بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم

گروه فیزیک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد (M.Sc.) در گرایش اتمی - مولکولی

عنوان:

مطالعه خواص اپتیکی خطی و غیر خطی و ارتعاشات رامان بلور کوارتز و تعیین پارامترهای نوری مربوطه توسط روش FTIR

اساتید راهنما:

دکتر محمد طالبیان – دکتر اکبر جعفری

نگارنده:

احسان طالبیان

بهمن ماه ۱۳۹۰

حق چاپ و نشر مطالب این پایان نامه برای دانشگاه ارومیه محفوظ است.

● تقدیم به خانواده عزیزم که در تمامی سالهای تحصیل من را صمیمانه یاری کرده اند.

و

● تقدیم به شهدای عرصه علم و ایمان که پرچم علم را در تاریخ ایران اسلامی همیشه برافراشته نگاه داشته اند.

تقدیر و تشکر

ابتدا بسم رب الاعلی آنکه، هستید هر دو عالم را

در ابتدا و انتها و از لحظه ای که کار بر روی پایان نامه را شروع کردم همیشه خداوند را شاکر بوده و خواهم بود که این فرصت را برای شروع این دوره و همچنین پایان آن به من عطا فرمود. در طول دوران تحصیلم وقایعی رخداد که مایه ی تاسف من و جامعه علمی کشورمان شد و منجر به تلاش و کوشش بیشترم در توسعه و کسب توانایی های علمی در راه رسیدن به قله های علم و ایمان گردید؛ حوادثی چون ترور ناجوانمردانه دانشمندان علمی نظیر: دکتر علیمحمدی، دکتر شهریاری و دکتر مصطفی احمدی روشن؛ باشد که با ادامه منش و راه علمی آن بزرگواران بتوانیم سطح آگاهی های خود و جامعه را همانگونه که رهبر معظم انقلاب نیز فرموده اند، بیفزاییم و بتوانیم به اهداف مطرح شده در چشم انداز ایران ۱۴۰۴ نایل شویم.

در تمامی مدت تحصیلم از خانواده ی خودکه همیشه با من همراهی کرده اند تشکر میکنم.

در اجرای این پایان نامه از زحمات اساتید محترم راهنمایم جناب آقایان دکتر طالبیان و دکتر جعفری به خاطر زحمات ایشان در پیشبرد این رساله نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

بر خود لازم می دانم از زحمات تمامی اساتید گرانقدرم در دوره های کارشناسی و کارشناسی ارشد آقایان: دکتر خدابخش، دکتر طالبیان، دکتر علومی، دکتر گلزان، دکتر صدقی، دکتر بهنیا، دکتر خلیلی، دکتر امنیت طلب، دکتر گودرزی، دکتر عزیزآغچه قلعه، و همچنین خانم دکتر گنکر لو و سایر اساتید محترم تشکر ویژه ای داشته باشم. لازم است از زحمات جناب آقایان عبدی بخاطر همکاری در تهیه پرتوهای XRD نمونه ها و همچنین از جناب آقای طباطبایی بخاطر تهیه طیف های فروسرخ تشکر نمایم.

همچنین از سایر کارشناسان محترم آزمایشگاه های دانشگاه های آزاد و سراسری ارومیه آقایان: اوستان، طهماسبی، سعادتی، مسلمی، وحیدی و اسدی بخاطر همراهی هایشان تشکر مینمایم. در تمامی دوران تحصیل نیز از تمامی همکلاسی هایم از جمله آقایان: لطفعلی پور، یحیوی، عبدی، شیخی، بهرامی، بیرامی، روشن ضمیر، سلدوزیان، اکرادی، رجائی فر، و همچنین سایر همکلاسی هایم که با بحث ها، مراودات و مناظرات علمی باعث افزایش سطح آگاهی هایم از علم فیزیک و سایر علوم مرتبط گردیدند سپاسگزاری می نمایم. در پایان از تمامی کسانی که اسامی آنها از قلم افتاده؛ پوزش می طلبم و از خداوند منان برایشان آرزوی پیروزی و موفقیت دارم.

چکیده

در این پایان نامه خواص اپتیکی خطی و غیرخطی خطی و ارتعاشات رامان بلور کوارتز و تعیین پارامترهای نوری مربوطه و همچنین به مطالعه روش رامان اسپکتروسکوپی بر روی بلور کوارتز پرداخته شده است. مدهای نرمال فونون در کوارتز با استفاده از تحلیل تغییر نیروها بر اتمها با جابجائی هایشان از حالت تعادل محاسبه شده اند. همچنین ما به بررسی دومین همساز در بلور کوارتز با استفاده از لیزر $Nd:YAG$ پرداختیم و آن را آشکارسازی کردیم و نتایج بدست آمده را با نتایج قبلی منتشر شده مقایسه کردیم. همچنین در مورد قسمت اپتیکی این پایان نامه، اثر چرخش فارادی و همچنین تعیین ضریب دی الکتریک در بلور کوارتز مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج بسیار خوبی بدست آمد. علاوه بر تمامی موارد مورد فوق، خواص پیزوالکتریکی و خواص ناهمسانگردی در کریستال ها و بطور خاص در بلور کوارتز مطالعه شد. نهایتا، نتایجی که در این پایان نامه بدست آمد (هم نتایج اندازه گیری شده و هم نتایج محاسبه شده) دارای تطابق بسیار خوبی با نتایج منتشر شده در مراجع دیگر و همچنین نتایج مرجع داشت، و این نشان دهنده ی دقت بالای اعمال شده در فرآیندهای محاسبات و اندازه گیری های تجربی است که اعمال شده است.

چکیده ۱

فصل اول : کانی شناسی نمونه ی مورد مطالعه ۲

۱ – ۱ انواع پیوندها ۳

۱ – ۲ بلورشناسی ۴

۱ – ۳ کوارتز ۵

۱ – ۳ – ۱ خصوصیات فیزیکی ۵

۱ – ۳ – ۲ تجمع بلورها ۶

۱ – ۳ – ۳ خصوصیات فیزیکی و ساختارها ۶

۱ – ۳ – ۴ جلا ۶

۱ – ۳ – ۵ شفافیت ۶

۱ – ۳ – ۶ رنگ ۶

۱ – ۳ – ۷ رنگ خاکه – خط اثر ۷

۱ – ۳ – ۸ استحکام ۷

۱ – ۳ – ۹ شکست ۸

۱ – ۳ – ۱۰ رخ ۸

۱ – ۳ – ۱۱ سختی ۸

۱ – ۳ – ۱۲ وزن مخصوص ۸

۱ – ۳ – ۱۳ خاصیت مغناطیسی ۸

۱ – ۳ – ۱۴ خاصیت الکتریکی ۹

۱ – ۴ محیط های پیدایش کوارتز ۱۰

۱ – ۵ شکل های آلفا و بتا کوارتز ۱۱

۱ – ۶ کاربردهای کوارتز ۱۱

فصل دوم : پراش اشعه ی ایکس ؛ تاریخچه– کاربرد– بررسی موضوعی درکوارتز ۱۳

۲ –۱ نگاه اجمالی ۱۴

۲ – ۲ بلورشناسی نوین ۱۴

۲ – ۳ بلورشناسی با پرتو ایکس ۱۵

۲ – ۴ روش پودری ۱۵

۲ – ۵ بلورشناسی به روش پراش الکترون ۱۶
۲ – ۶ روش پراش اشعه ایکس ۱۶
۲ – ۷ طیف اشعه ایکس ۱۷
۲ – ۸ مشخصه ها ی بارز اشعه ایکس ۲۰
۲ – ۹ نفوذ پذیری اشعه ایکس ۲۰
۲ - ۱۰ نحوه تولید اشعه ایکس ۲۰
۲ – ۱۱ اندازه ی دانه های بلوری ۲۰

فصل سوم : هارمونیک دوم ۲۳
۳ – ۱ مطالعه ی هارمونیک دوم ۲۴
۳ – ۲ اثبات تولید دومین هارمونیک ۲۴
۳ – ۳ مقدمه ای بر پژوهش انجام شده در این پایان نامه ۲۵
۳ – ۴ آزمایش ۲۷
۳ -۵ زایش دومین همساز امواج ۲۹

فصل چهارم : رامان اسپکتروسکوپی وپژوهش انجام شده با این روش ۳۱
۴ – ۱ طیف رامان ۳۲
۴ -۲ چرا رامان اسپکتروسکوپی؟؟ ۳۶
۴ –۳ اسپکتروسکوپی FT رامان ۳۷
۴ –۳– ۱ کاربردهای نوعی FT رامان ۳۸
۴ –۴ طیف سنج های رامان ۳۹
۴ –۴ - ۱ شرح مختصر روش (اساس فیزیکی) ۴۰
۴ –۵ طیف سنجی مولکولها ۴۰
۴ –۵–۱ ناحیه میکروموج ۴۱
۴ –۵– ۲ ناحیه فروسرخ ۴۱
۴ –۵– ۳ ناحیه مریی و فرابنفش ۴۱
۴ –۶ طیف های ارتعاشی ۴۲
۴ –۷ مولکولهای چند اتمی مرتعش ۴۲
۴ –۸ طیف نمائی ۴۳

۴ –۸– ۱ اصول پایه ای ۴۳
۴ –۹ ارتعاشات مولکولی ۴۶
۴ –۹– ۱ روش های مشاهده ارتعاشات مولکولی ۵۰
۴ – ۱۰ اساس طیف سنج ها ۵۲
۴ – ۱۱ طیف سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز (FTIR) ۵۲
۴ – ۱۱– ۱ تئوری ۵۲
۴ – ۱۱– ۲ تجزیه کیفی ۵۳
۴ – ۱۲ مقدمه ای بر استفاده از نظریه تابعی چگالی و استفاده از آن در بحث رامان اسپکتروسکوپی ۵۵
۴ – ۱۲– ۱ مقدمه ۵۵
۴ – ۱۲– ۲ مدهای فعال طیف رامان ۵۶
۴ – ۱۲– ۳ محاسبات خوشه ای درروش جدید مورد بحث ۵۶
۴ –۱۲– ۴ نتایج وبحث ها ۵۸
۴ –۱۲– ۵ نتیجه گیری حاصل ازپژوهش انجام شده ۵۹

فصل پنجم : بررسی اندرکنش نور با کوارتز و پارامترهای اپتیکی در بلور کوارتز ۶۰
۵ – ۱ نور ۶۱
۵ – ۲ انتشار نور در محیط های ایزوتروپ ۶۲
۵ – ۳ کریستال ها ۶۲
۵ – ۴ خواص و گوناگونی های کوارتز ۶۲
۵ – ۴ – ۱ تعریف ۶۲
۵ – ۵ نور و اندرکنش کوارتز ۶۲
۵ – ۶ بازتاب ۶۳
۵ – ۷ انحراف و انتشار ۶۳
۵ – ۸ قطبش ۶۵
۵ – ۹ شکست مضاعف ۶۵
۵ – ۱۰ شبیه سازی اندرکنش نور بامواد معدنی ۶۵
۵ – ۱۱ خواص بلورها ۶۶

۵ – ۱۱ – ۱ کاربرد ناهمسانگردی ۶۶
۵ –۱۱ – ۲ مطالعه خواص پیزوالکتریکی ۶۷
۵ –۱۱ – ۲ – ۱ نتیجه گیری ۷۲
۵ –۱۲ اثر فارادی ۷۳
۵ –۱۲ – ۱ مقدمه ای بر اثر فارادی ۷۳
۵ – ۱۲ – ۲ تئوری اثر فارادی ۷۴
۵ – ۱۲ – ۳ اندازه گیری اثر فارادی ۷۵
۵ –۱۲ – ۴ نتیجه گیری ۷۶
نتیجه گیری ۷۸
پیشنهادات ۷۹
مراجع ۸۰
چکیده انگلیسی ۸۳

فصل اول

کانی شناسی نمونه ی مورد مطالعه

۱ – ۱ انواع پیوندها

انواع پیوندها بر حسب نیروهای بستگی بین اتم ها و مولکول های آنها را میتوان به صورت های زیر دسته بندی کرد:

۱-یونی، ۲- کووالانت، ۳ - فلزی، ۴ - مولکولی [۱،۲].

- انواع کریستالها بر حسب ساختار شبکه‌ای
  - شبکه براوه

برای قرار دادن نقاط در شبکه‌های فضایی بطوری که تمام نقاط شبکه درست توسط همان نقاط مجاورشان احاطه شده باشند، فقط چهارده طریق که در هفت دسته تقارنی تعریف می‌شوند، وجود دارد که به شبکه‌های براوه معروفند. این هفت دسته به نامهای تری کلینیک ، مونوکلینیک ، اورتورمبیک ، تتراگونال ، مکعبی ، تری گونال معروفند. اجزا تقارنی که در این هفت دسته وجود دارند، به ترتیب زیر هستند:

ـ محور چرخشی

ـ صفحات تقارن

ـ نقطه انعکاسی

ـ نقطه انعکاسی چرخشی.

- انواع کریستال ها از نقطه نظر اپتیکی

کریستالها را از دیدگاه اپتیکی می‌توان با توجه به ضریب شکست آنها تقسیم بندی کرد: در این تقسیم بندی ، با دو نوع کریستال ساده و دوشکستی برخورد می‌کنیم.

- کریستالهای ساده : در این نوع کریستالها ضریب شکست ثابت بوده و دارای یک عدد معینی است
- کریستالهای دوشکستی : کریستال هایی که برای یک پرتو تابش ، دو نوع شکست ایجاد می‌کنند، یعنی یک پرتو را به دو پرتو به نام های (پرتو عادی و پرتو غیر عادی) تجزیه می‌کنند، کریستالهای دوشکستی نامیده می‌شوند.

ـ تبصره : ضریب شکستهای (ضریب شکست پرتو عادی) و (ضریب شکست پرتو غیر عادی) به این صورت به دست می‌آیند که یک امتداد در نظر می‌گیریم، یک بار پرتو عادی را در این امتداد می تابانیم و یک بار هم پرتو غیر عادی را در این راستا می‌اندازیم و ضریب شکست آنها را اندازه می‌گیریم که دو مقدار متفاوت بدست می آید.

- انواع کریستال دوشکستی

کریستالهای دوشکستی خود به دو نوع مثبت و منفی تقسیم می‌شوند:

▪ کربنات کلسیم (سنگ گچ یا) یک کریستال دوشکستی منفی است و کوارتز هم نمونه‌ای از یک کریستال مثبت است.

ـ تبصره : کریستالهای دو شکستی می‌توانند منبع تولید نور قطبی از نور غیر قطبی باشند (قطبش نور) که در زیر به نمونه‌هایی از آنها اشاره می‌شود.

● منشور نیکول :

با استفاده از این منشور نور غیر قطبی را به دو امتداد جدا از هم تبدیل می‌کنند که یکی پرتو عادی و دیگری پرتو غیر عادی است.

▪ تیغه ربع موج یا چارک موج : تیغه ربع موج از یک کریستال دو شکستی تشکیل شده است که می‌تواند قطبش خطی را به قطبش بیضوییا دایروی تبدیل کند.

▪ تیغه نیم موج : این تیغه نور را نسبت به یکی از محورهای عمود بر هم (Eیا D) قرینه می‌کند.

● کاربرد کریستالها بطور کلی:

امروزه کریستالها به شکلها منشور در انواع سیستمهای نوری از جمله اسپکترومترها ، فتومترها ، دوربینهای نجومی و لیزر و تداخل سنجها و ... بکار برده می‌شوند.

۱ – ۲ بلورشناسی

سیر تحولی و رشد مطالعه بلورها به دوران یونانی ها و رومی ها و مطالعات کوارتزهای گوناگون، توسط ننوفراستو و پلینیو، باز می‌گردد. در سده هفدهم نخستین تلاش ها برای توصیف نظم ساختاری بلورها به عمل آمد. رابرت هوک اظهار داشت که مشکل کوارتز را با فرض این که کوارتز از آرایش تناوبی کره‌هایی تشکیل شده باشد، می‌توان توضیح داد. کریستین هویگنس به منظور توصیف پدیده دو شکستی نور، فرض کرد که کلسیت از آرایش تناوبی بیضی های دوار تشکیل شده است. در سال ۱۷۸۴ ، فردی به نام ژنه ژوست هادی این فرض را مطرح کرد که در بلورها، مولکولها در گروههایی به شکل متوازی السطوح قرار گرفته‌اند. در آرایش فضایی این گروهها می‌تواند شکل بلوری ماکروسکوپیکی مشاهده شده را توضیح دهد.در سال ۱۸۲۷ اوگوست کوشی معادله مربوط به کشسانی را بدست آورد و با این مطالعات و با استفاده از بیست و یک پارامتر توانست شرح دهد، چگونه جسم جامد تحت اثر کنش خارجی معلوم کرنش می‌کند. او به مطالعات خود ادامه داد و دریافت که برای توصیف بلورها با توجه به طبیعت شبکه‌ای آنها به پارامترهای کمتری نیاز است. پنج سال بعد او

توانست ارنست نویمن این نتیجه‌ها را برابر مطالعه برهمکنش میان نورد ماده بر اساس مکانیک موجی بکار برد. او فرض کرد که نور از ذرات ریزی درست شده است. دانشجوی وی والدر سار فوگست که بعدها استاد دانشگاه کوتینگتون شد، نخستین کسی بود که تمام اطلاعات و دستاوردهای مربوط به ارتباط میان خواص فیزیکی و ساختار بلورها را در تناوبی گرد آورد[۱].

۱ – ۳ کوارتز

اکسید سیلیسیم SiO_4 می تواند به صورت چند ریختی تشکیل گردد که یکی از آنها مصنوعی و بقیه به اسامی کوارتز در طبیعت تشکیل می گردد. کوارتز آلفا معمولترین نوع اکسید سیلیس می باشد. کوارتز دارای خاصیت شدید پیزوالکتریک و پیروالکتریک است . منظور از خاصیت پیزوالکتریک این است که اگر بلور کوارتز در جهت مشخصی تحت فشار قرار گیرد یک بار الکتریکی در آن ایجاد می شود و باعث عبور جریان الکتریکی از بلور کوارتز می گردد . پس از قطع فشار، بلور کوارتز به صورت جسم عایق عمل می کند . در صورتی که تغییرات مشخص حرارتی موجب تشکیل بارهای الکتریکی مخالف در دو سوی بلور شود به آن بلور پیروالکتریک گویند. کوارتز به رنگهای شیری، زرد، قرمز، سیاه، بنفش و بی رنگ شفاف مشاهده می شود. برخی از انواع کوارتز به صورت درشت بلور بوده که می توان از کوارتز شفاف، آمتیست و سیترین نام برد و برخی از انواع کوارتز به صورت ریز بلور می باشد که می توان به کلسدون، کارنلین، عقیق، انیکس، فلینت، ژاسپ و چرت اشاره کرد[۲].

۱ – ۳ – ۱ خصوصیات فیزیکی:

ارتباط بسیاری بین خصوصیات فیزیکی کانی ها، ساختار بلوری و ترکیب شیمیایی وجود دارد. مطالعه خصوصیات فیزیکی این امکان را فراهم می سازد تا درباره ساختار بلورها و ترکیب شیمیایی کسب اطلاع نماییم. علاوه بر این خصوصیات فیزیکی برای فناوری از اهمیت ویژه ای برخوردار است. زیرا یک کانی می تواند با توجه به خصوصیات فیزیکی خود کاربرد مهمی داشته باشد. ما در اینجا به ذکر مثالی بسنده می کنیم. مثلا کوارتز که ماهیت پیزوالکتریکی دارد و در تهیه ساز و برگهای الکترونیکی کاربرد دارد. علاوه بر اینها خصوصیات فیزیکی یک اهمیت علمی بزرگ برای زمین شناسان و جویندگان کانی دارد. در این بخش می خواهیم درباره بسیاری از خصوصیات فیزیکی کانی ها و چگونگی ارتباط آن ها با ترکیب شیمیایی کانی ها و ساختار بحث نماییم. بر همین اساس از نمونه های طبیعی موجود در طبیعت استفاده میکنیم.

۱ – ۳ – ۲ تجمع بلورها

یکی از نخستین نشانه هایی که جلب توجه می کند، شکل بلور است. نمونه های آرمانی (ایده آل) به ندرت در طبیعت یافت می شوند. بیشترین نمونه های دستی به صورت مجموعه ای از دانه ها ظاهر می شوند که در بلورشناسی و کانی شناسی به نام آگرگات معروف است. آگرگات آراسته از فرم های شکل دار تا بی شکل می باشد که فراوانترین آنها از تجمع بلورهای بی شکل و ریز دانه است.

۱ – ۳ – ۳ خصوصیات فیزیکی و ساختارها:

اگر نمونه ای از یک کانی طبیعی را به یک فیزیکدان دهیم اولین چیزی که توجه وی را جلب خواهد کرد رنگ نمونه است. مثلا انواع مختلف کوارتز که به رنگ های کوناگون است. انواع مختلف رنگ ها برای رنگ و شفافیت توصیف کننده جسمی است که نور را از خود عبور می دهد. شش وجهی، سه وجهی، مکعبی تعریف کننده شکل و تقارن، ویژگی که در ارتباط با شکل است. این چهار خصوصیات (جلا، رنگ، شفافیت و شکل) مبنایی برای تشخیص کانی هستند. سایر خصوصیات مانند رنگ خاکه، روشی که کانی شکسته می شود (رخ، جدایش و شکست)، سختی و .... می تواند همچنان پراهمیت باشند [۳].

۱ – ۳ – ۴ جلا

جلا عبارت از جلوه و منظره ای است که انعکاس نور از سطح تازه یک کانی ایجاد می نماید. کانی هایی که جلوه ای درخشان در سطح صیقل داده شده دارند، گفته می شود دارای جلای فلزی هستند. نمونه ای که ما در این پایان نامه بر روی آن کار کردیم کوارتز بود، این ماده شیشه ای می باشد و قدرت عبور نور را از خود دارد و ضریب شکست آن نیز پایین است.

۱ – ۳ – ۵ شفافیت

شفافیت منسوب به کانی هایی است که قابلیت عبور نور را دارند. بعضی از کانی ها شفاف هستند و بعضا عبور نور از میان آنها بطور نسبتا آزاد صورت می گیرد. کوارتزی که ما در اینجا داریم نیمه شفاف است.

۱ – ۳– ۶ رنگ

رنگ غالبا برای تشخیص فوری کانی ها استفاده می شود. در بعضی موارد، رنگ را به خوبی می توان تشخیص داد اما

بسیاری مواقع گمراه کننده است. رنگ یکی از جالب ترین خاصیت های کانی است. رنگ خاصیت ثابت نیست. در حقیقت ما بازتاب نور را از سطح جسم مشاهده می کنیم. نور معمولی نور سفید نامیده می شود که در بردارنده رنگ های مختلف است. هنگامی که نور سفید به سطح خارجی کانی برخورد کند، اگر تمام رنگ ها بازتابیده شوند و به چشم برسند کانی سفید یا بی رنگ ظاهر می شود. این مساله بیشتر در مورد عناصر جدول تناوبی رخ می دهد و چنانچه هیچ نوری بازتابیده نشود کانی سیاه دیده می شود. جهت تشخیص بسیاری از کانی های غیر فلزی رنگ می تواند خاصیت ضعیفی باشد، چون عوامل بسیاری وجود دارد که رنگ از آنها متاثر می شود، مثلا کوارتز می تواند بی رنگ باشد اما به رنگ های شیری، بنفش، صورتی، زرد و صورتی دیده شود. مهم ترین عامل بر رنگ یک کانی ترکیب شیمیایی آن است. عناصری که به کانی رنگ اعطا می کنند به نام عناصر رنگ دهنده معروف اند. لازم نیست مقدار زیادی عناصر رنگ دهنده وجود داشته باشد تا کانی رنگی دیده شود. کمتر از ۰.۱% وزنی از عناصر واسطه مانند Fe یا Cu می توانند رنگ را کنترل نمایند، چون که الکترون های اوربیتال d عناصر انتقالی شدیدا در جذب برخی از طول موج های نور مرئی موثر هستند. طول موج های باقیمانده منعکس شده رنگ کانی را مشخص می نمایند. همچنین نقص شبکه ای در کانی ها خود می تواند عامل ایجاد رنگ باشد. آسیب ناشی از تشعشع به کوارتز رنگ ارغوانی، دودی یا سیاه می دهد.

۱ – ۳ – ۷ رنگ خاکه – خط اثر

شاید رنگ خاکه در مقایسه با رنگ کانی کمتر مورد توجه قرار گیرد. چونکه رنگ در بسیاری از مواقع یک ویژگی کلیدی برای تشخیص به حساب می آید. رنگ خاکه بطور خاص برای اکسیدها و سولفیدها کارایی بالایی دارد. در حالی که برای تشخیص اکثر سیلیکات ها ویژگی کاربردی ندارد.

رنگ خاکه یک کانی عبارت است از رنگ پودر ظریف آن که در برخی مواقع از رنگ کانی قابل اعتمادتر است و به سادگی میتوان کانی را تشخیص داد. روش معمول تشخیص رنگ خاکه اینست که کانی را روییک قطعه چینی بدون لعاب میکشند تا کانی به صورت پور ظریفی روی چینی اثر بگذارد.

۱ – ۳ – ۸ استحکام

رنگ و شکل از مشخصات آشکار و معلوم یک کانی است اما مشخصات دیگری نیز وجود دارند که برای ما بسیار مهم و قابل توجه باشند. مشخصاتی که در ارتباط با ساختار و نیروی اتصال بین واحدهاست و به آن استحکام می بخشد. وجود

این ویژگی ها برای تشخیص هویت کانی ها بسیار قابل اطمینان است چون که متاثر از ناخالصی های شیمیایی و نقص ساختاری نیستند.

۱ – ۳ – ۹ شکست

شکست واژه ای عمومی برای توصیف روش شکستن و خرد شدن یک کانی است. نمونه کوارتز ما نوعی از شکست، یعنی صدفی است. منظور ما از صدفی؛ شکستگی با سطحی انحنا یافته مانند آنچه در شیشه یا کوارتز دیده می شود.

۱ – ۳ – ۱۰ رخ

رخ را می توان به عنوان بازتاب رفتار نیروی نگهدارنده درونی یک کانی در مقابل نیروی مکانیکی وارده تلقی نمود. چنانچه نیروی نگهدارنده درونی ساختمان یک کانی به واسطه نیروی بیرونی مختل گردد، به طوری که این اختلال منجر به گسستگی جهت یافته شده و از نظر بلورشناسی قابل تعریف باشد (دارای اندیس میلر) ، این پدیده را رخ می نامند. برای توصیف رخ می توان از واژه های هندسی همانند کیوبیکی، اکتاهدری یا منشوری استفاده کرد. کوارتز دارای رخ ناچیز یا ضعیف در تمام جهات است.

۱ – ۳ – ۱۱ سختی

سختی عبارتست از مقاومت یک کانی نسبت به خراش یا تراش. سختی نسبی در اثر خراشیدن یک سطح از یک کانی با لبه یا گوشه کانی دیگر مشخص می شود. اگر خراش پی آمد این عمل باشد، می گوئیم کانی اول نرم تر از دومی است.

۱ – ۳ – ۱۲ وزن مخصوص

وزن مخصوص عبارتست از عددی که بیان کننده نسبت بین وزن یک ماده و وزن آب هم حجم آن در ۴ درجه سانتی گراد باشد است.

۱ – ۳ – ۱۳ خاصیت مغناطیسی

خاصیت مغناطیسی ناشی از خاصیت الکترون هایی است که گشتاور مغناطیسی دارند، که خود ناشی از حرکت اسپین ها و حرکت دایره وار الکترون هاست. مجموعه تمام گشتاورهای مغناطیسی اتم ها در یک کانی خاصیت مغناطیسی آن را ارائه می دهد. کانی ها بر همین اساس به سه دسته فرومغناطیس، دیا مغناطیس و پارامغناطیس تقسیم می شوند. بیشتر

کانی ها ویژگی مغناطیسی پایینی ارائه می دهند و حتی بعضی ها به قدری ضعیف هستند که در یک میدان مغناطیسی قوی هم واکنشی انجام نمی دهند مثل کوارتز.

۱ – ۳ – ۱۴ خاصیت الکتریکی

برخی کانی ها می توانند رسانای الکتریسیته باشند. هنگامی که الکترون های یک کانی بتوانند در ساختارشان حرکت کنند رسانایی الکتریکی بوجود می آید. این گونه کانی ها در ساختارشان عموما دارای پیوند فلزی می باشند. فلزات خالص همانند مس، بهترین نمونه هستند. مقدار کم رسانایی الکتریکی می تواند در کانی ها به دلیل نقص ساختاری ایجاد شود. کانی های ناتوان در ارسال الکتریسیته می توانند در فاصله زمانی کوتاه، بار آماری به دست آورند. آنها ممکن است به دلیل قرار گرفتن در معرض یک میدان الکتریکی شدید، تغییر در دما یا به کارگیری فشار، رسانا شوند. کانی ای که در اثر تغییر دمابار‌دار شود، به پیروالکتریک معروف است. کانی ای که در اثر اعمال فشار باردار شود، به پیزوالکتریک معروف است. اندازه گیری های آن ها آسان نیست و بنابراین کمتر مورد استفاده قرار می گیرند.

ویژگی های بر شمرده شده در بالا همگی در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۱ – ۳؛ ویژگی ها و خواص ذکر شده در زیر قسمت های ۱ – ۳

ویژگی های عمومی کوارتز:	
نام فارسی	کوارتز
نام لاتین	Quartz
ترکیب شیمیایی	SiO_2
وجه تسمیه	از کلمه آلمانی کوارتز "quarz" ، با منشاء نامشخص می باشد.
موقعیت مکانی	سنگ های رسوبی ، سنگ های دگرگونی و سنگ های آذرین
اسم های مترادف	MexicanDiamond، Alpha-Quartz، α-Quartz، Azetulite، Azeztulite، β-Quartz ، Cornish Diamond، Conite، Cactus Quartz، Brazillian Pebble، DragoniteKonilite، Lemurian Seed Crystal، Lodolite، Low Quartz، Mexican Diamond ، Quartz-α ، Quartz-alpha ،
رنگ	بی رنگ ، بنفش ، سیاه ، زرد ، قهوه ای ، سبز ، نارنجی و غیره.

جلا	شیشه ای
سیستم تبلور	تری گونال
ابعاد سلولی	a = ۴,۹۱۳۳ ,۲,۶۵ Den(Calc)= ۱۱۳,۰۰ V = ۳; Z = ۵,۴۰۵۳, c =
ضریب شکست	۱,۵۵ - ۱,۵۴
کانی های مشابه	Agate ، Amethyst، Ametrine، Bloodstone، Blue Lace Agate، Blue Quartz، Diamonds ، Chalcedony، Crazy Lace Agate، Eye Agate، Fire Agate، Jasper، Milky Quartz ، Moss Agate، Onyx، Owyhee Jasper، Rock Crystal، Rose Quartz، Sard، Sardonyx ، Smoky
سختی	۷
رنگ اثر خط	سفید
شفافیت	شفاف، نیم شفاف
توضیحات	کوارتز یا دُرّ کوهی یکی از پلی مورف های سیلیس (اکسید سیلیسیم) با ساختار بلوری رومبوهدرال (لوزی پهلو) است. کوارتز معمولاً بی‌رنگ یا سفید است اما وجود ناخالصی و نقص بلورین و ... آن را به رنگهای متنوع مانند بنفش، زرد، دودی، شیری و ... در می‌آورد.

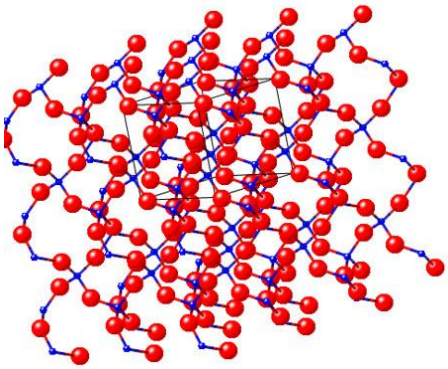
۱ – ۴ محیط های پیدایش کوارتز

کوارتز در بسیاری از سنگهای آذرین از جمله در سنگهای آذرین درونی و یا خروجی اسیدی و حد واسط مثل گرانیت، ریولیت، گرانودیوریت، کوارتز لاتیت، تونالیت، داسیت، پگماتیت، مونزونیت، لاتیت، سینیت و تراکیت دیده می شود. کوارتز فراوان ترین ماده در کانی سازیهای فلزی با منشأ هیدروترمالی است. این کانسارها همیشه به صورت رگه ای بوده و با توده های نفوذی اسیدی وابستگی دارند. خلوص این رگه ها بسیار متفاوت است. گرچه ممکن است بلورهای بزرگ کوارتز به صورت کاملاً شفاف در آنها پیدا شود ولی اغلب به دلیل وجود سیالات درگیر به صورت شیری رنگ بوده و نمیتوانند در تولید شیشه های شفاف استفاده شوند.

۱ – ۵ شکل های α و β کوارتز:

دو ترکیب واحد از کوارتز وجود دارد که بصورت α و β معرفی می شوند. هر دوی α و β همان SiO_2 است، اما تفاوت تقارن ناشی از اعوجاج در شبکه است. کوارتز - α عضوی از دستگاه کریستال شش وجهی لوزالو جهی است. این ماده دارای تقارن سه تایی است، صفحات کمتر تقارن و ثقل ویژه بالاتر نسبت به کوارتز - β است. بیشتر نمونه های کوارتزی یافت شده از نوع کوارتز - α هستند [۴].

سیستم کریستالی کوارتز - β شش وجهی است و دارای تقارن شش تایی است. کوارتز - β در محیط های دما بالا وجود دارند (تقارن بالاتر آن را در گرمای بالاتر پایدار می سازد). هنگامی که دما به زیر ۵۷۳ درجه سلسیوس افت می کند شبکه کوارتز - β تخریب می شود، و شبکه تقارن سه تایی که همان کوارتز - α است. در ادامه بحث ما تنها به کوارتز - α خواهیم پرداخت.



شکل ۱ – ۵ – ۱ بلور کوارتز آلفا

۱ –۶ کاربردهای کوارتز

بشر از حدود ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح از کوارتز در ساخت اشیاء هنری و زینتی استفاده می کرده است . بیشترین استفاده کوارتز در صنایع شیشه سازی است . بیش از ۹۹ درصد ماده اولیه تولید انواع شیشه، کوارتز می باشد . از کوارتز و سیلیس در تولید آجرهای ماسه سیلیسی، آجرهای نسوز سیلیسی برای کوره ها، ماسه ریخته گری، صنایع سرامیک وچینی، رنگ سازی، پرکننده چوب، تولید ساینده ها و شستشوی ماسه ای استفاده می گردد . از برخی از انواع کوارتز مثل آمتیست، کارنلین، کوارتز چشم ببری و عقیق به عنوان کانی زینتی و قیمتی استفاده می شود. با توجه به خاصیت

پیزوالکتریک کوارتز، از این کانی در صنایع برق، الکترونیک و اپتیک به وفور استفاده می گردد . پس از تراش بلورهای بسیار شفاف کوارتز از آنها در ساخت منشورهای میکروسکپهای مختلف استفاده می شود. به دلیل خاصیت پیزوالکتریک از کوارتز به عنوان نوسانگرهای رادیویی در فرستنده ها و گیرنده های امواج با فرکانس ثابت، تولید ساعتهای دیجیتالی، اندازه گیری فشارهای لحظه ای و زودگذر مثل فشار حاصل از شلیک توپ یا انفجار اتمی استفاده می گردد. از سال ۱۹۰۰ به بعد استفاده از کوارتز در مصارف رادیو، بی سیم و انواع وسایل نقلیه دریایی، هوایی، زمینی و نیز مسایل نظامی افزایش چشمگیری یافت. بعد از جنگ جهانی دوم به علت پیدایش مواد دیگری که دارای خاصیت پیزوالکتریکی بودند، مصرف کوارتز کاهش پیدا کرد ولی در عوض مصرف آن در رادار، تلویزیون، مدارهای تلفنی اتوماتیک راه دور و وسایل مشابه بیشتر شد.