.....
سرشناسه :
عنوان و پدیدار آور :
مشخصات نشر :
مشخصات ظاهری :
شابک :
وضعیت فهرست‌نویسی :
موضوع :
موضوع :
شناسه افزوده :
رده بندی کنگره :
رده بندی دیویی :
شماره کتابخانه ملی :

.....

شیمی از کلام تا کمال

(از دبیرستان تا فوق دکتری)

جواد صفری
(عضو هیأت علمی دانشگاه کاشان)
مهندس مونا محبوبی

تهران ۱۳۸۷

نشر دعوت

شیمی از کلام تا کمال

جواد صفری
مونا محبوبی

آماده‌سازی: معصومه شجاعی
ویراستار: مهندس زهره زرنگار
ناظر چاپ: محمدعلی حیدری
چاپ و صحافی: الهادی
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
چاپ اول: ۱۳۸۷
قیمت:۱۰۰۰ تومان

شابک: ۸-۳۰-۲۹۰۹-۹۶۴-۹۷۸

© حقوق چاپ و نشر محفوظ است

نشر دعوت؛ تهران ۸۸۳۳۴۰۹۴ کاشان ۴۴۵۵۸۰۳ همراه ۰۹۱۳۲۷۶۳۶۶۸
www.davatpub.com Email: info@davatpub.com

فهرست

پیش‌گفتار ۸
مقدمه ۱۰
شیمی ۱۲
تاریخچه ۱۲
نگاه گذرا بر علم شیمی ۱۲
ریشه‌یابی ۱۵
جستارهای وابسته ۱۵
شاخه‌های شیمی ۱۶
فلسفه‌ی آموزش شیمی ۱۶
سواد شیمی ۱۹
اصول حاکم بر آموزش شیمی ۲۲
هدف‌های برنامه‌ی درس شیمی ۲۳
آموزش شیمی مقطع دبیرستان ۲۴
آموزش شیمی در عصر فن‌آوری اطلاعات ۲۵
ضرورت بازاندیشی در آموزش شیمی ۲۷
نقش عوامل انسانی در یاددهی-یادگیری شیمی ۲۸
تلاش برای بهبود کیفی آموزش شیمی ۲۹
فن‌آوری‌های نو و محتوای کتاب‌های درسی ۳۰
ضرورت آموزش فن‌آوری نانو به دانش‌آموزان ۳۳
رویکردهای برگزیده برای برنامه‌ریزی درسی ۳۴
رشته‌ی شیمی ۳۵
معرفی رشته‌های شیمی ۳۷
معرفی دوره‌های تحصیلی کارشناسی شیمی ۳۷

درس‌های عمومی ۳۹
درس‌های پایه ۴۰
درس‌های الزامی مشترک ۴۱
درس های اختیاری گرایش کاربردی ۴۳
درس‌های اختصاصی گرایش کاربردی ۴۵
درس‌های اختیاری گرایش محض ۴۷
درس‌های اختصاصی گرایش محض ۴۸
درس‌های اختصاصی گرایش دبیری ۴۸
درس‌های اختیاری گرایش دبیری ۵۰
اهداف هر یک از آزمایشگاه‌های شیمی ۵۰
شیمی و گرایش‌های آن ۵۲
گرایش‌های مقطع کارشناسی ۵۳
شاخه‌ی محض ۵۴
شاخه‌ی کاربردی ۵۵
شاخه‌ی دبیری ۵۵
توانایی‌های دانش‌آموختگان رشته‌ی شیمی ۵۶
ادامه‌ی تحصیل در مقاطع بالاتر ۵۷
ادامه‌ی تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد ۵۸
معرفی رشته‌ی تحصیلی کارشناسی ارشد ۵۹
جداول واحدهای کارشناسی ارشد ۶۰
معرفی رشته‌ی نانوشیمی ۶۴
گرایش‌های رشته‌ی نانوشیمی ۶۴
سرفصل‌های دروس ۶۵
آزمون و چگونگی ورود به مقطع دکتری ۶۶
آزمون زبان خارجی ۶۷
آزمون تخصصی ۶۸

معرفی رشته‌ی دکتری شیمی (Ph.D) ۶۹
فوق دکتری شیمی (Post-doc) ۷۰
اهمیت و جایگاه شیمی در جامعه ۷۱
آینده‌ی شغلی بازار کار درآمد ۷۲
مروری بر چهار زیربنای اصلی رشته‌ی شیمی ۷۲
شیمی آلی ۷۲
شیمی کربن ۷۳
شیمی تجزیه ۷۶
مسیر تحول و رشد شیمی تجزیه ۷۷
انواع تجزیه ۷۸
ماهیت روش‌های تجزیه‌ای ۷۸
کاربردهای شیمی تجزیه: ۷۹
آینده‌ی شیمی تجزیه ۸۰
شیمی معدنی ۸۰
نگاه کلی بر شیمی معدنی ۸۰
طبقه‌بندی مواد معدنی ۸۱
ساختارهای مواد معدنی ۸۲
انواع واکنش‌های مواد معدنی ۸۳
شیمی فیزیک ۸۳
رابطه‌ی شیمی فیزیک و شیمی معدنی ۸۳
کاربردهای شیمی فیزیک ۸۴
فن‌آوری نانو ۸۴
منابع و مآخذ ۸۷

پیش‌گفتار

این کتاب با عنوان «شیمی ازکلام تا کمال» برای دانش‌جویان رشته‌ی شیمی و علاقه‌مندان به این رشته جمع‌آوری شده است. علاوه بر آن برای راهنمایی دانش‌آموزانی می‌باشد که در دبیرستان به درس شیمی علاقه داشته، می‌خواهند در این رشته ادامه‌ی تحصیل بدهند.

در این کتاب ابتدا به چیستی و چگونگی به وجود آمدن شیمی از کیمیاگری پرداخته شده، گرایش‌های گوناگون دانشگاهی این رشته نیز مورد بررسی قرار گرفته است .آموزش در این رشته به این‌گونه است که همراه با گذراندن درس‌های نظری هم‌نیاز با این اصول نظری آزمایشگاه‌ها گذرانده می شود تا علاوه بر آموزش نظری، مهارت‌های لازم برای کار کردن در آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها، کسب گردد و سعی بر این بوده که علاوه بر آشنایی با جدول‌های واحدهای درسی در هر گرایش و در هر مقطع تحصیلی، توضیحی از هدف‌ها نیز آورده شود. تحصیل در علم شیمی شامل مراحل و مقطع‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری و دروه‌ی فوق دکتری می‌باشد.

فلسفه‌ی آموزش شیمی ،هدف‌های برنامه‌ای درس شیمی، اهمیت و جایگاه این رشته در اجتماع و توانایی های یک شیمی‌دان در مقطع‌های گوناگون تحصیلی موضوع‌های مهمی است که به آن پرداخته شده است.

در پایان به شرح اجمالی چهار درس اصلی این رشته پرداخته شده و توضیح مختصری در مورد علم فن‌آوری نانو به‌عنوان پرطرف‌دارترین بحث قرن بیست و یکم، آورده شده است .توسعه‌ی فن‌آوری نانو در اغلب بخش‌های آموزشی، پژوهشی و مدیریتی کشور و تبدیل شدن آن به یکی از اولویت‌های پژوهشی و صنعتی ایران، ضرورت فراگیری این علم را خاطرنشان می‌کند.

امیدوارم که گردآوری این مطالب بتواند ناآگاهی و ابهاماتی را که در زیربنای این علم و آموزش آن وجود داشته، جبران نماید و علاقه‌مندان به دانش شیمی بتوانند با درنظرگرفتن توانایی‌های خود قدم در عرصه‌ی این علم بگذارند و با ذهنی پویا و خلاق، جامعه‌ی رو به رشد و جوان ایران را به سوی پیشرفت و خودکفایی بیش‌تر سوق دهند.

در پایان باید افزود که چاپ هر اثر، کاری جمعی است. بدین وسیله از همه عزیزانی که ما را یاری کردند، کمال سپاسگزاری و امتنان را دارم. هم‌چنین از معاونت پژوهشی و فن‌آوری دانشگاه کاشان که در چاپ این کتاب همکاری کردند، صمیمانه تشکر می‌نمایم.

جواد صفری

(عضو هیأت علمی دانشگاه کاشان)

مقدمه

پیشرفت دانش شیمی در آستانه‌ی هزاره‌ی سوم، شگفت انگیز بوده است. پژوهش‌های انجام شده در چند دهه اخیر، می‌تواند راه‌گشای دانشمندان برای گشودن راز پدیده‌هایی مانند: یادگیری، خواب دیدن، تکامل شیمیایی و شناخت ژرف‌تر دستگاه ایمنی بدن باشد. توجه روزافزون به نیروهای ضعیف بین مولکولی و درون مولکولی جهشی عظیم در علم شیمی است.

به‌کارگیری رایانه‌های نیرومند و بهره‌گیری از روش‌های محاسباتی پیشرفته، امکان پیش‌بینی رفتار مولکول‌های پیچیده در واکنش‌های شیمیایی را فراهم کرده است. دقت و سرعت جستجو برای کشف داروهای جدید بالا رفته، امکان آزمودن هزاران ترکیب شیمیایی در مدت زمانی کوتاه فراهم آمده است. استخراج و شناسایی هزاران ترکیب شیمیایی پیچیده از گیاهان و جانوران دریایی، گنجینه‌ای ارزشمند از آنتی‌بیوتیک‌ها و مواد دارویی و غذایی مفید در اختیار بشر قرار داده است.

گسترش فن‌آوری نانو مدیون پژوهش‌های بنیادی شیمی در زمینه‌ی طراحی و ساخت سیستم‌های مولکولی جدید می‌باشد. بسپارهای رسانا و ساختارهای مولکولی هوشمند کمک شایانی به پیشرفت فن‌آوری نانو کرده‌اند.

با توجه به گسترش روزافزون علم شیمی و کاربردهای فراوان آن در علم و صنعت و زندگی، اطلاعات کاملی از پیش‌زمینه‌ها و اصول حاکم بر آموزش این علم وجود نداشته و پایه و اساس این علم گسترده، به‌طور کامل بیان نشده است.

شناساندن استعدادهای خدادادی نهفته در کشور و ایجاد انگیزه‌ی لازم در فرزندان این مرزوبوم برای استفاده بهینه از این استعدادها و شکوفایی صنایع و حرکت در جهت استقلال صنعتی-اقتصادی کشور گام مهمی است که تنها از راه آموزش علوم تجربی به‌ویژه شیمی، بستر مناسب چنین پیشرفت‌هایی فراهم خواهد شد.

۱- شیمی

شیمی مطالعه‌ی ساختار و خواص ترکیب‌ها و تغییر شکل مواد است. این علم در مورد عنصرها و ترکیب‌های شیمیایی که شامل اتم‌ها، مولکول‌ها و برهم‌کنش میان آن‌هاست، بحث می‌کند.

۱-۱: تاریخچه

واژه‌ی شیمی خود داستان درازی دارد. ریشه‌ی این نام از واژه‌ی «کیمیا» گرفته شده است. خاستگاه واژه‌ی کیمیا را برخی از یونان دانسته‌اند و چیستی کار کیمیاگری، دگرساختن مس به طلا بوده است. ره‌پویان بعدی این دانش، کیمیاگران عرب بودند. اروپاییان با این واژه و دانش آن، از راه عرب‌ها آشنا شدند و این دانش را با نام «Alchemy» شناختند و آن را در میان خود پروردند تا در سده‌های نزدیک به ریخت فرانسه، شیمی به زبان ما بازگشت. شیمی در طول تاریخ طولانی و تکاملی خود دوران‌های گوناگونی را پشت سر گذاشته که می‌توان آن را به پنج دوران تقسیم کرد:

۱. دوران رشد کارهای تجربی
۲. دوران رشد جنبه‌های نظری شیمی
۳. دوران کیمیاگری
۴. دوران اصل آتش
۵. دوران شیمی پیشرفته (مدرن)

۱-۲: نگاه گذرا بر علم شیمی

شیمی علم اتم‌ها، پیوندها و مولکول‌هاست. دانشی که می‌تواند خواص ماده، چگونگی تغییرات و شیوه‌ی تولید آن‌ها را از هسته‌ی اتم گرفته تا کهکشان بررسی کند.

نظریه‌ی اتمی پایه و اساس علم شیمی است. این نظریه بیان می‌دارد که تمام مواد از واحدهای بسیار کوچکی به نام اتم تشکیل شده‌اند. یکی از اصل‌ها و قوانینی که در مطرح شدن شیمی به‌عنوان یک علم تأثیر به‌سزایی داشته، اصل بقای جرم است. این قانون بیان می‌کند که در طول انجام یک واکنش شیمیایی معمولی، مقدار ماده تغییر نمی‌کند (امروزه فیزیک مدرن ثابت کرده، در واقع این انرژی است که بدون تغییر می ماند، هم‌چنین انرژی و جرم با یکدیگر رابطه دارند). این مطلب به‌طور ساده به این معنی است: اگر ده هزار اتم داشته باشیم و مقدار زیادی واکنش شیمیایی انجام پذیرد، در پایان به‌طور دقیق، ده هزار اتم وجود خواهد داشت. اگر انرژی از دست رفته یا به‌دست آمده را درنظر بگیریم، مقدار جرم نیز تغییر نمی‌کند.

شیمی کنش و واکنش میان اتم‌ها را به تنهایی یا در بیش‌تر موارد به همراه دیگر اتم‌ها و به صورت یون یا مولکول (ترکیب) بررسی می‌کند. این اتم‌ها اغلب با اتم‌های دیگر واکنش‌هایی را انجام می‌دهند (برای نمونه زمانی که آتش چوب را می‌سوزاند، واکنش بین اتم‌های اکسیژن موجود در هوا و چوب انجام می‌گیرد).

یکی از یافته‌های بنیادی و جالب دانش شیمی، این است که اتم‌ها به نسبت برابر با یکدیگر ترکیب می‌شوند. سیلیس دارای ساختاری است که نسبت اتم‌های سیلسیم به اکسیژن در آن یک به دو است. امروزه ثابت شده استثناهایی در زمینه‌ی قانون نسبت‌های معین وجود دارد (مواد غیر استوکیومتری).

یکی دیگر از یافته‌های کلیدی شیمی این است که هرگاه یک واکنش شیمیایی مشخص رخ بدهد، مقدار انرژی که به‌دست می‌آید یا از دست می‌رود، همواره یکسان است. این امر ما را به مفاهیم مهمی مانند تعادل و ترمودینامیک می‌رساند.

شیمی‌فیزیک، بر پایه‌ی فیزیک پیشرفته (مدرن) بنا شده است. از نظر اصولی می‌توان تمام سیستم‌های شیمیایی را با استفاده از نظریه‌ی مکانیک کوانتوم شرح داد. این نظریه از لحاظ ریاضی پیچیده و به‌طور عمیق شهودی است. به هر حال در عمل و به‌طور واقعی، سیستم‌های ساده‌ی شیمیایی با مفاهیم مکانیکی کوانتوم قابل بررسی می‌باشند و در بیش‌تر موارد با استفاده از تقریب این نظریه (به‌خصوص اربیتال اتمی) قابل درک و به‌کارگیری هستند.

با این‌که در بسیاری موارد ممکن است مکانیک کوانتوم نادیده گرفته شود، مفهوم اساسی آن، یعنی کوانتومی کردن انرژی، چنین نیست. شیمی‌دان‌ها برای به‌کارگیری همه‌ی روش‌های طیف‌نمایی، به آثار و نتایج کوانتوم نیاز دارند؛ هرچند که ممکن است بسیاری از آن‌ها از این امر آگاه نباشند. دانش فیزیک هم ممکن است مورد بی‌توجهی واقع شود، اما برآیند نهایی آن (مانند رزونانس مغناطیس هسته‌ای) پژوهیده و مطالعه می‌شود .

بخش‌های اصلی دانش شیمی عبارت است از:

- شیمی تجزیه، به تعیین ترکیب‌های مواد و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی آن می‌پردازد.
- شیمی آلی، به مطالعه‌ی ترکیب‌های کربن‌دار، غیر از ترکیب‌هایی چون کربن‌دی‌اکسید می‌پردازد.
- شیمی معدنی، بیش‌تر به عنصرهایی که در شیمی آلی روی آن‌ها تأکید نشده و برخی ویژگی مولکول‌ها می‌پردازد.
- شیمی‌فیزیک، پایه و اساس تمامی شاخه‌های دیگر را تشکیل می‌دهد و شامل ویژگی‌های فیزیکی مواد و ابزار نظری بررسی آن‌هاست.

دیگر رشته‌های مطالعاتی و شاخه‌های تخصصی که با شیمی پیوند دارند، عبارت است از: علم مواد، مهندسی شیمی، شیمی بسپار، شیمی محیط زیست و داروسازی.

۱-۳: ریشه‌یابی

کلمه‌ی «شیمی»[1] در اصل از کلمه‌ی یونانی «کیمیا» به معنی؛ به‌هم فشردن، باهم ساختن، جوش‌دادن ، آلیاژ و ... گرفته شده است. همین‌طور می‌تواند از کلمه‌ی فارسی «کیمیا» به معنی «طلا» و کلمه‌ی فرانسوی«Alkemie» یا عربی «الکیمیا» (هنر دگرگونی) گرفته شده باشد.

۱-۴: جستارهای وابسته

☐ فرآورده‌های شیمیایی و واکنش‌های برقی (القایی)
☐نامگان با قاعده
☐فرمول شیمیایی
☐فرمول شیمیاِیی ساده
☐فرمول مولکولی
☐پیوستگی شیمیایی
☐روش علمی
☐واحد SI
☐نمادهای مهم
☐اتم
☐اربیتال‌ها
☐جدول تناوبی عنصرهای شیمیایی
☐فهرست عنصرهای شیمیایی
☐هم‌پار (ایزومر)
☐آلوتروپی (دگرشکل)
☐همسانگرد (ایزوتروپ)
☐یون

---

1 -Chemistry

☐ساختمان الکترون
☐روندهای دوره‌ای
☐الکترونگاتیویته (الکترون‌گیر)

۵-۱: شاخه‌های شیمی

☐ شیمی آلی
☐ شیمی معدنی
☐ شیمی تجزیه
☐ شیمی فیزیک
☐ نانوشیمی
☐ فیتوشیمی
☐ شیمی کاربردی
☐ شیمی دارویی
☐ زیست‌شیمی (بیوشیمی)
☐ رادیوشیمی

۲- فلسفه‌ی آموزش شیمی

با پیشرفت و گسترش روزافزون دانش و فن‌آوری، چهره‌ی جهانی که در آن زندگی می‌کنیم پیوسته دگرگون می‌شود. در این رهگذر، شرط بهره‌مند شدن از امکاناتی که دانش امروز در اختیار بشر می‌گذارد، هماهنگ شدن هر چه بیش‌تر با روند این دگرگونی‌هاست. برای دست‌یابی به این هماهنگی، مجهز بودن شهروندان یک جامعه‌ی روبه رشد، به سواد علمی – فن آورانه یک ضرورت است. زیرا افراد جامعه با فراگیری اصول و روش‌های علمی قادر خواهند شد تا درباره‌ی مسایل و مشکلاتی که در زندگی، چه در خانه و چه به هنگام کار با آن‌ها روبرو

می‌شوند، آگاهانه و هوشمندانه تصمیم‌گیری کنند و درصدد حل آن‌ها برآیند.

درضمن چون بیش‌تر پیشه‌های موجود در کشور و بسیاری که در آینده ایجاد خواهد شد، همگی به میزان پیشرفت علم و فن‌آوری در کشور بستگی دارد، می‌توان فن‌آوری‌های جدید به‌دست آمده از گسترش علم تجربی را نیروی پیشران و تعیین‌کننده‌ی سیاست، اقتصاد، تجارت، بهداشت و حتی قوانین مدنی در یک کشور دانست. به این ترتیب اهمیت داشتن سواد علمی – فن آورانه بیش‌تر آشکار می‌شود.

هم‌چنین دانش‌آموزی که مجهز به سواد علمی - فن‌آورانه است راحت‌تر و به‌طور مؤثرتری از دست‌آوردهای علمی استفاده می‌کند و هم‌پای جامعه‌ای که در آن زندگی می‌کند، به پیش می‌رود. از سوی دیگر دانش‌آموز به‌عنوان یک مصرف‌کننده، روزانه با فرایندها و فراورده‌های گوناگونی روبه‌روست که آگاه کردن و راهنمایی او در جهت بهره‌گیری درست از این فراورده‌ها و رعایت اصول بهداشت و ایمنی به هنگام رویارویی با آن‌ها بسیار ضروری است. در یک کلام ایجاد یک زندگی متعادل برای فرد فرد شهروندان، نتیجه‌ی مهم گسترش سواد علمی – فن‌آورانه در کشور است.

مهم‌ترین و شاخص‌ترین فلسفه‌ی آموزش شیمی در ایران و کشورهای توسعه یافته‌ی دیگر، بالا بردن سطح سواد علمی است. سواد علمی دارای گستره‌ی وسیعی است؛ اما می‌توان در توصیف آن گفت که یک شخص برخوردار از سواد علمی باید چنین ویژگی‌هایی داشته باشد:

- ☐ با مفاهیم علمی پایه آشنا باشد
- ☐ مهارت‌های لازم برای فرایندهای علمی (روش علمی) را کسب کرده باشد.

☐ رابطه‌ی میان علم و فن‌آوری و جایگاه اخلاق و ارزش‌ها را در علم بداند.

☐ با ماهیت علم آشنا باشد

☐ دارای نگرش علمی بوده، نسبت به حل مسایل در زندگی روزمره به کمک روش علمی، نگرش مثبتی داشته باشد.

در آموزش علوم تجربی به‌ویژه شیمی، تنها آشنا شدن با موضوع‌های علمی و درک و فهم آن‌ها مورد نظر نیست؛ بلکه افزون بر کسب دانش، باید روش علمی یعنی کاوشگری علمی، تفسیر علمی پدیده‌ها، استفاده از مهارت‌های علمی و داشتن نگرش علمی را نیز در نظر گرفت که یادآور شیوه‌ی فعالیت دانشمندان و شهروندان سطوح بالاتر جامعه هستند.

شیمی، از یک‌سو به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخه‌های علوم تجربی و از سوی دیگر به خاطر اهمیتی که در کشور ما به واسطه‌ی وجود منابع غنی نفت، گاز و مواد معدنی بسیاری هم‌چون سنگ‌های معدنی سرشار از مس، آهن، سرب، روی و غیره دارد و با درنظر گرفتن این مطلب که میهن عزیز ما به علت پیشینه‌ی تاریخی و تمدن کهن ایرانی – اسلامی و سهم بزرگی که در بنیاد نهادن و گسترش علم شیمی داشته است، ضرورت توجه به آموزش این دانش را در بین جوانان کشورمان یادآور می‌شود. شناساندن استعدادهای خدادادی نهفته در کشور و ایجاد انگیزه‌ی لازم در فرزندان این مرزوبوم برای استفاده‌ی بهینه از این استعدادها و شکوفایی صنایع و حرکت در جهت استقلال صنعتی‌ـاقتصادی کشور، گام مهمی است که تنها از راه آموزش علوم تجربی به‌ویژه شیمی، بستر مناسب چنین پیشرفت‌هایی فراهم خواهد شد.

اکنون که جمهوری اسلامی ایران نخستین گام‌ها را در مسیر توسعه‌ی صنعتی برداشته است، آلودگی هرچه بیش‌تر محیط زیست

به‌ویژه در شهرهای بزرگ که از جمله چشم‌اندازهای نگران کننده‌ی این توسعه‌یافتگی به‌شمار می‌رود، هم‌چنین پایان‌پذیر بودن منابع و ذخایر طبیعی کشور و لزوم صرفه‌جویی در مصرف آن‌ها و اندیشیدن درباره‌ی راه‌های استفاده‌ی دوباره از آن‌ها یا پیدا کردن جایگزینی مناسب، سواد علمی ـ فن‌آورانه را به نیازی ضروری‌تر از گذشته برای جامعه‌ی امروز ایران تبدیل کرده است.

گرچه یافتن راه حل برای این نوع نگرانی‌ها کاری بس دشوار است، با این حال علم تجربی راهی را در برابر ما می‌گشاید که از آن طریق می‌توان چنین مسایلی را درک کرد و در مسیر حل آن‌ها تصمیم‌های علمی و منطقی گرفت. هرچند علم تجربی نمی‌تواند همه‌ی مشکلات انسان را حل کند، با این حال دانش‌ها، مهارت‌ها و نگرش‌هایی را برای ما فراهم می‌سازد که به کمک آن‌ها بتوانیم از راه واحدی که همانا روش علمی است، به حل یا کنترل این مسایل همت گماریم.

از سوی دیگر گسترش روزافزون نشریات و رسانه‌های گروهی به‌ویژه شبکه‌های تلویزیونی، ماهواره و از همه مهم‌تر شبکه‌ی جهانی باعث شده است تا دریایی از یافته‌های علمی به بهترین و جذاب‌ترین روش آن هم به‌روز در اختیار افراد جامعه قرار گیرد. به این علت از هم‌اکنون باید اندیشید که آموزش را از حالت دانش‌محوری به سوی مهارت‌پروری سوق داد تا بتوانیم در آینده، شهروندانی آگاه و باسواد به جامعه‌ی امروز و فردای ایران اسلامی تحویل داد.

۱-۲: سواد شیمی

فراگیران با داشتن سواد شیمی می‌توانند انواع پدیده‌های شیمیایی را تشخیص داده، با استفاده از شواهد علمی پدیده‌های مشاهده شده در زندگی روزمره را، به صورت علمی توضیح دهند.

برای بررسی دقیق‌تر جزییات سواد علمی، باید نگاه دقیق‌تری به آن داشت. تعریف سواد شیمی[1] به‌عنوان یکی از اجزای سواد علمی و بررسی ویژگی‌های آن کمک زیادی به این امر خواهد کرد.

سواد شیمی را می‌توان در چهار سطح محتوا[2]، زمینه[3]، مهارت‌ها[4] و نگرش‌ها[5] تعریف کرد. از دیدگاه **محتوا**، علم شیمی مجموعه‌ای از دانش بشری است که تلاش می‌کند تا پدیده‌های شیمیایی قابل مشاهده را در قالب ساختار مولکولی مواد و به کمک زبان تخصصی و ویژه‌ی این علم توضیح دهد. علم شیمی افزون بر بررسی پویایی فرایندها و واکنش‌های شیمیایی، تغییرات انرژی را نیز در آن‌ها بررسی می‌کند. بررسی ساختار شیمیایی سامانه‌های زیستی کمک می‌کند تا نقش علوم داروسازی و پزشکی در حفظ سلامت و افزایش کیفیت زندگی انسان‌ها به خوبی درک شود.

از دیدگاه زمینه، شخص برخوردار از سواد شیمی باید بتواند:

- ☐ اهمیت علم شیمی را در توضیح پدیده‌های علمی روزمره درک کند.
- ☐ هنگام شرکت در بحث‌های علمی و نیز به‌عنوان مصرف‌کننده علم و فن‌آوری شیمی، به کمک آموخته‌های خود، آگاهانه تصمیم بگیرد.
- ☐ رابطه‌ی میان نوآوری در علم شیمی و حل بسیاری از مشکلات جامعه از جمله حفاظت از محیط زیست را درک کند.

از دیدگاه **مهارتی**، شخص برخوردار از سواد شیمی، باید در زمان لازم بتواند با طرح سؤال علمی، به مشاهده‌ی علمی و کسب اطلاعات از

---

1 Science literacy

2 - Content

3 - Context

4 - Skills

5 - Attituds

منابع علمی روز بپردازد و با گردآوری اسناد و شواهد علمی کافی، فرضیه‌ی علمی خود را به اثبات برساند.

بنابراین مهارت‌های لازم در یک شخص باسواد شیمی عبارتند از: توانایی کار با اعداد[1]، فعالیت‌های علمی و ذهنی[2]، حل مسأله، رعایت نکته‌های ایمنی هنگام کار با مواد شیمیایی، کاوشگری علمی، ....

از دیدگاه **نگرش** نیز شخص باسواد علمی باید بتواند در سطح جامعه و در زندگی شغلی و شخصی خود از مفاهیم و نظریه‌های شیمی استفاده کرده، با مشاهده‌ی مقاله‌های علمی یا برنامه‌های تلویزیونی مربوط به این دانش، به جایگاه ویژه‌ی علم شیمی در حل مشکلات بشری پی ببرد.

بنا بر آن‌چه گفته شد، سطوح گوناگون سواد شیمی عبارتند از:

- سواد شیمی **اسمی**[3]: این سطح به حوزه‌ی محتوا مربوط بوده، شخصی که در این سطح از سواد شیمی قرار دارد، تنها با مفاهیم شیمی آشنایی اولیه دارد.
- سواد شیمی **پایه‌ای**[4]: این سطح به حوزه‌ی زمینه مربوط بوده، کسانی که در این سطح از سواد شیمی قرار دارند، می‌توانند یک مفهوم شیمیایی را تعریف کرده، توضیح دهند.
- سواد شیمی **ادراکی**[5]: این سطح به حوزه‌ی محتوا و زمینه تعلق داشته، کسانی که به این سطح از سواد شیمی دست می‌یابند، توانایی تفسیر پدیده‌های روزمره را با استفاده از مفاهیم و نظریه‌های شیمی پیدا می‌کنند.

1-Numeracy

2-Hands -on & minds -on

3- Nominal litracy

4 -Functional litracy

5 -Conceptual litracy

- سواد شیمی **چند بعدی**[1]: این سطح به حوزه‌ی زمینه و مهارت‌ها مربوط بوده، افرادی که به این سطح از سواد شیمی می‌رسند، توانایی نوشتن یک متن علمی شیمی را دارا بوده، می‌توانند به‌طور فعال در بحث‌های علمی شرکت کنند.

۲-۲: اصول حاکم بر آموزش شیمی

آموزش شیمی بر هفت اصل زیر استوار است؛ این اصول از متن فلسفه‌ی آموزش علوم، اصول ارزشی – اعتقادی جامعه و سیاست‌های کلان کشور گرفته شده‌اند.

- در کشور در حال توسعه‌ی ما، گسترش علوم بیش‌ترین ضرورت را داراست.
- داشتن سواد علمی – فن‌آورانه یک ضرورت برای تک تک افراد جامعه در حال و آینده است.
- برای همه‌ی افراد جامعه باید فرصت‌های یکسانی برای یادگیری شیمی ایجاد کرد.
- شرط لازم برای تحقق هدف والای «یادگیری شیوه‌ی یاد گرفتن» به‌منظور فراهم‌آوردن بستری مناسب برای آموزش مادام‌العمر، تقویت یادگیری مستقل است.
- یادگیری شیمی فرایندی پویاست و به همان اندازه که محتوا در یادگیری مؤثر است، روش نیز بر آن اثر می‌گذارد.
- فعالیت‌های بیرون از کلاس، پشتیبان یادگیری به‌صورت فعال می‌باشد.
- شیمی روزنه‌ای برای شناخت هستی و هستی‌بخش است.

۳- هدف‌های برنامه‌ی درس شیمی

---

1 -Multy dimension litracy

با توجه به آن‌چه از فلسفه و اصول حاکم بر آموزش شیمی در کشور برمی‌آید، برنامه‌ی درسی شیمی باید دست‌کم در پی دست‌یابی به هدف‌های زیر باشد. این هدف‌ها باید بتواند:

۱. با زبان و برخی اصول، نظریه‌ها و مفاهیم پایه‌ای علم شیمی آشنا شود و ضمن درک آن‌ها، آموخته‌های خود را با پدیده‌های طبیعی و آموخته‌های روزانه مرتبط سازد.

۲. شیمی را به‌عنوان یک فعالیت انسانی بشناسد و آن را نتیجه‌ی کنجکاوی، هوشمندی و امید انسان برای داشتن سهمی کوچک در پیشرفت زندگی بداند. در ضمن تعامل و وابستگی دو جانبه‌ی شیمی و جامعه را درک کند.

۳. با اثرهای نامطلوب برخی مواد شیمیایی مصرفی در زندگی روزانه و فرآورده‌های شیمیایی ناشی از فعالیت‌های صنعتی بر انسان و محیط زیست آگاه شود. افزون بر این، با توجه به این آگاهی‌ها، در هنگام کار با مواد و فرآورده‌های شیمیایی به رعایت نکات ایمنی و حفاظت از محیط زیست توجه نماید.

۴. با طبیعت و روش‌های شیمی به‌ویژه مهارت‌های یادگیری علم تجربی که شامل مهارت‌های فرایندی و مهارت‌های علمی است، آشنا شود و بر آن‌ها تسلط یابد تا به این وسیله مهارت‌های ذهنی و روان – حرکتی خود را بهبود بخشیده، تقویت کند.

۵. با بهره‌گیری از آموخته‌های خویش از شیمی و مهارت‌ها و نگرش‌های علمی کسب شده، مسایل روزانه‌ی خود را به‌طور منطقی مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد و درباره‌ی آن‌ها تصمیم‌های مسؤولانه بگیرد.

۶. برخی ارزش‌های والای انسانی چون اعتماد به نفس، مسؤولیت‌پذیری، پای‌بندی به تعهدات، توجه و احترام به نظرات

دیگران، عادت به همکاری و همیاری در آموزش و فعالیت‌های گروهی را در خود تقویت کند.

۷. به علم شیمی و نقش شیمی‌دان‌ها، به ویژه دانشمندان ایرانی-اسلامی و تلاش آن‌ها در ارتقای زندگی و دانش بشری ارج نهد و به شیمی، فن‌آوری‌ها و پیشه‌های وابسته به آن علاقه‌مند شود.

۸. به نقش علم شیمی در شناخت جهان و عظمت آفرینش و آفریننده پی ببرد.

۹. با نگرش‌ها و ارزش‌های ذاتی علم هم‌چون پرسش‌گری، روشن‌گری، دقت، امانت‌داری در ثبت و ارایه‌ی گزارش‌ها، نظم‌پذیری، جمع‌بندی و کل‌نگری، هم‌چنین به محدودیت و علم قطعیت در نظریه‌ها و روش‌های علمی معتقد شود.

۴- آموزش شیمی مقطع دبیرستان

بر اساس توصیه‌های کمیسیون آموزش و پرورش قرن بیست و یکم برنامه‌های درسی، محتوای آموزشی، روش‌های یاددهی- یادگیری و نیز روش‌های ارزشیابی باید به گونه‌ای متحول شوند که آحاد جامعه‌ی انسانی بتوانند نیازهای روزانه خود به سواد علمی - فن‌آوری را برآورده سازند و در هر موقعیت شغلی - اجتماعی و فردی که قرار می گیرند، به مجموعه اطلاعاتی که به بهتر زیستن ایشان می‌انجامد، دسترسی پیدا کنند.

در حال حاضر آموزش شیمی در کشور موضوع ملی تلقی می‌شود که پس از نیازسنجی هدف آموزشی، تعیین می‌شوند و روش‌ها و رویکردهای لازم برای تحقق آن‌ها، در قالب راهنمای درس تبلور می‌یابد. سپس مواد آموزشی گوناگون از جمله کتب درسی براساس برنامه‌ی درسی مصوب و اعتباربخشی شده طراحی و تولید شده، جهت

به‌کارگیری در فرایند تدریس، راهی کلاس‌های درس سراسر کشور می‌شود.

با کمی درنگ پرسش‌های زیادی به ذهن خطور می‌کند؛ جهانی شدن آموزش شیمی به چه معناست؟ چگونه روی می‌دهد؟ شرایط لازم برای وقوع آن چیست؟ چه نتایج مثبت و احتمالاً تبعات نامطلوبی برای نظام تعلیم و تربیت ما در پی خواهد داشت؟ آیا هم‌اکنون این فرایند آغاز شده است و ما درگیر آن هستیم؟ یا هنوز در پله‌ی نخست ایستاده‌ایم؟ اگر بخواهیم با این تحول هم‌گام شویم، از کجا و چگونه باید آغاز کرد؟ هزینه‌ی مورد نیاز برای این هماهنگی چه‌قدر است؟ و....

۱-۴: آموزش شیمی در عصر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات

در چند دهه‌ی گذشته، هیچ‌یک از موضوع‌های درسی در سطح جهانی، به اندازه‌ی علوم تجربی دچار دگرگونی نشده است. اگرچه محتوای درسی علوم تجربی به خودی خود به دلیل پیشرفت فزاینده‌ی علم و دانش بشری، روز به روز شکل جدیدتری به‌خود می‌گیرد، ولی این تغییرها تنها از جنبه‌ی محتوایی، آموزش غلوم را در بر نمی‌گیرد. ویژگی‌های عصر کنونی ایجاب می‌کند تا برنامه‌های آموزشی علوم تجربی سامان‌دهی شوند که با بهره‌گیری آن‌ها، همه‌ی توانایی‌های شناختی و شخصیتی دانش‌آموزان رشد کرده، فراگیران با برخورداری از مزایای علوم و فن‌آوری، توانمندی‌های لازم برای رویارویی با دگرگونی‌های جدید را کسب کنند.

حجم بالای اطلاعات علمی-آموزشی ارایه شده و قابل دسترس در هزارها پایگاه اینترنتی، بهره‌گیری از عکس و تصویر، نقاشی متحرک، فیلم و فایل‌های صوتی و دیگر رسانه‌ها آن‌هم در فضایی تعاملی، در کنار ارایه‌ی مقاله‌های علمی-پژوهشی فراوانی که در نشریات معتبر در زمینه‌ی استفاده‌ی بهینه از این امکانات منتشر شده است، هم‌چنین

برگزاری همایش‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی حقیقی یا مجازی در زمینه‌ی استفاده از فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در زمینه‌ی آموزش شیمی، گویای آغاز پدیده‌ای نو در آموزش این شاخه‌ی مهم علم تجربی است. رویدادی که پژوهشگران این عرصه از آن با عنوان «جهانی شدن آموزش شیمی» یاد می‌کنند.

کارشناسان مجرب آموزش شیمی در جهان بر این باورند که اینترنت نقش کلیدی را در فرایند جهانی شدن آموزش شیمی ایفا کرده و می‌کند و تولیدات علمی-آموزشی معتبر ارایه شده در این شبکه‌ی جهانی به همراه شرایط تعاملی استفاده از آن‌ها توانسته است بستر مناسبی را برای تحقق این امر فراهم آورد. درعین حال همه‌ی آن‌ها زبان انگلیسی را به عنوان زبان علمی و فراگیر می‌شناسند که به‌کارگیری آن مورد قبول اکثر کشورهاست و در این عرصه نیز قابلیت‌های چشم‌گیری از خود نشان داده است. به این دلایل مبادله‌ی اطلاعات با این زبان مشترک را به منظور حرکت در مسیر جهانی شدن آموزش شیمی لازم دانسته‌اند؛ ضمن آن‌که باور دارند جهانی شدن فرایندی دوسویه است و باید همه‌ی کشورها ضمن مصرف، در تولید اطلاعات قابل ارایه در شبکه‌ی جهانی وب مشارکتی فعال داشته باشند.

با این وصف به نظر می‌رسد که بایستی همه یا بخشی از برنامه‌های درسی کشورمان تغییر کند تا به این طریق زمینه‌ای مساعد برای ایجاد هماهنگی بیش‌تر با این تحول فراهم آید. هم‌چنین ساختار و محتوای کتاب‌های درسی نیز نیازمند دگرگونی خواهد بود و بی‌تردید روش‌های تدریس و ارزشیابی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان هم باید دچار تغییر شود. در میان همه‌ی این تغییرات شاید تغییر در شیوه های آموزش معلمان اهمیتی دوچندان داشته باشد که این خود، ضرورت یک برنامه‌ریزی بلند مدت را یادآور می‌شود.

۲-۴: ضرورت بازاندیشی در آموزش شیمی

در دو دهه‌ی گذشته، برنامه‌های علوم به‌ویژه شیمی در سطح بین‌المللی از دید محتوا و روش‌ها، به گونه‌ای انتخاب و طراحی می‌شوند که یادگیرنده را با موضوع یادگیری درگیر کرده، او را به‌سوی تفکر، تحقیق و اکتشاف سوق دهند. برنامه‌ها و کتاب‌های درسی شیمی در ابتدا رویکرد توصیفی داشتند. اما کاربرد آن‌ها به‌خاطر گسترش سریع دانش و فن‌آوری پایدار نبود و نیاز به تغییر رویکرد، کاملاً احساس می‌شد. زیرا شیمی علم زندگی است و اهمیت آن بر شهروندان یک جامعه پوشیده نیست.

جانستون[1] یکی از کارشناسان آموزش شیمی بر این باور است که دانش‌آموزان برای رسیدن به درک درستی از علم شیمی، باید بتوانند در سه سطح گوناگون تفکر به یادگیری شیمی بپردازند که شامل سطوح ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی است.

در سطح **ماکروسکوپی**، مشاهده‌ی عینی مواد شیمیایی و تغییرات آن‌ها با استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی و مهارت‌های مربوط به آن و برقراری ارتباط میان نظریه‌ها و و نمادهای ارایه شده در محتوای درسی با اشیای فیزیکی و و وسایل اندازه‌گیری مورد توجه قرار می‌گیرد.

در سطح **نمادی**، بیان پدیده‌های شیمیایی، تغییرات انرژی و نظریه‌های علمی در قالب معادله‌های ریاضی و نمادهای شیمیایی همراه با حل مسأله و کاربرد عددها، هدف آموزش اصلی شیمی است.

در سطح **مولکولی**، رفتار یون‌ها و مولکول‌ها در واکنش‌های شیمیایی و ارایه‌ی پنجره‌هایی برای مشاهده‌ی دنیای مولکولی با استفاده از نمودارها، جدول‌ها، استفاده از مدل‌ها و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مجازی، در دستور کار قرار دارد. استفاده‌ی گسترده از

---

1 - Jonston

انیمیشن‌های رایانه‌ای و انجام آزمایش در یک آزمایشگاه مجازی منجر به تغییر نگرش و توانایی دانش‌آموزان در تجسم مولکول‌ها، یون‌ها و اتم‌ها و هم‌چنین تغییرات شیمیایی صورت گرفته در سطح مولکولی می‌شود.

ماهافی[1] یکی دیگر از کارشناسان آموزش شیمی، سطح چهارمی را نیز به‌عنوان سطح **عوامل انسانی**، به این سطوح افزوده، یاددهی و یادگیری شیمی را به‌صورت سه بعدی می‌داند.

۳-۴: نقش عوامل انسانی در یاددهی-یادگیری شیمی

حوزه‌ی دانش که امروزه علوم تجربی نامیده می‌شود، سال‌هاست که با بهره‌گیری از ارزش‌ها، نگرش‌ها و فرهنگ ملت‌های گوناگون، گسترش یافته و به شکل امروزی درآمده است. در مورد علم شیمی نیز چنین بوده است و همه‌ی جهانیان در رشد و توسعه‌ی آن نقش داشته‌اند.

بدیهی است که هدف آموزش شیمی در دوره‌ی متوسطه، تربیت شیمی‌دان نیست. اگر یکی از اهداف آموزشی علاقه‌مند کردن دانش‌آموزان به علم شیمی و ادامه‌ی تحصیل در آن رشته باشد، باز می‌توان با احتمال قریب به یقین گفت که قرار نیست همه‌ی دانش‌آموزان در رشته‌ی شیمی ادامه‌ی تحصیل دهند و در آینده شیمی‌دان شوند.

مفهوم دخالت دادن عوامل انسانی در آموزش شیمی این است که آموزش شیمی به ابزاری برای آموزش مهارت‌های زندگی تبدیل شود. در این رویکرد، شیمی در خدمت آموزش است و می‌توان از جاذبه‌های علم شیمی برای پیشبرد اهداف آموزشی بهره گرفت.

---

1 -Mahaffy

اگر اموزش شیمی در سه بعد ماکروسکوپی، نمادی و مولکولی به‌صورت مجزا از حوزه‌های دیگر، از جمله فن‌آوری جامعه صورت گیرد، نمی‌توان انتظار بالا رفتن سطح سواد علمی-فن‌آورانه در دانش‌آموزان را داشت. انجام پژوهش، حل مسأله، کاوشگری و ارتباط دادن منطقی میان علم، فن‌آوری و محیط زیست به دانش‌آموزان کمک خواهد کرد تا افزون بر کسب دید چند رشته‌ای و چند بعدی در یادگیری شیمی، در حل مشکلات و مسایل موجود در زندگی روزمره، به‌صورتی فعالانه و آگاهانه عمل کنند.

۴-۴: تلاش برای بهبود کیفی آموزش شیمی

نظام تربیتی در هزاره‌ی سوم به دنبال آماده نمودن دانش آموزان برای رویارویی با انبوه چالش‌ها می‌باشد، و نقش سنتی معلمان به‌عنوان توضیح‌دهندگان کتاب‌های درسی و پرسشگران دروس به پایان رسیده است. نسل حاضر از آنان انتظار دارند تا با فراهم آوردن موقعیت‌های مناسب و با بهره‌گیری از روش‌های مناسب تدریس، تدوین‌کنندگان مهارت‌هایی نظیر؛ تفکر خلاق، تفکر انتقادی، قدرت حل مسأله و... باشند، تا خود بتوانند راه خویش را در محیط‌های پر فراز و نشیب دهکده ی جهانی پیدا کنند.

بررسی تحول‌های به‌وجود آمده در ساختار و محتوای کتاب‌های درسی، هم‌چنین دگرگونی‌های ایجاد شده در روش‌های تدریس و ازرشیابی پیشرفت درس شیمی، می‌تواند تصویر بهتری از فعالیت‌های انجام شده در یک دهه‌ی گذشته ارایه دهد.

از آن‌جا که در برنامه‌ی جدید شیمی دوره‌ی متوسطه، کتاب درسی، کتابی خودآموز نیست و تنها در کلاس درس و با حضور معلم و دیگر دانش‌آموزان، اهداف آن تحقق می‌یابد، شرط وقوع چنین پدیده‌ای، منوط به استفاده از رویکردهای فعال یا یادگیری فعالیت-محور است که

ساختار و محتوای کتاب‌های شیمی دوره‌ی متوسطه در پی تحقق آن هستند.

در این روش افزون بر معلم، دانش‌آموزان نیز باید از طریق درگیر شدن در فعالیت‌های فردی یا گروهی درون و برون کلاسی، در تولید دانش نقش‌آفرینی کنند و در این فرایند علاوه بر کسب دانستنی‌های فراتر از محتوای کتاب، مهارت‌های ذهنی و عملی خود را تقویت کرده، نگرش خود را نسبت به دانش شیمی، یادگیری علوم تجربی، حفظ محیط زیست، احترام به دانشمندان و پژوهشگران و از همه مهم‌تر درک اساس آفرینش و شناخت خداوند دگرگون سازند.

این مهم تحقق نمی‌یابد مگر آن‌که زمان کافی برای انجام فعالیت‌های درون کلاسی و ارایه‌ی دست‌آوردهای آن‌ها در جمع دانش‌آموزان فراهم شود. از این‌رو کاهش حجم کتاب‌های درسی در برنامه‌ی جدید، تلاشی به جز رفع چنین نیازی نبوده است.

۵-۴: فن‌آوری‌های نو و محتوای کتاب‌های درسی

یکی از چالش‌برانگیزترین موضوع‌هایی که به تازگی برنامه‌ریزان درسی با آن روبه‌رو شده‌اند، انتظار نهادها و سازمان‌های مختلف برای گنجاندن مطالبی به منظور معرفی فن‌آوری‌های نو از جمله فن‌آوری نانو، فن‌آوری زیستی، فن‌آوری سلول‌های سوختی و ... در متن کتاب‌های درسی است. اگرچه رفع بسیاری از نیازهای اجتماعی در قلمرو دانش شیمی بر عهده‌ی برنامه‌ی درسی شیمی است، ولی همواره این پرسش به ذهن می‌آید که محتوای کتاب‌های درسی تا چه اندازه مسؤول رفع همه‌ی این نیازها هستند. آیا کتاب‌های درسی به‌عنوان یکی از مواد آموزشی حاصل از برنامه‌ی درسی تنها عنصر پاسخگو به این حجم انبوه مطالبات نهادهای اجتماعی است؟ آیا با توجه به

محدودیت‌های زمانی موجود برای اجرای برنامه‌ی درسی، محتوای کتاب‌ها گنجایش ریخته شدن این حجم از مطالب را دارند؟

در نظام آموزشی ما که کتاب‌های درسی به ظاهر، تمام پیکره‌ی برنامه ی درسی را نمایندگی می‌کنند، تنها راه تأمین انتظارات یاد شده، وارد کردن مطالبی چند به کتاب‌های درسی به نظر می‌رسد. اقدامی نه‌چندان کارشناسانه که در صورت اجرا با توجه به نظام ارزشیابی موجود در کشور، جز افزودن به مشکلات دانش‌آموزان ثمر دیگری ندارد.

به نظر می‌رسد که راه مناسب برای برآوردن این مطالبات و برون‌رفت از چالش یاد شده، توجه به فرایند آموزش و همه‌ی اجزا و عناصر درگیر در آن می‌باشد. در این میان معلم از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. آگاه کردن معلمان از طریق برگزاری دوره‌های ضمن خدمت یا چاپ مقاله‌های علمی-آموزشی در نشریات تخصصی که طی آن راه‌کارهای مناسب برای معرفی فن‌آوری‌های نو و کاربردهای آن‌ها ارایه می‌شود، می‌توان در انتقال این اطلاعات به دانش‌آموزان و تحقق هدف‌های موردنظر نهادها و سازمان‌های یادشده سودمند باشد.

معلمان می‌توانند از طریق طراحی و اجرای فعالیت‌های برون کلاسی و انتخاب روش تدریس مناسب، هم‌چون روش تدریس بر پایه‌ی منابع، دانش‌آموزان را با ارجاع به منابع علمی گوناگون چون کتابخانه‌ها، کارشناس‌ها، نهادهای مسؤول و ... به جمع‌آوری اطلاعات در این زمینه‌ها تشویق کنند و با ارایه‌ی داده‌های گردآوری‌شده در قالب روزنامه‌ی دیواری یا سخنرانی مطالبی متناسب با شرایط سن فراگیر و محتوای کتاب، در اختیار دانش‌آموزان بگذارند. به این ترتیب، ضمن تقویت جایگاه معلمان، دیگر اجزای تشکیل‌دهنده یا دخیل در فرایند آموزش در این راستا به‌کار گرفته می‌شوند.

بنابراین می‌توان پیشنهاد کرد که به جای وارد کردن برخی مفاهیم غیرمرتبط و نامتجانس در کتاب‌های درسی، از طریق چاپ مقاله یا بروشور، تولید فیلم‌های آموزشی یا نرم‌افزارهای چندرسانه ای، برگزاری کارگاه‌های آموزشی، برگزاری نمایشگاه و سخنرانی‌های علمی-آموزشی برای معلمان، این عنصر مهم در فرایند یاددهی-یادگیری را بیش از گذشته مورد توجه قرار داد و از راه هم‌فکری با آنان زمینه‌ی طرح مباحث یاد شده را در کلاس درس فراهم کرد. از آن‌جا که در این شیوه، مطالب در حیطه‌ی شناخت مورد ارزشیابی قرار نمی‌گیرند، در نتیجه باری بر دوش دانش‌آموز نمی‌گذارد و در حین آمادگی برای امتحان‌های پایانی و کنکور دانشگاه‌ها، آن‌ها را دچار نگرانی و اضطراب نمی‌کند.

امید است نهادها و سازمان‌های دولتی با سرمایه‌گذاری و حمایت از فعالیت‌های برون کلاسی و برون مدرسه‌ای، زمینه را برای رشد علمی و مهارتی دانش‌آموزان فراهم کنند. از این طریق است که دانش‌آموزان از راه شرکت در فعالیت‌های گروهی و مراجعه به مراکز ذی‌صلاح با نیازهای نهادها و سازمان‌های گوناگون آشنا می‌شوند و به این ترتیب پاسخ برخی نیازهای شهروندی خود را می‌یابند. همان نتیجه‌ای که مورد انتظار سیاست‌گذاران، مسؤولان و دلسوزان جامعه است. چنین نتایج ارزشمندی هرگز با اضافه شدن یک یا چند صفحه به کتاب‌های درسی یا تغییر در محتوای آن‌ها حاصل نمی‌شود. امید است برنامه‌ریزان درسی با هدایت این گونه نیازها به سمت دیگر اجزای برنامه‌ی درسی، زمینه‌ی تحقق هدف‌ها و افزایش بازده‌ی آموزشی را بیش از پیش فراهم کنند.

۶-۴: ضرورت آموزش فن‌آوری نانو به دانش‌آموزان

توسعه‌ی فن‌آوری نانو در اغلب بخش‌های آموزشی، پژوهشی و مدیریتی کشور و تبدیل شدن آن به یکی از اولویت‌های پژوهشی و

صنعتی ایران، موجب شده است که آموزش و پرورش نیز نسبت به این فن‌آوری حساس شده و چگونگی تعامل با فن‌آوری نانو به یکی از دغدغه‌های ذهنی مسؤولان این وزارت‌خانه تبدیل شود.

برای آموزش فن‌آوری نانو، لازم است که در کنار مباحث اتمی و مولکولی و ویژگی‌های مواد (که هم اکنون در کتاب‌های درسی وجود دارد) به کاربردهای عملی این مفاهیم بپردازیم. در این صورت نیاز به آموزش مباحث جدید و احیاناً دشوار نخواهیم داشت. این موضوع نه تنها باعث تشویش و پراکنده شدن ذهن دانش‌آموزان نمی‌شود، بلکه آن‌ها را نسبت به مفید و کاربردی بودن علوم مطمئن می‌سازد.

برای آموزش فن‌آوری نانو شیوه‌های متنوعی اعم از ایجاد سایت‌های اینترنتی، تهیه‌ی فیلم، بازی و بروشور، برگزاری دوره‌های آموزشی و نمایشگاه‌ها و استفاده از بستر کتاب‌های تحصیلی وجود دارد.

یکی از نگرانی‌هایی که برخی از مدیران در زمینه‌ی ورود فن‌آوری نانو به کتاب‌های درسی دارند، ترس از ناتوانی معلمان در آموزش این مطالب است. به نظر می‌رسد این نگرانی نباید مانع از ورود مباحث فن‌آوری نانو به کتاب‌های درسی شود. زیرا اولاً این معلمان بر مبانی علمی این مطالب تسلط دارند و عمده ضعف آن‌ها ناشی از بی‌اطلاعی از کاربردهای جدید است. ثانیاً بنا نیست منتظر پیدا شدن نسل جدیدی از معلمان باشیم که بتوانند نانو را آموزش بدهند؛ ما برای به‌روز کردن اطلاعات معلمان می‌توانیم از دوره‌های آموزشی، نشریات تخصصی، سایت‌های اینترنتی و ... بهره بگیریم؛ همان گونه که در سایر نقاط دنیا کار می‌شود و روش‌های آموزش مطالب جدید را در قالب دستورالعمل‌های آموزشی در اختیار معلمان قرار می‌هند.

۷-۴: رویکردهای برگزیده برای برنامه‌ریزی درسی

چنان‌چه از فلسفه‌ی آموزش شیمی در کشور و هدف‌های تعریف شده برمی‌آید، تنها در صورت انتخاب رویکردهایی مناسب برای طراحی،

آموزش و سنجش است که این انتظارات برآورده می‌شود. گرچه تنها با یک برنامه‌ی درسی نمی‌توان به همه‌ی چشم‌داشت‌ها و خواسته‌های موردنظر نظام آموزشی جامه‌ی عمل پوشاند، با این حال در صورت انتخاب رویکردهایی مناسب در بهترین شرایط، می‌توان به‌شمار بیش‌تری از این خواسته‌ها دست یافت.

از آن‌جا که شیمی دانش تجربی و آزمایشی است، برگزیدن برنامه‌ی آزمایشگاه محوری بهترین و برگزیده‌ترین انتخاب خواهد بود. یکی از اصول آموزش در سطوح بین‌الملل، وجود آزمایشگاه و کارگاه برای تجربه‌کردن آموخته‌هاست. آزمایشگاه می‌تواند ذهن خلاق جوان و نوجوان را شکوفا نماید و با پی‌گیری و پشتکار جامعه را به پیشرفت برساند. اما به خاطر نارسایی‌های نظام سنجش و عدم ارج‌گذاری کافی نهادهای آموزشی بر یادگیری علمی، هم‌چنین بار مالی زیادی که برای تأمین فضا و تجهیزات آزمایشگاهی و تهیه‌ی پیوسته‌ی مواد و برخی ابزار آزمایشگاهی بر بودجه‌ی دانشگاه‌های سراسر کشور تحمیل می‌کند، در شرایط فعلی در پیش‌گرفتن چنین رویکردی در قالب موجود مقدور و مناسب به نظر نمی‌رسد. با این‌حال ما نیز هم‌نوا با این سخن حکیمانه که:

آن‌چه را که می‌شنوم، فراموش می‌کنم
آن‌چه را که می‌بینم، به یاد می‌سپارم
و
آن‌چه را که انجام می‌دهم، درک می‌کنم

باور داریم که کار عملی و انجام دادن آزمایش، شرط لازم برای درک مطالب و مفاهیم علمی است؛ ولی کافی نیست. آن‌چه که در این‌جا باید مورد تأکید بیش‌تری قرار گیرد، این است که تنها انجام دادن به

پیدایش درک نمی‌انجامد، بلکه دست‌یابی به این درک نیازمند درگیری هوشمندانه‌ی یکایک دانش‌آموزان با تفکر علمی و تجربه‌های یادگیری است. در این صورت است که برای فرد همه جا می‌تواند حکم آزمایشگاه را داشته باشد و مکانی برای آزمایش کردن و بروز خلاقیت به‌شمار آید.

اما این، چگونه میسر می‌شود و چگونه این درگیری را می‌توان ایجاد کرد، پرسشی است که پاسخ دادن به آن کمی دشوار به نظرمی‌رسد؛ اما با درگیرکردن دانش‌آموزان با وسایل ساده، ارزان و در دسترس، جمع‌آوری اطلاعات، نوشتن گزارش و ارایه‌ی آن در کلاس، ایجاد زمینه‌ای برای برقراری ارتباط با محیط زیست، شرکت در بازدیدهای علمی، دادن تکالیف و پروژه‌هایی برای اجرای در خانه و طرح مسایل روز جامعه که با مطالب علمی مرتبط است، می‌توان آن‌ها را با علم و تفکر علمی مأنوس کرد و از این درگیری آگاهانه، برای درک مفاهیم علمی یاری گرفت.

۵- رشته‌ی شیمی

بدون شک علوم پایه، اصل و اساس تمامی علوم کاربردها در جامعه است. کار در زمینه‌ی علوم پایه و پژوهش سرمایه‌گذاری در آن، جزء افتخارهای ویژه‌ی هر ملتی است. مجموعه‌ی رشته‌ی شیمی (شیمی محض، شیمی کاربردی، شیمی دبیری) در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری از مجموعه رشته‌های علوم پایه است که اهمیت و جذابیت خاص خود را داراست. این رشته توسط داوطلبان آزمون سراسری که در گروه‌های ریاضی و تجربی تحصیل کرده‌اند، انتخاب می‌گردد.

سابقه‌ی طولانی این علم در زندگی بشر گویای اهمیت خاص آن است. این علم در طول تاریخ، به‌خصوص در دهه‌های اخیر، توسعه‌ی وزافزون و چشم‌گیری داشته است. اختصاص جوایز بزرگ در سطح

جهانی به این رشته (از جمله جایزه‌ی نوبل)، گویای اهمیت شایان این رشته‌ی تحصیلی می‌باشد. علم شیمی پایه‌ای برای دیگر علوم تجربی است، به‌طوری که امروزه، گستردگی این علم به حدی است که نمی‌توان آن را از شاخه‌های دیگر تحصیل مجزا کرد و حد و مرزی را برای آن مشخص نمود. اهمیت و کاربرد شیمی در پزشکی، داروسازی، کشاورزی، صنایع غذایی، علم مواد، راه و ساختمان، صنایع پلاستیکی، رنگ و رزین و ... بر هیچ‌کس پوشیده نیست.

با توجه به گسترش فراگیر فرایند تولید و توسعه در کشور و پیشرفت‌های اخیر ایران در توسعه‌ی کارخانجات مادر مانند: پتروشیمی، پالایشگاه، صنایع پلاستیکی، صنایع غذایی و دارویی، اهمیت سرمایه‌گذاری در علم شیمی را به روشنی نشان می‌دهد. افزایش سطح کیفیت محصولات و اعمال استانداردهای مطلوب همگی نیاز به ارتقای دانش شیمی دارد. یک آزمایشگاه خوب در هر مؤسسه و کارخانه‌ای به همراه یک شیمی‌دان خوب، می‌تواند بازدهی مطلوبی داشته باشد. اغلب آزمایشگاه‌های کارخانجات مادر یا کارخانجات تبدیلی معتبر در کشور، توسط متخصصان و کارشناسان شیمی اداره می‌شود.

خوشبختانه مقاطع تحصیلات تکمیلی در گرایش‌های متفاوت این رشته، در تعداد قابل توجهی از دانشگاه‌های مملکت دایر است و با توجه به سابقه‌ی طولانی رشته‌ی شیمی در دانشگاه‌های ایران، توان متخصصان این رشته در وضعیت مطلوب و قابل قبولی می‌باشد.

۱-۵: معرفی رشته‌های شیمی

رشته	شاخه‌های دوره‌ی کارشناسی	گرایش‌های دوره‌ی کارشناسی ارشد		گرایش‌های دوره‌ی دکتری	
شیمی	محض	محض	آلی معدنی تجزیه فیزیک	محض	آلی معدنی تجزیه فیزیک
	کاربردی	کاربردی	آلی معدنی تجزیه فیزیک	کاربردی	آلی معدنی تجزیه فیزیک
	دبیری	.....	.....	.....	.....

۶- معرفی دوره‌های تحصیلی کارشناسی شیمی

دوره‌ی کارشناسی شیمی (B.S) یکی از دوره‌های آموزش عالی است که دارای سه شاخه‌ی: شیمی محض، شیمی کاربردی و شیمی دبیری می‌باشد و هدف آن، آموزش و تربیت کارشناسان متخصص در زمینه‌های آموزش شیمی در دوره‌های گوناگون دبیرستان، راهنمایی و تربیت کمک‌پژوهشگر، آماده نمودن دانش‌آموختگان برای ورود به دوره‌ی کارشناسی ارشد و دکتری در رابطه با تربیت کادر آموزشی و پژوهشی مورد نیاز دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی و تربیت متخصص مورد نیاز صنایع شیمیایی در جهت تحکیم استقلال جمهوری اسلامی ایران و بی‌نیازی از کارشناسان خارجی است.

طول متوسط دوره‌ی کارشناسی ۴ سال و شامل ۸ نیم‌سال تحصیلی و ۱۷ هفته‌ی آموزش کامل در هر نیم‌سال تحصیلی می‌باشد. مدت زمان هر واحد درسی نظری ۱۷ ساعت و آزمایشگاهی حداقل ۳۴ ساعت است.

به‌علت کیفیت خاص برخی از آزمایشگاه‌های شیمی که نیاز به مدت زیادتری دارند، جلسه‌های آزمایشگاه به‌صورت سه ساعتی برگزار می‌گردد. تعداد کل واحدهای درسی ۱۳۲ واحد به شرح زیر است:

الف – شاخه‌ی دبیری شیمی:

- درس‌های عمومی: ۲۱ واحد
- درس‌های پایه: ۲۶ واحد
- درس‌های الزامی مشترک: ۵۴ واحد
- درس‌های الزامی اختصاصی: ۲۹ واحد
- درس‌های انتخابی: ۳ واحد
-

ب – شاخه‌های شیمی محض و کاربردی:

- درس‌های عمومی: ۲۰ واحد
- درس‌های پایه: ۲۶ واحد
- درس‌های الزامی مشترک: ۵۴ واحد
- درس‌های الزامی اختصاصی: ۱۷ واحد
- درس‌های انتخابی: ۱۵ واحد

۱-۶: درس‌های عمومی

تمامی دانشجویان دوره‌ی کارشناسی،۲۰ واحد درس‌های عمومی زیر رامی‌گذرانند.

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			تئوری	عملی	جمع		
۹۳۱۰۱	اندیشه‌ی اسلامی (۱)	۲	۳۴	---	۳۴	--	--
۹۳۱۰۲	اندیشه‌ی اسلامی (۲)	۲	۳۴	--	۳۴	۹۳۱۰۱	--
۹۳۱۰۳	آیین زندگانی	۲	۳۴	--	۳۴	--	--
۹۳۱۰۴	انقلاب اسلامی و ریشه‌های آن	۲	۳۴	--	۳۴	--	--
۹۳۱۰۵	تاریخ اسلام	۲	۳۴	--	۳۴	--	--
۹۳۱۰۶	تفسیر موضوعی قرآن	۲	۳۴	--	۳۴	--	--
۹۳۱۰۷	فارسی عمومی	۳	۵۱	--	۵۱	--	--
۹۳۱۰۸	زبان خارجی	۳	۵۱	--	۵۱	--	--
۹۳۱۰۹	تربیت بدنی (۱)	۱	--	۳۴	۳۴	--	--
۹۳۱۱۰	تربیت بدنی (۲)	۱	--	۳۴	۳۴	۹۳۱۰۹	--
۹۳۱۱۲	بهداشت و تنظیم خانواده	۱	۳۴	--	۳۴	--	--
جمع		۲۰	۳۴۰	۶۸	۴۰۸		

۲-۶: درس‌های پایه

تمامی دانشجویان دوره‌ی کارشناسی شیمی، طبق جدول زیر درس‌های پایه این رشته را می‌گذرانند.

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			تئوری	عملی	جمع		
۲۲۰۰۱	ریاضی عمومی (I)	۴	۶۸	--	۶۸	--	--
۲۲۰۰۲	ریاضی عمومی(II)	۴	۶۸	--	۶۸	۲۲۰۰۱	--
۲۳۲۰۰	فیزیک پایه (I)	۴	۶۸	--	۶۸	--	--
۲۳۲۰۱	فیزیک پایه (II)	۴	۶۸	--	۶۸	۲۳۲۰۰	--
۲۳۲۰۲	آزمایشگاه فیزیک پایه (I)	۱	--	۳۴	۳۴	--	۲۳۲۰۰
۲۳۲۰۳	آزمایشگاه فیزیک پایه (II)	۱	--	۳۴	۳۴	--	۲۳۲۰۱
۲۱۰۱۳	شیمی عمومی (I)	۳	۵۱	--	۵۱	--	--
۲۱۰۱۴	شیمی عمومی (II)	۳	۵۱	--	۵۱	۲۱۰۱۳	--
۲۱۰۱۵	آزمایشگاه شیمی عمومی(I)	۱	--	۳۴	۳۴	--	۲۱۰۱۳
۲۱۰۱۷	آزمایشگاه شیمی عمومی (II)	۱	--	۳۴	۳۴	۲۱۰۱۵	۲۱۰۱۴
جمع		۲۶	۳۷۴	۱۳۶	۵۱۰		

۳-۶: درس‌های الزامی مشترک

تمامی دانش‌جویان دوره‌ی کارشناسی، درس‌های مشترک زیر را در طول این دوره می‌گذرانند.

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			تئوری	عملی	جمع		
۲۲۰۰۵	معادلات دیفرانسیل	۳	۵۱	--	۵۱	--	۲۲۰۰۲
۲۱۰۲۰	شیمی آلی (I)	۳	۵۱	--	۵۱	۲۱۰۱۴	--
۲۱۰۲۱	آزمایشگاه شیمی آلی (I)	۱	--	۳۴	۳۴	۲۱۰۱۷	۲۱۰۲۰
۲۱۰۲۲	شیمی آلی (II)	۳	۵۱	--	۵۱	۲۱۰۲۰	--
۲۱۰۲۳	آزمایشگاه شیمی آلی (II)	۱	--	۳۴	۳۴	۲۱۰۲۱	۲۱۰۲۲
۲۱۰۲۴	شیمی آلی (III)	۳	۵۱	--	۵۱	۲۱۰۲۲	--
۲۱۰۲۵	شیمی تجزیه (I)	۳	۵۱	--	۵۱	۲۱۰۱۴	--
۲۱۰۲۶	آزمایشگاه شیمی تجزیه (I)	۱	--	۳۴	۳۴	۲۱۰۱۷	۲۱۰۲۵
۲۱۰۲۷	شیمی تجزیه (II)	۲	۳۴	--	۳۴	۲۱۰۲۵	--
۲۱۰۲۸	آزمایشگاه شیمی تجزیه (II)	۲	--	۶۸	۶۸	۲۱۰۲۶	۲۱۰۲۷
۲۱۰۲۹	شیمی تجزیه‌ی دستگاهی	۳	۵۱	--	۵۱	۲۱۰۲۷	--

۲۱۰۳۰	آزمایشگاه شیمی تجزیه دستگاهی	۲	--	۶۸	۶۸	۲۱۰۲۸	۲۱۰۲۹
۲۱۰۳۱	شیمی فیزیک(I)	۳	۵۱	--	۵۱	۲۲۰۰۲ ۲۳۲۰۰ ۲۱۰۱۴	--
۲۱۰۳۲	آزمایشگاه شیمی فیزیک (I)	۱	--	۳۴	۳۴	۲۱۰۱۷	۲۱۰۳۱
۲۱۰۳۳	شیمی فیزیک(II)	۳	۵۱	--	۵۱	۲۱۰۳۱	--
۲۱۰۳۴	آزمایشگاه شیمی فیزیک (II)	۱	--	۳۴	۳۴	۲۱۰۳۲	۲۱۰۳۳
۲۱۰۳۵	شیمی معدنی (I)	۳	۵۱	--	۵۱	۲۱۰۱۴	--
۲۱۰۳۶	آزمایشگاه شیمی معدنی(I)	۱	--	۳۴	۳۴	۲۱۰۱۷	۲۱۰۳۵
۲۱۰۳۷	شیمی معدنی (II)	۴	۶۸	--	۶۸	۲۱۰۳۵	--
۲۱۰۳۸	آزمایشگاه شیمی معدنی(II)	۱	--	۳۴	۳۴	۲۱۰۳۶	۲۱۰۳۷
۲۱۰۳۹	زبان تخصصی شیمی	۲	۳۴	--	۳۴	۹۳۱۰۸	--
۲۱۰۴۰	کاربرد طیف‌سنجی	۲	۳۴	--	۳۴	۲۱۰۲۹ ۲۱۰۲۲	۲۱۰۳۰
۲۱۰۴۱	جداسازی و شناسایی ترکیب‌های آلی	۱	۱۷	--	۱۷	۲۱۰۲۲	--

۲۱۰۴۲	آزمایشگاه جداسازی و شناسایی ترکیب‌های آلی	۲	--	۶۸	۶۸	--	۲۱۰۴۱
۲۱۰۴۵	مبانی کامپیوتر و برنامه‌نویسی	۲	۳۴	--	۳۴	--	--
۲۱۰۴۶	روش استفاده از متون علمی شیمی	۱	۱۷	--	۱۷	۲۱۰۳۹	--
جمع		۵۴	۶۱۷	۴۴۲	۱۱۳۹		

۴-۶: درس های اختیاری گرایش کاربردی

تمام دانش‌جویان دوره‌ی کارشناسی گرایش کاربردی، ۱۵ واحد از درس‌های اختیاری زیر را می‌گذرانند.

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			تئوری	عملی	جمع		
۲۱۰۴۸	مبانی شیمی کوانتومی	۳	۵۱	--	۵۱	۲۲۰۰۵	۲۳۲۰۱
۲۱۰۶۹	شیمی محیط‌زیست	۲	۳۴	--	۳۴	۲۱۰۲۲	--
۲۱۰۷۰	کاربرد الکترونیک در شیمی	۲	۱۷	۳۴	۵۱	۲۳۲۰۳	--
۲۱۰۷۳	مبانی شیمی پلیمر	۳	۵۱	--	۵۱	۲۱۰۲۲	--
۲۱۰۷۴	آزمایشگاه مبانی شیمی پلیمر	۱	--	۳۴	۳۴	-	۲۱۰۷۳

۲۱۰۷۶	تمرین و پژوهش	۳	--	--	--	حداقل معدل ۱۴ بالای ۸۰ واحد	
۲۱۰۹۰	آزمایشگاه خوردگی فلزات	۱	--	۳۴	۳۴	۲۱۰۸۷	--
۲۱۰۹۱	شیمی و فن‌آوری مواد غذایی	۲	۳۴	--	۳۴	۲۱۰۲۴	--
۲۱۰۹۲	شیمی و فن‌آوری پلیمر	۲	۳۴	--	۳۴	۲۱۰۷۳	--
۲۱۰۹۴	شیمی و فن‌آوری نفت	۲	۳۴	--	۳۴	۲۱۰۸۲	--
۲۱۰۹۵	شیمی صنایع معدنی	۳	۵۱	--	۵۱	۲۱۰۲۲ ۲۱۰۳۷	--
۲۱۰۹۶	شیمی و فن‌آوری رنگ	۲	۳۴	--	۳۴	۲۱۰۲۲	--
۲۱۰۹۷	الکتروشیمی صنعتی	۲	۳۴	--	۳۴	۲۱۰۳۳	--
۲۱۰۹۹	شیمی و فن‌آوری‌چرم	۳	۵۱	--	۵۱	۲۱۰۲۴	--
۲۱۱۰۲	آزمایشگاه شیمی وفن‌آوری موادغذایی	۱	--	۳۴	۳۴	--	۲۱۰۹۱
۲۱۱۰۳	آزمایشگاه شیمی و فن‌آوری نفت	۱	--	۳۴	۳۴	--	۲۱۰۹۴

۲۱۱۰۴	آزمایشگاه شیمی و فن‌آوری رنگ	۱	--	۳۴	۳۴	--	۲۱۰۹۶
۲۱۱۰۵	آزمایشگاه الکتروشیمی صنعتی	۱	--	۳۴	۳۴	--	۲۱۰۹۷
جمع		۳۵	۴۲۵	۶۶۳	۲۳۸		

۵-۶: درس‌های اختصاصی گرایش کاربردی

تمامی دانش‌جویان دوره‌ی کارشناسی شیمی کاربردی، درس‌های اختصاصی را مطابق جدول زیر می‌گذرانند.

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			تئوری	عملی	جمع		
۲۱۰۴۳	کارگاه شیشه‌گری	۱	--	۳۴	۳۴	--	--
۲۱۰۴۴	گرافیک و نقشه خوانی	۱	--	۳۴	۳۴	--	--
۲۱۰۸۱	اصول محاسبات شیمی صنعتی	۳	۵۱	--	۵۱	۲۱۰۳۱	--
۲۱۰۸۲	شیمی صنعتی (I)	۳	۵۱	--	۵۱	۲۱۰۸۱	--

۲۱۰۸۳	شیمی صنعتی (II)	۲	۳۴	--	۳۴	۲۱۰۸۲	--
۲۱۰۸۴	آزمایشگاه شیمی صنعتی	۲	--	۶۸	۶۸	--	۲۱۰۸۳
۲۱۰۸۵	کارآموزی تابستانی و گزارش و سمینار	۰	--	--	--	بالای ۸۰ واحد	
۲۱۰۸۶	اصول تصفیه آب	۲	۳۴	--	۳۴	۲۱۰۲۶	--
۲۱۰۸۷	خوردگی فلزات	۲	۳۴	--	۳۴	۲۱۰۲۷ ۲۱۰۳۳	--
۲۱۰۸۸	آزمایشگاه اصول تصفیه آب	۱	--	۳۴	۳۴	--	۲۱۰۸۶
جمع		۱۷	۲۰۴	۱۷۰	۳۷۴		

دروس	عمومی	پایه	مشترک الزامی	اختصاصی	اختیاری	جمع کل واحده ا
تعداد واحدها	۲۱	۲۶	۵۴	۱۷	۱۵	۱۳۳

۶-۶: درس‌های اختیاری گرایش محض

تمامی دانش‌جویان دوره‌ی کارشناسی شیمی گرایش محض، ۱۵ واحد از درس‌های اختیاری زیر را می‌گذرانند.

کد درس	نام درس	تعداد واحد	پیش‌نیاز	هم‌نیاز
۲۱۰۵۹	تجزیه‌ی نمونه های حقیقی	۲	۲۱۰۲۹،۲۱۰۳۰	--
۲۱۰۶۲	نظریه‌ی گروه در شیمی	۳	۲۲۰۰۲،۲۱۰۳۷	-
۲۱۰۶۴	اصول بیوشیمی	۳	۲۱۰۲۴	-
۲۱۰۶۵	آزمایشگاه اصول بیوشیمی	۱	۲۱۰۶۴	-
۲۱۰۶۸	شیمی سطح و حالت جامد	۳	۲۱۰۳۳	-
۲۱۰۶۹	شیمی محیط زیست	۲	۲۱۰۲۴	-
۲۱۰۷۱	سنتز مواد آلی	۳	۲۱۰۲۳	-
۲۱۰۷۵	آنالیز عددی	۲	۲۲۰۰۵	-
۲۱۰۷۶	تمرین پژوهش	۳	۲۱۰۳۹،۲۱۰۴۶	-
۲۱۰۷۷	سمینار موضوع روز	۱	۲۱۰۳۹،۲۱۰۴۶	-
۲۱۰۷۹	شیمی هسته ای	۳	۲۱۰۳۷،۲۱۰۴۸	-
۲۱۰۹۸	شیمی دارویی	۳	۲۱۰۲۲	-
۲۱۱۰۰	آزمایشگاه سنتز مواد آلی	۲	۲۱۰۲۲،۲۱۰۲۳	-
جمع		۳۱		

۷-۶: درس‌های اختصاصی گرایش محض

تمامی دانش‌جویان دوره‌ی کارشناسی شیمی گرایش محض، درس‌های اختصاصی این گرایش را می‌گذرانند.

کد درس	نام درس	تعداد واحد	پیش‌نیاز	هم‌نیاز
۲۱۰۴۳	کارگاه شیشه گری	۱	--	--
۲۱۰۴۴	گرافیک و نقشه‌خوانی	۱	۲۱۰۱۷	-
۲۱۰۴۸	مبانی شیمی کوانتومی	۳	۲۳۲۰۱	۲۲۰۰۵
۲۱۰۴۹	اصول صنایع شیمیایی	۳	بالای ۸۰ واحد	-
۲۱۰۵۲	شیمی آلی فلزی	۳	۲۱۰۲۲،۲۱۰۳۷	-
۲۱۰۵۳	شیمی‌فیزیک آلی	۳	۲۱۰۲۲،۲۱۰۳۳	-
۲۱۰۵۶	طیف‌سنجی مولکولی	۳	۲۱۰۴۸	-
جمع		۱۷		

دروس	عمومی	پایه	مشترک الزامی	اختصاصی	اختیاری	جمع کل واحد ها
تعداد واحدها	۲۱	۲۶	۵۴	۱۷	۱۵	۱۳۳

۸-۶: درس‌های اختصاصی گرایش دبیری

تمامی دانش‌جویان دوره‌ی کارشناسی شیمی گرایش دبیری، موظفند درس‌های اختصاصی این گرایش را بگذرانند.

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			تئوری	عملی	جمع		
۲۱۰۱۶	بررسی متون شیمی دبیرستان	۲	۳۴	--	۳۴	--	--
۲۱۰۴۸	مبانی شیمی کوانتومی	۳	۵۱	--	۵۱	۲۲۰۰۵	۲۳۲۰۱
۹۴۱۰۱	مبانی برنامه‌ریزی آموزش متوسطه	۲	۳۴	--	۳۴	ترم سوم (زمان پیشنهادی)	
۹۴۱۰۲	روان‌شناسی کودک و نوجوان	۲	۳۴	--	۳۴	ترم سوم (زمان پیشنهادی)	
۹۴۱۰۳	روان‌شناسی تربیتی	۲	۳۴	--	۳۴	ترم چهارم (زمان پیشنهادی)	
۹۴۱۰۴	سنجش و اندازه‌گیری	۲	۳۴	--	۳۴	ترم سوم (زمان پیشنهادی)	
۹۴۱۰۵	اصول مشاوره و راهنمایی	۲	۳۴	--	۳۴	ترم پنجم (زمان پیشنهادی)	
۹۴۱۰۶	تولید و کاربرد مواد آموزشی	۲	۳۴	--	۳۴	ترم پنجم (زمان پیشنهادی)	
۹۴۱۰۷	مدیریت آموزشی	۲	۳۴	--	۳۴	ترم ششم (زمان پیشنهادی)	
۹۴۱۰۸	روش‌ها و فنون تدریس (کلیات)	۳	۵۱	--	۵۱	ترم ششم (زمان پیشنهادی	
۹۴۱۰۹	اصول و فلسفه‌ی آموزش و پرورش	۳	۵۱	--	۵۱	ترم هفتم (زمان پیشنهادی)	
۹۴۱۱۰	تمرین دبیری (۱)	۲	--	۳۴	۳۴	ترم هفتم (زمان پیشنهادی)	
۹۴۱۱۱	تمرین دبیری (۲)	۲	--	۳۴	۳۴	ترم هشتم (زمان پیشنهادی)	
جمع		**۲۹**	**۴۲۵**	**۶۸**	**۴۹۳**		

۹-۶: درس‌های اختیاری گرایش دبیری

تمامی دانش‌جویان دوره‌ی شیمی گرایش دبیری، ۳ واحد درس‌های اختصاصی یا اختیاری گرایش‌های محض یا کاربردی را به‌عنوان درس اختیاری می‌گذرانند.

دروس	عمومی	پایه	مشترک الزامی	اختصاصی	اختیاری	جمع کل واحدها
تعداد واحدها	۲۰	۲۶	۵۴	۲۹	۳	۱۳۲

۱۰-۶: اهداف هر یک از آزمایشگاه‌های شیمی

علم شیمی نسبت به رشته‌های علمی دیگر مانند فیزیک، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی، وابستگی زیادی به انجام آزمایش و کسب مهارت‌های دست‌ورزی دارد. بخش مهم در آموزش شیمی طراحی و انجام آزمایش و تفسیر دادهاست.

۱- آزمایشگاه شیمی عمومی ۱:

اولین مکانی است که دانش‌جو تجربه کسب می‌نماید و طریقه‌ی استفاده‌ی صحیح از وسایل و مواد شیمیایی و اصول کار در محیط آزمایشگاه را می‌آموزد.

۲- آزمایشگاه شیمی عمومی ۲:

آموختن اصول تجزیه‌ی کیفی و توانایی دانش‌جو برای شناسایی یک محلول مجهول یا جامد ناشناخته با استفاده از شناساگرها (۲۴ کاتیون و ۱۳ آنیون).

۳- آزمایشگاه شیمی آلی ۱:

آموزش روش‌های تجربی مانند: اندازه‌گیری نقطه‌ی جوش، تقطیر، کروماتوگرافی، استخراج و تجزیه‌ی عنصری و کسب مهارت برای شناسایی تر کیب‌های آلی.

۴- آزمایشگاه شیمی آلی ۲:

به‌دست آوردن تجربیاتی در زمینه‌های آلی مانند: اکسایش، کاهش، واکنش دیلزآلدر، نوآرایی، ایزومری شدن، تهیه‌ی صابون، دی آزویی کردن، استری شدن، تهیه‌ی اکسیم

۵- آزمایشگاه شیمی تجزیه ۱:

فراگرفتن روش‌های تجزیه‌ی کلاسیک.

۶- آزمایشگاه شیمی تجزیه ۲:

کسب تجربه در زمینه‌های علمی از روش‌های الکتروشیمیایی در تجزیه (pH متری، پتانسیومتری، الکتروگراوی‌متری ، کولومتری ، پلاروگرافی، آمپرومتری).

۷- آزمایشگاه تجزیه‌ی دستگاهی:

آشنایی با کاربرد روش‌های تجزیه‌ی دستگاهی که عبارتند از: اسپکتروفتومتری و رنگ‌سنجی، اسپکتروسکوپی جذب اتمی، اسپکتروسکوپی نشر اتمی، آشنایی با طیف‌سنجی مادون قرمز، آشنایی با انواع کروماتوگرافی،آشنایی با NMR.

۸- آزمایشگاه شیمی فیزیک ۱:

آشنایی با اصول علمی شیمی فیزیک که شامل پنج بخش: گازها، ترموشیمی، تعادل‌های غیریکنواخت، تعادل های یکنواخت و تعیین وزن مولکولی می‌باشد.

۹- آزمایشگاه شیمی فیزیک ۲:

آشنایی با اصول شیمی فیزیک که شامل چهار بخش: شیمی سطح، الکتروشیمی، سینتیک شیمیایی و تعیین کشش سطح مایعات می‌باشد.

۱۰- آزمایشگاه شیمی معدنی ۱:

بررسی ویژگی ترکیب‌های معدنی و تهیه‌ی پیگمان‌های رنگی و بعضی کمپلکس‌ها و جداسازی آن‌ها.

۱۱. آزمایشگاه شیمی معدنی ۲:

فراگیری سنتز و شناسایی کئوردینانس و تهیه‌ی کمپلکس‌های رنگی و جالب و بررسی ویژگی ترکیب‌ها.

۱۲- آزمایشگاه جداسازی و شناسایی مواد آلی:

فراگیری اصول نظری شیوه‌های معمول جداسازی و تشخیص مواد آلی.

۱۳- آزمایشگاه اصول بیوشیمی:

آشنایی مقدماتی با روش‌های زیست شیمی (بیوشیمی).

۱۴- آزمایشگاه مبانی پلیمر:

آشنایی با درشت‌مولکول‌ها و سنتز آن‌ها.

۱۵- آزمایشگاه شیمی و فن‌آوری رنگ:

آشنایی با رنگ‌ها و شیوه‌های رنگرزی وتهیه‌ی برخی از رنگ‌ها.

۱۶- آزمایشگاه شیمی سطح و حالت جامد:

آشنایی با پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی در جامدات و فصل مشترک آن‌ها.

۷- شیمی و گرایش‌های آن

رشته‌ی شیمی که هر کسی را به یاد روزگار کیمیاگری می‌اندازد، امروزه با پیشرفت‌های چشمگیر خود به راستی که در خواص مواد کیمیا می‌کند به طوری‌که جایگاه این دانش در میان تمامی علوم از دیرباز تا به امروز اهمیّت خود را نشان داده است.

رشته‌ی شیمی به دو بخش «علم شیمی» و «صنایع شیمی» تقسیم می شود؛ علم شیمی به‌عنوان یکی از علوم پایه زیربنای علوم گوناگونی مانند: زیست‌شناسی، فن‌آوری زیستی، پزشکی، دندان‌پزشکی، داروسازی و رشته‌های مهندسی می‌باشد. صنایع شیمیایی عبارت است از صنایعی که در آن‌ها واکنش شیمیایی انجام می‌گیرد؛ یعنی انواع مواد

اولیه، تبدیل به محصول جدید می‌گردد که ویژگی این محصولات تا حدودی با مواد اولیه متفاوت است. با توجه به این تعریف، "صنایع شیمی" گستره‌ی وسیعی از صنایع را در بر می‌گیرد که از آن جمله می‌توان به صنایع غذایی، داروسازی، پتروشیمی، الیاف مصنوعی، بهداشتی و آرایشی و صنایع تولید لوازم خانگی اشاره کرد.

بررسی و مطالعه‌ی اجمالی ترکیب، ساختار و ویژگی‌های ماده و هم‌چنین کنترل آزمایشگاهی فرایندهای شیمیایی، مطالب و فعالیت‌هایی است که در رشته‌ی شیمی در سطح کارشناسی ارایه می‌گردد. در سطح کارشناسی ارشد و دکتری نیز دانش‌جویان درگرایش‌های تخصصی این رشته که عبارتند از: شیمی آلی، شیمی تجزیه، شیمی معدنی، شیمی فیزیک، نانوشیمی، فیتوشیمی، شیمی پلیمر و شیمی کاربردی به‌صورت عمیق‌تری با بخشی از علم شیمی آشنا می‌گردند.

۱-۷: گرایش‌های مقطع کارشناسی

رشته‌ی شیمی در مقطع کارشناسی دارای سه گرایش محض، کاربردی و دبیری می‌باشد. گرایش‌های **محض و کاربردی**، در مقاطع بالاتر بعضی از رشته‌های دانشگاهی مثل شیمی و ریاضی وجود دارد. اما این دو گرایش با هم چه تفاوتی دارند؟

گرایش محض، مبنای کار علم شیمی است و دانش‌جو درس‌هایی را درباره‌ی چهار گرایش اصلی علم شیمی که عبارتند از: شیمی آلی، معدنی، تجزیه و شیمی فیزیک فرا می‌گیرد. اما در **شیمی کاربردی**، درس‌های پایه‌ی شیمی کم‌تر مطالعه می‌شود و دانش‌جو یک‌سری از درس‌های مربوط به مهندسی شیمی مثل اصول صنایع شیمیایی و تصفیه‌ی آب و فاضلاب را می‌گذارند.

دانش‌آموخته‌ی رشته‌ی شیمی محض در شروع یک فعالیت صنفی نقش دارند، زیرا او راه‌کارهای نظری ساخت یک ماده را ارایه می دهد و سپس یک دانش‌آموخته‌ی شیمی کاربردی و یا مهندسی شیمی طراحی نیمه‌صنعتی ماده‌ی موردنظر را پیشنهاد می‌کند.

تفاوت این دو گرایش در نحوه‌ی نگرش آن‌ها به علم شیمی است. چون شیمی کاربردی، نگرشی کاربردی به علم شیمی دارد و می‌خواهد از آموخته‌های شیمی در صنعت استفاده نماید. به همین دلیل دانش‌آموختگان این گرایش با مفاهیمی که در صنایع شیمی مطرح است، آشنایی بیش‌تری داشته، بهتر جذب بازار کار می‌شوند. درحالی‌که هدف شیمی محض، پرورش دانش‌آموختگانی است که کارهای پژوهشی انجام بدهند و با تحصیل در دوره‌ی فوق‌لیسانس و دکتری، به حل مسایل و ناشناخته‌های علم شیمی بپردازند. از همین‌رو درس‌های نظری گرایش شیمی محض بیش‌تر از درس‌های کاربردی است.

هرچند که شیمی محض بیش‌تر به نظریه‌های عمیق‌تر شیمی می‌پردازد و شیمی کاربردی با ارایه یک‌سری واحدهای کاربردی، ارتباط نزدیک‌تری با صنعت دارد، اما این دو گرایش در سطح کارشناسی فرق زیادی با یکدیگر ندارند و اگر کسی مایل باشد از هر دو گرایش اطلاع داشته باشد، می‌تواند در درس‌های اختیاری، برخی واحدهای اختصاصی گرایش دیگر را انتخاب کند. البته واقعیت این است که دانش‌آموختگان شیمی کاربردی راحت‌تر جذب بازار کار می‌شوند که آن هم بیش‌تر به خاطر عنوان این گرایش است تا معلومات دانش‌آموختگان آن.

۱-۱-۷: شاخه‌ی محض

در این گرایش جنبه‌های علمی رشته‌ی شیمی بیش‌تر مورد توجه قرار می‌گیرد. کارشناسان این رشته می‌توانند با توجه به گستردگی علم شیمی با سایر علوم پایه، در زمینه‌های مشابه مانند: زیست‌شیمی،

محیط زیست، شیمی مواد غذایی و غیره ادامه‌ی تحصیل بدهند. پایگاه اشتغال این کارشناسان در مراکز پژوهشی، آزمایشگاه‌های تخصصی و به‌خصوص آزمایشگاه‌های کنترل کیفیت در صنایع شیمیایی است. ریاضیات در این رشته، علاوه بر درس‌های تخصصی شیمی آلی، معدنی، تجزیه و فیزیک دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. امکان ادامه‌ی تحصیل تا سطح دکتری تخصصی، برای کلیه‌ی گرایش‌ها و مقاطع رشته‌ی شیمی در کشور به نحو مطلوبی تدارک دیده شده و فراهم آمده است.

۲-۱-۷: شاخه‌ی کاربردی

علم شیمی، یکی از علوم پایه‌ی اصلی است که در دامنه‌ی گسترده‌ای با همه بخش‌های اقتصادی، واحدهای صنعتی و تولیدی در ارتباط می‌باشد. بنابراین امکان اشتغال آن در زمینه‌های گوناگون می‌تواند وجود داشته باشد. شیمی کاربردی در زمینه‌ی مفاهیم گوناگونی نظیر: شیمی تجزیه، شیمی پلیمر، شیمی معدنی و غیره اصول علم شیمی را در خدمت تجربه و عمل در می‌آورد که در هر صورت یک مبنای عمومی برای این رشته، کار و فعالیت در مؤسسه‌ها و واحدهای آموزشی و پژوهشی می‌باشد. یک پیوند ناگسستنی بین توسعه‌ی فعالیت‌های صنعتی در کشور و نیاز به شیمی کاربردی از هم‌اکنون محسوس است. علاوه بر درس‌های اختصاصی شیمی، درس‌های ریاضی نیز در این رشته دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد.

۳-۱-۷: شاخه‌ی دبیری

در این رشته علاوه بر درس‌های تخصصی شیمی آلی، معدنی، تجزیه، شیمی فیزیک و ریاضیات، گذراندن واحدهایی در مورد اصول و فلسفه‌ی آموزش و پرورش، روش پژوهش، روان‌شناسی، مشاوره و

راهنمایی نیز الزامی است. به‌طور معمول این کارشناسان جهت حرفه‌ی مقدس دبیری جذب مراکز آموزشی می‌گردند.

۸- توانایی‌های دانش‌آموختگان رشته‌ی شیمی

دانش آموختگان این دوره می‌توانند مسؤولیت زمینه‌های گوناگون از جمله موارد زیر را عهده دار باشند:

۱. نظارت و اجرای طرح‌های پژوهشی کوچک و بزرگ شیمیایی در سطوح گوناگون کاربردی و علمی محض در دانشگاه‌ها، کارخانجات و مراکز پژوهشی به منظور ارتقای کمی و کیفی محصولات مورد نیاز جامعه.

۲. مسؤولیت و ارایه‌ی خدمات در آزمایشگاه‌های کنترل کیفی، پیگیری و ارایه‌ی معیارهای استاندارد به منظور افزایش کمیت و کیفیت محصولات تولیدی و هم‌چنین مواد مصرفی کارخانه‌ها و صنایع.

۳. توانایی خدمات آموزشی و پژوهشی در سطح دانشگاه‌ها، دبیرستان‌ها و مؤسسات آموزشی.

۴. خلاقیت در ابداع طرح‌های پژوهشی به منظور استفاده از منابع اولیه‌ی ارزنده‌ی موجود در جامعه جهت افزایش بهره‌وری از آن‌ها و جلوگیری از صادرات بی رویه‌ی مواد اولیه ارزشمند و تبدیل آن‌ها به محصولات واسطه‌ای که ارزش اقتصادی دارند.

۵. ارایه‌ی خدمات در کارخانجات پتروشیمی، پلاستیک، لاستیک، رنگ و رزین، الیاف، صنایع غذایی، صنایع دارویی، بهداشتی و شوینده‌ها.

۶. آمادگی برای ادامه‌ی تحصیل در مقاطع بالاتر برای تأمین کادر علمی دانشگاه‌ها و سایر مراکز علمی.

۷. کمک به توسعه‌ی صنایع دستی که در سطح گسترده‌ای در جامعه پراکنده هستند؛ از جمله ساخت رنگ‌های بهتر و متنوع‌تر، به‌خصوص استفاده از رنگ‌های طبیعی موجود در صنعت فرش.

۸. استفاده از گیاهان دارویی فراوانی که در مملکت موجود است، به منظور استخراج و شناسایی موارد کاربرد این گیاهان به کمک متخصصان داروساز.
۹. پیدا کردن جهت و فرایندهای شیمیایی نو و مناسب با امکانات موجود در کشور و عرضه‌ی آن‌ها به مهندسان برای طراحی و پیاده کردن در مقیاس صنعتی به منظور تأسیس صنایع خودکفا در مملکت.

برخی از مراکز جذب کارشناس‌های شیمی به شرح زیر است: وزارت‌خانه‌های آموزش و پرورش، صنایع سنگین، صنایع و معادن، فرهنگ و آموزش عالی، کشاورزی، نفت و نیز آموزشگاه‌های شیمی، صنایع شیمیایی و نظایر آن‌ها.

با توجه به نیاز دانشگاه‌ها به مدرس شیمی، نیاز صنایع گوناگون شیمیایی به پژوهش‌گر و کمبود متخصص ایرانی برای اداره‌ی کنترل کیفیت آزمایشگاه‌های شیمی صنایع موجود، اهمیت این رشته مشخص می‌شود. هدف از این دوره، تربیت کارشناسانی است که در زمینه‌های آموزش در دبیرستان، تربیت کمک پژوهش‌گر، آماده کردن دانش‌جویان برای ورود به دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری به منظور تأمین کادر آموزشی- پژوهشی مورد نیاز دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی، کارشناسان مورد نیاز صنایع شیمیایی و بی‌نیازی از کارشناسان خارجی، بتوانند از عهده برآیند.

۹- ادامه‌ی تحصیل در مقاطع بالاتر

رشته‌ی شیمی در ایران تا مقطع دکتری تدریس می‌شود. دوره‌ی کارشناسی ارشد شیمی به پنج گرایش تخصصی شامل: شیمی آلی، شیمی تجزیه، شیمی معدنی، شیمی فیزیک و شیمی کاربردی تقسیم می شود .دوره‌ی دکتری شیمی نیز پس از دوره کارشناسی ارشد در دو بخش «آموزشی و پژوهشی» ارایه می‌گردد.

۱-۹: ادامه‌ی تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد

ادامه‌ی تحصیل تا مقطع کارشناسی ارشد و دکتری، هدف بسیاری از دانش‌جویان و دانش‌آموختگان کارشناسی شیمی است. از طرفی مسأله‌ی اشتغال و علایق فردی به هر یک از شاخه‌ها و کاربردهای علم شیمی، امر مهمی است که دانش‌جو باید از همان سال‌های آغازین تحصیل به آن بیندیشد و با جهت‌دهی به مطالعه‌های جنبی و انتخاب واحدهای هماهنگ با رشته‌ی مورد علاقه‌اش که تمایل به کسب تخصص و اخذ مدرک آن را دارد، نیروهای خود را در راستای هدف معین شده متمرکز کند. اطلاعات منظم و هدف‌داری که دانش‌پژوه به همراه توانایی‌های آگاهانه فردی، او را به جایگاه مورد نظر اجتماعی و حرفه‌ای که به شایستگی در آن صاحب‌نظر است، هدایت می‌کند.

متأسفانه اکثر دانش‌جویان، استعدادها و علایق خود را بسیار گنگ و مبهم می‌شناسند و نگاهی دوراندیش بر حال و آینده‌ی رشته‌های تحصیلی و کانون نیاز جامعه ندارند. واحدهای درسی را بیش‌تر تقلیدی انتخاب می‌کنند و اهمیت و ارتباط مواد درسی و دستورکارهای آزمایشگاهی را با توانایی حرفه‌ای خویش در آینده به درستی درک نمی‌کنند و یا آن را نادیده می‌گیرند. البته مقصر تنها دانشجو نیست؛ بلکه از هم گسیختگی عمومی که بین بخش‌های گوناگون جامعه وجود دارد (و تنها یکی از آن‌ها امر آموزش و اشتغال است)، ارتباط و برنامه‌ریزی را در رئوس هرم قوای تصمیم‌گیری دچار اختلال می‌کند. در جامعه‌ای که مصمم و ناگزیر از توسعه است، نظم و برنامه‌ریزی و دوراندیشی بر توانایی‌های فردی، وظیفه‌ای اجتناب‌ناپذیراست که جمع، قادر به جبران آن نیست. این باوری است که پیامد آن به سود رفاه شخصی و ملی است.

برای دانش‌آموختگان کارشناسی شیمی امکان تغییر رشته در مقطع کارشناسی ارشد به یکی از گروه های علوم پایه، فنی‌مهندسی، علوم

پزشکی، علوم انسانی و حتی هنر وجود دارد. البته مسلم است که دانشجوی کارشناسی شیمی باید در طول تحصیل با مطالعه‌های جنبی، خود را برای مواد امتحانی و آزمون ورودی رشته‌ی مورد نظرش آماده کند تا قادر به رقابت با دانش‌آموخته‌ی کارشناسی همان رشته باشد و صد البته توانایی وی با اخذ این مدرک کارشناسی ارشد، بسیار تخصصی‌تر و کارآمدتر خواهد بود. زیرا امروزه با تداخل علوم و فنون، فن‌آوری نوین، زاده‌ی تخصص‌های چندگرایشی است که در جامعه‌ی حرفه‌ای ما خلأ آن بسیار محسوس می باشد.

همان‌طور که می‌دانید از ۱۳۲ واحد درسی دوره‌ی کارشناسی شیمی (محض و کاربردی) ۲۰ واحد عمومی، ۲۶ واحد درس‌های پایه، ۵۴ واحد درس‌های الزامی مشترک، ۱۷ واحد درس‌های الزامی اختصاصی (محض یا کاربردی) و ۱۵ واحد درس‌های انتخابی است که هماهنگی این ۱۵ واحد انتخابی با مواد امتحانی رشته‌ی مورد نظر کارشناسی ارشد، به میزان زیادی به دانش‌جویان شیمی در آزمون ورودی رشته‌ی مورد نظرآن‌ها کمک می‌کند تا در آینده بتوانند مرزهای دانش شیمی را گسترش دهند.

۲-۹: معرفی رشته‌ی تحصیلی کارشناسی ارشد

دوره‌ی کارشناسی ارشد شیمی (M.S)، دوره‌ای با گرایش‌های گوناگون است که ویژگی‌های هر گرایش با درس‌های اختصاصی آن گرایش و محتوای پایان‌نامه تعیین می‌گردد. در این دوره ۳۰ واحد که مجموعه‌ای از درس‌های الزامی مشترک (۹ واحد) و تخصصی هر گرایش (۶ واحد)، درس‌های انتخابی (۶ واحد) ، سمینار (۱ واحد) و پایان‌نامه (۸ واحد) است، وجود دارد.

اهداف این دوره عبارت است از:

۱- رشد اتکاء به نفس و قوه‌ی ابتکار و پژوهش در دانش‌جو جهت انجام تحقیق مستقل در شیمی.

۲- افزایش توانایی و مهارت دانش‌جو به منظور احراز مسؤولیت‌های شغلی در سطح یک صاحب‌نظر در یکی از سه زمینه‌ی شیمی محض، شیمی کاربردی و شیمی آموزشی با توجه به نیازهای جامعه.
۳- رشد تعمق و نگرش کلی دانش‌جو در علم شیمی به منظور بالا بردن توانایی او در درک مسایل در ارتباط با یکدیگر و کاربرد این توانایی در رفع نیازهای جامعه.

طول دوره‌ی کارشناسی ارشد دو سال و تعداد کل واحدهای این دوره‌ی در هر گرایش ۳۰ واحد (بدون احتساب دروس عمومی) است. انتخاب پایان نامه (پروژه پژوهشی) در شاخه‌های گوناگون با نظر استاد راهنما و توافق کمیته‌ی کارشناسی ارشد گروه یا دانشکده صورت می‌گیرد. با توجه به اهمیت نقش پژوهش و نوآوری در دانش شیمی، در این انتخاب دست‌کم این دو هدف باید مورد توجه قرار گیرد:
الف) موضوع و طرح مورد نظر در جهت شناخت یا رفع مشکلات جامعه باشد.
ب) روش یا راه حل مورد نظر دارای تازگی و نوآوری باشد.

۳-۹: جداول واحدهای کارشناسی ارشد

واحدهای مورد نیاز پیشنهادی

نوع درس	الزامی مشترک	الزامی گرایش	سمینار	دروس آزاد	پروژه و پایان نامه	جمع واحد
تعداد واحد	۱۲	۹	۱	----	۸	۳۰
تعداد واحد	۱۲	۶	۱	۳	۸	۳۰
تعداد واحد	۹	۹	۱	۳	۸	۳۰
تعداد واحد	۹	۶	۱	۶	۸	۳۰

جدول ۱: درس‌های الزامی مشترک	
نام درس	تعداد واحد
شیمی فیزیک پیشرفته	۳
شیمی معدنی پیشرفته	۳
شیمی آلی پیشرفته	۳
شیمی تجزیه‌ی پیشرفته	۳

جدول ۲: درس‌های الزامی شیمی آلی	
نام درس	تعداد واحد
شیمی فیزیک آلی پیشرفته	۳
طیف بینی در شیمی آلی	۳
روش‌های سنتز در شیمی آلی	۳

جدل ۳: درس‌های الزامی شیمی تجزیه	
نام درس	تعداد واحد
الکتروشیمی تجزیه‌ای ۱	۳
اسپکتروسکوپی تجزیه‌ای	۳
روش‌های شیمی فیزیک جداسازی	۳

جدول ۴: درس‌های الزامی شیمی معدنی	
نام درس	تعداد واحد
سینتیک و سازوکار واکنش‌های شیمی معدنی	۳
شیمی فیزیک معدنی	۳
طیف سنجی در شیمی معدنی	۳

جدول ۵: درس‌های الزامی شیمی فیزیک	
نام درس	تعداد واحد
ترمودینامیک آماری	۳
شیمی کوانتوم	۳
سینیتیک شیمیایی پیشرفته	۳

جدول ۶: درس‌های الزامی شیمی کاربردی	
نام درس	تعداد واحد
واکنش‌گاه‌ها	۳
کنترل دستگاهی در صنعت شیمی	۲
گسترش شیمی در آز – صنعت	۱

جدول ۷: سمینار - پایان نامه	
نام درس	تعداد واحد
سمینار	۱
پایان نامه	۸

دروس آزاد

۱	۳ طیف سنجی مولکولی	۵۱۰۲۲
۲	۳ الکتروشیمی پیشرفته	۵۱۰۲۳
۳	۳ شیمی سطح	۵۱۰۲۴
۴	۳ فتوشیمی پیشرفته	۵۱۰۲۵
۵	۳ شیمی هسته‌ای	۵۱۰۲۶
۶	۳ شیمی تابش	۵۱۰۲۷
۷	۳ خوردگی فلزات	۵۱۰۲۸
۸	۳ کریستالوگرافی	۵۱۰۲۹
۹	۳ شیمی آب	۵۱۰۳۰
۱۰	۳ شیمی و فن‌آوری نفت	۵۱۰۳۱
۱۱	۳ شیمی و فن‌آوری صنعت	۵۱۰۳۲
۱۲	۳ الکتروشیمی صنعتی	۵۱۰۳۳
۱۳	۳ شیمی آلی – فلزی عناصر واسطه	۵۱۰۳۴
۱۴	۴ سنتز و شناسایی کمپلکس‌های معدنی	۵۱۰۳۵
۱۵	۳ بیوشیمی معدنی	۵۱۰۳۶
۱۶	۳ شیمی حالت جامد	۵۱۰۳۷
۱۷	۳ کاربرد الکترونیک در دستگاه های شیمیایی	۵۱۰۳۸
۱۸	۳ اصول بیوشیمی پیشرفته	۵۱۰۳۹
۱۹	۳شیمی دارویی پیشرفته	۵۱۰۴۰
۲۰	۳ شیمی هتروسیکلیک	۵۱۰۴۱
۲۱	۴ مبانی شیمی پلیمر	۵۱۰۴۲
۲۲	۳ سنتز پلیمرها	۵۱۰۴۳
۲۳	۲ تجزیه‌ی مقادیر بسیار	۵۱۰۴۴
۲۴	۲ رادیوشیمی و کاربرد آن در شیمی تجزیه	۵۱۰۴۵
۲۵	۲اسپکتروسکوپی تجزیه‌ای ۲	۵۱۰۴۶
۲۶	۲ کروماتوگرافی	۵۱۰۴۷
۲۷	۳کمپلکس‌ها در شیمی تجزیه	۵۱۰۴۸

۲۸	۲ پتروشیمی و فن‌آوری آن	۵۱۰۴۹
۲۹	۳کاربرد نظریه ی گروه ها در شیمی	۵۱۰۵۰
۳۰	۲ مباحث نوین در شیمی فیزیک	۵۱۰۵۱
۳۱	۲ مباحث نوین در شیمی معدنی	۵۱۰۵۲
۳۲	۲ مباحث نوین در شیمی تجزیه	۵۱۰۵۳
۳۳	۲ مباحث نوین در شیمی آلی	۵۱۰۵۴
۳۴	۲ مباحث نوین در شیمی کاربردی	۵۱۰۵۵

۱۰- معرفی رشته‌ی نانوشیمی

اگر از دیدگاه شیمی و مهندسی شیمی به فن‌آوری نانو نگریسته شود، می‌توان گفت رشته‌ی نانوشیمی تقریباً در تمامی علوم و فنون به‌کار می‌رود. به عبارت دیگر در زمینه‌های مختلفی از جمله سوخت، بسپار، رنگ، ساخت‌وساز، پوشاک، دارو، غذا و به‌طور کلی هر آن‌چه به شیمی و مهندسی شیمی مربوط می‌شود، می‌توان از مزایای این فن‌آوری بهره جست. تمامی علوم و فن‌آوری‌های موجود در مقیاس نانو و کار و تولید در این مقیاس برای دست‌یابی به فراورده‌هایی با کیفیت و کمیت بهتر، به عبارتی ارزان‌تر، محکم‌تر، سبک‌تر و کاراتر می‌باشد.

۱-۱۰: گرایش‌های رشته‌ی نانوشیمی

یکی از مشخصه‌های علم شیمی و مهندسی شیمی، شناخت علم مواد و مهندسی مواد است که در علوم محض، مطالعه و پژوهش و در مهندسی، تولید انبوه موردنظر می‌باشد. از دیدگاه شیمی‌دانان، گرایش‌های این رشته می‌تواند همان گرایش‌های شیمی آلی، معدنی، تجزیه و شیمی فیزیک باشد که در مقیاس نانو مطالعه و بررسی می‌گردد تا نتایج یافته‌های جدید خود را برای انبوه‌سازی در مورد خاص، به مهندسان مربوطه ارایه کنند. از دیدگاه مهندسان شیمی، این

گرایش‌ها بسته به نوع نیازهـای جامعـه و توانـایی بـرآوردن آن نیازهـا، می‌تواند به‌طور متفاوت دسته‌بندی شـود. در کشـور مـا، پتانسـیل‌هـای خوبی در زمینه‌ی بسپار و رنگ و غیره وجود دارد.

در حـال حاضـر، در رشـته‌هـای علـوم و فـن‌آوری نـانو در مقطـع کارشناسی ارشد، دانش‌جویان در دانشگاه‌های صنعتی امیرکبیر، تربیـت مدرس، صنعتی سهند تبریز، کاشان، پژوهشگاه پلیمر و انرژی پذیرفتـه می‌شوند. دانشگاه صنعتی امیرکبیـر، ارایـه‌دهنـده‌ی رشـته‌ی مهندسـی شیمی با گرایش نانو در مقطع کارشناسی ارشد بوده اسـت. هـم‌چنـین این دانشگاه در گرایش نانوپلیمر، دانش‌جو جذب نموده اسـت. دانشـگاه صنعتی شریف و دانشکده‌ی فنی دانشگاه تهـران، در مقطـع دکتـری در رشـتـه‌هـای نـانومواد، نانوالکترونیـک، نـانوبیو، نانومهندسـی شـیمی و نانوشیمی، اقدام به پذیرش دانش‌جو نموده‌اند.

۲-۱۰: سرفصل‌های دروس این رشته

سرفصل‌های درسی، شامل درس‌های اصلی و انتخابی به ترتیـب ۲۰ و ۱۲ واحد آموزشی-پژوهشی است که با تصویب شورای دانشـگاه ارایـه می‌شود. در جدول زیر دروس این رشته آورده شده است.

درس‌های اصلی	درس‌های انتخابی
ریاضیات پیشرفته در فـن‌آوری نـانو: ۳ واحد مکانیک کوانتومی: ۳ واحد اصول فن‌آوری نانو: ۳ واحد سمینار: ۳ واحد پروژه: ۹ واحد	پدیده‌های انتقال در نانو: ۳ واحد ترمودینامیک آماری: ۳ واحد بیونانوتکنولوژی: ۳ واحد پدیده‌هـای سـطحی در مقیـاس نـانو: ۳ واحد ساخت و کاربرد مواد نانو: ۳ واحد نانوشیمی و فن‌آوری نانو: ۳ واحد شبیه‌سازی در مقیاس نانو: ۳ واحد

گذراندن این رشته در دانشگاه به این صـورت اسـت کـه در ابتـدای دوره، ۱۲ واحد (۹ واحد اصلی و ۳ واحد انتخابی) به‌وسیله‌ی دانـش‌جـو

اخذ شده، در ادامه به همراه گذراندن دیگر واحدهای آموزشی، استاد پروژه و برنامه‌ی آموزشی دانش‌جو مشخص می‌گردد.

با توجه به عنوان‌های درس‌های این رشته، به نظر می‌رسد برای ورود به دنیای نانو، پایه‌ی علمی قوی و به‌خصوص آشنایی با کوانتوم، ریاضی و شیمی محض ضروری است.

۱۱- مراحل آزمون و چگونگی ورود به مقطع دکتری شیمی

در هر سیستم تعلیم و تربیت پنج عامل مهم، جریانی متشکل و به هم پیوسته را تشکیل می‌دهند: اهداف، برنامه‌ها، روش‌ها، وسایل و ارزشیابی به‌عنوان یکی از ارکان اصلی هر نظام آموزشی به شمار می‌رود. در یک دیدگاه کلی، ارزشیابی دو وظیفه‌ی اصلی زیر را بر عهده دارد:

- سنجش عملکرد نظام آموزشی
- سنجش کمی و کیفی یادگیری و آموخته‌های دانش‌آموختگان

اجرای علمی دو فرایند بالا و تجزیه و تحلیل درست پیامدهای حاصل از آن، سیستم آموزشی رادر آغاز به کنترل مداوم برنامه‌ها، روش‌ها و وسایل خود رهنمون می سازد و سپس آن را قادر می‌کند تا از رهگذر ارزیابی کمی و کیفی آموخته‌های دانش‌آموختگان، آن‌ها را ارزیابی و برای ارتقا یا ورود به کلاس یا رده‌ی بالاتر از لحاظ علمی گزینش نماید.

امتحان یا آزمون معروف‌ترین و متداول‌ترین وسیله‌ی سنجش بازده یادگیری است. آزمون‌ها را از لحاظ ماهیت مواد مورد سنجش، به دو نوع تقسیم می‌کنند: آزمون های توانایی و آزمون‌های شخصیت.

سنجش یا اندازه‌گیری، زیربنای بسیاری از فعالیت‌های ارزشیابی را تشکیل می‌دهد. سنجش از قواعدی تشکیل می‌شود که برای نسبت دادن اعداد به اشیاء یا افراد به‌کار می‌رود، به‌گونه‌ای که صفاتی از آن

اشیاء یا افراد را به‌صورت کمیت نشان دهد. ارزشیابی پیشرفت و موفقیت تحصیلی عبارت است از: فرایندی منظم برای تعیین و تشخیص میزان پیشرفت یادگیرندگان در رسیدن به اهداف مورد نظر.

دوره‌ی دکتری شیمی تنها مقطع آموزشی عالی این رشته در کشور است که آزمون ورودی آن سراسری نیست. علاوه بر این از سال ۱۳۷۷ آزمون اعزام به خارج نیز در رشته‌ی شیمی برگزار نمی‌شود. آزمون ورودی دوره‌ی دکتری از دو بخش تشکیل شده است:

الف)آزمون زبان خارجی

ب)آزمون تخصصی

۱-۱۱: آزمون زبان خارجی

ضرورت تسلط قابل قبول یک دانشجوی دکتری به زبان علمی خارجی (غالباً انگلیسی)، احراز نمره‌ی قابل قبول در یک آزمون زبان را ضروری ساخته است. اما خط مشی دانشگاه‌های مختلف در این ارتباط یکسان نیست. به‌طور مثال، دانشگاه تربیت مدرس در دو سه سال اخیر، آزمونی به نام آزمون زبان انگلیسی در سطح تافل را پیش از آزمون اصلی تخصصی برگزار می‌کند. این آزمون بخش شنیداری ندارد، ولی ساختار بخش‌ها و سطح پرسش‌های آن همان ساختار و سطح آزمون استاندارد بین‌المللی تافل را داراست و نمره‌ی آن از ۱۰۰ محاسبه می‌شود. اعتبار نمره ۷۰ به بالا دایمی (برای خود دانشگاه)، اعتبار نمره‌ی ۵۰ تا ۷۰ دو سال و نمره‌ی زیر ۵۰ بدون اعتبار است. احراز نمره‌ی بالای ۵۰ در این آزمون، شرط لازم برای شرکت در آزمون درس‌های تخصصی است (البته نمره‌های معتبر و قابل قبول آزمون‌های TOFEL,MCHE, MOHMET و آزمون زبان فرانسه DELF,DALF نیز قابل قبول می باشند).

دانشگاه صنعتی شریف شیوه‌ی دیگری دارد، در ابتدا آزمون زبان برگزار نمی‌کند، بلکه مانند بیش‌تر دانشگاه‌های دیگر، ارایه‌ی نمره‌ی قابل قبول زبان را به بعد از قبولی در آزمون درس‌های تخصصی و مصاحبه و شروع تحصیل و پیش از امتحان جامع موکول می‌کند. نمره‌ی TOFEL بالاتر از ۵۰ و MCHE بالای ۶۰ قابل قبول است. دانشجوی دکتری هر چند بار می‌تواند در آزمون MCHE که هر سال وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری برگزار می‌نماید، شرکت کند. دانشگاه شهید بهشتی نیز همین شیوه را در نحوه‌ی درخواست نمره‌ی زبان دارد. البته تا یکی دو سال گذشته، از لحاظ عملی تأکید کم‌تری برای ارایه‌ی حتمی نمره‌ی زبان داشته است.

دانشگاه تهران با آزمونی به نام زبان عمومی با قدری تفاوت، شیوه‌ای شبیه دانشگاه تربیت مدرس اختیار کرده است. در دانشگاه شیراز، دانشجوی دکتری شیمی باید از ترم دوم به بعد در کلاس‌های ویژه‌ی زبان در خود این دانشگاه شرکت کرده و قبل از امتحان جامع، نمره‌ی قابل قبول (حداقل ۱۲ از ۲۰) آزمون‌های این کلاس را ارایه کند. این دانشگاه نمره‌ی سایر آزمون‌های رایج زبان را نمی‌پذیرد.

۲-۱۱: آزمون تخصصی

نحوه‌ی برگزاری و نوع پرسش‌های این آزمون بیش از آزمون زبان دست‌خوش اعمال سلیقه‌های متفاوت است. در دانشگاه‌هایی مانند تربیت مدرس، شیراز و شهید بهشتی در یکی دو سال اخیر، داوطلبان همه‌ی گرایش‌ها باید به‌طور هم‌زمان در آزمون زبان تخصصی که بیش‌تر پرسش‌های آن از نوع عینی است، در آزمونی با پرسش‌های چندگزینه‌ای از همه‌ی شاخه‌های شیمی (درس‌های پیشرفته) شرکت کنند. سپس همان روز یا روز بعد، داوطلب هر گرایش، باید در آزمون تشریحی گرایش خود حاضر شود. پرسش‌های این آزمون در گرایش

آلی در سال ۷۸ برای همه‌ی درس‌ها به‌طور متوالی تنظیم شده بود و داوطلب باید افزون بر سه ساعت به همه‌ی پرسش‌های تشریحی پاسخ می‌داد.

شایان ذکر است که به واسطه‌ی حضور و خواست برخی از اساتید با تخصص‌های ویژه، به‌طور مثال شیمی پلیمر در دانشگاه شیراز و صنعتی اصفهان و از شیمی آلی فلزی در دانشگاه صنعتی شریف امتحان به عمل آمده است.

۳-۱۱: معرفی رشته‌ی دکتری شیمی (Ph.D)

دوره‌ی دکتری شیمی (Ph.D)، بالاترین مقطع تحصیلی آموزش عالی است که به اعطای مدرک می‌انجامد و مجموعه‌ای هماهنگ، از فعالیت‌های پژوهشی و آموزشی است. هدف از ایجاد دوره‌ی دکتری، تربیت افرادی است که با احاطه یافتن به آثار علمی در یک زمینه‌ی خاص و آشنا شدن با روش‌های پیشرفته‌ی پژوهش و دست‌یابی به جدیدترین مبانی آموزش و پژوهش، بتوانند با نوآوری در زمینه‌های علمی و پژوهشی در رفع نیازهای کشور و گسترش مرزهای دانش، در رشته‌ی تخصصی خود، مؤثر بوده، به تازه‌هایی در جهان دانش دست یابند. محصول اصلی فعالیت‌های دوره‌ی دکتری، پژوهش و کسب مهارت در یک رشته‌ی خاص علمی است و آموزش وسیله‌ی برطرف کردن کاستی‌های آموزشی دانش‌جویان این دوره است تا راه را برای رسیدن به اهداف این دوره هموار سازد.

دوره‌ی دکتری به دو مرحله‌ی "آموزشی و پژوهشی" تقسیم می‌شود. مرحله‌ی آموزشی از زمان پذیرفته شدن دانش‌جو در آزمون ورودی آغاز و به آزمون جامع ختم می‌شود. مرحله‌ی پژوهشی پس از مرحله‌ی آموزشی آغاز و با تدوین رساله و دفاع از آن پایان می‌پذیرد. دانش‌جویی که برای دوره‌ی دکتری ثبت نام می‌کند باید حداکثر در

مدت ۴/۵ سال تعداد ۴۲ واحد درسی طبق جدول‌های زیر را با موفقیت بگذراند.

جدول ۱: تعداد واحدهای لازم برای دوره‌ی دکتری
درس‌های اختصاصی: ۱۲ واحد
سمینار: ۱ واحد
آزمون جامع: بدون واحد (کسب حداقل نمره ۱۵)
آزمون از مقالات روز: نمره‌ی قبولی ۳ تا قبل از دفاع
سمینار ۲: ۱ واحد
رساله‌ی دکتری: $\frac{۲۵}{۳۹}$ واحد

جدول ۲: درس‌های اختصاصی شیمی آلی	تعداد واحد
۱. شیمی حدواسط‌های فعال در شیمی	۳
۲. بررسی واکنش‌های شیمی آلی	۳
۳. شیمی ترکیب‌های ناجور حلقه (پیشرفته)	۳
۴. شیمی فضایی آلی (پیشرفته)	۳
۵. طیف بینی در شیمی آلی (رزونانس مغناطیسی هسته)	۳
۶. نورشیمی (پیشرفته)	۳
۷. پیشرفت‌های نوین در ترکیب‌های طبیعی	۳
۸. مباحث نوین در شیمی آلی	۳

لازم به ذکر است که در جدول فوق، درس‌های اختصاصی گرایش آلی ذکر شده که در مورد بقیه‌ی گرایش‌ها درس‌های جدول ۲ متغیر است، ولی تعداد کل واحدها ۴۳ واحد می‌باشد.

۴-۱۱: فوق دکتری شیمی (Post-doc)

در کشور ما، این مرحله که بعد از دوره‌ی دکتری در بعضی از دانشگاه‌های کشور ارایه می‌شود، به اعطای مدرک نمی انجامد. شاهکار

علمی شیمی‌دان به دنیای شیمی عرضه می‌شود و فرد در مدت ۲/۵ تا ۳ سال فرصت دارد تا توانایی خود را در زمینه‌ی خاصی نشان دهد. هم‌اکنون در دانشگاه تهران، تربیت مدرس، شهید بهشتی و صنعتی شریف این دوره گذرانده می‌شود.

۱۲- اهمیت و جایگاه شیمی در جامعه

شیمی تنها علمی است که ۱۰۴ عنصر طبیعت را همراه نام خود دارد و بررسی ویژگی‌ها، ساختمان، ترکیب‌ها و اهمیت آن‌ها در محدوده‌ی علم شیمی است. از آن‌جایی که جهان مادی از این عنصرها تشکیل می‌گردد، هیچ چیز در هیچ‌جا نمی‌توان یافت که بی‌نیاز از علم شیمی باشد. به عبارت دیگر، آثار شیمیایی در تمام کاینات یافت می‌شود. به‌طوری که اگر لحظه‌ای فعالیت‌های شیمیایی از کاینات حذف شود، بلافاصله همه چیز متوقف خواهد گردید، دیگر نوری از خورشید ساطع نخواهد شد، حیاتی نخواهد بود، سوخت‌وسازی در بدن جانوران و گیاهان انجام نخواهد گرفت و هزاران مثال و نمونه‌ی دیگر که نشان می‌دهد، همه‌ی تحولات مادی در جامعه به شیمی وابسته است. اگر واکنش‌های شیمیایی نباشند هیچ‌گونه تولیدی رخ نمی‌دهد، هیچ فعالیت اقتصادی وجود نخواهد داشت و هیچ ماده‌ای نخواهد بود که ساخت‌وسازی انجام گیرد.

آن‌چه بیان شد نشان‌گر اهمیت شیمی و فرایندهای آن در جامعه است. فعالیت‌های عمده‌ی جامعه، مانند: کشاورزی، صنایع غذایی و دارویی و ... همگی شیمیایی هستند. افرادی که در جهان در ارتباط با علم شیمی کار می‌کنند، بدون شک بیش‌تر از تمام علوم دیگر هستند.

۱۳- آینده‌ی شغلی بازار کار درآمد

شیمی جزء معدود رشته‌هایی است که دانش‌آموختگان آن می‌توانند همیشه مشغول به کار باشند، چون هر کارخانه‌ای که دایر شود، در بخش کنترل کیفیت کالاهای ساخته شده نیاز به یک شیمی‌دان دارد و یا در تمام صنایع احتیاج به دانش‌آموختگان شیمی داریم تا مواد اولیه را با توجه به استانداردهای جهانی بررسی کرده، رد یا قبول کنند. تعدادی از دانش‌آموختگان شیمی جذب صنایع شیمیایی گوناگون مثل صنایع رنگ‌سازی، چرم‌سازی، پتروشیمی، مواد غذایی، لوازم بهداشتی و آرایشی می‌شوند و در بخش آزمایشگاه‌های کنترل کیفیت محصولات شیمیایی و یا واحد تولید آن‌ها کار می‌کنند.

افزون بر این، یک شیمی‌دان می‌تواند در خانه‌ی خود با کم‌ترین امکانات، کارگاه کوچکی دایر کرده، بعضی از مواد مورد نیاز جامعه را تولید کند. برای مثال فردی وجود دارد که بعضی از مواد مورد نیاز وزارت دفاع را در یک کارگاه کوچک تهیه می‌کند.

دانش‌آموختگان این رشته توانایی تغییر و تبدیل بر روی مواد خام را دارند و به یاری همین توانایی، تعداد زیادی از دانش‌آموختگان این رشته، کارگاه‌ها یا کارخانه‌های شیمیایی کوچک یا بزرگ دایر کرده، در کار خود نیز موفق بوده‌اند. در ضمن دانش‌آموختگان شیمی می‌توانند در کارگاه‌ها و کارخانه‌های تهیه‌ی مواد آلی، دارویی، رنگ‌ها، رزین‌ها و تهیه‌ی و ترخیص مواد معدنی کار کنند.

۱۴- مروری بر چهار زیربنای اصلی رشته‌ی شیمی

۱-۱۴: شیمی آلی

شیمی آلی بخشی از دانش شیمی است که به بررسی هیدروکربن‌ها می‌پردازد. به همین دلیل به آن شیمی ترکیب‌های کربن نیز گفته

می‌شود. پسوند «آلی» یادگار روزهایی است که مواد شیمیایی را بر حسب این‌که از چه منبعی به‌دست می‌آمدند، به دو دسته‌ی معدنی و آلی تقسیم می‌کردند. مواد معدنی آن‌هایی بودند که از معادن استخراج می‌شدند و مواد آلی آن‌هایی که از منابع گیاهی یا حیوانی یعنی از موادی که توسط موجودات زنده تولید می‌شدند، به‌دست می‌آمدند. در واقع تا پیرامون سال ۱۸۵۰ بسیاری از شیمی‌دانان بر این باور بودند که خاستگاه مواد آلی باید موجودات زنده باشد و در نتیجه این مواد را هرگز نمی‌توان از مواد معدنی سنتز نمود.

حتی پس از آن که مشخص شد این مواد، فقط از منابع زنده به دست نمی‌آیند و می‌توان آن‌ها را در آزمایشگاه سنتز کرد، باز هم مناسبت داشت تا نام آلی برای توصیف آن‌ها و موادی همانند آن‌ها حفظ شود. این تقسیم‌بندی بین مواد معدنی و آلی تا به امروز حفظ شده است.

۱-۱-۱۴: شیمی کربن

موادی که از منابع آلی به‌دست می‌آیند، در یک ویژگی مشترک می‌باشند؛ همه‌ی آن‌ها دارای عنصر کربن هستند. امروزه اگرچه هنوز بسیاری از ترکیب‌های کربن به آسانی از منابع گیاهی و جانوری به‌دست می‌آیند، لیکن بسیاری از آن‌ها نیز سنتز می‌شوند و یا از سایر مواد آلی تهیه می‌گردند.

مواد آلی ساده از دو منبع بزرگ نفت و زغال سنگ تأمین می‌شوند. این ذخایر زمینی، فراورده‌ی تجزیه‌ی (کافت) گیاهان و جانوران هستند. این مواد ساده، به‌عنوان مصالح ساختمانی در ساختن ترکیب‌های بزرگ‌تر و پیچیده‌تر مصرف می‌شوند.

نفت و زغال‌سنگ سوخت‌های فسیلی هستند که در طی هزاران سال بر روی هم انباشته شده و غیرقابل جای‌گزینی هستند. این مواد،

به‌ویژه نفت، جهت رفع نیازهای انرژی که به‌طور مداوم در حال افـزایش است، با سرعت بی‌رویه‌ای مصرف می‌گردند. امروزه کم‌تـر از ۱۰٪ نفـت برای ساختن مواد شیمیایی به‌کار می‌رود و قسمت عظیمی از آن بـرای تولید انرژی سوزانده می‌شود. خوشبختانه منابع دیگری برای ایجاد نیرو از قبیل منبع خورشیدی، گرمای زمین، باد، امواج، جـزر و مـد و انـرژی هسته‌ای وجود دارد. اما چگونه می‌توان منبع دیگری به جای مـواد آلـی پیدا نمود؟

در نهایت باید به جایی که سوخت‌های سنگ‌واره‌ای از آن‌جـا ناشـی می‌شوند، یعنی توده‌زیستی برگشت، اما این‌بار به‌طور مسـتقیم و بـدون دخالت هزاران سال، توده‌زیستی قابل تجدید است و چنان‌چـه بـه‌طـور مناسب مصرف شود، تا زمانی که ما بر روی ایـن سـیاره بتـوانیم وجـود داشته باشیم آن هم باقی مـی‌مانـد. در ضـمن مـی‌گوینـد کـه نفـت بـا ارزش‌تر از آن است که سوزانده شود.

چه خصوصـیتی در ترکیـب‌هـای کـربن وجـود دارد کـه آن‌هـا را از ترکیب‌های مربوط به صد و چنـد عنصـر دیگـر جـدول تنـاوبی متمـایز می‌سازد؟

دست‌کم بخشی از این جواب به نظر می‌رسد که چنین باشد؛ تعـداد بسیار زیادی از ترکیب‌های کـربن وجـود دارد کـه مولکـول‌هـای آن‌هـا می‌توانند بسیار بزرگ و پیچیده باشـد. تعـداد ترکیـب‌هـایی کـه دارای کربن هستند چندین برابر بیش‌تـر از تعـداد ترکیـب‌هـای بـدون کـربن است. این مواد آلی در خانواده‌های گوناگون قـرار مـی‌گیرنـد و بـه‌طـور معمول در بین مواد معدنی، همتایی ندارند.

مولکول‌های آلی شامل هزاران اتم شـناخته شـده‌انـد و ترتیـب قـرار گرفتن آن‌ها حتی در مولکول‌های کوچک بسیار پیچیده اسـت. یکـی از مسایل اصلی در شیمی آلـی، آگـاهی از طـرز قـرار گـرفتن اتـم هـا در مولکول‌ها و یا تعیین ساختار ترکیب‌ها می باشد.

راه‌های زیادی برای شکستن این مولکول‌های پیچیده و یا نوآرایی آن‌ها برای ایجاد مولکول‌های جدید وجود دارد. روش‌های گوناگونی برای اضافه نمودن اتم‌های جدید به این مولکول‌ها و یا جایگزین نمودن اتم‌های جدید به جای اتم‌های قدیم وجود دارد. بخش مهمی از شیمی آلی به پژوهش در مورد این واکنش‌ها اختصاص دارد؛ یعنی تشخیص این که این واکنش‌ها کدامند، چگونه انجام می‌شوند و چگونه می‌توان از آن‌ها برای سنتز یک ترکیب دلخواه استفاده نمود.

اتم‌های کربن می‌توانند به میزانی که برای اتم هیچ عنصر دیگری مقدور نیست، به یکدیگر بپیوندند، اتم های کربن می‌توانند زنجیرهایی شامل هزاران اتم و یا حلقه‌هایی با اندازه‌های گوناگون ایجاد نمایند و زنجیرها و حلقه‌ها می‌توانند دارای شاخه و پیوندهای عرضی باشند. به اتم‌های کربن این زنجیرها و حلقه‌ها، اتم‌های دیگری که در بیش‌تر موارد هیدروژن و هم‌چنین فلوئور، کلر، برم، ید، اکسیژن، نیتروژن، گوگرد، فسفر و سایر اتم‌های گوناگون می‌پیوندند.

هر آرایش مختلف از اتم‌ها مربوط به ترکیب متفاوتی است. و هر ترکیب یک سری ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی ویژه‌ی خود را دارد. از این‌رو غیرمنتظره نیست که امروزه بیش‌تر از ده میلیون ترکیب شناخته‌شده‌ی کربن وجود داشته باشد و هر سال به این تعداد، نیم‌میلیون ترکیب تازه افزوده گردد. تعجب‌آور نیست که بررسی این ترکیب‌ها، رشته‌ی ویژه‌ای را در شیمی به خود اختصاص دهد.

شیمی آلی اهمیت فوق‌العاده زیادی در فن‌آوری دارد و در واقع شیمی رنگ‌دانه‌ها و داروها، کاغذ و جوهر، رنگ‌های نقاشی و پلاستیک‌ها، بنزین و تایرهای لاستیکی است و هم‌چنین شیمی غذایی است که می‌خوریم و لباسی است که می‌پوشیم.

شیمی آلی شالوده‌ی زیست شناسی و پزشکی است. ساختمان موجودات زنده، به غیر از آب، به‌طور عمده از مواد آلی ساخته شده‌اند.

مولکول‌های مورد بحث در زیست شناسی در مقیاس مولکولی همان شیمی آلی است.

شاید دور از انتظار نباشد که بگوییم ما در عصر کربن زندگی می‌کنیم. هر روزه روزنامه‌ها ذهن ما را متوجه‌ی ترکیب‌های کربن مانند کلسترول و چربی‌های اشباع نشده، هورمون‌ها و استروئیدها، حشره‌کش‌ها و فرومون‌ها، عوامل سرطان‌زا و شیمی‌درمانی DNA و ژن‌ها می‌نمایند.

وقوع دو فاجعه بشریت را تهدید می‌کند و هر دو ناشی از تجمع ترکیب‌های کربن در جو است؛ یکی نازک شدن لایه‌ی ازن که به واسطه‌ی وجود کلروفلوئورکربن‌ها می‌باشد و دیگری پدیده‌ی گلخانه که به خاطر حضور گاز متان، کلروفلوئورکربن‌ها و سرآمد همه، کربن‌دی‌اکسید است. شاید به همین مناسبت بوده که مجله Science در سال ۱۹۹۰ الماس را که یکی از آلوتروپ های کربن است، به‌عنوان مولکول سال انتخاب کرد. مولکول آلوتروپ تازه‌یاب فولرن با کمینستر کربن (buckminsterfullerene-c60) است که هیجان بسیاری را در دنیای شیمی ایجاد کرده است، هیجانی که از زمان ککوله تا کنون دیده نشده‌است.

امروزه فولرن‌های لوله بلندی به نام نانولوله‌ها کشف شده اند. با کشف این ساختارهای شگفت‌انگیز، دنیای جدیدی از ترکیب‌ها با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی منحصر به فرد برای دانشمندان پدیدار شده است.

۲-۱۴: شیمی تجزیه

شیمی تجزیه، نقش حیاتی را در توسعه‌ی علوم گوناگون به عهده دارد. از همین‌رو ابداع قانون جدید تجزیه و بسط و تکامل روش‌های تجزیه‌ی شیمیایی موجود، آن‌قدر سریع و گسترده است که اندکی

درنگ در پی‌گیری رویدادهای تازه، سبب به‌وجود آمدن فاصله‌های بسیار زیاد علمی خواهد شد. نقش این قانون در فعالیت‌های تولیدی روز به روز گسترده‌تر و پردامنه‌تر می‌گردد. امروزه، کنترل کیفیت محصولات صنعتی و غیرصنعتی، جایگاه ویژه‌ای دارد که اساس این کنترل کیفیت را تجزیه‌های شیمیایی انجام شده به کمک روش‌های گوناگون تجزیه‌ای تشکیل می‌دهد.

۱-۲-۱۴: مسیر تحول و رشد شیمی تجزیه

توسعه و تغییر پایدار، به‌طور اصولی در فنون و روش‌های تجزیه وجود دارد. طراحی دستگاه‌های بهتر و فهم سازوکار فرایندهای تجزیه‌ای، موجب بهبود پایداری حساسیت، دقت و صحت روش‌های تجزیه‌ای می‌شوند. چنین تغییرهایی به انجام تجزیه‌های اقتصادی‌تر کمک می‌کند که در بیش‌تر موارد به حذف مراحل جداسازی و وقت‌گیر، منجر می‌شود. باید توجه داشت که اگر چه روش‌های جدید تیتراسیون مانند: کریوسکوپی، Pressuremetriz، روش‌های اکسیداسیون-احیا و استفاده از الکترود حساس فلوئورید ابداع شده‌اند، هنوز از روش‌های تجزیه‌ی وزنی و تجزیه‌ی جسمی (راسب کردن، تیتراسیون و استخراج به‌وسیله‌ی حلال) برای آزمایش‌های عادی استفاده می‌شود.

به‌تازگی، روش‌های سریع‌تر و دقیق‌تری به‌وجود آمده‌اند. در میان این روش‌ها می‌توان به طیف‌بینی مادون قرمز، ماورای بنفش و اشعه‌ی X اشاره کرد که از آن‌ها برای تشخیص و تعیین مقدار یک عنصر فلزی با استفاده از خطوط طیفی جذبی یا نشری استفاده می‌گردد. سایر روش‌ها عبارتند از:

- کالری‌متری (رنگ‌سنجی) که توسط آن یک ماده در محلول به‌وسیله‌ی شدت رنگ آن تعیین می‌شود.

- انواع کروماتوگرافی که توسط آن‌ها، اجزای یک مخلوط گازی به‌وسیله‌ی آن از درون ستونی از مواد متخلل یا از روی لایه‌های نازک جامد پودری تعیین می‌گردند.
- جداسازی محلول‌ها در ستون‌های تبادل یونی.
- تجزیه‌ی عنصر ردیاب رادیواکتیو.

در ضمن میکروسکوپی الکترونی و اپتیکی، اسپکترومتری جرمی، میکروآنالایز، طیف‌سنجی رزونانس مغناطیس هسته‌ای (NMR) و رزونانس چهار قطبی هسته نیز در همین بخش طبقه‌بندی می‌شوند.

خودکارسازی روش‌های تجزیه‌ای در برخی موارد، با استفاده از ربات‌های آزمایشگاهی، اهمیت روزافزونی پیدا کرده است. چنین شیوه‌ای، انجام یک‌سری تجزیه‌ها را با سرعت، کارایی و دقت بهتر امکان‌پذیر می‌سازد. میکروکامپیوترها با قابلیت شگفت‌انگیز نگه‌داری داده‌های تجزیه‌ای را فراهم می‌آورند.

۱۴-۲-۲: انواع تجزیه

وقتی آزمایش به شناسایی یک یا چند جزء از یک نمونه (شناسایی مواد) محدود می‌گردد، تجزیه‌ی کیفی نامیده می‌شود. در حالی که اگر آزمایش به تعیین مقدار یک گلوله‌ی خاص موجود در نمونه (تعیین درصد ترکیب در مخلوط‌ها یا اجزای ساختمانی یک ماده‌ی خالص) بپردازد، تجزیه‌ی کمی نامیده می‌شود.

۱۴-۲-۳: ماهیت روش‌های تجزیه‌ای

روش‌های تجزیه‌ای به‌طور معمول به دو دسته‌ی کلاسیک و دستگاهی طبقه‌بندی می‌شوند. روش‌های کلاسیک شامل روش‌های شیمیایی مرطوب نظیر وزن‌سنجی و عیارسنجی است. درواقع تفاوت اساسی بین روش‌های دو دسته وجود ندارد. همه‌ی آن‌ها مشتمل بر

وابستگی یک اندازه‌گیری فیزیکی به غلظت آنالیت می‌باشند. در حقیقت روش‌های تجزیه‌ای محدودی وجود دارد که فقط دستگاهی می‌باشند و یا بیش‌تر آن‌ها متضمن مراحل شیمیایی متعددی قبل از انجام اندازه‌گیری دستگاهی هستند.

۴-۲-۱۴: کاربردهای شیمی تجزیه: کنترل کیفیت محصول

بیش‌تر صنایع تولیدی نیازمند به تولید با کیفیت یکنواخت هستند. برای کسب اطمینان از برآورده شدن این نیاز مندی، مواد اولیه و هم‌چنین محصول نهایی تولید شده، مورد تجزیه‌های وسیعی قرار می‌گیرند.

✓ **نمایش و کنترل آلوده‌کننده‌ها**

فلزات سنگین پس‌ماندهای صنعتی و حشره‌کش‌های آلی کلردار، دو مشکل شناخته شده مربوط به ایجاد آلودگی هستند. به‌منظور ارزیابی چگونگی توزیع و عیار یک آلوده‌کننده در محیط، به یک روش تجزیه‌ای حساس و صحیح نیاز است و در کنترل پساب‌های صنعتی، تجزیه‌ی شیمیایی روزمره اهمیت زیادی دارد.

✓ **مطالعه‌های پزشکی و بالینی**

عیار عناصر و ترکیب های گوناگون در مایعات بدن، شاخص‌های مهمی از بی‌نظمی‌های فیزیولوژی می‌باشند. محتوی قند بالا در ادرار که نشانه‌ای از یک حالت دیابتی است و وجود سرب در خون از شناخته‌ترین مثال‌ها در این زمینه می‌باشد.

✓ **عیارگیری**

از دیدگاه تجارتی در برخورد با مواد خام نظیر سنگ‌های معدنی، ارزش سنگ معدن از روی فلز موجود در آن تعیین می‌شود. این موضوع، مواد با عیار بالا را نیز شامل می‌شود. به‌طوری‌که حتی تفاوت

کم در غلظت می‌تواند از نظر تجاری تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشته باشد. بنابراین یک روش تجزیه‌ای قابل اعتماد و صحیح از اهمیت اساسی برخوردار است.

۱۴-۲-۵: آینده‌ی شیمی تجزیه

بروز مشکلات تجزیه‌ای در شکل‌های جدیدش ادامه دارد. میزان تقاضای مربوط به انجام تجزیه در ابعاد وسیع توسط بسترهای دستگاهی به‌طور مداوم در حال افزایش است. کاوش‌های فضایی، نمونه‌های گمانه‌زنی و مطالعه‌ی اعماق دریاها، مثال‌هایی از نیازهای قابل طرح می‌باشند. در دیگر زمینه‌ها مانند مطالعه‌های محیطی و بالینی، فرم شیمیایی و دقیق یک عنصر در یک نمونه و نه غلظت کلی آن، اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرده است. دو مثال شناخته شده در این زمینه، میزان سمیت بسیار زیاد ترکیب‌های آلی جیوه و سرب در مقایسه با ترکیب های مشابه معدنی است .

۱۴-۳: شیمی معدنی

شیمی معدنی شاخه‌ی بزرگی از علم شیمی است که با کانی‌ها (مواد معدنی) و ویژگی آن‌ها سروکار دارد و به طور کلی شامل بررسی، تحلیل و تفسیر نظریه‌های خواص و واکنش‌های تمام عناصر و ترکیب‌های آن‌ها به جز هیدروکربن‌ها و بیش‌تر مشتق‌های آن‌هاست. به عبارت دیگر می‌توان چنین اظهار نظر کرد که شیمی معدنی کلیه‌ی مواد به‌جز ترکیب‌های کربن، اکسیدهای کربن و دی‌سولفیدکربن را دربرمی‌گیرد.

۱۴-۳-۱: نگاه کلی بر شیمی معدنی

شیمی معدنی در مورد گستره‌ی وسیعی از موضوع‌ها از جمله: ساختمان اتمی، بلورنگاری (کریستالوگرافی) ، انواع پیوندها، نظریه‌ی

میدان بلـور و نظریـه‌ی اوربیتـال مولکـولی، واکـنش‌هـای اسـید و بـاز، سرامیک‌ها، تقارن مولکولی و انـواع بخـش‌هـای زیرطبقـه الکتروشـیمی (برق‌کافت، باطری‌خوردگی، نیمه‌رسانایی و غیره) بحث می‌شود.
در مورد اهمیت شیمی معدنی، ساندرسن چنین نوشته است:
"در واقع بیش‌ترین مباحـث علـم شـیمی را دانـش اتـم‌هـا تشـکیل می‌دهد و کلیه‌ی ویژگی مواد و ترکیب‌ها، به ناچار ناشی از نوع اتم‌هـا و روشی است که بـا توجـه بـه آن مـی‌تـوان بـه‌صـورتی ویـژه، در مـورد مغایرت‌های موجود در میان انواع اتم‌ها بررسی نمود."

۲-۳-۱۴: طبقه‌بندی مواد معدنی

در یک مفهوم گسـترده، مـواد معـدنی را مـی‌تـوان در چهـار طبقـه تقسیم‌بندی نمود: عناصر، ترکیب‌هـای یـونی، ترکیـب‌هـای مولکـولی و جامدات شبکه‌ای یا بسپارها.
عناصر: عناصر دارای ساختارها و ویژگی‌های بسـیار گونـاگون هسـتند. بنابراین می‌توانند به یکی از صورت‌های زیر باشند:
- گازهای اتمی (Ar، Kr) و یا گازهای مولکولی (H_2، O_2)، جامـدهای مولکولی (C_6، S_8، P_4)
- مولکول‌ها و یا جامدات شبکه‌ای گسترش یافته (الماس، گرافیت)
- فلزات جامد (Co, W) و یا مایع (Ca, Hg)

ترکیب‌های یونی: ایـن ترکیـب‌هـا در دمـا و فشـار اسـتاندارد همـواره جامدند و عبارتند از:
- ترکیب‌های یونی ساده، مانند NaCl که در آب یا حلال‌هـای قطبـی محلول می باشند.
- اکسیدهای یونی که در آب غیرمحلول هستند و اکسیدهای مخـتلط هـم‌چـون اسـپنیل ($MgAl_2O_4$)، سـیلیکات‌هـای گونـاگون ماننـد $CaMg(SiO_3)_3$ و ....

- هالیدهای دوتایی، کاربیدها، سولفیدها و مواد مشابه مثل: AgCl ,SiC ,GaAs ,BN
- ترکیب‌هایی که دارای یون‌های چنداتمی (به اصطلاح کمپلکس) هستند.

ترکیب‌های مولکولی: این ترکیب‌ها ممکن است جامد، مایع و یا گاز باشند و مثال‌های زیر را در برمی‌گیرند:

- ترکیب‌های دوتایی ساده هم‌چون: PF_3, SO_2, OsO_4, UF_6
- ترکیب‌های پیچیده‌ی فلزدار مانند: $RuH(CO_2Me)(PPh_3)_3$ و $PtCl_2(PMe_3)_2$
- ترکیب‌های آلی‌فلزی که پیوندهای فلز به کربن دارند؛ مانند: $Ni(CO)_4$, $Zr(Cn_2C_6H_5)_4$

جامدات شبکه‌ای یا بسپارها: نمونه‌های این مواد شامل بسپارهای متعدد و متنوع معدنی و ابررساناها است. نمونه‌ای از این ترکیب‌ها $YBa_2Cu_3O_7$ است.

۳-۳-۱۴: ساختارهای مواد معدنی

ساختار بسیاری از مواد آلی از چهاروجهی مشتق می‌شوند. فراوانی آن‌ها به این دلیل است که در مواد آلی ساده، بیش‌ترین ظرفیت کربن و هم چون بیش‌تر عناصر دیگری (به استثنای هیدروژن) که معمولاً به کربن پیوند می‌شوند، چهار است. اما مواد معدنی ساختاری بسیار پیچیده‌ای دارند. زیرا اتم‌ها ممکن است خیلی بیش‌تر از چهار پیوند تشکیل دهند. بنابراین در مواد معدنی این‌که اتم‌ها پنج، شش، هفت، هشت و تعداد بیش‌تری پیوند تشکیل دهند، امری عادی است. پس تنوع شکل هندسی در مواد معدنی بیش‌تر از ترکیب‌های آلی می باشد.

ساختارهای معدنی اغلب بر اساس تعدادی از وجه‌های با نظم کم‌تر مانند: دوهرمی با قاعده مثلث، منشور سه‌ضلعی و غیره، هم‌چنین بر

اساس شکل‌های باز چند وجهی‌های منتظم یا غیرمنتظم که در آن‌ها یک یا چند رأس حذف شده است، نیز مشاهده می‌شود.

۱۴-۳-۴: انواع واکنش‌های مواد معدنی

در بیش‌تر واکنش‌های آلی می‌توانیم در مورد سازوکاری که واکنش از طریق آن انجام می‌شود، بحث و بررسی کنیم. در صورتی که برای بسیاری از واکنش‌های معدنی فهم قابل دقیق سازوکار غیرممکن یا غیرضروری است.

۱۴-۴: شیمی فیزیک

شیمی فیزیک پایه‌ای‌ترین شاخه‌ی شیمی است؛ شاخه‌ای که می‌توان قانون‌گاه شیمی نامید. این علم دارای دانشمندان بنامی چون گیبس، هلمهوتز، آرنیوس، نرنست، شرودینگر و ... می‌باشد. این علم با فیزیک رابطه‌ای نزدیک دارد. شیمی فیزیک دارای شاخه‌های زیر است:

- سینیتیک
- الکتروشیمی
- کوانتوم
- شیمی فیزیک محاسباتی

۱۴-۴-۱: رابطه‌ی شیمی فیزیک و شیمی معدنی

در توجیه موجودیت مواد معدنی و در توصیف رفتار آن‌ها، به استفاده از جنبه‌های ویژه‌ای از شیمی فیزیک به‌خصوص ترمودینامیک، ساختارهای الکترونی اتم‌ها، نظریه‌های تشکیل پیوند و مولکول‌ها، سینتیک واکنش و ویژگی‌های فیزیکی مواد نیاز داریم. بنابراین با استفاده از شیمی فیزیک می‌توان به ساختار اتمی و مولکولی، تشکیل پیوند شیمیایی و دیگر اصول لازم برای درک ساختار و ویژگی مواد معدنی پرداخت.

۲-۴-۱۴: کاربردهای شیمی فیزیک

ارتباط شیمی فیزیک با سایر علوم، کاربردهای اقتصادی و اجتماعی این دانش را بیان می‌کند. به‌عنوان مثال با مطالعه‌ی الکتروشیمی به پایه و اساس پدیده‌های طبیعی مانند خوردگی فلزات پی برده، می‌توان از ضررهای اقتصادی و اجتماعی چنین پدیده‌هایی جلوگیری کرد و یا این پدیده‌ها را به مسیری مفید برای جامعه سوق داد. افزون بر آن، کاربرد قوانین ترمودینامیک مانند نقطه‌ی یوتکتیک در جلوگیری از ضررهای جانی و مالی پدیده‌های طبیعی، مانند؛ یخبندان بعد از بارش برف بسیار مفید می‌باشد.

۱۵ـ فن‌آوری نانو

در بخش ۱۰ این کتاب به معرفی رشته نانوشیمی پرداختیم؛ بنابراین لازم است با فن‌آوری نانو آشنا شویم. برای شروع بهتر است تعریفی از علم فن‌آوری نانو داشته باشیم. در واقع این زمینه را نمی‌توان به عنوان رشته‌ی جدیدی معرفی کرد؛ بلکه رویکردی جدید به کلیه‌ی علوم و فنون موجود در مقیاس نانو است. این فن‌آوری پدیده‌ی هزاره‌ی سوم می باشد و ورود به این عرصه اجتناب‌ناپذیر است؛ چرا که صدها سال است شیمی‌دانان از روش‌های علم نانو در کار خود استفاده می‌کنند که بی‌شباهت به روش‌های امروزی نیست. پنجره‌های رنگارنگ کلیساهای قرون وسطی، شمشیرهای یافت شده در حفاری‌های سرزمین‌های مسلمان، همگی گویای این مطلب است که بشر مدت‌هاست که از برخی شگردهای این فن‌آوری در بهینه کردن فرایندها و ساخت با کیفیت مطلوب‌تر اشیا بهره می‌برده است. اما تنها به دلیل پیشرفت کم فن‌آوری و نبود امکانات امروزی مانند:

میکروسکوپ نیروی اتمی، میکروسکوپ تونلی پیمایشی و ... توانسته حوزه‌ی مشخصی برای این فن‌آوری تعیین کند.

اولین‌بار «ریچارد فیمن» در سال ۱۹۵۹ طی سخنرانی خود با بیان امکان به راه‌اندازی فرایندی برای دست‌کاری اتم‌ها و مولکول‌ها با استفاده از ابزارهای دقیق، سبب شد تا افکار به سمت توسعه‌ی چنین امکانی متمایل شود. در سال ۱۹۷۴ پروفسور نوریو تانیگوشی، مدرس دانشگاه علوم توکیو، نخستین‌بار واژه فن‌آوری نانو را به‌کار گرفت. او در مقاله‌ای به نام «مفهوم اساسی فن‌آوری نانو» این گونه اشاره می کند که فن‌آوری نانو به مجموعه‌ای از فرایندهای تفکیک، ادغام و تشکیل مواد در حد یک اتم یا یک مولکول گفته می‌شود. در دهه‌ی ۱۹۸۰ این ایده، تعریف و به‌طور وسیع‌تر توسط دکتر درکسلر (نویسنده‌ی کتاب‌های موتور خلقت) مورد بررسی قرار گرفت.

فن‌آوری نانو و نانوعلوم در پیرامون دهه‌ی ۱۹۸۰ با تولد علم کلاستر و اختراع میکروسکوپ تونلی پیمایشی آغاز به‌کار کرد. این توسعه، سبب کشف فلورین در سال ۱۹۸۶ و نانولوله‌های کربنی در مدت چند سال بعد شد. تحول دیگر این فن‌آوری مربوط به ساخت نانوکریستال‌های نیمه‌هادی بود که منجر به افزایش شدید تعداد نانوذرات اکسید فلزی نقاط کوانتوم گردید. میکروسکوپ نیروی اتمی پنج سال بعد از میکروسکوپ تونلی پیمایشی اختراع شد تا به کمک آن بتوان اتم‌ها را بررسی کرد.

فن‌آوری نانو یک زمینه‌ی بین رشته‌ای است که در محدوده‌ی علوم کاربردی گوناگون مانند: فیزیک، مواد، الکترونیک و ... وارد شده است. فن‌آوری نانو خود به‌تنهایی علم نیست، بلکه با استفاده از آن می‌توان به کاربردی کردن علوم گوناگون کمک کرد. فن‌آوری نانو به سه صورت تعریف می‌شود:

۱. فن‌آوری نانو محدوده‌ی پژوهش‌ها و مطالعه‌ی مواد و ویژگی‌های آن‌ها در محدوده ی یک تا صد نانومتر را در برمی‌گیرد.
۲. با کمک این فن‌آوری، نانوساختارهایی می‌توان خلق کرد که ویژگی‌های آن‌ها با ساختارهای ماکروسکوپی همان مواد، متفاوت است.
۳. با کمک فن‌آوری نانو می‌توان در اتم‌ها از طریق کنترل خصوصیات، تغییرهایی ایجاد کرد.

زمانی که مواد در مقیاس نانو مطالعه و بررسی می‌شوند، واکنش‌ها و رفتار اتم‌ها در مقایسه با حالتی که مطالعه در سطح مولکولی انجام می‌شود، به‌طور کامل متفاوت است. چرا که در این قلمرو ویژگی‌های فیزیکی مواد تغییر می‌کند، درست مانند این است که توپی را در محفظه‌ای بیندازی و توپ دیگر را از آن محفظه بیرون اندازی. تفاوت در قلمرو نانو به اندازه‌ای است که حتی رنگ، نقطه‌ی ذوب، ویژگی‌های شیمیایی و ... این مواد در خارج این محدوده به‌طور کامل متفاوت است.

در فن‌آوری نانو برای ساخت، دو روش در نظر گرفته می‌شود، روش ساخت "پایین به بالا" و روش ساخت "بالا به پایین". در روش ساخت پایین به بالا، وسایل و مواد از سطح مولکولی براساس اصول شیمی مولکولی ساخته می‌شوند؛ درست مانند یک دیوار که از روی‌هم گذاشتن آجر به آجر ساخته می‌شود. در روش ساخت بالا به پایین، اشیای نانو بدون کنترل اتمی در مقادیر بزرگ‌تر ساخته می شوند، به این شیوه که در ساخت آن‌ها از تجهیزات پیشرفته‌ی این فن‌آوری مانند: میکروسکوپ اتمی و میکروسکوپ تونلی پیمایشی استفاده می‌شود تا فرایند دست‌کاری و ایجاد پدیده‌ها و ویژگی‌های جدید در اشیای نانو ظهور یابد.

امروزه فن‌آوری نانو در ساخت بسپارهایی با ساختار مولکولی و طراحی تراشه‌های کامپیوتری کاربرد دارد. همچنین از این فن‌آوری در ساخت مواد آرایشی، انواع پوشش‌ها و روکش‌ها استفاده می‌شود.

منابع و مآخذ

ـ سازمان آموزش و پرورش استان خراسان
- سرفصل درس‌های دوره‌های تحصیلی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری
-آیین نامه‌های آموزشی دوره‌های تحصیلی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری
- مجله‌ی شیمی مرکز نشر دانشگاهی
- مجله‌ی رشد آموزش شیمی،دوره‌ی بیست و یکم، شماره‌ی ۴، تابستان ۱۳۸۷
- مجله‌ی رشد آموزش شیمی،دوره‌ی بیستم ، شماره‌ی ۳، بهار ۱۳۸۶
- مجله‌ی رشد آموزش شیمی،دوره‌ی بیست و یکم، شماره‌ی ۳، زمستان ۱۳۸۶

www.chemicalpark.com
www.fa.wikipedia.org
www.articles.ir
www.p30city.net
www.forum.ganjineh_danesh.com