

## مطالعه میکروسکوپی زغال سنگهای برخی از معادن کرمان

نویسنده: دکتر محمدرضا شایسته‌فر\*، دکتر صمد بنیسی\* و مهدی ایزدی\*

### Microscopical study of coals from some Kerman mines

By: Dr. M.R. Shayestehfar\*, Dr. S. Banisi\* & M. Izadi\*

#### چکیده

روشهای زیادی برای تشخیص خواص زغال سنگ و رده بندی آن وجود دارد ولی سنگ نگاری یکی از آسانترین و متداولترین آنهاست. نوع زغال و درجه زغال شدگی توسط سنگ نگاری زغال سنگ به دقت قابل تشخیص است. نوارهای مشخص و قابل رؤیت در زغال سنگ را لیتوتیپ یا سنگ نمونه می نامند که چهار نوع اصلی آن عبارتند از: ویتترین، کلارین، دورین و فوزین. اجزای اصلی لیتوتیپهای زغال سنگ ماسرال است که بر حسب خاستگاه گیاه شناسی و ریخت شناسی و درجه بازتابندگی نسبی تشخیص داده می شوند. تعیین مقدار ماسرالها و تعیین هویت آنها با بررسی در زیر میکروسکوپ انجام می شود. مطالعات میکروسکوپی بر روی زغالهای پنج معدن زغال هشونی، همکار، کمسار، داربیدخون خاوری و پابدانای اصلی در منطقه کرمان انجام گرفت. از زغال سنگهای این معادن، در ورودی کارخانه زغال شویی زرد کرمان نمونه های معرف گرفته شد و پس از تهیه مقاطع صیقلی مورد بررسی قرار گرفت. تعیین درصد ماسرالهای زغال برای هر معدن نشان داد که معدن داربید خون خاوری با بالاترین درصد ویتترینیت و کمترین درصد فوزینیت بهترین معدن از نظر خاصیت کک شوندگی و معدن پابدانای اصلی ضعیف ترین معدن از این لحاظ شناخته شد.

**کلید واژه ها:** زغالهای کرمان، مطالعه میکروسکوپی، ویتترینیت، خواص کک شوندگی

#### Abstract

Knowledge of the petrographic and physical characteristics of a coal has a broad application in processing of coal. Petrographic data are fundamental to the understanding of the behavior of coals during mining, washing, blending and coking. The visible bands in coals called lithotypes consist of four main groups namely, vitrain, kellarin, durain and fusain. The main lithotypes of coals are macerals that can be identified based on their texture and the degree of relative reflectance. In this research, coals from five different mines (i.e., Hashoni, Hamkar, Komsar, Eastern Darbid Khoon and main Pabedena) from Kerman area were studied by the reflected microscope. The samples of these mines were taken from the feed to the Zarand coal preparation plant sent by the mines in question. After the preparation of polished samples, the amount of coal macerals for each mine was determined. The results revealed that Eastern Darbid Khoon mine had the highest level of vitranite and the lowest amount of fusinite that render the best coking properties for this type of coal. From the coking properties aspects, main Pabedena mine showed the poorest quality.

**Key words:** Kerman coals, Microscopical study, Vitrinite, Coking properties

#### مقدمه

زغال سنگ ماده ای آلی است که همانند مواد معدنی که از یک یا چند ترکیب به نام کانی تشکیل شده اند، از عناصر میکروسکوپی قابل رؤیت به نام ماسرال تشکیل یافته است. ماسرالها برخلاف کانیها ماهیت بلورین ندارند و از لحاظ خواص فیزیکی و ترکیب شیمیایی

متغیرند (روی.دی.مریت، ۱۳۷۴). مطالعات میکروسکوپی زغال به دوروش، مقطع نازک یا نور عبوری و مقطع صیقلی یا نور بازتابی صورت می گیرد. امروزه روش مقطع نازک به دلیل اکسایش نمونه ها طی آزمایش از یک سو و طولانی بودن زمان آماده سازی نمونه و نیاز به دانش فنی بالا از سوی دیگر، چندان مورد توجه نیست و روش مقاطع صیقلی بیشتر مورد استفاده

هر معدن در ورودی کارخانه زغال شویی زرد نمونه معرف گرفته شد. (هر نمونه معرف ۱۰ روز کاری معدن بود) این نمونه‌ها برای تهیه مقطع صیقلی به مرکز تحقیقات مجتمع مس سرچشمه ارسال شد و برای هر معدن، تعدادی مقطع صیقلی تهیه شد. در این مطالعه برای هر مقطع سه گروه اصلی ماسرالهای زغال یعنی ویترنیت، لپتینیت، اینرتینیت شناسایی و شمارش شد.

### ارائه و تحلیل نتایج

پس از بازدید مقطع از نظر کیفیت صیقل کاری آن را روی میز میکروسکوپ قرار داده و سپس با ماکرومتر و میکرومتر میکروسکوپ آن را بالا و پایین برده تا سطح مقطع از دو چشمی میکروسکوپ به طور کاملاً واضح و مشخص، با بزرگنمایی ۱۰۰ قابل رؤیت شود. پس از آن، مقطع را توسط میز میکروسکوپ به طور افقی با فواصل معین حرکت داده و در هر حرکت پس از تشخیص ماسرالها، شمارش شدند. شمارش در سطح افقی انجام شد و پس از رسیدن مقطع به انتها، باز هم به اندازه معین در جهت عمودی حرکت داده و دوباره شمارش انجام شد. میانگین اعداد به دست آمده برای هر مقطع در جدول ۱ آورده شده است (بنی سلام، ۱۳۶۰).

### بررسی نتایج مطالعات میکروسکوپی

شکلهای ۱ تا ۴ گزیده‌ای از ماسرالهای زغال معادن هشونی، پابدانای اصلی را نشان می‌دهند. نمودارهای ۵، ۶ و ۷، درصد ماسرالهای هر معدن را نشان می‌دهد. معدن داربیدخون خاوری با ۶۶/۸ درصد ویترنیت و ۹/۱ درصد فوزینیت بهترین معدن از لحاظ خاصیت کک‌شوندگی است: میزان مواد غیرقابل پخت در زغال ( $\sum OK$ ) برابر است با (رضایی، ۱۳۸۰):  
 (فوزینیت + نیمه ویترنیت)  $\sum OK = 2/3SV + F$  و میزان مواد قابل پخت ( $\sum rK$ ) در زغال برابر است با (لپتینیت + ویترنیت + نیمه ویترنیت)  
 $\sum rK = 1/3SV + 2/3L + V$  جدول ۲ میزان مواد غیرقابل پخت و قابل پخت را برای زغالهای معدن مورد مطالعه نشان می‌دهد.

### نتیجه‌گیری

۱- زغال شویی به خواص فیزیکی بین اجزای تشکیل‌دهنده زغال و ماسرالها و اختلاف بین آنها وابسته است، لذا با شناخت ماسرالها و اجزای تشکیل‌دهنده زغال می‌توان توزیع و تجمع آنها را چه از نظر ابعاد و چه از نظر جرم مخصوص مشخص کرد.  
 ۲- از بین معادن مورد مطالعه داربیدخون خاوری با بالاترین درصد ۶۶/۸٪ ویترنیت و کمترین درصد فوزینیت ۹/۱٪ بهترین معدن از لحاظ خاصیت کک‌شوندگی شناخته می‌شود.  
 ۳- معدن پابدانای اصلی با بیشترین درصد فوزینیت ۴۹/۳٪ دارای ضعیف‌ترین شرایط کک‌شوندگی است.

قرار می‌گیرد (رضایی، ۱۳۸۰). روش مقاطع صیقلی اولین بار توسط وینتر ارائه شد ولی مورد توجه قرار نگرفت، با اصلاحاتی که از سوی محققان انجام گرفت مجدداً مورد توجه قرار گرفت. در مطالعات ماکروسکوپی، زغال دارای چهار لیتوتیپ است، که فشرده مشخصات آن عبارتند از (رضایی، ۱۳۸۰؛ Pearson, 1985):

- ۱- ویترنیت: به نوارهای نازک و براق زغال گویند، که دارای ستبرای ۳ تا ۱۰ میلی‌متر است.
- ۲- کلارین: به نوارهای نیمه براق زغالهای هوموسی می‌گویند و از نوارهای ویترنیت تیره‌تر است و حد فاصل بین زغال مات و براق است.
- ۳- دورین: زغال مات به نوارهای کاملاً مات زغال سنگ گفته می‌شود. رنگ آن از مات با جلای خاکستری تا سیاه متغیر است.
- ۴- فوزین: به نوارهای سیاه با جلای ابریشمی گفته می‌شود. در زغال سنگ شبیه زغال چوب نرم بوده و خیلی زود خرد می‌شود. گرد و غبار و ذرات نرمه بیشتر از همین فوزینها تشکیل می‌شود.

### خواص ماسرالهای زغال

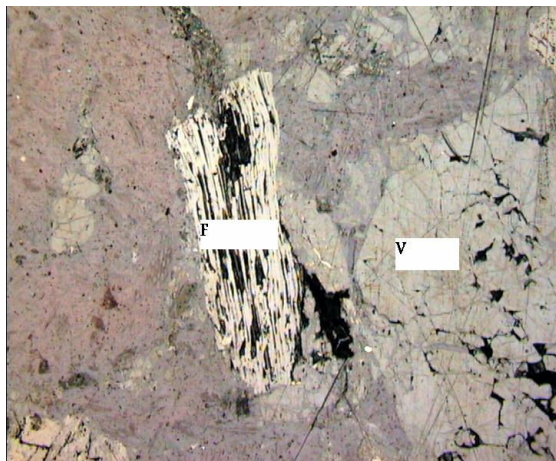
الف) ویترنیت: ویترنیت یکی از مهم‌ترین و فراوان‌ترین گروه ماسرالهای زغال است که در زغال سنگهای نوع بیتومینی تشکیل می‌شود. در نور بازتابی رنگ خاکستری تا خاکستری روشن دارد و همچنین برجستگی بالایی دارد و در مطالعات میکروسکوپی شکافهایی در ویترنیت دیده می‌شود که در اثر انقباض و عوامل زمین‌ساختی به وجود آمده است. ویترنیت جزو ماسرالهای قابل ذوب به‌شمار می‌آید (روی.دی.مریت، ۱۳۷۴؛ Dissel&Gammidg, 2003).  
 ب) لپتینیت: لپتینیت یا اگزینت در بیشتر زغال سنگها به صورت اجزای تشکیل‌دهنده فرعی وجود دارند و کمترین ضریب بازتاب را در بین ماسرالها دارند آنها در نور بازتابی سیاه تا خاکستری تیره هستند. ماسرالهای این گروه در اثر حرارت، به‌خوبی خمیری و پلاستیکی شده و خاصیت کک‌دهی خوبی دارند (روی.دی.مریت، ۱۳۷۴؛ Dissel&Gammidg, 2003).  
 ج) اینرتینیت: فوزینیت یا اینرتینیت دارای رنگ خاکستری روشن بوده و عموماً به صورت اجزای تشکیل‌دهنده فرعی در بیشتر زغال سنگها یافت می‌شوند. در نور معمولی سفید یا خاکستری روشن و درخشان هستند و بالاترین ضریب بازتاب را در بین ماسرالها دارند. کلیه ماسرالهای این گروه در اثر حرارت، برای تهیه کک متالورژی بدون تغییر باقی می‌مانند (روی.دی.مریت، ۱۳۷۴؛ Dissel&Gammidg, 2003).

### روش کار

مطالعات میکروسکوپی بر روی نمونه‌های زغالهای معادن هشونی، همکار، کمسار، داربیدخون خاوری و پابدانای اصلی انجام شد. برای این منظور، از

۲- همکار ۳- هشونی ۴- کمسار ۵- پابدانای اصلی .

۴- بر اساس مطالعات انجام شده، خاصیت کک شونده گی زغال سنگهای معادن به ترتیب آورده شده، کاهش پیدا می کند. ۱- داریدخون خاوری



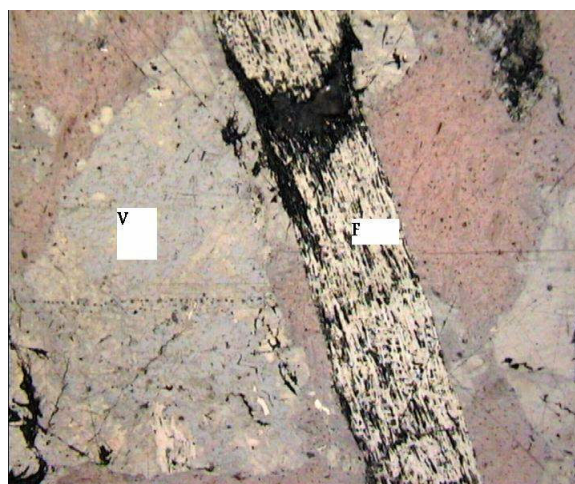
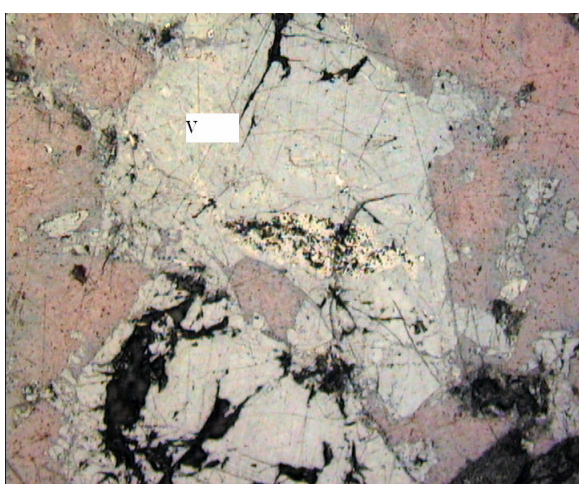
جدول ۱- مقادیر ماسرلهای زغال سنگهای معادن مختلف کرمان

معادن	ویترنیت (%)	لپتینیت (%)	فوزینیت (%)
هشونی	۵۴	۱۶/۸	۱۸
همکار	۶۳/۵	۱۷/۶	۹/۸۷
کمسار	۵۳/۳	۱۶/۷	۱۸/۶
داریدخون شرقی	۶۶/۸۱	۱۶/۳۸	۹/۱
پابدانای اصلی	۴۹/۳	۲۲/۲	۱۹/۷

شکل ۱- عکس میکروسکوپی ماسرلهای زغال سنگ معدن هشونی، معرف ویترنیت و F معرف فوزینیت (بزرگنمایی ۱۰۰ برابر).

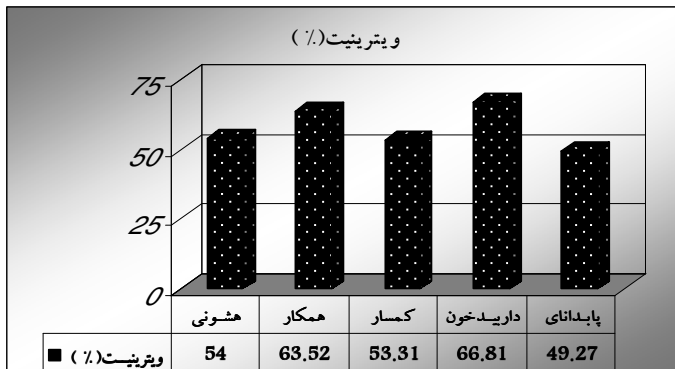
جدول ۲- میزان مواد غیر قابل پخت و قابل پخت زغال سنگهای معادن مورد مطالعه

پابدانای اصلی	داریدخون شرقی	کمسار	همکار	هشونی	نام معادن	خصوصیت
۴۶	۵۰/۶	۴۸	۴۸/۹	۴۸	میزان مواد غیر قابل پخت %	
۲۳/۸	۲۷/۷	۲۳/۳	۲۷	۲۳/۶	میزان مواد قابل پخت %	

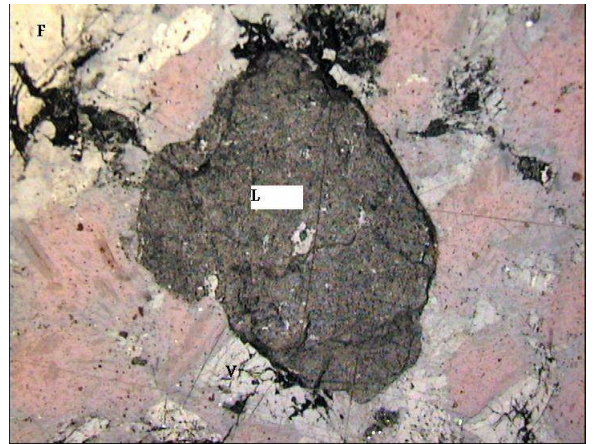


شکل ۳- عکس میکروسکوپی ماسرلهای زغال هشونی، حرف V معرف ویترنیت (بزرگنمایی ۱۰۰ برابر)

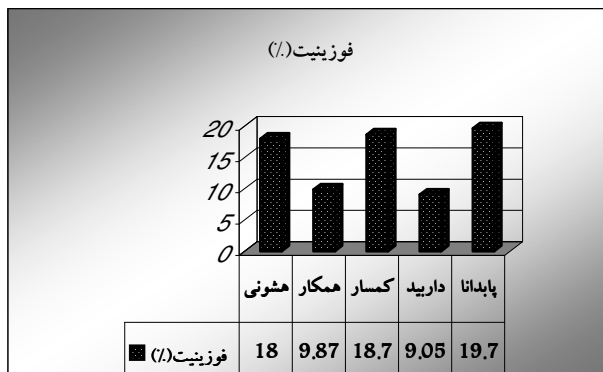
شکل ۲- عکس میکروسکوپی ماسرلهای زغال سنگ معدن پابدانای اصلی، V معرف ویترنیت و F معرف فوزینیت (بزرگنمایی ۱۰۰ برابر).



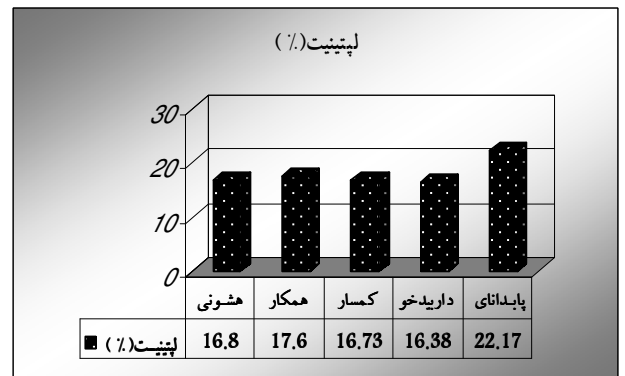
شکل ۵- درصد ویترینیت برخی از معادن کرمان



شکل ۴- عکس میکروسکوپی ماسرالهای زغال هشونی، حرف L معرف لپتینیت (بزرگنمایی ۱۰۰ برابر).



شکل ۷- درصد فوزینیت برخی از معادن کرمان



شکل ۶- درصد لپتینیت برخی از معادن کرمان

## کتابنگاری

بنی سلام، ع.، ۱۳۶۰- روشهای آزمایشگاهی تعیین کیفیت زغال سنگ، گروه آزمایشگاه زغال سنگ کرمان.  
رضایی، ب.، ۱۳۸۰- تکنولوژی زغال شویی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر.  
روی.دی.مریت، ۱۳۷۴- اکتشاف زغال سنگ، ترجمه محمد دانش، مرکز انتشارات صنعت فولاد.

## References

- Dissel, C. & Gammidg, L., 2003- Reactivity of coal macerals during coking. [www.Geology.com](http://www.Geology.com).  
Leonard, J., 1991- Coal Preparation (5th Ed), SME.  
Pearson, D.E., 1985- The Quality of Canadian coal petrography to its characterization and classification, CIM, Special Volume 31, pp: 21- 30.  
Ross, C.A., Ross, J.R.P., 1983 - Geology of coal.

\*بخش مهندسی معدن، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.

\*Mining Engineering Department, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran