



## برنامه درسی

رشته : گوه‌شناسی کاربردی و کانی‌های صنعتی

دوره : کارشناسی ارشد

دانشکده : علوم

مصوب جلسه مورخ ۹۸/۵/۱۴ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

این برنامه براساس آیین نامه شماره ۲۱/۲۳۸۰۶ وزارت علوم تحقیقات و فناوری در خصوص تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاه های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده علوم تدوین شده و در جلسه مورخ ۹۸/۵/۱۴ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه به تصویب رسیده است.



## مصوبه شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه فردوسی مشهد

رشته: گوهرشناسی کاربردی و کانی های صنعتی

دوره: کارشناسی ارشد

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد که توسط اعضای هیات علمی گروه آموزشی زمین شناسی تدوین شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- هر نوع تغییر در برنامه درسی مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه برسد.

ایمان الله بیگدلی  
مدیر برنامه ریزی و توسعه آموزش دانشگاه

مرتضی کرمی  
رئیس گروه برنامه ریزی آموزشی و درسی دانشگاه

رضا پیش قدم  
معاون آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۹۸/۵/۱۴ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی گوهرشناسی کاربردی و کانی های صنعتی در مقطع کارشناسی ارشد صحیح است. به واحد ذیربط ابلاغ شود.

محمد کافی  
رئیس دانشگاه





# معاونت آموزشی

شورای برنامه ریزی درسی

برنامه درسی

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: گوه‌شناسی کاربردی و کانی‌های صنعتی





## فصل اول

## مشخصات کلی



## بسمه تعالی

### تعریف رشته:

رشته گهرشناسی کاربردی و کانی‌شناسی صنعتی یک رشته جدید بین‌رشته‌ای است که از ادغام دو رشته به وجود آمده است. در دنیا دو رشته گهرشناسی و کانی‌شناسی صنعتی، به تفکیک وجود دارند.

**گهرشناسی کاربردی (Applied Gemology)** دانشی است که در زمره علوم زمین قرار می‌گیرد و شاخه‌ای از کانی‌شناسی به شمار می‌آید. اولین کتابی که در زمینه کانی‌شناسی و گهرشناسی نوشته شده متعلق به ارسطو دانشمند یونانی می‌باشد. اولین آزمایشگاه گهرشناسی ارائه‌کننده تجارت جواهر در سال 1925 در لندن تأسیس شد و با سنتز یاقوت سرخ و یاقوت کبود توسعه یافت. در 110 سال پیش در کالج لندن برای اولین بار دوره‌های آموزش گهرشناسی شروع و سپس در کشورهای چین، ژاپن، آمریکا و استرالیا ادامه یافت.

**کانی‌شناسی صنعتی:** مطالعه و بررسی گروهی از مواد طبیعی شامل کانی‌های غیرفلزی که در صنعت کاربرد دارند و نیز گهرسنگ‌ها را در برمی‌گیرد. برخی کانسنگ‌ها مانند کرومیت، آلومینا و پیرولولزیت هنگامی که به‌عنوان دیرگداز در کوره‌های دمابالا استفاده می‌شوند، در دسته کانی‌های صنعتی طبقه‌بندی می‌شوند. بیشتر این کانی‌ها بدون آنکه فرآیند پیچیده‌ای را پشت سر بگذارند، به‌طور وسیع در صنایع مختلف استفاده می‌شوند. اهمیت اقتصادی این کانی‌ها به در دسترس بودن بازار، محل بازار مصرف، هزینه‌های حمل‌ونقل، مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها و میزان فرآوری موردنیاز بر روی آن‌ها برای تبدیل شدن به ماده قابل مصرف، بستگی دارد. نکته قابل توجه در مورد این مواد آن است که برخی از آن‌ها ممکن است ماده اولیه برای چندین صنعت مختلف، از تکنولوژی‌های بسیار ساده تا بسیار پیچیده باشند. در کشورهای در حال توسعه، هم صادرات کانی‌های صنعتی و هم درآمد ناشی از فرآوری محصولات به‌دست آمده از کانی‌های صنعتی، با ارزش افزوده بالا همراه است. به‌این ترتیب، درآمد حاصل از صادرات می‌تواند با محدود کردن صادرات مواد خام، افزایش یابد.

### هدف رشته:

تلفیق علم کانی‌شناسی و دانش کریستالوگرافی با صنعت جواهرات

### ضرورت و اهمیت رشته:

- حرکت بنیادی در جهت ایجاد دانشگاه‌های نسل سوم (کارآفرین):
  - نیاز ضروری به فرآوری و عمل‌آوری (treatment) و ایجاد قطب‌های فرآوری کانی‌های صنعتی و مواد معدنی
- با ارزش در ایران و ارتقاء جایگاه علمی - صنعتی کشور



- نیاز به آموزش‌های نوین و ارتقاء مهارت به‌ویژه در زمینه‌های فرآوری از گوهرشناسی تا فرآوری کانی‌های صنعتی و مواد معدنی باارزش
- تداوم همراهی با اجرای بندهای 1-5 و 4-5 سیاست‌های کلی علم و فناوری (نظام آموزش عالی، تحقیقات و فناوری) ابلاغ‌شده توسط مقام معظم رهبری به روسای قوای سه‌گانه
- قدمت تاریخی ۷۰۰۰ ساله ایران در ساخت و تراش جواهرات
- موقعیت خاص زمین‌شناسی و جغرافیایی ایران
- حجم عظیم تجارت جهانی در حوزه جواهرات و فرآوری کانی‌های صنعتی و مواد معدنی باارزش
- ضرورت سنتز جواهرات و کانی‌های گران‌بهای صنعتی و سنگ‌های قیمتی
- استفاده از جواهرات، بلورها و کانی‌های گران‌بها در تکنولوژی‌های مدرن (high-tech)
- کاربرد بلورهای سنتتیک در تکنولوژی‌های پیچیده
- کاربرد بلورهای قیمتی و نیمه‌قیمتی فراوری‌شده
- آشنایی لازم با فناوری‌های نوین در رابطه با فرآوری کانی‌های گران‌بهای صنعتی و فرآوری جواهرات

#### نقش، توانایی و شایستگی دانش‌آموختگان:

- توانایی مهارت‌های ویژه در زمینه‌های فرآوری گوهرشناسی و فرآوری کانی‌های صنعتی و مواد معدنی باارزش
- آشنا با فناوری‌های جدید، در گوهرشناسی و فرآوری کانی‌های صنعتی
- توانایی انطباق محتوای آموزشی با نیازهای جامعه و ایجاد ارتباط تنگاتنگ صنعت و دانشگاه

#### طول دوره و شکل نظام:

طول دوره کارشناسی ارشد برابر با مصوبه وزارت خانه در دو سال و طی 4 ترم تحصیلی به شیوه آموزشی-پژوهشی

#### تعداد و نوع واحدها درسی:

جمع واحدهای درسی 30 واحد شامل دروس تخصصی و الزامی 10 واحد و درس اختیاری 14 واحد و پایان‌نامه 6 واحد می‌باشد.

#### شرایط و ضوابط ورود به دوره:

- داشتن صلاحیت‌های عمومی ورود به دوره برابر ضوابط
- دارا بودن مدرک رسمی پایان دوره کارشناسی اعم از پیوسته و ناپیوسته مورد تأیید وزارت





## فصل دوم

### واحدهای درسی و جداول دروس



جدول 1- دروس جبرانی

پیش نیاز / هم نیاز	تعداد ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
-	32	-	32	2	-	2	بلورشناسی	1
-	48	-	48	3	-	3	کانی شناسی	2
-	<b>80</b>	-	<b>80</b>	<b>5</b>	-	<b>5</b>	<b>جمع کل</b>	

جدول 2- دروس تخصصی

پیش نیاز / هم نیاز	تعداد ساعت			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
-	32	-	32	2	-	2	مبانی گوهرشناسی	1
-	64	32	32	3	1	2	مبانی رشد بلور	2
مبانی گوهرشناسی	64	32	32	3	1	2	سنتز و فرآوری پیشرفته جواهرات و کانی های صنعتی	3
-	32	-	32	2	-	2	روش های پراش پیشرفته	4
-	<b>192</b>	<b>64</b>	<b>128</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>جمع کل</b>	

جدول 3- دروس اختیاری

پیش نیاز / هم نیاز	تعداد ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
-	32	-	32	2	-	2	مبانی ترمودینامیک	1
-	64	32	32	3	1	2	روش های پیشرفته آنالیز	2
مبانی گوهرشناسی	64	32	32	3	1	2	اکتشاف جواهرات	4
مبانی گوهرشناسی	32	-	32	2	-	2	جواهرات کامپوزیت و بیولوژیک	6
مبانی گوهرشناسی	96	64	32	4	2	2	تراش گوهرسنگ ها	7
-	48	-	48	3	-	3	گوهرها و کانی های صنعتی	9





-	64	32	32	3	1	2	بلورشناسی پیشرفته	10
-	80	32	48	4	1	3	کانی‌شناسی پیشرفته	12
مبانی گوهرشناسی	32	-	32	2	-	2	کاربردهای صنعتی جواهرات	14
مبانی گوهرشناسی	32	-	32	2	-	2	شیمی بلور	15
	<b>544</b>	<b>192</b>	<b>352</b>	<b>28</b>	<b>6</b>	<b>22</b>	<b>جمع کل</b>	





## فصل سوم

### سرفصل دروس



## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مبانی گوهرشناسی

عنوان درس (انگلیسی): The Principle of gemology

نوع درس: تخصصی      پیش‌نیاز: دارد  ندارد       پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: 2      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: 32

## هدف درس:

- شناسایی گوهرها
- شناسایی کاربردهای صنعتی گوهرها
- شناسایی کاربردهای صنعتی کانی‌ها
- - شناسایی کاربردهای صنعتی بلورهای باارزش

## سرفصل درس:

مقدمه‌ای بر گوهرشناسی، وجه تمایز جواهرات، چگونگی تشکیل گوهرسنگ‌ها، آشنایی با گروه‌ها، زیرگروه‌ها و گونه‌های جواهرات، مشخصات ویژه گوهرسنگ‌ها، تمایز گوهرهای طبیعی از سنتتیک، قواعد مهم گوهرشناسی، آشنایی با طبقه‌بندی جواهرات، سازوکار (مکانیسم) تشکیل گوهرسنگ‌ها، جذب نور توسط جواهرات، پلئوکروئیسم، شناسایی گوهرسنگ‌ها بر مبنای خواص فیزیکی و حرارتی، سازوکار تشکیل بلورها، کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی، مبانی رنگ در جواهرات، سازوکار تشکیل اینکلوزیون‌ها (inclusions) در گوهرسنگ‌ها، جلا در جواهرات، چگونگی شناسایی گوهرسنگ‌ها، آشنایی با خواص الکتریکی، مغناطیسی و حرارتی گوهرسنگ‌ها، آشنایی با اپتیک جواهرات، کاربرد طیف‌های الکترومغناطیس در تست گوهرسنگ‌ها، استفاده از ضریب شکست در گوهرشناسی، خواص حرارتی گوهرها، وزن مخصوص گوهرها، رخ، کاربردهای صنعتی گوهرها، کاربردهای صنعتی کانی‌ها و بلورهای باارزش، دلایل ایجاد رنگ در گوهرها، مبانی لومینسانس، اینکلوزیون‌ها و نقش اینکلوزیون‌ها در کیفیت گوهرها. شناسایی خواص فیزیکی جواهرات (با کمک پرتوهای X، رنگ، فلوروسنس، طیف و کریستالوگرافی).

روش‌های متداول و مدرن شناسایی جواهرات، آشنایی با ابزارهای مورد استفاده جواهرشناسان، دستگاه‌های درجه-بندی جواهرات، اندازه‌گیری رنگ جواهرات، چگونگی اندازه‌گیری ضریب شکست در جواهرات و تفسیر نتایج حاصل، اندازه‌گیری وزن مخصوص جواهرات، پلاریسکپ (Polariscope)، کاربرد پرتوهای الکترومغناطیس در



تست جواهرات، آشنایی با خواص اپتیکی و مغناطیسی، تکنیک‌های تعیین وزن مخصوص، روش‌های عمل‌آوری (treatment) و بهینه‌سازی جواهرات، مبانی، روش‌های مطالعه اینکلوزیون‌ها

### روش یاددهی - یادگیری:

توضیح تکنیک‌های شناسایی انواع گوهرها و کانی‌های صنعتی، نمایش روش‌های متداول و مدرن شناسایی جواهرات، روش‌های شناسایی عملی جواهرات

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
:20		نوشتاری: %50	%15
		عملکردی: %15	

### فهرست منابع:

Michelle Summers, M. (2018) Universal You Crystals & Precious Gemstones: Sacral Chakra (editor). Independently published. Pp 164.

Anna Montoney (2015) Crystal (Gemstone) (Volume 1). create Space Independent Publishing Platform; 1 edition. Pp 188.

John Sinkankas (2019) Field Collecting Gemstones and Minerals. Echo Point Books & Media; Reprint ed. Edition.

Cally OlderShaw (2017) Gems of the World. Firefly Books; Second Edition, Revised and Updated edition.

Suranee Perera (2017) The Book of Gemstones. Independently published. Pp 30.

Tagore Ramoutar (2015) A Guide to Gemstones and Rocks. Longshot Ventures Ltd

Geoffrey, Dominy (2014) 'The Handbook of Gemmology, 2nd edition. The National

Campbell Pedersen, Maggie. (2010) Gem and Ornamental Materials of Organic Origin. NAG Press, London

Schumann, Walter. (2009) Gemstones of the World. Newly rev. and expanded 4th ed. Sterling, New York.

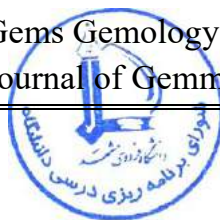
Sunagawa, Ichiro (2005) Crystals: Growth, Morphology and Perfection. Cambridge: Cambridge Universtiy Press.

### منابع مطالعاتی:

Gems and Gemology

Gems Gemology Journal

Journal of Gemmology



## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **مبانی رشد بلور**

عنوان درس (انگلیسی): **The Fundamentals of Crystal Growth**

نوع درس: تخصصی      پیش‌نیاز: دارد       ندارد       پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: 3      نوع واحد: 2 واحد نظری - 1 واحد عملی      تعداد ساعت: 64

## هدف درس:

- آشنایی با اصول و مبانی رشد بلور
- آشنایی با روش‌های عمده رشد بلورها
- آشنایی با دیاگرام‌های فاز کیفیت رشد بلور

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- استفاده از قوانین ترمودینامیک در رشد بلورها
- رشد بلور از فازهای گازی، مذاب و جامد
- شناسایی جواهرات

## سرفصل درس:

### نظری:

- کریستال‌ها و خواص عمومی آنها (تعریف کریستال، پلی کریستال‌ها، تک کریستال‌ها، نقایص کریستالی) ترمودینامیک رشد کریستال (انواع بررسی‌های رشد کریستال، تعادل ترمودینامیکی در رشد کریستال، نمودارهای فاز).
- کیفیت رشد کریستال (عوامل تعیین‌کننده سرعت رشد کریستال، تعادل ترمودینامیکی در رشد کریستال، قانون فاز، دیاگرام‌های فاز، بررسی‌های رشد کریستال، سرعت رشد کریستال، دیفیوژن سطوح کریستال نطفه، پدیده تأخیر در انجماد).
- روش‌های مهم رشد کریستال (رشد کریستال از فاز گازی، رشد کریستال از فاز مذاب، روش‌های چوکراسکی و بریجمن (Bridgeman)، رشد کریستال از فاز جامد).
- تست کریستال‌های رشد داده‌شده و تعیین خواص آنها (لزوم تعیین خواص تک کریستال‌ها، ترکیب شیمیایی و ساختار، نقایص کریستالی و روش تعیین آنها، روش استاندارد تست تک کریستال‌های رشد داده‌شده مواد)



آمورف و خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها، رشد پلی کریستال‌ها و تک کریستال‌ها از فازهای گازی توسط تبخیر، توسط یک فاز گاز حامل رشد کریستال، به طریق کشیدن از فاز مذاب به روش چکرالسکی و روش بریج‌من، رشد کریستال از فاز جامد، رشد کریستال هیدروترمال، دستگاه‌های رشد کریستال در اندازه‌های مختلف).

#### عملی:

رشد کریستال از فاز مذاب، رشد کریستال از فاز جامد. رشد پلی کریستال‌ها و تک کریستال‌ها از فازهای گازی توسط تبخیر، توسط یک فاز گاز حامل رشد کریستال، به طریق کشیدن از فاز مذاب به روش چکرالسکی و روش بریج‌من، رشد کریستال هیدروترمال، کار با دستگاه‌های رشد کریستال در اندازه‌های مختلف.

#### روش یاددهی - یادگیری:

توضیح و تمرین بر روی نمودارهای فازی

مبتهی بر کار عملی رشد بلور

#### روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: 50٪	-	25٪
	عملکردی: 25٪		

#### تجهیزات و امکانات موردنیاز:

امکانات رشد بلور

#### فهرست منابع:

Ivan vasselion markov (2016) Crystal Growth for Beginners: Fundamentals of Nucleation, Crystal Growth and Epitaxy (Third Edition) 3rd Edition. WSPC.

Tatau Nishinaga (2015) Handbook of Crystal Growth, Volume 1A-1B: Fundamentals 2nd Edition. Elsevier.

Tsunenobu Kimoto & James A. Cooper (2014) Fundamentals of Silicon Carbide Technology: Growth, Characterization, Devices and Applications (Wiley - IEEE) 1st Edition. Wiley-IEEE Press.

Kiyotaka Sato (2018) Crystallization of Lipids: Fundamentals and Applications in Food, Cosmetics, and Pharmaceuticals 1st Edition. Wiley-Blackwell.

Adam Haynes (2019) Fundamentals of Crystallography. NY RESEARCH PRESS.

Gary Stephen and Costas, Spanos, (2008). Fundamentals of semiconductor manufacturing and process control John Wiley and Sons Publication.

Wilfred Carter (2015) Crystals and Crystal Growth. Editors. ISBN: 978-1-63463-822-7.

Robin Rogers (2004) Crystal Growth and Design. American Chemical Society.

منابع مطالعاتی:

Journal of Crystal Growth

Crystal Growth & Design

Crystal Research and Technology



## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): سنتز و فرآوری پیشرفته جواهرات و کانی‌های صنعتی

عنوان درس (انگلیسی): **Synthesis of Gems and Industrial Minerals Processing**

نوع درس: تخصصی      پیش‌نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش‌نیاز: مبانی گوهرشناسی

تعداد واحد: 3      نوع واحد: 2 واحد نظری - 1 واحد عملی      تعداد ساعت: 64

## هدف درس:

- آشنایی با روش‌های گوناگون سنتز جواهرات
- آشنایی با روش‌های HPHT
- آشنایی با روش‌های فرآوری جواهرات و کانی‌های صنعتی
- امکان‌سنجی کاربرد صنعتی بلورهای سنتتیک
- فرآیندهای ذوب در سنتز، روش فلاکس، روش هیدرترمال

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- توانایی سنتز انواع گوهر
- شناسایی گوهرهای سنتتیک از طبیعی
- شناخت کاربردهای صنعتی کانی‌های سنتتیک
- روش‌های مدرن تست جواهرات
- روش‌های فرآوری کانی‌های صنعتی

## سرفصل درس:

### نظری:

روش‌های گوناگون سنتز جواهرات (روش‌های معمول و پیشرفته)، فرآیند ذوب در سنتز، روش‌های فلاکس و هیدرترمال، سنتز جواهرات مهم (الماس، یاقوت، زمرد، اپال، اسپینل و دیگر بلورهای باارزش)، تکنیک‌های مختلف رشد بلورهای جواهرات، درجه‌بندی جواهرات بر مبنای رنگ، تراش، تأثیرات رنگ، شفافیت و تراش در کیفیت جواهرات، درجه‌بندی بین‌المللی جواهرات، تأثیر عمل‌آوری (treatment) بر کیفیت جواهرات، منحنی کیفیت جواهرات، مبانی ارزیابی کیفیت جواهرات، مبانی سنتز جواهرات، جواهرات بدلی، آشنایی با ساختار جواهرات، مبانی اپتیک در جواهرشناسی، طیف اپتیک، مبانی اسپکتروسکوپی، روش‌های جدید سنتز جواهرات، عمل‌آوری



(treatment) جواهرات با کمک تشعشعات، روش‌های HPHT، نمودارهای HPHT، مشخص نمودن انکلوژیون‌ها (inclusions) در جواهرات، شناسایی جواهرات مصنوعی از طبیعی، روش‌های تغییر رنگ جواهرات، کاربرد تشعشعات در ارتقای کیفیت جواهرات، جواهرات مورد استفاده در صنایع پیشرفته، سنتز جواهرات مورد استفاده در صنایع پیشرفته، روش‌های انتشار (Diffusion)، شناسایی جواهرات سنتتیک و عمل‌آوری شده از جواهرات طبیعی. روش‌های crystal-hydrothermal, flux-melt, flame fusion (Vernueil) و thin diamond films, pulling (Czochralski) و غیره. روش‌های گوناگون HPHT در سنتز و ارتقاء کیفیت رنگ جواهرات. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) method.

#### عملی:

- دستگاه‌های مورد نیاز در سنتز جواهرات
- روش‌های اسپکتروسکوپی
- روش‌های مدرن تست جواهرات
- روش‌های فرآوری کانی‌های صنعتی

#### روش یاددهی - یادگیری:

آموزش آزمایشگاهی و عملی روش‌های گوناگون (معمول و پیشرفته) سنتز جواهرات

#### روش ارزیابی:

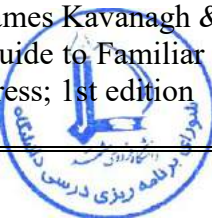
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
:25	-	نوشتاری: :30	:20
		عملکردی: :25	

#### تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

- Flame fusion (Vernueil)
- Flux-melt
- Hydrothermal
- Crystal-pulling (Czochralski)
- Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

#### فهرست منابع:

James Kavanagh & Waterford Press & Raymond Leung (2018) Geology: A Folding Pocket Guide to Familiar Rocks, Minerals, Gemstones & Fossils (Earth, Space and Culture) NBN Press; 1st edition



Patti Polk (2016) Collecting Rocks, Gems and Minerals: Identification, Values and Lapidary Uses Third Edition. Krause Publications; Third edition.

Dan Hausel (2014) A Guide to Finding Gemstones, Gold, Minerals & Rocks. Create Space Independent Publishing Platform; 1 edition.

Aja Raden (2016) Gem: The Definitive Visual Guide. DK.

Athena Petrakis (2019) Crystal Lore, Legends & Myths: The Fascinating History of the World's Most Powerful Gems and Stones. Fair Winds Press.

Michele Gilbert(2015) Crystals And Healing Stones: A Beginners Guide To Crystals Their Uses And Healing Powers (crystal healing,chakra healing mindfulness, meditation healing gemstones) Create Space Independent Publishing Platform (March 7, 2015)

Kristin Petrich (2016) Elemental Energy: Crystal and Gemstone Rituals for a Beautiful Life. Harper One

Joe Dan Lowry (2018) Turquoise (Updated): The World Story of a Fascinating Gemstone. Gibbs Smith; Updated edition.

Simon Lilly & Simon Lilly (2017) The Practical Guide to Crystal Healing: Harnessing the Power of Gemstones to Enhance Health and Well-being. Watkins Publishing; 1 edition.  
Cassandra Eason (2015) Cassandra Eason's Healing Crystals: An Illustrated Guide to 150 Crystals and Gemstones. Collins & Brown; Illustrated edition.

#### منابع مطالعاتی:

The Journal of Gemology

Gems & Gemology– News on gemstones, synthetic materials, trends in gemstone and jewelry markets; available from <http://www.gia.org/gandg/ggOrderForm/ggOrderForm.cfm> (recent issues can be loaned from the X-ray Crystallography library).

GIA's Gems & Gemology Journal.

Useful Internet resources (Professional societies/associations)

Canadian Gemmological Association (CGA) - <http://www.canadiangemmological.com/>

International Colored Gemstone Association (ICA) - <http://www.gemstone.org/>

Gemmological Institute of America (GIA) - <http://www.gia.org/>

Swiss Gemmological Institute (SSEF) - <http://www.ssef.ch/>

Gemmological Association of Great Britain (Gem-A) - <http://www.gagtl.ac.uk/>

The Gemmological Association of Australia - <http://www.gem.org.au/>



## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): روش های پراش پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Diffraction Methods**

نوع درس: تخصصی

پیش نیاز: دارد

ندارد

پیش نیاز: -

تعداد واحد: 2

نوع واحد: نظری

تعداد ساعت: 32

## اهداف درس:

- آشنایی با مبانی بلورشناسی و ساختارهای کریستالی
- استفاده از روش های پراش
- آنالیزهای کمی و کیفی مواد بلورین با کمک پرتوهای X، پراش الکترونی و نوترونی
- کاربردهای بلورشناسی در گوهرشناسی

## توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

- توانایی شناسایی انواع گوهرها با کمک XRD
- تجزیه کمی و کیفی مواد بلورین با کمک پرتوهای X، پراش الکترونی و نوترونی

## سرفصل درس:

مقدمه ای بر روش های پراش، پرتو ایکس و کاربرد آن در بلورشناسی، روش های شناسایی مواد با پرتو X، قانون براگ، تجزیه کمی و کیفی مواد بلورین، کاربرد پراش الکترونی، کاربرد پراش نوترونی، مدل سازی ساختاری، تجزیه و تحلیل های ریزساختاری، تجزیه و تحلیل های استرس، تجزیه و تحلیل های استرین، پرتوهای X با قدرت تفکیک بالا، آنالیزهای فازی کمی، تبدیلات و تحولات فازی، پراش سینکروترون، پراش الکترونی با انرژی بالا، بهره گیری از داده های موجود در تعیین ترکیب شیمیایی مواد با روش دبای شرر و نتایج به دست آمده از دیفرکتومتری، روش های شناسایی مواد با پرتو X، روش های شناسایی مواد با پرتو الکترونی و نوترونی، پراش های حاصل از سینکروترون، دستگاه های پراش الکترونی با انرژی بالا.

## روش یاددهی - یادگیری:



- توضیح الگوهای XRD

- آموزش روش های آزمایشگاهی تجزیه کمی و کیفی مواد بلورین با کمک پراش الکترونی، نوترونی و پرتو X

## روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
:25	نوشتاری: :25	-	:30
	عملکردی: :20		

## تجهیزات و امکانات موردنیاز:

<p>- دستگاه XRD</p> <p>- میکروسکوپ‌های الکترونی</p>
---

## فهرست منابع:

<p>Jian Min Zuo &amp; John C.H. Spence (2017) Advanced Transmission Electron Microscopy: Imaging and Diffraction in Nanoscience. Springer.</p> <p>Sérgio Luiz Morelhão (2016) Computer Simulation Tools for X-ray Analysis: Scattering and Diffraction Methods (Graduate Texts in Physics). Springer.</p> <p>Myeongkyu Lee (2016) X-Ray Diffraction for Materials Research: From Fundamentals to Applications. Apple Academic Press; 1st Edition.</p> <p>Peter Staron (Editor), Andreas Schreyer (Editor), Helmut Clemens (Editor), Svea Mayer (Editor) (2017) Neutrons and Synchrotron Radiation in Engineering Materials Science: From Fundamentals to Applications 2nd Edition. Wiley-VCH;</p> <p>Girolami Girolami (2015) X- Ray Crystallography. University of Illinois at Urbana - Champaign</p>
--

## منابع مطالعاتی:

<p>The Journal of X-Ray Science and Technology</p> <p>Journal of Applied Crystallography</p> <p>Journal of Chemical Crystallography</p> <p>Acta Crystallographica</p> <p>Advanced Diffraction Methods Journals</p>
--



## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مبانی ترمودینامیک

عنوان درس (انگلیسی): Principles of Thermodynamics

نوع درس: اختیاری

پیش نیاز: دارد ■ ندارد □

پیش نیاز: -

تعداد واحد: 2

نوع واحد: نظری

تعداد ساعت: 32

## هدف درس:

- آشنایی با قوانین ترمودینامیک
- استفاده از نمودارهای فازی در محاسبه کمیت‌های ترمودینامیکی
- آشنایی با آنتالپی، آنتروپی، انرژی آزاد
- دیاگرام‌های الینگهام (ریچاردسون) و نمودارهای پایداری

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- کاربرد قوانین ترمودینامیک در شناخت پایداری کانی‌ها
- استفاده کاربردی از قوانین ترمودینامیک

## سرفصل درس:

قوانین ترمودینامیک و توابع انرژی داخلی، آنتالپی، آنتروپی، انرژی آزاد، معیار تعادل واکنش‌های شیمیایی، بررسی ترمودینامیکی واکنش‌های شیمیایی ناهمگن حاوی گاز و فازهای کندانس خالص نظیر واکنش‌های اکسیداسیون-احیا، واکنش فلزات با گوگرد، هالوژن‌ها، مفهوم پتانسیل اکسیژن، گوگرد و هالوژن‌ها، نمودارهای الینگهام (ریچاردسون)، دیاگرام‌های پایداری. بررسی ترمودینامیکی سیستم‌های دوتایی: بررسی منحنی‌های  $\Delta GM$  بر حسب ترکیب شیمیایی و رسم آن‌ها، ارتباط این منحنی‌ها با دیاگرام‌های فازی، استفاده از نمودارهای فازی در محاسبه کمیت‌های ترمودینامیکی، بررسی انواع تعادل فاز در سیستم‌های دوتایی، حلالیت گازها در فلزات، سیستم‌های دوتایی با ترکیبات استوکیومتری

## روش یاددهی - یادگیری:

توضیح و نمایش نمودارهای پایداری و دیاگرام‌های الینگهام (ریچاردسون)



## روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: 55٪	25٪	20٪
	عملکردی:		

## فهرست منابع:

Cengel Boles (2017) Thermodynamics 8th Edition. McGraw Hall India.

Stanley Sandler (2017) Chemical, Biochemical, and Engineering Thermodynamics 5th Edition. Wiley.

John Reisel (2015) Principles of Engineering Thermodynamics, SI Edition 1st Edition. Cengage Learning.

R. Stephen Berry (2019) Three Laws of Nature: A Little Book on Thermodynamics. Yale University Press.

Introduction to the Thermodynamics of Materials. David R. Gaskell (2008) 5th Edition.

Physical Chemistry of metals, L. S. Darken & R. W. guny.

## منابع مطالعاتی:

Journal of Thermodynamics

International Journal of Thermodynamics

The Journal of Chemical Thermodynamics

The Open Thermodynamics Journal

journal of thermodynamics and catalysis

International Journal of Thermodynamics

Thermodynamic journals



## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): روش های پیشرفته آنالیز

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Analysis Methods**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز: دارد       ندارد       پیش نیاز: -

تعداد واحد: 3      نوع واحد: 2 واحد نظری - 1 واحد عملی      تعداد ساعت: 64

## هدف درس:

- آشنایی با مبانی آنالیز
- استفاده از روش های پیشرفته میکرو آنالیز
- آنالیزهای کمی و کیفی مواد بلورین با کمک روش های پرتوهای X، الکترون میکروسکوپی و سینکروترون
- کاربردهای آنالیز در گوهرشناسی

## توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

- توانایی شناسایی انواع گوهرها با کمک روش های پیشرفته آنالیز
- تجزیه کمی و کیفی مواد بلورین انواع گوهرها با کمک روش های پیشرفته آنالیز

## سرفصل درس:

### نظری:

مقدمه ای بر روش های آنالیز، انتخاب تکنیک، راهبر و تاکتیک های آنالیز، دقت و صحت آزمایشات، حد آشکارسازی، قدرت تفکیک مکانی، پردازش داده ها، آنالیز تفکیک انرژی، محدودیت های سیستم های مورد استفاده، کاربردهای عمده روش های مختلف آنالیز، آنالیزهای تفکیک موج، مقایسه مزایا و معایب روش های مختلف آنالیز، آشنایی با انواع میکروسکوپ های الکترونی آنالیزی متداول و قدرت تفکیک بالا، آشنایی با آماده سازی نمونه ها برای روش های مختلف آنالیز، روش های شناسایی ساختارهای مواد و فازهای ناشناخته، روش های پیشرفته میکرو آنالیز، آشنایی با سینکروترون، کاربردهای سینکروترون در آنالیز مواد ناشناخته

### عملی:

نگاشت عنصری به کمک میکرو آنالیز، چگونگی استفاده از داده های آنالیز، تجزیه و تحلیل داده ها در روش های مختلف آنالیز، شناسایی مواد ناشناخته با کمک روش های مختلف آنالیز،



## روش یاددهی - یادگیری:

- توضیح روش‌های پیشرفته آنالیز  
- آموزش روش‌های تجزیه کمی و کیفی انواع گوهرها با کمک روش‌های پیشرفته آنالیز

## روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: 50٪ عملکردی: 20٪	-	30٪

## تجهیزات و امکانات موردنیاز:

- تجهیزات آنالیز  
- میکروسکوپ‌های الکترونی

## فهرست منابع:

William Wei (2018) Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods (Classic Version) (2nd Edition) (Pearson Modern Classics for Advanced Statistics Series) 2nd Edition, Pearson; 2 edition.

Manolis Papadrakakis & Evangelos Sapountzakis (2017) Matrix Methods for Advanced Structural Analysis 1st Edition, Butterworth-Heinemann; 1 edition (November 27, 2017).

Jean-Baptiste Hiriart-Urruty & Claude Lemarechal (2010) Convex Analysis and Minimization Algorithms II: Advanced Theory and Bundle Methods (Grundlehren der mathematischen Wissenschaften), Springer,

Igor Karnovsky & Olga Lebed (2010) Advanced Methods of Structural Analysis, Springer.

Alvin Rencher & William Christensen (2012) Methods of Multivariate Analysis 3rd Edition, Wiley; 3 edition,

## منابع مطالعاتی:

Advances in Data Analysis and Classification

Journal of Analytical Methods in Chemistry

Analytical Methods





## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **اکتشاف جواهرات**

عنوان درس (انگلیسی): **Gem Exploration**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز: دارد       ندارد       پیش نیاز: مبانی گهرشناسی

تعداد واحد: 3      نوع واحد: 2 واحد نظری - 1 واحد عملی      تعداد ساعت: 64

## هدف درس:

- آشنایی با منابع زمین شناسی جواهرات، منشأ جواهرات
- شناسایی سازوکار (مکانیسم) تشکیل جواهرات طبیعی
- آشنایی با روش های نوین اکتشاف جواهرات

## توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

- توانایی اکتشاف جواهرات
- توانایی مشخص نمودن مکان های مستعد تشکیل جواهرات در زمین

## سرفصل درس:

### نظری:

مبانی زمین شناسی تشکیل جواهرات، آشنایی با جواهرات طبیعی، سازوکار (مکانیسم) تشکیل جواهرات طبیعی، منابع زمین شناسی جواهرات، منشأ جواهرات، روش های نوین اکتشاف جواهرات، طبقه بندی کانی های باارزش و جواهرات طبیعی، فرآیندهای تبدیل کننده سنگ ها و کانی ها به جواهرات، ساختار بلورشناسی جواهرات طبیعی، خواص فیزیکی و شیمیایی کانی های باارزش طبیعی، منشأ رنگ در جواهرات، اکسلوشن به عنوان ترموکرونومتر (thermochronometer)، سازوکار رشد جواهرات، دلایل تشکیل اینکلوریون ها در جواهرات، رخدادهای عمده جواهرات در زمین، آشنایی با روش های بهره برداری مدرن جواهرات، شرایط زمین شناسی تشکیل جواهرات طبیعی (الماس، یاقوت، بریل، زمرد، توپاز، فیروزه، اپال، مروارید و ...)، آشنایی با کانی ها و سنگ های نیمه قیمتی، مشخصات و خواص فیزیکی و شیمیایی کانی ها و سنگ های نیمه قیمتی، جواهرات کریستالین، جواهرات آمورف، آگرگات های باارزش (Aggregate Gems)، جواهرات کریپتوکریستالین، گروه های کانی های تشکیل دهنده جواهرات (سیلیکات ها، اکسیدها، فسفات ها، عناصر و ...)، فرآیندهای مهم در تشکیل و رشد بلورهای باارزش در زمین، شناسایی مکان های مستعد تشکیل جواهرات در زمین، فرآیندهای ذوب-تبلور در تشکیل جواهرات، فرآیندهای هیدروترمال در

تشکیل جواهرات، فرآیندهای انحلال - رسوب در تشکیل جواهرات، آشنایی با فرآیندهای بخار - چگالش در تشکیل جواهرات، فرآیندهای متامورفیسم در تشکیل جواهرات، فرآیندهای ارگانیک تشکیل جواهرات، فرآیندهای اولیه و ثانویه در تشکیل جواهرات،

### عملی:

- دستگاه‌های موردنیاز در اکتشاف جواهرات،

- بازدید صحرایی

- روش‌های مدرن اکتشاف

### روش یاددهی - یادگیری:

مبتنی بر آموزش‌های نظری و صحرایی و عملی روش‌های گوناگون در اکتشاف جواهرات

### روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
:25	نوشتاری: 50٪	-	:25
	عملکردی: -		

### تجهیزات و امکانات موردنیاز:

امکانات بازدید صحرایی

### فهرست منابع:

Marco Campos-Venuti (2018) Banded Agates a genetic approach. Publisher: Edizioni Accorpa Mente.

Joe Keller & David Ross (2014) Jadeite, Schiffer Publishing Ltd.

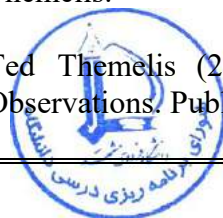
Jack Ogden (2018) Diamonds. Yale University Press.

Visut Pisutha-Arnond (2017) Ruby & Sapphire. Gem and Jewelry institute of Thailand.

James Shigley & William Revell Phillips (2016) Understanding the Gem Minerals a Practical Guide. Mineralogical Association of Canada

Geoffrey Dominy (2018) Handbook of Gemology. Amazonas Gem Publications Ted Themelis.

Ted Themelis (2018) The Heat Treatment of Ruby & Sapphire. Experiments & Observations. Published by Ted Themelis.



Branko Deljanin; John Chapman; George Spyromilios (2017) Fluorescence as a Tool for Diamond Origin Identification - A Guide .Published 2017 by CGL – GRS

Joanna Hardy (2017) Ruby. Thames & Hudson; 1 edition.

Vladyslav Y. Yavorskyy (2017) Gemstones. Vladyslav Yavorskyy; 3rd edition. Pp, 234

Richard Hughes; Wimon Manorotkul & Billie Hughes (2016) Ruby & Sapphire. Lotus.

Robert Leaf (2016) Mineralogy of Uranium and Thorium. Schiffer Publishing Ltd.

Renée Newman (2016) Exotic Gems, Volume 4. International Jewelry Publications.

John Saul (2014) A Geologist Speculates. Published March 18th 2014 by Les Trois Colonnes.

Geoffrey Dominy (2015) The handbook of gemology. Geoffrey M. Dominy.

Dusan Simic; Branko Deljanin (2014) Identifying Diamond types and Synthetic Diamond with CPF. Published July 2014 by CGL.

Grant Henderson; Daniel Neuville & Robert Terrance Downs (2014) Spectroscopic Methods in Mineralogy and Materials Sciences. Mineralogical Society of America.

Emma Bullock; James Butler; John Chapman & Katherine Dannel (2017) Diamond. Lithographic, LLC.

Lee Andrew Groat (2014) Geology of Gem Deposits. Mineralogical Association of Canada.

Lee Groat (2014) Geology of Gem Deposits. Mineralogical Association of Canada, Short Course Series Vol. 44.

Campbell Pedersen, Maggie. (2010) Gem and Ornamental Materials of Organic Origin. NAG Press, London.

Walter Schumann (2010), Gemstones of the world (4th edition), Sterling, New York.

Augustyn, Allison and Grande, Lance (2009). Gems and Gemstones: Timeless Natural Beauty of the Mineral World. University of Chicago Press. Chicago.

Michael O'Donoghue (2006) Gems: Their Sources, Description and Identification. 6th ed. Butterworth-Heinemann, Boston.

منابع مطالعاتی:

Journal of Geochemical Exploration  
Exploration and Mining Geology



## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **جواهرات کامپوزیت و بیولوژیک**

عنوان درس (انگلیسی): **The Composite and Biological Gems**

پیش نیاز: مبانی گوهرشناسی

ندارد

پیش نیاز: دارد

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: 32

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: 2

## هدف درس:

شناسایی انواع جواهرات شبیه‌سازی شده (Gemstone Simulants)، کامپوزیت (Composite Gemstones) و بیولوژیک (biological gem)

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

توانایی شناسایی انواع گوهرهای کامپوزیت، شبیه‌سازی شده و بیولوژیک

## سرفصل درس:

انواع جواهرات شبیه‌سازی شده (Gemstone Simulants)، کامپوزیت (Composite Gemstones) و بیولوژیک (biological gem)، معیارهای شناسایی جواهرات کامپوزیت از دیگر انواع جواهرات، مشخصات بارز سنگ‌های کامپوزیت، تفاوت‌های ساختاری جواهرات بیولوژیک و دیگر جواهرات، شناسایی ترکیب جواهرات بیولوژیک، سنگ‌های بدلی (Imitation Stones) و جواهرات بدلی، سنگ‌های قیمتی بازسازی شده (Reconstructed stones)، لومینسانس، تشعشع و چگونگی عمل‌آوری (treatment) جواهرات، چگونگی بهینه‌سازی جواهرات، روش‌های رنگ‌آمیزی، بلورها و کانی‌ها با ارزش، مشخصات بارز جواهرات کامپوزیت، بیولوژیک و شبیه‌سازی شده، انواع doublet و triplet، روش‌های رشد تک‌بلورهای جواهرات مصنوعی، روش‌های ساخت جواهرات به صورت مصنوعی، مزایای و معایب روش‌های عمل‌آوری جواهرات، منشأ جواهرات بیولوژیک، رخداد جواهرات بیولوژیک، بازیابی جواهرات بیولوژیک، آشنایی با ویژگی‌های حرارتی، الکتریکی، لومینسانس و Diaphaneity، روش‌های شناسایی جواهرات بیولوژیک، آشنایی با مرواریدهای طبیعی و مصنوعی و تمایز آن‌ها، روش‌های متفاوت عمل‌آوری (treatment) و بهینه‌سازی (enhancement methods) همچون dyeing، fracture filling، heating، annealing، irradiation، coating، impregnation، bleaching و diffusion treatment



شناسایی جواهرات کامپوزیت از دیگر انواع جواهرات، شناسایی جواهرات بیولوژیک از دیگر انواع جواهرات، شناسایی جواهرات شبیه‌سازی شده از دیگر انواع جواهرات.

### روش یاددهی - یادگیری:

توضیح روش‌های شناسایی جواهرات کامپوزیت، بیولوژیک و شبیه‌سازی شده از دیگر انواع جواهرات

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
:20	-	نوشتاری: %60	-
		عملکردی: %20	

### فهرست منابع:

Pagan Essentials (2019) Crystals & Gemstones Book of Shadows: A Grimoire. Independently published. Pp152.

Jens Gotze (2018) Mineralogy of Quartz and Silica Minerals. Mdpi AG Ellen Henrietta Richards (2018) First Lessons in Minerals. Franklin Classics.Pp,38.

Wilhelm Heinrich & Rainer Abart (2017) Mineral reaction kinetics: Microstructures, textures, chemical and isotopic signatures (EMU Notes in Mineralogy). Mineralogical Society

Vandana Rao & Sonam Patel (2017) Mineral Processing: Including Mineral Dressing, Experiments and Numerical Problems. I K International Publishing House.Pp,312.

Sophie Decree & Laurence Robb (2019) Ore Deposits: Origin, Exploration, and Exploitation (Geophysical Monograph Series) 1st Edition. American Geophysical Union; 1 edition

Ramakrishna Rao (2014) Mineral Processing Techniques Basics and Related Issues. Zorba Books.Pp,230.

Walther Cloos (2015) The Living Origin of Rocks and Minerals 2nd Edition. Floris Books; 2 editions. Pp176.

Roonwal (2017) Mineral Exploration: Practical Application (Springer Geology). Springer; 1st ed. 2018 edition.

Michael Donoghue (2006) Gems: Their Sources, Descriptions and Identification. Butterworth - Heinemann, 873 pages.

Campbell Pedersen (2010) Gems and ornamental materials of organic origin, Robert Hale.Pp,282



## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): تراش گوهر سنگ‌ها

عنوان درس (انگلیسی): Gemstone Cutting

نوع درس: اختیاری      پیش‌نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش‌نیاز: مبانی گوهرشناسی

تعداد واحد: 4      نوع واحد: 2 واحد نظری - 2 واحد عملی      تعداد ساعت: 96

## هدف درس:

آشنایی با مبانی تراش گوهر سنگ‌ها

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- توانایی تراش انواع گوهر
- کاربردهای گوناگون تجاری جواهرات
- کاربردهای تجاری بلورهای باارزش

## سرفصل درس:

### نظری:

کلیات آشنایی با ساختار کریستالی کانی‌ها و بلورها، تعاریف کانی، سنگ‌های قیمتی و نیمه قیمتی. روش‌های شناسایی سنگ‌های قیمتی و نیمه قیمتی تراش نخورده، جدول مو، انتخاب سنگ‌های قیمتی و نیمه قیمتی مناسب جهت تراش و آشنایی با دستگاه‌های تراش، انواع سنگ‌های قیمتی و نیمه قیمتی، انواع تراش گوهرها، آموزش ایمنی در کار، آشنایی با دستگاه‌های تراش، آشنایی با دستگاه‌های برش سنگ‌های قیمتی و نیمه قیمتی، نحوه طراحی برش و ترسیم خطوط برش، نحوه برش سنگ‌ها، نحوه کار با دستگاه تراش سنگ‌های قیمتی و نیمه قیمتی، آشنایی با انواع تراش‌ها، عوامل مهم در درجه‌بندی تراش‌ها

### عملی:

قواره کردن سنگ جهت تراش مناسب و تراش پایه (دامله)، قواعد تراش دامله، آشنایی با ابزارهای کاربردی تراش، چگونگی ایجاد فرم پایه در سنگ‌های قیمتی و نیمه قیمتی، چگونگی چسباندن سنگ به پایه (دپ کردن در دو مدل)، چگونگی تراش اولیه (شیپ یا جبه کردن سنگ)، چگونگی زدن پایه کار بر اساس زاویه، چگونگی گنبدی کردن سنگ، انواع تراش‌ها، تراش اشکال هندسی شامل: مربع یا مستطیل، تراش فانتزی، جلا یا صیقل دادن سنگ‌های



قیمتی و نیمه قیمتی، نحوه پالیش کردن سنگ و کاربرد آن، ری داپ کردن و نحوه تراشیدن کف سنگ، نحوه پالیش کردن کف سنگ، تراش انواع مدل‌ها به سبک کاروینگ، تراش قلب کامل، تراش اشک کامل، تراش مارکیز، تراش لوتوس، تراش سنگ و سایز در آوردن برای رکاب انگشتر، نحوه ترمیم سری سنگ‌های شکسته در دامنه، ارزیابی تراش سنگ‌های قیمتی و نیمه قیمتی، ارزیابی تراش

### روش یاددهی - یادگیری:

- توضیح و نمایش تکنیک‌های تراش انواع گوهرها و کانی‌های صنعتی
- روش‌های متداول و مدرن تراش جواهرات،
- تراش عملی جواهرات

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%40	-	نوشتاری: %10	-
		عملکردی: %50	

### تجهیزات و امکانات موردنیاز:

دستگاه‌های تراش

### فهرست منابع:

Judith Crowe (2012) The Jeweler's Directory of Gemstones: A Complete Guide to Appraising and Using Precious Stones from Cut and Color to Shape and Settings, Firefly Books.

Aja Raden (2016) Gem: The Definitive Visual Guide. Published by DK. 440 pages.

Tom Herbst (2014) Amateur Gemstone Faceting Volume 2: Expanding Your Horizons. Publisher: Facetable Books.

Cally Oldershaw (2017) Gems of the World. Second Edition, Revised and Updated Edition.

Cassandra Eason (2010) The Complete Crystal Handbook: Your Guide to More than 500 Crystals. Publisher: Sterling.

### منابع مطالعاتی:

Rock and Gem  
Gem Cutting  
Journal of Gemmology

## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **گوهرها و کانی های صنعتی**

عنوان درس (انگلیسی): **Industrial Minerals and Gems**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز: دارد ■      ندارد □      پیش نیاز: -

تعداد واحد: 3      نوع واحد: نظری      تعداد ساعت: 48

## هدف درس:

• آشنایی با کانی های صنعتی و گوهرسنگ های صنعتی

• فراهم آوردن دانش لازم برای تحقیق در مورد کانی های صنعتی و گوهرسنگ های صنعتی

## توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

- تشخیص کانی ها و گوهرسنگ های صنعتی
- طبقه بندی کانی ها و گوهرسنگ های صنعتی
- درک مشخصات صنعتی کانی ها و گوهرسنگ های صنعتی
- اکتشاف کانی ها و گوهرسنگ های صنعتی

## سرفصل درس:

منابع گوهرسنگ ها و کانی های صنعتی در زمین، کانه های صنعتی، باطله، عیار، ذخیره، اهمیت گوهرسنگ ها و کانی های صنعتی، سازو کار تشکیل گوهرسنگ ها و کانی های صنعتی در زمین، طبقه بندی ژنتیکی گوهرسنگ ها و کانی های صنعتی، تکنیک های کانی شناسی و ژئوشیمیایی مورد استفاده در مطالعه کانسارهای حاوی کانی های صنعتی، توالی پاراژنتیکی و منطقه بندی، کانسارهای PGM، الماس، کربناتیت ها، پگماتیت ها، نقش کانسارهای گرمابی در تشکیل گوهرسنگ ها و کانی های صنعتی، خواص، مهاجرت عناصر کانی ساز، انواع کانسارهای هیدروترمال، انواع رگه های گرمابی، کانسارهای مسیو سولفایدها و لکانوژنیک، کانسارهای پورفیری با ارزش، کانسارهای فلزات با ارزش،

## روش یاددهی - یادگیری:

روش توضیحی با تأکید بر اهمیت گوهرسنگ های صنعتی و کانی های صنعتی در توسعه تکنولوژی نوین





## روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: 70٪	-	30٪
	عملکردی:		

## فهرست منابع:

Kwame Awuah-Offei (2018) Energy Efficiency in the Minerals Industry: Best Practices and Research Directions (Green Energy and Technology) 1st ed. 2018 Edition. Springer.Pp,333.

John Tilton & Juan Ignacio Guzmán (2016) Mineral Economics and Policy 1st Edition  
Routledge.

Barry Wills & James Finch (2015) Wills' Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery 8th Edition. Butterworth-Heinemann.

Philip Parker (2019) The World Outlook for Industrial Minerals Mining. ICON Group International, Inc.

Donald Carr (1994): Industrial minerals and rocks, 6th edition. Society of Mining, Metallurgy and Exploration, Littleton, Colorado, 1196 pp., Annex 1

Peter W. Harben, Robert L. Bates. (1984): Geology of the nonmetallics. Metall Bulletin Inc., New York.

Peter W. Harben, Robert L. Bates. (1990): Industrial minerals -geology and world deposits Industr.Miner. Division, Metal Bulletin Pie, London.

John E Prentice (1990): Geology of construction materials. Chapman and Hall, London.

Anthony M Evans (1993): Ore geology and industrial minerals -an introduction (3rd edition). Blackwell Scientific Publ., Oxford.

## منابع مطالعاتی:

Industrial Minerals and Processing Journal

The Industrial Minerals and Processing

Canadian Mining Journal

Journal of Geochemical Exploration

Industrial Minerals



## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): بلورشناسی پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Crystallography**

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز: دارد       ندارد       پیش نیاز: -

تعداد واحد: 3      نوع واحد: 2 واحد نظری - 1 واحد عملی      تعداد ساعت: 64

## هدف درس:

- شناخت تقارن‌ها در 2D و 3D
- کاربرد بلورشناسی در گوهرشناسی
- آشنایی با خواص کانی‌ها
- شناسایی گروه فضایی گوهرها (الماس، یاقوت، زمرد، اپال، اسپینل و دیگر بلورهای باارزش)

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- شناسایی سیستم‌ها، رده‌ها و فرم‌های بلوری
- شناسایی بلورهای ناشناخته و مجهول به کمک XRD

## سرفصل درس:

### نظری:

- سیستم‌های بلوری (کوبیک، تتراگونال، ارترومبیک متوکلینیک مری کلینیک، هگزاگونال، تری گوشال)
- اصل ثابت بودن زوایا و چگونگی اندازه‌گیری آن‌ها
- چهارده شبکه باوه در هفت سیستم بلوری اتقارن بلوری (عناصر نقارنی ساده عناصر تقارنی مرکب) سید دو رده تقارنی و تصویر فضایی هر کدام سطوح بلوری (چگونگی تشکیل - علائم سطوح و اندیس گذاری اندیس‌های واپس و میلر) مناطق بلوری (علائم، محورهای منطقه، محاسبه اندیس‌ها) فرم‌های بلوری (علائم، انواع، تکرار سطوح در هریک از فرم‌ها، تصویر قضائی) | تصویر استریو گرافیک (رسم استریوگرام - نمایش تقارن بلوری - تعیین محل تلاقی
- محورها - تعیین زوایا و نسبت‌های محوری) اساس بلورشناسی پرتو ایکس
- ماهیت تولید، طول موج اشعه ایکس - فیلتر کردن و تولید اشعه تکفام ایکس.
- چگونگی پراش اشعه - روش پودری اشعه - روشنگ بلوری اشعه ایکس رشد بلورها نقایص و بی‌نظمی در بلورها | پیرو و پیزوالکتریسته خوردگی شیمیایی در بلورها



- سیستم‌های بلوری ( کویک، تراگونال، ارترمیک متوکلینیک مری کلینیک، هگزاگونال، تری گوشال ) اصل ثابت بودن زوایا و چگونگی اندازه گیری آن‌ها
- چهارده شبکه باوه در هفت سیستم بلوری اتقارن بلوری ( عناصر نقارنی ساده عناصر تقارنی مرکب ) سید دو رده تقارنی و تصویر فضایی هر کدام سطوح بلوری ( چگونگی تشکیل - علائم سطوح و اندیس گذاری اندیس‌های واپس و میلر) مناطق بلوری (علائم، محورهای منطقه، محاسبه اندیس‌ها) فرم‌های بلوری ( علائم، انواع، تکرار سطوح در هر یک از فرم‌ها، تصویر قضائی) | تصویر استریو گرافیک (رسم استریوگرام - نمایش تقارن بلوری - تعیین محل تلاقی
- محورها - تعیین زوایا و نسبت‌های محوری ) اساس بلورشناسی پرتو ایکس
- ماهیت تولید، طول موج اشعه ایکس - فیلتر کردن و تولید اشعه تکفام ایکس.
- چگونگی پراش اشعه - روش پودری اشعه - روشک بلوری اشعه ایکس رشد بلورها نقایص و بی نظمی در بلورها
- پیرو و پیزوالکتریسته
- خوردگی شیمیایی در بلورها
- فصل سوم: ضریب شکست کانی‌ها
- اندازه گیری ضریب شکست: به روش‌های انعکاس کا صل انعکاس سنج آیه، تهیه منشور، غوطه‌وری. مقایسه ضریب شکست کانی‌ها در زیر میکروسکپ: به روش‌های روشن سازی
- مرکزی، روشن سازی مورب، حاشیه یک
- فصل چهارم: رنگ‌ها و تیغه‌های کمکی
- ایزوتروپی و انیزوتروپی - اختلاف راه نوری، سری رنگ‌های تیوتن، جدول میشل لوی - تیغه‌های کمکی و انواع آن (تیغه، رد و کوارتز جبران کننده). کو مینساتور
- فصل پنجم: بررسی خواص کانی‌ها در نور طبیعی، بررسی خواص کانی‌ها در نور طبیعی - نور طبیعی - رنگ کانی‌ها) چندرنگی - چندرنگی مستقیم و معکوس ) - برجستگی کانی‌ها - شکل کانی‌ها - رخ و شکستگی بلورها، پارتینگ - تجزیه و دگرسانی کانی‌ها.
- فصل ششم: مطالعه کانی‌ها در نور پلاریزه
- رنگ تداخلی کانی‌ها و روش‌های اندازه گیری آن دبی رفرنژانس و روش‌های اندازه گیری. دیسپرسیون بیرفرنژانس و تعیین کمی آن - طویل شدگی کانی‌ها به خاموشی بلورها و اندازه گیری زاویه خاموشی - شکل بلور، زونینگ، اکسلوشن، ماکل - تعیین
- ضخامت مقاطع نازک میکروسکپی - پلاتین قدروا یونیورسال ) و کاربردهای آن.
- فصل هفتم: مطالعه خواص کانی‌ها در نور متقارب اکتوسکپی )



- نور متقارب. اندیکاتریکس نوری - محور نوری - بلورهای یک محوری و در محوری رابطه بین تقارن هندسی و تقارن نوری بلورها. اشکال داخلی کانی‌های یک محوری و تعیین علامت نورانی این کانی‌ها. اشکال داخلی کانی‌های دومحوری و تعیین علامت نورانی این کانی‌ها - مقاطع عمود و مایل نسبت به محور نورانی
  - - اندازه‌گیری زاویه بین محورهای نوری (۲۷) - دیسپرسیون بین محورهای نورانی کانی‌های دومحوری.
- ب) عملی
- نحوه تهیه مقاطع نازک میکروسکپی و صیقلی پولیش سکشن) طرز کار میکروسکپ پلاریزان و تشریح قسمت‌های مختلف آن - مطالعه خواص نوری کانی‌ها در نور طبیعی، پلاریزه و متقارب. طرز کار با پلاتین فدر و یونیورسال) و کاربردهای مختلف آن در مطالعه بلورها و نحوه رنگ‌آمیزی کانی‌ها.

### روش یاددهی - یادگیری:

آزمایشگاهی و عملی بلورشناسی

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
25٪	-	نوشتاری: 50٪	-
		عملکردی: 25٪	

### تجهیزات و امکانات موردنیاز:

- مدل‌های بلوری

-دستگاه XRD

### فهرست منابع

رفانی، ح (۱۳۵۱) بلورشناسی انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۱ ص. - و ثوقی عابدینی، م (۱۳۸۳) مبانی تئوری و عملی کانی شناسی نوری، انتشارات آراین زمین، ۲۹۰ ص. اعتمادی، ب (۱۳۸۶) بلورشناسی، چاپ سوم. انتشارات دانشگاه شیراز، ۴۰۴ ص.

Benedict J. B. 2012. Recent Advances in Crystallography. Intech publisher, 312 pp. -  
 Borchardt-Ott, W. 2012. Crystallography: An Introduction. Springer, 349pp. -Ford, W.E.  
 2006. Dana's Textbook of Mineralogy (with extended treatise crystallography &  
 physical mineralogy). CBS Publishers 156pp. -Hammond, C. 2015. The Basics of  
 Crystallography and Diffraction. Oxford University Press 528pp.



## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): کانی شناسی پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Mineralogy

نوع درس: اختیاری      پیش نیاز: دارد       ندارد       پیش نیاز: -

تعداد واحد: 4      نوع واحد: 3 واحد نظری - 1 واحد عملی      تعداد ساعت: 80

## هدف درس:

- آشنایی با روش های شناسایی کانی ها
- شناسایی خواص کانی ها
- کاربرد کانی شناسی در گوهر شناسی

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

شناسایی کانی های ناشناخته و مجهول به کمک XRD

## سرفصل درس:

### الف: نظری

- مقدمه
- اختصاصات بلورها - رخ رنگ جلد شفافیت. سختی - پلی مورفیزم - ایزومورفیزم
- وزن مخصوص - اجتماع کانی ها - خواص مغناطیسی - خواص رادیواکتیویته - ژئوشیمی.
- پاراژنز - اثر حرارت و فشار در تبلور فصل اول: غیر سیلیکات ها
- عناصونانف: مس - شقره د پلاتین گوگرد - کربن (الماس - گرافیت) و طلا سولفورها، سولفوسل: کالکوزین - گالن - اسفالریت سینابر - نیکلین - کالکوپیریت. پرنیت - پیریت اور پیمان - رالگار - استین - مولبدنیت مارگا سیت. هالوژنورها: فلئورین - هالیت. سیلومین
- اکسیدها: کوپریت کورشدون - هماتیت. منیتیت. کرومیت - روتیل - پرولوزیت. اورانیت.
- هیدروکسیدها: دیاسپور - کوتیت - لیمونیت
- کربنات ها: کلسیت - آراگونیت - دولومیت - سیدریت - رودوکروزیت - اسمیت و نمت
- سروزیت - استروستیانیت. مالا کیت - آزوریت
- سولفات ها: بار پئین - سیلستین - انیدریت - ژپس - آلونیت



- مولیبدات ها و تنگستان ها: ولفرامیت شالیت. رافنیت فسفات ها. ارستان ها. وانادای ها: آپاتیت. وانادینیت. تور کواز
  - پرات ها: پراکس
  - فصل دوم: سیلیکات ها
  - نزو سیلیکات ها: الیون - زیرکن - اسفن. گروناها- ایدو کراز - سیلیمانت. آندالوزیت دیستن - توپاز - استروئید
  - سورو سیلیکان ها: گروه اپیدوت ازوئیزیت. کلیتوزوئیزیت - پیستاسیت. آلانیت- گروه ملیت
  - سیکلوسیلیکات ها: پریل - کردیریت - تورمالین
  - اینوسیلیکات ها: پیروکسن های ارترومبیک (انستاتیت - هیپرستن) - پیروکسن های مونوکلینیک (دیوسید. اوژیت - اژیرین - ژادئیت - ولاستونیت). آمفیبول ها (ترمولیت. آکتینوت - هورنبلند معمولی - گلوکوفان- ریکیت)
  - فیلوسیلیکات ها: موسکویت - فلوکوپیت - بیوتیت - گلوکونیت- لپیدولیت - تالک - پیروفلیت کلریت - سرپانتین
  - کانی های رسی
  - تکتوسیلیکات ها: گروه سیلیس گوراتز - تردمیت - کریستوبالیت کالسدوان - اپال) فلدسپات ها (اسانیدین - ارتوز - میکروکلین - آدولر - آلپیت. الیگوکلاز - آندزین - لابرادور - بیتوئیت - آنورتیت) - فلدسپاتوئیدها (نفلین. لوسیت - گروه سودالیت آنالیم) - گروه اسکاپولیت- گروه ژئولیت
- ب: عملی**
- مطالعه خواص فیزیکی و شیمیائی کانی ها مطالعه خواص نوری کانی ها به وسیله میکروسکوپ پلاریزان - بازدید صحرائی

### روش یاددهی - یادگیری:

مبتنی بر آموزش های آزمایشگاهی و عملی روش های گوناگون شناسایی کانی ها

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
25٪	-	نوشتاری: 50٪	-
		عملکردی: 25٪	

### تجهیزات و امکانات موردنیاز:

دستگاه XRD

### فهرست منابع

William Alexander Deer, Robert Andrew Howie, J. Zussman (1997) Rock-forming Minerals. Geological Society, 383 pages.

[Cornelis Klein, Barbara Dutrow \(2007\)](#) Manual of Mineral Science, 23rd Edition. 704 Pages.  
ISBN: 978-0-471-72157-4.

Putnis, A. (1992) Introduction to Mineral Sciences. Cambridge press. ISBN: 0521429471

Klein, Cornelis (1999) Manual of mineralogy. New York: J. Wiley, 21st ed., rev.



## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): کاربردهای صنعتی جواهرات

عنوان درس (انگلیسی): Industrial Gem Applications

پیش نیاز: مبانی گوهرشناسی

ندارد

پیش نیاز: دارد

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: 32

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: 2

## هدف درس:

- آشنایی با زمینه کاربرد گوهرسنگ‌ها در صنعت
- ایجاد بستر دانش لازم برای تحقیق در مورد گوهرسنگ‌های صنعتی

## توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- شناخت گوهرسنگ‌های صنعتی
- طبقه‌بندی گوهرسنگ‌های مورد نیاز صنعت
- درک مشخصات صنعتی گوهرسنگ‌ها در صنعت
- مهارت در کاربرد کانی‌های جواهرات در صنعت

## سرفصل درس:

- کاربردهای صنعتی جواهرات، کانی‌های صنعتی، اهمیت گوهرسنگ‌ها در صنعت، الماس، کاربردهای جواهرات در الکترونیک حالت جامد، فناوری‌های فضایی، ارتباطات، فناوری هسته‌ای، جواهرات و کانی‌های مولد تشعشع، انتقال‌دهنده (مبدل) و جاذب تشعشع، گوهرها و کانی‌های شمارشگر فوتون‌ها، الکترون‌ها و ذرات هسته‌ای، متغیرهای پلاریزاسیون و مغناطیسی، برهمکنشگرهای نیروهای مغناطیسی و الکتریکی.
- استفاده از جواهرات، بلورها و کانی‌های گران‌بها به‌عنوان مواد مورد نیاز تکنولوژی مدرن و high-tech، جواهرات سنتتیک و مشابهات سنتتیک بلورها و کانی‌های گران‌بها
- جواهرات، بلورها و کانی‌های گران‌بهای سنتتیک به‌عنوان سیستم‌های قابل جستجو، جهت مواد جدید مورد نیاز تکنولوژی. گوهرهای دارای کاربردهای اسپکتروسکوپی، کاربردهای صنعتی گوهرهای سنتتیک HPHT، Electroluminescent





## روش یاددهی - یادگیری:

با تأکید بر اهمیت جواهرات صنعتی در توسعه تکنولوژی نوین

## روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: 75٪	-	25٪
	عملکردی:		

## فهرست منابع:

Alison Lewis & Herman Kramer & Gerda van Rosmalen (2015) Industrial Crystallization: Fundamentals and Applications 1st Edition, Cambridge University Press; 1 edition.

Wolfgang Beckmann (2013) Crystallization: Basic Concepts and Industrial Applications 1st Edition, Wiley-VCH; 1 edition.

Louise Joyner & Michael O'Donoghue (2003) Identification of Gemstones, Butterworth-Heinemann.

Paul Grodzinski (2015) Diamond and Gem Stone Industrial Production, Hadamard Press.

John William Mullin (2013) Industrial Crystallization, Springer.

Roussos Dimitrakopoulos (2018) Advances in Applied Strategic Mine Planning, Springer.

## منابع مطالعاتی:

Industrial Minerals and Processing Journal

The Industrial Minerals and Processing

Canadian Mining Journal

Journal of Geochemical Exploration

Industrial Minerals



## مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): شیمی بلور

عنوان درس (انگلیسی): Crystal Chemistry

پیش نیاز: مبانی گوهرشناسی

ندارد

پیش نیاز: دارد

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: 32

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: 2

## هدف درس:

- درک مبانی شیمی بلور
- آشنایی با کاربردهای شیمی در گوهرشناسی
- شناخت عوامل کنترل کننده شیمی کانی های باارزش
- - نمودارهای فازی و شرایط P و T تشکیل کانی های باارزش

## توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

- آشنایی با شیمی بلور جواهرات و کانی های باارزش صنعتی
- مبانی جانشینی یون ها در بلورها
- شرایط ردکس (Redox) و محیط شیمیایی در کیفیت جواهرات

## سرفصل درس:

مبانی شیمی بلور، عوامل کنترل کننده شیمی کانی های باارزش، مبانی جانشینی یون ها در بلورها، ناخالصی های شیمیایی و فیزیکی در کانی های باارزش، ماهیت شیمیایی جواهرات، تغییرات شیمیایی در جواهرات، محلول های جامد، نقایص بلوری (crystal defects)، پلی مرفها، طبقه بندی شیمیایی، پیوندهای شیمیایی، جانشینی یون ها، نقش عناصر فرعی (minor)، کمیاب (trace) و نادر (rare) در تغییرات رنگ و کیفیت جواهرات، نقش عوامل درجه حرارت، شرایط ردکس (Redox) و محیط شیمیایی در کیفیت جواهرات، نقش ساختارهای بلوری و ترکیب گروه های مهم کانی ها (همچون اکسیدها، سولفیدها و سیلیکاتها) در تشکیل جواهرات، ارتباط ساختار با ریخت شناسی (مورفولوژی) و با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کانی های تشکیل دهنده سنگ های قیمتی، محاسبات فرمول ساختاری و ترکیبات سری های انتهایی (محلول های جامد) از آنالیزهای شیمیایی، محلول های جامد در کانی ها، اکسولوشن در کانی ها، شیمی بلور جواهرات و کانی های باارزش صنعتی، نمودارهای فازی و شرایط P و T تشکیل کانی های باارزش، مدل سازی



جایگزینی عناصر کمیاب در کانی‌های باارزش، پایداری در شرایط P و T متفاوت، گذار فازی (Phase transition) و تغییرات ساختاری در شرایط متغیر فشار، حرارت و ترکیب

### روش یاددهی - یادگیری:

- نمایش نمودارهای فازی و کاربرد آنها
- آنالیزهای شیمیایی کیفی و کمی

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	:25	نوشتاری: 50%	-
		عملکردی: 25%	

### فهرست منابع:

Geoffrey and tino (2014) The Handbook of Gemology (2nd edition).  
 Lee Andrew Groat (2014) Geology of Gems Deposits, (2nd edition). Mineralogical Association of Canada. Vol. 44.

Joel Hillarie (2017) Gemstone. Author House  
 Karen Hurrell and Mary L. Johnson (2016) Gemstones: A complete color reference for precious and semiprecious stones of the world. Chartwell Books.

George Frederick Kunz (2018) Semi-precious Stones, Gems, Jewelers' Materials and Ornamental Stones of California: No.37. Sagwan Press.

Patti Polk (2016) Collecting Rocks, Gems and Minerals: Identification, Values and Lapidary Uses Third Edition. Krause Publications.

Cornelis Klein & Anthony Philpotts (2016) Earth Materials 2nd Edition: Introduction to Mineralogy and Petrology 2nd Edition. Cambridge University Press; 2 editions.

James Papike(2018) Planetary Materials (Reviews in Mineralogy & Geochemistry). de Gruyter.

Hans-Rudolf Wenk & Andrey Bulakh (2016) Minerals: Their Constitution and Origin 2nd Edition. Cambridge University Press; 2 editions.

Martin Okrusch & Hartwig Frimmel (2019) Mineralogy: An Introduction to Minerals, Rocks, and Mineral Deposits (Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment). Springer; 1st ed. 2019 edition.

James Mungall (2005) Exploration for Platinum-Group Element Deposits. Volume 35.  
 Melanie Bazer & Jesse Casana (2011) Gems and Gemology.

Campbell Pedersen, Maggie. (2010) Gem and Ornamental Materials of Organic Origin. NAG Press, London.

منابع مطالعاتی:

Journal of Chemical Crystallography

Structural Chemistry & Crystallography Communication

Journal of Solid State Chemistry

American Chemical Society





## فصل چهارم

### ترم بندی دروس



### ترم اول

تعداد واحد			نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری		
2	-	2	مبانی گوهرشناسی	1
3	1	2	یک درس اختیاری	2
3	-	3	یک درس اختیاری	3
3	1	2	یک درس اختیاری	4
11	2	9	جمع	

### ترم دوم

تعداد واحد			نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری		
3	1	2	مبانی رشد بلور	1
3	1	2	سنتز و فرآوری پیشرفته جواهرات و کانی‌های صنعتی	2
3	1	2	یک درس اختیاری	3
2	-	2	روش‌های پراش پیشرفته	4
11	2	9	جمع	

### ترم سوم

تعداد واحد			نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری		
2	-	2	یک درس اختیاری	1
6	-	6	پایان نامه	2
8	-	8	جمع	

