



## بررسی و تحلیل شاخص‌های مؤثر بر ریسک رفتار معیوب (خطا) با رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره فازی در واحد تولید انرژی پالایشگاه صنعت نفت

میترا رئیس محمدی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۸/۰۴

تاریخ ویرایش: ۹۴/۰۲/۱۴

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۴/۱۳

### چکیده

**زمینه و هدف:** رفتارهای معیوب (خطا) ممکن است منجر به نتایجی چون اثر منفی بر کارایی و بهره‌وری سیستم عملیاتی، ایمنی سیستم، تولید مستمر و سلامت نیروی کار شود؛ بنابراین هدف از این پژوهش، بررسی و تحلیل شاخص‌های مؤثر بر ریسک رفتار معیوب کارکنان در سیستم به کمک تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی در یکی از بخش‌های پالایشگاه نفت است.

**روش بررسی:** این مطالعه از نوع توصیفی تحلیلی است. در این مطالعه، از سه پرسشنامه استفاده گردید. پرسشنامه اول به منظور غربال‌گری زیر شاخص‌ها توسط ۳۲ نفر از کارمندان واحد تأمین انرژی پالایشگاه نفت تهران تکمیل گردید. پرسشنامه دوم توسط ۳ نفر از خبرگان همان واحد و پرسشنامه سوم توسط ۴ نفر خبره تکمیل گردید. سپس از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی (FMCDM) چون روش تحلیل شبکه فازی (FANP) و تکنیک‌های برنامه‌نویسی VBA جهت تعیین وزن ۴ شاخص اصلی و ۱۵ زیر شاخص غربال شده استفاده شد. در پایان تکنیک بررسی و ارزیابی تصمیم‌گیری آزمایشگاهی (DEMATEL) و نرم‌افزار متلب (Matlab) جهت تعیین شدت اثرپذیری و اثرگذاری زیر شاخص‌ها به کار گرفته شد.

**یافته‌ها:** یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که در بین چهار شاخص اصلی شناسایی شده، شاخص عوامل ذهنی، دارای بیشترین وزن و تأثیر هستند و بعد از آن شاخص‌های عوامل سازمانی، عوامل انسانی و عوامل شغلی قرار دارند. همچنین در بین زیر شاخص‌ها بیشترین وزن و تأثیر متعلق به زیر شاخص علاقه به شغل بود، بعد از آن زیر شاخص‌های خستگی و دانش و اطلاعات کارکنان قرار داشتند. از نظر شدت تأثیرگذاری زیر شاخص‌ها بر یکدیگر زیر شاخص‌های تعهد مدیریت و آموزش کارکنان به ترتیب، رتبه اول و دوم را داشتند و از نظر شدت تأثیرپذیری، زیر شاخص‌های جریان کار و توجه و تمرکز به ترتیب در رتبه اول و دوم قرار داشتند. **نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌های تحقیق و تعیین وزن و شدت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری شاخص‌ها و زیر شاخص‌های مرتبط با رفتار کارکنان، اطلاعات مفیدی در اختیار مدیران و تصمیم‌گیرندگان این واحد تولیدی قرار گرفت که می‌توان از آن‌ها در برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های آن واحد یا واحدهای مشابه جهت کاهش ریسک، افزایش ایمنی و افزایش بهره‌وری استفاده کرد.

**کلیدواژه‌ها:** ایمنی، ریسک رفتار معیوب، تصمیم‌گیری چند معیاره فازی (FMCDM)، روش تحلیل شبکه فازی (ANPF)، تکنیک بررسی و ارزیابی تصمیم‌گیری آزمایشگاهی (MATELDE).

### مقدمه

بعد فرهنگی و مهندسی می‌باشد [۱]. بهبود مداوم در عملکرد ایمنی از اهداف کشورها و سازمان‌های موفق است. از آنجا که در هر برنامه‌ی بهبود، تعیین و اندازه‌گیری شاخص‌ها برای ارزیابی عملکرد و مشخص کردن جایگاه سازمان در هر دوره زمانی امری اجتناب‌ناپذیر است در مورد مسئله ایمنی نیز سنجش عملکرد سازمان‌ها در خصوص شناسایی عوامل آسیب‌رسان و مهار حوادث امری ضروری است [۲]. مسلماً امروزه یکی از پرچالش‌ترین وظایف در حوزه علم ایمنی، یافتن روش‌هایی از

ایمنی، یکی از مقوله‌های مهم در سازمان است و مدیریت آن مستلزم دانش فنی و تجربه کافی در شغل مربوطه می‌باشد، هزینه‌های عدم توجه به مسائل ایمنی و کاهش ضریب ایمنی سیستم از یک طرف و تأثیری که این مسائل بر بهره‌وری سیستم می‌گذارد از سوی دیگر، لزوم توجه به این موضوع را بیشتر می‌کند. مقوله ایمنی از ابعاد مختلف بررسی و تحلیل می‌شود ولی غالباً مهم‌ترین اصل ایمنی مدیریت صحیح آن است که دارای دو

می‌باشد که در هر دو محور تحقیقات فراوانی صورت گرفته است. با توجه به گسترش تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی (Fuzzy Multiple Criteria Decision Making) در حوزه‌های مختلف در سال‌های اخیر، در این پژوهش مقوله ایمنی و سلامت کار به‌عنوان یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره لحاظ شده و جهت رسیدن به نتایج دقیق‌تر از تئوری فازی استفاده شده است. از آنجا که هدف از این پژوهش آسیب‌شناسی رفتارها و اعمالی است که سبب انحراف سیستم می‌شوند، بنابراین به بررسی و تحلیل شاخص‌های مؤثر بر ریسک رفتار معیوب کارکنان در یک سیستم تولیدی به کمک تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی پرداخته شده است.

### روش بررسی

این مطالعه، یک بررسی توصیفی تحلیلی است. محل آن یکی از بخش‌های پالایشگاه صنعت نفت شهید تندگویان تهران می‌باشد. در این مطالعه، از سه پرسشنامه استفاده گردید. همچنین از روش تحلیل شبکه فازی (Fuzzy Analytical Network Process) جهت تعیین وزن شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها و از تکنیک بررسی و ارزیابی تصمیم‌گیری آزمایشگاهی (Decision making trial and evaluation laboratory) جهت تعیین شدت اثرپذیری و اثرگذاری زیر شاخص‌ها بر یکدیگر استفاده شده است. مراحل هر یک به شرح زیر است:

۱- پس از مصاحبه با مهندسان و متخصصان واحد تولید انرژی پالایشگاه و مطالعه منابع مربوط به موضوع تحقیق و بررسی مقالات متعدد در زمینه ایمنی، تعداد ۴ شاخص اصلی و ۲۵ زیر شاخص برای بررسی و تحلیل ریسک رفتار معیوب (Faulty Behavior Risk) استخراج گردید. شاخص‌های مورد مطالعه برای امتیازدهی و اولویت‌بندی مطابق جدول ۱ آورده شده است.

سیستم‌های ارزیابی است که به شناسایی الگوهای علوم اجتماعی منجر شده به فجایع بزرگ بپردازد تا سبب ممانعت آن‌ها از وقوع فجایع دیگر شود [۳]. به دنبال بررسی‌های پیش در سال ۱۹۳۱ و ارائه مدل دومینوی وی، این اندیشه شکل گرفت که مهم‌ترین عامل بروز حادثه، انسان است. طبق گفته وی در بروز حوادث ۸۸ درصد رفتار ناایمن، ۱۰ درصد شرایط ناایمن و ۲ درصد نیز فاکتورهای پیش بینی نشده نقش دارند [۴]. اما ایمنی و ارزیابی سلامت در محیط کار یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره پیچیده با شاخص‌های کمی و کیفی چندگانه و اغلب ناسازگار است. بنابراین ایمنی سیستم کار باید به‌صورت همه‌جانبه ارزیابی و تجزیه و تحلیل شود [۵]. عدم اطمینان و ریسک جزء ویژگی‌های ذاتی محیط‌های پویا و پیچیده می‌باشد. در این راستا بررسی، تحلیل و اندازه‌گیری ریسک‌های احتمالی شاخص‌هایی که رفتارهای معیوب در سیستم عملیاتی را سبب می‌شوند برای عملکرد ایمن آن، با اهمیت تلقی می‌شود. در سیستم عملیاتی عیب (fault) معمولاً انحراف از رفتار مورد انتظار، منطقی، معقول و مشخص شده، تعریف شده است [۵،۶] و رفتارهای معیوب، رفتارهایی هستند که یا در حال کاهش ایمنی و عملکرد سیستم کاری هستند و یا توانایی بالقوه این را دارند که سبب کاهش ایمنی و عملکرد سیستم کاری شوند، همچنین رفتارهای ناخواسته یا نامناسب، جزء رفتارهای معیوب در نظر گرفته می‌شوند [۵،۷]. به‌طور کلی تحقیقات صورت گرفته در زمینه ایمنی، حول دو محور می‌باشد، محور اول مسائل مربوط به فرهنگ ایمنی، فرهنگ خطاپذیری، خطاهای انسانی و مخاطرات شغلی است که معمولاً مرتبط با مسائل بهداشت حرفه‌ای، مخاطرات بهداشتی گوناگون و سلامت نیروی کار در واحدهای صنعتی و محیط‌های کار موجود است و محور دوم بررسی فنی-مهندسی خطرات و ارزیابی ریسک خطرات مانند درخت خطا، بررسی حالات شکست و...

است که جهت مشخص نمودن دقیق تر زیرشاخص های غربال شده، وزن های فازی و نرمال زیر شاخص ها محاسبه شد. جهت محاسبه وزن های فازی زیر شاخص ها به هریک از اعداد کیفی گزینه ها یک عدد فازی مثلثی تخصیص یافت، سپس با استفاده از مفاهیم منطق فازی و فرمول تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی (فرمول مینکووسکی) اعداد فازی (Fuzzy) به اعداد قطعی تبدیل شدند که از مجموع ضرب اعداد فازی قطعی شده هر گزینه در تعداد پاسخ دهندگان به هر گزینه وزن های فازی زیر شاخص ها به دست آمد. محاسبه وزن های نرمال (Crisp) نیز از مجموع ضرب وزن های اعشاری هر گزینه در تعداد پاسخ دهندگان به هر گزینه به دست آمد. جهت نرمالایز کردن وزن هریک از زیر شاخص ها، وزن های نرمال و فازی هریک را به ترتیب در مجموع وزن های نرمال و فازی ۲۵ زیر شاخص تقسیم شد. نتایج این بررسی و زیرشاخص های تعیین شده بر اساس بیشترین وزن مطابق با جدول ۲ نشان داده شده است.

۲- جهت اولویت بندی عوامل موثر بر ریسک رفتار معیوب، ابتدا ساختار شبکه مطابق نگاره ۱ ترسیم گردید. سپس بر اساس نوع وابستگی های موجود در سیستم، پرسشنامه دوم طراحی گردید. در این پرسشنامه از ۳ نفر از خبرگان سیستم درخواست شد، قضاوت های خود را در مورد ارجحیت شاخص های اصلی، عوامل و وابستگی های داخل شبکه، با استفاده از مقیاس کلامی اظهار دارند. مقیاس کلامی شامل عبارات کیفی "فقط برابر"<sup>۱</sup>، "ضعیفاً اهمیت بیشتر"<sup>۲</sup>، "قویاً اهمیت بیشتر"<sup>۳</sup> و "بسیار قویاً اهمیت بیشتر"<sup>۴</sup> می باشد، در ادامه برای تحلیل داده ها این مقیاس های کلامی به اعداد فازی مثلثی متناظر، مطابق با جدول ۳ و نگاره ۲ تبدیل

جدول ۱- شاخص های تأثیرگذار بر ریسک رفتار معیوب

شاخص های اصلی	ردیف	زیرشاخص ها	اختصار	
عوامل انسانی	۱	فقدان مهارت	C <sub>۱</sub>	
	۲	گرایش به رفتار مخاطره آمیز	C <sub>۲</sub>	
	۳	دانش و اطلاعات کارکنان	C <sub>۳</sub>	
	۴	خود کنترلی	C <sub>۴</sub>	
	۵	رقابت پذیری	C <sub>۵</sub>	
	۶	انطباق حسی	C <sub>۶</sub>	
	عوامل سازمانی	۷	فرهنگ ایمنی و سلامت	C <sub>۷</sub>
		۸	تعهد مدیریت	C <sub>۸</sub>
		۹	کنترل و بازرسی	C <sub>۹</sub>
		۱۰	قوانین و مقررات	C <sub>۱۰</sub>
	عوامل شغلی	۱۱	آموزش کارکنان	C <sub>۱۱</sub>
۱۲		اضافه کاری	C <sub>۱۲</sub>	
۱۳		روابط کارگر- کارفرما	C <sub>۱۳</sub>	
۱۴		جریان کار	C <sub>۱۴</sub>	
۱۵		دشواری کار	C <sub>۱۵</sub>	
۱۶		بافت وظیفه ای	C <sub>۱۶</sub>	
۱۷		تعارض در نقش	C <sub>۱۷</sub>	
۱۸		هماهنگی	C <sub>۱۸</sub>	
عوامل ذهنی		۱۹	توجه و تمرکز	C <sub>۱۹</sub>
		۲۰	خستگی	C <sub>۲۰</sub>
		۲۱	علاقه به شغل	C <sub>۲۱</sub>
		۲۲	نگرش کارکنان	C <sub>۲۲</sub>
		۲۳	تجربه پیشین	C <sub>۲۳</sub>
		۲۴	حافظه	C <sub>۲۴</sub>
		۲۵	پیچیدگی شناختی	C <sub>۲۵</sub>

بر اساس این ۲۵ زیر شاخص، پرسشنامه اول تهیه گردید، پرسشنامه دارای گستره لیکرتی پنج نقطه ای (بسیار کم اهمیت، کم اهمیت، متوسط، با اهمیت، بسیار با اهمیت) بود. روایی پرسشنامه توسط اساتید و خبرگان حوزه مدیریت کیفیت تأیید گردید و پایایی پرسشنامه با استفاده از روش آلفای کرونباخ بالای ۷۰ درصد بود.

پرسشنامه مذکور میان ۳۲ نفر از کارکنان پخش شد که ۳۱ عدد از آن ها عودت گردید، پس از آن تجزیه و تحلیل داده ها صورت گرفت و زیرشاخص های کم اهمیت حذف گردید. لازم به ذکر

۱. Just equal  
 ۲. Weakly more important  
 ۳. Strongly more important  
 ۴. Very strongly more important

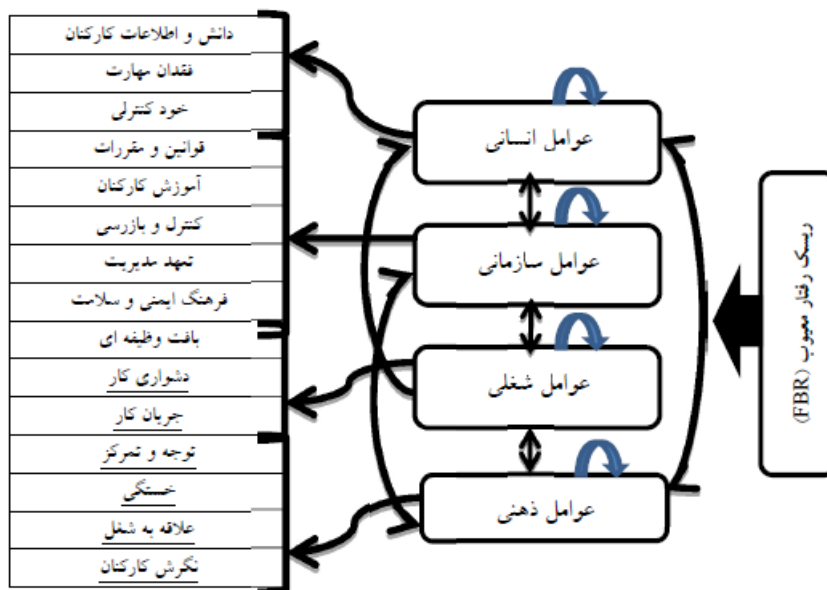
جدول ۲- ترتیب شاخص های غربال شده بر اساس وزن های fuzzy, crisp و میانگین هندسی وزن های fuzzy و crisp

رتبه	زیرشاخص	نام زیرشاخص ها	وزن نرمالیزه شده crisp	وزن نرمالیزه شده fuzzy	میانگین هندسی وزن های نرمالیزه شده fuzzy و crisp
۱	C <sub>۳</sub>	دانش و اطلاعات کارکنان	۰/۰۵۷۶۱	۰/۰۵۸۳۴	۰/۰۵۷۹۴۷
۲	C <sub>۱۹</sub>	توجه و تمرکز	۰/۰۵۶۱۹	۰/۰۵۷۴۴	۰/۰۵۶۸۱۲
۳	C <sub>۲۰</sub>	خستگی	۰/۰۵۵۷۱	۰/۰۵۷۰۲	۰/۰۵۶۳۶۱
۴	C <sub>۱</sub>	فقدان مهارت	۰/۰۵۵۱۴	۰/۰۵۵۵۲	۰/۰۵۵۳۳
۵	C <sub>۱۰</sub>	قوانین و مقررات	۰/۰۵۴۲	۰/۰۵۵۰۴	۰/۰۵۴۶۱۸
۶	C <sub>۱۱</sub>	آموزش کارکنان	۰/۰۵۴۲	۰/۰۵۵۰۴	۰/۰۵۴۶۱۸
۷	C <sub>۱۶</sub>	بافت وظیفه ای	۰/۰۵۲۲۸	۰/۰۵۳۱۹	۰/۰۵۲۷۳۳
۸	C <sub>۲۱</sub>	علاقه به شغل	۰/۰۵۱۷۸	۰/۰۵۲۴۱	۰/۰۵۲۰۹۴
۹	C <sub>۹</sub>	کنترل و بازرسی	۰/۰۵۱۳۲	۰/۰۵۱۶۳	۰/۰۵۱۴۷۵
۱۰	C <sub>۸</sub>	تعهد مدیریت	۰/۰۴۹۸۵	۰/۰۵۰۷۳	۰/۰۵۰۲۸۸
۱۱	C <sub>۲۲</sub>	نگرش کارکنان	۰/۰۴۷۸۹	۰/۰۴۷۹۷	۰/۰۴۷۹۳
۱۲	C <sub>۶</sub>	خود کنترلی	۰/۰۴۶۴۴	۰/۰۴۶۷۱	۰/۰۴۶۵۷۵
۱۳	C <sub>۷</sub>	فرهنگ ایمنی و سلامت	۰/۰۴۳۹۵	۰/۰۴۳۳۵	۰/۰۴۳۶۴۹
۱۴	C <sub>۱۵</sub>	دشواری کار	۰/۰۳۹۶۲	۰/۰۳۹۲۱	۰/۰۳۹۴۱۴
۱۵	C <sub>۴</sub>	جریان کار	۰/۰۳۸۱۲	۰/۰۳۷۲۳	۰/۰۳۷۶۷۲

می‌شوند. از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی مثلثی جهت مقایسات زوجی معیارها و همچنین تعیین وابستگی بین معیارها و نهایتاً ترسیم شبکه استفاده گردید. تلفیق پاسخ‌های خبرگان مختلف در روش ANP (Analytical Network Process) با استفاده از تحلیل گسترش یافته چانگ (۱۹۹۲، ۱۹۹۶) [۸، ۹] انجام گرفته است. برای محاسبه وزن شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها از زبان برنامه‌نویسی Visual Basic در محیط نرم‌افزار Excel استفاده شد.

فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی: روش ANP نسخه پیش‌رفته روش (AHP Analytical Hierarchy Process) است که توسط ساعتی (۱۹۹۶) معرفی شد [۱۰]. روش ANP برای مدل‌های پیچیده‌تری که در آن‌ها بسیاری از بازخوردهای شاخص‌ها و همچنین ارتباط درونی بین شاخص‌ها مورد استفاده قرار گرفته است، روش دقیق‌تری می‌باشد. روش ANP تمامی ارتباطات را به صورت سیستماتیک با اضافه کردن تعاملات

مرحله ۱. شناسایی شاخص‌های اصلی و زیر شاخص‌های تأثیرگذار بر ریسک رفتار معیوب.  
مرحله ۲. تعیین درجه اهمیت شاخص‌های اصلی با این فرض که هیچ وابستگی بین آن‌ها وجود ندارد. در این مرحله فرض می‌کنیم هیچ‌گونه وابستگی و تعاملی بین این شاخص‌ها وجود ندارد. ماتریس مقایسات شاخص‌ها را با توجه به هدف تشکیل می‌دهیم. از آنجا که هر یک از جداول مقایسات زوجی توسط ۳ نفر از خبرگان تکمیل گردیده است،



نگاره ۱- ساختار مدل ریسک رفتار معیوب

نشان دهنده‌ی اوزان اهمیت نسبی شاخص‌های اصلی در شرایطی که وابستگی متقابل میان آن‌ها شناسایی شده، می‌باشد. ماتریس اهمیت نسبی عوامل اصلی با در نظر گرفتن وابستگی داخلی عوامل در جدول ۵ نشان داده شده است.

مرحله ۴. تعیین اولویت شاخص‌های اصلی با در نظر گرفتن وابستگی میان آن‌ها.

برای محاسبه اهمیت نسبی شاخص‌های اصلی با در نظر گرفتن وابستگی میان آن‌ها لازم است ماتریس  $W_2$  در بردار  $W_1$  ضرب شود. مشاهده می‌شود که بین این حالت با حالتی که در آن وابستگی میان شاخص‌ها نادیده گرفته شده بود تفاوت معناداری مشاهده می‌شود.

مرحله ۵. تعیین وزن محلی (local Weight) عوامل تأثیرگذار بر ریسک رفتار معیوب.

$$W_{\text{factor}} = W_1 \times W_2 = \begin{bmatrix} 0.2158 \\ 0.3117 \\ 0.0614 \\ 0.4110 \end{bmatrix}$$

ابتدا باید برای هر یک از ماتریس‌های مقایسات زوجی یک ماتریس تلفیقی به دست آوریم که در جدول ۴ نشان داده شده است. به این ترتیب وزن شاخص‌های اصلی مطابق ماتریس  $W_1$  به دست می‌آید.

مرحله ۳. تشکیل ماتریس وابستگی هر یک از شاخص‌های اصلی با توجه به عوامل دیگر.

در این مرحله وابستگی درونی میان شاخص‌های اصلی با تجزیه و تحلیل تأثیر هر شاخص بر شاخص دیگر و یا بر خودش مشخص می‌شود. با توجه به هم‌پیوستگی

$$W_1 = \begin{bmatrix} 0.1948 \\ 0.3229 \\ 0.0337 \\ 0.4486 \end{bmatrix}$$

قرار دادن بردارهای حاصل از هر جدول ( $W_j$  ها) ماتریس  $W_2$  تشکیل می‌شود که این ماتریس

جدول ۳- مقیاس کلامی برای اهمیت

مقیاس معکوس فازی مثلثی	مقیاس فازی مثلثی	مقیاس زبانی برای اهمیت
(1,1,1)	(1,1,1)	فقط برابر (JE)
(1/2, 2/3, 1)	(1, 3/2, 2)	ضعیفاً اهمیت بیشتر (WMI)
(2/5, 1/2, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	قویاً اهمیت بیشتر (SMI)
(1/3, 2/5, 1/2)	(2, 5/2, 3)	بسیار قویاً اهمیت بیشتر (VSMI)

جدول ۴- ماتریس تلفیق شده مقایسات زوجی شاخص‌های اصلی با توجه به هدف

عوامل انسانی	عوامل سازمانی	عوامل شغلی	عوامل ذهنی
(1,1,1)	(0/33, 0/464, 0/667)	(1/5, 2/154, 3)	(0/286, 0/375, 0/5)
(1/5, 2/154, 3/03)	(1,1,1)	(1, 1/651, 2/5)	(0/4, 0/606, 1)
(0/333, 0/464, 0/667)	(0/4, 0/606, 1)	(1,1,1)	(0/286, 0/404, 0/667)
(2, 2/666, 3/497)	(1, 1/651, 2/5)	(1/5, 2/474, 3/497)	(1,1,1)

یک مدل ساختاری شامل روابط علی و معلولی موجودیت عوامل پیچیده است. [۱۲] DEMATEL یک روش مؤثر است که با تجمیع دانش گروهی، به تجزیه و تحلیل روابط فی‌مابین عوامل سیستم می‌پردازد. مهم‌ترین مشخصه این روش، در تصمیم‌گیری چند معیاره و عملکرد آن در ایجاد رابطه و ساختار بین عوامل می‌باشد. [۱۳] بنابراین به کمک این تکنیک، به بررسی ۱۵ زیر شاخص پرداخته و پرسشنامه سوم تهیه شد. این پرسشنامه یک ماتریس یا جدول ۱۵ در ۱۵ است که ۱۵ زیر شاخص در سطر و ستون آن نسبت به هم سنجیده می‌شوند، این تکنیک شامل هشت گام است و داده‌ها در نهایت، توسط نرم‌افزار متلب تحلیل شده و نتایج شدت تأثیرپذیری و تأثیرگذاری زیر شاخص‌ها نسبت به یکدیگر استخراج شد. جدول شماره ۷

در این مرحله با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی، اولویت نسبی زیر شاخص‌های هر شاخص اصلی با توجه به آن شاخص محاسبه می‌شود.

مرحله ۶. تعیین وزن کلی (Global Weight) عوامل تأثیرگذار بر ریسک رفتار معیوب.

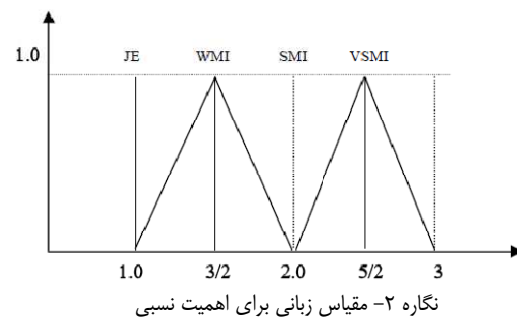
وزن کلی عوامل با ضرب نمودن وزن شاخص‌های اصلی ( $W_{rotcaF}$ ) (محاسبه شده در مرحله چهارم) در اوزان نسبی زیر شاخص‌های متناظر (محاسبه شده در مرحله پنجم) محاسبه شد.

نتایج این محاسبات و همچنین رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر ریسک رفتار معیوب سیستم در جدول ۶ قابل مشاهده است.

۳. جهت تعیین شدت اثرگذاری و اثرپذیری زیر شاخص‌ها از تکنیک DEMATEL بهره گرفته شد. این تکنیک یک روش جامع برای ساخت و آنالیز

جدول ۵- ماتریس اهمیت نسبی عوامل اصلی با در نظر گرفتن وابستگی داخلی عوامل ( $W_p$ )

عوامل	عوامل انسانی	عوامل سازمانی	عوامل شغلی	عوامل ذهنی
عوامل انسانی	0/20	0/22	0	0/24
عوامل سازمانی	0/33	0/33	0/27	0/29
عوامل شغلی	0/03	0/04	0/39	0/07
عوامل ذهنی	0/45	0/41	0/34	0/40



نگاره ۲- مقیاس زبانی برای اهمیت نسبی

جدول ۶- وزن شاخص های اصلی و وزن محلی و کلی زیر شاخص ها

شاخص های اصلی	زیر معیار	وزن محلی	وزن نهایی
عوامل انسانی (۰/۲۱۶)	دانش و اطلاعات کارکنان	۰/۵۳۲	۰/۱۱۵
	فقدان مهارت	۰/۳۴۱	۰/۰۷۴
	خود کنترلی	۰/۱۲۷	۰/۰۲۷
عوامل سازمانی (۰/۳۱۲)	قوانین و مقررات	۰/۲۶۹	۰/۰۸۴
	آموزش کارکنان	۰/۲۰۳	۰/۰۶۳
	کنترل و بازرسی	۰/۱۷۲	۰/۰۵۴
	تعهد مدیریت	۰/۳۴۲	۰/۱۰۷
عوامل شغلی (۰/۰۶۱)	فرهنگ ایمنی و سلامت	۰/۰۱۳	۰/۰۰۴
	بافت وظیفه ای	۰/۵۷۳	۰/۰۳۵
	دشواری کار	۰/۱۲۳	۰/۰۰۸
عوامل ذهنی (۰/۴۱۱)	جریان کار	۰/۳۰۴	۰/۰۱۹
	توجه و تمرکز	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳
	خستگی	۰/۲۸۲	۰/۱۱۶
	علاقه به شغل	۰/۴۸۶	۰/۱۹۲
	نگرش کارکنان	۰/۲۴۲	۰/۰۹۹

### یافته ها

با توجه به بررسی های صورت گرفته، مشخص شد که در بین شاخص های اصلی تأثیرگذار بر ریسک رفتار معیوب، بر اساس روش تحلیل شبکه فازی، عوامل ذهنی (۰/۴۱۱) بیشترین تأثیر را بر رفتار معیوب دارند پس از آن، عوامل سازمانی (۰/۳۱۲)، عوامل انسانی (۰/۲۱۶) و عوامل شغلی (۰/۰۶۱) به ترتیب در رتبه های بعدی قرار گرفتند. در بین زیر شاخص ها نیز، علاقه به شغل (۰/۱۹۲)، خستگی (۰/۱۱۶) و دانش و اطلاعات کارکنان (۰/۱۱۵) به ترتیب بیشترین وزن ها را داشته و پراهمیت ترین زیر شاخص ها شدند که زیرشاخص های علاقه به شغل و خستگی در زیرمجموعه عوامل ذهنی بودند. پس از آن، با توجه به وزن های به دست آمده، زیرشاخص های بعدی در اولویت های بعدی قرار داشتند. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده از تکنیک DEMATEL، بیشترین شاخص های تأثیرگذار به ترتیب، تعهد مدیریت، آموزش کارکنان، دانش و اطلاعات کارکنان، فقدان مهارت، قوانین و مقررات، خستگی، دشواری کار و نگرش کارکنان

میان امتیازات ۴ نفر از خبرگان که پرسشنامه را تکمیل نمودند، نشان می دهد. این داده ها توسط نرم افزار متلب تحلیل شده و مقادیر (R)، (J)، (R+J) و (R-J) به دست آمد.

مجموع (R+J) برای هر یک از عوامل تشکیل دهنده سیستم، اهمیت (وزن) آن عامل در سیستم را نشان می دهد. مقدار (R) برای هر عامل نشان دهنده میزان تأثیرگذاری آن عامل بر سایر عوامل سیستم و مقدار (J) متناظر با آن بیان کننده شدت تأثیرپذیری عامل مذکور از سایر عوامل سیستم است؛ بنابراین (R+J) مشخص کننده مجموع تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عامل مورد نظر در سیستم می باشد. به عبارتی عاملی که بیشترین مقدار را دارا است، بیشترین تعامل را با سایر عوامل سیستم دارد. مقدار نهایی اثرگذاری هر عامل بر مجموعه عوامل دیگر سیستم نیز از تفاضل (R-J) حاصل می شود. جداول ۸ و ۹ این مقادیر را نشان می دهد.

جدول ۷- ماتریس نهایی مقایسات زوجی تکنیک DEMATEL

	دانش و اطلاعات کارکنان	توجه و تمرکز	خستگی	فقدان مهارت	قوانین و مقررات	آموزش کارکنان	بافت وظیفه ای	علاقه به شغل	کنترل و بازرسی	تعهد مدیریت	نگرش کارکنان	خود کنترلی	فرهنگ ایمنی و سلامت	دشواری کار	جریان کار
	۳C	۱۹C	۲۰C	۱C	۱۰C	۱۱C	۱۶C	۲۱C	۹C	۸C	۲۳C	۴C	۷C	۱۵C	۱۳C
دانش و اطلاعات کارکنان	۳C	۱	۵/۰	۵/۳	۳	۵/۱	۵/۲	۵/۳	۵/۲	۱	۵/۲	۵/۲	۴	۳	۵/۲
توجه و تمرکز	۱۹C	۵/۱	۱	۵/۰	۵/۰	۵/۱	۲	۱	۳	۱	۵/۰	۳	۵/۰	۵/۲	۵/۲
خستگی	۲۰C	۵/۰	۵/۳	۰	۵/۰	۳	۵/۳	۵/۱	۵/۲	۰	۳	۵/۳	۰	۵/۳	۳
فقدان مهارت	۱C	۱	۵/۰	۰	۵/۱	۵/۰	۰	۴	۲	۵/۰	۵/۰	۴	۵/۱	۱	۵/۲
قوانین و مقررات	۱۰C	۵/۱	۱	۵/۰	۰	۵/۲	۳	۵/۲	۵/۳	۲	۵/۲	۵/۰	۴	۵/۱	۵/۳
آموزش کارکنان	۱۱C	۵/۳	۵/۱	۱	۵/۳	۳	۵/۳	۴	۵/۱	۵/۰	۳	۵/۲	۵/۳	۴	۳
بافت وظیفه ای	۱۶C	۵/۰	۲	۵/۲	۵/۰	۵/۱	۰	۵/۳	۲	۱	۵/۱	۲	۱	۵/۰	۵/۱
علاقه به شغل	۲۱C	۰	۵/۳	۳	۱	۵/۰	۱	۵/۰	۵/۲	۵/۰	۵/۳	۵/۳	۵/۱	۵/۲	۵/۱
کنترل و بازرسی	۹C	۵/۰	۵/۱	۵/۰	۵/۰	۱	۵/۰	۱	۵/۱	۵/۱	۵/۲	۴	۵/۳	۲	۲
تعهد مدیریت	۸C	۳	۱	۵/۱	۱	۵/۳	۳	۵/۱	۵/۱	۵/۳	۳	۵/۳	۵/۲	۵/۱	۵/۱
نگرش کارکنان	۲۳C	۵/۰	۵/۱	۵/۲	۵/۱	۲	۲	۵/۳	۴	۵/۱	۴	۵/۳	۵/۳	۵/۰	۱
خود کنترلی	۴C	۰	۵/۰	۱	۵/۰	۵/۲	۲	۵/۱	۲	۵/۳	۵/۰	۵/۰	۲	۱	۵/۳
فرهنگ ایمنی و سلامت	۷C	۱	۱	۵/۰	۱	۲	۵/۲	۵/۱	۳	۲	۱	۵/۲	۵/۰	۵/۰	۵/۱
دشواری کار	۱۵C	۲	۵/۲	۵/۳	۵/۰	۵/۱	۴	۵/۲	۵/۲	۱	۵/۱	۳	۵/۰	۲	۲
جریان کار	۱۳C	۵/۲	۵/۳	۴	۱	۵/۱	۵/۲	۳	۵/۳	۵/۰	۵/۱	۵/۱	۲	۵/۱	۵/۱

در هنگام تخصیص کارمندان به قسمت‌های مختلف سازمان، می‌توانند به این نکته توجه داشته باشند و اگر این علاقه وجود نداشت با دادن اطلاعات به کارمند این علاقه را در وجود او شکل دهند، زیرا بر اساس نتایج تکنیک DEMATEL، علاقه به شغل یک شاخص تأثیرپذیر و دانش و اطلاعات کارکنان یک شاخص تأثیرگذار است.

پس از آن زیر شاخص خستگی، بیشترین تأثیر را بر ریسک رفتار معیوب در سیستم نشان داد، با توجه به عدم تغییر میزان ساعات کار کارمندان، می‌توان با ایجاد فضایی متنوع، شاد و مفرح، همچنین چیدمانی اصولی، ارگونومیک و روان‌شناسانه از میزان خستگی کارمندان کاست و تأثیر این عامل منفی را کاهش داد. این امر در بسیاری از شرکت‌ها و سازمان‌های بزرگ دنیا صورت گرفته است. بیشترین تأثیرگذاری در بین زیر شاخص‌ها، تعهد

بودند و بیشترین شاخص‌های تأثیرپذیر به ترتیب جریان کار، توجه و تمرکز، فرهنگ ایمنی و سلامت، علاقه به شغل، بافت وظیفه‌ای، کنترل و بازرسی و خودکنترلی بودند.

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه مطالعه در بخش تولید انرژی پالایشگاه نفت تهران صورت گرفت و بخش مذکور به‌عنوان نمونه‌ای از سیستم عملیاتی در نظر گرفته شده است می‌توان نتیجه گرفت که این مدل قابلیت پیاده‌سازی در سایر بخش‌های تولیدی و عملیاتی را دارا می‌باشد. در این تحقیق اطلاعات ارزشمند و مفیدی در اختیار مدیران و مسئولان سیستم جهت برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری قرار گرفت، مثلاً زیر شاخص علاقه به شغل بیشترین تأثیر را در ریسک رفتار معیوب سیستم نشان داد، بنابراین مسئولان



جدول ۸- مقادیر R+J, R-J, R, J

جدول مقادیر R , J , R+J , R-J				عنوان زیرشاخص ها	نام اختصاری
R-J	R+J	J	R		
۱/۳۰۰۸	۴/۰۵	۱/۳۷۴۶	۲/۶۷۵	دانش و اطلاعات کارکنان	۳C
-۰/۳۵۱	۳/۸۴۶۴	۲/۰۹۸۷	۱/۷۴۷۷	توجه و تمرکز	۱۹C
-۰/۳۸۸۵	۴/۲۱۳۹	۱/۹۱۲۷	۲/۳۰۱۲	خستگی	۲۰C
-۰/۴۲۰۴	۲/۷۵۱	۱/۱۶۵۳	۱/۵۸۵۷	فقدان مهارت	۱C
-۰/۴۱۹۸	۴/۳۰۸	۱/۹۴۴۱	۲/۳۶۳۹	قوانین و مقررات	۱۰C
۱/۴۴۷۱	۴/۶۷۴۵	۱/۶۱۳۷	۳/۰۶۰۸	آموزش کارکنان	۱۱C
-۰/۸۰۵	۴/۰۴۷۸	۲/۴۲۶۴	۱/۶۲۱۴	بافت وظیفه ای	۱۶C
-۰/۸۰۴	۴/۸۲۸۹	۲/۸۱۶۶	۲/۰۱۲۳	علاقه به شغل	۲۱C
-۱/۴۲۷	۵/۰۵۲۶	۳/۲۳۹۸	۱/۸۱۲۸	کنترل و بازرسی	۹C
۱/۴۶۴۷	۳/۷۸۵۳	۱/۱۶۰۳	۲/۶۲۵	تعهد مدیریت	۸C
-۰/۰۳۱۶	۴/۴۳۱	۲/۱۹۹۷	۲/۲۳۱۳	نگرش کارکنان	۲۳C
-۱/۴۷۹	۴/۹۸۲۱	۳/۲۳۰۵	۱/۷۵۱۶	خود کنترلی	۴C
-۰/۷۸۴	۴/۱۰۸۴	۲/۴۴۶	۱/۶۶۲۴	فرهنگ ایمنی و سلامت	۷C
-۰/۲۷۰۶	۴/۳۷۵۴	۲/۰۵۲۴	۲/۲۲۳	دشواری کار	۱۵C
-۰/۰۹۴	۵/۰۵۶۳	۲/۵۷۴۹	۲/۴۸۱۴	جریان کار	۱۴C

جدول ۹- ترتیب زیرشاخص ها از نظر تاثیرگذاری و تاثیرپذیری

جدول معیار ها از نظر تاثیرگذاری و تاثیرپذیری				نوع
عنوان زیرشاخص	نام اختصاری	ترتیب اولویت	R-J	
تعهد مدیریت	۸C	۱	۱/۴۶۴۷	عوامل تاثیرگذار
آموزش کارکنان	۱۱C	۲	۱/۴۴۷۱	
دانش و اطلاعات کارکنان	۳C	۳	۱/۳۰۰۸	
فقدان مهارت	۱C	۴	-۰/۴۲۰۴	
قوانین و مقررات	۱۰C	۵	-۰/۴۱۹۸	
خستگی	۲۰C	۶	-۰/۳۸۸۵	
دشواری کار	۱۵C	۷	-۰/۲۷۰۶	
نگرش کارکنان	۲۳C	۸	-۰/۰۳۱۶	
جریان کار	۱۴C	۹	-۰/۰۹۴-	
توجه و تمرکز	۱۹C	۱۰	-۰/۳۵۱-	عوامل تاثیرپذیر
فرهنگ ایمنی و سلامت	۷C	۱۱	-۰/۷۸۴-	
علاقه به شغل	۲۱C	۱۲	-۰/۸۰۴-	
بافت وظیفه ای	۱۶C	۱۳	-۰/۸۰۵-	
کنترل و بازرسی	۹C	۱۴	۱/۴۲۷-	
خود کنترلی	۴C	۱۵	۱/۴۷۹-	

مدیریت بود که نشان از اهمیت برنامه ریزی ها، شاخص جریان کار بود که نشان از کارایی یک تصمیمات و عملکرد مدیران در یک سیستم است و سیستم و عملکرد ایمن و مؤثر آن است. بیشترین تأثیرپذیری در بین زیر شاخص ها، زیر محققان در تحقیقات آینده می توانند به بررسی



Turkey. Expert Systems with Applications. 2012;39: 14-24.

12. Wu WW, Lee YT. Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. Expert Systems with Applications. 2007;32 (2): 499-507.

13. Lee WS, Huang AY, Chang YY, Cheng CM. Analysis of Decision Making Factors for Equity Investment by DEMATEL and Analytic Network Process. Expert Systems with Applications; 2011, No.38 : 14-24.

مدل‌هایی پردازند که روابط میان زیرشاخص‌های مؤثر بر ریسک رفتار معیوب را نشان دهد و سپس از طریق FANP یا سایر تکنیک‌های مربوطه به تحلیل آن‌ها پردازند.

همچنین، محققین می‌توانند در بررسی‌های خود شاخص‌ها و زیرشاخص‌های بیشتر و حتی شاخص‌ها و زیرشاخص‌های دیگری را به‌منظور بررسی و اثرگذاری بر ریسک رفتار معیوب لحاظ کنند.

## منابع

1. Lack WR. Safety, health and asset protection: essential management. Second version. 2002.

2. Asgharizadeh E, Ghasemi A, Behrouz M. Accident assessment based on controlled indicators of safety performance by EVAMIX, case study: Gas pipelines. Crisis Management; 2012;57(5). [in Persian].

3. Le Coze JC. Outlines of a sensitising model for industrial safety assessment. Safety Science. 2013; 51:187-201.

4. Alimohamadi I, Jahani hashemi H, Farshad A, et al. Test reliability observation of safety culture questionnaire in detergent, industries. Iran Occupational Health Quarterly. 2010;4(4):33-42. [in Persian]

5. Dagdeviren M, Yuksel I, Kurt M. A fuzzy analytic network process (ANP) model to identify faulty behavior risk (FBR) in work system. Safety Science. 2008;46(5):771-783.

6. Ozgüven E. Organizational Psychology, Ankara : PDREM Publication; 2003.

7. Sabanci A. Ergonomics, Adana: Baki Publication; 1999;13.

8. Chang D. Extent analysis and synthetic decision. Optimization techniques and applications. 1992;1(5): 325.

9. Chang DY. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European Journal of operational research. 1996;95(3): 649-655.

10. Saaty TL. Decision making with dependence and feedback: The analytic network process. Pittsburgh: RWS Publications; 1996.

11. Sevkli M, Oztekin A, Uysal O, Torlak G., Turkyilmaz A, Delen D. Development of a fuzzy ANP based SWOT analysis for the airline industry in

## Analysis of Indicators Affecting the Faulty Behavior Risk with Fuzzy Multiple Criteria Decision Making (FMCDM) Approach in energy production unit of oil refinery cooperation

M. Raesmohammadi<sup>1</sup>

Received: 2014/10/26

Revised: 2015/05/04

Accepted: 2015/07/04

### Abstract

**Background and aims:** Faulty behavior may be lead to results such as negative effect on effectiveness and efficiency of operational systems, system safety, health of labor and continuous production. Therefore, the aim of this research is surveying and analyzing the indicators that are effected on Faulty Behavior Risk in the operational system with method of Fuzzy Multiple Criteria Decision Making (FMCDM) in one of the departments of Tehran oil refinery cooperation.

**Methods:** This research is an analytical and descriptive study. There are three questionnaires that were used in this research the first questionnaire is completed by 32 staff of energy unit in order to screen indicators the second questionnaire is completed by 3 experts of that unit and the third questionnaire is completed by 4 experts. Then in order to determine weight of 4 main indicators and screened 15 subcriteria FMCDM techniques like ANP approach and Visual Basic programming technique were used. Finally in order to determine severity of influencing and being influenced of sub-criteria DEMATEL technique and Matlab software were applied.

**Results:** Research findings showed that among four main identified indicators, indicator of subjective factors has the maximum weight and effect and then followed by indicators of institutional factors human factors and occupational factors respectively. Also among sub-criteria, interest in job sub-criteria had the maximum weight and effect, followed by fatigue and knowledge of workers sub-criteria. In view of severity of sub-criteria effecting to each other management commitment and employee training were identified respectively also in view of severity of influencing sub-criteria workflow and attention and focus sub-criteria were identified respectively.

**Conclusion:** According to research findings and determination of weight and severity of influencing and being influenced sub-criteria relative to employees's behavior, managers and decision makers of this unit will be obtain valuable information which can be used in planning and decision making of that unit or same units regarding declining risk and increasing safety and productivity.

**Keywords:** Safety, Faulty behavior risk, Fuzzy multiple criteria decision making (FMCDM), Fuzzy analysis network proces (FANP), Decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL).

---

1. (Corresponding author) Master of science in operational research, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran.