



## اولویت بندی و وزن دهی فاکتورهای موثر بر کاهش عملکرد ایمنی کارکنان معادن بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (مورد مطالعه: معادن سنگ آهن شهرستان سیرجان)

سمیه رشیدی گوغری<sup>۱</sup>، سجاد زارع<sup>۲</sup>، آیدا طیبیان<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۳۰

### چکیده

امروزه در سازمان‌ها توجه به عملکرد ایمنی کارکنان با هدف حرکت سازمان به سمت کاهش حوادث و بیماری‌های شغلی و جلوگیری از اتلاف منابع بیش از پیش انجام می‌شود. عملکرد ایمنی به مجموعه اعمال و رفتارهایی که کارکنان برای حفظ و ارتقای سطح ایمنی و بهداشتی خود و همکارانشان انجام می‌دهند گویند. در این تحقیق نسبت به شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کاهنده عملکرد ایمنی کارکنان (مورد مطالعه معادن سنگ آهن شهرستان سیرجان) اقدام شد. این پژوهش کاربردی و از حیث راهبرد، پیمایشی و نمونه آماری تحقیق ۱۲ نفر از مدیران ایمنی و صاحب‌نظران شاغل در معادن شهرستان سیرجان بودند که از طریق نمونه‌گیری غیر تصادفی و هدفمند انتخاب شدند. ابزار گردآوری داده‌ها، مصاحبه نیمه ساختار یافته و پرسشنامه بود و جهت تحلیل داده‌ها از تکنیک واکاوی حالات نقص و اثرات آن و رویکرد تلفیقی تحلیل سلسله‌مراتبی و روش‌های ترجیح براساس مشابهت به راه حل ایده‌آل فازی استفاده شد. بر اساس یافته‌ها عدم اختصاص بودجه لازم جهت اجرای برنامه‌های ایمنی، فقدان نیروی متخصص در زمینه ایمنی در سازمانها و کمبود آموزش مستمر و موثر کارکنان در راستای اهداف ایمنی بیشترین مقدار را در شاخص نزدیکی نسبی به خود اختصاص دادند و بیشترین تاثیر را در کاهش عملکرد ایمنی کارکنان داشتند.

**واژگان کلیدی:** عملکرد ایمنی؛ واکاوی حالات نقص و اثرات آن؛ فازی

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد HSE، گروه مهندسی HSE، موسسه آموزش عالی کرمان، کرمان، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی کرمان (نویسنده مسئول) (Ss\_zare87@yahoo.com)

<sup>۳</sup> استادیار، موسسه آموزش عالی کرمان، کرمان، ایران

## مقدمه

ایمنی شغلی یک مسئله حیاتی است که به طور چشمگیری بر زندگی مردم و اقتصاد کشورها تاثیرگذار است و ضروری است که برای پیشگیری از حوادث ناشی از کار و بیماری های شغلی اقدامات لازم انجام شود (نیل و گریفین، ۲۰۰۶). حوادث ناشی از کار، سومین عامل مرگ و میر در جهان و دومین عامل مرگ و میر در ایران است. (رجبی، مکرمی و جهانگیری، ۱۳۹۸) برآوردها نشان می دهد هر حادثه منجر به فوت ۷۵۰۰ روز کاری از دست رفته هزینه در بر دارد. (حلاجیان، ۱۳۹۲). جهت ارتقاء وضعیت ایمنی سازمان و کاهش حوادث و بیماری های شغلی لازم است نسبت به افزایش عملکرد ایمنی سیستم و بویژه عملکرد ایمنی کارکنان توجه نمود.

عملکرد ایمنی به مجموعه اعمال و رفتارهایی که کارکنان برای حفظ و ارتقای سطح ایمنی و بهداشتی خود و همکارانشان انجام می دهند گویند. (رجبی و همکاران، ۱۳۹۸) در واقع عملکرد ایمنی به رفتارهایی گفته می شود که اثر مستقیم یا غیر مستقیم بر ایمنی دارند. عملکرد ایمنی با انگیزش ایمنی و دانش ایمنی رابطه نسبتاً قوی دارد. همچنین جو ایمنی و روانشناختی گروه دارای اثر حیاتی بر عملکرد ایمنی هستند (کریستین و همکاران، ۲۰۰۹). عملکرد ایمنی، به مجموعه اقدامات و فعالیت هایی اطلاق می شود که به منظور افزایش سطح ایمنی محیط کار با استفاده بهینه از امکانات و تجهیزات ایمنی به شیوه ای اقتصادی و توأم با کارایی و اثر بخشی صورت می گیرد (محمدفام، ۱۳۸۸).

بیشتر حوادث شغلی در اثر عملکرد ایمنی نامناسب کارکنان اتفاق می افتند (رجبی و همکاران، ۱۳۹۸) چرا که یکی از مهم ترین فاکتورها در پیشگیری از حوادث و ارتقای سطح سلامت شغلی، عامل انسانی و نیروی کار است. عملکرد انسان در محیط کاری می تواند فرصت ها و تهدیدهایی را با خود به همراه داشته باشد. اگر به عامل انسانی توجه نشود، احتمال رفتارهای نایمن و خطاهای انسانی بالا رفته و ریسک حوادث نیز افزایش می یابد. در مقابل، با اتخاذ رویکرد مناسب، میتوان با ارتقای عملکرد انسانی، سطح ایمنی را در سازمان افزایش داد. (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۷) به نظر می رسد شناسایی و رتبه بندی عوامل کاهش عملکرد ایمنی کارکنان و رفع موانع موجود در این خصوص می تواند در راستای کاهش حوادث شغلی مهم تلقی گردد. نظر به موارد فوق و با توجه به اینکه تا کنون مطالعه مستقلی برای شناسایی عوامل کاهش عملکرد ایمنی کارکنان شرکت های معدنی شهرستان سیرجان انجام نشده، این پژوهش کوشیده است تا خلاء مزبور را پر کند. بنابراین سوال اصلی این تحقیق عبارت است از اولویت بندی و وزن دهی فاکتورهای موثر بر کاهش عملکرد ایمنی کارکنان معادن چگونه است؟ که پاسخ به این سوال نیازمند یک کار علمی و تحقیقاتی می باشد.

## مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در طول سالیان گذشته دیدگاه های سازمان ها در زمینه ایمنی دوره های مختلفی پشت سر گذاشته است. در آخرین حلقه این تحولات نگاه ها به فرهنگ سازمان و نقش عوامل انسانی در بروز حوادث آشکار شده است. حادثه چرنوبیل در تحول دیدگاه های مرتبط با ایمنی یک نقطه عطف محسوب می شود. پس از آن عوامل سازمانی نظیر فرهنگ و به خصوص جو ایمنی به عنوان علل موثر بر وقوع حوادث ایمنی در صنعت مطرح گردید (حلوانی و همکاران، ۱۳۹۱). امروزه سازمانها در تحلیل علل حوادث با گذر از مرحله تکنیکی، مرحله خطای انسانی و فنی و مرحله اجتماعی، بیشتر

عوامل سازمانی را به عنوان علل موثر بر وقوع حوادث صنعتی مورد تاکید قرار می دهند (روح الهی، ۱۳۹۳) و بسیاری از حوادث ناشی از کار ریشه در عوامل سازمانی دارند. از سوی دیگر در بین علوم رفتاری برخی مثل روانشناسان مستقیماً در برنامه های ایمنی شرکت می کنند و برخی دیگر از طریق جنبه عوامل انسانی مثل رفتار سازمانی، روانشناسی صنعتی یا مدیریت شاغلین به بهبود ایمنی کمک می کنند و برخی از دانشمندان علوم رفتاری، تئوری های اصلاح رفتار را در ارتباط با فعالیت های ایمنی به منظور کاهش حوادث به کار گرفته اند. اصول دستیابی به ایمنی در حال حاضر شامل ایمنی مبتنی بر رفتار است (محمدفام، ۱۳۹۲) و عملکرد ایمنی معمولاً رفتاری تکراری و غیر ابتکاری است. به عبارت دیگر عملکرد ایمنی بخشی از فعالیت های ایمنی است که توصیف کننده جنبه رفتاری کارکنان در سیستم مدیریت ایمنی کارکنان می باشد (نیل و گریفین، ۲۰۰۰)؛ رفتارهایی که اثر مستقیم یا غیر مستقیم بر ایمنی دارند، بنابراین عملکرد ایمنی به مجموعه اعمال و رفتارهای کارکنان برای حفظ و ارتقای سطح ایمنی و بهداشتی خود و همکاریانشان اطلاق می شود (رجبی و همکاران، ۱۳۹۸). به طور کلی عملکرد ایمنی زاینده عملکرد شغلی بوده، و به مطابقت رفتاری کارکنان با رویه های ایمنی شرکت اشاره می کند (سانی، انبیر و همکاران، ۲۰۲۰). عملکرد ایمنی بخشی از فعالیت های ایمنی است که توصیف کننده جنبه رفتاری کارکنان در سیستم مدیریت ایمنی کارکنان می باشد. عملکرد ایمنی شامل دو بعد رعایت و مشارکت می باشد و با فرهنگ ایمنی، ویژگی های جمعیت شناختی، تعهد فردی و غیره ارتباط دارد. تحقیقات مختلفی در خصوص عوامل مرتبط با عملکرد ایمنی کارکنان انجام شده است که به برخی از تحقیقات که در سالهای اخیر انجام شده در جدول ۱ اشاره گردیده است.

جدول ۱. تحقیقات انجام شده در زمینه عوامل موثر بر عملکرد ایمنی کارکنان

محقق و سال انجام تحقیق	نتیجه تحقیق
دهقانی سلطانی و رمضانی (۱۴۰۰)	شخصیت سازمانی از طریق رضایت شغلی به بهبود عملکرد ایمنی می انجامد.
رجبی و همکاران (۱۳۹۸)	از بین ویژگیهای جمعیت شناختی مورد بررسی، سن و تجربه کاری ارتباط معناداری با عملکرد ایمنی داشتند.
منظمی و همکاران (۱۳۹۸)	افزایش میزان سرمایه گذاری های ایمنی باعث بهبود عملکرد ایمنی می شود.
فاسمی و همکاران (۱۳۹۷)	تعهد فردی به ایمنی، اثر مستقیمی بر ابعاد مختلف عملکرد ایمنی دارد.
احمدناجی و همکاران (۲۰۲۲)	ارتباطات ایمنی تا حدی واسطه ارتباط بین فرهنگ ایمنی و عملکرد ایمنی است. علاوه بر این، فرهنگ ایمنی تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد ایمنی دارد.
ایسکفتو و همکاران (۲۰۲۰)	متغیرهای ایمنی و بهداشت شغلی روی هم تأثیر معناداری بر متغیرهای عملکرد دارند.
کریستین و همکاران (۲۰۰۹)	انگیزش ایمنی تأثیر مثبتی بر بهبود عملکرد در کاهش تعداد تصادفات دارد.

## روش شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و به لحاظ نحوه گردآوری داده ها در زمره پژوهشهای میدانی و از حیث راهبرد، پیمایشی است. جهت گردآوری داده ها از روش مطالعه کتابخانه ای و میدانی و انجام مصاحبه با خبرگان استفاده می شود. ابزار اصلی گردآوری داده ها در مرحله اول، مصاحبه نیمه ساختار یافته است و طبق آن نسبت به شناسایی ریسک فاکتورهای مختلف (عوامل کاهش عملکرد ایمنی کارکنان) اقدام و بر اساس آن پرسشنامه محقق ساخته با ۲۰ گویه تدوین و روایی و پایایی این پرسشنامه مورد تایید قرار گرفت. این پرسشنامه جهت اندازه گیری شاخص های سه گانه اولویت خطا میان خبرگان توزیع شد. این شاخص ها عبارتند از شدت شکست (یعنی تاثیر هر عامل در شکست/نقص در کاهش عملکرد ایمنی کارکنان)، احتمال رخداد شکست (یعنی میزان مواجهه با این عامل) و قابلیت کشف شکست (یعنی توانایی کشف هر عامل شکست/نقص در کاهش عملکرد ایمنی کارکنان قبل از رخداد آن). همچنین در این تحقیق به منظور مقایسه مولفه های تاثیرگذار در عوامل شکست اجرای خط مشی های ایمنی و بهداشت از پرسشنامه مقایسات زوجی (بر اساس روش تحلیل گسترش یافته چانگ) نیز استفاده شد. جامعه ی آماری این پژوهش را مدیران و کارشناسان خبره مرتبط با ایمنی در سازمانهای معدنی شهرستان سیرجان تشکیل داده که از طریق تکنیک نمونه گیری غیر تصادفی و از نوع روش هدفمند انتخاب شده اند. بر این اساس خبرگان این تحقیق مشتمل بر ۱۲ نفر از مدیران مرتبط با ایمنی معادن سیرجان می باشند.

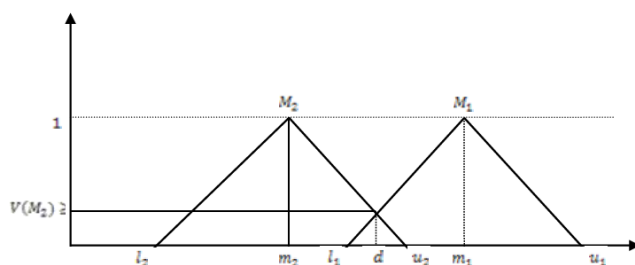
هدف اصلی تحلیل حالات شکست و آثار آن کشف و اولویت بندی حالات بالقوه شکست با محاسبه شاخص درجه اولویت ریسک است که حاصل ضرب سه مفهوم احتمال رخداد شکست، شدت شکست و قابلیت کشف شکست است. این سه فاکتور به وسیله خبرگان براساس مقیاس خاص برآورد می شوند. از آنجا که شاخص درجه اولویت ریسک، معیاری از ریسک شکست است، می تواند برای رتبه بندی شکست و اولویت بندی اقدامات استفاده شود. برای رفع نقاط ضعفی که در تکنیک تحلیل شکست و آثار آن به منظور رتبه بندی آیتم های شکست وجود دارد، رویکرد مبنی بر منطق فازی برای اولویت بندی شکست ها در یک سیستم تجزیه و تحلیل شکست و آثار آن بکار می رود (صالحی رضاآبادی، ۱۳۹۴). این رویکرد تلفیقی با AHP و TOPSIS در محیط فازی است و برای محاسبه وزن فاکتورهای سه گانه FMEA (احتمال، شدت و ضریب کشف) از روش AHP فازی و جهت رتبه بندی عوامل شکست از روش TOPSIS فازی استفاده می شود

در این تحقیق ابتدا نسبت به ترسیم درخت سلسله مراتبی تصمیم با استفاده از سطوح هدف و معیار اقدام شد و در مرحله بعد اعداد فازی به منظور انجام مقایسه های زوجی تعریف گردید. برای این کار از مقیاس ضرایب تاثیر جدول ۲ استفاده شد.

جدول ۲. طیف فازی و عبارت کلامی متناظر برای مقایسات زوجی (بوالحسنی، اسماعیلی دوکی، فلاح، ۱۳۹۶)

نوع ترجیح	ارحیت تا اهمیت مساوی	مساوی تا کم	ارحیت با اهمیت کم	متوسط تا قوی	ارحیت با اهمیت قوی	قوی تا خیلی قوی	ارحیت با اهمیت خیلی قوی	ارحیت با اهمیت کامل و مطلق
نمره	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۵,۱,۵)	(۱,۲,۲)	(۳,۳,۵,۴)	(۳,۴,۴,۵)	(۳,۴,۵,۵)	(۵,۵,۵,۶)	(۵,۷,۹)

جهت تشکیل ماتریس ماتریس مقایسات زوجی، با استفاده از نظر تصمیم گیرنده، با بهره گیری از اعداد فازی مثلثی، ماتریس مقایسات بر اساس نظرات چندین تصمیم گیرنده تشکیل می شود که این ماتریس  $P_{ij}$  تعداد افراد نظر دهند در مورد اولویت درایه  $A$  نسبت به  $B$  است. سپس جهت محاسبه میانگین حسابی نظرات خبرگان ماتریس مربوطه تشکیل و پس از محاسبه مجموع عناصر سطرها، مجموع سطرها نرمالایز شده و در مرحله بعد درجه احتمال بزرگ تر بودن محاسبه و با نرمالایز کردن بردار وزن ها، وزن های نرمالایز به دست آمد. برای محاسبه نرخ ناسازگاری یا همان بررسی سازگاری دو ماتریس (عدد میانی و حدود عدد فازی) از روش گوگوس و بوچر (۱۹۹۸) استفاده شد.



شکل ۱. اولویت دو عدد فازی مثلثی (اصغریور، ۱۳۹۳)

به منظور رتبه بندی عوامل کاهش عملکرد ایمنی کارکنان با استفاده از تاپسیس فازی نیز پس از تشکیل ماتریس تصمیم گیری ارزیابی گزینه ها (شامل یکسری معیار در ستون و گزینه ها در سطر) و تکمیل آن توسط نظرات خبرگان توسط طیف لیکرت ۵ درجه ای، نسبت به بی مقیاس نمودن ماتریس تصمیم گیری (نرمال سازی ماتریس تصمیم) اقدام شد. پس از آن ماتریس بی مقیاس وزن دار  $(\bar{V})$  تعیین شد و سپس با تعیین جنبه مثبت یا منفی معیارها نسبت به مشخص نمودن حل ایده ال  $(FPIS, A^+)$  و ضد ایده ال  $(FPIS, A^-)$  اقدام گردید و با محاسبه مجموع فاصله گزینه ها از حل ایده ال مثبت فازی و ایده ال منفی فازی به محاسبه نزدیکی نسبی گزینه  $A$  از راه حل ایده ال اقدام شد و نهایتاً رتبه بندی گزینه ها انجام شد.

## یافته های پژوهش

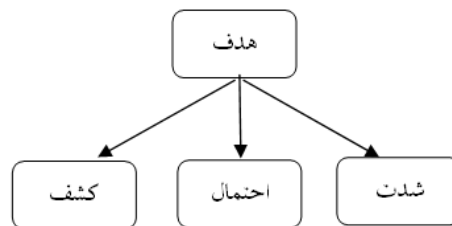
پس از بررسی ادبیات پژوهش و اخذ نظرات خبرگان عوامل کاهش عملکرد ایمنی کارکنان شناسایی، غربالسازی و دسته بندی شد. این مولفه ها طبق نظر خبرگان بر اساس جدول ۲ بود.

جدول ۳. مولفه های کاهش عملکرد ایمنی کارکنان

ردیف	مولفه شکست	ردیف	مولفه شکست
۱	وجود استرس های شغلی در بین کارکنان	۱۱	فشار کاری اعمالی از سوی مدیران به کارکنان

۲	ضعف فرهنگ ایمنی در سازمان	۱۲	جاری بودن تفکرات سنتی مدیران در حوزه ایمنی
۳	عدم وجود دستورالعملها و آیین نامه های ایمنی در سازمان	۱۳	عدم دسترسی به فناوری های روز در زمینه ایمنی
۴	فقدان نیروی متخصص در زمینه ایمنی در سازمانها	۱۴	انگیزه پایین در بین کارکنان در قبال اجرای برنامه های ایمنی
۵	کمبود تعداد نیروی ایمنی در سازمانها	۱۵	عدم اعتقاد و تعهد رهبران سازمان به ایمنی
۶	عدم وجود قوانین ایمنی یکسان برای همه پیمانکاران	۱۶	زمینه ایمنی کافی و مکانیزمهای کنترلی در نظارت عدم
۷	وضعیت نامناسب اقتصادی سازمان ها	۱۷	تاثیر تحریم ها در اجرای برنامه های ایمنی
۸	کمبود آموزش مستمر و موثر کارکنان در راستای اهداف ایمنی	۱۸	عدم مشارکت کارکنان در زمینه ایمنی
۹	عدم اختصاص بودجه لازم جهت اجرای برنامه های ایمنی	۱۹	عدم رعایت ایمنی از سوی کارکنان و سرپرستان
۱۰	تجهیزات و سخت افزارهای معیوب از لحاظ ایمنی در سازمان ها	۲۰	عدم وجود سیستم تشویق و تنبیه موثر در سازمان

درخت سلسله مراتبی تصمیم (ساختار سلسله مراتبی پژوهش) طبق شکل زیر می باشد:



شکل ۲. ساختار سلسله مراتبی پژوهش

### محاسبه وزن نسبی معیارهای اصلی پژوهش

برای محاسبه وزن معیارهای پژوهش نسبت به هدف، ابتدا پرسشنامه مقایسات زوجی معیارها نسبت به هدف تشکیل و در اختیار خبرگان تحقیق قرار داده شد و نظرات خبرگان با استفاده از جدول ۲ به اعداد فازی تبدیل شد. پس از اینکه با استفاده از رویکرد FMEA فازی، اهمیت مولفه های شکست بر اساس شاخص های شدت، احتمال شکست و قابلیت کشف طبق نظر خبرگان شناسایی شدند. در گام بعد نرخ ناسازگاری با استفاده از روش گوگوس و بوچر محاسبه و از نظر میزان ناسازگاری مورد تایید قرار گرفت. پس از محاسبه میانگین هندسی فازی نظرات خبرگان طبق جدول ۴، وزن معیارهای اصلی پژوهش با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی چانگ محاسبه شد. محاسبات مربوط به روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی چانگ برای پرسشنامه مقایسه زوجی فازی معیارهای اصلی در جداول شماره ۵ تا ۷ آمده است.

جدول ۴. میانگین هندسی ماتریس مقایسات زوجی فازی معیارهای اصلی

ماتریس مقایسات زوجی فازی ادغام شده (میانگین هندسی نظرات خبرگان)

قابلیت کشف شکست			احتمال رخداد شکست			شدت شکست			
3.28859	2.95957	1.89811	6.65606	5.69537	4.59193	1	1	1	شدت شکست
5.11932	4.56887	3.55689	1	1	1	0.21777	0.17558	0.15024	احتمال رخداد شکست
1	1	1	0.28114	0.21887	0.19534	0.52684	0.33789	0.30408	قابلیت کشف شکست

جدول ۵. جمع فازی و بسط مرکب فازی معیارهای اصلی

بسط مرکب فازی (U, M, L)			جمع فازی هر سطر (U, M, L)			عوامل
U	M	L	U	M	L	
0.79908	0.56941	0.39236	10.9446	9.65494	7.49004	شدت شکست
0.46268	0.33878	0.24658	6.33709	5.74445	4.70713	احتمال رخداد شکست
0.132	0.09181	0.07855	1.80798	1.55676	1.49942	قابلیت کشف شکست

جدول ۶. درجه امکان بزرگی و درجه ارجحیت

نرمالسازی ارجحیت	درجه ارجحیت	درجه امکان بزرگی			عوامل
		قابلیت کشف شکست	احتمال رخداد شکست	شدت شکست	
0.4764	1	1	1	1	شدت شکست
0.11131	0.23366	1	1	0.23366	احتمال رخداد شکست
0.41228	0.86542	1	0.86542	1.19849	قابلیت کشف شکست

جدول ۷. وزن معیارهای اصلی

وزن عوامل	
0.4764	شدت شکست
0.11131	احتمال رخداد شکست
0.41228	قابلیت کشف شکست

بر اساس نتایج جدول ۷ اولویت بندی معیارهای هر سه سطح نسبت به هدف یکسان نیست.

### محاسبه وزن گزینه‌های پژوهش با استفاده از تاپسیس فازی

برای اولویت بندی عوامل شکست از روش تاپسیس فازی استفاده شد. به همین منظور، از اعداد فازی و عبارات کلامی جدول ۸ استفاده شد.

جدول ۸ اعداد فازی و عبارت کلامی متناظر طیف لیکرت ۵ درجه (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳)

متغیر کلامی	مقدار فازی	عدد فازی مثلثی
خیلی کم VL	۱	(0,0,0.25)
کم L	۲	(0,0.25,0.5)
متوسط M	۳	(0.25,0.5,0.75)
زیاد H	۴	(0.5,0.75,1)
خیلی زیاد VH	۵	(0.75,1,1)

سپس میانگین هندسی نظرات فازی خبرگان محاسبه و وارد ماتریس تصمیم مساله شد. جدول ۹ ماتریس تصمیم فازی حاصل از برآیند نظرات خبرگان را ارائه می کند.

جدول ۹. ماتریس تصمیم فازی برآیند نظرات خبرگان

قابلیت کشف شکست			احتمال رخداد شکست			شدت شکست			معیارها
مثبت			مثبت			مثبت			جنس معیارها
U	M	L	U	M	L	U	M	L	حدود
0.41228	0.41228	0.41228	0.11131	0.11131	0.11131	0.4764	0.4764	0.4764	وزن معیارها
0.875	0.625	0.375	0.875	0.625	0.375	0.9375	0.6875	0.4375	گزینه* ۱
0.958333	0.729167	0.479167	0.958333	0.729167	0.479167	0.9375	0.75	0.5	گزینه ۲
0.979167	0.770833	0.520833	0.979167	0.770833	0.520833	0.875	0.645833	0.395833	گزینه ۳
0.958333	0.75	0.5	0.958333	0.75	0.5	0.979167	0.916667	0.666667	گزینه ۴



0.9375	0.6875	0.4375	0.9375	0.6875	0.4375	0.854167	0.625	0.375	گزینه ۵
0.6875	0.4375	0.1875	0.6875	0.4375	0.1875	0.770833	0.520833	0.270833	گزینه ۶
0.604167	0.375	0.145833	0.770833	0.5	0.229167	0.6875	0.4375	0.1875	گزینه ۷
0.9375	0.75	0.5	0.9375	0.75	0.5	1	0.875	0.625	گزینه ۸
1	0.875	0.625	1	0.875	0.625	0.9375	0.8125	0.5625	گزینه ۹
0.875	0.6875	0.4375	0.875	0.6875	0.4375	0.9375	0.75	0.5	گزینه ۱۰
1	0.770833	0.520833	1	0.770833	0.520833	0.9375	0.75	0.5	گزینه ۱۱
0.75	0.5	0.25	0.75	0.5	0.25	0.958333	0.8125	0.5625	گزینه ۱۲
0.958333	0.729167	0.479167	0.958333	0.729167	0.479167	0.854167	0.604167	0.354167	گزینه ۱۳
0.8125	0.5625	0.3125	0.8125	0.5625	0.3125	0.895833	0.666667	0.416667	گزینه ۱۴
0.8125	0.625	0.375	0.8125	0.625	0.375	0.979167	0.854167	0.604167	گزینه ۱۵
0.875	0.6875	0.4375	0.875	0.6875	0.4375	0.979167	0.833333	0.583333	گزینه ۱۶
0.6875	0.4375	0.1875	0.6875	0.4375	0.1875	0.6875	0.4375	0.1875	گزینه ۱۷
0.875	0.625	0.375	0.875	0.625	0.375	0.9375	0.75	0.5	گزینه ۱۸
0.9375	0.666667	0.395833	0.9375	0.666667	0.395833	0.9375	0.8125	0.5625	گزینه ۱۹
0.8125	0.5625	0.3125	0.8125	0.5625	0.3125	0.9375	0.75	0.5	گزینه ۲۰

در ادامه پس از محاسبه ماتریس تصمیم فازی نرمالایز شده و ضرب آن در بردار وزنی مربوط به معیارها، ماتریس تصمیم گیری فازی نرمال شده موزون محاسبه شد. سپس بر اساس جنس معیارهای پژوهش، جواب‌های ایده آل مثبت و منفی با استفاده از ماتریس تصمیم فازی نرمال شده موزون محاسبه گردید (جدول ۱۰) و میزان فاصله هر یک از گزینه‌ها را از جواب‌های ایده آل مثبت و منفی طبق مندرجات جدول ۱۱ محاسبه گردید.

جدول ۱۰. جواب‌های ایده آل مثبت و منفی

قابلیت کشف شکست			احتمال رخداد شکست			شدت شکست			معیارها
U	M	L	U	M	L	U	M	L	حدود
0.41228	0.36075	0.25768	0.11131	0.0974	0.06957	0.4764	0.4367	0.3176	جواب ایده آل مثبت
0.24909	0.15461	0.06012	0.07653	0.0487	0.02087	0.32753	0.20843	0.08933	جواب ایده آل منفی

جدول ۱۱. فاصله گزینه‌ها از جواب ایده آل مثبت و منفی

گزینه‌ها	فاصله گزینه‌ها از جواب ایده آل مثبت	فاصله گزینه‌ها از جواب ایده آل منفی
گزینه ۱	0.204144024	0.243278937

0.314578435	0.13067504	گزینه ۲
0.289200296	0.155792173	گزینه ۳
0.385161273	0.060633227	گزینه ۴
0.242999545	0.202688768	گزینه ۵
0.066404804	0.375911556	گزینه ۶
0.007209934	0.43313065	گزینه ۷
0.369467812	0.072887737	گزینه ۸
0.395678351	0.044014512	گزینه ۹
0.285828285	0.155688314	گزینه ۱۰
0.336386148	0.111602522	گزینه ۱۱
0.222754423	0.219344262	گزینه ۱۲
0.254321306	0.191607756	گزینه ۱۳
0.197503717	0.246500776	گزینه ۱۴
0.294422167	0.145954327	گزینه ۱۵
0.319787748	0.121535527	گزینه ۱۶
0.026704804	0.414788263	گزینه ۱۷
0.263836067	0.180430848	گزینه ۱۸
0.307904465	0.139525513	گزینه ۱۹
0.231190845	0.212193452	گزینه ۲۰

در نهایت با مشخص شدن میزان فاصله گزینه‌ها از جواب‌های ایده آل مثبت و منفی و محاسبه شاخص نزدیکی نسبی به جواب ایده آل، گزینه‌ها بر اساس ترتیب نزولی طبق جدول ۱۲ رتبه بندی شدند. (هر چه مقدار شاخص نزدیکی نسبی یک گزینه به عدد ۱ نزدیکتر باشد بیانگر این است که آن گزینه فاصله کمتری تا ایده آل مثبت و فاصله بیشتری تا ایده آل منفی دارد).

جدول ۱۲. شاخص نزدیکی نسبی هر گزینه به جواب ایده آل همراه با رتبه آن

رتبه بندی گزینه ها	شاخص نزدیکی نسبی	گزینه ها
14	0.543733689	گزینه ۱
6	0.706515395	گزینه ۲
9	0.649899304	گزینه ۳
2	0.863988392	گزینه ۴
13	0.545223059	گزینه ۵

18	0.150129659	گزینه ۶
20	0.016373541	گزینه ۷
3	0.835228161	گزینه ۸
1	0.899897142	گزینه ۹
10	0.647378344	گزینه ۱۰
4	0.750880928	گزینه ۱۱
16	0.503856788	گزینه ۱۲
12	0.570317855	گزینه ۱۳
17	0.44482369	گزینه ۱۴
8	0.668569214	گزینه ۱۵
5	0.724611109	گزینه ۱۶
19	0.060487483	گزینه ۱۷
11	0.593868366	گزینه ۱۸
7	0.688162349	گزینه ۱۹
15	0.521423168	گزینه ۲۰

همانطور که مشاهده می‌شود گزینه‌ی ۹ یعنی عدم اختصاص بودجه لازم جهت اجرای برنامه‌های ایمنی بیشترین مقدار را در شاخص نزدیکی نسبی به خود اختصاص داده است و این یعنی این مولفه بیشترین تاثیر در شکست در کاهش عملکرد ایمنی کارکنان دارد، گزینه‌های ۴، ۸، ۱۱ و ۱۶ نیز در رتبه‌های دوم تا پنجم قرار دارند. بنابراین فقدان نیروی متخصص در زمینه ایمنی در سازمانها، کمبود آموزش مستمر و موثر کارکنان در راستای اهداف ایمنی، فشار کاری اعمالی از سوی مدیران به کارکنان و عدم نظارت کافی و مکانیزمهای کنترلی در زمینه ایمنی می‌توانند به عنوان عوامل مهم کاهش عملکرد ایمنی کارکنان در معادن شهرستان سیرجان قلمداد شوند. گزینه‌های ۷ و ۱۷ یعنی وضعیت نامناسب اقتصادی سازمان‌ها و تاثیر تحریم‌ها در اجرای برنامه‌های ایمنی در رتبه‌های آخر عوامل مهم کاهش عملکرد ایمنی کارکنان در معادن شهرستان سیرجان قرار گرفتند.

### نتیجه گیری و پیشنهادات

هدف از انجام این پژوهش، شناسایی عوامل کاهش عملکرد ایمنی کارکنان در قلمرو مکانی شرکت‌های معدنی شهرستان سیرجان بود و سعی بر این بود که با رویکردی جدید به بررسی عوامل کاهش عملکرد ایمنی در معادن پرداخته شود. برای این کار از رویکرد FMEA فازی استفاده گردید تا نتایج دقیقتری را بتوان بدست آورد. در اینجا از رویکرد AHP فازی برای وزن دهی معیارهای FMEA استفاده و جهت رتبه بندی عوامل شکست روش TOPSIS فازی مورد استفاده قرار گرفت. تحلیل نتایج حاصله نشان می‌دهد که عدم اختصاص بودجه لازم جهت اجرای برنامه‌های ایمنی، فقدان نیروی متخصص در زمینه ایمنی در سازمانها، کمبود آموزش مستمر و موثر کارکنان در راستای

اهداف ایمنی، فشار کاری اعمالی از سوی مدیران به کارکنان، عدم نظارت کافی و مکانیزمهای کنترلی و ضعف فرهنگ ایمنی در سازمان بیشترین تاثیر را در شکست در کاهش عملکرد ایمنی کارکنان دارند.

به طور کلی اختصاص بودجه در خصوص مسایل ایمنی و نگاه سرمایه گذاری بجای هزینه ای به این مقوله یکی از مباحث بسیار مهم در ارتقاء ایمنی محیط کار و افزایش سطح عملکرد ایمنی کارکنان داشته باشد. به طور کلی سازمان هایی که در حوزه ایمنی سرمایه گذاری می کنند از طریق کاهش حوادث و اتلاف منابع انسانی افزایش به افزایش عملکرد ایمنی کارکنان کمک می کنند.

همچنین طبق نظر خبرگان یکی از مشکلات کنونی سازمان های فعال در حوزه معادن کمبود نیروی انسانی ماهر و خبره در حوزه ایمنی است. علیرغم افزایش تعداد فارغ التحصیلان دانشگاهی در این حوزه اما کماکان فقدان تخصص و دانش و مهارت کافی در بین ایشان محرز می باشد و این خود می تواند بر عملکرد ایمنی کارکنان و نهایتاً ایمنی سازمان تاثیر منفی بر جای نهد چرا که بخش ایمنی نیازمند افراد آموزش دیده، پر انرژی و با مهارتهای شخصی عالی است و فقط یک متخصص ایمنی آموزش دیده و با تجربه می تواند تشخیص دهد که در کجا باید تصحیحات ایمنی صورت گیرد و در کجا باید کار متوقف شود. (نشریه شماره ۴۴۷ معاونت نظارت راهبردی دفتر نظام فنی اجرایی، ۱۳۸۸)

طبق نتایج این تحقیق کمبود آموزش ایمنی و به تبع آن دانش ناکافی کارکنان نیز می تواند در کاهش عملکرد ایمنی موثر باشد. مدیرانی که بدون توجه به مسایل ایمنی کارکنان را به کار وادار می کنند می توانند در کاهش عملکرد ایمنی ایشان تاثیر گذار باشند. به عنوان مثال شناسایی خطرات و روش های مقابله با این خطرات به کاهش رفتارهای مخاطره آمیز و به حداقل رساندن خطرات در محیط کار کمک می کند. وی بر یادگیری انجام کار ایمن و استفاده مناسب از تجهیزات حفاظت فردی و بدست آوردن دانش در مورد روش های اضطراری و اقدامات پیشگیرانه به عنوان دانشی که به کارکنان داده می شود تا کارشان را به نحوی انجام دهند که بدون خطر و سالم باشد تاکید دارد.

بر اساس نتایج تحقیق حاضر ضعف فرهنگ ایمنی در سازمان از جمله عواملی است که بیشترین تاثیر را در شکست در کاهش عملکرد ایمنی کارکنان دارد. فرهنگ ایمنی، زیر مجموعه ای از سیستم فرهنگ صنعتی است که نقش ویژه آن در حفظ و صیانت نیروی کار مورد نیاز بخش صنعت نمود پیدا می کند (محمدفام، ۱۳۹۲). از این رو می توان ضعف فرهنگ ایمنی را به عنوان یکی از عوامل کلیدی و تاثیر گذار در کاهش عملکرد ایمنی کارکنان دانست و لازم است با بهره گیری از روشهای مختلف و بویژه استفاده از ظرفیتهای فضای مجازی و تولید محتوا در این حوزه، سعی در ارتقا فرهنگ ایمنی سازمان و افزایش عملکرد ایمنی کارکنان داشت. از سوی دیگر از منظر خبرگان تحقیق ۳ عامل تاثیر تحریم ها در اجرای برنامه های ایمنی، انگیزه پایین در بین کارکنان در قبال اجرای برنامه های ایمنی و وضعیت نامناسب اقتصادی سازمان ها کمترین تاثیر در کاهش عملکرد ایمنی کارکنان را دارند. هر چند در این تحقیق به تاثیر تحریم های خارجی و عدم استفاده از فناوری روز به عنوان عامل شکست شناسایی شده اند ولی از لحاظ رتبه بندی انجام شده کمترین وزن را در این تحقیق بخود اختصاص داده اند. با توجه به ماهیت تخصصی موضوعات ایمنی و بهداشت کمتر شاهد مداخلات سیاسی در این حوزه می باشیم. با توجه به اینکه تحریم های اقتصادی منجر به کاهش ورود تجهیزات

مرتبط با ایمنی و حفاظت فنی به کشور می گردد و عملاً عملکرد ایمنی کارکنان را با مشکل مواجه می کند، می توان از تحریمها بعنوان عامل کاهش عملکرد ایمنی کارکنان نام برد.

## منابع

۱. اصغرپور، محمدجواد. (۱۳۹۳). *تصمیم گیری های چند معیاره*. تهران: نشر دانشگاه تهران.
۲. بوالحسنی، پریسا، اسماعیلی دوکی، آیدا، فلاح، محمد (۱۳۹۶)، ارزیابی ریسک و رتبه بندی تجهیزات با تلفیق رویکردهای
۳. AHP فازی و FMEA مطالعه موردی: مجموعه صنایع آذربایجان. *نشریه تصمیم گیری و تحقیق در عملیات*، دوره ۲ - ۲، شماره ۵۹ - ۷۲: ۱.
۴. حلاجیان محمد قاسم، حادثه در کمین است، تهران، *ماهنامه خبری علمی آموزشی مس*، شماره ۵۱، سال ۱۳۹۲.
۵. حلوانی، غلامحسین؛ ابراهیم زاده، مهرزاد؛ دهقان، مرضیه؛ فلاح، حسین، مرتضوی، مرتضی؛ ۱۳۹۱، بررسی عوامل موثر بر فرهنگ ایمنی در کارگران فولاد استان یزد، *فصل نامه علمی تخصصی طب کار*، دوره چهارم، شماره اول و دوم، بهار و تابستان ۹۱، صفحات ۶۶-۷۲
۷. حبیبی، آرش؛ ایزدیار، صدیقه؛ سرافرازی، اعظم (۱۳۹۳). *تصمیم گیری چند معیاره فازی*: انتشارات سیمای دانش.
۸. دهقانی سلطانی، مهدی؛ رضائی، سارا (۱۴۰۰). واکاوی نقش شخصیت سازمانی در بهبود عملکرد ایمنی. *مطالعات مدیریت بهبود و تحول*، دوره 30، شماره 99، ص 29-52.
۹. رجبی، فاضل، مکرمی، حمیدرضا، جهانگیری، مهدی. (۱۳۹۸). بررسی عملکرد ایمنی کارکنان و عوامل جمعیت شناختی اثرگذار بر آن در یک پالایشگاه گازی، *مجله مهندسی بهداشت حرفه ای*، دوره ۶، شماره ۱: ۶۲-۵۲.
۱۰. روح اللهی، احمد. (۱۳۹۴). بررسی روابط بین ابعاد مختلف جو ایمنی با عملکرد ایمنی در صنعت هوانوردی (مورد مطالعه: بخش تعمیر و نگهداری یکی از فرودگاههای کشور)، *دو ماهنامه سلامت کار ایران*، دوره ۱۲، شماره ۱۰۳: ۱۰۷-۹۶.
۱۱. صالحی رضاآبادی، فهیمه (۱۳۹۴). تحلیل کیفیت خدمات پژوهشی در موسسات آموزش عالی با استفاده از تحلیل شکست فازی: مطالعه موردی در دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان. *پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت دولتی* دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان.
۱۲. قاسمی، فخرالدین، میرزایی علی آبادی، مصطفی، مهدی نیا، محسن، درویشی، ابراهیم، شهیدی، رضا. (۱۳۹۷). نقش تعهد فردی به ایمنی در شکل دهی عملکرد ایمنی کارکنان صف؛ مطالعه موردی در صنایع تولیدی کوچک، *مجله ارگونومی*، سال ۶، شماره ۲: ۱۶-۲۳.
۱۳. مدیریت ایمنی در کارگاههای عمرانی نشریه شماره ۴۴۷ *معاونت نظارت راهبردی دفتر نظام فنی اجرایی*، ۱۳۸۸.
۱۴. محمد فام، ایرج. (۱۳۸۸). مبانی ارزیابی عملکرد ایمنی، *ماهنامه تکراه*، شماره ۳: ۴۳ و ۴۴.
۱۵. محمدفام ایرج، ۱۳۹۲، ایمنی و بهداشت شغلی برای مهندسين، تهران، *نشر فن آوران*، شابک: ۴-۴۱-۲۹۸۳-۹۶۴-۹۷۸
۱۶. منظمی تهرانی، غزاله؛ اسماعیلی، رستم؛ بابایی، احمد علی (۱۳۹۸). بررسی ارتباط بین سرمایه گذاری های ایمنی و شاخصهای عملکرد ایمنی در صنعت ساخت و ساز. *مجله مهندسی بهداشت حرفه ای*، دوره 3، شماره 2، ص ۴۴-۳۵.
17. Ahmed Naji, G. M, Nizam Isha, A. Sh, Alazzani, A, Saleem, M. Sh, Alzoraiki, M (2022). Assessing the Mediating Role of Safety Communication Between Safety Culture and Employees Safety Performance. *Frontiers in Public Health* . 10p1-18

18. Chang, D.Y.(1992). Extent analysis and synthetic decision. Optimization techniques and applications, *World scientific*. Sigapore. p1-352.
19. Christian. D, Bradley. J.C., Wallace. J.C., Burke. M.J. (2009). Workplace safety: A meta-analysis of the roles of person and situation factors. *Journal of Applied Psychology*, 94 (5): 1103 – 1127.
20. Iskamto.D, Puspa L.Gh, Asraf.A, Seflira N(2020).Effect Of Occupational Safety And Health On Performance: An Empirical Investigation. *Islam Universalia- International Journal of Islamic Studies and Social Sciences*,1(3),p539-557.
21. Neal. A, Griffin. M.(2000). Perceptions of Safety at Work: A Framework for Linking Safety Climate to Safety Performance, Knowledge, and Motivation, *Safety Science*, 34 : 99-109.
22. Neal. A, Griffin. M.(2006). A Study of the Lagged Relationships Among Safety Climate, Safety Motivation, Safety Behavior, and Accidents at the Individual and Group Levels, *Journal of Applied Psychology*, 91(4): 946–953.
23. Sanni-Anibire, M.O., Mahmoud, A.S., Hassanain, M.A. & Salami, B.A.(2020). A risk assessment approach for enhancing construction safety performance. *Safety Science*, 121, 15-29.

## **Prioritization and weighting of factors on the reduction of safety performance in mines based on the fuzzy hierarchical analysis method (Study case: Sirjan iron ore mines) Abstract**

### **Abstract**

Planning in organizations pays attention to safe operation for the purpose of moving the organization towards reducing occupational accidents and diseases and preventing the wastage of resources. Safety performance refers to the set of actions and behaviors that they perform to maintain and improve the safety and health level of themselves and their colleagues. In this research, identification and prioritization of the active factors of work safety (the case study of iron ore mines in Sirjan) were carried out. This research was applied and in terms of strategy, survey and statistical sample of the research were ۱۲ safety managers and experts working in the mines of Sirjan city, who were selected through non-random and purposeful sampling. The tools of data collection were semi-structured interviews and letters, and to analyze the questions, the technique of analyzing disordered situations and its approach and the combined approach of hierarchical analysis and the methods of preference for similarity to the ideal solution are used. Based on the findings, the lack of allocation of the necessary budget for safety programs, the lack of specialist staff in the fields and direct treatments, training and equipment by direct safety specialists has taken the value in the relative index and has the greatest effect in reducing it. They are a safety function

**Keywords:** safety performance, analysis of failure states and their effects, fuzzy