مجله ایمنی زیستی
دوره ۱۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷

عملکرد نانوسنسورها در پایش و مدیریت گازهای ناشی از معدن‌کاری زغال‌سنگ با نگرشی بر سینه‌کارهای P8/TG و P8/MG معدن زغال‌سنگ مرکزی پروده طبس

محمد امین زارعی درمیان[1*]، مطهره وکیلی فتح آبادی[2]

۱- کارشناس ارشد مهندسی معدن دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲- دانشجوی دکترای مهندسی شیمی دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

aminz4811@yahoo.com

چکیده

سنسورهای مبتنی بر نانو مواد، دارای حساسیت و ویژگی‌های خاصی نسبت به سنسورهای ساخته شده از سایر مواد صنعتی هستند. نانوسنسورها در مقیاس مشابه با فرآیندهای بیولوژیکی طبیعی کار می‌کنند. امکان کاربرد در محیط‌هایی با مولکول‌های شیمیایی، بیولوژیکی و رویدادهای شناختی که باعث تغییرات فیزیکی قابل تشخیص می‌شوند را دارند. در این مطالعه، به میزان نرخ انتشار گاز متان ناشی از معدن‌کاری زغال‌سنگ و پایش و مدیریت گازها با کمک نانوسنسورها در معدن مرکزی پروده طبس خواهیم پرداخت. ارتقاء حساسیت، به دلیل نسبت سطح به حجم بالای نانومواد و همچنین خواص فیزیکی جدید نانومواد، کارآیی آن‌ها را افزایش داده است. برنامه‌های کاربردی بالقوه برای نانوسنسورها، شامل تشخیص آلاینده‌های محل کار، محیط‌زیست و نظارت بر فرآیندهای تولید، تجهیزات و سیستم‌های حمل و نقل می‌باشند. شدت انتشار گازهای ناشی از معدن‌کاری زغال‌سنگ، بستگی به سطوح زغال‌سنگ و میزان حجم گاز آن‌ها دارد. روش استخراج زغال‌سنگ، بر میزان انتشار گازهای ناشی از معدن‌کاری موثر است. پیش‌بینی انتشار گازهای ناشی از معدن‌کاری زغال‌سنگ، برپایه عملیات تجربی و محاسباتی گذاشته شده که نتایج قابل قبولی در این پژوهش به همراه داشته و می‌توانند مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: آلاینده‌ها، مدیریت، نانوسنسور، رویداد، پروده طبس.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.2.7.5]

مقدمه

معادن زغال‌سنگ زیرزمینی، نیاز به تجهیزات و نیروی انسانی زیادی دارند. جو زیرزمین معادن زغال‌سنگ، ممکن است با گازهای سمی ناشی از معدن‌کاری آلوده شوند که باید اکسیژن لازم برای ترقیق گازهای قابل اشتعال که ممکن است باعث انفجار معادن شوند، جایگزین شود. بنابراین لازم است فن‌آوری‌ها و روش‌هایی برای اندازه‌گیری دقیق سطوح غلظت گازهای سمی و قابل اشتعال در فضاهای زیرزمینی، برای امنیت معادن زغال‌سنگ ایجاد شود. هر حسگر دارای مزایا و محدودیت‌های خاص خود است، مانند برخی از سنسورها برای اندازه‌گیری گازهای سمی بهتر هستند و بعضی از سنسورها برای تشخیص گازهای قابل احتراق بهترند [۳].

معادن زغال‌سنگ زیرزمینی با شرایط سخت کاری و محیط‌زیستی خطرناک خود مشخص می‌شوند. بسیاری از حوادث در معادن زغال‌سنگ زیرزمینی اتفاق می‌افتند که منجر به حوادث مرگبار و زیان‌های فراوانی می‌شوند. این حوادث دارای علل مختلفی، از جمله افزایش ناگهانی سموم، مانند مونواکسیدکربن (CO)، گازهای قابل اشتعال خطرناک، به‌خصوص متان (CH_4) و یا کاهش اکسیژن برای تنفس کارگران معادن است. بنابراین، برای رشد پایدار صنعت زغال‌سنگ و ایمنی معدن‌چیان، توسعه فن‌آوری‌ها و یافتن راه‌هایی برای جلوگیری از خطرناک شدن محیط کاری معادن ضروری است[٤]. برای حفظ شرایط ایمنی و کاری در معادن زغال‌سنگ زیرزمینی، نیاز اولیه این است که به‌طور منظم سطوح گازها نظیر اکسیژن، متان، دی‌اکسیدکربن، مونواکسیدکربن و ... نظارت گردند. این یافته‌ها منجر به اطلاعات کوتاه مدت و بلند مدت در سطح زمین می‌شود و امکان آن‌را می‌دهد که هشدار در برابر انفجار و مواد سمی در هر جا که معدن‌چیان به‌طور معمول کار می‌کنند، وجود داشته باشد. هیچ معدن‌چی نباید وارد هر محل کار زیرزمینی، مخصوصا مکان‌هایی که دارای گردش هوای ضعیف هستند، شود (نقاط کور)، مگر این‌که هوا در آن بررسی شده باشد، تا اطمینان حاصل شود امنیت کافی در آن وجود دارد.

یک منطقه خطرناک بر اساس سه معیار، (i) نوع گاز، (ii) دمای احتراق گاز و (iii) احتمال وجود گاز در غلظت‌های قابل اشتعال، تعریف شده است [۳].

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.2.7.5]

معرفی معدن زغال‌سنگ مرکزی پروده طبس

معادن زغال‌سنگ پروده طبس، در فاصله ۸۵ کیلومتری جنوب‌غربی شهرستان طبس و در وسعتی معادل ۱۲۰۰ کیلومترمربع، در استان خراسان جنوبی واقع شده است. ناحیه پروده با وسعت ۱۲۰۰ کیلومترمربع و ذخیره زمین‌شناسی ۱/۱ میلیارد تن زغال‌سنگ کک‌شو، یکی از چهار ناحیه حوزه زغالی طبس و بزرگ‌ترین حوزه زغال‌سنگ کک‌شو ایران محسوب می‌شود. سینه‌کار (Tailgate_- P8/TG)، یکی از سینه‌کارهایی است که جهت آماده‌سازی روش استخراج و استخراج زغال‌سنگ در حال کار می‌باشد و جنس سنگ سینه‌کار، بیشتر از زغال‌سنگ می‌باشد. این سینه‌کار، با مقطع چهارگوش مستطیل شکل (مش و بولت)، کار شده است. طول سینه‌کار تا آخرین برداشت ۵۰۰ متر است. سینه‌کار (Maingate_ P8/MG) یکی از سینه‌کارهایی است که جهت آماده‌سازی روش استخراج و استخراج زغال‌سنگ در حال کار می‌باشد و جنس سنگ سینه‌کار، سیلت استون و زغال‌سنگ می‌باشد. این سینه‌کار، به صورت سه مقطعی، با مقطع‌های رایج معدن‌کاری، مانند مقطع نعل اسبی (آرک)، مقطع ذوزنقه (فریم‌مش و بولت) و چهارگوش مستطیل‌شکل (مش و بولت) کار شده است. آخرین مقطع کار شده در این تونل، مقطع ذوزنقه می‌باشد. طول سینه‌کار تا آخرین برداشت، ٤٠٠ متر می‌باشد [۱].

روش انجام تحقیق

سنسورهای تشخیص گاز

سنسورهای گاز، وظیفه تشخیص حضور گازهای مختلف در یک منطقه، به‌عنوان بخشی از ضروریات سیستم ایمنی را برعهده دارند. سنسورها با توجه به غلظت گاز قابل شناسایی، پاسخ الکتریکی متناسب را ارائه و ارسال می‌کنند. اگر غلظت گازها بیش از حد غلظت آستانه باشد، دستگاه یک هشدار را برای اپراتور ایمنی و مهندس تهویه مستقر در سطح زمین ارسال می‌کند و یا ممکن است سایر اقدامات اصلاحی مانند افزایش تهویه، خاموش کردن دستگاه‌ها و ... را انجام دهد. روش‌های مختلف برای تشخیص گازهای فوق در جدول ۱ خلاصه شده است [۵].

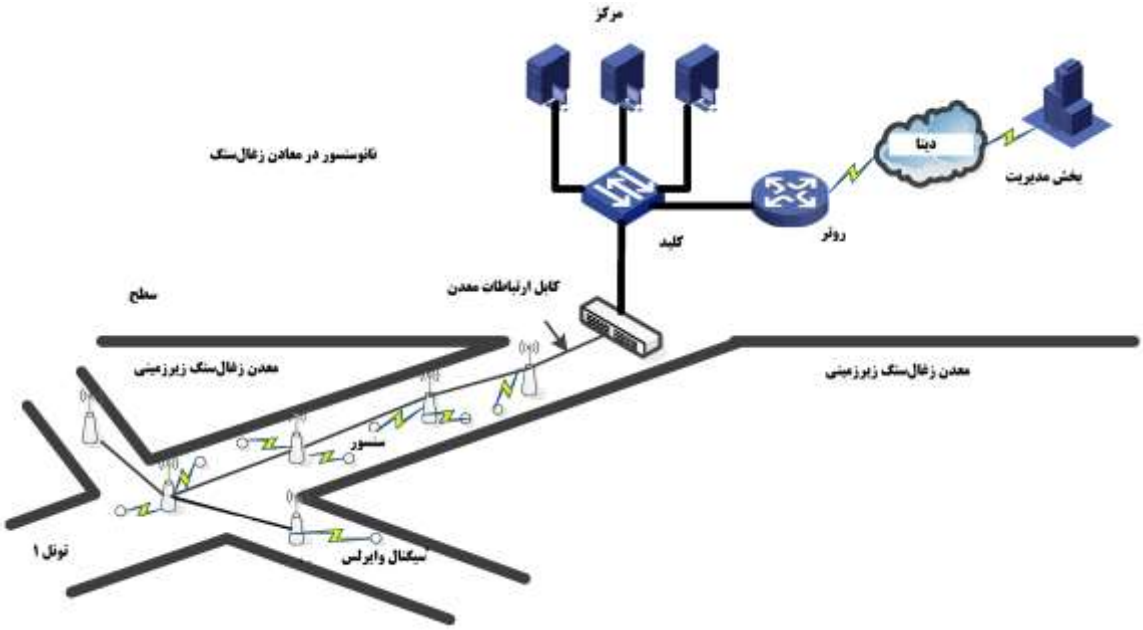
[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.2.7.5]

جدول ۱- روش‌های تشخیص گازهای انتشار یافته در محیط معادن زغال‌سنگ زیرزمینی[۵].

نام گاز	روش‌های تشخیص
اکسیژن	الکتروشیمیایی، پارامغناطیس، شعله آتش
متان	اکسیداسیون کاتالیستی، هدایت حرارتی، لامپ نوری، صوت، شعله آتش
دی اکسید کربن	نوری، مادون قرمز
مونواکسید کربن	الکتروشیمیایی، اکسیداسیون کاتالیزوری، نیمه هادی‌ها، مادون قرمز
دی اکسید گوگرد	الکتروشیمیایی، مادون قرمز
اکسید نیتریک، اکسید نیتروژن، دی اکسید نیتروژن	الکتروشیمیایی
سولفید هیدروژن	الکتروشیمیایی نیمه هادی
هیدروژن	اکسیداسیون کاتالیستی

در شکل ۱ نمونه یک نانوسنسور برای شناسایی گازهای موجود در محیط معادن زغال‌سنگ زیرزمینی ارائه شده است. در حضور گازها ارسال سیگنال مشاهده می‌شود.



شکل ۱- نمونه یک نانوسنسور برای شناسایی گازهای موجود در معادن زغال‌سنگ زیرزمینی

در جدول ۲ مشخصات سینه‌کار P8/TG ذکر شده است[۱].

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.2.7.5]

جدول ۲- مشخصات سینه‌کار P8/TG [۱]

نام تونل	P8/TG
شکل مقطع تونل	چهارگوش (مش و بولت)
آخرین سیکل کار شده با سطح مقطع موجود	استرپ شماره ۵۵۰
ارتفاع تونل	۲/۵۰ متر
عرض تونل	۲/۵۰ متر
شیب تونل	۱۲ درجه
مساحت مقطع	٦/۲۵ مترمربع
نوع سیستم حمل و نقل	واگن و وینچ
طول کلی تونل	۵۰۰ متر

در جدول ۳ میزان گاز متان موجود در تونل P8/TG براساس عملیات معدن‌کاری در اعماق مختلف ذکر شده است.

جدول ۳- میزان گاز متان موجود در تونل P8/TG براساس عملیات معدن‌کاری در اعماق مختلف [۱]

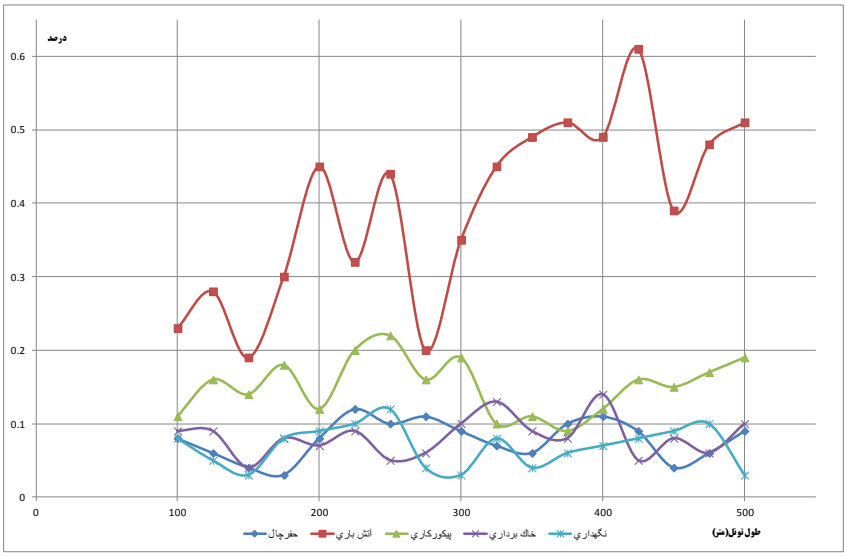
تونل P8/TG		میزان گاز متان بر اساس عملیات معدن‌کاری بر حسب درصد در یک سیکل کاری				
شماره برداشت	طول تونل در هنگام برداشت (متر)	حفرچال	آتش‌باری	پیکورکاری	خاک‌برداری	نگهداری
۱	۱۰۰	۰/۰۸	۰/۲۳	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۸
۲	۱۲۵	۰/۰٦	۰/۲۸	۰/۱٦	۰/۰۹	۰/۰۵
۳	۱۵۰	۰/۰٤	۰/۱۹	۰/۱٤	۰/۰٤	۰/۰۳
٤	۱۷۵	۰/۰۳	۰/۳۰	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۰۸
۵	۲۰۰	۰/۰۸	۰/٤۵	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۹
٦	۲۲۵	۰/۱۲	۰/۳۲	۰/۲۰	۰/۰۹	۰/۱۰
۷	۲۵۰	۰/۱۰	۰/٤٤	۰/۲۲	۰/۰۵	۰/۱۲
۸	۲۷۵	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۱٦	۰/۰٦	۰/۰٤
۹	۳۰۰	۰/۰۹	۰/۳۵	۰/۱۹	۰/۱۰	۰/۰۳
۱۰	۳۲۵	۰/۰۷	۰/٤۵	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۰۸
۱۱	۳۵۰	۰/۰٦	۰/٤۹	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰٤
۱۲	۳۷۵	۰/۱۰	۰/۵۱	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰٦
۱۳	٤۰۰	۰/۱۱	۰/٤۹	۰/۱۲	۰/۱٤	۰/۰۷
۱٤	٤۲۵	۰/۰۹	۰/٦۱	۰/۱٦	۰/۰۵	۰/۰۸

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.2.7.5]

۱۵	٤٥٠	۰/۰٤	۰/۳۹	۰/۱٥	۰/۰۸	۰/۰۹
۱٦	٤٧٥	۰/۰٦	۰/٤۸	۰/۱۷	۰/۰٦	۰/۱۰
۱۷	٥۰۰	۰/۰۹	۰/٥۱	۰/۱۹	۰/۱۰	۰/۰۳

در شکل ۲ نحوه انتشار گاز متان (درصد) بر اساس طول برداشت‌های مختلف (متر) در تونل P8/TG نشان داده شده است.



شکل۲- نحوه انتشار گاز متان (درصد) براساس طول برداشت‌های مختلف (متر) در تونل P8/TG

در جدول ٤ میزان گاز متان موجود در تونل P8/MG براساس عملیات معدن‌کاری در اعماق مختلف بیان شده است.

جدول٤- میزان گاز متان موجود در تونل P8/MG براساس عملیات معدن‌کاری در اعماق مختلف[۱]

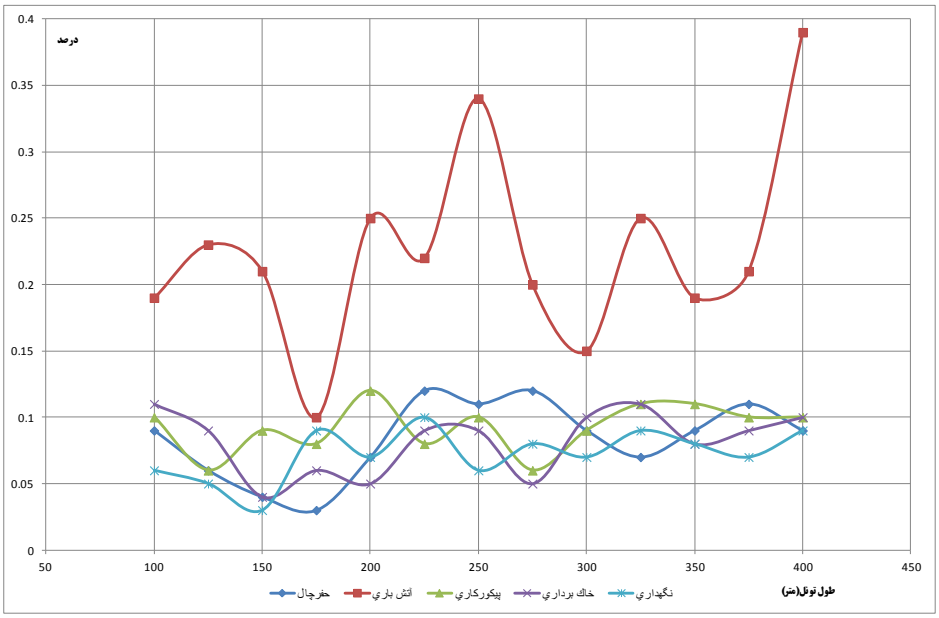
تونل P8/MG		میزان گاز متان براساس عملیات معدن‌کاری بر حسب درصد در یک سیکل کاری				
شماره برداشت	طول تونل در هنگام برداشت (متر)	حفرچال	آتش‌باری	پیکورکاری	خاک‌برداری	نگهداری
۱	۱۰۰	۰/۰۹	۰/۱۹	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۰٦
۲	۱۲٥	۰/۰٦	۰/۲۳	۰/۰٦	۰/۰۹	۰/۰٥
۳	۱٥۰	۰/۰٤	۰/۲۱	۰/۰۹	۰/۰٤	۰/۰۳
٤	۱۷٥	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰٦	۰/۰۹

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.2.7.5]

۵	۲۰۰	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۷
٦	۲۲۵	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۰
۷	۲۵۰	۰/۱۱	۰/۳٤	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰٦
۸	۲۷۵	۰/۱۲	۰/۲۰	۰/۰٦	۰/۰۵	۰/۰۸
۹	۳۰۰	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۰۷
۱۰	۳۲۵	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۹
۱۱	۳۵۰	۰/۰۹	۰/۱۹	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۸
۱۲	۳۷۵	۰/۱۱	۰/۲۱	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۷
۱۳	٤۰۰	۰/۰۹	۰/۳۹	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۹

در شکل ۳ نحوه انتشار گاز متان (درصد) براساس طول برداشت مختلف (متر) در تونل P8/MG نشان داده شده است.



شکل۳- نحوه انتشار گاز متان (درصد) بر اساس طول برداشت مختلف (متر) در تونل P8/MG

تحلیل مدل و الگوریتم پیش‌بینی انتشار گازهای مختلف با دیتاهای دریافت شده از نانوسنسورها

یک سنسور ایده‌آل، مشخصاتی شامل: (i) حساسیت بالا و دارای دامنه دینامیکی (ii) محدودیت تشخیص پایین (iii) خطی بودن خوب (iv) هیسترزیس کوچک و زمان پاسخ‌دهی کوتاه و (V) قابلیت انتخابی بودن و

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.2.7.5]

چرخه عمر طولانی را دارد. با این حال، هیچ سنسور گازی در تمام پارامترهای فوق کامل نیست و ترکیبی از آشکارسازهای مناسب و تکنیک‌های نمونه‌گیری (اندازه‌گیری قابل اعتماد بر اساس شرایط محیط منطقه) به اندازه‌گیری گاز هدف کمک می‌کنند. انتخاب حسگر مناسب برای کاهش خطر آسیب‌پذیری مهم است. یک سنسور می‌تواند با سنسورهای دیگر مقایسه شود. انتخاب سنسورها به پارامترهای مختلفی، یعنی خواص فیزیکی گازها، شرایط محیطی معادن، حساسیت مورد نیاز، دوره تعمیر و نگهداری، روش عملیات و غیره بستگی دارد. با توجه به تعداد زیادی متغیر، باید فرآیند انتخاب را به چند قاعده ساده‌تر تقسیم کنیم. سه ویژگی یک سنسور برای نظارت گازها مورد نیاز است که ساده، قابل اعتماد و آسان برای نگهداری باشند. ساده به معنی بسیار پیچیده نبوده و سازگار با نیاز کاربر و دارای فن‌آوری نوین باشد. قابل اطمینان نشان می‌دهد که همیشه "هشدار" زمانی که لازم است را به‌موقع اعلام و برای نگهداری، نیاز به تعیین کالیبراسیون نداشته و اغلب دارای عمری طولانی بوده و عیب‌یابی آن ساده باشد [۳].

حوادث مرگ و میر ناشی از معدن‌کاری زغال‌سنگ زیرزمینی، نیاز به اجرای نظارت بر سطح بالای گازها و روش‌های بومی‌سازی معدن‌کاری برای ارتقاء ایمنی زیرزمینی و سلامتی افراد دارد. این مطالعه، یک نظارت موثر در زمان واقعی، گزارش رویداد و پلت‌فرم هشدار اولیه را معرفی می‌کند. سنسورها برای پارامترهای کیفیت هوا از جمله درجه حرارت، رطوبت، CH_4، CO_2 و CO و ... دارای عملکرد خوبی می‌باشند. این چارچوب، معدن‌کاران را قادر می‌سازد، نظارت بر زمان واقعی، شناسایی رویدادهای غیرطبیعی (>۹۰%) و بررسی محلی‌سازی سیستم (با ۱٫۸ متر خطا) را دارا باشند. پلت‌فرمی مقرون به‌صرفه که به‌طور موثر ایمنی معادن زغال‌سنگ زیرزمینی را تامین می‌نماید. معدن‌کاری در معادن زغال‌سنگ همواره ثابت کرده است که به علت وجود گرد و غبار زغال‌سنگ، متان و سایر گازهای سمی بسیار خطرناک بوده‌اند.

گرچه محدوده قابل اشتعال گاز متان ۵ تا ۱۵ درصد است، اما قرار گرفتن در معرض غلظت‌های حتی پایین گاز متان می‌تواند به بدن انسان به شدت آسیب برساند. علاوه بر

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.2.7.5]

گاز متان، سایر گازهای سمی در معادن زغال‌سنگ زیرزمینی، از جمله مونواکسیدکربن (CO)، دی‌اکسیدکربن (CO_2) و سولفیدهیدروژن (H_2S) نیز حائز اهمیت هستند. در معرض قرار گرفتن طولانی مدت این گازها، همیشه باعث آسیب جدی به بدن انسان می‌شود. بنابراین، نظارت دقیق محیط معادن زغال‌سنگ زیرزمینی برای اهداف اصلی اهمیت دارد. تجزیه و تحلیل محدوده زمانی داده‌ها، تشخیص رویدادها و به اشتراک‌گذاری اطلاعات آن‌ها در زمان واقعی، گام‌های امیدوار کننده در جهت ایجاد یک دوره جدید ایمنی معادن می‌باشند. گزارش چنین سیستمی برای معادن زغال‌سنگ زیرزمینی و اجرای آن‌ها برای بهبود محیط‌زیست و ایمنی کارکنان معادن ضروری است. توسعه سیستم IoT معادن، ما را برای درک بهتر شرایط و افزایش ایمنی محیط معادن کمک کرده و پیاده‌سازی چنین سیستمی یک تغییر انقلابی در ایمنی معادن زغال‌سنگ زیرزمینی به ارمغان خواهد آورد.

زیرمجموعه کلیدی این مطالعه را به شرح زیر می‌توان برشمرد:

(۱) استفاده از یک شبکه مبتنی بر مقیاس، مقرون به‌صرفه، قابل اعتماد و توزیع شده Arduino-based برای نظارت بر محیط‌زیست زیرزمینی معادن پیشنهاد می‌شود.

(۲) یکپارچه‌سازی و استفاده از فن‌آوری‌های کلیدی سیستم‌های مبتنی بر IoT و خدمات آن برای مهندسین معادن زغال‌سنگ زیرزمینی که در آن با سرور و اپراتور ارتباط برقرار می‌کنند.

(۳) یک "فهرست اخطار معادن (MWI)" برای ارزیابی آسان و سریع از ایمنی معادن در ابتدا پیشنهاد می‌شود.

(٤) پیشنهاد یک الگوریتم تشخیص خروجی برای شناسایی رویدادها در معادن زغال‌سنگ زیرزمینی.

(۵) پیشنهاد استفاده از روش قدرت سیگنال (RSS) که (این الگوریتم) محدوده وزنی مبتنی بر محدوده دقت ردیابی را تا ۳۰ درصد افزایش می‌دهد [۲].

نتیجه‌گیری

نانوسنسورها در حفظ محیطی سالم در معادن زغال‌سنگ زیرزمینی با نظارت مستمر هوای معادن، به اقدامات کنترلی مناسب آن کمک می‌کنند. چندین سنسور امیدوارکننده جدید توسعه یافته‌اند، اما هیچ سنسور یکنواختی

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.2.7.5]

برای اندازه‌گیری دقیق هر گاز به اندازه‌ی کافی قابل اعتماد نیست. حسگر کاتالیستی، نمونه ساده‌ی یک حسگر است، اما همیشه قابل اعتماد نیست و اغلب کالیبراسیون آن مورد نیاز است. با این حال، سنسور IR آسان و قابل اعتماد برای نگهداری بوده، اما قیمت آن گران است.

هنگامی که سنسورهای گاز مقایسه می‌شوند، ضعف‌های طراحی ظاهری در سنسورهای نیمه هادی نسبت به سنسورهای الکتروشیمیایی وجود دارد. بزرگ‌ترین نقطه ضعف، زمان پاسخ‌دهی آن‌ها است. سنسورهای الکتروشیمیایی سنتی نیز دارای معایبی هستند، اما پیشرفت‌های جدید در تکنولوژی الکتروشیمیایی، بسیاری از این کاستی‌ها را برطرف کرده است.

در میان بسیاری از پیشرفت‌ها، MEMS یک تکنولوژی در حال ظهور است که از ابزار و تکنیک‌هایی که برای صنعت مدارهای مجتمع ساخته شده است و برای ساخت سنسورهای میکروسکوپی استفاده می‌شود. این سنسورها بر روی silicon wafers استاندارد ساخته شده‌اند. با این حال، یکی از معایب سنسورهای گاز نیمه هادی سنتی، حساسیت کم گاز نسبت به حجم است. علاوه براین، بسیاری از سنسورهای نازک سرامیکی گاز باید در دمای بالاتر از ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد جهت بهبود حساسیت عمل کنند.

مواد نانو، امکان جدیدی برای بهبود تشخیص حالت جامد گاز ارائه می‌دهند. مواد حساس به نانوساختار، مانند نانوسیم‌ها، نانولوله‌ها و نقاط کوانتومی، سطح ذاتی بالایی دارند. در واقع، نانولوله‌های کربنی یکی از بهترین نسبت‌های سطح به حجم موجود هستند. سطح دارای حساسیت بالا، پاسخ سریعی داده و اغلب اجازه می‌دهد تا دمای کار پایین‌تر باشد. علاوه بر این، انواع مختلف مواد نانو دارای حساسیت متنوعی هستند. با استفاده از نانومواد مختلف در همان پلت‌فرم MEMS، مخلوط گاز را می‌توان به خوبی تشخیص داد.

آینده نانوسنسورهای گاز، به‌میزان زیادی توسط اصول جدید تشخیص، سنسورهای جدید یا پیشرفته، الگوریتم‌های ارزیابی پیچیده و جدیدترین فن‌آوری‌های ارتباطی تعیین می‌شود. با توجه به نحوه انتشار گاز متان (درصد) بر اساس طول برداشت‌های مختلف (متر) در تونل‌های P8/TG و P8/MG آتش‌باری بیشترین میزان انتشار متان را داشته

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.2.7.5]

است. رویکرد استفاده از نانوسنسور با تکنولوژی جدید در مجموعه معادن زغال‌سنگ پروده طبس می‌تواند مورد توجه و استفاده قرار گیرند که سهم زیادی در ایمنی خواهند داشت.

فهرست منابع

References

۱-" گزارش دفتر فنی مجموعه معادن زغال‌سنگ پروده طبس"، ۱۳۹۷.

2- Jo, B. W., and Khan, R. M. A., 2017." An Event Reporting and Early Warning Safety System Based on the Internet of Things for Underground Coal Mines: A Case Study"., Applied Sciences Journal.

3- Kumar. A., Kingson. T.M.G., Verma. R.P., Kumar. A., Mandal. R., Dutta. S., Chaulya. S.K., and Prasad. G.M., 2013. Application of Gas Monitoring Sensors in Underground Coal Mines and Hazardous Areas, International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering (IJCTEE) Volume 3, Issue 3.

4- Raheem. S. R., 2011. Remote monitoring of safe and risky regions of toxic gases in underground mines: a preventive safety measures., In: Postgraduate Diploma thesis report, African Institute for Mathematical Sciences (AIMS), South Africa.

5- http://www.usmra.com/download/minegases.htm.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.2.7.5]

Function of Nanosensors in Monitoring and Gases Managing from Coal Mining with Attitude towards P8/TG and P8/MG faces in Central Mine of Tabas Parvadeh

Mohammad Amin Zarei Darmian[1] and Motahareh Vakili Fathabadi[2]

1- M.Sc. in Mining Engineering, University of Birjand, Birjand, Iran
2- Ph.D student in Chemical Engineering, Bahonar University, Kerman, Iran

aminz4811@yahoo.com

Abstract

Nano based sensors have sensitivity and specificity to sensors made from other industrial materials. Nanosensors work on a similar scale to natural biological processes. Suitable for use in environments with chemical, biological, and cognitive molecules that make physical changes more recognizable. In this study, we will the rate of methane emissions from coal mines and the monitoring and management of gases with the help of Nanosensors in the Central Mine of Tabas Parvadeh. Improvements in sensitivity have increased the efficiency of nanosensors due to the high surface to volume ratio of nanoscale materials as well as the new physical properties of nano materials. Potential applications for Nanosensors include the detection of workplace pollutants, the environment and the monitoring of production processes, equipment and transportation systems. The intensity of emissions from coal mines depends on the levels of coal and the volume of their gas. The method of coal extracting is effective on the amount of emissions from mines. The prediction of gas emissions from coal mines is based on experimental and computational operations that have yielded acceptable results in this study, which can be considered.

Keywords: Pollutants, Management, NanoSensor, Event, Tabas Parvadeh.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.2.7.5]