

چه چیزهایی از علم شیمی یاد گرفتیم؟

محمد کوتی

چرایی و چگونگی آموزش نانوفناوری در مدارس

امیر محمد بهرامی مداح؛ زهره سرکان

تحلیل محتوای کمی و کیفی فصل سوم کتاب شیمی دهم چاپ ۱۴۰۲ به روش ویلیام رومی و با توجه به ساحت های شش گانه ی تعلیم و تربیت

عاطفه کوه دار

نقش و اهمیت رعایت اصول ایمنی در کارهای آزمایشگاهی

جعفر عظمت

بررسی پیوند های شیمیایی در اتصال کریستالی

ناصر کریمی؛ مرضیه یحیوی

مؤلفه های هویت ملی در کتاب شیمی دوازدهم

فاطمه مومنی



What did I learn from chemistry?

Mohammad Kooti

Why and how to teach nanotechnology in secondary schools

Amir mohammad Bahrami maddah; Zohre Serkan

Quantitative and qualitative content analysis of third chapter of the tenth-grade chemistry book, 1402 edition

Atefeh Koohdar

The role and importance of observing safety principles in laboratory work

Jafar Azamat

Investigating chemical bonds in crystal binding

Naser Karimi; Marziyeh Yahyavi

The components of national identity in the 12th chemistry book

Fatemeh Momeni





EDITORIAL

What did I learn from chemistry?

Mohammad Kooti ^{1,*}

¹ Department of chemistry, college of science, Shahid Chamran University of Ahvaz

*Corresponding author: (✉ mahmkooti@yahoo.com)

ABSTRACT

People's way of thinking changes with time since the conditions change, our brain grows, and the education we receive affects us. I have been dealing with chemistry for 50 years, and during the period I have learnt many things from chemistry that have dramatically affected my personal and social life, some of which I would like to share with you. Chemistry is not merely some formulas and the periodic tables, but a deep world of knowledge plus philosophy and logic. I have learnt the following from chemistry:

- 1) Considering that one-way chemical reactions stop sooner or later, and two-way reversible reactions are continuous and lasting, I concluded that I should arrange my relationship with others accordingly or based on mutual relationships so that they would be lasting.
- 2) Since elements have different features, even the elements within one group of the periodic table, I noticed that it is not possible to find two completely similar persons, even the identical twins. As a result, we should not have the same expectations from different people and do not compare them with each other while accepting them as they are.
- 3) Since some materials have high melting and boiling points, and some others are the reverse, to and even may explode when they are heated, I learnt that some people get easily agitated and lose their temper. Therefore, one should keep calm when meeting such people and should refrain from any type of tension; otherwise, both parties would be harmed.
- 4) Considering that some elements do not have any tendency for chemical reactions and prefer to be left alone, I concluded that some people are not communicative and do not like to interact with others; therefore, it is better to leave them alone and not to disturb their peace while keeping their privacy as much as possible.

ISSN (Online): [2717-2279](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15521.1148)

Citation: Kooti, M. (2024). What did I learn from chemistry?. *Research in Chemistry Education*, 5(4), 1-5.

 <https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15521.1148>



پژوهش در آموزش شیمی، سال پنجم، شماره چهارم، صفحات ۵-۱



پژوهش در آموزش شیمی

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



سرمقاله

چه چیزهایی از علم شیمی یاد گرفتیم؟

محمد کوتی ¹ ID *

۱. گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران، اهواز

* نویسنده مسئول: (mahmkooti@yahoo.com)

طرز تفکر انسان‌ها با گذشت زمان تغییر می‌کند، چون هم شرایط دگرگون می‌شوند و هم مغز ما رشد می‌کند و هم اینکه آموزش‌هایی که می‌بینیم، بر روی ما تاثیر می‌گذارند. اینجانب حدود ۵۰ سال است که با علم شیمی سروکار دارم و در طول این مدت مطالبی از شیمی یاد گرفتیم که در زندگی فردی و اجتماعی من بسیار تاثیرگذار بودند. در اینجا، دوست دارم برخی از آن‌ها را با شما عزیزان به اشتراک بگذارم. شیمی تنها چند فرمول و جدول تناوبی نیست، بلکه دنیایی ژرف از دانش، به اضافه فلسفه و منطق است. مواردی را که آموخته‌ام به شرح زیر هستند:

۱) از این که واکنش‌های شیمیایی یک طرفه دیر یا زود متوقف می‌شوند و واکنش‌های برگشت پذیر و دوطرفه یا رفت و برگشتی ادامه دار و پایدار هستند، به این نتیجه رسیدم که روابط خود را با افراد بر اساس روابط متقابل، پایه ریزی کنم تا دوام داشته باشند.

۲) از این که عناصر خواص متفاوتی دارند، حتی عناصر واقع در یک گروه جدول تناوبی، متوجه شدم که هیچ دو انسانی یافت نمی‌شود که مثل هم باشند، حتی دوقلوهای همسان. در نتیجه، از همه افراد توقعات یکسانی نباید داشته باشیم و افراد را نباید با هم مقایسه کنیم و هرکس را هر طوری که هست بپذیریم.

۳) از این که برخی از مواد نقطه ذوب و جوش بالا دارند و برخی برعکس و حتی ممکن است در اثر حرارت منفجر شوند، آموختم که بعضی افراد به سرعت عصبانی می‌شوند و از کوره در می‌روند. بنابراین، در قبال چنین افراد باید آرامش و خونسردی خود را حفظ کرد و از ایجاد هرگونه تنش خودداری نمود. در غیر این صورت، هر دو صدمه می‌بینیم.

۴) از این که برخی از عناصر تمایلی به واکنش شیمیایی ندارند و بیشتر تنهایی را دوست دارند، به این نتیجه رسیدم که بعضی آدم‌ها با بقیه سازگاری ندارند. بنابراین آن‌ها را بهتر است به حال خود بگذاریم و آرامش آن‌ها را تا آنجایی که ممکن است به هم نزنیم و حریم خصوصی آن‌ها حفظ شود.

۵) از این که در اغلب اوقات تا انرژی به حد کافی به مواد اولیه ندهیم واکنش شیمیایی رخ نخواهد داد، چنین برداشت کردم که تا به اندازه کافی تلاش نکنیم و انرژی لازم به خرج ندهیم، به نتیجه مطلوب خود نخواهیم رسید. بدیهی است هرچه هدف بالاتر باشد، قله یا سد انرژی آن نیز مرتفع‌تر است.

۶) از نقش کاتالیزورها و این که مسیر واکنش را تغییر می‌دهند و انجام پذیری آن را آسان‌تر می‌کنند و در نهایت بدون تغییر باقی می‌مانند، پی بردم که گاهی می‌توان بدون این که به دردسر بیفتیم و درگیر شویم،

راه صحیحی پیش روی افراد دیگر قرار دهیم تا پیشرفت کنند و آن‌ها را از حالت بن بست و انفعال خارج کنیم.

(۷) از این واقعیت که هیچ ماده شیمیایی صد در صد خالص نیست و حتی هیچ ماده بلوری بدون نقص بلوری وجود ندارد، پذیرفتم که هیچ انسان بی‌عیبی یافت نمی‌شود و باید خطاهای افراد را -که قاعده غالب هست- ببخشم. بر این اساس، این شعر زیبای حافظ را همیشه نصب العین خود قرار داده‌ام:

حافظ از باد خزان در چمن دهر مرنج
فکر معقول بفرما گل بی خار کجاست؟

(۸) از این قانون که در هر واکنش شیمیایی هیچ چیز از بین نمی‌رود و فقط از شکلی به شکل دیگر در می‌آید، به اینجا رسیدم که تمام اعمال و رفتار ما ماندگار هستند و در اذهان دیگران ثبت می‌گردد. پس بهتر است که از خود آثار و کردار نیک برجای بگذاریم. بسان ستاره‌هایی باشیم که میلیون‌ها سال نوری از ما فاصله دارند و خیلی وقت پیش از بین رفته‌اند، اما هنوز نورشان به ما می‌رسد، گویی هنوز وجود خارجی دارند.

(۹) از این که برخی مواد در مقابل رطوبت، هوا، نور، گرما و... حساس هستند و تخریب می‌شوند، صلاح خود را در این دیدم که از هر آنچه که آرامش و آسایشم را به هم می‌زند، دوری کنم و خود را تا حد ممکن در شرایط سختی قرار ندهم.

(۱۰) از این که عناصر کم ارزش به وفور در طبیعت وجود دارند و معمولاً در سطح زمین یافت می‌شوند، اما عناصر گران‌بها، مثل طلا، پلاتین و... کمیاب هستند و در اعماق زمین قرار دارند، چنین می‌توان برداشت کرد که افراد ارزشمند و گران سنگ نیز کمیاب هستند و به علت تواضع و فروتنی به راحتی قابل دسترس و شناسایی نیستند.

(۱۱) از واپاشی هسته‌ای برخی از عناصر رادیواکتیو در طبیعت و کم و کمتر شدن مقدار آن‌ها، معنی زمان را بهتر درک کردم، به خصوص مفهوم اینکه «زمان به عقب بر نمی‌گردد» را به وضوح فهمیدم.

(۱۲) از این یافته‌ها که عناصر تشکیل دهنده بدن ما و نیز سیاره زمین، سرچشمه‌ای در ستارگان دیگر دارند، پی بردم که این کمال خودخواهی است که خود را تنها موجودات هوشمند ساکن جهان بدانیم؛ چرا که طبق نظر NASA هر ساله ۱۵۰ میلیارد ستاره یا حدود ۲۷۵ میلیون ستاره در هر روز متولد می‌شود. بنابراین، احتمال وجود شرایطی برای حیات در کرات دیگر، دور از ذهن نیست. امید است که تلسکوپ جیمز وب این موضوع را در آینده تا حدی روشن کند.

(۱۳) با توجه به اینکه اهمیت و ارزش عناصر شیمیایی به کاربرد و ویژگی خاص آن‌ها مربوط می‌شود، فهمیدم که ارزش افراد نیز به کار مفیدی که برای جامعه انجام می‌دهند و این که چقدر خاص و تعیین کننده هستند، بستگی دارد. در این رابطه، آوردن بیت زیر از صائب تبریزی خالی از لطف نیست:

آهن و فولاد هر دو از یک کوره می‌آیند برون
این یکی شمشیر بران، آن یکی نعل خر است

(۱۴) این که ما وقتی یک ترکیب شیمیایی جدید را در آزمایشگاه تهیه می‌کنیم، باید چندین روش آزمایشگاهی را به کار بگیریم تا اطمینان نسبی در مورد شناسایی آن حاصل شود، می‌فهمیم که شناخت یک انسان -که از میلیارد‌ها مولکول پیچیده تشکیل شده- کار بسیار سختی است و شناخت ما از افراد نسبی و سطحی است.

(۱۵) این واقعیت که بدن ما با این پیچیدگی فقط از حدود ۲۹ عنصر شیمیایی ساخته شده، در حالی که در ساخت یک موبایل هوشمند حداقل ۷۰ عنصر به کار رفته، جای تأمل دارد. به خصوص وقتی بدانیم که مغز

ما در مقایسه با بزرگترین هارد درایو روز - با توانایی ذخیره ۱۰۰۰۰ گیگابایت - و موبایل هوشمند اندروید - با ۲۴GB حافظه - توانایی ذخیره کردن معادل ۵/۲ میلیون گیگابایت حافظه دیجیتالی دارد. این امر نشان می‌دهد که کمیت اهمیت چندانی ندارد و این نظم و سازماندهی منسجم اعضای یک مجموعه، کارآمدی آن را تعیین می‌کند. این واقعیت را می‌توان به جوامع انسانی نیز تعمیم داد. برخی کشورهای پرجمعیت و متنوع از منابع سرشار ارزشمند خدادادی در فقر به سر می‌برند و در مقابل، کشورهای کوچکی وجود دارند که بدون چنین منابعی به رشد و شکوفایی رسیدند. برای مثال، دو کشور اتیوپی و سودان به ترتیب ۵۴ و ۴۲ میلیون راس گاو دارند اما هر دو کشورهای فقیری هستند اما هلند با تنها ۱۱ میلیون راس گاو، شیر و لبنیات جهان را تامین می‌کند!

۱۶) مصرف انرژی زیاد برای تولید مواد شیمیایی غالباً آلوده کننده است در صورتی که مواد مشابه در شرایط آسان و بدون آلودگی تولید می‌شوند، ما را ملزم می‌کند که از فرآیندهای طبیعی الگو بگیریم و روش‌های کم‌خطری را برای تولید مواد ضروری برای جامعه به کار گیریم. در این راستا، کمک گرفتن از نور خورشید به عنوان منبع انرژی، و باکتری‌ها به عنوان تولید کننده مواد در مقیاس انبوه، و آب به عنوان ماده اولیه برای تولید انرژی هر چه سریع‌تر و بیشتر مورد توجه قرار گیرند.

۱۷) اتم‌های عناصر، به جز معدودی از آن‌ها، در حالت منفرد و مجزا نه پایدار هستند و نه کاربرد زیادی برای ما دارند، و در صورت جمع شدن با هم یا با سایر اتم‌های دیگر کاربردهای مفیدی پیدا می‌کنند. برای نمونه، اتم‌های اکسیژن نه تنها برای ما مفید نیستند، بلکه چون رادیکال هستند خطرناکند، اما وقتی دو اتم اکسیژن در اثر پیوند شیمیایی با هم جمع شوند، ماده حیات بخش اکسیژن را به وجود می‌آورند که بدون آن نمی‌توانیم بیش از ۶ دقیقه زنده بمانیم. این وضعیت را می‌توان به انسان‌ها، که موجوداتی بسیار پیچیده هستند، تعمیم داد؛ به این معنی، که انسان نمی‌تواند بدون دیگر انسان‌ها خیلی دوام بیاورد. جمع افراد است که یک جامعه منسجم را تشکیل می‌دهد. این جمع، منافع و خواسته‌های مشترک دارند و هرکدام از افراد آن در خدمت به این جامعه نقش موثر دارند.

۱۸) در خیلی از موارد وقتی دو یا چند عنصر با هم مخلوط شوند، ماده‌ای حاصل می‌شود (آلیاژ) که خواص خیلی بهتر و مفیدتر از عناصر تشکیل دهنده اولیه خود دارد. برای مثال، آهن به تنهایی خیلی زود زنگ می‌زند، اما وقتی با فلز کروم مخلوط و ذوب شود، استیل ضد زنگ به وجود می‌آورد که کاربرد زیادی دارد. از این واقعیت چنین برداشت کردم که به یک نژاد یا قومیت خاص، افتخار نکنم. در واقع، اختلاط نژادها و قومیت‌ها با هم می‌تواند غنای فرهنگی و اصلاح ژنتیکی به دنبال داشته باشد.

۱۹) در طول تاریخ علم شیمی، در مورد مقوله‌های مختلف، نظریه‌های متعددی مانند اسیدها و بازها، ساختار اتم، پیوند شیمیایی و غیره ارائه شده است. نظریات جدید که با واقعیت‌ها و مشاهدات بیشتر مطابقت دارند، به راحتی توسط جامعه علمی پذیرفته شده و نظریات قدیم و نارسا کنار گذاشته می‌شوند. البته، نظریات جدید هم کامل و بدون نقص نیستند، اما به هر حال جامع‌تر، و تناقض کمتری دارند. از این تسلسل تکامل نظریات علمی، می‌توان به این نتیجه رسید که نباید در مورد نظر و طرز تفکر خود تعصب به خرج دهیم و هر آنچه را که دیگران می‌گویند و فکر می‌کنند، مردود و بی ارزش بدانیم. هر کسی جهان را با دید خاص خودش می‌بیند، لذا شایسته است که ما به عنوان انسان خردمند به تفکر و عقیده‌های دیگران احترام بگذاریم و همدیگر را بپذیریم. بنابراین، به گفته سهراب سپهری:

چشم‌ها را باید شست، جور دیگر باید دید.

۲۰) با توجه به نقش ارزنده شیمی در تمام عرصه‌های زندگی انسان‌ها، اعتقاد راسخ پیدا کرده‌ام که رفاه و پیشرفت پایدار جوامع بشری در گرو استفاده صحیح و کارآمد از علم شیمی است. با روی کار آمدن هوش مصنوعی، تغییرات شگرفی در نوع مطالعات و پژوهش‌های شیمی به وجود آمده است و کارهای پژوهشی سریع‌تر، کم هزینه‌تر، کارآمدتر و هدفمندتر شده‌اند؛ لذا اگر خودمان را با این تکنولوژی جدید و جهان شمول مجهز نکنیم، از غافله پیشرفت علمی و تکنولوژیکی جا می‌مانیم. به قول گلشن آزادی:

برو قوی شو اگر راحت جهان طلبی

که در نظام طبیعت ضعیف پامال است

امیدوارم این مجموعه آموخته‌های من از دانش بدیع شیمی، افق‌های تازه‌ای را از این علم و نقش آن در جامعه و کشور عزیزمان ایران در اختیار خوانندگان عزیز بگذارد.



ارجاع: کوتی، محمد (۱۴۰۲). چه چیزهایی از علم شیمی یاد گرفتیم. پژوهش در آموزش شیمی، ۵(۴)، ۱-۵.
doi <https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15521.1148>



REVIEW PAPER

Why and how to teach nanotechnology in secondary schools

Amir Mohammad Bahrami Maddah ^{1,*}, Zohre Serkan ²

¹ Master student of chemistry, Farhangian University, Tabriz, Iran

² Expert in supervision of preschool centers, General Directorate of Education, Hamadan, Iran

* Corresponding author: (✉ bahrami_maddah@cfu.ac.ir)

ABSTRACT

Keywords:

Nanotechnology,
educational
principles,
teaching
nanotechnology,
Science,
microscope.

Nanotechnology is not a new field, but it is an interdisciplinary topic closely related to other branches of knowledge including physics, chemistry, medicine, energy, etc. Beside the revolution it created across the globe, the emergence of nanotechnology deeply influenced the education systems of the countries around the world so that they could train experts in this field. The expansion of the use of nanotechnology in various branches of industry, medicine, electronics, agriculture, and health, prompts educational systems to raise the students' awareness in this field by providing concepts and topics related to nanomaterials and their applications. Therefore, it is necessary to update the science taught at schools and integrate science and nanotechnology in a coherent way so that future generations and the workforce can make responsible scientific decisions. Among the advantages of nanoscience's over the other sciences is to enable students to better understand and communicate among branches of science. In this article, nanotechnology and the necessity and principles of its education in schools are emphasized. The study method is searching in Persian and English databases and reviewing articles, books, and the sources related to nanotechnology and its education. Finally, the results of teaching nanotechnology at schools are stated.

Received: 24 September 2023

Revised: 8 November 2023

Accepted: 13 January 2024

Published online: 30 January 2024

PP: 6-18

ISSN (Online): [2717-2279](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15118.1142)

Citation: Bahrami Maddah, A. M., Serkan, Z. (2024). Why and how to teach nanotechnology in secondary schools. *Research in Chemistry Education*, 5(4), 6-18.

 [https://doi.org/ 10.48310/CHEMEDU.2024.15118.1142](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15118.1142)



پژوهش در آموزش شیمی، سال پنجم، شماره چهارم، صفحات ۱۸-۶



پژوهش در آموزش شیمی

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


مقاله مروری

چرایی و چگونگی آموزش نانوفناوری در مدارس

امیر محمد بهرامی مداح^۱ ID، زهره سرکان^۲^۱ دانشجوی کارشناسی آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، پردیس علامه امینی تبریز، ایران^۲ کارشناس نظارت بر مراکز پیش دبستانی، اداره کل آموزش و پرورش، همدان، ایران* نویسنده مسئول: bahrami_maddah@cfu.ac.ir (✉)

چکیده

نانوفناوری یک رشته جدید نیست، بلکه علمی بین رشته‌ای است که با سایر علوم مانند فیزیک، شیمی، دارویی، انرژی و... ارتباط تنگاتنگی دارد. با ظهور نانو فناوری، علاوه بر انقلابی که در جهان ایجاد شد، هیاوهی در نظام‌های آموزش کشورهای دنیا به وجود آورد تا افراد متخصص را در این زمینه تربیت کنند. گسترش استفاده از فناوری نانو در شاخه‌های مختلف صنعتی، پزشکی، الکترونیک، کشاورزی و بهداشت، نظام‌های آموزشی را بر آن می‌دارد تا با ارائه مفاهیم و سرفصل‌های مربوط به نانو، مواد و کاربردهای آن، آگاهی دانش آموزان را در این زمینه علمی افزایش دهند. بنابراین لازم است علوم ارائه شدنی در مدارس به‌روز بشوند و علوم و فناوری نانو به صورت منسجم در آن گنجانیده شود تا نسل‌ها و نیروی کار آینده، مسئولانه تصمیمات علمی بگیرند. از جمله مزیت‌های علوم نانویی با دیگر علوم، قادر ساختن دانش آموزان و دانشجویان به درک و ارتباط بهتر بین علوم است. در این مقاله چرایی و چگونگی آموزش نانوفناوری در مدارس مورد بررسی قرار می‌گیرد. روش مورد مطالعه، جست و جو در پایگاه‌های اطلاعاتی فارسی و انگلیسی و بررسی مقالات، کتب و پایان نامه‌های مرتبط با نانوفناوری و آموزش آن می‌باشد. در پایان نتایج حاصل از آموزش نانوفناوری در مدارس بیان می‌گردد.

واژه‌های کلیدی:

نانوفناوری،

اصول آموزشی،

آموزش نانوفناوری،

علم،

میکروسکوپ.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۰۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۳

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۲/۱۱/۱۰

شماره صفحات: ۱۸-۶

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۲۷۹



ارجاع: بهرامی مداح، امیر محمد؛ سرکان، زهره (۱۴۰۲). چرایی و چگونگی آموزش نانوفناوری در مدارس. پژوهش در آموزش شیمی، (۴)، ۵-۱۸.

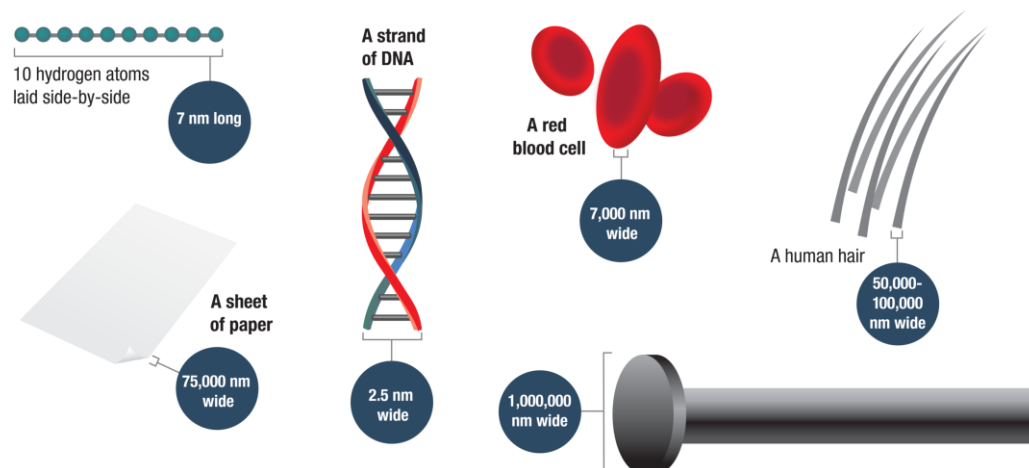
doi [https://doi.org/ 10.48310/CHEMEDU.2024.15118.1142](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15118.1142)

مقدمه

نانوفناوری، توانایی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح مولکولی و اتمی و تغییر خواصی است که در سطوح ظاهر می‌شود. از همین تعریف ساده برمی‌آید که نانوفناوری یک رشته جدید نیست، بلکه رویکردی جدید در تمامی رشته‌ها است. موضوع اصلی آن نیز مهار ماده یا دستگاه‌های در ابعاد معمولاً حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. نانوتکنولوژی یک حوزه علمی نوظهور و در ارتباط با علوم شیمی، مواد، فیزیک، داروسازی و انرژی به سرعت در حال توسعه است. با به‌کارگیری فناوری در مقیاس نانو می‌توان خواص مختلفی از مواد مانند نوری، مغناطیسی، الکتریکی، فضایی و شیمیایی را مراقبت نمود. این خواص مراقبت شده منجر به کاربردهای جدید و مفیدی خواهد شد (Knobel, 2010). در واقع نانو فناوری فهم و به‌کارگیری خواص جدیدی از مواد و سیستم‌هایی در این ابعاد است، که اثرات فیزیکی جدیدی که عمدتاً متأثر از غلبه خواص کوانتومی بر خواص کلاسیک است از خود نشان می‌دهند. استفاده از این فناوری در کلیه علوم پزشکی، پتروشیمی، علوم مواد، صنایع دفاعی، الکترونیک، کامپیوترهای کوانتومی و غیره باعث شده است که تحقیقات در زمینه نانو به عنوان یک چالش اصلی علمی و صنعتی پیش روی جهانیان باشد. در حال حاضر بازار محصولات بر مبنای فناوری نانو در سطح جهانی بیش از ۱۰۰۰ میلیارد دلار برآورد می‌شود. حدود ۲ میلیون پرسنل در این حوزه مشغول بکار هستند. به‌منظور برآورد شدن این تقاضا، کارکنان مربوطه بایستی در حوزه‌های مختلف تولید و کاربرد این فناوری مهارت لازم را به دست آورند (Meyyappan, 2004).

مقیاس نانویی:

مقیاس نانویی به ابعاد ۱ تا ۱۰۰ نانومتر اطلاق می‌شود. بدین معنا که از مقیاس سانتی‌متر، میلی‌متر و میکرومتر هم پایین‌تر آمده تا جایی که به مقیاس یک میلیارد متر رسید. برای درک بهتر این مقیاس، در نظر بگیریم که چنانچه ۱۰ اتم هیدروژن به حالت ردیف به صورت دانه‌های یک تسبیح کنار هم قرار گیرند اندازه رشته حاصل ۷ نانومتر خواهد بود. یک رشته DNA حدود ۲/۵ نانومتر است. پهنای یک گلبول قرمز خون ۷۰۰۰ نانومتر، ضخامت یک تار موی انسان ۵۰۰۰۰ نانومتر، ضخامت یک برگ کاغذ معمولی ۷۵۰۰۰ نانومتر و عرض ته یک سنجاق کوچک یک میلیون نانومتر است. در شکل ۱ این مثال‌ها به صورت تصویری ارائه شده‌اند (Alford, 2009).



شکل ۱: ارائه تصویری مقیاس نانویی

مشاهده مقیاس نانویی:

درحالی‌که به نظر می‌رسد این مقیاس زیر چشم انسان قرار دارد، اما در عمل، دنیای بسیار ریز در فاصله‌ای بسیار دور قرار دارد. این دنیا در ورای هر حسی وجود دارد. بنابراین باید دید که دانشمندان چگونه به رخدادهای آن پی می‌برند. به جرأت می‌توان گفت برای مشاهده دنیای بسیار ریز به ماشین‌های بسیار پیچیده و بزرگ نیاز است. در گذشته دور حدود سال ۱۹۳۰ میلادی دانشمندان با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، میکروسکوپ الکترونی

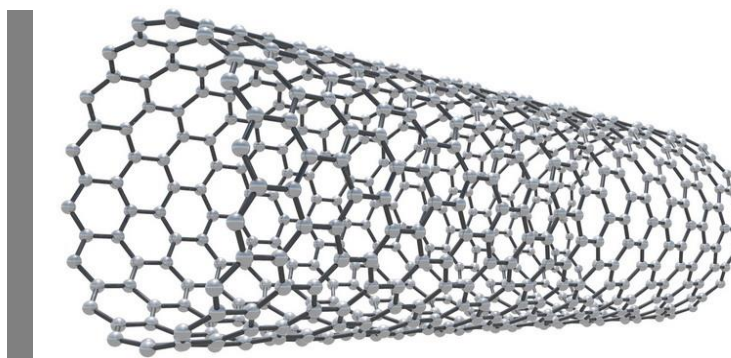
انتقالی (TEM) و میکروسکوپ الکترونی میدانی (FIM) مشاهداتی در مقیاس نانویی داشتند. این میکروسکوپ‌های الکترونی یک پرتو الکترونی را بر روی نمونه تابانیده و وضوح و تفکیک تصویری بهتر از میکروسکوپ نوری مرسوم فراهم می‌نمایند. این میکروسکوپ‌ها بزرگنمایی تا یک میلیون برابر دارند در حالی که میکروسکوپ معمولی تا ۱۵۰۰ برابر بزرگنمایی دارد. بدین ترتیب آغاز نانو فناوری اعلام شد. به تازگی با استفاده از میکروسکوپ تونلینگ روبشی (STM)، میکروسکوپ با نیروی اتمی (AFM) و هلوگرافی مشاهده مقیاس نانویی اجسام در سطح اتمی و در فضای سه بعدی نیز امکان پذیر شده است. بدین ترتیب بررسی خواص مکانیکی و سطحی اجسام از قبیل زبری و نرمی قابل ارزیابی می‌شود (Roco, 2006).

علم نانو اشیاء را تغییر می‌دهد:

یکی از عناصر هیجان انگیز عمل در دنیای نانو این است که مواد در این مقیاس در مقایسه با دنیای معمولی، رفتار متفاوتی نشان می‌دهند (Moosvi, 2014). اگر یک تکه طلای زرد رنگ را در نظر بگیریم، چنانچه آن را به قطعاتی تا مقیاس نانو خرد کنیم، رنگ قطعات وابسته به اندازه آن‌ها تغییر خواهد کرد. در محدوده ۱۰ تا ۱۰۰ نانومتر با توجه به اندازه و شکل، قرمز، نارنجی، صورتی و یا سبز به نظر می‌رسند (Huang, 2011). همین طلا که در حالت عادی در مقیاس ماکرو و میکرو از نظر واکنش شیمیایی تقریباً خنثی می‌باشد، در مقیاس نانویی به عنوان کاتالیزگر واکنش عمل می‌کند (McFarland, 2004). بنابراین با مراقبت از اندازه و شکل مواد می‌توان رفتار آن‌ها مانند رنگ، رسانایی برق، نقطه ذوب، سختی و شکنندگی را نیز مراقبت نمود. این در حالی است که ترکیب شیمیایی و یا ساختار بلوری مواد تغییر داده نشده و فقط سطح در معرض دید، تغییر کرده است. در این هنگام نسبت سطح مواد به حجم آن‌ها به گونه‌ای فوق‌العاده زیاد شده است. از آنجایی که عمده واکنش‌های شیمیایی مواد در سطح آن‌ها رخ می‌دهد، بنابراین فعالیت شیمیایی بیشتر می‌شود. به همین دلیل شیمیدانان نسبت به مطالعه علم نانو بسیار علاقه‌مند شده‌اند (Frens, 1973). خواص کوانتومی مواد نیز در مقیاس نانو تحت تأثیر قرار می‌گیرند. فیزیک کلاسیک نمی‌تواند تغییر رنگ اشیاء را به علت تغییر اندازه بیان کند. بدین جهت از علم کوانتوم مکانیک استفاده می‌شود. به همین علت در مواردی علم نانو را علم نقاط کوانتومی نیز می‌گویند (Sweeney, 2006).

معرفی نانو مواد:

مواد نانویی، موادی هستند در مقیاس نانویی که خواصشان مانند رسانایی برق، رنگ و خواص مکانیکی با توجه به ابعادشان تغییر می‌کند. مواد نانویی شامل همه موادی است که ساختاری سطحی و یا عمقی در مقیاس نانویی دارند و می‌توانند مواد آلی، معدنی و یا زیستی باشند. صفحات نانویی، ذرات نانویی، سیم‌های نانویی و نانولوله‌ها را می‌توان در آزمایشگاه مهندسی نمود. ممکن است نانوذرات مانند دود، اسپری آب دریا، خاکستر آتشفشان، مواد معدنی، خاک‌ها، ذرات نمک در طبیعت نیز یافت شوند. تصویری از نانو لوله‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: نانولوله‌های کربنی

کاربردهای فناوری نانو:

بخشی از تاثیرات و کاربردهای نانوتکنولوژی به شرح زیر می‌باشد:

۱- تولید مواد و محصولات صنعتی:

برخی از مزایای نانوساختارها عبارتست از: مواد سبک‌تر، قوی‌تر و قابل انعطاف؛ کاهش هزینه عمر کاری از طریق کاهش دفعات نقص فنی؛ ابزارهایی نوین بر پایه معماری جدید؛ بکارگیری کارخانه‌جات مولکولی که مزیت مونتاژ مواد در سطح نانو را دارند.

۲- نانوفناوری در پزشکی و بدن انسان:

نانوتکنولوژی در پزشکی رفتار مولکولی در مقیاس نانومتر در سیستم‌های زنده را اداره می‌کند. یعنی مقیاسی که شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی و شبیه‌سازی کامپیوتری، همگی به آن سمت گرایش دارند. سهل‌شدن استفاده بهینه از دارو، مواد زیست سازگار با کارایی بالا، طراحی سیستم‌های جدید و هدفمند انتقال دارو به سلول‌ها و طراحی فرمولاسیون داروها می‌تواند به نحو حیرت‌انگیزی توان درمانی داروها را افزایش دهد.

۳- دوام‌پذیری منابع کشاورزی، آب، انرژی، مواد و محیط زیست پاک:

فناوری نانو منجر به تغییراتی شگرف در استفاده از منابع طبیعی، انرژی و آب خواهد شد و پساب و آلودگی را کاهش خواهد داد. همچنین فناوری‌های جدید، امکان بازیافت و استفاده مجدد از مواد، انرژی و آب را فراهم خواهند کرد. در زمینه محیط زیست، علوم و مهندسی نانو، می‌تواند تاثیر قابل ملاحظه‌ای در درمان مسائل زیست محیطی از طریق کنترل انتشار آلاینده‌ها؛ در توسعه فناوری سبز جدید که محصولات جانبی ناخواسته کمتری دارند و یا در مناطق حاوی فاضلاب، داشته باشد. زیرا توان حذف آلودگی‌های کوچک از منابع آبی (کمتر از ۲۰۰ نانومتر) و هوا (زیر ۲۰ نانومتر) و اندازه‌گیری و تخفیف مداوم آلودگی در مناطق بزرگ‌تر را دارد.

۴- فناوری نانو در هوا و فضا:

نانو فناوری در طراحی و ساخت مواد سبک‌وزن، پرقدرت و مقاوم در برابر حرارت، مورد نیاز برای هواپیماها، راکت‌ها، ایستگاه‌های فضایی و سکوها، اکتشافی سیاره‌ای یا خورشیدی، نقش تعیین کننده‌ای ایفا می‌کند. همچنین استفاده روزافزون از سیستم‌های کوچک شده تمام خودکار، منجر به پیشرفت‌های شگرفی در فناوری ساخت و تولید خواهد شد.

۵- کاربرد فناوری نانو در صنعت الکترونیک:

با استفاده از این فناوری می‌توان ظرفیت ذخیره سازی اطلاعات را در حد ۱۰۰۰ برابر یا بیشتر افزایش داد و نهایتاً به ساخت ابزارهای ابرمحاسباتی به کوچکی یک ساعت مچی منتهی شود. همچنین ساخت تراشه‌ها در اندازه‌های فوق‌العاده کوچک به عنوان مثال در اندازه‌های ۳۲ تا ۹۰ نانومتر، و تولید دیسک‌های نوری ۱۰۰ گیگابایتی در اندازه‌های کوچک امکان پذیر می‌گردد.

احتیاط‌ها در مورد نانوفناوری:

همراه با گسترش هر نوع فناوری جدید، دامنه‌ای از نتایج منفی و مثبت مربوط به آن در ذهن انسان‌ها نقش می‌بندد (Barab, 2005). همزمان با سرمایه گذاری در حوزه علم و فناوری نانو نیز نگرانی برخی از مردم در رابطه با مسائل اخلاقی، زیست محیطی و اقتصادی بروز می‌کند. از جمله بیان می‌شود که نانوذرات تولیدی بر سامانه‌های زیستی و سلامتی انسان چه اثری خواهند داشت؟ (Amory, 1999). در آزمایشگاه مشاهده شده که برخی از مواد نانویی نوعی بهم‌ریختگی در الیاف پروتئینی ایجاد نموده‌اند که شبیه بیماری‌های مغزی می‌باشند (Jones, 2007). شواهدی دال بر آسیب‌های ژنتیکی از سوی نانو ذرات نیز به‌دست آمده است (Harmer, 2010). اثر نانوذرات بر سامانه خون رسانی شامل قلب و عروق در حال مطالعه است. وضعیت سلامتی کسانی که برای طولانی مدت و یا روزانه در معرض نانوذرات هستند باید رصد شود (Bryan, 2015). مشاهده شده که نانو لوله‌های کربنی موجب بیماری سرطان و اختلال رفتاری در برخی حیوانات شده است. از آنجاکه چگونگی اثر نانوذرات در آزمایشگاه با محیط زیست متفاوت است، بنابراین با توجه به ساختار فیزیکی و شیمیایی مواد، نحوه اثرگذاری آن‌ها بر آب، خاک و هوا بایستی بررسی شود. زمانی که این مواد در محیط پخش می‌شوند، ممکن است به همان شکل در تماس با محیط باقی بمانند و یا اینکه در آب‌ها حل، ته

نشین، انباشت شده و یا با دیگر ملکول‌ها و یون‌های محیط اعم از معدنی، آلی و یا بیولوژیکی پیوند برقرار نمایند. احتمال دارد نانوذرات از یک میکروارگانیسم به میکروارگانیسم دیگر و یا در زنجیره غذایی جانداران دیگر منتقل شوند. چون نانوذرات متنوع هستند، بنابراین اثرات آن‌ها نیز متنوع خواهد بود. در هر حال اثرات مثبت و منفی هر دو بایستی مورد مراقبت باشد. با این وجود بسیاری از دانشمندان بر این باورند که علوم و فناوری نانو موجب پیشرفت فوق العاده-ای در زمینه‌هایی همچون داروسازی، بیوتکنولوژی، تولید کالا و فناوری اطلاعات خواهد شد (Foley, 2006). از این‌رو، با عنایت به توسعه و کاربرد علوم نانو، شهروندان، بخصوص دانش‌آموزان و دانشجویان باید با فواید و خطرات اجتماعی و اخلاقی آن آشنا باشند. با توجه به چند وجهی بودن این عرصه جدید، برنامه‌های آموزشی گوناگونی بصورت رسمی و غیررسمی در سطح جهان برای آموزش فناوری نانو تدارک دیده شده‌است (Betz, 1995). حتی برای دبیرستان‌ها آزمایشگاه‌های نانو فراهم شده است (Blumenfeld, 1991). ارزیابی پروژه نشان داده است که در آموزش نانوفناوری با رویکرد نیاز محوری، دانشجویان و دانش‌آموزان درک گسترده‌تر و بهتری از این مفهوم علمی خواهند داشت. امروزه بسیاری از آموزش‌های نانوشیمی بر پایه استفاده از دستگاه‌های بسیار پیچیده و دقیق می‌باشد. هدف اساسی نانوفناوری عبارت‌است از طراحی، نمونه‌سازی، مشابه سازی و تولید مواد با ساختار نانویی و یا ابزارهای نانویی با خواص فوق العاده و در نهایت تجاری سازی آن‌ها.

آینده نانو فناوری:

ده‌ها سال پژوهش و توسعه در علوم و فناوری نانو منافع غیرمنتظره‌ای را برای اجتماع به بار آورده‌است. این فناوری موجب بهبود کیفیت محصولات در عرصه‌هایی مانند ایمنی غذایی، دارویی، بهداشت، انرژی، حمل و نقل، ارتباطات، محیط زیست، صنایع خودرویی، نساجی، آرایشی و بهداشتی شده است. تا کنون حدود ۸۰۰ قلم محصول در بازار عرضه می‌شود که ادعا می‌شود با استفاده از فناوری نانو بهبود کیفیت پیدا کرده‌اند (Drane, 2009). مثالی از این نوع در مورد الیاف نانویی در شکل ۲ آورده شده است.



شکل ۳: ذرات نانویی به سطح این الیاف ساختاری شبیه برگ‌های گیاه نیلوفر آبی داشته که آب و گرد گریز هستند.

مزیت تدریس نانوفناوری در مدارس:

یکی از مزیت‌های قرار گرفتن علوم و فناوری نانو در برنامه درسی دانش‌آموزان این است که آن‌ها را قادر می‌سازد، ارتباطی منطقی‌تر بین مفاهیم علوم فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی و کاربرد نانو در آن حوزه‌ها برقرار نمایند. بدین ترتیب آن‌ها قادر خواهند بود آن علوم را با هم مقایسه کنند و نتیجه می‌گیرند که انسان‌ها در تمام دوره‌ها در زندگی بسته به پیشرفت علم همیشه از فناوری‌های مختلف استفاده کرده‌اند که نانوفناوری هم یکی از آن‌ها است. ضمن اینکه رشته‌های مطالعاتی بسیار متنوع را می‌توانند دنبال کنند که به آن‌ها این امکان را خواهد داد که با کاربرد نانو فناوری جهان را تغییر دهند. به‌طورمعمول درک دانش‌آموزان از سود و زیان این علوم وابسته به نوع کاربرد آن است. محصلین

یاد می گیرند که منتقدانه بیندیشند، در هر موردی واقعیت‌ها را بررسی کنند و مزایا و معایب را بسنجند. به تازگی در بسیاری از کشورها مطالبانانو فناوری به نحوی در برنامه درسی دانش‌آموزان گنجانیده شده است و حتی آزمایشگاه‌های نانویی نیز تدارک دیده شده است (Planinsic, 2008).

توجه کمتر به آموزش فناوری نانو به دانش‌آموزان می‌تواند پیامدهای ناگواری برای نظام آموزش کشور داشته باشد که به مرور زمان مشخص می‌گردد. حال آن‌که، در صورت آشنایی دانش‌آموزان با نانو فناوری آن‌ها قادر خواهند بود علوم جدید را به زبان ساده و از طریق تعامل بشناسند. بدین ترتیب آن‌ها قادر خواهند بود آن علوم را با هم مقایسه کنند و نتیجه می‌گیرند که انسان‌ها در تمام دوره‌ها در زندگی بسته به پیشرفت علم همیشه از فناوری‌های مختلف استفاده کرده‌اند که نانوفناوری هم یکی از آن‌ها است (Tretter, 2006).

پیشینه پژوهش

تاکنون روش‌هایی گوناگون به منظور آموزش نانو فناوری در مدارس در پیش گرفته شده است که در زیر به بررسی تعدادی از آن‌ها می‌پردازیم:

امروزه نانو فناوری یکی از حوزه‌های مهم آموزش علوم در بسیاری از کشورهای توسعه یافته است. تاکنون کشورهای مختلفی از جمله آمریکا، دانمارک، تایوان، کره جنوبی، سنگاپور و غیره در زمینه آموزش مفاهیم و کاربردهای نانو فناوری تحقیقات گسترده‌ای را منتشر کرده و همچنین در دوره‌های آموزشی کوتاه و بلند مدت در دوره متوسطه، بازده آن‌را مورد مطالعه قرار داده‌اند (Nadira, 2012, Fonash, 2001). نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد دانش‌آموزان با توجه به شیوه انتقال اطلاعات و روش تدریس، درک قابل قبولی از مفاهیم اصلی این علم داشته‌اند (Antti, 2010). در میان روش‌های مورد بررسی، دو عامل اصلی تجسم و مشاهده تصاویر میکروسکوپی و انیمیشن‌ها به عنوان موثرترین عامل انتقال درست مفاهیم به دانش‌آموزان و درک بهتر ساختار شیمیایی و خواص ترکیبات در مقیاس نانو معرفی شدند (Jeremy, 2009). در تایوان آموزش فناوری نانو با روش‌های گوناگون به دانش‌آموزان از دوره ابتدایی صورت می‌گیرد (Brojeni, 2011). در ژاپن علاوه بر دبیرستان‌ها آموزش نانو را به سطوح پایین‌تر یعنی دبستان نیز گسترش داده‌اند. پازل‌های کودکانه نمونه بارز این آموزش هاست. در سایر کشورهای پیشرفته نظیر آمریکا و آلمان نیز برنامه‌های متنوعی برای آموزش نانو توسعه داده شده‌اند. درک دانش‌آموزان از مباحث پیچیده علمی در مقیاس نانویی مانند ساختار مولکولی ترکیبات، تقارن مولکولی و ساختار بلورین آن‌ها با تصویر سازی (پویانمایی - بازی‌های رایانه‌ای) و استفاده از نانوفناوری بهبود می‌یابد (Rieber, 1995).

از تجسم در آموزش نانوشیمی و نانوفناوری می‌توان برای یادگیری مفاهیم اصلی شیمیایی مانند پیوند، ساختار، واکنش پذیری، تعادل‌های شیمیایی و اندازه ذرات و بهبود خواص آن‌ها بهره جست. برنامه‌های آموزشی بصری باعث می‌شوند یادگیرنده به‌طور فعال در یادگیری فعال شده و انگیزه‌های یادگیری را بالا ببرد. مطالعات انجام شده در مورد درک دانش‌آموزان از مقیاس نانو بیشتر مربوط به دانش‌آموزان مسن‌تر است نه دانش‌آموزان دوره ابتدایی. در مطالعاتی که سعی در آشنایی دانش‌آموزان دوره ابتدایی با مباحث علوم و فناوری نانو دارند کمبود آن ذکر شده است. با این حال تلاش‌هایی برای بحث در مورد موضوعات علوم و فناوری نانو برای دانش‌آموزان دوره ابتدایی در زمینه‌های خارج از مدرسه وجود دارد. در آفریقای جنوبی نمایشگاهی از یک موزه علمی که شامل تکنیک‌ها، برنامه‌ها، پوسترها، فیلم‌ها و نمایشگرهای تعاملی در علوم و فناوری نانو است، برای بررسی میزان دانش آموزان ۲۲ تا ۲۳ ساله استفاده شده است. دانش‌آموزانی که از نمایشگاه نانو بازدید کردند دانش خود را در مورد علوم و فناوری نانو گسترش دادند اما مهم‌ترین نتیجه، افزایش علاقه دانشجویان به علوم و فناوری نانو بوده است. همچنین در تایوان یک دوره ۳ ساعته علوم و فناوری نانو برای ۳۱۳ دانش آموز دبستانی (پایه ششم) در قالب فعالیت‌های اردوگاهی برای ارتقای آموزش علوم

محبوب استفاده شده است. فعالیت‌های اردوگاه شامل مقدمه‌ای برای علوم و فناوری نانو، آزمایش‌هایی در مورد تأثیر نیلوفر آبی، بازدید از نمایشگاه نانو و معماهای تعاملی است. دانش‌آموزان ابتدایی پیشرفت‌های چشمگیری در درک خود در مورد مباحث علوم و فناوری نانو داشتند که به ترتیب در سه بخش با نام‌های "پدیده‌های نانو در جهان طبیعی"، "نانومواد و اثرات مقیاس گذاری آن‌ها" و "معنی، ویژگی‌ها و کاربردهای فناوری نانو" تقسیم شده‌اند.

جوز و همکارانش از فیلم "قدرت‌های ده" استفاده کردند و تأثیر این فیلم را در مفهوم اندازه ذرات نانو در دانش‌آموزان دوره متوسطه بررسی کردند. نتایج نشان داده است که این فیلم به دانش‌آموزان کمک کرده تا توانایی‌های دهگانه را در نسبت اندازه‌ها بهتر درک کنند. درانه و همکاران در پژوهشی بیان داشتند که بایستی خواص منحصر به فرد مواد نانویی را در آموزش مورد عنایت قرار داد. برای فهم بهتر این خواص و نشان دادن رفتار اتم‌ها و مولکول‌ها معمولاً از دستگاه‌های مجهز سمعی و بصری استفاده می‌نمایند. به منظور ارائه یک مفهوم مرتبط با شیمی به دانش‌آموزان، تعریفی ساده و روشن را می‌توان به این صورت ارائه داد: علم نانو عبارت است از مطالعه چیزهای بسیار کوچک در مقیاس نانویی و نانوفناوری شامل توسعه فنی آن مطالعات و تولید قطعاتی مانند اجزاء الکترونیکی و تراشه‌های رایانه‌ای در مقیاس نانویی است. به بیان دیگر علم نانو یعنی فکری بزرگ برای تهیه ابزاری بسیار ریز است. در واقع این مقیاس اندازه‌هایی حداکثر تا ۱۰۰ نانومتر است. یک نانومتر یعنی یک میلیاردم متر. اندازه‌ای که خواص فیزیکی و شیمیایی مواد و اشیاء در آن تغییر اساسی را نشان می‌دهند. در هر حال این علم به دنیای اطراف انسان‌ها شکلی جدید خواهد بخشید. اما چگونه عمل می‌کند و یا به بشریت کمک می‌کند نیاز به گذشت زمان دارد. بدین جهت مثبت و یا منفی بودن این تغییرات برای انسان‌ها هنوز جای بحث زیادی دارد (Saidi, 2017). نانوفناوری یکی از حوزه‌های مهم تحقیقاتی در سطوح تحصیلات تکمیلی کشورمان می‌باشد ولی در سطوح قبل از دانشگاه، برنامه‌ریزان، مدیران، معلمان و آموزگاران هنوز اثرات آینده فناوری نانو را نشناخته‌اند و به همین دلیل قطعاً نیازهای آموزشی آن را نمی‌دانند و این در حالی است که اغلب کشورهای پیشرو آموزش نانو را به سطوح قبل از دانشگاه وارد ساخته و به طور بسیار جدی به آن می‌پردازند (Lin, 2015). در این مقاله سعی بر این است که اصول آموزش نانوفناوری در مدارس بررسی و ارائه گردد.

روش

فناوری نانو یک علم بین رشته‌ای است که در اکثر علوم مهندسی و علوم پایه کاربرد دارد. از این رو، آموزش فناوری نانو در عصر حاضر، یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. آشنایی نسل جدید با این فناوری امری ضروری به نظر می‌رسد و در این بین آموزش و پرورش به عنوان نهاد اصلی آماده سازی نسل جدید برای ورود به عرصه‌های نوین علوم و فناوری باید نقش مهمی را ایفا نماید. فلذا در این بخش به بررسی اصول آموزش نانوفناوری در مدارس می‌پردازیم.

آموزش نانوفناوری:

چالش امروزی در فراهم کردن آموزش‌های بین رشته‌ای برای دانش‌آموزان و دانشجویان است که فهمی وسیع را از علوم پایه مانند فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، زمین شناسی و غیره را به‌بار آورد. ورود علوم نانویی به مدارس یک الگوی آموزشی جدید را ضروری ساخته است. از آنجا که ساختار علوم به‌نوعی دارای چهارچوب است، نمی‌توان به سادگی برخی از سرفصل‌های گذشته را حذف و به جای آن سرفصل جدید قرار داد. در آموزش علوم و فناوری نانویی بایستی به ویژگی‌های طبیعت، شکل و ساختار محصولات دقت کافی وجود داشته‌باشد. مثال‌های زیر می‌تواند تصویری از این رویکرد را ارائه نماید. فناوری نوین جدید بودن فناوری بازتاب دهنده ویژگی‌های جدید محصول است که خواص کیفیتی و کمیتی نو و بالا را ارائه می‌کند و با محصولات سنتی و پایه تفاوت دارد. بنابراین آموزگاران

بایستی محیط و راهبرد منسجمی را در پیش گیرند تا دانش‌آموزان را تشویق به مواجهه با دستاوردهای علوم جدید نمایند. ضرورت آموزش نانوفناوری با زیر ساخت لازم سابقا مورد تأکید قرار گرفته است. برای آموزش نانو شیمی و نانو فناوری ابتدا لازم است چند تعریف را بصورت کاملاً ساده برای دانش‌آموزان توضیح دهیم. دو اصطلاح علم نانویی و نانوفناوری در امور روزمره معمولاً مترادف و یا جابه‌جا به کار می‌روند، درحالیکه معنا و محدوده‌ای متفاوت دارند.

علم نانو:

علم نانو عبارت‌است از مطالعه ساختارها و مواد در مقیاس فوق‌العاده ریز و متعاقباً نشان دادن خواص منحصر به فرد و جذاب آن‌ها. این علم ویژگی چند وجهی و بین رشته‌ای شامل تخصص‌های شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی، مواد، انرژی، داروسازی و مهندسی‌های مختلف است که موجب درک بهتر انسان از محیط اطراف می‌شود.

نانوفناوری:

نانوفناوری که گاهی هم تولید مولکولی بیان می‌شود، عبارت‌است از طراحی، تولید و کاربرد ساختارها، تجهیزات و سامانه‌ها در مقیاس نانویی.

آزمایشگاه نانویی:

آزمایشگاه و تجربه مربوطه در آموزش فناوری نانویی می‌تواند اصل موضوع و نتایج آن را به دانش‌آموزان ملموس نماید. به‌عنوان مثال یک راه برخورد با مسئله این است که عنوانی خاص از نانوفناوری را شناسایی و انتخاب نموده (به‌عنوان مثال شرح عملکرد یک دستگاه و یا یک ماده) آنگاه آن‌ها را با علوم موجود تلفیق نماییم. به‌عنوان نمونه می‌توان دستگاه میکروسکوپ با نیروی اتمی را انتخاب و سپس عملکرد آن را در حوزه علوم نانویی آموزش داد. رویکرد آموزش بر مبنای نیاز درسی نیز به‌وسیله برخی محققان مورد تأکید قرار گرفته است.

نمایش کاربردهای فناوری های نانو در بخش‌های مختلف زندگی روزمره:

مطالعات گذشته نشان داده که کاربرد نانو مواد در صنایع مختلف، کشاورزی و پزشکی بسیار مورد توجه دانش‌آموزان بوده و منجر به افزایش انگیزه برای تحقیق و جست‌وجو در اینترنت می‌شود. مشاهده کاربردها به نوعی به تجسم خواص و ویژگی‌های فوق‌العاده این ترکیبات کمک کرده و بین مفاهیم بنیادی و محصولات تولید شده پیوند ایجاد می‌کند. به طور مثال: نمایش کاربرد نانو مواد در پزشکی و دارو رسانی، بهبود کیفیت مواد به کار رفته در خودروها و تلفن همراه، پوشش‌های با قابلیت‌های جدید نظیر تمیز شونده و مقاومت بالا در مقابل تخریب و حرارت، و تصفیه آب می‌توانند موضوعات قابل توجه بیشتر برای دانش‌آموزان باشند. تشکیل جلسات گروهی در کلاس، انتخاب این عناوین کاربردی برای جست‌وجو در اینترنت و تهیه پاورپوینت و ارائه آن به کلاس می‌تواند مشارکت دانش‌آموزان را در یادگیری مفاهیم نانو فناوری افزایش داده و دسترسی معلمان را به طیف گسترده‌تری از اطلاعات فراهم کند. ورود و پیشرفت فناوری نانو در بخش‌های مختلف زندگی و استفاده از آن در طرح‌های آینده صنعتی، پزشکی و کشاورزی به طور چشم‌گیری افزایش یافته و روزبه‌روز گسترش می‌یابد. از این‌رو نیاز به آموزش مفاهیم فناوری نانو و شناخت ابعاد مختلف آن امری ضروری می‌باشد.

همانطور که پیشتر اشاره شد، هدف اساسی نانوفناوری عبارت است از طراحی، نمونه‌سازی، شبیه‌سازی و تولید مواد با ساختار نانویی و یا ابزارهای نانویی با خواص فوق‌العاده و در نهایت تجاری سازی آن‌ها برای استفاده در زندگی روزمره. از این رو، به منظور مواجه کردن دانش‌آموزان با مفهوم نانو فناوری رویکردهای زیر را می‌توان بکار برد:

- ❖ چگونگی درک، شناسایی و اندازه‌گیری خواص محصولات نانو ساختار تدارک دیده شود.

- ❖ فراهم نمودن تسهیلات طراحی، سنتز، مشابه سازی و یا فرایند ساخت آن‌ها.
- ❖ انجام پروژه تحقیقاتی نانویی مقرون به صرفه.
- ❖ دسترسی به امکانات آموزشی که در تجسم مفاهیم و ساختارهای نانو مواد به دانش‌آموزان کمک کند.
- ❖ دسترسی به امکانات آزمایشگاهی مورد نیاز برای شناسایی، بررسی و درک بهتر ترکیبات تهیه شده در مقیاس نانو.
- ❖ برنامه‌ریزی مناسب و همراه با تعامل در جهت طرح درس در کلاس به صورت فعال و ایده‌پذیر.
- ❖ آشنایی کافی معلم با مراحل تجربی تهیه نانو مواد و کاربردهای آن در حال حاضر و همچنین پروژه‌های علمی آینده.
- ❖ ایجاد علاقه به موضوع و انگیزه جهت تحقیق دانش‌آموزان و ارائه مطالب جدید به کلاس (آموزش متکی به دانش آموز).

مشکلات و چالش‌های آموزش نانوفناوری در مدارس:

آموزش نانو فناوری مانند هر امر دیگری خالی از چالش نیست. در ادامه به بررسی چند مورد از چالش‌ها و ارائه راهکار پیشنهادی برای بهبود آن به اختصار می‌پردازیم:

۱- زیر ساخت‌ها:

از آنجایی که ما در نانوفناوری در مقیاس اتم و مولکول صحبت می‌کنیم لذا آموزش آن کمی متفاوت‌تر از سایر علوم می‌باشد. تدریس آن مستلزم آزمایشگاه‌ها و تجهیزاتی است که این مفهوم انتزاعی را برای فراگیر به بررسی چالش‌های پیش رو صورت ملموس در بیاورد. شاید ساده‌ترین ابزار برای مشاهده نانو ساختارها، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) باشد. یک جستجوی ساده در دانشگاه‌های کشور نشان می‌دهد که اکثر دانشگاه‌های ما، حتی دانشگاه‌هایی که هر ساله در رشته‌های مختلف مرتبط با نانوفناوری دانشجو می‌پذیرند، از این دستگاه محرومند. بنابراین نمی‌توان از مدارس انتظار خاصی داشت. به‌علاوه حداقل امکانات برای انجام آزمایشات ساده در مدارس موجود نیست، چه برسد به امکانات لازم برای سنتز نانو ساختارها و بررسی خواص آن‌ها. آزمایشگاه‌های مدارس یا اصلاً وجود ندارند و یا محدود به تعدادی کم و چند عدد ظرف شیشه‌ای و پوستر بوده و یا فاقد یک متصدی فعال و آشنا به کارهای آزمایشگاهی می‌باشد. هزینه تهیه بعضی از وسایل و مواد مورد نیاز بسیار زیاد بوده طوریکه خود آموزشگاه قادر به خرید آن‌ها نیست و آموزش و پرورش هم در این زمینه کمک چندانی به مدارس نمی‌کند و در صورت فراهم نمودن موارد درخواستی مدارس، مقدار و تعداد آن به حدی کم است که امکان انجام آزمایش برای تک تک دانش‌آموزان وجود ندارد و فقط دبیر مربوطه اجازه استفاده از آن را دارد. گاهی دبیر و متصدی هم از ترس شکستن و یا خراب شدن وسایل و مواد، به خود اجازه کار و استفاده از مواد را نمی‌دهند. در چنین شرایطی آموزش نانو که اساساً یک علم انتزاعی است و به آموزش از طریق آزمایش و مشاهده نیاز مبرم دارد، امری محال به نظر می‌رسد.

با توجه به وضعیت موجود، تجهیز مدارس برای آموزش نانو امری دشوار به نظر می‌رسد. در این زمینه ارتباط مدارس با دانشگاه‌ها و پارک‌های علم و فناوری می‌تواند راهکار مناسبی باشد. در این حالت نه تنها امکان استفاده از تجهیزات و امکانات دانشگاه‌ها و پارک‌های علم و فناوری برای دانش‌آموزان پدید می‌آید، بلکه بازدید از این مکان‌ها در ایجاد انگیزه و خلاقیت برای دانش‌آموزان هم مفید خواهد بود.

۲- حجم بالای کتاب درسی:

یکی از موضوعات مورد بحث در آموزش و پرورش حجم بالای کتاب درسی و متناسب نبودن حجم مطالب با میزان ساعت‌های آموزشی می‌باشد. حجم بالای مطالب و سنگین بودن محتوای کتاب‌ها عملاً مجالی برای پرداختن به حوزه‌های جدید علوم باقی نمی‌گذارد. بازنگری کتاب‌های درسی در سال‌های اخیر تا حدی این چالش را تعدیل کرده‌است،

اما با وجود تعطیلی پنجشنبه‌ها و تعداد بالای تعطیلی در اثر آلودگی هوا همچنان مشکل کمبود زمان و فشردگی دروس وجود دارد. امروزه بچه‌ها مجبورند حجم بالایی از محفوظات و پرسش و پاسخ را فرا بگیرند که عملاً کاربردی در زندگی آن‌ها ندارد و این امر فرسنگ‌ها با آنچه به عنوان برنامه آموزشی و هدف درس تعریف شده است، فاصله دارد. بنابراین عملاً فرصتی برای انجام آزمایش و برانگیختن خلاقیت دانش‌آموزان در زمینه آموزش علوم جدید نظیر نانو باقی نمی‌ماند.

با توجه به حجم و تراکم موضوعات درسی عملاً امکان ورود فناوری نانو به عنوان یک مبحث مستقل در کتب درسی وجود ندارد. بنابراین سازماندهی باید به گونه‌ای باشد که مطالب مربوط به فناوری نانو در ارتباط با مباحث دیگر باشد تا موجب تقویت آن‌ها شود. در این صورت محتوای سازماندهی شده، می‌تواند علاوه بر ایجاد درکی مناسب از علم فناوری نانو، در راستای درک و فهم سایر موضوعات درسی نیز کمک رسانی نماید. آموزش این علم به عنوان یکی از علوم تاثیرگذار در سال‌های آینده مستلزم برنامه‌ریزی مدون می‌باشد. برنامه‌ریزی جامعی که آموزش را در کتب علوم ابتدایی با استفاده از روش‌های فعال و جذاب برای دانش‌آموز آغاز کند. در بسیاری از کشورهای پیشرفته از این الگو استفاده شده و نتایج کاملاً رضایت بخش بوده است.

۳- عدم تسلط دبیران در حوزه نانو فناوری

با توجه به پیشرفت‌های روز دنیا در عرصه‌های مختلف آموزش و تحصیل علم دانش‌آموزان هم باید متحول و در واقع منطبق با شرایط و پیشرفت‌های روز دنیا باشد. برای رسیدن به این هدف تنها تغییرات کتب درسی کافی نیست. یکی از ایرادات مهمی که به این تغییرات مداوم وارد است، عقب ماندن دانش‌گذاشتگان از کتاب‌های درسی جدید است. به این ترتیب که دیگر نه تنها والدین برای حل مشکلات درسی فرزندانشان کمک چندانی نمی‌توانند کنند که حتی معلم‌ها و دبیرانی که جلسات آموزشی این کتاب‌ها را هم می‌گذرانند در بسیاری از موارد با مشکلاتی روبه‌رو هستند. بنابراین عدم تسلط دبیران به علوم جدید نظیر نانوفناوری یکی دیگر از چالش‌های پیش رو در آموزش این علم می‌باشد.

باید به آموزش معلمان و بروز کردن آن‌ها توجه ویژه‌ای داشت. آموزش دبیران باید بطور مستمر و متناسب با رشد فناوری‌های نوین در دو محور قبل و ضمن خدمت ارائه شود. حضور معلمان در کارگاه‌های آموزش نانو، ارتباط مستمر با اساتید این رشته و همچنین ایجاد طرح‌های تشویقی برای معلمان فعال می‌تواند از راهکارهای دیگر برای بهبود کیفیت آموزش نانو در مدارس باشد. به علاوه، نیاز به ایجاد رشته‌ای تخصصی به نام آموزش فناوری نانو در دانشگاه‌ها می‌تواند راهگشا باشد، همان‌طور که رشته‌هایی مثل نانو شیمی و نانو فیزیک تاسیس شده‌اند. متخصصان این رشته باید مهارت کافی در تولید محتوای آموزشی برای رده‌های مختلف سنی داشته باشند و آموزش و پرورش می‌تواند از این افراد در زمینه آموزش استفاده کند.

بحث و نتیجه‌گیری

علم نانو در عرصه‌ای فوق‌العاده ریز سیر می‌کند و قابلیت آن را دارد که اثر بسیار بزرگی بر زندگی انسان‌ها بر جای گذارد. امروزه بسیاری از انسان‌ها با دستاوردهای فناوری نانو سروکار دارند و امیدوارند که بتوانند مشکلات زیادی را به کمک آن حل کنند. به‌رحال فناوری نانو مانند هر حوزه علمی و صنعتی نوظهور دیگر، ضمن حل مشکلات متعدد، دشواری‌های گوناگون را نیز به همراه خواهد داشت. گسترش استفاده از فناوری نانو در شاخه‌های مختلف صنعتی، پزشکی، الکترونیک، کشاورزی و بهداشت، نظام‌های آموزشی را بر آن می‌دارد تا با ارائه مفاهیم و سرفصل‌های مربوط به نانو مواد و کاربردهای آن، آگاهی دانش‌آموزان را در این زمینه علمی افزایش دهند. بنابراین لازم است علوم ارائه‌شده در مدارس به‌روز شده و علوم و فناوری نانو به صورت منسجم در آن گنجانیده شود تا نسل‌ها و نیروی کار آینده مسئولانه و با آگاهی لازم و کافی، تصمیمات علمی بگیرند. پیش از هر چیز، دوره‌های آموزشی

شامل مباحث نظری و تجربی آزمایشگاهی برای معلمان و آشنایی با عناوین مورد طرح در فصول نانوفناوری مورد نیاز می‌باشد. استفاده از ابزارهای مناسب، تصاویر و طرح‌های تحقیق کلاسی می‌تواند در انتقال مفاهیم اصلی به دانش-آموزان و درک بهتر مقیاس‌ها بسیار مفید باشد. علاوه بر این، تامین شرایط آزمایشگاهی و دسترسی به میکروسکوپ-های الکترونی برای درک بهتر ساختارها و بررسی خواص ویژه این ترکیبات نیز ضروری می‌باشد. بنابراین، می‌توان با همکاری بین مدارس و دانشگاه‌ها تا حدی این مشکل را مرتفع کرد. اینکه قانونمندی در این فناوری چگونه خواهد بود و چه اثری بر تندرستی و زندگی انسان‌ها خواهد داشت و یا سود و زیان آن چیست را گذشت زمان نشان خواهد داد.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»



COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

منابع

- Alford, K., Calati, F., Clarke, A. (2009). Creating a spark for Australian science through integrated nanotechnology studies at St. Helena secondary college. *Journal of Nano Education*, 1, 68–74.
- Amory, A., Naicker, K., Vincent, J. & Adams, C. (1999). The use of computer games as an educational tool: Identification of appropriate game types and game elements, *British Journal of Educational Technology*, 30, 311–321.
- Antti, L. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International*, 21, 160–175.
- Barab, S., Thomas, M., Dodge, T., Carteaux, R., & Tuzun H. (2005). Making learning fun: Quest Atlantis, a game without guns. *Educational Technology Research and Development*, 53, 86–107.
- Betz, J. A. (1995). Computer games: Increase learning in an interactive multidisciplinary environment. *Journal of Educational Technology Systems*, 24, 195–205.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26, 369–398.
- Bryan, L. A., Magana, A., & Sederberg, D. (2015). Review of published research on pre-college students' and teachers' nanoscale science, engineering, and technology learning. *Nanotechnology Reviews*, 4, 7–32.
- Drane, D., Swarat, S., Light, G. (2009). An evaluation of the efficacy and transferability of a nanoscience module. *Journal of Nano Education*, 1, 8–14.
- Foley, T. E. (2006). Assessing the need for nanotechnology education reform in the United States. *Nanotechnology Law & Business*, 3, 476–484.
- Fonash, S.J. (2001). Education and training of the nanotechnology workforce. *Journal of Nanoparticle Research*, 3, 79–82.
- Frens, G. (1973). Controlled nucleation for regulation of particle size in monodisperse gold suspensions. *Nature Physical Science*, 241, 20–22.
- Harmer, A.J., & Columba, L. (2010). Engaging middle school students in nanoscale science, nanotechnology, and electron microscopy. *Journal of Nano Education*, 2, 91–101.
- Huang, C.Y., Hsu, L.R., & Chen, H.C. (2011). A study on the core concepts of nanotechnology for the elementary school. *Journal of National Taichung University: Mathematics, Science & Technology*, 25, 1–22.
- Jeremy, V.E. (2009). Nanotechnology education: Contemporary content and approaches. *Journal of technology studies*, 35, 3–8.

- Jones, G., Taylor, A., Minogue, J., Broadwell, B., Wiebe, E. & Carter, G. (2007). Understanding Scale: Powers of Ten. *Journal of Science Education and Technology*, 16, 191–202.
- Knobel, M., Murriello, S. (2010). The perception of nanoscience and nanotechnology by children and teenagers. *Journal of Material Education*, 32, 29–38.
- Lin, S. Y., Wu, M. T. (2015). The Effectiveness of a Popular Science Promotion Program on Nanotechnology for Elementary School Students in I-Lan City. *Research in Science & Technological Education*, 33, 22–37.
- McFarland, A. D., Haynes, C. L., Mirkin, C. A., Van Duyne, R. P., & Godwin, H. A. (2004). Color My Nanoworld. *Journal of Chemical Education*, 81, 544A-544B.
- Meyyappan, M. (2004). Nanotechnology education and training. *Journal of Material Education*, 6, 311–320.
- Moosvi Fazel, V., Kumar, A. (2014). Laboratory research motivated chemistry classroom activity to promote interests among students towards science. *Journal of Nano Education*, 6, 25–29.
- Nadira, I.G., Jeffrey, S.C. (2012), Integrating nanotechnology into school education: a review of the literature, Research in Science & Technological Education, *International Journal of Science Education*, 30, 271-284.
- Planinsic, G., Kovac, J. (2008). Nano goes to school: A teaching model of the atomic force microscope. *Physics Education*, 43, 37–45.
- Rieber, L. P. (1995). A historical review of visualization in human cognition. *Educational Technology Research and Development*, 43, 45–56.
- Roco, M. C. (2006). Nanotechnology's Future. *Scientific American*, 293, 39.
- Saidi, T., Sigauke, E. (2017). The Use of Museum Based Science Centres to Expose Primary School Students in Developing Countries to Abstract and Complex Concepts of Nanoscience and Nanotechnology. *Journal of Science Education and Technology*, 26, 470–480.
- Sweeney, A. E. (2006). Social and ethical dimensions of nanoscale science and engineering research. *Science and Engineering Ethics*, 12, 435–464.
- Tretter, T., Jones, G., Andre, T., Negishi, A. (2006). Conceptual Boundaries and Distances: Students' and Experts' Concepts of the Scale of Scientific Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 282–319.



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Quantitative and qualitative content analysis of third chapter of the tenth-grade chemistry book, 1402 edition

Atefeh Koohdar ^{1,*}

¹ Secretary of Education Chemistry, Nazarabad, Alborz, Iran

* Corresponding author: (✉ atefeh.koohdar99@gmail.com)

ABSTRACT

Keywords:

Content analysis,
active and passive
text,
William Rumi's
method,
learnability,
teachability.

The program and content of the textbook is one of the important elements of the educational system and plays an essential role in realizing the goals of education. Content analysis is one of the important research methods that can be used to systematically and objectively study the characteristics of textbooks. The aim of the current research is to analyze the content of chapter 3 of the 10th chemistry book. In the present research, chemistry book 1 was considered for analysis from the point of view of its compatibility with the national curriculum. According to the frequencies obtained, the most attention has been paid to the field of science (32%) and the least attention to the field of ethics (8%). According to William Rumi's method, the calculated engagement coefficient is 0.428, which is active according to William Rumi's method. Examining the book images shows that 34% of the images are completely consistent with the text of the textbook, and 79% of the images have used highlighting techniques. Moreover, in terms of the teachability of chapter 3 and its learnability, we found that the teachability and learnability of its content is 88% and 79%, respectively.

Received: 1 September 2023

Revised: 24 October 2023

Accepted: 18 January 2024

Published online: 31 January 2024

PP: 19-29

ISSN (Online): [2717-2279](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.14761.1127)

Citation: Koohdar, A. (2024). Quantitative and qualitative content analysis of third chapter of the tenth-grade chemistry book, 1402 edition. *Research in Chemistry Education*, 5(4), 19-29.

 <https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.14761.1127>



پژوهش در آموزش شیمی، سال پنجم، شماره چهارم، صفحات ۲۹-۱۹



پژوهش در آموزش شیمی

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


مقاله پژوهشی

تحلیل محتوای کمی و کیفی فصل سوم کتاب شیمی دهم چاپ ۱۴۰۲ به روش ویلیام رومی و با توجه به ساحت‌های شش‌گانه‌ی تعلیم و تربیت

عاطفه کوه دار ^{*}ID^۱ دبیر آموزش و پرورش، نظراباد، البرز، ایران^{*} نویسنده مسئول: atefeh.kouhdar99@gmail.com (✉)

چکیده

برنامه و محتوای کتاب درسی یکی از عناصر مهم نظام آموزش و پرورش است و در تحقق اهداف آموزش و پرورش نقش اساسی دارد. تحلیل محتوا، از روش‌های مهم پژوهش است که می‌توان با استفاده از این روش به طور نظام‌مند و عینی، ویژگی کتاب‌های درسی را مورد مطالعه قرار داد. هدف این پژوهش، تحلیل محتوای فصل ۳ کتاب شیمی دهم می‌باشد. در پژوهش حاضر کتاب شیمی دهم از منظر تناسب آن با برنامه درسی ملی برای تجزیه و تحلیل در نظر گرفته شده است. بر طبق فراوانی‌های بدست آمده، بیشترین توجه مربوط به ساحت علم (۳۲٪) و کمترین توجه مربوط به ساحت اخلاق (۸٪) است. بر اساس روش ویلیام رومی ضریب درگیری محاسبه شده برابر با ۰/۴۲۸ بدست آمده که این مقدار از نظر ویلیام رومی نشان دهنده‌ی فعال بودن متن است. بررسی تصاویر کتاب بیانگر این می‌باشد که ۳۴٪ تصاویر کاملاً منطبق با متن کتاب درسی بوده و در ۷۹٪ از تصاویر از فنون برجسته سازی بهره برده‌اند. همچنین با بررسی تدریس پذیری فصل ۳ کتاب درسی و یادگیری پذیری آن بر مبنای مولفه‌های تعریف شده، دریافتیم که تدریس پذیری و یادگیری پذیری محتوای آن به ترتیب ۸۸٪ و ۷۹٪ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی:

تحلیل محتوا،
فعال و غیر فعال بودن
متن کتاب درسی،
روش ویلیام رومی،
یادگیری پذیری،
تدریس پذیری.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۸

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۲/۱۱/۱۱

شماره صفحات: ۱۹-۲۹

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۲۷۹



ارجاع: کوه دار، عاطفه (۱۴۰۲). تحلیل محتوای کمی و کیفی فصل سوم کتاب شیمی دهم چاپ ۱۴۰۲ به روش ویلیام رومی و با توجه به ساحت‌های شش‌گانه‌ی تعلیم و تربیت. پژوهش در آموزش شیمی، (۴)، ۵، ۲۹-۱۹.


<https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.14761.1127>

مقدمه

کتاب‌های درسی یکی از مهم‌ترین منابع یادگیری در نظام‌های آموزشی هستند و عناصر اصلی برنامه‌ی درسی مدارس را تشکیل می‌دهند. در بحث اهمیت محتوای درسی در نظام آموزش و پرورش، از کتاب‌های درسی به عنوان تامین کننده‌ی اهداف آموزشی از قبل تعیین شده، یاد کرده‌اند و عنوان می‌کنند: چنانچه طی فرایند آموزشی نتیجه‌ای غیر از برنامه مورد نظر بدست آید و یا متناسب با درک و فهم فراگیر نباشد، لزوم توجه و بازنگری مطالب مورد تدریس ضروری می‌نماید (حسینی و مومنی ۱۳۸۹). محتوای مطلوب کتاب‌های درسی می‌تواند دانش آموزان را به چالش فکری وادارد و از جمود فکری و ذهنی رها سازد و پاسخ‌گوی نیازهای عصر جدید انسان‌ها باشد. به طور کلی هر چه محتوای کتاب فعال‌تر باشد، میزان انگیزه به آن افزایش می‌یابد. در بخش هدف‌گذاری برنامه درسی ملی در مبنای فلسفی و علمی، تحقق جامعه مهدویت و چشم‌انداز نظام تعلیم و تربیت در افق ۱۴۰۴ با بهره‌گیری از الگوی بومی، پیشرفته و متعهد به مسئولیت در قبال خدا، خود، دیگران و طبیعت می‌باشد. در این الگو پنج عنصر تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق و چهار عرصه‌ی ارتباط دانش‌آموز با خود، خدا، خلق و خلقت به صورت به هم پیوسته و با محوریت ارتباط با خدا تبیین می‌شود. در میان عناصر پنجگانه عنصر تعقل جنبه‌ی محوری دارد (برنامه درس ملی، ۱۳۹۱). تحلیل محتوای کتاب‌های درسی مبتنی بر این مولفه‌ها و بر اساس اهداف ساحت‌های شش‌گانه می‌تواند به تهیه‌کنندگان کتاب‌های درسی و برنامه ریزان برای دستیابی به الگوهای برتر کمک قابل توجهی نماید. تصاویر، از جمله پرکاربردترین رسانه‌های آموزشی هستند. تصاویر شامل: نقاشی‌ها، عکس‌ها، نمودارها و ... هستند. هدف از استفاده‌ی تصاویر در کتاب درسی دو موضوع است: ۱- فهماندن بهتر موضوع به فراگیر؛ ۲- علاقه‌مند کردن فراگیر به مطالعه‌ی کتاب درسی (حبیبی بردبری و همکاران، ۱۳۹۶). برخی کتب آموزشی نیز با استفاده از تصویر، یادگیری مسائل را ملموس‌تر و عینی‌تر می‌کنند. اما تصویر موقعی به یادگیری متن کمک می‌کند که تنها تزئین‌گر کتاب نباشد، بلکه گسترش دهنده‌ی متن باشد و این امر، تنها با رعایت استانداردهای تصویر آموزشی در یک کتاب امکان‌پذیر است. از این رو، شناخت این استانداردها و رعایت آن‌ها اهمیت فراوانی دارد.

پیشینه پژوهش

بررسی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد با توجه به اهمیت موضوع، پژوهش‌های مختلفی پیرامون تحلیل محتوای کتاب شیمی ۱ انجام شده است. عبدالکریمی در سال ۱۳۹۶، تحلیل محتوای فصل سوم کتاب شیمی دهم را از دیدگاه شانون و ویلیام رومی انجام داد و به این نتیجه رسید که بر اساس روش ویلیام رومی ضریب درگیری متن، تصاویر و پرسش‌ها به ترتیب ۰/۷۷، ۰/۰۷ و ۰۰ می‌باشد. بنابراین متن فصل سوم کتاب شیمی دهم فعال و تصاویر و پرسش‌ها به شیوه‌ی غیرفعال طراحی شده‌اند. در روش تحلیل شانون میانگین ضریب اهمیت مقوله‌های غیر فعال در متن ۰/۱۱۳۲ و اندکی بیشتر از میانگین ضریب اهمیت مقوله‌های فعال ۰/۱۰۵۷ بدست آمد. میانگین درجه‌ی اهمیت مقوله‌های غیر فعال تصاویر برابر ۰/۶۴۲ و مقوله‌های فعال برابر ۰/۴۳۷ بوده و شایسته است مولفان در ارائه تصاویر اهتمام بیشتری داشته باشند. با توجه به نتایج حاصل شده برای ضرایب اهمیت مقوله‌های پرسش‌های پایان فصل سوم، درجه اهمیت مقوله‌های غیرفعال برابر صفر و در مجموع برای مقوله‌های فعال برابر ۰/۴۹۷۵ است.

نادری در سال ۱۳۹۷ با تحلیل محتوای فصل ۳ کتاب درسی شیمی ۱، ضریب درگیری متن، تصاویر و سوالات فصل سوم شیمی ۱ را بررسی کرده و ضرایب به ترتیب ۰/۴۳، ۰/۳۸ و ۳/۱۷ بدست آمده که نمایانگر فعال بودن محتوای این فصل در بخش متن، غیرفعال بودن تصاویر و شکل‌های فصل و غیرفعال بودن سوالات این فصل کتاب بود. رویکرد دیگر در تحلیل محتوا، بررسی کتاب شیمی دهم از منظر برقراری ارتباط با دروس مرتبط دیگر است. براساس پژوهشی که در سال ۱۴۰۱ توسط قربانی و همکارانش انجام شد، مشخص شد که بین کتاب‌های علوم تجربی دوره اول و فصل سوم شیمی دهم ارتباطی وجود دارد که دانستن آن برای تدریس پایه دهم الزامی می‌باشد. همچنین اگر دانش آموزی مفاهیم درسی کتاب علوم تجربی را به خوبی فرانگرفته باشد ممکن است در درک و تحلیل مباحث شیمی دچار کج

فهمی‌هایی شده و یادگیری ناقص داشته باشد. با مرور پژوهش‌های موجود گذشته پی می‌بریم بیشترین تمرکز روی تحلیل کمی بوده و تحلیل کیفی کتاب درسی شیمی ۱ از منظر پنج مولفه‌ی برنامه‌ی درسی ملی مورد بررسی قرار نگرفته است.

این تحقیق در نظر دارد به تحلیل محتوای فصل ۳ کتاب شیمی دهم (آب، آهنگ زندگی)، به صورت کمی و کیفی پرداخته و بر اساس پنج مولفه‌ی برنامه‌ی درسی ملی، میزان فعال بودن و غیر فعال بودن متن بر اساس روش ویلیام رومی، تناسب تصاویر با متن و تدریس پذیری و یادگیری پذیری محتوا پردازد تا تدوین‌کنندگان کتاب با بهره‌گیری از یافته‌ها، زمینه‌ی لازم را برای بهبود محتوای کتاب درسی فراهم کنند. در تحلیل محتوای ساختار کتاب ابتدا باید پرسید که آن چه که به عنوان موضوع فصل، عنوان درس و اهداف آن ذکر شده با آنچه که در متن درس آمده و تصاویر و فعالیت‌های مرتبط با آن هماهنگی وجود دارد یا نه؟ دوم این که آیا کتاب به اهداف برنامه درسی ملی توجه کرده است؟ آبخورهای فکری و معرفتی محتوای کتاب کدام است؟ آیا آنچه کتاب ارائه کرده است متناسب با مرحله رشدی دانش آموزان و سطح سنجش و درک آن‌ها هست یا خیر؟

انگیزه و هدف اصلی از تحلیل محتوای کتاب درسی آشکار ساختن مشکلات موجود در متن کتاب است تا بدین طریق هم تدریس معلمان تسهیل گردد و هم یادگیری برای دانش آموزان مطابق با روش‌های فعال و مشارکتی به راحتی انجام گیرد. بررسی محتوای کتاب شیمی ۱ جهت استخراج نقاط ضعف و قوت آن ضروری به شمار می‌رود. در پژوهش حاضر تلاش گردیده قدمی هرچند کوچک و اولیه در این راستا برداشته شود.

هدف اصلی پژوهش:

تحلیل کمی و کیفی فصل ۳ کتاب شیمی ۱ (رشته‌ی تجربی و ریاضی) از منظر:

-تناسب محتوا با ساحت‌های شش‌گانه‌ی تعلیم و تربیت

-تناسب تصاویر با متن کتاب

-فعال یا غیر فعال بودن متن کتاب براساس روش ویلیام رومی

-یادگیری پذیری و تدریس پذیری محتوا

هدف‌های جزئی:

-بررسی میزان توجه به هر کدام از مولفه‌های برنامه‌ی درسی ملی

-بررسی میزان فعال و غیر فعال بودن متن کتاب

-بررسی تصاویری که مفاهیم بیشتری از اطلاعات متن کتاب به مخاطب منتقل می‌کند.

-بررسی قابلیت تدریس محتوا

-بررسی توانایی دریافت مطالب درس توسط دانش‌آموزان

روش

۱- روش شناسی میزان انطباق محتوای کتاب با شایستگی‌های پایه‌ی برنامه‌ی درسی ملی (تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق)

در این پژوهش به طور تصادفی ۱۰ صفحه از هر درس کتاب انتخاب شده و جملات آن مورد بررسی قرار گرفته است. مصادیق هر مولفه مشخص و سپس فراوانی هر یک از مولفه‌ها بدست آمد و نتایج، مورد تجزیه و تحلیل قرار

گرفت تا از این طریق زمینه برقراری تحلیل و ارتباط میان این داده‌ها به منظور پاسخ به سوال پژوهش مورد نظر فراهم آید. روایی به این صورت بود که محتوای چک لیست شایستگی‌های پایه به نظر تعدادی از دبیران درس شیمی ۱ رسید و روایی آن پس از اعمال نظرات اصلاحی مورد تایید قرار گرفت.

۲- روش شناسی فعال و یا غیر فعال بودن متن کتاب بر اساس روش ویلیام رومی این بخش به تحلیل محتوای کتاب شیمی ۱ بر اساس میزان فعال و غیرفعال بودن محتوا بر اساس روش ویلیام رومی می‌پردازد، تا میزان فعال و غیرفعال بودن متن کتاب را بررسی کند. به این ترتیب تدوین کنندگان کتاب با بهره‌گیری از یافته‌ها و نتایج این تحقیق، می‌توانند کتاب را مورد تجدید نظر قرار داده و زمینه‌ی لازم را برای فعال‌تر شدن متن کتاب‌ها فراهم کنند. واحد مطالعه، فصل ۳ کتاب مذکور است. واحد تجزیه و تحلیل، جملات متن کتاب است. به طور تصادفی از هر صفحه ۵ جمله را جهت بررسی انتخاب و هر کدام از جملات آن را در یکی از مقوله‌های مربوط به آن قرار می‌دهیم. (این جملات شامل عناوین، شرح زیر تصاویر و پیشگفتار و یا مقدمه‌های فصول نمی‌شود).

۳- روش شناسی تحلیل تناسب تصاویر با متن از پیشینه و طبقه‌بندی مارش و وایت (۷) برای بررسی تناسب تصاویر با متن استفاده شده است. واحد تجزیه و تحلیل تمام تصاویر، فصل ۳ کتاب شیمی ۱ است. برای این تحلیل براساس مطالعه پژوهشگران، طبقه‌بندی و کدگذاری‌ای به شرح زیر وجود دارد:

۱. تصاویری که با متن ارتباط ندارند. ۲. تصاویری که با قسمتی از متن ارتباط دارند. ۳. تصاویری که ارتباطی فراتر از متن دارند. ۴. تصاویری که کاملاً با متن انطباق دارند.

همچنین اصل تأکید رسانه‌های آموزشی برای تحلیل ساختار کتاب درسی و کاربرد اصل تأکید در پژوهش حاضر، به منزله کاربرد حداقل یکی از فنون برجسته سازی در تصاویر آموزشی می‌باشد. فنون تأکید وظیفه هدایت توجه فراگیران را به پیام اصلی تصویر برعهده دارند. جدول ۱.

جدول ۱- فنون تأکید در تصاویر

شماره	فنون تأکید	توضیحات
۱	تفاوت در اندازه	تصاویری که یک جز مورد تأکید از نظر اندازه، بزرگتر از سایر اجزای تصویر است.
۲	شکل قاب	گاهی اوقات به جزء یا عنصری از تصویر تأکید می‌شود که در قاب متفاوتی از قاب عناصر و اجزای دیگر قرار می‌گیرد.
۳	رنگ متفاوت	تصاویری که جز یا عنصر مورد تأکید با رنگ ویژه‌ای مشخص شده است.
۴	نوشته	نوشته در داخل تصاویر یا به صورت زیرنویس، نشان‌های بر جزء یا عنصر یا پیام خاصی از تصویر است.
۵	علائم ویژه	گاهی اوقات علائم ویژه‌ای از جمله، پیکان، رسم اشکال هندسی، اشاره دست شخصی در تصویر به عنوان فنی برای تأکید بر جزء یا عنصر یا پیام خاصی در نظر گرفته می‌شود.

۴- روش شناسی تحلیل تدریس پذیری و یادگیری پذیری برای بررسی و تحلیل دو متغیر تدریس پذیری و یادگیری پذیری کتاب، مولفه‌هایی را تعریف نمودیم. در این مولفه‌ها نکات مهم از منظر معلم‌ها و دانش آموزان به عنوان ملاک ارزشیابی تعریف شده که در بخش یافته‌ها آورده شده است. مولفه‌ها در سه سطح بالا کد ۳، متوسط کد ۲ و پایین کد ۱ امتیازدهی شدند. به این ترتیب هر چه امتیاز در درس و در نهایت در مقیاس کل کتاب بالاتر شود، کتاب به شکل موثری در راستای ابعاد درسی موردنظر ما قرار دارد.

یافته‌ها

۱- بررسی نتایج میزان انطباق محتوای کتاب درسی با شایستگی های پایه‌ی سند برنامه‌ی درسی ملی نتیجه بررسی و تحلیل محتوای فصل ۳ با هدف تعیین میزان انطباق آن با شایستگی های پایه در سند برنامه‌ی درسی ملی بر اساس پنج مولفه تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق در جدول (۳-۱) آمده که در آن فراوانی و درصد های بدست آمده مربوط به هر یک از مولفه های پنج گانه شایستگی پایه محاسبه شده است.

جدول ۲- توزیع ساده‌ی فراوانی پنج مولفه‌ی برنامه‌ی درسی ملی در فصل ۳ کتاب درسی شیمی ۱

مولفه	تعقل	ایمان	علم	عمل	اخلاق	جمع کل جملات
فصل ۳	۱۵	۵	۱۶	۱۰	۴	۵۰
درصد	۳۰٪	۱۰٪	۳۲٪	۲۰٪	۸٪	۱۰۰٪

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که به مولفه‌های علم و تعقل نسبت به مولفه های دیگر توجه بیش‌تری صورت گرفته است.

با توجه به فراوانی‌های بدست آمده عنصر علم بیشترین میزان توجه را به خود اختصاص داده است و در مراحل بعدی عناصر تعقل، عمل، اخلاق و ایمان کم توجه‌ترین عنصر در این کتاب می‌باشند. در نتیجه می‌توان گفت با توجه به رویکرد برنامه مبنی بر توازن و انطباق مولفه‌های مد نظر از یک سو و محوریت عنصر تعقل و ایمان، این انطباق به ویژه در مولفه‌ی ایمان از درجه ضعیفی برخوردار است.

۲- بررسی نتایج میزان فعال و یا غیر فعال بودن متن کتاب بر اساس روش ویلیام رومی طبق روش ویلیام رومی جملات یا محتوای متن مورد نظر را مطالعه کرده و هر کدام را در یکی از مقولات زیر قرار می‌دهیم:

جدول ۳- مقوله های ویلیام رومی

مقوله	شرح مقوله	فراوانی	جمع کل فراوانی‌ها
بیان‌فعال	A بیان حقیقت: بیان ساده مفروضات و یا مشاهداتی که بوسیله فرد دیگری غیر از دانش آموز انجام پذیرفته است.	۱۶	۴۲
B بیان نتایج یا اصول کلی (تعمیم‌ها): نظرات ارائه شده توسط نویسندگان کتاب درباره ارتباط بین مفروضات وموضوعات مختلف	۷		
C تعاریف: جمله‌هایی که برای توصیف وتشریح یک واژه یا اصطلاح آورده می شوند.	۱۳		
D سؤالاتی که در متن آورده شده و پاسخ آن ها بلافاصله بوسیله مولف داده شده است.	۶		
فعال	E سؤالاتی که ایجاب می‌کند تا دانش آموز پاسخ‌های داده شده به مفروضات بالا را تجزیه و تحلیل کند.	۱	۱۸
F از دانش آموزان خواسته می شود نتایجی را که خود به دست آورده اند بیان کنند.	۲		
G دانش آموزان آزمایشی را انجام داده، نتایج حاصل را تحلیل کنند و یا اینکه مسائل عنوان شده را حل کنند.	۲		

۱۳	H	سئوالاتی که پاسخ آنها در متن نیامده است و برای جلب توجه دانش آموزان ارائه می‌شود.
۱۰	I	از دانش آموز خواسته شده است که تصاویر یا مراحل انجام یک آزمایش را مورد ملاحظه قرار دهد و بطور کلی جملاتی که در هیچکدام از مقوله های فوق نگنجد در این مقوله جای می گیرد.
۲	J	سوالات مربوط به معانی بیان

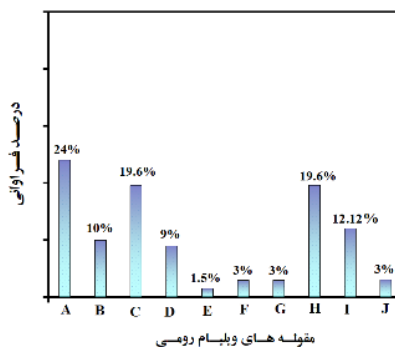
محاسبه ضریب درگیری:

$$\text{ضریب درگیری دانش آموز با متن} = \frac{\text{مجموع مقوله های فعال}}{\text{مجموع مقوله های غیر فعال}} = \frac{18}{42} = 0.428$$

I و J از مقوله‌های خنثی هستند که نقش مهمی در ارزیابی کتاب ندارند و بنابراین می‌توان از آن‌ها در امر ارزشیابی و تحلیل، چشم پوشی و صرف نظر کرد. دامنه این عدد بدست آمده ممکن است از صفر تا بی نهایت باشد، اما به نظر ویلیام رومی زمانی یک کتاب درسی، فعال است که ضریب درگیری (شاخص درگیری) آن بین ۰/۴ تا ۱/۵ باشد:

۰/۴ > ضریب درگیری > ۱/۵

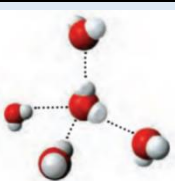
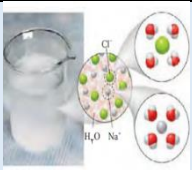
ضریب درگیری کمتر از ۰/۴ بیانگر این است که کتاب فقط به ارائه‌ی اطلاعات علمی می‌پردازد و از فراگیران می‌خواهد تا در پی حفظ کردن مطالب علمی ارائه شده باشند. چنین کتابی در زمره‌ی کتاب‌های غیر پژوهشی به حساب می‌آید که در آن دانش‌آموز هیچگونه نقش فعالی را در امر یادگیری بر عهده ندارد. از طرف دیگر ضریب درگیری بزرگتر از ۱/۵ نمایانگر کتابی است که در مورد هر جمله، از دانش آموز می‌خواهد تا به نوعی تجزیه و تحلیل انجام دهد و به فعالیت بپردازد. چنین کتاب‌هایی مفروضات و اطلاعات علمی کافی را در اختیار فراگیران قرار نمی‌دهد و فقط از دانش آموزان می‌خواهند تا به گونه‌ای، فعالیت را انجام دهند. از نظر ویلیام رومی این کتاب‌ها نیز به صورت غیر فعال ارائه شده است. زیرا فعالیت زیادی می‌طلبد در حالی که به اطلاعات کافی و شرایط فراگیر توجه نمی‌شود. بنابراین به عقیده ویلیام رومی کتابی مناسب است و به صورت فعال ارائه شده است که شاخص درگیری دانش آموز با محتوای آن کتاب بزرگتر از ۰/۴ و کوچکتر از ۱/۵ باشد. به عبارت دیگر هر کتاب که به صورت فعال ارائه می‌شود، باید حداقل ۳۰٪ و حداکثر ۷۰٪ مطالب و موضوعات علمی را ارائه دهد، در غیر اینصورت محتوای کتاب غیر فعال خواهد بود. بنابراین، نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که متن فصل ۳ شیمی ۱ فعال می‌باشد.



شکل ۱. نمودار درصد فراوانی مقوله‌ها در متن فصل ۳ شیمی دهم چاپ ۱۴۰۲

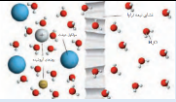
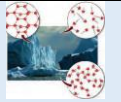
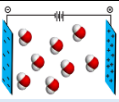
۳- بررسی نتایج میزان تناسب تصاویر با متن
در بررسی فصل ۱ کتاب شیمی دهم مبنی بر تناسب متن با تصاویر به صورت کدگذاری شده، جدول ۵ تهیه شده است. نمونه ای از تصاویر بر اساس کدهای تعریف شده نیز آمده است.
بر اساس نتایج حاصل از این تحلیل می‌توان به پاسخ این سوال رسید که؛ تصاویر فصل ۳ شیمی ۱ به چه میزان با متن نوشتاری آن، ارتباط دارند؟

جدول ۴- تعداد انواع تصویر براساس ارتباط با متن کتاب

نوع تصاویر	تصاویری که کاملاً با متن انطباق دارند	تصاویری که ارتباطی فراتر از متن دارند.	تصاویری که با قسمتی از متن ارتباط دارند	تصاویری که با متن ارتباط ندارند.
مثال ←				
تعداد	۱۴	۱۹	۸	۰
درصد	۳۴/۱۴	۴۶/۳۴	۱۹/۵	۰

بر اساس نتایج حاصل از بررسی های انجام شده، ۳۴/۱۴ درصد تصاویری هستند که کاملاً بر متن کتاب منطبق هستند. ۴۶/۳۴ درصد تصاویری فراتر از متن و ۱۹/۵ درصد مربوط به تصاویری است که با قسمتی از متن ارتباط دارند، و صفر درصد با متن ارتباطی ندارد. به طور کلی هرچه درصد تصاویری که فراتر از متن باشند بیشتر باشد، دانش آموز خلاق و فعال تر خواهد شد اما اگر در حد توضیح و نشان دادن مطلب به کار گرفته باشند باعث حفظ کردن مباحث توسط فراگیران می‌شود و در نهایت فراگیران را به سمت تفسیر و تحلیل هدایت نمی‌کنند. همچنین بر اساس گزاره های موجود در فنون تاکید تصاویر یعنی تفاوت در اندازه، شکل قاب، رنگ متفاوت، نوشته و علائم ویژه می‌توان فراوانی نوع تاکید تصاویر کتاب را نیز بررسی کرد.

جدول ۵- فنون تاکید تصاویر

فصل ۳	بدون فن تاکید	اندازه	قاب	رنگ	نوشته	علائم ویژه	جمع کل
مثال							
تعداد	۹	۵	۵	۴	۶	۱۲	۴۱
درصد	۲۱٪	۱۲٪	۱۲٪	۹/۷۵٪	۱۴/۶۳٪	۲۹٪	۱۰۰

بر اساس نتایج حاصل از بررسی های انجام شده، ۲۱٪ از تصاویر فاقد فن تاکید و ۷۹٪ از تصاویر دارای فن تاکید هستند.

۴- بررسی نتایج تدریس پذیری محتوای کتاب درسی
مولفه های ارزیابی تدریس پذیری محتوا شامل موارد زیر است:

۱. آیا محتوای هر درس به روشنی روش تدریس آن را تعیین می‌کند؟
 ۲. آیا هدف و محتوای هر بخش روش ارزشیابی آن را روشن می‌کند؟
 ۳. آیا منطق سازماندهی هر بخش، منطق تدریس آن را نیز تعیین می‌کند؟
 ۴. آیا نمونه‌ها، تمرین و فعالیت‌ها با هدف و محتوای درس متناسب هستند؟
 ۵. آیا مواد آموزشی مکمل هر درس مشخص شده و در دسترس هستند؟
- تیتراهای فصل ۳ کتاب درسی شیمی دهم که براساس آن امتیازدهی انجام شده است:
۱. همراهان ناپیدای آب
 ۲. محلول و مقدار حل شونده‌ها
 ۳. قسمت در میلیون
 ۴. غلظت مولی (مولار)
 ۵. آیا نمک‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟
 ۶. رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی
 ۷. نیروهای بین مولکولی آب، فراتر از انتظار
 ۸. پیوندهای هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آب
 ۹. آب و دیگر حلال‌ها
 ۱۰. کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند؟
 ۱۱. فرایند انحلال نمک‌ها در آب
 ۱۲. آیا گازها هم در آب حل می‌شوند؟
 ۱۳. ردپای آب در زندگی
 ۱۴. پیوند با زندگی

جدول ۶- امتیازدهی تدریس پذیری

تیترا	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
کد مولفه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱	۳	۳	۳	۳	۲	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۲	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۳
۳	۱	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۴	۲	۲	۳	۳	۳	۲	۳	۳	۲	۳	۳	۲	۳	۲
۵	۳	۳	۳	۲	۳	۱	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
مجموع	۱۲	۱۲	۱۴	۱۳	۱۴	۱۱	۱۱	۱۴	۱۳	۱۵	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴

سطوح امتیاز دهی؛ سطح بالا کد ۳، متوسط کد ۲ و پایین کد ۱ می‌باشد. به این ترتیب هر چه امتیاز در درس و در نهایت در مقیاس کل کتاب بالاتر شود، کتاب به شکل موثری در راستای ابعاد درسی موردنظر ما قرار دارد. براساس بررسی انجام شده از حداکثر امتیاز فصل ۳ کتاب از ۲۱۰ امتیاز، ۱۸۵ امتیاز بدست آمد و درصد بدست آمده ۸۸٪ شد که نتیجه‌ی قابل توجه و مطلوبی در راستای تدریس پذیری کتاب درسی است.

$$\frac{185}{210} \times 100 = 88\%$$

- ۵- بررسی نتایج یادگیری پذیری محتوای کتاب درسی همان‌طور که در بخش روش شناسی گفته شد، شاخصه‌های ارزیابی یادگیری پذیری محتوای کتاب درسی شیمی ۱ فصل ۳ به صورت زیر در نظر گرفته شد:
- ۱- آیا محتوای درس با تفاوت‌های یادگیرندگان کلاس من متناسب است؟
- ۲- آیا محتوای درس بر محور تلفیقی از انواع سبک‌های یادگیری یعنی دیداری یا بصری، شنیداری، حرکتی، کلامی (خواندن/نوشتن) بنا شده است؟
- ۳- آیا محتوای درس علائم و نشان‌های راهنمایی کننده برای یادگیری را در خود دارد؟
- ۴- آیا درس نشانه‌های برانگیزاننده‌ی لازم را برای یادگیری دانش آموزانم دارد؟
- ۵- آیا سطح محتوای درس به گونه‌ای است که دانش آموزان با تلاش خودشان از عهده‌ی یادگیری آن برآیند؟
- ۶- آیا متن و تصاویر درس خوانایی متناسب با سطح دانش آموزان را دارد؟
- ۷- آیا محتوای درس از قاعده‌ی "ایجاد انگیزه- ارائه دانش، مهارت، نگرش - تثبیت" تبعیت می‌کند؟
- در این قسمت نیز تیرهای فصل ۳ کتاب درسی شیمی دهم که براساس آن امتیازدهی تدریس پذیری انجام شد، مدنظر است.

جدول ۷- امتیازدهی یادگیری پذیری

درس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
کد مولفه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱	۲	۲	۲	۳	۳	۱	۲	۱	۱	۲	۳	۳	۳	۳
۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۳
۳	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۴	۲	۲	۳	۲	۱	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۵	۲	۲	۱	۳	۳	۲	۱	۱	۳	۳	۲	۲	۲	۳
۶	۳	۳	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۷	۱	۱	۱	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۳
مجموع	۱۳	۱۴	۱۵	۱۴	۱۴	۱۴	۱۵	۱۴	۱۷	۱۹	۱۹	۱۹	۲۰	۲۱

همانند بخش تدریس پذیری محتوا امتیازدهی در سه سطح بالا کد ۳، متوسط کد ۲ و پایین کد ۱ انجام شد و درصد بدست آمده از مجموع امتیازها ۷۹٪ شد که نشان دهنده یادگیری پذیری مطلوب کتاب است.

$$\frac{234}{294} \times 100 = 79\%$$

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که در بررسی نتایج هر ساحت بررسی شد، دریافتیم که کتاب شیمی از منظر میزان انطباق محتوای کتاب با شایستگی‌های پایه‌ی سند برنامه‌ی درسی ملی (تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق) بدین صورت است که عنصر علم بیش‌ترین میزان توجه را به خود اختصاص داده است و در مراحل بعدی عناصر تعقل، عمل، ایمان و اخلاق قرار دارد و شایسته است به سایر شایستگی‌ها توجه بیشتری گردد. از نظر فعال و یا غیرفعال بودن متن کتاب بر اساس روش ویلیام رومی ضریب درگیری محاسبه شده، برابر ۰/۴۲۸ است که از نظر ویلیام رومی فعال است؛ زیرا ضریب درگیری (شاخص درگیری) آن بیشتر از ۰/۴ است. از منظر تناسب تصاویر با متن ۳۴ درصد تصاویر بر متن کتاب

منطبق است و ۴۶ درصد فراتر از متن کتاب است. هرچه درصد تصاویری که فراتر از متن هستند، بیشتر شود، دانش آموز خلاق و فعال تر خواهد شد و این درصد برای فصل ۳ شیمی دهم مطلوب است. کاربرد اصل تأکید در پژوهش حاضر با استفاده از فنون برجسته سازی نشان می دهد که ۷۹٪ از تصاویر از فنون برجسته سازی بهره برده اند و بیشتر تصاویر این کتاب دارای فن تأکید هستند. همچنین بررسی ها نشان داد براساس مولفه های تعریف شده تدریس پذیری محتوای کتاب درسی ۸۸٪ و یادگیری پذیری محتوای کتاب درسی ۷۹٪ می باشد که این نتایج، مطلوب و قابل توجه می باشد. با توجه به نظرسنجی انجام شده از دانش آموزان نیز می توان چنین برداشت کرد که کتاب درسی از منظر یادگیری پذیری محتوا از دید یادگیرندگان به طور معمول امتیاز متوسط تا بالا را به خود اختصاص می دهند.

تعارض منافع

«هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»



COPYRIGHTS
©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

منابع

- برنامه ی درسی ملی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۱). مصوب جلسات ۸۵۷ الی ۸۷۲ شورای عالی آموزش و پرورش.
- حبیبی بردبری، رضا؛ رئیسی شیخوویی، احمد (۱۳۹۶). تحلیل محتوای ارتباط بین تصاویر و متن کتاب درسی علوم تجربی پایه ششم ابتدایی، پویش در آموزش علوم تربیتی و مشاوره، ۳ (۶) ۹۴-۱۱۲.
- حسینی، محمد؛ مومنی، مریم (۱۳۸۹). راهنمای عملی تکنیک تحلیل محتوا با تأکید بر کتب و رسانه های آموزشی. همدان: انتشارات فرتاب، ناشر همکار ظفر.
- نادری، سوسن (۱۳۹۷). تحلیل محتوای فصل سوم کتاب درسی شیمی (۱) پایه دهم با استفاده از روش ویلیام رومی. دهمین کنفرانس آموزش شیمی ایران، دانشگاه علم و صنعت، تهران.



ORIGINAL RESEARCH PAPER

The role and importance of observing safety principles in laboratory work

Jafar Azamat ^{1,*}

¹ Department of Chemistry Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran

*Corresponding author: (✉ j.azamat@cfu.ac.ir)

ABSTRACT

Keywords:

safety equipment,
safety tips in the
laboratory,
safety principles,
green chemistry.

The significance of practical work in various industries has made the importance of the laboratory work and familiarity with working in such environments, as well as the properties of different chemicals in life more tangible. Practical work in the laboratory plays a significant role in various areas such as oil, petrochemical, mineral, chemical, and pharmaceutical industries. On the other hand, health and safety is an issue that anyone working in a laboratory environment should attend to. Prevention of accidents and proper storage of materials, right use of chemicals during testing, and paying attention to the principles of green chemistry are all important things that must be followed in order to prevent the problems that may harm one's health. The use of explosives or flammable substances or mixtures is common in chemical laboratories and industrial centres. Lack of knowledge about the possible dangers of these types of materials often leads to explosions or fires, but they can be prevented by following safety precautions. A large number of chemical compounds that we deal with in laboratories are toxic. As a result, accuracy and safety are very important in order to prevent the entry of toxic foreign substances into the body. Therefore, in this article, an attempt has been made to look at this issue from a different point of view, so that it may bear useful implications for this field.

Received: 17 October 2023

Revised: 15 November 2023

Accepted: 21 January 2024

Published online: 01 February 2024

PP: 30-42

ISSN (Online): [2717-2279](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15073.1134)

Citation: Azamat, J. (2024). The Role and Importance of Observing Safety Principles in Laboratory Work. *Research in Chemistry Education*, 5(4), 30-42.

 [https://doi.org/ 10.48310/CHEMEDU.2024.15073.1134](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15073.1134)





پژوهش در آموزش شیمی

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


مقاله پژوهشی

نقش و اهمیت رعایت اصول ایمنی در کارهای آزمایشگاهی

جعفر عظمت^۱ ^۱ گروه آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۱۴۶۶۵-۸۸۹ تهران، ایران.* نویسنده مسئول: j.azamat@cfu.ac.ir

چکیده

اهمیت و جایگاه کارهای عملی در صنایع مختلف باعث شده است که اهمیت کارهای آزمایشگاهی و آشنایی با نحوه کار در آن محیط و نیز آشنایی با خواص مواد شیمیایی مختلف در زندگی، ملموس تر گردد. کارهای عملی در آزمایشگاه در صنایع گوناگون همچون نفت، پتروشیمی، صنایع معدنی، شیمیایی و دارویی نقش بسزایی دارد. از سوی دیگر سلامتی و رعایت نکات ایمنی موضوعی است که هر فردی که در محیط آزمایشگاهی کار می کند، باید به آن توجه داشته باشد. پیشگیری از حوادث و نگهداری صحیح از مواد، درست استفاده نمودن از مواد شیمیایی در هنگام آزمایش و توجه به اصول دوازده گانه شیمی سبز از موارد مهمی است که باید رعایت شود تا از بروز مشکلاتی که ممکن است به سلامتی فرد آسیب برساند، جلوگیری شود. استفاده از مواد یا مخلوط های انفجار پذیر یا آتش زا در آزمایشگاه های شیمی و مراکز صنعتی رایج است. عدم اطلاع از خطرهای احتمالی این نوع مواد، اغلب به انفجار یا آتش سوزی منجر می شود، ولی می توان با رعایت نکات ایمنی از آنها جلوگیری کرد. تعداد بسیار زیادی از ترکیبات شیمیایی که در آزمایشگاه ها با آن ها سر و کار داریم سمی اند. در نتیجه دقت و ایمنی به منظور جلوگیری از ورود مواد خارجی سمی به بدن اهمیت به سزایی دارد. لذا بر این اساس در این مقاله سعی شده است تا با دیدی متفاوت به این موضوع نگاه شود تا شاید بتواند در این زمینه مثمر ثمر واقع شود.

واژه های کلیدی:

تجهیزات ایمنی،
نکات ایمنی در آزمایشگاه،
اصول ایمنی،
شیمی سبز.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۱

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۲/۱۱/۱۲

شماره صفحات: ۳۰-۴۲

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۲۷۹



ارجاع: عظمت، جعفر (۱۴۰۲). نقش و اهمیت رعایت اصول ایمنی در کارهای آزمایشگاهی. پژوهش در آموزش شیمی، ۵(۴)، ۳۰-۴۲.

<https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15073.1134>

مقدمه

اهمیت تجربه فردی دانش آموزان و دانشجویان در درک مفاهیم علوم تجربی بر کسی پوشیده نیست. انجام آزمایش در حضور دانش آموزان و دانشجویان انجام می‌گردد و همین امر باعث می‌شود درهای خلاقیت و کاربرد دانش بر روی آن‌ها باز شود. یادگیری زمانی می‌تواند معنادار باشد که روش‌های فعال یاددهی و یادگیری به عنوان ابزاری به کار گرفته شود تا زمینه تغییرات مطلوب در فراگیران فراهم آید. بدون شک با به کارگیری این روش‌ها می‌توان زمینه درگیری علمی، ادبی، عاطفی، سازگاری، خلاقیت، بلوغ فکری و مسئولیت پذیری را در دانش آموزان و دانشجومعلمین فراهم آورد و همزمان با آن نیز حس اعتماد به نفس آن‌ها را در جهت یادگیری تقویت کرد (Wood-Black, 2019). فعالیت و پژوهش در آزمایشگاه یکی از عوامل اصلی در آموزش هرچه بهتر شیمی است. زیرا فعالیت‌های آزمایشگاهی، دانش و مهارت فراگیران را افزایش می‌دهد و باعث تثبیت یادگیری موضوعات و افزایش میزان ماندگاری مفاهیم آموخته شده در آن‌ها می‌شود (Yu, 2023). همچنین سبب دست‌ورزی و کسب مهارت‌هایی می‌شود که در زندگی روزانه مورد استفاده قرار می‌گیرد و زمینه‌های نوآوری، خلاقیت و تفکر انتقادی را در فراگیران فراهم می‌سازد (Motalifu, 2022). اجرای فعالیت‌های آزمایشگاهی چه در مدارس و چه در دانشگاه‌ها کاملاً اساسی و ضروری است، زیرا باعث فهم و درک دانشجویان و دانش آموزان و رفع سوالات احتمالی آن‌ها می‌شود (Lestari, 2016). با وجود ضرورت حضور فراگیران در آزمایشگاه، در عین حال آسیب‌های جدی در آزمایشگاه‌های شیمی وجود دارد (Brewster, 2023). همه افرادی که در آزمایشگاه فعالیت می‌کنند، باید طوری عمل کنند که ایمنی را برای خود و همکاران خود فراهم سازند. هنگامی که با مواد شیمیایی مختلف کار می‌شود، امکان بروز حوادث مختلف نظیر تماس پوستی و استنشام و یا ریخته شدن مواد در محیط وجود دارد، بنابراین بسیار مهم است که بدانیم در مقابله با این حوادث چگونه باید عمل نمود. اطلاعات لازم را برای این منظور در برگه‌هایی به نام برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد جمع آوری می‌گردد که در موارد اضطراری می‌توان از آن‌ها استفاده کرد (Bishoff, 2010).

روش

پژوهش پیش رو بر نقش و اهمیت نکات ایمنی در آزمایشگاه شیمی در زمان آموزش، تدریس و فعالیت آزمایشگاهی شیمی تاکید دارد. هدف از رعایت نکات ایمنی در آزمایشگاه‌ها جلوگیری از بروز حادثه، قبل از وقوع آن است. با توجه به مطالب بررسی شده در این مقاله، توجه به این نکته ضروری است که در آزمایشگاه‌ها به دلیل ماهیت آن، احتمال مواجهه افراد با مواد شیمیایی سمی و سرطان زا بسیار زیاد می‌باشد و خطرات عدیده‌ای می‌تواند افراد حاضر در آن را تهدید کند. با آموزش و رعایت اصول ایمنی و فضایی مناسب می‌توان تا حد زیادی از برخی خطرات جلوگیری نمود و سلامت و ایمنی کارکنان را افزایش داد. بر این اساس، در این مقاله در نظر داریم که اصول اساسی ایمنی و سلامت در آزمایشگاه را مورد بررسی قرار دهیم تا معلمان، دانش آموزان و دیگر دست‌اندرکاران بتوانند در شناسایی خطرهای و آمادگی برای رویارویی با آنها دید بهتری داشته باشند.

یافته‌ها

منظور از ایمنی شیمیایی، پیشگیری از اثرهای نامطلوب کوتاه‌مدت و بلندمدت در مراحل مختلف از جمله تولید، ذخیره‌سازی، حمل و نقل، استفاده و دفع مواد شیمیایی برای انسان و محیط زیست است (Sirinides, 2023). فضای آزمایشگاه‌های مدارس می‌تواند به دلیل وجود مواد شیمیایی سمی برای معلمان و دانش آموزان ناایمن باشد. بنابراین استفاده از مواد شیمیایی نیاز به آگاهی از عواملی دارد که مواد شیمیایی را خطرناک می‌سازد. برای حفظ امنیت، فرد باید درباره ایمنی به خوبی آموزش ببیند. شاید برخی معلمان در مدارس، دانش کافی در مورد ایمنی مواد شیمیایی را نداشته باشند. در مراکز دانشگاهی بجز توجه به مسائل مربوط به محیط زیست، توجه کمتری به ایمنی شده است، در حالی که در بخش‌های صنعتی برای مدیریت مواد شیمیایی و ایمنی تلاش بیشتری شده است (Sun, 2021).

دستیابی به توسعه پایدار نیازمند مدیریت مواد شیمیایی است. هدف از مدیریت صحیح مواد شیمیایی یا ایمنی شیمیایی، حفظ سلامت انسان و پیشگیری از اثر مواد شیمیایی بر محیط زیست است. این امر محقق نمی‌شود مگر اینکه در جهت افزایش آگاهی، پیشگیری، کنترل و مدیریت مواد شیمیایی اقدام شود. بسیاری از آزمایشگاه‌های موجود در مدارس کشورمان از متصدی آزمایشگاه بی‌بهره‌اند و توسط خود معلمان اداره می‌شوند. نبود دستورکار یا مرجعی خاص برای راهنمایی معلمان و دانش‌آموزان سبب شده است که بسیاری از اصول ساده ولی اساسی در آزمایشگاه‌های مدارس رعایت نشوند. اصولاً بایستی آزمایشگاه مدرسه شامل تمامی امکانات، تجهیزات و مواد موجود در آزمایشگاه‌های استاندارد باشند و اطمینان یافتن از اینکه زیرساخت‌های موجود در آزمایشگاه مدرسه در شرایط خوبی قرار دارد و استفاده از آنها ایمن است، نکته بسیار مهمی است. این بخش از اصول ایمنی بیشتر متوجه معلمان و مسئولان آزمایشگاه است که وظیفه مهمی در حفظ سلامت و ایمنی دانش‌آموزان و همچنین آموزش این اصول به آنان بر عهده دارند (Asiry, 2019).

بررسی نکات مهم در آزمایشگاه

تمامی کسانی که قصد انجام فعالیت‌های عملی آزمایشگاهی را دارند، اعم از دانش‌آموزان، دانشجویان و مربیان و متصدیان آزمایشگاه باید نکات مهم زیر را هنگام حضور در آزمایشگاه رعایت کنند و مسلماً عدم رعایت این نکات می‌تواند منجر به اتفاقات ناگواری در آزمایشگاه شود:

- بدون روپوش، دستکش، ماسک، و عینک، آزمایش انجام ندهیم.
- شیلنگ‌های آب و گاز را هرگز بدون بست استفاده نکنیم.
- هرگز از وسایل معیوب و شکسته استفاده نکنیم.
- حتماً به هرگونه ظرف حاوی مواد و محلول‌ها برچسب مناسب را الصاق نماییم.
- هرگز آزمایش در حال اجرا را بدون مراقبت رها نکنیم.
- خطرات موجود در آزمایشگاه را شناسایی کرده و روش‌های مقابله با آنها را بیاموزیم.
- محل کپسول‌های آتش‌نشانی را شناسایی و روش استفاده از آنها را بیاموزیم.
- با علائم و هشدارهای ایمنی آشنا شویم.

در کل باید بخاطر داشته باشیم که در کارهای آزمایشگاهی عدم رعایت هر کدام از نکات ساده بالا، می‌تواند منجر به حادثه جبران ناپذیری گردد. حوادثی که شاید خیلی دور از ذهن باشند، اما بعد از وقوع، فرصتی برای جبران نخواهد بود.

لوازم و تجهیزات ایمنی لازم در آزمایشگاه

رعایت نکات ایمنی و افزایش دانش ایمنی معلمان، دانش‌آموزان و دست‌اندرکاران باید همراه با بهبود تجهیزات و لوازم ایمنی باشد. حمایت مالی آموزش و پرورش برای تجهیز آزمایشگاه‌های مدارس برای ابزار و تجهیزات ایمنی می‌تواند در کنار آموزش اصول ایمنی به دانش‌آموزان، معلمان و کارکنان گام بزرگی برای بهبود وضع ایمنی در آزمایشگاه‌های مدارس باشد. رعایت و توجه به موارد زیر می‌تواند تا حد زیادی از بروز خطرات جدی بکاهد (Barkley, 2007):

- ابعاد آزمایشگاه باید متناسب با تجهیزات فیزیکی موجود در آن و دارای تهویه با کیفیت باشد.
- هود و سینک آزمایشگاهی مناسب، به تعداد کافی در آزمایشگاه ایجاد شده باشد.
- کپسول‌های آتش‌نشانی برای فرونشاندن آتش در آزمایشگاه‌ها موجود باشند.

- اسپیل کیت که امروزه در بسیاری از آزمایشگاه‌ها وجود دارد و باعث مهار، جذب، جمع‌آوری و خنثی‌سازی مایع‌های شیمیایی ریخته شده به روشی آسان، سریع و بدون نیاز به استفاده از آب و رقیق کردن، می‌شود و مایع‌های ریخته شده را تبدیل به پسماند جامد و قابل جمع‌آوری می‌کند.
- در هر آزمایشگاه باید دوش و محل شست‌وشوی چشم نصب شود.
- جعبه کمک‌های اولیه در آزمایشگاه موجود باشد.
- کلید اصلی برق جلوی آزمایشگاه و در دسترس باشد.
- شیر اصلی گاز جلوی آزمایشگاه و در دسترس باشد.
- همه آزمایش‌هایی که نیازمند استفاده از مواد شیمیایی فرار هستند، باید زیر هود انجام شوند. در واکنش‌هایی که ممکن است در نتیجه آنها بخار، دود یا غبار شیمیایی سمی ایجاد شود استفاده از هود ضروری است.
- تمام اتصال‌های برق باید یک اتصال به زمین و یک پریز برق سه شاخه داشته باشند.
- همه افراد هنگام نزدیک شدن به مواد شیمیایی و تجهیزاتی که احتمال ایجاد خطر برای چشم دارند باید از عینک‌های ایمنی محافظ استفاده کنند.
- روپوش آزمایشگاه که باید از جنس مناسب، غیرقابل اشتعال و به اندازه کافی بلند باشد و از گردن تا زانو را بپوشاند.
- هیچ دستکشی برای تمام شرایط آزمایشگاهی مناسب نیست و بایستی در موقعیت‌های مختلف از دستکش مخصوص استفاده شود. مثلاً هنگام کار کردن با مایع‌های خورنده باید از دستکش‌های مقاوم در برابر خوردگی استفاده کرد. دستکش‌ها باید در برابر نفوذ مواد شیمیایی حساسیت‌زا و سمی مقاوم باشد. در استفاده از حلال‌های مختلف و مواد خورنده باید دستکش مناسب مورد استفاده قرار گیرد.

رفتارها و عادت‌های فردی ایمن در آزمایشگاه

وجود لوازم و تجهیزات ایمنی کافی و شرایط چیدمان، نگهداری، ذخیره‌سازی و دفع مناسب ضایعات شیمیایی برای ایمن بودن در آزمایشگاه کافی نیست. دانش‌آموزان و کارکنان باید درک درستی از شرایط آزمایشگاه و نحوه کار کردن در آن را داشته باشند و در زمینه خطرهای احتمالی و اقدامات ضروری برای رفع آن‌ها آموزش ببینند. آزمایشگاه‌های شیمی با وجود خطرهای بالقوه موجود، لزوماً مکان‌های خطرناکی نیستند، به شرط آن‌که کارکنان آن برخی نکات ابتدایی را رعایت کنند و رفتاری معقول و هوشیار داشته باشند (Gibson, 2014). در آزمایشگاه شیمی کار هر چه باشد، تعیین سرپرست برای آن الزامی است. البته، رعایت احتیاط و ایمنی، مسئولیت هر شخصی است که در آزمایشگاه کار می‌کند. در صورتی که در ایمنی آزمایش پیشنهاد شده‌ای تردید باشد بهتر است از راهنمایی‌های فردی با تجربه استفاده شود. همه کارکنان باید نسبت به کار خود مسئول باشند. آن‌ها باید همواره از آنچه در اطرافشان می‌گذرد و خطرهای ممکن که چه در ارتباط با کار دیگران و چه در ارتباط با آزمایش‌های خودشان موجود است، آگاه باشند. حوادث آزمایشگاهی اغلب به آن جهت رخ می‌دهد که برای به دست آوردن نتیجه بیش از حد عجله می‌شود. لذا کارکنان آزمایشگاه باید در مورد کاری که انجام می‌دهند، برخوردی عاقلانه، با احتیاط و منظم داشته باشند. به ویژه تمرکز در کار و حواس پرت نبودن توصیه می‌شود. به همین طریق حواس پرتی دیگران را نیز باید تذکر داد. در مورد آزمایش‌ها و عملیات رایج باید توجه داشت که آشنایی زیاد باعث کم شدن احتیاط نشود و با این احساس که «برای من اتفاقی نخواهد افتاد» مبارزه شود.

هیچ‌کس نباید در آزمایشگاه بدون روپوش بلند اجازه کار داشته باشد. رنگ سفید به دلیل این که چرک و لکه به خوبی روی آن دیده می‌شود ارجح است. علاوه بر این همه کارکنان، از جمله بازدید کنندگان باید تمام وقت از عینک یا پوشش چشمی ایمنی استفاده کنند. پوشش‌های چشمی و عینک‌های خوب و سبکی برای آزمایشگاه موجود است که

به منظور محافظت چشم‌ها و قسمت فوقانی صورت، ارائه می‌شوند. عینک‌های طبی ایمنی نیز البته از منابع خاص قابل دسترس‌اند، ولی گرانترند و برای شخصی که به طور تمام وقت در آزمایشگاه کار می‌کند، مناسب است. گفتنی است که به هنگام حادثه عینک‌های ایمنی معمولی در مقابل قطعات پرتاب شده درجات حفاظتی متغیری دارند، اما در مقابل پاشیده شدن مایعات داغ و خورنده و سمی و گازها، محافظت آن‌ها بسیار اندک است. در صورت پاشیده شدن شیمیایی، اولین کمک باید شستشوی کامل چشم‌ها با آب تمیز باشد. عدسی‌های درون چشمی مانع از شسته شدن موثر چشم‌ها می‌شوند و برداشتن آن‌ها باید زیر نظر پزشک مجرب صورت گیرد. محافظ چشم چسبان یا نقابی که تمام صورت را بپوشاند در این شرایط از چشم‌ها به مراتب بهتر محافظت خواهد کرد، در صورتی که آزمایشگاه‌های شیمی یا عملیاتی که انجام می‌گیرند احتمال خطر داشته باشند، به منظور محافظت بیشتر استفاده از حفاظ ایمنی شدیداً توصیه می‌شود. در هر حال، تمامی آزمایش‌هایی که با واکنشگرها یا حلال‌های سمی همراه هستند، باید زیر هود مناسب انجام گیرند و دستکش‌های پلاستیکی یک بار مصرف باید به دقت بازرسی شوند تا سوراخ نباشد.

به جز موارد اضطراری، دویدن یا فعالیت بیش از حد شتابزده در آزمایشگاه و اطراف آن و همچنین شوخی کردن و رفتارهای غیر مسئولانه ممنوع است. خوردن و آشامیدن نیز باید در آزمایشگاه ممنوع باشد. این امر از جذب مواد سمی جلوگیری می‌کند. نظم و ترتیب، عامل عمده‌ای در ایمنی آزمایشگاه است؛ آزمایشگاه‌های شیمی باید همیشه تمیز و مرتب نگه داشته شود. راه‌های عبور اطراف و میان میزها و نزدیک درهای خروجی نباید با دستگاه‌ها و وسایل اشغال شده باشد. کفپوش‌ها باید در شرایطی باشند که مانع از لیز خوردن و افتادن شوند. هرگونه آلودگی زمین یا میزها باید فوراً تمیز شود. با توجه به میز کار آزمایش کننده می‌توان درباره مهارت او نظر داد. میز باید همیشه تمیز و خشک باشد؛ این کار در صورتی که دستمال‌های خشک و مرطوب همیشه کنار دست باشند، بسیار ساده است. وسایلی که فوراً مورد استفاده نیستند، باید هر چه دورتر در قفسه‌ای که زیر میز است گذاشته شوند؛ در صورتی که لازم باشد آن‌ها روی میز قرار داده شوند، باید به صورتی تمیز و منظم، مرتب شوند. شیشه آلات کثیف باید در ظروف پلاستیکی دور از محل کار گذاشته شوند تا این که یا تمیز شوند یا دور انداخته شوند. زباله‌های جامد و کاغذ صافی نباید داخل ظرفشویی انداخته شوند (اوماری^۱، ۲۰۲۲). تمامی شیشه آلات باید به دقت تمیز شوند و در اکثر موارد پیش از به کارگیری، در آزمایشگاه خشک شوند. بهتر است عادت شود همه شیشه‌آلات فوراً پس از استفاده شسته شوند، چون عموماً نوع آلودگی معلوم است. به علاوه، در صورتی که وسایل کثیف مدت قابل توجهی مانده باشند، تمیز کردن آن‌ها مشکل‌تر می‌شود، به ویژه اگر حلال‌های فرار در این فاصله تبخیر شده باشند. شایان ذکر است که یک مخلوط پاک کننده کلی برای تمام موارد وجود ندارد. شیمیدان باید با توجه به جنس ماده‌ای که باید پاک شود و مقدار آن، اقدام کند. مثلاً، در صورتی که بدانیم مواد ته ظرف خصلت بازی دارند، محلول رقیق هیدروکلریک اسید یا سولفوریک اسید می‌تواند آن‌ها را کاملاً حل کند. به همین صورت برای بقایای اسیدی، محلول رقیق سدیم هیدروکسید را می‌توان به کار برد. در این موارد محلول‌های آبی اسیدی و بازی را از طریق شستشو و با مقدار کافی آب باید خارج کرد. در صورتی که بدانیم ماده ته نشین شده در حلال‌های آلی ارزان قیمت حل می‌شود، باید از آن‌ها استفاده کرد. در چنین مواردی حلال باید در بطری‌های جمع آوری مناسب ریخته شود.

وقتی شیشه شور در دسترس باشد، ساده ترین راه برای زدودن مواد ته نشین شده، استفاده از شوینده‌های خانگی حاوی ساینده است، طوری که در شیشه خش نیفتد. پودر شستشو یا مستقیماً داخل ظرف ریخته و با کمی آب مرطوب می‌شود یا روی یک شیشه شور پاشیده می‌شود و روی سطح کثیف مالیده می‌شود؛ سطح شیشه باید آن قدر ساییده شود تا آلودگی آن پاک شود. این عمل در صورت لزوم باید تکرار شود. بالاخره، دستگاه باید به خوبی با آب مقطر آبکشی شود. در صورتی که ساییدن با مخلوط آب و پودر شستشو کاملاً رضایت بخش نباشد، می‌توان پودر را با یک حلال آلی مانند استون خیس کرد.

¹ Omari

پس از شستشو و آبکشی با آب مقطر، دستگاه‌های شیشه‌ای کوچک را می‌توان با گذاشتن در آن با دمای ۱۰۰ تا ۱۲۰ درجه سانتی گراد به مدت تقریباً یک ساعت خشک کرد. اما بسیاری از وسایل بزرگ‌تر از آن‌اند که داخل آن خشک شوند و پس از شستشو اغلب باید زود استفاده شوند. در نتیجه روش دیگری برای خشک کردن به کار می‌رود. در صورتی که وسیله با آب تر شده باشد، باید آب را تا حد امکان خارج کرد و سپس وسیله را با کمی الکل صنعتی یا استون شستشو داد. به منظور صرفه جویی، الکل صنعتی یا استون آبدار را باید در یک بطری برچسب دار جمع‌آوری کرد تا برای استفاده مجدد از طریق تقطیر، بازیابی شود. پس از شستشو با حلال آلی، خشک شدن به کمک سشوار مخصوص آسان‌تر انجام می‌گیرد. این دستگاه یک بادبزن برقی است که هوا را از روزنه‌های یک صافی می‌مکد، از یک گرمکن عبور می‌دهد و از درون لوله‌هایی به سمت بالا می‌راند که پایه دستگاه هستند و طوری ساخته شده‌اند که بال‌ها و استوانه‌های دهانه تنگی را که خشک کردن آن‌ها با شیوه دیگر مشکل است در خود جای می‌دهند؛ در انتها هر لوله نگهدارنده دستگاه تعدادی سوراخ تعبیه شده است که موجب درست پخش شدن هوای داغ می‌شوند. در صورت نیاز می‌توان هوای سرد را هم در آن جریان داد. مواد شیمیایی ناسازگار باید از هم جدا شوند. ظروف سنگین و بطری‌های حاوی مواد خطرناک باید هر چه سریع‌تر به انبار اصلی مطمئن خود که در آنجا نکات ایمنی نگهداری رعایت می‌شود، بازگردانده شوند. مقررات جدی در مورد مقدار حلال‌هایی که می‌توان در یک آزمایشگاه خاص نگاه داشت نیز موجود است. به علاوه، این حلال‌ها باید در اتاقک ضدآتش فولادی گذاشته شوند و از در اتاقک‌ها بخار نشت نکنند. ضمناً به منظور ایمنی بیشتر حلال‌های آتشگیر و سمی فضای خاص مجهزی برای برداشتن حلال تخصیص داده شود. هر بطری که لازم باشد تا فاصله کوتاهی حمل شود، چه حاوی مواد شیمیایی خطرناک باشد چه بی خطر، باید زیر و گردن آن گرفته شود و هرگز تنها یکی از این دو نقطه گرفته نشود. به منظور حمل به مسافت‌های طولانی‌تر، باید از وسیله خاصی که به این منظور فراهم شده است استفاده شود.

هود باید از مواد شیمیایی اضافی و وسایل بی استفاده خالی شود. اگر لازم باشد مقداری از مواد شیمیایی ضروری که زیاد به کار برده می‌شوند، در زیر هود انبار شوند، باید تعیین شود که به چه منظور کنار گذاشته شده‌اند و به درستی قفسه‌بندی شوند. مواد شیمیایی سرطان‌زایی که کاربرد آن‌ها مجاز است، همیشه در انبار اصلی در قفسه‌هایی مخصوص نگهداری شوند؛ برای استفاده از آن‌ها باید از سرپرست آزمایشگاه اجازه گرفت. کلیه ظروف (بطری، آمپول، شیشه نمونه و غیره) مواد شیمیایی خریداری شده در بازار دارای برچسبی هستند که محتوای هر کدام را معلوم می‌کند و علامت خطر همراه با خلاصه‌ای از خطرهای ممکن و ایمنی مربوط به محتوای آن نیز آمده است. جداولی که در آن‌ها این علائم به طور خلاصه معنی شده باشند، باید در آزمایشگاه در معرض دید باشند. هنگامی که مواد شیمیایی به ظرف دیگری منتقل می‌شود، همان علامت خطر باید روی ظرف جدید چسبانده شود. در مورد ظروفی که برچسب‌هایشان گم شده است، محتوای آن‌ها باید به درستی شناسایی و مجدداً برچسب زده شوند؛ در صورتی که هرگونه تردیدی وجود داشته باشد، آن ماده باید به دلیل ایمنی دور ریخته شود. چون بسیاری از مواد شیمیایی به مرور زمان خراب می‌شوند، بهتر است تاریخ خریداری بطری روی برچسب آن نوشته شود.

شیشه آلات باید پیش از استفاده به دقت بررسی شوند و هر کدام که شکسته، لب پریده، ترک دار یا کثیف است حذف شود. ترک‌های ریز در شیشه آلات به ویژه هنگام استفاده در سیستم‌های تحت خلا خطرناک‌اند. بسیاری از کارهای دستی ساده با شیشه آلات نظیر بریدن میله و لوله شیشه‌ای، وسیله شیشه‌ای درست کردن، وارد کردن لوله شیشه‌ای یا دماسنج به چوب پنبه یا درپوش لاستیکی یا خارج کردن درهای محکم بطری‌ها، می‌تواند به بریدگی‌های جدی منجر گردد. باید دقت شود تا به شیوه‌ای صحیح انجام گیرد. تمامی وسایل و شیشه آلات تمیز که مورد استفاده نیستند، باید جمع‌آوری شوند و روی میزهای کار انباشته نشوند.

مواد دور ریختنی هرگز نباید در آزمایشگاه انباشته شوند. باید آن‌ها در ظروف جمع‌آوری و خارج گردند و به نحوی مناسب دور ریخته شوند. باید سطل‌های جداگانه دردار برای شیشه آلات شکسته و مواد آتش‌گیر وجود داشته باشد.

زباله‌های جامد بی‌ضرر باید در سطل ریخته شوند، در حالی که جامدات سمی باید در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و در سطل جداگانه‌ای گذاشته شوند؛ به هر دو سطل باید به دقت برچسب زده شود. حلال‌های زاید نیز در ظرف‌های مناسب ریخته و برچسب زده شوند (مارتین^۱، ۲۰۲۰). اغلب مجتمع‌های بزرگ آزمایشگاهی طوری سازماندهی شده‌اند که مواد زایدشان به طریقی مناسب دور ریخته می‌شود؛ به عنوان مثال، آن‌ها امکان سوزاندن مقادیری از مواد آلی آتش‌گیر را دارند. ولی مؤسسات کوچک‌تر برای این امر باید با مراکز تخصصی قرارداد ببندند. مسئله دور ریختن مقادیر کمی از مواد شیمیایی سمی و خطرناک زاید را کارکنان هر آزمایشگاه می‌توانند با ابتکار خود حل کنند. رهنمون‌هایی درباره روش‌های مناسب دور ریختن، مثلاً در فهرست‌های مواد شیمیایی خالص به طور کامل نوشته شده است. مقررات محلی در ارتباط با ریختن زباله‌های شیمیایی در فاضلاب عمومی بسیار سختگیرانه است. تحت هیچ عنوانی زباله‌هایی که روی آن‌ها کار نشده است و حلال‌های آلی نامحلول در آب نباید به داخل ظرفشویی ریخته شوند.

هیچ کس نباید در آزمایشگاه تنها کار کند. آزمایش‌هایی که در شب باید جریان داشته باشند، بهتر است در اتاق ویژه کار شب انجام شوند. در غیر این صورت احتیاط‌هایی باید رعایت شوند و به صورت واضح روی دستگاه برچسبی زده شود که نوع واکنش و خطرهای احتمالی روی آن نوشته شده باشد. راهنمایی‌ها باید آن قدر واضح باشند که هر فردی بتواند آزمایش را در صورت اضطرار قطع کند و برچسب لطفاً دست نزنید، باید کنار هر دستگاهی که قرار است باز یا روشن باشد (مثل آب و برق) گذاشته شود. در اینجا نیز هر مؤسسه آیین‌نامه‌های خاص خود را در مورد آزمایش‌های پس از ساعات کار و شبانه منتشر می‌کند که باید اکیداً رعایت شوند (Altabbakh, 2015). هر شخصی که در آزمایشگاه‌های شیمی کار می‌کند، باید بداند که در خروجی و راه‌های خروج اضطراری کجا هستند و آیا به سهولت به آن‌ها دسترسی دارد یا خیر. تمامی کارکنان باید محل کپسول‌های آتش‌نشانی، پتوهای ضد آتش و دوش‌های اضطراری و روش استفاده از آن‌ها را بدانند. این گونه تجهیزات باید از جانب کارشناسان مرتب بازرسی شوند. کارکنان در ضمن باید از محل کمک‌های اولیه و نزدیک‌ترین تلفن باخبر باشند تا در مواقع ضروری از آن‌ها استفاده کنند؛ شماره تلفن گروه‌های پزشکی، بیمارستان‌ها و ماموران آتش‌نشانی باید کاملاً در معرض دید باشند.

فهرست‌بندی مواد شیمیایی

تمام مواد شیمیایی موجود در آزمایشگاه یا انبار شیمی باید همراه با طبقه‌بندی مناسب، فهرست شوند. این طبقه‌بندی شامل واکنشگرهای اکسند، واکنشگرهای کاهنده، مواد سمی و حساسیت‌زا، مواد خطرناک برای محیط‌های آبی، مواد آتشگیر و مواد خورنده است. طبقه‌بندی مواد شیمیایی از روی برگه‌های ایمنی مواد شیمیایی انجام می‌گیرد که از سوی شرکت تولیدکننده مواد ارائه می‌شود. برخی از نکات مهم که در فهرست‌بندی می‌بایست رعایت شود شامل موارد زیر هست:

- هر بار که یک ماده شیمیایی جدید دریافت می‌شود، فهرست موجودی مواد شیمیایی باید به‌روزرسانی شود.
- فهرست موجودی مواد شیمیایی باید حاوی اطلاعاتی جامع، از جمله نام شیمیایی، مقدار ماده موجود، نام تولیدکننده، خطرهای بالقوه، اطلاعات مربوط به نحوه دورریزی هر یک از مواد شیمیایی باشد.
- در همه مکان‌هایی که مواد شیمیایی، استفاده یا ذخیره می‌شوند باید یک فهرست موجودی به روز شده در دسترس باشد. فهرستی از مواد شیمیایی نیز باید روی در هر کمد نصب شود.
- همه مواد و ظرف‌های آزمایشگاهی باید برچسب داشته باشد.
- ظرف و تاریخ دریافت ماده شیمیایی باید مشخص شود. برای مواد شیمیایی که پس از باز شدن ظرف، واکنش می‌دهند، باید تاریخ باز شدن ظرف نیز مشخص شود.

¹ Martin

- اگر یک ماده شیمیایی در بطری اصلی خود ذخیره می‌شود، باید حاوی برچسب اصلی تولیدکننده، خطرهای بالقوه و تاریخ خرید باشد. برای موادی که در حال مصرف هستند نیز باید تاریخ باز شدن مشخص شود.
- اگر یک ماده شیمیایی به ظرف دیگری منتقل شده است، ظرف جدید باید به درستی برچسب‌گذاری شود و نام یا فرمول شیمیایی، غلظت ماده محلول، حلال، خطرهای بالقوه کارکردن با آن و نام فرد مسئول برای تهیه آن درج شود.
- برچسب‌های روی ظرف ورودی نباید برداشته یا مخدوش شوند. بطری‌های بدون برچسب نباید پذیرفته یا باز شوند.
- بهتر است برای نوشتن برچسب روی مواد شیمیایی، به‌ویژه برای حلال‌ها از مداد استفاده شود، زیرا رنگ خودکار با گذشت زمان از بین می‌رود.

بهداشت مواد شیمیایی

- لباس‌های آزمایشگاهی که به مواد شیمیایی آلوده شده‌اند باید جدا از لباس‌های دیگر شسته شوند.
- پس از کار با مواد خطرناک و پیش از ترک آزمایشگاه، حتی اگر دستکش داشته‌اید، دست‌ها را با آب و صابون بشویید؛ هرگز برای شست‌وشوی دستان از حلال‌های آلی استفاده نکنید.
- آزمایشگاه باید پس از هر جلسه و در پایان هر دوره تحصیلی تمیز شود.
- تمام سطوح کار و کف آزمایشگاه باید به‌طور مرتب تمیز شوند. ریختن یخ و مایع‌های دیگر یا رها کردن درپوش، مهره یا میله‌های شیشه‌ای روی زمین، ممکن است باعث لیز خوردن و افتادن افراد شود. وسایل دانش‌آموزان نیز باید دور از محل رفت و آمد قرار گیرند.
- مواد شیمیایی نشت‌شده باید بی‌درنگ پاکسازی شوند. مواد شیمیایی و مواد پاکسازی شده باید به شیوه‌ای مناسب دفع شوند.
- هرگز مواد شیمیایی را بو نکنید یا نجشید.
- به آرامی در اطراف و روی ماده پاشیده شده یا ریخته شده، ماده جاذب یا ماسه بریزید تا از پخش شدن آن جلوگیری شود. از یک جارو و خاک‌انداز پلاستیکی برای زیرورو و جابه‌جا کردن شن و ماسه یا ماده جاذب یا خنثی‌کننده استفاده کنید.

محدود کردن تماس با مواد شیمیایی

- روش‌های مورد استفاده، باید مصرف مواد شیمیایی را به کمترین حد ممکن کاهش دهد تا در عین حال که آموزش مؤثری صورت می‌گیرد تولید ضایعات شیمیایی به کمترین مقدار برسد.
- تنها آن دسته از مواد شیمیایی باید مورد استفاده قرار گیرند که شرایط تهویه آزمایشگاه برایشان مناسب باشد.
- از آن دسته از مواد شیمیایی باید استفاده شود که بتوان میزان تماس دانش‌آموزان و معلمان با آن‌ها را به کمترین مقدار ممکن رساند.
- تا حد امکان، باید مواد شیمیایی کم‌خطرتر را جایگزین مواد شیمیایی پرخطر کرد.
- از کمترین مقدار ممکن مواد شیمیایی در یک آزمایش باید استفاده کرد.
- تا حد امکان باید از تولید ضایعات شیمیایی خطرناک ترکیبی جلوگیری کرد.
- پیش از خرید ماده شیمیایی جدید، باید موجودی مواد شیمیایی بررسی و فهرستی از آن‌ها تهیه شود.
- دانش‌آموزان نباید با مواد شیمیایی غیرمجاز فعالیت یا آزمایش انجام دهند.

- از تنفس گاز، بخار و آئروسول‌های مربوط به مواد شیمیایی مورد استفاده برای آزمایش، خودداری شود.
- آزمایش بوهای شیمیایی باید با احتیاط و با رقیق کردن در هوا انجام شود.
- برای به حداقل رساندن خطر، خرید و نگهداری مواد شیمیایی باید به حداقل برسد.
- خرید مواد شیمیایی باید تنها برای آزمایش و به مقدار کافی برای استفاده در یک بازه زمانی معین انجام شود.

ایمنی و سلامت

- در خصوص رعایت نکات ایمنی در آزمایشگاه و تاثیر مستقیم آن در سلامتی فردی که در آزمایشگاه مشغول به کار و تحقیق هست، نکات زیادی در بخش‌های قبلی گفته شد که مسلماً رعایت آنها منجر به کاهش خطراتی خواهد شد که هر فردی را در آزمایشگاه ممکن است تهدید می‌کند. علاوه بر موارد ذکر شده در قسمت‌های قبلی، رعایت موارد زیر نیز در حفظ سلامتی فرد بسیار موثر خواهد بود.
- هرگاه ماده‌ای شیمیایی با پوست تماس یافت، محل تماس را سریعاً با آب شست‌وشو دهید.
 - اگر نشانه‌های قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی خطرناک ظاهر شد، درمان‌های فوری و مناسب پزشکی را انجام دهید.
 - راه‌های دسترسی به وسایل اضطراری، دوش، چشم‌شوی‌ها و خروجی‌ها هرگز نباید با چیزی مسدود شود.
 - در صورت تماس ماده شیمیایی با چشم، بی‌درنگ آن را به این روش با آب بشوید: پلک‌ها را باز نگه دارید و کل سطح چشم را به مدت ۱۵ دقیقه شست و شو دهید، سپس به پزشک مراجعه کنید.
 - در صورت تنفس یا بلعیدن ماده شیمیایی بی‌درنگ کمک پزشکی بگیرید.
 - در صورت آلودگی شدید به مواد شیمیایی، لباس آزمایشگاه را به سرعت از تن خارج کنید.
 - شماره‌های اورژانس و آتش‌نشانی را همواره به یاد داشته باشید و آن‌ها را در معرض دید همگان قرار دهید.

اطلاع‌رسانی و آموزش مناسب

- برای کارمندان و دانش‌آموزان جدید باید دوره آشنایی با اصول ایمنی در آزمایشگاه برگزار شود.
- مربی باید خطر را بررسی و آن‌ها را برای دانش‌آموزان مشخص کند.
- محوطه‌های ذخیره‌سازی مواد به جز هنگام استفاده، قفل باشند و فقط کسانی به آن دسترسی داشته باشند که مجاز به استفاده از مواد شیمیایی هستند و در زمینه استفاده از مواد شیمیایی آموزش دیده‌اند.
- همه کارکنان آزمایشگاه برای خواندن و درک برگه اطلاعات ایمنی مواد باید آموزش ببینند.
- مربی آزمایشگاه باید آموزش‌های مربوط به کمک‌های اولیه را دیده باشد.
- آشنایی با علائم مربوط به خطر برای مربیان آزمایشگاه، معلمان و دانش‌آموزان ضروری است.
- آگاهی از محل برگه اطلاعات ایمنی مواد، مرجع‌های دیگر و روش استفاده از آن‌ها جزء آموزش‌های اساسی در این زمینه است.
- خطرهای بالقوه در استفاده از مواد شیمیایی باید در آموزش‌ها گنجانده شود.
- محل قرار گرفتن، استفاده و نگهداری از تجهیزات حفاظتی و ایمنی، اطلاعات در مورد عادت‌های کاری مناسب و فرایندهای ایمنی از دیگر آموزش‌های لازم در این زمینه است.
- نشانه‌ها و علائم مربوط به رویارویی بیش از حد با مواد شیمیایی باید به‌خوبی آموزش داده شوند.
- همه کارکنان باید درباره روش استفاده از هود آزمایشگاه، آموزش ببینند.

شیمی سبز و ایمنی در آزمایشگاه

شیمی سبز که با نام شیمی پایدار نیز شناخته می‌شود، عبارت است از طراحی محصول و فرآیندهایی که استفاده و تولید آلاینده‌های مضر برای محیط زیست و جانداران را حذف می‌کنند یا به حداقل می‌رسانند. آغاز به کار شیمی سبز از اوایل دهه ۱۹۹۰ در آژانس محیط زیست آمریکا بود. هدف این حوزه، تشویق صنایع و محیط‌های علمی جهت استفاده از علم شیمی بدون آلودگی محیط زیست می‌باشد. به عبارت دیگر مأموریت شیمی سبز، توسعه فناوری‌های شیمیایی است که استفاده یا تولید مواد خطرناک را در طراحی و ساخت محصولات شیمیایی به حداقل رسانده و یا حذف کند (Lancaster, 2002). در این میان استفاده از شیمی سبز در آزمایشگاه‌های شیمی می‌تواند منجر به جایگزینی روش‌ها و مواد نامتناسب با محیط زیست شود که اثرات نامطلوب بر سلامت انسان را کاهش خواهد داد. شیمی سبز با تمرکز بر روی کاهش آلودگی‌های صنعتی و بهینه‌سازی مصرف منابع تجدیدناپذیر کمک بزرگی به حفظ محیط زیست می‌کند و این کار را در قالب ۱۲ اصل شیمی سبز (Anastas, 1998) انجام می‌دهد که شامل موارد زیر است: پیشگیری از تولید فراورده‌های بیهوده، بازده اتمی، فرآیندهای شیمیایی کم خطرتر، طراحی واکنش شیمیایی برای تولید مواد سالم‌تر، استفاده از حلال‌های ایمن، بکارگیری فرآیندهایی با بهره انرژی بالا، استفاده از مواد اولیه تجدیدپذیر، کاهش مشتقات، استفاده از کاتالیزورها، طراحی محصولات تخریب پذیر، بررسی لحظه‌ای برای پیشگیری از آلودگی، کاهش حوادث تصادفی.

از بین اصول ۱۲ گانه شیمی سبز می‌توان گفت که بسیاری از موارد ذکر شده می‌تواند در حوزه ایمن‌سازی کارهای آزمایشگاهی نقش موثری داشته باشد. به عنوان مثال در واکنش‌های نوآرایی (مانند نوآرایی کلایزن و یا فریز) با استفاده از ترفندهای شیمی سبز می‌توان مقدار محصول غالب را تغییر داد و باعث افزایش بازده واکنش شد. همچنین می‌توان با استفاده از حلال‌های سبز (حلال‌های زیست سازگار بی خطر) در سنتز ترکیبات جدید، خطرات زیست-محیطی را کاهش داد. یکی از اصول شیمی سبز طراحی محصولاتی می‌باشد که از مواد کم خطرتر استفاده کرده و محصولاتی با خطرات کمتر تولید کند. در واقع می‌توان با استفاده از شیمی سبز، آلاینده‌های کمتری تولید کرد و از سنتز مشتقات جدید خطرناک جلوگیری کرد و یا می‌توان آزمایش‌هایی با خطرات کمتری طراحی کرد. پسماندهای آزمایشگاهی نیز یکی دیگر از مشکلات آزمایشگاه‌ها می‌باشد که منجر به ایجاد مشکلات زیادی در صنعت و به تبع آن در محیط زیست می‌شود. در عین حال هزینه نگهداری و دفع پسماندها نیز بسیار زیاد است. لذا می‌توان با نگرش‌هایی بر اساس شیمی سبز (مانند تصفیه‌های فیزیکی و شیمیایی و یا فرآیندهای جداسازی) هم تولید پسماندها را کاهش داد و هم هزینه دفع آن‌ها کاهش می‌یابد. در استفاده از کاتالیزها نیز می‌توان از شیمی سبز کمک گرفت و با استفاده از کاتالیزوهای مناسب، هم فرآیندهای ایمن با بازده بالا را طراحی کرد. در مطالعات موردی بر اساس کاربرد شیمی سبز می‌توان به مواردی مانند تولید متیل متاکریلات، تولید سبز اسید استیک، تولید چرم، سبز کردن صنعت رنگ، تولید پلی اتیلن، آفت‌کش‌های زیست سازگار و چندین مورد دیگر اشاره کرد که همه این فرآیندها با توجه به ماهیت ایمن شیمی سبز، منجر به کاهش خطرات آزمایشگاهی و ایمن‌سازی واکنش‌ها می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

آزمایشگاه‌ها یکی از بسترهای مناسب و خوب یادگیری شیمی و دیگر درس‌های علوم تجربی است. اما انجام آزمایش در آزمایشگاه باید همراه با حفظ ایمنی باشد. معلمان، مربیان و دیگر دست‌اندرکاران وظیفه حساسی در حفظ این ایمنی بر عهده دارند. اگرچه بسیاری از آزمایشگاه‌ها در سطح مدارس کشور فاقد امکانات ایمنی لازم هستند، اما با تغییر نگرش دانش‌آموزان و معلمان به مسأله ایمنی و آموزش اصول ایمنی می‌توان گام مهمی در حفظ سلامت و امنیت دانش‌آموزان برداشت. برگزاری کارگاه، سمینار و دوره‌های آموزشی کوتاه مدت در مورد اصول ایمنی برای دانش‌آموزان و معلمان در مدارس کشور می‌تواند سبب شود که آزمایشگاه‌هایی ایمن‌تر را در سطح کشورمان داشته

باشیم. اختصاص یک یا چند جلسه از مباحث آزمایشگاه به بررسی اصول ایمنی می‌تواند ایده بسیار خوبی برای بهبود اوضاع ایمنی شیمیایی در مدارس کشورمان باشد. طراحی و تدریس درسی با عنوان اصول ایمنی نیز بسیار کارساز خواهد بود. گنجاندن اصول ایمنی در آزمایشگاه در کتاب‌های درسی و آزمایشگاهی علوم تجربی دوره‌های مختلف و تدریس آن‌ها، از دیگر اقدام‌های مؤثر به شمار می‌رود. در یک فرایند صحیح آزمایشگاهی دانش‌آموزان و دانشجویان و محققین قبل از حضور در آزمایشگاه باید آگاهی‌های لازم از چگونگی رعایت نکات ایمنی را داشته باشند و از سوی دیگر پیش از کار با یک ماده شیمیایی ابتدا باید آشنایی کافی با آن ماده و خطرات احتمالی ناشی از آن را کسب نمایند و سپس به سایر مراحل بپردازند.

تشکر و قدردانی

نویسنده مقاله مراتب قدردانی خود را از دانشگاه فرهنگیان به دلیل حمایت‌های انجام گرفته اعلام می‌دارد.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسنده بیان نشده است»



COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

منابع

- Altabbakh, H., AlKazimi, M. A., Murray, S., & Grantham, K. (2015). Safety awareness: Identifying a need for undergraduate engineering students. *Prof. Saf.*, 60(8), 38-41 .
- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). Green chemistry. *Frontiers*, 640, 1998 .
- Asiry, S., & Ang, L.-C. (2019). Laboratory Safety: Chemical and Physical Hazards. In W. H. Yong (Ed.), *Biobanking: Methods and Protocols* (pp. 243-252). New York: Springer.
- Barkley, W. E., & Mickelson, C. A. (2007). Laboratory safety. *Methods for General Molecular Microbiology*, 995-1018.
- Brewster, D. T., Bycroft, B. L., & Cooney, J. M. (2023). Safety and Perceptions of Risk in the Handling of Laboratory Chemicals in a Biological Research Community. *ACS Chemical Health & Safety*, 30(2), 63-71.
- Gibson, J. H., Schröder, I., & Wayne, N. L. (2014). A research university's rapid response to a fatal chemistry accident: Safety changes and outcomes. *Journal of Chemical Health & Safety*, 21(4), 18-26 .
- Lancaster, M. (2002). Principles of Sustainable and Green Chemistry *Handbook of Green Chemistry and Technology*.
- Lestari, F., Budiawan, Kurniawidjaja, M. L., & Hartono, B. (۲۰۱۶). Baseline survey on the implementation of laboratory chemical safety, health and security within health faculties laboratories at Universitas Indonesia. *Journal of Chemical Health and Safety*, 23(4), 38-43.
- Love, T. S., Roy, K. R., & Sirinides, P. (2023). A national study examining safety factors and training associated with STEM education and CTE laboratory accidents in the United States. *Saf. Sci.*, 160, 106058.
- Martin, J. A., & Miller, K. A. (2020). Starting and sustaining a laboratory safety team. *ACS Chemical Health & Safety*, 27(3), 170-182 .

- Motalifu, M., Tian, Y., Liu, Y., & Zhao, D. (2022). Chemical process safety education in China: An overview and the way forward. *Saf. Sci.*, 148, 105643.
- Omari Shekaftik, S., Nasirzadeh, N., & Baba-Ahangar, T. (2022). Academic nanotechnology laboratories: investigating good practices and students' health status. *J. Nanopart. Res.*, 24(9), 177.
- Richards-Babb, M., Bishoff, J., Carver, J. S., & Fisher, K. (2010). Keeping it safe: Chemical safety in the high school laboratory. *Journal of Chemical Health and Safety*, 17(1), 6-14.
- Sun, D., Wu, L., & Fan, G. (2021). Laboratory information management system for biosafety laboratory: Safety and efficiency. *Journal of Biosafety and Biosecurity*, 3(1), 28-34.
- Wood-Black, F. (2019). Incorporating chemical safety awareness as a general education requirement- Case study. *Journal of Chemical Health and Safety*, 26(6), 32-35.
- Yu, D.-G., Li, Q., & Song, W. (2023). Advanced Technique-Based Combination of Innovation Education and Safety Education in Higher Education. *J. Chem. Educ.*, 100(2), 507-516.



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Investigating chemical bonds in crystal binding

Marziyeh Yahyavi ^{1,*}, Naser Karimi ²

¹ Department of Physics Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran

² Department of Theoretical Physics and Astrophysics, University of Tabriz, Tabriz 5166616471, Iran

* Corresponding author: (✉ m.yahyavi@tabrizu.ac.ir)

ABSTRACT

Keywords:

Ionic bond,
Covalent bond,
Van der Valence
bond,
Hydrogen bond,
Metallic bond.

The cohesive factor in solids is the electrostatic interaction of attraction between the negative charges of electrons and the positive charges of the nucleus. Solids are classified based on lattice symmetry and chemical bonds. On the other hand, based on the spatial distribution of electrons, chemical bonds can be classified into 5 categories: ionic bonds, covalent bonds, van der Waals or molecular bonds, hydrogen bonds, and metallic bonds. The coupling of two dipoles, one due to oscillations, and the other due to the electric field produced by the former, leads to an attracting force, which is called van der Waals force. The van der Waals bond is relatively weak. In contrast, ionic bonding results from the electrostatic interaction of oppositely charged ions. There is a strong attractive Coulomb interaction between nearest neighbor ions, which is responsible for ionic bonding. The ionic bond is very strong, and experimentally, this strength is characterized by a relatively high melting temperature. The covalent bond is another important bond that exists in many solids. A covalent bond between two atoms is usually formed by two electrons, one from each atom participating in the bond. Normally the covalent bond is strong. On the other hand, metals are characterized by their high electrical conductivity. Electrons that can move between crystals are called conduction electrons. The main characteristic of metallic bonding is the low energy of valence electrons in metals compared to free atoms. Some qualitative factors of this truth are explained in this article. Metallic bonding is weaker than ionic and covalent bonding. Due to the misunderstandings of school and university students, which is the result of their previous ideas in the field of chemistry and different types of interatomic bonds, the present article has tried to express the types of interatomic bonds in solids and compare the strength of each by calculating and drawing diagrams of cohesive energies.

Received: 16 December 2023

Revised: 13 January 2024

Accepted: 23 January 2024

Published online: 01 February 2024

PP: 43-56

ISSN (Online): [2717-2279](https://doi.org/10.2717/2279)

Citation: Yahyavi, M., Karimi, N. (2024). Investigating chemical bonds in crystal binding. *Research in Chemistry Education*, 5(4), 43-56.

[https://doi.org/ 10.48310/CHEMEDU.2024.15427.1147](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15427.1147)



پژوهش در آموزش شیمی، سال پنجم، شماره چهارم، صفحات ۴۳-۵۶



پژوهش در آموزش شیمی

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


مقاله پژوهشی

بررسی پیوندهای شیمیایی در اتصال کریستالی

مرضیه یحیوی^۱، ناصر کریمی^۲^۱ دانشکده فیزیک، گروه فیزیک نظری و اخترفیزیک، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.^۲ گروه آموزش فیزیک، دانشگاه فرهنگیان، ۱۴۶۶۵-۱۸۱۹، تهران، ایران* نویسنده مسئول: m.yahyavi@tabrizu.ac.ir

چکیده

عامل انسجام در جامدات، برهم کنش الکتروستاتیکی جاذبه بین بارهای منفی الکترون‌ها و بارهای مثبت هسته است. جامدات براساس تقارن شبکه و پیوندهای شیمیایی دسته‌بندی می‌شوند. از طرفی براساس توزیع فضایی الکترون‌ها، پیوندهای شیمیایی را می‌توان به ۵ دسته پیوند یونی، پیوند کووالانسی، پیوند واندروالسی یا مولکولی، پیوند هیدروژنی و پیوند فلزی دسته‌بندی کرد. جفت‌شدگی دوقطبی، یکی به علت نوسانات، و دیگری ناشی از میدان الکتریکی تولید شده توسط اولی، منجر به نیروی جاذبه می‌شود که به آن نیروی واندروالسی می‌گویند. پیوند واندروالسی نسبتاً ضعیف است. در مقابل، پیوند یونی ناشی از برهم‌کنش الکتروستاتیکی یون‌هایی با بار مخالف است. یک برهم‌کنش کولنی جاذبه قوی بین یون‌های نزدیک‌ترین همسایه وجود دارد، که عامل پیوند یونی است. پیوند یونی بسیار قوی است و از نظر تجربی، این استحکام با دمای ذوب نسبتاً بالا مشخص می‌شود. پیوند کووالانسی یکی دیگر از پیوندهای مهم است که در بسیاری از جامدات وجود دارد. پیوند کووالانسی بین دو اتم معمولاً توسط دو الکترون تشکیل می‌شود، که یکی از هر اتم در پیوند شرکت می‌کند. به طور معمول پیوند کووالانسی قوی است. از سوی دیگر فلزات با رسانایی الکتریکی بالای خود مشخص می‌شوند. الکترون‌هایی که قادر به حرکت در بین بلور هستند، الکترون‌های رسانش نام دارند. ویژگی اصلی پیوند فلزی، پایین بودن انرژی الکترون‌های ظرفیت در فلز نسبت به اتم‌های آزاد است. در مقاله برخی از عوامل کیفی این حقیقت توضیح داده شده است. پیوند فلزی نسبت به پیوند یونی و کووالانسی ضعیف‌تر است. به دلیل وجود کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان و دانشجویان که حاصل از تصورات قبلی آن‌ها در زمینه علم شیمی و انواع مختلف پیوندهای بین‌اتمی است، در این مقاله سعی شده است به زبان صریح انواع پیوندهای بین‌اتمی در جامدات و مقایسه قدرت هر کدام از طریق محاسبه و رسم نمودارهای انرژی‌های هم‌چسبی مربوطه، مورد بررسی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی:

پیوند یونی،
پیوند کووالانسی،
پیوند واندروالسی،
پیوند هیدروژنی،
پیوند فلزی.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۳

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۲/۱۱/۱۲

شماره صفحات: ۴۳-۵۶

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۲۷۹



ارجاع: یحیوی، مرضیه؛ کریمی، ناصر (۱۴۰۲). بررسی پیوندهای شیمیایی در اتصال کریستالی. پژوهش در آموزش شیمی، ۴۳(۴)، ۵۶-۴۳.

[https://doi.org/ 10.48310/CHEMEDU.2024.15427.1147](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15427.1147)

مقدمه

خواص مکانیکی مواد برای مدت طولانی به طور گسترده با روش های تجربی مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است. پیشرفت در توسعه روش های اولیه در دهه گذشته به ما این امکان را می دهد که از جنبه نظری نیز به این موضوع جالب توجه کنیم. یک کمیت مهم که خواص مکانیکی ماده را توصیف می کند، استحکام پیوندهای شیمیایی بین اتم ها است که کنترل تعیین کننده ای روی طیف گسترده ای از پدیده های فیزیکی از جمله پایداری و ساختار ماده، سینتیک واکنش های شیمیایی، و انرژی مورد نیاز یا تولید شده در تشکیل آلیاژها و ترکیبات اعمال می کند (Zhao, 2019). استحکام پیوند معمولاً با عبارت هایی مانند انرژی تفکیک پیوند و آنتالپی پیوند تعیین می شود. در حالی که این مقادیر کاربرد گسترده ای دارند، آنها فقط برای مولکول هایی در حالت گازی تعریف و اندازه گیری می شوند و احتمالاً به طور قابل توجهی با استحکام پیوند بین اتم ها در مایعات و جامدات تفاوت دارند. اولین و مهم ترین مدل برای پیوند شیمیایی توسط گیلبرت لوئیس در سال ۱۹۱۶ پیشنهاد شد (Lewis, 1916). با بررسی ساختارها، پایداری شیمیایی و شباهت ها، ترکیبات گروه اصلی ردیف اول جدول تناوبی ایجاد شد. این مدل بعدها توسط لانگمویر در سال ۱۹۲۱-۱۹۱۹ بیشتر توضیح داده شد (Langmuir, 1921). وی قاعده هشتایی را به همراه قواعد ۱۸ و ۳۲ الکترونی و اصطلاح «پیوند کوالانسی» در زمانی که هنوز نظریه کوانتومی مدرن توسعه نیافته بود، معرفی کرد. مدل جفت-الکترون یک پیوند کوالانسی، مدل بسیار ارزشمندی است، زیرا از نظر راحتی برای به تصویر کشیدن و نمایش ساختارها و واکنش های مولکولی بی نظیر است. این مدل در طول سال ها تا حدودی اصلاح شده است و قوانین استفاده از ساختارهای لوئیس در طول زمان اندکی تغییر کرده است، اما ویژگی های اساسی تا به امروز ثابت باقی مانده است. این مورد شگفت آور است، زیرا منشا پیوند کوالانسی یک اثر کوانتومی است. این برای اولین بار توسط هایترل و لندن در سال ۱۹۲۷ نشان داده شد (Heitler, 1927)، زمانی که آنها پیوند شیمیایی در H_2 را با استفاده از نظریه کوانتومی مدرن توسعه یافته توسط هایزنبرگ و شرودینگر (Heisenberg, 1985) تجزیه و تحلیل کردند.

لینوس پاولینگ اولین کسی بود که پلی بین مدل پیوند اکتشافی جفت-الکترون لوئیس و نظریه کوانتومی در کتاب "The Nature of the Chemical Bond" ارائه کرد که به سرعت به استاندارد مرجع برای توصیف پیوندهای شیمیایی تبدیل شد (Pauling, 1960). این کار در زمانی انجام شد که کامپیوترهای قدرتمند هنوز در دسترس نبودند و شیمی کوانتومی در مرحله اولیه خود بود. مطالعات بعدی نشان داد که ماهیت پیوند شیمیایی بسیار پیچیده تر از آنچه در ابتدا تصور می شد، است و ارتباط بین مدل لوئیس و ماهیت فیزیکی پیوند شیمیایی کاملاً پیچیده است. پیوند بین اتم ها را نمی توان با استفاده از مکانیک کلاسیک توضیح داد. واضح است که مفاهیمی که برای اولین بار در قرن نوزدهم مطرح شد باید با تحولات مدرن تطبیق داده شود و درک ما از اصطلاحاتی مانند «ظرفیت» و «پیوند شیمیایی» بر این اساس تغییر کند. با این وجود، شیمیدانان توانستند از داده های تجربی موجود برای ایجاد تصاویری از جمله پیوند در بنزن (Wu, et al., 2022)، پیوند چهار وجهی در کربن و ساختار مولکول های آلی فلزی (Penzel, et al., 2022) استفاده کنند. این ایده ها قبل از کشف پراش اشعه ایکس بوده و با کاربرد آن اثبات شده اند. در حال حاضر، اکثر مواد مورد استفاده در ابزارهای الکترونیکی، به حالت جامد هستند. در مهندسی الکترونیک، لازم است تا جاذبه هایی که اتم ها را کنار هم نگه می دارد، کشف شود، چون خواص مهندسی مواد به نیروهای بین اتمی وابسته است. نیرویی که دو اتم را کنار هم نگه می دارد، پیوند بین اتمی نام دارد که از جاذبه بین هسته با بار مثبت و الکترون های با بار منفی ناشی می شود. از طرف دیگر، فهم پیوند بین اتمی در مهندسی مواد ضروری است (Deringer, 2019). لازمه این امر درک ساختار، خواص، و عملکرد مواد مختلف که تحت اثر پیوند بین اتمی هستند، می باشد. نحوه پیوند این اتم ها بر استحکام مکانیکی، رسانایی و چکش خواری مواد اثر می گذارد. نیروهای بین اتمی شامل هر دو نیروی جاذبه و دافعه می شود. نیروهای جاذبه بین ذرات با بارهای مثبت و منفی، و نیروهای دافعه بین ذرات با بارهای یکسان به وجود می آیند. به دلیل ساختار الکترونیکی اتم ها، انواع مختلفی از پیوندها وجود دارند که باعث توزیع مجدد بار الکتریکی نسبت به برهم نهی ساده چگالی بار اتمی می شود. بسته به استحکام و جهت گیری، پیوندها به دو نوع تقسیم بندی می شوند: پیوندهای بین اتمی (پیوند کوالانسی، پیوند یونی و پیوند فلزی)، پیوندهای بین مولکولی (پیوند واندروالسی و پیوند هیدروژنی). پیوندهای بین مولکولی در مقایسه با پیوندهای بین اتمی ضعیف هستند. آنها در اکثر مواد یافت می شوند، اما اثرات آنها اغلب تحت اثر استحکام پیوند بین اتمی قرار می گیرد.

پیوندهای بین اتمی شامل به اشتراک‌گذاری یا انتقال الکترون بین اتم‌ها برای تشکیل پیکربندی الکترونی پایدارتر است. همه عناصر به جز گازهای بی اثر دارای لایه ظرفیت پر نشده هستند. به عنوان مثال، سدیم دارای هسته‌ای حاوی ۱۱ پروتون و لایه‌های در حال گردش حاوی ۱۱ الکترون است. لایه بیرونی یک الکترون ظرفیت دارد. پیوند بین اتمی زمانی اتفاق می‌افتد که الکترون‌ها از دست بروند یا به دست بیایند تا لایه بیرونی پر شود. به عنوان مثال، اگر یک اتم سدیم الکترون ظرفیت خود را از دست بدهد، با یک لایه بیرونی کامل از الکترون‌ها باقی می‌ماند و اگر یک اتم کلر که تنها هفت الکترون در لایه بیرونی دارد، یک الکترون به دست آورد، لایه بیرونی آن پر می‌شود. پیوندهای بین مولکولی، پیوندهایی با الکترون ظرفیتی نیستند که به اشتراک گذاشته یا انتقال داده می‌شوند. آنها معمولاً زمانی تشکیل می‌شوند که توزیع بار ناهموار رخ داده و ایجاد دوقطبی کند (در این حالت بار کل صفر است، اما بار مثبت یا منفی در یک انتهای اتم نسبت به طرف دیگر کمی بیشتر است).

این دوقطبی‌ها را می‌توان با نوسانات تصادفی الکترون‌ها در اطراف میدان متقارن الکتریکی در اتم ایجاد کرد. هنگامی که یک دوقطبی تصادفی در یک اتم تشکیل شد، یک دوقطبی القایی در اتم مجاور تشکیل می‌شود. این نوع پیوندی است که در مولکول‌های N_2 وجود دارد و به پیوند واندوالس معروف است. در مقاله حاضر، می‌خواهیم پیوندهای شیمیایی موجود در جامدات و انرژی هرکدام را مورد بررسی قرار دهیم تا بتوانیم در آموزش بخشی از علم شیمی و رفع کج‌فهمی‌های احتمالی موجود در مورد این مفاهیم در بین دانش‌آموزان و دانشجویان (عظمت، ۱۳۹۸؛ احمدآبادی، ۱۳۹۹؛ لالمی، ۱۴۰۰) سهیم باشیم. در این مقاله، ما به طور صریح انواع پیوندهای بین اتمی و عامل به وجود آمدن هرکدام از پیوندها را تشریح می‌کنیم. جهت ملموس بودن انواع پیوندها، سعی می‌کنیم برای هرکدام مثالی مطرح کنیم و به محاسبه انرژی هم‌چسبی متناظر بپردازیم. این به نوبه خود، قدرت هر پیوند را مشخص خواهد کرد.

روش

در مقاله حاضر پیوندهای بین اتمی را که عامل اصلی انسجام در اجسام است، به طور کامل توضیح می‌دهیم و با استفاده از محاسبات و رسم نمودارهای مربوط به انرژی هم‌چسبی - که در واقع انرژی لازم برای جدا کردن بلور به اتم‌های آزاد است و به نوعی قدرت پیوندهای بین اتمی را نشان می‌دهد - به مقایسه قدرت این پیوندها می‌پردازیم.

یافته‌ها

نیروهای بین اتمی

همه مواد از اتم‌ها ساخته شده‌اند. این اتم‌ها توسط نیروهایی که در تعیین خواص مواد نقش فزاینده‌ای دارند، کنار هم نگه داشته می‌شوند. جامدات دارای ساختار پایدار هستند، بنابراین برهم‌کنش‌هایی وجود دارد که اتم‌ها را در یک بلور کنار هم نگه می‌دارد. برای مثال، بلور سدیم کلرید پایدارتر از مجموعه‌ای از اتم‌های آزاد Na و Cl است. این بدان معنی است که اتم‌های Na و Cl همدیگر را جذب می‌کنند، یعنی یک نیروی جاذبه بین اتمی وجود دارد که اتم‌ها را کنار همدیگر نگه می‌دارد. همچنین نشان می‌دهد که انرژی بلور کمتر از انرژی اتم‌های آزاد است. مقدار انرژی مورد نیاز برای جدا کردن بلور به مجموعه‌ای از اتم‌های آزاد، انرژی هم‌چسبی^۱ بلور نامیده می‌شود:

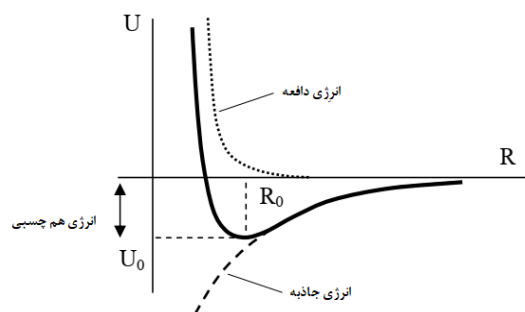
انرژی بلور - انرژی اتم‌های آزاد = انرژی هم‌چسبی

بزرگی انرژی هم‌چسبی برای جامدات مختلف دارای مقادیر متنوعی از ۱ تا 10 eV/atom می‌باشد، به جز گازهای بی‌اثر که انرژی هم‌چسبی آنها از مرتبه 0.1 eV/atom است (جدول ۱ (Kittel, 2005)). در واقع انرژی هم‌چسبی دمای ذوب را کنترل می‌کند (جدول ۱ و جدول ۲ (Kittel, 2005)).

در شکل ۱، منحنی نوعی برای انرژی پتانسیل (انرژی بستگی) نشان داده شده است که برهم‌کنش بین دو اتم را مشخص می‌کند. این منحنی در فاصله $R=R_0$ دارای یک کمینه است. برای $R>R_0$ ، پتانسیل به تدریج افزایش

¹ Cohesive energy

می‌یابد، تا جایی که از مقدار صفر به بی‌نهایت می‌رسد. این در حالی است که برای $R < R_0$ ، پتانسیل به سرعت افزایش می‌یابد، به طوری که در $R=0$ به بی‌نهایت متمایل می‌شود. چون سیستم تمایل دارد که کمترین انرژی ممکن را داشته باشد، آن در $R=R_0$ پایدارترین است. این فاصله $R=R_0$ ، فاصله تعادل بین‌اتمی^۱ است. انرژی متناظر U_0 انرژی هم‌چسبی است.



شکل ۱. منحنی انرژی پتانسیل (انرژی بستگی).

مقدار نوعی فاصله تعادل از مرتبه چند آنگستروم (به طور تقریبی از ۲ تا ۳ آنگستروم) است، به طوری که نیروهای مورد بررسی برد کوتاهی دارند.

نیروی بین‌اتمی توسط گرادیان انرژی پتانسیل تعیین می‌شود، طوری که:

$$F(R) = -\frac{\partial U}{\partial R} \quad (1)$$

اگر این معادله را به منحنی شکل ۱ اعمال کنیم، مشاهده می‌کنیم که برای $R > R_0$ ، $F(R) < 0$. این بدان معنی است که برای جداسازی‌های بزرگ، نیرو جاذبه است و تمایل دارد اتم‌ها را به سمت هم بکشد. از طرف دیگر، برای $R < R_0$ داریم $F(R) > 0$ ، یعنی، در جداسازی‌های کوچک اتم‌ها، نیرو دافعه می‌شود و اتم‌ها تمایل دارند از هم دور شوند. نیروهای دافعه و جاذبه به طور دقیق همدیگر را در نقطه R_0 خنثی می‌کنند که همان نقطه تعادل است. نیروهای جاذبه بین اتمی منعکس‌کننده حضور پیوندهای بین اتم‌ها در جامدات است، که عامل پایداری بلور هستند. بسته به منشأ فیزیکی و ماهیت نیروی پیوند درگیر، انواع مختلفی از پیوند وجود دارد. چهار نوع مهم از این پیوندها عبارتند از: پیوند واندروالسی^۲ (مولکولی)، پیوند یونی، پیوند کووالانسی^۳ و پیوند فلزی^۴.

اگرچه ماهیت انرژی جاذبه در جامدات مختلف متفاوت است، منشأ انرژی دافعه در همه جامدات مشابه است. منشأ نیروی دافعه اساساً به علت اصل طرد پائولی^۵ است. جمله اول این اصل بیان می‌دارد که دو الکترون نمی‌توانند اوربیتال یکسانی را اشغال کنند. هنگامی که یون‌ها به اندازه کافی به یکدیگر نزدیک می‌شوند، اوربیتال‌های الکترون‌ها شروع به همپوشانی می‌کنند (شکل ۲). یعنی بعضی از الکترون‌ها تلاش می‌کنند تا اوربیتال‌هایی را اشغال کنند که قبلاً توسط الکترون‌های دیگر اشغال شده است. اگرچه این طبق اصل طرد پائولی ممنوع است. در نتیجه، الکترون‌ها به حالت‌هایی با انرژی بالاتر اشغال‌نشده اتم‌ها برانگیخته می‌شوند. بنابراین، همپوشانی الکترون، انرژی کل سیستم را

¹ equilibrium interatomic distance

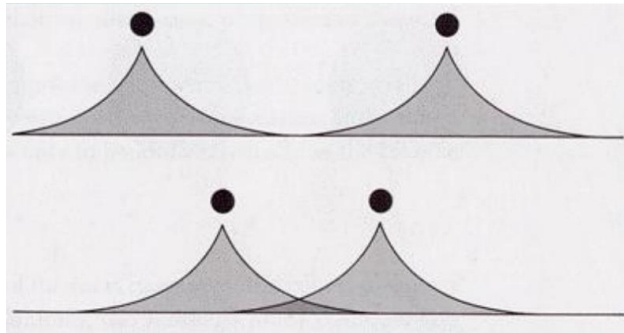
² Van der Waals bonding

³ covalent bonding

⁴ metallic bonding

⁵ Pauli exclusion principle

افزایش می‌دهد و سهم دافعه‌ای را در برهم‌کنش ایجاد می‌کند. برهم‌کنش دافعه‌ای برای بررسی تحلیلی از اصول اولیه آسان نیست. به منظور انجام برخی تخمین‌های کمی، اغلب فرض می‌شود که این برهم‌کنش را می‌توان با پتانسیل دافعه میدان مرکزی $\lambda \exp(-r/\rho)$ توصیف کرد، که در آن λ و ρ ثابت هستند یا به شکل A/R^n می‌باشند، که در آن n به حد کافی بزرگ و A ثابت است.



شکل ۲. همپوشانی الکترون‌ها

پیوند واندروالسی (مولکولی)

منشأ نیروهای واندروالس، دوقطبی‌های نوسان‌کننده هستند. اگر توزیع بار به طور کامل متقارن کروی باشد، هیچ میدان الکتریکی خارج از اتم خنثی وجود ندارد، و هیچ برهم‌کنش الکتروستاتیکی بین اتم‌ها وجود ندارد. یک دوقطبی زمانی به وجود می‌آید که توزیع بار از ابر الکترونی موجود، به هم بریزد. چون دوقطبی یک میدان الکتریکی متناسب با

$\frac{p}{r^3}$ القا می‌کند، آن می‌تواند اتم همسایه را قطبی نماید. توزیع بار حول توزیع متقارن کروی در حال نوسان است و دوقطبی‌های نوسان‌کننده موقت ایجاد می‌کند. اتم‌های نوسان‌کننده، گشتاورهای دوقطبی را در یکدیگر القا می‌کنند و گشتاورهای القایی باعث برهم‌کنش جاذبه بین اتم‌ها می‌شوند.

در ابتدا، بلورهای گازهای بی‌اثر را در نظر می‌گیریم، که با پیوند واندروالسی مشخص می‌شوند. توزیع الکترون در چنین بلورهایی مشابه توزیع الکترون در اتم‌های آزاد است. گازهای نجیب مانند نئون (Ne)، آرگون (Ar)، کریپتون (Kr)، و زنون (Xe) با لایه‌های الکترونی پر شده و یک توزیع کروی از ابرهای الکترونی در اتم‌های آزاد مشخص می‌شوند. در بلور گاز بی‌اثر، اتم‌ها با یک ساختار fcc مکعبی در کنار همدیگر قرار می‌گیرند.

حال سؤال این است که چه چیزی اتم‌های یک گاز بی‌اثر را کنار هم نگه می‌دارد؟ اتم‌های دو گاز بی‌اثر (۱ و ۲) را در نظر بگیرید که در فاصله R از هم قرار دارند. توزیع میانگین بار در یک تک‌اتم متقارن کروی است، که بدین معناست

که میانگین گشتاور دوقطبی اتم ۱ صفر است ($\langle \vec{d}_1 \rangle = 0$). در اینجا براکت نشان‌دهنده میانگین زمانی گشتاور دوقطبی است. با این حال، در هر لحظه از زمان، ممکن است به علت نوسانات توزیع بار الکتریکی، گشتاور دوقطبی

غیر صفر وجود داشته باشد. ما این گشتاور دوقطبی را با $\vec{d}_1$ نشان می‌دهیم. براساس الکتروستاتیک، این گشتاور دوقطبی میدان الکتریکی تولید می‌کند، که یک گشتاور دوقطبی روی اتم ۲ القا می‌کند. این گشتاور دوقطبی با میدان

الکتریکی (که به نوبه خود متناسب با d_1 / R^3 است)، متناسب است:

$$d_2 \propto E \propto \frac{d_1}{R^3} \quad (2)$$

گشتاورهای دوقطبی دو اتم با همدیگر برهم کنش می کنند. بنابراین، انرژی بدلیل این برهم کنش کاهش می یابد. انرژی برهم کنش با حاصلضرب گشتاورهای دوقطبی و معکوس مکعب فاصله بین اتمها متناسب است،

$$-\frac{d_1 d_2}{R^3} \square -\frac{d_1^2}{R^6}. \quad (3)$$

بنابراین جفت شدگی دو دوقطبی، یکی به علت نوسانات، و دیگری ناشی از میدان الکتریکی تولید شده توسط اولی، منجر به نیروی جاذبه می شود که به آن نیروی واندروالس می گویند. پتانسیل میانگین زمانی از طریق مقدار میانگین

$$\langle d_1^2 \rangle \quad \text{تعیین می شود که صفر نیست، حتی اگر } \langle \vec{d}_1 \rangle \quad \text{صفر باشد.}$$

$$U \square -\frac{\langle d_1^2 \rangle}{R^6} = -\frac{A}{R^6}. \quad (4)$$

پتانسیل مربوطه با عکس توان ششم جدایی بین اتمها (R^6) متناسب است. پیوند واندروالسی نسبتاً ضعیف است و انرژی هم چسبی متناظر از مرتبه ۱۰ eV/atom است.

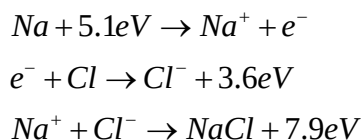
این برهم کنش جاذبه که توسط معادله (۱.۴) توصیف می شود، فقط برای جدایی نسبتاً بزرگ بین اتمها برقرار است. در جدایی های کوچک، نیروهای دافعه بسیار قوی ناشی از همپوشانی لایه های الکترونی داخلی شروع به غلبه می کنند. به نظر می رسد که برای گازهای بی اثر، این برهم کنش دافعه را می توان به خوبی با پتانسیلی به شکل B/R^{12} ، که در آن B یک ثابت مثبت است، تطبیق داد. با ترکیب این با معادله (۴)، انرژی پتانسیل کل دو اتم با جدایی R را می توان به صورت زیر به دست آورد:

$$U = 4\epsilon \left[\left(\frac{\sigma}{R} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{R} \right)^6 \right], \quad (5)$$

که $4\epsilon\sigma^6 \equiv A$ و $4\epsilon\sigma^{12} \equiv B$. این پتانسیل به پتانسیل لنارد-جونز^۱ معروف است.

پیوند یونی

پیوند یونی ناشی از برهم کنش الکتروستاتیکی یون هایی با بار مخالف است. به عنوان مثال، سدیم کلرید را در نظر بگیرید. در حالت بلورین، هر اتم Na تک الکترون ظرفیت خود را به اتم Cl همسایه خود می دهد، بنابراین یون های Na^+ و Cl^- تولید می شود که لایه های الکترونیکی را پر کرده اند. در نتیجه، یک بلور یونی حاوی یون های مثبت و منفی است که توسط برهم کنش الکتروستاتیکی قوی جفت شده اند.

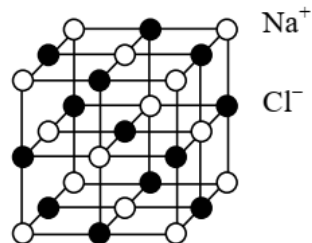


در واکنش های بالا، مقادیر ۵.۱ eV، ۳.۶ eV و ۷.۹ eV به ترتیب انرژی یونش، الکترون خواهی و انرژی الکتروستاتیکی را نشان می دهند. انرژی هم چسبی را می توان به صورت $7.9eV - 5.1eV + 3.6eV$ محاسبه کرد، به عبارت بهتر:

$$Na + Cl \rightarrow NaCl + 6.4eV,$$

¹ Lennard-Jones potential

که 6.4 eV انرژی هم‌چسبی است. ساختار NaCl همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، دو شبکه fcc متقابل از یون‌های Na^+ و Cl^- است:



شکل ۳. ساختار NaCl

بنابراین، هر یون سدیم توسط ۶ یون کلر احاطه شده است و برعکس. این ساختار نشان می‌دهد که یک برهم‌کنش کولنی^۱ جاذبه قوی بین یون‌های نزدیکترین همسایه وجود دارد، که عامل پیوند یونی است. برای محاسبه انرژی بستگی، نیاز است که برهم‌کنش‌های کولنی همه اتم‌های جامد را در نظر بگیریم. همچنین، انرژی دافعه را هم باید لحاظ کرد، که ما فرض می‌کنیم یک تابع نمایی است. بنابراین برهم‌کنش بین دو اتم i و j در یک شبکه از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$U_{ij} = \lambda e^{-r_{ij}/\rho} \pm q^2 / r_{ij} \quad (6)$$

در اینجا، r_{ij} فاصله بین دو اتم و q بار الکتریکی اتم است. علامت (+) برای بارهای مشابه و علامت (-) برای بارهای غیرمشابه به کار می‌رود. انرژی کل بلور عبارت است از جمع روی i و j ، یعنی:

$$U = \frac{1}{2} \sum_{i,j} U_{ij} = N \sum_j (\lambda e^{-r_{ij}/\rho} \pm q^2 / r_{ij}). \quad (7)$$

در این رابطه، ضریب $1/2$ به این علت است که هر جفت از برهم‌کنش‌ها باید فقط یک بار حساب شوند. تساوی دوم ناشی از این حقیقت است که در ساختار NaCl، جمع روی j به مثبت یا منفی بودن یون مرجع i که تعداد کل اتم‌ها را نشان می‌دهد، بستگی ندارد. دومی تقسیم بر دو، تعداد مولکول‌ها (N) را نشان می‌دهد که از یک یون مثبت و یک یون منفی تشکیل شده است. برای سادگی، ما فرض می‌کنیم که برهم‌کنش دافعه فقط برای نزدیکترین همسایه‌ها اتفاق می‌افتد (چون با افزایش فاصله بین اتم‌ها به سرعت کاهش می‌یابد). در این صورت، داریم:

$$U = N(z\lambda e^{-R/\rho} - \alpha q^2 / R) \quad (8)$$

در اینجا، R ، z و α به ترتیب، فاصله بین نزدیکترین همسایه‌ها، تعداد نزدیکترین همسایه‌ها و ثابت مادلونگ^۲ است. ثابت مادلونگ برابر است با:

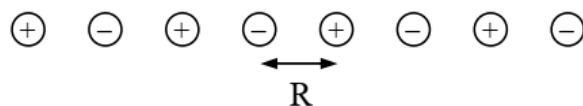
$$\alpha = \sum_{j \neq i} \frac{(\pm 1)}{p_{ij}}, \quad (9)$$

¹ Coulomb interaction

² Madelung constant

که p_{ij} به صورت $r_{ij} \equiv p_{ij}R$ تعریف می‌شود. مقدار ثابت مادلونگ نقش مهمی در نظریه بلورهای یونی بازی می‌کند. به طور کلی نمی‌توان ثابت مادلونگ را به صورت تحلیلی محاسبه کرد. یک روش قدرتمند برای محاسبه مجموع شبکه توسط اوالد^۱ توسعه داده شد که به آن جمع اوالد^۲ می‌گویند که می‌تواند برای ارزیابی عددی ثابت‌های مادلونگ در جامدات استفاده شود.

مثال: یک شبکه یک بعدی از یون‌ها با علامت‌های مشخص شده در شکل ۴ نشان داده شده است:



شکل ۴. مثالی از شبکه یک بعدی از یون‌ها

در این مورد:

$$\alpha = 2\left[1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \frac{1}{5} - \dots\right] = 2 \ln 2, \quad (10)$$

که از بسط لگاریتم به صورت $\ln(1+x) = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{x^n}{n}$ استفاده کرده‌ایم. محاسبه سه بعدی سری بسیار دشوارتر است و به این راحتی انجام نمی‌شود. روش‌های محاسبه مقادیر ثابت مادلونگ برای جامدات مختلف محاسبه، جدول‌بندی شده و در مقالات موجود است (Harrison, 2006).

اکنون فاصله تعادل بین نزدیکترین همسایگان را برای شبکه نوع NaCl با استفاده از معادله (۸) محاسبه می‌کنیم. در

$$\frac{dU}{dR} \text{ تعادل، مشتق برابر صفر است، بنابراین:}$$

$$-\frac{z\lambda}{\rho} e^{-R_0/\rho} + \frac{\alpha q^2}{R_0^2} = 0 \quad (11)$$

در نتیجه:

$$R_0^2 e^{-R_0/\rho} = \frac{\alpha \rho q^2}{z\lambda}. \quad (12)$$

این رابطه، جدایی تعادل R_0 را برحسب پارامترهای λ و ρ پتانسیل دافعه تعیین می‌کند. با استفاده از معادلات (۸) و (۱۲)، می‌توان انرژی هم‌چسبی در هر اتم از جامد یونی را به صورت زیر نوشت:

$$U_0 = \frac{\alpha N q^2}{R_0^2} - \frac{\alpha N q^2}{R_0} = -\frac{\alpha N q^2}{R_0} \left(1 - \frac{\rho}{R_0}\right). \quad (13)$$

حال بزرگی انرژی هم‌چسبی در NaCl را تخمین می‌زنیم. ثابت مادلونگ برابر $\alpha = 1.75$ ، فاصله بین‌اتمی برابر $R_0 = a/2 \approx 2.8 \text{ \AA}$ و بار $q=e$ است. برهم‌کنش دافعه دارای محدوده بسیار کوتاه از مرتبه $\rho = 0.1 R_0$ است. از معادله (۱۳) داریم:

¹ Ewald

² Ewald summation

$$\frac{U_0}{N} \approx -\frac{\alpha}{(R_0/a_0)} \frac{e^2}{a_0} \left(1 - \frac{0.1R_0}{R_0}\right) \approx -\frac{1.8}{6} 27(0.9)eV \approx -8eV \quad (14)$$

مشاهده می‌کنیم که مقدار نوعی انرژی بستگی هر جفت اتم‌ها به طور تقریبی برابر ۸ الکترون‌ولت است. این نشان می‌دهد که پیوند یونی بسیار قوی است. از نظر تجربی، این استحکام با دمای ذوب نسبتاً بالا مشخص می‌شود. به عنوان مثال، دمای ذوب NaCl حدود ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد است، در حالی که برای فلز Na حدود ۴۰۰ درجه سانتیگراد می‌باشد.

پیوند کووالانسی

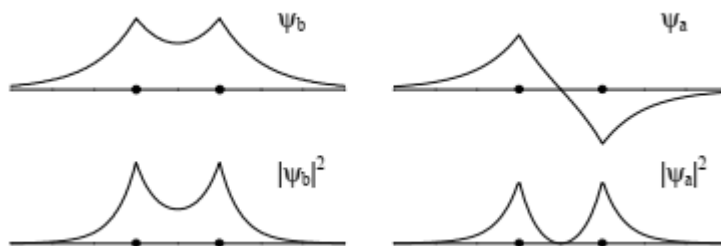
پیوند کووالانسی یکی دیگر از پیوندهای مهم است که در بسیاری از جامدات وجود دارد. پیوند کووالانسی بین دو اتم معمولاً توسط دو الکترون تشکیل می‌شود، که یکی از هر اتم در پیوند شرکت می‌کند. الکترون‌های تشکیل‌دهنده پیوند تمایل دارند تا حدی در ناحیه بین دو اتم که توسط پیوند به هم متصل شده‌اند، قرار بگیرند. به طور معمول پیوند کووالانسی قوی است: به عنوان مثال، پیوندی است که اتم‌های کربن را در الماس جفت می‌کند. پیوند کووالانسی همچنین مسئول عامل بلورهای سیلیکون و ژرمانیوم است.

شکل پیوند کووالانسی را با در نظر گرفتن دو اتم (مانند اتم‌های هیدروژن)، که توسط اوربیتال‌های ψ_1 و ψ_2 توضیح می‌دهیم. اوربیتال مولکولی دو اتم ترکیب خطی از دو اوربیتال است. با توجه به اینکه توزیع بار الکترون باید نسبت به دو اتم متقارن باشد، ملاحظات تقارن مانع از هرگونه ترکیب خطی دیگری می‌شود. بنابراین فقط دو احتمال وجود دارد،

$$\psi_b = \psi_1 + \psi_2 \quad (15)$$

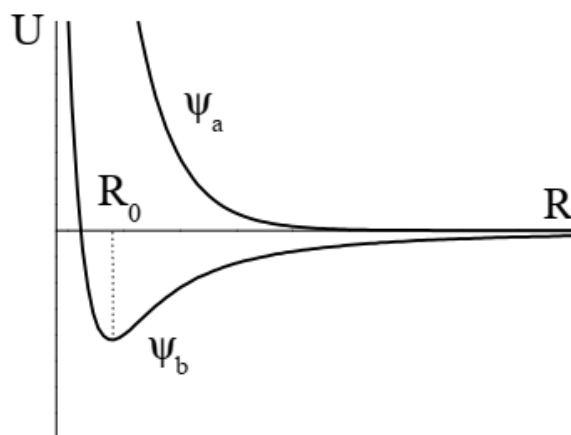
یا

$$\psi_a = \psi_1 - \psi_2 \quad (16)$$



شکل ۵. اوربیتال‌های مولکولی

اوربیتال‌های مولکولی در شکل ۵ نشان داده شده است. این شکل همچنین توزیع بار را نشان می‌دهد که توسط $|\psi_b|^2$ و $|\psi_a|^2$ به دست می‌آید. می‌توان دید که سهم قابل توجهی از چگالی بار در ناحیه بین هسته‌ها برای اوربیتال متقارن وجود دارد، در حالی که چگالی صفر بین هسته‌ها برای اوربیتال نامتقارن وجود دارد. مطابق شکل ۶ که انرژی را برحسب تابعی از فاصله بین‌اتمی نشان می‌دهد، دو اوربیتال انرژی‌های مختلف دارند.



شکل ۶. انرژی برحسب فاصله بین اتمی

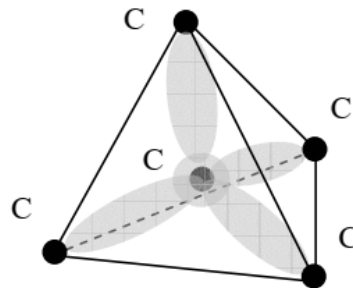
مشاهده می‌شود که اوربیتال متقارن دارای حداقل انرژی در فاصله مشخص و دارای انرژی پایین‌تر از اوربیتال نامتقارن است. بنابراین، این اوربیتال پیوندی^۱ است که منجر به حالت پایدار مولکول می‌شود. اوربیتال دیگر اوربیتال ضدپیوندی^۲ نام دارد، که دارای کمترین انرژی در جدایی بی‌نهایت اتم‌ها است. این مثال ساده‌ای از پیوند کووالانسی بین دو اتم بود.

توجه شود که اسپین‌های دو الکترون که در پیوند شرکت می‌کنند، غیرموازی هستند. این نتیجه اصل طرد پائولی است که مستلزم آن است که تابع موج کل سیستم الکترون‌ها با توجه به هرگونه تبادل مختصات دو الکترون، نامتقارن باشد. در مورد حالت پیوند، تابع موج اوربیتال متقارن است و بنابراین سهم اسپین باید نامتقارن باشد، به این معنی که اسپین‌ها غیرموازی هستند. از سوی دیگر، اسپین‌ها برای اوربیتال ضدپیوندی موازی هستند. می‌بینیم که اصل پائولی توزیع بار را بسته به جهت اسپین الکترون‌ها تغییر می‌دهد. این سهم از وابسته به اسپین به انرژی کولن، برهمکنش تبدیلی نامیده می‌شود. ساده‌ترین مثال پیوند کووالانسی یک مولکول هیدروژن است.

پیوند کووالانسی در جامدات دارای خواص جهتی قوی است. برای مثال، کربن دارای چهار الکترون ظرفیت $1s^2 2s^2 2p^2$ است و پیوندهای چهاروجهی را با نزدیکترین همسایه‌ها می‌سازد، که منجر به ساختار نوع الماسی می‌شود. اتم کربن در مرکز چهاروجهی واقع است، اتم‌های کربن همسایه در رئوس چهاروجهی قرار دارند (شکل ۷). چون چهار پیوند متصل‌کننده اتم مرکزی به همسایه‌ها وجود دارد، هراتم C خود را با هشت الکترون ظرفیت احاطه می‌کند که ساختار پایدار است، زیرا لایه دوم اکنون کاملاً پر است. چنین نظم چهاروجهی برای Si و Ge – این عناصر در ستون چهارم جدول تناوبی یافت می‌شوند – نیز رخ می‌دهد.

¹ bonding orbital

² antibonding orbital



شکل ۷. ساختار چهاروجهی

برای توضیح آرایش چهاروجهی در الماس، باید توجه داشت که هر اتم C دارای چهار الکترون در لایه دوم است: دو الکترون 2s و دو الکترون 2p ($2s^2 2p^2$). حالت‌های s متقارن کروی هستند، درحالی‌که حالت‌های p توزیع‌های بار واقع در امتداد x، y و z را نشان می‌دهند. تفاوت انرژی بین این حالت‌ها خیلی بزرگ نیست. این نشان می‌دهد که تحریک یکی از الکترون‌های s به حالت p از نظر انرژی ($2s^1 2p^3$) مطلوب است. می‌توان ترکیبات خطی اوربیتال‌های اتمی را به صورت زیر ساخت:

$$\begin{aligned}\psi_1 &= 1/2(s + p_x + p_y + p_z), \\ \psi_2 &= 1/2(s + p_x + p_y - p_z), \\ \psi_3 &= 1/2(s + p_x - p_y - p_z), \\ \psi_4 &= 1/2(s - p_x - p_y - p_z).\end{aligned}\quad (17)$$

چگالی‌های مربوط به این اوربیتال‌ها در امتداد چهار وجهی قرار دارند. بنابراین، این اوربیتال‌ها نمایش بهتری از حالت الکترون‌ها با اوربیتال‌های قدیمی‌تر s، p_x ، p_y ، p_z را نشان می‌دهند. ترکیب حالت‌های s و p در معادله (۱۷) تحت عنوان هیبریداسیون sp نامیده می‌شود. نوع خاصی از هیبریداسیون در الماس تحت عنوان هیبریداسیون sp^3 شناخته می‌شود. هیبریداسیون sp^3 در Si و Ge نیز رخ می‌دهد. در Si یک 3s و سه حالت 3p هیبرید می‌شوند تا پیوندهای چهاروجهی تشکیل دهند. در Ge، هیبریداسیون sp^3 شامل یک الکترون 4s و سه الکترون 4p است. در پایان بحث پیوندهای یونی و کووالانسی، خاطرنشان می‌کنیم که محدوده پیوسته‌ای از بلورها بین حد یونی و کووالانسی وجود دارد. در بسیاری از موارد، تخمین میزان یونی یا کووالانسی بودن یک پیوند داده شده مهم است. روش‌های نظری مدرنی وجود دارد که به ما امکان می‌دهد درجه یونیت و کووالانسی را در بسیاری از جامدات کمی کنیم.

پیوند فلزی

فلزات با رسانایی الکتریکی بالای خود مشخص می‌شوند، که اشاره به تعداد بسیار زیاد الکترون‌هایی دارد که در فلز برای حرکت آزاد هستند. الکترون‌هایی که قادر به حرکت در بین بلور هستند، الکترون‌های رسانش نام دارند. معمولاً الکترون‌های ظرفیت در اتم‌ها، الکترون‌های رسانش در جامدات هستند. ویژگی اصلی پیوند فلزی، پایین بودن انرژی الکترون‌های ظرفیت در فلز نسبت به اتم‌های آزاد است. در زیر، برخی از عوامل کیفی این حقیقت توضیح داده شده است.

¹ conduction electrons

طبق اصل عدم قطعیت هایزنبرگ، نامشخص بودن مختصات و تکانه به همدیگر وابسته هستند، به طوری که $\Delta x \Delta p \geq \hbar$. در یک اتم آزاد، الکترون‌های ظرفیت با حجم نسبتاً کمی محدود می‌شوند. بنابراین، Δp نسبتاً بزرگ است که باعث می‌شود انرژی جنبشی الکترون‌های ظرفیت در یک اتم آزاد بزرگ باشد. از سوی دیگر، در حالت بلورین، الکترون‌ها برای حرکت در بین همه بلور که حجم آن زیاد است، آزاد هستند. بنابراین انرژی جنبشی الکترون‌ها به شدت کاهش می‌یابد، که منجر به کاهش انرژی کل سیستم در جامد می‌شود. این مکانیسم منبع پیوند فلزی است. به عبارت بهتر، الکترون‌های آزاد با بار منفی در یک فلز به عنوان چسب عمل نموده که می‌تواند یون‌های دارای بار مثبت را در کنار یکدیگر نگه دارد. پیوند فلزی نسبت به پیوند یونی و کوالانسی ضعیف‌تر است. برای مثال، دمای ذوب سدیم فلزی به طور تقریبی ۴۰۰ درجه سانتیگراد است که کوچکتر از ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد در NaCl و حدود ۴۰۰۰ درجه سانتیگراد در الماس است. در فلزات واسطه مانند Fe، Ni، Ti و Co، مکانیسم پیوند فلزی پیچیده‌تر است. دلیل این امر آن است که علاوه بر الکترون‌های s که مانند الکترون‌های آزاد رفتار می‌کنند، الکترون‌های 3d هم هستند که بیشتر جایگزین شده اند. بنابراین الکترون‌های d تمایل دارند تا پیوندهای کوالانسی را با نزدیکترین همسایه‌ها ایجاد کنند. الکترون‌های d به طور معمول بیشتر از الکترون‌های s هیبرید شده هستند که منجر به تصویر پیچیده‌تر این پیوند می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

پیوندهای بین اتمی نقش حیاتی در تعیین ویژگی‌ها و رفتار مواد مختلف بازی می‌کنند. نوع پیوندهای موجود در جامدات می‌تواند روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها اثر زیادی بگذارد. بنابراین درک ماهیت پیوندهای موجود در جامدات برای پژوهشگران حوزه‌های مختلف بسیار حائز اهمیت است. در این مقاله، انواع پیوندهای بین اتمی موجود در جامدات را مرور کرده و به مقایسه قدرت انواع مختلف پیوندها پرداخته‌ایم.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان به طور یکسان در تهیه این مقاله مشارکت داشته‌اند.

تشکر و قدردانی

مقاله ارسالی حاصل تحقیقات نویسندگان در منابع موجود است. از دانشگاه فرهنگیان جهت حمایت و همکاری در زمینه‌های تحقیقاتی تشکر و قدردانی می‌نماییم.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»



COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

منابع

- احمدآبادی، زهرا (۱۳۹۹). بررسی کج‌فهمی‌ها در پیوندهای شیمیایی براساس الگوی تفکر چندسطحی جانستون. پژوهش در آموزش شیمی، ۲(۱)، ۲۵-۴۰.
- اصغری لالمی، نسیم؛ امانی، وحید (۱۴۰۰). عوامل مؤثر در کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان و دانشجویان در زمینه پیوند شیمیایی. پژوهش در آموزش شیمی، ۳(۲)، ۱۹-۳۶.
- عظمت، جعفر؛ خدایی، علیرضا (۱۳۹۸). بررسی کج‌فهمی‌های رایج دانش‌آموزان در مفاهیم مرتبط با پیوندهای شیمیایی. پژوهش در آموزش شیمی، ۱(۴)، ۸۹-۷۳.
- Deringer, V. L., Caro, M. A. (2019). Machine learning interatomic potentials as emerging tools for materials science. *Advanced Materials*, 1902765.
- Gavroglu, K., Simões, A. (2011). Neither physics nor chemistry: A history of quantum chemistry. *MIT Press*.
- Harrison, W. A. (2006). Simple calculation of Madelung constants. *Physical Review B*, 212103.
- Heisenberg, W. (1985). Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen. *Springer Berlin Heidelberg*.
- Heitler, W., London, F. (1927). Wechselwirkung neutraler Atome und homöopolare Bindung nach der Quantenmechanik. *Zeitschrift für Physik*, 455-472.
- Kittel, C. (2005). Introduction to solid state physics. *John Wiley & sons, inc*.
- Langmuir, I. (1921). Types of valences. *Science*, 59-67.
- Lewis, G. N. (1916). The atom and the molecule. *Journal of the American Chemical Society*, 762-785.
- Pauling, L. (1960). The Nature of the Chemical Bond and the Structure of Molecules and Crystals. Ithaca, *Cornell University Press*.
- Penzel, P., May, M., Hahn, L., Cherif, C. (2022). Tetrahedral Profiled Carbon Roving's for Concrete Reinforcements. *Solid State Phenomena*, 173-182.
- Wu, M., Zhao, Z., Cai, G. (2022). Adsorption behavior and mechanism of benzene, toluene and m-xylene solution onto kaolinite: Experimental and molecular dynamics simulation studies. *Separation and Purification Technology*, 120940.
- Zhao, L., Pan, S., Holzmann, N., Schwerdtfeger, P. (2019). Chemical bonding and bonding models of main-group compounds. *Chemical reviews*, 8781-8845.



ORIGINAL RESEARCH PAPER

The components of national identity in the 12th chemistry book

Fatemeh Momeni ^{1,*}

¹ Secretary of Education, Ashtian, Markazi, Iran

* Corresponding author: (✉ fatemehmmmn@gmail.com)

ABSTRACT

Keywords:

National identity, content analysis, chemistry book 12th grade.

Textbooks are among the most important sources of learning in the educational system, and they also form the main materials of the school curriculum. Textbooks play an important role in the formation of students' national identity. The purpose of this research is to investigate and analyze the national identity in the chemistry book (3) of the twelfth grade of high school. The research method is quantitative and qualitative content analysis. The data collection tool includes a checklist in content analysis, and the unit of analysis is the theme. The components of national identity in this research are: symbol, value, cultural heritage, celebrities, and personalities, events. The statistical population of the chemistry book (3) is the 12th grade of high school in academic year of 2022-2023. The results of the qualitative analysis indicate an emphasis on national symbols, especially the Persian alphabet, attention to national values, especially social values, attention to places and buildings in terms of cultural heritage, and little attention to contemporary celebrities and personalities, especially contemporary chemists and their books, as well as events and happenings. The results showed that 224 references have been made to the concept of national identity, and from among the dimensions of national identity, symbols have the highest frequency of 45.99%, and personalities have the lowest frequency of 0.44%.

Received: 17 October 2023

Revised: 2 January 2024

Accepted: 26 January 2024

Published online: 02 February 2024

PP: 57-71

ISSN (Online): [2717-2279](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15079.1136)

Citation: Momeni, F. (2024). The components of national identity in the 12th chemistry book. *Research in Chemistry Education*, 5(4), 57-71.

 <https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15079.1136>



پژوهش در آموزش شیمی، سال پنجم، شماره چهارم، صفحات ۵۷-۷۱



پژوهش در آموزش شیمی

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



مقاله پژوهشی

مؤلفه‌های هویت ملی در کتاب شیمی دوازدهم

فاطمه مؤمنی ¹ ²

¹ دبیر آموزش و پرورش شهرستان آشتیان، مرکزی، ایران

² نویسنده مسئول: fatemehmmmn@gmail.com

چکیده

از مهم‌ترین منابع یادگیری در نظام آموزشی، کتاب‌های درسی هستند. کتاب‌های درسی در شکل‌گیری هویت ملی دانش‌آموزان نقش مهمی ایفا می‌کنند. هدف این پژوهش، بررسی و تحلیل هویت ملی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم است. روش پژوهش تحلیل محتوای کمی و کیفی است. ابزار گردآوری اطلاعات شامل چک لیست در تحلیل محتوا است و واحد تحلیل، مضمون است. مؤلفه‌های هویت ملی در این پژوهش عبارتند از: نماد، ارزش، میراث فرهنگی، مشاهیر و شخصیت‌ها، وقایع و رویدادها. جامعه آماری کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم سال ۱۴۰۱-۱۴۰۲ است. نتایج تحلیل کیفی نشان‌دهنده تأکید بر نمادهای ملی به خصوص الفبای فارسی، توجه به ارزش‌های ملی به ویژه ارزش‌های اجتماعی، توجه به اماکن و بناها در بعد میراث فرهنگی و کم توجهی به مشاهیر و شخصیت‌های معاصر به ویژه شیمی‌دانان معاصر و کتاب‌های آنان و همچنین وقایع و رویدادهاست. با توجه به نتایج تحلیل کمی در این کتاب ۲۲۴ مورد به مفهوم هویت ملی اشاره شده است که در بین ابعاد هویت ملی، بعد نمادها با ۴۵/۹۹ درصد از بیشترین فراوانی و مشاهیر و شخصیت‌ها با ۰/۴۴ درصد از کمترین میزان فراوانی برخوردارند.

واژه‌های کلیدی:

هویت ملی،

تحلیل محتوا،

کتاب شیمی پایه دوازدهم.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۶

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۲/۱۱/۱۳

شماره صفحات: ۵۷-۷۱

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۲۷۹



ارجاع: مؤمنی، فاطمه (۱۴۰۲). مؤلفه‌های هویت ملی در کتاب شیمی دوازدهم. پژوهش در آموزش شیمی، (۴)، ۵۷-۷۱.

<https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15079.1136>

مقدمه

بشر از دیرباز با هویت و معیارهای تفکیک خانواده‌اش از دیگران در ارتباط بوده است مفهوم هویت به معنای امروزی به اوایل قرن ۱۹ بر می‌گردد. در طول تاریخ هویت‌ها گاهی صحنه رقابت و تنازع بوده‌اند و گاهی معیاری برای انسجام و حتی صلح اجتماعی. اما امروزه این مفهوم یکی از مسایل مهم برای برنامه ریزی‌های اجتماعی است (پادیاب، ۱۳۹۹). هویت مولفه‌های خاصی دارد، یکی از آن‌ها هویت ملی است (ایشانی، ۱۳۹۶). هویت ملی پدیده‌ای نسبتاً جدید و چند بعدی مشتمل بر مولفه‌های چندگانه‌ای چون سرزمین، تاریخ، فرهنگ، اجتماع، حکومت، زبان، دین و سایر عناصر و بنیادهای مشترکی است که اعضای یک جامعه نسبت به آن‌ها احساس تعلق، تعهد و وفاداری دارند. این عناصر مشترک ضمن ایجاد همبستگی بین اعضای یک جامعه، آن‌ها را از جوامع دیگر جدا می‌سازند. در نیم قرن اخیر، بررسی هویت ملی یکی از مباحثی است که توجه اندیشمندان حوزه جامعه شناسی را جلب کرده و از اهمیت فراوانی برخوردار است. از نظر جامعه شناسی هویت ملی به این لحاظ اهمیت دارد که یکی از عوامل مهم انسجام اجتماعی و وفاق ملی در هر جامعه تلقی می‌شود. هر اندازه یک ملت، هویت محکم‌تر و منسجم‌تری داشته باشد، به همان اندازه در تحکیم پایه‌های همبستگی و وفاق اجتماعی موفق‌تر خواهد بود. هویت ملی ایران که خاص مردم ماست، الهام گرفته از ویژگی‌های تاریخی، سیاسی، محیط جغرافیایی، جهان بینی، نگرش، خواست‌ها، آرزوها، غم‌های مشترک، احساسات و اعتقادات ویژه است. دارابودن، چنین فرهنگی به ملت ما تشخص و هویتی متفاوت از دیگران می‌بخشد. در ایران با توجه به مسأله تکثیر هویتی نامنسجم، کوچک و نیز موزاییکی بودن هویت‌ها و عدم تعامل بین آن‌ها، با بحران هویت روبه‌رو هستیم (مومنی، ۱۴۰۰).

کسب هویت، پاسخ نوجوان برای درک خود است که در حین داشتن چیزهای مشترک با دیگران، از آن‌ها متمایز و جدا می‌شود. با تشکیل هویت، زندگی فرد هدفی معنادار پیدا می‌کند در هر جامعه سازمان‌ها و ارکان‌هایی وجود دارند که نقشی مهم و حیاتی در پیشبرد جامعه تا رسیدن به موفقیت دارند (پادیاب، ۱۳۹۹). از طرفی مسیر شکل‌گیری هویت افراد در جوامع امروزی از خانه و مدرسه می‌گذرد و کودکان و نوجوانان زمان زیادی از دوران رشد و بالندگی خود را در آموزش و پرورش می‌گذرانند و طی آن نهاد تحت آموزش‌های متنوعی قرار می‌گیرند (لقمان نیا، ۱۳۸۹). بی‌تردید آموزش و پرورش یکی از اساسی‌ترین نهادهای هویت‌ساز است. یکی از هدف‌های اساسی آموزش و پرورش ایجاد حس مسئولیت مدنی، احترام و علاقه به کشور خویش (حب وطن) و خدمت‌گزاری شایسته به آن در میان دانش‌آموزان و نمایندگان نسل جدید است (میرزاپور، ۱۴۰۰). بنابراین آموزش و پرورش می‌تواند به عنوان یکی از عوامل اصلی در شکل‌گیری هویت افراد، تاثیر به سزایی داشته باشد و با تقویت نمودن هویت ملی نوجوانان نسل آینده کشور را در مقابل هجوم رسانه‌ای غرب و دیگر فرهنگ‌ها ایمن سازد. نظام آموزشی با توجه به غایتی که برای شهروند مطلوب خود تعریف می‌کند، درصدد ایجاد هویت موردنظر خود برای افراد بر می‌آید و برنامه‌های آموزشی، منابع درسی و معلمان از جمله ابزارهایی هستند که در این راستا مورد استفاده قرار می‌گیرند (معروفی، ۱۳۹۲).

امروزه با بروز مسائلی از قبیل جهانی شدن و هجوم بی‌وقفه فرهنگ‌های جهانی و نیز کمرنگ شدن پرستاب مرزهای فرهنگی بین ملت‌ها، توجه به حفظ هویت ملی و حریم فرهنگی خاص ملت‌ها، بیش از پیش اهمیت و حساسیت پیدا کرده است (میرزاپور و زمانی مقدم و جعفری، ۱۴۰۰). همچنین اگر آگاهی از هویت ملی در جامعه‌ای وجود نداشته باشد و یا به شکل ناقص و سطحی باشد، افراد آن جامعه از نقش خود در تداوم و حفظ کشور باز خواهند ماند و تعهدی نیز به آن نخواهند داشت (جعفرزاده پور، ۱۳۹۸). بنابراین بحث هویت ملی و رابطه آن با آموزش و پرورش از جمله موضوعاتی است که در عصر حاضر مورد توجه محققان و صاحب نظران حوزه تعلیم و تربیت قرار گرفته

است (ایمان زاده، ۱۳۹۷). نظام آموزشی در تحقق هویت ملی نقش اساسی بر عهده دارد و باید تمهیدات لازم را برای فراهم نمودن مولفه‌های مربوط به هویت ملی پدید آورد تا افرادی را پرورش دهد که در آرمان‌خواهی و حرکت به سوی آن، با ملت همسو و همگام بوده و ویژگی‌های مربوط به فرهنگ و هویت مربوط به آنان را دارا باشند (میرزاپور، ۱۴۰۰).

از جمله فواید حاصل از آگاهی دانش‌آموزان از هویت ملی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

رشد و تکامل انسان‌ها و افزایش اعتماد به نفس؛

ایجاد صمیمیت در نظام آموزشی؛

توسعه هوشیاری گروهی؛

اعتلای فرهنگی و ظهور تمدن و پیشرفت؛

شکل‌گیری هویت ملی مانعی در برابر تهاجم فرهنگی؛

مانعی عظیم در برابر پدیده فرار مغزها؛ (مومنی، ۱۴۰۰).

نظام آموزش و پرورش در هر کشوری یکی از مهم‌ترین ارکان سازنده فرهنگ و هویت آن جامعه است، لذا تقویت فرهنگ و هویت ملی، نیازمند تقویت و تحول در نظام آموزش و پرورش است. برای تحقق این اهداف باید برنامه ریزی دقیق و بلند مدتی داشت و همکاری همه جانبه‌ای صورت گیرد. تحقق بخشیدن به چنین هویتی، موجب می‌شود که دانش‌آموزان متناسب و هماهنگ با هنجارهای حاکم بر جامعه تربیت شوند (پادیاب، ۱۳۹۹). بنابراین، حضور طولانی دانش‌آموزان در مدارس و تکلیفی که در مطالعه کتاب‌های درسی وجود دارد، فرصت مناسبی است برای مدیران و برنامه‌ریزان آموزشی که از آن به نحو احسن برای هویت بخشیدن به دانش‌آموزان استفاده نمایند.

در نظام آموزش و پرورش عوامل مختلف همچون معلم، کتاب‌های درسی، فضای آموزشی و مانند آن به شکل‌گیری هویت دانش‌آموزان کمک می‌نماید. با این وجود، از بین عناصر آموزشی، کتب درسی نقش ویژه‌ای در هویت‌دهی دانش‌آموزان ایفا می‌نماید (مومنی، ۱۴۰۰). کتاب‌های درسی، یکی از مهم‌ترین منابع یادگیری، آموزش و تقویت هویت ملی و مذهبی هستند (بازوند، ۱۴۰۱) و کتاب درسی مهم‌ترین ابزار یادگیری است و رسانه‌های آموزشی دیگر حول محور کتاب درسی قرار دارند. در حقیقت کتاب درسی نقش محوری را در فرایند یاددهی-یادگیری بر عهده دارد (ملکی، ۱۳۹۹).

با توجه به این که برنامه‌ریزی، تدوین، تغییر و روزآمد کردن کتب درسی یکی از ملزومات نظام آموزشی است، تحلیل و بررسی علمی آن اهمیت خاصی پیدا می‌کند. در حقیقت تحلیل محتوا کمک می‌کند تا مفاهیم، اصول، نگرش‌ها، باورها و کلیه اجزای مطرح شده در قالب درس‌های کتاب، مورد بررسی علمی قرار بگیرند (یارمحمدیان، ۱۳۸۱). چالش‌های هویت ملی در برنامه درسی دوره دوم متوسطه عبارتند از: موانع فکری، موانع ساختاری، تحولات سیاسی، برنامه درسی پنهان، بی‌توجهی به تحولات جهانی، موانع مربوط به نیروی انسانی و عدم تعادل در توجه به ابعاد هویت ملی (خجسته و دیگران، ۱۴۰۰). با توجه به اینکه دانشمندان و شخصیت‌های ایرانی که در رشته شیمی کار کرده‌اند و آثار ارزشمندی را به جای گذاشته‌اند و همچنین علم شیمی با ارزش‌های ملی متنوع ارتباط دارد، کتاب‌های شیمی می‌توانند به آشنایی بیشتر دانش‌آموزان با هویت ملی خود باشند (مومنی، ۱۴۰۰).

شکل‌گیری و تعمیق هویت ملی از طریق برنامه درسی، به واسطه دو مکانیسم اصلی صورت می‌گیرد: برنامه درسی آشکار و برنامه درسی پنهان. مولفه اصلی برنامه درسی آشکار در این زمینه، محتوای کتاب‌های درسی است (خجسته، ۱۴۰۰). بنابراین، کتاب‌های شیمی در دوره متوسطه دوم می‌تواند در شکل‌گیری، تقویت و انسجام هویت ملی نقش اساسی داشته باشند.

- در این پژوهش میزان توجه به مولفه‌های هویت ملی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم (رشته‌های ریاضی فیزیک - علوم تجربی) مورد بررسی قرار می‌گیرد.
- پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به پرسش‌های اساسی زیر است:
۱. به کدام نمادهای ملی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم (رشته‌های ریاضی و فیزیک - علوم تجربی) توجه شده است؟
 ۲. به کدام نوع از میراث فرهنگی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم (رشته‌های ریاضی و فیزیک - علوم تجربی) توجه شده است؟
 ۳. به کدام مشاهیر و شخصیت‌های ملی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم (رشته‌های ریاضی و فیزیک - علوم تجربی) توجه شده است؟
 ۴. به کدام نوع از ارزش‌های ملی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم (رشته‌های ریاضی و فیزیک - علوم تجربی) توجه شده است؟
 ۵. به انواع وقایع و رویداد در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم (رشته‌های ریاضی و فیزیک - علوم تجربی) به چه میزان توجه شده است؟

مبانی نظری

ابتدا به تشریح مفهوم هویت و هویت ملی پرداخته می‌شود. هویت از مفاهیم میان رشته در علوم اجتماعی است (ایمان زاده، ۱۳۹۷). هویت، عبارت از مجموعه خصوصیات و مشخصات اساسی اجتماعی، فرهنگی، روانی، فلسفی، زیستی و تاریخی هم‌سن است که به رسایی و روایی بر ماهیت یا ذات گروه، به معنی یگانگی یا همانندی اعضای آن با یکدیگر، دلالت می‌کند و آن را و آن‌ها را در یک ظرف زمانی و مکانی معین به طور مشخص و قابل قبول و آگاهانه از سایر گروه‌ها و افراد متعلق به آن‌ها متمایز سازد. در طول تاریخ، هویت‌ها گاهی صحنه رقابت و تنازع بوده اند و گاهی معیاری برای انسجام و حتی صلح اجتماعی شده اند. اما امروزه این مفهوم یکی از مسایل مهم برای برنامه‌ریزی‌های اجتماعی است (پادیاب، ۱۳۹۹).

در پاسخ به چپستی هویت، تعاریف گوناگونی از دیدگاه‌های مختلف عرضه شده است. کلمه هویت از نظر لغوی به معنای هستی، وجود، ماهیت و سرشت است. به طور کلی، آنچه وسیله شناسایی فرد باشد؛ یعنی مجموعه خصایص فردی و خصوصیات رفتاری که به وسیله آن، فرد برای خود و دیگران قابل تعریف و شناسایی گردد، هویت نامیده می‌شود. هویت واژه‌ای است که امروزه توجه زیادی را به خود اختصاص داده و جایگاه ویژه‌ای در مطالعات و پژوهش‌های علوم انسانی یافته است. بسیاری از بحران هویت سخن گفته و ابراز نگرانی می‌کنند و پژوهشگران و متفکران را به تامل و چاره اندیشی فرا می‌خوانند (صالحی، ۱۳۸۶).

عالی‌ترین سطح هویت را هویت ملی توصیف کرده‌اند که در حقیقت وابستگی و تعلق یک فرد به یک جامعه ملی را نشان می‌دهد. این تعلق را می‌توان در احساس وفاداری به میهن، عشق به هموطنان و حراست از هویت ملی دانست که مانع سلطه دیگران بر سرزمین خود می‌شود و به پیشرفت علمی، ادبی، صنعتی و تقویت مبانی فرهنگی می‌انجامد (فیاض، ۱۳۸۹). در واقع، هویت ملی مجموعه‌ای از گرایش‌ها و نگرش‌های مثبت نسبت به عوامل، عناصر و الگوهای هویت بخش و یکپارچه کننده در سطح یک کشور به عنوان یک واحد سیاسی است (ذوالفقاری، ۱۳۸۶)؛ یعنی هویت ملی نوعی احساس تعهد و تعلق عاطفی نسبت به اجتماع عام (ملی) است که موجب وحدت و انسجام جامعه است و بخشی از هویت فرد را شکل می‌دهد (میرزاپور، ۱۴۰۰). همچنین، هویت ملی وابستگی فرد به جامعه ملی را نشان می‌-

دهد و وقتی شکل می‌گیرد که تمامی اعضای جامعه، تصویر درستی از اجزای سازنده آن داشته باشند، زیرا هویت افراد در متن اجتماع و فرهنگ شکل می‌گیرد (ذوالفقاری، ۱۳۸۶).

پیشینه پژوهش

هدف این پژوهش، بررسی و تحلیل هویت ملی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم می‌باشد. نتایج پژوهش مومنی (مومنی، ۱۴۰۰) نشان می‌دهد در کتاب شیمی دهم ۱۹۹ مورد به مفهوم هویت ملی اشاره شده است که در میان ابعاد هویت ملی، بعد نمادها با ۵۰/۷۵ درصد از بیشترین فراوانی و وقایع و رویدادها با ۱/۵۰ درصد از کمترین میزان فراوانی برخوردارند. نتایج پژوهش علوی مقدم (علوی مقدم، ۱۳۹۳) نشان می‌دهد که محتوای کتاب‌های درسی زبان فرانسه در ایران، به گونه‌ای متعادل و متوازن به بیان شاخص‌های هویت ملی نپرداخته‌اند و تنها گاه در یک یا چند کتاب شاهد عدم حضور یک یا چند بعد از ابعاد هویت ملی هستیم. نوشادی، شمشیری و احمدی (نوشادی، ۱۳۹۰) در بررسی نقش و کارکرد تعلیمات اجتماعی پنجم دبستان و سوم راهنمایی در شکل‌گیری هویت ملی، به این نتیجه رسیده که ابعاد هویت ملی در کتاب‌های مورد بررسی مورد غفلت واقع شده و نیازمند توجه جدی تدوین‌کنندگان کتب است.

موسی‌پور (موسی‌پور، ۱۳۹۷) با بررسی مولفه‌های هویت ملی در کتاب ریاضی و آمار ۱ پایه دهم به این نتیجه رسیده است که در بین ابعاد هویت ملی، بعد میراث فرهنگی بیشترین فراوانی و بعد وقایع و رویدادها کمترین فراوانی را دارند و توجه به احادیث و آیات و هنر و صنایع دستی در این کتاب کم می‌باشد و در بعد ارزش‌ها، ارزش‌های اجتماعی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است و به بعد مشاهیر و شخصیت‌ها، به مشاهیر معاصر توجه نشده است. تحلیل مفهوم هویت با در نظر گرفتن ابعاد آن امکان پذیر می‌شود. در مورد مولفه‌های هویت سازنده هویت ملی باید توجه داشت که نمی‌توان از یک مولفه به عنوان تنها مولفه هویت ملی صحبت کرد، بلکه این مفهوم حاصل تلفیقی از مولفه‌های گوناگون بوده و این ترکیب و تلفیق در میان ملل مختلف متفاوت است (میرزاپور، ۱۴۰۰). البته باید گفت علی‌رغم وجود اشتک‌های بسیار، محققان مختلف ابعاد گوناگونی برای هویت ملی در نظر گرفته‌اند. به عنوان مثال لقمان نیا در قالب مدل نظری بر مبنای نظریه داده بنیاد سرزمین، زبان، تاریخ، دین، نماد و فرهنگ را به عنوان مولفه‌های اصلی هویت نام می‌برد (لقمان نیا، ۱۳۹۰). حاجیانی (حاجیانی، ۱۳۷۹) هفت بعد اجتماعی، تاریخی، جغرافیایی، سیاسی، دینی، میراث فرهنگی یا فرهنگی، زبانی و ادبی تعیین می‌کند. خدایار و فتحی (خدایار و فتحی، ۱۳۸۷) چهار بعد فرهنگ، تاریخ، قلمرو جغرافیایی - سیاسی، دین و مذهب را مد نظر قرار می‌دهند. در پژوهش دیگری مهم‌ترین مولفه‌های هویت ملی به سه دسته تقسیم شده است که عبارتند از: سرزمینی، تاریخی - دینی و جهانی. مومنی (مومنی، ۱۴۰۰) به نقل از هاشمی و قربانعلی زاده (هاشمی ۱۳۹۳)، پنج مولفه برای هویت ملی در نظر گرفته است: این مولفه‌ها عبارتند از: نمادها، وقایع و رویدادها، ارزش‌ها، میراث فرهنگی و مشاهیر و شخصیت‌ها. در این پژوهش از پنج بعد هویت ملی که توسط هاشمی و قربانعلی زاده بیان شده، استفاده شده است:

نمادها: منظور از نماد چیزی است که جانشین یا بازنمود چیز دیگری باشد، به عبارت دیگر آنچه به عنوان نشانه ایرانی بودن مورد توافق است مانند میدان آزادی، دماوند، یوزپلنگ ایرانی و ...

ارزش‌ها: منظور از ارزش، اندیشه و تصویری است که افراد یا گروه‌ها درباره آنچه مطلوب، پسندیده، خوب یا بد است، دارند؛ مانند کار و تلاش، حفظ سلامتی، دوستی و تعامل اجتماعی و ...

میراث فرهنگی: میراث فرهنگی به آثار مادی و معنوی به جا مانده از گذشته گفته می‌شود که بر هویت فرهنگی یک جامعه انسانی دلالت دارد و برای مطالعه جوامع، اقوام و ملل و نیز بازنشانی آثار مادی تمدن‌ها و سیر تشکیل و

تکامل آن‌ها سندی با ارزش به شمار می‌آید (حجت، ۱۳۸۰، ص. ۴۵) مانند اماکن و بناهای ایرانی، صنایع دستی ایرانی و ...

مشاهیر و شخصیت‌ها: منظور اشخاص حقیقی یا اسطوره‌هایی هستند که در زمینه‌های مختلف سیاسی، مذهبی، علمی و ... بر تاریخ ایران تأثیرات مثبت یا منفی گذاشته‌اند و بدین واسطه شناخته شده و مشهورند مانند خوارزمی، خیام، حافظ و ...

وقایع و رویدادها: منظور وقایع و رخدادها تأثیرگذار در زمینه‌های مختلف سیاسی، اجتماعی، مذهبی و ... در ایران است مانند ۲۲ بهمن.

در این پژوهش ابعاد هویت که مومنی در سال ۱۴۰۰ استفاده کرده، مدنظر قرار گرفته است. مومنی در سال ۱۴۰۰ به نقل از هاشمی و قربانعلی زاده در سال ۱۳۹۳، خرده مولفه‌هایی نیز برای هر کدام از مولفه‌های خود در نظر گرفته است که با توجه به محتوای کتاب شیمی دوازدهم از برخی از این خرده مولفه‌ها استفاده شده است. مولفه‌ها و خرده مولفه‌های این پژوهش به صورت زیر می‌باشند:

هویت ملی:

الف) ارزش‌ها: شامل ارزش اجتماعی، اقتصادی و اخلاقی و مذهبی؛

ب) نمادها: شامل نقشه ایران، میدان آزادی، الفبای فارسی، پرچم ایران، برج میلاد، پلاک ماشین، یوزپلنگ ایرانی، تیم ملی و دماوند؛

ج) مشاهیر و شخصیت‌ها؛

د) میراث فرهنگی: شامل اماکن و بناها، هنر و صنایع دستی، خرده فرهنگ، نظم و نثر، احادیث و آیات و کتب؛

ه) وقایع و رویدادها؛

روش

روش تحقیق، تحلیل محتوا است. روش تحلیل محتوا در بسیاری از زمینه‌های تحقیقاتی، روش ارزشمندی شناخته شده است و روش مناسبی برای بررسی محتوای کتب درسی می‌باشد. این روش قابلیت بسیاری برای جمع‌آوری و طبقه‌بندی مطالعات عینی دارد. فکر بنیادی تحلیل محتوا عبارت است از قرار دادن اجزای یک متن، کلمه‌ها، جمله‌ها، پاراگراف‌ها و مانند آن برحسب واحدهایی که انتخاب می‌کنیم در تعدادی مقوله که از پیش تعیین شده‌اند. کمیت کلمه‌ها، یا جمله‌ها یا پاراگراف‌ها و مانند آن‌ها بر حسب این مقوله‌ها، نتیجه تحلیل محتوا را معین می‌کنند. واحد تحلیل مضمون است که در متن، تصاویر، سوالات و جلد کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم، بررسی می‌شود. جامعه آماری این پژوهش، کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم است که در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ توسط دفتر برنامه ریزی و تالیف کتاب‌های درسی در ۱۲۱ صفحه تالیف و چاپ شده است. در این پژوهش، نمونه آماری با جامعه آماری برابر است. معیار توصیف این پژوهش مولفه‌های هویت ملی است و روش طبقه‌بندی روش جعبه‌ای می‌باشد.

یافته‌های پژوهش

به طور کلی میزان توجه به هر کدام از مولفه‌های هویت ملی در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- میزان توجه به مولفه‌های هویت ملی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم

جمع	مولفه‌ها					
	نمادها	میراث فرهنگی	مشاهیر و شخصیت‌ها	ارزش‌ها	وقایع و رویدادها	
۲۲۴	۱۰۳	۴۵	۱	۷۳	۲	فراوانی
۱۰۰	۴۵/۹۹	۲۰/۰۹	۰/۴۴	۳۲/۵۸	۰/۹۰	درصد

با توجه به جدول (۱)، بیشترین میزان توجه به مولفه نمادها و کمترین میزان توجه مربوط به مولفه وقایع و رویدادهاست.

سوال اول: به کدام نمادهای ملی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم (رشته‌های ریاضی و فیزیک - علوم تجربی) توجه شده است.

با بررسی کتاب شیمی (۳) پی برده شد که از بین نمادها، به غیر از الفبای فارسی و برج میلاد (نماد تهران و پایتخت ایران) به هیچکدام از نمادهای دیگر در کتاب درسی اشاره‌ای نشده است. برج میلاد تنها یک‌بار و آن هم در شکل ۲ در صفحه ۹۱ کتاب درسی شیمی (۳) آمده است. الفبای فارسی در برخی سوال‌ها، مثال‌ها، و تصاویر کتاب وجود دارد. فراوانی نماد الفبای فارسی در کتاب شیمی (۳) دوازدهم، ۱۰۲ می‌باشد. به بقیه نمادها، هیچ گونه توجهی نشده است.

منظور از نماد الفبای فارسی رعایت کردن ترتیب حروف الفبای فارسی به عنوان نمادی برای شکل‌ها، نمودارها، ترتیب سوال‌ها در خود را بیازمایید، باهم بیندیشیم و ... می باشد (ترتیب رعایت کردن الف، ب، پ، ت، ... به جای شماره گذاری، استفاده از حروف انگلیسی یا غیره)

سوال دوم: به کدام نوع از میراث فرهنگی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم (رشته‌های ریاضی و فیزیک - علوم تجربی) توجه شده است؟

در جدول (۲) انواع میراث فرهنگی ملی و موارد موجود از هر نوع در کتاب شیمی (۳) دوازدهم آورده شده است. همانطور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، میراث فرهنگی در شش مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌های جدول (۲) و جدول (۳) نشان می‌دهد که کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم در ابعاد میراث فرهنگی به غیر از بعد اماکن و بناها، از تنوع چشمگیری برخوردار نیست.

جدول ۲- انواع میراث فرهنگی ملی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم

شهر بابل - جنوب ایران - مراغه - آشتیان - رودبار - دانشگاه شهیدرجایی - دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقات کشور - گنج‌نامه همدان - برج میلاد - مس سرچشمه کرمان - شرکت پتروشیمی شازند اراک (۲بار) - شرکت‌های پتروشیمی ایران -	اماکن و بناها
تولید صابون سنتی - استفاده صابون سنتی در تنور نان سنگک - دستگاه تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی با ظرف‌های سفالی توسط ایرانیان باستان - تولید توده سلول سوختی - خودروهای برقی - تنگ خوری دوره ساسانی - سفالینه‌ای از ایران باستان - سفال - نقشکنده روی سنگ در گنج‌نامه همدان - پختن نان سنگک	هنر و صنایع دستی
در تغییر مواد افزون بر محیط و شیوه زندگی، آیین‌ها، آداب و رسوم و حتی ادبیات و افسانه‌ها نیز نقش داشته اند.	خرده فرهنگ
۱. هوا، آب، پوشاک، بدن و زمین از جمله موهبت‌های الهی هستند که پیوسته باید برای پاکیزه نگهداشتن آن بکوشیم. ۲. پاکیزگی رفتاری شایسته، نشاط آور و مایه آرامش است. ۳. آفریدگار هستی به ما فرصتی به نام زندگی بخشیده است تا برای پر رنگ کردن نقش و تاثیر خود در این جهان پهناور پیوسته تلاش کنیم. ۴. تلاشی آگاهانه و هدفمند برای آیندگان. ۵. پویندگان چنین راهی در این پهنه، پیوسته به کشف اسرار می‌پردازند. ۶. طبیعت زیستگاهی برای ما و آزمایشگاهی بزرگ برای علوم تجربی است که در آن رنگ و رنگ آمیزی یکی از خوشایندترین جلوه‌ها است و به انسان لذتی همراه با آرامش می‌بخشد. ۷. هر نفسی که فرو می‌رود ممد حیات است و چون بر می‌آید مفرح ذات، ...	نظم و نثر ادبی
۱. وَ اللَّهُ يُحِبُّ الْمُطَهَّرِينَ ... (سوره توبه، آیه ۱۰۸) ۲. هُوَ الَّذِي يُرِيكُمْ الْبَرْقَ خَوْفًا وَ طَمَعًا ... (سوره رعد، آیه ۱۲) ۳. إِنَّا جَعَلْنَا مَا عَلَى الْأَرْضِ زِينَةً لَهَا لِنَبْلُوَهُمْ أَيُّهُمْ أَحْسَنُ عَمَلًا ... (سوره کهف، آیه ۷) ۴. وَ أَنْ لَيْسَ لِلْإِنْسَانِ إِلَّا مَا سَعَى (سوره النجم، آیه ۳۹)	احادیث و آیات
کتاب شیمی (۱) (۶ بار تکرار) - کتاب شیمی (۲) (۴ بار تکرار)	کتاب

جدول ۳. میزان توجه به انواع میراث فرهنگی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم

میراث فرهنگی	فراوانی	درصد
اماکن و بناها	۱۳	۲۸/۹
هنر و صنایع دستی	۱۰	۲۲/۲۲
خرده فرهنگ	۱	۲/۲۲
نظم و نثر ادبی	۷	۱۵/۵۵
احادیث و آیات	۴	۸/۸۹
کتاب	۱۰	۲۲/۲۲
جمع	۴۵	۱۰۰

با توجه به جدول (۳)، اماکن و بناها با ۲۸/۹ درصد، بیشترین درصد را به خود اختصاص داده است و پس از آن هنر و صنایع دستی و کتب هرکدام با ۲۲/۲۲ درصد مورد توجه قرار دارند. بعد از آن‌ها نظم و نثر ادبی ۱۵/۵۵ درصد مورد توجه قرار گرفته است و خرده فرهنگ با ۲/۲۲ درصد کمترین میزان توجه را به خود اختصاص داده است.

با توجه به منابع غنی شعر و ادب فارسی انتظار می‌رفت که نظم و نثر ادبی بیشتری در کتاب دیده شود. در قسمت کتب تنها به کتاب شیمی ۱ و شیمی ۲ اشاره شده است که به قصد یادآوری از کتاب‌های پیشین و مطالب گذشته آورده شده و از این نظر برای یادآوری و آماده سازی ذهن دانش‌آموز برای یادگیری مطلب جدید مناسب است اما به کتاب‌های دانشمندان معاصر و یا کتب ارزشمند فارسی در زمینه شیمی توجهی نشده است. به قسمت خرده فرهنگ بسیار بی‌توجهی شده است و این خلا می‌توانست با خرده فرهنگ‌های جالب ایرانی پر شود که دانش‌آموزان با خرده فرهنگ‌های گوناگون ایرانی آشنا شوند حال آنکه دانش‌آموزان در هیچ جای کتاب با هیچ خرده فرهنگ ایرانی آشنا نشده‌اند و تنها اشاره‌ای کلی به آداب و رسوم و آیین‌ها شده است.

سوال سوم: به کدام مشاهیر و شخصیت‌های ملی در کتاب شیمی دوازدهم توجه شده است؟

در جدول (۴) میزان توجه به مشاهیر و شخصیت‌ها، قابل مشاهده است. داده‌های جدول (۴) نشان می‌دهد که در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم تنها از یک نفر، سعدی، از مشاهیر و شخصیت‌ها نام برده شده است که تنوع خوبی ندارد.

جدول ۴. مشاهیر و شخصیت‌ها در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم و میزان توجه به هر کدام از آن‌ها

نام مشاهیر و شخصیت‌ها	فراوانی	درصد
سعدی	۱	۱۰۰
مجموع	۱	۱۰۰

با توجه به داده‌های جدول (۴) تنها نام سعدی آن هم ۱ بار در کتاب تکرار شده است. در بین این مشاهیر و شخصیت‌ها اسامی دانشمندان معاصر شیمی همانند دکتر عبدالحسین روستائیان، دکتر سید حبیب فیروزآبادی و... به چشم نمی‌خورد که بهتر بود توجه بیشتری به این امر مبذول می‌شد. کتاب شیمی (۳) می‌تواند بستر مناسبی برای آشنای دانش‌آموزان با مشاهیر و شخصیت‌های مهم و تاثیرگذار ایرانی در علم شیمی باشد که به این امر توجهی نشده است.

سوال چهارم: به کدام نوع از ارزش‌های ملی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم (رشته‌های ریاضی و فیزیک - علوم تجربی) توجه شده است؟

در جدول (۵)، انواع ارزش‌های ملی و موارد موجود از هر نوع در کتاب شیمی (۳) دوازدهم آورده شده است. با توجه به یافته‌های جدول (۵) می‌توان نتیجه گرفت که ارزش‌ها به سه بعد اجتماعی، اخلاقی و مذهبی و اقتصادی تقسیم شده‌اند.

جدول ۵. انواع ارزش‌های ملی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم

نوع ارزش	نمونه‌های به کار رفته از نوع ارزش‌ها
اجتماعی	رعایت نکات ایمنی در استفاده از لوله باز کن؛ نقش تعیین کننده نوع و میزان ارائه خدمات بهداشتی، دارویی و درمانی در سطح سلامت جامعه؛ تاثیر بهداشت در شاخص امید به زندگی؛ امید به زندگی؛ با شونده‌هایی آشنا شوید که آسیب کمتری به محیط زیست وارد می کنند (اهمیت به محیط زیست)؛ نبود یا کمبود صابون منجر به افزایش مرگ و میر می‌شود؛ ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط زیست سبب تغییر PH می‌شود (اهمیت به محیط زیست)؛ ساده ترین روش درمان ریفلاکس افزایش وعده‌های غذایی و کاهش حجم هر وعده غذایی است؛ فناوری-های پیشرفته و افزایش سطح رفاه و آسایش؛ الکتروشیمی در راستای پیاده کردن اصول شیمی سبز گام برداشته؛ کیفیت تولید فرآورده‌های دارویی، بهداشتی و غذایی؛ پیشرفت کشورمان؛ تامین انرژی سبز و پاک؛ پسماندهای باتری‌ها به دلیل آلوده کردن محیط زیست نباید در طبیعت رها یا دفن شوند؛ کاهش آلودگی محیط زیست؛ کاهش ردپای اکسیژن؛ دوستدار محیط زیست و منبع انرژی سبز؛ بهره‌گیری بیشتر از انرژی پاک باعث کاهش ردپای زیست محیطی می شود؛ رشد و پیشرفت هر جامعه در سایه تلاش هدفمند و آگاهانه افراد خبر و ... دست یافتنی است؛ دسترسی آسان به فناوری نو پیامد رشد و پیشرفت جامعه است؛ کود شیمیایی سبز؛ رسیدن به زندگی مدرن امروزی؛ توسعه پایدار؛ غذا محور رشد و سلامتی؛ پسماندها سمی، آلاینده و برای محیط زیست زیان‌آورند؛ شیمی-دان‌های دوستدار محیط زیست؛ شیمی سبز؛ حرکت در مسیر توسعه پایدار؛ بازیافت پلاستیک‌ها؛ پلیمر سبز زیست تخریب پذیر؛ بازیافت PET؛ شیمی سبز به دنبال کمترین آسیب به محیط زیست؛ کاهش آلودگی محیط زیست
اقتصادی	صنعت تولید شوینده‌ها و فرآورده‌های پاک کننده، از صنایع بزرگ و سود آور است؛ صنعت بزرگ صابون؛ تولید انرژی پاک و ارزان؛ آسانتر شدن انجام فعالیت‌های فردی، صنعتی؛ بازیافت باتری‌ها؛ رشد و پیشرفت چشمگیر صنایع و تقاضای زیاد برای ساخت باتری؛ گذر از تنگنای تامین انرژی؛ کاهش اتلاف انرژی به شکل گرما و افزایش کارایی؛ افزایش بازده؛ سلول دانه در صنعت؛ خوردگی آهن خسارت هنگفتی به اقتصاد وارد می‌کند؛ بازیافت آلومینیوم به علت هزینه بالای فرایند هال؛ کاهش هزینه تولید فلز آلومینیوم با بازیافت آن؛ استفاده از انرژی رایگان خورشید؛ رقابت اقتصادی فرآورده‌ها؛ تهیه فلز تیتانیوم خالص گران و دشوار؛ دسترسی آسان و ارزانتر به فناوری نو؛ توسعه پایدار؛ کسب درآمد از فروش منابع؛ فناوری جداسازی و خالص سازی از فناوری‌های پیشرفته، گران، پرکاربرد، کارآفرین و درآمدزا است؛ شیمیدان‌ها در پی یافتن مواد مناسب، ارزان و دوستدار محیط زیست و واکنش‌هایی آسان، پربازده هستند تا هزینه تمام شده تولید یا سنتز را کاهش دهند؛ تامین نیازها بدون تحمیل هزینه به آیندگان؛ یافتن واکنش پربازده با صرفه اقتصادی؛ پلاستیک ارزان؛ صرفه اقتصادی؛ مزیت اقتصادی افزودن ناخالصی به سدیم کلرید؛ برخی واکنش‌ها صرفه اقتصادی ندارند؛ نفت مهمترین ماده برای اقتصاد جهان؛ فناوری و تبدیل خاک به مواد فراوری شده سبب رشد اقتصاد کشور
اخلاقی و مذهبی	رعایت پاکیزگی و تمیز بودن؛ استفاده از صابون و مواد پاک کننده؛ شستن دست‌ها حتی در شرایط بحرانی و حوادث غیر مترقبه؛ مصرف درست و به موقع داروها؛ رعایت سطح بهداشت فردی و همگانی؛ خوردگی به سلامت بدن آسیب می‌رساند؛ استفاده بهینه از انرژی خدادادی و رایگان خورشید؛ شست و شو و تمیز کردن؛ خداوند پاکیزگان را دوست دارد؛ برای انسان جز آنچه تلاش کرده (بهره‌ای) نیست؛ مسلما ما آنچه را روی زمین است، زینت زمین قرار دادیم تا آنان را آزمایش کنیم که کدامشان در عمل نیکوترند؛ اوست که برق را به شما نشان می‌دهد که هم مایه ترس و هم مایه امید است.

با توجه به جدول (۵) ارزش‌های اجتماعی با فراوانی ۳۲ و ارزش اقتصادی با فراوانی ۲۹ نوع از تعدد خوبی برخوردارند. در جدول (۶) فراوانی و میزان توجه به هر کدام از ارزش‌های ملی، قابل مشاهده است.

جدول ۶. میزان توجه به انواع ارزش‌های ملی در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم

نوع ارزش	فراوانی	درصد
اجتماعی	۳۲	۴۳/۸۳
اقتصادی	۲۹	۳۹/۷۳
اخلاقی و مذهبی	۱۲	۱۶/۴۴
مجموع	۷۳	۱۰۰

با توجه به جدول (۶) مشاهده می‌شود که در مجموع ۷۳ بار ارزش‌های ملی ذکر شده‌اند و تنوع در بعد ارزش‌های اجتماعی از همه نمایان‌تر می‌باشد. ارزش اجتماعی با ۳۲ بار تکرار و ۴۳/۸۳ درصد توجه، بیشترین میزان توجه در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم را داراست و پس از آن ارزش اقتصادی با ۲۹ مورد تکرار و ۳۹/۷۳ درصد توجه قرار دارد. ارزش اخلاقی مذهبی هم با ۱۲ بار تکرار و ۱۶/۴۴ درصد توجه، کمترین میزان توجه را داراست. با توجه به ارتباط علم شیمی با صنعت و در نتیجه ارتباط با اقتصاد و تاکید بیشتر به شیمی سبز و محیط زیست خصوصاً در دهه‌های اخیر، این میزان توجه مورد انتظار بود.

سوال پنجم: به انواع وقایع و رویداد در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم (رشته‌های ریاضی و فیزیک - علوم تجربی) به چه میزان توجه شده است؟

در جدول (۷) فراوانی و میزان توجه به هر کدام از وقایع و رویدادها، قابل مشاهده است. با توجه به داده‌های جدول (۷) به این که تنها به دو تاریخ رویداد توجه شده است و از هر کدام نیز تنها یکبار نام برده شده است پی برده می‌شود.

جدول ۷. میزان توجه به انواع وقایع و رویدادها در کتاب شیمی (۳) پایه دوازدهم

وقایع و رویدادها	فراوانی	درصد
۲۳ مهرماه (روز جهانی شستن دست‌ها)	۱	۵۰
میانگین سنی امید به زندگی در ایران ۷۳/۵ سال است	۱	۵۰
مجموع	۲	۱۰۰

با توجه به اینکه هرروزه در علم شیمی، اتفاقات بسیار متنوع و مهمی رخ می‌دهد و همچنین اینکه ایران تاریخی کهن دارد که در آن رویدادها و وقایع مهمی وجود دارد، بهتر بود وقایع و رویدادهای بیشتری مرتبط با درس شیمی آورده می‌شد و دانش‌آموزان را با تاریخ آن‌ها آشنا می‌کرد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان داد که در مجموع از ۲۲۴ مورد توجه به مولفه‌های هویت ملی، ۱۰۳ مورد (۴۵/۹۹ درصد) مربوط به نمادها، ۷۳ مورد (۳۲/۵۸ درصد) مربوط به ارزش‌ها، ۴۵ مورد (۲۰/۰۹ درصد) مربوط به میراث فرهنگی، ۲ مورد (۰/۹۰ درصد) مربوط به وقایع و رویدادها و ۱ مورد (۰/۴۴ درصد) مربوط به مشاهیر و شخصیت‌هاست. نتایج تحلیل محتوای کتاب شیمی (۳) دوازدهم نشان می‌دهد که به همه مولفه‌های هویت ملی به طور یکسان پرداخته نشده است و با توجه به سرفصل‌ها هم می‌توان این انتظار نامساوی بودن را داشت. به مولفه نمادها، بیشترین توجه شده است

و البته در بین خرده مولفه‌های نمادها، تنها به الفبای فارسی و برج میلاد توجه شده است و به دیگر خرده مولفه‌ها، هیچ توجهی نشده حال آن‌که همگی، نمادهایی هستند که نشان‌دهنده ایران و ایرانی بودن هستند و می‌توانند سبب هویت‌یابی در دانش‌آموزان شوند بنابراین بهتر است از انواع نمادها در کتاب درسی استفاده شود و تنها، توجه به یک خرده مولفه در مولفه نمادها نباشد. با توجه به اینکه تمامی این نمادها نشان‌دهنده ایران است و هرکس با دیدن آن‌ها ایران در ذهنش می‌آید، انتظار می‌رفت از نمادهای بیشتری استفاده می‌شد و در عکس‌های کتاب، اشاره‌ای به پرچم ایران، پلاک ایرانی خودروها و... می‌شد.

پس از نمادها، مولفه ارزش‌ها بیشترین توجه را به خود اختصاص دادند. در بین ارزش‌ها، ارزش اجتماعی بیشترین توجه را به خود اختصاص داده است. با توجه به اینکه شیمی دوازدهم بستر مناسبی برای آشنایی با شیمی سبز، توسعه پایدار و حفظ محیط زیست است، این امکان محقق شده و ارزش اجتماعی از جایگاه خوبی در میزان توجه برخوردار است. ارزش اقتصادی و ارزش اخلاقی و مذهبی از تنوع و فراوانی خوبی در کتاب برخوردارند. بعد از مولفه ارزش‌ها، مولفه میراث فرهنگی بیشترین فراوانی و میزان توجه را به خود اختصاص داده است. در این بخش کمترین توجه مربوط به خرده فرهنگ‌هاست و با وجود اقوام ایرانی مختلف با خرده فرهنگ‌های متفاوت، ذکر هیچ کدام از خرده فرهنگ‌های ایرانی در کتاب مشاهده نشد.

آشنایی دانش‌آموزان با خرده فرهنگ‌های ایرانی سبب می‌شود که دانش‌آموزان شناخت بیشتری نسبت به زیبایی‌های موجود در مناطق مختلف پی ببرند و نسبت به کشور خود و اقوام گوناگون احساس تعلق بیشتری داشته باشد. بیشترین توجه در بخش میراث فرهنگی به اماکن و بناهای ایرانی بودند که مناسب است و سبب آشنایی دانش‌آموزان با اماکن مختلف کشور خود می‌شود. با توجه به وجود منابع بسیار زیاد از شعر و نثر فارسی و نویسنده و شاعران معروف ایرانی، انتظار می‌رفت نظم و نثر ادبی در کتاب بیشتر به چشم بخورد. با توجه به کم بودن سرانه مطالعه‌ی کتاب در کشور، بهتر بود کتاب‌های بیشتری به دانش‌آموزان معرفی شود. همچنین بهتر بود از کتاب‌های دانشمندان معاصر نیز نام برده شود. با توجه به مطالب موجود در کتاب شیمی تعداد آیات و احادیث مناسب و کافی به نظر می‌رسد. پس از میراث فرهنگی، بیشترین توجه به وقایع و رویدادها شده است. تاریخ ایران از وقایع و رویدادهای بسیار مهمی برخوردار است که آموزش آن‌ها به دانش‌آموز می‌تواند اندوخته‌ی تاریخی آن‌ها را غنی‌تر کرده و سبب شود مهم‌ترین فایده‌ی تاریخ یعنی عبرت‌آموزی در آنان محقق گردد.

آخرین مولفه‌ای که در کتاب درسی مورد توجه قرار گرفته است مشاهیر و شخصیت‌هاست. نام بردن دانشمندان و شیمیدانان ایرانی جایگاهی در این کتاب نداشته و نام افراد متخصص ایرانی در رشته شیمی برده نشده است. بهتر است برای آشنایی دانش‌آموزان با افراد موفق ایرانی و پژوهشگران معاصر و یا غیر معاصر در رشته شیمی نام آن‌ها آورده می‌شد. نام بردن دانشمندان معاصر ایرانی می‌تواند به خودباوری دانش‌آموزان و ایجاد حس غرور و افتخار ملی در آن‌ها نقش اساسی داشته باشد. همچنین برای آشنایی بیشتر دانش‌آموزان با هریک از شخصیت‌های نام برده شده در کتاب، بهتر بود در نقاط مختلف کتاب درباره آن‌ها بیشتر صحبت می‌شد و نامشان تکرار می‌شد. پیشنهاد می‌شود به کتاب شیمی (۳) به عنوان ظرفیتی برای آشنایی هرچه بیشتر دانش‌آموزان با هویت ملی خود، توجه بیشتری مبذول گردد.

تعارض منافع

«هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»

COPYRIGHTS



©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

منابع

- ایشانی، طاهره؛ حاجی حسین، منیژه (۱۳۹۶). نقش کتاب فارسی بخوانیم دوره ابتدایی در هویت ملی با تاکید بر فرهنگ و میراث فرهنگی. مطالعات ملی، ۱۸(۲)، ۱۱۵-۱۳۱.
- ایمان زاده، معصومه؛ فرخی، نورعلی (۱۳۹۷). الگوی روابط ساختاری بین سرمایه روان شناختی و هویت ملی با میانجی گری خودکارآمدی، کفایت اجتماعی و فرهنگ شهروندی در دانش آموزان دختر. روانشناسی مدرسه، ۷(۳)، ۴۵-۶۶.
- بازوند، علی؛ حسن زاده، مرتضی (۱۴۰۱). بررسی چگونگی و میزان نمود عناصر هویت ملی مذهبی در کتاب های نونگاشت فارسی متوسطه اول و دوم. آموزش پژوهی، ۸(۲۹)، ۷۶-۹۲.
- پادیاب، عبدالخالق؛ عسکری، مهران؛ فروغی، حسین (۱۳۹۹). هویت چیست و شکل گیری آن در شخصیت فرد چگونه است. سومین همایش بین المللی روانشناسی، علوم تربیتی و مطالعات اجتماعی، همدان.
- جعفرزاده پور، فروزنده (۱۳۸۹). کتاب درسی و هویت ملی (فرا تحلیل مطالعه های انجام شده درباره کتاب های درسی). مطالعات ملی، ۱۱(۴۲)، ۵۴-۳۱.
- حاجبانی، ابراهیم (۱۳۷۹). تحلیل جامعه شناختی هویت ملی ایران و طرح چند فرضیه. مطالعات ملی، ۲(۵)، ۲۲۸-۱۹۳.
- حجت، مهدی (۱۳۸۰). میراث فرهنگی در ایران: سیاست ها برای یک کشور اسلامی. تهران: انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور، ۱-۴۵.
- خجسته، فردوس؛ عصاره، علیرضا؛ حاجبانی، ابراهیم (۱۴۰۰). بررسی چالش های هویت ملی در برنامه ی درسی دوره دوم متوسطه. مطالعات مدیریت و رهبری در سازمان های آموزشی، ۱(۲)، ۲۹-۵۱.
- خدایار، ابراهیم؛ فتحی، اعظم (۱۳۸۷). هویت ملی در کتاب های درسی آموزش و پرورش، مورد مطالعه: مقطع متوسطه. مطالعات ملی، ۹(۳۵)، ۲۷-۵۲.
- ذوالفقاری، حسن (۱۳۸۶). هویت ایرانی و دینی در ضرب المثل های فارسی. مطالعات ملی، ۸(۳۰)، ۵۲-۲۷.
- صالحی، ابراهیم؛ شکیباییان، طناز (۱۳۸۶). بررسی میزان توجه به مولفه های هویت ملی در کتاب های درسی دوره آموزش ابتدایی. مطالعات ملی، ۸(۱)، ۶۳-۸۴.
- علوی مقدم، سید بهنام؛ داورپناه، زهرا (۱۳۹۳). تحلیل محتوای مولفه های هویت ملی در کتب آموزش زبان فرانسه دوره های راهنمایی، دبیرستان - پیش دانشگاهی. نوآوری های آموزشی، ۱۳(۴)، ۱۴۰-۱۱۷.

- فیاض، ایراندخت؛ ایمانی، فریبا (۱۳۸۹). بررسی نمادهای هویت ملی در کتاب های درسی تاریخ و علوم اجتماعی دوره متوسطه رشته های علوم انسانی، تجربی و ریاضی فیزیک در سال تحصیلی ۸۹-۱۳۸۸. روانشناسی تربیتی، ۶(۱۷)، ۶۸-۳۰.
- لقمان نیا، مهدی؛ خامسان، احمد (۱۳۸۹). جایگاه هویت ملی در نظام آموزش و پرورش ایران. تحقیقات فرهنگی ایران، ۳(۲)، ۱۴۷-۱۷۱.
- لقمان نیا، مهدی؛ خامسان، احمد (۱۳۹۰). شناسایی مولفه های هویت ملی در برنامه های درسی بر اساس روش داده بنیاد. نوآوری های آموزشی، ۱۰(۴)، ۵۶-۳۳.
- معروفی، یحیی؛ پناهی توانا، صادق (۱۳۹۲). کتاب های ادبیات فارسی دوره متوسطه و بازنمایی مولفه های هویت ملی (دیدگاه دبیران). مطالعات ملی، ۱۴(۵۵)، ۱۲۲-۱۰۷.
- ملکی، حسن (۱۳۹۹). تحلیل محتوای کتاب های درسی. تهران: آبیژ، ۱.
- موسی پور، بتول (۱۳۹۷). بررسی مولفه های هویت ملی در کتاب ریاضی و آمار ۱ پایه دهم. پویش در آموزش علوم پایه، ۴(۱۰)، ۱۸-۱۰.
- مومنی، فاطمه (۱۴۰۰). تحلیل محتوای شیمی دهم بر اساس مولفه های هویت ملی. سومین همایش ملی آموزش شیمی، تهران.
- میرزاپور، سمیرا؛ زمانی مقدم (۱۴۰۰). بررسی کارکرد آموزش و پرورش در نهادهای سازی هویت ملی دانش آموزان (در ابعاد سیاسی-جغرافیایی و دینی). مطالعات ملی، ۲۲(۲)، ۴۷-۲۷.
- نوشادی، محمدرضا؛ شمشیری، بابک؛ احمدی، حبیب (۱۳۹۰). نقش و کارکرد کتاب های تعلیمات اجتماعی پنجم دبستان و سوم راهنمایی در شکل گیری هویت ملی. پژوهش های برنامه درسی، ۲(۱)، ۱۳۹-۱۷۰.
- هاشمی، سیدضیا؛ قربانعلی زاده، مژده (۱۳۹۳). هویت ملی در کتب مطالعات اجتماعی دوره ابتدایی. مطالعات ملی، ۱۵(۶۰)، ۷۱-۴۹.
- یارمحمدیان، محمد حسین (۱۳۸۱). اصول برنامه ریزی درسی. تهران: انتشارات یادواره کتاب، ۱.
- یاوری، حمیدرضا و نصیری، مسعود (۱۳۹۴). بررسی میزان توجه به مولفه های هویت ملی و مذهبی در کتاب های هدیه های آسمان و فارسی بخوانیم دوره آموزش ابتدایی. دومین کنفرانس بین المللی پژوهش در علوم رفتاری و اجتماعی، تهران.