

## استفاده از تئوری اعداد خاکستری در روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه برای ارزیابی ریسک برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات

سید جلال‌الدین حسینی دهشیری\*

جلیل حیدری دهویی\*\*

### چکیده

عدم قطعیت، جزء جدانشدنی و اجتناب‌ناپذیر پروژه‌ها است. ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که پروژه‌های فناوری اطلاعات و به‌ویژه برون‌سپاری این پروژه‌ها با ریسک زیادی همراه است. از این رو با توجه به اهمیت این حوزه، در این پژوهش به شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات پرداخته شد. در ابتدا با بررسی تحقیقات انجام‌شده، فهرستی از معیارهای شناسایی‌شده در اختیار خبرگان شرکت قرار گرفت، سپس معیارهای موردنظر پس از بررسی مورد مطالعه و بر اساس نظر خبرگان با روش دلفی فازی نهایی و انتخاب شدند. در گام بعد بر اساس روش سوآرا وزن نهایی معیارهای موردنظر به دست آمد. همچنین با بررسی پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه، فهرستی از مهم‌ترین ریسک‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات شناسایی گردید. سپس برای اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده، از روش آراس خاکستری بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که معیار اشتراک دانش و تجربیات، به‌عنوان مهم‌ترین معیار و از دست دادن منابع مزیت رقابتی، به‌عنوان مهم‌ترین ریسک شناسایی گردید.  
**کلید واژگان:** ریسک پروژه فناوری اطلاعات، برون‌سپاری، دلفی فازی، سوآرا، آراس خاکستری.

---

\* دانشجوی دکتری مدیریت تولید و عملیات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) sjahosseini@ut.ac.ir

\*\* عضو هیأت علمی، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۸

**مقدمه**

ریسک و عدم قطعیت، جزء جدانشدنی و اجتناب‌ناپذیر پروژه‌ها بوده که موجب کاهش دقت در تخمین مناسب اهداف و کارایی پروژه‌ها می‌شود. بنابراین، شناخت و مدیریت ریسک در پروژه، کاملاً ضروری است (ویدمن و ماکس<sup>۱</sup>، ۱۹۹۲). ریسک معمولاً به حوادث نامشخص که بر موفقیت پروژه، از طریق تأثیر در هزینه، زمان و یا کیفیت تحویل پروژه، اشاره دارد، گفته می‌شود (هیلسون<sup>۲</sup>، ۲۰۰۲). با توجه به تحقیقات صورت گرفته، پروژه‌های فناوری اطلاعات در معرض نارسایی و شکست می‌باشند (رودریگز<sup>۳</sup>، ۲۰۱۶). عدم قطعیت در پروژه‌های فناوری اطلاعات با توجه به ویژگی‌های خاصی که دارند، بیشتر است (فو و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۲؛ گو و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۴). دو روش اساسی برای اجرای پروژه‌های فناوری اطلاعات، قابل تعریف است که یکی از این روش‌ها، انجام درون‌سازمانی و دیگری برون‌سپاری است. برون‌سپاری، به معنای بهره‌برداری راهبردی از منابع شرکت‌های ثالث برای تهیه و تأمین خدمات عملیاتی یا فرایندهای کسب‌وکار به صورت مستمر است (چو و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۰۶). نکته مهم درباره برون‌سپاری‌ها پروژه‌های فناوری اطلاعاتی، نرخ شکست بالای آن است، به گونه‌ای که در مطالعه انجام شده در دانشکده بازرگانی دانشگاه یوتا، نرخ شکست این نوع پروژه‌ها از تمام انواع دیگر پروژه‌های فناوری اطلاعات بالاتر بود (رضاییان و همکاران، ۲۰۱۴). از این رو بررسی نظام‌مند فرآیند مدیریت ریسک برای برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات ضروری است. از آنجا که یکی از مشکلات مدیران پروژه، شناسایی و نحوه برخورد با ریسک‌های برون‌سپاری در پروژه فناوری اطلاعات است، شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های این حوزه، مسئله‌ای مهم در فرآیند مدیریت ریسک

1. Wideman & Max
2. Hillson
3. Rodríguez
4. Fu et al.
5. Gu et al.
6. Chou et al.

است. معیارهای مطرح شده به منظور اولویت بندی ریسک‌های برون‌سپاری پروژه فناوری اطلاعات از اوزان مختلفی برخوردار است؛ بنابراین نیاز به بهره‌گیری از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۱</sup> است که معیارهای مختلف دخیل را در نظر گیرد. همچنین با توجه به اینکه، تصمیم‌گیرندگان در ارزیابی گزینه‌ها و معیارهای پژوهش از ترجیحات غیرقطعی استفاده می‌کنند، به مفاهیمی نیاز داریم که در زمان دسترسی نداشتن به اطلاعات قطعی، به تصمیم‌گیرندگان کمک کند از این رو در این پژوهش، از مجموعه تئوری اعداد خاکستری استفاده می‌شود. همچنین در این تحقیق برای وزن دهی و اولویت‌بندی ریسک‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات، از تلفیق تکنیک‌های سوآرا و آراس خاکستری که یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین روش‌ها هستند، استفاده می‌شود. از روش سوآرا برای وزن دهی و از روش آراس خاکستری برای اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی شده بهره گرفته می‌شود. از دلایل به کارگیری این تکنیک‌ها، می‌توان به استفاده از داده‌های مقایسه‌ای کمتر به علت عدم استفاده از مقایسات زوجی کامل اشاره کرد. همچنین این روش‌ها منجر به مقایسه‌ای استوارتر می‌گردد، بدین معنی که جواب‌های مطمئن‌تری نسبت به سایر روش‌های وزن دهی می‌دهد. همچنین این روش‌ها بیشتر مورد پذیرش خبرگان است.

### پیشینه تحقیق

پژوهش‌های مختلفی برای شناسایی ریسک‌های پروژه فناوری اطلاعات انجام شده که خلاصه‌ای از این تحقیقات در جدول ۱، ذکر شده است.

**جدول ۱: خلاصه‌ای از تحقیقات انجام گرفته در حوزه شناسایی ریسک پروژه‌های فناوری اطلاعات**

محققان	اقدامات	نتایج تحقیق
رپونن و لیتین (۲۰۰۰)	توزیع پرسشنامه بین ۱۱۰۰ مدیر پروژه فناوری اطلاعات	طبقه‌بندی کل ریسک‌ها در این حوزه به شش گروه
والاس و همکاران (۲۰۰۴)	استفاده از روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای برای شناسایی ریسک‌ها	شناسایی ۳۵ ریسک و طبقه‌بندی آن‌ها در شش گروه
هان و هوانگ (۲۰۰۷)	تجزیه و تحلیل ۱۱۵ پروژه	مطالعه اثر ۲۷ ریسک که در شش بعد طبقه‌بندی شدند.
جیانگ و همکاران (۲۰۰۸)	تعیین وزن و همچنین میزان همبستگی هر کدام از عوامل بر ریسک کل پروژه	طبقه‌بندی ۲۵ ریسک در شش گروه
بیزوی و همکاران (۲۰۱۰)	بررسی دو طرح آموزشی که در اروپا اجرا شد	شناسایی مهم‌ترین ریسک شناخته شده در حوزه عملکرد کارکنان
یانگ هوانگ و چانگ یونگ (۲۰۱۱)	بر اساس مطالعات نظری و همچنین نظر متخصصان، تعریف جامعی از پروژه‌های فناوری اطلاعات ارائه دادند.	ارائه چارچوبی برای مدیریت ریسک پروژه‌های فناوری اطلاعات
سیلیک و همکاران (۲۰۱۵)	شناسایی ریسک‌های نرم‌افزارهای منبع باز (OSS) و طبقه‌بندی ریسک‌ها	شناسایی ۵۱ ریسک و طبقه‌بندی آن‌ها در هشت گروه
رودریگز و همکاران (۲۰۱۶)	ارزیابی ریسک‌های جدید بر اساس روش ترکیبی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و سیستم استنباط فازی	مدل ارائه شده، سطوح مختلف عدم قطعیت، روابط متقابل میان گروه‌های عوامل خطر و امکان اضافه کردن یا حذف گزینه بدون دست دادن ارزیابی‌های قبلی را فراهم می‌کند.
رودریگز و همکاران (۲۰۱۷)	از روش میانگین-واریانس و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده کردند.	توسعه یک روش برای انتخاب مناسب‌ترین گزینه برای مدیریت ریسک در پروژه‌های فناوری اطلاعات

همان‌طور که در جدول ۱، مشاهده می‌شود، در اکثر تحقیقات تنها به شناسایی ریسک پروژه‌های فناوری اطلاعات پرداخته شده است و به موضوع برون‌سپاری و ریسک‌های مرتبط

با آن در پروژه‌های فناوری اطلاعات اشاره نشده است. همچنین در پژوهش‌های پیشین تنها به شناسایی و طبقه‌بندی ریسک‌های پروژه فناوری اطلاعات پرداخته‌اند و اقدامی در جهت اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی شده صورت نداده‌اند. این در حالی است که به دلیل محدودیت‌های منابع، امکان رسیدگی به تمام ریسک‌ها وجود ندارد و باید ریسک‌ها را اولویت‌بندی کرد. از طرفی برای اولویت‌بندی ریسک‌ها، نیاز به بهره‌گیری از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره هست که اکثر محققان در استفاده از این روش‌ها، ابهام و عدم قطعیت موجود در دنیای واقعی را در نظر نمی‌گیرند که احتمال دستیابی به نتایج نادرست را افزایش می‌دهد. علاوه بر این ریسک‌های شناسایی شده مورد نظر محققان به صورت عمومی و برای همه پروژه‌ها در نظر گرفته شده که برای پروژه‌هایی با ویژگی‌های خاص قابل استفاده نیست. لذا تحقیق حاضر در راستای رفع خلأهای ذکر شده، در ابتدا با بررسی تحقیقات انجام شده در حوزه برون‌سپاری، شاخص‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات استخراج شد که در جدول ۲، آمده است.

جدول ۲: شاخص‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات

شاخص	تعریف	رفرنس
انتخاب صحیح ارائه‌دهنده	هدف ارزیابی مهارت‌های ارائه‌دهنده فناوری اطلاعات به منظور اطمینان از کارایی در فعالیت‌هایی است که انجام می‌شود.	چن و همکاران <sup>۱</sup> (۲۰۱۱)؛ چن و چاو <sup>۲</sup> (۲۰۱۲)
تطبیق اهداف برون‌سپاران و ارائه‌دهندگان	به تجزیه و تحلیل همبستگی استراتژیک بین برون‌سپاران و ارائه‌دهندگان اشاره دارد.	ژانگ و همکاران <sup>۳</sup> (۲۰۱۶)
چشم‌انداز روشن از اهداف برون‌سپاری	اهمیت دادن به اهداف برون‌سپاری برای خدمات ارائه‌شده اشاره دارد.	فرگوسن و همکاران <sup>۴</sup> (۲۰۱۳)
ارتباط بین برون‌سپاری و ارائه‌دهنده	همکاری بین برون‌سپاری و ارائه‌دهنده مشخص بوده و باهم در ارتباط باشند.	جانسن و همکاران <sup>۵</sup> (۲۰۱۳)؛ جیوتی و آرونا <sup>۶</sup> (۲۰۱۳)
تعهد مدیران شرکت تقبل‌کننده برون‌سپاری	تعهد مدیران شرکت تقبل‌کننده برون‌سپاری به منظور تأیید اینکه قرارداد انجام خواهد شد	گوو و هانگ <sup>۷</sup> (۲۰۰۸)؛ چو و همکاران <sup>۸</sup> (۲۰۱۵)
اشتراک دانش و تجربیات	ایجاد یک محیط سازمانی که موجب اشتراک دانش و تجربه می‌شود.	کریستجانشون و همکاران <sup>۹</sup> (۲۰۱۴)؛ چو و همکاران (۲۰۱۵)
سازگاری با تغییرات احتمالی خدمات	شرکت تقبل‌کننده برون‌سپاری توانایی تطابق با فناوری‌های جدید را داشته باشد.	پاتیل و پاتیل <sup>۱۰</sup> (۲۰۱۴)؛ چو و همکاران (۲۰۱۵)

حال با بررسی ادبیات تحقیق، فهرستی از ریسک‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات شناسایی گردید که در جدول ۳، ذکر شده است.

1. Chen et al.
2. Chen & Chao
3. Zhang et al.
4. Ferguson et al.
5. Janssen et al.
6. Jyoti & Arora
7. Goo & Huang
8. Chou et al.
9. Kristjánsson et al.
10. Patil & Patil

جدول ۳: ریسک های برون سپاری پروژه های فناوری اطلاعات

منبع	تعریف	ریسک	کد
لیو و وانگ <sup>۱</sup> (۲۰۱۴)	ریسک های مربوط به عدم توسعه شرکت از لحاظ فنی و سیستم مدیریت پروژه شرکت است که منجر به شکست در پروژه های فناوری اطلاعات شده و هزینه های سرسام آوری به شرکت وارد می کند.	ریسک زیرسیستم فنی و ریسک های مدیریت پروژه	۱A
موترس <sup>۲</sup> (۲۰۰۷)	زمانی که شرکت فرآیندی را برون سپاری می کند، به دست آوردن مزیت رقابتی از آن فرآیند دشوار است. بنابراین اغلب شرکت ها، فعالیت های غیر کلیدی خود را برون سپاری می نمایند.	از دست دادن منابع مزیت رقابتی	۲A
بارتلمی <sup>۳</sup> (۲۰۰۳)؛ هو و همکاران <sup>۴</sup> (۲۰۱۲)	شکست مالی ریسکی است که ممکن است در اثر فروپاشیدن مالی شرکت پیمانکار به وجود بیاید.	ریسک شکست مالی پیمانکار	۳A
جون و همکاران <sup>۵</sup> (۲۰۱۱)	پیچیدگی ها و ریسک هایی که به طور ذاتی در بعضی از پروژه ها وجود دارد. مثلاً در مورد زمان تحویل، دقت انجام آن، نحوه انجام، پیچیدگی فازهای اجرایی و مشتریان آن، ریسک هایی دیده می شود.	پیچیدگی و عدم قطعیت های ذاتی پروژه ها	۴A
موترس (۲۰۰۷)	این احتمال وجود دارد که شرکت پیمانکار این اطلاعات را با رقبای شرکت داخلی به اشتراک بگذارد و یا اینکه به آن ها بفروشد.	ریسک حریم اطلاعات	۵A
موترس (۲۰۰۷)	احتمال اینکه شرکت پیمانکار، قیمت های خود را در آینده افزایش دهد و یا زمانی که صنعت مور نظر دچار افول می شود، قیمت های خود را کاهش ندهد.	ریسک قیمت گذاری آینده	A

1. Liu & Wang
2. Metters
3. Barthelemy
4. Hu et al.
5. Jun et al.

کد	ریسک	تعریف	منبع
۷A	ریسک قرارداد	اگر همه خدمات مطلوب در قرارداد مشخص نشده باشد و یا اگر شرایط کسب و کار تغییر پیدا کند و سطوح خدمت متفاوتی مورد نیاز باشد، در این مواقع شرکت داخلی نمی تواند شرایط قرارداد را به آسانی تغییر دهد.	تردیمان و سینها <sup>۱</sup> (۲۰۰۲)
۸A	پیچیدگی نرم افزار و عدم تجربه کاربران	پیچیدگی های بسته نرم افزاری، عدم آمادگی و تجربه کاربران شرکت، در استفاده از آن منجر به عدم هماهنگی و استفاده مناسب برای شرکت می گردد.	جیانگ و کلین <sup>۲</sup> (۱۹۹۹)
۹A	ریسک های مشتری	ریسک هایی که مشتری نهایی شرکت از برون سپاری پروژه های فناوری اطلاعات و عدم رفع خواسته هایش متحمل می شود.	هو و همکاران (۲۰۱۲)

### روش دلفی فاز۳

روش سنتی دلفی در ابتدا توسط دالکی و هلمر<sup>۴</sup> (۱۹۶۳) در یک شرکت توسعه یافت و به صورت گسترده ای در بسیاری از حوزه های مدیریت، به کار گرفته شد. دلفی، یک روش بررسی نظر کارشناس با سه مشخصه: پاسخ بدون ذکر نام، تکرار و بازخورد کنترل شده و در نهایت پاسخ گروهی آماری است. این روش، همیشه از نظرهای کارشناسی با همگرایی پایین، هزینه اجرایی بالا و این احتمال که ممکن است ایده پردازان، نظرهای کارشناسی بخصوص را حذف کنند، زیان دیده است. بنابراین، مری و همکاران<sup>۵</sup> (۱۹۸۵) مفهوم تلفیق روش سنتی دلفی و نظریه فاز۳ را به منظور بهبود بخشیدن ابهام و ناهمخوانی موجود در روش دلفی، ارائه کردند. عدد فاز۳ مثلی برای گنجاندن نظرهای کارشناسی به کار می رود و بنابراین، روش دلفی فاز۳ تثبیت شده است. مقادیر حداکثر و حداقل

1. Terdiman & Sinha
2. Jiang & Klein
3. F-DELPHI
4. Dalkey and Helmer
5. Murry et al.



نظریات کارشناسی به عنوان دو نقطه پایانی اعداد فازی مثلثی استفاده می شود و میانگین هندسی به عنوان درجه عضویت اعداد فازی مثلثی به منظور اجتناب از اثر مقادیر انتهایی به کار می رود. روش سنتی دلفی، نیازمند رسیدگی های متعدد به منظور رسیدن به یک سازگاری در نظریات کارشناسی است، اما روش دلفی فازی فقط نیازمند یک رسیدگی بوده، همه ی نظرها می توانند پوشش داده شوند. عموماً، برای ارزیابی اهمیت شاخص های ارزیابی عملکرد از یک مقیاس ده تایی استفاده می شود، اما به دلیل آن که معمولاً مقیاس ده تایی در ایران جواب نمی دهد، در این پژوهش از مقیاس پنج تایی استفاده شده است.

روش دلفی فازی، از میانگین هندسی به عنوان مبنایی برای گروه تصمیم گیرنده به منظور غربال نمودن عوامل نامناسب و اجتناب از تأثیر مقادیر انتهایی استفاده می کند. همچنین، علاوه بر کاهش مصرف هزینه و زمان، این روش تصمیم گیرندگان را قادر می سازد تا فازی بودن در فرآیند تصمیم گیری را ارزیابی کنند و به نتیجه ی بهتری در انتخاب عامل برسند. مراحل به کارگیری روش دلفی فازی در ادامه آمده است (چانگ<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸).

ابتدا، از عوامل استخراج شده در مراحل پیشین پژوهش، که توسط خبرگان پیشنهاد شده به عنوان پایه و اساس طراحی پرسشنامه استفاده شد. همچنین، یک سؤال آزاد در انتهای پرسشنامه گنجانده شده بود که در آن از پاسخ دهندگان خواسته شده بود که هر عامل مؤثری را که از نظر آن ها برای هدف تحقیق با اهمیت است، ذکر کنند.

دوم، از پرسشنامه برای گردآوری نظریات کارشناسان در گروه تصمیم گیری استفاده شد تا اهمیت نسبی عوامل مؤثر و رتبه ی آن ها به دقت آید.

سوم، می توان تابع مثلثاتی فازی<sup>۲</sup> مربوط به هر عامل تأثیرگذار را از پرسشنامه کارشناس و بر اساس فرمول های زیر به دست آورد:

$$\tilde{A} = (L_A, M_A, U_A) \quad (1)$$

$$L_A = \min(X_{A_i}, i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (2)$$

$$M_A = (X_{A_1} \times X_{A_2} \times \dots \times X_{A_n})^{\frac{1}{n}} \quad (3)$$

1. Chang

2. Fuzzy Trigonometric Function

$$U_A = \max(X_{A_i}), i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (۴)$$

جایی که  $\bar{A}$  مقدار فازی اهمیت عامل تأثیرگذار A،  $M_A, L_A$  و  $U_A$  به ترتیب حد پایینی، میانگین هندسی و حد بالایی مقادیر گروه تصمیم‌گیری برای عامل تأثیرگذار A هستند؛  $X_{A_i}$  مقدار تصمیم‌گیرنده  $i$  ام برای عامل تأثیرگذار A است.

چهارم: فرض کنید که میانگین هندسی تابع مثلثاتی فازی برای هر عامل تأثیرگذار، تابع عضویت  $M_A$  را تشکیل می‌دهد. این نشان‌دهنده درک مشترک گروه تصمیم‌گیری برای این عامل است.

پنجم: یک مقدار آستانه  $S^1$  را به منظور غربال نمودن عوامل نامناسب انتخاب کنید.

(الف)  $M_A \geq S$  عامل تأثیرگذار A را بپذیرید.

(ب)  $M_A < S$  عامل تأثیرگذار A را حذف کنید.

اساساً، مقدار آستانه با استنباط ذهنی تصمیم‌گیرنده معین می‌شود و مستقیماً بر روی تعداد عواملی که غربال می‌شوند؛ تأثیر خواهد گذاشت. هیچ راه ساده یا قانون کلی برای تعیین مقدار آستانه وجود ندارد. چن و وانگ (۲۰۱۰) عدد ۳ را به عنوان مقدار  $S$  به کار گرفتند. این پژوهش عدد ۳ را به عنوان حد آستانه در نظر گرفته و عواملی را که دارای میانگین هندسی پایین‌تر از ۳ بودند را حذف نموده است.

## روش سوآرا<sup>۲</sup>

روش سوآرا یکی از جدیدترین روش‌هایی است که در سال ۲۰۱۰ توسط کرسولین و همکارانش ابداع شده و تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد تا به انتخاب، ارزیابی و وزن دهی شاخص‌ها بپردازد (کرسولین و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۰). مهم‌ترین مزیت این روش نسبت به سایر روش‌های مشابه، توان آن در ارزیابی دقت نظر خبرگان درباره شاخص‌های وزن داده‌شده در طی فرآیند روش است (کرسولین و همکاران، ۲۰۱۰). علاوه بر این خبرگان می‌توانند با

---

1. Threshold Value  
2. SWARA  
3. Kersulienė et al.

یکدیگر مشورت کرده و این مشورت نتایج حاصله را نسبت به دیگر روش‌های MCDM دقیق‌تر می‌کند (دهنوی، ۲۰۱۵).

گام‌های اصلی برای وزن دهی بر اساس روش سوآرا به شرح زیر است:

- گام اول: مرتب کردن شاخص‌ها؛

در ابتدا شاخص‌های موردنظر تصمیم‌گیرندگان به‌عنوان شاخص‌های نهایی و بر اساس درجه اهمیت، انتخاب و مرتب می‌شوند. بر این اساس، مهم‌ترین شاخص‌ها در رده‌های بالاتر و شاخص‌های کم‌اهمیت‌تر در رده‌های پایین‌تر قرار می‌گیرند.

- گام دوم: تعیین اهمیت نسبی هر شاخص ( $S_j$ )؛

در این مرحله می‌بایست اهمیت نسبی هر کدام از شاخص‌ها نسبت به شاخص مهم‌تر قبلی مشخص گردد که در فرایند روش سوآرا این مقدار با  $S_j$  نشان داده می‌شود.

- گام سوم: محاسبه ضریب  $K_j$ ؛

ضریب  $K_j$  که تابعی از مقدار اهمیت نسبی هر شاخص است با استفاده از رابطه شماره ۵، محاسبه می‌گردد.

$$K_j = S_j + 1 \quad (5)$$

- گام چهارم: محاسبه وزن اولیه هر شاخص؛

وزن اولیه شاخص‌ها از طریق رابطه ۶ قابل محاسبه است. در این رابطه باید توجه داشت که وزن شاخص نخست که مهم‌ترین شاخص است برابر با ۱ در نظر گرفته می‌شود.

$$q_j = \frac{q_{j-1}}{K_j} \quad (6)$$

- گام پنجم: محاسبه وزن نرمال نهایی؛

در آخرین گام از روش سوآرا وزن نهایی شاخص‌ها که وزن نرمال شده نیز محسوب می‌گردد از طریق رابطه ۷ محاسبه می‌شود.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum q_j} \quad (7)$$

همان‌گونه که ذکر شد سوآرا یکی از جدیدترین روش‌های وزن دهی است و در سال‌های اخیر در چندین تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است که از آن جمله می‌توان به تحقیقات کرسولین و همکارانش (۲۰۱۰) در خصوص انتخاب راه‌حل منطقی حل اختلافات، علیمردانی و همکارانش (۲۰۱۳) به منظور انتخاب تأمین‌کننده، زلفانی و همکارانش (۲۰۱۳) برای طراحی محصول، حسینی دهشیری و عرب (۱۳۹۵) برای انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان و بسیاری از تحقیقات دیگر اشاره کرد که در آن‌ها از روش سوآرا به منظور وزن دهی استفاده کرده‌اند.

### اعداد خاکستری<sup>۱</sup>

نظریه خاکستری یکی از روش‌هایی است که به وسیله تحلیل‌های ریاضی سیستم‌هایی که دارای اطلاعات دارای عدم اطمینان هستند، تمرکز می‌کند. نظریه خاکستری، که در این مقاله مورد بررسی قرار می‌گیرد، بر اساس روش توسعه یافته دنگ<sup>۲</sup> در سال ۱۹۸۲ است. یکی از مزایای تحلیل رابطه‌ای خاکستری در مقایسه با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه این است که محدودیتی در مورد حجم نمونه و نرمال بودن توزیع داده‌ها وجود ندارد و علاوه بر آن شیوه محاسباتی آن نیز آسان است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱). در این پژوهش برای مواجهه با عدم قطعیت تصمیم‌گیری، از تئوری اعداد خاکستری استفاده شده است. در خصوص شاخص‌های کیفی یا شاخص‌هایی که اندازه‌گیری آن‌ها در شرایط عدم قطعیت مطرح می‌شود اعداد خاکستری در ماتریس تصمیم‌گیری بکار گرفته شده‌اند. مزیت تئوری خاکستری بر تئوری فازی این است که می‌تواند به‌خوبی در شرایط فازی عمل نماید (دنگ، ۱۹۸۹). به‌کارگیری تئوری فازی مستلزم تشخیص تابع عضویت مربوطه بر اساس تجربه خبرگان است، اما تئوری خاکستری بدون در نظر داشتن تابع عضویت و بر اساس محدوده اطلاعات در دسترس نیز به‌خوبی عمل می‌نماید (لیو و لین<sup>۳</sup>، ۲۰۰۶). برای "عدم

---

1. Grey Numbers  
2. Deng  
3. Liu&Lin

قطعیت ادراکی " که ناشی از پیچیدگی ذاتی پدیده‌ها و کمبود اطلاعات کامل است، برای توصیف و مطالعه این جنبه از پدیده‌ها تئوری اعداد خاکستری به‌عنوان بسط یافته تئوری فازی در شرایط مواجهه با داده‌های کم یا اطلاعات کیفی ناکامل، توسعه یافته است (مهرگان و دباغی، ۱۳۹۳).

در نظر بگیرید:

$$\begin{aligned} \otimes x &= [\alpha, \gamma] \\ &= \{x | \alpha \leq x \leq \gamma, \quad \alpha \text{ and } x \in R\} \end{aligned} \quad (8)$$

بنابراین،  $\otimes x$  شامل دو عدد حقیقی است که  $\alpha$  (حد پایین  $\otimes x$ ) و  $\gamma$  (حد بالای  $\otimes x$ ) به شکل زیر تعریف می‌شود:

- اگر  $\alpha \rightarrow -\infty$  و  $\gamma \rightarrow -\infty$  در نتیجه  $\otimes x$ ، عدد سیاه نامیده می‌شود. بدین معنا که عاری از هرگونه اطلاعات معنادار است؛
- اگر  $\alpha = \gamma$  آنگاه  $\otimes x$ ، عدد سفید نامیده می‌شود. بدین معنا که اطلاعات کاملی را به همراه دارند؛
- در غیر این صورت،  $\otimes x = [\alpha, \gamma]$  عدد خاکستری نامیده می‌شود. بدین معنا که حاوی اطلاعات ناکافی و نامطمئن می‌باشد.

اطلاعات موجود در دنیای واقعی اکثراً ناکافی و ناکامل هستند؛ بنابراین توسعه کاربردها از روش‌های مبتنی بر اعداد سفید به سمت روش‌های مبتنی بر اعداد خاکستری، جهت پاسخ‌گویی بهتر به دنیای واقعی، ضروری به نظر می‌رسد. در ذیل مفاهیم اولیه و عملیات پایه برای اعداد خاکستری، نمایش داده می‌شود. در نظر بگیرید که عدد خاکستری با دو پارامتر  $(\alpha, \gamma)$  تعریف و نمایش داده شود و اعمال  $+$ ,  $-$ ,  $\times$ ,  $\div$  تیب نمایانگر اعمال جمع، تفاضل، ضرب و تقسیم باشند. عملیات پایه برای اعداد خاکستری  $\otimes n_1$  و  $\otimes n_2$  به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$\otimes n_1 + \otimes n_2 = (n_{1\alpha} + n_{2\alpha}, n_{1\gamma} + n_{2\gamma}) \quad (9)$$

$$\otimes n_1 - \otimes n_2 = (n_{1\alpha} - n_{2\gamma}, n_{1\gamma} - n_{2\alpha}) \quad (10)$$

$$\otimes n_1 \times \otimes n_2 = (n_{1\alpha} \times n_{2\alpha}, n_{1\gamma} \times n_{2\gamma}) \quad (11)$$

$$\otimes n_1 \div \otimes n_2 = \left( \frac{n_{1\alpha}}{n_{2\gamma}}, \frac{n_{1\gamma}}{n_{2\alpha}} \right) \quad (12)$$

$$k \times (\otimes n_1) = (kn_{1\alpha}, kn_{1\gamma}) \quad (13)$$

$$(\otimes n_1)^{-1} = \left( \frac{1}{n_{1\gamma}}, \frac{1}{n_{1\alpha}} \right) \quad (14)$$

### روش آراس خاکستری<sup>۱</sup>

روش آراس (زاوادکاس<sup>۲</sup> و توسکیس، ۲۰۱۰؛ زاوادکاس و همکاران، ۲۰۱۰؛ توپنیت و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۰) بر اساس این نظریه استوار است که پدیده‌های پیچیده جهان می‌تواند با استفاده از مقایسه‌های نسبی ساده فهمیده شود. در این روش مجموع مقادیر وزن‌دار شده و نرمال‌شده مقادیر معیارها برای هر گزینه که نشان‌دهنده شرایط یک گزینه است، بر مجموع مقادیر وزن‌دار شده و نرمال‌شده بهترین گزینه تقسیم می‌شود. این نسبت، درجه بهینه بودن<sup>۴</sup> نامیده می‌شود. بر اساس این درجه بهینه بودن گزینه‌ها، رتبه‌بندی می‌شود.

در گام اول ماتریس تصمیم خاکستری<sup>۵</sup> شکل می‌گیرد. ابعاد این ماتریس،  $m \times n$  است که  $m$  نشان‌دهنده تعداد گزینه‌ها (سطرها) و  $n$  تعداد معیارها (ستون‌ها) است.

$$X = \begin{bmatrix} \otimes x_{01} & \dots & \otimes x_{0j} & \dots & \otimes x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes x_{i1} & \dots & \otimes x_{ij} & \dots & \otimes x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes x_{m1} & \dots & \otimes x_{mj} & \dots & \otimes x_{mn} \end{bmatrix} \quad i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n} \quad (15)$$

که  $m$  تعداد گزینه‌ها و  $n$  تعداد معیارها است.  $\otimes x_{ij}$  نشان‌دهنده عملکرد گزینه  $i$  ام در معیار  $j$  ام است.  $\otimes x_{0j}$  مقدار بهینه برای معیار  $j$  ام است. اگر مقدار بهینه متغیر  $j$  ام نامعین باشد به شکل زیر مقداری برای آن تعیین می‌کنیم.

$$\otimes x_{0j} = \max_i \otimes x_{ij} \quad , \text{ if } \max_i \otimes x_{ij} \text{ is preferable}$$

1. ARAS-G
2. Zavadskas
3. Tupenaite et al.
4. Degree of Optimality
5. Grey Decision-Making Matrix (GDMM)

$$\otimes x_{0j} = \min_i x_{ij}^*, \text{ if } \min_i x_{ij}^* \text{ is preferable} \quad (16)$$

معمولاً مقدار ارزیابی گزینه‌ها در معیارها  $(\otimes x_{ij})$  و وزن هر معیار  $(\otimes w_j)$  به‌عنوان ورودی‌های ماتریس تصمیم توسط تصمیم‌گیرندگان داده می‌شود. باید در مرحله اول به این نکته توجه شود که معیارها دارای ابعاد<sup>۱</sup> متفاوتی هستند. برای ایجاد امکان مقایسه معیارها و برای اجتناب از سختی‌های احتمالی ناشی از تفاوت ابعاد معیارها، باید ابتدا مقادیر وزن داده شده را بدون بعد<sup>۲</sup> کنیم. برای این کار مقادیر را بر مقدار بهینه که در فوق به دست آمد، تقسیم می‌کنیم. روش‌های متفاوتی برای بی‌بعد کردن مقادیر وجود دارد که یکی از روش‌ها در ذیل تشریح می‌شود.

با استفاده از روش نرمال‌سازی مقادیر ماتریس تصمیم اولیه به مقادیری در بازه (۰ و ۱) یا در بازه (۰ و  $\infty$ ) تبدیل می‌شوند.

در گام دوم، مقادیر ورودی اولیه برای تمامی معیارها نرمال‌سازی شده و به شکل  $\otimes \bar{x}_{ij}$  درآمده که درایه‌های ماتریس  $\otimes \bar{X}$  هستند، که به شکل زیر تعریف می‌شود.

$$\otimes \bar{X} = \begin{bmatrix} \otimes \bar{x}_{01} & \dots & \otimes \bar{x}_{0j} & \dots & \otimes \bar{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes \bar{x}_{i1} & \dots & \otimes \bar{x}_{ij} & \dots & \otimes \bar{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes \bar{x}_{m1} & \dots & \otimes \bar{x}_{mj} & \dots & \otimes \bar{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad i = \overline{0, m}; \quad j = \overline{1, n} \quad (17)$$

برای معیارهای مثبت<sup>۳</sup> نرمال‌سازی به شکل زیر انجام می‌شود:

$$\otimes \bar{x}_{ij} = \frac{\oplus x_{ij}}{\sum_{i=0}^m \otimes x_{ij}} \quad (18)$$

برای معیارهای منفی<sup>۴</sup> نرمال‌سازی به شکل زیر انجام می‌شود:

$$\otimes x_{ij} = \frac{1}{\otimes x_{ij}^*} \quad \otimes \bar{x}_{ij} = \frac{\oplus x_{ij}}{\sum_{i=0}^m \otimes x_{ij}} \quad (19)$$

1. Dimensions
2. Dimensionless
3. Benefit Type Criteria
4. Cost Type Criteria

وقتی مقادیر بدون بعد معیارها مشخص شود، این امکان فراهم می‌آید که معیارها با یکدیگر مقایسه شوند.

در گام سوم: وزن‌ها را در ماتریس نرمال شده  $\otimes \bar{X}$ ، اعمال می‌کنیم. تا ماتریس  $\otimes \hat{X}$  به دست آید. وزن هر معیار  $j$  ام با  $w_j$  نمایش داده می‌شود. وزن‌ها توسط خبرگان تعیین می‌شوند. وزن‌های داده‌شده باید شروط زیر را داشته باشند:

$$0 < \otimes w_j < 1$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (20)$$

$$\otimes \hat{X} = \begin{bmatrix} \otimes \hat{x}_{01} & \dots & \otimes \hat{x}_{0j} & \dots & \otimes \hat{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes \hat{x}_{i1} & \dots & \otimes \hat{x}_{ij} & \dots & \otimes \hat{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes \hat{x}_{m1} & \dots & \otimes \hat{x}_{mj} & \dots & \otimes \hat{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} i = \overline{0, m}; \\ j = \overline{1, n} \end{matrix} \quad (21)$$

$$\otimes \hat{x}_{ij} = \otimes \bar{x}_{ij} \times \otimes w_j; \quad i = \overline{0, m} \quad (22)$$

که  $w_j$  وزن (اهمیت) معیار  $j$  ام و  $\bar{x}_{ij}$  مقدار نرمال شده معیار  $j$  ام است. عبارت زیر مشخص کننده ارزش تابع بهینه<sup>۱</sup> را مشخص می‌کند:

$$\otimes S_i = \sum_{j=1}^n \otimes \hat{x}_{ij}; \quad i = \overline{0, m} \quad (23)$$

که  $\otimes S_i$  ارزش تابع بهینه برای گزینه  $i$  است. بهترین گزینه، گزینه‌ای است که بالاترین ارزش تابع بهینه را داشته باشد. و بدترین گزینه، گزینه‌ای است که کمترین ارزش تابع بهینه را داشته باشد. اولویت گزینه‌ها بر اساس مقدار  $\otimes S_i$  مشخص می‌شود.



نتیجه تصمیم‌گیری خاکستری برای هر گزینه، عدد خاکستری  $S_i \otimes$  است. روش‌های متعددی برای تبدیل مقدار خاکستری به مقدار قطعی وجود دارد. روش مرکز ناحیه یکی از کاربردی‌ترین و ساده‌ترین روش‌هاست که در ذیل به آن اشاره شده است.

$$S_i = \frac{1}{2}(S_{i\alpha} + S_{i\gamma}) \quad (24)$$

درجه کاربرد هر گزینه<sup>۱</sup> از مقایسه آن با بهترین مقدار که  $S_0$  نام دارد به دست می‌آید. معادله‌ای درجه کاربرد<sup>۲</sup> که  $K_i$  نام دارد برای گزینه  $A_i$  در ذیل تشریح شده است.

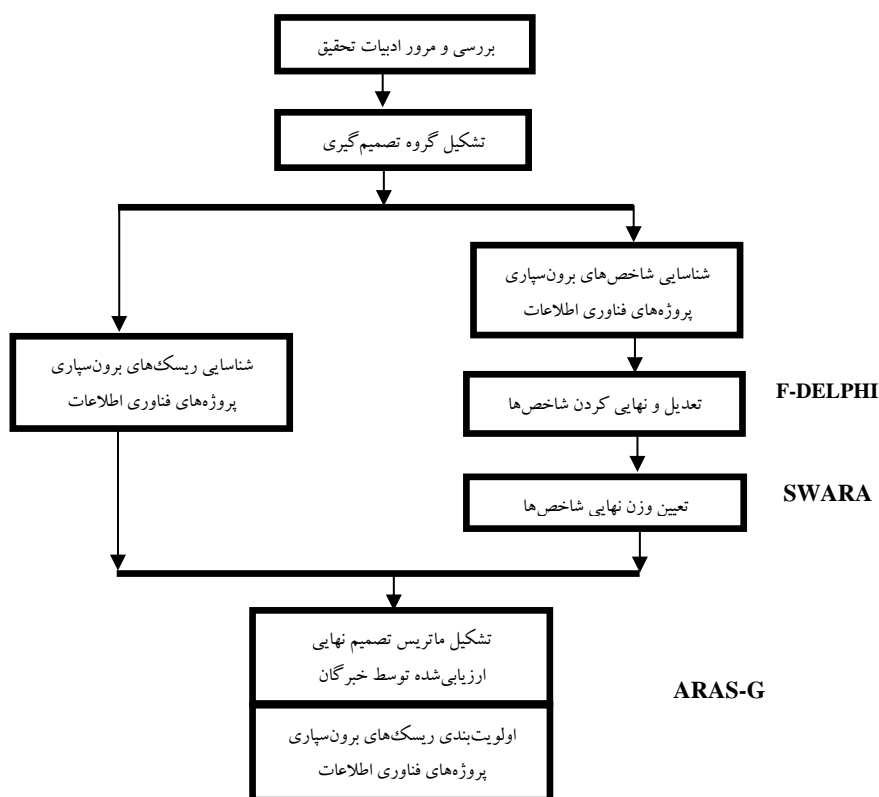
$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; \quad i = \overline{0, m} \quad (25)$$

که  $S_0$  و  $S_i$  از معادله (۲۳) به دست آمده‌اند. واضح است که مقدار  $K_i$  در بازه (۰ و ۱) قرار دارد. بر اساس مقادیر  $K_i$  گزینه‌ها رتبه‌بندی می‌شوند.

### چارچوب و روش تحقیق

این پژوهش از نظر نوع هدف، تحقیقی کاربردی بوده و از نظر شیوه گردآوری داده‌ها، توصیفی - اکتشافی است که هدف آن ضمن شناسایی معیارهای مؤثر، رتبه‌بندی ریسک‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات است و برای نشان دادن کارایی مدل پیشنهادی از مطالعه‌ای موردی استفاده می‌گردد. مدل مفهومی این تحقیق در شکل ۱، آمده است.

- 
1. Alternative Utility
  2. Utility Degree



شکل ۱: مراحل تحقیق

در گام اول با بررسی تحقیقات انجام شده در حوزه ریسک پروژه‌های فناوری اطلاعات، خلأ تحقیقاتی شناسایی گردید. سپس در راستای رفع کمبودهای موجود، با بررسی ادبیات تحقیق در حوزه برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات، معیارهای مؤثر مورد بررسی قرار می‌گیرند و فهرستی از معیارهای شناسایی شده در اختیار خبرگان شرکت قرار می‌گیرد، سپس معیارهای مورد نظر پس از بررسی مورد مطالعه و بر اساس نظر خبرگان با روش دلفی فازی نهایی و انتخاب می‌شوند. در گام بعد بر اساس روش سوآرا وزن نهایی معیارهای مورد نظر به دست می‌آید. همچنین با بررسی پژوهش‌های انجام شده در این حوزه، فهرستی از مهم‌ترین ریسک‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات شناسایی می‌گردد. سپس برای

اولویت بندی ریسک های شناسایی شده، بر اساس روش آراس خاکستری، ماتریس تصمیم نهایی ارزیابی شده توسط خبرگان تشکیل می گردد. در گام بعد ماتریس تصمیم نهایی نرمال موزون به شکل اعداد خاکستری ایجاد خواهد شد و در نهایت ریسک های برون سپاری پروژه های فناوری اطلاعات رتبه بندی خواهند شد.

### مطالعه موردی

برای نشان دادن کارایی مدل پیشنهادی، مطالعه ای موردی در شرکتی که در امور مدیریت سرمایه، مالی و بازار اقدام به ارائه خدمات مشاوره ای می نماید، صورت گرفت. این شرکت باهدف جذب، تمرکز و مدیریت سرمایه و فراهم آوردن بستر برای فعالیت های اقتصادی مفید فعالیت حرفه ای خود را آغاز نموده و در حال حاضر آماده به ارائه خدمات در بخش های خرید و فروش و تضمین سهام و شرکت های سرمایه گذاری، سرمایه گذاری در خطوط ارتباطی ( هوپیمایی، جاده ای، ریلی و مخابراتی)، مشارکت و سرمایه گذاری با شرکت ها و بنگاه های اقتصادی داخلی و خارجی، سرمایه گذاری در مورد احداث، تأسیس و اجرای ساختمان های مسکونی، تجاری و اداری و سرمایه گذاری و مشارکت در راه اندازی فروشگاه های مجازی است. همچنین این شرکت در زمینه هایی از جمله: اجرای فیبر نوری در دریا های آزاد، بانک الکترونیک، بندر خشک و انرژی های نوین، در حال سرمایه گذاری است. با توجه به تعداد و حجم زیاد پروژه هایی که این شرکت در آن درگیر است، نیازمند برون سپاری، برای فعالیت ها و پروژه های در حال اجرای خود است. از طرفی، آگاهی و ارزیابی از ریسک های برون سپاری پروژه های فناوری اطلاعات برای شرکت مورد مطالعه ضروری است. از این رو مطالعه ای باهدف شناسایی و اولویت بندی ریسک های برون سپاری پروژه های فناوری اطلاعات در شرکت مورد نظر انجام شد. گروه تصمیم گیری متشکل از ۵ نفر از اعضای شرکت با تخصص فناوری اطلاعات که از تجربه لازم برخوردار بودند (با سابقه حداقل هفت سال در حوزه فناوری اطلاعات)، به سرپرستی مدیر فناوری اطلاعات تشکیل گردید. معیارهای مؤثر پس از بررسی ادبیات تحقیق، با بهره گیری از روش دلفی فازی تعدیل و نهایی شد که در جدول ۴،

ذکر شده است.

#### جدول ۴: معیارهای نهایی شده با روش دلفی فازی

معیار
تطبیق اهداف برون سپاران و ارائه دهندگان
ارتباط بین برون سپاری و ارائه دهنده
تعهد مدیران شرکت تقبل کننده برون سپاری
اشتراک دانش و تجربیات
سازگاری با تغییرات احتمالی خدمات

بر مبنای گام اول روش سوآرا از خیره خواسته شده تا معیارها را برحسب اهمیت به طور نزولی مرتب نماید. که این اولویت بندی در ستون دوم جدول شماره ۵، به نمایش درآمده است. همچنین گام های دوم تا چهارم روش سوآرا به ترتیب در ستون های سوم تا پنجم جدول شماره ۵ آمده است. در نهایت با پیمودن گام نهایی روش سوآرا و نرمال سازی اوزان معیارهای مؤثر، وزن نهایی آن ها در ستون ششم جدول شماره ۵ به نمایش درآمده است.

#### جدول ۵: محاسبه وزن معیارهای مؤثر

کد معیار	معیارها	مقدار متوسط اهمیت نسبی	محاسبه ضریب $K_j$	محاسبه وزن اولیه هر شاخص	محاسبه وزن نرمال نهایی
۱C	اشتراک دانش و تجربیات	۱	۱	۱	۰/۲۶۷
۲C	تعهد مدیران شرکت تقبل کننده برون سپاری	۰/۱۷	۱/۱۷	۰/۸۵۵	۰/۲۲۸
۳C	سازگاری با تغییرات احتمالی خدمات	۰/۱۳	۱/۱۳	۰/۷۵۶	۰/۲۰۲
۴C	تطبیق اهداف برون سپاران و ارائه دهندگان	۰/۲۳	۱/۲۳	۰/۶۱۵	۰/۱۶۴
۵C	ارتباط بین برون سپاری و ارائه دهنده	۰/۱۹	۱/۱۹	۰/۵۱۷	۰/۱۳۸

حال از خبرگان خواسته شده تا هریک از ریسک‌ها (گزینه‌ها) در شاخص مذکور را با سایر ریسک‌ها (گزینه‌ها) با توجه به متغیرهای جدول شماره ۶، ارزیابی و مقایسه نمایند که نتایج ارزیابی، در جدول شماره ۷ ذکر شده است.

جدول ۶: متغیرهای زبانی متناظر با اعداد خاکستری (توسکس و زاوادکاس، ۲۰۱۰).

متغیرهای زبانی	عدد خاکستری متناظر
خیلی کم (VL)	(۰ و ۰/۲)
کم (L)	(۰/۱ و ۰/۳)
متوسط رو به پایین (ML)	(۰/۲ و ۰/۴)
متوسط (M)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)
متوسط رو به بالا (MH)	(۰/۶ و ۰/۸)
زیاد (H)	(۰/۷ و ۰/۹)
خیلی زیاد (VH)	(۰/۸ و ۱)

جدول ۷: ماتریس تصمیم نهایی ارزیابی شده به وسیله متغیرهای زبانی اعداد خاکستری

	۱C	۲C	۳C	۴C	۵C
۱A	M	M	L	ML	ML
۲A	VH	H	M	MH	VH
۳A	H	H	ML	M	VH
۴A	MH	ML	M	ML	M
۵A	H	MH	M	ML	H
۶A	H	M	M	ML	H
۷A	MH	M	M	ML	MH
۸A	MH	ML	M	ML	MH
۹A	MH	MH	ML	ML	H

حال متغیرهای زبانی موجود در جدول شماره ۷ را به کمک جدول شماره ۶ به اعداد خاکستری تبدیل نموده تا جدول تصمیم نهایی با اعداد خاکستری به دست آید که نتیجه در قالب جدول شماره ۸ قابل مشاهده است.

جدول ۸: ماتریس تصمیم نهایی ارزیابی شده به شکل اعداد خاکستری

معیار	۱C	۲C	۳C	۴C	۵C
نوع معیار	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
وزن معیارها	۰/۲۶۷	۰/۲۲۸	۰/۲۰۲	۰/۱۶۴	۰/۱۳۸
گزینه بهینه	(۰/۸ و ۱)	(۰/۷ و ۰/۹)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)	(۰/۸ و ۱)
۱A	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)	(۰/۱ و ۰/۳)	(۰/۲ و ۰/۴)	(۰/۲ و ۰/۴)
۲A	(۰/۸ و ۱)	(۰/۷ و ۰/۹)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)	(۰/۲ و ۰/۴)	(۰/۸ و ۱)
۳A	(۰/۷ و ۰/۹)	(۰/۷ و ۰/۹)	(۰/۲ و ۰/۴)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)	(۰/۸ و ۱)
۴A	(۰/۶ و ۰/۸)	(۰/۲ و ۰/۴)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)	(۰/۲ و ۰/۴)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)
۵A	(۰/۷ و ۰/۹)	(۰/۶ و ۰/۸)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)	(۰/۲ و ۰/۴)	(۰/۷ و ۰/۹)
۶A	(۰/۷ و ۰/۹)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)	(۰/۲ و ۰/۴)	(۰/۷ و ۰/۹)
۷A	(۰/۶ و ۰/۸)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)	(۰/۲ و ۰/۴)	(۰/۷ و ۰/۹)
۸A	(۰/۶ و ۰/۸)	(۰/۲ و ۰/۴)	(۰/۳۵ و ۰/۶۵)	(۰/۲ و ۰/۴)	(۰/۶ و ۰/۸)
۹A	(۰/۶ و ۰/۸)	(۰/۶ و ۰/۸)	(۰/۲ و ۰/۴)	(۰/۲ و ۰/۴)	(۰/۷ و ۰/۹)

حال در گام بعدی با توجه به رابطه شماره ۱۶ گزینه ایده آل را به دست آورده و جدول تصمیم نهایی را با توجه به مثبت و منفی بودن معیارها و با کمک روابط شماره ۱۸ و ۱۹ نرمال سازی نموده، سپس وزن نهایی معیارها را با کمک رابطه شماره ۲۲ در ستون متناظر با هر معیار ضرب نموده تا ماتریس تصمیم نرمال موزون به شکل جدول شماره ۹، به دست آید.

جدول ۹: ماتریس تصمیم نهایی نرمال موزون به شکل اعداد خاکستری

معیار	۱C	۲C	۳C	۴C	۵C
نوع معیار	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
وزن معیارها	۰/۲۶۷	۰/۲۲۸	۰/۲۰۲	۰/۱۶۴	۰/۱۳۸
گزینه بهینه	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۴۱)	(۰/۰۲۳ و ۰/۰۴۳)	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۴۵)	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۴۶)	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۲۲)
۱A	(۰/۰۰۳ و ۰/۰۲۷)	(۰/۰۱۱ و ۰/۰۳۱)	(۰/۰۰۴ و ۰/۰۲۱)	(۰/۰۰۷ و ۰/۰۲۹)	(۰/۰۰۳ و ۰/۰۰۹)
۲A	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۴۱)	(۰/۰۲۳ و ۰/۰۴۳)	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۴۵)	(۰/۰۰۷ و ۰/۰۲۹)	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۲۲)
۳A	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۳۷)	(۰/۰۲۳ و ۰/۰۴۳)	(۰/۰۰۷ و ۰/۰۲۷)	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۴۶)	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۲۲)
۴A	(۰/۰۰۶ و ۰/۰۳۳)	(۰/۰۰۶ و ۰/۰۱۹)	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۴۵)	(۰/۰۰۷ و ۰/۰۲۹)	(۰/۰۰۶ و ۰/۰۱۴)
۵A	(۰/۰۱۱ و ۰/۰۳۷)	(۰/۰۱۹ و ۰/۰۳۸)	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۴۵)	(۰/۰۰۷ و ۰/۰۲۹)	(۰/۰۱۱ و ۰/۰۲۰)
۶A	(۰/۰۱۱ و ۰/۰۳۷)	(۰/۰۱۱ و ۰/۰۳۱)	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۴۵)	(۰/۰۰۷ و ۰/۰۲۹)	(۰/۰۱۱ و ۰/۰۲۰)
۷A	(۰/۰۱۱ و ۰/۰۳۳)	(۰/۰۱۱ و ۰/۰۳۱)	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۴۵)	(۰/۰۰۷ و ۰/۰۲۹)	(۰/۰۱۱ و ۰/۰۲۰)
۸A	(۰/۰۱۰ و ۰/۰۳۳)	(۰/۰۰۶ و ۰/۰۱۹)	(۰/۰۱۳ و ۰/۰۴۵)	(۰/۰۰۷ و ۰/۰۲۹)	(۰/۰۱۰ و ۰/۰۴۱)
۹A	(۰/۰۱۱ و ۰/۰۳۳)	(۰/۰۱۹ و ۰/۰۳۸)	(۰/۰۰۷ و ۰/۰۲۷)	(۰/۰۰۷ و ۰/۰۲۹)	(۰/۰۱۱ و ۰/۰۱۷)

حال تابع ارزش بهینه را با کمک رابطه شماره ۲۳ به دست می آید. حال با توجه به این که مقدار به دست آمده به شکل اعداد خاکستری است، باهدف مقایسه این اعداد با یکدیگر با کمک رابطه شماره ۲۴ آن ها را به شکل اعداد غیر خاکستری درآورده و با کمک رابطه شماره ۲۵ درجه مطلوبیت هر گزینه را به دست آورده و در نهایت گزینه ها را بر مبنای مقدار درجه مطلوبیت متناظر با هریک از آن ها، رتبه بندی می شوند. نتایج فرآیندهای مذکور را در قالب جدول شماره ۱۰ به نمایش درآمده است.

جدول ۱۰: نتایج نهایی روش آراس خاکستری

رتبه	K	S	Sgray	گزینه‌ها
۰	۱	۰/۱۴۲	(۰/۱۹۲ و ۰/۰۸۶)	گزینه بهینه
۹	۰/۵۳۸	۰/۰۷۶	(۰/۱۱۶ و ۰/۰۳۶)	۱A
۱	۰/۹۱۸	۰/۱۳۰	(۰/۱۷۹ و ۰/۰۸۰)	۲A
۲	۰/۸۹۵	۰/۱۲۷	(۰/۱۷۶ و ۰/۰۷۷)	۳A
۸	۰/۶۷۲	۰/۰۹۵	(۰/۱۳۹ و ۰/۰۵۱)	۴A
۳	۰/۸۵۰	۰/۱۲۰	(۰/۱۶۸ و ۰/۰۷۲)	۵A
۴	۰/۷۹۶	۰/۱۱۳	(۰/۱۶۱ و ۰/۰۶۴)	۶A
۵	۰/۷۷۱	۰/۱۰۹	(۰/۱۴۳ و ۰/۰۶۱)	۷A
۷	۰/۶۹۸	۰/۰۹۹	(۰/۱۷۴ و ۰/۰۵۵)	۸A
۶	۰/۷۴۵	۰/۱۰۵	(۰/۱۴۷ و ۰/۰۶۴)	۹A

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، در این پژوهش معیارهای اشتراک دانش و تجربیات، تعهد مدیران شرکت تقبل‌کننده برون‌سپاری و سازگاری با تغییرات احتمالی خدمات با اوزان ۰/۲۶۷، ۰/۲۲۸ و ۰/۲۰۲ به ترتیب از بالاترین میزان اهمیت برای در میان معیارهای تصمیم‌گیری برخوردار می‌باشند. همچنین در میان ریسک‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات، بر اساس نتایج جدول ۱۰، گزینه‌های دوم (از دست دادن منابع مزیت رقابتی)، سوم (ریسک شکست مالی پیمانکار) و پنجم (ریسک حریم اطلاعات) به‌عنوان مهم‌ترین گزینه‌ها برای مورد مطالعه شناسایی شدند.

### نتیجه‌گیری

پروژه انجام طیف وسیعی از فعالیت‌ها برای دوره‌ای محدود است. ریسک و عدم قطعیت، جزء جدانشدنی و اجتناب‌ناپذیر پروژه‌ها بوده که موجب کاهش دقت در تخمین مناسب اهداف و کارایی پروژه‌ها می‌شود. ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که پروژه‌های فناوری اطلاعات بیشتر در معرض ریسک و عدم قطعیت قرار دارند. همچنین دو روش اساسی برای



اجرای پروژه‌های فناوری اطلاعات، وجود دارد که یکی از این روش‌ها، انجام درون‌سازمانی و دیگری برون‌سپاری است. تحقیقات نشان‌دهنده نرخ بالای شکست در برون‌سپاری پروژه‌ها است. همچنین یکی از مشکلات مدیران پروژه، شناسایی و نحوه برخورد با ریسک‌های برون‌سپاری در پروژه فناوری اطلاعات است، بنابراین شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های این حوزه، مسئله‌ای مهم در فرآیند مدیریت ریسک است. معیارهای مطرح‌شده به‌منظور اولویت‌بندی ریسک‌های برون‌سپاری پروژه فناوری اطلاعات از اوزان مختلفی برخوردار است؛ بنابراین نیاز به بهره‌گیری از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که معیارهای مختلف دخیل را در نظر گیرد. همچنین با توجه به اینکه، تصمیم‌گیرندگان در ارزیابی گزینه‌ها و معیارهای پژوهش از ترجیحات غیرقطعی استفاده می‌کنند، به مفاهیمی نیاز داریم که در زمان دسترسی نداشتن به اطلاعات قطعی، به تصمیم‌گیرندگان کمک کند از این‌رو در این پژوهش، از مجموعه تئوری اعداد خاکستری استفاده شد. همچنین در این تحقیق برای وزن دهی و اولویت‌بندی ریسک‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات، از تلفیق تکنیک‌های سوآرا و آراس خاکستری که یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین روش‌ها هستند، استفاده شد. از روش سوآرا برای وزن دهی و از روش آراس خاکستری برای اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده بهره گرفته شد. از دلایل به‌کارگیری این تکنیک‌ها، می‌توان به استفاده از داده‌های مقایسه‌ای کمتر به علت عدم استفاده از مقایسات زوجی کامل اشاره کرد. همچنین این روش‌ها منجر به مقایسه‌ای استوارتر می‌گردد، بدین معنی که جواب‌های قابل اطمینان‌تری نسبت به سایر روش‌های وزن دهی می‌دهد و پذیرش بهتر از سوی خبرگانی که با محدودیت زمان مواجه می‌باشند، اشاره کرد. نتایج وزن دهی با روش سوآرا نشان داد که معیارهای اشتراک دانش و تجربیات، تعهد مدیران شرکت تقبل‌کننده برون‌سپاری و سازگاری با تغییرات احتمالی خدمات به ترتیب از بالاترین میزان اهمیت برای در میان معیارهای تصمیم‌گیری برخوردار می‌باشند در توجیه این نتیجه می‌توان گفت که اشتراک دانش و تجربیات، منجر به حفظ و افزایش مزیت رقابتی می‌گردد و از دانش و تجربه، از پایه‌های اصلی مزیت رقابتی برای شرکت‌ها است. همچنین تعهد مدیران شرکت تقبل‌کننده

برون‌سپاری، ضمن افزایش اطمینان در برون‌سپاری، موجب انجام درست و به‌موقع پروژه‌های برون‌سپاری شده می‌گردد. سازگاری با تغییرات احتمالی خدمات، منجر به بالا رفتن قابلیت انعطاف‌پذیری و پاسخگویی به نیازهای جدید می‌شود. هم‌چنین بر اساس نتایج رتبه‌بندی با روش آراس خاکستری در میان ریسک‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات، ریسک‌های از دست دادن منابع مزیت رقابتی، شکست مالی پیمانکار و ریسک حریم اطلاعات به‌عنوان مهم‌ترین ریسک‌ها برای مورد مطالعه شناسایی شدند؛ که این امر نشان‌دهنده اهمیت مزیت رقابتی است که از دست دادن مزیت رقابتی منجر به نابودی شرکت می‌گردد و این ریسک از بالاترین اهمیت در بین ریسک‌های شناسایی شده برخوردار است. هم‌چنین ریسک شکست مالی پیمانکار، نیز موجب عدم اجرای پروژه‌های برون‌سپاری شده، شکست در پروژه‌ها، ایجاد ضرر برای پروژه‌های فناوری اطلاعات شرکت و از دست دادن اعتبار شرکت می‌شود. برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات می‌تواند منجر به از دست رفتن حریم اطلاعات شرکت شده و پیمانکار ممکن است اطلاعات شرکت را در اختیار شرکت‌های رقیب قرار دهد که این ریسک نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. از این رو شرکت باید تا حد لزوم، برای جلوگیری و کاهش این ریسک‌ها، پروژه‌های غیر حیاتی خود را برون‌سپاری کند. از در اختیار گذاشتن اطلاعات اصلی و حیاتی با پیمانکار خودداری نماید. برون‌سپاری باید به گونه‌ای باشد که مزیت رقابتی شرکت حفظ شود و قرارداد به گونه‌ای تنظیم شود که پیمانکار، نتواند قیمت را در طول دوره انجام پروژه‌ها، افزایش دهد و امکان سوءاستفاده وجود نداشته باشد. تعهد مدیران شرکت تقبل‌کننده برون‌سپاری در انجام صحیح و به‌موقع پروژه‌های برون‌سپاری شده مؤثر است. هم‌چنین شرکت باید با به اشتراک گذاشتن دانش و تبادل تجربیات به پیمانکار، به انجام بهتر پروژه‌های برون‌سپاری شده مطابق با نیازهای شرکت و خواسته‌های مشتریان اقدام نماید. محققان می‌توانند در پژوهش‌های آتی موارد زیر را پیگیری نمایند:

- ارزیابی و رتبه‌بندی ارائه‌دهندگان خدمات برای برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات و سایر نرم‌افزارها در این حوزه، نیز می‌تواند به‌عنوان موضوع تحقیقاتی

- مورد توجه باشد که باید ابتدا معیارهای مؤثر این حوزه‌ها شناسایی شده و سپس به رتبه‌بندی پرداخته شود.
- توجه به انواع متنوع پروژه‌های فناوری اطلاعات و روش‌های گوناگون اجرای آن‌ها از جمله برون‌سپاری، بررسی و مقایسه بهترین روش اجرایی برای هر نوع پروژه در زمینه فناوری اطلاعات نیز موضوع مناسبی برای تحقیقات بعدی است.
  - طراحی یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری با استفاده از مدل پیشنهادی تحقیق حاضر به منظور تعیین اوزان و رتبه‌بندی ریسک‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات.
  - به نظر منطقی است که در خصوص لیست معیارهای مدنظر نیز کار علمی متمرکز صورت گرفته و علاوه بر معیارهای شناسایی شده، به معیارهای متناسب دیگری نیز توجه کرد.
  - محققان می‌توانند از سایر تکنیک‌های حل مسائل MODM، به‌عنوان مثال برنامه‌ریزی آرمانی، استفاده کنند. علاوه بر آن، در نظر گرفتن ورودی‌های مدل پیشنهادی به صورت فازی نیز می‌تواند فرضیه خوبی برای تحقیقات بعدی باشد.
  - با افزایش معیارها و زیر معیارها، حجم محاسبات به شدت افزایش می‌یابد و ارائه یک روش ابتکاری (فرا ابتکاری) برای کاهش محاسبات برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌گردد.
  - علاوه بر این موارد، ارائه یک مدل مناسب (بر مبنای روش‌های بهینه‌سازی یا سایر رویکردهای موجود) برای ارزیابی ریسک‌های برون‌سپاری در سایر پروژه‌ها نیز به‌عنوان تحقیقات آتی پیشنهاد می‌گردد.

## منابع

- حسینی دهشیری، سید جلال‌الدین و عرب، علیرضا. (۱۳۹۵). انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان با بهره‌گیری از روش تلفیقی سوآرا و آراس خاکستری. *مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات*، ۵ (۱۸)، ۷۳-۱۰۳.
- رضائیان، فرتوک زاده، رجبی نهوجی و لطفی فروشانی. (۲۰۱۴). مدل‌سازی پویای مسائل برون‌سپاری پروژه‌های سیستم‌های اطلاعاتی: شرکت خدمات انفورماتیک، *پژوهش‌های مدیریت در ایران*، ۱۸ (۲)، ۵۵-۸۴.
- مهرگان، محمدرضا و دباغی، آزاده. (۱۳۹۳). توسعه روشی جامع برای تصمیم‌گیری چند شاخصه غیرقطعی مبتنی بر تحلیل رابطه‌ای خاکستری. *پژوهش‌های مدیریت عمومی*، ۷ (۲۳)، ۲۵-۵.
- Alimardani, M., Hashemkhani Zolfani, S., Aghdaie, M. H., & Tamošaitienė, J. (2013). A novel hybrid SWARA and VIKOR methodology for supplier selection in an agile environment. *Technological and Economic Development of Economy*, 19(3), 533-548.
- Barthelemy, J. (2003). The seven deadly sins of outsourcing. *The Academy of Management Executive*, 17(2), 87-98.
- Bizoi, M., Suduc, A. M., Gorghiu, G., & Gorghiu, L. M. (2010). Risk assessment of information and communication technology use in multinational educational projects. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2836-2840.
- Chang, Y. H., 1998, Transportation plan appraisal and decision making-discussion and application of the fuzzy theory, Hwatai, Taipei (Chinese edition).
- Chen, M. K., & Wang, S. C. (2010). The use of a hybrid fuzzy-Delphi-AHP approach to develop global business intelligence for information service firms. *Expert Systems with Applications*, 37(11), 7394-7407.
- Chen, Y. H., & Chao, R. J. (2012). Supplier selection using consistent fuzzy preference relations. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3233-3240.
- Chen, Y. H., Wang, T. C., & Wu, C. Y. (2011). Strategic decisions using the fuzzy PROMETHEE for IS outsourcing. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 13216-13222.

- Chou, S. W., Techatassanasoontorn, A. A., & Hung, I. H. (2015). Understanding commitment in business process outsourcing relationships. *Information & Management*, 52(1), 30-43.
- Chou, T. C., Chen, J. R., & Pan, S. L. (2006). The impacts of social capital on information technology outsourcing decisions: A case study of a Taiwanese high-tech firm. *International Journal of Information Management*, 26(3), 249-256.
- Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management science*, 9(3), 458-467.
- Dehnavi, A., Aghdam, I. N., Pradhan, B., & Varzandeh, M. H. M. (2015). A new hybrid model using step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA) technique and adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) for regional landslide hazard assessment in Iran. *Catena*, 135, 122-148.
- Deng, J.L., (1989) Introduction to Grey System Theory. *Journal of Grey System* 1, 1-24.
- Ferguson, C., Green, P., Vaswani, R., & Wu, G. H. (2013). Determinants of effective information technology governance. *International Journal of Auditing*, 17(1), 75-99.
- Fu, Y., Li, M., & Chen, F. (2012). Impact propagation and risk assessment of requirement changes for software development projects based on design structure matrix. *International Journal of Project Management*, 30(3), 363-373.
- Goo, J., & Huang, C. D. (2008). Facilitating relational governance through service level agreements in IT outsourcing: An application of the commitment-trust theory. *Decision Support Systems*, 46(1), 216-232.
- Gu, V. C., Hoffman, J. J., Cao, Q., & Schniederjans, M. J. (2014). The effects of organizational culture and environmental pressures on IT project performance: A moderation perspective. *International Journal of Project Management*, 32(7), 1170-1181.
- Han, W. M., & Huang, S. J. (2007). An empirical analysis of risk components and performance on software projects. *Journal of Systems and Software*, 80(1), 42-50.
- Hillson, D. (2002). Extending the risk process to manage opportunities. *International Journal of project management*, 20(3), 235-240.
- Hu, Y., Mo, X. Z., Zhang, X. Z., Zeng, Y. R., Du, J. F., & Xie, K. (2012). Intelligent analysis model for outsourced software project risk using constraint-based Bayesian network. *Journal of software*, 7(2), 440-449.
- Janssen, L. A., Luciano, E. M., & Testa, M. G. (2013, January). The influence of organizational culture on IT governance: Perception of a group of IT

- managers from Latin American companies. In *System Sciences (HICSS), 2013 46th Hawaii International Conference on* (pp. 4485-4494). IEEE.
- Ju-Long, D. (1982). Control problems of grey systems. *Systems & Control Letters*, 1(5), 288-294.
- Jun, L., Qiuzhen, W., & Qingguo, M. (2011). The effects of project uncertainty and risk management on IS development project performance: A vendor perspective. *International Journal of Project Management*, 29(7), 923-933.
- Jyoti, J., & Arora, H. (2013). Impact of client-vendor relationship on firm's financial performance: a study of outsourcing firms. *Global business review*, 14(4), 691-709.
- Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258.
- Kristjánsson, B., Helms, R., & Brinkkemper, S. (2012). Integration by communication: knowledge exchange in global outsourcing of product software development. *Expert Systems*.
- Liu S.F., Lin Y., (2006) *Grey Information Theory and Practical Applications*, Springer-Verlag London Limited.
- Liu, S., & Lin, Y. (2006). *Grey information: theory and practical applications*. Springer Science & Business Media.
- Liu, S., & Wang, L. (2014). Understanding the impact of risks on performance in internal and outsourced information technology projects: The role of strategic importance. *International Journal of Project Management*, 32(8), 1494-1510.
- Metters, R. (2008). A typology of offshoring and outsourcing in electronically transmitted services. *Journal of Operations Management*, 26(2), 198-211.
- Murray, T. J., Pipino, L. L., & van Gigch, J. P. (1985). A pilot study of fuzzy set modification of Delphi. *Human Systems Management*, 5(1), 76-80.
- Patil, S., & Patil, Y. S. (2014). A review on outsourcing with a special reference to telecom operations. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 133, 400-416.
- Rodríguez, A., Ortega, F., & Concepción, R. (2016). A method for the evaluation of risk in IT projects. *Expert Systems with Applications*, 45, 273-285.
- Rodríguez, A., Ortega, F., & Concepción, R. (2017). An intuitionistic method for the selection of a risk management approach to information technology projects. *Information Sciences*, 375, 202-218.

- Ropponen, J., & Lyytinen, K. (2000). Components of software development risk: How to address them? A project manager survey. *IEEE transactions on software engineering*, 26(2), 98-112.
- Silic, M., Back, A., & Silic, D. (2015). Taxonomy of technological risks of open source software in the enterprise adoption context. *Information & Computer Security*, 23(5), 570-583.
- Sinha, D., & Terdiman, R. (2002). Potential risks in offshore sourcing. *Gartner Group Market Analysis ITSV-WW-DP-0360*.
- Tupenaite, L., Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., Turskis, Z., & Seniut, M. (2010). Multiple criteria assessment of alternatives for built and human environment renovation. *Journal of Civil Engineering and Management*, 16(2), 257-266
- Turskis, Z., & Zavadskas, E. K. (2010). A novel method for multiple criteria analysis: grey additive ratio assessment (ARAS-G) method. *Informatica*, 21(4), 597-610.
- Wallace, L., Keil, M., & Rai, A. (2004). Understanding software project risk: a cluster analysis. *Information & Management*, 42(1), 115-125.
- Wideman, R. M. (1992). *Project and program risk management: a guide to managing project risks and opportunities* (Doctoral dissertation, University of Maribor, Faculty of Business and Economics).
- Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159-172.
- Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159-172.
- Zhang, C., Xue, L., & Dhaliwal, J. (2016). Alignments between the depth and breadth of inter-organizational systems deployment and their impact on firm performance. *Information & Management*, 53(1), 79-90.
- Zhu, Y., & Liang, C. (2011, May). The Research on the Risks & the Countermeasures of the Distributed IT Projects. In *Computer and Management (CAMAN), 2011 International Conference on* (pp. 1-4). IEEE.
- Zolfani, S. H., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2013). Design of products with both International and Local perspectives based on Yin-Yang balance theory and SWARA method. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 26(2), 153-166.

