مقاله پژوهشی

پژوهش در آموزش شیمی، سال سوم، شماره اول، صفحات ۵۷-۷۴

پژوهش در آموزش شیمی

http://chemedu.cfu.ac.ir

# بررسی کج‌فهمی دانش‌آموزان دوره دوم متوسطه درباره مفاهیم مول و جرم اتمی

عاطفه همایی مقدم [۱*]، منا شاهوند [۲]، سیده شقایق صادقی حاجی بابا [۳]

*[۱و۲و۳] دانشجوی کارشناسی گروه شیمی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران*

## چکیده

از آنجایی که دانش‌آموزان با مجموعه‌ای از باورها نشأت گرفته از دوران کودکی به سمت آموزش سوق می‌یابند، درک چگونگی یادگیری دانش‌آموزان می‌تواند به معلمان کمک کند تا استراتژی‌های موثر برای تدریس را تدوین کنند. شیمی یکی از مهمترین شاخه‌های علم است که به فراگیران امکان درک آنچه در اطراف آن‌ها اتفاق می‌افتد را فراهم می‌سازد. از آنجا که موضوعات شیمی عموماً مرتبط با ساختار ماده هستند، شیمی یک موضوع مشکل برای بسیاری از دانش آموزان است. بنابراین در این مقاله سعی شده است تا یکی از رایج‌ترین کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان مقطع متوسطهٔ دوم با مفهوم جرم اتمی- مول و بیان علل این کج-فهمی‌ها در این پژوهش مورد تحقیق قرار گرفته شد. این مقاله با طرح پرسش‌نامه‌ای شامل ۱۰ سوال چهارگزینه‌ای و قرار دادن آن در اختیار دانش‌آموزان استان‌های قزوین و همدان بصورت مجازی، به قلم تحریر درآمده است. براساس نتایج بدست‌آمده اینگونه برآورد شد که بیشتر دانش‌آموزان در درک مفهوم جرم اتمی و مول، دچار کج‌فهمی هستند و این مفاهیم را بطور کامل نیاموختند و این امر ممکن است منجر به اشتباهات متعدد در حل مسائل شیمی شود. بنابراین با انجام این پژوهش، سعی براین بود که کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان مشخص شود تا معلمان در حین تدریس، راهکارهایی را برگزینند که اینگونه کج‌فهمی‌ها را به حداقل برساند.

**کلیدواژه‌ها:** کج‌فهمی، آموزش شیمی، مول، جرم اتمی، دورهٔ دوم متوسطه.

* نویسنده مسئول: (atefeh.homaee@gmail.com ✉)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۱

## مقدّمه

آخرین مطالعات در زمینه آموزش علوم نشان می‌دهد که کودکان و نوجوانان تصاویر و ایده‌های بسیاری در مورد طبیعت و محیط پیرامون خود دارند. به عنوان مثال نیسونت[1] طبق تحقیقات خود اظهار داشت: "حتی از همان روزهای ابتدایی، کودکان در حال پرورش ایده‌های خود در مورد طبیعت و زندگی روزمره هستند. آنها در حال جستجوی علت و معلول هستند، اینکه اگر بگذارند چیزی به زمین بیفتد، اگر چیزهایی را فشار دهند، بکشند یا پرتاب کنند چه اتفاقی می افتد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که آن‌ها اغلب در تعارض با آن‌هایی هستند که به طور معمول مورد قبول جامعه علمی هستند. تحقیقات نشان داده است که این پیش‌فرض‌های یادگیری و درک مطلب، مانع درک مفاهیم علمی مدرن می‌شود (بریک[2] و همکاران[3]، ۲۰۰۹). به طور کلی، عقاید غلط دانش‌آموزان در مورد یک موضوع خاص، کج‌فهمی نامیده می‌شود که مانع یادگیری می‌شود و در برابر تغییر بسیار مقاوم هستند. در شیمی، دانش‌آموزان در بسیاری از زمینه‌ها مانند مفهوم مول، دچار کج‌فهمی می‌شوند. آموزش علوم، متمرکز بر فراهم آوردن فرصت‌هایی برای دانش‌آموزان است که در آن تعارض شناختی دارند و براساس تجربه خود ساختارهای مختلفی را ایجاد می‌کنند (یوزانتیریاکی[4]، ۲۰۰۳).

درک شیمی برای برخی از دانش‌آموزان مبحثی دشوار است؛ زیرا حاوی مفاهیمی انتزاعی مانند مول، مولکول و ذرات است (سیسوانینگسیه[5] و همکاران[6]، ۲۰۱۷). در حقیقت، برخی از مباحث شیمی وجود دارد که می‌توان به عنوان مثال یک راه‌حل مشاهده کرد یا مثلاً واکنش احتراق را نشان داد، با این وجود برخی از موضوعات شیمی وجود دارد که به راحتی نمی‌توان آن‌ها را نشان داد؛ بنابراین دانش‌آموزان نمی‌توانند بطور مستقیم ببینند؛ مانند اتم‌ها و الکترون‌ها. از لحاظ تاریخی، معلمان مبتدی در شیمی مفهوم مول را به عنوان سخت‌ترین قسمت دوره تدریس نامگذاری کرده‌اند (اشتاینر[7]، ۱۹۸۶).

---

[1] Nieswandt
[2] Brake
[3] Hazari, yitbarek
[4] Uzuntiryaki
[5] Siswaningsih
[6] Siswaningsih, Firman, Zackiyah and A Khoirunnisa
[7] Steiner

کمبودهای جدی در آموزش می‌تواند ناشی از مشکلات یادگیری گزارش‌شده در مقاله‌ها باشد. دانش‌آموزان در مدیریت مفاهیم "مقدار ماده" و "مول" مشکلات قابل توجهی دارند (فوریو[1]، آزکونا[2] و گویساسولا[3]، ۲۰۰۲).

طبق بیانات بریک و همکاران به نقل از گابل[4] (۲۰۰۹)، بسیاری از معلمان با تحقیقات آموزش علوم در مورد باورهای غلط آشنایی ندارند و یا آن را تأیید نمی‌کنند. بنابراین، قصد ندارند که آن‌ها را در برنامه سخنرانی خود بگنجانند:" احتمالاً از هر ده معلم، نه نفر از تحقیق در مورد سوتفاهم دانش‌آموزان آگاهی ندارند یا از روش‌های خنثی کردن این عقاید غلط در دستورالعمل‌های خود استفاده نمی‌کنند". پس از همه معلمان انتظار می رود که نه تنها آگاهی خود را در مورد روش‌های تشخیصی موجود برای یافتن سوتفاهم افزایش دهند، بلکه آن‌ها را در دروس خود پیاده کنند.

بنابراین در این مقاله تصمیم گرفته شد که به بررسی کج‌فهمی دانش‌آموزان دورهٔ متوسطه در مبحث جرم اتمی-مول پرداخته شد و کمکی به جامعهٔ معلمان کرده و درصدد بیان مشکلات دانش-آموزان در این مبحث پرداخته شود.

**۱-مفهوم مول-جرم اتمی**

مول مقداری از هر ماده است که تعداد ذرات بنیادی آن (اتم یا مولکول) برابر با تعداد اتم‌های موجود در ۱۲ گرم از کربن ۱۲ است و این تعداد عدد آوودگادرو نامیده می‌شود که با $۶.۰۲۲۱۴ \times ۱۰^{۲۳}$ برابر می باشد. جرم اتمی (atomic mass) یا جرم نسبی، جرم یک ذره اتمی زیر اتمی یک مولکول است.

در مفهوم جرم اتمی مقدار عددی اختصاص داده شده به هر عنصر در جدول تناوبی بازتاب متوسط و فراوانی اتم‌هایی است که یک عنصر طبیعی را تشکیل می‌دهند و یک مقدار ترکیبی می‌باشد (لایددی[5]، ۲۰۰۴). طبق نظر گابل (۱۹۸۷) مفهوم جرم اتمی صرفا نشان دادن عددی جرم عنصر در حالت پایه می‌باشد.

شیمیدان‌ها در سده‌های ۱۸ و ۱۹ میلادی موفق شدند به روش تجربی جرم بسیاری از اتم‌های شناخته شده تا آن زمان را به طور نسبی اندازه‌گیری کنند. به دلیل سختی این روش آن‌ها ناگزیر

---

[1] Furio
[2] Azcona
[3] Guisasola
[4] Ghabel
[5] Lide

شدند جرم خاصی را به یک عنصر معین نسبت دهند و سپس به کمک آن جرم سایر عناصر را اندازه‌گیری کنند و برای این منظور کربن ۱۲ که فراوان ترین عنصر کربن را انتخاب کردند.

**۲-منشا کج‌فهمی‌ها**

بعضی از دانش آموزان وارد هر کلاس یا هر درس جدید که می شوند تصوراتی با خودشان دارند که بیشتر محققان به این تصورات کج فهمی می گویند. بعضی کج فهمی‌ها از تجارب گذشته دانش-آموزان و برخی از تدریس‌های نادرست قبلی نشات می‌گیرد، اما اغلب علت مشخصی ندارند. بیشتر نظریه‌های علمی که مورد مطالعه، تفسیر و تحلیل قرار می‌گیرند، به فراگیر تحمیل می‌شوند که با نبودن شکل یا طرح کامل و دقیق، دانش‌آموز به صورت قیاسی، تکه‌هایی از آنها را سرهم می‌کند تا مقداری از کل مطلب از پیش دریافت شده با داده‌های موجود متناسب شود.

مفاهیم درسی شیمی اغلب مفاهیم انتزاعی هستند که مرکزی برای یادگیری بیشتر در شیمی و علوم دیگر است. این مفاهیم انتزاعی مهم هستند، زیرا مفاهیم یا نظریه‌ها بیشتر نمی‌توانند به راحتی درک شوند اگر این مفاهیم زیربنایی به اندازه کافی توسط دانش‌آموز درک نشده باشند . طبیعت انتزاعی شیمی همراه با دیگر مشکلات یادگیری محتوی به این معنی است که کلاس‌های شیمی نیاز به یک مجموعه مهارت‌های سطح بالا دارند.

یکی از ویژگی‌های مهم شیمی، اثر متقابل دائمی بین سطوح ماکروسکوپی و میکروسکوپی است و این جنبه از یادگیری فیزیک است که چالش بزرگی را برای نوآموزان نشان می‌دهد. جانستون در مطالعه اولیه خود گزارش داد که حوزه‌های مشکل در این زمینه، از دیدگاه دانش آموزان، به خوبی در آموزش باقی مانده‌اند .از مهم‌ترین مشکلات دانش آموزان، مول، است . شیمی، با ماهیت تجربی بودن مفهومی است. در حالی که بیشتر دانش را می‌توان از طریق یادگیری طوطی‌وار به دست آورد، درک واقعی شیمی نیاز به جمع کردن برداشت‌های مفهومی به شیوه‌ای معنی‌دار دارد (گیلبرت[1] و واتس[2]، ۱۹۸۳).

در شیمی مساله مول و جرم اتمی به این دلیل دشوار می‌شود که مفاهیمی که حل مساله بر آن استوار است به ماهیت ذره‌ای ماده مرتبط است تا خواص ماکروسکوپی آن. این کار به معلم نیاز دارد تا یک نمونه بسیار کوچک از اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها را نشان دهد. در واقع، از آنجا که این مفاهیم شامل مقادیر بسیار زیادی از ذرات هستند که در طبیعت بسیار کوچک هستند، ممکن است دانش

[1] Gilbert
[2] Watts

آموزان قادر به برقراری ارتباط بین بازنمایی مواد شیمیایی در سطح میکروسکوپی و چگونگی وجود آن‌ها روی قفسه شیمیایی نباشند (گابل[۱] و شروود[۲]، ۱۹۸۴).

پنج مورد علت کج‌فهمی دانش‌آموزان در درک معنی دار از مفهوم مول-جرم اتمی:

(۱) ناهماهنگی بین رویکردهای آموزشی کتاب درسی و معلم، (۲) واژگان مفهوم مول گیج کننده، (۳) اضطراب ریاضی دانش‌آموزان و عدم توانایی استدلال متناسب، (۴) سطح شناختی یادگیرندگان و (۵) عدم عمل در حل مشکل.

بنابراین، کج‌فهمی دانش‌آموزان شیمی برای درک مفهوم مول و جرم اتمی ممکن است به ترکیبی از عوامل ایجاد شده توسط تعاملات کتاب درسی، معلم و یادگیرنده نسبت داده شود (لارسون[۳]، ۱۹۹۷).

**۳-راه‌های پیشگیری از کج‌فهمی یا رفع آن**

وظیفه معلم به عنوان یکی از ساختارهای آموزش این است که با انتخاب روش‌های صحیح و نوین و استفاده از کلمات غیر انتزاعی تصورات غیرعلمی و از پیش پنداشته دانش‌آموزان را به سمت و سوی جدید و درست هدایت کند تا این تصورات زیربنای تصورات نادرست بعدی نباشند و در نهایت فرد در نیمه‌های راه علم آموزی دچار سردرگمی نشود.

دیدگاه‌های دانش‌آموزان نتیجه تعامل اجتماع و دانش مدرسه‌ای آن‌ها می‌باشد؛ در کلاس شیمی نخست باید دیدگاه‌های معمولی دانش‌آموزان مطرح شود و در ادامه معلم آنان را به بررسی و دقت در دیدگاه شیمیدانان درباره پدیده‌های مشابه تشویق کند. در این میان معلم خود ممکن است منبع کج‌فهمی باشد و مفاهیم را به درستی منتقل نکند (یوزانتریاکی[۴]، ۲۰۰۳).

معلم بعد از اصلاح کج‌فهمی باید بتواند آن را شناسایی کند که اجرای آزمون‌های مفهومی می‌تواند در این قسمت کاربردی عمل کند و شناسایی ریشه کج‌فهمی را هم می‌تواند با برگشتن به عقب مرور کند. در واقع علاوه بر رسیدن به پاسخ سوالات خود باعث می‌شود دانش‌آموز از طریق یادگیری فعال اشتباه را خود پیدا کند.

یکی از راه‌ها، استفاده از آموزش‌های شهودی است که باعث می‌شود فراگیر مفهوم نادرستی که ملکه ذهن خود کرده است را به فراموشی بسپارد (طباطبایی بافقی، ۱۳۹۶).

---

[1] Gabel
[4] Sherwood
[3] Larson
[4] Uzuntiryaki

## پیشینهٔ تحقیق

حسنعلیان (۱۳۹۶) به مفهوم و چرایی کج‌فهمی پرداخته است و بیان می‌کند که یکی از چالش-های بزرگ بر سر راه آموزش، برداشت‌های شخصی و نادرست از گفته‌ها و نوشته‌های علمی است که اصطلاحاً کج‌فهمی نامیده می‌شود. از عوامل ایجاد کج‌فهمی در علم شیمی می‌توان به عدم درک صحیح جملات، بزرگی یا کوچکی بیش از حد اعداد در علم مورد مطالعه، پیش تصورات قبل از علم، ملموس نبودن برخی مباحث علمی و... اشاره کرد.

لارسون (۱۹۹۷) در پژوهش خود بیان می‌دارد که مفهوم مول به عنوان یکی از سخت‌ترین مباحث آموزش و یادگیری در برنامه درسی شیمی شناخته شده است و درک دانش‌آموزان از این مبحث و ارتباط آن با ارائه کتاب درسی و تأثیرات معلم بررسی می‌شود.

استاور[1] و لومپ[2] (۱۹۹۵) در پژوهش خود به دنبال این هستند که تعریف دانش‌آموزان از مفهوم مول و چگونگی برقراری ارتباط میان هویت عددی جرم مولی و عدد اتمی توسط دانش‌آموزان و درک دانش‌آموزان از مفهوم مول و ارتباط آن با هویت عددی عدداتمی، را بیابند.

اوزمن[3] (۲۰۰۴) در مقالهٔ خود بیان می‌دارد که باورهای غلط دانشجویان قبل یا بعد از آموزش رسمی به یکی از نگرانی‌های اصلی محققان در زمینه آموزش علوم تبدیل شده است؛ زیرا آن‌ها بر چگونگی یادگیری دانش علمی جدید توسط دانش‌آموزان تأثیر می‌گذارند، در یادگیری بعدی نقش اساسی دارند و مانعی در دستیابی به دانش صحیح هستند.

فوریو[4] و همکاران[5] (۲۰۰۰) در پژوهش خود بیان می‌دارد که طی دهه‌های اخیر نگرانی فزاینده‌ای در مورد آموزش و یادگیری مفهوم مول، یکی از هفت کمیت اساسی فیزیکی، وجود داشته است. این یک مسئله مهم است، نه تنها به دلیل عواقبی که ممکن است در آموزش و یادگیری این مفهوم داشته باشد، بلکه همچنین به دلیل عواقب آن در حل مشکلات استوکیومتری. این مطالعه به بررسی دلایل عدم درک دانش‌آموزان در مفهوم مول پرداخته است.

## روش پژوهش

---

[1] Staver
[2] Lumpe
[3] Ozmen
[4] Furió
[5] Azcona, Guisasola, Ratcliffe

این پژوهش به روش توصیفی-تحلیلی انجام شده است. بدین منظور پرسش‌نامه‌ای شامل ۱۰ سوال چهارگزینه‌ای طراحی شد. پرسشنامه‌ها در ارتباط با مفهوم مول-جرم اتمی مطرح شده در کتاب درسی شیمی دهم، دورهٔ دوم متوسطه بودند. جهت پاسخگویی دانش‌آموزان از دو استان همدان و قزوین، پرسشنامه در اختیار ۷۵ دانش‌آموز از طریق گروه‌های تلگرامی درسی و یا شاد در اختیار دانش‌آموزان پایهٔ دهم قرار داده شد. پس از اجرای پرسشنامه، پاسخ‌های دانش‌آموزان به صورت جدول مورد تحلیل قرار گرفت. جامعهٔ آماری این پژوهش ۷۵ نفر از دانش‌آموزان پایهٔ دهم از استان‌های همدان و قزوین بودند.

## نتایج و بحث

سوال اول، به منظور ارزیابی مفاهیم جرم مولی و جرم اتمی (amu) طراحی شده است:

*سوال ۱-کدام گزینه صحیح است؟*

*۱) اگر جرم اتم A، ۵/۵ برابر جرم اتم $_{۲}X^{۱۲}$ باشد، جرم اتم A برابر ۳۳amu است.*

*۲) جرم یک مول از هر ماده با وزن مولکولی آن ماده برابر نیست.*

*۳) جرم یک مول اتم از یک ماده بر حسب گرم با جرم آن در واحد جرم اتمی (amu) برابر است.*

*۴) دو واحد amu و g/mol معادل و هم تراز هم نیستند.*

درصد پاسخهای داده شده به هر گزینه در جدول ۱ آورده شده است.

**جدول۱-نحوهٔ پاسخگویی دانش‌آموزان و کج فهمی شناسایی شده**

| گزینه ها | درصد پاسخگویی | کج فهمی شناسایی شده |
|---|---|---|
| گزینه۱ | ۱۴/۷ ٪ | اگر جرم اتم A، ۵/۵ برابر جرم اتم $_{۲}X^{۱۲}$ باشد، جرم اتم A برابر ۶۶amu است. |
| گزینه۲ | ۲۸٪ | جرم یک مول از هر ماده با وزن مولکولی آن ماده برابر است. |
| گزینه۳ | ۳۶٪ | پاسخ صحیح. |
| گزینه۴ | ۲۱/۳ ٪ | دو واحد amu و g/mol معادل و همتراز هم هستند. |

دانش‌آموزانی که گزینه ۱ را انتخاب کرده‌اند، رابطه بین عدد جرمی با amu را به خوبی درک نکرده‌اند. این دانش‌آموزان درک نکرده‌اند که عدد جرمی همان جرم اتم بر حسب amu می‌باشد.

دانش‌آموزانی که گزینه ۲ را انتخاب کرده‌اند در واقع درک صحیحی از وزن مولکولی ندارند؛ آنها تصور نموده‌اند که جرم یک مول از ماده متفاوت از وزن مولکولی آن است، در حالی که جرم یک مول از ماده با وزن مولکولی آن ماده برابر است. دانش‌آموزانی که گزینه ۴ را انتخاب کرده‌اند برای دو واحد همتراز amu و g/mol تمایز قائل شده‌اند در حالی که این دو واحد معادل یکدیگر هستند.

سوال دوم، به منظور ارزیابی مفاهیم جرم مولی و جرم اتمی (amu) طراحی شده است:

*سوال ۲-جرم اتمی مس amu ۶۴ است، جرم مولی آن بر حسب گرم کدام است؟*

*۱) ۳۲ ۲) ۶۴ ۳) ۲۹ ۴) ۳۴*

درصد پاسخهای داده شده به هر گزینه در جدول ۲ آورده شده است.

**جدول۲-نحوهٔ پاسخگویی دانش‌آموزان و کج فهمی شناسایی شده**

| گزینه ها | درصد پاسخگویی | کج فهمی شناسایی شده |
|---|---|---|
| گزینه۱ | ٪ ۱۷/۳ | مفهوم جرم اتمی بر حسب amu دو برابر جرم مولی بر حسب گرم نمی‌باشد. |
| گزینه۲ | ٪ ۵۰/۷ | پاسخ صحیح. |
| گزینه۳ | ٪ ۲۱/۳ | عدد اتمی یک ماده با جرم مولی آن بر حسب گرم برابر نیست. |
| گزینه۴ | ٪ ۱۰/۷ | یحتمل است که به عدد سوال با دقت توجه نشده است. |

دانش‌آموزانی که گزینه ۱ را انتخاب نموده‌اند، رابطه بین جرم اتمی و جرم مولی را به درستی درک نکرده‌اند آنها جرم اتمی را دو برابر جرم مولی تصور نموده‌اند که پاسخی اشتباه است؛ چرا که جرم اتمی بر حسب amu با جرم مولی بر حسب gr/mol برابر است. دانش‌آموزانی که گزینه ۳ را انتخاب کرده‌اند تصور نموده‌اند که عدد اتمی ماده با جرم مولی آن بر حسب gr/mol برابر است که پاسخی اشتباه است؛ چرا که عدد جرمی یک اتم با جرم مولی آن بر حسب گرم برابر می‌باشد. دانش‌آموزانی که گزینه ۴ را اتخاب کرده‌اند یحتمل است که با دقت سوال را نخوانده باشند.

سوال سوم، به منظور ارزیابی مفاهیم جرم اتمی و عدد آووگادرو طراحی شده است:

*سوال ۳-کدام گزینه نادرست است؟*

*۱) جرم ۱amu برحسب گرم برابر با Na است.*

*۲) تعداد اتم‌های موجود در یک عنصر را می‌توان با کمک جرم آن بدست آورد.*

*۳) کار با یکای جرم اتمی در آزمایشگاه در عمل ناممکن است.*

*۴) در نمونه یک گرمی از عنصر هیدروژن ($H^1_1$) به اندازه عدد آووگادرو اتم هیدروژن وجود دارد.*

جدول ۳ درصد پاسخهای داده شده به هر گزینه را نشان می دهد.

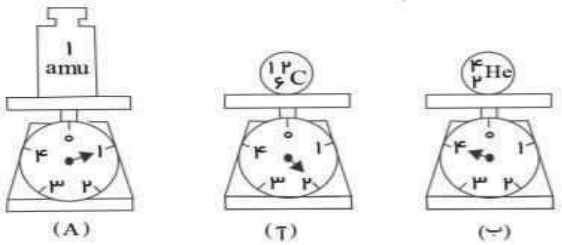
**جدول۳- نحوهٔ پاسخگویی دانش‌آموزان و کج فهمی شناسایی شده**

| گزینه ها | درصد پاسخگویی | کج‌فهمی شناسایی شده |
|---|---|---|
| گزینه۱ | ٪ ۲۴/۳ | پاسخ صحیح. |
| گزینه۲ | ٪ ۲۴/۳ | تعداد اتم‌های موجود در یک عنصر را می‌توان با کمک جرم آن بدست آورد. |
| گزینه۳ | ٪۲۳ | کار با یکای جرم اتمی در آزمایشگاه در عمل ناممکن است. |
| گزینه۴ | ٪ ۲۸/۴ | در نمونه یک گرمی از عنصر هیدروژن به اندازه عدد آووگادرو اتم هیدروژن وجود دارد. |

دانش‌آموزانی که گزینه ۲ را انتخاب کرده‌اند، فقط به این عبارت از متن کتاب شیمی دهم توجه کرده‌اند که «جرم یک ایزوتوپ کربن-۱۲ برابر با عدد ۱۲ است اگر این عدد را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم شود، هر بخش را ۱amu می‌نامند. به این ترتیب مقیاسی به دست می‌آید که به کمک آن می‌توان جرم همه اتم‌ها را اندازه گیری کرد.» اما به این توجه نکرده‌اند که با توجه به این عبارت می‌توان جرم همه اتم‌ها را اندازه گرفت نه تعدا اتم‌های آن‌ها را. انتخاب گزینهٔ ۳ نشان می‌دهد که دانش‌آموزان به این عبارت که «اتم‌ها بسیار ریزند به طوری که نمی‌توان آنهارا به طور مستقیم مشاهده و جرم آن‌ها را اندازه‌گیری کرد. به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند.» ولی نسبت به کلمهٔ مقیاس جرم نسبی دچار کج فهمی شده و تصور بر این دارند که این یکا عملا برای استفاده ممکن نیست و فقط به صورت تئوری و نسبی است. در صورتی که برای ایزوتوپ‌های مختلفی چون هیدروژن اندازه‌گیری شده است. در گزینه ۴ عدد آووگادرو یک ثابت است که معادل تعداد ذرات موجود در یک مول از ماده حساب می‌شود. که در گزینه ۴ یک گرم هیدوروژن معادل یک مول می‌باشد.

در سوال چهارم مبحث جرم اتمی بیان شده است:

*سوال ۴- با توجه به شکل A کدام مورد از ترازوها عدد نادرستی است؟ و مقدار درست کدام است؟*




۱) آ- ۱۲amu ۲) ب- ۲amu ۳) آ- ۶amu ۴) ب- ۱amu

جدول ۴ درصد پاسخهای داده شده به هر گزینه در این سوال را نشان می دهد.

**جدول۴- نحوهٔ پاسخگویی دانش‌آموزان و کج فهمی شناسایی شده**

| گزینه ها | درصد پاسخگویی | کج‌فهمی شناسایی شده |
|---|---|---|
| گزینه۱ | ٪ ۴۱/۹ | پاسخ صحیح. |
| گزینه۲ | ٪۲۳ | - |
| گزینه۳ | ٪ ۲۰/۳ | - |
| گزینه۴ | ٪ ۱۴/۹ | - |

در بحث تشخیص جرم اتم‌ها بر حسب amu، با توجه به نتایج سوال ۴، بیشترین کج‌فهمی دانش‌آموزان در تشخیص و درک برابر بودن عدد جرمی اتم‌ها بر حسب g/mol با واحد amu می باشد. زیرا با توجه به پاسخ‌های دانش‌آموزان، تعداد زیادی از آنها گزینه ۲ و ۳ را که در این دو گزینه عدد اتمی اتم‌ها به عنوان جرم اتم‌ها بر حسب amu تعریف شده است را انتخاب کرده‌اند که این نشان از کج‌فهمی دانش‌آموزان در تشخیص عدد جرمی به عنوان جرم اتم‌ها بر حسب amu است.

سوال پنجم، مفهوم مول، به عنوان یکی از مفاهیم پایه‌ای و کلیدی در علم شیمی و همینطور جرم اتمی مورد بررسی قرار می‌گیرد:

*سوال ۵- کدام گزینه صحیح است؟*

*۱) تعداد اتم‌های موجود در یک مول از هر گونه‌ی شیمیایی، برابر با عدد آووگادرو است.*

*۲) تعداد واحدهای فرمولی در ۷۸/۹ گرم از سدیم پرکلرات ($NaClO_4$) برابر با $۹/۳۴ \times ۱۰^{۲۳}$ می‌باشد.*

*۳) یکای جرم اتمی amu یکای مناسبی برای جرم و کار در آزمایشگاه است.*

*۴) جرم مولی $C^{۲۱}$ برابر است با جرم اتمی آن عنصر بر حسب گرم.*

جدول ۵ درصد پاسخهای داده شده به هر گزینه در این سوال را نشان می دهد.

**جدول۵- نحوهٔ پاسخگویی دانش‌آموزان و کج فهمی شناسایی شده**

| گزینه ها | درصد پاسخگویی | کج فهمی شناسایی شده |
|---|---|---|
| گزینه۱ | ٪ ۳۴/۷ | یک مول از هر گونه شیمیایی برابر با عدد آووگادرو می باشد. |
| گزینه۲ | ٪ ۱۷/۳ | - |
| گزینه۳ | ٪ ۲۶/۷ | گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود؛ این در حالی است که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی برای جرم بشمار می‌آید و کار با آن در آزمایشگاه و در عمل ناممکن است. |
| گزینه۴ | ٪ ۲۱/۳ | پاسخ صحیح. |

دانش‌آموزانی که گزینه ۱ را انتخاب نموده‌اند، مشخص است که تعریف مول و عدد آووگادرو را به طور کامل درک نکرده‌اند. دانش‌آموزانی که گزینه ۲ را انتخاب نموده‌اند، روابط هم‌ارزی میان کمیت‌ها و استفاده از آنها برای تبدیل این کمیت‌ها به یکدیگر با استفاده از کسرهای تبدیل را درک نکرده‌اند.

در نتیجه با بررسی پاسخ‌های داده شده مشخص شد که علت کج‌فهمی دانش‌آموزان این است که آن‌ها تعاریف مول و عدد آووگادرو را به طور کامل درک نکرده‌اند. همچنین عدم درک روابط هم‌ارزی میان کمیت‌ها و استفاده از آنها برای تبدیل این کمیت‌ها به یکدیگر با استفاده از کسرهای تبدیل را می‌توان از دیگر عوامل کج‌فهمی در این باره برشمرد.

سوال ششم، متناسب با مفاهیمی از جرم اتمی (amu) طراحی شده است:

*سوال ۶- کدام مفهوم دربارهٔ جرم اتمی (amu) صحیح است؟*

*۱)جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن۱/۱۲ جرم اتمی میانگین کربن است.*

*۲) جرم پروتون، نوترون و الکترون $1amu$ است.*

*۳) به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم، جرم اتمی گویند.*

*۴) جرم اتمی $^{۷}Li_{۳}$ ، $7amu$ است.*

جدول ۶ درصد پاسخهای داده شده به هر گزینه در این سوال را نشان می دهد.

**جدول۶-نحوهٔ پاسخگویی دانش‌آموزان و کج فهمی شناسایی شده**

| گزینه ها | درصد پاسخگویی | کج‌فهمی شناسایی شده |
|---|---|---|
| گزینه۱ | ٪۲۵ | جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای میسنجند که جرم آن ۱/۱۲ جرم ایزوتوپ کربن است. |
| گزینه۲ | ٪ ۲۰/۸ | جرم پروتون و نوترون amu۱ است. |
| گزینه۳ | ٪ ۲۷/۸ | به مجموع تعداد پروتون و نوترونهای اتم، عدد جرمی گویند. |
| گزینه۴ | ٪ ۲۶/۴ | پاسخ صحیح. |

دانش‌آموزانی که گزینه ۱ را انتخاب کرده بودند، صرفا به عبارت «جرم اتمی میانگین کربن» توجهی نکرده بودند؛ آنها جرم اتمی میانگین کربن را بعنوان مبنای واحد کربنی در نظر گرفتند اما طبق تعریف amu، جرم اتمی فراوان‌ترین ایزوتوپ کربن یعنی کربن۱۲ مبنای واحد کربنی است. از سویی دانش‌آموزانی که گزینه۲ را انتخاب کرده بودند، توجهی به جرم الکترون در واحد amu نداشتند (جرم الکترون تقریبا amu۱/۲۰۰۰ می‌باشد). انتخاب گزینه ۳ به‌عنوان پاسخ درست، نشان-دهندهٔ این است که دانش‌آموزان نتوانسته‌اند مفاهیم عدد جرمی و جرم اتمی را به خوبی درک کنند و تفاوت‌های آنها را بیابند؛ همین امر منجر شده است تا آنها این دو مفهوم را به جای یکدیگر بکار گیرند.

سوال هفتم، به منظور ارزیابی مفاهیم آموخته شده از تعداد اتم‌ها، مول، جرم و کاربرد عدد آووگادرو می‌باشد:

*سوال ۷- نمونه‌ای حاوی ۲/۷ گرم فلز آلومینیوم و نمونه دیگری حاوی ۰/۰۵ مول گاز آرگون است. کدام عبارت در رابطه با این دونمونه درست بیان شده است؟*

*(۱mol Ar= ۴۰ gr و ۱mol Al= ۲۷gr)*

*۱) تعداد اتم‌ها در این دو نمونه مساوی است.*

*۲) هر دو نمونه دارای جرم یکسانی است.*

*۳) تعداد مول‌ها در نمونه آلومینیوم دوبرابر آرگون است.*

*۴) جرم‌های مساوی از این دو نمونه تعداد اتم‌های یکسانی دارند.*

جدول ۷ درصد پاسخهای داده شده به هر گزینه در این سوال را نشان می دهد.

**جدول۷- نحوهٔ پاسخگویی دانش‌آموزان و کج فهمی شناسایی شده**

| گزینه ها | درصد پاسخگویی | کج‌فهمی شناسایی شده |
|---|---|---|
| گزینه۱ | ٪ ۲۳/۹ | با تبدیل جرم Al به مول با استفاده از جرم مولی داده شده در صورت سوال و ضرب مول بدست آمده از Al و مول داده شده از Ar در عدد آووگادرو، متوجه می‌شویم که این گزینه درست نمی‌باشد. |
| گزینه۲ | ٪ ۲۳/۹ | با ضرب جرم مولی در مقدار مول Ar، عددی که بدست می‌آید کمتر از جرم داده شدهٔ Al خواهد بود. |
| گزینه۳ | ٪ ۳۲/۴ | پاسخ صحیح. |
| گزینه۴ | ٪ ۱۹/۷ | از آن جایی که جرم‌های مساوی از این دو نمونه، مول یکسانی نمی‌دهد بنابراین تعداد اتم‌های یکسان نیز نخواهیم داشت. |

انتخاب گزینه‌های ۱ و ۲ و ۴ نشان می‌دهد که دانش‌آموزان همچنان مفهوم جرم، مول و تعداد اتم و عدد آووگادرو به درستی درک نکرده‌اند بنابراین در تبدیل این کمیت‌ها به یکدیگر نیز دچار مشکل هستند.

سوال هشتم به منظور ارزیابی مفهوم عددآووگادرو و مول طراحی شده است:

*سوال ۸- کدام گزینه مقایسه شمار اتم‌های موجود در جرم‌های یکسان از عناصر زیر را به درستی نشان می دهد؟*

$_{13}^{27}Al$ $_{30}^{65}Zn$ $_{29}^{64}Cu$ $_{16}^{32}S$

۱) $Zn<Cu<S<Al$ ۲) $Al<S<Cu<Zn$ ۳) $Al=S=Cu=Zn$ ۴) $Cu<Zn<Al<S$

درصد پاسخهای داده شده به هر گزینه در این سوال در جدول ۸ مشخص شده است.

**جدول۸- نحوهٔ پاسخگویی دانش‌آموزان و کج فهمی شناسایی شده**

| گزینه ها | درصد پاسخگویی | کج‌فهمی شناسایی شده |
|---|---|---|
| گزینه۱ | ٪ ۳۷/۳ | پاسخ صحیح. |
| گزینه۲ | ٪ ۲۲/۷ | یحتمل است که به کوچکی و بزرگی کسرهای حاصل توجهی نشده باشد. |
| گزینه۳ | ٪ ۲۱/۳ | مفهوم جرم یکسان به معنای مول یکسان و در نتیجه تعداد اتم یکسان نیست. |
| گزینه۴ | ٪ ۱۸/۷ | - |

پاسخ‌های غلط در این سوال می‌تواند نشان‌دهندۀ ضعف ریاضی در دانش‌آموزان، عدم درک مفهوم مول و جرم مولی و تعداد اتم و عدد آووگادرو و در نتیجه، عدم تشخیص درست در تبدیل کمیت جرم عنصر به مول و تبدیل آن به تعداد اتم با استفاده از عدد آووگادرو باشد.

سوال نهم در مباحث جرم مولی، عدد آووگادرو و جرم اتمی طراحی شده است:

*سوال ۹- کدام گزینه درست است؟*

*۱) جرم یک مول ذره بر حسب عدد آووگادرو، جرم مولی آن نامیده می‌شود.*

*۲) $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ از هر ذره یک مول از آن ذره گویند.*

*۳) با تعریف amu، شیمیدان‌ها موفق به اندازه‌گیری جرم اتمی میانگین عناصر و ذرات زیراتمی شدند.*

*۴) یکای جرم مولی mol/gr است.*

*درصد پاسخهای داده شده به هر گزینه در این سوال در جدول ۹ مشخص شده است.*

**جدول۹- نحوۀ پاسخگویی دانش‌آموزان و کج فهمی شناسایی شده**

| گزینه ها | درصد پاسخگویی | کج‌فهمی شناسایی شده |
|---|---|---|
| گزینه۱ | ٪ ۲۰/۳ | جرم یک مول ذره بر حسب گرم، جرم مولی آن نامیده می‌شود. |
| گزینه۲ | ٪ ۳۱/۱ | پاسخ صحیح. |
| گزینه۳ | ٪۲۳ | با تعریف amu، شیمیدان‌ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و همچنین جرم ذره‌های زیراتمی شدند. |
| گزینه۴ | ٪ ۲۵/۷ | یکای جرم مولی gr/mol است. |

انتخاب گزینه۱ به عنوان پاسخ، نشان می‌دهد که دانش‌آموزان هنوز مفهوم جرم مولی را بطور کامل و درست درک نکرده‌اند و نتوانستند میان جرم مولی و عدد آووگادرو رابطۀ درستی برای خود ترسیم کنند؛ طبق متن کتاب شیمی دهم، جرم یک مول ذره بر حسب گرم، جرم مولی آن نامیده می‌شود و $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ از هر ذره را یک مول می‌نامند. دررابطه با گزینه ۲ می‌توان این گونه بیان داشت که طبق متن کتاب، شیمیدان‌ها با تعریف amu موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و همچنین جرم ذرات زیراتمی اندازه‌گیری کنند. دانش‌آموزانی که گزینه ۳ را بعنوان پاسخ درست انتخاب کردند احتمالا به عبارت «جرم اتمی میانگین» در صورت گزینه توجهی نداشتند و مفاهیم

جرم اتمی و جرم اتمی میانگین را به خوبی درک نکردند و همین امر موجب شده تا این دو عبارت را به جای یکدیگر بکار گیرند. عدم درک مفهوم جرم مولی نیز منجر شده تا برخی گزینه ۴ را انتخاب کنند؛ عدم درک مول می‌تواند منجر به عدم درک درست از یکای جرم مولی باشد.

سوال دهم مرتبط با مفاهیم مول و عدد آووگادرو و تعداد اتم در یک عنصر و رابطهٔ میان مول و عدد آووگادرو بوده است:

*سوال ۱۰- در ۴ مول از گاز نیتروژن چند اتم نیتروژن وجود دارد؟*

*۱) ۴×۶/۰۲×۱۰^۲۳ ۲) ۸×۶/۰۲×۱۰^۲۳ ۳) ۲×۶/۰۲×۱۰^۲۳ ۴) ۶×۶/۰۲×۱۰^۲۳*

درصد پاسخهای داده شده به هر گزینه در این سوال در جدول ۱۰ مشخص شده است.

**جدول۱۰- نحوهٔ پاسخگویی دانش‌آموزان و کج فهمی شناسایی شده**

| گزینه ها | درصد پاسخگویی | کج‌فهمی شناسایی شده |
|---|---|---|
| گزینه۱ | ٪ ۳۹/۵ | رابطهٔ میان تعداد اتم در یک عنصر و عدد آووگادرو. |
| گزینه۲ | ٪ ۲۳/۷ | پاسخ صحیح. |
| گزینه۳ | ٪ ۱۸/۷ | روابط کمی میان تعداد اتم‌ها و مول. |
| گزینه۴ | ٪ ۱۷/۱ | - |

دانش‌آموزانی که گزینهٔ ۱ را انتخاب کرده‌اند به تعداد اتم‌های موجود در گاز نیتروژن هیچ توجهی نشان ندادند؛ آنها صرفا به این موضوع توجه کردند که چون هر مول از هرماده شامل $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ مقدار از همان ماده است در حالی که هر ماده‌ای از تعدادی اتم تشکیل شده است و این همان چیزی است که در صورت سوال مطرح شده است و آنهایی که گزینه‌های ۳ و ۴ را انتخاب کرده‌اند نشان‌دهندهٔ آن است که بین روابط کمی میان تعداد اتم‌های هر عنصر و مول آن دچار ضعف هستند.

## نتیجه گیری

دانش‌آموزان در مفاهیم مختلف دچار کج‌فهمی هستنند و یکی از نگرانی‌های معلمان و پژوهشگران از گذشته تا به امروز باورهای غلط دانش‌آموزان است که ممکن است این باور غلط یا به عبارتی کج‌فهمی در ذهن او به گونه‌ای ثبت شود که حتی با رسیدن به انتهای جادهٔ دانش‌آموزی و پایان دورهٔ متوسطه، مفاهیم مهم و پایه‌ای در علوم پایه را همچنان بصورت غیرعلمی در ذهن خود

نگه داشته باشد. براساس این مقاله، یکی از این مفاهیم، مفهوم جرم اتمی- مول است که دراین مقاله مورد بررسی قرار گرفت و این مفاهیم، مفاهیمی پایه‌ای در علم شیمی است که ارتباط تنگاتنگی با مفاهیم دیگر شیمی و حل مسائل دارد.

و همانگونه که مشاهده شد، شاید مفهوم مول و جرم اتمی جز مفاهیم ساده‌ای باشد ولی عدم درک درست و عمیق این مفاهیم می‌تواند منجر به کج‌فهمی و یادگیری نادرست شود و دانش‌آموز را در امور مسائل شیمی دچار اشتباهات ریز و درشت کند؛ لذا معلمان می‌توانند با بهره‌گیری از روش‌های تدریس متفاوت و نوین و همچنین شیوهٔ بیان متفاوت، به درک درست مفاهیم مول و جرم اتمی توسط دانش‌آموزان کمک کنند. معلمان باید بتوانند آنچه را که دانش‌آموزان در مفهومی دچار کج-فهمی یا بدفهمی شده‌اند، تشخیص داده و درصدد رفع آن برآیند. بنابراین درک مفهوم عمیق و درست مول، جرم اتمی و ایجاد ارتباط میان این‌ها و همینطور تعداد اتم، دریافت مفهوم سوال و اینکه به چه نکته‌ای اشاره دارد و از ما چه می‌خواهد، می‌تواند به حل مسئله کمک کند.

## منابع


طباطبایی بافقی، سیما (۱۳۹۶)، بررسی هفت کج‌فهمی رایج در شیمی، راهکارها و راه‌حل‌ها، نهمین کنفرانس شیمی ایران، دانشگاه زنجان ایران، زنجان.

حسنعلیان، جواد (۱۳۹۶)، چرایی کج‌فهمی‌ها در شیمی، راهکارها و راه‌حل‌ها، اولین همایش کشوری دانش موضوعی-تربیتی دانش آموزش محتوای شیمی، دانشگاه فرهنگیان اصفهان.

Barke, H. D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2008). *Misconceptions in chemistry: Addressing perceptions in chemical education*. Springer Science & Business Media.

Furio, C., Azcona, R., Guisasola, J., & Ratcliffe, M. (2000). Difficulties in teaching the concepts of'amount of substance'and'mole'. *International Journal of Science Education*, *22*(12), 1285-1304.

Furio, C., Azcona, R., & Guisasola, J. (2002). The learning and teaching of the concepts ‘amount of substance’and ‘mole’: A review of the literature. *Chemistry Education Research and Practice*, *3*(3), 277-292.

Gabel, D., & Sherwood, R. D. (1984). Analyzing difficulties with mole-concept tasks by using familiar analog tasks. *Journal of Research in Science Teaching*, *21*(8), 843-851.

Gilbert, J. K., & Watts, D. M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education

Gold, V. (1987). International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) Compendium of Chemical Terminology.

Larson, J. O. (1997). Constructing Understandings of the Mole Concept: Interactions of Chemistry Text, Teacher and Learners.

Lide, D. R. (Ed.). (2004). *CRC handbook of chemistry and physics* (Vol. 85). CRC press.

Özmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*, *13*(2), 147-159.

Siswaningsih, W., Firman, H., & Khoirunnisa, A. (2017, February). Development of two-tier diagnostic test pictorial-based for identifying high school students misconceptions on the mole concept. In *Journal of Physics: conference series* (Vol. 812, No. 1, p. 012117). IOP Publishing.

Staver, J. R., & Lumpe, A. T. (1995). Two investigations of students' understanding of the mole concept and its use in problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, *32*(2), 177-193.

Steiner, R. P. (1986). Teaching stoichiometry. *Journal of Chemical Education*, *63*(12), 1048.

Uzuntiryaki, E. (2003). Effectiveness of constructivist approach on students' understanding of chemical bonding concepts.

*Research article*

Research in Chemistry Education, Vol 3, No 1, 57-74

**Research in Chemistry Education**

http://chemedu.cfu.ac.ir

# Investigating the Misconceptions of Second -round High School Students in the Concepts of Mole and Atomic Mass

Atefeh Homaei Moghadam [1*], Mona Shahvand [2], Seyedeh Shaghayegh Sadeghi hajibaba [3]

[1,2,3] *Chemistry student, Department of Chemistry, Farhangian University, Tehran, Iran*

## Abstract

As students move toward education with a set of beliefs from childhood, understanding how students learn can help teachers formulate effective teaching strategies. Chemistry is one of the most important branches of science that allows learners to understand what is happening around them. Because chemistry topics are generally related to the structure of matter, chemistry is a difficult subject for many students. Therefore, in this article, an attempt has been made to investigate one of the most common misconceptions of high school students with the concept of atomic mass and the causes of these misconceptions in this study. This article has been written by designing a questionnaire including 10 four-choice questions and providing it to students in Qazvin and Hamedan provinces virtually. Based on the results, it was estimated that most students have a misunderstanding of the concept of atomic mass and moles and have not fully learned these concepts, and this may lead to several mistakes in solving chemistry problems. Therefore, by conducting this research, an attempt was made to identify students' misconceptions so that teachers, while teaching, can choose strategies that minimize such misconceptions.

**Keywords:** Misconception, Chemistry education, Mole, Atomic mass, Second -round High School**.**

[*]Corresponding Author: (✉ atefeh.homaee@gmail.com)