

## تکنولوژی اطلاعات و کاربرد آن در مهندسی شیمی

رحمت ستوده قره باغ

دانشکده فنی، دانشگاه تهران

**چکیده:** در این مقاله ضرورت توجه به آموزش‌های تکنولوژی اطلاعات و نقش این آموزش‌ها در توسعه مهندسی شیمی در دانشگاه و صنعت مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. این زمینه جدید که سابقه آن در آموزش و تحقیقات این رشته به کمتر از یک دهه بر می‌گردد، به‌طور جدی آموزش آن در دنیا مورد توجه است و در انتقال جامعه مهندسی شیمی از عصر صنعتی به عصر اطلاعات نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. در این مقاله ضرورت و نحوه توجه به این زمینه و اهمیت آموزش‌های مرتبط با تکنولوژی اطلاعات مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت، پیشنهادی برای مهندسی شیمی ارائه شده است.

**واژه‌های کلیدی:** مهندسی شیمی، تکنولوژی اطلاعات، عصر اطلاعات، عصر صنعتی، آموزش مهندسی، تحصیلات تکمیلی، تحقیقات.

## ۱. مقدمه

جامعه امروزی در حال تغییر از عصر صنعتی به عصر اطلاعات است که این انتقال، اثر عمیق و چشمگیری بر صنعت و دانشگاه می‌گذارد. مطابق تعریف، تکنولوژی اطلاعات شامل مطالعه، طراحی، توسعه، ایجاد، پشتیبانی و مدیریت اطلاعات تولید شده و قابل انتقال توسط کامپیوتر و سیستم‌های اطلاع‌رسانی است. این تکنولوژی در مدت زمان بسیار کوتاه با کمترین نگرانی و با آموزش‌های رسمی وارد زندگی انسان‌ها شد [۱]. در حال حاضر، دانشگاه‌ها به صورت شبکه‌های به هم پیوسته زمینه ارتباط اعضای هیئت علمی، کارشناسان و دانشجویان را از طریق شبکه جهانی اینترنت در هر زمان و مکانی فراهم کرده است. استادان و مربیان با استفاده از تکنولوژی اطلاعات، کیفیت آموزش‌های علمی و عملی دانشگاهی را ارتقا می‌بخشند. با این تکنولوژی در فعالیتهای آموزشی این امکان به وجود می‌آید که فرایند آموزش که در واقع تعامل بین استاد و دانشجو شکل جدیدی به خود بگیرد و مؤثرتر واقع شود. تنها عامل محدودکننده در تعامل الکترونیکی بین معلم و متعلم، پهنای باند انتقال اطلاعات است [۲].

تحقیقات در مهندسی شیمی نیز به طرق مختلف تحت تأثیر تکنولوژی اطلاعات قرار گرفته است. کاربرد روزافزون محاسبات کامپیوتری پیشرفته برای جایگزینی آزمایش‌های تجربی [۳]، دسترسی به کتابخانه‌های دیجیتال و کاربرد سیستم‌های هوشمند جستجوگر اطلاعات از منابع مختلف، تشکیل اینترنت‌ها و اکسترانت‌ها برای ایجاد ارتباط بین استادان از جمله مواردی است که حضور تکنولوژی اطلاعات در آن بسیار مشهود است. امروزه، پژوهشگران در دانشگاه‌های مختلف می‌توانند ایده‌های مختلف پژوهشی و همچنین داده‌های تجربی را از طریق اینترنت در فواصل زمانی بسیار کوتاه در اختیار یکدیگر قرار دهند؛ یعنی در واقع همکاری مجازی بین افراد در دانشگاه‌های مختلف به شکل حقیقی نمود پیدا می‌کند. به‌علاوه مدرسان قادر خواهند بود برای اشتراک مساعی در تدوین برنامه دروس و نوشتن کتاب‌های جدید و مشترک از طریق ارتباطات الکترونیکی عمل کنند و دانشجویان نیز برای انتخاب مجازی دروس از دانشکده‌های مختلف مهندسی شیمی اقدام کنند. حضور تکنولوژی اطلاعات در عرصه آموزش مهندسی نه تنها منجر به اصلاح روش‌ها و فرایندهای آموزشی خواهد شد، بلکه تحول اساسی و همه‌جانبه در تمام سطوح و لایه‌های آموزشی و پژوهشی جامعه ایجاد خواهد کرد [۴]. در این رهگذر، علاوه بر تحول آموزش عالی،

آموزش‌های مختلف دیگر نیز در سطح جامعه متحول و در واقع سیستم آموزش از شکل استاد محوری به شکل دانشجو محوری تبدیل خواهد شد. همچنین، می‌توان تغییرات اجتماعی متأثر از انقلاب دیجیتال در عصر اطلاعات را با تأثیر اختراع صنعت چاپ در عصر انقلاب صنعتی مقایسه کرد، با این تفاوت که مشخصات عصر صنعتی و اطلاعات به ترتیب از اتم به بیت به عنوان کوچکترین سازنده‌های این عصرها تغییر کرده است. بعد از اختراع ترانزیستور و مدارهای مجتمع، متخصصان توانسته‌اند به روش‌های متفاوت و به صورت همزمان کارهای مختلف خود را به انجام برسانند.

در صنعت ساخت تجهیزات و انواع ماشین‌آلات، و به دنبال آن تغییرات ساختاری در تکنولوژی اطلاعات، محیط‌های کاری و بازرگانی به شدت تحت تأثیر قرار گرفته است. در جهان به ظاهر بزرگ امروزی، تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات مخابراتی حجم گردش اطلاعات را گسترش داده و امکان همکاری‌های راه دور را تسهیل کرده است. به عنوان مثال، زمان صرف شده برای اختراع، نفوذ و همه گیر شدن تکنولوژی و صنعتی شدن نمونه‌هایی از اختراعات بشری به صورت زیر گزارش شده است: تلفن ۵۰ سال، کامپیوترهای شخصی ۱۵ سال و شبکه جهانی اینترنت ۳ سال [۲]. شایان ذکر است که دو مورد اخیر برای رفع نیازهای بشری اختراع نشده، بلکه این اختراعات حاصل تحقیقات و کنجکاوی انسان است. امروزه با روند انتقال سریع اطلاعات در شاهره اطلاع‌رسانی، سیستم‌های آموزشی جهانی در حال شکل‌گیری است و در آینده‌ای نه چندان دور امکان حضور میلیون‌ها نفر دانشجو از سرتاسر جهان در کلاس‌های مجازی به راحتی فراهم و نحوه آموزش در بسیاری از زمینه‌ها از حالت امروزی خود قطعاً خارج خواهد شد و لذا دانشگاه‌ها و دانشگاهیان باید آمادگی و مهارت‌های لازم را برای حضور در این عرصه‌ها داشته باشند تا آموزش‌های عالی کماکان در کنترل دانشگاه‌ها باشد و آموزش منحصراً با دیدگاهی تجاری و کاسب‌کارانه جلوه نکند.

## ۲. آموزش مهندسی و تغییرات ساختاری ناشی از تکنولوژی اطلاعات

در عصر تکنولوژی اطلاعات، دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی به ناچار با تغییرات بسیار جدی و اساسی در ساختار خود مواجه خواهند شد؛ به عبارت دیگر، مدیران نمی‌توانند از تغییرات و اصلاحات الزامی ناشی از آن چشم‌پوشی کنند. به علت نیازهای متغیر و دینامیک

بازار شغلی و حرفه‌ای در آینده و ارتقای سطح خدمات علمی و تخصصی و تحول آن در جامعه، باید آموزش‌های مهندسی و تحصیلات تکمیلی نیز در همان راستا متحول شود. لذا مشابه همان ساختاری که در بخش خصوصی برای ارائه خدمات به مشتریان دنبال می‌شود، مراکز علمی نیز باید تمام هم و غم خود را در جهت رفع نیازهای متقاضیان معطوف دارند. در حال حاضر، نه تنها زمان نگرستن به تکنولوژی به عنوان ابزاری برای راهنمایی دانشجویان، انجام دادن محاسبات علمی و راهبری مؤثر مؤسسات علمی و پژوهشی سپری شده است، بلکه تکنولوژی اطلاعات باید به عنوان سمبل فناوری‌های نوین و شاه کلید پیشرفت در آموزش مهندسی و تحقیقات بنیادی در دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی تلقی شود. تقریباً تمام تغییرات قابل توجه در محیط‌های آموزشی به نوعی به کاربردهای تکنولوژی اطلاعات مرتبط است که از جمله آنها می‌توان به توزیع اطلاعات آموزشی خارج از کلاس درس، دستیابی به اطلاعات جدید غیرمکتوب تا ایجاد کارگاه‌های آموزشی و شبیه‌سازی فرایند برای انتقال هرچه بیشتر و مؤثرتر اطلاعات به دانشجویان اشاره کرد.

به‌علاوه، الگوهای جدید توسعه در اقتصاد و دولت‌ها در دهه آینده، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی را مجبور خواهد کرد تا به تغییر اساسی در ساختارهای خود بپردازند و چنین تغییر ساختار در شرکت‌ها، مدیریت‌های استانی و دولتی در بسیاری از کشورهای پیشرفته از مدت‌ها پیش شروع شده است. در دهه اخیر، در غالب کشورهای اعتبارات مالی برای دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی نه تنها افزایش نیافته، بلکه علی‌رغم افزایش چندین برابر هزینه‌ها به تدریج کاهش نیز یافته است. با توجه به تقاضای صریح سازمان‌ها، دولت، بنگاه‌های تجاری، والدین و دانشجویان از سیستم‌های آموزشی دانشگاه‌ها که خواهان ارتقای کیفیت خدمات و کاهش هزینه‌ها هستند و نیز با عدم برخورداری از منابع مالی مورد نیاز، قابلیت دانشگاه‌ها در تأمین چنین خواسته‌هایی که منجر به اشتغال پایدار برای فارغ‌التحصیلان می‌شود، به شدت زیر سؤال رفته است. با این که این معضل در سیستم‌های آموزشی غیرانتفاعی و غیردولتی با پرداخت بخش زیادی از هزینه‌ها از طرف دانشجویان و والدین آنها و در عوض افزایش توقع آنها در تضمین کیفیت در مقاطع مختلف به مقدار ناچیزی مرتفع شده است، لذا برای رفع این نگرانی‌ها در دهه آینده، بسیاری از مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها باید شرایطی را به وجود آورند که دروس دانشگاهی، سرفصل‌های دوره‌های آموزشی، کارگاه‌ها و مدارج تحصیلی

به راحتی در دسترس باشند و از طریق تکنولوژی اطلاعات سهل الوصول در اختیار همگان قرار گیرد. برای ایجاد رقابت بین دانشجویان از یک سو و اعضای هیئت علمی از سوی دیگر و همچنین، تأمین منابع مالی در این محیط دایم‌التغییر لازم است دیدی وسیع از آموزش و تغییر ساختار سازمان‌ها، استراتژی و سیاست‌های مشخص برای رسیدن به سرمنزل مقصود به وجود آید.

جدول ۱ نحوه تغییر آموزش مهندسی را در عصر صنعتی (دیروز) و عصر اطلاعات (امروز) نشان می‌دهد.

جدول ۱ نحوه تغییر آموزش مهندسی بر مبنای تکنولوژی اطلاعات

امروز	دیروز
ارائه واحد آموزشی بر مبنای نیاز دانشجو	انتخاب واحد آموزشی به صورت رقابتی
تقویم پویا و عملیات آموزشی متغیر سالیانه	تقویم دانشگاهی
دانشگاه به عنوان یک ایده	دانشگاه به عنوان یک شهر
آموزش در تمام طول زندگی	فارع‌التحصیلی به عنوان سند پایان آموزش
دانشگاه به عنوان یک همکار جامعه	دانشگاه مستقل و آرمانگرا
سن دانشجویان از آمادگی تا کهنولت (تحقق حدیث نبوی: ز گهواره تا گور دانش بجوی)	سن غالب دانشجویان در محدوده ۳۰-۱۸ سال
دسترسی بدون مالکیت به پایگاه‌های الکترونیکی، مقالات تمام متن و منابع مجازی	خرید کتاب و نشریه و مواد دیداری - شنیداری
ارائه خدمات مرجع از راه دور (از طریق سایت یا شبکه اینترنت)	ارائه خدمات مرجع در داخل کتابخانه
حرکت به سوی کتابخانه‌های مجازی	ارائه خدمات سنتی اطلاع‌رسانی
رقابت فردی	رقابت به وسیله دانشگاه‌های دیگر
دانشجو طالب کیفیت بهتر و بهینه	دانشجو به عنوان یک عضو موظف
آموزش در هر جا	آموزش در کلاس‌های درسی
سیستم آموزشی یکپارچه	سیستم آموزشی ناهمگون

ادامه جدول ۱

دیوار و آجر به عنوان مرزهای دانشگاه	اسم کاربر و رمز عبور به عنوان مرزهای دانشگاه
آموزش‌های کلاسیک	آموزش‌های غیرکلاسیک بین‌رشته‌ای
سازمان محوری	بازار محوری
تأمین انحصاری هزینه‌های مالی توسط دولت‌ها	تأمین عمده هزینه‌های مالی توسط بازار و صنعت
تکنولوژی به عنوان یک هزینه سربار	تکنولوژی به عنوان یک برتری
پذیرش دانشجو با ظرفیت محدود	پذیرش دانشجو با ظرفیت نسبتاً نامحدود

بازار اشتغال نیز امروزه با سرعت زیاد در حال تغییر و نیازهای جدید متناسب با آن در حال شکل‌گیری است. لذا در این بازار افرادی موفق خواهند بود که از نظر فناوری در آموزش‌های درازمدت بتوانند قابلیت‌های متعددی را از خود بروز دهند. با رشد سریع امکانات سخت‌افزاری و مخابراتی، نیازهای تازه‌ای در نسل جدید دانشجویی در حال شکل‌گیری است. پیش‌بینی بر این است که در قرن بیست و یکم، دانشجویان بسیار متفاوت از دانشجویان قبلی خواهند بود؛ دانشجوی آینده سعی خواهد کرد به‌جای مطالعه اطلاعات و ذخیره آنها در حافظه، بیشتر به تجربه کردن آن اطلاعات پردازد و در واقع، سعی خواهد کرد که به مشخصات انسان عصر تکنولوژی اطلاعات عینیت ببخشد. مشخص اصلی انسان عصر اطلاعات این است که بتواند زمان نیاز به اطلاعات را تشخیص دهد، آنها را مکان‌یابی و ارزیابی کند و نیز بتواند در موقع لزوم از این اطلاعات به‌طور مؤثر استفاده نماید. در واقع، مغز افراد در عصر اطلاعات به شکل متفاوتی اطلاعات را منتقل خواهد کرد و با گسترش کامپیوترهای شخصی، فیبرهای نوری و شبکه‌های دیجیتالی، میزان معتناهایی از اطلاعات به دانشجویان منتقل خواهد شد و در واقع، پردازش این مجموعه اطلاعات، آموزش مهندسی را دگرگون خواهد کرد.

همکاری، همفکری و تعامل بین دانشجویان و اعضای هیئت علمی با استفاده از ابزارهای تکنولوژی اطلاعات بسیار سهل‌الوصول و نتیجه آن تشکیل گروه‌های کاری، اشتراک اطلاعات علمی، فعالیت‌های مشترک در پروژه‌ها و انجام دادن آن صرف‌نظر از فواصل جغرافیایی و مرزهای سازمانی است. این نوع همکاری می‌تواند شامل موارد پست

الکترونیکی، کنفرانس ویدئویی، اشتراک اطلاعات، همکاری پویا، بحث‌ها و فعالیت‌های مشترک مجازی و... باشد. ابزارها و نرم‌افزارهای جدید در حال توسعه توسط شرکت‌های کامپیوتری این امکان را برای فعالیت‌های گروهی مشترک و پویا عملی خواهد کرد. هرچند هدف اولیه این ابزارها برای کاربرد در صنعت است، ولی می‌توان از آنها در دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی به منظور مدیریت دروس آموزشی در کلاس‌ها، آموزش از راه دور و مدیریت پروژه‌ها استفاده کرد. تغییرات زیاد تکنولوژیکی متأثر از تکنولوژی اطلاعات به شرح زیر قابل دسترسی خواهد شد:

- گسترش و توسعه سیستم‌های جدید ارتباطاتی؛
  - گسترش شبکه‌های محلی با کاربرد در مدیریت داخلی منازل و تجهیزات آن؛
  - امکان خرید عمومی از طریق اینترنت تا ۷۰٪؛
  - استفاده از تجارت الکترونیکی تا ۴۰٪؛
  - گسترش سیستم‌های مجتمع شامل شبکه‌های اطلاعاتی و صوتی شامل تلفن و... .
- گسترش روزافزون و بی‌سابقه سایت آمازون<sup>۱</sup> برای تأمین منابع کتابخانه‌ای یکی از علایمی است که تغییرات ذائقه مشتریان را نشان می‌دهد. این روند در خودرو، دارو، صنعت بیمه، لباس، مسافرت و صنایع الکترونیک نیز قابل توجه است. البته، هنوز بسیاری از مردم کماکان علاقه دارند برای خرید مایحتاج زندگی خود به فروشگاه‌ها و مراکز خرید مراجعه کنند.

۳. تأثیر تکنولوژی اطلاعات بر تعلیم و تعلم  
در واقع، با گسترش ارتباطات الکترونیکی، ارتباط بین انسان با انسان در آموزش و فناوری به ارتباط متقابل انسان و اطلاعات تبدیل می‌شود که این امر می‌تواند منجر به بحران‌های بزرگ روحی - روانی و بالطبع اجتماعی در جوامع مختلف گردد و این خود از نقاط ضعف بزرگ این تکنولوژی محسوب می‌شود. لذا آموزش مهندسی نیز از این تغییرات مصون نیست و از طرفی دیگر، محیط‌های آموزشی مبتنی بر این تکنولوژی به عنوان یک عامل فعال، تعامل

دانشجو و اطلاعات را افزایش می‌دهد و این امر منجر به بسط افق اطلاعاتی دانشجو می‌شود. امروزه، استفاده از سیستم‌های چندرسانه‌ای<sup>۱</sup> با سرعت در حال افزایش است. یک سیستم چندرسانه‌ای در واقع کاربرد کامپیوتر برای ارائه اطلاعات در قالب متن، تصویر، صدا و فیلم‌های ویدئویی است که امکان ایجاد اطلاعات جدید، ارتباط مؤثر بین دانشجو و اطلاعات را فراهم می‌سازد. آموزش این سیستم‌ها برای دانشجویان و فارغ‌التحصیلان به عنوان یک مهارت مؤثر تلقی می‌شود. دانشجویان مهندسی شیمی می‌توانند از طریق تکنولوژی چندرسانه‌ای و با استفاده از شبیه‌سازها به بررسی و افزایش تجربه و درک سیستم‌های فیزیکی در قالب‌های ریاضی و نرم‌افزاری بپردازند و به راحتی بتوانند آنها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند.

در آموزش‌های سنتی و کلاسیک، یک معلم به اجبار باید تابع قواعدی باشد که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تنظیم مطالب درسی در قالب جلسات درسی مشخص؛
- ارتباط معلم فقط با گروهی از دانشجویان؛
- ارائه تکالیف درسی و ارزیابی دانشجو با بررسی وضعیت کارکرد وی؛
- انجام دادن کارهای عملی در آزمایشگاه و کارگاه‌ها.

تعامل مؤثر مدرسان با دانشجویان به صورت فردی یا گروهی موجب انتقال اطلاعات و به تبع آن تولید دانش بشری می‌شود که این می‌تواند با آموزه‌های اخلاقی و انسانی بشری تلفیق و به شکل حکمت جلوه‌گر شود. در واقع، می‌توان گفت که تکنولوژی اطلاعات به عنوان یک کاتالیزور با افزایش سطح تماس بین اطلاعات و مغز افراد امکان تبدیل اطلاعات به دانش و حکمت را سرعت می‌بخشد.

در آموزش‌های سنتی تنها عوامل فعال در آموزش، معلم و دانشجو هستند. معلم به عنوان یک فرد در یک فرایند آموزشی می‌تواند مواردی را که در بالا به آن اشاره شد، مدنظر قرار دهد و از این طریق افراد را آموزش دهد. در این روش‌ها از اطلاعات چاپی استفاده می‌شود و با توجه به شکل یکنواخت ارائه اطلاعات، تعامل اطلاعاتی چندان مؤثر و مفید واقع



نمی‌شود. البته، به هیچ عنوان نمی‌توان از تأثیر کلام در مخاطب غافل بود که این از نقاط قوت و برجسته این شیوه‌های آموزشی است. در آموزش‌های جدید بر مبنای تکنولوژی اطلاعات نه تنها اطلاعات به شکل‌های متفاوتی ارائه می‌شود، بلکه میزان درک متعلم با روش‌های مختلفی قابل ارزیابی است. سیستم‌های هوشمند و شبیه‌سازها می‌توانند در تعامل با دانشجویان در سطح مناسب، بهره‌هوشی افراد را اندازه بگیرند. این تکنولوژی می‌تواند ضمن ارائه اطلاعات، ساختار آن را نیز با تمام قابلیت‌های آموزش سنتی مستقیم در قالب‌های تکنولوژی چندرسانه‌ای ارائه کند.

به علاوه، تکنولوژی اطلاعات می‌تواند مدل جدیدی از آموزش را ارائه کند که در آن آموزش‌های ترکیبی نظری- عملی جایگزین آموزش‌های نظری محض در روش‌های سنتی شود. در مدل جدید، مواد آموزشی به‌طور کامل به وسیله کامپیوتر ارائه و توضیح داده می‌شود و آموزش استاد و معلم به عنوان مکمل آن آموزش‌ها تلقی می‌گردد. در پایان هر کلاس آموزشی، مثال‌هایی قابل ارائه خواهد بود که در آن مفاهیم انتقال یافته به دانشجو در قالب مثال‌های عملی مجدداً تکرار شود. برای مثال، در آموزش درس عملیات واحد به دانشجویان مهندسی شیمی با عنوان اثر متغیرهای عملیاتی بر عملکرد یک برج تقطیر، در ابتدا مبانی نظری آموزش داده می‌شود و سپس مدلسازی و شبیه‌سازی که می‌تواند شامل دیاگرام McCabe-Thiele نیز باشد، ارائه می‌شود و بلافاصله دانشجویان می‌توانند مثال‌هایی را در کامپیوترهای شخصی یا در سیستم‌های شبکه‌ای موجود در کلاس درس مشاهده و حل کنند و در واقع، با این روش زمان انتقال اطلاعات به دانشجویان کاهش می‌یابد و اطلاعات به‌طور مؤثرتری منتقل می‌شود. با تکرار فرایند فوق در زمان تعیین شده می‌توان کارایی و تأثیر آن را افزایش داد. در واقع، ترکیب کار نظری و حل مثال‌های عملی از نظر آموزشی و انتقال اطلاعات به دانشجو دارای ارزش و اهمیت بسیار والایی است؛ به عبارت دیگر، سیستم‌های اطلاعاتی این امکان را فراهم می‌کنند که سرعت انتقال اطلاعات به افراد به سرعت دریافت اطلاعات نزدیک شود و این فرایند تا انتقال مطلوب اطلاعات به متعلم قابل تکرار است و از آنجایی که مطالب درسی از شبکه حذف نمی‌شود، دانشجویان می‌توانند بر حسب نیاز و علاقه در زمان دلخواه مجدداً به آن مراجعه کنند. به علاوه نقش معلم نه تنها در این روش کم‌رنگ نمی‌شود، بلکه این امکان وجود دارد که معلم بتواند با حضور خود در

آزمایشگاه به عنوان راهنما اشکالات درسی دانشجویان را برطرف کند که در این صورت، آموزش به صورت یک فرایند تعامل فرد با فرد و فرد با گروه‌های کوچک کاری تبدیل می‌شود و از حالت سخنرانی و ارائه یکطرفه مطالب که کمتر مؤثر است، شکل مباحثه به خود می‌گیرد و اثرپذیری آن افزایش می‌یابد. در واقع، معلم از یک سخنران به یک راهنما تبدیل می‌شود و قادر خواهد بود به نحو احسن به پرورش خلاقیت‌های مختلف دانشجویان بپردازد. از طرفی، این امکان نیز فراهم می‌شود که بتوان ساعات تئوری و حضور در کلاس را به ساعات عملی و حضور در آزمایشگاه یا کارگاه تبدیل کرد. چنین شیوه‌ای امروزه در آموزش‌های صنعتی مخصوصاً در شبیه‌سازی و طراحی به کمک کامپیوتر در مهندسی شیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته، میزان یادگیری به نحوه اجرای روش‌های یاد شده بستگی دارد. روش‌های مختلفی که توسط معلم برای ارائه آموزش به کار گرفته می‌شود، می‌توان اثرهای نسبتاً متفاوتی را در آموزش ایفا کند.

امروزه، نظرهای متفاوتی در مراکز آموزشی در مورد نقش تکنولوژی در ارتقای آموزش وجود دارد. طرفداران نظریه ارتقای آموزش با حضور تکنولوژی معتقد هستند که دادن آموزش با استفاده از ابزارهای نوین تکنولوژی، آموزش را بهبود می‌بخشد و باعث می‌شود که آموزش مورد توجه و علاقه دانشجو واقع شود. در واقع، این نوع آموزش‌ها دانشجویان را برای کار در عصر اطلاعات آماده می‌کند. یکی از عواملی که در اثر استفاده از تکنولوژی چندان تغییر نمی‌کند، کیفیت آموزش است که مستقیماً متأثر از کیفیت معلم و متعلم است. در هر صورت، باید به این دو مقوله بسیار مهم؛ یعنی معلم و متعلم به طور جدی توجه کرد، چون با این پیش شرط و استفاده درست از تکنولوژی اطلاعات می‌توان نتایج پربراری را انتظار داشت. در بسیاری از دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی استفاده از تکنولوژی اطلاعات یک فرایند طولانی است و در واقع، به کار بستن تکنولوژی مستلزم برنامه‌ریزی دقیق و کسب تجربه‌های لازم و کافی است تا بتوان جهش اساسی را در آن مشاهده کرد. هر چند انجام یافتن این مهم چندان کار ساده‌ای نیست، ولی دور از دسترس نیز نمی‌باشد. بسیاری از مدیران کماکان معتقد هستند که اصلاح فرایندهای آموزشی و جایگزینی آنها با روش‌های جدید به طور تدریجی و مبتنی بر تکنولوژی اطلاعات می‌تواند فرایند مؤثری برای تغییر تلقی شود. باید توجه کرد که وارد کردن مباحث تکنولوژی‌های نوین آموزشی به تنهایی نمی‌تواند

باعث کاهش هزینه‌های آموزشی شود، هر چند که کیفیت ارائه مطالب را تا حدودی بهبود می‌بخشد. به نظر می‌رسد که فرایند انتقال آموزش و تحقیقات از شکل سنتی به شکل مدرن به یک دوره ۱۰ ساله نیاز دارد و در واقع، در این بستر می‌تواند رشت تدریجی حاصل شود که نتیجه آن تغییر و اصلاح روش‌هاست.

جدول ۲ میزان انتقال مطالب را در روش‌های مختلف یادگیری نشان می‌دهد [۲].

جدول ۲ میزان کمی یادگیری در روش‌های مختلف

روش آموزش	میزان یادگیری (%)
خودآگاهی معلمان	۹۰
یادگیری با تمرین	۷۵
یادگیری از طریق مباحثه گروهی	۵۰
نشان دادن کار عملی به وسیله دیگران	۳۰
روش‌های سمعی و بصری	۲۰
خواندن	۱۰
کلاس درس	۵

#### ۴. مدل‌های آموزش

با توجه به توضیحات ارائه شده در قسمت‌های فوق می‌توان دو مدل متفاوت برای آموزش مهندسی را به این شرح تعریف کرد:

##### ۱.۴. مدل خطی

در این مدل سنتی یک سری از موضوعات درسی به همراه تکالیف در کلاس‌های درسی بر مبنای تقویم آموزشی دانشگاه ارائه می‌شود. در واقع، در این مدل نقطه شروع برای تمام دانشجویان یکی است و مطالب درسی و انتقال اطلاعات با سرعتی مشخص صورت می‌گیرد و در واقع، علائق، تجارب قبلی دانشجویان، استعداد یا نیاز و سرعت دریافت اطلاعات توسط دانشجویان مورد توجه قرار نمی‌گیرد. در پایان، نمره به عنوان معیار مقایسه‌ای یا نسبی

برای مقایسه اطلاعات دریافت شده توسط دانشجویان در یک بستر زمانی معین ملاک عمل قرار می‌گیرد و در واقع، معلمان به عنوان محافظ و کنترل‌کننده کیفیت به شکل کمی عمل می‌کنند.

#### ۲.۴. مدل غیرخطی

در این روش یک سری نقاط کنترل به عنوان پایگاه‌های یادگیری با یک نقطه شروع و پایان برای هر مرحله وجود دارد که خروجی دانشجویان در هر مرحله با استانداردهای معین مطابقت داده می‌شود. در این روش دانشجو می‌تواند با استفاده از اطلاعات از منابع مختلف به یادگیری یک موضوع معین متناسب با سطح سواد و قابلیت‌های فردی پردازد و در واقع، این روش دانشجومدار نامیده می‌شود. دانشجو همچنین، می‌تواند با انجام دادن تست‌های متفاوت به‌طور مرحله‌ای از یادگیری خود مطمئن شود. در این روش هر دانشجویی که موفق به گذراندن یک درس بشود، به‌جای گرفتن نمره تأییدیه‌ای مبنی بر گذراندن درس با استانداردهای قابل قبول می‌گیرد. در این روش دانشجو می‌تواند برای یادگیری و رسیدن به اهداف تعریف شده در یک درس، مسیرهایی متفاوت از مسیر مستقیم و کلاسیک را طی کند. به‌علاوه، حضور همزمان استاد و دانشجو در شکل‌گیری این کلاس‌ها ضروری نیست و به تعبیر دیگر، فواصل زمانی و مکانی از بین خواهد رفت. در این روش قابلیت‌های تکنولوژی اطلاعات در انتقال مطالب و استفاده بهینه از قابلیت‌های فردی به طرز اعجاب‌آوری به تصویر کشیده می‌شود و در واقع، آموزش شکل کاملتری به‌خود می‌گیرد که هدف آن انتقال اطلاعات به فرد و تبدیل اطلاعات به دانش است.

این مدل می‌تواند در ارائه مطالب جدید در سطح تحصیلات تکمیلی، تعلیمات عملی در آموزش مهندسی و همچنین، در آموزش‌های از راه دور و مجازی، آموزش‌های صنعتی و حین استخدام، رقابت با مؤسسات کوچک که وارد عرصه آموزش می‌شوند و در ارائه آموزش‌های مرتبط با تحقیقات مورد استفاده قرار گیرد. البته، ترکیب مدل خطی و غیرخطی می‌تواند برای شرایط موجود در کشور ما به شرح زیر پاسخگو باشد:

- باید فرصت‌های بهتری برای استادان و اعضای هیئت علمی برای تهیه مطالب درسی غنی از تکنولوژی اطلاعات فراهم شود؛

- لازم است منابع مالی لازم، وسایل کمک آموزشی و فرصت‌های بازآموزی برای استنادانی که به استفاده از روش‌های نوین علاقه‌مند هستند، فراهم شود؛  
- ضرورت دارد یک موازنه منطقی بین افزایش بهره‌وری، فشار کاری اعضای هیئت علمی و کیفیت آموزش برقرار شود؛  
- تمام استادان و اعضای هیئت علمی جدید بر اساس این برنامه و با تسلط بر این دانش جذب و استخدام شوند.

## ۵. آموزش از راه دور

آموزش از راه دور در واقع ترکیب انتقال و آموزش مطالب درسی بر مبنای قابلیت‌های تکنولوژی است. این شیوه به عنوان یک روش رسمی آموزش تلقی می‌شود که در بسیاری از کشورهای دنیا متداول است و در آن بخش عمده مطالب درسی به دانشجوی آموزش داده می‌شود، در حالی که معلم و متعلم ممکن است فرسنگ‌ها از هم فاصله داشته باشند. بسته به مختصات زمانی و مکانی، تکنیک‌های متفاوتی برای انتقال اطلاعات در آموزش از راه دور وجود دارد. امروزه، آموزش از راه دور به عنوان راه‌حلی سریع برای حل مشکلات و مسایل مبتلابه دانشجویان تحصیلات تکمیلی که عمدتاً به دلیل شرایط خاص زندگی نیازمند اشتغال به کار هستند، تلقی می‌شود. البته، هنوز انتقال اطلاعات با کیفیت قابل قبول با حداقل هزینه در این روش مورد سؤال است. در روش آموزش از راه دور همانند دانشگاه پیام نور در ایران و دانشگاه Phoenix در آمریکا، به اعضای هیئت علمی تمام وقت که هزینه‌های زیادی را به سیستم آموزشی تحمیل می‌کند نیازی نخواهد بود، بلکه اعضای هیئت علمی پیوسته پاره‌وقت می‌توانند این سیستم آموزشی را اداره کنند. در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی که صرفاً به کار تحقیقات می‌پردازند، شیوه‌های جدید و دقیقی برای آموزش‌های از راه دور باید طراحی و به اجرا گذاشته شود، زیرا در حال حاضر اطلاعات موجود در شبکه اینترنت به تنهایی نمی‌تواند تضمین‌کننده کیفیت بالای آموزشی تلقی شود، حال آنکه در شیوه‌های سنتی ارائه دروس با جزوه‌های درسی مطابق برنامه آموزشی انجام می‌شود.

البته، هنوز بعضی از افراد به‌طور جدی معتقد هستند که آموزش باید از طریق مستقیم و تعامل استاد و دانشجو صورت گیرد. امروزه، نتایج ارزیابی‌ها نشان می‌دهد که همه کلاس‌های

ارائه شده در دانشگاه از کیفیت مطلوب و قابل قبولی برخوردار نیستند. در کلاس‌های علوم پایه در رشته‌های مهندسی که معمولاً تعداد دانشجویان بالغ بر ۲۵۰ نفر است، دانشجویی که در ردیف آخر کلاس در فاصله نسبتاً زیادی از معلم خود قرار دارد، به دلایل متعدد مقدار معتناهی از اطلاعات را دریافت نمی‌کند. امروزه، باید دنبال راه‌حلی بود که استفاده دانشجویان از سیستم‌های آموزش از راه دور شکل مفیدتری به خود بگیرد و این کار از طریق به‌کارگیری ابزارهای مؤثر ممکن و عملی خواهد بود. یکی از مدل‌هایی که مفهوم آموزش از راه دور در آن قابل استفاده می‌باشد، شکل آموزش ترکیبی است که در این نوع آموزش از شبکه اینترنت برای انتقال اطلاعات استفاده می‌شود که در کلاس‌های آموزشی انتقال آن به راحتی صورت نمی‌گیرد. به علاوه، می‌توان زمان کلاس را به‌طور چشمگیری کاهش و وقت بیشتری را به جلساتی مثل سمینار اختصاص داد. این روش می‌تواند در آموزش ریاضیات مقدماتی و دروس علوم پایه که معمولاً کلاس‌ها از ازدحام زیادی برخوردار هستند مفید واقع شود. در این گونه کلاس‌ها دانشجویان سابقه تحصیلی متفاوتی دارند و این امکان برایشان فراهم می‌شود که بتوانند با سرعت‌های متفاوت به یادگیری و آموزش بپردازند.

مدل یا روش دیگری که می‌تواند بسیار مفید و با ارزش تلقی شود و از نظر اقتصادی نیز هزینه بسیار کمتری را به دانشجویان تحمیل می‌کند، ارائه دروس از راه دور در محیط کار یا زندگی به شاغلان در صنعت برای ارتقای شغلی و موقعیت سازمانی آنان است. چنین روشی امروزه در بسیاری از دانشکده‌های مهندسی شیمی در دنیا اجرا می‌شود. یکی دیگر از روش‌هایی که می‌تواند در ارتقای سطح آموزش‌های دانشگاهی در دوره کارشناسی و تحصیلات تکمیلی مفید و مؤثر واقع شود، ارائه دروس به کمک یک یا چند دانشگاه است که در آن دانشجویانی از دانشگاه‌های مختلف می‌توانند نسبت به ثبت نام دروس اقدام کنند. بدین طریق این امکان به وجود می‌آید که به جای ارائه دروس در یک دانشگاه [معمولاً برای کمتر از ۱۰ نفر] بتوان تنوع بیشتری به دروس داد و تعداد بیشتری دانشجو را مخصوصاً در دوره‌های تکمیلی تحت پوشش قرار داد. چندان دور از ذهن نیست که بتوان یک دانشکده مهندسی شیمی مجازی با مشارکت تعدادی دانشگاه تأسیس و دانشجویانی از دانشکده‌های مختلف مهندسی شیمی را از داخل و یا خارج کشور در آن جذب کرد و به آموزش مشترک پرداخت. آموزش از راه دور برای افرادی که شاغل‌اند و علاقه‌مند هستند در طی زمان نسبتاً

طولانی به طی مدارج دانشگاهی پردازند نیز گزینه بسیار خوبی تلقی می‌شود. در این نوع آموزش معمولاً افراد علاقه‌مندی شرکت می‌کنند که هیچ اجباری در اخذ مدارک دانشگاهی ندارند و صرفاً از روی علاقه به تحصیل روی آورده‌اند. به‌علاوه ارائه کلاس‌هایی در زمان و مکان مناسب برای افراد شاغلی که علاقه‌مند به ارتقای شغلی و روزآمد کردن اطلاعات خود متناسب با نیازهای اقتصادی جامعه هستند، امری بسیار مهم و اساسی در آموزش عالی تلقی می‌شود. تعداد افراد متقاضی این روش در کشورهای مختلف و در کشور ما در حال افزایش است. لذا برای انجام دادن این مهم با توجه به در دسترس بودن امکانات سمعی و بصری و چندرسانه‌ای از طریق اینترنت، انتقال کامل مطالب درسی به کامپیوترهای شخصی به‌راحتی امکان‌پذیر است. در این روش اتاق استادان در دانشگاه‌ها همانند یک اتاق فرمان برای پرورش و انتقال اطلاعات به کامپیوترهای مرکزی عمل می‌کند و سپس دریافت اطلاعات توسط دانشجویان را از این مکان به‌راحتی ممکن می‌سازد و این در مقایسه با روش‌هایی که در آنها از ابزارهای سمعی و بصری استفاده می‌شود با هزینه نسبتاً کمتری قابل اجراست.

#### ۶. تحقیق و نوآوری

انقلاب اطلاعات و علوم دیجیتال به سرعت فرایندهای انجام یافتن تحقیق توسط دانشجویان و اعضای هیئت علمی را تغییر می‌دهد. امروزه، انجام دادن تحقیقات مشترک و کارهای گروهی و تبادل اندیشه و دانش بشری با ابزارهای تکنولوژی اطلاعات در کوتاه‌ترین و بهترین روش ممکن شده است. استفاده از کامپیوتر، وسایل ارتباطاتی و مخابراتی، وسایل سمعی و بصری و چندرسانه‌ای و سایر تکنولوژی‌های دیجیتال محیط اطلاعاتی بسیار وسیعی را فراهم آورده است که به‌راحتی از آزمایشگاه، اداره، محل زندگی و صنعت قابل دسترسی است. به‌علاوه، دسترسی به مقالات، گزارش پروژه‌ها و پنت‌ها به‌راحتی و در کمترین مدت میسر شده است. در چنین محیطی سرپرستی پروژه‌های دانشجویی و تحقیقاتی به‌راحتی حتی با فواصل بسیار زیاد جغرافیایی امکان‌پذیر است. ابزارهایی مثل پست الکترونیکی و ویدئوکنفرانس امکان تماس مجازی مستقیم را بین دانشجو، استاد و هیئت داوران در امتحانات جامع دکتری، دفاع از موضوع‌های تحقیق و پایان‌نامه‌ها و دفاع از رساله‌های پژوهشی ممکن می‌سازد. حتی این فرصت نیز پیش می‌آید که به‌راحتی امکان استفاده از

امکانات تجربی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی دیگر عملی شود و انجام دادن آزمایش‌های تجربی از طریق شبکه اینترنت صورت پذیرد. مرجع [۵] اطلاعات منتشر شده در شبکه اینترنت را برای مهندسی شیمی طبقه‌بندی کرده و تأثیرات اطلاعات را در آموزش آن مورد بررسی قرار داده است. بررسی منابع [۳، ۶ و ۷] نشان می‌دهد که تحقیقات در مهندسی شیمی با تکنولوژی اطلاعات در زمینه‌های زیر به شدت تحت تأثیر قرار گرفته است:

- مدلسازی و شبیه‌سازی مولکولی (شبیه‌سازی اثر خواص ساختمان مولکولی به منظور طراحی داروهای جدید بدون نیاز به تست‌های متعدد آنها)؛

- علوم و مهندسی مواد، پیش‌بینی مقاومت و سختی مواد پلیمری و مواد کامپوزیت؛

- آنالیز فرایند: استخراج و آنالیز داده‌ها از پایگاه‌های اطلاعاتی فرایندهای صنعتی؛

- ساخت تجهیزات و ابزار: استفاده از شبیه‌سازی برای طراحی و راهبری کارخانه‌هایی که محصولاتی با کیفیت بالا و در زمان مورد نیاز (JIT<sup>۱</sup>) تولید می‌کنند و درک و پیش‌بینی پدیده‌های دینامیکی و سه‌بعدی در تجهیزات فرایندی؛

- زیست‌شناسی: بررسی همزمان اعضای بدن و پیش‌بینی رفتار آنها در حوادث و بیماری‌ها؛

- علوم اعصاب: تهیه یک نقشه عملیاتی و ساختمانی از مغز شامل رابطه درونی سلول‌های عصبی؛

- شبیه‌سازی، مدلسازی و کنترل فرایند.

اطلاعات مذکور نشان می‌دهد که در آینده نزدیک اعضای هیئت علمی که به کارهای تجربی علاقه‌مند هستند، عمدتاً به ابزارهای محاسباتی و گرافیکی روی خواهند آورد و لذا سرمایه‌گذاری در زمینه تجهیزات و امکانات آزمایشگاهی به حداقل مقدار خود خواهد رسید. تکنولوژی اطلاعات حتی استخدام و جذب اعضای هیئت علمی جدید را در مهندسی شیمی تحت تأثیر قرار خواهد داد و این اعضا باید با بعضی از جنبه‌های تکنولوژی اطلاعات همخوانی داشته باشند تا بتوانند در لبه تیز تکنولوژی به انجام دادن تحقیقات پایه اقدام کنند. این امر ایجاب می‌کند که آموزش‌های ویژه برای اعضای هیئت علمی نه تنها در زمینه ابزارهای آموزشی و کمک آموزشی، بلکه در زمینه ابزارهای پژوهشی با مبنای تکنولوژی



اطلاعات طراحی و به‌مورد اجرا گذاشته شود. یکی دیگر از اثرهای تکنولوژی اطلاعات در یک مجموعه بزرگ دانشگاهی تشکیل گروه‌های پژوهشی بین‌رشته‌ای برای بررسی پروژه‌ها و مسائلی است که حالت بین‌رشته‌ای دارند و به محاسبات بسیار پیچیده و پیشرفته‌ای نیاز دارد.

کاربرد وسیع پایگاه‌های اطلاعاتی در تحقیقات، اهمیت طراحی و سازماندهی اطلاعات را مضاعف کرده است که به‌طور وسیعی می‌تواند در فعالیت‌های بین‌رشته‌ای مورد اهمیت و توجه خاص قرار گیرد. در این نوع فعالیت‌ها، متخصصان کتابداری، اطلاع‌رسانی و علوم کامپیوتر می‌توانند فعالانه در پروژه‌های بسیار بزرگ تشریک مساعی کنند. به‌عنوان مثال، علوم اطلاعات می‌تواند در دسترسی به ژنوم انسانی برای مقایسه ژن‌ها در سلول‌ها و بافت‌های سالم و ناسالم به کار برده شود یا می‌توان با کاربرد آن به اثرهای داروهای جدید پی برد.

با گسترش نسل‌های جدید شبکه اینترنت در جهان با سرعت‌های ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر سرعت فعلی و انتقال همزمان صدا، تصاویر ویدئویی و داده‌ها، آموزش از راه دور، کتابخانه‌های دیجیتال و فعالیت‌های گروهی شکل جدیدتری به خود می‌گیرد. این سرعت امکان مشاهده داده‌های تجربی را از راه دور و همچنین کاربرد برنامه‌هایی را که به نحوی در آنها انتقال اطلاعات با سرعت‌های بالا ضروری است، فراهم می‌کند. شبکه‌های با سرعت بالا منجر به به‌وجود آمدن برنامه‌های کاربردی جدیدی خواهند شد که در آنها امکان استفاده از سیستم‌های چندرسانه‌ای برای گسترش تحقیقات علمی و ارتقای سطح آموزش از راه دور ممکن و عملی می‌شود. در این محیط انجام‌دادن پروژه‌های بسیار بزرگ و استفاده از ابزارهای هوشمند برای جستجوی شبکه جهانی اینترنت، آنالیز صدا و تبدیل متن به صدا با سرعت‌های بسیار بالا ممکن خواهد شد.

## ۷. فعالیت‌های گروهی

برای یک محقق در زمان‌های قدیم بسیار معمول بود که سال‌ها روی یک موضوع بسیار سخت و پیچیده‌ای وقت صرف کند و هیچ اطلاعاتی از فراد دیگری که احیاناً در آن زمینه فعالیت می‌کرده‌اند نداشته باشد. فعالیت‌های گروهی مشترک در بسترهای به‌وجود آمده به‌وسیله تکنولوژی اطلاعات این امکان را به افراد می‌دهد که فعالیت‌های تحقیقاتی خود را در اختیار

دیگران قرار دهند و به مقدار چشمگیری از دوباره کاری‌های بیهوده جلوگیری شود. بنابراین، هیچ نیازی وجود ندارد که یک دانشکده در یک زمینه متخصصان زیادی را دور هم جمع کند تا بتوانند کار گروهی مشترکی را انجام دهند. در خیلی از موارد تشکیل گروه‌های کاری متشکل از صاحب‌نظران دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی می‌تواند منجر به انجام شدن فعالیت‌های تحقیقاتی بسیار چشمگیری شود و این گروه‌های متشکله فرادانشکده‌ای می‌توانند به مراتب قوی‌تر از گروه‌های تحقیقاتی یک دانشکده باشند. اعضای هیئت علمی با استفاده از تکنولوژی اطلاعات می‌توانند به سادگی از حاصل کار دیگران در ارائه ایده‌ها و نظریه‌های جدید در زمان بسیار کوتاهی بهره‌مند شوند و این در حالی است که مقالات منتشر شده معمولاً چندین سال و کتاب‌های چاپ شده غالباً تا ۱۰ سال از اطلاعات روز دنیا فاصله دارند. برای ایجاد این تعامل و همکاری‌های مشترک مجازی، نرم‌افزارهای زیادی در شبکه جهانی اینترنت طراحی شده است که از جمله آنها می‌توان به نرم‌افزار Habanero که در دانشگاه ایلینویز آمریکا طراحی شده است [۸] اشاره کرد. از جمله قابلیت‌های این نرم‌افزار امکان استفاده از آن برای کاربرهای مختلف برای کار گروهی و مکالمه زنده با مودم‌های با سرعت نسبتاً پایین با پهنای باند (۲۸/۸kb/s) است.

امروزه، نمونه‌هایی از این گروه‌ها در سطح دنیا در زمینه موضوعاتی نظیر ایدز، ساختمان مولکولی، اسپکترومتری NMR، بهداشت، فیزیک فضا و احتراق گاز طبیعی شکل گرفته است و به محققان این امکان را داده است که بدون نیاز به ترک محل کار خود بتوانند به اطلاعات مورد نیاز برای پیشبرد کارهای گروهی و نحوه فعالیت اعضای دیگر آن گروه دسترسی داشته باشند. در حال حاضر، این اطلاعات از طریق شبکه جهانی اینترنت به جای سیستم TELNET در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. با شکل‌گیری کارهای گروهی در شبکه اینترنت، گسترش منطقی همکاری مجازی به سمت کنفرانس‌های زنده سوق پیدا خواهد کرد. در این کنفرانس‌ها بدون حضور فیزیکی افراد این امکان پیش خواهد آمد که بتوان از متن سخنرانی‌ها، مقاله‌ها، مباحثات علمی و نمایشگاه‌های ارائه شده استفاده کرد. با استفاده از این روش، کنفرانس‌های متعددی در شبکه اینترنت انجام گرفته یا در حال برگزاری است که از جمله آنها می‌توان به کنگره جهانی علوم پزشکی اشاره کرد که به عنوان یک نمونه موفق کار عملی در شبکه اینترنت برای گسترش کنفرانس‌ها و نشست‌های علمی بوده است. البته، شایان

ذکر است که چنین نشست‌هایی نمی‌تواند به‌طور کامل جایگزین کنفرانس‌های فعلی شود، ولی این امیدواری وجود دارد که بتوان افراد بیشتری را در کنفرانس‌های مجازی پذیرش کرد، مضافاً این که هزینه عمومی ثبت نام سمینارهای مجازی به مراتب کمتر از سمینارهای فعلی است و با توجه به محدودیت‌های مالی و اعتباری برای مسافرت اعضای هیئت علمی و دانشجویان مهندسی و تحصیلات تکمیلی، شرکت و حضور مجازی در سمینارهای مختلف برای گسترش فعالیت‌های تحقیقاتی بنیادی می‌تواند بسیار مؤثر و کارگشا باشد. بخش پرسش و پاسخ در این سمینارها می‌تواند شکل واقعی و عملی‌تری به خود بگیرد و سؤالات شرکت‌کنندگان نیز به راحتی قابل طرح و پاسخگویی در محل کنفرانس توسط ارائه‌کنندگان آن باشد.

#### ۸. کتابخانه‌های دیجیتال و انتشارات علمی

انتشارات الکترونیکی و جایگزینی تدریجی سیستم‌های الکترونیکی برای انتقال اطلاعاتی علمی و تحقیقاتی با سیستم‌های موجود به‌طور قطع و یقین آینده آموزش مهندسی، تحصیلات تکمیلی و تحقیقات را تحت تأثیر قرار خواهد داد. امروزه، طیف بسیاری از مؤسسات تولیدکننده اطلاعات مانند انجمن‌های علمی به سمت انتشار کامل اطلاعات و مقالات علمی خود در شکل الکترونیکی آن برآمده‌اند. دسترسی یک دانشجوی عضو هیئت علمی به متن کامل جدیدترین مقالات منتشر شده در نشریات معتبر علمی و تحقیقاتی دنیا از طریق یک کامپیوتر شخصی و یک چاپگر تحول بسیار عظیمی در جهان و در عالم تحقیقات تلقی می‌شود و اهمیت آن در صورت امکان دسترسی به مراجع گزارش در مقاله مضاعف خواهد شد. هر چند انجام دادن چنین کاری مستلزم سرمایه‌گذاری بسیار کلانی است، ولی سازمانهایی مبادرت به انجام دادن چنین کاری کرده‌اند و در آینده نیز این امر گسترش بیشتری خواهد یافت. البته، این احتمال نیز وجود دارد که با گسترش انتقال اطلاعات به شکل‌های الکترونیکی، نشریات الکترونیکی هزینه آبونمان را برای حل مسائل مالی خود افزایش دهند. در این زمینه موازنه‌ای منطقی بین هزینه مقالات و نیازهای محققان ایجاد خواهد شد و انتظار این است که یا هزینه‌ای حداکثر ۵۰۰ دلاری [۲] این امکان برای محققان فراهم شود که بتوانند به منابع اطلاعاتی مورد نیاز خود دسترسی پیدا کنند. از مزیت‌های این شیوه انتقال

اطلاعات می‌توان به افزایش سهم کشورهای در حال توسعه در گسترش علوم بنیادی و تولید علم اشاره کرد و این فرصت مناسبی برای توسع سریع‌تر، صرف نظر از سایر جنبه‌های توسعه، برای این کشورها خواهد بود.

بنابراین، شبکه جهانی اینترنت مکانیزم مؤثر و ارزان قیمتی را برای انتقال اطلاعات ایجاد می‌کند که در واقع، این فرصت نیز می‌تواند به دانشجویان و محققان در دسترسی به نتایج فعالیت‌های پژوهشی کمک کند. به‌عنوان مثال، بعضی از دانشگاه‌های دنیا امکان دسترسی به پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری دانشجویان خود را برای سایرین از این طریق فراهم کرده‌اند. البته، بعضی از مجلات مثل انجمن شیمی آمریکا، مقالاتی را که قبلاً با فرمت الکترونیکی در شبکه اینترنت به چاپ رسیده باشد، برای بررسی و امکان چاپ مجدد به شکل مکتوب نمی‌پذیرند. البته، دیدگاه‌ها در این خصوص بسیار متفاوت است. برای مثال، مؤسسه ملی بهداشت آمریکا که کمک‌های مالی برای انجام دادن تحقیقات را تأمین می‌کند، پیشنهاد کرده است محققانی که با پشتیبانی مالی این مؤسسه به تحقیقات می‌پردازند، حاصل کار خود را می‌توانند در شبکه اینترنت منتشر کنند. با این تفکر مقدار زیادی در هزینه‌های آبونمان و تأمین مقالات پژوهشی صرفه‌جویی می‌شود.

در دنیای انتشارات الکترونیکی ابهامات زیادی وجود دارد، از جمله اینکه بسیاری از مجلات الکترونیکی علی‌رغم داشتن افراد بسیار معتبر علمی در هیئت تحریریه توانسته‌اند چندان موفق عمل کنند و نظر محققان دانشگاهی را جلب نمایند؛ از دلایل آن می‌توان به این نکته اشاره کرد که مجلات فعلی بعضاً از قدمت و سابقه درخشانی برخوردار هستند و محققان ترجیح می‌دهند با توجه به سابقه خوب این نشریات کماکان در آنها به انتشار حاصل فعالیت‌های پژوهشی خود بپردازند، زیرا ادامه حیات نشریات الکترونیکی تاکنون قابل تضمین نبوده است. به‌علاوه، در سیستم‌های ارتقای دانشگاهی در ایران و در جهان، امتیازات ارتقای مجلات معتبر که با نمایه شدن در ISI<sup>۱</sup> در ایران معروف شده است، نسبتاً بالاست و در واقع، چنین شیوه امتیازبندی خودبه‌خود محققان را به سمت مجلات با سابقه تاریخی و علمی سوق می‌دهد. امروزه، همچنین به دلیل مشکلات مالی فراوان و کمبود بودجه در

کتابخانه‌های دانشگاه‌ها، کتابخانه‌های بسیار معدودی قادر به پرداخت آبونمان مجلات جدید هستند و در واقع، در آینده پرداخت آبونمان مجلات الکترونیکی نوعاً توسط اشخاص حقیقی صورت خواهد پذیرفت که این می‌تواند عامل بازدارنده‌ای در گسترش نشریات الکترونیکی در کتابخانه‌های دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی تلقی شود. به علاوه، مؤسساتی مثل ISI تمایل کمتری به نمایه کردن نشریات الکترونیکی از خود نشان می‌دهند. برای مثال، CA<sup>۱</sup> فقط نمایه ۳۰ مجله الکترونیکی را انجام می‌دهد. تلاش‌های انجمن‌های کتابخانه‌های علمی و تحقیقاتی می‌تواند با همکاری مؤسسات منتشرکننده نشریات موازنه‌ای منطقی در کاهش هزینه‌های نشریات الکترونیکی و حضور بیشتر آنها را در کتابخانه ایجاد کند.

کتاب‌های الکترونیکی می‌تواند جایگزین بخشی از انتشارات کاغذی و معمول امروز شود. هزینه نسبتاً بالای تهیه منابع و کتب منتشر شده و مشکلات مترتب بر حمل و نگهداری آنها، این علاقه را در دانشجویان و اعضای هیئت علمی ایجاد می‌کند که به سمت استفاده از منابع الکترونیکی روی بیاورند. البته، خواندن کتب به شکل سنتی جزئی از شاخص‌های فرهنگی و اجتماعی یک جامعه به‌شمار می‌رود و لمس و احساس کتاب خود بخشی از تجربه کتابخوانی تلقی می‌شود. در حال حاضر، شرکت‌های کامپیوتری در تلاش هستند تا با استفاده از ابزارهایی این احساس کتابخوانی را در دانشجویان و کاربران به شکل مجازی ایجاد کنند و در عین حال، این فرصت را نیز فراهم آورند که مطالب کتاب از طریق شبکه به کامپیوترهای شخصی قابل انتقال باشد. از مزایای منابع و کتاب‌های الکترونیکی این است که می‌توان حجم وسیعی از کتب موجود در کتابخانه‌ها را در آن جای داد، ضمن این که از نظر وزنی، حمل و نقل و نگهداری، مزیت فراوانی بر این منابع مترتب می‌باشد و طبیعی است که حمل یک کیلوگرم اطلاعات الکترونیکی ذخیره شده در حافظه کامپیوتر یا دیسک‌های فشرده (CD) به حمل صدها کیلوگرم منابع و کتب در شکل کاغذی ترجیح دارد و می‌تواند به راحتی جایگزین آن شود. نتایج یک نظرسنجی در مورد کاربرد منابع الکترونیکی نشان می‌دهد که بیش از ۶۵٪ افراد پرسش‌شونده معتقد هستند که منابع الکترونیکی می‌توانند در زمینه انتقال اطلاعات مربوط به آگهی‌ها، نشریات علمی، نامه‌های شخصی و پست الکترونیکی، منابع و

اسناد حقوقی و گزارش‌ها مورد استفاده قرار گیرند. همچنین، کمتر از ۶۵٪ آنها کاربرد تکنولوژی اطلاعات را محدود به روزنامه‌ها و مجلات عمومی می‌دانند که می‌تواند طیف وسیعی از خوانندگان را به خود اختصاص دهد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که علی‌رغم گسترش منابع الکترونیکی و تمایل به استفاده از ابزارهای تکنولوژی اطلاعات، هنوز منابع کاغذی از جایگاه خوبی برخوردار است. در زمینه چاپ کتاب این باور وجود دارد که در چند سال آینده (۱۰-۵ سال) کتاب‌های کلاسیک رشته‌های مختلف دانشگاهی همزمان با تألیف در شبکه اینترنت قابل ارائه باشد. این شیوه چاپ الکترونیکی امتیازی بزرگ به شمار می‌رود، زیرا در این صورت می‌توان با قابلیت و ابزارهای WEB، کتاب را به صورت یک کلاس مجازی در شبکه اینترنت ارائه کرد و همراه با تصاویر متعدد گرافیکی، برنامه‌های مختلف کامپیوتری و تصاویر ویدئویی را در زمان کوتاهی به دانشجویان انتقال داد. امروزه، چون کتاب در دانشگاه‌ها به عنوان یک محصول تلقی نمی‌شود، لذا چندان ارزشی برای مؤلفان آنها قایل نیستند، حال آنکه در صورت تبدیل کتاب به یک محصول نرم‌افزاری با ارزش افزوده بالا می‌توان جایگاه بسیار مشخص و والایی برای مؤلفان آنها در دانشگاه تعریف کرد. این تغییر ممکن است در آینده منشأ تحولات بسیار بزرگی در امر تألیف شود.

#### ۹. آموزش تکنولوژی اطلاعات در مهندسی شیمی

برای پویایی آموزش مهندسی شیمی لازم است تا از تمام روش‌ها و اطلاعات موجود بهره گرفته شود و برای انتقال آموزش مهندسی از حالت استادمحوری به دانشجو محوری باید با استفاده از ابزارهای تکنولوژی اطلاعات، آموزش‌های مناسب و مفید برای دانشجویان طراحی و به اجرا گذاشته شود. امروزه، دستیابی به اطلاعات در مواقع ضروری و لازم و آشنایی با روش‌های سریع جستجو و پردازش آنها از اهم آموزش‌هایی است که باید به دانشجو تعلیم داده شود، زیرا در دنیای امروز این امکان از متعلم سلب شده است که بتواند تمام اطلاعات را بیاموزد و به همراه داشته باشند. بنابراین، لازم است در آموزش مهندسی درس جدیدی به نام تکنولوژی اطلاعات برای دانشجویان ارائه کرد تا این توانایی و قابلیت را در مهندسان آینده به وجود آورد که بتوانند به راحتی در دنیای پیچیده امروزی به تبادل اطلاعات پردازش شده بپردازند. با توجه به خلأ موجود در برنامه‌های فعلی آموزش مهندسی

شیمی در ایران و تأکید دست‌اندرکاران در توجه به فناوری اطلاعات در تدوین برنامه‌های آموزشی لازم است درسی با عنوان "کاربرد تکنولوژی اطلاعات در مهندسی شیمی" با سرفصل ارائه شده در جدول شماره ۳ تعریف و پیشنهاد شود. امید است این برنامه درسی مورد توجه و نقد کارشناسان فناوری اطلاعات و اعضای هیئت علمی دانشگاه‌ها قرار گیرد تا در آینده بتوان با عنایت به پیشرفت‌های جهانی ضمن بازنگری در برنامه‌های آموزشی رشته مهندسی شیمی، آموزش‌های جدید را به منظور سازگاری با نیازهای عصر اطلاعات به برنامه این رشته اضافه و موارد غیر ضروری را از آن حذف کرد.

### ۱۰. نتیجه‌گیری

در این مقاله سعی شده است که تصویر کلانی از نحوه تغییرات فرایندهای آموزش و تحقیق در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در ۱۰ الی ۲۰ سال آینده و تأثیر تکنولوژی اطلاعات بر این فرایندها و بدنه دانشجویی دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی ارائه و در مورد آن بررسی شود. معیار زمانی بسیار فشرده‌ای که با توسعه تکنولوژی اطلاعات به دست آمده، باعث شده است که مقیاس اندازه‌گیری زمان شکل جدیدتری به نام زمان اینترنتی به خود بگیرد. البته، در بسیاری از جنبه‌ها هنوز مشاهده می‌شود که دانشگاه‌ها تغییرات چندانی در ۲۰۰ سال اخیر نداشته‌اند و در واقع، اعمال یا پذیرش هر نوع تغییر متأثر از تکنولوژی اطلاعات در دانشگاه‌ها با این شرط خواهد بود که آنها اصالت و مأموریت واقعی خود را فراموش نکنند، هر چند ممکن است فشارهای بیرونی بر روی دانشگاه‌ها منجر به تغییر و تحولات اساسی شود. همچنین، برای حرکت به سمت آینده‌گزینه‌های زیادی وجود دارد که باید توسط دانشگاهیان کشف، تجربه و بهینه‌سازی شود. البته، با تن دادن دانشگاه‌ها به تغییرات تدریجی درونی برای اصلاح فرایندها، روش‌ها، کاهش هزینه‌های آموزش و تحقیقات و ارتقای کیفیت، مقاومت آنها در مقابل فشارهای اعمال شده از بیرون مجموعه برای تغییرات ناخواسته تضمین خواهد شد. با توجه به این نکته که تغییرات درونی و تدریجی در هر سیستم می‌تواند بسیار سازنده و مفید و برعکس تغییرات بیرونی می‌تواند اثر مخرب و بسیار سویی داشته باشد، لذا باید این تغییرات در چهارچوب اصلاح برنامه‌های آموزشی و پژوهشی مدنظر قرار گیرد و طبیعی است این تغییرات در شیوه‌های جدید آموزشی و پژوهشی مستلزم

فراگیری روش‌های کار با انواع اطلاعات در شکل‌های مختلف آن است. بنابراین، برای کمک به مهندسان شیمی در نحوه برخورد، استفاده و مدیریت و انتقال اطلاعات، پیشنهادهایی برای ایجاد درس جدید در برنامه آموزشی دوره کارشناسی به شرح جدول ۳ ارائه می‌شود.

جدول ۳. سرفصل درس پیشنهادی تکنولوژی اطلاعات برای مهندسان شیمی

پیشنیاز: ترم چهارم به بعد	تعداد واحد: ۳ واحد (۲ واحد عملی و ۱ واحد نظری)
<b>سرفصل مطالب</b>	
<p>(۱) آشنایی با شبکه اینترنت: (مقدمه، تاریخچه و ساختار، پروتکل‌های ارتباطی، مدیریت اطلاعات)</p> <p>(۲) TCP/IP و روش آدرس‌دهی در اینترنت</p> <p>(۳) طریقه نصب و راه‌اندازی Dial-up-networking</p> <p>(۴) شبکه جهانی وب (WWW): (تاریخچه، نحوه کار، مفاهیم اولیه، ایجاد سند با ابرمتن، اختصاص حوزه و...)</p> <p>(۵) آشنایی با مرورگرهای وب (Netscape &amp; Internet explorer) (مقدمه، پیوندها، منوها، اصول کار)</p> <p>(۶) سرویس‌های مختلف اینترنت: (E-commerce, Gopher, Telnet, FTP, E-main, WWW)</p> <p>(E-learning)</p> <p>(۷) موتورهای جستجو:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● منفرد، چندگانه (تعریف، روش کار، مقایسه، تقسیم‌بندی)</li> <li>● جستجوی موضوعی (تعریف، روش کار، روش نشان‌دادن نتایج، زمان استفاده)</li> <li>● پایگاه‌های داده‌های تخصصی</li> <li>● ارزیابی صفحات وب (شاخص‌ها، پایداری و اعتبار اطلاعات، نحوه استفاده از اطلاعات، مالکیت معنوی)</li> <li>● استراتژی جستجوی اطلاعات (جستجوی ساده و پیشرفته، جستجوی فایبل، نرم‌افزار و...)</li> <li>● جستجوی میدانی (عنوان، حوزه، URL, Link, تصویر و...)</li> <li>● روش جستجو در موتورهای خاص</li> <li>● بررسی موتورهای منفرد: Lycos, Google, Fast Search, Alta Vista و...</li> <li>● بررسی موتورهای چندگانه: Yahoo, NorthernLight, Lxquick و...</li> <li>● موتورهای جستجوی FTP و USENET</li> </ul> <p>(۸) جستجوی اطلاعات در سایت‌های دولتی</p>	



۹) انتقال فایل و کنترل کامپیوتر از راه دور (FTP, Telnet)

۱۰) برنامه‌های کاربردی موجود در اینترنت برای مهندسان شیمی

۱۱) پست الکترونیکی: (پروتکل‌ها، ارسال e-mail به فهرست دریافت و ارسال اطلاعات، Outlook)

۱۲) ارسال انواع فایل‌ها

۱۳) گروه‌های خبری (Usenet) و فهرست‌های الکترونیکی (Mailing lists):

۱۴) نحوه دسترسی به اطلاعات، ارسال اطلاعات، ارسال e-mail به گروه‌های خبری و جستجوی اسامی گروه‌های خبری

۱۵) نرم‌افزارهای کاربردی: Chat, AcrobatReader, Offline-explorer, Snagit, Word, Jphotoplus, Word, Jphotoplus, Snagit, Offline-explorer, AcrobatReader, Chat

۱۶) نحوه دسترسی به منابع علمی آموزشی، فنی و مدیریتی برای مهندسی شیمی

۱۷) مبانی و اصول تکنولوژی اطلاعات و کاربرد آن در مهندسی شیمی

۱۸) دریافت اطلاعات، پردازش، انتقال، بازیابی و مدیریت آنها

۱۹) تنظیم گزارش‌های تخصصی از روی منابع الکترونیکی و منابع شبکه اینترنت برای مهندسان شیمی

## ۱۱. تقدیر و تشکر

در تهیه این مقاله از نظرهای ارزشمند همکاران محترم آقایان مهندس محمدعلی ضیاءظریفی، مهندس محمدصادق حاجی‌تاروردی، دکتر نوید مستوفی و دکتر عباسعلی خدادادی کمک گرفته شده است که بدین وسیله از آنان صمیمانه تقدیر و تشکر می‌شود.

## مراجع

1. Being Fluent with Information Technology, Committee on Information Technology Literacy, National Academy Press, 1999.
2. Edgar, T.F., Information Technology & CE education, Second chemical engineering academy Lecture, University of Missouri-Rolla, 1999.
3. Engineering the next millenneium, CEP, October 1999.
4. Information Technology and the University: Integration Strategies of the 21 st Century, Journal of American Society for Information Science, Vol. 45,

- No. 5, pp. 323, 1994.
5. Sotudch - Gharebagh, R., Internet resources for Chemical Engineers, CEE, pp. 100, Spring 2002.
6. Edgar, T.F., Process Engineering in the 21st Century: The Impact of Information Technology  
<http://web.umn.edu/~chemengr/academy/lectureship/edgar.htm1>
۷. ستوده قره‌باغ، رحمت و حاجی تاروردی، محمدصادق، چشم‌اندازی به آینده مهندسی شیمی در ایران و جهان، نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران، شماره ۱ و ۲، ۱۳۷۸.
8. <http://www.ncsa.ucuc.edu/SDG/software/Habanero/>

(تاریخ دریافت مقاله: ۸۱/۶/۴)

