



پژوهش در آموزش علوم تجربی

شاپا الکترونیکی: ۳۱۱۵-۸۸۸۹

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



درک مفهوم نانو مواد در کتاب فیزیک دهم

احمد کمالیان فر^{۱*}، محمد جواد کلائی^۲، مرضیه کمالیان فر^۳

۱. استادیار گروه علوم پایه دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

۲. دانشیار گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

۳. دبیر آموزش و پرورش فارس

* نویسنده مسئول: (✉) a.kamalianfar@cfu.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:	متن چکیده
مقاله پژوهشی	این تحقیق، راهکارهای مؤثر برای آموزش علوم نانو و فناوری نانو در مدارس را بررسی می‌کند. هدف از این تحقیق آن است که چالش‌های معمول را به عنوان موانع کلیدی یادگیری، مانند مشکلات دانش‌آموزان در درک مقیاس، اعمال قوانین فیزیکی در مراتب مختلف بزرگی و کار با توان‌های ده، شناسایی کند. یادگیری مبتنی بر کاوشگری به عنوان یک رویکرد محوری برای افزایش مشارکت دانش‌آموزان و درک علمی ارائه شده است. با گنجاندن زمینه‌های دنیای واقعی، آزمایش‌های عملی و پروژه‌های ارتباط علمی، مربیان می‌توانند کنجکاوی و تفکر انتقادی را پرورش دهند. این بررسی همچنین نمونه‌های مختلف موفق تدریس، از جمله فعالیت‌های کلاسی و خارج از مدرسه، ابزارهای دیجیتال و همکاری‌های بین رشته‌ای را برجسته می‌کند. این تحقیق نشان داد که معلمان نقش محوری به عنوان تقویت‌کننده در آموزش علوم و ارتباطات علمی ایفا می‌کنند. بنابراین، آموزش عمیق معلمان و توسعه حرفه‌ای آنها برای آماده‌سازی دانش‌آموزان برای مشارکت در جامعه‌ای مبتنی بر فناوری ضروری است.
تاریخچه مقاله:	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۳/۲۹	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۳/۲۹	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۳۰	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۳/۳۰	
کلیدواژه‌ها:	
فناوری نانو،	
نانو مواد،	
فیزیک دهم.	

استناد: کمالیان فر، احمد؛ کلائی، محمد جواد؛ و کمالیان فر، مرضیه، (۱۴۰۴). درک مفهوم نانو مواد در کتاب درسی. پژوهش در آموزش علوم تجربی، ۱۲ (۴۲)، ۱۱۶-۱۲۵.

<http://doi.org/10.48310/basic.2026.23718.1619>



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه فرهنگیان.

۱. مقدمه

امروزه، با توسعه کاربردهای مواد مختلف با توجه به فناوری های حال و آینده، این سوال در ذهن می آید که: "موفقیت یک فناوری به چه عواملی بستگی دارد؟". پاسخ این سوال روشن است. فناوری می بایست به درستی عمل کند و توسط افراد جامعه مورد پذیرش قرار گیرد. برای اینکه فناوری های جدید به درستی کار کنند، تحقیقات مناسب ضروری است. پذیرش اجتماعی مستلزم اعتماد عمومی به علم و تحقیق و درک اولیه و توانایی استفاده از فناوری های حاصل است. به همین دلیل است که ارتباطات علمی و آموزش علوم کلید موفقیت اختراعات جدید هستند. آنها پذیرش و درک عمومی را ارتقا می دهند. و این، به نوبه خود، برای تأمین بودجه تحقیقات آینده توسط مؤسسات دولتی و عمومی نیز کلیدی است (Davis, 2024). علاوه بر این، آموزش علمی با کیفیت بالا در مدرسه، استعداد های جوان لازم برای تحقیقات علمی و مهندسی را ایجاد می کند. یکی از این فناوری ها، فناوری نانو مواد است. سالها است که در اماکن عمومی هنگامی که بخواهند از کیفیت چیزی تعریف کنند، شاید ویژگی نانویی بودن آن را به زبان بیاورند. به عنوان مثال در مترو از جوراب نانو، در لوازم آرایشی از شامپوی نانو و ... صحبت می شود. بنابراین، این بررسی، چالش های معمول و چشم انداز های امیدوار کننده برای آموزش، ارتباط و درک مطالب کاربردی در مدارس را با تمرکز بر علوم و فناوری نانو برجسته می کند.

این تحقیق با در نظر گرفته سه صفحه ای از کتاب فیزیک دهم که به بحث نانو پرداخته است، راهکارهای مؤثر برای آموزش علوم نانو و فناوری نانو در مدارس را بررسی می کند. مطابق با بررسی های انجام شده، محتویات این تحقیق بخصوص قسمت هایی که به مبحث نانو در کتاب دهم می پردازد، تاکنون در هیچ مقاله ای بررسی نشده است.

۲. پیشینه پژوهش

در پژوهش هایی که اخیرا انجام گرفته است، به نقش یادگیری این نانومواد به ویژه توسط دانشجو معلمان تاکید شده است. در پژوهشی بنام "بررسی اثر بخشی فناوری نانو در آموزش دانشجو معلمان دانشگاه فرهنگیان" به این نتیجه رسیده اند که دانشجو معلمان تمایل دارند که دانش آموزان با این علوم نوین آشنا شوند و منجر به درک عمیق تر مفاهیم و انتقال اثر بخش تر آموزش از یک سطح به سطح دیگر گردد (ناظمیان، ۱۳۹۸). در تحقیق دیگری، به طراحی راهبرد مناسب و پژوهش های مبتکرانه در آموزش به عنوان دو راهکار آموزش نانو در مدارس اشاره شده است (امانی، ۱۳۹۸). در پژوهشی که اخیرا در نشریات خارجی به چاپ رسیده است، به درک نانو مواد در مدارس پرداخته شده است. این مقاله اشاره می کند که یک جامعه علم محور و فناوری محور به معلمانی وابسته است که بتوانند الهام بخش، هدایت کننده و توانمند ساز باشند. بنابراین، بهبود بیشتر آموزش معلمان و به رسمیت شناختن نقش محوری معلمان به عنوان تکثیرکنندگان دانش، سرمایه گذاری بسیار مهمی در آینده علمی جمعی ما است. معلمان خوب، عامل کلیدی و ضروری در پرورش و توسعه استعداد های جوان خوب هستند (کلاوسنیتزر، ۲۰۲۵).

۳. مباحث اصلی و نتایج

اگر بخواهیم نگاهی سطحی به محتویات کتب فیزیک دبیرستان بیاندازیم، در مورد علم نانو فقط سه صفحه در کتاب فیزیک دهم مورد بحث واقع شده است. اما کافی است به شکل ۱ که فعالیتی است که در این مبحث آمده است بدقت نگاهی بیاندازیم:

فعالیت ۳-۳

علوم و فناوری نانو دستاوردهای فراوانی در عرصه‌های مختلف، از جمله: پزشکی و داروسازی، رایانه‌ها، ذخیره‌سازی داده‌ها و گوشی‌های تلفن همراه، صنایع هواپیماسازی و خودروسازی، پوشاک، خوردنی‌ها و... داشته است. تأثیر علوم نانو را در یکی از این حوزه‌ها در گروه خود، به عنوان موضوع تحقیق انتخاب کرده و نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

شکل ۱. فعالیتی از فصل سوم کتاب فیزیک دهم.

فرض مولفین کتاب بر این است که معلمان فیزیک به همه فعالیت های کتاب اهتمام دارند و آنها را در کلاس درس مورد بررسی قرار می دهند. این دقیقاً همان ضرورتی است که همه معلمان فیزیک می بایست جدا از گرایش تحصیلی خود، حداقلی از علم نانو و کاربرد آن در دنیای امروز را بدانند. اکنون تمرکز خود را صرفاً به همین فعالیت کتاب فیزیک معطوف می کنیم. اگر معلمی با علم و سواد خود درباره این فناوری وارد بحث شود و راهنمایی های لازم را به دانش آموزان انجام دهد و همچنین از دانش آموزان هم بخواهد که در این باره تحقیق کنند و مواردی از نانو فناوری که در زندگی آنها نقش دارد به کلاس ارائه کنند؛ چه اتفاقی در جلسه آینده کلاس خواهد افتاد؟

تجربه سالها معلمی نشان می دهد که اگر معلمی تکلیف را از دانش آموزان خود درخواست کند و حتماً و تحت هر شرایطی در تاریخ که مشخص کرده نتیجه این تکلیف را از دانش آموزان بخواهد، دانش آموزان خود را مقید به انجام تکلیف می دانند. چه آنکه در حد سوال پرسیدن از والدین و یا اطرافیان باشد و یا از ابزارهای مجازی مانند چت جی پی تی استفاده کنند.

اکنون به این فعالیت کتاب بر می گردیم. پدر دانش آموزی نقاش است و از رنگ نانویی استفاده می کند. اطلاعات عملی از کار خود را به فرزند خود منتقل می کند. پدر دیگری لوازم آرایشی می فروشد و نقش مواد نانو در ثبات کرم ها بر روی پوست و یا کیفیت آنها به فرزند خود منتقل می کند. عموی دانش آموزی در کار نگهداری مواد غذایی با پوشش های نانویی است و اطلاعات عملی خود را به او منتقل می کند. همه این تجارب به کلاس می آید و دید و نگاه دانش آموزان به این فناوری عوض خواهد شد. در واقع عامل دوم موفقیت یک فناوری که پذیرش اجتماعی است، شکل می گیرد. وجود دانش آموزی که دارای هوش و علاقه سرشار است، در این کلاس باعث شکل گیری ایده تحقیقات آینده در ذهن او متبادر می گردد و او با علاقه بیشتری رشته تحصیلی دانشگاهی خود را انتخاب می کند.

آری، انجام یک فعالیت به ظاهر ساده در یک کلاس درس می تواند جرعه شکل گیری یک محقق آینده را رقم بزند.

سوال اینجاست که اینگونه یادگیری چه چالشهایی ایجاد می کند؟

ما دانش آموزان را یادگیرندگانی فردی می دانیم که به طور فعال و خودتنظیمی دانش را بر اساس مفاهیم از پیش موجود خود می سازند. این مفاهیم که معمولاً از تجربیات روزمره ناشی می شوند، ممکن است یادگیری را تسهیل یا مانع کنند (Hudson-Smith, 2023). فرآیند یادگیری را نمی توان به طور کامل توسط عوامل خارجی کنترل کرد، اما می تواند توسط محیط های یادگیری آغاز و پشتیبانی شود. بنابراین، ما تغییر مفهومی

را به عنوان بازسازی مفاهیم درک می‌کنیم (Lam, 2023). که در آن مفاهیم می‌توانند بسته به زمینه و فرد، بیشتر توسعه یافته، تغییر یافته یا از نو شکل بگیرند. بر این اساس، دانش‌آموزان اغلب با مفاهیم متنوع و گاهی نادرستی وارد درس‌های مربوط به علوم و فناوری نانو می‌شوند که به طور قابل توجهی بر فرآیند یادگیری آنها تأثیر می‌گذارد.

شکل ۲ نشان دهنده قسمتی از مبحث نانو مواد در کتاب فیزیک دهم است. در این مبحث مقایسه از گرما دادن به یک قطعه طلای بزرگ و یک قطعه نانومقیاس طلا در یک کوره صحبت می‌کند.

حال این پرسش مطرح می‌شود که چرا نام یک شاخه علم که در تمام علوم دیگر کاربرد دارد باید با پیشوند نانو آغاز شود؟ چه چیز ویژه‌ای در مورد این مقیاس طول وجود دارد؟ برای یافتن پاسخ ابتدا به موضوع زیر توجه کنید.

نقطه ذوب طلا (1064°C) را می‌توان در هر کتاب مرجع مربوط به فلزها پیدا کرد و درستی آن را با قرار دادن یک قطعه طلا در کوره‌ای با دمای بالا تأیید کرد. وقتی دما به 1064°C می‌رسد طلای جامد تغییر حالت می‌دهد و به شکل توده‌ای از طلای مایع درمی‌آید. اگر این آزمایش را دوباره انجام دهیم، ولی به جای یک قطعه بزرگ طلا، که می‌توانیم آن را ببینیم و به راحتی لمس کنیم، قطعه‌ای را که قطر آن تنها چند نانومتر است در کوره بگذاریم و ذوب کنیم (بدیهی است برای انجام این کار به تجهیزات و روش‌های خاص نیاز داریم، اما شدنی است) با شگفتی درمی‌یابیم که دمای ذوب طلا فقط 427°C است. آیا اشتباه کرده‌ایم؟ آزمایش‌های بیشتر نشان می‌دهند که اشتباهی رخ نداده است. با این آزمایش در واقع در می‌یابیم که دمای ذوب ذره‌های طلا در مقیاس نانو، تفاوت زیادی با دمای ذوب طلا در اندازه‌های معمولی دارد.

شکل ۲. قسمتی از کتاب فیزیک دهم صفحه ۶۴.

چالشی که با آن روبرو می‌شویم، یک سوءتفاهم رایج مربوط به خود مقیاس است: بسیاری از دانش‌آموزان برای درک اینکه یک نانومتر چقدر کوچک است، مشکل دارند و ممکن است مقیاس نانو را با مقیاس میکرو یا سطح اتمی ترکیب کنند (برخی از دانش‌آموزان «نانو» را به سادگی «واقعاً کوچک» تفسیر می‌کنند. چنین برداشت‌هایی به راحتی دانش‌آموزان را به سمت نسبت دادن خواص ماکروسکوپی آشنا - مانند رنگ، چکش‌خواری یا تسلط گرانشی - مستقیماً به اتم‌ها و مولکول‌ها سوق می‌دهد (Paul, 2023). در نتیجه، دانش‌آموزان ممکن است فرض کنند، به عنوان مثال، اتم‌های طلای منفرد دارای همان رنگ و چکش‌خواری مشخصه طلای توده‌ای هستند.

در ابتدای این فصل از کتاب فیزیک دهم، عکسی از برگ‌های نیلوفر آبی آمده است (شکل ۳). دانش‌آموزان معمولاً فرض می‌کنند که سطح برگ نیلوفر آبی باید صاف باشد تا یک قطره آب از آن جاری شود. با این حال، از دیدگاه علمی، این یک میکرو و نانوساختار ناهموار است که باعث این اثر می‌شود. با معرفی مفهوم اصلی

ساختار و خواص مواد و ذرات آنها می‌توان یک محیط یادگیری مناسب ایجاد کرد که هر دو دیدگاه را به روشی سازنده ادغام کنند.



چرا آب روی گلبرگ‌ها و برگ‌های نیلوفر آبی (نیلوفرهایی که در آب رشد می‌کنند) به صورت قطره‌های ریز و درشتی درمی‌آید؟

شکل ۳. گلبرگ و برگ‌های نیلوفر آبی (کتاب فیزیک دهم).

چالش دوم و نزدیک به آن، تمایل دانش‌آموزان به تعمیم همه قوانین فیزیک در هر مقیاسی است، که به اشتباه اصول گرانشی یا مکانیک کلاسیک را طوری در نظر می‌گیرند که گویی بر تعاملات در محدوده نانومتری تسلط دارند در واقعیت، نیروهای الکترومغناطیسی در ابعاد بسیار کوچک، جایی که پدیده‌های کوانتومی اغلب بر قوانین ماکروسکوپی غلبه می‌کنند، بسیار بحرانی‌تر هستند. در نتیجه، دانش‌آموزان می‌توانند پیامدهای پدیده‌های نانومقیاس را بیش از حد یا کمتر از حد واقعی تخمین بزنند و متوجه نشوند که مواد می‌توانند وقتی ذرات بسیار کوچک می‌شوند، خواص اساساً متفاوتی به دست آورند. دانش‌آموزان معمولاً اثرات کوانتومی منحصر به فرد یا نسبت‌های تغییر یافته سطح به حجم را که باعث رفتارهای جدید در مقیاس نانو می‌شوند، تصدیق نمی‌کنند. دانش‌آموزان همچنین تشخیص دقیق اینکه کدام نیروهای بنیادی - یا کدام ترکیبی از مفاهیم فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی - هنگام توضیح فرآیندهای نانومقیاس مانند اصطکاک یا انتشار نور در یک LED مرتبط‌ترین هستند، دشوار می‌یابند.

فراتر از مسائل مربوط به مقیاس، دانش‌آموزان اغلب پیش‌داوری‌هایی دارند که توسط تصاویر رسانه‌ای شکل گرفته‌اند. به عنوان مثال، آنها ممکن است فناوری نانو را در درجه اول با سناریوهای آینده‌نگر یا علمی تخیلی مرتبط کنند، که می‌تواند منجر به تأکید بر جنبه‌های احساسی (مانند ربات‌های کوچک، شنل‌های نامرئی) به جای ایجاد درک درستی از کاربردهای دنیای واقعی شود (Arora, 2022). در برخی موارد،

تصورات غلط شامل این باور است که فناوری نانو ذاتاً خطرناک است، ترس‌هایی را ایجاد می‌کند که با خطرات واقعی متناسب نیستند، یا خطرات ناشی از مواد شیمیایی فله را با خطرات نانوذرات اشتباه می‌گیرد. علاوه بر این، چندین مسئله انگیزشی می‌تواند مانع از تعامل عمیق‌تر با علوم نانو شود. یادگیرندگان اغلب دانش کلاسی را بخش‌بندی می‌کنند و فناوری نانو را به عنوان یک افزودنی عجیب و غریب به جای امتداد فیزیک بنیادی، شیمی و زیست‌شناسی در نظر می‌گیرند. از آنجا که علوم نانو عمیقاً بین رشته‌ای است، دانش‌آموزان به ارتباطات مفهومی قوی بین این زمینه‌ها نیاز دارند - نکته‌ای که مربیان اغلب آن را کم تأکید می‌کنند. علاوه بر این، معلمان مدارس با این مشکل مواجه هستند که آزمایش‌های پیشرفته فناوری نانو گاهی اوقات از روش‌های تجزیه و تحلیل ابزاری استفاده می‌کنند که در مدارس در دسترس نیستند، مانند میکروسکوپ الکترونی روبشی. گاهی اوقات، از مواد شیمیایی استفاده می‌شود که به دلیل محدودیت‌های شدید بودجه قابل تهیه نیستند یا دانش‌آموزان به دلایل ایمنی مجاز به استفاده از آنها در آزمایش‌ها نیستند. علاوه بر مسائل انگیزشی، مشکلاتی نیز در تجهیزات مدارس وجود دارد.

به طور خلاصه، مربیانی که می‌خواهند علوم و فناوری نانو را در مدارس معرفی کنند، باید بر چندین مانع مرتبط با هم غلبه کنند. تصورات غلط دانش‌آموزان در مورد مقیاس، ماده و قوانین طبیعی با چالش‌های عددی و نمایشی تلاقی می‌کند، در حالی که منابع محدود درسی، آمادگی معلمان و انگیزه‌های متنوع دانش‌آموزان، پیچیدگی بیشتری را به همراه دارد. آموزش مؤثر احتمالاً نیازمند رویکردی هماهنگ است که از نمایش‌های عملی، شبیه‌سازی‌های دیجیتالی تعاملی و بحث‌های سنجیده‌ای استفاده کند که اصول سطح کلان را به واقعیت‌های نانومقیاس مرتبط می‌کند. آموزش شیمی با پرداختن به موانع شناختی و نگرشی، می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا درک کنند که چگونه علوم نانو از ایده‌های کلاسیک رشد می‌کند و آنها را تغییر شکل می‌دهد و در نتیجه درک واضح‌تر و یکپارچه‌تری از کوچکترین مقیاس‌ها در دنیای فناوری ما ایجاد کند.

راهکارهای برای آموزش نانو در مدارس

در این بخش، ایده‌های عملی جهت آموزش بهتر نانو مواد در مدارس بیان می‌گردد. اولین ایده، نحوه آموزش نانو در مدارس است. تدریس موفق همراه با مثالهایی از محیط‌های یادگیری ملموس که مستلزم پیوند دادن مفاهیم اصلی شیمی و فیزیک، مانند روابط ساختار-ویژگی است. یکی دیگر از این ایده‌ها، معرفی موادی است که ارتباط کاملی با زندگی روزمره دانش‌آموزان دارد. این مواد در طیف وسیعی از محصولات، از جمله کرم‌های ضد آفتاب و سایر لوازم آرایشی، نگهدارنده‌های چوب، براق‌کننده‌های نوری برای منسوجات و مواد غذایی، گنجانده شده‌اند. برخی از این مواد در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴. کرم و شامپوی نانو.

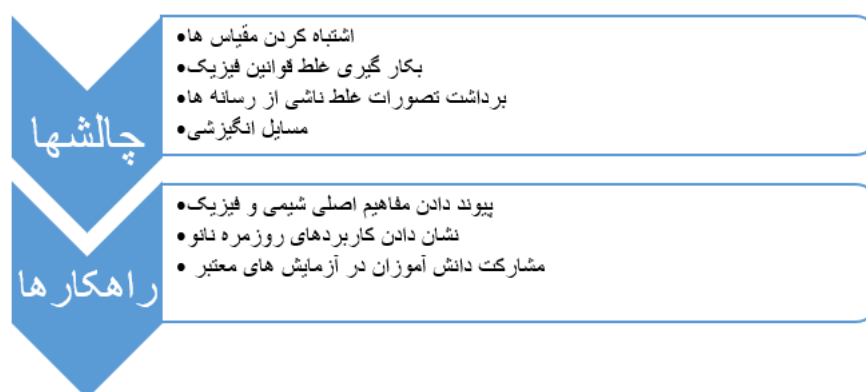
ایده دیگر، آزمایش‌های عملی مناسب با محوریت دانش‌آموز، تجربه معتبر و نتیجه‌گیری‌های شخصی را ممکن می‌سازد. فناوری نانو پتانسیل بالایی برای ایجاد پیوندی عمیق و معنادار بین تحقیق، فناوری و توسعه پایدار دارد. برای مثال، آزمایش‌ها با نانوذرات طلا می‌توانند به طور خاص خواص پلاسمونیک این فناوری نانو را در آزمایش‌های عملی بررسی کنند. حتی اگر روش علمی واقعی مربوطه در مدرسه قابل اجرا نباشد. در یک آزمایشگاه مجازی، تجزیه و تحلیل نانوساختار را بررسی می‌کنند (کمالیان فر، ۱۴۰۴). علاوه بر این، هوش مصنوعی می‌تواند برای آموزش طراحی مصورسازی داده‌ها، از جمله نمایش‌های چندگانه، مورد استفاده قرار گیرد (Lear, 2024). به طور خلاصه، این مثال‌های مختلف به وضوح نشان می‌دهند که چگونه آزمایش‌های عملی، پروژه‌های ارتباطی علمی و سایر فرصت‌های یادگیری نوآورانه نه تنها می‌توانند با به‌کارگیری دستورالعمل‌های خاص برای تدریس موفق، درک عمیق‌تری از فناوری نانو را ارتقا دهند، بلکه دانش‌آموزان را نیز قادر می‌سازند تا به صورت انتقادی، خلاقانه و مشارکتی با دنیای علم تعامل داشته باشند.

۴. پیشنهادات و نتیجه گیری

پیشرفت فناوری‌های مدرن، مانند نانومواد و سطوح کاربردی، نه تنها به پیشرفت‌های علمی، بلکه به درک و پذیرش عمومی نیز وابسته است. این امر، ارتباطات علمی و آموزش علوم را به ارکان اساسی یک جامعه مبتنی بر فناوری تبدیل می‌کند. بنابراین، این بررسی چالش‌های رایج و رویکردهای امیدوارکننده برای آموزش مؤثر و ارتقای درک مواد کاربردی در محیط‌های مدرسه، با تمرکز ویژه بر علوم نانو و فناوری نانو را برجسته کرده است.

دانش‌آموزان با چالش‌های متعددی روبرو هستند. آن‌ها اغلب مقیاس‌های میکرو، نانو و اتمی را با هم اشتباه می‌گیرند و این امر بر نیاز به بازنمایی‌های چندگانه و مقایسه‌های صریح برای پشتیبانی از مدل‌های ذهنی دقیق از مقیاس تأکید می‌کند. تصورات غلط می‌توانند زمانی ایجاد شوند که یادگیرندگان به اشتباه قوانین کلاسیک، مانند گرانش، را در پدیده‌های نانومقیاس که در آن‌ها اثرات کوانتومی و الکترومغناطیسی غالب هستند، به کار می‌برند و این امر بر ضرورت مقایسه اصول کلان و نانومقیاس در آموزش تأکید می‌کند. دشواری در برخورد با توان‌های ده و چالش‌های تفکر لگاریتمی نیز مانع توانایی دانش‌آموزان در درک ابعاد نانومقیاس می‌شود. تصورات غلط یا برداشت‌های نادرست تحت تأثیر رسانه‌ها - از ترس‌های اغراق‌آمیز گرفته تا انتظارات غیرواقعی - می‌تواند درک دانش‌آموزان از فناوری نانو را تحریف کند و تعامل انتقادی رسانه‌ها و ادغام زمینه‌های معتبر را ضروری سازد. ماهیت بین رشته‌ای علوم نانو اغلب از مرزهای برنامه درسی سنتی فراتر می‌رود و نیاز به قالب‌های آموزشی نوآورانه و همکاری با مؤسسات خارجی برای تضمین تجربیات یادگیری معنادار دارد. بدون ارتباط روشن با زندگی روزمره یا مسیرهای شغلی آینده، دانش‌آموزان ممکن است علوم نانو را نامربوط یا بیش از حد انتزاعی بدانند، و این امر ارزش فرصت‌های یادگیری عملی، دانش‌جو محور و غنی از زمینه را تقویت می‌کند.

برای غلبه بر این چالش‌های مختلف در دروس علوم، ما دستورالعمل‌هایی برای تدریس موفق و تعدادی مثال از محیط‌های یادگیری ملموس ارائه می‌دهیم. تدریس مؤثر علوم نانو مستلزم پیوند دادن مفاهیم اصلی شیمی و فیزیک، مانند روابط ساختار-ویژگی است. دانش‌آموزان باید یاد بگیرند که بین سطوح ماکروسکوپی، میکروسکوپی و نمادین جابجا شوند تا شایستگی بازنمایی را توسعه دهند. علوم نانو می‌تواند با نشان دادن چگونگی ظهور ویژگی‌های جدید در مقیاس‌های کوچک، این درک‌ها را عمیق‌تر کند و در نتیجه ایده‌های اصلی را از طریق کاربردهای دنیای واقعی تقویت کند. یادگیری عملی و مبتنی بر تحقیق، درک، انگیزه و قدردانی عمیق‌تری از علم را پرورش می‌دهد. دانش‌آموزان با مشارکت در آزمایش‌های معتبر - که در حالت ایده‌آل تمام مراحل چرخه تحقیق را پوشش می‌دهد - پدیده‌های نانومقیاس را به روش‌های معناداری بررسی می‌کنند. این رویکرد همچنین با ترس‌ها و تصورات غلط مقابله می‌کند و فناوری نانو را به روشی سازگار در برنامه درسی ادغام می‌کند و در عین حال شایستگی‌هایی را برای تفکر و کار علمی ایجاد می‌کند. مثال‌های متعدد کلاسی و غیرکلاسی نشان می‌دهد که چگونه می‌توان فناوری نانو را در دسترس قرار داد. این موارد شامل آزمایش‌هایی با محصولات روزمره، پروژه‌های تحقیقاتی دانش‌آموزان، آزمایشگاه‌های مجازی و فعالیت‌های ارتباطی علمی می‌شود. چنین قالب‌هایی خلاقیت، تفکر انتقادی و درک بین رشته‌ای را ارتقا می‌دهند، در عین حال علم را برای فراگیران متنوع مرتبط، فراگیر و جذاب می‌کنند. این امر مجموعه‌ای جامع از ایده‌ها و ابزارها را برای معلمان فراهم می‌کند تا یادگیری را افزایش دهند. با این حال، این امر مستلزم آموزش دقیق معلمان نیز می‌باشد. خلاصه این چالش‌ها و راهکارهای آموزش نانو در مدارس در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵. چالش‌ها و راهکارهای آموزش نانو در مدارس.

۵. منابع

- دلاور، محمد؛ حمیدی، فریده؛ احمدی، فاطمه. (۱۴۰۳). بررسی اثربخشی آموزش مجازی فیزیک با رویکرد شناختی در پیشرفت تحصیلی و راهبردهای یادگیری دانش‌آموزان. *نوآوری‌های آموزشی*، ۹۰، ۳۳-۵۵.
- ناظمیان، ص. (۲۰۱۹). بررسی اثر بخشی فناوری نانو در آموزش دانشجو معلمان دانشگاه فرهنگیان. *آموزش پژوهی نوین* ۵(۱۹): ۱۰۷-۱۲۲.
- کمالیان فر، احمد و نوری فیروزی، عباس و حاج‌علیزاده، علی و اسماعیلی، علی و حمید، میلاد، (۱۴۰۴)، نقش آزمایشگاه مجازی در بهبود آموزش فیزیک، هفتمین همایش بین‌المللی مدرسه تراز: طراحی، اجرا، ارزیابی و تضمین کیفیت، تهران.
- Arora, S., Murmu, G., Mukherjee, K., Saha, S., & Maity, D. (2022). A comprehensive overview of nanotechnology in sustainable agriculture. *Journal of Biotechnology*, 355, 21-41.
- Davis, F. D., & Granić, A. (2024). The technology acceptance model: 30 years of TAM. SpringerBriefs in Human-Computer Interaction (eBook).
- Hudson-Smith, N. V., Alvarez-Reyes, W., Yao, X., He, J., Rodriguez, R. S., Mitchell, S., ... & Haynes, C. L. (2023). NanoAdventure: development of a text-based adventure game in English, Spanish, and Chinese for communicating about nanotechnology and the nanoscale. *Journal of chemical education*, 100(6), 2269-2280.
- Lam, M., Schwarz, C., Sharma, R., & Donnelly, J. (2023). An introduction to scanning electron microscopy and science communication skills for undergraduate chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 100(7), 2802-2808.
- Paul, J., & Schanze, S. (2024). Auswahl der Fachinhalte. In *Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis* (pp. 71-107). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Lear, B. J. (2024). Using ChatGPT-4 to teach the design of data visualizations. *Journal of chemical education*, 101(7), 2749-2756.
- Tarng, W. (2019). *Comput. Appl. Eng. Educ.* 2019, 27, 472.
- Arora, S., Murmu, G., Mukherjee, K., Saha, S., & Maity, D. (2022). A comprehensive overview of nanotechnology in sustainable agriculture. *Journal of Biotechnology*, 355, 21-41.



Understanding the concept of nanomaterials in the 10th grade physics book

Ahmad Kamalianfar^{1*}, Mohamad Javad kalaee¹, and Marzieh Kamalianfar²

1. Department of Physics Education, Farhangian University, Tehran, Iran.

2. Chemistry teacher, Ministry of Education, Fars, Iran

* Corresponding author: (✉ a.kamalianfar@cfu.ac.ir)

Article Info

ABSTRACT

Article type:
Research Article

Article history:

Received:
2026/06/19

Received in revised form:
2026/06/19

Accepted:
2026/06/20

Available online:
2026/06/20

Objective: This research examines effective strategies for teaching nanoscience and nanotechnology in schools. The aim of the study is to identify common challenges as key barriers to learning, such as students' difficulties in understanding scale, applying physical laws across different magnitudes, and working with powers of ten

Method: Inquiry-based learning is presented as a central approach to enhance student engagement and scientific understanding.

Results: The review also highlights various successful teaching examples, including classroom and extracurricular activities, digital tools, and interdisciplinary collaborations.

Conclusions: The main conclusion is that teachers play a pivotal role as facilitators in science education and science communication. Therefore, thorough teacher training and professional development are essential to prepare students for participation in a technology-driven society.

Keywords:

Nanotechnology,
nanomaterials,
tenth-grade physics.

Cite this article: Kamalianfar, Ahmad., Kalaee, Mohamad Javad., & Kamalianfar, Marzieh. (2025). Understanding the concept of nanomaterials in the 10th grade physics book. Research in Empirical Science Education, 12 (42), 116-125.

 <http://doi.org/10.48310/basic.2026.23718.1619>



© Author(s) retain the copyright and full publishing rights.

Publisher: Farhangian University.