



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی

رشته شیمی

دوره دکتری تخصصی

گروه علوم پایه



به استناد آیین نامه واکذارى اختىارات برنامه ریزى درسى مصوب جلسه شماره ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای

عالی برنامه ریزی آموزشی

عنوان گرایش: ۱- شیمی آلی ۲- شیمی پلیمر ۳-
شیمی تجزیه ۴- شیمی فیزیک ۵- شیمی معدنی ۶-
شیمی کاربردی

نام رشته: شیمی

دوره تحصیلی: دکتری تخصصی

گروه: علوم پایه

نوع مصوبه: بازنگری

کارگروه تخصصی: شیمی

پیشنهادی دانشگاه: تهران

به استناد آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب جلسه شماره ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی، برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته شیمی با گرایش های ۱- شیمی آلی ۲- شیمی پلیمر ۳- شیمی تجزیه ۴- شیمی فیزیک ۵- شیمی معدنی ۶- شیمی کاربردی، طی نامه شماره ۱۳۳/۲۴۷۹۸۱ تاریخ ۱۳۹۶/۰۸/۱۷ از دانشگاه تهران دریافت شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که از مهر ماه سال ۱۳۹۸ وارد دانشگاه می شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری تخصصی شیمی با گرایش های ۱- شیمی آلی ۲- شیمی پلیمر ۳- شیمی تجزیه ۴- شیمی فیزیک ۵- شیمی معدنی ۶- شیمی کاربردی، در سه فصل: مشخصات کلی، جدول واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا به دانشگاه ها ابلاغ می شود.

ماده سه- این برنامه درسی از تاریخ تصویب به مدت ۵ سال قابل اجرا بوده و پس از آن نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمد رضا آهنگیان
دبیر کمیسیون برنامه ریزی آموزشی





دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره: دکتری

رشته های:

- شیمی گرایش شیمی آلی
- شیمی گرایش شیمی پلیمر
- شیمی گرایش شیمی تجزیه
- شیمی گرایش شیمی فیزیک
- شیمی گرایش شیمی معدنی
- شیمی کاربردی
- علوم و فناوری نانو - نانوشیمی (۴ گرایش)
- گرایش نانو پلیمر
- گرایش نانو مواد معدنی
- گرایش نانو سوپرا مولکول
- گرایش نانوشیمی نظری



پردیس علوم

مصوب جلسه مورخ ۹۵/۴/۲۸ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه

این برنامه بر اساس آیین نامه وزارتی تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاههای دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده فیزیک پردیس علوم بازنگری شده و در سید و دومین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۹۵/۴/۲۸ به تصویب رسیده است.



مصوبه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه تهران در خصوص برنامه درسی

مقطع : دکتری

رشته های:

شیمی گرایش شیمی آلی، شیمی گرایش شیمی تجزیه، شیمی گرایش شیمی فیزیک، شیمی گرایش شیمی معدنی، شیمی -

شیمی پلیمر، شیمی کاربردی و علوم و فناوری نانو - نانوشیمی با ۴ گرایش

برنامه درسی دوره دکتری رشته های فوق الذکر که توسط اعضای هیات علمی دانشکده شیمی پردیس علوم بازنگری شده است یا اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- برنامه درسی بازنگری شده دکتری رشته های فوق الذکر شیمی مصوب جلسه مورخ ۹۵/۴/۲۸ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه جایگزین کلیه برنامه های درسی دوره دکتری رشته های شیمی می شود.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه برسد.

فرزانه شمیرانی

دبیر شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه

سید حسین حسینی

معاون آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۹۵/۴/۲۸ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی رشته های شیمی در مقطع دکتری صحیح است، به واحد ذیربط ابلاغ شود

محمود نیلی احمد آبادی

رئیس دانشگاه تهران





به نام خداوند جان و خرد

برنامه دوره دکتری تخصصی (PhD) رشته های شیمی

شیمی گرایش شیمی آلی

شیمی - شیمی پلیمر

شیمی گرایش شیمی تجزیه

شیمی گرایش شیمی فیزیک

شیمی کاربردی

شیمی گرایش شیمی معدنی

علوم و فناوری نانو - نانوشیمی (با گرایش های نانوپلیمر، نانو سوپرامولکول، نانو مواد

معدنی و نانو شیمی نظری)



۱۳۹۵



۷

فصل اول - مشخصات و ضوابط

۸

۱- تعریف و هدف

۸

۲- طول دوره و شکل نظام

۸

۱-۲- مرحله آموزشی

۹

۲-۲- مرحله پژوهشی

۱۰

۳-۲- فرصت مطالعاتی دانشجوی دکتری

۱۰

۴-۲- شیوه ارزیابی فعالیت دانشجو در دوران پژوهشی

۱۰

۵-۲- دفاع از رساله

۱۱

۳- تعداد و نوع واحدهای درسی

۱۲

۴- شرایط و ضوابط ورود به دوره دکتری رشته شیمی

۱۳

فصل دوم - جداول دروس

۱۴

دکترای شیمی - شیمی آلی

۱۵

جدول ۱- الف. دروس جبرانی دکترای رشته شیمی - شیمی آلی

۱۶

جدول ۱- ب. دروس اصلی دکترای رشته شیمی - شیمی آلی

۱۷

جدول ۱- پ. دروس اختیاری دکترای رشته شیمی - شیمی آلی

۱۸

دکترای شیمی - شیمی پلیمر

۱۹

جدول ۲- الف. دروس جبرانی دکترای رشته شیمی - شیمی پلیمر

۲۰

جدول ۲- ب. دروس اصلی دکترای رشته شیمی - شیمی پلیمر

۲۱

جدول ۲- پ. دروس اختیاری دکترای رشته شیمی - شیمی پلیمر

۲۲

دکتری شیمی - شیمی تجزیه

۲۳

جدول ۳- الف. دروس جبرانی دکتری رشته شیمی - شیمی تجزیه

۲۴

جدول ۳- ب. دروس اصلی دکترای رشته شیمی - شیمی تجزیه

۲۵

جدول ۳- پ. دروس اختیاری دکترای رشته شیمی - شیمی تجزیه

۲۶

دکترای شیمی - شیمی فیزیک

۲۷

جدول ۴- الف. دروس جبرانی دکترای رشته شیمی - شیمی فیزیک

۲۸

جدول ۴- ب. دروس اصلی دکترای رشته شیمی - شیمی فیزیک

۲۹

جدول ۴- پ. دروس اختیاری دکترای رشته شیمی - شیمی فیزیک

۳۰

دکترای شیمی - شیمی کاربردی

۳۱

جدول ۵- الف. دروس جبرانی دکترای رشته شیمی - شیمی کاربردی

۳۲

جدول ۵- ب. دروس اصلی دکترای رشته شیمی - شیمی کاربردی

۳۳

جدول ۵- پ. دروس اختیاری دکترای رشته شیمی - شیمی کاربردی

۳۴

دکترای شیمی - شیمی معدنی

۳۵

جدول ۶- الف. دروس جبرانی دکترای رشته شیمی - شیمی معدنی

۳۶

جدول ۶- ب. دروس اصلی دکتری رشته شیمی - شیمی معدنی



۳۷	جدول ۶-پ. دروس اختیاری دکتری رشته شیمی- شیمی معدنی
۳۸	دکترای شیمی- نانوشیمی (گرایش های نانوپلیمر، سوپرامولکول، نانو معدنی و نانونظری)
۳۹	جدول ۷-الف. دروس جبرانی دکتری رشته شیمی- نانو شیمی
۴۰	جدول ۷-ب. دروس الزامی مشترک دکتری رشته شیمی- نانو شیمی
۴۱	جدول ۷-پ. دروس اصلی تخصصی دکتری رشته شیمی- نانو شیمی- گرایش نانوپلیمر
۴۲	جدول ۷-ت. دروس اختیاری دوره دکتری رشته شیمی- نانوشیمی- گرایش نانو پلیمر
۴۳	جدول ۷-ث. دروس اصلی تخصصی دکتری رشته شیمی- نانو شیمی- گرایش سوپرامولکول
۴۴	جدول ۷-ج. دروس اختیاری دوره دکتری رشته شیمی- نانوشیمی- گرایش سوپرامولکول
۴۵	جدول ۷-چ. دروس اصلی تخصصی دکتری رشته شیمی- نانو شیمی- گرایش نانومعدنی
۴۶	جدول ۷-ح. دروس اختیاری دوره دکتری رشته شیمی- نانوشیمی- گرایش نانومعدنی
۴۷	جدول ۷-خ. دروس اصلی تخصصی دکتری رشته شیمی- نانو شیمی- گرایش نانو نظری
۴۸	جدول ۷-د. دروس اختیاری دوره دکتری رشته شیمی- نانوشیمی- گرایش نانونظری
۴۹	فصل سوم- سر فصل دروس
۵۰	سرفصل دروس اصلی و اختیاری دکترای رشته شیمی آلی
۵۱	NMR پیشرفته
۵۲	سنتر پیشرفته مواد آلی
۵۳	حد واسطه های فعال
۵۴	مباحثی در استرئوشیمی
۵۵	شیمی حالت برانگیخته
۵۶	شیمی فیزیک آلی پیشرفته
۵۷	شیمی آلی زیستی
۵۸	طراحی و سنتر دارو
۵۹	سرفصل دروس اصلی و اختیاری دکترای رشته شیمی پلیمر
۶۰	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها
۶۱	سنتر و سینتیک پیشرفته پلیمرها
۶۲	فناوری های پیشرفته پلیمرها
۶۳	شیمی و فناوری اصلاح پلیمرها
۶۴	شیمی و فناوری کامپوزیت های پلیمری
۶۵	پلیمرهای معدنی
۶۶	مباحث پیشرفته در پلیمرها
۶۷	سرفصل دروس اصلی و اختیاری دکترای شیمی تجزیه
۶۸	روش های نوین الکتروشیمی
۶۹	طیف بینی تجزیه ای پیشرفته
۷۰	شیمی تجزیه در محلول های غیر آبی



۷۱	روش‌های نوین شیمیایی و فیزیکی جداسازی
۷۲	لیزر و کاربرد آن در شیمی تجزیه
۷۳	کاربرد روش‌های آماری در شیمی تجزیه
۷۴	روش‌های نوین تجزیه دستگاهی
۷۵	مباحث پیشرفته در شیمی تجزیه
۷۶	الکتروشیمی در محلول‌های غیرآبی
۷۷	کاربرد کامپیوتر، الکترونیک و آمار در شیمی تجزیه
۷۸	نانو الکتروشیمی
۷۹	کاربرد مواد نانوساختار در جداسازی و استخراج
۸۰	نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها
۸۱	سرفصل دروس اصلی و اختیاری دکترای رشته شیمی فیزیک
۸۲	مکانیک کوانتومی پیشرفته
۸۳	مکانیک آماری پیشرفته
۸۴	ترمودینامیک و مکانیک آماری غیرتعادلی
۸۵	طیف سنجی مولکولی پیشرفته
۸۶	مباحث پیشرفته در شیمی فیزیک
۸۷	ریاضیات پیشرفته در شیمی فیزیک
۸۸	شیمی محاسباتی پیشرفته
۸۹	شیمی کلئید و سطح
۹۰	سرفصل دروس اصلی و اختیاری دکترای رشته شیمی کاربردی
۹۱	پدیده‌های انتقال پیشرفته
۹۲	فرایندهای شیمیایی و طراحی راکتور پیشرفته
۹۳	روش‌های جداسازی و خالص سازی صنعتی
۹۴	طراحی و کاربرد کاتالیزگرهای بستر دار
۹۵	سنتزهای برگزیده کاربردی
۹۶	آنزیم‌های صنعتی
۹۷	روش‌های شیمیایی لایه نشانی
۹۸	فناوری‌های نوین پالایش و تبدیل گاز
۹۹	فناوری‌های نوین پالایش و تبدیل نفت
۱۰۰	طراحی تصفیه‌خانه آب و فاضلاب
۱۰۱	شبیه سازی فرایندهای شیمیایی
۱۰۲	مواد افزودنی و اصلاح کننده‌های شیمیایی
۱۰۳	طراحی فرایندهای شیمیایی
۱۰۴	غشاهای و فرایندهای غشایی



شماره صفحه

فهرست

۱۰۵	سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها
۱۰۶	فناوری‌های پیشرفته پلیمرها
۱۰۷	سرفصل دروس اصلی و اختیاری دکترای رشته شیمی معدنی
۱۰۸	ساختار و پیوند در ترکیبات معدنی
۱۰۹	شیمی فلزات واسطه
۱۱۰	کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن
۱۱۱	تعیین ساختار با پراش پرتو X
۱۱۲	مهندسی بلور
۱۱۳	روش‌های طیف بینی کاتالیزگرها
۱۱۴	فوتوشیمی ترکیبات معدنی
۱۱۵	الکتروشیمی ترکیبات معدنی
۱۱۶	زیست شیمی معدنی
۱۱۷	پلیمرهای معدنی
۱۱۸	مباحث پیشرفته در شیمی معدنی
۱۱۹	سرفصل دروس الزامی مشترک، اصلی و اختیاری دکترای رشته نانوشیمی
۱۲۰	مباحثی در نانوشیمی و نانوفناوری
۱۲۱	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها
۱۲۲	سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها
۱۲۳	فناوری‌های پیشرفته پلیمرها
۱۲۴	نانو فناوری پلیمرها
۱۲۵	نانوکامپوزیت‌های پلیمری
۱۲۶	نانوفناوری غشاها
۱۲۷	مباحث پیشرفته در نانوپلیمرها
۱۲۸	پلیمرها در سطح و لایه‌های مرزی
۱۲۹	نانوداروها و سامانه‌های انتقال دارو
۱۳۰	NMR پیشرفته
۱۳۱	سنتز پیشرفته مواد آلی
۱۳۲	حد واسطه‌های فعال
۱۳۳	شیمی سوپرامولکولی پیشرفته
۱۳۴	نانوساختارهای خودار
۱۳۵	نانوداروها و سامانه‌های انتقال دارو
۱۳۶	نانوبیوفناوری پیشرفته
۱۳۷	ساختار و پیوند در ترکیبات معدنی
۱۳۸	شیمی فلزات واسطه
۱۳۹	کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن



شماره صفحه

فهرست

۱۴۰

تعیین ساختار با پراش پرتو X

۱۴۱

مواد نانومتخلخل

۱۴۲

مباحث پیشرفته در نانومواد معدنی

۱۴۳

نانوکاتالیزگرهای معدنی

۱۴۴

روش‌های سنتز نانومواد معدنی

۱۴۵

کاربرد نانومواد معدنی در انرژی‌های نو

۱۴۶

نانومواد در شیمی سبز

۱۴۷

مکانیک کوانتومی پیشرفته

۱۴۸

مکانیک آماری پیشرفته

۱۴۹

ترمودینامیک و مکانیک آماری غیرتعادلی

۱۵۰

مباحث پیشرفته در نانوشیمی نظری

۱۵۱

مکانیک آماری سیستم‌های ناهمگن

۱۵۲

نانوشیمی فیزیک محاسباتی



فصل اول

مشخصات و ضوابط



۱- تعریف و هدف:

دوره دکتری تخصصی (PhD) رشته شیمی با تمام گرایش‌های آن بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی در این رشته می‌باشد که به اعطای درجه دکتری شیمی در آن رشته می‌انجامد و شامل مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی است. در این دوره ابداع، نوآوری و گسترش دانش شیمی از اهمیت خاصی برخوردار بوده که رسالت ویژه دانشجویان است. هدف از دوره، تربیت نیروی انسانی متخصص و کارآمد در این رشته است.

ضرورت و اهمیت این دوره در تربیت پژوهشگر با تفکر خلاق و مستقل برای کار در موسسات پژوهشی و صنایع شیمیایی کشور و یا تأمین هیأت علمی دانشگاه‌هاست.

۲- طول دوره و شکل نظام:

طول دوره دکتری رشته شیمی هشت نیمسال است که با موافقت شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده، تا دو نیمسال قابل افزایش است. افزایش بیش از این مشمول مقررات دانشگاه است. دوره دکتری رشته شیمی به دو مرحله آموزشی و پژوهشی تقسیم می‌شود:

۱-۲- مرحله آموزشی:

این مرحله شامل حداقل دو و حداکثر چهار نیمسال تحصیلی است که پس از پذیرفته شدن دانشجو در آزمون ورودی و ثبت نام در دانشگاه آغاز می‌شود. اهداف این مرحله افزایش معلومات دانشجو به منظور آمادگی برای استفاده از آخرین دستاوردهای علمی جهان است. مرحله آموزشی از زمان پذیرفته شدن دانشجو در آزمون ورودی آغاز و به امتحان جامع و دفاع از طرح پژوهشی رساله (پروپوزال) ختم می‌شود.

در مرحله آموزشی دانشجو باید ۲ درس الزامی (۶ واحد) از دروس اصلی و ۲ درس (۶ واحد) از دروس اختیاری را بگذراند (در رشته نانوشیمی گذراندن یک درس الزامی مشترک میان کلیه گرایش‌ها و یک درس از دروس اصلی گرایش الزامی است). در صورت تشخیص استاد راهنما و با تأیید شورای تحصیلات تکمیلی-پژوهشی دانشکده دانشجو می‌تواند تا ۶ واحد از دروس کارشناسی ارشد را به عنوان دروس جبرانی بگذراند. برای اتمام مرحله آموزشی و ورود به مرحله پژوهشی دانشجو باید واجد شرایط زیر باشد:

(الف) دانشجو باید دوره "آشنایی با اصول ایمنی در آزمایشگاه" را طی کرده و گواهی موفقیت در آزمون این دوره دریافت کند.

(ب) حداقل در دو درس نمره بالای ۱۶ کسب کند.

(پ) معدل دروس مرحله آموزشی باید بالای ۱۶ باشد.

تبصره: در صورتی که میانگین معدل دانشجو کمتر از ۱۶ باشد و یا ۲ درس با نمره بالاتر از ۱۶ نداشته باشد، حداکثر یک نیمسال به وی فرصت داده می‌شود تا آن را جبران کرده و شرایط مذکور در این بند را برای انجام امتحان جامع کسب کند. در صورتی که دانشجو بعد از این فرصت نتواند کمبود نمره یا معدل خود را جبران کند، اجازه ادامه تحصیل نخواهد داشت.



(ت) در آزمون جامع کتبی (یا شفاهی طبق مقررات مربوطه) شرکت کرده و نمره قبولی کسب کند. حداقل نمره قبولی در امتحان جامع بر اساس مقررات دانشگاه می‌باشد.

تبصره ۱: چنانچه دانشجوی در زمینه ارزیابی معلومات موفق نباشد، هیأت داوران با تعیین منابع درسی یک نیمسال دیگر به دانشجوی برای افزایش معلومات خود فرصت خواهد داد.

۲-۲- مرحله پژوهشی: مرحله پژوهشی شامل موارد زیر است:

(الف) تدوین طرح پژوهشی رساله (پروپوزال): دانشجوی پروپوزال خود را با راهنمایی استاد (اساتید) راهنما تدوین کرده و حداکثر تا قبل از پایان نیمسال چهارم تحصیلی آن را همراه با نامه تأیید استاد راهنما به معاون تحصیلات تکمیلی- پژوهشی دانشکده جهت طرح در شورای تحصیلات تکمیلی ارائه می‌کند. شورای تحصیلات تکمیلی- پژوهشی دانشکده بر اساس پیشنهاد استاد راهنما هیأت داوران را که شامل استاد (اساتید) راهنما، استاد مشاور (استاد مشاور باید در طول تکمیل رساله در پیشبرد آن نقش موثر داشته باشد. تشخیص نیاز به استاد مشاور بر عهده استاد راهنماست)، یک داور داخلی و دو داور از خارج دانشکده را تعیین می‌کند.

تبصره ۱: شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده یکی از اعضای هیات علمی را به عنوان نماینده خود جهت شرکت در جلسه دفاع از پروپوزال تعیین می‌کند. وظیفه این نماینده تأیید برگزاری دفاع از پروپوزال رساله دکتری با حضور کلیه اعضای هیات داوران است. نماینده تحصیلات تکمیلی عضو هیأت داوران نمی‌باشد.

(ب) دفاع از طرح پژوهشی رساله (پروپوزال): دانشجوی باید تا پایان نیمسال چهارم تحصیلی در جلسه دفاع از پروپوزال، ایده پژوهشی خود را جهت انجام رساله دکتری به هیأت داوران ارائه کرده و از آن دفاع کند. هیأت داوران طرح پژوهشی پیشنهادی را بررسی و رأی خود را مبنی بر تأیید یا ارائه فرصت بیشتر به دانشجوی برای تکمیل و بارور ساختن ایده پژوهشی اعلام می‌کند.

(پ) ثبت موضوع رساله دکتری: در صورت تأیید هیأت داوران، موضوع رساله دانشجوی به طور رسمی توسط دانشکده ثبت و به اطلاع استاد (اساتید) راهنما، استاد مشاور و دانشجوی خواهد رسید. آغاز رسمی مرحله پژوهشی دوره دکتری با ثبت موضوع رساله می‌باشد.

(ت) انجام کار پژوهشی: در این مرحله دانشجوی کارهای پژوهشی خود را برای دستیابی به اهداف تعریف شده در رساله دکتری ادامه می‌دهد. دانشجوی موظف است با فواصل یکسال بعد از تصویب موضوع رساله، دستاوردهای پژوهشی خود را در حضور استاد راهنما و استاد مشاور و سایر دانشجویان دوره‌های تحصیلات تکمیلی ارائه کرده و به پرسش‌های آنها پاسخ دهد.

۳-۲- فرصت مطالعاتی دانشجوی دکتری

دانشجو در طول دوره پژوهشی می‌تواند با موافقت استاد راهنمای خود و تأیید شورای تحصیلات تکمیلی- پژوهشی دانشکده برای یک دوره ۶ ماهه از فرصت مطالعاتی در دانشگاه‌های معتبر استفاده کند. برای استفاده از فرصت مطالعاتی، دانشجوی باید حداقل یکسال کار پژوهشی خود را با جدیت انجام داده و نتایج آنها را در



سمینارهای داخلی دانشکده ارائه کرده باشد. مدت فرصت مطالعاتی با موافقت استاد راهنما و تایید شورای تحصیلات تکمیلی-پژوهشی دانشکده می‌تواند حداکثر در دو مرحله ۳ ماهه (تا ۶ ماه) تمدید شود.

تبصره ۱- پرداخت هزینه فرصت مطالعاتی دانشجو براساس مقررات وزارت علوم است.

تبصره ۲- دانشجو موظف است در انتهای فرصت مطالعاتی، ضمن اعلام حضور در دانشکده، گزارش فعالیت پژوهشی خود را در دوره فرصت مطالعاتی که به تایید استاد راهنمای خارجی رسیده باشد را به استاد راهنمای اصلی خود ارائه کرده و پس از تایید ایشان یک نسخه را به معاون تحصیلات تکمیلی دانشکده تحویل دهد. همچنین دانشجو موظف است کارهای انجام شده در دوره فرصت مطالعاتی را به صورت سمینار ارائه کند.

تبصره ۳- در صورت عدم حضور دانشجو در دانشکده پس از اتمام زمان فرصت مطالعاتی، شورای تحصیلات تکمیلی در مورد وی تصمیم‌گیری خواهد کرد.

۲-۴- شیوه ارزیابی فعالیت دانشجو در دوران پژوهشی

دانشجو موظف است پس از تصویب رساله دکتری به طور تمام وقت در آزمایشگاه تحقیقاتی به انجام رساله دکتری بپردازد. انجام فعالیت آموزشی دیگر با تایید استاد راهنما و مشروط بر آنکه آسیبی به فعالیت پژوهشی وی وارد نشود بلامانع است.

تبصره ۱- برای ثبت نام در هر نیمسال دانشجو باید گزارش کوتاهی از فعالیت‌های پژوهشی خود و میزان پیشرفت رساله دکتری نوشته و استاد راهنما آن را تایید کند. این فرم‌ها در پرونده دانشجو نگهداری خواهد شد. در صورت عدم تایید استاد راهنما از فعالیت تمام وقت دانشجو و عدم رضایت از پیشرفت رساله دانشجو موضوع در شورای بخش تخصصی مربوطه بررسی و در مورد ادامه تحصیل دانشجو تصمیم‌گیری شده و نظر بخش مربوط جهت تایید به شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده منعکس خواهد شد.

تبصره ۲- چنانچه دانشجو در مدت مجاز تحصیل (۴ سال) نتواند مرحله پژوهشی را به اتمام رساند و برای ادامه تحصیل درخواست افزایش سنوات کند، موضوع به همراه گزارش پیشرفت رساله وی در شورای تحصیلات تکمیلی-پژوهشی بررسی خواهد شد.

۲-۵- دفاع از رساله

پس از تدوین رساله توسط دانشجو، استاد راهنما آمادگی دانشجو را جهت برگزاری مراسم دفاع از رساله همراه با یک نسخه از رساله و حداقل یک مقاله چاپ شده و یا پذیرفته شده برای چاپ در مجلات دارای نمایه بین‌المللی برای معاون تحصیلات تکمیلی-پژوهشی دانشکده ارسال می‌کند. معاون تحصیلات تکمیلی دانشکده، رساله و مقالات را به صورت محرمانه جهت داوری برای یکی از اعضای هیئت علمی خارج از دانشکده با تخصص مربوطه ارسال می‌کند. پس از تایید بلامانع بودن دفاع از رساله توسط داور، مراتب در شورای تحصیلات تکمیلی-پژوهشی دانشکده مطرح و در صورت تایید بلامانع بودن دفاع توسط این شورا، هیأت داوران را جهت برگزاری جلسه دفاع از رساله تعیین خواهد کرد.



دفاع از رساله در جلسه‌ای با حضور هیأت داوران (متشکل از استاد (اساتید) راهنما، استاد مشاور (در صورت موجود بودن)، یک داور داخلی و دو داور از خارج دانشکده و نماینده شورای تحصیلات تکمیلی- پژوهشی انجام خواهد شد. پس از ارائه کارهای پژوهشی مربوط به رساله، دانشجو به سئوال‌های هیأت داوران پاسخ می‌دهد. هیأت داوران، جلسه محرمانه خود را به منظور اعلام نظر تشکیل و در مورد تایید (در سه سطح عالی، خیلی خوب و خوب) و یا عدم تایید اظهار نظر می‌کند. در صورت عدم تایید، هیأت داوران در مورد نحوه ادامه کار دانشجو تصمیم‌گیری خواهد کرد.

۳- تعداد و نوع واحدهای درسی:

تعداد کل واحدهای درسی دوره دکتری در تمام گرایش‌های رشته شیمی ۳۶ واحد درسی به صورت زیر است.

دروس نظری	۱۲ واحد
رساله	۲۴ واحد

۳-۱- دروس نظری:

دروس نظری دوره دکتری در تمام گرایش‌های رشته شیمی ۱۲ واحد شامل ۶ واحد الزامی (از جدول دروس اصلی) و ۶ واحد اختیاری (از جدول دروس اختیاری) می‌باشد. دانشجو با نظر معاون تحصیلات تکمیلی- پژوهشی دانشکده (تا قبل از انتخاب استاد راهنما) و یا استاد راهنما، ۱۲ واحد درسی را در دو نیمسال از بین واحدهای درسی ارائه شده انتخاب می‌کند.

تبصره: در رشته نانوشیمی گذراندن یک درس الزامی مشترک میان کلیه گرایش‌ها و یک درس از دروس اصلی گرایش الزامی است.

۳-۲- رساله:

الف- موضوع رساله باید به نحوی انتخاب شود که به گسترش مرزهای دانش در رشته مربوطه کمک کند.

ب- رساله باید دارای جامعیت باشد به نحوی که در زمینه تحقیقی که دانشجو انجام می‌دهد دستاورد قابل ملاحظه‌ای کسب کند.

پ- حداقل یک مقاله مورد نیاز برای دفاع از رساله براساس موضوع تحقیقی رساله نوشته شده باشد. این مقاله باید به طور کامل سهم دانشجو باشد و دانشجوی دیگری در آن مشارکت نداشته باشد. در ضمن نام استاد (اساتید) راهنما باید روی مقاله باشد.

تبصره: ارائه حداقل یک سمینار مستخرج از رساله دکتری توسط دانشجو در سمینارها و یا کنفرانس‌های داخلی یا بین الملل معتبر که در آن صرفاً نام دانشجو و استاد (اساتید) راهنما قید شده باشد، در طول دوره دکتری الزامی است.



۴- شرایط و ضوابط ورود به دوره دکتری رشته شیمی

الف - دارا بودن مدرک کارشناسی ارشد در رشته‌های علوم و مهندسی

ب - پذیرفته شدن در آزمون ورودی. نحوه و شرایط پذیرش بر اساس مقرراتی است که هر سال توسط دانشگاه اعلام خواهد شد.

پ - مصاحبه: داوطلبان ورود به دوره دکتری در جلسه مصاحبه علمی شرکت می‌نمایند و در این جلسه میزان دانش دانشجوی در زمینه رشته مورد نظر و توانایی و تسلط وی بر کارهای پژوهشی سنجیده می‌شود.

ت - قبولی در آزمون زبان انگلیسی مطابق ضوابط دانشگاه تهران.



فصل دوم

جداول دروس



جداول دروس

شیمی - شیمی آلی



جدول ۱- الف. جدول دروس جبرانی

رشته شیمی-شیمی آلی

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	شیمی آلی پیشرفته	۳	۳		۴۸	۴۸	
۲	سنتز مواد آلی	۳	۳		۴۸	۴۸	
۳	طیف سنجی مواد آلی	۳	۳		۴۸	۴۸	

* در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است.
اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۱-ب. جدول دروس اصلی

رشته شیمی-شیمی آلی*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز**
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	NMR پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	سنتز پیشرفته مواد آلی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	حد واسطه‌های فعال	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۹	۹		۱۴۴	۱۴۴	-	

* دانشجوی موظف است ۶ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب کند. دانشجوی می‌تواند یک درس از این جدول را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

** در صورتیکه دانشجوی این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجوی در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۱-پ. جدول دروس اختیاری

مقطع: دکتری

رشته: شیمی-شیمی آلی*

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	مباحثی در استرئوشیمی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	شیمی حالت برانگیخته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	شیمی فیزیک آلی پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۴	شیمی آلی زیستی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	سنتز پیشرفته مواد آلی
۵	طراحی و سنتز دارو	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	سنتز پیشرفته مواد آلی
	جمع	۱۵	۱۵		۲۴۰	۲۴۰	-	

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۱-ب را با نظر استاد، راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
 «دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضروری باشد.
 ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جداول دروس

شیمی - شیمی پلیمر



جدول ۲-الف. جدول دروس جبرانی
رشته شیمی-شیمی پلیمر

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	شیمی و سینتیک پلیمریزاسیون	۳	۳		۴۸	۴۸	
۲	شناسایی مواد پلیمری	۳	۳		۴۸	۴۸	

در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۲-ب. جدول دروس اصلی
رشته: شیمی-شیمی پلیمر*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز**
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	فناوری‌های پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۹	۹		۱۴۴	۱۴۴		

*دانشجو موظف است ۶ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب کند. دانشجو می‌تواند یک درس از این جدول را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
**در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۲-پ. جدول دروس اختیاری

رشته شیمی-شیمی پلیمر^۳

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	شیمی و فناوری اصلاح پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	شیمی و فناوری کامپوزیت‌های پلیمری	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	پلیمرهای معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸		
۴	مباحث پیشرفته در پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸		
	جمع	۱۲	۱۲		۱۹۲	۱۹۲	-	

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۲-ب را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضروری باشد.

ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جداول دروس

شیمی - شیمی تجزیه



جدول ۳- الف. جدول دروس جبرانی

رشته: شیمی-شیمی تجزیه

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	الکتروشیمی تجزیه‌ای	۳	۳		۴۸	۴۸	
۲	روشهای فیزیکی و شیمیایی جداسازی	۳	۳		۴۸	۴۸	
۳	طیف‌بینی اتمی تجزیه‌ای	۳	۳		۴۸	۴۸	

در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است.
اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۳-ب. جدول دروس اصلی
رشته شیمی-شیمی تجزیه^۵

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز ^{۵۵}
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	روش های نوین الکتروشیمی	۳	۳		۴۸	۴۸		
۲	طیف بینی تجزیه ای پیشرفته	۳	۳		۴۸	۴۸		
۳	شیمی تجزیه در محلول های غیر آبی	۳	۳		۴۸	۴۸		
۴	روش های نوین شیمیایی و فیزیکی جداسازی	۳	۳		۴۸	۴۸		
	جمع	۱۲	۱۲		۱۹۲	۱۹۲		

۵۵ دانشجوی موظف است ۶ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب کند. دانشجو می تواند یک درس از این جدول را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
۵۵ در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۳-پ. جدول دروس اختیاری

مقطع: دکتری

رشته: شیمی-شیمی تجزیه*

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	لیزر و کاربرد آن در شیمی تجزیه	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	کاربرد روش‌های آماری در شیمی تجزیه	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	روش‌های نوین تجزیه دستگاهی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	طیف‌بینی تجزیه‌ای پیشرفته
۴	مباحث پیشرفته در شیمی تجزیه	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	-
۵	الکتروشیمی در محلول‌های غیرآبی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	روش‌های نوین الکتروشیمی
۶	کاربرد کامپیوتر، الکترونیک و آمار در شیمی تجزیه	۳	۳	-	۴۸	۴۸		
۷	نانو الکتروشیمی	۳	۳	-	۴۸	۴۸		
۸	کاربرد مواد نانوساختار در جداسازی و استخراج	۳	۳	-	۴۸	۴۸		
۹	نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸		
	جمع	۲۱	۲۱					

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۳-ب را یا نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
 *دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.
 ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جداول دروس

شیمی - شیمی فیزیک



جدول ۴-الف. جدول دروس جبرانی

مقطع: دکتری

رشته: شیمی-شیمی فیزیک

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	ترمودینامیک آماری	۳	۳		۴۸	۴۸	
۲	شیمی فیزیک پیشرفته	۳	۳		۴۸	۴۸	
۳	مکانیک کوانتومی	۳	۳		۴۸	۴۸	

* در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است.
اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۴-ب. جدول دروس اصلی

رشته : شیمی-شیمی فیزیک*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز**
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	مکانیک کوانتومی پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	مکانیک آماری پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	ترمودینامیک و مکانیک آماری غیرتعادلی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۹	۹		۱۴۴	۱۴۴	-	

*دانشجو موظف است ۶ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب کند. دانشجو می تواند یک درس از این جدول را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

**در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۴-پ. جدول دروس اختیاری

مقطع: دکتری

رشته: شیمی-شیمی فیزیک

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	علیف سنجی مولکولی پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	مباحث پیشرفته در شیمی فیزیک	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	ریاضیات پیشرفته در شیمی فیزیک	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۴	شیمی محاسباتی پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۵	شیمی کلوئید و سطح	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۱۵	۱۵		۲۴۰	۲۴۰	-	

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۴-ب را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.
ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جداول دروس

شیمی - شیمی کاربردی



جدول ۵-الف. جدول دروس جبرانی
رشته شیمی-شیمی کاربردی

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	واکنشگاهها	۳	۳		۴۸	۴۸	
۲	پدیده‌های انتقال	۳	۳		۴۸	۴۸	
۳	شیمی و سینتیک پلیمریزاسیون	۳	۳		۴۸	۴۸	

در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است.
اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۵-ب. جدول دروس اصلی
رشته: شیمی-شیمی کاربردی*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز**
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	پدیده‌های انتقال پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	فرایندهای شیمیایی و طراحی رآکتور پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	روش‌های جداسازی و خالص سازی صنعتی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۹	۹		۱۴۴	۱۴۴		

*دانشجو موظف است ۶ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب کند. دانشجو می‌تواند یک درس از این جدول را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
**در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است.
اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۵-پ. جدول دروس اختیاری

مقطع: دکتری

رشته: شیمی-شیمی کاربردی*

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	طراحی و کاربرد کاتالیزگرهای بستردار	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	سنتزهای برگزیده کاربردی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	آنزیم‌های صنعتی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۴	شیمی و فناوری روانسازها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۵	روش‌های شیمیایی لایه نشانی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۶	فناوری‌های نوین پالایش و تبدیل گاز	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۷	فناوری‌های نوین پالایش و تبدیل نفت	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۸	طراحی تصفیه‌خانه آب و فاضلاب	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۹	شیه‌سازی فرایندهای شیمیایی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۱۰	مواد افزودنی و اصلاح‌کننده‌های شیمیایی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۱۱	طراحی فرایندهای شیمیایی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۱۲	غشاهای فرایندهای غشایی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۱۳	سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۱۴	فناوری‌های پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۵-ب را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.

ب- از دروس الزامی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جداول دروس

شیمی - شیمی معدنی



جدول ۶-الف. جدول دروس جبرانی

رشته : شیمی-شیمی معدنی

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	شیمی معدنی پیشرفته	۳	۳		۴۸	۴۸	
۲	سینتیک و ترمودینامیک واکنش های معدنی	۳	۳		۴۸	۴۸	
۳	طیف بینی معدنی	۳	۳		۴۸	۴۸	

در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است.
اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۶-ب. جدول دروس اصلی
رشته: شیمی-شیمی معدنی*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز**
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	ساختار و پیوند در ترکیبات معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	شیمی فلزات واسطه	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۴	تعیین ساختار با پراش پرتو X	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۱۲	۱۲		۱۹۲	۱۹۲	-	

*دانشجو موظف است ۶ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب کند. دانشجو می تواند یک درس از این جدول را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
**در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۶-پ. جدول دروس اختیاری
رشته شیمی-شیمی معدنی*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	مهندسی بلور	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	روش های طیف بینی کاتالیزورها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	فوتوشیمی ترکیبات معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۴	الکتروشیمی ترکیبات معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۵	زیست شیمی معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۶	پلیمرهای معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۷	مباحث پیشرفته در شیمی معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۱۸	۱۸		۳۳۶	۳۳۶	-	

*دانشجو می تواند دروس اختیاری خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می تواند یکی از دروس جدول ۶-ب را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.
*دانشجو می تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.
ب- از دروس اصلی سایر رشته ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته های دکتری شیمی باشد.



جداول دروس

شیمی - نانو شیمی

با گرایش های نانوپلیمر، سوپرامولکول، نانو معدنی و نانوفیزی



دروس جبرانی دکترای نانو شیمی:

با توجه به نوع گرایش دانشجو، دروس جبرانی از لیست دروس مندرج در جدول ۱-الف (در گرایش سوپرامولکول)، ۲-الف (در گرایش نانوپلیمر)، ۴-الف (در گرایش نانونظری)، ۶-الف (در گرایش نانومعدنی) و یا جدول زیر (برای همه گرایش‌های نانوشیمی) مبنی بر تشخیص معاونت تحصیلات تکمیلی انتخاب می‌شود.

جدول ۷-الف. جدول دروس جبرانی

رشته: نانوشیمی

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات		
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی
۱	روش‌های سنتز نانو مواد	۳	۳		۴۸	۴۸	
۲	شناسایی و تعیین ساختار نانو مواد	۳	۳		۴۸	۴۸	
۳	جمع	۶	۶		۹۶	۹۶	

«در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.»



جدول ۷-ب. جدول دروس اصلی مشترک

رشته: نانوشیمی

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز**
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	مباحثی در نانوشیمی و نانوفناوری	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۳	۳		۴۸	۴۸	-	

*دانشجو موظف است ۳ واحد این جدول را انتخاب کند.

**در صورتیکه دانشجو این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است. اگر دانشجو در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۷-پ. جدول دروس تخصصی

رشته: نانوشیمی گرایش نانوپلیمر^{*} مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز ^{***}
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	شیمی فیزیک پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	سنتز و سینتیک پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	فناوری‌های پیشرفته پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۹	۹		۱۴۴	۱۴۴		

*** دانشجوی موظف است ۳ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب نماید.
 *** در صورتیکه دانشجوی این دروس را در دوره کارشناسی ارشد نگذرانده باشد، گذراندن این دروس به صورت جبرانی الزامی است.
 اگر دانشجوی در مقطع قبلی این دروس را تحت عنوان دیگری گذرانده باشد، شورای بخش تخصصی می‌تواند با تطبیق آن با محتوای این دروس تصمیم بگیرد.



جدول ۷-ت. جدول دروس اختیاری

رشته: نانوشیمی گرایش نانوپلیمر* مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	نانو فناوری پلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	نانوکامپوزیت‌های پلیمری	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	نانوفناوری غشاها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۴	مباحث پیشرفته در نانوپلیمرها	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۵	پلیمرها در سطح و لایه‌های مرزی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۶	نانوداروها و سامانه‌های انتقال دارو	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۱۸	۱۸		۲۸۸	۲۸۸	-	

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری (۶ واحد) خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۷-ب را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

* دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.

ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جدول ۷-ث. جدول دروس تخصصی

رشته : نانوشیمی گرایش نانوسوپرامولکول*

مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	NMR پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	طیف سنجی آلی
۲	سنتز پیشرفته مواد آلی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	سنتز مواد آلی
۳	حد واسطه‌های فعال	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	شیمی آلی پیشرفته
	جمع	۹	۹		۱۴۴	۱۴۴	-	

*دانشجو موظف است ۳ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب نماید.



جدول ۷-ج. جدول دروس اختیاری

رشته : نانوشیمی گرایش نانو سوپرامولکول* مقطع: دکتری

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	شیمی سوپرامولکولی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	روشهای سنتز مواد نانو ساختار
۲	نانوساختارهای خودآرا	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	شیمی سوپرامولکول
۳	نانوداروها و سامانه‌های انتقال دارو	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۴	مباحثی در نانوشیمی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
	جمع	۱۲	۱۲		۱۹۲	۱۹۲	-	

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری (۶ واحد) خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۷-ب را با نظر استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

*دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.

ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز**
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	ساختار و پیوند در ترکیبات معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	شیمی معدنی پیشرفته
۲	شیمی فلزات واسطه	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	شیمی معدنی پیشرفته
۳	کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	شیمی معدنی پیشرفته
۴	تعیین ساختار با پراش پرتو X	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	شیمی معدنی پیشرفته
	جمع	۱۲	۱۲		۱۹۲	۱۹۲	-	

*دانشجو موظف است ۳ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب نماید.



جدول ۷-ج. جدول دروس اختیاری

مقطع: دکتری

رشته: نانوشیمی گرایش نانو مواد معدنی*

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	مواد نانومتخلخل	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۲	مباحث پیشرفته در نانومواد معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	
۳	نانوکاتالیزگرهای معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸		شیمی سطح و حالت جامد
۴	روش‌های سنتز نانو مواد معدنی	۳	۳	-	۴۸	۴۸		
	جمع	۱۲	۱۲				-	

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری (۶ واحد) خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۷-ج را با نظر

استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته‌های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.

ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



جدول ۷-خ. جدول دروس تخصصی

مقطع: دکتری

رشته: نانوشیمی گرایش نانوشیمی نظری*

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز**
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	مکانیک کوانتومی پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	شیمی کوانتومی
۲	مکانیک آماری پیشرفته	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	ترمودینامیک آماری
۳	ترمودینامیک و مکانیک آماری غیرتعادلی	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	شیمی فیزیک پیشرفته
	جمع	۹	۹		۱۴۴	۱۴۴	-	

*دانشجو موظف است ۳ واحد از بین دروس این جدول را با موافقت استاد راهنما و یا شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده شیمی انتخاب نماید.



جدول ۷-د. جدول دروس اختیاری

مقطع: دکتری

رشته: نانوشیمی گرایش نانو شیمی نظری*

ردیف	نام درس	تعداد واحدها			ساعات			پیش نیاز
		جمع	نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	
۱	مباحث پیشرفته در نانوشیمی نظری	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	ندارد
۲	مکانیک آماری سیستم‌های ناهمگن	۳	۳	-	۴۸	۴۸	-	مکانیک آماری پیشرفته
۳	نانوشیمی فیزیک محاسباتی	۳	۳		۴۸	۴۸		ندارد
	جمع	۹	۹		۱۴۴	۱۴۴	-	

دانشجو می‌تواند دروس اختیاری (۶ واحد) خود را از این جدول انتخاب کند. همچنین دانشجو می‌تواند یکی از دروس جدول ۷-خ را با نظر

استاد راهنما به عنوان درس اختیاری انتخاب کند.

دانشجو می‌تواند ۳ واحد از واحدهای اختیاری خود را از بین دروس دکتری رشته های علوم و مهندسی با رعایت شرایط زیر انتخاب نماید.

الف- دروسی که انتخاب می‌کند برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد.

ب- از دروس اصلی سایر رشته‌ها و یا دروس اصلی یا اختیاری رشته‌های دکتری شیمی باشد.



فصل سوم

سر فصل دروس



سرفصل دروس دکتری

رشته: شیمی - شیمی تجزیه



دروس پیش نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش های نوین الکتروشیمی
	عملی			عنوان درس به انگلیسی: Modern electrochemical methods
	نظری	اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	
	عملی			

هدف: آشنایی با پیشرفت های نوین در روش های الکتروشیمی

سر فصل درس :

- ✓ چگونگی تکامل نظریه ها در رابطه با ساختار لایه مضاعف الکتریکی و سینتیک واکنش های الکترودی.
- ✓ ترمودینامیک پتانسیل الکترودی و انواع اختلاف پتانسیل در سطح تماس.
- ✓ سینتیک واکنش های الکترودی، نوع و خواص رابطه پتانسیل اضافی و جریان، حالات خاص معادله تافل، تعیین ضریب انتقال، اهمیت و تعیین جریان معاوضه، نظریات مختلف مربوط به پدیده انتقال بار الکتریکی، انرژی فعال-ساز و جمله پیش نمایی، واکنش های متوالی الکترودی، تعیین مکانیسم به کمک استوکیومتری، تعیین مکانیسم به کمک اندازه گیری درجه واکنش، همراهی واکنش های الکترودی و شیمیایی.
- ✓ سینتیک واکنش های الکترودی در حضور پدیده جذب سطحی، قوانین سرعت تحت شرایط جذب لانگمویر و تمکین و فرومکین، اثر چندین جذب شونده، اثر ناهمگن بودن سطوح الکترودها، شرایط جذب واسطه ها و آثار مربوطه.
- ✓ روش های نوین الکتروشیمی تجزیه ای، روش های ولتامتری عاری سازی، کروئوآمپرومتری، کروئوپتانسیومتری، موج مربعی، ولتامتری AC، روش های ولتامتری عاری سازی، کروئوآمپرومتری، کروئوپتانسیومتری.
- ✓ آمپدانس و ادمیتانس الکتروشیمیایی، اصول و کاربردها، نمودارهای نایکوئیست، مدار معادل.
- ✓ استفاده از توابع فوریه در بهینه سازی نسبت سیگنال به نویز.
- ✓ سیستم های تزریق جریان.

منابع:

[1] Stojek Z., Scholz F., *Electroanalytical Methods: Guide to Experiments and Applications*, 2nd ed., Springer Berlin Heidelberg (2010).



دروس پیش نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طیف‌بینی تجزیه‌ای پیشرفته
	عملی			
	نظری	اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced analytical spectroscopy
	عملی			

هدف: آشنایی با پیشرفت‌های نوین در طیف‌بینی تجزیه‌ای

سر فصل درس:

- ✓ نور و خاصیت موجی آن، پدیده‌های شکست، تفرق و پراش، اثرات نوری غیر خطی،
- ✓ لیزر و انواع آن، تاثیر لیزر بر روشهای طیف‌بینی،
- ✓ قانون بقا، تابش، قانون فرل، انواع منشور، انواع وسایل پراکندگی خطی، نسبت سیگنال به نویز، منابع نویز، انواع نویز در روش‌های مختلف طیف‌بینی و راه‌های کاهش آن، انواع آشکارسازها در طیف‌بینی و تفاوت آنها با یکدیگر،
- ✓ فیبرهای نوری و تاثیر آن بر روش‌های طیف بینی، روش‌های فوتوثرمال شامل روش فتواکوستیک و روش ترمال لنز اسپکتروسکوپی (TLS)،
- ✓ اسپکتروفتومتری فرابنفش و مرئی، تجزیه کمی و کیفی در اسپکتروفتومتری فرابنفش و مرئی، مطالعه تشکیل کمپلکس،
- ✓ منشأ طیف‌های مادون قرمز (IR) و رامان، خطاهای اندازه‌گیری، منشأ طیف جذبی IR و کاربرد آن، اصول طیف سنجی رامان، کاربردهای طیف‌سنجی رامان کمی و کیفی،
- ✓ اصول طیف‌بینی فلورسانس و فسفرسانس، طیف‌سنجی لومینانس، تجزیه کمی و کیفی بوسیله فلورسانس و فسفرسانس،
- ✓ اصول طیف‌سنجی جرمی، انواع کافنده‌های جرمی، روش تفسیر طیف‌های جرمی، کاربردهای کمی طیف‌سنجی جرمی،
- ✓ طیف سنجی رزونانس مغناطیسی هسته کلاسیک و ضربانی، کاربردهای جدید NMR در تجزیه کمی و کیفی، معادلات بلاک، بررسی برهم کنش حلال-یون فلزی، عدد کنوردینانسیون.

منابع:

- [1] Ingle, J.D. and Crouch, S.R., *Spectrochemical Analysis*, Prentice Hall (1988)
- [2] Steinfeld, J.I., *Molecules and Radiation: An Introduction to Modern Molecular Spectroscopy* (2nd Ed.) Courier Corporation, (2012).



دروس پیش نیاز: ندارد	✓ نظری	✓ اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش های نوین شیمیایی و فیزیکی جداسازی
	عملی			تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Modern methods for chemical and physical separations
	نظری	اختیاری			
	عملی				

هدف: آشنایی با روش های نوین فیزیکی و شیمیایی جداسازی

سر فصل درس :

- ✓ روش های پیشرفته جداسازی (استخراج فاز مایع، استخراج فاز جامد، استخراج سیال فوق بحرانی).
- ✓ مرور مختصری بر استخراج فاز مایع (اصول، کاربردها، مزایا و معایب) و مقایسه با کروماتوگرافی جریان مخالف.
- ✓ میکرواستخراج فاز مایع (قطره آویزان، فضای فوقانی، پخشی با استفاده از حلال پخش کننده، با استفاده از امواج فراصوت،
- ✓ استخراج مایع-مایع با کمک تغییر قدرت یونی، روش QuEChRS، استخراج دوسرنگی). استخراج فاز جامد (اصول، کاربردها، مزایا و معایب، و مقایسه با کروماتوگرافی.
- ✓ روش های استخراج فاز جامد ستونی و پخشی.
- ✓ استخراج فاز جامد بر پایه نانوساختارها (استخراج فاز جامد مغناطیسی، استخراج فاز جامد مبتنی بر نانوالیاف ها، پوسته- هسته، فازهای جامد هیدروژل های حساس به pH و حساس به دما، نانوکامپوزیت ها، حسگرهای نوری، کروماتوگرافی لایه نازک).
- ✓ استخراج سیال فوق بحرانی؛ روش های الکتروجداسازی؛ سانتریفوژ؛
- ✓ روش های جداسازی مبتنی بر استفاده از غشاء

منابع:

- [1] Poole C.F., Cooke M., Wilson I.D., *Encyclopedia of Separation Science*, Academic Press (2000).
- [2] Kellner R., Mermet J.M., Otto M., Valcarcel M., Widmer H.M., *Analytical Chemistry. A Modern Approach to Analytical Science*, Wiley-VCH (2004).
- [3] Meloan C.E., *Chemical Separation Principles, Techniques and Experiments*, Wiley-Interscience (1999).
- [4] Issaq H.J., *A century of separation science*, CRC Press (2001).
- [5] Seader J.D., Henley E.J., Roper D.K., *Separation Process Principles with Applications using Process Simulators*, Wiley-VCH (2010).
- [6] Anderson J., Berthod A., Pino V., Stalcup A.M., *Analytical Separation Science*, 5 Volume Set, Wiley-VCH (2016).



دروس پیش‌نیاز: ندارد	تئوری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: لیزر و کاربرد آن در شیمی تجزیه
	عملی				
	✓ تئوری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Lasers and its application in analytical chemistry
	عملی				

هدف: آشنایی با لیزر و کاربردهای آن در شیمی تجزیه

سر فصل‌های درس:

لیزرها، اساس و انواع لیزرها، مکانیسم تولید لیزر، لیزرهای چند ترازی، ضریب آستانه انواع رزوناتور، انواع مد در لیزر، انواع لیزر جامد، مایع و گاز، دیود لیزر، لیزرهای الکترون آزاد (FEL)، لیزرهای پرتو ایکس، خصوصیات پرتو لیزر، روش‌های قفل کردن مد، کاربرد لیزر در طیف بینی.

منابع:

[1] Chang W.S.C., *Principles of Lasers and Optics*, Cambridge university press, The Edinburgh Building, Cambridge (2005).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاربرد روش های آماري در شيمي تجزیه
	عملی			
	✓ نظری	✓ اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Application of statistical methods in analytical chemistry
	عملی			
نوع واحد				

هدف: آشنایی با کاربرد روش های آماری در شیمی تجزیه

سر فصل درس :

- ✓ تکثیر خطای تصادفی و معین، اصول اولیه احتمال و قانون بیر، توزیع متغیرهای پیوسته و گسسته.
- ✓ هموارسازی داده ها، روش کیوسام، متوسط متحرک، حدود اطمینان برای متوسط و واریانس، توزیع نرمال.
- ✓ کای دو - t - F - Z روش های تعیین انحراف از حالت نرمال، روش های خلاصه سازی داده و بررسی داده های پرت.
- ✓ یافت نماها، توزیع فراوانی ساده و تجمع، آزمون فرضیه یک طرفه و دو طرفه.
- ✓ اصول کنترل کیفیت و نمودارهای کنتری و روش شش و نه سیگما، تاثیر اندازه نمونه و انحراف معیار بر خطای نوع اول و دوم، رگرسیون خطی ساده و چندگانه، روش های رگرسیون غیرخطی، روش گوس، روش مارکواد- لونیبرگ، روش های ارزشیابی در مدل سازی و روش های مقاوم، آنالیز فاکتوری، روش های کاهش داده و ابعاد، تحلیل مولفه اصلی رگرسیون PLS و PCR.

منابع:

- [1] Freund R.J., Mohr D., Wilson W.J., *Statistical Methods*, Academic Press (2010).
- [2] Milner J.C., Milner J.N., *Statistics for Analytical Chemistry*, 6 Ed, Pearson Education Limited (2010).
- [3] Davies O.L., Goldsmith P.L., *statistical methods in Research and production*, Longmans, London (1982).
- [4] Caulett R., Boddy R., *Statistics for Analytical Chemists*, Chapman & Hall, London, (1983).
- [5] Thompson M., Lowthian P.J., *Notes on Statistics and Data Quality for Analytical Chemists*, World Scientific, Imperial College Press (2011).



دروس پیش نیاز: طیف بینی تجزیه ای پیشرفته	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش های نوین تجزیه دستگاهی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Modern techniques in instrumental Analysis	
	عملی				

هدف: آشنایی با روش های نوین تجزیه دستگاهی

سر فصل درس :

- ✓ طیف سنجی جرمی پیشرفته (منابع یونی (یونش الکترواسپری، یونش شیمیایی فشار اتمسفر، فوتویونش فشار اتمسفری)، آنالیزورها (کوادرپل، TOF، تله یونی، FT-ICR تبدیل فوریه یون رزنانس سیکلوترون)، تفکیک القاشده توسط برخورد و طیف سنجی جرمی چند مرحله ای (MS، MS/MS، tandem MS).
- ✓ کروماتوگرافی چندبعدی (اصول و کاربردها)
- ✓ کروماتوگرافی مایع-طیف سنجی جرمی
- ✓ روش های طیف بینی اتمی پیشرفته
- ✓ مروری بر روش های تعیین مشخصات نانوساختارها.

منابع:

- [1] Skoog D.A., Holler J.F., Crouch R.T., *Principles of Instrumental Analysis*, 6th Edition, Tomas Higher Education (2007).
- [2] Freitag R., *Modern Advances in Chromatography*, Springer (2002).
- [3] Mondello L., Lewis A.C., Bartle K.D., *Multidimensional Chromatography*, John Wiley (2002).
- [4] Skoog D.A., West D.M., Holler F.J., Crouch S.R., *Fundamentals of Analytical Chemistry*, 9th Edition, Cengage Learning (2013)



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مباحث پیشرفته در شیمی تجزیه
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Advanced topics in analytical chemistry
	عملی				

هدف: آشنایی با آخرین پیشرفت های صورت گرفته در زمینه شیمی تجزیه

سرفصل درس:

- ✓ تدریس و معرفی آخرین پیشرفت های صورت گرفته در زمینه شیمی تجزیه.
- ✓ بررسی مقالات مجلات معتبر و کتاب های به روز بین المللی در زمینه های ذکر شده.

منابع:

مقالات جدید، به ویژه مقالات مروری (Review articles) و Lecture notes



دروس پیش نیاز: روش های نوین الکتروشیمی	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: الکتروشیمی در محلول های غیر آبی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Nonaqueous electrochemistry	
	عملی				

هدف: آشنایی با پدیده های الکتروشیمی تجزیه ای در محلول های غیر آبی

سر فصل درس:

- ✓ طبقه بندی انواع محیط های شیمیایی در الکتروشیمی.
- ✓ محدودیت های فرایندهای الکتروشیمیایی در حلال های آبی.
- ✓ خواص شیمیایی و فیزیکی حلال های غیر آبی.
- ✓ انواع الکترولیت های پشتیبان در الکتروشیمی.
- ✓ انتخاب الکترولیت های پشتیبان در الکتروشیمی در حلال های غیر آبی.
- ✓ اصول حلال پوشی یون ها و الکترولیت ها در حلال های غیر آبی.
- ✓ مفاهیم اسید-باز در حلال های غیر آبی.
- ✓ واکنش های انتقال الکترون در حلال های غیر آبی.
- ✓ پنجره پتانسیل در حلال های غیر آبی و تاثیر الکترولیت پشتیبان و ماهیت الکتروود بر آن.
- ✓ طراحی الکترودهای مرجع در حلال های غیر آبی.
- ✓ اصول هدایت یونی و هدایت سنجی در حلال های غیر آبی.
- ✓ پتانسیومتری در حلال های غیر آبی.
- ✓ روش های ولتامتری در حلال های غیر آبی.
- ✓ استفاده از حلال های غیر آبی در فناوری های الکتروشیمیایی نوین.
- ✓ الکتروشیمی در نمک های مذاب و مایعات یونی.
- ✓ الکتروشیمی در جامدات.

منابع:

- [1] Izutsu K., *Electrochemistry in Nonaqueous Solution*, Wiley-VCH (2009).
- [2] Aurbach D., *Nonaqueous Electrochemistry*, Marcel Dekker (1999).
- [3] Plieth W., *Electrochemistry for Materials Science*, Elsevier (2008).
- [4] Cynthia G. Zoski, *Handbook of Electrochemistry*, Elsevier (2007).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاربرد کامپیوتر، الکترونیک و آمار در شیمی تجزیه
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Application of computer, electronics and statistics in analytic chemistry
	عملی				

هدف: آشنایی با کاربرد کامپیوتر، الکترونیک و آمار در شیمی تجزیه

سر فصل درس:

- ✓ اصول مدارهای قیاسی و رقمی
- ✓ اجزاء مدارهای قیاسی و رقمی
- ✓ شیوه هم مرز کردن دستگاههای قیاسی و رقمی
- ✓ مبدل آنالوگ به دیجیتال و دیجیتال به آنالوگ با ظرفیت ۸ تا ۱۶ بیت
- ✓ تقویت کنندههای عملیاتی و کاربردهای آنها
- ✓ کاربرد روش تبدیل فوریه سریع در حذف نویز و تشخیص منابع نویز و مکانیسم پاسخ
- ✓ مقدمه ای بر روشهای آماری
- ✓ انواع آزمون های آماری
- ✓ اصول احتمال و کاربرد آنها در نمونه برداری
- ✓ اصول بردارها و ماتریس ها
- ✓ شیوه جمع آوری داده های تجربی و تنظیم مناسب جهت پردازش های آماری درست
- ✓ اصول تحلیل مولفه اصلی و کاربرد آن، تشخیص تعداد گونه ها و وجود الگو در داده ها
- ✓ کالیبراسیون چند متغیره رگرسیون خطی چندگانه رگرسیون مولفه اصلی و رگرسیون حداقل مربعات جزئی
- ✓ دسته بندی و خوشه بندی و تشخیص الگو
- ✓ روشهای دسته بندی خطی و غیر خطی
- ✓ شبکه های عصبی و الگوریتم ژنتیک
- ✓ روشهای انتخاب متغیر و زیر مجموعه ها

منابع:

- [1] Shanefield D.J., *Industrial Electronics for Engineers, Chemists, and Technicians*, William Andrew (2001).
- [2] Kumari R., *Computers and Their Applications to Chemistry*, CRC Press (2002).
- [3] Milner J.C., Milner J.N., *Statistics for Analytical Chemistry*, 5th edition, Pearson/Prentice Hall (2005).
- [4] Miller J., Miller J.C., *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*, 6th Edition Pearson Education Canada, (2010).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانو الکتروشیمی
	عملی				
	✓ نظری	✓ اختیاری		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Nanoelectrochemistry
	عملی				

هدف: آشنایی با فناوریهای نانو و کاربردهای آن در الکتروشیمی

سر فصل درس:

- ✓ اصول اولیه فناوری نانو و سنتز نانومواد.
- ✓ تئوری نانو الکتروشیمی.
- ✓ الکترو فابریکیشن نانومواد.
- ✓ الکتروشیمی ساختارهای نانو کربن.
- ✓ الکتروشیمی نانو مواد نیمه رسانا.
- ✓ نانو الکترو کاتالیستها.
- ✓ نانوپلیمرهای هادی.
- ✓ نانو تکنولوژی در باتریها، ابرخازن ها.
- ✓ نانو تکنولوژی در پیل های سوختی.
- ✓ نانومواد در اصلاح الکترودها.
- ✓ نانوحسگرهای الکتروشیمیایی و بیوجیبها.
- ✓ نانومواد در طراحی و ساخت حسگرها و بیوحسگرها.

منابع:

- [1] Osaka T., Yosi M.D., Shacham D., *Electrochemical Nanotechnologies*, Springer Science+Business Media, LLC (2010).
- [2] Mirkin M.V., Amemiya S., *Nanoelectrochemistry*, CRC Press (2015).



دروس پیش نیاز: ندارد	نظری	اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاربرد مواد نانوساختار در جداسازی و استخراج
	عملی			
	✓ نظری	✓ اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Application of nanomaterials in separation and extraction
	عملی			
نوع واحد				

هدف: آشنایی با کاربرد مواد نانوساختار در جداسازی و استخراج

سرفصل درس:

- ✓ مروری بر روشهای پیشرفته جداسازی (استخراج فاز مایع، استخراج فاز جامد، استخراج سیال فوق بحرانی).
- ✓ استخراج فاز جامد (اصول، کاربردها، مزایا و معایب، و مقایسه با کروماتوگرافی).
- ✓ روشهای استخراج فاز جامد ستونی و پختی.
- ✓ تاثیر اندازه مواد در راندمان جداسازی و استخراج.
- ✓ کاربردهای نانوذرات در روشهای نوین جداسازی (الکتروفورز موئین، الکتروفورز میکروچیپ، الکتروکروماتوگرافی، کروماتوگرافی مایع، کروماتوگرافی گازی، کروماتوگرافی یونی).
- ✓ استخراج فاز جامد برپایه نانوساختارها (استخراج فاز جامد مغناطیسی، استخراج فاز جامد مبتنی بر نانوالیافها، نانوساختارهای هسته/پوسته، فازهای جامد هیدروژل حساس به pH و حساس به دما، نانوکامپوزیتها، کروماتوگرافی لایه نازک).
- ✓ روشهای جداسازی و تفکیک نانوذرات. نانوعشاء-ولترافیلتراسیون-سانتریفوژ

منابع:

- [1] Georgakilas V., Otyepka M., Bourlinos A. B., Chandra V., Kim N., Kemp K.C., Hobza P., Zboril R., Kim K.S., *Functionalization of graphene: Covalent and Non-Covalent Approaches, Derivatives and Applications*, Chemical Reviews 112 (2012) 6156-6214.
- [2] Chaudhuri R.G., Paria S., *Core/shell Nanoparticles: Classes, Properties, Synthesis Mechanisms, Characterization, and Applications*, Chemical Reviews 112 (2012) 2373-2433.
- [3] Mahmoudi M., Sant S., Wang B., Laurent S., Sen T., *Superparamagnetic iron oxide nanoparticles (SPIONs): Development, Surface Modification and Applications in Chemotherapy*, Advanced Drug Delivery Reviews 63 (2015) 24-46.
- [4] Spietelun A., Kloskowski A., Chrzanowski W., Namiesnik J., *Understanding Solid-Phase Microextraction: Key Factors Influencing the Extraction Process and Trends in Improving the Technique*, Chemical Reviews 113 (2013) 1667-1685.
- [5] Reddy L.H., Arias J.L., Nicolas J., Couvreur P., *Magnetic Nanoparticles: Design and Characterization, Toxicity and Biocompatibility, Pharmaceutical and Biomedical Applications*, Chemical Reviews 112 (2012) 5818-5878.



دروس پیش‌نیاز: ندارد	نظری	اصلی	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها
	عملی			
	✓ نظری	✓ اختیاری	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Nanomaterials in sensors and Biosensors
	عملی			
		نوع واحد		

هدف: آشنائی و تسلط بر شیمی نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها

سر فصل درس:

- ✓ آشنایی با مفاهیم اولیه حسگر و بیو حسگرهای شیمیایی (نوری، الکتروشیمیایی، جرمی و حرارتی) و کاربردهای آن.
- ✓ اصول پایه در طراحی و ساخت حسگرها و بیو حسگرها، انواع مبدلها، FET و ISFET و روشهای تولید سیگنال.
- ✓ سلکتفورها و طراحی آنها، بیومایمیتیک زیستی.
- ✓ حسگرها و بیو حسگرها برپایه نانومواد و نانوساختارها.
- ✓ نانومواد جهت اصلاح سطح، نانو مواد در تثبیت سلکتفورها و بیومولکولها، نانو مواد به منظور اصلاح پاسخ حسگر.
- ✓ گرافن و مواد برپایه گرافن در کاربردهای حسگری.
- ✓ حسگرهای نانو کامپوزیتی.
- ✓ اصلاح سطح نانوساختارها جهت کاربردهای حسگری.
- ✓ نانوحسگر، فوتولومینسانس نانوحسگر، مکانیسم FRET، نقاط کوانتومی.
- ✓ نانوبیو حسگر.
- ✓ کاربردهای صنعتی، پزشکی، غذایی، نظامی.
- ✓ نانوذرات فلزات نوبل به عنوان پروبهای رنگ آمیزی در بیولوژی.
- ✓ نانوذرات مغناطیسی در بیو حسگرها و درمان سرطان.
- ✓ نانو اکسیدهای فلزی در حسگرهای گازی.
- ✓ نانو تکنولوژی و Lab-on-Chip.

منابع:

- [1] Khanna V.K., *Nanosensors: Physical, Chemical, and Biological*, Series in Sensors; CRC Press (2011).
- [2] Li J., Wu N., *Biosensors Based on Nanomaterials and Nanodevices, series of Nanomaterials and their Applications*, CRC Press (2013)
- [3] Cusano A., Arregui F.J., Giordano M., Cutolo A., *Optochemical Nanosensors*; Series in Sensors; CRC Press (2012).
- [4] Eranna G., *Metal Oxide Nanostructures as Gas Sensing Devices*, CRC Press (2011).