



تقویت میل یادگیری با رعایت رابطه‌ای طولی میان درس‌ها

مطالعه تطبیقی محتوای دانشی منابع
درس شیمی عمومی (۱) با کتاب‌های
درسی شیمی دبیرستان

دکتر مجتبی باقرزاده
عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف



چکیده

از آن‌جا که منابع درس شیمی عمومی (۱) در دانشگاه‌های ایران، عمدتاً یا کتاب‌های شیمی عمومی به زبان اصلی‌اند که در کشورهای پیشرفته چاپ شده‌اند، یا ترجمه‌ای از همان کتاب‌ها هستند، این پرسش به میان می‌آید که: آیا محتوای علمی این منابع بالاتر از سطح دانشی دانش‌آموختگان دبیرستان‌های ایران است؟ نتیجه یک مطالعه تطبیقی - در بررسی محتوای دانشی برخی مفاهیم علمی مانند مدل کوانتومی اتم و معادله شرودینگر، کمیت‌های ترمودینامیکی، استوکیومتری و ضریب تبدیل - نشان می‌دهد که سطح دانشی و سرفصل‌های کتاب‌های شیمی دوره متوسطه ما، هم‌پوشانی فراوانی با محتوا و سطح دانشی کتاب‌های شیمی عمومی یاد شده دارد. بدیهی است که این تطابق زیاد، برانگیزه و اشتیاق دانشجویان درس شیمی عمومی (۱) در دانشگاه‌های ایران اثر نامطلوبی دارد و از شرکت فعال دانشجویان در کلاس‌های درس می‌کاهد. یکی از راهکارهای این مشکل آموزشی، معرفی منابعی است که از دیدگاه محتوای دانشی در سطحی بالاتر از سطح کتاب‌های درسی شیمی دوره متوسطه باشند.

کلیدواژه‌ها: شیمی عمومی، مطالعه تطبیقی، منابع دانشگاهی.

مقدمه

ایران نیز وجود دارد؟ از سوی دیگر، برخلاف کشور ما که در سراسر آن کتاب‌های یکسانی تدریس می‌شوند، در کشورهای پیشرفته کتاب‌های متفاوتی با سطح دانشی گوناگون، در دبیرستان مورد استفاده قرار می‌گیرند. چنانچه سطح دانشی منابع خارجی شباهت زیادی به محتوای دانشی کتاب‌های درسی دبیرستان‌های ما داشته باشد، دانشجوی درس شیمی عمومی (۱) آن را درسی خسته‌کننده و تکراری می‌یابد و انگیزه خود برای شرکت فعال در کلاس و

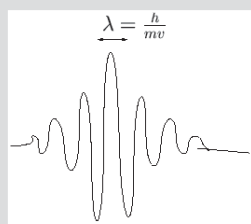
کتاب‌های شیمی عمومی که در دانشگاه‌های ایران به عنوان منابع درس شیمی عمومی (۱) مورد استفاده قرار می‌گیرند عمدتاً کتاب‌هایی هستند که در کشورهای پیشرفته بویژه، ایالات متحده و انگلستان چاپ شده‌اند. به‌طور طبیعی میان سرفصل‌های این کتاب‌ها با سرفصل‌های درس شیمی دبیرستان این کشورها ارتباطی طولی برقرار است. اما آیا این ارتباط میان کتاب‌های یاد شده و کتاب‌های درس شیمی در دبیرستان‌های

اتم و معادله شرودینگر در کتاب شیمی (۲) و آزمایشگاه دبیرستان‌های ایران آمده است. ردیف نخست از جدول ۱، عنوان‌های کلی محتوای دانشی این موضوع را نشان می‌دهد. برای نمونه، بدون معرفی معادله شرودینگر، به انجام محاسبه‌های پیچیده ریاضی توسط این شیمی‌دان اشاره می‌شود.

اشتیاق به یادگیری را از دست می‌دهد. در یک مطالعه تطبیقی، محتوای علمی و سطح دانشی ۷ کتاب شیمی عمومی چاپ ایالات متحده و ۱ کتاب شیمی عمومی چاپ انگلستان با سرفصل‌های کتاب‌های شیمی دبیرستانی ایران و سه کتاب شیمی دبیرستانی انگلستان مقایسه می‌شوند. موضوع‌های مشابهی که برای مقایسه میان این کتاب‌ها در نظر گرفته شده‌اند عبارتند از:

کتاب «شیمی برای GCSE»، منبع درس شیمی کلاس‌های ۱۰ و ۱۱ در انگلستان است که دانش‌آموزان را در فاصله سنی ۱۴ تا ۱۶ سال شامل می‌شود. نسخه بین‌المللی این کتاب، شیمی برای IGCSE است که دانش‌آموزان دبیرستان‌های انگلستان در رشته‌های غیروابسته در دانشگاه، باید

(آ) مدل کوانتومی اتم و معادله شرودینگر شیمی کوانتومی یکی از موضوع‌هایی است که دانش‌آموختگان دبیرستان با بیش‌ترین کج‌فهمی از آن، در کلاس‌های شیمی عمومی (۱) دانشگاه حضور می‌یابند. مدل کوانتومی

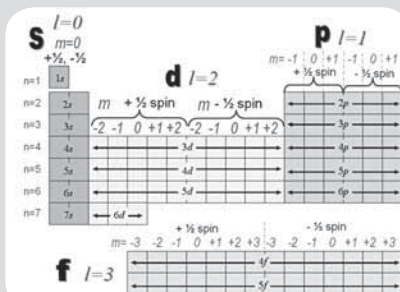


ردیف	کتاب	سرفصل‌ها و محتوای دانشی مبحث «مدل کوانتومی اتم و معادله شرودینگر»
۱	«شیمی (۲) و آزمایشگاه» دبیرستان‌های ایران [۱]	بدون معرفی معادله شرودینگر به انجام محاسبه‌های پیچیده ریاضی توسط شرودینگر اشاره می‌شود که نتیجه آن معرفی سه عدد کوانتومی l ، n و m_l است: $n = 1, 2, 3, \dots$ $l = 0, 1, \dots, (n-1)$ $m_l = -l, \dots, 0, \dots, l$ n شماره لایه اصلی الکترونی، انرژی و اندازه اوربیتال l نشان‌دهنده زیرلایه‌ها، شکل اوربیتال m_l جهت‌گیری اوربیتال در فضا m_s اسپین الکترون، دیدگاه کلاسیکی خاصیت آهن‌ربایی در اثر چرخش $m_s = +1/2, -1/2$ سطوح انرژی اتم‌های یک و چند الکترونی و اشاره به اثر دافعه الکترونی در تغییر انرژی زیرلایه‌ها، اصل طرد پولینگ، قاعده هوند، رسم آرایش الکترونی (روش آفا) برای ۳۶ عنصر نخست جدول تناوبی. آرایش الکترونی اتم‌هایی که از اصل آفا پیروی نمی‌کنند (مانند Cr) مطرح شده است.
۲	Chemistry for IGCSE (International General Certificate of Secondary Education) [2] شیمی برای سن‌های ۱۶-۱۴ (کلاس ۱۰ و ۱۱)	هیچ‌گونه اشاره‌ای به معادله شرودینگر و مدل کوانتومی اتم نشده است. مدل اتمی بوهر بسیار کلی و سطحی معرفی شده، فقط چهار مدار اول انرژی تا اتم Ca ، رسم شده است.
۳	AQA-AS (Assessment and Qualification Alliance-Advanced Subsidiary) [3]	به مکانیک کوانتومی و معادله شرودینگر و مفهوم اوربیتال اشاره کوتاهی شده است. اعداد کوانتومی و نماد آن‌ها تعریف نشده‌اند. زیرلایه‌های s ، p ، d و f و تعداد اوربیتال‌های آن‌ها مطرح شده‌اند. بدون ارتباط دادن اسپین الکترون با خاصیت مغناطیسی، اسپین فقط با پیکان‌هایی در جهت بالا و پایین نمایش داده شده است یعنی، این کتاب دیدگاه کلاسیکی (آهن‌ربا) به اسپین ندارد. بدون نام بردن از اصل آفا، آن را به صورت محدود معرفی کرده است (۱۵ تا ۵۰) و آرایش الکترونی اتم‌هایی را که از اصل آفا پیروی نمی‌کنند (مانند Cr) مطرح نکرده است.
۴	AQA-A2 (Assessment and Qualification Alliance-Advanced 2) [4]	مطلبی در این مورد ندارد.

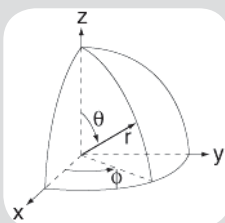




ردیف	کتاب	سرفصل‌ها و محتوای دانشی میحث «مدل کوانتومی اتم و معادله شرودینگر»
۵	"Chemistry, with Inorganic Qualitative Analysis" Moeller, Bailor, Kleinberg, Cuss, Castellation, Metz. [5]	در فصل ۸ بدون معرفی معادله شرودینگر، چهار عدد کوانتومی تعریف شده‌اند: $n = 1, 2, 3, \dots$ $l = 0, 1, \dots, (n-1)$ $m_l = -l, \dots, 0, \dots, l$ $m_s = +1/2, -1/2$ عدد کوانتومی اصلی که انرژی اوربیتال را نشان می‌دهد. l شکل اوربیتال m_l جهت گیری فضایی چگالی الکترونی m_s اسپین الکترون، دیدگاه کلاسیکی خاصیت آهن ربایی در اثر چرخش $m_s = +1/2, -1/2$ بدون اشاره به معادله شرودینگر در دستگاه مختصات قطبی، توابع احتمال شعاعی و زاویه‌ای رسم شده‌اند. تغییرات تابع چگالی احتمال شعاعی نسبت به فاصله از هسته نشان داده شده است. به اثر دافعه الکترون - الکترون در تغییر انرژی زیرلایه‌ها اشاره شده است: اصل طرد پولینگ، قاعده هوند، روش آفبا. در فصل ۲۵ در میحث اوربیتال مولکولی اشاره‌ای کلی به معادله شرودینگر شده است.
۶	"General Chemistry" Ebbing, Gammon. [6]	سرفصل‌ها مشابه منبع ردیف ۵ است، با این تفاوت که بدون اشاره به اثر دافعه الکترونی در تغییر سطوح انرژی با اهای متفاوت، سطوح انرژی آن‌ها را نشان داده است.
۷	"General Chemistry, An Integrated Approach" Hill, Petrucci. [9]	سرفصل‌ها مشابه منبع ردیف ۵ است.
۸	"Chemistry, the Molecular Nature of Matter and Change" Silberberg [10]	معادله شرودینگر به شکل کلی $\hat{H}\psi = E\psi$ معرفی شده است. بدون اشاره به توابع احتمال شعاعی و زاویه‌ای، نمودارهای توابع چگالی احتمال شعاعی رسم شده‌اند. در معرفی عدد کوانتومی اسپینی از آزمایش اشترن - گزلاخ (بدون ذکر نام آزمایش) استفاده شده است و نگرش کلاسیکی به آن ندارد. در موارد دیگر، سرفصل‌ها مشابه منبع ردیف ۵ است.
۹	"Chemistry" Zumdahl [11]	معادله شرودینگر به شکل کلی $\hat{H}\psi = E\psi$ معرفی شده است. عملگر هامیلتونی به‌طور خلاصه تعریف شده است. صفحات گره و تعداد آن‌ها برای اوربیتال $(n-1)$ مطرح شده‌اند. علاوه بر شکل اوربیتال‌های s, p, d ، شکل اوربیتال f نیز رسم شده است. در موارد دیگر سرفصل‌ها مشابه منبع ردیف ۵ است.
۱۰	"Chemistry, introducing inorganic, organic and physical chemistry" Burrows, Holman, Parsons, Pilling, Price. [12]	معادله شرودینگر در دستگاه مختصات کارتزین، در سه بعد به عنوان یک معادله دیفرانسیل درجه دوم معرفی شده است. بدون حل معادله شرودینگر، رابطه مربوط به انرژی الکترون ارائه شده است. چهار عدد کوانتومی معرفی شده‌اند. معادله موج الکترون در دستگاه مختصات قطبی با اجزاء شعاعی و زاویه‌ای آن نشان داده است. معادله ریاضی موج الکترون را در دستگاه مختصات قطبی، فقط برای قسمت شعاعی اوربیتال s نشان داده ولی شکل ریاضی قسمت زاویه‌ای اوربیتال‌های p و d را معرفی نکرده است. توابع احتمال شعاعی و توابع چگالی احتمال شعاعی رسم شده‌اند. مفهوم صفحات گره و تعداد گره‌های اوربیتال‌ها مطرح شده‌اند. در موارد دیگر سرفصل‌ها مشابه منبع ردیف ۵ است.



ردیف	کتاب	سرفصل‌ها و محتوای دانشی مبحث «مدل کوانتومی اتم و معادله شرودینگر»
۱۱	"General Chemistry, Principle and Modern Application" Petrucci, Harwood, Herring. [8]	ضمن معرفی معادله شرودینگر، بدون حل این معادله انرژی الکترون در جعبه یک بعدی و سه بعدی نوشته شده است. معادله شرودینگر در دستگاه مختصات قطبی ارائه شده، توابع موج شعاعی و زاویه‌ای و ارتباط آن‌ها با عددهای کوانتومی تعریف شده‌اند. معادله ریاضی برخی از توابع موج شعاعی و زاویه‌ای در یک جدول ارائه شده است. توابع احتمال شعاعی و توابع چگالی احتمال شعاعی نسبت به r رسم شده‌اند. در تفهیم عدد کوانتومی اسپینی، هم نگرش کلاسیکی دارد و هم با استفاده از آزمایش اشترون - گزلاخ (با ذکر نام آزمایش)، به‌طور تجربی وجود ترازهای انرژی اسپینی را ثابت می‌کند. در موارد دیگر سرفصل‌ها مشابه منبع ردیف ۵ است.
۱۲	"University Chemistry" Mahan, Myers. [7]	معادله شرودینگر به عنوان یک معادله دیفرانسیل درجه دوم معرفی شده و مفهوم عملگر به‌طور کلی، و عملگر هامیلتونی به‌طور خاص مورد بحث قرار گرفته است. معادله شرودینگر برای ذره در جعبه یک بعدی حل شده و از حل آن، انرژی و توابع موج الکترون به‌دست آمده است. تابع موج نرمالیزه شده و ضریب نرمالیزه کردن تعیین شده است. مفهوم عدد کوانتومی را از حل معادله شرودینگر نتیجه گرفته است. معادله موج الکترون در دستگاه مختصات قطبی با اجزاء شعاعی و زاویه‌ای آن نشان داده شده است. معادله ریاضی برخی از توابع موج شعاعی و زاویه‌ای در یک جدول ارائه شده است. توابع احتمال شعاعی و توابع چگالی احتمال شعاعی رسم شده‌اند. مفهوم صفحات گره و تعداد گره‌های شعاعی $(n-l-1)$ ، زاویه‌ای (l) و کل اوربیتال $(n-1)$ مطرح شده‌اند. در موارد دیگر سرفصل‌ها مشابه منبع ردیف ۵ است.



(۲) و آزمایشگاه دبیرستان‌های ایران معرفی می‌شوند. برای نمونه، درباره عددهای کوانتومی l و m_l چنین آمده است: عدد کوانتومی l نشان‌دهنده شکل توزیع چگالی الکترونی است و عدد کوانتومی m_l ، $(2l+1)$ امکان مختلف را برای جهت‌گیری فضایی شکل چگالی الکترونی معرفی می‌کند.

این کتاب برای آموزش مفهوم عدد کوانتومی m_l مانند کتاب شیمی (۲) و آزمایشگاه از نگرش کلاسیکی خاصیت آهن‌ربایی در اثر چرخش الکترون کمک می‌گیرد. بدون اشاره به معادله شرودینگر در مختصات قطبی، نمودار تغییرات توابع چگالی احتمال شعاعی نسبت به فاصله الکترون از هسته نمایش داده شده‌اند. در این کتاب به نقش دافعه الکترونی در اختلاف انرژی زیر لایه‌های یک تراز اصلی نیز اشاره‌ای نمی‌شود. تنها اشاره‌ای که به معادله شرودینگر، آن هم به صورت کلی شده است در فصل ۲۵ کتاب، در مبحث اوربیتال مولکولی است.

● کتاب شیمی عمومی، نوشته ایننگ و گامون [۶] در این کتاب تنها با به میان آوردن نام معادله شرودینگر، چهار عدد کوانتومی معرفی می‌شوند. بدون اشاره به دافعه الکترونی، به عنوان عامل اختلاف انرژی l های متفاوت یک تراز اصلی،

آن را بگذرانند. اما دانش‌آموختگانی که علاقه‌مند به تحصیل در رشته شیمی یا رشته‌های مربوط به آن در دانشگاه هستند نه تنها این درس، بلکه درس تکمیلی شیمی با مرجع AQA-AS یا AQA-A2 را نیز باید بگذرانند. این درس تکمیلی را می‌توان با شیمی پیش دانشگاهی ایران مقایسه کرد و یادآوری می‌شود که همه دانش‌آموختگان دبیرستان در انگلستان مجبور به گذراندن این درس نیستند. بنابه ردیف‌های ۳، ۲ و ۴ از جدول ۱، کتاب‌های IGCSE و AQA-A2 مطلبی درباره نظریه کوانتومی اتم و معادله شرودینگر ندارند. در کتاب‌های AQA-AS نیز شیمی کوانتومی در سطح دانشی بسیار پایین‌تر از کتاب درسی شیمی (۲) و آزمایشگاه ما مطرح شده است.

در ادامه، سرفصل‌ها و سطح دانشی موضوع‌های ارائه شده در برخی از کتاب‌های شیمی عمومی خارجی - که معمولاً به عنوان مرجع در تدریس شیمی عمومی (۱) در دانشگاه مورد استفاده قرار می‌گیرند - بررسی می‌شود.

● کتاب شیمی، با تجزیه کیفی معدنی؛ نوشته مولر، بیلر، کلینبرگ، گاس، کاستلیون و متز [۵] در فصل ۸ این کتاب با عنوان ساختار اتم، بدون معرفی معادله شرودینگر چهار عدد کوانتومی، با سطح دانشی مشابه با کتاب شیمی

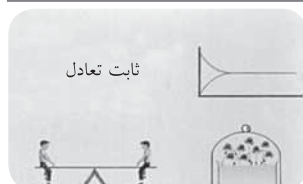
چنان‌چه سطح دانشی منابع خارجی شباهت زیادی به محتوای دانشی کتاب‌های درسی دبیرستان‌های ما داشته باشد، دانشجوی درس شیمی عمومی (۱) آن را درسی خسته‌کننده و تکراری می‌یابد و انگیزه خود برای شرکت فعال در کلاس و اشتیاق به یادگیری را از دست می‌دهد



اختلاف انرژی آن‌ها نشان داده شده است. با این دو کتاب دارند، جدول ۱. منابع دیگر شیمی عمومی نیز درباره مبحث در اندکی از منابع شیمی عمومی مفاهیم شیمی کوانتوم، کم و بیش دیدگاه‌های مشابهی کوانتومی به شکل عمیق‌تری ارائه شده‌اند. از

ردیف	کتاب	سرفصل‌ها و محتوای دانشی مبحث «کمیت‌های ترمودینامیکی»
۱	«شیمی (۳) و آزمایشگاه» [۱۳] و «شیمی (۱ و ۲)، فرایندهای شیمیایی، دوره پیش‌دانشگاهی» [۱۴] دبیرستان‌های ایران	«شیمی (۳) و آزمایشگاه»: $\Delta H_{\text{sub}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{fus}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{v}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{c}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$, q_p , q_v , ΔV , w , q , ΔE پیوندی (برای نمونه در CH_4)، مفهوم تابع حالت، واکنش‌های گرماگیر و گرماده، قانون اول ترمودینامیک، قانون هس، قانون دوم ترمودینامیک ($\Delta S_{\text{univ}} > 0$)، انرژی آزاد گیبس ΔG و رابطه آن با آنتالپی ΔH و آنتروپی ΔS ، اشاره به این‌که اگر برای یک واکنش $\Delta G = 0$ باشد، آن واکنش در حال تعادل است. به‌طور غیرمستقیم قانون سوم ترمودینامیک نیز مطرح شده است. «شیمی (۱ و ۲)، فرایندهای شیمیایی دوره پیش‌دانشگاهی»: تعادل و رابطه آن با سرعت واکنش رفت و برگشت، محاسبه ثابت تعادل با استفاده از غلظت‌های تعادلی و محاسبه غلظت‌های تعادلی از ثابت تعادل، پیش‌بینی جهت پیشرفت واکنش با محاسبه خارج‌قسمت واکنش (Q) و رابطه آن با ثابت تعادل K ($Q < K$, $Q = K$, $Q > K$)، عوامل مؤثر بر جابه‌جایی تعادل، اثر دما، اثر فشار، اثر غلظت گونه‌هایی که در واکنش شرکت دارند، اصل لوشاتلیه، اثر کاتالیزگر بر واکنش.
۲	Chemistry for IGCSE (International General Certificate of Secondary Education) [2] شیمی برای سن‌های ۱۶-۱۴ (کلاس‌های ۱۰ و ۱۱)	تغییرات گرمایی واکنش شیمیایی، گرماگیر و گرماده بودن واکنش از مقایسه انرژی پیوندی مواد اولیه و بدون اشاره به مفهوم آنتالپی آمده است. به تابع حالت بودن انرژی اشاره نشده است. واکنش‌های برگشت‌پذیر، واکنش‌های تعادلی، تعادل پویا، عدم تغییر غلظت اجزاء واکنش در تعادل، ارتباط تعادل با سرعت واکنش رفت و برگشت ارائه شده است. از مواد اولیه یا فراورده‌ها یعنی از دو طرف واکنش، می‌توان به تعادل رسید (بدون اشاره به مفهوم خارج قسمت واکنش، Q). بدون اشاره به رابطه کمی بین ثابت تعادل و غلظت گونه‌ها، از بزرگی غلظت مواد اولیه و فراورده‌ها، به‌طور کیفی میزان پیشرفت واکنش را نتیجه‌گیری می‌کند. بدون اشاره به اصل لوشاتلیه اثر دما، فشار و غلظت را در جابه‌جایی تعادل بررسی می‌کند. اثر کاتالیزگر بر تعادل نیز بررسی شده است.
۳	AQA-AS (Assessment and Qualifications Alliance-Advanced Subsidiary) [3]	هیچ‌گونه اشاره‌ای به $\Delta H_{\text{sub}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{fus}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{v}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{c}}^{\circ}$, q_p , q_v , ΔV , w , q , ΔE مفهوم تابع حالت، قانون اول ترمودینامیک، قانون دوم ترمودینامیک، ΔG و ΔS قانون سوم ترمودینامیک نشده و تابع حالت نیز تعریف نشده است. ΔG , $\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{c}}^{\circ}$ متوسط آنتالپی پیوندی (برای نمونه، در CH_4)، واکنش‌های گرماگیر و گرماده، قانون هس معرفی شده‌اند. تعادل پویا، اصل لوشاتلیه، اثر دما، فشار و غلظت گونه‌ها در جابه‌جایی تعادل، اثر کاتالیزگر بر تعادل بررسی شده است. ثابت تعادل به‌صورت کمی بررسی نشده است. خارج قسمت واکنش، Q ، نیز مطرح نشده است.
۴	AQA-A2 (Assessment and Qualifications Alliance-Advanced 2) [4]	هیچ‌گونه اشاره‌ای به $\Delta H_{\text{sub}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{fus}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{v}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{c}}^{\circ}$, q_p , q_v , ΔV , w , q , ΔE مفهوم تابع حالت، قانون اول ترمودینامیک، قانون دوم ترمودینامیک، قانون سوم ترمودینامیک نشده است، $\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{c}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$ (در مواردی همان $\Delta H_{\text{sub}}^{\circ}$ است)، $\Delta H_{\text{dis}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{ca}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{hyd}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$, $\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$ متوسط آنتالپی پیوندی، واکنش‌های گرماگیر و گرماده، قانون هس و چرخه بورن-هابر معرفی شده است. انرژی آزاد گیبس ΔG و رابطه آن با آنتالپی و آنتروپی مطرح شده است. ثابت تعادل، K_p ، به‌طور کمی بررسی شده است، محاسبه ثابت تعادل با استفاده از غلظت‌های تعادلی و برعکس آن یعنی محاسبه غلظت‌های تعادلی از ثابت تعادل، اصل لوشاتلیه، اثر دما، فشار و غلظت گونه‌ها در جابه‌جایی تعادل، اثر کاتالیزگر بر تعادل مطرح شده‌اند. خارج قسمت واکنش مطرح نشده است.

جدول ۲



جدول ۲ مقایسه سرفصل‌ها و محتوای دانشی کتاب‌های شیمی دبیرستان‌های ایران و دبیرستان‌های انگلستان (AQA-A2 و AQA-AS, IGCSE) در مورد کمیت‌های ترمودینامیکی با برخی از مهم‌ترین کتاب‌های شیمی عمومی چاپ شده در ایالات متحده و انگلستان



جمله این منابع عبارتند از:

● کتاب شیمی دانشگاهی

نوشته ماهان و مایرز [۷]

در فصل ۱۰ این کتاب معادله

شرو دینگر در یک و سه بعد معرفی شده است

و درباره مفهوم عملگرها میلتونی، توابع ویژه و مقدارهای

ویژه توضیحاتی را دربردارد. معادله شرو دینگر برای ذره در جعبه

یک بعدی حل می شود و از روی آن عددهای کوانتومی به دست می آیند.

مفهوم گر در توابع موجی نیز از رسم تابع احتمال نسبت به ابعاد جعبه نتیجه گیری

شده است. سپس معادله شرو دینگر به مختصات قطبی تعمیم داده می شود و توابع شعاعی و

زاویه ای تعریف می شوند.

ردیف	کتاب	سرفصل ها و محتوای دانشی مبحث «کمیت های ترمودینامیکی»
۵	"Chemistry, with Inorganic Qualitative Analysis" Moeller, Bailer, Kleinberg, Cuss, Castellion, Metz. [5]	ΔH_f° , ΔH , q_p , q_v , ΔV , w , q , ΔE اول ترمودینامیک، قانون هس، قانون دوم ترمودینامیک ($\Delta S_{univ} > 0$)، انرژی آزاد گیبس ΔG و رابطه آن با آنتالپی و آنتروپی، رابطه ΔG با K و Q ، قانون سوم ترمودینامیک مطرح شده اند.
۶	"General Chemistry" Ebbing, Gammon. [6]	سرفصل ها، مشابه منبع ردیف ۵ است.
۷	"General Chemistry, An Integrated Approach" Hill, Petrucci. [9]	سرفصل ها، مشابه منبع ردیف ۵ است.
۸	"Chemistry, the Molecular Nature of Matter and Change" Silberberg [10]	سرفصل ها، مشابه منبع ردیف ۵ است.
۹	"Chemistry" Zumdahl [11]	سرفصل ها، مشابه منبع ردیف ۵ است.
۱۰	"Chemistry, introducing inorganic, organic and physical chemistry" Burrows, Holman, Parsons, Pilling, Price. [12]	سرفصل ها، مشابه منبع ردیف ۵ است.
۱۱	"General Chemistry, Principle and Modern Application" Petrucci, Harwood, Herring. [8]	سرفصل ها، مشابه منبع ردیف ۵ است.
۱۲	"University Chemistry" Mahan, Myers. [7]	با وجود این که مطالب به طور کلی مشابه سرفصل های منبع ردیف ۵ است، ولی مفاهیم در سطح علمی بالاتری مطرح شده است. برای نمونه، وابستگی دمایی آنتالپی به طور کمی بررسی شده است. چرخه کارنو (موتور گرمایی کارنو) مورد بحث قرار گرفته است. همچنین، افزون بر رابطه کمی Q و K با غلظت، ارتباط کمی آن ها با فعالیت و ضریب فعالیت نیز بیان شده است.



ب) کمیت‌های ترمودینامیکی

سرفصل دیگری که برای مقایسه در نظر گرفته شده است مبحث «کمیت‌های ترمودینامیکی» است. ترمودینامیک شیمیایی در کتاب «شیمی (۳) و آزمایشگاه» [۱۳] و تعادل شیمیایی در کتاب «شیمی (۱ و ۲)، فرایندهای شیمیایی، دوره پیش‌دانشگاهی» [۱۴] ارائه

● کتاب شیمی عمومی نوشته پتروچی، هاروود و هرینگ [۸]

این کتاب بدون اشاره به مفهوم عملگرها، معادله شرودینگر را معرفی کرده است و بدون حل این معادله، به رابطه انرژی برای الکترون آزاد در جعبه یک بعد و سه بعدی اشاره می‌کند. توضیح داده می‌شود که عددهای کوانتومی از

ردیف	کتاب	سرفصل‌ها و محتوای دانشی مبحث «استوکیومتری و ضریب تبدیل»
۱	«شیمی (۳) و آزمایشگاه» دبیرستان‌های ایران [۱۳]	تعریف استوکیومتری، استفاده از روش «ضریب تبدیل» برای انجام محاسبات استوکیومتری. در مواردی سه ضریب تبدیل در محاسبات مورد استفاده قرار گرفته است. معرف محدودکننده نیز مطرح شده است.
۲	Chemistry for IGCSE (Inter national General Certificate of Secondary Education) [2] شیمی برای سن‌های ۱۴-۱۶ (کلاس‌های ۱۰ و ۱۱)	استوکیومتری تعریف شده، در محاسبات از روابط ساده بین تعداد مول با جرم ماده و جرم مولکولی آن استفاده شده، روش «ضریب تبدیل» مطرح نشده، اما معرف محدودکننده تعریف شده است.
۳	AQA-AS (Assessment and Qualifications Alliance-Advanced Subsidiary) [3]	استوکیومتری تعریف شده، در محاسبات از روابط ساده بین جرم ماده و جرم مولکولی آن استفاده شده است. روش «ضریب تبدیل» و معرف محدودکننده تعریف نشده است.
۴	AQA-A2 (Assessment and Qualifications Alliance-Advanced 2) [4]	مطلبی در مورد استوکیومتری ندارد.
۵	"Chemistry, with Inorganic Qualitative Analysis" Moeller, Bailer, Kleinberg, Cuss, Castellion, Metz. [5]	سطح دانشی استوکیومتری در این کتاب مشابه کتاب «شیمی (۳) و آزمایشگاه» دبیرستان‌های ایران است، یعنی: تعریف استوکیومتری، استفاده از روش «ضریب تبدیل» برای انجام محاسبات استوکیومتری، در مواردی استفاده هم‌زمان از چند ضریب تبدیل در حل مسئله و معرف محدودکننده مطرح شده است.
۶	"General Chemistry" Ebbing, Gammon. [6]	سرفصل‌ها، مشابه منبع ردیف ۱ و ۵ است.
۷	"General Chemistry, An Integrated Approach" Hill, Petrucci. [9]	سرفصل‌ها، مشابه منبع ردیف ۱ و ۵ است.
۸	"Chemistry, the Molecular Nature of Matter and Change" Silberberg [10]	سرفصل‌ها، مشابه منبع ردیف ۱ و ۵ است.
۹	"Chemistry" Zumdahl [11]	سرفصل‌ها، مشابه منبع ردیف ۱ و ۵ است.

جدول ۲

شده‌اند. اطلاعات مربوط به مقایسه موضوعی این سرفصل در کتاب‌های دبیرستانی ایران و کتاب‌های دبیرستانی بریتانیا و برخی از منابع

حل معادله شرودینگر به دست می‌آیند و به شکل ریاضی توابع موج شعاعی و زاویه‌ای در یک جدول اشاره می‌شود.

$$H(t)|\psi(t)\rangle = i\hbar \frac{d}{dt} |\psi(t)\rangle$$

واکنش‌های شیمیایی و استوکیومتری



واکنش‌های شیمیایی و استوکیومتری

محلول‌ها



بر زندگی روزانه خود زندگی می‌کنیم. روزانه با چه موادی سروکار داریم؟ کدام یک از موادی که مصرف می‌کنیم در آب حل می‌شود؟ اگر این مواد در آب محلول نبودند چه اتفاقی می‌افتاد؟ هر روز با محلول‌های گوناگونی سروکار داریم. هوایی که تنفس می‌کنیم، چای و نوشیدنی‌های دیگری که می‌نوشید، سکه‌ای که برای گرفتن یک تماس در تلفن همگانی می‌اندازید، مایع‌های پاک‌کننده‌ای که برای شستن و شو از آن‌ها استفاده می‌کنید، بنزین و گازوئیل که برای سوخت در موتورهای مختلف می‌ریزید و از همه مهم‌تر آن‌ها که روزانه بارها و بارها برای مصارف مختلف، شستن، پختن و نوشیدن از آن استفاده می‌کنید همگی محلول‌ها هستند. محلول‌ها نقش مهمی در زندگی ما دارند. در این فصل با خواص و کاربردهای محلول‌ها بیشتر آشنا می‌شوید.

در دوره‌ی راهنمایی با دسته‌بندی مواد آشنا شدید. در جدول ۱ نام تعدادی از مواد

یک راه‌حل این است که سرفصل‌های کتاب‌های شیمی دبیرستان ایران به گونه‌ای تغییر کند که کتاب‌های شیمی عمومی معمول، مرجع مناسبی برای دانشجویان دانش‌آموخته دبیرستان‌های ایران باشند

ردیف	کتاب	سرفصل‌ها و محتوای دانشی مبحث «استوکیومتری و ضریب تبدیل»
۱۰	"Chemistry, introducing inorganic, organic and physical chemistry" Burrows, Holman, Parsons, Pilling, Price. [12]	استوکیومتری تعریف شده، در محاسبات از روابط بین کمیت‌ها استفاده شده است. روش «ضریب تبدیل» و معرف محدود کننده تعریف نشده است.
۱۱	"General Chemistry, Principle and Modern Application" Petrucchi, Harwood, Herring. [8]	سرفصل‌ها، مشابه منبع ردیف ۱ و ۵ است.
۱۲	"University Chemistry" Mahan, Myers. [7]	سرفصل‌ها، مشابه منبع ردیف ۱ و ۵ است. قرار گرفته‌اند این کتاب تنها منبعی است که ضمن روش «ضریب تبدیل»، از روش ساده‌تر «مول واکنش» نیز در محاسبات استوکیومتری استفاده کرده است.

شیمی عمومی در جدول ۲ آمده است.

پ) استوکیومتری

یکی از مهم‌ترین بخش‌های علم شیمی در تمامی سطوح آموزشی، در دبیرستان و دانشگاه، برقراری روابط کمی بین مواد اولیه و فراورده‌ها در فرایندهای شیمیایی، یا همان مبحث استوکیومتری است. محاسبات کمی را می‌توان از روش‌های متفاوت از جمله، روش ساده‌تر «مول واکنش» [۷] و روش پیچیده‌تر و البته مناسب‌تر «ضریب تبدیل» [۱] انجام داد. داده‌های جدول ۳ نتایج بررسی مقایسه‌ای روش‌های استفاده شده در محاسبات استوکیومتری را نشان می‌دهد.

جدول ۳ مقایسه سرفصل‌ها و محتوای دانشی کتاب‌های شیمی دبیرستان‌های ایران و دبیرستان‌های انگلستان (AQA-AS, IGCSE و AQA-A2) در مورد «استوکیومتری و ضریب تبدیل» با برخی از مهم‌ترین کتاب‌های شیمی عمومی چاپ شده در ایالات متحده و انگلستان.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مطالعه مقایسه‌ای بین برخی سرفصل‌های شیمی در کتاب‌های دبیرستانی ایران و کتاب‌های دبیرستان‌های انگلستان با محتوای دانشی برخی از مهم‌ترین و شناخته شده‌ترین کتاب‌های شیمی عمومی دنیا در جدول‌های ۱ تا ۳ نشان می‌دهد که ارتباط پیش‌نیازی و طولی کتاب‌های دبیرستانی با کتاب‌های شیمی عمومی

مورد مطالعه، در انگلستان رعایت شده است. در حالی که نه تنها این ارتباط در کتاب‌های دبیرستانی ایران با منابع شیمی عمومی وجود ندارد، بلکه در بیش‌تر موارد، محتوای دانشی و سطح مطالب مطرح شده در کتاب‌های شیمی دبیرستان‌های ایران، هم‌عرض محتوای عمومی کتاب‌های شیمی عمومی است که در ایالات متحده و انگلستان به چاپ رسیده است. به عبارت دیگر اگر کتاب‌های شیمی دبیرستان‌های ایران در یک جلد گردآوری شوند و به چاپ برسند، از نظر سرفصل‌ها و سطح دانشی مطالب، تقریباً با یک کتاب شیمی عمومی روبه‌رو می‌شویم. بارزترین کاستی کتاب‌های شیمی دبیرستانی ایران نسبت به کتاب‌های شیمی عمومی، عدم وجود تمرین و نمونه‌های کافی در آن‌هاست که می‌تواند به تفهیم بهتر مطالب کمک کند. البته این کمبود فقط در ظاهر کتاب است، زیرا تمرین‌های بسیاری توسط معلمان و مدرسان درس شیمی به عنوان مکمل درس در کلاس حل می‌شود.

بنابراین یک دانش‌آموخته در انگلستان (که البته به اغلب کشورهای پیشرفته قابل تعمیم است) هنگامی در کلاس درس شیمی عمومی ۱ قرار می‌گیرد با موضوعات و سرفصل‌های نو و در مواردی با سرفصل‌های آشنا، ولی در سطح دانشی بالاتر روبه‌رو می‌شود. در موارد اندکی نیز، سرفصل‌ها و سطح دانشی آن‌ها با آموخته‌های دبیرستانی یکسان است. با توجه به ماهیت و



تعریف کلی که از دروس عمومی و پایه ماندن شیمی عمومی، فیزیک عمومی و ریاضی عمومی در دانشگاه وجود دارد، هم‌خوانی موضوعی و سطح دانشی به میزان کم مثلاً حدود ۲۰ درصد (که البته این یک عدد تقریبی است) ضروری است تا عاملی باشد برای هم سطح کردن دانشجویانی که از دبیرستان‌هایی با سطح آموزشی متفاوت در یک کلاس جمع شده‌اند. پس در مجموع، برای چنین دانشجویی با پیشینه و سطح دانش علمی کسب شده از کتاب‌های دبیرستانی انگلستان، کلاس شیمی عمومی محیطی است که در او ایجاد انگیزه و علاقه برای یادگیری بیش‌تری و شرکت فعال در کلاس می‌کند.

از سوی دیگر، دانش آموخته دبیرستان ایران در نیمسال اول تحصیل خود در دانشگاه - که هنوز ارتباط ذهنی با دانش دبیرستانی خود را حفظ کرده و نسبت به آن‌ها حضور ذهن بالایی دارد - باید در کلاس درس شیمی عمومی ۱ که مباحث آن، هم از نظر موضوعی و هم از نظر سطح دانشی برای او تا حدود ۸۰ درصد یا بیش‌تر، تکراری و در نتیجه خسته‌کننده است، حضور یابد. برای برطرف کردن این معضل آموزشی یک راه‌حل این است که سرفصل‌های کتاب‌های شیمی دبیرستان ایران به گونه‌ای تغییر کند که کتاب‌های شیمی عمومی معمول، مرجع مناسبی برای دانشجویان دانش آموخته دبیرستان‌های ایران باشند که البته این موضوع، مورد توجه مطالعه حاضر نبوده است، هر چند تلاش و توجه جدی در این زمینه باید انجام گیرد. راه‌حل دیگر، انتخاب آن دسته از کتاب‌های شیمی عمومی به عنوان مرجع این درس است که از نظر محتوای دانشی در سطح بالاتر از سطح علمی کتاب‌های شیمی دبیرستان‌های ایران هستند. از آن جمله می‌توان به کتاب «شیمی دانشگاهی» نوشته ماهان و مایرز اشاره کرد [۷]. با توجه به این‌که در مواردی دسترسی به چنین کتاب‌هایی، بویژه به تعداد زیاد مقدور نیست، مدرس درس شیمی عمومی می‌تواند هر کدام از منابع شیمی عمومی معتبر را به عنوان مرجع درس معرفی کند ولی در

موارد لازم، سطح دانشی مطالب را فراتر از سطح کتاب یاد شده ارائه دهد.



۱. «شیمی (۲) و آزمایشگاه»، وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۸۹.
2. Norris, R.; Stanbridge, R. "Chemistry for IGCSE" Nelson Thornes Publishing, 2009.
3. Lister, T.; Renshaw, J. "AQA Chemistry, AS Chemistry" Nelson Thornes Publishing, 2008.
4. Lister, T.; Renshaw, J. "AQA Chemistry, A2 Chemistry" Nelson Thornes Publishing, 2009.
5. Moeller, J.; Bailer, T. C. Kleinberg, J. C. O. Cuss, M. E. Castellion, C. Metz, "Chemistry, with Inorganic Qualitative Analysis" 3rd Ed, Harcourt Brace Jovanovich Publishing, 1989.
6. Ebbing, D. D.; Gammon, S. D. "General Chemistry" 8th Ed, Houghton Mifflin Publishing, 2005.
7. Mahan, B. M.; Myers, R. J. "University Chemistry" 4th Ed, Benjamin Cummings Publishing, 1987.
8. Petrucci, R. H.; Harwood, W. S. Herring, F. G. "General Chemistry" 8th Ed, Prentice Hall, 2002.
9. Hill, J. W.; Petrucci, R. H. "General Chemistry, an Integrated Approach" 2nd Ed, Pearson Prentice Hall, 1999.
10. Silberberg, M. S. "Chemistry, the Molecular Nature of Matter and Change" 4th Ed, McGraw Hill, 2006.
11. Zumdahl, S.S. "Chemistry" 3rd Ed, Heath Publishing, 1993.
12. Burrows, A.; Holman, J. Parsons, A. Pilling, G. Price, G. "Chemistry, introducing inorganic, organic and physical chemistry" Oxford Publishing, 2009.
۱۳. «شیمی (۳) و آزمایشگاه»، وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۹۰.
۱۴. «شیمی (۱ و ۲)، فرایندهای شیمیایی، دوره پیش‌دانشگاهی»، وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۸۸.