ارائه‌ی چارچوبی برای ارزیابی ریسک در سامانه‌ی اطلاعات مکانی (GIS) و زیرساخت داده‌های مکانی (SDI) بخشی بر اساس منطق فازی

مطالعه‌ی موردی: سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی

علی کلانتری اسکوئی*- دانشجوی دکتری، سامانه اطلاعات مکانی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، oskhom@gmail.com

مهدی مدیری- دانشیار، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

علی اصغر آل شیخ- استاد، دانشکده ژئوماتیک، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.

رضا حسنوی- دانشیار، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۱۶ | تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۷

چکیده

استفاده‌ی بهینه و دسترسی به داده و اطلاعات مکانی در کشور نیازمند طراحی و پیاده‌سازی سامانه‌ی اطلاعات مکانی (GIS) و راه‌اندازی زیرساخت داده‌های مکانی (SDI) است. در همین راستا همه‌ساله سازمان‌ها طرح‌های GIS متعددی در کشور طراحی و پیاده‌سازی می‌کنند و طی سال‌های اخیر نیز راه‌اندازی زیرساخت داده‌های مکانی مد نظر قرار گرفته است. آنچه به نظر می‌رسد در اجرای این فعالیت‌ها مورد بی‌توجهی واقع شده است، فقدان تمهیداتی برای جلوگیری یا کاهش ریسک‌های مرتبط با آن‌ها است. مطالعه‌ی ریسک همواره با ابهامات و عدم قطعیت همراه است و منطق فازی یکی از روش‌هایی است که می‌تواند عدم قطعیت حاصل از ریسک را مدل‌سازی و به خوبی آن‌ها را طبقه‌بندی کند. این مقاله با ارائه‌ی چارچوبی بر پایه‌ی منطق فازی، به صورت تلفیقی به مطالعه‌ی ریسک در سامانه‌ی اطلاعات مکانی و زیرساخت داده‌های مکانی سازمانی مجموعه‌ی سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی پرداخته است. برای انجام تحقیق با کمک پرسش‌نامه‌هایی، نظرهای تعدادی از خبرگان جمع‌آوری و تعداد ۳۴ مورد ریسک، شناسایی شد و بر اساس دو روش کلاسیک و فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که نبود سرورهای پشتیبان ریسک رتبه‌ی اول (۰/۸۰= عدد ریسک) و ناکافی بودن بودجه‌ی رتبه‌ی دوم (۰/۷۶= عدد ریسک) را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین در بررسی ۱۰ ریسک دارای رتبه‌های برتر مشاهده گردید که ریسک‌های از نوع اجرایی و مدیریتی، غالب موارد را تشکیل می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: *تهدید، جهاد کشاورزی، داده‌ی مکانی، مدل‌سازی، منطق فازی.*

Providing a framework for risk assessment in Geographic Information Systems (GIS) and Corporate Spatial Data Infrastructure (SDI) based on fuzzy logic

Case study: agricultural organization of east Azarbaijan province

Ali Kalantari oskuei*[1], Mahdi Modiri[2], Aliasghar Alesheikh[3], Reza Hosnavi[4]

Abstract

Efficient use and access to spatial data in the country need design and implementation of Geographic Information System (GIS) and Spatial Data Infrastructure (SDI). In this regard, every year numerous GIS projects are designed and implemented and recently developing spatial data infrastructures has also been considered by organizations. What seems in performing these activities has been neglected, is the lack of measures to avoid or reduce risks associated with them. Risk assessment is associated with the ambiguity and uncertainty and Fuzzy logic terminology is one of the procedures that can be used for achieving the uncertainties due to risk modeling and simultaneously helps researcher classify them. This paper presents a framework based on fuzzy logic, to study SDI/GIS risks as an integrated tool for Agricultural Organization of East Azarbaijan province. In order to conduct this research, 34 questionnaires were distributed. The risk factors were extracted from experts' opinions and then the identified risks, based on both classical and fuzzy methods were analyzed. The results showed that lack of server/backup risk has the highest risk (risk value =0.8) and insufficient funds ranked second (risk value=0.76). Also among the 10 superior ranked risks, it was observed that, the type of administrative and management risks were contributed from the majority of the cases.

Keywords: *Fuzzy logic, Jahade Keshavarsi, Modeling, Spatial data, Threat.*

1 PhD Student in GIS (Geographic Information System), Department of Civil Engineering Surveying, Malek ashtar University of Technology, Tehran, Iran.; Email: oskhom@gmail.com
2 Assoc. prof., Malek ashtar University of technology, Tehran, Iran.
3 Professor, Geomatics Engineerig Faculty, K.N.Toosi University of technology, Tehran, Iran.
4 Associate professor, Malek ashtar University of technology, Tehran, Iran.

مقدمه

استفاده‌ی بهینه از داده و اطلاعات مکانی در کشور زمانی امکان‌پذیر است که پروژه‌های زیربنایی از قبیل زیرساخت داده‌های مکانی (SDI)[1] و سامانه‌ی اطلاعات مکانی (GIS)[2] طراحی و پیاده‌سازی گردند. زیرساخت داده‌های مکانی روشی مؤثر برای تسهیل در دسترسی و به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی فراهم می‌کند و سامانه‌ی اطلاعات مکانی با ذخیره‌سازی داده‌های مکانی حاصل از نقشه‌برداری زمینی، فتوگرامتری و سنجش از دور و داده‌های توصیفی (که از آمار و ارقام موضوعی در زمینه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی به دست می‌آید) امکان ایجاد یک پایگاه اطلاعاتی مکان‌مند را فراهم می‌کند. بنابراین می‌توان GIS را مجموعه‌ای سازمان‌یافته از سخت‌افزارها، نرم‌افزارها، نیروهای متخصص، شبکه‌ی دسترسی، مدل‌ها و الگوریتم‌ها قلمداد کرد که به‌طور منسجم برای اخذ، ذخیره‌سازی، تجزیه و تحلیل، به هنگام رسانی، به اشتراک‌گذاری و تبادل اطلاعات مکان مرجع در سازمان‌ها، شرکت‌ها و واحدهای دولتی و خصوصی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۶]. به علت قابلیت‌های این سامانه، امروزه پیاده‌سازی و در نتیجه میزان دسترسی به این سامانه و فناوری‌های مرتبط به سرعت و مدام در حال گسترش است؛ به‌طوری‌که ضریب نفوذ آن در زیرساخت‌های حیاتی و سازمان‌های اجرایی کشور افزایش یافته و به‌کارگیری آن در شرایط عادی و انواع بحران‌ها اجتناب‌ناپذیر شده است. اما آنچه به نظر می‌رسد در این بین کمتر به آن توجه شده است، بررسی عوامل مؤثر در موفقیت زیرساخت/سامانه، پایداری و استمرار کارکرد آن طی شرایط مختلف است؛ موضوعی که پرداختن به آن به نوعی با ارزیابی و مدیریت ریسک‌های زیرساخت/سامانه ارتباط پیدا می‌کند. منظور از ریسک، وقایع یا وضعیت‌های ممکن‌الوقوع نامعلومی (از قبیل افشای داده و اطلاعات افراد، تخریب و تغییر آن‌ها، به روز نبودن آن‌ها و ...) هستند که در صورت وقوع به صورت پیامدهای منفی یا مثبت بر اهداف زیرساخت/سامانه تأثیر می‌گذارند [۱۰]. اصولاً با شناسایی و تجزیه و تحلیل ریسک‌های زیرساخت/سامانه، آن‌ها قابل برنامه‌ریزی و کنترل هستند و زیرساخت/سامانه می‌تواند ضمن حفظ کارکرد، خدمات خود را به سازمان ارائه نماید. نتایجی که از تجزیه و تحلیل ریسک‌های زیرساخت/سامانه به دست می‌آید، می‌تواند مدیران، کارشناسان GIS و واحدهای مدیریت بحران و پدافند غیرعامل سازمان‌ها را از نقاط ضعف و تهدیدهای موجود زیرساخت/سامانه آگاه کند و این امکان را فراهم آورد که تمهیدات مناسب را اتخاذ نمایند. هدف اصلی در این تحقیق ارائه‌ی چارچوبی برای مطالعه‌ی ریسک در زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی است. از آنجایی که در مطالعات ریسک دسترسی به داده و اطلاعات کمی مشکلات زیادی به همراه دارد یا در بسیاری از موقعیت‌ها به علت عدم اطمینان یا غیر قابل اندازه‌گیری بودن شاخص‌ها به صورت کمی، ارائه‌ی مقادیر عددی دشوار است، معمولاً از متغیرهای کلامی (مانند خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم) برای بیان رتبه‌ی عوامل ریسک استفاده می‌گردد. این متغیرهای کلامی اگر چه به سهولت قابل درک هستند اما، نوعی از ابهام و عدم قطعیت در آن‌ها وجود دارد، یعنی نمی‌توان آن‌ها را به طور دقیق اندازه‌گیری کرد و فقط یک حس کیفی از آن‌ها قابل استنباط است. در چنین مواردی تئوری فازی ابزار مفیدی برای تجزیه و تحلیل ابهامات است. به همین دلیل چارچوبی با تکیه بر مدل‌سازی فازی پیشنهاد گردیده تا اطلاعات لازم را برای ایجاد یک زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی قابل اطمینان، موفق و پایدار فراهم نماید.

این مقاله در پنج بخش تنظیم گردیده است. پس از مقدمه، در بخش دوم به پیشینه‌ی تحقیق پرداخته می‌شود. در بخش سوم، چارچوب پیشنهادی ارائه گردیده است. بخش چهارم به مطالعه‌ی موردی اختصاص دارد. در پایان نتیجه‌گیری و بحث ارائه می‌شود.

پیشینه‌ی پژوهش

در ادبیات تحقیق عمدتاً به موضوعات ریسک، روش‌های ارزیابی و مدیریت آن پرداخته شده است. در این راستا، از جمله مسائل مطرح در مدیریت تمامی طرح‌ها، مدیریت ریسک است که در کشور ما در اغلب موارد به آن توجهی نمی‌شود. فلسفه‌ی ضرورت توجه به آن از آنجا ناشی می‌شود که در دنیای واقعی، اغلب تصمیمات بر اساس اطلاعات ناقص همراه با سطحی از عدم قطعیت در مورد نتایج اتخاذ می‌گردد که این عدم قطعیت به ریسک و مخاطره منجر می‌شود. بنابراین ریسک همیشه بخشی ذاتی از فعالیت‌ها است. علم مدیریت ریسک در دوره‌ی رنسانس در قرن شانزدهم میلادی مطرح گردید و از سال ۱۹۹۰ میلادی مدل‌های مختلفی برای مدیریت ریسک پروژه‌ها با هدف افزایش موفقیت آن‌ها ارائه گردیده است. برخی از مدل‌ها دارای گام‌های ساده و برخی دارای جزئیات بیشتری هستند. از یک دیدگاه کلی، فرایند مدیریت ریسک پروژه شامل دو مرحله‌ی ارزیابی و پاسخ‌گویی به ریسک است. ارزیابی ریسک از دو بخش شناسایی و تحلیل ریسک‌ها تشکیل شده است. برای شناسایی ریسک پروژه‌ها روش‌های متعددی مطرح گردیده که هر یک در شرایط خاص خود قابل استفاده است. روش‌های اصلی در شناسایی ریسک‌ها شامل طوفان فکری، مرور مستندات، روش دلفی، تحلیل سیاهه‌ی وارسی و تحلیل فرضیات است. تحلیل ریسک به دو صورت کیفی و کمی انجام می‌شود. در تحلیل کیفی، ریسک‌ها با استفاده از عبارت‌ها و جمله‌های توصیفی تشریح می‌شوند و به طور معمول نیازمند تلاش کمتری است و به سادگی قابل اجرا است. تحلیل کیفی ریسک معمولاً شامل ارزیابی احتمال، تأثیر و ماتریس احتمال- تأثیر است [۷]. زمانی که برای ارزیابی مفصل ریسک فرصت کافی وجود نداشته باشد، استفاده از تحلیل کیفی برای مدیریت ریسک‌های محتمل‌تر و مؤثرتر، راه حل مناسب و منطقی به شمار می‌رود [۲].

در تحلیل کمی از روش‌هایی مانند تحلیل حساسیت، درخت تصمیم با استفاده از نظریه‌ی مطلوبیت، شبیه‌سازی، نمودار علت و معلول، نمودار نفوذ، نظریه‌ی بازی، تحلیل درخت خطا، منطق

فازی و شبکه‌ی عصبی استفاده می‌شود [۲، ۷]. به طور معمول فرایند ارزیابی کمی ریسک پس از ارزیابی کیفی و اولویت‌بندی شدن ریسک‌ها انجام می‌شود. البته رعایت این توالی الزامی نیست و با استفاده از ارزیابی کمی نیز می‌توان ریسک‌ها را اولویت‌بندی کرد. ولی معمولاً به دلیل پیچیدگی، هزینه و زمان‌بری روش‌های عددی، معمولاً ارزیابی کمی پس از ارزیابی کیفی و برای ریسک‌هایی انجام می‌پذیرد که دارای اولویت تشخیص داده شده‌اند. استفاده از این روش معمولاً نیازمند نرم‌افزارهای کامپیوتری است و به‌کارگیری آن نیازمند نیروی انسانی متخصص است [۲].

در هسته‌ی مرکزی تمامی روش‌های تجزیه و تحلیل ریسک، احتمال وقوع و شدت اثر از مهم‌ترین عوامل تعیین ریسک شناخته می‌شوند. به‌طوری‌که بزرگی و اهمیت هر ریسک کاملاً وابسته به دو عامل یاد شده است از این رو درک مفهوم این اصطلاحات از اهمیت زیادی برخوردار است و به همین علت در ادامه پس از بیان تعاریف سامانه‌ی اطلاعات مکانی و زیرساخت داده‌های مکانی، به ذکر مفاهیم آن‌ها و منطق فازی پرداخته شده است.

سامانه‌ی اطلاعات مکانی (GIS)

GIS سرواژه‌ی Geographic Information System است و معادل آن سامانه‌ی اطلاعات مکانی است. این سامانه ابزاری قدرتمند برای کار با داده‌های مکانی (نقشه‌های توپوگرافی، موضوعی، عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و ...) است. در GIS داده‌ها به صورت رقومی نگهداری می‌شوند، بنابراین از نظر فیزیکی حجم کمتری را نسبت به روش‌های سنتی (مانند نقشه‌های کاغذی) اشغال می‌کنند. در یک GIS با استفاده از توانایی‌های کامپیوتر مقادیر بسیار عظیمی از داده‌ها را می‌توان با سرعت زیاد و هزینه‌ی نسبتاً کم نگهداری و بازیابی کرد. قابلیت کار کردن با داده‌های مکانی و اطلاعات توصیفی مربوط به آن‌ها و ترکیب انواع مختلف داده‌ها در یک آنالیز و با سرعت زیاد با روش‌های دستی سازگار نیست. توانایی اجرای آنالیزهای مکانی پیچیده، مزیت‌های کمی و کیفی را برای GIS فراهم می‌کند. منشأ پیدایش سامانه‌ی اطلاعات مکانی را به ابتدای پیشرفت فن نقشه‌کشی نسبت می‌دهند و اواسط قرن ۱۸ میلادی را شروع ترسیم اولین نقشه‌های دقیق ذکر کرده‌اند. ایده‌ی GIS را برای اولین بار دکتر تام لینسون در سال ۱۹۶۰ در کشور کانادا مطرح کرد. وی در شرکت عکس‌برداری هوایی کار می‌کرد و با حجم وسیعی از اطلاعات سروکار داشت. سامان دادن به این حجم اطلاعات وی را به ابزاری قوی نیازمند کرد. بنابراین در سال ۱۹۶۳ طرح سامانه‌ی اطلاعات مکانی کانادا را ارائه کرد. در عمل نتیجه‌ی سعی و تلاش شرکت عکس‌برداری هوایی کانادا در اواخر دهه‌ی ۱۹۶۰ نمایان گشت. تلاش محققین در سال‌های ۷۰-۱۹۶۰ ارائه‌ی طرح تکنولوژی لازم برای ارزیابی و تجزیه و تحلیل مختلف داده‌های مکانی بود. مطالعات و بررسی‌های مربوط به طراحی و ایجاد سامانه‌ی اطلاعات مکانی را گروه‌های علمی، تجاری و دانشگاهی برای اولین بار در دهه‌ی ۱۹۸۰ آغاز کردند. اولین کنفرانس GIS با شرکت ۴۰ نفر در انجمن بین‌المللی جغرافیایی کانادا جنبه‌ی جهانی به خود گرفت.

در ایران از سال ۱۳۶۹ سازمان نقشه‌برداری کشور مطالعات خود را برای به‌کارگیری GIS آغاز کرد و مطالعات و تحقیقات در سال ۱۳۶۹ به نتیجه رسید، ولی از سال ۱۳۷۵ GIS عملی شد. در حال حاضر مسئولیت سامانه‌ی اطلاعات مکانی بر عهده‌ی سازمان نقشه‌برداری کشور است.

در اینجا به چند تعریف از سامانه‌ی اطلاعات مکانی می‌پردازیم:

تام لینسون (۱۹۸۴) معتقد است: GIS تنها یک سامانه‌ی کامپیوتری برای نقشه نیست، هرچند سامانه قادر است نقشه‌هایی با مقیاس‌ها، رنگ‌ها و طرح‌هایی مختلف نیز تهیه کند، GIS یک ابزار آنالیز اطلاعات مکانی و توصیفی است.

تونر (۱۹۹۶) می‌گوید: GIS قدرت بازنمایی جهان به اشکال متفاوت برای اهداف مختلف به طریق بازیافت اطلاعات از پایگاه داده‌ها است.

بر اساس تعاریف مطرح شده می‌توان گفت هر GIS دارای شش عنصر اصلی شامل سخت‌افزارها، نرم‌افزارها، پایگاه داده‌ها، نیروی انسانی، روش‌های تحلیل و جنبه‌ی کاربردی است. امروزه از سامانه‌ی اطلاعات مکانی در مطالعات زیست‌محیطی، مدیریت بحران، برنامه‌ریزی شهری و شهرداری، مدیریت حمل و نقل و ترافیک شهری، نقشه‌برداری و تهیه‌ی نقشه‌های پایه، مدیریت کاربری اراضی، زمین‌شناسی، کشاورزی و منابع طبیعی، مطالعات جمعیتی، امورات نظامی و مدیریت زیرساخت‌های حیاتی و مهم مثل برق، آب، گاز و کاربردهای مشابه استفاده می‌شود.

زیرساخت داده‌های مکانی (SDI)

SDI سرواژه‌ی Spatial Data Infrastructure و به معنی زیرساخت داده‌های مکانی است. از نظر تاریخی، مفهوم SDI به اواسط دهه‌ی ۱۸۹۴ میلادی بر می‌گردد؛ زمانی که در امریکا مباحث مربوط به SDI ملی، در حدود سال ۱۸۹۸ میلادی به صورت آغازین در مجامع آکادمیک شروع شد و بعد از صدور دستورهای اجرایی از سوی ریاست جمهوری در سال ۱۹۹۴ به طور چشم‌گیری پیشرفت کرد. همین طور در استرالیا، فعالیت‌های ابتدایی در راستای توسعه‌ی SDI در سال ۱۹۸۴ آغاز شد و از سال ۱۹۹۶ در پی تعریف مدل مفهومی SDI استرالیا، از سوی سازمان اطلاعات مکانی استرالیا و زلاندنو (ANZLIC) به سرعت پیشرفت کرد. هم‌اکنون بیش از ۷۰ کشور فعالیت‌های خود را در زمینه‌ی SDI گزارش کرده‌اند [۱۸، ۱۹، ۲۰]. SDI برای اجتناب از شکاف در اطلاعات مکانی، دوباره‌کاری در جمع‌آوری داده‌ها و مشکلات شناخته‌شده در دسترسی و استفاده از داده‌ها به وجود آمده است [۲۱].

برای SDI تعاریف متعددی در منابع ذکر شده است که سه مورد از آن‌ها در ادامه ارائه گردیده است:

زیرساخت داده‌ی مکانی عبارت است از مجموعه‌ای از سیاست‌ها، شبکه‌های دسترسی، فناوری‌ها، داده‌های مکانی،

سازمان‌ها و نیروی انسانی که امور مختلف تولید، جمع‌آوری، دسترسی و استفاده‌ی بهینه از داده‌های مکانی را تسهیل و هماهنگ می‌سازد. به عبارت دیگر SDI بستری را برای یافتن و استفاده‌ی داده‌ی مکانی برای عموم کاربران و تهیه‌کنندگان داده‌ها در تمام سطوح دولتی، بخش خصوصی، بخش دانشگاهی و پژوهشی و سایر اقشار جامعه ایجاد می‌کند. پیاده‌سازی SDI می‌تواند در مقیاس‌های متفاوت و سطوح مختلف جهانی، منطقه‌ای، ملی، استانی، محلی و سازمانی (بخشی) باشد [۲۱].

زیرساخت داده‌ی مکانی یعنی روشی مؤثر برای تسهیل در دسترسی و به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی. این زیرساخت، جستجو، ارزیابی و به‌کارگیری داده‌های مکانی را برای کاربران و تولیدکنندگان داده تسهیل می‌بخشد [۲۲].

نظام‌های اطلاعات مکانی را می‌توان به نظام‌های اطلاعات مکانی رومیزی یا پروژه‌ای، نظام‌های اطلاعات مکانی سازمانی و نظام‌های اطلاعات مکانی بین سازمانی دسته‌بندی کرد. در سامانه‌های اطلاعات مکانی رومیزی، به طور معمول پروژه‌ای خاص با استفاده از قابلیت‌های نظام‌های اطلاعات مکانی انجام می‌شود. در نظام‌های اطلاعات مکانی سازمانی، از قابلیت‌های نظام اطلاعات مکانی برای انجام امور جاری سازمان استفاده می‌شود. در این سطح می‌توان نظام‌های پشتیبان تصمیم مکانی و انواع نظام‌های اطلاعاتی را لحاظ کرد. بنابراین سازمان‌ها باید شرایطی را فراهم کنند تا این داده‌ها، طی فعالیت‌های روزمره‌ی واحدهای مختلف زیرمجموعه‌ی سازمان تولید و به‌هنگام شوند. سپس این داده‌ها برحسب نیاز سایر واحدها و نیز با رعایت مسائل حقوقی و امنیتی، در سطح سازمان به اشتراک گذاشته شود تا واحدهای دیگر بتوانند به همه‌ی داده‌های مورد نیاز خود دست یابند و از آن‌ها در فعالیت‌های روزمره‌ی خود استفاده کنند. اگرچه تولید، به اشتراک‌گذاری و استفاده از این داده‌ها، مزایای بسیاری دارد، ولی مسائل و مشکلات زیادی که دارای جنبه‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و... هستند، این امر را با مشکلات فراوانی روبه‌رو می‌کنند. زیرساخت داده‌ی مکانی یا SDI یک نوآوری است که هدفش به وجود آوردن محیطی مناسب برای تسهیل به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی و در نتیجه استفاده از این داده‌ها در فرایندهای تصمیم‌سازی و برنامه‌ریزی است [۲۲].

برنامه‌های جاری فعالیت‌های SDI نشان می‌دهد که SDI به شکل‌های گوناگون از سوی جوامع مختلف تعبیر شده است، اما به هر حال می‌توان گفت که هدف از گسترش SDI در تمامی جوامع، دسترسی ساده به اطلاعات است، به گونه‌ای که نیازهای سازمان‌ها، اداره‌ها، شهروندان، تجارت و به طور کلی جوامع مختلف را برآورده کند [۲۳].

در ایران، مسئولیت ایجاد زیرساخت داده‌ی مکانی SDI به معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور و در اصل به سازمان نقشه‌برداری کشور واگذار شده است و هم‌اکنون این سازمان مسئول سیاست‌گذاری‌های کلان در تمامی جنبه‌های زیرساخت داده‌های مکانی شناخته می‌شود. از آغاز این مسئولیت در سال ۱۳۹۰ فعالیت‌های سازمان عمدتاً ماهیت مطالعاتی داشته‌اند.

تعریف ریسک[۳]

برای ریسک تعاریف متعددی ارائه شده است. در ذیل به برخی از مفاهیم و تعاریف آن اشاره می‌گردد:

الف. ریسک بنا به تعریف فرهنگ وبستر (۱۹۸۸) عبارت است از: انتظار انسان از مرگ، آسیب جانی، خسارت مالی و توقف فعالیت‌های اقتصادی ناشی از یک حادثه‌ی ویژه.

ب. استاندارد مدیریت پروژه‌ی امریکا (PMBOK, 2000) ریسک را یک اتفاق یا شرایط دارای عدم اطمینان می‌داند که اگر اتفاق بیفتد دارای تأثیرات مثبت یا منفی بر اهداف پروژه است [۸].

ج. ریسک معادل است با ترکیبی از دو بعد حوادث و پیامد آن‌ها و عدم قطعیت‌های مربوط [۱۷].

د. بر اساس تعریف انستیتو استاندارد ملی امریکا (NIST)[۴] ریسک اندازه‌ای است که یک دارایی به‌وسیله‌ی یک پیشامد تهدید می‌شود و تابعی از احتمال وقوع و شدت اثرات سوء ناشی از پیشامد است [۱۳].

مقدار ریسک: یک عدد بدون بعد است که برای اولویت‌بندی ریسک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقدار ریسک بین صفر و یک است و از ضرب کردن مقدار احتمال در مقدار تأثیر (که هر دو بین صفر و یک هستند) به دست می‌آید [۲].

احتمال وقوع[۵]

بر اساس علم آمار، هر رویداد غیرقطعی، می‌تواند با توجه به احتمال خاصی رخ دهد. این احتمال وقوع، به دو روش می‌تواند تفسیر گردد. در روش اول به‌منزله‌ی فراوانی نسبی رویداد تفسیر می‌شود و در روش دوم همان سنجش ذهنی از عدم قطعیت‌ها درباره‌ی پیشامدها و پیامد آن‌ها در آینده است که از طریق مشاهده یا دانش و تجارب ارزیابی‌کننده مشخص می‌شود [۱۷]. در عمل معمولاً سه روش برای تخمین احتمال وقوع هر پیشامد به کار برده می‌شود. در مواردی مانند پرتاب سکه با محاسبات ریاضی می‌توان احتمال وقوع هر وضعیت را به دست آورد (احتمال کلاسیک). در سایر موارد که مسئله به این سادگی نیست، می‌توان از اطلاعات و تجارت گذشته که البته باید تا حد قابل قبول مشابه وضعیت حاضر باشند، استفاده کرد (احتمال تکرارشونده). برای محاسبه‌ی احتمال وقوع اتفاقی که به ندرت اتفاق می‌افتد، نه روش محاسبات ریاضی جوابگو است و نه اطلاعات ثبت‌شده‌ی کافی در دسترس است. در این حالت راهی به جز اتکا به قضاوت متخصصین و اهل فن وجود ندارد (احتمال بر پایه‌ی دانش یا ذهنی). متأسفانه بسیاری از ریسک‌ها در دسته‌ی سوم قرار می‌گیرد. به همین علت روش‌های کیفی در ارزیابی ریسک‌ها جذابیت بیشتری دارند [۲].

شدت اثر[۶]

شدت اثر به‌منزله‌ی دومین عامل ریسک، به معنی میزان تأثیری که یک ریسک در صورت وقوع می‌تواند بر روی یک یا چند

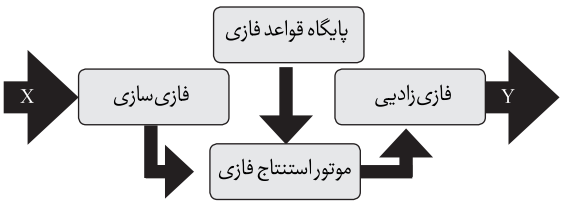
مورد از اهداف پروژه داشته باشد، تعریف شده است. این شدت به صورت توصیفی (مانند خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) یا به صورت کمی بیان می‌گردد.

منطق فازی[۷]

در مطالعات ریسک وجود اطلاعات نه چندان دقیق و ناقص و به‌کارگیری متغیرهای کلامی از قبیل کم، متوسط و زیاد، برای اندازه‌گیری متغیرهای احتمال وقوع و شدت اثر، فرایند تصمیم‌گیری را مشکل و دقت پردازش‌ها را کاهش می‌دهد. منطق فازی با استفاده از مقادیر و متغیرهای کلامی یا به عبارتی دانش فرد خبره، شیوه‌های مرسوم برای طراحی و مدل‌سازی یک شبکه را که نیازمند ریاضیات پیشرفته و نسبتاً پیچیده است میسر می‌کند و به همین دلیل در روش‌های تحلیل ریسک کمی، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. اصطلاح فازی به معنای درک ابهام در تعریف معیارها و اندازه‌ها، به جای فقدان اطلاعات و آگاهی در مورد ارزش متغیرها و روابط علیتی آن‌ها است. منطق فازی به وسیله‌ی پروفسور لطفی‌زاده در سال ۱۹۶۵ در مقاله‌ای با عنوان *مجموعه‌های فازی به جامعه‌ی علمی و دانشگاهی و عموم دانش‌پژوهان* معرفی شد [۹]. نظریه‌ی مجموعه‌ی فازی، برای اقدام در شرایط عدم اطمینان استفاده می‌گردد. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها و نظام‌هایی را که غیردقیق و مبهم هستند، صورت‌بندی ریاضی بخشد و زمینه را برای استدلال، استنتاج، پایش و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد. واضح است که بسیاری از تصمیمات و اقدامات ما در شرایط عدم اطمینان است و حالت‌های واضح غیرمبهم، بسیار نادر و کمیاب هستند [۱].

در تئوری مجموعه‌ها طبق تعریف، یک عضو انتخابی از مجموعه‌ی جهانی $A\cup\bar{A}$ در صورتی که عضوی از مجموعه‌ی A نباشد حتماً به متمم آن یعنی $\bar{A}$ تعلق دارد و بالعکس؛ یعنی یک عضو از A نمی‌تواند در یک زمان به متمم A یعنی $\bar{A}$ نیز تعلق داشته باشد. بنابراین در تئوری مجموعه‌ها یک تابع مشخص می‌کند که یک مقدار یا انتخاب عضوی از مجموعه‌ی مربوط به آن هست و یا خیر [۹].

$\mu f(x)$ درجه‌ی عضویت هر x معرفی می‌گردد که در اینجا x متغیر پایه از مجموعه‌ی فازی جهانی X است. محدوده‌ی μ بین اعداد صفر و یک متغیر است که صفر به معنای عدم عضویت مطلق و یک نیز به معنای عضویت مطلق است و اعداد بین این دو مقدار به معنی درجه‌ی عضویت عنصر به مجموعه‌ی فازی مربوط است. به عبارتی وضعیت عضویت یک عضو در یک مجموعه‌ی خاص بر خلاف تئوری مجموعه‌ها که مطلق است در مجموعه‌ی فازی با درجه‌ی عضویت آن عضو نسبت به مجموعه‌ی فازی مورد نظر مشخص و سنجیده می‌شود و با استفاده از یک تابع پیوسته قابل مدل‌سازی و بیان است. به‌کارگیری اعضایی از مجموعه‌های فازی تعریف شده توسط توابع درجه‌ی عضویت $\mu(x)$ در رابطه‌ها و عبارات منطقی را منطق فازی گویند. در این منطق درجه‌ی عضویت هر عضو در یک مجموعه‌ی فازی، میزان و درجه‌ی درست بودن یک عبارت را مشخص می‌نماید [۷]. به‌طورکلی برای طراحی یک نظام استنتاج بر اساس منطق فازی باید چهار ساختار فازی‌ساز (مدل‌سازی متغیرهای زبانی)، پایگاه دانش و قواعد فازی (قواعد اگر ... و آنگاه)، موتور استنتاج فازی (ارزیابی قواعد) و غیرفازی ساز (فازی‌زدایی و خروجی قطعی) تهیه گردد [۱۱]. نمایش گرافیکی این ساختار در شکل ۱ نشان داده شده است. در این ساختار X متغیر ورودی و Y متغیر خروجی نظام هستند. برای مثال می‌توان احتمال وقوع را متغیر ورودی و ریسک را متغیر خروجی یک نظام استنتاج در نظر گرفت و پردازش‌های لازم را انجام داد.



تصویر۱: ساختار یک نظام فازی [۱۶]

در بررسی‌های به عمل آمده در مورد پیشینه‌ی تحقیق، مورد مشابهی که چارچوبی را برای ارزیابی ریسک در زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی ارائه دهد، مشاهده نگردید. فقط در برخی مطالعات، بدون تجزیه و تحلیل ریسک، چارچوب‌هایی در رابطه با تأمین امنیت داده و اطلاعات زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی ارائه شده است [۱۲، ۱۵].

چارچوب پیشنهادی

به طور کلی تحقیقات معدودی در زمینه‌ی ارزیابی ریسک در زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی انجام شده است. ضمن اینکه در اغلب تحقیقات مربوط، چارچوب مشخصی برای تحلیل ریسک‌ها ارائه نگردیده است. عدم قطعیت، شرایط مبهم، غیردقیق و عدم دسترسی به داده‌های عینی در مطالعات ریسک، ایجاب می‌کند تا چارچوبی ارائه گردد که در اینچنین شرایطی دارای کارآیی باشد؛ بنابراین در این تحقیق سعی گردید با به‌کارگیری منطق فازی در بدنه‌ی چارچوب، امکان ارزیابی ریسک‌های زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی به‌طور مؤثرتری فراهم گردد. ساختار این چارچوب در تصویر ۲ ارائه شده و هر یک از بخش‌های آن در ادامه تشریح گردیده است.

تصویر۲: چارچوب پیشنهادی و اجزای آن

مرحله‌ی شناسایی ریسک‌ها

فرایند شناسایی ریسک‌های متصور بر زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی و مستندسازی آن‌ها از اهمیت و حساسیت بسیاری برخوردار است و باید تلاش گردد ریسک‌ها به‌طور کامل شناسایی گردند، زیرا در صورت عدم شناسایی یک ریسک، آن ریسک از تحلیل‌های بعدی حذف می‌شود و نمی‌توان برنامه‌ریزی مناسبی برای پاسخ به آن انجام داد. از آنجا که دامنه‌ی اطلاعات مربوط به زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی گسترده و متنوع است، شناسایی ریسک‌های متصور به‌طور انفرادی نتیجه‌ی مطلوبی نخواهد داشت و استفاده از خرد جمعی نتایج بهتری را تولید می‌نماید؛ اما در روش اخیر که افراد در سطوح مختلف و همچنین با نظرها، عقاید و حتی تجارب و سوابق متفاوت مشارکت می‌کنند، استفاده از وزن یا عامل متمایزکننده‌ی افراد (Ci) اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. در این تحقیق وزن‌های اختصاص داده شده به افراد به صورت رابطه‌ی ۱ تعریف شده است:

رابطه‌ی ۱: $C_1+C_2+\ldots C_n=1$

برای شناسایی ریسک روش‌های متعددی مطرح است که می‌توان آن‌ها را بر حسب شرایط تحقیق به کار گرفت. تحلیل سوابق تاریخی و گزارش‌ها، سیاهه‌های وارسی، طوفان ذهنی، روش دلفی، قضاوت بر اساس معلومات و تجربیات، تحلیل سناریوها (چه می‌شود ... اگر) و تحلیل نقاط ضعف، قوت، فرصت‌ها و تهدیدها (SWOT) از مهم‌ترین روش‌های شناسایی ریسک محسوب می‌شوند [۷].

تجزیه و تحلیل کیفی

تجزیه و تحلیل کیفی روشی است که برای مشخص کردن سطح محافظت مورد نیاز برای برنامه‌های کاربردی، سامانه‌ها، ابزارها و سایر دارایی‌های زیرساخت/سامانه مورد استفاده قرار می‌گیرد [۵]. بر طبق این روش، احتمال وقوع تهدیدها، میزان خسارات وارد شده به زیرساخت/سامانه (شدت اثر) در صورت وقوع آن‌ها و نوع حفاظت و اقدامات کنترلی مورد نیاز بررسی می‌شود. در نهایت با استفاده از نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل می‌توان ریسک‌ها را تشخیص داده و عواقب سوء آن‌ها را در سازمان تا سطح قابل قبولی کاهش داد [۵]. از جمله نقاط منفی این روش این است که در این روش تلاش می‌شود با استفاده از نظرهای کارشناسی و به صورت ذهنی عناصر مختلف تشکیل‌دهنده‌ی ریسک بررسی و اولویت‌بندی شوند [۲]. مراحل تجزیه و تحلیل کیفی شامل تعیین احتمال وقوع، شدت اثر و در نهایت محاسبه‌ی ریسک است که در ادامه به این موارد پرداخته شده است.

احتمال وقوع

احتمال وقوع به‌منزله‌ی عاملی مهم برای تعیین ریسک شناخته می‌شود و درجه‌ی احتمال وقوع ریسک/تهدید شناسایی‌شده را در آینده یا حین اجرای پروژه نشان می‌دهد. احتمال وقوع (P) با واژه‌ها و متغیرهای کلامی سنجیده می‌شود و به این منظور از پرسش‌نامه‌هایی با سؤالاتی که شامل طیف‌های چندگانه هستند، استفاده می‌گردد. پرسش‌نامه‌ها با مشارکت خبرگان و کارشناسان باتجربه تکمیل می‌گردد. برای کسب نظرهای خبرگان در خصوص احتمال وقوع هر یک از ریسک‌ها می‌توان از روش‌های متعدد نظرسنجی مانند روش دلفی، روش فضای فازی و روش‌های فریمن فازی بهره گرفت [۴].

شدت اثر

عامل دوم مؤثر در اندازه‌گیری ریسک، شدت اثر است که مشخص‌کننده‌ی میزان تأثیر ریسک/تهدید، بر پروژه پس از وقوع است. ریسک‌ها می‌توانند، پس از وقوع، آثار مضر متعددی بر زیرساخت/سامانه اطلاعات مکانی تحمیل نمایند. برای اندازه‌گیری شدت این تأثیرات از معیارهای متعددی استفاده می‌گردد. با توجه به ماهیت زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی، در ارزیابی شدت تأثیر ریسک از شاخص‌های محرمانگی (تأثیر در افشای غیرمجاز داده و اطلاعات)، صحت (تأثیر در تغییرات ناخواسته در داده و اطلاعات) و دسترس‌پذیری (تأثیر در دسترسی کاربران مجاز به داده و اطلاعات) بهره‌برداری شده است. برای سنجش شدت تأثیر هر یک از ریسک‌های شناسایی‌شده، با استفاده از پرسش‌نامه‌ی مربوط، نظرهای خبرگان در طیفی مشابه احتمال وقوع، قابل شمارش خواهد بود.

تعیین ریسک

مرحله‌ی نهایی در تجزیه و تحلیل کیفی ریسک، تعیین و اولویت‌بندی ریسک‌های زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی است. در این فرایند برای رتبه‌بندی ریسک‌ها، حاصل ضرب ارزش‌های عددی اختصاص داده شده به احتمال وقوع و شدت تأثیر هر ریسک/تهدید محاسبه می‌شود و سپس بر اساس مقادیر حاصل، ریسک‌ها رتبه‌بندی و تفسیر می‌شوند. برای رتبه‌بندی می‌توان بنا به مورد، با نظر ارزیابی‌کننده محدوده‌های عددی حاصل را تفسیر کرد و یا از منابع مرتبط استفاده کرد. نمونه‌ی استانداردی از منبع NIST امریکا در جدول ۱ ارائه شده است.

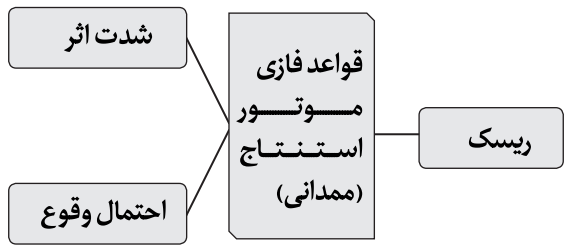
جدول ۱: مقیاس NIST امریکا [۱۳]

عنوان کلاس	دامنه‌ی مقادیر
خیلی زیاد	۹۶-۱۰۰
زیاد	۸۰-۹۵
متوسط	۲۱-۷۹
کم	۵-۲۰
خیلی کم	۰-۴

استنتاج فازی

نظام استنتاج فازی بر اساس قواعد «اگر ... آنگاه» بنا نهاده شده است، به‌طوری‌که با استفاده از قواعد مزبور می‌توان ارتباط تعدادی متغیر ورودی و خروجی را به دست آورد [۳]. برای

به‌کارگیری استنتاج فازی لازم است مراحل متعددی اجرا گردد. ابتدا باید مدلی متشکل از متغیرهای تحقیق، تعریف شده و سپس توابع عضویت فازی ترم‌های این متغیرها ایجاد گردد (شکل ۳). سپس در بخش قواعد و استنتاج فازی این مدل از روش‌های استنتاج از قبیل ممدانی که به علت ساختار ساده و مؤثر، بیشترین کاربرد را در مسائل علمی پیدا کرده است، استفاده گردد. برای مثال، مدلی بر اساس احتمال وقوع و شدت اثر (به عنوان ورودی‌های مدل) و مقدار ریسک (خروجی)، در تصویر ۳ نمایش داده شده است.



تصویر ۳: نمونه‌ی یک مدل فازی

از پرکاربردترین توابع عضویت فازی در مورد ریسک، توابع گوسین (Gaussian) است. از ویژگی‌های بارز این توابع این است که مشخصه‌های محاسباتی و ریاضیاتی را به گونه‌ای ساده نمایش می‌دهند. همچنین توابع گوسین دارای حالت پیوستگی هستند که موجب می‌گردد این توابع به صورت هموار و غیرصفر باشند. هموار و مختصر بودن توابع گوسین سبب شده تا به‌منزله‌ی توابع عضویت رایج در نمایش مجموعه‌های فازی استفاده گردند [۱۱]. تابع عضویت گوسین به صورت رابطه‌ی ۲ است:

رابطه‌ی ۲:

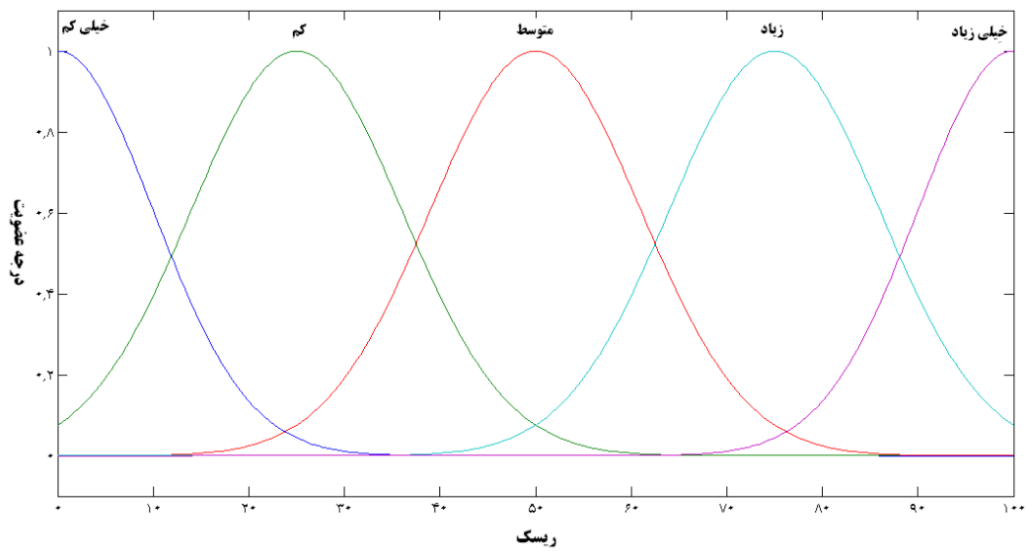
$$\text{Gaussian}(x;c;\delta) = e^{\frac{1}{2}(\frac{x-c}{\delta})^2}$$

در این معادله c مرکز و σ عرض تابع عضویت هستند. با تغییر مقدار σ می‌توان میزان همپوشانی توابع عضویت را کنترل کرد. همپوشانی ۵۰ درصد سبب می‌شود، ریسک مربوط به در نظرنگرفتن یک موقعیت خاص حذف گردد [۱۱]. نمونه‌ای از توابع عضویت گوسین تعریف‌شده در تصویر ۴ نشان داده شده است. در این تصویر پنج تابع از نوع گوسین برای هر ترم یک متغیر کلامی (مانند ریسک) یعنی خیلی بالا، بالا، متوسط، کم و خیلی کم تعریف شده است.

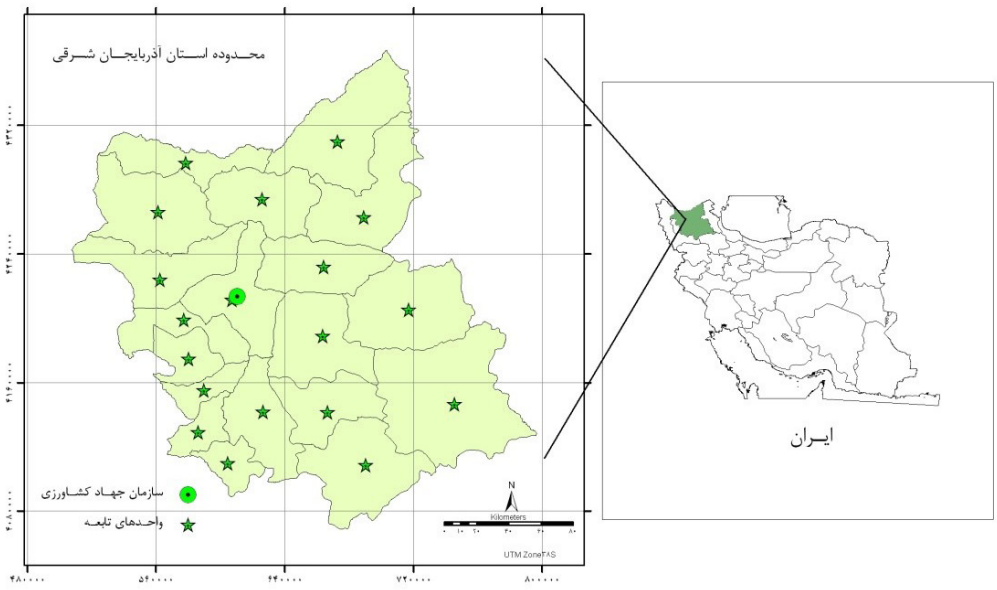
پس از تعریف توابع عضویت، ترکیب حالت‌های مختلف کیفی ممکن برای متغیرها باید مشخص شود و در قالب قواعد «اگر ... آنگاه» تهیه گردد. در منابع NIST [۱۳] نمونه‌ای از قواعد برای استفاده در حوزه‌ی فناوری اطلاعات آمده است که می‌تواند استفاده گردد. با تعریف شدن توابع عضویت و قواعد «اگر ... آنگاه»، تحلیل ریسک بر اساس منطق فازی میسر می‌گردد. به این منظور مقادیر متغیرهای ورودی وارد مدل گردیده و امتیاز فازی متغیر خروجی استخراج می‌شود. طی این فرایند، فازی‌سازی ورودی‌ها بر اساس توابع عضویت انجام می‌شود و با اجرای مثلاً عملگر منطقی حداقل (Min) برای استنتاج۸، تابع حداکثر (Max) برای انبوهش۹ و در نهایت مطابق یکی از روش‌های فازی‌زدایی۱۰ مانند مرکز ثقل، خروجی‌های قطعی تولید می‌گردد [۹]. متعاقباً برای استفاده از نتایج حاصل، امتیازات حاصل رتبه‌بندی می‌شود و ریسک‌های مهم و حیاتی شناسایی می‌گردند.

مطالعه‌ی موردی

در این قسمت، در راستای عینیت بخشیدن به چارچوب پیشنهادی، مطالعه‌ای موردی اجرا گردید. به این منظور مجموعه‌ی سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی به‌منزله‌ی محل پیاده‌سازی چارچوب پیشنهادی منظور گردید. این سازمان با ادارات و مدیریت‌های متعدد تابعه، اصلی‌ترین متولی امورات کشاورزی استان شناخته می‌شود و به‌کارگیری سامانه‌ی اطلاعات مکانی در مجموعه‌ی این سازمان روز به روز در حال افزایش است و مطالعه‌ی زیرساخت داده‌های مکانی آن در حال انجام شدن است. نقشه‌ی محل مطالعه‌ی موردی در تصویر ۵ نمایش داده شده است. به طور اجمالی، برای انجام دادن



تصویر۴: نمونه‌ی توابع عضویت گوسین



تصویر ۵: نمایش محل انجام مطالعه‌ی موردی

این مطالعه‌ی موردی، ابتدا ریسک‌های متصور بر زیرساخت/ سامانه‌ی اطلاعات مکانی سازمان شناسایی شده است و سپس با کمک تجزیه و تحلیل کیفی و بعد استنتاج فازی ریسک‌های سازمان تعیین، رتبه‌بندی و معرفی گردیده است. ادامه‌ی بحث به تفصیل به این موارد پرداخته است.

مرحله‌ی شناسایی ریسک

در این مرحله با استفاده از روش‌های مختلف (بررسی مطالعات مرتبط با شناسایی ریسک‌ها در داخل و خارج کشور، مطالعه‌ی سوابق، مصاحبه‌های متعدد با افراد متخصص و برگزاری جلسات طوفان فکری) بیش از ۸۰ ریسک شناسایی گردید. مستندات سازمان استاندارد جهانی یا ISO[11] شامل ISO/IEC 27002، ISO/IEC 27001، ISO/IEC 27005 و نشریه‌ی Information Security, 2012 انستیتو ملی استانداردها و فناوری امریکا (NIST) در مورد امنیت سامانه‌های فناوری اطلاعات (IT) از جمله مهم‌ترین منابع در تهیه این فهرست هستند[۱۳، ۱۴]. در ادامه با بهره‌گیری از نظرهای شش نفر از خبرگان سازمان این تعداد به ۳۴ مورد تقلیل یافت و پس از کدگذاری، در قالب سه کلاس ریسک‌های اجرایی - مدیریتی (۲۴ مورد)، امنیتی (۸ مورد) و مالی (۲ مورد) سازماندهی گردیدند. در جدول ۲ فهرست ریسک‌های شناسایی‌شده نشان داده شده است.

تجزیه و تحلیل کیفی

پس از شناسایی ریسک‌های مورد بررسی، به ارزیابی ریسک‌ها به روش کیفی اقدام شد. در این روش احتمال وقوع و شدت اثر دو عامل برای محاسبه‌ی ریسک لازم است که باید مقادیر آن‌ها تعیین گردد. به این منظور، پرسش‌نامه‌ای تهیه گردید و با مشارکت و همکاری شش نفر از خبرگان (با وزن‌های عددی ۰/۹ ۰/۵ ۰/۴ ۰/۳ ۰/۹ و ۰/۳)، مقادیر احتمال وقوع و شدت اثر هر یک از ۳۴ ریسک بر اساس متغیرهای کلامی (خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم) جمع‌آوری شد و پس از کمی‌سازی و محاسبه‌ی حاصل ضرب مقادیر احتمال وقوع و شدت اثر، مقدار عددی ریسک‌های تحت بررسی تعیین گردیدند. در فرایند کمی‌سازی از محدوده‌های عددی مطابق جدول ۳ استفاده شد و عبارت‌های توصیفی احتمال و شدت اثر، به معادل عددی آن‌ها تبدیل شدند.

تعیین سطح ریسک گام بعدی است که این کار بر اساس مقیاس ارائه شده توسط NIST انجام گردید. برای افزایش دقت، سرعت و همچنین ایجاد سهولت، همه‌ی این عملیات با استفاده از برخی توابع اکسل پیاده گردید که بخشی از آن در جدول ۴ نشان داده شده است.

استنتاج فازی

در این بخش یک مدل فازی متشکل از دو متغیر ورودی شامل احتمال وقوع و شدت اثر و یک متغیر خروجی شامل ریسک، که به صورت متغیر کلامی مورد نظر قرار می‌گیرند، مطابق تصویر ۶، در محیط نرم‌افزار Matlab® ایجاد گردید. در تعریف این مدل، نام مدل، GIS؛ روش استنتاج، Mamdani؛ روش انبوهش، تابع حداکثر و روش فازی‌زدایی، مرکز ثقل تعیین گردیدند و متعاقب آن توابع عضویت برای ترم‌های پنج‌گانه‌ی متغیرها و پایگاه قواعد فازی پیاده‌سازی شد. در این ساختار، برای هر یک از متغیرهای کلامی که از ۵ ترم شامل خیلی بالا (VH)، بالا (H)، متوسط (MO)، کم (L) و خیلی کم (VL) تشکیل شده‌اند، یک تابع عضویت از

جدول ۲: فهرست مهم‌ترین ریسک‌های شناسایی‌شده

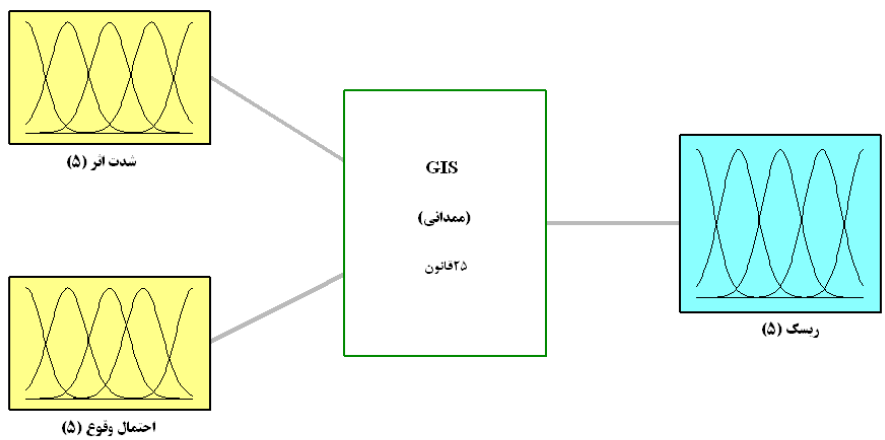
ردیف	کلاس	شرح ریسک
۱	۳	ناکافی بودن بودجه‌ی پروژه‌ی GIS و SDI واحد/سازمان
۲	۳	افزایش هزینه به دلیل انتخاب ناقص/اشتباه سخت‌افزار/نرم‌افزار GIS در واحد/سازمان
۳	۲	ناکافی بودن همکاری و هماهنگی درون سازمانی در طرح GIS و SDI سازمان
۴	۲	نبود پشتیبانی در سطح رده‌های بالای مدیریت از GIS و SDI سازمان
۵	۲	به‌کارگیری پرسنل فنی موقت در امورات مرتبط با داده و اطلاعات مکانی واحد/سازمان
۶	۱	برگزاری دوره‌های آموزشی در رابطه با امنیت داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان
۷	۲	نبود برنامه/پیش‌بینی در مورد نحوه‌ی استفاده از داده و اطلاعات مکانی در مواقع اضطراری، در واحد/سازمان
۸	۲	در مواقع اضطراری، اینکه بازیابی داده و اطلاعات مکانی در حداقل زمان انجام نشود
۹	۲	استفاده نکردن از کارشناس مرتبط با داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان
۱۰	۲	رعایت استانداردهای داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان (داده و متادیتا)
۱۱	۲	نگهداری نامناسب (از نظر شرایط محیطی) داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان
۱۲	۲	تهیه نکردن نسخه‌های پشتیبان از داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان
۱۳	۲	کنترل نکردن کارکرد صحیح نسخه‌های پشتیبان(بازیابی) در واحد/سازمان
۱۴	۲	آلودگی داده و اطلاعات مکانی به ویروس، تروجان و ... در واحد/سازمان
۱۵	۲	به‌روزرسانی نکردن داده و اطلاعات مکانی و متادیتای مربوط در واحد/سازمان
۱۶	۲	طبقه‌بندی نادرست داده و اطلاعات مکانی واحد/سازمان
۱۷	۲	آسیب دیدن داده و اطلاعات مکانی واحد/سازمان ناشی از نوسان برق
۱۸	۲	پشتیبان‌گیری ناکافی یا نامنظم از داده و اطلاعات مکانی واحد/سازمان
۱۹	۲	تهیه نکردن فراداده برای داده و اطلاعات مکانی به صورت کافی و منظم در واحد/سازمان
۲۰	۲	ایجاد نکردن فراداده (Metadata) برای داده و اطلاعات مکانی واحد/سازمان
۲۱	۲	نبود سرورهای پشتیبان در واحد/سازمان
۲۲	۲	نبود دسترسی به داده و اطلاعات مکانی در اثر نبود سخت‌افزارهای جایگزین در واحدهای پشتیبانی
۲۳	۱	افشای داده و اطلاعات مکانی مهم GIS واحد/سازمان
۲۴	۱	دستکاری یا جعل داده و اطلاعات مکانی GIS واحد/سازمان
۲۵	۱	نبود دسترسی به داده و اطلاعات مکانی GIS واحد/سازمان
۲۶	۱	نبود رمزعبور در داده و اطلاعات مکانی واحد/سازمان
۲۷	۱	نبود مسئول امنیت داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان
۲۸	۱	کپی و تکثیر غیرمجاز نقشه‌های موضوعی تهیه شده توسط GIS واحد/سازمان
۲۹	۱	آسیب به داده و اطلاعات مکانی ناشی از کارکنان ناراضی
۳۰	۱	تمرکز سرورهای اصلی و پشتیبان داده و اطلاعات مکانی در مکانی واحد
۳۱	۱	استفاده نکردن از فیلدهای تعیین‌کننده‌ی میزان حساسیت و اهمیت داده و اطلاعات در جداول توصیفی
۳۲	۱	آسیب به داده و اطلاعات مکانی ناشی از افراد برون‌سازمانی
۳۳	۱	سرقت رمزعبور منابع داده و اطلاعات مکانی واحد/سازمان
۳۴	۳	استفاده از نرم‌افزارهای کاربردی بومی در مدیریت داده‌های مکانی و متادیتای مربوط

جدول ۳: محدوده‌ی عددی استفاده شده در فرایند کمی‌سازی

عنوان کلاس	دامنه‌ی مقادیر احتمال/شدت
خیلی کم	۰-۰/۱۹
کم	۰/۲-۰/۳۲
متوسط	۰/۳۳-۰/۴۹
زیاد	۰/۵-۰/۶۶
خیلی زیاد	۰/۶۷-۱

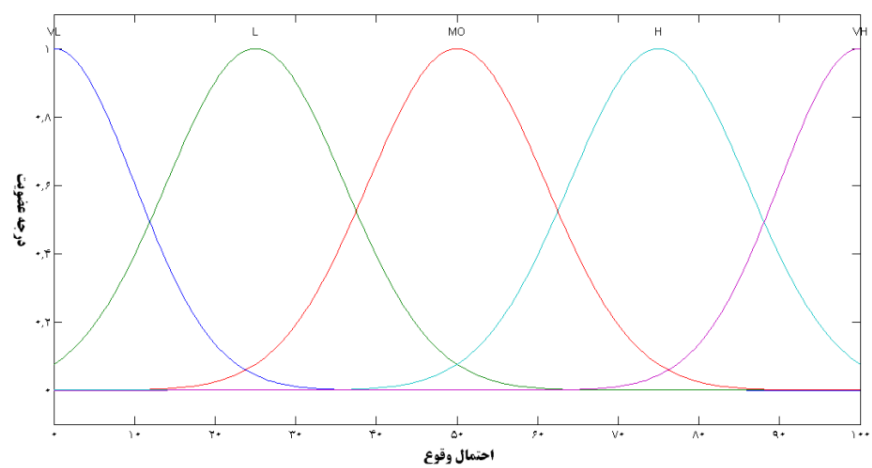
جدول ۴: تجزیه و تحلیل ریسک به روش معمول (احتمال وقوع × شدت تأثیر)

ردیف	کلاس	شرح ریسک	احتمال وقوع(P)	شدت اثر(I)	مقدار ریسک کلاسیک
۱	۳	ناکافی بودن بودجه پروژه GIS و SDI واحد/سازمان	۰/۹۲	۰/۸۸	۰/۸۱
۲	۳	افزایش هزینه بدلیل انتخاب ناقص/اشتباه سخت افزار/نرم افزار GIS در واحد/سازمان	۰/۵۲	۰/۶۲	۰/۳۲
۳	۲	ناکافی بودن همکاری و هماهنگی درون سازمانی در پروژه GIS و SDI سازمان	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۵۲
۴	۲	نبود پشتیبانی در سطح ردههای بالای مدیریت از GIS و SDI سازمان	۰/۶۷	۰/۸۶	۰/۵۸
۵	۲	بکارگیری پرسنل فنی موقت در امورات مرتبط با داده و اطلاعات مکانی واحد/سازمان	۰/۶۵	۰/۸۳	۰/۵۴
۶	۱	برگزاری دوره های آموزشی در رابطه با امنیت داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۶۴
۷	۲	عدم وجود برنامه/پیش بینی در مورد نحوه استفاده از داده و اطلاعات مکانی در مواقع اضطراری، در واحد/سازمان	۰/۶۹	۰/۷۷	۰/۵۳
۸	۲	در مواقع اضطراری، اینکه بازیابی داده و اطلاعات مکانی در حداقل زمان انجام نشود.	۰/۶۷	۰/۷۶	۰/۵۱
۹	۲	عدم استفاده از کارشناس مرتبط با داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان	۰/۷۰	۰/۶۶	۰/۴۶
۱۰	۲	رعایت استانداردهای داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان (داده و متادیتا)	۰/۵۹	۰/۷۳	۰/۴۳
۱۱	۲	نگهداری نامناسب (از نظر شرایط محیطی) داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان	۰/۷۴	۰/۷۹	۰/۵۹
۱۲	۲	عدم تهیه نسخههای پشتیبان از داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان	۰/۵۶	۰/۷۴	۰/۴۱

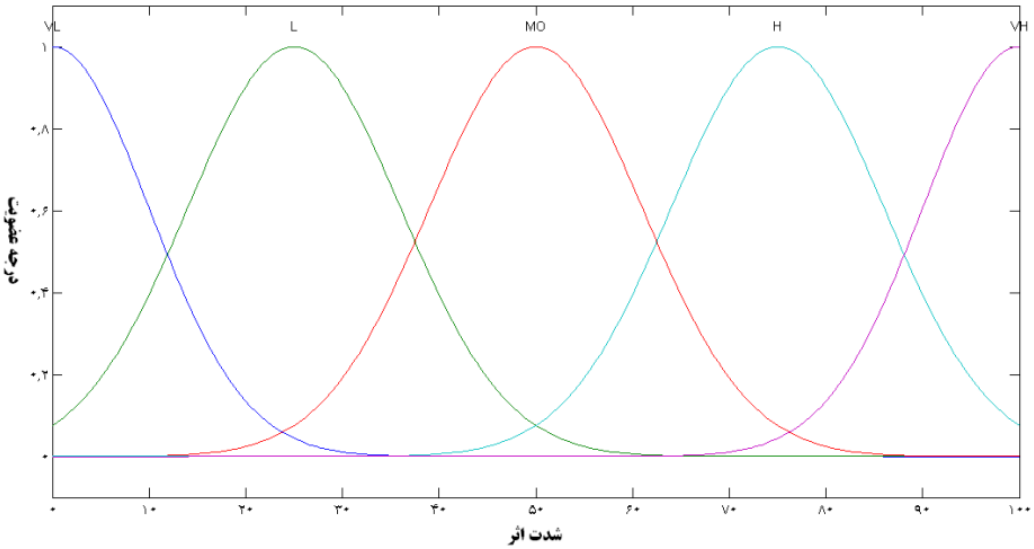


سامانه اطلاعات مکانی، ۲ متغیر ورودی، یک متغیر خروجی و ۲۵ قانون

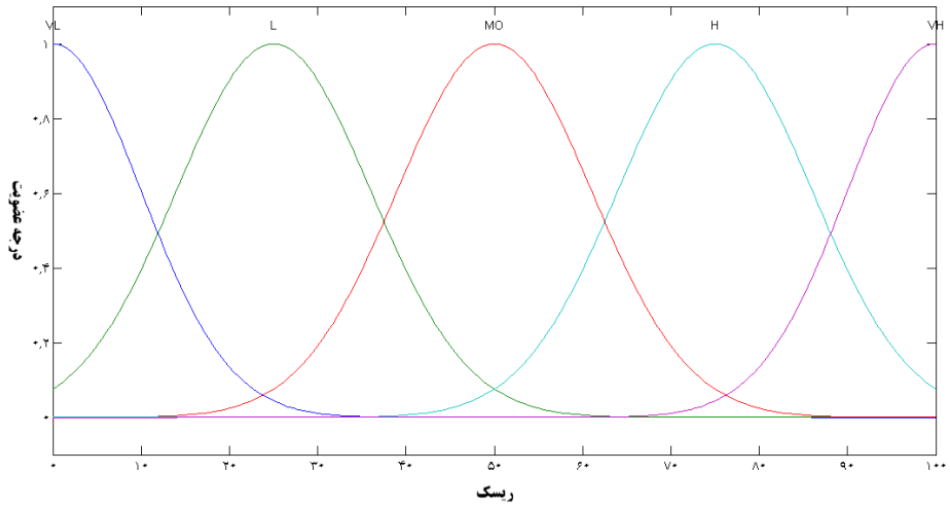
تصویر۶: ساختار مدل فازی برای ارزیابی ریسک زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی سازمان



تصویر۷: تابع عضویت متغیر احتمال وقوع



تصویر ۸: تابع عضویت متغیر شدت اثر



تصویر ۹: تابع عضویت متغیر ریسک

نوع گوسین (با میزان همپوشانی حدود ۵۰ درصد) ایجاد گردید (تصویرهای ۷ تا ۹).

در رابطه با تهیه‌ی قواعد فازی برای استنتاج، ۲۵ قانون «اگر ... آنگاه» مطابق با منابع NIST تدوین شد. نمونه‌ای از قواعد تدوین شده به صورت زیر است:

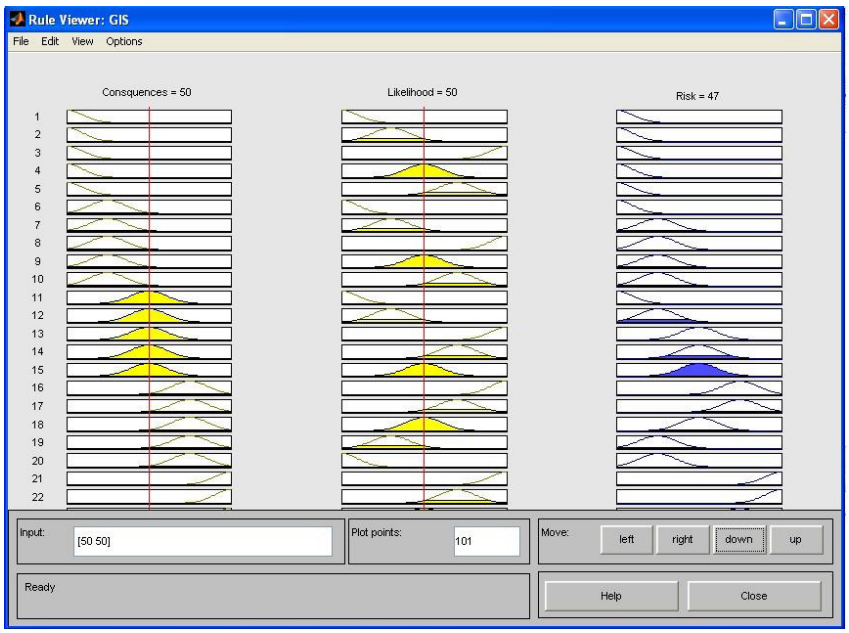
۱. اگر احتمال وقوع خیلی کم و شدت اثر خیلی کم باشد آنگاه ریسک خیلی کم است؛
۲. اگر احتمال وقوع خیلی بالا و شدت اثر متوسط باشد آنگاه ریسک متوسط است؛
۳. اگر احتمال وقوع متوسط و شدت اثر کم باشد آنگاه ریسک کم است؛
۴. اگر احتمال وقوع بالا و شدت اثر خیلی بالا باشد آنگاه ریسک خیلی بالا است.

نمایش پیاده‌سازی شده‌ی این قواعد به فرم گرافیکی در تصویر ۱۰ ارائه شده است.

پس از تشکیل مدل، مقادیر احتمال وقوع و شدت اثر، که در مرحله‌ی تجزیه و تحلیل کیفی به کار گرفته شدند، به‌منزله‌ی ورودی وارد مدل می‌شود و پس از پردازش‌های فازی، مقادیر فازی ریسک تولید می‌گردد. این مقادیر سپس مطابق با مقیاس استفاده شده در مرحله‌ی تجزیه و تحلیل کیفی رتبه‌بندی شده و ریسک‌های برتر شناسایی و معرفی می‌گردند (جدول ۵).

نتایج

بر اساس نظام استنتاج فازی، عدم وجود سرورهای پشتیبان ریسک رتبه‌ی اول (z یا مقدار ریسک=۰/۸) و ناکافی بودن بودجه‌ی GIS/SDI رتبه‌ی دوم (z=۰/۷۶) را به خود اختصاص داده‌اند. عدم استفاده از فیلدهای تعیین‌کننده‌ی میزان حساسیت و اهمیت داده و اطلاعات در جداول توصیفی، نبود مسئول امنیت داده و اطلاعات مکانی و عدم به‌روزرسانی داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان، ریسک‌هایی شناخته شدند که رتبه‌های سوم تا پنجم را کسب کرده‌اند (جدول ۶). مقایسه‌ی رتبه‌های ۳۴ مورد ریسک بر اساس دو روش کلاسیک و فازی نشان داد که نتایج دو روش ارزیابی متفاوت است؛ به طوری که از ۳۴ مورد ریسک، ۱۱ مورد ریسک (۳۲٪) در هر دو روش دارای رتبه‌ی یکسان و ۲۳ مورد



تصویر۱۰: نمونه قوانین ریسک استفاده شده در مدل‌سازی فازی (محیط MatlabR)

جدول ۵: تجزیه و تحلیل ریسک به روش فازی

ردیف	کلاس	شرح ریسک	احتمال وقوع(P)	شدت اثر(I)	ریسک فازی
۱	۳	ناکافی بودن بودجه پروژه GIS و SDI واحد/سازمان	۰/۹۲	۰/۸۸	۰/۷۷
۲	۳	افزایش هزینه بدلیل انتخاب ناقص/اشتباه سخت اقزار/نرم افزار GIS در واحد/سازمان	۰/۵۲	۰/۶۲	۰/۵۳
۳	۲	ناکافی بودن همکاری و هماهنگی درون سازمانی در پروژه GIS و SDI سازمان	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۰
۴	۲	نبود پشتیبانی در سطح ردههای بالای مدیریت از GIS و SDI سازمان	۰/۶۷	۰/۸۶	۰/۶۷
۵	۲	بکارگیری پرسنل فنی موقت در امورات مرتبط با داده و اطلاعات مکانی واحد/سازمان	۰/۶۵	۰/۸۳	۰/۶۵
۶	۱	برگزاری دوره های آموزشی در رابطه با امنیت داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۷۳
۷	۲	عدم وجود برنامه/پیش بینی در مورد نحوه استفاده از داده و اطلاعات مکانی در مواقع اضطراری، در واحد/سازمان	۰/۶۹	۰/۷۷	۰/۶۸
۸	۲	در مواقع اضطراری، اینکه بازیابی داده و اطلاعات مکانی در حداقل زمان انجام نشود،	۰/۶۷	۰/۷۶	۰/۶۷
۹	۲	عدم استفاده از کارشناس مرتبط با داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان	۰/۷۰	۰/۶۶	۰/۶۶
۱۰	۲	رعایت استانداردهای داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان (داده و متادیتا)	۰/۵۹	۰/۷۳	۰/۶۱
۱۱	۲	نگهداری نامناسب (از نظر شرایط محیطی) داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان	۰/۷۴	۰/۷۹	۰/۷۲
۱۲	۲	عدم تهیه نسخههای پشتیبان از داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان	۰/۵۶	۰/۷۴	۰/۵۷

(۶۸٪) رتبه‌ی متفاوت داشته‌اند. مطابق روش فازی ۳۳ مورد از ریسک‌های سامانه‌ی اطلاعات مکانی، ریسک متوسط و یک مورد ریسک زیاد ارزیابی شده‌اند. مشابه آن در روش کلاسیک شامل ۳ مورد ریسک کم، ۳۰ مورد ریسک متوسط و یک مورد ریسک زیاد بوده است. نتایج روش کلاسیک، زمانی که فرصت کافی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها وجود ندارد و یا یک نتیجه‌ی فوری مورد نیاز باشد، استفاده می‌گردد.

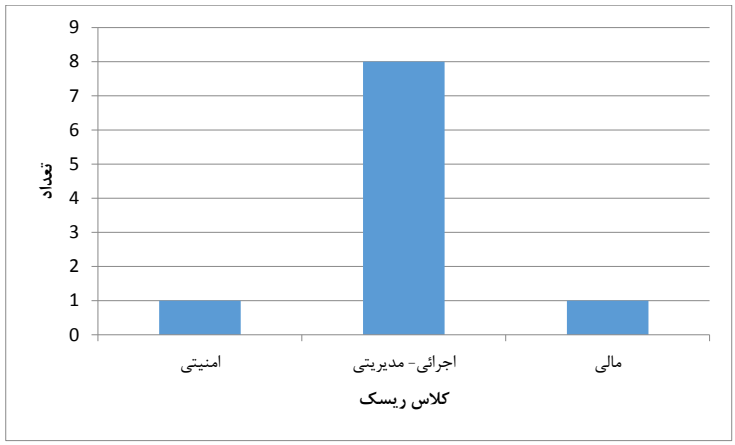
در بررسی ۱۰ ریسک دارای رتبه‌ی برتر، مشاهده گردید که ۱ مورد آن‌ها از نوع امنیتی، ۸ مورد از نوع اجرایی- مدیریتی و ۱ مورد ریسک مالی هستند (تصویر۱۱).

بحث

دراین مقاله رویکردی برمبنای منطق فازی درراستای سنجش ریسک‌های محتمل بر یک زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی

جدول ۶: نتایج روش فازی و کلاسیک

ردیف	کلاس	شرح ریسک	احتمال وقوع(P)	شدت اثر(I)	مقدار ریسک کلاسیک	سطح ریسک	مقدار ریسک فازی	سطح ریسک
۱	۳	ناکافی بودن بودجه پروژه GIS و SDI واحد/سازمان	۰/۹۲	۰/۸۸	۰/۸۱	زیاد	۰/۷۷	متوسط
۲	۳	افزایش هزینه بدلیل انتخاب ناقص/اشتباه سخت افزار/نرم افزار GIS در واحد/سازمان	۰/۵۲	۰/۶۲	۰/۳۲	متوسط	۰/۵۳	متوسط
۳	۲	ناکافی بودن همکاری و هماهنگی درون سازمانی در پروژه GIS و SDI سازمان	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۵۲	متوسط	۰/۷۰	متوسط
۴	۲	نبود پشتیبانی در سطح ردههای بالای مدیریت از GIS و SDI سازمان	۰/۶۷	۰/۸۶	۰/۵۸	متوسط	۰/۶۷	متوسط
۵	۲	بکارگیری پرسنل فنی موقت در امورات مرتبط با داده و اطلاعات مکانی واحد/سازمان	۰/۶۵	۰/۸۳	۰/۵۴	متوسط	۰/۶۵	متوسط
۶	۱	برگزاری دوره های آموزشی در رابطه با امنیت داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۶۴	متوسط	۰/۷۳	متوسط
۷	۲	عدم وجود برنامه/پیش بینی در مورد نحوه استفاده از داده و اطلاعات مکانی در مواقع اضطراری، در واحد/سازمان	۰/۶۹	۰/۷۷	۰/۵۳	متوسط	۰/۶۸	متوسط
۸	۲	در مواقع اضطراری، اینکه بازیابی داده و اطلاعات مکانی در حداقل زمان انجام نشود.	۰/۶۷	۰/۷۶	۰/۵۱	متوسط	۰/۶۷	متوسط
۹	۲	عدم استفاده از کارشناس مرتبط با داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان	۰/۷۰	۰/۶۶	۰/۴۶	متوسط	۰/۶۶	متوسط
۱۰	۲	رعایت استانداردهای داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان (داده و متادیتا)	۰/۵۹	۰/۷۳	۰/۴۳	متوسط	۰/۶۱	متوسط
۱۱	۲	نگهداری نامناسب (از نظر شرایط محیطی) داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان	۰/۷۴	۰/۷۹	۰/۵۹	متوسط	۰/۷۲	متوسط
۱۲	۲	عدم تهیه نسخههای پشتیبان از داده و اطلاعات مکانی در واحد/سازمان	۰/۵۶	۰/۷۴	۰/۴۱	متوسط	۰/۵۷	متوسط



تصویر۱۱: نمودار کلاس‌بندی ۱۰ ریسک برتر GIS/SDI

سازمانی و رتبه‌بندی آن‌ها ارائه گردید. شناسایی، تجزیه و تحلیل، اولویت‌بندی و داشتن برنامه برای برخورد با این رخدادهای متصور، می‌تواند نقش مؤثری در موفقیت و پایداری GIS/SDI ایفا نماید. در این تحقیق ۳۴ مورد ریسک متصور بر GIS/SDI شناسایی و مطابق دو روش کلاسیک و منطق فازی تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه‌ی نتایج این دو روش نشان داد که روش منطق فازی نتایج واقعی‌تری تولید می‌کند و ریسک‌ها عمدتاً از نوع اجرایی- مدیریتی است. نبود سرور پشتیبان مهم‌ترین ریسک شناخته شد و لازم است تا با تأمین تجهیزات و امکانات مورد نیاز سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، مکان‌یابی مناسب محل استقرار و تعدد سرورها، آسیب‌پذیری موجود رفع گردد یا چنانچه مقدور باشد با ارائه‌ی معماری نو در به‌کارگیری داده و اطلاعات مکانی این ریسک کنترل گردد. این ریسک در شرایط عادی ممکن است تأثیر قابل توجهی در کارکرد زیرساخت/سامانه نداشته باشد، اما در شرایط بحران می‌تواند سبب از کار افتادن زیرساخت/سامانه گردد (پرداختن به این موضوعات و اتخاذ تدابیر لازم در شرایط عادی مأموریتی است که باید بخش پدافند غیرعامل و یا مدیریت بحران سازمان‌ها آن را مورد توجه قرار دهند). همچنین بر اساس نتایج حاصل مشخص گردید که ریسک‌هایی مثل ناکافی بودن بودجه‌ی تخصیصی، استفاده نکردن از فیلدهای تعیین‌کننده‌ی میزان حساسیت و اهمیت داده و اطلاعات در جداول توصیفی، نبود مسئول امنیت داده و اطلاعات مکانی و به‌روزرسانی نشدن داده و اطلاعات، آموزش ندادن کارکنان و رعایت نکردن استانداردها از اهمیت زیادی در موفقیت طرح GIS/SDI برخوردار هستند. اما در راستای پایدار کردن و تضمین استمرار کارکرد زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی آنچه بیشتر جلب توجه می‌کند، داشتن برنامه‌ی به‌روزرسانی منظم در راستای شناسایی، تجزیه و تحلیل، اولویت‌بندی و پاسخ به ریسک‌های متصور بر زیرساخت/سامانه طی فواصل زمانی مناسب و یا با تغییر شرایط سازمان است.

در پایان، پیشنهاد می‌گردد تا فرایند ارزیابی و مدیریت ریسک در متن فعالیت‌های مرتبط با GIS/SDI در مراحل طراحی، پیاده‌سازی و بهره‌برداری در نظر گرفته شود. همچنین در بحث پردازش‌های فازی برای مطالعه‌ی ریسک‌های زیرساخت/سامانه‌ی اطلاعات مکانی، به‌کارگیری روش‌های استنتاج سوگنو[۱۲] و لارسن[۱۳] و مقایسه‌ی نتایج حاصل با روش ممدانی، مبهم و نامعلوم باقی مانده است که می‌تواند موضوع تحقیق علاقه‌مندان باشد.

سپاسگزاری

تحقیق حاضر در سایه همکاری و مساعدت ریاست محترم وکارکنان تلاش گر سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی به ثمر نشسته است. در انجام این تحقیق جناب آقایان مهندس مهری، دکتر

لطفعلی زاده، مهندس حسابی، مهندس سائلی، مهندس شهبازی کیا، دکتر مختاری، مهندس زمزمی، مهندس عبدالصمدی و سرکار خانم مهندس محمدی از مجموعه سازمان جهاد کشاورزی استان و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، جناب آقای دکتر سیدباقر فاطمی از دانشگاه اصفهان و جناب آقای مهندس علی علیدوستی از دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران از هیچ کوششی جهت پر بار شدن این کار پژوهشی دریغ ننمودند. بدینوسیله از زحمات تمامی این بزرگواران محترم تقدیر و تشکر می گردد.

پی‌نوشت

1. Spatial Data Infrastructure
2. Geographic Information system
3. Risk
4. National Institute of Standards and technology
5. Likelihood
6. Impact
7. Fuzzy Logic
8. Implication
9. Aggregation
10. Defuzzification
11. The International Organization for Standardization
12. Sugeno fuzzy logic
13. Larsen fuzzy logic

منابع

۱. عادل، آذر؛ فرجی، حجت (۱۳۸۱). *علم مدیریت فازی*. مرکز مطالعات مدیریت و بهره‌وری در ایران.

۲. نظری، احمد؛ فرصت‌کار، احسان؛ کیافر، بهراد (۱۳۸۷). *مدیریت ریسک در پروژه‌ها*. انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور.

۳. کوره‌پزان دزفولی، امین (۱۳۸۷). *اصول تئوری مجموعه‌های فازی*. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.

۴. جعفرنژاد، احمد؛ یوسفی زنوز، رضا (۱۳۸۷). ارائه‌ی مدل فازی رتبه‌بندی ریسک در پروژه‌های حفاری شرکت پتروپارس. *نشریه‌ی علمی پژوهشی مدیریت صنعتی دانشگاه تهران*، شماره‌ی ۱.

۵. شیرازی، حسن؛ رضوی عمرانی، سید محمد (۱۳۸۷). *آنالیز ریسک امنیت اطلاعات*. انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

۶. چشم‌انداز GIS شهرداری در معاونت اطلاعات مکانی سازمان فناوری شهرداری تهران (۱۳۸۸). *ماهنامه‌ی تحلیل‌گران*، بازیابی از http://aiaco.ir.

۷. ذگردی، سید حسام‌الدین؛ رضایی‌نیک، ابراهیم؛ نظری، احد؛ هنری چوبر، فریدون (۱۳۹۰). ارزیابی و انتخاب پاسخ‌های خطرپذیری سطح (ریسک پروژه) از طریق یک مدل بهینه‌سازی چند هدفه و رویکرد اولویت‌بندی فازی (مطالعه‌ی موردی: نیروگاه سیکل ترکیبی آبادان). *نشریه‌ی پژوهش و توسعه‌ی فناوری*، سال سوم، شماره‌ی ۵.

۸. جوزی، سید علی (۱۳۸۷). *ارزیابی و مدیریت ریسک*. انتشارات دانشگاه آزاد واحد شمال تهران.

۹. حسینی، سیدمحمد (۱۳۸۱). منطق فازی و کاربرد آن در مدیریت. انتشارات ایشیق.

۱۰. حق‌نویس، معید؛ ساجدی، همایون (۱۳۸۶). *مهندسی ریسک برای مدیران پروژه*. انتشارات مؤسسه‌ی خدمات فرهنگی رسا، چاپ اول، تهران.

۱۱. یزدانی چمزینی، عبدالرضا؛ علیدوستی، علی؛ بصیری، محمد حسین (۱۳۹۱). ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حیاتی با استفاده از سیستم استنتاج فازی، اولین کنفرانس پدافند غیرعامل و سازه‌های مقاوم، مازندران، بابل.

12. Bertino Elisa (2008). Security and Privacy for Geospatial Data: Concepts and Research Directions, ACM SPRINGL Workshop, Irvine, CA, USA.

13. Stoneburner Gary, Alice Goguen, and Alexis Feringa (2012). Risk Management Guide for Information Technology Systems, NIST Special Publication 800-30, U.S. Department of Commerce.

14. ISO/IEC (2011). Information technology, Security techniques, Information security risk management, Reference Number ISO/IEC 27005:2011(E).

15. Hanashima Makoto (2005). Consideration for Information Security Issues in Geospatial Information Services of Local Governments, IASSIST Quarterly Winter.

16. T. J. Ross (2004). Fuzzy Logic with Engineering Applications, John Wiley & Sons Ltd.

17. Aven Terje (2011). *Quantitave Risk Assessment*. Cambridge university press.

18. Chan T. O, Feeney M. E and Rajabifard Abbas (2001). and Williamson, I. P., The Dynamic Nature of Spatial Data Infrastructure: a Method of Descriptive Classification. *Journal of Geomatica*, Vol.55, No.1, PP. 65-72.

19. Mansourian Ali (2005). Development of an SDI Conceptual Model and Web-based GIS to Facilitate Disaster Management, Ph.D. Thesis, Faculty of Geodesy & Geomatics Eng., K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran.

20. Rajabifard, A. and Williamson, I. P (2003). Anticipating the Cultural Aspects of Sharing for SDI Development. *Spatial Science Conference*, 22-26 September, Canberra, Australia.

21. Van Leonen B. and Kok B. C (2004). Spatial Data Infrastructure and Policy Development in Europe and United States, Delft University of Technology, the Netherlands.

22. Douglas Nebert (2004). Developing Spatial Data Infrastructures: The SDICookbook ,GSDI, Version 2.0.

23. Brand M. J. D (1996). Emerging Global Spatial Data Infrastructure, Paper Presented at GSDI2, Bonn, Germany.