

عملکرد نانوسنسورها در پایش و مدیریت گازهای ناشی از معدن کاری

زغال سنگ با نگرشی بر سینه کارهای P8/TG و P8/MG معدن

زغال سنگ مرکزی پروده طبس

محمد امین زارعی درمیان^{۱*}، مطهره وکیلی فتح آبادی^۲

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 ویژگی های خاصی نسبت به سنسورهای ساخته شده از سایر مواد صنعتی هستند. نانوسنسورها در مقیاس مشابه با فرآیندهای بیولوژیکی طبیعی کار می کنند. امکان کاربرد در محیط هایی با مولکول های شیمیایی، بیولوژیکی و رویدادهای شناختی که باعث تغییرات فیزیکی قابل تشخیص می شوند را دارند. در این مطالعه، به میزان نرخ انتشار گاز متان ناشی از معدن کاری زغال سنگ 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، کارایی آنها را افزایش داده است. برنامه های کاربردی بالقوه برای نانوسنسورها، شامل تشخیص آلاینده های محل کار، محیط زیست و نظارت بر فرآیندهای تولید، تجهیزات و سیستم های حمل و نقل می باشند. شدت انتشار گازهای ناشی از معدن کاری زغال سنگ، بستگی به سطوح زغال سنگ و میزان حجم گاز آنها دارد. روش استخراج زغال سنگ، بر میزان انتشار گازهای ناشی از معدن کاری موثر است. پیش بینی انتشار گازهای ناشی از معدن کاری زغال سنگ، بر پایه عملیات تجربی و محاسباتی گذاشته شده که نتایج قابل قبولی در این پژوهش به همراه داشته و می توانند مورد توجه قرار گیرند.

واژه های کلیدی: آلاینده ها، مدیریت، نانوسنور، رویداد، پروده طبس.

مقدمه

معادن زغال سنگ زیرزمینی، نیاز به تجهیزات و نیروی انسانی زیادی دارند. جو زیرزمین معادن زغال سنگ، ممکن است با گازهای سمی ناشی از معدن کاری آلوده شوند که باید اکسیژن لازم برای ترقیق گازهای قابل اشتعال که ممکن است باعث انفجار معادن شوند، جایگزین شود. بنابراین لازم است فن آوری‌ها و روش‌هایی برای اندازه‌گیری دقیق سطوح غلظت گازهای سمی و قابل اشتعال در فضاهای زیرزمینی، برای امنیت معادن زغال سنگ 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 زغال سنگ زیرزمینی با شرایط سخت کاری و محیط زیستی خطرناک خود مشخص می‌شوند. بسیاری از حوادث در معادن زغال سنگ 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،

به خصوص متان (CH_4) و یا کاهش اکسیژن برای تنفس کارگران معادن است. بنابراین، برای رشد پایدار صنعت زغال سنگ و ایمنی معدن‌چیان، توسعه فن آوری‌ها و یافتن راه‌هایی برای جلوگیری از خطرناک شدن محیط کاری معادن ضروری است [۴]. برای حفظ شرایط ایمنی و کاری در معادن زغال سنگ 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، مخصوصاً 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].

"زارعی و وکیلی، عملکرد نانوسنسورها در پایش و مدیریت گازهای ناشی از معدن کاری..."

معرفی معدن زغال سنگ مرکزی پروده

طبس

معدن زغال سنگ پروده طبس، در فاصله ۸۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان طبس و در وسعتی معادل ۱۲۰۰ کیلومترمربع، در استان خراسان جنوبی واقع شده است. ناحیه پروده با وسعت ۱۲۰۰ کیلومترمربع و ذخیره زمین شناسی ۱/۱ میلیارد تن زغال سنگ کک شو، یکی از چهار ناحیه حوزه زغالی طبس و بزرگ ترین حوزه زغال سنگ کک شو ایران محسوب می شود. سینه کار (Tailgate - P8/TG)، یکی از سینه کارهایی است که جهت آماده سازی روش استخراج و استخراج زغال سنگ در حال کار می باشد و جنس سنگ سینه کار، بیشتر از زغال سنگ می باشد. این سینه کار، با مقطع چهار گوش مستطیل شکل (مش و بولت)، کار شده است. طول سینه کار تا آخرین برداشت ۵۰۰ متر است. سینه کار (Maingate_ P8/MG) یکی از سینه کارهایی است که جهت آماده سازی روش استخراج و استخراج زغال سنگ در حال کار می باشد و جنس سنگ سینه کار، سیلت استون و زغال سنگ می باشد. این سینه کار، به صورت

سه مقطعی، با مقطع های رایج معدن کاری، مانند مقطع نعل اسبی (آرک)، مقطع دوزنقه (فریم مش و بولت) و چهار گوش مستطیل شکل (مش و بولت) کار شده است. آخرین مقطع کار شده در این تونل، مقطع دوزنقه می باشد. طول سینه کار تا آخرین برداشت، ۴۰۰ متر می باشد [۱].

روش انجام تحقیق

سنسورهای تشخیص گاز

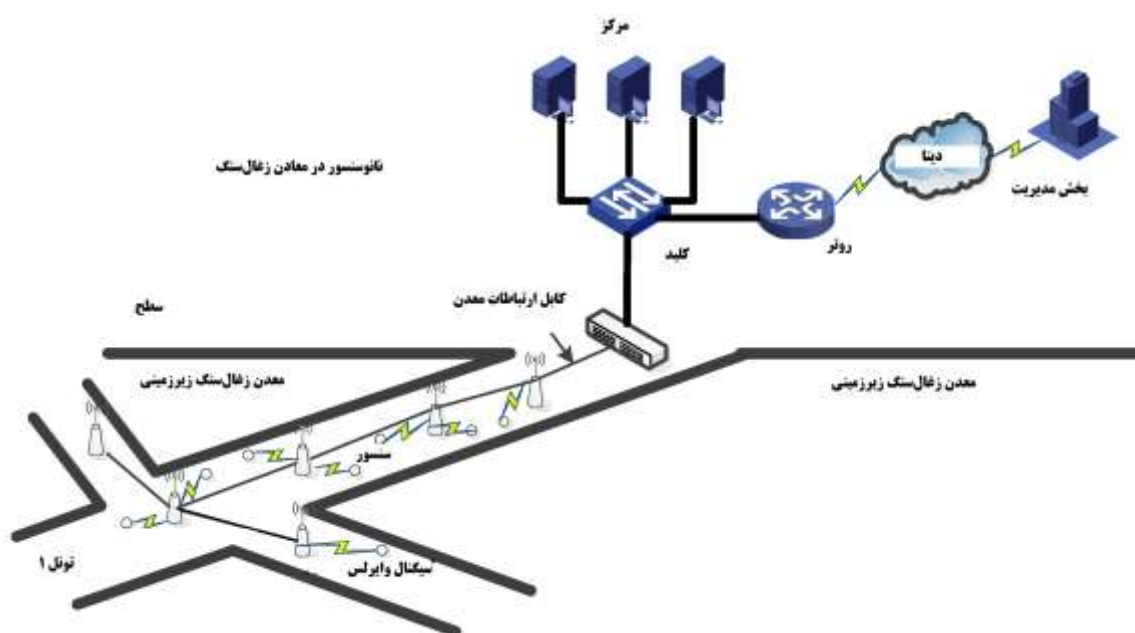
سنسورهای گاز، وظیفه تشخیص حضور گازهای مختلف در یک منطقه، به عنوان بخشی از ضروریات سیستم ایمنی را برعهده دارند. سنسورها با توجه به غلظت گاز قابل شناسایی، پاسخ الکتریکی متناسب را ارائه و ارسال می کنند. اگر غلظت گازها بیش از حد غلظت آستانه باشد، دستگاه یک هشدار را برای اپراتور ایمنی و مهندس تهویه مستقر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

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

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

زغال‌سنگ زیرزمینی ارائه شده است. در حضور گازها ارسال سیگنال مشاهده می‌شود.

در شکل ۱ نمونه یک نانوسنسور برای شناسایی گازهای موجود در محیط معادن



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

شده است [۱].

در جدول ۲ مشخصات سینه کار P8/TG ذکر

"زارعی و وکیلی، عملکرد نانوسنسورها در پایش و مدیریت گازهای ناشی از معدن کاری..."

جدول ۲- مشخصات سینه‌کار P8/TG [۱]

P8/TG	نام تونل
چهارگوش (مش و بولت)	شکل مقطع تونل
استرپ شماره ۵۵۰	آخرین سیکل کار شده با سطح مقطع موجود
۲/۵۰ متر	ارتفاع تونل
۲/۵۰ متر	عرض تونل
۱۲ درجه	شیب تونل
۶/۲۵ مترمربع	مساحت مقطع
واگن و وینچ	نوع سیستم حمل و نقل
۵۰۰ متر	طول کلی تونل

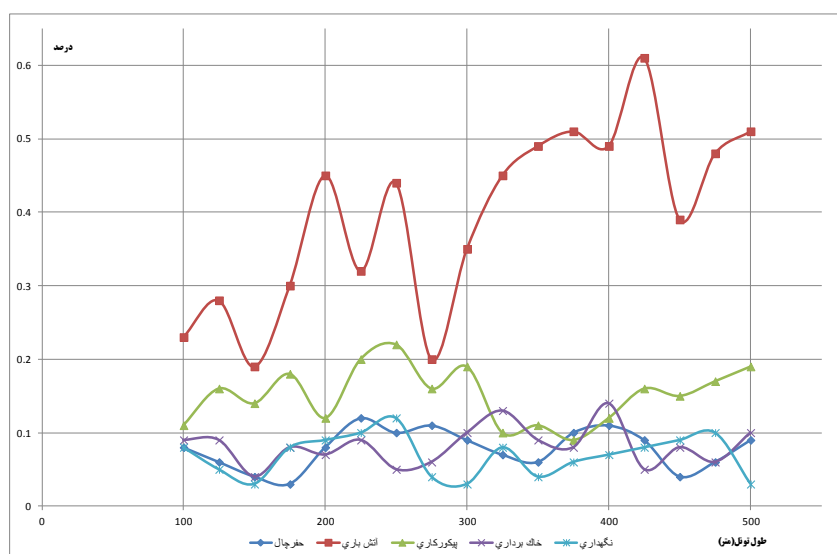
در جدول ۳ میزان گاز متان موجود در تونل اعماق مختلف ذکر شده است. P8/TG براساس عملیات معدن کاری در

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

میزان گاز متان بر اساس عملیات معدن کاری بر حسب درصد در یک سیکل کاری					تونل P8/TG	
نگهداری	خاک برداری	پیکورکاری	آتش باری	حفرچال	طول تونل در هنگام برداشت (متر)	شماره برداشت
۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۲۳	۰/۰۸	۱۰۰	۱
۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۰۶	۱۲۵	۲
۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۰۴	۱۵۰	۳
۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۳۰	۰/۰۳	۱۷۵	۴
۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۴۵	۰/۰۸	۲۰۰	۵
۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۲۰	۰/۳۲	۰/۱۲	۲۲۵	۶
۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۲۲	۰/۴۴	۰/۱۰	۲۵۰	۷
۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۱۱	۲۷۵	۸
۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۱۹	۰/۳۵	۰/۰۹	۳۰۰	۹
۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۴۵	۰/۰۷	۳۲۵	۱۰
۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۴۹	۰/۰۶	۳۵۰	۱۱
۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۵۱	۰/۱۰	۳۷۵	۱۲
۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۴۹	۰/۱۱	۴۰۰	۱۳
۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۱۶	۰/۶۱	۰/۰۹	۴۲۵	۱۴

۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۱۵	۰/۳۹	۰/۰۴	۴۵۰	۱۵
۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۱۷	۰/۴۸	۰/۰۶	۴۷۵	۱۶
۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۱۹	۰/۵۱	۰/۰۹	۵۰۰	۱۷

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



شکل ۲- نحوه انتشار گاز متان (درصد) براساس طول برداشت‌های مختلف (متر) در تونل P8/TG

در جدول ۴ میزان گاز متان موجود در تونل
 P8/MG براساس عملیات معدن‌کاری در
 اعماق مختلف بیان شده است.

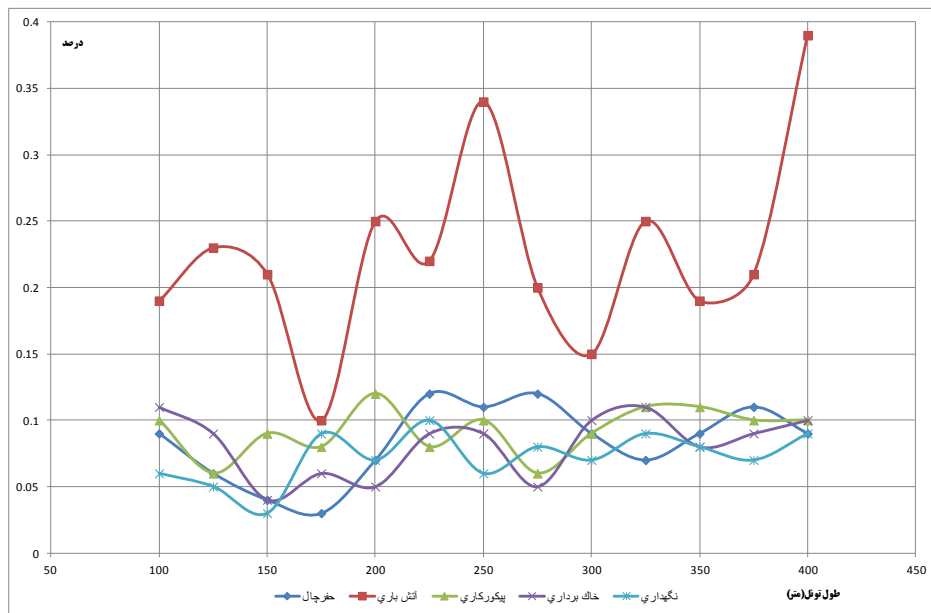
جدول ۴- میزان گاز متان موجود در تونل P8/MG براساس عملیات معدن‌کاری در اعماق مختلف [۱]

میزان گاز متان براساس عملیات معدن‌کاری بر حسب درصد در یک سیکل کاری					تونل P8/MG	
نگهداری	خاک برداری	پیکورکاری	آتش‌باری	حفرچال	طول تونل در هنگام برداشت (متر)	شماره برداشت
۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۹	۰/۰۹	۱۰۰	۱
۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۲۳	۰/۰۶	۱۲۵	۲
۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۲۱	۰/۰۴	۱۵۰	۳
۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۰۳	۱۷۵	۴

"زارعی و وکیلی، عملکرد نانوسنسورها در پایش و مدیریت گازهای ناشی از معدن کاری..."

۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۰۷	۲۰۰	۵
۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۲۲	۰/۱۲	۲۲۵	۶
۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۳۴	۰/۱۱	۲۵۰	۷
۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۱۲	۲۷۵	۸
۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۰۹	۳۰۰	۹
۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۲۵	۰/۰۷	۳۲۵	۱۰
۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۰۹	۳۵۰	۱۱
۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۲۱	۰/۱۱	۳۷۵	۱۲
۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۳۹	۰/۰۹	۴۰۰	۱۳

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



شکل ۳- نحوه انتشار گاز متان (درصد) بر اساس طول برداشت مختلف (متر) در تونل P8/MG

حساسیت بالا و دارای دامنه دینامیکی (ii)
محدودیت تشخیص پایین (iii) خطی بودن
خوب (iv) هیستریزیس کوچک و زمان
پاسخدهی کوتاه و (v) قابلیت انتخابی بودن و

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

یک سنسور ایده‌آل، مشخصاتی شامل: (i)

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 به موقع 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 (<90%) 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

"زارعی و وکیلی، عملکرد نانوسنسورها در پایش و مدیریت گازهای ناشی از معدن کاری..."

مقرون به صرفه، قابل اعتماد و توزیع شده
Arduino-based برای نظارت بر محیط زیست
زیرزمینی معادن پیشنهاد می شود.

(۲) یکپارچه سازی و استفاده از فن آوری های
کلیدی سیستم های مبتنی بر IoT و خدمات آن
برای مهندسين معادن زغال سنگ زیرزمینی که
در آن با سرور و اپراتور ارتباط برقرار می کنند.
(۳) یک "فهرست اخطار معادن (MWI)"
برای ارزیابی آسان و سریع از ایمنی معادن در
ابتدا پیشنهاد می شود.

(۴) پیشنهاد یک الگوریتم تشخیص خروجی
برای شناسایی رویدادها در معادن زغال سنگ
زیرزمینی.

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

نتیجه گیری

نانوسنسورها در حفظ محیطی سالم در معادن
زغال سنگ زیرزمینی با نظارت مستمر هوای
معادن، به اقدامات کنترلی مناسب آن کمک
می کنند. چندین سنسور امیدوارکننده جدید
توسعه یافته اند، اما هیچ سنسور یکنواختی

گاز متان، سایر گازهای سمی در معادن
زغال سنگ زیرزمینی، از جمله مونواکسید کربن
(CO)، دی اکسید کربن (CO₂) و
سولفید هیدروژن (H₂S) نیز حائز اهمیت
هستند. در معرض قرار گرفتن طولانی مدت
این گازها، همیشه باعث آسیب جدی به بدن
انسان می شود. بنابراین، نظارت دقیق محیط
معادن زغال سنگ زیرزمینی برای اهداف اصلی
اهمیت دارد. تجزیه و تحلیل محدوده زمانی
داده ها، تشخیص رویدادها و به اشتراک گذاری
اطلاعات آن ها در زمان واقعی، گام های
امیدوار کننده در جهت ایجاد یک دوره جدید
ایمنی معادن می باشند. گزارش چنین سیستمی
برای معادن زغال سنگ زیرزمینی و اجرای
آن ها برای بهبود محیط زیست و ایمنی کارکنان
معادن ضروری است. توسعه سیستم IoT
معادن، ما را برای درک بهتر شرایط و افزایش
ایمنی محیط معادن کمک کرده و پیاده سازی
چنین سیستمی یک تغییر انقلابی در ایمنی
معادن زغال سنگ زیرزمینی به ارمغان خواهد
آورد.

زیرمجموعه کلیدی این مطالعه را به شرح
زیر می توان برشمرد:

(۱) استفاده از یک شبکه مبتنی بر مقیاس،

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، به میزان 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

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

"زارعی و وکیلی، عملکرد نانوسنسورها در پایش و مدیریت گازهای ناشی از معدن کاری..."

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

References

فهرست منابع

- ۱- "گزارش دفتر فنی مجموعه معادن زغال سنگ 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>.

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 Darmian¹ and Motahareh Vakili Fathabadi²

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.