

ذرات کوچک - اثرات بزرگ: تقلید از محیط زیست برای آموزش نانو در کلاس شیمی

مینا رزقی^۱، وحید صابری^۱، شایان فروزنده دل^{۱*}

^۱ کارشناس آموزش و پژوهش
^۲ استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد پردیس

چکیده

گنجانیدن آموزش نانو در برنامه‌های درسی از مدارس ابتدایی تا دانشگاه زمینه‌ای نوظهور است. تلاش‌های اخیر برای بهبود درک دانش‌آموزان از مقیاس نانو، تمرکز اندکی بر آموزش نانو شیمی و ورود آن به مدارس داشته است. روش تقلید از محیط زیست، الهام از محیط طبیعی برای طراحی است مانند طراحی نانو حسگر با الهام از سلول‌های حسی خزندگان، سیستم تنظیم حرارتی خودکار ساختمان با الهام از لانه موربانه و نانو روکش ضد آب با الهام از گل نیلوفر. با این فرض اساسی که سیستم‌های زیست‌محیطی برای میلیاردها سال پایدار مانده‌اند، از این رو می‌توانند برای بهبود طراحی مورد تقلید واقع شوند. علاوه بر این، این روش برای آموزش علمی مانند شیمی بسیار قابل انعطاف و موثر می‌باشد. در این مقاله، ما به توصیف نمونه‌های نانو مقیاس، کاربرد این روش در آموزش نانو شیمی، ملاحظات آموزشی و به اشتراک‌گذاری منابع این روش برای استفاده در محیط‌های آموزشی می‌پردازیم.

کلمات کلیدی

آموزش نانو، روش تقلید از محیط زیست، نانو شیمی، ورود نانو به مدارس

نکات برجسته پژوهش

- مشارکت دانش‌آموزان و نشان دادن اهمیت نانو شیمی در دنیای واقعی
- تدریس اصول پایه‌ای فرایندهای شیمیایی و مهارت‌های کاربرد آن‌ها در نانو مقیاس
- ارتقا تفکر بین‌رشته‌ای و جامع در دانش‌آموزان راجع به علم نانو

* shayan.forouzandehdel@gmail.com

۱- مقدمه

علم تقلید از محیط زیست با تقلید از حیات در واقع تقلید از مدل‌ها، سیستم‌ها و عناصر طبیعت به منظور حل مشکلات پیچیده جامعه انسانی است [۱]. در طی ۳/۶ میلیارد سال گذشته، طبیعت از طریق یک فرایند آزمون و خطا به اصلاح موجودات زنده، فرآیندها و مواد در سیاره زمین پرداخته است. علم تقلید از حیات یک ایده جدید نیست. انسان همواره در طبیعت به دنبال پاسخی برای مشکلات ساده و پیچیده خود است. طبیعت بسیاری از مشکلات مهندسی امروزی مانند خاصیت ضد آبی، مقاومت در برابر باد، خود تجمعی و بهره‌برداری از انرژی خورشیدی را از طریق مکانیسم تکاملی مزایای انتخابی حل کرده است. علم تقلید از حیات به ارتقاء فناوری‌های جدید ایجاد شده از مهندسی بیولوژیکی در مقیاس نانو، کمک رسانده است.

۲- تاریخچه

یکی از نمونه‌های اولیه تقلید از محیط زیست، مطالعه پرندگان برای تقلید پرواز توسط انسان بوده است. اگر چه لئوناردو داوینچی (۱۴۵۲-۱۵۱۹) هرگز موفق به ایجاد "ماشین پرنده" نشد اما مشتاقانه به مشاهده آناتومی و پرواز پرندگان پرداخت و یادداشت‌ها و طرح‌های متعددی در مشاهدات خود از "پرواز" خلق کرد. برادران رایت که موفق به پرواز با اولین هواپیما سنگین تر از هوا در سال ۱۹۰۳ شدند، این موفقیت را با الهام از مشاهده کبوتران در حال پرواز به دست آوردند. اتو اشمیت، عنوان علم تقلید از حیات را برای توصیف انتقال ایده‌ها از زیست‌شناسی به فناوری را ابداع کرد. او تلاش‌های دانشمندان قبلی را برای بازسازی سیستم بیولوژیکی عصبی توسعه داد. علم تقلید از حیات به عنوان مطالعه ساختار و یا عملکرد مواد (مانند آزیم یا ابریشم) و سوبستراهای بیولوژیکی و فرایندها و مکانیسم‌های بیولوژیکی (مانند سنتز پروتئین یا فتوسنتز) باهدف سنتز محصولات مشابه توسط مکانیسم‌های مصنوعی تعریف شده که از فرایندهای طبیعی تقلید می‌کنند.

۳- تقلید از محیط زیست در علم نانو

تقلید زیستی ساختارها و فرایندهای نانو و ماکرو مقیاس، تقلید نانو زیستی نامیده می‌شود. طبیعت انواع زیادی از مواد نانو را فراهم می‌کند که به عنوان الگوهای بالقوه برای ایجاد مواد جدید، از قبیل باکتری‌ها، ویروس‌ها، دیاتوم‌ها و مولکول‌های زیستی ایفای نقش می‌کنند. تولید کارآمدتر و ساده‌تر مؤلفه‌های کلیدی نانو ابزارهایی مانند نانو سیم‌ها، نقاط کوانتومی و نانو لوله با مطالعه و تقلید نانو زیستی، در مقایسه با زمانی که به روش‌های معمول لیتوگرافی تولید شده‌اند. سپس بسیاری از این ساختارهای بیولوژیکی در برنامه‌های کاربردی برای ابزارهای فتوولتائیک، حسگرها، فیلترها، عایق‌ها و مصارف پزشکی، توسعه یافته‌اند. زمینه تقلید نانو زیستی به شدت چند رشته‌ای است و نیاز به همکاری و مشارکت بین زیست‌شناسان، مهندسان، فیزیکدانان، دانشمندان علوم مواد، نانو فناوری و سایر زمینه‌های مرتبط دارد. در قرن گذشته، زمینه رو به رشد فناوری نانو، مواد جدید مختلفی را تولید کرده و دانشمندان را قادر به تولید کپی‌های بیولوژیکی در مقیاس نانو ساخته است [۲].

۴- تقلید نانو زیستی به عنوان یک ابزار آموزشی در علم شیمی

۴-۱- چالش‌های تدریس نانو شیمی

دانش ناکافی در بین مدارس درباره نانو هنگامی مشخص می‌شود که دانش‌آموزان در مورد اینکه نانو چیست چنین پاسخی می‌دهند: «چیزی است که با فناوری در ارتباط است»، «چیزهای بسیار کوچک، کوچکتر از اتم‌ها». بعلاوه در بسیاری از کشورها، عبارت نانو به ندرت در کتب و برنامه درسی مدارس و یا حتی دانشگاه‌ها استفاده می‌شود. در مقابل، شاخه‌های علمی

نوظهور بسیاری مانند مهندسی نانو، نانو زیست فناوری و نانو مواد در حال توسعه هستند که نیاز به پیشرفت و گستردگی مهارت و دانش علوم مادری مانند شیمی و فیزیک دارند. چالش‌های اصلی در آموزش نانو شیمی عبارت‌اند از:

- مشارکت دانش‌آموزان و نشان دادن اهمیت نانو شیمی در دنیای واقعی
- تدریس اصول پایه‌ای فرایندهای شیمیایی و مهارت‌های کاربرد آن‌ها در نانو مقیاس
- ارتقا تفکر بین‌رشته‌ای و جامع در دانش‌آموزان راجع به علم نانو

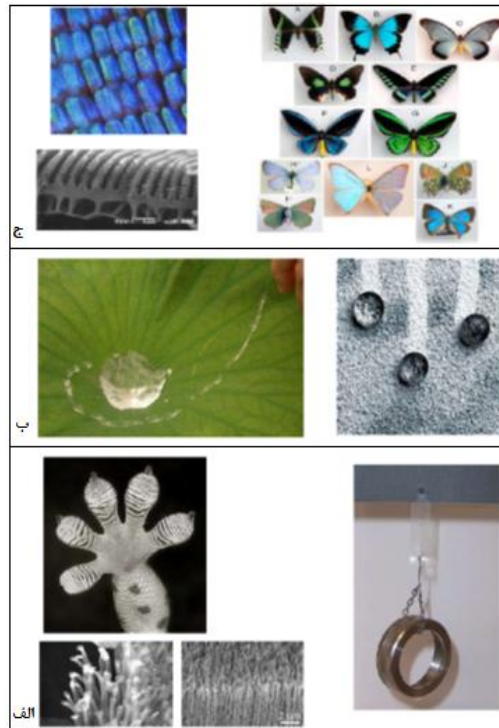
دانش تقلید نانو زیستی ابزار مناسب برای دستیابی به تمام این اهداف آموزشی است. در واقع به واسطه تقلید نانو زیستی ما به دانش‌آموزان می‌آموزیم که چگونه ارگانیسم‌ها، مشکلات و مسائل مشابه را حل کرده‌اند. طبیعت دارای ردپاهای نانو مقیاس جالبی است. با دنبال کردن این ردپاها که قدمتی طولانی و مطمئن دارند، می‌توان مسائل کنونی را حل کرد.

۴-۱-۱- مشارکت دانش‌آموزان و نشان دادن اهمیت نانو شیمی در دنیای واقعی

برای دستیابی به مشارکت دانش‌آموزان، باید ابتدا مسائل موجود را به آن‌ها نشان داد یا با مسائلی آغاز کرد که ذهن آن‌ها را درگیر کند. نمونه این مسائل در لیست زیر آورده شده است. مسائلی که با آن‌ها مواجه هستیم:

- تصفیه آب
- بازیابی زباله
- بیماری‌های ایدز و دیابت
- حفظ ایمنی
- آلودگی سطوح
- زباله‌های سوختی و هسته‌ای
- آلودگی زیستی
- سرطان و غیره

سپس آن‌ها را با ویژگی‌های منحصر به فرد نمونه‌های زیستی آشنا کرد و به همراه آن‌ها زمینه‌های مرتبط علمی را بیان کرد. برای مثال ساختارهای نانو رنگی بال پروانه و ارتباط آن‌ها با علم نور، برگ نیلوفر آبی و ارتباط آن با سطوح خود تمیزکننده و ضد آب، ارتباط پاهای خزندگان و خواص نانو چسب‌های قابل انطباق می‌تواند ذهن دانش‌آموزان را با نمونه‌های زیستی و شباهت آن‌ها با مسائل طبیعی آشنا کند. تصاویر موجود در شکل ۱ نشان‌دهنده ارتباط این موارد است.



شکل ۱: ارتباط ویژگی‌های زیستی با مواد نانو: الف) رنگ‌های نانو با خاصیت فلورسانس-بال‌های رنگی پروانه، ب) سطوح نانو ضد آب-برگ گل نیلوفر آبی و ج) نانو چسب‌های قوی-پرزه‌های پای خزندگان


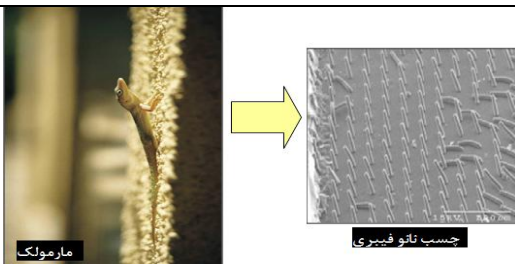
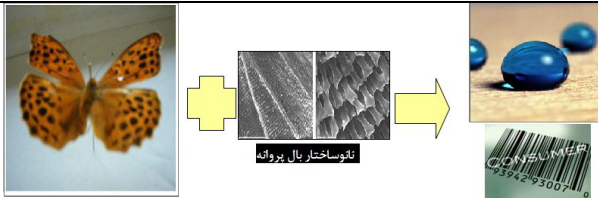
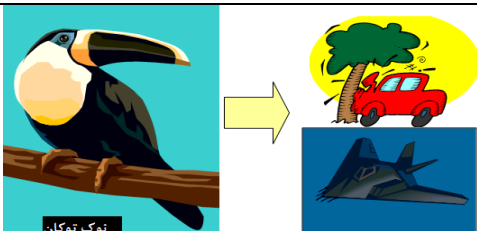
مرحله بعدی، مشاهده طبیعت است. خود دانش‌آموزان باید در محیط زیست به مشاهده و کاوش بپردازند. آن‌ها باید به پرسش‌های ساده‌ای مانند ارگانسیم‌ها به طور اختصاصی در چه زمینه‌ای بهترین کارایی را دارند؟ آیا ما می‌توانیم از کارایی این الگوها برای طراحی راه حل مسائل استفاده کنیم؟ پاسخ دهند.

۴-۱-۲- تدریس اصول پایه‌ای فرایندهای شیمیایی زیستی و مهارت‌های کاربرد آن‌ها در نانو مقیاس

تنوع فرایندها و مواد شیمیایی در محیط زیست، فرصت‌های زیادی را برای تقلید زیستی فراهم می‌کند. بیش از $1/3$ میلیون گونه با تکامل $3/6$ میلیارد ساله در محیط زیست وجود دارد که می‌تواند اصول پایه‌ای علوم را به ما بیاموزد. برای فهم کامل و حداکثر کارایی روش آموزش تقلید نانو زیستی، نیاز است که دانش‌آموزان درک درستی از تکامل فرایندهای شیمیایی در محیط زیست داشته باشند. از این رو، ایده ما ایجاد شفافیت در مسائل با گزینش از محیط زیست است [۳] برای مثال، بررسی گیاهانی که دارای مواد ضد سرطان هستند و یا بررسی مواد تولیدکننده خاصیت چسبندگی تار عنکبوت. به دانش‌آموزان بیاموزیم که تکنیک‌ها، روش‌ها و الگوهای زیستی را با دلیل توضیح دهند. برای مثال، قدرت چسبندگی پای عنکبوت ناشی از نیروهای واندوالس و کشش نانو مقیاس است. پس چرا پاهای آن به یکجا نمی‌چسبند؟ زیرا عنکبوت پاهای خود را به گونه‌ای حرکت می‌دهد که هر کدام از پرزه‌های روی پاها در یک لحظه روی یک سطح نباشند به این صورت با موفقیت می‌تواند حرکت کند. آیا پاسخ‌های متنوعی برای یک مشکل وجود دارد؟ آن‌ها را باید به تفکر در تنوع مواد و الگوهایی وادار کنیم که دارای خواص نانو مقیاس هستند. برای مثال تکامل پاهای خزندگان، آیا می‌تواند پاسخی به چگونگی ارتقا نانو حسگرها باشد؟ آن‌ها همچنین باید محدودیت‌های زیستی را درک کنند. اغلب در تکامل زیستی الگوهای ناقص ایجاد می‌شود؛

اما ما با آن محدودیت‌ها روبرو نیستیم. ما می‌توانیم با الهام از محیط زیست و فناوری نانو از منابع متنوعی برای حل مشکلات خود استفاده کنیم. جدول ۲ نمونه‌هایی از این تفکر را نشان می‌دهد.

جدول ۲: ایده‌های الهام گرفته از محیط زیست در حوزه نانو

| پدیده‌های زیستی | ایده‌ها |
|---|--|
|  | <p>ساخت دفترچه‌های یادداشت چسبی با قابلیت چسبیدن حتی به سطوح روغنی و خیس</p> <p>ساخت لباس‌های مخصوص فضانوردی برای چسبیدن به دیواره‌های فضاپیما</p> |
|  | <p>ساخت چسب‌های خشک و خود تمیز شونده</p> <p>ساخت سطوح خود تمیز شونده</p> |
|  | <p>ساخت LED</p> <p>تولید بارکدهای جدید فلورسانس</p> <p>ساخت سطوح ضد آب</p> |
|  | <p>ساخت اتومبیل‌های محکم</p> <p>ساخت اجزای هواپیمای فوق سبک</p> |

۴-۱-۳- ارتقا تفکر بین‌رشته‌ای و جامع در دانش آموزان راجع به علم تقلید نانو زیستی

دانش تقلید نانو زیستی یک زمینه بین‌رشته‌ای است. برای درک این مسئله می‌توان همکاری‌های بین گروهی تشکیل داد. می‌توان گروهی از دانش‌آموزان را به عنوان فیزیکدان و گروهی دیگر را به عنوان شیمی‌دان به همکاری وا داشت. انجام آزمایش‌های بین گروهی می‌تواند ایده خوبی باشد. تعریف پروژه‌های کلاسی باهدف تحقیق در علم نانو شیمی و کشف الگوهای احتمالی در محیط زیست می‌تواند راه حل دیگر باشد.

۵- نتیجه‌گیری

باید در نظر داشت که تمام الگوهای زیستی با نانو و تقلید نانو زیستی مرتبط نبوده و تنها ویژگی‌هایی خاصی از مواد و فرایندهاست که در حوزه نانو مقیاس است. تدریس نانو با استفاده از این روش آموزشی، ملموس و جذاب است، زیرا قبل از بیان

تئوری مباحث نانو، دانش‌آموزان با کاربرد آن‌ها آشنا می‌شوند و در واقع با راه حل به جای مشکل درگیر می‌شوند. دادن ایده‌های کوچک به دانش‌آموزان و پروراندن ذهن آن‌ها، می‌تواند بینش جدیدی را ایجاد کند که شاید تاکنون به ذهن هیچ‌کسی نرسیده است. روش تقلید نانو زیستی از دانش‌آموزان، دانشمندان کوچکی می‌سازد که ممکن است دانش کافی برای دنبال کردن الگوهای پیچیده نانو فناوری و نانو شیمی را نداشته باشند اما مهارت کافی برای کاوش و بررسی فرایندهای ساده زیستی و مرتبط کردن آن‌ها با علوم پیچیده را به دست می‌آورند.

مرجع

- [1] Vincent, Julian F. V., Bogatyreva, Olga A., Bogatyrev, Nikolaj R., *Biomimetics: its practice and theory*, *Journal of The Royal Society Interface*, Vol. 3, No. 9, pp. 471–482, 2006.
- [2] Bradley, J., *The Recession's Impact on Nanotechnology*, Lux Research Inc., 2010.
- [3] Becht, S., Ernst, S., Bappert, R., Feldmann, C. *Nanomaterialien zum Anfassen.*, Vol. 44, pp. 14–23, 2010.