Research in Chemistry Education, Vol 6, No 4, 59-82

Research in Chemistry Education

https://chemedu.cfu.ac.ir

Comparison of chemistry curriculum in the educational systems of Iran and the United Kingdom

Mahshid Golestaneh [1,*], ***Negar Farhadi*** [2], ***Pardis Nezhadkazeni*** [3]

[1] *Assistant Professor, Department of Chemistry Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran*

[2] *Chemistry Teacher, Education Department of Bavi County, Khuzestan, Iran*

[3] *Chemistry Teacher, Education Department of Gotvand County, Khuzestan, Iran*

* Corresponding author: (m.golestaneh@cfu.ac.ir)

ABSTRACT

This research examines and compares the chemistry curriculum in the educational systems of Iran and the United Kingdom. The research method employed is descriptive-analytical and comparative. Science education is one of the significant learning domains in Iran and the United Kingdom, with chemistry being a part of it. The research findings indicate that compulsory science education continues from ages 6 to 18 in Iran and ages 5 to 16 in the United Kingdom. However, students in the UK are encouraged to continue their education until age 18. In the United Kingdom, science is taught as an integrated subject until the end of secondary education (age 16), while in Iran, it is taught until the end of lower secondary education (age 15). Chemistry is taught as a separate subject in upper secondary education in Iran and at the upper secondary level in the United Kingdom. Unlike Iran, where specific scientific content is mandated, the UK curriculum focuses on main concepts and principles without mandating specific educational materials, textbooks, or resources, providing teachers with the freedom to organize their teaching as it seems appropriate. The research results show that the chemistry concepts in the Iranian curricula and the United Kingdom have many similarities; however, the Iranian curricula include more extensive chemistry concepts and more complex numerical calculations compared to the United Kingdom. The UK chemistry curriculum is designed to meet the needs of students as informed citizens.

Keywords:
Science education,
chemistry,
curriculum,
educational system,
Iran,
United Kingdom.

RESEARCH ARTICLE

Received: 12 July 2024
Revised: 07 August 2024
Accepted: 18 August 2024
Published online: 18 August 2024
Print ISSN: 3041-9271
Online ISSN: 2717-2279

Citation: Golestaneh, M., Farhadi, N., Nezhadkazeni, P. (2024). Comparison of chemistry curriculum in the educational systems of Iran and the United Kingdom. *Research in Chemistry Education*, *6*(4), 59-82.
https://doi.org/10.48310/chemedu.2024.16708.1250

© The author(s)
Publisher: Farhangian University

پژوهش در آموزش شیمی، سال ششم، شماره چهارم، صفحات ۸۲-۵۹

پژوهش در آموزش شیمی
https://chemedu.cfu.ac.ir

مقایسه برنامه درسی شیمی در نظام آموزشی ایران و انگلستان

مهشید گلستانه [۱،*]، نگار فرهادی [۲]، پردیس نژاد کاظمی [۳]

۱. استادیار، گروه آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵ تهران، ایران
۲. دبیر شیمی، اداره آموزش و پرورش شهرستان باوی، خوزستان، ایران
۳. دبیر شیمی، اداره آموزش و پرورش شهرستان گتوند، خوزستان، ایران
* نویسنده مسئول: (m.golestaneh@cfu.ac.ir)

چکیده

این مقاله به بررسی و مقایسه برنامه درسی شیمی در نظام آموزشی کشورهای ایران و انگلستان پرداخته است. روش انجام پژوهش از نوع توصیفی- تحلیلی و مقایسه‌ای است. آموزش علوم یکی از حوزه‌های مهم یادگیری در ایران و انگلستان است که شیمی بخشی از آن است. یافته‌های پژوهش نشان داد که در ایران آموزش اجباری علوم از ۶ تا ۱۸ سالگی و در انگلستان از ۵ تا ۱۶ سالگی ادامه دارد؛ هرچند که در انگلستان دانش‌آموزان تشویق می‌شوند تا سن ۱۸ سالگی به تحصیلات خود ادامه دهند. در انگلستان تا پایان دوره متوسطه (۱۶ سالگی) و در ایران تا پایان متوسطه اول (۱۵ سالگی)، علوم به‌صورت یک درس یکپارچه تدریس می‌شود. آموزش شیمی به عنوان یک درس جداگانه در دوره متوسطه دوم ایران و متوسطه تکمیلی انگلستان اجرا می‌شود. در انگلستان برخلاف ایران، به‌جای تعیین محتوای علمی خاص، مفاهیم و اصول کلیدی تعیین می‌شود و هیچ الزام رسمی برای انتخاب یا استفاده از مواد آموزشی، کتاب‌ها یا منابع خاص وجود ندارد و معلمان آزادند که تدریس خود را به هر شکلی که می‌خواهند، سازمان‌دهی کنند. نتایج این پژوهش نشان داد که مفاهیم شیمی موجود در برنامه درسی ایران و انگلستان اشتراکات زیادی دارند اما در مقایسه با انگلستان، در ایران مفاهیم شیمی در برنامه درسی بیشتر بوده و شامل دانش محض و محاسبات عددی پیچیده‌تری است، درحالی‌که در انگلستان برنامه درسی شیمی به‌گونه‌ای است تا نیازهای دانش‌آموزان را به‌عنوان شهروندان مطلع، برآورده سازد.

واژه‌های کلیدی:
آموزش علوم،
شیمی،
برنامه درسی،
نظام آموزشی،
ایران،
انگلستان.

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۲۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۵/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۸
تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۵/۲۸
شاپا چاپی: ۹۲۷۱-۳۰۴۱
شاپا الکترونیکی: ۲۲۷۹-۲۷۱۷

ارجاع: گلستانه، مهشید؛ فرهادی، نگار؛ نژادکاظمی، پردیس (۱۴۰۳). مقایسه برنامه درسی شیمی در نظام آموزشی ایران و انگلستان. پژوهش در آموزش شیمی، ۶(۴)، ۸۲-۵۹.
https://doi.org/10.48310/chemedu.2024.16708.1250

© نویسندگان.
ناشر: دانشگاه فرهنگیان

مقدمه و پیشینه پژوهش

طراحی، مدیریت و نحوه اداره نظام‌های آموزشی در کشورهای مختلف جهان یکی از دل‌مشغولی‌ها و وظایف اساسی دولت‌ها و یا هر ارگان دیگری که نقش و وظیفه حاکمیتی را بر عهده دارد، محسوب می‌شود (فتحی واجارگاه و ملکی، ۱۳۹۱). برنامه درسی یکی از مفاهیم انتزاعی در ادبیات آموزشی است. موهان[1] (۱۹۹۵) برنامه درسی را به‌عنوان تجربیات یادگیری برنامه‌ریزی شده و هدفمند و نتایج مطلوبی که از بازسازی نظام‌مند دانش و تجربه به دست می‌آید، تعریف کرده است. همچنین، برنامه درسی به‌عنوان وسیله‌ای تعریف شده است که از طریق آن یک کشور شهروندان خود را با دانش، مهارت‌ها، نگرش‌ها و ارزش‌های لازم که امکان توانمندی آن‌ها برای توسعه شخصی و ملی را فراهم می‌کند، تقویت می‌کند (کابیتا و جی[2]، ۲۰۱۷). در این راستا، برنامه درسی باید نیازهای شهروندان و ملت را برآورده سازد. برای همگامی با شرایط جهانی متغیر و برطرف کردن مسائل مربوط به دسترسی جامع به آموزش، برنامه درسی باید به‌طور منظم به‌روزرسانی شود تا کفایت، مرتبط بودن و انسجام آن تضمین شود (مبونیریوزه[3]، ۲۰۱۸). در این مقاله، منظور از برنامه درسی به‌عنوان هسته اصلی مشخصی است که در سطح ملی تعیین می‌شود. برای مثال، یک برنامه درسی ملی که به‌صورت مجموعه‌ای از استانداردها یا برنامه‌های تحصیلی تعریف شده است، یا معیارهای اصلی که برای صلاحیت‌های ملی تعیین شده است (گیبنی[4]، ۲۰۱۸).

بازنگری و به‌روزرسانی برنامه‌های درسی در تمام نظام‌های آموزشی امری ضروری است (گلستانه، ۱۳۹۸). بازنگری در برنامه درسی به معنی گردآوری اطلاعات درباره برنامه، فراهم ساختن اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم‌گیری جهت برنامه‌ریزی آینده و بهبود ثمربخشی برنامه‌های آموزشی است. هنگامی‌که برنامه درسی مورد اصلاح و بازنگری قرار می‌گیرد، تغییراتی در محتوا، روش‌ها و نتایج آموزش به وجود می‌آید (برگر[5]، ۲۰۱۲).

توسعه علوم در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ پس از پرتاب ناگهانی اسپوتنیک توسط اتحاد جماهیر شوروی در سال ۱۹۵۷ آغاز شد (ملتزر و اوترو[6]، ۲۰۱۵). پس از پرتاب اسپوتنیک، شیوه‌های آموزش/یادگیری علوم و برنامه درسی علوم در کشورهای جهان، مورد بازبینی قرار گرفت و اصلاحات مختلفی در آموزش علوم اجرا شد (اوجیمبا[7]، ۲۰۱۳). در اواخر قرن بیستم، بسیاری از اصلاحات برنامه‌های درسی علوم، سعی در پرکردن شکاف بین دانش ناقص دانش‌آموزان و اصول علمی پذیرفته شده داشتند. در این موج از اصلاحات، تعدادی برنامه درسی بر مبنای رویکرد ساخت‌گرایی به

[1] Mohan
[2] Kabita & Ji
[3] Mbonyiryivuze
[4] Gibney
[5] Berger
[6] Meltzer & Otero
[7] Ojimba

یادگیری توسعه یافت (والاس و لودن[1]، ۱۹۹۸). علاوه بر این، بسیاری از مطالعات نشان داده است که دانش‌آموزانی که به روش سنتی آموزش دیده‌اند، با درک نامناسبی از مفاهیم علمی مواجه هستند. همچنین به‌زعم اوجیمبا (۲۰۱۳)، روش سنتی نمی‌تواند شهروندان آینده را به‌طور کامل برای درک مسائل علمی و فناوری آماده کند.

مبونیریوزه و دیگران (۲۰۱۸) در یک مقاله مروری، اصلاحات ایجاد شده در برنامه‌های درسی علوم، به‌خصوص برنامه‌های درسی فیزیک پس از پرتاب ماهواره اسپوتنیک توسط اتحاد جماهیر شوروی در سال ۱۹۵۷ را مورد مطالعه قرار داده است. تحول آموزش فیزیک جهانی را از آمریکای متحده و انگلستان آغاز کرده و تحقیقات جدید در آموزش علوم/فیزیک را بررسی می‌کند. پیشرفت‌های اخیر در توسعه برنامه‌های درسی فیزیک به همراه برخی برنامه‌های مهم اصلاحات علوم که در آفریقا انجام شده‌اند، نیز مورد بررسی قرار گرفته است. توصیه‌های عملی که می‌تواند برای آموزش و یادگیری مؤثر علوم، به‌خصوص فیزیک، استفاده شود نیز بیان شده است.

عرب زاده اول و امینی (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان مقایسه برنامه درسی آموزش شیمی دوره دوم متوسطه در ایران، استرالیا و کره جنوبی به این نتیجه رسیدند که مطالب درسی شیمی ایران بسیار زیاد است و همین سبب می‌شود تمرکز و تسلط دانش‌آموز از محتوا کم شود و بازدهی ذهنی دانش‌آموز را پایین می‌آورد و احتمال کج‌فهمی بیشتر می‌شود. همچنین نتایج ایشان نشان داد که در کتاب درسی شیمی استرالیا مسائل اجتماعی و زیست‌محیطی در برنامه درسی استرالیا به‌خوبی گنجانده شده است درحالی‌که در کتاب درسی شیمی ایران و کره جنوبی دانش محض شیمی بیشتر بکار رفته است.

حبیبی و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله‌ای با عنوان «مطالعه تطبیقی آموزش شیمی سبز در برنامه درسی مدارس متوسطه ایران و چهار کشور پیشرفته» به بررسی تشابه و تمایز بین برنامه درسی آموزش شیمی سبز در ایران و سایر کشورها مانند انگلستان، چین، آمریکا و استرالیا پرداختند. نتایج نشان داد که اگرچه برنامه درسی ایران در منطق و اهداف برنامه درســـی تشابهات قابل‌ملاحظه‌ای با این کشورها دارد اما در اجرا، محتوا، شیوه تدریس و ارزشیابی با این کشورها تفاوت زیادی دارد.

ارپوود و بارنت[2] (۱۹۹۷) در مقاله‌ای برنامه درسی علوم انگلستان و ولز را با ایالات‌متحده آمریکا، استرالیا، نیوزیلند و استان انتاریو کانادا مقایسه کردند. مسائل مورد بحث شامل: تأکیدهای متفاوت بر موضوعات علوم و یا نتایج یادگیری موردنظر؛ ادغام با سایر حوزه‌های برنامه درسی؛ محتوا و سازمان‌دهی برنامه درسی علوم؛ و روش‌های ارزیابی عملکرد و درک دانش‌آموزان بود. آن‌ها نتیجه‌گیری کردند که چارچوب برنامه درسی به‌عنوان یک شرط ضروری اما ناکافی برای

[1] Wallace & Louden
[2] Orpwood & Barnett

آموزش و یادگیری با کیفیت محسوب می‌شود. استفاده معلمان از چارچوب برنامه درسی در کلاس درس و توجه به نیازهای متنوع دانش‌آموزان نیازمند درک حرفه‌ای و ابتکار عمل معلمان دارد. هیچ چارچوب ملی یا سیاست برنامه درسی، هر چقدر هم که خوب توسعه یافته باشد، نمی‌تواند به‌عنوان یک ابزار مستقیم برای تحقق یادگیری دانش‌آموزان عمل کند و شکست تلاش‌های گذشته برای «برنامه‌های درسی بدون نیاز به معلم» قطعاً شاهدی بر این موضوع است. با این حال، آنچه یک چارچوب می‌تواند فراهم کند، مجموعه مشترکی از اهداف و انتظارات است که معلمان می‌توانند برنامه‌هایی را طراحی کنند که در زمینه‌های خاص مورد انتظار نظام آموزشی، مؤثر باشند.

برای بهبود آموزش علوم به‌طورکلی و آموزش شیمی به‌طور خاص، نیاز به درک کامل شرایط هر کشور است. در همه نظام‌های آموزشی، در سنین ابتدایی، علوم به‌صورت یکپارچه به کودکان آموزش داده می‌شود و در مراحل بعدی به‌صورت موضوعات جداگانه (شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی و ....) معرفی می‌شود. شیمی، جایگاه منحصربه‌فردی در میان سایر علوم دارد و به فراگیران کمک می‌کند که دانش، طرز تفکّر و شیوه‌های موردنیاز متخصصانی را که می‌توانند برای ساختن آینده‌ای پایدار با هم کار کنند، چالش‌های جهانی را درک نمایند و با مسئولیت‌پذیری و ذهنیت علمی با آن‌ها مقابله کنند را موردتوجه قرار دهند (ماتلین[1] و دیگران،۲۰۱۶)؛ اما برای اینکه این اتفاق بیفتد، باید برنامه‌های درسی شیمی، شیوه‌های آموزشی و ابزارهای ارزشیابی به‌گونه‌ای تغییر کند تا بتواند تمرکز را از توسعه دانش به ساخت ذهنیت‌هایی که می‌توانند مشکلات پیچیده را درک و بررسی نمایند، منتقل کند (گلستانه، ۱۴۰۰). در همه کشورها، کودکان در مدرسه ابتدایی با مطالعه طبیعت و پدیده‌های اطرافشان آشنا می‌شوند. مطالعه طبیعت از سال اول ورود دانش‌آموزان به مدرسه آغاز می‌شود. سؤالی که مطرح است این است که آیا علومی که در ایران به کودکان تدریس می‌شود، مشابه یا متفاوت از آن است که در سایر کشورها تدریس می‌شود؟

تلاش برای بهبود نظام آموزشی کشورها از جمله اقدامات مهم پژوهشگران عرصه تعلیم و تربیت در همه کشورها است. بررسی نظام‌های آموزشی کشورهای پیشرو در تعلیم و تربیت و استفاده از تجارب آن‌ها می‌تواند منجر به بهبود نظام آموزشی کشور و حل مشکلات آموزش و پرورش گردد. بر اساس اطلاعات نویسندگان، تاکنون مقاله‌ای که با جزئیات به برنامه درسی شیمی کشور ایران و انگلستان پرداخته باشد، چاپ نشده است؛ بنابراین در این مقاله سعی شده است تا نظام آموزش علوم با تأکید بر بخش شیمی آن در کشور ایران و انگلستان مقایسه شود. علت انتخاب کشور انگلستان از این جهت بوده است که دانش‌آموزان انگلستان در سال‌های متمادی، عملکرد مطلوبی در آزمون‌های بین‌المللی در درس علوم داشته‌اند (گزارش نتایج بین‌المللی در ریاضیات و علوم، تیمز ۲۰۱۹). بنابراین اطلاع از برنامه

[1] Matlin

درسی آن کشور می‌تواند به برنامه‌ریزان، پژوهشگران و متخصصان آموزش علوم و آموزش شیمی کشور جهت بهبود نظام آموزش شیمی کشور کمک نماید.

روش

این مقاله از نوع توصیفی و تحلیل محتواست که به شیوه اسنادی انجام شده است. با مراجعه به مقالات و کتاب‌های معتبر علمی منتشر شده و جستجو در پایگاه‌های علمی نظیر سایت وزارت آموزش و پرورش ایران و انگلستان، کتاب‌های درسی علوم و شیمی دو کشور، گوگل اسکولار، اسکاپوس و ساینس دایرکت، اطلاعات لازم فیش‌برداری و جمع‌آوری شد و سپس داده‌های جمع‌آوری‌شده، تحلیل گردید.

یافته‌ها

ساختار نظام آموزش و پرورش ایران

ساختار نظام تحصیلی آموزش و پرورش در ایران بر اساس مفاد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش، شامل ۶ سال دوره ابتدایی و ۶ سال دوره متوسطه (جمعاً دوازده سال) است که رسمی و اجباری است. هر دوره تحصیلی نیز به دو دوره سه‌ساله تقسیم می‌شود. سن شروع دوره ابتدایی، ۶ سال تمام خواهد بود و با احتساب ۱۲ سال آموزش رسمی، تا ۱۸ سالگی طول می‌کشد. دوره پیش‌دبستان به دوره دوساله رسمی و غیر اجباری اطلاق می‌شود که کودکان گروه سنی ۵ و ۶ سال را تحت پوشش برنامه‌های آموزشی و تربیتی قرار می‌دهد.

زمان تعلیم و تربیت ۱ سال تحصیلی از اول مهرماه هر سال شروع و تا پایان شهریورماه سال بعد ادامه خواهد داشت. یک روز معمولی مدرسه، بین ساعت ۷:۳۰ و ۸:۰۰ صبح آغاز شده و بین ۱۲:۳۰ و ۱۳:۰۰ به پایان می‌رسد. البته این زمان برای مدارس ابتدایی (به‌ویژه دوره اول) کوتاه‌تر و برای مدارس متوسطه دوم می‌تواند طولانی‌تر باشد. زمان آموزش هر پایه تحصیلی در دوره ابتدایی ۹۲۵ ساعت، در دوره متوسطه اول ۱۱۱۰ ساعت و در دوره متوسطه دوم شاخه نظری ۱۲۹۵ ساعت و شاخه فنی و حرفه‌ای و کاردانش ۱۴۸۰ ساعت خواهد بود. ساعات کار هفتگی دوره ابتدایی ۲۵ ساعت در کلیه پایه‌ها و زمان هر جلسه در پایه‌های اول، دوم و سوم ۴۵ دقیقه و در پایه‌های چهارم، پنجم و ششم ۵۰ دقیقه است. میانگین ساعات کار هفتگی دوره متوسطه اول ۳۰ ساعت در کلیه پایه‌ها و زمان هر جلسه ۵۰ دقیقه است، و ساعات کار هفتگی دوره متوسطه دوم نظری حداکثر ۳۵ ساعت در کلیه پایه‌ها و زمان هر جلسه ۵۰ دقیقه است (برنامه درسی ملی ایران، ۱۳۹۱).

ساختار نظام آموزشی انگلستان

در انگلستان تحصیل برای کودکان پنج تا شانزده‌ساله اجباری است. هرچند که آموزش اختیاری تحت حمایت دولت به کودکان سه تا پنج‌ساله نیز ارائه می‌شود، اما کودکان از پنج‌سالگی آموزش رسمی خود را آغاز می‌کنند؛ بنابراین، حق تحصیل رایگان که توسط دولت تأمین می‌شود، یازده سال طول می‌کشد. اگرچه دانش‌آموزان می‌توانند در سن شانزده‌سالگی مدرسه را به اتمام برسانند، اما انتظار می‌رود که تا سن هجده‌سالگی به تحصیل ادامه دهند. یک سال اضافی پس از سن هجده‌سالگی نیز برای دانش‌آموزانی که به دلیل بیماری یا مسائل شخصی دیگر نیاز به تکرار یک سال دارند، امکان‌پذیر است؛ بنابراین، یک دانش‌آموز می‌تواند از سن سه تا نوزده‌سالگی، رایگان تحصیل کند (راسل، کوالتر و مک گویگان[1]، ۱۹۹۵).

هر سال تحصیلی که در انگلستان از سپتامبر آغاز شده و در جولای به پایان می‌رسد به سه دوره تقریباً سه‌ماهه به نام «ترم» تقسیم می‌شود. هر ترم نیز توسط یک هفته تعطیلات «میان‌ترم» به دو نیمه تقسیم می‌شود. یک روز معمولی مدرسه برای همه کودکان بدون توجه به سن آن‌ها، بین ۸:۳۰ و ۹:۰۰ صبح آغاز شده و بین ۳:۰۰ و ۳:۳۰ بعدازظهر به پایان می‌رسد. طول هر زنگ کلاس در مدارس متوسطه معمولاً یک ساعت طول می‌کشد، اما این زمان به‌طور قابل‌توجهی متغیر است و مدیران مدارس آزادند که بهترین روش را برای سازمان‌دهی زمان‌بندی برای دانش‌آموزان و کارکنان خود تعیین کنند. در مدارس انگلستان ارائه وعده‌های غذایی مرسوم است و کودکان در همه سنین یک وعده غذای گرم در زمان ناهار دریافت می‌کنند که اغلب در محل مدرسه پخته می‌شود (کایند[2]، ۲۰۱۰)

هزینه آموزش دولتی رایگان توسط ترکیبی از مالیات‌های محلی و ملی تأمین می‌شود. سازمان‌های ملی مانند اداره توسعه صلاحیت‌ها و برنامه درسی[3] (QCDA) و دفتر استانداردهای آموزشی[4] (Ofsted) به ترتیب برنامه درسی و نظام ارزشیابی و بازرسی را تعیین می‌کنند. در انگلستان کودکان از سن پنج تا یازده‌سالگی در مدرسه ابتدایی و از سن یازده تا شانزده یا یازده تا نوزده‌سالگی در مدرسه متوسطه تحصیل می‌کنند. آموزش ابتدایی به دو بخش «خردسال» برای کودکان پنج تا هفت‌ساله و «کودک» برای کودکان هفت تا یازده‌ساله تقسیم می‌شود (کایند، ۲۰۱۰).

در انگلستان آموزش اجباری شامل ۴ مرحله است که مراحل کلیدی[5] (KS) نامیده می‌شود: KS1 به کودکان پنج تا هفت ساله؛ KS2 به کودکان هشت تا یازده‌ساله؛ KS3 به کودکان یازده تا چهارده‌ساله و KS4 به کودکان چهارده تا

[1] Russell, Qualter & McGuigan
[2] Kind
[3] Qualifications and Curriculum Development Authority
[4] Office for Standards in Education
[5] Key Stage

شانزده‌ساله اشاره دارد. علوم یکی از حوزه‌های اصلی در برنامه درسی است و کودکان از KS1 به بعد در این درس ارزیابی می‌شوند. تا سال ۲۰۰۹ ارزیابی‌های KS1 و KS2 کودکان توسط معلمان انجام می‌شد اما میزان پیشرفت تحصیلی کودکان در KS3 و KS4 به ترتیب توسط آزمون‌های سنجش استاندارد[1] SATs و امتحانات گواهینامه عمومی آموزش متوسطه[2] (GCSE) اندازه‌گیری می‌شد؛ اما از سال ۲۰۱۰، ارزیابی پیشرفت در KS1، KS2 و KS3 توسط معلمان انجام می‌شود، اما امتحان KS4 باقی مانده است. برنامه درسی ملی تعیین می‌کند که چه چیزی در هر مرحله تدریس شود (میلار[3]، ۲۰۱۱).

آموزش بخش شیمی در علوم دوره ابتدایی کشور ایران

برنامه درسی ابتدایی در ایران گسترده است و شامل فارسی و نگارش، هنر و طراحی، مطالعات اجتماعی، تفکر و پژوهش، ریاضیات، ورزش، آموزش مذهبی (آموزش قران و هدیه‌های آسمان) و آموزش علوم است. دوره ابتدایی در ایران شامل دو مرحله است:

حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی یکی از حوزه‌های یازده‌گانه آموزش در نظام آموزش و پرورش ایران است. حوزه یادگیری علوم تجربی شامل مطالعه فرایندهای حیاتی و موجودات، زمین و پیرامون آن، تغییرات ماده و انرژی، طبیعت و مواد فراوری شده، علوم در اجتماع، علوم در زندگی روزانه و تاریخ علم در ایران و اسلام است. تربیت علمی فناورانه تنها آموزش یافته‌ها و فرآورده‌های علمی یا به‌عبارت‌دیگر تنها مفاهیم و دانش علمی را دربر نمی‌گیرد؛ بلکه فرایندهای علمی و روش علم‌آموزی هم چون مهارت‌های فرایندی (مشاهده، جمع‌آوری اطلاعات، اندازه‌گیری، تفسیر یافته‌ها، فرضیه و مدل‌سازی، پیش‌بینی، طراحی تحقیق و برقراری ارتباط، و مهارت‌های پیچیده تفکر را نیز مورد توجه قرار می‌دهد. همچنین نگرش‌های ناشی از علم، بخصوص به محیط‌زیست، و نگرش‌های ناظر به علم و فناوری از اجزای جدایی‌ناپذیر فعالیت‌های علمی فناورانه است و دریچه‌ای برای ورود مبانی فلسفی پذیرفته شده را فراهم می‌کند (برنامه درسی ملی ایران، ۱۳۹۱).

[1] Standard Assessment Tests
[2] General Certificate of Secondary Education
[3] Millar

دوره اول ابتدایی (۶ تا ۹ سالگی)

تمرکز اصلی آموزش علوم در دوره اول ابتدایی بر این است که دانش‌آموزان از طریق تجربه و مشاهده پدیده‌ها، پدیده‌های جهان اطراف خود را بررسی کنند. به‌طورکلی در دوره اول ابتدایی، کودکان با کمک انجام آزمایش‌های ساده، مشاهده و اندازه‌گیری، به جمع‌آوری شواهد می‌پردازند. برنامه درسی مرتبط با شیمی برخی شباهت‌ها و تفاوت‌های بین مواد، توصیف مواد اطراف خود بر اساس حالت فیزیکی ماده، مشاهده آب در سه حالت جامد، مایع و گاز در اثر تغییرات دما، مشاهده تغییر حالت برخی مواد در اثر گرم کردن و سرد کردن، انواع تبدیل حالت‌های ماده، شناسایی نقش تبخیر در چرخه آب، برخی ویژگی‌های ماده از جمله جرم و حجم و برخی واحدهای اندازه‌گیری آن‌ها را آموزش می‌دهد (کتاب درسی علوم پایه اول، دوم و سوم ابتدایی).

دوره دوم ابتدایی (۹ تا ۱۲ سالگی)

در دوره دوم ابتدایی، دانش‌آموزان به کشف الگوها و روابط طبیعی می‌پردازند و اطلاعاتی را که برای پاسخ به سؤالات خود نیاز دارند، جمع‌آوری می‌کنند. با مراحل روش علمی آشنا می‌شوند و یاد می‌گیرند تا چگونه طراحی تحقیق را انجام داده و آن را اجرا کنند. با شناخت و کنترل متغیرها، کودکان می‌آموزند چگونه داده‌های قابل‌اعتماد جمع‌آوری کنند. تجهیزات ساده‌ای مانند دماسنج برای کمک به جمع‌آوری منظم داده‌ها معرفی می‌شود. از آن‌ها خواسته می‌شود تا یافته‌های خود را با استفاده از زبان علمی ساده، نقاشی، نمودارهای میله‌ای و جداول ثبت کنند و با بررسی داده‌ها، الگوهای موجود بین آن‌ها را پیدا کنند و نتیجه‌گیری‌های مبتنی بر شواهد و دانش علمی ارائه دهند. از طریق بررسی و مقایسه خواص مواد، به درکی نظام‌مند از مواد دست یابند. تغییرات برگشت‌پذیر مانند ذوب شدن و حل شدن را بررسی و مقایسه کنند. همچنین، تغییرات برگشت‌ناپذیر مانند سوختن، زنگ زدن و واکنش‌های مشابه را بررسی کنند. به‌طورکلی، مباحث شیمی در دوره دوم ابتدایی شامل موارد زیر است (جدول ۱):

جدول ۱- مباحث شیمی موجود در دوره دوم ابتدایی ایران[۱]

عنوان مبحث	موضوعات
	• گروه‌بندی و مقایسه مواد اطراف خود بر اساس خواصی مانند طبیعی و مصنوعی بودن، سختی، سبکی و سنگینی، حلالیت، شفافیت، چکش‌خواری، رسانایی (الکتریکی و حرارتی) و خاصیت مغناطیسی • آشنایی با محلول‌ها، عوامل مؤثر بر انحلال و چگونه بازیابی یک حل شونده از محلول

[۱] مطالب جدول ۱ برگرفته از کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره ابتدایی ایران است که از سایت دفتر تألیف کتب درسی به آدرس http://www.chap.sch.ir/ قابل‌دستیابی است.

خواص و تغییرات مواد	• آشنایی با مخلوطها و بکار بردن روش‌های جداسازی مخلوطها از جمله صاف کردن، غربال کردن و تبخیر • آشنایی با فلزات، برخی خواص و کاربردهای آن‌ها • آشنایی با اسیدهای خوراکی و صنعتی، کاغذ pH، تعیین میزان اسیدی بودن با کمک کاغذ pH • آشنایی با برخی واکنش‌های شیمیایی از جمله تأیید حضور نشاسته در برگ، رنگ بری کاغذ و پتاسیم پرمنگنات با کمک آب ژاول و سرکه • آشنایی با تغییرات برگشت‌پذیر از جمله حل شدن و مخلوط شدن • آشنایی با برخی تغییرات برگشت‌ناپذیر که منجر به ایجاد مواد جدید می‌شود از جمله تغییرات مرتبط با سوختن، زنگ زدن، واکنش‌های اسید با سدیم بیکربنات (جوش شیرین)، آزمایش کوه آتشفشان با کمک آمونیوم دی کرومات

آموزش علوم در دوره ابتدایی کشور انگلستان با تأکید بر آموزش شیمی

برنامه درسی ابتدایی در انگلستان نیز گسترده است و شامل هنر و طراحی، انگلیسی، جغرافیا، تاریخ، فناوری اطلاعات و ارتباطات، ریاضیات، موسیقی، ورزش، آموزش مذهبی و آموزش علوم است. پژوهش رز[1] (۲۰۰۹) در مورد برنامه درسی ابتدایی انگلستان نشان داد که «سواد علمی و فناورانه» یکی از ساحت‌های اصلی یادگیری برنامه درسی ابتدایی در انگلستان است. دوره ابتدایی در انگلستان شامل دو مرحله است:

مرحله کلیدی ۱ (۵ تا ۷ سالگی)

تمرکز اصلی آموزش علوم در مرحله کلیدی ۱ بر این است که به دانش‌آموزان امکان تجربه و مشاهده پدیده‌ها را بدهد تا با دقت بیشتری به جهان پیرامون خود نگاه کنند. به‌طورکلی در مرحله کلیدی ۱، کودکان با آزمایش‌های ساده آشنا می‌شوند تا شواهدی را با جمع‌آوری مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها به دست آورند، سؤالاتی مانند «چگونه؟»، «چرا؟» و «چه اتفاقی می‌افتد اگر ...؟» مطرح می‌کنند. بخشی از برنامه درسی مرتبط با شیمی اطمینان حاصل می‌کند که شباهت‌ها و تفاوت‌های بین مواد، همراه با ویژگی‌هایی که مواد را بر اساس بافت، کاربرد و/یا چگالی آن‌ها گروه‌بندی می‌کند، آموزش داده می‌شود. همچنین نحوه تغییرات مواد از طریق فشار دادن، خم کردن، پیچاندن و کشیدن، پودر کردن، گرم کردن و سرد کردن، آموزش داده می‌شود (برنامه آموزش علوم مراحل کلیدی ۱ و ۲، در برنامه درسی ملی انگلستان، ۲۰۱۳).

[1] Rose

مرحله کلیدی ۲ (۸ تا ۱۱ سالگی)

در مرحله کلیدی ۲، دانش‌آموزان شروع به جستجوی الگوها و روابط طبیعی می‌کنند و تصمیم می‌گیرند که برای پاسخ به سؤالات باید چه داده‌هایی جمع‌آوری کنند. کودکان یاد می‌گیرند که یک تحقیق را برنامه‌ریزی و اجرا کنند. آن‌ها با در نظر گرفتن داده‌هایی که باید جمع‌آوری کنند، شناخت و کنترل متغیرها یاد می‌گیرند چگونه داده‌های قابل‌اطمینان جمع‌آوری کنند. تجهیزات ساده از جمله دماسنج و دستگاه‌های ثبت داده، برای کمک به جمع‌آوری نظام‌مند داده‌ها معرفی می‌شود. به کودکان آموزش داده می‌شود که مشاهدات تکراری انجام دهند و میزان خطا را تشخیص دهند. یافته‌ها را با استفاده از زبان علمی ساده، نقاشی، نمودارهای میله‌ای و جداول ثبت کنند و داده‌ها را برای یافتن الگوهای موجود بین آن‌ها بررسی کنند و نتیجه‌گیری‌هایی که به پیش‌بینی‌ها و دانش علمی مرتبط می‌شوند را انجام دهند. دانش‌آموزان باید با کاوش و مقایسه خواص مواد، به شناخت نظام‌مندی از مواد دست پیدا کنند. آن‌ها باید تغییرات برگشت‌پذیر از جمله تبخیر، ذوب شدن و حل شدن را بررسی کنند و تشخیص دهند که ذوب شدن و حل شدن فرآیندهای متفاوتی هستند. دانش‌آموزان باید تغییرات برگشت‌ناپذیر مانند سوختن، زنگ زدن و واکنش‌های مشابه دیگر را بررسی کنند. به‌طورکلی مباحث شیمی موجود در مرحله کلیدی ۲ شامل موارد زیر است (جدول ۲):

جدول ۲- مباحث شیمی موجود در مرحله کلیدی ۲[۱]

عنوان مبحث	موضوعات
حالات ماده	• مقایسه و گروه‌بندی مواد مختلف بر اساس حالت فیزیکی آن‌ها • مشاهده تغییر حالت برخی مواد در اثر تغییر دما و اندازه‌گیری دمایی که تغییر حالت رخ می‌دهند • شناسایی نقش تبخیر در چرخه آب و درک ارتباط بین میزان تبخیر با دما • توصیف مواد اطراف خود بر اساس حالت فیزیکی ماده • مشاهده آب در سه حالت جامد، مایع و گاز در اثر تغییرات دما
خواص و تغییرات مواد	• گروه‌بندی و مقایسه مواد اطراف خود بر اساس خواصی مانند سختی، حلالیت، شفافیت، رسانایی (الکتریکی و حرارتی) و خاصیت مغناطیسی • آشنایی با محلول‌ها و چگونه بازیابی یک حل شونده از محلول • آشنایی با مخلوط‌ها و بکار بردن روش‌های جداسازی مخلوط‌ها از جمله صاف کردن، غربال کردن و تبخیر • آشنایی با تغییرات برگشت‌پذیر از جمله حل شدن، مخلوط شدن و تغییرات حالت • آشنایی با برخی تغییرات برگشت‌ناپذیر که منجر به ایجاد مواد جدید می‌شود از جمله تغییرات مرتبط با سوختن و واکنش‌های اسید با سدیم بیکربنات

[۱] مطالب جدول ۲ برگرفته از برنامه آموزش علوم مراحل کلیدی ۱ و ۲، در برنامه درسی ملی انگلستان در سال ۲۰۱۳ است که از منبع زیر قابل دسترسی است

https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a806ebd40f0b62305b8b1fa/PRIMARY_national_curriculum_-_Science.pdf

آموزش علوم در دوره متوسطه کشور ایران با تأکید بر آموزش شیمی

آموزش متوسطه در ایران مخصوص دانش آموزان ۱۲ تا ۱۸ ساله است و به دو دوره تقسیم می‌شود – دوره اول متوسطه مخصوص دانش آموزان دوازده تا ۱۵ ساله و دوره دوم متوسطه مخصوص دانش آموزان ۱۵ تا ۱۸ ساله است. به دانش آموزان سه جلسه ۵۰ دقیقه‌ای در هفته علوم آموزش داده می‌شود. برخی از مدارس ممکن است علوم را به‌طور رسمی به بخش‌های شیمی، فیزیک و زیست‌شناسی تقسیم کنند، اما این مورد در مدارس متوسطه دولتی نسبتاً نادر است. محتوای بخش شیمی علوم در دوره متوسطه اول و متوسطه دوم شامل موارد زیر است (جداول ۳ و ۴:

جدول ۳- مباحث شیمی موجود در دوره متوسطه اول[۱]

عنوان	مفاهیم
طبیعت ذره‌ای ماده	• مدل ذره‌ای ماده • تغییرات حالت در مدل ذره‌ای ماده
اتم، عنصر، یون و ترکیب	• تفاوت بین اتم‌ها، عناصر، یون‌ها و ترکیبات • نمادهای شیمیایی و فرمول‌ها برای عناصر، یون‌ها و ترکیبات • قانون پایستگی جرم
مواد خالص و ناخالص	• مفهوم ماده خالص • مخلوط‌ها و محلول‌ها • تکنیک‌های ساده برای جداسازی مخلوط‌ها از جمله صاف کردن، تبخیر، تبلور، تقطیر ساده و تقطیر جزءبه‌جزء
ساختار، پیوند و خواص ماده	• مقایسه مواد بر اساس خواصی مانند سختی، چگالی، حلالیت، شفافیت، چکش‌خواری، رسانایی (الکتریکی و حرارتی) و خاصیت مغناطیسی، انعطاف‌پذیری، واکنش با اکسیژن و .... • آشنایی با انواع پیوند شیمیایی: یونی، کووالانسی • ویژگی‌های ترکیبات یونی • خواص آلیاژها و پلیمرها (کیفی).
اسیدها و بازها	• تعریف اسیدها و بازها • مقیاس pH برای اندازه‌گیری میزان اسیدی و بازی بودن
ساختار اتمی و جدول تناوبی	• معرفی مدل اتمی بور، ذرات زیر اتمی، عدد اتمی، عدد جرمی، جرم اتمی نسبی، بار الکترونی و ایزوتوپ‌ها • آشنایی با جدول تناوبی عناصر، موقعیت عناصر در جدول تناوبی • آشنایی با خواص فلزات و غیرفلزها
چرخه‌های طبیعی	• چرخه آب، چرخه کربن، چرخه نیتروژن
واکنش‌های شیمیایی	• واکنش‌های شیمیایی به‌عنوان بازآرایی اتم‌ها

[۱] مطالب جدول ۳ برگرفته از کتاب‌های درسی علوم دوره متوسطه اول ایران است که از سایت دفتر تألیف کتب درسی به آدرس http://www.chap.sch.ir قابل دستیابی است.

صنایع شیمیایی	• مثال‌هایی از واکنش‌های احتراق، تجزیه حرارتی و جانشینی • ارزیابی چرخه عمر و بازیافت مواد به‌منظور ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مرتبط با مراحل عمر محصول • آشنایی با ترکیبات کربن، هم به‌عنوان سوخت و ماده اولیه • استفاده از کربن در استخراج فلزات از اکسیدهای فلزی • آشنایی با تقطیر جز به‌جز نفت خام • آشنایی با کاربردهای برخی مواد از جمله آمونیاک و سولفوریک اسید، کلر

جدول ۴- مباحث شیمی موجود در دوره دوم متوسطه[1]

عنوان	مفاهیم
ساختار اتمی و جدول تناوبی	• معرفی مدل اتمی کوانتومی • آرایش الکترونی اتم‌ها و یون‌ها • جرم اتمی نسبی و ایزوتوپ‌ها • آشنایی با جدول تناوبی عناصر، دوره‌ها و گروه‌ها؛ فلزات، شبه‌فلزها و غیرفلزها و خواص آن‌ها • آشنایی با خواص و روندهای خواص عناصر در گروه‌های مشابه و پیش‌بینی الگوها • آشنایی با واکنش‌پذیری شیمیایی عناصر با توجه به موقعیتشان در جدول تناوبی
اتم‌ها، عناصر، یون‌ها و ترکیبات	• نمادهای شیمیایی و فرمول‌ها برای عناصر، یون‌ها و ترکیبات • نام‌گذاری و فرمول نویسی ترکیبات شیمیایی، تعیین فرمول‌های تجربی
ساختار، پیوند و خواص ماده	• آشنایی با سینتیک ذرات، انتقال انرژی و قدرت نسبی پیوندهای شیمیایی و نیروهای مولکولی و بین‌مولکولی • آشنایی با انواع پیوند شیمیایی: یونی، کووالانسی و فلزی • قطبیت مولکول‌ها • آشنایی با پیوند کربن، گروه‌های عاملی و انواع ترکیبات آلی • آشنایی با ساختار، پیوندها و خواص الماس، گرافیت، فولرن‌ها و گرافن.
واکنش‌های شیمیایی	• نوشتن معادلات شیمیایی، معادلات یونی و نمادهای حالت • قانون پایستگی جرم در واکنش‌های شیمیایی. • استوکیومتری واکنش‌ها (کیفی و کمی) • واکنش‌های احتراق، تجزیه حرارتی، اکسایش، جانشینی، پلیمری شدن
اسیدها و بازها	• اسیدها و بازها، نظریه آرنیوس، قدرت اسیدی و بازی، واکنش خنثی شدن • تعادلات یونی و محاسبه ثابت تعادل • آشنایی با pH به‌عنوان معیار غلظت یون هیدروژن و مقیاس عددی آن • خواص شیمیایی اکسیدهای فلزی و غیرفلزی از نظر اسیدی بودن • واکنش اسیدها با برخی فلزات و کربنات‌ها
تغییرات انرژی در شیمی	• اندازه‌گیری تغییرات انرژی در واکنش‌های شیمیایی (کیفی و کمی) • آشنایی با انرژی شکستن پیوند، تشکیل پیوند، انرژی فعال‌سازی (کیفی و کمی).
سرعت تغییرات شیمیایی	• آشنایی با مفهوم سرعت واکنش

[1] مطالب جدول ۴ برگرفته از کتاب‌های درسی شیمی ایران است که از سایت دفتر تألیف کتب درسی به آدرس http://www.chap.sch.ir قابل دستیابی است.

مواد خالص و ناخالص	• عوامل مؤثر بر سرعت واکنش از جمله دما، غلظت، تغییر مساحت سطح یک ماده جامد و یا افزودن کاتالیزگر • مخلوط‌ها و محلول‌ها • محاسبه غلظت محلول‌ها
صنایع شیمیایی	• ارزیابی چرخه عمر و بازیافت مواد به‌منظور ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مرتبط با مراحل عمر محصول • آشنایی با استخراج و تصفیه فلزات • تولید آمونیاک با کمک فرایند هابر • شوینده‌های صابونی و غیر صابونی
الکتروشیمی	• اکسایش و کاهش، سری الکتروشیمیایی، سلول‌های گالوانی و الکترولیتی • آشنایی با الکترولیز مایعات یونی ذوب‌شده و محلول‌های یونی • خوردگی و محافظت از خوردگی
گازها	• شناسایی گازها • تعادلات گازی و عوامل مؤثر بر آن
نور	• طیف الکترومغناطیس • نشر نور، طیف نشری خطی عنصرها
توسعه پایدار	• شیمی سبز، پلیمرهای سبز، اثر گلخانه‌ای و لایه اوزون

آموزش علوم در دوره متوسطه انگلستان با تأکید بر آموزش شیمی

آموزش متوسطه در انگلستان مخصوص کودکان ۱۱ تا ۱۶ ساله است و به دو مرحله کلیدی تقسیم می‌شود – مرحله کلیدی ۳ (KS3) مخصوص کودکان یازده تا چهارده‌ساله و مرحله کلیدی ۴ (KS4) برای دانش‌آموزان چهارده تا شانزده‌ساله است. کاهش در محتوای علوم به معلمان اجازه می‌دهد تا آزادی بیشتری در انتخاب آنچه فکر می‌کنند برای آموزش به دانش‌آموزانشان مناسب‌تر است، به آن‌ها می‌دهد. هیچ الزام رسمی برای انتخاب یا استفاده از مواد آموزشی، کتاب‌ها یا منابع خاص وجود ندارد و معلمان آزادند که تدریس خود را به هر شکلی که می‌خواهند سازمان‌دهی کنند. معمولاً معلمان به‌صورت گروهی با هم کار می‌کنند تا آموزش علوم را برای کودکان در مدرسه هماهنگ کنند (برنامه آموزش علوم مراحل کلیدی ۳، در برنامه درسی ملی انگلستان، ۲۰۱۳).

مرحله کلیدی ۳

طبق برنامه درسی سال ۲۰۰۷، هدف کلی آموزش علوم به دانش آموزان، تقویت سواد علمی است و به‌جای تعیین محتوای علمی خاص، مفاهیم و اصول کلیدی که در جدول ۵ نشان داده شده است اجرا می‌شد (ارزیابی برنامه درسی ملی انگلستان[1]، ۲۰۰۷). محتوای مربوط به شیمی که بیان کودکان باید بیاموزند شامل موارد زیر بود:

[1] National curriculum assessments, Code of practice

- مدل ذره‌ای توضیحاتی را برای ویژگی‌های فیزیکی و رفتار متفاوت ماده ارائه می‌داد.

- عناصر از اتم‌هایی تشکیل شده‌اند که در واکنش‌های شیمیایی با هم ترکیب می‌شوند تا ترکیبات را به وجود آورند.

- عناصر و ترکیبات، ویژگی‌ها و الگوهای شیمیایی مشخصی را در رفتار خود نشان می‌دهند

جدول ۵- برنامه درسی ملی علوم مرحله کلیدی ۳: مضامین و مفاهیم کلی[۱]

عنوان	مضامین و مفاهیم کلی
مفاهیم کلیدی: علوم چگونه کار می‌کند	• استفاده از ایده‌ها و مدل‌های علمی برای توضیح پدیده‌ها و توسعه خلاقانه آن‌ها برای تولید و آزمودن نظریه‌ها • تجزیه‌وتحلیل انتقادی و ارزیابی شواهد حاصل از مشاهدات و آزمایش‌ها • بررسی چگونگی کاربرد خلاقانه ایده‌های علمی که می‌تواند منجر به پیشرفت‌های فناورانه و تغییر در شیوه تفکر و رفتار مردم شود • بررسی پیامدهای اخلاقی و معنوی استفاده و به‌کارگیری علوم • شناخت اینکه علوم مدرن ریشه در جوامع و فرهنگ‌های مختلف دارد و باید از رویکردهای معتبر متنوعی برای عمل علمی استفاده شود • به اشتراک‌گذاری پیشرفت‌ها و درک مشترک در میان رشته‌ها و مرزهای علوم
فرآیندهای کلیدی	• استفاده از مجموعه‌ای از روش‌ها و تکنیک‌های علمی برای توسعه و آزمایش ایده‌ها و توضیحات • ارزیابی ریسک و کار ایمن در آزمایشگاه و محل کار • برنامه‌ریزی و انجام فعالیت‌های عملی و تحقیقاتی، هم به‌صورت فردی و هم به‌صورت گروهی • به دست آوردن، ثبت و تجزیه و تحلیل داده‌ها از منابع اولیه و ثانویه، از جمله منابع ICT و استفاده از یافته‌ها برای ارائه شواهد برای توضیحات علمی • ارزیابی شواهد علمی و روش‌های کار • استفاده از روش‌های مناسب، از جمله فناوری اطلاعات و ارتباطات، برای انتقال اطلاعات علمی و مشارکت در ارائه‌ها و بحث‌ها در مورد مسائل علمی
فرصت‌های یادگیری علوم	• تحقیق، آزمایش، بحث و توسعه استدلال‌ها • پیگیری یک تحقیق مستقل در مورد جنبه‌ای از علم که مورد علاقه شخصی است • مطالعه علوم در زمینه‌های محلی، ملی و جهانی درک ارتباطات بین آن‌ها • تجربه علوم در خارج از محیط مدرسه، در صورت امکان • استفاده از خلاقیت و نوآوری در علوم درک اهمیت آن‌ها در کارآفرینی • شناخت اهمیت پایداری در پیشرفت‌های علمی و فناورانه • بررسی تحولات علمی معاصر و تاریخی و نحوه انتقال آن‌ها • آمادگی برای تخصص در طیف وسیعی از موضوعات علمی در مرحله کلیدی ۴ و بررسی فرصت‌های شغلی هم در علوم و هم در سایر زمینه‌هایی که توسط مدارک علمی ارائه می‌شود • بررسی چگونگی استفاده از دانش و درک علمی در تصمیم‌گیری‌های شخصی و جمعی، از جمله در مورد سوءمصرف مواد و بهداشت جنسی • ایجاد ارتباط بین علوم و سایر موضوعات و حوزه‌های برنامه درسی

[۱] اطلاعات جدول ۵ از سایت زیر قابل دسترسی است: https://dera.ioe.ac.uk/id/eprint/6428/1/qca-07-2828_NC_CoP.pdf

به دانش آموزان حدود سه ساعت در هفته علوم آموزش داده می‌شود. برخی از مدارس ممکن است علوم را به‌طور رسمی به بخش‌های شیمی، فیزیک و زیست‌شناسی تقسیم کنند، اما این مورد در مدارس متوسطه دولتی نسبتاً نادر است. محتوای بخش شیمی علوم در مرحله کلیدی ۳ طی آخرین بازنگری شامل موارد زیر است (جدول ۶):

جدول ۶- مباحث شیمی موجود در مرحله کلیدی ۳[۱]

عنوان	مفاهیم
طبیعت ذره‌ای ماده	• مدل ذره‌ای ماده • تغییرات حالت در مدل ذره‌ای ماده
اتم‌ها، عناصر و ترکیبات	• مدل اتمی ساده (مدل دالتون) • تفاوت بین اتم‌ها، عناصر و ترکیبات • نمادهای شیمیایی و فرمول‌ها برای عناصر و ترکیبات • قانون پایستگی جرم در تغییرات حالت و واکنش‌های شیمیایی.
مواد خالص و ناخالص	• مفهوم ماده خالص • مخلوط‌ها و محلول‌ها • تکنیک‌های ساده برای جداسازی مخلوط‌ها از جمله صاف کردن، تبخیر، تقطیر و کروماتوگرافی • شناسایی مواد خالص.
واکنش‌های شیمیایی	• واکنش‌های شیمیایی به‌عنوان بازآرایی اتم‌ها • نمایش واکنش‌های شیمیایی با استفاده از فرمول‌ها و معادلات • واکنش‌های احتراق، تجزیه حرارتی، اکسایش و جانشینی • تعریف اسیدها و بازها • مقیاس pH برای اندازه‌گیری میزان اسیدی و بازی بودن و شناساگرها • واکنش اسیدها با فلزات برای تولید نمک و هیدروژن • واکنش اسیدها با بازها برای تولید نمک و آب • کاتالیزورها
انرژی	• تغییرات انرژی در تغییرات حالت (کیفی) • واکنش‌های شیمیایی گرماده و گرماگیر (کیفی).
جدول تناوبی	• خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت عناصر مختلف • جدول دوره‌ای مندلیف: دوره‌ها و گروه‌ها؛ فلزات و غیرفلزها و خواص آن‌ها • چگونگی پیش‌بینی الگوها در واکنش‌ها با ارجاع به جدول دوره‌ای
مواد	• خواص شیمیایی اکسیدهای فلزی و غیرفلزی از نظر اسیدی بودن • ترتیب فلزات و کربن در سری واکنش‌پذیری • استفاده از کربن در استخراج فلزات از اکسیدهای فلزی • خواص سرامیک‌ها، پلیمرها و کامپوزیت‌ها (کیفی).

[۱] اطلاعات جدول ۶ برگرفته از برنامه آموزش علوم مرحله کلیدی ۳ در برنامه درسی ملی انگلستان در سال ۲۰۱۳ است که از منبع زیر قابل دسترسی است:

https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7d563de5274a2af0ae2ffa/SECONDARY_national_curriculum_-_Science_220714.pdf

مرحله کلیدی ۴

مرحله کلیدی ۴ به مدت دو سال برای دانش آموزان چهارده تا شانزده‌ساله آموزش داده می‌شود و در پایان آن آزمون مدرک عمومی آموزش متوسطه (GCSE) گرفته می‌شود. بیشتر دانش‌آموزان هر هفته حدود پنج ساعت آموزش علوم دارند. بازنگری برنامه درسی ملی علوم برای مرحله کلیدی ۴ در سال ۲۰۱۴ انجام شد (برنامه آموزش علوم مراحل کلیدی ۴، در برنامه درسی ملی انگلستان، ۲۰۱۳). اصلاحات GCSE علوم در سال ۲۰۱۶ خاطرنشان کرد که محتوای ریاضی افزایش یابد و به‌عنوان بخشی از دوره‌های آزمون در تمامی تخصص‌های علوم مشخص شود. به‌عنوان بخشی از اصلاحات GCSE، 'کار عملی ضروری' به‌عنوان یک جزء اجباری هم در GCSE و هم در سطح A پس از ۱۶ سالگی تعیین شد (برنان[1]، ۲۰۲۱). همچنین تغییراتی در محتوا، ساختار و سیستم امتیازدهی این ارزیابی‌ها در علوم صورت گرفت (ویلسون، وید و اوانز[2]، ۲۰۱۶).

جدول ۷ محتوای کلی مورد انتظار را در سال ۲۰۰۴ فهرست می‌کند (ارزیابی برنامه درسی ملی انگلستان، ۲۰۰۷). در مقایسه با نسخه‌های قبلی برنامه درسی ملی، در این نسخه بازنگری شده الزامات مختصری ارائه شده است. موضوعات شیمی مربوط به بازنگری سال ۲۰۰۴ برای دانش آموزان در مرحله ۴ عبارتند از (جدول ۷ و ۸):

- تغییرات شیمیایی با بازآرایی اتم‌ها در مواد صورت می‌گیرد
- الگوهایی در واکنش‌های شیمیایی بین مواد وجود دارد
- مواد جدید از منابع طبیعی توسط واکنش‌های شیمیایی ساخته می‌شوند
- ویژگی‌های یک ماده تعیین کننده کاربردهای آن است

جدول ۷- محتوای تحقیقات علمی: بخش «علوم چگونه کار می‌کند» در برنامه درسی ملی مرحله کلیدی ۴ در انگلستان، ۲۰۰۶[3]

موضوع	آنچه باید به دانش‌آموزان آموزش داده شود
داده‌ها، شواهد، نظریه‌ها و توضیحات مهارت‌های عملی و تحقیقاتی	• چگونگی جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های علمی • چگونگی تفسیر داده‌ها با استفاده از تفکر خلاق • چگونگی توسعه مدل‌ها و ایده‌های علمی با استفاده از نظریه‌ها • برنامه‌ریزی برای آزمایش یک ایده علمی، پاسخ به یک سؤال علمی یا حل یک مشکل علمی • جمع‌آوری داده‌ها از منابع اولیه یا ثانویه، از جمله با استفاده از ابزارهای ICT • رعایت نکات ایمنی و دقیق بودن هنگام جمع‌آوری داده‌های اولیه • ارزیابی روش‌های جمع‌آوری داده‌ها و توجه به اعتبار و قابلیت اطمینان آن‌ها

[1] Brennan
[2] Wilson, Wade & Evans
[3] اطلاعات جدول ۴ از سایت زیر قابل دسترسی است: https://dera.ioe.ac.uk/id/eprint/6428/1/qca-07-2828_NC_CoP.pdf

مهارت‌های ارتباطی	• یادآوری، تجزیه و تحلیل، تفسیر و پرسش درباره • استفاده از هر دو رویکرد کیفی و کمی • ارائه اطلاعات، توسعه یک دیدگاه و استنتاج، با استفاده از زبان علمی، فنی و ریاضی، قراردادها و نمادها و ابزارهای ICT
کاربردها و پیامدهای علوم	• استفاده از پیشرفت‌های علمی و فناورانه معاصر و مزایا، معایب و خطرات آن‌ها • بررسی چگونگی و چرایی تصمیم‌گیری در مورد علوم و فناوری، از جمله تصمیماتی که مسائل اخلاقی را مطرح می‌کند و اثرات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی چنین تصمیماتی • درک عدم قطعیت در دانش علمی و تغییر در ایده‌های علمی در طول زمان و نقش جامعه علمی در تأیید این تغییرات

جدول ۸: مباحث شیمی موجود در مرحله کلیدی ۴ طی بازنگری سال ۲۰۱۴[1]

عنوان	مفاهیم
ساختار اتمی و جدول تناوبی	• معرفی مدل اتمی که شامل هسته و الکترون‌ها است، جرم اتمی نسبی، بار الکترونی و ایزوتوپ‌ها • محاسبه تعداد ذرات در یک مقدار مشخص از یک ماده • آشنایی با جدول تناوبی عناصر • آشنایی با موقعیت عناصر در جدول تناوبی با توجه به ساختار اتمی آن‌ها • آشنایی با خواص و روندهای خواص عناصر در گروه‌های مشابه • آشنایی با خواص فلزات و غیرفلزها • آشنایی با واکنش‌پذیری شیمیایی عناصر با توجه به موقعیتشان در جدول تناوبی
ساختار، پیوند و خواص ماده	• آشنایی با انواع پیوند شیمیایی: یونی، کووالانسی و فلزی • آشنایی با پیوند کربن که منجر به آرایش گسترده ترکیبات آلی می‌شود • آشنایی با ساختار، پیوندها و خواص الماس، گرافیت، فولرن‌ها و گرافن.
تغییرات شیمیایی	• چگونگی تعیین فرمول‌های تجربی • آشنایی با نوشتن معادلات شیمیایی، معادلات یونی و نمادهای حالت • شناسایی گازها • آشنایی با شیمی اسیدها؛ واکنش اسیدها با برخی فلزات و کربنات‌ها • آشنایی با pH به‌عنوان معیار غلظت یون هیدروژن و مقیاس عددی آن • آشنایی با الکترولیز مایعات یونی ذوب‌شده و محلول‌های یونی • آشنایی با اکسایش و کاهش
تغییرات انرژی در شیمی	• اندازه‌گیری تغییرات انرژی در واکنش‌های شیمیایی (کیفی) • آشنایی با انرژی شکستن پیوند، تشکیل پیوند، انرژی فعال‌سازی (کیفی).
سرعت تغییرات شیمیایی	• آشنایی با عوامل مؤثر بر سرعت واکنش از جمله دما، غلظت، تغییر مساحت سطح یک ماده جامد و یا افزودن کاتالیزگر
آنالیز شیمیایی	• تشخیص مواد خالص و ناخالص • آشنایی با روش‌های جداسازی مخلوط‌ها از جمله صاف کردن، تبلور، کروماتوگرافی، تقطیر ساده و

[1] اطلاعات جدول ۸ برگرفته از برنامه آموزش علوم مرحله کلیدی ۴ در برنامه درسی ملی انگلستان در سال ۲۰۱۳ است که از منبع زیر قابل دسترسی است:

https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7efc65ed915d74e33f3ac9/Science_KS4_PoS_7_November_2014.pdf

صنایع شیمیایی	تقطیر جزءبه‌جزء • تفسیر کمی تعادلات شیمیایی • محاسبه غلظت محلول‌ها • ارزیابی چرخه عمر و بازیافت مواد به‌منظور ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مرتبط با مراحل عمر محصول • ارزیابی قابلیت بازیافت برخی مواد • آشنایی با تقطیر جز به جز نفت خام و کراکینگ • آشنایی با استخراج و تصفیه فلزات با کمک کربن در یک سری واکنش‌پذیری.

ارزیابی یادگیری دانش‌آموزان در مرحله KS4 از طریق آزمون عمومی GCSE انجام می‌شود. همه دانش‌آموزان باید علوم را به‌عنوان یک حوزه اصلی یادگیری بگذرانند. بسیاری از دانش آموزان حدود ۲۰٪ از زمان تحصیلی خود را در مدرسه به آموزش علوم اختصاص می‌دهند و علاوه بر علوم، علوم تکمیلی را نیز می‌گذرانند که شیمی بخشی از آن است. اگرچه GCSE باید شامل نحوه کارکرد علوم و تأکید بر سواد علمی باشد، اما رویکرد اتخاذ شده می‌تواند متفاوت باشد. دو رویکرد غالب در آموزش علوم شامل رویکرد سنتی و رویکرد زمینه محور علوم قرن ۲۱ است. این دوره‌ها محتوای یکسانی را آموزش می‌دهند، اما استراتژی‌های متفاوتی را اتخاذ می‌کنند. رویکرد زمینه محور علوم قرن ۲۱، یک رویکرد نوآورانه ارائه می‌دهد که همان محتوای دوره سنتی را به‌صورت زمینه محور تدریس می‌کند (وایت هوس[1] و دیگران، ۲۰۱۶). ۱۰٪ از نمرات GCSE سنتی به سنجش مهارت‌های عملی که توسط معلم ارزیابی می‌شود، اختصاص داده شده است، درحالی‌که ۳۳.۳٪ از نمرات دوره زمینه محور مبتنی از طریق انجام یک تحقیق عملی که توسط معلم ارزیابی می‌شود، اعطا می‌شود. معلمان در انتخاب دوره‌ای که فکر می‌کنند برای محیط مدرسه‌شان مناسب‌تر است آزادند. برخی از معلمان دوره‌های به سبک سنتی را ترجیح می‌دهند، شاید به این دلیل که این دوره‌ها با تجربیات زیسته خودشان به‌عنوان یادگیرنده نزدیک‌تر است و دانش آموزان را با دانش شیمیایی عمیق‌تری آشنا می‌کند. معلمانی که دوره زمینه محور را انتخاب می‌کنند فکر می‌کنند این دوره شیمی را برای دانش‌آموزانشان با زندگی ارتباط می‌دهد و در نتیجه انگیزه یادگیری شیمی را در دانش آموزان افزایش می‌دهد. در دوره زمینه محور، فراگیران یاد می‌گیرند که شیمی فقط «مجموعه‌ای از حقایق» نیست؛ بلکه یک تلاش پویا است که از طریق آن به کشف دانش جدید از دنیای اطراف خود ادامه می‌دهیم و از این دانش برای حل مشکلات جامعه استفاده می‌کنیم (گیبنی، ۲۰۱۸).

[1] Whitehouse

شیمی در مدارس متوسطه تکمیلی کشور انگلستان

شیمی در مدارس متوسطه تکمیلی (بعد از ۱۶ سالگی) به‌عنوان یک درس جداگانه تدریس می‌شود. دوره‌های شیمی بعد از سن ۱۶ سالگی، یک یا دو ساله است. دانش‌آموزان می‌توانند در سال اول، مدرک سال اول دوره پیشرفته [1] (AS GCE) را در رشته شیمی بگذرانند. اگر بخواهند شیمی را بیشتر دنبال کنند، می‌توانند در سال دوم تحصیل، دوره "A2" که به نام دوره پیشرفته سال دوم شناخته می‌شود را بگذرانند. به این مدارک، مدارک سطح A شیمی اطلاق می‌شود. هیچ برنامه درسی ملی رسمی پس از سن ۱۶ سال وجود ندارد که محتوا را تعیین کند، اما همه دوره‌ها باید حداقل الزامات را برآورده کنند. دوره‌های سنتی و دوره‌های زمینه محور موجود هستند. همانند مرحله کلیدی ۴، معلمان می‌توانند دوره‌ای را انتخاب کنند که بهترین تناسب را با دانش‌آموزان و تخصص خودشان دارد. به‌طورکلی، کسب نمره خوب در مدرک سال اول و دوم دوره پیشرفته شیمی بسیار مهم است و پیش‌نیاز تحصیل در رشته‌های مختلفی مانند پزشکی، دندانپزشکی، دامپزشکی، داروسازی و تغذیه است (هامپدن-تامسون، لومن و بنت[2]، ۲۰۱۱).

تشویق شرکت پس از ۱۶ سال در شیمی نیز در سال‌های اخیر در بریتانیا بسیار مورد بحث قرار گرفته است و تلاش‌های قابل‌توجهی توسط معلمان علوم برای افزایش مشارکت پس از ۱۶ سالگی با استفاده از طیف گسترده‌ای از ابتکارات مانند باشگاه‌های علمی، شرکت در «هفته شیمی» که توسط انجمن سلطنتی شیمی و مسابقات شیمی برگزار می‌شود، انجام می‌شود. مشاغل مرتبط با شیمی نیز به‌شدت ترویج می‌شوند (کوی[3] و دیگران، ۲۰۰۸).

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به‌منظور مقایسه و بررسی بخش شیمی برنامه درسی علوم تجربی در دو کشور ایران و انگلستان انجام شد. بر اساس اهداف درس علوم تجربی در ایران، دانش آموزان باید با درک ماهیت، روش و فرایند علوم تجربی، این علوم را در حل مسائل واقعی زندگی (حال و آینده) به کار گیرند و محدودیت‌ها و توانمندی‌های این علوم را در حل مسائل گزارش کنند. هم‌چنین با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی، بتوانند اندیشه‌هایی مبتنی بر تجارب شخصی، برای مشارکت در فعالیت‌های علمی ارائه دهند و در این فعالیت‌ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت کنند (برنامه درسی ملی ایران).

[1] Advanced Subsidiary General Certificate of Education
[2] Hampden-Thompson, Lubben & Bennett
[3] Coe

از سوی دیگر یکی از اولویت‌های اصلی جامعه سلطنتی شیمی انگلستان این است که همه جوانان آموزش شیمی غنی و الهام‌بخشی دریافت کنند. عوامل زیادی به این هدف کمک می‌کنند که یکی از آن‌ها داشتن یک برنامه درسی جذاب و مرتبط است. وزارت آموزش انگلستان امیدوار است که بسیاری از جوانان به مشاغل در علوم شیمی پیشرفت کنند و یکی از اهداف برنامه درسی در همه سطوح باید این باشد که زمینه‌های مناسبی برای چنین پیشرفتی فراهم شود. با این حال، آموزش شیمی باید همچنین برای دانش‌آموزانی که انتخاب‌های دیگری دارند نیز ارزشمند باشد که اکثریت را تشکیل می‌دهند. یک برنامه درسی مناسب به آن‌ها این امکان را می‌دهد که پدیده‌هایی را که در اطراف خود می‌بینند، درک و فهم کنند، مهارت‌هایی را به دست آورند که بتوانند در جنبه‌های دیگر زندگی استفاده کنند و سواد علمی لازم را برای شرکت در بحث‌های مطلع درباره مسائل که بر زندگی روزانه و جامعه بزرگ‌تر تأثیر می‌گذارد، به آن‌ها بدهد. این یافته با نتیجه گیبنی (۲۰۱۸) هم‌راستا است.

در چارچوب برنامه درسی، لازم است تعریف شود که «شیمی» به‌عنوان یک رشته واقعاً درباره چیست و بنابراین چگونه دانش‌آموزان باید اهداف و مقاصد آن را درک کنند. درس شیمی یکی از درس‌های حوزه یادگیری علوم تجربی است که به بررسی ساختار، رفتار و تغییر مواد می‌پردازد. رشته شیمی طی قرن‌ها مشاهده، آزمایش و استدلال، چارچوبی از دانش برای توضیح رفتار ماده و توجیه سنتز مواد جدید ایجاد کرده است. دانشمندان شیمی بر اساس این دانش، مواد جدیدی تولید می‌کنند، خواص و ترکیب مواد را اندازه‌گیری می‌کنند و مدل‌هایی از رفتار ماده ایجاد می‌کنند. درک ما از ماده به‌طور مداوم از طریق مطالعات تجربی مداوم و روش‌های استدلالی توسعه می‌یابد. این یافته‌ها به ما کمک می‌کنند جهان خود را بهتر درک و بهبود بخشیم.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که عناوین و مطالب درسی مرتبط با شیمی در برنامه درسی شیمی ایران در مقایسه با کشور انگلستان بسیار زیاد است که این امر می‌تواند منجر به یادگیری سطحی مفاهیم شیمی و احتمال بروز کج‌فهمی در دانش آموزان ایرانی شود که با نتیجه تحقیق عرب زاده و امینی (۱۳۹۷) همسو است. همپوشانی زیاد مطالب شیمی عمومی در دانشگاه با مطالب آموخته شده در دوره متوسطه خود گواهی بر این مدعاست. لازم به ذکر است که در این تحقیق، برنامه درسی شیمی ایران تا پایان ۱۸ سالگی و در انگلستان تا پایان ۱۶ سالگی بررسی شده است. چون هیچ برنامه درسی مشخص و مدونی برای دوره متوسطه تکمیلی انگلستان در دسترس نیست امکان مقایسه محتوی این دوره با برنامه درسی شیمی کشور ایران فراهم نشد ولی از آنجا که در انگلستان دانش آموزان در پایان ۱۶ سالگی در امتحانات گواهینامه عمومی آموزش متوسطه شرکت می‌کنند و پس از قبولی به آن‌ها گواهی پایان تحصیلات دوره متوسطه اعطا می‌شود، بنابراین برنامه درسی اجباری شیمی تا پایان ۱۶ سالگی خواهد بود. همچنین نتایج این

تحقیق نشان داد که در برنامه درسی شیمی ایران دانش محض شیمی و به‌ویژه محاسبات عددی بیشتر بکار رفته است که با نتایج تحقیق عرب زاده و امینی (۱۳۹۷) همسو است.

از سوی دیگر نتایج تحقیق نشان داد که برنامه درسی ایران و انگلستان از نظر مفاهیم اصلی اشتراکات قابل‌ملاحظه‌ای دارند، از جمله اینکه در هر دو کشور بر اهمیت تجربه و مشاهده پدیده‌ها در مراحل اولیه آموزش تاکید دارند. این روش به کودکان کمک می‌کند تا به صورت عملی با مفاهیم شیمی آشنا شوند و علاقه‌مندی خود را به علوم افزایش دهند. هر دو برنامه درسی به دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا با روش‌های علمی آشنا شوند. این شامل طراحی تحقیق، جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل نتایج است که پایه‌ای برای یادگیری علمی پیشرفته‌تر در آینده فراهم می‌کند. اما آنچه باعث شده است که نتایج عملکرد دانش‌آموزان این دو کشور به‌ویژه در آزمون‌های بین‌المللی متفاوت باشد می‌تواند به عوامل دیگری از جمله اجرا، محتوا، شیوه تدریس و ارزشیابی دو کشور مربوط باشد که با نتایج تحقیق حبیبی و همکاران (۱۳۹۶) همسو است. بررسی این موارد می‌تواند در پژوهش‌های آتی انجام شود.

از سوی دیگر نتایج پژوهش نشان داد که در دوره ابتدایی ایران مفاهیم شیمی بیشتر و پیچیده‌تری در مقایسه با کشور انگلستان در کتاب درسی گنجانده شده است که با توجه به ماهیت انتزاعی شیمی، یادگیری آن می‌تواند برای دانش آموزان سخت باشد. نتایج پژوهش نشان داد که در انگلستان معلمان آزادی بیشتری در انتخاب مواد آموزشی دارند و می‌توانند برنامه درسی را بر اساس نیازهای دانش‌آموزان تنظیم کنند. این رویکرد می‌تواند در ایران به معلمان کمک کند تا برنامه‌های درسی خود را منعطف‌تر و متناسب با نیازهای محلی طراحی کنند.

با توجه به اینکه در انگلستان بیشتر دانش‌آموزان تا سن ۱۶ سالگی شیمی را به‌عنوان بخشی از موضوعات علوم می‌خوانند، برنامه درسی شیمی در این سطح به‌گونه‌ای است تا نیازهای آنان را به‌عنوان شهروندان مطلع، برآورده سازد که با نتیجه پژوهش اوجیمبا (۲۰۱۳) هم‌راستا است. در مرحله کلیدی ۴، مشخصه جدیدی به نام علوم قرن ۲۱ با هدف ارائه تجربه‌ای ارزشمند و الهام‌بخش از علوم در مدارس انگلستان اجرا می‌شود. طراحی مشخصات علوم قرن ۲۱ به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که با علومی که در زندگی روزمره خود مواجه می‌شوند، در ارتباط باشند و آن‌ها را برای حرفه‌های مبتنی بر علوم آماده می‌کند که با پژوهش برنان (۲۰۲۱) همسو است. هم‌چنین در انگلستان بر تفکر نقادانه و حل مسئله تأکید شده است. در ایران نیز گنجاندن فعالیت‌هایی که به توسعه مهارت‌های تفکر نقادانه کمک کند، می‌تواند به دانش‌آموزان در حل مسائل پیچیده کمک کند.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»

منابع

حبیبی، لیلا؛ صباغیان، مریم؛ امام‌جمعه، محمدرضا (۱۳۹۶). مطالعه تطبیقی آموزش شیمی سبز دربرنامه درسی مدارس متوسطه (ایران و چهار کشور پیشرفته). نوآوری‌های آموزشی، ۱۸،۱۴-۳۳

عرب زاده، امیرحسین؛ امینی، یادگار (۱۳۹۷). مقایسه برنامه درسی آموزش شیمی دوره دوم متوسطه در ایران، استرالیا و کره جنوبی. دهمین کنفرانس آموزش شیمی ایران، تهران، ایران.

فتحی واجارگاه، کورش؛ ملکی، حمید (۱۳۹۱). مفهوم‌پردازی نسبت میان دو نظام آموزش‌وپرورش عمومی و آموزش عالی در کشورهای منتخب جهان: رویکردی تطبیقی. مدیریت و برنامه‌ریزی در نظام‌های آموزشی، ۵(۹)، ۳۳-۹.

گلستانه، مهشید (۱۳۹۸). مقایسه تطبیقی برنامه درسی آموزش شیمی دانشگاه فرهنگیان با دبیری شیمی سابق و کارشناسی شیمی. پژوهش در آموزش شیمی، ۱(۲)، ۶۱-۸۲.

گلستانه، مهشید (۱۳۹۹). لزوم بازنگری در درس‌های شیمی پایه دوره کارشناسی برای عبور از چالش‌های جهانی با الهام از همه‌گیری کووید- ۱۹. پژوهش در آموزش شیمی، ۲(۴)، ۴۱-۵۸.

Brennan, V. K. (2021). Devising a unique model for science outreach programmes with critical engagement from teachers across the 5-19 age range. Liverpool John Moores University (United Kingdom).

Coe, R., Searle, J., Barmby, P. (2008). Relative difficulty of examinations in different subjects. *Durham: CEM centre*.

Gibney, D. (2018). Towards an ideal chemistry curriculum. School Science Review, 100(370), 30-5.

Hampden-Thompson, G., Lubben, F., Bennett, J. (2011). Post-16 physics and chemistry uptake: combining large-scale secondary analysis with in-depth qualitative methods. *International Journal of Research & Method in Education*, *34*(3), 289-307.

Kabita, D. N., & Ji, L. (2017). The why, what and how of Competency-Based Curriculum reforms: The Kenyan experience. Nairobi, Kenya: IBE-UNESCO.

Kind, V. (2010). Basic Structure of the Educational System. Teaching Chemistry around the World, 375-390.

Matlin S. A., Mehta G., Hopf H., Krief A. (2016). One-World Chemistry and Systems Thinking, Nat. Chem., 8 (5), 393−398.

Mbonyiryivuze, A., Kanamugire, C., Yadav, L. L. (2018). Reforms in science curricula in last six decades: Special reference to physics. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, *14*, 153-165.

Meltzer, D. E., Otero, V. K. (2015). A brief history of physics education in the United States. *American Journal of Physics*, 83 (5).

Millar, R. (2011). Reviewing the National Curriculum for science: Opportunities and challenges. *Curriculum Journal*, 22(2), 167-185.

Mohan, R. (1995). Innovative science teaching for physical science teachers. New Delhi: Prentice-Hall of India.

Ojimba, D. P. (2013). Science education reforms in Nigeria: implications forscience teachers. Global Advanced Research Journal of Peace, Gender and Development Studies (GARJPGDS), 2 (5), 086-090.

Orpwood, G., & Barnett, J. (1997). Science in the National Curriculum: an international perspective. *The Curriculum Journal*, *8*(3), 331-349.

Rose, J. (2009). Independent review of the primary curriculum london: Department for children, schools and Families. http://publications.teachernet.gov.uk/eOrderingDownload/Primary_curriculum_Report.pdf.

Russell, T., Qualter, A., & McGuigan, L. (1995). Reflections on the implementation of National Curriculum Science Policy for the 5-14 age range: findings and interpretations from a national evaluation study in England. *International Journal of Science Education*, *17*(4), 481-492.

Timss (2019). International results in mathematics and science. https://www.iea.nl/sites/default/files/2021-01/timss%202019-international-results-in-mathematics-and-science.pdf

Wallace, J., Louden, W. (1998). Curriculum change in science: Riding the waves of reform. In B. Fraser, & K. Tobin (Eds.), in International Handbook of Science Education (pp. 471-485). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Whitehouse, A. M., Moore, A., Cukurova, M. (2016). Twenty First Century Science GCSE Chemistry.

Wilson, F., Wade, N., & Evans, S. (2016) 'Impact of changes to practical assessment at GCSE and A-level: The start of a longitudinal study by OCR', *School Science Review*, 98(362), 119-128.