# شناسایی ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار و بررسی میزان توجه به آن‌ها در کتاب‌های درسی دورهٔ دوم متوسطه

■ لیلا حبیبی* ■ پروین احمدی** ■ پروین صمدی***

**چکیده:**

**هدف از تحقیق حاضر شناسایی ابعاد و مؤلفه‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار و بررسی میزان توجه به مؤلفه‌های تعیین‌شده در برنامهٔ درسی شیمی دورهٔ متوسطه است. پژوهش حاضر ازنظر ماهیت از نوع پژوهش‌های ترکیبی، ازنظر میزان کنترل متغیرها از نوع غیرآزمایشی، ازنظر هدف در زمرهٔ پژوهش‌های کاربردی و از جهت روش سندکاوی، تطبیقی و آنتروپی شانون است. جامعهٔ آماری در این تحقیق عبارت بود از: کتاب‌های شیمی درسی دورهٔ متوسطه، برنامه‌های درسی، اسناد مربوط به آموزش شیمی برای پایداری و اسناد جهانی یونسکو. روش نمونه‌گیری هدفمند و کشورهای انگلستان، کانادا و فنلاند برای مقایسه با ایران انتخاب شدند. یافته‌های تحقیق بیانگر شناسایی ۳ بعد، ۱۷ مؤلفه و ۸۱ شاخص در آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار بود. علاوه بر این، نتایج تحقیق نشان داد که در کتاب‌های درسی ایران در پایهٔ یازدهم و دوازدهم به مؤلفه‌های بعد محیط‌زیستی توجه کمتری و به مؤلفه‌های اقتصادی و اجتماعی توجه بیشتری شده است و در پایهٔ دهم به مؤلفه‌های شیمی در جامعه توجه کمتری شده است. نتایج نشان می‌دهد که وضعیت موجود برنامه‌های درسی شیمی متوسطه ایران، از نظر میزان توجه به آموزش مهارت‌ها، برای آموزش توسعهٔ پایدار در مقایسه با سایر کشورها کافی نیست.**

**کلید واژه‌ها:** **آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار، برنامهٔ درسی، دورهٔ متوسطه، توسعهٔ پایدار**

▣ تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۳/۲۵ ▣ تاریخ شروع بررسی: ۹۹/۸/۵ ▣ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۱۱/۱۹

* دانشجوی دکتری رشتهٔ برنامه‌ریزی درسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران..... leila_habibi112@yahoo.com

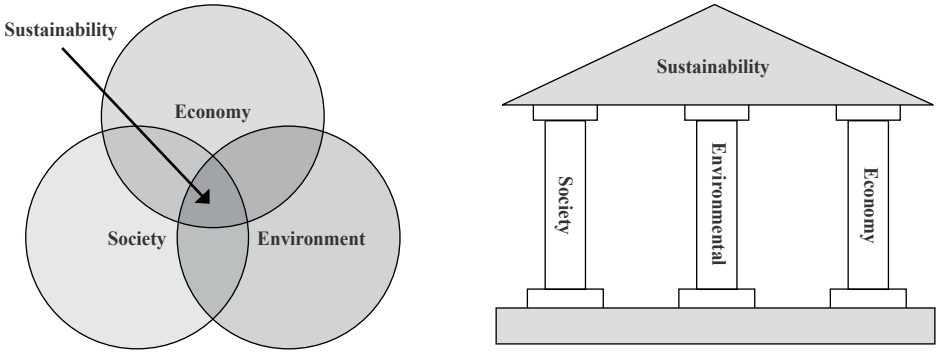
** دانشیار گروه مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران (**نویسنده مسئول**)..... psamadi@alzahra.ac.ir

*** دانشیار مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران..... pahmadi@alzahra.ac.ir

*این مقاله از رسالهٔ دکترا با عنوان «طراحی برنامهٔ درسی شیمی برای آموزش توسعهٔ پایدار در دورهٔ متوسطه» دانشگاه الزهرا استخراج شده است.*

## ■ مقدمه

در دهه‌های اخیر، آموزش تنها بر آماده‌کردن دانش‌آموزان برای تحصیلات دانشگاهی متمرکز نیست، بلکه بر تربیت شهروندان آینده نیز متمرکز شده است (شوارتز[1]، ۲۰۱۴). ما در آینده نیاز به شهروندانی داریم که از مشکلات موجود در جهان آگاه باشند و بتوانند برای خود، محیط‌زیست و جامعه‌شان تصمیم‌های حیاتی بگیرند (کارارسالان و تکزز[2]، ۲۰۱۶). توسعهٔ پایدار امروزه یکی از به‌روزترین و مهم‌ترین مباحثی است که در کنفرانس‌های جهانی برای حل چالش‌های کنونی و آیندهٔ دنیا عنوان می‌گردد. بیش از ۳۰۰ تعریف مختلف از مفهوم توسعهٔ پایدار وجود دارد (جانسون، اورارد، سانتیلو و روبرت[3]، ۲۰۰۷). اما در تعریف عمومی آن گفته می‌شود: «توسعهٔ پایدار برای رفع نیازهای نسل حاضر بدون به خطر انداختن نیازهای نسل آینده است» (گارنر، سئول و ایلکس[4]، ۲۰۱۵). مدل سه ستونی یکی از مدل‌های متداول قدیمی در توصیف توسعهٔ پایدار بوده است که سه بعد پایداری را در کنار یکدیگر قرار می‌دهد. در ابتدا، این الگومورد استقبال گسترده قرار گرفت، اما با انتقادات واردشده بر آن رد شد. انتقاد ویلر[5] (۲۰۰۰، به نقل از ایلکس، ۲۰۱۵) با تأکید براین واقعیت بود که تفکر هم‌زمان در سه حوزهٔ تعاملی مستقل، دور از واقعیت است. در حال حاضر، متداول‌ترین الگوی پذیرفته‌شده مدل هم‌پوشانی است (عثمان، لادحانی، فاینلیتر و مککی[6]، ۲۰۱۷). در شکل ۱ مقایسهٔ دو دیدگاه نشان داده شده است.




ب. مدل هم‌پوشانی　　الف. مدل سه پایه

**شکل ۱.** مقایسهٔ مفهوم توسعهٔ پایدار در گذشته و حال

درک اصطلاح آموزش برای توسعهٔ پایدار[7]، نقطهٔ شروع مهمی برای فهم اهمیت آموزش آن در سراسر جهان است (بکانی[8]، ۲۰۱۰). درواقع، آموزش برای توسعهٔ پایدار قصد دارد تا از طریق آموزش‌وپرورش، آگاهی عمومی، مهارت‌های ضروری، ارزش‌ها و شیوهٔ زندگی موردنیاز برای آینده‌ای پایدار را در دانش‌آموزان پرورش دهد (هولم[9]، ۲۰۱۹). در جدول زیر تلاش‌های جهانی در راستای این آموزش خلاصه شده است.

**جدول ۱.** تاریخچهٔ آموزش توسعهٔ پایدار (به نقل از بکانی، ۲۰۱۰)

| تاریخ و مکان | رویداد | نتیجه |
|---|---|---|
| **۱۹۸۷ نروژ** | گزارش برانتلند[10] | حاصل بررسی‌های کمیسیون جهانی با عنوان آیندهٔ مشترک ما منتشر شد. در این گزارش مفهوم توسعهٔ پایدار برای اولین بار تعریف شد. |
| **۱۹۹۲ ریودوژانیرو، برزیل** | اجلاس زمین | در این همایش جهانی بیش از ۱۵۰ کشور جهان شرکت کردند. بیانیه ریو در مورد محیط‌زیست و توسعه بود. مهم‌ترین نتیجهٔ این اجلاس به‌عنوان دستور کار ۲۱ شناخته شد. |
| **۲۰۰۲ ژوهانسبورگ، آفریقای جنوبی** | اجلاس جهانی | هدف این اجلاس جلب‌توجه جهانی به سمت اهداف توسعهٔ پایدار ازجمله بهبود زندگی، جمعیت جهانی و حفظ منابع طبیعی، غذا، آب، خدمات بهداشتی و امنیت اقتصادی بود. در این اجلاس ایجاد یک دههٔ آموزش برای توسعهٔ پایدار عنوان شد. |
| **۲۰۰۲ نیویورک، ایالات‌متحده آمریکا** | پنجاه و هفتمین مجمع عمومی سازمان ملل | قطعنامهٔ دههٔ آموزش برای توسعهٔ پایدار در سازمان ملل به تصویب رسید. |
| **۲۰۰۵- ۲۰۱۴** | سازمان ملل متحد | در این جلسه کشورها موظف به ادغام آموزش برای توسعهٔ پایدار در سیستم‌های آموزشی خود شدند (دههٔ آموزش برای توسعهٔ پایدار). |
| **۲۰۱۵** | سازمان ملل متحد | دستور کار توسعهٔ پایدار برای ۱۵ سال آینده به تصویب رسید که هدف از آن برنامه‌ای عملی برای مردم، کرهٔ زمین و رونق و شکوفایی و تقویت صلح و آزادی است. دستور کار ۲۰۳۰ شامل ۱۷ هدف کلان است که محورهای اصلی آن را انسان، کرهٔ زمین، رفاه، صلح و مشارکت جمعی تشکیل می‌دهد (بکانی، ۲۰۱۰). |

نگرانی‌ها و چالش‌های اخیر در سراسر دنیا نسبت به محیط‌زیست و آموزش باعث شد تا در سال ۲۰۱۵، سازمان ملل متحد با اهداف توسعهٔ هزارهٔ موافقت نماید. این ۱۷ اهداف ترتیب عبارت‌اند از (شکل ۲):

**۱.** پایان دادن به فقر؛ **۲.** پایان دادن به گرسنگی؛ **۳.** زندگی سالم و تندرستی؛ **۴.** آموزش باکیفیت؛ **۵.** برابری جنسیتی؛ **۶.** آب سالم؛ **۷.** انرژی پاک و قابل‌دسترس؛ **۸.** ایجاد کار و رشد اقتصادی؛ **۹.** صنعت، نوآوری و زیرساخت؛ **۱۰.** کاهش نابرابری؛ **۱۱.** شهرها و جوامع پایدار؛ **۱۲.** الگوی مصرف و تولید پایدار؛ **۱۳.** مبارزه با تغییر اقلیم؛ **۱۴.** زندگی زیرآب؛ **۱۵.** زندگی در زمین؛ **۱۶.** ترویج صلح؛ و **۱۷.** ایجاد مشارکت جهانی برای پایداری.

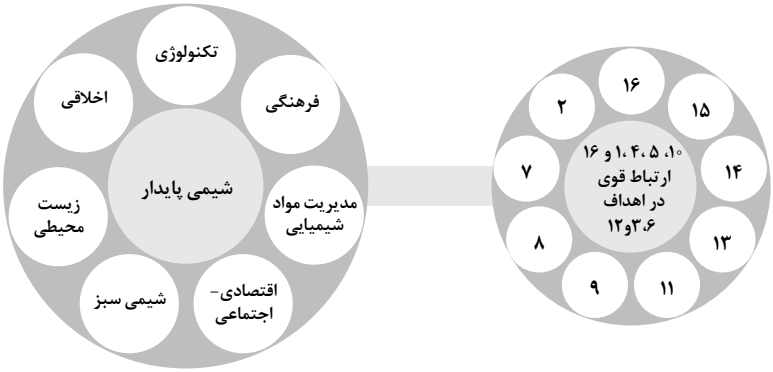
**شکل ۲.** اهداف توسعهٔ پایدار سازمان ملل (UNSDG) «طرحی برای صلح و سعادت برای مردم و سیارهٔ زمین» ارائه می‌دهد. برنامهٔ ۲۰۳۰ در سال ۲۰۱۵ توسط همهٔ کشورهای عضو سازمان ملل به تصویب رسیده است.
https://www.un.org/sustainabledevelopment

دستور کار ۲۰۳۰ برنامهٔ عملی برای رفاه مردم دنیا و به دنبال تقویت صلح جهانی و درواقع نشان‌دهندهٔ اهمیت آموزش است. متوجه می‌شویم که جایگاه آموزش‌وپرورش، به‌ویژه آموزش رسمی، در تحقق اهداف توسعهٔ پایدار بسیار تأمل‌برانگیز است. درنتیجه، آموزش برای توسعهٔ پایدار در برنامه‌های درسی اکثر کشورهای جهان تبدیل به یک هدف اصلی آموزشی شد (جونتونن[۱۱]، ۲۰۱۵). این آموزش تنوع وسیعی از دیسیپلین‌ها را در برمی‌گیرد و بر موضوعات گوناگون و متنوعی متمرکز است. در شکل زیر فهرستی از موضوعات آموزشی آن ذکر شده است (گورونگ[۱۲]، ۲۰۰۲).

| | | |
|---|---|---|
| آموزش ضد خشونت | آموزش انرژی | مطالعه طبیعت |
| آموزش ضد دخانیت | آموزش تحقیق | مطالعه جهانی |
| آموزش ضد مواد مخدر | آموزش محیط‌زیست | آموزش تغذیه |
| آموزش جنسی | آموزش جهانی | آموزش خارج از کلاس |
| آموزش شهروندی | آموزش ضد ایدز | آموزش صلح |
| آموزش کامپیوتر | آموزش حقوق بشر | آموزش بازیافت و زباله |
| آموزش شهروندی | آموزش مهارت‌های زندگی | آموزش توریسم |
| آموزش مصرف | آموزش چندفرهنگی | آموزش مذهب |
| آموزش مراقبت‌های بهداشتی | آموزش خودباوری | آموزش مهارت‌های تفکر |
| آموزش اقتصادی | آموزش آب | آموزش زنان |

**شکل ۳.** فهرستی از موضوعات آموزشی ESD

شیمی و صنایع شیمیایی بخش جدایی‌ناپذیری از اقتصاد کشورها است، اما مدت زمان طولانی است که شیمی‌دان‌ها بدون در نظرگرفتن عواقبی که آزمایش‌ها به سلامتی انسان و محیط‌زیست دارند، فعالیت کرده‌اند (واردنسکی، کوریو و نامیئونیک[۱۳]، ۲۰۰۵). درحالی‌که بسیاری از دانشمندان همچنان معتقدند که شیمی یا هر علم دیگری برای افزایش دانش است و هیچ ارتباطی با اخلاق ندارد و مشکلات اخلاقی فقط باید در ارتباط با علوم انسانی ظاهر شود، در حقیقت تولید دانش علمی را نمی‌توان از مسئولیت‌های اخلاقی دانشمندان جدا کرد. به‌عبارت‌دیگر، دستیابی به دانش را نمی‌توان از طبیعت و جامعه و اخلاق جدا کرد (ویلیچز و گیل‌پرز[۱۴]، ۲۰۱۱). یونسکو شیمی را به‌عنوان یک هدف اصلی در توسعهٔ پایدار معرفی نمود، زیرا مشکلاتی مانند آلودگی محیط‌زیست، تخریب اکوسیستم، بیابان‌زایی، انفجار جمعیتی، و مصرف بیش‌ازحد در جوامع باید متوقف شود. لذا، شیمی نقش مهمی را در ایجاد آیندهٔ پایدار و حل مسائل جهانی دارد. فلسفهٔ اصلی برنامه‌های درسی شیمی برای توسعهٔ پایدار یک تغییر جامع در شیوهٔ تفکر در شیمی برای آموزش شهروندان آینده است. انتظارات آموزشی آن مبتنی بر این اصل است که به‌جای تمرکز بر جمع‌آوری اطلاعات و پردازش آن، تلاش می‌کند تا به دانش‌آموزان در مورد راه‌های کارآمد برای استفاده از داده‌ها آموزش دهند (ایلکس، ۲۰۱۵). اهداف آموزش باید بر اساس فرهنگ‌های محلی و احترام به صداهای مختلف باشد. بنابراین، هیچ استاندارد واحدی وجود ندارد و هر کشوری با چالش‌های منحصربه‌فرد در راه خود برای توسعهٔ پایدار مواجه می‌شود. درواقع، آموزش شیمی برای پایداری یکی از نوآورانه‌ترین مباحث در حوزهٔ برنامهٔ درسی است، زیرا تلفیق اهداف توسعهٔ پایدار در آن چالش‌برانگیزاست و به روش‌های جدید یاددهی- یادگیری نیاز دارد (وانگ، یالی و نیان[۱۵]، ۲۰۱۸). در شکل زیر جنبه‌های شیمی پایدار و ارتباط آن‌ها با ۱۷ هدف توسعهٔ پایدار نشان داده شده است (بلوم و همکاران[۱۶]، ۲۰۱۷). در تحقیق هیل، کومار و ورمار[۱۷] (۲۰۱۳) از شیمی سبز، پروژه‌های شیمی، شیمی محیط‌زیست، تکنولوژی، اقتصاد کربن خنثی، انرژی‌های تجدیدپذیر، دانش شیمی و تلاش‌های بشری به‌عنوان اجزای آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار نام برده شده است که مهم‌ترین اجزای آن در زیر توضیح داده شده است:




**شکل ۴.** جنبه‌های شیمی پایدار و ارتباط آن‌ها با ۱۷ هدف توسعهٔ پایدار

- **شیمی سبز:** یکی از ابعاد آموزش توسعهٔ پایدار در شیمی است. هدف آن طراحی محصولات و فرایندهایی است که با محیط‌زیست سازگار است و خطرات ناشی از مواد شیمیایی را به حداقل برساند. این تعاریف حاکی از آن است که شیمی سبز به دنبال کاهش و جلوگیری از آلودگی در محیط‌زیست است (اولورونتگبه و الیک[18]، ۲۰۱۰). بنابراین، آموزش مفاهیم شیمی سبز در مدارس، یک ابزار قدرتمند برای تحقق اهداف توسعهٔ پایدار است (ایلکس، سی استروم و هافمن[19]، ۲۰۱۷). پروژه‌های صنایع شیمی پایدار: یک مفهوم ترکیبی و خلاقانه در فرایند تولید مواد شیمیایی پایدار است. توانایی بهره‌گیری دانش‌آموز از روش‌های مختلف به‌جای انتخاب یک روش و توانایی خلق یک تکنیک جدید برای رسیدن به محصولی که ازنظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه باشد.
- **انرژی:** به دلایل مختلف موضوع انرژی مناسب مبحث پایداری است. تا ارتباط اهداف آموزشی توسعهٔ پایدار را در حوزه‌های مختلف علم نشان دهد. برای مثال انرژی در زیست‌شناسی (گیاهان و انرژی)، شیمی (ذخیره انرژی) و فیزیک (انتقال انرژی) موردتوجه قرار می‌گیرد. مصرف انرژی کارآمد مهم‌ترین موضوعاتی هستند که در قرن بیست و یکم با سیارهٔ زمین روبه‌رو هستند که شیمی و آموزش شیمی نقش مهم‌تری در رفع این چالش‌ها دارند (هیل و همکاران، ۲۰۱۳).

در سال ۲۰۱۵ که در سازمان ملل متحده دستور کار توسعهٔ پایدار برای ۱۵ سال آینده اعلام گردید، رئیس‌جمهور ایران نیز به نمایندگی از کشورمان در نشستی در این اجلاس حاضر شد و برای تحقق اهداف پایداری در ایران وعدهٔ همکاری داد. درصورتی‌که در کشور ما حرکت قابل‌توجهی در طراحی برنامه‌های درسی در جهت آموزش برای توسعهٔ پایدار و آماده‌سازی معلمان برای رسیدن به این اهداف صورت نگرفته است. به نظر می‌رسد، ایران در این زمینه عقب مانده است و در مقیاس جهانی، آموزش‌وپرورش ایران پایداری را با همان سرعت و شور و شوق مشابه کشورهای دیگر دنبال نمی‌کند (رضایی، احمدی، امام‌جمعه و نصری، ۱۳۹۵).

با آنکه بیش از پنجاه سال از پیدایش شاخه‌ای بین‌رشته‌ای از علم شیمی با عنوان آموزش شیمی می‌گذرد، آموزش شیمی به‌صورت آکادمیک و مبتنی بر نظریه‌ها و رویکردهای علمی منتج از علوم تربیتی و روان‌شناسی پرورشی جایگاه مستحکمی در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه پیدا کرده است. لیکن فعالیت قابل‌توجهی در عرصهٔ این رشتهٔ نوپای دانشگاهی در ایران که از بنیان‌گذاران علم شیمی در جهان محسوب می‌شود، صورت نگرفته است. این امر سبب شده است تا منابع آموزشی درخورتوجهی نیز در این زمینه تولید نشود (بدریان، ۱۳۹۰). ازآنجاکه بسیاری از چالش‌های بزرگ قرن که ایران با آن روبه‌رو است، به‌طور کامل به شیمی مربوط است. مسائلی از قبیل آب‌وهوای پاک، تأمین آب آشامیدنی پاک، تولید و مصرف کارآمد از انرژی و غیره است. بنابراین، برای ایجاد جامعه‌ای آرمانی و هم‌گام‌شدن با علم روز دنیا، ما به ایده‌های جدیدی در آموزش توسعهٔ پایدار نیاز داریم.

هدف اصلی در این تحقیق شناسایی ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار و بررسی میزان توجه به آن‌ها در کتاب‌های درسی دورهٔ دوم متوسطه است. آموزش شیمی برای پایداری یک مفهوم انتزاعی است. بسیاری از تفاسیر و معیارهای آن هنوز کاملاً روشن نیست (هولم، ۲۰۱۹). لذا، این تحقیق درصدد است تا ابتدا اسناد آموزش شیمی برای پایداری موجود را بررسی کند. تا از بررسی آن‌ها، ابعاد و مؤلفه‌های آموزش شیمی برای پایداری روشن شود. و در ادامه، جایگاه آموزش شیمی برای پایداری (منطق، اهداف، محتوا، روش‌های تدریس و ارزشیابی) را کشورهای منتخب مطالعه کند و سپس جایگاه آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار را در کتاب‌های شیمی ایران مشخص نماید تا بتوان با استفاده از یافته‌های پژوهشی و اسناد پشتیبانی برای بازنگری در برنامه‌های کنونی ایران تولید کرد تا در رفع مشکلات برنامهٔ درسی دورهٔ متوسطه راه‌حل مناسبی پیشنهاد گردد.

## ■ پیشینهٔ پژوهش

جونتونن (۲۰۱۵) «آموزش مبتنی بر پرس‌وجو برای توسعهٔ پایدار در شیمی» را با ایجاد آیندهٔ پایدار و حل مسائل جهانی مرتبط دانسته است. دیگوز، چن، نوگیرا، فرناندز[۲۰] و ایلکس (۲۰۱۸) در پژوهشی، با هدف بررسی شواهد آموزش توسعهٔ پایدار درکتاب‌های درسی شیمی در برزیل، نشان دادند آموزش توسعهٔ پایدار در کتاب‌های شیمی کافی نیست. محفی، براش، هاک و هول[۲۱] (۲۰۱۸) در تحقیقی با نام «تصویرسازی مجدد در آموزش شیمی» نتیجه گرفتند که آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار در پرورش مهارت های تفکر در دانش آموزان بسیار مؤثر خواهد بود. محفی، والن وهولم[۲۲] (۲۰۱۹) واکنش‌های شیمی با کمک پایداری را که نگاه تازه‌ای به شیمی دارد، مطالعه کردند و پیشنهادهایی برای مربیان شیمی، در استفاده از سیستم‌های تفکر برای آموزش پایداری، ارائه دادند. در ایران، صابری (۱۳۹۰) اثربخشی آموزش محیط‌زیست را در رسیدن به توسعهٔ پایدار با رویکرد استفاده از فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست بررسی کرد. رضایی و همکاران (۱۳۹۵)، با بررسی «الگوی برنامهٔ درسی مناسب برای آموزش برای توسعهٔ پایدار در دورهٔ ابتدایی ایران»، نتیجه گرفت که وضعیت موجود برنامه‌های درسی در این دوره، از نظر میزان توجه به آموزش برای توسعهٔ پایدار، مناسب نیست. اقدامی (۱۳۹۵) مؤلفه‌های آموزش توسعهٔ پایدار در کتاب‌های درسی علوم تجربی دورهٔ اول متوسطه را بررسی کرده است. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان می‌دهد به مؤلفه‌های بعد زیست‌محیطی بیشتر از سایر ابعاد توجه شده است. کرمی (۱۳۹۵) کتاب‌های مطالعات اجتماعی دورهٔ ابتدایی را ازنظر میزان توجه به مؤلفه‌های بعد اجتماعی توسعهٔ پایدار تحلیل محتوا کرده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که میزان توجه به هر یک از مؤلفه‌های بعد اجتماعی توسعهٔ پایدار در محتوای کتاب‌های اجتماعی متفاوت است. زارع (۱۳۹۶)، با توجه به یافته‌های پژوهش خود، یک چارچوب ماتریسی از ابعاد توسعهٔ پایدار (محیط‌زیستی، اجتماعی- فرهنگی، نهادی، اقتصادی) و عنصر برنامهٔ درسی (محتوا) ترسیم کرده است.

مقایسهٔ پیشینهٔ داخلی با خارج از کشور بیانگر این مطلب است که تاکنون درزمینهٔ آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار در ایران تحقیقی صورت نگرفته است. اما درزمینهٔ آموزش شیمی سبز که یکی از جنبه‌های مهم آن است، تحقیقاتی صورت گرفته است:

حبیبی (۱۳۹۱)، با شناسایی جایگاه شیمی سبز در برنامهٔ درسی کشورهای پیشرفته برای ارائهٔ راهکارهای مناسب برای برنامهٔ درسی مدارس ایران، نتیجه گرفته است شباهت‌ها و تفاوت‌های قابل‌ملاحظه‌ای بین برنامهٔ درسی شیمی سبز کشورهای موردمطالعه (آمریکا، استرالیا، چین و انگلستان) و ایران وجود دارد. شباهت‌ها بیشتر در منطق برنامهٔ درسی قصدشدهٔ و تفاوت‌ها در اهداف، محتوا، روش‌های تدریس و شیوه‌های ارزشیابی است. رحیمیان (۱۳۹۵) به نیازسنجی دانش معلمان شیمی از شیمی سبز جهت ارائه الگوی محتوای آموزشی مناسب پرداخته و نتیجه گرفته که اطلاعات معلمان از شیمی سبز کم و محدود است. حسن‌زاده مقیمی (۱۳۹۵) از بررسی تجارب جهانی درزمینهٔ آموزش شیمی سبز به معلمان برای ارائه راهکارهای مناسب در ایران نتیجه گرفته است که محتوای برنامه‌های آموزش شیمی سبز به معلمان در کشورهای آمریکا، استرالیا برخلاف ایران بسیار متنوع است و آن‌ها برنامه‌های آموزشی معینی به معلمان خود ارائه می‌دهند. مرادپور (۱۳۹۸)، با تحلیل محتوای شیمی دوازدهم، بر اساس اصول شیمی سبز و حیطه‌های یادگیری بلوم، نشان داده که در آموزش اصول شیمی سبز کتاب شیمی دوازدهم، حدود ۷۱٪ به حیطهٔ یادگیری شناختی و حدود ۲۹٪ به حیطهٔ عاطفی اختصاص یافته است.

لذا، «شناسایی ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار و بررسی میزان توجه به آن‌ها در کتاب‌های درسی دورهٔ دوم متوسطه» مهم‌ترین هدفی است که این پژوهش قصد دارد تا به آن برسد. این تحقیق به دنبال پاسخ‌گویی به سؤالات زیر است:

- ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار کدامند؟
- شباهت‌ها و تفاوت‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار در کشورهای منتخب چگونه است؟
- مؤلفه‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار در کتاب‌های درسی شیمی دورهٔ متوسطه چه جایگاهی دارد؟

## روش پژوهش

پژوهش حاضر ازنظر ماهیت از نوع پژوهش‌های ترکیبی، ازنظر میزان کنترل متغیرها از نوع غیرآزمایشی، ازنظر هدف در زمره پژوهش‌های کاربردی و از جهت روش، سندکاوی، تطبیقی و تحلیل محتوا است. برای گردآوری اطلاعات از اسناد یونسکو، کلیه کتاب‌های درسی شیمی دوره متوسطه دوم در سال تحصیلی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ در ایران و برنامه‌های درسی و اسناد مربوط به آموزش شیمی برای

پایدار در کشورهای منتخب استفاده گردید. در بخش کیفی این پژوهش برنامه‌های درسی و گزارش‌ها و اسناد سایر کشورهای موفق درزمینهٔ آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار داده‌ها جمع‌آوری و بررسی شدند که منجر به شناسایی مؤلفه‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار گردید. سپس با روش نمونه‌گیری هدفمند کشورهای انگلستان، کانادا و فنلاند برای مقایسه با ایران انتخاب شدند و با استفاده از رویکرد بردی[۲۳] (۱۹۶۴) تشابه‌ها و تفاوت‌های عناصر اصلی برنامه درسی ازجمله منطق، هدف، محتوا، روش‌های آموزش و شیوه‌های ارزشیابی آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار را در کشورهای موردمطالعه بررسی شده است. در بخش کمی برای تعیین جایگاه آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار در کتاب‌های شیمی ایران ابتدا فرم تحلیل محتوا توسط محقق ساخته شد و بعد از آنکه روایی صوری و محتوایی این ابزار توسط ۷ تن از متخصصان شیمی مورد تأیید قرار گرفت. فراوانی مؤلفه‌های آموزش برای توسعهٔ پایدار شمارش و در جدولی ثبت گردید. برای تعیین پایایی فرم تحلیل محتوا محقق از فرمول هولستی استفاده نموده است. در این تحقیق برای محاسبه پایایی کدگذارهای انجام‌شده، از روش پایایی توافق بین دو کدگذار استفاده گردید. درصد توافق از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

**(توافقات تعداد)/(کدها کل تعداد)×۱۰۰ = درصد توافق بین دو کدگذار**

اگر میزان پایایی از شصت درصد بیشتر باشد، پایایی مصاحبه تأیید می‌گردد. در این پژوهش میزان پایایی ۰/۷۸ است. سپس داده‌ها با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل آنتروپی شانون میزان بار اطلاعاتی و ضریب اهمیت شاخص‌های آموزش برای توسعهٔ پایدار محاسبه شد (شانون[۲۴]، ۱۹۴۸).

## ■ یافته‌ها

**پاسخ به سؤال اول: ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار کدامند؟**

در جدول ۲ با توجه به اهداف توسعهٔ پایدار، «ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار»، به‌صورت خطوط نقطه‌چین نمایش داده شده است زیرا که ابعاد توسعهٔ پایدار با یکدیگر بی‌ارتباط نیستند. سه بعد (شیمی محیط‌زیستی، شیمی مدرن، شیمی در جامعه)، ۱۷ مؤلفهٔ اصلی و ۸۱ شاخص در آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار در سطح فردی، ملی و جهانی شناسایی شده است.

**جدول ۲.** ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های آموزش شیمی برای پایداری

| | |
|---|---|
| **شیمی محیط‌زیست** (محیط‌زیستی) دربرگیرندهٔ اهداف توسعهٔ پایدار: ۳، ۶، ۴، ۷، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ | **۱.** هوا؛ کیفیت هوا؛ مواد سمی موجود در هوا؛ گازهای گلخانه‌ای؛ باران اسیدی؛ گرم‌شدن کره زمین.<br>**۲.** آب؛ کیفیت آب؛ مواد سمی موجود در آب؛ تصفیه آب؛ مصرف پایدار؛ پساب‌های صنعتی.<br>**۳.** خاک؛ کیفیت خاک؛ مواد شیمیایی در کشاورزی؛ کودهای شیمیایی.<br>**۴.** غذا؛ کیفیت مواد غذایی؛ تاریخ مصرف مواد؛ افزودنی‌ها؛ شیرین‌کننده‌های مصنوعی؛ الگوی مصرف و تولید پایدار.<br>**۵.** انرژی؛ منابع تأمین انرژی؛ انرژی‌های پاک؛ انرژی خورشیدی؛ سوخت‌های سبز.<br>**۶.** زباله؛ انواع زباله؛ پلاستیک‌ها؛ مدیریت پسماند؛ بازیافت؛ مکان مناسب احداث کارخانه شیمیایی؛ حفاظت از حیوانات. |
| **شیمی مدرن** (اقتصادی) دربرگیرندهٔ اهداف توسعهٔ پایدار: ۳، ۴، ۸، ۹ | **۱.** شیمی سبز؛ معرفی شیمی سبز و اصول آن؛ کاربرد اصول شیمی سبز در آزمایشگاه؛ اقتصاد اتمی؛ محصولات سبز.<br>**۲.** نانوشیمی؛ معرفی نانو ذرات کاربرد نانوذرات<br>**۳.** پلیمرها؛ کاربرد گسترده پلیمرها؛ بسته‌بندی‌های سبز؛ صنعت نساجی؛ پلیمر سبز.<br>**۴.** شیمی هسته‌ای؛ واکنش‌های هسته‌ای؛ کاربردهای رادیو ایزوتوپ‌ها؛ بمب‌ها.<br>**۵.** شیمی دارویی؛ منابع طبیعی تهیه داروها؛ منابع شیمیایی تهیه داروها؛ عملکرد مسکن‌های؛ کاربرد مواد مخدر.<br>**۶.** شیمی و قانون؛ شیمی و جرم‌شناسی؛ دستگاه‌های طیف‌سنجی.<br>**۷.** فلزات؛ کاربرد فلزات؛ خوردگی فلزات؛ افزایش عمر فلز. |
| **شیمی در جامعه** (اجتماعی- فرهنگی) دربرگیرندهٔ اهداف توسعهٔ پایدار: ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۶، ۱۷ | **۱.** علم به‌عنوان یک تلاش جهانی؛ نقش شیمی در کاهش فقر و گرسنگی؛ نقش محصولات شیمیایی در رفاه مردم جامعه؛ مشارکت‌های جهانی و کنوانسیون‌های بین‌المللی؛ دستیابی و حفظ رابطه طولانی چندملیتی توسط نفت؛ برابری حقوق زنان، استانداردهای حقوق کارگران.<br>**۲.** ترویج صلح؛ نقش شیمیدانان در پیشگیری از حوادث؛ نقش آژانس بین‌المللی انرژی هسته‌ای در ترویج صلح؛ اثرات حوادث هسته‌ای در جهان؛ بحران‌های حاصل از تولید سلاح‌ها و بمب‌های هسته‌ای و شیمیایی؛ حقوق بشر (حقوق برای محیط‌زیست تمیز)؛ حقوق سیاسی و شهروندی؛ کشت و تولید مواد مخدر غیرقانونی در تعدادی از کشورها.<br>**۳.** ارتقاء زندگی سالم و تندرستی؛ نقش شیمی در درمان و سلامتی؛ نقش شوینده‌های شیمیایی در حفظ سلامتی انسان و جامعه؛ عوارض مواد شیمیایی بر سلامتی انسان و محیط‌زیست؛ نکات ایمنی استفاده از پاک‌کننده‌ها؛ اثرات رادیوایزوتوپ‌ها برای انسان و محیط‌زیست؛ خطرات مربوط به استفاده از نانومواد؛ نکات ایمنی کار برای کارگران؛ رعایت نکات ایمنی در آزمایشگاه؛ مواد سمی موجود در محصولات آرایشی و بهداشتی؛ اهمیت محافظت از پوست.<br>**۴.** ارزش‌ها، فرهنگ، تاریخ و مذهب؛ تاریخ شیمی؛ اخلاق حاکم در شیمی؛ دیدگاه‌ها فرهنگ‌های مختلف از مواد مخدر و انرژی هسته‌ای؛ احترام به زمین و تنوع و گوناگونی اصول برابری و احترام به دیگران؛ دانش بومی شیمی؛ استفاده از تجربیات گذشتگان تغییرات هوا، زمین و آب ازنظر تاریخی؛ شکر نعمت‌های خداوند. |

**پاسخ به سؤال دوم: شباهت‌ها و تفاوت‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار در کشورهای منتخب چگونه است؟**

برای پاسخ به این سؤال تحقیق، عناصر برنامهٔ درسی شیمی برای پایداری (منطق، اهداف، محتوا، روش‌های تدریس و ارزشیابی) در کشورهای پیشرفته مورد توصیف، تفسیر، هم‌جواری و مقایسه قرار گرفت. به‌طور خلاصه، نتایج زیر حاصل شد:

- برنامه‌ریزی درسی در کشورهای فنلاند و کانادا به علت نظام آموزشی غیرمتمرکزشان بسیار منعطف است.
- منطق اصلی آموزش شیمی برای پایداری در اکثر کشورها یک اقدام جهانی و ملی برای برقراری دموکراسی، بهبود و ارتقای آیندهٔ پایدار است.
- چنین برداشت می‌شود که آموزش شیمی برای پایداری جزء نظریه‌های کثرت‌گراست. ایدئولوژی‌هایی نظیر انسان‌گرایی، پیشرفت‌گرایی، پست‌مدرن، اجتماعی و انتقادی به طراحی برنامه‌های درسی در کشورهای پیشرفته جهت می‌دهد. اما تأکید کشورها بر ایدئولوژی‌ها یکسان نیست. قابل‌ذکر است که در ایران ایدئولوژی عرف‌پرستی برنامهٔ درسی شیمی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.
- ازآنجاکه در کشورهای منتخب به‌غیراز ایران دانشگاه‌ها نقش رهبری را در توسعهٔ سیستم جدید آموزشی بازی را ایفا می‌کنند، ازاین‌رو در طراحی برنامه‌ها و کتاب‌های درسی محققان دانشگاه‌های مختلف در کنار طراحان وزارت آموزش‌وپرورش قرار می‌گیرند.
- نحوهٔ اجرای برنامه‌های درسی در کشورهای پیشرفتهٔ مطالعه‌شده، نشان می‌دهد که آموزش‌ها و برنامه‌های درسی در دورهٔ متوسطه محتوایی را در برمی‌گیرد که پایهٔ آموزش‌های بعدی در دانشگاه را فراهم کند. به‌عبارت‌دیگر، ارتباط طولی در برنامهٔ درسی رعایت شده است.
- هریک از کشورها با توجه به دستورالعمل‌های یونسکو، قوانین اساسی، امکانات، نیازهای ملی و انتظارات فرهنگی و شهروندی که از افراد جامعه دارند، انتظارات و اهداف خود را اولویت‌بندی نموده‌اند.
- در گذشته، نقش اهداف نگرشی در آموزشی شیمی تمام کشورها، کم‌رنگ بوده است. به همین منظور، آموزش برای توسعهٔ پایدار به دنبال بااهمیت نشان دادن نقش ارزش‌ها در اهداف آموزشی کشوها مشخص شده است.
- هرکدام از کشورهای موردمطالعه، در آموزش شیمی برای پایداری، اهداف آموزشی مشخصی را دنبال می‌کنند که در همهٔ آن‌ها سه هدف دانشی، مهارتی و نگرشی دیده می‌شود. هرچند در برخی از کشورها نظیر آفریقا و ایران اهداف مهارتی کمرنگ است، اما مسئلهٔ مهم این است که

پرداختن به اهداف ارزشی، اخلاقی و پرورش مهارت‌های تفکر در شیمی وجه بارز و رکن اساسی از اهداف آموزش تمامی کشورهای موردمطالعه است.

- در اهداف آموزشی کشوری با تمدن ایران توسعهٔ فرهنگ بومی با شیمی نیز دیده می‌شود.
- از بررسی اهداف آموزشی شیمی برای توسعهٔ پایدار می‌توان گفت موقعیت جغرافیایی، سیاسی، مذهبی و وضعیت اقتصادی در تعیین اهداف آموزشی کاملاً مشهود است. چنانچه در ایران بر هدف خداشناسی و در کانادا بر حفظ جنگل‌ها تأکید شده است.
- در همهٔ کشورها محتوا در ارتباط با اهداف آموزشی از قبل تعیین، انتخاب، سازمان‌دهی و تدوین شده است، لیکن با توجه به نوع نظام آموزشی ازلحاظ انعطاف‌پذیری و اختیاری که معلمان در دخل و تصرف محتوا دارند، تفاوت‌هایی وجود دارد. با توجه به نظام برنامه‌ریزی در برخی کشورها، انتخاب محتوا در کلاس‌های درس به معلمان واگذار شده است، اما خطوط راهنمای کلی از طرف سیاست‌گذاران ارائه می‌شود. در کشور فنلاند، معلمان در انتخاب محتوای آموزشی نسبت به سایر کشورها آزادی عمل بیشتری دارند.
- دیدگاه اساسی در انتخاب محتوا در آموزش شیمی برای پایداری دیدگاه پویا و سازنده است که در فنلاند توجه به فعالیت‌های اجتماعی هم مورد تأکید قرار گرفته است.
- رویکردهای تدریس در آموزش شیمی برای پایداری فعال دانش‌آموزمحور است. تدریس، مبتنی بر قضاوت کیفی است. آموزش پایداری به انواع روش‌های تدریس و حتی ابداع روشی نو نگاهی جامع (پلورالیسم) دارد. درواقع، برنامهٔ درسی روش خاصی برای تدریس پایداری وجود ندارد.
- پارادایم آموزش شیمی برای پایداری بر رویکرد ساختارگرایانه خلاصه می‌گردد.
- آنچه از بررسی روش‌های تدریس کشورهای موردمطالعه حاصل شد، این بود که در کشورهای فنلاند و کانادا معلم در مقام هنرمند و پژوهشگر عمل می‌کند. معلمان در فنلاند در انتخاب محتوا و تدریس آزادی بیشتری دارند.
- در تمامی کشورها، ارزشیابی بر اساس اهداف از پیش تعیین‌شده اجرا می‌شود.
- شیوهٔ ارزشیابی بر اساس نظام آموزشی، نقش معلم، روش تدریس، محتوا و اهداف آموزشی در هر کشور متفاوت است در تمامی برنامه‌های درسی شیمی برای پایداری کشورها به هر سه حیطهٔ ارزشیابی (شناختی، عاطفی و مهارتی) دانش‌آموزان توجه می‌شود؛ اما سهم این سه حیطهٔ ارزشیابی در کشورها متفاوت است. چنین استنباط می‌شود که در برنامهٔ درسی کشور فنلاند ارزیابی عملی دانش‌آموزان بر دو حیطهٔ دیگر ارزشیابی غالب است.
- در اکثر کشورها، از مقیاس کیفی استفاده می‌شود. ارزشیابی با فرایند یاددهی- یادگیری درهم‌تنیده است. درحالی‌که در نظام ایران ارزشیابی پایانی به‌صورت توصیفی انجام می‌شود.

**جدول ۳.** برنامهٔ درسی آموزش شیمی برای پایداری در ایران و مشابه با آن در کشورهای موردمطالعه، در یک نگاه

| موارد | ایران (وجوه مشترک با کشورها) | کشورهای دیگر این پژوهش |
|---|---|---|
| منطق | تغییرات آب وهوا- تخریب محیط‌زیست- بهبودکیفیت آموزش- توسعه علم و تکنولوژی - پرورش شهروندان مسئول- بهبود وضعیت اقتصادی، محیط‌زیستی و جامعه- مرتبط نمودن شیمی به مسائل اخلاقی و اجتماعی- پایان‌پذیر بودن منابع طبیعی و لزوم صرفه‌جویی درمصرف- پرورش ارزش‌ها در نسل آینده- حل مسائل زندگی با شیمی- رشد صنایع شیمیایی. | عمل به دستورالعمل یونسکو- بی‌میلی دانش‌آموزان به شیمی- کندی حرکت و شوق در آموزش پایداری- پرمصرف بودن- اهمیت اقتصادی صنایع شیمیایی- چالشهای انرژی بر اقتصاد منطقه- کم توجه شیمی به مسائل جهانی و فرهنگی- افزایش درک معلمان از آموزش اخلاق در شیمی. |
| اهداف | درک محدودیت منابع طبیعی- جلوگیری از آلوده شدن آب‌وهوا - توسعه مسائل اخلاقی در شیمی- کاهش مصرف انرژی- کاهش تولیدزباله- توجه به رابطهٔ شیمی با محیط‌زیست و جامعه- استفاده از دانش شیمی برای تصمیم‌گیری- ارزیابی پیامدهای اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی با تکنولوژیکی - درک خطر مواد شیمیایی برای کرهٔ زمین- حس مسئولیت در قبال خود و دیگران- قدردانی از علم شیمی و کاربردهای آن- ارج نهادن به علم شیمی و نقش شیمی‌دانان- علاقه‌مندی به شیمی- استفاده از منابع تجدیدپذیر- توجه به نکات ایمنی در فعالیت‌های شیمیایی. | به دست آوردن مهارت‌های ارتباطی برای قرن بیست و یکم- افزایش همکاری بین دولت، آموزش‌وپرورش و سایر گروه‌های ذی‌نفع به سمت رویکرد پایدار- نقش آژانس‌های بین‌المللی در کنترل شیمی- درک نقش شیمی در کشاورزی و جنگلداری پایدار. |
| محتوا | کشاورزی و شیمی- گازهای گلخانه‌ای - باران اسیدی - وضعیت گرمایش جهانی در آینده- تولید پلاستیک تخریب پذیر - کاربرد پلیمرها - غذای سالم - سوخت‌های سبز - استرها- پلیمرها، ماندگار- شوینده‌ها - ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط- مقایسه سوخت‌های فسیلی و با زیستی- آسایش و رفاه در سایه شیمی- نقش الکتروشیمی در تأمین انرژی پاک - کاربرد فلزات- استفاده نادرست از دانش و فناوری- آمونیاک و کشاورزی- شیمی سبز - جنبه منفی آلودگی‌های شیمیایی آب و اثرات آن بر انسان، گیاهان و جانوران. | اصول شیمی سبز- نانومواد- سیستم‌های خورشیدی- داروهای مسکن - محاسبه اقتصاد اتمی در واکنش‌ها - شیمی پزشکی قانونی- تصفیه آب - کاتالیست سبز- رادیو داروها- شیمی تجزیه - کامپوزیت‌های نانولوله- تحقیقات در مورد سلاح‌های شیمیایی کشنده - برقراری ارتباط بین شیمیدانان در مناطق مختلف جهان با استفاده از کنوانسیون‌های جهانی- آشنایی با طیف‌سنجی- کاربرد رادیو ایزوتوپ‌ها در پزشکی هسته‌ای - عوارض جانبی استفاده از شیرینکننده مصنوعی - کاربرد نانوذرات در پزشکی در جراحی- خطرات استفاده از انرژی هسته‌ای- استفاده از آنزیم‌ها در مواد شوینده بیولوژیکی با استفاده از شیمی سبز- جنگل‌زدایی، فرسایش خاک- محصولات کشاورزی به سمت پایداری- شیمی در تحقیقات پلیس- شبیه سازی اصول شیمی سبز با زندگی روزمره- تأمین آب شیرین - ارزیابی مواد سمی موجود در محصولات آرایشی وبهداشتی- فن‌آوری‌های جدید در تولید محصولات آرایشی و بهداشتی- تجزیه‌وتحلیل مواد مخدر- استفاده از چوب برای گرمایش خانه ها- تأثیرات باران اسیدی بر محیط و اشیاء فرهنگی- استانداردهای کار را برای کارگران- پلاستیکها قبل از جنگ جهانی دوم- تأثیر حوادث هسته‌ای در جهان- اخلاق حاکم بر سنتز داروها- جیوه در آب و تأثیر آن بر محیط و زندگی افراد بومی- گسترده مواد شیمیایی در کشاورزی- مزایای استخراج الماس- بررسی تاریخی آلودگی آب- میکروشیمی- کارآفرینی- چرخه عمر محصول. |

**جدول ۳. (ادامه)**

| موارد | ایران (وجوه مشترک با کشورها) | کشورهای دیگر این پژوهش |
|---|---|---|
| روش تدریس | سخنرانی- نمایشی- تحقیقات اینترنتی- حل مسئله- پرسش و پاسخ- گفتگوهای کلاسی و تفکر نقاد. | کاوشگری- بحث در مورد پیامدهای شیمی بر محیط‌زیست، اجتماع و اخلاق علم و فناوری- فعالیت‌های آزمایشگاهی- نرم‌افزارها- معلم نقش راهنما و مشاور عمل - تحقیقات سبز - نمایش فیلم - آموزش خود راهبر- انجام پروژه‌های گروهی- مهارت‌های تفکر سیستمی- وب‌سایت- مجلات- حضور شیمی‌دانان در مدارس- آموزش الکترونیک و تخته‌های هوشمند اساس کار معلمان- آزادی عمل بسیار معلم- حضور کارآفرین‌ها در مدارس. |
| ارزشیابی | گزارش فعالیت‌ها- مشاهدهٔ کارهای عملی- پرسش کلاسی آزمون‌های کتبی و تستی (کتاب‌های درسی شیمی دورهٔ متوسطه دوم، ۱۳۹۸). | نتایج فعالیت‌های آزمایشگاهی- نوشتن مقاله- فعالیت‌های اجتماعی- پروژه‌های کلاسی- توانایی بحث و کار گروهی- گزارش‌های تحقیق - مشاهدات دقیق در استفاده از دستگاه‌ها و نرم‌افزارها- تأکید بر خودارزیابی. (برنامهٔ درسی آنتاریو[۲۵]، ۲۰۱۷). (جونتونن، ۲۰۱۵). (شورای ملی آموزش فنلاند[۲۶]، ۲۰۱۵). (اکانر[۲۷]، ۲۰۱۵). |

**جدول ۴.** تعداد شباهت‌ها و تفاوت‌ها ازنظر عناصر برنامهٔ درسی آموزش شیمی برای پایداری در ایران و در مقایسه با سایر کشورها

| عناصر برنامهٔ درسی | شباهت‌ها | تفاوت‌ها |
|---|---|---|
| منطق | ۱۳ | ۸ |
| اهداف | ۱۵ | ۴ |
| محتوا | ۲۰ | ۴۰ |
| روش‌های یاددهی- یادگیری | ۷ | ۱۶ |
| روش‌های ارزشیابی | ۵ | ۸ |

## پاسخ به سؤال سوم: مؤلفه‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار در کتاب‌های درسی شیمی دورهٔ متوسطه چه جایگاهی دارد؟

در اولین گام، تعداد فراوانی شاخص‌ها در سه بعد شیمی محیط‌زیست، شیمی مدرن و شیمی در جامعه در سه پایهٔ تحصیلی دهم، یازدهم و دوازدهم در جدول ۵ آورده شده است. این فراوانی‌ها از بررسی متن درس، فعالیت‌ها، تمرین و تصاویر حاصل شده است.

**جدول ۵.** شاخص‌ها و فراوانی

| ابعاد | متن درس | | | فعالیت‌ها و تمرین | | | تصاویر | | | جمع فراوانی شاخص‌ها | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | پایهٔ ۱۰ | پایهٔ ۱۱ | پایهٔ ۱۲ | پایهٔ ۱۰ | پایهٔ ۱۱ | پایهٔ ۱۲ | پایهٔ ۱۰ | پایهٔ ۱۱ | پایهٔ ۱۲ | پایهٔ ۱۰ | پایهٔ ۱۱ | پایهٔ ۱۲ |
| شیمی محیط‌زیست | ۱۱ | ۱۴ | ۷ | ۹ | ۱۵ | ۸ | ۷ | ۵ | ۷ | ۲۷ | ۳۴ | ۲۲ |
| شیمی مدرن | ۹ | ۲۱ | ۱۱ | ۸ | ۱۱ | ۱۲ | ۸ | ۹ | ۳ | ۲۵ | ۴۱ | ۲۶ |
| شیمی در جامعه | ۱۷ | ۲۴ | ۳۳ | ۱ | ۱۱ | ۱۱ | ۲ | ۵ | ۱۳ | ۲۰ | ۴۰ | ۵۷ |

## ۳-۱. چه اندازه در برنامه‌های درسی شیمی پایهٔ دهم به مؤلفه‌های آموزش شیمی پایدار توجه شده است؟

در این گام، با استفاده از رابطهٔ ۲، بار اطلاعاتی هر شاخص محاسبه شد. برای سه شاخص شیمی محیط‌زیست، مدرن و جامعه به ترتیب با $E_1$، $E_2$ و $E_3$ آورده شده است.

$$E_1 = -\frac{1}{\ln(3)} \times 27 \times \frac{1}{27} \times Ln\left(\frac{1}{27}\right) = 3$$

$$E_2 = -\frac{1}{\ln(3)} \times 25 \times \frac{1}{25} \times Ln\left(\frac{1}{25}\right) = 2/93$$

$$E_3 = -\frac{1}{\ln(3)} \times 20 \times \frac{1}{20} \times Ln\left(\frac{1}{20}\right) = 2/727$$

مقدار وزن هر شاخص (W) بر اساس رابطهٔ ۳، محاسبه شد. به‌بیان‌دیگر، وزن هر معیار از تقسیم E آن معیار بر مجموع کل Eها به دست می‌آید.

$$W_1 = \frac{3}{3 + 2/93 + 2/727} = 0/347$$

$$W_2 = \frac{2/93}{3 + 2/93 + 2/727} = 0/338$$

$$W_3 = \frac{2/727}{3 + 2/93 + 2/727} = 0/315$$

به طریق مشـــابه، برای پایه‌های یازدهم و دوازدهم، محاسبات صورت گرفته و در جدول زیر خلاصه شده است.

**جدول ۶.** وزن نهایی شاخص‌ها

| | بار اطلاعاتی (Ej) | | | وزن نهایی (Wj) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | پایهٔ ۱۰ | پایهٔ ۱۱ | پایهٔ ۱۲ | پایهٔ ۱۰ | پایهٔ ۱۱ | پایهٔ ۱۲ |
| شیمی محیط‌زیست | ۳ | ۳/۲۱ | ۲/۸۱۴ | ۰/۳۴۷ | ۰/۳۲۳ | ۰/۲۹۷ |
| شیمی مدرن | ۹۳۹/۲ | ۳/۳۸۰ | ۲/۹۶۶ | ۰/۳۳۸ | ۰/۳۴۰ | ۰/۳۱۴ |
| شیمی در جامعه | ۷۲۷/۲ | ۳/۳۵۸ | ۳/۶۸۰ | ۰/۳۱۵ | ۰/۳۳۸ | ۰/۳۸۹ |

تحلیل آنتروپی شـــانون نشـــان می‌دهد که از مجموع ۷۲ واحد کدگذاری‌شده در کتاب شیمی پایهٔ دوازدهم که مربوط به توجه به مؤلفه‌های توسعهٔ پایدار در محتوای کتاب است، بیشترین فراوانی مربوط به شاخص‌های محیط‌زیستی با وزن ۰/۳۴۷ و کمترین مربوط به جامعه با فراوانی ۰/۳۱۵ به است.

### ۳-۲. چه اندازه در برنامهٔ درسی شیمی پایهٔ یازدهم به مؤلفه‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار توجه شده است؟

تحلیل آنتروپی شانون نتایج زیر را نشان می‌دهد که از مجموع ۱۱۵ واحد کدگذاری شده در کتاب شیمی پایهٔ یازدهم که مربوط به توجه به مؤلفه‌های توسعهٔ پایدار در محتوای کتاب شامل (متن، تصاویر و فعالیت‌ها) اســـت، بیشترین فراوانی مربوط به شاخص‌های مدرن با وزن ۰/۳۴۰و کمترین مربوط به شاخص‌های محیط‌زیستی با فراوانی ۰/۳۲۳ است.

### ۲-۳. چه اندازه در برنامه‌های درسی شیمی پایهٔ دوازدهم به مؤلفه‌های آموزش شیمی پایدار توجه شده است؟

تحلیل آنتروپی شانون نتایج زیر را نشان می‌دهد که از مجموع ۱۰۵ واحد کدگذاری شده در کتاب شیمی پایهٔ دوازدهم که مربوط به توجه به مؤلفه‌های توسعهٔ پایدار در محتوای کتاب شامل (متن، تصاویر و فعالیت‌ها) است، بیشترین فراوانی مربوط به شاخص‌های جامعه با وزن ۰/۳۸۹ و کمترین مربوط به شاخص‌های محیط‌زیستی با فراوانی ۰/۲۹۷ است.

نتایج آماری آنتروپی شـــانون نشـــان داد که کمترین فراوانی در کتاب‌های درسی مربوط به شـــاخص‌های محیط‌زیستی با فراوانی ۰/۲۹۷ و بیشـــترین مربوط به شاخص‌های جامعه با وزن ۰/۳۸۹ در پایهٔ دوازدهم است.

## ■ بحث و نتیجه‌گیری ■

در دنیای کنونی، علم و تکنولوژی ابزار قدرتمندی برای حل مشکلات جهان شده است. با آموزش برای توسعهٔ پایدار می‌توان گام بلندی برای حل و پیشگیری بسیاری از این مشکلات برداشت، زیرا که توسعهٔ هر کشوری مستلزم سطح سواد علمی است. آموزش علوم اگر به‌طور کامل اجرا شود، بستر اصلی توسعهٔ پایدار را تسریع خواهد کرد. با توجه به آسیب‌های عظیم به محیط‌زیست به علت فعالیت‌های صنایع شیمیایی، آموزش شیمی پایدار یک جزء اصلی آموزش در مورد مسائل توسعهٔ پایدار است. بنابراین، ارتقای برنامهٔ درسی شیمی برای توسعهٔ پایدار یک مسئلهٔ حیاتی برای پیشرفت اقتصادی و بهبود سلامتی در آیندهٔ کشورها محسوب می‌شود. هدف این پژوهش این بود که برای بهبود نظام آموزشی ایران، ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار مطالعه و میزان توجه به آن‌ها در کتاب‌های درسی دورهٔ دوم متوسطه بررسی شود.

مطابق با هدف، پژوهش حاضر سه بعد (شیمی محیط‌زیستی، شیمی مدرن، شیمی در جامعه)، ۱۷ مؤلفهٔ اصلی و ۸۱ شاخص در آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار در سطح فردی، ملی و جهانی را شناسایی کرده است. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است آموزش‌وپرورش در کشورها به این نتیجه رسیده‌اند که با توجه به اینکه عصر جدید عصری است که در آن جریان آزاد اطلاعاتی به آنارشیسم انجامیده و انبوه دانش و اطلاعات به‌جای فرصت به تهدید می‌انجامد اگر تربیت علمی در دستور کار قرار نگیرد. لذا؛ تربیت شهروندان آینده یعنی تربیت افرادی که دارای شایستگی‌های دانشی، نگرشی و مهارتی در یادگیری علوم دست یابند. پایداری به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیری از اصلاحات آموزشی در اکثر کشورها مطرح گردید. نتایج مقایسه عناصر برنامهٔ درسی آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار حاکی از آن بود که منطق اصلی در اکثر کشورها یک اقدامی جهانی برای برقراری دموکراسی، بهبود و ارتقاء آیندهٔ پایدار است. هریک از کشورها با توجه به قوانین اساسی، امکانات، نیازهای ملی و انتظارات فرهنگی و شهروندی که از افراد جامعه دارند، انتظارات و اهداف خود را اولویت‌بندی نموده‌اند. چنین برداشت می‌شود؛ اهداف برنامهٔ درسی مبتنی بر آموزش توسعهٔ پایدار بر اساس رویکرد انسانگرایانه نوشته می‌شود. زیرا که در اهداف آموزش شیمی تمام کشورها درگذشته نقش ارزش‌ها کمرنگ بودند، به همین منظور آموزش برای پایداری به دنبال تعادل میان اهداف دانشی، مهارتی و نگرشی بودند. قابل‌ذکر است که در کشور ایران

نقش اهداف مهارتی کمرنگ است. رویکردهای تدریس در آموزش شیمی برای توسعهٔ پایدار فعال و در برنامه‌های درسی هیچ رهنمود واحدی برای تدریس وجود ندارد. از بررسی روش‌های تدریس کشورهای موردمطالعه حاصل گردید؛ این بود که نظام آموزشی کشورها روش‌های انتظارات تدریس را کاملاً کنترل می‌کنند. با این تفاوت که در کشور فنلاند آزادی معلمان در انتخاب محتوا و تدریس بسیار بیشتر است و کتاب‌های درسی تنها اصالت ندارد.

دیگر نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در کتاب‌های درسی شیمی از مجموع ۲۹۲ واحد کدگذاری شده، بیشترین میزان فراوانی مربوط به مؤلفهٔ بعد شیمی در جامعه با مقدار ۳۸/۹ درصد در پایهٔ دوازدهم است. کمترین فراوانی در کتاب‌های درسی مربوط به بعد شیمی محیط‌زیست با مقدار ۲۹/۷۰ درصد در پایهٔ دوازدهم است.

از میانگین کلی نتایج حاصل می‌توان گفت، توجه به آموزش شیمی برای پایداری در کتاب‌های شیمی در حدود ۳۳/۳ درصد است که کمی پایین‌تر از حد متوسط است. که بیشترین میانگین فراوانی مربوط به شاخص‌های بعد شیمی در جامعه با ۳۴/۷۳ درصد و کمترین میانگین مربوط به شاخص‌های بعد شیمی محیط‌زیست و شیمی مدرن با مقادیر ۳۲/۲۳ و ۳۳/۰۶ درصد به دست آمده است. از مجموع ۸۰ شاخص‌های تعیین‌شده به ۴۰ شاخص در کتاب‌ها به آن‌ها پرداخته نشده بود که عبارت‌اند از:

- **بعد محیط‌زیست:** تصفیه آب- شاخص کیفیت هوا- مدیریت پسماند- شیرین‌کننده‌های مصنوعی- حفاظت ازحیوانات- کیفیت خاک- انواع زباله- انرژی‌خورشیدی- مکان احداث کارخانه شیمیایی.
- **بعد شیمی مدرن:** آشنایی با نانوذرات- کاربرد نانوذرات- اصول شیمی سبز- کاربرد اصول شیمی سبز در آزمایشگاه- بسته‌بندی‌های سبز- بمب هیدروژنی- منابع طبیعی تهیه داروها - منابع شیمیایی تهیه داروها- عملکرد مسکن‌های- مواد مخدر- شیمی و جرم‌شناسی- دستگاههای طیف‌سنجی.
- **بعد شیمی در جامعه:** استانداردهای حقوق کارگران - نقش شیمیدانان در پیشگیری از حوادث- نقش آژانس بین‌المللی انرژی هسته‌ای در ترویج صلح - حوادث جهانی هسته‌ای- بحران‌های حاصل از تولید سلاح‌ها و بمب‌های هسته‌ای و شیمیایی- حقوق بشر (حقوق برای محیط‌زیست تمیز)، حقوق سیاسی و شهروندی- کشت و تولید مواد مخدر غیرقانونی در تعداد کمی از

کشورها- اخلاق در شیمی- اثرات رادیوایزوتوپ‌ها برای انسان و محیط‌زیست - خطرات مربوط به اســـتفاده از نانومواد- نـــکات ایمنی کار برای کارگران- مواد ســـمی موجود در محصولات آرایشـــی و بهداشتی- برابری حقوق زنان در آمـــوزش با کیفیت- دیدگاه فرهنگ‌های مختلـــف از مواد مخدر و انرژی هسته‌ای- احترام به زمین و زندگی با همه تنوع و گوناگونی- اصول برابری و احترام به دیگران می‌گردد.

بر اساس یافته‌ها، پیشنهاد می‌شود که در طراحی و تدوین برنامه‌های درسی علوم ارتباط بین علوم هم در نظر گرفته شود. ازآنجاکه علوم به هم مرتبط هستند و نمی‌توان آموزش شـــیمی برای پایداری را بدون سایر علوم دیگر در نظر گرفت. موضوعات زیست‌شناسی، شیمی، زمین‌شناسی و فیزیک فرصت‌های زیادی برای پیوند دانش با ابعاد محیط‌زیست، اقتصاد، اجتماع و سیاست و تقویت توانایی‌هایی فراهم می‌آورند. پس مناسب‌ترین ارائه آموزش برای پایداری ایجاد ارتباط محتوایی مشترک میان رشته‌های علوم اســـت که دانش‌آموزان را قادر می‌سازد تا به‌طور یکپارچه مضامین مربوط به توسعهٔ پایدار را بهتر درک نمایند. همچنین به آن‌ها فرصت داده می‌شود، مهارت‌های عملی مرتبط با تحقیقات علمی را توسعه دهند. کـــه در ایران چنین الگویی تاکنون بیان نشـــده اســـت. و کتاب‌های علوم دوره دبیرستان مطالب درســـی اغلب به‌گونه‌ای سازمان یافته‌اند که بر اساس مفاهیم اساسی مشترکی ســـازمان‌دهی نشده‌اند. به برنامه ریزان درسی در ایران، توصیه می‌شود:

- طراحی فعالیت‌ها و آزمایش‌های پایدار برای کتاب‌های درســـی متناسب با امکانات موجود؛
- برگزاری کلاس‌هـــای ضمن خدمت دبیران و کارگاه‌های آموزشـــی برای آشنایی هر چه بیشتر دبیران نسبت به آموزش‌های شیمی برای پایداری؛
- طراحی فعالیت‌های داخل و خارج از کلاس برای دانش‌آموزان پس از پایان درس.
- طراحی فعالیت‌ها و آزمایش‌های پایدار برای کتاب‌های درســـی متناسب با امکانات موجود؛
- بررسی نیازسنجی از معلمان شیمی برای ورود مباحث شیمی برای توسعهٔ پایدار در برنامهٔ درسی ایران.

## منابع


- اقدامی، سارا. (۱۳۹۵). *بررسی مؤلفه‌های آموزش توسعهٔ پایدار در کتاب‌های درسی علوم تجربی دورهٔ اول متوسطه به روش آنتروپی شانون* (پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد). دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران.
- بدریان، عابد. (۱۳۹۰). *آموزش شیمی*. تهران: مبنای خرد.
- حبیبی، لیلا. (۱۳۹۱). *شناسایی جایگاه شیمی سبز در برنامهٔ درسی کشورهای پیشرفته برای ارائهٔ راهکارهای مناسب برای برنامهٔ درسی مدارس ایران* (پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد). دانشکده علوم دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران.
- حسن‌زاده مقیمی، ژیلا. (۱۳۹۵). *بررسی تجارب جهانی درزمینهٔ آموزش شیمی سبز به معلمان برای ارائه راهکارهای مناسب در ایران* (پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد). دانشکده علوم دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران.
- زارع، سمیه. (۱۳۹۶). *تدوین چارچوب آموزش توسعهٔ پایدار با رویکرد یادگیری الکترونیکی در سطح آموزش عالی* (پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد). دانشکده علوم تربیتی دانشگاه هرمزگان.
- رحیمیان، شهناز. (۱۳۹۵). *نیازسنجی دانش معلمان شیمی از شیمی سبز جهت ارائهٔ الگوی محتوای آموزشی مناسب* (پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد). دانشکده علوم دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران.
- رضایی، مریم.، احمدی، غلامعلی.، امام‌جمعه، سید محمدرضا و نصری، صادق. (۱۳۹۵). *طراحی و اعتبارسنجی الگوی برنامهٔ درسی مناسب جهت «آموزش برای توسعهٔ پایدار» در دورهٔ ابتدایی ایران* (پایان‌نامهٔ دکترا). دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- صابری، مژده. (۱۳۹۰). *اثربخشی آموزش محیط‌زیست در رسیدن به توسعهٔ پایدار با رویکرد استفاده از فناوریهای سازگار با محیط‌زیست* (پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد). دانشگاه پیام نور.
- کرمی،لیلا. (۱۳۹۵). *تحلیل محتوای کتاب‌های مطالعات اجتماعی دورهٔ ابتدایی ازنظر میزان توجه به مؤلفه‌های بعد اجتماعی توسعهٔ پایدار* ( پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد). دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران.
- مرادپور، سعید. (۱۳۹۸).*تحلیل محتوای شیمی دوازدهم بر اساس اصول شیمی سبز و حیطه های یادگیری بلوم* ( پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد). دانشکده علوم دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران.
- Bacani, C. (2010). *Integrating Education for Sustainable Development into Secondary Education Curriculum in Southeast Asia*. Retrieved from https://www. Seameo - innotech.org/wp- content/uploads/2014/01/PolRes Integrating- Education- for- Sustainable- Development /
- Blum, C., Bunke, D., Hungsberg, M., Roelofs, E., Joas, A., Joas, R., Blepp, M. & Stolzenberg, H. C. (2017). The concept of sustainable chemistry: key drivers for the transition towards sustainable development. *Sustainable Chemistry and Pharmacy, 5*, 94- 104.
- Bereday, G. Z. F. (1964). *Comparative Method in Education*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston Inc.
- Eilks, I., Sjöström, J., & Hofstein, A. (2017). Relevant chemistry education for sustainability. *Daruna, 44*, 18-29.
- Eilks, I. (2015). Science Education and Education for Sustainable Development: Justifications, Models, Practices and Perspectives. *Mathematics, Science & Technology Education, 11*(1), 149- 158.
- Finnish National Board of Education. (2015). *The national core curriculum for general upper secondary education*. Retrieved from http://www.oph.fi /saadokset_ja_ohjeet/ opetussuunnitelmien_ja_tutkintojen_ perusteet/lukioko ulutus/ lops2016 /103/0/lukion_opetussuunnitelman _perusteiden _luonnos.
- de Goes, L. F., Chen, X., Nogueira, K. S., Fernandez, C., & Eilks, I. (2018). Evidence of Sustainable Development Education in Brazilian Secondary School Chemistry Textbooks. In I. Eilks, S. Markic, B. Ralle (Eds.), *Building bridges across disciplines for transformative education and a sustainable future* (pp. 252- 262). Aachen: Shaker Verlag.

- Garner, N., Siol, A., & Eilks, I (2015). The Potential of Non- Formal Laboratory Environments for Innovating the Chemistry Curriculum and Promoting Secondary School Level Students Education for Sustainability. *Sustainability, 7*(2), 1798- 1818. https://doi.org/10.3390/su7021798.
- Gurung, H. (2002). Ecotourism, sustainable development and environmental education: a case study of ACAP. In Daniella Tilbury, Robert B. Stevenson, John Fien, Danie Schreuder (Eds), *Education and Sustainability Responding to the Global Challenge* (pp. 55-64). IUCN Commission on Education and Communication (CEC).
- Hill, J., Kumar, D., & Verma, R.k. (2013). Challenges for Chemical Education: Engaging with Green Chemistry and Environmental Sustainability. *The American Institute of Chemists, 86*(1), 24- 31.
- Holme, T. (2019). Incorporating elements of green and sustainable chemistry in general chemistry via systems thinking. In A. Dicks and L. Bastin (Eds), *Integrating Green and Sustainable Chemistry Principles into Education* (31-47). Elsevier.
- Johnston, P., Everard, M., Santillo, D., & Robèrt, K. H. (2007). Reclaiming the definition of sustainability. *Environmental science and pollution research international, 14*(1), 60-66.
- Juntunen, M. (2015). *Holistic and inquiry based education for sustainable development in chemistry* (Doctoral dissertation, Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Helsinki). Retrieved from https:// helda.helsinki.fi/ bitstream /handle/10138/154531/holistic.pdf/.
- Karaarslanab, G., & Teksözb, G. (2016). Integrating Sustainable Development Concept into Science Education Program is not enough; We Need Competent Science Teachers for Education for Sustainable Development. *International Journal of Environmental and Science Education, 11*(15), 8403- 8425.
- Mahaffy, P.G., Brush, E., Haack, J., & Holl, F. (2018). Systems Thinking, and Green and Sustainable Chemistry. *Chemical Education, 95*, 1689−1691.
- Mahaffy, P. G., Matlin, S. A., Whalen, J. M., & Holme, T. A. (2019). Integrating the molecular basis of sustainability into general chemistry through systems thinking. *Journal of Chemical Education, 96*(12), 2730- 2741.
- O'Connor, H. (2015). Sustainability across the Australian Curriculum: Will It Remain a Priority Sustainability. *Education, 7*, 1- 24.
- Osman, A., Ladhani, S., Findlater, E., & McKay, V. (2017). *Curriculum framework for the sustainable development goals*. London, UK: The Commonwealth Secretariat.
- Oloruntegbe, K.o., & Alake, E.M. (2010). Chemistry for today & the future: sustain- ability through virile problem based chemistry curriculum. *Basic & applied sciences, 4*(5), 800- 807.
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Technical, 27*, 379–423.
- Shwartz, Y. (2014). Enhancing Students' Motivation to Learn Chemistry. *Education, 2*(2), 100- 123. https:// doi.org/10.25749/sis.4068.
- *The Ontario Curriculum, Grades 9 and 10: Science* (revised) (2008). Retrieved from http://www.edu.gov. on.ca/eng/ curriculum/ secondary/ science9- 10_2008.pdf/.
- *The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science* (revised) (2008). Retrieved from http://www.edu.gov. on.ca/eng/curriculum/secondary/2009science11_12.pdf.
- vilches, A., & Gil- Perez, D. (2011). Creating a Sustainable Future: Some Philosophical and Educational

Considerations for Chemistry Teaching. *Science & Education, 22*(7), 1- 16.

- Wang, M., Ya Li, X., and Nian, H. L. (2018). Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry: Green chemistry education and activity in China. *American Chemical Society, 13*,123–129.
- Wardencki, W., Curyo, J., &. Namieoenik, J. (2005). Green chemistry current & future. *Environmental Studies, 14*(4), 389- 395.

## پی‌نوشت‌ها

1. Shwartz
2. Karaarslanab & Teksözb
3. Johnston, Everard, Santillo, & Robèrt
4. Garner, Siol and Eilks
5. Wheeler
6. Osman, Ladhani, Findlater, & McKay
7. Education for Sustainable Development (ESD)
8. Bacani
9. Holme
10. Brundtland
11. Juntunen
12. Gurung
13. Wardencki, Curyo, & Namieoenik
14. Vilches & Gil-Pe´rez
15. Wang,Ya Li and Nian
16. Blum et al
17. Hill, Kumar, & Verma
18. Oloruntegbe & Alake
19. Eilks, Sjöström, & Hofstein
20. de Goes, Chen,Nogueira, Fernandez, & Eilks
21. Mahaffy, Brush, Haack, & Holl
22. Mahaffy, Matlin, Whalen, & Holme
23. Bereday
24. Shannon Entropy Method
25. The Ontario Curriculum
26. Finnish National Board of Education
27. O'Connor

*Quarterly journal of*
Educational Innovations

# Identifying the dimensions, components and indicators of chemistry education for sustainable development and investigating the degree of attention to them in the second cycle high school's chemistry textbooks

■ Leilā Habibi, PhD Candidate in Curriculum Planning at Alzahrā University, Tehran, Iran
■ Parvin Ahmadi (PhD), Department of Educational Administration and Planning, Faculty of Education and Psychology, Alzahrā University, Tehran, Iran[1]
■ Parvin Samadi (PhD), Department of Educational Administration and Planning, Faculty of Education and Psychology, Alzahrā University, Tehran, Iran

## Abstract

**The purpose of this study was to identify the dimensions and components of chemistry education for sustainable development and investigating the degree of attention to the determined components at the secondary school's chemistry curriculum. The present study was mixed methods in terms of nature, non-experimental in terms of control over variables, applied in terms of purpose, and in terms of method, it was document mining, comparative and Shannon entropy. The research population included secondary school chemistry textbooks, curricula, documents related to chemistry education for sustainability and UNESCO global documents. The research sample was selected using purposeful sampling method and the countries of England, Canada and Finland were selected to be compared with Iran. Findings identified 3 dimensions, 17 components and 81 indicators in chemistry education for sustainable development. In addition, the results showed that in Iranian eleventh and twelfth grade textbooks, less attention has been paid to the components of the environmental dimension and more attention to the economic and social components. In the tenth grade, the components of chemistry in the society have received the least attention. The results also showed that the current status of Iranian secondary school chemistry curricula does not have adequacy in terms of attention to train the skills to instruct the sustainable development, compared to the other countries.**

**Keywords** **Chemistry Education for Sustainable Development, Curriculum, Secondary School, Sustainable Development**

1. Email: psamadi@alzahra.ac.ir **(Corresponding Author)**