کانی شناسی طرسفیر دکتر مقصودی

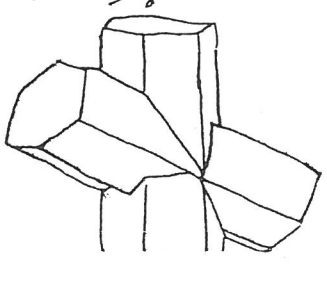
اجتماع بلوری

اجتماع بلوری ممکن است با نظم و ترتیب صورت گیرد. مثلاً بلورها به موازات هم و در کنار هم نمو کنند یا اینکه این تجمع به طور نامنظم انجام شود که در این صورت توده متبلوری از این اجتماع حاصل می‌شود که نام ژئود (geode) داده می‌شود. معمولاً در چنین حالتی، بلورها کف یا دیواره حفره‌ها و سنگ‌های سنگ را پر می‌کنند.

- اجتماع موازی بلوری: این نوع اجتماع مخصوص بلورهایی است که به طور موازی با هم تشکیل می‌شوند و دارای سطوح مشترک اند. در واقع این بلورها با نمودستهٔ جسمی خود در یک جهت موازی تشکیل یک قسمت بلورین را می‌دهند. در بلورهای کوارتز که معمولاً دارای سطوح منشوری است تقریباً همیشه این نوع تجمع دیده می‌شود.

ماکل (Twin): ماکل از دو یا چند بلور و به این ترتیب تشکیل می‌شود که هر بلور ساده نسبت به بلور مجاور خود در جهت معین و حول محوری به نام محور ماکل به اندازهٔ ۱۸۰ درجه چرخش نشان می‌دهد. این وضع به این معنی نیست که یکی از آنها نسبت به دیگری چرخیده است بلکه به معنی این است که آنها به همان صورت با هم نمو کرده اند.

ماکل دو بلور ممکن است ساده تشکیل شود یعنی دو بلور فقط با هم تماس حاصل کنند این حالت را ماکل تماسی می‌نامند. در حالت خاصی از این نوع ماکل بلورهای ساده به تعدادی کم و بیش زیاد و به ابعاد میکروسکوپی با هم جمع می‌شوند در این حالت تشخیص ماکل غالباً فقط با میکروسکوپ امکان پذیر است و در آن هر یک از بلورها به صورت نوار یا ورقه باریک به نظر می‌رسد و به صورت نوارهای تاریک و روشن ظاهر می‌شوند. این نوع ماکل را ماکل پلی سنتتیک می‌نامند که در پلاژیوکلاز دیده می‌شود. در حالت رشد دو بلور ساده داخل هم می‌شوند و در این صورت آن را ماکل نفوذی می‌گویند.



از انواع دیگر ماکل می‌توان به ماکل کارلسباد و در آلکالی فلدسپات‌ها و ماکل دم پرستوی در ژیپس اشاره کرد. اجتماع بلوری ممکن است سه، دو و یا چند بلور هم‌جنس و غیرهم‌جنس انجام گیرد و به این جهت ماکل از انواع مختلف تقسیم‌بندی می‌شود.

وقتی یک یا دو صفر در اندیس های میلری یک سطح مشاهده می شود نشان دهنده این است که سطح با یک یا دو محور بلور موازی است و به عبارت دیگر نسبت تقاطع سطح از این محور بی نهایت است ($\frac{1}{\infty} = 0$)

به این ترتیب سطحی که فقط محور x را قطع می کند دارای اندیس (۱۰۰) و سطحی که فقط محور y را قطع می کند دارای اندیس (۰۱۰) و سرانجام سطحی که فقط محور z را قطع می کند دارای اندیس (۰۰۱) خواهد بود.

در شکل هایی که سطوح آنها هموازه دو محور را قطع می کنند و با محور سوم موازی اند. غالباً پیش می آید که نسبت پارامتری برای این محور برابر است و چون محور سوم با این سطح موازی است لذا برای آنها را می توان به اقتضای موقع خاص این سطوح به صورت (۱۱۰)، (۱۰۱) یا (۰۱۱) نشان داد.

در تعیین اندیس سطوح برای بلورهای سیستم های هگزاگونال و ترگاگونال، منظور داشتن سیستم چهار محوری صلیب محوری، الزامی است که به طور کلی به صورت (hkil) نوشته شود و در آن این فرمول $i = -(h+k)$ درباره اندیس هر سطحی باید صادق باشد.

## اندیس میلر

یکی از روش‌ها جهت شناخت بلور تعیین موقعیت سطوح آن نسبت به محورهای بلورشناسی می‌باشد این عمل با در نظر گرفتن مقادیر قطع شده از محورها توسط سطوح انجام می‌گیرد.

جهت تعیین اندیس میلر هر سطح، بایستی محورهای بلورشناسی را به گونه‌ای انتخاب نمود که سه محور آن در جهت سه یال منتهی اولیه قرار گیرد. حال اگر مبداء محورهای بلورشناسی را در مرکز بلور فرض کنیم سطوح این بلور نسبت به سه محور بلورشناسی موقعیت‌های خاصی پیدا خواهند نمود. بدین ترتیب که هر سطح یا امتداد آن هر سه محور را قطع می‌کند، یا اینکه دو محور را قطع نموده و با محور سوم موازی می‌باشد و یا اینکه یک محور را قطع کرده و با دو محور دیگر موازی می‌گردد. مقادیر قطع شده از محورها توسط یک سطح یا امتداد آن سطح می‌خوانند.

اندیس‌های میلر با علامت کلی hkl مشخص می‌شود به این ترتیب

$$h = \frac{1}{m} \qquad k = \frac{1}{n} \qquad l = \frac{1}{p}$$

m، n و p ضرایب مقادیر قطع شده توسط هر سطح بر روی محورها می‌باشد

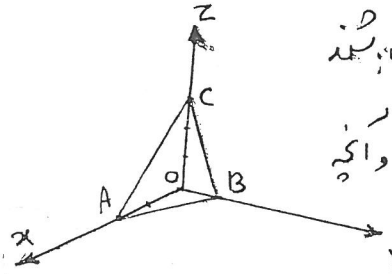
در نظر داشته باشید که اندیس اول مربوط به محور x، اندیس دوم مربوط به محور Y و سومی مربوط به محور Z است

بنابراین اندیس میلر به طور کلی به این صورت تعریف می‌شود:

اندیس میلر یک سطح، نسبت عکس ضرایب مقادیر قطع شده به وسیله آن سطح از محورهای x، Y و Z است

باید توجه داشت که بعد از محاسبه این ارقام باید آنها را به صورت اعداد صحیح در آورد.

به عنوان مثال در شکل زیر سطح ABC محور x را به اندازه $2 \times a_0$ و محور Y را به اندازه $1 \times b_0$ و محور Z را به اندازه $3 \times c_0$ قطع می‌کند




بنابراین $\frac{1}{3} : \frac{1}{1} : \frac{1}{2} = \frac{1}{p} : \frac{1}{n} : \frac{1}{m}$ چون مقادیر l، k، h اعداد صحیح باشند

از این جهت مقادیر مربوط را باید به اعداد صحیح تبدیل کنیم یعنی از نسبت فوق مخرج مشترک گرفته و آنچه که در صورت کسر حاصل شده است را در پرانتز می‌نویسیم $\frac{362}{6}$ ، $\frac{1}{2} : \frac{1}{4} : \frac{1}{3}$

بنابراین اندیس میلر سطح ABC عبارت از (362).

## تشخیص فوری سیستم های بلوری

با وجود متفاوت بودن عناصر تقارن رده های مختلف سیستم های بلوری، وجود تعدادی عناصر تقارن مشترک در آنها یا تعلق برخی عناصر تقارن معین به رده مشخص می تواند برای تشخیص فوری سیستم های بلوری کمک کند برای این منظور توجه به این نکات سودمند است:

۱- چنانکه در یک بلور حداقل محور درجه ۳ (صرف نظر از سایر عناصر تقارن ممکن) وجود داشته باشد. بدون شک آن بلور به سیستم مکعبی یا کوبیک تعلق دارد

۲- تمام رده های سیستم تتراگونال دارای یک محور تقارن از درجه ۴ اند.

۳- تمام رده های هگزاگونال دارای یک محور تقارن درجه ۶ اند.

۴- در سیستم تری گونال، اگر اما یک محور درجه ۳ به صورت معمولی یا یک قطبی وجود دارد و همین محور صرف نظر از سایر عناصر تقارن، برای شناسایی سیستم مزبور کافی به نظر می رسد.

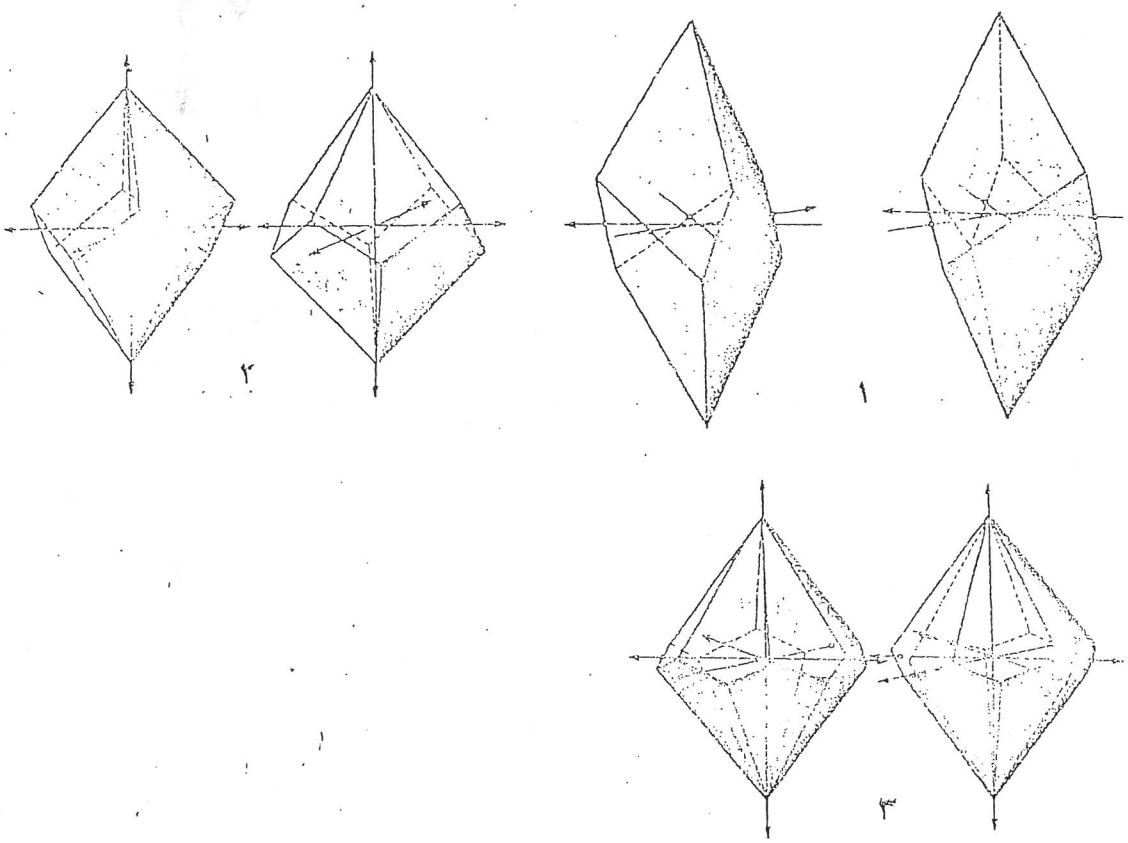
۵- در سیستم ارتورومبیک محور اصلی (درجه ۳ و بالاتر) وجود ندارد ولی رده های مختلف این سیستم دارای ۳ محور درجه ۲ و یا لااقل یک محور درجه ۲ قطبی همراه، در سطح تقارن اند.

۶- چنانچه مشخصات سیستم های مذکور در بلوری صادق نباشد بلور مزبور به سیستم مونوکلینیک یا تری کلینیک تعلق دارد با توجه به اینکه در سیستم تری کلینیک فقط در رده پدوئین وجود دارد که یگانه عنصر تقارن در گیری فقط دارای یک مرکز تقارن است می توان بلوری این سیستم را بخوبی مشخص داد.

۷- در سیستم مونوکلینیک، وجود یک سطح تقارن تنها، یا یک محور درجه ۲ یک قطبی تنها، یا وجود یک محور درجه ۲ عمود بر سطح تقارن به علاوه مرکز تقارن می تواند ما را به شناسایی آن هدایت کند.

۷) دو هرمی (بی پیرامید): اگر یك سطح تقارن عمود بر محور هرم وجود داشته باشد، فرم یك قطبی هرم در طرف دیگر محور نیز تشکیل می شود. در این صورت فرم دوهرمی (بی پیرامید) به وجود می آید که تعداد سطوح آن دو برابر سطوح فرم هرم است. این فرم به صورت فرم بسته مشخص می شود. سطح قاعدهٔ دو هرمیها در سیستمهای مختلف عیناً مشابه فرمهای هرمی است، فقط تعداد سطوح آنها دو برابر سطوح هرمهای مورد نظر است (شکل ۲۸).

۸) تراپزوئدر: چنانچه هرم فوقانی و هرم تحتانی تصویر هم نباشند، فرم بسته ای به وجود می آید که آن را تراپزوئدر می نامیم. فرم تراپزوئدر، در سیستم تتراگونال هشت سطحی، در تریگونال شش سطحی و در هگزاگونال دوازده سطحی است[۱] (شکل ۲۹).




شکل ۲۹. انواع تراپزوندرها: ۱) تراپزوندرهای تریگونال ۲) تراپزوندرهای تتراگونال ۳) تراپزوندرهای هگزاگونال

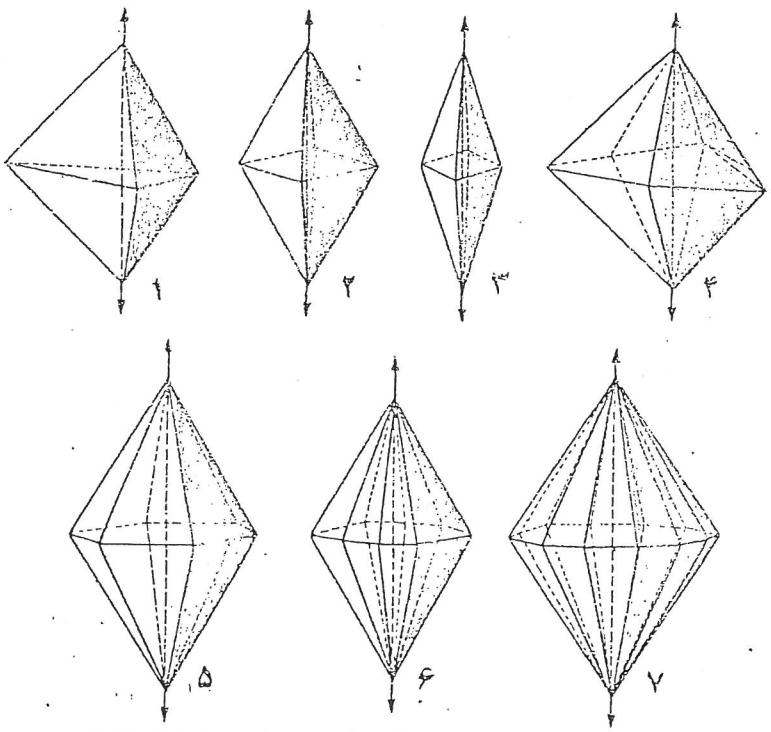
۹- اسکالنوئدر: درحالتی که زوج سطوح فوقانی مربوط به یک محور، با زوج سطوح تحتانی آن با چرخش ۹۰ درجه یا ۶۰ درجه متناوباً تکرار شود. فرم اسکالنوئدر تشکیل می شود. این فرم در سیستم تتراگونال و تریگونال وجود دارد. به عبارتی ساده تر هر سطح تراپزوهدر، اگر از وسط دونیم گردد اسکالنوئدر ایجاد می شود

یا شش‌سطحی (پیرامید دی‌تریگونال) اند. در حالت اول قاعدهٔ هرم مثلثی متساوی‌الاضلاع است و در حالت دوم یك شش ضلعی است که زوایای آن یك درمیان با هم برابرند.

هرمهای چهارگوش (تتراگونال): در سیستم تتراگونال هرمها، چهارسطحی (پیرامید تتراگونال) یا هشت‌سطحی (پیرامید دی‌تتراگونال) اند. در حالت اول قاعدهٔ هرم مربع و در حالت دوم هشت‌ضلعی است.

هرمهای شش‌گوش (هگزاگونال): در سیستم هگزاگونال هرمها شش سطحی (پیرامید هگزاگونال) یا دوازده سطحی (پیرامید دی هگزاگونال) اند. در حالت اول قاعدهٔ هرم شش ضلعی و در حالت دوم دوازده ضلعی است.

فرمهای اسفنوئید و هرم، که در حول محور تقارن و فقط در یك طرف آن ایجاد شده‌اند، فرمهای یك‌قطبی نامیده می‌شوند و این محور تقارن نیز از نوع محورهای یك‌قطبی است. این فرمها فقط در رده‌های فاقد مرکز تقارن تشکیل می‌شوند. یك‌قطبی بودن[1] محورها در خواص فیزیکی بلورها بسیار قابل توجه است.




شکل ۲۸. انواع دوهرمیها: ۱) دوهرمی سه‌گوش ۲) دوهرمی ارتوروسیك (دارای قاعدهٔ لوزی‌شکل) ۳) دوهرمی چهارگوش ۴) دوهرمی سه‌گوش مضاعف ۵) دوهرمی شش‌گوش ۶) دوهرمی چهارگوش مضاعف ۷) دوهرمی شش‌گوش مضاعف

1) polarity

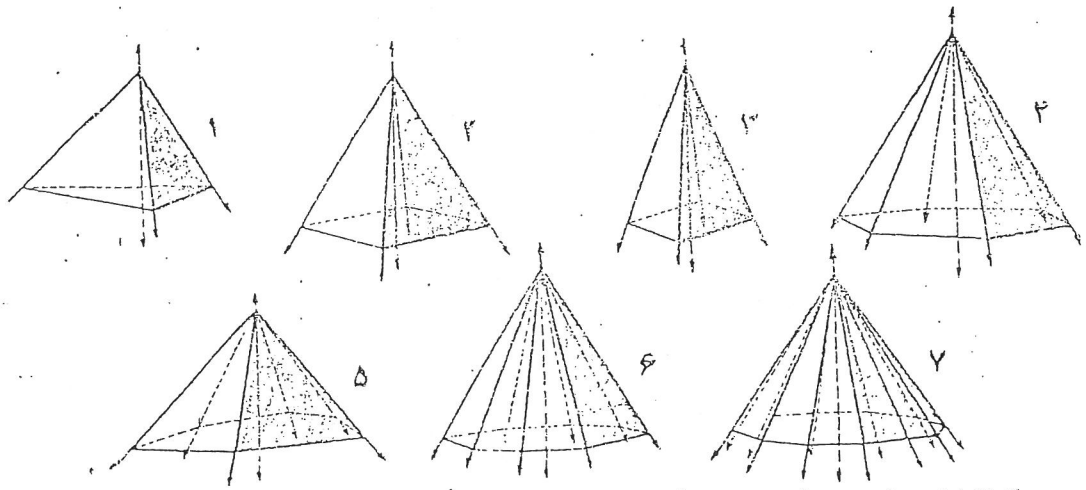
منشور ارتورومبیک: در این سیستم نیز سطوح تقارن یا مرکز تقارن موجب تکرار سطوح فرم دوما و از آنجا موجب تشکیل فرم منشور می‌شوند. قاعدهٔ منشور در این سیستم به‌شکل لوزی افقی است.

منشورهای تریگونال: منشورهای سیستم تریگونال، سه‌سطحی (منشور تریگونال) یا شش‌سطحی (منشور دی‌تریگونال) اند. در حالت اول قاعدهٔ منشور از مثلث متساوی‌الاضلاع تشکیل می‌شود و در حالت دوم قاعدهٔ آن یك شش‌ضلعی است که زوایای آن یك در میان با هم برابرند.

منشورهای تتراگونال: منشورهای سیستم تتراگونال چهارسطحی یا هشت سطحی‌اند. قاعدهٔ منشور در این سیستم مربع یا هشت ضلعی است.

منشورهای هگزاگونال: منشورهای سیستم هگزاگونال شش‌سطحی یا دوازده سطحی‌اند. قاعدهٔ آنها نیز شش‌ضلعی یا دوازده ضلعی است.

۶) هرم: فرمهایی که سطوح آنها نسبت به‌یك محور با شیب و زاویهٔ مساوی قرار گرفته‌اند و در عین حال نسبت به‌هم وضع متقاطع دارند هرم نامیده می‌شوند. در اینجا نیز برحسب تعداد سطوح، فرمهای هرمی سه‌سطحی، چهارسطحی، شش‌سطحی، هشت‌سطحی و دوازده سطحی ایجاد می‌شوند. فرم هرم در سیستمهای ارتورومبیك، تریگونال، تتراگونال و هگزاگونال تشکیل می‌شود(شکل ۲۷).




شکل ۲۷. انواع هرمها: ۱) هرم سه‌گوش ۲) هرم چهارگوش ۳) هرم ارتورومبیك (دارای قاعدهٔ لوزی شکل) ۴) هرم شش‌گوش ۵) هرم سه‌گوش مضاعف ۶) هرم چهارگوش مضاعف ۷) هرم شش‌گوش مضاعف

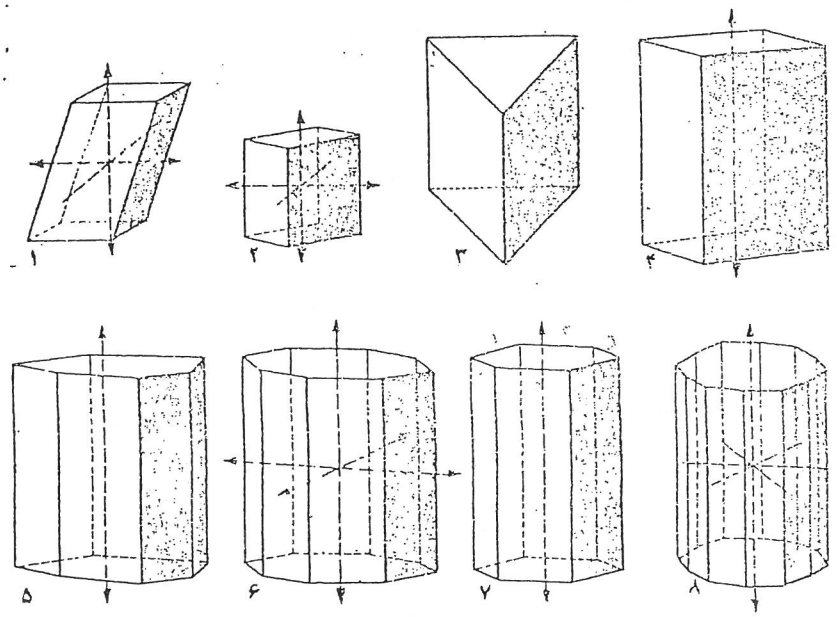
هرم ارتورومبیك: فرم هرم در سیستم ارتورومبیك دارای قاعدهٔ لوزی شکل است.

هرمهای تریگونال: در این سیستم هرمها، سه‌سطحی (پیرامید تریگونال)

در این حالت سطوح اسفنوئید نسبت به محور (محور درجهٔ ۲) به طور مایل (متقاطع) قرار گرفته اند (شکل ۲۵).

۵) منشور[1]: منشور[2] فرم بازی است که سطوح آن دوبه دو باهم حالت متقاطع دارند و یالهای مشترک سطوح آن نسبت به محوری به نام محور منشور (که از مرکز جسم می گذرد) موازی اند. برحسب تعداد سطوح آنها، فرمهای منشوری سه سطحی، چهارسطحی، شش سطحی و هشت سطحی در بلورها ایجاد می شوند. فرم منشور در سیستمهای منوکلینیک، ارتورومبیک، تتراگونال، تریگونال و هگزاگونال تشکیل می شود (شکل ۲۶).

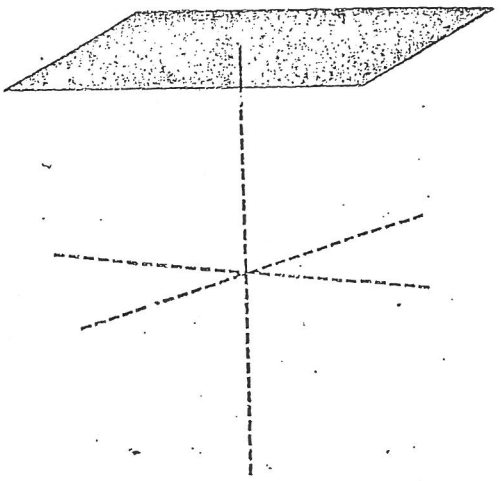
منشور منوکلینیک: منشور سیستم منوکلینیک از تجمع دوفرم دومابه وجود می آید. در برخی از بلورهای این سیستم، وجود مرکز تقارن موجب تکرار سطوح فرم دوما در طرف دیگر بلور می شود و از آنجا فرم منشور به وجود می آید. قاعدهٔ منشور در این سیستم به شکل لوزی مایل نسبت به سطح افقی است.



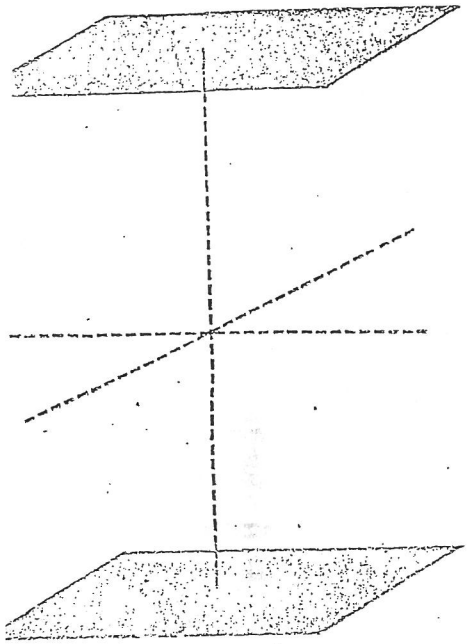
شکل ۲۶. انواع منشورها: ۱) منشور منوکلینیک ۲) منشور ارتورومبیک
۳) منشور سه گوش ۴) منشور چهارگوش ۵) منشور سه گوش مضاعف
۶) منشور چهارگوش مضاعف ۷) منشور شش گوش ۸) منشور شش گوش مضاعف

1) prisma (prism)

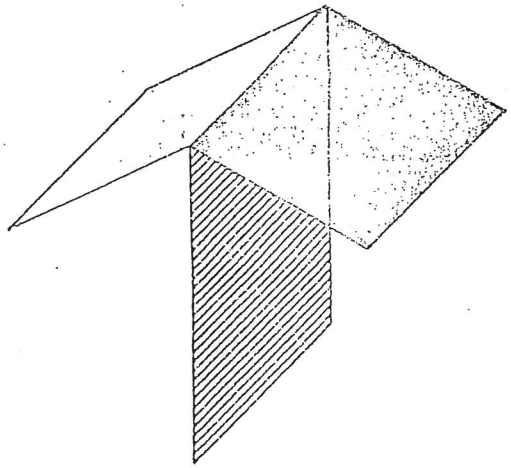
۲) منظور از منشور یا هرم، فرم منشور یا هرم است که فقط شامل سطوح جانبی (بدون در نظرگرفتن قاعده) آنها می شود.



شکل ۲۲. فرم پدیون (یك سطحی). این فرم به‌واسطهٔ فقدان عناصر تقارن تکرار نشده است.



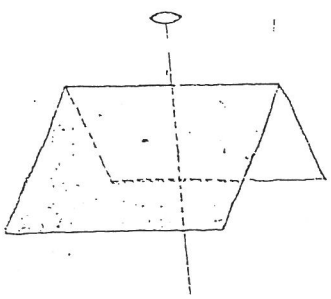
شکل ۲۳. فرم پیناکوئید



شکل ۲۴. فرم دوما[1] در سطح متقاطع و متقارن در دوطرف سطح تقارن)

۳) دوما[1]: دوما فرم دوسطحی باز است که دوسطح آن نسبت به‌یك سطح تقارن قرینه‌اند و در عین حال نسبت به‌هم متقاطع‌اند. در این حالت سطوح دوما نسبت به‌سطح تقارن به‌طور مایل (متقاطع) قرار گرفته‌اند(شکل ۲۴).

۴) اسفنوئید[2]: اسفنوئید یك فرم دو سطحی باز است که دوسطح آن نسبت به‌یك محور تقارن قرینه‌اند و در عین حال نسبت به‌هم وضع متقاطع دارند.



شکل ۲۵. فرم اسفنوئید (دوسطح متقاطع و متقارن در حول محور درجهٔ ۲)

1) doma (dome) 2) sphenoid

تعریف فرم: فرم به مجموعه سطوح متشابهی اطلاق می‌شود که در یک بلور وجود دارند و ناشی از تأثیر همزمان عناصر تقارن موجود است. مثلاً در یک هرم با قاعده شش گوش منتظم، سطوح جانبی یک فرم و قاعده آن فرم دیگری را به وجود می‌آورند. تعداد سطوح فرم تابع نوع، درجه و تعداد عناصر تقارن بلور و همچنین موقع و محل سطوح فرم نسبت به عناصر تقارن است.

## ۵ـ۱ انواع فرمها

### ۵ـ۱ـ۱ فرم بسته

فرمهایی که می‌توانند بتنهایی بلور را در تمام جهات فضایی محدود کنند، به‌عبارت دیگر بدون ترکیب با فرمهای دیگر وجود داشته باشند، فرم بسته نامیده می‌شوند. تعداد سطوح این فرمها به‌هیچ‌وجه نمی‌تواند از چهار کمتر باشد، چه در این صورت فرم نمی‌توانند یک جسم فضایی را محدود کند. مثلاً مکعب یک فرم بسته است.

### ۵ـ۱ـ۲ فرم باز

فرمهایی که بتنهایی نمی‌توانند بلور را در تمام جهات محدود کنند، به‌عبارت دیگر فقط به‌صورت ترکیب با فرمهای دیگر می‌توانند وجود داشته باشند، فرم باز نامیده می‌شوند. مثلا سطوح جانبی منشور مجموعاً فرم بازی را به‌وجود می‌آورند که بدون کمک سطوح قاعدهٔ منشور نمی‌توانند جسم را در تمام جهات محدود کند.

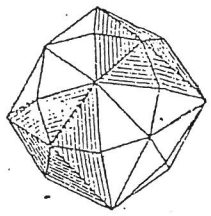
در سیستم کوبیک فقط فرمهای بسته وجود دارند و در سیستمهای تری کلینیک و منو کلینیک فقط فرمهای باز ظاهر می‌شوند. در سایر سیستمها، بر حسب موقع فرمها یا کیفیت عناصر تقارن، هر دونوع فرم ظاهر می‌شوند.

### ۵ـ۱ـ۳ انواع فرمهای بسته و باز

فرمهای بسته و باز از لحاظ شکل هندسی و تعداد سطوح با این انواع نامگذاری شده‌اند:

۱) پدیون[1]: پدیون یک فرم یک سطحی باز است. وجود یک فرم پدیون دلیل بر فقدان عنصر تقارن در بلور یا عدم تأثیر آن به‌واسطهٔ عمودبودن نسبت به‌این سطح است (شکل ۲۲).

۲) پیناکوئید[2]: پیناکوئید یک فرم باز دو سطحی است که سطوح آن با هم موازی و قرینه‌اند.
فرم پیناکوئید براثر عمل مرکز تقارن یا محور درجهٔ ۲ یا سطح تقارن ایجاد می‌شود. در دوحالت اخیر محور ذرجهٔ ۲ یا سطح تقارن، موازی سطوح پیناکوئید است (شکل ۲۳).



ب

شکل ۲۱/ب. فرم چهل وهشت سطحی (هگزاکاتاندا)

---

1) pedion 2) pinacoid

دیده میشود. کمی از کانیهای لیتیوم دارند و از آن لیتیوم استخراج میشود

• گروه اسکاپولیت $(Na, Ca, K)(Al Si_3 O_8)_3 (Cl, Ca_3, SO_4, OH)$

اسکاپولیت ها سیلیکاتهای سدیم و کلسیم دار هستند که در ترکیب آنها کلرور، کربنات، سولفات و گاهی عامل OH نیز وجود دارد. رنگ آنها متغیر است و ممکن است سفید، خاکستری، بنفش، سبز کمرنگ، صورتی، بنفش، قهوه‌ای و نارنجی باشد. سختی آنها ۵ - ۶ است. اغلب به سریت و کائولینیت تجزیه میشوند. اسکاپولیت ها در سنگهای دگرگونی و متاسوماتیک وجود دارند.

• آنالیم یا آنالیت $Na[Al Si_2 O_6] H_2O$: آنالیم یک سیلیکات آلومینیوم و سدیم دار است و هادی آب میباشد. سختی ۵،۵ دارد. رنگ سفید، صورتی، خاکستری یا بی رنگ دارد. آنالیم ممکن است به صورت کانی اولیه و یا کانی ثانویه در سنگهای آذرین دیده شود.

• گروه زئولیت: $(Na_2, K_2, Ca, Ba)[(Al, Si) O_2]_n, x H_2O$

زئولیت ها گروهی از کانیهای سیلیکاته آبدار هستند. کانیهای این گروه ترکیب شیمیایی به دارند و معمولاً همراه با یکدیگر به صورت کانی ثانوی حفرات سنگهای آذرین را پر می‌کنند در ترکیب آنها Na، K، Ca، Al و به مقدار متغیر آب وجود دارد. سختی آنها بر حسب نوع کانی از ۳،۵ تا ۵،۵ تغییر می‌کند رنگ آنها متنوع است و به رنگهای سفید، زرد، صورتی، قرمز، قهوه‌ای یا بی رنگ دیده میشود. زئولیت ها بسیار متنوع هستند. انواع گوناگون آنها با توجه به شکل بلوری به سه رسته زئولیت های رشته‌ای، زئولیت های تیغه‌ای و زئولیت های مکعبی تقسیم می‌کنند. مهمترین زئولیت شامل

گانی‌های ناترولیت $Na_2Al_2Si_3O_{10}\cdot 2H_2O$، هولاندیت $(Ca,Na_2)[Al_2Si_7O_{18}]\cdot 6H_2O$

شابازیت $Ca[Al_2Si_4O_{12}]\cdot 6H_2O$ می‌باشد.

کاربرد زئولیت‌ها: زئولیت‌ها به خاطر ساختار ویژه‌ای که دارند، می‌توانند مولکول‌ها را جذب کنند و یا با ترکیبات دیگر تبادل یونی انجام دهند. از زئولیت‌ها به عنوان مواد تصفیه‌کننده نیز استفاده می‌گردد. به عنوان مثال اگر آب سخت، که حاوی یون‌های کلسیم می‌باشد، از مخزن حاوی زئولیت نوع ناترولیت عبور داده شود، یون‌های کلسیم جانشین یون‌های سدیم زئولیت می‌شود و یون‌های سدیم وارد آب می‌شود و باعث سبک شدن آب می‌گردد. طی این فرایند ترکیب زئولیت شبیه به اسکولیسیت $Ca(Al_2Si_3O_{10})\cdot 3H_2O$ می‌شود. این نوع زئولیت را مجدداً فعال می‌کنند. به این صورت که از مخزن زئولیت با ترکیب جدید، محلول غلیظ نمک طعام عبور می‌دهند. در این حالت واکنش و جابجایی یونی در جهت عکس حالت قبل رخ داده و زئولیت ترکیب اولیه خود را بدست می‌آورد. همچنین در تهیه خوراک حیوانات، در جشره‌کش‌ها، در کاغذ به عنوان پرکننده، در کشاورزی برای بهبود کیفیت خاک و... مصرف می‌شود. به خاطر خواص ویژه و کاربرد بسیار زئولیت‌ها در صنعت، امروزه زئولیت‌ها را به طور مصنوعی تولید می‌کنند.

در ایران زئولیت‌ها در مناطق گوناگون از جمله اشتهارد، چای وفی باغ میانه، سمنان، ورامین، رودهن طالقان و قلعه عسگر کرمان وجود دارد.

## گروه فلدسپاتوئید

فلدسپاتوئیدها گروهی از کانیهای تشکیل دهنده سنگهای فقیر از سیلیسیم هستند بنابراین در سنگهای کوارتزدار دیده نمی‌شوند. فلدسپاتوئیدها نیز مانند فلدسپارها، آلومینوسیلیکاتهای پتاسیم، سدیم و کلسیم دار می‌باشند. کانیهای مهم این گروه شامل:

۱- لوسیت $KAlSi_2O_6$ ← رنگ آن سفید تا خاکستری است و در گدازه‌های آتشفشانی فراوان دیده می‌شود.

۲- نفلین $(Na,K)AlSiO_4$: بی‌رنگ، سفید یا خاکستری است. در سنگهای آذرین درونی، نیمه‌عمیق و بیرونی غنی از سدیم که کمبود سیلیس دارند دیده می‌شود.

۳- گروه سودالیت

سودالیت $Na_8[AlSiO_4]_6Cl_2$: رنگ معمولاً آبی دارد اما بی‌رنگ، سفید، خاکستری، زرد و سبز نیز دیده می‌شود. سختی ۵/۵ تا ۶ دارد.

نوزآن $Na_8[AlSiO_4]_6SO_4$: رنگ معمولاً خاکستری تا سفید دارد و سختی آن ۵/۵ تا ۶ است

هائوئین $(Na,Ca)_{4-8}[AlSiO_4]_6(SO_4,S)_{1-2}$: رنگ آن سفید، خاکستری، سبز یا آبی است. سختی ۵/۵ تا ۶ دارد

لازوریت $(Na,Ca)_8[AlSiO_4]_6(SO_4,S,Cl)_2$: این کانی با رنگ آبی لاجوردی، سختی ۵ تا ۵/۵ مشخص می‌شود. اغلب به صورت ذرات ریز در داخل سنگها و معمولاً در سنگ لاجورد یا لاپیس لازولی دیده می‌شود.

سنگ لاپیس لازولی نوعی سنگ دگرگونی مجاورتی است که بیشتر متشکل از لازوریت و کلسیت و به مقدار کمتر دیوپسید، هورنبلند، پیریت و سایر سیلیکاتها است. مرغوب‌ترین نمونه آن در ناحیه بدخشان افغانستان وجود دارد.

۴- پتالیت $LiAlSi_4O_{10}$: رنگ آن سفید یا بی‌رنگ، خاکستری است، سختی ۶/۵ دارد. در پگماتیت‌ها

در دمای پایین تفکیک سلولی فلدسپات آلکالن از طریق میکروسکوپ میسر است و بصورت رشد توام ارتوز یا میکروکلین با آلبیت می‌باشد. در این حالت اگر فلدسپات غنی از سدیم (آلبیت) در فلدسپاتهای پتاسیم دار (ارتوز یا میکروکلین) رشد کند به آن پرتیت (Perthite) یا میکروپرتیت گویند. عکس این حالت، یعنی رشد فلدسپاتهای پتاسیم دار در فلدسپاتهای سدیم دار، آنتی پرتیت نامیده می‌شود.

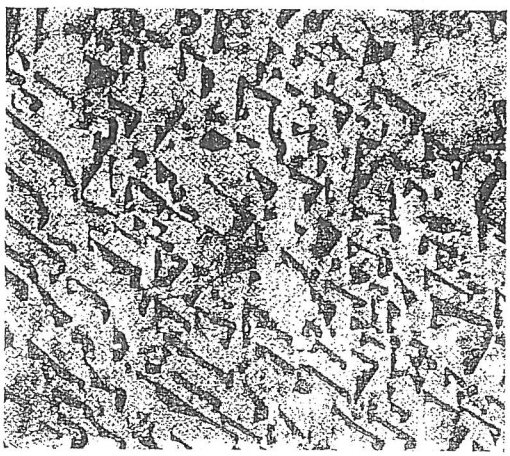
- ارتوز: بی‌رنگ، سفید و قرمز روشن
- میکروکلین: سفید تا زرد کمرنگ، در سوار دگری سرخ یا سبز. میکروکلین سبز رنگ را آمازونیت می‌نامند.

پلاژیوکلازها از نظر ترکیب شیمیایی و با توجه به درصد Ab-An به ۶ گروه تقسیم می‌شوند و عبارتند از: آلبیت، الیگوکلاز، آندزین، لابرادور، بیتونیت و آنورتیت.

تجزیه: پلاژیوکلازهای غنی از سدیم معمولاً کمتر تحت تاثیر تجزیه قرار گیرند و در صورت تجزیه، اغلب تبدیل به سریسیت می‌شوند. پلاژیوکلازهای کلسیم دار زودتر تجزیه شده و مجموعه کانیهای اپیدوت، کلسیت، کلریت، سریسیت و آمفیبول تجزیه می‌شوند. به مجموعه این کانی‌ها سوسوریت گفته می‌شود و این پدیده را سوسوریتیزاسیون گویند.

نحوه و محل پیدایش: پلاژیوکلازها فراوانترین کانیها هستند و حتی مقدار آنها بیش از فلدسپات آلکالن می‌باشد. این کانیها در سنگهای آذرین، دگرگونی و نیز در سنگهای رسوبی یافت می‌شوند. میکروکلین در گرانیت‌ها، کوارتز نیز در هم زمانی دارد و گرانیت گرافیکی را می‌سازد (شکل ۳۱۲)

کاربرد: فلدسپاتها در صنایع لعاب، چینی و شیشه مصرف دارند. لابرادور به علت داشتن تلألو در جواهرسازی مصرف می‌شود.



شکل ۱۲-۳۹: گرانیت گرافیکی. تیره‌ها کوارتز، روشنها میکروکلین.

## گروه فلدسپات

فلدسپاتها، سیلیکاتهای آلومینیوم همراه با پتاسیم، سدیم، کلسیم و به ندرت با باریم می‌باشند. کانیهای این گروه فراوانترین کانیهای سازنده سنگهای آذرین هستند از اینرو در طبقه بندی و نامگذاری سنگهای آذرین نقش مهم دارند. این کانیها در دو سیستم مونوکلینیک و تری کلینیک متبلور می‌شوند. سختی آنها ۶ تا ۶٫۵ و چگالی آنها ۲٫۵۵ تا ۲٫۶۴ می‌باشد.

## ترکیب شیمیایی فلدسپاتها:

فلدسپاتها با توجه به ترکیب شیمیایی در سه گروه فلدسپاتهای آلکالن یا قلیایی، فلدسپاتهای کالکوسدیک یا پلاژیوکلازها و فلدسپاتهای سنگین یا باریم دار قرار دارند. گروه فلدسپاتهای سنگین بسیار کمیاب هستند. دو گروه دیگر از نظر شیمیایی بین سه قطب متفاوت غنی از پتاسیم به نام ارتوز (Or) با فرمول شیمیایی $KAlSi_3O_8$، قطب غنی از سدیم به نام آلبیت (Ab) با فرمول شیمیایی $NaAlSi_3O_8$ و قطب غنی از کلسیم به نام آنورتیت (An) با فرمول شیمیایی $CaAl_2Si_2O_8$ قرار می‌گیرند. ترکیبات بین دو قطب $KAlSi_3O_8$ و $NaAlSi_3O_8$ به نام فلدسپاتهای آلکالن، و بین دو قطب $NaAlSi_3O_8$ و $CaAl_2Si_2O_8$ را فلدسپاتهای پلاژیوکلاز نامند. پلاژیوکلازها سری محلول جامد را تشکیل می‌دهند.

نوعی از فلدسپاتهای پتاسیم دار که در دمای بالا متبلور می‌شوند سانیدین نامیده می‌شود. این کانی در سیستم مونوکلینیک متبلور می‌شود. انواع دمای متوسط آن به نام ارتوکلاز یا ارتوز با سیستم متبلور مونوکلینیک و نوع دمای پایین فلدسپاتهای پتاسیم دار به نام میکروکلین است که در سیستم تری کلینیک متبلور می‌شود بالاخره نوعی که در حرارت خیلی پایین متشکل می‌شود، آدولر یا آدولاریا نام دارد و در سیستم متبلور آن مونوکلینیک است