ارزیابی ریسک بهداشت حرفه ای و محیطی در حمل و نقل فرآورده‌های نفتی به وسیله روش تلفیقی William Fine-Dematel-Anp در محیط فازی

مقاله پژوهشی

امیر عباس شجاعی*، استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران
زهرا نوایی ازناوه، دانشجوی دکتری، مربی، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول:amir@ashojaie.com

دریافت: ۹۷/۰۸/۲۷- پذیرش: ۹۸/۰۲/۰٤
صفحه۲۸۹-۲۷۱

چکیده
یکی از مهمترین خطرات موجود در حمل و نقل مواد نفتی، تصادفات جاده است که می تواند اثرات خراب کننده ای را بر محیط و ایمنی در جاده ها داشته باشد. با استفاده از تکنیک‌های ارزیابی ریسک می‌توان شرایط مسیر و نحوه حمل مواد را مورد ارزیابی قرار داد و قبل از اینکه سبب بروز حادثه ای شود آنرا شناسایی و کنترل نمود. در ارزیابی ریسک یکی از مهمترین مسایلی که وجود دارد قضاوت افراد در ارزیابی است که این مسئله می تواند در نحوه ارزیابی تاثیر گذار باشد. لذا در این مقاله سعی شده است که پارامترهایی که در ریسک خطرات بهداشت حرفه ای و محیط حمل مواد نفتی موثر است شناسایی شده و سپس با استفاده از مدل‌های تصمیم گیری (DEMATEL_ANP) نسبت به برنامه‌ریزی و ارزش گذاری پارامترها در محیط فازی اقدام نمود تا تاثیر قضاوت ارزیاب‌ها بر آن به حداقل برسد. در این تحقیق با توجه به پارامترهایی مانند موقعیت انبار، ماشین حمل کننده، نوع ماده، عوارض محیطی و نوع جاده و لایه های ایمنی مسیر و شرایط راننده مدنظر قرار گرفت. وزن پارامتر های موثر بر میزان ریسک توسط مدل ANP تعیین و بر اساس روش WILLIAM FINE میزان ریسک تعیین شده است.

واژه‌های کلیدی:مدیریت ریسک و ایمنی، WILLIAM FINE، DEMATEL،ANP، FUZZY

۱-مقدمه

در جامعه امروزی که اکثراً از سیستم های پیچیده استفاده می شود، از کارافتادگی یک سیستم یا بروز حوادث می تواند موجب بروز اختلال در سطوح مختلف شود و حتی به عنوان تهدیدی برای جامعه و محیط زیست تلقی گردد. به این دلیل است که همگان در پی سیستمی ایمن و با احتمال خطر پایین هستند. در این جا است که واژه ریسک به معنی عدم قطعیت و نشانگر احتمال وقوع وشدت آن ظهور می یابد. نتیجه ریسک تعیین می کند که با وقوع هرخطر چه خسارتی بر سیستم تحمیل می شود و چه پیامدهای زیست محیطی را در بر خواهد داشت. بر اساس تعریف، ریسک را به‌عنوان میزانی از احتمال و شدت وقوع خطر و پیامد آن تعریف می‌گردد. سازمان استاندارد جهانی ریسک را شامل احتمالی از حادثه و آثار و پیامدهای آن می‌داند(ISO/IEC Guide 73:2002). در تعریف دیگر Zio ریسک را ترکیب احتمال وقوع هر خطر (P_i) و پیامدهای آن (C_i) تعریف می‌کند (Zio E., 2006). در سال ۲۰۰۷ Willis ریسک را معادل با خسارت یا صدمه وارد شده تعریف نموده است (Willis HH., 2007). در همان سال Aven ریسک را یک مفهوم دو بعدی می‌داند که شامل حوادث وپیامدهای آنها و احتمالات نامشخص مرتبط با آنهاست. همه این تعاریف را می‌توان در تعریفی که Aven در سال ۲۰۰۹ارائه داده است خلاصه نمود. در این تعریف آمده است که؛ ریسک میزانی است از احتمال وقوع حادثه و

پیامدهای آن، که برای تعیین این میزان پارامترهای متفاوتی از میزان احتمال و شدت حادثه را در نظر می‌گیرند (Aven t. 2009). ایمنی یک ارزش کلی و جهانی است که هر فرهنگی در جهت حفظ و اجرای آن باید نهایت تلاش خود را به خدمت گیرند. ریسک و ایمنی دستورالعمل هستند و استراتژی لازم است تا مدیریت ریسک و ایمنی به طور گسترده و همه جانبه بین سایر کشورها و سازمان ها به اجرا درآیند(۵). در صنایع نفت و گاز خطرات و سوانح بسیاری وجود دارد که منجر به ریسک های با درجات متفاوت خواهند شد. در کشورهای آمریکا ،کانادا ، نروژ و اروپا مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست از کیفیت بهتری نسبت به کشورهای در حال توسعه برخوردار است. بر اساس آمار وقایع گزارش شده توسط تولیدکنندگان شرکت های نفت و گاز در سال ۲۰۰٤ در آفریقا ،آسیا و اروپا به طور متوسط ۱,۰۹ مجروح در هر میلیون ساعت کاری داشته اند(Mearns K, Yule S., 2009). در آمریکا تخمین زده اند که در طول سال ۵۵۰۰ نفر می میرند و همچنین ۸۰۰۰۰ نفر کارگر در طول سال زخمی یا مریض می شوند که علت آن شرایط شغلی کار آنهاست. ارزیابی ریسک قادر است از مرگ و بیماری در اثر این چنین عواملی پیشگیری نماید، اما باید الزامات ایمنی مستمر و پایدار ایجاد شود (Montague P., 2004). جابه جایی و حمل و نقل مواد خطرناک مانند مشتقات نفتی و فرآورده های پتروشیمی (نفت،بنزین،گازوئیل و گازهای مایع نفتی) و فاضلاب های صنعتی پتانسیل بروز خطراتی را در بر دارد که تاثیرات آن می تواند شامل کشته شدن تعداد زیادی از افراد و آلودگی های شدید زیست محیطی در نتیجه انفجار، آتش سوزی و پخش مواد آلاینده سمی باشد. تعداد این حوادث و شدت تاثیرات آن در سراسر جهان همگام با صنعتی شدن کشورها به صورت سالانه در حال گسترش است. به همین دلیل دولت مردان و صاحبان این صنایع در حال بازبینی روش های ارزیابی ریسک حمل ونقل مواد نفتی هستند. ارزیابی ریسک زیست محیطی به صورت یک ابزار تحلیلی و تجزیه ای رشد کرده و کامل شده است که این ابزار در همه ابعاد سیاست گذاری، تصمیم گیری و نظارت، گسترش یافته است. در دهه ۱۹۳۰ دولتمردان ایجاد مراکز درمانی در محیط های کاری که با مواد شیمیایی تماس داشته را الزامی کردند(Eduljee GH., 2000). به طور قطع برنامه ریزی اصولی وایمنی برای مسیرهای حمل و نقل و وسایل نقلیه، با در نظر گرفتن نوع کاربری در مناطق عبوری، مدیریت ریسک در حمل و نقل مواد نفتی را به عنوان بخش اصلی در بر می گیرد.مصرف فرآورده‌های نفتی روز به روز درحال افزایش می‌باشد ، به طوریکه با خطوط لوله موجود رساندن فرآورده‌ها برای شهرها و مناطق کشور امکان‌پذیر نمی‌باشد و با توجه به اینکه قسمت‌های عمده‌ای از جمعیت کشور ما در مناطق کوهستانی سکونت دارند، موضوع سوخت رسانی و حمل و نقل جاده‌ای مواد سوختی ضمن مشکلات فراوان از اهمیت خاص در ساختار تامین انرژی کشور برخوردار می‌باشد.انتقال فرآورده های نفتی نسبت به کنترل آن در اماکن و تجهیزات ثابت،به علت وجود پویایی و جنبش در حمل و نقل و وجود متغیرهای دیگرمانند شرایط راننده،وسیله نقلیه،وضعیت جاده ها از لحاظ ترافیک و روسازی شرایط پیچیده تری دارد که باعث می شود تحت پوشش قرار دادن آن مشکل تر گردد. ارزیابی ریسک یک روش اصولی و پایه ریزی شده قوی جهت کمک به توسعه با شرایط نامشخص است تا پیامدهای آنرا تعیین کند.ارزیابی ریسک به کاربردهای بهداشتی و ایمنی که از توسعه همراه با EIA نتیجه شده اند، دست می یابد (Demidova O, Cherp A., 2005). در مطالعاتی که در دانشگاه استاوانجر نروژ انجام شده است، به بررسی دلیل خوردگی لوله های انتقال نفت و گاز پرداخته شده است و پس از مطالعات، مدلی جهت تخمین میزان خوردگی لوله ها و مدلی جهت پیش بینی میزان شکست لوله ها ارائه گردیده است. همچنین در تحقیقات مختلف به بررسی و ارزیابی ریسک سایت های نفتی و پتروشیمی پرداخته شده است که سایر فاکتورهای شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی را در بر گرفته است. از جمله در دانشگاه رجیونای کانادا به ارزیابی ریسک سایر فرآورده های بنزین ،اثرات تماس با این فرآورده‌ها (BTEX) ونفوذ به آبهای زیرزمینی پرداخته شده است. این محققین از میان روش های موجود روش FRA را برگزیده اند، زیرا آنها معتقدند این روش مولفه ها و شاخص های سایر روش ها را در ساختار اصلی خود جای می دهد و نقطه اتصالی میان روش ها و الگوهای آینده خواهد بود (Chen Z, et al, 2000). جهت ارزیابی ریسک در پالایشگاه ها نیز مطالعاتی صورت گرفته است و از یک سیستم نرم افزاری به نام TOPRAP استفاده شده است که معتقدند این نرم افزار کاربرد وسیعتر، مهارت و توانایی بیشتر جهت ارزیابی و تشخیص رخدادها و حوادث و کاربردی ساده تر برای کاربران را دارا می باشد(Khan FI, Abbasi SA., 2004). جهت ارزیابی ریسک باید ابتدا محدوده مورد مطالعه تعیین گردد. سپس سایر مشخصه‌ها و معیارهای موجود در مسیرهای فعلی و یا مسیرهای جایگزین انتقال، مطرح و ابتدا کمی شده و وزن دهی می‌شوند. یکی از روش های مناسب ارزیابی ریسک که

در بسیاری از ارزیابی ها در مدیریت کیفیت و ریسک استفاده می‌شود تکنیک WILLIAM FINE است. در این روش پس از به دست آوردن مولفه های میزان شدت پیامد، میزان تماس و میزان وقوع خطر و وزن دهی آنها، عدد نمره ریسک(R) محاسبه می‌گردد. یکی از مهمترین مشکلات در ارزیابی ریسک وجود پارامترهای تاثیر گذار در نمره ریسک است که هر کدام به یک میزان در ریسک حاصل اثر می‌گذارند. قضاوت فردی در ارزشیابی هر کدام از این فاکتورها و پارامترها می‌تواند نمره ریسک حاصل را تغییر دهند بنابراین استفاده از روش های جدید در تصمیم‌گیری می‌تواند کمک شایانی در بهبود نمره ریسک حاصل از روش ویلیام فاین داشته باشد (Omidvari, M.; Mansouri, N. 2014). با استفاده از روش های تصمیم گیری مانندDEMATEL که روش جامع ومناسبی برای ساخت وتحلیل مدل علی بین عوامل، درمسایل پیچیده است می‌توان روابط و اثرات پارامترهای ریسک را محاسبه نمود (Wei, W, et al. 2007). یکی از روش های تصمیم گیری چند معیاره فرآیند تحلیل شبکه (ANP) می باشد که در آن به روابط درونی گزینه ها و معیارها توجه می گردد. فرآیند تحلیل شبکه ای در سال ۱۹۷۱ بوسیله ساعتی بعد از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بعنوان یک ابزار تصمیم گیری چند معیاره با جایگزینی شبکه بجای سلسله مراتب توسعه داده شد(Azar A., et al, 2007). درمسایل مدیریتی واجتماعی می‌توان بااستفاده از روشANP و مقایسات زوجی اهمیت هر فاکتور و پارامتر را اندازه گیری نمود.(Uzunovic, E., et al, 2000). همانطور که AHP برای ساختارهای سلسله مراتبی با روابط یکسویه بکار گرفته می‌شود، ANP نیز روابط پیچیده شبکه ای را بررسی و اوزان مناسب تری از روابط خواهد داد (Gogus O, et al, 1998). روش تحلیل شبکه ای در سال های ۱۹۷۲ و ۱۹۷۶ یک روش پیشرفته تر بعد از AHP برای حل روابط پیچیده تر روش تلفیقی ANP-DEMATEL در حالت فازی استفاده گردید. در نگاه کلی اینگونه می‌توان بیان نمود که ابتدا عوامل و معیارهای موثر در ارزیابی ریسک بوسیله کارشناسان و خبرگان صنعت (۷ نفر) مورد بحث که بر روی فعالیت ها و واحدهای مورد بررسی احاطه و آگاهی کامل داشته باشند با روش WILLIAM FINE شناسایی و جمع آوری می شود. سپس با کمک روش DEMATEL روابط و آثار متقابل معیارها و زیر معیارهای مسئله تعیین می شود در واقع معیار و زیر معیار

۲-۱- ساختار مدل ارزیابی ریسک بوسیله روش ویلیام فاین (WILLIAM FINE)

روش William fine یکی از روش‌های ارزیابی ریسک است که از حاصلضرب سه پارامتر میزان شدت پیامد (C)(شدت و دوسویه ارایه شده است (Najafi A. 2010). درباره ارزیابی ریسک تا به حال تحقیقات بسیاری در جهت رفع مشکلات تاثیر پارامترهای ریسک با روشهایی مانند ANP و SAW استفاده شده است و برای تعیین روابط درونی از روش دیمتل که یک ساختار تصمیم گیری دارد استفاده خواهد شد تابا تلفیق روش تحلیل شبکه ای (ANP) میزان اثرگذاری و اثر پذیری هر پارامتر ریسک لحاظ گردد.(Mirzaei S. et al, 2014) (Navaei AZ., et al 2015). از این رو کاربرد فنون و روش های تصمیم گیری بخصوص روش های تصمیم گیری چند معیاره در مسایل مختلف متداول شده است که به فراخور نیاز مورد استفاده قرار می‌گیرد (DaneshShakib M., Fazli S., 2009). از طرفی انتخاب اعداد و طیف فازی در ارزیابی‌های روش تصمیم گیری تحلیل شبکه‌ای جهت بدست آوردن عدد ریسک در تجزیه و تحلیل حالات خرابی و اثرات نشان داده است که استفاده از روش Fuzzy ANP عددی دقیق‌تر از عدد ریسک روش سنتی آن خواهد داد(Mirzaei S. et al, 2014). این تحقیق در زمینه ارزیابی ریسک به روش ویلیام فاین و استفاده از ابزارهای ریاضی مانند روشFuzzy DEMATEL و روش Fuzzy ANPجهت شناسایی تاثیرات عوامل ریسک زا بر یکدیگر و رسیدن به نزدیک ترین نظرات خبرگان صنعت از حالت کیفی به کمی در محاسبه نمره ریسک انجام پذیرفته است.

۲- روش تحقیق

این تحقیق از نوع توصیفی که در آن از روش ویلیام فاین جهت ارزیابی نمره ریسک استفاده گردید. همچنین جهت بهبود و اصلاح روش و از بین بردن قضاوت های شخصی و تعیین وزن پارامتر های موثر بر ریسک و اثرات روابط درونی این پارامترها.

در مدل پیشنهادی ما همان فعالیت ها یا واحدهای صنعتی مورد بررسی در روش ویلیام فاین بود، تا واقعی ترین حالت از مدل شبکه ایجاد شود و در نهایت با کمک روشANP اوزان نهایی برای عوامل و معیارهای ارزیابی ریسک بوسیله تشکیل سوپر ماتریس تعیین می گردد.

خطر) میزان تماس (E) در میزان وقوع خطر (P)به دست می‌آید.

$$R = P * C * E \quad (1)$$

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.پس از تعیین میزان رتبه ی ریسک بر اساس جدول ٤ اگر حاصل نمره ریسک بین ۲۰۰ تا ۱۵۰۰ قرار گرفت خطر موجود ریسک بالا (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 (M) است و اگر حاصل ریسک بین ۰ تا ۸۹ قرار گرفت خطر موجود ریسک پایین (L) است.(Shabanzadeh, 2016)

جدول ۱. رتبه بندی پیامد (Consequence)

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

جدول ۲. رتبه بندی میزان تماس (Exposure)

ردیف	میزان تماس	رتبه
۱	بطور پیوسته / تا یکبار در روز / بیش از ۸ ساعت در روز	۱۰
۲	غالبا" / تا یکبار در هفته / ٦– ۸ ساعت در روز	٦
۳	گهگاه، بعضی اوقات / تا یکبار در ماه / ٤–٦ ساعت در روز	۳
٤	بطور غیر معمول و غیر عادی / تا یکبار در سال / ۲– ٤ ساعت در روز	۲
۵	بندرت / بعنوان موردی که امکان تماس داشته باشد می شناسیم / کمتر از ۲ ساعت در روز	۱
٦	بطور جزئی / بعنوان موردی که امکان تماس داشته باشد، نمی شناسیم	۰/۵

جدول ۳. رتبه بندی میزان احتمال (Probability)

ردیف	میزان احتمال	رتبه
۱	اغلب محتمل است / شانس وقوع بیشتر از ۵۰ درصد است	۱۰
۲	شانس وقوع ۵۰/۵۰ است / امکان دارد	٦
۳	می تواند تصادفی اتفاق بیافتد / شانس وقوع کمتر از ۵۰ درصد است	۳
٤	احتمالا" تا چند سال بعد از تماس اتفاق نمی افتد، اما امکان وقوع دارد	۰/۵
۵	عملا" وقوع اش غیر ممکن است / هرگز اتفاق نمی افتد	۰/۱

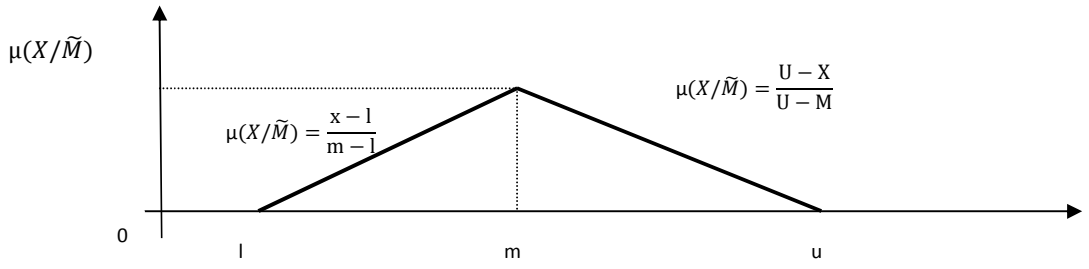
جدول ٤. رتبه بندی نمره ریسک (Risk)

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

۲-۲- اعداد و مجموعه‌های فازی

به منظور بررسی مسائل مرتبط با ابهامات، تفکرات و نظرات ذهنی افراد، دانشمندی بنام پروفسور زاده (۱۹٦۵) ایرانی الاصل تئوری مجموعه فازی را معرفی کرد. این تئوری بر توسعه تعریف کلاسیک مجموعه استوار است. تمایز اصلی تئوری مجموعه فازی، توانایی و قابلیت آن در جهت نشان دادن دادههای مبهم است. این تئوری اولین گام برای ترکیب کردن و وارد نمودن دانش افراد به سیستم‌های مهندسی بصورت سیستماتیک و کارا بود. بعد از ارائه این تئوری، بلمن و لطفی زاده، روش تصمیم‌گیری در محیط فازی را ارائه نمودند. پس از این مرحله، منطق فازی به منظور در نظر گرفتن مسائل ذهنی و عدم قطعیت در حوزه تصمیم‌گیری بکار گرفته شد. (Bellman, R. E., Zadeh, L. A. 1970).پدیده‌های منطقی و ریاضی براساس مبانی و اصول کلاسیک علم تنها دو حالت دارند، یا درست هستند و یا نادرست. اما پدیده‌های واقعی همواره تا اندازه‌ای (فازی) مبهم و غیر دقیق هستند، در واقع پدیدههای مختلف را نمی‌توان تنها به یکی از دو صورت صحیح و غلط یا صفر و یک تقسیم‌بندی کرد. بیشتر مفاهیم و ویژگی‌هایی که در زندگی روزمره و واقعی و نیز در شاخه‌های مختلف علوم به ویژه علوم اجتماعی و انسانی با آن سر و کار داریم، مفاهیمی منعطف هستند. نظریه مجموعه‌های فازی یک قالب جدید ریاضی برای صورت بندی و تجزیه و تحلیل این مفاهیم و ویژگی‌ها است. پرفسور لطفی زاده (۱۹٦۵) تئوری مجموعه فازی را در ارتباط با عدم قطعیت ناشی از ابهام مطرح کرد. مهم-ترین قابلیت مجموعه فازی توانایی آن در نشان دادن داده-های مبهم و نامشخص است. ویژگی این مجموعه، تابع عضویت است که در آن به هر عضو درجه عضویتی بین صفر و یک تعلق می‌گیرد.(حقیقت منفرد و رضایی ۱۳۹۰) کاراکتر (~) برای نشان دادن مجموعه‌های فازی بر روی علایم قرار می‌گیرد. اعداد فازی،مجموعه های فازی هستند که وقتی نمایش ضمنی عدم قطعیت همراه داده های عددی مورد نیاز باشد از آنها استفاده می شود. به بیان دیگر، آنها مجموعه های فازی هستند که معانی عباراتی همچون تقریبا ۳ یا نزدیک به ۵ .۵ را بیان می کنند. در واقع اعداد فازی واژه هایی همچون تقریبا، نزدیک به و نه کاملا را در کنار مقادیر عددی لحاظ می کنند(غضنفری و رضایی، ۱۳۸۹).یک عدد فازی مثلثی، عددی فازی است اگر تابع عضویت آن بصورت رابطه۲ می باشد. و عدد فازی تقریبا m به صورت (l , m , u) نشان داده می‌شود. پارامترهای l و m و u به ترتیب بیانگر کمترین ارزش ممکن، بیشترین ارزش محتمل و بیشترین ارزش ممکن می‌باشند. (Kaufmann, & Gupta, 1988)

$$\mu(X/\tilde{M}) = \begin{cases} \dfrac{x-l}{m-l} & l \le x \le m \\ \dfrac{U-X}{U-M} & m \le x \le u \\ 0 & Otherwise \end{cases} \qquad (۲)$$



شکل ۱ . نمایش یک عدد فازی مثلثی (Kaufmann, & Gupta, 1988)

جدول۵.عملیات فازی متداول با استفاده از دو عدد فازی(غضنفری و رضایی، ۱۳۸۹)

عملگر	فرمول	نتایج
جمع	A+B	$(l_1+l_2, m_1+m_2, u_1+u_2)$
تفریق	A-B	$(l_1-u_2, m_1-m_2, l_2-u_2)$
ضرب	A*B	$(l_1*l_2, m_1*m_2, u_1*u_2)$
تقسیم	A/B	$(l_1/u_2, m_1/m_2, u_1/l_2)$
ضرب یک عدد مثبت در یک عدد فازی	K.A	(kl_2, km_1, ku_1)

اگر دو عدد فازی $\tilde{A} = (l_1, m_1, u_1)$ و $\tilde{B} = (l_2, m_2, u_2)$ را در نظر بگیریم، عملیات جبری زیر در مورد آن‌ها صادق است. درجدول ۵ برخی از عملیات محاسباتی فازی را نشان می‌دهد.

در تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی از متغیرهای زبانی استفاده می‌شود، بنابراین متغیرهای زبانی باید با استفاده از یکی از طیف‌های فازی به اعداد فازی تبدیل شوند.

۲-۲-۱- طیف‌های فازی

در روش کلاسیک روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای که توسط ساعتی (۱۹۹٦) معرفی شد از فرد خبره خواسته می شود که با استفاده از اعداد و نسبت‌های دقیق به مقایسه زوجی مشخصه‌های هم سطح در یک ساختار شبکه‌ای بپردازد.(Saati, 1980) نسبت‌های ارائه شده توسط فرد خبره ماتریس مقایسات زوجی را تشکیل می دهد که با محاسبه ماتریس مقادیر ویژه آن، وزن هر کدام از مشخصه‌های هم سطح بدست می آید. تعداد زیادی از این نوع تصمیم‌گیری نادقیق و غیر قابل اطمینان است.Leung & Cao (۲۰۰۰) معتقدند از جمله دلایل دقت پائین روش سنتی مقایسات زوجی، آن است که از فرد خواسته می‌شود براساس درک خود از پدیده‌ها نسبتی دقیق به مقایسه زوجی آن‌ها اختصاص دهد و این در حالیست که درک فرد از پدیده در قالب عددی قطعی قابل بیان نیست، بلکه بازه‌ای از اعداد می‌تواند بهتر از عددی قطعی منعکس کننده درک فرد از اهمیت یک پدیده در قیاس با پدیده‌ای دیگر باشد. بنابراین فرایند تحلیل شبکه‌ای در حالت فازی قادر است بهتر از فرایند تحلیل شبکه‌ای سنتی روند تصمیم‌گیری در ذهن انسان را شبیه‌سازی کند. از این رو در مرحله جمع‌آوری نظر خبرگان از گویه‌های بیانی ملموس و متداول در پرسشنامه مقایسات زوجی تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی به جای نسبت‌های قطعی رایج در تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی سنتی استفاده شده است.پس از جمع‌آوری پاسخ‌های خبرگان در مقیاس ۹ تایی و در قالب پاره‌ای گویه-های زبانی، لازم است پاسخ‌های مذکور به مقیاسی با قابلیت تجزیه و تحلیل پاسخ‌ها برده شوند، زیرا انجام عملیات ریاضی بر روی متغیرهای بیانی کیفی غیر ممکن است. بنابراین متغیرهای بیانی باید به مقیاس‌های فازی تبدیل شوند. (حقیقت منفرد و رضایی ۱۳۹۰). در فرآیند مقایسه‌ی زوجی فرض می-شود که تصمیم‌گیرنده توانایی انجام مقایسه هر دو معیار را داشته باشد و متناظر با آن یک ارزش عددی را برای این اهمیت نسبی در نظر گیرد. همان گونه که ذکر شد از روش فازی برای بیان ساده‌تر این ارجحیت‌ها استفاده می‌شود. بعنوان مثال اعداد فازی پیشنهاد شده توسط Lin (۲۰۰۹) برای استفاده از جواب پرسشنامه های مقایسات زوجی نظر خبره یا خبرگان در جدول ٦ ارائه شده است.

۲-۳- تکنیک دیمتل فازی

موسسه ممموریا باتل روش دیمتل را در تحقیقی زیر نظر هسته تحقیق زنو ابداع کرد. از مدل اولیه دیمتل برای دستیابی به شیوه برخورد مناسب با پدیده‌های اختلاف بر انگیز در سطح جامعه جهانی استفاده شد. مزیت برتر این مدل در تجزیه و

تحلیل روابط علی بین مجموعه ای از متغیرهاست (Gabus, 1973). تکنیک مورد استفاده در این مقاله مبتنی بر روش استفاده توسط وو و لین در سال ۲۰۰۸ است، که مراحل آن در ادامه تشریح شده است.

مرحله اول : طراحی ماتریس تصمیم گیری

برای سنجش ارتباط و تاثیرات میان معیارهای مورد بررسی، ابتدا ماتریس که شامل هدف و معیارها می باشد، طراحی شده که ارتباط میان آن‌ها مدنظر است. به این منظور پرسشنامه مقایسه زوجی طراحی گردیده است. برای سنجش میزان تاثیر عوامل از یک مقیاس پنج سطحی استفاده شده است که این سطوح و اعداد مثلثی متناظر با آن در جدول ۷ ارائه شده است که بر مبنای پیشنهاد لی در سال ۱۹۹۹ می‌باشد.

جدول ٦. اعداد فازی متناظر مقیاس‌های کلامی (Lin, 2009)

متغیر زمانی	عدد فازی	مقیاس عدد فازی مربوطه
یکسان	$\tilde{1}$	(۱، ۲، ۳)
بینابین	$\tilde{2}$	(۳، ٤، ۲)
اندکی مهم‌تر	$\tilde{3}$	(٤، ۳، ۲)
بینابین	$\tilde{4}$	(٥، ٤، ۳)
مهم‌تر	$\tilde{5}$	(٦، ٥، ٤)
بینابین	$\tilde{6}$	(۷، ٦، ٥)
بسیار مهم‌تر	$\tilde{7}$	(۸، ۷، ٦)
بینابین	$\tilde{8}$	(۹، ۸، ۷)
اکیداً مهم‌تر	$\tilde{9}$	(۹ ، ۹ ، ۷)

جدول ۷. سنجش میزان تاثیر عوامل

تاثیر متغیرها	اعداد فازی مثلثی
عبارات کلامی	
کاملا بی تاثیر	(۰و۰و۰/۲۵)
با تاثیر پایین	(۰و۰/۲۵و۰/۵)
با تاثیر متوسط	(۰/۲۵و۰/۵و۰/۷۵)
با تاثیر بالا	(۰/۵و۰/۷۵و۱/۰)
با تاثیر خیلی بالا	(۰/۷۵و۱/۰و۱/۰)

مرحله دوم : محاسبه ماتریس فازی ارتباطات مستقیم

پس از جمع آوری نظرهای خبرگان در خصوص میزان تاثیرگذاری عوامل بر یکدیگر ماتریس ارتباطات مسقیم(Z) (ماتریس $n\times n$) شکل می‌گیرد. سپس ماتریس میانگین برای تجمیع نظرهای خبرگان با استفاده از رابطه (۳) محاسبه می گردد.

$$\tilde{Z} = \frac{(\tilde{Z}^1 \oplus \tilde{Z}^2 \oplus \dots \tilde{Z}^P)}{P} \quad (۳)$$

میانگین هر ماتریس، ماتریس $\tilde{Z}$ که ماتریس فازی ارتباطات مستقیم نامیده می شود، به دست می آید. در این ماتریس اعداد فازی مثلثی هستند و با توجه به اعداد مثلثی فازی (۰و۰و۰) خواهد بود.

$$\tilde{Z} = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{Z}_{12} & \cdots & \tilde{Z}_{1n} \\ \tilde{Z}_{21} & 0 & 0 & \tilde{Z}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{Z}_{n1} & \tilde{Z}_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (٤)$$

مرحله سوم : نرمالایزر نمودن ماتریس ارتباطات مستقیم فازی

در این مرحله ماتریس نرمالایزر شده ارتباطات مستقیم فازی را می توان بر اساس رابطه های (٦) و (٧) از ماتریس ارتباطات مستقیم فازی به دست آورد.

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{12} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \cdots & \tilde{x}_{nn} \end{bmatrix} \quad (٥)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{\tilde{Z}_{ij}}{r} = (\frac{l_{ij}}{r}, \frac{m_{ij}}{r}, \frac{u_{ij}}{r}) \quad (٦)$$

$$r = max_{l \le i \le u}(\sum_{j=1}^{n} u_{ij}) \quad (٧)$$

مرحله چهارم : محاسبه ماتریس ارتباطات کلی فازی

این ماتریس با $\tilde{T}$ نمایش داده می‌شود و درایه های آن بصورت فازی هستند. به منظور محاسبه این ماتریس از رابطه‌های (۱۰) – (۱۲) کمک گرفته می شود. در این ماتریس I همان ماتریس یکه است.

$$\tilde{T} = \lim_{k \to \infty} (\tilde{X}^1 + \tilde{X}^2 + \cdots + \tilde{X}^k) \quad (٨)$$

$$[L''_{ij}] = X_1 \times (I - X_1)^{-1} \quad (٩)$$

$$[mL''_{ij}] = X_m \times (I - X_m)^{-1} \quad (١٠)$$

$$[u''_{ij}] = X_u \times (I - X_u)^{-1} \quad (١١)$$

مرحله پنجم: ترسیم نمودار علی

در این مرحله مجموع سطرها و ستون های ماتریس محاسبه می گردد. در صورتی که مجموع سطرها و ستون ها را به ترتیب ماتریس های D و R بنامیم، بیشترین مجموع ردیفی D نشان دهنده ترتیب معیارهایی است که قویا بر عناصر دیگر نفوذ دارند، و بیشترین مجموع ستونی R نشان دهنده ترتیب معیارهایی است که تحت نفوذ واقع می شوند. از جمع این دو ماتریس (R + D)که ماتریس برتری و از تفاضل آن ها ماتریس (R–D) که ماتریس ارتباط نامیده می شود، به دست می‌آید.

مرحله ششم: دی فازی نمودن ماتریس های ارتباطات کلی

برای دی فازی نمودن ماتریس ارتباطات کلی از روش دی فازی CFCS استفاده شده است. روش CFCS توسط اپریکوویک و زنگ در سال ۲۰۰۳ پیشنهاد شده است که در این روش ماتریس متشکل از اعداد مثلثی فازی با استفاده از رابطه فازی شده و ماتریس که ماتریس ارتباطات نهایی قطعی است، حاصل می گردد. (Opricovic, S., &Tzeng, G. H. ,2003)

$$l = \min(l_k)\,; R = \max(u_k)\,; k = 1,2,\dots,n;\ \Delta = R - L \qquad (۱۲)$$

$$\widetilde{N}_k^{def} = L + \Delta \times \frac{(m-l)(\Delta+u-m)^2(R-l) + (u-l)^2(\Delta+m-l)^2}{(\Delta+m-l)(\Delta+u-m)^2(R-l) + (u-l)(\Delta+m-l)^{2(\Delta=u-m)}} \qquad (۱۳)$$

مرحله هفتم: محاسبه ماتریس ارتباطات درونی

براساس ماتریس ارتباطات کلی نمودار علی ماتریس ارتباطات درونی محاسبه می‌گردد. با نرمالیزه نمودن ستونی ماتریس ارتباطات درونی به دست می‌آید. وزن های این جداول بصورت مستقیم در سوپرماتریس ناموزون ANP استفاده می شود.

۲-٤- ساختار مدل تصمیم گیری چند معیاره تحلیل شبکه ای فازی (FANP)

یکی از روش‌های پر کاربرد در تصمیم گیری های چند معیاره، فرآیند تحلیل شبکه ای ANP است. این روش گسترش یافته ی شبکه AHP است. در مسائلی که وابستگی ها دو طرفه باشند، مسئله از گونه ی سلسله مراتبی خارج شده و تشکیل یک شبکه یا سیستم غیر خطی را می دهد که دیگر نمی توان قوانین و فرمول های روش AHP را به کار برد. در این گونه موارد برای محاسبه ی وزن عناصر باید از روش ANP که توسط ساعتی در سال ۱۹۹٤ 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 خوشه های دیگر اثر می پذیرند و یا روی آن ها اثر می گذارند.البته این اثر پذیری یا اثر گذاری باید با توجه به ویژگی هایی که تعاملات کل سیستم را کنترل می کند (معیارهای کنترل) مورد بررسی قرار گیرد. (Kon, and Buke, 2007)

در این مرحله یک ساختار شبکه و لیست رابطه وابستگی متقابل شکست با توجه به نمودار علی و جدول نهایی روش دیمتل بدست می آوریم.

مرحله دوم - تشکیل ماتریس های مقایسه زوجی

از آنجا که 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 زبان های طبیعی تا مصنوعی است، متغیری است که جنبه های مختلفی از زبان انسان را منعکس می کند. همانطور که در جدول ۵ نشان داده شده است، این مقیاس ۹- نقطه ای برای اهمیت نسبی مقایسات زوجی ارائه شده است.(Zhou et al, 2012).

مرحله سوم - محاسبه سوپر ماتریس غیر موزون

در این مرحله با استفاده از اوزان بدست آمده در مرحله قبل سوپر ماتریس غیر موزون بر اساس وابستگی در شبکه ساخته می شود. در واقع سوپر ماتریس یک ماتریس تقسیم شده است که در آن هر ماتریس فرعی از مجموعه ای از روابط بین (شاخص ها) معیار ها و گزینه ها در مدل گرافیکی تشکیل شده است. در این گام، تشکیل سوپرماتریس و تعیین اوزان نهایی برای پارامترهای میزان تماس، شدت پیامد و احتمال وقوع برای هریک از منابع ریسک انجام می پذیرد. پس از انجام محاسبات مقایسات زوجی مرحله قبل در این مرحله لازم است تا ماتریس غیر موزون و بعد ماتریس حدی روش تحلیل شبکه‌ای بدست 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 ۸ خواهد بود که اگر در مسئله مورد مطالعه وابستگی داخلی بین معیارها (منبع خطرساز) وجود نداشته باشد، $W_{22} = 0$ خواهد بود.

جدول ۸. مقیاس‌های زبانی برای اهمیت نسبی(Zhou, 2012)

مقیاس زبانی برای اهمیت	مقیاس فازی مثلثی	مقیاس معکوس فازی مثلثی
به همان اندازه مهم (EI)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)
متوسط ۱ (IM_1)	(۳، ۲، ۱)	(۱، ۱/۲، ۱/۳)
نسبتا مهم (MI)	(٤، ۳، ۲)	(۱/۲، ۱/۳، ۱/٤)
متوسط ۲ (IM_2)	(٥، ٤، ۳)	(۱/۳، ۱/٤ ، ۱/٥)
مهم (I)	(٦، ٥، ٤)	(۱/٤ ، ۱/٥، ۱/٦)
متوسط ۳ (IM_3)	(۷، ٦، ٥)	(۱/٥، ۱/٦، ۱/۷)
بسیار مهم (VI)	(۸، ۷، ٦)	(۱/٦، ۱/۷، ۱/۸)
متوسط ٤ (IM_4)	(۹، ۸، ۷)	(۱/۷، ۱/۸، ۱/۹)
کاملا مهم (AI)	(۹ ، ۹، ۹)	(۱/۹، ۱/۹، ۱/۹)

در سطر اول سوپر ماتریس هدف مسئله که تعیین اولویت ریسکزایی می باشد و در سطر دوم معیارهای مسئله که منابع خطرآفرین و در سطر سوم گزینه های مسئله که سه پارامتراصلی شدت پیامد،احتمال وقوع ومیزان مواجهه، قرار می‌گیرد. سوپرماتریس خود از ٤ ماتریس $W_{23}, W_{32}W_{21}, W_{22,}$تشکیل شده است که هریک از این ماتریس‌ها در واقع اوزان بدست آمده از وزن‌های نسبی ماتریس مقایسات زوجی گام قبلی می باشند.

مرحله چهارم – محاسبه سوپر ماتریس وزن دهی شده

درواقع ستون های سوپرماتریس مرحله قبل از چند بردار ویژه تشکیل میشود که جمع هرکدام از بردارها برابریک است. بنابراین این امکان وجود دارد که جمع هر ستون سوپرماتریس غیر موزون بیش از یک باشد.در نتیجه ماتریس وزن دهی شده ای بدست می‌آید که جمع هریک از ستونهای آن برابر یک خواهد بود .این موضوع به زنجیره مارکوف معروف است که

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

جمع احتمالی همه وضعیتها معادل یک است. (Saaty, 1999)

مرحله پنجم– بدست آوردن سوپر ماتریس حدی

دراین مرحله سوپرماتریس وزن دهی مرحله قبل طبق رابطه به توان حدی می‌رسد تا عناصر ماتریس همگرا شده و مقادیرسطری آن باهم برابر شوند. براساس ماتریس بدست آمده، بردار وزن عمومی مشخص می‌شود.

$$\overline{W} = \lim_{t\to\infty} W^t \qquad (١٤)$$

مرحله ششم– محاسبه وزن نهایی

در آخرین مرحله با ضرب وزن خوشه‌ها (اهمیت معیارهای اصلی و زیر معیارها) در سوپرماتریس حدی، وزن نهایی معیارها محاسبه میشود.

۲-٤- ساختار کلی مدل پیشنهادی WILLIAM FINE –FDEMATEL – FANP

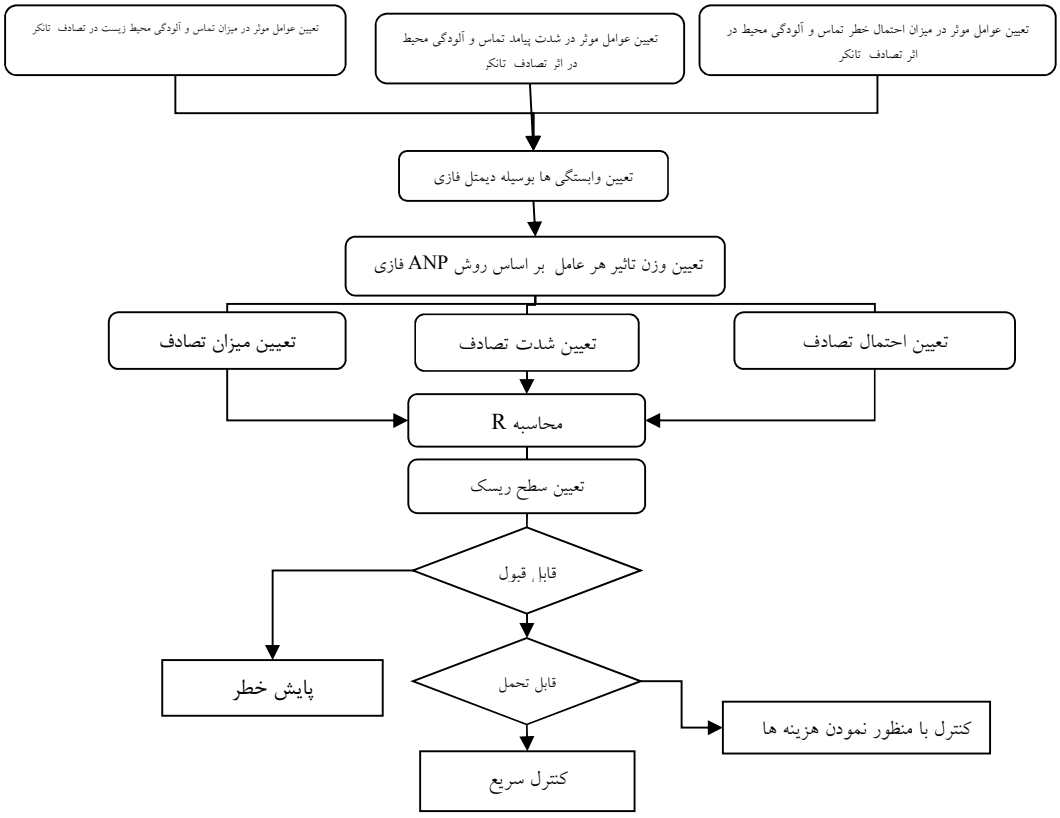
به منظور تعیین الگوی مسئله مورد بحث در این پژوهش، حل مدل در سه مرحله کلی ذکر شده یعنی ابتدا بکارگیری مدل در روش ویلیام فاین و دوم بکارگیری مدل در روش دیمتل فازی و سوم بکارگیری مدل در روش تحلیل شبکه ای فازی حل شده است و سپس وزن نهایی نرمالیزه شده با استفاده از رابطه ۱۵ در رابطه ۱۶ برای بدست آوردن نمره ریسک جدید قرار داده خواهد شد.

$$W_{normal} = \frac{3 \times W_{C,E,P}}{\sum W_{C,E,P}} \quad (۱۵)$$

$$R = W_C * C \times W_E * E \times W_P * P \quad (۱۶)$$

۳-یافته‌ها

ارزیابی ریسک زیست محیطی شامل شناسایی محیط زیست تحت تاثیر، ارزیابی اجزاء مهم اکولوژیکی با در نظر گرفتن حساسیت‌های زیست محیطی، تخمین کمیت ریسک با مقایسه معیارهای موجود و اقدامات کاهش ریسک می باشد. در این مطالعه در قدم اول تمامی عوامل موثر در ریسک محیط زیست ناشی از حمل و نقل فرآورده های نفتی از انبار نفت تا مقصد تعیین شده و با استفاده از روش تصمیم گیری تحلیل شبکه‌ای (ANP) با استفاده از کارشناسان خبره وزن‌دهی گردیده و مدل مفهومی آن تعریف شد که الگوریتم آن در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل۱. الگوریتم مدیریت ریسک

با استفاده از منطق WILLIAM FINE مدل نهایی تعیین گردید. با استفاده از مدل نهایی بدست آمده مسیر حمل مورد ارزیابی قرار گرفته شد. به منظور ارزیابی و تصمیم گیری از جدول ۱ استفاده شد.

جدول ۱. طبقه بندی ریسک بر اساس میزان پذیرش

طبقه‌بندی ریسک	میزان ریسک
ریسک بالا	۱۰۰-۱
ریسک متوسط	۲۰۰-۱۰۰
ریسک کم	۱۰۰۰-۲۰۰

مطابق با جدول ۱ به منظور تصمیم گیری در خصوص تعیین سطح ریسک میزان R در سه سطح بالا (۱۵۰۰-۲۰۰۰) قابل تحمل (۱۹۹۹-۹۰) و غیر قابل تحمل (۸۹-۰) تعریف شده است. برای ارزیابی بهتر و تعیین مسیرهای ایمن از نرم افزار GIS استفاده شده است. محدوده مورد مطالعه منطقه انبار نفت اصفهان که یکی از بزرگترین انبارهای نفت در ایران می باشد انتخاب گردید. ارزیابی در مسیر انتقال فرآورده از انبار نفت شاهین شهر اصفهان تا سمیرم که مسیر پر ترافیک با عوارض جاده ای پیچیده است انجام گرفت. مهمترین فرآورده های نفتی که توسط تانکرها حمل می شوند عبارتند از گاز مایع، بنزین، نفت سفید، حلال های پایه بنزینی، حلال های پایه نفتی، نفت گاز، نفت کوره، نفت خام، متیل تری بوتیل اتان(MTBE) که میزان TLV آنها اهمیت ویژه ای دارد. جهت ارزیابی ریسک زیست محیطی در این مطالعه، ابتدا محدوده مورد مطالعه با توجه به مسیر تانکر نفتکش و نقشه های موجود ارزیابی گردید. جهت این کار نقشه شرکت پخش فرآورده های نفتی که حاوی نواحی و مراکز پخش فرآورده های نفتی و مسیرهای تردد تانکر بود به عنوان نقشه پایه مطالعاتی تهیه و سپس محدوده مورد نظر در آن مشخص گردید. معیارها و پارامترهای مختلفی در ارزیابی و مدیریت ریسک پخش فرآورده‌های نفتی وجود دارد به دو دسته معیار های ترافیکی و معیارهای ایمنی تقسیم گردید؛ معیارهای ترافیکی که شامل عوامل موثر بر خطرات برای انسان ها و محیط زیست هستند عبارتند از، ترافیک مسیر (سرعت عبور و مرور)، تراکم مسیر(تعداد خودروی عبوری)، تعداد سرویس ساعت راننده، میزان تصادفات (تعداد تصادفات در یک سال)، وضعیت روسازی مسیر (سطح جاده که به سه دسته آسفالت نو، آسفالت کهنه، خاکی) نوع فرآورده، محیط اطراف مسیر تردد (مسکونی، عوارض کشاورزی، عوارض محیط زیستی، بیابان و کویر)، موقعیت مقصد (خارج از شهر/داخل شهر)، نوع جاده(که شامل؛ جاده دوطرفه، بزرگراه، اتوبان، کوهستانی)، احتمال تماس راننده با فرآورده که آموزش فرد اهمیت زیادی دارد، قدمت تانکر، شرایط جوی منطقه و فاصله از منابع آب. معیارهای ایمنی شامل وجود وجود سیستم مانع از پخش فراورده در حوادث و سیستم های کنترلی ترافیکی، وجود پلیس ترافیکی، وجود دوربین، وجود گاردریل، وجود تیم امداد، وجود سیستم کنترل GPS می باشند. سری جدول۲ الف، ب و ج، پارامتر های موثر در ریسک زیست محیطی حمل و نقل فرآورده‌های نفتی را نشان می‌دهد.

جدول ۲- الف. پارامتر های موثر در شدت ریسک زیست محیطی حمل و نقل فراورده های نفتی و میزان وزن آنها

شدت اثر					
ردیف	تعریف پارامتر موثر بر ریسک خطرات زیست محیطی	وزن	پارامتر	وزن	WILLIAM FINE
۱	نوع فرآورده براساس TLV (E1-1)	۰,۱۵	بنزین	۰,۰۳	۰,۳
			حلال	۰,۰۴۳	۰,۴۳
			MTBE	۰,۰۴۳	۰,۴۳
			نفت	۰,۰۲۴	۰,۲۴
			نفت کوره	۰,۰۱	۰,۱
			جمع کل		۱,۵
۲	عوارض محیط اطراف (E1-2)	۰,۲۳	مسکونی	۰,۰۶	۰,۶
			محیط زیستی	۰,۰۵	۰,۵

				کشاورزی	۰,۰۷۵	۰,۷۵
				بیابان	۰,۰۳۳	۰,۳۳
				کویر	۰,۰۱۲	۰,۱۲
				جمع کل		۲,۳
۳	میزان تماس فرد با ماده نفتی	۰,۱۵	تماس فرد	۰,۱۵	۱,۵
			جمع کل		۱,۵
٤	نزدیکی به منابع آب(E1-4)	۰,۲۵	رودخانه	۰,۱۳	۱,۳
			چشمه	۰,۰۵	۰,۵
			آبهای زیرزمینی	۰,۰۷	۰,۷
			جمع کل		۲,۵
۵	موقعیت مقصد	۰,۱۲	خارج از شهر	۰,۰۳	۰,۳
			داخل شهر	۰,۰۹	۰,۹
			جمع کل		۱,۲

جدول ۲- ب. پارامترهای موثردر احتمال بروز ریسک زیست محیطی حمل ونقل فراوردههای نفتی

احتمال بروزخطر					
ردیف	تعریف پارامتر موثر بر ریسک خطرات زیست محیطی	وزن	پارامتر	وزن	WILLIAM FINE
۱	بار ترافیکی بالا	۰,۱۲۵	بار ترافیکی	۰,۱۲۵	۱,۲۵
			جمع کل		۱,۲۵
۲	دانسیته ترافیکی بالا	۰,۰۵	دانسیته ترافیکی	۰,۰۵	۰,۵
			جمع کل		۰,۵
۳	کیفیت جاده (وضعیت سطح جاده)	۰,۱۲	آسفالت نو	۰,۰۲	۰,۲
			آسفالت کهنه	۰,۰۳	۰,۳
			خاکی	۰,۰۷	۰,۷
			جمع کل		۱,۲
٤	نوع جاده	۰,۱۵	اتوبان	۰,۰۱	۰,۱
			بزرگراه	۰,۰۳	۰,۳
			دوطرفه	۰,۰٤	۰,۰٤
			کوهستانی	۰,۰۷	۰,۰۷
			جمع کل		۱,۵
۵	احتمال تماس راننده تانکربا فرآورده	۰,۲	آموزش	۰,۲	۲
			جمع کل		۲
٦	نوع تانکر	۰,۱۵۵	قدمت تانکر	۰,۱۵۵	۱,۵۵
			جمع کل		۱,۵۵
۷	شرایط جوی	۰,۱۳	آب و هوا	۰,۱	۱,۰
			جمع کل		۱,۰

جدول ۲-ج. پارامترهای موثر در میزان تماس ریسک زیست محیطی حمل و نقل فراورده‌های نفتی

عامل تماس خطر					
ردیف	تعریف پارامتر موثر بر ریسک خطرات زیست محیطی	وزن	پارامتر	وزن	WILLIAM FINE
۱	کنترل پخش مواد در تصادف	۰,۱۵	تماس راننده	۰,۱۵	۱,۵
			جمع کل		۱,۵
۲	نبود سیستم محدودکننده و کنترل‌ها	۰,٤۵	وجود پلیس	۰,۱۳	۱,۳
			محدودیت سرعت	۰,۱	۱
			کنترل تانکر	۰,۱۷	۱,۷
			علائم هشدار دهنده	۰,۰۵	۰,۵
			جمع کل		٤,۵
۳	نبود دوربین و کنترل نامحسوس	۰,۱۵	وجود دوربین	۰,۱۵	۱,۵
			جمع کل		۱,۵
٤	نبود گاردریل	۰,۰۵	وجود گاردریل	۰,۰۵	۰,۵
			جمع کل		۰,۵
۵	نبود اکیپ امداد در جاده	۰,۰۵	تیم هلال احمر	۰,۰۵	۰,۵
			جمع کل		۰,۵
٦	عدم اجبار در نصب سیستم GPS روی تانکر	۰,۰۵	نصب GPS	۰,۰۵	۰,۵
			جمع کل		۰,۵

همانطور که در محاسبات فوق مشخص است تمامی پارامترهایی که دارای زیر مجموعه ای بیش از ۲ پارامتر می‌باشند، توسط روش ANP تعیین وزن گردیده است. این مسئله مزیت ANP را نسبت به سایر روش‌های MCDM در کاربرد ریسک در تعیین ضرایب اثر گذار بیان می کند. محدوده مورد مطالعه مسیر تردد تانکر نفتکش از محل بارگیری در شرکت پخش فرآورده‌های نفتی در شهر شاهین شهر اصفهان آغاز و به شهر سمیرم ختم می شود شکل ۲ نقشه منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. پس از تعیین محدوده مورد مطالعه اطلاعات مربوط به وضعیت موجود محیط زیست از جمله اطلاعات مربوط به هوا و اقلیم شناسی (بارندگی، درجه حرارت،رطوبت نسبی، تبخیر، ساعات آفتابی، باد و طبقه اقلیمی)، منابع آب سطحی و زیرزمینی، زمین‌شناسی و ساختار توپوگرافی، وضعیت لرزه خیزی، خاک‌شناسی و فرسایش خاک،پوشش گیاهی و رویشگاه‌ها، حیات وحش جانوری و گونه‌های حساس گیاهی و جانوری مورد بررسی و پردازش قرار گرفته است. سپس به جهت اهمیت نوع فرآورده قابل حمل در محاسبه میزان ریسک، ترکیب شیمیایی سایر فرآورده‌ها (MSDS) و نظارت ایمنی و زیست محیطی برخورد با این موارد نیز لحاظ گردیده است.

شکل۲. نقشه محدوده مورد مطالعه

بر اساس روش WILLIAM FINE میزان نمره ریسک بر اساس معادله ۱٦ محاسبه می‌گردد .

٤- بحث

مطابق نقشه‌های منطقه مورد مطالعه، معیارها و مشخصه‌های مختلف جهت تعیین محدوده مورد مطالعه در نظر گرفته شده است. در محدوده مورد مطالعه مناطق مختلف دارای ویژگی های متفاوت و منحصر به فردی هستند، به همین جهت محدوده مورد مطالعه به ۸ منطقه تقسیم شده است. تقسیم‌بندی مناطق بر اساس مشخصات و عوارضشان سبب افزایش دقت مطالعات و نتایج نهایی نیز خواهد شد. تقسیم بندی مسیر مورد مطالعه در ۸ منطقه و مشخصات آن در جدول ۳ بیان گردیده است. همانطور که در جدول ۳ مشخص است تمامی شاخص های مورد ارزیابی ریسک در ۸ منطقه به تفکیک مورد ارزیابی قرار گرفته است و تمامی ضریب هایی که مربوط به هر عامل اثر گذار است در هر منطقه بررسی و ضرایب آن اعمال گردیده است. براساس مدل ارائه شده و مشخصات مناطق مورد مطالعه نحوه محاسبه میزان ریسک زیست محیطی در جدول ٤ نشان داده شده است. قابل ذکر است که سیستم کنترلی تماس راننده با فرآورده در اثر پخش فرآورده در زمان تصادف وجود نداشته و فرد می تواند با حجم بالایی از ماده تماس حاصل نماید.

جدول۳. تقسیم بندی مسیر مورد مطالعه و مشخصات آن

منطقه	مسیر	مشخصات
۱	انبار نفت شاهین شهر – شهر بهارستان	این منطقه دارای مسیر اتوبان دو بانده و با بار ترافیکی بالا می باشد.سرتاسر مسیر دارای کاربری کشاورزی و مسکونی می باشد.همچنین به دلیل مسکونی بودن منطقه دائما عبور عابر پیاده از جاده صورت می گیرد.
۲	شهر بهارستان – شهر افتخاریه	مسیر عبوری از این منطقه اتوبان دو بانده و با بار ترافیکی بالا می باشد.اراضی این منطقه نیز دارای کاربری کشاورزی و مسکونی می باشند.همچنین منطقه حفاظت شده کلاه قاضی نیز در نزدیکی این منطقه واقع شده است.وجود پلیس راه و کنترل نامحسوس به میزان زیادی از حوادث این مسیر کاسته است.
۳	شهر افتخاریه – کمربندی شهر رضا	مسیر عبوری از این منطقه اتوبان دو بانده و با بار ترافیکی بالا می باشد.اراضی حاشیه جاده این مسیر دارای کاربری اراضی کشاورزی و مسکونی می باشند. وجود دوربین و کنترل نامحسوس به میزان زیادی در کاهش حوادث جاده ای موثر بوده است.
٤	کمربندی شهر رضا	این مسیر اتوبان دوبانده می باشد که بوسیله دوربین و کنترل نامحسوس کنترل می شود.
۵	کمر بندی شهر رضا – شهر کهروویه	این مسیر اتوبان دو بانده است.اراضی حاشیه دارای کاربری کشاورزی و مسکونی می باشند.
٦	شهر کهروویه – روستای دولت قرین	این مسیر اتوبان دوبانده است که قسمتی از آن گردنه می باشد.اراضی این محدوده نیز دارای کاربری کشاورزی و مسکونی می باشند.این منطقه در زمستان برف گیر است.
۷	روستای دولت قرین – شهر سمیرم	این مسیر دارای گردنه و شیب زیاد می باشد.اراضی این منطقه دارای کاربری کشاورزی و

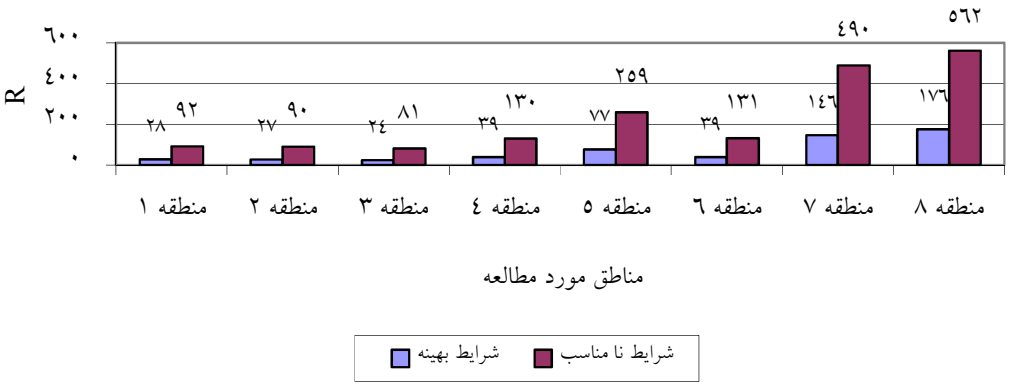
		مسکونی می باشند.رودخانه سولگان از مسیر که اتوبان دوبانده است،عبور می‌کند.وجود ایستگاه پلیس در این منطقه سبب کاهش حوادث رانندگی شده است.همچنین به دلیل مسکونی بودن منطقه،عبور عابرین پیاده از مسیر دائما صورت می گیرد.
۸	داخل شهر سمیرم	داخل شهر و منطقه مسکونی این مسیر،خیابان های داخلی شهر سمیرم را شامل می‌شود که دارای شیب نیز می باشد.

تمام محاسبات بر اساس این فرضیه‌ها بوده است که ماشین‌ها سالم و راننده آنها از سلامت جسمی و روانی مناسبی برخوردار می‌باشند و شرایط آب و هوایی مناسب می‌باشد. برای مقایسه بدترین شرایط (ماشین‌ها نا سالم، راننده بدون صلاحیت لازم و در شرایط آب و هوایی بد) با شرایط مناسب با پیش فرض های یاد شده نتایج بدست آمده در شکل ۳ ارائه گردیده است.

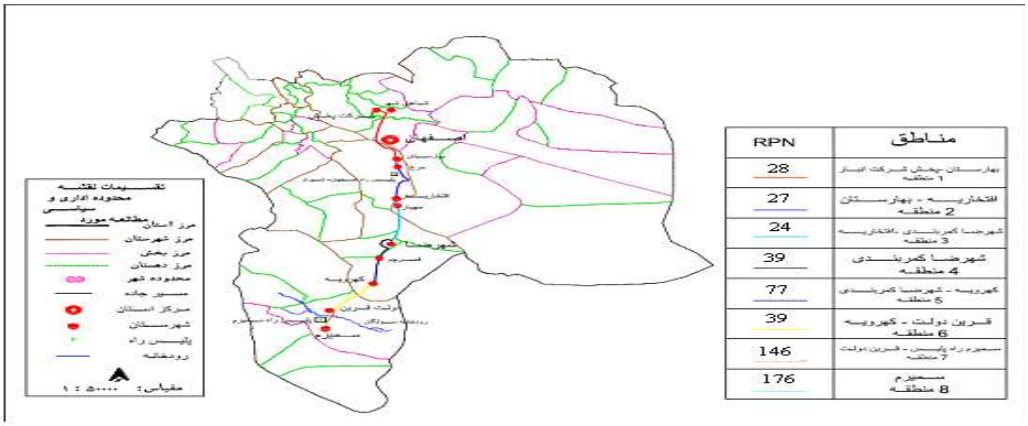
با توجه به نتایج بدست آمده از این بخش تحقیق با استفاده از نرم افزار GIS برای ارزیابی بهتر و مدیریت ریسک نتایج بصورت گرافیکی ارائه گردید. در این خصوص با استفاده از بافربندی ریسک مناطق در Arc-view و نرم افزار GIS مقادیر ریسک در هر منطقه تعریف گردید که نتایج آن در شکل ٤ نشان داده شده است.

جدول٤. میزان شاخص های ریسک بر اساس روش WILLIAM FINE و اطلاعات جدول۳

منطقه	C	E	P	R
۱	۳,۲	۲,۱۵	٤	۲۷,۵
۲	۵	۲,۱۵	۲,۵	۲۷
۳	٤,۵	۲,۱۵	۲,۵	۲٤,۲
٤	٤,۵	۲,۱۵	٤	۳۸,۷
۵	٤,۵	۲,۱۵	۸	۷۷,٤
٦	۳,٦۵	۲,۱۵	۵	۳۹,۲
۷	۸,۵	۲,۱۵	۸	۱٤٦,۲
۸	۸,۵	۲,۳	۹	۱۷٦



شکل ۳. میزان ریسک مناطق درتکنیک WILLIAM FINE



شکل٤. میزان ریسک در مناطق مورد مطالعه

همانطور که نتایج نشان می‌دهد، میزان ریسک برای مناطق مختلف تردد تانکرهای نفتکش بجزء دو منطقه‌ای که در حومه شهر و یا در داخل شهر بوده و کنترل پلیس ترافیکی به حداقل می‌رسد قابل قبول می‌باشد. از جمله دلایل عمده‌ای که منجر به بالا بودن میزان ریسک در دو منطقه ۷ و ۸ می باشد، می‌توان به عدم وجود پلیس راه و کنترل نامحسوس، وجود افراد پیاده و احتمال بالای تصادف در این مناطق یاد نمود. مناطق ۷ و ۸ در شرایط غیر قابل قبول قرار دارد، از این رو نیاز به بررسی منطقه و اصلاح عوامل زمینه‌ساز وقوع حادثه احساس می‌شود. در صورتیکه شرایط تانکر و راننده نا مناسب فرض شود تقریبا در اکثر مناطق میزان ریسک متوسط و در مناطق ۷ و ۸ کم می‌باشد. گرچه تا کنون تحقیقات کمتری در مورد ارزیابی و مدیریت ریسک تردد تانکرهای نفتکش و حمل فرآورده‌ای نفتی صورت گرفته است، ولیLindsay در تحقیقات خود از روش تجزیه و تحلیل حالات خرابی استفاده کرده و بر انعطاف پذیری این روش جهت ارزیابی ریسک تاکید ورزیده‌اند. در این مقاله به تاثیر عوامل مختلف محیطی در ارزیابی ریسک پروژه ها اشاره نموده است و ارزیابی شرایط محیطی را بعنوان یک الزام در ارزیابی ریسک پروژه‌ها بیان نموده‌اند (Lindsay FD., 1992.). همچنینNoriو همکاران در تحقیقات خود در سال ۲۰۱۰ راجع به ارزیابی ریسک پمپ بنزین‌ها نیز از روش روش تجزیه و تحلیل حالات خرابی استفاده کرده اند. در این مقاله به الزام وجود یک منطق MCDM از ارزیابی ریسک برای جلوگیری از تاثیر نظرات شخصی ارزیابی‌ها در میزان ریسک و تصمیم‌گیری مدیریت ریسک و اولویت بندی اقدامات اشاره نموده‌اند (Nouri J, et al, 2011). در مقاله‌ای کهKhadamوKalurachchi در سال ۲۰۰۳ ارائه نموده اند به ارزیابی ریسک آلودگی‌های خاک بر اساس فراورده‌های نفتی اشاره شده که در این مقاله به استفاده از روش‌های تصمیم گیری چند متغیره در ارتباط با کنترل ریسک‌های آلودگی خاک اشاره شده است. نتایج ارائه شده و تحلیل آنها با نتایجی که در این تحقیق در بخش متدولوژی ریسک ارائه گردیده است همسان می‌باشد (Khadam IM, Kalurachchi JJ. 2003). در همین رابطه Singh و Makeset نیز اشاره به کاربرد روش‌های تصمیم گیری در ارزیابی و مدیریت ریسک نموده اند. (Singh M, Make set T., 2009).

۵- نتیجه‌گیری

در قدم اول لازم به ذکر است که این تحقیق ریسک بهداشت شغلی راننده تانکر در شرایط تصادف را با ریسک محیط زیست تلفیق نموده که از نقاط قوت آن می باشد. با این شرایط می توان اهمیت کنترل حوادث تانکرها را فقط به لحاظ سیاسی و اجتماعی دید بلکه به جهت خطرات تماس و بهداشت حرفه ای و محیط زیست و بهداشت محیط نیز مورد ارزیابی قرار داد. با مقایسه نتایج ارائه شده در شکل ۳ مشخص می‌شود که شرایط راننده و خودرو نقش بالایی را در میزان ریسک حمل و نقل مواد خطرناک دارد. این مسئله بیان کننده الزام در ارزیابی و کنترل وضعیت تانکرها و راننده‌ها در حمل و نقل مواد خطر-ناک می باشد. عدم استفاده از تانکرهای قدیمی و راننده‌های نا

سالم و آموزش ندیده از مواردی است که در مدیریت ریسک حمل و نقل مواد خطرناک باید به آن توجه ویژه‌ای داشت. نتایج این مطالعه نشان داد که در نهایت انتقال انبار های نفت از داخل شهر به خارج از شهر و کنترل دقیق و سختگیرانه صلاحیت راننده و تانکر حمل فراورده نفت توسط پلیس و آموزش و آشنا سازی پلیس با اصول ممیزی ایمنی تانکرها از مواردی است که می‌تواند در کاهش میزان ریسک آلودگی‌های محیط زیست ناشی از حمل فرآورده های نفتی توسط تانکرها به آن اشاره نمود.

٦- مراجع

-حقیقت منفرد، ج. رضایی، الف.، (۱۳۹۰)، "ارائه مدل ارزیابی عملکردهوش تجاری برمبنای فرآیند تحلیل شبکه فازی"، مجله مدیریت بهره‌وری، شماره ١٦ ISC-۳۲. ص.۷-۳۸.

-مهدی غضنفری، رضایی، م.،(۱۳۸۹)، "نظریه مجموعه‌های فازی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران"، تاریخ انتشار، چاپ دوم.

-Aven t. (2009), "Safety is the antonym of Risk for some perspective of Risk". J Safety Sci; 47: pp.925-939.

-Azar A., Nahavandi B., Rajab-Zadeh A., (2007), "Planning and improving the quality performance expansion by using fuzzy analytic network process and goal programming, Humanity Science Quarterly, 4, pp.31-67.

-Bellman, R. E., Zadeh, L. A. (1970), "Decision making in a fuzzy Environment" management science, B-141 - B-164.

-Chen Z, Huang GH, Chahma A., (2000),"Risk Assessment of a Petroleum-Contaminated site through a multi-phase and multi-Component modelling approach". Journal of Petroleum Science and Engineering, 26: pp.273-281.

-DaneshShakib M., Fazli S., (2009), Differentionate of successful and unsuccessful companies by using compound method (FAHP- TOPSIS) in Tehran's Stock Exchange, Iran's Managing Sciences Quarterly, 15, pp.87-115.

-Demidova O, Cherp A., (2005),"Risk Assessment for improved treatment of health consideration in EIA". j Environ Impact Assess review 25: pp.411-429.

-Eduljee GH. (2000),"Trends in Risk Assessment and Risk Management".theSci the total Environ 249: pp.13-23.

-Gabus, A., &Fontela, E. (1973),"Perceptions of the World Problemantique: Communication Procedure,Communicating with that Bearing Collective Responsibility (DEMATEL Report No. 1). Switzerland, Geneva: Battelle Geneva Research Centre.

-GogusO., Boucher T.O.(1998), "Strong transitivity, rationality and weak monotonicity in fuzzy pairwise comparisons, Fuzzy Sets and Systems", 94.

-ISO/IEC Guide 73: (2002), "Risk management -Vocabulary- Guidelines for use in standards".

-Khadam IM, Kalurachchi JJ.(2003),"Multi-Criteria decision analysis with probabilistic Risk Assessment for the Management of contaminated ground water".j Environ Impact Assess Review 23: pp.683-721.

-Khan FI, Abbasi SA., (2004),"TORAP- a new tool for conducting rapid risk assessment in petroleum refineries and petrochemical industries". J App Energy 65: pp.187-210.

-Kon, and Buke, (2007),"An analytical network process (ANP) evaluation of alternative fuels for electricity generation in Turkey", Energy policy, 37, pp.5220-5228.

-Leung,L.C., D.,Cao,(2000),"On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHP, European Journal of Operational Research, Vol. 124, pp. 102-113.

-Lin, H. F. (2009),"An application of fuzzy AHP for evaluating, course website quality. Computers & Education.

-Lindsay FD.,(1992),"Successful Health and Safety Management the contribution of Management Audit. J Safety Sci 15: pp.387-402.

Fuzziness And Knowledge-Based Systems, 11(5), pp.635–652.

-Saaty, T.L. (1980),“The Analytic Hierarchy, Process. McGraw-Hill, New York.

-Shabanzadeh DM, Sørensen LT, Jørgensen T: A Prediction Rule for Risk Stratification of IncidentallyDiscovered Gallstones: Results From a Large Cohort Study. Gastroenterology; 150(1):
pp.156–167.

-Singh M, Makeset T., (2009),“A methodology for Risk-based in section planning of Oil and Gas pipes based on Fuzzy logic framework”. Engineering Failure Analysis 16: pp.2098-2113.

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

-Wei, W.W., Yu, T.L., (2007),“Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method”, Expert System Application, 32(2), pp.499-507.

-Willis, HH. (2007),“Guiding resource allocations based on terrorism Risk”. Risk Analysis; 27: pp.597–606.

-Zadeh, (1965), "Fuzzy sets", Information and Control 8 (3): pp.338–353.

-Zio, E., (2006), “An Introduction to Basics of Reliability and Risk Analysis, World Scientific, London.

-Zhou W.,Jian-min He., (2012), “Intuitionistic Fuzzy Geometric Bonferroni Means and Their Application in Multicriteria Decision Making, International of intelligent systems”, Vol. 27, Issue 12.

-Mearns K, Yule S., (2009),“The Role of national culture in determining Safety Performance:challenges for the global oil and gas industry, j. Safety Sci 47: pp.777-785.

-Montague P., (2004),“Reducing the harms associated with risk assessment”. J Environ Impact Assess Review, 24: pp.733-748.

-Mirzaei S.,AvakhDarestani S., (2014), “Failure Modes And Effects Analysis Using Anp And Fuzzy Anp”, Trends in life sciences, 3(3): pp.439-450.

-Mirzaei S., MoradiTadi A., Pirzadeh N., AvakhDarestani S., (2014), “Development of Failure modes and Effects Analysis Using ANP and Fuzzy SAW”, Trends in life sciences, 3(3): pp.425-432.

-Najafi A. (2010), “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, 1(21), pp.63-76.

-Navaei, AZ., Omidvari, M., (2015),“Development of Failure Mode Effects Analysis Using Demote and ANP Models, Inter”. Conference on management Economics and humanities, Istanbul, Turkey.

-Nouri J, Mansouri N, Abbaspour M, Karbasi AR, Omirvari M., 2011. Designing a developed model for assessing the disaster include vulnerability value in educational centers. J Safety Sci. 1: pp.1010-1016.

-Omidvari, M.; Mansouri, N. (2014),“Fire and Spillage Risk Assessment Pattern in Scientific Laboratories”, Int. J. occupational Hygiene, (6): pp.68-74.

-Opricovic, S., &Tzeng, G. H. (2003). Defuzzification within a multicriteria decision model. International Journal of Uncertainty,