



# آموزش استوکیومتری با الگوی متفاوت

## استفاده از الگوی تدریس ساخت‌گرایی

راضیه بنکدار سخنی  
معلم شیمی منطقه ۱۲-تهران

### چکیده

بنا به بررسی‌های گوناگون، راهبردهای تدریس سنتی اثر کمی در کمک به دانش‌آموزان برای تقویت درک کامل از مفاهیم انتزاعی شیمی همچون مفهوم استوکیومتری دارند. از سوی دیگر فعالیت‌ها و روش‌های تجربی یکی از ارکان اصلی آموزش علوم تجربی به شمار می‌رود که رشد دانش، مهارت و نگرش‌های علمی دانش‌آموزان را فراهم می‌کند. روش‌های فعال گوناگونی بر پایه فعالیت‌های تجربی و کاوشگرانه برای تدریس مفاهیم علوم وجود دارد. یکی از روش‌ها الگوی تدریس ساخت‌گرایی (۵E) است که از پویاترین و کارآمدترین الگوهای تدریس است و در بسیاری از کلاس‌های دنیا اجرا می‌شود. این روش فرصت کشف فعال و آزمایش را در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهد. این مقاله با به‌کارگیری الگوی تدریس ساخت‌گرایی به بررسی اثربخشی در یادگیری مفهوم استوکیومتری و کاربرد آن در زندگی پرداخته است.

**کلیدواژه‌ها:** آموزش استوکیومتری، الگوی تدریس ساخت‌گرایی (۵E)، فعالیت‌های تجربی و کاوشگرانه

### مقدمه

روش‌های سنتی تدریس در بهترین وضعیت و به‌کارگیری ابزار لازم، بیش از ۱۳ درصد حواس، آن هم تنها حس شنوایی یادگیرنده را درگیر نمی‌کند. در روش سخنرانی ما فقط یاد گرفته‌ایم درس بدهیم و دانش‌آموزان نیز آموخته‌اند که تنها حفظ کنند و بدون چون و چرا مطالب را از ما بپذیرند (کیوانفر؛ ۱۳۸۰). این در حالی است که سخن معروف بنیامین فرانکلین، دانشمند، مخترع و نویسنده قرن هجدهم به ما یادآوری می‌کند که اگر روش یاددهی به گونه‌ای باشد که شخص یادگیرنده را درگیر کند، یادگیری اثربخش و همیشگی خواهد بود. فرانکلین می‌گوید: اگر به من بگوئی، فراموش می‌کنم.

اگر آموزش دهی، به خاطر می‌آورم. اما اگر در آموزش درگیرم کنی، یاد می‌گیرم. از ارکان اصلی آموزش علوم تجربی فعالیت‌های عملی است که باعث رشد دانش، مهارت و نگرش‌های علمی دانش‌آموزان می‌شود. انجام فعالیت‌های عملی، افزون بر تثبیت یادگیری و افزایش میزان ماندگاری مفاهیم آموخته شده، سبب دست‌ورزی و کسب مهارت‌هایی می‌شود که می‌تواند در زندگی روزانه مورد استفاده قرار گیرد و زمینه‌های نوآوری و تفکر انتقادی را در دانش‌آموزان فراهم کند. [۱]

فعالیت‌های عملی افزون بر داشتن زمینه‌های توسعه فکری و مهارتی، موجب رشد مهارت‌های اجتماعی و شهروندی نیز می‌شوند. در بسیاری از مدارس، متداول است که دانش‌آموزان فعالیت‌های عملی را به صورت گروهی و در گروه‌های کوچک انجام می‌دهند. به این ترتیب، آن‌ها افزون بر کسب مهارت و تجربه در انجام فعالیت‌های گروهی، مهارت‌های همیاری، هم‌فهمی و احترام به دیدگاه مخالف را نیز یاد می‌گیرند. [۲]

دلایل زیادی که اهمیت انجام فعالیت‌ها در آموزش اثربخش علوم تجربی را یادآور می‌شوند عبارتند از:

- انجام فعالیت به دانش‌آموز کمک می‌کند تا با مهارت‌های مورد نیاز یک دانشمند آشنا شوند. مهارت‌هایی همچون برنامه‌ریزی، مشاهده دقیق، اندازه‌گیری، ثبت دقیق، نمایش شفاف و بدور از اغراق اطلاعات، ارائه درست نتایج و یافتن ارتباط منطقی بین متغیرها.
- انجام فعالیت عملی سبب می‌شود دانش‌آموزان حقایق و مفاهیم علمی را بهتر درک کنند.
- انجام فعالیت عملی سبب فعال شدن یادگیری شده و دانش‌آموزان را وادار می‌کند تا درباره هدف‌های فعالیت فکر کنند. در نتیجه به‌طور فعال، به مبادله اطلاعات و تجربه با معلم می‌پردازند.
- انجام فعالیت سبب واقعی‌تر جلوه دادن حقایق علمی می‌شود.
- انجام فعالیت، هیجان و علاقه بیشتری نسبت به علوم تجربی ایجاد می‌کند.

● انجام فعالیت سبب رشد مهارت‌های مورد نظر برنامه درسی و هدف‌های آموزشی مانند گسترش ارتباط‌های علمی، رشد سواد علمی، رشد مهارت‌های اجتماعی و توانایی استفاده از فناوری‌های اطلاعات می‌شود.

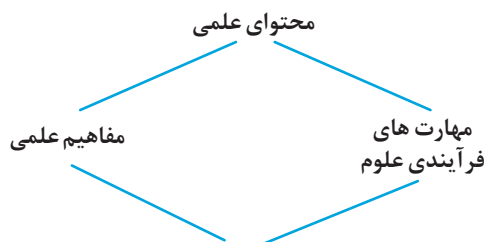
## الگوی تدریس E ۵

روش تدریس موفق به دور از الگوهای خاص، روشی است که فراگیر را علاقه‌مند و دلگرم به یادگیری کند. در کنار روش‌های سنتزی، روش‌های فعال تدریس بیش از پیش به دلیل نگرش تعاملی و اجتماعی، می‌توانند این وظیفه را به خوبی انجام دهند به شرط آنکه مدرسان و معلمان نیز آموزش دیده و علاقه‌مند به این نوع روش‌ها باشند.

یک معلم اثرگذار باید گنجینه‌ای از الگوها و روش‌های تدریس مختلف داشته باشد تا به هنگام ضرورت و برحسب نوع درس و شرایط تدریس، یک یا برخی از آن‌ها را به کار گیرد. [۴] یکی از کارآمدترین الگوهای تدریس، الگوی تدریس ساخت‌گرای است که دانش‌آموزان را با انجام یک فعالیت درگیر می‌کند. با تکرار چرخه یادگیری در این الگو، دانش‌آموزان مفاهیم علمی را به صورت لذت‌بخش و با هیجان زیاد، به گونه‌ای یاد می‌گیرند که در ذهن آن‌ها تثبیت می‌شوند.

الگوی تدریس ساخت‌گرا بر این باور است که دانش‌آموزان در جریان تلاش برای حل مسائل علمی، همواره فرصت ساماندهی و بازسازی ادراکات خود را دارند و می‌توانند برای رسیدن به دانش، چندین راه را برنامه‌ریزی کنند. [۵] کلاس‌هایی که از این الگو استفاده می‌کنند تقریباً فضایی شبیه کارگاه دارند.

این کلاس‌ها فرصت کشف فعال، کاوشگری و آزمایش را در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهند و موقعیت‌ها و قالب‌های گوناگون آموزشی مانند طرح و ارائه پروژه، خواندن، گزارش دادن و بحث و گفت‌وگو را فراهم می‌کنند و دانش‌آموزان را به استدلال کردن، پرسیدن، برقراری ارتباط و ... وادارند. [۷] درواقع الگوی ساخت‌گرای، الگویی براساس کاوشگری و چرخه یادگیری است. کارپلاس و دیرا در نشریه معلم علوم، چرخه یادگیری را در سال ۱۹۶۷ معرفی کردند، شکل ۱.

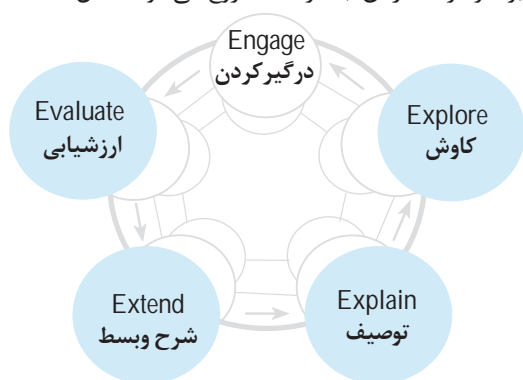


دانش‌آموزان به کمک مهارت‌های فرآیندی، درک درستی از مفاهیم علمی خواهند داشت

شکل ۱ چرخه یادگیری

مهارت‌های فرآیندی مشاهده، ارتباط و نوشتن مشاهده‌ها،

طبقه‌بندی، اندازه‌گیری مربوط اشیاء در فضا و زمان، پیش‌بینی، نتیجه‌گیری، متغیرهای کنترل و ... را شامل می‌شود. [۸] الگوی تدریس ساخت‌گرای در آغاز شامل سه مرحله کاوش، توصیف و ارزشیابی بود که به مرور زمان کامل تر و به ۵ مرحله گسترش پیدا کرد. از این‌رو، این الگو به E۵ معروف شده است، زیرا هر مرحله از آن، با حرف E شروع می‌شود، شکل ۲.



شکل ۲ نمایش پنج‌مرحله چرخه یادگیری E ۵

● **درگیر کردن** تحریک حس کنجکاوی و علاقه دانش‌آموزان از راه انجام یک فعالیت، طرح یک پرسش جالب، خواندن یک داستان نیمه‌تمام، نشان دادن یک عکس جالب و ... به‌طور کلی، انگیزه را می‌توان به‌عنوان نیروی محرک فعالیت‌های انسان و عامل جهت‌دهنده آن تعریف کرد. [۵] و [۶]

● **کاوش** در این مرحله که مرحله مطالعه پس از ایجاد انگیزه است، دانش‌آموزان در محدوده فعالیت مشخص شده، به تفکر آزاد می‌پردازند. این مرحله به دانش‌آموزان در ایجاد یک قالب و چارچوب فکری برای تشکیل مفاهیم جدید کمک می‌کند. وظایف گروه‌ها در این مرحله شامل مشاهده دقیق و ثبت مشاهدات، تفکر آزاد و بحث گروهی، پیش‌بینی، انجام آزمایش و پرورش مهارت‌های کاوشگری است.

● **توصیف** در این مرحله، دانش‌آموزان برای فعالیت‌هایی که انجام داده‌اند توضیح منطقی و مستدل ارائه می‌دهند و شرح و توصیف دقیق مشاهدات به صورت کتبی و شفاهی، بیان راه‌حل‌ها و پاسخ‌های احتمالی (پرورش مهارت‌های تفکر انتقادی و تجزیه و تحلیل) انجام می‌شود.

● **شرح و بسط (گسترش)** در این مرحله معلم می‌تواند پیرامون مفاهیم اصلی درس مطالبی ارائه کند تا دانش‌آموزان با استفاده از منابع گوناگون، اطلاعات خودشان را گسترش دهند. وظایف گروه‌ها در این مرحله شامل شرح، بسط و جمع‌آوری اطلاعات از منابع مختلف، تعمیم و گسترش یافته‌ها و ایجاد ارتباط بین ایده‌های مرتبط به هم است.



شکل ۵ نمایی از فعالیت دانش‌آموزان برای طراحی و ساخت دستگاه

سپس به محاسبه مقادیر واکنش دهنده‌ها پرداختند تا با روابط استوکیومتری نسبت‌های مناسب برای حرکت وسیله ساخته شده را به دست آورند. برای این منظور بارها و بارها محاسبات خود را تکرار کردند.

در هر مرحله روند محاسبه، اندازه‌گیری و تغییر در وسیله‌ای که ساخته شده بود، برای به دست آوردن شرایط بهینه تکرار می‌شد. پیاده کردن این الگو برای هر کلاس، حدود ۳ جلسه کارگاهی زمان برد. این دانش‌آموزان حتی خارج از ساعت کلاس به فعالیت ادامه می‌دادند. در جلسه پایانی، به کمک چک لیستی که در ادامه آمده است، کار دانش‌آموزان ارزیابی شد. هر گروه باید گزارش فعالیت خود را به‌طور مبسوط ارائه می‌داد.



شکل ۶ نمایی از انجام مهارت‌های فرایندی



شکل ۷ نمایی از اجرای آزمایش نهایی

● **ارزشیابی ارزشیابی** در طول هر مرحله از فعالیت توسط دانش‌آموز انجام می‌شود. اصلاح و بازسازی در هر مرحله، زمینه کامل کردن و ارتقاء فعالیت را فراهم می‌کند. این ۵ مرحله تا مرحله کامل شدن فعالیت داده شده تکرار می‌شود.

## روش اجرا

در این بررسی دو کلاس ۱۵ و ۲۲ نفری از دانش‌آموزان دختر رشته ریاضی و تجربی انتخاب شدند. انتخاب اعضای گروه براساس قوت و ضعف دانش‌آموزان و مهارت‌های آن‌ها بود. بنا به پنج مرحله الگوی ساخت گرایبی، روش اجرا شد و در آغاز، به منظور ایجاد انگیزه با استفاده از یک قرص جوشان و یک قوطی فیلم عکاسی، از یک واکنش شیمیایی نمایشی داده شد، شکل ۳.



شکل ۳ انجام یک واکنش در قوطی فیلم عکاسی

سپس طرح مسئله انجام گرفت به این ترتیب که از دانش‌آموزان خواسته شد یک واکنش شیمیایی ارائه دهند که مواد آن ارزان قیمت و بی‌خطر باشند و در اثر انجام آن، گاز تولید شود. آن‌ها باید وسیله مناسب برای انجام واکنش را نیز می‌ساختند؛ وسیله‌ای که بتوانند آن را حرکت دهند.

در این مرحله دانش‌آموزان با جست‌وجو در منابع گوناگون پیشنهادهایی دادند و با راهنمایی، توانستند واکنش‌های مناسب را انتخاب کنند. مرحله بعد ساخت وسیله بود که این مرحله هم نیاز به تلاش زیادی داشت. دانش‌آموزان دستگاه‌های گوناگونی ساختند و آن را امتحان کردند تا مشخص شود که این دستگاه‌ها برای انجام واکنش مناسب هستند یا نه.



شکل ۴ نمایی از فعالیت دانش‌آموزان برای پاسخ به پرسش طرح شده

نام اعضای گروه	طراحی ماشین					مشارکت هر فرد در انجام فعالیت					نظم و ترتیب رعایت نکات ایمنی					نحوه پاسخ‌گویی به پرسش‌ها					ارائه جدول داده‌های آزمایش و محاسبات استوکیومتری					بیشترین مسافت طی شده وسیله برحسب (سانتی‌متر)					نتیجه					جمع																	
	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵																							
مینا ظهوری	*																														۳۹	*					۵۴۰	*															
نقیسه لطفعلی																															۳۹		*				۲۸۰	*															
محدنه طالبی‌پور																															۳۷				*		۲۴۰	*															
زینب فیاض																															۳۵			*			۳۶۰	*															
فاطمه‌سادات اسیری مقدم																															۳۲		*				۴۲۰	*															
مریم معظمی																															۲۸				*		۱۸۰	*															
مهدیه شیخ‌الاسلام																															۲۷		*				۴۸۰	*															
زهرا سادات شفیعی																															۳۴		*				۴۲۰	*															
زینب تقوایی																																																					
ریحانه کارگر																																																					
فاطمه نصیری خوانساری																																																					
زهرا حاجی اخوندیان																																																					
فاطمه‌سادات هاشمی																																																					
ملیکا خواجهی																																																					
فلزاده‌سادات موسویان																																																					
فاطمه‌سادات تقی‌بی																																																					

## نتایج و بحث

مشاهده‌ها در این بررسی نشان می‌دهد که این الگوی تدریس موجب فعال شدن دانش‌آموزان و مشارکت کامل آنان در امر آموزش و فرایند یادگیری می‌شود به طوری که در مقایسه با شیوه سنتی رایج برای آموزش مفهوم استوکیومتری - که در آن مفاهیم و محاسبات بدون هیچ ارتباط و پیوند با کاربرد صورت می‌گیرد و باعث می‌شود پس از مدتی این مفاهیم فراموش شود - اثربخشی الگوی ساخت‌گرایی به خوبی مشهود است. برخی از دلایل این اثربخشی را می‌توان چنین برشمرد:

- تمام مهارت‌های فرایندی همچون اندازه‌گیری، محاسبه، تهیه گزارش، ثبت و نتیجه‌گیری توسط دانش‌آموزان بارها و بارها تکرار و انجام می‌شود.
- تلاش و تفکر بسیار به منظور یافتن راه‌حل مناسب برای رسیدن به هدف
- هیجان در کلاس و علاقه‌مندی برای انجام فعالیت
- میل به نوآوری از سوی دانش‌آموزان که سبب رشد سواد علمی می‌شود.
- درک معنادار مفاهیم شیمی که انتزاعی هستند، به دلیل تجربه این مفاهیم در یک فعالیت عملی به خوبی صورت می‌گیرد.
- رشد مهارت‌های اجتماعی مشارکت و هم‌فکری گروه‌ها که موجب تعامل آن‌ها با یکدیگر برای ارائه بهتر فعالیت می‌شود.
- آشنا شدن با روش علمی و عمل کردن برای کشف یک پدیده همانند یک دانشمند.

## نتیجه‌گیری

با اینکه اجرای این روش به زمان زیادی نیاز دارد اما تکرار برای یادگیری مفهوم، باعث تثبیت یادگیری، بروز نوآوری، رشد مهارت‌های فردی و سواد علمی می‌شود و در عین حال، تلاش دانش‌آموزان در فرایند یادگیری، افزایش انگیزه، شور و اشتیاق برای یادگیری را در پی دارد.

### \* پی نوشت

1. Karplus & Their

### \* منابع

۱. اصفا، آرزو، بررسی اثربخشی فعالیت‌های آزمایشگاهی در آموزش علوم تجربی دوره متوسطه از منظر الگوهای یادگیری، تابستان ۱۳۸۸.
۲. پاکدل، لطیف مقایسه اثربخشی روش تدریس فعال و سنتی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس کارآفرینی مقطع متوسطه، اردیبهشت ۱۳۹۳.
3. Bybee, R. (2000). Teaching science as inquiry. In J. Minsterl, & E. H. Van Zee (eds.). Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science, pp. 20-46 Washington DC: American Association for the Advancement of Science (AAAS).
۴. آرتور رایت گومز، آموزش تخصصی معلمان، ترجمه جواهر فروش‌زاده، رشد، ۱۳۷۰.
۵. حریرفروش زهرا، صادقی مهرناز، الگوی تدریس ساخت‌گرایی (5E)، مجموعه کتاب‌های آموزش فعال علوم، انتشارات آموزش علوم ۱۳۸۵.
6. Inquiry, the Learning Cycle, & the 5E Instructional Model From the Guidelines for Lesson Planning from the Electronic Journal of Science Educatio: The National Science Education Standards (NSES, 1996).
7. ELVAN AKAR (JUN. 2005)., EFFECTIVENESS OF 5E LEARNING CYCLE MODEL ON STUDENTS' UNDERSTANDING OF ACID-BASE CONCEPTS, A THESIS SUBMITTED TO THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES OF MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY.
8. exs.exploratorium.edu/wp-content/uploads/2012/06/Process-Skills-Defined.pdf