مجله علمی پژوهشی «علوم و فناوری های پدافند غیرعامل»
سال سوم، شماره۲، تابستان ۱۳۹۱؛ ص ۱۱۱-۱۰۳

تحلیل ریسک ناشی از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی بر اساس روش منطق فازی

مهدی دزفولی نژاد[1*]، جمشید سلحشور[2]، هادی معاضد[2]

۱- کارشناس ارشد ۲- دانشیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

(دریافت: ۱۳۹۰/۰۴/۱۲، پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۰۳)

چکیده

میزان احتمال حمله نظامی به یک پروژه عمرانی، یکی از فاکتورهای مهم در تعیین میزان ضرورت و اهمیت ملاحظات پدافند غیرعامل در آن پروژه است. بنابراین تعیین این که از بین دو یا چند پروژه عمرانی، کدام یک احتمال بیشتری دارد تا مورد حمله نظامی قرار بگیرد، در تحلیل ریسک در مطالعات پدافند غیرعامل بسیار حائز اهمیت است. این احتمال را می‌توان با پارامتری که تحت عنوان "احتمال وقوع (O)" که در روش‌های مختلف تحلیل ریسک شناخته می‌شود، معادل کرد. این پارامتر، به طور معمول با تعریف شاخصه‌ها و معیارهایی قابل پیش‌بینی و تعیین وزن این معیارها در پروژه، به صورت کمی یا کیفی قابل محاسبه است، اما صرف نظر از اینکه برای تعیین احتمال وقوع، از کدام روش ارزیابی استفاده شده و این ارزیابی بر مبنای چه تعداد شاخصه و معیارهای انجام شده باشد، همواره تعدادی از شاخص‌ها و معیارها در تعیین احتمال وقوع یا احتمال مورد حمله نظامی قرار گرفتن، به صورت موارد پیش‌بینی نشده باقی می‌ماند. این مقاله، یک روش جدید، مبتنی بر منطق فازی را پیشنهاد می‌دهد، که به طور مستقیم با میزان شناخت از دشمن (X) رابطه داشته و به کمک آن می‌توان افزایش احتمال وقوع، ناشی از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی (O') را در پروژه‌های مختلف محاسبه کرد. با افزودن آن به مقدار احتمال وقوع بر اساس معیارهای قابل پیش‌بینی (O)، مقدار احتمال وقوع تصحیح شده (O'') را در بازه‌ای که معیارهای غیرقابل پیش‌بینی در آن حائز اهمیت است (بازه‌ای احتمال‌های خیلی کم)، محاسبه کرد.

کلیدواژه‌ها: معیارهای غیرقابل پیش‌بینی، احتمال وقوع، مدیریت ریسک، پدافند غیرعامل، منطق فازی.

Investigation of the Risk Due to Unpredictable Criteria *Via* Fuzzy Logic Method

M. Dezfuli Nezhad[*], J. Salahshour, H. Moazed
Department of Engineering, Islamic Azad University of Shoushtar
(Received: 07/03/2011; Accepted: 06/23/2012)

Abstract

One of the most important factors in determining the necessity of passive defense consideration in civil project is the amount of probability of military attacks for that project. Therefore, in the risk analysis of passive defense studies, it is very important to determine between two or more civil projects which one have more probability to be attacked by military. This probability can be equal to the parameter that is known in different risk analysis methods as the probability of occurrence (O). This parameter is calculated typically quantitatively or qualitatively by making predictable criteria and by weighting them in different projects. But regardless of what analysis method has been used in determining the probability and that analysis method is based on how many of criteria, always some of the criteria remain as unpredictable issues. This paper offers a new method, based on fuzzy logic that have directly related to level of knowledge of attacker's force (X) and can be used for calculation of probability increase of occurrence due to unpredictable criteria (O') in the different projects. By adding it to the value of probability of occurrence due to predictable criteria (O), the amount of modified occurrence probability (O'') can be calculated in the range that unpredictable criteria has great importance (very low probability range).

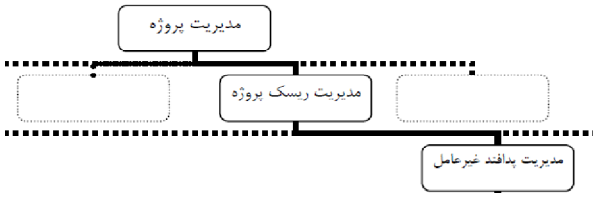
Keywords: Passive Defense, Fuzzy Logic, Unpredictable Criteria, Risk Management, Occurrence Probability.

[*] Corresponding author E-mail: m.dezfulinezhad@gmail.com

۱. مقدمه

سازمان مدیریت پروژه «مدیریت ریسک» را به‌عنوان یکی از هشت سطح اصلی «بدنه دانش مدیریت پروژه» معرفی کرده، پدافند غیرعامل نیز در الگوی تعاملی مدیریت پروژه، زیر مجموعه حوزه مدیریت ریسک است (شکل ۱).

یکی از فازهای اولیه مدیریت ریسک پس از شناسایی ریسک‌ها، ارزیابی ریسک‌های پروژه است. در اکثر منابع به منظور ارزیابی ریسک از دو شاخصه «احتمال وقوع» و «شدت ریسک» استفاده شده است. در مطالعات پدافند غیرعامل در حوزه عمرانی، «احتمال مورد حمله نظامی قرار گرفتن یک پروژه عمرانی» را می‌توان با پارامتر «احتمال وقوع» معادل کرد.



شکل ۱. ارتباط بین پدافند غیرعامل و مدیریت ریسک

«احتمال وقوع» نشان دهنده انتظار تخمین زننده از وقوع رویداد ریسک است. تعیین این که از بین دو یا چند پروژه عمرانی کدام یک احتمال بیشتری دارد تا مورد حمله نظامی قرار بگیرد، در تحلیل ریسک در مطالعات پدافند غیرعامل بسیار حائز اهمیت است. به‌طور معمول «احتمال مورد حمله نظامی قرار گرفتن یک پروژه» را می‌توان با تعریف شاخصه‌ها و معیارهایی مشخص و قابل پیش‌بینی و تعیین وزن آنها مطابق با روش‌های مختلف ارزیابی ریسک، محاسبه کرد. صرف نظر از اینکه برای تعیین احتمال وقوع، چه تعداد شاخص تعریف شده و از کدام روش ارزیابی استفاده شده باشد، همواره تعدادی شاخص، به‌صورت موارد پیش‌بینی نشده باقی می‌ماند.

این مقاله، با ارائه یک رابطه ریاضی مبتنی بر منطق فازی، الگویی را ارائه می‌دهد که به کمک آن، افزایش احتمال ناشی از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی را در بازه‌ای که این معیارها حائز اهمیت هستند، به دست آورد. به دلیل جدید بودن موضوع این مقاله، مطالعات زیادی در مورد آن تا به حال صورت نگرفته و فقط تعداد انگشت-شماری از افراد در داخل کشور تحقیقاتی پیرامون این مبحث، در قالب مقاله‌های علمی انجام داده‌اند که در این‌جا به آن‌ها اشاره می‌شود: عابدینی و همکارانش در سال ۱۳۸۵ در مقاله‌ای پیرامون جایگاه پدافند غیرعامل در الگوی تعاملی مدیریت پروژه به بیان ارتباط مدیریت ریسک و پدافند غیرعامل پرداخته‌اند [۱].

آیت رضایی فر و همکارانش در سال ۱۳۸۴ در مقاله‌ای به کاربرد مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه پرداخته‌اند [۲]. قاضی زاده و همکاران در سال ۱۳۸۷ در مقاله‌ای با عنوان کاربرد تحلیل ریسک در مطالعه پدافند غیرعامل به لزوم پیاده‌سازی پدافند غیرعامل پرداخته‌اند [۳].

از دیگر تحقیقات مرتبط با این موضوع می‌توان به مقاله دکتر هادی معاضد و سردار جلالی و همکارانشان در خصوص ارزیابی ریسک و آسیب‌پذیری از دیدگاه پدافند غیرعامل اشاره کرد [۴].

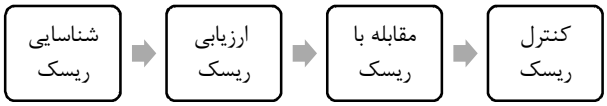
۲. مبانی نظری

۲-۱. پدافند غیرعامل

هر اقدام غیر مسلحانه‌ای را که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان‌های کشور در مقابل تهدیدهای انسان‌ساز شود، پدافند غیرعامل خوانده می‌شود [۶ و ۵]. اصول اساسی اقدامات پدافند غیرعامل استتار، اختفاء، پوشش، فریب، تمرکز زدایی و پراکندگی، مقاوم‌سازی، استحکامات و اعلام خطر است [۸ و ۷]. یکی از اهداف مهم پدافند غیرعامل، کاهش آسیب‌پذیری، خسارت و صدمات تأسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی مراکز حیاتی، حساس و مهم کشور در برابر تهدیدات و حوادث غیرطبیعی است، بنابراین پدافند غیرعامل زیرمجموعه حوزه مدیریت ریسک است [۱].

۲-۲. مدیریت ریسک پروژه

از طرف سازمان مدیریت پروژه، «مدیریت ریسک» به‌عنوان یکی از هشت سطح اصلی «بدنه دانش مدیریت پروژه» معرفی شده است [۹]. بنا به تعریف سازمان مدیریت پروژه، «مدیریت ریسک پروژه» عبارت است از «کلیه فرایندهای مرتبط با شناسایی، تحلیل و پاسخگویی به‌هرگونه عدم اطمینان که شامل حداکثرسازی نتایج رخدادهای مطلوب و به حداقل رساندن نتایج وقایع نامطلوب می‌باشد» [۱۰ و ۲]، در تعریف این سازمان مدیریت ریسک پروژه به فازهای شناسایی ریسک، اندازه‌گیری ریسک، ارائه پاسخ (عکس‌العمل در مقابل ریسک) و کنترل ریسک تقسیم شده است (شکل ۲) [۱۰ و ۲].



شکل ۲. فازهای مدیریت ریسک مطابق تعریف سازمان مدیریت پروژه

۲-۳. ریسک

در حال حاضر بیش از ۷۰ نوع مختلف کیفی و کمی روش ارزیابی ریسک در دنیا وجود دارد، این روش‌ها به‌طور معمول برای شناسایی، کنترل و کاهش پیامدهای خطرات به‌کار می‌روند. به‌سبب فراوانی و تنوع روش‌های تحلیل ریسک، یک تعریف جامع و مورد توافق از ریسک موجود نیست [۳]، اما در IEC 60300-3-9 ریسک ترکیبی از احتمال وقوع (تکرار) و شدت (اهمیت وقایع مخاطره‌آمیز) بیان شده است [۱۱]. در واقع شدت آسیب و احتمال وقوع دو عنصر اولیه در ارزیابی ریسک محسوب می‌شوند که اکثر روش‌های ارزیابی ریسک بر پایه آنها بنا نهاده شده است [۱۲ و ۳].

۲-۴. ارزیابی و رتبه بندی ریسک

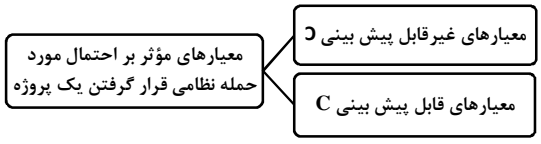
«ارزیابی ریسک» عبارت است از: فرایند تخمین احتمال وقوع یک رویداد (مطلوب یا نامطلوب). ارزیابی ریسک به دو روش کیفی و کمی صورت می‌گیرد [۱۲ و ۳]. در اکثر منابع به‌منظور ارزیابی (اندازه‌گیری) ریسک تنها از دو معیار «احتمال وقوع» و «میزان تأثیر» ریسک استفاده شده است و این دو معیار را در ابزار ارزیابی ریسک معرفی شده مورد استفاده قرار داده‌اند، در حالی‌که در بعضی منابع دیگر معیارهایی از جمله «عدم اطمینان تخمین» و «توانایی سازمان در واکنش به ریسک» نیز مطرح شده‌اند [۱۳ و ۲].

۳. روش‌های تعیین احتمال وقوع (O)

«احتمال وقوع» نشان‌دهنده انتظار تخمین زننده از وقوع رویداد ریسک است، در برخی موارد می‌توان از روش بررسی داده‌های گذشته برای تخمین معیار احتمال وقوع استفاده کرد، که در این صورت، مقدار این پارامتر برابر تواتر وقوع آن در بازه‌هایی از زمان خواهد بود [۲]. «احتمال وقوع» را هم‌چنین می‌توان از روش تعریف معیارها و وزن‌دهی آنها، به‌صورت کمی محاسبه کرد. لازم به ذکر است، بحث این مقاله نیز پیرامون مواردی است که از روش اخیر در محاسبه احتمال وقوع استفاده می‌شود.

۳-۱. تعیین احتمال وقوع (O) با استفاده از معیارها

همان‌گونه که اشاره شده، احتمال مورد حمله نظامی قرار گرفتن یک پروژه، با تعریف معیارها وزن‌دهی آنها، در پروژه مورد نظر، محاسبه می‌شود، اما شناخت کلیه معیارهای تعیین کننده، احتمال مورد حمله قرار گرفتن یک پروژه (O) به‌طور کامل و قطعی امکان پذیر نیست و همواره تعدادی از معیارها به‌صورت موارد پیش‌بینی نشده باقی می‌ماند. بنابراین به‌طور کلی می‌توان معیارها را به دو دسته معیارهای قابل پیش‌بینی (C[1]) و معیارهای غیرقابل پیش‌بینی تقسیم بندی (Ↄ[2]) کرد (شکل ۳).



شکل ۳. دسته بندی معیارهای مؤثر بر احتمال وقوع

۳-۱-۱. معیارهای قابل پیش بینی C

معیارهای قابل پیش‌بینی نیاز به تعریف ندارند و همان‌طور که از عنوان آن‌ها مشخص است، قابل پیش‌بینی و تعریف هستند. افزایش ارزش وزنی این دسته از معیارها در یک پروژه، سبب افزایش احتمال مورد حمله نظامی قرار گرفتن آن پروژه می‌شود. این دسته از معیارها با شاخصه‌ها و ارکان اصلی یک پروژه و ویژگی‌های محیطی و امنیتی رابطه مستقیم دارند.

۳-۱-۲. معیارهای غیرقابل پیش‌بینی Ↄ

معیارهایی هستند که شناخت آنها بسیار پیچیده بوده، به‌طوری‌که در ارزیابی بر اساس دانش، تجربه و اطلاعات موجود نمی‌توان آنها را تعریف کرد. در واقع غیرقابل تعریف بودن این دسته از معیارها، ریشه روان‌شناختی داشته و به ماهیت غیرقابل پیش‌بینی بودن دیدگاه‌های تصمیم‌گیری انسان مربوط می‌شود. شناخت، برای تعریف و در نظر گرفتن این دسته از معیارها و تبدیل آنها به معیارهای قابل پیش‌بینی، نیاز به شناخت و بررسی دقیق عقاید دشمن، انگیزه‌های تهاجمی و برنامه‌ریزی‌ها، توانمندی‌ها و دیدگاه‌های تصمیم‌گیری که به‌کار می‌برند را ضرورت می‌بخشد. اما در هر صورت هیچ زمان و با هر سطح شناخت و آگاهی نمی‌توان ادعا کرد که دشمن به‌صورت کامل و همه جانبه شناسایی شده و به توانمندی‌های آن واقف هستیم. بنابراین همواره درصدی از معیارها به دلیل ماهیت غیرقابل پیش‌بینی بودنشان به‌صورت تعریف نشده باقی می‌مانند.

۳-۲. درجه‌بندی سطوح مختلف احتمال وقوع

در این مقاله درجه‌بندی سطوح مختلف احتمال وقوع بر اساس متغیرهای زبانی (کیفی) را که شامل {خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم} بوده و برای محاسبه احتمال وقوع به‌صورت کمی، صرف نظر از اینکه از چه محدوده‌ای برای طبقه بندی سطوح مختلف احتمال وقوع استفاده شده باشد، می‌توان مقدار کمی حاصل را با روش بی‌مقیاس کردن فازی به محدوده صفر تا یک برای احتمال‌های خیلی کم تا خیلی زیاد درجه‌بندی کرد، جهت آشنایی با روش بی‌مقیاس کردن فازی، مراجعه به منبع [۱۴] توصیه می‌شود، این طبقه‌بندی مطابق جدول (۱) است.

جدول ۱. درجه‌بندی سطوح مختلف احتمال وقوع

$0<O\leq0.1$	VL	خیلی کم
$0.1<O\leq0.3$	L	کم
$0.3<O\leq0.6$	M	متوسط
$0.6<O\leq0.8$	H	زیاد
$0.8<O\leq1$	VH	خیلی زیاد

۳-۳. تعیین بازه‌ی اهمیت معیارهای غیرقابل پیش‌بینی

هرگاه ویژگی‌های یک پروژه به‌گونه‌ای بود که در همان ارزیابی انجام شده توسط معیارهای قابل پیش‌بینی، مشخص شد که آن پروژه پتانسیل مورد حمله و هدف قرار گرفتن را دارا است و ندانستن و در نظر نگرفتن معیارهای غیرقابل پیش‌بینی تأثیری در نگرش به اهمیت و ضرورت به‌کارگیری اقدامات پدافند غیرعامل در آن پروژه نمی‌گذارند، آن‌گاه ارزیابی احتمال مورد حمله قرار گرفتن در آن پروژه از دیدگاه معیارهای قابل پیش‌بینی کفایت می‌کند و می‌توان

[1] **C** = foreseen criterions
[2] **Ↄ** = unforeseen criterions

در این موارد از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی صرف نظر کرد.

در این مقاله نیز فرض شده که یک پروژه، زمانی پتانسیل مورد حمله و هدف قرار گرفتن را دارا است، که در فرآیند تعیین احتمال مورد حمله قرار گرفتن در بازه احتمال‌های، متوسط، زیاد و یا خیلی زیاد قرار بگیرد. با در نظر گرفتن فرضیات فوق و سطوح تعریف شده در جدول (۱)، دو حالت کلی در ارزیابی و تعیین O، برای پروژه‌های مختلف ممکن است که پیش آید. حالت اول: اگر پروژه‌ای در ارزیابی به وسیله معیارهای قابل پیش‌بینی، دارای احتمال مورد حمله قرار گرفتن متوسط، زیاد و یا خیلی زیاد شود، مشخص است که ویژگی‌های این پروژه به‌گونه‌ای بوده که در ارزیابی از دیدگاه معیارهای قابل پیش‌بینی، پتانسیل مورد حمله و هدف قرار گرفتن را دارا بوده و ندانستن و در نظر نگرفتن معیارهای غیرقابل پیش‌بینی تأثیری در نگرش به اهمیت و ضرورت به‌کارگیری اقدامات پدافند غیرعامل در این پروژه نمی‌گذارند.

بنابراین می‌توان در این موارد از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی صرف نظر کرد. این حالت با توجه به جدول (۱) در محدوده احتمال‌های $O>0.3$ قرار می‌گیرد. حالت دوم: اگر پروژه‌ای در ارزیابی به‌وسیله معیارهای قابل پیش‌بینی دارای احتمال مورد حمله قرار گرفتن کم یا خیلی کم باشد، در این حالت نیز مشخص است که ویژگی‌های این پروژه به‌گونه‌ای بوده که در ارزیابی از دیدگاه این دسته از معیارها، امکان مورد حمله قرار گرفتن آن بسیار ناچیز است. اما همواره این امکان وجود دارد که این پروژه از دیدگاه معیارهایی که به‌دلیل عدم شناخت کامل از دشمن به‌صورت غیرقابل پیش‌بینی باقی مانده‌اند، توجیه شده و مورد حمله قرار بگیرد. در این حالت است که نمی‌توان معیارهای غیرقابل پیش‌بینی را نادیده گرفت. این حالت با توجه به جدول (۱) در محدوده احتمال‌های $O\le 0.3$ قرار می‌گیرد. بنابراین در این محدوده می‌بایست در ارزیابی احتمال مورد حمله قرار گرفتن پروژه‌ها، علاوه بر معیارهای قابل پیش‌بینی، معیارهای غیرقابل پیش‌بینی را نیز لحاظ کرد، اگر نمودار احتمال مورد حمله قرار گرفتن (O) را برای یک پروژه فرضی که بر اساس معیارهای قابل پیش‌بینی (C_1 , C_2 , C_3 …… , C_n) محاسبه شده، رسم کنیم، شکل (۴) بازه‌ای که معیارهای غیرقابل پیش‌بینی حائز اهمیت هستند را می‌توان مشخص کرد.

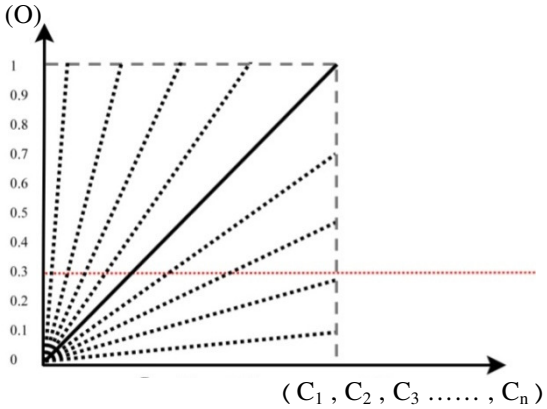
همان‌گونه که ذکر شد برای حالت‌های $O>0.3$ از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی صرف‌نظر می‌شود، اما برای حالت‌های $O\le 0.3$ می‌توان با در نظر گرفتن یک مقدار اولیه برای O که آن را با O' نشان می‌دهیم، تأثیر معیارهای غیرقابل پیش‌بینی را نیز لحاظ کرد، بنابراین مقدار O' همواره $0 \le O' \le 0.3$ است (شکل ۵).

۳-۴. تعیین میزان O'

افزایش احتمال وقوع از ناحیه معیارهای غیرقابل پیش‌بینی O' بستگی به میزان شناخت از دشمن (x) دارد. هر چه میزان شناخت از دشمن بیشتر باشد، معیارهای قابل پیش‌بینی بیشتری تعریف می‌شوند و احتمال ریسک و خطر از ناحیه معیارهای غیرقابل پیش‌بینی « $R_{\text{unforeseenC}}$ » کاهش می‌یابد در نتیجه مقدار O' نیز کمتر شده و به سمت صفر حرکت می‌کند.

$R_{\text{unforeseenC}}$: ریسک و خطر از ناحیه معیارهای غیرقابل پیش‌بینی

x: میزان شناخت از دشمن



شکل ۴. تغییرات احتمال وقوع بر اساس معیارهای قابل پیش‌بینی

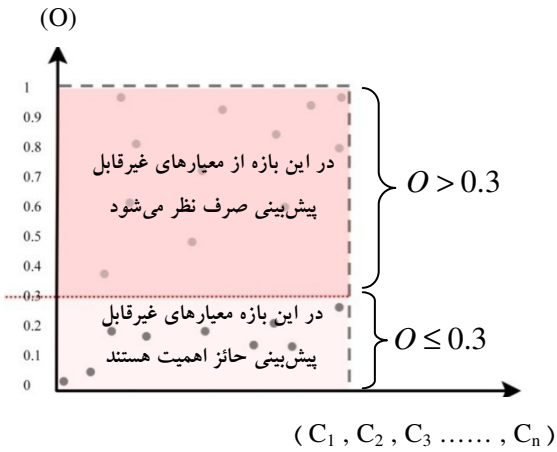
احتمال وقوع

$$\text{if}\begin{cases} 0<O\le 0.1 \rightarrow \text{خیلی کم} \\ 0.1<O\le 0.3 \rightarrow \text{کم} \\ 0.3<O\le 0.6 \rightarrow \text{متوسط} \\ 0.6<O\le 0.8 \rightarrow \text{زیاد} \\ 0.8<O\le 1 \rightarrow \text{خیلی زیاد} \end{cases} \quad (۱)$$

در این بازه معیارهای غیرقابل پیش‌بینی حائز اهمیت هستند

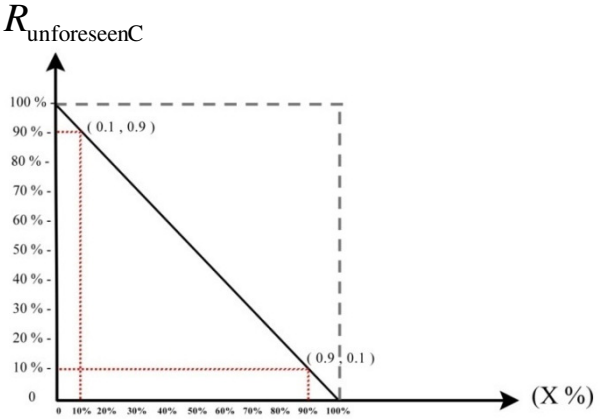
در این بازه می‌توان از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی صرف نظر کرد

$$O''=\begin{cases} O & if \quad O>0.3 \\ O+O' & if \quad O\le 0.3 \end{cases} \quad (۲)$$



شکل ۵. تعیین محدوده حائز اهمیت برای معیارهای غیرقابل پیش‌بینی

از طرفی هر چه میزان شناخت نسبت به دشمن، انگیزه‌های تهاجمی و دیدگاه‌های تصمیم‌گیری وی کمتر باشد، درصد بیشتری از معیارها به صورت تعریف نشده باقی می‌ماند که سبب می‌شود درصد ریسک بیشتری از ناحیه معیارهای غیرقابل پیش‌بینی متوجه پروژه شود. در واقع میزان شناخت از دشمن با درصد ریسک و خطر از ناحیه معیارهای غیرقابل پیش بینی رابطه عکس دارد (شکل ۶).



شکل ۶. رابطه بین درصد ریسک ناشی از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی و میزان شناخت دشمن

$$\begin{cases} R_{\text{unforeseen C}} = 0\% & if \quad x = 100\% \\ R_{\text{unforeseen C}} = 100\% & if \quad x = 0\% \end{cases} \Rightarrow \quad (۳)$$

$$R_{\text{unforeseen C}} = 1 - x$$

میزان O' در بازه‌ی بین $0 \le O' \le 0.3$ تغییر می‌کند و افزایش و کاهش آن بستگی به درصد تأثیر معیارهای غیرقابل پیش‌بینی $\mathcal{O}$ دارد.

اگر درصد ریسک و خطر از ناحیه معیارهای غیرقابل پیش‌بینی ۱۰۰٪ باشد O' =0.3 و اگر صفر باشد O'=0. بنابراین می‌توان نمودار فوق را شکل (۷) برای رابطه بین O' و $R_{\text{unforeseen C}}$ رسم کرد.

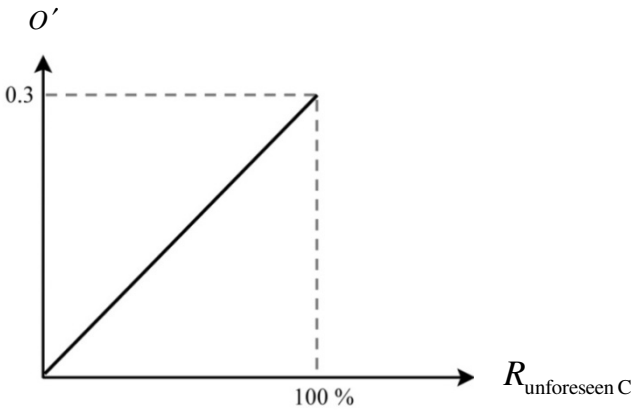
$$\begin{cases} O' = 0 & if \quad R_{\text{unforeseen C}} = 0\% \\ O' = 0.3 & if \quad R_{\text{unforeseen C}} = 100 \end{cases} \Rightarrow$$

$$O' = 0.3 R_{\text{unforeseen C}} \quad (۴)$$

بنابراین می‌توان مطالب ذکر شده و نتیجه‌های حاصل از آن را به‌صورت زیر خلاصه کرد.

$$\begin{cases} R_{\text{unforeseen C}} = 1 - x \\ O' = 0.3 R_{\text{unforeseen C}} \end{cases} \rightarrow O' = 0.3(1 - x) \quad (۵)$$

$$\boxed{O' = 0.3(1 - x)}$$



شکل ۷. رابطه بین ریسک ناشی از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی و مقدار O'

۴. بحث و تحلیل رابطه

با توجه به رابطه به‌دست آمده (رابطه ۵)، برای محاسبه احتمال ناشی از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی، اگر میزان شناخت از دشمن (x)، بیشینه باشد، یعنی X=1، این بدان معنی است که ما معیارهایی برای تعیین احتمال مورد حمله قرار گرفتن تعریف کردیم و به طور کامل ایمان داریم. در این حالت حتی اگر پروژه‌ای دارای احتمال مورد حمله قرار گرفتن کم و یا خیلی کم شود، هیچ‌گونه افزایش احتمالی بابت معیارهای غیرقابل پیش‌بینی (O') به آن تعلق نمی‌گیرد یعنی $O' = 0$، چون اعتقاد بر این است که ما دشمن را به طور کامل می‌شناسیم و معیارهای جامعی تعریف کرده‌ایم. اما اگر میزان شناخت از دشمن (x)، کمینه باشد، یعنی x=0 در این حالت هر تعداد معیار هم که پیش‌بینی شده باشد، باز هم به دلیل عدم شناخت دشمن، موارد پیش‌بینی نشده وجود دارد. در این حالت اگر پروژه‌ای دارای احتمال مورد حمله قرار گرفتن کم و یا خیلی کم شود، باید افزایش احتمالی بابت معیارهای غیرقابل پیش‌بینی(O') به آن تعلق داد تا جبران کمبود میزان شناخت از دشمن را کرده باشد، یعنی $O' \neq 0$، در این صورت این سؤال پیش می‌آید که: این افزایش احتمال (O') حداکثر چه مقدار باید باشد؟ این افزایش احتمال (O') نباید از حداکثر مقداری که آن پروژه در حالتی‌که تمام معیارهای تعریف شده باشند، بیشتر باشد و در نهایت باید مساوی آن باشد. یعنی در حالتی که ما هیچ شناختی هم از دشمن نداریم، اگر پروژه‌ای بر اساس معیارهای تعریف شده دارای احتمال مورد حمله قرار گرفتن O=0 شود، برای کمبود میزان شناخت از دشمن می‌بایست درنهایت حداکثر مقداری که آن پروژه در حالتی که تمام معیارهای تعریف شده باشند و کسب کرده باشد به آن تعلق داد، یعنی $O' \le 0.3$. بنابراین با جمع‌بندی مطالب فوق به این نتیجه می‌رسیم که مقدار افزایش احتمال ناشی از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی همواره در بازه‌ی $0 \le O' \le 0.3$ قرار می‌گیرد. حالات اشاره شده دو حالت کلی بود که صرفاً به حداکثر و حداقل شناخت ما از دشمن اشاره می‌کرد، بنابراین جهت توسعه الگو و رابطه به‌دست آمده، برای هر میزان شناخت از دشمن(x)، تعیین آن به‌صورت کمی مورد نیاز است. اما این پارامتر، یک مفهوم نادقیق و

مبهم است و هیچ کمیتی برای اندازه‌گیری آن وجود ندارد، پس می‌بایست از روش‌هایی که به کمک آنها می‌توان مقادیر مبهم و نادقیق را به مقادیر کمی تبدیل نمود، استفاده کرد. مغز انسان با در نظر گرفتن فاکتورهای مختلف و بر اساس تفکر استنتاجی، جملاتی مثل میزان شناخت ما از دشمن، را تعریف و ارزش‌گذاری می‌کند که مدل‌سازی آنها به زبان و فرمول‌های ریاضی، اگر ممکن نباشد، کاری بسیار پیچیده خواهد بود. منطق فازی علم جدیدی است که شیوه‌های مرسوم برای طراحی و مدل‌سازی یک سیستم را که نیازمند ریاضیات پیشرفته و به‌طور نسبی پیچیده است با استفاده از مقادیر و شرایط زبانی و یا به عبارتی دانش فرد خبره و با هدف ساده‌سازی و کارآمدتر شدن طراحی سیستم، جایگزین و یا تا حدود زیادی تکمیل می‌کند. در ادامه توضیحاتی پیرامون منطق فازی و کاربرد آن در محاسبه مقدار میزان شناخت از دشمن به صورت کمی بیان می‌شود.

۵. منطق فازی[1]

مفهوم منطق فازی اولین بار در پی تنظیم نظریه مجموعه‌های فازی به‌وسیله پروفسور لطفی زاده در صحنه محاسبات نو ظاهر شد، اما دو حادثه در اوایل قرن بیستم منجر به شکل‌گیری «منطق فازی»، «منطق مبهم» یا «منطق توان استدلال با مجموعه‌های فازی» شد.

اولین حادثه پارادوکس‌های مطرح شده توسط برتراند راسل در ارتباط با منطق ارسطویی بود و دومین حادثه، کشف «اصل عدم قطعیت» توسط هایزنبرگ در فیزیک کوانتوم بود [۱۶ و ۱۵].

۵-۱. کاربرد منطق فازی در مدیریت ریسک

منطق فازی با قابلیت تعامل بسیار خوب با داده‌های مبهم، روشی مناسب برای ارزیابی ریسک‌ها است. نظریه اعداد فازی و منطق فازی به‌عنوان مبحثی نوین با ترکیب شدن با علم مدیریت قادر خواهد بود نقش اساسی و بزرگی را در مدیریت ریسک ایفا کند. در صورتی‌که از ترکیب نظریه اعداد فازی، مدیریت و مهندسی جهت ارزیابی ریسک پروژه‌ها استفاده شود، نتیجه‌های متفاوتی نسبت به روش‌های موجود و سنتی (روش احتمال وقوع × میزان تأثیر) برای مدیریت ریسک حاصل می‌شود [۱۷]، آن چه به لحاظ علمی و محاسباتی از بحث منطق فازی در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته، به کاربرد اصلی این منطق نه صرفاً در حوزه ریسک، بلکه در تمامی حوزه‌های علمی مربوط می‌شود. منطق فازی در واقع عبارت است از: تبدیل مفاهیم مبهم و غیرقابل اندازه‌گیری (کمی)، مثل پارامتر میزان شناخت از دشمن، به مقادیر کمی و استفاده از نتیجه‌های آن در سایر محاسبات. در ادامه به معرفی نحوه و محاسبات منطق فازی و کاربرد آن در این مقاله پرداخته می‌شود.

۵-۲. اعداد و مجموعه‌های فازی

اگر u مجموعه مرجعی باشد که هر عضو آن با x نمایش داده شود مجموعه فازی در u به‌وسیله زوج‌های مرتبی به‌صورت $A=\{(x,\mu_A(x))\mid x\in U\}$ بیان می‌شود که $\mu_A(x)$ تابع عضویت و یا درجه عضویت است و میزان تعلق x به مجموعه فازی A را نشان می‌دهد. برد این تابع اعداد حقیقی غیر منفی است که هر یک مقدار بیشینه دارد و در حالت نرمال به صورت فاصله بسته [۰,۱] در نظر گرفته می‌شود. این درجه عضویت اصل بنیادی مجموعه‌های فازی محسوب می‌شود و هیچ روش قطعی برای تعیین تابع عضویت وجود ندارد. این مسئله بیش از همه یک مقوله حسی و تجربی است. یک مجموعه فازی نرمال محدب مانند A با دامنه اعداد حقیقی R یک عدد فازی حقیقی است اگر تنها یک $X_0\in R$ وجود داشته باشد که $\mu(x_0)=1$ و تابع عضویت $\mu_A(x)$ یک تابع پیوسته باشد [۱۶ و ۱۴].

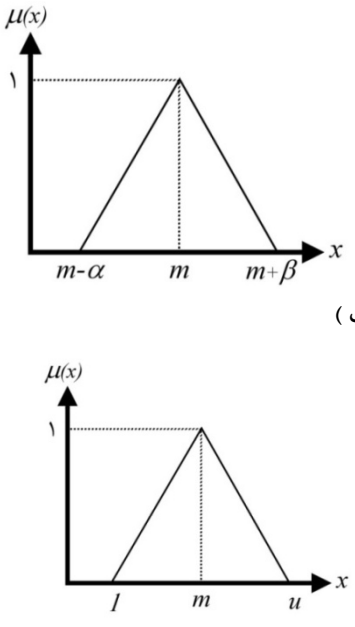
۵-۳. اعداد فازی مثلثی

یک عدد فازی مثلثی را می‌توان با سه‌تایی مرتب (l,m,u) نمایش داد که l و u حدود پایینی و بالایی هستند و m مقدار میانه است و x عنصری بین l و u است (شکل ۸) [۱۶ و ۱۵].

تابع عضویت اعداد فازی به‌صورت رابطه (۲) است.

$$\mu_A=\begin{cases}x-l/m-l & l<x<m\\ 1 & x=m\\ u-x/u-m & m<x<u\\ 0 & otherwise\end{cases} \qquad (۶)$$

در بعضی از مراجع عدد فازی مثلثی A را با سه‌تاییمرتب (α,m,β) نمایش می‌دهند (شکل ۲) که m را مقدار میانه و β,α را به پهنای چپ و پهنای راست می‌نامند [۱۹ و ۱۸، ۱۶].



شکل ۸. (**الف**)نمایش اعداد فازی مثلثی، (**ب**) نمایش اعداد فازی مثلثی

[1] Fuzzy Logic

۵-۴. غیر فازی کردن عدد فازی

جهت تبدیل یک عدد فازی به یک مقدار دقیق، روش‌های مختلفی از جمله روش مرکز ثقل، روش بیشترین تابع عضویت، روش امتیازدهی به چپ و راست عدد فازی و.... وجود دارد. از آنجا که در این مقاله از روش امتیازدهی به چپ و راست عدد فازی استفاده شده است، در ادامه شرح مختصری از این روش ارائه می‌شود.

۵-۵. روش امتیازدهی به چپ و راست عدد فازی

در این روش امتیاز کل دقیق یک عدد فازی A از مقدار امتیازات چپ و راست از دو مجموعه ویژه حداقل (min) و حداکثر (max) و درجه عضویت عدد فازی به‌دست می‌آید. این دو مجموعه min و max با فرض اینکه دامنه اعداد فازی [۰,۱] باشند به‌صورت رابطه (۳) تعریف می‌شود [۲۱ و ۲۰].

$$\mu_{\min}(x)=\begin{cases}1-x & 0\le x\le 1\\ 0 & otherwise\end{cases} \qquad (۷)$$

$$\mu_{\max}(x)=\begin{cases}x & 0\le x\le 1\\ 0 & otherwise\end{cases}$$

که امتیاز سمت چپ A می‌تواند با استفاده از رابطه (۴) حاصل شود.

$$\mu_L(x)=SUP\left[\mu_{\min}(x)\wedge\mu_x(x)\right] \qquad (۸)$$

و امتیاز سمت راست A می‌تواند از رابطه (۵) حاصل شود.

$$\mu_R(x)=SUP\left[\mu_{\max}(x)\wedge\mu_x(x)\right] \qquad (۹)$$

$\mu_L(x)$: امتیاز سمت چپ عدد فازی A

$\mu_R(x)$: امتیاز سمت راست عدد فازی A

SUP : کوچک‌ترین کران بالا یا سوپریموم

$\mu_{\min}(x)$: مجموعه ویژه حداقل

$\mu_{\max}(x)$: مجموعه ویژه حداکثر

با به دست آوردن این امتیازها، می‌توان امتیاز کل را از رابطه (۱۰) محاسبه کرد که به عنوان یک مقدار دقیق و معین در محاسبات بعدی از آن استفاده می‌شود.

$$\mu_T(x)=\frac{\mu_R(x)+1-\mu_L(x)}{2} \qquad (۱۰)$$

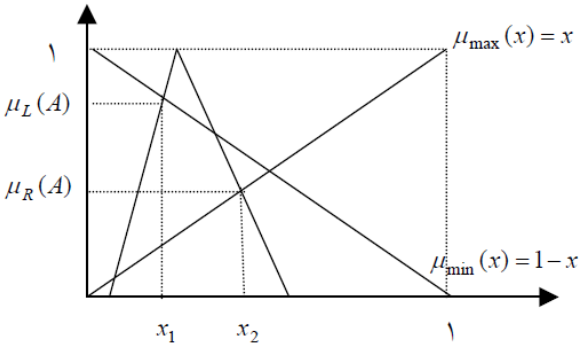
در صورت فرض عدد فازی مثلثی به‌صورت $A=(\alpha,m,\beta)$ تابع عضویت آن به‌صورت رابطه (۱۱) است [۲۲ و ۱۸]. شکل (۹) نیز مقادیر امتیازات چپ و راست آن را به‌صورت گرافیکی نشان می‌دهد.

$$\mu_A(x)=\begin{cases}\dfrac{x-(m-\alpha)}{\alpha} & m-\alpha\le x\le m\\ \dfrac{(m+\beta)}{\beta} & m\le x\le m+\beta\end{cases} \qquad (۱۱)$$

امتیازات سمت چپ و راست عدد فازی A از رابطه (۱۲) به دست می‌آید:

$$\mu_L(A)=1-\frac{m}{1+\alpha} \qquad (۱۲)$$

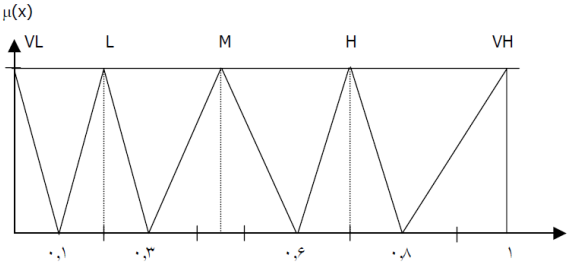
$$\mu_R(A)=\frac{m+\beta}{1+\beta}$$



شکل ۹. مقادیر امتیازات چپ و راست

۵-۶. انتخاب تابع عضویت فازی

انتخاب تابع عضویت فازی، برای کلیه عوامل مؤثر در درجه ریسک‌پذیری «بسیار کم»، «کم»، «متوسط»، «زیاد»، و «بسیار زیاد» استفاده شده است. تابع عضویت متغیرهای زبانی فوق به صورت شکل زیر است (شکل ۱۰):



شکل ۱۰. تابع عضویت متغیرهای زبانی

T (x)= {بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم، بسیار کم}

[u=0,1] دامنه تغییر (مجموعه مرجع)

۵-۷. غیر فازی کردن تابع عضویت با استفاده از روش غیر فازی کننده امتیازدهی به چپ و راست

در این روش با استفاده از روش غیر فازی کننده امتیازدهی به چپ و راست عدد فازی، ابتدا اعداد فازی را غیر فازی کرده و یک امتیاز قطعی به هر یک از اعداد فازی نسبت داده می‌شود، که مقادیر غیر فازی مربوط به تابع عضویت ارائه شده در این مقاله در جدول (۲) اشاره شده است [۱۶ و ۱۵].

در ادامه جهت آشنایی با نحوه‌ی کاربرد رابطه ارائه شده برای محاسبه افزایش احتمال وقوع ناشی از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی به بیان یک مثال می‌پردازیم.

جدول ۲. مقدار فازی و مقدار غیر فازی متغیرهای زبانی منطق فازی

مقادیر غیر فازی	امتیاز سمت چپ	امتیاز سمت راست	مقدار فازی	متغیر زبانی	میزان شناخت دشمن
۰/۰۴۶	۱	۰/۰۹۱	(۰,۰,۰/۱)	VL	بسیار کم
۰/۲۲۷	۰/۸۲	۰/۲۷۳	(۰/۱,۰/۲,۰/۳)	L	کم
۰/۴۵۷	۰/۶۰۹	۰/۵۲۲	(۰/۳,۰/۴۵,۰/۶)	M	متوسط
۰/۶۸۲	۰/۶۳۴	۰/۷۲۷	(۰/۶,۰/۷,۰/۸)	H	زیاد
۰/۹۱۷	۰/۱۶۷	۱	(۰/۸,۱,۱)	VH	بسیار زیاد

۵-۸. شرح الگو با ارائه مثال

نتیجه‌های حاصل از بررسی احتمال مورد حمله نظامی قرار گرفتن برای ۱۰ پروژه بر اساس معیارهای قابل پیش بینی، تعریف شده، مطابق با جدول (۳) است[1]. با توجه به نتیجه‌های حاصل برای احتمال مورد حمله نظامی قرار گرفتن پروژه‌ها بر اساس معیارهای قابل پیش‌بینی، می‌توان پروژه‌ها را بر اساس محدوده‌ای که معیارهای غیرقابل پیش‌بینی در آن حائز اهمیت است، تقسیم بندی کرد. این تقسیم بندی در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ۳. احتمال مورد حمله نظامی قرار گرفتن برای ۱۰ پروژه بر اساس معیارهای قابل پیش‌بینی

ردیف	پروژه	احتمال وقوع (O) (بی مقیاس شده فازی)	سطح احتمال
۱	A	۰/۸۷۱	VH
۲	B	۰/۳۴۱	M
۳	C	۰/۴۲۲	M
۴	D	۰/۲۷۱	L
۵	E	۰/۰۳۶	VL
۶	F	۰/۶۶۶	H
۷	G	۰/۳۱۱	M
۸	H	۰/۹۱۶	VH
۹	I	۰/۵۴۲	M
۱۰	J	۰/۰۱۱	VL

جدول ۴. تقسیم بندی پروژه‌ها را بر اساس محدوده‌ی حائز اهمیت معیارهای غیرقابل پیش‌بینی

پروژه	سطح احتمال	توضیحات
J , D, E	VL , L	$O \le 0.3$ معیارهای غیرقابل پیش-بینی می‌بایست لحاظ شوند
I , C, A , H ,F, B,G	M ,H , VH	$O > 0.3$ از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی صرف نظر می‌شود

[1] اعداد داده شده به صورت فرضی می‌باشد

مشاهده می‌شود که معیارهای غیرقابل پیش‌بینی در پروژه‌های J , D, E حائز اهمیت هستند. پس می‌بایست بر اساس رابطه به دست آمده میزان افزایش احتمال وقوع ناشی از این دسته معیارها را نیز محاسبه کرد. در اینجا فرض می‌شود میزان شناخت از دشمن زیاد در نظر گرفته شده باشد که با توجه به تابع عضویت تعریف شده و نیز بر اساس محاسبات منطق فازی مقدار آن برابر ۰/۶۸۲ است.

بنابراین مقدار افزایش احتمال وقوع ناشی از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی در این پروژه‌ها برابر ۰/۰۹۵۴ و مقادیر احتمال وقوع را می‌توان به شرح زیر اصلاح کرد (جدول ۵):

جدول ۵. احتمال وقوع اصلاح شده برای پروژه‌های J , D, E

پروژه	احتمال وقوع (O)	$O + O'$	سطح احتمال اصلاح شده
D	۰/۲۷۱	۰/۳۶۶۴	M
E	۰/۰۳۶	۰/۱۳۱۴	L
J	۰/۰۱۱	۰/۱۰۶۴	L

۶. نتیجه گیری

در این مقاله با بررسی احتمال مورد حمله نظامی قرار گرفتن برای (O) پروژه‌های مختلف، یک روش مبتنی بر منطق فازی ارائه شد، که به کمک آن می‌توان «افزایش احتمال وقوع، ناشی از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی (O')» را در پروژه‌های مختلف محاسبه کرد و با افزودن آن به مقدار «احتمال وقوع بر اساس معیارهای قابل پیش‌بینی (O)» به‌صورت $O + O'$، در بازه‌ای که معیارهای غیرقابل پیش‌بینی در آن حائز اهمیت است (بازه احتمال‌های خیلی کم و کم) مقدار احتمال وقوع تصحیح شده (O'') را محاسبه کرد که اساس آن به شرح زیر است:

$$O' = 0.3(1-x)$$
$$O'' = \begin{cases} O & if \quad O > 0.3 \\ O + O' & if \quad O \le 0.3 \end{cases} \qquad (۱۲)$$

در این راستا ۱۰ پروژه به‌صورت فرضی مورد بررسی قرار گرفت، نتیجه‌های حاصل از بررسی تحلیلی نشان داد که احتمال مورد حمله قرار گرفتن پروژه D در بررسی و ارزیابی به‌وسیله معیارهای قابل پیش‌بینی کم بود، اما با در نظر گرفتن افزایش احتمال ناشی از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی، این احتمال در بازه احتمال‌هایی با سطح متوسط قرار گرفت، هم‌چنین پروژه‌های J , E نیز که احتمال مورد حمله قرار گرفتن آنها خیلی کم بود، در بررسی مجدد از دیدگاه معیارهای غیرقابل پیش‌بینی، در سطح احتمال‌های کم قرار گرفتند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود افزایش احتمال ناشی از معیارهای غیرقابل پیش‌بینی رابطه مستقیم با «میزان شناخت از دشمن و نیروی مهاجم (X)» دارد.

۷. مراجع

[1] Abedini, M.; Zadeh, H. H. H. “Efficacy of Passive Defense on Projects According to Project Management Interactive Model View in Iran Defense Project Management System (IDPMS).”; International Project Management Conference, 2006,6-7 (In Persian).

[2] Far, R. A.; Ameli, J. S. M.; Langroodi, B. C. A. “Project Risk Ranking by Multi Criterion Decision Making.”; 2th International Project Management Conference, 2005, 2-3 (In Persian).

[3] Zadeh, G. A.; Zadeh, G. J. M. “Risk Analysis Application in Passive Defense Study.”; 2th National Conference of Dam and Hydroelectric Generating Stations, 2008, 2-5 (In Persian).

[4] Ghomshei, M.; Mehrababi, R. A.; Moazed, H.; Jalali, G.; Asadokht, A. “Vulnerability Decreasing for Water Taker Installations at Oil from the Viewpoint of Pipelines Passive Defense.”; Third National Conference on Water and Wastewater, 2009, 3-5 (In Persian).

[5] “Executive Bylaws of 11th Paragraph of Article 121 of Fourth Development Plan.”; Policy Defense Commission of Presidential Government Council office, 2005, 1-3 (In Persian).

[6] “Primary Draft for National Building Regulations 21th Topic (Passive Defense).”; Building and Housing Research Center, 2009, 1-8 (In Persian).

[7] “Passive Defense- Issue No. 1.”; Khatamolanbia Air Defense Garrison Deputy of Passive Defense, 2004, 3-15 (In Persian).

[8] Jadi, A. A. “Architectural Requirements in Constant Passive Defense.”; Shahid Beheshti University Press, 2007, 44-49 (In Persian).

[9] Raz, T.; Michael, E. “Use and Benefits of Tools for Project Risk Management.”; International Journal of Project Management 2001, 19, 9-17.

[10] Zandin, K. B. “Maynard’s Industrial Engineering Handbook.”; McGraw-Hill, 5th Edition, 2001.

[11] IEC 60300-3-9, “Dependability Management- Part3-9: Application Guide-Risk of Technological Systems.”; International Electrotechnical Commission Press, 1995.

[12] Vant, J. “Risk Management within Water Supply, Electricity and Transport.”; Proceeding from Seminar Proactive Crisis Management of Urban Infrastructure, Trondheim, 2004.

[13] Lambert, J. H.; Haimes, Y. Y.; Li, D.; Schooff, R. M.; Tulsiani, V. “Identification, Ranking, and Management of Risks in a Major System Acquisition.”; Reliability Engineering and System Safety 2001, 72, 315-325.

[14] Asgharpour, M. J. “Multi Criteria Decision Making (MCDM).”;Tehran University Press, 2002 (In Persian).

[15] Abredari, S. H. “Fuzzy Looking at Earthquake Previously Signs Data Processing.”; First Conference on Earthquake Previously Signs, 2007 (In Persian).

[16] Ebrahimi, M. “The Risk Priority Degree in FMEA Model Calculating by Using Fuzzy Management.”; Sharif University of Technology Press, 2006 (In Persian).

[17] Falahieye, R. M. S. ; Ola Pour, M. ; Dezfuli, A. A. “ Survey of Fuzzy Logic Application in Risk Management by Offering New Applicable Model.”; 1th National Conference on Civil and Development, 2011 (In Persian).

[18] Zimmenrmann, H. J. “Fuzzy Set Theory and Applications.”; Third Edition, Kluwer Academic Publishers, 1996.

[19] Menhaj, B. M. “Fuzzy Computation.”; Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic) Press: Danesh Negar, 2007, 43-88 (In Persian).

[20] Zadeh, L. A. “Fuzzy Set.”; Information and Control, University of California, Department of Electrical Engineering and Electronics Research Laboratory 1965, 8, 338-353.

[21] Bowles, J. B.; Pelaez, C. E. “Using Fuzzy Cognitive Maps as a System Model for Failure Mode and Effects Analysis.”; Information Sciences, 1996, 88 , 177-199.

[22] Carvalho, J. P. “Estimating the Duration of Decision Group Processes.”; INESC Technical Report, 1997.