زیست محیطی

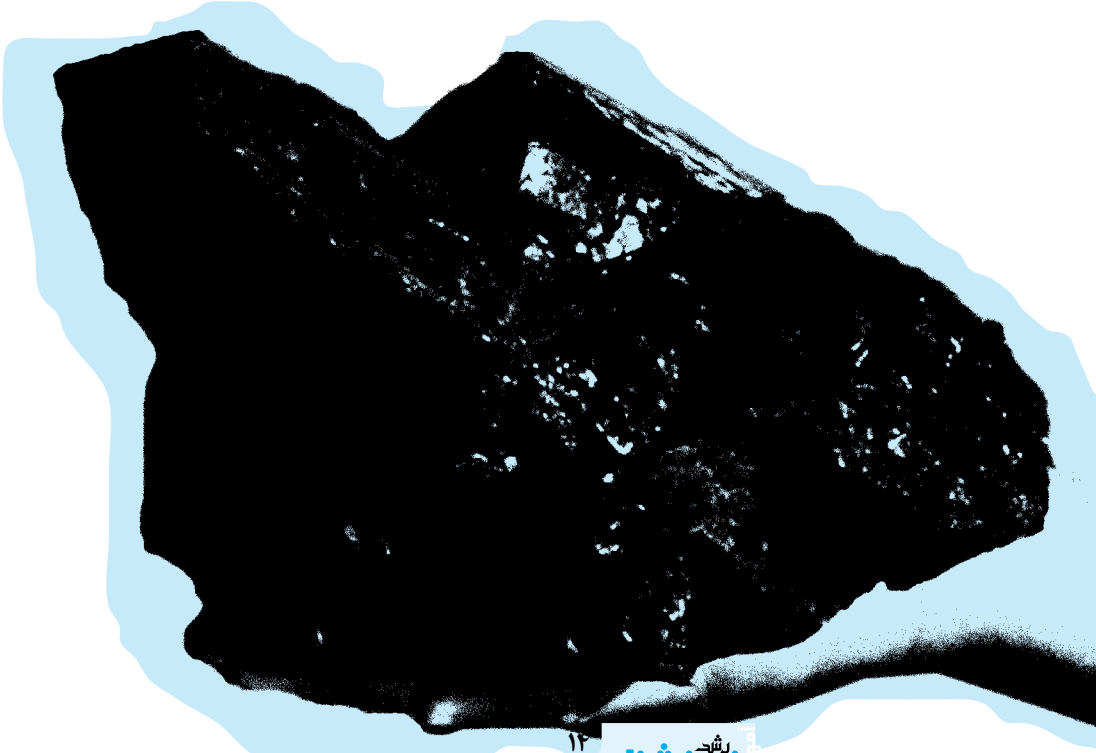
سوخت فسیلی زغال‌سنگ و پیامدهای زیست‌محیطی آن

کیانا کیارستمی
دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات

چکیده

سوخت‌های فسیلی از جمله منابع مهم تولید انرژی در صنعت به‌شمار می‌روند که به‌طور عمده شامل نفت، گاز طبیعی و زغال‌سنگ‌اند. زغال‌سنگ ترکیب ناهمگنی از اجزای آلی (ماسرال[1]) و غیرآلی(مادهٔ کانیایی[2]) است. ماسرال‌ها بخش اصلی زغال‌سنگ[3] و نوع و رتبهٔ آن را تعیین می‌کنند. زغال‌سنگ ماده‌ای آلی است که همانند مواد معدنی از یک یا چند ترکیب به‌نام کانی تشکیل شده است [۴]. با توجه به استخراج بالای زغال‌سنگ و حجم زیاد معدن‌کاری و ساخت نیروگاه زغال‌سوز، توجه به اثرات زیست‌محیطی آن دارای اهمیت زیادی است. حفظ تعادل زیست‌محیطی در کنار اولویت‌های توسعهٔ اجتماعی و اقتصادی امری مهم است که مقالهٔ حاضر به بررسی آن می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها: زغال‌سنگ، سوخت فسیلی، ماسرال، کانیایی، حوضهٔ زغال‌دار، پیامدهای زیست‌محیطی، کاربرد زغال‌سنگ.



خاستگاه و چگونگی پیدایش زغال‌سنگ

زغال‌ســنگ یکی از سوخت‌های فسیلی است که از تجمع و دفن شــدن باقی‌ماندهٔ گیاهان در زیر رســوبات در اعصار کهن و در حوضه‌های رســوبی کم‌عمق حاصل شــده اســت [۱۰]. از کهن‌ترین لایه‌های بســیار نازک زغالی که از بازمانده‌های گیاهان نخستین و جلبک‌های محیط‌های دریایی هســتند، زغال‌ســنگ آنتراسیت در میشیگان را می‌توان نام برد. اما پس از پیدایش گیاهان درخشکی کهن‌ترین زغال‌سنگ مربوط به دونین میانی و پســین در قزاقستان اســت. در دورهٔ کربونیفر به‌علت برقراری شــرایط مســاعد، مهم‌ترین ذخایر زغال‌سنگی دنیا پدید آمده‌اند [۸]. برای تشــکیل زغال‌ســنگ، سه عامل بنیادی رطوبت، ریزش جوی و گرمای مناســب از نیازهای اولیه‌اند. تجزیــهٔ بازمانده‌های گیاهی به‌صورت کامل و نیمه‌کامل، باعث تشــکیل تورب یا تجزیهٔ بدون دخالت اکسیژن (بیتومین‌زایی[۴]) می‌شود [۸]. در تجزیهٔ نیمه‌کامل مقــداری از گیاه باقی می‌ماند و بقیه به گاز تبدیل می‌شــود. در تورب‌زایی، ابتدا مقدار اکسیژن ناچیز اســت و هنگامی‌که اکســیژن کامــلاً از بین می‌رود، تورب[۵] تشکیل می‌شــود. در مرحلهٔ آخر، یعنی در بیتومین‌زایی، اکســیژنی باقی نمی‌ماند. مراحل تغییر و تبدیل باقی‌مانده‌های گیاهی به زغال‌سنگ در دو فاز شیمیایی و بیوشیمیایی صورت می‌پذیرد. فاز بیوشیمیاییِ دگرگونی به تشکیل زغال‌سنگ قهوه‌ای[۶] می‌انجامد و در وهلهٔ نخســت اســیدهای کربنیک شکافته می‌شوند و سپس در زغال‌سنگ قهوه‌ای سخت، متان زیادی به‌وجود می‌آید. پرمایه شدن زغال قهوه‌ای نرم از کربن تا حد ۶۰، ۷۰ درصد پیش می‌رود. فاز ژئوشیمیایی دگرگونــی بــا زغال‌ســنگ قهوه‌ای نرم که در طی دگرگونی بیوشــیمیایی به‌وجود می‌آید، می‌تواند در اثر گرمای ناشی از توده‌های نفوذی و مدت تأثیر آن، نه‌تنها به زغال‌ســنگ سخت و قهوه‌ای که حتی به زغال‌سنگ آنتراسیت[۷] تبدیل شود [۱].

حوضه‌های زغال‌دار ایران

مناطق عمدهٔ زغال‌دار کشـور مـا در دو زون اصلی البـرز و ایران مرکزی قرار دارند. ایـن دو زون، خود، به بخش‌های زیر تقسیم می‌شوند:

الف. حوضهٔ زغال‌دار البرز

ایـن حوضه به‌طور کلی شـامل سـه پهنـهٔ جداگانهٔ خراسـان شمالی– البرز شرقی، البرز مرکزی و البرز غربی است [۱۰]. منطقهٔ سـاختاری- رخساره‌ای ایران مرکزی بیشـتر دارای ویژگی‌های قاره‌ای اسـت و زغال‌سنگ آن در محیـط دریاچـه‌ای شـیرین به‌وجود آمده اسـت. در محدودهٔ این منطقه، رسـوبات گروه شمشک روی سطح فرسـایش‌یافتهٔ دولومیت‌هـا و آهک‌های سـازند الیکا و به‌نـدرت روی آهک‌های سـازند روته و در موارد بسـیار اندک روی لایه‌های مسن‌تر پالئوزوئیک یا پرکامبرین قرار گرفته‌اند [۹]. زغال‌سـنگ‌های حوضهٔ زغالی البرز از نوع حرارتی هستند. ضخامت رگه‌های زغال‌دار در این حوضه متغیر اسـت و از ۲۰ سـانتی‌متر تا ۲ متـر تغییر می‌کند [۱۰].

ب. حوضهٔ زغال‌دار ایران مرکزی

این حوضهٔ زغالی شامل پنج پهنهٔ اصفهان– کاشان، لوت، زاگرس– ایلام، کرمان و طبس است [۱۰]. رسوبات زغال‌دار در ایران مرکزی به چهار واحد سـنگ چینه‌ای موسـوم به نایبند، آب حاجی، بادامو و هجدک تقسـیم می‌شوند [۱]. ویژگی‌های مهم رخساره‌ای زون زغال‌دار ایران مرکزی عبارت‌اند از:

- بخشی از گروه شمشک با سن تریاس که بیشتر در محیط دریایی تشکیل شده است.
- سنگ آهک‌های مرجان‌دار در خاور ایران و هم‌ارز معادل آن‌ها در ناحیهٔ اصفهان دارای سن توآرسین است.
- زون زغـال‌دار ایـران مرکزی از نظر کارشناسـان شـرکت ملی فولاد به چهار زون ساختاری- رخساره‌ای به‌نام‌های زون‌های رخساره‌ای اصفهان، کرمان، طبس و لوت تقسیم شده است [۹].

فازهای تشکیل ذخایر زغال‌سنگ در ایران

به اعتقـاد قربانـی (۱۳۸۱)، ذخایر مهـم ایران در تریاس پسین، ژوراسیک پیشین و میانی تشکیل شده‌اند. در ایـن برههٔ زمانی، چهار فاز تشـکیل زغال را می‌توان تشخیص داد:

الف. نخسـتین فاز تشـکیل زغال‌سـنگ وابسته به زمـان پیدایش بخش‌هـای دهرود[۸] (زیربخـش بالایی دهرود)، حوض شـیخ[۹] و غیره در ایران مرکزی است و با نوریـن میانی همخوانی دارد. درالبرز، آثار آن با لایه‌های کمیاب زغال‌سنگی و در بخش لـله‌بند مشخص می‌شود. لایه‌های کارپذیر زغال‌سـنگ وابسته به این زمان از نظر گسترش منطقه‌ای محدودند.

ب. در اواخر تریاس پسـین (رتین) در محدودهٔ ایران مرکزی، احتمالاً بیشـترین تشـکیل زغال‌سـنگ صورت گرفته اسـت. این فاز هم‌زمان با تشکیل بخش کلاریز در البرز و بخش‌های قدیر[۱۰]، دره‌گر، فروس[۱۱] و غیره در ایران مرکزی بوده اسـت. در این فاز، شـرایط مناسب تشکیل زغال‌سنگ در مناطق گسترده (به‌خصوص زون ساختاری- رخسـاره‌ای طبس) فرمانروا بوده اسـت و قسـمت بزرگ ذخایر زغال‌سنگ[۱۲] ککده خاور ایران به‌شمار می‌رود.

پ. ژوراسیک پیشـین، فاز تشکیل‌دهندهٔ زغال‌سنگ احتمـالاً با عصر پلنسـوباخین[۱۳] هم‌زمان بوده و قسـمت بالایـی بخش آلاشـت[۱۴] در البرز و قسـمت بالایی بخش طغراجه در کرمان و سازند آب حاجی در طبس پدید آمده است. اهمیت زغال‌خیزی این زمان محدود بوده است.

ت. در ژوراسـیک میانی، بیشـترین میزان تشکیل زغال‌سـنگ در محدودهٔ ایران مرکزی به‌وقوع پیوسـته، امـا از زمان رتین[۱۵] تا اندازه‌ای کمتر بوده اسـت. در این زمان، تشـکیل زغال‌سنگ در نیمهٔ دوم عصر باژوسین[۱۶] صورت گرفته و موجب تکمیل رسـوبات بخش خمرود در زون کرمان و بخش دانسـریت[۱۷] در البرز شده است. در زون ساختاری– رخساره‌ای کرمان، لایه‌های کارپذیر زغال‌سنگ صنعتی متعدد است.

ویژگی‌های اصلی رخساره‌های زغال‌دار ایران

رسوبات زغال‌دار ایران دارای ویژگی‌های زیر است:

- در تریاس پسـین و ژوراسـیک، رسـوبات آواری گسـترش زیادی را نشـان می‌دهند و دارای ستبرای به نسـبت زیادی هستند که در بسـیاری از آن‌ها لایه‌های زغال‌دار دیده می‌شود.

تجزیهٔ بازمانده‌های گیاهی به‌صورت کامل و نیمه‌کامل، باعث تشکیل تورب یا تجزیهٔ بدون دخالت اکسیژن (بیتومین‌زایی) می‌شود. در تجزیهٔ نیمه‌کامل مقداری ازگیاه باقی می‌ماند و بقیه به گاز تبدیل می‌شود. در تورب‌زایی، ابتدا مقدار اکسیژن ناچیز است و هنگامی‌که اکسیژن کاملاً از بین می‌رود، تورب تشکیل می‌شود. در مرحلهٔ آخر، یعنی در بیتومین‌زایی، اکسیژنی باقی نمی‌ماند. مراحل تغییر و تبدیل باقی‌مانده‌های گیاهی به زغال‌سنگ در دو فاز شیمیایی و بیوشیمیایی صورت می‌پذیرد

- در تریاس پسین- ژوراسیک میانی، شرایط آب‌وهوایی گرم و مرطوب بر ایران حاکم بوده است.

- در گروه شمشک که در یک ابرچرخهٔ رسوب‌گذاری به‌وجود آمده، دو کلان‌چرخه دیده می‌شود. نخستین کلان‌چرخه از نورین تا رسوبات پلنسوباخین را دربرمی‌گیرد. کلان‌چرخهٔ دوم در بیشتر مناطق، از توآرسین[18] آغاز می‌شود و با رسوب‌های باژوسین پایان می‌یابد [۹].

میزان تولید زغال‌سنگ در جهان

اگرچه در دنیای امروز منابع سوخت اصلی شامل نفت و گازند، ولی زغال‌سنگ هنوز هم یکی از بزرگ‌ترین منابع انرژی مورد استفادهٔ بشر است. مجموع ذخایر زغال‌سنگ‌های بیتومینه و قهوه‌ای جهان تا عمق حدود هزار متری حدود ۳۵ تریلیون تن تخمین زده شده است که فراوان‌ترین سوخت فسیلی جهان به‌شمار می‌آید [۱۲]. فهرست کشورهای تولیدکنندهٔ زغال‌سنگ، براساس نقد و بررسی آماری از انرژی جهانی در سال ۲۰۰۹ از سوی بی‌پی [۲۶] منتشر شده که مبتنی بر رتبهٔ کشورهای تولیدکنندهٔ بیش از ۵ میلیون تن زغال‌سنگ است. این آمار در جدول زیر (جدول ۱) آمده است.

کاربردهای زغال‌سنگ

زغال‌سنگ کاربردهای گوناگونی دارد که از جملهٔ آن‌ها می‌توان به کاربردهای زیر اشاره کرد:

تولید گاز هیدروژن

یکی ازکاربردهای زغال‌سنگ، تولید گاز هیدروژن است.در کارخانه‌های تولید گاز هیدروژن، روی زغال‌سنگ‌های گداخته که حرارتی حدود ۱۲۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد دارند، آب می‌ریزند.دراثرحرارت زیاد آب تجزیه می‌شود و با کربن موجود در زغال‌سنگ واکنش می‌دهد و در اثر این واکنش گاز هیدروژن آزاد می‌شود.

تبدیل زغال‌سنگ به سوخت مایع

پیش‌بینی می‌شود که در اواخر قرن جاری با تبدیل زغال‌سنگ به سوخت مایع، مهم‌ترین منابع سوخت دنیا تأمین شود. در این روش زغال‌سنگ را با محلول‌های اسیدی مانند $CaNO_3$ تجزیه و مواد سوختنی آن را

به اعتقاد قربانی (۱۳۸۱)، ذخایر مهم ایران در تریاس پسین، ژوراسیک پیشین و میانی تشکیل شده‌اند. در این برههٔ زمانی، چهار فاز تشکیل زغال را می‌توان تشخیص داد

کشور	تولید زغال‌سنگ	درصد مجموع سهم	کشور	تولید زغال‌سنگ	درصد مجموع سهم
چین	۳/۰۵۰/۰	۴۵/۶	کانادا	۶۲/۹	۱/۰
ایالات متحدهٔ آمریکا	۹۷۳/۲	۱۵/۸	جمهوری چک	۵۳/۳	۰/۸
استرالیا	۴۰۹/۲	۶/۷	ویتنام	۴۵/۰	۰/۷
هندوستان	۵۵۷/۶	۶/۲	کره شمالی	۴۱/۳	۰/۶
اندونزی	۲۵۲/۵	۴/۶	صربستان	۴۲/۲	۰/۶
اتحادیهٔ اروپا	۵۳۶/۸	۴/۶	بلغارستان	۲۶/۹	۰/۴
آفریقای جنوبی	۲۵۰/۰	۴/۱	رومانی	۳۰/۶	۰/۴
روسیه	۲۹۸/۱	۴/۱	بریتانیا	۱۷/۹	۰/۳
آلمان	۱۸۳/۷	۲/۶	تایلند	۱۸/۸	۰/۳
لهستان	۱۳۵/۱	۱/۷	استونی	۱۶/۵	۰/۲
قزاقستان	۱۰۱/۵	۱/۵	ونزوئلا	۵/۰	۰/۱
ترکیه	۸۴/۳	۱/۲	برزیل	۵/۱	۰/۱
کلمبیا	۷۲/۱	۱/۱	مغولستان	۵/۵	۰/۱
اوکراین	۷۳/۷	۱/۱	مجارستان	۹/۰	۰/۱
یونان	۶۲/۷	۱/۰	اسپانیا	۱۰/۲	۰/۱
بوسنی و هرزگوین	۱۰/۵	۰/۲	مغولستان	۱۲/۳	۰/۲

جدول ۱: بررسی آماری از انرژی در سال ۲۰۰۹ از سوی BP (جدول ۱.)

علائم شایع پنوموکونیوز عبارت‌اند از: کوتاهی نفس، سرفه با خلط اندک یا بدون خلط، احساس ناخوشی عمومی، خواب نامنظم، کاهش اشتها و کاهش وزن، درد سینه، سرفهٔ خونی، نارسایی قلب، کبودی ناخن‌ها و کدر شدن ریه‌ها. از عوامل تشدیدکنندهٔ بیماری می‌توان به تغذیهٔ نامطلوب، استعمال دخانیات، سوءمصرف الکل و مقدار غبارهای استنشاق‌شده در طی سال‌ها اشاره کرد

به‌صورت ترکیبات مایع جدا می‌کنند. در این روش طوری مواد معدنی را از زغال‌سنگ جدا می‌کنند که امکان آلودگی هوا به‌وسیلهٔ این سوخت جدید به‌شدت کاهش یابد. از طرف دیگر، درصد خلوص مواد آلی سوختنی در این روش افزایش می‌یابد و در نتیجه انرژی بیشتری آزاد می‌شود.

سوخت هواپیما

امروزه از نفت سفید به‌عنوان سوخت هواپیما استفاده می‌شود. معمولاً در دماهای بالا ترکیب نفت سفید تغییر می‌کند و این مسئله مشکلاتی را برای موتور هواپیما ایجاد می‌کند. تحقیقات جدید نشان می‌دهد که سوخت‌های تولیدشده از زغال‌سنگ در دماهای بالا تغییر نمی‌کند و ارزش حرارتی زیادی نیز دارد.

تولید قطران

قطران مایعی متراکم است که از تقطیر مواد کربن‌دار به‌دست می‌آید. یک نوع قطران، قطران زغال‌سنگ یا قطران معدنی است که از تقطیر زغال‌سنگ به‌دست می‌آید [۵].

تولید کربن فعال

یکی از کاربردهای زغال‌سنگ، تولید کربن فعال است. این نوع کربن به‌شکل پودر است و به‌صورت تقریباً خالص از زغال‌سنگ ساخته می‌شود. کربن فعال برای تصفیهٔ آب، جداسازی مزه‌های غیردلخواه، بی‌رنگ‌سازی محلول‌های پاک‌کننده، تصفیهٔ حلال‌های صنعتی و... به‌کار می‌رود [۷].

گل حفاری

از کاربردهای دیگر زغال‌سنگ، به‌ویژه زغال‌سنگ‌های لیگنیتی[۱۹]، استفاده در گل حفاری چاه‌های نفت است. به‌منظور جلوگیری از هدر رفتن محلول حفاری در چاه‌هایی که درز و شکاف زیاد دارند، می‌توان از بنتونیت[۲۰] سدیم‌دار به‌عنوان پوشش داخلی سطح چاه استفاده کرد. بنتونیت خاصیت کلوئیدی را افزایش می‌دهد و در نتیجه درصد بازیابی پودر و سنگ افزایش می‌یابد [۲۹].

واکس‌های صنعتی

یکی دیگر از کاربردهای زغال‌سنگ، تولید مواد اولیهٔ واکس‌های صنعتی است. این واکس‌ها برای تولید جوهر، کاغذ کاربن، گریس[۲۱]، پوشش‌های حفاظی، چرم‌سازی، مواد پولیش، عایق‌های الکتریکی، باتری‌های کوچک، انواع ماسک‌های تنفسی و ... به‌کار می‌روند.

کود

از دیگر کاربردهای زغال‌سنگ، به‌ویژه نوع لیگنیتی آن، استفاده به‌عنوان کود، در جهت افزایش کیفیت خاک‌های کشاورزی است. معمولاً این نوع زغال‌سنگ حاوی مقدار زیادی اسید هومیک[۲۲] است و قدرت جذب رطوبت بسیاری دارد. اسید هومیک باعث افزایش کیفیت فیزیکی، شیمیایی و حفظ نیتروژن خاک می‌شود. برای مثال بخش سطحی زغال‌های لیگنیتی معدن هرباک جمهوری چک

در اثر هوازدگی به مادهٔ اکسی هومولیت تبدیل می‌شود که آن‌ها را برای مصرف به‌عنوان کود استخراج می‌کنند [۱۶].

تولید گاز متان

یکی دیگر از کاربردهای زغال‌سنگ، تولید گاز متان شبیه گازهای طبیعی به‌عنوان یک منبع سوخت است. معمولاً زغال‌سنگ در دماهای بالا تبدیل به گازهای دی‌اکسیدکربن و هیدروژن می‌شود. پس از افزایش میزان خلوص این گازها در دما و فشار معین، می‌توان آن‌ها را به‌صورت گاز متان درآورد. این تحقیقات پس از گذشت حدود سه دهه به دلایل اقتصادی هنوز واقعیت صنعتی نیافته‌اند، ولی انتظار می‌رود با افزایش کاربرد این گاز در صنایع مختلف، تولید آن از زغال‌سنگ نیز افزایش یابد [۱۹].

تولید سرامیک‌های نسوز

از دیگر کاربردهای نوین زغال‌سنگ، تولید سرامیک‌های مدرن نسوز از زغال‌سنگ و نرمه‌های کک است. در این روش با ترکیب کائولن، نرمهٔ کک و نیتروژن، ماده‌ای به‌نام سیالون[۲۳] تولید می‌شود. سیالون در اثر تراکم به یک نوع سرامیک نسوز تبدیل می‌گردد.

گرد زغال

از گرد زغال به‌عنوان افزودنی در ماسهٔ ریخته‌گری برای چدن‌ریزی و ریخته‌گری مس استفاده می‌شود. گرد زغال در ترکیب بریکت‌های زغال‌سنگ نیز به‌کار می‌رود. علاوه بر این‌ها برای سوخت نیروگاه، زغال‌سنگ را آسیاب می‌کنند و به‌شکل پودر درمی‌آورند [۶].

آثار زیست‌محیطی ژئوشیمیایی عناصر اصلی زغال‌سنگ

علاوه بر مواد آلی موجود در زغال‌سنگ که ضمن تحول مواد گیاهی در فرایندهای تشکیل زغال‌سنگ در آن باقی می‌ماند، مواد معدنی نیز در آن وجود دارد.

گوگرد

گوگرد به میزان ۰/۳ تا ۰/۵ درصد در زغال‌سنگ یافت می‌شود و ممکن است در انواع زغال‌سنگ‌ها مقدار آن به‌مراتب بیشتر از این میزان باشد. ترکیبات گوگرد در زغال‌سنگ به‌صورت سولفور، سولفات و همچنین گوگرد آلی است [۸].سولفیدهای طبیعی آهن بیشتر از مواد گوگرددار دیگر به‌صورت رگه‌هایی در زغال‌سنگ وجود دارند که هنگام سوختن زغال‌سنگ، به اکسید آهن (III) و گاز دی‌اکسید گوگرد تبدیل می‌شوند. دی‌اکسید گوگرد نیز نه‌تنها از نظر انفجار، بلکه از نظر مسمومکنندگی می‌تواند برای سلامتی زیان‌آور باشد [۲۷] و باعث آلودگی هوا می‌شود.

کلر

کلر احتمالاً به‌صورت کلرید سدیم در زغال وجود دارد که به‌هنگام حرارت دادن زغال‌سنگ با سیلیس موجود در خاکستر زغال‌سنگ، تجزیه و به‌صورت گاز کلرید هیدروژن خارج می‌شود. هنگام سوزاندن زغال‌سنگ، کلر در اثر حرارت با بخار آب به‌صورت اسید کلریدریک در می‌آید. آزاد شدن این اسید در محیط باعث انحلال مواد و آزاد شدن سایر عناصر مضر در محیط خواهد شد [۱۰].

فسفر

فسفر در بیشتر انواع زغال‌سنگ‌ها به‌مقدار کم به‌صورت فسفات کلسیم وجود دارد. در تهیهٔ کک، عنصر فسفات به‌صورت ترکیب شیمیایی p_2o_5 درمی‌آید و میزان مجاز آن در تولید کک بین ۰/۵ تا ۰/۱ درصد متغیر است. این عنصر در عملیات کک‌سازی قابل حذف نیست و مشکلات بسیاری را برای صنایع متالورژی به‌وجود می‌آورد [۳].

نیتروژن

نیتروژن به مقدار کم در انواع زغال‌سنگ‌ها به‌صورت نیتریل‌های آروماتیکی[۲۴]، پیریدین‌ها[۲۵] و پیرول‌ها[۲۶] وجود دارد. زغال‌سنگ‌هایی که از نیتروژن غنی‌اند، معمولاً با شعلهٔ بلند می‌سوزند. حدود پانزده درصد نیتروژن موجود در زغال‌سنگ‌ها به‌صورت آمونیاک خارج می‌شود. پنج درصد آن در کک باقی می‌ماند و حدود پنج درصد آن به سیانید هیدروژن و بقیه به‌صورت گازهای دیگر خارج می‌شود. هنگامی‌که زغال‌سنگ در کوره می‌سوزد،

حداکثر میزان تراکم مجاز زغال‌سنگ در هوا ۱۰mg/m۳ است که از این حد بیشتر، باعث آلودگی هوا می‌شود. آنتراکوز به پنوموکونیوز ناشی از گرد و غبار زغال اطلاق می‌شود. پنوموکونیوز التهاب ریه ناشی از استنشاق غبارهای صنعتی است. استنشاق مداوم این ذرات در طی سال‌ها ممکن است باعث ایجاد مناطق کوچک التهابی در یک یا هر دو ریه شود

اتم‌های مولکول N۲ گاز ازت از یکدیگر جدا می‌شـوند و می‌توانند با اکسیژن هوا ترکیب شوند و پیوند اکسیدهای ازت تشکیل دهند که به آن ناکس[۲۷] هم می‌گویند [۲۹]. نیتروژن در ککسـازی و تقطیر به‌صورت گازهای NOx و NH۳ درمی‌آیـد و از محیط خارج می‌شـود و پس از ترکیب با رطوبت هوا، باران اسیدی تولید می‌کند [۱۰].

آثار زیان‌بار معدن‌کاری زغال‌سنگ

یکی از آثار زیان‌بار معدن‌کاری زغال‌سنگ، تخریب سفره‌های آب زیرزمینی از نظر کیفیت آب و حجم سفرهٔ آب زیرزمینی اسـت. معمولاً در طول معدن‌کاری در اثر هوازدگی زغال‌سنگ و مواد باطلهٔ معدن، عناصر مضری مانند کلسـیم، گوگرد، سـلنیم، اورانیوم، آرسـنیک و... به‌صورت محلول وارد چرخهٔ آب‌های منطقه می‌شـوند و به محیط‌زیسـت آسیب می‌رسـانند. با وجود ۳۸۰۰ کانی شناخته شـده در طبیعت، تنها دو کانی پیریت[۲۸] و پیروتیت، عامل اصلی تولید زهاب اسـیدی در بیشتر نقاط دنیا هسـتند [۱۴ و ۱۵]. برای مثال، کانی پیریت یکی از آلوده‌کننده‌های رایج موجود در زغال‌سنگ است. پیریت‌های لایه‌های سـطحی معادن زغال‌سنگ اکسید می‌شـوند و اسید سـولفوریک را تولید می‌کنند که این اسید نیز باعث آلودگی خاک و آب می‌شود [۱۰].

یکی دیگر از مسائل زیست‌محیطی مهم معدن‌کاری زغال‌سـنگ، ایجاد گودال پس از برداشـت مواد معدنی است. حتی تونل‌های معادن زیرزمینی پس از رهاسازی معمـولاً تخریـب و باعث ایجاد گـودال در محل معدن می‌شـوند. از این میان، فقط معادن زغال‌سـنگ نواری هسـتند که به محیط‌زیست آسیب کمتری می‌رسانند، زیرا معادن نواری زغال‌سـنگ به‌صورت روباز اسـتخراج می‌شوند. محل این معادن را پس از استخراج پر و سطح زمین را بازسـازی می‌کنند که از نظر زیسـت‌محیطی بدون اشکال به‌حساب می‌آید [۱۰].

از دیگر مسـائل زیسـت‌محیطی، گرد زغال است، زیرا گـرد زغال زمانی که با هوا مخلوط می‌شـود قابلیت انفجار پیـدا می‌کند. برخـی از خطرناک‌تریـن انفجارهایی که در معادن زغال‌سـنگ رخ می‌دهد بر اثر آمیختن گرد زغال با هوای درون معدن اسـت. در انبارهـای خالی یا نیمه‌خالی زغال‌سنگ نیز ممکن است چنین انفجاری رخ دهد [۲ و ۶].

آثار زیست‌محیطی سوزاندن زغال‌سنگ

زغال‌سـنگ به‌عنوان سوخت، بیشـترین تأثیر را در آلودگی محیط‌زیسـت به‌خصوص هوا دارد. از میان این آثار، مهم‌ترین اثر زیست‌محیطی تولید دود ($co_۲$) است و به‌همین دلیل زغال‌سنگ را کثیف‌ترین سوخت فسیلی می‌دانند [۲۲]. از گازهای مضر دیگر گاز $SO_۲$ است که در اثر سوختن گوگرد زغال‌سنگ و ترکیب با اکسیژن هوا به‌وجود می‌آید. از گازهای حاصل از سوختن زغال‌سنگ می‌توان به اکسیدهای مختلف نیتروژن NOx و گازهای cl- f اشاره داشـت که بیشترین چالش زیست‌محیطی مربوط به آن‌هاست، زیرا فلوئور یکی از اصلی‌ترین عوامل تخریب لایهٔ ازن اسـت و کلر موجود در هنگام سوختن زغال‌سنگ باعث تولید اسیدکلریدریک می‌شود [۱۰].

از دیگر آثار زیسـت‌محیطی سـوزاندن زغال‌سنگ، باران‌های اسیدی است که در نتیجهٔ سوزاندن سوخت‌های فسیلی اکسیدهای کربن، سولفور و نیتروژن و عناصری مثل آرسـنیک و جیوه به‌میزان متفـاوت در هوا پخش می‌شـوند. این گازها با بخار آب و مواد دیگر در اتمسفر واکنش می‌دهند و به‌شـکل باران اسـیدی درمی‌آیند و در اثـر بارندگی به زمین می‌رسـند و آثـار زیان‌باری بر محیط‌زیست دارند [۱۰].

معدن‌کاری و سلامتی معدن‌کاران

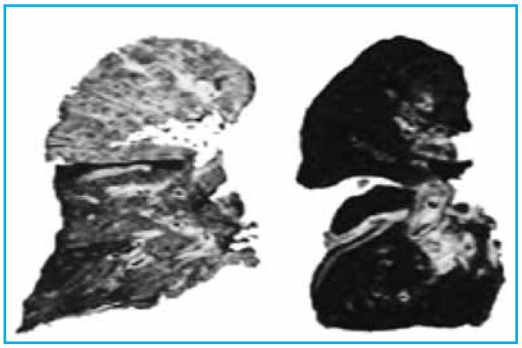
تماس بـا ذرات ریز غبارهای صنعتـی باعث ایجاد انواع مختلف پنوموکونیوز[۲۹] به‌شرح زیر می‌شود:

- غبـار زغال‌سـنگ باعـث ایجـاد بیمـاری ریـه سـیاه (پنوموکونیوز کارگران زغال‌سـنگ یا آنتراکوز[۳۰]) می‌شـود.
- غبـار بریلیـوم[۳۱] و ترکیبـات آن (کـه در تولیـد لامپ‌هـای فلورسـنت[۳۲]، سـرامیک و مـواد شـیمیایی اسـتفاده می‌شـود) باعـث بریلیـوز می‌شـود.
- غبارهـای تالـک، آهـن، پنبـه، الیـاف مصنوعـی و آلومینیـوم باعـث نـوع نـادری از پنوموکونیوز می‌شـوند.
- غبارهای آزبست و سیلیکا باعث آزبستوز و سیلیکوز می‌شوند.

حداکثر میزان تراکم مجاز زغال‌سنگ در هوا $۱۰mg/m^۳$ است که از این حد بیشتر، باعث آلودگی هوا می‌شود. آنتراکوز بـه پنوموکونیوز ناشـی از گرد و غبار زغال اطلاق می‌شـود.

مجموع ذخایر زغال‌سنگ‌های بیتومینه و قهوه‌ای جهان تا عمق حدود هزار متری حدود ۳۵ تریلیون تن تخمین زده شده است که فراوان‌ترین سوخت فسیلی جهان به‌شمار می‌آید

پنوموکونیوز التهاب ریه ناشـی از استنشاق غبارهای صنعتی اسـت. استنشاق مداوم این ذرات در طی سال‌ها ممکن است باعـث ایجاد مناطق کوچـک التهابی در یک یـا هر دو ریه شـود. بافت جوشگاهی ایجادشـده در اثر التهاب نیز ممکن اسـت باعث کاهش خاصیت کشسانی و انعطاف‌پذیری بافت ریه شـود. پنوموکونیوز مسری نیسـت. معمولاً قبل از ایجاد پنوموکونیوز حداقل ۱۰ سـال و گاهی تا ۲۵ سـال تماس با غبارهای صنعتـی وجود دارد. علائم شـایع آن عبارت‌اند از: کوتاهی نفس، سـرفه با خلط اندک یا بدون خلط، احسـاس ناخوشی عمومی، خواب نامنظم، کاهش اشتها و کاهش وزن، درد سـینه، سرفهٔ خونی، نارسـایی قلب، کبودی ناخن‌ها و کدر شـدن ریه‌ها. از عوامل تشدیدکنندهٔ بیماری می‌توان به تغذیهٔ نامطلوب، استعمال دخانیات، سوءمصرف الکل و مقدار غبارهای استنشاق‌شده در طی سال‌ها اشاره کرد [۲۸].



شکل ۱: مقایسهٔ ریهٔ فرد سالم با فرد مبتلا به بیماری پنوموکونیوز

پی‌نوشت‌ها

1. Masereal 2. Inorganic 3. Coal 4. Bituminouscreation 5. Peat 6. Brown coal 7. Anthracite 8. Dahroud 9. Deh Sheikh 10. Qadir 11. Ferrous 12. Coke 13. Pliensbachian 14. alasht 15. Rhaetian 16. bajocian 17. Dansryt 18. toarcian 19. Lignite 20. Bentonite 21. Grease 22. Humicacid 23. Sialon 24. Nitrilearomatic 25. Pyridine 26. Pyrrole 27. Nox 28. Pyrite 29. Pneumoconiosis 30. antheracos 31. Beryllium 32. Fluorescent

منابع

۱. آقانباتی، س. ع. (۱۳۹۱)، مجلهٔ آموزشـی رشـد زمین‌شناسی، دورهٔ ۱۸، شمارهٔ ۱.
۲. بهرامـی، م. (۱۳۷۱)، مهندسـی بهداشـت و ایمنـی در معـادن زغال، انتشارات صنعت فولاد.
۳. رضایی، ب. (۱۳۷۸)، «تعیین هویت زغال‌سنگ از دیدگاه شست‌وشو»، فصلنامهٔ معادن و فلزات، شمارهٔ ۶۸، ص۵۲-۴۴.
۴. روی. دی. مریـت، اکتشـاف زغال‌سـنگ، ترجمهٔ محمـد دانش، مرکز انتشارات صنعت فولاد، ۱۳۷۴.
۵. شـرکت بورس انرژی (۱۳۹۰)، اطلاعات تکمیلی مرتبط با کالای قطران، ص ۳.
۶. فرهنگ، پ. (۱۳۷۹)، فرهنگ بزرگ مواد ، انتشارات سپیده سحر.
۷. مطالعـات امکان‌سـنجی مقدماتـی تولید کربن فعـال (۱۳۸۷)، وزارت صنایع و معادن سـازمان صنایع کوچک و شـهرک‌های صنعتی ایران، ص ۷ و ۸.
۸. معین‌السـادات، س. ح و رضـوی، ارمغان (۱۳۷۲)، زمین‌شناسـی ایران زغال‌سنگ، سازمان زمین‌شناسی کشور، ص ۲۸۶.
۹. قربانی، م.(۱۳۸۱)، دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی اقتصادی ایران، ص ۶۹۵.
۱۰. یـزدی، م. (۱۳۸۸)، زغال‌سـنگ از منشـأ تـا اثرات زیسـت‌محیطی، انتشارات جهاد دانشگاهی، ص۲۵۶.

11. Banks S.B., Banks D., 2001,"Abandoned mines drainage: Impact assessment and mitigation of discharges from coal mines in the UK", Engineering Geology. 60. 31-37.
12. Bouska,v., 1981,Gepshmistry of Coal, academia, prague, pp.128-141.
13. Beynon S,Hollywood E, HudsonR.,1998,E.S.R.C Economic & Social Research Council, Department of Trade and Industry Press Release, University of Durham, The coalfield research program: health issues in the coal district.
14. Jambor J.L., 1994,"Mineralogy of sulfide- rich tailing and their oxidation products", In: Jambor, J.L. and Blowes, D.W. (eds). Short Course Handbook on Environmental Geochemistry of Sulfide Mine Waste, Mineralogical Association of Canada, Nepean, v 22.56-102.
15. Jambor J.L. Blowes D.W., 1998,"Theory and Applications of mineralogy in Environmental studies of sulfide- Bearing mine waste", In: Cabri, L.J. and Vaughan, D.J. (eds) Modern Approachesto Ore and Environmental Mineralogy, Mineralogical Association of Canada, Nepean, vol27.367-401.
16. glover,B.W., philpott,K.,1995,The Second Eurpean Coal Conference,Geoscientist, Vol.5.NO.,5,PP.17-21.
17. Hu Ksh, Song WZ, 1995,Yue XK. Investigation of quality of life of 260 patients with pneumoconiosis. Chinese Journal of Industrial Medicine; 4, 222-24
18. Kambole M.S.,2003,"Managing the water quality of the Kafue River", Physical Chemistry Earth 28) 1105-1109.
19. KottlowskiF.E.,A.T.Cross&a.a.Meyerhoff.,1978,Coal reasources of the Americas. the geological Society of America,pp.87-90
20. Li G, ZhaoY.,2001, Quality of life for patients with pneumoconiosis in coal mines. Modern Rehabilitation; 2, 97
21. Lupankwa K. Love, D. Mapani B.S., Mseka S., 2004,"Impact of a base metal slimes dam on water systems, Madziwa Mine, Zimbabwe", Physical Chemistry Earth 29, 1145-1151.
22. Merian, E., Anke, M., Ihnat, M. &Stoeppler, M., 2004, "Elements and their compounds in the environment", John Willey: 350 pp.
23. Nordstorm D. K. Alpers CN., 1999,"Negative PH, effloreseent mineralogy and consguences for environmenain Superfund site", California. ProcNatlAcadSci USA 96, 3455-3462.
24. Nguyen AL, Matsuda S., 1998,Pneumoconiosis problem among the Vietnamese coal mine workers. Journal of UOEH; 20: 353-60
25. Ross MH, Murry J., 2005,Occupational respiratory disease in mining. Occupational Medicine; 55: 72-3
26. www.BP.com
27. www.elmpress.ir
28. www.occupationalhealth.ir
29. www.petroleum geology.com