فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در
مدیریت و حسابداری
سال چهارم، شماره ۵۰، زمستان ۱۳۹۹- جلد پنجم، ص ۱۵۰-۱۴۱

Journal of New Research Approaches
in Management and Accounting
ISSN: 2588-4573
http://www.majournal.ir

مدیریت عملیات اطفای حریق های زیرزمینی

مهدی امدادی [*۱]
بهزاد یزدان مهر [۲]
تقی برناتن [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۵ تاریخ چاپ: ۱۳۹۹/۱۲/۱۰

چکیده

حریق یکی از حوادث خطرناکی است که نه تنها در معادن بلکه در هر جای دیگر سبب ایجاد خسارتهای فراوان مالی و تلفات جانی بسیار می شود. حریق های معدنی جریان کار عادی روزانه را در معادن بر هم میزند و خسارتهای سنگین و حوادث ناگواری را به وجود می آورند. برای بررسی این پدیده، در این تحقیق ابتدا انواع حریق در یک معدن زیرزمینی بررسی شد و مهمترین پارامترهای مؤثر در حریق باز در معادن زیرزمینی زغال سنگ شناسایی شد. در ادامه از کارشناسان مربوطه در مورد ضریب اهمیت هر یک از پارامترهای دخیل در حریق در معادن زغال‌سنگ نظرسنجی به عمل آمد. سپس برای ارائه‌ی یک سیستم طبقه بندی کمّی، بر اساس پارامترهای مؤثر در حریق باز در معادن زغال‌سنگ، نظرات کیفی متخصصان مذکور. با دستیابی به وزن هر پارامتر، سیستم طبقه بندی جدیدی به صورت کمّی پیشنهاد شد.

واژگان کلیدی

حریق، عملیات اطفا، زیرزمین

۱. کارشناسی مدیریت اطفای حریق از دانشگاه علمی کاربردی تاید واتر خاور میانه انزلی. رئیس ایستگاه. (نویسنده مسئول: Peyman.emdadi125@gmail.com)

۲. کارشناسی حرفه ای مدیریت عملیات و ایمنی در حریق و حوادث از دانشگاه علمی کاربردی هلال احمر استان گیلان. رئیس ایستگاه. (B.yazdanmehr@yahoo.com)

۳. کارشناسی مدیریت امداد و سوانح از دانشگاه علمی کاربردی هلال احمر استان گیلان. رئیس ایستگاه. (Tbnt125@gmail.com).

مقدمه

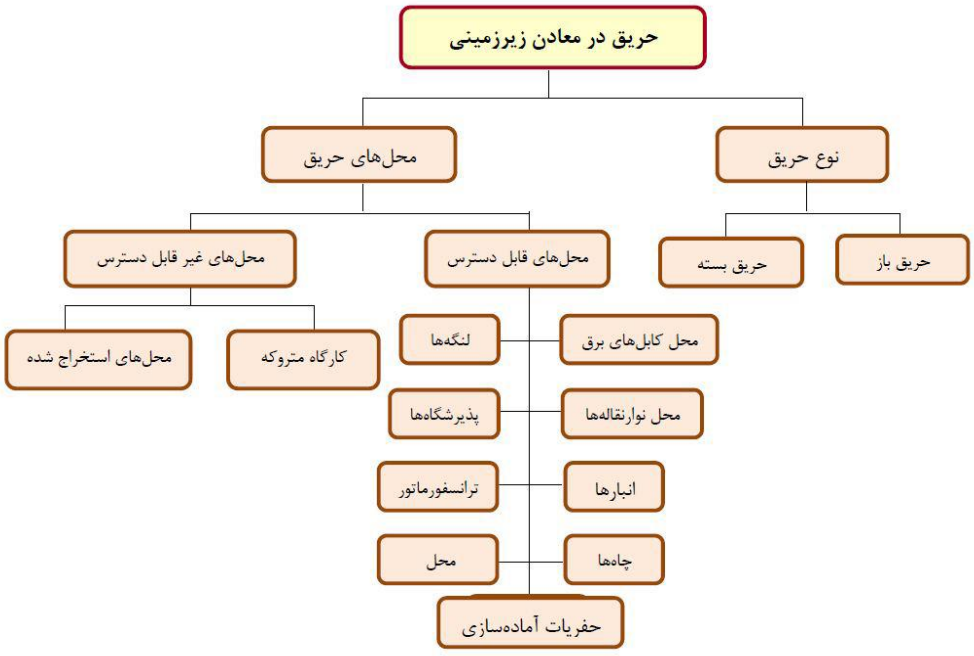
حریق از جمله حوادث عمده در تمام معادن اعم از روباز و زیرزمینی است که یکی از مسائل جدی در کشورهای تولیدکننده زغال‌سنگ محسوب می‌شود. حریق‌های معادن زیرزمینی، به مراتب جدی‌تر و خطرناک‌تر از حریق‌های سطحی هستند زیرا گرما و محصولات ناشی از احتراق، در محل محصوری جمع می‌شوند و بنابراین به مخاطره افتادن جان افرادی که در چنین محیط‌های محدودی کار می‌کنند افزایش می‌یابد و از سوی دیگر، خطر انفجار نیز وجود دارد.

علیرغم افزایش توجه به منابع تجدید پذیر، انرژی فسیلی مثل زغال سنگ نقش عمده‌ای در تأمین انرژی دارد. با این حال حریق های زیرزمینی به طور گسترده صنعت معدن زغال‌سنگ را تهدید می‌کند، بنابراین ارزیابی خطر حریق در معادن زغال‌سنگ یک نیاز اصلی است که باید طی عمر یک معدن مد نظر قرار بگیرد؛ زیرا این موضوع از لحاظ ایمنی، اقتصادی و زیست محیطی بسیار مهم است.

مهمترین مرحله در ارائه سیستم طبقه بندی و ارزیابی جامع یک پدیده با تعداد مشخصی پارامتر، تعیین وزن هر پارامتر بر پدیده اصلی است. چون کلیّه سیستم‌های طبقه‌بندی مهندسی، همواره بر اساس تعدادی پارامتر مرکّب و در ارتباط باهم ارائه می‌شوند، تأثیر توأم هر یک از پارامترها، ارزیابی پدیده نهایی را دشوار می‌کند؛ بنابراین تعیین وزن هر پارامتر، همواره دغدغه اصلی در ارائه سیستم‌های طبقه‌بندی مهندسی بوده است

حریق در معادن زیرزمینی

حریق‌های ایجاد شده در معادن زیرزمینی بر حسب منشأ به دو دسته باز و بسته تقسیم بندی می‌شوند. در شکل ۱ نوع آتش سوزی و محلهای آتش سوزی در معادن زیرزمینی نشان داده شده است.



شکل ۱: انواع آتش‌سوزی در معادن زیرزمینی

حریق بسته

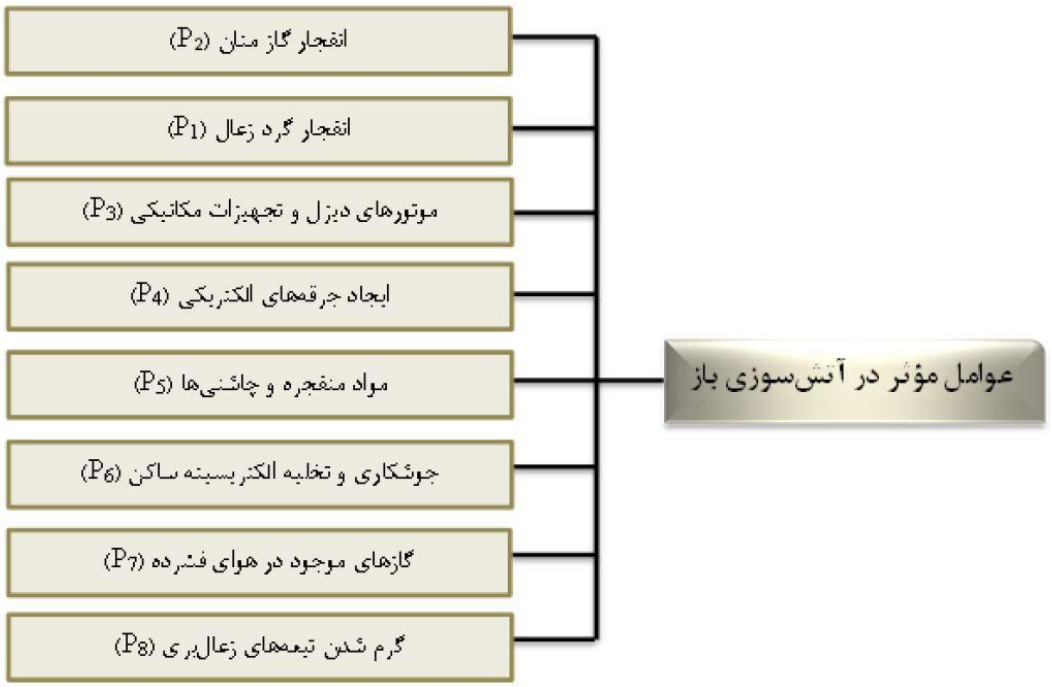
آتش سوزی بسته معمولاً به آتش سوزی گفته می‌شود که قابل مشاهده نمی باشد و اغلب در محلهای استخراج شده و کارگاه های متروکه رخ می دهد. خودسوزی یک نوع آتش سوزی بسته و یکی از دلایل عمده آتش سوزی در معادن زیرزمینی است.

تعیین پارامترهای مؤثر

در علوم مهندسی، همواره برای ارائه سیستم طبقه بندی، انتخاب پارامترهای مهم و ترکیب این پارامترها در کنار هم یکی از مهمترین مراحل به شمار می‌رود. در سیستم های طبقه بندی همواره سعی می‌شود با کمترین تعداد پارامترها بهترین قضاوت صورت گیرد؛ بنابراین برای ارائه ی سیستم طبقه بندی جدید و پیش‌بینی اندیس پتانسیل حریق معادن ۳ اصل اساسی زیر مورد توجه قرار گرفته است.

- از کمترین تعداد پارامترها برای طبقه بندی استفاده شده است.
- از به کارگیری پارامترهای هم ارزش، هم ارز و دارای هم پوشانی پرهیز شود.
- از به کارگیری پارامترهایی که قابلیت اندازه گیری ندارند پرهیز شود.

پارامترهای آورده شده در شکل ۲ تقریباً تمامی عوامل مؤثر بر حریق باز را به خوبی پوشش می‌دهند؛ بنابراین می‌توان با استفاده از این پارامترها، به دیدی روشن از قابلیت حریق باز دست یافت.

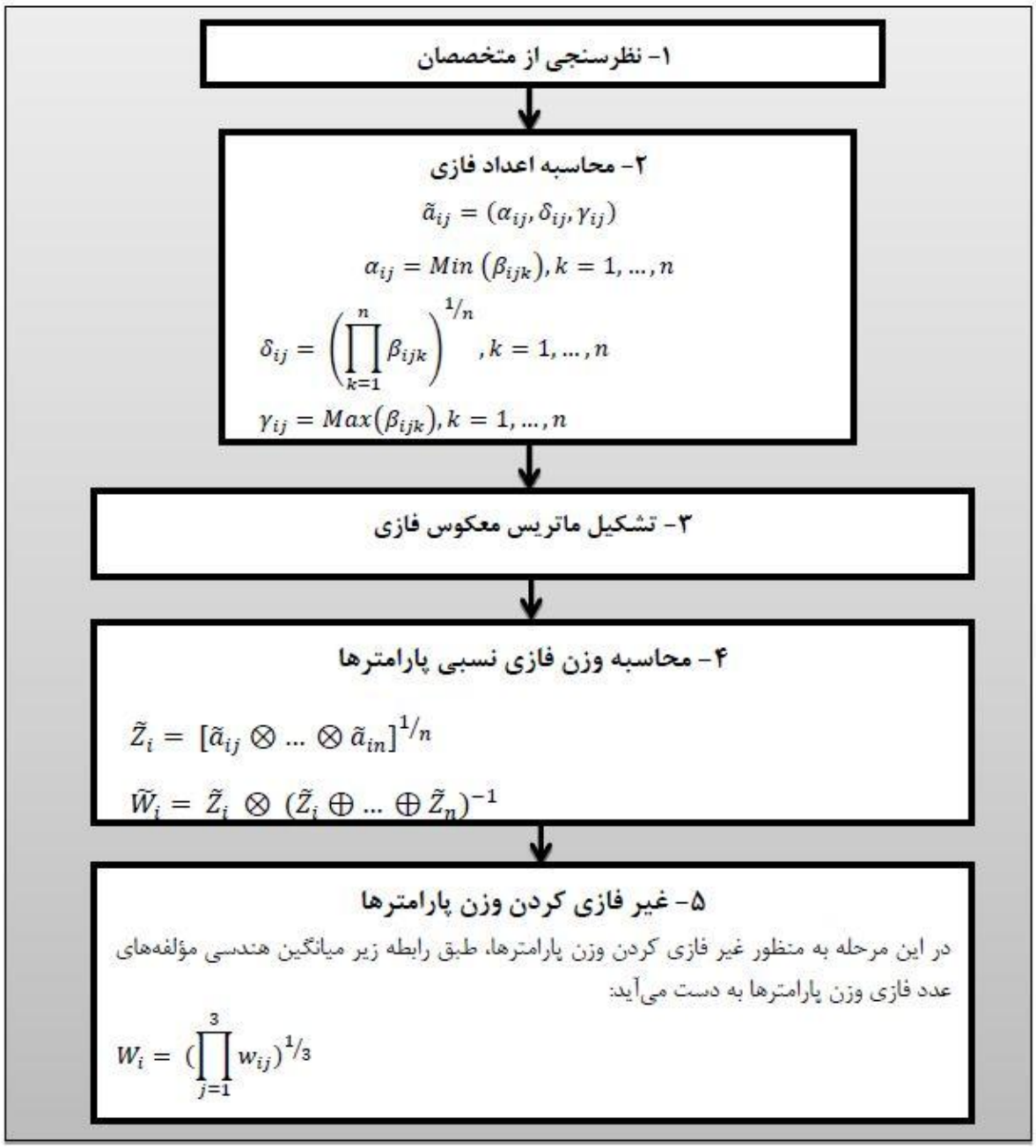


شکل ۲: عوامل مؤثر بر حریق در سیستم طبقه بندی پیشنهادی در معادن زغال‌سنگ

نظرسنجی از متخصصان

پس از تعیین پارامترهای مؤثر بر حریق در معادن زغال‌سنگ، به منظور استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی برای تعیین وزن پارامترهای مختلف، فرمهای نظرسنجی شامل کلیّه پارامترهای شکل ۲ تهیه شده و برای تکمیل شدن برای ۱۵ تن از متخصصان برجسته در داخل کشور ارسال شد.

در این فرمها از متخصصان خواسته شده بود بسته به نظر شخصی خویش و به میزان اهمیت هر یک از پارامترها با استفاده از یک طیف پنج گزینه ای، امتیاز بسیار با اهمیت (۹)، با اهمیت (۷)، اهمیت متوسط (۵)، کم اهمیت (۳) و یا بدون اهمیت (۱) را به آنها اختصاص دهند.



شکل ۳: مراحل انجام روش تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی

اعتبارسنجی پرسشنامه ها

برای اعتبارسنجی پرسشنامه ها می‌بایستی پایایی آنها را محاسبه کنیم. پایایی قابلیت تکرار روش و یکی از ویژگی‌های ابزار اندازه گیری پرسشنامه یا مصاحبه است. منظور از اعتبار یا پایایی ابزار اندازه گیری نیز این است که اگر سنجش، تحت شرایط مشابه مجدداً تکرار شود، نتایج تا چه حد، مشابه و قابل اعتماد است.

برای تعیین پایایی از روش ضریب آلفای کرونباخ و نرم افزار SPSS استفاده کردیم. هرچقدر شاخص آلفای کرونباخ به ۱ نزدیکتر باشد، همبستگی درونی بین سؤالات بیشتر و در نتیجه پرسشها همگن تر خواهند بود.

بدیهی است در صورت پایین بودن مقدار آلفا، بایستی بررسی شود که با حذف کدام پرسشها مقدار آن را افزایش داد. ولی به‌طور کلی اگر ضریب آلفا بیشتر از ۰,۷ باشد، آزمون پایایی قابل قبولی دارد.

جدول ۱: ماتریس مقایسه زوجی فازی دلفی بین عوامل مؤثر

	انفجار گرد زغال	انفجار گاز متان	تجهیزات دیزلی و مکانیکی	جرقه الکتریکی ناشی از برق	مواد منفجره و چاشنی‌ها	جوشکاری	گاز هوای فشرده	گرم شدن تیغه زغال‌بری
انفجار گرد زغال	(۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)	(۱/۲۸۶، ۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰) (۰/۷۷۸)	(۳/۰۰۰، ۱/۳۹۲، ۱/۰۰۰) (۰/۵۵۶)	(۱/۲۸۶، ۱/۰۱۱، ۱/۰۰۰) (۰/۵۵۶)	(۱/۸۰۰، ۱/۰۱۷، ۱/۰۰۰) (۰/۵۵۶)	(۹/۰۰۰، ۱/۱۵۸، ۱/۰۰۰) (۰/۵۵۶)	(۳/۰۰۰، ۱/۳۸۴، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)	(۹/۰۰۰، ۲/۰۶۷، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)
انفجار گاز متان	(۱/۲۸۶، ۱/۰۰۰، ۰/۹۹۹) (۰/۷۷۸)	(۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)	(۳/۰۰۰، ۱/۳۹۳، ۱/۰۰۰) (۰/۵۵۶)	(۱/۲۸۶، ۱/۰۱۱، ۱/۰۰۰) (۰/۵۵۶)	(۱/۴۰۰، ۱/۰۱۷، ۱/۰۰۰) (۰/۵۵۶)	(۷/۰۰۰، ۱/۱۵۸، ۱/۰۰۰) (۰/۵۵۶)	(۳/۰۰۰، ۱/۳۸۴، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)	(۹/۰۰۰، ۲/۰۶۷، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)
تجهیزات دیزلی و مکانیکی	(۳/۰۰۰، ۰/۸۳۲، ۰/۳۳۳) (۰/۳۳۳)	(۳/۰۰۰، ۰/۸۳۲، ۰/۳۳۳) (۰/۳۳۳)	(۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)	(۱/۲۸۶، ۰/۷۲۶، ۰/۳۳۳) (۰/۳۳۳)	(۳/۰۰۰، ۰/۸۴۶، ۰/۳۳۳) (۰/۳۳۳)	(۵/۰۰۰، ۰/۹۶۳، ۰/۳۳۳) (۰/۳۳۳)	(۱/۸۰۰، ۰/۹۹۴، ۰/۵۵۶) (۰/۵۵۶)	(۷/۰۰۰، ۱/۴۸۴، ۰/۴۲۹) (۰/۴۲۹)
جرقه الکتریکی ناشی از برق	(۱/۸۰۰، ۰/۹۸۹، ۰/۷۷۸) (۰/۷۷۸)	(۱/۸۰۰، ۰/۹۸۹، ۰/۷۷۸) (۰/۷۷۸)	(۳/۰۰۰، ۱/۳۷۷، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)	(۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)	(۱/۸۰۰، ۱/۰۰۶، ۰/۷۷۸) (۰/۷۷۸)	(۷/۰۰۰، ۱/۱۴۵، ۰/۷۷۸) (۰/۷۷۸)	(۳/۰۰۰، ۱/۳۶۹، ۰/۷۷۸) (۰/۷۷۸)	(۹/۰۰۰، ۲/۰۴۴، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)
مواد منفجره و چاشنی‌ها	(۱/۸۰۰، ۰/۹۳۸، ۰/۵۵۶) (۰/۵۵۶)	(۱/۸۰۰، ۰/۹۳۸، ۰/۷۱۴) (۰/۷۱۴)	(۳/۰۰۰، ۱/۳۹۴، ۰/۵۵۶) (۰/۵۵۶)	(۱/۲۸۶، ۰/۹۹۴، ۰/۵۵۶) (۰/۵۵۶)	(۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)	(۷/۰۰۰، ۱/۱۳۹، ۰/۵۵۶) (۰/۵۵۶)	(۳/۰۰۰، ۱/۳۶۱، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)	(۹/۰۰۰، ۲/۰۳۲، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)
جوشکاری	(۱/۸۰۰، ۰/۸۶۴، ۰/۱۱۱) (۰/۱۱۱)	(۱/۸۰۰، ۰/۸۶۴، ۰/۱۴۳) (۰/۱۴۳)	(۳/۰۰۰، ۱/۲۰۳، ۰/۲۰۰) (۰/۲۰۰)	(۱/۲۸۶، ۰/۸۷۴، ۰/۱۴۳) (۰/۱۴۳)	(۱/۸۰۰، ۰/۸۷۸، ۰/۱۴۳) (۰/۱۴۳)	(۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)	(۳/۰۰۰، ۱/۱۹۶، ۰/۲۰۰) (۰/۲۰۰)	(۹/۰۰۰، ۱/۷۸۵، ۰/۳۳۳) (۰/۳۳۳)
گاز هوای فشرده	(۱/۰۰۰، ۰/۷۲۲، ۰/۳۳۳) (۰/۳۳۳)	(۱/۰۰۰، ۰/۷۲۲، ۰/۳۳۳) (۰/۳۳۳)	(۱/۸۰۰، ۱/۰۰۶، ۰/۵۵۶) (۰/۵۵۶)	(۱/۲۸۶، ۰/۷۳۱، ۰/۳۳۳) (۰/۳۳۳)	(۱/۰۰۰، ۰/۷۳۵، ۰/۳۳۳) (۰/۳۳۳)	(۵/۰۰۰، ۰/۸۳۷، ۰/۳۳۳) (۰/۳۳۳)	(۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)	(۷/۰۰۰، ۱/۴۹۳، ۰/۷۱۴) (۰/۷۱۴)
گرم شدن تیغه زغال-بری	(۱/۰۰۰، ۰/۴۸۴، ۰/۱۱۱) (۰/۱۱۱)	(۱/۰۰۰، ۰/۴۸۴، ۰/۱۱۱) (۰/۱۱۱)	(۲/۳۳۳، ۰/۶۷۴، ۰/۱۴۳) (۰/۱۴۳)	(۱/۰۰۰، ۰/۴۸۹، ۰/۱۱۱) (۰/۱۱۱)	(۱/۰۰۰، ۰/۴۹۲، ۰/۱۱۱) (۰/۱۱۱)	(۳/۰۰۰، ۰/۵۶۰، ۰/۱۱۱) (۰/۱۱۱)	(۱/۴۰۰، ۰/۶۷۰، ۰/۱۴۳) (۰/۱۴۳)	(۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰، ۱/۰۰۰) (۱/۰۰۰)

تشکیل فهرست سیستم طبقه بندی جدید

تا این مرحله از کار، وزن و اهمیت پارامترها به روش تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی به دست آمده است. برخی از این پارامترها دارای اهمیت زیاد و برخی دیگر دارای اهمیت کمی هستند. برای ارائه یک سیستم طبقه‌بندی سه اصل اساسی مورد توجه قرار می‌گیرد، یکی از این اصل‌ها استفاده از کمترین تعداد پارامترها در سیستم طبقه‌بندی است، بنابراین از آوردن پارامترهایی که ارزش و اهمیت کمی دارند لازم است خودداری شود؛ بنابراین به دلیل این که پارامتر گرم شدن تیغه‌های زغال بری کمترین وزن را داراست و همچنین تاکنون آتش‌سوزی ناشی از این عامل در معدن زغال سنگ دیده نشده است، از آوردن این پارامتر به سیستم طبقه بندی خودداری شده است. برخی از این پارامترها کیفی و برخی دیگر کمّی توضیح داده شده اند. به همین دلیل، امکان وارد کردن مقادیر واقعی پارامتر به صورت مستقیم در

محاسبه اندیس قابلیت حریق در معادن زیرزمینی زغال‌سنگ ممکن نبوده است و به همین دلیل یک رده بندی برای طبقه بندی های مختلف کیفیتها و مقادیر پارامترها تعیین شده است.

به ترکیب مقادیر پارامترها و کلاسهای اختصاص یافته شده برای پارامترها اصطلاحاً فهرست‌های رده‌بندی گفته می‌شود که در عمل، مقادیر پارامترها از این فهرست‌های رده بندی انتخاب می‌شوند.

جدول ۲: منوهای رده بندی در نظر گرفته شده برای پارامترها

پارامتر (واحد)	رده‌بندی اختصاص داده شده				
	۰	۱	۲	۳	۴
جرقه الکتریکی ناشی از برق	- وجود کلید (فیوز) در هر مدار جریان برق کابل‌های مرتبط به هر دستگاه - وجود رله ایمنی در کابل های برق (ولتاژ اضافه). - کنترل کابل‌های برق از لحاظ نحوه نصب و پوشش مناسب (عایق). - عدم نزدیک کردن اشیایی به کابل‌ها که ممکن است اتصالی و یا جرقه تولید کنند. - تهویه مناسب و کنترل گاز در مورد کابل‌های زره دار و کابل‌های ساده روپوش دار که در لوله‌های فلزی با عایق داخلی قرار دارند. - وجود تجهیزات اطفاء حریق مناسب با رعایت فاصله.	- عدم وجود کلید (فیوز) در هر مدار جریان برق کابل‌های مرتبط به هر دستگاه - عدم وجود رله ایمنی در کابل‌های برق (ولتاژ اضافه). - عدم کنترل کابل‌های برق از لحاظ نحوه نصب و پوشش مناسب (عایق). - قرار دادن و یا نزدیک کردن اشیایی به کابل‌ها که ممکن است اتصالی و یا جرقه تولید کنند. - عدم تهویه مناسب و کنترل گاز در مورد کابل‌های زره دار و کابل های ساده روپوش دار که در لوله‌های فلزی با عایق داخلی قرار دارند	- عدم کنترل کابل های برق از لحاظ نحوه نصب و پوشش مناسب (عایق). قرار دادن و یا نزدیک کردن اشیایی به کابل‌ها که ممکن است اتصالی و یا جرقه تولید کنند. - عدم تهویه و کنترل گاز در مورد کابل‌های زره‌دار و کابل‌های ساده روپوش‌دار که در لوله‌های فلزی با عایق داخلی قرار دارند	- وجود رله ایمنی در کابل‌های برق (ولتاژ اضافه). - کنترل کابل‌های برق از لحاظ نحوه نصب و پوشش مناسب (عایق).	- عدم وجود کلید (فیوز) در هر مدار جریان برق کابل‌های مرتبط به هر دستگاه - عدم وجود رله ایمنی در کابل‌های برق (ولتاژ اضافه). - عدم کنترل کابل‌های برق از لحاظ نحوه نصب و پوشش مناسب (عایق). - قرار دادن و یا نزدیک کردن اشیایی به کابل‌ها که ممکن است اتصالی و یا جرقه تولید کنند. - عدم تهویه مناسب و کنترل گاز در مورد جریان برق کابل‌های مرتبط به هر دستگاه - عدم وجود رله ایمنی در کابل‌های برق (ولتاژ اضافه). - عدم کنترل کابل‌های برق از لحاظ نحوه نصب و پوشش مناسب (عایق). - قرار دادن و یا نزدیک نمودن اشیایی به کابل‌ها که ممکن است اتصالی و یا جرقه تولید کنند. - عدم تهویه مناسب و کنترل گاز در مورد کابل‌های زره دار و کابل های ساده روپوش دار که در لوله‌های فلزی با عایق داخلی قرار دارند. - عدم وجود تجهیزات اطفاء حریق مناسب با رعایت فاصله.

پارامتر (واحد)	رده‌بندی اختصاص داده شده				
	۰	۱	۲	۳	۴
انفجار گرد زغال (gr/m^3)	<۱۰ >۱۷۰۰	۱۰-۴۰	۴۰	۴۰-۱۷۰۰	۱۷۰۰
انفجار گاز متان (٪)	عیار متان تا ۲۰٪ در هوای عادی	عیار متان تا ۱۴٪ اکسیژن زیر ۲۱٪	عیار متان بیش از ۱۴-۱۶٪ اکسیژن تا ۱۶٪	متان زیر ۴/۵٪ اکسیژن ۲۱٪	۱۴-۴/۵٪
مواد منفجره و چاشنی‌ها	- عاری بودن از گاز یا کنترل گاز محل آتشباری. - آب پاشی و مجهز بودن محل آتشباری به آب (در محلی که مواد منفجره غیر امولسیونی می باشد). - تهویه مناسب در محل آتشباری. - عدم وجود مواد و تجهیزات قابل اشتعال در محل عملیات آتشباری. - عدم جریان آزاد هوای فشرده در زمان آتشباری. - وجود تجهیزات اطفاء حریق در محل آتشباری.	- عاری بودن از گاز یا کنترل گاز محل آتشباری. - آب پاشی و مجهز بودن محل آتشباری به آب (در محلی که مواد منفجره غیر امولسیونی می باشد). - تهویه مناسب در محل آتشباری. - عدم وجود مواد و تجهیزات قابل اشتعال در محل عملیات آتشباری. - عدم جریان آزاد هوای فشرده در زمان آتشباری.	- عاری بودن از گاز یا کنترل گاز محل آتشباری.	- عدم کنترل گاز محل آتشباری.	- وجود گاز و عدم کنترل گاز محل آتشباری. - عدم آب پاشی و مجهز نبودن محل آتشباری به آب (در محلی که مواد منفجره غیر امولسیونی می باشد). - عدم تهویه مناسب در محل آتشباری. - وجود مواد و تجهیزات قابل اشتعال در محل عملیات آتشباری. - جریان آزاد هوای فشرده در زمان آتشباری. - عدم وجود تجهیزات اطفاء حریق در محل آتشباری.

پارامتر (واحد)	ردهبندی اختصاص داده شده				
	۰	۱	۲	۳	۴
تجهیزات دیزلی و مکانیکی	به همراه نداشتن تجهیزات دیزلی از مواد سوختنی. نصب و به همراه داشتن کپسول اطفاء حریق در تجهیزات دیزلی. عدم ایجاد نشت مواد سوختنی در تجهیزات دیزلی. کنترل میزان گرمای تولیدی در تجهیزات دیزلی (نصب رله حرارتی، سنسور حساس به گرما به میزان کمتر از نقطه اشتعال) تهیه و اجرای برنامه تعمیرات و نگهداری در تجهیزات دیزلی	- عاری بودن تجهیزات دیزلی از مواد سوختنی. - نصب و به همراه داشتن کپسول اطفاء حریق در تجهیزات دیزلی. - عدم ایجاد نشت مواد سوختنی در تجهیزات دیزلی	- تهیه و اجرای برنامه تعمیرات و نگهداری در تجهیزات دیزلی	- کنترل میزان گرمای تولیدی در تجهیزات دیزلی (نصب رله حرارتی، سنسور حساس به گرما به میزان کمتر از نقطه اشتعال	- همراه داشتن تجهیزات دیزلی از مواد سوختنی. - نبود کپسول اطفاء حریق همراه با تجهیزات دیزلی. - ایجاد نشت مواد سوختنی در تجهیزات دیزلی. - عدم کنترل میزان گرمای تولیدی در تجهیزات دیزلی (عدم نصب رله حرارتی، نبود سنسور حساس به گرما به میزان کمتر از نقطه اشتعال) - نبود برنامه تعمیرات و نگهداری و اجرای آن در تجهیزات دیزلی

پارامتر (واحد)	ردهبندی اختصاص داده شده				
	۰	۱	۲	۳	۴
گاز و هوای فشرده	- کنترل گازهای موجود در هوای فشرده که احتمال ایجاد یا کمک‌کننده به اشتعال می‌باشند (نظیر هیدروژن، اکسیژن و متان و غیره) - کنترل مواد سوختنی تسهیل کننده در هوای فشرده نظیر روغن از طریق نصب صافی های ویژه‌ای در خطوط لوله. - استفاده از روغن‌های با دمای تجزیه و اشتعال بالا با توجه به ظرفیت هوای فشرده تولیدی توسط کمپرسور. - کنترل مستمر دمای هوای فشرده و استفاده از خنک کننده های مجاز. - ایجاد جریان تهویه مستمر جهت رقیق نمودن گازهای قابل اشتعال تولیدی.	- کنترل گازهای موجود در هوای فشرده که احتمال ایجاد یا کمک کننده به اشتعال می باشند (نظیر هیدروژن، اکسیژن و متان و غیره) - کنترل مواد سوختنی تسهیل کننده در هوای فشرده نظیر روغن از طریق نصب صافی های ویژه‌ای در خطوط لوله. - کنترل مستمر دمای هوای فشرده و استفاده از خنک کننده های مجاز. - ایجاد جریان تهویه مستمر جهت رقیق نمودن گازهای قابل اشتعال تولیدی	- کنترل گازهای موجود در هوای فشرده که احتمال ایجاد یا کمک کننده به اشتعال می باشند. (نظیر هیدروژن، اکسیژن و متان و غیره) - کنترل مواد سوختنی تسهیل کننده در هوای فشرده نظیر روغن از طریق نصب صافی های ویژه‌ای در خطوط لوله	- کنترل مواد سوختنی تسهیل کننده در هوای فشرده نظیر روغن از طریق نصب صافی های ویژه‌ای در خطوط لوله	- عدم کنترل گازهای موجود در هوای فشرده که احتمال ایجاد یا کمک کننده به اشتعال می باشند. (نظیر هیدروژن، اکسیژن و متان و غیره) - عدم کنترل مواد سوختنی تسهیل کننده در هوای فشرده نظیر روغن از طریق نصب صافی های ویژه‌ای در خطوط لوله. - عدم استفاده از روغن‌های با دمای تجزیه و اشتعال بالا با توجه به ظرفیت هوای فشرده تولیدی توسط کمپرسور. - عدم کنترل مستمر دمای هوای فشرده و استفاده از خنک کننده های مجاز. - عدم ایجاد جریان تهویه مستمر جهت رقیق نمودن گازهای قابل اشتعال تولیدی.

پارامتر (واحد)	ردهبندی اختصاص داده شده				
	۰	۱	۲	۳	۴
جوشکاری	- عدم وجود گاز و گرد زغال در محل جوشکاری. - مرطوب نمودن مواد سوختنی جامد موجود در محل جوشکاری. - وجود تجهیزات مناسب اطفاء حریق در محل عملیات جوشکاری. - برقراری مستمر جریان هوای تهویه در محل جوشکاری. - نظارت مستمر قبل و بعد از عملیات جوشکاری. - حذف مواد قابل اشتعال - قطع اتصالات طرفین محل جوشکاری ازنقطه جوشکاری	- عدم وجود گاز و گرد زغال در محل جوشکاری. - حذف مواد قابل اشتعال - نظارت مستمر قبل و بعد از عملیات جوشکاری.	- مرطوب نمودن مواد سوختنی جامد موجود در محل جوشکاری. - قطع اتصالات طرفین محل جوشکاری ازنقطه جوشکاری	- وجود تجهیزات مناسب اطفاء حریق در محل عملیات جوشکاری. - برقراری مستمر جریان هوای تهویه در محل جوشکاری.	- وجود گاز و گرد زغال در محل جوشکاری. - مرطوب نبودن مواد سوختنی جامد موجود در محل جوشکاری. - عدم وجود تجهیزات مناسب اطفاء حریق در محل عملیات جوشکاری. - عدم برقراری مستمر جریان هوای تهویه در محل جوشکاری. - عدم نظارت مستمر قبل و بعد از عملیات جوشکاری. - عدم حذف مواد قابل اشتعال - عدم قطع اتصالات طرفین محل جوشکاری ازنقطه جوشکاری

مطالعه موردی

به منظور ارزیابی خطر حریق با استفاده از اندیس پتانسیل حریق معادن زغالی طزره انتخاب شدند. منطقه زغالی طزره در ۴۵ کیلومتری غرب شاهرود و در حد فاصل جاده اصلی تهران مشهد قرار گرفته است. با استفاده از جدول ۲ مناطق مجموعه زغال‌سنگ البرز شرقی از لحاظ پتانسیل حریق ارزیابی شده اند.

مقادیر اختصاص داده شده به هر پارامتر در هر محل (از ۰ تا ۴) با توجه به رده بندی های تعریف شده در جدول ۲ آورده شده است. در جدول ۱۱ به دلیل حذف شدن پارامتر گرم شدن تیغه‌های زغالبری، وزن پارامترهای به دست آمده در جدول ۲ نرمال شده است.

برای به دست آوردن اندیس پتانسیل حریق در محلهای معرفی شده در مجموعه معادن البرز شرقی، ابتدا در هر محل به ازای پارامترهای تعیین شده اندیس پتانسیل حریق را به دست آورده و در نهایت اندیس پتانسیل حریق در هر محل از مجموع امتیازات به دست آمده به ازای هر پارامتر به دست می آید.

نتیجه گیری

در این مقاله، حریق در معادن زغال‌سنگ به عنوان یکی از مهمترین مخاطرات معدنکاری زغال در معادن زیرزمینی بررسی و مطالعه شد. در مرحله ی اوّل، انواع حریق در معادن زیرزمینی بررسی شد. سپس تحقیقات مهم و تأثیرگذار در حوزه حریق که در طی سالهای اخیر ارائه شده‌اند، مورد بررسی قرار گرفتند. با آگاهی از نقاط ضعف و قوت مطالعات پیشین، چهارچوب اصلی تحقیق تعیین شد. در مرحله ی بعد کلیّه ی پارامترهای مهم و مؤثر در حریق باز در معادن زیرزمینی زغال‌سنگ ارزیابی شد.

به رغم تأکید متخصّصان مختلف و مطالعات گسترده گذشتگان، تاکنون یک روش جامع و کامل برای ارزیابی خطر حریق باز در معادن زغال‌سنگ که ضریب تأثیر اهمیت هر یک از پارامترهای مؤثر را نیز لحاظ کرده باشد ارائه نشده بود و در این تحقیق سعی شد تا یک رهیافت جدید برای ارزیابی خطر حریق در معادن زیرزمینی زغال‌سنگ ارائه شود.

پس از انجام مطالعات، به منظور ارزیابی قابلیت و توانایی سیستم طبقه‌بندی پیشنهاد شده، محلهای مستعد حریق در مجموعه معادن زغال‌سنگ البرز شرقی برای انجام مطالعات موردی انتخاب شدند. با توجه به مطالعات انجام شده با استفاده از سیستم طبقه بندی جدید، مشخص شد که ترانسفورماتورهای فشار قوی و کابلهای برق به شدّت مستعد حریق هستند که با واقعیت نیز مطابقت می‌کند.

منابع و مآخذ

[1] Sinha P.R., (1987), “Mine Fire in Indian Coal Fields”, Energy, Vol. 11, Issues 11-12, pp.1147-1154.

۲- مدنی ح، (۱۳۷۳). "بازرسی در معادن "، گروه مترجمان، انتشارات بصیر.

[3] Zhou F-B. and Ma L-J., (2013), "A New Approach to Control a Serious Mine Fire with Using Liquid Nitrogen as Extinguishing Media", Fire Technology, pp. 325-334.
[4] Banerjee S.C., (1982), "A Theoretical Design to the Determination of Risk Index of Spontaneous Fires in Coal Mines", Journals of Mines, Metals & Fuels, Vol. 30, No. 8 pp. 399-406.
[5] Singh R.N., Shonhardt J.A. and Terezopoulos N., (2002), "A new dimension to studies of spontaneous combustion of coal", Mineral Resources Engineering, Vol. 11, Issue 2, pp. 147-163.
۶- صفاری آ، (۱۳۹۲)، پایان نامه کارشناسی ارشد، " ارائه ی یک سیستم طبقه بندی مهندسی برای ارزیابی خطر خودسوزی زغال در معادن زغال‌سنگ " ، دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود.
[7] Wachowicz J., (2008), "Analysis of underground fire in polish hard coal mine", Journal china university mining & Technoligy, Vol. 18, pp. 332-336
[8] Emergency Management System- Emergency Response underground Operation, Site Saftey Standard.
۹- منتصر کوهساری ب، (۱۳۸۲). "دستورالعمل و طرح جامع ایمنی و نجات و بهداشت در معادن زغال‌سنگ " ، شرکت پیشگامان صنعت فولاد.
[10] Denton S., Allsop A. and Davies M., (2012), "The Prevention and Control of Fire and Explosion in Mines", Health and Safety Executive
[11] MDG 1006, (2011), "Technical Reference for Spontaneous Combustion Management Guideline", Produced by Mine Safety Operations Branch Industry and Investment NSW, pp. 9-14.
[12] Cheng J. and Luo Y., (2011), "Modeling Atmosphere Composition and Determining Explosibillity in a Sealed Coal Mine Volume", SME Annual Meeting, West Virginia University.

Management of underground firefighting operations

Mehdi Emdadi *1
Behzad Yazdan Mehr 2
Taghi Bornatan 3

Date of Receipt: 2021/01/15 Date of Issue: 2021/02/28

Abstract

Fire is one of the most dangerous accidents that cause a lot of financial losses and casualties not only in the mines but also everywhere else. Mineral fires disrupt the normal daily work flow in the mines and cause heavy damages and accidents. Bring. To investigate this phenomenon, in this study, first the types of fires in an underground mine were investigated and the most important effective parameters in open fire in the underground mines of Zogha-Sang were identified. Coal mines were surveyed. Then, to provide a quantitative classification system, based on the effective parameters in open fire in coal mines, the qualitative opinions of the mentioned experts. With the weight of each parameter achieved, a new classification system was proposed quantitatively.

Keywords

Fire, firefighting operations, basement

1. Bachelor of Fire Extinguishing Management from Tidewater University of Middle East Anzali. Station boss. (Responsible author: Peyman.emdadi125@gmail.com)

2 Professional bachelor's degree in operations management and safety in fire and accidents from Guilan Red Crescent University of Applied Sciences. Station boss. (B.yazdanmehr@yahoo.com).

3. Bachelor of Rescue and Accident Management from Guilan Red Crescent University of Applied Sciences. Station boss. (Tbnt125@gmail.com).