

انتخاب سیستم‌های اطلاعاتی در محیط‌های غیر قطعی با استفاده از روش هیبریدی (تلفیق روش‌های برنامه‌ریزی سناریو، طراحی بدیهی و دلفی فازی)

پیام حنفی‌زاده^{*}، اسماعیل صلاحي پروين^آ، مقصود امیری

- ۱- استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
- ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
- ۳- استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

دریافت: ۸۷/۳/۲۷

پذیرش: ۸۸/۶/۱۰

چکیده

تصمیم به سرمایه‌گذاری در سیستم‌های اطلاعاتی، یکی از دغدغه‌های مدیران است. عدم قطعیت از یکسو و وجود اهداف و معیارهای گوناگون، کیفیت تصمیم‌های مدیران را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. با تغییر شرایط محیطی و پارادایم‌های حاکم بر فضای رقابتی، تصمیم‌های سرمایه‌گذاری که بدون توجه به عدم قطعیت‌ها اتخاذ شده باشند، جذابیت خود را از دست می‌دهند. تصمیم‌گیری در مورد سرمایه‌گذاری درون سیستم‌های اطلاعاتی نیازمند توجه به معیارهای مختلفی مانند بازگشت سرمایه‌گذاری، رقابت‌پذیری استراتژیک و رضایت‌مندی کاربر است و رویکردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره نقش مهمی را برای در نظرگرفتن این معیارها به‌وجود می‌آورند.

این تحقیق با تلفیق ابزارهای برنامه‌ریزی سناریو (ابزار مدلسازی عدم قطعیت محیطی)، طراحی بدیهی (رویکرد ارزیابی چندمعیاره) و روش دلفی فازی (رویکرد اخذ نظرات متخصصان) در قالب مدل

هیبریدی، روش‌شناسی برای ارزیابی سرمایه‌گذاری در پروژه‌های سیستم‌های اطلاعاتی در قالب برون‌سپاری یا درون‌سپاری تأمین این سیستم‌ها پیشنهاد می‌دهد. روش‌شناسی پیشنهادی در مطالعه موردی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی در شرکت ملی نفت ایران مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

کلیدواژه‌ها: برنامه‌ریزی سناریو، عدم قطعیت، رویکرد طراحی بدهی، سیستم اطلاعاتی، روش دلفی فازی، مدل هیبریدی.

۱- مقدمه

مدیران سازمان‌ها برای حفظ مزیت رقابتی خود در محیط‌های غیر قطعی، سازمان‌های خود را سازماندهی مجدد می‌کنند. در راستای این سازماندهی مجدد، برون‌سپاری و یا درون‌سپاری فرایندهای سازمانی مورد توجه قرار می‌گیرد. از آنجا که محل انجام فرایندهای زنجیره ارزش می‌تواند بازار یا یک سازمان باشد، می‌توان پیرامون رویکرد سرمایه‌گذاری برای ایجاد یک سیستم اطلاعاتی- برون‌سپاری یا درون‌سپاری ایجاد یک سیستم اطلاعاتی- تصمیم‌گیری کرد. این تصمیم‌گیری به مسأله معروف خرید یا ساخت^۱ منتهی می‌شود [۱، صص ۱۸۹-۲۰۳]. فشارهای بیش از حد اقتصادی و تغییر پارادایم جهانی رقابت به دلیل پیشرفت‌های فناوری اطلاعات، بنگاه‌ها را وادار ساخته است تا سرمایه‌گذاری برای خرید یا ساخت سیستم‌های اطلاعاتی خود را ارزیابی کنند [۲، صص ۳۴۹-۳۶۴]. سیستم‌های اطلاعاتی به صورت گسترده‌ای به عنوان توانمندسازهای تغییر کسب و کار شناخته شده‌اند. اما با وجود سرمایه‌گذاری‌های گسترده در این حوزه، سازمان‌ها همیشه نتوانسته‌اند به مزایای موردنظر خود دست یابند [۳، صص ۱۹۹-۲۱۱]. به این ترتیب در مطالعات انجام‌شده برای ارزیابی سرمایه‌گذاری در سیستم‌های اطلاعاتی، حضور پارادوکس بهره‌وری قابل توجه است [۴، صص ۱۰۳-۱۱۷]. برینجلفسون عبارت "پارادوکس بهره‌وری فناوری اطلاعات" را برای شرح توانایی نداشتن سیستم‌های اطلاعاتی برای تحقق منافی که در تئوری مطرح می‌شوند، به‌کار برد [۵، صص ۶۷-۷۷]. به دلیل اثر بالقوه سیستم‌های اطلاعاتی بر قدرت استراتژیک بنگاه‌ها، ارزیابی، توجیه و کنترل سرمایه‌گذاری در سیستم‌های اطلاعاتی به یک امر حیاتی تبدیل شده است [۶، صص ۴۱-۵۵]. با وجود آگاهی مدیران سازمان‌ها از اهمیت ارزیابی سرمایه‌گذاری‌ها در سیستم‌های

1. make or buy

اطلاعاتی، طیف گسترده روش‌های ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری افرادی را که به دنبال روش‌های ارزیابی مناسب پروژه‌های سیستم‌های اطلاعاتی هستند، با سرگردانی در انتخاب مواجه کرده است [۳، صص ۱۹۹-۲۱۱]. فاربی و همکاران توضیح می‌دهند که این جستجو برای انتخاب بهترین شیوه ارزیابی نتیجه‌ای ندارد. زیرا طیف شرایط برای عمل‌کردن آن قدر متفاوت است که هیچ شیوه‌ای نمی‌تواند با همه شرایط مقابله کند [۷، صص ۱۰۹-۱۲۲]. به این ترتیب توجه به عدم قطعیت‌های محیطی از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود. با افزایش شدید رقابت در محیط‌های کسب و کار، این محیط‌ها بسیار پویا و متغیر شده‌اند و روش‌های سنتی برای انجام پیش‌بینی‌های قطعی از آینده، در این محیط‌ها کارایی و اثربخشی خود را از دست داده‌اند. این مسأله سبب ظهور و محبوبیت ابزارهایی شده است که به برنامه‌ریزان، بینش و قدرت مواجهه با تغییرات محیطی را بدهند؛ ابزارهایی مانند برنامه‌ریزی استوکستیک^۱، برنامه‌ریزی سناریو^۲، آنالیز تصمیم‌گیری^۳ و تئوری بازی^۴ از این‌گونه می‌باشند [۸، صص ۱۳۷-۱۷۰].

گزینه‌های سرمایه‌گذاری سیستم‌های اطلاعاتی در هر کدام از شرایط محتمل آینده عملکرد یکسانی ندارند. اتخاذ تصمیم پیرامون این گزینه‌ها، نیازمند توجه به معیارهای گوناگون با ابعاد متفاوت است؛ به گونه‌ای که انتظار می‌رود گزینه منتخب از عملکرد مناسبی در این معیارها برخوردار باشد. همچنین مقایسه‌های چندمعیاره انجام شده در هر کدام از این شرایط، ممکن است نتایجی مشابه مقایسه‌ها در شرایط دیگر را نداشته باشد. در این صورت با به تصویر کشیدن آینده‌های محتمل، می‌توان عملکرد هر کدام از گزینه‌ها را در هر کدام از آینده‌های متصور شده ارزیابی کرد.

از رویکردهای ارزیابی چند معیاره سیستم‌های اطلاعاتی می‌توان به رویکرد طراحی بدیهی^۵ اشاره کرد. کولاک و همکاران اشاره می‌کنند که در ارزیابی‌های خود از سیستم‌های اطلاعاتی با دو بعد کیفی و کمی در معیارها سروکار دارند [۹، صص ۲۷۵-۲۸۸]. مزیت اصلی رویکرد طراحی بدیهی در برخورد با وجود ابعاد گوناگون درون معیارها نمایان می‌شود [۱۰، صص ۱۸۹-۲۰۹].

برای ارزیابی عملکرد گزینه‌ها در هر معیار، می‌توان از نظرات متخصصان بهره برد [۱۱].

1. Stochastic programming
2. Scenario planning
3. decision analysis
4. game theory
5. axiomatic design

ص ۱۹۳۲].

با توجه به اینکه برای رسیدن به اجماع در مورد نظرات متخصصان زمان و هزینه زیادی صرف می‌شود و تعداد متخصصان در دسترس محدود است، روش دلفی فازی به عنوان ابزار همگرایی نظرات انتخاب شده است.

در این مقاله برای معرفی شیوه‌ای برای ارزیابی رویکردهای سرمایه‌گذاری در سیستم‌های اطلاعاتی (خرید یا ساخت) با توجه به عملکرد هر رویکرد در شرایط وجود عدم قطعیت‌های محیطی، ابتدا ادبیات ارزیابی سرمایه‌گذاری در سیستم‌های اطلاعاتی، برنامه‌ریزی سناریو، طراحی بدیهی و روش دلفی مرور می‌شود. سپس روش‌شناسی نویسندگان برای به‌کارگیری قابلیت‌های برنامه‌ریزی سناریو، رویکرد طراحی بدیهی و روش دلفی فازی در فرایند ارزیابی گزینه‌های خرید یا ساخت سیستم‌های اطلاعاتی تشریح می‌شود.

این روش‌شناسی در دو مرحله طراحی شده است. در مرحله اول به شناسایی محیطی که سازمان در آن فعالیت می‌کند، می‌پردازد. این مرحله براساس عوامل عدم قطعیت شناسایی شده از محیط سازمان، سناریوهای قابل وقوع برای محیط آینده را طراحی می‌کند. در مرحله دوم پس از انتخاب معیارهای معروف در فرایند ارزیابی سیستم‌های اطلاعاتی با استفاده از روش دلفی فازی نظرات متخصصان درباره عملکرد گزینه‌های خرید و ساخت در هر معیار در شرایط محیطی شناسایی شده اخذ می‌شود. پس از آن نتایج نظرات به اجماع رسیده متخصصان، با استفاده از رویکرد طراحی بدیهی تحلیل می‌شود تا عملکرد هر گزینه در معیارهای گوناگون مشخص شده و آنتروپی آن گزینه پیش بینی شود. در نهایت با توجه به آنتروپی هر گزینه در هر سناریو، سیستمی انتخاب می‌شود که بتواند در مجموع همه سناریوهای محتمل، مطلوب‌ترین عملکرد را داشته باشد. پس از معرفی روش‌شناسی، یک مثال کاربردی از نحوه به‌کارگیری روش پیشنهادی شرح داده می‌شود.

۲- مروری بر ادبیات موضوع

۲-۱- ارزیابی سیستم‌های اطلاعاتی

از اواخر دهه ۱۹۹۰ تمایل بیشتر مدیران اجرایی از ساخت به خرید و یا اجاره سیستم‌های اطلاعاتی تغییر پیدا کرد. این تغییر رویه، اثر قابل‌توجهی بر مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی داشت. زمانی که سیستم‌های اطلاعاتی برون‌سپاری می‌شوند، مدیریت کارا و مؤثر روابط با

شرکت‌های تأمین‌کننده خدمات به عنوان یک مزیت استراتژیک محسوب می‌شود [۱۲، ص ۱۳]. مشکلات مربوط به ارزیابی سیستم‌های اطلاعاتی مشکلات تازه‌ای نیستند. همیشه زمان و هزینه‌های زیادی صرف شده است تا سیستم‌های اطلاعاتی ایجاد شوند و در نهایت نیز به اهداف ترسیم شده، دست پیدا نکرده‌اند [۱۳، صص ۵-۱۹]. ایرانی و همکاران برای ارزیابی سرمایه‌گذاری در سیستم‌های اطلاعاتی از تصویرسازی مفهومی فازی^۱ استفاده کرده‌اند تا معیارهای ارزیابی سرمایه‌گذاری (شامل ملاحظات استراتژیک، میانی و عملیاتی) و وابستگی‌های بین آنها را مدل کنند [۳، صص ۱۹۹-۲۱۱]. تولگا و همکاران چارچوبی برای در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی و غیراقتصادی انتخاب فناوری در فرایند انتخاب سیستم اطلاعاتی خود ارائه کرده‌اند که در آن جنبه اقتصادی فرایند تصمیم‌گیری با استفاده از تحلیل جابه‌جایی فازی و جنبه غیر اقتصادی با استفاده از رویکرد تحلیل سلسله مراتبی فازی مدل شده است [۱۴، صص ۸۹-۱۱۷].

ساندرس و همکاران اجزای ارزشی فناوری اطلاعات و اقدامات استراتژیک را تعیین و چارچوبی برای ارزیابی سرمایه‌گذاری‌ها در پروژه‌های سیستم‌های اطلاعاتی ارائه کرده‌اند [۱۵، صص ۱-۱۱].

بلاسوبرمانیان و همکاران روش‌شناسی برای ارزیابی سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های سیستم‌های اطلاعاتی ارائه کرده و نشان داده‌اند که این روش‌شناسی هم‌راستاسازی نیروهای محرک با قابلیت‌های کسب و کار و تصمیم‌های سرمایه‌گذاری را تسهیل می‌کند [۱۶، صص ۳۹-۶۲]. اسمال و چن برخی نگرانی‌های صنایع را در مورد ارزیابی و انتخاب فناوری‌های جدید را به چهار دسته تقسیم کرده‌اند: کیفی بودن مزایای سرمایه‌گذاری و در نتیجه مشکل بودن ارزیابی آنها، نبود شیوه‌های مناسب برای ارزیابی همه هزینه‌ها و مزایای پروژه‌ها، عدم توانایی ارزیابی عملکرد واقعی یک سیستم و نبود مهارت‌های مدیریتی و فنی برای ارزیابی پیشنهادها [۱۷، صص ۲۷-۵۵].

طیف گسترده روش‌های ارزیابی پروژه‌ها، بسیاری از سازمان‌ها را با سرگردانی در انتخاب رویکرد ارزیابی مواجه می‌کند [۳، صص ۱۹۹-۲۱۱]. جدول ۱ رویکردها و روش‌شناسی‌های موجود را به چهار دسته اقتصادی، تحلیلی، استراتژیک و ترکیبی تقسیم می‌کند.

1. fuzzy cognitive mapping

جدول ۱ خلاصه‌ای از رویکردها و شیوه‌های ارزیابی [۳، صص ۱۹۹-۲۱۱]

خلاصه‌ای از رویکردها و شیوه‌های ارزیابی			
شیوه	رویکرد	شیوه	رویکرد
اهمیت فناوری	استراتژیک	شیوه بازگشت زمان	اقتصادی
مزیت رقابتی		بازگشت سرمایه	
تحقیق و توسعه		تحلیل هزینه-مزیت	
تعهد مدیریت		ارزش خالص فعلی	
دید بلندمدت		نرخ درونی بازگشت	
تأکید بر نامحسوس‌ها		ارزش یکسان سالانه معادل	
نخست استراتژی کسب و کار		ارزش آینده	
تئوری مطلوبیت چندمعیاره	ترکیبی	غیرعددی	تحلیلی
برنامه‌ریزی سناریو		مدل‌های امتیازدهی	
اقتصاد اطلاعات		شیوه‌های بر پایه کامپیوتر	
		تحلیل ریسک	
		تحلیل سلسله‌مراتی	
		سیستم‌های خبره	

فاریبی و همکاران توضیح می‌دهند که بنگاه‌هایی که از رویکردهای سنتی برای ارزیابی پروژه‌ها استفاده می‌کنند، اغلب با عدم اطمینانی از نحوه اندازه‌گیری اثر سرمایه‌گذاری‌های خود در سیستم‌های اطلاعاتی تقابل دارند. همچنین هوکستراسر و گریفیتز بیان می‌کنند روش‌های ارزیابی بر پایه روش‌های حسابداری استاندارد به سادگی برای سازمان‌های فعال در زمینه سیستم‌های اطلاعاتی عمل نمی‌کنند [۳، صص ۱۹۹-۲۱۱].

ایرانی و همکاران [۳، ص ۲۰۰] پیشنهاد می‌کنند که رویکردهای سنتی برای ارزیابی پروژه‌ها اغلب از توجه به بسیاری از مزایای نامحسوس فناوری اطلاعات و سیستم‌های اطلاعاتی ناتوان هستند و اثر سیستم‌ها بر جنبه‌های سازمانی و انسانی را مورد توجه قرار نمی‌دهند. در نتیجه بسیاری از بنگاه‌ها اغلب با این سؤال برخورد می‌کنند که چگونه یک سرمایه‌گذاری استراتژیک در

فناوری اطلاعات و سیستم‌های اطلاعاتی را که طیف وسیعی از مزایای نامحسوس با خود دارد، با سایر سرمایه‌گذاری‌های شامل مزایای نامحسوس مقایسه کنند.

۲-۲- برنامه‌ریزی سناریو

تاریخچه برنامه‌ریزی سناریو به پروژه منهن در جنگ جهانی دوم باز می‌گردد. زمانی که دانشمندان با استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری سعی در پیش‌بینی آثار انفجار یک بمب اتمی را داشتند. پس از جنگ جهانی، ارتش آمریکا از برنامه‌ریزی سناریو برای طراحی استراتژی‌های دفاعی استفاده کرد [۸، ص ۹۴].

در دهه ۱۹۶۰ م. هرمان کاهن برنامه‌ریزی سناریو را به مفهومی تجاری تبدیل کرد و در نهایت در ابتدای دهه ۱۹۷۰ در کمپانی داچ شل، به عنوان روشی کاربردی برای برنامه‌ریزی به دنیای کسب و کار معرفی شد و محبوبیت یافت [۸، صص ۱۳۷-۱۷۰]. پس از کاهش تمایل به برنامه‌ریزی سناریو در طول دهه ۱۹۸۰، مدیران در طول سال‌های اخیر علاقه فزاینده‌ای به آن نشان داده‌اند [۱۸، صص ۹۳-۱۰۷].

برای سناریو، تعاریف متعددی ارائه شده است. چرماک سناریو را به عنوان ابزاری برای تنظیم ادراک یک فرد درباره معیارهای ممکن آینده که تصمیمات افراد در آنها ایفای نقش می‌کنند، معرفی کرده است [۱۹، صص ۲۹۵-۳۰۹].

برای فرایند برنامه‌ریزی سناریو نیز تعاریف مختلفی ارائه شده است و مراحل گوناگونی را برای آن شرح داده‌اند. میلر برنامه‌ریزی سناریو را فرایندی برای تفکر ساختاریافته می‌داند که در آن داستان‌هایی خلق می‌شوند که داده‌های واقعی و دیدگاه انسانی را در کنار هم می‌آورد تا نقاط سناریو را با جست‌وجوی آینده‌های ممکن خلق کند [۱۸، صص ۹۳-۱۰۷]. چرماک برنامه‌ریزی سناریو را به عنوان فرایند فرض چندین محیط آینده منطقی متصور شده و محتمل معرفی می‌کند که در آنها تصمیم‌های مربوط به آینده برای نیل به هدف تغییر نحوه تفکر فعلی، بهبود تصمیم‌گیری، افزایش یادگیری انسان و سازمان و بهبود عملکرد نقش بازی می‌کنند [۱۹، صص ۲۶۵-۳۰۹].

الساندری و همکاران فرایند برنامه‌ریزی سناریو را شامل ساخت سناریوهای ممکن از محیط آینده و طراحی استراتژی‌های متفاوت می‌دانند که احتمالاً تحت آن سناریوها به خوبی

عمل می‌کنند [۲۰، صص ۷۵۱-۷۶۷].

فرایند تدوین سناریو در ادبیات موضوع به اشکال گوناگون تعریف شده است. به عنوان مثال، میلر برای برنامه‌ریزی سناریو هشت گام، الساندرو و همکاران، پنج گام و حنفی‌زاده و همکاران چهار گام را مطرح می‌کنند [۸، صص ۱۳۷-۱۷۰؛ ۱۸، صص ۹۳-۱۰۷؛ ۲۰، صص ۷۵۱-۷۶۷]. در این تحقیق از تعریفی که حنفی‌زاده و همکاران مطرح کرده‌اند برای پایه‌ریزی سناریوهایی استفاده می‌شود که شرایط محیطی متصور را زمان ارزیابی عملکرد رویکردهای سرمایه‌گذاری در سیستم‌های اطلاعاتی (خرید و ساخت) فراهم می‌کنند. در جدول ۲ برخی از مزایای به‌کارگیری برنامه‌ریزی سناریو به عنوان رویکرد تعامل با عدم قطعیت شرح داده شده است.

جدول ۲ برخی از مزایای به‌کارگیری برنامه‌ریزی سناریو [۸، صص ۱۳۷-۱۷۰]

ردیف	ویژگی
۱	سادگی برقراری ارتباط با مدیران سازمان‌ها
۲	خلق داستان‌هایی در مورد حوادث محتمل در آینده با تغییر در پارامترهای مؤثر در خلق وقایع
۳	تسهیل در تحلیل وقایع با حذف پیچیدگی‌های روش‌های پیش‌بینی

۲-۳- رویکرد طراحی بدیهی

تئوری و اصول طراحی بدیهی برای نخستین بار به‌وسیله نام پی سو^۱ در سال ۱۹۹۰ در کتابی با عنوان اصول طراحی^۲ مطرح شد. سو پس از معرفی تئوری طراحی بدیهی، کاربردهای آن را در سال‌های بعد در زمینه‌های طراحی سیستم‌های کیفیت، طراحی سیستم‌های جامع، طراحی سیستم‌های تولیدی، توسعه فرایندها و محصولات، طراحی ساختاری در سازه‌های مهندسی عمران، حل مسائل محیطی و در نهایت در کتاب خود با عنوان "پیچیدگی، تئوری و کاربردها"^۳ ارائه داد [۹، صص ۲۷۵-۲۸۸]. رویکرد طراحی بدیهی، رویکردی برای طراحی از گام آغازین آن

1. Nam P. Suh
2. The principles of design
3. Complexity, theory and applications

است و کارکردهای بسیار وسیعی دارد که نقش اصلی آنها در طراحی سیستمها نمایان می‌شود. این رویکرد با توجه به نیاز مشتری، کارکردهای محصولی را که قرار است طراحی شود، شناسایی کرده و با توجه به این دامنه کارکردها، مشخصات فیزیکی محصول مشخص می‌شوند. در نهایت فرایندهای تولیدی که بتوانند این مشخصات فیزیکی را تولید کنند، مورد توجه و شناسایی قرار می‌گیرند. به این ترتیب کارکرد اصلی تئوری طراحی بدیهی، ایجاد محصولاتی مطابق با نیاز مصرف‌کنندگان است. طیف محصولات قابل طراحی با استفاده از این تئوری از سیستم‌های مکانیکی تا سیستم‌های نرم‌افزاری و سازمانی را در بر می‌گیرد [۱۰، صص ۱۸۹-۲۰۹].

بایک تئوری طراحی سیستم‌های تولیدی منعطف را با استفاده از طراحی بدیهی توسعه داد [۲۱، صص ۱۱۵۹-۱۱۷۳]. مدل پیشنهادی او بر پایه دو اصل طراحی و مجموعه نتایج آنها است که برای طراحی سیستم‌های تولیدی منعطف به کار رفته‌اند.

کیم و همکاران چند مفهوم‌تریز^۱، مانند تعارضات و ایدئال‌گرایی را در چارچوب طراحی بدیهی مورد بازنگری قرار دادند [۲۲، صص ۷۹-۹۴]. کوچران و همکاران طراحی بدیهی و اصول مدیریت ناب را در محدوده سیستم‌های تولیدی کاربردی کردند [۲۳، صص ۱۱۷۷-۱۳۹۶]. آنها برای این کار از تقسیم سازمان تولیدی به واحدهای تولیدی کوچک، منعطف و غیرمتمرکز استفاده کرده‌اند. کوه و همکاران تئوری طراحی بدیهی را برای تحلیل طراحی یک سیستم حمل و نقل و زیرسیستم‌های آن مورد استفاده قرار دادند [۲۴، صص ۱۶۱-۱۶۸]. تیلمن و همکاران روش‌شناسی جدیدی را برای کاربردی کردن اصول طراحی بدیهی و همچنین برای ارزیابی و بهینه‌سازی سیستم‌های مهندسی بزرگ طراحی کردند [۲۵، صص ۱-۱۶].

در زمینه ارزیابی‌های چندمعیاره، نخستین بار کولاک و همکاران در سال ۲۰۰۵ از طراحی بدیهی برای مقایسه سیستم‌های فناوری اطلاعات استفاده کردند. آنها رویکرد فازی و غیرفازی^۲ را وارد تئوری طراحی بدیهی کرده و نتایج ارزیابی سیستم‌ها را براساس این دو رویکرد با هم مقایسه کردند [۹، صص ۲۷۵-۲۸۸].

1. Triz
2. Crisp

۲-۳-۱- تنویری طراحی بدیهی

فرض اولیه لازم برای رویکرد بدیهی به طراحی این است اصول پایه‌ای وجود دارند. این اصول فرایند طراحی را مدیریت می‌کنند [۱۰، صص ۱۸۹-۲۰۹].

۲-۳-۱-۱- اصل اول: اصل استقلال

استقلال نیازمندی‌های کارکردی را حفظ کنید. نیازمندی‌های کارکردی به عنوان حداقل تعداد نیازمندی‌های کارکردی مستقل که نمایانگر اهداف طراحی هستند، تعریف می‌شوند [۱۰، صص ۱۸۹-۲۰۹].

۲-۳-۱-۲- اصل دوم: اصل اطلاعات

محتوای اطلاعاتی طراحی را حداقل کنید. اصل دوم بیان می‌کند در بین طرح‌هایی که اصل استقلال را ارضا می‌کنند، طرحی که حداقل محتوای اطلاعاتی را دارد، بهترین طرح است. محتوای اطلاعاتی نوعی از آنتروپی است که عدم قطعیت را اندازه می‌گیرد. این تعریف از محتوای اطلاعاتی پیرو تعریف شانون (۱۹۴۸) از اطلاعات است. شانون معیار خود را به قصد اندازه‌گیری اطلاعات به صورت عدم قطعیت معرفی کرد که معمولاً به عنوان معیار اندازه‌گیری اطلاعات مورد ارجاع قرار می‌گیرد. این معیار به عنوان آنتروپی شانون معروف است [۹، صص ۲۷۵-۲۸۸]. با توجه به این که آنتروپی شانون با تابع چگالی احتمال تعریف می‌شود (رابطه ۱)، اصل دوم به این معنا است که در بین طرح‌هایی که از نظر کارکردی قابل پذیرش هستند، طرحی که احتمال موفقیت آن برای دست پیدا کردن به اهداف طراحی بیشتر باشد، کمترین آنتروپی را دارد و در نتیجه بهترین طرح است [۱۰، صص ۱۸۹-۲۰۹]. آنتروپی (محتوای اطلاعاتی) I_i حاصل از نیازمندی کارکردی i با استفاده از رابطه ۱ تعریف می‌شود:

$$I_i = \log \frac{P_i}{r} \quad (1)$$

که در آن P_i ، احتمال ارضای نیازمندی کارکردی i (FR_i) به وسیله ویژگی‌های طراحی

-
1. Axiom 1: The independence axiom
 2. Axiom 2: The information axiom

مربوط به آن نیازمندی می‌باشد. در حالت کلی که به تعداد n نیازمندی کارکردی وجود دارد، آنتروپی طرح با استفاده از رابطه ۲ بیان می‌شود:

$$I = \sum_{i=1}^n \log \frac{1}{P_i} \quad (2)$$

رابطه ۲ هنگامی صحیح است که نیازمندی‌های کارکردی مستقل از هم باشند. با توجه به اینکه در سیستم‌های اطلاعاتی، به‌طور لزوم نیازمندی‌های کارکردی از یکدیگر مستقل نمی‌باشند، ممکن است اصل اول طراحی بدیهی نقض شود. در این تحقیق سعی شده‌است معیارهای ارزیابی سیستم‌های اطلاعاتی به گونه‌ای انتخاب شوند که نیازمندی‌های کارکردی ناشی از آنها مستقل از هم باشند. با توجه به رابطه ۱ مشخص می‌شود که اگر $P_i = 1$ باشد (سیستم پیشنهادی در ارضای نیازمندی کارکردی i که به‌وسیله یکی از معیارها اعمال می‌شود، موفق باشد)، آنتروپی مربوط به آن معیار برابر صفر خواهد بود ($I_i = 0$). به این ترتیب اگر سیستمی بتواند همه نیازمندی‌های کارکردی اعمال شده به‌وسیله معیارها را به طور کامل و با احتمال یک ارضا کند، با توجه به رابطه ۲ کل آنتروپی آن سیستم برابر صفر خواهد بود که این یک حالت ایدئال است. اگر سیستمی با هیچ احتمالی نتواند نیازمندی کارکردی مربوط به یک معیار را ارضا کند، $P_i = 0$ خواهد بود و در نتیجه با توجه به رابطه ۱، آنتروپی آن سیستم در آن معیار بی‌نهایت خواهد بود. به این ترتیب اگر سیستمی نتواند تنها در ارضای نیازمندی کارکردی مربوط به یک معیار به موفقیت دست پیدا کند، آن سیستم از فرایند انتخاب حذف خواهد شد. برای محاسبه احتمال موفقیت یک سیستم در ارضای نیازمندی کارکردی مربوط به یک معیار، دو ویژگی تعریف می‌شود: ۱- طیف سیستم و ۲- طیف طراحی.

۲-۳-۲- تعریف

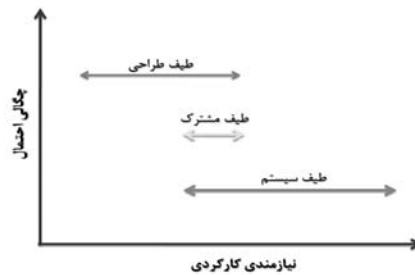
۲-۳-۲-۱- طیف طراحی

طیفی که طراح علاقه‌مند است تا سیستم هنگام ارضای نیازمندی کارکردی مرتبط با یک معیار، در آن طیف عمل کند.

۲-۳-۲-۲- طیف سیستم

طیفی که سیستم قادر است تحت آن به ارضای نیازمندی کارکردی مرتبط با یک معیار بپردازد.

با توجه به شکل ۱، مشاهده می‌شود که همپوشانی بین طیف طراحی و طیف سیستم، احتمال موفقیت یک سیستم در ارضای نیازمندی کارکردی مربوط به یک معیار را نشان می‌دهد (شکل ۱).



شکل ۱ طیف سیستم، طیف طراحی و طیف مشترک

$$P_i = \left(\frac{\text{common.range}}{\text{system.range}} \right) \quad (۳)$$

$$I_i = \log_r \left(\frac{\text{system.range}}{\text{common.range}} \right) \quad (۴)$$

در این تحقیق به کارکرد رویکرد طراحی بدیهی (که کارکردی مهندسی است) پرداخته نمی‌شود. در مقابل کارکرد دیگر آن که قابلیت استفاده در ارزیابی چندمعیاره رویکردهای سرمایه‌گذاری در سیستم‌های اطلاعاتی (خرید و ساخت) است، مورد توجه قرار می‌گیرد. این رویکرد با توجه به احتمال موفقیت هر گزینه در برآوردن نیازهای کارکردی مطرح در هر معیار، به ارزیابی آن گزینه می‌پردازد و در نهایت گزینه‌ای مطلوب‌تر خواهد بود که بیشترین احتمال موفقیت را در برآوردن نیازهای مربوط به معیارهای گوناگون داشته باشد. با استفاده از رویکرد طراحی بدیهی، تفاوت واحدهای اندازه‌گیری معیارها تحت تأثیر توابع چگالی احتمال و بدون انجام عملیات پیچیده ریاضی از بین می‌رود و چگالی احتمال، واحد اندازه‌گیری یکسان همه معیارها خواهد بود. همچنین قابلیت‌های هر گزینه در هر معیار بدون مقایسه با قابلیت‌های گزینه‌های دیگر در آن معیار ارزیابی می‌شود. به این ترتیب امتیازی که از ارزیابی‌های گزینه در همه معیارها حاصل می‌شود، نمایانگر توانایی‌های آن گزینه به صورت مطلق و نه در مقایسه با گزینه‌های دیگر است [۱۰، صص ۱۸۹-۲۰۹].

در جدول ۳ برخی از مزایای به‌کارگیری طراحی بدیهی به عنوان رویکرد ارزیابی چند

معیاره در مقابل سایر رویکردهای ارزیابی چند معیاره شرح داده شده است.

جدول ۳ مزایای به‌کارگیری طراحی بدیهی به عنوان رویکرد ارزیابی چند معیاره [۱۰، ص ۱۹۲]

ردیف	ویژگی
۱	عدم توجه به عملکرد گزینه‌های دیگر هنگام ارزیابی یک گزینه (ارزیابی مطلق هر سیستم در ارضای نیازهای کارکردی مربوط به هر معیار)
۲	یکسان‌سازی ابعاد معیارها با استفاده از تئوری احتمال

۲-۴- روش دلفی فازی

روش دلفی به عنوان یک ابزار کارا در تحقیقات سیستم‌های اطلاعاتی شناخته شده است و برای تعیین موضوعات مهم و اولویت‌بندی‌ها در تصمیمات مدیریتی قابلیت‌های مفیدی دارد [۲۶، صص ۱۵-۲۹]. روش دلفی، حاصل مطالعاتی است که شرکت راند^۱ در دهه ۱۹۵۰ برای خلق روشی برای کسب اجماع بین متخصصان گروه انجام داده‌است. اوکلی و پاولوسکی روش دلفی را به این صورت تعریف کرده‌اند [۲۶، صص ۱۵-۲۹]:

"روشی برای ساختاردهی به یک فرایند ارتباط گروهی، به گونه‌ای که فرایند به اعضای گروه- به عنوان یک مجموعه- اجازه چالش با مسأله را می‌دهد. برای اجرای این ارتباط ساختاریافته نیاز به بازخور در مورد نقش افراد، ارزیابی قضاوت گروه، فرصت اصلاح دیدگاه‌ها و سطحی از ناشناس ماندن می‌باشد."

روش دلفی جایگزین رویکردهای تحقیق سنتی با استفاده از روش‌های آماری شده است.

۲-۴-۱- تعریف روش دلفی فازی

روش سنتی دلفی، همیشه از همگرایی پایین نظرات متخصصان، هزینه اجرای بالا و احتمال حذف نظرات برخی از افراد رنج برده است. موری و همکاران برای بهبود روش دلفی سنتی، مفهوم یکپارچه‌سازی روش دلفی سنتی با تئوری فازی را در سال ۱۹۸۵ ارائه دادند [۲۷، صص ۸-۶۸].

ایشیکاوا و همکاران کاربرد تئوری فازی را در روش دلفی پیش‌تر معرفی کردند و الگوریتم یکپارچه‌سازی

1. Rand

فازی را برای پیش‌بینی ضریب نفوذ آتی کامپیوترها در سازمان‌ها توسعه دادند [۱۱، ص ۱۹۳۴]. پس از آنها سو و یانگ عدد فازی مثلثی را برای دربرگرفتن نظرات متخصصان و ایجاد روش دلفی فازی به کار بردند. مقادیر بیشینه و کمینه نظرات متخصصان به عنوان نقاط مرزی اعداد مثلثی فازی در نظر گرفته شد و میانگین هندسی به عنوان درجه عضویت اعداد مثلثی فازی و برای حذف اثر نقاط مرزی به کار برده شد. [۲۸، صص ۱۹-۳۹]

مزیت روش ابداع شده به وسیله سو و یانگ در سادگی آن می‌باشد. زیرا نظرات متخصصان در یک مرحله جمع‌آوری می‌شوند. ویژگی‌های دو روش دلفی سنتی و دلفی فازی در جدول ۴ با هم مقایسه شده‌اند.

۲-۴-۳- فرایند روش دلفی فازی

- جمع‌آوری نظرات متخصصان با استفاده از پرسشنامه‌ها به شرح زیر:
- پرسشنامه طراحی شده از طیف لیکرت پنج نقطه‌ای که در آن نقاط بالاتر عملکرد بهتری را نشان می‌دهند، استفاده می‌کند. پرسشنامه ب دو بخش تقسیم می‌شود. بخش اول به تعیین عملکرد گزینه ایدئال در هر معیار و بخش دوم به تعیین عملکرد هر گزینه در هر معیار در هر سناریو می‌پردازد.
- خلق عدد فازی مثلثی τ_{Aj} برای عملکرد هر سیستم در هر معیار به شرح زیر:

$$\tau_{Aj} = (L_{Aj}, M_{Aj}, U_{Aj}) \quad (5)$$

که در آن

$$L_{Aj} = \min (X_{Aij}) \quad \forall j \quad (6)$$

$$U_{Aj} = \max (X_{Aij}) \quad \forall j \quad (7)$$

$$M_{Aj} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n X_{Aij}} \quad \forall j \quad (8)$$

می‌باشند. اندیس i به خبره i ام و اندیس j به معیار j ام اشاره دارد، به طوری که

X_{Aij} : مقدار ارزیابی خبره i ام از عملکرد سیستم A در معیار Z ام و
 L_{Aj} : حداقل مقدار ارزیابی‌ها برای عملکرد سیستم A در معیار Z ام و
 U_{Aj} : حداکثر مقدار ارزیابی‌ها برای عملکرد سیستم A در معیار Z ام و
 M_{Aj} : میانگین هندسی مقدار ارزیابی متخصصان از عملکرد سیستم A
 می‌باشند. میانگین هندسی M_{Aj} در عدد فازی مثلثی مربوط به هر سیستم برای اشاره
 به اجماع گروه متخصصان در مورد عملکرد آن سیستم در هر معیار به کار رفته‌است.

جدول ۴ مقایسه روش‌های تحقیق سنتی و مطالعه دلفی [۲۶، ص ۱۹]

مطالعه دلفی	تحقیق سنتی	معیار ارزیابی
پس از طراحی پرسشنامه و اعتبارسنجی آن، گروه مناسب از خبرگان انتخاب شده و تحقیق انجام می‌شود. پاسخها تحلیل شده و تحقیق دیگری بر پایه پاسخها به تحقیق اولیه طراحی می‌شود. این فرایند تکراری می‌شود تا پاسخ‌دهندگان به درجه‌ای از اجماع برسند.	پس از طراحی پرسش‌نامه و اعتبارسنجی آن، مورد مطالعه انتخاب شده و نمونه تصادفی از آن انتخاب می‌شود. بخشی از پاسخ‌دهندگان پرسشنامه را پر می‌کنند. سپس پاسخها تحلیل شده و سؤالهای تحقیق بررسی می‌شوند.	شرح رویه
یک پائل مجازی از خبرگان برای پاسخ‌گویی به سؤالها با عدم قطعیت بالا ایجاد می‌شود. سؤالهایی که ممکن است نمونه نماینده جمعیت، دانش کافی در مورد آن نداشته باشند.	با استفاده از تکنیک‌های آماری، محققان به صورت تصادفی نمونه نماینده جمعیت را انتخاب می‌کنند.	قابلیت نمایش نمونه
تعداد افراد در گروه دلفی به قدرت آماری وابسته نیست. بلکه متناسب با پویایی گروه برای رسیدن به اجماع می‌باشد. ادبیات ۱۰ تا ۱۸ خیره را در یک پائل دلفی توصیه می‌کند.	جهت تعمیم نتایج به یک جمعیت بزرگتر، اندازه نمونه باید به اندازه کافی بزرگ باشد.	اندازه نمونه برای قوت آماری
مطالعات نشان داده‌اند که در سؤالهایی که به قضاوت متخصص نیازمندند میانگین پاسخهای افراد نامرغوب‌تر از میانگین تولیدشده به وسیله فرایندهای تصمیم‌گروهی است و روش دلفی این نامرغوبی را تحمل می‌کند.	محققان میانگین پاسخهای افراد را به عنوان میانگین پاسخ برای نمونه برای تعمیم به جمعیت در نظر می‌گیرند	پاسخ‌گویی فردی در مقابل گروهی

ادامه جدول ۴

مطالعه دلفی	تحقیق سنتی	معیار ارزیابی
به دلیل انتظار محققان از پاسخ‌دهندگان پاسخ‌ها مرور می‌شوند در این صورت قابلیت اعتماد آزمایش و آزمون مجدد مطرح نیست	محققان با پیش‌آزمایش و آزمون مجدد از قابلیت اعتماد آزمایش و آزمون مجدد اطمینان حاصل می‌یابند	قابلیت اعتماد و بازنگری پاسخ
تفسیر و طبقه‌بندی محققان از متغیرها را اعتبارسنجی کند	با استفاده از تحقیق و پیش‌آزمایش از اعتبار ساخت اطمینان حاصل می‌شود	اعتبار ساخت
پاسخ‌دهندگان نسبت به هم شناسایی برای محقق شناساند	پاسخ‌دهندگان نسبت به هم و نسبت به محقق شناساند	ناشناس بودن
احتمال عدم پاسخ بسیار پایین است.	برای اطمینان از اینکه نمونه، نماینده جمعیت است احتمال آریبی عدم پاسخ محاسبه می‌شود	موارد بدون پاسخ
به دلیل تکرارهای چندگانه و مرور پاسخ‌ها، از داده‌های غنی‌تری برخوردارند.	غنی‌بودن داده به شکل و عمق سؤال‌ها و احتمال پیگیری آن وابسته است	غنی‌بودن داده‌ها

جدول ۵ مقایسه روش‌های دلفی سنتی و دلفی فازی [صص ۱۵-۲۹]

روش دلفی فازی	روش دلفی سنتی	معیار ارزیابی
با یک مرحله بررسی، همه نظرات پوشش داده می‌شوند.	پس از چندین مرحله بررسی، متخصصان در مورد یک موضوع به اجماع می‌رسند.	تعداد مراحل مورد نیاز
عقاید همه خبرگان محترم است و درجه عضویت متفاوتی برای هر اجماع محتمل در نظر گرفته می‌شود.	خبرگان برای رسیدن به میانگین نظرات دیگران، نظرات خود را تغییر می‌دهند. در غیر این صورت ممکن است حذف شوند.	لزوم انعطاف‌پذیری
نیاز به صرف زمان و هزینه بالا ندارد و ابهام فرایند حذف خواهد گردید.	نیازمند صرف زمان و هزینه بالایی است و ابهام فرایند قابل حذف نیست.	هزینه و زمان

با توجه به اینکه برای رسیدن به اجماع در مورد نظرات متخصصان زمان و هزینه زیادی صرف می‌شود و تعداد متخصصان در دسترس محدود است، در این تحقیق از روش دلفی فازی به عنوان ابزار همگرایی نظرات در مورد عملکرد گزینه‌های خرید و ساخت و محاسبه

بازه‌های عملکردی حاصل از ارزیابی متخصصان که برای محاسبه آنتروپی هر گزینه در رویکرد طراحی بدیهی به کار می‌رود، استفاده می‌شود.

۳. روش شناسی

روش تحقیق مورد استفاده در این پژوهش، توصیفی-تجربی است. هدف نهایی این پژوهش، تصمیم‌گیری برای برون‌سپاری یا درون‌سپاری فرایند ایجاد یک سیستم اطلاعاتی-انتخاب از میان دو گزینه خرید یا ساخت سیستم اطلاعاتی- با توجه به عدم قطعیت‌های محیطی است.

۳-۱- مدل هیبریدی

مدل هیبریدی شامل دو مرحله است. از آن‌جا که تصمیم‌گیری در مورد سرمایه‌گذاری در پروژه‌های سیستم‌های اطلاعاتی نیازمند آن است که سازمان‌ها بتوانند با توجه به عدم قطعیت‌های محیطی، گزینه‌های تصمیم را ارزیابی کنند، در مرحله اول روش‌شناسی با استفاده از برنامه‌ریزی سناریو، سناریوهای گوناگون محتمل ترسیم خواهند شد. در این مرحله با توجه به تغییرات عوامل محرک محیطی و بررسی‌های انجام شده، تعداد محدود و قابل قبولی از سناریوها به دست خواهند آمد. به این ترتیب برنامه‌ریزی سناریو به عنوان ابزار تعامل با عدم قطعیت، شرایط محیطی را برای ارزیابی گزینه‌های تصمیم فراهم می‌کند. در مرحله دوم با استفاده از تئوری طراحی بدیهی و روش دلفی فازی عملکرد هر گزینه در شرایط محیطی در هر معیار ارزیابی شده و آنتروپی آن گزینه تعیین خواهد شد. برای تعیین معیارها می‌توان از رویکردهای گوناگونی استفاده کرد. برخی از این رویکردها عبارتند از:

- مطالعه ادبیات موضوع و شناسایی معیارهای معروف در فرایند ارزیابی سیستم‌های اطلاعاتی
- شناسایی معیارهای معرفی‌شده در روش کارت امتیاز متوازن برای ارزیابی عملکرد سیستم‌های اطلاعاتی

- جمع‌آوری نظرات متخصصان در مورد معیارهای معروف در فرایند ارزیابی سیستم‌های اطلاعاتی با استفاده از روش تحقیق سنتی و یا روش دلفی
- تئوری طراحی بدیهی با استفاده از مقایسه احتمال موفقیت گزینه‌ها در حالت وقوع هر یک از سناریوها با احتمال موفقیت آنها در حالت مطلوب به محاسبه مقدار آنتروپی می‌پردازد.

برای محاسبه احتمال موفقیت گزینه‌ها در شرایط وقوع سناریوهای گوناگون و نیز در حالت مطلوب پرسشنامه‌ای طراحی شده است که با استفاده از طیف لیکرت پنج نقطه‌ای، عملکرد هر گزینه را در شرایط مختلف می‌سنجد.

خروجی پرسشنامه‌ها مقادیرهای متوسط، حداقل و حداکثر نظرات متخصصان در مورد عملکرد هر گزینه در شرایط وقوع سناریوهای متفاوت است. روش دلفی فازی با استفاده از این سه مقدار، به تعیین عدد فازی مثلثی عملکرد هر گزینه در هر سناریو می‌پردازد. این اعداد فازی برای معیارهای متفاوت در هر سناریو محاسبه خواهند شد. با محاسبه اعداد فازی مثلثی، می‌توان آنتروپی هر گزینه را در هر معیار در شرایط وقوع سناریوهای متفاوت محاسبه کرد. ویژگی مهم روش دلفی فازی، استفاده از میانگین هندسی برای دست یافتن به اجماع بین متخصصان در مورد عملکرد هر سیستم است. هر گزینه‌ای که در شرایط وقوع همه سناریوها از آنتروپی که به سمت بینهایت میل نکند، برخوردار باشد می‌تواند به عنوان گزینه تصمیم مطرح شود. مراحل روش‌شناسی مطابق شکل ۲ به شرح زیر است:

۳-۱-۱- مرحله اول: به تصویر کشیدن آینده‌های محتمل برای کاهش ریسک [۸، صص

۱۳۷-۱۷۰]

- تعیین عوامل محرک عمومی
- طراحی سناریوها
- ارزیابی و بررسی سناریوهای طراحی شده
- نوشتن سناریوها با جزئیات کامل

۳-۱-۲- مرحله دوم: انتخاب سیستم اطلاعاتی با به‌کارگیری روش طراحی بدیهی و

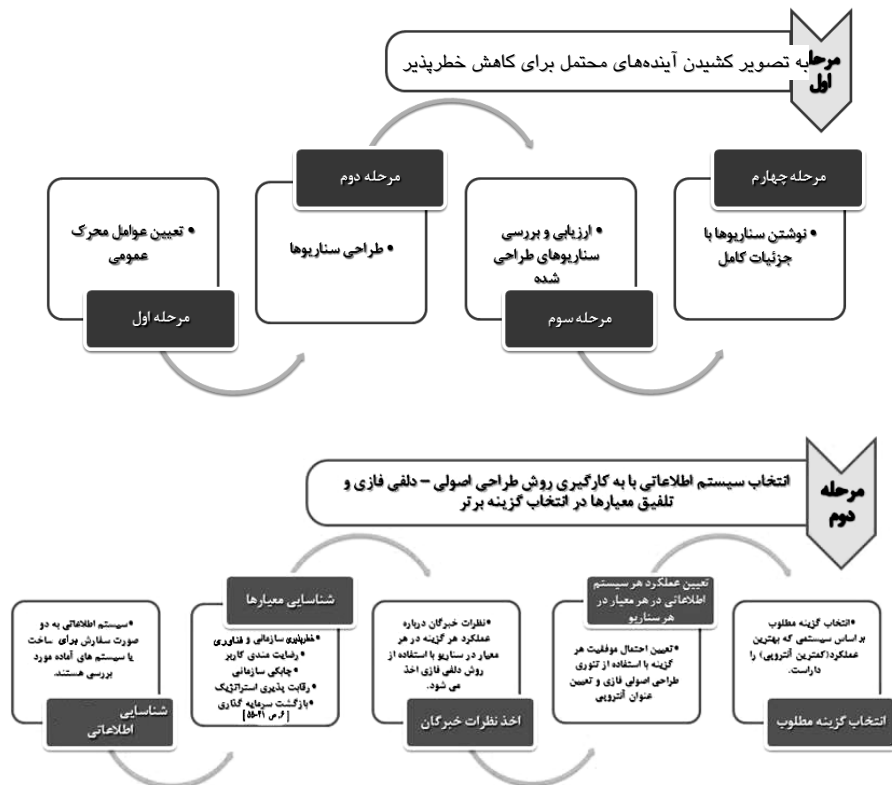
تلفیق معیارها در انتخاب گزینه برتر

- شناسایی سیستم‌های اطلاعاتی
- شناسایی معیارهای ارزیابی
- جمع‌آوری نظرات خبرگان در مورد عملکرد سیستم‌ها در معیارها
- تعیین عملکرد هر سیستم اطلاعاتی در هر معیار در هر سناریو

• انتخاب گزینه مطلوب

برای محاسبه آنتروپی هر سیستم در هر معیار در هر سناریو با استفاده از رابطه‌های ۳ و ۴ و از طریق مقایسه عملکرد محتمل در هر معیار و در هر سناریو با عملکرد مطلوب عمل می‌شود. به این ترتیب که ابتدا میزان همپوشانی طیف‌های طراحی (نمایانگر عملکرد مطلوب) و سیستم (نمایانگر عملکرد محتمل) مرتبط با هر سیستم اطلاعاتی با توجه به اعداد مثلی تولید شده در روش دلفی فازی آشکار می‌شود. این همپوشانی احتمال موفقیت آن سیستم در ارضای نیازمندی کارکردی مربوط به هر معیار را نشان می‌دهد. برای تعیین مقدار همپوشانی از بازه عددی طیف‌ها استفاده می‌شود. اعداد فازی تولیدشده به وسیله روش دلفی فازی - که از پرسشنامه‌ها استفاده می‌کند - حدود بالا و پایین هر طیف را تعیین می‌کنند. سپس با استفاده از رابطه ۳ احتمال موفقیت هر گزینه در برآوردن نیازهای کارکردی هر معیار و به وسیله رابطه ۴ مقدار آنتروپی هر گزینه در هر معیار مشخص می‌شود. در نهایت با استفاده از رابطه ۲ مجموع آنتروپی هر گزینه در هر سناریو به دست می‌آید. با مشخص شدن مقدار آنتروپی هر گزینه در هر سناریو، عملکرد هر سیستم در هر سناریو آشکار است. برای یک سازمان سیستمی (گزینه سرمایه گذاری) مطلوب خواهد بود که بتواند در کلیه سناریوها در ارضای نیازهای مربوط به معیارهای تعیین شده، موفق باشد. هر چه یک گزینه در شرایط وقوع کلیه سناریوهای طرح شده نسبت به سایر گزینه‌ها، آنتروپی کمتری داشته باشد، مطلوبیت بیشتری خواهد داشت. اگر چه ممکن است سیستم برگزیده در یک سناریوی خاص بهترین عملکرد - کمترین آنتروپی - را نداشته باشد، اما با در نظر گرفتن تمام سناریوهای آینده، مناسب‌ترین گزینه خواهد بود. (شکل ۲ نمایانگر چگونگی انتخاب گزینه مطلوب براساس بهترین عملکرد در مجموعه سناریوها است.) بنابراین سیستم برگزیده دو ویژگی عمده دارد:

- در تمامی سناریوهای آینده جذاب و قابل پیاده‌سازی است.
- در مجموع سناریوها بهترین عملکرد را از خود نشان می‌دهد.



شکل ۲. مراحل روش‌شناسی (محققان)

۲-۳- جمع‌آوری داده

جمع‌آوری داده در این پژوهش براساس سه رویکرد انجام می‌شود:

- مطالعات توصیفی تطبیقی و مطالعات کتابخانه‌ای
- این شیوه جمع‌آوری داده برای شناسایی عوامل محرک در شکل‌دهی به سناریوها و شناسایی معیارهای معروف در فرایند ارزیابی سیستم‌های اطلاعاتی به کار می‌رود.
- مصاحبه‌ها و جلسات گروهی
- این شیوه جمع‌آوری داده برای طراحی سناریوها و ارزیابی و بررسی سناریوهای طراحی شده به کار می‌رود.

• توزیع پرسشنامه

برای تعیین آنتروپی هر گزینه در شرایط وقوع سناریوهای متفاوت در هر معیار از پرسشنامه استفاده می‌شود.

این پرسشنامه براساس طیف لیکرت پنج نقطه‌ای طراحی شده است که در آن کم‌ترین امتیاز عملکرد ضعیف یک گزینه را در یک معیار خاص در شرایط وقوع سناریویی معین نشان داده و بیش‌ترین امتیاز عملکرد عالی یک گزینه را در آن معیار در سناریویی تعیین شده نمایش می‌دهد.

برای ارزیابی عملکرد هر گزینه در هر سناریو از پنج معیار استفاده می‌شود. با استفاده از تئوری طراحی بدیهی، عملکرد و در نتیجه آنتروپی هر گزینه در هر سناریویی طراحی شده در معیارها محاسبه می‌شود. به این ترتیب پرسشنامه طراحی شده در بخش‌های اولیه خود عملکرد هر گزینه در مجموعه معیارها در سناریوها را ارزیابی خواهد کرد و در نهایت در بخش آخر عملکرد یک گزینه مطلوب در مجموعه معیارها را مورد پرسش قرار می‌دهد. عملکرد این گزینه مطلوب به شرایط وقوع سناریوهای متفاوت ارتباطی ندارد.

۳-۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها و پایایی و روایی نتایج

با استفاده از تئوری طراحی بدیهی می‌توان عملکرد هر گزینه خرید یا ساخت سیستم‌های اطلاعاتی در ارضای نیازمندی‌های کارکردی مربوط به معیارهای مورد بررسی را به صورت مطلق بررسی کرد و در نتیجه به بررسی عملکرد گزینه‌های دیگر در هنگام بررسی عملکرد یک گزینه نیازی نخواهد بود. این تئوری با محاسبه احتمال موفقیت هر گزینه در برآوردن نیازهای مرتبط (با استفاده از تئوری احتمالات) به محاسبه آنتروپی آن گزینه در شرایط متفاوت می‌پردازد و در این صورت ابعاد معیارهای بررسی شده در فرایند مقایسه به بعد آنتروپی تبدیل می‌شود. به این ترتیب به سادگی می‌توان با توجه به مقدار آنتروپی هر گزینه در شرایط متفاوت برای انتخاب گزینه مطلوب تصمیم‌گیری کرد.

این روش‌شناسی افراد تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد تا در شرایط وقوع سناریوهای متفاوت برای آینده، گزینه‌ای را که کمترین آنتروپی را برای سازمان به همراه دارد، شناسایی کنند. این گزینه در شرایط وقوع همه سناریوها مطلوبیت خود را از دست نخواهد داد.

برای افزایش پایایی^۱ مدل هیبریدی، از داده‌های ورودی یکسان برای روش‌های مورد مقایسه برای تصمیم‌گیری در مورد برون‌سپاری یا درون‌سپاری فرایند ایجاد سیستم اطلاعاتی استفاده شده است.

برای افزایش روایی^۲ مدل هیبریدی، نتایج آن با اجرای روش تحلیل سلسله مراتبی به عنوان ابزار تصمیم‌گیری چندمعیاره در شرایط وقوع سناریوهای طراحی شده مقایسه شده است.

۴. مورد مطالعه

در این مورد مطالعه، شرکت ملی نفت ایران مورد مطالعه قرار گرفته است. شرکت ملی نفت در رابطه با ارزیابی خرید سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی خارجی یا تولید آنها در داخل و چگونگی امکان استفاده از آنها در صنعت نفت ایران به مطالعه پرداخته است و در این مطالعه شرایط عملیاتی، فنی، اقتصادی و سیاسی مورد توجه قرار گرفته‌اند. برای اجرای این گزینش از روش‌شناسی پیشنهادی استفاده شده است. نتایج اعمال روش‌شناسی طراحی شده به شرح زیر می‌باشند:

۴-۱- به تصویر کشیدن آینده‌های محتمل برای کاهش خطرپذیری با استفاده از

برنامه‌ریزی سناریو

با استفاده از روش القایی و با توجه به عوامل محرک شناسایی شده، سناریوهایی ساخته شدند [۸]، صص ۱۳۷-۱۷۰]. به این منظور با استفاده از پیش‌بینی‌ها و ملاحظه روندهای کنونی و گزارش‌های سالانه، آینده رسمی شرکت در سناریویی با عنوان "دنیای قابل پیش‌بینی" بیان شد. سپس با در نظر گرفتن تغییرات احتمالی در عوامل محرک سناریوی مزبور، دو سناریوی دیگر به سناریوی اول اضافه گردید. تمامی مراحل فوق در جلسه‌های طوفان مغزها و با حضور مدیران واحدها صورت گرفت. مشخصات عوامل محرک سناریوهای مزبور در جدول ۶ نمایش داده شده است.

1. reliability
2. validity

جدول ۶ مقدارهای عوامل محرک در سناریوها

عوامل محرک					مقدارهای عوامل محرک
رشد فناوری اطلاعات	عملکرد دولت	در دسترس بودن نیروی متخصص	عملکرد رقبا	سرمایه‌گذاری	
					سناریو
عادی	عادی	عادی	عادی	عادی	آینده رسمی
کم	ضعیف	کم	ضعیف	کم	کابوس
زیاد	قوی	زیاد	ضعیف	زیاد	آرزو

۴-۱-۱- سناریوی اول: دنیای قابل پیش‌بینی

روندهای موجود بدون تغییر و جهش ناگهانی ادامه می‌یابد و کلیه عوامل مطابق پیش‌بینی‌ها و برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته تغییر می‌کنند. در وضعیت ثبات سیاسی تغییر عمده‌ای رخ نخواهد داد و روند گذشته ادامه پیدا خواهد کرد. بازار با روند کند و ثابت خود به تدریج از حالت انحصاری خارج شده و امکان سرمایه‌گذاری و فعالیت رقبای خارجی فراهم می‌آید. توسعه شرکت‌های رقیب داخلی همانند روند توسعه گذشته آنها خواهد بود. نیروی انسانی متخصص به میزان کافی وجود دارد و هزینه نیروی انسانی مطابق نرخ تورم افزایش پیدا می‌کند. میزان رشد فناوری اطلاعات طبق روند فعلی، جهش عمده‌ای نخواهد داشت.

۴-۱-۲- سناریوی دوم: کابوس

در این سناریو روابط سیاسی بسیار متشنج شده و ثبات سیاسی به پایین‌ترین سطح ممکن رسیده است. میزان سرمایه‌گذاری خارجی به پایین‌ترین حد خود رسیده است و شرکت‌های رقیب خارجی حضور ندارند. شرکت‌های رقیب داخلی نیز در شرایط بحرانی به سر می‌برند. مهاجرت بالای نیروی متخصص، دسترسی به این نیروها را مشکل و هزینه منابع انسانی را افزایش داده‌است. توسعه صنعت فناوری اطلاعات متوقف شده و یا بسیار پایین‌تر از روند گذشته خواهد بود.

۴-۱-۳- سناریوی سوم: آرزوهای بزرگ

در این سناریو، ثبات سیاسی مطلوب و اجرای سیاست‌های مؤثر در زمینه خصوصی سازی

و امنیت سرمایه‌گذاری، سبب جذب سرمایه‌های خارجی و امکان فعالیت رقابتی خارجی در بازار ایران شده است. درآمدهای بالای نفتی صرف ایجاد و بهبود زیرساخت‌های مورد نیاز کشور از جمله زیر ساخت اطلاعاتی می‌شود. عملکرد شرکت‌های رقیب به دلیل برخورداری از شرایط محیطی مناسب نیز بسیار عالی خواهد بود. نیروی انسانی متخصص به دلیل وجود شرایط مساعد سیاسی و اقتصادی به خارج از کشور مهاجرت نکرده و نقش قابل توجهی در توسعه زیر ساخت‌های اطلاعاتی کشور دارند.

۴-۲- انتخاب سیستم اطلاعاتی با به کار گیری روش طراحی بدیهی و تلفیق

معیارها در انتخاب گزینه برتر

ایجاد یک سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی می‌تواند از دو طریق ساخت یا خرید انجام گیرد. به این ترتیب که گزینه ساخت شامل سازماندهی گروهی از آگاهان از فرایندهای کاری و برنامه‌نویسان برای ایجاد سیستم نرم‌افزاری مربوطه می‌باشد. این گروه پس از شناسایی نیازمندی‌های اطلاعاتی سیستم به تحلیل و طراحی نحوه گردش اطلاعات در سیستم مربوطه می‌پردازد. پس از تحلیل نیازمندی‌های اطلاعاتی، رویه‌های استخراج‌شده برنامه‌نویسی شده و واسط‌های کاربری طراحی می‌شوند. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود فرایند ایجاد این سیستم از ابتدا تا انتها با کمک طراحان و تحلیلگران داخل سازمان انجام می‌پذیرد.

گزینه خرید شامل خرید از تولیدکنندگان سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی معتبر بین‌المللی می‌باشد. در این حالت شرکت‌های مزبور به شناسایی نیازمندی‌های اطلاعاتی در کسب و کار مورد نظر پرداخته و فرایندهای استاندارد برای گردش اطلاعات در سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی را شناسایی کرده‌اند. سیستم موردنظر به صورت یک بسته نرم‌افزاری به همراه راهنمای استفاده از آن و خدمات پس از فروش در اختیار خریداران قرار می‌گیرد.

برای انتخاب از میان دو گزینه خرید و یا ساخت سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی، گزینه‌های موجود در سناریوهای مختلف در هر معیار ارزیابی شدند. برای انتخاب معیارهای مورد استفاده از معیارهای معروف ارزیابی سیستم‌های اطلاعاتی در ادبیات موضوع استفاده

شده است. از این معیارها می‌توان به خطرپذیری سازمانی و تکنیکی^۱، رضایت‌مندی کاربر^۲، چابکی سازمانی^۳، رقابت‌پذیری استراتژیک^۴ و بازگشت سرمایه‌گذاری^۵ اشاره کرد. این پنج معیار کلی، نمایانگر ابعاد متفاوت سرمایه‌گذاری در سیستم‌های اطلاعاتی هستند. استفاده از رویکردهای دیگر برای شناسایی معیارهای ارزیابی می‌تواند موضوع تحقیقات آینده قرار گیرد. برای پاسخ‌گویی به سؤالات پرسشنامه، جامعه آماری متشکل از کارشناسان و مدیران سازمانی که قصد ایجاد سیستم اطلاعاتی را دارند، در نظر گرفته شده است. این گروه در مجموع ده عضو دارد و زمینه فعالیت آنها، سیستم‌های اطلاعاتی و فناوری اطلاعات است. در مجموع ده پرسشنامه بین آنها توزیع و تعداد ده پرسشنامه جمع‌آوری شده است.

مجموع آنتروپی هر گزینه در شرایط سناریوهای مختلف در جدول ۷ نمایش داده شده است. فرایند ارزیابی و تعیین عملکرد سیستم‌ها از دریافت نظرات متخصصان تا تعیین آنتروپی هر گزینه در شرایط مختلف بر اساس مراحل روش شناسی که در شکل ۲ تشریح شده است انجام می‌شود.

با توجه به جدول ۷ می‌توان گفت که گزینه خرید تنها در صورتی توجیه‌پذیر است که سناریوی آرزوهای بزرگ اتفاق بیفتد. در حالی که گزینه ساخت در شرایط وقوع همه سناریوها از آنتروپی قابل قبولی که به سمت بینهایت میل نکند، برخوردار است. باید توجه داشت که گزینه خرید در صورت اتفاق سناریوی آرزوهای بزرگ نسبت به گزینه ساخت مطلوبیت بیشتری دارد.

جدول ۷ مجموع آنتروپی حاصل از ارزیابی هر گزینه

گزینه		مجموع آنتروپی
ساخت	خرید	
		سناریو
۱/۸۱	∞	دنیای قابل پیش‌بینی
۳/۸۰	∞	کابوس
۲/۶۰	۱/۶۰	آرزوهای بزرگ

1. Technical and organizational risk (TOR)
2. User Satisfaction (US)
3. Operational Agility (OA)
4. Strategic Competitiveness
5. Return on Investment

۳-۴- اجرای روش تحلیل سلسله مراتبی^۱ برای ارزیابی گزینه‌ها

بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی و با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از پرسش نامه‌ها، می‌توان به انتخاب گزینه مطلوب با توجه به معیارهای مورد بررسی و در شرایط وقوع سناریوهای متفاوت پرداخت. نتایج حاصل از مقایسه گزینه‌های خرید و ساخت براساس روش تحلیل سلسله مراتبی با فرض هم‌وزن بودن معیارها برای متخصصان به شرح جدول ۸ است.

جدول ۸ وزن هر گزینه در هر سناریو با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

گزینه		وزن هر گزینه در هر سناریو
ساخت	خرید	
		سناریو
۲/۹۲	۲/۰۸	دنیای قابل پیش‌بینی
۳/۳۴	۱/۶۶	کابوس
۲/۴۷	۲/۵۳	آرزوهای بزرگ

با توجه به جدول ۸ مشاهده می‌شود که وزن گزینه ساخت در دو سناریوی دنیای قابل پیش‌بینی و کابوس بیش از وزن گزینه خرید می‌باشد. اما در شرایط وقوع سناریوی آرزوهای بزرگ، گزینه خرید نسبت به گزینه ساخت از وزن بیش‌تری برخوردار است.

مقایسه نتایج حاصل از اجرای روش هیبریدی و روش تحلیل سلسله مراتبی به شرح زیر است:

- روش هیبریدی گزینه خرید را در شرایط وقوع سناریوهای دنیای قابل پیش‌بینی و کابوس رد می‌کند. ولی روش تحلیل سلسله مراتبی هیچ گزینه‌ای را رد نمی‌کند.
- براساس روش تحلیل سلسله مراتبی وزن گزینه‌های خرید و ساخت در شرایط وقوع سناریوی دنیای قابل پیش‌بینی به هم نزدیک است ولی در روش هیبریدی مقدار آنتروپی گزینه‌های خرید و ساخت در شرایط وقوع سناریوی دنیای قابل پیش‌بینی تفاوت زیادی دارد.

1. Analytical Hierarchical Process (AHP)

- براساس روش تحلیل سلسله مراتبی وزن گزینه‌های خرید و ساخت در شرایط وقوع سناریوی آرزوهای بزرگ به هم نزدیک است. در صورتی که در روش هیبریدی آنتروپی‌های ایجاد شده به وسیله این دو گزینه تفاوت زیادی دارند.
- هر دو روش هیبریدی و تحلیل سلسله مراتبی گزینه ساخت را در شرایط وقوع سناریوی کابوس پیشنهاد می‌کنند.

۵- نتیجه‌گیری

محیط رقابتی امروز به دلیل ماهیت متغیر خود، سازمان‌ها را به سمت استفاده از ابزارهای تعامل با عدم قطعیت سوق داده‌است. استفاده از روش‌شناسی هیبریدی، گزینه‌های تصمیم‌گیری را به دو گزینه برون‌سپاری یا درون‌سپاری محدود می‌کند. این روش‌شناسی با بهره‌گیری از معیارهای معروف در فرایند ارزیابی سیستم‌های اطلاعاتی، تنها به بعد مالی اکتفا نمی‌کند و عملکرد هر گزینه را در بعدهای کیفی و کمی سنجش می‌کند. همچنین به گزینه انتخاب شده این قابلیت را می‌بخشد که در صورت وقوع تغییرات ناگهانی در محیط همچنان قابل قبول بماند. برنامه‌ریزی سناریو و منطق فازی هر دو ابزارهای قدرتمندی برای مقابله با عدم قطعیت موجود در محیط هستند که روش‌شناسی هیبریدی از مزایای این دو ابزار بهره‌مند است و می‌تواند نظرات کیفی و کمی متخصصان را به اجماع رسانده و در تصمیم‌گیری‌ها به همه نظرات توجه کند.

این روش‌شناسی براساس قابلیت‌های گزینه‌ها و احتمال موفقیت آنها در ارضای نیازمندی‌های کارکردی مربوط به هر معیار و با توجه به تغییرات محیطی محتمل به تصمیم‌گیری برای انتخاب رویکرد سرمایه‌گذاری در سیستم‌های اطلاعاتی می‌پردازد. به این ترتیب ارزیابی رویکردهای سرمایه‌گذاری در سیستم‌های اطلاعاتی (برون‌سپاری یا درون‌سپاری) در شرایط وقوع سناریوهای گوناگون این امکان را فراهم می‌کند تا گزینه‌ای انتخاب شود که همواره جذاب باشد و با تغییر شرایط محیطی مطلوبیت خود را از دست ندهد.

۶- منابع

- [1] Arya A., Fellingham J., Mittendorf B.; "Make-or-buy in the presence of

- uncertainty and private information”; *Journal of Accounting Education*, Vol.23, 2005.
- [2] Gunasekaran A., E.D.Love P., Rahimi F., Miele R.; “A model for investment justification in information technology projects”; *International Journal of Information Management*, Vol.21, pp, 2001.
- [3] Irani Z., Sharif A., E.D. Love P., Kahraman c.; “Applying concepts of fuzzy cognitive mapping to model: The IT/IS investment evaluation process”; *International Journal of Production Economics*, Vol.75, 2002.
- [4] Stratopoulos T., Dehning B.; “Does successful investment in information technology solves the productivity paradox?”; *Journal of Information and Management*, Vol.38, 2000.
- [5] Brynjolfsson E.; “the productivity paradox of information technology”; *Communications of The ACM*, Vol.36, 1993.
- [6] Seriam V., Stump R.; “Information technology investments in purchasing: an empirical investigation of communications, relationship and performance outcomes”; *International Journal of Management Science*. Vol.32, 2004
- [7] B. Farbey, F. Land, D. Targett,; “Evaluating investments in IT”; *Journal of Information Technology*, Vol.7, 1992.
- [۸] حنفی‌زاده پ.، اعرابی م.، هاشمی ع.؛ "برنامه‌ریزی استراتژیک استوار با استفاده از برنامه‌ریزی سناریو و سیستم استنتاج فازی"؛ *فصلنامه علمی پژوهشی مدرس*، ۱۳۸۴.
- [9] Kulak O., Kahraman C., Oztysi B., Tanyas M.; “Multi attribute information technology project selection using fuzzy axiomatic design”; *The Journal of Enterprise Information Management*, Vol.18, 2005.
- [10] Suh N.P.; “Axiomatic design theory for systems, *Journal of Research in Engineering Design*, Vol.10, 1998.
- [11] Kuo Y.-F., Chen P.-C.; “Constructing performance appraisal indicators for mobility of the service industries using fuzzy delphi method”; *Journal of Expert Systems with Applications*, doi:10.1016/j.eswa.2007.08.068. 2007

- [12] Applegate L.M., Austin R.D., McFarlan F.W.; “Corporate information strategy and management; McGraw-Hill, Irwin, 2003.
- [13] Burns O.M., Turnipseed D., Riggs W.E.; “Critical success factors in manufacturing resource planning implementation”; *International Journal of Operations and Production Management*, Vol.111991.
- [14] Tolga E., Levent Demircan M., Kahraman C.; “Operating system selection using fuzzy replacement analysis and analytic hierarchy process’, *International Journal of Production Economics*, Vol.97, pp. 89-117. 2005
- [15] Sanders G. L., Jin Kim Y.; “Strategic actions in information technology investment based on real option theory”; *Journal of decision Support Systems*, Vol.33, 2002.
- [16] Balasubramanian P., Kulatilaka N., Stork J.; “Managing information technology investments using a real-options approach’, *Journal of Strategic Information Systems*, Vol.9, 2000.
- [17] M.H. S., J. Chen.; “Investment justification of advanced manufacturing technology: An empirical analysis”; *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol.12, 1995.
- [18] Miller D. Kent, Waller H. Gregory.; “Scenarios, real options and integrated risk management”; *Journal of Long Range Planning*, 2003.
- [19] Chermak T.J.; “Improving decision making with scenario planning; *Journal of Futures*, Vol.36, 2004.
- [20] Alessandri T.M., Ford D.N., Lander Diane M., Leggio K.B., Taylor M.; “Managing risk and uncertainty in complex capital projects”; *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol.44, 2004.
- [21] Babic B.; “Axiomatic design of flexible manufacturing systems;” *International Journal of Production Research*, Vol.37. 1999.
- [22] Kim Y.S., Cochran D. S.; “Reviewing TRIZ from the perspective of axiomatic design”; *Journal of Engineering Design*, Vol.11, 2000.

- [23] S. Cochran D., Ecersheim W., Kubin G., L. Sesterhenn M.; "The application of axiomatic design and lean management principles in the scope of production system segmentation;" *International Journal of Production Research*, Vol.38, 2000.
- [24] H.Coh T., E.H. Tay F., W.S.Lau M., low E., Seet G.; "Design analysis of the propulsion and control system of an under actuated remotely operated vehicle using axiomatic design theorypart2;" *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, Vol.15, 2005.
- [25] Jeff T., Ping G.; "Applying axiomatic design theory to the evaluation and optimization of large-scale engineering systems;" *Journal of Engineering Design*, Vol.17, 2006.
- [26] Okoli C., Pawlowski, S.D.; "The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications;" *Information and Management*, Vol. 42, 2004.
- [27] Hsu T.H., Yang, T.H.; "Application of fuzzy analytic hierarchy process in the selection of advertising media;" *Journal of Management and Systems*, Vol. 7, 2000.