

## لزوم تدریس نحوه رسم آرایش الکترونی عناصر مختلف به روش بور در بخش اول کتاب درسی شیمی (۲) و آزمایشگاه

علیرضا ناصری مود\*

کارشناس ارشد شیمی فیزیک، دبیر شیمی دبیرستانهای شهرستان زاوه، استان خراسان رضوی

### چکیده

در بخش اول کتاب شیمی سال دوم دوره متوسطه دبیرستان ( رشته های علوم تجربی و ریاضی فیزیک ) به بررسی ساختار الکترونی اتم پرداخته شده است که در این بین جای بحث بیشتر و مفصلتر در مورد ساختار الکترونی اتم مطابق نظریه اتمی بور خالی به نظر میرسد. در کتاب درسی شیمی (۲) و آزمایشگاه برایمبحث شناخت ساختار اتم و در جهت حفظ توالی مطالب مندرج در این بخش به ترتیب از مدل اتمی تامسون، مدل اتم هسته دار رادرفورد، مدل اتمی بور و مدل کوانتومی اتم نام برده شده است. لیکن نویسنده این مقاله معتقد است در بخش مربوط به مدل اتمی بور پرداختن به رسم آرایش الکترونی بور برای عناصر مندرج در جدول تناوبی چه از نظر کمک به درک مفهوم مدل کوانتومی، چه از نظر کمک به درک موقعیت عناصر در جدول تناوبی ( تعیین گروه و دوره )، و چه در کمک به یاددهی مفاهیم پایه شیمی از جمله انرژی یونش عناصر، قاعده هشتایی و مفهوم یونیک پیش نیاز مهم محسوب می شود و از اهمیت خاصی برخوردار می باشد.

### کلمات کلیدی

مدل اتمی بور، آرایش الکترونی، جدول تناوبی، انرژی یونش، قاعده هشتایی

## ۱- مقدمه

کتاب درسی شیمی برای سال دوم متوسطه نظری (علوم تجربی-ریاضی فیزیک) نسبت به کتاب شیمی سال اول که پیش نیاز آن محسوب میشود از رشد محتوایی و مفهومی نسبتاً زیادی برخوردار است، بطوریکه این مهم از یکسو دشواریهای یادگیری را برای فراگیران و ازسوی دیگر مشکلات انتقال مفاهیم بنیادی شیمی مطرح شده در آن را به دانش آموزان توسط دبیر مربوطه به همراه خواهد داشت. حال با توجه به موارد فوق، بار سنگین این ایرادات را متأسفانه در بخش اول کتاب شاهدیم. این بخش که با عنوان "ساختار اتم" نامگذاری شده است وظیفه مهم آشنایی و شناخت اتم به عنوان کوچکترین جزء ماده (به عنوان پیش نیاز اصلی درک سایر مفاهیم اصلی شیمی) را بر عهده دارد. همچنین پیوستگی علمی و داستانوار مطالب این بخش برای دانش آموزی که از یک طرف در شروع سال تحصیلی جدید می باشد و از طرف دیگر در نقطه آغاز رشته انتخابی تحصیلی جدید خود بسر می برد بسیار حائز اهمیت می باشد.

با این وجود در بررسی محتوای علمی بخش اول کتاب درسی شیمی (۲) شاهد نقاط قوت و ضعفی در ارائه مطالب توسط نویسنده آن می باشیم. بیان تاریخچه وار و داستانوار مفاهیم و مدل‌های مختلف در شناخت ساختار اتم را می توان از نقاط قوت این بخش دانست. اشاره به مشاهدات عملی صورت گرفته در این راستا از قبیل آزمایشات انجام شده بر روی لوله پرتوی کاتدی، پدیده پرتوایی و آزمایش انجام شده بر روی ورقه نازک طلا را می توان از دیگر نقاط قوت چیدمان مطالب در بخش اول کتاب شیمی (۲) و آزمایشگاه دانست. اما در این بین نقاط ضعفی نیز نمایان می باشد که شناخت آنها و سعی در رفع این ایراداتی تواند برای فهم دقیق و بنیادی مطالب مندرج در بخش اول کتاب بسیار مفید باشد. نگاه گذرا و ابتدایی در مورد مدل اتمی بور البته نه از باب ارائه مفهوم آن، بلکه بیشتر بخاطر عدم توفیق در رسم آرایش الکترونی عناصر گوناگون بر مبنای نظریه اتمی بور از جمله اساسی تری ایرادات این بخش از کتاب درسی شیمی (۲) محسوب می شود. آموزش وسیعتر و کاملتر مدل اتمی بور و تدریس آرایش الکترونی لایه ای برای عناصر جدول تناوبی میتواند به خوبی یکی از این نقاط ضعف را مرتفع کند.

## ۲- اهمیت آموزش آرایش الکترونی عناصر به روش بور

مدل اتمی بور، یکی از مدل‌هایی است که برای توضیح ساختمان اتم ارائه شد. کاشف مدل اتمی بور، نیلز بور فیزیکدان دانمارکی در زمینه چگونگی طیف نشری خطی اتم عناصر با پذیرفتن مدل اتمی رادرفورد چنین پیشنهاد داد که الکترون‌ها در اطراف هسته اتم در سطوح انرژی مشخصی قرار دارند و در این سطوح به دور هسته اتم در حال چرخش هستند. انرژی الکترون‌هایی که در سطوح انرژی پایین تر به هسته نزدیک‌تر هستند، نسبت به الکترون‌هایی که از هسته دورند، کمتر می باشد. پس برای انتقال الکترون از سطح انرژی پایین به سطح انرژی بالا، باید انرژی معادل اختلاف انرژی بین آن دو سطح را به آن الکترون بدهیم. پس انرژی الکترون‌ها در یک اتمکوانتیده (گسسته) است.

مدل اتمی بور نشان داد که طیف نشر خطی که از اتم عناصر گسیل می‌شود، بر اثر انتقال الکترون‌ها از سطوح انرژی بالا به سطوح انرژی پایین است، که در این انتقال انرژی الکترون کاهش می‌یابد و به صورت نور و گرما آزاد می‌شود. اگر نور آزاد شده را از منشور عبور دهیم طیف نشری آن مشخص می‌شود. بور مدل اتمی خود را بر اساس آزمایش‌هایی که با اتم‌های هیدروژن و هلیوم انجام شده بود مطرح می‌ساخت به همین دلیل مدل اتمی او (که به مدل منظومه شمسی معروف است) برای اتم‌های سنگینی مانند اورانیوم، آهن و ... صدق نمی‌کرد. براین اساس مدل اتمی کوانتمی (یا ابر الکترونی) با همکاری بسیاری از دانشمندانمانند هایزنبرگ، پلانک و شرودینگر مطرح شد. البته اینشتین با ارائه فرمول‌های خود نیز توانست به این مدل اتمی کمک کند.

با نگاهی به بودجه بندی بخش اول کتاب شیمی (۲) و بررسی پیوستگی مطالب آن و اهمیتی که دارد به سرفصل‌هایی از قبیل مطالعه ساختار ماده تلاشی به قدمت تاریخ، شناخت ذرات زیر اتمی (الکترون، پروتون، نوترون)، مدل اتمی تامسون، مدل

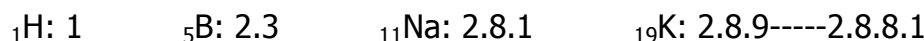
اتم هسته دار رادرفورد، مدل اتمی بور و در پایان مدل کوانتومی اتم اشاره شده است. نویسنده این بخش از کتاب در رعایت اصول حفظ توالی مطالب از ساختار ماده تلاشی به قدمت تاریخ تا مدل اتمی بور به خوبی موفق بوده است، چراکه در ابتدا با بیان نام تالس سعی در نمایان کردن شناخت تاریخی و ریشه ای ساختار اتم را داشته است و سپس با ذکر نام سایر فعالان این عرصه به نظریه اتمی دالتون و تبیین اصول آن می پردازد. در ادامه در جهت شناخت ذرات بنیادی اتم به چگونگی اثبات وجود و نحوه کشف آنها می پردازد، که در این بین لزوم بیان مفاهیمی از قبیل لوله پرتوی کاتدی، پرتوایی، آزمایش رادرفورد بر روی ورقه نازکی از طلا، ایزوتوپ و واحد جرم اتمی (amu) به دانش آموزان شناسانده میشود.

سپس با معرفی، نمایش و شناخت ساختاری طیف نشری خطی عناصر نویسنده سعی در معرفی مدل کاملتری برای اتم نسبت به مدل اتم هسته دار رادرفورد را دارد و به خوبی مقدمات معرفی مدل جدیدی برای ساختار اتم به نام مدل اتمی بور را ایجاد میکند. در این بین با ذکر اصول این مدل بخوبی طیف نشری خطی عناصر و رنگهای ناشی از آن را توجیه میکند. لیکن در انتقال مفاهیم از مدل اتمی بور به مدل کوانتومی یک گسستگی آشکار را می توان جستجو کرد. از آنجاکه آرایش الکترونی برای اولین بار به طور مؤثر توسط مدل اتمی بور بهتر درک شد به طوری که هنوز هم استفاده از اصطلاحات لایه و زیرلایه برای درک مکانیک کوانتوم و طبیعت عناصر رایج است. بنابراین با بحث بیشتر در مورد مدل اتمی بور و آرایش الکترونی به روش بور می توان کمک بسیاری به یاددهی رسماً آرایش الکترونی کوانتومی و درک بیشتر آن نمود.

## ۲-۱ چگونگی آموزش رسم آرایش الکترونی عناصر به روش بور

در شرح بیشتر لزوم تدریس آرایش الکترونی عناصر به روش بور لازم است در ابتدا نحوه آموزش مدل اتمی بور را آنچنان که مدنظر نویسنده این مقاله است بیان نماییم. بر این اساس بایستی همواره به اصول زیر اشاره شود:

- ۱- حداکثر تعداد لایه های اتم یک عنصر ۷ لایه می باشد.
- ۲- تعیین سقف تعداد الکترون جایگیری شده در هر لایه با فرمول  $2n^2$  که در آن  $n$  بیانگر شماره لایه الکترونی می باشد.
- ۳- تعداد الکترون باقیمانده در آخرین لایه اتم یک عنصر (لایه ظرفیت) هیچگاه نباید بیشتر از ۸ الکترون باشد، چون پایدارترین عناصر (گازهای نجیب) دارای ۸ الکترون در لایه ظرفیتشان هستند.
- ۴- در صورتیکه تعداد الکترون باقیمانده در لایه ظرفیت برخلاف بند ۳ بیش از ۸ الکترون باشد، بایستی آنقدر به یکی از اعداد ۸، ۱۸ و ۳۲ تجزیه شود، تا باز هم در لایه ظرفیت به تعداد الکترون برابر یا کمتر از ۸ الکترون برسد.
- ۵- مثال:



لازم به ذکر است که نویسنده مقاله برای بند پنجم که به حل مثال می پردازد، معتقد است بایستی حل مثال از نخستین عنصر جدول تناوبی یا هیدروژن ( ${}^1_1\text{H}$ ) آغاز و سپس با افزایش تدریجی عدد اتمی مطابق اصل آفا به رسم آرایش الکترونی هلیوم ( ${}^2_2\text{He}$ )، لیتیم ( ${}^3_3\text{Li}$ )، بریلیم ( ${}^4_4\text{Be}$ )، بور ( ${}^5_5\text{B}$ ) و ... تا عنصر استرانسیم ( ${}^{38}_{38}\text{Sr}$ ) ادامه می یابد. البته در این بین از رسم آرایش الکترونی بور برای عناصر واسطه بایستی خودداری نمود که یکی از مهمترین دلایل آنهم تعداد الکترون متغیر لایه ظرفیت آنها می باشد.

## ۲-۲ مزایای رسم آرایش الکترونی بور برای عناصر مختلف

در تدریس نحوه رسم آرایش الکترونی عناصر به روش بور نقاط قوت زیادی نهفته است، که به برخی از مهمترین این مزایا در ذیل اشاره می شود:

- ۱- درگیر کردن ذهن دانش آموز (برای اولین بار) در رسم مستقیم ساختار الکترونی اتم یک عنصر و آموزش مفاهیمی از قبیل مدار الکترونی، مدار ظرفیت و تراز انرژی از جمله مؤثرترین نقاط قوت این روش می باشد.
- ۲- یاددهی مفاهیم "لایه الکترونی و لایه ظرفیت" بوسیله مدل بور بسیار آسانتر از مدل کوانتومی می باشد، و این مهم به دانش آموز در درک بهتر این مفاهیم در هنگام یادگیری مدل کوانتومی کمک شایانی می کند.
- ۳- کمک به درک بهتر و عمیق تر مفهوم انرژی یونش عناصر از دیگر مزایای استفاده از روش بور محسوب می شود.
- ۴- با شروع از آرایش الکترونی بور می توان به یاددهی رسم آرایش الکترونی اوربیتالی به دانش آموزان کمک نمود. این مهم از یک طرف برای دبر سهولت در فرایند آموزش مدل کوانتومی و از طرف دیگر برای دانش آموز سهولت فهم و یادگیری را به دنبال خواهد داشت. این مهم تنها به کمک رسم یک دیگرام و با تأکید بر آرایش الکترونی بور صورت می گیرد. نگارش دیگرام بصورت عمودی و با رسم آرایش الکترونی بور در بالا آغاز می شود و سپس با تدریس همزمان اعداد کوانتومی چهارگانه با پیشرفتی رو به پایین ادامه می یابد، بطوریکه در پایین دیگرام آرایش الکترونی به روش اوربیتالی حاصل می شود.
- ۵- از آنجاکه در بخش دوم کتاب درسی دانش آموزان با جدول تناوبی عناصر آشنا میشوند، آموزش رسم آرایش الکترونی بور برای عناصر مختلف از آن جهت که به کمک آن دانش آموز بهتر می تواند موقعیت عناصر در جدول تناوبی را پیشگویی کند بسیار مفید باشد زیرا طبق تعریف عناصر با تعداد لایه های الکترونی برابر در یک دوره یا تناوب از جدول تناوبی و عناصر با تعداد الکترونهای یکسان در لایه ظرفیتشان در یک گروه یا خانواده جای می گیرند.
- ۶- کمک به یاددهی مفاهیم مندرج در بخش سوم کتاب شیمی (۲) همانند قاعده هشتایی، و بیان روانتر چگونگی تشکیل یون مثبت (کاتیون) و یون منفی (آنیون) از سایر این موارد است.
- ۷- یاددهی مفهوم "لایه ظرفیت" بوسیله مدل بور می تواند بطور غیرمستقیم آموزش و یادگیری چگونگی رسم ساختار لوویس و شکل هندسی ترکیبات کووالانسی در بخش چهارم کتاب درسی را نیز تسهیل نماید.

### ۳- نتیجه گیری

از آنجاکه آرایش الکترونی بور پیش نیاز یاددهی آرایش الکترونی اوربیتالی و مدل کوانتومی اتم می باشد بیان تفصیلی آن می تواند به درک بیشتر مفاهیمی مانند مدار الکترونی، تراز انرژی و انرژی یونش بیانجامد. از طرف دیگر میتوان با تدریس چگونگی رسم آرایش الکترونی برخی عناصر جدول تناوبی، به عنوان پیش نیازی برای یاددهی و رسم آرایش الکترونی اوربیتالی عناصر بهره برد. همچنین با یاددهی روش رسم آرایش الکترونی بور می توان آسانتر از مدل کوانتومی به دانسته های جدیدی همانند "مدار الکترونی، تراز انرژی، لایه الکترونی، لایه ظرفیت، انرژی یونش عناصر، قاعده هشتایی، یون مثبت (کاتیون)، یون منفی (آنیون) و موقعیت عناصر در جدول تناوبی" دست یافت.

### مراجع

- [۱] پارسافر، غلامعباس ... (و دیگران)؛ شیمی با نگرش تحلیلی، ویراسته آرمیون، مریم؛ جلد اول؛ چاپ اول، تهران، انتشارات فاطمی، ۱۳۸۸
- [۲] صادقی، محبوبه؛ صیرفی زاده، فرشاد؛ کتاب کار و راهنمای مطالعه دانش آموز شیمی (۲) و آزمایشگاه؛ ویراسته عابدینی، منصور؛ چاپ بیست و دوم، تهران، انتشارات فاطمی، ۱۳۹۰
- [۳] اسموت، رابرت ... (و دیگران)؛ شیمی عمومی با نگرش کاربردی، ترجمه خواجه نصیر طوسی، احمد؛ ویراسته فرجود، فروغ؛ جلد اول، چاپ پنجم، تهران، انتشارات فاطمی، ۱۳۸۲



هشتمین سمینار آموزش شیمی ایران  
۷ شهریور ماه ۱۳۹۲، دانشکده شیمی دانشگاه سمنان

---

[۴] مورتیمر، چارلز؛ شیمی عمومی، ترجمه پورجوادی، علی؛ خواجه نصیر طوسی، احمد؛ ویراسته پورجوادی، علی؛ جلد اول، چاپ چهارم، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۷