



پetroگرافی آلی: رویکردی برای شناسایی گروه‌های ماسرالی زغال‌سنگ‌های منطقه قشلاق، البرز شرقی

طاهره ربانی، نادر تقی‌پور* و رضا اهری‌پور

دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران

دریافت: 1393/6/25، پذیرش: 1394/1/22

چکیده

به‌منظور بررسی گروه‌های ماسرالی زغال‌سنگ ناحیه زغال‌دار قشلاق، از 11 لایه زغال‌سنگی متعلق به چهار معدن در حال استخراج شامل: معدنهای زمستان یورت، نرگس‌چال، چشمه‌ساران و شرق کلات، نمونه‌برداری انجام شد. بررسی پتروگرافی آلی زغال‌سنگ‌های قشلاق، بیانگر حضور هر سه گروه ماسرالی است. گروه ویتروئیت (% 87/2 - 66/2) شامل: ماسرال‌های کالودترینیت، کالوتلینیت و کورپوژلینیت، گروه اینترتینیت (% 23/3 - 4/9) شامل: ماسرال‌های فوزینیت، سمی فوزینیت، ماکرینیت، اسکرتینیت، فانگینیت، اینرتودترینیت و میکربینیت و گروه لیپتینیت (% 3/5 - 0) شامل: ماسرال‌های اسپورنیت، کوتینیت، رزینیت و لیپتودترینیت هستند. گروه ویتروئیت دارای بیشترین و گروه لیپتینیت دارای کمترین فراوانی در این زغال‌سنگ‌ها هستند. مقدار معدنی این لایه‌های زغال‌سنگی در محدوده بین 5 و % 24/9 متغیر است.

واژه‌های کلیدی: ماسرال، زغال‌سنگ، قشلاق، البرز شرقی

مقدمه

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و در رفتار صنعتی ماسرال‌ها منعکس می‌شود (Parkash, 1985). به‌طور کلی، آنالیزهای پتروگرافی زغال‌سنگ، اطلاعاتی را درباره سازندگان فیزیکی گوناگون دربرگیرنده زغال‌سنگ فراهم می‌کند (Suwarna and Hemanto, 2007) و اساساً برای تعیین کیفیت زغال‌سنگ، درجه زغال‌شدگی، ترکیب و ویژگی‌های کک به‌دست آمده از زغال‌سنگ و محیط ته‌نشست دیرینه، استفاده می‌شود (Taylor et al., 1998).

با توجه به غنی‌بودن ایران از ذخایر زغال‌سنگ، تاکنون، پژوهش‌های کمی پیرامون پتروگرافی، کانی‌شناسی و ژئوشیمی زغال‌سنگ‌های ایران انجام شده است (Stach et al., 1982; Yazdi and Shiravani, 2004; Goodarzi et al., 2006; Stasiuk et al., 2006; Moore and Esmaeili, 2012; Shekarifard et al., 2012; Solaymani and Taghipour, 2012).

به‌علت منشأ، زغال‌سنگ مجموعه‌ای به‌شدت شیمیایی، فیزیکی و ماده‌ای غیرمتجانس، شامل: سازنده‌های آلی و غیرآلی است. استفاده از زغال‌سنگ در صنعت، وابستگی شدیدی به هر دو سازنده آلی و معدنی آن دارد (Georgakopoulos et al., 2003). ماسرال، اصطلاحی است؛ که اولین بار، توسط استاپس (Stopes, 1935) برای معرفی اجزای آلی قابل مشاهده زغال‌سنگ با میکروسکپ ارائه شد. ماسرال‌ها را می‌توان معادل کانیها در سنگ دانست؛ با این تفاوت که کانیها دارای خواص فیزیکی و ترکیب شیمیایی مشخصی هستند؛ اما ماسرال‌ها ماهیت بلورین ندارند و از لحاظ خواص فیزیکی و ترکیب شیمیایی متغیرند (Merritt, 1986). ماسرال‌ها در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مثل ترکیب‌های عنصری، مقدار رطوبت، سختی، چگالی و ویژگی‌های پتروگرافی دارای اختلاف زیادی هستند. این اختلافها در

زمین‌شناسی ناحیه زغال‌دار قشلاق

منابع زغال‌سنگی ایران متعلق به دو حوضه زغال‌سنگی اصلی در شمال و مرکز ایران است. حوضه شمالی ایران در سه ناحیه بزرگ البرز غربی، مرکزی و شرقی مورد بررسی قرار می‌گیرد (شکل 1- B). به‌طور کلی، لایه‌های زغال‌دار در شمال ایران مربوط به تریاس بالایی تا ژوراسیک زیرین و بخشی از لایه‌های زغال‌دار شمشک است (Bragin et al., 1981). توالی ضخیم لایه و سیلیسی - آواری گروه شمشک به سن تریاس بالایی - باجوسین زیرین، به‌طور گسترده‌ای در شمال و مرکز ایران رخنمون دارد (شکل 1- A) (Assereto, 1966; Vollmer, 1987; Seyed-Emami, 2003; Seyed-Emami et al., 2001; 2005; 2006; Fursich et al., 2005; Fursich et al., 2009; Shekarifard et al., 2012). قشلاق در البرز شرقی (استان گلستان) و در ناودیس اولنگ - قشلاق، با امتداد شمال شرقی - جنوب غربی واقع شده است. این ناحیه زغال‌دار، دارای وسعت 70 کیلومتر مربع با طول جغرافیایی $37^{\circ} 23' - 37^{\circ}$ و عرض جغرافیایی $55^{\circ} 20' - 55^{\circ} 15'$ است و دو استان سمنان و گلستان، از طریق جاده شاهرود - آزادشهر، که از این ناحیه می‌گذرد، به یکدیگر متصل می‌شوند. عملیات معدنی شامل: اکتشاف، تجهیز و بهره‌برداری از معادن زغال‌سنگ در منطقه البرز شرقی در دو ناحیه بزرگ متمرکز است.

الف) ناحیه زغال خیز طزره؛

ب) ناحیه زغال خیز ناودیس اولنگ - قشلاق که به سه منطقه زغال‌دار زیر نام اولنگ، قشلاق و تخت تقسیم می‌شود. ناحیه زغال‌دار قشلاق شامل: بخش‌های زغال‌دار وطن، نرگس‌چال، کلات، زمستان یورت و رودبار است. این پژوهش بر روی 11 لایه زغال‌سنگی، از 4 معدن در حال استخراج در ناحیه زغال‌دار قشلاق انجام شده است (شکل 1- C).

به‌طور کلی، لایه‌های زغال‌سنگی در ناحیه یادشده، در گستره رسوبات گروه شمشک، بر روی سنگ آهک دولومیتی الیکا و در زیر تشکیلات آهکی دلیچای و لار قرار گرفته است و واحدهای سنگی شامل ماسه‌سنگ، شیل، سیلتستون، آهک، آهک‌های دولومیتی و آرژیلیت افق‌های زغالی مورد بررسی را در برمی‌گیرند (شکل 2).

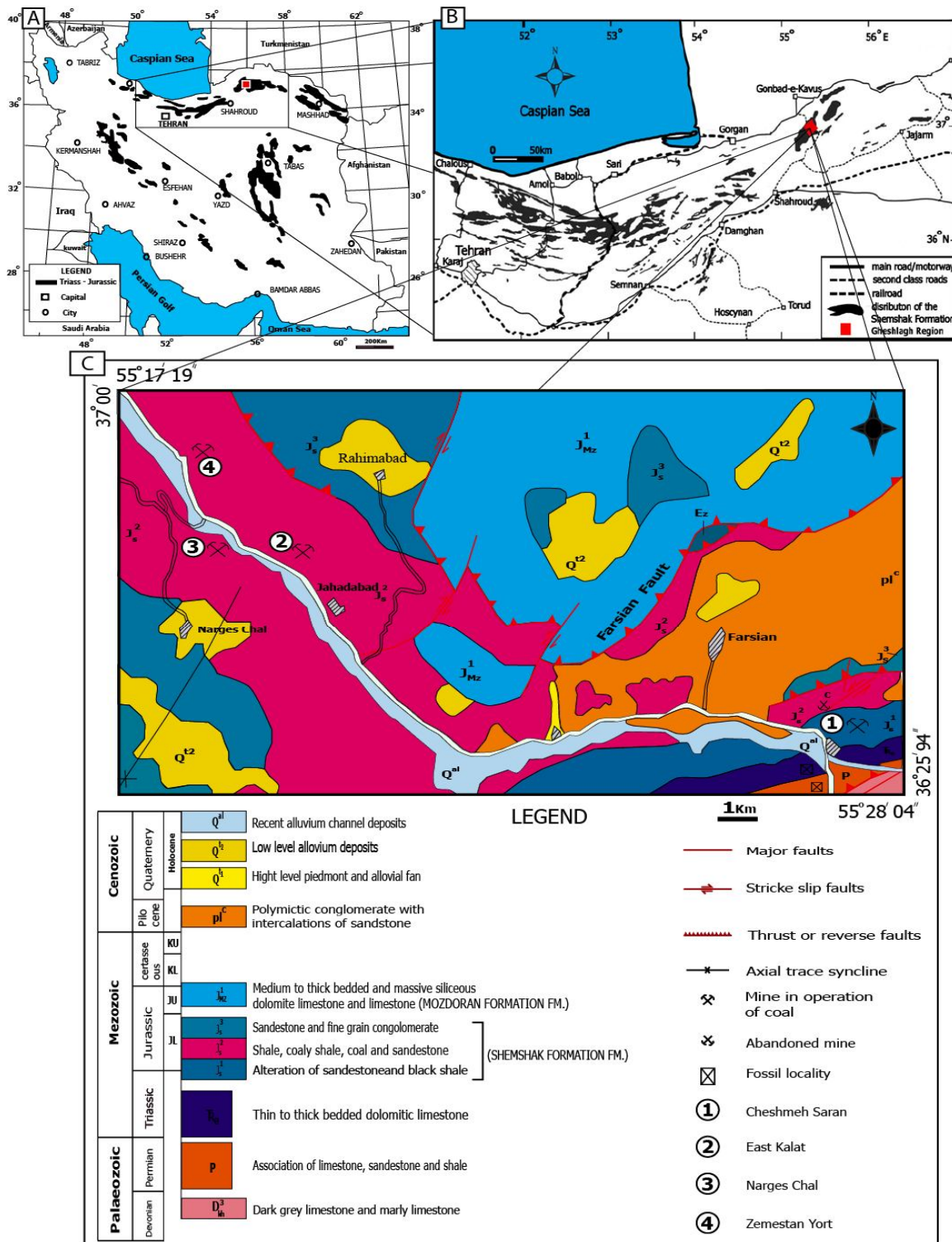
سازند شمشک در ناحیه قشلاق، بر اساس تقسیم‌بندی ناحیه‌ای، به شش واحد سنگی (اکراسر، لئبند، کلاریز، آلاشت، شیرین‌دشت، دانسریت) تقسیم شده است. زیربخش کلاریز،

بخش اصلی زغال‌دار ناحیه است؛ که به‌علت ضخامت بسیار زیاد، به سه قسمت زیرین، میانی و بالایی تقسیم شده است و شامل: ماسه‌سنگ‌های خاکستری رنگ با دانه‌بندی مختلف، سیلتستون، آرژیلیت و زغال همراه با فسیلهای گیاهی فراوان است. بخش‌های معدنی مختلف موجود در این ناحیه، زیربخش کلاریز دارای تقسیمات معدنی مختلفی است. در بخش معدنی نرگس‌چال، با توجه به ترکیب سنگ‌شناسی طبقات و ویژگی‌های زغال‌خیزی، لایه‌های زغال‌سنگی در سه زیربخش کلاریز پایینی، میانی و بالایی بررسی می‌شوند. همچنین، زیربخش کلاریز در بخش معدنی زمستان یورت و کلات به پنج زیربخش شامل: بخش غزنوی، بخش قشلاق پایینی، بخش قشلاق میانی، بخش قشلاق فوقانی و بخش آسیاب تقسیم می‌شود. معدن زغال‌سنگ چشمه‌ساران نیز متعلق به بخش غزنوی از این ناحیه است (شکل 3).

روش مطالعه

برای بررسی گروه‌های ماسرالی و شیوه رخداد و قیاس نسبی بین کانیه‌های جداگانه موجود در زغال‌سنگ‌های ناحیه زغال‌دار قشلاق و تعیین بازده خاکستر، ابتدا از 11 لایه زغال‌سنگ استخراجی مربوط به 4 معدن فعال در ناحیه زغال‌دار قشلاق، شامل لایه‌های K1, K3, K5, K60, K62, K67 و معدن زمستان یورت، لایه K13 معدن نرگس‌چال، لایه S2 معدن چشمه‌ساران و لایه‌های K11, K17 و K18 معدن شرق کلات، نمونه‌برداری انجام شد. پس از پایان هر نمونه‌برداری، به‌منظور حفظ نمونه‌ها از آلودگی و هوازدگی و همچنین، تفکیک آنها از یکدیگر، نمونه‌ها در کیسه‌های مخصوص، همراه با شماره نمونه قرار داده شدند.

به‌منظور بررسی‌های میکروسکوپی، اجزای آلی زغال‌سنگها، تعداد چهار مقطع صیقلی برای هر کدام از لایه‌های زغال‌سنگی، مطابق با استاندارد D2797-04 تهیه شد. مقاطع تهیه شده شامل: سه مقطع صیقلی از ذرات خرد شده زغال‌سنگ با اندازه کمتر از یک میلی‌متر ($18 \pm$ مش) و یک مقطع صیقلی از نمونه دستی زغال‌سنگ است. برای تعیین درصد حجمی ماسرال‌ها و مواد معدنی، از روش ISO 7404-3(2009) استفاده شد.

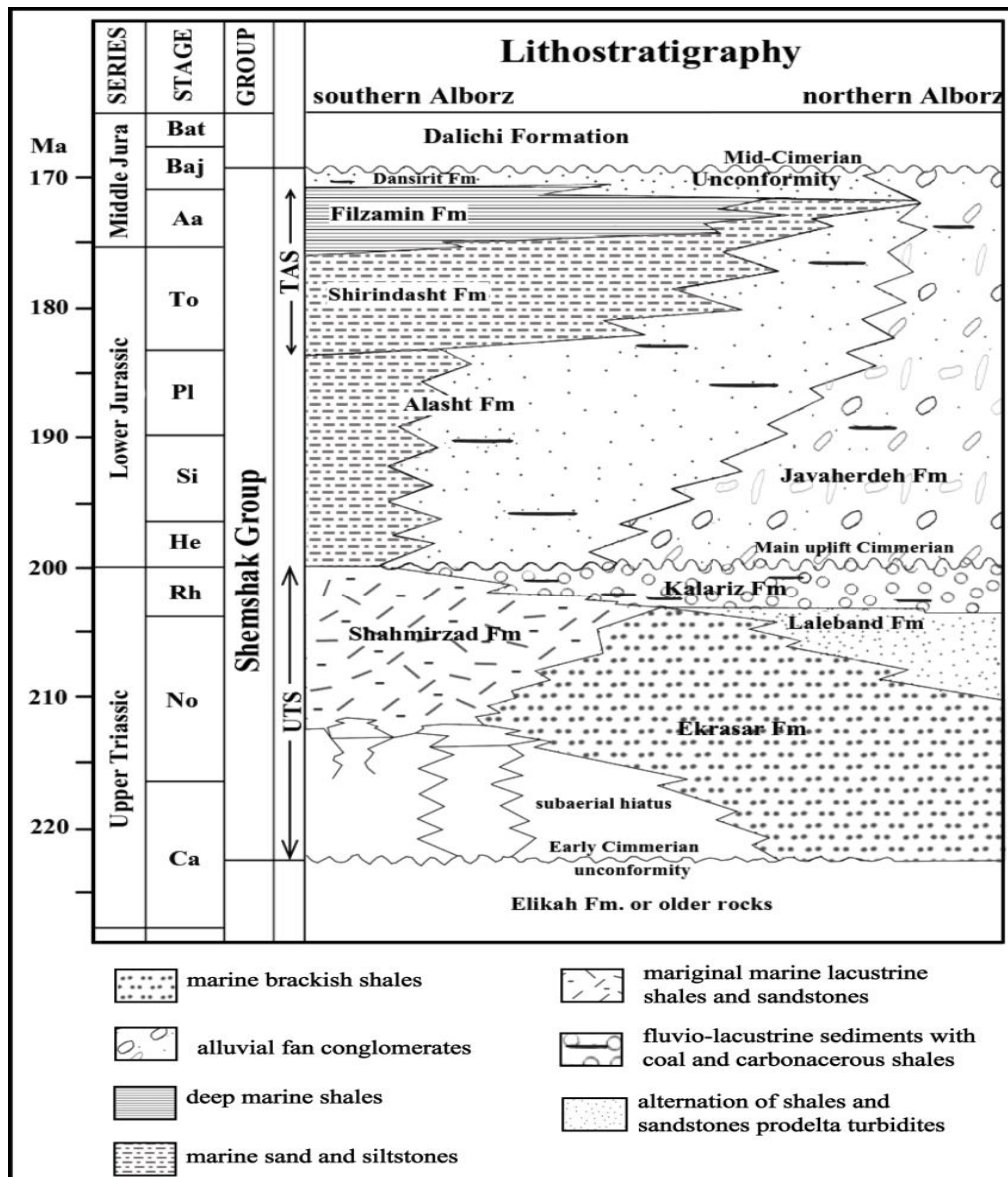


شکل 1. A: نقشه محلی توزیع سازند شمشک در البرز مرکزی و شرقی که منطقه مورد بررسی بر روی آن مشخص شده است (با تغییرات از Seyed-Emami et al., 2006). B: نقشه پراکنندگی رسوب زغال‌سنگ‌دار ایران که ناحیه قشلاق بر روی آن مشخص شده است (با تغییرات از Shariat Nia, 1994). C: نقشه زمین‌شناسی بخشی از ناحیه قشلاق که معدنهای زغال‌سنگ در آن قرار گرفته‌اند (با تغییرات از Zahrab, 2004).

Fig. 1. A: Local map of distribution of Shemshak formation at central and eastern Alborz with marked studied area (Modified after Seyed-Emami et al., 2006), B: Distribution pattern of coal-bearing strata that show Gheshlagh area (Modified after Shariat Nia, 1994), C: Geological map of Gheshlagh area that display coal deposits (Modified after Zahrab, 2004).

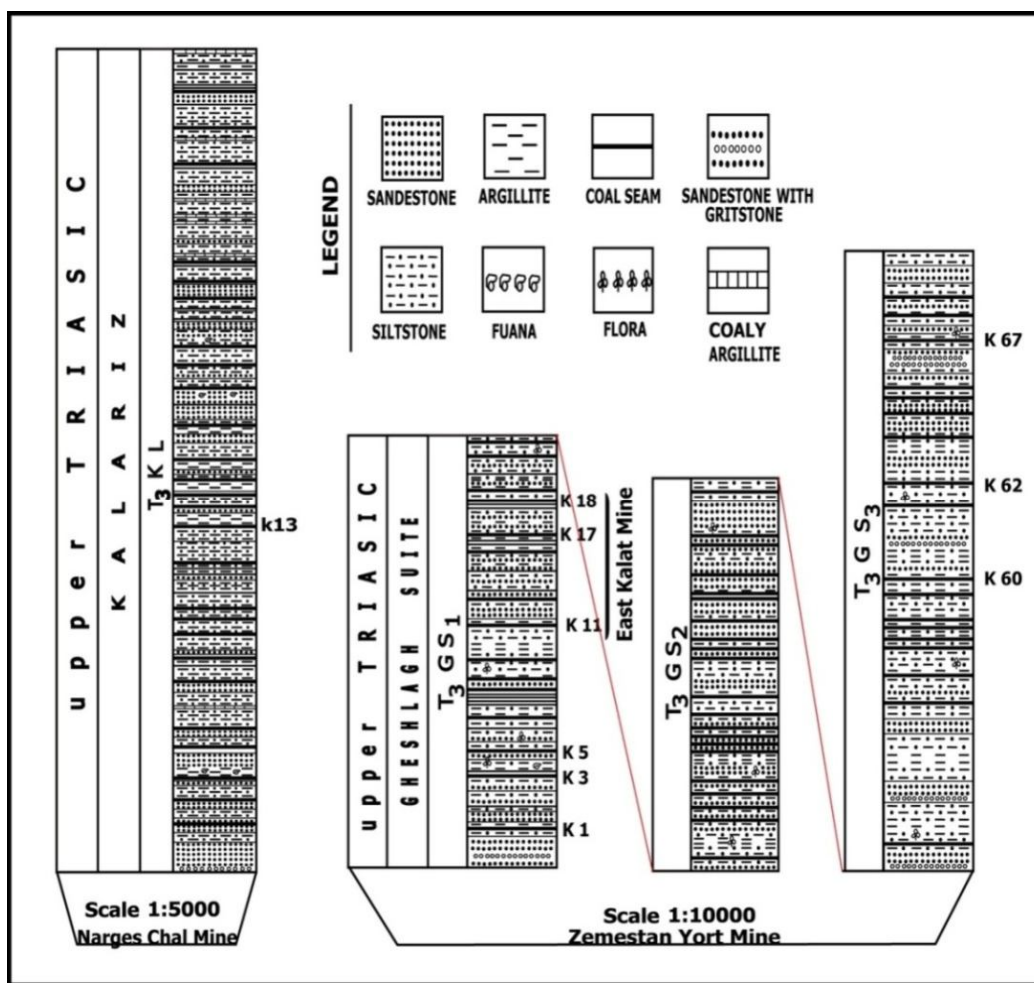
قشلاق، طبق جدیدترین تقسیم‌بندی‌های جامع ارائه شده توسط کمیته بین‌المللی زغال‌سنگ و سنگ‌شناسی آلی¹ (ICCP, 1998; ICCP, 2001) و همچنین توصیف و طبقه‌بندی‌های مسارالی ارائه شده توسط استاچ و همکاران، تیلور و همکاران، اسکات و گلاسپول، هاور و همکاران و وگنر (Stach et al., 1982; Tylor et al., 1998; Scott and Glasspool, 2007; Hower et al., 2009; Hower and Wagner, 2012) است.

هر مقطع صیقلی برای ارزیابی کمی و کیفی ماسرال‌ها و مواد معدنی، به‌وسیله میکروسکپ پلاریزان Olympus مدل BX51 و با عدسیهایی با بزرگ‌نمایی 4، 10 و 20 در نور سفید، سه بار مورد شمارش قرار گرفت؛ که میانگین اعداد به‌دست آمده حاصل از بررسی مقاطع در جدول 1، ارائه شده است. در هر بار شمارش، نزدیک به 400 - 500 ذره، برای هر مقطع صیقلی مورد شمارش قرار گرفته است. پتروگرافی ارائه شده برای توصیف و طبقه‌بندی زغال‌سنگهای ناحیه زغال‌دار



شکل 2. چین‌نگاری سنگی گروه شمشک در ناحیه البرز (Shekarifard et al., 2012)

Fig. 2. Lithostratigraphy of Shemshak group in Alborz area (Shekarifard et al., 2012)



شکل 3. ستون چینه‌شناسی لایه‌های زغال سنگی در منطقه قشلاق که لایه‌های زغال سنگ نمونه‌برداری شده بر روی آن مشخص شده است.

Fig. 3. Stratigraphy column of coal seams in the Gheslagh area that sampled coal seams are indicated.

پetroگرافی آلی

بررسی مقاطع میکروسکوپی، حضور هر سه گروه ماسرالی ویترونیست، اینترتینیست و لیپتینیست، با درصدهای حجمی متفاوت، در تمام لایه‌های زغال سنگی مورد بررسی را به اثبات رساند. گروه ویترونیست‌ها دارای بیشترین درصد حجمی در میان دو گروه ماسرالی دیگر است و ماسرال کالودترینیت از این خانواده، در نمونه‌های مورد پژوهش با تمرکز چشم‌گیری حضور دارد. کمترین مقادیر درصد حجمی مربوط به خانواده لیپتینیست‌ها است (جدول 1 و شکل 4).

گروه ویترونیست: گروه ماسرالی ویترونیست، فراوانترین گروه بر اساس درصد حجمی (66/2 - 87/2 vol%) (جدول 1 و شکل 4) در بین دیگر گروههای ماسرالی است. از این گروه ماسرالی، ماسرال‌های کالودترینیت، کالتولینیست و کورپوژلینیست در

لایه‌های زغال سنگی منطقه قشلاق دیده شد (شکل 5). کالودترینیت (65/6 - 20 vol%) فراوانترین ماسرال گروه ویترونیست، به صورت زمینه ویترونیستی خال‌دار در اتصال با دیگر اجزای زغال سنگ مشاهده شد (شکل 5-A). این ماسرال اغلب، در اتصال با ماسرال اینرتودترینیت و میکرواسپورنیت، در نمونه‌های مورد بررسی دیده می‌شود (شکل 5-A). کالتولینیست (46/7 - 8/4 vol%)، به صورت زمینه‌ای یکنواخت و باندهای خاکستری‌رنگ، با بازتاب نوری بیش از ماسرال ویترونیستی همراه در این زغال سنگها، حضور دارد. ماسرال کالتولینیست فاقد ساختمان سلولی بوده و از ماسرال‌های همراه، به خوبی قابل تشخیص است (شکل 5-B و D). تنها در لایه K11، میزان ماسرال کالتولینیست بر کالودترینیت غالب است. ماسرال کورپوژلینیست، به مقدار بسیار

بررسی از شکل حفره‌های سلولی که آن را پر کرده‌اند، پیروی می‌کند. ماسرال کورپوژلینیت، به‌صورت مجموعه‌ای از شکل‌های عدسی، در کنار هم، در نمونه‌های مورد بررسی دارای مقدار کمی است. لایه K5 بدون ماسرال کورپوژلینیت است.

کمتر از دو ماسرال دیگر (0-1/1 vol%) به‌صورت شکل‌های توده‌ای شکل و در بعضی موارد به صورت شکل‌های کشیده با رنگ خاکستری روشن، حفره‌های سلولی فوزینیت و به‌مقدار کمتر سمی‌فوزینیت را در این زغال‌سنگها پر کرده است (شکل 5-C). به‌طور کلی، شکل این ماسرال در نمونه‌های مورد

جدول 1. ترکیب ماسرالی و مقدار مواد معدنی (vol%) در لایه‌های زغال‌سنگی منطقه قشلاق

Table 1. Marcceral composition and mineral mater content (vol%) in coal seams of Gheshlgh area

Deposit	Zemestan Yourt					Shargh Kalat			Narges Chal	Cheshmeh Saran		
	sample	K1	K3	K5	K60	K62	K67	K11	K17	K18	K13	S2
Vitritinite												
CD	64.2	65.6	39.7	54.3	48.5	61.6	20	46	38.3	42.6	51.8	
CT	18.7	21.1	28	21.2	21.9	8.4	46.7	29.2	27.1	25.6	23.7	
Cg	0.4	0.5	-	1	1.1	1	0.2	1.1	0.8	0.4	0.6	
T.V	83.3	87.2	67.7	76.5	71.5	71	66.9	76.3	66.2	68.6	76.1	
Liptinitite												
Sp	1.1	2.1	2.3	1.7	1.5	2	-	-	-	0.1	1.9	
Cu	0.5	0.4	1	0.5	1	0.4	-	-	-	0.3	0.4	
Re	0.1	0.1	-	0.1	-	0.1	0.1	0.1	-	0.1	0.1	
Ld	0.7	0.3	-	0.8	-	0.9	-	-	-	0.9	1.1	
T.L	2.4	2.9	3.3	3.1	2.5	3.4	0.1	0.1	-	1.4	3.5	
Inertinitite												
Fu	2.6	1.8	7	8.5	9.3	1.7	3.3	2.7	12.7	2.4	2.1	
Sf	3	2.1	14.3	1.2	11.8	12.1	8.3	9.8	10.3	1.3	2.8	
Ma	0.5	0.3	0.6	1	1	-	0.5	-	-	0.7	1	
In	0.5	0.3	0.7	0.7	0.4	0.3	0.7	0.5	0.3	0.5	0.6	
Fg	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	-	-	-	-	0.1	0.1	
Sc	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	-	0.2	-	-	0.1	0.1	
T.I	6.8	4.9	23.1	11.8	22.9	14.1	13	13	23.3	5.1	6.7	
Mm	7.5	5	5.9	8.6	3.1	11.5	20	10.6	10.5	24.9	13.7	

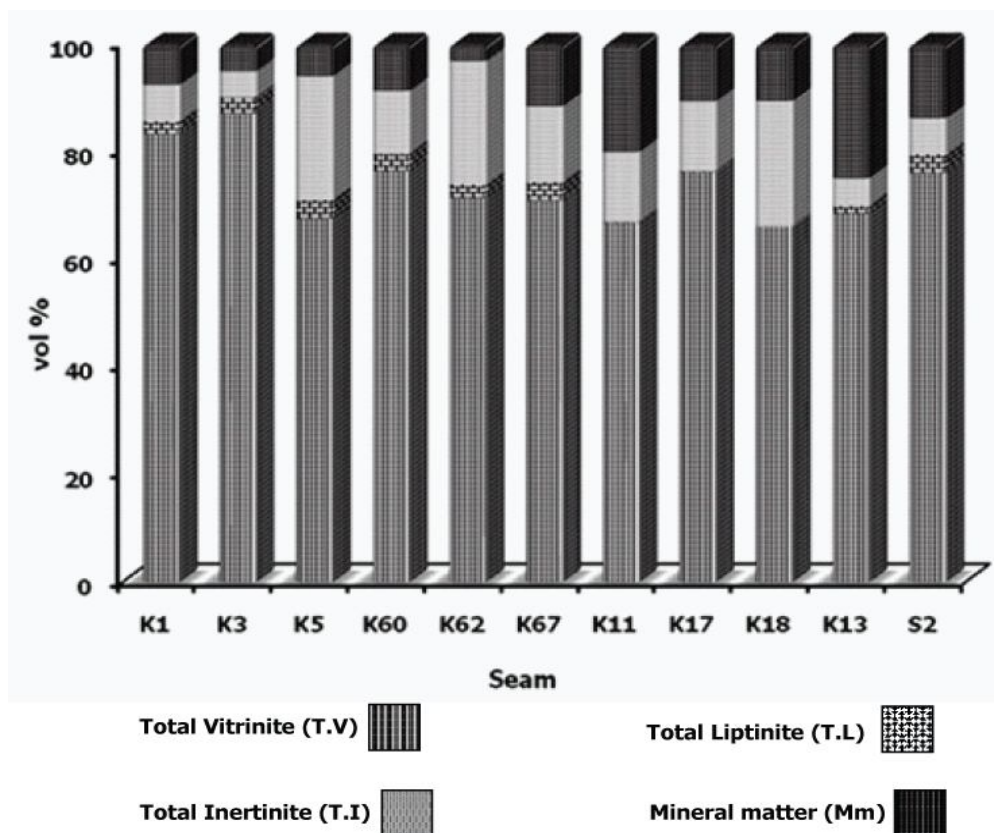
CD: کالودترینیت؛ CT: کالوتلینیت؛ Cg: کورپوژلینیت؛ Sp: اسپورنیت؛ Cu: کوتینیت؛ Re: رزینیت؛ Ld: لیپتودترینیت؛ Fu: فوزینیت؛ Sf: سمی فوزینیت؛ Ma: ماکرینیت؛ In: اینرتودترینیت؛ Fg: فانگینیت؛ Sc: اسکرینیت؛ Mm: مواد معدنی؛ T.V: ویتترینیت کل؛ T.L: لیپتینیت کل؛ T.I: اینترتینیت کل

فوزینیت و سمی فوزینیت دارای بیشترین مقدارند. فوزینیت‌ها (1/7 - 12/7 vol%) با ماهیت مستقل، برجستگی و بازتاب نوری بالا و ساختمان سلولی خوب حفظ شده در این لایه‌های زغال‌سنگی حضور دارند. این ماسرال در دو طیف رنگی سفید متمایل به خاکستری تا سفید متمایل به زرد و حفره‌های

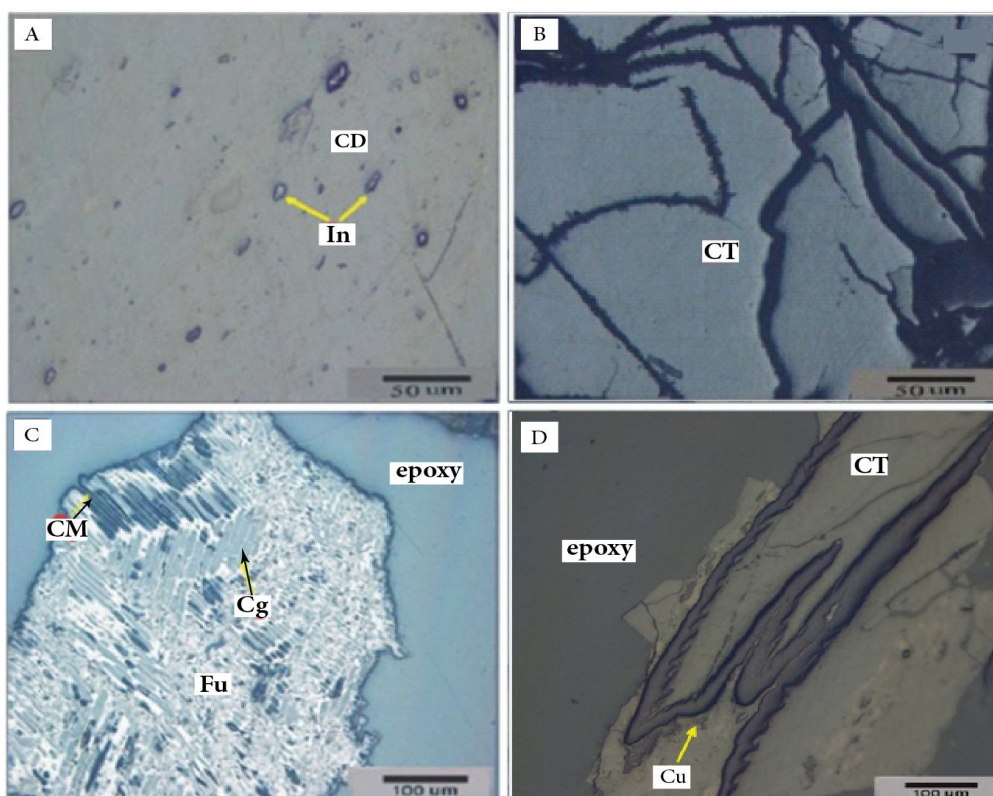
گروه اینترتینیت: ماسرال‌های خانواده اینترتینیت‌ها (4/9 - 23/3 vol%) جدول 1 و شکل 4) با رنگ خاکستری یا سفید متمایل به خاکستری و برجستگی مثبت، در مقاطع صیقلی مورد بررسی دیده شدند (شکل 6). ماسرال میکرینیت بسیار کم و نادر است. از ماسرال‌های این خانواده، ماسرال‌های

قطعات جداگانه بزرگ بدون ساختمان سلولی با برجستگی بالا دیده می‌شود (شکل 6-A, B, E, F و H). اینر تودترینیت (0/3 - 0/7 vol%) به صورت قطعات سفید زاویه‌دار و پراکنده در زمینه ماسرال‌های ویتترینیت و در بیشتر موارد در زمینه ماسرال کالودترینیت دیده می‌شود (شکل 5-B و C و شکل 7-B). فانگینیت (0 - 0/3 vol%) به صورت شکل‌های کروی، تخم‌مرغی، دوکی‌شکل و کشیده، در دو حالت تک‌سلولی و چندسلولی با رنگ سفید متمایل به زرد حضور دارد (شکل 6-E, G و H). حفره‌های فانگینیت‌ها را کانیه‌های رسی (شکل 6-G) و در موارد رایج‌تر رزینیت (شکل 6-E و H) پر کرده است. اسکرینیت (0 - 0/2 vol%) شناسایی شده، در بیشتر موردها در شکل‌های کروی چندضلعی که رزینیت حفره‌های آن‌را پر کرده است، در نمونه‌های مورد بررسی حضور دارد (شکل 7-D). در موارد اندک نیز، اسکرینیت به صورت شکل‌های کیسه‌ای با رنگ خاکستری و شکاف‌های درونی بسیار آشکار حضور دارد (شکل 6-F).

سلولی باز تا نیمه باز حضور دارد (شکل 6-B, C, D و E). در مواردی، حفره‌های سلولی آن، توسط کورپوزلینیت، رزینیت و کانیه‌های رسی پر شده است (شکل 6-B, C و D). دو ساختار غربالی و بوگن را می‌توان در فوزینیت‌های این ناحیه زغال‌دار مشاهده کرد (شکل 6-C و D). سمی فوزینیت (14/3 vol% - 1/2) در لایه‌های مورد بررسی، با حفره‌های سلولی نسبتاً بسته و کمتر مرئی فراوان است. در موارد بسیار نادر، دیواره سلولی به همراه حفره‌های سلولی قابل تشخیص است، به همین دلیل، این ماسرال تصویر مشخصی را نشان نمی‌دهد. این ماسرال دارای بازتاب و برجستگی کمتری نسبت به ماسرال فوزینیت همراه است و رنگ آن خاکستری تا زرد تیره است (شکل 6-A و B). پرکننده‌های رایج حفره‌های سمی فوزینیت‌ها در نمونه‌های مورد بررسی، ماسرال رزینیت (شکل 6-B) به همراه پیریت و کانیه‌های رسی و در موارد کمتر، ماسرال کورپوزلینیت هستند. ماکرینیت (0 - 1 vol%) در بیشتر موارد، به صورت باندهای بی‌شکل خال‌دار با رنگ خاکستری روشن و متمایل به زرد و در مواردی نیز به صورت



شکل 4. مقایسه درصد حجمی سه گروه ماسرال، به همراه مواد معدنی در لایه‌های زغال‌سنگ منطقه قشلاق
Fig. 4. Comparison of volume percent of 3 maceral groups at coal seams of Gheshlagh area.

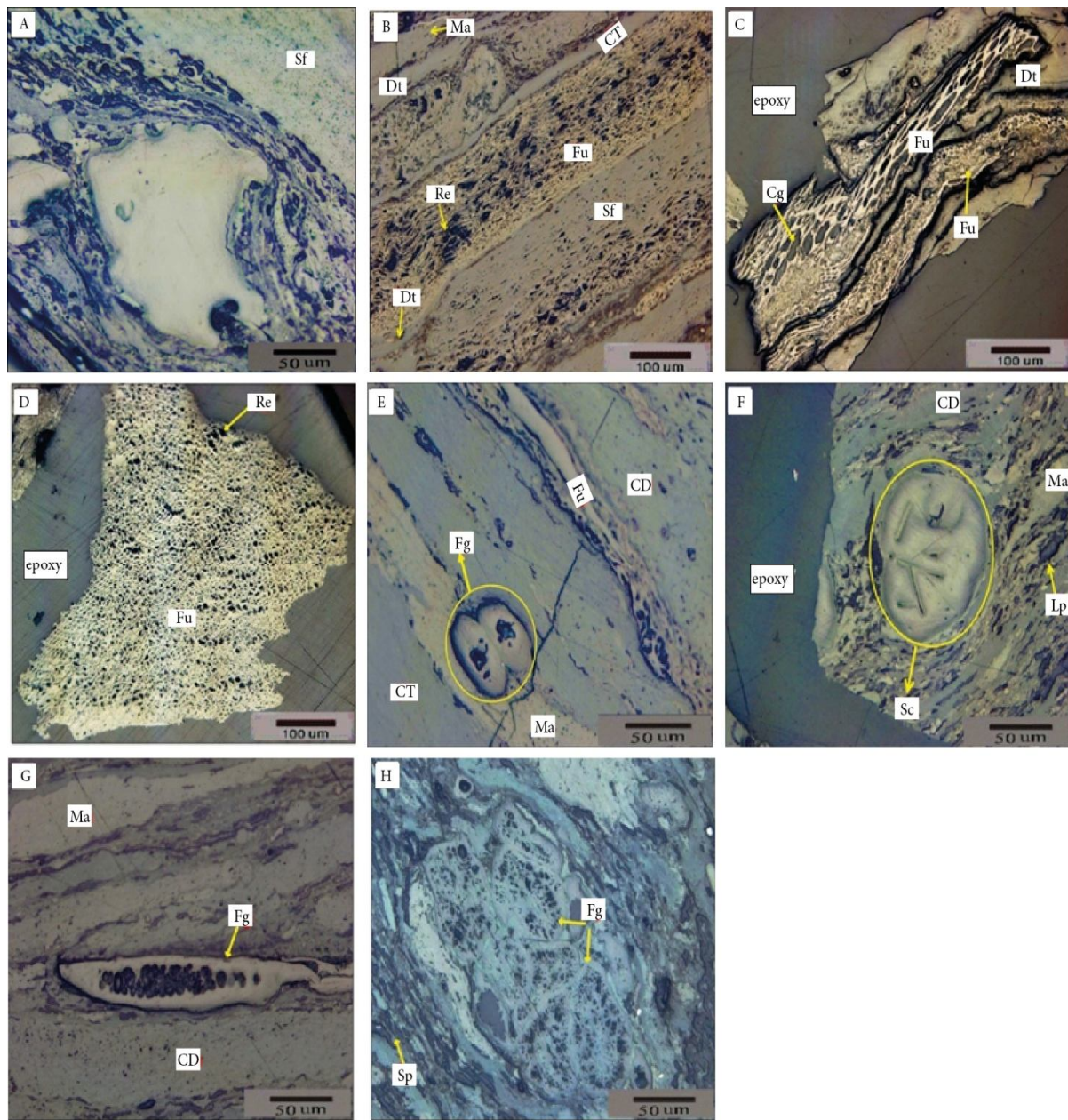


شکل 5. ماسرال‌های گروه ویتترینیت در زغال‌سنگ‌های منطقه قشلاق. A: ماسرال اینرتودترینیت (In) در زمینه خاکستری روشن و خال‌دار ماسرال کالودترینیت (CD). B: زمینه یکنواخت و خاکستری تیره ماسرال کالوتلینیت (CT). C: ماسرال فوزینیت (Fu) که حفره‌های آن را کورپوژلینیت (Cg) به همراه کانیهای رسی (CM) پر کرده است. D: کوتینیت‌هایی (Cu) با دیواره ضخیم و دنداندار به همراه ماکرینیت (Ma) و قطعات اینرتودترینیت (In) در زمینه ماسرال کالوتلینیت (CT).

Fig. 5. Vitrinite maceral group in Gheshlagh area. A: Inertodetrinite (In) maceral in light-gary groundmass of collodetrinite (CD) maceral. B: Groundmass of gary and uniform of collotelinite (CT) maceral. C: Fusinite (Fu) maceral where cell lumens are filled with corpogelinite (Cg) and argillaceous mineral matter (CM). D: Cutinite (Cu) macerals with thick and jagged walls along macrinite (Ma) and parts of inertodetrinite in (In) groundmass of collotelinite (CT) maceral.

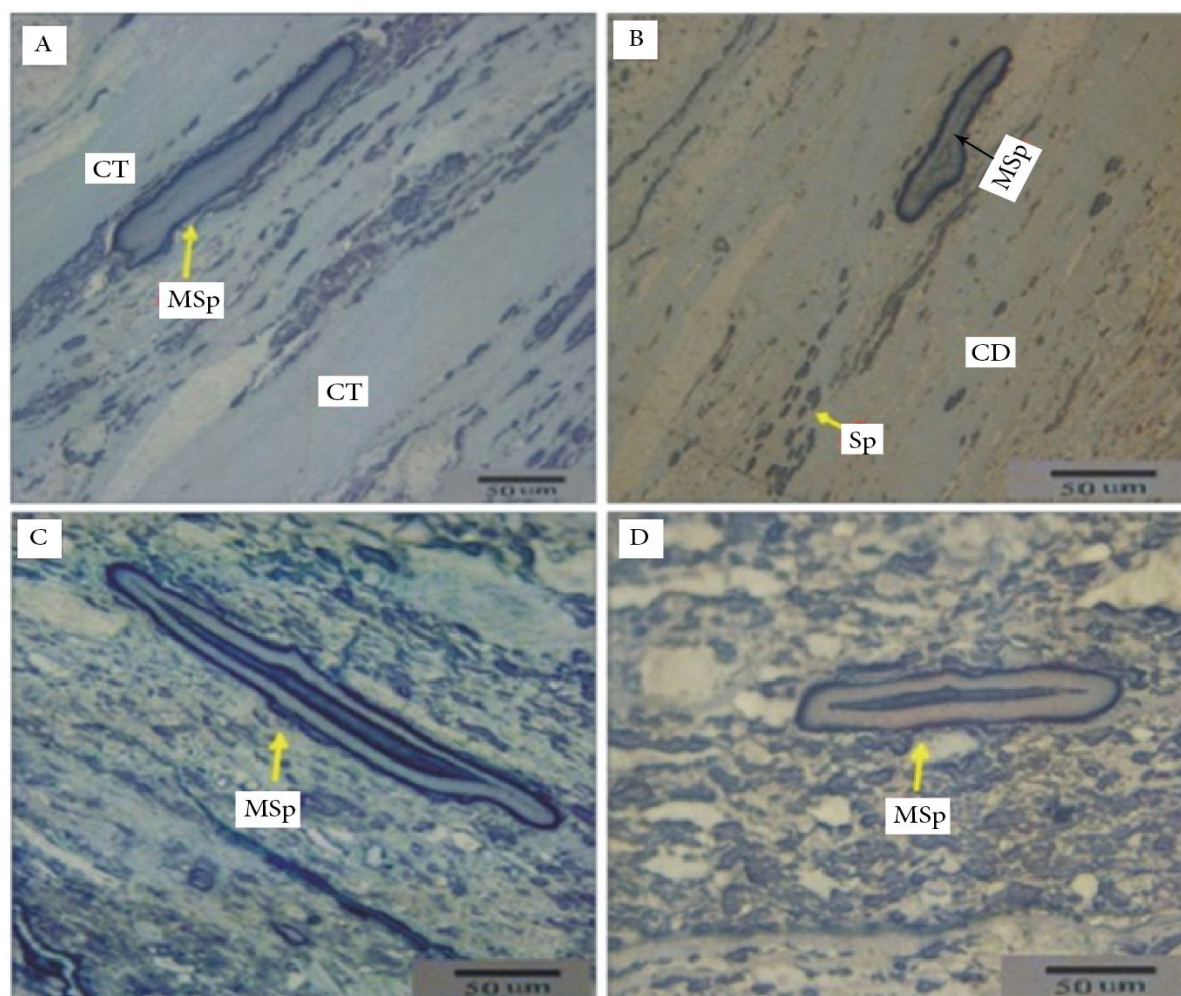
برجستگی بالا و در بیشتر موارد، در زمینه ماسرال‌های کالوتلینیت حضور دارد (شکل 5-C). این ماسرال دارای یک دیواره دنداندار و یک دیواره صاف است، به گونه‌ای که، در بیشتر موارد دیواره دنداندار به خوبی در همه نمونه‌ها دیده می‌شود (شکل 5-C). کوتینیت‌ها در دو حالت دیواره ضخیم و دیواره نازک، در زغال‌سنگ‌های این ناحیه دیده می‌شود (شکل 5-C و 7-B). رزینیت (0-0/1 vol%) با رنگ سیاه به صورت پرکننده حفره‌های سلولی فوزینیت، سمی فوزینیت و اسکرتینیت دیده می‌شود (شکل 7-D). لیپتودترینیت (0-1/1 vol%) نیز، به صورت قطعات خرد شده جداگانه با رنگ تیره متمایل به سیاه و پراکنده در زمینه ماسرال‌های ویتترینیت حضور دارد (شکل 7-B).

گروه لیپتینیت: ماسرال‌های این گروه دارای کمترین مقدار (0-3/5 vol%) در میان سایر گروه‌های ماسرالی در ناحیه زغال‌دار قشلاق هستند (شکل 7). لایه K18 فاقد ماسرال‌های این خانواده است. اسپورینیت (0-2/3 vol%) فراوانترین ماسرال گروه لیپتینیت با برجستگی بالا به صورت عدسی و تخم‌مرغی شکل و رنگ قهوه ای تیره تا سیاه، در دو اندازه میکروسپور و مگاسپور در لایه‌های زغال‌سنگی ناحیه قشلاق حضور دارند (شکل 7-A و 7-C). لایه S2 و پس از آن لایه K5، دارای فراوانترین مگا اسپورینیت‌ها هستند. خط‌درز میانی در اغلب مگا اسپورینیت‌ها به خوبی آشکار است (شکل 7-A). کوتینیت (0-1 vol%) به صورت رشته‌های کشیده سیاه‌رنگ تا خاکستری تیره با



شکل 6. ماسرال های گروه اینرتینیت در زغال سنگهای منطقه قشلاق. A: ماسرال ماکرینیت (Ma) با برجستگی بالا به همراه ماسرال سمی فوزینیت (Sf). B: ماسرال فوزینیت (Fu) و سمی فوزینیت (Sf) که رزینیت حفره های آنها را پر کرده است. C: ماسرال فوزینیت (Fu) با بافت غربالی که کورپوژلینیت (Cg) حفره های آن را پر کرده است. D: ماسرال فوزینیت (Fu) با بافت بوگن که ماسرال رزینیت حفره های آن را پر کرده است. E: فانگینیت (Fg) تخم مرغی شکل تک سلولی و رزینیت موجود در آن، به همراه فوزینیت (Fu) با بافت بوگن که ماسرال رزینیت حفره های آن را پر کرده است. F: اسکرتینیت (Sc) به همراه ماکرینیت (Ma) و لیپتودترینیت (Lp) ماسرال های آن در زمینه ماسرال کالودترینیت (CD). G: ماسرال فانگینیت (Fg) دوکی شکل و چندسلولی که کانیهای رسی حفره های آن را پر کرده اند. H: اجتماعی از ماسرال فانگینیت (Fg) چندسلولی در شکلهای نسبتاً کروی که حفره های آنها را رزینیت پر کرده است.

Fig. 6. Inertinite maceral group in the coal deposits at the Gheshlagh area. A: High relief Macrinite (Ma) maceral with semifusinite (Sf) maceral. B: Fusinite (Fu) and semifusinite (Sf) where cell lumens are filled with resinite. C: Fusinite with seive texture that are filled with corpogelinite (Cg). D: Fusinite maceral with bogen texture where cell lumens are filled with resinite. E: Ovoid unicellular funginite (Fg) filled by resinite along with fusinite (Fu). F: Skertinite (Sc) with macrinite (Ma) and lipitodetrinite (Lp) macerals in groundmass of collodetrinite (CD). G: Fusiform funginite (Fg) maceral where cell lumens are filled with clay minerals. H: The aggregation of Funginite maceral that its cavities are filled by resinite maceral.



شکل 7. ماسرال‌های گروه لیپتینیت در زغال‌سنگ‌های منطقه قشلاق. A: قطعات سفیدرنگ ماسرال اینرتودترینیت (In) و قطعات سیاه‌رنگ ماسرال لیپتودترینیت (Ld) به همراه ماسرال کوتینیت (Cu) و ماسرال کالوتلینیت (CT). B: اسپورنیت در اندازه مگاسپور (MSp) با خط‌درز میانی مشخص. C: اسکرترینیت (Sc) کروی چندضلعی که رزینیت آن را پر کرده است، به همراه ماسرال سمی‌فوزینیت (Sf) و میکرواسپورنیت و ماسرال کالوتلینیت. D: حضور اسپورنیت در اندازه مگا (MSp) و میکرو (Sp) در کنار یگدیگر در زمینه ماسرال کالودترینیت (CD).

Fig. 7. Liptinite maceral group in coal seams in the Gheshlagh area. A: White color parts of intertrodetrinite (In) and black color parts of liptodetrinite (Ld) with cutinite and collotelinite (CT) macerals. B: Megaspore (MSp) of spornite with distinct middle joint line. C: Spherical polygon of skertinite that filled by resinite with semifusinite (Sf), microsponrite and collotelinite macerals. D: Presence of mega (MSp) and microspore (Sp) of spornite in groundmass of collodetrinite (CD).

نتیجه‌گیری

بر اساس بررسی‌های پتروگرافی آلی انجام شده بر روی چهار معدن فعال زغال‌سنگ در ناحیه زغال‌دار قشلاق، حضور هر سه گروه ماسرالی در لایه‌های زغال‌سنگی به اثبات رسید. گروه ماسرالی ویتترینیت (66/2–87/2 vol%)، گروه ماسرالی غالب در میان سایر گروه‌هاست و ماسرال کالودترینیت (20–65/6 vol%) مربوط به این گروه از همه فراوانتر است.

گروه اینرتینیت، از لحاظ مقدار دارای گستره (23/3–4/9) بوده و ماسرال‌های فوزینیت و سمی‌فوزینیت فراوانترین ماسرال‌های این گروه است. کمترین درصد حجمی متعلق به گروه ماسرالی لیپتینیت (0–3/5 vol%) است؛ که اسپورنیت (2/3 vol%) فراوانترین ماسرال این گروه است. وجود ماسرال‌های اسپورنیت در اندازه مگاسپور در لایه S2 و لایه K5 بسیار قابل توجه است. مقدار مواد معدنی محاسبه شده

بخش زمین‌شناسی ناحیه و همچنین از آقایان مهندس خاک فرجی، افتخاری، نوروزپور و سوسرایی که در مراحل نمونه‌برداری ما را یاری کردند، صمیمانه سپاس‌گزاریم. از آقای جزء ترابی مسؤول محترم کارگاه مقطع‌گیری دانشگاه دامغان نیز تشکر می‌کنیم.

برای این زغال‌سنگها در بخش آنالیز ماسرالی در محدوده بین 5 و 24/9 درصد حجمی متغیر است.

قدردانی

از جناب آقای مهندس ناطقی، مسؤول بخش اکتشافات شرکت زغال‌سنگ البرز شرقی (شاهرود)، برای راهنماییهای ارزنده در

References

- Assereto, R., 1966. The Jurassic Shemshak Formation in Central Elburz (Iran). *Rivista Italiana di Palenotologia stratigraphia*, 74: 3–21.
- Bragin, Y.N., Golubev, S.A. and Polyanskiy, B.V., 1981. Paleogeography of major accumulation stages of lower Mesozoic coal deposits in Iran. *Lithology and Mineral Resources*, 16(1): 50–59.
- Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K., Cecca, F. and Majidifard, M.R., 2005. The upper Shemshak Formation (Toarcian–Aalenian) of the eastern Alborz: biota and paleoenvironments during a transgressive–regressive cycle. *Facies*, 51(1-4): 365–384.
- Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K., Cecca, F. and Majidifard, M.R., 2009. Lithostratigraphy of the Upper Triassic–Middle Jurassic Shemshak Group of northern Iran. In: M.F. Brunet, M. Wilmsen and J.W. Granath (Editors), *In South Caspian to Central Iran Basins*. The Geological Society, London, Special Publications, pp. 129–160.
- Georgakopoulos, A., Iordanidis, A. and Kapina, V., 2003. Study of Low Rank Greek Coals Using FTIR Spectroscopy. *Energy Sources*, 25(10): 995–1005.
- Goodarzi, F., Sanei, H., Stasiuk, L.D., Bagheri-Sadeghi, H. and Reyes, J., 2006. A preliminary study of mineralogy and geochemistry of four coal samples from northern Iran. *International Journal of Coal Geology*, 65(1-2): 35–50.
- Hower, J.C., O'Keefe, J.M.K., Watt, M.A., Pratt, T.J., Eble, C.F., Stucker, J.D., Richardson, A.R. and Kostova, I.J., 2009. Notes on the origin of inertinite macerals in coals: Observations on the importance of fungi in the origin of macrinite. *International Journal of Coal Geology*, 80(2): 135–143.
- Hower, J.C. and Wagner, N.J., 2012. Notes on the methods of the combined maceral/microlithotype determination in coal. *International Journal of Coal Geology*, 95(47-53): 47–53.
- International Committee for Coal and Organic Petrology (ICCP), 1998. The new vitrinite classification (ICCP System 1994). *Fuel*, 77(5): 349–358.
- International Committee for Coal and Organic Petrology (ICCP), 2001. The new inertinite classification (ICCP System 1994). *Fuel*, 80(4): 459–471.
- ISO 7404–3, 2009. Methods for the petrographic analysis of bituminous coal and anthracite–Part 3: method of determining maceral group composition. Geneva, 7pp, http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=42831.
- Merritt, R.D., 1986. *Coal Exploration, Mine Planning, and Development*. Elsevier, New York, 464 pp.
- Moore, F. and Esmaili, A., 2012. Mineralogy and geochemistry of the coals from the Karmozd and Kiasar coal mines, Mazandaran province, Iran. *International Journal of Coal Geology*, 96-97: 9–21.
- Parkash, S., 1985. Petrographic studies of coals from Alberta plains, coal research department, Alberta research. Edmonton, Alberta, Canada, 47 pp.
- Scott, A.C. and Glasspool, I.J., 2007. Observations and experiments on the origin and formation of inertinite group macerals. *International Journal of Coal Geology*, 70(1-3): 55–66.
- Seyed-Emami, K., 2003. Triassic in Iran. *Facies*, 48(1): 91–106.
- Seyed-Emami, K., Fürsich, F.T. and Schairer, G., 2001. Lithostratigraphy, ammonite faunas and palaeoenvironments of Middle Jurassic strata in North and Central Iran. *Newsletters on Stratigraphy*, 38(2-3): 163–184.
- Seyed-Emami, K., Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Cecca, F., Majidifard, M.R., Schairer, G. and Shekarifard, A., 2006. Stratigraphy and

- ammonite fauna of the upper Shemshak Formation (Toarcian–Aalenian) at Tazareh, eastern Alborz, Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2(4-6): 259–275.
- Seyed-Emami, K., Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Schairer, G. and Majidifard, M.R., 2005. Toarcian and Aalenian (Jurassic) ammonites from the Shemshak Group of the Jajarm area (eastern Alborz, Iran). *Paläontologische Zeitschrift*, 79: 349–369.
- Shariat Nia, H., 1994. Geological characteristics of Parvedeh Region of Tabs coal - bearing basin, central Iran. In: A.F. Embry, B. Beauchamp and D.J. Glass (Editors), *Pangea, Global Environments and Resources, Memoir*, Canadian Society of Petroleum Geologists. Calgary, Alberta, Canada, pp. 497–510.
- Shekarifard, A., Baudin, F., Seyed-Emami, K., Schnyder, J., Laggoun-Défarge, F., Riboulleau, A., Brunet, M.F. and Shahidi, A., 2012. Thermal maturity of the Upper Triassic-Middle Jurassic Shemshak Group (Alborz Range, Northern Iran) based on organic petrography, geochemistry and basin modelling: implications for source rock evaluation and petroleum exploration. *Geological Magazine*, 149(1): 19-38.
- Solaymani, Z. and Taghipour, N., 2012. Petrographic characteristics and palaeoenvironmental setting of Upper Triassic Olang coal deposits in northeastern Iran. *International Journal of Coal Geology*, 92: 82-89.
- Stach, E., Mackowsky, M.T., Teichmüller, M., Taylor, G.H., Chandra, D. and Teichmüller, R., 1982. *Stach's Textbook of Coal Petrology*. Gebrüder Borntraeger, Berlin-Stuttgart, 535 pp.
- Stasiuk, V., Bagheri-Sadeghi, H. and Goodarzi, F., 2006. Petrology, rank and liquid petroleum potential of Jurassic coals from the Central Alborz Region, Northern Iran. *International Journal of Coal Geology*, 67(4): 249–258.
- Stopes, M.C., 1935. On the petrology of banded bituminous coals. *Fuel*, 14: 4–13.
- Suwarna, N. and Hermanto, B., 2007. Berau coal in East Kalimantan; Its petrographical characteristics and depositional environment. *Journal Geologi Indonesia*, 2(4): 191-206.
- Taylor, G.H., Teichmüller, M., Davis, A., Diessel, C.F.K., Littke, R. and Robert, P., 1998. *Organic Petrology*. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 704 pp.
- Vollmer, T., 1987. Zur Geologie des nördlichen Zentral-Elburz zwischen Chalus-und Haraz-Tal, Iran. *Mitteilungen aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Hamburg*, 63: 1–125.
- Yazdi, M. and Shiravani, A.E., 2004. Geochemical properties of coals in the Lushan coal field of Iran. *International Journal of Coal Geology*, 60(1): 73–79.
- Zahrab, A., 2004. Geological map of Khoshyilagh, scale 1:100,000. Geological Survey of Iran.



Organic petrography: An approach for identification of maceral groups in Gheshlagh coal area, Eastern Alborz

Tahereh Rabani, Nader Taghipour* and Reza Aharipour

School of Earth Sciences, Damghan University, Damghan, Iran

Submitted: Sept. 16, 2014

Accepted: Apr. 11, 2015

Keywords: *Maceral, Coal, Gheshlagh, Eastern Alborz*

Introduction

Maceral is a term to introduce organic components visible under a microscope (Stopes, 1935). The physical and chemical characteristics of macerals such as elemental composition, moisture content, hardness, density and petrographic characteristics differ. The differences in the physical and chemical characteristics of macerals are reflected in their industrial behavior. (Parkash, 1985). Petrographic analysis provides information on the various physical components of coals (Suwarna and Hemanto, 2007) and determination of quality of coal, coalification rate, composition and characteristics of coke and paleoenvironmental deposition (Taylor et al., 1998).

Sampling and methodology

Coal samples were collected from freshly mined coal from 11 coal seams of 4 active coal mines (Cheshlagh, Zemestan Yourt, Narges Chal and Cheshmehsaran) for organic petrography in the Gheshlagh coal deposits. All samples were collected and stored in plastic bags to prevent contamination and weathering.

Samples were prepared for microscopic analysis by reflected light following ASTM Standard procedure D2797-04. For microscopic study, coal samples were crushed to 1-mm size fraction (18 mesh size), mounted in epoxy resin and polished. Three polished samples were prepared for each coal seam. The petrographic composition was obtained by maceral analyses under standard conditions (ISO 7404/3, 2009, for maceral analysis). Maceral point counting (based on 400 points) analyses were performed using an Olympus BX51 reflected light microscope. The

terminology used to identify and describe the organic matter particles is the one proposed by the International Committee for Coal and Organic Petrology (ICCP, 1998; ICCP, 2001; Scott and Glasspool, 2007; Taylor et al., 1998; Stach et al., 1982; Hower et al., 2009; Hower and Wagner, 2012).

Organic petrography of the Gheshlagh coal seams

The vitrinite maceral group is dominant in all coal seams (66.2 to 87.2 vol.%) and includes collodetrinite, collotelinite, and corpogelinite macerals. Collodetrinite maceral (20 to 65.6 vol.%) is the most abundant maceral in the vitrinite group and is associated with inertodetrinite and microspornite macerals. Callotelinite (8.4 to 46.7 wt%) occurs as a structureless, homogeneous mass in the Gheshlagh coal seams. The inertinite group (4.9 to 23.3 vol%) includes fusinite, semifusinite, macrinite, secretinite, funginite and inertodetrinite macerals. Fusinite (1.7 to 12.7 vol.%) is present in all coal seams in the Gheshlagh area. Cell cavities of fusinite are filled mostly by corpogelinite and clay minerals. Semifusinite occurs in appreciable concentrations (2.1 to 14.3 vol.%) and Cell lumens of this maceral are filled with mineral matter, pyrite and clay.

The liptinite group (nil to 3.5 vol%) includes sporinite, cutinite and resinite macerals. Sporinite is the dominant maceral in the liptinite group (nil to 2.3 vol.%) and occurs as elongated thread-like or spindle-shaped bodies and occurs as microspores and megaspores. Resinite (nil to 0.1 vol.%) occurs as round to oval bodies and as

*Corresponding authors Email: taghipour@du.ac.ir

fillings of the cell cavities of fusinite, semifusinite and funginite.

The mineral matter content of most of the Gheshlagh coal seams varies between 3.1 and 24.9 vol.%. Mineral matter occurs in primary ground mass or secondary cavity filling form and includes clay minerals, carbonate and sulphide.

Conclusion

Based on organic petrographic studies carried out on four active coal mines in the Gheshlagh area, the presence of three maceral groups were determined. The vitrinite group (66.2 to 87.2 vol%) is the dominant maceral group, and callodetrinite maceral (20 to 65.6 vol%) is also abundant. The inertinite group content has a range of 4.9 to 23.3 vol% while the fusinite and semifusinite macerals are the most abundant of this group. The lowest volume percentage of macerals belongs to the liptinite group (0 to 3.5 vol%) with 2.3 vol% espornite being the most abundant Maceral of this group. The presence of espornite maceral at megaspore size in the S2 and K5 coal seams is very noticeable. The content of mineral matter of these coal seams varied from 5 to 24.9 vol%.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Eastern Alborz company employees for providing access to mines of the Gheshlagh area and sampling. We appreciate reviews for their constructive suggestions.

References

- Hower, J.C., O'Keefe, J.M.K., Watt, M.A., Pratt, T.J., Eble, C.F., Stucker, J.D., Richardson, A.R. and Kostova, I.J., 2009. Notes on the origin of inertinite macerals in coals: Observations on the importance of fungi in the origin of macrinite. *International Journal of Coal Geology*, 80(2): 135–143.
- Hower, J.C. and Wagner, N.J., 2012. Notes on the methods of the combined maceral/microlithotype determination in coal. *International Journal of Coal Geology*, 95(47-53): 47–53.
- International Committee for Coal and Organic Petrology (ICCP), 1998. The new vitrinite classification (ICCP System 1994). *Fuel*, 77(5): 349–358.
- International Committee for Coal and Organic Petrology (ICCP), 2001. The new inertinite classification (ICCP System 1994). *Fuel*, 80(4): 459–471.
- ISO 7404–3, 2009. Methods for the petrographic analysis of bituminous coal and anthracite-Part 3: method of determining maceral group composition. Geneva, 7 pp, http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=42831
- Parkash, S., 1985. Petrographic studies of coals from Alberta plains, coal research department, Alberta research. Edmonton, Alberta, Canada, 47 pp.
- Scott, A.C. and Glasspool, I.J., 2007. Observations and experiments on the origin and formation of inertinite group macerals. *International Journal of Coal Geology*, 70(1-3): 55–66.
- Stach, E., Mackowsky, M.T., Teichmüller, M., Taylor, G.H., Chandra, D. and Teichmüller, R. 1982. *Stach's Textbook of Coal Petrology*. Gebrüder Borntraeger, Berlin-Stuttgart, 535 pp.
- Stopes, M.C., 1935. On the petrology of banded bituminous coals. *Fuel*, 14: 4–13.
- Suwarna, N. and Hermanto, B., 2007. Berau coal in East Kalimantan; Its petrographics characteristics and depositional environment. *Journal Geologi Indonesia*, 2(4): 191-206.
- Taylor, G.H., Teichmüller, M., Davis, A., Diessel, C.F.K., Littke, R. and Robert, P., 1998. *Organic Petrology*. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 704 pp.