ارزیابی و انتخاب نرم‌افزار مدیریت خدمات فاوا با رویکرد مدل ریاضی چندهدفه فازی

دو فصلنامه علمی- پژوهشی

مدیریت اطلاعات

دوره ۴، شماره ۱

بهار و تابستان ۱۳۹۷

سعید روحانی

استادیار گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران[1]

پوریا اکبری قطار

کارشناس ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

حنان عمو زاد

استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده: با توجه به توسعه به‌کارگیری مدیریت خدمات فناوری اطلاعات (ITSM) در سازمان‌ها، هدف این پژوهش ارائه مدلی ریاضی جهت ارزیابی و انتخاب سیستم‌های مدیریت خدمات فناوری اطلاعات است. در این پژوهش دسته‌بندی جدیدی از نیازمندی‌های کارکردی و غیر کارکردی و همچنین مدل چندهدفه فازی ارائه‌شده است. نیازمندی‌های کارکردی که برگرفته از فرآیندهای ITIL است به‌صورت کلی شامل: نیازمندی‌های استراتژیک، طراحی، انتقال، عملیات و بهبود مستمر سرویس است. علاوه بر این، سه نیازمندی دسترس‌پذیری، ظرفیت و رخداد با دقت بیشتری موردبررسی قرار گرفت است. درمجموع ۶۴ معیار جهت ارزیابی ارائه‌شده است. مدل توسعه داده‌شده با رویکرد فازی نیز شامل ۵ تابع هدف و ۷ محدودیت است که با الگوریتم‌های برنامه‌ریزی آرمانی، محدودیت اپسیلون، NSGA2 و MOPSO پیاده‌سازی شد. از مدل ارائه‌شده به‌منظور ارزیابی و انتخاب نرم‌افزار در شرکت ارائه‌دهنده خدمات فناوری اطلاعات استفاده‌شده است. مدل ارائه‌شده نه‌تنها سازمان را در انتخاب بهترین تأمین‌کننده کمک کرد بلکه در شناسایی نقاط ضعف تأمین‌کننده، کاهش زمان تصمیم‌گیری، افزایش دقت و سهولت تصمیم‌گیری یاری می‌رساند. نتایج پیاده‌سازی مدل در چهار الگوریتم یادشده نشان از آن دارد که الگوریتم MOPSO بهترین نتیجه را نسبت به سه الگوریتم دیگر داشته است و به ترتیب سه الگوریتم NSGA2، برنامه‌ریزی آرمانی و محدودیت اپسیلون در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.

کلیدواژه‌ها: انتخاب نرم‌افزار، خدمات فناوری اطلاعات، مدل چندهدفه فازی، نیازمندی‌های کارکردی.

۱. نویسنده مسئول: SRouhani@ut.ac.ir

۱-مقدمه

فرصت‌ها و تهدیدهایی که کسب‌وکارها به‌واسطه‌ی ظهور فناوری اطلاعات با آن روبه‌رو هستند باعث شده است تا وظایف عملیاتی مدیران فناوری اطلاعات نظیر مدیریت نرم‌افزارها، مدیریت شبکه، نصب سخت‌افزار و نرم‌افزار به وظایفی استراتژیک تبدیل شوند. امروزه مدیران فناوری اطلاعات، سرویس‌های فناوری اطلاعات را متناسب با شرایط موجود کسب‌وکار برنامه‌ریزی و مدیریت می‌کنند (روحانی و همکاران ۲۰۱۴). مدیریت خدمات فناوری اطلاعات[1](ITSM) به‌عنوان تسهیلگر بین نیازهای فعلی و آتی و سرویس‌های فناوری اطلاعات هم‌راستایی لازم را ایجاد می‌نماید.

کتابخانه زیرساخت فناوری اطلاعات (ITIL) که در سال ۱۹۸۹ توسط دولت بریتانیا در مرکز آژانس ارتباطات مرکزی کامپیوتر توسعه داده‌شده، مجموعه‌ای از فرایندها، کارکردها و به‌روش‌ها[2]را ارائه می‌دهد که در حوزه مدیریت خدمات فناوری اطلاعات مورداستفاده قرار می‌گیرد. نسخه سوم و آخرین نسخه این به‌روش که در سال ۲۰۰۷ ارائه شد شامل ۲۶ فرایند، ۴ کارکرد است که در قالب ۵ جلد کتاب ارائه‌شده است. هر یک از جلدهای این نسخه وضعیت چرخه‌ی عمر سرویس‌های فناوری اطلاعات و مدیریت آن‌ها را پوشش می‌دهد. چرخه‌ی عمر سرویس‌های فناوری اطلاعات شامل: استراتژی سرویس، طراحی سرویس، انتقال سرویس، عملیات سرویس و بهبود مستمر سرویس (OGC[3] 2007) است. ایدین و اکید بروک[4](۲۰۱۳) دلایل جذابیت حوزه مدیریت خدمات فناوری اطلاعات و ITIL را بیان نمودند: دلیل اول، مشهور بودن ITIL و ITSM در بین مدیران، شرکت‌ها و افراد متخصص است. دلیل دوم، ITIL و ITSM می‌توانند با سایر حوزه‌های تحقیقاتی نظیر نوآوری خدمات، قابلیت‌های فناوری اطلاعات، هم‌راستایی کسب‌وکار و IT و حاکمیت فناوری اطلاعات ترکیب شوند و دلیل سوم، رشد حوزه تحقیقاتی ویژگی‌های کارکردی فناوری اطلاعاتی است.

از فاکتورهای مهم در پیاده‌سازی موفق و سودمند پروژه‌های ITSM می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: انتخاب نرم‌افزار مناسب، استفاده از مشاوران، آموزش کارکنان، معیارهای مشتری محوری، فرهنگ‌سازمانی، ارتباطات بین واحدها و مدیریت عالی (پولارد و کاتراستل[5]۲۰۰۹).

ابزارها و تکنیک‌های مناسب جهت مدیریت هرچه بهتر خدمات ارائه‌شده در حوزه‌ی فناوری اطلاعات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ چراکه به سازمان‌ها در شناخت بهتر وضعیت سرویس‌های فناوری اطلاعات کمک می‌کنند (هابرت و همکاران[6]۲۰۱۱). نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات یا نرم‌افزار میز خدمت، ابزارهایی هستند که سازمان‌ها باید به آن‌ها مجهز شوند و یکی از آن‌ها را به‌منظور پاسخ‌گویی به نیازشان انتخاب نمایند. سازمان‌ها برای انتخاب نرم‌افزار مناسب با چالش‌هایی نظیر عدم

1.IT service management
2.Best practice
3.Office of Government Commerce (OGC)
4.Edin & ekert brok
5.Polard & catrastel
6.Habert & et al.

دانش فنی کافی، وجود ناسازگاری‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، محدودیت زمان در انتخاب نرم‌افزار و فقدان معیارهای ارزیابی روبه‌رو هستند (جادهاو و سونار[1] ۲۰۱۱). علیرغم بررسی ادبیات موضوع ITSM، نویسندگان فقدان چارچوبی جامع برای ارزیابی و انتخاب بسته‌های نرم‌افزاری ITSM (سعید روحانی و رواسان ۲۰۱۴، سعید روحانی ۲۰۱۷) را کشف کرده‌اند.

نکته قابل‌توجه در حوزه انتخاب نرم‌افزار، متفاوت بودن معیارهای ارزیابی و روش‌های ارزیابی نرم‌افزارها با کارکردهای متفاوت است. در انتخاب نرم‌افزار ITSM، هیچ مدل و چارچوب تائید شده‌ای وجود ندارد. روحانی و همکاران با استفاده از روش‌های TOPSIS فازی و روش رتبه‌بندی فازی و رتبه پایین‌تر (FSIR) را در زمینه انتخاب نرم‌افزارهای ITSM برای ارزیابی گزینه‌ها پیشنهاد داده‌اند؛ اما هیچ‌یک از پژوهش‌های پیشین مدل ریاضی مخصوص جهت ارزیابی گزینه‌ها را ارائه نکرده‌اند. برخی از اهداف پیاده‌سازی ITSM در تضاد با یکدیگر هستند و برآورده کردن هم‌زمان آن‌ها مقدور نیست. مدل‌های چندهدفه با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از اهداف مورد انتظار از پیاده‌سازی نرم‌افزارهای ITSM می‌توانند در حل کردن این مسئله مورداستفاده قرار گیرند؛ و از طرفی با توجه به وجود عدم قطعیت در شرایط مسئله استفاده از اعداد فازی و فاصله‌ای نیز می‌تواند مفید واقع گردد.

دست آورد اصلی این پژوهش نیز ارائه مدل چندهدفه فازی در ارزیابی و انتخاب نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات است. مزیت دیگر این پژوهش حفظ شرایط عدم قطعیت در مسئله تا انتهای فرایند ارزیابی گزینه‌ها است. در اکثر پژوهش‌های گذشته که از روش‌های فازی استفاده‌شده است بعد از تعیین اعداد فازی توسط توابع عضویت، اعداد فازی، دی فازی[2]شده و به اعداد قطعی تبدیل می‌شوند؛ اما روش ارائه‌شده در این پژوهش بعد از به دست آوردن اعداد فازی، آن‌ها را به اعداد فاصله‌ای تبدیل می‌نماید و سپس آن‌ها را با استفاده مدل ارائه‌شده در چهار الگوریتم محدودیت اپسیلون[3] برنامه‌ریزی آرمانی، MOPSO و NSGA2 پیاده‌سازی نموده و نتایج آن را با یکدیگر مقایسه می‌نماید.

۲- پیشینه پژوهش

مدیریت خدمات فناوری اطلاعات (ITSM)

سرویس در ادبیات بازاریابی سرویس، با کالا مقایسه می‌شود. جیرا و ریچ[4](۲۰۱۳) چهار ویژگی را برای سرویس در نظر گرفته‌اند: ناهمگونی، عدم جدایی، از بین رفتن توانایی و ناپایداری. تمایز سرویس از محصول در صنعت فناوری اطلاعات به‌طور فزاینده‌ای افزایش‌یافته است؛ به دلیل آنکه در سیستم‌های اطلاعاتی نمونه‌هایی وجود دارد که سرویس‌ها همانند محصول به مشتریان عرضه می‌شوند؛ مانند نرم‌افزار به‌عنوان سرویس، پلتفرم به‌عنوان سرویس، رایانش ابری و حتی زیرساخت به‌عنوان سرویس.

مدیریت سرویس در سایر حوزه‌ها به شکل‌های متفاوتی تعریف‌شده است. تعریف اول برگرفته از

1 Jadhav & Sonar
2 Defuzzification
3 Epsilon
4 Jira & Rich

مدیریت سرویس‌های فناوری اطلاعات است و تعریف دوم برگرفته از بازاریابی سرویس است. در مدیریت خدمات فناوری اطلاعات، مدیریت سرویس به مجموعه‌ای از قابلیت‌های سازمانی به‌منظور ارائه ارزش به مشتریان در قالب سرویس گفته می‌شود (OGC 2007). تعاریف متفاوتی در ادبیات موضوع نسبت به مدیریت سرویس فناوری اطلاعات وجود دارد. در رویکرد فرایند محور مدیریت خدمات فناوری اطلاعات، به مجموعه‌ای از فرایندها گفته می‌شود که باهدف اطمینان از سطح کیفیت مورد تائید مشتری با یکدیگر در تعامل هستند (یانگ[1] ۲۰۰۴). تعریف جامعی از ITSM وجود دارد که با محور قرار دادن مشتری آن را تعریف کرده است. بر اساس این رویکرد، مدیریت خدمات فناوری اطلاعات مفهومی است برای مدیریت سازمان‌های ارائه‌دهنده خدمات خاص فناوری اطلاعات که مشتری در مرکز توجه قرار گرفته است. طبق این تعریف مشتریان می‌توانند از کارکنان یک سازمان باشند که دریافت‌کننده سرویس هستند.

معیارهای ارزیابی نرم‌افزارهای ITSM

در مسئله انتخاب نرم‌افزار، همانند سایر مسائل تصمیم‌گیری، تصمیم‌گیرندگان باید با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از معیارها اقدام به ارزیابی و انتخاب گزینه‌ها نمایند. در این بخش، واحد فناوری اطلاعات باید برخی از معیارهای عمومی و همچنین برخی از نیازمندی‌های خاص را در نظر بگیرد (پولارد و کاتراستل[2] ۲۰۰۹). معیارهای عمومی می‌توانند تحت عنوان نیازمندی‌های غیر کارکردی و نیازمندی‌های خاص به‌عنوان نیازمندی‌های کارکردی در نظر گرفته شوند. آنوپ شرستا[3](۲۰۱۵) با در نظر گرفتن ایزو ۱۵۵۰۴، ایزو ۲۰۰۰۰ و ITIL به‌عنوان اصول ارزیابی و طراحی ابزارهای فرایندهای فناوری اطلاعات مجموعه‌ای از معیارها را ارائه داده است. در این پژوهش نویسندگان سعی کرده‌اند ابتدا با جمع‌آوری جامع معیارهای ارزیابی گزینه‌های متعدد و ارزیابی صحت آن‌ها به کمک خبرگان، از آن‌ها در مدل ارائه‌شده این پژوهش استفاده نمایند.

نیازمندی‌های کارکردی

نیازمندی‌های کارکردی با توجه به کاربرد و مفهوم نرم‌افزار متفاوت هستند. به‌روش‌ها و چهارچوب‌ها به سازمان‌ها در ایجاد و پیاده‌سازی فرایندهای استاندارد مدیریت خدمات فناوری اطلاعات کمک می‌نمایند. بنابراین هماهنگی نرم‌افزارهای ITSM با این به‌روش‌ها از اهمیت ویژه برخوردار است. رایج‌ترین و کامل‌ترین چهارچوب مورداستفاده در مدیریت خدمات فناوری اطلاعات ITILv3 است که به‌عنوان مجموعه‌ای از فعالیت‌های از پیش تعیین‌شده تعریف می‌شوند که به‌منظور دستیابی به مدیریت خدمات فناوری اطلاعات از آن‌ها استفاده می‌شود (ایدین و ایکیبورک ۲۰۱۳). در این پژوهش، برای مشخص کردن معیارهای ارزیابی گزینه‌ها، فرایندهای ITILv3 به‌عنوان مجموعه‌ی نیازمندی‌های کارکردی در نظر

1Yong
2Polard & catraste
3Anop shersta

گرفته‌شده است (هابرت[1] ۲۰۰۸، مک توگتون[2] ری و لویز[3] ۲۰۱۰، پولار و کاتر استل[4] ۲۰۰۹). علاوه بر این، برخی معیارهای دیگر که در ادبیات پژوهش به آن‌ها اشاره‌شده است، جمع‌آوری و دسته‌بندی شدند که شامل: فرایندهای مدیریت دسترس‌پذیری، مدیریت ظریفت و مدیریت رخداد هستند. این فرایندها جزء فرایندهای مهم مدیریت خدمات فناوری اطلاعات هستند و تأثیر زیادی بر روی عملکرد آن دارند؛ بنابراین در مدل ارائه‌شده در این پژوهش در نظر گرفته‌شده است.

نیازمندی‌های غیر کارکردی

این نیازمندی‌ها، قابلیت‌هایی از سیستم را در نظر می‌گیرند که می‌توانند در عملکرد سیستم و یا در پشتیبانی از نیازمندی‌های کارکردی تأثیرگذار باشند (چن و همکاران ۲۰۱۳). نیازمندی‌های غیر کارکردی معمولاً در نرم‌افزارها و کسب‌وکارها مشترک هستند؛ و رعایت آن‌ها امری حیاتی است. اما ممکن است میزان اهمیت آن‌ها در برخی از کسب‌وکارها متفاوت باشد (جادهاو[5] ۲۰۱۱). پیش‌ازاین مجموعه از نیازمندی‌های غیر کارکردی توسط کارلسون[6] (۱۹۹۷)، ارول و فرل[7] (۲۰۰۳)، وی ونگ (۲۰۰۴)، وی و همکاران (۲۰۰۵) ارائه‌شده است. همچنین جادهاو و همکاران چهارچوبی را ارائه دادند که در آن معیارها به ۶ دسته معیارهای فنی، تأمین‌کننده، کیفیت، خروجی، هزینه و سود و زمان تقسیم شدند. به شکل مشابه سین[8] و همکاران (۲۰۰۹) این نیازمندی‌ها را به مشخصه‌های کیفی، فنی و اقتصادی تقسیم‌بندی نموده‌اند. ازآنجایی‌که این در ایزو ۹۱۲۶ نیز به این معیارها ارائه‌شده است، در این پژوهش نیز این معیارها تحت عنوان نیازمندی‌های غیر کارکردی در نظر گرفته‌شده‌اند. جدول یک مجموع نیازمندی‌های کارکردی و غیر کارکردی استفاده‌شده در ارزیابی نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات را نشان می‌دهد.

جدول ۱. نیازمندی‌های کارکردی و غیر کارکردی نرم‌افزارهای ITSM

شماره معیار	نام معیار	منابع	شماره معیار	نام معیار	منابع
C1	Service portfolio management	Rouhani, S (2017)	C33	Platform	Rouhani, S (2017)
C2	Demand management	Rouhani, S (2017)	C34	Database management system	Rouhani, S (2017)
C3	Financial	Rouhani,	C35	Programming language	Rouhani,

1. Habert
2. Macktogon
3. Ray&Liuse
4. Polard & catraste
5. Jadhav
6. Karlson
7. Orol & frel
8. Sien

شماره معیار	نام معیار	منابع	شماره معیار	نام معیار	منابع
	management	S (2017)			S (2017)
C4	Service catalog management	Rouhani, S (2017)	C36	Documentation	Rouhani, S (2017)
C5	Service level management	Rouhani, S (2017)	C37	Standard configurations	Rouhani, S (2017)
C6	Capacity management	Rouhani, S (2017)	C38	Security	Rouhani, S (2017)
C7	Availability management	Rouhani, S (2017)	C39	Vendor reputation	Rouhani, S (2017)
C8	IT service continuity management	Rouhani, S (2017)	C40	Training and support	Rouhani, S (2017)
C9	Information security management	Rouhani, S (2017)	C41	Length of experience	Rouhani, S (2017)
C10	Supplier management	Rouhani, S (2017)	C42	Consulting service	Rouhani, S (2017)
C11	Transition planning and support	Rouhani, S (2017)	C43	License price	Rouhani, S (2017)
C12	Change management	Rouhani, S (2017)	C44	Implementation cost	Rouhani, S (2017)
C13	Service asset and configuration management	Rouhani, S (2017)	C45	Implementation time	Rouhani, S (2017)
C14	Release and deployment management	Rouhani, S (2017)	C46	Training cost	Bosse and et al. (2016)
C15	Service validation and testing	Rouhani, S (2017)	C47	Parallel-series systems	Bosse and et al. (2016)
C16	Service evaluation	Rouhani, S (2017)	C48	Heterogeneous redundancy	Bosse and et al. (2016)
C17	Knowledge management	Rouhani, S (2017)	C49	Standby dependencies	Bosse and et al. (2016)
C18	Event management	Rouhani, S (2017)	C50	Inter-component dependencies	Bosse and et al. (2016)
C19	Incident management	Rouhani, S (2017)	C51	Human task	Bosse and et al.

منابع	نام معیار	شماره معیار	منابع	نام معیار	شماره معیار
(2016)					
Bosse and et al. (2016)	Arbitrary time distributions	C52	Rouhani, S (2017)	Problem management	**C20**
Bosse and et al. (2016)	Different fault types	C53	Rouhani, S (2017)	Request fulfillment	**C21**
Orta and et al. (2014)	Service level agreed in the contract	C55	Rouhani, S (2017)	Access management	**C22**
Orta and et al. (2014)	Expected Response Time	C56	Rouhani, S (2017)	7-step improvement process	**C23**
Orta and et al. (2014)	Maximum Response Time	C57	Rouhani, S (2017)	Service reporting	**C24**
Orta and et al. (2014)	Validated Request Rate	C58	Rouhani, S (2017)	Service measurement	**C25**
Orta and et al. (2014)	Abandoned Request Rate	C59	Rouhani, S (2017)	Reliability	**C26**
Orta and et al. (2014)	Maximum Response Time Penalty	C60	Rouhani, S (2017)	Usability	**C27**
Orta and et al. (2014)	Abandonment Penalty	C61	Rouhani, S (2017)	Maintainability	**C28**
Orta and et al. (2014)	(MaxResTime) Maximum incident resolution time	C62	Rouhani, S (2017)	Efficiency	**C29**
Orta and et al. (2014)	Minimum percentage of incidents that must be solved within the MaxResTime	C63	Rouhani, S (2017)	Personality	**C30**
Orta and et al. (2014)	Penalty for not meeting the above parameter	C64	Rouhani, S (2017)	Portability	**C31**
			Rouhani, S (2017)	Communication protocol	**C32**

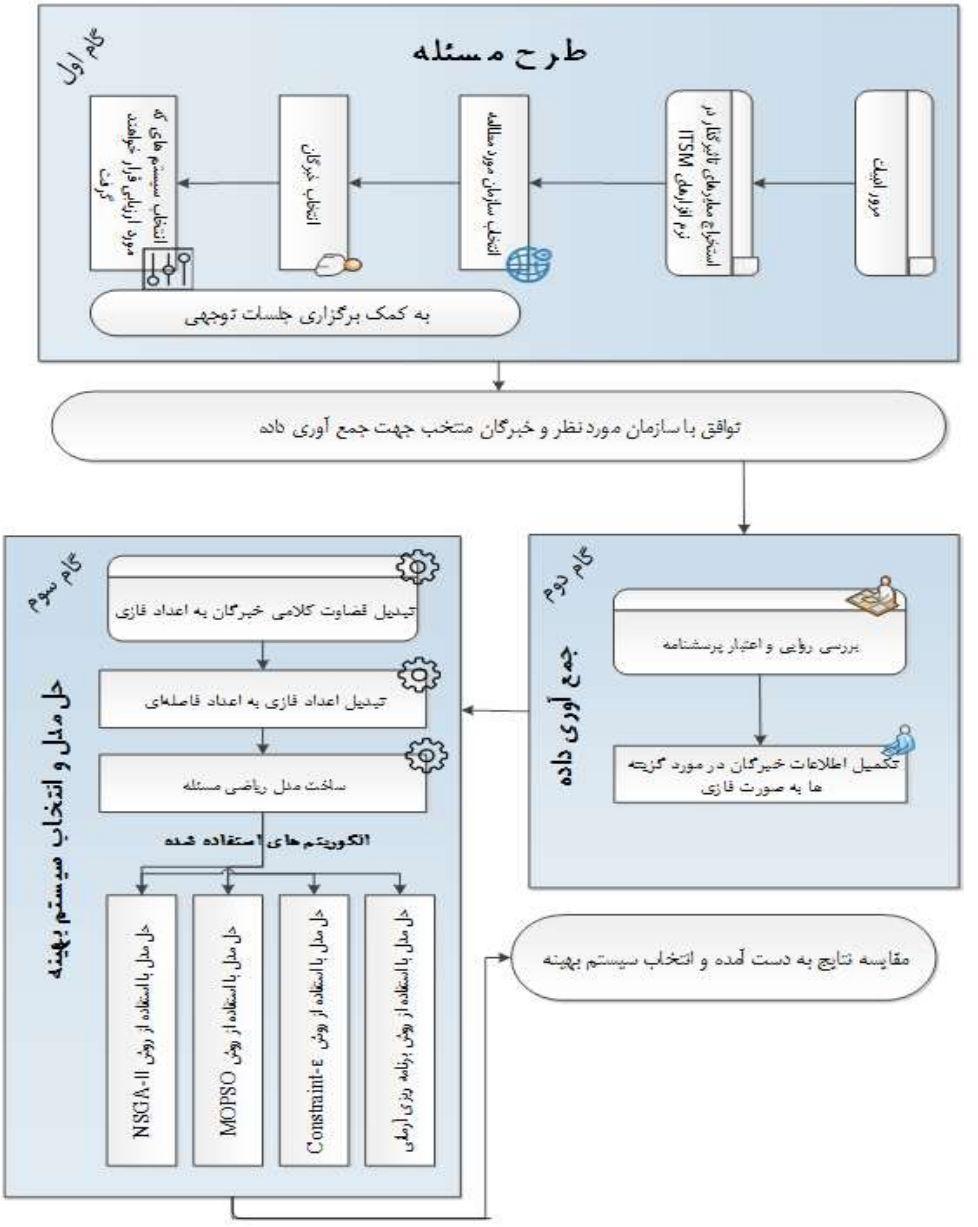
در این پژوهش برخی از فرایندهای ITIL به‌طور جداگانه موردمطالعه قرارگرفته است. در ادبیات موضوع، برخی از پژوهشگران معیارهای ارزیابی عملکرد فرایندهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات را موردمطالعه قرار داده‌اند که شامل دسترسی‌پذیری، ظرفیت و رخداد است. معیارهای ارزیابی این فرایندها می‌تواند در کنترل و رصد کیفیت سرویس‌ها مورداستفاده قرار گیرد. درنتیجه لحاظ کردن آن‌ها در نرم‌افزارهای ITSM می‌تواند به مدیریت هرچه بهتر سرویس‌های فناوری اطلاعات کمک نماید. لذا در این پژوهش معیارهای منتخب جمع‌آوری‌شده از ادبیات موضوع در جدول شماره یک دسته‌بندی و مورد استفاده قرار گرفت است.

۳- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در پنج مرحله صورت گرفته است، در مرحله‌ی اول برای تعیین و شناسایی عوامل و شاخص‌های مؤثر در تصمیم‌گیری به بررسی و تحلیل مبانی نظری پرداخته‌شده است. در مرحله دوم با انجام مصاحبه با برخی از صاحبان نظر در حوزه مدیریت خدمات فناوری اطلاعات، شناسایی وضع موجود در خصوص نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات صورت گرفته است. سپس پرسشنامه‌ای نیمه‌باز، جهت بهره بردن ازنظر خبرگان در اختیار آنان قرار داده شد تا معیارهای استخراج‌شده در مرحله اول مورد تائید قرار گیرد؛ با نهایی شدن معیارها، سه سیستم به‌منظور ارزیابی توسط مدل پیشنهادی به کمک خبرگان انتخاب شدند. در مرحله چهارم، در قالب پرسشنامه‌ی دیگر نظر خبرگان در خصوص سیستم‌های مورد ارزیابی جمع‌آوری شد. البته روایی این پرسشنامه‌ها نیز قبل از توزیع میان خبرگان، به‌وسیله‌ی تعدادی از اساتید و خبرگان موردبررسی و تائید قرار گرفت. در مرحله پنجم، با توجه به ماهیت موضوع عواملی چون وجود شاخص‌های متعدد در امر تصمیم‌گیری، توابع هدف متعدد و متناقض در نظر گرفته‌شد. همچنین با توجه کیفی بودن و عدم قطعیتی که در نظر خبرگان وجود دارد، تصمیم بر آن شد تا از مجموعه روش‌های فازی تصمیم‌گیری چندهدفه بهره برده شود. از طرفی به‌منظور در نظر گرفتن عدم قطعیت تا انتهای فرایند ارزیابی و انتخاب سیستم ITSM، اعداد فازی که از قضاوت‌های کلامی استخراج‌شده‌اند به کمک برش آلفا تبدیل به اعداد فاصله‌ای و سپس فرایند حل توابع چندهدفه فازی پیش‌گرفته شد. چهارچوب پژوهش به‌منظور کمک به خوانندگان گرامی طراحی‌شده است تا بتوانند به‌راحتی نحوه به‌کارگیری روش‌های مختلف در مراحل مختلف پژوهش را درک نمایند.

مدل چندهدفه فازی ارزیابی و انتخاب نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات:

در این بخش ابتدا به معرفی مفروضات اساسی مدل شامل محدودیت مسئله و توابع هدف پرداخته‌شده است. جدول شماره ۲ نشان‌دهنده محدودیت‌های استفاده‌شده در مدل است. جدول شماره سه نیز اهداف مورد انتظار از پیاده‌سازی سیستم‌های ITSM را تشریح نموده است. درنهایت، مدل ریاضی غیرخطی که ترکیب محدودیت‌ها و توابع هدف است، به‌منظور مدل‌سازی مسئله و پیاده‌سازی در روش‌های حل معرفی‌شده است.



شکل ۱. گام‌های اجرای پژوهش

جدول ۲. محدودیت‌های مدل ریاضی مسئله

شماره محدودیت	توصیف محدودیت	منبع
محدودیت اول	تعداد کل نیازمندی‌های کارکردی در تأمین‌کننده v ام از F که برابر مجموع کل معیارهای شناسایی‌شده است فراتر نگردد.	روحانی و همکاران (۲۰۱۷)
محدودیت دوم	تعداد کل نیازمندی‌های غیر کارکردی در تأمین‌کننده v ام از NF که برابر مجموع کل معیارهای شناسایی‌شده است فراتر نگردد.	روحانی و همکاران (۲۰۱۷)
محدودیت سوم	تعداد کل نیازمندی‌های مدیریت دسترس‌پذیری در تأمین‌کننده v ام از A که برابر مجموع کل معیارهای شناسایی‌شده است فراتر نگردد.	بوس و همکاران (۲۰۱۶).
محدودیت چهارم	تعداد کل نیازمندی‌های مدیریت ظرفیت در تأمین‌کننده v ام از CA که برابر مجموع کل معیارهای شناسایی‌شده است فراتر نگردد.	اورتا و همکاران (۲۰۱۴).
محدودیت پنجم	تعداد کل نیازمندی‌های مدیریت رخداد در تأمین‌کننده v ام از EV که برابر مجموع کل معیارهای شناسایی‌شده است فراتر نگردد.	اورتا و همکاران (۲۰۱۴).
محدودیت ششم	هزینه‌ی پیاده‌سازی سیستم (هزینه انجام‌شده برای پروژه نباید از بودجه در نظر گرفته‌شده بیشتر شود.)	روحانی و همکاران (۲۰۱۵).
محدودیت هفتم	زمان پیاده‌سازی سیستم (پروژه باید تا قبل از مدت‌زمان تعیین‌شده در منشور پروژه به پایان برسد.)	روحانی و همکاران (۲۰۱۵).

مدل ریاضی چندهدفه به مجموعه‌ای از متغیرها، ضرایب فنی، توابع هدف و محدودیت‌ها گفته می‌شود که با رویکرد برآورده ساختن مجموعه از اهداف متناقض مدل‌سازی می‌گردد. ازاین‌رو در این پژوهش نیز با ترکیب محدودیت‌ها و توابع هدف، مدل ارزیابی سیستم‌های ITSM به‌صورت زیر ساخته‌شده است. لازم به ذکر است که متغیرهای فازی با توجه به نظر خبرگان در خصوص نیازمندی‌ها انتخاب‌شده‌اند.

جدول ۳. توابع هدف مدل ریاضی مسئله

شماره تابع هدف	تشریح تابع هدف	منبع استفاده‌شده
تابع هدف ۱	حداکثر سازی میزان پوشش نیازمندی‌های کارکردی	روحانی و همکاران (۲۰۱۵)
تابع هدف ۲	حداکثر سازی میزان پوشش نیازمندی‌های غیر کارکردی	روحانی و همکاران (۲۰۱۵)
تابع هدف ۳	حداکثر سازی میزان دسترس‌پذیری سرویس‌های IT	بوس و همکاران (۲۰۱۶)
تابع هدف ۴	حداکثر سازی میزان ظرفیت سرویس‌های IT	اورتا و همکاران (۲۰۱۴)
تابع هدف ۵	حداکثر سازی میزان حادثه در سرویس‌های IT	اورتا و همکاران (۲۰۱۴)

جدول ۴. پارامترها و متغیرهای مسئله

علامت اختصاری	توضیح	علامت اختصاری	توضیح
$\mathbf{F}$	اندیس شمارنده تعداد نیازمندی‌های کارکردی	$\mathbf{X_v}$	متغیر صفر و یک مربوط به تأمین‌کننده (vendor)
$\mathbf{nf}$	اندیس شمارنده تعداد نیازمندی‌های غیر کارکردی	$\mathbf{X_{fv}}$	متغیر صفر و یک، وجود نیازمندی کارکردی f ام در فروشنده v ام
$\mathbf{M}$	اندیس شمارنده تعداد نیازمندی‌های دسترس‌پذیری	$\mathbf{X_{nfv}}$	متغیر صفر و یک، وجود نیازمندی غیر کارکردی nf ام در فروشنده v ام
$\mathbf{L}$	اندیس شمارنده تعداد نیازمندی‌های ظرفیت	$\mathbf{X_{mv}}$	متغیر صفر و یک، وجود نیازمندی دسترس‌پذیری m ام در فروشنده vام
$\mathbf{N}$	اندیس شمارنده تعداد نیازمندی‌های رخداد	$\mathbf{X_{lv}}$	متغیر صفر و یک، وجود نیازمندی ظرفیت L ام در فروشنده v ام
$\mathbf{V}$	اندیس شمارنده تعداد فروشندگان	$\mathbf{X_{nv}}$	متغیر صفر و یک، وجود نیازمندی رویداد n ام در فروشنده vام
$\mathbf{F}$	تعداد کل نیازمندی‌های کارکردی	$\mathbf{b_v}$	هزینه‌ی پیاده‌سازی فروشنده‌v ام
$\tilde{\mathbf{f}}_{\mathbf{fv}}$	امتیاز کسب‌شده توسط فروشنده v ام از نیازمندی f ام (متغیر فازی)	$\mathbf{t_v}$	زمان لازم برای پیاده‌سازی سیستم فروشنده vام
$\mathbf{NF}$	تعداد کل نیازمندی‌های غیر کارکردی	$\mathbf{CA}$	تعداد کل نیازمندی‌های ظرفیت
$\widetilde{\mathbf{nf}}_{\mathbf{nfv}}$	امتیاز کسب‌شده توسط فروشنده v ام از نیازمندی nf ام (متغیر فازی)	$\widetilde{\mathbf{ca}}_{\mathbf{lv}}$	امتیاز کسب‌شده توسط فروشنده vام از نیازمندی L ام (متغیر فازی)
$\mathbf{A}$	تعداد کل نیازمندی‌های دسترس‌پذیری	$\mathbf{EV}$	تعداد کل نیازمندی‌های رویداد
$\widetilde{\mathbf{A}}_{\mathbf{mv}}$	امتیاز کسب‌شده توسط فروشنده v ام از نیازمندی m ام (متغیر فازی)	$\widetilde{\mathbf{EV}}_{\mathbf{nv}}$	امتیاز کسب‌شده توسط فروشنده v ام از نیازمندی n ام
$\mathbf{B}$	کل بودجه در نظر گرفته‌شده	$\mathbf{T}$	کل زمان در نظر گرفته‌شده برای تکمیل پروژه

جدول ۵. مدل ریاضی ارائه‌شده مسئله

$\mathbf{f_1} =$ **Maximization** $\sum_{\mathbf{f=1}}^{\mathbf{F}} \sum_{\mathbf{v=1}}^{\mathbf{V}} \tilde{\mathbf{f}}_{\mathbf{fv}} \mathbf{X_{fv}}$
$\sum_{f-1}^{F} X_{fv} \leq F \times X_v \qquad \forall v = ۱,۲\ldots, V$
$f_2 = \text{Maximization} \sum_{nf=1}^{NF} \sum_{v=1}^{V} \widetilde{nf}_{nfv} X_{nfv}$
$\sum_{nf-1}^{NF} X_{nfv} \leq NF \times X_v \qquad \forall v = ۱,۲,\ldots, V$

$f_3 = \text{Maximization} \sum_{m=1}^{A}\sum_{v=1}^{V} \widetilde{A}_{mv}X_{mv}$
$\sum_{m=1}^{A} X_{mv} \le A \times X_v \qquad \forall v = ۱,۲,\ldots,V$
$f_4 = \text{Maximization} \quad \sum_{l=1}^{CA}\sum_{v=1}^{V} \widetilde{Ca}_{lv}X_{lv}$
$\sum_{l=1}^{CA} X_{lv} \le CA \times X_v \qquad \forall v = ۱,۲,\ldots,V$
$f_5 = \sum_{n=1}^{EV} X_{nv} \le EV \times X_v \qquad \forall v = ۱,۲,,\ldots,V$
$\sum_{n=1}^{EV} X_{nv} \le EV \times X_v \qquad \forall v = ۱,۲,,\ldots,V$
$\sum_{v=1}^{V} b_v X_v \le B$
$\sum_{v=1}^{V} t_v X_v \le T$
$\sum_{v=1}^{V} X_v \le 1$
$X_{fiv} = \{0,1\}, X_{nfiv} = \{0,1\}, X_{mv} = \{0,1\} \;\; X_{lv} = \{0,1\}, X_{nv} = \{0,1\}, X_v = \{0,1\}$

۴- یافته‌های پژوهش

رویکرد حل مسئله یکی از اساسی‌ترین بخش‌های یک پژوهش است که این مهم به این بخش اختصاص‌یافته است. با توجه به تعریف و مدل ریاضی مسئله این پژوهش، روش‌های حل برای آن در نظر گرفته‌شده است. ازآنجایی‌که مسئله ارزیابی و انتخاب نرم‌افزار شامل چندین تابع هدف می‌شود، می‌باید یک الگوریتم چندهدفه برای آن جهت تعیین مرز پارتو[1] در نظر گرفت. در این پژوهش با انتخاب موردمطالعه، مدل ریاضی ارائه‌شده در جدول چهار و با استفاده از چهار الگوریتم رایج در بین روش‌های چندهدفه که پیش‌ازاین توسط بسیاری از محققین مورداستفاده قرارگرفته (دب[2] ۲۰۱۴، مستقیم و تیچ[3] ۲۰۱۳، کنان و همکاران[4] ۲۰۱۳) و نتایج قابل قبولی نیز ارائه داده‌اند؛ سیستم‌های ITSM مورد ارزیابی و انتخاب قرارگرفته‌اند. از بین این چهار الگوریتم مورد بحث در این پژوهش، دو الگوریتم ε-Constraint و برنامه‌ریزی آرمانی که جز روش‌های حل دقیق هستند جواب‌های بهینه ارئه می‌دهند. این پاسخ‌ها توسط نرم‌افزار cplex 12.4 به دست آمده‌اند. جواب ارائه شده توسط دو الگوریتم دیگر یعنی NSGA-II و MOPSO که جز روش‌های متاهیوریستیک هستند به کمک نرم‌افزار matlab 2016 به دست امده‌اند. نتایج قابل‌قبول این الگوریتم‌ها در صنایع و کاربردهای مختلف دلیل انتخاب این روش‌ها است. همچنین با انتخاب روش‌های دقیق و متاهروستیک سعی شده است تا مقایسه‌ای بین نتایج روش‌های بهینه و نزدیک به بهینه به دست بیاید.

1 Pareto front
2 Deb
3 Mosataghim & Tsich
4 Kannan et al.

مثال عددی مطالعه موردی:

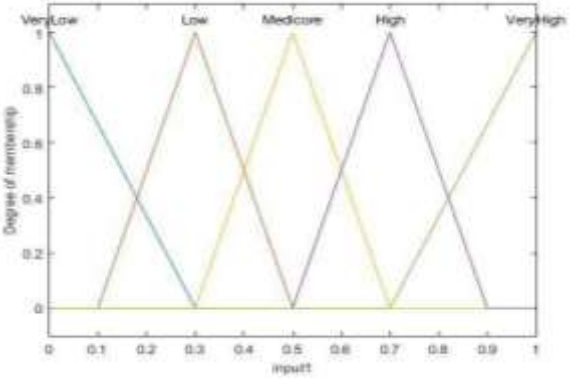
در این پژوهش پس از انجام مرور ادبیات و استخراج معیارهای تأثیرگذار در انتخاب نرم‌افزارهـای ITSM که به‌تفصیل توضیح داده‌شده است، جهت جامعیت بررسی روش‌های حل، مثال عددی واقعی تعریف‌شـده است. در مثال عددی واقعی از اطلاعات سـازمان موردمطالعـه کـه در زمینـه ارائـه خـدمات پهنـای بانـد پرسرعت، خدمات دیتاسنتر و رایانش ابری در حال فعالیت است و خبرگان ایـن سـازمان کـه در ارزیـابی نرم‌افزارها شرکت کرده‌اند استفاده گردید. درنهایت، گزینه‌های منتخب با استفاده از مدل ارائه‌شـده مـورد ارزیابی قرار گرفتند. در موردمطالعه این پژوهش، از بین سیستم‌هایی که آمادگی خـود را مبنـی بـر ارائـه نرم‌افزار موردنظر اعلام کردند سه گزینه انتخاب شدند. با توجه به این‌که هدف این پژوهش ارزیابی گزینه-های نهایی است، سعی شد در جلسات حضوری سازمان با برخـی از محصـولات رایـج و پرفـروش دنیـا و گزارش‌هایی که در این خصوص ارائه‌شده است، آشنا شود.

سه سیستم منتخب جهت ارزیابی و انتخاب که حاصل گفتگو و بررسی با خبرگان سازمان هستند بـه این قرار است: Microsoft, Marval و IBM Tivoli. در این بخش قضاوت‌های کلامی جمع‌آوری‌شده از خبرگان در خصوص سیستم‌ها مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه توابع چندهدفه فازی بـا در نظر گرفتن چندین تابع هدف متناقض و محدودیت‌های متعدد، سـعی دررسـیدن بـه بهتـرین جـواب ممکن را دارند، ازنظر محقق رویکردی مناسب برای ارزیابی و انتخاب نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات هستند. از سوی دیگر در مدل توابع چندهدفه فازی به‌عنوان یکی از رویکردهای تصمیم‌گیری، از قضاوت‌های کلامی خبرگان استفاده می‌شود. به‌منظور امکان انجام محاسبات بر روی این قضاوت‌هـا، لازم است با تشکیل تابع عضویت آن‌ها را به اعداد فـازی تبـدیل نمـایم. همچنـین بـه‌منظور اسـتفاده از عـدم قطعیت تا انتهای فرایند ارزیابی اعداد فاصله‌ای نیز به کار گرفته خواهد شد.

گام اول: تبدیل قضاوت‌های کلامی به اعداد فازی

قضاوت‌های کلامی خبرگان با استفاده از تابع عضویت شکل ۲ به اعداد فازی تبدیل شدند. به‌عنوان نمونه قضاوت کلامی جمع‌آوری‌شده برای نیازمندی‌های ظرفیت و سیستم‌های مورد ارزیابی در جدول پنج آورده شده است (متغیرهای فازی در جدول شماره ۳ نمایش داده‌شده‌اند).

Linguistic variables	Fuzzy variables
خیلی ضعیف	(0,0,0.3)
ضعیف	(0.1,0.3,0.5)
متوسط	(0.3,0.5,0.7)
زیاد	(0.5,0.7,0.9)
خیلی زیاد	(0.7,0.9,0.9)



شکل ۲. تبدیل قضاوت‌های کلامی به اعداد فازی

به‌عنوان نمونه اعداد فازی استفاده‌شده، برای نیازمندی‌های ظرفیت و سیستم‌های مورد ارزیابی به‌قرار زیر است:

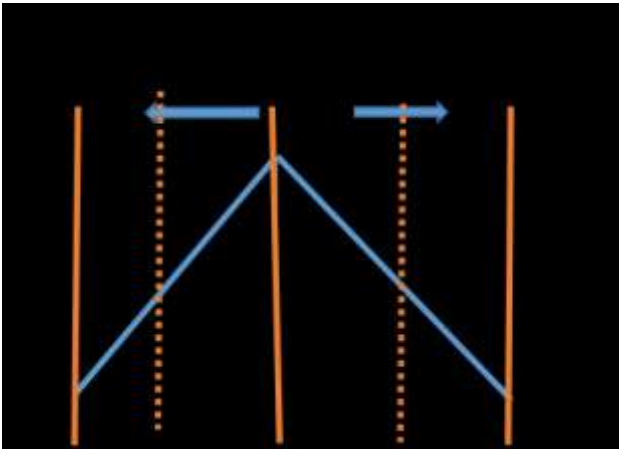
جدول ۶. قضاوت کلامی خبرگان

Expert No	Systems name	CA1	CA2	CA3	CA4	Expert No	Systems name	CA5	CA7	CA6
Expert 1	microsoft	متوسط	ضعیف	زیاد	زیاد	Expert 1	microsoft	زیاد	متوسط	زیاد
	marval	متوسط	ضعیف	زیاد	زیاد		marval	زیاد	متوسط	زیاد
	IBM Tivoli	متوسط	ضعیف	زیاد	زیاد		IBM Tivoli	زیاد	متوسط	زیاد
Expert 2	microsoft	زیاد	زیاد	زیاد	متوسط	Expert 2	microsoft	زیاد	زیاد	زیاد
	marval	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	متوسط		marval	زیاد	زیاد	متوسط
	IBM Tivoli	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	زیاد		IBM Tivoli	خیلی زیاد	زیاد	متوسط
Expert 3	microsoft	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	Expert 3	microsoft	زیاد	متوسط	زیاد
	marval	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	زیاد		marval	زیاد	متوسط	زیاد
	IBM Tivoli	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	زیاد		IBM Tivoli	زیاد	متوسط	زیاد

گام دوم: تبدیل اعداد فازی به اعداد فاصله‌ای:

همان‌طور که قبلاً به آن اشاره شد، عدد فازی به دست آمده در گام اول با استفاده از رابطه‌ی (۳-۲) به اعداد فاصله‌ای تبدیل شدند. در این مرحله می‌خواهیم بدانیم اگر در طول عدد فازی به‌دست‌آمده حرکت کنیم، چه تأثیر بر روی توابع هدف، زمان حل و انتخاب نهایی ما خواهد داشت. بدین ترتیب که با در نظر گرفتن عدد ۱ برای برش آلفا به ارتفاع مجموعه فازی (a_2) خواهیم رسید؛ و باکم کردن این عدد، از این نقطه (a_2) فاصله گرفته و به سمت قاعده‌های مثلث حرکت خواهیم کرد؛ به‌طوری‌که درنهایت با صفر شدن ضریب آلفا به کران بالا (a_3)و پایین (a_1) عدد فازی موردنظر خواهیم رسید. درواقع با کاهش ضریب آلفا سطح مقطع مثلث اعداد فازی افزایش می‌یابد.

با توجه به توضیحات فوق می‌توان این‌گونه بیان کرد که ما در مثال عددی خود به دنبال کشف تأثیر عدم قطعیت در سنجش و ارزیابی سیستم‌های موجود هستیم (قضاوت کلامی خبرگان دچار خطا و ریسک بالا نشده است). به‌عنوان نمونه اعداد فاصله‌ای به‌دست‌آمده به ازای آلفا ۰,۵ در جدول زیر ارائه‌شده است. مطالعه موردی این پژوهش در هر یک از چهار الگوریتم معرفی‌شده، به ازای آلفاهای مختلف حل شد و جواب‌های پاراتوی هر یک از آن‌ها به دست آمد و بهترین جواب و یا نزدیک به بهترین بهینه در یک آلفا مشخص پیدا شد.



شکل ۳ برش آلفا بر روی اعداد فازی

فرض کنید $\tilde{A}$ یک مجموعه فازی بوده $\alpha \in [۱،۰]$ یک عدد حقیقی باشد، آنگاه مجموعه

$$[\tilde{A}]^{\alpha} \equiv \{x \in R \,|\mu_{\tilde{A}}(x) \geqq \alpha\} \qquad (۱-۳)$$

را یک α - برش مجموعه $\tilde{A}$ نامیم. اگر مجموعه بالا به‌صورت $[\tilde{A}]^{\alpha} \equiv \{x \in R|\mu_{\tilde{A}}(x) > \alpha\}$ تعریف شود آن را یک α – برش قوی گوییم.

α - برش یک عدد فازی مثلثی که در پژوهش از آن استفاده‌شده است از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$A_\alpha = [\alpha_1^\alpha . \alpha_2^\alpha] = [(\alpha_2 - \alpha_1)\alpha + \alpha_1 . -(\alpha_3 - \alpha_2)\alpha + \alpha_3] \quad (۲-۳)$$

$$0 \le \alpha \le 1 \quad (۳-۳)$$

جدول ۷. اعداد فاصله‌ای با برش آلفا ۰,۵

$\alpha = 0.5$								
Systems name	CA1		CA2		CA3		CA4	
	کران پایین	کران بالا	کران پایین	کران بالا	کران پایین	کران بالا	کران پایین	کران بالا
Microsoft	۰,۴۳	۰,۶۳۳	۰,۵	۰,۷	۰,۴۳	۰,۶۳۳	۰,۴۳	۰,۶۳۳
Marval	۰,۴۳	۰,۶۳۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۴۳	۰,۵۶۷
IBM Tivoli	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۴۳	۰,۶۳۳	۰,۴۳	۰,۷
Systems name	CA5		CA6		CA7			
	کران پایین	کران بالا	کران پایین	کران بالا	کران پایین	کران بالا		
Microsoft	۰,۵	۰,۷	۰,۳۶۷	۰,۵۶۷	۰,۵	۰,۷		
Marval	۰,۴۳	۰,۶۳۳	۰,۳۶۷	۰,۵۶۷	۰,۵	۰,۷		
IBM Tivoli	۰,۴۳	۰,۶۳۳	۰,۳۶۷	۰,۵۶۷	۰,۵۶۷	۰,۷۶۷		

گام سوم: حل مدل با استفاده از الگوریتم‌های پیشنهادی:

در این مرحله پس از به دست آوردن داده‌های مدل (داده‌های فاصله‌ای) به کمک چهار الگوریتم معرفی‌شده، اقدام به ارزیابی سیستم‌های انتخاب‌شده می‌کنیم. نتایج هر یک الگوریتم‌ها با آلفاهای مختلف در ادامه آورده شده است. هر یک از الگوریتم‌های استفاده شده در آلفای به خصوصی به جواب بهینه (اپلیسون و برنامه‌ریزی آرمانی) یا نزدیک به بهینه (NSGA2 وMOPSO) خواهند رسید. الگوریتم‌های روش‌های دقیق یعنی محدودیت اپسیلون و برنامه‌ریزی آرمانی با استفاده از نرم‌افزار cplex 12.4 و روش‌های متاهیوریستیک NSGA2 وMOPSO با استفاده از نرم‌افزار matlab-2016 کد نویسی و اجرا شدند. در این پژوهش پارامترهای الگوریتم بهینه‌سازی چندهدفه گروه ذرات و NSGA2 به‌صورت تجربی تنظیم پارامتر شدند. همچنین شرط توقف در این الگوریتم بر اساس برآورده شدن شرط تعداد تکرار (NI) تعیین گردید.

۵- مباحثه

پژوهشگر در این پژوهش سعی کرده است، با استفاده از معیارهای متوسط مقادیر تابع هدف و متوسط زمان حل روش‌های پیشنهادی را با یکدیگر مقایسه کند. این مقایسه در جدول ۸ آورده شده است. طبق

نتایج به‌دست‌آمده در تمامی روش‌ها گزینه سوم به‌عنوان گزینه‌ی برتر انتخاب‌شده است تا نشان دهد خبرگان به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای سیستم سوم را بهترین سیستم برای برآورده نمودن نیازمندی‌های سازمان خود می‌دانند. همچنین نتایج به‌دست‌آمده از روش‌های MOPSO و NSGA2 و محدودیت اپسیلون یکسان است. این نتیجه نشان می‌دهد الگوریتم‌های ژنتیک همانند روش‌های دقیق جواب‌های باکیفیت ارائه داده است.

در هر چهار الگوریتم پیاده‌سازی شده، اولویت برآورده نمودن نیازمندی‌های سیستم مدیریت خدمات فناوری اطلاعات به شکل زیر است:

نیازمندی‌های کارکردی >> غیر کارکردی >> ظرفیت >> دسترس‌پذیری >> رخداد

این نتیجه نشان از آن دارد که سیستم منتخب نیازمندی‌های اساسی یعنی، نیازمندی‌های کارکردی و غیر کارکردی که یک نرم‌افزار مدیریت خدمات فناوری اطلاعات باید دارا باشد را در سطح قابل قبولی پوشش می‌دهد؛ اما زمانی که سطح و عمق میزان این پوشش‌ها در سه فرایند مهم مدیریت خدمات فناوری اطلاعات افزایش یافت، میزان برآورده نمودن نیازمندی‌ها به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافت. درواقع از راه‌حل‌های پیشنهادی می‌توان در جهت شناسایی نقاط ضعف تأمین‌کنندگان نیز استفاده نمود. به‌وضوح در این مسئله روش است که در گزینه‌ی منتخب، سه نیازمندی مدیریت ظرفیت، دسترس‌پذیری و رخداد دچار نقص است و باید در مذاکره‌ها بیشتر به آن‌ها توجه شود. به‌عنوان پیشنهاد عملیاتی در این مسئله، می‌توان به تیم ارزیاب نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات توصیه کرد، به پارامترهای که در توابع هدف سوم تا پنجم به آن اشاره‌شده است، تأکید بیشتر شود و در مستنداتی چون RFP[1] و FRS[2] گنجانده شود.

در هر چهار الگوریتم ارائه داده‌شده، بیش‌ترین میزان برآورده نمودن توابع هدف که در اینجا پوشش نیازمندی‌های نرم‌افزار مدیریت خدمات فناوری اطلاعات بود، در آلفای ۰,۱ به‌دست‌آمده است و با افزایش آلفا، از میزان آن‌ها کاسته شده است. این بدین معنی است که با افزایش قطعیت و کاهش عدم قطعیت (حرکت به سمت قاعده مثلث عدد فازی) از میزان برآورده شدن خواسته‌های ما از نرم‌افزار کاسته شده است (با افزایش ریسک میزان سودآوری افزایش می‌یابد) اما همچنان گزینه سوم به‌عنوان بهترین گزینه انتخاب می‌شود.

1. Request for proposal
2. Functional requirement specification

(مستندی که در آن نیازمندی‌های کارکردی مورد انتظار از سیستم به تفضیل تشریح می‌شود)

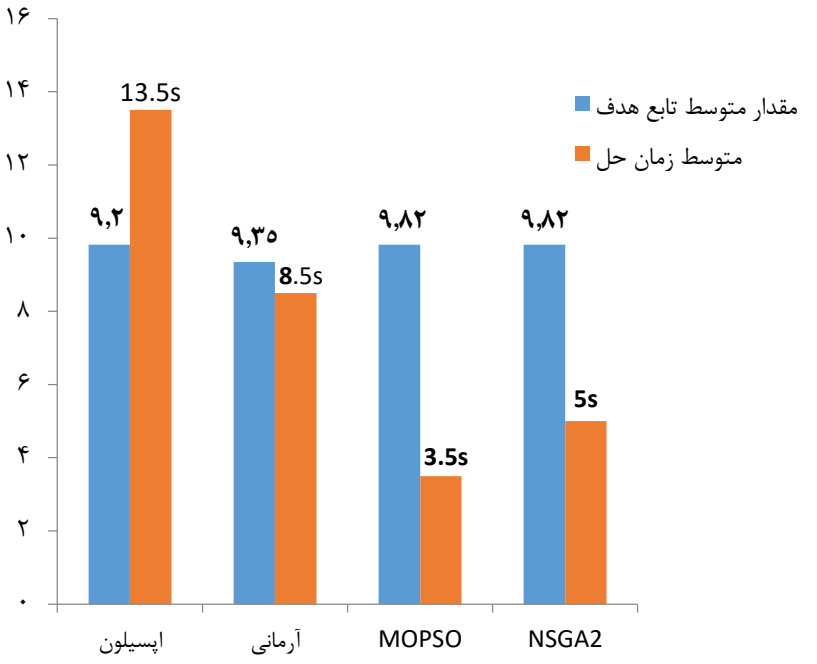
جدول ۵ مقایسه مقادیر توابع هدف و متوسط زمان حل

انتخاب	متوسط زمان حل (ثانیه)	$\bar{Z}$	Z_5	Z_4	Z_3	Z_2	Z_1	تکنیک‌های استفاده‌شده	
۳	۱۳,۵	۸,۷	۲,۵۲	۵,۸	۵,۷۸	۱۵,۵۶	۱۹,۴۳	Z_i	محدودیت اپسیلون
		۰	۰	۰	۰	۰	۰	$Z_i - Z_i^{max}$	
۳	۸,۵	۹,۳۵	۲,۵۲	۵,۸	۵,۷۸	۱۵,۵۶	۱۹,۴۳	Z_i	برنامه‌ریزی آرمانی
		۰,۴۷ −	۰,۶۳ −	۰	۰,۰۲ −	۱,۵۶ −	۱,۴۳ −	$Z_i - Z_i^{max}$	
۳	۵	۹,۸۲	۲,۵۲	۵,۸	۵,۷۸	۱۵,۵۶	۱۹,۴۳	Z_i	MOPSO
		۰	۰	۰	۰	۰	۰	$Z_i - Z_i^{max}$	
۳	۳,۵	۹,۸۲	۲,۵۲	۵,۸	۵,۷۸	۱۵,۵۶	۱۹,۴۳	Z_i	NSGA2
		۰	۰	۰	۰	۰	۰	$Z_i - Z_i^{max}$	

یکی از پارامترهای مقایسه الگوریتم‌ها که در این پژوهش در نظر گرفته‌شده است، متوسط زمان حل الگوریتم است. متوسط زمان حل روش‌های دقیق (محدودیت اپسیلون و برنامه‌ریزی آرمانی) در مقایسه با روش‌های متاهیوریستیک (MOPSO و NSGA2) به‌مراتب بیشتر است و ازآنجایی‌که مسئله‌ی ما جزء مسائل NP-hard است در صورت افزایش پارامترهای مسئله و افزایش تعداد گزینه‌ها (سیستم‌ها) این اختلاف به‌صورت نمایی افزایش خواهد یافت. در بین چهار الگوریتم پیاده‌سازی شده، الگوریتم MOPSO کمترین زمان حل را داشته است. از طرفی همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده‌شده است روش‌های متاهیوریستیک (MOPSO و NSGA2) در مقایسه با روش‌های دقیق (محدودیت اپسیلون و برنامه‌ریزی آرمانی) متوسط زمان حل کوتاه‌تری داشته‌اند.

پارامتر بعدی جهت سنجش الگوریتم‌های استفاده‌شده در این پژوهش، متوسط مقدار توابع هدف در هر یک از روش‌ها است. مقدار متوسط توابع هدف در سه روش برنامه محدودیت اپسیلون، MOPSO و NSGA2 مشابه یکدیگر بوده و توانسته‌اند هر یک از توابع هدف را به حداکثر میزان خود برسانند. از طرفی اختلاف چندانی بین مقدار متوسط توابع هدف این روش‌ها با روش برنامه‌ریزی آرمانی وجود ندارد. درنتیجه در موردمطالعه‌ی این پژوهش عامل تعیین‌کننده در معرفی الگوریتم برتر متوسط زمان حل الگوریتم‌ها خواهد بود که بر اساس این پارامتر، الگوریتم MOPSO بهترین الگوریتم، سپس الگوریتم

NSGA2، بعد از آن‌ها الگوریتم برنامه‌ریزی آرمانی و درنهایت الگوریتم محدودیت اپسیلون شناخته شدند.



شکل ۴. مقایسه الگوریتم‌های حل مسئله

۶- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر همانند دو پژوهش مشابه صورت گرفته (روحانی ۲۰۱۷؛ و روحانی و زارع ۲۰۱۴) در حوزه ارزیابی و انتخاب نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات با در نظر گرفتن عدم قطعیت، سعی در ارائه مدل و تصمیم‌سازی داشته است. مشابه دو روش استفاده‌شده پژوهش‌های پیشین، گزینه برتر مشخص می‌شود؛ اما آنچه در پژوهش می‌توان از آن به‌عنوان مزیت مدل ارائه‌شده از آن یادکرد، به‌قرار زیر است:

- ارائه گزینه برتر به‌عنوان گزینه بهینه با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از اهداف مورد انتظار از پیاده‌سازی نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات؛
- شناسایی نقاط ضعف گزینه منتخب؛
- ارائه مدل ریاضی اختصاصی برای ارزیابی گزینه‌های سیستم‌های مدیریت خدمات فناوری اطلاعات برخلاف پژوهش‌های پیشین که از مدل‌ها ابزارهای موجود جهت ارزیابی گزینه‌های استفاده کرده‌اند؛

- استفاده از ترکیب برش آلفا برای تبدیل فضای عدم قطعیت فازی از اعداد فازی به اعداد فاصله‌ای با مقایسه چهار الگوریتم؛
- پیش‌بینی می‌شود با افزایش تعداد پارامترها و تعداد سیستم‌ها، برتری روش بهینه‌سازی چندهدفه MOPSO، به‌عنوان بهترین الگوریتم ارزیابی و انتخاب نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات نمایان‌تر شود؛

عدم دسترسی به منابع معتبر در زمینه ارزیابی و انتخاب نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات یکی از محدودیت‌هایی بود که محقق با آن روبه‌رو گردید. انتخاب مطالعه موردی، یکی دیگر از دغدغه‌های اصلی این پژوهش بود؛ چراکه یافتن سازمانی که در حال حاضر در فرایند ارزیابی تأمین‌کنندگان مختلف باشد امری دشوار بود. همچنین باید سازمانی انتخاب می‌شد که به میزان بلوغ قابل قبولی رسیده باشد؛ چراکه خبرگان سازمان باید درک درستی نسبت به نیازمندی‌های سیستم‌های مورد ارزیابی داشته باشند. لذا زمان زیادی به‌منظور انتخاب موردمطالعه صرف شد.

در این پژوهش به‌منظور استخراج معیارهای تأثیرگذار بر ارزیابی و انتخاب نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات از روش کتابخانه‌ای استفاده‌شده است؛ اما با توجه به جدید بودن حوزه‌ی مدیریت خدمات فناوری اطلاعات در ایران از یک‌سو و تفاوت‌های موجود در برخی از سازمان‌ها با مشابه خارجی آن‌ها از سوی دیگر، به‌منظور شناخت بهتر ابعاد مختلف این حوزه در سازمان، استفاده از روش‌های کمی و کیفی جهت سنجش معیارهای ارزیابی و انتخاب می‌تواند بسیار مؤثر واقع شود.

با توجه به بررسی انجام‌شده در این پژوهش استفاده از روش‌های کیفی به‌منظور اعتبار سنجی معیارها از طریق تحلیل واژگان به‌دست‌آمده باعث ایجاد تصویری کل گرا و استخراج معیارهای حیاتی در تصمیم‌گیری شد.

پیشنهادهای این پژوهش برای تحقیقاتی آتی شامل موارد ذیل می‌شوند:

شناسایی پارامترهای تأثیرگذار در نیازمندی‌های کارکردی نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات. به‌عنوان‌مثال شناسایی معیارهای تأثیرگذار بر نیازمندی امنیت در نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات و همچنین سنجش وضعیت هر یک از نیازمندی‌های کارکردی، در شرکت افرانت.

پژوهش بعدی که می‌تواند در آینده صورت پذیرد ارائه متدولوژی جامع جهت ارزیابی و انتخاب نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات است. این متدولوژی از مرحله ارزیابی و مذاکرات اولیه تأمین‌کننده تا انتخاب و مدیریت پروژه‌ی پیاده‌سازی در سازمان را شامل می‌شود. سایر تکنیک‌ها و مدل‌های ریاضی علم تصمیم‌گیری با رویکرد عدم قطعیت جهت ارزیابی و انتخاب نرم‌افزارهای مدیریت خدمات فناوری اطلاعات نیز یکی دیگر از پژوهش‌های است که می‌تواند در زمینه ارزیابی و انتخاب سیستم مورداستفاده قرار گیرد.

فهرست منابع

Andrews, A. A., Beaver, P., & Lucente, J. 2016. *Towards better help desk planning: Predicting incidents and required effort*. Journal of Systems and Software, 117: 426-449.

A.CharnesandW.W.Cooper. 1961. *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*, volume 1. New York: John Wiley & Sons.

Black, J, Draper, C, Lococo, T, Matar, F & Ward, C. 2007, *An integration model for organizing IT service management*, IBM Systems Journal, 46, (3): 405-22..

Bosse, S., Splieth, M., & Turowski, K. 2016. *Multi-objective optimization of IT service availability and costs*. Reliability Engineering & System Safety, 147: 142-155.

Cochran, J. K., & Chen, H.-N. 2005. *Fuzzy multi-criteria selection of object-oriented simulation software for production system analysis*. Computers & operations research, 32(1): 153-168.

Collier, K., Carey, B., Sautter, D., & Marjaniemi, C. 1999. *A methodology for evaluating and selecting data mining software*. Paper presented at the Systems Sciences, 1999. HICSS-32. Proceedings of the 32nd Annual Hawaii International Conference on.

Colombo, E., & Francalanci, C. 2004. *Selecting CRM packages based on architectural, functional, and cost requirements: Empirical validation of a hierarchical ranking model*. Requirements Engineering, 9(3): 186-203.

Cooper, H., 2010. Applied social research methods series: Vol. 2. Research synthesis and meta-analysis: A step-by-step approach . Thousand Oaks, CA, US.

Davis, L., & Williams, G. 1994. *Evaluating and selecting simulation software using the analytic hierarchy process*. Integrated manufacturing systems, 5(1): 23-32.

Deb, K., 2014. *Multi-objective optimization. In Search methodologies* (pp. 403-449). Springer, Boston, MA.

Denyer, D., & Tranfield, D. 2006. *Using qualitative research synthesis to build an actionable knowledge base*. Management Decision, 44(2): 213-227.

Grönroo. 2008. *Service logic revisited: who creates value? And who co-creates?*, European Business Review, 20 (4): 298-314

Jarke, M., & Vassiliou, Y. 1985. *A framework for choosing a database query language*. ACM Computing Surveys (CSUR), 17(3): 313-340.

Kara, S. S., & Cheikhrouhou, N. 2014. *A multi criteria group decision making approach for collaborative software selection problem*. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 26(1): 37-47.

Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., & Diabat, A. 2013. *Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi-objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain*. Journal of Cleaner Production, 47: 355-367.

Keel, AJ, Orr, MA, Hernandez, RR, Patrocinio, EA & Bouchard, J. 2007. *From a technology-oriented to a service-oriented approach to IT management*, IBM Systems Journal, vol. 46, no. 3: 549-64

Kilic, H. S., Zaim, S., & Delen, D. 2014. *Development of a hybrid methodology for ERP system selection: The case of Turkish Airlines*. Decision Support Systems, 66: 82-92.

Konak, A., Coit, D. W., & Smith, A. E. 2006. *Multi-objective optimization using genetic algorithms: A tutorial*. Reliability Engineering & System Safety, 91(9): 992-1007 .

L. Hunnebeck. 2010. *ITIL Service Design 2011 Edition*, The Stationery Office, Norwich, UK,

Le Blanc, L. A., & Jelassi, M. T. 1989. *DSS software selection: a multiple criteria decision methodology*. Information & Management, 17(1): 49-65.

Lovelock, Christopher .1991. *Services Marketing*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall

McKibbon, A. 2006. *Systematic reviews and librarians*. Library Trends, 55(1): 202-215 .

Morera, D. 2002. *COTS evaluation using DESMET methodology & analytic hierarchy process (AHP)*. Paper presented at the International Conference on Product Focused Software Process Improvement.

Mostaghim, S., & Teich, J. 2003. Strategies for finding good local guides in multi-objective particle swarm optimization (MOPSO). In *Swarm Intelligence Symposium, 2003. SIS'03. Proceedings of the 2003 IEEE* (pp. 26-33). IEEE.

Ngai, E. W., & Chan, E. 2005. *Evaluation of knowledge management tools using AHP*. Expert systems with applications, 29(4): 889-899.

Office of Government Commerce (OGC). 2011. *ITIL® Service Design*.

Oh, K. S., Lee, N. Y., & Rhew, S. Y. 2003. *A selection process of COTS components based on the quality of software in a special attention to internet*. Paper presented at the International Conference Human Society@ Internet.

Orta, E., Ruiz, M., Hurtado, N., & Gawn, D. 2014. *Decision-making in IT service management: a simulation based approach. Decision Support Systems*, *66*: 36-51.

Ossadnik, W., & Lange, O. 1999. *AHP-based evaluation of AHP-Software*. European journal of operational research, 118(3): 578-588.

Perez, M., & Rojas, T. 2000. Evaluation of Workflow-type software products: a case study. Information and software technology, 42(7): 489-503.

Pultorak, D, Henry, C & Leenards, P 2008, *MOF 4.0: Microsoft operations framework 4.0*, Van Haren Publishing, Zaltbommel.

Rouhani, S., & Ravasan, A. Z. 2014. *A Fuzzy TOPSIS based Approach for ITSM Software Selection*. International Journal of IT/Business Alignment and Governance (IJITBAG), 5(2): 1-26.

Rouhani, S., & Ravasan, A. Z. 2015. *Multi-objective model for intelligence evaluation and selection of enterprise systems.* International Journal of Business Information Systems, 20(4): 397-426.

Rouhani, S. and Zare Ravasan, A., 2017. *Fuzzy TOPSIS evaluation approach for business process management software acquisition*. Intelligent Automation & Soft Computing, 23(3): 459-468.

Rouhani, S. 2017. *A fuzzy superiority and inferiority ranking based approach for IT service management software selection*. Kybernetes, *46*(4): 728-746.

Sanders, G. L., Ghandforoush, P., & Austin, L. M. 1983. *A model for the evaluation of computer software packages*. Computers & Industrial Engineering, 7(4): 309-315.

Sarkis, J., & Talluri, S. 2004. Evaluating and selecting e-commerce software and communication systems for a supply chain. European journal of operational research, 159(2): 318-329.

Shtub, A., Spiegler, I., & Kapeliuk, A. 1988. *Using DSS methods in selecting operations management software.* Computer Integrated Manufacturing Systems, 1(4): 211-220.

Siewiorek, D. P., & Swarz, R. S. 1982. *The theory and practice of reliable system design*. Digital press.

Solomon, M. R., Surprenant, C., Czepiel, J. A., & Gutman, E. G. 1985. A role theory perspective on dyadic interactions: the service encounter. *The Journal of Marketing*: 99-111.

Teltumbde, A. 2000. *A framework for evaluating ERP projects*. International journal of production research, 38(17): 4507-4520.

Tewoldeberhan, T. W., Verbraeck, A., Valentin, E., & Bardonnet, G. 2002. Software evaluation and selection: an evaluation and selection methodology for discrete-event simulation software. Paper presented at the Proceedings of the 34th conference on winter simulation: exploring new frontiers.

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. 2003. *Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review*. British journal of management, 14(3): 207-222

Van Bon, J. 2007. *Foundations of IT service management based on ITIL v3*, 1st edn, Van Haren Publishing, Zaltbommel, Netherlands.

Vargo, S. L., & Lusch, R. F. 2004. *The four service marketing myths remnants of a goods-based, manufacturing model*. Journal of service research, 6(4): 324-335.

Tweney, D. 2013. *5-minute outage costs Google $545,000 in revenue. http://venturebeat. Com/2013/08/16/3-minute-outage-costs-google-545000-in-revenue*..

Winniford, M, Conger, S & Erickson-Harris, L. 2009. *Confusion in the Ranks: IT Service Management Practice and Terminology*, Information Systems Management, 26(2): 153-63

Hossein Razavi Hajiagha, S., Amoozad Mahdiraji, H., & Sadat Hashemi, S. 2013. *Multi-objective linear programming with interval coefficients: A fuzzy set based approach*. Kybernetes, *42*(3): 482-496

Oliveira, C., & Antunes, C. H. 2007. *Multiple objective linear programming models with interval coefficients–an illustrated overview*. European journal of operational Research, 181(3): 1434-1463.

Evaluation and Selection of IT Service Management Software based on Fuzzy Multi-Objective Model

Saeed Rouhani
Assistance Prof of IT management, faculty of management, Tehran University, Tehran, Iran[1].
Pourya Akbari Ghatar
Msc. Of Information Technology management, faculty of management, Tehran university, Tehran, Iran.
Hanan Amozad
Assistance Prof of Industrial management, faculty of management, Tehran University, Tehran, Iran.

Abstract: Regarding the complexity of IT service management (ITSM), the purpose of this study is to provide a mathematical model for evaluating and selecting ITSM solution. Through this research, a new classification of functional and non-functional requirements as well as a fuzzy multi-objective model is presented. The functional requirements derived from the ITIL processes generally include: strategic requirements, design, transfer, operation, and continuous service improvement. In addition, three requirements for availability, capacity and occurrence were carefully examined. a total of 64 criteria for assessing ITSM systems are provided. The developed models with fuzzy approach also include 5 objective and 7 constraints that were implemented with fuzzy multi-objective Technics. The proposed model was used to evaluate and select the software in the IT service provider company. The proposed model not only helps the organization to choose the best supplier, but also helps identify the supplier's weaknesses, reduce decision-making time, and increase the accuracy and ease of decision-making. The results of the methods that used to solved the model show that the MOPSO algorithm has the best result than the other three ones. Respectively NSGA2, Goal programming and epsilon constraint were ranked in the following order.

Keywords: Functional Requirement, Fuzzy Multi-Objective Model, IT Services, Software Selection.

1Corresponding Author: SRouhani@ut.ac.ir