

## معرفی مسکوویت 2M1 هگزاگونال در گوهرسنگ فیروزه میدوک، کرمان

زهرا سلیمانی راد\*، کارشناس ارشد پترولوژی، zahrasrad95.zsr@gmail.com

شیرین تندکار، دانشجوی دکتری پترولوژی، دانشگاه شهید بهشتی

نیلوفر موسوی پاک، دانشجوی دکتری گوهرشناسی، دانشگاه لیون فرانسه

فریبرز مسعودی، عضو هیئت علمی مرکز و قطب گوهرشناسی دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی

### چکیده

فیروزه یکی از مهمترین گوهرسنگ‌های شناخته شده کشور است و نیاز است خصوصیات انواع آن بیش از گذشته شناخته و معرفی شود. شناخت بهتر فیروزه‌های معدن میدوک کرمان می‌تواند در بررسی نحوه تشکیل، پی‌جویی و همچنین طبقه‌بندی فیروزه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. همچنین یافتن کانی‌هایی با ویژگی‌های خاص می‌تواند در تفکیک فیروزه میدوک از دیگر فیروزه‌های ایران و جهان مورد استفاده قرار گیرند. در این مطالعه برای بررسی دقیق کانی‌شناسی و تعیین ویژگی‌های بلورشناسی از آزمایش پراش اشعه ایکس (XRD) بر روی فازهای همراه با تورکوئیز در گوهرسنگ فیروزه معدن میدوک شهر بابک استفاده شد. گوهرسنگ فیروزه معدن میدوک در سنگ‌های تراکی آندزیت و تراکی بازالت شامل فازهای کانیایی اصلی تورکوئیز، میکا، آلبیت، کوارتز، هوبنریت و اکسید آهن است. میکا از نوع بیوتیت و موسکوویت تعیین شد. نوع متداول موسکوویت مونوکلینیک است، اما مطالعات ساختار بلورین میکا در گوهرسنگ فیروزه حضور یک پلی تایپ کمیاب با نام مسکوویت 2M1 با ساختار بلورین هگزاگونال را نشان می‌دهد.

کلیدواژه: فیروزه شهر بابک، XRD، مسکوویت 2M1 هگزاگونال، بلورشناسی

### Introducing 2M1 hexagonal muscovite in the turquoise gemstone from Meydok, Kerman

Zahra Soleimani Rad\*, Master of Science in petrology, Shahid Beheshti University

Zahrasrad95.zsr@gmail.com

Shirin Tondkar, PhD student in Shahid Beheshti University

Niloufar Mousavi Pak, PhD student in Lion University

Fariborz Masoudi, Member of Gemology Center, Shahid Beheshti University

## Abstract

Turquoise is one of the most well-known gemstones in Iran and it is need to characterize more precisely. A better understanding of Kerman Maydok mine turquoise lead to information about its origin for easier exploration and classification of turquoise family. Also presence of minerals with specific characterization is a tool to identify Maydok turquoise from other turquoises in Iran and around the world. In this study, mineralogy and crystallography of the phases in Maydok turquoise gemstones investigated by XRD method. The turquoise gemstone of the Maydok mine hosted by trachyte andesite and trachyte basaltic rocks. The gemstone main minerals are turquoise, mica, albite, quartz, hübnerite and iron oxides. Mica crystals are biotite and muscovite types. The common form of muscovite is monoclinic, however, based on crystallographic features, this research presents that mica associated with turquoise in Maydok is an uncommon type of muscovite with hexagonal structure, which is a rare polyp type of muscovite and can be used as an identical key for turquoise gemstone from the Maydok mine.

Key Words: Turquoise, XRD, Shahr-e-Babak, Muscovite 2M1, Crystallography

## مقدمه

فیروزه‌های ایران یکی از شناخته شده‌ترین فیروزه‌های جهان هستند؛ فیروزه در جهان از محبوبیت ویژه‌ای برخوردار است و قدمتی بیش از هفت هزار سال دارد (Fritsch et al. 1999). معادن فیروزه ایران و به طور خاص نیشابور بیش از دیگر معادن فیروزه‌ی ایران معرفی شده‌اند (منصوری گندمانی، ۱۳۹۵؛ Rezaian 2003؛ Sinkankas, 1966؛ Taghipour and Mackizadeh, 2014). در این مطالعه به بررسی دقیق‌تر ویژگی‌های بلورشناسی گوهرسنگ فیروزه معدن میدوک شهربابک پرداخته شده است. شناخت بهتر فیروزه‌های معدن میدوک کرمان می‌تواند در بررسی نحوه تشکیل، پی‌جویی و همچنین طبقه‌بندی فیروزه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. یافتن کانی‌هایی با ویژگی‌های خاص می‌تواند در شناسایی فیروزه میدوک از دیگر فیروزه‌های ایران و جهان مورد استفاده قرار گیرند. مطالعات کانی‌شناسی براساس آزمایش پراش اشعه ایکس ( $XRD^*$ ) یکی از روش‌های مطالعاتی دقیق است که در این تحقیق برای بررسی دقیق کانی‌شناسی گوهرسنگ فیروزه‌های معدن میدوک شهربابک و به خصوص کانی مسکوویت استفاده شد.

معدن فیروزه میدوک از نظر جغرافیایی در فاصله ۴۲ کیلومتری شمال شرقی شهربابک و ۱۳۲ کیلومتری شمال غربی معدن سرچشمه در استان کرمان واقع شده است. از لحاظ زمین شناسی، منطقه شهربابک در زون ارومیه-دختر در کمربند متالوژنی ایران مرکزی و کمربند فلززایی کرمان همراه با فعالیت‌های آتشفشانی-نفوذی و پراکندگی کانسارهای پورفیری و رگه‌ای واقع شده است (آقانباتی، ۱۳۸۳).

سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری که به وسیله توده‌هایی نفوذی از جنس گرانودیوریت قطع شده است دارای سن ائوسن است و تحت تاثیر محلول هیدروترمال در منطقه‌ای وسیع دگرسان شده‌اند. کانی فیروزه در اعماق کمتر از ۲۰ متر داخل زون‌های شکستگی در اثر نفوذ محلول‌های گرمابی در شکستگی‌های سنگ‌های خروجی معدن مس میدوک تشکیل شده است (منصوری گندمانی، ۱۳۹۵).

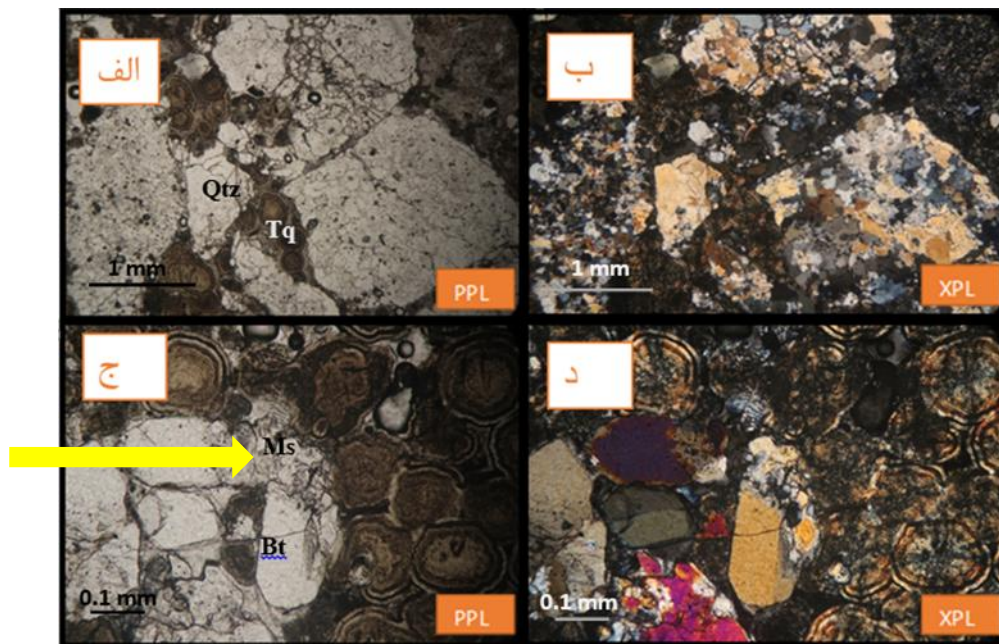
فیروزه مورد بررسی به صورت رگه‌ای و در بعضی نقاط به طور محدود، توده‌ای دیده می‌شود، فیروزه این معدن در سنگ مادر تراکی آندزیت و تراکی بازالت حضور دارد و عموماً همراه با پیریت و کالکو پیریت است (هاشمی تنگستانی، ۱۳۹۰).

### روش مطالعه

مطالعات زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی و پتروگرافی بر روی نمونه‌های گوهرسنگ معدن فیروزه انجام گرفت. جهت مطالعه ساختار بلورین ۵ نمونه برای پتروگرافی و آنالیز XRD انتخاب گردید. پتروگرافی در آزمایشگاه گوهرشناسی مرکز گوهرشناسی و آنالیز XRD در آزمایشگاه پراش پرتو ایکس دانشکده شیمی دانشگاه شهید بهشتی انجام شد. این مطالعه بر مبنای مطالعات تجزیه XRD بر پایه پراش پرتو ایکس و بر اساس قانون براگ\* شکل گرفته است، با توجه به منحصر به فرد بودن طیف هر ترکیب امکان پیدا کردن فرمول هر نمونه مجهول به وسیله تجزیه XRD امکان پذیر است.

### بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه کانی شناسی حضور فازهای کانیایی اصلی تورکوئیز، میکا، آلبیت، کوارتز، هیونبریت و اکسید آهن را نشان می‌دهد. برخی از کانیها مانند تورکوئیز، میکا، آلبیت و کوارتز در مقطع نازک قابل تشخیص بوده و دو نوع میکای مسکوویت و بیوتیت قابل تفکیک هستند (شکل ۱).

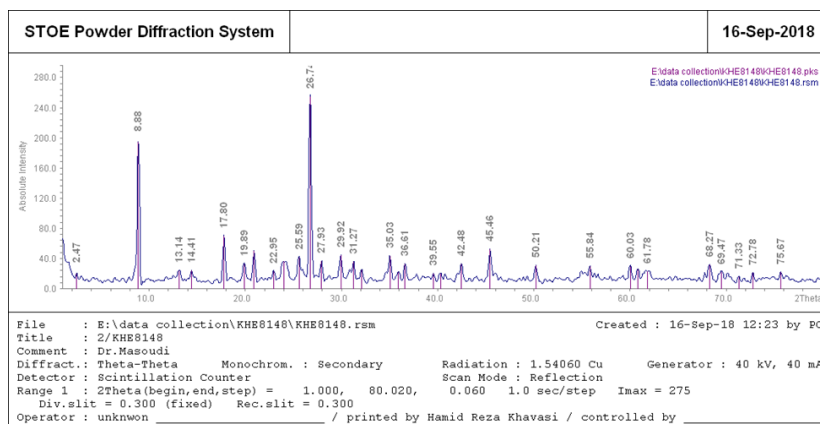


شکل ۱. تصویر میکروسکوپی گوهرسنگ فیروزه در دو نور PPL و XPL با بزرگنمایی 4X و 10X که حضور بارز کوارتز را نشان می‌دهد. الف، ب) کوارتز در کنار بافت اربیکولار فیروزه میدوک در دو نور متفاوت. ج، د) فیروزه، بیوتیت و مسکوویت در همان نما با بزرگنمایی 10X، بافت اربیکولار کاملاً مشخص است.

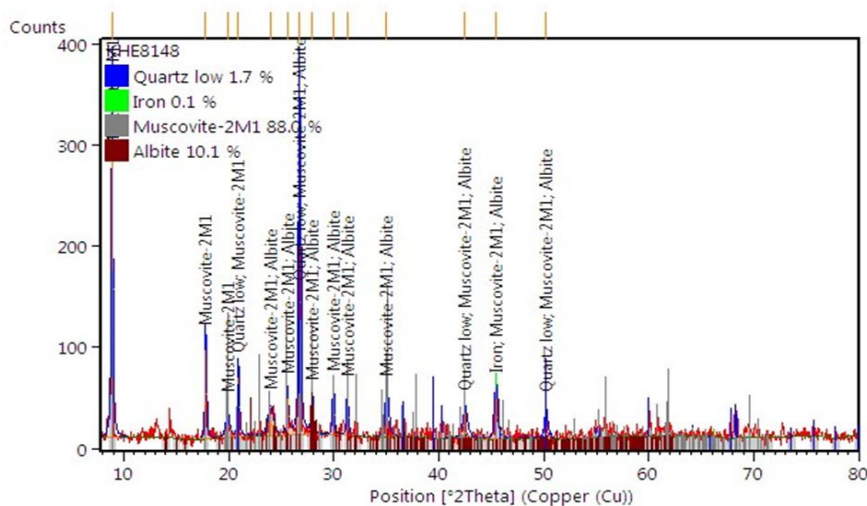
با توجه به تنوع کانی شناسی، بررسی پراش اشعه ایکس انجام شد. شکل ۲ داده‌های خام تجزیه XRD گوهرسنگ

\* Bragg law

فیروزه میدوک را نشان می‌دهد و فازهای مختلف نمونه در شکل ۳ مشخص شده است. براساس تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار x-pert، فازهای گوهرسنگ فیروزه تقریباً همانند مطالعات پتروگرافی، مسکوویت 2M1، آلبیت، کوارتز دما پایین، تورکوئیز و اکسید آهن می‌باشد.



شکل ۲. داده‌های خام تجزیه XRD گوهرسنگ فیروزه میدوک.



شکل ۳. نمودار تحلیلی XRD نمونه معرف.

بررسی‌های تجزیه XRD نشان می‌دهد کانی مسکوویت با ساختار بلورین متفاوت (جدول ۱) از دیگر انواع مسکوویت، در فیروزه‌های میدوک وجود دارد که مسکوویت 2M1 با ساختار هگزاگونال است.

جدول ۱. تعیین ساختار کریستالین کانی مسکوویت

a (sigma) [Å]	5.194916
b (sigma) [Å]	5.194916
c (sigma) [Å]	20.030001
Alpha (sigma) [°]	92.911194

Beta (sigma) [°]	<b>92.911194</b>
Gamma (sigma) [°]	<b>120.113518</b>

مسکوویت سیلیکات آبدار ورقه‌ای آلومینوم و پتاسیم در خانواده میکا است که در سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی یافت می‌گردد. در گرانیته‌ها، مسکوویت یکی از کانی‌های اصلی می‌باشد و به ندرت در سنگ‌های آذرین با ترکیب حدواسط، مافیک و الترامافیک تشکیل می‌شود. سیستم اصلی کریستالین مسکوویت منوکلینیک است و به صورت اولیه یا ثانویه و همچنین در اندازه‌های متنوع یافت می‌گردد (Goven, 1970).

مسکوویت یک کانی هیدراته آلومینوم و پتاسیم است که سیستم کریستالین منوکلینیک دارد، اما بر اساس تحلیل ساختمان بلورین کانی، مسکوویت مورد مطالعه هگزگونال 2M1 است که یک پلی تایپ کمیاب از مسکوویت در گروه میکا است. حضور این کانی خاص می‌تواند ویژگی شاخص برای شناسایی فیروزه‌های معدن میدوک شهر بابک است. مسکوویت هگزگونال 2M1 از نوع دی هیدروکسیل است، به این معنی که با از دست رفتن گروه‌های هیدروکسیل اندازه سلول‌های مسکوویت 2M1 نسبت به نوع منوکلینیک افزایش یافته است (Bargar, 1990; Bailey, 1984). این تبدیل می‌تواند به عنوان راهنمایی در شناخت بهتر شرایط تشکیل فیروزه استفاده شود.

برای تعیین نوع فیروزه‌ها ویژگی‌های متفاوتی مورد بررسی قرار می‌گیرد از جمله طیف رنگی فیروزه، نحوه‌ی تشکیل، کانی‌های همراه و نوع ناخالصی‌های موجود. در این تحقیق علاوه بر معرفی و بررسی دقیق کانی شناسی و بلورشناسی مسکوویت هگزگونال 2M1 در گوهرسنگ فیروزه، معیاری برای تشخیص فیروزه میدوک نیز معرفی شد.

#### منابع فارسی

۱. آقناباتی، س.ع.، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۲. منصوری گندمانی، ا.، ۱۳۹۵، پترولوژی و کانی‌شناسی معدن فیروزه نیشابور و مقایسه با فیروزه معدن میدوک کرمان، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.
۳. هاشمی تنگستانی، س.، ۱۳۹۰، بررسی وضعیت زمین‌شناسی، کانی‌شناسی، ژئوشیمی و ژنز فیروزه در معدن مس پورفیری میدوک، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.

#### References

1. Bailey, S.W., (1984). Micas. Mineralogical Society of America Reviews in Mineralogy, 13, 1-57.
2. Bargar, J., (1990). Crystal chemistry of a 2M1, Muscovite, Honors thesis.
3. Fritsch, E., McClure, Sh., Ostrooumov, M., Andres, Y., Moses, T., Koivula, J., Kammerling, R., (1999). The Identification of Zachery-Treated Turquoise, Gems and Gemology, 1-13.
4. Goven, N., (1970). The crystal structures of 2 M1 phengite and 2 M1 muscovite, Department of Geology, University of Illinois, Urbana, Illinois, Zeitschrift für Kristallographie, 196-212.

5. Rezaian K., Noghreheian M., Makizadeh M.A., Sherafat SH., Geology and Genesis of Turquoise mineral indice Ali-Abad (Taft-Yazd), Research Journal of University of Isfahan "SCIENCE"(2003), 145-158.
6. Sinkankas, J., (1966). Mineralogy, Princeton (Van Nostrand), 426p.
7. Taghipour, B., Mackizadeh, M., (2014). The origin of the tourmaline-turquoise association hosted in hydrothermally altered rocks of the Kuh-Zar Cu-Au-turquoise deposit, Damghan, Iran, N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 61–77.