

مطالعه‌ی بلورشناسی

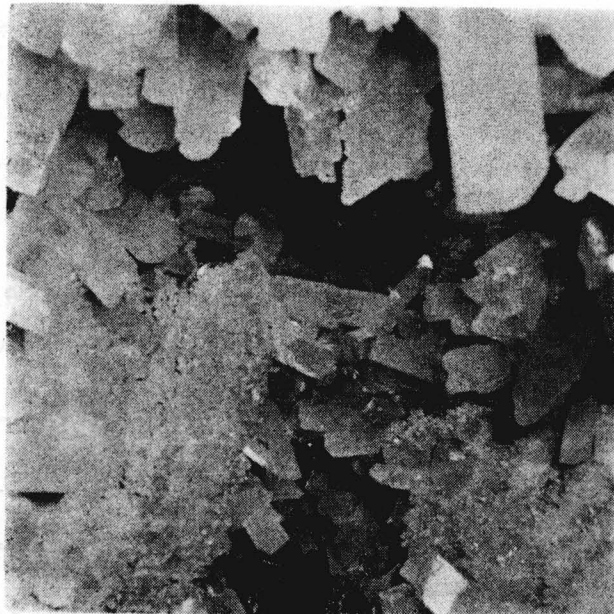
بلورهای ژپس طبقات گچ واقع در مشرق تهران

نوشته‌ی:

دکتر حسین عرفانی

استاد یار دانشکده علوم

۱- محل پیدایش: در داخل طبقات گچی ناحیه مسگر آباد واقع در مشرق تهران حفره‌های کوچک و بزرگی دیده می‌شود که سطح داخلی آنها بوسیله بلورهائی از جنس گچ (ژپس) مفروش می‌شود. یکی از این حفره‌ها بسیار بزرگ و بابعاد تقریبی ۸ مترطول، ۲ مترعرض و ۲ مترارتفاع مورد مطالعه بلورشناسی نگارنده



شکل ۱- منظره‌ای از داخل ژئود

قرار گرفته است. دیوارها، سقف و کف این حفره بوسیله بلورهای درشت و ریز ژپس با اجتماع نامنظم پوشانیده شده و بصورت یک ژئود بزرگ درآمده است (شکل ۱). نمونه‌های ریز این بلورها حداقل به طول سه میلیمتر و نمونه‌های درشت تا طول هفتاد سانتیمتر در جهت محور Z تشکیل شده‌اند. مقایسه بلورهای

مختلف ژئود از نظر بلورشناسی باین جهت قابل مطالعه است که نوع پوشش و وضع نموفرم‌های مختلف آنها در انواع بلورهای درشت و ریز متفاوت است: بلورهای درشت اکثراً کم فرم و کم سطح و غالباً ماکله هستند و بلورهای ریز دارای سطوح و فرم‌های بیشتری بوده و ماکل در آنها بسیار کم دیده میشود.

۲- موضوع مورد مطالعه: چون بلورهای این ژئود بطور دقیق از نظر بلورشناسی هندسی مطالعه نشده‌اند، در این مقاله مختصر نتیجه سنجش‌ها و محاسبات متریک آنها را که در آزمایشگاه کانی شناسی دانشکده علوم بوسیله نگارنده انجام گرفته است ذکر کرده و سطوح مختلف آنها را بطریقه تعیین اندیس میلر مشخص میکنیم و ضمناً با مقایسه نموفرم‌های مختلف در بلورهای ریز و درشت یک نظر کلی درباره سرعت نمو فرم‌های مختلف بعنوان نتیجه مطالعه ذکر می‌کنیم.

۳- خواص بلورشناسی ژپیس: ژپیس بفرمول $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ در سیستم مونو کلینیک و کلاس پریسماتیک متبلور میشود. عناصر تقارن این کلاس تبلور عبارتند از: A^2LE, C . ژپیس فراوان‌ترین سولفات طبیعی است و بلورهای آن اکثراً بصورت توده بلورین یا ژئود تشکیل میشوند. این بلورها غالباً در جهت $\{010\}$ پهن و در جهت محور Z طویل شده‌اند. هابتوس از این نوع، تقریباً در تمام بلورهای ژپیس که از منشاء محلول‌های سولفات کلسیم در شکاف‌های سنگ‌ها و ژئودها تشکیل میشوند عمومیت دارد. فرم‌های عادی که پوشش معمولی ژپیس را بوجود می‌آورند عبارتند از فرم‌های: $\{010\}$ ، $\{110\}$ و $\{111\}$ و همچنین فرم‌های $\{103\}$ و $\{111\}$ که دارای سطوح ویالهای محدب هستند و بلورهای عدسی مانند ژپیس را بوجود می‌آورند.

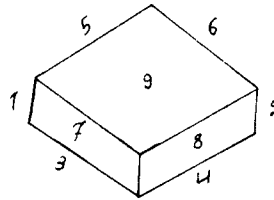
بلورهای درشت ژپیس در سطوح $\{010\}$ منظره موجوداری نشان میدهند. ماکل ساده و تداخلي ژپیس در جهت $\{100\}$ با زاویه داخلی در حدود ۱۰۰ درجه و ماکل دیگری در جهت $\{101\}$ با زاویه داخلی ۱۲۴ درجه فراوان است.

۴- مقایسه بلورهای درشت و ریز از نظر پوشش آنها: بلورهای درشت ژئود مورد مطالعه از دو نظر با بلورهای ریز آن متفاوتند:

۱- بلورهای درشت کم سطح هستند و اکثراً دارای فرم‌های $\{010\}$ و $\{121\}$ و $\{210\}$ میباشند. فرم اول از چهار سطح منشوری (منشور مونو کلینیک) تشکیل میگردد و فرم دوم از دو سطح متقاطع در دو طرف سطح تقارن بلور (فرم دُما) بوجود آمده است، در حالی که در بلورهای ریز فرم $\{001\}$ مرکب از دو سطح (فرم - پیناکوئید) نیز اضافه میشود.

۲- بلورهای درشت اکثراً ماکله هستند و زاویه ماکل آنها بوسیله گونیومتر اندازه گیری شدند. این زاویه در اکثر بلورها بمقیاس ۱۰۰ درجه اندازه گیری شدند. جهت ماکل عبارت است از جهت سطح (100). در بلورهای ریز ماکل بسیار کم است و غالباً از نوع ماکل ساده در جهت $\{100\}$ انجام گرفته است.

۵- سنجش زوایای دوسطحی بوسیله گونیومتر دودایره‌ای: قبل ازسنجش زوایای دوسطحی بلورها، با تهیه یک تصویر قائم از بلورهای ریزوپرسطحی ژیبس، تعداد سطوح و انواع آنها را مشخص و شماره گذاری کردیم و بعد سنجش زوایا را در روی سه نمونه از بلورهای آن و برای هر نمونه سه بار انجام دادیم. مقدار متوسط عددی بدست آمده برای محاسبات بکاربرده شد (شکل ۲).



شکل ۲- تصویرقائم ژیبس

ارقام مربوط به سنجش زوایا در بلورهای ژیبس

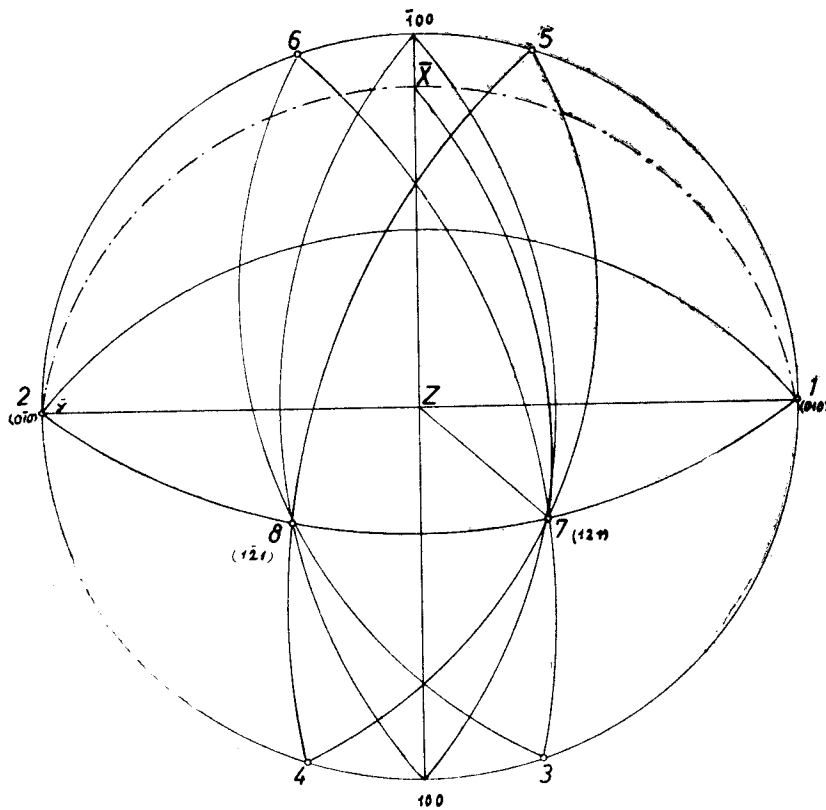
شماره سطح	نوع انعکاس	سنجش درحول دایره		فاصله زاویه‌ای ازسبداً عمودی	فاصله زاویه‌ای ازسبداً افقی (φ)
		افقی	عمودی		
۱	خیلی خوب	۳۰۴° ۴۲'	۱۰۶° ۰۲'	۰	۹۰°
۳	»	۲۳۳° ۰۰'	۱۰۶° ۰۲'	۷۱° ۴۲'	۹۰°
۴	»	۱۹۶° ۳۳'	۱۰۶° ۰۲'	۱۰۸° ۰۹'	۹۰°
۲	»	۱۲۴° ۴۲'	۱۰۶° ۰۲'	۱۸۰° ۰۰'	۹۰°
۶	خوب	۵۳° ۰۰'	۱۰۶° ۰۲'	۲۵۱° ۴۲'	۹۰°
۵	»	۱۶° ۳۰'	۱۰۶° ۰۲'	۲۸۸° ۱۲'	۹۰°
۷	»	۲۶۲° ۵۰'	۶۵° ۰۶'	۴۱° ۵۲'	۴۹° ۰۴'
۸	»	۱۶۶° ۲۰'	۶۵° ۰۶'	۱۳۸° ۲۲'	۴۹° ۰۴'
۹				۹۰°	۸° ۵۸'

۶- محاسبه «متریک» بلورهای ژیبس: قبل از محاسبه متریک این بلورها، نتایج حاصل ازسنجش زوایا را با رسم تصویر فضائی بلور شماتیک نشان دادیم (شکل ۳) و بعد با استفاده از فرمول کلی محاسبه نسبت تقاطع محورها برای سطح اختیاری مقایسه‌ای، متریک آنها را بشرح زیر محاسبه کردیم:

$$a : 1 : c = \frac{\cos PY}{\cos PX} : 1 : \frac{\cos PY}{\cos PZ}$$

سطح شماره ۷ بصورت سطح مقایسه‌ای انتخاب شد. مقادیر PX و PY و PZ را برای این سطح بدست آورده و با مقایسه آن با متریک سطوح (III) محاسبه شده در اطلس‌های بلورشناسی، اندیس آنرا تعیین کردیم. تعیین اندیس سطوح دیگر با همین قاعده و همچنین با استفاده از قاعده کمپلیکاسیون انجام گرفت (شکل ۳).

محاسبه مقادیر $\cos PY$ و $\cos PX$ و $\cos PZ$ مطابق فرمول های زیر و با استفاده از تصویر فضائی بلور انجام گرفت:



شکل ۳- تصویر فضائی بلور ژیبس

- (۱) $\cos PY = \cos 41^\circ 52' \times \cos 40^\circ 56'$
 (۲) $\cos PZ = \cos 49^\circ 04'$
 (۳) $\cos PX = \cos 49^\circ 04' \times \cos 81^\circ 22' + \sin 49^\circ 04' \times \sin 81^\circ 22' = \cos (41^\circ 52' - 27^\circ 00')$

برای تعیین مقدار $\cos PX$ که در فرمول محاسبه شماره (۳) آمده است از فرمول هندسی زیر استفاده

شده است:

$$\cos PX = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b \cdot \sin \gamma$$

محاسبه نسبت تقاطع محورها با قراردادن مقادیر $\cos PY$ و $\cos PZ$ و $\cos PZ$ در فرمول عمومی بصورت

زیر انجام گرفت:

$$\frac{\cos PY}{\cos PX} : 1 : \frac{\cos PY}{\cos PZ} = \frac{\cos 56^\circ}{\cos 64^\circ 40'} : 1 : \frac{\cos 56^\circ}{\cos 49^\circ 04'}$$

واز آنجا :

$$a : 1 : c = 1.420 : 1 : 0.8587$$

درحالی که نسبت تقاطع محوری برای سطح (111) در بلورهای بی که واجد این سطح هستند بمقدار زیر محاسبه شده است (۱):

$$0.415 : 1 : 0.691$$

با مقایسه دونسبت فوق، اندیس سطح مقایسه‌ای ما بصورت (121) محاسبه میگردد و از روی آن، اندیس سطوح دیگر با استفاده از قاعده کمپلیکاسیون بشرح زیر تعیین میگردد:

شماره سطوح	اندیسهای سیدر
۱	(010)
۳	(210)
۴	(2 $\bar{1}$ 0)
۲	(0 $\bar{1}$ 0)
۶	(2 $\bar{1}$ 0)
۵	($\bar{2}$ 10)
۷	(121)
۸	(1 $\bar{2}$ 1)
۹	(001)

۷- تعیین مقادیر α و β و γ : مقدار زاویه α (زاویه بین محورهای Z و Y) همانطور که از تصویر فضائی بلور میتوان اندازه گیری کرد. α درجه و مقدار زاویه γ (زاویه بین Z و Y) نیز بمقدار 90° درجه بدست آمد. زاویه بین محورهای X و Z (مکمل زاویه β) برابر 82° درجه اندازه گیری شد و باین ترتیب زاویه β برابر $98^\circ = 180^\circ - 82^\circ$ درجه محاسبه گردید (در سیستم مونوکلینیک زاویای α و γ برابر و مقدار هر یک 90° درجه است و فقط زاویه β بیشتر یا کمتر از 90° درجه میباشد).

۸- بررسی پوشش بلورها و تعیین سرعت نسبی نمو فرمهای مختلف: مطالعه انواع بلورهای ژیبس مورد مطالعه از نظر توسعه سطوح مختلف آنها معلوم میدارد که این بلورها همگی دارای هایتوس منشوری میباشد. سطوح منشوری این بلورها یعنی سطوح (210)، ($2\bar{1}$ 0)، ($2\bar{1}$ 0) و (210) نسبت به سایر سطوح بیشتر نمو کرده اند. در تمام بلورهای درشت و ریز ژیبس مورد مطالعه، این قاعده عمومیت دارد. سطوح (121) و ($1\bar{2}$ 1) در بلورهای ریز و درشت به یک نسبت نمو کرده اند در حالی که سطوح پینا کوئیدی (010) و (010) در بلورهای ریز و واجد نمونسی کم و در بلورهای درشت دارای نموبیشتر است. وضع سطوح پینا کوئیدی (001) و (001) در این بلورها بقرار زیر است:

در بلورهای درشت، این سطوح بهیچوجه تشکیل نشده اند ولیکن در بلورهای کوچک اثری از این سطوح دیده میشود که بمناسبت موجود بودن آنها انعکاس نور آنها در گونیومتر واضح نیست درحالی که در بلورهای ریز این سطوح صاف بوده و برای اندازه گیری زوایای دوسطحی مربوط بآنها بسیار مناسب هستند.

مطالعه نموسطوح و فرمهای مختلف در روی پنجاه نمونه از بلورهای بسیار درشت تا بسیار ریز ژئوپس ژئود مورد مطالعه انجام گرفت. در تمام این نمونه ها قاعده مذکور در فوق عمومیت دارد. با توجه باینکه پیدایش سطوح مختلف بلور در مرحله نهائی تشکیل آنها نسبت معکوس با سرعت نمو آنها دارد^(۱) بنظر میرسد که سرعت نمو در بلورهای ژئوپس برای سطوح و فرمهای مختلف آن با فرمول زیر تطبیق نماید.

$$v(001) > v(121) > v(010) > v(210)$$

تجزیه شیمیائی بلورهای ژئوپس مورد مطالعه نشان می دهد که این بلورها دارای مواد خارجی غیر از سولفات کلسیم بمقدار کم و بیش زیاد هستند. باین جهت قطعاً این مواد که از نوع اکسیدهای آهن و رست و آهک میباشند در وضع سرعت نموسطوح آنها مؤثر بوده اند از این نظر، برای بدست آوردن یک قانون قطعی و کلی تهیه محیطهای تبلور ژئوپس با دخالت این مواد و هم چنین محیطهای تبلور بدون مواد خارجی برای کشت بلورها لازم بنظر رسید. مطالعه تبلور بلور ژئوپس در محیط مصنوعی آن هنوز ادامه دارد که در شماره های بعدی نشریه نتیجه آن با اطلاع علاقمندان خواهد رسید.

Bibliography

- 1- Revision of "Groth's Chemische Kristallographie", Pennsylvania state University, 1957.
- 2- Goldschmidt, V. Kursus der Kristallometrie, Berlin 1932.
- 3- Kleber, W. Einführung in die Kristallographie, Berlin 1965.
- 4- Machatschki, F. Grundlagen der allg. Mineralogie, Wien 1964.
- 5- Raaz, F., Köhler, A. Bau und Bildung der Kristalle, Wien 1953.
- 6- Raaz, F. Sphärische Trigonometrie, Wien 1929.
- 7- Zemann, J. Kristallchemie, Berlin 1966.
- 8- De Jong, W.F. Kompendium der Kristallkunde Wien 1959.
- 9- Rahmdor, Mineralogie 1958.
- 10- بلورشناسی - دکتر حسین عرفانی - چاپ تهران ۱۳۴۶

۱- قاعده نموسطوح بلور و سرعت آنها - رجوع شود به: Kleber, Einführung in die Kristallographie, Berlin, 1965.