

بررسی ژئوشیمیایی زغالسنگ پروده طبس و تأثیر معدنکاری بر آلودگی منابع خاکی منطقه

رجب زاده، مریم^۱ - مظاهری، سید احمد^۲ - کریم پور، محمد حسن^۳

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

rajabzade_85@yahoo.com

چکیده

بشر از آغاز پیدایش برای ادامه زندگی به زمین و مواد تشکیل دهنده آن متکی بوده است. به همین دلیل کانی های موجود در پوسته زمین به نسبت اهمیت، همیشه مورد توجه انسان بوده و تلاش برای یافتن کانسارهای جدید همچنان ادامه دارد. زغال سنگ به عنوان دومین سوخت فسیلی پس از نفت، از اهمیت و اعتبار بالایی برخوردار است، و همواره به عنوان یک پشتوانه قوی اقتصادی در کشور مطرح می باشد و اکتشاف و استخراج آن بسیار مورد توجه است. ناحیه طبس به دلیل ویژگی های منحصر بفرد زمین شناسی و وجود ذخایر عظیمی از زغالسنگ ایران در جنوب شهر طبس از دیرباز مورد توجه بسیاری از اندیشمندان و صاحب نظران زمین شناسی مشهور دنیا بوده است. در این تحقیق، ویژگی زغالسنگ پروده طبس از لحاظ ژئوشیمیایی بررسی شده و همچنین با نمونه برداری از رسوبات آبراهه ای، تأثیر معدنکاری بر آلودگی منابع خاکی منطقه تعیین شده است. نمونه ها با روش جذب اتمی (AA) و کوره گرافیتی آنالیز شدند که نتایج آنالیز نشان دهنده تغلیظ بعضی از عناصر خطرناک، در منابع خاکی منطقه می باشد.

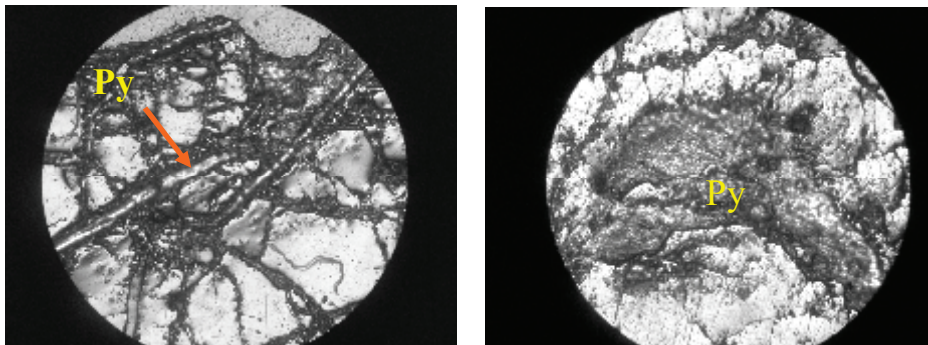
مقدمه

حوضه زغالدار طبس در جنوب استان خراسان بین ارتفاعات شتری و کمر مهدی قرار گرفته است. این منطقه در منتهی الیه غربی ناحیه پروده و ۸۰ کیلومتری جنوب شهر طبس واقع شده است. آب و هوای آن بسیار گرم و خشک، و فاقد رطوبت می باشد. بخش اعظم ناحیه پروده بر نقشه استاندارد قوری چای از سری نقشه های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰۰ ایران و نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ غرب شکسته آبشاله قرار گرفته است. ساختمان لیتولوژی منطقه از سیلتستون و ماسه سنگ های آهکی تریاس فوقانی تا ماسه سنگ های دانه درشت ژوراسیک و رسوبات آهکی بادمو تشکیل شده است. شیب ملایم و ساختار غیر قابل نفوذ آنها باعث ضعیف بودن درصد تخلخل رسوبات و نداشتن خصوصیات مناسب از لحاظ آبشناسی است. به لحاظ فعالیتهای تکتونیکی و لرزه خیزی نیز این ناحیه یکی از پیچیده ترین و ناآرامترین پهنه های لرزه خیز ایران می باشد. جهت دسترسی به ناحیه می توان از جاده آسفالتی جدید الاحداث طبس به پروده که از جاده جدید یزد منشعب می شود و یا جاده خاکی دیهوک به پروده استفاده کرد.

از نظر ساختمانی منطقه پروده یک طاق دیس نامتقارن و کشیده است که محور آن حدوداً شرقی- غربی می باشد. لایه های زغالی قابل کار در بخش قدیر در سازند نایبند با سن تریاس فوقانی قرار دارند و سازندهای فوقانی دارای زغال های کم ضخامت و یا بدون زغال هستند. تعداد ۵ لایه زغالی

B₁, B₂, C₁, C₂, D مورد ارزیابی قرار گرفته که در رخنمون ها، گسترش بین ۴ تا ۷ کیلومتر دارند و در این میان لایه های B₁, B₂, C₁ در ۹۲ تا ۹۸٪ منطقه قابل بهره برداری می باشند.

مارک زغالهای ناحیه پروده ، عموماً از نوع K، تعیین گردیده که بر پایه تقسیمات اروپایی (استاندارد ASTM) از نوع بیتومینه با مقدار مواد فرار کم تا متوسط می باشد. نتایج حاصله از مطالعات کک-دهی نشان می دهد که زغال طبس از کیفیت کک دهی خوبی برخوردار بوده و مقاومت کک حاصله بسیار مناسب می باشد. برپایه نتایج حاصل از آنالیز نمونه ها، زغالسنگ طبس در بخش های وسیعی از نظر مقدار خاکستر در گروه زغالسنگ های با خاکستر زیاد و از نظر گوگرد در گروه زغال های دارای گوگرد متوسط تا بالا قرار می گیرد، که گوگرد آن عمدتاً از نوع پیریتی بوده که به صورت سین ژنتیک به همراه زغال تشکیل شده است. پیریت های میکروسکوپی عمدتاً پولکی و رگه ای با ابعاد کمتر از ۵ میلیمتر می باشد. (شکل ۲).



شکل ۲: حضور کانی پیریت در بین ماسرالهای زغال به صورت پولکی (راست) و رگه ای (چپ)

امروزه به دلیل ازدیاد روز افزون جمعیت دنیا، تلاش زیادی در حال انجام گرفتن است تا با تکنولوژی پیشرفته از زمین به منظور کشاورزی، اسکان جمعیت ، جاذبه های توریستی و فعالیت های صنعتی استفاده بهینه به عمل آید. این تلاش با فعالیت های معدنی مثل اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی که تاثیر متفاوتی بر روی زمین دارند در تضاد می باشد. در دو دهه اخیر به طور تدریجی توجه مردم به حفظ کیفیت محیط زیست افزایش یافته و این پدیده، فعالیت های معدن کاری را تحت تاثیر قرار داده است. در گذشته چون بازسازی در برنامه ریزی معدن گنجانده نمی شد و توجه به محیط زیست همچون امروز مطرح نبوده، به نقش تخریبی فعالیت های معدنی بر روی محیط زیست نیز توجه نمی شد. منبع اصلی آلودگی، پساب اسیدی معدن است که دارای pH پایین و تمرکزی از فلزات سنگین و غیره می باشد. اگرچه آلودگی مرتبط با فعالیت های معدنی اجتناب ناپذیر است اما مطالعات زیست محیطی می تواند در طراحی یک استراتژی مدیریت زیست محیطی به منظور کاهش اثرات محیطی به ما کمک کند.

روش کار

۱- نمونه برداری سنگی: این نمونه برداری از لایه های زغالی و باطله ها با هدف مطالعات کانی-شناسی و ژئوشیمیایی صورت گرفت (جدول ۱). نمونه برداری از لایه های زغالسنگ به صورت تصادفی و به روش تکه ای از تونل های مختلف انجام شد (وزن هر نمونه ۲ تا ۳ کیلوگرم). نمونه ها در نایلون های

جداگانه بسته بندی و شماره گذاری شدند. همچنین نمونه برداری از باطله های کارخانه زغالشویی و دیوهای باطله موجود در منطقه نیز صورت گرفت. نمونه های زغال ابتدا توسط آسیاب پودر شده به طوری که اندازه ذرات کمتر از $0/2$ میلیمتر باشد سپس توسط تقسیم کن حدود 20 گرم از آن را جدا کرده آنگاه آنرا در بوته چینی ریخته و داخل کوره با درجه 800 درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت قرار می دهیم. باید توجه داشت ضخامت نمونه در بوته نباید بیشتر از 2 میلیمتر باشد. ترکیب شیمیایی خاکستر بدست آمده با روش XRF تعیین شد.

۲- نمونه برداری از رسوبات آبراهه ای: به منظور تاثیر زهاب اسیدی معدن و پساب کارخانه های زغال شویی بر منابع خاکی منطقه، نمونه برداری از رسوبات آبراهه ای موجود در منطقه که تحت تاثیر آلودگی بوده اند، انجام شد. نمونه برداری در طول آبراهه و به فواصل مناسب از عمق حدود 30 سانتی متری از سطح زمین انجام شد (جدول ۲). در هر نقطه به منظور معرف بودن نمونه، نمونه برداری از چند نقطه مختلف در عرض آبراهه صورت گرفته و همگی در یک نایلون ریخته و شماره گذاری شده اند (وزن هر نمونه حدود 5 کیلوگرم). نمونه ها بعد از انتقال به آزمایشگاه، خشک شده و طی چند مرحله تقسیم شدن توسط تقسیم کن، مقداری از آن را که معرف کل نمونه بوده انتخاب شده و طی چند مرحله آماده سازی و حل شدن در اسید نیتریک، میزان عناصر موجود در نمونه ها با استفاده از روش جذب اتمی (AA) و کوره گرافیتی با دقت در حد ppm تعیین شد.

جدول ۱: موقعیت نمونه های برداشت شده زغال و باطله

نمونه	عرض جغرافیایی A° B' C"	طول جغرافیایی A° B' C"	توضیحات
C ₁	۳۳ ۰۰ ۳۱ N	۵۶ ۴۸ ۵۱ E	نمونه زغالسنگ از تونل شماره یک (S.D 9) با ضخامت $2/10$ متر با میان لایه های آرژیلیتی در عمق 61 متری از سطح زمین
C ₂	۳۳ ۰۰ ۳۱ N	۵۶ ۴۸ ۵۱ E	نمونه زغالسنگ از تونل شماره یک (S.D 8) در عمق 57 متری
C ₃	۳۳ ۰۰ ۱۴ N	۵۶ ۴۹ ۰۳ E	نمونه زغالسنگ از تونل مرکزی (E2.T.G) با ضخامت $1/75$ متر در عمق 160 متری از سطح زمین
C ₄	۳۳ ۰۰ ۱۳ N	۵۶ ۴۸ ۵۹ E	نمونه زغالسنگ از تونل مرکزی (slope 4) با ضخامت $1/90$ متر در عمق 175 متری از سطح زمین
C ₅	۳۳ ۰۱ ۳۲ N	۵۶ ۵۰ ۴۶ E	نمونه زغالسنگ از تونل یال شمالی از کارگاه استخراج ۱ (بین افق ۲ و ۱ شرقی پروده I)
G ₁	۳۳ ۰۰ ۴۳ N	۵۶ ۵۰ ۳۸ E	نمونه از دیو باطله کارخانه زغالشویی
G ₂	۳۲ ۵۹ ۰۱ N	۵۶ ۵۱ ۲۱ E	نمونه از دیو باطله نرم کارخانه فرآوری
G ₃	۳۳ ۰۰ ۳۸ N	۵۶ ۵۰ ۱۲ E	نرمه های زغالی به همراه باطله خارج شده از تیکنر کارخانه زغالشویی

نتایج و بحث

محیط زیست از ارکان توسعه پایدار در هر کشوری است. بدون توجه به مسئله محیط زیست منابع طبیعی و انسانی دچار نقصان شده و پیامدهای ناگواری را بر کره خاکی و حتی جوامع انسانی خواهد گذاشت. معدنکاری مواد لازم برای حیات و پیشرفت بشر را فراهم می کند و از طرفی با افزایش آلودگیها امکان حیات و استفاده از محیط زیست سالم را از بشر سلب می کند. برای توسعه پایدار صنعت معدن کشور لازم است تا جنبه های محیط زیستی صنایع معدنی کشور مورد شناسایی قرار گیرد. کشور ما به دلیل شرایط مختلف زمین-شناسی دارای کانسارهای متنوع زغالی است. در ایران رسوبات زغال دار مربوط به مزوزوئیک میانی است که قسمت های وسیعی از مرکز و شمال ایران را در بر گرفته اند و ضخامت آنها بین ۹۰۰ تا ۳۰۰۰ متر است. یکی از ذخایر مهم زغالسنگ ایران، زغالسنگ پروده طبس می باشد که موضوع تحقیق بوده است. نتایج بدست آمده از آنالیزهای ژئوشیمیایی در جداول ۲، ۳ و ۴ ارائه شده است.

جدول ۲: نتایج تجزیه شیمیایی اکسیدهای اصلی در نمونه های زغال و باطله به روش فلورسانس پرتو ایکس (XRF)

Wt%	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	G ₁	G ₂	G ₃
SiO ₂	۲۶/۴۲	۲۳/۴۹	۲۵/۹۷	۳۶/۵۵	۲۴/۵۹	۵۳/۱۴	۴۸/۹۱	۵۲/۸۸
TiO ₂	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱	۱/۰۰	۰/۸۲	۰/۹۵
Al ₂ O ₃	۱۴/۰۵	۱۱/۵۵	۱۴/۱۴	۲۰/۲۷	۱۳/۶۶	۲۶/۷۷	۲۹/۷۹	۲۷/۹۹
TFeO	۱۴/۷۰	۶۰/۵۷	۴۸/۴۹	۱/۶۵	۴۸/۲۷	۸/۲۶	۶/۶۲	۹/۰۹
MnO	۰/۲۶	۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۸
MgO	۸/۲۹	۱/۴۹	۱/۷۱	۳/۵۹	۵/۰۲	۱/۹۲	۲/۲۵	۲/۰۹
CaO	۲۵/۶۶	۱/۵۸	۱/۸۹	۲/۲۲	۴/۷۲	۰/۸۳	۱/۳۴	۰/۹۵
Na ₂ O	۲/۳۹	۱/۱۷	۱/۸۱	۱/۲۳	۰/۸۳	۱/۱۹	۱/۴۶	۰/۶۷
K ₂ O	۱/۹۹	۰/۳۸	۰/۳۹	۰/۶۵	۰/۱۰	۴/۲۲	۴/۲۱	۴/۴۸
P ₂ O ₅	۰/۲۲	۰/۰۵	۰/۳۷	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۷

جدول ۳: نتایج تجزیه شیمیایی عناصر جزئی در نمونه های زغال و باطله به روش فلورسانس پرتو ایکس (XRF)

ppm	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	G ₁	G ₂	G ₃
V	۱۳۰	۶۶۵	۷۷۷	۵۴۵	۵۵۳	۴۸۰	۴۹۰	۵۰۵
Cr	۱۱۶	۳۵۸	۳۴۷	۲۴۶	۳۰۱	۱۸۳	۱۸۸	۱۸۹
Co	۱۲۷	۶۳۷	۵۰۴	۳۳۱	۵۰۹	۲۵۱	۲۵۱	۳۲۳
Ni	۲۱۶	۶۴۹	۳۹۱	۷۰۷	۲۶۰	۴۷۲	۴۲۵	۴۸۶
Cu	۱۱۵	۱۱۵	۱۳۳	۲۸۷	۱۰۹	۲۲۶	۲۶۸	۲۵۵
Rb	۵۴	۸	۲۱	۹۰	۱۸	۲۱۶	۲۵۰	۲۱۶
Sr	۲۱۲	۶۰	۱۷۷	۲۲۳	۵۷	۳۱۲	۴۶۸	۳۳۴
Y	۴۵	۲۵	۳۳	۸۵	۱۵	۱۰۹	۱۱۸	۱۰۴
Zr	۸۲	۳۲	۶۳	۱۸۴	۲۰	۳۲۷	۳۷۲	۳۰۸

La	۱۶	n.d	n.d	۶	n.d	۴	۹	۳
Ce	۴۷	۷۱	۷۱	۵۰	۶۲	۴۹	۵۰	۵۰
Ba	۳۶۵	۲۷۰	۳۲۶	۴۴۰	۲۳۶	۴۶۶	۴۸۱	۴۵۰

جدول ۴: نتایج تجزیه شیمیایی عناصر جزئی در نمونه های رسوب آبراهه به روش جذب اتمی (AA) و کوره گرافیتی

نمونه	Fe %	Pb ppm	Cd ppm	Zn ppm	Cu ppm	Sb ppm	As ppm
S ₁	۰/۶۵	۰/۹	۰/۱	۵۵/۳	۲۲/۹	۱/۵	۰/۸۴
S ₂	۰/۶۴	۱/۲	۰/۰۹	۵۴/۴	۲۳/۱	۱/۲	۱/۰۷
S ₃	۱/۵	۱/۰	۰/۰۸	۵۷/۹	۲۴/۵	۱	۱/۸۴
S ₄	۱/۶	۰/۸	۰/۰۶	۶۰/۲	۲۸/۷	۰/۶	۳/۲۱
S ₅	۲/۱	۰/۹	۰/۰۶	۶۱/۹	۲۴/۴	۰/۹	۵/۰۷
S ₆	۲/۰	۱/۱	۰/۰۶	۶۲/۳	۲۵/۴	۰/۹	۱/۸۶
S ₇	۲/۱	۱/۲	۰/۱	۹۲/۴	۲۸/۵	۰/۷	۳/۴۹
S ₈	۱/۵	۱	۰/۰۹	۵۵/۲	۲۴/۱	۱	۳/۳۲
S ₉	۱/۳	۱	۰/۰۹	۴۷/۸	۲۸/۱	۱	۲/۰۱
S ₁₀	۲/۹	۱/۱	۰/۱	۶۷/۱	۲۷/۱	۱/۲	۱/۳۵
S ₁₁	۱/۶	۰/۶	۰/۰۹	۱۶۲/۲	۳۴/۷	۱	۱/۷۴
S ₁₂	۱/۸	۱/۱	۰/۱۱	۶۱/۴	۲۵/۱	۱/۳	۲/۲۱
S ₁₃	۳/۰	۱/۲	۰/۱۱	۵۶/۰	۳۲/۱	۱/۲	۳/۷۶
S ₁₄	۵/۲	۱/۵	۰/۱۱	۶۶/۳	۵۰/۴	۱	۶/۴۲

با بررسی نتایج ملاحظه می شود که درصد SiO_2 و Al_2O_3 در نمونه های باطله به طور چشمگیری بالا می باشد در حالی که در نمونه های زغال به ترتیب درصد SiO_2 ، TFeO و Al_2O_3 بیشتر از سایر اکسیدها و میزان عناصر وانادیم، نیکل، کبالت و باریم بیشتر از سایر عناصر می باشد. در آنالیز نمونه های خاک نیز ملاحظه می شود میزان آهن توتال از همه عناصر بیشتر است که این به دلیل درصد بالای آهن در نمونه های زغال به خاطر حضور بالای کانی پیریت در زغال پروده می باشد. همچنین میزان آرسنیک نمونه ها نیز بسیار بالا بوده که این آلودگی نیز می تواند به حضور آرسنیک بالا در زغال مرتبط باشد زیرا آرسنیک یک عنصر کالکوفیل بوده و به فازهای سولفیدی تمایل دارد. به طور کلی می توان گفت که تمام عناصر آنالیز شده در نمونه های خاک از حد مجاز استانداردهای جهانی بالاتر بوده که باید به عنوان آلودگی برای آنها فکری کرد. نمونه های S₁ و S₂ تقریباً از مناطق بدون آلودگی برداشت شده اند و همانطور که در نتایج مشخص است نسبت به نمونه های دیگر از درصد پایین عناصر برخوردارند. نمونه های S₁₃ و S₁₄ از آبراهه پشت کارخانه زغالشویی برداشت شده اند که میزان آلودگی بیشتری دارند.

جدول ۵: حد مجاز عناصر در آب و خاک بر

حد مجاز عنصر	آهن	سرب	کادمیم	روی	مس	آنتیموان	آرسنیک
آب	۳ mg/lit ACGIH	۱۰-۵۰ µg/lit WHO	۵ ppb WHO	۵ ppm ACGIH	۱/۳ mg/lit WHO	۰/۰۰۶ ppm EPA	۰/۰۵ ppm EPA
خاک	۰/۱ mg/m ² ACGIH	۰/۱۲ mg/m ² ACGIH	۰/۰۰۸ mg/m ² ACGIH	۳ mg/m ² ACGIH	۰/۰۳ mg/m ² ACGIH	۰/۱ mg/m ² ACGIH	

اساس استانداردهای جهانی

ACGIH American Conference of Governmental Industrial Health

WHO : World Health Organization

EPA: Environment Protection Agency

بر اساس جدول ۶ تمام نمونه ها به جزء چند نمونه (S_4, S_5, S_6 برای عنصر کادمیم) بقیه دارای آلودگی قابل ملاحظه ای می باشند که می تواند خطر جدی برای محیط زیست و آبهای زیرزمینی منطقه باشند.

نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از این تحقیق عبارت اند از:

- مطالعه نمونه های دستی و بلوک های صیقلی حاکی از درصد بالای کانی پیریت در نمونه های زغال است که به صورت سین ژنتیک (عمدتاً پولکی و رگه) به همراه زغال تشکیل شده است.
- از آنجایی که As عنصری کالکوفیل بوده و به فازهای سولفیدی تمایل دارد بنابراین حضور آن در زغالهای پروده دور از ذهن نیست.
- با توجه به نتایج آنالیز تمامی نمونه ها نسبت به استانداردهای جهانی دارای آلودگی بالایی هستند که می تواند خطری جدی برای آبهای زیرزمینی و محیط زیست منطقه به شمار آید.
- کارخانه های زغالشویی و ترکیبات شیمیایی استفاده شده در آنها، عامل اصلی آلودگیها در منطقه می باشد.
- البته تحقیقات بیشتر بر روی مسائل زیست محیطی منطقه ادامه دارد و امید است در آینده ای نزدیک، با انجام آزمایشات بیشتر و دقیق تر بتوانیم نتایج و پیشنهادات بهتری را ارائه دهیم.

مرجع ها

۱. وزارت معادن و فلزات، شرکت ملی فولاد ایران، مرداد ۶۵، گزارش عملیات اکتشافی پروده I، جلد ۱
۲. ناظمی، م. خرداد ۱۳۸۲. بررسی وضعیت زمین شناسی و ساختمانی ناحیه زغالدار پروده. اولین همایش معدن و علوم وابسته دانشگاه آزاد اسلامی واحد طبس
۳. قلی پور، م. ۱۳۸۵. ژئوشیمی، کانی شناسی و بررسی زهاب اسیدی معدن در معادن زغالسنگ کارمزد و کارخانه زغالشویی زیرآب استان مازندران
4. Evans, A.M. 1999. introduction to economic geology and its environmental impacts