مجله آموزش مهندسی ایران، شماره ۴، جلد ۲، ص. ۲۷-۱۵

آموزش و پژوهش مهندسی شیمی

ابراهیم واشقانی فراهانی

بخش مهندسی شیمی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده: هدف از این مقاله مروری بر وضعیت فعلی آموزش و پژوهش مهندسی شیمی در سطح جهان، جهت‌گیری و نقش آن در توسعه فنّاوری‌هایی است که برای امنیت ملی، بهزیستی و شکوفایی اقتصادی هر ملتی حیاتی است .

در این زمینه ضمن بررسی اجمالی توسعه برنامه‌های آموزشی مهندسی شیمی، تغیرات مورد انتظار برای پاسخگویی به تحولاتی مانند جهانی شدن، گسترش علوم بدون مرز و پژوهش‌های بین رشته‌ای و چند نظمی، دامنه وسیعی از فنّاوری‌های حیاتی، که تا اندازه زیادی و حتی به شدت وابسته به پژوهش در مهندسی شیمی است، فهرست وار معرفی خواهد شد.

مثال‌هایی در زمینه مواد، ساخت و تولید، انرژی حمل و نقل، بهداشت عمومی ،اطلاعات و ارتباط و محیط زیست که مرتبط با پژوهش‌های مهندسی شیمی مدرن است، ارائه می‌شود.

با توجه به گستردگی این فناوری‌ها و درگیر بودن علوم مختلف در توسعه آنها بر لزوم تدوین برنامه‌های آموزشی نوین برای تربیت نیروهای خلّاق و ماهر و توجه به پژوهش‌های بین رشته‌ای چند نظمی علاوه بر زمینه‌های سنتی تأکید می‌شود.

واژه‌های کلیدی : مهندسی شیمی، آموزش، پژوهش، فنّاوری، نوآوری، چند نظمی

۱. مقدمه

توسعه منابع انسانی یکی از عوامل مهم توسعه در هزاره سوم میلادی است. طبق آمارهای منتشر شده سازمان ملل در پایان هزاره دوم، سهم نیروی انسانی متخصص در کشورهای پیشرفته ۶۴ - ۶۰ درصد کل منابع مؤثر در توسعه است. با توجه به اهمیت نیروی انسانی متخصص در توسعه موزون و پایدار در برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، بخش آموزش عالی از جایگاه ویژه‌ای برخورداراست. تغییر نام وزارت فرهنگ و آموزش عالی به وزرات علوم، تحقیقات وفنّاوری به منظور انسجام بخشیدن به امور اجرایی و سیاستگذاری نظام علمی کشور (موضوع ماده ۹۶ لایحه برنامه سوم توسعه)، یکی از سیاست‌های اجرایی این برنامه است.

یکی از سیاست‌های راهبردی بخش آموزش عالی در برنامه توسعه، روز آمد کردن محتوای رشته‌های تحصیلی با توجه به نیازهای متنوع و در حال تحول جامعه و اعطای اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و همچنین ایجاد تحول در شیوه‌ها و برنامه‌های آموزشی با تأکید بر پرورش خلاقیت، نوآوری، مهارت، کارآفرینی و گسترش فرهنگ خود اشتغالی - متناسب با تحولات علمی دانش روز در سطح بین المللی است.

ارتقای سطح کیفی علوم و فنّاوری تا سطح قابلیت جهانی در زمینه‌های منتخب نظری و تجربی به منظور مشارکت فعال در توسعه جهانی از طریق ایجاد ظرفیت و تمرکز و مزیت‌های نسبی از جمله رهنمودهای کلی برنامه سوم توسعه در بخش آموزش عالی است. با الهام گرفتن از این سیاست‌ها و با توجه به نقش مهم صنایع شیمیایی (مواد پتروشیمی،مواد دارویی و غذایی، زیست موادها وغیره) در برآوردن نیازهای اساسی انسان، حل مسائل مزمن و ارتقاء استاندارد زندگی و جایگاه ویژه مهندسان شیمی در توسعه این صنایع، برنامه‌های آموزشی و زمینه‌های تحقیقاتی مهندسی شیمی و جهت‌گیری آن در هزاره سوم بطور اجمال مورد بررسی قرار می‌گیرد. علاوه بر تأثیر مهم " علم مهندسی شیمی " در توسعه و شکوفایی صنایع شیمیایی به ویژه نفت، گاز، پتروشیمی، الیاف مصنوعی، صنایع دارویی و کشاورزی، فراورده‌های شیمیایی ویژه (زیست موادها...)، تعداد زیادی مسائل عمده و جدی در حوزه این علم وجود دارد که حل آنهانیاز به تلاش‌های متفکرانه عظیم دارد. از جمله آنکه مهندسی شیمی سنتی باید اصلاح و با توجه به نگرش جدید در مهندسی شیمی مدرن، ارتباط تنگاتنگی بین مهندسی شیمی با سایر علوم به ویژه علوم زیستی برقرار می‌شود.

توسعه و استفاده به هنگام از فنّاوری برای برآوردن نیازهای ملی از جمله امنیت دفاعی، رقابت اقتصادی، بهداشت عمومی و خودکفایی در انرژی، حفظ محیط زیست به منظور توسعه پایدار و موزون و بسیار اساسی است. بنابراین، شناسایی فنّاوری‌های نوین برای تمرکز تلاش‌های آموزشی و پژوهشی بر روی آنها را باید موضوع مهم و قابل توجهی به حساب آورد.

در این مقاله با استفاده از چند گزارش ارزنده دامنه وسیعی از فنّاوری‌ها که برای برآوردن نیازهای ملی تعیین کننده است. معرفی می‌شود.

بطور کلی، باید توجه داشت که خلاقیت و نوآوری چهار راه مسیر علم وفنّاوری است (Paiser,1998).

پژوهش، آموزش، پژوش مدار و سرمایه گذاری برای کاربرد نتایج آن کلید خلاقیت و نوآوری معرفی شده‌اند (Polik,2000).

۲. آموزش مهندسی شیمی

برنامه اموزش مهندسی شیمی از ابتدای تولد آن در اواخر قرن نوزدهم در طی چند دهه با تغییرات زیادی روبه‌رو بوده است. پروفسور هوگن [۱] از دانشگاه ویسکانسین دوران تولدآموزش مهندسی شیمی را دوره شیمی صنعتی می‌نامد.برنامه آموزشی این دوره در جدول ۱ خلاصه شده است.

شکوفایی علم مهندسی پس از جنگ جهانی دوم آغاز شد. در زمینه گسترده‌ای از تقاضای روبه رشد برای مواد شیمیایی پر مصرف، پتروشیمی، فلزات، داروها، محصولات پالایشگاهی و فرآورده‌های غذایی، فنّاوری فرآیند یکی از موضوعات کلیدی بود. فرایندها باید بزرگنمایی شود و مشکلات آنها مرتفع گردد.

مهندسی شیمی هنوز در دوران طفولیت (مراحل اولیه) بود، اما به سرعت رو به رشد نهاد، به ویژه موضوع هایی مانند جداسازی، مراحل تعادلی، پدیده‌های انتقال و مهندسی واکنش‌های شیمیایی. در این موضوع‌ها مفاهیم قدرتمندی مانند آنالیز ابعادی، تشابه بین انتقال حرارت، انتقال جرم وانتقال مومنتم، اساسی است.

---

۱. Hougen, 1977

جدول ۱. برنامه آموزشی اوایل مهندسی شیمی

درس‌های افزوده شده در دهه ۱۹۱۵-۱۹۰۵	درس‌های حذف شده یا تقلیل یافته
شیمی صنعتی	هیدرولیک
فلز شناسی	نقشه برداری
الکتروشیمی	تولید و توزیع گاز
آنالیز صنعتی	زبان‌های خارجی
دماسنجی	کاهش دروس مکانیکی
کارگاه	طراحی ماشین
فنّاوری گاز و بخار	شیمی کمی
تولید مواد شیمیایی	

به هر حال، طی دو دهه گذشته با توسعه نرم‌افزارهای گوناگون از جمله نرم افزارهای قوی و نسبتاً ارزان طراحی فرآیندهای شیمیایی از یک سو وظهور زمینه‌های جدید در مهندسی شیمی از سوی دیگر، برنامه‌های آموزشی به تدریج در دانشگاه‌های بزرگ و معتبر تغییر یافته است.

برای نمونه، برنامه آموزشی تحصیلات تکمیلی در بخش مهندسی شیمی دانشگاهMIT در جدول ۲ و۳ معرفی می‌شوند.

جدول ۲. برنامه آموزشی نمونه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی در دانشگاه MIT*

نیمسال تابستانی یا نیمسال سوم	نیمسال دوم	نیمسال اول
پروژه صنعتی در یکی از صنایع (۱۲ واحد) یا پروژه کارشناسی ارشد در (۱۲ واحد)	مهندسی سامانه‌ها (۳ واحد) ریاضیان کاربردی (۳ واحد) درس انتخابی ۱(۳واحد) درس انتخابی ۲(۳ واحد)	ترمودینامیک (۳ واحد) پدیده‌های انتقال (۳ واحد) مهندسی واکنش‌های شیمیایی (۳ واحد) شیمی فرایند کاربردی (۳ واحد) (به طور مثال شیمی صنعتی)

این برنامه حداکثر در ۱/۵ سال به اتمام می‌رسد و علاوه بر این دروس، گذراندن یک درس فشرده

سه روزه به عنوان "طراحی و تحلیل آماری فرآیندها" الزامی است، اما برای آن واحدی منظور نمی‌شود.

جدول ۳. برنامه آموزشی نمونه دکتری مهندسی شیمی در دانشگاه MIT

نیمسال دوم	نیمسال اول	سال
مهندسی سامانه‌ها درس انتخابی کهاد۱ رساله دکتری	ترمودینامیک پدیده‌های انتقال مهندسی واکنش‌های شیمیایی درس انتخابی (به طور مثال: شیمی صنعتی)	۱*
انتخابی (می‌تواند پروژه صنعتی باشد) کهاد۳ رساله دکتری	درس انتخابی کهاد ۲ رساله دکتری	۲
رساله دکتری	رساله دکتری	۳-۵

۱. تعداد واحد مشخص برای اخذ مدرک دکتری تعیین نشده است و هیچ گونه الزامی برای اخذ درس‌های تعیین شده، به جز دروس کهاد که (جمعاً ۸ واحد) که در بخش‌های خارج در بخش مهندسی شیمی ارائه می‌شود، وجود ندارد.

* این دروس، همان دروس دوره کارشناسی ارشد است که بانظر استاد راهنما و علاقه دانشجو حسب مورد تعیین می‌شود.

شایان یادآوری است که معمولاً نیمی از دانشجویان دوره دکتری اجرای یک پروژه صنعتی در یکی از صنایع را به عنوان درس انتخاب می‌کند.

با توجه به اهمیت صنایع شیمیایی در اقتصاد دنیا به ویژه اقتصاد ایالات متحده آمریکا، اخیراً مطالعه گسترده‌ای درباره وضعیت آموزش و پژوهش تحصیلات تکمیلی شیمی و مهندسی شیمی در سطح جهانی انجام گرفته است. هدف از این مطالعه آزمودن کارایی شیوه‌های آموزشی -

تحقیقاتی دانشگاه‌های ایالات متحده در آماده سازی و تربیت دانش آموختگان برای پژوهش سودمند و بارور در صنایع شیمیایی جهانی شده است.
(Reklaitis and Bartels, 1999)

آمار مختلف نشان دهنده رشد پژوهش و توسعه در خارج از ایالات متحده آمریکاست. به طور مثال اگرچه ۲۶٪ مقاله‌های مندرج در مجلات معتبر علمی شیمی و مهندسی شیمی در آمریکا بنیانگذاری می‌شود، این درصد به تدریج از مقدار بالای ۲۹/۰ در سال ۱۹۹۴ کاهش یافته است. به طور مشابه، اگرچه بیش از نیمی از اختراعات ثبت شده در ایالات متحده در سال ۱۹۹۷. از فعالیت‌های انجام یافته در آمریکا سرچشمه می‌گیردرشد اختراعاتی که از کشورهای دیگر سرچشمه می‌گیرد (به طور مثال کره جنوبی، تایوان، کانادا، دانمارک، اتریش، بلژیک و فنلاند) از اختراعات سرچشمه گرفته از ایالات متحده در طی ۱۹۹۷-۱۹۸۷ فراتر رفته است.(۴/۹٪).

دستاوردهای تحقیق و توسعه در این کشورها بیشتر حاصل کار دانش آموختگان توسعه‌های علمی بومی است که مدل‌های آموزش تحصیلات تکمیلی و حمایت مالی از پژوهش در آنها از نظر نوع و درجه با ایالات متحده متفاوت است.

در چشم انداز این موقعیت‌های بین المللی، دلیلی وجود دارد برای این اعتقاد که مدل مورد ادعای ایالت متحده با روش ویژه ترکیبی از آموزش تحصیلات تکمیلی و پژوهش نوآورانه، تنها راه و بهترین شیوه آماده سازی برای پژوهش سودمند در صنایع شیمیایی جهانی شده نمی‌باشد.

این ملاحظات، کمیته بین المللی شورای پژوهش شیمیایی را به انجام دادن مطالعه شیوه آموزش تحصیلات تکمیلی شیمی و مهندسی شیمی در سطح جهان هدایت کرد. نتیجه این مطالعه سودمند بطور کامل در اینجا قابل ارائه نیست، بلکه تنها به نکات مهم آن اشاره می‌شود:

نخست قدری اطلاعات آماری اساسی درباره برنامه‌های تحصیلات تکمیلی در ۱۷ کشور مطابق جدول ۴ گزارش می‌شود، سپس مشخصات عمومی و جهت‌گیری برنامه‌های آموزشی در پنج کشور از این کشورها ارائه می‌شود.(آمار مربوط به ایران برای مقایسه اضافه شده است)
نتایج حاصل از این جدول را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:
نسبت کلی مدارک اعطاشده کارشناسی ارشد شیمی و مهندسی شیمی به جمعیت به طور چشمگیری در فرانسه، آلمان و ژاپن بیشتر از آمریکاست. در فرانسه و آلمان، ارقام زیاد منعکس کننده سیستمی است که نخستین مدرک حرفه‌ای ارائه شده معادل کارشناسی ارشد می‌باشد.

جدول ۴. آماری کلی از مدارک تحصیلات تکمیلی اعطا شده در شیمی و مهندسی شیمی

Country	Population (millions)	No. of Univ.		No. of degrees awarded				Length of study			
				Chem		ChE		Chem		ChE	
		Chem	ChE	M.S.	Ph.D	M.S.	Ph.D	M.S	Ph.D	M.S	Ph.D
U.S.A.	267.8	180	161	1600	2100	950	580	2.0	4.5	2.0	5.5
U.K.	58.9	48	9	NA	1000	500	150	1.0	3.5	1.0	3.5
Germany	82.1	55	11	3070	2170	1309	248	3.5	3.0	3.5	3.0
Swiss	7.1	9	2	175	170	NA	NA	6.0	3.5	6.0	3.5
Austria	8.1	12	2	200	150	35	30	6.5	3.5	8.5	3.5
France	58.6	45	18	2800	2000	1300	150	4.0	3.0	3.0	3.0
Holland	15.6	6	4	360	160	NA	90	5.0	4.0	6.0	4.0
Spain	39.3	50	15	NA	500	NA	70	2.0	NA	2.0	NA
Finland	5.1	8	4	NA	NA	223	31	NA	NA	6.0	2.0
Norway	4.4	4	1	150	30	NA	110	NA	4.5	NA	NA
Japan	126.1	106	26	2400	220	5980	290	2.0	3.0	2.0	3.0
Taiwan	21.6	17	NA	500	60	480	55	2.5	4.0	NA	NA
Korea	45.6	51	32	550	131	360	104	2.0	4.0	2.5	5.0
Mexico	94.3	5	6	64	8	62	3	2.0	6.0	2.0	3.0
Brazil	159.7	15	NA	244	52	120	25	3.5	4.5	3.0	5.5
Argentina	35.4	2	4	NA	NA	4	12	NA	NA	2.0	4.5
Iran	63.7	31	11	550	NA	420	NA	2.0	-	2.0	-

NA, not available.

از نکات مهم دیگر، تعداد بسیار بالایی مدارک اعطاشده به ازای جمعیت درکارشناسی ارشد و دکتری مهندسی شیمی در ژاپن، کره و تایوان است. به هر حال، تعداد مدرک دکتری اعطاشده به ازای جمعیت در فرانسه و آلمان به طور چشمگیری بیشتر از ایالات متحده آمریکاست.

تعداد مدارک دکتری مهندسی شیمی اعطا شده به ازای جمعیت در تمام کشورهای مورد مطالعه (پنج کشور) قابل مقایسه است، بجز هلند که تعداد دانش آموختگان دکتری مهندسی شیمی تقریباً ۲ برابر کشورهای دیگر است.

طول مدت تحصیل برای اخذ مدرک دکتری، پس از تکمیل دوره دبیرستان، انگلستان و سوئد بسیار کوتاه‌تر از ایالات متحده است. (۷ سال در مقابل تقریباً ۱۰ سال)، اما در اغلب کشورهای دیگر، زمان لازم برای اخذ درجه دکتری تا اندازه کمی کوتاه‌تر یا به همان اندازه آمریکاست.

مجال ارائه مشخصات برنامه‌های آموزشی شیمی، مهندسی شیمی در این کشورها در این مقاله نیست، اما تفاوت‌های عمده آن با برنامه‌های مربوط در ایالات متحده عبارت اند از :

- تجربه صنعتی لازم برای اعضای هیئت علمی ؛
- تأکید کمتر بر تجربه پسا دکتری؛
- عدم ارائه دروس تحصیلات تکمیلی پس از دروه کارشناسی ارشد؛
- زمان کوتاه‌تر برای اخذ مدرک دکتری ؛
- روشهای متفاوت استخدام در صنعت؛
- آموزش زبان و مراودات بین المللی ؛
- حمایت مالی مستقیم دانشجو به جای حمایت از طریق بودجه تحقیقاتی استاد؛

در تحلیل دیگری از برنامه آموزش مهندسی شیمی، بحث تعالی آکادمیک [1] و دیدگاه‌های متفاوت متخصصان دانشگاهی و صنعت در این باره ارائه شده است (Lee and Rhinehart,1997).

"تعالی آکادمیک" چیست و چگونه می‌توان به آن دست یافت؟

تعالی آکادمیک عبارتی تحسین‌آمیز است که اغلب برای تشریح یک نگرش کیفیت گرا در مأموریت آموزشی به کار می‌رود. در واقع، تعالی آکادمیک چیزی است که هر مربی و موسسه آموزشی باید آن را به عنوان هدف اصلی مد نظر قرار دهد. به هر حال، باید تعالی آکادمیک قبل از هرگونه ارزیابی یا تعیین راهبرد برای دستیابی به آن تعریف شود. به ویژه وقتی که دو گروه متفاوت یعنی متخصصان دانشگاهی و متخصصان صنعت با توجه به انتظارات و معیارهای خود، نظرهای متفاوتی در این باره ارائه می‌کنند.

تعریف متفاوت از تعالی آکادمیک توسط این دو گروه در جداول ۵ و ۶ خلاصه شده است.

با توجه به این دو دیدگاه مختلف، توصیه‌ها و راه حل هایی ارائه شده است که فرصت طرح آنها در این مقاله نیست.

در چندین اظهار نظر در سال‌های اخیر، دانشمندان برجسته به درستی استدلال کرده‌اند که باید در برنامه‌های آموزش مهندسی شیمی به تدریج تحولات جدیدی رخ دهد

---

۱. Academic Excellence

.(Charpentier,1997)

دروس شیمی بیشتر گنجانده شود (Bell,1997)، دروس چند نظمی و محصول نگر از قبیل زیست فرآیندنیز باید بیشتر گنجانده شود(Gilles,1998). اگر چه استدلال نیز شده است که این تغییرات برای دانشجویان ممتاز چندان حائز اهمیت نیست.(Ruthuen,1996)

یکی از استادان برجسته دانشگاهTwente هلند، ضمن موافقت با نظرهای دانشمندان یادشده عقیده دارد که در این عصر رایانه‌ای شدن و فنّاوری اطلاعات باید تلاش کنیم تا دانشی را به رسمیت بشناسیم که به دانشجو اجازه می‌دهدتا به زمینه‌های مربوط به نیازهای ویژه خود نفوذ کند، ارتباط انعطاف‌پذیر با سایر رشته‌ها را بهبود بخشد و ارتباط بین مهندسان شیمی شاغل در صنایع و دانشگاه‌ها را تقویت کند(Swaaij,1998) در سیستم جدید اعتبار گذاری آموزش مهندسی در آمریکا باید نشان داده شود که دانش آموختگان دارای مهارت‌های لازم برای ایفا نقش در یک تیم چند نظمی، برقراری ارتباط مؤثر و درگیری در آموزش مادام العمر هستند و اینکه آنها موضوعات مدرنی چون تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی و تأثیر راه حل‌های مهندسی در شرایط جهانی / جامعه‌ای را درک می‌کنند. در حالی که در سیستم اعتبار گذاری قبلی تنها نشان دادن تدریس ریاضیات، طراحی و غیره برای کسب اعتبار کامل کفایت می‌کرد (Felder,1998)

جدول ۵. دیدگاه دانشگاهی، مهارت هایی که دانشجویان کارشناسی برای موفقیت در تحصیلات تکمیلی لازم دارند.

- مهارت‌های ریاضی نزدیک به مهارت‌های یک دانشجوی ریاضی
- مهارت‌های برنامه ریزی کامپیوتری برای حل مسائل پیچیده در حال افزایش
- به خاطر سپردن مواد درسی (در یک مقیاس زمانی کوتاه) و "کارهای بزرگ" (در مقیاس زمانی طولانی)
- توانایی تشریح کامل (از نظر درک ریاضی) سیستم‌های غیر ایده آل
- توانای درک مفاهیم در مقیاس مولکولی (نقطه نظر میکروسکوپی)
- توانایی انجام دادن پژوهش هایی که منجر به انتشار مقاله در مجلات معتبر علمی می‌شود.
- دقت (پاسخ‌ها باید در حدود۲٪ باشد)
- توانایی کار به صورت انفرادی
- کسب معدل "۴" (معادل ۲۰) !تعالی!

جدول ۶. دیدگاه صنعتی، مهارتی که دانشجویان کارشناسی برای موفقیت علمی در صنعت لازم دارند.

- توانای به سرعت سهیم شدن (با حداقل آموزش مورد نیاز) به صورت انفرادی و گروهی
- یک نگرش کلی " تلاش برای تعالی"
- شایستگی تبادل نظر مؤثر شفاهی وکتبی با مهندسان دارای مدرک کارشناسی و دیگر همکاران دارای مدرک دانشگاهی و دیپلم - خود باوری و اعتماد به نفس؛ آگاهی از توانایی انجام دادن کار با پاسخ درست.
- توانایی دیدن "تصویر بزرگ" شامل ارزش قایل شدن به اهمیت زمان مدیریت مالی
- اشتیاق مواجه با پاسخ‌هایی که در حدود ۲۰٪ هستند. بدون ترس از" حدس و تخمین" وقتی که ضرورتی است، آگاهی و مرتبط کردن و اعمال عدم اطمینان
- توانایی دسترسی به اطلاعات، توانایی اخذ داده‌های مورد نیاز از کارکنان دیگر و غیره
- توانایی انجام دادن دقیق موازنه جرم و انرژی (مقیاس ماکروسکوپی)، توانایی حل مسائل ساده مکانیک سیالات انتقال حرارت و فرآیند جداسازی
- مؤثر بودن در گروه
- توانایی برآورده ساختن اهداف چندگانه و رقیب کمپانی و مشتری
- دانش کار با دستگاه‌های واقعی (پمپ‌ها، لوله کشی‌ها و غیره...)
- آگاهی از مسائل ایمنی
- آگاهی از مسائل زیست محیطی شامل تبدیل منابع
- آمادگی آلوده شدن
- آموزش وکسب مهارت خودفرما
- توانای تلفیق وگنجاندن هر ارزشی (ایمنی، کیفیت، قابلیت،اطمینان،پذیرش انسانی، تبدیل منابع، اقتصادو غیره) در محاسبات
- توانایی اداره کارکنان و پروژه (طولانی مدت)
- توانایی شهروند خوب و عنصر مؤثر بودن در جامعه (طولانی مدت)
- نمره متوسط "۴"؟ احتمالاً فردی غیر عملیاتی است.

۳. پژوهش مهندسی شیمی "نقش مهندسی شیمی در فنّاوری‌های حیاتی"

در هر مطالعه برای انتخاب فنّاوری‌های تعیین کننده، ضرورت دارد که معیارهایی مبتنی بر عواملی چون آسیب پذیری و فراگیر بودن گسترش یابند. البته، باید توجه داشت که هر فهرست معینی از فنّاوری‌ها انتخاب شود، درجاتی از واقع گرایی را بر عهده خواهد داشت. فنّاوری‌های مورد بحث در این نوشتار، با این اعتقاد مطرح شده‌اند که پایه‌های مناسبی را برای کاوش در برآوردن بسیاری از نیازهای آینده ملت تشکیل می‌دهند. برجسته کردن اهمیت این فنّاوری‌ها در برآوردن نیازهای آینده می‌تواند در تعین اولویت‌های پژوهشی و سرمایه گذاری‌ها و فعالیت‌های بخش‌های دولتی و خصوصی راهگشا باشد.

در محیطی آکنده از رقابت فزاینده جهانی، به کارگیری فنّاوری، همچون یک نبرد راهبردی در بازار بین المللی است. موفقیت فردای هر ملتی در این میدان رقابت اکتشاف و استفاده از فنّاوری‌های نوین و کلیدی می‌باشد. فرآیند اکتشاف، توسعه و به کارگیری این فنّاوری‌ها باید یکپارچه و به جای تصور آنها به عنوان فعالیت‌های متوالی به صورت همزمان در نظر گرفته شود.

باید توجه داشت که فنّاوری به تنهایی قادر به تضمین کامیابی اقتصادی و امنیت ملی نیست. فنّاوری می‌تواند سهم مهمی در این رابطه داشته باشد، به شرطی که بیاموزیم آن را به صورتی اثر بخش‌تر در توسعه فرآورده‌های نوآورانه باکیفیت عالی و با قیمت‌های رقابت جویانه استفاده کنیم. در گزینش فنّاوری‌های حیاتی بر خلق فرآوردهای جدید و بر فرایند تولید آنها با رویکردهای یکپارچه در ساخت و تولید محصول، کارایی، کیفیت و هزینه تأکیدی خاص می‌شود.

مجموعه‌ای از فنّاوری‌های کلیدی که منعکس کننده گستره کامل نیازهای حیاتی است و علوم مهندسی شیمی در توسعه آن نقش مهمی ایفا می‌کند، در شش حوزه وسیع زیر قرار می‌گیرند:

- مواد با ویژگی‌های که نوید بخش بهبودهای حایز اهمیت در کارایی اقلام تولیدی و مصرفی هر یک از بخش‌های اقتصادی است.
- فنّاوری‌ها و فرایندهای ساخت و تولید که به عنوان یک مبنای حیاتی، صنایع را قادر می‌سازد که جریانی از فرآورده‌های نوین را باکیفیت بالا و باقیمت‌های رقابت جویانه به بازار روانه سازند.
- فنّاوری اطلاعات و ارتباطات که تکامل خود را با سرعتی نفس گیر ادامه می‌دهند و رهیافت‌های ما را در حوزه‌های ارتباط، آموزش و ساخت و تولید به طور پیوسته تغییر می‌دهند.
- پیشرفت‌های بیوتکنولوژی و علوم زیستی که رهیافت‌های غیر متعارفی را در مسائل اساسی

حوزه‌های متنوعی چون دارو، کشاورزی، ساخت و تولید و حفظ محیط زیست ممکن ساخته است.

- سیستمهای حمل و نقل زمینی و هوایی که توانایی‌های نظامی و غیر نظامی ما را افزایش می‌دهد و سهولت ایمنی سفر را بالا می‌برد.

- تکنولوژی‌های مرتبط با انرژی ومحیط که امکان بالقوه تأمین منابع انرژی ایمن، سالم و بادوام را داراست و تضمینی است برای اینکه محیط پاکیزه برای خود و نسلهای آینده باقی می‌ماند (فلسفه توسعه پایدار و موزون)

- علاوه بر معرفی فنّاوری‌های یاد شده، الگوهای در حال ظهور در مهندسی شیمی مدرن و ورود به قلمروهای جدید (مهندسی شیمی بدون مرز) مورد بررسی قرار می‌گیرد. این زمینه‌ها در برگیرنده علم مهندسی شیمی با اطلاعات مولکولی، سیستم‌های زنده فنّاوری‌ها در مقیاس نانو[1] است.

۴. نتیجه گیری

- صنایع شیمیایی و بیوشیمیایی نیروی محرکه قابل توجهی برای تقویت اقتصاد سالم بر حسب ایجاد مشاغل، موازنه مثبت تجاری و تولید محصولات کلیدی است.

- درحالیکه رقابت جهانی، پیشرفت فنّاوری، بهداشت عمومی و ملاحظات زیست محیطی، بازارها و محصولات جدید آینده را شکل می‌دهند، چالش‌های جدید و روبه رشد برای صنایع شیمیایی و بیوتکنولوژی در ۲۵ سال آینده پیش بینی می‌شود مهندسان شیمی که نقش مهمی در توسعه و کاربرد فنّاوری‌های حیاتی (کلیدی) ایفا می‌کنند، باید برای روبه رو شدن با این چالش‌ها آماده باشند و به نقش رهبری خود در این ارتباط ادامه دهند.

- مهندسان شیمی باید جهان را در توسعه فنّاوری‌های جدید، ساخت و تولید و سودهی رهبری کنند، در حالیکه بهداشت و ایمنی را بهینه و حفظ محیط زیست را برای توسعه پایدار و سالم تضمین می‌نمایند.

- دامنه فعالیت علم مهندسی شیمی از یک سو به کانون مولکولی فرآوری ریز مقیاس و از طرف دیگر به یکپارچه سازی بزرگ مقیاس فرآیندها و سیستم‌ها گسترش می‌یابد.

---

۱. Nano Technology

- برنامه‌های آموزشی مهندسی شیمی باید با توجه به تحولات چشمگیر در زمینه‌های یادشده به تدریج متحول شود تا پاسخگوی نیازهای جامعه به ویژه ظهور افق‌های جدید در حوزه فعالیت‌های مهندسی شیمی که مستلزم ارتباط مؤثر با دانشمندان سایر رشته‌ها و پژوهش‌های چند نظمی است. باشد.

مراجع

1. T.A. Bell, Comment, Chem. Eng. Sci, 52(6), iii-iv, 1997.
2. J.C. Charpentier, Comment, Chem. Eng. Sci., 52(18), iii-iv, 1997.
3. R.M. Felder, "ABET Criteria 2000", Chem. Eng. Ed. 32(2), 126−127, 1998.
4. E.D. Gilles, Comment, Chem. Eng. Sci., 53(1), iii-iv, 1998.
5. O.A. Hougen, "Seven Decades of Chemical Engineering", Chem. Eng. Prog, 73(1), 89−104, 1977.
6. W. Eand Lee, R.R. Rhinehart, "Do We Realy Want Academic Excellencc", Chem. Eng., Prog., 93(10), 82-89, 1997.
7. NRC, "Critical Tehcnologies: Role of Chemistry and Chemical Engineering", National Academy Press, Washington D.C., 1992.
8. R. Pariser, "Creativity at the Crossroads Between Science and Technology", Chemtech, Junelssue, 48-54, 1998.
9. W.F. Polik, "The Keys to Innovation: Research, Education and Entrepreneurship", Chem. Innov., April Issue, 3-4, 2000.
10. G.V. Reklaitis and K. Bartels, "Does U.S Graduate Education Work for the Chemical Industry"?,Chemtech, Aug Issue, 7-15 (1999).
11. D.M. Ruthven, Comment, Chem. Eng. Sci, 51(18), iii-iv, 1996.
12. W.V. Swaaij, Comment, Chem. Eng. Sci. 53(24) 4039-4040, 1998.

(تاریخ دریافت مقاله: ۷۹/۱۲/۱۵)