



۱۴۳



رشده آموزش

فصلنامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی برای معلمان، دانشجو-معلمان و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش |  
دوره سی و هشتم | شماره ۱ | پاییز ۱۴۰۳ | ۴۸ صفحه | پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵ |  
[www.roshdmag.ir](http://www.roshdmag.ir)

- درک مفهومی و کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان
- ارزیابی چرخه عمر: درک تأثیر محیطی انتخاب‌های ما
- شرط انجام خودبه‌خودی واکنش‌ها!
- نگاهی نو به مفهوم پیوند فلزی
- شیمی مرجان‌های دریایی
- تربیت معلمان حرفه‌ای در عصر دیجیتال



در جامعه کنونی که آگاهی‌های زیست‌محیطی و استفاده هوشمندانه از منابع اهمیت فزاینده‌ای دارد، درک تأثیر انتخاب آگاهانه بشر روی کره زمین بسیار مهم است. از محصول‌هایی که می‌خریم تا تصمیم‌هایی که می‌گیریم، همه دارای اثر موجی و تأثیرگذار بر سایر روندها و حوزه‌های دیگر زندگی هستند. «ارزیابی چرخه عمر» (LCA) واژه جدیدی است که با عنوان تجزیه و تحلیل چرخه عمر نیز شناخته می‌شود و روشی برای ارزیابی اثرهای زیست‌محیطی مرتبط با تمام مراحل چرخه عمر یک محصول، فرایند یا خدمات تجاری است.

صفحه‌های ۴ تا ۸ را مطالعه کنید.



ارزیابی چرخه عمر



اللهم صل على محمد وآل محمد وعجل فرجهم



رشد آموزش

۱۴۳

فصلنامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی برای معلمان، دانشجو-معلمان و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش دوره سی و هشتم، شماره ۱، پاییز ۱۴۰۳، ۴۸ صفحه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی  
دفتر انتشارات و فناوری آموزشی

- مدیر مسئول: محمد صالح مذنبی
- سردبیر: عابد بدریان
- هیئت تحریریه: سودابه ابراهیم‌پور، حسن حذر خانی، رسول عبدالله‌میرزائی، طالب عبدی‌نژاد، شریف کامیابی، شهلا مهدوی
- مدیر داخلی: پری حاجی‌خانی
- ویراستار ادبی: لیلا جلیلی
- مدیر هماهنگی امور هنری: علی اصغر جعفریان
- طراح گرافیک: جعفر وافی
- دبیر عکس: اعظم لاریجانی
- نشانی دفتر مجله: تهران، ایرانشهر شمالی، پلاک ۲۷۰
- صندوق پستی مجله: ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
- تلفن دفتر مجله: ۰۲۱-۸۸۴۹۰۲۳۴
- تلفن امور مشترکین: ۰۲۱-۷۷۶۳۳۲۰۸
- صندوق پستی امور مشترکین: ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱
- وبگاه: www.roshdmag.ir
- رایانامه: shimi@roshdmag.ir
- پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵



با پوشش این رمزیننه ما را از نظرات ارزشمند خود بهره‌مند کنید.



رمزیننه اشتراک مجلات رشد

**درک مفهومی و کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان/دکتر عابد بدریان/ ۲**  
**ارزیابی چرخه عمر: درک تأثیر محیطی انتخاب‌های ما/دکتر سودابه ابراهیم‌پور و دکتر حسن حذر خانی/ ۴**  
**شرط انجام خودبهبودی واکنش‌ها! /دکتر طالب عبدی‌نژاد/ ۹**  
**نگاهی نو به مفهوم پیوند فلزی/دکتر شریف کامیابی/ ۱۲**  
**دگرگونی فرایند آموزش با نوآوری و خلاقیت/گفت‌وگو با دکتر علی طرب‌ساز، سرگروه شیمی استان کهگیلویه و بویراحمد/دکتر عابد بدریان/ ۱۶**  
**شیمی مرجان‌های دریایی/دکتر لیلا حبیبی/ ۲۱**  
**تربیت معلمان حرفه‌ای در عصر دیجیتال/پریوا صفری/ ۲۴**  
**مسابقه دانشمندان برای نام‌گذاری عنصرهای جدید/دکتر آذر کجیاف‌والا/ ۲۸**  
**مشورت با همکاران خلاق و باتجربه، راهگشای چالش‌های آموزشی/گفت‌وگو با دکتر مریم نظری‌علی‌آبادی، سرگروه شیمی استان گیلان/پری حاجی‌خانی/ ۳۲**  
**سؤال‌های ناروا در آموزش شیمی/محسن رضائی‌گرمه‌چشمه/ ۳۴**  
**قدیمی‌ترین جدول تناوبی در جهان/مارینا طالب‌زاده/ ۳۶**  
**شناساگرهایی که رقیب می‌طلبند!/مجتبی برزین‌گروسی/ ۳۸**  
**آلودگی نفتی دریا و روش‌های رفع آن/حمیده غلامی و زهره موسایی/ ۴۰**  
**تازه‌های شیمی/دکتر لیلا حبیبی/ ۴۶**

### قابل توجه نویسندگان و مترجمان:

- مقاله‌هایی که برای درج در مجله می‌فرستید، با هدف‌ها و رویکردهای آموزشی-تربیتی-فرهنگی این مجله مرتبط باشند و نباید پیش از این در جای دیگری چاپ شده باشند. • مقاله‌های ترجمه شده با متن اصلی همخوانی داشته باشند و متن اصلی نیز همراه آن باشد. چنانچه مقاله را خلاصه می‌کنید، این موضوع را قید بفرمایید. • مقاله یک خط در میان، در یک روی کاغذ و با خط خوانا نوشته یا حروفنگاری شود. مقاله‌ها می‌توانند با نرم‌افزار ورد و روی لوح فشرده یا از طریق رایانامه مجله ارسال شوند. • نشر مقاله روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه‌های علمی و فنی دقت لازم مبذول شود. • محل قراردادن جدول‌ها، شکل‌ها و عکس‌ها در متن مشخص شود. • مقاله دارای چکیده باشد و در آن هدف‌ها و پیام نوشتار در چند سطر تنظیم شود. • کلید واژه‌ها از متن مقاله استخراج و روی صفحه‌ای جداگانه نوشته شود. • مقاله دارای عنوان اصلی، عنوان‌های فرعی در متن و سوتیتیر باشد. • معرفی‌نامه کوتاهی از نویسنده یا مترجم همراه یک قطعه عکس، عنوان‌ها و آثار وی پیوست شود. • مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله‌های رسیده آزاد است. مقاله‌های دریافتی بازگردانده نمی‌شود. آرای مندرج در مقاله‌ها، ضرورتاً مبین نظر دفتر انتشارات و فناوری آموزشی نیست و مسئولیت پاسخ‌گویی به پرسش‌های خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.

# درک مفهومی و کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان

دکتر عابد بدریان

تمام مفاهیم چالش‌برانگیز و مستعد ایجاد کج‌فهمی بررسی شوند. استفاده از ارزشیابی‌های تشخیصی و تکوینی و آگاهی معلمان از دیدگاه‌های فراگیرندگان درباره مفاهیم چالش‌برانگیز کمک می‌کند تا روش‌های تدریس مناسبی اتخاذ کنند. اما آنچه در این بین اهمیت دارد، اصل یادگیری است که هم مدیران و سیاست‌گذاران آموزشی، هم معلمان و هم کتاب‌های درسی دنبال آن هستند.

راهبردها و فعالیت‌های یادگیری را با دو واژه راهبردهای شناختی و راهبردهای فراشناختی معرفی می‌کنند. از آنجا که شناخت و فراشناخت، هم شامل یادگیری، هم یادآوری و هم تفکر است، بنابراین راهبردهای ذکر شده، روش‌های یادگیری و تفکر هستند. به‌طور ساده، شناخت به فرایندها یا جریان‌هایی گفته می‌شود که به کمک آن‌ها یادگیری، یادآوری و تفکر صورت می‌پذیرد. به‌طور دقیق‌تر، شناخت به فرایندهای درونی ذهن و راه‌هایی اطلاق می‌شود که ما به‌وسیله آن‌ها به اطلاعات توجه می‌کنیم، آن‌ها را درک می‌کنیم و به رمز در می‌آوریم و در حافظه ذخیره می‌سازیم و هر وقت نیاز داشته باشیم آن‌ها را از حافظه فرامی‌خوانیم و استفاده می‌کنیم.

فراشناخت به شناخت شناخت یا دانستن درباره دانستن گفته می‌شود. به‌طور دقیق‌تر، «فراشناخت عبارت است از دانش فرد درباره چگونگی یادگیری خودش».

دانش فراشناختی شامل سه نوع دانش است:

۱. دانش مربوط به خود یادگیرنده، مانند آگاهی از علاقه‌ها، عادت‌های مطالعه، هدف‌ها و نقاط قوت و ضعف خودش؛
۲. دانش مربوط به تکلیف یا موضوع یادگیری، از قبیل اطلاعات مربوط به میزان دشواری موضوع یادگیری و مقدار کوشش لازم برای یادگیری آن؛
۳. دانش مربوط به راهبردهای یادگیری و چگونگی استفاده درست از آن‌ها.

دانش‌آموزان قبل از ورود به کلاس درس، فرصت‌های بسیاری در اختیار دارند تا درباره دنیای اطراف خود و انواع پدیده‌های علمی تصورات و الگوهای ذهنی گوناگونی بسازند. آن‌ها در رابطه با برخی مفاهیم و پدیده‌های علمی، تصوراتی دارند که برخلاف نظریه‌های علمی پذیرفته شده هستند. پژوهشگران در توصیف این تصورات اشتباه علمی از واژه‌های گوناگونی نظیر کج‌اندیشی<sup>۱</sup>، کج‌فهمی<sup>۲</sup>، تصورات خام<sup>۳</sup>، درک متعارف<sup>۴</sup>، تصورات بدیل<sup>۵</sup> و پیش‌تصورات<sup>۶</sup> استفاده می‌کنند.

بسیاری از تصورات ذهنی انسان‌ها نتیجه تجربه‌های روزانه، مشاهده پدیده‌های علمی و کاربرد علم و فناوری در زندگی است و زمانی که در کلاس درس درباره آن‌ها صحبت می‌شود، به‌عنوان پیش‌تصور یا یادگیری پیشین نمایان می‌شود و بر فرایند یاددهی - یادگیری تأثیر می‌گذارد. تصورات بدیل و غیر علمی از عوامل مهمی هستند که مانع یادگیری معنی‌دار و اثربخش می‌شوند و بر تداوم یادگیری در پایه‌های بالاتر نیز تأثیر منفی می‌گذارند.

بررسی منشا کج‌فهمی و شیوه‌های اصلاح کج‌فهمی نیازمند پژوهش‌های جداگانه‌ای است. بدون شک تجربه‌ها و آموخته‌های پیشین دانش‌آموزان، شیوه تدریس معلم‌ها و همچنین سازمان‌دهی نامناسب محتوای آموزشی در کتاب‌های درسی سه منبع عمده بروز کج‌فهمی به‌شمار می‌آیند.

برای آموزش اثربخش مفاهیم علمی که بیشتر انتزاعی هستند، باید از روش‌های تدریس ویژه‌ای استفاده کرد تا چنین کج‌فهمی‌هایی بروز نکنند. مناسب‌ترین روش، استخراج تصورات و نظریات فراگیرندگان قبل از آموزش کلاسی و سپس استفاده از فعالیت‌های عملی یا نمایشی مناسب برای مشاهده دقیق پدیده‌های علمی است، چرا که اصلاح کج‌فهمی و تغییر مفهومی از این طریق به‌راحتی انجام می‌پذیرد.

همچنین باید هنگام برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی،



و ارزشیابی این است که یادگیرنده برای آگاهی یافتن از چگونگی پیشرفت خود، بر کارش نظارت آگاهانه می‌کند و مرتب به ارزشیابی آن می‌پردازد؛ از جمله نظارت بر توجه هنگام خواندن یک متن، از خود پرسیدن هنگام مطالعه و بررسی زمان و سرعت. راهبردهای نظم‌دهی یا سامان‌دهی موجب انعطاف‌پذیری در رفتار یادگیرنده می‌شوند و به او کمک می‌کنند هر زمان که برایش ضرورت داشته باشد، روش و سبک یادگیری خود را تغییر دهد. راهبردهای نظم‌دهی با راهبردهای نظارت و ارزشیابی به‌طور هماهنگ عمل می‌کنند. یعنی وقتی یادگیرنده از راه نظارت و ارزشیابی متوجه می‌شود در یادگیری موفقیت لازم را به‌دست نمی‌آورد و این مشکل ناشی از سرعت کم یا زیاد مطالعه یا راهبرد غیر مؤثر یادگیری است، بلافاصله سرعت خود را تعدیل می‌کند یا راهبرد مؤثرتری بر می‌گزیند.

واژه دیگری که در کنار فراشناخت به کار می‌رود، فریادگیری<sup>۷</sup> است. فریادگیری که بعد از فرایند فراشناخت اتفاق می‌افتد، به تسلط یادگیرنده بر آنچه در حال یادگیری‌اش است، گفته می‌شود. رسیدن به مرحله فریادگیری باید هدف غایی برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران، معلمان و مؤلفان کتاب‌های درسی باشد و در کنار آموزش مفاهیم علمی، باید روش‌های مطالعه و یادگیری صحیح نیز به دانش‌آموزان آموزش داده شود. بیابید به «جای ماهی دادن به فراگیرندگان، ماهیگیری را به آنان یاد بدهیم.»

#### پی‌نوشت‌ها

1. Misconception
2. Misunderstanding
3. Naïve Conceptions
4. Common Sense Understanding
5. Alternative Conceptions
6. Preconceptions
7. Metalearning

بین دانش فراشناختی و فعالیت فراشناختی نیز تمایز وجود دارد. منظور از دانش فراشناختی همان دانش‌های سه‌گانه<sup>۸</sup> مربوط به خود یادگیرنده، تکلیف یادگیری و راهبردهای یادگیری است. فعالیت فراشناختی، زمانی به وقوع می‌پیوندد که یادگیرنده آگاهانه راهبردهای خود را در ضمن حل مسئله و تفکر هدفمند تحت نظارت و هدایت قرار می‌دهد. مهم‌ترین امتیاز دانش فراشناختی این است که یادگیرنده را قادر می‌سازد تا لحظه به لحظه از فعالیت یادگیری خود و چگونگی پیشرفت کارش آگاه باشد و هم نقاط قوت و هم نقاط ضعف خودش را تشخیص دهد.

راهبردهای شناختی، مهارت‌ها و راه‌های یادگیری هستند. در قیاس با آن‌ها، راهبردهای فراشناختی تدبیرهایی هستند برای نظارت بر راهبردهای شناختی و کنترل و هدایت آن‌ها. یکی از زمینه‌های گسترده تفکر که در سال‌های اخیر پژوهشگران و متخصصان برنامه‌ریزی درسی بسیار به آن توجه کرده‌اند، توانایی فراگیرندگان در نظارت و کنترل تفکر خودشان در ارتباط با تکالیف شناختی است. نظارت و کنترل فرایندهای شناختی شخص توسط خودش مهارت‌های پیچیده‌ای هستند. مجموعه چنین مهارت‌هایی را مهارت‌های فراشناختی می‌نامند.

راهبردهای فراشناختی عمده در سه دسته قرار می‌گیرند:

۱. راهبردهای برنامه‌ریزی؛
۲. راهبردهای نظارت و ارزشیابی؛
۳. راهبردهای نظم‌دهی.

راهبردهای برنامه‌ریزی شامل تعیین هدف برای یادگیری و مطالعه، پیش‌بینی زمان لازم برای مطالعه، تعیین سرعت مناسب مطالعه، تحلیل چگونگی برخورد با موضوع یادگیری و انتخاب راهبردهای مناسب یادگیری است. منظور از راهبردهای نظارت



## اشاره

در جامعه کنونی که آگاهی‌های زیست‌محیطی و استفاده هوشمندانه از منابع اهمیت فزاینده‌ای دارد، درک تأثیر انتخاب آگاهانه بشر روی کره زمین بسیار مهم است. از محصول‌هایی که می‌خریم تا تصمیم‌هایی که می‌گیریم، همه اثر موجی و تأثیرگذار بر سایر روندها و حوزه‌های دیگر زندگی دارند. «ارزیابی چرخه عمر» (LCA) <sup>۱</sup> واژه جدیدی است که با عنوان تجزیه و تحلیل چرخه عمر نیز شناخته می‌شود و روشی برای ارزیابی اثرهای زیست‌محیطی مرتبط با تمام مراحل چرخه عمر یک محصول، فرایند یا خدمات تجاری است. ارزیابی چرخه عمر رویکردی کل‌نگر است که به ما امکان می‌دهد اثرهای زیست‌محیطی یک محصول یا فرایند را در کل چرخه عمر آن ارزیابی کنیم. در این مطالعه، مفهوم ارزیابی چرخه عمر و مزیت‌های آن بیان و بررسی شده است که این ارزیابی چگونه می‌تواند افراد و کسب‌وکارها را برای انتخاب‌های آگاهانه و هوشمند توانمند کند.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی چرخه عمر، تأثیرهای زیست‌محیطی، چرخه عمر

## مقدمه

سابقه مطالعه اثرهای زیست‌محیطی محصول‌های مصرفی روزمره به دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ بر می‌گردد. تمرکز بر تحلیل تطبیقی، به‌ویژه در تعیین برتری زیست‌محیطی یک محصول بر محصول دیگر، به دلیل نقش جدایی‌ناپذیر این محصولات در اقتصاد ما، بحث‌های گسترده‌ای را برانگیخته است. آشکار شده است که بخش قابل توجهی از اثرات زیست‌محیطی یک محصول در استفاده از آن نیست، بلکه در تولید، حمل‌ونقل و دفع آن است. این درک به ظهور مفهوم ارزیابی چرخه عمر در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ منجر شد. ارزیابی چرخه عمر که با عنوان «تجزیه و تحلیل گهواره تا گور» نیز شناخته می‌شود، روشی است که برای ارزیابی اثرات کلی زیست‌محیطی یک محصول یا فرایند یا فعالیت‌های انسانی در طول چرخه عمر آن، از زمان ایجاد تا دفع استفاده می‌شود.

گهواره تا گور شامل کل ارزیابی چرخه عمر از استخراج منابع (گهواره) تا مرحله استفاده و مرحله دورریز (گور) می‌شود، برای مثال از درخت کاغذ تولید می‌شود که ممکن است به شکل کاغذ فیبری شده تهیه شود و در ادامه، از آن به عنوان وسیله‌ای برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ایجاد پوشش سقف خانه به مدت چهل سال استفاده می‌شود و بدین ترتیب دوهزار برابر انرژی سوخت فسیلی مورد استفاده در تولید آن صرفه‌جویی می‌شود. پس از گذشت چهل سال، فیبرهای سلولزی جایگزین می‌شوند و فیبرهای قدیمی دور ریخته می‌شوند و احتمالاً آتش زده می‌شوند. به تمامی نهاده‌ها و خروجی‌ها، برای تمامی مراحل چرخه عمر توجه می‌شود.

مثال دیگر ارزیابی فرایند «چاه تا چرخ» است. چاه تا چرخ به عنوان یک ارزیابی چرخه عمر ویژه مطرح است که از آن برای

# ارزیابی چرخه عمر:

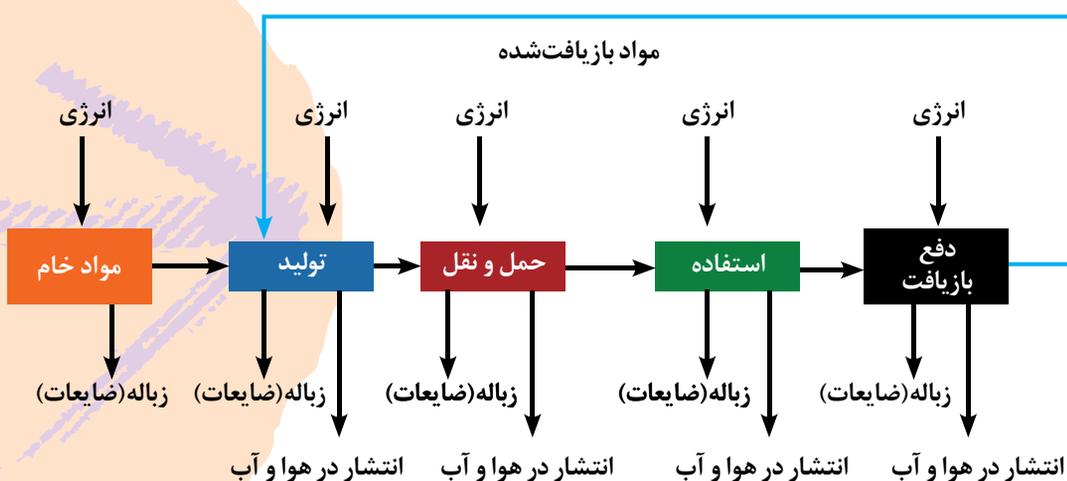
# درک تأثیر محیطی

# انتخاب‌های ما

دکتر سودابه ابراهیم‌پور، مدرس دانشگاه فرهنگیان و دبیر شیمی منطقه ۱۲ تهران  
دکتر حسن حذرخانی، عضو هیئت علمی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

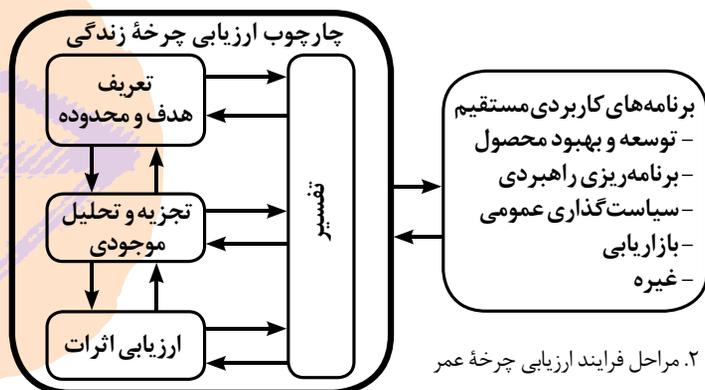
جابه‌جایی سوخت و وسایل نقلیه استفاده می‌شود. این تجزیه و تحلیل غالباً تحت عنوان چاه تا ایستگاه یا چاه تا مخزن و همچنین ایستگاه تا چرخ یا مخزن تا چرخ یا ورودی به چرخ طبقه‌بندی می‌شود. اولین مرحله که در آن توده ورودی یا تولید سوخت و فرآوری برای سوخت برای انتقال انرژی تلفیق شده است و تحت عنوان مرحله جریان افزایشی خوانده می‌شود، مرحله‌ای است که با عملیات وسیله نقلیه ارتباط دارد و برخی مواقع تحت عنوان مرحله جریان کاهش‌ی خوانده می‌شود. تحلیل چاه تا چرخ معمولاً برای ارزیابی کل مصرف انرژی یا کارایی تبدیل انرژی استفاده می‌شود و همچنین تأثیرات پراکنشی کشتی‌های موجود در دریا، هواپیماها و وسایل نقلیه موتوری را نشان می‌دهد که از آن جمله می‌توان به جای پای کربن و همچنین سوخت مورد استفاده در هر کدام از این حالت‌های حمل و نقل اشاره کرد.

این تحلیل همچنین به شناسایی فرصت‌ها برای کاهش اثرات چرخه عمر یک محصول کمک می‌کند و مراحلی چون استخراج مواد خام، ساخت، حمل و نقل، استفاده و در نهایت دفع یا بازیافت را در نظر می‌گیرد (شکل ۱).



شکل ۱. مراحل چرخه عمر

بررسی کل چرخه عمر، تصویر جامعی از پیامدهای زیست‌محیطی مرتبط با یک محصول یا فرایند ویژه ارائه می‌دهد. هدف کلی ارزیابی چرخه عمر، شناسایی زمینه‌های بهبود و اطلاع‌رسانی در تصمیم‌گیری برای انتخاب جایگزین‌های بهینه‌تر است. ارزیابی چرخه عمر ابزار اساسی طراحی بهینه است و راهی برای تعیین تأثیرات محیطی طرح‌های گوناگون است تا افراد تصمیم‌های آگاهانه‌تری برای بررسی و انتخاب جایگزین‌های بهینه بگیرند.



شکل ۲. مراحل فرایند ارزیابی چرخه عمر

### روش‌شناسی ارزیابی چرخه عمر

در بررسی روش‌شناسی فرایند ارزیابی چرخه عمر، چهار مرحله اساسی به چشم می‌خورد: تعریف هدف و محدوده، موجودی چرخه عمر، ارزیابی تأثیر چرخه عمر و تفسیر. در شکل ۲ این مراحل نشان داده شده است.

### تعریف هدف و محدوده

این مرحله شامل تعریف هدف ارزیابی، تعیین مرزها، انتخاب دسته‌بندی تأثیر و مشخص کردن واحد عملکردی محصول یا خدمات مورد ارزیابی است. هنگامی که فرایند ارزیابی چرخه عمر انجام می‌شود، باید هدف مطالعه را به وضوح بیان کرد، اینکه برای چه کسی در نظر گرفته شده است و چگونه باید استفاده شود. این اطلاعات هدف را مشخص می‌کند و به‌طور مستقیم بر طرح مطالعه

تأثیر می‌گذارد و مبنایی برای تصمیم‌گیری درباره دامنه ایجاد می‌کند. این مرحله یک کار زمینه‌ای مهم برای ارزیابی چرخه عمر است؛ زیرا دامنه و همچنین هزینه تمام‌فعالیت‌های بعدی را تعیین می‌کند. برای اطمینان از کیفیت و سازگاری در مطالعات ارزیابی چرخه عمر، استانداردهای بین‌المللی برای راهنمایی و اقدام نظام‌مند تعریف شده‌اند.

بررسی تأثیر زیست‌محیطی یک محصول، مدت‌ها قبل از استفاده یا حتی تولید آن آغاز می‌شود، برای مثال ممکن است استخراج یک ماده باعث آلودگی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی شود. سپس انتقال و پالایش بیشتر آن و تبدیل کردن به محصول جدید دارای اثرهای زیست‌محیطی است که به مراحل قبلی اضافه می‌شود.

### موجودی چرخه عمر

در این مرحله داده‌های مربوط به ورودی‌ها، خروجی‌ها و انتشارات مربوط به هر مرحله چرخه عمر جمع‌آوری می‌شود که شامل مصرف منابع، مصرف انرژی و ضایعات تولیدشده است. از آنجایی که هدف ارزیابی چرخه عمر ارائه تصویری از کل چرخه عمر یک محصول است، میزان اطلاعات به سرعت رشد می‌کند. از این رو یک ابزار نرم‌افزاری مفید - متصل به یک پایگاه داده شامل مواد مرتبط و داده‌های محیطی - برای تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده در فهرست ضروری است.

### ارزیابی تأثیر چرخه عمر

در اینجا داده‌های جمع‌آوری شده برای تعیین اثرهای زیست‌محیطی تجزیه و تحلیل می‌شوند. عوامل متعددی مانند ردپای کربن، مصرف آب، اشغال زمین و تأثیر بر سلامت انسان در نظر گرفته می‌شوند.

در مرحله ارزیابی تأثیر، دو مرحله توصیف (تعیین مشخصات) و وزن‌دهی استفاده می‌شوند. مرحله توصیف عینی‌تر از مرحله وزن‌دهی است، زیرا اثرهای محیطی متفاوتی با هم سنجیده نمی‌شوند. در مرحله توصیف اثرهای زیست‌محیطی ناشی از استفاده از منابع و انتشار گازهای گلخانه‌ای در دسته‌های مختلف اثرات زیست‌محیطی تجمیع می‌شوند. در ادامه به سه نمونه مهم اشاره شده است:

- اثر گلخانه‌ای و «استعداد گرمایش جهانی»<sup>۲</sup>، عمدتاً ناشی از انتشار کربن‌دی‌اکسید است. این مقوله‌ای است که امروزه به‌وفور استفاده می‌شود، زیرا توافق‌نامه‌های جهانی به شدت اثرات آب‌وهوایی، گرمایش زمین و تغییرات اقلیمی را دنبال می‌کنند و با قوانین سخت‌گیرانه‌ای آن را در کانون توجه قرار داده‌اند. استعداد گرمایش جهانی گاز متان ۳۵ برابر گاز کربن‌دی‌اکسید است.
  - استعداد اسیدی کردن<sup>۳</sup>، که عمدتاً ناشی از انتشار گازهای گوگرددی‌اکسید و نیتروژن‌دی‌اکسید است و اسیدی شدن آب‌های کره زمین را شامل می‌شود.
  - استعداد تخریب لایه اوزون<sup>۴</sup>، که عمدتاً ناشی از انتشار گازهای کلروفلوئورو کربن یا «فریون‌ها»<sup>۵</sup> است.
- روش‌های وزن‌دهی به هر کدام از استعدادهای تخریبی ذکر شده

باید بادقت و با درک روشنی از مفروضات و محدودیت‌هایی استفاده شوند که در همه روش‌های وزن‌دهی وجود دارند. روش‌های وزن‌دهی منتشرشده به روش‌های بسیار متفاوتی طراحی شده‌اند و بر اساس این موارد هستند:

۱. اهداف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (کشوری یا سیاسی)؛
۲. تمایل به پرداخت هزینه برای حفاظت از اشیای حفاظتی؛
۳. اهداف کیفیت محیط‌زیست؛
۴. هزینه برای کاهش آلودگی.

یکی از روش‌های وزن‌بندی، توجه به اولویت زیست‌محیطی در طراحی محصول است. سلامت انسان، تنوع زیستی، تولید زیست‌شناختی، منابع و ارزش‌های زیبایی‌شناسی از مؤلفه‌های این نوع وزن‌بندی هستند.

### تفسیر

در نهایت، یافته‌های ارزیابی تفسیر می‌شوند و برای بهبود بخش‌های حساس و نگران‌کننده توصیه‌هایی ارائه می‌شود. تفسیر یک مطالعه ارزیابی چرخه زندگی شامل سه مرحله است:

۱. شناسایی جنبه‌های زیست‌محیطی مهم بر اساس نتایج مراحل ارزیابی چرخه زندگی؛
۲. ارزیابی که شامل عناصری مانند بررسی کامل بودن، بررسی حساسیت و بررسی سازگاری باشد؛
۳. نتیجه‌گیری، پیشنهادات و گزارش درباره مسائل مهم زیست‌محیطی.

هنگام تفسیر نتایج، توجه کردن به محدودیت‌ها و مفروضات مطالعه ارزیابی چرخه زندگی مهم است. مثل همیشه، در نهایت نتایج به نحوه استفاده از اطلاعات و چگونگی شناسایی مشکل بستگی دارد، یعنی به هدف و تعریف محدوده بستگی دارد.

### مزایای ارزیابی چرخه عمر

**شناسایی نقاط داغ:** با ارزیابی چرخه زندگی مراحل چرخه عمر محصول را مشخص می‌کنیم که بیشترین تأثیر زیست‌محیطی را دارند. با شناسایی این «نقاط داغ» شرکت‌ها می‌توانند تلاش‌های خود را بر کاهش تأثیرات مرتبط متمرکز کنند که به اقدامات پایدارتر منجر می‌شود و امکان بهبودهای هدفمند را فراهم می‌کند. این ارزیابی می‌تواند به کاهش مصرف انرژی، انتشار گازهای گلخانه‌ای، مصرف آب و تولید پسماند منجر شود که در نهایت به روشی مستدام و دوستانه با محیط‌زیست کمک می‌کند.

**مقایسه گزینه‌های جایگزین:** ارزیابی چرخه زندگی امکان می‌دهد محصولات یا فرایندهای گوناگون با در نظر گرفتن اثرهای زیست‌محیطی آن‌ها در کل چرخه عمرشان مقایسه شوند. این موضوع به افراد و سازمان‌ها امکان می‌دهد تا انتخاب‌های آگاهانه‌تری داشته باشند و جایگزین‌هایی را انتخاب کنند که کمتر برای محیط‌زیست مضر هستند.

ارزیابی چرخه عمر به سازمان‌ها کمک می‌کند تا فرصت‌های بهینه‌سازی منابع و کاهش ضایعات را شناسایی کنند. با تجزیه و تحلیل چرخه عمر کامل یک محصول، کسب‌وکارها می‌توانند مواد یا انرژی قابل صرفه‌جویی را شناسایی کنند که به



و به شرکت‌ها اجازه دهد که به صورت پیشگیرانه آن‌ها را مدیریت کنند و شهرت خود را بهبود بخشند.

### کاربردهای ارزیابی چرخه عمر

**ساختمان و ساخت‌وساز:** ارزیابی چرخه زندگی برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مصالح ساختمانی، طراحی ساختمان و مصرف انرژی در محیط ساخته‌شده به کار می‌رود. فرایند ارزیابی چرخه زندگی با در نظر گرفتن عواملی مانند مصرف انرژی، کاهش منابع و انتشار گازهای گلخانه‌ای، می‌تواند توسعه شیوه‌های بهینه ساختمان‌سازی را هدایت کند.

پژوهشگران ساختمان‌های متعددی را در مکان‌های مختلف بررسی و چرخه عمر آن‌ها را مطالعه کردند و با مشاهده اینکه کدام مرحله از چرخه عمر ساختمان و کدام نوع ساختمان انرژی بیشتری مصرف می‌کند و گازهای گلخانه‌ای بیشتری منتشر می‌کند، دریافتند مرحله عملیاتی ساخت‌وساز به‌تنهایی بیش از پنجاه درصد به انتشار گاز گلخانه‌ای می‌انجامد و بیشترین مصرف انرژی (۸۰-۸۵٪) را دارد که موضوعی نگران‌کننده است و نباید آن را نادیده گرفت. اکنون نیاز به راه‌های جایگزین برای طراحی و ساخت ساختمان‌ها در آینده به‌شدت احساس می‌شود.

مقایسه اثرات زیست‌محیطی ساختمان‌ها در فرایند ارزیابی چرخه زندگی بسیار اهمیت دارد. ساختمان‌های تجاری تأثیر بیشتری بر محیط‌زیست دارند که با ساختمان‌های مسکونی قابل مقایسه است. همچنین مصرف انرژی ساختمان‌های تجاری بیشتر از ساختمان‌های مسکونی است. عوامل اصلی مصرف انرژی در ساختمان‌ها عبارت‌اند از: حمل‌ونقل، تولید مصالح ساختمانی، ساخت‌وساز در طول مرحله عمر پیش از استفاده، مصرف برق، دستگاه‌های گرمایش و تهویه، تولید و نگهداری، مصرف آب، تولید زباله، مصرف منابع طبیعی در مرحله استفاده (عملیاتی)، تخریب و بازیافت ساختمان در مرحله پایان عمر. برای کل دوره عمر یک ساختمان، اثرات زیست‌محیطی مرحله ساخت‌وساز نسبتاً کمتر است. اما در طول مرحله عملیاتی حداکثر انرژی مصرف می‌شود و همچنین انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز حداکثر است. اگر یک ساختمان با در نظر گرفتن اثرات مرحله عملیاتی ساخته شود، می‌توان ساختمانی مبتنی بر عملکرد ساخت که هم در مصرف انرژی و هم در اقتصاد به‌صرفه باشد.

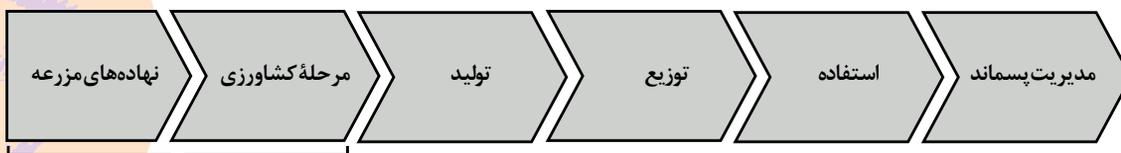
**غذا و کشاورزی:** نظام تولید و توزیع مواد غذایی، از مزرعه تا سر سفره در منازل، اثرات زیست‌محیطی قابل توجهی دارد. از ارزیابی چرخه زندگی می‌توان برای ارزیابی جنبه‌های گوناگون، مانند شیوه‌های کشاورزی، حمل‌ونقل، بسته‌بندی و مدیریت زباله استفاده کرد. این اطلاعات به شناسایی زمینه‌های بهبود و حمایت از انتقال به سمت نظام‌های غذایی پایدارتر کمک خواهد کرد.

صرفه‌جویی در هزینه و بهبود کارایی منجر می‌شود. به‌علاوه، یک ارزیابی چرخه عمر می‌تواند راه‌کنش‌های مدیریت ضایعات، مانند بازیافت یا استفاده مجدد را شناسایی کند تا تأثیر زیست‌محیطی دفع ضایعات را کمینه کند.

**آگاهانه‌شدن تصمیم‌های طراحی:** ارزیابی چرخه زندگی بینش‌های ارزشمندی را در طول مرحله طراحی محصول ارائه می‌دهد. با ارزیابی گزینه‌ها و طرح‌های متعدد در مراحل ابتدایی توسعه محصول و با در نظر گرفتن اثرات زیست‌محیطی زودهنگام، طراحان می‌توانند تصمیمات آگاهانه بگیرند و عملکرد زیست‌محیطی را به‌عنوان اولویت مدنظر قرار دهند و محصولاتی تولید کنند که از همان ابتدا بهینه‌تر باشند. ارزیابی چرخه عمر کمک می‌کند تا فرصت‌های استفاده از مواد تجدیدپذیر، کاهش مصرف انرژی و طراحی محصولات بادوام یا قابل تعمیر یا بازیافت آسان شناسایی شوند و اقتصاد چرخه‌ای ترویج شود.

**حمایت از تصمیم‌های خط‌مشی:** دولت‌ها و نهادهای نظارتی می‌توانند از ارزیابی چرخه زندگی برای شکل‌دادن به سیاست‌ها و مقررات در راستای ارتقای پایداری استفاده کنند. با درک تأثیر زیست‌محیطی محصولات یا دیگر فرایندها، سیاست‌گذاران می‌توانند جایگزین‌های سبزتر را تشویق کنند و تغییرات مثبت را در مقیاس بزرگ‌تر ایجاد کنند. یکی از مزایای ارزیابی چرخه عمر این است که از محصول یا فرایند فردی فراتر می‌رود و همه زنجیره تأمین را در بر می‌گیرد. همین به‌سازمان‌ها امکان می‌دهد که تأثیر زیست‌محیطی تأمین‌کنندگان خود را ارزیابی کنند و در انتخاب شرکا آگاهانه تصمیم بگیرند. با در نظر گرفتن چرخه عمر ورودی‌ها و خروجی‌ها، یک ارزیابی چرخه عمر به شناسایی فرصت‌های همکاری، نوآوری و بهبود در سراسر زنجیره تأمین کمک می‌کند که در نهایت به افزایش بهره‌وری منجر می‌شود.

**مسئولیت اجتماعی شرکت:** وقتی سازمانی ارزیابی چرخه عمر انجام می‌دهد، در واقع عزم خود را برای مسئولیت اجتماعی شراکتی اثبات می‌کند. این نشان می‌دهد که سازمان تمایل دارد تا تأثیر محیطی محصولات یا خدمات خود را ارزیابی کند و اثر مخرب آن را کاهش دهد. نتایج یک ارزیابی چرخه عمر می‌تواند برای ارتباط با سهام‌داران، مشتریان و سرمایه‌گذاران استفاده شود و تعهد یک شرکت به شفافیت و رفتار بهینه را بیان می‌کند. در بسیاری از صنایع، سازمان‌های نظارتی از شرکت‌ها می‌خواهند تا تأثیرات زیست‌محیطی محصولات یا فرایندهای خود را ارزیابی و گزارش کنند. با انجام یک ارزیابی چرخه عمر، سازمان‌ها اطمینان حاصل می‌کنند که با مقررات مربوطه مطابقت دارند و از مشکلات قانونی احتمالی جلوگیری می‌کنند. به‌علاوه شرکت در یک ارزیابی چرخه عمر کمک می‌کند تا خطرات احتمالی مرتبط با یک محصول یا فرایند شناسایی شوند



دروازه گهواره به مزرعه

شکل ۳. شش مرحله در ارزیابی چرخه زندگی محصولات کشاورزی

می‌کرد. بررسی دیگری نشان داد شرکت‌های بزرگ دانمارکی (۳۹ شرکت در نظر گرفته شده که نود تا صد درصد شرکت‌های دانمارکی را پوشش می‌دهند) که تجربه عملی با ارزیابی چرخه زندگی در دهه ۱۹۹۰ داشتند، بیان کردند ارزیابی چرخه زندگی، جنبه‌های زیست‌محیطی جدیدی از محصولاتشان را نشان داده است که آن‌ها پیش‌بینی نکرده بودند. در ۷۹ درصد موارد، این مسئله به تعیین اولویت‌های جدید برای تلاش‌های زیست‌محیطی، از جمله تغییرات در محصولات و فرایندها، مانند صرفه‌جویی یا جایگزینی مواد منجر شد.

### نتیجه‌گیری

ارزیابی چرخه عمر ابزاری قدرتمند برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی محصولات، فرایندها یا خدمات است و به ما کمک می‌کند تأثیرات محیطی انتخاب‌هایمان را درک کنیم. با در نظر گرفتن کل چرخه عمر یک محصول یا فرایند، از تولید تا دفع، می‌توانیم تصمیم‌های آگاهانه‌ای اتخاذ کنیم که آسیب به محیط‌زیست را به حداقل برساند. ارزیابی چرخه زندگی ما را قادر می‌سازد نقاط مهم را شناسایی کنیم، جایگزین‌ها را مقایسه کنیم، تصمیم‌های طراحی را اطلاع دهیم و از سیاست‌گذاری حمایت کنیم. ارزیابی چرخه زندگی با کاربردهای متنوع خود در بخش‌های گوناگون مانند ساختمان و ساخت‌وساز، غذا و کشاورزی، انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه محصول این پتانسیل را دارد که جامعه ما را به جامعه‌ای تبدیل کند که شیوه‌های پایدار را بپذیرد. با پذیرش این روش علمی، گامی مهم به سوی آینده‌ای پایدارتر برمی‌داریم، آینده‌ای که در آن انتخاب‌های ما نه فقط برای خودمان، بلکه برای سیاره‌ای نیز سودمند است که آن را خانه می‌نامیم.

### پی‌نوشت‌ها

1. Life Cycle Assessment
2. Global Warming Potential (GWP)
3. Acidification Potential (AP)
4. Ozone Depletion Potential (ODP)
5. Chlorofluorocarbons (CFCs)

### منابع برای مطالعه بیشتر

1. Jeroen B. Guinée, (2012). Life cycle assessment: past, present and future, International Symposium on Life Cycle Assessment and Construction July 10-12, Nantes, France.
2. Mary Ann Curran, (2013). Life Cycle Assessment: a review of the methodology and its application to sustainability, Current Opinion in Chemical Engineering, 2:273-277.
3. Simone Cornago, Yee Shee Tan, Seeram Ramakrishna, Jonathan Sze Choong Low, (2022). Temporal Hotspot Identification using Dynamic Life Cycle Inventory: Which are the Critical Time-spans within the Product Life Cycle?, Procedia CIRP, 105, 249-254.
4. [4] Richard A. Venditti, (2018). Life cycle analysis (LCA) and sustainability assessment, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-8005.
5. Poritosh Roy, Daisuke Nei, Takahiro Orikasa, Qingyi Xu, Hiroshi Okadome, Nobutaka Nakamura, Takeo Shiina, (2009). A review of life cycle assessment (LCA) on some food products, Journal of Food Engineering, 90, 1-10.
6. Aashish Sharma, Abhishek Saxena, Muneesh Sethi, Venu Shree, Varun, (2011). Life cycle assessment of buildings: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 871-875
7. Dijkman, T.J., Basset-Mens, C., Antón, A., Núñez, M. (2018). LCA of Food and Agriculture. In: Hauschild, M., Rosenbaum, R., Olsen, S. (eds) Life Cycle Assessment. Springer, Cham.

ارزیابی چرخه عمر محصولات غذایی شش مرحله دارد (شکل ۳): تولید و حمل‌ونقل، مرحله کشاورزی، پردازش، توزیع، استفاده و مدیریت. تعداد زیادی از مطالعات ارزیابی چرخه زندگی، مطالعات دروازه گهواره به مزرعه هستند و فقط شامل دو مرحله اول می‌شوند. به‌عنوان نتیجه‌ای از تولید و جریان مواد مغذی و آفت‌کش‌ها از مزرعه و همچنین از دام و کود، مرحله کشاورزی بیشتر به‌عنوان عامل اصلی در بسیاری از مقوله‌ها شناخته می‌شود. این موضوع در تعدادی از مطالعات موردی نشان داده شده است. تفاوت‌ها می‌توانند در مرحله تولید غذا ایجاد شوند. اثرات زیست‌محیطی ناشی از مرحله مصرف بیشتر به انرژی مصرفی در ذخیره‌سازی و آماده‌سازی مواد غذایی مربوط می‌شود. در مرحله مدیریت پسماند، اثرات ناشی از مدیریت پسماند مواد غذایی و درمان دفع غیر انسانی ایجاد می‌شود. در طول چرخه زندگی یک محصول غذایی، ضایعات غذایی مشکلی عمده است.

مطالعه موردی در کشاورزی سنتی و طبیعی نشان داد که بسته به انتخاب واحد عملکردی و دسته‌های تأثیر موجود در ارزیابی، ارزیابی چرخه زندگی می‌تواند برای نتیجه‌گیری به نفع هر دو شیوه کشاورزی سنتی و طبیعی استفاده شود. مطالعه موردی غذای محلی نشان داد که غذای محلی تعریف پایدارتری ندارد. حمل‌ونقل عامل تعیین‌کننده‌ای در اثرات زیست‌محیطی محصولات غذایی نیست، بنابراین شرایط در طول تولید به شدت در تعیین اینکه مواد غذایی تولید داخل در کجا و چگونه پایدارتر هستند، مؤثر است. به‌طور کلی، نقطه قوت ارزیابی چرخه زندگی در شناسایی نقاط مهم و حاشیه‌های بهبود هر نظامی نهفته است. **انرژی‌های تجدیدپذیر:** ارزیابی چرخه زندگی نقشی حیاتی در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر، مانند صفحه‌های خورشیدی و توربین‌های بادی ایفا می‌کند. با مقایسه مزایای زیست‌محیطی این فناوری‌ها در برابر تأثیرات تولید و دفع آن‌ها، ارزیابی چرخه زندگی به هدایت تصمیم‌گیری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر کمک می‌کند.

فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر بر اساس منابع انرژی است که می‌تواند در مقیاس طول عمر انسان تجدید شود. با این حال، همانند همتایان فسیلی خود، می‌توانند برای محیط‌زیست مضر باشند، به‌دلیل نیاز به استفاده از منابع طبیعی (مثل فلزات و مواد معدنی) که در طبیعت محدود هستند و استخراج و پردازش آن‌ها برای استفاده بار زیست‌محیطی بالایی دارد.

**توسعه محصول:** ارزیابی چرخه زندگی را می‌توان در فرایند توسعه محصول برای ارزیابی و بهینه‌سازی عملکرد زیست‌محیطی یک محصول جدید ادغام کرد که به شناسایی زمینه‌های بهبود، کاهش مصرف منابع، به حداقل رساندن تولید زباله و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کند.

در سطح محصول، ارزیابی چرخه زندگی اغلب در طول توسعه محصول و برای شناسایی نقاط داغ محیطی یک محصول یا فرایند در سازمان یا در زنجیره تأمین آن استفاده می‌شود، برای مثال یک بررسی نشان داد که صنعت آلمان در دهه ۱۹۹۰ عمدتاً از ارزیابی چرخه زندگی برای شناسایی نقاط داغ در محصولات و نظام‌ها و به دنبال آن بهینه‌سازی محصول و فرایند استفاده





# شرط انجام خودبه‌خودی واکنش‌ها! بررسی نظری دانش‌آموزان

دکتر طالب عبدی نژاد

معلم شیمی مشگین‌شهر، استان اردبیل



## اشاره

این مطالعه تحقیقی است درباره‌ی درک دانش‌آموزان از مفهوم انجام واکنش‌ها به‌طور طبیعی و خودبه‌خود. چهل‌وسه دانش‌آموز یازدهم تجربی از مشگین‌شهر در این مطالعه شرکت کردند. از نمونه‌ی دسترس برای مطالعه استفاده شد و برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسش‌نامه‌ی محقق ساخته با چهار سؤال و مصاحبه استفاده شد. نتیجه‌ی تحقیق نشان داد که دانش‌آموزان از دو معیار برای پیش‌بینی خودبه‌خودی بودن واکنش‌ها استفاده می‌کنند. معیار اول، همان معیار کتاب است و از آن تازمانی استفاده می‌کنند که با توجه به اطلاعات داده‌شده در سؤال قابل استفاده باشد، اما در موقعیت‌هایی که معیار کتاب قابل استفاده نیست، از معیارهایی استفاده می‌کنند که ساخته و پرداخته‌ی ذهن خودشان است و در بیشتر مواقع صحیح و علمی نیستند.

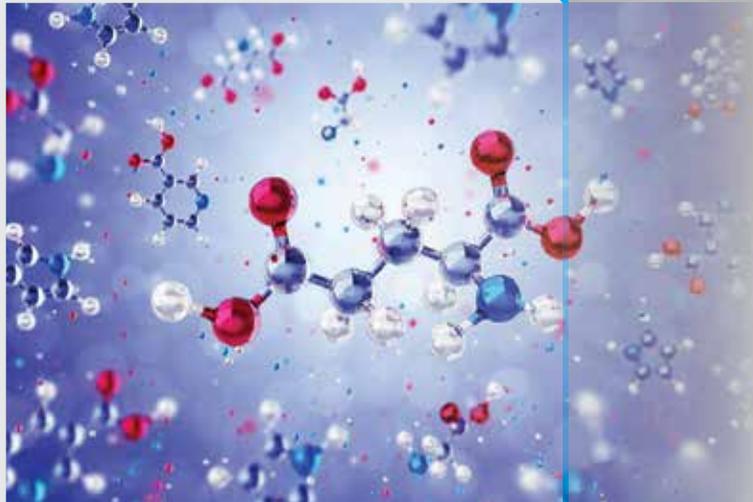
کلیدواژه‌ها: واکنش طبیعی، واکنش خودبه‌خودی، کج‌فهمی

## مقدمه

در صفحه‌ی بیست‌ویک کتاب شیمی (۲) پایه‌ی یازدهم [۱]، این جمله درباره‌ی خودبه‌خودی بودن واکنش‌های شیمیایی آمده است:

«به‌طور کلی در هر واکنش شیمیایی که به‌طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری فرآورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها کمتر است.» شاید در نگاه اول، استفاده از این جمله برای پیش‌بینی

انجام‌پذیر بودن واکنش‌ها ساده به‌نظر برسد، اما بررسی‌های ما نشان داد که درک دانش‌آموزان از کلمه‌ی «طبیعی» با هم متفاوت بود و بیشتر آن‌ها درک صحیحی نداشتند. محققان کشورهای دیگری نیز عقاید دانش‌آموزان را درباره‌ی خودبه‌خودی بودن واکنش‌های شیمیایی بررسی کرده‌اند [۶ و ۲]. مطالعه‌ی جانستون و همکارانش نشان داد که به عقیده‌ی دانش‌آموزان، واکنش‌های گرماگیر نمی‌توانند خودبه‌خود باشند [۲]؛ نتیجه‌ای که محققان دیگری در سال‌های بعد گزارش کردند، تأییدکننده‌ی این یافته بودند [۳ و ۴]. مطالعه‌ی سلپ و همکارانش نشان داد که دانش‌آموزان فکر می‌کنند واکنش‌های خودبه‌خود آن‌هایی هستند که «سریع پیش می‌روند، انرژی فعال‌سازی برای این واکنش‌ها لازم نیست، بدون هیچ دخالتی انجام می‌شوند و در این واکنش‌ها گرما از سامانه به محیط انتقال می‌یابد» [۵]. در ایران، مفهوم خودبه‌خودی در نظام آموزشی قبل به‌صورت مفصل بیان شده بود، به‌طوری که دانش‌آموزان با استفاده از مقادیر تغییرات آنتالپی و آنتروپی، ابتدا مقدار تغییرات انرژی آزاد گیبس را حساب می‌کردند و سپس از روی علامت آن در مورد خودبه‌خودی بودن واکنش نظر می‌دادند. همان‌طور که قبلاً گفته شد، در نظام کنونی، کتاب شیمی یازدهم در حد یک جمله به آن اشاره کرده است. البته مشخص نیست منظور نویسندگان از کلمه‌ی «طبیعی» همان خودبه‌خود است یا خیر، زیرا در کتاب‌های درسی خارجی از واژه‌ی خودبه‌خود استفاده شده است که لفظ انگلیسی آن با طبیعی بسیار تفاوت دارد و در گفتار و نوشتار علمی بسیار کم دیده شده است که برای خودبه‌خودی بودن واکنش از کلمه‌ی طبیعی استفاده شود. سؤال یکی از دانش‌آموزان



سر کلاس شیمی یازدهم باعث شد تا تحقیق حاضر دربارهٔ درک دانش آموزان از خودبه‌خودی بودن واکنش‌ها انجام بگیرد. سؤال دانش آموز این بود: «اگر واکنش فلز سدیم با آهن (II) اکسید به‌طور طبیعی انجام می‌شود، پس چرا از علامت دلتا ( $\Delta$ ) بالای پیکان استفاده کرده است که نشانهٔ حرارت دادن مخلوط واکنش است؟».

### روش نمونه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات

از نمونه در دسترس برای انجام مطالعه استفاده شد. چهل‌وسه دانش‌آموز پسر یازدهم تجربی از یک مدرسه دولتی عادی مشکین‌شهر در این تحقیق شرکت کردند. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسش‌نامهٔ محقق‌ساخته و مصاحبه استفاده شد. بعد از اتمام فصل اول کتاب، چهار سؤال در یک برگه به دانش‌آموزان داده شد تا با دقت به سؤال‌ها جواب دهند. به دانش‌آموزان گفته شد پاسخ‌گویی آن‌ها به این سؤال‌ها جنبهٔ مطالعاتی و تحقیقی دارد و نمره‌ای در قبال پاسخ‌گویی دریافت نخواهند کرد. از آن‌ها خواسته شد حین پاسخ‌گویی، اگر سؤالی داشتند آن را در جمع طرح نکنند بلکه دست خود را بالا ببرند و خصوصی سؤال خود را بپرسند. هدف از این کار این بود که دانش‌آموزان تحت تأثیر دیگران به سؤالات پاسخ ندهند و فقط از درک خود برای پاسخ‌گویی استفاده کنند. بعد از بررسی پاسخ‌های دانش‌آموزان، عده‌ای از آن‌ها که پاسخ‌های جالب یا ناقص داده بودند به‌صورت غیر تصادفی انتخاب و مصاحبه شدند. سؤال‌های کتبی داده‌شده به دانش‌آموزان در پیوست یک آمده است.

### نتیجه‌گیری

پاسخ حدود ۳۸ نفر از آزمون‌شونده‌ها به سؤال یک صحیح بود. پنج نفر باقی‌مانده، دانش‌آموزانی بودند که رابطهٔ خوبی با درس و مدرسه نداشتند و به اعتراف خودشان اگر مطالعه می‌کردند به‌راحتی به این سؤال جواب می‌دادند. درصد بالای پاسخ صحیح نشان می‌دهد که دانش‌آموزان در استفاده از معیار کتاب برای تشخیص واکنش انجام‌پذیر خیره هستند. پاسخ دانش‌آموزان به سؤال دوم بسیار جالب بود. از میان پاسخ‌ها چند مورد که درصد

بیشتری داشتند، به این صورت هستند:

- واکنش به دخالت نیاز ندارد و کافی است واکنش‌دهنده‌ها با هم مخلوط شوند تا واکنش شروع شود (تقریباً همهٔ دانش‌آموزان در توضیحات خود به این نکته اشاره کرده بودند).
- واکنش در محیط طبیعی (و نه در آزمایشگاه) صورت می‌گیرد (۸ نفر).

- واکنش طبیعی واکنشی است که نه تنها به مداخله نیاز ندارد، بلکه با سرعت قابل‌لمسی انجام می‌شود (۲۴ نفر).

هنگام مصاحبه، از دانش‌آموزان خواسته شد خوب فکر کنند و یک واکنش را مثال بزنند که به‌طور طبیعی انجام می‌شود. دانش‌آموزان واکنش‌های گوناگونی را نام بردند، واکنشی که در این میان بیشتر از همه مثال زده شد، واکنش میخ آهنی با محلول مس (II) سولفات بود. واکنشی که کافی است واکنش‌دهنده‌ها را در تماس با هم قرار دهیم تا بدون هیچ دخالتی و با سرعت قابل‌لمس انجام شود. در سؤال سوم از معادله‌های نمادی استفاده شد تا آشنایی قبلی دانش‌آموزان با عناصر و واکنش‌های شیمیایی بر انتخاب آن‌ها تأثیری نداشته باشد. با توجه به معیار کتاب انتظار می‌رفت دانش‌آموزان بنویسند که اطلاعات کافی برای انتخاب وجود ندارد. چهار نفر سر جلسه همین موضوع را هر کدام به‌نحوی مطرح کردند. از میان سی‌وچهار نفر باقی‌مانده بیست‌وشش نفر واکنش سه را انتخاب کردند (البته بیشتر آن‌ها در توضیح انتخاب خود از کلمهٔ احتمالاً استفاده کرده بودند) و هشت نفر واکنش دو و سه را انتخاب کردند. از چهار نفری که گفتند اطلاعات کافی برای انتخاب ندارند، هنگام مصاحبه پرسیده شد «چطور در پاسخ سؤال دو نوشتید، واکنش طبیعی واکنشی است که به مداخله نیاز ندارد، اما در سؤال سوم واکنش اول و دوم را حذف نکردید که با مداخله انجام می‌شوند، تا واکنش سه انتخاب شود؟ سه نفر پاسخ‌شان این بود که پاسخ آن‌ها به سؤال دوم نظر شخصی آن‌ها بوده است و در کتاب بر اساس واکنش‌پذیری مواد تصمیم‌گیری می‌شود. نفر چهارم گفت که در انتخاب تمام حواسش به معیار کتاب بوده و متوجه نشده است که علامت گرما و کاتالیزگر نشان‌دهندهٔ مداخله است. تا اینجا این نتیجه به دست آمد که دانش‌آموزان دربارهٔ واکنش‌هایی که به‌طور طبیعی انجام می‌شوند، دو نوع معیار دارند. معیار اول همان معیار کتاب است که از آن تا زمانی استفاده می‌کنند که اطلاعاتی دربارهٔ ترتیب واکنش‌پذیری مواد داده شده باشد. معیار بعدی که شکل‌گرفته از تفکر خود آن‌هاست، واکنش طبیعی را واکنشی می‌داند که بدون مداخله و با سرعت قابل‌لمس انجام می‌شود. از این معیار زمانی استفاده می‌کنند که نتوانند از معیار کتاب استفاده کنند. اینکه دانش‌آموزان واکنش خودبه‌خود را واکنشی می‌دانند که بدون مداخله انجام می‌شود، در مطالعات قبلی گزارش شده است، اما به این حقیقت اشاره نشده است که آن‌ها از دو معیار در موقعیت‌های متفاوت استفاده می‌کنند. صحبت بیشتر با دانش‌آموزان نشان داد که استفاده از دو معیار متفاوت در پاسخ به سؤال‌ها فقط به این موضوع ختم نمی‌شود. به‌طور کلی وقتی معیاری به دانش‌آموزان تدریس می‌شود که به نظر آن‌ها خلاصه یا ناقص است یا با آن راحت نیستند، در ذهن





# نگاهی نوبه مفهوم پیوند فلزی

## برخی کج‌فهمی‌های رایج

### دکتر شریف کامیابی

عضو هیئت علمی گروه شیمی  
دانشگاه فرهنگیان تهران



### اشاره

مفهوم پیوند یونی و اشتراکی، به نسبت ساده‌اند، ولی مفهوم پیوند فلزی مشکل‌ساز است و گاهی با اطلاعات نادرست موجود در منابع برخی، به سردرگمی دانش‌آموزان منجر می‌شود. حدود سه‌چهارم عناصر فلز هستند. فیزیک‌دانان معتقدند «فلز» توانایی هدایت جریان الکتریسیته را در صفر مطلق دارد. پس تمایز بین یک فلز و یک عایق را فقط در صفر مطلق می‌توان دید؛ زیرا هدایت الکتریکی یک عایق با بالا رفتن دما افزایش می‌یابد، هر چند که این افزایش در عایق‌های متداول، ممکن است بسیار کوچک باشد». در این مطالعه چهار مورد از کج‌فهمی فراگیرندگان در خصوص پیوند فلزی و ویژگی‌های عنصرهای فلزی معرفی و بررسی می‌شود. این نوع از کج‌فهمی‌ها درباره فلزها در کتاب‌های درسی و تعداد بی‌شماری از منابع برخی به چشم می‌خورند.

### کج‌فهمی اول

در یک عایق، الکترون‌های لایه بیرونی روی اتم‌های منفرد، مثل تشکیل پیوند یونی در سدیم کلرید، یا بین جفت اتم در پیوندهای اشتراکی مانند الماس مستقر هستند و این الکترون‌ها به علت استقرار، قادر نیستند جریان الکتریسیته را هدایت کنند. در مقابل الکترون‌های لایه بیرونی در فلزها در دریای الکترونی آزادند و این الکترون‌های نامستقر جریان الکتریسیته را انتقال می‌دهند.

### کج‌فهمی دوم

هسته‌های مثبت فلز را الکترون‌های آزاد احاطه کرده‌اند و از آنجایی که هسته‌ها بار مثبت دارند و الکترون‌ها دارای بار منفی هستند، همدیگر را جذب می‌کنند و پیوند فلزی به وجود می‌آورد.

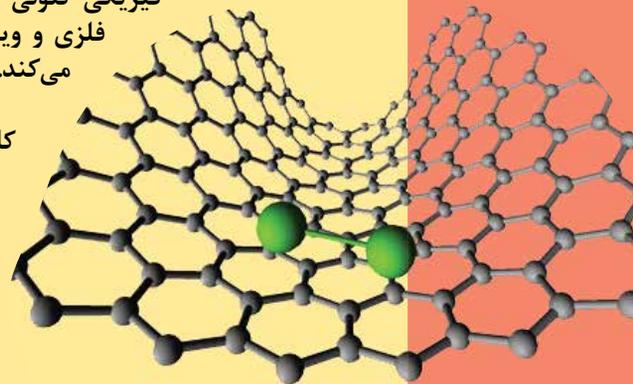
### کج‌فهمی سوم

مقاومت الکتریکی فلزها ناشی از جاذبه بین الکترون‌ها و یون‌های مثبت در بلور فلز است.

در منابع آموزشی شیمی، در خصوص پیوند فلزی و ویژگی‌های آن، کج‌فهمی‌ها و تصورات اشتباه زیادی وجود دارند. برخلاف آن چیزی که به طور گسترده در متون علمی شیمی منتشر شده است، جاذبه الکترواستاتیکی بین هسته‌های مثبت و الکترون‌های آزاد در یک فلز اصلی برای جلوگیری از فروپاشی آن به اتم‌های سازنده‌اش کافی نیست و این نیز درست نیست که استقرار الکترون‌ها دلیل تفاوت در رسانایی الکترونی فلزها و مواد عایق است، زیرا مقاومت الکتریکی بلورهای فلزی به علت انحراف از نظم ساختاری و شیمیایی کامل بلور است. توجیه رفتار بلور فلزی در فرایند چکش‌خواری و فرایندهای مشابه وقتی که تغییر شکل دائمی می‌دهد، هیچ ارتباطی با مشاهده‌های تجربی ندارد. این مطالعه بدون پرداختن به محاسبه‌های ریاضی، بینشی نسبت به سطح تفکر شیمی فیزیکی کنونی در خصوص پیوند فلزی و ویژگی‌های آن ارائه می‌کند.

### کلیدواژه‌ها:

دریای الکترون،  
پیوند فلزی،  
چکش‌خواری



### مقدمه

هیچ دوره‌ای از آموزش شیمی، بدون بحث درباره ماهیت و تنوع پیوندهای شیمیایی کامل نیست. دانش‌آموزان در اوایل دوره متوسطه با پیوندهای شیمیایی آشنا می‌شوند و مفهوم ساده پیوند اشتراکی (کووالانسی)، فلزی یا یونی را می‌آموزند.

## کج فهمی چهارم

ماهیت عدم استقرار پیوند در فلزها باعث می شود تا صفحه‌های اتمی در مقایسه با عایق‌ها به راحتی روی همدیگر بلغزند. تصویرهای کتاب‌های درسی و محتواهای آموزشی دیجیتال، لغزان بودن صفحه‌ها را روی هم نشان می دهند، به همین دلیل است که فلزها چکش خوار و انعطاف پذیر هستند، در حالی که عایق‌ها شکننده هستند. با افزودن ناخالصی فلزها محکم تر می شوند، زیرا ناخالصی‌ها صفحه‌ها را ناهموار می کنند و در نتیجه سر خوردن صفحه‌ها روی یکدیگر دشوارتر می شود.

## بررسی و تحلیل کج فهمی اول

هنگامی که شیمی دان‌ها از استقرار الکترون‌ها در یک عایق صحبت می کنند، به این معنی است که الکترون روی یک آئین در ترکیب یونی یا در پیوند اشتراکی (کووالانسی) محصور شده است. به عبارتی دیگر، الکترون‌ها در یک ناحیه کوچک اطراف هسته قرار دارند و به علت مسقر بودن، نمی توانند از قدرت جاذبه هسته فرار کنند. از طرف دیگر، شیمی دانان و فیزیک دانان الکترون‌های ظرفیت یک فلز را جدا از اتم‌ها و به صورت نامستقر توصیف می کنند. به این معنا که این الکترون‌ها هسته‌های مثبت را رها می کنند و آزادانه در سراسر فلز حرکت می کنند و دریای الکترون تشکیل می دهند.

بر پایه بررسی‌های کوانتومی، برخلاف ادعاهای گسترده‌ای که در متون علمی شیمی وجود دارد، فقط بخش کوچکی از الکترون‌های آزاد فلز جریان الکتریکی را حمل می کنند و همه الکترون‌ها در رسانایی سهیم نیستند. باید توجه داشت که الکترون‌های ظرفیتی به همان اندازه الکترون‌های آزاد در فلز آزاد هستند، اما هنگامی در رسانایی نقش خواهند داشت که بتوانند از نوار انرژی پایین تر (نوار ظرفیت) به نوار انرژی بالاتر منتقل شوند که نوار رسانایی نامیده می شود. شایان ذکر است هم الکترون‌های آزاد و هم الکترون‌های پیوندی می توانند با جذب انرژی، از نوار انرژی پایه (نوار ظرفیت) به نوار رسانایی منتقل شوند، اما دامنه شکاف انرژی بین دو نوار، در فلزات کمتر و در نافلزات بیشتر است. در شکل یک، هم پوشانی نوار ظرفیت و نوار رسانایی در فلزات رسانا و شکاف بین این دو نوار در مواد نارسانا دیده می شود. در فرایند رسانایی، انرژی لازم برای انتقال الکترون از نوار ظرفیت به نوار رسانایی، از طریق انرژی الکتریکی باتری تأمین می شود.

برای مثال الماس، در دمای معمولی عایق است، اما در دماهای بالا، میزان رسانایی الکتریکی آن افزایش می یابد. نارسانا بودن الماس را به پیوندهای اشتراکی قوی بین اتم‌های کربن نسبت می دهند. دلیل محکم بودن پیوندهای اشتراکی در الماس این است که، الکترون‌های ظرفیتی می توانند به راحتی نه تنها بین یک جفت اتم کربن که پیوند را تشکیل می دهند بلکه بین هر چهار اتم کربن همسایه‌اش و در سراسر بلور حرکت کنند. بنابراین، الکترون‌های ظرفیتی به همان اندازه الکترون‌های آزاد در فلز، آزاد هستند. اما چرا این آزاد بودن الکترون‌ها به رسانایی الکتریکی منجر نمی شود؟ علت به شکاف انرژی بالا بین نوار پایه الکترون‌های ظرفیتی و نوار رسانایی بر می گردد. در الماس فاصله نوار رسانایی با نوار ظرفیت در حدود  $5.5/5$  eV یا  $530$  کیلوژول بر مول است که شکاف نوری بسیار بالایی است. تنها راهی که یک الکترون در الماس خالص می تواند الکتریسیته را هدایت کند، این است که از این شکاف نوری عبور کند که البته در دمای اتاق این امر غیرممکن است، اما در دماهای بالاتر احتمال وقوع آن تقویت می شود.

در یک جمع بندی می توان گفت بیان این جمله که «مواد عایق تحت هیچ شرایطی رسانای جریان برق نیستند» از لحاظ علمی نادرست است و کج فهمی محسوب می شود.

در اصلاح این کج فهمی باید گفت که فلزها با توانایی هدایت الکتریکی در صفر مطلق تعریف می شوند. فلزها رسانای الکتریسیته هستند، زیرا هیچ شکاف انرژی بین سطوح الکترونی اشغال شده و اشغال نشده وجود ندارد. اکثر عایق‌ها الکتریسیته را در صفر مطلق هدایت نمی کنند، زیرا یک شکاف انرژی بین سطوح الکترونی اشغال شده و اشغال نشده وجود دارد.

## بررسی و تحلیل کج فهمی دوم

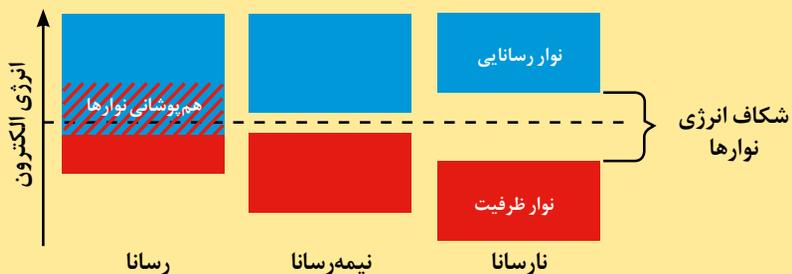
با توجه به آرایش الکترونی و جایگاه عناصر در جدول تناوبی عناصر، دو دسته رایج از پیوندهای فلزی وجود دارند:

(الف) فلزهای اصلی غالباً با پیوند sp

(ب) فلزهای واسطه غالباً با پیوند dd و ff

در فلزهای اصلی تک اتمی، الکترون‌های ظرفیتی فقط در زیر لایه‌های s و p قرار دارند. عنصرهای گروه‌های ۱، ۲، ۱۳ و قلع و سرب در گروه ۱۴، نمونه‌هایی از فلزهای اصلی هستند. تقریباً انرژی

هم چسبی بین آن‌ها، وابسته به چگالی و مستقل از ساختار است. تفاوت در انرژی - ساختارهای بلوری متفاوت با چگالی یکسان، بسیار کوچک و معمولاً از یک تا ده کیلوژول بر مول متغیر است. بنابراین انرژی هم چسبی در آن‌ها کم است و پیوند در این فلزها ممکن است با مدلی توصیف شود که در آن یون‌های فلزی مثبت در دریایی از الکترون‌های نامستقر غوطه‌ور باشند.



شکل ۱. شکاف انرژی بین نوار ظرفیت و نوار رسانایی در مواد رسانا، نیمه رسانا و نارسانا

پیوند فلزی در عناصر واسطه از آرایش الکترونی  $1d$  تا  $5d$  قوی‌تر می‌شود و از آرایش الکترونی  $6d$  تا  $10d$  تضعیف می‌شود. این موضوع طبق اصل طرد پائولی، با دافعه جفت‌الکترون‌ها در اربیتال‌ها و دریای الکترونی ارتباط دارد. در نتیجه در نیمه دوم سری فلزهای واسطه، انرژی هم‌چسبی و نقطه ذوب، با پرشدن بیشتر حالت‌های اربیتال  $d$  کاهش می‌یابد. این کاهش خواص فلزی در نیمه دوم سری فلزات واسطه به‌وضوح نشان می‌دهد که برخلاف کج فهمی رایج، همیشه با افزایش تعداد الکترون‌های ظرفیت در اتم، خواص فلزی افزایش نمی‌یابند. تغییرات ساختار بلوری عامل دیگری است که نشان می‌دهد با افزایش تعداد الکترون‌های اربیتال  $d$ ، میزان تراکم الکترون‌ها در ساختار، از «مکعبی مرکز پر» به سمت «مکعبی وجوه پر» و «شش‌ضلعی فشرده» حرکت می‌کند و متراکم‌تر می‌شود، اما میزان دافعه بین الکترون‌ها پیوند فلزی را تضعیف می‌کند.

بنابراین در اصلاح کج فهمی باید گفت که پیوند فلزی یک پیوند اشتراکی سیر نشده است که از اشتراک کمتر از دو الکترون در حالت‌های الکترونی گردشی (رزنانسی) تشکیل می‌شود. در فلزهای اصلی، جاذبه بین هسته‌های یونی و دریای الکترونی، سهم غالب در هم‌چسبی است، اما برای اتصال ذره‌های فلز به یکدیگر کافی نیست. برهم‌کنش‌های الکترون-الکترون با کاهش دافعه ایستاتبرقی (الکترواستاتیکی) بین الکترون‌ها در دریای الکترونی به هم‌چسبی فلزها کمک بسیاری می‌کند. در فلزهای واسطه، سهم غالب در هم‌چسبی، تشکیل پیوندهای سیر نشده جهت‌دار است که الکترون‌ها را در حالت‌های  $d$  درگیر می‌کند که قدرت آن با پرشدن زیرلایه  $d$  بالا و پایین می‌رود.

### بررسی و تحلیل کج فهمی سوم

هنگامی که جریان الکتریکی از یک فلز عبور می‌کند، فلز گرم می‌شود، زیرا مقداری از انرژی الکترون‌های حامل جریان به یون‌های بلور منتقل می‌شود. از ویژگی بارز فلزهاست که مقاومت الکتریکی آن‌ها با افزایش دما افزایش می‌یابد، چون با حرکت الکترون‌ها انرژی جنبشی ایجاد می‌شود. در مقابل، مقاومت یک عایق با افزایش دما کاهش می‌یابد، زیرا در اثر گرما، الکترون‌های برانگیخته شده بیشتری در فاصله شکاف انرژی بین حالت‌های اشغال شده و اشغال نشده قرار می‌گیرند.

اما آیا مقاومت الکتریکی فلزها ناشی از جاذبه بین الکترون‌ها و

یون‌های مثبت در بلور فلز است؟ سومین کج فهمی کمی گمراه کننده است، زیرا نکته اساسی را نادیده می‌گیرد که مقاومت الکتریکی فلز به دلیل انحراف از ساختار بلوری منظم فلز است. «بلور کامل» هیچ نقص ساختاری یا ناخالصی ندارد، به همین دلیل اتم‌ها موقعیت خود را در ساختار فضایی به صورت منظم حفظ می‌کنند. از طریق حذف این نظم، گرچه بلور کامل است، اما به علت به هم خوردن آرایش الکترون‌های آزاد در ساختار بلور، هنوز مقاومت الکتریکی وجود خواهد داشت، با این حال،

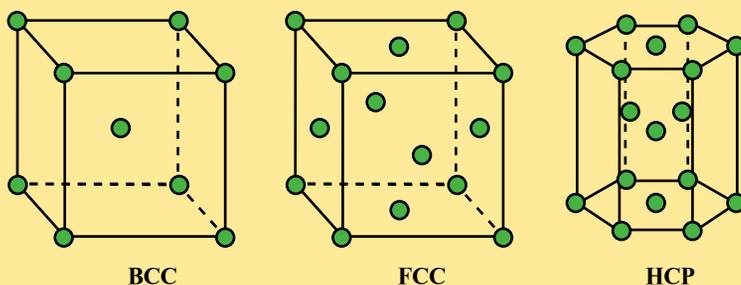
در این توصیف، که نوعی کج فهمی است، هسته‌های مثبت فلز با الکترون‌های آزاد احاطه شده‌اند و همدیگر را جذب می‌کنند و پیوند فلزی را به وجود می‌آورند؛ چیزی شبیه مربای آلبالو.

باید توجه داشت رهایی الکترون‌های ظرفیتی از اتم و تشکیل دریای الکترون به یونش منجر می‌شود که به انرژی زیادی نیاز دارد. برای نمونه در آلومینیوم، هر اتم سه الکترون ظرفیتی به دریای الکترونی می‌دهد و یون  $Al^{3+}$  را تشکیل می‌دهد. انرژی لازم برای یونش سه الکترون،  $5140$  کیلوژول بر مول ( $53$  الکترون ولت بر اتم) است. این بیش از ده‌برابر انرژی هم‌چسبی آلومینیوم است. از طرف دیگر، جاذبه بین هسته‌های یونی و دریای الکترونی به‌طور قابل توجهی ضعیف است. این به اصل طرد پائولی باز می‌گردد. الکترون‌های رها شده در دریای الکترونی برای رعایت اصل طرد پائولی، یکدیگر را با نیروی الکتریکی دفع می‌کنند. اگر الکترونی بخواهد از دریای الکترونی به هسته یونی نفوذ کند، از آنجایی که تمام لایه‌های الکترونی قبلی پر هستند، ورود الکترون به هر یک از آن‌ها ممنوع است و دافعه ایجاد شده، الکترون‌های آزاد را به لایه‌های با انرژی بالاتر سوق می‌دهد.

بنابراین سؤال اصلی این است که «جاذبه اضافی مورد نیاز از کجا می‌آید که باعث پایداری فلز می‌شود؟»

پاسخ این است که الکترون‌های ظرفیتی بار منفی یکسانی دارند و همدیگر را با نیروی الکتریکی دفع می‌کنند و در یک فاصله مشخصی از یکدیگر و در نواحی مشخصی قرار می‌گیرند و از نزدیک شدن بیش از حد آن‌ها به یکدیگر جلوگیری می‌شود. این تضمینی برای دور بودن آن‌ها از همدیگر است. این نواحی ممنوعه سهم اساسی در پایداری یک فلز دارند.

در سری فلزهای واسطه، هم‌چسبی تحت تأثیر پرشدن زیر لایه  $d$  است و تفاوت انرژی بین ساختارهای بلوری فلز واسطه در مقایسه با انرژی هم‌چسبی بسیار کمتر است. از طرف دیگر الکترون‌های  $d$  لایه‌های بیرونی فلزهای واسطه به علت داشتن عدد کوانتومی کمتر نسبت به الکترون‌های  $s$ ، محکم‌تر به هسته متصل می‌شوند. با این وجود، الکترون‌های ظرفیت فلزهای واسطه نیز می‌توانند در سرتاسر فلز جابه‌جا شوند. باید توجه داشت که ساختارهای بلوری، انرژی‌های هم‌چسبی و نقطه ذوب در پیوند فلزی عناصر واسطه نقش بسیار مهمی دارند. در شکل ۲، انواع ساختارهای بلوری فلزهای واسطه نشان داده شده است.



شکل ۲. ساختارهای شبکه بلوری متداول فلزها: مکعبی مرکز پر (BCC)، مکعب وجوه پر (FCC) و شش‌ضلعی فشرده (HCP).

کج‌فهمی به‌عنوان عامل چکش‌خواری فلزها و چگونگی تقویت آن‌ها توسط ناخالصی‌ها توصیف شده است، هیچ ارتباطی با مشاهده‌های تجربی در هیچ ماده بلوری ندارد.

بنابراین در اصلاح کج‌فهمی باید گفت بسیاری از فلزها و آلیاژها در دمای محیط انعطاف‌پذیر هستند. با این حال، برخی از فلزها و آلیاژها با کاهش دما شکننده می‌شوند و برخی از آن‌ها وقتی که حاوی مقدار بسیار جزئی از ناخالصی‌های ویژه‌ای باشند، شکننده می‌شوند. برخی از عایق‌ها در دماهای پایین شکننده هستند و با افزایش دما انعطاف‌پذیر می‌شوند. شکل‌پذیری در تمام مواد بلوری با حرکت دررفتگی‌ها به‌وجود می‌آید که می‌تواند با آلیاژسازی، عملیات حرارتی و برهم‌کنش با اتم‌های ناخالصی مهندسی شود.

### نتیجه‌گیری

لینوس پاولینگ برنده دو جایزه نوبل شیمی در سال‌های ۱۹۵۴ و ۱۹۶۲، در کتاب تأثیرگذار خود، با عنوان «ماهیت پیوند شیمیایی» نشان داد که پیوند فلزی نوعی پیوند اشتراکی است و با اشتراک الکترون‌ها تشکیل می‌شود. پیوندهای اشتراکی اغلب سیرشده، قوی و جهت‌دار هستند، زیرا هر پیوند حاوی دو الکترون است. اما پیوندهای فلزی سیرنشده محسوب می‌شوند، زیرا حاوی کمتر از دو الکترون هستند. پیوندها در فلزهای واسطه نیز قوی و جهت‌دار هستند، اما در فلزهای اصلی، ضعیف‌تر و کمتر جهت‌دار هستند. اینکه می‌گوییم پیوند فلزی شامل اشتراک‌گذاری ۲۵٪ الکترون است به چه معناست؟ این را می‌توان تنها یک مقدار میانگین زمانی از تعداد الکترون‌های به اشتراک گذاشته‌شده در پیوند درک کرد. به اعتقاد پاولینگ، الکترون‌های ظرفیت یک فلز، بین تمام پیوندهای فلزی در گردش هستند و بین تعداد اتم‌های بی‌شماری به اشتراک در می‌آیند، به طوری که در طول زمان، میانگین تعداد الکترون‌های پیوند ۲۵٪ است. دیدیم که اصل طرد پائولی نقش اصلی را در خواص فلزها و عایق‌ها ایفا می‌کند. اگر چه منشأ آن در مکانیک کوانتومی پیشرفته است، اما دانش‌آموزان معمولاً در مراحل اولیه یادگیری خود با ساختار جدول تناوبی و قوانین هوند آشنا می‌شوند و باید در تمام آموزش‌های مربوط به خواص الکتریکی فلزها و عایق‌ها گنجانده شود.

### منابعی برای مطالعه بیشتر

1. Sutton, A. P., (2024). Physics of elasticity and crystal defects, 2nd ed.; Oxford University Press: Oxford and New York.
2. Owen, S., (2014). Chemistry for the IB Diploma, 2nd ed.; Cambridge University Press: Cambridge.
3. Burdett, J. K., (1995). Chemical Bonding in Solids; Oxford University Press: Oxford and New York.
4. Edwards, P. P.; Lodge, M. T. J.; Hensel, F.; Redmer, R., (2010). A metal conducts and a non-metal doesn't. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 368, 941-965.
5. Kittel, C., (1986). Introduction to Solid State Physics, 6th ed.; John Wiley & Sons: New York.
6. Pettifor, D. G., (1995). Bonding and structure of molecules and solids; Oxford University Press: Oxford and New York.
7. Hull, D.; Bacon, D., (2011). Introduction to dislocations, 5th ed.; Elsevier: Amsterdam.
8. Pauling, L., (1950). The nature of the chemical bond, 2nd ed.; Oxford University Press: London.
9. Sutton, A. P., (1996). Electronic structure of materials; Oxford University Press: Oxford and New York, 1996.

همه الکترون‌های ظرفیتی بدون مانع در یک بلور کامل فلز حرکت می‌کنند. در واقع، اتم‌های یک بلور هرگز ساکن نیستند، حتی در صفر مطلق. به همین خاطر است که در دمای بالا، میزان رسانایی الکتریکی در فلزات کاهش می‌یابد.

### بررسی و تحلیل کج‌فهمی چهارم

این کج‌فهمی به خاصیت چکش‌خواری فلزات و امکان لغزندگی لایه‌های فلزی روی یکدیگر اشاره دارد. توانایی شکل‌دهی دائمی فلزها در عموم فناوری‌ها کاربرد دارد؛ از جمله ساخت و ساز، حمل‌ونقل، تولید انرژی و انتقال، دفاع و ارتباطات. تغییر شکل با لغزش صفحه‌های اتمی روی یکدیگر صورت می‌گیرد. سطوحی که فرایند لغزش روی آن‌ها رخ می‌دهد، «صفحه‌های لغزش» نامیده می‌شوند. با این حال، لغزش آن‌طور که در کتاب‌های آموزشی نشان داده شده و کج‌فهمی چهارم را ایجاد کرده است، توسط کل صفحه‌های اتمی و به صورت دسته‌جمعی روی یکدیگر رخ نمی‌دهد، بلکه لغزش در قطعه‌های صفحه‌ای کوچک شروع می‌شود و به دنبال هم گسترش می‌یابند.

بعضی فلزها در دمای اتاق، چکش‌خوار هستند؛ اما در دماهای پایین شکننده هستند. این امر به ساختار بلوری فلز، هم‌چسبی و میزان انعطاف الکترون‌های آزاد در ساختار بلور ارتباط دارد. با افزایش دما ساختار فلزی انعطاف‌پذیر می‌شود، اما پیوند بین اتم‌ها به سختی تغییر می‌کند. این واقعیت تجربی نشانه واضحی است که چکش‌خواری این فلزها و آلیاژها فقط به‌طور غیرمستقیم با پیوند در آن‌ها مرتبط است. استحکام و درجه پیوند جهت‌دار بر تحرک دررفتگی‌ها و در نتیجه شکل‌پذیری مواد تأثیر می‌گذارد. اما عوامل دیگری نیز وجود دارند که حداقل به همان اندازه مهم هستند، مانند دمای محیط، آلیاژ و پیشینه حرارتی و عملیات مکانیکی که مواد تحت آن قرار گرفته است. برهم‌کنش بین دررفتگی‌ها و ناخالصی اتم‌هاست که تعیین می‌کند ناخالصی‌ها چگونه بر شکل‌پذیری تأثیر می‌گذارند.

این کاملاً اشتباه است که بگوییم همه فلزها چکش‌خوار هستند. برخی ترکیبات بین فلزی مانند  $Al_7Ti$ ،  $FeAl$ ،  $TiAl$  و  $MoSi_2$  در دمای اتاق شکننده هستند. ایریدیوم یک عنصر فلزی با ساختار بلوری مشابه آلومینیوم است که فقط در دمای بالای هفتصد درجه سانتی‌گراد انعطاف‌پذیر می‌شود.

همچنین کاملاً اشتباه است که بگوییم همه عایق‌ها شکننده هستند. برخی بلورهای عایق نیز انتقال شکننده به شکل‌پذیر را نشان می‌دهند. به عنوان مثال، در دمای اتاق، سیلیکون و الماس شکننده هستند، اما زمانی که دما به اندازه کافی افزایش یابد، شکل‌پذیری خاصی از خود نشان می‌دهند.

در فولاد غلظت‌های بسیار جزئی (قسمت در میلیون) از آنتیموان، قلع، گوگرد و فسفر، بدون تأثیر بر پیوند می‌تواند به شکنندگی شدید در اکثریت قریب به اتفاق منجر شود. همچنین مقادیر بسیار جزئی از هیدروژن، بسیاری از فلزها و آلیاژها را ترد و شکننده می‌کند.

رابطه بین خواص مکانیکی مواد و پیوند شیمیایی آن‌ها بسیار ظریف‌تر از کج‌فهمی چهارم است. سازوکارهایی که در این



# دگرگونی فرایند آموزش



گفت و گو با  
**دکتر علی طربساز**  
سرگروه شیمی  
استان کهگیلویه و بویراحمد

گفت و گو کننده:  
**دکتر عابد بدریان**



اشاره

علی طربساز دکتری شیمی آلی

از دانشگاه یزد، متولد شهرستان بهمئی استان

کهگیلویه و بویراحمد است. او دبیر شیمی مرکز استعداد های

درخشان یاسوج است و سابقه تدریس در مراکز تربیت معلم، دانشگاه

فرهنگیان و پیام نور دارد. علاوه بر این سابقه فعالیت در زمینه های آموزشی

و پژوهشی را نیز در کارنامه خود دارد؛ نظیر:

عضویت در کمیسیون بررسی آثار و تألیفات (مقاله ها، پایان نامه ها و کتاب های

درسی) سازمان آموزش و پرورش؛

سرگروه شیمی استان کهگیلویه و بویراحمد؛

عضو گروه های آموزشی مرکز استعداد های درخشان کشور (سمپاد)؛

عضویت در شورای راهبردی آموزش و پرورش استان؛

داوری و طراحی مسابقه های آزمایشگاهی شیمی استان؛

ارزیابی تخصصی متقاضیان استخدام در رشته شیمی آموزش و پرورش؛

اجرای پروژه ملی «بررسی و شناسایی منابع آلاینده های ناشی از صنایع استان و اثر های

تخریبی آن بر محیط زیست استان کهگیلویه و بویراحمد و تهیه بانک اطلاعاتی با به کار گیری

سامانه اطلاعات جغرافیایی» با همکاری پردیس فرهنگیان شهید ایزدپناه؛

تدریس دوره های ضمن خدمت و بررسی کتاب های درسی شیمی در استان؛

تدریس دوره های نانو و شرکت در چندین همایش علمی و سمینار کشوری؛

عضویت در تعیین صلاحیت گروه علوم تجربی مراکز تربیت معلم استان؛

نظارت بر طرح پژوهشی سامان دهی زباله در محیط زیست استان؛

چند سال عضویت شورای پژوهشی اداره کل محیط زیست استان؛

ارائه دهنده مقالات در نمایه ISI و علمی پژوهشی.



# بانوآوری و خلاقیت



## ● دلایل علاقه‌مندی‌تان را به شیمی و آموزش آن بیان فرمایید.

○ صادقانه بگویم زمانی که در آزمون سراسری دانشگاه شرکت کردم، رشته خاصی مدنظرم نبود، فقط قبولی در دانشگاه برایم مهم بود. بعد از قبولی در رشته دبیری شیمی دانشگاه شهید باهنر کرمان، وقتی کاربرد علم شیمی را در زمینه‌های پزشکی، داروسازی، کشاورزی، نفت، پتروشیمی، آب، خاک، محیط‌زیست و صنایع شیمیایی مشاهده کردم، جذابیت آن روزبه‌روز برایم بیشتر شد و همین باعث شد علاقه‌ام به تدریس شیمی افزایش پیدا کند. شاید کسی باور نکند، اما اگر برگردم به دوران گذشته و بخواهم شغلی را انتخاب کنم و آگاهی امروز را داشته باشم باز هم دبیری شیمی را انتخاب می‌کنم. همیشه دوست داشتم و دارم که به مخاطبینم با شوق و انگیزه محتوای علم شیمی را انتقال دهم. همیشه در هر محفلی که باشم دوست دارم بحث آن مجلس، شیمی باشد.

## ● وضعیت آموزش شیمی را در مدرسه‌های کشورمان چگونه ارزیابی می‌کنید؟ چه موانعی وجود دارند و چه افق‌های روشنی پیش رو هستند؟

○ ابتدا باید ببینیم آموزش شیمی در مدرسه‌های ما با چه هدفی انجام می‌شود و آیا دبیران شیمی براساس این هدف شیمی را آموزش می‌دهند؟ پاسخ من بر اساس مطالعات انجام‌شده تا اندازه‌ای خیر است. همکاران ما شیمی را بیشتر بر اساس موفقیت در آزمون سراسری دانشگاه‌ها آموزش می‌دهند و دانش‌آموزان هم راضی هستند. من در همایشی گفتم که دو عامل مانع توسعه کشور می‌شوند: نفت و آزمون سراسری دانشگاه، چون ما نفت می‌فروشیم و نیاز اقتصادی ما رفع می‌شود تلاشی برای توسعه فناوری نمی‌کنیم. ژاپن نفت ندارد، برای همین مجبور بود از طریق دیگر، یعنی توسعه فناوری نیازهایش را تأمین کند. نیاز باعث اختراع می‌شود. ما باید نیازمند باشیم تا راهی برای حل چالش‌ها پیدا کنیم. اما عامل دوم

آزمون دانشگاه است. دانش‌آموزان بیشتر برای موفقیت در آزمون دانشگاه فرمول‌ها و معادله‌های شیمی را حفظ می‌کنند. من در مرکز استعدادهای درخشان تدریس می‌کنم. به‌ندرت دانش‌آموز استعداد درخشانی را دیدم که شیمی را به‌عنوان رشته دانشگاهی خود انتخاب کند و این‌ها دلایل خاص خود را دارند. باید دید، اهداف آموزش شیمی چیست؟ هدف آموزش شیمی حل دائمی چالش‌هاست، یعنی رفع نیازهای نسل حاضر بدون به‌خطرانداختن نیازهای نسل آینده. دبیران باید بتوانند با آموزش شیمی مهارت حل مسئله را به دانش‌آموزان یاد دهند تا دانش‌آموزان در آینده توانایی حل چالش‌ها را داشته باشند و از طرفی ما باید نگرش فراگیرندگان را با آموزش شیمی طوری تغییر دهیم و شهروندی تربیت کنیم که با آگاهی از علم شیمی بتواند به کشور در جهت توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی کمک کند. اما متأسفانه تدریس همکاران ما بیشتر صرف آموزش نظری می‌شود. در حال حاضر دانش‌آموزانی که رتبه‌های خوبی در آزمون سراسری کسب نمی‌کنند از سر ناچاری رشته‌های علوم پایه را انتخاب می‌کنند و این سطح علمی علوم پایه را پایین می‌آورد. چالش بزرگی که آموزش شیمی با آن روبه‌روست انبوه فارغ‌التحصیلان رشته شیمی و نبود شغل متناسب با رشته آن‌هاست.

## ● گروه‌های آموزشی شیمی چه نقشی در ایجاد خلاقیت و نوآوری در آموزش و یادگیری شیمی ایفا می‌کنند؟

○ گروه‌های آموزشی به‌شرطی که وظیفه خود را به‌نحو مطلوب انجام دهند، بازوی توانمند و مؤثری برای آموزش و پرورش خواهند بود؛ زیرا در بطن و جریان آموزش هستند. گروه‌های آموزشی با انجام دادن کار پژوهشی در آموزش و بررسی مشکلات آموزش، جمع‌آوری اطلاعات لازم در زمینه آموزش و یادگیری و داشتن آمار لازم از تمام مؤلفه‌های آموزشی می‌توانند راهکارهای مؤثری برای حل مشکلات آموزشی ارائه دهند. گروه‌ها با همکاری معلمان با انگیزه و علاقه‌مند می‌توانند مشکلات و چالش‌های یادگیری

گروه‌های آموزشی به‌شرطی که وظیفه خود را به‌نحو مطلوب انجام دهند، بازوی توانمند و مؤثری برای آموزش و پرورش خواهند بود؛ زیرا در بطن و جریان آموزش هستند



در آموزش شیمی را شناسایی کنند و از خرد جمعی برای حل مشکلات و رفع موانع موجود در مسیر آموزش شیمی بهره ببرند. اگر من مسئولیتی در وزارت آموزش و پرورش داشتم، واحدی با عنوان واحد خلاقیت، ایده‌پردازی و نوآوری در زمینه آموزش دایر می‌کردم و از نخبگان، دبیران و استادان متخصص در این رشته بهره می‌بردم. متأسفانه گروه‌های آموزشی اهرم لازم را ندارند تا به آموزش انرژی دهند.

### ● معلم‌ها و گروه‌های آموزشی شیمی با چه مشکلات عمده‌ای روبه‌رو هستند؟

○ پاسخ به این سؤال در یک بند یا صفحه خلاصه نمی‌شود. مشکلات معلم‌ها و گروه‌های آموزشی شیمی از مشکلات آموزش و پرورش منفک نیست. پاسخیم را با طرح یک سؤال ارائه می‌دهم. آیا ما پژوهشی در زمینه مشکلات معلمان به‌صورت کلی یا جزئی انجام داده‌ایم تا بتوانیم بگوییم با چه مشکلاتی روبه‌رو هستند؟ ما هیچ اطلاعاتی در این باره از طریق انجام پژوهش نداریم. باز تأکید می‌کنم حل مشکلات در گرو کار علمی و پژوهشی است. برای مثال در استان ما پژوهشی در زمینه انگیزه معلمان در رابطه با آموزش صورت نگرفته است. ما چه کارهایی برای تقویت و افزایش شادابی در جامعه معلمی انجام داده‌ایم. من در طول چند سالی که سرگروه آموزشی شیمی استان بوده‌ام، جدای از مشکلات معیشتی معلم‌ها، نبود امکانات آموزشی و فناوری را در مدرسه‌ها مشکل اساسی آموزش می‌دانم. بودجه کافی برای خرید تجهیزات آموزشی در اختیار مدرسه‌ها نیست یا اگر باشد صرف خرید تجهیزات لازم نمی‌شود. آموزش هنوز به شیوه چهار سال پیش انجام می‌شود. آیا سزاوار است در عصر فناوری کلاس‌های درس فاقد نورافکن، تخته هوشمند و اینترنت پرسرعت باشد؟ من شیمی خواندم، آهن در اثر قرار گرفتن در معرض هوا و رطوبت زنگ می‌زند، برای جلوگیری از این زنگ‌زدن آن را رنگ می‌زنند یا آب‌کاری می‌کنند تا آسیب نبیند. ما برای جامعه معلمان و ایجاد انگیزه و شادابی روح آن‌ها تا حال در سطح کلان چه برنامه‌ای داشته‌ایم. من معلمان را خسته می‌بینم. نبود امکانات مالی نیز مانعی در سر راه گروه‌های آموزشی است. گروه‌های آموزشی رابط بین مدرسه‌ها و سازمان هستند و هر هفته اطلاعات لازم را تا جای ممکن جمع می‌کنند و به سازمان آموزش و پرورش گزارش می‌دهند. اما با مشکلاتی روبه‌رو هستند. به علت گستردگی مدرسه‌ها در شهرستان‌ها و منطقه‌ها، گروه‌های آموزشی نمی‌توانند بررسی‌های آموزشی را به‌نحو مطلوب انجام دهند. بهترین راهکار این است که سرگروه‌های آموزشی کل ساعت موظفی خود را در گروه آموزشی باشند تا برای بررسی و تحلیل آموزشی فرصت کافی داشته باشند. مشکل اساسی دیگری که گروه‌های آموزشی و معلم‌ها با آن مواجه هستند نداشتن ارتباط منطقی بین صف و ستاد است. بهتر است مسئولان آموزش و پرورش در سامان‌دهی و سازمان‌دهی معلم‌ها از خرد جمعی و هم‌فکری با گروه‌های آموزشی بهره ببرند؛ چون اطلاعات لازم را از توان علمی و انگیزه همکاران در زمینه آموزش دارند، اما متأسفانه چنین نیست. باید هر آموزش و پرورشی در سطح استانی و منطقه‌ای شناسنامه علمی و تخصصی معلم‌ها را داشته باشد و بر اساس این شناسنامه

علمی برای آموزش برنامه‌ریزی کند. زیرا اساسی‌ترین مؤلفه آموزش معلم است.

### ● کتاب‌های درسی شیمی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

○ مطالعات تطبیقی برنامه درسی شیمی بین محتوای کتاب‌های درسی شیمی در ایران با کشورهای مثل ژاپن و کره جنوبی انجام شده است، نتیجه آن‌ها نشان می‌دهند مؤلفه‌های برنامه درسی شیمی ایران در قسمت محتوا و هدف غنی است و تشابهات بسیاری با نظام آموزشی کشورهای پیشرفته دارد. شایان ذکر است امروزه با توجه به پیشرفت فناوری و هوش مصنوعی محتوای کتاب‌های درسی دیگر جای چالش ندارد. منظور من این است که کتاب در برهه کنونی نمی‌تواند رسانه اصلی آموزش باشد بلکه می‌تواند نمایشگر برنامه آموزشی برای فراگیرندگان باشد؛ زیرا امروزه دانش‌آموزان این امکان را دارند که با جست‌وجو در اینترنت یا وبگاه‌های علمی درباره مطالب کتاب درسی بیشتر مطالعه کنند. محتوای کتاب درسی از این نظر که فراگیرنده را به فکر کردن وادار می‌کند یا مطالبی همچون با هم ببندیم که فعالیت‌های گروهی هستند، از نکات مثبت کتاب درسی هستند. برخی محتوای کتب درسی نیز نگرش فراگیر را به سمت توجه به توسعه همه جانبه و حفظ محیط‌زیست سوق می‌دهند. اما یک اشکال وارد به برنامه درسی شیمی این است که شیمی پایه دهم از نظر محتوا و حجم مطالب با زمان اختصاص داده‌شده همخوانی ندارد و زمان اختصاص داده شده برای تدریس به‌خصوص پایه دهم کافی نیست. این مطلب از طریق نظرسنجی از معلم‌های شیمی استان و کشور بررسی شده است.

### ● میزان علاقه‌مندی دانش‌آموزان را به علم شیمی چگونه ارزیابی می‌کنید؟

○ اگر کل جامعه آماری دانش‌آموزان متوسطه (جامعه آماری استان) را در نظر بگیریم، به نظر من یکی از مشکلات بزرگی که در دوره دبیرستان در آموزش دانش‌آموزان وجود دارد، بی‌علاقگی و نبود انگیزه کافی برای آموزش است که در چند سال اخیر نمود و جلوه بیشتری پیدا کرده است. بیشتر تلاش دانش‌آموزان برای یادگیری بر اساس علاقه نیست بلکه برای عبور از این مرحله و رسیدن به مراحل دیگر باید شیمی را بخوانند تا بتوانند در آزمون سراسری دانشگاه و آزمون نهایی نمره لازم را کسب کنند. یعنی اجبار در کار است. انتظار ما این است که اگر دانش‌آموزان در آینده در دانشگاه رشته شیمی را انتخاب نمی‌کنند، حداقل در دوران دبیرستان شیمی را به‌عنوان یک علم کاربردی در زندگی یاد بگیرند.

### ● رویکردهای جدید کتاب درسی چقدر در میزان علاقه‌مندی دانش‌آموزان به علم شیمی تأثیر گذاشته است؟

○ به نظر من مرکز پژوهش آموزش و پرورش هر ساله باید این سؤال را به‌عنوان یک پژوهش و تحقیق در سطح کشور انجام دهد. تا نتیجه درستی از آن در اختیار برنامه‌ریزان قرار گیرد. من به این سؤال در سطح نمونه آماری کمتری و به‌عنوان کسی که

مؤلفه‌های برنامه  
درسی شیمی  
ایران در قسمت  
محتوا و هدف  
غنی است و  
تشابهات بسیاری  
با نظام آموزشی  
کشورهای  
پیشرفته دارد



که آموزش در دنیا را متحول کرده است، اما مدرسه‌های ما در بسیاری از استان‌ها هنوز از حداقل امکانات آموزشی بی‌بهره‌اند. هنوز دانش‌آموز شبیه یک محکوم روی صندلی مقابل معلم قرار دارد و به حرف‌های او گوش می‌کند. شما می‌دانید یک تخته هوشمند در کلاس درس چه تحولی در آموزش و به‌خصوص آموزش شیمی ایجاد می‌کند. تدریس موضوعی را که به انجام آزمایش و نمایش فیلم نیاز داشته باشد، در یک جلسه می‌توانید به راحتی به فراگیرندگان طوری آموزش دهید که هم انگیزه در دانش‌آموزان ایجاد شود و هم یادگیری به نحو مطلوب رخ دهد و در زمان صرفه‌جویی شود. مانع دیگری که به آموزش ضربه اساسی زده است مؤسسه‌های آموزشی خصوصی هستند که برخی مدیران در سطح خرد و کلان در همکاری با آن‌ها دارای منافع هستند. این مؤسسه‌ها دارای امکانات آموزشی و فناوری قوی هستند و با توجه به اینکه بیشتر تبلیغات آن‌ها بر پایه آزمون سراسری است، از روش‌های میان‌بر و فرمول‌های کلیشه‌ای در آموزش استفاده می‌کنند. در این شیوه‌های آموزشی، یادگیری کوتاه‌مدت است و پایدار نیست و باعث می‌شود دوگانگی در یادگیری فراگیرندگان در مدرسه‌ها و کلاس درس رسمی ایجاد شود و نظم نظام آموزشی رسمی دچار اختلال شود. بسیاری از مدرسان آن‌ها روش‌های تدریس را نیاموخته‌اند. من تدریس برخط بسیاری از آن‌ها را مشاهده کرده‌ام، به‌طور کلی شیوه‌های آموزشی آن‌ها با برنامه‌ها و اهداف آموزش و پرورش مغایرت دارد. آن‌ها در زمینه آموزش به دنبال این نیستند که نگرش فراگیرنده را تغییر دهند تا در آینده شهروندی خوب در ابعاد اقتصادی، سیاسی و اجتماعی باشد، فقط موفقیت در آزمون سراسری برایشان مهم است. آن‌ها امکانات قوی‌تری دارند و ضربه اساسی را به آموزش رسمی کشور می‌زنند. در تمام شهرستان‌هایی که بررسی کردم، دانشجوین رتبه برتر قبل از اینکه به دانشگاه بروند و به فکر تحصیل باشند دکان آموزشی و مشاوره‌ای باز می‌کنند و از طریق راه‌اندازی وبگاه‌ها و گروه‌های آموزشی به قول خود خدمات آموزشی و مشاوره‌ای ارائه می‌دهند. آن‌ها نمی‌دانند که خودشان دارای شخصیت و ویژگی‌های خاص خود بودند و در این زمینه تخصص ندارند و چه ضربه‌های مهلکی به روحیه و سرنوشت دیگران وارد می‌کنند و در این زمینه پاسخ‌گویی نتیجه کار خود نیستند و هیچ مرجعی هم پیگیر این رخداد نیست. مشکلات دیگری نیز وجود دارد که خلاصه به آن‌ها اشاره می‌کنم. نبود امکانات آزمایشگاهی، استخدام معلم‌های خارج از دانشگاه فرهنگیان که بر اساس امتیازات خاصی، همچون متأهل بودن و داشتن فرزند پذیرفته می‌شوند. سن آن‌ها زیاد است و انگیزه لازم را برای آموزش و از طرف دیگر آگاهی لازم را در زمینه فناوری و شیوه‌های تدریس ندارند. مسئله دیگر این است که بسیاری از معلمان اطلاعات خود را از نظر علمی، تخصصی و آگاهی از شیوه‌های نوین تدریس و با بهره‌گیری از فناوری روز دنیا به‌روز نمی‌کنند.

● **روند آموزش و ارزشیابی مجازی شیمی را در زمان همه‌گیری کرونا چگونه ارزیابی می‌کنید؟**  
○ می‌دانید که در روش تدریس به سبک روش اکتشافی یا

سرگروه شیمی بوده‌ام، پاسخ می‌دهم. با توجه به بررسی‌های کیفی و توصیفی که انجام دادم (نه بررسی کمی و آماری)، کتاب درسی شیمی از نظر محتوا، شکل، تصاویر و فعالیت‌ها (با هم بیندیشیم، خود را بیازمایید) در فراگیرنده برای یادگیری انگیزه ایجاد می‌کند. اما حجم و توزیع مطالب از نظر علمی چنین رویکردی را ندارند (برای مثال فصل سوم شیمی دهم از دیدگاه من خیلی از نظر محتوای علمی غنی است ولی در پایان سال تدریس می‌شود که دانش‌آموزان خسته هستند و معلم به‌خاطر کمبود وقت با سرعت بیشتری تدریس می‌کند. وقتی دانش‌آموزان در پایه ضعیف شدند، در سال‌های بعد یادگیری به تدریج ضعیف‌تر می‌شود و همین عامل باعث بی‌رغبتی به درس می‌شود.)

● **برای ایجاد علاقه و انگیزه در دانش‌آموزان چه راه‌هایی را مؤثر می‌دانید؟**

○ معتقدم همه دانش‌آموزان زمینه لازم را برای علاقه‌مند شدن به آموزش و یادگیری دارند. یعنی هیچ دانش‌آموزی از ابتدا، از هیچ علمی تنفر ندارد. بلکه عواملی وجود دارند که علاقه‌مندی فراگیرندگان را به آموزش علوم و علم شیمی سبب می‌شوند. از طرفی عواملی نیز ایجاد تنفر و بی‌رغبتی را به یادگیری باعث می‌شوند. از عوامل مهمی که باعث می‌شود شور و علاقه‌مندی دانش‌آموز به علم در هر درسی ایجاد شود، نقش معلم است. معلم می‌تواند همچون شمس که مولوی را متحول کرد، فراگیرنده خود را به آموزش و یادگیری علاقه‌مند کند. ایجاد علاقه در دانش‌آموزان، هنر و شگرد خاص دارد که هر معلم با دانش و خلاقیت، تن صدا، حالات صورت، ارتباطات انسانی و دوست‌داشتن دانش‌آموز خود می‌تواند آن را ایجاد کند. بر اساس تجربیاتی که در آموزش و تدریس شیمی دارم روش بسیار جالبی که می‌تواند در ابتدا دانش‌آموزان را به علم شیمی علاقه‌مند کند، تدریس جلسه اول شیمی در آزمایشگاه است، در این جلسه آزمایش‌های جذاب و علمی انجام داده شود تا از همان ابتدا شوقی در دانش‌آموزان ایجاد شود. شیوه دوم ایجاد علاقه، برقراری ارتباط بین علم شیمی و زندگی روزمره است. معلم هنگام آموزش محتوا نقش کاربردی آن موضوع را در زندگی و صنعت بیان کند که قابل لمس باشد. بارها در کلاس درس وقتی از کارهای پژوهشی و تحقیقاتی شیمی در زمینه‌های داروسازی و نانو صحبت می‌کنم، علاقه در او چهره دانش‌آموزان دیده‌ام. البته این‌ها تعدادی از روش‌های علاقه‌مندی است، اما امروزه فارغ‌التحصیلان زیادی در دوره‌های ارشد و دکترا در رشته شیمی وجود دارند که نمی‌توانند از تخصص خود بهره لازم را ببرند و همین مسئله باعث شده است که برخی دانش‌آموزان به‌رغم علاقه‌مند بودن به شیمی، به خاطر ترس از آینده شغلی این رشته از انتخاب آن خودداری کنند.

● **آموزش شیمی در مدرسه‌ها با چه مشکلات عمده‌ای مواجه است؟**

○ مشکل اساسی آموزش شیمی نبود امکانات و تجهیزات الکترونیکی یا فناوری روز در مدرسه‌هاست. با پیشرفت فناوری اعم از سخت‌افزاری و نرم‌افزاری (هوش مصنوعی) در برهه کنونی

با توجه به بررسی‌های کیفی و توصیفی که انجام دادم، کتاب درسی شیمی از نظر محتوا، شکل، تصاویر و فعالیت‌ها در فراگیری انگیزه یادگیری ایجاد می‌کند. اما حجم و توزیع مطالب از نظر علمی چنین رویکردی را ندارند



حل مسئله یکی از هدف‌های ما این است که فراگیرنده را طوری بار بیاوریم که از پس حل مشکلات طول زندگی خود بر بیاید. من چند سؤال می‌پرسم: چرا آتش‌نشانی به وجود آمد؟ اگر در جایی حادثه آتش‌سوزی رخ داد سریع این آتش را خاموش کند. چرا ستاد بحران تأسیس شد؟ تا اگر جایی زلزله رخ داد سریع به زلزله‌زدگان کمک برسانند. یعنی ما برای پیش‌بینی این بحران‌ها آمادگی داریم، اما برای بحران‌های آموزشی در آموزش و پرورش هیچ ستاد بحرانی آموزشی نداریم. کرونا یک چالش بود و ما باید از این بحران درس یاد می‌گرفتیم تا بر اساس تجربیات به دست آمده در این دوران برای رخدادهای آینده برنامه‌ریزی کنیم.

در شهریور سال ۹۵ مقاله‌ای با عنوان «آموزش درس شیمی با نظارت والدین و مدرسه توسط معلم با استفاده از شبکه‌های اجتماعی» در نهمین همایش آموزش شیمی ایران ارائه دادم. در این مقاله فرض را بر این گذاشتم که اگر زلزله‌ای رخ دهد و آموزش در منطقه یا شهرستان با مشکل روبه‌رو شود، چگونه باید به کمک شبکه‌های اجتماعی و فناوری آموزش را ادامه دهیم. طرحی به نام امداد و نجات آموزشی نیز در این زمینه مطرح کردم و از همکاران برای کمک به ادامه روند آموزش به صورت جهادی کمک خواستم.

در ابتدا با مقاومت فراگیرندگان در یادگیری به کمک شبکه‌های اجتماعی روبه‌رو بودیم. اما با راه‌اندازی سامانه LMS و آموزش همکاران توانستیم تا اندازه‌ای خلا موجود را در آموزش پر کنیم.

کرونا باعث شد تا روش تدریس جدیدی به نام روش تلفیقی یا ترکیبی ظهور پیدا کند که اکنون ترکیبی از آموزش مجازی و حضوری است و بسیار مفید واقع شده است. البته اگر همکاران را به استفاده از این روش ملزم کنند. شبکه‌های مجازی به انجام فرایندهای آموزشی همچون ارسال فیلم و تصویر، ارسال سؤال‌ها و انجام ارزشیابی فراگیرندگان در خارج از وقت رسمی به ما کمک می‌کنند.

### • آیا در آموزش مجازی، معلم‌ها توانسته‌اند بین مفاهیم نظری و فعالیت‌های آزمایشگاهی تعادلی ایجاد کنند؟

○ به عقیده من تا اندازه‌ای باید توانسته باشند. شما یک عنوان آزمایشگاهی را به صورت نظری تدریس می‌کردید. سپس در شبکه شاد یا روش پیشرفته‌تر همچون استفاده از سامانه LMS فیلم آزمایش را در گروه ارسال می‌کردید و دانش‌آموزان فیلم را مشاهده می‌کردند. ولی انجام آزمایش به صورت عملی توسط فراگیرندگان تأثیر بیشتری در یادگیری دارد.

### • چه پیامی برای ارتقای فعالیت‌های آموزشی مخاطبان ما (معلمان شیمی و دانشجو معلمان) دارید؟

○ به عنوان یک همکار باتجربه اولین پیام این است که اگر به شغل معلمی علاقه ندارند آن را انتخاب نکنند یا اگر در گذر زمان دیدند که شوقی در آن‌ها برای تدریس وجود ندارد این شغل را رها کنند، اگر چنین نکنند هم به روحیه خود و هم به

دانش‌آموزان ظلم می‌کنند. اما دانشجو معلمان باید تلاش کنند با فناوری‌های روز دنیا و ابزارهای آموزشی نوین آشنا شوند و خود را همراه با پیشرفت فناوری به‌روز کنند. سبک‌های آموزشی جدید را خوب یاد بگیرند و به کار ببنند. غیر از اینکه معلم آموزشی هستند تلاش کنند مشاور و روان‌شناسی خوب باشند و در این زمینه مطالعه و دانش‌افزایی کنند.

### • چه توصیه‌هایی به معلمان جوان و تازه‌کار دارید؟

○ توصیه می‌کنم با تمام توان از نیروی جوانی خود در آموزش بهره ببرند و هیچ عاملی انگیزه آن‌ها را کاهش ندهد. عوامل و روش‌هایی پیدا کنند که در آن‌ها شوق ایجاد کند و انگیزه آن‌ها را برای کار کردن افزایش دهد.

### • مهم‌ترین آرزوی شما به عنوان معلم شیمی و هماهنگ‌کننده گروه‌های آموزشی استان چیست؟

○ بزرگ‌ترین آرزوی من این است که وزارت آموزش و پرورش اولین و بااهمیت‌ترین سازمان و وزارت در تصمیم‌گیری‌های حاکمیت در همه ابعاد اقتصادی، اجتماعی و سیاسی باشد و اهمیت جایگاه آن به صورت عملی نه شعاری شناخته شود. کاش وزیر آموزش و پرورش را صاحب‌نظران و استادان تعلیم و تربیت دانشگاهی و معلم‌های باتجربه نظام تعلیم و تربیت انتخاب کنند و به رئیس‌جمهور معرفی کنند.

### • در پایان اگر نکته‌ای به ذهن‌تان می‌رسد لطفاً اضافه کنید.

○ همه قشرهای جامعه باید به اهمیت و جایگاه آموزش و پرورش در توسعه و پیشرفت کشور واقف باشند. در کره جنوبی شرکت‌هایی همچون سامسونگ هر ساله هزینه‌ای برای آموزش معلم‌ها و فرستادن آن‌ها به ژاپن برای دانش‌افزایی اختصاص می‌دهند. این نشان می‌دهد مردم و دولت به جایگاه آموزش و پرورش توجه دارند. موفقیت تمام کشورها مدیون آموزش و پرورش پویا و پیشرفته است. آموزش و پرورش شهروند آگاه تربیت می‌کند و شهروند آگاه در هر جایگاه مدیریتی که در آن کشور قرار گیرد باعث توسعه می‌شود.

اگر در کشوری آمار جرم بالا باشد، محیط‌زیست آن حال خوبی نداشته باشد، مصرف سوخت و انرژی مطلوب نباشد، مصرف آب از میزان استاندارد بالاتر باشد، قوانین راهنمایی و رانندگی خوب رعایت نشود، بهره‌وری کار پایین باشد، سرانه مطالعه افراد آن جامعه پایین باشد و افراد تحمل همدیگر را نداشته باشند، از بهداشت مناسبی برخوردار نباشد و هر مشکل دیگری، ناشی از این است که در آن کشور به جایگاه آموزش و پرورش اهمیت داده نشده است تا شهروند متعهد و آگاهی را تربیت کند تا چنین مشکلاتی به وجود نیاید.

بی‌نوشت

1. Geographic Information System (GIS)



# شیمی مرجان‌های دریایی



## صخره‌های مرجانی و سلامت بشری

دکتر لیلا حبیبی

دکترای برنامه‌ریزی درسی و کارشناسی ارشد آموزش شیمی، تهران

### اشاره

جنگلی از جانوران دریایی را تصور کنید و گیاهانی را که با چترهایی وارونه روی استخوان‌بندی‌های (اسکلت‌های) سنگی ریشه کرده‌اند. قارچ‌های مسطح و گنبدی‌شکلی که همگی به سمت بالا و نور خورشید لنگر انداخته‌اند و همانند رنگ‌های رنگین‌کمان می‌درخشند. آبیان بی‌شماری از ماهی‌های کوچک گرفته تا کوسه و نهنگ غول‌پیکر، این جنگل مرجانی را خانه خود می‌دانند و در میان شاخه‌های برهنه آن آزادانه شنا می‌کنند. صخره‌های مرجانی دریایی، شبیه جنگلی بارانی هستند. آن‌ها حدود یک‌دهم درصد از کف اقیانوس را پوشش می‌دهند و اقیانوس‌ها حدود یک‌سوم از کل حیات ما را تشکیل می‌دهند؛ بنابراین جای تعجب نیست که انسان‌ها از صخره‌های مرجانی به‌عنوان گنجینه و منبعی غنی برای تحقیقات پزشکی، تولید مواد غذایی و دارو سود می‌برند. همچنین صخره‌های مرجانی در برابر طوفان‌ها و سیل‌ها نقش مانع دارند که گواه اهمیت نقش بوم‌شناسی آن‌ها در طبیعت است.

**کلیدواژه‌ها:** مرجان دریایی، محیط‌زیست، شیمی دارویی، زیست‌زمین‌شیمی

### مقدمه

در صخره‌های مرجانی در مقایسه با بوم‌زیست‌های زمینی بسیار شگفت‌انگیز هستند. در واقع، منابع طبیعی موجود در اقیانوس‌ها دارای انبوهی از ترکیبات شیمیایی ناشناخته هستند که در عرصه‌های گوناگون پزشکی کاربرد دارند و می‌توانند پاسخ مناسبی برای این سؤال دیرینه پزشکی ارائه دهند: «چگونه بهتر و طولانی‌تر زندگی کنیم و زنده بمانیم؟» ساختارهای شیمیایی که از منابع طبیعی دریایی گرفته می‌شوند می‌توانند در توسعه و کشف داروهای جدید کمک بسیاری کنند.

### مرجان‌ها و ارتقای سلامت بشری

تنوع و شیوع بیماری‌های جدید و در حال ظهور (مانند سارس، مرس، کرونا)، وجود ویروس‌هایی مانند فلج‌اطفال که تولید واکسن آن در دنیا تقاضای بالایی دارد، همچنین وجود مقاومت پادزیستی در باکتری‌های رایج در بیماری‌هایی مانند عفونت‌های پوستی ناشی از استافیلوکوک اورئوس متی‌سیلین (مرسا)<sup>۱</sup> تکامل‌یافته، گزینه‌های درمانی سنتی را غیرقابل اعتماد ساخته‌اند و سلامتی انسان را به‌طور فزاینده‌ای تهدید می‌کنند. فرایندهای چالش‌برانگیز و هزینه‌های زیاد تولید

دانش بشری از نقش صخره‌های مرجانی در حفظ محیط‌زیست محدود است به درک فرایندهای «زیست‌زمین‌شناسی» مانند تنظیم آب‌وهوا یا ایجاد محیطی برای پرورش گونه‌های تجاری و غذاهای دریایی. منابع طبیعی دریایی مشتق از صخره‌های مرجانی با ارزش‌ترین منبع تولید محصولات طبیعی دریایی (ام‌ان‌پی)<sup>۲</sup> است. این منابع حاوی ترکیبات شیمیایی با موادی هستند که موجودات زنده تولید می‌کنند، مانند ترکیباتی که شکارچی در بی‌هوش کردن و به مهار درآوردن شکار یا کشتن مستقیم طعمه خود استفاده می‌کند؛ برای مثال حلزون دریایی از دور زیبا به‌نظر می‌رسد، اما سمی که از طریق ساختار دارتی‌مانند، از پای عضلانی خود تریق می‌کند، می‌تواند طعمه و انسان‌های بی‌دقت را فلج کند. قرن‌ها، از چنین موادی برای ساخت داروهای متعددی استفاده شده است. درحالی‌که بسیاری از منابع طبیعی زمینی مانند مورفین که از خشخاش به‌دست می‌آید یا پنی‌سیلین حاصل از قارچ برای ما شناخته شده‌اند، اما به‌نظر می‌رسد دانش ما هنوز درباره منابع طبیعی دریایی اندک است و کمتر از این منابع استفاده می‌کنیم. تنوع زیستی



کاربرد دارند و برخی دیگر هم به‌عنوان مکمل‌های غذایی و «پری بیوتیک‌ها»<sup>۵</sup> به بازار عرضه می‌شوند. همچنین در تهیه لوازم آرایشی و بهداشتی و طیف گسترده‌ای در کرم‌های آرایشی و لوسیون‌ها برای مراقبت از پوست و مو استفاده می‌شوند. از دیگر محصولات دریایی مشتق از صخره‌های مرجانی که در صنعت لوازم آرایشی استفاده می‌شوند، پاداکسنده‌های فعال، ترکیبات ضدپیری و رشددهنده مژه‌ها هستند. محافظت در برابر اشعه فرابنفش حتی برای موجودات دریایی هم حیاتی است. مرجان‌ها که در محیط‌های کم‌عمق زندگی می‌کنند و نور خورشید را با شدت بیشتری دریافت می‌کنند، به روشی برای محافظت در برابر آفتاب خشن استوایی و جزر و مد نیاز دارند. بدین منظور جلبک‌های هم‌زیست مرجان‌ها به‌طور مبتکرانه‌ای عمل می‌کنند و علاوه بر تولید قندها، با یک ماده فعال به نام اسیدهای آمینه شبیه «مایکوسپورین»<sup>۶</sup> مرجان‌ها را می‌پوشانند تا از مرجان‌ها در برابر اشعه فرابنفش محافظت کنند. بنابراین، جلبک‌ها الهام‌بخش راه‌حلی برای مشکل اشعه فرابنفش ارائه می‌دهند.

انتظار می‌رود تنوع موجودات زنده در صخره‌های مرجانی در حل بسیاری از چالش‌های صنعت داروسازی، از جمله درمان سرطان‌ها، عفونت‌های ناشی از باکتری‌ها و ویروس‌های مقاوم و همچنین ترمیم اندام‌های قطع‌شده یا سوخته مؤثر واقع شوند. از زمان درک اهمیت صخره‌های مرجانی برای تحقیقات پزشکی، تمرکز اصلی بر درمان سرطان بوده است. اما در حال حاضر داروهای ضد ویروسی، تسکین درد، درمان چاقی یا دارویی برای مبارزه با آلزایمر نیز در حال آزمایش هستند، که از میان ده دارویی که در حال حاضر در بازار موجود است، نه دارو منشأ دریایی دارند و از زیست‌بوم‌های صخره‌های مرجانی تهیه شده‌اند. برخی از این داروها که تأیید شده‌اند، عبارت‌اند از:

۱. **کاراگینان لوتان**<sup>۷</sup>: یک پلی‌ساکارید (زنجیره بلند کربوهیدرات‌ها) است که از جلبک‌های قرمز خوراکی استخراج می‌شود و بدون نسخه در برابر علائم اولیه سرماخوردگی فروخته می‌شود، زیرا از عفونت و تکثیر ویروس جلوگیری می‌کند.
۲. **زیکونوتاید**<sup>۸</sup>: در سم حلزون مخروطی دریایی یافت می‌شود، به‌عنوان تسکین‌دهنده‌های قوی در بیماری‌هایی مانند ایدز یا سرطان به بازار عرضه می‌شود.
۳. **ترابکتدین**<sup>۹</sup>: در حال حاضر به‌عنوان داروی شیمی‌درمانی در سرطان تخمدان استفاده می‌شود.



برخی داروهای تخصصی ایجاب می‌کند به‌کارگیری محصولات مشتق از صخره‌های مرجانی در آینده‌ای نه‌چندان دور بهبود و توسعه صنعت داروسازی را موجب شود. البته سوابق استفاده از محصولات طبیعی دریایی در تولید لوازم آرایشی، بهداشتی و دارویی موجود است. حال پژوهشگران حوزه شیمی دارویی و پزشکی به استفاده از منابع طبیعی دریایی برای کشف داروهای جدید روی آورده‌اند.

محصولات طبیعی دریایی قابلیت تأمین عناصر حیاتی یک رژیم غذایی سالم را دارند؛ مانند چربی‌های ضروری، ویتامین‌ها، مواد معدنی و پروتئین‌های حاوی اسیدهای آمینه که جدا از ارزش غذایی زیاد، فرصت‌های فراوانی را به صنعت داروسازی ارائه می‌دهند. برای مثال اسیدهای چرب امگا ۳ که به مقدار زیادی در غذاهای دریایی یافت می‌شوند، نقش بسزایی در سلامتی دارند، داروی «دوکوساهگزا‌انئوئیک اسید»<sup>۴</sup> که خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی را کاهش می‌دهد، از مرجان‌های دریایی استخراج می‌شود.

محصولات طبیعی دریایی به‌عنوان افزودنی‌های طبیعی، نگهدارنده‌ها، پاداکسنده‌ها (آنتی‌اکسیدان‌ها)، رنگ‌های طبیعی، نامیزه (مولسیون)‌کننده و تثبیت‌کننده‌ها در صنایع غذایی



مرجانی به حفاظت از آینده خودمان کمک خواهیم کرد. امروزه، اقدامات جهانی برای حفاظت از جلبک‌های دریایی به برنامه‌های احیای صخره‌های تخریب‌شده اضافه شده است. به‌طور کلی وضعیت زیست‌بوم‌ها به رفاه انسان زنجیر شده است. با محافظت از زیست‌بوم‌های خشکی‌ها و دریاها به تنوع غنی از ترکیبات شیمیایی کشف‌نشده دست خواهیم یافت. باید توجه داشته باشیم محافظت از صخره‌های مرجانی، کشف داروها و ترکیبات شیمیایی جدیدتری را برای سلامتی انسان تضمین می‌کند.

#### پی‌نوشت‌ها

##### 1. Biogeochemical

اصطلاح زیست‌زمین‌شیمی یا «بیوژئوشیمی» از واژه‌های «بیو» زیست‌شناسی، «ژئو» زمین‌شناسی و شیمی گرفته‌شده‌اند. این بدان معنی است که تمامی این عوامل در این نوع چرخه دخیل هستند. گردش مواد مغذی شیمیایی مانند کربن، اکسیژن، نیتروژن، فسفر، کلسیم، و آب از طریق جهان زیست‌شناختی و فیزیکی به‌عنوان چرخه بیوژئوشیمی شناخته می‌شوند. در واقع، این عنصر هر بار تکرار و بازیافت می‌شود، اگرچه در بعضی از چرخه‌ها ممکن است مخازنی وجود داشته باشد که در آن عنصر برای یک دوره زمانی طولانی انباشته شود.

##### 2. Marine natural products (MNP)

##### 3. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA)

یکی از عمده‌ترین زیرگونه‌های استافیلوکوک است و تفاوت آن با سایر زیرگونه‌ها، مؤثر نبودن آنتی‌بیوتیک‌های معمولی در درمان آن است. استافیلوکوک‌ها، ۳۳ زیرگونه دارند. بیشتر آن‌ها بی‌خطرند و به‌صورت طبیعی روی پوست اکثر افراد وجود دارند و در خاک نیز زندگی می‌کنند، اما گونه‌های بیماری‌زا نیز در بین استافیلوکوک‌ها وجود دارند که می‌توانند مسمومیت غذایی، استفرغ یا گاهی عفونت‌های خطرناک منجر به مرگ همچون ذات‌الریه ایجاد کنند.

##### 4. Docosahexaenoic acid (C<sub>22</sub>H<sub>42</sub>O<sub>2</sub>)

دوکوزاهگزانوئیک اسید یا DHA نوعی چربی امگا ۳ است که جزو ساختار اولیه مغز انسان، قشر مغز، پوست و شبکه است. می‌توان آن را از اسید آلفالیپونیک تهیه کرد یا مستقیماً از شیر مادر، روغن ماهی یا روغن جلبک به‌دست آورد.

##### 5. Prebiotic

ترکیباتی در غذا هستند که باعث رشد یا فعالیت ریزاندامگان‌های مفیدی مانند باکتری‌ها و قارچ‌های مفید می‌شوند. رایج‌ترین محیط اثری که در نظر گرفته می‌شود، دستگاه گوارش است، جایی که پریبیوتیک‌ها می‌توانند ترکیب سازواره‌ها (ارکانیسم‌ها) را در میکروبیوم روده تغییر دهند.

##### 6. Mycosporine-Like Amino Acids (MAA)

##### 7. Iota Carrageenan

##### 8. Ziconotide

##### 9. Trabectedin

##### 10. Cytarabine

#### منابعی برای مطالعه بیشتر

- Heron, S. F., Maynard, J. A., van Hooijdonk, R., and Eakin, C. M. (2016). Warming trends and bleaching stress of the world's coral reefs 1985–2012. *Sci. Rep.* 6:38402.
- Hughes, T. P., Kerry, J. T., Álvarez-Noriega, M., Álvarez-Romero, J. G., Anderson, K. D., Baird, A. H., et al. (2017). Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature* 543, 373–377.
- Allemand, D. (2020). Coral Reefs and Human Health. [https://icriforum.org/wp-content/uploads/2020/11/Coral-reefs-human-health\\_DIGITAL-27Nov.pdf](https://icriforum.org/wp-content/uploads/2020/11/Coral-reefs-human-health_DIGITAL-27Nov.pdf).

۴. سینتارابین<sup>۵</sup>: به‌عنوان گنج داروها در نظر گرفته می‌شود، زیرا از آن در تولید ترکیبات ضد باکتری، ضد ویروسی، ضد قارچی، ضد مالاریا و ضد تودینه (تومور) استفاده می‌کنند. سینتارابین به‌دلیل خاصیتی که دارد چندین دهه است که درمان دارویی کلیدی سرطان به‌شمار می‌رود و در حال حاضر، جزو بهترین روش‌ها برای درمان سرطان گلیوبلاستوما، سفید خون، مانند لوسمی است.

همچنین از دهه ۱۹۸۰ از مرجان‌ها در ساخت کاشتینه‌های (ایمپلنت‌های) دندان و پیوند استخوان استفاده می‌شود. از کاشتینه‌های مرجانی در ارتوپدی برای کمک به بازسازی استخوان‌ها نیز استفاده می‌شود. در نهایت، موجودات مرجانی در تحقیقات علمی برای درک چگونگی و چرایی پیری ما کمک می‌کنند.

## مرجان‌ها و حفاظت از محیط‌زیست

تنوع باورنکردنی صخره‌های مرجانی و نقشی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر سلامتی ما دارند، جدا از اینکه موجب بهبود رفاه کلی زندگی انسان‌ها هستند، اهمیت زیست‌شناختی نیز دارند. برای مثال، آن‌ها مانعی فیزیکی در برابر طوفان‌ها ایجاد می‌کنند و از تغییرات آب‌وهوایی شدید جلوگیری می‌کنند. ساکنان صخره‌های مرجانی، مانند اسفنج‌ها یا اسیدین‌ها نیز نقش کلیدی در تصفیه آب و تبدیل فاضلاب به آب شفاف آب‌های استوایی دارند. علاوه بر این، صخره‌های مرجانی منبع اصلی درآمد برای بسیاری از ساکنان ساحل دریاها و اقیانوس‌ها هستند و غذاهای لذیذ مانند ماهی یا خرچنگ‌ها را به مشتریان محلی و بین‌المللی ارائه می‌کنند. چنین خدمات زیست‌بومی ارزش عظیمی برای جامعه بشری دارد.

با این حال، فعالیت محلی و جهانی انسان‌ها سلامت مرجان‌ها را تهدید می‌کند. بنابراین ضروری است اقداماتی برای حفاظت از مرجان‌های موجود انجام دهیم و برای بازسازی زیستگاه‌های تخریب‌شده آن‌ها تلاش کنیم. عواملی مانند صید بی‌رویه، آلودگی و تغییرات آب‌وهوایی بیماری و مرگ مرجان‌ها را در مقیاس بزرگ موجب شده است. گرمایش آب دریاها و اقیانوس‌ها در مرحله اول جلبک‌های موجود در اطراف مرجان‌ها را از بین برده است و مرگ آن‌ها را بر اثر گرسنگی سبب شده است. استخوان‌بندی‌های مرجانی مرده به‌مرور مرجان‌های تازه را خفه می‌کنند و بدین ترتیب زیستگاه ساکنان صخره‌ای از بین می‌رود و انسان‌ها نه‌فقط یک زیست‌بوم زیبای خیره‌کننده را از دست می‌دهند، بلکه تعداد ناشناخته‌ای از ترکیبات شیمیایی را نیز از دست خواهند داد.

این رابطه متقابل سلامت انسان و زیست‌بوم را نخستین بار بقراط معرفی کرد، اما ۲۳۰۰ سال طول کشید تا بشر تشخیص دهد که ما با جلوگیری از تخریب زیست‌بوم‌هایی، مانند صخره‌های





# تربیت معلمان حرفه‌ای در عصر دیجیتال

پریوا صفری

کارشناس ارشد برنامه‌ریزی درسی و دبیر فیزیک منطقه ۱۲ تهران

## اشاره

معلم‌ها از ارکان اصلی نظام آموزشی هستند که وظیفه آموزش، ایجاد بینش و افزایش مهارت دانش‌آموزان را در چارچوب نظام آموزشی بر عهده دارند. اما یک معلم خوب چه ویژگی‌های دارد و چه مهارت‌هایی را باید برای انجام صحیح وظایف خود داشته باشد؟ مدیران و برنامه‌ریزان برای به‌روزرسانی دانش و مهارت معلمان چه برنامه‌هایی دارند و براساس چه الگویی در جهت توسعه مهارت‌های آن‌ها گام بر می‌دارند؟ معلم طی چه فرایندی تربیت و براساس چه شاخص‌هایی انتخاب می‌شود؟ چه تفاوتی میان کارشناس تخصصی موضوعی و معلم وجود دارد؟ پاسخ تمامی این پرسش‌ها را می‌توان در فرایند تربیت معلم، دانش مورد نیاز و مفهوم توسعه حرفه‌ای جست‌وجو کرد.

کلیدواژه‌ها: علوم تجربی، عصر دیجیتال، فاوا

## مقدمه

افزایش میزان درک و آگاهی معلمان از عوامل کلیدی در ارتقای کیفیت آموزشی است. تربیت حرفه‌ای معلمان در مراحل قبل، بدو و حین خدمت، فرایندی مستمر است که به آنان کمک می‌کند دانش و مهارت‌های لازم را برای شروع کار معلمی کسب کنند و این مهارت‌ها را حین کار افزایش دهند. معلم ماهر باید تسهیل‌کننده رشد شخصیت و تفکر خلاق در دانش‌آموزان باشد. توانایی ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان، توانایی تشخیص نیازها و شناسایی قابلیت‌های بالقوه دانش‌آموزان نیز از ویژگی‌های یک معلم ماهر محسوب می‌شوند. در اواسط قرن بیستم، پژوهشگران ویژگی‌های معلم





### دانش محتوایی معلم‌ها

هدف از آموزش علوم تجربی، آموزش مفاهیم، نظریه‌ها و مهارت‌هایی است که به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا دنیای اطراف خود را بهتر بشناسند و جواب‌های مناسبی برای سؤال‌های فراوان مرتبط با طبیعت، جهان هستی، ساختار و خواص مواد، موجودات زنده، قوانین فیزیکی و شیمیایی حاکم بر طبیعت پیدا کنند.

برای نمونه، در دوره دبستان اهداف آموزشی برنامه درسی علوم تجربی در چهار زمینه اصلی علوم زیستی، علوم فیزیکی (شامل فیزیک و شیمی)، علوم زمین و علوم بهداشت ارائه می‌شوند. هر یک از زمینه‌های اصلی دارای موضوع‌های کلی و اساسی هستند. مفاهیم مورد نظر در هر زمینه، ذیل یکی از موضوع‌های کلی قرار می‌گیرند. این موضوع‌ها عبارت‌اند از:

۱. علوم زیستی، شامل گیاهان، جانوران و اقلیم‌شناسی؛
۲. علوم فیزیکی، شامل ماده، انرژی، حرکت و فناوری؛
۳. علوم زمین، شامل فضا، زمین، آب‌وهوا؛
۴. علوم بهداشتی، شامل آشنایی با بدن انسان، حفظ سلامت و بهزیستی.

### دانش آموزشی معلم‌ها

در طول بیست سال اخیر، برنامه‌های درسی علوم تجربی در بیشتر کشورهای به‌صورت بنیادی تغییر کرده است و رویکردها، راهبردها و روش‌های جدیدی مبتنی بر یافته‌های پژوهشی جایگزین نظام‌های آموزشی سنتی شده است. در رویکردهای آموزشی جدید تلاش می‌شود دانش‌آموزان در فضای مناسب کلاسی، به‌طور فیزیکی و هوشمندانه با مواد آموزشی تعامل داشته باشند. اساس فعالیت‌های تعاملی دانش‌آموزان با مواد آموزشی بر کاوشگری، کشف مفاهیم و انجام فعالیت‌های ذهنی و عملی استوار است.

بر این اساس شیوه تربیت معلم و همچنین فعالیت‌هایی که وی در کلاس درس انجام می‌دهد، به‌طور گسترده‌ای تغییر کرده است. در روش‌های جدید تربیت معلم، بر میزان آگاهی معلم از روان‌شناسی تربیتی، روان‌شناسی رشد کودک، روش‌های یادگیری کودکان، انواع نظریه‌های یادگیری، انواع رویکردها، راهبردها و روش‌های آموزشی، ارتباطات و نقش آن در تدریس، مدیریت کلاس درس و ارزشیابی از آموخته‌های دانش‌آموزان تأکید فراوان شده است. این موارد، توصیفی از محتوای دانش آموزشی معلم است که با دارا بودن آن و به‌کارگیری در کلاس درس، می‌توان شاهد فرایند یاددهی - یادگیری اثربخش بود.

### دانش فناورانه معلم‌ها

کاربردهای تسهیل‌کننده فاوا و سایر ابزارهای آموزشی در برنامه‌های آموزشی به‌قدری گسترده و کارا بوده است که بسیاری از معلم‌ها و مدرسه‌ها، قبل از تدوین برنامه‌های جامع دولتی در

اثربخش را چنین توصیف می‌کردند:

۱. توانایی تدریس و اجرای طرح درس؛
  ۲. کنترل یادگیری و عملکرد دانش‌آموزان؛
  ۳. ارائه طرح درس با استفاده از روش‌های متنوع تدریس؛
  ۴. برقراری و حفظ روابط مناسب با دانش‌آموزان و همکاران.
- با ورود فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) به حوزه آموزش و یادگیری با هدف اجرای نقش تسهیل‌کننده، دانش‌مورد نیاز معلمان برای فعالیت حرفه‌ای اثربخش در مدرسه‌ها بازتعریف شد و شرایط جدیدی در برنامه‌های آموزشی معلمان ایجاد شد.

پژوهشگران دانش لازم برای فعالیت اثربخش

معلم‌ها را در کلاس درس به سه دسته تقسیم کردند: «دانش محتوایی<sup>۱</sup>»، «دانش آموزشی<sup>۲</sup>» و «دانش فناورانه<sup>۳</sup>». دانش فناورانه بیشتر بر استفاده از «فناوری آموزش<sup>۴</sup>» با تأکید بر فاوا و انواع رسانه تمرکز دارد.

درباره استفاده از فاوا در برنامه درسی بحث‌های زیادی شده است، اما در نهایت، فقط معلمان هستند که در مواقعی حساس، بر پایه نیاز و شیوه‌های یادگیری دانش‌آموزان، قابلیت‌های فاوا را در برنامه درسی به‌کار می‌گیرند.

فاوا قابلیت‌های بسیاری دارد نظیر:

۱. ایجاد تعامل سازنده؛
۲. افزایش تسلط بر مفاهیم درسی؛
۳. رشد خلاقیت و کنجکاوی؛
۴. ایجاد علاقه و انگیزه یادگیری؛
۵. تسریع انتقال مفاهیم؛
۶. افزایش دسترسی به منابع اطلاعاتی؛
۷. تسهیل روش‌های ارتباطی؛
۸. تسهیل یادگیری مشارکتی؛
۹. امکان یادگیری فردی (مستقل)؛
۱۰. امکان یادگیری گروهی.

این قابلیت‌ها اثرهای متنوعی را در روش‌های آموزش و یادگیری ایجاد کرده‌اند. به‌نظر می‌رسد مسئله نظام‌های آموزشی دیگر این نیست که آیا فاوا باید در برنامه درسی مدرسه‌ها وارد شود یا خیر، بلکه چگونگی ورود این فناوری و سایر فناوری‌های نوظهور، نظیر هوش مصنوعی به برنامه درسی مدرسه‌ها مطرح است؛ زیرا تاریخ تعلیم و تربیت در جهان نشان داده است که متولیان آن در گام نخست با شیفتگی سراغ فناوری‌های جدید رفته‌اند و درباره سودمندی آن‌ها، حتی مبالغه کرده‌اند، ولی بعد دریافته‌اند که واقعیت کلاس درس با امکاناتی که مشتاقان فناوری در ذهن ترسیم کرده‌اند، متفاوت است.

از طرف دیگر، یکی از گام‌های اساسی برای بهره‌مندی از این فناوری‌ها، تربیت معلمان ماهری است که علاوه بر داشتن دانش فناورانه بر دانش‌های موضوعی و آموزشی نیز مسلط باشند. جزئیات دانش‌های سه‌گانه اشاره شده در ادامه آورده شده است.



این زمینه، خود دست به کار شده‌اند و از این فناوری‌های نوین در جهت تسهیل یادگیری دانش‌آموزان سود برده‌اند. به همین علت، روش‌های کاربرد فاوا در مدرسه‌ها بسیار گوناگون است که آن را ناشی از چند علت می‌توان دانست:

- کارایی فوق‌العاده فاوا خصوصاً در زمینه تولید محتوای آموزشی؛

- انعطاف‌پذیری بالای این فناوری‌ها در ایجاد و نمایش محتوا به صورت‌های گوناگون؛
- وجود رابط‌های مناسب در ابزارهای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری موجود استفاده از این فناوری‌ها را برای معلم‌ها و دانش‌آموزان ساده کرده‌است؛

- وجود نوآوری در شیوه‌های تدریس معلمان که در تلفیق با این فناوری، ظهور الگوهای بدیع و کارای آموزشی را موجب می‌گردد.

با مطالعه کاربردهای فاوا، با تنوع وسیعی از روش‌های کاربرد آن در مدرسه‌ها و در فرایند یاددهی - یادگیری مواجه می‌شویم. برخی از

روش‌های مطرح در به‌کارگیری فاوا در مدرسه‌ها عبارت‌اند از:

۱. بازی‌های آموزشی
۲. بازی‌های ماجراجویانه
۳. نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای کمک معلم
۴. نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای خودآموز
۵. شبیه‌سازی‌ها
۶. کتاب‌های الکترونیکی
۷. دایرةالمعارف
۸. واژه‌پرداز
۹. برنامه‌های ذخیره و بازیابی اطلاعات
۱۰. برنامه‌های نمایش و ارائه اطلاعات
۱۱. نشر رومیزی
۱۲. طراحی به کمک رایانه
۱۳. پست الکترونیکی
۱۴. مرور و جست‌وجوی برخط
۱۵. آموزش گروهی برخط
۱۶. گروه‌ها و انجمن‌های اینترنتی
۱۷. تابلوهای مباحثه
۱۸. یادگیری الکترونیکی
۱۹. زبان‌های برنامه‌نویسی
۲۰. نرم‌افزارهای گرافیکی
۲۱. نرم‌افزارهای تولید محتوای آموزشی چندرسانه‌ای
۲۲. پژوهش انفرادی
۲۳. پژوهش گروهی

### تربیت معلم اثربخش

باید توجه داشت استفاده نامناسب از فاوا هیچ تغییر معناداری در یادگیری علوم به‌وجود نمی‌آورد، در حالی که اگر فناوری‌های

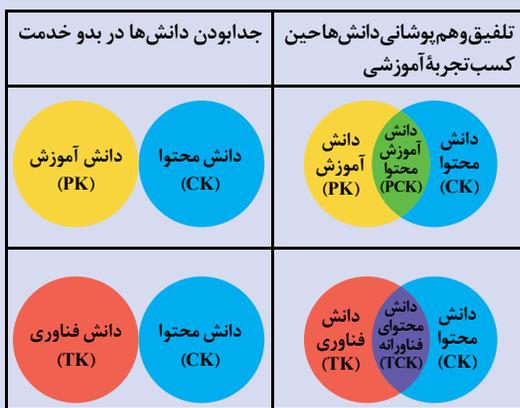
نوین، هوشمندانانه با برنامه‌دستی و علوم تربیتی تلفیق شوند، دستاوردهای یادگیری قابل توجهی به‌بار می‌آوردند. معلم دوره ابتدایی، برای فعالیت اثربخش در کلاس درس، آموزش‌های لازم را قبل از شروع خدمت دریافت می‌کند. این آموزش‌ها غالباً شامل سه حوزه مهم هستند:

۱. یادگیری محتوای علمی (شامل فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی عمومی)؛

۲. یادگیری علوم تربیتی (شامل مدیریت آموزشی، برنامه‌ریزی درسی و آموزشی، اصول و فلسفه تعلیم و تربیت، روش‌ها و فنون تدریس علوم تجربی، روان‌شناسی تربیتی، نظارت و راهنمایی، سنجش و اندازه‌گیری، فناوری آموزشی، آمار و روش پژوهش)؛

۳. یادگیری مجموعه مهارت‌های کاربردی هفت‌گانه رایانه (ICDL) و کاربرد فاوا در آموزش.

معلم بعد از سپری کردن دوره‌های آموزشی بدو خدمت، دانش محتوایی، دانش آموزشی و دانش فناورانه را دریافت می‌کند و می‌تواند وارد کلاس درس شود و فعالیت‌های آموزشی خود را شروع کند. گذشت زمان و کسب تجربه به معلم کمک می‌کند حوزه‌های یادشده را با هم بیامیزد و مهارت تلفیقی جدیدی را با عنوان‌های «دانش آموزش محتوا» (PCK)<sup>۷</sup>، «دانش محتوای فناورانه» (TCK)<sup>۸</sup> و «دانش آموزش فناورانه» (TPK)<sup>۹</sup> کسب کند. در شکل ۱، با الهام از واکنش دو اتم هیدروژن و هم‌پوشانی اربیتال‌ها در یک پیوند اشتراکی، چگونگی تلفیق و هم‌پوشانی دانش آموزش با دانش‌های محتوایی و فناورانه و تشکیل منطقه اشتراکی جدید به نمایش گذاشته شده است.

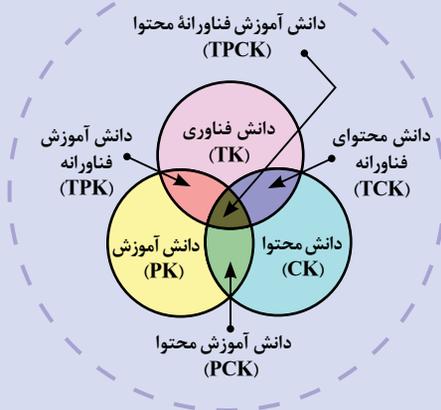


شکل ۱. تلفیق و هم‌پوشانی دانش آموزش با دانش‌های محتوایی و فناورانه

برای اولین بار در دهه هشتاد میلادی، پژوهشگران «دانش آموزش محتوا» را مطرح کردند. گذشت زمان و کسب تجربه سبب می‌شود تا معلم بتواند بین آموخته‌های قبلی خود در سه حوزه دانش‌های محتوایی، آموزشی و فناورانه که همانند جزایر جداگانه در ذهن وی جا خوش کرده‌اند، ارتباط برقرار کند و با تلفیق آن‌ها با یکدیگر، حوزه‌های بین‌رشته‌ای جدیدی را ایجاد کند.

آموزگاران فارغ‌التحصیل از مراکز تربیت معلم، در بدو خدمت،

محتوا، آموزش و فناوری استوار است، اما به طور دقیق تر تلفیقی از سه حوزه دانش آموزش محتوا، دانش آموزش فناوریانه و دانش محتوای فناوریانه است (شکل ۲).



شکل ۲. انواع دانش‌های مورد نیاز آموزگاران در عصر دیجیتال

بنابراین شایسته است هر آموزگاری قبل از ورود به حرفه معلمی، سه نوع یادگیری محتوای علمی، یادگیری علوم تربیتی و یادگیری کار با رایانه و کاربرد فاوا را در آموزش پشت سر گذاشته باشد و در طول خدمت در تقویت و ارتقای مهارت‌ها و شایستگی‌های لازم برای استفاده از رویکرد آموزش فناوریانه محتوا در تدریس و فرایند یاددهی- یادگیری کوشا باشد.

#### پی‌نوشت‌ها

1. Content Knowledge
  2. Pedagogical Knowledge
  3. Technological Knowledge
  4. Educational Technology
  5. Interface
  6. International Computer Driving License
  7. Pedagogical Content Knowledge
  8. Technological Content Knowledge
  9. Technological Pedagogical Knowledge
۱۰. ژاپنی‌ها به تازگی از یک روایت به نام Saya به عنوان معلم، پذیرشگر و منشی استفاده می‌کنند که موقعیت‌ها و چالش‌های جدیدی را در آموزش معرفی می‌کند.
11. Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPCK)

#### منابع برای مطالعه بیشتر

1. Annika, F., Pernilla, N. & Susanne, W. (2024). Capturing and Developing Teachers' Pedagogical Content Knowledge in Sustainable Development Using Content Representation and Video-Based Reflection, *Research in Science Education*, 54:393-412.
2. Alonzo, A. C., Berry, A., & Nilsson, P. (2019). Unpacking the complexity of science teachers' PCK in action: Enacted and personal PCK. In A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 271-286). Springer.
3. Barendsen, E., & Henze, I. (2019). Relating teacher PCK and teacher practice using classroom observation. *Research in Science Education*, 49, 1141-1175.
4. Behling, F., Förtsch, C., & Neuhaus, B. J. (2022). The refined consensus model of pedagogical content knowledge (PCK): Detecting filters between the realms of PCK. *Education Sciences*, 12, 592.

اطلاعات زیادی از مفاهیم، موضوع‌های علمی و علوم تربیتی دارند، اما به علت نداشتن تجربه عملی، در برقراری ارتباط بین دانش آموزشی و دانش محتوایی عملکرد ضعیفی دارند. با گذشت زمان ارتباط بین دو حوزه علوم تربیتی و محتوای علمی برقرار می‌شود و آموزگار با به کارگیری مثال‌ها، زمینه‌ها، قیاس‌ها و تجربه عملی انواع یافته‌های حوزه علوم تربیتی در فرایند یاددهی- یادگیری، به آموزش اثربخش علوم می‌پردازد. ادامه چنین روندی به کسب تجربه و تبحر فراوان در آموزش علوم می‌انجامد. در این وضعیت، محتوای علمی در محتوای دانش تربیتی آمیخته می‌شود و حوزه جدید «دانش آموزش محتوا» شکل می‌گیرد که عنوان‌هایی نظیر آموزش علوم، آموزش شیمی و آموزش فیزیک را در ذهن متبادر می‌سازد.

### تربیت آموزگار اثربخش در عصر دیجیتال

در عصر دیجیتال، فناوری‌های جدید به سرعت ما را به استفاده از روش‌های تعاملی، قابل حمل، شخصی‌سازی شده و جدید آموزش و پرورش ترغیب می‌کنند. این درحالی است که تحولات فناوری‌های ارتباط راه دور و ارتباط جمعی به دانش‌آموزان، معلمان و محققان توانایی استفاده از اطلاعات را می‌دهد و به آن‌ها در به کارگیری ابزارهای آموزشی، سرگرمی و محتوای دیگر از طریق شبکه‌های رایانه‌ای، تلفن‌ها و تلویزیون‌های کابلی و ماهواره‌ای کمک می‌کند. فناوری‌های دیجیتالی همچنین به آن‌ها اجازه می‌دهد از طریق روش‌های تعاملی، نظیر صوت و تصویر، متن و فرمت‌های چندرسانه‌ای در فرایند یادگیری تعامل داشته باشند. روایت‌های معلم<sup>۱۰</sup>، دوره‌های آموزشی الکترونیک، مدارک علمی الکترونیک، مدرسه‌ها و دانشگاه‌های مجازی در حال تغییر مفهوم آموزش و ارتقای آن به عصری جدید با فرصت‌ها و چالش‌های غیرقابل پیش‌بینی هستند. افزایش روزافزون رسانه‌های تعاملی دیجیتالی که برای نیازهای شخصی افراد طراحی شده‌اند، روش‌ها و الگوهای آموزشی جدیدی را ارائه کرده‌اند. در حال حاضر بعضی جنبه‌های مدل‌های آموزشی جدید در بسیاری از مؤسسه‌های آموزشی نمایان هستند. مدرسه‌ها به سرعت هوشمند شده‌اند و همین مسئله باعث شده است تا دانش‌آموزان به خدماتی نظیر فیلم‌های تعاملی، اینترنت بی‌سیم و شبکه‌های جهانی دسترسی پیدا کنند.

گرچه اکثر دانش‌آموزان سواد رایانه‌ای دارند، ولی بعضی معلم‌ها از این دانش برخوردار نیستند. این نقصان باید با آموزش معلم‌ها و آموختن استفاده از رایانه و فناوری‌های تعاملی برطرف شود. همچنین معلم‌ها باید روش‌های سنتی آموزشی خود را با دانش‌آموزانی تطبیق دهند که به علت بزرگ‌شدن با رایانه و تلویزیون، به جای سخت‌افزاری نظیر کتاب و جزوه، به استفاده از ابزار دیداری علاقه دارند.

پژوهشگران حوزه آموزش و پرورش با درک چالش‌ها و نگرانی‌های موجود در عصر دیجیتال، دانش مورد نیاز معلمان را برای فعالیت حرفه‌ای در مدرسه‌ها به‌روزرسانی کرده‌اند و دانش تلفیقی جدیدی با عنوان «دانش آموزش فناوریانه محتوا» (TPCK)<sup>۱۱</sup> معرفی کرده‌اند. هر چند اساس این دانش بر پایه دانش‌های



# مسابقه دانشمندان برای نام‌گذاری عنصرهای جدید

دکتر آذر کجباف والا

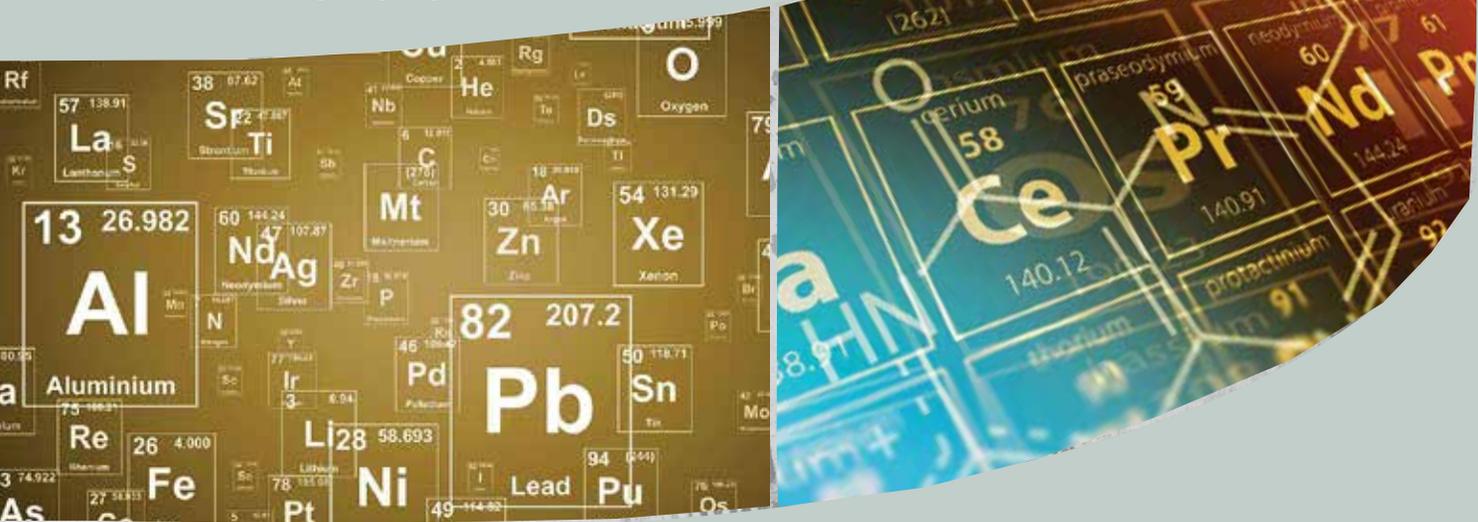
دکترای شیمی - فیزیک، دبیر شیمی، نوشهر استان مازندران

## اشاره

در این مطالعه، تاریخچه نام‌گذاری ۳۵ عنصر شیمیایی کشف‌شده و ساخته‌شده در قرن بیستم و بیست‌ویکم بررسی شده است. اولویت نام‌گذاری این عنصرهای جدید، بر اساس اطلاعات مستند منتشرشده درباره آن‌ها در مجله‌های علمی یا گزارش‌های همایش‌های علمی در نظر گرفته شده است. هر چند برخی دانشمندان فیزیک و شیمی یا بعضی از کشورها تلاش کردند تا نام مورد نظر خود را انتخاب کنند، اما با دخالت اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی (آیوپاک<sup>۱</sup>) و اتحادیه بین‌المللی فیزیک محض و کاربردی (آیوپاف<sup>۲</sup>)، نام‌های برخی از عنصرها چندین بار تغییر کرد و در نهایت پس از توافق نام عنصر مشخص شد و در همان دوره در رسانه‌های متعددی منتشر شد. بنابراین، این مطالعه کوششی برای رفع ابهام درباره اولین نام‌های منتشرشده ۳۵ عنصر شیمیایی شناخته‌شده اخیر است.

**کلیدواژه‌ها:** عنصرهای شیمیایی، تاریخ شیمی، عنصرهای پرتوزا

B	Boron
C	Carbon
F	Fluorine
H	Hydrogen
I	Iodine



## مقدمه

تاریخچه کشف و نام‌گذاری عنصرهای شیمیایی را می‌توان به سه مرحله کشف عنصرهای طبیعی با هسته پایدار، کشف عنصرهایی با ایزوتوپ‌های ناپایدار و در نهایت ساخت عنصرهای مصنوعی ناموجود در طبیعت تقسیم کرد. تا سال ۱۹۲۵، تمامی عنصرهای دارای ایزوتوپ‌های پایدار کشف و در جدول تناوبی جایابی شده بودند. تا آن تاریخ شیمی‌دان‌ها نقش عمده‌ای در شناسایی و نام‌گذاری عنصرهای شیمیایی ایفا می‌کردند، اما با ساخت دستگاه‌های شتاب‌دهنده سیکلوترون در سال ۱۹۳۲، فیزیک‌دان‌ها نیز وارد مرحله کشف و نام‌گذاری عنصرها شدند.

## نام‌گذاری عنصرها در عصر جدید

در شکل یک، تمامی عنصرهای دارای ایزوتوپ‌های پایدار کشف و جایابی‌شده در جدول تناوبی با رنگ خاکستری نشان داده شده‌اند. ۳۵ عنصر شیمیایی که در قرن بیستم و بیست‌ویکم کشف و نام‌گذاری شده‌اند، با رنگ نارنجی مشخص شده‌اند. سال ۱۸۹۶، برخی شیمی‌دان‌ها به نمونه‌های عنصر ساماریوم که به یک عنصر ناشناخته آلوده شده بودند، مشکوک شده بودند و وجود عنصری با عدد اتمی ۶۳ را پیش‌بینی کرده بودند. این عنصر بعدها در سال ۱۹۰۱ به صورت خالص جداسازی شد و «یورانیوم» نام‌گذاری شد. بنابراین، یورانیوم اولین عنصری بود که



کوتاه آن Re و عدد اتمی آن ۷۵ است. رنیم فلزی سنگین به رنگ سفیدنقره‌ای و از گروه فلزات واسطه است. از نظر ظاهری به منگنز و تکنسیم شباهت زیادی دارد و از طریق استخراج و پالایش سنگ‌های معدنی مس و مولیبدن تهیه می‌شود. نام این عنصر از رود راین در اروپای غربی گرفته شده است.

این عنصر از کمیاب‌ترین عناصر روی زمین است و فراوانی آن در پوسته زمین یک در میلیارد برآورد شده است. تحمل حرارتی بالای این فلز باعث شده است تا از ابرآلیاژهای نیکل و رنیم در ساخت موتورهای جت استفاده شود. نسل دوم ابرآلیاژهای رنیم که در موتورهای توربین پروانه‌ای (توربوفن) جنگنده‌هایی چون اف-۱۴، اف-۱۵ و اف-۱۶ استفاده شده‌اند، دارای ۳ درصد رنیم و نسل سوم این آلیاژها که در موتورهای اف-۲۲ و اف-۳۵ استفاده شده‌اند، حاوی ۶ درصد رنیم هستند.

حدود هفتاد درصد رنیم تولیدی جهان برای ساخت موتورهای جت استفاده می‌شوند. دومین کاربرد مهم این فلز در ساخت کاتالیزگرهای پلاتین-رنیم است که برای ساخت بنزین بدون سرب و اکتان بالا استفاده می‌شوند. تولید سالانه این فلز چهل تا پنجاه تن است و کشورهای پرو، شیلی، آمریکا و لهستان مهم‌ترین تولیدکنندگان آن هستند. عنصر رنیم از گران‌ترین فلزات است که تنها طلا و فلزات گروه پلاتین از آن گران‌تر هستند.

فرانسیم آخرین عنصری بود که قبل از تولیدشدن آن در آزمایشگاه در طبیعت کشف شد. حدود دهه ۱۸۷۰ شیمی‌دان‌ها متوجه شدند باید عنصری با عدد اتمی ۸۷ در گروه فلزات قلیایی زیر سزیم وجود داشته باشد. این عنصر با نام آکاسزیم پیش‌بینی شد. گروه‌های پژوهشی تلاششان را برای یافتن و خالص‌سازی این عنصر ناشناخته آغاز کردند، تا اینکه یک شیمی‌دان فرانسوی موفق شد این عنصر را کشف و ثبت کند. عنصر به افتخار زادگاه وی و کشوری که عنصر در آن کشف شده بود، فرانسیم نام گرفت و به آخرین عنصر کشف‌شده‌ای بدل شد که در طبیعت به شکل آزاد وجود دارد.

فرانسیم از کمیاب‌ترین عناصر جدول تناوبی است و گذشته از این، پایدارترین ایزوتوپ آن فرانسیم-۲۲۳ نیمه‌عمری معادل ۲۲ دقیقه دارد. به‌علت ناپایداری و ناپایداری، جداکردن اتم‌های فرانسیم برای اندازه‌گیری ممکن نیست. به‌همین دلیل برای تعیین خواص آن بیشتر به مکان آن در جدول تناوبی تکیه می‌کنند. فرانسیم به‌علت ناپایداری و کمیاب بودن، کاربرد تجاری ندارد، ولی برای تحقیقات درباره خواص شیمیایی و ساختار اتمی استفاده می‌شود. این آزمایش‌ها به کشف اطلاعات دقیقی درباره پتانسیل شیمیایی، ذرات زیر اتمی و ترازهای انرژی انجامیده است.

در قرن بیستم توصیف و نام‌گذاری شد. عنصر بعدی، آخرین فلز نادر خاکی پایدار کشف‌شده بود. این عنصر در سال ۱۹۰۷ از ایتربیم با عدد اتمی ۷۰ جدا شد. کشف جدید با نام «لوتسوم» با عدد اتمی ۷۱ نام‌گذاری شد.

عنصر بعدی فلز «پروتاکتینیوم» است که حداقل دو بار کشف و نام‌گذاری شد. این فلز اولین بار سال ۱۹۱۳ کشف شد، ولی به‌دلیل نیمه‌عمر کوتاه ایزوتوپ مورد مطالعه با عدد جرمی ۲۳۴، آن را «برویوم» نامیدند. پنج سال بعد ایزوتوپ پایدارتر این عنصر کشف شد و آن را پروتاکتینیوم با عدد اتمی ۹۱ نام‌گذاری کردند. پروتاکتینیوم در تمام سنگ‌های معدنی اورانیوم یافت می‌شود. از یک تن کانی اورانیوم حدود ۳۴۰ میلی‌گرم از این عنصر استخراج می‌شود. عنصر پروتاکتینیوم در حقیقت نادرترین و گران‌ترین عنصری است که در طبیعت وجود دارد. این عنصر از عناصر سری اکتینیدها محسوب می‌شود و به‌صورت مصنوعی و از طریق شکافت هسته‌ای عناصر اورانیم، توریم و پلوتونیم نیز به‌دست می‌آید.

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	TC	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	TS	Og
		*	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
		**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

شکل ۱. جدول تناوبی عنصرهای شیمیایی طبیعی و مصنوعی

داستان جست‌وجو و نام‌گذاری عنصر ۷۲ پیچیده و پر از تنش بین دانشمندان است. اولین بار این عنصر را در معدن زیرکن کشف کردند. اولین اعلام کشف بسیار غیرمعمول بود، زیرا نیلز بور آن را در سخنرانی نوبل خود در استکهلم در تاریخ یازده دسامبر ۱۹۲۲ ذکر کرد. اولین یادداشت با پیشنهاد نام «هافنیوم» در ژانویه ۱۹۲۳ در مجله نیچر در نامه‌ای با عنوان «در جست‌وجوی عنصری با عدد اتمی ۷۲» منتشر شد. هافنیوم آخرین عنصر پایدار کشف‌شده بود. کشف عنصر رنیم اولین بار سال ۱۹۲۵ صورت گرفت. نشانه



## عنصرهای ساخته شده در آزمایشگاه

پنج عنصر Tc، At، Pm، Pu و Np به میزان اندکی در طبیعت یافت می‌شوند، اما به‌علت نداشتن ایزوتوپ‌های پایدار، قبل از کشف در طبیعت به‌صورت مصنوعی ساخته شدند. وجه اشتراک میان این عناصر این است که کشف‌کنندگان به سرعت نامی برای آن‌ها پیشنهاد نکردند. یکی از دلایل آن، دوران دشوار جنگ جهانی دوم بود که طی آن کشف‌های هسته‌ای مخفی نگه داشته می‌شد. دلیل دیگر آن بود که یک عنصر به‌صورت مصنوعی به مقداری بسیار ناچیز ساخته شده بود که تا آن زمان در طبیعت کشف نشده بود، به‌خصوص اگر این عنصر یک ایزوتوپ ناپایدار و پرتوزا بود. وضعیت در سال ۱۹۴۷ پس از انتشار مقاله شیمی‌دان نامدار آن زمان در مجله نیچر تغییر کرد و نظم جدیدی در نام‌گذاری شیمیایی عناصر برقرار شد؛ هم درباره نام‌گذاری ایزوتوپ‌ها و هم درباره روش نام‌گذاری عنصرهای جدید.

تکنسیم با عدد اتمی ۴۳ اولین عنصری بود که سال ۱۹۳۷ با بمباران مولیبدن با نوترون‌ها در شتاب‌دهنده حلقوی (سیکلوترون) به‌صورت مصنوعی تولید شد. در سال ۱۹۶۱، ایزوتوپ طبیعی تکنسیم از شکافت طبیعی اورانیوم به‌دست آمد. آستانین با عدد اتمی ۸۵ عنصر دیگری است که سال ۱۹۴۰ از بمباران بیسموت با ذرات آلفا تولید شد. سال ۱۹۴۳ ایزوتوپ پایدار این عنصر در طبیعت کشف شد و سال ۱۹۴۷ به‌طور رسمی با عنوان آستانین نام‌گذاری شد. این عنصر کمیاب‌ترین عنصر در کره زمین است و کل مقدار آن حدود سی گرم برآورد می‌شود. آستانین عنصری جامد، سیاه رنگ و پرتوزاست که در جدول عناصر شیمیایی در گروه هفده جدول و دوره ششم قرار دارد. سنگین‌ترین هالوژن به‌شمار می‌رود و نقطه ذوب و انجماد آن از دیگر هالوژن‌ها بیشتر است. یکی از ترکیبات معروف و پایدار آن، آستانین هیدرید (AtH) است که دارای یون مثبت این عنصر است.

پرومتیوم با عدد اتمی ۶۱ آخرین لانتانیدی بود که سال ۱۹۴۵، در فرایند تجزیه اورانیوم-۲۳۵ شناسایی شد و اولین پیشنهاد رسمی نام در سال ۱۹۴۸ برای این عنصر ثبت شد. بعدها در سال ۱۹۶۵، ایزوتوپ ۱۴۵ این عنصر را از یک توده خاکستر زمینی کمیاب جدا کردند.

## عنصرهای جنگی: Cm، Am، Pu، Np

اورانیوم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن در تهیه سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود. اورانیوم فلزی نقره‌ای-خاکستری رنگ است که از خانواده آکتینیدها محسوب می‌شود. یک اتم اورانیوم دارای ۹۲ پروتون و ۹۲ الکترون است که شش عدد از این الکترون‌ها، به‌عنوان الکترون ظرفیت در نظر گرفته می‌شوند. چون ایزوتوپ‌های اورانیوم ناپایدار هستند، این عنصر دارای خلصت ضعیف پرتوزایی است. متداول‌ترین ایزوتوپ‌های اورانیوم طبیعی، اورانیوم-۲۳۸ با ۱۴۶ نوترون است که بیش از ۹۹ درصد

از اورانیوم موجود روی زمین را تشکیل می‌دهد و اورانیوم-۲۳۵ با ۱۴۳ نوترون است که حدود ۰/۷۲ درصد از اورانیوم موجود روی زمین را تشکیل می‌دهد.

بسیاری از کاربردهای امروزی اورانیوم، در خواص منحصربه‌فرد هسته‌ای آن خلاصه می‌شود. اورانیوم-۲۳۵ تنها عنصر طبیعی موجود است که دارای ایزوتوپ‌های شکافت‌پذیر است، این خلصت موجب شده است از آن به‌صورت گسترده در نیروگاه‌های هسته‌ای و سلاح‌های هسته‌ای استفاده شود. با این حال، به‌علت این‌که مقادیر ناچیزی از آن در طبیعت یافت می‌شود، نیاز است که تحت فرایندی موسوم به غنی‌سازی اورانیوم، غنا و غلظت آن برای استفاده در نیروگاه‌های هسته‌ای افزایش داده شود. به کمک نوترون‌های پرسرعت شکافتن اورانیوم-۲۳۸ میسر می‌شود. همچنین این ایزوتوپ به‌اصطلاح «ماده بارور» خوانده می‌شود، به این معنی که توانایی دارد به ایزوتوپ پلوتونیوم-۲۳۹ شکافت‌پذیر در یک رآکتور هسته‌ای تبدیل شود. از ایزوتوپ‌های اورانیوم برای تهیه عنصرهای Cm، Pu، Am، استفاده می‌شود.

نپتونیم با عدد اتمی ۹۳، سال ۱۹۴۰ از طریق شکافت اورانیوم-۲۳۸ تولید شد. پلوتونیوم با عدد اتمی ۹۴ عنصر پرتوزایی دیگری بود که از طریق شکافت اورانیوم-۲۳۵ تولید شد. تمامی گزارش‌های مربوط به سال‌های ۱۹۴۱ تا ۱۹۴۵ درباره عنصرهای رادیواکتیو تازه کشف‌شده به‌دلیل محرمانه‌بودن واکنش‌های هسته‌ای طبقه‌بندی شدند و تا پایان سال ۱۹۴۵ منتشر نشدند. بنابراین بسیار دشوار است که لحظه فاش شدن اطلاعات اولیه درباره نام عناصر به‌عموم قابل تعیین باشد. سال ۱۹۴۴، تولید عنصرهای آمریسیوم با عدد اتمی ۹۵ و کوریوم با عدد اتمی ۹۶ در دانشگاه برکلی ایالات متحده اتفاق افتاد و در نوامبر ۱۹۴۵ به‌عموم اعلام شد. آمریسیوم، فلز است و رنگی نقره‌ای دارد و به آهستگی در هوای گرم و خشک اکسید می‌شود و جلای خود را از دست می‌دهد. این عنصر پرتوزاست و از خود تشعشعات گاما و آلفا ساطع می‌کند. از ایزوتوپ آمریسیوم-۲۴۱ به‌عنوان یکی از اجزای حسگر دود در دستگاه ایمنی اطفای حریق استفاده می‌شود.

کوریوم عنصری فلزی، پرتوزا، سنتتزی و از خانواده آکتینیدهاست که از بمباران پلوتونیوم و آمریسیوم با نوترون تولید می‌شود و به افتخار دانشمندان فرانسوی، پیر و ماری کوری، نام‌گذاری شده است. کوریوم به‌عنوان سوخت هسته‌ای، برای ایجاد گرما و نیرو در ماهواره‌ها به‌کار می‌رود.

پژوهش‌های هسته‌ای گسترده در پژوهش‌های منهن در دانشگاه برکلی هر چند به ساخت بمب هسته‌ای منجر شد، اما دستاورد مهم‌تر دیگری نیز داشت. کشف عناصر ۹۳ تا ۱۰۱ در این دانشگاه و در جریان پژوهش‌های انجام‌گرفته اتفاق افتاد. عنصرهای برکلیوم با عدد اتمی ۹۷، کالیفرنیوم با عدد اتمی ۹۸، اینشتاینیوم با عدد اتمی ۹۹، فرمیوم با عدد اتمی ۱۰۰ و مندلیفیم با عدد اتمی ۱۰۱، همگی در آزمایشگاه‌های این دانشگاه کشف و نام‌گذاری شدند.





# مشورت با همکاران خلاق و با تجربه، راهگشای چالش‌های آموزشی

گفت‌وگو با دکتر مریم نظری علی‌آبادی،  
سرگروه شیمی استان گیلان

گفت‌وگو کننده: پری حاجی‌خانی



## اشاره

نظری علی‌آبادی سال ۱۳۶۰ در یک خانواده فرهنگی در رشت به دنیا آمده است. تا دوره دیپلم را در منجیل، رودبار و رشت گذرانده است. سال ۷۹ با قبولی در رشته دبیری علوم وارد دانشگاه می‌شود و از سال ۸۳ در آموزش و پرورش استان زنجان به عنوان دبیر علوم به خدمت مشغول می‌شود. همان سال به دلیل علاقه زیاد به رشته شیمی، مجدد در آزمون سراسری دانشگاه شرکت می‌کند و در رشته کارشناسی شیمی کاربردی به تحصیل می‌پردازد و سپس تدریس شیمی را آغاز می‌کند، سال ۸۷ در دوره ارشد شیمی کاربردی و سال ۹۹ در مقطع دکترای شیمی کاربردی پذیرفته می‌شود و به تحصیل خود ادامه می‌دهد. علی‌آبادی تا کنون در شهرستان طارم زنجان، قروه کردستان و شهرهای رودبار، املش و رشت درس‌های علوم و شیمی را در مدرسه‌های دولتی، شاهد، سمپاد و نمونه‌دولتی تدریس کرده است. در این مسیر به‌طور پیوسته از سال ۸۹ سرگروه شیمی گروه‌های آموزشی استان زنجان بوده است و بعد از سال ۹۶ با گروه آموزشی شیمی و آزمایشگاه علوم استان گیلان همکاری کرده است. از سال ۱۴۰۰ نیز به عنوان سرگروه شیمی استان گیلان به فعالیت خود ادامه می‌دهد.



محیط‌زیست در جهت اهداف عالی کشور افق روشنی برای آینده این رشته ایجاد خواهد کرد و ضروری است این مهم با امکان‌های موجود گسترش بیشتری یابد.

## ● گروه‌های آموزشی شیمی چه نقشی در ایجاد خلاقیت و نوآوری در آموزش و یادگیری شیمی ایفا می‌کنند؟

○ گروه‌های آموزشی با تعامل و مشورت به‌مراتب عالی‌تر از گذشته توان بهره‌بردن از همکاران خلاق، توانمند و پژوهشگر را دارند تا راهکاری برای بهبود آموزش شیمی و اثربخش‌تر شدن آن متناسب با هر استان، شهرستان و منطقه تدوین کنند و بر آن اساس، رویکردهای جدید در خصوص برنامه درسی، تحلیل و تولید محتوای آموزشی، نقد و بررسی سؤالات امتحانی و آزمون سراسری به دبیران ارائه شود. در واقع گروه‌های آموزشی همانند سفیران آموزش بین دبیرخانه و دبیران شیمی هستند تا به اثربخشی و خلاقانه‌تر شدن آموزش شیمی کمک کنند.

## ● معلم‌ها و گروه‌های آموزشی شیمی با چه مشکلاتی روبه‌رو هستند؟

○ مشکلات موجود را می‌توانم این‌چنین دسته‌بندی کنم:  
- فاصله بین مطالب کتاب درسی و سؤال‌های آزمون سراسری؛

## ● دلایل علاقه‌مندی تان به شیمی و آموزش شیمی را بیان فرمایید.

○ به‌طور خلاصه می‌توانم بگویم علاقه‌ام را مدیون راهنمایی‌ها و تشویق‌های مادر و پدرم و همچنین تأثیر عمیق دبیران و استادان گران‌قدری چون مرحوم دکتر درویش هستم. در این سال‌ها علاقه‌ام به آموزش و حضور مستمر در فضای پرانرژی و جذاب کنار دانش‌آموزان همواره مشوق و نیروی محرکه‌ای برای گام‌های بعدی‌ام بوده‌اند و ناگفته پیداست هر کسی که سعادت تدریس، به‌خصوص به نوجوانان داشته باشد، وقتی آموزشی را ارائه می‌دهد و بازتاب‌های مثبت آن را دریافت می‌کند حتماً این حس خوب و لذت‌بخش را درمی‌یابد.

## ● وضعیت آموزش شیمی را در مدرسه‌های کشور چگونه ارزیابی می‌کنید؟ چه مانع‌هایی وجود دارند و چه افق‌های روشنی پیش‌رو می‌بینید؟

○ امروزه که فضای مجازی دسترسی همکاران و دانش‌آموزان را به منابع آموزشی بیشتر کرده است، وضعیت آموزشی نسبت به گذشته شرایط بهتری دارد. اگر چه کمبود فضا، مواد و لوازم آزمایشگاهی در سراسر کشور در افت کیفیت آموزش تأثیر گذاشته است. کاربردی کردن آموزش‌های شیمی و پیوند آن با صنعت و



- کمبود فضای هوشمند که استفاده همه کلاس‌ها و دبیران را از یک فضا در پی خواهد داشت.

● **با توجه به کاربردهای گسترده شیمی در صنعت، آیا روند آموزش شیمی در مدرسه‌ها کاربردی است؟**  
○ نسبت به گذشته بهتر شده است، اما تا رسیدن به اهداف

مورد قبول فاصله بسیار است.

● **آیا در آموزش مجازی، معلم‌ها توانسته‌اند بین مفاهیم نظری و فعالیت‌های آزمایشگاهی تعادلی ایجاد کنند؟**

○ آموزش مجازی به دلیل عدم حضور دانش‌آموز در فضای کلاس و آزمایشگاه مطلوب نیست، اما دبیرخانه آزمایشگاه علوم و گروه‌های آموزشی در دوران کرونا آزمایش‌ها را به شکل مجازی طراحی کردند و با انجام دادن آن‌ها کمک شایانی به یادگیری شیمی کردند. بی‌شک استفاده از این فضا به‌شکل تلفیقی در شرایط مورد نیاز مفید خواهد بود.

● **برای ارتقای فعالیت‌های آموزشی مخاطبان ما (معلم‌های شیمی و دانشجو معلمان) چه پیامی دارید؟**

○ با رجوع به تجربه حدود بیست‌ساله‌ام این موارد را حائز اهمیت می‌دانم:  
- ایجاد فضای صمیمی، دوستانه و شاد در کلاس با دانش‌آموزان؛  
- تدریس فعال و نه فقط معلم‌محور؛  
- پرورش دانش‌آموزانی پژوهشگر و خلاق.

● **چه توصیه‌هایی به معلمان جوان و تازه‌کار دارید؟**  
○ به مواردی که پیش‌تر اشاره کردم می‌توانم این‌ها را اضافه کنم:  
- استفاده از تجربه‌های همکاران با سابقه؛  
- مطالعه پیوسته در زمینه تخصصی و نیز مطالعه پیش از کلاس که بهتر است هر جلسه داشته باشند.

● **مهم‌ترین آرزوی شما به‌عنوان معلم شیمی و هماهنگ‌کننده گروه‌های آموزشی استان چیست؟**  
○ آرامش، صلح و سربلندی مردم کشور عزیزم ایران، همچنین پرورش دانش‌آموزانی سالم، خلاق و هدفمند که آینده‌سازان این مرز و بوم هستند.

● **در پایان اگر سخن نگفته‌ای دارید، اضافه کنید.**  
○ هر چه می‌دانست آموخت مرا  
غیر یک اصل که ناگفته نهاد  
قدر استاد نکو دانستن  
حیف استاد به من یاد نداد  
از شما و همکارانتان تشکر و قدردانی می‌کنم برای فرصتی که در اختیار بنده قرار دادید.

- نبود امکانات کافی آزمایشگاهی  
در بیشتر مدرسه‌های کشور؛  
- نداشتن مهارت کافی برخی همکاران در زمینه نرم‌افزارهای لازم برای آموزش بهتر شیمی؛  
- نبود بسترهای مناسب مانند اینترنت پرسرعت برای گروه‌های آموزشی؛  
- کمبود اعتبارات تخصیصی جداگانه برای گروه‌های آموزشی؛

- نبود امکانات مورد نیاز، مثل وسیله ایاب و ذهاب برای بازدیدهای بالینی. چنانکه در مواردی همکاران مجبور می‌شوند از وسیله شخصی برای انجام وظیفه محوله استفاده کنند.

● **کتاب‌های درسی شیمی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟**  
○ از نظر من کتاب‌های جدید شیمی بهتر و کاربردی‌تر از کتاب‌های قبلی تدوین شده‌اند جز در موارد اندکی که گسستگی مطلب دیده می‌شود. تناسب نداشتن حجم کتاب با ساعت تخصیص یافته برای تدریس به‌خصوص در پایه دهم انتقادی است که همکاران متذکر می‌شوند.

● **میزان علاقه دانش‌آموزان را به علم شیمی در چه حد می‌بینید؟**

○ دانش‌آموزان به درس شیمی به‌خصوص بخش‌های مرتبط با صنعت، آزمایشگاه و زندگی روزمره علاقه‌مند هستند اما هنگامی که با شکاف سؤال‌های آزمون سراسری و محتوای کتاب درسی مواجه می‌شوند، نوعی بی‌انگیزگی برای مطالعه بیشتر کتاب پیدا می‌کنند و عموماً دنبال راه‌حل‌های جایگزین هستند، مانند حفظ کردن مطالب و پاسخ‌های سریع و ناگزیر به مؤسسات، آموزشگاه‌ها و کتاب‌های کمک‌آموزشی متوسل می‌شوند.

● **رویکردهای جدید کتاب درسی در ایجاد علاقه دانش‌آموزان به علم شیمی چقدر تأثیر گذاشته است؟**  
○ به نظرم کاربردی بودن کتاب درسی جذابیت درس شیمی را برای دانش‌آموزان نسبت به گذشته بیشتر کرده است.

● **برای ایجاد انگیزه و علاقه به شیمی در دانش‌آموزان چه پیشنهادهایی دارید؟**

- کاهش فاصله بین مطالب درسی و سؤال‌های آزمون سراسری؛  
- ارتباط بیشتر دانش‌آموزان با صنعت و بازدیدهای علمی؛  
- کاهش حجم مطالب حفظی، حاشیه‌ای و افزایش موارد کاربردی کتاب.

● **در مدرسه‌ها با چه مشکلات عمده‌ای در آموزش شیمی مواجه هستید؟**

- کمبود آزمایشگاه‌های مناسب و مجهز؛  
- کمبود کارشناسان آزمایشگاه مجرب؛  
- متناسب نبودن بین مطالب و ساعت‌های تدریس؛

کاربردی کردن آموزش‌های شیمی و پیوند آن با صنعت و محیط زیست در جهت اهداف عالی کشور افق روشنی برای آینده این رشته ایجاد خواهد کرد

گروه‌های آموزشی همانند سفیران آموزش بین دبیرخانه و دبیران شیمی هستند تا به اثربخشی و خلاقانه تر شدن آموزش شیمی کمک کنند



# سؤال‌های ناروا در آموزش شیمی

محسن رضایی گرمه چشمه

دبیر شیمی، اردبیل

## اشاره

اصطلاح روایی<sup>۱</sup> به هدفی اشاره می‌کند که آزمون برای تحقق بخشیدن به آن درست شده است. هر آزمونی باید حداقل شایستگی را از نظر انواع روایی‌ها از جمله روایی محتوایی، صوری، منطقی، سازه و برنامه درسی داشته باشد تا نسبت به خروجی آن اطمینان حاصل شود. در این مطالعه سؤال‌هایی از آزمون سراسری رشته تجربی تیرماه ۱۴۰۳ انتخاب شده‌اند و از نظر روایی محتوایی، قوانین و اصول طراحی سؤال‌های استاندارد بررسی شده‌اند.

**کلیدواژه‌ها:** روایی آزمون، آموزش شیمی، آزمون سراسری

## مقدمه

آزمون وسیله‌ای است عینی و استاندارد شده که برای اندازه‌گیری نمونه‌ای از رفتار یا خصایص آدمی به کار می‌رود. مراد از عینی آن است که روش اجرا، نمره‌گذاری و تعبیر و تفسیر نتایج آزمون بر اساس قواعدی معین و مشخص صورت می‌گیرد و قضاوت و نظر شخصی در آن‌ها بی‌تأثیر است و مقصود از نمونه‌ای از رفتار یا خصایص آدمی آن است که هر آزمون نمونه‌های کوچکی از رفتار یا خصایص فرد را اندازه‌گیری می‌کند که به دقت انتخاب شده‌اند. معرف بودن محتوای آزمون و قدرت تشخیص و پیش‌بینی آن وابسته به این است که ماهیت و تعداد پرسش‌های آزمون با چه دقتی از میان پرسش‌های ممکن انتخاب شده‌اند و تا چه اندازه نمونه‌های واقعی رفتار مورد نظر را می‌سنجند.

در طرح هر سؤال، طراح باید از خود بپرسد «آیا دانستن و ندانستن پاسخ سؤال در صلاحیت آزمون‌شونده، از لحاظ مطلب مورد آزمایش، تأثیری دارد یا نه؟» اگر جواب سؤال مثبت بود آن‌گاه به گنجاندن آن موضوع در آزمون اقدام کند.

● هر سؤال باید فقط به یک مطلب یا هدف آموزشی مربوط باشد. اگر بیش از یک مطلب یا یک هدف در سؤال مطرح شود، نه تنها سؤال را پیچیده می‌کند بلکه اگر آزمون‌شونده در پاسخ‌گویی به سؤال موفق نباشد، معلوم نمی‌شود کدام یک از

مطالب را ندانسته و علت عدم موفقیت او چه بوده است. ● هر پرسش چندگزینه‌ای باید سه بخش مشخص، یعنی تنه یا ساقه، گزینه درست یا کلید و گزینه‌های انحرافی داشته باشد. تنه سؤال بخش اصلی سؤال را تشکیل می‌دهد و در برگیرنده برآیند یادگیری، هدف یا مسئله‌ای است که سؤال باید آن را اندازه بگیرد.

**تحلیل چند سؤال آزمون سراسری تیرماه ۱۴۰۳ و روایی آن‌ها**

**سؤال ۱:** عنصر X، نخستین نافلز دوره خود و نخستین عنصر جامد در گروهی با بیشترین شمار عنصرهای گازی دارای فعالیت شیمیایی در جدول تناوبی است. چند مورد از موارد زیر درباره آن درست است؟

- با عنصر A در جدول هم‌دوره یا هم‌گروه نیست.
- در دوره‌ای که X جای دارد، حداکثر دو عنصر شبه‌فلزی وجود دارند.
- بزرگ‌ترین عدد اتمی را در میان نافلزهای غیرگازی پنج دوره اول جدول دارد.

● با نخستین عنصر فلزی گروه ۱۴ و با آخرین عنصر فلزی دوره چهارم جدول هم‌دوره است.

**تحلیل:** باید از طراح محترم این سؤال پرسید، این سؤال کدام هدف یا موضوع مهم را در آموزش شیمی دنبال می‌کند؟ آیا به حافظه‌سپردن موقعیت عناصر در جدول تناوبی موضوع مهمی است؟ تنه این سؤال چه اطلاعاتی در اختیار آزمون‌شونده قرار می‌دهد؟ در کدام منابع مهم و استاندارد درباره تشخیص موقعیت عناصر این‌گونه سؤال می‌پرسند؟ یعنی این سؤال چقدر روایی سازه دارد؟

**سؤال ۲:** با توجه به مطالب درسی، اگر اتم‌های هیدروژن حلقه بنزن در یک پاک‌کننده دارای ۱۸ اتم کربن با زنجیر هیدروکربنی سیر شده، با گروه متیل جایگزین شود، جرم مولی آن به تقریب چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱۲ (۱)      ۱۶ (۲)      ۱۸ (۳)      ۲۴ (۴)

**تحلیل:** آیا حفظ فرمول شیمیایی پاک‌کننده‌های غیر صابونی جزو اهداف مهم آموزشی است؟ آیا این سؤال روایی برنامه درسی

۴) میزان انرژی پیوند میان دو اتم، با پایداری آن پیوند، نسبت مستقیم و با محتوای انرژی آن، نسبت عکس دارد.

**تحلیل:** اولاً این سؤال هم مثل بیشتر سؤالات فایده‌دهنده است. ثانیاً اگر معنی واژه گرمایشی را جست‌وجو کنیم، با این عبارت مواجه می‌شویم: «گرمایشی (ترموشیمی) شاخه‌ای از علم شیمی است که تغییرات کمی و کیفی گرما و انرژی را در یک واکنش شیمیایی مطالعه می‌کند و تأثیر آن را بر حالت ماده بررسی می‌کند». تصور طراح سؤال این بوده است که چون فرایند تبخیر آب یک تغییر شیمیایی نیست، پس این فرایند ارتباطی با گرمایشی ندارد، در صورتی که حالت ماده در این فرایند تغییر می‌کند و با گرمایشی ارتباط دارد؛ یعنی هرگاه بخواهیم فرایند تبخیر آب را نمایش دهیم، از قوانین گرمایشی استفاده می‌کنیم، پس این عبارت نیز می‌تواند درست باشد و سؤال همان‌طور که فاقد تنه است، فاقد گزینه مورد نظر طراح است و کلاً فاقد روایی محتوایی و منطقی است.

در بررسی به عمل آمده مشخص شد حدود پنجاه درصد سؤالات آزمون سراسری مشکل روایی دارند. باید از طراحان این سؤالات پرسید که تنه یا ساقه این نوع سؤالات کدام است؟ به عبارت دیگر، چرا حدود پنجاه درصد پرسش‌های چهارگزینه‌ای شیمی در آزمون سراسری تنه یا ساقه سؤال ندارند؟

### نتیجه‌گیری

۱. تاریخچه آزمون‌سازی و اندازه‌گیری قدمتی به اندازه طول تاریخ عمر بشر دارد و جامعه بشری در طول تاریخ سعی کرده است همیشه ریشه انواع خطاها را شناسایی کند و مانع از تکرار آن‌ها شود.
۲. هدف آزمون سراسری اندازه‌گیری و اختصاص اعداد به افراد به شیوه‌ای منظم است و این کار با به‌کارگیری قواعد و اصول استانداردهای اندازه‌گیری میسر است.
۳. بانک سؤالات تهیه‌شده برای درس شیمی جهت‌دار است و این سؤالات اختلال شدیدی در اجرای برنامه درسی ایجاد می‌کند. ضروری است سازمان سنجش و آموزش کشور در این خصوص تجدیدنظر کند.
۴. با توجه به اینکه هر سال منابع آزمون سراسری ورود به دانشگاه‌ها را کتاب‌های درسی معرفی می‌کنند، باید این آزمون با محتوای کتاب‌ها و برنامه درسی انواع روایی را داشته باشند.

1. Validity

### منابع برای مطالعه بیشتر

۱. سیف، علی‌اکبر (۱۳۹۵). سنجش و اندازه‌گیری، تهران، نشر دوران.
۲. حسن‌زاده، رمضان؛ مداح، محمدتقی (۱۴۰۰). سنجش و اندازه‌گیری در علوم رفتاری، چاپ هفتم، تهران، نشر دوران.

و منطقی دارد؟ آوردن عبارت «باتوجه به مطالب درسی» در ساقه یا تنه سؤال چه اطلاعاتی در اختیار آزمون‌شوندگان قرار می‌دهد؟ یکی از اهداف مهم مطالب درسی توجه به بافت زندگی است، ولی در بیشتر سؤالات آزمون سراسری مثل همین سؤال، واژه «اگر» به کار رفته است و هر کدام از آن‌ها به معنی ابزاری برای فرار از واقعیات زندگی و حل مسئله است، بنابراین هیچ‌گونه روایی با محتوا و برنامه درسی ندارد.

### سؤال ۳: کدام مورد نادرست است؟

۱) نخ دندان و پتو به ترتیب از تفلون و پلی‌سیانواتن تهیه می‌شوند.

۲) تفاوت شمار پیوند دوگانه در مولکول استیرن و مولکول وینیل کلرید، برابر ۳ است.

۳) مولکول‌های الکل دارای ۳ کربن به هر نسبتی در آب حل می‌شوند و نیروی بین مولکولی غالب، از نوع پیوند هیدروژنی است.

۴) تفاوت شمار اتم‌ها در ساختار اسید دارای ۴ کربن و الکل دارای یک کربن سازنده استر یک‌عاملی موجود در سیب، برابر ۹ است.

**تحلیل:** آیا دانش‌آموزان باید فرمول شیمیایی و نام غیر آیوپاک ترکیبات متن کتاب را حفظ باشند؟ ادبیات و نگارش گزینه ۴ را کدام متخصص شیمی متوجه می‌شود.

### سؤال ۴: کدام مورد درست است؟

۱) در تشکیل مواد مولکولی، همه اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی می‌رسند.

۲) اتم فلزها در شرایط مناسب با تشکیل پیوند اشتراکی می‌توانند مولکول‌های دو یا چنداتمی بسازند.

۳) مولکول، ترکیبی است که در آن، یک اتم، تک الکترون خود را با تک الکترون اتم دیگر به اشتراک می‌گذارد.

۴) در تشکیل مولکول، اتم با بار جزئی منفی، اتمی است که الکترون(های) اشتراکی را بیش از اتم‌های دیگر به سمت فضای اطراف هسته خود می‌کشد.

**تحلیل:** استدلال طراح محترم این بوده است که فلزها نمی‌توانند در شرایط مناسب مولکول دواتمی تشکیل دهند، چون در کتاب درسی به آن اشاره نشده است. در صورتی که می‌دانیم فلزهای گروه قلیایی در شرایط مناسب می‌توانند مولکول‌های دواتمی تشکیل دهند و این موضوع یکی از دلایل توسعه نظریه اوربیتال مولکولی شد. این مطلب در کتاب‌های درسی نظام قدیم وجود داشت. حال سؤال این است که آیا دانش‌آموزی که مطالعه بیشتری داشته باشد، این گزینه را باید غلط تصور کند؟ یعنی هر آنچه در کتاب درسی نیامده، غلط است!؟

### سؤال ۵: کدام مورد نادرست است؟

۱) چگونگی پیوند شیمیایی بین اتم‌ها در یک مولکول، انرژی ذخیره‌ای آن را تعیین می‌کند.

۲) انرژی جنبشی یک ماده را حرکت اجزای آن و انرژی پتانسیل ماده را انرژی نهفته اجزای آن تعیین می‌کند.

۳) فرایند تبدیل آب به بخار آب، یک فرایند گرمایشی است. به‌شمار می‌آید که با افزایش انرژی سامانه همراه است.



# قدیمی ترین جدول

مارینا طالب زاده

دبیر شیمی، میاندا آب  
آذربایجان غربی

## اشاره

قدیمی ترین نسخه جدول تناوبی عناصر در دانشگاه سنت اندروز اسکاتلند رونمایی شد. تصور می شود این جدول قدیمی ترین نسخه از جدول تناوبی موجود در جهان است که تقریباً سالم به دست شیمی دان ها رسیده است. این جدول چند سال بعد از معرفی و انتشار روش دیمیتری مندلیف در نشان دادن ارتباط بین عناصر در سال ۱۸۶۹ به چاپ رسیده است.

کلیدواژه ها: جدول تناوبی عناصر، نسخه قدیمی، دانشگاه سنت اندروز

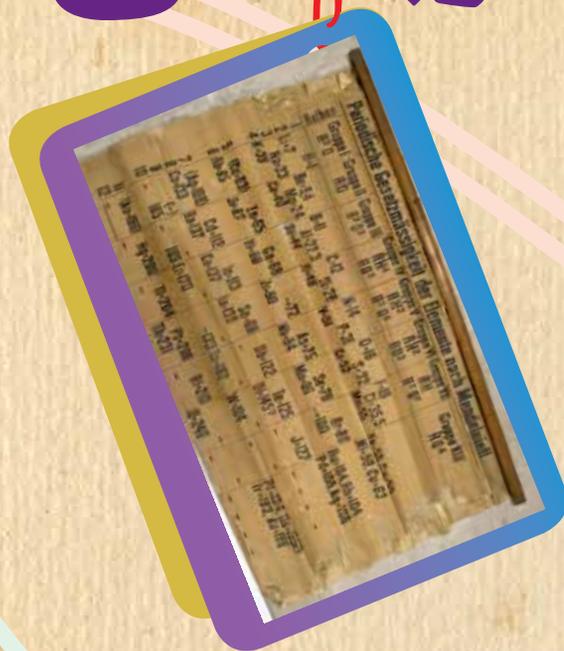
## مقدمه

سال ۲۰۱۹، سالی بود که درست ۱۵۰ سال از زمان تنظیم و عرضه جدول تناوبی می گذشت. دیمیتری مندلیف<sup>۱</sup>، شیمی دان روسی سال ۱۸۶۹ عناصر کشف شده تا آن زمان را بر اساس خواص و ارتباط آن ها در جدولی تنظیم کرد. برای بزرگداشت صدوپنجاهمین سالگرد انتشار این جدول ارزشمند و تأثیرگذار در علم شیمی، سازمان ملل سال ۲۰۱۹ را سال «جدول تناوبی» نام گذاری کرد. در این سال دانشگاه سنت اندروز اسکاتلند از گنجینه بی نظیر خود، قدیمی ترین جدول تناوبی در جهان رونمایی کرد و آن را در موزه دانشگاه، موزه واردلو<sup>۲</sup> به نمایش گذاشت. این نسخه آموزشی خاص و منحصر به فرد را دکتر آلن ایتکن<sup>۳</sup> سال ۲۰۱۴ هنگام تخلیه و نظافت کلاس درسی در دانشکده شیمی دانشگاه سنت اندروز یافت که از دانشگاه های

قدیمی جهان است. این محل انبار مواد شیمیایی و لوازم آزمایشگاهی بود که از زمان افتتاح گروه شیمی دانشگاه در سال ۱۹۶۸ در محل فعلی روی هم تلنبار شده بودند. بعد از ماه ها نظافت و طبقه بندی مواد، بسته ای از نمودارها و جدول ها در این محل یافت شد. در این مجموعه یک جدول تناوبی بزرگی خودنمایی می کرد که خشک و شکننده بود و با تماس دست خرد می شد و روی زمین می ریخت.

کارشناسان تاریخ جدول تناوبی کشف شده را ۱۸۸۵ تخمین می زنند؛ یعنی شانزده سال بعد از اینکه مندلیف جدول خود را منتشر کرد. پروفیسور اریک اسکری<sup>۴</sup> متخصص تاریخ جدول تناوبی که در دانشگاه کالیفرنیا در لس آنجلس<sup>۵</sup> کار می کند، بر اساس عناصر نشان داده شده در جدول، تاریخ جدول تناوبی یافت شده را بین سال های ۱۸۸۶ و ۱۸۷۹ می داند، زیرا هر دو عنصر گالیوم و اسکاندیم که به ترتیب در سال های ۱۸۷۵ و ۱۸۷۹ کشف شدند در نمودار دیده می شوند، اما عنصر ژرمانیوم که سال ۱۸۸۶ کشف شد در این نمودار وجود ندارد. برای مرمت و آماده کردن جدول تناوبی کشف شده و نمایش آن از روش های دقیق و خاصی استفاده شد: پاک کردن گرد و خاک از سطح آن با برس، جدا کردن پوشش کتانی ضخیم از پشت آن، شستن با آب دیونیزه سازگار با پی ایچ خنثا، استفاده از هیدروکسید کلسیم برای زدودن حلال رنگ رفتگی و خواص اسیدی، غوطه ور کردن در مایع هیدروژن کربنات منیزیم برای زدودن اسیدیته و رسوب گذاری لایه های از قلیا در کاغذ و سرانجام تعمیر و بازسازی سوراخ ها و پارگی ها با استفاده از کاغذ کوزو ژاپنی<sup>۶</sup> و خمیر نشاسته گندم (تصویر ۱).

# تناوبی در جهان



تصویر ۱. قدیمی‌ترین نسخه جدول تناوبی عناصر

اوهاگان یادآور می‌شود: «در حالی که امروزه جدول‌های تناوبی بر اساس اطلاعات جزئی‌تر ساختار اتمی عناصر تنظیم شده‌اند، اما عناصری که در این نمودار وجود دارند بر اساس واکنش شیمیایی آن‌ها با اکسیژن یا هیدروژن به صورت ستونی یا گروهی تقسیم‌بندی شده‌اند؛ یعنی این عناصر نه بر اساس ساختار اتمی آن‌ها، بلکه بر اساس ویژگی‌های شیمیایی و واکنش آن‌ها گروه‌بندی شده‌اند. گازهای نجیب مانند رادون و آرگون جایی در این نمودار ندارند، چون واکنش‌پذیر نبودند، بنابراین به آن‌ها توجه نشده است.»

محققان و پژوهشگران در دانشگاه سنت اندروز می‌گویند که موفق شده‌اند منشأ این جدول را ردیابی کنند که در وین و در انتشارات ورلاگ وی لنوار و فارستر<sup>۱</sup> چاپ شده است. یادداشتی در گزارش‌های مالی دانشگاه نشان می‌دهد این نمودار را سال ۱۸۸۸ یک استاد شیمی به نام توماس پوردی<sup>۲</sup> که در آلمان درس خوانده بود، خریده است. او برای نمودار سه مارک طلای آلمانی پرداخت کرده بود که تقریباً معادل ۳۰/۱۷ پوند به پول امروزی می‌شود.

این جدول از زمان کشف آن تحت محافظت و نگهداری قرار گرفته است و حالا جزئی از مجموعه ویژه دانشگاه سنت اندروز محسوب می‌شود.

پروفیسور دیوید اوهاگان<sup>۳</sup> استاد شیمی آلی در دانشگاه سنت اندروز که جدول تناوبی مندلیف را ابزاری کارآمد و نمادین برای شیمی‌دان‌های جهان می‌داند، به روزنامه گاردین گفته است که نمودار شکننده و ظریف یافت‌شده چیزی خاص محسوب می‌شود. او گفته است که اگر گذرتان به دانشگاه‌ها و کلاس‌های درسی بیفتد که در آن‌ها شیمی تدریس می‌شود، همیشه یک جدول تناوبی خواهید دید که روی دیوار نصب شده است و به نظر می‌رسد این ابتدایی‌ترین مثال از نمایش جدول تناوبی است.

با اینکه نمودار کشف‌شده برای آموزش دانشمندان شیمی استفاده می‌شده است، اما تا حدودی با جدول‌های تناوبی امروزی متفاوت است. نمودار به زبان آلمانی است. با وجودی که بعضی عناصری که با احتساب جرم‌های اتمی نسبی پیش‌بینی می‌شد وجود داشته باشند، اما هنوز کشف نشده بودند (از قبیل هافنیم که سال ۱۹۲۳ کشف شد) دو بار ظاهر شده‌اند، اما نمودار شامل ۷۱ عنصر است. اوهاگان می‌گوید: «این قدرت جدول تناوبی است. به نظر می‌رسد این نمودار شبیه نسخه اصلاح‌شده نمودار سال ۱۸۷۱ مندلیف باشد. تعدادی اشتباه و تغییر در جرم‌های اتمی در این نمودار وجود دارد، اما در اصل این نمودار نسبتاً سالم مانده و اطلاعاتی به آن اضافه شده است. در جدول تناوبی نوین (مدرن) امروز تعداد ۱۱۸ عنصر وجود دارد.»

## پی‌نوشت‌ها

1. Dmitri Mendeleev
2. Wardlaw Museum
3. Alan Aitken
4. Eric Scerri
5. University of California, Los Angeles (UCLA)
6. Kozo Paper
7. David O'Hagan
8. Verlag v Lenoir & Forster
9. Thomas Purdie

## منابع برای مطالعه بیشتر

1. <https://news.st-andrews.ac.uk/archive/worlds-oldest-periodic-table-chart-found-in-st-andrews/>.
2. <https://www.theguardian.com/science/2019/jan/17/st-andrews-mldest-surviving-wall-chart-of-periodic-table-university>.



# شناساگرهایی که رقیب می طلبند!

## روایت تجربه طراحی و ساخت کاغذهای شناساگر

مجتبی برزین گروسی

سرگروه و دبیر شیمی شهرستان فامنین استان همدان

### اشاره

نشانگر با ماده‌ای که تیتیر می‌شود. مدت قراردادن کاغذ در عصاره کلم قرمز و نحوه خشک کردن کاغذها اهمیت دارند و دانش آموزان حین انجام کار با چالش‌های گوناگونی دست‌وپنجه نرم می‌کنند.

### مرحله اول

نیاز است که آموزش‌های لازم به دانش‌آموزان داده شود. می‌توان کارگاهی با حضور تمام دانش‌آموزان علاقه‌مند برگزار کرد و شیوه کار را تشریح کرد. برای جلب بهتر مشارکت می‌توان نمره‌های تشویقی یا طرح مسابقه «بهترین کاغذ شناساگر» را در نظر گرفت.

### مرحله دوم

از جمله چالش‌هایی که دانش‌آموزان در تهیه کاغذها با آن روبه‌رو می‌شوند، جلوگیری از چروک شدن کاغذهای تولیدی، یک‌دست بودن رنگ کاغذها و روش خشک کردن آن‌هاست. بهتر است هر دانش‌آموز تعدادی برگه A<sub>4</sub> را طبق توضیحات شناساگر کند تا قدرت انتخاب بهترین‌ها وجود داشته باشد.

الف) برای تهیه عصاره کلم قرمز روش‌های متعددی وجود دارد؛ از جمله استفاده از دستگاه آب‌میوه‌گیری. توجه شود بعد از تهیه و استفاده عصاره، دستگاه سریع شسته شود و باقی‌مانده آن دور ریخته شود، چون برخی افراد با بوی حاصل دچار تهوع خواهند شد. ب) پس از تهیه عصاره برای آغشته کردن کاغذها به آن، باید محلول حاصل در ظرف بزرگی متناسب با اندازه کاغذها ریخته شود تا به راحتی در آن جای بگیرند.

ج) مرحله خیساندن کاغذها در محلول، زمان زیادی نیاز ندارد. کاغذها به اندازه‌ای باید در ظرف بمانند که حالت خود را از دست ندهند و به آن‌ها آسیبی نرسد (تصویر ۱). برای این کار، باید از قراردادن هم‌زمان چند کاغذ در محلول اجتناب کرد.



تصویر ۱. قراردادن محلول در ظرف مناسب و خواباندن کاغذها

د) برای خشک کردن کاغذها می‌توان از پهن کردن یا آویزان کردن استفاده کرد. دانش‌آموزان پس از آزمون و خطا به روش مناسب خشک کردن برای تهیه کاغذ یک‌دست و بدون تاشدگی و چروک خواهند رسید (تصویر ۲).

کلم بنفش رنگدانه‌های آنتوسیانینی<sup>۱</sup> دارد که رنگ آن‌ها با تغییر خصلت اسیدی و بازی محیط آبی تغییر می‌کند. با استفاده از این ویژگی، در مدرسه شهید رجایی شهرستان فامنین استان همدان فراخوانی مبنی بر طراحی و ساخت کاغذ شناساگر داده شد. این فراخوان برای افزایش مهارت، بهبود ارتباط دانش‌آموزان و آشنایی با نحوه انجام یک کار تولیدی بود. تعدادی از دانش‌آموزان چند پایه مشتاق به مشارکت شدند. دانش‌آموزان پس از شنیدن توضیحات و نحوه کار، شناساگرهای اسید و باز تهیه کردند و به مدرسه‌ها و دبیران این شهرستان ارائه کردند.

اکنون حدود بیست دبیر علوم و شیمی به این کاغذهای بومی‌ساز مجهز هستند تا در کلاس درس از آن‌ها استفاده کنند. تجربه یک کار تولیدی مفید و ارائه به مدرسه‌های دیگر با نام مدرسه خودشان، برای دانش‌آموزان بسیار لذت‌بخش بود و بر افزایش اعتماد به نفس آن‌ها تأثیر داشت. دانش‌آموزان با شرکت در این طرح توانستند از مهارت‌های خود و سایر هم‌گروهی‌هایشان مطلع شوند.

کلیدواژه‌ها: دبیرستان شهید رجایی، شناساگر، اسید و باز

### مقدمه

مهارت حلقه گم‌شده زنجیره آموزش بسیاری از مدرسه‌هاست. آزمایشگاه علوم مهارت‌ساز است و در آن مهارت‌های عملی از طریق مجموعه آزمایش‌ها آموزش داده می‌شوند. ایجاد مهارت بر برنامه‌های متعددی امکان‌پذیر است. یکی از این برنامه‌ها، طراحی کاغذ شناساگری است که مشابه نمونه‌های موجود در بازار قابل استفاده، ارائه و جایگزین باشد.

مقایسه کار آبی و دقت شناساگر تهیه‌شده از عصاره کلم بنفش با شناساگرهای مرسوم نشان می‌دهد که میزان خطای کمی در تعیین نقطه پایانی در تیتیر کردن (تیتراسیون) اسید-باز دارد. طبیعی و زیست‌سازگاری، در دسترس بودن، روش تهیه و استفاده آسان از مزیت‌های آن نسبت به شناساگرهای ساخته‌شده مرسوم است.

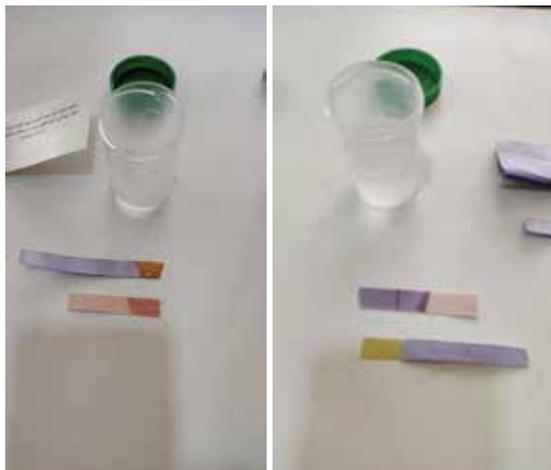
### مراحل انجام کار

کاغذ شناساگر مناسب باید سه ویژگی داشته باشد: راحتی تشخیص تغییر رنگ، تغییر رنگ سریع و ندادن واکنش مولکول

رنگ زرد جذاب‌تری را ارائه می‌دهد (تصویر ۵) و در محیط اسیدی محلول سولفوریک اسید رنگ قرمز ایجاد شده به علت متفاوت بودن با رنگ زمینه کاغذها بهتر مشخص می‌شود (تصویر ۶). معلمان و دانش‌آموزان تا سال‌ها می‌توانند از این کاغذهای شناساگر با نام مدارس خودشان استفاده کنند. با استفاده از مواد گوناگون اسید و باز و اطلاع از پی‌اچ این مواد یا با کمک دستگاه‌های پی‌اچ‌سنج، می‌توان رنگ‌های موجود را به‌عنوان راهنما روی جلد چاپ کرد و به این طریق آن را درجه‌بندی کرد و کاغذ پی‌اچ ساخت.



تصویر ۴. مقایسه عملکرد نمونه تهیه‌شده در مدرسه شهید رجایی و نمونه موجود در بازار



تصویر ۵. مقایسه عملکرد کاغذها در محیط بازی مشابه  
تصویر ۶. مقایسه عملکرد کاغذها در محیط اسیدی مشابه



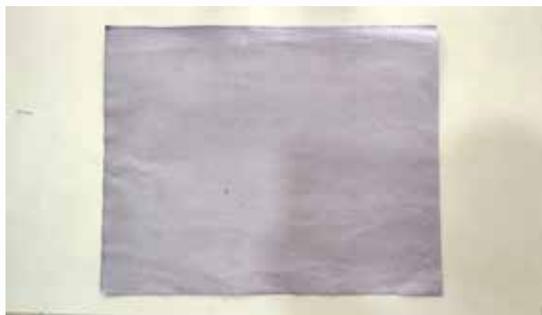
تصویر ۷. مشارکت دانش‌آموزان در تهیه کاغذهای شناساگر

#### پی‌نوشت‌ها

1. Anthocyanin
2. NaOH(aq)
3. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(aq)

#### منبع

۱. سروری، افشین (۱۴۰۲). رنگدانه‌های طبیعی به‌عنوان شناساگر اسید-باز، اولین همایش بین‌المللی و چهارمین همایش ملی تجهیزات و فناوری‌های آزمایشگاهی، تهران.



تصویر ۲ خشک کردن کاغذها

#### مرحله سوم

پس از خشک شدن کامل و قبل از برش کاغذهای A<sub>۴</sub> شناساگر شده، برای تهیه جلد، علاوه بر طراحی شکل و رنگ، می‌توان اطلاعاتی از جمله تاریخ تهیه، نام مدرسه، عنوان شناساگر اسید-باز، تعداد برگه‌های آزمون و در پشت جلد هم همین اطلاعات را به زبان انگلیسی نوشت. جلد زیبا بر جذابیت کاغذهای تولیدی می‌افزاید. در این مرحله، با همکاری دانش‌آموزان، طرح‌های پیشنهادی جمع‌آوری و بهترین آن‌ها برای استفاده و چاپ معرفی می‌شوند.

#### مرحله چهارم

پس از خشک شدن کامل کاغذها با استفاده از خط‌کش و تیزبر برش برگه‌ها باید با دقت زیاد انجام شود. کاغذهای بریده شده (به تعداد دلخواه) همراه جلد، از وسط تا شوند و با منگنه ثابت شوند. شاید در ظاهر کار آسانی باشد، اما مرتب و دقیق انجام دادن این کار نیاز به آزمون و خطا و صبر دانش‌آموزان دارد (تصویر ۳).



تصویر ۳. کاغذهای شناساگر پس از تا کردن و منگنه

#### مرحله پنجم

پس از منگنه و ثابت کردن کاغذها بین جلد، باید آن‌ها را برش طولی بزنیم. هر برش، یک آزمون برای اسید و باز خواهد بود. تعداد پیشنهادی برای هر برگ کاغذ شناساگر، دو برش (سه قسمت) است. توجه شود برش‌های طولی به‌صورت منظم و دقیق تا حدود ۵/۰ سانتی‌متر مانده به انتهای کاغذها زده شوند. برای این کار می‌توان از تیزبر روی یک سطح سخت استفاده کرد و قبل از برش، جلدها را به سمت بیرون تا زد که بریده نشوند.

#### مقایسه عملکرد

کاغذ شناساگر تهیه‌شده با استفاده از کلم قرمز قیمت تمام‌شده بسیار کمتری نسبت به نمونه‌های بازار دارد، چیزی در حدود یک‌دهم و با توجه به آزمون‌های تشخیص اسید و باز انجام‌شده، رنگ بسیار جذاب‌تری را ارائه می‌کند (تصویر ۴). در محیط بازی محلول سدیم هیدروکسید، کاغذ شناساگر تهیه‌شده در مدرسه شهید رجایی،



# آلودگی نفتی و روش‌ها

حمیده غلامی، کارشناس ارشد شیمی فیزیک، دبیر شیمی شهرستان گناوه، استان بوشهر زهره موسایی، کارشناس ارشد شیمی معدنی، دبیر شیمی شهرستان گناوه

**اشاره**  
در شهریور ۱۴۰۲، نشت نفت در یکی از خطوط زیردریایی انتقال نفت بندر گناوه - جزیره خارک در فاصله حدود سه کیلومتری بندر گناوه، باعث شد مواد نفتی به دریا نشت کنند. آلودگی‌ها به سواحل شهر رسید. در کانال‌های خبری و در سواحل، اطلاعیه‌هایی نصب شد، مبنی بر اینکه تا اطلاع ثانوی از شناکردن در سواحل خودداری کنید. فرایند تعمیر خطوط انتقال نفت حدود سی روز طول کشید و هم‌زمان با آن فرایند پاک‌سازی سواحل هم انجام شد. با وجود همه تلاش‌ها، آلودگی‌هایی در ساحل و دریا ایجاد شد و نگرانی‌هایی برای مردم، فعالان محیط‌زیست و فعالان اقتصادی، از جمله پرورش‌دهندگان آبزیان و صیادان پیش آمد. اما این آلودگی‌ها چه اثری روی زیست‌بوم دریایی داشت و چطور می‌توان آن‌ها را جمع‌آوری کرد؟

**کلیدواژه‌ها:** نفت خام، نشت نفت خام، محیط‌زیست، جمع‌آوری نفت



# دریا سای رفع آن



## مقدمه

ریشه واژه نفت از کلمه اوستایی «نپتا» گرفته شده است و اعراب نیز آن را نفتا نامیده‌اند. واژه یونانی «نفتا»<sup>۱</sup> هم به معنی روغن شرقی است. ترکیبات هیدروکربن مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده نفت هستند که از آلکان‌ها، ترکیبات آروماتیک و نفتن‌ها (سیکلوآلکان‌ها) تشکیل شده‌اند. آلکان‌های اولیه شامل متان، اتان، پروپان و بوتان هستند و به شکل گاز وجود دارند. باقی ترکیبات به دو صورت مایع و مومی شکل هستند. از جمله ترکیبات آروماتیک می‌توان بنزن، زایلین و تولوئن را نام برد که به شکل مایع هستند. در صورتی که این ترکیبات با کربن‌های بیشتری استخراج شوند، به شکل جامد در می‌آیند، مثل نفتالین. گوگرد، نیتروژن و اکسیژن از مهم‌ترین ترکیبات پلی‌آروماتیک در نفت خام هستند که وزن مولکولی بالایی دارند. نفت‌های سنگین در مقایسه با نفت‌های سبک ترکیبات آروماتیک بیشتری دارند. نفتن از دیگر اجزای تشکیل‌دهنده نفت خام به‌شمار می‌رود و از یک یا چند حلقه اشباع‌شده اتم‌های کربن تشکیل شده است. ویژگی مثبت این ترکیب، تبدیل شدن ساده آن به گازوئیل نسبت به آلکان‌هاست.

نفت اگرچه یک منبع بسیار باارزش برای تولید انرژی و مواد شیمیایی بسیاری است، اما بی‌توجهی در مراحل استخراج و



اکثر مناطق  
نفت خیز در بستر  
دریاها و مناطق  
ساحلی قرار  
دارند. هنگام  
استخراج، نشت  
نفت در مسیرهای  
استخراجی،  
موجب می‌شود  
نفت به آب‌های  
دریا و اقیانوس  
و همین‌طور  
به ساحل و  
زمین‌های مجاور  
آن راه یابد و  
محیط‌زیست را  
آلوده کند

انتقال آن باعث می‌شود آلودگی‌های زیست‌محیطی فراوانی ایجاد شوند که بعضاً جبران‌نشده‌اند هستند. آلوده‌شدن محیط‌زیست به مواد نفتی در بعضی موارد به صورت طبیعی اتفاق می‌افتد. در بعضی مناطق نفت‌خیز جهان به‌علت نزدیک بودن منابع نفتی به سطح زمین، نفت همچون چشمه‌ای جوشان از دل زمین خارج می‌شود و محیط پیرامون خود را آلوده می‌کند. بروز چنین مواردی بسیار نادر است و بیشترین آلودگی‌های نفتی، ناشی از فعالیت‌های انسانی است. از آنجا که اکثر مناطق نفت‌خیز در بستر دریاها و مناطق ساحلی قرار دارند. هنگام استخراج، نشت نفت در مسیرهای استخراجی، موجب می‌شود نفت به آب‌های دریا و اقیانوس و همین‌طور به ساحل و زمین‌های مجاور آن راه یابد و محیط‌زیست را آلوده کند. عامل دوم ایجاد آلودگی‌های نفتی در مسیر انتقال این ماده برای تحویل به مقصدی دیگر صورت می‌گیرد که می‌تواند در اثر نشت از لوله‌های انتقال یا نشت از مایع‌برهای (تانکرهای) اقیانوس‌پیمای نفت‌کش صورت گیرد. از آنجا که نفت از مواد شیمیایی متعددی تشکیل شده است،



در طول پنجاه سال گذشته، بهره‌برداری از منابع تجدیدناپذیر برای پاسخ‌گویی به تقاضای جهانی انرژی به شدت افزایش یافته است و به موازات آن، آلودگی‌های محیط‌زیستی ناشی از فعالیت‌های سکوهایی دریایی نیز زیاد شده است

راه‌یافتن آن به محیط‌زیست مشکلات زیادی به بار می‌آورد که شمار زیادی از آن‌ها امروزه شناخته شده‌اند و شاید بسیاری دیگر هم بعدها شناخته شوند. وقتی نفت خام به سطح زمین یا آب راه پیدا می‌کند، اجزای سبک آن که بسیار سمی هستند، مثل بنزن و تولوئن سریع بخار می‌شوند و هوای آن منطقه را آلوده می‌کنند. اما قسمت‌های سنگین‌تر ترکیبات نفتی برای مدت‌های طولانی در محیط‌زیست باقی می‌مانند و خاک، زمین، آب دریاها، اقیانوس‌ها و سواحل را آلوده می‌کنند. در این میان جانداران دریایی دچار آسیب جدی می‌شوند و از بین می‌روند. بنابراین اگرچه نفت و ترکیبات حاصل از آن از لحاظ اقتصادی خیلی باارزش هستند، اما بی‌توجهی در تولید و انتقال آن و آلوده شدن محیط‌زیست به این مواد، می‌تواند حیات انسان‌ها و سایر موجودات این کرهٔ خاکی را به خطر اندازد. وسعت آسیب‌های ناشی از آلودگی‌های نفتی به شاخص‌هایی مانند شرایط بروز حادثه و شرایط زیست‌محیطی بستگی دارد. سالانه بیش از پانصد لکهٔ نفتی معادل ۵/۲ میلیون تن نفت وارد آب‌های آزاد می‌شوند.

### آلودگی نفتی خلیج فارس

زیست‌بوم خلیج فارس به‌خاطر واقع شدن در غنی‌ترین منطقهٔ نفت‌خیز جهان، بیش از ۶۷ درصد ذخایر نفت خام را در دل خود جای داده است. فعالیت‌های مرتبط با نفت، از اکتشافات نفتی گرفته تا صادرات محصولات نفتی، گسترهٔ وسیعی از تأثیرات مخرب زیست‌محیطی را منجر شده‌اند که صدمات ویژه‌ای به مؤلفه‌های زیست‌بومی از قبیل ساحل‌های مرجانی و پوشش‌های خزه‌ای وارد ساخته‌اند. ویژگی نیمه‌بسته بودن خلیج فارس همراه با پایین بودن میزان جابه‌جایی و تبادل آب با اقیانوس هند و کمبود میزان بارندگی، به‌طور طبیعی ظرفیت خلیج فارس را در زمینهٔ پخش و پراکندگی و خودپالایی آلودگی‌ها محدود کرده است. انتقال نفت خام و فرآورده‌های نفتی از این منطقه به سایر نقاط دنیا، که حدود نیمی از مصرف نفت جهان را شامل می‌شود و آلودگی‌های حاصل از آن عامل تخریب و در فشار قراردادن محیط‌زیست در این منطقه است.

کاهش روزافزون منابع انرژی در جهان، لزوم توجه به مدیریت مصرف انرژی را افزایش داده است. افزایش تقاضای انرژی، انسان را به حفاری و استخراج نفت و گاز حتی در اعماق دریاها و اقیانوس‌ها سوق داده است. در طول پنجاه سال گذشته، بهره‌برداری از منابع تجدیدناپذیر برای پاسخ‌گویی به تقاضای جهانی انرژی به شدت افزایش یافته است و به موازات آن، آلودگی‌های محیط‌زیستی ناشی از فعالیت‌های سکوهایی دریایی نیز زیاد شده است.

### سرنوشت نفت نشت کرده در دریاها و اقیانوس‌ها

سرنوشت نفت هنگام نشت به دریا این‌طور است که ابتدا مواد فرار تبخیر می‌شوند. میزان تبخیر به دما، باد و فشار هوا بستگی

دارد. ترکیبات نفتی که نقطهٔ جوش آن‌ها زیر دویست درجهٔ سانتی‌گراد است، طی چند ساعت تبخیر می‌شوند و ترکیبات نفتی که نقطهٔ جوش آن‌ها زیر ۲۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد است، تبخیرشان چند روز طول می‌کشد. مرحلهٔ بعد، حل شدن قسمتی از ترکیبات نفتی در آب است که طی آن، ترکیباتی که دارای مولکول‌های کوچک هستند، به‌ویژه ترکیبات حلقوی مانند بنزن و زایلین در آب حل می‌شوند، حتی مقدار کمی از این مواد اگر در آب حل شوند، به‌دلیل سمی بودن برای آبزیان دریایی بسیار مضر هستند و موجب نابودی موجودات زندهٔ دریا می‌شوند.

اکسیدشدن قسمتی از ترکیبات نفتی بر اثر تابش اشعهٔ فرابنفش خورشید مرحلهٔ بعد است. سپس تجزیهٔ زیست‌شناختی مواد نفتی صورت می‌گیرد. برخی از ریزاندام‌های (میکروارگانیزم‌ها) موجود در آب دریا از مواد نفتی به‌عنوان منبع غذایی استفاده می‌کنند؛ آن‌ها با ترشح آنزیم، مولکول‌های نفتی را می‌شکنند و جذب می‌کنند، به موازات این عمل، جمعیت این نوع ریزاندامگان در آب دریا بیشتر می‌شود. در برخی مناطق که گرد و غبار زیاد است و روی سطح آب می‌نشینند، این گرد و غبار تحت شرایط آب و هوایی با مواد نفتی مخلوط می‌شوند، وزن مخصوص آن را سنگین‌تر از آب می‌کنند و همین باعث می‌شود در کف دریا رسوب کنند.

هنگامی که میزان نشتی نفت زیاد باشد، قطره‌های آب به درون توده‌های مواد نفتی نفوذ می‌کنند و مخلوط نامیزه (امولسیون) ایجاد می‌کنند که به افزایش گرانیوی نفت منجر می‌شود. موج‌ها باعث تکه‌تکه شدن این نوع نامیزه می‌شوند و تکه‌های بزرگ مواد نفتی روی سطح آب می‌آیند. امواج دریا تکه‌های نفت را به قطره‌های ریزتری در اندازهٔ یک تا هزار میکرومتر در می‌آورند و با جریانات جزر و مدی، این قطره‌ها دائم به زیر و سطح آب می‌آیند (شکل ۱).

### اثرهای زیست‌محیطی نشت نفت

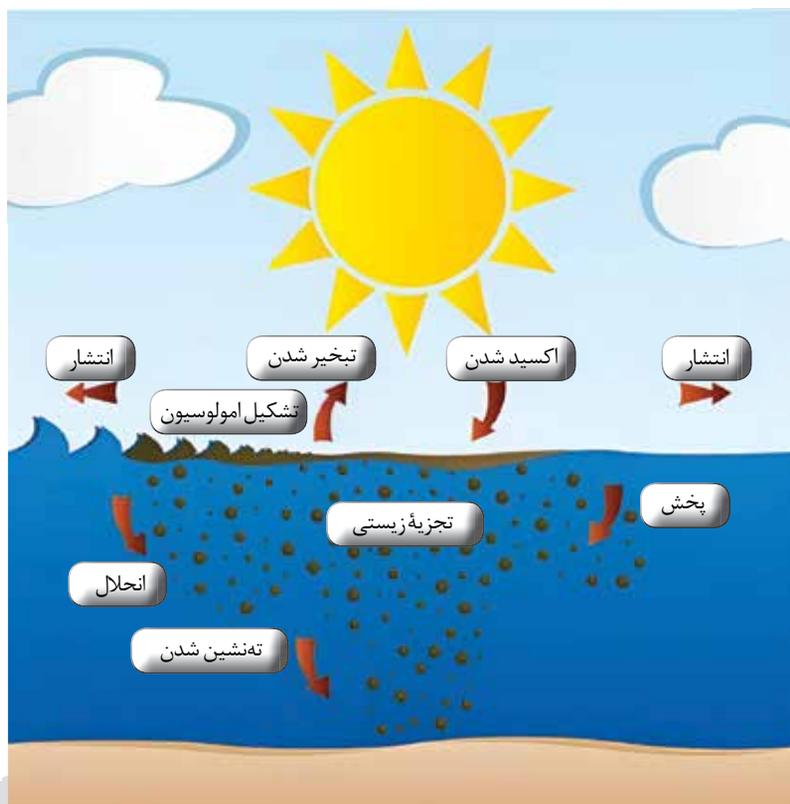
نفت انتشاریافته خطری جدی برای آب‌های شیرین، محیط‌های دریایی، آبزیان، زنجیرهٔ غذایی آبزیان و ساحل‌نشینان به‌شمار می‌رود. آلودگی نفتی به روش‌های گوناگونی به محیط دریا آسیب می‌رساند، از جمله تخریب فیزیکی که به‌طور مستقیم حیات وحش و زیستگاه‌های آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ نظیر آسیب به پوشش بدن پرندگان یا پستانداران دریایی. همچنین سمی بودن نفت به خودی خود می‌تواند موجودات زنده را به شدت مسموم کند و از بین ببرد. پیامدهای زیست‌شناختی انتشار نفت و تأثیر آن بر محیط زنده عبارتند از:

۱. خطر برای انسان‌هایی که از مواد غذایی دریایی استفاده می‌کنند؛
۲. آسیب‌رساندن به حیات وحش پرنده‌ها و آبزیان و کاهش منابع ماهی‌گیری؛
۳. کاهش ارزش‌های زیبایی و جاذبه‌های گردشگری دریا؛

سوزاندن در محل و استفاده از مواد جامدکننده؛  
۳. روش‌های زیست‌شناختی و تجزیه‌زیستی.

### روش استفاده از سطحی‌روب‌ها

استفاده از شناورهای سطحی‌روب دارای پمپ و مخزن جمع‌آوری برای کنترل جریان نفت روش بسیار رایجی است. این روش ساده، کم‌خطر و مؤثر است و هشتاد درصد نفت نشت‌یافته بازیافت می‌شود. اما عملکرد آن فقط در شرایط محیطی آرام میسر است و برای بازیافت نفت با گران‌روی (ویسکوزیته) بالا مؤثر نیست.



شکل ۱. پخش نفت و فرایند هوازگی لکه‌های نفتی

### روش استفاده از مواد شیمیایی

امروزه استفاده از مواد شیمیایی در مقابله با آلودگی نفتی آب‌ها بسیار رایج شده است. برخی ترکیبات شیمیایی، امولسیون‌کننده‌ها، پراکنده‌کننده‌ها و مواد فعال سطحی نظیر صابون‌ها و شوینده‌ها لکه‌های نفتی را که در سطح آب هستند،

در هم می‌شکنند و به ذرات ریزتری تبدیل می‌کنند. این ذرات سپس به عمق آب نفوذ می‌کنند و رقیق می‌شوند. در این حالت، ریزاندامگان‌های موجود در آب می‌توانند آن‌ها را تجزیه کنند و از بین ببرند و به این ترتیب از خسارت زیست‌محیطی و اقتصادی جلوگیری به عمل می‌آید.

### روش تجزیه زیستی

باکتری‌های نفت‌خوار به‌واسطه پایداری و داشتن ترکیبات ترش‌می‌مانند مواد فعال سطحی‌زیستی، کشش سطحی نفت را کاهش می‌دهند و آن را به مخلوط نامیزه تبدیل می‌کنند و سپس آن‌ها را به مواد ساده‌تری تبدیل می‌کنند.

یکی از شاخه‌های زیست‌فناوری نفت که تجاری شده است و امروزه در فهرست خدمات شرکت‌های فعال در زمینه مسائل زیست‌محیطی دیده می‌شود، پاک‌سازی زیستی آب‌ها و خاک‌های آلوده به ترکیبات نفتی است که با استفاده از باکتری‌های نفت‌خوار بومی صورت می‌گیرد که حضور یا فعالیت آن‌ها در محیط زیست مربوطه خطری برای سایر موجودات زنده ایجاد نمی‌کند.

در جدول ۱، انواع روش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی جمع‌آوری، حذف و پاک‌سازی لکه‌های نفتی از آب دریاها آورده شده است.

۴. تغییر در زیست‌بوم دریایی با کاهش گونه‌های جانوری و کاهش تولیدمثل و تغییر در زیستگاه‌ها.

کاهش انتقال نور تا میزان نود درصد و ممانعت از عمل نورساخت (فتوسنتز) گیاهان آبی، کند شدن جذب اکسیژن هوا به‌وسیله آب دریا و در نهایت خفگی و مسمومیت ناشی از پوشش لکه نفتی از دیگر آثار آلودگی نفتی در دریا هستند. مواد نفتی بر ماهی‌ها هم اثر سوء دارند، مانند مسمومیت، قطع تنفس، از بین رفتن مکان‌های تخم‌ریزی، اختلال در دستگاه ایمنی، مسمومیت و از بین رفتن تخم‌های رهاش یافته. سازوکار اثرگذاری مواد نفتی بر پرندگان نیز شامل این موارد است: نفوذ نفت به پرهای آن‌ها، جایگزینی آب به جای هوا، از بین رفتن خاصیت عایق بودن پرها، به هم چسبیدن پرها و ازدست‌دادن قدرت شناوری در آب.

### پاک‌سازی دریاها و سواحل از نفت

در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در رابطه با حذف آلودگی‌های نفتی از روی آب دریا انجام شده است. روش‌های پاک‌سازی لکه نفتی از سطح آب دریا معمولاً به سه دسته عمده تقسیم می‌شوند:

۱. روش‌های فیزیکی شامل استفاده از جاذب‌های فیزیکی، شیمیایی و سطحی‌روب‌ها؛
۲. روش‌های شیمیایی شامل استفاده از مواد پراکنده‌ساز،

روش جمع آوری	توضیحات	نکات مهم
سوزاندن در محل	سوزاندن، روشی است که پس از استفاده از سطحی روبها، برای از بین بردن باقی مانده نفت استفاده می شود، یا با استفاده از پمپ‌های جمع‌کننده و دیگر وسایل مکانیکی، ضخامت لایه نفت را افزایش می‌دهند تا فرایند احتراق به خوبی صورت بگیرد.	- هنگام پاک کردن نفت از سطح آب از طریق سوزاندن آن، نیتروژن و سولفور حاصل از سوزاندن نفت وارد اتمسفر می شود و باعث باران های اسیدی می شود. در واقع این روش، آلودگی را از نوعی به نوع دیگر تبدیل می کند. - وزش باد و تشکیل نامیزه نفتی فرایند سوختن را دچار اختلال می کند. - این راهکار برای هر آلاینده نفتی و هر منطقه جغرافیایی قابل استفاده نیست.
پاک سازی مکانیکی در سطح آب	کشتی ها و قایق های کوچک به محل حادثه اعزام می شوند و عملیات پاک سازی را وسایل مکانیکی، پمپ ها و سطحی روبها انجام می دهند.	- کشتی های اعزامی باید به مخازن و دستگاه های ذخیره سازی مناسبی مجهز باشند. - در موردی که مواد نفتی با گران روی بالا منتشر شده باشد، تجهیز کشتی ها به دستگاه های حرارتی نیز ضروری است.
پراکنده کردن آلودگی ها	در این روش با استفاده از مواد شیمیایی ضمن تبدیل لکه های نفتی به قطره های ریز، دامنه آلودگی در سطح آب کاملاً پراکنده می شود و با رقیق شدن آلودگی در سطح آب، غلظت هیدروکربن ها کاهش می یابد و امکان تجزیه طبیعی قطره های ریز نفت با گذشت زمان فراهم می شود.	- این روش برای تمام آلاینده های نفتی قابل استفاده نیست، ضمن اینکه اثرهای نامطلوب زیست محیطی آن کماکان باقی خواهد ماند. - مواد پخش کننده حاوی مواد فعال سطحی هستند که لکه های نفتی را می شکنند و به میسل تبدیل می کنند که به راحتی رقیق می شوند. - سواحل و زیستگاه های حساس از قبیل باتلاق های نمکی و تالاب های کشتی (مانگرو) با این روش تیمار می شوند و چون ذرات نفت پراکنده شده در سطح قرار می گیرند، بیشتر در معرض جذب زیستی هستند و میزان تجزیه زیستی هم افزایش می یابد.
به کار گیری مستقیم نیروی انسانی	زمانی که انتشار آلودگی های نفتی در خطوط ساحلی رخ داده باشد، استفاده از نیروی انسانی و به کار گیری انواع ماشین آلات متداول ترین روش پاک سازی است.	- معمولاً مواد نفتی که در مخازن جمع آوری می شوند به پایگاه (سایت) عملیاتی نزدیک ساحل منتقل می شوند. کارایی (راندمان) جمع آوری و پاک سازی مواد نفتی در چنین حالتی ارتباط مستقیم با شرایط و نوع ساحل دریا و سرعت دسترسی به آن دارد.
تشبیت یا پایدار سازی مواد نفتی	با افزودن مواد غیر آلی همچون آهک و خاکستر به لکه های نفتی، می توان مخلوط پایدار و تشبیت شده را ایجاد کرد.	وجود این مخلوطها در محیط همچون یک ماده بی اثر عمل می کنند و نسبت به لکه های نفتی آزاد، اثرات زیان بار کمتری را به دنبال خواهند داشت.
تجزیه زیستی	استفاده از ریزاندامگان ها، فارچه ها، باکتری ها، گیاهان سبز و آنزیم ها، برای تجزیه و تبدیل آلودگی نفتی به اجزای بی ضرر راهکاری است که در روش تجزیه زیستی دنبال می شود.	مهم ترین اصل در پاک سازی زیستی، استفاده از ریزاندامگان های دریایی بومی منطقه آلوده است که قادر هستند در شرایط طبیعی منطقه زنده بمانند و به فعالیت ادامه دهند.
جذب مواد نفتی توسط انواع جاذبها	یکی از روش های پر کاربرد برای پاک سازی آلودگی هاست که به دو صورت جذب مولکولی و جذب سطحی انجام می شود.	به طور معمول جاذب هایی که برای جذب مواد نفتی استفاده می شوند عبارتند از: مواد طبیعی، مواد آلی سنتز شده، مواد غیر آلی یا ترکیبی از این سه گروه. پلی پروپیلن و پلی یورتان، متداول ترین مواد سنتزی آلی در حذف آلودگی های نفتی به شمار می روند.
استفاده از روش ایجاد مکش برای پاک سازی مواد نفتی	روش ایجاد مکش برای پاک سازی نفت ایجاد شده است. شامل مخزن محیطی، واحد جمع آوری نفت، سیستم مکش و پخش کننده های هوا است.	- روش ایجاد مکش در تمام شرایط عملیاتی ممکن، بسیار مؤثر است. - این روش از نظر اقتصادی نیز نتایج عالی به همراه داشته است.
شست و شو با آب داغ	برای پاک سازی مواد نفتی که از لوله ها و تجهیزات نصب شده در خطوط ساحلی نشست کرده اند، می توان از آب داغ با فشار بالا برای شست و شو استفاده کرد.	این روش آثار زیان باری بر گیاهان و جانوران ساحلی دارد. این روش عمدتاً برای پاک سازی صخره های آغشته به مواد نفتی استفاده می شود.

جدول ۱. روش های گوناگون جمع آوری، حذف و پاک سازی آب دریاها از آلودگی های نفتی



## نتیجه گیری

انتشار نفت پیامدهای گسترده‌ای در حوزه زیست‌محیطی و نیز حوزه‌های اقتصادی و اجتماعی دارد. زیستگاه‌های دریایی و ساحلی، گونه‌های حیات وحش، صنایع محلی، ماهی‌گیری، توریسم و ورزش‌های آبی از مراکز و بخش‌های بسیار مهمی هستند که از پیامدهای مخاطره‌آمیز انتشار و آلودگی نفتی متأثر می‌شوند. همچنین به پرندگان و ماهی‌ها آسیب زیادی وارد می‌شود. در گام اول باید با نظارت و رسیدگی بیشتر از ورود نفت به دریاها و سواحل جلوگیری شود و اهمیت این مسئله یادآور شود. با توجه به اهمیت حفظ زیست‌بوم‌های آبی کشور و سلامت پروتئین دریایی و اقتصاد لازم است در کاهش آلودگی دریاها خصوصاً آلودگی نفتی کوشا باشیم. برای واکنش در برابر لکه نفتی، سه روش کلی محدود کردن، پاکسازی و برداشت لکه نفتی وجود دارد که با به‌کاربردن این سه راه حل، گام بزرگی در پاکسازی دریاهای آلوده به نفت برداشته می‌شود.

## سرانجام انتشار نفت در سواحل گناوه

پس از گذشت حدود یک ماه از شناسایی محل شکستگی لوله نفت، نشر نفت متوقف شد. مدیرکل بنادر و دریانوردی استان بوشهر بیان کرد از ابتدای شناسایی آلودگی در تمام روزهایی که امکان تردد دریایی وجود داشت، عملیات مقابله با آلودگی نفتی انجام شد. جمعی از دوست‌داران محیط‌زیست و کارشناسان، برای زدودن دائمی ساحل از آلودگی نفتی معتقد بودند که برای جلوگیری از وقوع مجدد چنین اتفاقی، بازبینی و تعویض تجهیزات فرسوده خط انتقال نفت به جزیره خارک لازم و کارساز است و ضروری است که شرکت ملی نفت ایران به نوسازی خطوط لوله نفت توجه کند.



## پی‌نوشت‌ها

1. Naphtha
2. Skimmers

### منابعی برای مطالعه بیشتر

۱. ملاپونسی، شبنم (۱۳۹۹). حذف لکه‌های نفتی و شبیه‌سازی فرایند تقطیر اتمسفری آن، علم و صنعت روز، دوره دوم، ش سوم، ص ۲۹۶.
۲. زینالی هریس، سعید و محمدپور کاربزیکی، وحید، (۱۳۸۸). بررسی روش‌های جمع‌آوری، حذف و پاک‌سازی آلودگی‌های نفتی از دریا، اولین همایش ملی راهکارهای نوین تأمین، نگهداشت، انتقال و توزیع فرآورده‌های نفتی، تهران.
۳. ابراهیمی پور، غلامحسین و ابوالحسنی سورکی، علی، (۱۳۸۳). جداسازی باکتری‌های نفت‌خوار تولیدکننده بیوسورفاکتانت از خلیج فارس و بررسی اثر PH بر مصرف نفت. محیط‌شناسی، ۳۰(۳۴)، ۷.
۴. زارعی، ماندانا و عبادی، خانمنار، (۱۳۹۵). روش‌های مقابله با ریزش‌های نفتی در دریا، اولین کنفرانس دوسالانه نفت، گاز و پتروشیمی خلیج فارس، بوشهر.



## تازه‌های

## پژشکا

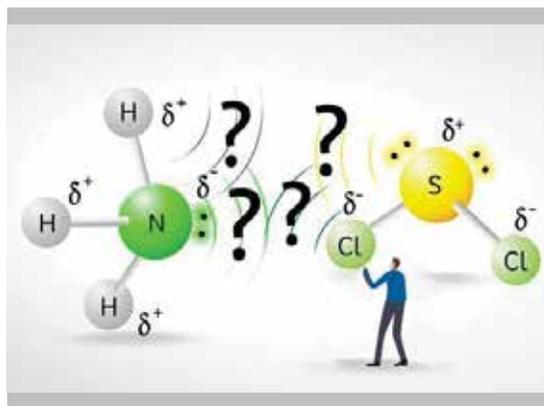
دکتر لیلا حبیبی  
دکترای برنامه‌ریزی درسی و کارشناس ارشد آموزش شیمی، تهران

اتم‌های بدون پیوند در مولکول به کار ببرند.  
۲. از مولکول‌های متنوعی در آموزش خود استفاده کنید و این اطمینان را حاصل کنید که دانش‌آموزان به درستی مفهوم الکترون‌کشانی را در یک مولکول در مقایسه‌های الکترون‌کشانی بین اتم‌های پیوندی درک کرده‌اند.  
۳. از نمایش مولکولی هنگام تدریس استفاده کنید؛ چون بر تفکر دانش‌آموز تأثیر بسزایی می‌گذارد، بنابراین هنگام آموزش از بازنمایی‌های متعدد استفاده کنید.

در این مطالعه برای نمایش نیروی بین مولکول‌ها از مدل‌های توپ و چوب استفاده شد که در آن اندازه اتمی به وضوح مقایسه می‌شود. محققان یک جفت مولکول ساده سولفور دی‌کلرید<sup>۲</sup> و آمونیاک<sup>۳</sup> را به دانش‌آموزان نمایش دادند. دانش‌آموزان باید محل قوی‌ترین برهم‌کنش دوقطبی-دوقطبی بین مولکول‌ها را نشان می‌دادند. البته نمایش مولکولی (توپ و چوب) استفاده‌شده برای مولکول‌ها با توجه به فرمول شیمیایی، ساختار لوئیس مولکول متفاوت است. سپس محققان پاسخ‌ها را تحلیل کردند و متوجه شدند می‌توان استدلال‌های دانش‌آموزان را در یکی از پنج رویکرد کلی دسته‌بندی کنند: جاذبه بین بارهای مخالف، تفاوت‌های الکترون‌کشانی، بزرگ‌ترین مقدارهای الکترون‌کشانی، بزرگ‌ترین اندازه اتمی و شکل مولکولی.

وقتی دانش‌آموزان با در نظر گرفتن «جاذبه بین بارهای مخالف» به مدل نمایشی توجه می‌کنند، به درستی استدلال می‌کنند که برهم‌کنش‌های دوقطبی-دوقطبی بین انتهای مثبت و منفی یک جفت دوقطبی رخ می‌دهد. آن‌ها همچنین به دقت از تفاوت‌های الکترون‌کشانی بین اتم‌ها برای شناسایی پیوندهای قطبی و برهم‌کنش‌های دوقطبی-دوقطبی استفاده کردند. با این حال، برخی دانش‌آموزان برهم‌کنش‌های دوقطبی-دوقطبی را در یک مولکول در نظر گرفتند. دانش‌آموزانی هم بودند که به جای در نظر گرفتن بارهای جزئی به عنوان مبنای نیروهای دوقطبی-دوقطبی، فقط به «تفاوت‌های الکترون‌کشانی» توجه کردند. کسانی هم که از تفاوت‌های الکترون‌کشانی استفاده می‌کردند، به اشتباه یک پیوند قطبی را به عنوان پاسخ خود شناسایی کردند، نه یک برهم‌کنش دوقطبی-دوقطبی را. برخی دانش‌آموزان هم به اشتباه «بزرگ‌ترین مقادیر الکترون‌کشانی» را در نظر گرفتند، بدون اینکه به بارهای جزئی فکر کنند، برای مثال در مولکول سولفور دی‌کلرید و آمونیاک، آن‌ها به اشتباه برهم‌کنش دوقطبی-دوقطبی بین یک اتم کلر و یک اتم نیتروژن را نشان دادند؛ زیرا

### فهم نیروهای بین مولکولی



فهم نیروهای بین مولکولی موجب می‌شود پدیده‌هایی، مانند نقطه ذوب و انعطاف‌پذیری درشت مولکول‌های زیست‌شناختی بهتر درک شوند. با این حال، بسیاری از دانش‌آموزان در یادگیری این مبحث شیمی مشکل دارند. برهم‌کنش‌های دوقطبی-دوقطبی، یکی از چندین نیروی بین مولکولی است که فهم آن، بر درک کاملی از الکترون‌کشانی (الکترونگاتیوی) متکی است و تاکنون، هیچ مطالعه‌ای این موضوع را بررسی نکرده است که چگونه دانش‌آموزان می‌توانند از الکترون‌کشانی برای پیش‌بینی مکان برهم‌کنش‌های دوقطبی-دوقطبی استفاده کنند. نتایج تحقیق مشخص کرده است که دانش‌آموزان معمولاً هنگام فکر کردن به برهم‌کنش‌های دوقطبی-دوقطبی از رویکردهای نادرستی استفاده می‌کنند؛ بنابراین آشنایی معلم‌ها با این رویکردها کمک خواهد کرد تا بهتر این مبحث را به دانش‌آموزان خود آموزش دهند:  
۱. بسیاری از دانش‌آموزان با مفهوم الکترون‌کشانی آشنا هستند، اما آن را نمی‌توانند به درستی در برهم‌کنش‌های دوقطبی-دوقطبی و در زمینه محاسبه تفاوت‌های الکترون‌کشانی بین



شناختی<sup>۲</sup> است. اندازه گروه نیز عامل دیگری است که بر به حداکثر رساندن تعامل دانش‌آموزان حائز اهمیت است و می‌تواند بر نتایج یادگیری افراد، عملکرد تیم و رضایت افراد از یادگیری اثر مثبت بگذارد. مطالعات گوناگون اندازه بهینه تعداد افراد در گروه را سه، چهار تا پنج دانش‌آموز پیشنهاد می‌دهند. البته نوع سؤال یا فعالیت نیز بر نتایج پیشرفت یادگیری تأثیر می‌گذارد. همچنین، تحقیقات نشان می‌دهند انجام فعالیت‌های محاسباتی، مهارت‌های تفکری درجه پایین‌تری را در یک گروه ارتقا می‌دهند.

در تحقیقی نحوه تعامل شناختی دانش‌آموزان در گروه یادگیری بررسی شد تا عواملی را شناسایی کنند که بر سطح مشارکت تأثیر می‌گذارد. نویسندگان از چارچوب تعاملی، سازنده، فعال و غیرفعال<sup>۳</sup> برای اندازه‌گیری سطح درگیری شناختی با در نظر گرفتن رفتارهای دانش‌آموزان استفاده کردند. نتایج بیانگر این مطلب است که در حالت غیرفعال، دانش‌آموزان فقط اطلاعات را دریافت می‌کنند، اما آن را دست‌کاری نمی‌کنند. در حالت فعال، دانش‌آموزان اطلاعات را بدون تولید اطلاعات جدید دست‌کاری می‌کنند. در حالت سازنده، دانش‌آموزان به اطلاعات جدیدی فراتر از آنچه دریافت کرده‌اند، پی می‌برند و اما در بالاترین سطح درگیری شناختی یعنی تعاملی، دانش‌آموزان از طریق گفت‌وگو با یکدیگر یا معلمان دانش خود را تولید می‌کنند. در واقع، یادگیری تعاملی دانش‌آموزان را برمی‌انگیزد تا به صورت همیار با هم کار کنند تا به هدف مشترکی دست یابند. دانش‌آموزان در تلاش برای یادگیری باید همراه هم، مانند یک تیم مستقل عمل کنند و شعارشان این باشد که: «همه برای یکی، یکی برای همه». یکی دیگر از ویژگی‌های تأثیرگذار یادگیری تعاملی این است که به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا منابع لازم را خود کشف کنند و فرایند یادگیری خود را کنترل کنند.

این مطالعه شامل دانشجویان شیمی عمومی در گروه‌های سه تا پنج نفره بود. نیمی از تدریس بر اساس سخنرانی و نیمی دیگر مبتنی بر فعالیت بود و دانش‌آموزان به صورت گروهی برای پاسخ‌دهی به سؤالات کار کردند. محققان بر اساس نتایج حاصل از تحقیق به معلم‌ها توصیه می‌کنند به چند اصل آموزشی در کار گروهی توجه کنند:

- به دانش‌آموزان تأکید کنید که هدف کار گروهی توسعه دانش و درک دیدگاه دیگران است و هر فردی می‌تواند دیدگاه خود را بیان کند.

آن‌ها بزرگ‌ترین مقادیر الکترون‌کشانی را در هر مولکول دارند. رویکرد نادرست دیگری که دانش‌آموزان اتخاذ کردند، این بود که آن‌ها به اشتباه برهم‌کنش دوقطبی-دوقطبی را بین بزرگ‌ترین اتم در هر مولکول مورد توجه قرار دادند. برخی دیگر نیز روی شکل مولکولی تمرکز کردند و آن را با این ایده نادرست مرتبط کردند که برهم‌کنش‌های دوقطبی-دوقطبی مولکول‌هایی با شکل خمیده بین اتم‌های درونی مولکول جای دارد.

#### پی‌نوشت‌ها

##### 1. dipole-dipole interactions

نیروهای دوقطبی-دوقطبی این نیروها بین مولکول‌های قطبی دیده می‌شوند. این مولکول‌ها دارای دوقطبی‌های دائمی هستند و تمایل به فرار گرفتن در راستای میدان الکتریکی دارند. پایدارترین حالت زمانی است که قطب مثبت یک مولکول تا حد امکان به قطب منفی مولکول مجاور نزدیک باشد.

##### 2. $SCl_2$

##### 3. $NH_3$

#### منبع

A Farheen, HT Nguyen, I Nelsen, SE Lewis (2024). Students' approaches to determining the location of intermolecular force between two distinct molecules, *Journal of Chemical Education*, 101, 3, 766-776.

### بهبود نتایج دانش‌آموزان با تمرکز بر کار گروهی



یادگیری فعال<sup>۱</sup> روشی از یادگیری است که در آن دانش‌آموزان به طور فعال در فرایند یادگیری مشارکت دارند. این یادگیری سطوح متعددی دارد که کاربرد آن‌ها بستگی به میزان مشارکت دانش‌آموزان دارد. انجام فعالیت گروهی در توسعه ویژگی‌های مهمی، مانند مهارت‌های ارتباطی نقش بسزایی دارد. از عوامل مهم تأثیرگذار بر موفقیت دانش‌آموزان در کار گروهی، «درگیری

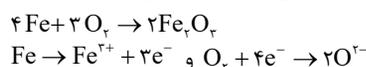


سنتی است که در آموزش این مبحث نکته کلیدی به شمار می‌رود. این تعریف را با ارائه مثال‌هایی در واکنش‌های گوناگون در دانش‌آموزان تقویت کنید و از آن‌ها بخواهید مشخص کنند کدام عنصر اکسید می‌شود و کدام عنصر کاهش می‌یابد. ابتدا با نیم‌معادله‌ها (واکنش‌ها) شروع کنید. بعد با واداشتن دانش‌آموزان به جدا کردن نیم‌واکنش‌ها در یک واکنش و پیوند دادن آن به مباحث دیگر در یادگیری چالش ایجاد کنید.

**۲. شکستن واکنش‌های اکسایش-کاهش: سرعت آموزش را با توجه به کلاس خود تنظیم کنید.** ایده‌های اولیه ساده هستند، اما اگر دانش‌آموزان کلاس شما در موازنه بارهای الکتریکی هنوز دچار مشکل هستند، ادامه دادن به روش نوشتن نیم‌واکنش‌ها فایده‌ای ندارد. پس زمانی را صرف ایجاد اعتماد به نفس و تمرین در شناسایی گونه‌هایی کنید که در واکنش‌ها اکسید و کاهش یافته‌اند. در حقیقت، وقتی با نیم‌واکنش‌ها شروع می‌کنید، ترس دانش‌آموزان را کاهش می‌دهید. در فرایند موازنه نیم‌واکنش، آموزش خود را با موازنه اتم‌ها شروع کنید و سپس با اضافه کردن الکترون، بارها را موازنه کنید.

**۳. تمرین، تمرین، تمرین:** از مثال‌های زیادی استفاده کنید. این فرصتی است تا دانش‌آموزان دو نیم‌واکنش را در شرایط گوناگون تمرین کنند. سپس یادگیری آن‌ها را ارزیابی کنید.

**۴. تسلط بر مدل:** به دانش‌آموزان کمک کنید تا در سه گوشه مثلث جانستون<sup>۳</sup> حرکت کنند تا بر موضوع تسلط پیدا کنند. یعنی ابتدا دانش‌آموزان پدیده‌ها را مشاهده می‌کنند (مرحله درشت‌بینی)، آن را با معادلات (مرحله نمادین) نشان می‌دهند و آنچه را در مقیاس ذره‌ای اتفاق می‌افتد (مرحله ریزبینی) در نظر می‌گیرند. به دانش‌آموزان اطمینان دهید کاهش از نظر اکسیژن و کاهش از نظر الکترون یکسان است. بنابراین می‌توانید با استفاده از مثال‌های آشنا از یادگیری‌های قبلی آن‌ها در آموزش تعریف‌های جدید کمک بگیرید، برای مثال در سوزاندن پشم آهن (سیم نازک آهنی) معادله نمادین موازنه برای واکنش بین آهن و اکسیژن است. جدا کردن آن به دو عنصر و موازنه الکترون‌ها به شما امکان یاددهی ساده‌تری را می‌دهد.



#### پی‌نوشت‌ها

1. Phlogiston theory  
بر مبنای این نظریه همه مواد قابل سوختن از جزئی به نام فلوزیستون (ماده‌ای معدنی، بی‌رنگ، بی‌بو) تشکیل شده بودند که با سوختن آن ماده، فلوزیستون از ماده جدا می‌شد و به شکل یک ماده ساده‌تر کاهش می‌یافت. لاوازیه با اولین آزمایش‌های کمی مناسبی که درباره اکسایش انجام داد، اولین توضیح صحیح را درباره چگونگی عملکرد سوختن ارائه کرد. او از این آزمایش‌ها استفاده کرد تا نظریه فلوزیستون را بی‌اعتبار کند.
2. OIL (oxidation is loss) & RIG (reduction is gain)
3. Johnstone's triangle

#### منابع

1. Kristy Turner (2024). 4 ways to teach redox in terms of electrons, Education in Chemistry, <https://edu.rsc.org/ideas/4019650>.
۲. ChatGPT. چت جی‌پی‌تی یک روبات هوش مصنوعی، با قابلیت مکالمه با زبان طبیعی شبیه انسان است. کافی است چندین بار از او سؤال بپرسید یا با او مکالمه کنید، به شما شبیه یک انسان واقعی، پاسخ‌ها و مکالمات واقعی می‌دهد.

● مزایای کار گروهی را توضیح دهید، به‌ویژه نوع بحث‌هایی که دانش‌آموزان باید در آن شرکت کنند.

● روی کاربردهایی، ترکیبی از سؤالات مفهومی را تنظیم کنید که نیاز به فرایند گام‌به‌گام دارد و به دانش‌آموزان توصیه کنید در گروه‌های کوچک‌تر و با افرادی کار کنند که سطح دانش مشابهی دارند؛ زیرا این کار یادگیری سازنده و تعاملی را افزایش می‌دهد.

#### پی‌نوشت‌ها

1. Active learning
  2. Cognitive engagement
- درگیری شناختی در فرایند یادگیری مهم است؛ زیرا فراگیرندگان را تشویق می‌کند تا در کلاس شرکت کنند و درک عمیق‌تری از موضوع‌ها کسب کنند. دریافت بیش نسبت به این مفهوم می‌تواند به فرایند یادگیری و تدریس به‌طور مؤثرتر کمک کند.
3. interactive, constructive, active and passive (ICAP) framework

#### منبع

S Y El-Mansy et al, (2024). Improve student outcomes with focused group work, Chem. Ed. Res. Pract., 24.

### آموزش واکنش ردوکس (کاهش یا احیا)



حضور واکنش‌های کاهش در زندگی ما کاملاً مشهود است. برخی از آن‌ها مانند نورساخت (فتوسنتز)، تنفس و احتراق برای زندگی ضروری هستند. برخی دیگر مانند زنگ‌زدگی آهن آزاردهنده هستند. واکنش‌های اکسایش-کاهش یا ردوکس زمانی برای دانش‌آموزان معنا پیدا می‌کنند که بر حسب اکسیژن بیان شوند. اکسایش به معنای به‌دست‌آوردن اکسیژن و کاهش به‌معنای از دست‌دادن اکسیژن است. این تعریف را می‌توان در آزمایش‌های لاوازیه برای رد نظریه فلوزیستون<sup>۱</sup> در اواخر سده هفدهم ردیابی کرد.

در این نوشتار، چهار روش برای آموزش واکنش‌های کاهش از نظر تبادل الکترون معرفی می‌شود:

**۱. مثال‌ها را واضح بیان کنید:** برای درک طیف وسیع‌تری از واکنش‌های کاهش، دانش‌آموزان ابتدا باید بر تعریف‌های اکسایش و کاهش بر حسب تعداد الکترون مسلط شوند؛ زیرا این یک مفهوم انتزاعی است، بنابراین به‌طور طبیعی علاقه آن‌ها را جلب نمی‌کند. همچنین استفاده از عبارات‌های مخفف اکسایش برای از دست‌دادن و کاهش برای به‌دست‌آوردن الکترون<sup>۲</sup> شیوه‌ای



## آلودگی نفتی

در شهریور ۱۴۰۲، نشت نفت در یکی از خطوط زیردریایی انتقال نفت بندر گناوه- جزیره خارک در فاصله حدود سه کیلومتری بندر گناوه، باعث شد مواد نفتی به دریا نشت کنند. آلودگی‌ها به سواحل شهر رسید. در کانال‌های خبری و در سواحل، اطلاعیه‌هایی نصب شد، مبنی بر اینکه تا اطلاع ثانوی از شناکردن در سواحل خودداری کنید. فرایند تعمیر خطوط انتقال نفت حدود سی روز طول کشید و هم‌زمان با آن فرایند پاک‌سازی سواحل هم انجام شد. با وجود همه تلاش‌ها، آلودگی‌هایی در ساحل و دریا ایجاد شد و نگرانی‌هایی برای مردم، فعالان محیط‌زیست و فعالان اقتصادی از جمله پرورش‌دهندگان آبزیان و صیادان پیش آمد. اما این آلودگی‌ها چه اثری روی زیست‌بوم دریایی داشت و چطور می‌توان آن‌ها را جمع‌آوری کرد؟

صفحه‌های ۴۰ تا ۴۵ را مطالعه کنید.



# فان. خلدیم العمان

باسمہ تعالیٰ  
مطفاً سنتمہ  
سید