

هیأت داوران نشریه این دوره

دکتر اروج زاده، مریم (پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران)
دکتر اسفندیاری، کوروش (دانشگاه فردوسی مشهد)
دکتر اسفندیاری، مرتضی (دانشگاه چنورد)
دکتر افصیحی، محمد مهدی (دانشگاه شهید باهنر کرمان)
دکتر اقبالی، حدیث (دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان)
دکتر بابالو، علی اکبر (دانشگاه صنعتی تبریز)
دکتر باقرزاده، سید بهنام (مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی
بوئین زهرا)
دکتر باکری، غلامرضا (دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل)
دکتر بختیاری، امید (دانشگاه رازی کرمانشاه)

دکتر جعفر بیگی، احسان (دانشگاه ایلام)
دکتر خانی، محمد حسن (سازمان انرژی اتمی)
دکتر خضر آقا، همایون (دانشگاه صنعتی تبریز)
دکتر خلیلی پور لنگرودی، میر محمد (دانشگاه سیستان و
بلوچستان)
دکتر دادوند کوهی، احمد (دانشگاه گیلان)
دکتر رجائی شوشتری، سید حیدر (دانشگاه فردوسی مشهد)
دکتر رئوف، فرشته (دانشگاه گیلان)
دکتر زرگرزاده، لیلا (دانشگاه صنعتی امیرکبیر)
دکتر سالم، شیوا (دانشگاه صنعتی ارومیه)
دکتر شریفی، حکیمه (دانشگاه یاسوج)
دکتر طاهونی، نسیم (دانشگاه تهران)

دکتر عبدلی، سید مجید (دانشگاه صنعتی تبریز)
دکتر علمداری، امین (دانشگاه ارومیه)
دکتر فرهادیان، مهرداد (دانشگاه اصفهان)
دکتر قائمی، احد (دانشگاه علم و صنعت ایران)
دکتر قره قاشی، عباس (دانشگاه ولایت)
دکتر کامران پیرزمان، آرش (دانشگاه علم و فناوری مازندران)
دکتر محمدی، تورج (دانشگاه علم و صنعت ایران)
دکتر موقرنژاد، کامیار (دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل)
دکتر نوروزبهری، سمیه (دانشگاه خوارزمی)
دکتر نوروزبیگی، رضا (دانشگاه علم و صنعت ایران)
دکتر واعظی، محمدجواد (دانشگاه صنعتی تبریز)



بهبود آموزش ترمودینامیک؛ ضرورتی برای ارتقای کیفیت آموزش مهندسی شیمی

ابوالفضل محمدی

دانشیار مهندسی شیمی، دانشگاه بجنورد

مفاهیمی را فراهم می‌کند که در ادبیات آموزش علوم از آن‌ها با عنوان «مفاهیم جایگزین» یاد می‌شود. نکته قابل تأمل آن است که این برداشت‌ها حتی پس از آموزش رسمی نیز در بسیاری از موارد اصلاح نمی‌شوند و در مراحل بعدی آموزش و حتی فعالیت حرفه‌ای نیز باقی می‌مانند.

از سوی دیگر، یادگیری ترمودینامیک مستلزم تلفیق هم‌زمان چند نوع توانایی است؛ دانشجو باید علاوه بر تسلط بر مفاهیم فیزیکی، از مهارت‌های مناسب ریاضی، توانایی تحلیل نمودارها، استدلال منطقی و ارتباط میان مدل‌های ماکروسکوپی و میکروسکوپی نیز برخوردار باشد. تجربه نشان داده‌است که ضعف در هر یک از این زمینه‌ها می‌تواند یادگیری این درس را با مشکل مواجه کند. در بسیاری از موارد، دانشجویان قادر به انجام محاسبات ریاضی هستند، اما در تفسیر فیزیکی روابط و نتایج با دشواری روبه‌رو می‌شوند؛ موضوعی که نشان می‌دهد موفقیت در ترمودینامیک تنها با افزایش تعداد تمرین‌های محاسباتی حاصل نمی‌شود.

در سال‌های اخیر، پژوهشگران آموزش مهندسی و آموزش شیمی رویکردهای متنوعی برای بهبود آموزش ترمودینامیک

ترمودینامیک از بنیادی‌ترین و تأثیرگذارترین دروس در مهندسی شیمی است. تقریباً هیچ حوزه‌ای از مهندسی شیمی، از طراحی فرایندها و تجهیزات گرفته تا شبیه‌سازی، بهینه‌سازی، انرژی، محیط زیست و فناوری‌های نوین، بدون اتکاء به مفاهیم ترمودینامیک قابل درک و تحلیل نیست. با وجود این جایگاه محوری، تجربه چند دهه آموزش دانشگاهی و نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در کشورهای مختلف نشان می‌دهد که ترمودینامیک همچنان یکی از دشوارترین و چالش‌برانگیزترین دروس دوره کارشناسی است و بسیاری از دانشجویان حتی پس از گذراندن این درس، درک عمیقی از مفاهیم بنیادی آن کسب نمی‌کنند.

دشواری یادگیری ترمودینامیک تنها به پیچیدگی روابط ریاضی یا حجم مطالب محدود نمی‌شود. بخش قابل توجهی از این دشواری ناشی از ماهیت انتزاعی مفاهیمی مانند گرما، کار، آنتروپی، فوگاسیته، انرژی گیبس، هلمولتز، ضریب اکتیویته، تعادل چندجزئی، تعادل واکنشی، انرژی درونی و پتانسیل‌های ترمودینامیکی است. دانشجویان معمولاً این مفاهیم را بر اساس تجربه‌های روزمره خود تفسیر می‌کنند و همین برداشت‌های اولیه، زمینه شکل‌گیری

پیشنهاد کرده‌اند. یادگیری فعال، آموزش مبتنی بر حل مسأله، استفاده هدفمند از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی، یادگیری ترکیبی، به‌کارگیری آزمون‌های تشخیصی برای شناسایی برداشت‌های نادرست و طراحی ارزیابی‌های تکوینی از جمله راه‌کارهایی هستند که در بسیاری از مطالعات، اثربخشی آن‌ها در ارتقای یادگیری مفهومی دانشجویان گزارش شده‌است. وجه مشترک همه این رویکردها آن است که نقش دانشجو را از یک شنونده منفعل به یادگیرنده‌ای فعال، پُرسنده و تحلیل‌گر ارتقاء می‌دهند.

در کنار اصلاح روش‌های تدریس، توجه به عوامل انگیزشی نیز اهمیت ویژه‌ای دارد. اعتماد به نفس دانشجویان در حل مسأله، نگرش آنان نسبت به درس، کیفیت ارتباط استاد و دانشجو و فراهم کردن محیطی که در آن پرسیدن سؤال و بیان ابهام‌ها تشویق شود، از عوامل مهم موفقیت در یادگیری ترمودینامیک به‌شمار می‌آید. همچنین، هماهنگی بیشتر میان دروس پیش‌نیاز، به‌ویژه ریاضیات و فیزیک، با نیازهای واقعی درس ترمودینامیک می‌تواند بخشی از مشکلات آموزشی را کاهش دهد.

باتوجه به تحولات سریع مهندسی شیمی در حوزه‌هایی مانند انرژی‌های نو، هیدروژن، جذب و ذخیره‌سازی کربن، فرایندهای پایدار،

هوش مصنوعی و شبیه‌سازی پیشرفته، انتظار می‌رود که نقش ترمودینامیک در برنامه‌های آموزشی آینده پررنگ‌تر از گذشته باشد. از این‌رو، بازنگری در شیوه آموزش این درس دیگر یک انتخاب نیست، بلکه ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای ارتقای کیفیت آموزش مهندسی شیمی است.

امروزه رسالت استاد ترمودینامیک تنها انتقال روابط و معادلات نیست؛ بلکه هدایت دانشجو به‌سوی درک مفهومی، پرورش توانایی تحلیل و ایجاد پیوند میان مبانی نظری و مسائل واقعی مهندسی است. تحقق این هدف مستلزم بهره‌گیری از یافته‌های پژوهش‌های آموزش مهندسی، بازنگری در شیوه‌های تدریس و استفاده از روش‌هایی است که یادگیری عمیق را جایگزین حفظ کردن فرمول‌ها کند. هر اندازه آموزش ترمودینامیک به فهم مفاهیم، استدلال علمی و کاربردهای واقعی نزدیک‌تر شود، می‌توان انتظار داشت که دانش‌آموختگان مهندسی شیمی آمادگی بیشتری برای حل مسائل پیچیده صنعت و پژوهش داشته باشند. شاید اکنون زمان آن رسیده باشد که آموزش ترمودینامیک نیز، همگام با تحولات گسترده مهندسی شیمی، وارد مرحله‌ای تازه از نوآوری و تحول شود.