مدیریت فرهنگ سازمانی
سال هشتم، شماره بیست و دوم، پاییز و زمستان ۱۳۸۹
صفحات ۵ ـ ۲۰

به کارگیری فرایند تحلیل شبکه‌ای برای شناسایی ریسک رفتارهای خطا در سیستم‌های کاری

علی محقر[۱]، محمد حسن ملکی[۲]، محمد علی افشاری[۳]*، جواد سیاهکالی مرادی[۴]

۱. دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران
۲. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی دانشگاه تهران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه قزوین
٤. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت صنعتی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران
(تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۲۵؛ تاریخ تصویب: ۸۹/۹/۲۰)

چکیده

ایمنی سیستم کاری تابع عوامل متعددی است و ساختار پیچیده و پویایی دارد. هم‌چنین ممکن است بین عوامل مؤثر در ایمنی سیستم، رابطه و وابستگی وجود داشته باشد. بنابراین، ایمنی سیستم را باید با دیدی همه جانبه و کل نگر مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. در پژوهش حاضر سعی شده تا میزان ریسک رفتار خطا (**FBR**) به عنوان یک عامل مهم در میزان ایمنی سیستم کار، از طریق فرایند تحلیل شبکه‌ای (**ANP**) که توسعه یافته فرایند سلسله مراتبی است، تعیین شود. به همین منظور در مرحله اول عوامل تأثیرگذار مختلفی که از منابع متعدد جمع‌آوری شده بودند، توسط افراد خبره مورد ارزیابی قرار گرفتند و مهم‌ترین عوامل انتخاب شدند. پنج نفر از افراد خبره که در سطوح عالی سازمان نقش تعیین‌کننده داشتند، برای مصاحبه و پرسش‌نامه انتخاب شدند که دارای صلاحیت علمی و تجربی بالایی هستند. در مرحله بعد رتبه‌بندی عوامل با استفاده از مقیاس ارقام قطعی انجام شد و طی یک مدل گام به گام **FBR** سیستم کار از طریق مدل **ANP** محاسبه گردید. در پژوهش حاضر فرض اساسی، وابستگی میان عوامل سازمانی، فردی و شغلی می‌باشد. این وابستگی از طریق ماتریس مقایسات زوجی و از طریق پرسش‌نامه زوجی با طیف ۹گانه ساعتی تعین گردید. در پایان با محاسبه **FBR** سه سیستم کاری یک شرکت تولیدی واقع در قم، تصمیمات مربوط به تداوم عملیات، انجام عملیات اصلاحی و یا توقف سیستم اتخاذ گردید.

واژگان کلیدی

مدیریت ایمنی، سیستم کار، ریسک رفتار خطا، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، فرایند تحلیل شبکه ای.

* نویسنده مسؤول: ۰۹۳۸۲۰۲۹۶۱۸
Email: Mohamadaliafshar@yahoo.com

مقدمه

در سیستم‌های کاری، خطا معمولا به عنوان انحراف از رفتار استاندارد، منطقی و طراحی شده تعریف می‌شود. رفتارهای خطا رفتارهایی هستند که یا موجب کاهش ایمنی و عملکرد سیستم کاری می‌شوند و یا به طور بالقوه بر روی این عوامل اثر کاهنده دارند. جریان موزون و هماهنگ عوامل انسانی و ماشینی در سیستم‌های کار به عملکرد ایمنی سیستم‌های کار وابسته است. در صورتی که مدیریت مؤثری در زمینه ایمنی وجود داشته باشد، عملکرد ایمنی تضمین خواهد شد. در این زمینه، اندازه‌گیری و ارزیابی خطرات محتمل عواملی که باعث رفتارهای خطا می‌شوند، برای عملکرد ایمنی سیستم‌های کار مهم و الزامی است.

مدیریت ایمنی سیستم کار تابع عوامل بسیاری است (چمپوکس[1]، ۲۰۰۳، صص۳۰۱-۳۱۸). و هم‌چنین هر کدام از عوامل می‌توانند بر روی هم تأثیر بگذارند. علاوه بر این، میان عوامل فرعی هر عامل روابط درونی وجود دارد. به همین خاطر، ایمنی سیستم کار باید با یک دیدگاه کل‌نگر تجزیه و تحلیل شود. این مطالعه، مسأله ایمنی سیستم‌های کاری را از طریق یک روش کل‌نگر مدلسازی می‌کند و به همین دلیل، با مطالعات و تحقیقات دیگر صورت گرفته در ادبیات تحقیق تفاوت دارد. این مطالعه از روش فرایند تجزیه و تحلیل شبکه‌ای (ANP) که حالت توسعه یافته فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) می‌باشد، استفاده می‌کند. استفاده از ANP این امکان را می‌دهد تا سیستم‌های پیچیده را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و ریسک رفتارهای خطا سیستم کار را تعیین کنیم.

رفتارهای خطا، عملیات سیستم‌های کاری، تداوم تولید و سلامتی کارگران را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به همین دلیل، شناسایی عواملی که باعث رفتارهای خطا می‌شوند و سطوح ریسک سیستم‌های کاری را تحت تأثیر قرار می‌دهند، الزامی است. در واقع با شناخت این عوامل می‌توان FBR را بهبود داد و سطح ایمنی و عملکرد سیستم را ارتقا بخشید. عملکرد غیر ایمن و نامطمئن سیستم‌های کاری، هزینه‌های زیادی به دنبال خواهد داشت. این هزینه‌ها نه فقط هزینه‌های پولی، بلکه شامل هزینه‌های انسانی نیز می‌شوند. با انجام این تحقیق و به کارگیری مدل مورد نظر برای تعیین عوامل اثرگذار بر روی FBR و هم چنین محاسبه آن

1. Champoux

می‌توان از وضعیت موجود سیستم مطلع شده و با انجام اقدامات پیشگیرانه هزینه‌های زیادی را صرفه جویی کرد.

علاوه بر این، تا امروز هیچ شاخص، روش‌شناسی یا میانگین قطعی و اثبات نشده‌ای برای پیش بینی رخداد حوادث در محیط کار طراحی نشده است (چن[1] و همکاران، ۲۰۰٤، صص ۲۳۳ـ۲٤۲). به علت وجود این نقایص در ادبیات تحقیق، انجام این تحقیق مساعدتی برای توسعه این مفهوم خواهد بود.

ادبیات تحقیق

اندازه‌گیری عملکرد ایمنی

ایمنی سیسستم، عبارت است از یک نام رسمی برای یک آزمایش سیستماتیک و جامع از یک طراحی مهندسی یا عملیات و کنترل هر گونه خطر بالقوه‌ای که می‌تواند باعث آسیب رسانی به افراد و تجهیزات شود (چن و همکاران، ۲۰۰٤، ص۳). عوامل مختلفی روی ایمنی سیستم مؤثرند. طبقه‌بندی‌های مختلفی از عوامل تأثیرگذار بر روی توالی تصادفات و حوادث مطرح شده‌اند. برای مثال، عوامل تأثیرگذار بر روی توالی تصادفات و حوادث را می‌توان به گروه‌های زیر تقسیم کرد: عوامل فنی، عوامل اقتصادی، سازماندهی کار، عوامل محیطی و عوامل انسانی (فابیانو[2]، ۲۰۰۸، صص ۵۳۵ـ٥٤٤).

هم‌چنین طبقه‌بندی دیگری، عوامل تأثیرگذار بر روی عملکرد ایمنی سیستم‌های کاری را به سه گروه عوامل تقسیم می‌کند (داگدورین[3]، ۲۰۰۷، صص ۹۷ـ۱۰۳):

ـ عوامل سازمانی: برای مثال، فرهنگ ایمنی، آموزش و توسعه، روابط میان مدیریت و کارگر و غیره.

ـ عوامل شخصی: برای مثال، فقدان مهارت، رقابت، تمایل به رفتارهای پرخطر وغیره.

ـ عوامل شغلی: برای مثال، جریان کار، تعارض نقش، یکنواختی کار وغیره.

محققان ایمنی با توجه به عوامل تأثیرگذار بر روی عملکرد ایمنی، در صدد اندازه‌گیری و ایجاد شاخصی برای پیش بینی ریسک سیستم‌های ایمنی بوده‌اند. برای مثال، کین[4] (۲۰۰۱) در

1. Chen
2. Fabiano
3. Dagdeviren
4. Qien

بررسی خود در مورد مدیریت ایمنی، فعالیت‌های مهمی را برای توسعه یک شاخص ریسک که قادر به پیش بینی یک علامت یا هشدار باشد، انجام داد. روش‌شناسی او یک رویه هشت قدمی است که شامل شناسایی عوامل تأثیرگذار بر روی ریسک، تخمین اثر تغییر بر روی ریسک، و انتخاب شاخص‌های ریسک می‌باشد (چن و همکاران، ۲۰۰٤، صص۲۳۳ـ۲٤۲).

در مطالعه‌ای دیگر که به منظور تعیین شاخص عملکرد ایمنی فعلی سیستم کار انجام شد، رابطه میان جو ایمنی با ویژگی‌های واقعی محیط کار مورد بررسی قرار گرفت و داده‌ها از طریق پرسش‌نامه‌های توزیع شده میان کارگران جمع‌آوری شد (ددوبیلیر[1]، ۱۹۹۱، صص ۹۷ـ۱۰۳). ویلیامسون و همکاران (۱۹۹۷) نیز از طریق داده‌های جمع‌آوری شده از پرسش‌نامه‌ها، جو ایمنی را با درک کارگران از محیط کارشان مرتبط کردند. هر دو رویکرد اثربخشی خود را در زمینه پیش بینی رخداد حوادث ثابت نکرده‌اند.

در ادبیات مدیریت ایمنی، روش‌های پیشنهادی و توسعه یافته زیادی برای اندازه‌گیری عملکرد ایمنی وجود دارد. روش‌های اصلی عبارتند از آمار حادثه، نمودار کنترل حادثه، و مقیاس‌های نگرشی (برایر[2]، ۱۹۹٤، ص ۵۹). اکثر این روش‌ها انفعالی یا انتزاعی هستند. برای مثال، آمار حادثه فقط عملکرد ایمنی را در گذشته نشان می‌دهد و نمودار کنترل حادثه هم وضعیت فعلی مدیریت ایمنی را بیان می‌کند. مقیاس نگرشی هم از مقیاسی استفاده می‌کند که کیفی و انتزاعی است. به همین دلیل، هیچ یک از این روش‌ها قادر به ارزیابی و اندازه‌گیری کمی وضعیت فعلی مدیریت ایمنی نبوده و نمی‌توانند احتمال رخداد حوادث و رویدادهای ناخواسته را اندازه‌گیری کنند (چن و همکاران، ۲۰۰٤، صص ۲۳۳ـ۲٤۲).

فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

در تحقیقات اولیه‌ای که انجام شد، فرایند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان یک تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره، برای حل مسایل تصمیم‌گیری پیچیده مورداستفاده قرار گرفت (یوکسل[3]، ۲۰۰۷، صص ۳۳٦٤ـ۳۳۸۲). ساعتی برای اولین بارAHP را معرفی نموده و از آن برای حل مسایل پیچیده استفاده نمود (بزداگ[4]، ۲۰۰۳، صص ۱۳-۲۹). فرضیه اصلی در AHP،

1. Dedobbeleer
2. Brauer
3. Yuksel
4. Bozdag

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استقلال سطوح بالاتر نسبت به سطوح پایین‌تر و نسبت به معیارها و عوامل دیگر در هر سطح می‌باشد. بسیاری از مسایل تصمیم‌گیری، به دلیل وجود رابطه متقابل میان عوامل گوناگون به صورت سلسله مراتبی ساختار بندی نمی‌شوند (ساعتی[1]، ۱۹۸٦، صص ۲۲۹ــ۲۳۷). ساعتی پیشنهاد کرد که از AHP برای حل مسایلی استفاده شود که میان گزینه‌ها و معیارها ارتباطی وجود ندارد و ANP نیز زمانی مورد استفاده قرار گیرد که جایگزین‌ها و شاخص‌ها به هم وابسته هستند. ANP به عنوان حالت توسعه یافته AHP مطرح شده، در حالی که روابط در AHP به صورت سلسله مراتبی یک سویه است، در ANP روابط میان شاخص‌ها و سطوح تصمیم‌گیری متقابل می‌باشد.

رویکرد باز خوریANP، به جای استفاده از سلسله مراتب، شبکه‌ای از روابط میان سطوح را به کار می‌گیرد. در این شبکه نمی‌توان به راحتی مشخص کرد که کدام سطوح بالاتر یا پایین تر، غالب یا تابع، مستقیم یا غیر مستقیم می‌باشند (میدی[2]، ۱۹۹۹، صص ۲٤۱ــ۲٦۱). برای مثال نه تنها معیارها بر روی اهمیت گزینه‌ها تأثیر دارند، بلکه گزینه‌ها هم بر روی معیارها تأثیر دارند. بنابراین ساختار سلسله مراتبی با یک رابطه خطی به سمت پایین برای یک سیستم پیچیده مناسب نمی‌باشد.

گام‌های اجرای ANP

گام اول. ایجاد مدل و تدوین مساله: در مرحله مدل سازی، هدف تصمیم‌گیری، شاخص‌های تصمیم‌گیری و گزینه‌های ممکن را مشخص می‌نماییم (جهارکاریا[3]، ۲۰۰۷، صص ۲۷٤ـ۲۸۹). ساختار باز شبکه‌ای ANP، این امکان را فراهم می‌نماید که معیارهای انتخاب مختلف را بدون توجه به تقدم و تاخر شاخص‌ها، مدل سازی نمود.

گام دوم. انجام مقایسات زوجی و محاسبه بردار: در این مرحله یک سری مقایسات زوجی برای به دست آوردن اهمیت نسبی هر کدام از عوامل و شاخص‌هایی که در انتخاب هدف مؤثر می‌باشند، انجام می‌شود. در چنین مقایساتی، یک معیار نسبی از ۱ تا ۹ جهت مقایسه دو عامل به کار می‌رود. امتیاز ۱ نشانگر اهمیت برابر دو عامل می‌باشد، در حالی که امتیاز ۹ حاکی از تسلط کامل عامل (عنصر سطر) در مقایسه با عامل دیگر (عنصر ستون) می‌باشد. در مقایسه معکوس،

1. Saaty
2. Meade
3. Jharkharia

یک ارزش معکوس به طور خودکار درون ماتریس معین می‌گردد، به این صورت که: $A_{ij} \times A_{ji} = ۱$. این نوع مقایسه مطابق با روش پیشنهادی ساعتی می‌باشد (تولگا[1]، ۲۰۰۵، صص۸۹ـ۱۱۷). در تشکیل ماتریس مقایسات زوجی جهت پرهیز از هرگونه نگرش جانبدارانه، ممکن است از تصمیم‌گیری گروهی استفاده شود. دایر و فورمن[2] (۱۹۹۲) چندین شیوه را برای لحاظ کردن نگرش‌ها و قضاوت‌های اعضای گروه در ماتریس مقایسات زوجی پیشنهاد داده‌اند که این شیوه‌ها عبارتند از: ۱. اجماع، ۲. رای یا مصالحه، ۳. میانگین هندسی قضاوت‌های فردی، ٤. مدل مجزا.

گام سوم. انجام مقایسات زوجی برای وابستگی‌های درونی و بازخوردی: در این مرحله وزن‌های داخلی شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها که در مرحله مدل سازی مشخص شده بودند، محاسبه می‌شود. در این گام نیز مانند گام قبل، ماتریس‌های مقایسات زوجی را داریم، با این تفاوت که در این مرحله وابستگی‌های درونی و بازخوردی مد نظر می‌باشند.

گام چهارم. تشکیل سوپرماتریس: سوپرماتریس برای تجزیه و تحلیل وابستگی‌های متقابل میان اجزای سیستم، به کار می‌رود. اجزای سوپرماتریس از ماتریس‌های مقایسات زوجی وابستگی‌های درونی حاصل شده و در آن جای‌گذاری می‌شوند. هر ارزش غیر صفر در ستون سوپر ماتریس، نشانگر اهمیت نسبی وزن حاصل شده از ماتریس‌های مقایسات زوجی وابستگی‌های درونی می‌باشد.

در مرحله بعدی، از سوپرماتریس جهت همگرایی و برای رسیدن به یک مجموعه از اوزان ثابت بلند مدت استفاده می‌شود. برای رسیدن به این هدف، باید هر ستون ماتریس به صورت بردار احتمال درآید. به توان رسانی سوپرماتریس، باعث همگرایی خواهد شد و توان آن باید به این صورت باشد: ۲k-۱ (k، عددی بزرگ و اختیاری می‌باشد) (آگاروال[3]، ۲۰۰۳، صص ۳۲٤ـ۳۳٤).

گام پنجم. انتخاب بهترین تصمیم: در این مرحله، وزن کلی هر کدام از جایگزین‌ها با ضرب نمودن وزن‌های به دست آمده از هر کدام از مراحل پیشین مشخص شده و با توجه به آن تصمیم نهایی اتخاذ می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1.Tolga
2. Dyer and Forman
3. Agarwal

روش‌شناسی تحقیق

این مدل، برای محاسبه FBR سه سیستم کاری درشرکت تولیدی ایران مرینوس با استفاده از ANP مورد استفاده قرار گرفت. این سه سیستم کاری واحدهای رنگرزی، ریسندگی و بافندگی می‌باشند. جامعه آماری این تحقیق شامل مدیران این واحدها و کارشناسان ایمنی شرکت، که تعداد آن‌ها ۵ نفر می‌باشد. نمونه آماری تحقیق حاضر این ۵ نفر می‌باشند که ارزیابی خود را در دو مرحله و با روش نمونه‌گیری غیر تصادفی (قضاوتی) انجام می‌دهند. این پنج نفر در حقیقت تصمیم‌گیرندگان اصلی سازمان هستند که از نظر تخصص (علمی) و سابقه کاری در رده سطوح عالی سازمان قرار دارند. لازم به ذکر است که در روش تحلیل شبکه جامعه آماری از میان متخصصان و خبرگان تعیین می‌گردد و لذا یکی از محاسن این روش می‌باشد. در مرحله اول خبرگان تحقیق از میان عوامل تأثیرگذار بر روی FBR که از منابع مختلف جمع‌آوری شده اند، مهم‌ترین‌ها را انتخاب نموده و در مرحله بعد عملیات رتبه‌بندی را از طریق اجماع و با توافق جمعی انجام دادند. در ضمن تحقیق مورد نظر کاربردی می‌باشد.

مراحل مدل پیشنهادی به ترتیب زیر می‌باشند:

مرحله ۱: در این مرحله، ۲۰ شاخص که از منابع مختلف جمع‌آوری شده بودند، توسط خبرگان با استفاده از پرسش‌نامه مورد ارزیابی قرار گرفتند. سه عدد ۳، ۲، ۱ که به ترتیب بیانگر خیلی مهم، تا حدی مهم و مهم نیست، می‌باشند، در ارزیابی عوامل مورد استفاده قرار گرفتند. ارزیابی‌های تصمیم‌گیران به وسیله میانگین حسابی با هم ترکیب شد و ۱۲ عامل با امتیاز بالاتر از ۲ انتخاب شدند. ۱۲ عامل در سه گروه سازمانی، فردی و شغلی دسته بندی شدند.

عوامل سازمانی[1] (OF) عبارتند از : فرهنگ ایمنی[2] (SC)، آموزش و توسعه[3] (TD)، سیستم مدیریت[4] (MS)، نظارت و بازرسی[5] (INS)، اضافه کاری کردن[6] (OW).

عوامل فردی[7] (PF) عبارتند از : عدم مهارت[1] (LS)، درجه ریسک پذیری افراد[2] (TRB)،

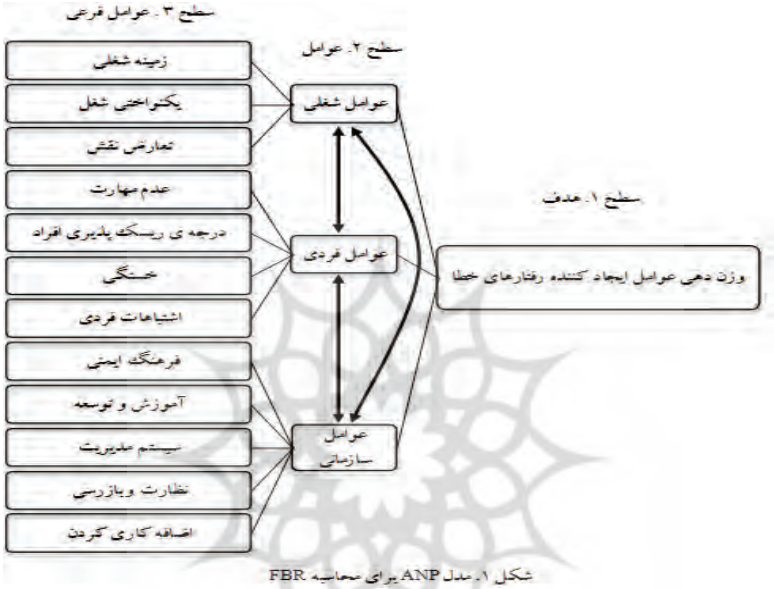
1. Organizational Factor
2. Safety Culture
3. Teaching and Development
4. Management System
5. Inspection
6. Over-working
7. Personal Factor

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

خستگی[3] (TI)، اشتباهات فردی[4] (IE).

عوامل مربوط به شغل[5] (JRF) عبارتند از : زمینه شغلی[6] (TC)، یکنواختی شغل[7] (MON)، تعارض نقش[8] (RC).

مرحله ۲: مدل ANP با استفاده از عوامل اصلی و عوامل فرعی تعیین شده در مرحله اول شکل می‌گیرد (شکل ۱). قدم اول تعیین هدف است که عبارت از تعیین وزن عوامل فرعی می‌باشد. در قدم دوم عوامل توسط یک بردار یک سویه به هدف مرتبط می‌شوند. بین عوامل، رابطه درونی وجود دارد که از طریق بردارهایی نشان داده می‌شود. در این گام رابطه درونی بین عوامل سازمانی، فردی و شغلی مورد توجه قرار می‌گیرد و بدین وسیله اثر عوامل بر روی همدیگر محاسبه می‌شود. در گام سوم، عوامل اصلی و عوامل فرعی ربط داده می‌شوند.



شکل ۱. مدل ANP برای محاسبه FBR

1. Lack of Skill
2. Taking Risk of Body
3. Tiredness
4. Individual Error
5. Job-Related Factor
6. Task Career
7. Monotony
8. Role Conflicts

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مرحله ۳ : در این مرحله وزن نسبی عوامل اصلی و عوامل فرعی سطح دوم و سوم مدل محاسبه می‌شود. ماتریس مقایسه زوجی توسط خبرگان تشکیل می‌شود. برای مثال عامل سازمانی و عامل فردی با این سؤال (میزان اهمیت عامل سازمانی در مقایسه با عامل فردی به چه میزان است ؟) با هم مقایسه می‌شوند. برای مثال میزان اهمیت عامل سازمانی در مقایسه با عامل فردی خیلی مهم‌تر می‌باشد که با عدد ۷ نشان داده می‌شود (جدول ۱).

بقیه ماتریس‌های ارزیابی دیگر نیز به همین ترتیب تشکیل شده و وزن‌ها محاسبه می‌شوند. ماتریس‌های مقایسات زوجی دیگر و وزن نسبی آن‌ها در جداول ۲ تا ۵ نمایش داده شده است.

جدول۱. مقیاس اصلی ارقام قطعی

شدت اهمیت	تعریف
۱	اهمیت یکسان
۳	کمی مهم‌تر
۵	مهم‌تر
۷	خیلی مهم‌تر
۹	فوق‌العاده مهم‌تر
۲و ۴و ۶و ۸	مقادیر بینابین

جدول۲. ماتریس مقایسه زوجی عوامل اصلی و اهمیت نسبی هر عامل

عوامل	OF	PF	JRF	اهمیت نسبی
OF	۱	۵	۲	۰/۵۹۵
PF	۱/۵	۱	۱/۲	۰/۱۲۸
JRF	۱/۲	۲	۱	۰/۲۷۶

CR = 0. 01

جدول ۳. ماتریس مقایسه زوجی عوامل فرعی سازمانی و اهمیت نسبی هر عامل فرعی

عوامل	SC	TD	MS	INS	OW	اهمیت نسبی
SC	۱	۱/۳	۳	۳	۲	۰/۲۱۰
TD	۳	۱	۸	۸	۳	۰/۵۲۱
MS	۱/۳	۱/۸	۱	۱	۱/۲	۰/۰۶۷
INS	۱/۳	۱/۸	۱	۱	۱/۲	۰/۰۶۷
OW	۱/۲	۱/۳	۲	۲	۱	۰/۱۳۵

CR = 0. 01

جدول٤. ماتریس مقایسه زوجی عوامل فرعی فردی و اهمیت نسبی هر عامل فرعی

عوامل	LS	TRB	TI	IE	اهمیت نسبی
LS	۱	۷	۳	۴	۰/۵۵۱
TRB	۱/۷	۱	۱/۴	۱/۳	۰/۰۶۰
TI	۱/۳	۴	۱	۳	۰/۲۶۰
IE	۱/۴	۳	۱/۳	۱	۰/۱۲۹

CR = 0. 05

جدول۵. ماتریس مقایسه زوجی عوامل فرعی شغلی و اهمیت نسبی هر عامل

عوامل	TC	MON	RC	اهمیت نسبی
TC	۱	۳	۵	۰/۶۳۷
MON	۱/۳	۱	۳	۰/۲۵۸
RC	۱/۵	۱/۳	۱	۰/۱۰۵

CR = 0. 04

مرحله ٤ : در این مرحله، وزن وابستگی متقابل عوامل، محاسبه و وابستگی میان عوامل مد نظر قرار می‌گیرند. وابستگی میان عوامل از طریق بررسی میزان اثر هر عامل بر روی عوامل دیگر محاسبه می‌شود. بر اساس وابستگی نشان داده شده در سطح دوم شکل ۱، ماتریس مقایسه زوجی برای عوامل ایجاد می‌شود (جدول‌های ٦ تا ۸).

جدول ۶. ماتریس وابستگی درونی عوامل با توجه به عوامل سازمانی

عوامل سازمانی	عوامل فردی	عوامل شغلی	وزن‌های اهمیت نسبی
عوامل فردی	۱	۵	۰/۸۳
عوامل شغلی	۱/۵	۱	۰/۱۷

جدول ۷. ماتریس وابستگی درونی عوامل با توجه به عوامل فردی

عوامل فردی	عوامل سازمانی	عوامل شغلی	وزن‌های اهمیت نسبی
عوامل سازمانی	۱	۳	۰/۷۵
عوامل شغلی	۱/۳	۱	۰/۲۵

جدول ۸. ماتریس وابستگی درونی عوامل با توجه به عوامل شغلی

عوامل شغلی	عوامل سازمانی	عوامل فردی	وزن‌های اهمیت نسبی
عوامل سازمانی	۱	۵	۰/۸۳
عوامل فردی	۱/۵	۱	۰/۱۷

به عنوان مثال عدد ۵ (مهم‌تر) در جدول ٦ از طریق سؤال ((عوامل فردی از نظر تأثیر آن‌ها بر عوامل سازمانی نسبت به عوامل شغلی از چه اهمیتی برخوردار است.)) به دست آمده است.

ستون آخر جداول ٦ الی ٨ مربوط به وزن‌های اهمیت نسبی است.

با استفاده از وزن‌های اهمیت نسبی به دست آمده، ماتریس وابستگی عوامل شکل می‌گیرد. وزن‌های وابستگی متقابل عوامل از طریق حاصل ضرب ماتریس وابستگی عوامل که در جدول‌های ٦ تا ٨ به دست آمده، در وزن عوامل (جدول ٢) و پس از نرمال سازی به دست می‌آید. وزن روابط وابستگی متقابل عوامل بدین ترتیب محاسبه می‌شود :

$$\begin{bmatrix} ۱ & ۰/۷۵ & ۰/۸۳ \\ ۰/۸۳ & ۱ & ۰/۱۷ \\ ۰/۱۷ & ۰/۲۵ & ۱ \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} ۰/۵۹۵ \\ ۰/۱۲۸ \\ ۰/۲۷۶ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ۰/۴۶ \\ ۰/۳۳ \\ ۰/۲۱ \end{bmatrix}$$

همانطور که مشاهده می‌شود، تفاوت بارزی میان وزن عوامل به دست آمده (جدول ٢) و وزن وابستگی متقابل عوامل وجود دارد.

مرحله ٥ : با استفاده از وزن‌های وابستگی متقابل عوامل (مرحله ٤) و وزن نسبی عوامل فرعی (مرحله ٣)، وزن نهایی عوامل فرعی محاسبه می‌شود. وزن نهایی عوامل فرعی، از طریق ضرب وزن نسبی عوامل فرعی در وزن وابستگی متقابل عواملی که به آن‌ها تعلق دارند محاسبه می‌شود. وزن‌های به دست آمده در جدول ٩ ذکر شده است. بر اساس وزن نهایی عوامل فرعی، عوامل فرعی ((آموزش و توسعه، عدم مهارت، زمینه شغلی و فرهنگ ایمنی)) به عنوان مهم‌ترین عوامل فرعی مؤثر در خطای سیستم شناخته شدند.

جدول۹. وزن‌های کلی محاسبه شده عوامل فرعی

عوامل و وزن‌های نسبی	عوامل فرعی	وزن‌های نسبی	وزن‌های کلی
عوامل سازمانی ۰/۴۶	فرهنگ ایمنی	۰/۲۱۰	۰/۱۰
	آموزش و توسعه	۰/۵۲۱	۰/۲۴
	سیستم مدیریت	۰/۰۶۷	۰/۰۳
	نظارت و بازرسی	۰/۰۶۷	۰/۰۳
	اضافه کاری	۰/۱۳۵	۰/۰۶
عوامل فردی ۰/۳۳	عدم مهارت	۰/۵۵۱	۰/۱۸
	درجه ی ریسک پذیری	۰/۰۶۰	۰/۰۲
	خستگی	۰/۲۶۰	۰/۰۸
	اشتباهات فردی	۰/۱۲۹	۰/۰۴
عوامل شغلی ۰/۲۱	زمینه شغلی	۰/۶۳۷	۰/۱۴
	یکنواختی شغل	۰/۲۵۸	۰/۰۵
	تعارض نقش	۰/۱۰۵	۰/۰۳

مرحله ٦ : در این مرحله، از متغیرهای زبانی پیشنهاد شده توسط چن و همکاران استفاده می‌شود(چن و همکاران، ۱۹۹۱، صص ٤٢٣ـ٤٣٣). این متغیرها وضعیت موجود سیستم از نظر هر کدام از عوامل را نشان می‌دهند. ارزش میانگین این متغیرها در جدول ۱۰ نشان داده شده است. هر کدام از عوامل فرعی دارای تأثیر مثبت (کاهش FBR) یا منفی (افزایش FBR) در خطای سیستم می‌باشند. عوامل فرعی فرهنگ ایمنی، آموزش و توسعه، سیستم مدیریت، نظارت و بازرسی تأثیر مثبت وعوامل فرعی اضافه کاری، عدم مهارت، درجه ریسک پذیری افراد، خستگی، اشتباهات فردی، زمینه شغلی، یکنواختی شغل و تعارض نقش تأثیر منفی بر خطای سیستم دارند. بر اساس این تأثیر مثبت یا منفی، متغیرهای زبانی اعداد متفاوتی به خود می‌گیرند. متغیر زبانی زیاد (H) در صورتی که عامل مورد نظر تأثیر مثبت بر خطای سیستم داشته باشد، مقدار ۰/۲۵ و اگر دارای تأثیر منفی باشد، مقدار ۰/۷۵ نسبت داده می‌شود.

جدول۱۰. ارزش‌های زبانی و میانگین اعداد فازی

ارزش‌های زبانی برای عوامل فرعی مثبت	ارزش‌های زبانی برای عوامل فرعی منفی	میانگین اعداد فازی
خیلی کم (VL)	خیلی زیاد (VH)	۱
کم (L)	زیاد (H)	۰/۷۵
متوسط (M)	متوسط (M)	۰/۵
زیاد (H)	کم (L)	۰/۲۵
خیلی زیاد (VH)	خیلی کم (VL)	۰

مرحله ۷ : در این مرحله، با استفاده از ضرب وزن نهایی عوامل فرعی در وزن‌های اندازه‌گیری شده آن‌ها از طریق مقیاس زبانی (جدول ۱۰)، FBR هر سه سیستم محاسبه می‌شود. این محاسبات در جدول ۱۱ نشان داده شده است.

پس از محاسبه FBR سیستم‌های کاری، نوبت به اتخاذ تصمیمات مقتضی در این زمینه می‌رسد. این تصمیمات شامل ۳ اقدام تداوم کار سیستم، انجام اقدامات اصلاحی و توقف سیستم می‌باشد. در صورتی که FBR کم‌تر از ۰/۲ باشد، سیستم به کار خود ادامه می‌دهد و اگر مقدار FBR بیش‌تر از ۰/۲ و کم‌تر از ۰/٤ باشد، اقدامات اصلاحی برای سیستم ضروری است. در نهایت اگر مقدار FBR سیستم بیش از ۰/٤ باشد سیستم متوقف شده و طراحی مجدد می‌شود. در پژوهش حاضر، FBR واحد کاری رنگرزی، ۰/٤٤٧ و FBR واحد ریسندگی۰/٤٣٩ می‌باشد که به دلیل بالاتر بودن این مقادیر از ۰/٤، هر دو سیستم باید متوقف شده و مجدداً

طراحی شوند. مقدار FBR واحد بافندگی نیز ۰/۳٦۰ می‌باشد که بـه دلیـل کـم‌تـر بـودن از ۰/٤ و بالاتر بودن از ۰/۲، باید عملیات اصلاحی بر روی آن صورت گیرد.

جدول۱۱. FBR برای ۳ سیستم با مدل ANP پیشنهاد شده

عوامل فرعی		واحد رنگرزی			واحد ریسندگی			واحد بافندگی		
	وزن‌های کلی (gw)	متغیرهای زبانی	ارزش مقیاس (sv)	gw ×sv	متغیرهای زبانی	ارزش مقیاس (sv)	gw ×sv	متغیرهای زبانی	ارزش مقیاس (sv)	gw ×sv
فرهنگ ایمنی	۰/۱۰	M	۰/۵	۰/۰۵۰	M	۰/۵	۰/۰۵۰	M	۰/۵	۰/۰۵۰
آموزش و توسعه	۰/۲۴	H	۰/۲۵	۰/۰۶۰	H	۰/۲۵	۰/۰۶۰	H	۰/۲۵	۰/۰۶۰
سیستم مدیریت	۰/۰۳	M	۰/۵	۰/۰۱۵	M	۰/۵	۰/۰۱۵	M	۰/۵	۰/۰۱۵
نظارت و بازرسی	۰/۰۳	M	۰/۵	۰/۰۱۵	H	۰/۲۵	۰/۰۰۷	M	۰/۵	۰/۰۱۵
اضافه کاری	۰/۰۶	L	۰/۲۵	۰/۰۱۵	H	۰/۷۵	۰/۰۴۵	M	۰/۵	۰/۰۳۰
عدم مهارت	۰/۱۸	M	۰/۵	۰/۰۹۰	L	۰/۲۵	۰/۰۴۵	L	۰/۲۵	۰/۰۴۵
ریسک پذیری	۰/۰۲	L	۰/۲۵	۰/۰۰۵	L	۰/۲۵	۰/۰۰۵	M	۰/۵	۰/۰۱۰
خستگی	۰/۰۸	M	۰/۵	۰/۰۴۰	H	۰/۷۵	۰/۰۶۰	M	۰/۵	۰/۰۴۰
اشتباهات فردی	۰/۰۴	H	۰/۷۵	۰/۰۳۰	H	۰/۷۵	۰/۰۳۰	M	۰/۵	۰/۰۲۰
زمینه شغلی	۰/۱۴	M	۰/۵	۰/۰۷۰	M	۰/۵	۰/۰۷۰	L	۰/۲۵	۰/۰۳۵
یکنواختی شغل	۰/۰۵	VH	۱	۰/۰۵۰	H	۰/۷۵	۰/۰۳۷	M	۰/۵	۰/۰۲۵
تعارض نقش	۰/۰۳	L	۰/۲۵	۰/۰۰۷	M	۰/۵	۰/۰۱۵	M	۰/۵	۰/۰۱۵
FBR				۰/۴۴۷			۰/۴۳۹			۰/۳۶۰

نتیجه

رفتارهای خطا یـا عملکـرد نادرسـت در یـک سیسـتم، ممکـن اسـت اثـرات منفـی بـر روی عملیات سیستم کار، پیوستگی جریان تولید و سلامتی کارکنان داشـته باشـد. بنـابراین لازم اسـت عوامل ایجادکننده ریسک و میزان ریسـک سیسـتم از نظـر ایمنـی و عملکـرد سیسـتم، مشـخص شوند. تحقیق حاضر از یک مدل هشدار اولیه که قادر به پیش بینی ریسک رفتـار خطـای سیسـتم می‌باشد، استفاده نموده است. برای تنظیم مدل مورد نظر از مدلANP اسـتفاده شـد، زیـرا عوامـل به وجود آورنده عملکرد سیستم ساختار پیچیده‌ای داشته و بین بعضـی از عوامـل روابـط درونـی وجود دارد.

پژوهش حاضر در ادامه تحقیقات می‌باشد که به تبیین جایگاه ایمنی در سـازمان‌هـا پرداختنـد و ابتکار جدید این تحقیق ترکیب مدل تحلیل شبکه با مدل FBR می‌باشد.

با استفاده از مدل FBR، ریسک احتمالی سیستم قبل از وقوع آن تعیین می‌شود. بنابراین تصمیمات مربوط به سیستم می‌تواند بر اساس ریسک محاسبه شده به وسیله مدل FBR اتخاذ گردد. اگر ریسک محاسبه شده سیستم کاری بالا باشد، یا اقدامات اصلاحی صورت می‌گیرد یا عملکرد سیستم متوقف می‌شود و سیستم دوباره طراحی می‌شود.

در پژوهش حاضر، FBR سه سیستم کاری از طریق مدل مورد نظر تعیین گردید. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که عوامل سازمانی نسبت به سایر عوامل، در ایجاد خطا در عملکرد سیستم اهمیت بیش‌تری دارد و بعد از آن، عوامل فردی و سپس عوامل شغلی دارای اهمیت می‌باشند. در میان عوامل فرعی، به ترتیب آموزش و توسعه، عدم مهارت، زمینه شغلی و فرهنگ ایمنی در ایجاد رفتار خطا در سیستم از اهمیت بیش‌تری برخوردارند. عوامل فرعی آموزش و توسعه و فرهنگ ایمنی، مربوط به عامل سازمانی و عامل فرعی عدم مهارت، مربوط به عامل فردی و عامل فرعی زمینه شغلی مربوط به عامل شغلی می‌باشد. در بسیاری از سازمان‌ها مانند سازمان مورد مطالعه در این پژوهش، هزینه‌های گزافی صرف نظارت و بازرسی می‌شود، در حالی که با بهبود فرهنگ ایمنی و توسعه برنامه‌های آموزشی برای ارتقا سطح مهارت و بهبود شرایط کار تا حد زیادی می‌توان FBR سیستم کاری را کاهش داد. کاهش ریسک خطر، می‌تواند گام مؤثری در بهبود شرایط کار و بهره‌وری ایجاد نماید. مدیران باید بتوانند که رفتارهای غیر قابل پیش بینی را، تحلیل کنند و با آینده نگری در جهت کاهش خطرات احتمالی گام بردارند.

با اعمال تغییرات در این مدل می‌توان آن را در شرکت‌های دیگری استفاده نمود. در مدل پیشنهادی این مطالعه، بین مهم‌ترین عوامل مرحله اول رابطه و وابستگی وجود دارد، در صورتی که در مطالعات بعدی می‌توان در مدل پیشنهادی بین عوامل فرعی وابستگی و رابطه برقرار کرد. هم‌چنین برای تجزیه و تحلیل مساله، می‌توان از تکنیک‌های دیگری همچون DEMATEL، DEMATEL فازی و یا ANP فازی استفاده نمود. هم‌چنین انتظار می‌رود که در پژوهش‌های آتی، رابطه میان متغیرهای دخیل در ریسک خطای رفتار، با هم سنجیده شوند تا بتوان تأثیر این متغیرها بر هم، و هم‌چنین بر عملکرد سازمانی را مورد سنجش قرار داد.

پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ

۱. باهر، نیکلاس ژ. (۱۳۸۳)، *مهندسی ایمنی سیستم و ارزیابی ریسک*، ترجمه حجت الله رضازاده، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

2. Agarwal, A. Shankar, R. (2003), *On-line trust building in e-enabled supply chain*, Supply Chain Management: An International Journal, 8(4), 324-34.
3. Bozdag, C. E., Kahraman, C., Ruan, D. (2003). *Fuzzy group decision making for selection among computer integrated manufacturing systems*. Computers in Industry, 51(1), 13-29.
4. Brauer, R. L. (1994). Safety and health for engineers. New York: Wiley.
5. Champoux, D., Brun, J. J. (2003), *Occupational health and safety management in small size enterprises: An overview of the situation and avenues for intervention and research*, Safety Science, 41, 301-318.
6. Chen, J. R. Yang, Y. T. (2004), *A predictive risk index for safety performance in process industries. Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 17, 233-242.
7. Cheng, C. H. Yang, K. L. Hwang, C. L. (1999), *Evaluating attack helicopters by AHP based on linguistic variable weight*, European Journal of Operational Research, 116(2), 423-435.
8. Dagdeviren, M. Yuksel, E. Kurt, M. (2007), *A fuzzy analytic network process (ANP) model to identify faulty behavior risk (FBR) in work system*. Safety Science, 46, in press.
9. Dedobbeleer, N. Beland, F. (1991), *A safety climate measure for construction sites*, Safety Science, 22, 97-103.
10. Dyer, R. F., Forman, E. H. (1992). Group decision support with the analytic hierarchy process. Decision Support Systems, 8(2), 99-124.
11. Fabiano, B. Fabio, C. Reverberi, A. P., Pastorino, R. (2008). A statistical study on temporary work and occupational accidents: Specific risk factors and risk management strategies. Safety Science, 46, 535-544.
12. Jharkharia, S. Shankar, R. (2007), *Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach. Omega*, 35, 274-289.
13. Kahraman, C. Ertay, T. Buyukozkan, G. (2006), *A fuzzy optimization model for QFD planning process using analytic network approach. European Journal of Operational Research*, 171, 390-411.
14. Meade, L. M. Sarkis, J. (1999), *Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: An analytical network approach*, International Journal of Production Research, 37, 241-261.
15. Qien, K. (2001a). Risk indicators as a tool for risk controls. Reliability Engineering System Safety, 74, 129-145.
16. Saaty, T. L. Takizawa, M. (1986), *Dependence and independence: from linear hierarchies to nonlinear Networks*. European Journal of Operational Research, 26, 229-237.
17. Schenkerman, S. (1994), *Avoiding rank reversal in AHP decisionsupport models*, European Journal of Operational Research, 74(3), 407-19.

18. Tolga, E. Demircan, M. L., Kahraman, C. (2005), *Operating system selection using fuzzy replacement analysis and analytic hierarchy processs*. International Journal of Production Economics, 97, 89-117.
19. Williamson, A. M. Feyer, A. M. Cairns, D., Biancotti, D. (1997), *The development of a measure of safety climate: The role of safety perceptions and attitudes*. Safety Science, 25(1), 15-27.
20. Yuksel, I. Dagdeviren, M. (2007), *Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis: A case study for a textile firm*. Information Science, 177(16), 3364-3382.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی