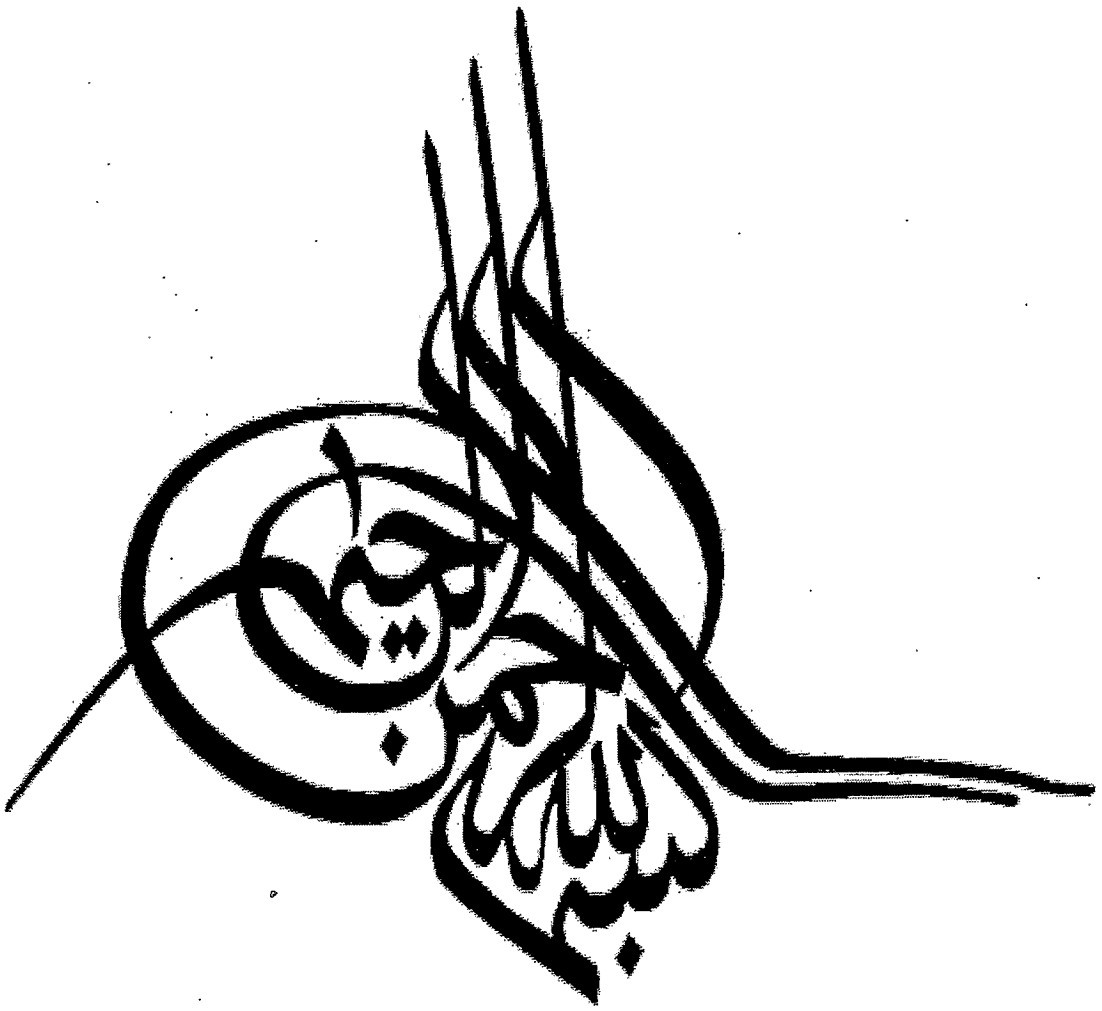

١١٠٨١٣

۸۷/۱۱۰۴۹۸۶
۸۷/۱۲/۲۴

دانشگاه ارومیه

مقایسهٔ ساختار بلور شناسی کلسیت های رسوبی وهیدروترمال در معادن میکای استان آذربایجان غربی

۱۳۸۷/۱۲/۲۱

علی عبدی

دانشکدهٔ علوم

گروه فیزیک

۱۳۸۶

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

۱۳۸۷/۱۲/۲۱

اساتید راهنما:

دکترمحمد طالبیان

دکتر صمدعلیپور

۱۱۰۸۱۳

پایان نامه : [illegible] علی حیدری به تاریخ : ۸۶/۱/۲۸ شماره : ۲-۷۹۰ مورد پذیرش هیات محترم

داوران با رتبه : بسیار خوب و نمره: ۱۸/۱۰ هجده و یک قرار گرفت .

۱- استاد راهنما و رئیس هیئت داوران : دکتر محمد طالبیان

۲- استاد مشاور : —

۳- داور خارجی : دکتر مهدی امنیت طلب

۴- داور داخلی : دکتر هادی گودرزی

۵ - نمایندهٔ تحصیلات تکمیلی : دکتر جبار خلفی

حق چاپ برای دانشگاه ارومیه محفوظ می باشد.

فهرست مطالب

چکیده ۶

فصل۱ :مقدمه ۷

فصل۲:کانی، سنگ و بلور ۱۲

مقدمه ۱۲

۲-۱کانی چیست؟ ۱۳

۲-۲تاریخ کانی شناسی ۱۶

۲-۳بلورشناسی ۱۹

۲-۴اختصاصات مواد متبلور ۲۰

۲-۵ تعریف بلور ایده آل ۲۱

۲-۶ بردار های انتقال و شبکه ها ۲۲

۲-۷ پایه وساختمان بلوری ۲۴

۲-۸ یاختهٔ بنیادی شبکه ۲۵

۲-۹ محورهای بلورشناسی ۲۶

۲-۱۰ انواع شبکه های سه بعدی ۲۷

۲-۱۱ اندیسهای میلر ۳۳

۲-۱۲ اندیس براوه ۳۴

۲-۱۳ تقارن در بلورها ۳۴

۲-۱۴ رده های تقارن در گروههای نقطه ای ۳۹

۲-۱۵ گروههای فضائی ۴۹

فصل۳:روشهای بلور شناسی ۵۱

مقدمه ۵۱

۳-۱ تعریف شبکهٔ وارون ۵۳

۳-۲ فرمول لائوه برای پیدا کردن پیکهای براگ ۵۴

۳-۳ مناطق بریلوئن ۵۴

۳-۴ انتخاب روش پراش ۵۶

۳-۵ بلورشناسی پرتوx ۵۸

۳-۶ تولید پرتوx ۶۰

۳-۷ اساس ساختمان مولد پرتوx ۶۱

۳-۸ طیف پرتوx ۶۱

۳-۹ تکفام سازی پرتوx ۶۴

۳-۱۰ تکفام سازی بوسیلهٔ بلور..... ۶۶
۳-۱۱ اثرهای پراش..... ۶۸
۳-۱۲ قانون براگ..... ۷۰
۳-۱۳ روشهای پرتونگاری..... ۷۲
۳-۱۴ روش لائوه..... ۷۲
۳-۱۵ روشهای دیگر تک بلور..... ۷۴
۳-۱۶ روش پودر..... ۷۷
۳-۱۷ پراش سنج پودری پرتو x ۸۰
۳-۱۸ محاسبهٔ پارامتر های بلوری..... ۸۲
فصل۴:ابزار ها و روشهای مورد استفاده..... ۸۶
۴-۱ سنگهای معدنی کلسیت..... ۸۶
۴-۱-۱ سنگ کلسیت هیدروترمال معدن تراورتن لیموئی قره قیه..... ۸۷
۴-۱-۲ سنگ کلسیت دریائی(سنگ آهک اقیانوسی)..... ۸۷
۴-۱-۳ کلسیت دریائی معدن سیه باز خوی..... ۸۸
۴-۱-۴ کلسیت هیدروترمال معدن میکای قره باغ..... ۸۸
۴-۱-۵ کلسیت هیدروترمال متعلق به معدن قره قشلاق نقده..... ۸۹
۴-۱-۶ کلسیت آب شیرین متعلق به معدن قره قشلاق نقده..... ۹۰
۴-۱-۷ کلسیت هیدروترمال متعلق به معدن خانم منیژه ابن عباسی(کوسه کهریز)..... ۹۰
۴-۲ سنگهای معدنی کوارتز..... ۹۰
۴-۲-۱ کوارتز هیدروترمال متعلق به معدن گؤزل بولاغ شاهین دژ..... ۹۰
۴-۲-۲ کوارتز دگرگونی متعلق به معدن روستای سنته و قهرآباد..... ۹۱
۴-۳ سنگهای معدنی آپاتیت..... ۹۱
۴-۳-۱ آپاتیت هیدروترمال معدن میکای قره باغ..... ۹۱
۴-۳-۲ آپاتیت آذرین معدن سنگ آهن بافق..... ۹۲
۴-۴ دستگاه XRD واقع در گروه فیزیک..... ۹۲
۴-۵ نحوهٔ انجام آزمایشات..... ۹۳
۴-۶ نتیجه گیری و بحث..... ۱۰۸
مراجع..... ۱۰۹

فهرست شکلها

فصل۲:

شکل۱: قسمتی از یک بلور خیالی پروتئین..... ۲۳
شکل۲: ساختمان بلورین..... ۲۴
شکل۳: سلول ویگنر–سایتز..... ۲۶
شکل۴: منشور تری کلینیک..... ۲۷
شکل۵: منشور مونو کلینیک..... ۲۸
شکل۶: مکعب مستطیل اورتورومبیک..... ۲۸
شکل۷: منشور چهار گوش تتراگونال..... ۲۸
شکل۸: مکعب و محورهای بلوری سیستم مکعبی..... ۲۹
شکل۹: منشور شش گوش هگزاگونال..... ۲۹
شکل۱۰: لوزوجهی یا رومبوئدر تری گونال..... ۳۰
شکل۱۱–الف: سلول اولیه با قاعدهٔ مرکزدار که مشابه سلول اولیهٔ ساده می باشد..... ۳۲
شکل۱۱–ب: سلول اولیه با سطوح مرکزدار که مشابه سلول اولیه با فضای مرکزدار می باشد..... ۳۲
شکل۱۲: فرمهای عادی رده های تقارنی..... ۴۰
شکل۱۳: ۴۸دیسهٔ بلوری مختلف و برخی عناصر تقارنی آنها..... ۴۶

فصل۳:

شکل۱: یاختهٔ ویگنر–سایتز در شبکهٔ وارون..... ۵۵
شکل۲: تصویری از یک لامپ اشعهٔ X..... ۶۱
شکل۳: منحنی طیف پیوستهٔ پرتو X..... ۶۲
شکل۴: منحنی پیدایش طیف خطی از آندهای Mo,Cu..... ۶۴
شکل۵: طیف پرتو ایکسMoکه بوسیلهٔ فیلتر Zrتکفام شده است..... ۶۶
شکل۶: بلور میکای خمیدهٔ یوهان..... ۶۷
شکل۷: بلور کوارتز خمیدهٔ یوهانسون..... ۶۷
شکل۸: پراکنش پرتوهای Xتوسط ردیفی از اتمهای یکسان وبا فاصلهٔ مشابه..... ۶۸
شکل۹: مخروطهای پراش ردیفی از اتمها..... ۶۹
شکل۱۰: مخروطهای پراش سه ردیف اتم ناهمصفحهٔ پراکن..... ۷۰
شکل۱۱: هندسهٔ بازتابش پرتوX..... ۷۰
شکل۱۲: طرح لائوه به کمک بیناب پیوستهٔX..... ۷۲
شکل۱۳عکس لائوهٔ وزویانیت..... ۷۳

شکل۱۴: تصویری از روش بلور چرخان..... ۷۴
شکل۱۵: بازتابهای براگ بر روی فیلم استوانه ای ۷۶
شکل۱۶: نمونهٔ فیلم داخل دوربین پراش اشعهٔX..... ۷۸
شکل۱۷: پراش پرتوXاز نمونل پودری وثبت آن بر روی فیلم استوانه ای..... ۷۸

فصل۴:

شکل۱: نمونهٔ کلسیت لیموئی معدن قره قیه شاهین دژ..... ۸۷
شکل۲: نمونهٔ کلسیت دریائی(سنگ آهک اقیانوسی) ۸۸
شکل۳: نمونه ای از کلست معدن سیه باز خوی..... ۸۸
شکل۴: نمونه ای از کلسیت معدن میکای قره باغ..... ۸۹
شکل۵: نمونهٔ کلسیت هیدروترمال معدن قره قشلاق..... ۸۹
شکل۶: نمونهٔ کلسیت آب شیرین قره قشلاق..... ۹۰
شکل۷: نمونهٔ کلسیت متعلق به معدن کوسه کهریز..... ۹۰
شکل۸: نمونهٔ کوارتز معدن گؤزل بولاغ شاهین دژ..... ۹۱
شکل۹:نمونهٔ کوارتز دگرگونی متعلق به معدن روستای سنته و قهرآباد..... ۹۱
شکل۱۰: نمونهٔ آپاتیت معدن میکای قره باغ..... ۹۲
شکل۱۱:نمونهٔ آپاتیت معدن سنگ آهن بافق..... ۹۲
شکل۱۲: دستگاه پراش اشعهٔXمدلPhilips X'pert pro..... ۹۳
شکل۱۳: تصویر میکروسکوپی از یک نمونهٔ پودری..... ۹۳
شکل۱۴:نمودار پراش اشعهٔ Xکلسیت لیموئی قره قیه..... ۹۴
شکل۱۵: نمودار پراش اشعهٔ Xکلسیت دریائی(سنگ آهک اقیانوسی)..... ۹۵
شکل۱۶: نمودار پراش اشعهٔ Xکلسیت معدن سیه باز خوی..... ۹۶
شکل۱۷: نمودار پراش اشعهٔ X کلسیت معدن میکای قره باغ..... ۹۷
شکل۱۸: نمودار پراش اشعهٔ Xکلسیت هیدروترمال قره قشلاق..... ۹۸
شکل۱۹:نمودار پراش اشعهٔ Xکلسیت آب شیرین قره قشلاق ۹۹
شکل۲۰نمودار پراش اشعهٔ Xکلسیت معدن کوسه کهریز..... ۱۰۰
شکل۲۱:نمودار پراش اشعهٔ Xکوارتز هیدروترمال پیرانشهر..... ۱۰۱
شکل۲۲: نمودار پراش اشعهٔ Xکوارتز معدن گؤزل بولاغ شاهین دژ..... ۱۰۲
شکل۲۳:نمودار پراش اشعهٔXآپاتیت معدن میکای قره باغ..... ۱۰۳
شکل۲۴:نمودار پراش اشعهٔ X آپاتیت آذرین معدن سنگ آهن بافق..... ۱۰۴

فهرست جداول مهم

فصل۲:

جدول۱: چهارده نوع شبکهٔ سه بعدی..... ۳۱

فصل۳:

جدول۱: صافیهای مناسب برای آنتی کاتد های مختلف..... ۶۵

فصل۴:

جدول۱: مشخصات بلوری کلسیت لیموئی قره قیه..... ۹۴
جدول۲: مشخصات بلوری کلسیت دریائی(سنگ آهک اقیانوسی)..... ۹۵
جدول۳:مشخصات بلوری کلسیت معدن سیه باز خوی..... ۹۶
جدول۴ : مشخصات بلوری کلسیت معدن میکای قره باغ ۹۷
جدول۵: مشخصات بلوری کلسیت هیدروترمال قره قشلاق..... ۹۸
جدول۶: مشخصات بلوری کلسیت آب شیرین قره قشلاق..... ۹۹
جدول۷: مشخصات بلوری کلسیت هیدروترمال کوسه کهریز..... ۱۰۰
جدول۸: مشخصات بلوری کوارتز هیدروترمال پیرانشهر ۱۰۱
جدول۹: مشخصات بلوری کوارتز معدن گؤزل بولاغ شاهین دژ ۱۰۲
جدول۱۰: مشخصات بلوری آپاتیت معدن میکای قره باغ..... ۱۰۳
جدول۱۱: مشخصات بلوری آپاتیت آذرین معدن سنگ آهن بافق..... ۱۰۴
جدول۱۲: مشخصات بلوری سنگ کلسیت استاندارد خالص..... ۱۰۵
جدول ۱۳: مشخصات بلوری سنگ کوارتز استاندارد خالص ۱۰۶
جدول۱۴: مشخصات بلوری آپاتیت استاندارد خالص..... ۱۰۷

چکیده:

در این پایان نامه، ضمن بررسی و تجزیه و تحلیل ساختار بلوری چند نوع کانی مهم که کاربرد زیادی را دارا می باشند، سعی شده است که تفاوت ساختاربلوری سنگها و کانیهائی که از یک نوع بوده، ولی منشاء تشکیل متفاوتی داشته و تحت تاثیر شرائط محیطی متفاوتی قرار گرفته اند،برای تشخیص نحوهٔ تشکیل و ترکیب وویژگیهای انحصاری هر کدام، مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد. بدین منظور، سنگهای کلسیت، کوارتز و آپاتیت که منشاء رسوبی و هیدروترمال دارند، پس از جمع آوری از معادن مختلف آذربایجان غربی در آزمایشگاه XRD مورد آزمایش بلورشناسی قرار گرفتند. نمونه های جمع آوری شده ابتدا به صورت پودر در آورده شدند و سپس نمونه های پودری بوسیلهٔ دستگاهXRDمدلPhilips x'pert proمورد آزمایش قرار گرفتند.اندازهٔ ذرات پودرشده،۲الی۸ میکرون بود که بوسیلهٔ میکروسکوپ اندازه گیری شد.نتایج این آزمایشات نشان می دهد که ساختاربلوری کانیهائی که از یک نوع بوده ،اما منشاء تشکیل متفاوتی دارند (رسوبی و هیدروترمال)، هیچ گونه تفاوتی با یکدیگر نداشته و گرما و فشار بر روی ساختار بلوری سنگهای هیدروترمال تأثیری ندارد.

فصل اول

مقدمه

علم بلور شناسی یا کریستالوگرافی دربارهٔ نحوهٔ تشکیل و رشد بلورها و شکل ظاهری و ساختمان داخلی آنها و نیز خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد متبلور گفتگو می نماید. کلمه کریستال[۱] اصل یونانی دارد این کلمه، از دو قسمت (سرد[۲])و (سخت شدن[۳]) تشکیل شده، که مجموعاً معنی سخت شدن در اثر سرما را می دهد. نیکولاس استنو[۴] (۱۶۸۶ ـ ۱۶۳۸) دانشمند دانمارکی ، ازاین دو کلمه لغت کروستالوس[۵] را ساخت که به کوارتز اطلاق می شد. او فکر می کرد که منشاء تمام بلورهای تشکیل دهندهٔ سنگها، بلورهای یخ می باشد. فلاسفهٔ قدیم یونان نیزمنشاء بلورهای یک سنگ را بلورهای یخ می دانسته اند که بر اثر تحمل سرمای بسیار شدید در طول مدت مدید، طوری مقاوم و سخت شده است که می تواند حرارتهای بالاتر از صفر را هم تحمل کند.[۵۱]

---

۱ crystal
۲ kryas
۳ Stelle sual
۴ N.steno
۵ krustallos

در سال ۱۶۶۹ استنو ثابت کرد که زوایای بین سطوح مشابه در بلورهای مختلف یک مادهٔ شیمیائی مقداری ثابت می باشد. در همین ایام بود که بارتولن[۱] خصوصیات ایزوتروپی[۲] و ان ایزوتروپی[۳] را در بلورهای اسپات دسیلند مطالعه نمود و علم شناختن کانیها را از طریق مطالعهٔ خواص نوری‌آنها پایه گذاری کرد.

از زمانهای خیلی قدیم وجود رخ در بلورها این عقیده را بوجود آورد که بلورها از اجتماع ذرات کوچک بوجود آمده اند (۱۹۶۰ هایگنز)[۴].[۵۱]

تئوی هایگنز در مورد تشکیل بلورها از ذرات کوچکتر در سالهای ۱۷۶۵ ـ ۱۷۱۰ توسط لومونوسوف[۵] دانشمند روسی تائید شده است. این دانشمند معتقد بوده است که ذرات سازندهٔ بلورها کروی شکل‌اند و این ذرات کروی واحدهایی به اشکال مختلف می سازند. اجتماع این واحدها است که به بلور کامل هر ماده شکل مخصوص می دهد. لومونوسوف زاویهٔ دو سطحی، شکست نور، وزن مخصوص،نیروی چسبندگی و خصوصیات الکتریکی بسیاری از بلورها را اندازه گیری نموده است .[۵۱]

در سال ۱۷۷۴ هائوی[۶] با توجه به شکستگی بلور کلسیت در امتداد خمهایش چنین اظهار داشت که واحدهای یک بلور به شکل متوازی السطوح هایی هستند که با روی هم چیده شدن آنها فرم بلور مشخص می شود. به عنوان مثال بلور نمک طعام بصورت مکعب متبلور می شودواین بلور از یک مجموعه بلورهای کوچک مکعبی ساخته شده است. زمانی اتفاق می افتد که در گوشه ها و یا در محل یالهای بلور، سطوحی ایجاد می شود. علت این امر آن است که در این نقاط تعدادی از مکعبهای کوچک تشکیل نمی شوند و جای خالی آنها بصورت یک سطح باقی می ماند. از آغاز قرن نوزدهم، میلر[۷] با استفاده از هندسهٔ تحلیلی یک سیستم نامگذاری قابل قبولی برای معرفی سطوح بلورها ابداع نمود. طبق این روش،هر سطح از بلور با ۳ عدد مشخص می شود. این اعداد در

---

[۱] E.Bartholin
[۲] Isotropy
[۳] Anisotropy
[۴] C.Huyghens
[۵] M.Lomonossov
[۶] R.J.Hauy
[۷] W.H. Miller

حکم مختصات سطوح بلور نسبت به ۳ محور بلورشناسی می باشد. در سال ۱۸۳۰ هسل[۱] تمام عناصر تقارن موجود در بلورها را مطالعه کرد این مطالعات کمک بزرگی به کشف سطوح شبکه ای بلورها نموده است.[۵۱]

در سال ۱۸۶۷ دانشمند روسی گادولین[۲]، ۳۲ ردهٔ تقارن را در بلورها تشخیص داده است.دومین فصل از تاریخ بلورشناسی از سال ۱۹۱۲ شروع می شود.دراین تاریخ لائوه[۳] توانست تئوری ساختمان شبکه ای را در بلورها به ثبوت برساند.[۵۱]

در سال ۱۹۸۵ رونتگتن[۴] موفق به کشف اشعهٔ ایکس گردید. در آن زمان بعضی از دانشمندان آنرا یک نوع موج الکترومغناطیسی دارای طول موج کوتاه می‌دانسته اند، در حالیکه دیگر دانشمندان آن را تشعشع ذره‌ای قلمدادکرده بودند. لائوه در نتیجهٔ تحقیقات خود هم اشعهٔ x را شناخت و هم به وجود سطوح شبکه ای بلورها پی برد. این کشف موجب شد که علمای فیزیک و شیمی از اشعهٔ ایکس برای مطالعهٔ بلورها استفاده نموده و روش نوینی درتاریخ بلورشناسی ابداع گردید.[۵۱]

در نیمهٔ دوم قرن نوزدهم دو بلور شناس مشهور روسی، به نامهای فدروف[۵] و ولف[۶] قدم به میدان نهادند. ولف (۱۹۲۵ ـ ۱۸۶۳)، یک فیزیکدان بلور شناس بوده است . این دانشمند برای تجسم و بیان خصوصیات بلورها و عناصر تقارن آنها وسیله‌ای اختراع نمودکه شبکهٔ ولف نامیده می شود و این شبکهٔ فضایی، مدارات ونصف النهارات یک نیمکره بر روی سطحی است که از قطبین آن می گذرد. این دانشمند تحقیقات بسیار مهمی روی نظریهٔ رشدبلورها انجام داده است. ولف روشهای ساده ای برای محاسبهٔ اندیس سطوح بلورها پیشنهاد کرده است که دراین محاسبات از شبکهٔ ولف استفاده می شود. بایستی متذکر شد که این شبکه نه تنها درکارهای بلور شناسی ،در نجوم و کشتیرانی و نیز در استخراج معادن بکار برده می شود.[۵۱]

---

[۱] J.F.G. Hessel
[۲] A.Gadoine
[۳] M.V. Lave
[۴] W. Roengen
[۵] E. Fedorow
[۶] G.wulff

در سال ۱۸۸۹ فدروف برای مطالعهٔ خصوصیات نوری کانیها ،دستگاهی به نام زاویه سنج یا پلاتین های متحرک اختراع نمود که امروزه به نام پلاتین تئودولیت (یا نیزمرون) خوانده می شود. اندک مدتی بعد از کشف مهم لائوه، یعنی استفاده از اشعه X برای شناختن ساختمان شبکهٔ بلورها، ولف در روسیه وبرادران براگ[۱] در انگلستان، مستقل از یکدیگر فرمولهای بلورشناسی پرتوی (رادیوکریستالوگرافی) را کشف کردند که اکنون به اسم فرمولهای (براگ ـ ولف) نامیده می شود. بعدها شاگردان ولف یعنی فیلنت[۲]، لامینا[۳] و واسیلیوف[۴] هر یک مطالعات مهمی بر روی بلورها انجام دادند. دو نفر اخیر بیشتر روی بلورشناسی پرتوی کار کرده اند. بدین ترتیب در نیمهٔ دوم قرن نوزدهم بلور شناسی کم کم از علم کانی شناسی جدا و به علوم فیزیک و شیمی نزدیک گردید تااینکه بعداً بصورت علمی جداگانه و مستقل در آمد.[۵۱]

اکنون حوزهٔ کانی شناسی محدودهٔ بسیار وسیعی از مطالعات را دربرمی گیرد که شامل پراش پرتو X، الکترون و نوترون توسط کانیها،سنتز کانیها، فیزیک بلور، برآورد پایداری ترمودینامیکی کانیها،سنگ نگاری (مطالعه سنگها و کانیها در مقاطع نازک) سنگ شناسی، سنگ شناسی تجربی و برخی جنبه های فلزگری و سرامیک می باشد.[۵۲] کانیها از دوران پیش از تاریخ، نقشی اصلی در نحوهٔ زندگی بشر و استاندارد زندگی وی داشته اند. باگذشت هر قرن اهمیت اقتصادی کانیها به گونه ای فزاینده بیشتر شده و امروزه به اشکال پیشنهادی ـ از احداث آسمان خراشها گرفته تا ساخت رایانه ـ به آنها وابسته ایم. تمدن جدید ما به طور شگفت آوری به کانیها وابسته است و کاربرد وسیع آنها را الزامی کرده است . تعداد کمی از کانیها مانند تالک ـ آزبست و گوگرد، اساساً به همان شکل استخراج شده مصرف می شوند. اما بسیاری از آنها را برای بدست آوردن یک مادهٔ مفید باید در آغاز فرآوری کرد. برخی محصولات آشناتر عبارتند از: آجر، شیشه، سیمان، گچ ، چیزی در حدود بیست فلز، از آهن گرفته تا طلا کانسنگهای فلزی و کانیهای صنعتی در همهٔ قاره ها و در هرجا که کانیهای خاص به اندازهٔ کافی تمرکز یافته و استخراج آنها اقتصادی باشد، استخراج می شوند.[۵۳]

---

[۱] Bragg
[۲] E. Flint
[۳] A. Liamina
[۴] K.Vassiliev

با توجه به اینکه تشکیل هر کانی تحت شرائط متغیری از فشار ودرجه حرارت و یا محیط های مختلف ، از نظر شیمیائی دارای ویژگیهای انحصاری می باشد، ،لذا شناخت منشاء کانی می تواند شرائط تشکیل این کانی و دیگر کانیهای همراه را در مناطقی که پوشیده بوده و یا رخنمون ضعیفی دارند، روشن و مشخص سازد و لذا از منشاء کانیها می توان به عنوان یک پایهٔ اکتشاف استفاده نمود.[۵۳]

در این پایان نامه،با توجه به اهمیت این مسئله، ضمن بررسی و شناخت ساختار بلور شناسی چندین نمونهٔ معدنی ، ساختار بلوری این نمونه ها با نمونه های استاندارد و همچنین با یکدیگر مقایسه شده است.

در بخش اول این پایان نامه در مورد کانی شناسی ،انواع مختلف کانیها و همچنین بلورشناسی و شبکه های بلوری مطالبی ذکر گردیده است.

در بخش دوم به بحث در مورد روشهای مختلف بلورشناسی و پراش اشعهٔ X، الکترون و نوترون پرداخته ایم ونهایتاً در بخش آخر آزمایشات انجام گرفته و نتایج حاصل از آنها توضیح داده شده است.

فصل دوم

کانی، سنگ و بلور

مقدمه

کانی شناسی مطالعهٔ مواد طبیعی بلورین یعنی کانیهاست. هرکس تا حدودی با کانیها آشنایی دارد چرا که کانیها در سنگ کوهها، در ماسهٔ ساحل دریا و در خاک باغچه وجود دارند. جواهرات با زیبایی خارق العاده خود معمولاً نمایندگان پر دوامی از دنیای کانیها هستند. آگاهی از اینکه کانی چیست، چگونه تشکیل شده و در کجا یافت می شود در شناخت موادی که فرهنگ فن آورامروزی ما به آنها وابسته است جنبهٔ اساسی دارد. تمام اقلام معدنی تجاری: اگر خودکانی نباشند، در نهایت منشاء کانیایی دارند.

کانی شناسی علمی است که درمورد ساختمان کانی، ترکیب شیمیایی و ساختمان شیمیایی و نحوهٔ پیدایش و کاربرد آنها وموارد دیگر مانند خواص شیمیایی صحبت می کند. شناسایی کانیها در نهایت به کاربرد و خواص آنها ختم می گردد.[۵۳]

هر چند ویژگیهای فوق الذکر در کانیها نسبتاً ثابت است،اما با توجه به امکان و توان جایگزینی عناصر به جای هم در کانیها،خواص یک نوع کانی از نقاط مختلف تغییرات مهمی داشته وهمین تغییرات سبب تولید

خواصی می گردد که کاربرد های جدیدی را با توجه به نوع تغییر حاصل می کند.مثلاً جایگزینی اندکی کبالت یا نیکل در یاقوت سبب تولید رنگهای متفاوتی می شود.[۵۳]

تحقیق فعلی بر روی نمونه های کلسیت،آپاتیت وکوارتز برای تعیین این ویژگیها انجام گرفته است که می تواند مصارف اقتصادی مهمی بدنبال داشته باشد.

۲-۱ کانی چیست؟

هرچند ارائهٔ تعریف مختصر و مفید از کانی دشوار است، اما تعریف زیر به طور کلی پذیرفته شده است :

"«کانی ماده‌ای جامد، همگن و طبیعی، با ترکیب شیمیائی معین (اما به طور کلی ناثابت با دامنهٔ تغییرات مجدود) و آرایش اتمی بسیار منظم است که به طور معمول به وسیلهٔ فزایندهای معدنی تشکیل می گردد»".

تجزیه و تحلیل گام به گام این تعریف به درک آن کمک می کند. عبارت وصفی «طبیعی»، موادی را که از فرایندهای طبیعی تشکیل شده اند از مواد ساخته شده در آزمایشگاه متمایز می کند. آزمایشگاه های صنعتی و پژوهشی به طور روزمره در حال تولید معادل مصنوعی بسیاری از مواد طبیعی از جمله گوهرهای ارزشمندی مانند زمرد ، یاقوت و الماس هستند. از آغاز قرن بیستم تاکنون مطالعات کانی شناختی به شدت بر نتایج حاصل از سیستمهای مصنوعی که در آنها محصولات با نام معادل طبیعی خود خوانده می شوند، تکیه داشته است. این روش به طور کلی پذیرفته شده است هرچند که اندکی با تفسیر دقیق رخداد طبیعی ناهمخوان است.[۵۰]

این تعریف اضافه می کندکه کانی « جامدی همگن» است به این معنی که از مادهٔ جامد منفردی تشکیل شده که نمی‌توان آنرا با روشهای فیزیکی به ترکیبهای شیمیائی ساده تر تقسیم کرد. تعیین همگن بودن دشوار است ، زیرا به مقیاسی بستگی دارد که براساس آن تعریف شده است برای مثال نمونه‌ای که با چشم غیر مسلح همگن به نظر می آید ممکن است در زیر میکروسکوپی با بزرگنمایی بالا،ناهمگن و متشکل از چند ماده باشد.[۵۰]

واسطهٔ توصیفی «جامد» گازها و مایعات را از این تعریف مستثنی می کند. بنابراین H_2O به صورت یخ در یک یخساز، یک کانی است، در حالی که آب مایع کانی نیست. به همین ترتیب جیوهٔ مایع که در بعضی

ذخایرجیوه یافت می شود بر طبق تفسیر دقیق این تعریف، نباید کانی به شمار آورد. بـا ایـن وجـود در رده بندی مواد طبیعی این گونه مواد را که از نظر شیمی رخداد شبه کانیها هستند، کانی وار می نامند ودر حـوزهٔ مطالعهٔ کانی شناسی قرار می گیرند.[۵۰]

این عبارت که کانی دارای ترکیب شیمیائی معینی است تاکید بر این مطلب دارد که می توان ترکیب آنـرا بـا یک فرمول شیمیائی خاص بیان کرد. برای مثال ترکیب شیمیائی کوارتز به صورت SiO_2 بیان می شود.

از آنجا که کوارتز دارای عنصر شیمیائی دیگری جز سیلیسیم و اکسیژن نیست، فرمول معینی دارد و بنابراین کوارتز را اغلب به عنوان یک مادهٔ جامد خالص در نظر می گیرند، اما در هر حال بیشتر کانیها چنین ترکیب معینی ندارند. دولومیت $CaMg(CO_3)_2$ همیشه یک کربنات کلسیم ـ منیزیم خالص نیست و ممکن اسـت مقدار زیادی Mn,Fe به جای Mg داشته باشد از آنجا که این مقادیر متغیر است، پـس ترکیـب دولومیـت بین حدود خاصی تغییر کرده و بنابراین ثابت نیست. یک چنین گسترهٔ ترکیبی را می توان بوسیلهٔ فرمولی بـا همان نسبتهای اتمی (یا به طور دقیق تر نسبتهای یـونی) موجـود در $CaMg(CO_3)_2$ خـالص کـه در آن $Ca:Mg:CO_3 = 1:1:2$ اسـت بیـان کـرد و فرمـول کلـی تـری از دولومیـت رابـه صـورت $Ca(Mg,Fe,Mn)(CO_3)_2$ بدست آورد.[۵۰]

آرایش اتمی بسیار منظم چارچوب ساختار درونی اتمها (یا یونها را نشان می دهـد) کـه بـه صـورت یـک الگوی هندسی منظم آرایش یافته است و ا زآنجا که این آرایش معیار بلورین بودن جامدهاسـت، در نتیجـه کانیها بلورین هستند. مواد جامدی چون شیشه که فاقد آرایـش اتمـی مـنظم اسـت را آریخـت یـا آمـورف می‌گویند.[۵۰]

برخی از مواد طبیعی جامد آمورف هستند. برای مثال شیشهٔ آتشفشانی (که به دلیل ترکیـب بسـیار متغیـر و فقدان ساختار اتمی منظم به عنوان یک کانی رده بندی نمی شود)، لیمونیت (یـک اکسـید آهـن آبـدار) و آلوفان (یک سیلیکات آلومینیم آبدار) و همچنین بعضی کانیهای درهم ریخته ماننـد میکرولیـت گادولینیـت، آلانیت (درکانیهای درهم ریخته ، بلورینگی اولیه به درجات مختلف توسط تابش عناصر پرتوزای موجود در ساختار اولیه ویران شده است).[۵۰]

این مواد همراه با آب و جیوهٔ مایع که آنها نیز فاقد نظم درونی هستند، با عنوان کانی وار رده بندی می شوند.

براساس تعریف ارائه شده کانی توسط « فرایند های معدنی» به وجود می آید اما بهتر است که این عبارت با پیشوند به طول معمول آغاز شود تا در قلمرو کانی شناسی ترکیبهایی را که به طریقهٔ آلی بوجود آمده و تمام مشخصات یک کانی را در خود دارد نیز دربرگیرد.

مثال بارز، کلسیم کربنات صدف نرم تنان است. صدف خوراکی ومرواریی که ممکن است درون آن باشد بیشتر از آراگونیت تشکیل شده است که دقیقاً شبیه همان کانی تشکیل شده به طریقهٔ معدنی است.

اگرچه چندین شکل $CaCO_3$، (کلسیت، آراگونیت، واتریت) و منو هیدروکلسیت$CaCO_3.H_2O$ رایج ترین کانیهای زیست زا (کانیهای تشکیل شده توسط جانداران) هستند، اما بسیاری گونه‌های زیست زای دیگر نیز تشخیص داده شده است . اپال (شکل آمورف SiO_2) مگنتیت (Fe_3O_4) فلوریت (CaF_2) چندین فسفات برخی سولفاتها، اکسیدهای Mn و پریت (FeS_2) به علاوه گوگرد عنصری همگی مثالهایی از کانیهایی هستند که می توانند به وسیلهٔ جانداران ته نشین شوند. بدن انسان نیز کانیهای ضروری را تولید می کند، آپاتیت $(OH)Ca_5(PO_4)_3OH$ مادهٔ اصلی تشکیل دهندهٔ استخوان و دندان است. بدن همچنین می تواند سنگالهایی از مواد معدنی (سنگ کلیه) را در دستگاه ادراری به وجود آورد.سنگ کلیه غالباً از فسفاتهای کلسیم (مانند هیدروکسیل آپاتیت، کربنات ،آپاتیت و تیلوکیت)، اگزالاتهای کلسیم که در دنیای کانیها بسیار نامتداولند و فسفاتهای منیزیم تشکیل شده است.

نفت خام و زغال سنگ که در بسیاری موارد به آنها سوخت معدنی گفته می شود نیز مستثنی هستند، زیرا هرچند به طور طبیعی تشکیل شده اند، اما ترکیب شیمیائی معین و آرایش اتمی منظمی ندارند. بااین حال در بعضی مناطق لایه های زغال سنگ در معرض دماهای بالا قرار گرفته ،هیدروکربنهای فرارآنها خارج شده و کربن باقیمانده متبلور شده است که این بازمانده، کانی گرانیت است.[۵۰]

۲-۲ تاریخ کانی شناسی

اگر چه پیگیری سیستماتیک پیشرفتهای کانی شناسی در چند پاراگراف غیر ممکن است ،اما می‌توان به برخی نقاط برجستهٔ آن اشاره کرد.

پیدایش کانی شناسی به عنوان یک علم، نسبت جدید است اما کاربرد هنرهای کانی شناختی، پیشینه‌ای به قدمت تمدن بشر دارد. بشر اولیه رنگدانه های طبیعی ساخته شده از هماتیت سرخ و اکسید منگنز سیاه را در نقاشی دیوارهٔ غارها به کاربرده است. ابزارهای ساخته شده از سنگ چخماق ، در عصر حجر دارایی گرانبهایی بوده است. نقاشی مقبره ها در درهٔ رود نیل مربوط به حدود ۵۰۰۰ سال پیش، هنرمندان ماهری را نشان می‌دهد که مالاکیت و فلزات گرانبها را وزن و کانسنگهای معدنی را ذوب می کردند و گوهرهای زیبایی را از لاجورد و زمرد می‌ساخته‌اند.با نزدیک شدن عصر حجر به برنز ، بشربه جستجوی کانیهائی پرداخت که می‌توانست از آنها فلزاتی را استخراج کند.[۵۳]

اولین نوشته در مورد کانیها از تئومراستوس[۱] (۳۷۲ تا ۲۸۷ ق.م) فیلسوف یونانی است. چهار صد سال پس از وی نیز پلینی تفکر کانی شناختی زمان خوُد را ثبت کرد. در ۱۳۰۰ سالی که به دنبال آمد ، اندک کتابهایی که در زمینهٔ کانیها منتشر گردید، بیشتر جنبهٔ روایت و افسانه داشت و کمتر حاوی اطلاعات واقعی بود . اگر بخوهیم یک رویداد را به عنوان ظهور کانی شناسی به صورت یک دانش برشمریم، این رویداد به طور قطع انتشار کتاب دُ . ر متالیکا[۲] توسط پزشک آلمانی جرجیوس آگریکولا[۳] در سال ۱۵۵۶ خواهد بود. این کتاب گزارش مفصلی از فعالیتهای معدنکاری در آن زمان را ارائه می دهد و دربردارندهٔ اولین توصیف واقعی کانیهاست. این کتاب در سال ۱۹۱۲ توسط هربرت هوور [۴] رئیس جمهور پیشین آمریکا وهمسرش لوهنری هوور[۵] از لاتین به ا نگلیسی برگردانده شد. در سال ۱۶۶۹ نیکولاس استنو[۶] بامطالعه بر روی بلورهای

---

[۱] Thophrostas
[۲] De Re Metallica
[۳] Gorgius Agricola
[۴] Herbert Hopver
[۵] Lou Henry Hoover
[۶] Nicolas Steno

کوارتز کار مهمی در زمینهٔ بلورشناسی انجام داد. استنو به این نکته توجه نمود که به رغم تفاوت در منشا، اندازه یا ظاهر، زاویهٔ میان وجوه متناظر نمونه‌های مختلف یک بلور ثابت است. پیش از این که کار مهم دیگری در زمینهٔ بلورشناسی انجام شود یک سده سپری شد. در سال ۱۷۸۰ کارانژو[۱] ابزاری (زاویه سنج تماسی) برای اندازه گیری زاویهٔ بین وجوه بلوری اختراع کرد.[۵۰]

در سال ۱۷۸۳ رومه دو لیسل[۲] اندازه گیریهایی به روی زاویه‌های بلوری انجام داده و با تائید کاراستنو قانون ثابت بودن زاویه های بین وجهی را ارائه کرد. یک سال بعد در سال ۱۷۸۴ رنه جی هائویی[۳] نشان داد که بلورها از روی هم چیده شدن قطعات ساختمانی ریز و یکسانی که وی آنها را مولکولهای تشکیل دهنده نامید، ساخته می شوند. امروزه مفهوم مولکولهای تشکیل دهنده تقریباً با همان مفهوم اولیه در بلورشناسی به صورت سلولهای واحد (تک یاخته) باقی مانده است. بعدها در سال (۱۸۰۱) هائویی با مطالعهٔ صدها بلور نگرش اندیسهای گویا را در مورد وجوه بلوری ارائه داد.[۵۰]

در اوایل قرن نوزدهم پیشرفتهای سریعی در زمینهٔ کانی شناسی صورت گرفت. در سال ۱۸۰۹ ولاستون[۴] زاویه سنج بازتابشی راکه بوسیلهٔ آن موقعیت وجوه بلوری با دقت و صحت بالا اندازه گیری می شود، اختراع کرد. در حالی که زاویه سنج تماسی داده های مورد نیاز برای مطالعهٔ تقارن بلوری فراهم کرد، زاویه سنج بازتابشی اندازه گیریهای وسیع و بسیار دقیق را بر روی بلورهای طبیعی و مصنوعی ممکن ساخت. این داده ها بلور شناسی را به یک دانش دقیق تبدیل کرد. برزلیوس[۵] شیمیدان سوئدی و شاگردان وی در فاصلهٔ سالهای ۱۷۷۹ و ۱۸۴۸ شیمی کانیها را مطالعه کرده و اصل رده بندی شیمیایی قطعی کانیها را ارائه کردند. کردیه[۶]، طبیعی دان فرانسوی که کانی کردیریت به افتخار کارهای وی درکانی شناسی نامگذاری شده است، در سال ۱۸۱۵ با استفاده از میکروسکوپ به مطالعهٔ قطعات خرد شدهٔ کانیها در آب پرداخت و به این

---

[۱] carangeot
[۲] Rome deLIsle
[۳] R.J.Hauy
[۴] Woolaston
[۵] Berzelious
[۶] Kordie