Tech. Edu. J. 13(1): 213-225, Winter 2019

Technology of Education Journal

(TEJ)

Homepage: jte.sru.ac.ir

ORIGINAL RESEARCH PAPER

The effect of green chemistry education based on practical activity on learning and attitude of pre-service chemistry teachers

S. Mirzaei, A. Anaraki Firooz*, R. Abdullah Mirzaie

Department Chemistry, Faculty of Science, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

ABSTRACT

Submitted: 14 May 2018
Reviewed: 15 June 2018
Revise: 25 June 2018
Accept Date: 01 July 2018

KEYWORDS:
Green Chemistry Principles
Curriculum
Learning
Attitude
Preservice chemistry teachers

* Corresponding author
a.anaraki@sru.ac.ir

Background and Objectives: Chemistry plays a fundamental role in human civilization and its place in economics, politics and life is becoming more and more prominent and covers a wide range of chemical products such as drugs, dyes, fertilizers, etc. However, the environmental damage caused by it is a major human concern. Many of us today take steps to reduce environmental impact, for example by participating in chemical recycling programs and using energy-saving light bulbs; we buy local products and maybe drive hybrid cars. But what if "we could somehow prevent pollution from the start?" Thus, with a new approach called green chemistry, chemists are being led to a new phase of research activities to develop green reactions and use them instead of the old methods, to help human health and society by eliminating toxins from chemical processes. The purpose of this research is education of green chemistry through the curriculum related to the principles of green chemistry in General Chemistry Lab 1and the effect of this educational course on learning and attitude of the pre-service chemistry teachers toward green chemistry principles.

Methods: This educational course involves two green experiments implemented according to green chemistry principles. The experiments include determination of molar mass relation in a chemical reaction and determination of the amount of ascorbic acid in a tablet of vitamin C. The research methods are practical, experimental and quasi-experimental and the used instruments were the researcher-constructed tests in the field of learning and attitude domain. Statistic population of this study consists of experimental group (N=30) and control group (N=30) of the student teachers at Shahid Rajaee Teacher Training University in the academic year 2017-2018. Data analysis was done using descriptive and inferential statistics with SPSS software.

Findings: The obtained results show that among12 principles of Green Chemistry, students have learned the principles of 1 to 4 and 7 to 12 of these 12 principles and they have been attracted to them. In addition, the implementation of a curriculum related to the principles of green chemistry has had a positive impact on the attitude of the pre-service chemistry teachers.

Conclusion: Findings from the research show that teaching the principles of green chemistry can be done based on the activity-oriented approach in the chemistry curriculum as in most developed countries. Student-teacher education can lead them to develop a positive attitude towards green chemistry and to have more motivation and desire to study chemistry based on the principles of green chemistry and to pass this attitude on to their students in the teaching process. Also, in designing the curriculum, it should be noted that in the sequence of practical activities, it should be done in such a way that it includes all the principles of green chemistry so that education based on it can give all the principles of green chemistry to learners or give them a positive attitude.

NUMBER OF REFERENCES	NUMBER OF FIGURES	NUMBER OF TABLES
26	3	11

مقاله پژوهشی

تاثیر آموزش شیمی سبز مبتنی بر فعالیت عملی بر یادگیری و نگرش دانشجو معلمان شیمی

سمیرا میرزائی، اعظم انارکی فیروز*، رسول عبداله میرزائی

گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: شیمی در تمدن آدمی نقش بنیادی دارد و جایگاه آن در اقتصاد، سیاست و زندگی روز به روز پررنگ‌تر می‌شود و طیف وسیعی از محصولات شیمیایی از جمله مواد دارویی، رنگ‌ها، کودها و ... را پوشش می‌دهد. با این حال، آسیب‌های زیست محیطی ناشی از آن، از نگرانی‌های عمده بشری است. امروزه بسیاری از ما گام‌هایی را برای کاهش اثرات زیست محیطی برمی‌داریم، برای مثال در برنامه‌های مربوط به بازیافت مواد شیمیایی شرکت کرده و از لامپ‌هایکم‌مصرفاستفاده می‌کنیم؛ فرآورده‌های محلی می‌خریم و شاید خودروهای دوگانه سوز(هیبریدی) می‌رانیم. اما چه می‌شد اگر «به‌طریقی می‌توانستیم از ایجاد آلودگی از همان آغاز جلوگیری کنیم». از این‌رو، با نگرش جدیدی به نام شیمی سبز، شیمی‌دان‌ها به مرحله جدیدی از فعالیت‌های پژوهشی برای ابداع واکنش‌های سبز و استفاده از آن‌ها به جای روش‌های قدیمی سوق داده می‌شوند، تا با حذف مواد سمی ناشی از فرایندهای شیمیایی به سلامت بشر و جامعه کمک کنند. هدف از انجام این پژوهش، آموزش شیمی سبز مبتنی بر برنامه درسی آزمایشگاه شیمی عمومی۱ طراحی شده با این اصول و بررسی تاثیر فعالیت عملی بر میزانیادگیری و نگرش دانشجومعلمان نسبت به اصول شیمی سبز می‌باشد.

روش‌ها: دوره آموزشی شامل دو آزمایش در آزمایشگاه شیمی عمومی ۱ بر مبنای اصول شیمی سبز می‌باشد. این آزمایش‌ها عبارتند از تعیین رابطه جرمی مولی در یک واکنش شیمیایی و تعیین میزان آسکوربیک اسید موجود در قرص ویتامین C. روش پژوهش از نوع کاربردی، آزمایشی و نیمه تجربی بوده و ابزارهای مورد استفاده، آزمون‌های محقق ساخته درحیطه یادگیری و آزمون نگرش سنج شیمی سبز بوده است. نمونه پژوهش، شامل گروه آزمون (۳۰ نفر) وکنترل (۳۰ نفر) ازدانشجومعلمان رشته شیمی در دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی تهران در سال تحصیلی ۹۷-۹۶ می‌باشد که بصورت تصادفی چند مرحله‌ای انتخاب شدند.

یافته‌ها: تجزیه تحلیل داده‌ها با استفاده از روشهای آمار توصیفی و استنباطی و با کمک نرم افزار SPSS انجام گرفته و نتایج بدست آمده بیانگر آن است که از بین ۱۲ اصول شیمی سبز، فراگیران اهداف مربوط به اصول ۱ تا ۴ و ۷ تا۱۲ رایادگرفته و مورد توجه‌شان قرارگرفته است، همچنین اجرای برنامه درسی مرتبط با اصول شیمی سبز علاوه بر یادگیری بر روی نگرش دانشجومعلمان شیمی نیز تاثیر مثبتی داشته است.

نتیجه‌گیری: یافته‌های حاصل از پژوهش نشان می دهد آموزش اصول شیمی سبز می تواند براساس رویکرد فعالیت محور در برنامه درسی شیمی همانند بیشتر کشورهای توسعه یافته انجام گیرد. آموزش دانشجومعلمان می تواند منجر به آن شود که انان نگرش مثبت خود را به شیمی سبز را توسعه داده وانگیزه و رغبت بیشتری را برای مطالعه شیمی بر اساس اصول شیمی سبز داشته و این نگرش را به دانش آموزان خود نیزدر فرایند تدریس انتقال نمایند. همچنین در طراحی برنامه درسی بایستی توجه داشت که در توالی انجام فعالیت های عملی به گونه ای عمل نمود که تمامی اصول شیمی سبز را در بر بگیرد تا آموزش مبتنی بر آن بتواند همه اصول شیمی سبز را به فراگیران یا داده و نگرش مثبت را در انان ارتقا دهد.

دریافت: ۲۴ اردیبهشت ۱۳۹۷
داوری: ۲۵ خرداد ۱۳۹۷
اصلاح: ۴ تیر ۱۳۹۷
پذیرش: ۱۰ تیر ۱۳۹۷

واژگان کلیدی:
اصول شیمی سبز
برنامه درسی
یادگیری
نگرش
دانشجومعلمان شیمی

*نویسنده مسئول
a.anaraki@sru.ac.ir

مقدمه

شیمی در تمدن آدمی نقش بنیادی دارد و جایگاه آن در اقتصاد، سیاست و زندگی روز به روز پررنگ‌تر می‌شود و طیف وسیعی از محصولات شیمیایی از جمله مواد دارویی، رنگ‌ها، کودها و ... را پوشش می‌دهد. با این حال، آسیب‌های زیست محیطی ناشی از آن، از نگرانی‌های عمده بشری است. امروزه بسیاری از ما گام‌هایی را برای کاهش اثرات زیست محیطی برمی‌داریم، برای مثال در برنامه‌های مربوط به بازیافت مواد شیمیایی شرکت کرده و از لامپ‌هایکم‌مصرفاستفاده می‌کنیم؛ فرآورده‌های محلی می‌خریم و شاید خودروهای دوگانه سوز(هیبریدی) می‌رانیم. اما چه می‌شد اگر «به‌طریقی می‌توانستیم از ایجاد آلودگی از همان آغاز جلوگیری کنیم». از این‌رو، با نگرش جدیدی به نام شیمی سبز، شیمی‌دان‌ها به مرحله جدیدی از فعالیت‌های پژوهشی برای ابداع واکنش‌های سبز و استفاده از آن‌ها به جای روش‌های قدیمی سوق

داده می‌شوند، تا با حذف مواد سمی ناشی از فرایندهای شیمیایی به سلامت بشر و جامعه کمک کنند [۱-۵].

شیمی سبز در اوایل ۱۹۹۰ به منظور طراحی فرآیندها و محصولات بی‌خطر برای رسیدن به یک آینده بهتر و پایدار مطرح گردید. این زمینه علی‌رغم این‌که شاخه جدیدی از علم است، به عنوان یک فلسفه و روش تفکر جدید برای رسیدن به توسعه پایدار مطرح است ولی از دیدگاه شیمی‌دانان بیشتر به عنوان یک علم جدید برای جلوگیری از آلودگی و کاهش ضایعات شناخته می‌شود [۶].

در اوایل دهه ۱۹۸۰ موضوعی تحت عنوان شیمی پاک وارد جامعه شیمی گردید که برای توصیف آن از اصطلاحاتی نظیر شیمی سبز یا شیمی محیطی نیز استفاده می‌شد. با این‌که در اکثر منابع علمی به این موضوع پرداخته می‌شد اما چارچوب مشخصی برای آن تعریف نشده بود تا این‌که در سال ۱۹۹۸ آناستاس (Anastas) و وارنر (Warner) با بیان اصول دوازده‌گانه شیمی سبز آن را به عنوان شاخه مهمی از شیمی معرفی کردند. این اصول به شرح زیر است [۷]:

۱- *پیشگیری از تولید فرآورده‌های بیهوده:* بهتر است که مواد زاید در فرآیندها تولید نشوند تا این‌که به فکر راهی برای از بین بردن آن‌ها نباشیم.

۲-*اقتصاد اتمی:* روش‌های ساخت مواد باید به گونه‌ای طراحی شوند که بیشترین استفاده از مواد واکنش دهنده انجام شود و تمامی آن‌ها به محصول تبدیل شوند.

۳-*طراحی فرآیندهای شیمیایی کم‌آسیب‌تر:* تا آن‌جا که امکان‌پذیر است، روش‌های ساخت مواد به گونه‌ای طراحی شود که خطری را متوجه محیط زیست یا انسان نکند.

۴- *طراحی مواد و فرآورده‌های شیمیایی سالم‌تر:* مواد جدید باید به گونه‌ای طراحی شوند که بیشترین کارایی همراه با کمترین سمیت را داشته باشند.

۵-*بهره‌گیری از حلال‌ها و شرایط واکنشی سالم‌تر:* استفاده از مواد کمکی مانند حلال‌ها و... به کمترین میزان ممکن برسد و در شرایط اضطرار نیز از مواد کم‌خطر استفاده شود.

۶-*افزایش بازده انرژی:* انرژی مورد نیاز فرآیندها با توجه به شرایط اقتصادی و محیطی فراهم شود و تا آن‌جایی که امکان دارد فرآیندهای شیمیایی در دما و فشار معمولی انجام شود.

۷-*بهره‌گیری از مواد اولیه قابل بازیافت:* از مواد خامی استفاده شود که قابلیت تولید مجدد در طبیعت را داشته باشند.

۸-*کاهش محصولات شیمیایی جانبی:* تا جایی که امکان دارد از تولید محصولات جانبی مضر جلوگیری شود.

۹-*بهره‌گیری از کاتالیزورها:* از واکنشگرهای کاتالیزوری به جای واکشگرهای استوکیومتری استفاده شود.

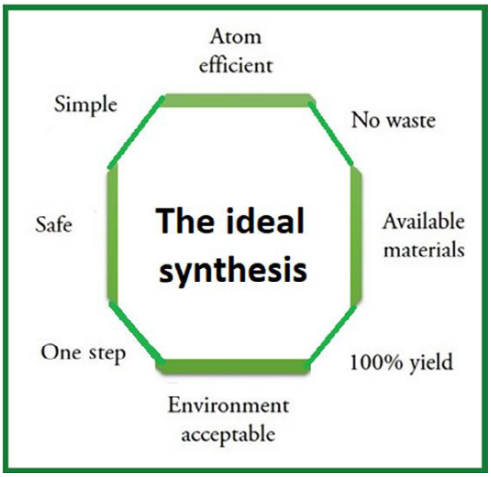
۱۰-*طراحی برای مواد زیست تخریب پذیر:* سعی شود محصولات فرآیندهای شیمیایی زیست تخریب‌پذیر باشد.

۱۱-*تخمین زمان واقعییک واکنش برای کاهش آلودگی:* روش‌های تجزیه‌ای برای کنترل لحظه به لحظه واکنش‌های شیمیایی طراحی و توسعه داده شوند تا بتوان در هر لحظه تولید مواد مضر را تشخیص داد.

۱۲-*توجه به ایمنی واکنش برای جلوگیری از حوادث ناگوار:* از موادی استفاده شود که کمترین قابلیت را برای انفجار یا ایجاد آلودگی داشته باشد.

این اصول با تمام معیارهای یک سنتز مطلوب مطابقت داشته و به عنوان ابزاری برای شیمی‌دانان جهت رسیدن به توسعه پایدار و طراحی فرآیندهای دوستدار محیط زیست عمل می‌کند. در میان این ۱۲ اصول، اصل پیشگیری از آلودگی فراگیر بقیه اصول بوده و هدف اصلی شیمی سبز می‌باشد. بعد از اصل پیشگیری از آلودگی، سودمندی و اقتصادی بودن دو اصل مهمی هستند که شیمی سبز بر آن تاکید می‌کند [۸].

توسعه پایدار به معنای تامین خدمات و کالاها برای جمعیت در حال رشد، بدون قربانی کردن محیط زیست می‌باشد و به عنوان یک هدف لازم برای رسیدن به اقتصاد، محیط سالم و جامعه فعال یک اصل پذیرفته شده توسط دولت‌ها می‌باشد. در این میان، شیمی یک نقش کلیدی را در بهبود کیفیت زندگی و سلامت محیط ایفا می‌کند اما متاسفانه این نقش‌ها برای بسیاری از مردم و دولت‌ها شناخته شده نیست. مطالعات صنایع شیمیایی اروپا در سال ۱۹۹۴ نشان داد که ۶۰ درصد عموم مردم دید مثبتی از صنایع شیمیایی ندارند و صنایع دارویی و پلاستیکی بیشتر از صنایع شیمیایی مورد توجه مردم هستند. دلیل عمده نظرات منفی از صنایع شیمیایی را می‌توان به نگرانی از اثرات نامطلوب زیست محیطی، حمل و نقل، ایمنی و پسماندهای حاصله نسبت داد. صنایع شیمیایی سالانه میلیون‌ها تن مواد شیمیایی را جهت رفاه و آسایش مردم تولید می‌کند. با این وجود، پسماندهای صنعتی تولید شده قابل چشم‌پوشی نیستند و همین امر باعث شده است که مردم بدون توجه به جنبه‌های مثبت شیمی، دید گاه منفی به



شکل ۱: معیارهای سنتز ایده‌آل
Fig. 1: The ideal synthesis factors

آن داشته باشند. همین موضوع شیمی‌دانان را بر آن داشته است تا فرآیندها و محصولاتی را طراحی کنند که در راستای فواید آن‌ها آسیب‌های زیست محیطی آن را حذف و یا به حداقل برسانند. یکی از روش‌های سبز در صنایع شیمیایی و محیط آزمایشگاهی طراحی سنتز ایده‌آل می‌باشد هر سنتز ایده‌آل دارای معیارهایی از قبیل ایمنی، شرایط زیست محیطی، فاکتور اقتصادی و.. می‌باشد (شکل۱) [۹].

امروزه تاثیر شیمی سبز بر روی فعالیت‌های آموزشی و عملی دانشگاه‌ها که مسئول پیشرفت صنعت و فن‌آوری هر کشوری هستند، روز به روز بیشتر می‌شود. در واقع دانشگاه‌ها و موسسات عالی در فکر جایگزینی ایده‌های جدید بر مبنای شیمی سبز جهت کاهش تولید آلاینده‌های صنعتی، تولید پسماندهای بی‌خطر و قابل بازیافت و طراحی خط تولید بی‌خطر می‌باشند. لذا می‌توان گفت که کاربردهای آزمایش‌های شیمی سبز در فعالیت‌های آزمایشگاهی در دنیای رو به پیشرفت که منابع طبیعی روز به روز با مصرف بشر رو به کاهش است یک نیاز جدی محسوب می‌شود [۱۰]. در تدوین هدف‌های آموزشی بایستی به این نکته توجه کرد که این اهداف مبتنی بر نیازهای جامعه، صنعت و دانش‌آموزان باشد به طوری که دانش‌آموزان و دانشجویان بتوانند آموخته‌های خود را در زندگی روزمره مورد استفاده قرار دهند [۱۱].

شیمی سبز یکی از فاکتورهای مهم در الحاق روش‌های جلوگیری از آلودگی در روند تولید کارخانجات صنعتی می‌باشد. آشنایی شیمی‌دان‌ها با شیمی سبز باعث می‌شود که از دانش خود در صنایع شیمیایی استفاده کرده و به دنبال روش‌هایی جایگزین برای پیشگیری از آلودگی و کاهش هزینه‌ها باشند و این امر مستلزم آشنایی با شیمی سبز و آزمایش‌های مربوط به آن می‌باشد. از این رو، طراحی آزمایش‌های شیمی سبز به منظور یادگیری دانش‌آموزان و دانشجویان و تقویت قدرت تفکر آن‌ها در زمینه ابداع روش‌های سبز در صنایع برای پیشگیری از ایجاد آلاینده‌ها و کاهش هزینه‌ها امری ضروری است [۱۲].

از آنجا که مفاهیم شیمی سبز بسیار مهم‌اند و بایستی در برنامه های درسی مقاطع مختلف آموزشی مورد توجه قرار گیرند، اکنون این مفاهیم در حال پایه‌گذاری و گسترش در برنامه های درسی هستند [۱۳].دانشجویان فارغ التحصیل شرکت‌کننده در سومین کنگره سالانه جامعه شیمی سبزِ انجمن شیمی آمریکادر مونترالِ کانادا، اعلام کردند که بایستی به گنجاندن شیمی سبز در تمام برنامه های درسی شیمی توجه زیادی شود و این امر باید از دوره ابتدایی شروع شده و تا سطح دانشگاه ادامه یابد [۱۴].

تحقیقات نشان می دهد که شیمی سبز می تواند با افزایش درک مفاهیم بنیادی شیمی، به بهبود روش یادگیری شیمی بپردازد. همچنین گنجاندن اصول شیمی سبز در برنامه درسی هدف‌های دیگری هم دارد، برای مثال می‌تواند اثرات اجتماعی و زیست محیطی که امروزه شیمی ایفا می‌کند را به دانش‌آموزان یادآوری کند [۱۵]. همچنین، تحقیقات نشان می‌دهدکه وقتی دانش آموزان دبیرستانی ارتباط بین شیمی و مسائل مربوط به محیط زیست و چگونگی ارتباط شیمی در زندگی روزمره را درک می‌کنند، نگرش و درک آنها نسبت به علم شیمی و محیط زیست به طور قابل توجهی افزایش می یابد و این دلیل دیگری است که تاثیر مثبت شیمی سبز بر یادگیری شیمی را نشان می‌دهد [۱۶].

تا سال ۱۹۶۰ هیچ گونه مقررات زیست محیطی مربوط به تولید و استفاده از مواد شیمیایی و نحوه کنترل آلاینده‌های زیستی وضع نشده بود و کاهش غلظت آلاینده‌ها در محیط راه‌کار اصلی کاهش آلودگی بود تا این‌که در سال ۱۹۶۲ کارسون (Carson) با انتشار کتابی تحت عنوان «بهار خاموش» در مورد آسیب‌های وارده به محیط سخن به میان آورد. افزایش آسیب‌های محیطی، نگرانی‌های عمومی و افزایش مرگ و میر باعث ایجاد چالشی در شیمی‌دانان برای پایه‌گذاری شاخه جدیدی از شیمی به نام شیمی سبز گردید[۱۷].

پس از تصویب پیشگیری از آلودگی در ایالات متحده آمریکا، توجه زیادی به شیمی سبز معطوف گردید. در سال ۱۹۷۰، آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا به منظور گسترش ایده‌های جدید و با ارزش در جهت کاهش تولید مواد خطرناک و سمی، سازمان پیشگیری از آلودگی را تاسیس کرد. این سازمان یک برنامه تحقیقاتی تحت عنوان «روش‌های سنتزی جایگزین»را تدوین کرده و سرمایه زیادی را برای این برنامه اختصاص داد [۱۸].

جان وارنر (John Warner) و همکارانش جزو نخستین افرادی بودند که بر ادغام شیمی سبز در برنامه درسی مقاطع مختلف تحقیق نمودند و نشان دادند این امر باعث بهبودی یادگیری دانش‌آموزان و ایجاد انگیزه برای فعالیت در زمینه شیمی سبز و رسیدن به توسعه پایدار می‌باشد [۱۹]. کرچوف (Kirchhoff) در سال ۲۰۰۵ در مقاله‌ای تحت عنوان « نقش برنامه شیمی سبز در پایداری» بر لزوم برنامه درسی پایدار در زمینه شیمی سبز تاکید نموده و شیمی سبز را به عنوان ابزاری مهم برای رسیدن به پایداری می‌داند. از نظر وی، پیاده سازی شیمی سبز یک اصل ضروری برای رسیدن به توسعه پایدار و حل مشکلات محیط زیست وگرمای جهانی می‌باشد [۲۰].

در سال ۱۹۹۵، یکی از اولین دوره‌های آموزش شیمی سبز تحت عنوان «مقدمه‌ای بر شیمی سبز» در دانشگاه کارنگیه ملون (Carnegie Melon) آغاز شده و توصیف آن به عنوان اولین مقاله در زمینه آموزش شیمی سبز در مجله آموزش شیمی (جی‌سی‌ای) منتشر شده است. از آن پس تعداد مقالات منتشر شده در این زمینه افزایش یافته و تا سال ۲۰۱۱ بیشتر از ۱۱۰ مقاله علمی در مورد آموزش شیمی سبز در مجله آموزش شیمی منتشر شده است [۲۱].

کارپودوانو (Karpudewan) همکارانش میزان تاثیر یادگیری شیمی سبز را بر تغییر نگرش و رفتار دانش‌آموزان نسبت به محیط زیست

بررسی کردند. بدین ترتیب که آن‌ها روش تدریس شیمی سبز ۱۷۳ معلم را مطالعه کردند. داده‌ها از طریق پرسشنامه حاوی سوالات دسته بندی شده به منظور ارزیابی میزان نگرانی و حس مسئولیت دانش‌آموزان نسبت به محیط زیست جمع‌آوری شدند. نتایج نشان داد که این روش تدریس می‌تواند نگرش و رفتار دانش‌آموزان را به محیط زیست افزایش دهد [۲۲].

در چند سال اخیر، در ایران نیز تغییر محتوای آموزشی بر مبنای شیمی سبز در دستور کار قرار دارد و افراد زیادی موضوع تحقیقاتی خود را به این سمت سوق داده‌اند. شاهی بیگباغی در پایان نامه خود در ارتباط با طراحی و اجرای آزمایش‌های شیمی سبز نتیجه می‌گیرد که شیمی سبز یکی از راه‌های مؤثر برای پرورش علاقه به شیمی و مواد است که با تشکیل همکاری‌های سازنده بین پژوهشگران و مربیان در مرزهای شیمی و ادغام آن در برنامه درسی مدارس می‌تواند بر عوامل زیست محیطی، آموزشی، اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی تاثیرات مثبتی در بر داشته باشد که برای آینده کشور امری ضروری است[۲۳].

از آنجاکه امروزه شیمی سبز بعنوان یک راه حل علمی برای حل مسائل مربوط به محیط زیست بکارگرفته می شود، بنابراین ضرورت دارد که محققین شیمی از شیمی سبز و اصول آن آگاهی لازم را داشته باشند . لذا این موضوع می تواند با آموزش شیمی سبز به شیمی دانان آینده و حرفه های مرتبط با شیمی از سنین جوانتر از طریق آموزش به دانشجومعلمان شیمی محقق گردد[۲۴،۲۵]. بررسی مطالعات انجام شده نشان داد که در زمینه ایجاد یادگیری اثربخش اصول شیمی سبز و ایجاد انگیزه در دانشجو معلمان شیمی در آشنایی با این اصول، تحقیقی در داخل کشور انجام نشده است و نظر به ضرورت مطالعه این موضوع که در مطالعات داخل و خارج از کشور به آن تاکید شده است برای یادگیری اصول شیمی سبز آزمایشهایی انتخاب و در برنامه درسی آزمایشگاه شیمی عمومی دوره کارشناسی آموزش شیمی گنجانده شد و اثربخشی محتوای آموزشی مرتبط با اصول شیمی سبز در یادگیری این اصول و ایجاد انگیزه در دانشجو معلمان شیمی مورد مطالعه قرار گرفت.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع کاربردی، آزمایشی و نیمه تجربی می‌باشد.با توجه به این که از طرفی هدف محقق یافتن راه حلی برای مشکلات و بهبود وضعیت در محیط‌های آموزشی است، لذا تحقیق کاربردی است و از طرفی با نقشه یا برنامه‌ای از پیش تنظیم شده روی گروه‌های انتخابی اجرا می‌شود، پس آزمایشی نیز محسوب شده و در نهایت چون موضوع تحقیق جزء علوم تجربی و آزمودنی‌ها افراد بشر هستند که متغیرهای موجود در آنها را نمی‌توان کاملا کنترل کرد، از نوع تحقیقات نیمه‌تجربی است.

فرضیه‌های پژوهش عبارتند از: ۱-بین میزان یادگیری فراگیران در مبحث اصول شیمی سبز، قبل و بعد از آموزش عملی مبتنی بر شیمی سبز در حیطه شناختی تفاوت وجود دارد. ۲-بین میزان نگرش فراگیران در مبحث اصول شیمی سبز، قبل و بعد از آموزش عملی مبتنی بر شیمی سبز در حیطه نگرشی تفاوت وجود دارد.

ابتدا با توجه به اهمیت موضوع شیمی سبز در دنیا و لزوم آشنایی دانشجو معلمان با اصول آن، دو آزمایش به شرح ذیل‌متناسب با برنامه درسی آزمایشگاه شیمی عمومی ۱ و با در نظرگرفتن اصول شیمی سبز در دوره کارشناسی شیمی انتخاب شد[۲۴].

آزمایش اول: تعیین رابطه جرمی مولی در یک واکنش شیمیایی

آزمایش دوم: تعیین مقدار آسکوربیک اسید موجود در قرص ویتامین از طریق تیتراسیون اکسایش-کاهش.

در برنامه درسی آزمایشگاه شیمی عمومی به منظور آموزش «روش تعیین جرم مولییک ماده از روی یک واکنش شیمیایی» از واکنش سوختن نوار منیزیم در حضور اسیدکلریدریک و تعیین جرم منیزیم استفاده می‌شود. ولی این واکنش چون یک واکنش سوختن است و تولید گاز هیدروژن می‌کند، به دلیل خطرات احتمالی برای استفاده در آزمایشگاه‌های آموزشی مناسب نیست. ولی در این آزمایش برای تعیین مقدار کلسیم کلرید موجود در محلول نمونه از یک واکنش تشکیل رسوب استفاده می شود، که یک واکنش ساده و ایمن است، بنابراین آزمایش اول با یک سری از اصول شیمی سبز، از جمله اصل ۱۲ که به جلوگیری از حوادث ناگوار اشاره می کند منطبق است.

در مورد انتخاب آزمایش دوم، در اغلب واکنش های تیتراسیون ردوکس، پتاسیم پرمنگنات استفاده می شود که یک عامل اکسید کننده قوی هست؛ که روی دست یا لباس لکه ایجاد می‌کند و به علت خاصیت خورندگی باعث سوزش در پوست می‌شود و در صورت خورده شدن می‌تواند باعث التهاب و آسیب به معده شود، بنابراین نگهداری و استفاده از آن نیاز به احتیاط و دقت بالایی دارد. در این آزمایش تیتراسیون اکسایش کاهشی رو در نظر گرفتیم که از قرص ویتامینC (آسکوربیک اسید) به عنوان یک عامل کاهنده و سالسیلیک اسید به عنوان شناساگر استفاده کردیم. هردو اسید

جدول۱: ضریب تمیز، درجه دشواری و هماهنگی درونی سوالات آزمون یادگیری اصول شیمی سبز

Table 1: Differential factor, difficulty factor & in-line coordination of achievement test of principles of green chemistry

Num. question	Differential factor (D)	Difficulty factor (P)	1-P (Q)
1	0.125	0.53	0.46
2	0.375	0.56	0.43
3	0.375	0.56	0.43
4	0.125	0.36	0.63
5	0.125	0.43	0.56
6	0.500	0.33	0.66
7	0.125	0.43	0.56
8	0.125	0.63	0.36
9	0.250	0.50	0.50

جدول۲: مقیاس‌های سنجش نگرش به شیمی سبز
Table 2: Attitude toward green chemistry scales

Subscale	Item
Subscale 1: liking for green chemistry theory	I like green chemistry more than any other school subjects, lessons. Green chemistry lessons are interesting. Green chemistry is one of my favorite subjects.
Subscale 2: liking for green chemistry laboratory work	I like to do green chemistry experiments. When I am working in the green chemistry lab, I feel I am doing something important. Doing green chemistry experiments in school is fun.
Subscale 3: evaluative beliefs about school green chemistry	Green chemistry is useful for solving everyday problems. People must understand green chemistry because it affects their lives. Green Chemistry is one of the most important subjects for people to study
Subscale 4: behavioral tendencies to learn green chemistry	I am willing to spend more time reading green chemistry books. I like trying to solve new problems in green chemistry. If I had a chance, I would do a project in green chemistry.

استفاده شده جز اسیدهای ضعیف هستند که می توان از طریق محصولات طبیعی به دست آورد. بنابراین این آزمایش دربرگیرنده برخی از اصول شیمی سبز از جمله اصل ۴ام که به طراحی مواد شیمیایی ایمن اشاره دارد، است. در پژوهش حاضر با توجه سطح آمادگی فراگیران، روش نمایشی (expository) که پایین ترین سطح آموزش آزمایشگاهی است برای آموزش فراگیران انتخاب گردید.

در طراحی سوالات سنجش یادگیری فراگیران با اصول شیمی سبز، با توجه به اینکه فراگیران با اصل پنجم شیمی سبز آشنایی کافی داشته و این موضوع در متون شیمی مورد تاکید قرار گرفته است لذا به منظور سنجش یادگیری فراگیران با اصول شیمی سبز در همه اصول به استثنای اصل پنجم، ۹ سوال تستی و ۳ سوال تشریحی طراحی شد. برای تعیین روایی سوالات طراحی شده از نظر پانزده تن از اساتید و کارشناسان آزمایشگاه شیمی استفاده شد که نشان داد آزمون از روایی مناسب برخوردار بوده و برای تعیین پایایی آزمون از روش آلفای کرونباخ استفاده گردید و ضریب پایایی آزمون ۰,۷۹۵ بدست آمد که باتوجه به مقدار بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که آزمون از قابلیت اعتمادپذیری مناسبی برخوردار است. ضریب تمیز محاسبه شده برای هرسوال در آزمون آشنایی فراگیران با اصول شیمی سبز در جدول ۱ آمده است.

برای سنجش نگرش دانشجومعلمان نسبت به شیمی سبز از ۱۳ سوال، براساس چهار مقیاس استاندارد سنجش نگرش نسبت به شیمی سبز جدول(۲) استفاده شد، این چهار مقیاس نگرش‌سنج شیمی سبز عبارتند از [۲۶]:

۱-علاقه‌مندی به تئوری شیمی سبز
۲-علاقه‌مندی به کار آزمایشگاهی شیمی سبز
۳-دیدگاه به شیمی سبز در زندگی روزمره
۴-تمایل به یادگیری شیمی سبز

طرح آزمایش در این پژوهش، از نوع طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون

جدول ۳: طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون
Table 3: Pre-test- post-test design

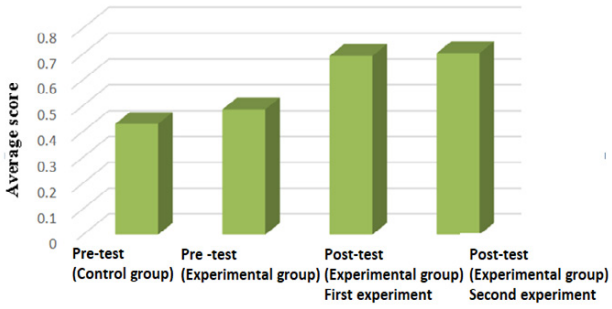
Studied groups	Number	Independent variable	Pre-test	Post-test
Experimental	30	X	✓	✓
Control	30	-	✓	-

با گروه کنترل و آزمایش است(جدول ۳). در طرح مورد بحث، آزمودنی‌ها بصورت تصادفی چند مرحله‌ای انتخاب شده‌اند.

این طرح مشتمل بر دو گروه است که قبل و بعد از اینکه در معرض متغیر مستقل (X) قرار بگیرند، مقایسه می‌شوند. متغیر مستقل آزمودنی‌های انتخاب شده (آموزش مبتنی بر اصول شیمی سبز) در هر دو گروه بوسیله‌ی پیش‌آزمون مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرند. نقش پیش‌آزمون در این طرح اعمال کنترل (کنترل آماری) و مقایسه است

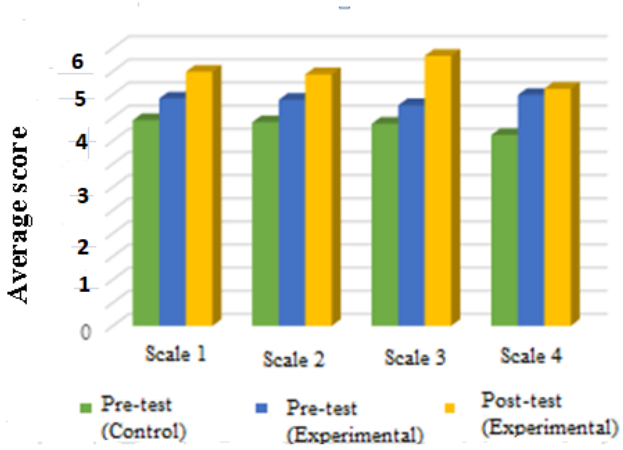
نمونه پژوهش حاضر، ۶۰ نفر از دانشجویان دوره کارشناسی شیمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی (۳۰ نفر گروه کنترل و ۳۰ نفر گروه آزمایش) در ترم اول سال‌تحصیلی ۹۶-۹۷ بودند که بطور تصادفی انتخاب شدند؛ گروه اول به عنوان گروه کنترل مطرح شد که به سوالات مربوطه بدون انجام آزمایش و بدون آموزش پاسخ دادند. گروه دوم (گروه آزمایش) پس از انجام پیش‌آزمون (آزمون نگرش –آزمون یادگیری اصول شیمی سبز)، تحت آموزش به روش نمایشی در فعالیت عملی قرار گرفتند. پس از طی آموزش، گروه آزمایش به سوالات پیش‌آزمون (آزمون نگرش – آزمون یادگیری اصول شیمی سبز) پاسخ دادند.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی (Descriptive statistic) و استنباطی (Inferential statistics) با کمک نرم افزار SPSS استفاده شد. بدین ترتیب که در بخش توصیفی از جداول توزیع نمرات و نمودارها، میانگین، انحراف استاندارد استفاده و همچنین در بخش آمار استنباطی، با توجه به اینکه طرح آزمایشی مورد استفاده در این



نمودار۱: مقایسه میانگین نمرات فراگیران در پیش آزمون و پس آزمون یادگیری اصول شیمی سبز به تفکیک گروه‌های آزمایش و کنترل

Chart 1: Comparison of mean scores of students in pre- and post-tests of principles of green chemistry by experimental and control groups



نمودار۲: میانگین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون به تفکیک گروه‌های آزمایش و کنترل در زیرمولفه‌های محتوایی مربوط به آزمون نگرش‌سنج شیمی سبز

Chart 2: Mean scores of pre- and post-tests by experimental and control groups in scales of attitude toward green chemistry test.

آزمون از نوع پیش‌آزمون و پس‌آزمون از نوع کنترل است، از آزمون t دو متغیره، برای تجزیه و تحلیل استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج آمار توصیفی بصورت میانگین نمرات پیش‌آزمون- پس‌آزمون یادگیری اصول شیمی سبز و آزمون نگرش به تفکیک گروه‌ها در نمودار۱ و ۲ ارائه شده است.

جهت استنباط آماری، فرضیه‌های پژوهش با استفاده از آزمون t دو متغیره تجزیه و تحلیل گردید که نتایج این آزمون برای داده‌های مربوط به پیش‌آزمون یادگیری اصول شیمی سبز، در جدول ۴ آورده شده است.

فرض صفر: سطح فراگیران گروه کنترل و آزمایش قبل از آموزش شیمی سبز، از لحاظ میزان یادگیری شیمی سبز یکسان است.

با توجه به این‌که در آزمون t، مقدار Sig. (۲-tailed) بدست آمده بزرگتر از۰،۰۵ است، می‌توان نتیجه گرفت که بین میزان یادگیری شیمی سبز فراگیران دو گروه مستقل کنترل و آزمایش، در پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. درنتیجه فرض صفر برابر بودن سطح یادگیری فراگیران دو گروه قبل از آموزش شیمی سبز، تایید می‌شود. جدول ۳و۴

همچنین باتوجه به جدول ۵، مقدار Sig. (۲-tailed) بدست آمده برای t در زیر مولفه‌های مربوط به «اصول ۲ و ۳» کمتر از ۰،۰۵ است، پس می‌توان نتیجه گرفت که فرض صفر در مورد این ۲ زیر مولفه رد می‌شود. یعنی بین میانگین نمرات فراگیران گروه کنترل و گروه آزمایش در این زیرمولفه ها (اصول ذکر شده) تفاوت معناداری وجود دارد. . ولی در مباحث مربوط به «اصول ۱-۴-۶-۷-۸-۹-۱۰-۱۱و۱۲» مقدار Sig. (۲-tailed) بدست آمده برای t، بیشتر از ۰،۰۵ است، پس تفاوت بین میانگین نمرات فراگیران گروه کنترل و گروه آزمایش در این موارد معنادار نیست، بنابراین فرض صفر در مورد این ۹اصل درست است.

نتایج حاصل از آزمون t برای داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون پس از انجام آزمایش اول در گروه آزمایش در یادگیری اصول شیمی سبز مورد سنجش در جدول ۶ و بصورت زیر مولفه های محتوایی اهداف دوازده گانه اصول شیمی سبز در جدول ۷ آورده شده است.

فرض صفر: سطح فراگیران گروه آزمایش قبل و بعد از آموزش شیمی سبز با اجرای آزمایش اول، از لحاظ میزان یادگیری شیمی سبز یکسان است.با توجه به این‌که در آزمون t، مقدارSig. (۲-tailed) بدست آمده کمتر از۰،۰۵ است، می‌توان نتیجه گرفت که بین میزان یادگیری شیمی سبز فراگیران گروه آزمایش قبل و بعد از آموزش شیمی سبز با اجرای آزمایش اول، تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در نتیجه فرض صفر برابر بودن سطح یادگیری فراگیران گروه آزمایش قبل و بعد از آموزش شیمی سبز با اجرای آزمایش اول، رد می‌شود. لذا در یادگیری اصول شیمی مورد سنجش بجز اصل های ۱ و ۶ درگروه آزمایش بین پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

نتایج حاصل از آزمون t برای داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون دوم گروه آزمایش در یادگیری اصول شیمی سبز بصورت کلی در جدول۸ و بصورت زیرمولفه‌های محتوایی مربوط به اهداف ۱۲گانه شیمی سبز در جدول۹ آورده شده است.

*فرض صفر:*سطح فراگیران گروه آزمایش قبل و بعد از آموزش شیمی سبز با اجرای آزمایش دوم، از لحاظ میزان یادگیری شیمی سبز یکسان است.

با توجه به این‌که در آزمون t، مقدارSig. (۲-tailed) بدست آمده برای کل نمرات کمتر از ۰،۰۵ است، می‌توان نتیجه گرفت که بین میزان یادگیری اصول شیمی سبز فراگیران در قبل و بعد از اجرای آزمایش دوم، تفاوت معنی‌داری وجود دارد، در نتیجه فرض صفر برابر بودن سطح یادگیری اصول شیمی سبز فراگیران قبل و بعد

جدول ۴: نتایج آزمون لوین و t برای سوالات پیش‌آزمون بین گروه کنترل و آزمایش درآزمون یادگیری اصول شیمی سبز

Table 4: Results of levene's test & t-test for pre-test questions between control and experimental groups on achievement test of principles of green chemistry

Exam	Variances	Levene's test for equality of variances		T-test for equality of means (95%)			
Pre-test		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference
	Assumed	3.407	0.070	1.738	58	0.078	0.0333
	Not assumed			1.738	51.568	0.088	0.0333

جدول ۵ : نتایج آزمون لوین وt برای سوالات پیش‌آزمون بین گروه کنترل و آزمایش در زیرمولفه‌های آزمون یادگیری اصول شیمی سبز

Table 5: Results of levene's test & t-test for pre-test between control and experimental groups on sub-sections of achievement test of principles of green Chemistry

12 principles of green chemistry	Variances	Levene's test for equality of variances		T-test for equality of means (95%)			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference
Principle 1	Assumed	1.329	0.254	-0.576	58	0.567	-0.066
	Not assumed			-0.576	57.631	0.567	-0.066
Principle 2	Assumed	0.073	0.788	-2.021	58	0.048	-0.166
	Not assumed			-2.021	55.829	0.048	-0.166
Principle 3	Assumed	3.808	0.056	2.569	58	0.013	0.141
	Not assumed			2.569	54.602	0.013	0.141
Principle 4	Assumed	3.837	0.055	1.757	58	0.084	0.0726
	Not assumed			1.757	53.474	0.085	0.0726
Principle 6	Assumed	0.000	1.000	0.000	58	1.000	0.000
	Not assumed			0.000	53.00	1.000	0.000
Principle 7	Assumed	0.579	0.450	-0.293	5858	0.770	-0.011
	Not assumed			-0.293	56.766	0.770	-0.011
Principle 8	Assumed	0.291	0.591	-1.997	58	0.051	-0.114
	Not assumed			-1.997	54.809	0.051	-0.114
Principle 9	Assumed	2.175	0.146	-0.308	58	0.759	-0.0095
	Not assumed			-0.308	57.295	0.760	-0.0095
Principle 10	Assumed	0.291	0.591	-1.997	58	0.051	-0.114
	Not assumed			-1.997	54.809	0.051	-0.114
Principle 11	Assumed	1.329	0.254	-0.308	58	0.759	-0.0095
	Not assumed			-0.308	57.295	0.760	-0.0095
Principle 12	Assumed	0.073	0.788	-0.637	58	0.527	-0.066
	Not assumed			-0.637	57.095	0.527	-0.066

جدول ۶: نتایج آزمون لوین وt برای سوالات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش پس از انجام آزمایش اول در آزمون یادگیری اصول شیمی سبز

Table 6: Results of levene's test & t-test for pre-test & post-test of experimental group after the first experiment on achievement test of principles of green chemistry

Exam	Variances	Levene's test for equality of variances		T-test for equality of means (95%)			
Pre-test & first Post-test		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference
	Assumed	1.435	0.236	8.962	58	0.00	0.179
	Not assumed			8.962	49.800	0.00	0.179

جدول ۷: نتایج آزمون لوین و t برای سوالات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش پس از انجام آزمایش اول در زیرمولفه‌های آزمون یادگیری اصول شیمی سبز

Table 7: Results of levene's test & t-test for pre-test & post-test of experimental group after the first experiment on sub-sections of achievement test of principles of green chemistry

12 principles of green chemistry	Variances	Levene's test for equality of variances		T-test for equality of means (95%)			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference
Principle 1	Assumed	2.882	0.095	-0.850	58	0.399	-0.100
	Not assumed			-0.850	57.331	0.399	-0.100
Principle2	Assumed	0.006	0.941	-2.398	58	0.020	0.833
	Not assumed			-2.398	55.440	0.020	0.833
Principle 3	Assumed	1.764	0.189	-4.561	58	0.00	-0.212
	Not assumed			-4.561	57.873	0.00	-0.212
Principle4	Assumed	4.337	0.042	-5.252	58	0.00	-0.209
	Not assumed			-5.252	54.910	0.00	-0.209
Principle 6	Assumed	6.173	0.016	-1.351	58	0.182	-0.166
	Not assumed			-1.351	57.264	0.182	-0.166
Principle7	Assumed	0.240	0.626	-4.877	58	0.00	-0.181
	Not assumed			-4.877	57.213	0.00	-0.181
Principle 8	Assumed	0.002	0.964	-3.457	58	0.001	-0.190
	Not assumed			-3.457	56.207	0.001	-0.190
Principle9	Assumed	0.254	0.596	-6.334	58	0.00	-0.170
	Not assumed			-6.334	56.230	0.00	-0.170
Principle 10	Assumed	0.002	0.964	-3.457	58	0.001	-0.190
	Not assumed			-3.457	56.207	0.001	-0.190
Principle 11	Assumed	0.254	0.596	-6.334	58	0.00	-0.170
	Not assumed			-6.334	56.230	0.00	-0.170
Principle 12	Assumed	16.626	0.00	-3.791	58	0.00	-0.433

جدول ۸: نتایج آزمون لوین و t برای سوالات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش پس از انجام آزمایش دوم در آزمون یادگیری اصول شیمی سبز

Table 8: Results of levene's test & t-test for pre-test &post-test of experimental group after the second experiment on achievement test of principles of green

Exam	Variances	Levene's test for equality of variances		T-test for equality of means (95%)			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference
Pre-test & second post-test	Assumed	0.513	0.477	10.480	58	0.00	0.183
	Not assumed			10.480	55.280	0.00	0.183

از اجرای آزمایش دوم، رد می‌شود. نتایج بررسی در گروه آزمایش نشانمی دهد که در یادگیری اصول شیمی سبز مورد سنجش بجز در اصل ۶ در قبل و بعد از آموزش مبتنی بر شیمی سبز تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

همچنین با توجه به اینکه مقدار Sig. (۲-tailed) بدست آمده برای t در زیرمولفه‌های مربوط به«اصول۱-۲-۳-۴-۷-۸-۹-۱۰-۱۱و۱۲» کمتر از ۰.۰۵ است، می‌توان نتیجه گرفت که فرض صفر در مورد این۱۰زیر مولفه رد می‌شود. یعنی بین میانگین نمرات فراگیران گروه آزمایش قبل و بعد از اجرای آزمایش دوم، در این زیرمولفه ها (اصول ذکر شده) تفاوت معنی داری وجود دارد. ولی در مباحث مربوط به «اصل۶» مقدار Sig. (۲-tailed) بدست آمده برای t، بیشتر از ۰.۰۵ است، پس تفاوت بین میانگین نمرات فراگیران در گروه آزمایش قبل و بعد از اجرای آزمایش دوم، در این مورد معنادار نیست.

جدول ۹: نتایج آزمون لوین و t برای سوالات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش پس از انجام آزمایش دوم درزیرمولفه‌های آزمون یادگیری اصول شیمی سبز

Table 9: Results of levene's test & t-test for pre-test& post-test of experimental group after the second experiment on sub-sections of achievement test of principles of green chemistry

12 principles of green chemistry	Variances	Levene's test for equality of variances		T-test for equality of means (95%)			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference
Principle 1	Assumed	9.331	0.003	-2.755	58	0.008	-0.333
	Not assumed			-2.755	56.604	0.008	-0.333
Principle2	Assumed	0.073	0.788	4.042	58	0.00	0.333
	Not assumed			4.042	55.829	0.00	0.333
Principle 3	Assumed	1.344	0.251	3.643	58	0.001	0.180
	Not assumed			3.643	57.629	0.001	0.180
Principle4	Assumed	0.896	0.348	6.058	58	0.00	0.219
	Not assumed			6.058	57.688	0.00	0.219
Principle 6	Assumed	0.00	1.00	58	1.00	1.00	0.00
	Not assumed			58.00	1.00	1.00	0.00
Principle7	Assumed	0.030	0.863	5.108	58	0.00	0.185
	Not assumed			5.108	57.699	0.00	0.185
Principle 8	Assumed	0.507	0.479	4.500	58	0.00	0.258
	Not assumed			4.500	54.635	0.00	0.258
Principle9	Assumed	1.719	0.195	3.357	58	0.001	0.109
	Not assumed			3.357	55.778	0.001	0.109
Principle 10	Assumed	0.507	0.479	4.500	58	0.00	0.258
	Not assumed			4.500	54.635	0.00	0.258
Principle 11	Assumed	1.719	0.195	3.357	58	0.001	0.109
	Not assumed			3.357	55.788	0.001	0.109
Principle 12	Assumed	16.626	0.00	3.791	58	0.00	0.433
	Not assumed			3.791	54.144	0.00	0.433

جدول۱۰: نتایج آزمون لوین و t برای آزمون سنجش نگرش به شیمی سبزدر پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش

Table 10: Results of levene's test & t-test for attitude toward green chemistry scale in pre-test and post-test of experimental group

Exam	Variances	Levene's test for equality of variances		T-test for equality of means (95%)			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference
Pre-test & post-test	Assumed	23.788	0.00	5.692	56	0.00	**0.516**
	Not assumed			5.848	37.175	0.00	**0.516**

جهت استنباط آماری داده‌های مربوط به پیش‌آزمون برای حیطه نگرشی، نتایج آزمون t در جدول۱۰ آورده شده است

فرض صفر: سطح نگرش شیمی سبز فراگیران گروه کنترل و آزمایش قبل از آموزش شیمی سبز یکسان است. با توجه به این‌که در آزمون t، مقدار Sig. (۲-tailed) بدست آمده کمتر از ۰،۰۵ است، می‌توان نتیجه گرفت که بین سطح نگرش شیمی سبز فراگیران دو گروه مستقل کنترل و آزمایش، تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در نتیجه فرض صفر برابر بودن سطح نگرش فراگیران دو گروه قبل از آموزش شیمی سبز، رد می‌شود.

نتایج حاصل از آزمون t برای داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایش در حیطه نگرشی بصورت کلی در جدول ۱۰ و بصورت زیرمولفه‌های محتوایی مربوط مقیاس‌های نگرش‌سنج شیمی سبز در جدول ۱۱ نشان می دهد، با توجه به این‌که در آزمون t، مقدار Sig. (۲-tailed) بدست آمده کمتر از ۰،۰۵ است، می‌توان نتیجه گرفت که بین سطح نگرش شیمی سبز فراگیران گروه آزمایش قبل و بعد از آموزش شیمی سبز، تفاوت معنی‌داری

جدول ۱۱: نتایج آزمون لوین وt برای سوالات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در زیرمولفه‌های محتوایی مربوط به مقیاس‌های نگرش به شیمی سبز در گروه آزمایش
Table 11: Results of levene's test & t-test for pre-test & post-test in sub-scales of attitude toward green chemistry scale in experimental group

Attitude toward green chemistry scale	Variances	Levene's test for equality of variances		T-test for equality of means (95%)			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference
Scale 1	Assumed	24.471	0.00	4.076	58	0.00	**0.577**
	Not assumed			4.076	38.124	0.00	**0.577**
Scale 2	Assumed	17.523	0.00	3.598	58	0.001	**0.550**
	Not assumed			3.598	36.423	0.001	**0.550**
Scale 3	Assumed	10.122	0.002	8.253	58	0.00	**1.066**
	Not assumed			8.285	44.005	0.00	**1.066**
Scale 4	Assumed	6.156	0.016	2.965	58	0.004	**0.466**
	Not assumed			2.965	46.585	0.005	**0.466**

وجود دارد. همچنین با توجه به اینکه مقدار Sig. (۲-tailed) بدست آمده برای آزمون t در همه زیر مولفه‌های نگرش سنج شیمی سبز از ۰،۰۵ کوچکتر است، می‌توان نتیجه گرفت که فرض صفر در مورد هر چهار زیر مولفه رد می‌شود.یعنی بین میانگین نمرات فراگیران گروه آزمایش قبل و بعد از آموزش شیمی سبز در همه این زیرمولفه‌ها تفاوت معناداری وجود دارد.

نتایج مطالعه انجام شده نشان داد دانشجو معلمان قبل از آموزش آزمایشگاهی مبتنی بر شیمی سبز، پیش دانسته های متفاوتی در اصول شیمی سبز داشتند که منجر به آن شد علی رغم آنکه بین گروه آزمایش و کنترل در یادگیری کلی اصول شیمی سبز تفاوت معنی دار وجود نداشت ولی در مولفه های مرتبط با اصلدوم و سوم شیمی سبز بین گروه کنترل و آزمایش تفاوت معنی دار وجود داشت. این امر نشان می‌دهد که فراگیران در گروه کنترل و آزمایش در دروس دیگر با این اصول اشنایی پیدا کرده و یا اینکه از طریق آموزش غیر رسمی نسبت به این اصول آگاهی بیشتری پیدا کرده اند.

تاثیر این تفاوت در آزمون سنجش نگرش دانشجو معلمان نسبت به شیمی سبز ظهور پیدا کرده و منجر به آن می‌شود که بین نگرش دو گروه کنترل و آزمایش نسبت به شیمی سبز تفاوت معنی دار شود.

با انجام فرایند آموزش عملی در آزمایش اول، برنامه درسی ارائه شده بر روی یادگیری همه اصول شیمی سبز به استثنای اصل اول (پیشگیری) و اصل ششم (طراحی برای بازدهی بیشتر انرژی) تاثیر

گذاشته که در ادامه فرایند آموزش با انجام آزمایش دوم، یادگیری معنی دار در همه اصول شیمی سبز به جز اصل ششم رخ می دهد. لذا برنامه درسی ارائه شده برای یادگیری اصل "طراحی برای بازدهی بیشتر انرژی در اصول شیمی سبز" اثر بخش نبوده است. در توضیح این موضوع می توان به عدم کارایی آزمایش های مورد اشاره در تقویت یادگیری معنی دار اصل ۶ در دانشجو معلمان اشاره نمود که عدم موفقیت فراگیران در یادگیری معنی دار اصل ۱ شیمی سبز در ازمایش اول با انجام ازمایش دوم تکمیل شده و این یادگیری در اصل ۶ شیمی سبز رخ نمی دهد. لذا می توان با انجام ازمایش تکمیلی و همراستا با اصل ۶ ، این یادگیری را تکمیل نمود. همچنین لازم به ذکر است که اصل ششم شیمی سبز، اصل پیچیده ای بوده و به نظر می رسد فراگیران در یادگیری معنی دار آن دچار مشکل می باشند.

همچنین بررسی نتایج مربوط به سنجش نگرش به شیمی سبز در پیش آزمون و پس آزمون پس از اجرای آزمایش دوم نشان دادنگرش دانشجومعلمان در هر چهار مقیاس سنجش نگرش به شیمی سبز (علاقه‌مندی به تئوری شیمی سبز، علاقه‌مندی به کار آزمایشگاهی شیمی سبز، دیدگاه به شیمی سبز در زندگی روزمره،

تمایل به یادگیری شیمی سبز) بررسی گردید و نتایج نشان داد آموزش مبتنی بر فعالیت عملی تاثیر قابل ملاحظه ای بر نگرش دانشجو معلمان به شیمی سبز درهر چهارمقیاس داشته است، که این افزایش سطح نگرش در مقیاس سوم یعنی دیدگاه آنها به شیمی سبز در زندگی روزمره، بیشتر از سه مقیاس دیگر بوده و در مقیاس چهارم تمایل به یادگیری اصول شیمی سبز کمتر بوده است.

نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که برنامه درسی مبتنی بر شیمی سبز در فعالیت عملی می تواند در افزایش آشنایی دانشجو معلمان

با اصول شیمی سبز و تغییر نگرش آنان به شیمی سبز موثر باشد. لذا کاربست فعالیت های عملی در برنامه درسی آزمایشگاهی دوره کارشناسی به ویژه در آزمایشگاه شیمی عمومی ۱ توصیه می شود تا زمینه اولیه مفهومی برای شیمی سبز در فراگیران ایجاد گشته و با تغییر نگرش در آنان، منجر به افزایش انگیزه و تعهد شخصی دانشجو معلمان در بکار بردن اصول شیمی سبز در فرایند یادگیری دانش آموزان در آینده شوند. به نظر می‌رسد یافته‌های حاصل از پژوهش نشان می دهد آموزش اصول شیمی سبز می تواند براساس رویکرد فعالیت محور در برنامه درسی شیمی همانند بیشتر کشورهای توسعه یافته انجام گیرد. آموزش دانشجومعلمان می تواند منجر به آن شود که انان نگرش مثبت خود را به شیمی سبز را توسعه داده وانگیزه و رغبت بیشتری را برای مطالعه شیمی بر اساس اصول شیمی سبز داشته و این نگرش را به دانش آموزان خود نیزدر فرایند تدریس انتقال نمایند. همچنین در طراحی برنامه درسی بایستی توجه داشت که در توالی انجام فعالیت های عملی به گونه ای عمل نمود که تمامی اصول شیمی سبز را در بر بگیرد تا آموزش مبتنی بر آن بتواند همه اصول شیمی سبز را به فراگیران یا داده و نگرش مثبت را در انان ارتقا دهد.

منابع و مآخذ

[1] Andraos J, Dicks AP. Green chemistry teaching in higher education: a review of effective practices. *Chemistry Education Research and Practice.* 2012; *13*(2): 69-79.

[2] Armstrong LB, Rivas MC, Douskey MC, Baranger AM. Teaching students the complexity of green chemistry and assessing growth in attitudes and understanding. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry.* 2018; 13: 61-67.

[3] Pleissner D. Green chemistry and the leisure industry: New business models for sustainability. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry.* 2017; 8: 1-4.

[4] Koenig SG, Dillon B. Driving toward greener chemistry in the pharmaceutical industry. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry.* 2017; 7: 56-59.

[5] Summerton L, Hunt A J, Clark JH. Green chemistry for postgraduates. *Educación Química*. 2013; 24: 150-155.

[6] Lancaster M. *Green chemistry an introductory text*. (2nd ed.). London: Royal Society of Chemistry; 2010.

[7] Anastas PT, Warner JC. *Principles of green chemistry. Green chemistry: Theory and practice*. New York: Oxford University Press; 1998.

[8] Pokrandt R. What is green? *The Technology Teacher*. 2010; 69(6): 5-11.

[9] Clark JH. Green chemistry: Challenges and opportunities. *Green Chemistry*. 199; 1(1): 1-8.

[10] Cacciatore KL. *Development and assessment of green, research-based instructional materials for the general chemistry laboratory*. (doctoral dissertation). University of Massachusetts Boston, Boston; 2010. USA.

[11] Mostashari M. Green Chemistry Educational and Research Perspectives. *Journal of Ecology.* 2003; 33: 100-104 Persian.

[12] Hjeresen DL, Boese JM, Schutt DL. Green chemistry and education. *Journal of Chemical Education*. 2000; 77(12): 1543.-1547.

[13] Anastas PT, Beach ES. *Green Chemistry education: Changing the course of chemistry*, (Eds). Washington, DC: American Chemical Society; 2009.

[14] Kitchens C, Charney R, Naistat D, Farrugia J, Clarens A, O'Neil A, Braun B. Completing our education:Green Chemistry in the curriculum. *Journal of Chemical Education*. 2006; 83(8): 1126-1129.

[15] Hill J, Kumar DD, Verma RK. Challenges for chemical education: Engaging with green chemistry and environmental sustainability. *The Chemist*. 2013; 86(1): 24-31.

[16] Mandler D, Mamlok-Naaman R, Blonder R, Yayon M, ofstein, A. High-school chemistry teaching through environmentally oriented curricula. *Chemistry Education Research and Practice*. 2012; 13(2): 80-92.

[17] Carson R. *Silent spring*. New York: Penguin Books; 1962.

[18] Anastas PT, Kirchhoff MM. Origins, current status, and future challenges of green chemistry. *Accounts of Chemical Research*. 2002; 35(9), 686-694.

[19] Cannon SA, Warner J. *Green chemistry education: k-12 outreach & science literacy through green chemistry. A*cs symposium series. American chemical society. Washington Dc: Oxford University Press; 2009.

[20] Kirchhoff MM. Promoting sustainability through green chemistry. *Resources, Conservation and Recycling*. 2005; 44(3): 237-243.

[21] Marteel-Parrish AE. Toward the greening of our minds: A new special topics course. *Journal of Chemical Education*. 2007; 84(2): 245.

[22] Karpudewan M, Hj Ismail Z, Mohamed N. The integration of green chemistry experiments with sustainable development concepts in pre-service teachers' curriculum: Experiences from Malaysia. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. 2009; 10(2), 118-135.

[23] Sabbaghan M, Shahi Bigbaghi J, Emamjomeh MR. Designing and implementation of green experiments on stoichiometry chemistry for green chemistry education.*Journal of Technology of Education.* 2016; 11(1), 21-34. Persian.

Quarterly Journal of Educational Innovations. 2014; 12(48): 71-92. Persian.

[26] Cheung D. Students' attitudes toward chemistry lessons: The interaction effect between grade level and gender. *Research in Science Education*. 2009; 39(1): 75-91.

[24] Henrie SA. *Green chemistry laboratory manual for general chemistry*. UK: Taylor & Francis Group, CRC Press; 2015.

[25] Habibi Bodlalo L, Sabbaghan M, Emam Jome Koobna MR. Some appropriate strategies for introducing green chemistry education into secondary school chemistry curriculum.

Citation: (Vancoure): Mirzaei S, Anaraki Firooz A, Abdullah Mirzaie R. [The effect of green chemistry education based on practical activity on learning and attitude of pre-service chemistry teachers]. *Tech. Edu. J.* 2019; 13(1): 213-225.

http://dx.doi.org/10.22061/jte.2018.3629.1910

COPYRIGHTS

©2019 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.