریانس متغیرهای یادگیری و کنش است که یافته‌های آن در جدول شماره ۷ ارائه شده است.

جدول ۷: نتایج آزمون باکس جهت پیش‌فرض همگنی ماتریس واریانس-کوواریانس متغیرهای یادگیری و کنش

آزمون باکس	نسبتF	سطح معناداری
۷،۸۲۳	۲/۴۹۰	۰/۰۵۸

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

براساس جدول شماره ۷ مقدار سطح معناداری p>۰/۰۵ است که گویای آن است شرط همگنی ماتریس واریانس- کوواریانس به خوبی رعایت شده است (f= ۲/۴۹۰ و p>۰/۰۵).

آزمون لوین

مفروضه دیگری که برای تحلیل کوواریانس باید رعایت شود، همگنی واریانس‌ها است که به وسیله آزمون لوین بررسی می‌شود.

جدول ۸: نتایج آزمون پیش‌فرض همگنی واریانسها در متغیرهای یادگیری و کنش

آزمون لوین	نسبتF	سطح معناداری
یادگیری مفهومی	۰/۲۲۵	۰/۶۳۷
یادگیری کنش	۰/۰۰۳	۰/۹۵۶

بررسی نتایج جدول شماره ۸ نشان می‌دهد سطح معناداری به‌دست آمده بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است بنابراین پیش‌فرض همگنی واریانسها تایید می‌شود.

تحلیل کوواریانس چند متغیری

از آنجا که مفروضه‌های انجام تحلیل کوواریانس تایید شده‌اند، می‌توان از این روش استفاده کرد. در جدول شماره ۹ نتایج تحلیل کوواریانس نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون میان دو گروه در زمینهٔ فرضیه پژوهش ارائه شده است.

جدول ۹: تحلیل کوواریانس چند متغیری برای بررسی اثر متغیر گروه بر یادگیری و کنش

نام آزمون	مقدار	میزان F	درجه آزادی فرضیه	درجه آزادی خطا	سطح معناداری	شاخص اتا
آزمون اثر پیلایی	۰/۸۶۱	۱۳۹/۸۰۷[b]	۲	۴۵	۰/۰۰۰	۰/۸۶۱
آزمون لامبدای ویلکز	۰/۱۳۹	۱۳۹/۸۰۷[b]	۲	۴۵	۰/۰۰۰	۰/۸۶۱
آزمون اثر هتلینگ	۶/۲۱۴	۱۳۹/۸۰۷[b]	۲	۴۵	۰/۰۰۰	۰/۸۶۱
آزمون بزرگترین ریشه روی	۶/۲۱۴	۱۳۹/۸۰۷[b]	۲	۴۵	۰/۰۰۰	۰/۸۶۱

همانطور که در جدول شماره ۹ مشاهده می‌شود یافته‌های حاصل از تحلیل کوواریانس چندمتغیری حاکی از آن است که مقدار F چند متغیری(۱۳۹/۸۰۷) در سطح P<۰/۰۵ از لحاظ آماری معنادار است. لذا می‌توان گفت که بین دانش آموزان گروه آزمایش و کنترل در متغیرهای وابسته (یادگیری مفهومی و کنش) تفاوتی معنادار وجود دارد و این تفاوت به نفع گروه آزمایش است.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی با بهره‌گیری از اصول طراحی آموزشی و مبانی معرفت‌شناختی نمونه‌سازی به منظور افزایش یادگیری مفهومی و کنشهای نمونه‌سازی دانش آموزان طراحی شده و بر اساس مفاهیم چرخه کربن، گرم شدن زمین و گازهای گلخانه‌ای روی گروه آزمایشی اجرا شده است. دقیقاً محتوای همان درس را معلم همان پایه در گروه گواه تدریس کرده است. به این‌گونه که در گروه گواه همهٔ مراحل (مانند ارائه سؤال یا تدریس مفاهیم با استفاده از فیلم) به جز مراحلی که به نمونه‌سازی یا فرایند نمونه‌سازی مرتبط بوده، انجام شده است. نتیجه این پژوهش نشانگر آن است که به‌کارگیری رویکردهای نمونه‌سازی با توجه به اصول مطرح شده در پژوهش می‌تواند به مثابه رویکردی کنش–محور پاسخگوی ضعف مفهومی دانش‌آموزان، به ویژه ضعف آنها در درک و انجام کنشهای علمی باشد. علاوه براین با به‌کارگیری رویکرد نمونه‌سازی و اصول و روشهایی مانند بهره‌گیری از مسائل ملموس و واقعی و مرتبط با زندگی شخصی دانش‌آموزان در فرایند آموزش، فراهم کردن فرصتی برای به تصویر کشیدن ایده‌های دانش‌آموزان و ترغیب آنان به یادگیری از یکدیگر، می‌توان به درک عمیق دانش آموزان از دانش و درگیر کردن آنها در فرایند ساخت دانش کمک کرد. الگوی مورد نظر با بهره‌گیری از مبانی معرفت‌شناختی نمونه‌سازی، درک فرایند ساخت نمونه را برای دانش آموزان آسان می‌کند. همچنین بهره‌گیری از فرایند معرفت‌شناختی به درک عمیق‌تر دانش آموزان نسبت به ماهیت و هدف نمونه‌سازی می‌انجامد و به آنان در یافتن نگاهی مشترک و درکی روشن از فرایند نمونه‌سازی یاری می‌رساند.

برای طراحی آموزشی الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی طبق موارد و اصول بیان شده که ترکیبی است از فرایند نمونه‌سازی، اصول آموزش علوم و اصول معرفت‌شناختی نمونه‌سازی، لازم است موارد زیر در نظر گرفته شود:

توجه به کنشهای نمونه‌سازی: برای ساخت نمونه باید هریک از کنشهای برنامه‌ریزی، تولید، ارائه و ارزشیابی با توجه به زیرمراحلشان مدنظر قرار بگیرد. بی‌توجهی به هر یک از آنها در طراحی محیطهای یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی ممکن است در یادگیری دانش آموزان تاثیراتی نامطلوب بگذارد.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

علاوه براین انجام کنشها از سوی دانش‌آموزان، به درک نظری و عملی نسبت به فرایند هر یک از کنشها خواهد انجامید. این نتایج، یافته‌های فرِتز[1] و همکاران (۲۰۰۲)، مایا[2] و جوستی[3](۲۰۰۹) و بمبرگر[4] و دیویس[5] (۲۰۱۳) را نسبت به اهمیت کنشهای نمونه‌سازی تایید می‌کند.

در طراحی محیطهای یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی، انجام زیرمراحل هریک از کنشها از سوی دانش‌آموزان از اهمیت بسیار برخوردار است. کنش برنامه‌ریزی، با ارائه سؤال یا مساله از سوی معلم آغاز می‌شود. دانش‌آموزان بر اساس سؤالهای مطرح شده، اجزای نمونه موردنظر را در میان داده‌های موجود یا گردآوری شده، شناسایی می‌کنند. در این مرحله دانش آموزان ماهیت سؤالها را تشخیص می‌دهند و طی فرایند، پاسخ مناسب هریک از سؤالها را نمونه‌سازی می‌کنند. نمایش ویدیوهای آموزشی مرتبط با پدیده‌های مورد نظر برای دانش‌آموزان می‌تواند آنها را در شناسایی اجزای نمونه یا انجام سایر کنشهای نمونه‌سازی تکیه‌گاه‌سازی کند. پرینز[6] و همکاران (۲۰۰۹) معتقدند که برای برنامه‌ریزی ضروری است مسئله و مشکل تعریف و هدف یا اهداف نمونه مشخص شود.

به منظور کنش تولید، از دانش‌آموزان خواسته می‌شود تا با اضافه و حذف کردن اجزا یا مؤلفه‌ها (کومیس[7] و همکاران، ۲۰۰۷)، نوع روابط میان اجزا را مشخص کنند (لیو[8]، ۲۰۰۶؛ سان و لویی[9]، ۲۰۱۳). سپس برای روابط ایجاد شده دلایل علمی خود را بیان کنند و با نمایش نمونه ایرادات آن را اصلاح و در نهایت گراف نمونه خود را ترسیم کنند.

در مرحله بعد، هر یک از گروهها نمونه‌های خود را برای سایر گروهها ارائه و بیان می‌کنند. بیان دلایل و شواهد هر یک از روابط در نمونه‌ها از سوی گروهها به منظور افزایش مهارت توجیه و تعمیم دانش آموزان مهم و ضروری است. چانگ و همکاران (۲۰۱۰) و استراتفورد و همکاران (۱۹۹۸) معتقدند که بحث و تبادل نظر میان افراد می‌تواند به منظور کنش ارائه بهترین اقدام باشد.

گروهها، نمونه‌های همکلاسیهایشان را طی فرایند ارائه براساس برخی از ملاکهای از پیش معین‌شده، ارزشیابی می‌کنند. به‌کارگیری شیوهٔ بحث و گفتگو میان دانش‌آموزان و معلم برای تعیین ملاکهای ارزشیابی منجر به درک عمیق‌تر دانش آموزان نسبت به کنش ارزشیابی خواهد شد.

1. Fretz
2. Maia
3. Justi
4. Bamberger
5. Davis
6. Prins
7. Komis
8. Liu
9. Sun & Looi

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

استراتفورد و همکاران (۱۹۹۸) نیز معتقدند که این کنش در برگیرندهٔ ارزشیابی یک نمونه یا چندین نمونه با یکدیگر بر اساس یک سری ملاک معین است.

بازنگری کنشی مهم و ضروری در ساخت نمونه است. ترغیب دانش‌آموزان به بازنگری در کنشهای انجام شده، آنها را با تجربیاتی جدیدتر روبه‌رو می‌کند. تجربیاتی که شاید به هنگام ساخت نمونه به آنها توجه نکرده باشند(لوکا و زاخاریا، ۲۰۱۵).

اهمیت بعد معرفت‌شناختی فرایند نمونه‌سازی: از همان ابتدا باید دانش آموزان را با ماهیت و هدف نمونه‌سازی و نقش آن در فرایند ساخت دانش آشنا کرد. نشان دادن نمونه‌های از پیش ساخته‌شده به دانش‌آموزان به معنادار شدن فرایند ساخت نمونه کمک می‌کند و درک یادگیرندگان را نسبت به فرایند نمونه‌سازی افزایش می‌دهد. از دانش آموزان خواسته می‌شود تا نمونه خود را برای مخاطبانی خاص ایجاد کنند. در فرایند ساخت نمونه در نظرگرفتن مخاطب منجر به جهت‌یابی بهتر دانش‌آموزان می‌شود. مطالعات شوارتز و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد یادگیرندگان نیاز دارند تا چگونگی بهره‌گیری از نمونه‌ها، چرایی استفاده از آنها و مزایا و محدودیتهای آنها را درک کنند تا بتوانند به درک علوم و ماهیت پویای دانشی که علوم تولید می‌کند، نایل شوند.

تکیه‌گاه سازی: مطالعه پیشینه پژوهش نشان داد یادگیری از طریق نمونه تنها زمانی می‌تواند با موفقیت همراه شود که یادگیرندگان به اندازه کافی مورد تکیه‌گاه‌سازی قرار بگیرند. تکیه‌گاه سازیهای شناختی می‌تواند با نرم افزار نمونه‌سازی یا در یک یا چند فرایند جستارورزی ادغام شوند. دی جانگ و ون یولینگن (۱۹۹۸)، کوییتانا و همکاران (۲۰۰۴)، لین و همکاران (۲۰۰۴) و دی جانگ (۲۰۰۶) از جمله افرادی هستند که به این تکیه‌گاه سازیهای شناختی توجهی ویژه داشته‌اند.

ایجاد قالبهایی برای یادگیرندگان به‌ویژه برای سازماندهی ایده‌هایشان می‌تواند به ایجاد یادگیری مادام‌العمر در دانش آموزان کمک کند. به‌کارگیری پاورپوینت و هدایت دانش آموزان با به کارگیری پیگیری مراحل پشت سرهم، منجر به تکیه‌گاه‌سازی دانش‌آموزان می‌شود. به عبارت دیگر این امکان را به آنها می‌دهد تا بتوانند ضمن ثبت یافته‌های خود توانایی انتقال دانش، مهارت و درک مفهومی خود را افزایش دهند. کلارک و سامسون[1] (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که به‌کارگیری قالبهایی از پیش تعیین شده و تکیه‌گاه‌سازی دانش آموزان به استخراج ایده‌های دانش‌آموزان و در نهایت یادگیری آنها کمک می‌کند.

1. Sampson

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

تشویق به تامل کردن: تامل در فرایند نمونه‌سازی، عاملی بسیار مهم برای درک فرایند نمونه‌سازی به شمار می‌آید. لین و شی[1] (۲۰۰۰) دریافتند، زمانی که یادگیرندگان تامل می‌کنند، آنها پیشرفتشان را نظارت می‌کنند و به دیدگاههای جدید دست می‌یابند. به خلاف مواد آموزشی متنی، مواد آموزشی فناوری- محور یادگیرندگان را به تامل در ایده‌هایشان در حالی که یاد می‌گیرند، تشویق می‌کند.

با توجه به موقعیتهای گوناگون می‌توان از شیوه‌های متفاوت برای تامل و بازاندیشی دانش‌آموزان بهره جست. از این رو دانش‌آموزان می‌توانند در هر مرحله با توجه به اطلاعات جدیدی که به دست می آورند، پاسخهای ابتدایی خود را در ابتدای درس ویرایش کنند و آنها را ارتقا دهند. علاوه براین مرور زیرمراحل هر مرحله با سایر هم‌گروهیها، درک کنشها را برای دانش‌آموزان بهتر و یادآوری آنها را تسهیل می‌کند.

به‌کارگیری الگوی یادگیری مبتنی بر نمونه‌سازی منجر به افزایش درک دانش‌آموزان نسبت به مفاهیم چرخه کربن، گرم شدن زمین و گازهای گلخانه‌ای شد. علاوه براین فرایند نمونه‌سازی درک سیستمی دانش آموزان را نسبت به پدیده‌های مورد نظر افزایش داد. دانش آموزان توانستند به‌صورت سیستمی تاثیر افزایش یا کاهش هر یک از اجزای پدیده‌ها را به صورت مستقیم در زندگی روزمره خود ملاحظه کنند. علاوه بر این دانش آموزان طی فرایند ساخت نمونه با مفاهیمی مانند علیت، گراف‌سازی و ... آشنا شدند و به گونه ای فرایند نمونه‌سازی آنان را در فرایندی علمی درگیر کرد که در پی یافتن راه حل و فرضیه‌سازی برای سؤالات خود بودند. آنها داده‌هایی را که گردآوری کرده بودند، به تصویر کشیدند و با سایر همکلاسیهای خود به اشتراک گذاشتند. شور و شوق دانش‌آموزان به‌گونه‌ای بود که حتی در زنگهای تفریح هم درگیر نمونه‌سازی و اشکال‌یابی بودند. با توجه به انگیزه بسیار زیاد دانش‌آموزان و نقش این روش در کمک به آنان در درک فرایند علمی، بسیاری از معلمان تشویق شدند تا سایر پدیده‌های علوم را با این شیوه آموزش دهند.

با توجه به نقش پررنگ نمونه‌سازی و اهمیت آن در درگیر کردن دانش‌آموزان در فرایند علمی، این شیوه در کلاسهای درس کمتر استفاده می‌شود. به‌کارگیری این رویکرد با توجه به اصول مطرح شده در کلاسهای درس توصیه می‌شود. اما بیش از هرچیز آموزش و آگاه‌سازی معلمان نسبت به چگونگی به‌کارگیری این شیوه باید مورد توجه قرار گیرد.

1. Hsi

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

منابع

احمدی، غلامعلی. (۱۳۸۵). بررسی میزان همخوانی و هماهنگی بین سه برنامه درسی قصد شده، اجرا شده و کسب‌شده در برنامه جدید آموزش علوم دوره ابتدایی. *فصلنامه تعلیم و تربیت*، ۲۲(۲)، ۵۱-۹۲.

قنبری، فرانک و کیامنش، علیرضا. (۱۳۸۰). میزان بکارگیری روش تدریس فعال توصیه شده در راهنمای تدریس کتاب علوم تجربی پایهٔ پنجم ابتدایی توسط معلمان شهر رشت و تأثیر آن بر عملکرد تحصیلی دانش آموزان در سال تحصیلی۷۹ -۱۳۷۸. *پژوهشهای تربیتی دانشگاه خوارزمی*، ۹ (۴-۳)، ۱۲۹-۱۵۸.

کریمی، عبدالعظیم؛ بخشعلی زاده، شهرناز و کبیری، مسعود. (۱۳۹۱). *گزارش اجمالی از مهم ترین نتایج تیمز و پرلز ۲۰۱۱ و مقایسه آن با عملکرد دانش آموزان ایران در دوره های قبل*. پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش.

لشکربلوکی، غلامرضا. (۱۳۹۲). دانش آموزان ایرانی در آینه تیمز ۲۰۱۱. *رشد آموزش راهنمایی تحصیلی*، ۱۸ (۸)، ۱۲-۱۵.

نجفی هزارجریبی، حبیب اله. (۱۳۸۷). بررسی و مقایسه تاثیر روش تدریس حل مسئله با روش تدریس سنتی در دروس علوم تجربی و ریاضیات بر پیشرفت تحصیلی و یادآوری دانش آموزان کلاس سوم راهنمایی مدارس دولتی شهر بهشهر و ارائه الگوی عملی. *پژوهشهای تربیتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد*،۴ (۱۴)، ۱۸۱-۱۹۹.

Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, *103*(1), 1-18. doi: 10.1037/a0021017.

Bamberger, Y. M., & Davis, E. A. (2013). Middle-school science students' scientific modeling performances across content areas and within a learning progression. *International Journal of Science Education*, *35*(2), 213-238.

Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *Journal of the Learning Sciences*, *13*(1), 1-14.

Berland, L. K., Schwarz, C. V., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A. S., & Reiser, B. J. (2016). Epistemologies in practice: Making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, *53*(7), 1082-1112.

Bravo, C., Van Joolingen, W. R., & De Jong, T. (2006). Modeling and simulation in inquiry learning: Checking solutions and giving intelligent advice. *Simulation*, *82*(11), 769-784.

Chang, H. Y., Quintana, C., & Krajcik, J. S. (2010). The impact of designing and evaluating molecular animations on how well middle school students understand the particulate nature of matter. *Science Education*, *94*(1), 73-94.

Clark, D. B., & Sampson, V. D. (2007). Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation. *International Journal of Scientific Education*, *29*(3), 253-277.

Clark, D. B., & Sengupta, P. (2013). Argumentation and Modeling: Integrating the products and practices of science to improve science education. In M. Khine & I. Saleh (Eds.), *Approaches and strategies in next generation science learning* (85-105). Hershey, PA: IGI Global/Information Science References. doi:10.4018/978-1-4666-2809-0.ch005.

De Jong, T. (2006). Scaffolds for computer simulation based scientific discovery learning. In J. Elen, & R. E. Clark (Eds.), *Handling complexity in learning environments: Theory and research* (pp. 107-128). Boston: Elsevier.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research, 68*(2), 179-201. doi: 10.3102/00346543068002179.

_____ (2008). Model-facilitated learning. In J.M. Spector, M.D. Merrill, J. van Merriënboer, & M.P. Driscoll (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (3rd ed., pp.457-468). New York, NY: Lawrence Erlbaum Associates.

Eysink, T. H., de Jong, T., Berthold, K., Kolloffel, B., Opfermann, M., & Wouters, P. (2009). Learner performance in multimedia learning arrangements: An analysis across instructional approaches. *American Educational Research Journal, 46*(4), 1107-1149.

Fretz, E.B., Wu, H.-K., Zhang, B., Davis, E.A., Krajcik, J.S., & Soloway, E. (2002). An investigation of software scaffolds supporting modeling practices. *Research in Science Education, 32*(4), 567-589.

Gilbert, J. K. (2004). Models and modeling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2*(2), 115-130.

Hansen, E. (1990). The role of interactive video technology in higher education: Case study and a proposed framework. *Educational Technology, 30*(9), 13-21.

Harel, I. E., & Papert, S. E. (1991). *Constructionism*. New York: Ablex Publishing.

Jonassen, D. H., Carr, C., & Yueh, H. P. (1998). Computers as mindtools for engaging learners in critical thinking. *Tech Trends*, *43*(2), 24-32.

Kali, Y., & Linn, M. C. (2008). Technology-enhanced support strategies for inquiry learning. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. J. G. Van Merriënboer, & M. Driscoll (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (3rd ed., pp. 145-161). New York, NY: Lawrence Erlbaum.

Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effect of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, *15*(10), 661-667. doi: 10.1111/j.0956-7976.2004.00737.x.

Komis, V., Ergazaki, M., & Zogza, V. (2007). Comparing computer-supported dynamic modeling and 'paper & pencil' concept mapping technique in students' collaborative activity. *Computers & Education, 49*(4), 991-1017. doi:10.1016/j.compedu.2005.12.007.

Linn, M. C., & Hsi, S. (2000). *Computers, teachers, peers: Science learning partners*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Linn, M. C., Bell, P., & Davis, E. A. (2004). Specific design principles: Elaborating the scaffolded knowledge integration framework. In M. C. Linn, E. A. Davis, & P. Bell (Eds.), *Internet environments for science education* (pp. 315-339). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Liu, X. (2006). Effects of combined hands-on laboratory and computer modeling on student learning of gas laws: A quasi-experimental study. *Journal of Science Education and Technology, 15*(1), 89-100. doi:10.1007/s10956-006-0359-7.

Louca, L. T., & Zacharia, Z. C. (2012). Modeling-based learning in science education: Cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. *Educational Review, 64*(4), 471-492.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]

_____ (2015). Examining learning through modeling in K-6 science education. *Journal of Science Education and Technology*, *24*(2), 192-215.

Maia, P.F., & Justi, R. (2009). Learning of chemical equilibrium through modelling-based teaching. *International Journal of Science Education, 31*(5), 603-630.

Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., & Chrostowski, S. J. (2004). *TIMSS 2003 international science report.* Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(4), 474-496. doi: 10.1002/tea.20347 .

Namdar, B., & Shen, J. (2015). Modeling-oriented assessment in K-12 science education: A synthesis of research from 1980 to 2013 and new directions. *International Journal of Science Education*, *37*(7), 993-1023.

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

_____ (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.

Prins, G. T., Bulte, A. M. W., van Driel, J. H., & Pilot, A. (2009). Students' involvement in authentic modelling practices as contexts in chemistry education. *Research in Science Education*, *39*(5), 681-700. doi:10.1007/s11165-008-9099-4.

Quintana, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R. G., ... Soloway, E. (2004). A scaffolding design framework for software to support science inquiry. *Journal of the Learning Sciences*, *13*(3), 337-386.

Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, *23*(2), 165-205.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., ... Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(6), 632-654.

Stratford, S. J., Krajcik, J., & Soloway, E. (1998). Secondary students' dynamic modeling processes: Analyzing, reasoning about, synthesizing, and testing models of stream ecosystems. *Journal of Science Education and Technology*, *7*(3), 215-234.

Sun, D., & Looi, C.-K. (2013). Designing a web-based science learning environment for model-based collaborative inquiry. *Journal of Science Education and Technology, 22*(1), 73-89.doi:10.1007/s10956-012-9377-9.

van den Akker, J., McKenney, S., Nieveen, N. M., & Gravemeijer, K. (2006). Introducing educational design research. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 3-7). London: Routledge.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1397.34.4.1.7]