



## ارزیابی ریسک ایمنی در صنعت خودروسازی با استفاده از روش تلفیقی William Fine و DEMATEL – ANP

زهرا نوایی ازناوه<sup>۱</sup>، منوچهر امیدواری<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۰۲

تاریخ ویرایش: ۹۴/۱۲/۰۹

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۸/۰۴

### چکیده

**زمینه و هدف:** ارزیابی ریسک یکی از مهم‌ترین مسائل در ایمن سازی محیط‌های صنعتی است. صنعت خودرو سازی یکی از ناایمن‌ترین صنایع می‌باشد که سالانه حوادث زیادی را دارد. یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که در فرایند ارزیابی ریسک وجود دارد قضاوت شخصی ارزیاب‌ها در ارزیابی پارامترهای مؤثر بر ریسک است. هدف این مطالعه تعیین ریسک ایمنی با استفاده از روش ویلیام فاین و ANP-DEMATEL بود.

**روش بررسی:** در این مطالعه واحدهای مختلف شرکت یکی از بزرگترین شرکت‌های خودرو سازی توسط روش ویلیام فاین مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس با استفاده از روش ANP-DEMATEL میزان وزن اهمیت هر کدام از پارامترهای ریسک تعیین گردید. سپس نتایج به‌دست‌آمده با روش ویلیام فاین تلفیق شد. در مرحله آخر با الگوی به‌دست‌آمده همان صنعت دوباره مورد ارزیابی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که با استفاده از روش ویلیام فاین بالاترین اولویت ریسک مربوط به دو واحد وان آهن شویی (۳۱۲) و اسکلت فلزی (۳۰۰) می‌باشد. نتایج ارزیابی ریسک با استفاده از روش تلفیقی ویلیام فاین و ANP-DEMATEL بالاترین رتبه ریسک مربوط به دو واحد وان آهن شویی (۹۴/۱۱) و اسکلت فلزی (۹۰/۴۹) می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که در صنایع خودرو سازی تلفیق روش ارزیابی ریسک ویلیام فاین و ANP-DEMATEL یک الگوی مؤثر در ارزیابی سطح واقعی ریسک ایمنی باشد.

**کلیدواژه‌ها:** ارزیابی ریسک، ANP، DEMATEL، WILLIAM FINE.

### مقدمه

امروزه یکی از مهم‌ترین مشکلات در صنایع مختلف که هزینه‌های زیادی را بر صنعت وارد می‌کند، حوادث ناشی از کار است. برای جلوگیری از حوادث لازم است تمامی ریسک‌های مختلف را در فرایند کار شناسایی نموده و سپس با ارزیابی دقیق و درست نسبت به کنترل آن‌ها اقدام گردد. یکی از شاخص‌های ارزیابی عملکرد یک سازمان تعداد و شدت حوادث به وقوع پیوسته در آن سازمان می‌باشد، لذا هر مدیر لایق سریعاً به فکر کاهش تعداد و شدت حوادث می‌افتد و در این زمینه اقدامات لازم را انجام می‌دهد. در این راستا یک روش علمی و مورد تأیید جهت تصمیم‌گیری درباره ضرورت و موجه نمودن هزینه‌های حذف خطر و همچنین لزوم اولویت اجرای آن، موردنیاز می‌باشد. یکی از روش‌های متداول که جهت نیل به هدف فوق

مورد وثوق متخصصان ایمنی است تکنیک ویلیام فاین است. این تکنیک به مدیران کمک می‌کند که با اولویت‌بندی برنامه‌های کنترل خطرات و حوادث و تعیین فوریت و برنامه‌ریزی‌های کنترلی به‌منظور تسریع در رسیدن به اهداف مشخص به‌صورت کاملاً شفاف گام بردارند [۱].

یکی از روش‌های ارزیابی ریسک William fine می‌باشد؛ که در بسیاری از تحقیقات از آن در ارزیابی استفاده شده است [۲، ۳]. هدف از کاربرد تکنیک ویلیام فاین، تعیین یک روش برای تصمیم‌گیری درباره ضرورت و موجه نمودن هزینه‌های حذف خطر و همچنین لزوم اجرای هر چه سریع‌تر برنامه‌های کنترل خطرات می‌باشد. اساس این تکنیک بر پایه محاسبه و ارزیابی نمره ریسک بر اساس سه پارامتر، میزان پیامد، میزان مواجهه و میزان احتمال وقوع می‌باشد [۴]. از

۱- گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران.

۲- نویسنده مسئول) دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران. omidvari88@yahoo.com

مسائل مختلف متداول شده است که به فراخور نیاز مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۴]. یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فرآیند تحلیل شبکه (ANP<sup>۲</sup>) می‌باشد که در آن به روابط درونی گزینه‌ها و معیارها توجه می‌گردد. فرآیند تحلیل شبکه‌ای در سال ۱۹۷۱ به وسیله ساعتی بعد از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری چند معیاره با جایگزینی شبکه بجای سلسله‌مراتب توسعه داده شد [۱۵]. همان‌طور که AHP بستری را برای ساختارهای سلسله‌مراتبی با روابط یکسویه فراهم می‌کند، ANP نیز روابط پیچیده شبکه‌ای بین سطح‌های مختلف تصمیم و معیارها را اجازه می‌دهد [۱۶]. این روش در بین سال‌های ۱۹۷۲ و ۱۹۷۶ به‌عنوان ابزاری مفید و عملی برای نمایش ساختار پیچیده روابط علی و معلولی به‌وسیله نمودار و یا ماتریس ایجاد شد [۱۷]. برای تعیین روابط درونی لازم است از یک ساختار تصمیم‌گیری دیگری استفاده نمود تا بتوان به یک ساختار مناسب روابط علی دست یافت. یکی از این روش‌ها DEMATEL<sup>۳</sup> می‌باشد.

روش DEMATEL نیز، روش جامع و مناسبی برای ساخت و تحلیل مدل علی بین عوامل، در مسائل پیچیده است [۱۸]. در مسائل مدیریتی و اجتماعی می‌توان با استفاده از روش DEMATEL اثرات متقابل تعدادی زیادی از عوامل مؤثر بر یک مسئله خاص را دسته‌بندی و سازمان‌دهی کرد [۱۹].

با توجه به اینکه در ریسک عوامل اثرگذار زیادی که دارای روابط داخلی می‌باشد وجود دارد لذا استفاده از روش‌های ANP و DEMATEL می‌تواند بسیار اثربخش باشد [۲۰].

این تحقیق با هدف ارزیابی ریسک ایمنی در صنعت خودرو سازی با استفاده از روش ویلیام فاین و تلفیق آن با ابزارهای ANP- DEMATEL به اجرا درآمد.

مقایسه نمره ریسک به‌دست‌آمده از روش ویلیام فاین و با استفاده از فاکتور هزینه در خصوص میزان درجه مقبولیت یک ریسک تصمیم‌گیری می‌نماییم [۵].

از روش ویلیام فاین در صنایع مختلف استفاده شده است بطوریکه از این روش در ارزیابی ریسک خطرات سقوط از سکوی بارگیری در صنعت نفت استفاده شده است ولی نتایج به‌دست‌آمده کاملاً کیفی بوده و فقط از سطوحی که در خود روش تعریف شده است استفاده نموده است. بطوریکه در این تحقیق به تأثیر قضاوت ارزیاب‌ها در فرآیند ارزیابی شده است [۶]. همچنین در ارزیابی خطرات بهداشتی از این روش در صنعت نفت در تماس با مواد شیمیایی استفاده شده است که در تمامی آن‌ها به الزام ارائه الگویی برای جلوگیری از تأثیر قضاوت‌های ارزیاب‌ها در ارزیابی ریسک اشاره نموده است [۷-۹].

یکی از مهم‌ترین مشکلات در فرآیند ارزیابی ریسک وجود پارامترهای متعدد تأثیرگذار بر میزان ریسک است که هر کدام به یک‌میزان مختلفی بر میزان ریسک تأثیر می‌گذارد. همین مسئله سبب می‌شود که ارزیاب دچار سردرگمی شده و قضاوت نادرستی را از میزان سطح ریسک داشته باشد. لذا لازم است برای حذف اثرات قضاوت‌های فردی ارزیاب‌ها در فرآیند ارزیابی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)<sup>۱</sup> استفاده گردد [۱۰، ۱۱].

با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری می‌توان ضمن تعیین عوامل مؤثر بر هر پارامتر ریسک میزان ضریب اهمیت هر کدام تعیین و سپس میزان پارامتر ریسک تعیین می‌گردد در این حالت قضاوت‌های ارزیاب‌ها به حداقل خواهد رسید [۱۲، ۱۳].

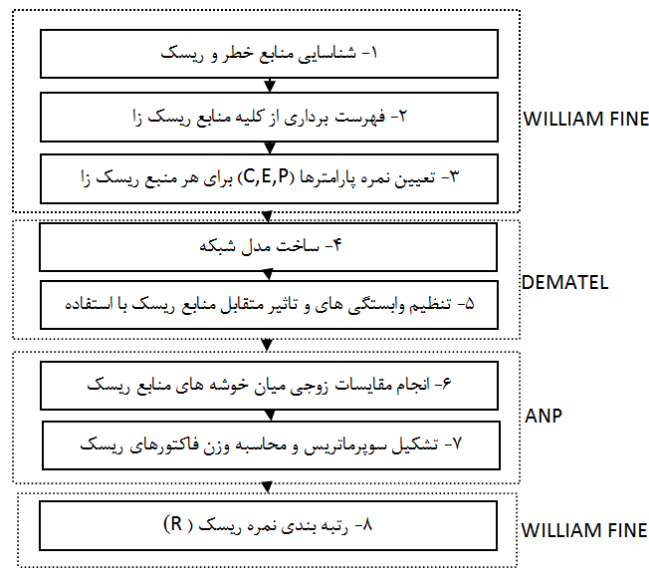
روش‌های تصمیم‌گیری یکی از روش‌هایی است که می‌تواند در تعیین اهمیت پارامترهای تأثیرگذار بر یک مسئله بکار رود.

از این‌رو کاربرد فنون و روش‌های تصمیم‌گیری بخصوص روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در

<sup>۲</sup>. Analytical Network processing

<sup>۳</sup>. Decision Making Trial And Evaluation

<sup>۱</sup>. Multi Criteria Decision Making



شکل ۱- مراحل انجام تحقیق

فعالیت‌ها یا واحدهای صنعتی مورد بررسی در روش ویلیام فاین بود تا واقعی ترین حالت از مدل شبکه ایجاد شود و در نهایت با کمک روش ANP اوزان نهایی برای عوامل و معیارهای ارزیابی ریسک (واحدها و فعالیت‌های خطرآفرین روش ویلیام فاین) به‌وسیله تشکیل سوپر ماتریس تعیین می‌گردد.

**ساختار مدل ارزیابی ریسک به‌وسیله روش ویلیام فاین (WILLIAM FINE):** روش William fine یکی از روش‌های ارزیابی ریسک است که از حاصل ضرب سه پارامتر میزان شدت پیامد<sup>۴</sup>(C)(شدت خطر) میزان تماس<sup>۵</sup> (E) در میزان وقوع خطر<sup>۶</sup> (P) به دست می‌آید.

$$R = P * C * E \quad (۱)$$

اعداد میزان پیامد، میزان تماس و میزان وقوع خطر از جداول ۱ و ۲ و ۳ انتخاب می‌گردد. قابل ذکر است که معیارها در جداول می‌تواند با توجه به شرایط سازمان تعیین شود.

### روش بررسی

این تحقیق از نوع توصیفی حل مدل می‌باشد که در آن از روش William fine جهت ارزیابی ریسک استفاده گردید. همچنین جهت بهبود و اصلاح روش و از بین بردن قضاوت‌های شخصی و تعیین وزن پارامترهای مؤثر بر ریسک و اثرات روابط درونی این پارامترها از روش تلفیقی ANP-DEMATEL استفاده گردید. مراحل انجام تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است.

همان‌طور که در شکل مشخص است مدل‌سازی مسئله مورد بحث در این پژوهش، در هشت گام اساسی انجام گرفته است. در نگاه کلی این‌گونه می‌توان بیان نمود که ابتدا عوامل و معیارهای مؤثر در ارزیابی ریسک به‌وسیله کارشناسان و خبرگان صنعت (۷ نفر) مورد بحث که بر روی فعالیت‌ها و واحدهای مورد بررسی احاطه و آگاهی کامل داشته باشند با روش WILLIAM FINE شناسایی و جمع‌آوری می‌شود. سپس با کمک روش DEMATEL روابط و آثار متقابل معیارها و زیر معیارهای مسئله تعیین می‌شود در واقع معیار و زیر معیار در مدل پیشنهادی ما همان

4. Consequence

5. Exposure

6. Probability



جدول ۱- رتبه بندی پیامد (Consequence)

| رتبه | پیامد  | ردیف |
|------|--|------|
| ۱۰۰  | فاجعه مرگ و میر بالای ۵ نفر، توقف عمده فرآیند تولید، خسارت بالای ۵۰۰ میلیون تومان ریال | ۱    |
| ۵۰   | مرگ و میر ۲ تا ۵ نفر، خسارت بین ۲۵۰ میلیون تا ۵۰۰ میلیون                               | ۲    |
| ۲۵   | مرگ و میر ۱ نفر، خسارت بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلیون ریال                                      | ۳    |
| ۱۵   | صدمات بشدت جدی (قطع عضوی از بدن، ناتوانی دائمی) خسارت ۱۰ تا ۱۰۰ میلیون ریال            | ۴    |
| ۵    | آسیب منجر به ناتوانی، خسارت بین ۱ تا ۱۰ میلیون ریال                                    | ۵    |
| ۱    | صدمات، آسیب و خسارت خفیف، زیر ۱ میلیون ریال  | ۶    |

جدول ۲- رتبه بندی میزان تماس (Exposure)

| رتبه | میزان تماس  | ردیف |
|------|---|------|
| ۱۰   | بطور پیوسته / تا یکبار در روز / بیش از ۸ ساعت در روز                            | ۱    |
| ۶    | غالباً / تا یکبار در هفته / ۶-۸ ساعت در روز                                     | ۲    |
| ۳    | گاهگاه، بعضی اوقات / تا یکبار در ماه / ۴-۶ ساعت در روز                          | ۳    |
| ۲    | بطور غیر معمول و غیر عادی / تا یکبار در سال / ۲-۴ ساعت در روز                   | ۴    |
| ۱    | بندرت / بعنوان موردی که امکان تماس داشته باشد می شناسیم / کمتر از ۲ ساعت در روز | ۵    |
| ۰/۵  | بطور جزئی / بعنوان موردی که امکان تماس داشته باشد، نمی شناسیم                   | ۶    |

جدول ۳- رتبه بندی میزان احتمال (Probability)

| رتبه | میزان احتمال  | ردیف |
|------|---|------|
| ۱۰   | اغلب محتمل است / شانس وقوع بیشتر از ۵۰ درصد است                     | ۱    |
| ۶    | شانس وقوع ۵۰/۵۰ است / امکان دارد                                    | ۲    |
| ۳    | می تواند تصادفی اتفاق بیافتد / شانس وقوع کمتر از ۵۰ درصد است        | ۳    |
| ۰/۵  | احتمالاً تا چند سال بعد از تماس اتفاق نمی افتد، اما امکان وقوع دارد | ۴    |
| ۰/۱  | عملاً وقوع اش غیر ممکن است / هرگز اتفاق نمی افتد                    | ۵    |

جدول ۴- رتبه بندی نمره ریسک (Risk)

| رتبه      | رتبه بندی نمره ریسک   | حاصل ریسک |
|-----------|---|-----------|
| H (زیاد)  | اصلاحات فوری نیاز است، فعالیت بایستی متوقف شود تا خطر کاهش یابد | ۲۰۰-۱۵۰۰  |
| M (متوسط) | توجهات لازم در اسرع وقت بایستی صورت گیرد                        | ۹۰-۱۹۹    |
| L (کم)    | خطر تحت نظارت و کنترل باشد                                      | ۰-۸۹      |

تا ۸۹ قرار گرفت خطر موجود ریسک پایین<sup>۹</sup> (L) است [۲۰].

**ساختار مدل ریاضی دیمتل (DEMATEL):**  
روش دیمتل در چهار گام به شرح زیر اجرا می شود [۲۲]:

**گام اول: ماتریس میانگین A:** روش DEMATEL که از انواع روش های تصمیم گیری بر

پس از تعیین میزان رتبه ی ریسک بر اساس جدول ۴ اگر حاصل نمره ریسک بین ۲۰۰ تا ۱۵۰۰ قرار گرفت خطر موجود ریسک بالا<sup>۷</sup> (H) است که بایستی نسبت به کنترل خطر اقدامات فوری نمود. اگر حاصل نمره ریسک بین ۹۰ تا ۱۹۹ قرار گرفت، خطر موجود ریسک متوسط<sup>۸</sup> (M) است و اگر حاصل ریسک بین ۰

<sup>۹</sup>. Low Risk

<sup>۷</sup>. High Risk

<sup>۸</sup>. Middle Risk

پایه مقایسه زوجی است، با بهره‌مندی از قضاوت کارشناسان استفاده می‌شود. متغیر  $H$  کارشناسانی هستند که نظرهای خود را ارائه می‌دهند و  $n$  تعداد معیارهایی است که در نظر گرفته می‌شود. برای تکمیل ماتریس‌های زوجی از سوی کارشناسان ماتریس نظرسنجی  $n \times n$  (به‌گونه‌ای که سطرها و ستون‌های این ماتریس را همان معیارها تشکیل می‌دهند) به کار گرفته می‌شود.

$$T = \lim_{n \rightarrow \infty} (D + D^2 + D^3 + \dots + D^n) = D(1 - D)^{-1} \dots \quad (5)$$

از کارشناسان خواسته می‌شود تا درجه تأثیر فاکتور  $i$  را نسبت به فاکتور  $j$  نشان دهند. مقایسه دو به دو عامل  $i$  و  $j$  که از سوی کارشناس  $k$  ام انجام می‌گیرد، به صورت  $b_{ij}^k$  نشان داده می‌شود که امتیازی از ۰ تا ۵ به خود می‌گیرد. ماتریس میانگین  $A$  که  $n$  سطر و  $n$  ستون دارد، از میانگین امتیازات کارشناسان با توجه به رابطه ۱ محاسبه می‌شود:

$$c = [c_i]_{1 \times n} = (\sum_{j=1}^n t_{ij})_{1 \times n} \quad (6)$$

$$r = [r_i]_{n \times 1} = (\sum_{j=1}^n t_{ij})_{n \times 1} \quad (7)$$

زمانی که  $j=i$  باشد، حاصل جمع  $(r_i + c_i)$  شاخصی می‌دهد که مجموع آثار داده شده و رسیده را از طریق فاکتور  $i$  نشان می‌دهد. به؛ بارت دیگر  $(r_i + c_i)$  درجه اهمیتی (مجموع آثار داده شده و رسیده) که فاکتور  $i$  در سیستم بازی می‌کند را نشان می‌دهد. علاوه بر این  $(r_i - c_i)$  اثر اصلی که فاکتور  $i$  در سیستم می‌گذارد را نشان می‌دهد. اگر  $(r_i - c_i)$  مثبت باشد، اثر فاکتور  $i$  ایجادکننده اصلی و اگر  $(r_i - c_i)$  منفی باشد، فاکتور  $i$  گیرنده اصلی است.

### گام چهارم: تنظیم آستانه و تهیه نقشه روابط اثرگذاری

زمانی که  $j=i$  باشد، حاصل جمع  $(r_i + c_i)$  شاخصی می‌دهد که مجموع آثار داده شده و رسیده را از طریق فاکتور  $i$  نشان می‌دهد. به؛ بارت دیگر  $(r_i + c_i)$  درجه اهمیتی (مجموع آثار داده شده و رسیده) که فاکتور  $i$  در سیستم بازی می‌کند را نشان می‌دهد. علاوه بر این  $(r_i - c_i)$  اثر اصلی که فاکتور  $i$  در سیستم می‌گذارد را نشان می‌دهد. اگر  $(r_i - c_i)$  مثبت باشد، اثر فاکتور  $i$  ایجادکننده اصلی و اگر  $(r_i - c_i)$  منفی باشد، فاکتور  $i$  گیرنده اصلی است.

به منظور توضیح ساختار ارتباط میان فاکتورهایی که در سیستم‌های پیچیده قرار دارند، لازم است آستانه‌ای تنظیم شود تا برخی آثار ناچیز در ماتریس  $i$  خارج شوند. تنها فاکتورهایی که ارزش آستانه آن‌ها بزرگ‌تر است، باید انتخاب و در نقشه اثر ارتباطها نمایش داده شوند [۲۲].

### ساختار مدل تصمیم‌گیری چند معیاره تحلیل شبکه‌ای (ANP): یکی از روش‌های

پراکاربرد در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، فرآیند تحلیل شبکه‌ای ANP است. این روش

از کارشناسان خواسته می‌شود تا درجه تأثیر فاکتور  $i$  را نسبت به فاکتور  $j$  نشان دهند. مقایسه دو به دو عامل  $i$  و  $j$  که از سوی کارشناس  $k$  ام انجام می‌گیرد، به صورت  $b_{ij}^k$  نشان داده می‌شود که امتیازی از ۰ تا ۵ به خود می‌گیرد. ماتریس میانگین  $A$  که  $n$  سطر و  $n$  ستون دارد، از میانگین امتیازات کارشناسان با توجه به رابطه ۱ محاسبه می‌شود:

$$a_{ij} = \frac{1}{H} \sum_{k=1}^H b_{ij}^k \quad (2)$$

از روابط ۳ و ۴ به دست می‌آید:

$$D = [d_{ij}]_{n \times n}$$

از روابط ۳ و ۴ به دست می‌آید:

$$s = \left( \max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}, \max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n a_{ij} \right) \quad (3)$$

$$D = \frac{A}{S} \quad (4)$$

### گام سوم: محاسبه ماتریس رابطه کلی

توان نرمال‌سازی شده ماتریس  $D$  رابطه مستقیم اولیه،  $D^m$  که تأثیر غیرمستقیم  $m$ -نایمده می‌شود، برای نشان دادن اثر طولی  $m$  استفاده می‌شود. ارتباط کلی غیرمستقیم و مستقیم با استفاده از جمع‌بندی

جدول ۵- مقیاس های زبانی برای اهمیت نسبی [۲۳]

| مقیاس زبانی برای اهمیت        | مقیاس عددی     | توضیحات  |
|-------------------------------|----------------|--|
| اهمیت یکسان                   | ۱              | دو فعالیت از هر نظر دارای اهمیت یکسان می باشند.                    |
| اهمیت متوسط                   | ۳              | قضاوت درباره دو فعالیت یکی اندکی ارجح تر از دیگری است.             |
| اهمیت مهم                     | ۵              | قضاوت درباره دو فعالیت یکی بیشتر ارجح تر از دیگری است.             |
| اهمیت مهم تر                  | ۷              | قضاوت درباره دو فعالیت یکی خیلی بیشتر ارجح تر از دیگری است.        |
| اهمیت خیلی مهم تر             | ۹              | یکی از فعالیت ه از هر نظر خیلی خیلی مهم تر و ارجح تر از دیگری است. |
| برای مقایسه بین ارزش های بالا | ۲ و ۴ و ۸ و ۱۶ | گاهی قضاوت ها درباره مقایسه بین موارد ذکر شده بالا قرار می گیرند.  |

است، این مقیاس ۹- نقطه‌ای برای اهمیت نسبی مقایسات زوجی ارائه شده است [۲۴].

**مرحله سوم - محاسبه سوپر ماتریس غیر موزون:** در این مرحله با استفاده از اوزان به دست آمده در مرحله قبل سوپر ماتریس غیر موزون بر اساس وابستگی در شبکه ساخته می‌شود. در واقع سوپر ماتریس یک ماتریس تقسیم شده است که در آن هر ماتریس فرعی از مجموعه‌ای از روابط بین (شاخص‌ها) معیارها و گزینه‌ها در مدل گرافیکی تشکیل شده است.

**مرحله چهارم - محاسبه سوپر ماتریس وزن دهی شده:** در واقع ستون‌های سوپر ماتریس مرحله قبل از چند بردار ویژه تشکیل می‌شود که جمع هر کدام از بردارها برابر یک است. بنابراین این امکان وجود دارد که جمع هر ستون سوپر ماتریس غیر موزون بیش از یک باشد. در نتیجه ماتریس وزن دهی شده‌ای به دست می‌آید که جمع هر یک از ستون‌های آن برابر یک خواهد بود. این موضوع به زنجیره مارکوف معروف است که جمع احتمالی همه وضعیت‌ها معادل یک است [۲۵].

**مرحله پنجم - به دست آوردن سوپر ماتریس حدی:** در این مرحله سوپر ماتریس وزن دهی مرحله قبل طبق رابطه به توان حدی می‌رسد تا عناصر ماتریس همگرا شده و مقادیر سطری آن باهم برابر شوند. بر اساس ماتریس به دست آمده، بردار وزن عمومی مشخص می‌شود.

$$\bar{W} = \lim_{t \rightarrow \infty} W^t \quad (8)$$

گسترش یافته‌ی شبکه AHP است. در مسائلی که وابستگی‌ها دوطرفه باشند، مسئله از گونه‌ی سلسله‌مراتبی خارج شده و تشکیل یک شبکه یا سیستم غیرخطی را می‌دهد که دیگر نمی‌توان قوانین و فرمول‌های روش AHP را به کار برد. در این گونه موارد برای محاسبه‌ی وزن عناصر باید از روش ANP که توسط ساعتی در سال ۱۹۹۴ پیشنهاد شده است، استفاده نمود.

**مرحله اول - ساخت مدل شبکه:** فرض کنید سیستم از N جزء تشکیل شده است و عناصری که در هر خوشه هستند از همه و یا برخی از عناصر خوشه‌های دیگر اثر می‌پذیرند و یا روی آن‌ها اثر می‌گذارند. البته این اثرپذیری یا اثرگذاری باید با توجه به ویژگی‌هایی که تعاملات کل سیستم را کنترل می‌کند (معیارهای کنترل) مورد بررسی قرار گیرد [۲۳]. در این مرحله یک ساختار شبکه و لیست رابطه وابستگی متقابل میان اجزای آن یافت می‌شود که در این زمینه می‌توان از روش‌هایی مانند تئوری گراف و DEMATEL و ... نیز استفاده نمود و مدل گرافیکی مسئله رسم خواهد شد.

**مرحله دوم - تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی:** از آنجاکه کارشناسان تمایل دارند ترجیحات خود را به صورت عبارات زبان طبیعی خود مشخص کنند. متغیر زبانی فازی که مقدار آن نشان دهنده طیف وسیعی از زبان‌های طبیعی تا مصنوعی است، متغیری است که جنبه‌های مختلفی از زبان انسان را منعکس می‌کند. همان‌طور که در جدول ۵ نشان داده شده

که خطرآفرین می‌باشند) با روش دیمتل از نظر روابط و تأثیرگذاری بررسی شوند.

گام چهارم: حال باید مدل شبکه را تشکیل شود تا بتوان نمره ریسک را به وسیله سه پارامتر شدت پیامد، میزان مواجهه و احتمال وقوع رتبه‌بندی انجام شود. برای تشکیل مدل شبکه باید گرافی از تمامی منابع خطر ساز (واحد‌ها یا فعالیت‌های مورد بررسی که خطرآفرین می‌باشند) رسم شود. در این گام برای تشکیل گراف روابط و تأثیرگذاری منابع خطر ساز از تا نقشه روابط اثرگذاری روش دیمتل رسم گردد. حل مدل دیمتل در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار متلب ویرایش ۲۰۰۹ کد نویسی و حل شده است.

در ابتدا ماتریس میانگین A با استفاده از روش دیمتل محاسبه می‌گردد تا بتوان از طریق آن ماتریس اولیه رابطه مستقیم نرمال شده D را محاسبه نمود و پس از آن ماتریس رابطه کلی و در آخر آستانه تعیین می‌شود تا با استفاده از آن بتوان نقشه روابط اثرگذاری روش دیمتل رسم گردد.

گام پنجم: با استفاده از محاسبات گام قبلی شبکه واقعی از منابع ریسک مسئله موردنظر ترسیم خواهد شد که وابستگی‌ها و اثرات متقابل هر عنصر و منبع با دیگری در نظر گرفته خواهد شد. در این مرحله مدل در سه سطح هدف، خوشه‌ها و گزینه‌ها برای حل با کمک ANP ترسیم خواهد شد (شکل ۲).

گام ششم: در مرحله ششم پس از حل مدل پیشنهادی پس از ترسیم شبکه برای یافتن اوزان مناسب برای گزینه‌ها (P, E, C) نیاز به جمع‌آوری داده

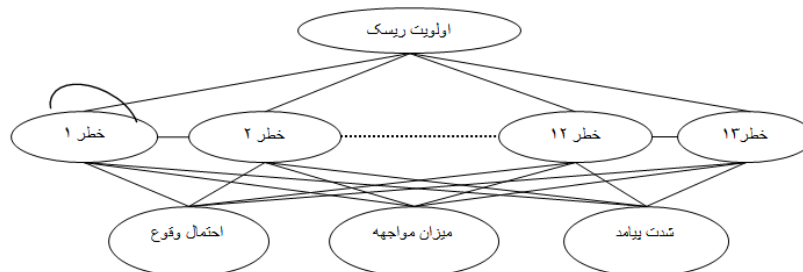
**مرحله ششم - محاسبه وزن نهایی:** در آخرین مرحله با ضرب وزن خوشه‌ها (اهمیت معیارهای اصلی و زیر معیارها) در سوپر ماتریس حدی، وزن نهایی معیارها محاسبه می‌شود.

**ساختار کلی مدل پیشنهادی WILLIAM FINE - DEMATEL - ANP** به منظور تعیین الگوی مسئله مورد بحث در این پژوهش، روش حل در هشت گام اساسی انجام گرفته است (شکل ۱). مراحل حل مدل عبارت است از:

گام اول: شناسایی منابع خطر و ریسک با توجه به سیستم و فرایند مسئله موردنظر که به وسیله کارشناسان آن صنعت گردآوری خواهد شد.

گام دوم: از تمامی منابع خطر و ریسک (واحد‌ها یا فعالیت‌های مورد بررسی که خطرآفرین می‌باشند) سیستم یا فرایند موردنظر که کارشناسان و خبرگان صنعت مورد بحث در گام اول شناسایی کرده‌اند، لیستی به دست می‌آید.

گام سوم: سه پارامتر روش ویلیام فاین در ارزیابی ریسک که شامل شدت پیامد (C)، میزان مواجهه (E) و احتمال وقوع (P) می‌باشند در این گام باید مقدار عددی به خود گیرند. با کمک خبرگان صنعت پارامترهای میزان تماس و شدت پیامد و احتمال وقوع لیست منابع خطر و ریسک (واحد‌ها یا فعالیت‌های مورد بررسی که خطرآفرین می‌باشند) که در گام قبلی گردآوری شده‌اند، با توجه به جداول ۱ تا ۴ عددگذاری می‌شوند تا نمره ریسک هر کدام به دست آید تا در گام بعد هر کدام از آن‌ها (واحد‌ها یا فعالیت‌های مورد بررسی



شکل ۲- مدل شبکه ANP در ارزیابی ریسک به روش ویلیام فاین

دست آید تا در تشکیل ابرماتریس (سوپرماتریس نهایی) اوزان نهایی سه پارامتر شدت پیامد (C)، میزان مواجهه (E) و احتمال وقوع (P) محاسبه گردد. سوپر ماتریس استفاده شده برای مدل پیشنهادی به صورت رابطه ۹ خواهد بود که اگر در مسئله مورد مطالعه وابستگی داخلی بین معیارها (منبع خطر ساز) وجود نداشته باشد،  $W_{22} = 0$  خواهد بود [۲۶].

$$W = \begin{matrix} \text{Goal} \\ \text{Criteria} \\ \text{Alternative} \end{matrix} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} & W_{23} \\ 0 & W_{32} & I \end{bmatrix} \quad (9)$$

در سطر اول سوپر ماتریس هدف مسئله که تعیین اولویت ریسک زایی می‌باشد و در سطر دوم معیارهای مسئله که منابع خطر آفرین و در سطر سوم گزینه‌های مسئله که سه پارامتر اصلی شدت پیامد، احتمال وقوع و میزان مواجهه، قرار می‌گیرد. سوپر ماتریس خود از ۴ ماتریس  $W_{21}, W_{22}, W_{23}, W_{32}$  تشکیل شده است که هر یک از این ماتریس‌ها در واقع اوزان به دست آمده از وزن‌های نسبی ماتریس مقایسات زوجی گام قبلی می‌باشند [۲۶].

گام هشتم: در این گام کافی است اوزان نهایی به دست آمده را جهت به دست آوردن نمره ریسک در نظر گرفته تا رتبه‌بندی جدید حاصل گردد؛ بنابراین اوزان به دست آمده از روش ANP در گام قبل، در رابطه ۱۰ با تعداد به دست آمده از جدول گام دوم قرار داده می‌شود تا بتوان نمره ریسک (R) هر یک از منابع خطر آفرین (واحدها یا فعالیت‌های مورد بررسی در صنعت مورد نظر که ریسک‌زا می‌باشند) را محاسبه و رتبه‌بندی برای ارزیابی و آنالیز ریسک صنعت مورد بحث به وجود آید.

$$R = W_C * C \times W_E * E \times W_P * P \quad (10)$$

به منظور نرمال سازی وزن‌های به دست آمده از رابطه ۱۱ استفاده شد.

$$W_{normal} = \frac{3 \times W_{C,E,P}}{\sum W_{C,E,P}} \quad (11)$$

از طریق پرسشنامه جهت انجام مقایسات زوجی می‌باشد. پرسشنامه‌ها به صورت پرسشنامه استاندارد مورد استفاده در مسائل AHP و ANP تهیه گردید که گزینه‌های پاسخ از مقیاس جدول ۵ استفاده شده است. به منظور تعیین تعداد خبره‌های مورد نیاز به صورت پیش تست تعداد ۳ پرسشنامه توسط سه خبره تکمیل گردید که با توجه به انحراف معیار به دست آمده و درجه آزادی ۱ و حدود اطمینان ۰/۹۵ توسط رابطه کوکران ۶/۳ به دست آمد که جهت افزایش دقت ۷ نفر را به عنوان خبره (تعداد نمونه) منظور گردید.

سپس پرسشنامه‌ها بین هفت نفر از خبرگان صنعت مورد مطالعه که دارای شناخت کافی از صنعت خودرو ۱۰ سال سابقه کفر در صنعت خودرو، آشنایی با مفهوم ریسک، آشنایی با روش ویلیام فاین، آشنایی نسبی با روش‌های تصمیم‌گیری بخصوص ANP و DEMATEL بودند توزیع گردید.

پایایی پرسشنامه‌ها توسط ضریب آلفای کرونباخ ۰/۹۶ محاسبه شده است، لذا می‌توان آن را پایا قلمداد نمود.

در ماتریس ترجیحات که از پرسشنامه استخراج شده، ابتدا میانگین هندسی هر ردیف و سپس نرمالیزه آن محاسبه شد تا در نهایت بردار وزن به دست آید. قابل ذکر است که بردار وزن نهایی هر سطح از طریق ترکیب با بردار وزن سطح بالاتر حاصل می‌گردد. در مدل ANP مثال صنعتی مورد بحث، ۲۶ ماتریس مقایسات زوجی به دست آمده است؛ که ۱ ماتریس آن ارتباط بین خوشه هدف (RP) با عناصر هر خوشه و ۱۲ ماتریس ارتباط بین عناصر هر خوشه با خوشه‌های دیگر و ۱۳ ماتریس ارتباط بین خوشه‌های با گزینه‌ها می‌باشد.

گام هفتم: در این گام، تشکیل سوپر ماتریس و تعیین اوزان نهایی برای پارامترهای میزان تماس، شدت پیامد و احتمال وقوع برای هر یک از منابع ریسک انجام می‌پذیرد. پس از انجام محاسبات مقایسات زوجی مرحله قبل در این مرحله لازم است تا ماتریس غیر موزون و بعد ماتریس حدی روش تحلیل شبکه‌ای به



### یافته‌ها

در این پژوهش به منظور ارزیابی ریسک خطرات ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی کارخانه صنعتی شرکت همگام پرس از روش ویلیام فاین انجام شده است. کارخانه صنعتی شرکت همگام پرس در زمینه صنعت خودروسازی فعالیت می‌نماید. این شرکت دارای ۱۳ بخش می‌باشد که در آن مراحل تکمیل و ساخت خودرو سواری انجام می‌شود. مهم‌ترین حوادث پیش‌آمده در این صنعت را می‌توان در ۷ گروه خلاصه نمود که درصد فراوانی آن‌ها در جدول ۶ نشان داده شده است.

تیم خبرگان با توجه به آمار و اطلاعات موجود در شرکت واحدهای مختلف بر اساس روش ویلیام فاین مورد ارزیابی قرار گرفتند که تمامی خطرات که بر اساس واحد سازمان مورد شناسایی قرار گرفت. نتایج حاصل از این بخش تحقیق در جدول ۷ نشان داده شده است.

نتایج حاصل از ارزیابی ریسک بر اساس روش ویلیام فاین در واحدهای مختلف شرکت در جدول ۸ نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول ۸ مشخص

جدول ۶- درصد فراوانی حوادث در بین سالهای ۹۱-۹۴

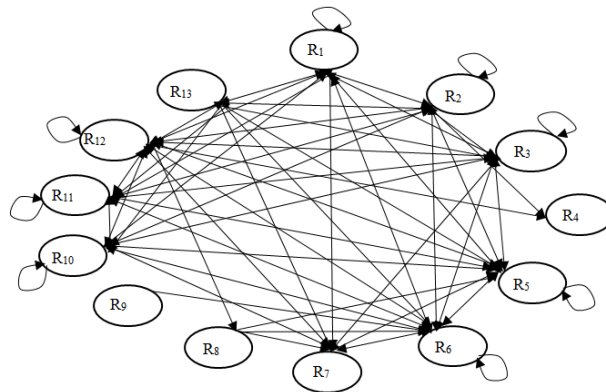
| ردیف | نوع حادثه                  | درصد فراوانی |
|------|----------------------------|--------------|
| ۱    | سقوط                       | ۱۷/۵         |
| ۲    | گیر کردن                   | ۲۱           |
| ۳    | سوختگی                     | ۱۰/۵         |
| ۴    | انتشار یا پخش مواد شیمیایی | ۳/۵          |
| ۵    | برق گرفتگی                 | ۵            |
| ۶    | پرتاب / برخورد             | ۲۷/۵         |
| ۷    | حریق                       | ۱۵           |

جدول ۷- فهرست خطرات و ریسک‌های واحدهای صنعتی مثال صنعتی

| نماد            | شرح خطر   | واحدها (یا فعالیت‌های تحت بررسی) | ردیف |
|-----------------|---|----------------------------------|------|
| R <sub>1</sub>  | سقوط از ارتفاع، استنشاق مواد شیمیایی، آلودگی هوا                                  | وان آهن شویی                     | ۱    |
| R <sub>2</sub>  | گیر کردن بین دو جسم، برخورد با ابزار کار، پرتاب پلیسه، تصادف با وسایل، آلودگی صوت | اسکلت بندی و مونتاژ              | ۲    |
| R <sub>3</sub>  | گیر کردن بین دو جسم   | قالب سازی                        | ۳    |
| R <sub>4</sub>  | سوختگی و جراحت، حریق یا انفجار  | کوره                             | ۴    |
| R <sub>5</sub>  | گیر کردن بین دو جسم، آلودگی صوت   | پرس                              | ۵    |
| R <sub>6</sub>  | سقوط ارتفاع، استنشاق مواد شیمیایی   | وان رنگ                          | ۶    |
| R <sub>7</sub>  | استنشاق بخارات اسید، سوختگی و جراحت، آلودگی صوت                                   | جوشکاری و نقطه جوش               | ۷    |
| R <sub>8</sub>  | گیر کردن بین دو جسم، سقوط بار، برخورد با اشیا متحرک                               | رول تست                          | ۸    |
| R <sub>9</sub>  | برق گرفتگی  | تراشکاری                         | ۹    |
| R <sub>10</sub> | استنشاق بخارات اسید   | پاشش ماده سیلر                   | ۱۰   |
| R <sub>11</sub> | استنشاق مواد شیمیایی  | محفظه PVC                        | ۱۱   |
| R <sub>12</sub> | برخورد با ابزار کار، زمین خوردن   | تزیینات                          | ۱۲   |
| R <sub>13</sub> | زمین خوردن، استنشاق مواد شیمیایی  | رنگ نهایی                        | ۱۳   |

جدول ۸- رتبه بندی و طبقه بندی سه فاکتور (P,C,E) و نمره ریسک حاصل از روش ویلیام فاین

| رتبه | واحدها (یا فعالیت های تحت بررسی) | شرح خطر   | شدت پیامد | میزان مواجهه | احتمال وقوع | نمره خطر | میزان خطر |
|------|----------------------------------|---|-----------|--------------|-------------|----------|-----------|
| ۱    | وان آهن شویی                     | سقوط از ارتفاع، استنشاق مواد شیمیایی، آلودگی هوا                                  | ۱۳        | ۴            | ۶           | ۳۱۲      | اضطراری   |
| ۲    | اسکلت بندی و مونتاژ              | گیر کردن بین دو جسم، برخورد با ابزار کار، پرتاب پلیسه، تصادف با وسایل، آلودگی صوت | ۱۰        | ۶            | ۵           | ۳۰۰      | اضطراری   |
| ۳    | قالب سازی                        | گیر کردن بین دو جسم   | ۱۰        | ۳            | ۳           | ۹۰       | غیر طبیعی |
| ۴    | کوره                             | سوختگی و جراحت، حریق یا انفجار  | ۱۴        | ۲            | ۴           | ۱۱۲      | غیر طبیعی |
| ۵    | پرس                              | گیر کردن بین دو جسم، آلودگی صوت   | ۷         | ۵            | ۵           | ۱۷۵      | غیر طبیعی |
| ۶    | وان رنگ                          | سقوط ارتفاع، استنشاق مواد شیمیایی   | ۵         | ۳            | ۷           | ۱۰۵      | غیر طبیعی |
| ۷    | جوشکاری و نقطه جوش               | استنشاق بخارات اسید، سوختگی و جراحت، آلودگی صوت                                   | ۸         | ۴            | ۵           | ۱۶۰      | غیر طبیعی |
| ۸    | رول تست                          | گیر کردن بین دو جسم، سقوط بار، برخورد با اشیا متحرک                               | ۷         | ۵            | ۳           | ۱۰۵      | غیر طبیعی |
| ۹    | تراشکاری                         | برق گرفتگی  | ۵         | ۲            | ۶           | ۶۰       | طبیعی     |
| ۱۰   | پاشش ماده سیلر                   | استنشاق بخارات اسید   | ۴         | ۳            | ۴           | ۴۸       | طبیعی     |
| ۱۱   | محفظه PVC                        | استنشاق مواد شیمیایی  | ۴         | ۵            | ۴           | ۸۰       | طبیعی     |
| ۱۲   | تزیینات                          | برخورد با ابزار کار، زمین خوردن   | ۳         | ۳            | ۹           | ۸۱       | طبیعی     |
| ۱۳   | رنگ نهایی                        | زمین خوردن، استنشاق مواد شیمیایی  | ۲         | ۲            | ۶           | ۲۴       | طبیعی     |



شکل ۳- گراف حاصل از روابط و اثر گذاری خوشه های منابع خطرزا با استفاده از دیمتل

$R1 > R2 > R5 > R7 > R4 > R6, R8 > R3 > R12 > R11 > R9 > R10 > R13$   
 در گام چهارم از مدل پیشنهادی مدل گراف شبکه‌ای از منابع خطر به کمک روش دیمتل رسم شده است. نتایج حاصل از این بخش تحقیق که بیان کننده روابط بین گزینه‌های و معیارها می‌باشد در شکل ۲ نشان

است ۲ واحد از واحدهای شرکت در وضعیت اضطرار قرار داشته و ۶ واحد از واحدهای تشکیل شده در سازمان مورد بررسی در وضعیت غیرطبیعی و ۵ واحد دیگر در وضعیت طبیعی قرار گرفته است. رتبه به‌دست‌آمده در این ارزیابی به ترتیب عبارت است از:

جدول ۹- نتایج بدست آمده از سوپرماتریس نهایی حاصل از روش ANP

| گزینه ها | وزن نسبی ایده آل | وزن نهایی | وزن نرمالیزه شده |
|----------|------------------|-----------|------------------|
| C        | ۱/۰۰۰۰۰۰         | ۰/۰۶۱۰۶۶  | ۲/۲۵۱۹۴۵         |
| E        | ۱/۱۳۱۷۸۶         | ۰/۰۰۸۰۴۸  | ۰/۲۹۶۷۸۸         |
| P        | ۰/۲۰۰۳۸۹         | ۰/۰۱۲۲۳۷  | ۰/۴۵۱۲۶۷         |

جدول ۱۰- رتبه بندی نمره ریسک در روش WILLIAM FINE-DEMATEL-ANP

| رتبه بندی | نمره ریسک | $W_P$    | $W_E$    | $W_C$    | C | E | P  | نماد     |
|-----------|-----------|----------|----------|----------|---|---|----|----------|
| ۱         | ۹۴/۱۱     | ۰/۴۵۱۲۶۷ | ۰/۲۹۶۷۸۸ | ۲/۲۵۱۹۴۵ | ۶ | ۴ | ۱۳ | $R_1$    |
| ۲         | ۹۰/۴۹     | ۰/۴۵۱۲۶۷ | ۰/۲۹۶۷۸۸ | ۲/۲۵۱۹۴۵ | ۵ | ۶ | ۱۰ | $R_2$    |
| ۸         | ۲۷/۱۴     | ۰/۴۵۱۲۶۷ | ۰/۲۹۶۷۸۸ | ۲/۲۵۱۹۴۵ | ۳ | ۳ | ۱۰ | $R_3$    |
| ۵         | ۳۳/۷۸     | ۰/۴۵۱۲۶۷ | ۰/۲۹۶۷۸۸ | ۲/۲۵۱۹۴۵ | ۴ | ۲ | ۱۴ | $R_4$    |
| ۳         | ۵۲/۷۸     | ۰/۴۵۱۲۶۷ | ۰/۲۹۶۷۸۸ | ۲/۲۵۱۹۴۵ | ۵ | ۵ | ۷  | $R_5$    |
| ۶         | ۳۱/۶۷     | ۰/۴۵۱۲۶۷ | ۰/۲۹۶۷۸۸ | ۲/۲۵۱۹۴۵ | ۷ | ۳ | ۵  | $R_6$    |
| ۴         | ۴۸/۲۶     | ۰/۴۵۱۲۶۷ | ۰/۲۹۶۷۸۸ | ۲/۲۵۱۹۴۵ | ۵ | ۴ | ۸  | $R_7$    |
| ۷         | ۳۰/۶۱     | ۰/۴۵۱۲۶۷ | ۰/۲۹۶۷۸۸ | ۲/۲۵۱۹۴۵ | ۳ | ۵ | ۷  | $R_8$    |
| ۱۱        | ۱۸/۱۰     | ۰/۴۵۱۲۶۷ | ۰/۲۹۶۷۸۸ | ۲/۲۵۱۹۴۵ | ۶ | ۲ | ۵  | $R_9$    |
| ۱۲        | ۱۴/۴۸     | ۰/۴۵۱۲۶۷ | ۰/۲۹۶۷۸۸ | ۲/۲۵۱۹۴۵ | ۴ | ۳ | ۴  | $R_{10}$ |
| ۱۰        | ۲۴/۱۳     | ۰/۴۵۱۲۶۷ | ۰/۲۹۶۷۸۸ | ۲/۲۵۱۹۴۵ | ۴ | ۵ | ۴  | $R_{11}$ |
| ۹         | ۲۴/۴۲     | ۰/۴۵۱۲۶۷ | ۰/۲۹۶۷۸۸ | ۲/۲۵۱۹۴۵ | ۹ | ۳ | ۳  | $R_{12}$ |
| ۱۳        | ۷/۲۴      | ۰/۴۵۱۲۶۷ | ۰/۲۹۶۷۸۸ | ۲/۲۵۱۹۴۵ | ۶ | ۲ | ۲  | $R_{13}$ |

بهبود یافته ویلیام فاین با توجه به اینکه پارامترهای مختلف ریسک را در محاسبه ریسک لحاظ می‌نماید میزان عدد ریسک به‌دست‌آمده منطقی تر بنظر می‌رسد. از طرفی با توجه به تعیین وزن پارامترهای ریسک و یکسان نبودن میزان اهمیت این پارامترها با توجه به نوع صنعت میزان اولویت‌های به‌دست‌آمده می‌تواند از شرایط بهتری برخوردار باشد. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق با نتایجی که امیدواری و همکاران در مطالعه خود ارائه نمودند شباهت دارد بطوریکه عدم منظور نمودن وزن یکسان به پارامترهای ریسک می‌تواند ارزیابی واقعی تری از ریسک را در بر داشته باشد [۲۷].

همان‌طور که در نتایج مشخص است میزان رتبه ریسک دو واحد  $R_2$  و  $R_2$  بدلیل اینکه دارای فاصله بالایی از نظر عدد ریسک با سایر واحدها می‌باشد الویت آن‌ها تغییر نیافته است. در حالی که در سایر

داده شده است. نتایج حاصل از اوزان کلی سه فاکتور  $P$ ،  $E$  و  $C$  بر اساس حل مدل ANP و وزن نرمال شده آن‌ها در جدول ۹ نشان داده شده است.

با توجه به وزن‌های به‌دست‌آمده و وزن‌های نرمالیزه شده میزان نمره ریسک آن‌ها محاسبه شده و نتایج آن در جدول ۱۰ نشان داده شده است.

با توجه به رتبه‌بندی جدید ارائه شده که در جدول ۹ مشاهده می‌شود، منابع خطر  $R_1$  و  $R_2$  پر ریسک‌ترین فعالیت در سازمان مورد مطالعه می‌باشد. نتایج حاصل از رتبه‌بندی سایر واحد‌ها بر اساس الگوی ارائه شده عبارت است از:

$$R_1 > R_2 > R_5 > R_7 > R_4 > R_6 > R_8 > R_3 > R_{12} > R_{11} > R_9 > R_{10} > R_{13}$$

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتیجه حاصل از دو روش ویلیام فاین و ویلیام فاین بهینه شده می‌توان نتیجه گرفت که روش

assessment model in Oil and Gas Industries (case study: Pars Economic and Energy Region), Journal of Health and Safety at Work. 2013; 3(4):11-22. [Persian]

4. Varnere JV. Occupational risk analysis of Samandile pipe manufacturing in constructional phase, of Strasburg University. 2007;1(9):109-21.

5. Sepehr P, Mashkori A, Eshaghi M. Measurement of electrical and magnetic fields in the control room, 3 plants in comparison with limit values, First National Conference on Management and Technology students in the health sciences, health and environment, Tehran, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences. 2011. [Persian]

6. Ahmadzadeh A, Beigi F. Feasibility study of risk assessment and management methods in units being watched by Iran oil products refining and distributing national company, The 2nd State Congress for "Safety Engineering" and "HSE" 2005:43-55. [Persian]

7. Ghoreishi N, Mohammadi SA. Safety and occupational health assessment in Behran company using combining "FM&EA" and "William Fine" methods The1st Congress on "HSE" in Oil, Gas and Petrochemical Industries. Bandarabbas. 2006:17-22. [Persian]

8. Fazlollah A, Mohammadfam I, HadgiParvaneh MJ, Omidvari M. Introducing a method for Health, Safety and Environmental (HSE) risk assessment, using multi-criteria decision making (MCDM) techniques: a case study in power plant construction, Journal of Health and Safety at Work. 2014;4(1):55-65. [Persian]

9. Ghoreishi N, Mohammadi SA. Safety and occupational health assessment in Behran company using combining "FM&EA" and "William Fine" methods The1st Congress on "HSE" in Oil, Gas and Petrochemical Industries. Bandarabbas. 2006:17-22. [Persian]

10. Nouri J, Omidvari M, Tehrani SM. Risk Assessment and Crisis Management in Gas Stations, Int. J. Environ. Res. 2010;4(1):143-152.

11. Omidvari M, Mansouri N. Fire and Spillage Risk Assessment Pattern in Scientific Laboratories, Int. J. Occupational Hygiene. 2014;6:68-74.

12. Nouri J, Mansouri N, Abbaspour M, Karbasi AR, Omidvari M. Designing a developed model for assessing the disaster induced vulnerability value in educational

واحد ها تغییراتی ایجاد شده است. این نشان دهنده حساسیت بالای الگو می باشد که در صورت استفاده از مدل های تصمیم گیری می توان از نظرات کیفی در خصوص میزان ریسک جلوگیری نموده و اعداد واقعی تری را برای ریسک یک فرایند محاسبه نمود [۲۸].

نتایج نشان داد که واحد قالب سازی از ریسک بالایی برخوردار است که علت آن احتمال بالای ریسک در این شغل می باشد. در صورتیکه معیارهای مورد بررسی در این تحقیق را به عنوان پارامترهای مؤثر بر ریسک وارد مدل نماییم با توجه به اینکه وزن های شدت و احتمال، تماس یکسان نمی باشد میزان رتبه ریسک ها تغییر می یابد که بیان کننده این مسئله است که در ارزیابی ریسک لازم است با توجه به نوع صنعت اهمیت پارامترهای ریسک (شدت/ احتمال/ تماس) مورد ارزیابی قرار گرفته و در مدل ارزیابی لحاظ شود.

همچنین در این پژوهش تلفیق دو روش دیمتل و تحلیل شبکه ای توانسته است تا نظرات کیفی خبرگان صنعت خودرو را کمی کرده تا در تصمیمات آتی در خصوص مدیریت ریسک هدف مندانه تر عمل نمایند. یکی از چالش های دیگری که در ریسک باید مورد ارزیابی قرار گیرد مدل تصمیم برای سطح ریسک است که لازم است در تحقیقات آتی مورد بررسی و پژوهش قرار گیرد.

## منابع

1. Ghale S, Khosravi M, Shalbfaf M, Taghavi L. Health Safety and Environmental Risk Management cement plants, First International Conference of environmental crisis and its solutions, Kish Island, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. 2013. [Persian]

2. Meknatjoo M, Omidvari M. Safety Risk Assessment using William-Fine Method with Compilation Fuzzy DEMATEL in Machining Process, Iran Occupational Health. 2015;12(5): 31-42. [Persian]

3. Heydari M, Omidvari M, Fam IM. Presenting of a material exposure health risk



Implementation with Matlab, MATLAB - A Fundamental Tool for Scientific Computing and Engineering Applications. 2012;3.

25. Tzeng G, Chiang C, Li C. Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. *Expert Systems with Applications*. 2007;32(4): 1028-1044.

26. Saaty TL. Fundamentals of the Analytical Network Process. *Processings of ISAHP*. Kobe. Japan. 12-14 August 1999:448-63.

27. Omidvari M, Nouri J, Mapar M. Disaster risk assessment pattern in higher education centers. *Global J. Environ. Sci. Manage*. 2015;1(2): 71-94.

28. Zammori F, Gabbrielli R. ANP/RPN: A multi criteria evaluation of the risk priority number. *Quality and Reliability Engineering International*. 2011;28:85-104.

centers, *Safety Sci*. 2011;49(5):679-685.

13. Omidvari M, Mansouri N, Nouri J. A Pattern of Fire Risk Assessment and Emergency management in Educational Center Laboratories, *Safety Sci*. 2015; 73: 34-42.

14. Danesh Shakib M, Fazli S. Differentiate of successful and unsuccessful companies by using compound method (FAHP- TOPSIS) in Tehran's Stock Exchange, *Iran's Managing Sciences Quarterly*. 2009;15:87-115.

15. Azar A, Nahavandi B, Rajab-Zadeh A. Planning and improving the quality performance expansion by using fuzzy analytic network process and goal programming, *Humanity Science Quarterly*. 2007;4:31-67.

16. Najafi A. Application of Analytic Network Process (ANP) in analysis of the structural challenges and organization's executive environment in projects management, *International of Industrial Engineering Journal and Production Management*. 2010;1(21):63-76.

17. Gogus O, Boucher TO. Strong transitivity, rationality and weak monotonicity in fuzzy pairwise comparisons, *Fuzzy Sets and Systems*. 1998;94.

18. Wei WW, Yu TL. Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method, *Expert System Application*. 2007;32(2):499-507.

19. Uzunovic E, Canizares C, Huang Z, Ni Y, Shen C, Wu F, et al. Discussion of Application of unified power flow controller in interconnected power systems-modeling, interface, control strategy, and case study, *IEEE Transactions on Power Systems*. 2000;15(4): 1461-1462.

20. Navaei AZ, Omidvari M. Development of Failure Mode Effects Analysis Using DEMATEL and ANP Models, *Inter. Conference on management Economics and humanities*, Istanbul, Turkey. 2015.

21. Shabanzadeh F. *Safety and technical protection*. Tehran: Kumars. 2010.

22. Lee HS, Tzeng GH, Yeih W, Wang YJ, Yang SC. Revised DEMATEL: Resolving the Infeasibility of DEMATEL, *Applied Mathematical Modelling*. 2013;37: 6746-6757.

23. Kon AC, Buke T. An Analytical Network process (ANP) evaluation of alternative fuels for electricity generation in Turkey. *Energy policy*. 2007;37:5220-5228.

24. Zhou X. Fuzzy Analytical Network Process

## Safety risk assessment in motor vehicle industries using William Fine and ANP-DEMATEL

Zahra Navaie Aznaveh<sup>1</sup>, Manouchehr Omidvari<sup>2</sup>

Received: 2015/10/26

Revised: 2016/02/28

Accepted: 2016/05/22

### Abstract

**Background and aims:** Risk assessment is one of the most important issues in making safety industrial environments. Motor vehicle industries are one of the most unsafe industries that have many annual accidents. One of the most problems in the process of risk assessment is judgment about the effect of parameters of risk. The aim of the study is, safety risk assessment in motor vehicle industries by William Fine and ANP-DEMATEL.

**Methods:** In this study, safety risk of the one of the biggest motor vehicle industries was assessed by William Fine. Then, the weight of parameter of risk was determined by ANP-DEMATEL. Then, the result was combined by William fine. In the final stage the industrial was assessed with the obtain pattern again.

**Results:** The result was showed, that by using William Fine method, the highest priority risks was the iron bath-cleaning unit (312) and steel structure (300). The results of combined William fine and ANP-DEMATEL pattern, the highest priority risk was the iron bath-cleaning unit (94.11) and steel structure (90.49).

**Conclusion:** The study showed that in motor- vehicle industries, the application of the William-Fine model combined with the ANP-DEMATEL technique is an effective method to assess the safety risk levels in actual level.

**Keywords:** Risk assessment, William Fine, ANP, DEMATEL.

1. MSc, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

2. (**Corresponding author**) Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran. [omidvari88@yahoo.com](mailto:omidvari88@yahoo.com)