

# کاربرد جنبه‌های زیبایی‌شناختی و هنر در آموزش

محمود طاهری تهرانی

دبیر فیزیک شهرستان تیران، استان اصفهان

## چکیده

در این مقاله ابتدا وجوه زیبایی‌شناختی هنر از دیدگاه بعضی از فیلسوفان مانند افلاطون، ارسطو، هگل، کانت، شوپنهاور به اجمال توضیح داده می‌شود و سپس ضمن توضیح تأثیری که درک و شناخت بعضی از جنبه‌های زیبایی و هنر، در فرایندهای ذهنی تفکر ایجاد می‌کنند، مواردی از کاربردهای زیبایی‌شناختی موسیقی، نقاشی، طراحی و... را در بهبود فرایند آموزش، یادآور می‌شویم.

**کلیدواژه‌ها:** هنر، زیبایی، زیبایی‌شناختی، تفکر، آموزش، یادگیری.

افزایش درک و فهم بهتر مطالب می‌شود. سرانجام چند روش عملی برای افزایش کاربرد هنرهایی مانند موسیقی و نقاشی و طراحی و... را در آموزش بیان می‌کنیم. پژوهش‌هایی که قبلاً انجام گرفته است، بر تأثیر بعضی از جنبه‌های هنر مثلاً نقاشی و موسیقی در بهبود عملکرد ذهن تأکید دارند و همچنین نوشته‌ها و پژوهش‌های زیادی در مورد تدریس مبتنی بر هنر انجام و از لحاظ فلسفی، نظرهای مثبت و منفی هم مطرح شده است. ولی ما در اینجا بیشتر به نقش کاربردی آن‌ها توجه داریم و روش‌هایی عملی که قابل اجرا در محیط‌های آموزشی ایران است، ارائه می‌کنیم.

## ۲. بحث

### ۲.۱. زیبایی‌شناسی و هنر از دیدگاه برخی از فیلسوفان

امروز در ادبیات مربوط به هنر، عنوان‌هایی چون «نظریه هنر»، «پدیدارشناسی هنر»، «هستی‌شناسی هنر»، «معنی هنر»، «زیبایی‌شناسی» و «فلسفه هنر» از رایج‌ترین عنوان‌های این عرصه از مطالعات هنری‌اند. با مطالعه دقیق و صبرانه این آثار و درک صحیح این عنوان‌ها پی می‌بریم که همه آن‌ها در واقع معادل‌هایی برای «فلسفه هنر» هستند و همه برای دلالت بر «تحلیل فلسفی هنر» و کاوش‌های فلسفی (تحلیلی، مفهومی) درباره مقوله‌ها و مباحث هنری دارند. بحث از سرشت زیبایی رابطه هنر و اخلاق، نقش عاطفه و احساس، تحول طبیعت در هنر، لذت، بحث از حقیقت هنری، رابطه یا تمایز هنر با علم و فلسفه، زبان‌های احتمالی هنر، حدود و مرزهای هنر، واکنش عاطفی ما انسان‌ها به هنر، از مباحث زنده و جاری «فلسفه هنر» است. فیلسوفان بزرگ گذشته همچون افلاطون، ارسطو، کانت، هگل، نیچه، هیوم، هایدگر، شوپنهاور و فیلسوفان نامدار معاصر نیز به جد و گستردگی به بررسی و تحلیل مباحث زیبایی‌شناسی

### ۱. مقدمه

یکی از دغدغه‌های فکری معلمان همواره این است که چگونه می‌توان درس‌هایی مانند فیزیک، شیمی، ریاضی و... را که معمولاً چالش‌برانگیز است، به روش‌های مناسبی آموزش داد تا بیشترین یادگیری برای دانش‌آموزان حاصل شود؟ با توجه به اینکه ثابت شده است که اگر دانش‌آموزان شوق و احساس مناسب داشته باشند یا انگیزه کافی در آن‌ها ایجاد شود، یادگیری آن‌ها افزایش می‌یابد، به نظر می‌رسد به کمک هنر و زیبایی‌های آن در وجوه مختلف، می‌توان تحولی عمیق و پایا در آموزش به وجود آورد. ما در این مقاله در پی پاسخ دادن به دو پرسش اساسی زیر هستیم. یکی اینکه هنر و زیبایی چگونه می‌تواند بر فرایندهای ذهنی و تفکر و در نتیجه بر یادگیری دانش‌آموزان تأثیر بگذارد؟ و دیگر اینکه چگونه کاربرد جنبه‌هایی از زیبایی‌شناختی و هنر، باعث بهبود روش‌های آموزش می‌شود؟ ابتدا دیدگاه‌های مختلف تعدادی از فیلسوفان را در مورد وجوهی از هنر و زیبایی‌شناختی یادآور می‌شویم و سپس توضیح می‌دهیم که توجه به زیبایی و هنر، چگونه روی سازوکارهای مغز تأثیر می‌گذارد و باعث

و هنری و به‌ویژه مسائلی فلسفه هنر پرداخته‌اند، که در این مقاله دیدگاه‌های تعدادی از آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

**افلاطون** هنر را نوعی حکایت‌گری از طبیعت می‌داند و موسیقی را به‌عنوان شاخه‌ای از هنر در نظر می‌گیرد که زمینه‌های لازم برای کسب استعدادها را فراهم می‌کند. از نظر او سه سال اول زندگی کودکان، برای بالندگی آن‌ها با اهمیت است. همان‌طور که در کتاب «قوانین» می‌گوید این سن و سالی است که تمام شخصیت کودک رشد می‌کند از نظر افلاطون چون ذهن کودک نمی‌تواند مطالب جدی را درک کند، لذا قانون‌ها از طریقی که کودک بفهمد، مثل بازی و آواز به وی منتقل می‌گردد. افلاطون بر این باور است که آموزش فرایندی است که در طول عمر انسان ادامه می‌یابد. **ارسطو** به‌طرز چشمگیری نظریه هنر را گسترش داد. وی هنر را موجب تطهیر احساسات و فراهم آوردن لذت و تفریح و همچنین موجب تکامل اخلاقی می‌داند و احساسات را برمی‌انگیزد.

او خاستگاه هنر را خلاقیت و زیبایی می‌دانست. او زیبایی را نه تنها به‌عنوان چیزی که ارزش دارد، بلکه چیزی تفسیر می‌کند که موجب لذت و تحسین می‌شود. ارسطو هر آن چیزی را که برای هنر روا می‌داشت، برای زیبایی نیز معتبر می‌دانست. فقط آنچه قابل ادراک است می‌تواند زیبا باشد. هنگامی که او در رساله متافیزیک، ویژگی‌های مؤثر در تعیین زیبایی یک شیء را مورد بحث قرار داد، محدودیت همراه با نظم و تناسب را ذکر کرد. به‌نظر او فقط اشیا دارای اندازه مشخص و محدود، می‌توانند قابل فهم باشند و موجب لذت حواس و ذهن شوند. [۱].

**کانت** اولین فیلسوفی است که هنر و زیبایی را از قلمروی اخلاق و علم جدا کرد. او اظهار داشت که هر انسانی دارای استقلال و خرد است و در راستای همین خردورزی و استقلال، به پذیرش یا رد هنجار و قانون‌ها می‌پردازد. کانت وجود علم و اخلاق را پیش فرض می‌گیرد و به‌بررسی حدود و ثغور هر یک می‌پردازد.

در نظر او احکام مربوط به زیبایی که «احکام ذوق» نیز نامیده شده است، بر حسب چهار «وجه» تجزیه و تحلیل می‌شوند: ۱. کیفیت ۲. کمیت ۳. رابطه و نسبت ۴. جهت ذهنی.

ارتباط تنگاتنگی بین زیباشناسی و معرفت‌شناسی کانت وجود دارد و احکام زیباشناختی، همچون احکام معرفت‌شناسی، دارای کلیت و ضرورت است. به عقیده کانت، آنچه در آثار هنری مهم است، طرح است و نه تزئین‌های حسی حاشیه‌ای و آن چیزی که به‌واسطه صورتش خوشایند

است، شرط بنیادین ذوق را تشکیل می‌دهد. رنگ‌هایی که طرح اولیه را روشن می‌کنند، به جذابیت تعلق دارند. آن‌ها می‌توانند شیء را برای دریافت حس زنده کنند، اما نمی‌توانند آن را شایسته تماشا و زیبا کنند. [۲]

**هگل** درباره هنر اعتقاد دارد که هنر بر خلاف علم، قابل تدریس نیست و به سهولت به دیگری منتقل نمی‌گردد. در یک اثر هنری، روح ناچار باید در یک قالب مادی ظاهر شود و در عین حال ماده مانعی در مقابل آن است و از بسط کامل آن جلوگیری می‌کند. هر یک از مراحل سه گانه هنر (هنر سمبولیک، هنر کلاسیک، هنر رمانتیک) نموداری از درجه شدت یا ضعف حضور روح در ماده است و از طرف دیگر هر یک به نوبه خود با یکی از هنرهای خاص، بیشتر شناخته می‌شود؛ یعنی معماری بیشتر با مرحله سمبولیک، مجسمه‌سازی بیشتر با مرحله کلاسیک و شعر بیشتر با مرحله رمانتیک واقعیت می‌یابند. [۳]

از دیدگاه **شوپنهاور** مقام هنر از علم بالاتر است؛ زیرا علم از راه کوشش به هدف می‌رسد، ولی هنر نیاز به یک درک شهودی و تجلی دارد، تا بتواند به هدف خود نائل گردد. برای علم داشتن موهبت و استعداد لازم کافی است؛ ولی هنر احتیاج به نبوغ دارد. والاترین همه هنرها موسیقی است. کانت و هگل در بیان مراتب هنرهای زیبا، موسیقی را در میان نقاشی و شعر قرار دادند و مقام شعر را برتر دانستند؛ اما شوپنهاور موسیقی را مافوق تصورات می‌دانست و آن را عالی‌ترین هنر انسانی می‌شمرد. قدرت هنر در بالا بردن ما از این عالم نفسانی بیشتر در موسیقی آشکار است. انسان با گوش فرادادن به موسیقی از حقیقت نهفته در زیر پدیدارها، مستقیماً آگاه می‌شود افزون بر این، اگر می‌توانستیم همه آنچه را که موسیقی بدون مفاهیم بیان می‌کند، به درستی با مفاهیم بیان کنیم، به فلسفه راستین می‌رسیدیم. طبق نظر شوپنهاور، موسیقی عالی‌ترین نوع هنر است و نیازی به حمایت اشکال دیگر هنری ندارد. موسیقی، هنر هنرها و زیبایی‌ی هاست.

به نظر دیویی حتی کار هم می‌تواند هنر باشد، به شرطی که با ویژگی‌های بازی هنرمندانه انجام شود. دیویی هنر را بخش جداگانه‌ای از برنامه درسی مطرح نمی‌کرد، بلکه بر عکس، آن را یکی از ابعاد هر کاری می‌دانست که در مدرسه انجام می‌شد. او اظهار می‌داشت که اگر هنر جداگانه آموزش داده شود، دانش‌آموزان موفق خواهند شد کارهای هنری بهتری انجام دهند، اما احساس می‌کرد که رویکرد هماهنگ به کار برده شده در مدارس خود وی، رضایت‌خاطر عاطفی و فردی بیشتری را فراهم می‌کند (دموکراسی و تعلیم و تربیت ۱۹۱۶)

از دیدگاه شوپنهاور مقام هنر از علم بالاتر است؛ زیرا علم از راه کوشش به هدف می‌رسد، ولی هنر نیاز به یک درک شهودی و تجلی دارد، تا بتواند به هدف خود نائل گردد



## ۲.۲. تأثیر زیبایی‌شناسی و هنر بر فرایندهای ذهنی و یادگیری

اگر مثلاً به یک نقاشی زیبا نگاه کنیم، حسی از دیدن ترکیب رنگ‌ها و شکل و فرم آن نقاشی، توسط یک پیام عصبی به مغز ما منتقل می‌شود و پس از اینکه آن پیام در مغز ما تجزیه و تحلیل و زیبایی آن درک شود، به‌عنوان یک پیام یا شوک مثبت تلقی می‌شود و مغز اجازه آزادسازی مقدار معینی از هورمون‌های مغزی (دوپامین و سروتونین) را که باعث تحریک و به اوج رسیدن احساسات دلپذیر می‌شود خواهد داد. همین اتفاق وقتی که به موسیقی جالبی گوش می‌دهیم، یا شعر زیبایی را می‌شنویم، به وقوع می‌پیوندد ولی همه افراد نسبت به یک اثر هنری واکنش یکسانی نشان نمی‌دهند، زیرا محتویات و ساختار ذهنی و مجموعه‌های ادراکی که دارند، متفاوت است. اما می‌توان با آموزش هنر، دریافت ذهنی آن‌ها را افزایش داد. به عبارت دیگر اینکه ما بتوانیم بعضی از هنرها را درک کنیم و متوجه زیبایی آن‌ها شویم تا آثار مثبت آن‌ها شامل حالمان شود، احتیاج به آموزش دارد. گفته می‌شود که موسیقی با برانگیختن همزمان نیمکره‌های چپ و راست مغز، تحلیل و تلفیق و شبیه‌سازی‌های اطلاعات در مدت زمان کوتاه‌تری را ممکن می‌سازد. ولی این موضوع نیز به تکرار و تمرین وابسته است.

تأثیر جنبه‌های گوناگون هنر بر فرایندهای مغزی دست‌کم به دو دلیل می‌تواند متفاوت باشد. اول اینکه میزان و شدت تأثیر آن‌ها و نوع پیام‌های ارسال شده به مغز متفاوت است و ثانیاً «درک و فهم افراد از آن هنر، به هوش و استعداد و پیشینه ذهنی آن‌ها بستگی دارد. مثلاً تأثیری را که نقاشی در ذهن ایجاد می‌کند، با تأثیری که موسیقی به واسطه ریتم و ملودی ایجاد می‌کند، متفاوت است. همچنین برداشتی که یک نقاش از یک اثر هنری دارد، با برداشت یک فرد عادی که شناختی نسبت به هنر ندارد، متفاوت است. می‌دانیم که موسیقی شامل دو جزء اصلی ریتم و ملودی است و اگرچه هر یک از آن‌ها جداگانه می‌توانند بر ما تأثیر بگذارند، ولی ترکیب آن‌ها نیز اثر مهم‌تری در بدن ایجاد می‌کند. ریتم موسیقی می‌تواند موجب برانگیختن ضربان‌های طبیعی بدن، مثلاً ضربان قلب یا امواج مغزی شود، در عوض ملودی همانند جرقه‌های شتاب‌دهنده و کاتالیزگرهایی فرایند خلاقیت در مغز را برمی‌انگیزد. چراکه می‌دانیم با ترکیب نت‌ها و خلاقیت در کاربرد آن‌ها، می‌توان بی‌نهایت آهنگ‌های موسیقی خلق کرد. با ایجاد و تولید سلسله‌ای از آهنگ‌ها، یا با گوش کردن به یک نوع خاص از موسیقی، می‌توان رفتارهای خاصی را

تقویت کرد. البته با دانستن این نکته که تأثیر شناخته شده موسیقی بر مغز متفاوت و خودش تابع زمان و مکان و شرایط روحی شنونده است.

## ۳.۲. کاربرد جنبه‌های زیبایی‌شناختی و هنر در آموزش

یادگیری زیبایی‌شناسانه، به معنای پیوند زدن اندیشه و تفکر با احساس و هیجان است. این چیزی است که خودش احتیاج به یادگیری دارد تا بفهمیم چگونه تفکر زیبا داشته باشیم و چگونه زیبا یاد بدهیم و چگونه زیبا یاد بگیریم؟ در واقع بزرگ‌ترین دغدغه فکری هر معلمی آن است که چه روش‌های آموزشی می‌تواند باعث افزایش یادگیری دانش‌آموزان شود، ما در اینجا می‌خواهیم بدانیم چگونه می‌توان زیباتر آموزش داد؟ و چگونه می‌توان از ذوق و احساس هنری برای کمک به دانش‌آموزان استفاده کرد؟

همه کودکان نمی‌توانند هنرمندان بزرگی شوند، ولی نیاز دارند از نقش هنر در زندگی خود آگاه شوند. ما می‌توانیم حس زیبایی‌شناسی را در آن‌ها پرورش دهیم تا ارزش هنر را بدانند. تجربه زیبایی‌شناختی کودکان از روش‌های گوناگون می‌تواند شکل بگیرد. هر یک از هفت طیف اصلی هنر (شامل نقاشی، موسیقی، تئاتر، شعر، مجسمه‌سازی، معماری و سینما) می‌تواند بر آن تأثیرگذار باشد و سرانجام به پدید آمدن درک هنری به‌خصوصی در کودکان بینجامد. برای رسیدن به اهداف بالا پیشنهاد می‌شود در مدارس اقداماتی در سه مرحله زیر انجام گیرد: الف. افزایش گرایش به هنر و زیبایی‌شناختی ب. افزایش درک هنر و زیبایی ج. کاربرد مراحل مختلف فوق در تدریس.

برای افزایش گرایش به هنر و زیبایی‌شناختی، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود [۴]

۱. عرضه یا معرفی کتاب‌های هنرمندان به دانش‌آموزان.
۲. خواندن داستان‌های زندگی هنرمندان بزرگ.
۳. دیدار از نمایشگاه‌ها و موزه‌های هنری و آثار هنرمندان.
۴. نصب آثار هنری در تابلوهای مدرسه و در صورت امکان در کلاس درس.
۵. آوردن نمونه‌هایی از هنرهای دستی قابل لمس، مانند انواع مجسمه‌ها، چوب‌های خراطی شده و ... به محیط مدرسه.
۶. باید به تخیل و تجربه‌ها شخصی کودکان اهمیت داده شود. امروزه می‌دانیم که کودکان برای نمره گرفتن به جای اینکه از تخیل و تجربه‌های خود مثلاً برای نقاشی استفاده کنند، ترجیح می‌دهند که والدین آن‌ها یک نقاشی برای آن‌ها

تأثیر جنبه‌های  
گوناگون هنر  
بر فرایندهای  
مغزی دست‌کم  
به دو دلیل  
می‌تواند  
متفاوت باشد.  
اول اینکه  
میزان و شدت  
تأثیر آن‌ها و  
نوع پیام‌های  
ارسال شده به  
مغز متفاوت  
است و ثانیاً  
درک و فهم  
افراد از آن  
هنر، به هوش  
و استعداد و  
پیشینه ذهنی  
آن‌ها بستگی  
دارد

بکشد. تخیل خلاقانه منشأ هر هنری است.

برای افزایش درک هنر و وجوه زیبایی‌شناختی به شیوه‌های گوناگونی می‌توان عمل کرد، توجه به پیشنهادها و موارد زیر توصیه می‌شود.

۱. دخالت بزرگسالان، معلم، والدین، مربیان و... برای پرورش درک هنری و زیبایی‌شناختی در کودکان و نوجوانان مستلزم یک برنامه حساب شده است. در این برنامه‌ریزی باید به پایه تحصیلی و شرایط خاص دانش‌آموزان توجه کرد و باید دانست که کودکان در هر زمانی آمادگی توجه به آثار هنری یا پدیدآوری یک اثر هنری را ندارند. برای مثال در صورتی که پدر و مادری تصمیم بگیرند و به فرزند ۵ ساله خود موسیقی آموزش دهند و در آموزش روش نادرستی را انتخاب کنند. ممکن است نه تنها در آن مرحله موفق نشوند، بلکه حس ناتوانی در فهم موسیقی و بی‌علاقگی نسبت به آن را به او القا کنند، به طوری که در مراحل بزرگسالی نیز او نتواند موسیقی را یاد بگیرد.

۲. برنامه پرورش ادراک هنری باید به گونه‌ای تنظیم شود که در چارچوب برنامه تدوین شده، کودکان با لذت و کشش ویژه‌ای با دو چشم خود و با چشم عقلشان از دیدن آثار هنری بهره بگیرند و برای آفریدن اثر هنری برانگیخته شوند. برای مثال فرض کنید در برنامه پرورش ادراک هنری دانش‌آموزانی از یک مدرسه، آموزش موسیقی و نقاشی گنجانده شده است. در این صورت برنامه‌ریزی اینکه آموزش موسیقی با چه سازی و از چه مرحله‌ای و چند ساعت در هفته برگزار شود و چه استادی با چه توانایی‌هایی، تدریس کند، مهم است.

۳. به کارگیری معلمان متخصص در رشته‌های هنری شدیداً توصیه می‌شود. زیرا مثلاً توجه به خط یا نقاشی یا موسیقی اجرا شده توسط یک معلم می‌تواند اثر ماندگار و فوق‌العاده‌ای در جلب توجه دانش‌آموزان به آن هنر و سپس درک آن داشته باشد و در این مورد لزوم توجه به معلمان متخصص، آشکار می‌شود.

۴. در شرایط فعلی در کشور ما فقط هنر در مقاطع ابتدایی و دوره اول متوسطه تدریس می‌شود که آن هم معمولاً در مدارس به معلمان غیرمتخصص سپرده می‌شود. در حالی که آموزش هنر در مدارس بسیاری از کشورهای دیگر در تمام پایه‌ها و به صورت کاملاً تخصصی برگزار می‌شود. با توجه به مطالبی که در همین مقاله گفته شد، این موضوع زمینه‌های پرورش استعداد آن‌ها در دیگر درس‌ها را نیز فراهم می‌کند. برای افزایش کاربرد جنبه‌های زیباشناختی و هنر در آموزش و مراحل مختلف تدریس (با تأکید ویژه بر درس فیزیک) موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. مشاهده دقیق محیط اطراف، مهم‌ترین هنری است که باید به دانش‌آموزان آموزش داد. همان‌طور که در درس هنر،

مثلاً هنگام بحث از کشیدن شکلی از لانه کبوتر، دانش‌آموزان را به محیط ارجاع می‌دهیم، تا نمونه‌های واقعی را در محیط مشاهده و عکس بگیرند، (مجله رشد آموزش - شماره ۴۵ سال ۹۲) در درس فیزیک نیز می‌توان از دانش‌آموزان خواست تا مثلاً از یک حرکت شتابدار که در محیط مشاهده می‌کنند، عکس بگیرند یا طرحی از آن رسم کنند. یا عکس‌های هنری را به گونه‌ای بگیرند و رسم کنند، که حرکت سه بعدی افتادن یک برگ از درخت را نشان دهد.

۲. همان‌طور که رادیو و تلویزیون می‌توانند با پخش موسیقی‌های خاص، به مرور ذائقه مردم را در مورد موسیقی تغییر دهند، برنامه‌ریزان آموزشی نیز می‌توانند به مرور با ارائه هنرهای خاص، شناخت و ذوق دانش‌آموزان را در ابعاد مختلف تغییر دهند و به آن‌ها سبک و سیاق خاصی را القا کنند. از این طریق آن‌ها آماده پذیرش جنبه‌های گوناگونی از هنر و دیگر علوم می‌شوند. مثلاً دانش‌آموزان در رشته‌های علوم انسانی باید با ادبیات نمایشی خاصی آشنا شوند، در حالی که دانش‌آموزان رشته‌های ریاضی و تجربی باید نوع دیگری از هنرها در برنامه درسی آن‌ها قرار گیرد.

۳. در نوشتن کتاب‌های درسی، طراحی صفحات، اندازه و ابعاد شکل‌ها و هماهنگی رنگ‌های به کار رفته در کتاب، وجوه هنری و زیباشناختی حفظ شود. به اصطلاح فلسفه هنر، فرم کل کتاب موزون باشد، تا برانگیزاننده ذوق دانش‌آموزان باشد. مثلاً متخصصان هنر و روان‌شناسی رنگ‌ها نظر بدهند که برای شکل‌ها از رنگ‌های گرم استفاده شود یا از رنگ‌های سرد؟ و...  
۴. درس هنر به دروس دبیرستانی افزوده شود و در آن به آموزش طراحی و تجسم خلاقانه و نقاشی و هنر مشاهده دقیق، اهمیت ویژه داده شود. معلم از دانش‌آموزان بخواهد تا در مورد مسائل مشکل کتاب، طراحی‌های مناسب انجام دهند، تا بدین وسیله تصویرسازی‌های ذهنی نیز راحت‌تر صورت گیرد.

۵. در تألیف کتاب‌های درسی، پرسش‌های اساسی هر فصل که مفاهیم کلیدی بر آن‌ها تکیه دارند، نباید انتزاعی محض باشند. بلکه باید عینی و ملموس، قابل تصویرسازی و طراحی یا نقاشی باشند. معلم هنگام تدریس از دانش‌آموزان بخواهد در مورد آن‌ها نقاشی یا طراحی کنند. نه فقط به خاطر آنکه درک آن‌ها راحت‌تر شود، بلکه به خاطر مشارکت دانش‌آموزان و دریافت‌ها و برداشت‌های هنری از موضوع درسی و ایجاد شوق و ذوق دانستن و فهمیدن به روش‌های هنرمندانه. [۵]

۶. مفاهیم کلیدی هر فصل کتاب توسط معلم برای دانش‌آموزان مشخص گردد و معلم از دانش‌آموزان بخواهد در مورد آن‌ها تصویرسازی یا نقاشی یا تجسم خلاقانه‌ای انجام دهند، تا از حالت انتزاعی به عینی تبدیل شوند و این خیلی مهم است که در ابتدای هر مبحث صورت گیرد، در



**از دیدگاه شوپنهاور مقام هنر از علم بالاتر است؛ زیرا علم از راه کوشش به هدف می‌رسد، ولی هنر نیاز به یک درک شهودی و تجلی دارد، تا بتواند به هدف خود نائل گردد**



غیر این صورت بقیه مطالب پایگاهی درست برای اتصال ندارند و یادگیری مشکل می‌شود.

۷. هنر ملموس کردن مفاهیم انتزاعی نقش بسیار مؤثری در موفقیت یک معلم در تدریس دارد. در هنگام تدریس درس فیزیک با مفاهیم مجرد بسیاری روبه‌رو هستیم. ولی اگر همان مفاهیم را در شکل و حالت دیگری به کار ببریم، عینی و ملموس می‌شوند. مثلاً اگر در یک مسئله فیزیکی، نیروی وارد به یک جسم را با یک پیکان نشان دهیم، این یک مفهوم انتزاعی و مجرد از نیروست. [۶] ولی اگر از دانش‌آموزان بخواهیم فرض کنند، به آن جسم نخی بسته شده و در حال کشیدن جسم روی سطح میزی است و از دانش‌آموزان بخواهیم برای آن نقاشی بکشند یا طراحی کنند، آن نیرو به یک مفهوم عینی و قابل لمس تبدیل می‌شود. یا مثلاً از دانش‌آموزان بخواهیم مواردی را که بر جسمی در محیط اطراف، نیرو وارد می‌شود، مشخص کنند و عکس بگیرند و به کلاس بیاورند، تا از آن پس هر گاه در کلاس صحبت از آن نیروی وارد بر جسم شود، برای دانش‌آموزان عینی و ملموس شود.

۸. تلاش معلم باید چنان باشد تا در موقع لزوم از ابزارهای هنری، استفاده کند. تا شوق آموختن از طریق هنر افزایش یابد. مثلاً در تدریس مباحث صوت و تارها و لوله‌های صوتی استفاده از سازهای موسیقایی آثاری به شدت ماندگار در ذهن دانش‌آموزان ایجاد و باعث درک سریع مفاهیمی چون طنین، هماهنگ، بسامد و ... می‌شود.

۹. متأسفانه در آموزش و ارزشیابی‌هایی که در نظام آموزشی ما صورت می‌گیرد، بر محفوظات تأکید زیادی می‌شود و دانش‌آموزان چاره‌ای ندارند جز اینکه کلماتی را که هیچ تصویر ذهنی از آن‌ها در ذهن خود ندارند، حفظ کنند، پس یا باید همواره آن‌ها را در حافظه کاری خود داشته باشند، (که این خود باعث کاهش کارایی ذهنی آن‌ها می‌شود) یا گاهی متوسل به ساخت واژه‌های کلیدی می‌شوند، مثلاً حروف اول واژه‌هایی مانند فلدسپات و کوارتز و میکا را که سه کانی هستند، گرفته و واژه‌ای مانند (فکم) ایجاد می‌کنند تا به این طریق آن‌ها را یادآوری کنند. ولی این نوع واژه‌های کلیدی، مناسب نیستند و در این گونه موارد که هیچ چاره‌ای جز حفظ واژه‌ها باقی نمی‌ماند، ذوق هنری داستان‌سازی و هنر نمایشی می‌تواند به کار گرفته شود. اگرچه شخصاً تمایلی ندارم که وارد این بحث شوم، ولی به خاطر نیاز دانش‌آموزان به یک مثال بسنده می‌کنم. مثلاً در فیزیک پیش‌دانشگاهی، دانش‌آموزان مجبورند، سری‌های (لیمان، بالمر، پاشن، براکت و پفوند) را به ترتیب حفظ کنند. اگر کمی ذوق هنری داستان‌سازی به کار ببرند،

می‌توانند داستان کوتاه زیر را که در ضمن تصویر ذهنی نیز ایجاد می‌کند، بسازند: (لیلی با پا بر پفک زد). امیدواریم که با اصلاح شیوه‌های آموزشی و ارزشیابی، هرگز مجبور به استفاده از چنین روش‌هایی نباشیم.

۱۰. در تمام امور هنری باید وجهی از خلاقیت وجود داشته باشد و امور تقلیدی حتی اگر ظاهر هنری داشته باشند، هنر واقعی محسوب نمی‌شوند. مثلاً کسی که خط خوبی را تقلید می‌کند، فن خطاطی را خوب بلد است، ولی تا زمانی که صرفاً تقلید می‌کند، کارش هنری محسوب نمی‌شود. در زمان کنونی یکی از معضلات آموزش ما همین بحث تقلید است. تقلید در روش‌های حل مسئله، تقلید در پاسخ دادن به پرسش‌های معلمی که جواب‌هایی را قبول می‌کند، که عین کتاب باشند و... به هر حال ما دانش‌آموزانی را پرورش می‌دهیم، که مقلدان خوبی باشند. (یعنی هنرمند نباشند). برای برون رفت از این مشکل باید به تفکر خلاقانه، که در ذات هنر است، توجه کنیم. باید در پرسش‌های امتحانی و پاسخ‌هایی که دانش‌آموزان می‌دهند، تفکر خلاقانه مد نظر قرار گیرد و در این مسیر، چه بسا پاسخ‌های اشتباهی که به خاطر خلاقیت، باید در جاتی از نمره را بگیرند.

### ۳. نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه وجه مختلف زیبایی‌شناختی و هنر در «فلسفه هنر» مورد بحث قرار می‌گیرد، در این مقاله ابتدا نظر فیلسوفان بزرگ گذشته همچون افلاطون، ارسطو، کانت، هگل، شوپنهاور، در این مورد مطرح شد. طبق نظر تمامی آن‌ها، هنرها می‌توانند در روح و روان انسان تأثیر بگذارند، هر چند نوع و شدت این تأثیر در دیدگاه‌های آن‌ها متفاوت است. در ادامه تأثیر زیبایی‌شناسی و هنر بر فرایندهای ذهنی و یادگیری بررسی و توضیح داده شد که پس از انتقال پیامی از یک اثر هنری به مغز و تجزیه و تحلیل آن، در صورتی که زیبایی آن درک شود، به‌عنوان یک پیام با شوک مثبت تلقی می‌شود و مغز اجازه آزادسازی مقدار معینی از هورمون‌های مغزی (دوپامین و سروتونین) را می‌دهد، که باعث به اوج رسیدن احساسات دلپذیر می‌شود. سپس برای توضیح اینکه چگونه جنبه‌هایی از زیبایی‌شناختی و هنر، باعث بهبود روش‌های آموزش می‌شود. لزوم ارتباط بین یادگیری زیبایی‌شناسانه و احساسات را یادآوری و برقراری این رابطه را محتاج به یادگیری دانسته و راهکارهایی برای آن ارائه کردیم و در پایان کاربردهایی از نقاشی، موسیقی، طراحی، تفکر خلاقانه و داستان‌پردازی و... را در مراحل مختلف تدریس و به روش‌های خاص پیشنهاد کردیم و حاصل کل سخن آنکه ما نیازمند یک بازنگری در آموزش هنر و کاربرد هنر در آموزش هستیم.

#### منابع

1. Wladyslaw Tarkiewicz, History of Aesthetics. Volume one, Continum, (2005) pp. 147 - 155.
۲. ایمانوئل کانت. نقد قوه حکم. عبدالکریم رشیدیان چاپ دوم. نشر نی. ص ۲۴۲ سال ۱۳۸۱.
۳. مجتهدی، کریم. درباره هگل و فلسفه او. امیرکبیر. (۱۳۸۹).
۴. ایزنر، الیوت، تدریس مبتنی بر هنر. ترجمه محرم آقازاده.
۵. ایجاد، فاطمه. آموزش فیزیک به کمک نقاشی. مجله رشد آموزش. دوره ۲۷، شماره ۳، بهار ۹۱.
6. Am. J. phys. 81(6), June 2013

### مقدمه

یادگیری فناوری (دانش لغوی) و فهم فناوری (دانش تجربی) فرق دارد. برای نهادینه کردن یک فناوری در بطن جامعه، نیاز به هر دوی این سازوکار داریم. دستاورد هر فناوری توسعه دادن توانایی‌ها و قابلیت‌های انسان است. با ورود هر فناوری به جامعه به صورت روزافزون پرسش‌هایی در مورد نحوه استفاده، کاربرد، مزایا و معایب و تأثیر آن در زندگی مطرح می‌شود.

افراد هر چقدر در سنین پایین‌تری با هر فناوری آشنا شوند، زودتر این پرسش‌ها برایشان مطرح می‌گردد و سریع‌تر به جست‌وجوی دلیل آن می‌پردازند و در نهایت به دلیل پویایی بیشتر ذهن در پاسخ‌گویی به این پرسش‌ها موفق خواهند بود. نانوفناوری نیز به‌عنوان یک فناوری جدید از همین قاعده پیروی می‌کنند. می‌توان فهمید که دانش‌آموزان، پیش‌برندگان و توسعه‌دهندگان اصلی این فناوری خواهند بود و آموزش آن به دانش‌آموزان از اهمیت زیادی برخوردار است. هدف از آموزش نانو این نیست که همه افراد جامعه متخصصان این رشته شوند، اما با توجه به اینکه شاگردان امروز همان پزشکان، متخصصان، مهندسان، تکنیسین و اپراتورهای آینده خواهند بود، رویارویی دقیق آن‌ها با این نانوفناوری، در روند رو به رشد این علم اجتناب‌ناپذیر است. از سویی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های علوم و فناوری نانو این است که نمی‌توان آن را جدای از گرایش‌ها و زمینه‌های مختلف علوم آموزش داد. این بهانه خوبی برای طراحی روش‌های آموزشی جدید فراهم می‌آورد. در واقع آشنایی دانش‌آموزان با علوم و فناوری نانو باعث بالا رفتن سواد علمی آن‌ها در زمینه فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و علوم مواد در سطح مولکولی و... می‌شود و در کنار آن کاربردهای متفاوتی را در علوم مختلف حس می‌کنند. به عبارت دیگر طراحی یک دوره درسی مناسب این فناوری، می‌تواند مبتنی بر آموزش علوم مختلف با تأکید بر کاربرد فناوری نانو باشد. به دنبال این باور، کمبود سرفصل مناسب در کتاب‌های درسی به‌طور جدی احساس می‌شود.

امروزه در سطح جهان ۶ مرکز در ایالات متحده و ۱ مرکز در مصر تحت عنوان مراکز آموزش نانوفناوری در سطح دانش‌آموزی مشغول به کار هستند [۱].

### لزوم آشنایی دانش‌آموزان با نانوفناوری

علم نانو جدید نیست! شیمی‌دان‌ها صدها سال است که از روش‌هایی در کار خود استفاده می‌کنند که بی‌شباهت به روش‌های امروزی نانو نیست. فناوری نانو در بسیاری



# پیشنهاد ورود نانوفناوری به کتاب‌های فیزیک متوسطه

داود حسن پور

گروه درسی فیزیک و

عضو انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک آذربایجان شرقی

ناصر اصغری

گروه درسی فیزیک و

عضو انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک آذربایجان شرقی

### چکیده

در این نوشته، با توجه به محتوای پیشنهادی برای کتاب‌های دبیرستان و نیز با توجه به اختصاص یک مبحث از کتاب فیزیک دوره دوم متوسطه به مباحث نوین روزمره مانند نانوفناوری، نحوه اختصاص این حجم و زمان از مطالب به بحث نانوفناوری به چالش کشیده شده و نحوه اختصاص مناسب مطالب نانوفناوری در شش سال دبیرستان مورد بحث قرار گرفته است.

**کلیدواژه‌ها:** نانوفناوری، محتوای درسی، دبیرستان، کاربردهای نانو.

از زمینه‌ها مانند طراحی تراشه‌های رایانه‌ای، ساخت مواد آرایشی، انواع پوشش‌ها و روکش‌های محافظتی و لباس‌های مقاوم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بیش از پانزده سال از آغاز توجه گسترده به فناوری نانو در جهان می‌گذرد. در این مدت، تلاش‌های بسیاری در زمینه‌های آموزش، پژوهش، تولید، تجارت و تبلیغ این فناوری انجام شده است. ایران نیز تقریباً همگام با دنیا شروع به حرکت کرده است و تاکنون پیشرفت‌های قابل توجهی در تولید علم، گسترش منابع انسانی، آموزش تخصصی فناوری نانو و تأمین برخی زیرساخت‌های لازم برای توسعه همه‌جانبه در این فناوری حاصل شده است. سرعت پیشرفت این فناوری بسیار بالا است و تولیدات آن به تازگی وارد زندگی روزمره شده است. لذا، دیر یا زود شاهد ورود مفاهیم و مطالب این فناوری در حوزه‌های آموزشی پایه خواهیم بود.

در سال‌های گذشته، محتواهای آموزشی متعدد و متنوعی در این سطح تدوین و منتشر شده است که البته از نظر سطح علمی و شاخص‌های اثرگذاری آموزشی، نیازمند توسعه و تعمیق هستند. کتاب‌های چاپ شده در این زمینه بیشتر در سطح دانشگاهی هستند و تعداد معدودی نیز که به صورت کلی‌تر نوشته شده‌اند و عامه فهم‌تر هستند، وجود دارند. ترکیبی از این دو ساختار نوشتاری را می‌توان در سطح دانش‌آموزان متوسطه و حتی ابتدایی به کار گرفت و کتاب‌های این فناوری با پتانسیل و فعلیت بالا را وارد محتوای آموزشی کتاب‌های درسی کرد [۲].

باید توجه داشت که نانوفناوری ماهیت بین رشته‌ای دارد و باید در تمامی درس‌ها و کتاب‌های علوم پایه (فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی) وارد شود. نمی‌توان با اختصاص یک مبحث در یکی از کتاب‌ها انتظار داشت که دانش‌آموزان چیز زیادی از فناوری نانو بدانند. هیچ کتاب یا منبعی را نمی‌توان یافت که به تنهایی پاسخ‌گوی همه پرسش‌ها و نیازمندی‌های آموزشی هر چند در سطح کاملاً مقدماتی باشد.

در سرفصل درس‌ها در ساختار جدید آموزشی ۶-۳-۳، مبحث مستقلی در کتاب فیزیک سال دهم در نظر گرفته شده است. پر واضح است که با آوردن یک مبحث منفرد و بسیار خلاصه نمی‌توان انتظار فهم و انگیزش دانش‌آموزان را داشت.

### محتوای درسی پیشنهادی

در سال‌های اخیر، آموزش علوم و فناوری نانو در بسیاری از کشورها از جمله ایران مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به سند راهبردی توسعه آموزش فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران، تلاش‌هایی برای آموزش مفاهیم علوم و فناوری نانو به دانش‌آموزان انجام شده است [۲]. از جمله این برنامه‌ها، فعالیت‌های ستاد فناوری نانو به منظور ارتقای

آشنایی دانش‌آموزان و علوم فناوری نانو و زمینه‌سازی تحقیق و پژوهش دانش‌آموزی است که در این زمینه فعالیت‌های زیادی را انجام داده‌اند و در همین راستا باشگاه نانو را تأسیس کرده‌اند [۳]. برای نتیجه‌گیری بهتر باید این فعالیت‌ها در راستای تدریس این مطالب در مدرسه‌ها باشد.

برای ورود این مطالب رعایت استانداردهای آموزش در اولویت قرار دارد و نباید فقط به ذکر چند تعریف در قسمت «بیشتر بدانید» کتاب‌های درسی بسنده کرد. برای طراحی یک دوره درسی مناسب، باید ملزومات و پیش‌نیازها، امکانات، فرصت‌ها، تهدیدها و روش‌های مؤثر را شناسایی و با توجه به شرایط، بهترین راه برای رسیدن به اهداف را تعیین کرد [۴]. تأکید می‌کنیم که هدف از آموزش هر فناوری انتقال اطلاعات به ذهن دانش‌آموزان نیست، هدف تربیت انسان‌هایی متفکر، خلاق، نقاد و دارای بینش علمی است. بدین منظور دوره درسی ارائه شده باید موجب افزایش دانش پیش‌زمینه دانش‌آموزان از نانوفناوری شود. دانش پیش‌زمینه با معرفی نانوفناوری آغاز و با دانستن تأثیر آن بر زندگی ما و شناخت معایب و فواید آن کامل می‌شود.

### معرفی علوم و فناوری نانو (مباحث مقدماتی)

در بخش اول، با بررسی تاریخچه فناوری‌های مختلف به معرفی و توانایی‌های علوم و فناوری نانو می‌پردازیم. وابستگی زندگی انسان‌ها به فناوری‌های متفاوت را بحث می‌کنیم و سپس به اهمیت استفاده از علوم و فناوری نانو در جنبه‌های مختلف جامعه امروز پی می‌بریم. برای پرداختن به آموزش این مطالب از ۴ پرسش اساسی استفاده می‌کنیم [۵].

- نانوفناوری چیست؟
- چرا از نانوفناوری استفاده می‌کنیم؟
- نانوفناوری از کجا می‌آید؟
- نانوفناوری چگونه کار می‌کند؟

### تأثیر متقابل فناوری نانو و زندگی انسان‌ها

در این قسمت با ۳ پرسش ساده، تأثیر فناوری‌ها در نوع زندگی، توانایی انسان‌ها در پیشرفت علوم و ایجاد فناوری با توجه به نیازهایشان را بررسی می‌کنیم [۵].

- نانوفناوری چگونه تغییر می‌کند؟
- نانوفناوری چگونه بر زندگی ما تأثیر می‌گذارد؟
- چگونه ما بر نانوفناوری اثرگذار هستیم؟

### ارزیابی علوم و فناوری نانو

سرانجام با توجه به اینکه فناوری‌ها علاوه بر فواید، معایبی نیز خواهند داشت، به بررسی آن‌ها می‌پردازیم [۵].

- فواید و معایب نانوفناوری چیست؟
- چگونه نانوفناوری را ارزیابی کنیم؟

باید توجه داشت که

نانوفناوری

ماهیت بین

رشته‌ای دارد و

باید در تمامی

درس‌ها و

کتاب‌های علوم

پایه (فیزیک،

شیمی و

زیست‌شناسی)

وارد شود.

نمی‌توان با

اختصاص یک

مبحث در یکی

از کتاب‌ها

انتظار داشت

که دانش‌آموزان

چیز زیادی از

فناوری نانو

بدانند

در واقع پایه و اساس برای فهم تأثیرات، پرسش‌های بخش معرفی نانوفناوری است. با بررسی دقیق این ترکیب می‌توان به ارزیابی این فناوری پرداخت.

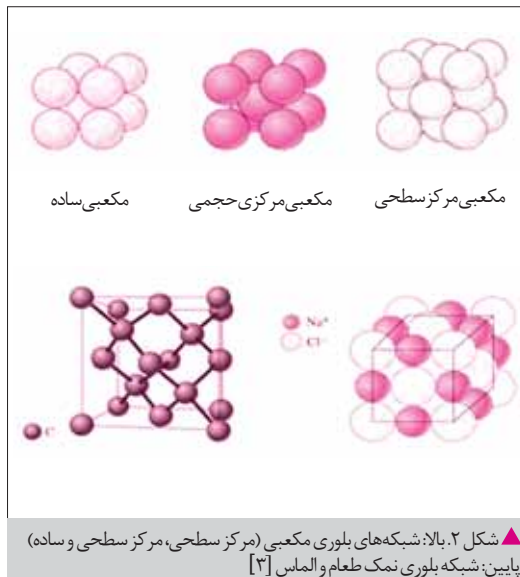
### چگونگی تدوین محتوای کتاب‌ها

حال یکی از مهم‌ترین مواردی را که باید در نظر گرفت، چگونگی تدوین و تنظیم این پرسش‌ها به صورت یک کتاب درسی است. امروزه یکی از مشکلات جدی بخش آموزش، تدریس حافظه‌محور است. فرایند آموزش در مدارس کشور ما یاددهی - یادگیری و مبتنی بر گفتن، شنیدن و حفظ کردن است. روش حافظه‌محور که به رویکرد معلم‌محور و غیرفعال مشهور است، مهم‌ترین مانع یادگیری و خلاقیت محسوب می‌شود. در فرایند یادگیری صحیح، علاوه بر شنیدن، لازم است مؤلفه‌های مهمی؛ همچون مشاهده، پرسش، تفکر، آزمایش و پژوهش نیز نقش خود را ایفا کنند تا کاوشگری یادگیرنده از همان ابتدای تحصیل به توانمندی تفسیر، قضاوت و نظریه‌پردازی مجهز شود. بدین ترتیب فرایند یاددهی و یادگیری، به جای ارائه پاره‌ای محفوظات، به راه‌حل‌های عملی برای حل مشکلات عینی تبدیل می‌گردد. از این رو لازم است که برای آموزش هر چه بهتر علوم و فناوری نانو از رویکرد پژوهش - محور استفاده کرد و دوره‌ای کارگاهی - پژوهشی را برای آن طراحی کرد [۶].

ویروس‌ها، توالی DNA و فولرن و نانولوله ارائه کرد (شکل ۱) تا ذهنیت اولیه در مورد ابعاد نانو در ذهن دانش‌آموزان شکل گیرد. می‌توان در کنار آن‌ها با معرفی میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)، فرایند دستکاری اتم‌ها را نیز بیان و اشاره کرد که چه محدودیت‌هایی در دستکاری اتم‌ها وجود دارد. بدین ترتیب دانش‌آموزان می‌فهمند که با دستکاری اتم‌ها نمی‌توان نوع ماده را تغییر داد.

ب. در مبحث حالت‌های ماده، می‌توان شکل بلورهای مشهور مانند نمک طعام، الماس و حتی گرافیت را ارائه کرد (شکل ۲) و به‌طور کوتاه ویژگی‌های هر یک از آن‌ها را مقایسه کرد.

در این حالت دانش‌آموز می‌فهمد که نوع شبکه‌های بلوری و نحوه ارتباط ذرات جامد به هم نیز در نیروی پیوندی و ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها تأثیرگذار است. پس ضمن معرفی شبکه بلوری جامدات، می‌توان به کاربرد پرتوهای ایکس در بلورشناسی نیز اشاره و تصویری از آن ارائه کرد.



▲ شکل ۲. بالا: شبکه‌های بلوری مکعبی (مرکز سطحی، مرکز سطحی و ساده) پایین: شبکه بلوری نمک طعام و الماس [۳]

پ. در ادامه، می‌توان تأثیر اندازه ذرات تشکیل‌دهنده ماده در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ماده را بیان کرد. رفتار اتم‌ها در ابعاد نانو کاملاً متفاوت است؛ در این قلمرو ویژگی‌های فیزیکی (رنگ، شفافیت، خواص الکتریکی، مغناطیسی، سختی، حلالیت، نقطه ذوب و...) و شیمیایی (سرعت واکنش، واکنش‌پذیری و...) تغییر می‌کند.

ت. در مبحث نیروهای بین مولکولی می‌توان به نیروهای واندروالس و پیوندهای کووالانسی لایه‌های گرافیت اشاره و پس از معرفی هم‌چسبی و دگرچسبی به لایه‌های آب‌دوست و آب‌گریز و شیشه‌های خودتمیزکن (شکل ۳) اشاره کرد.



▲ شکل ۱. نموداری از ابعاد مختلف از ۱ متر تا ۱ نانومتر [۳]

### برخی از موضوع‌های پیشنهادی

الف. در مبحث یکاها و معرفی یکاهای ریزتر، می‌توان تصویری میکروسکوپی از ابعاد نانو مانند شکل اتم‌ها،





ث. در مبحث طیف امواج الکترومغناطیسی می‌توان به شفافیت و کدر بودن اجسام در محدوده طول موج‌های مختلف (به ویژه مرئی) اشاره و کرم‌های ضد آفتاب (شکل ۴) و پوشش‌های اپتیکی و لایه‌های محافظ را معرفی کرد.



ج. در مبحث نورشناسی که اساس میکروسکوپ‌های نوری به‌طور خلاصه توصیف می‌شود، می‌توان ساختار کلی میکروسکوپ‌های الکترونی را نیز وارد کرد تا دانش‌آموزان با عملکرد کلی SEM، STM، AFM و TEM آشنا شوند.

چ. لازم به ذکر است که کاربردهای فراوان فناوری نانو در صنایع مختلف، تجهیزات پزشکی و نظامی را نیز می‌توان در لایه‌های مطالب مرتبط در کتاب‌های درسی فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی گنجانده. البته بهتر است که کاربردها و نیز روش‌های ساخت نانو ساختارها به صورت فعالیت یا سمینار به عهده دانش‌آموزان قرار گیرد.

ح. در مبحث انرژی‌های نو، معرفی سلول‌های خورشیدی و پیل سوختی و کاربرد فناوری نانو در بهینه‌سازی و بالا بردن کارایی وسایل را می‌توان یادآور شد. علاوه بر آن، بهینه‌سازی سطوح اجسام مختلف به منظور کاهش/افزایش اصطکاک و چسبندگی و نیز بهبود خواص اپتیکی اجسام و افزایش/کاهش ضریب عبور نور از آن‌ها نیز قابل بحث است. مثلاً، یکی از اولین مطالبی که در کلاس فیزیک یاد می‌گیریم این است که جامدات گرما را بهتر از مایعات منتقل می‌کنند. اما مطالعات جدید نشان می‌دهد که این مطلب در مواد نانو مقیاس الزاماً بدین شکل نیست.

خ. استفاده از نانوفناوری در رنگ باعث افزایش کیفیت رنگ و کاهش مصرف آن می‌گردد. به همین علت استفاده از رنگ‌های مقاوم در برابر نور خورشید و مقاوم در برابر ساییدگی به همراه خاصیت صیقلی (جلای زیاد) در وسایل نقلیه از جمله کشتی‌ها و زیردریایی‌ها ضروری است. با توجه به اینکه این سطوح تحت شرایط سخت محیطی قرار دارند، لذا دستیابی به پوشش‌هایی با قابلیت‌های بالا در زمینه خوردگی، سایش، استحکام و استقرار از اهمیت بالایی برخوردارند. به همین منظور پوشش‌های مقاوم به خوردگی و خراش، خودپاک‌شونده و زودخشک‌شونده، ضدالکتریسیته ساکن، مقاوم به عوامل طبیعی و زیست‌شناختی پوشش‌هایی با کاربردهای خاص در این موارد مدنظر است.

### نتیجه‌گیری

طبعاً یکی از اجزای مؤثر در زندگی بشر امروز چگونگی بهره‌گیری از پیشرفت‌های علمی و به‌کار بستن آن‌ها در صنایع و مشاغل گوناگون در جهت رسیدن به توسعه پایدار و بسط آن در زندگی روزمره است. بی‌شک یکی از ابزارهای مهم توسعه برای کشورمان به‌عنوان کشوری در حال توسعه تهیه سرفصلی مناسب برای مقاطع مختلف تحصیلی به منظور آموزش فناوری نانو است که می‌تواند ما را هر چه سریع‌تر به مقصد برساند.

در هفت دوره‌ای که المپیاد ملی نانو در سطح کشور برگزار می‌شود، سال به سال استقبال دانش‌آموزان افزایش یافته است. البته سوای بحث آمار و ارقام، دانش‌آموزان علاقه خاصی به مباحث نو از قبیل نجوم، نانوفناوری، بیوفناوری و IT دارند و در کلاس‌های فوق برنامه شرکت فعال دارند. لذا، برنامه‌ریزان آموزشی کشور دیر یا زود باید محتوای آموزشی را با لحاظ کردن این حوزه‌های علم و فناوری تهیه و تنظیم کنند.

### منابع

1. Nanotechnology education, [https://en.wikipedia.org/wiki/Nanotechnology\\_education](https://en.wikipedia.org/wiki/Nanotechnology_education)
۲. قاضی نوری، سپهر، سند رهبردی توسعه آموزش فناوری نانو (با رویکرد مقاطع پیش از دانشگاه)، دوازدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران. 3.nanoclub.ir
۴. مجله پیام پژوهش، سال هشتم، شماره ۹۶...
5. Judith Light Feather, Miguel F. Aznar, *Nanoscience Education, Workforce Training, and K-12 Resources-CRC Press* (2010).
6. Hingant; Benedicte, *Nanoscience and Nanotechnologies Learning and Teaching in Secondary School, Studies in Science Education*, Vol. 46, No.2, 121-152.