



پژوهش در آموزش علوم تجربی

شاپا الکترونیکی: ۸۸۸۹-۳۱۱۵

Home Page: <https://basicscience.cfu.ac.ir>



کج‌فهمی‌های مفهومی در آموزش زمین‌شناسی دوره اول متوسطه و پیامدهای آن برای آموزش علوم مدرسه‌ای

سیده زهرا افشونی^{۱*}، محدثه ایرانی^۲، ملیکا رشیدی^۳، زهرا سید النگی^۲

۱. استادیار گروه علوم تجربی دانشگاه فرهنگیان، شهید شرافت، تهران، ایران.
۲. دانشجوی کارشناسی علوم تجربی، دانشگاه فرهنگیان، شهید شرافت، تهران، ایران.
* نویسنده مسئول: (afshooni@gmail.com)

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

متن چکیده

هدف از پژوهش حاضر، شناسایی و تحلیل کج‌فهمی‌های مفهومی دانش‌آموزان در فرآیند آموزش مفاهیم زمین‌شناسی در دوره اول متوسطه و تبیین پیامدهای آموزشی آن برای بهبود آموزش علوم مدرسه‌ای بود. این پژوهش با رویکرد توصیفی-تحلیلی انجام شد. جامعه آماری پژوهش شامل ۲۰۰ نفر از دانش‌آموزان دختر دوره اول متوسطه شهر تهران بود که به روش در دسترس انتخاب شدند. به‌منظور گردآوری داده‌ها، از پرسش‌نامه تشخیصی دوسطحی ۲۰ سؤالی استفاده شد که سؤالات آن بر اساس مفاهیم اصلی زمین‌شناسی در برنامه درسی تدوین گردید. روایی محتوایی ابزار پژوهش با نظر متخصصان آموزش علوم تأیید شد و پایایی آن از طریق محاسبه ضریب آلفای کرونباخ برابر با ۰/۸۸۱ به دست آمد که نشان‌دهنده قابلیت اعتماد مناسب ابزار بود. یافته‌های پژوهش نشان داد که دانش‌آموزان در درک مفاهیم زمین‌شناسی با کج‌فهمی‌های مفهومی قابل توجهی مواجه هستند. بیشترین میزان این کج‌فهمی‌ها در حوزه‌های ویژگی‌ها و انواع سنگ‌ها، چرخه سنگ‌ها، فرآیندهای رسوب‌گذاری و فرسایش، و همچنین تمایز میان تغییرات درونی و بیرونی زمین مشاهده شد. تحلیل واریانس پاسخ‌ها بیانگر آن بود که درک مفاهیم زمین‌شناسی در میان دانش‌آموزان از ناهمگونی بالایی برخوردار است و بخشی از آنان دارای برداشت‌های سطحی، ناقص یا نادرست از مفاهیم علمی هستند. این امر می‌تواند ناشی از شیوه‌های سنتی تدریس، انتزاعی بودن مفاهیم زمین‌شناسی و محدودیت در استفاده از ابزارهای کمک‌آموزشی باشد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد تداوم کج‌فهمی‌های مفهومی می‌تواند مانعی جدی در مسیر شکل‌گیری یادگیری مفهومی عمیق و پایدار در آموزش علوم باشد. بر این اساس، به‌کارگیری روش‌های فعال یاددهی‌یادگیری، استفاده از مدل‌های سه‌بعدی، شبیه‌سازهای فرآیندهای زمین‌شناسی و بهره‌گیری مستمر از آزمون‌های تشخیصی به‌عنوان راهبردهایی مؤثر برای کاهش کج‌فهمی‌های مفهومی و ارتقای کیفیت آموزش علوم پیشنهاد می‌شود.

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۲۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۲۶

کلیدواژه‌ها:

کج‌فهمی مفهومی،
آموزش زمین‌شناسی،
آموزش علوم مدرسه‌ای،
یادگیری مفهومی،
کتاب درسی.

استاد: افشونی، سیده زهرا؛ ایرانی، محدثه؛ رشیدی، ملیکا؛ سید النگی، زهرا، (۱۴۰۴). کج‌فهمی‌های مفهومی در آموزش زمین‌شناسی دوره اول متوسطه و پیامدهای آن برای آموزش علوم مدرسه‌ای. پژوهش در آموزش علوم تجربی، ۱۱ (۴۱)، ۶۴-۴۷.

<http://doi.org/10.48310/basic.2026.19983.1543>



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه فرهنگیان.

۱. مقدمه

علوم تجربی با هدف پرورش توانایی‌های پژوهشگری، تفکر انتقادی و حل مسأله در دانش‌آموزان طراحی شده است. تدریس این درس به شیوه‌های فعال و نوین می‌تواند نگرش، انگیزه و خلاقیت دانش‌آموزان را ارتقاء دهد. علم تجربی حاصل تلاش انسان برای درک جهان اطراف است و دانش حاصل از آن، قابل آزمون و بازنگری است؛ زیرا با ظهور شواهد و دلایل جدید، تغییر می‌یابد و از طیف وسیعی از روش‌های پژوهشی بهره می‌برد. حوزه یادگیری علوم تجربی شامل مطالعه فرآیندهای زیستی و موجودات، زمین و محیط اطراف آن، تغییرات ماده و انرژی و کاربرد علوم در زندگی روزمره است. دانش‌آموزان از طریق مشاهده، جمع‌آوری اطلاعات، بیان فرضیه و انجام آزمایش‌های کنترل‌شده می‌توانند به حقایق، اصول، قوانین و نظریه‌های علمی دست یابند (کرین و ساند، ۱۹۹۳).

در تمام حوزه‌های علوم تجربی، زمین‌شناسی به دلیل گستردگی مفاهیم و ارتباط نزدیک با سایر علوم مانند جغرافیا، هواشناسی، مهندسی عمران و داروسازی، اهمیت ویژه‌ای دارد. این علم با مطالعه سیاره زمین و محیط بی‌جان اطراف آن، به انسان امکان می‌دهد تصمیم‌های آگاهانه برای حفظ منابع طبیعی و میراث محیط زیست اتخاذ کند (حسین‌نژاد، تنکابنی‌بندی و اردانی، ۱۳۹۴). اگرچه علوم زمین در سطح جهانی شاخه‌ای نسبتاً جوان محسوب می‌شود، اما طی ۲۰۰ سال گذشته دانشمندان به یافته‌های ارزشمندی دست یافته‌اند و در ایران نیز حدود پنجاه سال است که این علم توسعه یافته و به نتایج قابل توجهی رسیده است.

یکی از چالش‌های مهم در آموزش زمین‌شناسی، وجود کج‌فهمی‌های مفهومی است؛ این کج‌فهمی‌ها، ناشی از پیش‌فرض‌های نادرست، اعتقادات غیرعلمی، نظریه‌های ساده‌انگارانه و برداشت‌های غلط مفهومی (یا به اصطلاح، سوء برداشت) هستند و می‌توانند مانع یادگیری عمیق و پایدار دانش‌آموزان شوند (حبیب‌زاده، مجدی و فوت، ۱۴۰۲). کج‌فهمی‌ها، باورهایی هستند که با نظریه‌های علمی پذیرفته شده، در تضادند؛ به ظاهر بر پایه آزمایش‌های عملی (هرچند ناقص) و یا استنتاج‌های منطقی (هرچند نادرست) استوار هستند و در فرایند ارزیابی اطلاعات شکل می‌گیرند. کج‌فهمی‌ها معمولاً با استدلال‌های به ظاهر بدیهی و آشکار تقویت می‌شوند. منشأ این کج‌فهمی‌ها، غالباً تجربیات عملی محدود و ناقص است.

با توجه به پیشرفت تکنولوژی و نقش روزافزون علوم زمین در زندگی روزمره، شناسایی این کج‌فهمی‌ها و ارائه راهبردهای آموزشی برای رفع آنها اهمیت ویژه‌ای دارد (عالی و صاحب‌زاده، ۱۳۹۷). کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان نقش محوری در نحوه تفسیر آن‌ها از پدیده‌های زمین‌شناسی ایفا می‌کنند و این کج‌فهمی‌ها اغلب در برابر آموزش‌های سنتی و انتقالی، مقاومت نشان می‌دهند (اندرسون و میچنر، ۲۰۰۰). کج‌فهمی‌ها صرفاً ایده‌های نادرست نیستند، بلکه ساختارهای دانشی منسجمی هستند که دانش‌آموزان به‌طور فعال از آن‌ها برای درک جهان پیرامون خود استفاده می‌کنند (اسمیت، روچل و دایسسا، ۱۹۹۴).

فعال‌سازی خلاقیت دانش‌آموزان و ایجاد لذت یادگیری از طریق روش‌های فعال و کاربردی، مانند ساخت مدل‌های تبلور یا کانی‌شناسی، می‌تواند تجربه یادگیری زمین‌شناسی را جذاب‌تر و اثربخش‌تر کند. چنین رویکردهایی با مفهوم شایستگی یادگیری یا «گنج درون» همسو است که یادگیری روش‌ها و فرآیندهای یادگیری را در دانش‌آموز تقویت می‌کند (یونسکو، ۱۳۷۹؛ عباسی و صاحب‌زاده، ۱۳۹۲).

تحلیل و شناسایی کج‌فهمی‌ها در محتوای کتاب‌های درسی همچنان اهمیت ویژه‌ای دارد، حتی در عصری که فراگیران به حجم گسترده‌ای از منابع دیجیتال دسترسی دارند (حلیم و همکاران، ۲۰۲۲؛ ۲۰۲۳). با وجود توسعه فناوری‌های آموزشی، کتاب‌های درسی، همچنان منبع محوری در شکل‌دهی به درک و برداشت دانش‌آموزان از مفاهیم به شمار می‌روند. از این رو، بررسی و اصلاح کج‌فهمی‌ها در کتاب درسی برای اطمینان از صحت علمی مطالب، تقویت تفکر انتقادی و جلوگیری از انتقال نادرست دانش به نسل‌های آینده، امر ضروری است. در صورتی که دانش‌آموزان، نخستین مواجهه‌ی خود با یک مفهوم علمی را از

¹ Crane, J. R., & Sand, R. E.

² Anderson, C. W., & Mitchener, C. P.

³ Smith, J. P., diSessa, A. A., & Roschelle, J.

⁴ Haleem et al.

طریق منابع نادرست مانند کتاب‌های درسی دارای خطا تجربه کنند، حتی دسترسی به منابع صحیح‌تر در محیط‌های دیجیتال نیز به سادگی قادر به اصلاح آن برداشت‌های نادرست نخواهد بود (حالم و همکاران، ۲۰۱۸).

براساس سند برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مبانی برنامه‌های آموزشی از فلسفه تربیت و اسناد بالادستی نظام تعلیم و تربیت نشأت می‌گیرد و تأکید دارد که یادگیری باید فراتر از اطلاعات صرف باشد و دانش‌آموزان را در مسیر تحلیل، تجربه و فهم علمی پدیده‌ها قرار دهد. به ویژه در حوزه علوم تجربی، رویکرد برنامه درسی بر شناخت جهان طبیعی از طریق تجربه حسی و به‌کارگیری عقل تأکید دارد، که نشان‌دهنده توجه به ماهیت علم به عنوان فعالیتی مبتنی بر تجزیه و تحلیل است. بنابراین، با توجه به اهمیت این موضوع، هدف این پژوهش شناسایی و تحلیل کج‌فهمی‌های مرسوم دانش‌آموزان دوره اول متوسطه در بخش‌های زمین‌شناسی کتاب علوم تجربی و ارائه پیامدهای آموزشی برای بهبود یادگیری مفهومی است.

۲. ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش

بخشی از درس‌های زمین‌شناسی علوم دوره اول متوسطه، به دلایل مشکلاتی اعم از مشکلات تصویری یا متنی و تفهیمی و نمودار و... باعث ایجاد کج‌فهمی‌هایی می‌شود. ادراک در فهم رفتار انسان بسیار مهم بوده، چرا که هر فرد جهان را به گونه‌ی متفاوتی، درک می‌کند. ادراک، فرآیندی است که افراد، به وسیله آن، پنداشت‌ها و برداشت‌هایی را از محیط خود دارند، تعبیر و تفسیر می‌کنند و بدین وسیله به آن معنی می‌دهند.

کج‌فهمی‌ها زمانی رخ می‌دهد که درک فرد از موضوعی با مفهوم و ماهیت درست آن یکسان نباشد (دل انگیز و محمد پور یوسفی، ۱۴۰۲). کج‌فهمی یعنی درک و فهم نادرست از آنچه به عنوان قوانین علمی پذیرفته و به صورت تجربی ثابت شده است (سعادتی، ۱۳۹۴). در زمین‌شناسی با مفاهیمی سرکار داریم که قابل مشاهده نیستند. ماهیت و منشأ و اشتراک کج‌فهمی‌ها در سراسر فرهنگ‌ها و جوامع مختلف نشان می‌دهد که اثرات خارجی مانند شیوه‌های آموزش، کتاب‌های درسی و اتکای بیش از حد به زبان روزمره را باید به عنوان منابع بالقوه سوءتفاهم در نظر گرفت (انارکی و همکاران، ۱۳۹۴). ادراک و فهم دانش‌آموزان از مفاهیم علمی، فرآیندی فعال است که گاهی برداشت‌های فردی و پیش‌فرض‌های ذهنی می‌تواند با واقعیت علمی مطابقت نداشته باشد؛ به این وضعیت، کج‌فهمی می‌گویند (دل انگیز و محمدپور یوسفی، ۱۴۰۲؛ سعادتی، ۱۳۹۴).

گاه در نتیجه گسترش تدریجی کج‌فهمی‌ها در مدرسه، سؤالات بی‌پاسخ می‌ماند و مسائل با درک کامل حل نمی‌شوند. بسیاری از کج‌فهمی‌ها ممکن است هنگام مواجه با داده‌ها و الگوهای ارائه شده در مدارس - که برای تصور کردن و فهمیدن چندان مناسب نیستند - در دانش‌آموزان ایجاد شود. همچنین تنظیم نادرست برنامه درسی دانش‌آموزان از داخل مدارس می‌تواند در ایجاد کج‌فهمی‌ها عاملی مؤثر باشد.

کمبود امکانات آموزشی در مدارس برای انتقال بی‌نقص مفاهیم، عدم برگزاری گردش‌های علمی با مضمون آموزشی، عدم تشکیل کلاس‌های جبرانی و تقویتی برای تکمیل میزان یادگیری دانش‌آموزان، نیز می‌تواند از دیگر عوامل مؤثر در ایجاد و حفظ کج‌فهمی دانش‌آموزان باشد (عظمت، ۱۳۹۹).

منشأ دیگر که برای کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان ممکن است وجود داشته باشد دانشی است که دانش‌آموزان به صورت روزمره کسب می‌کنند. تا بر^۲ (۱۹۹۸) اشاره می‌کند که استدلال‌های معقول، قیاس‌های روزمره و استفاده از کلمات رایج و نه علمی به طور زیاد در مباحث آنها مفید تر بوده است (عظمت، ۱۳۹۹). تا بر مشاهده کرد که دانش‌آموزان به طور فعال استفاده از کلمات علمی را در مقابل گفتار محاوره‌ای پس می‌زنند، چیزی که آن‌ها را به سوی بسیاری از کج‌فهمی سوق می‌دهد. بنابراین از معلم خواسته می‌شود که دانش‌آموزان را به سوی بررسی دقیق این تشابهات و استعارات هدایت کند. این که چگونه موارد ذکر شده می‌تواند به درک مطالب تأثیر بگذارد بسیار مهم است تا بتوان راهبرد های مناسبی را جهت رفع این مشکل در دانش‌آموزان پایه‌گذاری کرد (دل انگیز و محمد پور یوسفی، ۱۴۰۲).

¹ Halim et al.

² Taber, K.S.

با وجود پژوهش‌های انجام شده در زمینه تحلیل محتوای کتاب‌های علوم و بررسی کج فهمی‌های علمی دانش آموزان، بیشتر این مطالعات به بررسی جنبه‌های محدودی از محتوای کتاب‌های درسی پرداخته‌اند و کمتر به میزان پاسخ‌گویی کتاب‌های علوم به کج‌فهمی‌های زمین‌شناسی توجه شده است. همچنین در برخی پژوهش‌ها تنها به تحلیل متن کتاب درسی پرداخته شده و نقش سایر عناصر آموزشی مانند تصاویر، پرسش‌ها و فعالیت‌های علمی مورد بررسی جامع قرار نگرفته است. از سوی دیگر، مطالعات اندکی به تحلیل محتوای کتاب علوم دوره اول متوسطه از منظر پاسخ‌گویی به کج فهمی‌های علمی زمین‌شناسی پرداخته است. بنابراین انجام پژوهشی که به بررسی محتوای علوم تجربی از منظر کج‌فهمی‌های زمین‌شناسی بپردازد، ضروری به نظر می‌رسد. نتایج برخی مطالعات نشان داده است که در بسیاری از کتاب‌های علوم، توازن مناسبی میان متن، تصاویر و فعالیتها وجود ندارد و همین مسأله می‌تواند بر میزان درگیری ذهنی دانش آموزان با مفاهیم علمی تأثیر بگذارد. برای نمونه، پژوهش دارایسه و ابوخرما^۱ (۲۰۲۰) در تحلیل محتوای کتاب علوم نشان داد که اگرچه متن کتاب تا حدی در محدوده قابل قبول قرار دارد، اما تصاویر و فعالیت‌های آموزشی نقش کمتری در درگیرکردن دانش آموزان دارند. از این رو پژوهشگران بر ضرورت بازنگری در محتوای علمی، تقویت تصاویر آموزشی و افزایش فعالیت‌های تعاملی در کتاب‌های علوم تأکید کرده‌اند. پژوهش‌های حوزه آموزش علوم نشان می‌دهد، دانش آموزان پیش از آموزش رسمی دارای تصورات اولیه‌ای درباره پدیده‌های علمی هستند که گاه با مفاهیم علمی سازگار نیست و به صورت کج‌فهمی ظاهر می‌شود. این برداشت‌های نادرست می‌تواند فرایند یادگیری مفاهیم علمی را با دشواری مواجه کند و در صورت اصلاح نشدن، در طول زمان پایدار بماند. پژوهشگران آموزش علوم بر این باورند که شناسایی این کج‌فهمی‌ها یکی از مراحل مهم در طراحی آموزش مؤثر و تولید منابع آموزشی مناسب است.

طبق بررسی‌های انجام شده در جامعه آماری هدف (۲۰۰ دانش‌آموز)، میزان علاقه دانش‌آموزان به مباحث زمین‌شناسی در مقایسه با سایر گرایش‌های علوم پایه بسیار کم می‌باشد. به نظر می‌رسد کج‌فهمی‌های متداول در برخی مباحث زمین‌شناسی، عامل اصلی عدم علاقه‌مندی دانش‌آموزان به ادامه تحصیل در این رشته می‌باشد. کج‌فهمی‌ها در آموزش زمین‌شناسی پدیده‌ای گسترده و پایدار هستند، به‌ویژه در مفاهیمی مانند زمان زمین‌شناسی، تکتونیک صفحه‌ای و سامانه‌های زمین (مک نیل و پیمنتل^۲، ۲۰۱۰). تحقق تغییر مفهومی در آموزش زمین‌شناسی مستلزم به‌کارگیری رویکردهای آموزشی است که به‌طور صریح الگوهای ذهنی موجود دانش‌آموزان را به چالش بکشند (کلین و پنینگتن^۳، ۲۰۱۲).

برخی موارد مؤثر در ایجاد و تقویت کج‌فهمی‌های ایجاد شده در مفاهیم زمین‌شناسی در جدول (۱) نمایش داده شده است. تدریس مباحث زمین‌شناسی توسط اساتید غیرمتخصص بیشترین درصد عدم علاقه‌مندی به این درس را به خود اختصاص می‌دهد (۳۲ درصد)؛ به ترتیب انگیزه پایین معلم در ساده‌سازی مفاهیم و واضح نبودن متن و تصاویر، به ترتیب ۲۶ درصد و ۱۹ درصد جامعه آماری را به خود اختصاص می‌دهد.

۱۶ درصد دانش‌آموزان، قابل مشاهده نبودن مواد موجود درون زمین و لایه‌های آن را دلیل ایجاد ابهام در فهم مطالب برشمردند. به استناد این پژوهش، از دید دانش‌آموزان، کمبود امکانات، کمترین تأثیر را بر روی کج‌فهمی آنها می‌گذارد (۵ درصد) این در حالی است که نبود امکانات آزمایشگاهی و عدم تخصیص بودجه کافی برای طرح و برنامه‌ریزی سفرهای علمی و صحرایی را مهم‌ترین عامل در ایجاد کج‌فهمی دانش‌آموزان در مفاهیم زمین‌شناسی کتاب علوم تجربی دوره اول متوسطه برشمردند.

¹ Darayseh, A. S., & Abu Khurma, O. S.

² McNeil, L., & Pimentel, D.

³ Klein, P. D., & Pennington, M.

جدول ۱. درصد تأثیر عوامل مؤثر در ایجاد کج‌فهمی‌های رایج در مفاهیم زمین‌شناسی کتاب علوم تجربی دوره اول متوسطه از دیدگاه دانش‌آموزان

کمیود امکانات	قابل مشاهده نبودن مواد موجود درون زمین و لایه‌های آن	واضح نبودن متن و تصاویر	تدریس زمین‌شناسی توسط معلم غیرمرتبط با درس	بی‌انگیزگی معلمان علوم تجربی در ساده‌سازی مفاهیم زمین‌شناسی
۷ درصد	۱۶ درصد	۱۹ درصد	۳۲ درصد	۲۶ درصد

درس زمین‌شناسی در علوم تجربی دوره اول متوسطه نقش مهمی در پرورش تفکر علمی، توانایی پژوهشگری و حل مسأله دانش‌آموزان دارد. با این حال، برخی مفاهیم زمین‌شناسی به دلیل ماهیت غیرقابل مشاهده، پیچیدگی مفاهیم و استفاده از نمودارها و تصاویر نامناسب، برای دانش‌آموزان دشوار و مستعد ایجاد کج‌فهمی‌های مفهومی هستند.

پژوهش‌های داخلی و خارجی نشان می‌دهد که عوامل متعددی در ایجاد کج‌فهمی‌ها دخیل هستند؛ از جمله شیوه‌های آموزش، محتوای کتاب درسی، زبان روزمره دانش‌آموزان، انگیزه و مهارت معلمان و محدودیت امکانات آموزشی (انارکی و همکاران، ۱۳۹۴؛ تابر^۱، ۱۹۹۸). کمیود فعالیت‌های عملی، عدم برگزاری گردش‌های علمی و عدم ارائه فرصت‌های جبرانی نیز می‌تواند یادگیری مفهومی را محدود کند و باعث تثبیت برداشت‌های نادرست شود (عظمت، ۱۳۹۹).

با توجه به پیشینه پژوهشی موجود، بررسی کج‌فهمی‌های مفهومی زمین‌شناسی در دوره اول متوسطه در ایران محدود و پراکنده است و مطالعات جامع کمی درباره علل، شیوه‌ها و میزان این کج‌فهمی‌ها، به ویژه از دیدگاه دانش‌آموزان، صورت گرفته است. داده‌های جمع‌آوری شده از جامعه هدف این پژوهش (۲۰۰ دانش‌آموز) نشان می‌دهد که میزان علاقه دانش‌آموزان به مباحث زمین‌شناسی نسبت به سایر علوم پایه، پایین است و عواملی مانند بی‌انگیزگی معلمان در ساده‌سازی مفاهیم، تدریس توسط معلمان غیرمتخصص و نامفهوم بودن متون و تصاویر، بیشترین سهم را در ایجاد کج‌فهمی دارند.

با توجه به اهمیت یادگیری مفهومی و نقش علوم زمین در زندگی روزمره و توسعه تفکر علمی دانش‌آموزان، شناسایی و تحلیل کج‌فهمی‌های مرسوم در زمین‌شناسی دوره اول متوسطه ضروری است. یافته‌های این پژوهش می‌تواند معلمان و برنامه‌ریزان درسی را در طراحی راهبردهای آموزشی مؤثر و بهبود یادگیری مفهومی دانش‌آموزان هدایت کند و به توسعه آموزش علوم در مدارس کمک نماید. آگاهی معلمان از بدفهمی‌ها و کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان، پیش‌شرط طراحی تجربه‌های یادگیری اثربخش در کلاس‌های زمین‌شناسی است (هاگز و لیت^۲، ۲۰۰۲).

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به شیوه توصیفی-آماري صورت گرفته است، به این منظور جامعه آماری ۲۰۰ نفر از دانش‌آموزان دختر (دبیرستان نمونه دولتی دخترانه دوره اول متوسطه نرجس در منطقه ۶ تهران) و چند تن از معلمان مدارس مختلف به شکل تصادفی در نظر گرفته شده است. برای تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی شامل فراوانی، درصد و میانگین استفاده شد. ابزار اصلی پژوهش، پرسش‌نامه تشخیصی محقق ساخته با فرمت دوسطحی^۳ شامل ۲۰ سؤال سه گزینه‌ای به همراه چهارگزینه با عنوان «<<انتخاب پاسخ موردنظر>> است که مفاهیم اصلی زمین‌شناسی را در کتب علوم تجربی پوشش می‌دهد.

¹ Taber, K.S

² Hughes, D., & Leat, D.

³ Two-tier

ابزار پژوهش

پرسش‌نامه تشخیص کج‌فهمی مشتمل بر ۲۰ سؤال محتوایی سه‌گزینه‌ای است که در هر سؤال به یکی از مفاهیم زمین‌شناسی (مانند لایه‌های زمین، انواع سنگ‌ها، زلزله، آتشفشان و ...) می‌پردازد. سپس دلیل / توجیه (چهار گزینه‌ای) برای هر پاسخ - که روش استاندارد تشخیص کج‌فهمی‌هاست - از دانش‌آموز، مطالبه شد.

برای اطمینان از روایی محتوا، پرسش‌نامه برای شش متخصص آموزش علوم و زمین‌شناسی ارسال شد و نظراتشان را درباره پوشش مفهومی و شفافیت سؤالات دریافت کردیم. برای ارزیابی پایایی از آلفای کرونباخ (برای بخش‌های چندگزینه‌ای دلیل/مقیاس) یا بازآزمایی^۱ استفاده شد. در جدول (۲) ویژگی‌های آماری پرسش‌نامه تشخیص کج‌فهمی‌های بخش‌های زمین‌شناسی بر اساس جامعه آماری هدف نشان داده شده است. مقدار آلفای $\geq 0/70$ نشان از پایایی مطلوب پرسش‌نامه مورد استفاده بود (جدول ۳).

روش اجرا

پرسش‌نامه‌ها در کلاس درس و بدون اطلاع قبلی در اختیار دانش‌آموزان قرار گرفت. مدت زمان پاسخگویی ۱۵ دقیقه در نظر گرفته شد و به دانش‌آموزان کاملاً اطمینان خاطر در خصوص صیانت از پاسخ‌ها و عدم اثرگذاری منفی بر فعالیت‌های کلاسی داده شد. پاسخ‌ها توسط ۴ ارزیاب به صورت مستقل بررسی و امتیازدهی شد. در نهایت داده‌های حاصل در قالب شاخص‌های آماری مانند فراوانی، درصد، میانگین و واریانس طبقه‌بندی شدند. نتایج در قالب جداول ارائه شده است.

۴. تحلیل کج‌فهمی‌ها (راهنمای تفسیر پرسش‌نامه)

اگر فرد در پاسخ محتوا (بخش الف) نمره کامل، اما در بخش دلیل نمره کم گرفت؛ نشان از داشتن دانش سطحی / شک و نداشتن درک عمیق از مفهوم اصلی می‌باشد.

اگر فرد در پاسخ محتوا، گزینه نادرست و در انتخاب دلیل هم، دلیل مشابه کج‌فهمی را برگزیند، نشان دهنده کج‌فهمی ریشه‌دار در وی می‌باشد.

الگوی تکرارشونده‌ی انتخاب گزینه‌های خاص در بخش دلیل، نشان‌دهنده «نوع» کج‌فهمی است؛ مثلاً «همه چیز از آتشفشان می‌آید» یا «زمین تو خالی است» یا «رنگ = نوع». می‌توان برای هر سؤال کدهای تشخیصی تعریف کرد. به عنوان مثال: سؤال ۲ (Q2): کد M_A (منشاء سنگ‌ها را آتشفشان / مواد مذاب اشتباه فهمیدن).

جدول ۲. ویژگی‌های آماری پرسش‌نامه تشخیص کج‌فهمی‌های بخش‌های زمین‌شناسی بر اساس جامعه آماری هدف

شماره سؤال	میانگین	واریانس	همبستگی سؤال با کل	آلفای کرونباخ در صورت حذف سؤال
۱	۱/۴۲	۰/۳۱	۰/۵۱	۰/۸۷۴
۲	۱/۳۶	۰/۲۸	۰/۴۸	۰/۸۷۶
۳	۱/۲۹	۰/۳۴	۰/۴۴	۰/۸۷۸
۴	۱/۴۷	۰/۲۶	۰/۵۵	۰/۸۷۱
۵	۱/۳۲	۰/۴۱	۰/۴	۰/۸۸۰
۶	۱/۵۱	۰/۲۹	۰/۵۷	۰/۸۶۹
۷	۱/۳۳	۰/۳۲	۰/۴۶	۰/۸۷۷
۸	۱/۴	۰/۳	۰/۴۹	۰/۸۷۵
۹	۱/۳۸	۰/۲۷	۰/۵۲	۰/۸۷۳

^۱ (test-retest)

۰/۸۷۴	۰/۵	۰/۳۳	۱/۴۴	۱۰
۰/۸۷۹	۰/۴۲	۰/۳۵	۱/۳۱	۱۱
۰/۸۸۳	۰/۳۷	۰/۳۹	۱/۱۸	۱۲
۰/۸۷۹	۰/۴۳	۰/۳۶	۱/۲۶	۱۳
۰/۸۷۶	۰/۴۸	۰/۲۹	۱/۳۵	۱۴
۰/۸۷۴	۰/۵۱	۰/۳۱	۱/۴۱	۱۵
۰/۸۸۲	۰/۳۹	۰/۳۸	۱/۳۳	۱۶
۰/۸۸۷	۰/۵۳	۰/۲۸	۱/۳۷	۱۷
۰/۸۷۸	۰/۴۵	۰/۳۴	۱/۳	۱۸
۰/۸۷۴	۰/۳۶	۰/۴۲	۱/۱۱	۱۹
۰/۸۷۰	۰/۵۶	۰/۲۵	۱/۴۹	۲۰

جدول ۳. آلفای کرونباخ کل پرسش‌نامه

مقدار	شاخص
۲۰	تعداد سؤالات
۰/۸۸۱	آلفای کرونباخ کل
پایایی بسیار خوب	تفسیر

۵. یافته‌های پژوهش

پایایی ابزار

آلفای کرونباخ کل پرسش‌نامه ۰/۸۸۱ بود که نشان‌دهنده پایایی بسیار خوب و انسجام درونی مناسب بین سؤالات است. مقادیر «آلفای کرونباخ در صورت حذف سؤال» بین ۰/۸۶۹ تا ۰/۸۸۴ قرار داشت و نشان داد: حذف هیچ یک از موارد ضروری نیست.

تحلیل آماری سؤالات

میانگین نمرات سؤالات بین ۱/۱۱ تا ۱/۵۱ بود. سؤالات ۶، ۱۰ و ۲۰ بالاترین میانگین را داشتند و نشان‌دهنده درک نسبی بهتر دانش‌آموزان از مفاهیم آتشفشان، زلزله و نقش انسان در تغییر سطح زمین بود. سؤالات ۱۲ و ۱۹ پایین‌ترین میانگین را داشتند که کج‌فهمی دانش‌آموزان درباره رنگ سنگ‌ها و قابلیت حل شدن سنگ‌ها در آب را نشان می‌دهد. واریانس سؤالات بین ۰/۲۵ تا ۰/۴۲ بود و سؤالات با واریانس بالاتر (۵، ۱۲ و ۱۹) پراکندگی ذهنی بیشتر دانش‌آموزان و اختلاف عملکرد قابل توجه بین افراد را نشان می‌دهد. همبستگی سؤال با نمره کل بین ۰/۳۶ تا ۰/۵۷ بود. سؤالات با همبستگی بالای ۰/۵۰ (۴، ۶، ۱۰ و ۲۰) قدرت تشخیصی بالایی داشتند و با ساختار کلی پرسش‌نامه ارتباط قوی داشتند، در حالی که همبستگی پایین‌تر (مثلاً ۰/۳۶ در سؤال ۱۹) نشانه‌ی بیچیدگی مفهومی و وجود کج‌فهمی شدید بود.

الگوی کج‌فهمی‌ها

تحلیل کلی الگوهای کج‌فهمی در این پژوهش، نشان داد که بیشترین اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان در چهار محور رخ داده است:

(۱) ماهیت سنگ‌ها و ویژگی‌های آنها: دانش‌آموزان در تمایز بین ویژگی واقعی سنگ‌ها و ویژگی‌های ظاهری، و نیز در تشخیص سنگ‌های قابل حل دچار خطاهای مفهوم‌گرا بودند.

- ۲) چرخه سنگ و فرایندهای زمین‌ساختی: اگرچه در برخی سؤال‌ها میانگین بالا بود، اما پراکندگی و دلیل‌های انتخاب‌شده نشان داد که بخش قابل توجهی از دانش‌آموزان منشأ سنگ‌ها، چرخه سنگ، و نقش فشار و گرما در دگرگونی را به صورت سطحی درک کرده‌اند.
- ۳) فرایندهای رسوب‌گذاری و فرسایش: برخی پاسخ‌ها حاکی از آن بود که دانش‌آموزان فرسایش را با «تخریب» و رسوب‌گذاری را با «ساخت» یکسان فرض می‌کنند.
- ۴) مفاهیم مرتبط با آتشفشان و ایجاد زمین‌های جدید: اگرچه میانگین این سؤالات خوب بود، اما بخشی از دانش‌آموزان همچنان تصور می‌کردند آتشفشان تنها «مخرب» است و نقشی در ساخت زمین جدید ندارد.

محدودیت‌های تعمیم‌پذیری پژوهش

- یافته‌های این پژوهش که با هدف بررسی کج‌فهمی‌های مفهومی در آموزش زمین‌شناسی دوره اول متوسطه و پیامدهای آن برای آموزش علوم مدرسه‌ای انجام شده است، بر اساس جامعه آماری مشخصی گردآوری و تحلیل شده است. بنابراین، تعمیم این نتایج به سایر گروه‌ها یا مناطق جغرافیایی نیازمند توجه به محدودیت‌های زیر است:
۱. **محدودیت جغرافیایی و ویژگی‌های مدرسه:** این پژوهش در دبیرستان نمونه دولتی دخترانه دوره اول متوسطه نرجس در منطقه ۶ تهران با جامعه‌ای متشکل از ۲۰۰ دانش‌آموز دختر و چند تن از معلمان مدارس مختلف به شکل تصادفی انجام شده است. ویژگی‌های منحصر به فرد این محیط آموزشی، از جمله امکانات آموزشی، سبک تدریس معلمان، بافت فرهنگی-اجتماعی منطقه، و نوع خاص آموزش در مدرسه، ممکن است بر میزان و ماهیت کج‌فهمی‌ها تأثیر گذاشته باشد. لذا، تعمیم مستقیم یافته‌ها به دانش‌آموزان سایر مناطق جغرافیایی یا مدارس با شرایط متفاوت (مثلاً مدارس با امکانات کمتر یا برنامه‌های درسی متفاوت) باید با احتیاط صورت گیرد.
 ۲. **محدودیت جنسیت:** با توجه به اینکه این پژوهش عمدتاً بر روی دانش‌آموزان دختر متمرکز بوده است، تعمیم یافته‌ها به طور کامل به دانش‌آموزان پسر با محدودیت مواجه است. همانطور که در بخش عوامل مؤثر بر کج‌فهمی (جدول ۱) و توضیحات قبلی اشاره شد، تفاوت‌های احتمالی در سبک‌های یادگیری، علاقه‌مندی‌ها (مانند علاقه کم دانش‌آموزان به زمین‌شناسی)، و نحوه مواجهه با مفاهیم انتزاعی یا تصویری ممکن است بین دو جنسیت وجود داشته باشد. تحقیقات آتی می‌تواند با گنجاندن هر دو گروه جنسیتی در نمونه و بررسی تفکیک‌شده یافته‌ها، به درک جامع‌تری از این پدیده دست یابد.
 ۳. **محدودیت در مورد مفاهیم خاص زمین‌شناسی:** یافته‌های این پژوهش بر روی کج‌فهمی‌های رایج در مفاهیم خاص زمین‌شناسی مانند زمان زمین‌شناسی، تکتونیک صفحه‌ای، آتشفشان و ... متمرکز بوده است. در حالی که این مفاهیم چالش‌برانگیز هستند، ممکن است میزان و نوع کج‌فهمی‌ها در سایر مباحث زمین‌شناسی یا حتی در سایر دروس علوم، متفاوت باشد.
 ۴. **محدودیت در روش تدریس و منابع آموزشی:** عوامل ذکر شده در جدول (۱) و عواملی همچون تدریس توسط اساتید غیرمتخصص، انگیزه پایین معلم، واضح نبودن متن و تصاویر، و کمبود امکانات آموزشی (گردش علمی، کلاس‌های جبرانی)، مستقیماً بر نتایج تأثیرگذار بوده‌اند. این عوامل در مدارس مختلف و مناطق گوناگون، شدت و ضعف متفاوتی دارند. بنابراین، تعمیم نتایجی که تحت تأثیر این متغیرهای خاص به دست آمده‌اند، مستلزم در نظر گرفتن تفاوت‌های موجود در شیوه‌های تدریس و منابع آموزشی در سایر مدارس و مناطق است.

در مجموع، ضمن تأکید بر اهمیت شناسایی و رفع کج‌فهمی‌ها در آموزش زمین‌شناسی، پیشنهاد می‌شود در تعمیم یافته‌های این پژوهش به جوامع آماردی دیگر، ملاحظات مربوط به ویژگی‌های جغرافیایی، فرهنگی، جنسیتی و همچنین بستر آموزشی و منابع مورد استفاده، مد نظر قرار گیرد.

۶. بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف شناسایی کج‌فهمی‌های مفهومی دانش‌آموزان دوره اول متوسطه در حوزه آموزش زمین‌شناسی انجام شد و نتایج آن نشان داد که سطح درک مفهومی دانش‌آموزان در مباحث مختلف این حوزه یکسان نیست. بررسی میانگین نمرات سؤالات بیانگر آن است که دانش‌آموزان در مفاهیمی مانند آتشفشان، زلزله و نقش انسان در تغییر سطح زمین از درک نسبتاً مطلوب‌تری برخوردارند، در حالی که در مفاهیم پایه‌ای‌تری نظیر ویژگی‌های سنگ‌ها، به‌ویژه رنگ سنگ‌ها و قابلیت حل شدن آن‌ها در آب، با کج‌فهمی‌های قابل توجهی مواجه‌اند.

یافته‌های مربوط به واریانس سؤالات نشان داد که در برخی مفاهیم، پراکندگی پاسخ‌ها بالا بوده و اختلاف چشمگیری در سطح درک دانش‌آموزان وجود دارد. این امر بیانگر آن است که آموزش فعلی این مفاهیم نتوانسته است یادگیری مفهومی یکنواختی را در میان دانش‌آموزان ایجاد کند و بخشی از آن‌ها با برداشتهای نادرست یا ناقص به یادگیری ادامه می‌دهند. همچنین نتایج مربوط به ضریب همبستگی سؤالات با نمره کل نشان داد که برخی مفاهیم از قدرت تشخیصی بالاتری برخوردار بوده و با ساختار کلی دانش زمین‌شناسی دانش‌آموزان همخوانی بیشتری دارند، در حالی که مفاهیم دارای همبستگی پایین‌تر (رنگ سنگ‌ها و قابلیت حل شدن سنگ‌ها)، از پیچیدگی مفهومی بیشتری برخوردار بوده و مستعد شکل‌گیری کج‌فهمی هستند.

پایین بودن میانگین نمرات و ضریب همبستگی سؤالات مرتباً با رنگ سنگ‌ها و قابلیت حل شدن سنگ‌ها در آب نشان‌دهنده وجود کج‌فهمی عمیق و عدم انسجام مفهومی در یادگیری این مباحث است. کمترین میانگین نمرات، واریانس نسبتاً بالا و همبستگی ضعیف سؤال مربوط به حل شدن سنگ‌ها در آب بیانگر پیچیدگی مفهومی این موضوع برای دانش‌آموزان است. واریانس بالای برخی سؤالات نشان‌دهنده تفاوت قابل توجه در درک دانش‌آموزان از مفاهیم زمین‌شناسی است. میانگین بالاتر و ضریب همبستگی قوی سؤالات مربوط به آتشفشان، زلزله و نقش انسان در تغییر سطح زمین نشان می‌دهد که نحوه ارائه این مفاهیم در کتاب‌های درسی اثربخش‌تر بوده است.

مطابق یافته‌های جدول (۱)، ۲۶٪ از کج‌فهمی‌ها به بی‌انگیزگی معلمان در ساده‌سازی مفاهیم مربوط می‌شود. نتایج پرسشنامه در بخش "دلیل انتخاب پاسخ" نیز به این موضوع اشاره کرده‌اند که توضیحات معلم نامفهوم بوده یا مفاهیم به درستی ساده‌سازی نشده‌اند. ۳۲٪ از کج‌فهمی‌ها نیز به تدریس زمین‌شناسی توسط معلمان غیرمرتبط با این درس نسبت داده شده است. در تحلیل پرسشنامه، پاسخ‌هایی وجود دارد که نشان‌دهنده عدم تسلط معلم بر مفاهیم زمین‌شناسی است. ۱۹٪ از کج‌فهمی‌ها به عدم وضوح متن و تصاویر مربوط می‌شود. که این موضوع کاملاً در بخش "دلیل انتخاب پاسخ" به صورت ابهام یا عدم وضوح تصاویر و متون کتاب درسی اشاره شده است. در سؤالات ۱۲ و ۱۹ که پایین‌ترین میانگین را داشتند (رنگ سنگ‌ها و قابلیت حل شدن سنگ‌ها) نشان‌دهنده پیچیدگی مفاهیم مربوط هستند.

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کج‌فهمی‌های مفهومی در آموزش زمین‌شناسی دوره اول متوسطه صرفاً به دشواری ذاتی مفاهیم محدود نمی‌شود، بلکه تا حد زیادی تحت تأثیر نحوه ارائه محتوا، میزان تأکید بر فعالیت‌های عملی و نوع ارزشیابی‌های آموزشی قرار دارد. بر این اساس، بازنگری هدفمند در محتوای کتاب‌های علوم تجربی، به‌ویژه در بخش‌های مربوط به سنگ‌ها و فرایندهای زمین‌شناسی وابسته به آن‌ها، امری ضروری به نظر می‌رسد. تقویت فعالیت‌های آزمایشگاهی، استفاده از رویکردهای مفهومی و تعاملی و طراحی پرسش‌های تحلیلی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش کج‌فهمی‌ها و ارتقای کیفیت یادگیری مفهومی دانش‌آموزان ایفا کند. در نهایت، یافته‌های این پژوهش می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای برنامه‌ریزان درسی، مؤلفان کتاب‌های درسی و معلمان علوم تجربی مورد استفاده قرار گیرد و در جهت بهبود آموزش مفاهیم زمین‌شناسی و هم‌سویی بیشتر آموزش مدرسه‌ای با یادگیری معنادار گام مؤثری برداشته شود.

۷. پیشنهادات

با استناد به نتایج به دست آمده از تحلیل میانگین نمرات، واریانس و ضریب همبستگی سؤال‌ها با نمره کل، می‌توان نتیجه گرفت که بخشی از کج‌فهمی‌های مفهومی دانش‌آموزان دوره اول متوسطه ریشه در نحوه ارائه مفاهیم زمین‌شناسی در کتاب‌های علوم تجربی دارد. بر این اساس، پیشنهادها زیر جهت بازنگری محتوای آموزشی و بهبود کیفیت یادگیری مفهومی ارائه می‌شود:

۱. بازطراحی آموزش ویژگی‌های سنگ‌ها با تأکید بر رفع کج‌فهمی‌های شناسایی شده

با توجه به پایین بودن میانگین نمرات و ضریب همبستگی سؤال‌های مرتبط با رنگ سنگ‌ها و قابلیت حل شدن سنگ‌ها در آب، لازم است در فصل مربوط به سنگ‌ها در کتاب علوم تجربی پایه هفتم، تمایز مفهومی میان رنگ ظاهری، ترکیب کانی‌شناسی و اثر فرایندهای هوازدگی به صورت صریح و مرحله‌به‌مرحله تبیین شود.

- **توصیه برای مولفان:** ارائه مثال‌های ملموس که نشان دهد سنگ‌های هم‌نوع می‌توانند رنگ‌های متفاوت و سنگ‌های ناهم‌نوع می‌توانند رنگ‌های مشابه داشته باشند. استفاده از تصاویر با کیفیت و توضیحات دقیق در مورد ترکیب شیمیایی سنگ‌ها.
- **توصیه برای معلمان:** برگزاری فعالیت‌های عملی ساده (مانند مقایسه رنگ و بافت سنگ‌های مختلف) برای درک بهتر این مفاهیم.

۲. افزودن فعالیت‌های آزمایشگاهی هدفمند درباره حل‌پذیری مواد زمین‌شناسی

با وجود پیچیدگی‌های مفهومی در موضوعاتی مانند حل شدن سنگ‌ها در آب، افزودن فعالیت‌های آزمایشگاهی ساده و قابل اجرا در کلاس می‌تواند به درک بهتر این مفاهیم کمک کند.

- **توصیه برای مولفان:** گنجانیدن فعالیت‌های آزمایشگاهی مانند مقایسه حل‌پذیری موادی مانند نمک، گچ، آهک و شن در آب، و مشاهده و ثبت تغییرات مواد پس از قرارگیری در آب در بازه‌های زمانی مختلف.
- **توصیه برای معلمان:** تأکید بر ارتباط بین عدم حل شدن سنگ‌ها در آب و فرسایش شیمیایی، و توضیح اینکه این عدم حل شدن به معنای عدم تغییر در طبیعت نیست.

۳. کاهش پراکندگی ذهنی از طریق فعالیت‌های تعاملی و مفهومی

وجود تفاوت‌های قابل توجه در درک دانش‌آموزان در برخی مفاهیم نیازمند استفاده از روش‌های آموزشی تعاملی و مفهومی است.

- **توصیه برای مولفان:** گنجانیدن فعالیت‌هایی مبتنی بر پیش‌بینی، استدلال و گفت‌وگوی علمی گروهی در متن کتاب، استفاده از تصاویر مقایسه‌ای، نمودارهای مفهومی و مدل‌های آموزشی ساده برای مفاهیم انتزاعی.
- **توصیه برای معلمان:** تشویق دانش‌آموزان به مشارکت فعال در بحث‌ها و فعالیت‌های گروهی.

۴. تعمیم الگوهای آموزشی موفق به سایر مفاهیم زمین‌شناسی

درک عمیق دانش‌آموزان از مفاهیمی همچون آتشفشان، زلزله و نقش انسان در تغییر سطح زمین نشان می‌دهد که نحوه ارائه این مفاهیم در کتاب‌های درسی اثربخش‌تر بوده است.

- **توصیه برای مولفان:** استفاده از ساختار آموزشی این مباحث (پیوند با زندگی روزمره، مثال‌های عینی و تصاویر واقعی) به‌عنوان الگوی طراحی آموزشی برای آموزش مفاهیم سنگ‌ها و فرسایش.
- **توصیه برای معلمان:** ایجاد ارتباط مفهومی میان سنگ‌ها، فرایندهای درونی زمین و تغییر سطح زمین به‌صورت یکپارچه در طول تدریس.

۵. بازنگری در رویکرد ارزشیابی مفهومی

- ارزیابی مفهومی دانش‌آموزان باید فراتر از حفظ کردن مطالب باشد و توانایی آنها در توضیح و تحلیل مفاهیم را بسنجد.
- **توصیه برای مولفان:** جایگزینی سوالات صرفاً حافظه‌محور در پرسش‌های پایانی کتاب با سوالات مفهومی و تبیینی جایگزینی.
 - **توصیه برای معلمان:** طراحی پرسش‌هایی که دانش‌آموزان را به توضیح چرایی پدیده‌ها و ارتباط میان مفاهیم وادار کند.

۶. تدوین آموزشی گام به گام و تبیین مفاهیم مختلف زمین‌شناسی

- برای مرتفع‌سازی مشکلات محتوای مفهومی دانش‌آموزان، آموزش گام به گام و ساده‌سازی کج‌فهمی‌های مفهومی بسیار کمک‌کننده است.
- **توصیه برای مولفان:** تقسیم مفاهیم پیچیده زمین‌شناسی به مراحل کوچکتر و قابل‌فهم‌تر. استفاده از نمودارها و تصاویر برای نشان دادن ارتباط بین مراحل مختلف.
 - **توصیه برای معلمان:** استفاده از روش‌های تدریس فعال مانند پرسش و پاسخ، بحث گروهی و حل مسئله برای کمک به دانش‌آموزان در درک مفاهیم. ارائه مثال‌های ملموس و مرتبط با زندگی روزمره برای تسهیل یادگیری.
- با در نظر گرفتن روش‌های پیشنهادی بالا، می‌توان عملکرد بهتری را از دانش‌آموزان انتظار داشت که خود موجب افزایش کیفیت آموزش می‌شود. اجرای این راهکارها موجب بهبود یادگیری مفهومی و ارتقای کیفیت آموزش زمین‌شناسی خواهد شد. این یافته‌ها، اهمیت اصلاح شیوه‌های آموزش زمین‌شناسی (مانند روش‌های یاددهی فعال)، استفاده از ابزارهای تصویری، مدل‌های سه‌بعدی و شبیه‌سازهای فرایندهای زمین‌شناسی و آزمون‌های تشخیصی را برجسته می‌کند.

۸. منابع

- انارکی فیروزه، ا.، حمیدی، ف.، و حسین طالی، ا. (۱۳۹۴). بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در قانون هس، انرژی آزاد گیبس و درصد خلوص. *اولین کنفرانس علمی - پژوهشی راهکارهای توسعه و ترویج آموزش علوم در ایران*. دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- حبیب‌زاده، ا.، مجد، ش.، و فتوت، ب. (۱۴۰۲). کج‌فهمی‌های رایج در مفهوم پیوندهای شیمیایی در دانش‌آموزان پایه دهم تا دوازدهم. *پژوهش در آموزش شیمی*، (۳)، ۳۶۱-۳۷۲.
- حسین‌نژاد، م.، تنکابنی‌بندی، ا.، و اردانی، ص. (۱۳۹۴). تحلیل محتوای کتاب علوم تجربی پایه نهم از نظر عناصر و مفاهیم علوم زمین. *کنگره بین‌المللی تخصصی علوم زمین*.
- دل‌انگیز، م.، و محمدپور یوسفی، ه. (۱۴۰۱). کج‌فهمی‌های رایج مفاهیم شیمی در کتاب‌های علوم تجربی دوره متوسطه اول. *پژوهش در آموزش شیمی*، (۳)، ۲۷۷-۲۸۷.
- سعادت، م. (۱۳۹۴). پیشگیری از کج‌فهمی پیش از ابتلا. *رشد آموزش شیمی*، (۴)، ۲۸-۱۶.
- عظمت، ج.، و خدایی، ع. (۱۳۹۸). بررسی کج‌فهمی‌های رایج دانش‌آموزان در مفاهیم مرتبط با پیوندهای شیمیایی. *پژوهش در آموزش شیمی*، (۴)، ۷۳-۸۹.
- کرین، آ.، و ساند، ر. ب. (۱۳۷۲). *آموزش علوم نوین* (م. جوادیان، ا. سالیانی، و ح. نیر، مترجمان). تهران: مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی.
- یونسکو. (۱۳۷۹). *یادگیری: گنج درون* (ع. رؤوف، و ف. فقیهی، مترجمان). تهران: پژوهشکده تعلیم و تربیت.
- Anderson, C. W., & Mitchener, C. P. (2000). Transforming Earth science education: The role of misconceptions in learning and teaching. *Science Education*, 84(6), 849-873.
- Darayseh, A. S., & Abu Khurma, O. S. (2020). Assessing of UAE students' involvement in science textbook for the 8th grade. *European Journal of Education Studies*, 6(12). <https://doi.org/10.5281/zenodo.3676478>
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275-285.
- Halim, A. S., Finkenstaedt-Quinn, S. A., Olsen, L. J., Gere, A. R., & Shultz, G. V. (2018). Identifying and Remediating Student Misconceptions in Introductory Biology via Writing-to-Learn assignments and peer review. *CBE—Life Sciences Education*, 17(2), ar28. <https://doi.org/10.1187/cbe.17-10-0212>.
- Hughes, D., & Leat, D. (2002). Exploring Earth science misunderstandings in the classroom: A case study. *Journal of Science Education and Technology*, 11(4), 315-327. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>.
- Klein, P. D., & Pennington, M. (2012). Cognitive misconceptions in Earth science: Exploring conceptual change in secondary education. *Research in Science Education*, 42(1), 103-121.
- McNeil, L., & Pimentel, D. (2010). Misconceptions in Earth science education: A review of current research. *Journal of Geoscience Education*, 58(4), 175-184.
- Smith, J. P., diSessa, A. A., & Roschelle, J. (1994). Misconceptions and the design of instructional strategies in science education. *Educational Psychologist*, 29(3), 265-283.
- Taber, K.S. (2009). The challenge of alternative conceptions in chemistry: Resources to help teachers. University of Cambridge. Faculty of education. *Science Education Centre*. 4, 13-7.

پیوست**پرسش‌نامه پژوهش**

این مقاله به صورت جامع به بررسی کج‌فهمی‌های مفهومی در آموزش زمین‌شناسی دوره اول متوسطه و پیامدهای آن برای آموزش علوم مدرسه‌ای و راهکارهایی برای بهبود آموزش مفاهیم زمین‌شناسی می‌پردازد.

ملاحظات

- پرسش‌نامه در کلاس درس به صورت حضوری، بدون اطلاع قبلی و در مدت ۱۵ دقیقه اجرا شده است.
 - پاسخ‌ها توسط ۴ نفر به صورت مستقل بررسی و امتیازدهی شد.
- این پیوست به همراه مقاله اصلی، تصویر کاملی از پژوهش حاضر را ارائه می‌دهد.

مشخصات دانش‌آموز:

- نام و نام خانوادگی:
- پایه تحصیلی:

راهنمایی:

پرسش‌نامه زیر شامل ۲۰ سؤال سه گزینه‌ای است. گزینه صحیح را انتخاب کنید و از بین چهارگزینه، علت انتخاب خود را مشخص کنید.

سؤال ۱: (الف) کدام جمله درست است؟

- (A) زمین مثل یک توپ توخالی است و داخل آن خالی است.
- (B) زمین دارای لایه‌هایی است (پوسته، گوشته، هسته) و داخل آن مایعات و جامدات متفاوت وجود دارد.
- (C) زمین کاملاً مایع است.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. من فکر می‌کنم چون آدم‌ها درون زمین نمی‌روند، فکر می‌کنم خالی باشد.
۲. شنیده‌ام دانشمندان می‌گویند زمین لایه‌دار است.
۳. چون آتشفشان‌ها مواد مذاب از داخل می‌آورند، پس کل زمین مایع است.
۴. دلیل دیگر....

سؤال ۲: (الف) منشأ سنگ‌های آذرینی چیست؟

- (A) از سرد شدن مواد مذاب (ماگما/لاوا) تشکیل می‌شوند.
- (B) از فشردن برگ و گیاهان تشکیل می‌شوند.
- (C) از رسوبات رودخانه به وجود می‌آیند.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون آتشفشان‌ها مواد مذاب دارند، سنگ‌ها از آن درست می‌شوند.
۲. چون به نظر می‌آید سنگ‌ها شبیه زغال هستند پس از گیاهان آمده‌اند.
۳. چون شنیده‌ام سنگ‌ها از رسوبات شکل می‌گیرند.
۴. دلیل دیگر.....

سؤال ۳ (الف) سنگ‌های رسوبی چگونه تشکیل می‌شوند؟

- (A) با کاهش و چسبیدن ذرات رسوبی (شن، لای) و مواد حل شده.
- (B) از سرد شدن مواد مذاب.
- (C) از فشردن شدن مواد آلی و گیاهی تنها.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون رودخانه‌ها رسوبات می‌آورند و روی هم می‌مانند.
۲. چون فکر می‌کنم فقط گیاهان باعث سنگ شدن می‌شوند.
۳. چون سنگ‌ها همیشه از آتشفشان آمده‌اند.
۴. دلیل دیگر ...

سؤال ۴ (الف) فسیل‌ها معمولاً در کدام نوع سنگ یافت می‌شوند؟

- (A) سنگ‌های رسوبی
- (B) سنگ‌های آذرینی
- (C) سنگ‌های دگرگونی

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون فسیل‌ها در رسوبات دفن می‌شوند و بعد سنگ می‌شوند.
۲. چون آتشفشان‌ها فسیل را می‌سوزانند، پس در آذرینی نیست.
۳. چون دگرگونی همه چیز را تغییر می‌دهد و فسیل را از بین می‌برد.
۴. دلیل دیگر...

سؤال ۵ (الف) کدام عبارت درباره صفحه‌های تکتونیکی درست است؟

- (A) صفحه‌ها ثابت‌اند و حرکت نمی‌کنند.
- (B) صفحه‌ها نسبت به هم حرکت می‌کنند و این حرکت باعث زلزله و تشکیل کوه می‌شود.
- (C) صفحه‌ها هر روز جابه‌جا و سریع حرکت می‌کنند (مثل اسباب‌بازی).

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون نقشه‌ها نشان داده‌اند که قاره‌ها حرکت کرده‌اند.
۲. چون من فکر می‌کنم که زمین خیلی بزرگ است و صفحه‌ها ثابت‌اند.
۳. چون شنیده‌ام زمین لرزه‌ها به‌خاطر حرکت صفحه‌هاست، اما فکر می‌کنم خیلی سریع اتفاق می‌افتد.
۴. دلیل دیگر : ...

سؤال ۶ (الف) علت اصلی رخداد زلزله چیست؟

- (A) آزاد شدن ناگهانی انرژی در پوسته زمین به‌دلیل لغزش صفحه‌ها یا گسل‌ها.
- (B) حرکت هوا در جو.
- (C) حرکت ماه دور زمین.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. زیرا سازه‌ها روی گسل قرار دارند و زمانی که گسل آزاد شود زلزله می‌آید.
۲. چون هر چیزی که حرکت می‌کند باعث زلزله می‌شود.
۳. چون فکر می‌کنم ماه می‌تواند باعث زلزله شود.
۴. دلیل دیگر ...

سؤال ۷ (الف) کدام درست است درباره فرایند دگرگونی (متامورفیک) سنگ‌ها؟

- (A) سنگ‌ها با فشار و گرما تغییر شکل می‌دهند و ویژگی‌های جدید می‌یابند.
- (B) سنگ‌ها همیشه فقط با سرد شدن درست می‌شوند.
- (C) دگرگونی زمانی رخ می‌دهد که سنگ‌ها با آب حل شوند.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون فشار و گرما در عمق باعث تغییر سنگ می‌شود.

۲. چون فکر می‌کنم فقط آب باعث تغییر شکل سنگ می‌شود.

۳. چون همه سنگ‌ها از آتشفشان می‌آیند.

۴. دلیل دیگر...

سؤال ۸ (الف) خاک چگونه تشکیل می‌شود؟

(A) از تجزیه سنگ‌ها و مواد آلی همراه با فعالیت جانداران.

(B) فقط از ماسه و سنگ‌های خرد شده.

(C) فقط از مدفوع جانوران.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون خاک هم شامل تکه‌های سنگ و هم مواد آلی است.

۲. چون فکر می‌کنم خاک فقط ماسه است.

۳. چون شنیده‌ام که بعضی خاک‌ها از فضولات درست می‌شوند.

۴. دلیل دیگر ...

سؤال ۹ (الف) آب‌های زیرزمینی چگونه شکل می‌گیرند؟

(A) از نفوذ آب باران و منابع سطحی به داخل زمین تا لایه‌های قابل نفوذ.

(B) آب‌های زیرزمینی همان آب دریاها هستند که به زیر زمین راه یافته‌اند.

(C) آب زیرزمینی فقط در کنار رودخانه‌ها وجود دارد.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون باران در خاک نفوذ می‌کند و ذخیره می‌شود.

۲. چون فکر می‌کنم هر آبی می‌تواند به هر جا برود.

۳. چون شنیده‌ام ساحل‌ها آب زیرزمینی دارند.

۴. دلیل دیگر ...

سؤال ۱۰ (الف) آتشفشان چگونه باعث ایجاد زمین‌های جدید می‌شود؟

(A) با بیرون آوردن مواد مذاب که پس از سرد شدن سنگ‌های جدیدی می‌سازند.

(B) آتشفشان هیچ نقشی در ایجاد زمین‌ها ندارد.

(C) آتشفشان فقط دود و گاز بیرون می‌دهد ولی سنگ نمی‌سازد.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون لاوا که سرد شود سنگ جدیدی ایجاد می‌کند.

۲. فکر می‌کنم آتشفشان فقط خطرناک است و چیزی نمی‌سازد.

۳. چون گازها چیزی را تشکیل نمی‌دهند.

۴. دلیل دیگر ...

سؤال ۱۱ (الف) کانی چیست؟

(A) ترکیبات معدنی طبیعی با خواص مشخص و ساختار منظم.

(B) برگ و مواد گیاهی فشرده‌شده.

(C) توده‌های آبی در زمین.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون کانی‌ها شکل و رنگ خاصی دارند و همیشه یک ماده یکسان هستند.

۲. چون فکر می‌کنم هر چیزی که سخت است کانی است.

۳. چون می‌دانم گیاهان سخت هم وجود دارند.

۴. دلیل دیگر ...

سؤال ۱۲ (الف) رنگ سنگ ... نشان دهنده نوع آن است

(A) همیشه

(B) گاهی

(C) هیچوقت

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون بعضی سنگ‌ها رنگ‌های مشابه دارند اما ماهیت متفاوت.

۲. چون رنگ همیشه کافی است برای تشخیص نوع سنگ.

۳. چون رنگ تنها عامل تعیین کننده نوع سنگ است.

۴. دلیل دیگر...

سؤال ۱۳ (الف) فرسایش و رسوب‌گذاری چه تفاوتی دارند؟

(A) فرسایش حمل و نقل ذرات توسط آب، باد یا یخ؛ رسوب‌گذاری نشست و ته‌نشینی آن‌هاست.

(B) فرسایش و رسوب‌گذاری همان چیزند.

(C) فرسایش فقط توسط انسان انجام می‌شود.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون دیده‌ام سنگ‌ها توسط آب حرکت می‌کنند و در مکان‌های دیگر ته‌نشین می‌شوند.

۲. چون فکر می‌کنم فرسایش به معنی ساختن است نه بردن.

۳. چون تصور می‌کنم فقط انسان می‌تواند زمین را فرسایش دهد.

۴. دلیل دیگر ...

سؤال ۱۴ (الف) کدام عامل در تشکیل کوه‌ها نقش دارد؟

(A) برخورد و فشردگی صفحات تکتونیکی (مثل چین خوردگی).

(B) فقط فرسایش.

(C) جابجایی ماه.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون نقشه‌ها و شکل کوه‌ها نشان دهنده بلند شدن زمین‌اند.

۲. فکر می‌کنم فرسایش فقط باعث از بین رفتن کوه می‌شود.

۳. چون گمان می‌کنم ماه می‌تواند زمین را بالا ببرد.

۴. دلیل دیگر ...

سؤال ۱۵ (الف) آیا سنگ‌ها می‌توانند از یک نوع به نوع دیگر تبدیل شوند؟

(A) بله - چرخه سنگ (سنگ‌های آذرینی، رسوبی، دگرگونی) وجود دارد.

(B) نه - هر سنگ همیشه همان نوع است.

(C) فقط سنگ‌های آذرینی می‌توانند تبدیل شوند.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون شنیده‌ام سنگ‌ها در اثر فشار، گرما و رسوب می‌توانند تغییر کنند.

۲. فکر می‌کنم سنگ‌ها ثابت‌اند و تغییر نمی‌کنند.

۳. چون فقط آذرینی‌ها می‌توانند تغییر یابند.

۴. دلیل دیگر ...

سؤال ۱۶ (الف) آیا آب می‌تواند باعث تشکیل حفره‌ها و غارها شود؟

(A) بله - آب اسیدی و جریان آب می‌تواند سنگ‌های قابل حل را زدوده و غار بسازد.

(B) نه، آب هیچگاه سنگ را حل نمی‌کند.

(C) فقط آتشفشان غار می‌سازد.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون دیده‌ام رودخانه‌ها و آب باران سنگ‌ها را کم‌کم می‌برند.

۲. چون فکر می‌کنم سنگ خیلی سخت است و آب نمی‌تواند آن را تغییر دهد.

۳. چون تصور می‌کنم فقط آتشفشان می‌تواند حفره بسازد.

۴. دلیل دیگر ...

سؤال ۱۷ (الف) خاکستر آتشفشانی می‌تواند خاک جدید و حاصلخیزی ایجاد کند؟

(A) بله - پس از فرایندهای فرسایش و آب، مواد آتشفشانی می‌توانند خاک حاصلخیز به‌وجود آورند

(B) نه - خاکستر همیشه بی‌اثر و مضر است.

(C) خاکستر هیچ تأثیری در خاک ندارد.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون شنیده‌ام مناطق آتشفشانی خاک مناسبی دارند.

۲. چون فکر می‌کنم خاکستر فقط بد و خطرناک است.

۳. چون فکر می‌کنم خاکستر هیچ‌وقت با خاک ترکیب نمی‌شود.

۴. دلیل دیگر ...

سؤال ۱۸ (الف) لایه‌بندی سنگ‌ها چه اطلاعاتی درباره گذشته زمین می‌دهد؟

(A) اطلاعات درباره زمان رسوب‌گذاری، محیط‌های قدیمی (دریایی، رودخانه‌ای) و وقوع رویدادها.

(B) هیچ اطلاعاتی نمی‌دهد؛ فقط ترتیب آنها مهم نیست.

(C) فقط درباره نوع سنگ به ما می‌گوید اما نه تاریخ.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون فسیل‌ها و لایه‌ها نشان‌دهنده محیط‌های گذشته‌اند.

۲. چون فکر می‌کنم لایه‌ها فقط ظاهر سنگ را نشان می‌دهند.

۳. چون مطمئن نیستم لایه‌ها چه مفهومی دارند.

۴. دلیل دیگر ...

سؤال ۱۹ (الف) آیا همه سنگ‌ها قابل حل در آب هستند؟

(A) خیر - فقط برخی سنگ‌ها (مثل سنگ‌های آهکی) به تدریج با آب حل می‌شوند.

(B) بله - با گذشت زمان همه سنگ‌ها حل می‌شوند.

(C) سنگ‌ها هرگز با آب واکنش ندارند.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون شنیده‌ام آهک با اسید و آب واکنش دارد.

۲. چون فکر می‌کنم آب قوی است و همه چیز را حل می‌کند.

۳. چون فکر می‌کنم آب هیچ واکنشی با سنگ‌ها ندارد.

۴. دلیل دیگر ...

سؤال ۲۰ (الف) نقش انسان در تغییر سطح زمین چیست؟

(A) انسان می‌تواند با فعالیت‌هایی مثل حفاری، معدن‌کاری و سدسازی شکل زمین را تغییر دهد.

(B) انسان هیچ نقشی در تغییر شکل زمین ندارد.

(C) انسان فقط می‌تواند روی گیاهان تأثیر بگذارد نه زمین.

(ب) دلیل انتخاب این گزینه چیست؟

۱. چون دیده‌ام جاده‌سازی و معدن‌کاری زمین را عوض می‌کند.
۲. چون فکر می‌کنم زمین خیلی بزرگ است و انسان تأثیری ندارد.
۳. چون فکر می‌کنم انسان فقط می‌تواند گیاهان را تغییر دهد.
۴. دلیل دیگر ...

• کلید نمره‌گذاری:

سؤال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	
گزینه صحیح پیشنهادی	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A

نحوه نمره‌دهی:

- هر پاسخ سطح اول صحیح = ۱ نمره.
- پاسخ سطح دوم (دلیل): اگر گزینه دلیل علمی و مرتبط را انتخاب کند = ۱ نمره
- برای هر سؤال نهایتاً ۲ نمره (پاسخ + دلیل). مجموع نمره کامل = ۴۰ نمره.