



## پژوهش در آموزش شیمی

مقالات منتشر شده در چهارمین همایش ملی آموزش شیمی ایران

<http://chemedu.cfu.ac.ir>



### آموزش نانو فناوری در مدارس

فاطمه قربانی<sup>۱\*</sup>، محمد اصلانی راجعونی<sup>۲</sup>، علی اکبر غلامرضایی<sup>۳</sup>، ایرج شهبسوازی<sup>۴</sup>، نور محمد

محمد حسنی<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> دبیر شیمی آموزش و پرورش، منطقه ضیاباد، قزوین، ایران

<sup>۲</sup> دبیر مشاوره آموزش و پرورش، منطقه ضیاباد، قزوین، ایران

<sup>۳</sup> دبیر ادبیات آموزش و پرورش، منطقه ضیاباد، قزوین، ایران

<sup>۴</sup> دبیر تاریخ آموزش و پرورش، منطقه ضیاباد، قزوین، ایران

<sup>۵</sup> دبیر جامعه شناسی آموزش و پرورش، منطقه ضیاباد، قزوین، ایران

\*[Fatemehghorbani216@yahoo.com](mailto:Fatemehghorbani216@yahoo.com)

#### چکیده:

در جهان معاصر توجه به علوم و فناوری‌های نو برای دستیابی به پیشرفت از عناصر اساسی به شمار می‌آید. بی شک شناخت درست علوم و فنون جدید، آموزش و نهایتاً به کارگیری آن‌ها عامل اصلی رشد و توسعه فرهنگی، اجتماعی، صنعتی و اقتصادی است. بدیهی است که بدون توجه به این امر تحقق اهداف آموزشی و پژوهشی به نحو مقتضی امکان پذیر نخواهد بود. در بین فناوری‌های نو، فناوری نانو توجه همگان را به خود معطوف کرده است. این فناوری که یک رویکرد در تمامی رشته‌های علوم و مهندسی است، توانایی تولید مواد، ابزار و دستگاه‌های نوین را با دست کاری سطوح اتمی و مولکولی دارد. امروزه حوزه‌ی این فناوری به اکثر علوم پایه و مهندسی کشیده و مقبولیت بین رشته‌ای یافته است. گستره‌ی کاربرد این فناوری در حوزه پزشکی، فناوری زیستی، مواد، فیزیک، مکانیک، برق، الکترونیک، شیمی، بهداشت، کشاورزی و ... نظام‌های آموزشی را بر آن می‌دارد تا با ارائه مفاهیم و سرفصل‌های مربوط به نانو مواد و کاربردهای آن، آگاهی دانش آموزان را در این زمینه علمی افزایش دهند. با گنجاندن مطالب مرتبط با نانوفناوری به صورت تدریجی در کتب علوم و شیمی دوره متوسطه می‌توان تا حدودی خلاء آگاهی دانش آموزان در این شاخه علمی را جبران کرد. هر چند که آموزش اصولی این فناوری مستلزم برنامه ریزی مدون می‌باشد. استفاده از ابزارهای مناسب، تصاویر و طرح‌های تحقیق کلاسی می‌تواند در انتقال مفاهیم اصلی به دانش آموزان و درک بهتر مقیاس‌ها بسیار مفید باشد.

کلیدواژه‌ها: علوم نوین، نانو فناوری، نانو مواد، آموزش، مدارس

در دنیای امروز فناوری مهمترین عامل در برتری کشورها بر یکدیگر محسوب می‌شود، برخلاف گذشته که عواملی چون منابع طبیعی و معدنی باعث این برتری بودند. اگرچه کشور ما از ذخایر نفتی سرشار برخوردار است، اما همزمان یکی از بزرگترین واردکنندگان بنزین و مشتقات نفتی هست. اگر منابع طبیعی و معدنی با فناوری همراه نباشند سرانجامی بهتر از فروش مواد خام به کشورهای دیگر نخواهد داشت؛ بنابراین ضرورت دستیابی به فناوری امری بسیار روشن هست. این عامل و از طرفی قابلیت‌های فناوری برای تأمین سلامت بهداشتی، غذایی، زیست محیطی، امنیتی، تولید ثروت و در یک کلام افزایش سطح کیفیت زندگی انسان‌ها باعث توجه روزافزون کشورها به توسعه و بهره‌مندی از آن شده است. در این بین فناوری‌های برتر و نوظهور از اهمیت زیادی برخوردارند، چراکه امکان پیشتازی در آن‌ها بیشتر است. آموزش علوم و فناوری‌های جدید، باعث پیدایش نسل جدیدی از پژوهشگران در رشته‌های کاملاً نوین می‌گردد. پژوهشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی دانشگاهی و صنعتی جدید به وجود خواهد آمد و شاخه‌های جدیدی به علم و فناوری کشور اضافه می‌شود. حتی اگر تمام آزمایش‌ها و محاسبات به نتایج مطلوب منتهی نشود، دانش ما را نسبت به آنچه امکان‌پذیر و شدنی است و آنچه امکان‌ناپذیر و ناشدنی است ارتقاء می‌بخشد و در علوم بین رشته‌ای باعث تقویت پژوهش‌ها و فعالیت‌های بین رشته‌ای خواهد شد (برجیان بروجنی، م. ۱۳۸۹).

واژه فناوری نانو اولین بار توسط دانشمند ژاپنی Nario Taniguchi در سال ۱۳۵۳ برای توضیح ماشین‌هایی با دامنه کاربردی کوچک‌تر از یک میکرون استفاده شد؛ اما این شروع واقعی این مبحث نبود. رویدادها و کشف‌های دیگر باعث به وجود آمدن و پیشرفت اصلی این فناوری شدند. نانو یک میلیاردم متر است و نام آن از ریشه یونانی «نانس» به معنی کوتوله می‌آید. خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی ماده تبدیل شده به ابعاد نانو نسبت به خواص آن در ابعاد ماکروبی کاملاً متفاوت است.

در ایالات متحده آمریکا کمیته‌ای برای تعریف مفهوم فناوری نانو تشکیل شد (NNI) که طبق مصوبه آن فناوری نانو شامل موارد زیر می‌شود (سیدی مطلق، ش. ۱۳۹۳):

- ❖ نانو شامل تحقیقات و فناوری‌هایی است که در آن‌ها تغییرات و بهینه‌سازی در محدوده ۱ تا ۱۰۰ نانومتر ایجاد می‌شود.
- ❖ فناوری نانو باعث به وجود آمدن و استفاده از ساختارهایی می‌شود که ویژگی‌های جدید و منحصر به فردی به خاطر اندازه کوچکشان دارند.
- ❖ فناوری نانو بر اساس توانایی ایجاد تغییرات در ابعاد اتمی کار می‌کند.

واژه نانو برخلاف معنای کوچکش، شامل طیف وسیعی از علوم همچون شیمی، فیزیک، ریاضی، مهندسی و زیست‌شناسی می‌شود و در نتیجه اتفاقات بسیار کوچکی که بر اثر کاربرد این فناوری در این علوم می‌افتد، تغییرات بسیار بزرگی ایجاد می‌شود (خدایاری شهسواری، ا. ۱۳۹۲).

به طوری که، علوم و فناوری نانو، عنصری اساسی در درک بهتر طبیعت در دهه‌های آتی خواهد بود. از جمله موارد مهم در آینده، همکاری‌های تحقیقاتی میان رشته‌های، آموزش خاص و انتقال

ایده‌ها و افراد به صنعت خواهد بود. فناوری نانو، یک فرآیند تولید مولکولی است و برای آن کاربردهای وسیعی در حوزه‌های غذا، تسهیل استفاده بهینه از دارو (ساخت دارو، انتقال هدفمند دارو و دارورسانی به تک سلول‌های آسیب دیده بدن)، تشخیص پزشکی (تشخیص و معالجه بیماری‌ها، پیوند اعضا، جراحی در مقیاس نانو) بیوتکنولوژی و الکترونیک (ساخت نمونه‌های الکترونیک مولکولی)، کامپیوتر، ارتباطات، حمل و نقل، انرژی، محیط زیست، مواد، هوافضا، صنعت نساجی و امنیت ملی (سلاح‌های جدید با هوشمندی بیشتر، سلاح‌های میکروبی و شیمیایی) را می‌توان برشمرد. فناوری نانو راه حل‌های جدیدی برای تغییر شکل دستگاه‌های طبیعی ارائه می‌کند و می‌تواند زمینه تکنولوژی را برای کاربرد در برخی حوزه‌ها مانند فرآیندهای زیستی و پزشکی مولکولی فراهم کند. از این رو، آموزش فناوری نانو در عصر حاضر، یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. آشنایی نسل جدید با این فناوری امری ضروری به نظر می‌رسد در این بین آموزش و پرورش به عنوان نهاد اصلی آماده سازی نسل جدید برای ورود به عرصه‌های نوین علوم و فناوری باید نقش مهمی را ایفا نماید (خدایاری شهسواری، ا. ۱۳۹۳).

با وجود تاکید زیاد در اسناد بالادستی کشور از جمله سند چشم انداز و نقشه جامع علمی و فناوری درباره توجه نهادها و متولیان آموزشی کشور به فناوری نانو، بررسی به عمل آمده از برنامه درسی شیمی، فیزیک و زیست شناسی دوره متوسطه نشان می‌دهد که توجه به فناوری نانو در محتوای درسی این کتاب‌ها قابل ملاحظه نمی‌باشد و تنها به اشارات انگشت شماری به فناوری نانو در محتوای کتاب‌های درسی بسنده شده است. در صورتی که حضور این حوزه جدید در آموزش‌ها و برنامه‌های غیررسمی چشمگیرتر بوده است، به گونه‌ای که در حال حاضر تعداد جالب توجهی از پژوهش سراهای دانش آموزی در سطح کشور مشغول به آموزش‌های نظری و عملی به دانش آموزان در این زمینه هستند (مهربان، ز. ۱۳۹۳).

نکته قابل توجه اینکه، در سند راهبرد ده ساله، توسعه فناوری نانو در ایران به منظور دستیابی به اهداف سند چشم انداز ایران ۱۴۰۴، حضور در زمره کشورهای پیش‌تاز در فناوری نانو و ارتقای جایگاه ایران در بین این کشورها، در یک افق ده ساله به تصویر کشیده شده است، که حمایت همه جانبه آموزش و پرورش و آموزش عالی برای دستیابی به این اهداف ضروری می‌باشد.

### هدف و پیشینه پژوهش

تحولات سریع و همه جانبه علوم و فناوری‌های نوین در دهه‌ی اخیر سبب توجه برنامه ریزان آموزشی به این فناوری‌ها شده است. دانشمندان و صاحب نظران معتقدند که حوزه‌ی تأثیر دانش فناوری نانو در آینده بسیار گسترش خواهد یافت و فناوری نانو طی سال‌های آینده بازارهای جهانی را تحت تأثیر قرار خواهد داد و طی دهه‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ فناوری برتر جهان با بالاترین سهم از تجارت جهانی خواهد بود (آنتی، ۲۰۱۰).

همین طور پیش بینی می‌شود که فناوری نانو تا ۷۰ درصد از جنبه‌های مختلف زندگی انسان را تحت تأثیر قرار خواهد داد، بنابراین نیاز است تا تمام افراد جامعه اطلاعات مناسبی در این زمینه داشته باشند. در نتیجه ظهور فناوری نانو، هیاهویی در نظام‌های آموزش کشورهای دنیا به وجود آورد

تا افراد متخصص را در این زمینه تربیت کنند. کشور ما ایران هم که در این زمینه جایگاه مناسبی دارد (بن، ۲۰۱۱). برنامه‌های گوناگونی برای آموزش فناوری نانو دارد به طوریکه ایران دارای رتبه چهارم در جهان و رتبه اول در میان کشورهای اسلامی در زمینه مطالعات نانو می‌باشد (جدول ۱). از زمان آغاز توجه به فناوری نانو در ایران که در انتها و ابتدای سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ به وقوع پیوست و همت دولت به تأسیس ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در تابستان ۱۳۸۲، فعالیت‌های پژوهشی و اجرایی فراوانی به منصفه ظهور رسیده‌اند و در سال‌های اخیر توجه پژوهشگران و دانشگاه‌های کشور را به امر پژوهش در حوزه فناوری نانو بیشتر معطوف شده است (فوناش، ۲۰۰۱).

جدول ۱ جایگاه ایران در رده بندی جهانی در زمینه نانو فناوری. بر اساس مقالات منتشر شده

رتبه	کشور	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	۲۰۲۱	ماه اول ۲۰۲۲
۱	چین	۶۹,۵۷۸	۸۰,۸۰۶	۸۵,۷۲۹	۸۵,۷۵۸-۸۷,۹۹۲	۱۱,۲۴۲
۲	آمریکا	۲۶,۶۰۵	۲۶,۶۸۹	۲۷,۵۵۰	۸۷,۹۹۲-۸۵,۷۵۸	۱,۹۶۱
۳	هند	۱۵,۴۰۳	۱۷,۲۰۹	۱۹,۱۸۲	۱۹,۶۰۷-۱۹,۰۴۱	۲,۲۳۷
۴	ایران	۱۰,۳۲۷	۱۱,۴۸۶	۱۲,۴۲۲	۱۱,۴۵۸-۱۱,۱۹۶	۱,۲۳۹
۵	کره جنوبی	۹,۹۰۵	۱۰,۰۹۵	۱۰,۵۶۰	۱۰,۶۳۳-۱۰,۳۵۵	۱,۱۳۲
۶	آلمان	۹,۰۸۰	۹,۳۳۹	۹,۸۰۹	۹,۳۵۰-۹,۰۱۹	۶۷۸
۷	ژاپن	۷,۹۰۱	۸,۱۱۷	۸,۷۶۴	۸,۰۲۸-۷,۷۳۴	۶۸۸

هدف از علوم و فناوری نانو، درک خواص و ساخت انواع مواد، ساختارها و افزارها در حد مقیاس نانومتری است. این مواد و ساختارها ممکن است خواصی کاملاً متفاوت از توده مواد و ساختارهای بزرگتر داشته باشند. از این رو عرصه وسیعی از سؤالات علمی و کاربردهای جدید گشوده شده است. با توجه به اهمیت این فناوری در جهان، فعالیت در این حوزه در مراکز علمی کشور آغاز گردیده است. در این میان آموزش و پرورش که وظیفه‌ی آماده سازی نیروهای انسانی برای ورود به عرصه‌های علوم و فناوری را دارد نمی‌تواند از روند جهانی دور بماند، لذا لازم است با پیشرفت روندهای علمی، آموزش و پرورش نیز ضمن حفظ ساختارهای پایه رو به جلو حرکت کند و نیروهای انسانی متناسب با دنیای پیرامون را تربیت کند (جاشو، ۲۰۱۶).

در صورت آشنایی دانش آموزان با نانو فناوری آن‌ها قادر خواهند بود علوم جدید را به زبان ساده و از طریق تعامل بشناسند. یکی از مزیت‌های قرار گرفتن علوم و فناوری نانو در برنامه درسی دانش آموزان این است که آن‌ها را قادر می‌سازد ارتباطی منطقی‌تر بین مفاهیم علوم فیزیک، شیمی و زیست شناسی و کاربرد نانو در آن حوزه‌ها برقرار نمایند. بدین ترتیب آن‌ها قادر خواهند بود آن علوم را با هم مقایسه کنند، منتقدانه بیندیشند، در هر موردی واقعیت‌ها را بررسی کنند و مزایا و معایب را بسنجند و نتیجه می‌گیرند که انسان‌ها در تمام دوره‌ها در زندگی بسته به پیشرفت علم همیشه از فناوری‌های مختلف استفاده کرده‌اند که نانو فناوری هم یکی از آن‌ها است. از طرفی دیگر، آموزش فناوری نانو به دانش آموزان یکی از راه‌های مهم و هوشمندانه توسعه این فناوری جدید است (کوکیکنگ؛ ۲۰۰۵).

امروزه نانو فناوری یکی از حوزه‌های مهم آموزش علوم در بسیاری از کشورهای توسعه یافته است. به طوری که، در بسیاری از کشورها مطالب نانوفناوری به نحوی در برنامه درسی دانش آموزان گنجانیده شده است و حتی آزمایشگاه‌های نانویی نیز تدارک دیده شده است. بسیاری از کشورها برنامه‌های گوناگونی برای آموزش سنین پیش از دانشگاه دارند. تا جایی که آموزش این فناوری به دانش آموزان ابتدایی را در دستور کار خود قرار داده‌اند. تاکنون کشورهای مختلفی از جمله آمریکا، دانمارک، تایوان، کره جنوبی، سنگاپور و غیره در زمینه آموزش مفاهیم و کاربردهای نانو فناوری تحقیقات گسترده‌ای را منتشر کرده و همچنین دوره‌های آموزشی کوتاه و بلند مدت در دوره متوسطه، بازده آن را مورد مطالعه قرار داده‌اند. به عنوان مثال در تایوان آموزش فناوری نانو با روش‌های گوناگون به دانش آموزان از دوره ابتدایی صورت می‌گیرد. در ژاپن علاوه بر دبیرستان‌ها آموزش نانو را به سطوح پایین‌تر یعنی دبستان نیز گسترش داده‌اند. همچنین، در سایر کشورهای پیشرفته نظیر آمریکا و آلمان نیز برنامه‌های متنوعی برای آموزش نانو توسعه داده شده‌اند (گایل، ۲۰۱۳).

نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد که چنانچه بتوان دانش آموزان را از ابتدا در جریان ضرورت و اهمیت استفاده از فناوری‌های نو قرارداد و آن‌ها را از کاربرد این فناوری‌ها در شئون مختلف زندگی مطلع کرد قطعاً در آینده نسبت به استفاده از فناوری‌های نو آگاه و در کاربرد آن انعطاف بیشتری نشان خواهند داد، بنابراین می‌توان با برنامه‌های صحیح آموزشی همسو با علوم و فناوری‌های نوین مانند نانو فناوری و ورود آن‌ها به مقاطع تحصیلی به دستاوردهای عظیمی دست یافت (نادیرا، ۲۰۱۲). در پژوهش‌های انجام شده در کشورهای مختلف بر ضرورت توجه به آموزش نانو فناوری از دوره ابتدایی تأکید شده، زیرا دانش آموزان برای داشتن شغل و آماده شدن برای ورود به بازار کار نیاز دارند با علوم نوین آشنا شوند. اما در کشور ما ایران، با بررسی برنامه درسی در دوره‌های مختلف تحصیلی مدارس، به ویژه درس شیمی دوره متوسطه مشخص می‌شود که مباحث نانو فناوری به عنوان یک دانش نو هنوز جایگاهی در کتب درسی شیمی ندارد؛ بنابراین بازنگری در برنامه درسی و سیاست‌های آموزشی کشور امری ضروری است (نایف، ۲۰۱۴).

. با توجه به پژوهش‌های انجام شده و تأکید بر تغییر محتوای آموزشی کتب درسی با رویکرد نانو در افزایش میزان یادگیری دانش آموزان و آشنایی آن‌ها با علوم نوین، هنوز تغییری در کتب درسی متوسطه در زمینه‌ی ورود نانو فناوری صورت نگرفته است. علاوه بر این هیچ پژوهشی تاکنون در سطح دانشگاه فرهنگیان در زمینه‌ی بررسی سطح آگاهی دانشجو معلمان و یا ضرورت آموزش نانو فناوری در برنامه درسی انجام نگرفته است. بیشتر آموزش‌ها در زمینه‌ی نانو در قالب کلاس‌های کوتاه مدت، کارگاه‌های آموزشی و مسابقات صورت گرفته است و در راستای یادگیری مفاهیم درسی در کلاس‌های درسی به طور جدی به آن پرداخته نشده است. همچنین با توجه به پژوهش‌های انجام گرفته در ایران این تغییر نگرش نیز در کتب درسی می‌تواند برای نسل آینده مثمر ثمر واقع شود (رائول، ۲۰۱۵).

### روش پژوهش

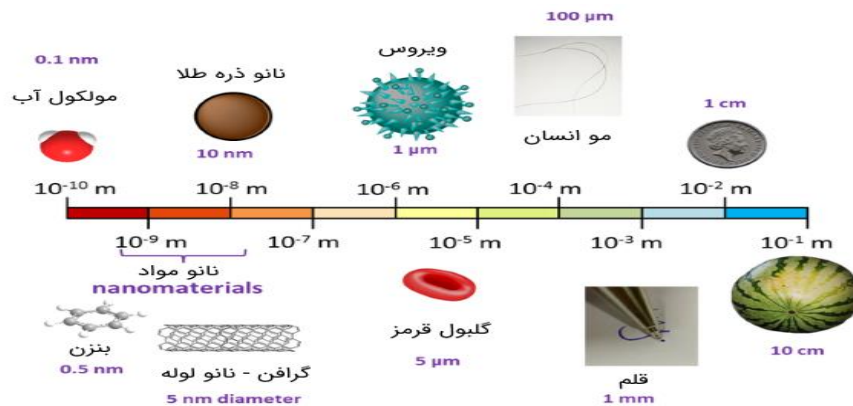
با توجه به اهمیت این موضوع نانو فناوری، این پژوهش به دنبال تبیین آموزش نانوفناوری در مدارس و ارائه راهکارهایی در جهت آموزش هرچه بهتر این فناوری و همچنین بررسی چالش‌های

آموزش این علم در مدارس کشورمان است. هدف از این تحقیق بیان مفاهیم و کاربردهای فناوری نانو، ضرورت و روش آموزش آن در مدارس می‌باشد. همچنین از آن جهت که نتایج این پژوهش در کار برنامه ریزان درسی و معلمان قرار می‌گیرد، از نوع پژوهش‌های کاربردی است. ابزار بکار گرفته شده این پژوهش تمامی منابع موجود و در دسترس از جمله کتاب‌ها، مجلات، سایت‌های اینترنتی و مصاحبه با متخصصان این حوزه می‌باشد.

### یافته‌های پژوهش

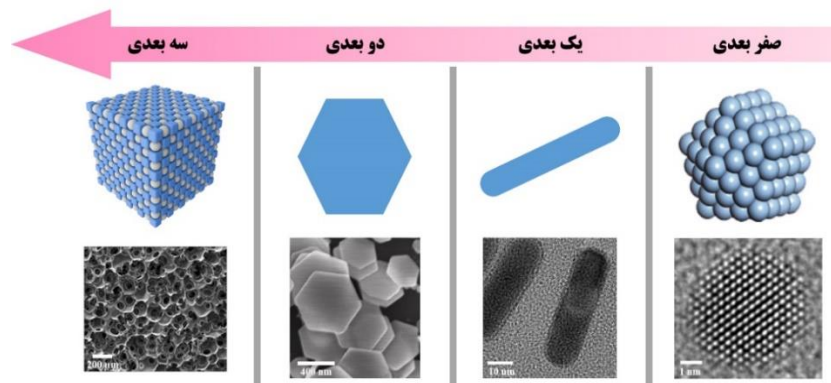
#### ۱- آموزش نانو در مدارس

یک نانومتر (nm) یک میلیاردیم متر است. برای سنجش طول پیوندهای کربن-کربن، یا فاصله میان دو اتم بازه ۱۲ تا ۱۵ نانومتر به کار می‌رود؛ همچنین قطر یک مولکول دی‌ان‌ای دو رشته‌ای نزدیک به ۲ نانومتر است. و از سوی دیگر کوچک‌ترین باکتری ۲۰۰ نانومتر است. اگر بخواهیم برای دریافتن مفهوم اندازه یک نانومتر نسبت به متر سنجشی انجام دهیم می‌توانیم اندازه آن را مانند اندازه یک تیله به کره زمین بدانیم. در شکل ۱ این مثال‌ها به صورت تصویری ارائه شده‌اند (ویوک، ۲۰۱۰).



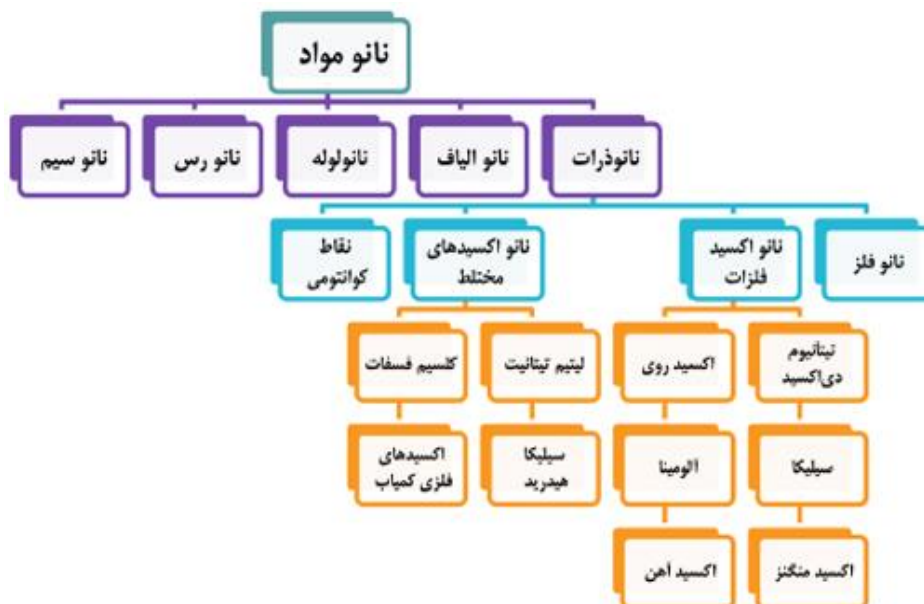
شکل ۱: ارائه تصویری مقیاس نانو

بنابراین، استفاده از مثال‌های قابل درک برای تجسم مقیاس نانو و مقایسه آن با دانسته‌ها پیشین دانش آموز به درک بهتر مفاهیم اصلی کمک می‌کند. علاوه بر این، استفاده از تصاویر موجود در سایت‌ها و مقالات منتشر شده و همچنین نمایش انیمیشن‌های سه بعدی در کلاس به درک بیشتر و سهولت انتقال مفاهیم خواهد انجامید (کن، ۲۰۰۰).



شکل ۲: معرفی انواع نانو مواد

به منظور درک بهتر ساختار فیزیکی و شیمیایی ترکیبات در فناوری نانو، معرفی انواع نانو مواد و کاربردهای آن‌ها می‌تواند بسیار مفید بوده و باعث ایجاد علاقه به موضوع و انگیزه برای مطالعه بیشتر در دانش آموزان شود. همچنین دانش آموزان می‌توانند طی پروژه‌های گروهی در کلاس، اطلاعات گسترده‌ای از این ترکیبات را در جست و جوی اینترنتی به دست آورده و به کلاس ارائه کنند. به عنوان مثال، در طرح زیر تعدادی از نانو مواد ارائه شده است. از مهمترین مواد نانو ساختار می‌توان به نانو ذرات، نانو الیاف، نانوسیم‌ها، نانو کپسول‌ها، فولرن‌ها، نانولوله‌های کربنی، مواد نانو حفره‌ای، نانوکامپوزیت‌ها، نانو ذرات فلزی، نانوحسگرها، نانوپودرها، نانوسیالات و ... اشاره کرد (چن، ۲۰۱۲).



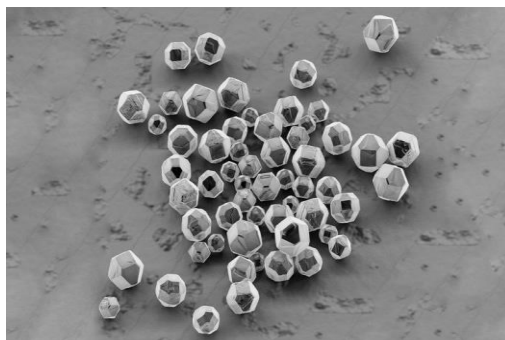
شکل ۳: تقسیم بندی نانو مواد بر اساس نوع فرآورده.



همچنین ارائه اطلاعاتی در زمینه کاربردهای نانو فناوری در حفظ محیط زیست، تصفیه آب و پساب‌های صنعتی، ساخت مواد جدید که در بدنه خودروها، تلفن همراه، سازه‌های فلزی، شیشه‌ها و سطوح خود تمیز شونده، داروهای جدید و سیستم‌های دارو رسانی مدرن می‌تواند دانش آموزان را به مطالعه بیشتر و علاقه به آینده‌ی این شاخه از علم ترغیب کند. بنابراین، یکی از مهم ترین ابزارهای معلم در دوره آموزشی فناوری نانو در مدارس، استفاده از ابزارهای تجسمی و تصویری در ارائه مطالب می‌باشد. عامل مهم دیگر، استفاده از مدل‌های مولکولی است. دسترسی مدارس به انواع مدل‌های مولکولی از شبکه‌های نانو ساختار به درک بهتر نوع پیوندهای شیمیایی و هندسه فضایی ترکیبات کمک خواهد کرد. علاوه بر این، استفاده از DVD های حاوی تصاویر متحرک علاوه بر هندسه ساختاری، می‌تواند خواص نوری، الکترونی و مکانیکی نانو مواد را برای دانش آموزان به راحتی متصور کند (کروکر، ۲۰۱۶).

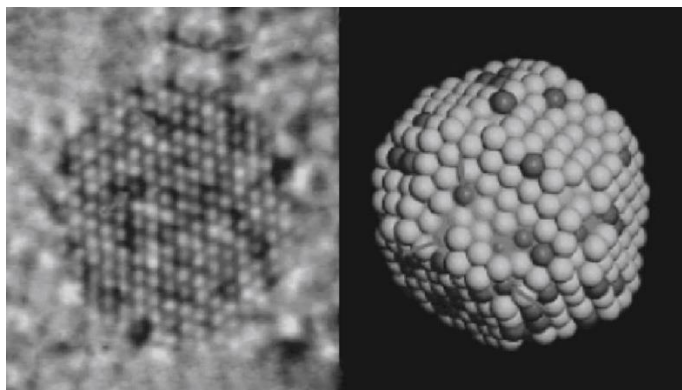
همراه ساختن آموزش ایران با پیشرفت های علمی و فناوری جدید، ساختن مدارس هوشمند و یا بکارگیری روش های جدید آموزشی مشارکتی برای تربیت نسل‌های جوان کارا، پرسشگر با توانایی درک و انطباق با دنیای در حال تحول قبل از هر چیز مستلزم امکانات و زیرساخت‌های مناسب است. پس از انتقال مفاهیم اصلی و معرفی ویژگی‌ها و کاربردهای نانو مواد، دانش آموزان می‌توانند با دسترسی به آزمایشگاه‌ها و مواد و ابزارهای لازم برای تهیه مواد در مقیاس نانو، با شیوه سنتز این ترکیبات نیز آشنا شوند (جوآکیم، ۲۰۰۷).

به جرأت می‌توان گفت برای مشاهده دنیای بسیار ریز به ماشین‌های بسیار پیچیده و بزرگ نیاز است. در گذشته دور حدود سال ۱۹۳۰ میلادی دانشمندان با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) و میکروسکوپ الکترونی میدانی (FIM) مشاهداتی در مقیاس نانویی داشتند. این میکروسکوپ‌های الکترونی یک پرتو الکترونی را بر روی نمونه تابانیده و وضوح و تفکیک تصویری بهتر از میکروسکوپ نوری مرسوم فراهم م نمایند. به تازگی با استفاده از میکروسکوپ تونل زنی روبشی (STM)، میکروسکوپ با نیروی اتمی (AFM) مشاهده مقیاس نانویی اجسام در سطح اتمی و در فضای سه بعدی نیز امکان پذیر شده است. بدین ترتیب بررسی خواص مکانیکی و سطحی اجسام از قبیل زبری و نرمی قابل ارزیابی می‌شود. برای کمک به تجسم انواع ساختارهای نانو و تاثیر روش سنتز بر شکل نهایی ذرات می‌توان از تصاویر بدست آمده از این میکروسکوپ‌های پیشرفته در کلاس استفاده کرد (کواجانکیک، ۲۰۱۱).

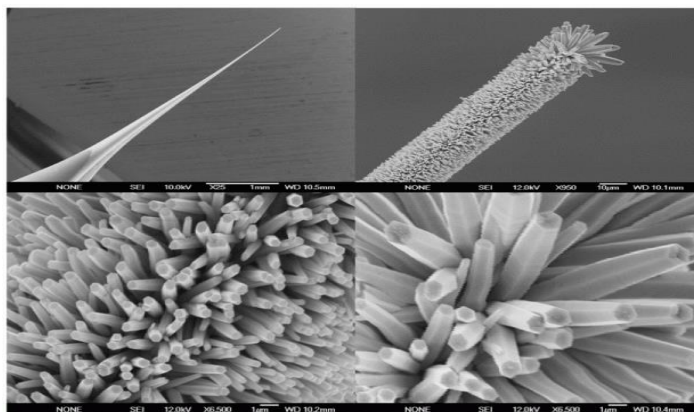


شکل ۴: آنالیز نانو ذرات در زیر میکروسکوپ الکترونی SEM





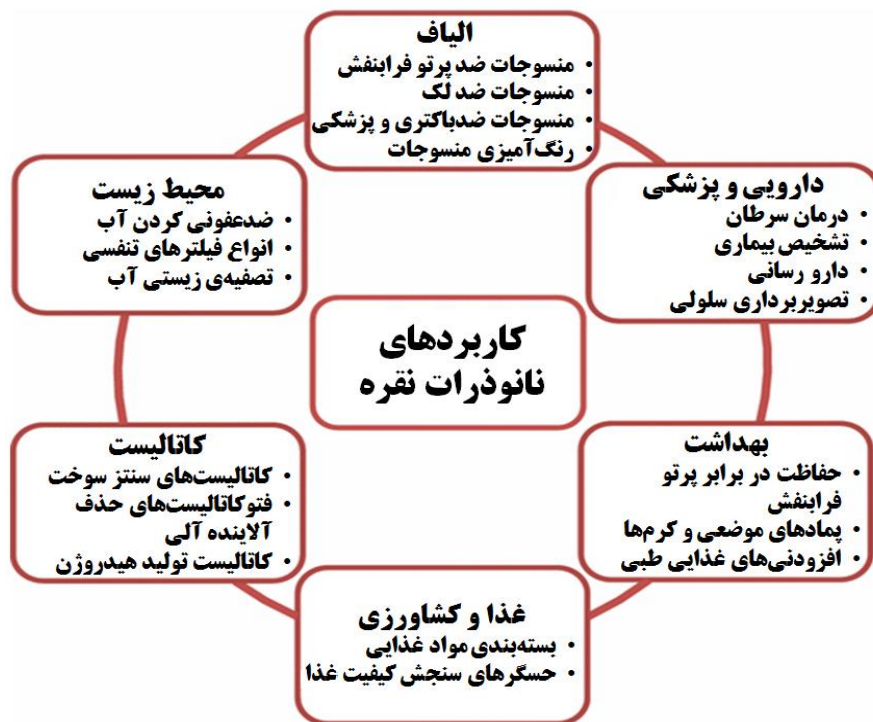
شکل ۵: آنالیز نانوذرات در زیر میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM



شکل ۶: آنالیز نانوذرات در زیر میکروسکوپ الکترونی میدانی FIM

یکی از پیشروترین ستادهایی که در حوزه دانش‌آموزی فعالیت کرده ستاد نانو است؛ کار اصلی باشگاه، آموزش فناوری نانو به دانش‌آموزان است که این آموزش‌ها هم به صورت آنلاین و هم به صورت حضوری است. ۹۰ آزمایشگاه با حمایت ستاد نانو و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری تجهیز شده‌اند و دانش‌آموزان می‌توانند از این آزمایشگاه‌ها استفاده کنند که معمولاً در پژوهش‌سراهای مرکز استان مستقر است (ژانگ، ۲۰۰۰).

همچنین کاربرد نانو مواد در صنایع مختلف، کشاورزی و پزشکی بسیار مورد توجه دانش‌آموزان بوده و منجر به افزایش انگیزه برای تحقیق و جست و جو در اینترنت می‌شود. مشاهده کاربردها به نوعی به تجسم خواص و ویژگی‌های فوق‌العاده این ترکیبات کمک کرده و بین مفاهیم بنیادی و محصولات تولید شده پیوند ایجاد می‌کند. تشکیل جلسات گروهی در کلاس و انتخاب این عناوین کاربردی برای جست و جو در اینترنت و تهیه پاورپوینت و ارائه آن به کلاس می‌تواند مشارکت دانش‌آموزان را در یادگیری مفاهیم نانو فناوری افزایش داده و دسترسی معلمان را به طیف گسترده‌تری از اطلاعات فراهم کند. به عنوان مثال طرحی از کاربرد نانو ذرات نقره در زیر آورده شده است (لان، ۲۰۰۱).



شکل ۷: طرحی از کاربرد نانو ذرات نقره

در نظر گرفتن حداقل یک فصل جامع در یکی از سطوح متوسطه و استفاده از ابزارهای کمکی جهت آموزش مفاهیم می‌تواند خلاء مطالب عنوان شده را برای دانش آموزان پیش از ورود به دانشگاه تا حدی پر کند. این دوره آموزشی باید به گونه ای مباحث را عنوان و تشریح کند. آشنا شدن معلمان و دانش آموزان با نانو فناوری و علوم نوین مزیت‌هایی به همراه دارد، مانند (لو، ۲۰۰۷):

- ایجاد انگیزه در معلمان برای مطالعه و پژوهش در زمینه ی علوم نوین تا بتواند با آگاهی بیشتری در کلاس درس حاضر شوند
- ترغیب نمودن دانش آموزان به آشنا شدن به فناوری‌های نوین
- کشف توانمندی‌ها و استعداد‌های دانش آموزان
- به وجود آمدن محیط پرسش و پاسخ در کلاس درس و یادگیری مطالب بیشتر در مورد علوم که در آن‌ها اطلاعاتی نداشتند و به تقویت خلاقیت و نوآوری در دانش آموزان کمک می‌کند
- سبب پویا شدن کلاس‌های درس شده به طوریکه دانش آموزان و معلم به طور همزمان در حال یادگیری و آشنایی با علوم نوین هستند
- سبب افزایش علاقه معلمان و دانش آموزان به مباحث شیمی و خواص مواد می‌شود

با وجود ضرورت‌هایی که برای آموزش فناوری نانو در مدارس وجود دارد و نیاز به ورود به این زمینه تحقیقاتی در کتاب‌های شیمی دوره متوسطه دیده می‌شود، اما این طرح آموزشی با چالش‌های مهمی نیز همراه است که در ادامه به آن‌ها اشاره شده است.

## ۲- چالش‌های آموزش نانو در مدارس

نانوفناوری یک علم گسترده بین رشته‌ای است که حوزه‌های مختلفی را در بر می‌گیرد. بنابراین برای آموزش آن در دوره متوسطه باید چارچوب مشخص و واحدی در نظر گرفته شود که تا حد قابل قبولی مفاهیم اصلی آن را پوشش دهد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که آموزش نانو در ایران به طور سلیقه‌ای بوده و مدرس اغلب تجارب شخصی خود و دیگران که با آن‌ها در تعامل بوده را به کار می‌برد. به عنوان مثال در یک دوره آموزش نانو که به صورت موازی در چند کلاس برگزار می‌شد هر یک از مدرسین با توجه به تجربیات شخصی خود به تدریس این دوره پرداخته بودند. به عنوان مثال در یک کلاس سنتز نانوساختارها محور اصلی بود، در کلاس دیگر کاتالیست‌ها و در کلاس دیگر سلول‌های خورشیدی. در حالی که همه فراگیران در یک دوره یکسان شرکت کرده بودند (گائیل، ۲۰۱۳).

تدریس نانوفناوری مستلزم آزمایشگاه‌ها و تجهیزاتی است که این مفهوم انتزاعی را برای فراگیر به صورت ملموس در بیاورد. شاید ساده‌ترین ابزار برای مشاهده نانو ساختارها میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) باشد. یک جستجوی ساده در دانشگاه‌های کشور نشان می‌دهد که اکثر دانشگاه‌های ما، حتی دانشگاه‌هایی که هر ساله در رشته‌های مختلف مرتبط با نانو فناوری دانشجو می‌پذیرند از این دستگاه محرومند. حتی حداقل امکانات برای انجام آزمایشات ساده در مدارس موجود نیست، چه برسد به امکانات لازم برای سنتز نانو ساختارها و بررسی خواص آن‌ها. هزینه تهیه بعضی از وسایل و مواد مورد نیاز بسیار زیاد بوده طوری که خود آموزشگاه قادر به خرید آن‌ها نیست و آموزش و پرورش هم در این زمینه کمک چندانی به مدارس نمی‌کند. در چنین شرایطی آموزش نانو که اساسا یک علم انتزاعی است و به آموزش از طریق آزمایش و مشاهده نیاز مبرم دارد، امری محال به نظر می‌رسد. با توجه به وضعیت موجود تجهیز مدارس برای آموزش نانو دشوار به نظر می‌رسد. در این زمینه ارتباط مدارس با دانشگاه‌ها و پارک‌های علم و فناوری می‌تواند راهکار مناسبی باشد. در این حالت نه تنها امکان استفاده از تجهیزات و امکانات دانشگاه‌ها و پارک‌های علم و فناوری برای دانش آموزان پدید می‌آید، بلکه بازدید از این مکان‌ها در ایجاد انگیزه و خلاقیت برای دانش آموزان هم مفید خواهد بود (می یاپان، ۲۰۰۴).

یکی از موضوعات مورد بحث در آموزش و پرورش حجم بالای کتاب درسی و متناسب نبودن حجم مطالب با میزان ساعت‌های آموزشی می‌باشد. حجم بالای مطالب و سنگین بودن محتوای کتاب‌ها عملاً مجالی برای پرداختن به حوزه‌های جدید علوم باقی نمی‌گذارد. بازنگری کتاب‌های درسی در سال‌های اخیر تا حدی این چالش را تعدیل کرده است. به دلیل اهمیت روز افزون این بخش از علم شیمی، طرح‌های آموزشی مورد نیاز برای تدریس نانو فناوری به فضایی بیش از بخش بیشتر بدانید در کتاب‌های دوره متوسطه نیاز دارد.

با توجه به پیشرفت‌های روز دنیا در عرصه‌های مختلف، آموزش و تحصیل علم دانش آموزان هم باید متحول و در واقع منطبق با شرایط و پیشرفت‌های روز دنیا باشد. برای رسیدن به این هدف تنها تغییرات کتب درسی کافی نیست. عدم تسلط دبیران به علوم جدید نظیر نانو فناوری یکی دیگر

از چالش‌های پیش رو در آموزش این علم می‌باشد. حضور معلمان در کارگاه‌های آموزش نانو ارتباط مستمر با اساتید این رشته و همچنین ایجاد طرح‌های تشویقی برای معلمان فعال می‌تواند از راهکار-های دیگر برای بهبود کیفیت آموزش نانو در مدارس باشد (پیاو، ۲۰۱۲).

همچنین حمایت از سمینارها یا برگزاری جشنواره‌ها برای دانش آموزان و معلمان بخشی از روند آموزش نانو به دانش آموزان است. هر چند این فعالیت‌ها هم اکنون بصورت جسته و گریخته در کشور در حال انجام است ولی نیازمند توجه و انسجام بیشتری می‌باشد. به عنوان مثال، کانون مدارس نانو با هدف ساماندهی و حمایت از فعالیت‌های آموزشی، پژوهشی در عرصه فناوری نانو در مدارس جهت بهبود و ارتقا سطح علمی مراکز آموزشی شکل گرفته است. کانون مدارس نانو به عنوان بخش ارتباط مستقیم مدارس با ستاد ویژه توسعه فناوری نانو تعریف شده است.

در واقع، یکی از وظایف آموزش و پرورش آماده سازی نیروی انسانی برای ورود به فناوری‌های نوین است تا دانش آموزان را از مقاطع پیش از دانشگاه با این علوم و فناوری‌های نوین آشنا کند. علاوه بر این آموزش و پرورش مسئولیت ارتقای علمی معلمان و نیروی دانشجو معلمان را نیز عهده‌دار است و باید آن‌ها را با برگزاری دوره‌های تخصصی با علوم روز دنیا آشنا سازد و با مساعدت افراد متخصص در زمینه‌ی نانو فناوری برنامه‌های آموزش و آزمایشگاهی جالب با مفاهیم ساده را در کتب درسی و یا در آموزش‌های غیررسمی دانش آموزان قرار دهند (اچانک، ۲۰۰۷).

### بحث و نتیجه‌گیری

همان طور که مشاهده می‌شود ورود و پیشرفت فناوری نانو در بخش‌های مختلف زندگی و استفاده از آن در طرح‌های آینده صنعتی، پزشکی و کشاورزی به طور چشم‌گیری افزایش یافته و روز به روز گسترش می‌یابد. از این رو نیاز به آموزش مفاهیم فناوری نانو و شناخت ابعاد مختلف آن امری ضروری می‌نماید. بررسی‌ها نشان می‌دهد که دولت‌ها، ایجاد برنامه‌های آموزشی جدیدی (رسمی و غیررسمی) را که می‌تواند نسل بعدی دانشمندان و شهروندان امروز را در مورد این زمینه مهم آموزش دهد، در الویت برنامه‌های خود قرار داده‌اند. فناوری نانو در سال‌های اخیر تحولات چشمگیری در علوم مختلف ایجاد کرده‌است. در سال‌های آینده کشورهایی که خود را با این تحولات در حوزه فناوری نانو هماهنگ نکرده باشند، از جمع کشورهای صنعتی پیشتاز حذف خواهند شد. در دهه‌های گذشته کشورهای صاحب نام فناوری نانو برنامه‌ریزی‌هایی برای پیش‌بینی تحولات آینده این فناوری انجام داده‌اند. یک برنامه‌ریزی موفق نیازمند آموزش مناسب دانش‌آموزان است. نتایج تحقیقات مختلف در مورد اثربخشی آموزش نانو نشان می‌دهد که به طور عمده برنامه‌های آموزشی نانو، به درک بیشتر مفاهیم علمی نانو کمک می‌کند و همچنین باعث افزایش علاقه دانش‌آموزان به موضوع نانو می‌شود. بنابراین لازم است علوم ارائه شده در مدارس به روز شده و علوم و فناوری نانو به صورت منسجم در آن گنجانیده شود تا نسل‌ها و نیروی کار آینده مسئولانه و با آگاهی لازم تصمیمات علمی بگیرند. گسترش استفاده از فناوری نانو در شاخه‌های مختلف صنعتی، پزشکی، الکترونیک، کشاورزی و بهداشت، نظام‌های آموزشی را بر آن می‌دارد تا با ارائه مفاهیم و سرفصل‌های مربوط به نانو مواد و کاربردهای آن، آگاهی دانش‌آموزان را در این زمینه علمی افزایش دهند. با گنجانیدن حداقل یک فصل از نانو شیمی در یکی از پایه‌های دوره متوسطه می‌توان تا حدودی خلاء

آگاهی دانش آموزان را در این شاخه علمی جبران کرد. استفاده از ابزارهای مناسب، تصاویر و طرح-های تحقیق کلاسی می‌تواند در انتقال مفاهیم اصلی به دانش آموزان و درک بهتر مقیاس‌ها بسیار مفید باشد. پیش از هر چیز، دوره‌های آموزشی شامل مباحث نظری و تجربی آزمایشگاهی برای معلمان و آشنایی با عناوین مورد طرح در فصول نانو شیمی مورد نیاز می‌باشد. استفاده از ابزارهای آموزشی در کلاس و نحوه طرح درس مناسب برای درک بهتر مفاهیم باید زمینه سازی و فراهم گردد. علاوه بر این، تامین شرایط آزمایشگاهی و دسترسی به میکروسکوپ‌های الکترونی برای درک بهتر ساختارها و بررسی خواص ویژه این ترکیبات نیز ضروری می‌باشد. بنابراین، می‌توان با همکاری بین مدارس و دانشگاه‌ها تا حدی این مشکل را مرتفع کرد. که با مطالعه صورت گرفته پیشنهاداتی ارائه می‌شود:

- ✓ طراحی اهداف و محتوای آموزشی برنامه درسی نانو فناوری برای دوره کارشناسی رشته آموزش شیمی دانشگاه فرهنگیان
- ✓ بررسی ضرورت ارائه‌ی محتوای آموزشی نانو فناوری در قالب واحد درسی جداگانه یا تلفیق با دروس دیگر دانشجو معلمان و دانش آموزان
- ✓ بررسی تأثیر ارائه‌ی طرح‌های پژوهشی نانو فناوری در دانشگاه فرهنگیان و ترغیب دانشجو معلمان به مشارکت در این طرح‌ها و کاوش در علوم نانو فناوری
- ✓ تلفیق آموزش نانو فناوری در برنامه درسی رشته آموزش شیمی دوره‌ی کارشناسی دانشگاه فرهنگیان بر اساس تجارب کشورهای پیشرفته
- ✓ برگزاری کارگاه‌های آموزشی نانو فناوری برای ارتقای سطح آگاهی دانشجو معلمان علوم پایه دانشگاه فرهنگیان و دانش آموزان به صورت جداگانه
- ✓ برگزاری مسابقات و المپیاد علمی نانو فناوری بین تمام دانشگاه‌های فرهنگیان کل کشور و دانش آموزان
- ✓ ارتباط موثر آموزش و پرورش با دانشگاه‌ها و پارک‌های علم و فناوری

در واقع جهت رشد و توسعه‌ی اقتصادی کشور نیاز به فناوری‌های نوین در زمینه‌های صنعتی، اقتصادی و اجتماعی است و برای رسیدن به این هدف والا ایجاد زیرساخت‌های آموزشی مناسب امری ضروری می‌باشد. از سوی دیگر توجه به محتوای آموزشی کتاب‌های درسی، به روز کردن مطالب آموزشی، انتخاب مطالب آموزشی با توجه به علایق دانش آموزان در زمینه‌ی علوم و فناوری‌های نوین که می‌تواند تأثیر به‌سزایی در افزایش علاقه و انگیزه‌های پژوهشی را در دانش آموزان به همراه داشته باشد و آنان را برای ادامه تحصیل در این زمینه‌ها آماده سازد.

### تشکر و قدردانی

از ریاست محترم، معاونت آموزشی اداره آموزش و پرورش منطقه ضیاباد، همچنین از مدیریت و معاونت محترم دبیرستان شهید قاسم سلیمانی منطقه ضیاباد که ما را در انجام این تحقیق یاری کردند، صمیمانه تشکر می‌کنیم.

### منابع

برجیان بروجنی، م؛ صفری، ج (۱۳۸۹) لزوم تقویت آموزش نانو در مقطع ابتدایی. ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.

سیدی مطلق، ش، شاهپوند، م، علائی، ع (۱۳۹۳) فناوری نانو در صنعت ساختمان و تاثیر آن در معماری. اولین همایش ملی نانوفناوری مزایا و کاربردها، دانشکده فنی شهید مفتاح، همدان.

خدایاری شهسواری، ا، جلیلی، ل، مهربان، ز، حاتمی، ج (۱۳۹۲) آموزش فناوری نانو ضرورتی جدید در برنامه درسی. همایش ملی تغییر در برنامه درسی دوره‌های آموزش و پرورش، دانشگاه بیرجند، بیرجند.

خدایاری شهسواری، ا، جلیلی، ل، مهربان، ز (۱۳۹۲). آموزش فناوری نانو در حوضه های چند فرهنگ ی، همایش ملی آموزش و پرورش چند فرهنگی، انجمن مطالعات برنامه درسی ایران واحد استان آذربایجان غربی، ارومیه.

مهربان، ز (۱۳۹۳) تلفیق رویکردی مناسب برای ورود علم و فناوری نانو به محتوای برنامه درسی. فصلنامه مطالعات برنامه درسی ایران، ۳۴-۵.

Antti, L. (2010), An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy, *Science Education International*, 21, 160-175 .

Ben.P., Manuel,.F., Matthew,V., Adem, F., Eli, F. (2011), Implementing nanotechnology education in the high school classroom, 2011 Frontiers in Education Conference (FIE), Rapid City, SD, USA, IEEE, , pp. F4D-1F4D-6.

Bowles, ken. (2000). Teching nanotechnology in the high school, curriculum teachers guide, popka high school, VCF nanopac.

Chen, T., Sheen, H., Hsiv-Ping, P., Chiang, F., Chang. P. (2012). Designing nano- biotechnology summer camp with experiential learning theory, international journal of engineering education, 20, 1670-1607.

Crocker, M., Valerie, G., Rebecca, Q. (2016). What is nanoscience and why should you care about it national science founolation grant (NDERC) notre dame eatended research community faculty and gradute students, High school teachers and students.

Fonash, S. J. (2001), Education and training of the nanotechnology workforce, *Journal of Nanoparticle Research*, 3, 79-82 .

Gail, M., Ron, J., Grant, B., Virginie, E. G., Michael, A., Joel, C. (2013). Nanotechnology and nanoscale science: Educational challenges, *International Journal of Science Education*, 35, 1490-1512.

Jeremy, V. E. (2009). Nanotechnology education: Contemporary content and approaches, *Journal of technology studies*, 35, 3-8.

Joshua, A. J., Dong-Joon.C., Jaywon. L., Jia.M. C., Flemming. B., Dawn, A. B., Mark.C. H., Paul, S.W., Nam-Joon. C. (2016), Nanotechnology education for the global world: training the leaders of tomorrow, *ACS Publications*, 10, 5595–5599.

Jones, M. G., Blonder, R., Gardner, G. E., Albe, V., Falvo, M., Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges, *International Journal of Science Education*, 3557, 1476-1512.

Joachim, C., Lauvence, P. (2007). Nanosciences: the invisible revolution.

Koeijancic, S., Ban, K. (2011). World introducing topics on nanotechnologies to middle and high school curricula, *conference on technology and engineering education*, 70-03.

Kuiqing. P., Ying. X., Yin. W., Yunjie.Y., Shuit, T. L., Jing. Z. (2005). Aligned singlecrystalline Si nanowire arrays for photovoltaic applications, *Small Journal*, 1, 1062-1067.

Lane, N. (2001). The Grand Challenges of Nanotechnology. *Journal of nanoparticle research*, 3975-163

Lu, K. (2007). A Study of Engineering Freshmen Regarding Nanotechnology Understanding. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*. 16(1-2), 7-16.

Meyyappan, M. (2004). Nanotechnology Education and Training. *Journal of Materials Education*, vol 26, 311-326.

Nadira, I. G., Jeffrey, S. C. (2012). Integrating nanotechnology into school education: a review of the literature, *Research in Science & Technological Education*, *International Journal of Science Education*, 30, 271-284.

Naif, M. A., Elias, B. S., Abdul Halim. S., Mazliana, A. K., Moayad, H. F., Sahrim, H. A., Salahudeen, A. G. (2014). A facile thermal-treatment route to synthesize ZnO nanosheets and effect of calcination temperature, *A Journal of PloS one*, 9, 103-134.

Piao, X., Ming Zeng, G., Huang, D. L. Feng, C. L., Hu, S., Zhao, M. H., Lai, C., Wei, Z., Huang, C., Xie, G. X. Liu, Z. F. (2012). Use of iron oxide nanomaterials in wastewater treatment: A review. 424, 1-16.

Raul, H. B., Angela, I. L. L., Miguel, V. (2015). Scanning electron microscopy of carbon nanotubes dispersed in ionic liquid: solvent influence study, *Microchemical Journal*, 122, 137-143.



Schank, P., Wise, A. (2007). Can high school student learn nano science an evaluation of the viability and impact of the nanosene curriculum, the ethical and social implications, *nanotechnology*, 14, 165-178.

Vivek, P., Dongkyu, C., Xixiang, Z., Jean, M. B. (2010). High-surface-area silica nanospheres (KCC-1) with a fibrous morphology, *A Journal of German Chemical Society*, 49, 9652-9656.

Zhang, L. Gu, F. X., Chan, J. M., Wang, A. Z., Langer, R., Farokhzad, O. (2000). Nanoparticles in Medicine: Therapeutic Applications and Developments. *International Journal of Science Education*, 03, 761-767.



## Teaching nanotechnology in schools

Fatemeh Ghorbani<sup>1\*</sup>, Mohammad Aslani Rajjouni<sup>2</sup>, Ali Akbar Gholamrezaei<sup>3</sup>, Iraj Shahsawari<sup>4</sup>, Noor Mohammad Mohammad Hosni<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Secretary of Education Chemistry, Ziabad region, Qazvin, Iran

<sup>2</sup> Secretary of education and training consultancy, Ziabad region, Qazvin, Iran

<sup>3</sup> Secretary of Education Literature, Ziabad District, Qazvin, Iran

<sup>4</sup> Secretary of History of Education, Ziabad District, Qazvin, Iran

<sup>5</sup> Secretary of Sociology of Education, Ziabad region, Qazvin, Iran

### Abstract

In the contemporary world, paying attention to new sciences and technologies is one of the basic elements to achieve progress. Undoubtedly, the correct understanding of new sciences and techniques, education and finally their application is the main factor of cultural, social, industrial and economic growth and development. It is obvious that without paying attention to this, the realization of educational and research goals will not be possible in an appropriate manner. Was. Among the new technologies, nanotechnology has attracted everyone's attention. This technology, which is an approach in all fields of science and engineering, has the ability to produce new materials, tools and devices by manipulating atomic and molecular levels. Today, the field of this technology has extended to most basic sciences and engineering and has gained interdisciplinary acceptance. The scope of the application of this technology in the field of medicine, biotechnology, materials, physics, mechanics, electricity, electronics, chemistry, health, agriculture, etc. requires educational systems to provide related concepts and topics. to nano materials and their applications, to increase students' awareness in this scientific field. By gradually including the materials related to nanotechnology in the science and chemistry textbooks of secondary school, it is possible to partially compensate for the lack of knowledge of students in this scientific branch. Although the basic training of this technology requires written planning. The use of appropriate tools, images and classroom research plans can be very useful in conveying the main concepts to students and better understanding the scales.

**Keywords:** New sciences, nanotechnology, nanomaterials, education, schools

\*Corresponding Author: (✉ [Fatemehghorbani216@yahoo.com](mailto:Fatemehghorbani216@yahoo.com))