

## بررسی زمین‌شناسی و پترولوژی زغال سنگ‌های گلندرود البرز مرکزی

لیلا اردبیلی<sup>۱\*</sup>، پدراهِ ناوی<sup>۲</sup>، واصف بابازاده<sup>۱</sup> و ذاکر ممداد<sup>۱</sup>

(۱) گروه مینرالوژی، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه دولتی باکو، جمهوری آذربایجان، lardebili@gmail.com

(۲) سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

(\*) عهده‌دار مکاتبات

دریافت: ۸۹/۷/۲۹؛ دریافت اصلاح شده: ۸۹/۸/۹؛ پذیرش: ۸۹/۸/۳۰؛ قابل دسترس در تارنما: ۹۰/۴/۳۰

### هکیده

در این مقاله زمین‌شناسی و مشخصات پتروگرافیکی زغال‌های بیتومینوز (10Ra 82%) منطقه گلندرود البرز مرکزی در شمال ایران بررسی گردیده است. زغال‌سنگ‌های این منطقه که در داخل رسوبات زغال‌دار سازند شمشک قرار گرفته‌اند، در زمان تریاس فوقانی - ژوراسیک زیرین به صورت ۳۲ لایه زغالی در یک محیط مردابی نهشته شده‌اند. این زغال‌ها با درصد خاکستر (۱۸/۶-۱۲/۲٪)، مواد فرار (۳۹/۳-۲۸/۳٪) و ارزش حرارتی (۸۸۰ kcal/kg) - ۷۴۳۰) نسبتاً زیاد مشخص می‌شوند. وجود مقدار گوگرد کلی کم در زغال‌های گلندرود (0.45-1.05 %wt)، نشانه نهشته شدن این زغال‌ها در یک محیط رسوبی لیمینیک وابسته به آب شیرین است. کانی‌های شناسائی شده در زغال‌سنگ‌های گلندرود از نوع دلومیت (بیش از ۸۰٪)، سیدریت، کوارتز، اسفالریت، گالنیت و کائولینیت است و پیریت فقط در زغال برخی لایه‌های زغالی به صورت ذرات ریز و پراکنده دیده می‌شود. ماسرال‌های تشکیل دهنده بخش آلی این زغال‌ها بیشتر از گروه ویتروینیت (کلوتلینیت) و اینترینیت (فوزینیت) می‌باشد که حفرات و درز و شکاف آن‌ها از کربنات و سیلیس پر شده است. با کاهش درصد مواد فرار زغال‌ها از لایه‌های سطحی به سمت عمق، درجه زغالی شدن زغال‌ها افزایش یافته و نوع زغال‌ها از گازی تا گازی چرب تغییر پیدا می‌کند.

**واژه‌های کلیدی:** بیتومینوز، زغال‌سنگ گلندرود، ماسرال، شمشک، زغالی شدن.

### ۱- مقدمه

غربی به شمار می‌رود از نوع قاره‌ای دانست (خسروتهرانی ۱۳۶۷). در اثر حرکات کوهزائی سیمین پیشین و بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس واقع در بین صفحات ایران و توران، بخش اعظم ایران از آب خارج شده و به محیط‌های مردابی تبدیل شد. نتیجه آن گسترش جنگل‌های انبوه در زمان تریاس فوقانی - ژوراسیک تحتانی و نهایتاً تشکیل رسوبات زغال‌دار با ترکیب چند رخساره‌ای (قاره‌ای) - حدواسط و دریایی) در بخش‌هایی از شمال، مرکز و شرق ایران بوده است. این رسوبات زغال‌دار در ایران توسط آسرتو (Asserto 1966) تحت عنوان سازند شمشک تفکیک و نامگذاری شده و تمامی معادن زغال‌سنگ ایران از جمله زغال‌سنگ گلندرود البرز مرکزی در آن واقع شده است (معین‌السادات و رضوی‌ارمغانی ۱۳۷۲).

سرزمین ایران از نظر موقعیت زمین‌شناسی و جغرافیایی، فلات چین‌خورده‌ای می‌باشد که بین سپر عربستان (در جنوب) و فلات روسیه (در شمال) قرار گرفته است (پدارمی ۱۳۷۲). وضع پیچیده ساختمانی - رسوبی فعلی ایران، در سال ۱۹۶۸ اشتوکلین را بر آن داشت تا برای نخستین بار سرزمین ایران را به چند منطقه یا زون ساختمانی که دارای وضع تکتونیکی، تاریخچه زمین‌شناسی و رسوبی متفاوتی بودند، تقسیم نماید و منطقه‌ای از شمال ایران را که کوه‌های البرز و بلوک فرورفته خزر را شامل می‌شد، زون البرز معرفی کند (درویش‌زاده ۱۳۸۲). وی پی‌سنگ این زون را که خود جرئی از بخش ایرانی - افغانی کمربند چین‌خورده تراستی آلپ - هیمالیا در آسیای

## ۲- پیشینه تمقیق

به طور کلی در مورد زمین‌شناسی و پترولوژی زغال‌سنگ‌های ناحیه‌ی البرز مرکزی ایران به‌ویژه منطقه گلندرو اطلاعات اندکی در دست است. وضعیت چینه‌شناسی و ساختار تک‌تونیکی منطقه البرز مرکزی با نگرشی خاص بر رسوبات زغال‌دار آن برای نخستین بار توسط باکستروف و ارنی (Buxtrof & Erni 1931) (به نقل از Babazadeh et al. 2009) و همچنین وایت و همکاران (White et al. 1939-1940) (به نقل از Babazadeh et al. 2009) مورد مطالعه قرار گرفته و در طی سال‌های بعدی توسط محققین دیگر ادامه یافته است (Bayat 1969, Vatan & Yassini 1969, Bayat & Agel 1970, Yassini 1981, Paluska & Degens 1992, Musavi Ruhbakhsh et al. 1997) (به نقل از Babazadeh et al. 2009).

بررسی پتروگرافی آلی و کانی‌شناسی زغال‌سنگ‌های ایران به ویژه زغال‌سنگ‌های البرز مرکزی کمتر مورد توجه محققین بوده است. پیرامون زغال‌سنگ‌های گلندرود، در سال‌های اخیر تنها توسط زمانی (۱۳۷۸)، یزدی (۱۳۸۲)، فاضلی (۱۳۸۸)، استاسیوک (Stasiuk et al. 2006) و گودرزی (Goodarzi et al. 2006) مطالعاتی صورت گرفته است. در این مقاله با گردآوری مطالعات انجام شده در گذشته توسط شرکت‌های خارجی (روسی و آلمانی)، محققین ایرانی و همچنین مطالعات جدید انجام شده توسط نویسندگان این مقاله، اطلاعات دقیق از زمین‌شناسی و پترولوژی لایه‌های زغالی رسوبات زغال‌دار سازند شمشک منطقه گلندرود البرز مرکزی واقع در شمال ایران ارائه گردیده است.

## ۳- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

رسوبات زغال‌دار گلندرود بر روی دامنه‌ی شمالی رشته‌کوه البرز و در ۲۰ کیلومتری جنوب شهر رویان استان مازندران (بین  $36^{\circ} 40' N$  -  $36^{\circ} 34' N$  و  $51^{\circ} 56' E$  -  $51^{\circ} 19' E$ ) قرار دارد (معین‌السادات و رضوی‌ارمغانی ۱۳۷۲) (تصویر ۱). این رسوبات با گسترش طولی حدود ۱۰۰ کیلومتر در ارتفاعی بیش از ۱۲۴۰ متر بالاتر از سطح دریا نهشته شده‌اند. لایه‌های زغالی البرز مرکزی از جمله منطقه گلندرود همانند سایر رسوبات زغالی ایران در داخل سازند شمشک، شکل گرفته‌اند (زادکبیر ۱۳۷۲). اقلیم مرطوب (میانگین بارندگی سالانه بیش از ۸۵۰ میلی‌متر) و گسترش پوشش جنگلی در منطقه گلندرود سبب شده تا در اکثر نقاط رخنمون کاملی از لایه‌های زغالی دیده نشود.

## ۴- روش مطالعه

در رسوبات زغال‌دار منطقه‌ی گلندرود البرز مرکزی، بیش از ۳۰ لایه

زغالی وجود دارد که ۱۷ لایه‌ی زغالی آن قابل کار می‌باشد. ضخامت لایه‌های زغالی و میان لایه‌های رسوبی قابل مشاهده در سینه‌کار معدن گلندرود جهت ترسیم ستون چینه‌ای اندازه‌گیری شد. ۷ نمونه‌ی زغالی از لایه‌های زغالی در حال استخراج و ۳ نمونه از میان لایه‌های رسوبی به منظور انجام آنالیزهای تقریبی و پتروگرافیکی، برداشت گردید (تصویر ۲). آنالیزهای تقریبی برای تعیین درصد رطوبت، مواد فرار (به روش استاندارد ASTM D 3175)، خاکستر (طبق روش LECO TGA 160) و گوگرد کلی زغال‌سنگ‌ها در آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی ایران انجام گرفت. به منظور مشخص کردن ترکیبات موجود در زغال‌سنگ‌های گلندرود از آنالیز میکروسکوپی و پتروگرافیکی ماسرال‌ها و کانی‌ها با تهیه مقاطع میکروسکوپی و صیقلی توسط سازمان زمین‌شناسی ایران، استفاده شد. به‌علاوه از نتایج بررسی ماسرال‌های زغال‌های همین منطقه توسط استاسیوک و همکارانش (Stasiuk et al. 2006) برای تعیین درصد ماسرال‌های تشکیل‌دهنده‌ی زغال‌سنگ‌ها بهره گرفته شد.

با تعیین ضریب انعکاس ویترنیتی ( $10R_a\%$ ) درجه زغالی نمونه‌ها و لیتوتیپ زغال‌سنگ‌های گلندرود با استفاده از نتایج آنالیزها به روش طبقه‌بندی توصیفی (ASTM 1991) و طبقه‌بندی روسی مشخص گردید.

جهت مشخص نمودن نوع سنگ‌های رسوبی نهشته شده در سطوح تحتانی و فوقانی رسوبات زغال‌دار شمشک در منطقه گلندرود، از رخنمون لایه‌های رسوبی هم‌جوار سازند شمشک نیز نمونه‌برداری شد (تصویر ۲). مطالعات کانی‌شناسی بر روی مقاطع میکروسکوپی تهیه شده، در گروه زمین‌شناسی دانشکده علوم دانشگاه تبریز انجام گرفت.

## ۵- بحث

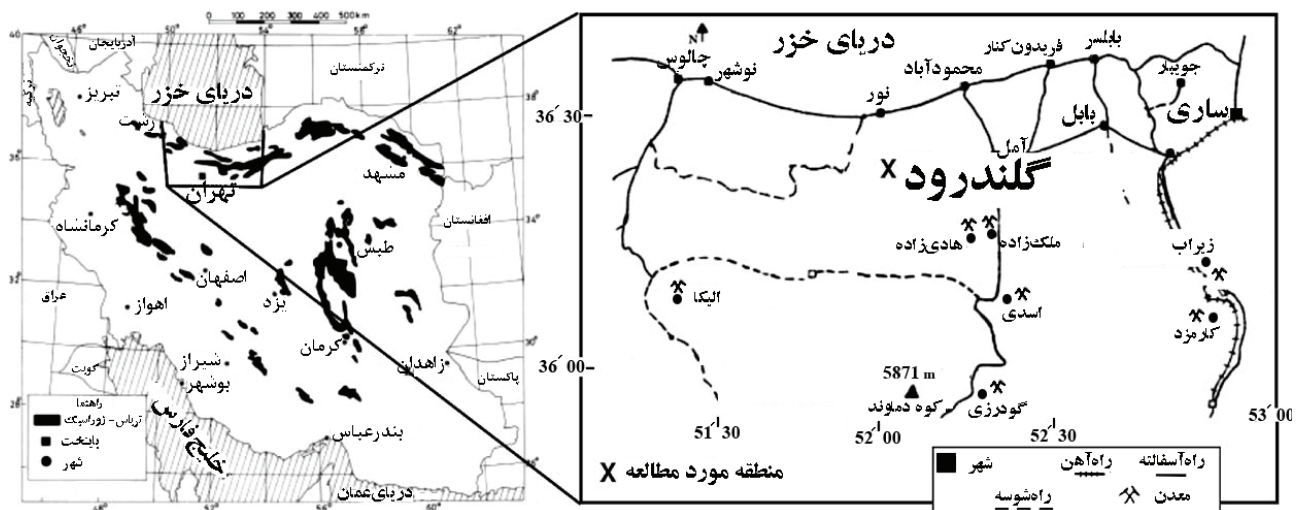
### ۵-۱- مشخصات زمین‌شناسی

رسوبات زغال‌دار مزوزوئیک البرز مرکزی با ترکیب چند رخساره‌ای که با گذشت زمان جایگزین هم شده‌اند، به صورت یک مگاسیکل رسوبی است که از تریاس فوقانی (کارنین) شروع شده و تا اواسط ژوراسیک فوقانی (کیمبرجین) تداوم یافته است (درویش‌زاده ۱۳۸۲). این مگاسیکل رسوبی در اثر پیشروی و پسروی‌های فرعی و پی‌درپی دریای تنیس با ایجاد رخساره‌های گوناگون رسوبی، به صورت چندین سازند متفاوت در زون البرز مرکزی مشخص شده است (معین‌السادات و رضوی‌ارمغانی ۱۳۷۲).

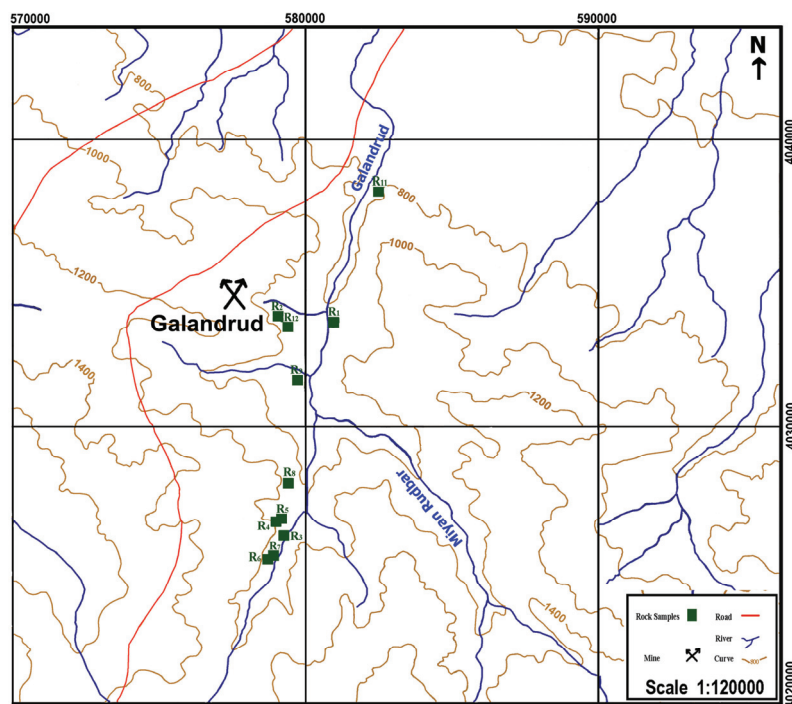
بعد از حرکات کوهزائی سیمین پیشین در تریاس میانی که سبب پسروی دریا شده، در زون البرز مرکزی رسوب‌گذاری نهشته‌های آهکی (با ضخامت حدود ۱۲۰۰ متر) را به همراه داشته است. این رسوبات

مطالعه‌ی سنگ‌های رسوبی منطقه گلندرود مبین این واقعیت است که بیشترین گسترش و پراکندگی در میان واحدهای سنگی پدید آمده در سطح منطقه، مربوط به رسوبات زغال‌دار سازند شمشک است. این سازند در البرز مرکزی در اثر یک رسوبگذاری بدون وقفه از تریاس فوقانی تا ژوراسیک میانی (یزدی ۱۳۸۲)، از ۴ بخش (اکراسر، لته‌بند، کلاریز و جواهرده) تشکیل شده که به صورت یک ساختمان ناودیسی شکل با محور WNW- ESE چین خورده‌اند (زمانی ۱۳۷۸).

که به نام سازند الیکا معروفند، به صورت آهک‌های دولومیتی ضخیم لایه به رنگ خاکستری روشن تا تیره با میان لایه‌هایی از آهک بیتومینه و مارن‌های زرد - سبز مشخص شده که با شیب کلی  $50^{\circ}$  به سمت جنوب شرقی قرار گرفته و در شرق منطقه‌ی مورد بحث رخنمون مشخصی دارند (تصویر ۳). رسوبات فوق در اکثر نقاط با رسوبات زغال‌دار شمشک و گاه‌ها رسوبات کرتاسه دارای کتاتک تکنونیک می‌باشند. نهشته شدن چنین رسوباتی وجود شرایط محیط جزر و مدی (لیتورال) در زمان تریاس فوقانی را در منطقه‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد.



تصویر ۱- موقعیت جغرافیایی معدن زغال‌سنگ گلندرود واقع در البرز مرکزی



تصویر ۲- موقعیت نقاط نمونه‌برداری از واحدهای سنگی منطقه گلندرود البرز مرکزی

در منطقه گلندرود، این بخش از شمشک دارای ۳۲ لایه زغالی با ضخامت تقریبی ۵۰ سانتی‌متر با منشاء عمدتاً اتوکتون است که ۱۷ لایه از این لایه‌های زغالی دارای ضخامت قابل کار می‌باشد. به همین دلیل به این قسمت از بخش کلاریز اصطلاحاً (Coal-Bearing BM Measures) گفته می‌شود (تصویر ۴).

در بخش‌هایی از منطقه گلندرود این سنگ‌ها در اثر گسل‌های موجود به شدت شکسته و خرد شده و به صورت چین‌خورگی‌های کوچک سرهم شده‌اند (تکنواکسپورت ۱۳۶۴).

گروهی از شکستگی‌ها به سطوح لایه‌بندی محدود شده و در اثر کاهش چسبندگی در سطح، لایه‌بندی ایجاد شده که شکستگی‌های فصل مشترک نامیده می‌شوند (کنگی ۱۳۸۶).

رسوبات پوشاننده این بخش زغال‌دار با لیتولوژی کنگلومرای ریز و متوسط‌دانه، ماسه‌سنگ‌های درشت‌دانه و لایه‌های نازک و کم‌ضخامت سیلت به همراه فسیل‌هایی از آمونیت و دوکفه‌ای‌ها می‌باشد که نشان‌دهنده وجود محیط مردابی- دریایی در منطقه است.

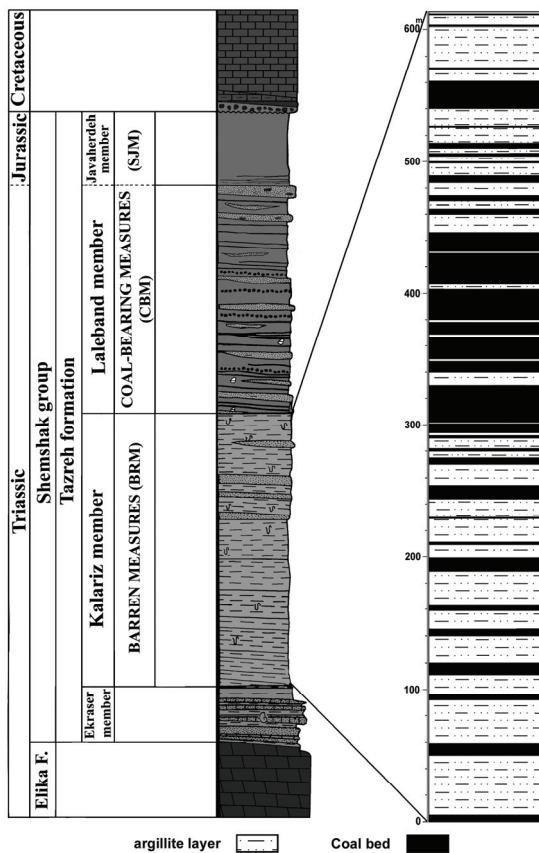


تصویر ۳- نمائی از رخنمون لایه‌های مارنی سازند الیکا

بخش اکراسر به سن تریاس فوقانی (نورین پیشین) لایه‌های یکسانی از آرژیلیت، سیلت‌های خاکستری تیره تا سیاه با ضخامت بیش از ۲۰۰ متر است که لایه‌های آهکی-رسی آن در قسمت پائین حاوی فسیل آمونیت و دوکفه‌ای‌ها می‌باشد و نشانگر وجود یک محیط دلتایی- مردابی است. سطوح لایه‌بندی در این رسوبات استحکام کمی دارد به همین دلیل با تأثیر نیروهای کششی ناشی از وزن طبقات بالایی، بازشدگی و لغزش همزمان در سطح لایه‌ها رخ داده و شکستگی‌های پلکانی مشابه رسوبات بخش اکراسر منطقه زغال‌خیز طزره (کنگی ۱۳۸۶) در این بخش ایجاد شده است.

بخش لاه‌بند با لیتولوژی آرژیلیتی (سیلستون، کلیستون) دارای لایه‌بندی مورب و آوندهای چوبی زغالی شده به ضخامت بیش از ۵۰۰ متر می‌باشد. چنین لیتولوژی، مشخصه‌ی رخساره مردابی است (موسوی حرمی ۱۳۶۷) و نشان می‌دهد که در زمان تریاس فوقانی (رتین) به طور محلی مرداب‌ها و دریاچه‌های کوچکی در زون البرز مرکزی به وجود آمده و چنین رسوباتی را بر جای گذاشته‌اند. باتوجه به نبود یا کمبود لایه‌های زغالی در این بخش به آن بخش RM (Barren Measures) گفته می‌شود (تصویر ۴).

بخش اصلی زغال‌دار گروه شمشک البرز مرکزی که به صورت تناوبی از لایه‌های آرژیلیتی و سیلتی با لایه‌های زغالی مشخص می‌شود، با نام کلاریز معروف است. این بخش حدود ۶۰۰-۷۰۰ متر ضخامت داشته و بین ۲ لایه کلیدی ماسه‌سنگی قرار گرفته است. این رسوبات در یک محیط آبرفتی- دلتایی که شرایط برای رشد گیاهان (پتروپود سپرها، سرخس‌ها و نهایتاً سیکادوفیت‌ها) مهیا بوده، نهشته شده‌اند (زمانی ۱۳۷۸).



تصویر ۴- ستون‌چینه‌ای سازند شمشک در منطقه گلندرود البرز مرکزی



تصویر ۵- مرز کنتاکت تکتونیزه بخش جواهرده سازند شمشک با رسوبات کنگلومرای توده‌ای

#### ۵-۲- مشخصات زغال‌ها

آنالیز ۱۷ نمونه زغال‌سنگ برداشت‌شده از لایه‌های زغالی منطقه گلندرود نشان‌دهنده آن است که رطوبت زغال‌های این منطقه نسبت به درجات مختلف اکسیداسیون زغال‌سنگ در رنجی بین ۱/۳۷-۰/۸۸٪ متغیر است (جدول ۱). مقدار خاکستر برجای مانده از زغال‌سنگ که یکی از مشخصه‌های اصلی زغال به‌شمار می‌رود، در زغال‌سنگ‌های گلندرود بین ۱۸/۶-۱۲/۲٪ متغیر است. بالابودن درصد خاکستر این زغال‌ها را می‌توان در ارتباط با محیط تشکیل زغال‌ها دانست، به این دلیل که زغال‌سنگ‌های تشکیل شده در

این رسوبات با ضخامت حدود ۳۰۰ متر، بخش جواهرده سازند شمشک را تشکیل می‌دهند که به خاطر وجود تنها رگه‌های نازک زغالی و بقایای گیاهی زغال شده به بخش (Super Jacement Measures, SJM) معروف است (تصاویر ۴ و ۵). پیشروی دریا در زمان کرتاسه سبب شده رسوبات کنگلومرای توده‌ای توسط آهک‌های توده‌ای ریزدانه با میان‌لایه‌های مارنی پوشانده شوند. این رسوبات در منطقه گلندرود در اثر فعالیت‌های تکتونیکی (گسل‌های رورانده) با کنتاکت تکتونیزه در مجاورت سازندهای شمشک و الیکا دیده می‌شوند.

جدول ۱- مشخصات زغال‌سنگ‌های ۱۷ لایه زغالی قابل کار در معدن گلندرود البرز مرکزی

شماره لایه	انعکاس ویتریتی (%R <sub>v</sub> )	گوگرد کلی (%w <sub>t</sub> )	مواد فرار (%)	خاکستر (%)	رطوبت (%)
1	0.89	1.05	33.6	15	1.37
2	0.9	0.59	35.3	16.8	1.18
3	0.88	1.09	38	12.9	1.09
4	0.92	0.99	29.06	15.4	0.88
5	0.89	0.54	28.3	14.08	1.11
6	0.91	0.69	38.1	15.06	1.15
7	0.9	0.55	38.5	17.6	1.07
8	0.89	0.59	32.9	16	1.12
9	0.88	1.01	36.5	15.5	1.06
10	0.88	1.01	36.5	17.9	1.11
11	0.88	0.59	32.9	12.2	1.12
12	0.89	0.49	37.2	15.6	1.05
13	0.9	0.48	38	16.2	1.11
14	0.91	0.45	35.5	13.2	1.04
15	0.9	0.62	39.3	13.3	1.1
16	0.9	0.56	39	18.6	1.12
17	0.9	0.6	39.3	17.2	1.15

جدول ۲- انواع زغال‌سنگ‌ها بر اساس طبقه‌بندی (ASTM 1991)

درجه زغالی شدن	طبقه‌بندی ASTM	مواد فرار
پیت		
زغال قهوه‌ای نرم	زغال قهوه‌ای	c.53
زغال قهوه‌ای سخت	لیگنیت	c.49
تیره		
براق	ساب‌بیتومینوز	c.42
زغال بیتومینوز سخت	زغال با مواد فرار زیاد	
درجه زغال‌شدگی پائین	زغال با مواد فرار متوسط	29
زغال با مواد فرار زیاد	زغال با مواد فرار کم	
آنتراسیت	آنتراسیت متاآنتراسیت	8

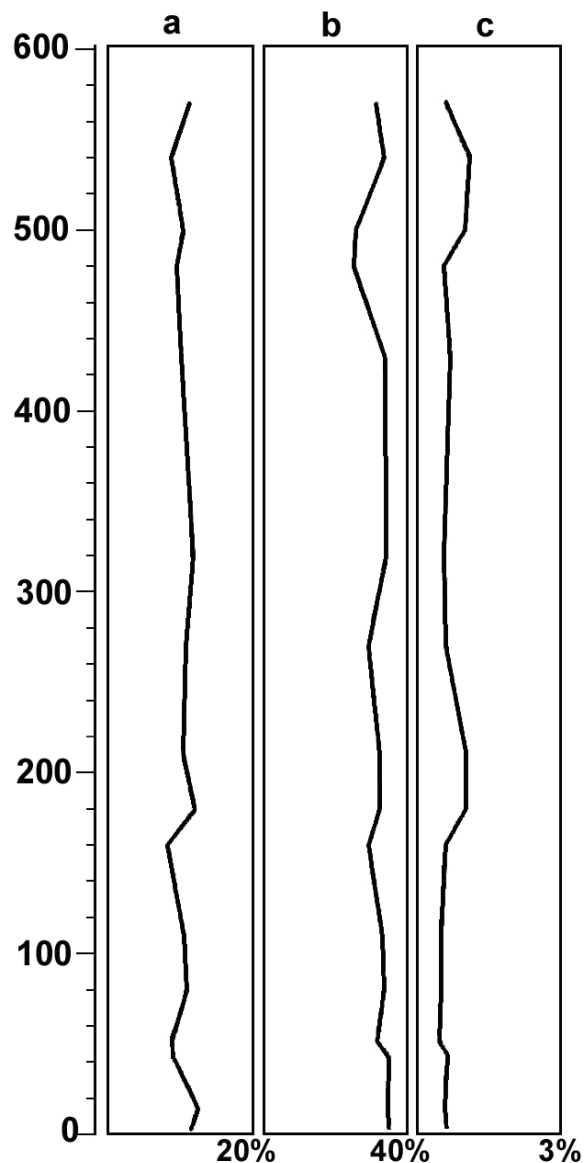
نتایج آزمایشات، مقدار گوگرد (معدنی و آلی) زغال‌سنگ‌های گلندرود را به حدی کم نشان می‌دهد (0.45-1.90 %wt) که می‌توان آن‌ها را جزء زغال‌سنگ‌های کم‌گوگردی به حساب آورده شود، که در محیط‌های رسوبی لیمینیک وابسته به آب شیرین تشکیل می‌شوند، به حساب آورد (یزدی ۱۳۸۲). سولفور پیریتی زغال‌ها نیز بسیار کم و جزئی است به طوری که کانی پیریت فقط در برخی لایه‌های زغالی (به عنوان مثال لایه ۲۸) به صورت ذرات ریز و پراکنده با بافت framboïd دیده می‌شود (تصویر ۷).

ارزش حرارتی زغال‌سنگ‌های گلندرود ۷۴۳۰-۸۸۸۰ kcal/kg اندازه‌گیری شده است. درجه زغالی شدن این زغال‌ها بر اساس طبقه‌بندی روسی، که در ایران از جمله طبقه‌بندی‌های رایج برای تعیین درجه زغالی شدن زغال‌سنگ‌ها می‌باشد (اصلانلو ۱۳۷۸)، از درجه گازی (در لایه‌های سطحی) تا گازی چرب (در لایه‌های عمقی) تغییر می‌کند (جدول ۳). این روند افزایش درجه زغالی شدن لایه‌های زغالی منطقه گلندرود از سطح به عمق با قانون هلت (۱۸۷۳) که "در یک سکانس عمودی منطقه زغالی، با افزایش عمق تدفین درجه زغالی شدن زغال‌سنگ‌ها افزایش می‌یابد" مطابقت می‌کند. به طور کلی زغال‌سنگ به عنوان یک سنگ رسوبی از ۲ بخش معدنی (کانی‌ها) و آلی (ماسرال‌ها) تشکیل شده است. مطالعه مقاطع میکروسکوپی تهیه شده از زغال‌سنگ‌های گلندرود و همچنین نتیجه آنالیز XRD انجام شده (تصویر ۸) نشان می‌دهد که ترکیب معدنی این زغال‌ها بیشتر از کانی‌های دولومیت (بیش از ۸۰٪)، سیدریت، کوارتز، اسفالریت، گالن و اندکی کانی رسی کائولینیت، پیریت و کالکوپیریت تشکیل شده است.

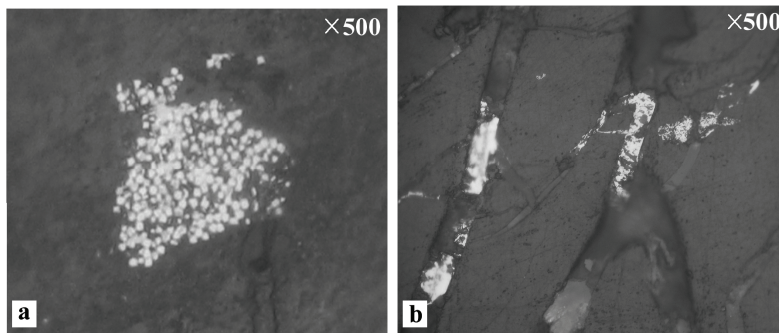
محیط مردابی به علت آلودگی با مواد آواری، درصد خاکستر بالایی دارند (Thomas 1992).

مقدار مواد فرار این زغال‌ها از لایه‌های عمقی به سمت لایه‌های سطحی، به طور عمومی دارای روند افزایشی بوده و از ۲۸/۳٪ تا ۳۹/۳٪ متغیر است. در برخی لایه‌های زغالی به دلیل عملکرد گسل‌های فرعی موجود در منطقه، همان‌طور که در نمودار ترسیم شده قابل مشاهده می‌باشد (تصویر ۶)، مقدار مواد فرار کاهش (لایه‌های ۱۴، ۱۱، ۸، ۵ و ۴) یا افزایش (لایه ۳) ناگهانی را نشان می‌دهد.

در زغال‌سنگ‌های منطقه گلندرود البرز مرکزی درصد نسبتاً بالای مواد فرار، سبب شده تا بر اساس طبقه‌بندی (ASTM 1991)، این زغال‌ها، در گروه زغال‌های بیتومینوز B با مواد فرار زیاد (> ۳۱٪) قرار گیرند (جدول ۲).



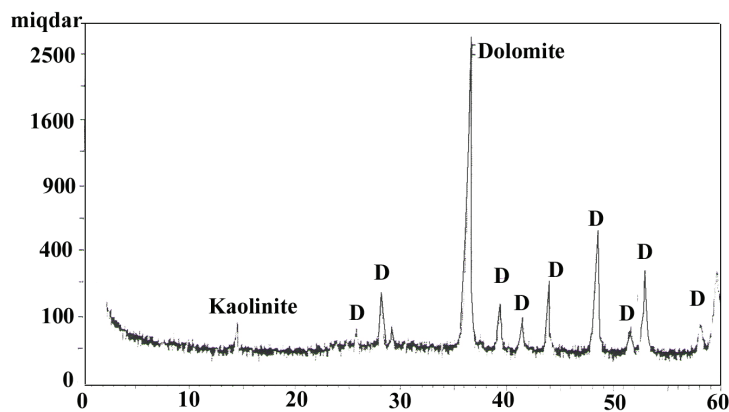
تصویر ۶- روند تغییر درصد (a) درصد خاکستر (b) درصد مواد فرار و (c) درصد گوگرد کلی زغال‌سنگ‌های منطقه گلندرود البرز مرکزی



تصویر ۷- کانی پیریت موجود در زغال‌سنگ‌های گلندرود: a- اولیه با بافت framboid و b- ثانویه به صورت پرکننده حفرات و شکاف‌ها

جدول ۳- تعیین نوع زغال‌سنگ‌های گلندرود البرز مرکزی بر اساس طبقه‌بندی روسی (اصلا نلو ۱۳۷۸)

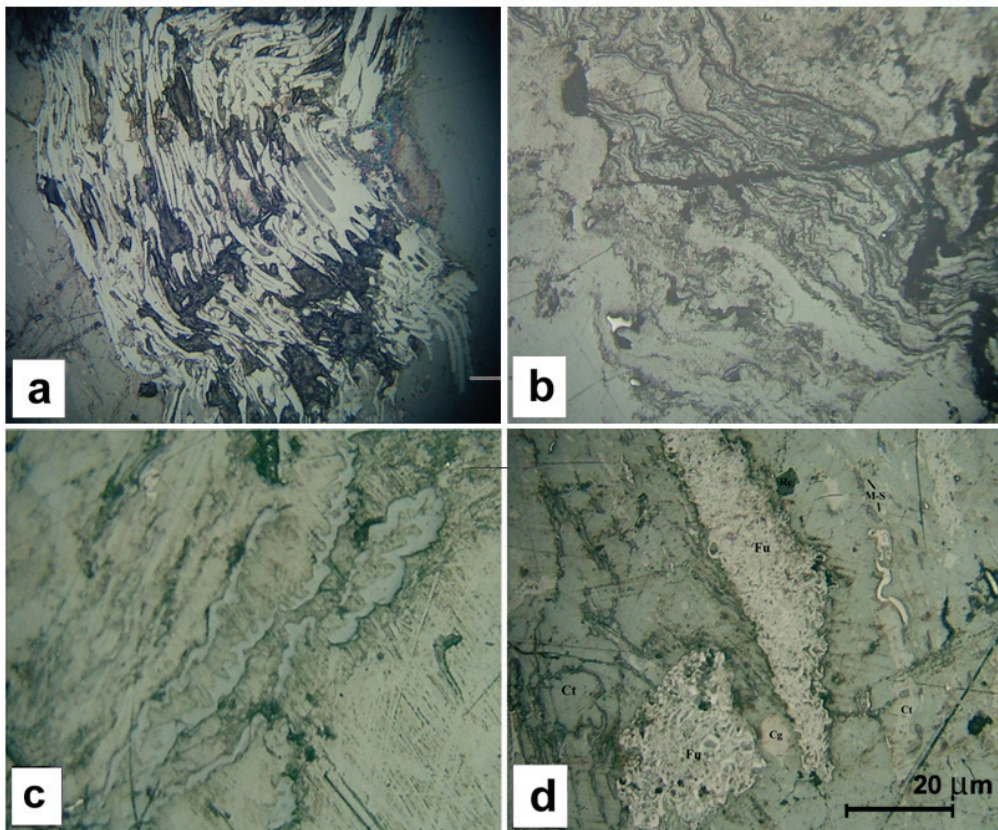
نام روسی	نام رایج در ایران	کربن (%)	انعکاس ویترینی (%R <sub>v</sub> )	انعکاس ویترینی (%10R <sub>v</sub> )
σ	زغال قهوه‌ای	76	0.43	58-66
D	زغال شعله دراز	77	0.63	70-76
Γ	زغال گازی	82	0.81	77-81
-(	زغال چرب	85	1	82-89
K	زغال کک‌شو	89	1.32	90-97
OC	زغال لاغر	90	1.8	100-107
T	زغال لاغر	91	3.24	108-115
A	آنتراسیت	92	4.3	130-145



تصویر ۸- نمودار XRD تهیه شده از نمونه زغالی منطقه گلندرود البرز مرکزی

ماسرال‌های سازنده بخش آلی زغال‌سنگ‌های گلندرود را تشکیل می‌دهند. همراهی رشد شکستگی‌ها و ایجاد درزه‌ها در زغال‌ها با تزریق سیالات به درون آن‌ها، سبب گردیده تا این سیالات تحت فشار از طریق شکاف‌ها و درزه‌ها به درون زغال‌ها نفوذ نمایند (کنگی ۱۳۸۶). به همین دلیل بیشتر حفرات و شکاف‌های موجود در ماسرال‌ها توسط سیلیس، کربنات و پیریت پر شده است (تصویر ۹).

این در حالی است که بیش از نیمی از ماسرال‌های شناسایی شده در بخش آلی زغال‌سنگ‌های گلندرود، ماسرال‌های گروه ویترینی (ماسرال کلوتلینیت با بیش از ۳۰٪) و ماسرال‌های گروه اینرتینیت به ویژه فوزینیت (۲۵/۲۵٪) می‌باشد (Stasiuk et al. 2006) که با توجه به بیتومینه بودن این زغال‌ها وجود این ماسرال‌ها به دور از ذهن نیست. نتیجه این آنالیز بیانگر است که گروه لیپتینیت فقط درصد بسیار کمی از



تصویر ۹- تصویری از ماسرال‌های موجود در زغال‌سنگ‌های گلندرود

a: ماسرال فوزینیت که حفرات آن با کانی‌های رسی و کوارتز پر شده است. b: ماسرال کلوتلینیت ورزینیت، c: ماسرال کلوتلینیت d: فوزینیت، کلوتلینیت، کرپوژلینیت و میکرواسپورینیت.

#### ۶- نتیجه‌گیری

زغال‌سنگ‌های منطقه گلندرود زون البرز مرکزی در ۳۲ لایه زغالی به همراه میان لایه‌های آرژیلیتی و ماسه‌سنگی با نام سازند شمشک در زمان تریاس فوقانی- ژوراسیک زیرین نهشته شده‌اند. این زغال‌ها با منشاء هموسی دارای خاکستر و مواد فرار نسبتاً بالایی بوده و از نوع زغال‌های بیتومینوز دارای مواد فرار بالا (بیش از ۳۵٪) به شمار می‌روند. پائین بودن درصد گوگرد کلی زغال‌سنگ‌های مورد بحث به‌ویژه فرم معدنی آن (کانی پیریت) وجود شرایط یک محیط رسوبی لیمنیک وابسته به آب شیرین را برای این زغال‌ها نشان می‌دهد. درجه زغالی شدن آن‌ها به‌طور متوسط (10 Ra 82%) است که مقدار آن از سطح به عمق با کاهش مواد فرار، افزایش می‌یابد، به طوری که نوع زغال‌ها از گازی تا گازی چرب تغییر می‌کند.

#### تشکر و قدردانی

از مسئولان سازمان زمین‌شناسی ایران جهت حمایت مالی انجام این پروژه، پرسنل آزمایشگاه‌های سازمان زمین‌شناسی ایران برای انجام

آنالیزها و تهیه مقاطع صیقلی، آزمایشگاه مقطع‌گیری گروه زمین‌شناسی دانشگاه تبریز برای تهیه مقاطع میکروسکوپی و پرفسور موسی ممدآو از آکادمی علوم جمهوری آذربایجان، برای شناسائی کانی‌های موجود در زغال‌سنگ‌ها تشکر و قدردانی می‌نماید.

#### مراجع

- اصلانلو، م.، ۱۳۷۸، "مهندسی زغال سنگ"، انتشارات ناقوس، ۳۲۸ ص.
- پدارمی، م.، ۱۳۷۲، "بازنگری درچینه شناسی نشوژن-کواترنایران"، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شماره ۴.
- خسروتهرانی، خ.، ۱۳۶۷، "کلیاتی درباره‌چینه‌شناسی ایران ومقاطع تیپ تشکیلات"، انتشارات دانشگاه تهران.
- درویش‌زاده، ع.، ۱۳۸۲، "زمین‌شناسی ایران"، انتشارات امیرکبیر.
- زادکبیر، ا.، ۱۳۷۲، "کیفیت زغال سنگ"، جلد دوم، انتشارات شرکت ملی فولاد ایران، وزارت صنایع و معادن.
- زمانی، ز.، ۱۳۷۸، "بررسی ژئوشیمیایی و پتروگرافی مواد آلی و سنگ شناسی رسوبات زغال دار بخش کلاریز (سازند شمشک) در منطقه گلندرود (البرز مرکزی)"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.



فاضلی، ع.، ۱۳۸۸، "ژئوشیمی زغال‌سنگ‌های منطقه گلندرود و اثرات زیست‌محیطی آن"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور واحد تهران.

کنگی، ع.، ۱۳۸۶، "تکامل درزه‌ها در رسوبات گروه شمشک (منطقه معدنی طزره)، فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، تابستان ۸۶، سال ۳ (۲): ۶۰-۶۷.

گزارش تکنواسپورت، ۱۳۶۴، "گزارش زمین‌شناسی مربوط به عملیات شناسائی و پیجویی در شرق و مرکز البرز در ایران (گلندرود)"، شرکت زغال‌سنگ البرز مرکزی.

معین‌السادات، س. ح. و رضوی‌ارمغانی، م. ب.، ۱۳۷۲، "زمین‌شناسی ایران-زغال‌سنگ"، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

موسوی‌حرمی، ر.، ۱۳۶۷، "رسوب‌شناسی"، انتشارات آستان قدس رضوی.

یزدی، م.، ۱۳۸۲، "زغال‌سنگ (از منشاء تا اثرات زیست‌محیطی)"، انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر.

**American Society for Testing and Materials, ASTM, 1991, "C518-91, Standard test method for steady-state heat flux measurements and thermal transmission properties by means of the heat flow meter apparatus", Annual Book of Standards, Vol. 04.06: 153-164.**

**Assereto, R., 1966, "The Jurassic Shemshak Formation in Central Elburz (Iran)", Rivista Italiana di Paleontologia e stratigraphia, Vol. 74 (1): 3-21.**

**Babazadeh, V. M., Ardebillih, L., Mammadov, Z. İ., Khasayev, A. İ., Qalandarov, B. H., Navi P. & Karimli Ü.İ., 2009, "Petrographic and geological characters of the central Elburz region's coal deposits", In: Maharramov, A. M. (ed.), "The Caspian Sea, natural resources", International Journal, Vol. 3 (4th Article), Baku State University, Baku.**

**Goodarzi, F., Sanei, H., Stasiuk, L. D., Bagheri-Sadeghi, H. & Reyes, J., 2006, "A preliminary study of mineralogy and geochemistry of four coal samples from northern Iran", International Journal of Coal Geology, Vol. 65 (1-2): 35-50.**

**Paluska, A. & Degens, E. T., 1992, "Das Quartar Des Kspischen, Tehran", Geological Survey of Iran. (Translated in Persian).**

**Stasiuk, L. D., Goodarzi, F. & Bagheri-Sadeghi, H., 2006, "Petrology, rank and evidences for petroleum generation, Upper Triassic to Middle Jurassic coals, Central Alborz Region, Northern Iran", Int. Coal Geology 67: 249-258.**

**Thomas, I., 1992, "Hand book of practical coal geology", Wiley & sons, Oxford, England, 352 pp.**

**Vatan, A. & Yassini, I., 1969, "Les grandes lignes de la geologie de L Elbourz Central dans la region de Teheran et la plaine de la Caspienne . Rev. de L institut Francais du petrole", Vol. XXIV (7-9): 841-878 et 973-1006.**

**White, P., Titus, R. S., Joslin, E. P. & Hunt, H., 1939, "Prediction and prevention of late pregnancy accidents in diabetes", The American Journal of the Medical Sciences, Vol. 198, 482 pp.**