مقاله مروری

پژوهش در آموزش شیمی، سال چهارم، شماره سوم، انتشار: بهار ۱۴۰۲

پژوهش در آموزش شیمی

مقالات منتشر شده در چهارمین همایش ملی آموزش شیمی ایران

http://chemedu.cfu.ac.ir

مدل‌های دیداکتیک در خدمت آموزش شیمی

مهشید گلستانه

استادیار شیمی گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران

* m.golestaneh@cfu.ac.ir

چکیده:

مدل‌های دیداکتیک برای نشان دادن تصمیمات و اقداماتی که مربیان شیمی در مورد چرایی، چیستی، چگونگی و زمان تدریس محتوای خاص یا اجرای یک فعالیت آموزشی خاص انجام می‌دهند، بکار می‌روند؛ بنابراین برای مربیان شیمی بسیار مهم است که انواع مدل‌هایی را که کارشان را هدایت می‌کنند، بشناسند و در مورد آن‌ها تأمل کنند. از این رو در این تعدادی از مدل‌های آموزشی که بیشتر مبتنی بر سه‌گانه‌های شیمی (چه، چرا و چگونه) و (معلم، فراگیر و محتوا) هستند، معرفی شده است و کاربرد آن‌ها در آموزش شیمی مورد بررسی، توصیف، تحلیل قرار گرفته است. مدل‌هایی که در این مقاله بررسی شده است شامل مدل‌های مبتنی بر محتوا، مدل‌های مبتنی بر مرتبط بودن، مدل‌های مبتنی بر توالی، مدل‌های مبتنی بر رویکرد، مدل‌های مبتنی بر برنامه درسی و مدل‌های مبتنی بر تحلیل و بازتاب است. بررسی این نوع مدل‌ها توجه و اقدامات مربیان شیمی را هنگام طراحی برنامه‌های درسی، برنامه‌ریزی برای آموزش یا ارزیابی فرآیند یادگیری جهت‌دهی می‌کند. این مدل‌های آموزشی از اجرای شیوه‌های آموزشی مبتنی بر تحقیق پشتیبانی می‌کنند و برای توسعه حرفه‌ای مربیان مفید هستند.

کلیدواژه‌ها: مدل‌های دیداکتیک، آموزش شیمی، برنامه درسی، توسعه حرفه‌ای

مقدّمه

مربیان در طول تاریخ مدل‌هایی را تولید کرده‌اند که به دنبال شناسایی و مشخص کردن عناصر مهم آموزش و یادگیری در سطوح عمومی و یا یک حوزه خاص هستند. مدل‌های دیداکتیک[1] که از آن به‌عنوان مدل‌های آموزشی یاد می‌شود تنوع بسیار زیادی دارند و می‌توانند جامع یا جزئی، انتزاعی یا ملموس، کلی و یا مربوط به یک موضوع خاص باشند (شوستروم[2]، ۲۰۱۹). این مدل‌ها مؤلفه‌ها و فرآیندهای حیاتی که باید هنگام طراحی برنامه‌های درسی، برنامه‌ریزی برای آموزش، یا ارزیابی شیوه‌های آموزشی، تجزیه‌وتحلیل انتقادی در نظر گرفته شوند را دربرمی گیرند (ویکمن[3]، ۲۰۱۴). مدل‌های آموزشی می‌توانند متفاوت به نظر برسند و اهداف متفاوتی داشته باشند. به‌ویژه، آن‌ها باید تجزیه‌وتحلیل آموزشی هر بخش از تدریس را امکان‌پذیر کنند، مانند انتخاب محتوای آموزشی، برنامه‌ریزی برای چگونگی تحقق محتوا در کلاس، نحوه ارزیابی تدریس یا درک آنچه در طول درس اتفاق افتاده است، چرا این اتفاق افتاد و چگونه می‌توان آموزش را اصلاح کرد (شوستروم، ایلکز و تالانگر[4]، ۲۰۲۰).

مفهوم دیداکتیک در اوایل قرن هفدهم در آلمان بر اساس پیوند زبانی با کلمه یونانی برای آموزش، didaskein، ابداع شد. در پایان قرن هجدهم، این اصطلاح به کشورهای اسکاندیناوی (دانمارک، نروژ و سوئد) که ارتباط نزدیکی با فرهنگ آلمانی زبان داشتند، گسترش یافت. دیداکتیک هم به‌عنوان هنر تدریس و هم به‌عنوان «علم برای معلمان» است (کانسانن[5]، ۲۰۰۹). شاید جامع‌ترین تعریف در مورد دیداکتیک این باشد که دیداکتیک یک علم و نظریه درباره آموزش و یادگیری در همه شرایط و در همه اشکال است. به گفته دویت[6] (۲۰۱۵، ص ۳۲۵) دیداکتیک «مخفف دیدگاهی چندوجهی از برنامه‌ریزی و آموزش است که بر اساس مفهوم آلمانی بیلدونگ[7] است. بیلدونگ به شکل‌گیری دانش و ارزش‌های یک فرد در تعامل با جامعه اطرافش اشاره دارد و در سنت آموزشی انسان‌محور، پیوند قوی بین مفاهیم دیداکتیک و بیلدونگ وجود دارد (شوستروم و دیگران، ۲۰۱۷). به‌زعم هاگستاد (۲۰۲۱) بیلدونگ به‌عنوان یک مفهوم آموزشی دربردارنده فرهنگ، زیبایی‌شناسی، تزکیه نفس، آگاهی سیاسی و مشارکت است (هاگستاد، ۲۰۲۱؛ صفحه ۵۹۱).

از سوی دیگر دیداکتیک می‌تواند به‌عنوان علم برای معلمان تلقی شود. این علم باید مبتنی بر ارزش‌ها و نظریه‌های انتقادی- دموکراتیک و رویکردهای پژوهشی از علوم انسانی و اجتماعی – عمدتاً از علوم تربیتی مختلف – و همچنین پایگاه‌های دانش در حوزه‌های دانشی مختلف مانند شیمی،

---

[1] Didaktik Models
[2] Sjöström
[3] Wickman
[4] Eilks and Talanquer
[5] Kansanen
[6] Duit
[7] Bildung

علوم، زمین‌شناسی، یا بوم‌شناسی انسانی و ... باشد. علاوه بر این، دیداکتیک یک علم مبتنی بر طراحی است و مانند سایر علوم طراحی، مدل‌سازی هسته مرکزی آن است (شوستروم، ۲۰۱۸).

مدل‌های دیداکتیک (مدل‌های آموزشی) بخش مرکزی دیداکتیک هستند و شامل ابزارهای نظری می‌باشند که معلمان می‌توانند در برنامه‌ریزی، اجرا و/یا تجزیه‌وتحلیل تدریس از آن‌ها استفاده کنند (ویکمن، حمزه و لاندگارد[1]، ۲۰۱۸). مدل‌های آموزشی ممکن است متفاوت به نظر برسند، اما وجه مشترک آن‌ها این است که از معلمان در هنگام تأمل و/یا تمرین تدریس بر اساس سه سؤال اصلی آموزشی حمایت می‌کنند: چرا، چه چیزی و چگونه می‌توان محتوای خاص را برای گروه خاصی تدریس کرد. مدل‌های دیداکتیک در برنامه‌ریزی و ارزشیابی تدریس و همچنین در عمل مفید هستند. آن‌ها مبنای قضاوت و تأمل حرفه‌ای معلمان را تشکیل می‌دهند. مدل‌های دیداکتیک را می‌توان به‌عنوان پلی بین دیدگاه‌های نظری و عمل تدریس درک کرد که اغلب هم مبنای نظری-فلسفی دارند و هم مبنای تجربی-تحلیلی. (شکل ۱).

شکل ۱- مدل‌های دیداکتیک (شامل «نظریه‌های دیداکتیک» و مدل‌های عمل‌گرا) به‌عنوان پلی بین دیدگاه‌های نظری و رویکردهای تدریس. این مدل‌ها به معلمان در انتخاب‌های آموزشی و تأمل در رابطه با سؤالات آموزشی کمک می‌کنند (شوستروم، ایلکز و تالانگر، ۲۰۲۰)

در عمل تدریس، به‌اصطلاح مدل‌های دیداکتیک (مدل‌های آموزشی) می‌توانند هم به‌عنوان ابزاری برای تجزیه‌وتحلیل و هم برای برنامه‌ریزی تدریس استفاده شوند. هدف اصلی مدل‌های آموزشی این است که به معلمان در انتخاب‌های آموزشی کمک کنند. مدل‌ها را می‌توان به‌عنوان‌مثال در طراحی، تدریس و تجزیه‌وتحلیل آموزش، بلکه برای بازتاب انتقادی در مورد سنت‌های آموزشی، شیوه‌های رایج یا معضلات آموزشی مورداستفاده قرار داد.

هدف و پیشینه پژوهش

[1] Wickman, Hamza and Lundegård

یوهان فردریش هربارت[1] (۱۸۴۱-۱۷۷۶) در آغاز قرن نوزدهم، فلسفه عملی و روانشناسی را به‌عنوان دوپایه اصلی آموزش معرفی کرد. فلسفه عملی هنگامی‌که به اهداف آموزش‌وپرورش می‌رسد (سؤالات چرایی) جهت می‌دهد، درحالی‌که روانشناسی به راه‌ها و ابزارهای مؤثر برای آموزش تمرین (سؤالات چگونگی) اشاره می‌کند. مؤلفه روان‌شناختی ایده‌های هربارت در کار آموزشی در ایالات‌متحده غالب بوده است، درحالی‌که ارتباط با فلسفه عملی در شمال اروپا نسبتاً قوی باقی مانده است. پس از جنگ جهانی دوم، زمینه طراحی آموزشی در ایالات‌متحده به موازات پیشرفت‌های بیشتر آموزش در اروپا توسط پل هیمن[2] (۱۹۶۷-۱۹۰۱) و ولفگانگ کلافکی[3] (۲۰۱۶-۱۹۲۷) در میان دیگران توسعه یافت (زیرر و سیر[4]، ۲۰۱۲). طراحی آموزشی به‌طور سنتی بر روش‌های تدریس (سؤالات چگونگی) متمرکز بوده است، درحالی‌که آموزش اروپایی بیشتر بر محتوا و ارتباط متمرکز بوده است (سؤالات چه و چرایی). بااین‌وجود، هر دو جهت‌گیری هنگام اندیشیدن و تأمل در مورد آموزش در هر حوزه‌ای مهم هستند (شوستروم، ایلکز و تالانگر، ۲۰۲۰)

شوستروم (۲۰۲۲) در مقاله‌ای با عنوان *مدل‌سازی دیداکتیک با موضوع آموزش پایداری در پیش‌دبستانی* یک مدل آموزشی جدید در زمینه ضایعات و منابع مادی در پیش‌دبستانی ارائه کرد. این تحقیق بخشی از یک برنامه تحقیق و توسعه مشترک گسترده بود که نزدیک به ۳۰۰ معلم/مدیر و محقق پیش‌دبستانی را شامل می‌شد تا دانش سیستماتیک در مورد آنچه ممکن است بر اساس زمینه‌های علمی و تجربه اثبات‌شده مشخصه تدریس در پیش‌دبستانی باشد را ایجاد نماید. سؤال راهنما در این مطالعه خاص این بود که آموزش مسائل پایداری در پیش‌دبستانی چگونه می‌تواند باشد. آموزه‌های مورد بررسی در این مطالعه از مفهوم آموزه‌ها و همچنین نظریه عمل‌گرایانه برخوردار بودند.

همچنین شوستروم در تحقیق دیگری که در سال ۲۰۱۹ با موضوع *مدل‌سازی آموزشی برای عدالت اجتماعی-اکولوژیکی* منتشر کرد از مدل‌های آموزشی و مدل‌سازی با هدف اقداماتی برای عدالت اجتماعی و به‌طور خاص جهت ارائه مدلی برای دیداکتیک بازتابی محیطی استفاده نموده است. مدل آموزشی موردتوجه در این مقاله مبتنی بر ایده‌ها و جهت‌گیری‌های فلسفی از جمله کل‌نگری، واقع‌گرایی انتقادی، برابری گرایی، نوع‌دوستی، بازسازی‌ها و آموزش انتقادی است.

مدل‌های دیداکتیک اغلب به شیوه‌های ضمنی توسط مربیان شیمی استفاده می‌شوند و معلمان آشنایی چندانی با آن‌ها ندارند بنابراین در این مقاله سعی شده است تا این مدل‌ها به‌طور مختصر معرفی و بررسی شوند تا ضمن آشنایی با آن‌ها، بتوان محدودیت‌های بالقوه آن‌ها و هم‌چنین محدودیت‌هایی که ممکن است بر روی یاددهی -یادگیری ایجاد کنند را شناسایی و معرفی نمود.

---

[1] Johann Friedrich Herbart
[2] Paul Heimann
[3] Wolfgang Klafki
[4] Zierer, Seel

روش پژوهش

این مقاله به شیوه اسنادی و با مراجعه به مقالات معتبر علمی و جستجو در پایگاه‌های علمی نظیر گوگل اسکولار، اسکاپوس و ساینس دایرکت[1] انجام شده است.

یافته‌های پژوهش

هدف اصلی مدل‌های آموزشی در آموزش، هدایت تفکر معلم هنگام تصمیم‌گیری آموزشی، قبل، حین و بعد از عمل است (شوستروم، ۲۰۱۹). همان‌طور که اشاره شد، مدل‌های دیداکتیک را می‌توان در طراحی، اجرا و تجزیه‌وتحلیل برنامه درسی و آموزش و همچنین برای تأمل انتقادی در مورد رویکردهای آموزشی مختلف، شیوه‌های رایج یا معضلات آموزشی استفاده نمود. علاوه بر این، این مدل‌های آموزشی یک زبان حرفه‌ای در اختیار معلمان قرار می‌دهند تا بتوانند برای انتقال مؤثرتر اهداف و تجربیات در فرایند یاددهی- یادگیری استفاده نمایند.

مدل‌های آموزشی عاملیت معلمان را با ارائه دیدگاه‌ها و بینش‌های جدید در مورد ایده‌ها و شیوه‌های آموزشی تقویت می‌کنند، به توسعه حرفه‌ای مستمر معلمان کمک می‌کنند و از اجرای آموزش مبتنی بر پژوهش حمایت می‌کنند. برخی از مدل‌های آموزشی می‌توانند به‌عنوان ابزار برنامه‌ریزی و طراحی عمل کنند، درحالی‌که برخی دیگر مبنایی برای اقدام آموزشی فراهم می‌کنند. برخی از مدل‌ها عمدتاً به‌عنوان ابزار تحلیلی و تأملی عمل می‌کنند و به معلمان در انتخاب محتوا یا جهت‌گیری برای تدریس کمک می‌کنند. همچنین مدل‌هایی وجود دارند که می‌توان آن‌ها را به‌عنوان «مدل‌های فرا مدل» در نظر گرفت، به‌عنوان‌مثال، پیوند بین دیدگاه‌های نظری (مثلاً فلسفی، جامعه‌شناختی) و شیوه‌های تدریس را نشان می‌دهند. چهار نوع اصلی از مدل‌های آموزشی وجود دارد، اگرچه بسیاری از مدل‌هایی که در ادامه بررسی می‌شوند مخلوطی از این‌ها هستند (شوستروم، ۲۰۱۹):

- مرتبط بودن[2] (کمک به پاسخگویی به سؤالات چرایی): مدل‌های مرتبط بودن به ما کمک می‌کنند به سؤال آموزشی چرا؟ پاسخ دهیم (در مورد مقاصد، اهداف و مقاصد)
- محتوا (کمک به پاسخگویی به سؤالات چه چیزی): مدل‌های محتوا به ما کمک می‌کند به سؤال آموزشی چه؟ پاسخ دهیم (در مورد موضوعات آموزشی)
- رویکرد و روش (کمک به پاسخگویی به سؤالات چگونگی): مدل‌هایی برای بهبود تدریس که به ما کمک می‌کند به سؤال آموزشی چگونه؟ پاسخ دهیم (در مورد روش‌های آموزش و رسانه‌های مورداستفاده در آموزش)
- توالی (کمک به پاسخگویی به سؤالات زمانی)

---

[1] - Scopus and Science Direct
[2] Relevance

سنت دیداکتیک عمدتاً بر پرسش‌های چرا؟ و چه؟ تمرکز دارد، درحالی‌که سنت آموزشی انگلیسی-آمریکایی به‌طور مستقیم بر سؤال چگونه متمرکز است (دویت، ۲۰۱۵). مدل‌های دیداکتیک برای روش‌های تدریس معمولاً شناخته‌شده‌تر هستند زیرا در تمام رشته‌ها به کار می‌روند. مدل‌های آموزشی مانند چرخه یادگیری کارپلاس[۱] (کاوش ← خلق مفهوم ← کاربرد مفهوم) (لاوسان و کارپلاس[۲]، ۲۰۰۲) و مدل آموزشی E5 (درگیر کردن ← کاوش ← توضیح ← توسعه ← ارزیابی) (بایبی[۳]، ۲۰۱۴) نقشه‌های راه خاصی را برای رویکرد و روش آموزش ارائه می‌دهند. نمونه‌های دیگر در این دسته شامل مدل‌هایی برای برنامه‌ریزی درس (جان[۴]، ۲۰۰۶) و برای درگیر کردن فعال‌تر دانش‌آموزان در کلاس، مانند استراتژی پیش‌بینی-مشاهده-توضیح است. انواع دیگر مدل‌های آموزشی بازیگران اصلی آموزشی و عوامل مؤثر بر رفتارها و تعاملات آن‌ها را شناسایی و مشخص می‌کنند. این نوع مدل‌ها تحلیل و تأمل در مورد ساختارها و فرآیندهای آموزشی را تسهیل و هدایت می‌کنند. به‌عنوان‌مثال، مدل دیداکتیک برلینر[۵] را در نظر بگیرید که شرایط مؤثر بر تدریس را برجسته می‌کند. این مدل شامل شش عنصر اصلی است که چهار عنصر آن در حوزه تصمیم معلم و دو عنصر در زمینه شرایط تدریس است (جدول ۱).

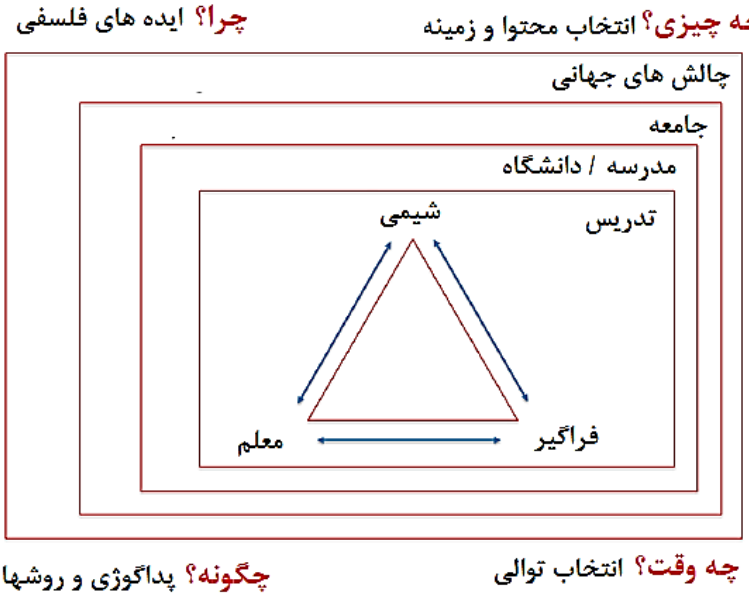
جدول ۱- مدل آموزشی برلینر (زیرر و سیر، ۲۰۱۲)

حوزه تصمیم معلم	اهداف آموزشی (سؤالات چرایی) محتوای موضوعی/موضوعات (سؤالات چیستی) روش‌شناسی (سؤالات چگونگی و چه زمانی) انتخاب‌های رسانه‌ای
حوزه شرایط تدریس	شرایط فراگیر (پیدایش و تکامل انسان و تماس انسان با طبیعت) زمینه اجتماعی فرهنگی

علاوه بر مدل مبتنی بر سؤالات آموزشی (چرا؟، چه؟، چگونه؟ و غیره)، نمونه دیگر مدل‌های آموزشی بر مثلث آموزشی کلاسیک (معلم- محتوا- فراگیر) استوار است. مدل آموزشی که در شکل ۲ نشان داده شده است، سه بازیگر اصلی آموزشی (معلم، دانش‌آموز و محتوا) را در گوشه‌های مثلث آموزشی کلاسیک نشان می‌دهد که در اواخر قرن نوزدهم توسعه یافت اما ریشه آن به جان آموس کومنیوس[۶] (۱۶۷۰-۱۵۹۲)، پدر دیداکتیک باز می‌گردد (گاندم[۷]، ۲۰۰۰). نسخه توسعه‌یافته این

[1] Karplus learning cycle
[2] Lawson and Karplus
[3] Bybee
[4] John
[5] Berliner
[6] John Amos Comenius
[7] Gundem

مثلث در شکل ۲، زمینه‌های متفاوتی را که باید در نظر گرفته شود و سؤالاتی که باید در طراحی، اجرا، تجزیه‌وتحلیل و انعکاس دستورالعمل پاسخ داده شود، نشان می‌دهد.



شکل ۲- مدل آموزشی مبتنی بر مثلث آموزشی کلاسیک (معلم، محتوا، فراگیر) که در آن سؤالات آموزشی (چرا؟ چگونه؟ چه زمانی؟) اضافه شده است و این‌که بافت اجتماعی در کجای مثلث است، دیده می‌شود (شوستروم، ۲۰۱۹).

انواع الگوهای آموزشی در آموزش شیمی

مدل‌های آموزشی مختلفی برای هدایت طراحی برنامه درسی و برنامه‌ریزی درسی در آموزش شیمی اجرا و ارزیابی شده است. بسیاری از این مدل‌ها را می‌توان به دسته‌های زیر تقسیم کرد، اگرچه مرزهای بین آن‌ها واضح نیست:

- مدل‌های مبتنی بر محتوا
- مدل‌های مبتنی بر مرتبط بودن
- مدل‌های مبتنی بر توالی
- مدل‌های مبتنی بر رویکرد
- مدل‌های مبتنی بر برنامه درسی
- مدل‌های مبتنی بر تحلیل و بازتاب

مدل‌های مبتنی بر محتوا

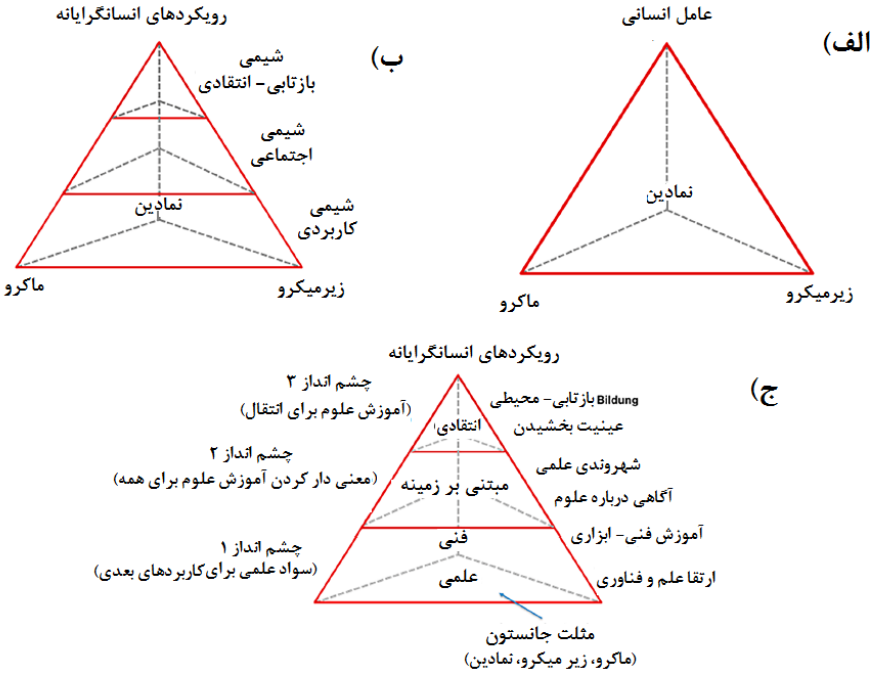
این نوع مدل‌ها چارچوبی را برای سازمان‌دهی دانش موضوعی در یک رشته (سؤالاتی چه چیزی) ارائه می‌کنند. شاید شناخته‌شده‌ترین و تأثیرگذارترین مدل محتوایی در آموزش شیمی مثلث جانستون (سه‌گانه شیمی) باشد که سه سطح را برجسته می‌کند که آموزش و یادگیری شیمی در آن اتفاق می‌افتد: سطوح ماکروسکوپی، زیر میکروسکوپی و نمادین (جانستون[۱]، ۱۹۸۲). اگرچه این مدل به روش‌های مختلفی تفسیر شده است، اما بیشتر برای توصیف انواع دانش شیمیایی (سؤالاتی چه چیزی) که دانش‌آموزان باید برای درک معنی‌دار شیمی توسعه دهند، استفاده شده است. سه‌گانه شیمی قدرت مدل‌های آموزشی را نشان می‌دهد که می‌توانند تصمیم‌های درسی در مورد آنچه تدریس می‌شود و همچنین انتخاب‌های آموزشی در مورد آنچه در دروس شیمی مورد تأکید قرار می‌گیرد را شکل دهند (به‌عنوان‌مثال، ایجاد ارتباط بین نمایش‌های نمادین و مدل‌های ذره‌ای ماده). سه‌گانه شیمی یک مدل محتوای نسبتاً کلی است که انواع مختلف دانش شیمیایی را که انتظار می‌رود دانش آموزان یاد بگیرند، مشخص می‌کند. در مقابل، نقشه محتوای مفهومی داربست زنی که توسط مؤسسه آزمون ACS[2] (مورفی[۳] و دیگران، ۲۰۱۲) توسعه‌یافته است، یک مدل کاملاً دقیق است که در آن محتوایی که باید آموزش داده شود و آموخته شود در چهار سطح مختلف از جزییات شامل مفاهیم داربست زنی[۴]، درک عمیق، مضامین فرعی[۵] و جزئیات محتوا مشخص می‌شود. ویژگی این مدل آن را در طراحی ارزشیابی‌های استاندارد و در ارزشیابی برنامه‌ای برنامه‌های درسی مفید می‌کند.

مدل‌های مبتنی بر مرتبط بودن

برخی از مدل‌های آموزشی مربوط به اهداف و مقاصد آموزش (سؤالات چرایی) هستند. برای مثال، مثلث جانستون توسط نویسندگان مختلف در قالب مدل‌هایی بسط داده شده است که جنبه‌های مختلف اهداف و مرتبط بودن در آموزش شیمی را نشان می‌دهند. برای مثال مهافی[۶] مثلث جانستون را با افزودن عنصر انسانی که دربرگیرنده زمینه‌های کاربردی و رویکردهای نتیجه‌بخش مرتبط با رشته است، به یک چهاروجهی تبدیل کرد (شکل ۲ الف) (مهافی[۷]، ۲۰۰۴). این سطوح به‌عنوان وجوه مختلف چهاروجهی هنگام حرکت از مثلث پایینی به سمت رأس انسان‌محوری نمایش داده می‌شوند (شکل ۲ ب). همان‌طور که در شکل ۲ ب دیده می‌شود این سطوح شامل شیمی کاربردی، شیمی اجتماعی و شیمی بازتاب انتقادی است. (شکل ۲ ب). شوستروم و ایلکز[۸] (۲۰۱۸) اشاره کردند سطوح مختلف در چهاروجهی انسان‌محوری به سؤالات چرایی در آموزش شیمی و دیدگاه‌های مختلف سواد علمی اشاره دارد و به آن‌ها پاسخ می‌دهد (شکل ۲ ج).

---

[1] Johnstone
[2] ACS Exam Institute
[3] Murphy
[4] Anchoring concepts
[5] Articulations
[6] Mahaffy
[7] Mahaffy
[8] Sjöström and Eilks



Save translation

شکل ۲. (الف) چهاروجهی مهافی (۲۰۰۴) و (ب) چهاروجهی با افزودن یک بعد مرتبط بودن ایجاد شده است (شوستروم، ۲۰۱۳) (ج) سطوح مختلف در بعد مرتبط بودن به دیدگاه‌های مختلف سواد علمی و آموزش علوم اشاره دارد (شوستروم و ایلکز (۲۰۱۸).

همان‌طور که در شکل ۲ ج مشاهده می‌شود سطوح مختلف در بعد مرتبط بودن به دیدگاه‌های مختلف سواد علمی و آموزش علمی اشاره دارد. در پایین‌ترین سطح، تأکید بر کسب دانش و شیوه‌های شیمی برای کاربردهای بعدی است. در سطح دوم، تمرکز بر درک کاربرد دانش شیمی در زندگی روزمره و جامعه است، درحالی‌که در سطح سوم هدف ترویج توسعه تفکر شیمیایی انتقادی برای اقدام پایدار و عدالت اجتماعی- است. این سه سطح به ترتیب با چشم‌اندازهای (الف، ب و ج) مرتبط هستند. چشم‌اندازهای الف و ب، همان سواد علمی است که اولین بار توسط رابرتز[1] توصیف شد (رابرتز، ۲۰۰۷):

چشم‌انداز الف از محتوای علمی و فرآیندهای علمی که برای درک کاربردهای مهم باید آموخته شود شروع شده و بر آن تمرکز می‌کند درحالی‌که چشم‌انداز (ب) بر زمینه‌سازی دانش علمی تمرکز دارد تا آن را برای افراد و جوامعی که در آن زندگی می‌کنند معنا ببخشد. شوستروم و ایلکز (۲۰۱۸)

[1] Roberts

چشم‌انداز (ج) را معرفی کرده‌اند که بر ارزش‌های فلسفی، پایداری جهانی و بیلدونگ انتقادی-بازتابی تأکید دارد.

مدل‌های دنباله‌ای (متوالی)

برخی از مدل‌های آموزشی مشخص می‌کنند که چگونه درک دانش‌آموزان از یک مفهوم یا ایده اغلب با آموزش‌های متداول (پیشرفت مفهومی) تغییر می‌کند، یا اینکه چگونه چنین درکی می‌تواند با آموزش به سمت هدف موردنظر با آموزش، بهتر تکامل یابد (پیشرفت یادگیری). پیشرفت‌های مفهومی، تغییرات در مفاهیمی را توصیف می‌کند که بسیاری از یادگیرندگان هنگام تفکر در مورد ویژگی‌ها یا پدیده‌های خاص به کار می‌برند. پیشرفت‌های یادگیری حدس‌های مبتنی بر تحقیق را در مورد توالی آموزشی ارائه می‌کند که پیشرفت درک دانش‌آموز از سطح اولیه (داربست[1] پایین) به سطح مطلوب (داربست بالا) را نشان می‌دهد. پیشرفت‌های مفهومی به معلمان کمک می‌کند تا درک دانش‌آموزان را ارزیابی کنند و تفکر دانش‌آموزان را در جهت‌های سازنده‌تر هدایت کنند. به‌عنوان‌مثال، تالانگر[2] در سال ۲۰۰۹، از این مدل آموزشی برای تکامل درک دانش‌آموزان از ماهیت ذره‌ای ماده استفاده کرد که در آن مراحل متداول تفکر در دانش‌آموز توصیف شده است: از مفهوم‌سازی تمام ماده به‌عنوان یک کلیت پیوسته گرفته تا فکر کردن به ذرات ماده به‌عنوان اجزای جاسازی‌شده در یک محیط پیوسته، در نظر گرفتن ذرات به‌عنوان اجزای کوچک ماده ماکروسکوپی تا تجسم وجود ذرات جدا از هم. چنین مدل‌های آموزشی، تشخیص ایده‌های دانش‌آموزان در کلاس درس و انتخاب مداخلات آموزشی بر اساس نتایج آن ارزیابی‌ها را تسهیل می‌کنند.

هم‌چنین تحقیقات زیادی وجد دارد که در آن محققان آموزش علوم و شیمی مدل‌هایی برای چگونگی ایجاد بهترین مراحل جهت ساخت ایده‌های شیمیایی در دانش آموزان ایجاد کرده‌اند. به‌عنوان‌مثال، پیشرفت‌های یادگیری برای آموزش ساختار ماده (استونس، دلاگو و کراجیگ[3]، ۲۰۱۰)، تغییرات شیمیایی (جانسون و تیمس[4]، ۲۰۱۱) ساختار و خواص مولکولی (کوپر[5] و دیگران، ۲۰۱۲) پیشنهاد شده است. چنین مدل‌هایی به معلمان کمک می‌کند تا تصمیمات آموزشی آگاهانه بگیرند و ارزشیابی‌هایی که پیشرفت دانش آموزان را بهتر اندازه‌گیری و اجرا کنند.

مدل‌های مبتنی بر رویکرد

طیف گسترده‌ای از مدل‌های آموزشی برای آموزش شیمی شامل ایده‌هایی درباره نحوه آموزش یک موضوع خاص برای تقویت درک دانش‌آموزان است. این نوع مدل‌ها اغلب استراتژی‌هایی را برای

---

[1] Anchor
[2] Talanquer
[3] Stevens, Delgado and Krajcik
[4] Johnson and Tymms
[5] Cooper

تسهیل و توسعه مهارت‌هایی مانند تکمیل محاسبات عددی تخصصی (به‌عنوان‌مثال، استفاده از فلوچارت‌های نسبت مولی برای حل مسائل استوکیومتری، استفاده از جداول برای محاسبه غلظت‌های تعادلی)، ایجاد نمایش‌های شیمیایی (به‌عنوان‌مثال، ترسیم ساختارهای لوئیس)، استنتاج خواص ضمنی عناصر شیمیایی (به‌عنوان‌مثال، تعیین حالت‌های اکسایش) یا تسهیل ساخت توضیحات دانش‌آموزان در سطح مولکولی (مثلاً چارچوب تفکر MORE[1]) را در برمی‌گیرند. بسیاری از این مدل‌ها شامل محدودیت‌هایی در محدوده کاربرد خود هستند و بنابراین باید با احتیاط در آموزش استفاده شوند (شوستروم، ایلکز و تالانگر، ۲۰۲۰).

نوع دیگری از مدل مبتنی بر رویکرد می‌تواند جهت‌گیری و شیوه‌های نوآورانه‌ای را در زمینه خاصی از آموزش شیمی ایجاد نماید. به‌عنوان‌مثال، برمیستر، روث[2] و ایلکز (۲۰۱۲) مدلی برای چگونگی ادغام آموزش شیمی با آموزش برای توسعه پایدار پیشنهاد کردند. آن‌ها چهار نوع دامنه تلفیقی را شناسایی کردند: حوزه فنی (به‌کارگیری شیوه‌های شیمی سبز در دروس آزمایشگاهی)، حوزه محتوایی (غنی‌سازی برنامه درسی با محتوای شیمی پایدار)، حوزه برنامه درسی (تدریس مسائل تلفیقی در مورد پایداری به‌عنوان موضوعات علمی- اجتماعی در آموزش شیمی) و حوزه نهادی (توسعه پایدار به‌عنوان اصل راهنما در توسعه مدارس).

مدل‌های مبتنی بر برنامه درسی

نوع دیگری از مدل‌های آموزشی، مدل‌های برنامه درسی است که چارچوب‌های یکپارچه‌ای را برای آموزش یک رشته ارائه می‌کند (چه؟ چرا؟ چگونه؟ چه زمانی؟). مارکز و ایلکز (۲۰۰۹) نمونه‌ای از چنین مدلی برای آموزش شیمی بر اساس مسائل اجتماعی-علمی[3] (SSI) را ارائه کردند که در جدول ۱ نشان داده شده است (مارکز[4] و ایلکز، ۲۰۰۹). ستون اول در جدول ۱ اهداف اصلی آموزش مبتنی بر SSI را با تمرکز بر توسعه سواد علمی و بیلدونگ نشان می‌دهد (چرایی؟). ستون دوم معیارهایی را برای انتخاب موضوعاتی ارائه می‌کند که آموزش (چه چیزی؟) و ارزیابی اینکه آیا هر موضوعی با اهداف تدریس همسو است (چرایی؟) را دربرمی گیرد. ستون سوم رهنمودهایی در مورد چگونگی مرتبط ساختن آموزش و یادگیری و در نتیجه ایجاد انگیزه برای فراگیران ارائه می‌دهد (چگونه؟). در نهایت، ستون چهارم یک توالی آموزشی بالقوه را پیشنهاد می‌کند (چه زمانی؟).

---

[1] MORE thinking-frame
[2] Rauch
[3] Socioscientific Issues
[4] Marks

جدول ۱- مدل دیداکتیک برای آموزش شیمی اجتماعی - انتقادی و مسئله محور (مارکز و ایلکز، ۲۰۰۹)

اهداف	معیارهای انتخاب مسائل و رویکردها	روش‌ها	ساختار طرح درس‌ها
بیلدونگ /آموزش از طریق علوم	اعتبار	رسانه معتبر	۱. رویکرد متنی و تحلیل مسئله
سواد علمی	مرتبط بودن	یادگیری شیمی فراگیر- محور و کار آزمایشگاهی	۲. شفاف‌سازی پیشینه شیمی در محیط آزمایشگاه
ارتقای مهارت‌های ارزشیابی	ارزیابی نامشخص از لحاظ علمی-اجتماعی	آموزش یادگیرنده محور و یادگیری مشارکتی	۳. از سرگیری بعد علمی- اجتماعی
ارتقای مهارت‌های ارتباطی	فراهم کردن امکان بحث آزاد	روش‌های ساختاربندی مناظره‌های جدلی	۴. بحث و ارزیابی دیدگاه‌های مختلف
یادگیری علوم	پرداختن به سؤالات شیمی و فناوری	روش‌های برانگیزاننده بیان نظرات شخصی	۵. متا- بازتاب (تأمل)

مدل‌های مبتنی بر تحلیل و بازتاب

همچنین مجموعه‌ای از مدل‌های آموزشی ایجاد شده توسط مربیان مختلف وجود دارد که لزوماً کاربرد مستقیمی در برنامه‌ریزی، آموزش یا ارزیابی ندارند، اما تفکر گسترده‌ای را در مورد اهداف و رویکردهای آموزش شیمی ترویج می‌کنند. مدل‌های آموزشی در این دسته می‌تواند شامل توصیف روش‌های مختلف استدلال در رشته شیمی، مفهوم‌سازی‌های متنوع ایده‌های اصلی در شیمی و نیز تحلیل‌های آموزشی، جامعه‌شناختی، تاریخی و فلسفی و جنبه‌های آموزش شیمی که باید در هنگام طراحی برنامه‌های درسی، برنامه‌ریزی آموزش یا مشارکت در توسعه حرفه‌ای معلمان در نظر گرفته شوند، است. بسیاری از مدل‌های آموزشی برای تجزیه‌وتحلیل و تأمل، مربیان شیمی را دعوت می‌کنند تا دیدگاه‌های سنتی آموزش شیمی را زیر پا بگذارند و در طراحی و اجرای فرصت‌های یادگیری برای همه دانش‌آموزان، موضع اجتماعی انتقادی و سازگارانه تری اتخاذ کنند (شوستروم، ایلکز و تالانگر، ۲۰۲۰).

بحث و نتیجه‌گیری

آنچه در این مقاله بررسی شد نشان داد که سه دیدگاه سواد علمی در یادگیری و در مورد علوم مشترک هستند: محتوای علمی و دانش در مورد فرآیندهای علمی (چشم‌انداز اول)، سودمندی و معنادار بودن علوم (چشم‌انداز دوم)، و علوم برای افراد و اقدامات و تحولات اجتماعی (شوستروم و ایلکز، ۲۰۱۸). از سویی فنشام[1] (۲۰۰۰) بیلدونگ را مجموعه‌ای مفید از معیارها توصیف می‌کند که

[1] Fensham

تعیین می‌کند کدام محتوا باید در کلاس‌های درس علوم تدریس شود و کدام جنبه از این محتوا باید به‌طور خاص برجسته گردد. مرزهای بین انواع مختلف مدل‌های آموزشی ارائه‌شده در این مقاله واضح نیست. به‌عنوان‌مثال، مدل‌های «مبتنی بر سه‌گانه شیمی» ارائه‌شده در شکل ۲ توجه ما را به اهداف و مقاصد آموزش شیمی (مدل‌های مبتنی بر مرتبط بودن) معطوف می‌کند، اما ممکن است برای ترویج بازتاب انتقادی (مدل‌های مبتنی بر تحلیل و بازتاب) نیز مفید باشد. به‌طور مشابه، مدل معرفی‌شده توسط برمیستر، روث و ایلکز (۲۰۱۲) راهنمایی‌هایی را برای چگونگی ادغام عملی توسعه پایدار در آموزش شیمی (مدل مبتنی بر رویکرد) ارائه می‌دهد و درعین‌حال به سؤالات چرایی (مدل‌های مبتنی بر مرتبط بودن) اشاره می‌کند. بااین‌وجود، طبقه‌بندی پیشنهادی حوزه‌های عمده دانش، تفکر و عمل معلم را که تحت تأثیر این نوع مدل‌ها قرار دارند، نشان می‌دهد.

مدل‌های دیداکتیک پتانسیل تغییر رویه را دارند، اما تمرین روی مدل‌ها نیز تأثیر می‌گذارد. چنین تعاملی بین نظریه و عمل یکی از ویژگی‌های مهم مدل‌سازی آموزشی است. مدل‌های آموزشی به روش‌های صریح یا ضمنی، توجه معلم را به عوامل مرتبط در برنامه‌ریزی و اجرای فعالیت‌های آموزشی معطوف می‌کند و به مربیان کمک می‌کنند تا اطلاعات را در کلاس درس پردازش کنند و یادگیری دانش آموزان را ارزیابی و هدایت کنند. مدل‌های آموزشی به معلمان کمک می‌کند تا در مورد چرایی، چیستی، چگونگی و زمان اجرای محتوا یا فعالیت‌های آموزشی خاص تصمیم‌گیری کنند.

اگرچه مدل‌های آموزشی در طراحی، اجرا و تجزیه‌وتحلیل برنامه درسی و آموزش و همچنین برای تأمل انتقادی در مورد مسائل آموزشی متنوع، ارزشمند هستند اما ممکن است تفکر معلم را نیز محدود کنند. برای مثال، مدل رویکردی مبتنی بر اصل لوشاتلیه را در نظر بگیرید که معمولاً برای تسهیل پیش‌بینی دانش‌آموزان از اثرات اغتشاشات مختلف بر تعادل شیمیایی استفاده می‌شود. این مدل به‌رغم محدودیت‌های شناخته شده و باورهای غلطی که اغلب در دانش‌آموزان ایجاد می‌کند به‌طور فراگیر در کتاب‌های درسی شیمی و کلاس‌های درس استفاده می‌شود. معلمان شیمی می‌توانند از درگیر شدن در بازتاب انتقادی انواع مختلف مدل‌های آموزشی برای ارزیابی بهتر نقاط قوت و ضعف و استفاده مؤثرتر از آن‌ها در برنامه‌ریزی، اجرا و ارزیابی فعالیت‌های آموزشی بهره‌مند شوند.

تشکر و قدردانی

نویسنده از دانشگاه فرهنگیان به خاطر حمایت از این پژوهش تشکر و قدردانی می‌کند.

منابع

Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E Instructional Model: Personal reflections and contemporary implications. *Science & Children*, 051 (April/May), 10−13.

Burmeister, M.; Rauch, F.; Eilks, I. (2012). Education for sustainable development (ESD) and secondary chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 59−68.

Cooper, M. M.; Underwood, S. M.; Hilley, C. Z.; Klymkowsky, M. W. (2012). Development and assessment of a molecular structure and properties learning progression. Journal of Chemical Education, 89, 1351−1357.

Duit, R. (2015). *Didaktik.* In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of Science Education* (pp. 325-327). Dordrecht: Springer.

Fensham, P. J. (2000). *Providing suitable content in the 'science for all' curriculum.* In R. Millar, J. Leach, & J. Osborne (Eds.), Improving science education (pp. 147–164). Buckingham: Open University Press.

Gundem, B. (2000). *Understanding European didactics*. Routledge International Companion to Education; Routledge: London, pp 235−262.

Hogstad, K. H. (2021). Is (it) time to leave eternity behind? Rethinking Bildung's implicit temporality. *Journal of Philosophy of Education*, 55, 589-605.

John, P. D. (2006). Lesson planning and the student teacher: Re-thinking the dominant model. *Journal of Curriculum Studies*, 38, 483−498.

Johnson, P., Tymms, P. (2011). The Emergence of a learning progression in middle school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 849−877.

Johnstone, A. H. (1982). Macro- and Microchemistry. *School Science Review*, 64, 377−379.

Kansanen, P. (2009). Subject-matter didactics as a central knowledge base for teachers, or should it be called pedagogical content knowledge? *Pedagogy, Culture & Society*, 17, 29-39.

Lawson, A. E.; Karplus, R. (2002). The learning cycle. In A Love of Discovery; Fuller, R. G., Ed.; Springer: Dordrecht, pp 51−76.

Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 5, 229−245.

Marks, R., Eilks, I. (2009). Promoting scientific literacy using a sociocritical and problem-oriented approach to chemistry teaching: Concept, examples, experiences. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4, 131−145.

Murphy, K., Holme, T., Zenisky, A., Caruthers, H., Knaus, K. (2012). Building the ACS exams anchoring concept content map for undergraduate *Chemistry Education Research and Practice*, 89, 715−720.

Roberts, D. A. (2007). *Scientific Literacy/Science Literacy. In Handbook of Research on Science Education*; Abell, S. K., Lederman, N. G., Eds.; Lawrence Erlbaum: Mahwah, pp 729−780.

Sjöström, J. (2019). Didactic Modelling for Socio-Ecojustice, *Journal for Activist Science and Technology Education*, 10, 46-56.

Sjöström, J. (2022). Didactic Modelling llustrated by sustainability teaching arrangements in preschool. *Educare*, 5, 249-280.

Sjöström, J. (2018). Science teacher identity and eco-transformation of science education: comparing Western modernism with Confucianism and reflexive Bildung. *Cultural Studies of Science Education*, 13, 147-161.

Sjostrom, J. (2013). Towards Bildung-oriented chemistry education. *Science & Education*, 22, 1873−1890.

Sjostrom, J., Eilks, I. (2018). *Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung*. In Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education; Dori, Y., Mevarech, Z., Baker, D., Eds.; Springer: Dordrecht, pp 65−88.

Sjostrom, J, Eilks, I, and Talanquer, V (2020). Didaktik Models in Chemistry Education, *Journal of Chemistry Education*, 97, 910−915.

Sjostrom, J., Frerichs, N., Zuin, V. G., Eilks, I. (2017). Use of the concept of Bildung in the international science education literature, its potential, and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 53, 165−192.

Stevens, S.; Delgado, C.; Krajcik, J. S. (2010). Developing a hypothetical multi-dimensional learning progression for the nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 687−715.

Talanquer, V. (2009). On cognitive constraints and learning progressions: The case of structure of matter. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 31, 2123−2136.

Wickman, P.-O. (2014). *Teaching–learning progressions: An international perspective.* In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 145-163), 2nd ed., New York: Routledge.

Wickman, P.-O., Hamza, K., & Lundegard, I. (2018). Didaktik och didaktiska modeller för undervisning i naturvetenskapliga ämnen [Didaktik and didaktik models in science education]. NorDiNa: *Nordic Studies in Science Education*, 14, 239–249.

Zierer, K.; Seel, N. M. (2012). General Didactics and Instructional Design: eyes like twins: a transatlantic dialogue about similarities and differences, about the past and the future of two sciences of learning and teaching. *Springer Plus*, 1 (1), 15

Review article

Research in Chemistry Education, Vol 4, No 3, Publication: Spring 1402

Research in Chemistry Education

Articles published in the fourth national conference of chemical education in Iran

http://chemedu.cfu.ac.ir

Didactic models in the service of chemistry education

Mahshid Golestaneh

Assistant Professor of Chemistry, Department of Basic Sciences, Farhangian University, Tehran, Iran

Abstract

Didactik models are used to illustrate the decisions and actions that chemistry educators make about Why, What, How, and When to teach a specific content or implement a specific educational activity. It is important for chemistry educators to recognize and reflect on the types of models that guide their work. Therefore, in this research, a number of didactik models that are mostly based on the chemistry triangle (What, Why, and How) and (Teacher, Learner, and Content) is introduced and their applications in chemistry education is analyzed. The models reviewed in this article include content models, relevance models, sequence models, practice models, curriculum models, analysis and reflection models. Examining these types of models directs our attention and actions when designing curricula, planning for teaching, or evaluating the learning process. These didactik models support the implementation of research-based instructional practices and are useful for the professional development of teachers.

Keywords: Didactik models, Chemistry education, Curriculum, Professional development.

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