نشـــریه بین المللـــی مهنـدسی صنـایع و مدیـــریت تولیـد پاییـــز ۱۳۸۸-صفحـه ۱۴-۱

شمـــاره ۳، جلـــد ۲۰، پاییز ۱۳۸۸

نشـــریه بین المللـــی مهنـــدسی صنایـــع و مدیـــریت تولیـــد

نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید دانشگاه علم و صنعت ایران

IJIE

ISSN: 2008-4870

Journal Website: http://IJIEPM.iust.ac.ir/

Case-Based Decision Support Model for Risk Responses Planning

A. Arish, M. Akbarpour Shirazi* & M.M. Seyed Esfahani

A. Arish, *Kish University, Iran*
M. Akbarpour Shirazi, *Amirkabir University, Tehran, Iran*
M.M. Seyed Esfahani, *Amirkabir University, Tehran, Iran*

Keywords

Risk Management| Plan Risk Response| Case-Based Reasoning| TOPSIS

ABSTRACT

Risk management process, has a prominent role in project management, due to importance of decision making, complexities of opportunities and threats occurs in projects and their consequence and taken reactions or made decisions while encountering them. This paper suggests a model for Risk Response Planning in risk management process, using cased-based decision support methods, that yield a more efficient and effective response to deal with upcoming opportunities and threats in comparison to other similar tools and models.

© (نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید) شماره ۳، جلد ۲۰، ۱۳۸۸

ارائه مدل تصمیم‌یار مبتنی بر مورد در برنامه‌ریزی پاسخ‌های ریسک

ابوذر آریش، محسن اکبرپور شیرازی و میرمهدی سید اصفهانی

کلمات کلیدی

مدیریت ریسک، برنامه‌ریزی پاسخ‌های ریسک، استدلال مبتنی بر مورد، روش تاپسیس

چکیده:

فرایند مدیریت ریسک، دارای نقش مهمی در مدیریت پروژه می‌باشد و این در نتیجه پیچیدگی ناشی از علل فرصت‌ها یا تهدیدها، و نتایج ناشی از نوع واکنش اتخاذ شده در صورت وقوع آنها می‌باشد این مقاله مدلی ارائه می‌دهد تا با استفاده از قابلیت روش‌های استدلال مبتنی بر مورد و تصمیم‌گیری چند شاخصه، در برابر فرصت‌ها و تهدیدهای به وقوع پیوسته در روند انجام پروژه، در مقایسه با سایر ابزارها و مدل‌ها، پاسخی اثرگذار و کارا به‌دست آید.

تاریخ وصول: ۸۸/۷/۲

تاریخ تصویب: ۸۸/۱۰/۲۷

ابوذر آریش، کارشناس ارشد مهندسی صنایع- دانشگاه کیش. abozar@gmail.com

محسن اکبرپور شیرازی، استادیار دانشکده مهندسی صنایع- دانشگاه صنعتی امیرکبیر. akbarpour@aut.ac.ir

میرمهدی سید اصفهانی، دانشیار دانشکده مهندسی صنایع- دانشگاه صنعتی امیرکبیر. master@aut.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

در شرایط متحول امروز، موفقیت هر بنگاه وابسته به نوع مدیریت و میزان تسلط آن بر ریسک‌ها می‌باشد. مدیریت ریسک، شرط لازم برای دستیابی به اهداف پروژه است، لذا در فرآیند مدیریت پروژه لازم است به‌صورت نظام‌مند به موضوع ریسک و فرآیند مدیریت ریسک توجه شود.

برای شناسایی ریسک‌های پروژه و تعیین نحوه پاسخ به آنها می‌توان از تجربه کمک گرفت. همه سازمان‌ها و مدیران با اتکای به تجارب و دانش قابل استخراج از آن می‌توانند بیاموزند. همچنین علاوه بریادگیری از طریق عمل‌کردن، مدیران می‌توانند از موفقیت‌ها و شکست‌های خود درس بگیرند.

استفاده از این دانش و تجربه در شناسایی و یا برخورد با فرصت‌ها یا تهدیدهای روند انجام پروژه، هدف این مقاله می‌باشد، به نحوی که اثرات وقوع ریسک‌ها با توجه به اقدامات واکنشی اتخاذ شده برای فرصت‌ها بیشینه و برای تهدیدها کمینه گردد. درجهت افزایش اثر بخشی و کارایی پاسخ اتخاذ شده در فاز برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک، از یک روش تصمیم‌گیری استفاده شده است.

۲. برنامه‌ریزی پاسخ‌های ریسک[2]

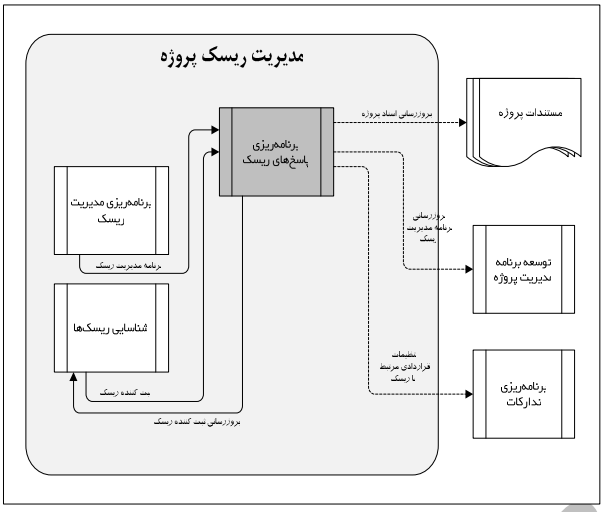
هدف از مدیریت ریسک پروژه، برنامه‌ریزی، سازماندهی، هدایت و کنترل فعالیت‌ها و فرایندهای یک پروژه است به گونه‌ای که اثرات فرصت‌ها بیشینه و اثرات تهدیدها کمینه گردد. مطابق تاکید اغلب مراجع مدیریت ریسک، هدف مدیریت ریسک این نیست که تمام ریسک‌ها از پروژه حذف گردند[۱]، بلکه تلاش آن آگاه نمودن مدیران به انواع مختلف ریسک موجود در پروژه است [۲]. در محیط پروژه جهت‌گیری خاصی از لحاظ ریسک طلبی یا ریسک‌گریزی مطرح نمی‌شود، بلکه دو جنبه تهدید و فرصت در نظر گرفته شده و انتظار می‌رود که مدیر ریسک بین زیان ناشی از تهدیدها و سود ناشی از فرصت‌ها، یک تعادل مثبت برقرار نماید[۳].

جریان داده در فاز برنامه‌ریزی پاسخ‌های ریسک براساس استاندارد PMBOK (۲۰۰۸) مطابق شکل (۱) است. ورودی این فرایند شامل ثبت کننده ریسک و برنامه مدیریت ریسک است و خروجی آن شامل تنظیمات قراردادی مرتبط با ریسک، به‌روز رسانی ثبت کننده ریسک، برنامه مدیریت پروژه و اسناد پروژه می‌باشد.

هدف از فاز برنامه‌ریزی پاسخ‌های ریسک اعمال مدیریت موثر و کارآمد پیش از وقوع ریسک به‌جای صبرکردن تا لحظه رخداد ریسک و تبدیل شدن آن به بحران است. این بخش مهمترین بخش مدیریت ریسک است زیرا تصمیماتی که در این مرحله اتخاذ می‌شوند، بر پیامد ریسک پروژه تاثیر مستقیم دارند[۴].

۳. استدلال مبتنی بر مورد[3]

CBR یک روش حل مساله است که در بسیاری از جنبه‌ها از دیگر روش‌های اصلی هوش مصنوعی متفاوت است و به جای اینکه فقط روی دانش کلی حوزه مساله تکیه کند یا بین مسائل و راه‌حل‌ها، ارتباطات تعمیم یافته ایجاد کند، قادر است از دانش مخصوص مربوط به تجربیات قبلی و وضعیت دیگر مسائل بهره گیرد. به طور اساسی CBR حل یک مساله جدید به وسیله یادآوری یک موقعیت مشابه قبلی و با استفاده مجدد از اطلاعات و دانش مربوط به آن است.



شکل ۱. جریان داده در فاز برنامه‌ریزی پاسخ‌های ریسک

۳-۱. مطالعات پیشین سیستم‌های CBR

دیدگاه مبتنی بر مورد برای استدلال و یادگیری به‌طور موثری در پنجاه سال گذشته رشد کرده است[۵]. در کتاب کلودنر[۶] حدود ۸۲ سیستم CBR فقط در امریکا در سال ۱۹۸۳ گزارش شده است. از نوع سیستم‌های حل مساله CBR که برای طراحی و برنامه‌ریزی ساخته شده می‌توان به JULIA توسط هنریک برای برنامه‌ریزی غذایی[۷-۸]، CYCLOPS در طراحی نمای زمین[۹] SMARTبرای افزایش بهره‌وری برنامه‌ریزی [۱۰] CADRE با هدف کمک به معماران برای حل مسائل طراحی مفهومی[۱۱] اشاره کرد. استفاده از CBR برای حل مسائل تصمیم‌گیری و پیش بینی هم پیشنهاد شده است که می‌توان به CBR با وزن دهی به مشخصه ها با روش تحلیل سلسله مراتبی[4] در پیش بینی ورشکستی بانک[۱۲]، تجزیه و تحلیل ریسک مبادلات الکترونیک[۱۳]، ارزیابی تدارکات[۱۴] و کنترل داخلی ارزیابی ریسک، مدل ارزیابی برای تحلیل ریسک در سیستم امنیت اطلاعات به کمک CBR [۱۶]، و چارچوب سیستم مدیریت ریسک عملیاتی به پایه CBR[۱۷]، اشاره کرد. کلودنر[۱۸]، چارچوب یک سیستم مبتنی بر مورد برای

[2] *Plan Risk Response*

[3] *Case-Based Reasoning(CBR)*

[4] *Analytic Hierarchy Process (AHP)*

Archive of SID

www.SID.ir

مدیریت ریسک زنجیره تامین ارائه نموده که تصمیم‌گیرندگان را در پیشگیری از بروز ریسک در زنجیره تامین ساخت پشتیبانی می‌کند.

۲-۳. برخی مفاهیم و روش‌های CBR

یک چرخه CBR کلی می‌تواند به وسیله چهار رویه زیر توصیف شود[۱۹]:

بازیابی شبیه‌ترین مورد یا موردها[5]

استفاده مجدد از اطلاعات و دانش موجود[6] در آن مورد برای حل مساله جدید

اصلاح راه‌حل پیشنهاد شده[7]

نگه‌داشتن قسمت‌هایی از این تجربه[8] برای حل مسائل آینده

هر کدام از چهار رویه مطرح شده خود شامل تعدادی مراحل خاص می‌باشند. یک مجموعه از راه‌حل‌های مرتبط با موارد زیر، یک روش CBR را تشکیل می‌دهند:

روش نمایش موردها

روش‌های بازیابی

روش‌های استفاده مجدد

روش‌های اصلاح

روش‌های نگهداری

برخی مفاهیم اصلی در روش‌های CBR در ادامه ذکر می‌شوند:

مورد[9]: در یک حالت عمومی هر مورد از دو قسمت تشکیل می‌شود. قسمت اول به بیان مشخصات مساله و قسمت دوم به پاسخ مساله می‌پردازد[۲۰]. موردها برای استفاده‌های آتی و به‌روز رسانی در یک مخزن[10] نگهداری می‌شوند.

نمایش مورد[11]: یک فرایند اصلی در سیستم‌های CBR نحوه نمایش موردها یا دانش موجود در مخزن است. عمومی‌ترین روش‌های مدل‌سازی داده عبارتند از استفاده از بانک‌های اطلاعات رابطه‌ای[12]، استفاده از مفاهیم شی‌گرایی[13]، استفاده از مدل‌های منطقی[14]. این روش‌ها برای ارائه و نمایش موردها می‌تواند در CBR استفاده شوند.

شاخص‌گذاری[15]: شاخص‌گذاری موردها به منظور بازیابی و مقایسه آنها در آینده انجام می‌شود. انتخاب شاخص مناسب موجب بازیابی موردهای درست در زمان مناسب می‌شود[۶].

بازیابی مورد[16]: اولین مرحله برای حل یک مساله با استفاده از CBR بازیابی شبیه‌ترین موردها از مخزن است و با فرض اینکه مسائل مشابه جواب‌های مشابه دارند، موردهای بازیابی شده برای استنتاج جواب مساله جدید مورد استفاده قرار می‌گیرند[۲۱]. در بازیابی موردها ابتدا تمام مواردی که در ویژگی‌های اصلی استفاده شده با مساله فعلی شباهت داشته باشند، بازیابی می‌شوند. لذا معیارها در فرایند بازیابی بسیار مهم هستند چون تعیین کننده بهترین موردها برای بازیابی هستند. یکی از ابعاد مهم اجرای CBR محاسبه مشابهت[17] مساله جدید با مسائل حل شده قبلی در مرحله بازیابی است. روش‌هایی نظیر نزدیک‌ترین همسایه[18] و درخت تصمیم برای بازیابی از شباهت استفاده می‌کنند[۲۲].

معکوس فاصله اقلیدسی موزون[19] به صورت رابطه (۱) می‌تواند برای محاسبه میزان مشابهت موارد بازیابی شده با مورد جدید استفاده شود:

$$S_{IR}=\begin{cases}\left(\sqrt{\sum_{i=1}^{n} w_i (f_{Ii}-f_{Ri})^2}\right)^{-1}; if\,(f_{Ii}\neq f_{Ri}) \\ 1; if\,(f_{Ii}=f_{Ri})\end{cases} \qquad (۱)$$

I: شماره مساله جدید

R: شماره مساله بازیابی شده

S_{IR}: درجه یا شاخص مشابهت بین شرایط مساله جدید I و مساله بازیابی شده R.

i: شمارنده معیارهای مورد ارزیابی

w_i: وزن معیار iام

f_{Ri}: امتیاز ارزیابی مشخصه iام در مساله بازیابی شده

f_{Ii}: امتیاز ارزیابی مشخصه iام در مساله جدید

روش‌های متعددی برای وزن‌دهی شاخص‌ها وجود دارد که مهم‌ترین آنها عبارتند از: روش آنتروپی[20] لین‌مپ[21]، کمترین مجذورات، بردار ویژه، و سایر روش‌های تقریبی ریاضی. روش سوم تا پنجم در صورت در دسترس نبودن اطلاعات تصمیم‌گیری استفاده می‌شود و تصمیم‌گیرندگان بر اساس مقایسات زوجی مابین شاخص‌ها و گزینه‌ها عملیات وزن‌دهی را دنبال می‌کنند[۲۳]. در این مقاله از روش آنتروپی برای وزن‌دهی شاخص‌ها استفاده شده است. این روش، محاسبات مربوط به وزن را بر مبنای تابع آنتروپی انجام می‌دهد که چون یک تابع لگاریتمی است اثرات مقیاس داده‌ها در وزن وارد نمی‌گردد. به عبارتی در روش آنتروپی اثر دامنه‌های متفاوت داده‌های اصلی در وزن‌گذاری به حداقل خواهد رسید. در

---

[5] *Case Retrieval*
[6] *Case Reuse*
[7] *Case Revision*
[8] *Case Retainment*
[9] *Case*
[10] *Case Base*
[11] *Case Representation*
[12] *Relational Database Model*
[13] *Object-Oriented*
[14] *Predicate Logic Model*
[15] *Case Indexing*

[16] *Case Retrieval*
[17] *Similarity*
[18] *K-Nearest -Neighbor*
[19] *Weighted Euclidean Distance*
[20] *Entropy*
[21] *Linear Programming for Multidimensional Analysis of Preference(LINMAP)*

Archive of SID

www.SID.ir

روش آنتروپی، مقدار آنتروپی هر شاخص از رابطه (۲) به‌دست می‌آید:

$$E_j = -k\sum_{i=1}^{m} x_{ij} Ln(x_{ij});\ j = 1,\dots,n; \qquad k = Ln^{-1}(m); 0 \le E_j \le 1 \quad (۲)$$

و m تعداد ستون‌های ماتریس است. سپس وزن هر شاخص با توجه به درجه انحراف اطلاعات آن از رابطه زیر محاسبه خواهد شد:

$$w_j = \frac{1-E_j}{\sum_{i=1}^{n}(1-E_j)};\ j = 1,\dots,n; \sum_{j=1}^{n} w_j = 1 \quad (۳)$$

در صورتی که تصمیم‌گیرنده نیز دارای قضاوت‌های شخصی نسبت به شاخصی باشد می‌توان از رابطه (۴) وزن تعدیل شده شاخص مورد نظر را یافت. λ_j معرف قضاوت شخصی تصمیم‌گیرنده در مورد شاخص jام است:

$$w'_j = \frac{\lambda_j w_j}{\sum_{i=1}^{n} \lambda_j w_j};\ j = 1,\dots,n; \quad (۴)$$

تطبیق مورد[۲۲]: فرایند تبدیل راه‌حل مساله بازیابی شده برای استفاده در مساله جدید تطبیق مورد نام دارد. تطبیق مورد ایفا کننده نقش اصلی قابلیت‌های روش CBR است، جایی‌که راه‌حل مساله بازیابی شده برای استفاده در مساله جدید مورد انطباق یا اقتباس قرار می‌گیرد [۲۴].

انتخاب: از بین مجموعه موردهای مشابه، پس از مرتب شدن بر اساس معیارهای متریک یا سلسله مراتبی بهترین تطبیق انتخاب می‌شود. مرحله انتخاب، نتایج و پی‌آمدهای هر مورد بازیابی شده را تولید کرده و سعی نتایج را ارزیابی و پی‌آمدها را توجیه کند.

بازبینی: سه استراتژی عمومی برای استفاده از پاسخ یافت شده وجود دارد که عبارتند از:

تجدید کردن[۲۳] - راه‌حل مساله بازیابی شده برای مساله جدید بدون تغییر کپی برداری می‌شود.

جانشینی[۲۴] - جایگزینی بخشی از مشخصه‌های خ مساله بازیابی شده چون با نیازمندی‌های مساله جدید سازگار نیست.

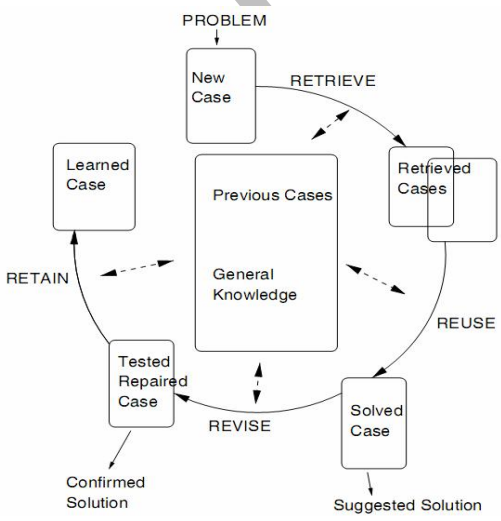
اصلاح[۲۵] - با توجه به قیود و شرایط مساله جدید پاسخ بازیابی شده تغییر اساسی داده می‌شود.

نگهداری: ذخیره موردهای ثبت شده قبلی، سیاست‌ها و روش‌های افزودن مورد جدید یا حذف و به‌روز رسانی و شاخص‌گذاری آنها در این مرحله صورت می‌گیرد. فعالیت‌های این قسمت به دو نوع نگهداری کیفی و کمی تقسیم می‌شود. نگهداری کیفی شامل تضمین اثربخشی سیستم CBR است و در این بخش فعالیت‌هایی همچون اصلاح، سازگاری و کامل بودن نمونه‌ها انجام می‌شود. هدف از نگهداری کمی اطمینان از کارایی حل مساله است. در نگهداری کمی کنترل اندازه مخزن و بهبود ساختار شاخص‌گذاری موردها، حذف اطلاعات نویزدار و پشتیبان‌گیری و جمع‌آوری بازخوردها انجام می‌شود[۲۱].

یادگیری: یک ویژگی مهم CBR، عمل اتصال و زوج کردن برای یادگیری است. مفهوم استدلال مبتنی بر مورد فقط به یک روش استدلال خاص اشاره نمی‌کند، بلکه صرف نظر از چگونگی به دست آوردن و اندوختن نمونه‌ها، یک نمونه از یادگیری ماشین است که یادگیری تقویتی را با به روز کردن پایگاه حالات بعد از اینکه یک مساله حل شد انجام می‌دهد. اگر مساله با استفاده از یک حالت قبلی حل شود، در این صورت یا یک حالت جدید ساخته می‌شود و یا حالت قبلی تعمیم داده می‌شود تا حالت جاری را نیز شامل شود. اگر مساله با روش‌های دیگر حل شود، یک حالت جدید باید ساخته شود. در هر حالت، راجع به اینکه چه چیزی باید به عنوان مبدا یادگیری استفاده شود، لازم است تصمیم‌گیری شود. آخرین نوع ساختاری که ممکن است برای یادگیری استخراج شود روش حل مساله است، یعنی مسیر استدلال استراتژیک. استخراج روش حل مساله و یادگیری آن می‌تواند سیستم را برای استفاده مجدد با کارایی بیشتر مناسب کند.

۳-۳. مدل R^4 در CBR

در شکل(۲)، چرخه CBR مطرح شده توسط پلازا و آمودت[۲۵] نشان داده شده است. این مدل تحت عنوان مدل R^4 برای CBR شناخته می‌شود، زیرا روی‌های که از این مدل استفاده می‌کند می‌تواند به وسیله یک چرخه نموداری، که شامل چهار R است، نشان داده شود.



شکل ۲. چرخه CBR در مدل R^4 پلازا و آمودت

[22] *Case Adaptation*
[23] *Reinstantiation*
[24] *Substitution*
[25] *Transformation*

Archive of SID

www.SID.ir

۴. معرفی مدل پیشنهادی

طراحی یک مدل یکپارچه CBR مدیریت ریسک برای هر دو جنبه مثبت(فرصت‌ها) و منفی (تهدیدها)، نیازمند شناخت واضح ریسک‌های مختلف و جنبه‌های بحرانی پروژه است که منجر به رخداد ریسک می‌شود. پیشتر عنوان شد که در فرایند مدیریت ریسک استاندارد PMBOK ورودی‌های فاز برنامه‌ریزی پاسخ‌های ریسک شامل ریسک‌های شناسایی شده و برنامه مدیریت ریسک است. ریسک‌های شناسایی شده شامل موارد زیر است:

فهرست ریسک‌ها اولویت‌بندی شده

رده‌بندی ریسک‌ها و منشا اثر آن‌ها

فهرست پاسخ‌های بالقوه

سطح قابل پذیرش ریسک برای سازمان

مالکان ریسک‌ها

علائم و نشانه‌های هشدار دهنده رخداد ریسک

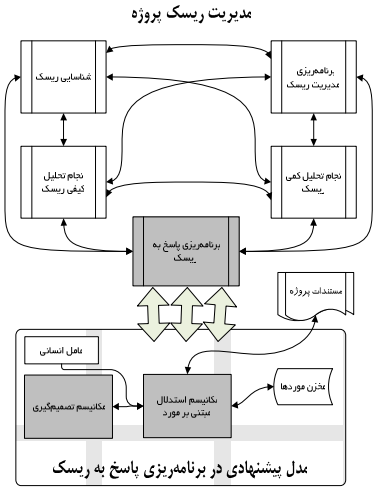
روندهای نتایج تحلیل کمی و کیفی

این موارد به عنوان پیش‌نیاز و ورودی مدل طراحی شده در نظر گرفته می‌شود. تعامل مدل با فاز برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک در شکل (۳) نشان داده شده است. بیان مکانیسم استدلال مبتنی بر مورد و تصمیم‌گیری چند شاخصه در مدل پیشنهادی نیازمند بیان جزئیات و اجزای این روش‌ها است. چهارچوب کلی مدل پیشنهادی در شکل (۴) نمایش داده شده است. ساختار در نظر گرفته شده برای مخزن و اطلاعات موردها و روش‌های بازیابی و شاخص‌گذاری در ادامه بیان خواهد شد.

۴-۱. ساختار مخزن موردها

یک بخش اصلی در سیستم‌های CBR نحوه نمایش موردها است. نمایش موردها برای پاسخ‌گویی به ریسک باید به گونه‌ای باشد که جنبه‌های مهم پروژه فعلی را پوشش داده و همچنین ویژگی‌های مرتبط با ریسک و نتایج آن از مورد قابل دریافت باشد.

ساختار دو بخشی در نظر گرفته شده برای موردها شامل بخش اطلاعات مربوط به ریسک و پروژه است که همان قسمت مساله‌ی مورد، و بخش دوم قسمت حل مساله یا همان پاسخ مربوط به ریسک خواهد بود.



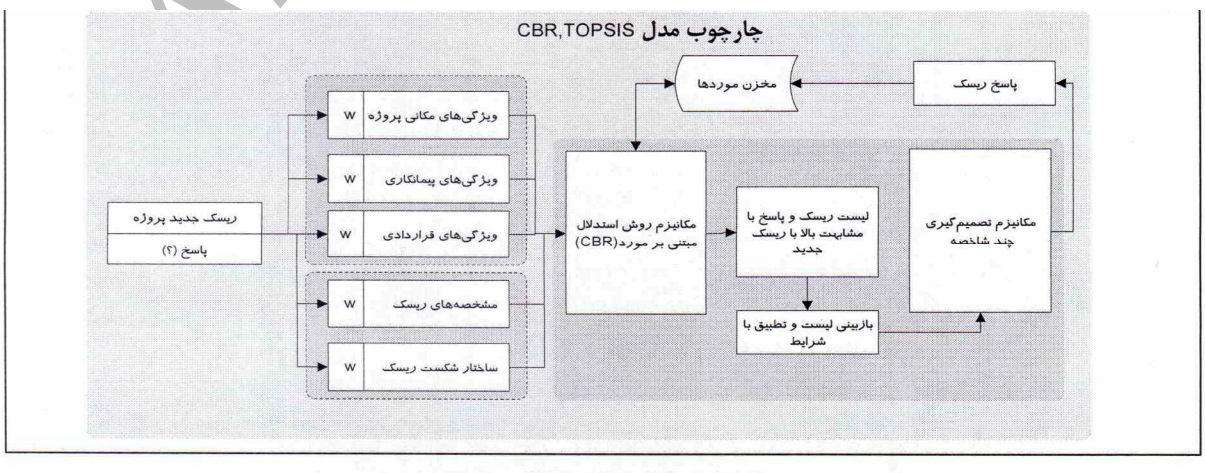
شکل ۳. تعامل مدل با فاز برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک

در نتیجه مخزن مربوطه شامل اطلاعات انواع پروژه و ویژگی‌های آنها، ساختار شکست ریسک پروژه‌ها، انواع مشخصه‌های قابل استفاده برای ریسک و پاسخ، و همچنین استراتژی‌های پاسخ‌گویی به ریسک است.

۴-۲. ساختار موردها

ساختار پیشنهادی برای موردها به صورت زیر می‌باشد:

$<[Pt,Pf,r,rc,rbs];[a,ac]>$



شکل ۴. چهارچوب کلی مدل پیشنهادی

Archive of SID

www.SID.ir

قسمت مساله

Pt: بیانگر نوع پروژه

Pf: بیانگر بردارهای سه مولفه‌ای (نام ویژگی، وزن، مقدار) از ویژگی‌های پروژه

r: شامل ریسک شناسایی شده و نوع آن(تهدید یا فرصت)

rc : بیانگر بردار مقادیر مشخصه‌های ریسک پروژه

rsb: جایگاه ریسک در ساختار شکست ریسک پروژه

قسمت راه‌حل مساله

a: شامل پاسخ در نظر گرفته شده برای ریسک

ac: بیانگر بردار مقادیر مشخصه‌های پاسخ ریسک

در ساختار پیشنهادی، برای ریسک‌های نوع فرصت و تهدید از متغیر *r* استفاده شده است. به عبارتی، ساختار کلی موردها در حالت فرصت یا تهدید بودن ریسک یکسان است. برای هر ریسک مورد ارزیابی یک پاسخ در مخزن از پروژه‌های قبلی موجود می‌باشد.

برخی مشخصه‌های پیشنهادی ریسک‌ها که بیشتر در ارزیابی ریسک مورد استفاده بوده عبارتند از: احتمال ریسک(Pr) و اثر ریسک(Ir) [۲۶]، قابلیت کشف(Er) [۲۷] توانایی واکنش(Ar) [۲۸]، و مجاورت ریسک(Mr). در بازیابی اولیه ریسک‌های مشابه در مدل پیشنهادی از این مشخصه‌ها استفاده می‌شود. برخی مشخصه‌های پیشنهادی برای ارزیابی پاسخ‌ها عبارتند از: احتمال پاسخ(Pa)، اثر پاسخ(Ia)، مدت پاسخ(Ta)، هزینه اجرای اقدام پاسخ(Tc).

فرض مستقل بودن ریسک‌های پروژه در نظر گرفته شده است و مطلوبیت هر یک از مشخصه‌ها به‌طور یکنواخت افزایشی یا کاهشی است. برای ارزیابی مجموعه پاسخ‌های انتخابی برای ریسک‌های پروژه که اولویت اقدام پاسخ دارند، از چند شاخص که جنبه‌های مختلف پاسخ انتخاب شده را نشان دهد، مانند ارزش خالص اقدام[1] (NVT)، و اهرم کاهش اثر ریسک (RRL)[۴]، استفاده خواهیم کرد.

$$NVT = EVU - EVR - EVS - TC \quad (۵)$$

$$RRL = (EVU - EVR) \div TC \quad (۶)$$

EVU: ارزش انتظاری ریسک‌ها قبل از اقدام پاسخ‌ها

EVS: ارزش انتظاری ریسک‌های ثانویه

EVR: ارزش انتظاری ریسک‌ها بعد از اقدام پاسخ‌ها

TC: هزینه کل اقدامات پاسخ

۳-۴. تعیین روش بازیابی ریسک‌های مشابه

با توجه به ساختار در نظر گرفته برای مورد از دو دسته پارامتر یعنی نوع پروژه، و جایگاه ریسک در ساختار شکست ریسک پروژه می‌توانیم برای شاخص‌گذاری یا ایندکس موردها استفاده نماییم.

سایر مولفه‌های بخش سوال مورد، یعنی ویژگی‌های پروژه، ریسک و مشخصه‌های آن برای سنجش مشابهت مورد استفاده قرار می‌گیرد. شاخص‌گذاری موردها به مدل اجازه تمرکز بر جنبه‌های مرتبط را می‌دهد و بنابراین موجب کارایی بالاتر و کاهش حجم محاسبات خواهد شد.

۱-۳-۴. سنجش مشابهت

از مهمترین بخش‌های مدل CBR نحوه محاسبه میزان مشابهت مساله جدید با مسائل مشابه قبلی است. بازیابی ریسک‌های پاسخ داده شده در پروژه‌های قبلی که مشابهت بیشتری با شرایط و مشخصات ریسک جدید شناسایی شده در پروژه فعلی داشته باشند، امکان شناسایی پاسخ‌هایی که با مشخصات ریسک و شرایط پروژه فعلی تطابق بیشتری داشته باشد را فراهم می‌نماید. ابتدا با توجه به کد ساختار شکست ریسک مربوط به ریسک جدید و نوع پروژه فعلی، فهرستی از مخزن که دارای ساختار شکستی برابر با ریسک جدید، و نوع پروژه یکسان با پروژه فعلی باشند، استخراج می‌نماییم. ماتریسی مطابق شکل (۵) برای هر ریسک نیازمند پاسخ پروژه تشکیل خواهد شد.

$$D = \begin{array}{c} \\ \text{ریسک۱} \\ \text{ریسک۲} \\ \dots \\ \text{ریسکm} \end{array} \begin{bmatrix} \text{مقادیر مشخصه‌های ریسک۱} & \text{مقادیر ویژگی‌های پروژه ریسک۱} \\ \text{مقادیر مشخصه‌های ریسک۲} & \text{مقادیر ویژگی‌های پروژه ریسک۲} \\ \dots & \dots \\ \text{مقادیر مشخصه‌های ریسکm} & \text{مقادیر ویژگی‌های پروژه ریسکm} \end{bmatrix} \begin{array}{c} \\ \text{مشخصه‌های ریسک} \\ \\ \\ \\ \end{array} \quad \begin{array}{c} \\ \text{ویژگی پروژه} \\ \\ \\ \\ \end{array}$$

شکل ۵. ماتریس ریسک‌های نیازمند پاسخ

محاسبه درجه ارجحیت هر مشخصه نسبت به بقیه مشاخصه‌ها باعث تصمیم‌گیری دقیق‌تر در انتخاب گزینه‌های پیش رو می‌گردد. از روش آنتروپی شانون برای وزن‌دهی به شاخص‌ها استفاده می‌نماییم. لذا ماتریس ویژگی پروژه‌ها و مقادیر مشخصه‌های ریسک آن‌ها را کمی نموده و با تقسیم هر مولفه این ماتریس بر مجموع مولفه‌های ستونی که درآن قرار دارد، بی‌مقیاس می‌نماییم. سپس مقدار آنتروپی هر شاخص از رابطه (۲) به‌دست می‌آید.

پس از محاسبه وزن هر معیار، معکوس فاصله اقلیدسی موزون به صورت رابطه (۱) برای محاسبه میزان مشابهت موارد بازیابی شده با مورد جدید استفاده می‌گردد. پس از تعیین درجه مشابهت هر گزینه با مورد جدید، فهرست گزینه‌های ریسک با توجه به درجه مشابهت بصورت نزولی مرتب شده و با استفاده از روش کلاس‌بندی *k-mean* که از فاصله اقلیدسی موزون استفاده می‌کند، مقادیر به سه دسته شامل موارد با مشابهت زیاد، متوسط و کم کلاس‌بندی[2]

[1] *Net Value of Treatment Option(NVT)*

[2] *Classification*

Archive of SID

www.SID.ir

خواهد شد. فهرست جدیدی از مقادیر پاسخ مربوط به ریسک‌های اولویت‌بندی شده و با شباهت بالا تشکیل می‌دهیم. برای جلوگیری از محاسبات بیشتر در مراحل بعد باید موردهای بازیابی شده، با توجه به محدودیت‌های موجود در پروژه فعلی همچون محدودیت‌های زمانی، هزینه اقدام، و غیره، در این مرحله اعتبارسنجی شوند، تا در شرایط مساله فعلی صدق کنند و در غیر این‌صورت از فهرست حذف شوند. هر چه تعداد موردهای موجود در مخزن بیشتر باشد انتخاب بهترین مورد برای مساله جاری مشکل‌تر خواهد بود و اهمیت فرایند بازیابی در این مرحله روشن می‌شود. روش‌های مبتنی بر قاعده[1] یکی از راه‌حل‌های مورد استفاده برای فیلتر کردن مساله‌های بازیابی شده در این مدل می‌تواند باشد. مشخصه‌های در نظر گرفته شده برای ارزیابی پاسخ در این مرحله توسط کارشناس و افراد خبره مقداردهی خواهد شد.

پاسخ‌های بالقوه و سایر پاسخ‌های امکان‌پذیر و پیشنهادی به همراه فهرست بازیابی شده، پس از محاسبه مقادیر مشخصه‌ها، می‌تواند به فهرست افزوده شده و مورد ارزیابی قرار گیرد.

۴-۴. مکانیسم تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی پاسخ‌ها

از آنجا که برای رتبه‌بندی پاسخ ریسک‌های بازیابی شده در روش CBR باید عوامل متعددی را به عنوان مشخصه‌های پاسخ ریسک مدنظر قرار داد، می‌توان مساله رتبه‌بندی پاسخ ریسک را به عنوان یک مساله تصمیم‌گیری چندشاخصه فرض کرد.

نوع مشخصه‌های در نظر گرفته شده برای پاسخ‌ها به این صورت می‌باشد که چندمشخصه دارای اثر مثبت(سود) و بقیه دارای اثر منفی(هزینه) می‌باشد.

به عنوان مثال مشخصه احتمال پاسخ و اثر پاسخ بر هدف مورد نظر که کاهش اثر ریسک است، تاثیر مثبت دارد، به این معنی که بیشتر بودن مقدار این مشخصه‌ها برای کاهش اثر ریسک مطلوب‌تر می‌باشد، و مشخصه مدت زمان انجام پاسخ و هزینه اقدام، اثر منفی بر ریسک و اهداف پروژه دارد. لذا استفاده از توابع سنجش مشابهت که فقط فاصله اقلیدسی معیارها در مساله جدید و بازیابی شده را مورد استفاده قرار می‌دهند، در ارزیابی پاسخ‌های بازیابی شده، از دقت کافی برخوردار نخواهند بود، و بر حل مساله انتخاب پاسخ ریسک اثر منفی خواهند گذاشت. مدل‌های جبرانی[2] شامل روش‌هایی است که مبادله شاخص در آنها مجاز است. یعنی تغییری کوچک در یک شاخص می‌تواند توسط تغییری مخالف در یک شاخص یا چند شاخص دیگر جبران شود. از آنجا که در مساله رتبه‌بندی پاسخ ریسک‌ها، شاخص‌های مختلف بر یکدیگر اثر دارند نمی‌توان از روش‌های غیرجبرانی[3] استفاده نمود. یون و هوانگ[۲۹-۳۰]، روش تاپسیس[4] را براساس این ایده که بهترین شاخص‌ها کمترین فاصله را از جواب ایده‌آل دارند معرفی کردند.

فرض یکنواخت بودن مطلوبیت هر یک از شاخص‌ها به طور افزایشی یا کاهشی در این روش در نظر گرفته شده است، که به این صورت بهترین ارزش موجود از یک شاخص نشان‌دهنده ایده‌آل بودن آن بوده و بدترین ارزش موجود از آن مشخص کننده ایده‌آل منفی برای آن خواهد بود.

اساس کار این روش دارای پایه‌های نظری قوی‌تری نسبت به روش‌های دیگر تصمیم‌گیری چندشاخصه بوده و به گونه‌ای طراحی شده است که طراح می‌تواند نوع شاخص‌ها را از لحاظ تاثیر منفی یا مثبت داشتن بر هدف تصمیم‌گیری در مدل دخالت داده و اوزان و درجه اهمیت هر شاخص را در مدل وارد نماید. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد روش‌های تصمیم‌گیری می‌توانید به منبع شماره [۳۱] رجوع نمایید. روش تاپسیس برای اولویت‌بندی پاسخ‌ها شامل مراحل زیر است:

تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری: ماتریس تصمیم‌گیری از سه قسمت اصلی گزینه‌ها، شاخص‌ها و مقادیر تشکیل شده است. در این مدل پیشنهاد شده گزینه‌ها شامل پاسخ ریسک‌های بازیابی شده یا همان موردها، به‌دست آمده از مراحل قبل می‌باشد، و معیار تصمیم‌گیری در ماتریس مشخصه‌های مربوط به پاسخ هر ریسک است، و سطرهای ماتریس مقادیر این مشخصه‌ها خواهد بود. شکل (۶) یک ماتریس تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد.

$A_i \backslash C_j$	Pa	Ta	Ia	Tc
۱	$x_{۱۱}$	$x_{۱۲}$	$x_{۱۳}$	$x_{۱۴}$
۲	$x_{۲۱}$	$x_{۲۲}$	$x_{۲۳}$	$x_{۲۴}$
...	...	...	...	...
$m_۱$	$x_{m۱}$	$x_{m۲}$	$x_{m۳}$	$x_{m۴}$

(۹)

شکل ۶. ماتریس ریسک‌های نیازمند پاسخ

کمی‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری: در صورتی که برخی از شاخص‌ها به صورت کیفی باشند با استفاده از روش‌هایی مانند دوقطبی فاصله‌ای، به داده کمی تبدیل می‌نماییم.

تشکیل ماتریس بی‌مقیاس شده وزین: درایه‌های ماتریس تصمیم‌گیری با استفاده از رابطه (۱۰) بی‌مقیاس خواهند شد:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}^2}}; i = 1,...,m; i = 1,...,n \qquad (۱۰)$$

[1] *Rule-Based Reasoning(RBR)*
[2] *Compensatory Model*
[3] *Non- Compensatory Model*
[4] *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution(TOPSIS)*

Archive of SID

www.SID.ir

که تمامی درایه‌های ماتریس در این حالت اعدادی بین ۰ و ۱ خواهد بود. در نهایت ماتریس بی‌مقیاس شده وزین به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$v_{ij}=r_{ij}w_j\ ;\quad i=1,...,m;\ \ j=1,...,n \qquad (۱۱)$$

w ماتریس اوزان شاخص‌هاست که یک ماتریس قطری با درایه‌های قطر اصلی معرف اوزان شاخص‌ها می‌باشد و توسط روش آنتروپی شانون محاسبه شده است.

یافتن جواب ایده‌آل مثبت و منفی: برای هر شاخص، جواب ایده‌آل مثبت و منفی از رابطه زیر به‌دست می‌آید که در آن K مجموعه معیارهای نوع مثبت(سود) شامل احتمال پاسخ و اثر پاسخ و K' مجموعه معیارهای منفی(هزینه)، شامل هزینه اقدام و مدت پاسخ است.

$$\{V_1^+,V_2^+,...,V_n^+\}= \qquad (۱۲)$$
$$\{(Max_i V_{ij}\mid j\in K),(Min_i V_{ij}\mid j\in K')\mid i=1,...,m\}$$

$$\{V_1^-,V_2^-,...,V_n^-\}=$$
$$\{(Min_i V_{ij}\mid j\in K),(Max_i V_{ij}\mid j\in K')\mid i=1,...,m\} \qquad (۱۳)$$

یافتن فاصله از جواب‌های ایده‌آل برای هر گزینه: به کمک روابط زیر فاصله اقلیدسی هر یک از گزینه‌ها از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی محاسبه می‌گردد.

$$D_i^+=\{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij}-V_j^+)^2\}^{0.5}\ ;j=1,..,n;\ \ i=1,...,m \qquad (۱۴)$$

$$D_i^-=\{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij}-V_j^-)^2\}^{0.5}\ ;j=1,..,n;\ \ i=1,...,m \qquad (۱۵)$$

رتبه‌بندی: بعد از یافتن فاصله‌های مثبت و منفی هر گزینه در مرحله قبل با تعیین نزدیکی نسبی هر گزینه از رابطه زیر و مرتب کردن آنها به صورت نزولی رتبه‌بندی گزینه‌ها انجام می‌شود.

$$Cl_i=\frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}\ ;i=1,..,m;\ \ 0\le C_i\le 1 \qquad (۱۶)$$

در این حالت گزینه‌ای که دارای بزرگترین فاصله نسبی نسبت به سایر گزینه‌ها است بالاترین رتبه را به خود اختصاص می‌دهد.
در پایان این مرحله یک فهرست اولویت‌بندی شده از پاسخ‌های شناسایی شده از مخزن به‌دست آمده است.

۴-۵. تطبیق پاسخ

بعد از بازیابی شبیه‌ترین موردها از مخزن، و اولویت‌بندی پاسخ آنها، فرایند تطبیق پاسخ برای ریسک جدید باید مورد استفاده قرار گیرد. برای انتخاب پاسخ ممکن است پاسخ پیشنهادی برای ریسک جدید دقیقا مورد استفاده قرار گیرد یا روش‌ها و استراتژی‌های بکار رفته در پاسخ‌گویی به ریسک بازیابی شده برای مورد جدید استفاده شود، و یا چند پاسخ پیشنهادی با هم ترکیب شود و یک پاسخ جدید برای این ریسک در نظر گرفته شده و مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۶. به‌روز رسانی مخزن

پس از تعیین پاسخ ریسک جدید، اطلاعات مربوط به آن شامل شرح ریسک و مقادیر مشخصه‌ها، اطلاعات پروژه، شرح و مقادیر مشخصه‌های پاسخ در مخزن موردها ثبت و نگهداری خواهد. به‌طور خلاصه الگوریتم انجام محاسبات و انتخاب پاسخ برای ریسک‌های پروژه فعلی در شکل (۷) نشان داده شده است. در ادامه این مدل را در یک پروژه نمونه پیاده‌سازی کرده و به تجزیه تحلیل و مقایسه نتایج با یک مدل مشابه خواهیم پرداخت.

۵. پیاده‌سازی و تحلیل مدل در پروژه

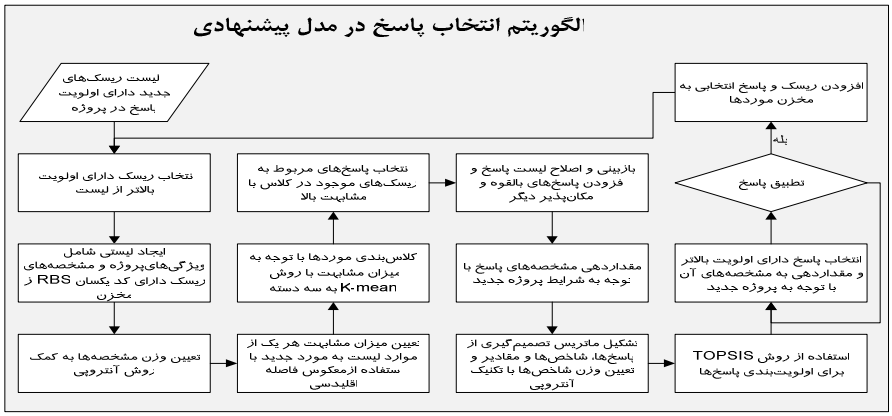
مدل برنامه‌ریزی واکنش به ریسک پیشنهاد شده در یکی از زیر پروژه‌های شهرداری مشهد مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به لزوم تشکیل مخزن موردها در مدل پیشنهادی ابتدا به تشریح ویژگی پروژه‌ها، ساختار شکست ریسک مورد استفاده، تعریف اولیه شامل انواع پروژه و زیر پروژه موجود و فراوانی داده‌های مورد استفاده از بانک اطلاعاتی می‌پردازیم.
با توجه به نوع ریسک‌های ثبت شده در بانک اطلاعاتی سیستم کنترل پروژه موجود در شهرداری که همگی از نوع ریسک تهدید می‌باشند، ساختار شکست ریسک و مشخصه‌های استفاده شده، برای موردها از نوع تهدید خواهد بود.

جدول ۱. تعریف انواع پروژه

انواع پروژه(Pt)			
کد	عنوان پروژه	کد	عنوان پروژه
۱۰۱	احداث بلوار و خیابان و آسفالت	۱۰۶	احداث مسیل ها، و کانال
۱۰۲	روکش و تعمیرات آسفالت	۱۰۷	طرحهای مطالعاتی و پژوهش
۱۰۳	احداث پلها و تقاطع	۱۰۸	تملک اراضی
۱۰۴	احداث ساختمان‌ها وزیر بنا	۱۰۹	پروژه‌های بازسازی و بهسازی
۱۰۵	احداث زیر گذرها و پلهای عابر	۱۱۰	فضای سبز

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۷. الگوریتم انتخاب در مدل

جدول۲. ویژگی‌های استفاده شده از پروژه‌ها در ارزیابی

گروه ویژگی	عنوان ویژگی	نوع متغیر	مثال
مکانی	وضعیت ارتباطی مکان پروژه	کلامی	خوب
	وضعیت جغرافیایی مکان پروژه	کلامی	خوب
	دسترسی به منابع	کلامی	زیاد
	استعداد بلایای طبیعی	کلامی	زیاد
	میزان اعتبار	کلامی	خوب
پیمانکار	ظرفیت کمی	کلامی	کم
	کیفیت انجام کار	کلامی	عالی
	محدودیت‌ها	کلامی	زیاد
	تاخیر در انجام کارها	کلامی	کم
قرارداد پروژه	ویژگی‌های زمانی قرارداد	کلامی	کم
	ویژگی‌های کیفی	دو مقداری	ندارد
	وضعیت جریمه	کلامی	زیاد
	استعداد تغییر قلمرو پروژه	کلامی	زیاد

جدول ۳. کمی سازی متغیرهای مثبت و منفی

متغیرکلامی	مقدار کمی متغیرهای مثبت	مقدار کمی متغیرهای منفی
خیلی کم (یا خیلی بد)	۱	۹
کم (یا بد)	۳	۷
متوسط	۵	۵
زیاد (یا خوب)	۷	۳
خیلی زیاد (یا خیلی خوب)	۹	۱

۵-۱. ویژگی پروژه‌ها و اطلاعات فراوانی داده‌های مخزن

جدول (۱) نشان‌دهنده انواع پروژه‌های موجود در مخزن است که در ۱۱ عنوان طبقه‌بندی شده و در شاخص‌گذاری موردها استفاده خواهد شد. ویژگی پروژه‌ها به ۱۲ عنوان تقسیم شده است که در سه گروه ویژگی‌های مکانی، پیمانکاری، و قراردادی پروژه طبقه‌بندی و مقادیر هر متغیر با عبارت‌های کلامی بیان شده است.

از روش مقیاس دو قطبی فاصله‌ای، برای تبدیل مقادیر به داده‌های کمی استفاده می‌نماییم. در صورتی که متغیر اثر مثبت بر هدف پروژه داشته باشد از قسمت کمی‌سازی متغیر مثبت جدول و در غیر این‌صورت از قسمت کمی‌سازی متغیر منفی جدول (۳)، استفاده می‌نماییم. اطلاعات سیستم کنترل پروژه شامل ۱۱۰۴ پروژه در بازه سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۷ می‌باشد، و در ۳۰۶۳ گزارش از مجموع گزارشات پیشرفت ثبت شده، اطلاعاتی مشروح در مورد مشکلات و اقدامات اتخاذ شده در طول انجام پروژه در سیستم موجود می‌باشد که برای تحلیل مدل استفاده شده است.

۵-۲. ساختار اطلاعاتی ریسک شناسایی شده(مورد)

مشخصه‌های احتمال ریسک، اثر ریسک، قابلیت کشف، توانایی واکنش، و مجاورت ریسک به همراه ویژگی‌های پروژه در ارزیابی ریسک ملاک ارزیابی خواهد بود. با توجه به تاثیر ریسک بر اهداف اصلی پروژه، ریسک‌ها در فاز تحلیل کمی و کیفی اولویت‌بندی شده و در فاز برنامه‌ریزی پاسخ به دنبال تعیین اقدام مناسب واکنشی برای ریسک خواهیم بود.

مقداردهی به مشخصه‌های قابلیت کشف، توانایی واکنش و مجاورت ریسک که به صورت کیفی بوده است، مطابق جدول(۳) به داده‌های کمی تبدیل خواهد شد. مقادیر مشخصه احتمال ریسک و اثر هزینه‌ای آن، و مشخصه‌های پاسخ شامل احتمال پاسخ، اثر پاسخ و هزینه اقدام از نوع داده قطعی می‌باشد. چهار ریسک دارای اولویت پاسخ‌گویی بالاتر از طریق قضاوت خبرگان و اطلاعات سیستم کنترل پروژه شناسایی و مشخصه‌ها و ویژگی‌های آن در جدول (۴) نشان داده شده است.

بعد از سنجش مشابهت از روش نزدیک‌ترین همسایه، داده‌ها از روش *k-mean*، به سه دسته شامل ریسک‌های دارای مشابهت زیاد، متوسط و کم با ریسک جدید کلاس‌بندی می‌شود. کلاس دارای مشابهت زیاد برای ارزیابی پاسخ در مرحله بعد انتخاب می‌شود. شرایط زمانی و سایر محدودیت‌های پروژه، در فهرست اعمال شده، و بعد از حذف گزینه‌های تکراری و افزودن سایر پاسخ‌های پیشنهادی و بالقوه، مشخصه‌های پاسخ با توجه به شرایط پروژه جدید مقداردهی می‌شود. خروجی این مرحله فهرستی از پاسخ‌هاست که مقادیر مشخصه‌های آن مقداردهی شده است (جداول ۵ تا ۸).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. عناوین و مقادیر مشخصه‌های ریسک پروژه

کد	عنوان ریسک	Pr	Ir	Er	Ar	Mr	RBS
R۱	عدم تحصیل به موقع حریم منازل	۰،۶۰	۱۴۰،۷۸۵	۷	۵	۳	۳
R۲	استفاده از منابع نامناسب و بی کیفیت	۰،۵۵	۱۱۱،۲۱۶	۷	۷	۵	۳۲
R۳	وجود عوارض زیر زمینی	۰،۳۰	۱۷۲،۱۲۰	۳	۵	۷	۱۰
R۴	شرایط بد آب و هوایی	۰،۲۵	۱۲۷،۱۴۸	۵	۱	۵	۵۶

جدول ۵. اطلاعات پاسخ‌های شناسایی شده ریسک R۱

کد	شرح پاسخ	Pa	Ta	Tc	Ia
R۱A۱	مذاکره با مالک و سازمان‌های ذیربط	۰،۶	۱۴	۱۷،۵۵	۶۹،۵۱
R۱A۲	توقف موقت پروژه تا فراهم شدن امکان ادامه کار	۰،۵۵	۱۵	۱۵،۷۶	۴۶،۸۸
R۱A۳	اجازه به پیمانکار برای ادامه فعالیت در سایر فازها	۰،۴۵	۱۵	۲۳،۵	۵۵،۱۲
R۱A۴	تغییر قلمرو و نقشه‌ها	۰،۵	۱۸	۱۹،۰۳	۵۶،۰۷

جدول۶. اطلاعات پاسخ‌های شناسایی شده ریسک R۲

کد	شرح پاسخ	Pa	Ta	Tc	Ia
R۲A۱	اخطار کتبی و تذکر	۰،۵۵	۵	۲۱،۰۵	۲۶،۰۸
R۲A۲	خلع ید پیمانکار	۰،۸	۱۰	۲۶،۱	۲۲،۵۴
R۲A۳	دریافت تضمین‌های کیفی	۰،۶	۱۵	۱۴،۹	۵۷،۶۵
R۲A۴	افزایش نیروی انسانی و نظارت بیشتر	۰،۶۵	۱۵	۲۳،۳۷	۱۵،۸
R۲A۵	استفاده از آزمون و شبیه‌سازی	۰،۴۵	۸	۲۰،۳۳	۲۵،۰۸

جدول ۷. اطلاعات پاسخ‌های شناسایی شده ریسک R۳

کد	شرح پاسخ	Pa	Ta	Tc	Ia
R۳A۱	دریافت نقشه‌ها و اطلاعات تکمیلی	۰،۶	۱۵	۱۰،۹۴	۲۱،۰۸
R۳A۲	تخریب موانع	۰،۸	۱۰	۱۴،۲۷	۲۷،۶۹
R۳A۳	تغییر و اصلاح نقشه و مسیرها	۰،۷	۱۲	۱۶،۱۴	۳۷،۴
R۳A۴	ایجاد حفاظ و حصار برای موانع	۰،۵۵	۱۲	۱۵،۶	۲۹،۶۱

جدول۸. اطلاعات پاسخ‌های شناسایی شده ریسک R۴

کد	شرح پاسخ	Pa	Ta	Tc	Ia
R۴A۱	استفاده از پوشش‌های محافظ و عایق	۰،۵۵	۶	۱۰،۰۸	۲۱،۸
R۴A۲	بررسی نقشه‌های جغرافیایی وتغییر جریان‌ها	۰،۶	۵	۹،۲۶	۲۳،۳۶
R۴A۳	استفاده از وسایل جمع‌آوری‌آب‌و لجن	۰،۴۵	۶	۸،۸۸	۲۵،۶۵
R۴A۴	استفاده از ضد یخ	۰،۶۵	۷	۱۱،۰۹	۱۹،۶۳

۳-۵. اولویت‌بندی با روش چند شاخصه تاپسیس

با استفاده از مشخصه‌های پاسخ که بر اساس شرایط پروژه جدید مقداردهی شده‌اند، اقدام به اولویت‌بندی پاسخ های بازیابی شده خواهیم نمود. جداول ۹ تا ۱۲ اولویت بندی انتخاب هر پاسخ ریسک‌های شناسایی شده پروژه را نشان می‌دهد. پاسخ انتخاب شده و مقادیر مشخصه‌های ریسک و پاسخ به مخزن افزوده شده تا به عنوان راه‌حل‌هایی در آینده مورد استفاده قرار گیرد. همچنین پاسخ‌ها در برنامه مدیریت پروژه گنجانده می‌شوند و در طی چرخه حیات پروژه اجرا می‌گردند، و مستندات پروژه و ثبت کننده‌های ریسک با توجه به آنها به روز می‌گردد.

جدول ۹. اولویت پاسخ‌های ریسک R۱

رتبه	Cl_i	کد پاسخ
۱	۰،۸۴۳۴۷	R۱A۱
۲	۰،۵۴۱۶۳	R۱A۲
۳	۰،۴۷۶۱۵	R۱A۴
۴	۰،۲۳۷۴۱	R۱A۳

جدول ۱۰. اولویت پاسخ‌های ریسک R۲

رتبه	Cl_i	کد پاسخ
۱	۰،۵۶۰۱۰	R۲A۳
۲	۰،۴۹۹۰۳	R۲A۱
۳	۰،۴۳۳۲۶	R۲A۲
۴	۰،۳۹۲۲۳	R۲A۵
۵	۰،۲۴۳۶۳	R۲A۴

جدول ۱۱. اولویت پاسخ‌های ریسک R۳

رتبه	Cl_i	کد پاسخ
۱	۰،۷۲۴۶۹	R۳A۳
۲	۰،۵۱۲۰۱	R۳A۲
۳	۰،۴۵۵۹۲	R۳A۴
۴	۰،۲۳۹۲۳	R۳A۱

جدول ۱۲. اولویت پاسخ‌های ریسک R۴

رتبه	Cl_i	کد پاسخ
۱	۰،۷۸۸۴۸	R۴A۲
۲	۰،۵۳۱۱۱	R۴A۴
۳	۰،۴۸۵۵۹	R۴A۱
۴	۰،۳۶۲۷۹	R۴A۳

۶. اعتبارسنجی مدل

مدل کومار [**Error! Bookmark not defined.**]، از دید ساختاری و عملکردی نزدیک‌ترین مورد به مدل پیشنهاد شده در این مقاله می‌باشد، که در برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک از CBR به عنوان یک ابزار انتخاب پاسخ ریسک استفاده نموده است. ملاک انتخاب پاسخ نهایی در مدل کومار هزینه کمینه می‌باشد. تفاوت اصلی در ساختار موردهای دو مدل استفاده از ساختار شکست ریسک در مدل پیشنهادی این مقاله است. سایر تفاوت ها در فرایند و ساختار دو روش در جدول (۱۳) نشان داده شده است. استفاده از ساختار شکست و دسته‌بندی ریسک‌ها که در استاندارد PMBOK هم پیشنهاد شده، در مقایسه با ساختار علت و معلولی و تشریح ریسک، که در مدل کومار مورد استفاده قرار گرفته نوعی مزیت محسوب می‌شود. مدل کومار را در پروژه منتخب بکار می‌بریم. برای بخش‌های مشخص نشده در این مدل همچون روش وزن‌دهی به متغیرها و تابع تعیین میزان مشابهت مطابق مدل پیشنهادی این مقاله عمل شده است. مجموعه پاسخ‌های شناسایی شده توسط مدل

Archive of SID

www.SID.ir

پیشنهادی در جدول (۱۴) نشان داده شده است. با محاسبه شاخص‌های NVT/EVU (نسبت ارزش خالص اقدامات مجموع پاسخ‌ها به ارزش انتظاری مجموع ریسک‌ها قبل از اقدام پاسخ)، و RRL(نسبت بهبود در سطح ریسک به هزینه دستیابی به بهبود حاصله)، میزان کارایی و اثربخشی اقدامات پاسخ در مدل را تعیین می‌نماییم.

می‌توان ادعا نمود مدل پیشنهادی در پاسخ‌گویی به ریسک‌ها، منجر به ۲۵ درصد بهبود در هزینه‌های اثرات ریسک بر پروژه شده است. مقدار شاخص RRL اثربخشی هزینه‌ای اقدامات پاسخ را نشان می‌دهد. با توجه به لیست پاسخ‌های استخراج شده از مخزن، چنانچه فقط بر اساس معیار کمترین هزینه پاسخ، که در مدل دوم برای انتخاب پاسخ استفاده شده عمل نماییم، نتایج محاسبات مطابق جدول (۱۵) خواهد بود. در مقایسه شاخص‌های به‌دست آمده، هزینه مجموع اقدامات پاسخ(Tc)، در مدل دوم که انتخاب بر مبنای هزینه کمینه می‌باشد، نتایج بهتری داشته، اما مدل پیشنهادی با توجه به استفاده از مکانیزم روش‌های چندشاخصه، بیشینه مقادیر مربوط به کاهش هزینه‌ای اثر ریسک را انتخاب نموده و در نتیجه مجموع هزینه اثرات ناشی از ریسک در پروژه، با مدل پیشنهادی این مقاله کمتر شده است.

تحت مدل دوم ۱۸ درصد در هزینه‌های اثرات ریسک بر پروژه بهبود حاصل شده، که نشان می‌دهد مدل پیشنهادی با انتخاب پاسخ‌های دارای ارزش خالص اقدام بالاتر، و در نتیجه کاهش بیشتر اثرات ریسک تهدید در پروژه، بهتر عمل نموده است. بیشتر بودن RRL حاصله از مدل این تحقیق اثر بخش‌تر بودن ارزش اقدامات پاسخ از نظر هزینه را نشان می‌دهد.

مزیت مدل پیشنهادی این تحقیق در استفاده از ابزاری برای افزایش دقت و کیفیت انتخاب پاسخ از لیست پاسخ‌های بازیابی شده می‌باشد. تنها با در نظر گرفتن هزینه یک اقدام پاسخ بدون توجه به احتمال و میزان تاثیر اقدام انتخابی، کیفیت انتخاب پاسخ کاهش خواهد یافت. در شرایطی که هزینه اقدام برای پاسخ‌های یک ریسک برابر باشد، در مدل دوم گزینه‌ها ارزش انتخاب یکسان خواهند داشت، در حالی‌که در مدل پیشنهادی گزینه مناسب با روش تاپسیس انتخاب خواهد شد.

اعتبار مدل ارائه شده در این تحقیق از چند زاویه قابل بررسی می‌باشد. همان‌گونه که پیشتر ذکر شد نزدیک‌ترین مدل به مدل این پژوهش در میان ابزارها و تکنیک‌های مطرح شده در برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک ، مدل پیشنهاد شده توسط کومار می‌باشد. بررسی دو مدل از لحاظ ساختار و عملکرد نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی این تحقیق، در بسیاری زمینه‌ها کامل‌تر بوده و در انتخاب پاسخ‌ها از دقت و کیفیت بالاتری برخوردار است. در پیاده‌سازی میدانی برای یک پروژه منتخب با ساختار یکسان مخزن برای هر دو تکنیک، در مجموع پاسخ‌های انتخابی برای ریسک‌ها مدل پیشنهادی این تحقیق ، نتایج مطلوب‌تری به دنبال داشت.

جدول ۱۳. تفاوت‌های ساختاری و عملکردی در فرایند دو روش

ساختار یا عملکرد	جزئیات	مدل پیشنهادی	مدل کومار
ساختار مخزن	طبقه‌بندی پروژه‌ها	استفاده شده	در ساختار مخزن استفاده شده
	ویژگی‌های پروژه	در نظر گرفته شده	در نظر گرفته شده
	مشخصه‌های ریسک	شامل احتمال، اثر ریسک، توانایی واکنش، مجاورت و قابلیت کشف	دو مشخصه احتمال ریسک و اثر ریسک
	شرح ریسک	تشریح توصیفی ریسک	به صورت چند مولفه‌ای و بیان علت و معلول و نتیجه
	ساختار شکست ریسک	در نظر گرفته شده	در نظر گرفته نشده
	مقادیر مشخصه‌های ریسک و ویژگی‌های پروژه	قطعی و کلامی	قطعی و کلامی
سنجش مشابهت	روش محاسبه شباهت	معکوس فاصله اقلیدسی موزون	نزدیک‌ترین همسایه
	وزن‌دهی به معیارها	آنتروپی	مشخص نشده
	نحوه انتخاب موردها بعد از تعیین میزان مشابهت	کلاس بندی موردها	مشخص نشده
	ملاک مشابهت	ویژگی پروژه و مقادیر مشخصه ریسک	در مشابهت استراتژی همه بجز نوع پروژه پیش‌گیرانه
بازیابی موردها	شاخص‌گذاری	استفاده از کد ساختار شکست، ریسک، نوع پروژه و ویژگی‌ها در استراتژی ریسک رخ داده	در استراتژی پیش‌گیرانه، استفاده از نوع پروژه
	نیاز به عامل انسانی	کاربر لیست پاسخ‌های انتخابی را بازبینی می‌کند	کاربر لیست پاسخ‌های انتخابی را بازبینی می‌کند

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۱۳. تفاوت‌های ساختاری و عملکردی در فرایند دو روش

ساختار یا عملکرد	جزئیات	مدل پیشنهادی	مدل کومار
ارزیابی پاسخ	روش‌های مبتنی بر قاعده مشخصه‌های مورد ارزیابی	برای تطبیق پاسخ‌های بازیابی شده با شرایط پروژه جدید احتمال پاسخ، اثر پاسخ، هزینه اقدام و مدت زمان	برای تطبیق پاسخ‌های بازیابی شده با شرایط پروژه جدید هزینه اقدام پاسخ
تعامل بین ریسک‌ها	از نظر وابسته بودن ریسک‌ها به هم	ریسک‌ها مستقل فرض شده	ریسک‌ها مستقل فرض شده
تعامل بین پاسخ‌ها	از نظر وجود وابستگی ر بین پاسخ‌ها	پاسخ‌ها مستقل از هم فرض شده‌اند	پاسخ‌ها مستقل از هم فرض شده‌اند
تنوع انتخاب پاسخ	امکان بررسی چند پاسخ	وجود دارد	وجود دارد
انتخاب پاسخ	نظامند بودن ملاک انتخاب قابلیت استفاده از پاسخ‌های دیگر	استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه اولویت بالاتر در روش تصمیم‌گیری در مرحله تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری افزوده می‌شود	تاثیر هزینه‌ای کمترین هزینه اقدام مشخص نشده

۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله با توجه به فقدان یک روش کلی و جامع برای پاسخ‌گویی به ریسک‌های پروژه، مدلی ارائه شد که در آن با هدف استفاده از تجارب مدیریت ریسک مدیران در پروژه‌های گذشته از روش CBR استفاده نمود، و همچنین به منظور افزایش دقت انتخاب پاسخ نهایی از بین پاسخ‌های امکان‌پذیر به‌دست آمده، از قابلیت روش تصمیم‌گیری چندشاخصه تاپسیس برای اولویت‌بندی پاسخ‌ها استفاده نمود تا در نهایت پاسخ‌های انتخابی در مقایسه با سایر روش‌های موجود در برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک، از نظر هزینه‌ای اثربخش‌تر، و از نظر اثر هزینه‌ای ریسک باقی‌مانده، نتایج کاراتری به دنبال داشته باشد.

به منظور بهبود فرایند بازیابی در مکانیسم CBR مدل، بررسی سایر روش‌های بازیابی و شاخص‌گذاری، مانند الگوریتم ژنتیک، شبکه‌های عصبی و برنامه‌ریزی ریاضی پیشنهاد می‌شود. سایر روش‌های هوش مصنوعی همچون شبکه باور بیضی و الگوریتم ژنتیک و ماشین‌های بردار پشتیبان می‌تواند همانند روش CBR در مدیریت ریسک به‌کار برده شوند، پیشنهاد می‌شود استفاده از این روش‌ها و یا ترکیبی از روش‌های فوق مورد بررسی قرار گیرد.

استفاده از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه مانند لین‌مپ، الکتر، MDS، و پرموتاسیون و مقایسه نتایج در تحقیقات آتی پیشنهاد می‌گردد.

جدول۱۴. پاسخ‌های نهایی انتخاب شده بر اساس مدل پیشنهادی

پاسخ ریسک	Pa	Ia	Tc	EVU=P×I	EVR=Pa×Ia	RRL	EVR+TC	NVT	NVT/EVU
R_1A_1	۰.۶	۶۹.۵۱	۱۷.۵۵	۸۴.۴۷۱	۴۲.۷۶۵	۲.۳۷۶۴۱	۶۰.۳۱۵	۲۴.۱۵۶	۰.۲۸۵۹۶۸
R_2A_3	۰.۶	۵۷.۶۵	۱۴.۹	۶۱.۱۶۹	۲۶.۵۷۸۸	۲.۳۲۱۴۷۷	۴۱.۴۷۸۸	۱۹.۶۹	۰.۳۲۱۸۹۶
R_2A_3	۰.۷	۳۷.۴	۱۶.۱۴	۵۱.۶۳۶	۲۵.۴۵۶	۱.۶۲۲۰۵۷	۴۱.۵۹۶	۱۰.۰۴	۰.۱۹۴۴۳۸
R_2A_2	۰.۶	۲۳.۳۶	۹.۲۶	۳۱.۷۸۷	۱۷.۷۷۱	۱.۵۱۳۶۰۷	۲۷.۰۳۱	۴.۷۵۶	۰.۱۴۹۶۲۱
میانگین	-	-	-	-	-	۱.۹۵۸۳۸۸	-	-	۰.۲۳۷
مجموع	-	۱۸۷.۹۲	۵۷.۸۵	۲۲۹.۰۶۲۸	۱۱۲.۵۷۰۸	-	-	۵۸.۶۴۲	-
محاسبه شاخص	NVT/EVU = ۵۸.۶۴۲ / ۲۲۹.۰۶۲۸ = ۰.۲۵					RRL=۱.۹۶			

جدول۱۵. پاسخ‌های نهایی انتخاب شده بر اساس مدل کومار

پاسخ ریسک	Pa	Ia	Tc	EVU=P×I	EVR=Pa×Ia	RRL	EVR+TC	NVT	NVT/EVU
R_1A_2	۰.۵۵	۴۶.۸۸	۱۵.۷۶	۸۴.۴۷۱	۵۸.۶۸۷	۱.۶۳۶۰۴۱	۷۴.۴۴۷	۱۰.۰۲۴	۰.۱۱۸۶۶۸
R_2A_3	۰.۶	۵۷.۶۵	۱۴.۹	۶۱.۱۶۹	۲۶.۵۷۸۸	۲.۳۲۱۴۷۷	۴۱.۴۷۸۸	۱۹.۶۹	۰.۳۲۱۸۹۶
R_2A_2	۰.۸	۲۷.۶۹	۱۴.۲۷	۵۱.۶۳۶	۲۹.۴۸۴	۱.۵۵۲۳۴۸	۴۳.۷۵۴	۷.۸۸۲	۰.۱۵۲۶۴۵
R_2A_3	۰.۴۵	۲۵.۶۵	۸.۸۸	۳۱.۷۸۷	۲۰.۲۴۴۵	۱.۲۹۹۸۳۱	۲۶.۱۲۴۵	۲.۶۶۲۵	۰.۰۸۳۷۶۱
میانگین	-	-	-	-	-	۱.۷۰۲۴۲۴	-	-	۰.۱۶۹۲۴۳
مجموع	-	۱۸۷.۹۲	۵۳.۸۱	۲۲۹.۰۶۲۸	۱۳۴.۹۹۴۳	-	-	۴۰.۲۵۸۵	-
محاسبه شاخص	NVT/EVU = ۴۰.۲۵۸۵ / ۲۲۹.۰۶۲۸ = ۰.۱۸					RRL=۱.۷۰			

Archive of SID

www.SID.ir

قدردانی و تشکر

داده ها و اطلاعات مطالعه حاضر از شرکت ساز ایستا-مشاور پروژه‌های شهرداری مشهد- دریافت شده است؛ بنابراین، نویسندگان این مطالعه کمال قدردانی و تشکر خود را از همکاری و مساعدت شرکت مذکور اعلام می‌نمایند.

مراجع

[1] Pipattanapiwong, J., "*Development of Multi-Party Risk And Uncertainty Management Process For An Infrastructure Project*", Ph.D. thesis, Kochi University, 2004.

[2] Santos, S.D.F.R., Cabral, S., "*FMEA and PMBOK Applied To Project Risk Management, International Conference on Management of Technology*", Vienna, 2005.

[3] Saari, H.L., "*Risk Management in Drug Development Projects*", Helsinki University of Technology, Laboratory of Industrial Management, Espoo, 2004.

[4] Hillson, D.A., "*Developing Effective Risk Response*", 30th Annual PMI seminars and symposium, Philadelphia, PA, USA, 1999.

[5] Kolodner, J., "*Reconstructive Memory*", *a computer model Cognitive Science* 7, 1983, pp 281-328.

[6] Kolodner, J., "*Case-Based Reasoning*", Los Altos, CA: Morgan-Kauman, 1993.

[7]]Hinrichs, T., "Strategies for Adaptation and Recovery in a Design Problem solver", *Proceedings Second Workshop on case-based reasoning ed Hammond, Pensacola Beach*, FL: Morgan-Kauman, 1989.

[8] Hinrichs T., "Towards an Architecture for Open World Problem Solving", *Proceedings Case-Based Reasoning Workshop, ed Kolodner, San Mateo*, CA: Morgan-Kauman, 1988.

[9] Navinchandra, D., "*Case-Based Reasoning in CYCLOPS, a Design Problem Solver*", Proceedings Case-Based Reasoning Workshop, ed Kolodner, San Mateo, CA: Morgan-Kauman, 1988.

[10] Veloso, M., "*Learning by Analogical Reasoning in General Problem Solving*", Ph.D. Thesis., Carnegie Mellon University, 1992.

[11] Dave, B., *et al*. "*Case-based Spatial Design Reasoning"*, Proceedings Second European Workshop on Case-Based Reasoning, 1994, pp 115-124.

[12] Park, C. S., Han, I., "*A Case-Based Reasoning With the Feature Weights Derived by Analytic Hierarchy Process for Bankruptcy Prediction*", *Expert Systems*, Volume 23(3), October 2002, pp. 255-264(10).

[13] Jung, C., Han, I., Suh, B., *"Risk Analysis For Electronic Commerce Using Case-Based Reasoning,"* International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 8, 1999, pp. 61-74.

[14] Yan, J., Chaudhry, P.E., Chaudhri, S.S., *"A Model of a Decision Support System Based on Case-Based Reasoning for Third Party Logistics Evaluation*," Expert Systems, Vol. 20 (4), Sept 2003, pp. 196-207.

[15] Hwang, S.S., Shin, T., Han, I., "*CRAS-CBR: Internal Control Risk Assessment System Using Case-Based Reasoning*," Expert Systems, vol. 21 (1), Feb 2003, pp. 22-33.

[16] Bang, Y.H., Kim, J.G., Hwang, I.S.,"*CBR Evaluation Modeling for Security Risk Analysis in Information Security System",* Proceedings of International Conference on Security Technology, 13-15 Dec, 2008, PP. 66 – 70.

[17] Chen, Q., Li, J., Ran, L., *"A Frame of Operational Risk Management System Based on Case-Based Reasoning*", 2nd International Workshop on Knowledge Discovery and Data Mining, 23-25 Jan Page(s):549 - 553, 2009.

[18] Kumar, V., Viswanadham, N., "*A CBR-based Decision Support System Framework for Construction Supply Chain Risk Management"*, Proceedings of the 3rd Annual IEEE Conference on Automation Science and Engineering Scottsdale, AZ, USA, Sept 22-25, 2007.

[19] Sun, Z., Finnie, G., "*Intelligent Technique in E-commerce: A case based reasoning Perspective*", Physica-Verlag, Berlin, 2003.

[20] Koton, P., "*Reasoning about Evidence in Causal Explanation",* In Proceedings of 7th National Conference on Artificial Intelligence, San Mateo, Ca: Morgan Kaufman, 1988, pp. 256-261.

[21] Simon, C.K. Shiu, Sankar, K. Pal, "*Foundations Of Soft Case-Based Reasoning*", ISBN 0-471-08635-5, John Wiley & Sons,2004.

[22] Perera, R.S., Watson, I., "*A Hierarchical Case Representation Using Context Guided Retrieval*", Knowledge Based Systems Journal *11(5-6)*, 1998, pp. 285-292.

[23] Leake, D., Kinley, A., Wilson, D., "*Acquiring Case Adaptation Knowledge: A Hybrid Approach*", In Proceedings of the Thirteenth National Conference on Artificial Intelligence, Menlo Park, CA. AAAI Press, 1996.

[24] Plaza, E., Aamodt, A., "*Case-Based Reasoning, Foundational Issues, Methodology Variation and System Approaches*", Artificial Intelligence Communication, IOS Press 7(1), 1994, pp. 39-59.

[25] PMBOK, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, 4rd Edition, Project Management Institute(PMI), 2008.

[26] Waterland, L.R., Venkatesh, S., "*Safety and Performance Assessment of Ethanol/Diesel Blends (E-Diesel)*", National Renewable Energy Laboratory, Sep 2003.

Archive of SID

www.SID.ir

[27] McDermott, R.E., Mikulak, R.J., Beauregard, M.R.; "*The Basics of FMEA*", Quality Resources, 1996.

[28] Yoon, K., "*System Selection by Multiple Attribute Decision Making*", Ph.D. Dissertation, Kansas State University, Manhattan, Kansas, 1980.

[29] Yoon, K., Hwang, C.L., "*Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications. A State of the Art Survey*", Springer Verlag, Berlin, 1980.

[۳۰] اکبری، ن.ا.، زاهدی، م.، "کاربرد روش های رتبه بندی و تصمیم گیری چند شاخصه"، چاپ اول، انتشارات سازمان شهرداریها، بهار ۱۳۸۷.

[۳۱] اصغرپور، م.ج.، "تصمیم‌گیری‌های چند معیاره"، چاپ پنجم، دانشگاه تهران، ۱۳۸۷.

Archive of SID

www.SID.ir