

Chondrite meteorites from Central Iran: preliminary researches on petrography and mineralogy

^{1*}Mohammadali Mackizadeh, Marzieh Ghaderpour ²

^{1*}Associate Professor, Department of Geology, Isfahan University

²Geology Laboratory of the Isfahan University

Abstract:

Petrographic and ore mineralogy have been done on chondrite samples which is found by meteorite hunters from Central Iran Deserts (Kavirs). The thin and polish samples studied by polarizing microscope (Gemology and Meteorite lab Geology Dept. University of Isfahan). The following mineral assemblage mainly have been detected:

Olivine + orthopyroxene + opaque minerals (troilite + Fe oxyhydroxide + Fe- Ni metal)

Chondrites are in milimeter size and are characterized by variety of microstructures (texture) including: porphyritic, microgranular, radial and barred

By using FESEM the mineral chemistry of components are determined studying the textures of chondrules could help to interpret the petrologic processes engaged in their formation

Keywords: Meteorites, Chondrite, Petrography, Texture, Central Iran Deserts



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.22067/gemiran.2026.48062>

شهابسنگ‌های کندریتی ایران مرکزی: پژوهش‌های مقدماتی سنگ شناسی (پتروگرافی، مینرالوگرافی)

محمدعلی مکی زاده*^۱، مرضیه غدیرپور^۲

۱- دانشیار گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان mackizadeh44@gmail.com

۲- آزمایشگاه گوهرشناسی دانشگاه اصفهان marzieh.ghadirpour@gmail.com

چکیده

پژوهش‌های پتروگرافی و مینرالوگرافی بر روی نمونه‌های برش نازک و پولیش شهابسنگ (Chondrite) یافت شده (گستره کویرهای ایران مرکزی) توسط میکروسکوپ پلاریزان در PPL و XPL انجام شد. کندریت‌ها عمدتاً شامل مجموعه مینرالی زیر هستند:

Olivine + orthopyroxene + opaque minerals (troilite + Fe oxyhydroxide + Fe- Ni metal)

کندریول‌ها در اندازه میلی متری با تنوعی از بافت (میکروساختار) دیده می‌شوند که از آن جمله هستند:

پورفیری، میکروگرانولار، شعاعی، نواری.

با بهره‌گیری از آنالیزهای FESEM مینرال شیمی کندریت‌ها نیز بررسی شدند. در نهایت پتروگرافی و مینرال شیمی کندرول‌ها فوق از دیدگاه پتروژنی فرایندهای موثر در تکوین کندریت‌ها قابل تفسیر و تحلیل خواهند بود.

واژه های کلیدی: شهابسنگ، کندریت، پتروگرافی، میکروساختار، کویرهای ایران مرکزی

مقدمه

شهابسنگ‌ها قطعات سنگی از خاستگاه کمر بند سیارکی، ماه و مریخ و یا بازمانده دنباله دارها هستند. پژوهشگران زیادی (Yin and Dai, 2021; Sears 2004; Weisberg et al., 2006) به مطالعات سنگ شناختی شهابسنگ‌ها پرداخته اند. ادبیات شهابسنگی نیز اخیراً در ایران زمین گسترش یافته است (درویش زاده، ۱۳۹۷ حاج علیلو، ۱۴۰۳) کندریت‌های رایج فراوان ترین (Ordinary chondrites) فراوان ترین شهابسنگ‌ها می‌باشند که در ایران زمین توسط مشتاقان همواره مورد پی جویی بوده‌اند. در این میان مطالعه آکادمیک آنها با آنالیزهای پتروگرافی و مینرالوگرافی توسط سنگ شناسان (petrologists) انجام می‌شود. این پژوهش به بررسی‌های کانی‌شناسی و میکروساختاری چندی از کندریت‌های یافت شده (Find) در کویر لوت پرداخته است (شکل ۱). موضوعی که کمتر به آن پرداخته شده است (Pour khorsandi et al., 2019) حیدری از محققین، به مطالعه کندریت‌های کویر لوت و شرق اصفهان (سبکتکین، ۱۳۹۹) پرداخته‌اند.



شکل ۱- جایگاه جغرافیایی عمده کندریت‌های یافت شده توسط آذر موسایی

روش تحقیق

نمونه‌های مورد مطالعه از مجموعه شخصی (۲۵۰ عددی) خانم موسایی از شهرستان زرنند (کرمان) می‌باشند که از منطقه عمومی کویر لوت گردآوری شده‌اند. برش‌های نازک و پولیش (thin section) و پولیش (polish section) توسط میکروسکوپ پلاریزان با نور عبوری-انعکاسی (BX-60) در آزمایشگاه گوهرشناسی و شهابسنگ دانشگاه اصفهان مطالعه شدند. برای آنالیزهای مینرال شیمی از میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM و گسیل میدانی (FESEM) به ترتیب در دانشگاه‌های اصفهان و صنعتی اصفهان استفاده شده است.

بحث

کندرول‌ها (chondrules) به خوبی در نمونه‌ها مشهود هستند و عمدتاً از الیوین و پیروکسن (ارتوپروکسن: انستاتیت) تشکیل شده‌اند تصاویر (۲ و ۳). کندرول‌ها در اندازه‌های مختلف (حداکثر تا قطر ۲ میلی‌متر) مشاهده می‌شوند. برخی از ویژگی‌های مینرالی (مورفولوژی) و میکروساختاری کندرول‌ها به شرح زیر هستند:

Variety of chondrule textures:

Porphyritic olivine and pyroxene Chondrule

Radial pyroxene

Granular olivine and Pyroxene

Barred olivine

Cryptocrystalline Chondrule

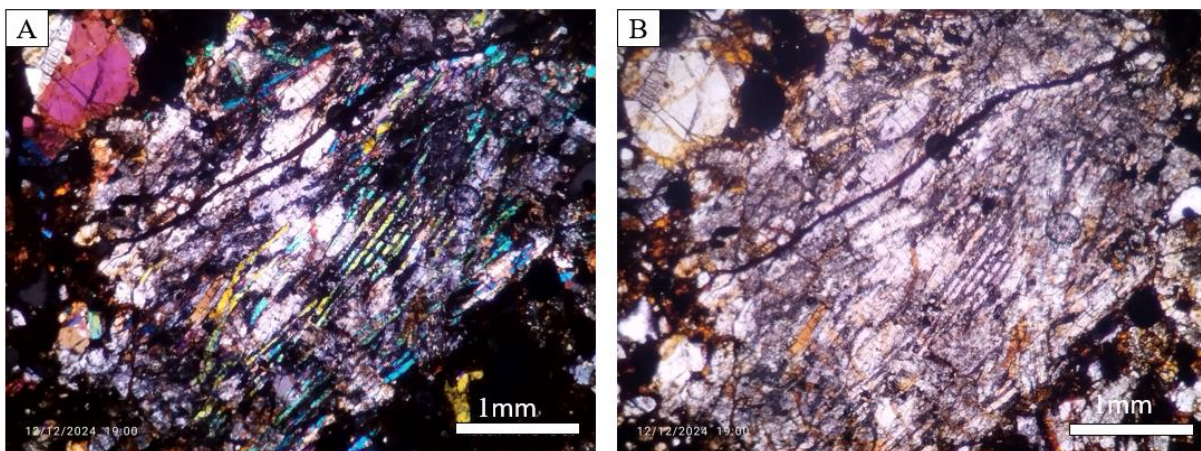
Poikilitic pyroxene and olivine

Granular olivine and pyroxene

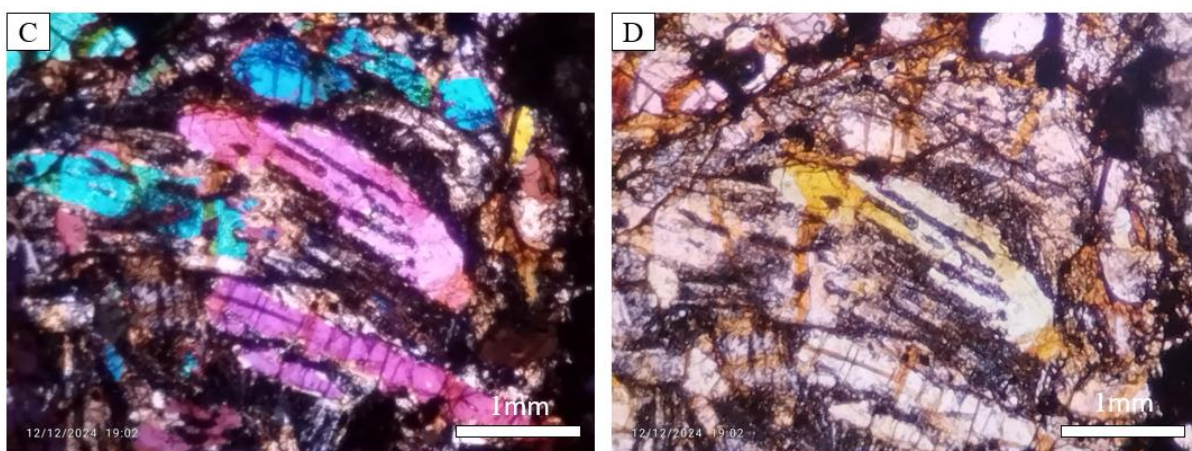
Resorbed margins Olivines

Inter growth Olivine – glass

Monocrystalline olivine chondrule



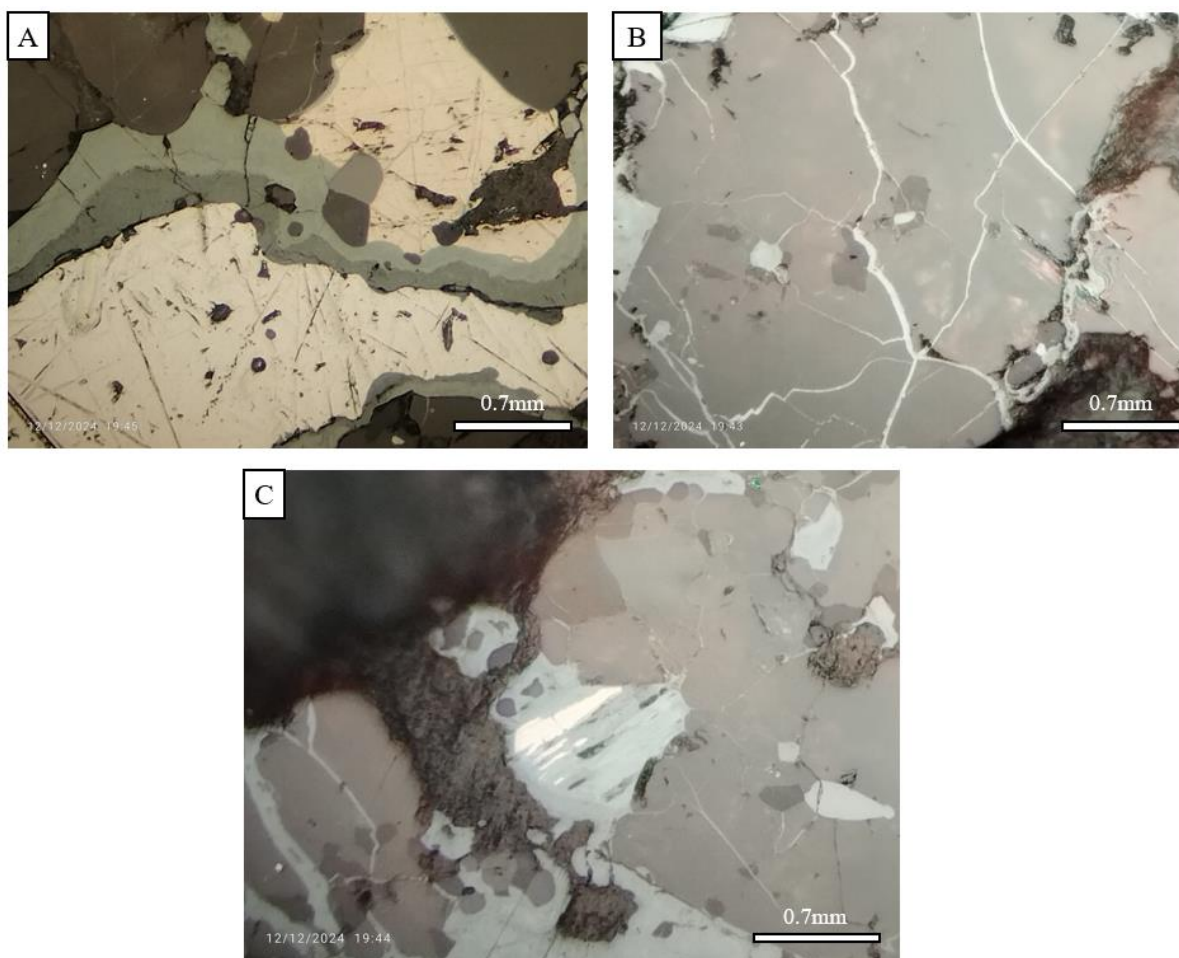
شکل ۲- هم رشدی الیوین‌های نواری با پیروکسن در کندریول (XPL, PPL×40 (×3.6)



شکل ۳- الیوین با حواشی بازجذب در کندریول (XPL, PPL×40 (×3.6)

در جستجوهای مینرالوگرافی نیز موارد میکروساختاری زیر مشهود می باشند (تصاویر A-C۴).

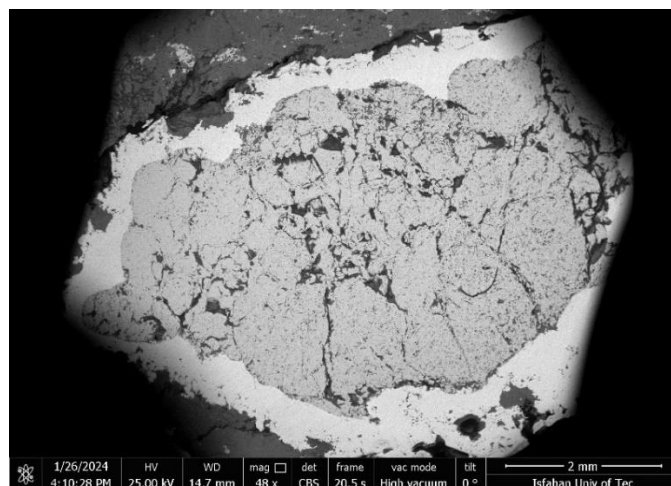
- Overgrowth texture (sulphide and metal phase)
- Relict texture (sulphide and Fe- Oxy hydroxide)
- Stock work and oriented veinlets of Fe- Oxy hydroxide



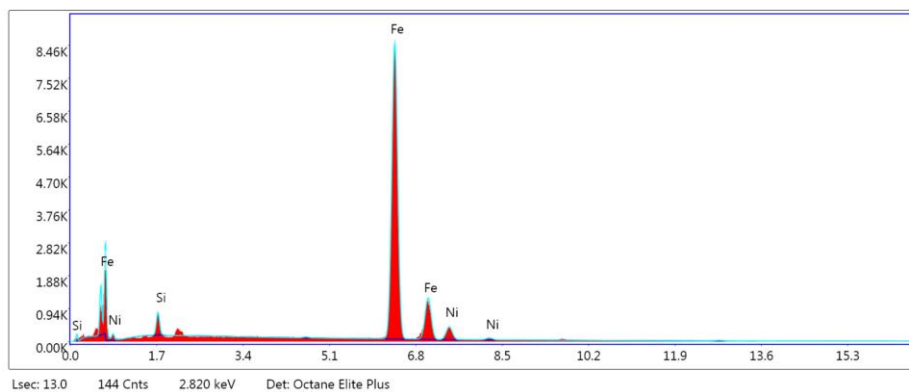
شکل ۴- A- بافت رگچه های متقاطع (stockwork) از اکسی هیدروکسید آهن (3.6) $\times$ PPL $\times$ 40. B- جانشینی بخشی فاز سولفیدی (ترویلیت) و فلزی توسط اکسی هیدروکسید آهن از حاشیه (3.6) $\times$ PPL $\times$ 40 -C- جانشینی بخشی فاز سولفیدی توسط اکسی هیدروکسید آهن (3.6) $\times$ PPL $\times$ 100.

در راستای مطالعه کانی‌های اپاک که عمدتاً شامل متال (Fe,Ni metal) و ترویلیت (FeS) هستند به اشکال پراکنده (disseminated) در زمینه دیده می شوند، بافت پوششی یا همپوشانی (overgrowth texture) از متال بر روی ترویلیت نیز در مواردی مشاهده می شود. این بافت از دیدگاه فرایند گوگرد زدایی (desulfurization) سولفید آهن و شکل گیری نسل دیگر از متال، قابل توجه و تفسیر است (تصاویر ۵ و ۶ و ۷).

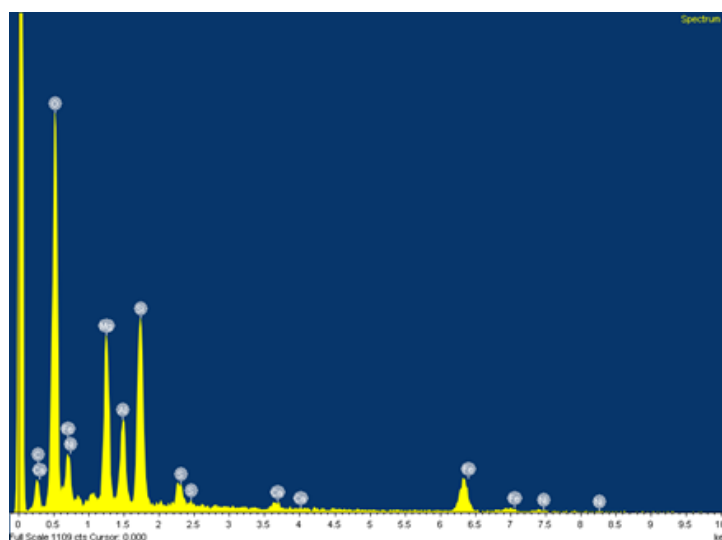
کانه های فوق بی شکل (anhedral) هستند. اکسیداسیون تاخیری در محیط آبدار سبب تشکیل اکسی هیدروکسید آهن به اشکال سویدومورف (جانشین متال یا ترویلیت) و رگچه ای در زمینه شده است.

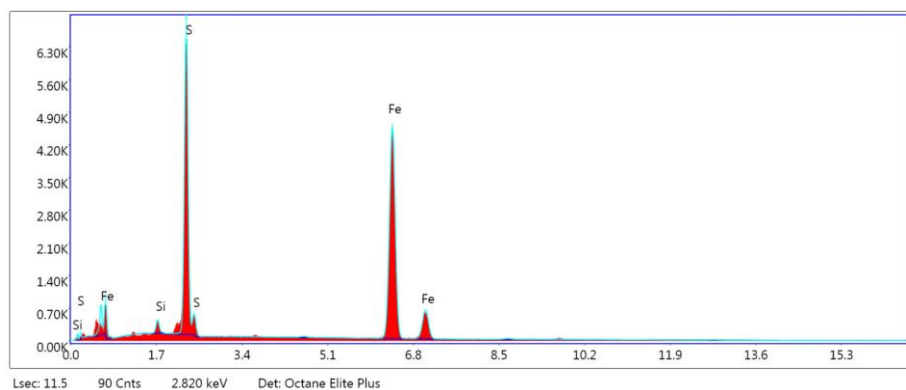


شکل ۵- همپوشانی فاز فلزی (Fe,Ni metal) بر روی فاز سولفید (ترویلیت) تصویر BSE.



شکل ۶) آنالیز EDS بخش فلزی (Fe,Ni) در حاشیه.





شکل ۷- آنالیز فاز سولفیدی (EDS) (ترویلیت) در مرکز

جدول ۸- آنالیز (EDS) فاز متال (Fe,Ni) پراکنده در زمینه

Element	Weight %	Atomic %	Net Int	Error %	Kratio	Z	A	F
SiK	2.49	4.85	375.46	8.48	0.0131	1.116	0.4700	1.0029
FeK	91.84	89.87	9086.7	1.35	0.8991	0.971	1.0013	1.0066
NiK	5.67	5.28	417.34	5.78	0.0501	0.987	0.8896	1.0049

جدول ۸- آنالیز (EDS) فاز متال (Fe,Ni).

Standard :Element	App	Intensity	Weight%	Weight%	Atomic%
	Conc.	Corn.		Sigma	
C K	0.27	0.5355	0.51	8.02	14.58
O K	3.95	1.6280	2.42	38.04	52.14
Mg K	0.59	0.9406	0.63	9.91	8.95
Al K	0.31	0.9248	0.33	5.19	4.23
Si K	0.68	0.9478	0.72	11.32	8.81
S K	0.08	0.9503	0.08	1.26	0.91
Ca K	0.03	1.0121	0.03	0.47	0.27
Fe L	0.79	0.5308	1.49	23.43	9.22
Ni L	0.08	0.5313	0.15	2.36	0.89
Totals			6.36	100	

نتیجه گیری

کانی‌های سازنده کندریول‌ها مشاهده شده عمدتاً الیوین (فورستريت) و پیروکسن می‌باشند. ولی گوناگونی بافت (میکروساختار) در آنها مشاهده می‌شود که بررسی آنها داده‌های ارزشمندی از چگونگی پیدایش و شکل‌گیری آنها از ابر گردوغبار اولیه (Nebula) خاستگاه سامانه خورشیدی و در نهایت شکل‌گیری سیارک‌ها و سیارات سنگی (asteroids and rocky planets) به ما خواهد داد. این مقاله پیش درآمدی است بر آغاز مطالعه پتروگرافی (سنگ نگاری) شهاب سنگ های ایران زمین.

منابع

- سبکتکین، ف.، ۱۳۹۹. سنگ نگاری و کانی شناسی شهابسنگ‌های کندریتی پلایای گاوخونی و مناطق شرقی اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد پترولوژی، ۱۰۳ صفحه.
- حاج علیلو، ب.، ۱۴۰۳. اصول و مبانی شهابسنگ شناسی ۲۷۶ صفحه.
- درویش زاده، ع.، ۱۳۹۷. شهابسنگ‌ها، انتشارات امیرکبیر، ۲۳۵ صفحه.
- Pourkhorsandi, H., Gattacceca, J., Rochette, P., Massimo d'Orazio, Kamali, H., et al.. Meteorites from the Lut Desert (Iran). Meteoritics and Planetary Science, 2019, 54 (8), pp.1737-1763.
- Sears, D.W.G. 2004. The origin of Chondrules and chondrites, Cambridge University press.
- Yin, F. and Dai, D. 2021. Petrology and mineralogy of the Vinales meteorite, the latest fall in Cuba, Science progress vol. 104 (2) 1-12.
- Weisberg, M.K. McCoy, T. J. and Krot, A.N. 2006. Meteorites and the early solar system II. University of Arizona press, 19-52.