تحلیل نیازمندی‌های سامانه پشتیبان تصمیم هوشمند با استفاده از مدل فرایند غیرخطی تکراری بهبودیافته برای کمک به ارزیابی عملکرد مؤسسات پژوهشی

مهدی نخعی کهن

دانشجوی دکتری مهندسی فن‌آوری اطلاعات، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) [1]

علی معینی

استاد، دپارتمان الگوریتم‌ها و محاسبات، دانشکده علوم مهندسی، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

استاد مهمان پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)

دو فصلنامه علمی- پژوهشی

مدیریت اطلاعات

دوره ۴، شماره ۱

بهار و تابستان ۱۳۹۷

چکیده: از آنجا که ارزیابی عملکرد یک مسئله نیمه ساخت‌یافته است؛ بنابراین یک سامانه پشتیبان تصمیم هوشمند می‌تواند با فراهم‌کردن دانش و مدل‌های مناسب ارزیابی، به تصمیم‌گیرندگان وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) و همچنین مدیران مؤسسات پژوهشی در ارزیابی بهتر عملکرد کمک کند. داشتن یک فرآیند تحلیل نیازمندی‌ها در مراحل اولیه توسعه یک سامانه پشتیبان تصمیم، می‌تواند عملکرد بهتر این سامانه را تضمین کند. سامانه‌های اطلاعاتی موجود کمک چندانی به تصمیم‌گیری مناسب در مورد ارزیابی و پیش‌بینی عملکرد مؤسسات پژوهشی زیرمجموعه وزارت عتف نمی‌کنند. مدل فرآیند غیرخطی تکراری مدلی مناسب برای تحلیل نیازمندی‌های یک سامانه اطلاعاتی است؛ اما ارزیابی ریسک در آن در نظر گرفته نشده است. در این پژوهش، برای تحلیل نیازمندی‌ها و ارزیابی ریسک‌های یک سامانه جدید، مدل فرآیند غیرخطی تکراری بهبودیافته پیشنهاد شده است. اعتبارسنجی و تصدیق این مدل فرآیند، با پیاده‌سازی آن توسط روش‌های اجماع گروهی نظیر دلفی و طوفان فکری برای تحلیل نیازمندی‌ها و ارزیابی ریسک‌های یک سامانه پشتیبان تصمیم هوشمند مناسب ارزیابی عملکرد انجام شده است. نتایج اندازه‌گیری میانگین و انحراف معیار دورهای مختلف تحلیل دلفی نشان می‌دهند که اجماع گروهی برای نیازمندی‌های مهم کارکردی و غیرکارکردی سامانه پشتیبان تصمیم هوشمند توسط ذینفعان مختلف حاصل شده است؛ همچنین ریسک‌های سامانه جدید نیز شناسایی شده‌اند.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی ریسک، ارزیابی عملکرد، تحلیل نیازمندی‌ها، روش‌های اجماع، سامانه پشتیبان تصمیم هوشمند.

۱. نویسنده مسئول: nakhaeie@students.irandoc.ac.ir

۱-مقدمه

«سامانه‌های پشتیبان تصمیم»[1] می‌توانند به تصمیم‌گیران در یافتن راه‌حل‌های بهتر برای انواع مختلف مسائل ساخت‌یافته، نیمه‌ساخت‌یافته و یا ساخت‌نیافته کمک کنند (Turban, Sharda, and Delen 2011). «سامانه‌های پشتیبان تصمیم هوشمند»[2] از داده‌کاوی برای یافتن روابط و الگوهای پنهان داده‌ها استفاده می‌کنند و برای وظایف تحلیل و پیش‌بینی استفاده می‌شوند (Merkert, Mueller, and Hubl 2015).

تحلیل نیازمندی‌ها فرآیندی است که شکاف بین انتظارات ذینفعان و سامانه‌های نرم‌افزاری را پر می‌کند؛ هنگامی‌که ذینفعان مختلفی برای یک سامانه جدید وجود دارند آنگاه اهداف، نیازمندی‌های کارکردی و کیفی این سامانه ممکن است متفاوت، ناقص و نادقیق باشند. تحلیل نیازمندی‌ها می‌تواند با فراهم‌کردن اهداف و نیازمندی‌های کارکردی و کیفی کامل‌تر و دقیق‌تر این مشکل را حل کند (Bourque and Fairley 2014). چندین «مدل فرآیند»[3] برای مهندسی نیازمندی‌ها وجود دارند. مهمترین مدل‌های فرآیند یا چارچوب‌های مهندسی نیازمندی‌ها عبارتند از: مدل‌های «تکراری و غیرتکراری»[4] (Martin et al. 2002; Schön, Thomaschewski, and Escalona 2017). علاوه بر مدل‌های فرآیند تحلیل نیازمندی‌ها، برخی رویکردها، نظیر رویکردهای «سناریوگرا، عامل‌گرا و هدف‌گرا»[5] نیز برای تحلیل نیازمندی‌ها ارائه شده‌اند (Graessler, Scholle, and Pottebaum 2017, Tenso et al. 2017).

در ایران، از سال ۱۳۸۵ تلاش‌هایی برای ایجاد سامانه اطلاعات تحقیقات جاری ملی با عنوان سمات شکل گرفته است؛ سمات متشکل از یک مدل داده توصیف‌کننده موجودیت‌های مورد نظر در پژوهش و توسعه و همچنین ابزارهایی برای مدیریت داده‌ها است (Khoshroo and Fatemi 2010). سامانه کوچکتری در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به عملکرد مؤسسات تحقیقاتی زیرمجموعه وزارت عتف تشکیل شد. سمات و سامانه‌ی وزارت عتف قادر به کمک به ارزیابی مؤسسات پژوهشی از جنبه‌های مختلف نیستند. همچنین این سامانه‌ها برای تحلیل‌هایی نظیر تحلیل چه-اگر، جستجوی هدف و تحلیل‌های هوشمند مناسب نیستند.

در زمینهٔ پشتیبانی از تصمیم‌گیری در زمینه ارزیابی عملکرد، سامانه‌های پشتیبان تصمیم مختلفی ساخته شده‌اند. از جمله این سامانه‌ها می‌توان از سامانه ارائه شده توسط آزاده و همکارانش برای ارزیابی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده با استفاده از «تحلیل پوششی داده‌ها(DEA)»[6] نام برد (Azadeh et al. 2013). «وانگ»[7] نیز سامانه‌ای جهت کمک به ارزیابی عملکرد مبتنی بر دانش برای سازمان‌های مدرن ارائه کرده است (Wang, Huang, and Lai 2008). این سامانه‌ها و سایر سامانه‌های ارائه شده در زمینه ارزیابی عملکرد برای سازمان‌های خاصی ایجاد شده‌اند و دارای محدودیت‌های فراوانی هستند. ذینفعان مؤسسات

1. Decision Support Systems
2. Intelligent Decision Support Systems
3. Process model
4. Iterative and Non-Iterative
5. Scenario-Oriented, Agent-Oriented and Goal-Oriented
6. Data Envelopment Analysis
7. Wang

پژوهشی نیازمند ایجاد یک سامانه پشتیبان تصمیم برای کمک به ارزیابی عملکرد مؤسسات پژوهشی زیرمجموعه وزارت عتف هستند. مدل فرآیند غیرخطی تکراری با داشتن مزایایی از قبیل امکان اعتبارسنجی نیازمندی‌ها و امکان استفاده از رویکردهای هدف‌گرا، سناریوگرا و عامل‌گرا می‌تواند برای تحلیل نیازمندی‌های این سامانه استفاده شود. یکی از مسائل این مدل این است که جایگاه ارزیابی ریسک در این مدل به طور واضح بیان نشده است. از دیدگاه محققینی نظیر «ون لمس‌ویرد»، ارزیابی ریسک در فرآیند تحلیل نیازمندی‌ها، جهت جلوگیری از شکست پروژه لازم است (Van Lamsweerde 2009). با توجه به این موارد، اهداف پژوهش حاضر عبارتند از:

- هدف اصلی: تحلیل نیازمندی‌های یک سامانه پشتیبان تصمیم جهت کمک به ارزیابی عملکرد مؤسسات پژوهشی در ایران
- هدف فرعی: اضافه کردن ارزیابی ریسک به مدل فرآیند غیرخطی تکراری به طوری که علاوه بر مشخص نمودن نیازمندی‌ها، امکان ارزیابی ریسک نیز توسط آن وجود داشته باشد.

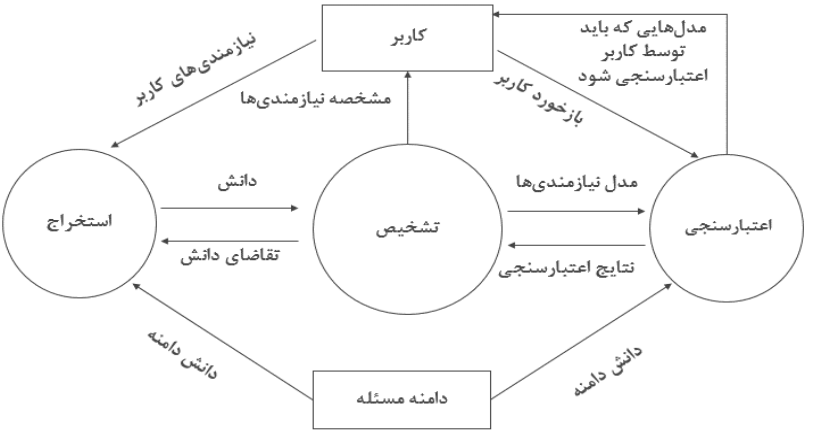
به منظور تحقق این اهداف، در این مقاله یک مدل فرآیند پیشنهاد شده است که نه تنها مزایای مدل فرآیند غیرخطی تکراری را دارد؛ بلکه امکان ارزیابی ریسک را نیز دارد. این مدل فرآیند، با استفاده از روش‌های «اجماع»[1] گروهی و همچنین تحلیل هدف‌گرا، برای تحلیل نیازمندی‌ها و ارزیابی ریسک‌های یک سامانه پشتیبان تصمیم پیشرفته، مناسب برای کمک به ارزیابی عملکرد مؤسسات پژوهشی استفاده شده است.

در ادامه این مقاله، پیشینه پژوهش در بخش بعدی خواهد آمد. در بخش ۳، روش تحقیق شرح داده خواهد شد. در بخش ۴، مدل فرآیند پیشنهادی آورده می‌شود؛ و در بخش ۵ پیاده‌سازی و اجرای این مدل توصیف خواهد شد. یافته‌ها و دستاوردهای این پژوهش در بخش ۶ شرح داده خواهد شد؛ و نتیجه‌گیری در بخش ۷ بیان می‌شود.

۲- پیشینه پژوهش

دو دسته مهم از مدل‌های فرآیند تحلیل نیازمندی‌ها عبارتند از: مدل‌های تکراری و غیرتکراری (Martin et al. 2002). در هر دو مدل فرآیند تکراری و غیرتکراری خطی، مستندسازی به صورت خطی پیشرفت می‌کند. «لوکوپولوس و کاراکوستاس»[2] بیان می‌کنند که فرآیند تحلیل نیازمندی‌ها تکراری و چرخشی است و فعالیت‌ها به صورت غیرخطی انجام می‌شوند. مدل فرآیند آنها تعامل بین فازهای استخراج، تشخیص، اعتبارسنجی، کاربر و دامنه مسئله مورد نظر را نشان می‌دهد. (Loucopoulos and Karakostas 1995). این مدل در شکل یک نشان داده شده است.

1. Consensus
2. Loucopoulos and Karakostas



شکل ۱. مدل فرآیند غیرخطی تکراری (Loucopoulos and Karakostas 1995).

علاوه بر مدل‌های فرآیند فوق، چندین رویکرد مهم برای استخراج نیازمندی‌ها وجود دارند. سه رویکرد اصلی تحلیل نیازمندی‌ها عبارتند از: رویکردهای هدف‌گرا، عامل‌گرا و سناریوگرا. رویکرد هدف‌گرا می‌تواند مقاصد و منظورهای ذینفعان را با نیازمندی‌های « کارکردی»[1] و «غیرکارکردی یا کمک کارکردی»[2] سامانه مورد نظر ارتباط دهد (Giorgini, Rizzi, and Garzetti 2008).

مدل‌های فرآیند تعیین نیازمندی‌ها، برخی مزایا و بعضی محدودیت‌ها دارند که در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.

جدول ۱. مزایا و معایب مدل های تحلیل نیازمندی

نام مدل	مزایا	محدودیت‌ها (معایب)
مدل فرآیند خطی غیرتکراری (Macaulay 1996)	✓ مناسب پروژه‌های کوچک ✓ زمان اجرای پایین ✓ مدل پایه برای سایر مدل‌ها	✓ نامناسب برای پروژه‌های پیچیده و بزرگ ✓ عدم وجود بازخورد ✓ عدم اعتبارسنجی نیازمندی‌ها ✓ عدم وجود استراتژی مدیریت ریسک
مدل فرآیند خطی تکراری (Kotonya and Sommerville 1998)	✓ اعتبارسنجی نیازمندی ✓ امکان بازنگری نیازمندی	✓ زمان اجرای بالا ✓ عدم وجود استراتژی مدیریت ریسک ✓ عدم امکان انجام موازی فعالیت‌ها
مدل فرآیند غیرخطی تکراری (Loucopoulos and Karakostas 1995)	✓ مناسب پروژه‌های پیچیده ✓ امکان اعتبارسنجی نیازمندی ✓ امکان بازنگری نیازمندی ✓ امکان انجام موازی فعالیت‌ها	✓ عدم وجود استراتژی مدیریت ریسک ✓ زمان اجرای متوسط به بالا

1. Functional
2. Non-Functional or Ancillary Functional

نیازمندی‌ها می‌توانند در چند گروه دسته‌بندی شوند؛ یکی از مهم‌ترین انواع دسته‌بندی نیازمندی‌ها، دسته‌بندی آنها به نیازمندی‌های کارکردی، غیرکارکردی یا کمک کارکردی است. نیازمندی‌های کارکردی سرویس‌هایی را که سامانه باید فراهم کند شرح می‌دهند (Van Lamsweerde 2009). نیازمندی‌های غیرکارکردی کیفیت سامانه نرم‌افزاری را مد نظر دارند (Laplante 2007).

در زمینه‌ی ارزیابی عملکرد، سامانه‌های گوناگونی در زمینه‌های مختلف برای کمک به تصمیم‌گیرندگان ساخته شده‌اند. از جمله آنها، سامانه ارائه شده توسط آزاده و همکارانش است که تنها برای ارزیابی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده قابل استفاده است (Azadeh et al. 2013). «گیانولیس و ایشیزاکا»[1] یک سامانهٔ پشتیبان تصمیم مبتنی بر وب ارائه کرده اند که از « الکتره ۳»[2] جهت رتبه‌دهی دانشگاه‌های انگلستان استفاده می‌کند (Giannoulis and Ishizaka 2010). سایر پژوهش‌گران نیز سامانه‌های مشابهی را برای کمک به ارزیابی عملکرد ارائه کرده‌اند. اولیاء با بررسی روش‌های مورد استفاده برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها در ایران و همچنین در چند کشور دیگر از جمله هلند، انگلستان، استرالیا و آمریکا، چندین معیار برای ارزیابی سازمان‌های پژوهشی بر اساس چارچوب «EFQM »[3] مشخص کرده است (اولیاء ۱۳۸۲). نمونه‌ای از این معیارها به همراه «شاخص‌ها»[4] و یا همان «سنجه‌های»[5] مشخص شده برای هر معیار در جدول دو نشان داده شده‌اند.

جدول ۲. معیارها و سنجه‌های تعریف شده توسط اولیاء برای ارزیابی عملکرد مؤسسات پژوهشی (اولیاء ۱۳۸۲)

معیار	نمونه سنجه‌ها یا شاخص‌ها
کمیت آثار علمی	تعداد مقالات در مجلات، تعداد کتب تألیف شده/ترجمه شده
کیفیت آثار علمی	نسبت مقالات ISI به کل مقالات، تعداد ارجاعات به آثار علمی
کمیت طرح‌ها و خدمات پژوهشی	تعداد طرح‌های پژوهشی برون سازمانی، مبلغ طرح‌های پژوهشی برون‌سازمانی
کیفیت طرح‌های پژوهشی	درصد طرح‌های پژوهشی منجر به مقاله
موقعیت علمی	تعداد تفاهم‌نامه‌های بین‌المللی، تعداد عضویت در مجامع علمی ملی
پژوهشگران	تعداد پژوهشگران (معادل تمام وقت)، درصد استادیار پژوهشی به بالا
کارایی	نسبت تعداد آثار علمی به تعداد پژوهشگران، نسبت تعداد طرح‌های پژوهشی به تعداد پژوهشگران، نسبت درآمد پژوهشی به تعداد پژوهشگران
امکانات و تجهیزات	متوسط بودجه سالیانه، درصد بودجه پژوهشی، ارزش تجهیزات و منابع علمی
اثربخشی	میزات مطابقت تحقیقات با مأموریت‌ها، درصد تحقق اهداف
مدیریت	برنامه‌ریزی، ایجاد انگیزه و رهبری

سامانه اطلاعاتی وزارت عتف از جداول لیگ یا جداول عملکرد استفاده کرده است. این جداول شامل سنجه‌های قابل اندازه‌گیری هستند که هر ساله از مؤسسات پژوهشی جمع‌آوری شده‌اند. پس از جمع‌آوری سنجه‌های اولیه، با استفاده از ترکیب آنها شاخص‌های جدید محاسبه شده‌اند که معمولاً این شاخص‌ها به صورت نسبت

1. Giannoulis and Ishizaka
2. Electre III
3. European Foundation for Quality Management
4. Indexes
5. Measures

دو سنجه اولیه هستند. به عنوان مثال شاخص تعداد نوآوری به تعداد کل پژوهش‌گران از دو سنجه تعداد نوآوری و تعداد کل پژوهش‌گران بدست می‌آید. پس از آن با استفاده از فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره و مقایسه شاخص‌ها با اهداف از پیش تعیین شده، یک رتبه حرفی از A تا F (الف تا اف) با عنوان عملکرد کلی به هر مؤسسه تخصیص داده شده است. شاخص‌ها و عملکرد کلی به تفکیک زمینهٔ فعالیت، وابستگی، نوع هر مؤسسه پژوهشی به صورت سالانه گزارش شده‌اند (مهدیان، عطاران، و میراحمدی ۱۳۹۱).

سامانه‌های پشتیبان تصمیمی که برای کمک به ارزیابی عملکرد در دنیا ساخته شده‌اند؛ برای سازمان‌های خاصی استفاده می‌شوند و پایگاه‌های مدل و دانش استفاده شده در آنها نیز خاص آن سازمان‌ها هستند و با توجه به اینکه برای ارزیابی بهتر عملکرد مؤسسات پژوهشی و همچنین انجام تحلیل‌هایی نظیر تحلیل چه-اگر، جستجوی هدف و تحلیل‌های هوشمند مربوط به این مؤسسات، نیازمند استفاده از مدل‌ها، دانش و داده خاص مؤسسات پژوهشی هستیم. لذا با توجه به عدم وجود پژوهش داخلی و یا خارجی مشابه، پژوهش حاضر در راستای تحلیل نیازمندی‌های سامانه تصمیم‌یار هوشمند برای کمک در ارزیابی بهتر عملکرد و کمک در تصمیم‌گیری‌های آینده برای این مؤسسات انجام شده است.

۳- روش تحقیق

رویکرد و روش اصلی این پژوهش کیفی است؛ و پژوهش از نوع کاربردی است. روش تحقیق از پنج گام اصلی تشکیل شده است. مصاحبه نیمه‌ساخت‌یافته با خبرگان، مطالعهٔ کتابخانه‌ای، مطالعه میدانی، ساخت چند سناریوی فرضی بر مبنای روش «روسون و کارول» (Rosson and Carroll 2009) برای پیاده سازی و اصلاح مدل فرآیند غیرخطی تکراری برای تعیین نیازمندی‌ها و همچنین تعیین ریسک‌ها، استفاده از روش دلفی (علیدوستی ۱۳۸۵) به دلیل عملکرد خوب آن و به دلیل تطبیق بهتر آن با مدل فرآیند غیرخطی برای تحلیل نیازمندی‌ها به عنوان روش اصلی تحلیل نیازمندی‌ها (با استفاده از دو پانل از خبرگان متشکل از اعضای هیأت علمی، تصمیم‌گیرندگان، مدیران حوزه تحقیقات، برنامه‌نویسان، تحلیل‌گرها و کاربران به همراه یک نفر رهبر پانل)، استفاده از طوفان فکری با حضور متخصصین رشته‌های فن‌آوری اطلاعات، کامپیوتر و علوم اطلاعات برای شناسایی ریسک‌ها و توافق بر روی سطوح ریسک‌ها از جمله فنون و ابزار اصلی استفاده شده در این پژوهش هستند که کلیات روش‌شناسی پژوهش در شکل دو نمایش داده شده است.

شکل ۲. کلیات روش‌شناسی پژوهش

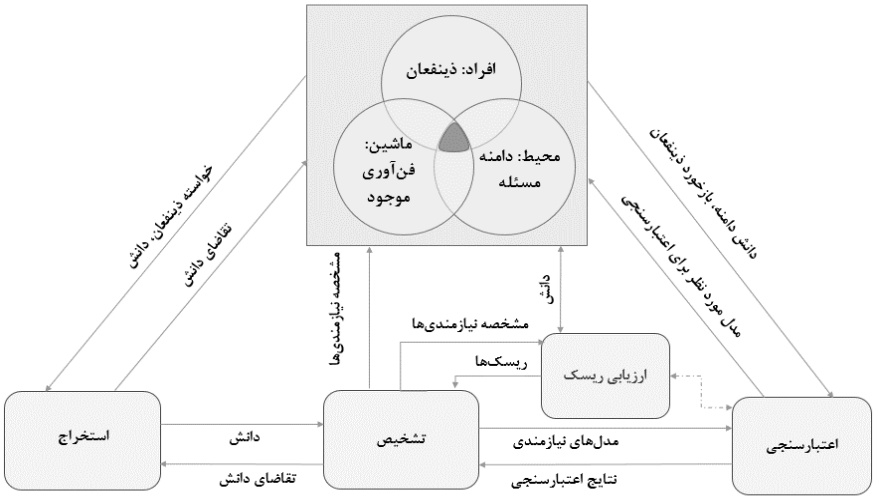
۴- مدل فرآیند پیشنهادی

در مدل فرآیند پیشنهادی، مدل فرآیند غیرخطی تکراری نشان داده شده در شکل یک تصحیح شده است؛ و چندین بهبود در آن انجام شده است. یکی از مسائل موجود در مدل فرآیند شکل یک نداشتن قسمتی مجزا برای ارزیابی ریسک است. بنابراین یک قسمت ارزیابی ریسک به مدل غیرخطی تکراری اضافه شده است علاوه بر این، در فرآیند پیشنهادی بر خلاف فرآیند غیرخطی قبلی که دارای دو «موجودیت»[1] کاربر و دامنه مسئله است؛ به دلیل اینکه در تحلیل نیازمندی‌ها توسط تحلیل‌گر یا تسهیل‌گر، آن دسته از نیازمندی‌هایی مورد قبول واقع می‌شوند که با توجه به نظر افراد ذینفع، ماشین یا فن‌آوری موجود و محیط مورد نظر قابل پیاده‌سازی باشند؛ لذا یک موجودیت که شامل تعامل سه موجودیت ماشین، محیط و افراد (ذینفعان) است به جای دو موجودیت کاربر و دامنه به مدل قبلی اضافه شده است.

در مدل پیشنهادی شکل سه، فازهای اصلی تحلیل نیازمندی‌ها عبارتند از: استخراج، تشخیص، اعتبارسنجی و ارزیابی ریسک. تحلیل‌گر باید از روابط ماشین، ذینفعان و محیط آگاه باشد و ارتباط آن را با

1. Entity

سایر اجزای فرآیند تشخیص دهد. در مدل فرآیند پیشنهادی، ماشین، محیط و افراد نه تنها با یکدیگر بلکه با فعالیت‌های مربوط به ارزیابی ریسک، استخراج، تشخیص و اعتبارسنجی نیز در تعامل هستند.



شکل ۳. مدل فرآیند پیشنهادی

در فاز استخراج نیازمندی‌ها، می‌توان از فعالیت‌های متفاوتی نظیر مصاحبه، طوفان فکری، دلفی، تشکیل گروه‌های کاری و یا ارائه نمونه استفاده کرد. این مرحله به عنوان فراهم‌کننده مواد خام برای مرحله تشخیص شناخته می‌شود. در مرحله تشخیص، مستندات «مشخصات نیازمندی‌های نرم‌افزار»[1] مشخص می‌شوند، این مستندات نیازمندی‌های کافی و لازم را در بر دارند که برای اجرای پروژه لازم هستند (Pressman 2005). اعتبارسنجی این اطمینان را به وجود می‌آورد که مسئله به صورت صحیح شناخته شده است و مدل نیازمندی با اهداف ذینفعان سازگار است. هر مدل نیازمندی رسمی یا غیررسمی باید اعتبارسنجی شود. اعتبارسنجی نیاز به تعامل تحلیل‌گر و سایر ذینفعان در حوزه یا دامنه مورد بررسی دارد.

مدیریت تهدیدهای بالقوه و اثرات منفی آنها توسط ساختارها و فرآیندهایی با عنوان مدیریت ریسک انجام می‌شود. اغلب رویکردهای مهم مدیریت ریسک ساختاری مشابه رویکرد «بری بوهم»[2] دارند که دارای دو فاز است: ارزیابی ریسک و کنترل ریسک (Boehm 1989). در مرحله ارزیابی ریسک، علاوه بر مشخص‌شدن ریسک‌های نیازمندی‌ها، ریسک‌های ساخت سامانه نیز مشخص خواهند شد. ارزیابی ریسک شامل سه فعالیت اصلی مشخص‌کردن ریسک، تحلیل ریسک و اولویت‌بندی ریسک است (Boehm 1989). در مدل فرآیند پیشنهادی، ارزیابی ریسک با سایر قسمت‌های مدل فرآیند در تعامل است؛ به طور معمول اعتبارسنجی ریسک‌ها در ارزیابی ریسک انجام می‌شود و نیاز به اعتبار سنجی مجدد ندارند؛ به همین دلیل

1. Software Requirements Specifications(SRS)
2. Barry Boehm

در شکل سه ارتباط ارزیابی ریسک با اعتبارسنجی به صورت نقطه‌چین نشان داده شده است. در نهایت، تحلیل‌گر نتایج ارزیابی ریسک را به سند مشخصه نیازمندی‌های نرم‌افزار در قسمت تشخیص اضافه می‌کند. به طور خلاصه می‌توان مزایای مدل پیشنهادی را به شرح زیر ارائه کرد:

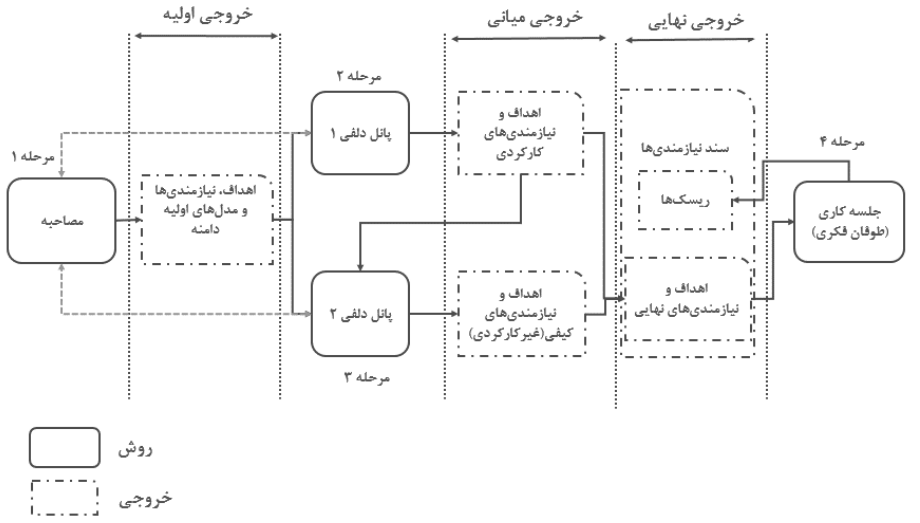
- تأکید بر نیازمندی‌های قابل پیاده‌سازی با افزودن موجودیت ماشین(فناوری موجود) و مرحله ارزیابی ریسک به مدل فرآیند غیرخطی تکراری معمولی؛
- جلوگیری از شکست پروژه با شناسایی نیازمندی‌های دارای ریسک بالا و مدیریت آنها؛
- امکان اجرای همزمان فعالیت‌های تحلیل نیازمندی‌ها شامل فعالیت‌های استخراج، تشخیص و اعتبارسنجی و حتی ارزیابی ریسک؛
- تطبیق بسیار خوب مراحل این مدل فرآیند با روش قدرتمند دلفی(هر تکرار معادل یک دور دلفی) و امکان استفاده از رویکردهای هدف‌گرا، عامل‌گرا و سناریوگرا.

لازم است تا اعتبار و صحت مدل فرآیند پیشنهادی تأیید شود. برای ارزیابی و اعتبارسنجی مدل‌ها، الگوهای متفاوتی وجود دارند. تأیید مدل فرآیند توسط خبرگان و آزمایش و پیاده‌سازی انواعی از این الگوها هستند (Vaishnavi and Kuechler 2015). علاوه بر تأیید مدل توسط خبرگان، از آزمایش یا همان پیاده‌سازی برای ارزیابی و تأیید اعتبار مدل پیشنهادی در بخش بعدی استفاده شده است.

۵- پیاده‌سازی و اجرای مدل فرآیند

از یک فرآیند چهار مرحله‌ای و رویکرد هدف‌گرا برای پیاده‌سازی مدل فرآیند پیشنهادی استفاده شده است. در مرحله اول این فرآیند، از روش مصاحبه نیم‌ساخت‌یافته جهت شناخت بهتر دامنه مورد مطالعه یا همان محیط مؤسسات پژوهشی و شناسایی ذینفعان آنها و آشنایی با فن‌آوری موجود جهت ارزیابی عملکرد انجام شده است. در مراحل دو و سه شکل چهار دو پانل دلفی برای ارزیابی نیازمندی‌ها و اهداف سامانه پشتیبان تصمیم مورد نظر استفاده شده‌اند؛ و در مرحله چهار طوفان فکری برای ارزیابی ریسک‌های مختلف استفاده شده است. در انتهای این فرآیند، سند نیازمندی‌ها شامل ریسک‌ها، اهداف و نیازمندی‌های نهایی بدست می‌آید. این مراحل در شکل چهار نشان داده شده‌اند. جزئیات این مراحل مشابه توضیحات ارائه شده در زیر است.

پس از مصاحبه اولیه و تحلیل دامنه توسط تحلیل‌گر تعدادی سئوال باز استخراج شد و آنگاه پانل‌های دلفی برگزار شدند. اندازه پانل مناسب معمولاً بین چهار تا ۳۰۰۰ است و عواملی نظیر زمان و هزینه می‌توانند بر اندازه پانل تأثیرگذار هستند (Hasson, Keeney, and McKenna 2000). کیفیت اعضای پانل مهم‌تر از اندازه پانل است (Powell 2003). با برگزاری دورهای مختلف دلفی و بررسی پاسخ‌نامه‌های هر دور، تکرار فازهای استخراج، تشخیص و اعتبارسنجی برای شناسایی نیازمندی‌ها و درخت اهداف در هر دور انجام شد.

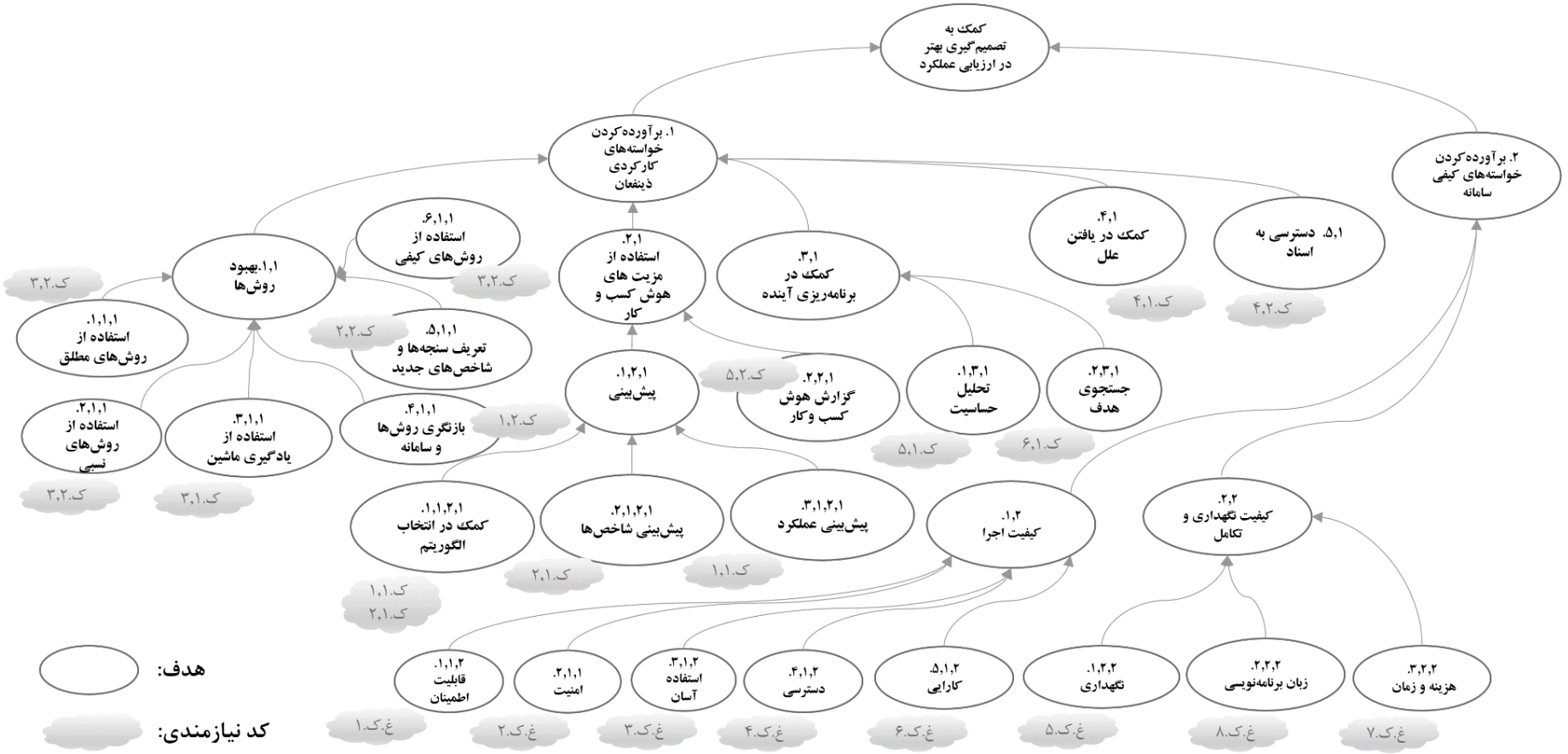


شکل ۴. پیاده‌سازی مدل فرآیند پیشنهادی

لازم به یادآوری است که در دورهای اولیه تحلیل دلفی (یا همان تکرارهای اولیه فرآیند)، فاز استخراج پررنگ‌تر است به عبارت دیگر عمده فعالیت انجام شده در دورهای اول تحلیل دلفی مربوط به فاز استخراج است و در دورهای نهایی نیز نقش فازهای اعتبارسنجی و تشخیص پررنگ‌تر است. پس از مشخص نمودن نیازمندی‌های کارکردی، با برگزاری سه دور پانل دلفی دوم و بر اساس جداول همگرایی اجماع گروهی بر روی نیازمندی‌های غیرکارکردی حاصل شد. تجارب موفق از روش‌های کیفی برای تعیین ریسک‌ها استفاده کرده‌اند (McManus 2012). بنابراین برای ارزیابی ریسک‌ها، پس از مشخص شدن نیازمندی‌های کارکردی و غیرکارکردی یک جلسه کاری با حضور متخصصین برگزار گردید و ابتدا توسط طوفان فکری، ریسک‌ها شناسایی شد و سپس این ریسک‌ها با روش نیمه کمی اولویت‌بندی شدند و سطوح ریسک نیازمندی‌ها نیز مشخص شدند.

۶- یافته‌ها و دستاوردها

یافته‌های حاصل از برگزاری پانل اول دلفی مربوط به پاسخ سه دسته مختلف از سئوالات می‌شوند. دسته اول از سئوالات برای تحلیل نیازمندی‌های کارکردی و ارتباط آنها با اهداف ذینفعان هستند که به دلیل سرعت بخشیدن در طراحی و پیاده‌سازی سامانه به دو دسته تقسیم شدند. در نمودار هدف شکل ۵، اهداف و ارتباط آنها با نیازمندی‌ها مشخص شده است. در این نمودار درختی، یک هدف اصلی وجود دارد که دارای چند زیرهدف است و هر هدف میانی یک یا چند هدف زیرمجموعه دیگر دارد.



شکل ۵. درخت اهداف و ارتباط اهداف با نیازمندی‌ها(ابر نشان داده شده برای هر برگ درخت، نیازمندی مرتبط با هدف تعیین شده را نشان می‌دهد.)

برگ‌های درخت به عنوان اهداف نهایی هستند که توسط یک یا چند نیازمندی محقق می‌شوند؛ این نمودار درختی به همراه کد نیازمندی مربوط به هر برگ درخت در شکل پنج نشان داده شده است.

«گریتورکس و دکستر»[1] اظهار داشته‌اند که میانگین به عنوان معیاری جهت نشان دادن تمایل به مرکز، عقیده گروهی اعضای دلفی را نشان می‌دهد؛ و انحراف معیار به عنوان معیاری برای پراکندگی، نشان‌دهنده توافق یا عدم توافق اعضای گروه است (Greatorex and Dexter 2000). در پژوهش حاضر از میانگین جهت محاسبه اولویت هر نیازمندی و از انحراف معیار کوچکتر یا مساوی ۱/۲۵ به عنوان معیار رسیدن به توافق اعضای گروه استفاده شده است. همگرایی تقریبی نیازمندی‌های کارکردی در جداول سه و چهار نشان داده شده است. اگر چه اولویت‌ها در دو دور متوالی تغییری نکرده‌اند اما انحراف معیارها به زیر ۱/۲۵ کاهش یافته‌اند و میانگین‌ها نیز به اعداد اولویت نزدیکتر شده‌اند؛ بنابراین در اینجا در تمامی موارد توافق صورت گرفته است. این جداول همگرایی نشان می‌دهند که در دورهای آخر پانل دلفی انحراف معیار رتبه‌ها کاهش یافته است و درصد بالایی از همگرایی پیرامون رتبه‌ها بدست آمده است.

جدول۳. همگرایی نظرات پانل دلفی برای اولین دسته از نیازمندی‌های کارکردی

نیازمندی	دور ۲			دور ۳		
	انحراف معیار	اولویت	میانگین	انحراف معیار	اولویت	میانگین
ک.۱,۱	۲/۲	۲	۳	۰/۳	۲	۱/۸
ک.۲,۱	۱/۷۳	۱	۲/۸۷	۰/۳	۱	۱/۱
ک.۳,۱	۱/۳	۵	۴/۳۷	۰/۷	۵	۵/۲
ک.۴,۱	۲/۳	۴	۴/۲۵	۰/۷	۴	۴/۲
ک.۵,۱	۲	۳	۳/۷۵	۰	۳	۳
ک.۶,۱	۲/۶۷	۶	۵/۳۷	۰/۹	۶	۶/۶

جدول۴. همگرایی نظرات پانل دلفی برای دومین دسته از نیازمندی‌های کارکردی

نیازمندی	دور ۲			دور ۳		
	انحراف معیار	اولویت	میانگین	انحراف معیار	اولویت	میانگین
ک.۱,۲	۱/۵	۲	۲/۶	۱	۲	۲/۳
ک.۲,۲	۱/۵	۱	۱/۸۶	۱	۱	۱/۳
ک.۳,۲	۰/۹	۴	۳/۱۴	۰/۶	۴	۳/۹
ک.۴,۲	۰/۸	۵	۴/۴	۰/۷	۵	۴/۷
ک.۵,۲	۱/۳	۳	۳	۰/۶	۳	۲/۹

1. Greatorex and Dexter

برای ساخت سامانه‌ای در سطح ملی لازم است تا از آغاز به صورت سیستماتیک چرخه توسعه آن دنبال شود. به طور معمول، اجزای اصلی سامانه‌های پشتیبان تصمیم مشترک هستند و تفاوت عمده آنها مربوط به مدل‌ها، داده‌ها و دانش مورد استفاده در آنها می‌شود. پایگاه داده سامانه پیشنهادی شامل اطلاعات جمع‌آوری شده از مؤسسات تحقیقاتی زیرمجموعه وزرات عتف، پایگاه داده سمات وسایر منابع داده داخلی و خارجی شامل اینترنت و اینترانت خواهد بود. هر گونه داده دیگری که برای تحقق هر نیازمندی لازم باشد به صورت دستی و یا غیره در این پایگاه قرار خواهد گرفت. مدل‌های لازم برای کمک در ارزیابی عملکرد و حتی مدل‌های مربوط به تحلیل‌های هوشمند در پایگاه مدل قرار خواهند گرفت. پایگاه دانش نیز شامل نظرات و قوانین خبرگان در مورد ارزیابی و همچنین پارامترهایی نظیر وزن‌ها تعیین شده برای هر شاخص ارزیابی که توسط خبرگان تعیین می‌شوند خواهد بود. این پایگاه همچنین شامل قوانینی خواهد بود که از الگوریتم‌های هوشمند نظیر الگوریتم‌های درخت تصمیم و یا سایر الگوریتم‌هایی که منتج به تولید قوانین می‌شوند بدست آمده‌اند.

قبل از پیاده‌سازی سامانه و یا درحین پیاده‌سازی لازم است تا فرآیند داده‌کاوی برای محقق ساختن هر کدام از نیازمندی‌هایی که مربوط به پیش‌بینی و یا تحلیل هوشمند می‌شوند انجام شود. فرآیند داده‌کاوی از بیان مسئله و تعریف اهداف شروع می‌شود و به تفسیر و پیش‌بینی منتهی می‌شود (Vercellis 2011). در بخش بعدی نیازمندی‌های شناسایی شده آورده شده‌اند.

نیازمندی‌های کارکردی

دسته اول از نیازمندی‌های کارکردی عبارتند از:

ک.۱,۱. کمک در پیش‌بینی عملکرد کلی با قابلیت انتخاب خودکار الگوریتم یادگیری ماشین (اولویت:۲) – (سطح ریسک: بالا): این سامانه باید به تصمیم‌گیران در پیش‌بینی عملکرد کلی مؤسسات پژوهشی برای سال‌های آینده کمک کند. در ضمن، باید قابلیت انتخاب الگوریتم یادگیری ماشین بصورت خودکار توسط سامانه وجود داشته باشد. عملکرد کلی به صورت یک رتبه تخصیصی به هر مؤسسه پژوهشی است که برای بدست آوردن این رتبه از مجموع وزن‌دار امتیازات مربوط به سنجه‌های جمع‌آوری شده و نظریه مطلوبیت استفاده می‌شود (مهدیان، عطاران، و میراحمدی ۱۳۹۱). هدف این نیازمندی عبارت است از پیش‌بینی این رتبه. یک از راههای پیش‌بینی این رتبه، اجرای فرآیند داده‌کاوی است. در حال حاضر یکی از روش‌های انتخاب بهترین الگوریتم یادگیری استفاده از فرایادگیری است (Lemke, Budka, and Gabrys 2015). می‌توان از فرایادگیری برای کمک در انتخاب الگوریتم یادگیری استفاده کرد. از آنجا که سطح ریسک این نیازمندی بالا است برای بهبود تحقق این نیازمندی لازم است تا با شناسایی دقیق‌تر عوامل تأثیرگذار بر عملکرد هر مؤسسه و جمع‌آوری داده‌های مرتبط در پایگاه داده، و قرادادن مدل‌های یادگیری بهتر در پایگاه مدل، به عبارت دیگر با تشخیص بهتر مشخصه‌ها و انتخاب الگوریتم یادگیری بهتر و با استفاده از نظرات خبرگان و قوانین مربوطه پیش‌بینی عملکرد را به صورت دقیق‌تری انجام داد.

*ک.۲,۱. پشتیبانی از پیش‌بینی سنجه‌ها، شاخص‌ها و یا بررسی صحت شاخص‌ها با قابلیت انتخاب خودکار الگوریتم یادگیری (اولویت:۱) – (*سطح ریسک: بالا): این سامانه باید قادر باشد سنجه‌ها یا

شاخص‌هایی که برای اندازه‌گیری عملکرد کلی استفاده می‌شوند و قابل پیش‌بینی هستند را پیش‌بینی کند. از پیش‌بینی این شاخص‌ها می‌توان برای بررسی صحت اندازه‌گیری شاخص‌ها در سال‌های آتی نیز استفاده کرد. این عمل به تصمیم‌گیرندگان مؤسسات پژوهشی کمک خواهد کرد تا اقدامات لازم جهت رسیدن به مقادیر سنجه مناسب را برنامه‌ریزی کنند و آنها را انجام دهند. از آنجا که سطح ریسک این نیازمندی نیز بالا است. لازم است تا با شناسایی دقیق‌تر راهکارهای کاهش این ریسک از جمله عوامل تأثیرگذار بر هر سنجه، پیش‌بینی سنجه‌ها را دقیق‌تر انجام داد.

ک.۱,۳. استفاده از یادگیری ماشین جهت دستیابی به مدل‌های بهتر (اولویت:۵) – (ریسک: متوسط): یادگیری ماشین می‌تواند در فرآیند ارزیابی عملکرد نقش مهمی ایفا کند. یکی از این نقش‌ها می‌تواند یادگیری از داده‌های مربوط به رتبه‌بندی توسط سایر مدل‌های مرسوم، برای تعیین مدلی جدید برای رتبه‌بندی باشد.

ک.۱,۴. نمایش گرافیکی اثرات شاخص‌ها بر عملکرد کلی مؤسسات پژوهشی (اولویت:۴)-(سطح ریسک: پایین): عملکرد کلی هر مؤسسه پژوهشی توسط یک مدل اندازه‌گیری می‌شود که این مدل می‌تواند یک مدل ریاضی باشد و یا اینکه یک مدل یادگیری ماشین باشد. اگر کاربر قصد داشته باشد تا عللی که تأثیر بیشتری در کسب این رتبه داشته‌اند را شناسایی کند؛ آنگاه این سامانه باید نحوه تأثیر هر شاخص بر عملکرد کلی را به صورت گرافیکی نمایش دهد. به عنوان مثال می‌توان نشان داد که علت کم شدن رتبه مؤسسه در اثر بدست‌نیامدن مقدار مناسب برای تعداد مقالات و سایر شاخص‌ها بوده است.

ک.۱,۵. تحلیل چه-اگر و تحلیل حساسیت (اولویت:۳) – (سطح ریسک: پایین): اگر ذینفعان قصد داشته باشند تا در مورد چگونگی اثر تغییر هر شاخص یا سنجه بر عملکرد کلی بدانند. این سامانه به آنها کمک خواهد کرد.

ک.۱,۶. جستجوی هدف (اولویت: ۶) – (سطح ریسک: متوسط): اگر ذینفعان قصد داشته باشند تا به یک رتبه مشخص یا یک هدف مشخص دست یابند آنگاه این سامانه سطح مناسب برای هر شاخص را با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی فراهم می‌کند. مدل ارزیابی فعلی در پایگاه مدل وارد خواهد شد. با استفاده از مدل و داده‌های ارزیابی موجود در پایگاه داده، می‌توان نحوه دستیابی به یک رتبه مشخص را با استفاده از فنون بهینه‌سازی (برای دستیابی به بهترین مقادیر سنجه‌ها) و همچنین پیاده‌سازی رابط کاربری مناسب انجام داد. این نیازمندی به تصمیم‌گیرندگان مؤسسات پژوهشی کمک خواهد کرد به عنوان مثال اگر بخواهند رتبهٔ الف را کسب کنند با فرض اینکه بدانند در برخی از شاخص‌ها در سال آتی حدوداً چه مقادیری کسب خواهند کرد آنگاه در سایر شاخص‌ها حداقل چه مقادیری را باید کسب کنند. به عنوان مثال سامانه تعیین می‌کند که نسبت طرح‌های پژوهشی به تعداد پژوهشگران با فرض دانستن سایر شاخص‌ها حداقل چه مقداری باشد تا مؤسسه رتبهٔ الف را کسب کند. در آینده با اضافه نمودن مدل‌های جدید ارزیابی این سامانه قادر به جستجوی هدف برای مدل‌های جدید وارد شده خواهد بود.

دسته دوم از نیازمندی‌های کارکردی به صورت زیر هستند.

ک.۱,۲. قابلیت خودارزیابی سامانه (اولویت: ۲) – (سطح ریسک: پایین): این سامانه باید نظرات خبرگان را جمع‌آوری کند و مناسب بودن عملکرد سامانه از دیدگاه ذینفعان مورد ارزیابی قرار گیرد.

ک.۲,۲. تعریف سنجه یا شاخص جدید و به روزرسانی روش ارزیابی سامانه بر اساس مدل‌ها و ابزارهایی نظیر «EFQM»[1] و یا «BSC»[2]، با استفاده از نظرات خبرگان(تصمیم‌گیری گروهی) (اولویت: ۱) – (سطح ریسک: پایین): اگر نیاز باشد تا سنجه‌ها یا شاخص‌های جدیدی ایجاد شوند و یا روش ارزیابی عملکرد تغییر کند، و یا هدفگذاری بر روی شاخص‌ها انجام شود آنگاه بهتر است تا این کار توسط نظرات خبرگان با استفاده از تحلیلی نظیر دلفی الکترونیکی صورت گیرد.

*ک.۳,۲.اندازه‌گیری عملکرد با روش‌های نسبی یا مطلق یا ارزیابی کیفی (اولویت: ۴) – (*سطح ریسک: متوسط): معمولاً عملکرد، توسط ترکیبی از روش‌های کیفی و کمی اندازه‌گیری می‌شود. روش‌های کمی، روش‌های مطلق و یا نسبی هستند. روش‌های مطلق و نسبی شامل روش‌های تحلیل چندمعیاره (Cohon 2004). و تحلیل پوششی داده‌ها (Cooper, Seiford, and Zhu 2004, Kaklauskas 2015) هستند. این سامانه همچنین باید امکان ارزیابی کیفی مؤسسات پژوهشی را توسط خبرگان فراهم کند و حتی‌الامکان قادر به ثبت نتایج حاصل از ارزیابی کیفی توسط خبرگان و دلایل آنها در پایگاه دانش باشد.

ک.۴,۲. ذخیره و بازیابی اسناد مرتبط با ارزیابی عملکرد (اولویت: ۵) – (سطح ریسک: پایین): همه اسنادی که مربوط به ارزیابی عملکرد مؤسسات پژوهشی هستند باید از طریق این سامانه قابل بازیابی و جستجو باشند و در صورت امکان از قابلیت‌های «OCR»[3] و متن‌کاوی[4] جهت استخراج دانش مورد نیاز از این اسناد استفاده شود.

ک.۵,۲. گزارش‌های هوش کسب و کار (اولویت: ۳) – (سطح ریسک: متوسط): این سامانه حتی‌الامکان باید از تجزیه و تحلیل کمی و آماری داده‌ها و فنون مربوطه استفاد کند. تجزیه و تحلیل قابلیت‌های مهمی در سامانه تصمیم‌یار هوشمند محسوب می‌شوند. سه نوع تجزیه و تحلیل شناخته شده‌اند: (۱) گزارش‌گیری و تحلیل اکتشافی(۲) تجویزی و تفسیری(۳) پیشگویانه، گزارش‌گیری با استفاده از آمار توصیفی، قادر به خلاصه‌سازی داده‌ها است. تحلیل تجویزی، توصیه‌ای برای انجام یک عمل فراهم می‌کند. تحلیل پیشگویانه، به پیشگویی احتمالات و روندهای آتی مربوط است (Cooper, Seiford, and Zhu 2004, Kaklauskas 2015).

کاربران

سئوال دیگری که توسط شرکت‌کنندگان در پانل اول دلفی پاسخ داده شد این بود که کاربران این سامانه چه کسانی هستند؟ گروه‌های کاربران به ترتیب اهمیت توسط خبرگان پانل دلفی اول به صورت زیر مشخص شدند. مدیران مؤسسات پژوهشی، دولت، پژوهش‌گران، اساتید و دانشجویان، صنعت، سرمایه‌گذاران و افراد دیگر.

1.European Foundation for Quality Management
2.Balanced Scorecard
3.Optical Character Recognition
4.Text mining

نتایج حاصل از دورهای مختلف پانل دوم

پس از سه دور اجرای پانل دلفی دوم، نیازمندی‌های غیرکارکردی به صورت زیر مشخص شدند.

نیازمندی‌های غیرکارکردی

عناوین نیازمندی‌های غیرکارکردی نظیر امنیت، دسترس‌پذیری و نگهداری سامانه بر حسب میزان اهمیت در جدول ۵ نشان داده شده‌اند. نکته مهمی که متخصصان بر آن تأکید دارند استفاده از استانداردهای تولید نرم‌افزار نظیر سند نظام مهندسی و استانداردهای تولید و توسعه نرم‌افزار که توسط شورای‌عالی انفورماتیک کشور با عنوان نماتن ارائه شده است و همچنین استانداردهای IEEE است که برخی از آنها در جدول ۵ آورده شده‌اند. لازم به یادآوری است که از دیدگاه خبرگان میزان اهمیت این نیازمندی‌ها در طول زمان حیات سامانه تغییر می‌کند. به عنوان مثال، میزان اهمیت تعمیر و نگهداری پس از استقرار سامانه افزایش چشمگیری نسبت به وضعیت قبل از استقرار سامانه دارد. جزئیات مربوط به این نیازمندی‌ها در اینجا نشان داده نشده‌اند.

جدول ۵. عناوین و اولویت‌های نیازمندی‌های غیرکارکردی

کد نیازمندی	عنوان نیازمندی	استاندارد	اولویت
غ.ک.۱	قابلیت اطمینان	IEEE 982	۱
غ.ک.۲	امنیت	ISO/IEC 27000	۲
غ.ک.۳	قابلیت استفاده و استفاده آسان	IEEE 1063	۳
غ.ک.۴	دسترس‌پذیری	.	۴
غ.ک.۵	تعمیر و نگهداری	IEEE 1016, 1219, 730, 1059	۵
غ.ک.۶	کارایی(زمان اجرا و زمان پاسخ)	.	۶
غ.ک.۷	زمان/هزینه تولید	.	۷
غ.ک.۸	زبان و محیط برنامه‌نویسی	ISO/IEC 23270:2006	۸
IEEE 1074, 829, 830, 1219, 14764, 1012, 1028, 1059, 29919			

ارزیابی ریسک

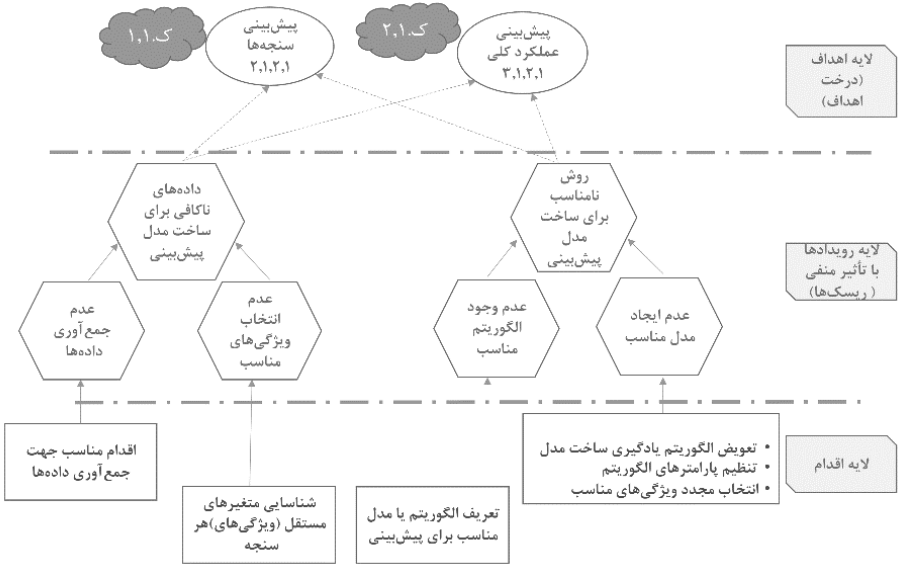
طوفان فکری یک ابزار ساده اما پراستفاده برای حل مسائل مختلف است (McManus 2012). بنابراین، در این پژوهش از این ابزار برای تشخیص ریسک‌ها استفاده شده است. برای ارزیابی ریسک‌ها از مدل سه لایه «اسنار، گیورگینی، و میلوپولوس»[1] نیز کمک گرفته شد(Asnar, Giorgini, and Mylopoulos 2011).

بدین منظور مدل سه لایه شامل لایه اهداف یا نیازمندی‌ها، لایه رویدادهای منفی و لایه اقدامات در نظر گرفته شد. ارزیابی ریسک از درخت اهداف نشان داده شده در شکل شش شروع می‌شود. لایهٔ اول، لایهٔ رویدادهای منفی یا ریسک ها است. به هر حال، یک رویداد به عنوان یک ریسک شناخته می‌شود وقتی که یک اثر منفی تولید کند. هر رویداد یه چند زیر رویداد تجزیه می‌شود تا بتوان اقدامات لازم جهت کنترل ریسک را برای زیررویدادها تعریف کرد. برای مقایسه ریسک‌ها از سطح ریسک یا «افشای ریسک»[2] استفاده

1. Asnar, Giorgini, and Mylopoulos
2. Risk Exposure

شده است؛ سطح ریسک از احتمال رخ‌دادن ریسک ضربدر تأثیر ریسک بدست آمده است. نیازمندی‌هایی که با ریسک‌هایی که مقدار افشاء یا سطح ریسک بالاتری دارند ارتباط بیشتری دارند دارای سطح ریسک بالاتری هستند. به عنوان مثال در شکل شش سطح ریسک نیازمندی‌های ۱,۱ و ۲,۱ بالا است زیرا این نیازمندی‌ها با تعداد بیشتری از ریسک‌هایی که سطح بالاتری دارند در ارتباط هستند. تجربه نشان داده است که ریسک‌هایی که بالاترین سطح ریسک را دارند در مدیریت ریسک اولویت بالاتری دارند (McManus 2012).

در اینجا پس از اینکه ریسک‌ها در لایهٔ دوم توسط متخصصین شناسایی شدند. می‌توان اقدامات لازم برای کنترل ریسک‌ها را در لایهٔ اقدام مشخص کرد. اساساً، هر اقدام به دو طریق عمل می‌کند: کاهش احتمال رخ دادن ریسک یا کاهش تأثیر ریسک. این عمل برای ریسک‌های دو نیازمندی ۱,۱و ۱,۲ در شکل شش انجام شده است. به عنوان مثال پیش‌بینی؛ یک نیازمندی با ریسک بالا است. با توجه به داده‌های موجود به نظر می‌رسد پیش‌بینی تک تک شاخص‌ها کار آسانی نباشد. بنابراین لازم است تا اقدامات لازم که در لایهٔ اقدام مشخص می‌شوند برای کاهش سطح ریسک‌ها انجام شود.



شکل۶. مدل سه لایه ارزیابی ریسک‌ها و ارتباط ریسک با اهداف

با توجه به موارد فوق، ۳۵ ریسک فنی و مدیریتی مشخص شدند و آنگاه این ریسک‌ها اولویت‌دهی شدند و سطح ریسک هر نیازمندی نیز مشخص شد. با اهمیت‌ترین ریسک‌ها در جدول شش نشان داده شده‌اند. ریسک‌ها در دسته‌های الف) تأثیر کسب وکار، ب) اندازه محصول، پ) نظرات پانل خبرگان، ت) تعریف فرآیند، ث) تجربه و تعداد کارکنان، ج) محیط توسعه، چ) فن‌آوری تولید دسته‌بندی شده‌اند. گزینه‌های قابل انتخاب برای احتمال عبارتند از: خیلی کم، کم، میانه، بالا و خیلی بالا که معادل مقادیر عددی یک تا پنج هستند. گزینه‌های قابل انتخاب برای تأثیر ریسک عبارتند از: خیلی پایین، پایین، میانه، بالا و خیلی بالا که معادل مقادیر عددی یک تا پنج هستند. همانگونه که در جدول شش نشان داده شده است؛ داده‌های

ناکافی یکی از مهم‌ترین عامل‌های مؤثر برای پیش‌بینی عملکرد کلی آینده و همچنین پیش‌بینی سنجه‌ها و شاخص‌های ارزیابی است. از این جدول، مشخص است که مهمترین ریسک‌هایی که بر نیازمندی‌های کارکردی اثرگذار هستند مربوط به پیش‌بینی هستند. بنابراین، سطح ریسک پیاده‌سازی نیازمندی‌های مرتبط با پیش‌بینی، توسط فن‌آوری موجود بالاتر از سطح ریسک پیاده‌سازی سایر نیازمندی‌ها است.

جدول۶. ریسک‌ها و سطوح آنها

شرح ریسک	دسته ریسک	سطح ریسک	تأثیر ریسک	احتمال (۱-۵)
داده‌های ناکافی برای ساخت مدل پیش‌بینی برای پیش‌بینی شاخص‌ها و عملکرد	الف	۲۰	۴	۵
روش نامناسب برای ساخت مدل پیش‌بینی شاخص‌ها و یا عملکرد	چ	۱۶	۴	۴
دقت کم روش‌های اعمال شده برای اندازه‌گیری عملکرد	الف، چ	۱۵	۵	۳
افراد آموزش‌ندیده یا تعداد افراد ناکافی برای ساخت سامانه	ث	۱۵	۵	۳
فن‌آوری نامناسب طراحی	ت	۱۵	۵	۳
طرح آزمون نامناسب	ت	۲۰	۵	۴
واسط کاربری ناپسند	چ	۱۶	۴	۴
استراتژی کنترل ریسک نامناسب	الف	۱۶	۴	۴

۷- نتیجه‌گیری

یک سامانه تصمیم‌یار هوشمند معمولاً از روش‌های داده‌کاوی استفاده می‌کند. دقت این روش‌ها به پارامترهای مختلفی که با عنوان ریسک‌های بالقوه شناخته می‌شوند؛ وابسته است. بنابراین، در فرآیند تحلیل نیازمندی‌های این نوع از سامانه‌ها علاوه بر یافتن نیازمندی‌ها، ارزیابی ریسک می‌تواند به توسعه‌دهندگان در یافتن ریسک‌های بالقوه و اجرای یک طرح برای کنترل آنها کمک کند. به دلیل اینکه فرآیند تحلیل نیازمندی‌های غیرخطی تکراری فاقد ارزیابی ریسک است، بنابراین در این پژوهش، یک مدل فرآیند جدید برای استخراج، تشخیص، اعتبارسنجی و ارزیابی ریسک‌های یک سامانه تصمیم‌یار هوشمند برای کمک به ارزیابی عملکرد مؤسسات پژوهشی ارائه شده است. برای پیاده‌سازی و اعتبارسنجی این مدل فرآیند، فنون مختلفی وجود دارند که در این پژوهش، به دلیل قابلیت‌هایی نظیر اعتبارسنجی و قابلیت تکرار روش‌های اجماع گروهی، روش‌های دلفی و طوفان فکری برای پیاده‌سازی این مدل فرآیند استفاده شدند.

در این پژوهش، فرآیند چهار مرحله‌ای برای تحلیل اهداف، نیازمندی‌های کارکردی و غیرکارکردی و ریسک‌های سامانه تصمیم‌یار هوشمند استفاده شد. استفاده از فنون پیش‌بینی برای پیش‌بینی عملکرد کلی و شاخص‌های ارزیابی مؤسسات پژوهشی، تحلیل چه-اگر، و جستجوی هدف از جمله قابلیت‌های مهم این سامانه هستند. همچنین انواع مختلف کاربران این سامانه مشخص شدند و تعدادی از مهم‌ترین نیازمندی‌های غیرکارکردی نظیر دقت، امنیت، قابلیت استفاده، دسترس‌پذیری، تعمیر و نگهداری شناسایی شدند. علاوه بر شناسایی نیازمندی‌ها، ارزیابی ریسک نیز انجام شد و ریسک‌های مهم و همچنین سطوح ریسک هر نیازمندی

مشخص شدند. بنابراین با داشتن یک برنامه کنترل ریسک مناسب در زیست‌چرخ نرم‌افزار می‌توان ریسک‌ها را به نحو مناسبی کنترل و مدیریت کرد.

فهرست منابع

اولیاء، محمدصالح. ۱۳۸۲. گزارش نهایی طرح پژوهشی طراحی سیستم ارزیابی پژوهشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری. معاونت پژوهشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، دانشگاه یزد.

علیدوستی، سیروس. ۱۳۸۵. روش دلفی: مبانی، مراحل و نمونه‌هایی از کاربرد، فصلنامه مدیریت توسعه ۳۱(زمستان): ۹-۲۳.

مهدیان، حمید. هاجر عطاران، و زهره میراحمدی. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد پژوهش و فناوری واحدهای پژوهشی کشور در سال ۱۳۹۱. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری – معاونت پژوهش و فناوری.

Asnar, Yudistira, Paolo Giorgini, and John Mylopoulos. 2011. Goal-driven risk assessment in requirements engineering. Requirements Engineering 16 (2):101-116.

Azadeh, A, SF Ghaderi, M Anvari, HR Izadbakhsh, M Jahangoshai Rezaee, and Z Raoofi. 2013. An integrated decision support system for performance assessment and optimization of decision-making units. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 66 (5-8):1031-1045.

Boehm, Barry. ۱۹۸۹. Software risk management. European Software Engineering Conference.

Bourque, Pierre, and Richard E Fairley. ۲۰۱٤. Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK (R)): Version ۳٫۰: IEEE Computer Society Press.

Cohon, Jared L. ۲۰۰٤. Multiobjective programming and planning. Vol. ۱٤۰: Courier Corporation.

Cooper, William W, Lawrence M Seiford, and Joe Zhu. ۲۰۰٤. Data envelopment analysis. In Handbook on data envelopment analysis, ۳۹-۱. Springer.

Giannoulis, Christos, and Alessio Ishizaka. 2010. A Web-based decision support system with ELECTRE III for a personalised ranking of British universities. Decision Support Systems 48 (3):488-4.۹۷

Giorgini, Paolo, Stefano Rizzi, and Maddalena Garzetti. ۲۰۰۸. GRAnD: A goal-oriented approach to requirement analysis in data warehouses. Decision Support Systems ٤٥(۱):.۲۱-٤

Graessler, Iris, Philipp Scholle, and Jens Pottebaum. ۲۰۱۷. Integrated process and data model for applying scenario-technique in requirements engineering. Proceedings of the ۲۱st International Conference on Engineering Design (ICED ۱۷) Vol ۳: Product, Services and Systems Design, Vancouver, Canada, .۲۰۱۷ .۲۵,۰۸-۲۱

Greatorex, Jackie, and Trevor Dexter. 2000. An accessible analytical approach for investigating what happens between the rounds of a Delphi study. Journal of advanced nursing 32 (4):1016-1024.

Hasson, Felicity, Sinead Keeney, and Hugh McKenna. ۲۰۰۰. Research guidelines for the Delphi survey technique. Journal of advanced nursing ۳۲(٤):.۱۰۱۵-۱۰۰۸

Kaklauskas, Arturas. ۲۰۱۵. Biometric and Intelligent Decision Making Support: Springer.

Khoshroo, Mohammad Javad, and Omid Fatemi. 2010. SEMAT, National Current Research Information System for IRAN'. CRIS.

Kotonya, Gerald, and Ian Sommerville. ۱۹۹۸. Requirements engineering: processes and techniques: Wiley Publishing.

Laplante, Phillip A. ۲۰۰۷. What every engineer should know about software engineering: CRC Press.

Lemke, Christiane, Marcin Budka, and Bogdan Gabrys. 2015. Metalearning: a survey of trends and technologies .Artificial intelligence review 44 (1):117-130.

Loucopoulos, Pericles, and Vassilios Karakostas. ۱۹۹۵. System requirements engineering: McGraw-Hill, Inc.

Macaulay, Linda. ۱۹۹٦. Requirements for requirements engineering techniques .Requirements Engineering, ۱۹۹٦., Proceedings of the Second International Conference on.

Martin, Sacha, Aybüke Aurum, Ross Jeffery, and Barbara Paech. ۲۰۰۲. Requirements engineering process models in practice. ۷th Australian workshop on requirements engineering. Deakin University, Melbourne, Australia.

McManus, John. ۲۰۱۲. Risk management in software development projects: Routledge.

Merkert, Johannes, Marcus Mueller, and Marvin Hubl. ۲۰۱۵. A Survey of the Application of Machine Learning in Decision Support Systems. ECIS.

Powell, Catherine. ۲۰۰۳. The Delphi technique: myths and realities. Journal of advanced nursing ۴۱(۴):.۳۸۲-۳۷۶

Pressman, Roger S. ۲۰۰۵. Software engineering: a practitioner's approach: Palgrave Macmillan.

Rosson, Mary Beth, and John M Carroll. 2009. Scenario based design. Human - computer interaction. boca raton, FL:145-162.

Schön, Eva-Maria, Jörg Thomaschewski, and Maria Jose Escalona. ۲۰۱۷. Agile Requirements Engineering: A systematic literature review. Computer Standards & Interfaces -۴۹:۷۹ .۹۱

Tenso, Tanel, Alexander Horst Norta, Hannes Rootsi, Kuldar Taveter, and Irina Vorontsova. ۲۰۱۷. Enhancing requirements engineering in agile methodologies by agent-oriented goal models: Two empirical case studies. ۲۰۱۷IEEE ۲۵th International Requirements Engineering Conference Workshops (REW).

Turban, Efraim, Ramesh Sharda, and Dursun Delen. ۲۰۱۱. Decision support and business intelligence systems: Pearson Education India.

Vaishnavi, Vijay K, and William Kuechler. ۲۰۱۵. Design science research methods and patterns: innovating information and communication technology: Crc Press.

Van Lamsweerde, Axel. ۲۰۰۹. Requirements engineering: From system goals to UML models to software. Vol. ۱۰: Chichester, UK: John Wiley & Sons.

Vercellis, Carlo. 2011. Business intelligence: data mining and optimization for decision making: John Wiley & Sons.

Wang, Wei-Kang, Hao-Chen Huang, and Mei-Chi Lai. 2008. Design of a knowledge-based performance evaluation system: A case of high-tech state-owned enterprises in an emerging economy. Expert Systems with Applications 34 (3):1795-1803.

Requirements analysis of an intelligent decision support system using an improved iterative non-linear process model to help performance evaluation of the research institutes

Mahdi Nakhaie Kohan
Ph.D. Candidate in Information Technology Engineering, Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc), Tehran, Iran[1]
Ali Moeini
Prof., Department of Algorithms and Computation, School of Engineering Science, College of Engineering, University of Tehran
Visiting Lecturer, Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc), Tehran, Iran.

Abstract: Performance evaluation is a semi-structured issue; therefore, an intelligent decision support system can help decision makers in the Ministry of Science, Research and Technology, as well as, managers of the research institutes to better evaluate the performance, by providing the required knowledge and appropriate evaluation models. Conducting a requirements analysis process in the early stages of the development of a decision support system can guarantee the better performance of this system. The existing information systems do not allow for a proper decision on the evaluation and prediction of the performance of the research institutes affiliated to the Ministry of Science, Research and Technology. Although the iterative non-linear process model is suitable for analyzing the requirements of an information system, it does not consider any risk assessment. In this research, an adjusted iterative non-linear process model was proposed for requirements analysis and risk assessment. To validate this process model, it was implemented through consensus methods such as Delphi and Brainstorming for requirements analysis and risk assessment of an intelligent decision support system suitable for performance evaluation. The calculation of means and standard deviations of successive rounds of Delphi showed that different stakeholders reached a consensus on the main functional and non-functional requirements of the intelligent decision support system. In addition, the risks of the new system were identified.

Keywords: Risk assessment, Performance evaluation, Requirements analysis, Consensus methods, Intelligent decision support system.

1.Corresponding Author: nakhaeie@students.irandoc.ac.ir