Archive of SID

چشم‌انداز مدیریت صنعتی
سال دهم، شماره ۳۸، تابستان ۱۳۹۹
شاپا چاپی: ۹۸۷۴-۲۲۵۱، شاپا الکترونیکی: ۴۱۶۵-۲۶۴۵
ص‌ص ۱۵۹ – ۱۳۷

ارائه مدل تحلیل ریسک در پروژه‌های شهرسازی مبتنی بر تکنیک داده‌کاوی با مطالعه موردی

محمد قدوسی*، فاطمه میرسعیدی، علی‌اکبر حسنی*****

چکیده

تحلیل واکنش درست به ریسک یکی از فرایندهای مهم مدیریت پروژه است. هدف از انجام این پژوهش، دسته‌بندی ریسک‌های پروژه شهرسازی است. بدین‌منظور، پس از شناسایی ریسک‌های پروژه شهرسازی، برای ارزیابی ریسک‌ها مهمترین شاخص‌های با تأیید خبرگان توسعه داده شده است که عبارت‌اند از: میزان تأثیر بر زمان؛ هزینه و کیفیت؛ احتمال وقوع؛ اثرات زیست‌محیطی؛ تأثیرات ایمنی؛ اهمیت ریسک؛ میزان مدیریت‌پذیری ریسک و استراتژی پاسخ به ریسک؛ سپس ارزیابی ریسک‌ها با استفاده از شاخص‌های مدنظر انجام شد. تمامی مراحل تحلیل با استفاده از روش استاندارد داده‌کاوی کرسیپ اجرا و سطوح اهمیت ریسک، مدیریت‌پذیری ریسک و استراتژی پاسخ با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی پیشنهادی به تفکیک پیش‌بینی شدند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهند که الگوریتم‌های دسته‌بندی در مدیریت ریسک از عملکرد مطلوبی برخوردارند. الگوریتم دسته‌بندی لجستیک، میزان اهمیت و مدیریت‌پذیری ریسک را به‌ترتیب با نرخ صحت ۰/۸۸ و ۰/۹ پیش‌بینی کرده است؛ همچنین الگوریتم دسته‌بندی بیزی نیز در پیش‌بینی استراتژی پاسخ به ریسک توانسته است با نرخ صحت ۰/۸۴ عملکرد بهتری نسبت به سایر الگوریتم‌ها نشان دهد. برای بررسی بیشتر الگوریتم‌های مورداستفاده، نتایج با یکی از روش‌های متداول، یعنی روش تاپسیس، مقایسه شد که الگوریتم‌های داده‌کاوی در مقایسه با روش تاپسیس نتیجه بهتری ارایه دادند.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی ریسک؛ مدیریت‌پذیری ریسک؛ استراتژی پاسخ به ریسک؛ الگوریتم بهینه؛ داده‌کاوی.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۹/۲۴، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۱/۰۹.

* مربی، دانشگاه تربت حیدریه (نویسنده مسئول).

E-mail: M.ghodoosi@torbath.ac.ir

** کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی سجاد مشهد.

*** دانشیار، دانشگاه صنعتی شاهرود.

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

عدم‌قطعیت در زندگی روزمره، سازمان‌ها و پروژه‌ها وجود دارد [۳۲]. بین ریسک و عدم‌قطعیت رابطه وجود دارد. بر اساس نظر هیلسون (۲۰۰۴)، «ریسک عدم‌قطعیتی است که اندازه گرفته شده می‌شود؛ درحالی‌که عدم‌قطعیت یک ریسک است که نمی‌توان اندازه گرفت» [۱۹]. ریسک پروژه، رویدادها یا وضعیت‌های ممکن‌الوقوع نامعلومی است که درصورت وقوع، پیامدهای مثبت و منفی بر هدف پروژه دارد [۱۳] و مدیریت ریسک فرآیند نظام‌یافته برای شناسایی، تحلیل و واکنش به ریسک پروژه که این مدیریت، متضمن بیشینه‌کردن احتمال و پیامدهای رویدادهای مثبت و کمینه‌کردن احتمال و پیامدهای رویدادهای منفی در راستای اهداف پروژه است [۱۴].

پروژه‌های مختلف در مراحل اجرایی و مدیریتی دارای موارد مبهم و ناشناخته فراوانی خواهند بود که پروژه‌های شهرسازی نیز از این حیث مستثنی نیستند. اینگونه موارد عدم قطعیت یا ریسک نامیده می‌شوند و سبب تغییر در نتیجه کار [گاهی به بهتر و گاهی به بدتر از حد پیش‌بینی شده] می‌گردند [۲۵].

وجود ریسک و عدم قطعیت در پروژه موجب کاهش دقت در تخمین مناسب اهداف شده و از کارایی پروژه‌ها می‌کاهد. بنابراین نیاز به شناخت و مدیریت ریسک در پروژه کاملا روشن است [۳۰] و مدیر پروژه باید بتواند عدم‌قطعیت‌ها یا به‌عبارتی ریسک‌های پروژه را به‌دقت شناسایی، ارزیابی و کنترل کند [۶]؛ اما در اجرای پروژه‌ها یا اغلب ریسک‌ها نادیده گرفته می‌شوند یا به بخش‌هایی تخصیص داده می‌شوند که دانش و ظرفیت کافی ندارند که نتیجه آن کاهش کیفیت، افزایش هزینه و درنهایت تأخیر در پروژه است [۳۸].

شهرداری‌ها به‌عنوان مهم‌ترین نهاد متولی مدیریت شهری که تأمین زیرساخت‌ها و بهبود شرایط و کیفیت زندگی شهروندان را بر عهده دارند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند [۳۵]. پروژه‌های شهرسازی یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های شهرداری‌ها به‌حساب می‌آید و مدیریت ریسک در این گونه پروژه‌ها، موضوعی قابل‌توجه است. با توجه به وجود چالش‌های فراوان در دنیای امروز، مدیران این پروژه‌ها باید از تکنیک‌ها و مدل‌هایی برای کنترل بهتر وضعیت پروژه‌های خود استفاده کنند [۳].

انتخاب روش درست در مدیریت ریسک امری مهم است که برخی از متداول‌ترین روش‌ها برای آن عبارت‌اند از: طوفان فکری؛ روش دلفی؛، تحلیل سوات[1]؛ روش ایشیکاوا[2]؛ روش حساسیت؛ مدل‌سازی و شبیه‌سازی رایانه‌ای و ماتریس ریسک. مجموعه‌ای از روش‌های کمّی نیز برای تخمین احتمال ریسک پیشنهاد شده است که می‌توان به مواردی نظیر روش پرت[3]؛ درخت تصمیم، نظریه

1. SWOT
2. Ichikawa
3. PERT

www.SID.ir

Archive of SID

احتمال، مجموعه‌های فازی و هوش مصنوعی اشاره کرد [۴۳]. با توجه به گسترش سیستم‌های اطلاعاتی مدیریت‌پروژه و امکان جمع‌آوری اطلاعات در عصر حاضر، می‌توان در هر زمینه‌ای از سیستم‌های مبتنی بر داده و دانش استفاده کرد. این پژوهش به دنبال بررسی توانایی دانش داده‌کاوی در تعیین میزان اهمیت ریسک، میزان مدیریت‌پذیری و استراتژی پاسخ به ریسک است؛ علاوه بر آن، انتخاب شاخص‌های تأثیرگذار بر اهمیت، مدیریت‌پذیری و استراتژی پاسخ نیز به نحو کارا با استفاده از ابزار داده‌کاوی انجام شده است. درنهایت یک نمونه موردی واقعی بررسی و پیشنهادها و نتایج کاربردی ارائه شده است.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مدیریت ریسک یکی از موضوع‌های عمده در مدیریت پروژه است که به‌عنوان یک مسئله مدیریتی کلیدی در سطح سازمان در نظر گرفته می‌شود [۳۰]. در این میان، پروژه‌های ساخت به علت دارابودن ماهیت پویا از بالاترین میزان ریسک و عدم‌قطعیت برخوردارند [۱۵]. هر چه تمرکز بر مدیریت ریسک در فازهای آغازین پروژه بیشتر باشد، کمک می‌کند تا در مرحله اجرا پروژه لطمه کمتری ببیند. مدیریت ریسک همچنین به‌طور خاص بر اجزای مثلث پروژه (هزینه، زمان، کیفیت) تمرکز دارد. عواملی که سبب تأخیر در زمان خواهند شد را پیشاپیش رصد می‌کند و هر نوع تأخیر یا تقدمی را در نظر می‌گیرد. کمبود منابع، اعم از نیروی انسانی، تجهیزات، ماشین‌آلات، مواد اولیه، پول و موارد مشابه دیگر نیز پیشاپیش مشخص خواهند شد. با توجه به اینکه موارد ریسک، اغلب بر اساس احتمال هستند، برای هر یک از ریسک‌ها می‌توان یک راهکار و استراتژی تدوین کرد تا در لحظه وقوع ریسک از آن استفاده کرد؛ بدین ترتیب تصمیم‌گیری درست و دقیق توسط مدیریت پروژه تسریع می‌شود [۲۵].

هدف از مدریت ریسک، حذف ریسک نیست و این استراتژی، ارزان‌ترین گزینه است؛ زیرا اگر فعالیتی که به‌طور بالقوه سودآور است، به‌دلیل داشتن ریسک، حذف شود از لحاظ اقتصادی واکنش جذابی به‌حساب نمی‌آید و منافع محسوسی عاید پروژه نخواهد شد. [۴۶]. یکی از گام‌های مهم در مدیریت ریسک، شناسایی پاسخ به ریسک است. هر اقدامی در جهت پاسخ به ریسک می‌تواند سبب کاهش احتمال وقوع یک یا چند ریسک شود [۲۹]. برای تعیین استراتژی پاسخ به ریسک، استاندارد پیکره دانش مدیریت پروژه[1] (PMBOK) چهار راهبرد برای پاسخ به ریسک ارائه کرده است [۳۷]:

ـ **اجتناب:** عبارت است از: تغییر برنامه پروژه برای حذف ریسک یا حفظ اهداف پروژه از تأثیر ریسک؛

1. Project Management Body of Knowledge

www.SID.ir

Archive of SID

ـ **انتقال:** انتقال ریسک درصدد انتقال پیامد یک ریسک همراه با مالکیت واکنش آن به شخص ثالث است؛

ـ **تعدیل:** تعدیل خواستار کاهش احتمال و یا پیامدهای یک رویداد دارای ریسک تا یک آستانه قابل‌پذیرش است؛

ـ **پذیرش:** پذیرش نمایانگر این است که گروه پروژه تصمیم دارد برنامه پروژه را در مواجهه با یک ریسک تغییر ندهد یا اینکه قادر به شناسایی هیچ راهبرد واکنش مناسب دیگری نیست [۱۸].

در زمینه مدیریت ریسک پروژه، به‌خصوص پروژه‌های شهرسازی، پژوهش‌های زیادی انجام شده است که در ادامه بر اساس اهداف، پژوهش‌های موردبررسی دسته‌بندی و تشریح خواهد شد. برخی از پژوهش‌ها به دنبال روشی برای شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها بوده‌اند. برای مثال، الفت و همکاران (۱۳۸۹)، به‌منظور شناسایی ریسک پروژه‌های ساخت از استاندارد دانش مدیریت پروژه استفاده کردند؛ سپس برای اولویت‌بندی ریسک‌ها از روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و تاپسیس فازی بهره گرفتند [۳۰].

صیادی و همکاران (۱۳۹۰)، ریسک‌های پروژه تونل‌سازی سد سیمره در جنوب غرب ایران را با استفاده از روش تخصیص خطی ارزیابی و رتبه‌بندی کردند. شاخص‌های رتبه‌بندی به دو دسته شاخص‌های اولیه (بر مبنای احتمال و میزان اثرگذاری ریسک‌ها بر اهداف اصلی پروژه (زمان، هزینه، کیفیت و عملکرد)) و شاخص‌های ثانویه (اثرات اجتماعی ـ اقتصادی، اثرات زیست‌محیطی، نزدیکی زمان وقوع ریسک، میزان مواجهه با ریسک، عدم‌اطمینان تخمین و میزان مدیریت‌پذیری ریسک) تقسیم شدند [۳۹].

ذگردی و همکاران (۱۳۹۲)، با استفاده از روش ترکیبی فرایند تحلیل شبکه‌ای و تاپسیس فازی به ارزیابی ریسک‌های پروژه پرداختند [۴۸]. ملماسی و همکاران (۱۳۹۵) از روش الکتره (ELECTRE) برای رتبه‌بندی ریسک‌های زیست‌محیطی پروژه‌های سدسازی استفاده کردند [۲۶]. محقر و همکاران (۱۳۹۶)، مدلی بر اساس تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین ـ بدترین برای اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه ارائه دادند [۲۷]. مهاجری و همکاران (۱۳۹۶)، با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، دیمتل فازی[2] و تاپسیس ریسک‌های موجود در صنعت راه‌سازی را ارزیابی و رتبه‌بندی کردند [۲۸].

جوزی و سیف‌السادات (۱۳۹۳)، پژوهشی به‌منظور شناسایی و ارزیابی ریسک‌های سد گتوند علیا در فاز بهره‌برداری انجام دادند. ریسک‌های شناسایی‌شده در قالب پنج‌دسته ریسک‌های فیزیکی ـ شیمیایی، زیستی، اقتصادی ـ اجتماعی و فرهنگی، ریسک‌های ایمنی ـ بهداشتی و طبیعی طبقه‌بندی شدند [۲۱].

1. Elimination Et Choice in Translating to Reality
2. Fuzzy DEMATEL

www.SID.ir

Archive of SID

اسداللهی حسینی (۱۳۹۲)، ریسک‌های پروژه تونل‌سازی پروژه قطار شهری قم را شناسایی و با به‌کارگیری روش AHP اولویت‌بندی کرد که در آن برای جمع‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده، نظرهای خبرگان گردآوری شد و دسته‌بندی ریسک‌ها بر اساس ساختار شکست ریسک صورت گرفت [۸].

هدف از برخی پژوهش‌ها، یافتن روشی برای پاسخ به ریسک بوده است. برای مثال، آریش و همکاران (۱۳۸۸)، روشی برای پاسخگویی به ریسک‌های پروژه با استفاده از تجربه‌های مدیران در پروژه‌های گذشته و روش استدلال مبتنی بر مورد[1] (CBR) ارائه دادند. آن‌ها در ادامه به‌منظور افزایش دقت انتخاب پاسخ نهایی از روش تصمیم‌گیری تاپسیس برای اولویت‌بندی پاسخ‌ها استفاده کردند [۷].

دری و حمزه‌ای (۱۳۸۹) به‌منظور تعیین استراتژی پاسخ به ریسک، از تکنیک فرایند تحلیل شبکه استفاده کردند. در این پژوهش، پس از محاسبه عوامل احتمال و درجه تأثیر کل، برای مشخص‌کردن درجه بحرانی‌بودن یک ریسک از ماتریس «احتمال × تأثیر» استفاده شد. اصلی‌ترین ریسک این پروژه از طریق پرسشنامه و نرم‌افزار ارنا[2] تعیین شد [۱۴]. ژانگ و فان[3] (۲۰۱۴)، مدلی ریاضی برای اتخاذ استراتژی پاسخ به ریسک ارائه دادند. آن‌ها از روش شاخه و کران برای حل مدل استفاده کردند [۴۹].

برخی از پژوهشگران، پس از اولویت‌بندی، به دنبال راهی برای پاسخ به ریسک پروژه بودند. عالم‌تبریز و حمزه‌ای (۱۳۹۰)، به تحلیل ریسک پروژه میدان نفتی آزادگان شمالی بر اساس یک مدل تلفیقی از فرآیند مدیریت ریسک استاندارد PMBOK و تکنیک حالت شکست ریسک و تحلیل آثار[4] (RFMEA) پرداختند [۴].

برخی از پژوهشگران، با ارائه رویکردهایی جدید، به دنبال مدیریت مؤثر مدیریت ریسک پروژه بودند. برای مثال، هاتفی و همکاران (۱۳۹۵)، موفق به طراحی و اجرای یک سیستم پشتیبان تصمیم برای مدیریت ریسک پروژه‌ها شدند [۱۸]. باقریان مرندی (۱۳۹۰)، کاربرد مدیریت ریسک در پروژه‌های عمرانی را بررسی کرد [۱۱].

باقری (۱۳۹۴) با استفاده از تکنیک تحلیل شبکه‌ای به ارائه شبکه‌های تصمیم‌گیری مناسب برای گزینش مناسب‌ترین ابزار و تکنیک‌های مدیریت ریسک در هر یک از گام‌های مدیریت ریسک پروژه پرداخت [۱۰].

عبداللهی و خوزین (۱۳۹۵)، به موازنه بین اجزای هرم بقا (زمان، بها، کیفیت) و ریسک در پروژه‌های عمرانی و طرح‌های سرمایه‌گذاری با استفاده از الگوریتم ژنتیک پرداختند [۲]. زهرایی و

1. Case-Based Reasoning
2. Arena
3. Zhang & Fan
4. Risk Failure and Effect Analysis

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران (۱۳۹۵)، مدلی مبتنی بر سیستم‌های خبره‌ی فازی برای تحلیل ریسک در پروژه‌های ساخت ارائه دادند؛ سپس قابلیت مدل را در یک پروژه ساختمانی در شهر تهران بررسی کردند و قابلیت مدل در تحلیل ریسک‌های تأثیرگذار با پارامترهای مهم هزینه، زمان، کیفیت و ایمنی اثبات شد [۴۷]. احمدعبدالکریم[1] و همکاران (۲۰۱۵)، مدلی برای تجزیه‌وتحلیل ریسک پروژه‌های ساخت‌وساز ارائه دادند. آن‌ها اثر عوامل تأثیرگذار بر هزینه و زمان وقوع احتمالی ریسک در پروژه‌های ساخت‌وساز را شناسایی و بررسی کردند. این مدل یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری برای ارزیابی ریسک و استراتژی ریسک در پروژه‌های ساخت‌وساز را با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی AHP ارائه می‌دهد [۱]. کاپلینسکی[2](۲۰۱۵) از نظریه مطلوبیت[3]برای مدیریت ریسک کارهای ساختمانی استفاده کرد [۲۴]. سرپلا[4]و همکاران (۲۰۱۴)، رویکردی بر پایه دانش را برای مدیریت ریسک در پروژه‌های ساخت ارائه دادند. درنهایت خاطر نشان کردند که با استفاده از این رویکرد، کارکنان و پیمانکاران می‌توانند به بهبود مدیریت ریسک کمک کرده و بهترین راهکار را برای کنترل ریسک‌ها انتخاب کنند [۴۱].

سرپلا و همکاران (۲۰۱۵)، ابزاری را بر اساس مدل بلوغ سازمانی برای ارزیابی توانایی مدیریت ریسک سازمان‌ها گسترش دادند [۴۰]. رنالت[5]و همکاران (۲۰۱۶)، عوامل تأثیرگذار بر مدیریت ریسک سرمایه‌گذاری در پروژه‌های ساخت را با بررسی مبانی نظری موضوع، شناسایی و دسته‌بندی کردند [۳۷]. زیمانسکی[6](۲۰۱۷)، مدیریت ریسک در پروژه‌های ساخت را به‌تفصیل بررسی کرد [۴۳].

خلاصه پژوهش‌ها در جدول ۱، آمده است. در این جدول، شاخص‌های موردبررسی در پژوهش حاضر با سایر پژوهش‌ها مقایسه شده است. نتایج بررسی مبانی نظری حاکی از استفاده از روش‌های معمول برای تعیین اهمیت ریسک، مانند ماتریس «احتمال × تأثیر»، رتبه‌بندی توسط تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، تکنیک‌های شبیه‌سازی آماری و دریافت نظرهای خبرگان است. این در حالی است که با توجه به اهمیت مسئله تحت بررسی، نیاز به توسعه روش‌های تحلیل موجود با هدف دستیابی به یک برآورد کارا احساس می‌شود؛ همچنین در هیچ‌یک از مطالعات حاضر، تعیین میزان مدیریت‌پذیری ریسک به‌عنوان هدف بررسی نشده است؛ از سوی دیگر، تنها در مطالعات محدودی به فاز پاسخ به ریسک توجه شده است؛ درحالی‌که استفاده از روش‌های توسعه‌یافته، همچون ماشین بردار پشتیبان در تعیین استراتژی پاسخ به ریسک توسط پژوهشگران پیشنهاد شده است [۷].

1. Abd El-Karim
2. Kaplinski
3. Utility theory
4. Serpella
5. Renault
6. Szymanski

www.SID.ir

Archive of SID

نیاز است تا از پاسخ به ریسک به‌عنوان شاخصی برای تحلیل اهمیت و مدیریت‌پذیری ریسک استفاده شود؛ از این‌رو در این پژوهش تلاش شده است تا با استفاده از الگوریتم‌های کارای داده‌کاوی به چالش‌های مطرح‌شده پاسخ داده شود. برای این منظور، با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی، هر سه معیار اهمیت ریسک، مدیریت‌پذیری ریسک و استراتژی پاسخ به ریسک تعیین و پیش‌بینی شده است؛ سپس شاخص‌های تأثیرگذار بر پیش‌بینی با استفاده از ابزار انتخاب مشخصه[1]تعیین و توانایی الگوریتم‌های مختلف مقایسه شده‌اند. در ادامه، مدل توسعه‌یافته تحلیل ریسک‌های پروژه‌های شهرسازی با توجه به بررسی یک نمونه موردی واقعی ارائه می‌شود؛ بنابراین پژوهش پیش‌رو بر اساس ابعاد زیر دارای نوآوری است:

ـ استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی: با توجه به جدول ۱، در هیچ یک از مقاله‌ها از الگوریتم‌های داده‌کاوی برای تعیین اهمیت، مدیریت‌پذیری و استراتژی پاسخ به ریسک استفاده نشده و قابلیت این الگوریتم‌ها با توجه به شاخص‌های به‌دست‌آمده اثبات شده است.

ـ جامع‌بودن: در این پژوهش، تعیین اهمیت، مدیریت‌پذیری و استراتژی پاسخ به ریسک به‌عنوان هدف موردمطالعه قرار گرفته است؛ درحالی‌که در سایر پژوهش‌ها به‌طور هم‌زمان به این سه مهم پرداخته نشده‌است.

ـ ارائه رویکردی جدید از تلفیق مدیریت ریسک و داده‌کاوی: در انتهای پژوهش، رویکردی جدید از کاربرد داده‌کاوی در مدیریت ریسک ارائه شده که یکی از نقاط تمایز این پژوهش با پژوهش‌های پیشین است.

جدول ۱. پژوهش‌های مدیریت ریسک پروژه

منبع	هدف	شاخص‌ها								ابزارهای مورد استفاده
		تأثیر بر زمان	تأثیر بر هزینه	تأثیر بر کیفیت	ایمنی	احتمال وقوع	تأثیر بر محیط‌زیست	مدیریت‌پذیری	منشا ریسک	اهمیت ریسک	سایر	
[۷]	پاسخگویی به ریسک‌های پروژه					*					*	CBR- TOPSIS- K-Means
[۱۴]	تعیین استراتژی پاسخ به ریسک	*	*			*						ماتریس احتمال×تأثیر- شبیه‌سازی- ANP
[۴۸]	ارزیابی ریسک‌ها	*	*	*		*		*				ANP- FTOPSIS

1. Attribute Selection

www.SID.ir

Archive of SID

[۳۰]	اولویت‌بندی ریسک‌ها	*	*	*				*				FAHP- FTOPSIS
[۳۹]	اولویت‌بندی ریسک‌ها	*	*	*			*		*		*	تخصیص خطی- ماتریس اثر*احتمال- نظر خبرگان
[۴]	اولویت‌بندی ریسک‌ها و تعیین استراتژی پاسخ به ریسک	*	*	*			*					RFMEA- شبیه‌سازی
[۱۱]	بررسی مدیریت کاربردی ریسک در پروژه‌های عمرانی	*	*	*				*				
[۸]	اولویت‌بندی ریسک‌ها	*	*	*	*							خبرگان- AHP
[۲۱]	دسته‌بندی ریسک‌ها				*						*	EFMEA
[۱۰]	انتخاب مناسب‌ترین تکنیک مدیریت ریسک								*			ANP
[۲]	موازنه بین اجزای هرم بقا و ریسک	*	*	*								الگوریتم ژنتیک
[۲۶]	اولویت‌بندی ریسک‌ها				*					*	*	ELECTRE- دلفی
[۴۷]	ارائه مدلی مبتنی بر سیستم‌های خبره فازی	*	*	*	*							نظرهای خبرگان
[۲۳]	اولویت‌بندی ریسک‌ها								*			نظرهای خبرگان- تصمیم‌گیری بدترین-بهترین
[۲۸]	اولویت‌بندی ریسک‌ها	*	*	*	*						*	AHP- Fuzzy DEMATEL- TOPSIS
[۴۹]	تعیین استراتژی پاسخ به ریسک	*	*	*								شاخه و کران
[۱]	شناسایی عوامل تأثیرگذار بر هزینه و زمان در مدیریت ریسک	*	*									AHP
پژوهش حاضر	تعیین میزان اهمیت ریسک، مدیریت‌پذیری ریسک و استراتژی پاسخ به ریسک	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	الگوریتم‌های داده‌کاوی

۳. روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش، گام‌های پروژه مطابق با روش استاندارد متقابل صنعت برای داده‌کاوی[1] تعیین شده است که این روش در شکل ۱، مشاهده می‌شود. مدل مرجع CRISP-DM برای داده‌کاوی

1. CRoss Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)

www.SID.ir

Archive of SID

یک نمای کلی از چرخه زندگی یک پروژه داده‌کاوی را نشان می‌دهد و شامل فازهای پروژه است از جمله [۴۵]:

شکل ۱. مدل CRISP-DM [۴۵]

ـ **شناخت سیستم:**[1] نخستین گام بر اهداف و نیازمندی‌های پروژه از منظر کسب‌وکار تمرکز دارد؛ سپس این دانش را به یک مسئله داده‌کاوی تبدیل کرده و یک نقشه مقدماتی طراحی می‌کند تا اهداف محقق شود.

ـ **شناخت داده‌ها:**[2] این مرحله با یک مجموعه داده شروع می‌شود و با عملیات‌ها ادامه می‌یابد. به‌منظور آشناشدن با داده‌ها، یک دید کلی نسبت به داده‌ها کشف می‌کند یا زیرمجموعه‌های جالبی که فرضیه‌ها را برای اطلاعات پنهان شکل می‌دهد، پیدا می‌کند. رابطه بسیار نزدیکی بین درک داده و درک کسب‌وکار وجود دارد. فرموله‌کردن مسئله داده‌کاوی و نقشه پروژه به حداقل مقدار درک از داده‌های دردسترس نیاز دارد.

ـ **آماده‌سازی داده‌ها:**[3] مرحله آماده‌سازی داده‌ها همه فعالیت‌هایی است که پایگاه داده نهایی را می‌سازد. فعالیت‌هایی مانند مطرح‌کردن، ثبت‌کردن، انتخاب مشخصه، پالایش داده، ایجاد مشخصه‌های جدید و تغییر داده برای ابزارهای مدل‌سازی.

1. Business Understanding
2. Data Understanding
3. Data Preparation

www.SID.ir

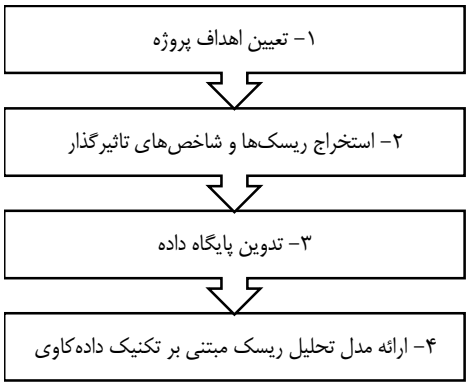
Archive of SID

ـ مدل‌سازی:[1] روش‌های مختلف مدل‌سازی انتخاب و به‌کار می‌رود. پارامترهای آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود تا مقادیر، بهینه شود. به‌طور معمول چند روش برای یک نوع مسئله داده‌کاوی وجود دارد. بعضی روش‌ها به قالب‌های خاصی از داده نیاز دارد.

ـ ارزیابی:[2] قبل از ادامه کار تا گسترش نهایی مدل باید مدل ارزیابی شود و گام‌های طی‌شده تا ساخت مدل بازبینی شوند تا اطمینان پیدا کرد که اهداف کسب‌وکار محقق می‌شود.

ـ توسعه:[3] ساخت مدل معمولاً پایان پروژه نیست و دانش به‌دست‌آمده باید در مسیری که مشتری بتواند از آن استفاده کند، سازمان‌دهی و ارائه شود.

شکل ۲، مراحل انجام پژوهش را نشان می‌دهد. در ادامه توضیح هر یک از مراحل به تفصیل آمده است که بر اساس روش CRISP-DM، گام نخست (تعیین اهداف پروژه) را می‌توان به‌عنوان شناخت سیستم در نظر گرفت؛ زیرا در این مرحله هدف از انجام پروژه نشان داده شده و نسبت به پروژه شناخت حاصل می‌شود. گام دوم (استخراج ریسک‌ها و شاخص‌های تأثیرگذار) را می‌توان به عنوان شناخت داده‌ها در نظر گرفت؛ زیرا داده ابتدایی بر اساس این گام‌ها جمع‌آوری می‌شود. مرحله تدوین پایگاه داده نیز دقیقاً همان کارهایی را انجام می‌دهد که در آماده‌سازی داده‌ها به آن اشاره شد. استفاده از ابزارهای مختلف داده‌کاوی مطابق مرحله مدل‌سازی است. در بررسی صحت پیش‌بینی، به‌طور هم‌زمان هم مدل ارزیابی می‌شود و هم می‌توان برای گسترش مدل تصمیم گرفت.



شکل ۲. مراحل انجام پژوهش منطبق بر مدل CRISP-DM

1. Modeling
2. Evaluation
3. Deployment

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین اهداف پروژه. با توجه به جلسه‌های برگزارشده در شهرداری موردمطالعه، یکی از مشکلات پروژه شهرسازی در این سازمان تأخیر در پروژه‌ها به‌دلیل عدم‌مدیریت درست ریسک‌های پروژه‌ها است؛ از سویی دیگر، با توجه به توسعه و قبلیت‌های دانش داده‌کاوی، هدف پژوهش، استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی در تعیین اهمیت، مدیریت‌پذیری و استراتژی پاسخ به ریسک به‌صورت جداگانه بوده است تا در فرایند مدیریت ریسک پروژه‌ها تصمیم درستی در مورد ریسک‌ها و استراتژی پاسخ به ریسک گرفته شود.

استخراج ریسک‌ها و شاخص‌های تأثیرگذار. برای استخراج شاخص‌های دسته‌بندی ریسک‌ها با بررسی مقاله‌های مدیریت ریسک، ریسک‌های مرتبط با پروژه‌های شهرسازی و شاخص‌های تأثیرگذار بر پروژه ناشی از ریسک‌ها، استخراج و موردتأیید خبرگان واقع شدند. شاخص‌های تأثیرگذار در جدول ۲، به همراه منابع نمونه مرتبط ارائه شده است.

جدول ۲. شاخص‌های تأثیرگذار

شاخص	منابع مرتبط
تأثیر بر زمان	[۴۹، ۱۸، ۱۱، ۲۸، ۳۹، ۱۴، ۳۰، ۴، ۲، ۴۷، ۱، ۸، ۴۸]
تأثیر بر هزینه	[۴۹، ۱۸، ۱۱، ۲۸، ۳۹، ۱۴، ۳۰، ۴، ۲، ۴۷، ۱، ۸، ۴۸]
تأثیر بر کیفیت	[۴۹، ۱۸، ۱۱، ۲۸ ، ۳۹، ۳۰، ۴، ۲، ۴۷، ۸، ۴۸]
ایمنی	[۱۸، ۳۰، ۴۷، ۱۱، ۸]
احتمال وقوع	[۱۴، ۷، ۳۹، ۳۰، ۱۸، ۴، ۶، ۲۱، ۴۸]
تأثیر بر محیط زیست	[۳۹]
میزان مدیریت‌پذیری	[۳۹، ۴۸]
اهمیت ریسک	[۲۶، ۶، ۲۷]
منشأ ریسک	[۱۰، ۲۷]

تدوین پایگاه داده. ریسک‌ها و شاخص‌ها وارد پایگاه داده شده و وضعیت هر ریسک از نظر شاخص‌ها بررسی شد. علاوه بر شاخص‌های یادشده در جدول ۲، شاخص استراتژی پاسخ به ریسک نیز در پایگاه داده وارد شده است. برای تعیین میزان تأثیر ریسک بر سایر شاخص‌ها (به‌جز منشأ ریسک و استراتژی پاسخ به ریسک) از مقیاس پنج‌گانه لیکرت استفاده شده است.

جهت برررسی منشا ریسک از دسته‌بندی: فنی، کیفیتی، ریسک‌های مدیریت پروژه، درون‌سازمانی، مربوط به حوادث قهری استفاده شده است [۲۴]. برای استراتژی پاسخ به ریسک نیز از پاسخ‌های اجتناب، انتقال، تعدیل و پذیرش بهره برده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

سه پایگاه داده تشکیل شد که در آن‌ها به‌ترتیب اهمیت ریسک، مدیریت‌پذیری ریسک و استراتژی پاسخ به ریسک به‌عنوان برچسب[1]پیش‌بینی در نظر گرفته شده و مابقی به‌عنوان شاخص[2] در نظر گرفته می‌شود.

به‌طور معمول در روش‌های پیشنهادی مبانی نظری موضوع، میزان اهمیت ریسک با استفاده از ماتریس «تأثیر×احتمال» مشخص و بررسی می‌شود؛ اما در این پژوهش، اهمیت ریسک در دو پایگاه داده به‌عنوان شاخص استفاده شده و در یک پایگاه داده، به‌عنوان برچسب در نظر گرفته شده است. مزیت این مدل، این است که در تعیین میزان اهمیت ریسک، علاوه بر احتمال و تأثیر، سایر شاخص‌ها نیز بررسی شده است؛ همچنین از اهمیت ریسک به‌عنوان یکی از شاخص‌ها برای تعیین میزان مدیریت‌پذیری ریسک و استراژی پاسخ به ریسک استفاده می‌شود.

ارائه مدل تحلیل ریسک مبتنی بر تکنیک داده‌کاوی. پس از پیش‌پردازش داده‌ها (تخمین مقادیر ازدست‌رفته و نرمال‌سازی داده‌ها) با استفاده از انتخاب مشخصه از روش‌های نسبت بهره[3] و بهره اطلاعات،[4] تمامی شاخص‌ها انتخاب شدند. مزایای این روش‌ها سادگی، آسانی، استقلال از مدل پیش‌بینی و آسانی فهم خروجی است [۱۲]؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که شاخص‌های یادشده در پیش‌بینی معیارهای اهمیت، مدیریت‌پذیری و استراتژی پاسخ تأثیرگذار هستند. سپس از الگوریتم‌های مختلف دسته‌بندی[5]برای بررسی صحت پیش‌بینی استفاده و نتایج آن‌ها مقایسه شد تا الگوریتم بهینه در هر پایگاه داده مشخص شود. الگوریتم‌های دسته‌بندی در داده‌کاوی به زیرمجموعه‌های الگوریتم‌های بیزی،[6] تابعی،[7] تنبل،[8] درخت تصمیم[9] و متفرقه تقسیم می‌شوند [۲۰].

ابتدا در هر یک از زیرمجموعه‌ها، بهترین الگوریتم از نظر نرخ صحت انتخاب می‌شود که با توجه به تعدد آن‌ها از آوردن جزئیات صرف‌نظر شده است؛ سپس بهترین الگوریتم در هر زیرمجموعه انتخاب و بر اساس شاخص‌های صحت، دقت و مساحت منحنی مشخصه عملکرد با یکدیگر مقایسه خواهد شد. در ادامه توضیح هر یک از الگوریتم‌ها آمده است.

1. Label
2. Attribute
3. Gain Ratio
4. information Gain
5. Classification
6. Bayesian
7. Function
8. Lazy
9. Decision Tree

www.SID.ir

Archive of SID

ـ بیزی ساده[1]: یادگیری در کلاس‌بندی بیزی به‌معنای تخمین‌زدن توزیع احتمالات وابسته است. پس از اینکه چنین تخمینی زده شد، مقادیر، کلاس‌بندی می‌شوند و کلاسی که بیشترین احتمال را دارد، مشخص می‌شود [۱۶]. در شرایطی که فرضیه‌های درست در نظر گرفته شود، این الگوریتم از صحت بالایی برخوردار است [۱۷].

ـ رگرسیون لجستیک[2]: این الگوریتم، احتمال وقایع اتفاق‌افتاده در یک تابع خطی از مجموع متغیرهای پیشگویی‌شده را نشان می‌دهد [۲۳]. در این روش، مدل با کمترین خطای مربعات برای پیش‌بینی انتخاب می‌شود [۹].

ـ یادگیری وزن‌دار محلی[3] (LWL): در این الگوریتم به نمونه‌ها وزن داده می‌شود و بر اساس نمونه‌های وزن‌دار دسته‌بندی صورت می‌گیرد. در این مدل، نرمال‌سازی ویژگی‌ها به‌صورت پیش‌فرض فعال است [۹].

ـ زیرفضای تصادفی[4]: این تکنیک ترکیبی توسط تین کام هو[5](۱۹۹۸)، ارائه شده است [۲۰]. این الگوریتم، داده‌های آموزشی را اصلاح می‌کند؛ درحالی‌که این اصلاح در فضای ویژگی‌ها انجام می‌شود [۴۲].

ـ درخت تصمیم J48: درخت‌های تصمیم، ابزارهای قوی و متداولی برای دسته‌بندی هستند. یک درخت تصمیم ساختاری مشابه درخت دارد که از ریشه (شاخص‌ها) شروع می‌شود و به برگ‌ها ختم می‌شود [۲۲].

در این پژوهش، تقسیم‌بندی کل داده‌ها به مجموعه داده‌های آموزشی و آزمایشی به روش اعتبارسنجی k[6]–باره[7]انجام شده است. در این روش، داده‌ها به k دسته تقسیم می‌شوند و k-1 دسته برای آموزش و دسته kام برای آزمایش استفاده می‌شود. این روند، تا زمانی ادامه می‌یابد که همه دسته‌ها به‌عنوان دسته آزمایش به‌کار رفته باشند. مزیت این مدل، استفاده از تمامی دسته‌ها برای آموزش و آزمایش الگوریتم‌ها است. برآورد دقت الگوریتم‌ها در این روش از سایر روش‌ها بسیار بیشتر است [۴۴]. در این پژوهش مقدار k، برابر ۱۰ در نظر گرفته شده است. تمامی این مراحل با استفاده از نرم‌افزار وکا[8] (WEKA) انجام شد.

1. Naïve Bayes
2. Logistic Regression
3. Locally Weighted Learning
4. Random Subspace
5. Tin Kam Ho
6. Cross-Validation
7. K-fold
8. Waikato Environment for Knowledge Analysis

www.SID.ir

Archive of SID

٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

در پژوهش حاضر به مطالعه موردی پروژه‌های شهرسازی یکی از شهرداری‌های استان خراسان رضوی پرداخته می‌شود. پایگاه داده در قالب پرسشنامه توسط ۷ نفر از خبرگان شهرداری تکمیل شد. ریسک‌های هر پروژه بر مبنای ۱۰ شاخص استخراج‌شده (مطابق جدول ۲) بررسی شد. پس از تدوین پایگاه داده و پیش‌پردازش داده‌ها از الگوریتم‌های مختلف دسته‌بندی استفاده شد که نتایج آن در هر یک از پایگاه‌های داده مطابق جدول‌های ۳ تا ۵ است. شاخص‌های مختلفی در ارزیابی الگوریتم‌ها در هر یک از جدول‌ها در نظر گرفته شده است که در ادامه توضیح داده خواهد شد:

ـ صحت[1]: یکی از معیارهای ارزیابی مدل‌های دسته‌بندی است که مقدار آن برابر درصد مشاهداتی است که توسط روش مورداستفاده به‌درستی دسته‌بندی شده است.

ـ دقت[2]: تعداد نمونه‌های تشخیصی درست به کل نمونه‌های مثبت اعلام‌شده است.

ـ نمودار مشخصه عملکرد (ROC)[3]: مساحت زیر منحنی ROC یک شاخص ترکیبی است که نشان می‌دهد مدل با چه احتمالی موقعیت مثبت را نسبت به موقعیت منفی انتخاب می‌کند. بیشترین حد این شاخص ۱ و کمترین آن ۰/۵ است [۲۱]. این شاخص کارایی الگوریتم را نشان می‌دهد.

در جدول‌های ۳ و ۴، الگوریتم رگرسیون لجستیک نسبت به سایر الگوریتم‌ها در همه‌ی شاخص‌ها از وضعیت بهتری برخوردار است. در جدول ۵، الگوریتم بیزی نسبت به سایر الگوریتم‌ها در همه‌ی شاخص‌ها بهتر عمل کرده است.

جدول ۳. نتایج پایگاه داده با برچسب اهمیت ریسک

الگوریتم	صحت	دقت	مساحت منحنی مشخصه عملکرد
بیزی ساده	۰/۸	۰/۸۱۵	۰/۹۳۹
رگرسیون لجستیک	۰/۸۸	۰/۸۷۵	۰/۹۶۴
یادگیری وزن‌دار محلی	۰/۸۲	۰	۰/۹۱۴
زیر فضای تصادفی	۰/۷۸	۰/۷۶۴	۰/۹۱۹
درخت تصمیم	۰/۸	۰/۸۱۲	۰/۹۲۱

1. Accuracy
2. Precision
3. ROC Area

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. نتایج پایگاه داده با برچسب مدیریت‌پذیری ریسک

الگوریتم	صحت	دقت	مساحت منحنی مشخصه عملکرد
بیزی ساده	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۹۲
رگرسیون لجستیک	۰/۹	۰/۸۷	۰/۹۵
یادگیری وزن‌دار محلی	۰/۷۱	۰	۰/۹۳
زیر فضای تصادفی	۰/۸۲	۰/۸۱	۰/۹۳
درخت تصمیم	۰/۸۵	۰	۰/۹

جدول ۵. نتایج پایگاه داده با برچسب استراتژی پاسخ به ریسک

الگوریتم	صحت	دقت	مساحت منحنی مشخصه عملکرد
بیزی ساده	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۹۴
رگرسیون لجستیک	۰/۸	۰/۸۱	۰/۹۴
یادگیری وزن‌دار محلی	۰/۷۲	۰	۰/۹
زیر فضای تصادفی	۰/۷۵	۰	۰/۸۸
درخت تصمیم	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷

برای تعیین مقدار بهینه پارامترهای تأثیرگذار بر نتایج در الگوریتم‌های منتخب، تحلیل حساسیت ضروری است؛ بنابراین در این بخش به تحلیل حساسیت الگوریتم لجستیک در پایگاه داده اول و دوم و الگوریتم بیزی در پایگاه داده سوم پرداخته می‌شود. در این راستا، پارامترهای تأثیرگذار در این دو الگوریتم معرفی شده و تأثیر تغییر پارامترها بر نرخ صحت پیش‌بینی بررسی خواهد شد.

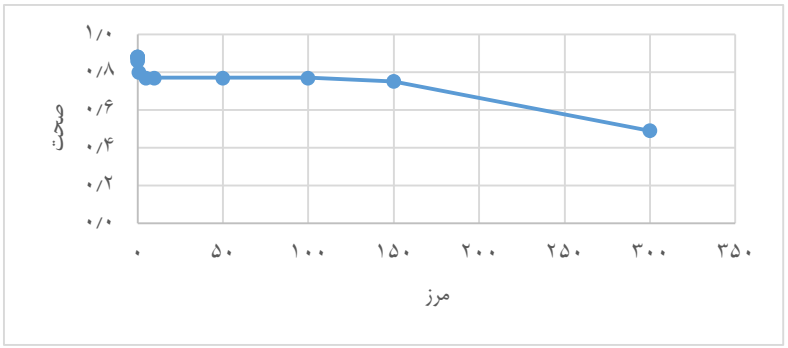
ـ الگوریتم لجستیک: پارامترهای این الگوریتم شامل حداکثر تعداد تکرار[1]و مرز[2]است که تحلیل حساسیت این دو پارامتر برای پایگاه داده اول (اهمیت ریسک) به‌ترتیب در شکل‌های ۳ و ۴ و تحلیل حساسیت برای پایگاه دوم (مدیریت‌پذیری) در شکل‌های ۵ و ۶ نمایش داده شده است.

شکل ۳. تحلیل حساسیت تعداد تکرار برای اهمیت ریسک

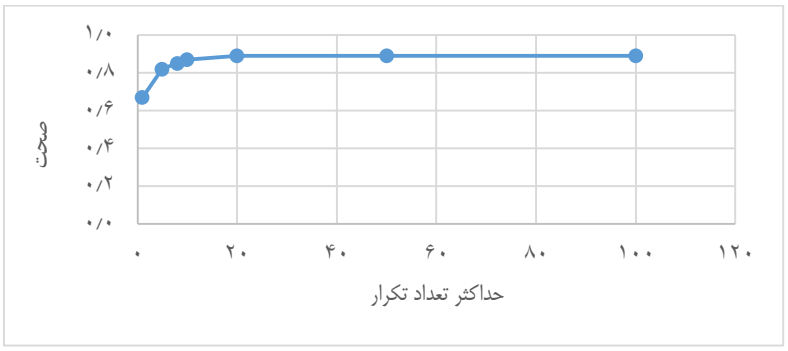
1. Max Iteration
2. Ridge

www.SID.ir

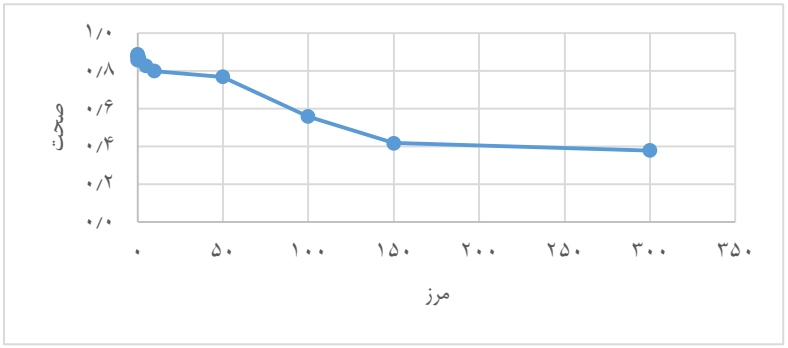
Archive of SID



شکل ۴. تحلیل حساسیت مرز برای اهمیت ریسک



شکل ۵. تحلیل حساسیت تعداد تکرار برای مدیریت‌پذیری ریسک



شکل ۶. تحلیل حساسیت مرز برای مدیریت‌پذیری ریسک

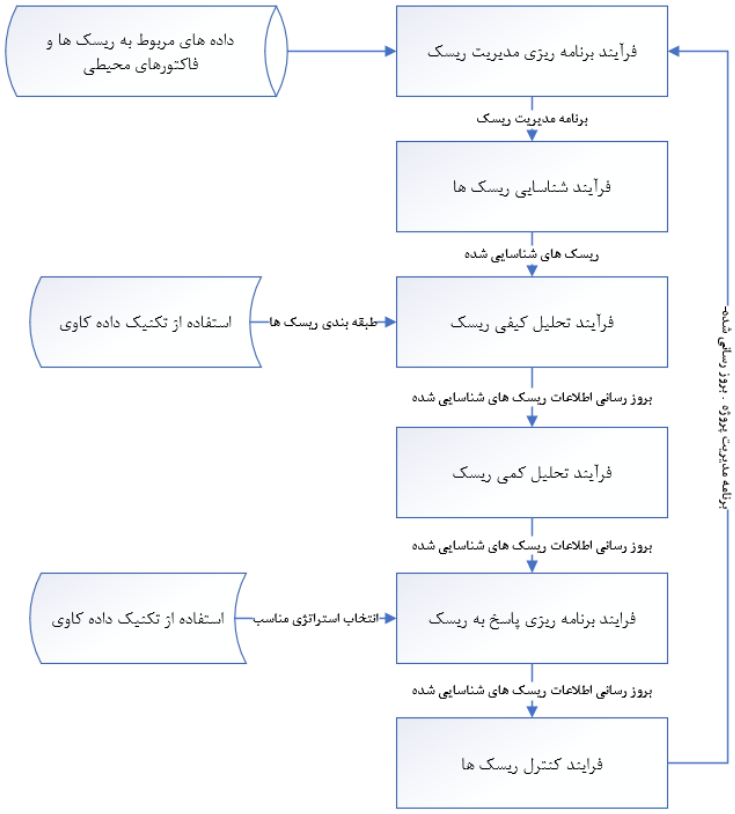
ـ الگوریتم بیزی: در این الگوریتم پارامتری برای تحلیل حساسیت وجود ندارد؛ اما با غیرفعال‌کردن تخمین‌زننده کرنل، نرخ صحت کاهش می‌یابد.

یکی دیگر از ابعاد تحلیل حساسیت در داده‌کاوی، تغییر تعداد Foldها در Cross-Validation است که در این پژوهش نیز انجام شد و این نتیجه به‌دست آمد که تعداد Foldها تأثیری در نتایج

www.SID.ir

Archive of SID

ندارد. بر اساس نتایج پیشنهاد می‌شود برای استفاده از ابزارها از فرایند مشخص‌شده در شکل ۷، برای مدیریت ریسک پروژه‌های شهرسازی در شهرداری استفاده شود. مدیران پروژه می‌توانند پس از شناسایی ریسک‌ها، بر اساس معیارهای مهم که در این پژوهش شناسایی شده و به تأیید خبرگان رسیده است، شاخص‌های مختلف (اهمیت، مدیریت‌پذیری ریسک) را با استفاده از الگوریتم رگرسیون لجستیک پیش‌بینی کنند. برای انتخاب استراتژی پاسخ به ریسک می‌توان در کنار نظرهای خبرگان از الگوریتم بیزی استفاده کرد؛ سپس گام‌های برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک و کنترل برنامه ریسک را انجام داد. مزیت این فرایند در این است که هر سه معیار مهم در مدیریت ریسک بر اساس شاخص‌های تأثیرگذار به‌صورت هم‌زمان بررسی می‌شود و دید جامع و کاملی از شرایط پروژه به تصمیم‌گیرندگان ارائه می‌دهد.



شکل ۷. فرایند پیشنهادی برای مدیریت ریسک پروژه‌های شهر سازی

www.SID.ir

Archive of SID

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تعیین صحیح و دقیق میزان اهمیت ریسک، مدیریت‌پذیری ریسک و استراتژی پاسخ به ریسک می‌تواند یکی از دغدغه‌های اصلی مدیران پروژه باشد؛ زیرا اگر مدیریت ریسک در پروژه به‌خوبی انجام شود می‌تواند پیامدهای منفی ریسک را کاهش و پیامدهای مثبت آن را افزایش دهد. در پژوهش‌های پیشین برای تعیین میزان اهمیت ریسک معمولاً از روش‌های ماتریس «احتمال×تأثیر» و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده است. میزان مدیریت‌پذیری ریسک نیز اغلب به‌عنوان یک شاخص در نظر گرفته می‌شود تا یک هدف. از طرف دیگر استراتژی پاسخ به ریسک عمدتاً با استفاده از نظرهای خبرگان و روش‌های طوفان فکری و دلفی تعیین می‌شود.

استفاده از تکنیک‌های تحلیل داده برای مدیریت پروژه‌ها یکی از تکنیک‌های رایج در مدیریت پروژه است و در بسیاری از بخش‌های استاندارد PMBOK 2017 استفاده از تحلیل داده را به‌عنوان ابزار معرفی می‌کند و برخی از پژوهشگران بر استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی در مدیریت پروژه تأکید کرده‌اند. پوسپیزنی (۲۰۱۷)[1]در پژوهش خود استفاده از ابزارهای داده‌کاوی در مدیریت پروژه را در تخمین اولیه، نظارت بر پروژه، مدیریت کیفت و نظارت بر پروژه مؤثر دانسته و ابزاهای استفاده‌شده را بررسی کرده است [۳۴]. داده‌کاوی در مدیریت ریسک پروژه به‌عنوان یکی از حوزه‌های دانش مدیریت پروژه می‌تواند کاربرد داشته باشد. از ۷ فرایند مدیریت ریسک استاندارد PMBOK در ۶ فرایند آن تحلیل داده را به‌عنوان ابزار معرفی کرده است و فقط در مرحله اجرای پاسخ به ریسک از تحلیل داده به‌عنوان ابزار استفاده نکرده است [۳۳]. آریش[2]از رویکرد CBR به‌عنوان یکی از رویکردهای داده‌کاوی برای پاسخ به ریسک‌های پروژه استفاده کرده است [۷]. راو و چن[3]نیز از ابزارهای داده‌کاوی برای مدیریت ریسک پروژه‌ها استفاده کرده‌اند [۳۶].

در پژوهش حاضر سعی شده است تا رویکردی جدید از مدیریت ریسک با استفاده از داده‌کاوی ارائه شود. در این روش با استخراج ریسک‌های پروژه‌های شهرسازی و شاخص‌های تأثیرگذار، پایگاه داده با نظرهای خبرگان تدوین و تکمیل شده و پس از پیش‌پردازش داده‌ها، میزان اهمیت ریسک، مدیریت‌پذیری ریسک و استراتژی پاسخ به ریسک پیش‌بینی شده است. با توجه به جدول-های ۳ تا ۵ و میزان درصد بالای صحت پیش‌بینی در الگوریتم‌های مختلف، توانایی این مدل ثابت شده است؛ از طرف دیگر با توجه به اینکه مقادیر شاخص مساحت نمودار مشخصه عملکرد در تمامی الگوریتم‌ها نزدیک به یک است، کارایی مدل‌ها قابل‌اثبات است. الگوریتم لجستیک در تعیین

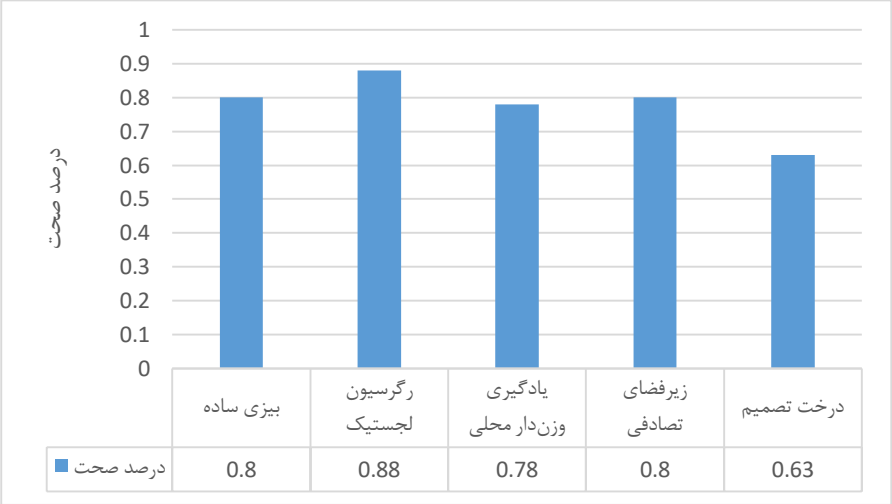
1. Pospieszny
2. Arish
3. Rao & Chen

www.SID.ir

Archive of SID

میزان اهمیت ریسک و مدیریت‌پذیری ریسک و الگوریتم بیزی در تعیین استراتژی پاسخ به ریسک بهتر از سایر الگوریتم‌ها عمل کرده است.

در بسیاری از پژوهش‌ها از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای تعیین میزان اهمیت ریسک‌ها استفاده می‌شود. در این پژوهش به‌منظور مقایسه کارایی الگوریتم‌های داده‌کاوی با روش تاپسیس که روش متداولی در میان روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است، میزان اهمیت ریسک‌ها با استفاده از این روش محاسبه شد. میزان صحت پیش‌بینی (تطابق کلاس به‌دست‌آمده از روش تاپسیس با نظرهای خبرگان) ۰/۶۳ به‌دست آمد که در مقایسه با الگوریتم‌های داده‌کاوی مطابق شکل ۸، دارای صحت پایین‌تری است.



شکل ۸. مقایسه نرخ صحت الگوریتم‌های استفاده شده

با توجه به شکل ۷، مدلی توسعه‌یافته برای تحلیل ریسک‌های پروژه‌های شهرسازی ارائه شده که مزایای این مدل و گام‌های طی‌شده در این پژوهش شامل موارد زیر است:

ـ شاخص‌های تأثیرگذار بر پیش‌بینی اهمیت ریسک، مدیریت‌پذیری و استراتژی پاسخ به ریسک شناسایی شدند؛

ـ با تدوین پایگاه داده هر یک از شاخص‌های مدیریت ریسک که از نظر مدیر پروژه اهمیت بالایی دارد را می‌توان به‌عنوان متغیر پیش‌بینی در نظر گرفت و با استفاده از داده‌کاوی، وضعیت ریسک‌ها نسبت به آن شاخص را بررسی کرد؛

ـ برای تعیین استراتژی پاسخ به ریسک می‌توان از الگوریتم‌ها در کنار نظرهای خبرگان بهره جست و میزان صحت و دقت واکنش به ریسک را افزایش داد؛

www.SID.ir

Archive of SID

ـ با استفاده از این رویکرد، میزان مدیریت‌پذیری ریسک تنها یک شاخص نیست و به‌عنوان یکی از اهداف مدیریت ریسک بررسی شده است تا بتوان برای برآورد امکان مدیریت ریسک با توجه به شرایط پروژه تصمیم‌گیری کرد؛

ـ میزان اهمیت ریسک را می‌توان از طریق ماتریس «احتمال×تأثیر» و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره تعیین کرد؛ اما در مواردی که تعداد ریسک‌ها یا شاخص‌ها زیاد باشد، کارایی این روش‌ها کاهش می‌یابد؛ ولی الگوریتم‌های داده‌کاوی می‌تواند در ابعاد کوچک و بزرگ مسئله کارا باشد؛

ـ این روش کمک شایانی به مدیریت بحران پروژه می‌کند و در زمانی که فرصت و یا امکان تشکیل کمیته انسانی وجود ندارد می‌توان از پایگاه‌های داده برای تعیین متغیر پیش‌بینی استفاده کرد.

محدویت‌های پژوهش شامل کمبود و یا نقص داده‌های ذخیره‌شده در سازمان‌ها و پروژه‌ها است. در این پژوهش ۵ پروژه با ۸۷ ریسک بر اساس ۱۰ شاخص بررسی شد که ممکن است بنا به نوع پروژه، ریسک‌ها و شاخص‌ها تغییر کند. افزایش تعداد داده‌ها سبب افزایش دقت مدل و پیش‌بینی حاصل از آن می‌شود که در حال حاضر کمتر سازمانی دارای داده‌های ساختاربندی‌شده برای ریسک پروژه‌ها است. برای پژوهش‌های آتی می‌توان شاخص‌های دیگری مانند محدوده وقوع ریسک و تأثیر بر ارگونومی را به فهرست شاخص‌ها اضافه کرد؛ همچنین می‌توان کاربرد داده‌کاوی را در گام‌های مدیریت ریسک پروژه، مانند شناسایی ریسک پروژه‌ها و همچنین تحلیل کیفی و برنامه‌ریزی ریسک پروژه با درنظرگرفتن چندین پروژه بررسی کرد. برای توسعه مدل پیشنهادی می‌توان از این رویکرد در انواع پروژه‌ها بهره گرفت و نتیجه آن را بررسی کرد؛ اگرچه هم‌خوانی ریسک‌ها با پروژه‌ها و دقت خبرگان در پاسخگویی می‌تواند از محدودیت‌های توسعه مدل باشد که برای کاهش خطای انسانی می‌توان برچسب متغیر پیش‌بینی را با استفاده از خوشه‌بندی به‌جای نظر خبرگان تعیین کرد. در این پژوهش از الگوریتم‌های دسته‌بندی استفاده شد. استخراج قوانین انجمنی با استفاده از داده‌کاوی در مدیریت ریسک نیز یکی دیگر از پیشنهادهایی است که می‌توان در این حوزه ارائه داد.

سپاسگزاری. این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی به شماره قرارداد ۹ از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه تربت‌حیدریه است که بدینوسیله از متولیان امر تشکر و قدردانی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Abd El-Karim, A., Nawawy, O., & Abdel- Alim, A, M. (2015). Identification and assessment of risk factors affecting construction projects. *HBRC Journal*, *13(2),* 202-216.
2. Abdollahi, A., & Khozin, A. (2016). Using genetic algorithm to optimize the Time-Cost-Quality-Risk in construction projects and investment plans. *Journal of Accounting and Auditing Studies*, *5(20),* 104-123 (In Persian).
3. AlamTabriz, A., Farrokh, M., & Ahmadi, E. (2014). A Comparison of the neural network approach and the earned value management in predicting final cost and duration of projects. *Journal of Industrial Management Perspective*, *4(1),* 51-65 (In Persian).
4. Alam Tabriz, A., & Hamzehi, E. (2011). Project risk evaluation and analysis using risk management based on PMBOK standard and RFMEA technique. *Industrial Management Studies*, *9(23),* 1-19 (In Persian).
5. Alimohammadi, A. M., Abbrishami, M. H., & Javaheri, A. (2016). Prediction of stock return using financial ratios: a decision tree approach. *Journal of Financial Management Strategy*, *3(4),* 125-146 (In Persian).
6. Amiri, M. (2013). Presentation of a Model for Ranking a Project Activities Risk using CPM Network and TOPSIS Method in Fuzzy Environment. *Journal of Industrial Management Perspective*, *3(2),* 169-183 (In Persian).
7. Arish, A., Akbarpour Shirazi, M., Seyed Esfahani, M. M. (2009). Case-based decision support model for risk responses planning. *International Journal of Industrial Engineering and Production Management*, *3(20),* 1-14 (In Persian).
8. Asadollahi Hosseini, H. (2013). *Identification and Prioritization of Tunnel Project Risks Using AHP Method (Case Study: Qom Urban Train Project)*. MSc Thesis, Islamic Azad University, Najaf Abad (In Persian).
9. Ataie, Sh. (2017). *Data mining software (WEKA).* Tehran: Iran University of Science & Technology (In Persian).
10. Bagheri, S. (2015). Providing a template for selecting the most appropriate risk management techniques and tools in project management. *Journal of Standard and Quality Management*, *4(18),* 27-35 (In Persian).
11. Bagherian Marandi, N. (2011). *Applied risk management in construction projects*. 6th International Conference on Seismology and Earthquake Engineering, Tehran (In Persian).
12. Bagherzadeh, F., Ramezankhani, A., Azizi, F., Hadaegh, F., Steyerbergh, E. W., & Khalili, D. (2016). A tutorial on variable selection for clinical prediction models: Feature selection methods in data-mining could improve the results, *Journal of Clinical Epidemiology*, *71*, 76-85.
13. Banihashemi, A., Khalilzadeh, M. (2018). Sensitivity analysis for estimating cost of project execution with EVM technique by considering factors of quality and risk. Iranian *Journal of Trade Studies*, *22(87),* 187-214 (In Persian).
14. Dorri, B., Hamzei, E. (2010). Determining the best responding strategy to project risk using ANP technique (Case study: North Azadegan oil field development project). Industrial Management Journal, 2 (4), 75-92 (In Persian).
15. Esmaeilzadeh, A. (2011). *Risk Classification of Construction Projects and Analysis them using Structural Equation Modeling and Grey Approach*. MSc Thesis. Allameh Tabataba'i University, Tehran (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

16. Ghasem Ahmad, L. (2013). Review top 7 algorithms in data mining for prediction survivability, diagnosis and recurrence of breast cancer. *Iranian Quarterly Journal of Breast Diseases, 6(1),* 52-61 (In Persian).
17. Han, J., & Kamber, M. (2006). *Data Mining: Concepts and Techniques*, 2nd edition., Morgan Kaufmann.
18. Hatefi, M., Rostami, M., Nafte, N., & Bazgir, B. (2016). Designing and implementing a decision support system for project risk management in the Sarkhun and Gheshm gas refinery. *International Journal of Industrial Engineering & Production Management, 27(4),* 617-633 (In Persian).
19. Hillson, D. (2004). *Efective opportunity management for projects – exploiting positive risk*. NewYork: Marcel Dekker.
20. Ho, T. K. (1998). The Random subspace method for constructing decision forests. *IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence, 20(8),* 832–844.
21. Jozi, A., & Seifossadat, H. (2014). Environmental risk assessment of Gotvand-Olia dam at operational phase using the integrated method of Environmental Failure Mode and Effects Analysis (EFMEA) and preliminary hazard analysis. *Journal of Environmental Studies, 40(1),* 107-120 (In Persian).
22. Kabakchieva, D. (2013). Predicting Student Performance by Using Data Mining Methods for Classification, *Cybernetics and Information Technologies, 13(1),* 61-72.
23. Kantardzik, M. (2010). *Data mining.* Translator: Amir Alikhanzadeh. Tehran: Computer sciences (In Persian).
24. Kaplinski, O. (2013). *Risk Management of Construction Works by Means of the Utility Theory: a Case Study*. 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques. MBMST: Procedia Engineering, (57), 533-539.
25. Khaksari, M., Shafei, R., Allah Visi, B. (2009). Recognition the risk roots in constructional projects and the methods of their management. (A case study). *Journal of Productivity Management, 2(7),* 139-160 (In Persian).
26. Malmasi, S., Arjmandi, R., Nezakati, R., Allahdad, Z. (2017). Environmental risk assessment of dam projects by using ELECTRE technique. *Journal of Environmental Science and Technology, 18(4),* 57-72 (In Persian).
27. Mohaghar, A., Hosseini Dehshiri, J., Arab, A. (2017). Investigation and evaluation of project risks based on BWM. *Organizational Resources Management Researches, 7(2),* 157-173 (In Persian).
28. Mohajeri, Sh., Nakhlestani, S., Harsej, F. (2017). Risk management in the implementation of a road construction project with emphasis on the principles of ergonomics. *Journal of Science and Engineering Elites, 2(2),* 255-264 (In Persian).
29. Mokhtari, Gh., & Hasanzadeh, Y. (2019). An integrated multi-objective model for project portfolio selection and risk response actions planning. *Journal of Industrial Management Perspective, 8(4),* 9-32 (In Persian).
30. Olfat, L., Khosravani, F., & Jalali, R. (2010). Identification and Ranking of Project Risk Based on PMBOK Standard by Fuzzy Approach. *Journal of Industrial Management Studies, 8(19),* 147-163 (In Persian).
31. Olsson, R. (2007). In search of opportunity management: Is the risk management process enough? *International Journal of Project Management, 25(8),* 745-752.
32. PMI (Project Management Institute), (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBoK guide)*", 5th ed., USA: Pennsylvania.
33. PMI (Project Management Institute), (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBoK guide*)", 6th ed., USA: Pennsylvania.

www.SID.ir

Archive of SID

34. Pospieszny, P. (2017). Application of Data Mining Techniques in Project Management – an Overview. Collegium of Economic Analysis Annals, Warsaw School of Economics, *Collegium of Economic Analysis*, *43*, 199-220.
35. Rahnama, M. R., & Hejazi, M. (2017). The use of project risk management knowledge to develop strategies to improve urban public-private partnership projects (Case study: projects of Mashhad municipality). *Research and Urban Planning, 8(29),* 1-22 (In Persian).
36. Rao W., Chen J. (2020). *Risk Control System of Construction Engineering Based on Data Mining and Artificial Intelligence Technology*. In: Huang C., Chan YW., Yen N. (eds) Data Processing Techniques and Applications for Cyber-Physical Systems (DPTA 2019). Advances in Intelligent Systems and Computing, 1088. Springer, Singapore
37. Renault, B. Y., Agumba, J. N., Balogun, O. A. (2016). *Drivers for and obstacles to enterprise risk management in construction firms: a literature review.* Creative Construction Conference, Budapest: Procedia Engineering, 5, 402-408.
38. Rezaeian, J., Iranian, M. (2018). Risk assessment in road construction projects based on the PMBOK standard case study: (Cable bridge construction project the city of Sari). *Passive Defense Quarterly, 9(3),* 55-66 (In Persian).
39. Sayadi, A., Hyati, M., Azar. A. (2011). Assessment and ranking of risks in tunneling projects using linear assignment technique. *International Journal of Industrial Engineering and Production Management, 22(1),* 27-38 (In Persian).
40. Serpell, A., Ferrada, X., Rubio, L., & Arauzo, S. (2015). Evaluating risk management practices in construction organizations. *Social and Behavioral Sciences, 194,* 201-210.
41. Serpella, A. F., Ferrada, X., Howard, R., Rubio, L. (2014). Risk management in construction projects: a knowledge-based approach. *Social and Behavioral Sciences, 119,* 653-662.
42. Skurichina, M., Duin, R. P.W. (2002). Bagging, Boosting and the Random Subspace Method for linear classifiers, *Pattern Analysis & Applications*, 5, 121-135.
43. Szymanski, P. (2017). Risk management in construction projects. 2nd International Joint Conference on Innovative Solutions in Construction Engineering and Management. *Poland: Procedia Engineering, 208,* 174-182.
44. Toloei Ashlaghi, A., Nikoomaram, H., & Sharabian, F. (2010). Credit facilities applicants classification by SVM. *Management Researches, 21(84),* 1-19 (In Persian).
45. Wirth, R., & Hipp, J. (2000). CRISP-DM: Towards a Standard Process Model for Data Mining. Proceedings of the Fourth International Conference on the Practical Application of Knowledge Discovery and Data Mining.
46. Wróblewski, P. (2007). Zarządzanie projektami informatycznymi dla praktyków, Wydawnictwo Helion. Zarządzanie Ryzykiem w przedsięwzięciu. Wydanie, 1.
47. Zahraie, B., Roozbahani, A., & Mirshekari, M. (2017). Risk assessment model based on fuzzy expert systems for construction project management. *Sharif Journal (Civil Engineering), 32.2(4.1),* 61-70 (In Persian).
48. Zegordi, S. H., Nazari, A., Rezaee Nik, E. (2014). Project risk assessment by a hybrid approach using fuzzy-ANP and fuzzy-TOPSIS. *Sharif Journal (Industrial Engineering and Management), 29-1(2),* 3-14 (In Persian).
49. Zhang, Y., & Fan, Zh, P. (2014). An optimization method for selecting project risk response strategies. *International Journal of Project Management, 32(3),* 412-422.

www.SID.ir

Archive of SID

Presentation of Risks Analysis Model in Urban Projects Based on Data Mining Technique with Case Study

Mohammad Ghodoosi[*], Fatemeh Mirsaeedi[**], Ali Akbar Hasani[***]

Abstract

Analysis of the right response to risk is one of the important processes in project management. The purpose of this research is to categorize the risks of the urban projects. To this end, after identifying the risks of the urban project, the most important indicators are developed in line with experts' opinions to evaluate risks. These include impact on time, cost, quality, probability of occurrence, environmental impact, safety effects, importance of risk, risk manageability and risk response strategy. Then, the risk assessment is performed using the desired indicators. All steps are implemented according to CRISP-DM standard methodology and the importance of risk, risk manageability, and risk response strategy are predicted by data mining algorithms. The results show that classification algorithms performed in risk management successfully. Importance of risk and risk manageability are predicted by logistic regression whose accuracy rates are respectively equal 0.88 and 0.9. For risk response strategy, the Naïve Bayes algorithm performed better than other algorithms with an accuracy rate of 0.84. For further investigation of the used algorithms, the results are compared with one of the MCDM methods, the TOPSIS method. Data mining algorithms performed better than the TOPSIS method.

Keywords: Evaluation of Risk; Risk Manageablity; Risk Response Strategy; Optimum Algorithm; Data Mining.

Received: Dec. 15, 2018, Accepted: March 28, 2020.

* Instructor, University of Torbat Heydarieh (Corresponding Author).
E-mail: M.ghodoosi@torbath.ac.ir
** Master of Science, Sadjad University of Technology.
***Assiociate Professor, Shahrood University of Technology.

www.SID.ir