



کانی شناسی و سنگ شناسی

(رشته زمین شناسی)

دکتر محبوبه جمشیدی بدر

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام(ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب کتاب

سیزده

۱

۳

۳

۳

۳

۴

۴

۵

۵

۶

۶

۷

۸

۸

۹

۹

۱۰

۱۶

۲۲

۲۳

۲۴

۲۴

۲۵

پیشگفتار

بخش اول: بلورشناسی

فصل اول: بلورشناسی هندسی

هدف کلی

هدف‌های یادگیری

مفاهیم تازه

۱-۱ مقدمه

۲-۱ تعریف بلور

۳-۱ تعریف علم بلورشناسی

۴-۱ شرایط تشکیل بلورها

۱-۴-۱ همگنی بلورها

۲-۴-۱ متبلوربودن بلورها

۳-۴-۱ اندازه بلورها

۴-۴-۱ شکل بلورها

۵-۴-۱ همسانگردی بلورها

۵-۱ قوانین اصلی بلورشناسی

۱-۵-۱ قانون ثابت‌بودن زوایای دوسطحی بلورها

۲-۵-۱ اصل تقارن

۳-۵-۱ قانون پارامتر

۴-۵-۱ قانون مناطق

۶-۱ سیستم‌های بلورشناسی

۱-۶-۱ سیستم مکعبی

۲-۶-۱ سیستم تتراگونال

۳-۶-۱ سیستم ارتورومبیک

۲۶	۴-۶-۱ سیستم منوکلینیک
۲۶	۵-۶-۱ سیستم تریکلینیک
۲۷	۶-۶-۱ سیستم هگزاگونال
۲۷	۷-۶-۱ سیستم تریگونال
۲۹	* ۷-۱ شبکه‌های براوه
۳۰	* ۸-۱ فرم‌ها و رده‌های بلورشناسی
۳۲	خودآزمایی
۳۵	فصل دوم: بلورشناسی نوری
۳۵	هدف کلی
۳۵	هدف‌های یادگیری
۳۶	۱-۲ مقدمه
۳۶	۲-۲ مفهوم نور
۳۶	۱-۲-۲ نظریه‌های مختلف در مورد نور
۳۸	۲-۲-۲ نور تک‌رنگ و نور سفید
۳۹	۳-۲-۲ تأخیر، امواج هم‌فاز و تداخل امواج
۴۰	۴-۲-۲ انعکاس و شکست نور
۴۳	۵-۲-۲ دیسپرسیون نور
۴۳	۶-۲-۲ زاویه بحرانی و انعکاس کلی
۴۵	۷-۲-۲ نور عادی و نور پلاریزه
۴۵	۳-۲ بلورهای همسانگرد و ناهمسانگرد
۴۵	۱-۳-۲ بلورهای همسانگرد
۴۶	۲-۳-۲ بلورهای ناهمسانگرد
۴۷	۴-۲ بی‌رفرنزانس
۴۹	۵-۲ سری رنگی نیوتن
۵۱	۱-۵-۲ تابلوی رنگی میشل‌لویو لاکروا
۵۲	۶-۲ میکروسکوپ‌های زمین‌شناسی
۵۲	۱-۶-۲ میکروسکوپ پلاریزان انعکاسی
۵۲	۲-۶-۲ میکروسکوپ بیناکولار
۵۳	۳-۶-۲ میکروسکوپ پلاریزان انکساری
۵۳	۷-۲ ساختمان و اجزای میکروسکوپ پلاریزان انکساری
۵۴	۱-۷-۲ پایه یا بدنه میکروسکوپ
۵۴	۲-۷-۲ منبع نور
۵۴	۳-۷-۲ دیافراگم
۵۵	۴-۷-۲ پلاریزور و آنالیزور
۵۷	۵-۷-۲ پیچ‌های تنظیم حرکت سریع و کند
۵۷	۶-۷-۲ کندانسور

۵۸	۷-۷-۲ میز میکروسکوپ (صفحه چرخان)
۵۹	۸-۷-۲ عدسی شیئی
۶۰	۹-۷-۲ عدسی برتراند
۶۱	۱۰-۷-۲ عدسی چشمی
۶۱	۱۱-۷-۲ تیغه‌های کمکی
۶۲	۸-۲ روش آماده‌سازی مقطع نازک
۶۳	۹-۲ مطالعه مقاطع نازک با میکروسکوپ پلاریزان انکساری
۶۳	۱-۹-۲ نور پلاریزه موازی (نور PPL)
۶۴	۲-۹-۲ نور پلاریزه متقاطع (نور XPL)
۶۴	۳-۹-۲ نور پلاریزه متقارب (نور LC)
۶۶	۱۰-۲ مطالعه مقاطع نازک در نور پلاریزه موازی (نور PPL)
۶۶	۱-۱۰-۲ شکل
۶۸	۲-۱۰-۲ رخ یا کلیواژ
۶۸	۳-۱۰-۲ رنگ
۶۹	۴-۱۰-۲ چندرنگی یا پلئوکروئیسم
۷۱	* ۵-۱۰-۲ چندرنگی مستقیم و معکوس
۷۱	۶-۱۰-۲ ضریب شکست نسبی
۷۳	۷-۱۰-۲ برجستگی (رلیف)
۷۳	۱۱-۲ مطالعه مقاطع نازک در نور پلاریزه متقاطع (نور XPL)
۷۴	۱-۱۱-۲ خاموشی
۷۵	۲-۱۱-۲ روش اندازه‌گیری زاویه خاموشی
۷۵	۳-۱۱-۲ انواع خاموشی
۷۶	۴-۱۱-۲ رنگ ایتترفرانس
۷۷	۵-۱۱-۲ بی‌رفرنژانس
۷۸	* ۶-۱۱-۲ طولیل‌شدگی
۸۰	۷-۱۱-۲ ماکل
۸۱	۸-۱۱-۲ منطقه‌بندی (زونینگ)
۸۲	۹-۱۱-۲ بافت اکسلوشن (برون‌رستی)
۸۳	* ۱۲-۲ مطالعه مقاطع نازک در نور متقارب (LC)
۸۳	خودآزمایی
۸۷	بخش دوم: کانی‌شناسی
۸۹	فصل سوم: روش‌های شناسایی و طبقه‌بندی کانی‌ها
۸۹	هدف کلی
۸۹	هدف‌های یادگیری
۸۹	مفاهیم تازه
۹۰	۱-۳ مقدمه

۹۰	۲-۳ تعریف کانی
۹۰	۳-۳ تعریف علم کانی شناسی
۹۰	۴-۳ روش های شناسایی کانی ها
۹۰	۱-۴-۳ شکل بلور
۹۱	۲-۴-۳ رخ یا کلیواژ
۹۴	۳-۴-۳ سطح شکست
۹۵	۴-۴-۳ سختی
۹۸	۵-۴-۳ ضربه پذیری یا تناسبتی
۹۸	۶-۴-۳ چگالی
۹۸	۷-۴-۳ شفافیت
۹۹	۸-۴-۳ جلاء
۱۰۰	۹-۴-۳ رنگ
۱۰۲	۱۰-۴-۳ رنگ خاکه
۱۰۳	۱۱-۴-۳ پدیده نورزایی یا لومینسانس
۱۰۳	۱۲-۴-۳ خواص الکتریکی
۱۰۳	۱۳-۴-۳ خواص مغناطیسی
۱۰۴	۱۴-۴-۳ خاصیت رادیواکتیو
۱۰۴	۱۵-۴-۳ قابلیت ذوب
۱۰۴	۱۶-۴-۳ قابلیت هدایت حرارت
۱۰۴	۱۷-۴-۳ قابلیت انحلال
۱۰۵	۱۸-۴-۳ بو، مزه و لمس
۱۰۵	۱۹-۴-۳ خواص شیمیایی کانی ها
۱۰۵	۵-۳ طبقه بندی کانی ها
۱۰۸	خودآزمایی
۱۱۱	فصل چهارم: کانی شناسی غیر سیلیکات ها
۱۱۱	هدف کلی
۱۱۱	هدف های یادگیری
۱۱۱	مفاهیم تازه
۱۱۲	۱-۴ مقدمه
۱۱۲	۲-۴ انواع کانی های غیر سیلیکاته
۱۱۲	۱-۲-۴ عناصر آزاد یا طبیعی
۱۱۸	۲-۲-۴ سولفیدها
۱۲۲	۳-۲-۴ سولفوسالت ها
۱۲۳	۴-۲-۴ اکسیدها
۱۳۰	۵-۲-۴ هیدروکسیدها
۱۳۱	۶-۲-۴ هالیدها

۱۳۶	۷-۲-۴ کربنات‌ها
۱۴۱	۸-۲-۴ نیترات‌ها
۱۴۱	۹-۲-۴ بُرات‌ها
۱۴۲	۱۰-۲-۴ سولفات‌ها
۱۴۵	۱۱-۲-۴ کُرومات‌ها
۱۴۶	۱۲-۲-۴ فُسفات‌ها
۱۵۰	۱۳-۲-۴ آرسنات‌ها و وانادات‌ها
۱۵۱	۱۴-۲-۴ تنگستات‌ها و مولیبدات‌ها
۱۵۲	خودآزمایی
۱۵۵	فصل پنجم: کانی‌شناسی سیلیکات‌ها
۱۵۵	هدف کلی
۱۵۵	هدف‌های یادگیری
۱۵۵	مفاهیم تازه
۱۵۶	۱-۵ مقدمه
۱۵۶	۲-۵ طبقه‌بندی کانی‌های سیلیکاته
۱۵۷	۱-۲-۵ نروسیلیکات‌ها یا سیلیکات‌های منفرد
۱۶۹	۲-۲-۵ سوروسیلیکات‌ها یا سیلیکات‌های دوتایی
۱۷۱	۳-۲-۵ سیکلوسیلیکات‌ها یا سیلیکات‌های حلقوی
۱۷۵	۴-۲-۵ اینوسیلیکات‌ها یا سیلیکات‌های زنجیری
۱۸۷	۵-۲-۵ فیلوسیلیکات‌ها یا سیلیکات‌های صفحه‌ای
۱۹۱	۶-۲-۵ تکتوسیلیکات‌ها یا سیلیکات‌های داربستی
۲۰۳	خودآزمایی
۲۰۷	بخش سوم: سنگ‌شناسی
۲۷۵	فصل ششم: سنگ‌شناسی آذرین
۲۰۹	هدف کلی
۲۰۹	هدف‌های رفتاری
۲۰۹	مفاهیم تازه
۲۱۰	۱-۶ مقدمه
۲۱۰	۲-۶ فرآیندهای آذرین
۲۱۰	۱-۲-۶ تعریف ماگما و گدازه
۲۱۰	۲-۲-۶ ویژگی‌های فیزیکی مؤثر در ماگما
۲۱۱	۳-۶ انواع جای‌گیری در سنگ‌های آذرین
۲۱۲	۱-۳-۶ انواع جای‌گیری در سنگ‌های آذرین درونی
۲۱۳	۲-۳-۶ انواع جای‌گیری در سنگ‌های آذرین بیرونی
۲۱۶	۴-۶ ساخت و بافت سنگ‌های آذرین

۲۱۶	۱-۴-۶ انواع ساخت سنگ‌های آذرین درونی
۲۱۷	۲-۴-۶ انواع ساخت سنگ‌های آذرین بیرونی
۲۱۹	۳-۴-۶ انواع بافت سنگ‌های آذرین درونی
۲۲۰	۴-۴-۶ انواع بافت سنگ‌های آذرین بیرونی
۲۲۳	۵-۶ روش‌های نام‌گذاری سنگ‌های آذرین
۲۲۳	۱-۵-۶ طبقه‌بندی سنگ‌ها بر مبنای ساخت و بافت سنگ‌های آذرین
۲۲۵	۲-۵-۶ طبقه‌بندی بر مبنای ضریب رنگینی سنگ‌های آذرین
۲۲۶	۳-۵-۶ طبقه‌بندی بر مبنای فراوانی کانی‌های سنگ‌های آذرین
۲۲۷	۴-۵-۶ طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین بر مبنای درصد سیلیس (SiO_2)
۲۲۸	۵-۵-۶ طبقه‌بندی اتحادیه بین‌المللی علوم زمین (IUGS)
۲۳۹	۶-۶ شناسایی سنگ‌های آذرین متداول
۲۳۹	۱-۶-۶ گرانیت‌ها
۲۴۰	۲-۶-۶ گابرو
۲۴۰	۳-۶-۶ پیروکسنیت‌ها
۲۴۲	۴-۶-۶ بازالت‌ها
۲۴۳	۵-۶-۶ ریولیت‌ها
۲۴۳	۶-۶-۶ توف‌ها
۲۴۴	خودآزمایی
۲۴۷	فصل هفتم: سنگ‌شناسی رسوبی
۲۴۷	هدف کلی
۲۴۷	هدف‌های یادگیری
۲۴۷	مفاهیم تازه
۲۴۸	۱-۷ مقدمه
۲۴۸	۲-۷ تعریف سنگ رسوبی
۲۴۸	۳-۷ عوامل مؤثر بر ویژگی‌های رسوبات در تشکیل سنگ‌های رسوبی
۲۴۹	۱-۳-۷ اثر سنگ منشأ
۲۴۹	۲-۳-۷ اثر هوازدگی و فرسایش
۲۵۰	۳-۳-۷ اثر حمل و نقل
۲۵۰	۴-۳-۷ اثر محیط رسوبی
۲۵۰	۵-۳-۷ فرآیندهای پس از رسوب‌گذاری
۲۵۰	۴-۷ ساخت و بافت سنگ‌های رسوبی
۲۵۲	۵-۷ عوامل مؤثر در ساخت و بافت سنگ‌های رسوبی
۲۵۲	۱-۵-۷ اندازه ذرات
۲۵۲	۲-۵-۷ شکل ذرات
۲۵۲	۳-۵-۷ گردش‌دهی ذرات
۲۵۲	۴-۵-۷ کرؤیت ذرات

۲۵۴	۵-۵-۷ جورشدگی ذرات
۲۵۵	۶-۵-۷ سیمانی شدن
۲۵۵	۷-۵-۷ تخلخل
۲۵۵	۸-۵-۷ نفوذپذیری
۲۵۶	۹-۵-۷ درجه بلوغ یا مچوریتی
۲۵۷	۶-۷ انواع ساخت و بافت در سنگ‌های رسوبی
۲۵۷	۱-۶-۷ لایه‌بندی موازی
۲۵۷	۲-۶-۷ لایه‌بندی متقاطع
۲۵۸	۳-۶-۷ لایه‌بندی تدریجی
۲۵۸	۴-۶-۷ ترک‌های گلی
۲۵۹	۵-۶-۷ ریپل مارک‌ها
۲۵۹	۶-۶-۷ آثار جانوران به‌صورت فسیل
۲۶۰	۷-۶-۷ کنکرسین‌ها و نودول
۲۶۰	۸-۶-۷ ژئود
۲۶۱	۹-۶-۷ بافت‌های آلیتی
۲۶۱	۱۰-۶-۷ بافت‌های پیزولیتی
۲۶۱	۷-۷ رده‌بندی سنگ‌های رسوبی
۲۶۲	۱-۷-۷ سنگ‌های رسوبی آواری و آذرآواری
۲۶۵	۲-۷-۷ سنگ‌های رسوبی شیمیایی - بیوشیمیایی
۲۶۸	۳-۷-۷ سنگ‌های رسوبی آلی
۲۶۹	خودآزمایی
۲۷۳	فصل هشتم: سنگ‌شناسی دگرگونی
۲۷۳	هدف کلی
۲۷۳	هدف‌های یادگیری
۲۷۳	مفاهیم تازه
۲۷۴	۱-۸ مقدمه
۲۷۴	۲-۸ دگرگونی
۲۷۵	۳-۸ عوامل مؤثر بر دگرگونی
۲۷۵	۱-۳-۸ فشار
۲۷۶	۲-۳-۸ حرارت
۲۷۶	۳-۳-۸ سیال
۲۷۶	۴-۸ انواع دگرگونی
۲۷۷	۱-۴-۸ دگرگونی ناحیه‌ای
۲۷۷	۲-۴-۸ دگرگونی مجاورتی
۲۷۸	۳-۴-۸ دگرگونی تدفینی
۲۷۸	۴-۴-۸ دگرگونی دینامیکی

۲۷۹	۵-۸ تعریف فابریک (ساخت و بافت) در سنگ‌های دگرگونی
۲۷۹	۶-۸ انواع فابریک در سنگ‌های دگرگونی
۲۷۹	۱-۶-۸ فابریک گرانوبلاست
۲۸۰	۲-۶-۸ فابریک پورفیروبلست
۲۸۱	۳-۶-۷ فابریک برگوارگی (شیستوزیته)
۲۸۱	۴-۶-۷ فابریک خط‌وارگی (لیناسیون)
۲۸۲	۵-۶-۷ فابریک گنیس سان (گنیسوزیته)
۲۸۲	۶-۶-۷ فابریک چشمی
۲۸۳	۷-۸ روش‌های نام‌گذاری و شناسایی سنگ‌های دگرگونی
۲۸۳	۱-۷-۸ نام‌گذاری بر مبنای سنگ اولیه یا پروتولیت
۲۸۴	۲-۷-۸ نام‌گذاری بر مبنای فابریک سنگ دگرگونی
۲۸۴	۳-۷-۸ نام‌گذاری بر مبنای درجه دگرگونی
۲۸۵	۴-۷-۸ نام‌گذاری بر مبنای رخساره دگرگونی
۲۸۶	۵-۷-۸ نام‌گذاری بر مبنای نام کانی‌ها
۲۸۷	۶-۷-۸ نام‌گذاری‌های ویژه
۲۸۸	۸-۸ شناسایی سنگ‌های دگرگونی متداول
۲۸۸	۱-۸-۸ شیست‌ها
۲۸۹	۲-۸-۸ گنیس‌ها
۲۹۱	۳-۸-۸ میگماتیت‌ها
۲۹۱	۴-۸-۸ مرمرها
۲۹۲	۵-۸-۸ هورنفلس‌ها و شیست‌های لکه‌ای
۲۹۳	خودآزمایی
۲۹۷	بخش چهارم: چرخه سنگ
۲۹۹	فصل نهم: ژنز و رابطه بین سنگ‌ها
۲۹۹	هدف کلی
۲۹۹	هدف‌های یادگیری
۲۹۹	مفاهیم تازه
۲۹۹	۱-۹ مقدمه
۳۰۰	۲-۹ ژنز و ارتباط سنگ‌های آذرین با چرخه سنگ
۳۰۱	۳-۹ ژنز و ارتباط سنگ‌های رسوبی با چرخه سنگ
۳۰۲	۴-۹ ژنز و ارتباط سنگ‌های دگرگونی با چرخه سنگ
۳۰۴	۵-۹ ارتباط چرخه سنگ با فرآیندهای درونی و بیرونی زمین
۳۰۴	خودآزمایی
۳۰۷	پاسخ‌نامه
۳۰۹	منابع

پیشگفتار

کتاب «کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی» در ۴ بخش و ۸ فصل تهیه و تنظیم شده‌است. بخش اول در مورد بلورشناسی هندسی و نوری است، که پایه علم کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی می‌باشند.

بخش دوم به توصیف کانی‌شناسی و طبقه‌بندی انواع کانی‌ها می‌پردازد و با توجه به سرفصل مصوب درس «کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی» از هر گروه از کانی‌ها فقط به توصیف کانی‌های متداول بسنده می‌شود و کانی‌هایی که در جداول فصل ۳ و ۴ آورده شده‌است، فقط جهت مطالعه بیشتر دانشجویان محترم بوده و دانشجویان محترم ملزم به یادگیری آن‌ها نیستند.

بخش سوم که شامل ۳ فصل سنگ‌شناسی آذرین، سنگ‌شناسی رسوبی و سنگ‌شناسی دگرگونی می‌باشد به توصیف انواع سنگ‌ها و تشریح ساخت، بافت و طبقه‌بندی آن‌ها می‌پردازد. در این بخش نیز با توجه به سرفصل مصوب درس «کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی» و خودآموز بودن کتاب بعضی از مطالب، تصاویر و مثال‌ها جهت یادگیری بهتر دانشجویان محترم آورده شده‌است و دانشجویان محترم ملزم به یادگیری بخش‌هایی که با علامت (*) مشخص شده‌است، نیستند.

در بخش چهارم این کتاب، چرخه سنگ و ارتباط بین سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

راهنمای مطالعه

کتاب «کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی» برای دانشجویان کارشناسی ارشد رشته ژئوفیزیک تهیه و تدوین شده‌است. با توجه به نظام آموزشی دانشگاه پیام‌نور، سعی شده‌است با کمک تصاویر آموزشی، توضیحات مرتبط و طراحی سؤالات چندگزینه‌ای کتاب حاضر به صورت خودآموز طراحی و تدوین گردد.

در فراگیری این کتاب لازم است دقت شود که با توجه به خودآموز بودن کتاب، بعضی از مطالب، تصاویر و جداول که با علامت ستاره (*) مشخص شده‌اند، جهت مطالعه و راهنمایی بیشتر و تفهیم بهتر مطالب درسی برای دانشجویان محترم آورده شده‌است و یادگیری آن‌ها الزامی نیست.

بخش اول

بلورشناسی

فصل اول

بلورشناسی هندسی

هدف کلی

هدف از مطالعه این فصل شناخت مفهوم متبلوربودن کانی‌ها است که پیش‌نیاز آن یادگیری بلورشناسی هندسی شامل تعاریف، شرایط تشکیل، شکل، اندازه، اصل تقارن و سیستم‌های تبلور می‌باشد.

هدف‌های یادگیری

- انتظار می‌رود با مطالعه دقیق این بخش بتوانید:
۱. تعریف بلور و علم بلورشناسی را شرح دهید.
 ۲. شرایط تشکیل بلور و مفاهیم همگنی، متبلوربودن، همسانگرد و ناهمسانگردبودن بلورها را توضیح دهید.
 ۳. قوانین اصلی بلورشناسی را تشریح کنید.
 ۴. انواع سیستم‌های بلورشناسی را بیان نمایید.

مفاهیم تازه

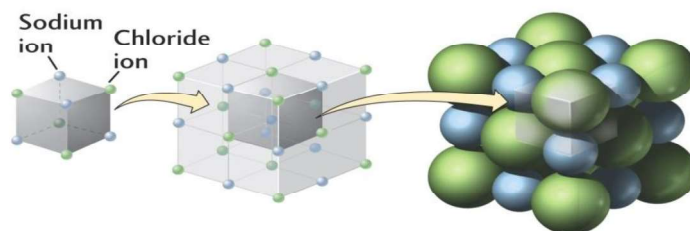
- | | | |
|---------------------|-------------------|-------------------|
| • بلور | • همگنی | • همسانگرد |
| • ناهمسانگرد | • مرکز تقارن | • سطح تقارن |
| • محور تقارن | • قانون پارامتر | • اندیس میلر |
| • قانون مناطق | • سیستم مکعبی | • سیستم تراگونال |
| • سیستم اورتورومبیک | • سیستم تریگونال | • سیستم هگزاگونال |
| • سیستم مونوکلینیک | • سیستم تریکلینیک | • شبکه‌های براوه |

۱-۱ مقدمه

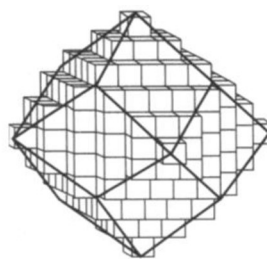
با توجه به اینکه کانی‌ها اجسام متبلور می‌باشند لذا در این بخش در مورد شرایط تشکیل بلورها، قوانین علم بلورشناسی و انواع سیستم‌های بلورشناسی بحث و بررسی خواهد شد.

۲-۱ تعریف بلور^۱

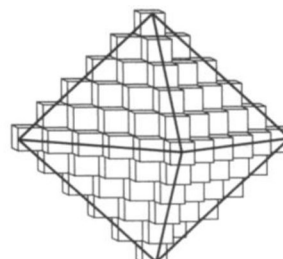
اصطلاح بلور یا کریستال در مورد اجسام جامد همگنی که دارای نظم درونی سه‌بعدی هستند و به سطوح خارجی صاف و منظم محدود می‌شوند، گفته می‌شود. به‌عنوان مثال بلورهای نمک طعام دارای شکل هندسی منظم و سطوح صاف می‌باشند. به کوچک‌ترین جزء هر بلور موتیف^۲ یا الگوی اولیه بلور گفته می‌شود (شکل ۱-۱) (کلاین و هارلبوت، ۲۰۰۱).



(الف)



(ج)



(ب)

شکل ۱-۱. الف) تصویر بلور نمک (هالیت) با نمایش یون‌های سدیم و کلر آن،
ب) تصویر فرم هشت‌وجهی بلور هالیت، **ج)** تصویر فرم دوازده‌وجهی بلور هالیت
 (کلاین و هارلبوت، ۲۰۰۱).

۳-۱ تعریف علم بلورشناسی^۱

علم بلورشناسی یا گریستالوگرافی علمی است که نحوه تشکیل، شکل ظاهری، ساختمان داخلی، خصوصیات فیزیکی و رشد بلورها را مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد (عرفانی، ۱۳۸۶).

۴-۱ شرایط تشکیل بلورها

بلورها معمولاً از حالت‌های مذاب، بخار و مواد محلول شکل می‌گیرند. در این حالت‌ها اتم‌ها نامنظم می‌باشند و با تغییر عوامل فیزیکی (حرارت و فشار) و یا شیمیایی (غلظت) اتم‌ها در آرایشی منظم قرار گرفته و بلور را تشکیل می‌دهند (عرفانی، ۱۳۸۶).

با کاهش درجه حرارت در مواد مذاب، اتم‌ها در فاصله مشخص به‌طور منظم کنار هم قرار می‌گیرند که دمای مربوط به نقطه انجماد مواد است و بلور را تشکیل می‌دهند. انواع بلورهای مختلف از مواد مذاب آذرین در سنگ‌های طبیعی با کاهش درجه حرارت تشکیل می‌شوند.

تشکیل بلور از فاز بخار نیز ممکن است، به‌طوری که ذرات با سرد شدن بخار به هم نزدیک می‌شوند و در درجه حرارت مشخص ذرات بخار، بلورهای جامد را می‌سازند. تشکیل بلورهای گوگرد حاصل از فازهای بخار آتشفشان که در دهانه‌های آتشفشان‌ها تشکیل می‌شوند محصول فرآیند تبدیل فاز بخار به بلور می‌باشد. همچنین تشکیل بلورهای برف که از سرد شدن بخارات آب موجود در هوا نیز نمونه‌ای از این دست است (عرفانی، ۱۳۸۶).

افزایش غلظت مواد در یک محلول که به حالت فوق اشباع می‌رسد، می‌تواند باعث تشکیل بلور شود. افزایش فشار و کاهش درجه حرارت در افزایش غلظت مواد و به حالت فوق اشباع رسیدن محلول و رسوب‌گذاری بلورها تأثیر مثبت دارد. بلورهای نمک طعام در طی این فرآیند تشکیل می‌شوند.

بلورهای تشکیل‌شده حتماً باید همگن و متبلور باشند ولی از لحاظ همگنی، اندازه، شکل و همسانگرد بودن می‌توانند به حالت‌های مختلف دیده شوند که حالت‌های مختلف آن‌ها در زیر توضیح داده می‌شوند (عرفانی، ۱۳۸۶).

۱-۴-۱ همگنی بلورها

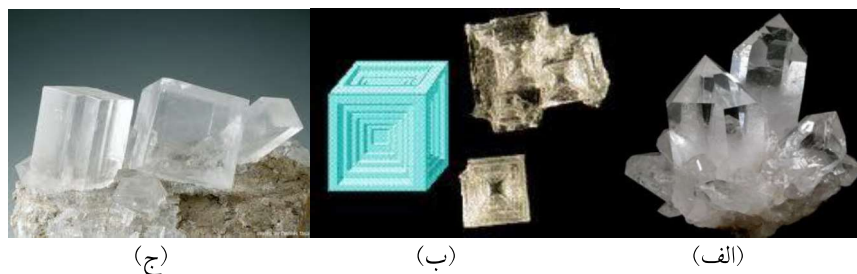
اصطلاح همگنی به معنی یکنواخت بودن ترکیب مواد در تمام قسمت‌های آن است. به عنوان مثال بلور کوارتز دارای ترکیب یکنواختی از SiO_2 است ولی سنگ گرانیت از ترکیبات مختلف یعنی کانی‌های کوارتز، پلاژیوکلاز، آکالی فلدسپار، بیوتیت و موسکویت تشکیل شده است و در نتیجه ناهمگن می‌باشد بنابراین سنگ گرانیت را نمی‌توان به عنوان یک بلور در نظر گرفت (شکل ۲-۱).



شکل ۲-۱. الف) تصویر شماتیک از سنگ گرانیت که از اجزای ناهمگن تشکیل شده است و شامل فلدسپار، کوارتز، میکای سفید (موسکویت) و میکای سیاه (بیوتیت) می‌باشد، ب) تصویر همگن از بلور کوارتز که از اجزای همگن فقط بلورهای کوارتز تشکیل شده است.

۲-۴-۱ متبلور بودن بلورها

منظور از متبلور بودن، داشتن نظم سه‌بعدی داخلی است (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱. الف) و ب) بلورهای متبلور هالیت، ج) بلورهای متبلور کوارتز

۳-۴-۱ اندازه بلورها

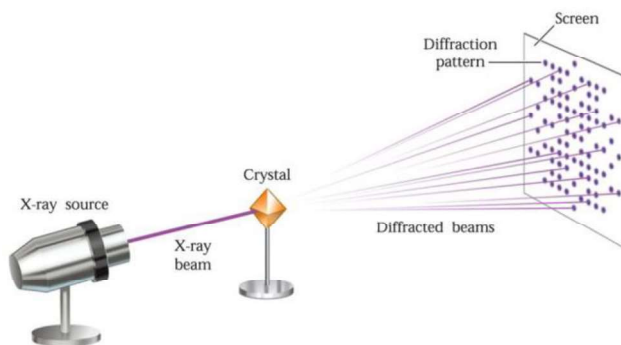
بر اساس شرایط و زمان تشکیل بلورها اندازه آن‌ها می‌تواند متغیر باشد که شامل درشت‌بلور، ریزبلور و مخفی‌بلور هستند. درشت‌بلورها با چشم، ریزبلورها با میکروسکوپ و مخفی‌بلورها با استفاده از پرتو X قابل مشاهده می‌باشند (شکل ۴-۱).



(ب)



(الف)



(ج)



(د)

شکل ۴-۱. الف) بلورهای درشت کانی کوارتز، ب) بلورهای متوسط کانی‌های اپیدوت و کوارتز، ج) و د) تصویر شماتیک از نمایش بلورهای ریزدانه توسط پرتو X.