



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی



برنامه درسی رشته

شیمی

Chemistry

مقطع دکتری تخصصی



کرلش

شیمی معدنی

Inorganic Chemistry

گروه علوم پایه

پیشنهادی دانشگاه خوارزمی



پایه

نام رشته: شیمی	عنوان گرایش: شیمی معدنی
گروه: علوم پایه	دوره تحصیلی: دکتری تخصصی
کار گروه تخصصی: شیمی	نوع مصوبه: بازنگری
پیشنهادی: دانشگاه خوارزمی	تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۰۳/۰۱

برنامه درسی دوره دکتری تخصصی رشته شیمی گرایش شیمی معدنی، در جلسه شماره ۱۶۵ تاریخ ۱۴۰۱/۰۳/۰۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو - این برنامه درسی، بر اساس برنامه درسی رشته شیمی گرایش شیمی معدنی مصوب جلسه ۲۴۱ تاریخ ۱۳۷۱/۰۴/۱۴ شورای عالی برنامه ریزی بازنگری شده است.

ماده سه - این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر قاسم عموعابدینی  
رئیس کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی





جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
شورای عالی برنامه ریزی آموزش عالی



دانشگاه خوارزمی

برنامه درسی رشته

# شیمی گرایش شیمی معدنی

## CHEMISTRY

### مقطع دکتری

مشمول بر گرایش‌های:

۱. شیمی معدنی | Inorganic Chemistry

تهیه کنندگان:

دکتر مجید ماستری فراهانی

دکتر مریم محمدی کیش

عضو هیات علمی دانشگاه خوارزمی

عضو هیات علمی دانشگاه خوارزمی



## جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	ساختار و پیوند در ترکیبات معدنی	ساختار و پیوند در ترکیبات معدنی
۲.		سنتز و شناسایی نانومواد
۳.		شیمی کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن
۴.	فتوشیمی پیشرفته	فتوشیمی
۵.	شیمی پلیمرهای معدنی	شیمی پلیمرهای معدنی
۶.		نانوالکتروشیمی
۷.	بلورشناسی	بلورشناسی
۸.		شیمی حلالها
۹.		زیست شیمی معدنی
۱۰.	مباحث نوین در شیمی معدنی	مباحث نوین در شیمی معدنی



## فصل اول

# مشخصات کلی برنامه درسی



ضرورت بازننگری در برنامه دوره دکتری شیمی معدنی به دلیل سرعت روزافزون در پیشرفتهای علمی انکارناپذیر است. به نظر می رسد که برنامه های آموزشی دوره های مختلف رشته شیمی معدنی به بازننگری اساسی در هر چندسال یک بار نیاز دارد. بر اساس آئین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی و تجدیدنظر در دوره های آموزشی مصوب شورای عالی برنامه ریزی، تدوین برنامه آموزشی به منظور تفکیک رشته های تخصصی در دستور کار دانشکده شیمی قرار گرفته است. برنامه حاضر دوره دکتری رشته شیمی معدنی شامل مشخصات زیر است.

**ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف**

دوره دکتری شیمی معدنی بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی در این رشته می باشد که به اعطای درجه دکتری شیمی معدنی منتهی می شود و شامل مجموعه ای هماهنگ از فعالیتهای آموزشی و پژوهشی است. در این دوره ابداع، نوآوری و گسترش دانش شیمی از اهمیت خاصی برخوردار بوده و رسالت ویژه دانشجویان را تشکیل می-دهد. هدف از دوره تربیت نیروی انسانی متخصص و کارآمد در رشته مربوطه است.

**پ) ضرورت و اهمیت**

ضرورت و اهمیت این دوره در تربیت پژوهشگر متفکر، خلاق و مستقل برای کار در دانشگاهها و موسسات پژوهشی و صنایع کشور می باشد.

**ت) تعداد و نوع واحدهای درسی**

**جدول (۱) - توزیع واحدها**

نوع دروس	تعداد واحد
دروس تخصصی	۱۲ تا ۱۸
سمینار	۱
رساله / پایان نامه	۱۸-۲۴
<b>جمع</b>	<b>۳۶</b>

۱- دروس نظری دوره دکتری شیمی معدنی حداقل ۱۲ واحد (و حداکثر ۱۸ واحد) از بین واحدهای درسی جدول پیوست ترجیحا در دو نیمسال خواهد بود.

۲- سمینار بر پایه جمع آوری مقاله های پژوهشی و مروری در یکی از موضوعات علمی روز است به نحوی که قدرت تجزیه و تحلیل، گردآوری و تدوین یک مطلب علمی را در دانشجو بارور نماید.

۳- رساله:

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

**ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش آموختگان**

الف) - تأمین هیئت علمی دانشگاهها

ب) - تربیت افرادی که دارای تفکری خلاق و مستقل باشند و به روشهای پیشرفته پژوهشی احاطه داشته باشند.  
ج) - توانایی درک مشکلات علمی جامعه و حل آنها



## دکتری شیمی گرایش شیمی معدنی / ۵

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
توانایی ارائه مسیر سنتزی برای ترکیبات معدنی مختلف	شیمی پلیمرهای معدنی، سنتز و شناسایی نانومواد،
توانایی شناسایی ترکیبات مختلف معدنی	بلورشناسی، سنتز و شناسایی نانومواد
توانایی معرفی ترکیبات معدنی مختلف و جدید برای کاربردهای مختلف	زیست شیمی معدنی، شیمی کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن، مباحث نوین در شیمی معدنی، نانوالکتروشیمی
مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	دروس مرتبط

### ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

۱- دارا بودن مدرک کارشناسی ارشد رشته‌های علوم و مهندسی

۲- پذیرفته شدن در آزمون ورودی

آزمون ورودی دوره دکتری شیمی معدنی در دو مرحله کتبی و مصاحبه برگزار می‌شود:

الف- آزمون کتبی: این آزمون به منظور سنجش معلومات دانشجو و از طریق آزمون دکتری که هر ساله توسط سازمان سنجش آموزش کشور برگزار می‌شود؛ صورت می‌گیرد.

ب- مصاحبه: داوطلبان ورود به دوره دکتری در جلسه مصاحبه علمی شرکت می‌نمایند. در این جلسه توانایی و تسلط دانشجو بر کارهای پژوهشی سنجیده می‌شود.

**تبصره:** دانشجویانی که رشته مقطع قبلی آنان با این رشته غیرمرتبط می‌باشد بایستی تا ۱۲ واحد را به عنوان دروس جبرانی از میان دروس دوره قبل این رشته را در نیمسال اول تا دوم بگذرانند. انتخاب این دروس به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / موسسه می‌باشد و بایستی شامل دروسی باشد که دانش پایه و اصلی این رشته را در بر بگیرد. تعداد واحدهای جبرانی نیز به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / موسسه و بر مبنای میزان ارتباط رشته با رشته دوره قبلی دانشجو می‌باشد.



فصل دوم

## جدول عناوین و مشخصات دروس





جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی دوره دکتری شیمی معدنی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۳-۱) واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	ساختار و پیوند در شیمی معدنی	۳	■			۴۸		ندارد	
۲.	ستیز و شناسایی نانومواد	۳	■			۴۸		ندارد	
۳.	شیمی کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن	۳	■			۴۸		ندارد	
۴.	فتوشیمی	۳	■			۴۸		ندارد	
۵.	شیمی پلیمرهای معدنی	۳	■			۴۸		ندارد	
۶.	نانوالکتروشیمی	۳	■			۴۸		ندارد	
۷.	بلورشناسی	۳	■			۴۸		ندارد	
۸.	شیمی حالها	۳	■			۴۸		ندارد	
۹.	زیست شیمی معدنی	۳	■			۴۸		ندارد	
۱۰.	مباحث نوین در شیمی معدنی	۳	■			۴۸		ندارد	

\* دانشجوی می تواند ۳ واحد از واحدهای خود را در صورتی که برای انجام پایان نامه ضرورت داشته باشد با نظر استاد راهنما از بین سایر دروس دکتری رشته

علوم و مهندسی انتخاب نماید. انتخاب دروس سایر رشته‌ها مازاد بر حداقل واحدهای دوره دکتری بلامانع است.



فصل سوم

ویژگی‌های دروس



عنوان درس به فارسی:		ساختار و پیوند در شیمی معدنی	
عنوان درس به انگلیسی:		Structure and bonding in inorganic chemistry	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		ندارد	دروس پیش نیاز:
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		ندارد	دروس هم نیاز:
اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: .....

### هدف کلی:

- آشنایی و تسلط بر اصول ساختار و پیوند در ترکیبات معدنی

### اهداف ویژه:

۱. آشنایی دانشجویان با اصول ساختاری ترکیبات عناصر اصلی
۲. آشنایی دانشجویان با اصول ساختاری ترکیبات عناصر واسطه

### پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. بررسی پیوند فلز-فلز در ترکیبات مختلف
۲. بررسی نحوه تشکیل پیوند و ساختار در خوشه های فلزی
۳. بررسی ساختار و پیوند در ترکیبات مختلف عناصر اصلی
۴. بررسی ساختار و پیوند در ترکیبات مختلف عناصر واسطه
۵. شیمی اکسیدهای فلزی و سنتز آنها
۶. ساختار اکسیدهای فلزی
۷. بررسی اصل برابری الکترونگاتیوی
۸. نقش برابری الکترونگاتیوی در سنتز اکسیدهای فلزی مختلف فلزات واسطه

### ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

آموزش بر پایه استفاده از متون علمی، شامل کتابهایی که در مراجع ذکر گردیده اند، مقالات تحقیقاتی و مروری چاپ شده جدید در این زمینه در مجلات معتبر بین المللی و ثبت اختراعات

### ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- |                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال | ۲۵ درصد |
| آزمون پایان نیم سال             | ۷۵ درصد |

### ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

وسایل کمک آموزشی شامل ویدئو پروژکتور

### چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱- F.A. Cotton, G. Wilkinson, C.A. Murillo, M. Bochmann, Advanced Inorganic Chemistry, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1999.
- ۲- J.P. Jolivet, Metal Oxide Chemistry and Synthesis: From Solution to Solid State, Wiley, ۲۰۰۳.



عنوان درس به فارسی:		سنتر و شناسایی نانو مواد	
عنوان درس به انگلیسی:		Synthesis and characterization of the nanomaterials	
دروس پیش نیاز:	ندارد	نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:	ندارد		تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳		اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: .....

### هدف کلی:

- آشنایی و تسلط بر اصول سنتر ترکیبات نانو ساختار

### اهداف ویژه:

- آشنایی دانشجویان با تقسیم بندی نانو مواد در شاخه های مختلف
- شناخت روشهای مختلف فیزیکی و شیمیایی سنتر نانو مواد

### پ) مباحث یا سرفصل ها:

- طبقه بندی روشهای ساخت نانو مواد
- تهیه نانو مواد با روشهای شیمیایی
- تهیه نانو مواد با روشهای فیزیکی
- تهیه نانو مواد با روشهای مکانیکی
- آنالیز پراش پرتو ایکس (XRD)
- آنالیز طیف سنجی فوتوالکترون پرتو ایکس
- آنالیز جذب و واجذب نیتروژن ( $N_2$  ads/des)
- آنالیز وزن سنجی حرارتی (TGA)
- آنالیز میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
- آنالیز میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)

### ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

آموزش بر پایه استفاده از متون علمی، شامل کتابهایی که در مراجع ذکر گردیده اند، مقالات تحقیقاتی و مروری چاپ شده جدید در این زمینه در مجلات معتبر بین المللی و ثبت اختراعات

### ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- |                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۲۵ درصد |
| آزمون پایان نیم سال             | ۷۵ درصد |

### ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

وسایل کمک آموزشی شامل ویدئو پروژکتور

### چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- G. Cao, Nanostructures and nanomaterials: Synthesis, properties and application, Imperial College Press, ۲۰۰۴.
- J.W. Niemantsverdriet, Spectroscopy in catalysis, ۲nd Ed., Wiley-VCH, ۲۰۰۰.
- P.J. Haines, Thermal methods of analysis; principles, applications, and problems, Chapman & Hall, ۱۹۹۵.
- C. Suryanarayana; M. G. Norton, X-ray diffraction; a practical approach; Plenum Press, New York, ۱۹۹۸.



عنوان درس به فارسی:		شیمی کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن	
عنوان درس به انگلیسی:		Chemistry of homogeneous and heterogeneous catalysts	
دروس پیش نیاز:	ندارد	نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:	ندارد		تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳		اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: .....

### هدف کلی:

- آشنایی و تسلط بر اصول سنتز و عملکرد کاتالیستها

### اهداف ویژه:

- آشنایی دانشجویان با روشهای سنتز کاتالیستها
- آشنایی دانشجویان با واکنشهای مختلف شیمیایی کاتالیز شده و کاربرد کاتالیستها در صنایع شیمیایی مختلف

### پ) مباحث یا سرفصلها:

- واکنشهای ترکیبات آلی فلزی
- کاتالیزگرهای همگن
- کاتالیزگرهای ناهمگن
- شناسایی کاتالیزگرهای ناهمگن
- جنبه های ساختاری کاتالیزگرهای ناهمگن
- انواع کاتالیزگرهای ناهمگن با توجه به نوع واکنشهای کاتالیزی
- مثالهایی از واکنشهای مهم کاتالیز شده در صنعت
- اپوکسایش اولفینها، اکسایش ترکیبات آروماتیک، هیدروژندار کردن اولفینها، آموکسایش پروپیلن، تولید مالنیک انیدرید

### ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

آموزش بر پایه استفاده از متون علمی، شامل کتابهایی که در مراجع ذکر گردیده اند، مقالات تحقیقاتی و مروری چاپ شده جدید در این زمینه در مجلات معتبر بین المللی و ثبت اختراعات

### ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- |                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۲۵ درصد |
| آزمون پایان نیم سال             | ۷۵ درصد |

### ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

وسایل کمک آموزشی شامل ویدئو پروژکتور

### چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- منصور عابدینی، داور محمدی بقاعی، شیمی آلی فلزی، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی شریف، ۱۳۹۲
- منصور عابدینی، علی نعمتی، کاتالیز همگن: مکانیسم و کاربردهای صنعتی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.

۳. B. K. Hodnett, Heterogeneous catalytic oxidation, John Wiley and Sons, ۲۰۰۰.

۴. B. C. Gates, Catalytic Chemistry, John Wiley and Sons, ۱۹۹۱.

۵. S. T. Oyama, Mechanisms in Homogeneous and Heterogeneous Epoxidation Catalysis, Elsevier, ۲۰۰۸.



عنوان درس به فارسی:		فوتوشیمی	
عنوان درس به انگلیسی:		Photochemistry	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش نیاز:
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم نیاز:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: .....

### هدف کلی:

- آشنایی و تسلط بر اصول فوتوشیمی

### اهداف ویژه:

- آشنایی دانشجویان با خواص فوتوشیمیایی ترکیبات مختلف
- کاربردهای فوتوشیمی در فناوری های نوین

### پ) مباحث یا سرفصل ها:

- مفاهیم مقدماتی فوتوشیمی، ماهیت کوانتومی نور و ماده، حالت های الکترونی، مفهوم بازده کوانتومی
- جذب نور و حالت های برانگیخته الکترونی، اساس فیزیکی جذب نور توسط مولکولها، اصل فرانک-کاندن، قواعد گزینش
- غیرفعالسازی فیزیکی حالت های برانگیخته، نمودار جابلونسکی، آسایش ارتعاشی، تبدیل درونی، گذار بین سیستمی، فلوئورسانس و فسفرسانس، طول عمر حالت برانگیخته
- فرایندهای تابشی حالت های برانگیخته، طیف سنجی فلوئورسانس، قاعده کاشا، عوامل موثر بر رفتار فلوئورسانس، فلوئورسانس مولکولی، فسفرسانس، فلوئورسانس تاخیری
- فرایندهای غیر تابشی درون مولکولی حالت های برانگیخته، قانون شکاف انرژی، قواعد ال ساید، اثر اتم سنگین
- فرایندهای فیزیکی بین مولکولی حالت های برانگیخته، فرایندهای خاموش سازی، اکسایمرها و اکسی پلکسها، انتقال انرژی الکترونی بین مولکولی، مکانیسم انتقال انرژی الکترونی بین مولکولی، انتقال الکترون القا شده نوری، حساس سازی نوری.
- برخی جنبه های خواص شیمیایی حالت های برانگیخته، فتودینامیک تراپی، تولید اکسیژن یکتایی،
- فتوکاتالیز، سلولهای خورشیدی.

### ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

آموزش بر پایه استفاده از متون علمی، شامل کتابهایی که در مراجع ذکر گردیده اند، مقالات تحقیقاتی و مروری چاپ شده جدید در این زمینه در مجلات معتبر بین المللی و ثبت اختراعات

### ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- |                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۲۵ درصد |
| آزمون پایان نیم سال             | ۷۵ درصد |

### ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

وسایل کمک آموزشی شامل ویدئو پروژکتور

### چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- B. Wardle, Principles and Applications of Photochemistry, John Wiley and Sons, ۲۰۰۹.
- J. A. Barltrop, J. D. Coyle, Principles of photochemistry, John Wiley and Sons, ۱۹۷۹.
- V. Balzani, P. Ceroni, A. Juris, Photochemistry and Photophysics: Concepts, Research, Applications, John Wiley and Sons, ۲۰۱۴.



عنوان درس به فارسی:		شیمی پلیمرهای معدنی	
عنوان درس به انگلیسی:		Chemistry of inorganic polymers	
دروس پیش نیاز:	ندارد	نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:	ندارد	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد واحد:	۳	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: .....

### هدف کلی:

- آشنایی و تسلط دانشجویان بر انواع پلیمرهای معدنی

### اهداف ویژه:

- آشنایی دانشجویان با انواع مختلف پلیمرهای معدنی
- آشنایی با کاربرد انواع مختلف پلیمرهای معدنی

### پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- سنتز، شناسایی و کاربرد انواع پلی سیلانها و پلی کربوسیلانها
- سنتز، شناسایی و کاربرد انواع پلی سیلانها و پلی سیلازوکسانها
- سنتز، شناسایی و کاربرد انواع پلی سیلوکسانها
- سنتز، شناسایی و کاربرد انواع پلی فسفازنها
- سنتز، شناسایی و کاربرد انواع پلیمرهای ترکیبات بوران
- سنتز، شناسایی و کاربرد سایر انواع پلیمرهای معدنی
- سنتز، شناسایی و کاربرد پلی متالوسن ها
- سنتز، شناسایی و کاربرد انواع پلیمرهای کوئوردیناسیونی عناصر واسطه

### ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

آموزش بر پایه استفاده از متون علمی، شامل کتابهایی که در مراجع ذکر گردیده اند، مقالات تحقیقاتی و مروری چاپ شده جدید در این زمینه در مجلات معتبر بین المللی و ثبت اختراعات

### ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۲۵ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۷۵ درصد

### ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

وسایل کمک آموزشی شامل ویدئو پروژکتور

### چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- N.H. Ray, Inorganic polymers, Academic press, New York, ۱۹۷۸.
- J.E. Mark, H.R. Allcock, R. West, Inorganic polymers, Oxford university press, ۲۰۰۵.
- E.H. Hawkins, M. Hissler, Smart Inorganic Polymers: Synthesis, Properties, and Emerging Applications in Materials and Life Sciences, John Wiley and Sons, ۲۰۱۹.



عنوان درس به فارسی:		نانوالکتروشیمی	
عنوان درس به انگلیسی:		Nanoelectrochemistry	
دروس پیش نیاز:	ندارد	نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:	ندارد	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد واحد:	۳	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: .....

### هدف کلی:

- آشنایی با مبانی نظری و روش های نانوالکتروشیمی و کاربرد آنها

### اهداف ویژه:

- آشنایی با کاربردهای نانوساختارهای مختلف در الکتروشیمی
- طراحی حسگرهای جدید الکتروشیمیایی

### پ) مباحث یا سرفصل ها:

- مبانی نظری نانوالکتروشیمی (مفاهیم مقدماتی الکتروشیمی و ترکیب های نانوساختار)
- انتقال الکترون در سیستم های نانوالکتروشیمی؛ اثرهای لایه دوگانه الکتریکی بر انتقال الکترون و یون در مقیاس نانو).
- سیستم های نانوالکتروشیمی (الکتروشیمی تک لایه های خود مونتاژ شده)
- الکتروشیمی خوشه های تک لایه پوشیده شده؛ انتقال الکترون و واکنش های ردوکس در لوازم الکترونیکی ملکولی حالت جامد؛
- رویدادهای تصادفی در سیستم های نانوالکتروشیمی
- کاربردهای نانوساختارهای کربنی و نانوذرات فلزی در الکتروشیمی
- الکتروشیمی نانوزیستی: پروتئین ها؛ آنزیم ها و زیست حسگرها.
- روش های نانوالکتروشیمیایی (نانوالکترودها؛ سیستم های الکتروشیمیایی با طراحی میکرو؛ پتانسیومتری در مقیاس نانو).

### تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

آموزش بر پایه استفاده از متون علمی، شامل کتابهایی که در مراجع ذکر گردیده اند، مقالات تحقیقاتی و مروری چاپ شده جدید در این زمینه در مجلات معتبر بین المللی و ثبت اختراعات

### ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

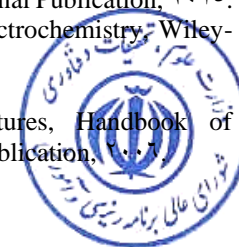
- |                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۲۵ درصد |
| آزمون پایان نیم سال             | ۷۵ درصد |

### ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

وسایل کمک آموزشی شامل ویدئو پروژکتور

### چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- M. V. Mirkin, Shigeru Amemiya, Nanoelectrochemistry-CRC Press, ۲۰۱۰.
- M. Aliofkhazraei, A.S.H. Makhlof (eds.), Handbook of Nanoelectrochemistry\_ Electrochemical Synthesis Methods, Properties, and Characterization Techniques, Springer International Publication, ۲۰۱۰.
- A. Eftekhari, R.C. Alkire, Y. Gogotsi, P. Simon, Nanostructured Materials in Electrochemistry, Wiley-VCH, ۲۰۰۸.
- W. Plieth, Electrochemistry for Materials Science, Elsevier Science (۲۰۰۸).
- P.R. Bueno, C. Gabrielli, Electrochemistry, Nanomaterials and Nanostructures, Handbook of Nanostructured Materials for Alternative Energy Devices, Springer International Publication, ۲۰۰۶.





عنوان درس به فارسی:		بلورشناسی	
عنوان درس به انگلیسی:		Crystallography	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	
تعداد واحد:	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: .....

### هدف کلی:

- آشنایی و تسلط بر اصول تعیین ساختار به کمک پراش پرتو ایکس

### اهداف ویژه:

- آشنایی با روشهای مختلف تشکیل و رشد بلور
- آشنایی با تکنیک پراش اشعه ایکس و کاربرد آن در شناسایی ترکیبات مختلف معدنی و آلی

### پ) مباحث یا سرفصلها:

- بلور: تشکیل بلور، روشهای رشد بلور، انتخاب و اندازه گیری خواص فیزیکی بلور
- تقارن: تقارن بلور، هفت سیستم بلوری، شبکه های براوایی (Bravais Lattice)، گروههای نقطه ای و فضای
- اشعه ایکس: تولید اشعه ایکس، جذب و فیلتر اشعه ایکس، پرتو سینکروترون (Synchrotron)
- پراش اشعه ایکس، اندیسهای میلر (Miller Indices)، شبکه وارونه (Reciprocal)، رابطه براگ
- روشهای تجربی پراش بلورها: ساختمان اوالد، مشخصات دیفراکتومتر، روش پودر و تک بلور
- روشهای محاسباتی ساختمان بلور و مشکل فاز: روش مستقیم، روش پترسون (Patterson)، روش اتمهای سنگینروش جستجو، بهبود ساختمان بلور
- تعیین ساختمان بلور تعدادی از ترکیبات با استفاده از برنامه های کامپیوتری
- تعیین گروه فضایی (REFLEX Program)، بهبود ساختمان (SHELXS<sup>97</sup>)، و آشنایی با برنامه

### ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

آموزش بر پایه استفاده از متون علمی، شامل کتابهایی که در مراجع ذکر گردیده اند، مقالات تحقیقاتی و مروری چاپ شده جدید در این زمینه در مجلات معتبر بین المللی و ثبت اختراعات

### ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- |                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۲۵ درصد |
| آزمون پایان نیم سال             | ۷۵ درصد |

### ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

وسایل کمک آموزشی شامل ویدئو پروژکتور

### چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. G.H. Stout, L.H. Jensen, X-ray Structure Determination, John Wiley & Sons, New York, Chichester, ۱۹۸۹.

۲. C. Giacovazzo, H.L. Monaco, Fundamental of Crystallography, Oxford University Press, ۲۰۱۱.

۳. W. Clegg, A.J. Blake, et. Al., Crystal Structure Analysis; Principles and Practice, Oxford University Press, ۲۰۰۹.



شیمی حلالها		عنوان درس به فارسی:	
Chemistry of solvents		عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	ندارد	دروس پیش نیاز:
	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	ندارد	دروس هم نیاز:
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: .....

### هدف کلی:

- آشنایی و تسلط بر اصول شیمی حلالها

### اهداف ویژه:

- آشنایی دانشجویان با خواص، تقسیم بندی و کاربرد حلالها در شاخه‌های مختلف علم شیمی
- آشنایی با اثرات حلال بر فرایندهای فیزیکی و شیمیایی و توان تحلیل مشاهدات

### پ) مباحث یا سرفصلها:

- حلالها به عنوان محیط مناسب برای تسهیل فرایندهای فیزیکی و شیمیایی
- تقسیم بندی حلالها بر اساس خواص فیزیکی و شیمیایی آنها
- برهمکنشهای حلال-حلال-حلول شونده در محیط محلول نظیر یون-دوقطبی، دوقطبی-دوقطبی، دهندگی و گیرندگی پیوند هیدروژنی، دهندگی و گیرندگی جفت الکترونی و حلال‌گریزی
- اثرات الکترونی و الکتریکی حلالها و تاثیر بر پدیده‌های انتقال حرارت و انتقال جرم در محلول، ضریب نفوذ، ضریب انتقال حرارت، ویسکوزیته و تحرک یونی
- اثرات حلال بر تعادلات شیمیایی، فرایندهای اسید-باز در فاز محلول، ایزومری شدن و انتقال الکترون
- اثر حلال بر واکنشهای شیمیایی و واکنش پذیری مواد در محیط محلول، حلال پوشی و تاثیر بر ضریب فعالیت و واکنش پذیری
- پارامترهای مرتبط با قطیت حلال، همبستگی پارامترهای فیزیکی قطیت با رفتار فیزیکی و شیمیایی حلالها، تاثیرات حلال بر طیف جذبی ترکیبات شیمیایی، قطیت تجربی و کاربرد آن در توجیه رفتار حلال، همبستگیهای خطی انرژی آزاد
- مخلوط حلالها و برهمکنشهای حلال-حلال، تغییر ماهیت برهمکنشها در مخلوط حلالها. کاربرد مخلوط حلال در فرایندها
- نسل جدید حلالها با عنوان حلالهای سبز و جایگزین برای حلالهای پر مصرف شیمیایی،
- فعالیت‌های صورت گرفته در جایگزینی حلالهای سبز و دوست دار محیط زیست در صنایع شیمیایی، بازیافت حلالها

### ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

آموزش بر پایه استفاده از متون علمی، شامل کتابهایی که در مراجع ذکر گردیده اند، مقالات تحقیقاتی و مروری چاپ شده جدید در این زمینه در مجلات معتبر بین المللی و ثبت اختراعات

### ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

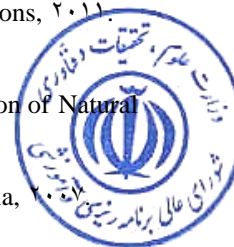
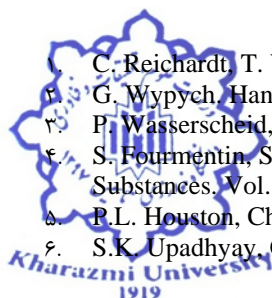
- |                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال | ۲۵ درصد |
| آزمون پایان نیم سال             | ۷۵ درصد |

### ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

وسایل کمک آموزشی شامل ویدئو پروژکتور

### چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- C. Reichardt, T. Welton. Solvents and Solvent Effects in Organic Chemistry. John Wiley & Sons, ۲۰۱۱.
- G. Wypych, Handbook of Solvents (Third Edition) ChemTec Publishing, ۲۰۱۹.
- P. Wasserscheid, T. Welton, eds. Ionic liquids in synthesis. John Wiley & Sons, ۲۰۰۸.
- S. Fourmentin, Sophie. Deep Eutectic Solvents for Medicine, Gas Solubilization and Extraction of Natural Substances. Vol. ۵۶. Springer Nature, ۲۰۲۰.
- P.L. Houston, Chemical kinetics and reaction dynamics. Courier Corporation, ۲۰۱۲.
- S.K. Upadhyay, Chemical kinetics and reaction dynamics. Springer Science & Business Media, ۲۰۱۴.



عنوان درس به فارسی:		زیست شیمی معدنی	
عنوان درس به انگلیسی:		Inorganic biochemistry	
دروس پیش نیاز:	ندارد	نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:	ندارد	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد واحد:	۳	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: .....

### هدف کلی:

- آشنایی و تسلط بر اصول زیست شیمی معدنی و درک عملکرد عناصر در سیستمهای زیست شناختی

### اهداف ویژه:

۱. آشنایی با سیستمهای جدید تقلید کننده زیست شناختی
۲. طراحی سیستمهای آنزیمی جدید برای کاربردهای جدید در صنایع شیمیایی

### پ) مباحث یا سرفصلها:

۱. زیست شیمی معدنی عناصر اصلی
۲. زیست شیمی معدنی عناصر مضر
۳. لیگاندهای کی لیت کننده در درمان
۴. اثرات فلزات در زیست شیمی معدنی
۵. اصول شیمی کوئوردیناسیونی ترکیبات زیست معدنی
۶. اثر ساختار و تجمع خودبخود در زیست شیمی معدنی
۷. انتقال یونهای فلزی در زیست شیمی معدنی
۸. انتقال الکترون و منابع انرژی برای زندگی
۹. پروتئین های آهن-گوگرد
۱۰. زیست شیمی معدنی هیدروژنازاها، نیتروژنازاها و آنزیمهای احیا کننده

### ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

آموزش بر پایه استفاده از متون علمی، شامل کتابهایی که در مراجع ذکر گردیده اند، مقالات تحقیقاتی و مروری چاپ شده جدید در این زمینه در مجلات معتبر بین المللی و ثبت اختراعات

### ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- |                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۲۵ درصد |
| آزمون پایان نیم سال             | ۷۵ درصد |

### ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

وسایل کمک آموزشی شامل ویدئو پروژکتور

### چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. El-Ichiro Ochiai, Bioinorganic Chemistry, Academic press, ۲۰۰۸.
۲. A.F. Holleman, E. Wiberg, Inorganic Chemistry, Academic Press, ۲۰۰۱.
۳. S.J. Lippard, Principles of Bioinorganic Chemistry, Mill Valley, California, ۱۹۹۴.
۴. J. A. Cowan, Inorganic Biochemistry: An Introduction, John Wiley & Sons, ۱۹۹۷.



عنوان درس به فارسی:		مباحث نوین در شیمی معدنی	
عنوان درس به انگلیسی:		New topics in inorganic chemistry	
دروس پیش نیاز:	ندارد	نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:	ندارد	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد واحد:	۳	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی  آزمایشگاه  سمینار  کارگاه  موارد دیگر: .....

### هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با موضوعات جدید و به روز شیمی معدنی در شاخه های مختلف

### اهداف ویژه:

#### پ) مباحث یا سرفصل ها:

- بررسی آخرین پیشرفتها و مباحث به روز شیمی معدنی در مجلات و کتب معتبر بین المللی

#### ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

آموزش بر پایه استفاده از متون علمی، شامل کتابهایی که در مراجع ذکر گردیده اند، مقالات تحقیقاتی و مروری چاپ شده جدید در این زمینه در مجلات معتبر بین المللی و ثبت اختراعات

#### ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ... درصد
- آزمون پایان نیم سال ... درصد

#### ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

وسایل کمک آموزشی شامل ویدئو پروژکتور

#### چ) فهرست منابع پیشنهادی:

مجلات معتبر مروری و کتابهای تخصصی جدید شیمی

