

### 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 متفاوت ریاضیات 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 میحث 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.

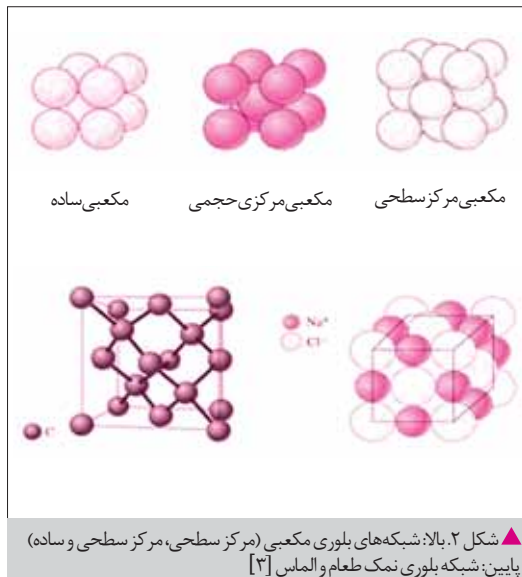
### چگونگی تدوین محتوای کتاب‌ها

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،



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.

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.



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.

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.

### 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; Benedicat, *Nanoscience and Nanotechnologies Learning and Teaching in Secondary School, Studies in Science Education*, Vol. 46, No.2, 121-152.