Archive of SID

پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی
دوره 9، شماره 1، بهار 1398

ارائه یک مدل ریاضی برای تحلیل ریسک‌های تعاملی سیستم زنجیره تأمین دارو با استفاده از شبکه‌های باور بیزی

عظیم‌اله زارعی*، مهدی شاکری، عادل آذر، مرتضی ملکی مین‌باش رزگاه

1- دانشیار، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
2- دانشجوی دکتری مدیریت سیستم، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
3- استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
4- استادیار، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

دریافت: 1397/10/25 پذیرش: 1398/04/15

چکیده

وجود ریسک‌پذیری و نیز ایجاد شکست در زنجیره تأمین می‌تواند اثر معناداری بر عملکرد کوتاه‌مدت و نیز اثر منفی بلندمدت بر عملکرد شرکت‌کنندگان در زنجیره داشته باشد. بنابراین این پژوهش با نگاهی نوآورانه به دنبال ارائه یک مدل ریاضی برای تحلیل ریسک‌های تعاملی سیستم زنجیره تأمین با استفاده از شبکه‌های باور بیزی است. پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ ماهیت توصیفی است. جامعه خبرگان پژوهش در دو دسته خبرگان آکادمیک و خبرگان صنعت طبقه‌بندی شده‌اند. در این پژوهش اطلاعات لازم از زنجیره تأمین دارویی بیمارستان امام رضا (ع) مشهد به دست آمده است که با استفاده از فرایند الگوسازی شبکه‌های باور بیزی نیز تجزیه و تحلیل شده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که ریسک در شبکه‌های باور بیزی نسبت به روش‌های سنتی تحلیل بسیار بهتر عمل می‌کند، زیرا می‌تواند تحلیل ریسک پایه‌ای از جمله رتبه‌بندی ریسک‌ها و تحلیل

* نویسنده مسئول مقاله: E-mail: a_zarei@semnan.ac.ir

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

سناریو و دیگر ملزومات تحلیل ریسک را به خوبی انجام دهد. همچنین شبکه‌های باور بیزی می‌تواند انواع عدم قطعیت‌های متفاوت را به زبان احتمالات با شکل دیداری مناسب نمایش داده و دید بهتر و جامع‌تری نسبت به شرایط زنجیره و ریسک‌های آن فراهم کند.

واژه‌های کلیدی: ریسک‌های تعاملی سیستم زنجیره تأمین، الگوسازی ریاضی،شبکه‌های باور بیزی.

1- مقدمه

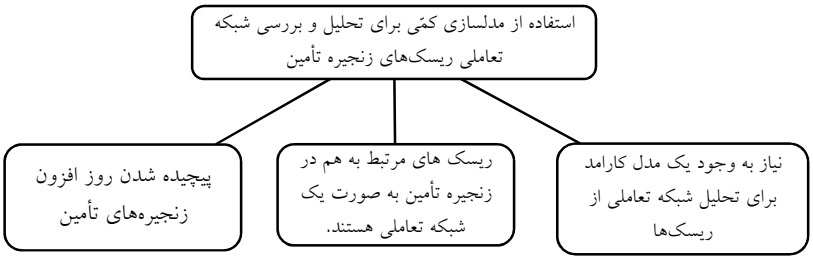
در سال‌های اخیر ظهور فناوری‌های نوین در بازارهای جهانی و افزونی روز به روز رقبای توانمند در سطوح مختلف تجارت، ضرورت مدیریت زنجیره تأمین را بیش از پیش نمایان کرده است، به نحوی که سازمان‌های مختلف به منظور ایجاد موقعیت مطلوب و حفظ جایگاه خود ناچار به پیاده‌سازی آن می‌باشند [1]. اما در پشت پرده زنجیره‌های تأمین، ریسک و مشکلاتی نیز پیش روی فعالان و محققان این زمینه قرار گرفته است [2]. به دلیل افزایش عدم قطعیت در زنجیره تأمین و بروز عواملی نظیر مسائل سیاسی، نوسان‌های تقاضا، تغییرات تکنولوژی، ناپایداری‌های مالی و حوادث طبیعی و ...، سازمان‌ها برای کاهش آسیب‌پذیری و افزایش قابلیت تحمل زنجیره تأمین خود مجبور به صرف منابع برای پیش‌بینی تقاضا، تأمین و عدم قطعیت‌های داخلی سازمان شدند. توجه به این عدم قطعیت‌ها و عوامل ایجادکننده ریسک‌ها موجب شد تا مسئله مدیریت ریسک در زنجیره تأمین مطرح شود [3]. اینگونه مسائل در زنجیره‌های تأمین حساس مانند زنجیره تأمین دارویی (که شکست در آن جان افراد را به خطر می‌اندازد) به شکل قابل توجهی اهمیت پیدا می‌کند.به همین علت نیاز به روش‌های مدیریتی مؤثر که استحکام و انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین را ضمن حفظ کارایی آن تأمین کند، به شدت احساس می‌شود. با این حال اگرچه بسیاری از شرکت‌ها با عواقب این ریسک‌ها کاملاً آگاه هستند [4] اما پژوهش‌ها نشان می‌دهند که تنها بین 5 تا 25 درصد از شرکت‌ها برای برخورد با اختلال‌های زنجیره تأمین و مدیریت آنها برنامه‌ریزی می‌کنند و بیشتر مدیران وقوع این اختلال‌ها را نادر می‌دانند [5].

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

مدیریت ریسک مستلزم شناسایی، ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های مختلف است. در مطالعات زیادی چگونگی پاسخ به ریسک‌ها، استراتژی‌های واکنش و کنترل ریسک در زنجیره تأمین مورد توجه قرار گرفته است. اما چالش‌های جدید در حوزه مدیریت ریسک زنجیره تأمین در اغلب پژوهش‌های این حوزه نادیده گرفته شده است که همین امر نه تنها انجام این پژوهش را ضروری جلوه می‌دهد، بلکه تلاش برای برطرف کردن این چالش‌ها از راه ارائه مدل کمّی مناسب، این پژوهش را از سایر پژوهش‌های این حوزه متمایز می‌کند. شکل1 ضمن بیان این چالش‌ها، ضرورت این پژوهش را نمایش می‌دهد.



شکل 1. ضرورت و اهمیت انجام پژوهش

این پژوهش بر ساخت و ارائه مدلی کمّی برای تحلیل شبکه تعاملی ریسک‌های زنجیره تأمین تمرکز دارد که ریسک‌ها درون این شبکه به صورت احتمالی بر یکدیگر مؤثرند. در عمل، وقوع یک ریسک نه تنها ممکن است با درصدی از احتمال موجب وقوع دیگر ریسک‌ها شود، بلکه خود نیز ناشی از وقوع ریسک‌هایی بوده که نادیده گرفته شده‌اند [6]. بنابراین برای انجام یک تحلیل صحیح نمی‌توان هر ریسک را به تنهایی مورد بررسی قرار داد و این موضوع تمایز این پژوهش با سایر پژوهش‌های این حوزه را نمایان می‌سازد. بنابراین این پژوهش با نگاهی نوآورانه و با توجه به مسئله مطرح شده به دنبال ارائه یک مدل ریاضی برای تحلیل ریسک‌های تعاملی سیستم زنجیره تأمین با استفاده از شبکه‌های باور بیزی[1] (BBN) است که اهداف زیر را پشتیبانی کند:

1. Bayesian Belief Network (BBN)

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

- شناسایی و انتخاب روش مناسب الگوسازی برای کشف ریسک‌های تعاملی زنجیره تأمین
- ساخت‌دهی به روابط و وابستگی‌های میان ریسک‌های زنجیره در قالب یک شبکه بیز
- درنهایت ارزیابی و اعتبارسنجی مدل BBN برای تحلیل شبکه تعاملی از ریسک‌های زنجیره تأمین در مورد مطالعه.

2- ادبیات نظری پژوهش

در پژوهش‌های متعددی به بحث مدیریت و ارزیابی ریسک به‌طور عام و در زنجیره تأمین به‌طور خاص پرداخته شده است. در پژوهش‌هایی به مرور ادبیات مدیریت ریسک زنجیره تأمین پرداخته‌اند [7] و در برخی مطالعات ریسک زنجیره تأمین به عنوان حاصل‌ضرب احتمال در اثر یک رویداد محسوب شده و دو شاخص «میزان تأثیر» و «احتمال وقوع» ریسک در قالب ماتریس احتمال- اثر ریسک مورد استفاده قرار گرفته‌اند [4؛ 8]. در پژوهش‌های دیگری نیز محققان تکنیک‌های مختلفی چون تئوری گراف‌ها، بهینه‌سازی چند معیاره، منطق فازی، برنامه‌ریزی خطی و غیر خطی، برنامه‌ریزی تصادفی، مدل ساختاری تفسیری، سیستم پشتیبانی تصمیم چند عاملی، تئوری اقتضایی و ... مورد استفاده قرار داده‌اند [9-11]. اگرچه در این پژوهش‌ها ارزیابی ریسک اغلب به صورت کمّی یا نیمه کمّی انجام شده است ولی شناسایی ریسک‌ها بسیار محدود بوده و از طرف دیگر میزان بزرگی ریسک‌ها براساس شاخص‌های مختلف بیان نمی‌شود، از این رو میزان بحرانی بودن ریسک‌ها نسبت به هم تعیین نمی‌شود. در جدول 1 خلاصه برخی مطالعات انجام شده در زمینه ریسک زنجیره تأمین ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

جدول 1. خلاصه مطالعات انجام شده

ردیف	محققان/ سال	موضوع
	مطالعات داخلی	
1	حیدری و فرهاد محلی (1396)	بررسی تأثیر مدیریت ریسک بر عملکرد زنجیره تأمین با نقش میانجی انعطاف‌پذیری استراتژیک و فناوری اطلاعات یکپارچه در شرکت پخش فرآورده‌های نفتی منطقه گلستان -گرگان [12]
2	آتش‌سوز و همکاران (1395)	مدلسازی تفسیری- ساختاری ریسک‌های زنجیره تأمین صنعت پتروشیمی [13]
3	خواجه احمدی و برنایی بجد (1394)	فناوری اطلاعات در مدیریت ریسک زنجیره تأمین: مفاهیم و کاربردها [14]
4	واردی و همکاران (1392)	بررسی اثر IT بر قابلیت‌های زنجیره تأمین و عملکرد بنگاه: مطالعه موردی شرکت سایپا [15]
7	میرفخرالدینی و همکاران (1390)	به‌کارگیری فنون تصمیم‌گیری چندشاخصه برای ارزیابی عوامل ریسک زنجیره تأمین (مورد مطالعه: حوزه فناوری اطلاعات بنگاه‌های کوچک و متوسط) [16]
	مطالعات خارجی	
1	فن و همکاران (2017)	مدیریت زنجیره تأمین پایدار چند سطحی: نقش رهبری در زنجیره [17]
2	سریدوی و سارانگا (2017)	عدم اطمینان و ریسک زنجیره تأمین: نقش تعدیل‌کننده انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین در کاهش ریسک [18]
3	بردلی (2015)	روش توسعه یافته برای مدیریت اختلال‌های زنجیره تأمین [19]
4	بویسان (2014)	مدیریت ریسک زنجیره تأمین سایبری [20]
5	دکر و همکاران (2013)	بررسی چگونگی تأثیر به‌کارگیری اقدام‌های کنترلی بنگاه‌ها در مدیریت ریسک‌های مرتبط با همکاری و شراکت با شرکای زنجیره تأمین [21]
6	ترکمن و مک‌کورماک (2012)	ریسک‌های زنجیره تأمین در محیط‌های متلاطم، یک مدل مفهومی برای مدیریت ریسک شبکه زنجیره تأمین [22]

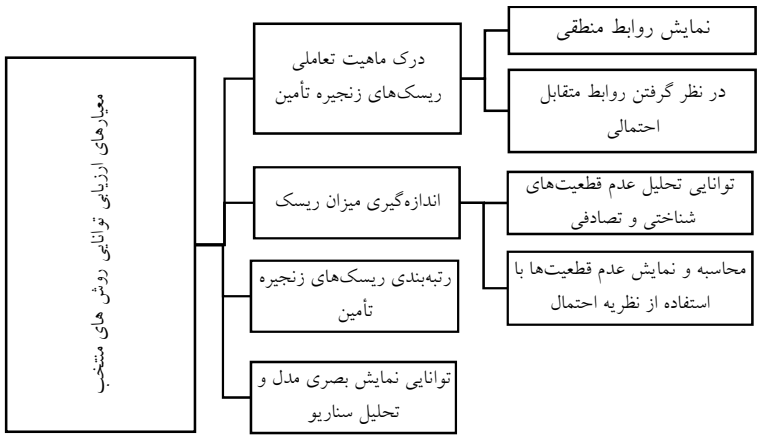
در یک ارزیابی کلی، مرور ادبیات ریسک زنجیره تأمین نشان می‌دهد که استفاده از الگوسازی در این حوزه رشد چشمگیری داشته است که همین امر اهمیت مدلسازی را در این حوزه مشخص می‌کند. این پژوهش نیز به دنبال استفاده از مدلی است که فرایند تصمیم‌گیری را در تمام سطوح به نحوی هدایت کند تا ریسک‌های سیستمی و دارای تعاملات زیاد زنجیره تأمین به بهترین شکل ارزیابی و تحلیل شوند. از این جهت روش‌هایی که با در نظر گرفتن

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

روابط میان ریسک‌ها در حوزه زنجیره تأمین پیچیده می‌توانند به کار گرفته شوند، بسیار محدود هستند که می‌توان آنها را در شش مورد خلاصه کرد: 1- تجزیه و تحلیل حالت‌ها و آثار شکست[1] [23]؛ 2- تحلیل درخت شکست و درخت رویداد[2]، که در زمینه تحلیل ریسک‌های فنی به کار برده شده‌اند [24]؛ 3- شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته پیشامد[3]؛ 4- پویایی‌های سیستم[4] که از روش‌های معروف و پرکاربرد در پژوهش‌های زنجیره تأمین هستند [25]. اما به‌تازگی استفاده از روش‌های جدید مانند 5- شبکه‌های پتری[5] [26] و 6- شبکه باور بیزی در زمینه زنجیره تأمین و تحلیل ریسک‌های آن گسترش زیادی پیدا کرده است [27]. برای انتخاب روش مناسب نیز معیارهایی در نظر گرفته شده است [28] که براساس این معیارها، روش‌ها مقایسه می‌شوند و گزینش انجام می‌گیرد. شکل 2 این معیارها را نمایش می‌دهد.



شکل 2. معیارهای انتخاب مدل برای پشتیبانی از تحلیل ریسک زنجیره تأمین

1. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)
2. Fault Tree/Event Tree (FT/ET)
3. Discrete Event Simulation (DES)
4. System Dynamics (SD)
5. Petri Nets (PN)

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

2-1- انتخاب BBN به عنوان مدل منتخب برای تحلیل ریسک‌های زنجیره تأمین

مقایسه روش‌های نامزد شده نشان می‌دهد شبکه‌های باور بیزی توانایی اولویت‌بندی ریسک‌ها از راه تحلیل سناریوهای مختلف را دارد و قادر است سناریوهای مختلف را به وسیله ترکیب همزمان رویدادهای ریسک‌زا، تحلیل کرده و به تشخیص و پیش‌بینی بپردازد [29]. همچنین BBN می‌تواند ریسک‌های تعاملی موجود در زنجیره تأمین از جمله عدم قطعیت شناختی و تصادفی را شناسایی کند. بر همین اساس می‌تواند ریسک‌های متفاوتی را مانند نقص‌ها و شکست‌های فنی [30] خطاهای انسانی [31] و یا ترکیب عوامل سیستمی با عوامل سازمانی و انسانی [35] مدل کند. به‌علاوه BBN قادر به اندازه‌گیری روابط پیچیده با استفاده از وابستگی‌های غیرقطعی است که از برتری‌های مهم BBN نسبت به سایر روش‌ها می‌باشد [32]. در نهایت با توجه به اینکه که ذات ارزیابی و تحلیل ریسک همراه احتمالات است، BBN ریسک‌های زنجیره تأمین را با زبان احتمالات نشان می‌دهد [6]. جدول2 خلاصه‌ای از مقایسه روش‌های منتخب را براساس معیارهای در نظر گرفته شده ارائه می‌دهد.

جدول 2. خلاصه‌ای از مقایسه مدل‌های منتخب

معیارها	FMEA	FT/ET	DES	SD	PN	BBN
نمایش روابط منطقی	خیر	منطقی	فیزیکی	فیزیکی	فیزیکی	منطقی
در نظرگرفتن تعاملات با همبستگی غیر قطعی	خیر	قطعی	غیرقطعی	قطعی	غیرقطعی	غیرقطعی
توانایی مواجهه با عدم قطعیت‌های تصادفی و شناختی	شناختی	هر دو	تصادفی	هردو	هردو	هردو
نمایش عدم قطعیت‌ها با استفاده از نظریه احتمال	بله	بله	خیر	خیر	خیر	بله
اولویت‌بندی ریسک‌های زنجیره	بله	بله	بله	بله	بله	بله
تحلیل سناریو برای ترکیب ریسک‌ها	بله	بله	بله	بله	بله	بله
توانایی نمایش بصری مدل	خیر	بله	بله	بله	بله	بله

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

در سال‌های اخیر مطالعات کاربردی BBN در ریسک زنجیره تأمین افزایش قابل توجهی یافته است اما بیشتر این پژوهش‌ها در تحلیل ریسک، تنها تأکید بر نتایج حاصل از یک مدل خاص داشته‌اند و جزئیات کمتری در رابطه با فرایند ساخت مدل BBN ارائه داده‌اند[33]. همچنین پژوهش‌هایی که تاکنون درصدد طراحی و توسعه مدل پیچیده BBN در حوزه زنجیره تأمین در یک محیط واقعی بوده‌اند، بیشتر از فنون شبیه‌سازی [34-37] یا طراحی نرم‌افزار بر پایه مدل‌های شبیه‌سازی [38-40] اقدام به پیاده‌سازی مدل کرده‌اند و هیچکدام از آن مدل‌ها از روش‌هایی که تنها بر پایه دانش خبرگان باشد، استفاده نکرده‌اند. اما این پژوهش به منظور ارائه تحلیل دقیق‌تر به دنبال ساخت مدل BBN براساس دانش خبرگان است.

3- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به علت ارائه الگو از نوع پژوهش‌های اکتشافی است و چون بهره‌وران از نتایج آن استفاده می‌کنند، کاربردی نیز تلقی می‌شود. از جهت گردآوری داده‌ها، اطلاعات و روش تجزیه و تحلیل، یک تحقیق آمیخته (کیفی، کمّی) می‌باشد. با استفاده از روش‌های نظریه داده‌بنیاد و همچنین اقدام‌پژوهی، مدل مناسب ارائه شد. همچنین برای گردآوری داده جهت ساخت مدل از روش‌های مصاحبه و بررسی اسناد و مدارک و مشارکت خود پژوهشگر استفاده شد. همچنین از پرسشنامه‌های ساختاریافته و نیمه ساختاریافته نیز برای گردآوری اعداد احتمالات و آزمون مدل استفاده شد.

3-1- جامعه و نمونه آماری

با توجه به روش تحقیق مطالعه حاضر و استفاده از روش‌های کیفی پیش از روش‌های کمّی که همگی سطح بالایی از آگاهی و تحلیل را مطالبه می‌کنند، در این پژوهش از تیم خبرگی استفاده شده است. تیم خبرگان پژوهش در دو دسته خبرگان آکادمیک و خبرگان صنعت دسته‌بندی شده‌اند. خبرگان آکادمیک به منظور به اشتراک گذاشتن دانش مورد نیاز در رشته‌های زنجیره تأمین دارویی، ریاضیات محض شبکه‌های بیز و تحلیل ریسک مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین از آنجایی که بخشی از تحقیق حاضر نوعی اقدام‌پژوهی محسوب می‌شود، خبرگان

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

صنعت به منظور فراهم آوردن اطلاعات واقعی از فضای صنعت و ترسیم تصویری روشن از دنیای واقعی مسئله به مشارکت در تحقیق حاضر دعوت شدند که شامل افراد زیر بودند: سرپرست داروسازی در بخش‌های مراقبت بیمارستان، دو کارمند توزیع، دو تکنیسین داروسازی، یک تکنیسین ارشد و یک داروساز. گروه خبرگی ایجاد شده در مراحل مختلف تحقیق برای تعریف چارچوب مسئله و در مصاحبه‌ها برای شناسایی و تعریف دقیق متغیرها و استخراج احتمالات مشارکت داشتند.

3-2- روش اعتبارسنجی

زمانی که ارزش‌های واقعی نامشخص است، اعتبارسنجی ساختار و رفتار مدل به‌وسیله خبرگان بررسی می‌شود [41] که به آن اعتبارسنجی مدل از طریق بازخورد خبرگان گفته می‌شود [42]. اعتبارسنجی رودررو رایج‌ترین روش اعتبارسنجی در شبکه‌های باور بیزی است که تاکنون بیشترین میزان استفاده را داشته است [43] و هدف آن برقراری یک پایایی مناسب میان سازنده مدل و درک کاربر از راه یک روش مقرون به صرفه از نظر زمان و هزینه می‌باشد [44]. به این منظور در این پژوهش نخست تعریف متغیرها، حالت‌ها و نامگذاری آنها به‌وسیله خبرگان تأیید شدند و سپس استواری مدل با استفاده از تحلیل حساسیت و رفتار مدل به‌وسیله تحلیل سناریو مورد اعتبارسنجی قرار گرفتند.

4- تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این بخش اطلاعات لازم از زنجیره تأمین دارویی بیمارستان امام رضا (ع) مشهد به دست آمده است که نتایج حاصل از پیاده‌سازی فرایند الگوسازی BBN ریسک زنجیره تأمین به‌وسیله فرضیه‌های الگوسازی و مدل کامل BBN ریسک زنجیره تأمین و نتایج تحلیل مدل برای پشتیبانی از تحلیل ریسک ارائه می‌شوند و در پایان مدل کامل BBN ریسک زنجیره تأمین توسعه پیدا می‌کند. پس از آن مدل ساخته شده اعتبارسنجی می‌شود.

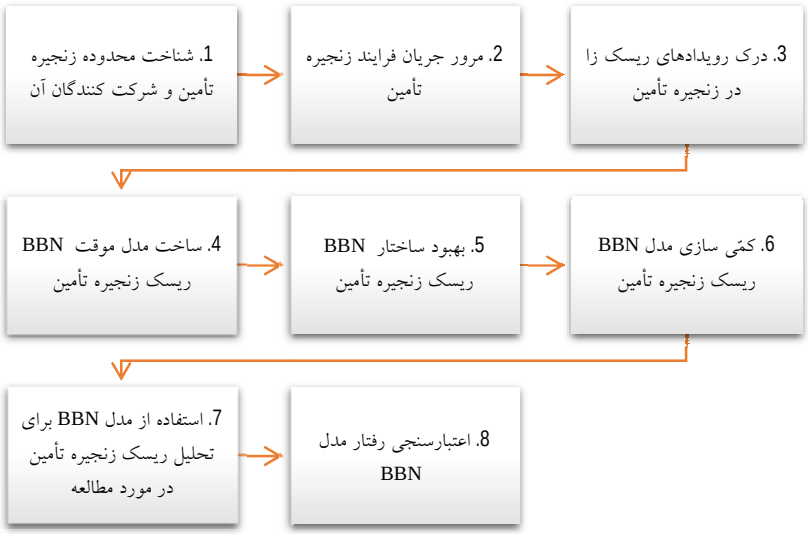
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

4-1- مراحل اصلی فرایند الگوسازی BBN ریسک زنجیره تأمین

فرایندهای بسیاری برای استخراج داده‌ها در تجزیه و تحلیل ریسک، نیاز است وگاهی اوقات به نظر می‌رسد خود همین فرایندها با اهمیت‌تر و مفیدتر از خروجی این تجزیه و تحلیل است. بر همین اساس فرایند الگوسازی اهمیت زیادی دارد، زیرا این فرایند می‌تواند مشارکت خبرگان را به‌وسیله تسهیم دانش و افزایش درک آنها، با دیگر شرکت‌کنندگان در زنجیره بهبود و ارتقا بخشد. فرایندهای موجود برای ساخت BBN در جهت پشتیبانی از تحلیل ریسک با مشکلاتی روبه‌رو هستند. برای ساخت مدلی که قادر به مدیریت این چالش‌ها در این حوزه باشد، گام‌های کاربردی در این پژوهش معرفی شده‌اند که در شکل 3 آمده است.



شکل 3. مراحل اصلی فرایند الگوسازی BBN ریسک زنجیره تامین

4-2- خلاصه‌ای از ساختار مدل BBN ریسک زنجیره تأمین بیمارستان

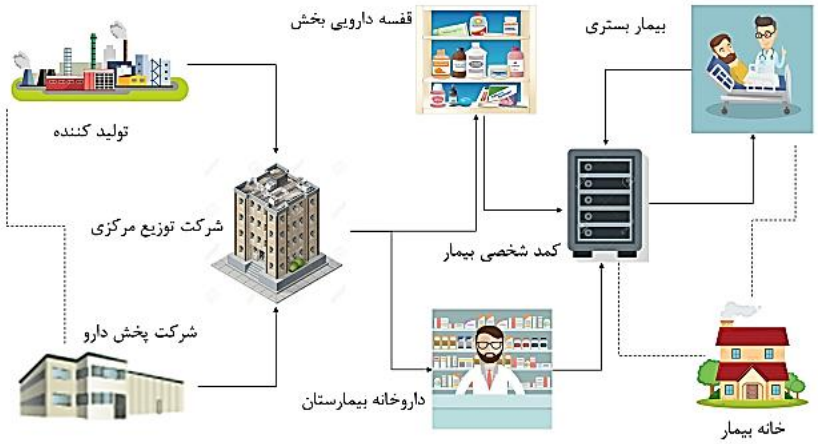
مرز اصلی سیستم زنجیره تأمین شامل چهار واحد سازمانی می‌شود که عبارتند از مرکز توزیع دارویی، تأمین‌کننده (شرکت پخش دارو یا تولیدکننده دارو)، داروخانه‌های بیمارستان و قفسه‌های دارو داخل بخش‌ها. شکل 4 ساختار زنجیره تأمین دارو در مورد مطالعه و روابط

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

میان اجزای آن با یکدیگر را نشان می‌دهد. شرکت دادن تمامی تأمین‌کنندگان و مشتریان در لایه‌های مختلف برای ساخت مدل غیر ممکن است. بنابراین نمایندگانی از تأمین‌کنندگان خاص برای تشکیل تیم خبرگان استفاده شده است.



شکل 4. خلاصه‌ای از زنجیره تأمین دارویی بیمارستان

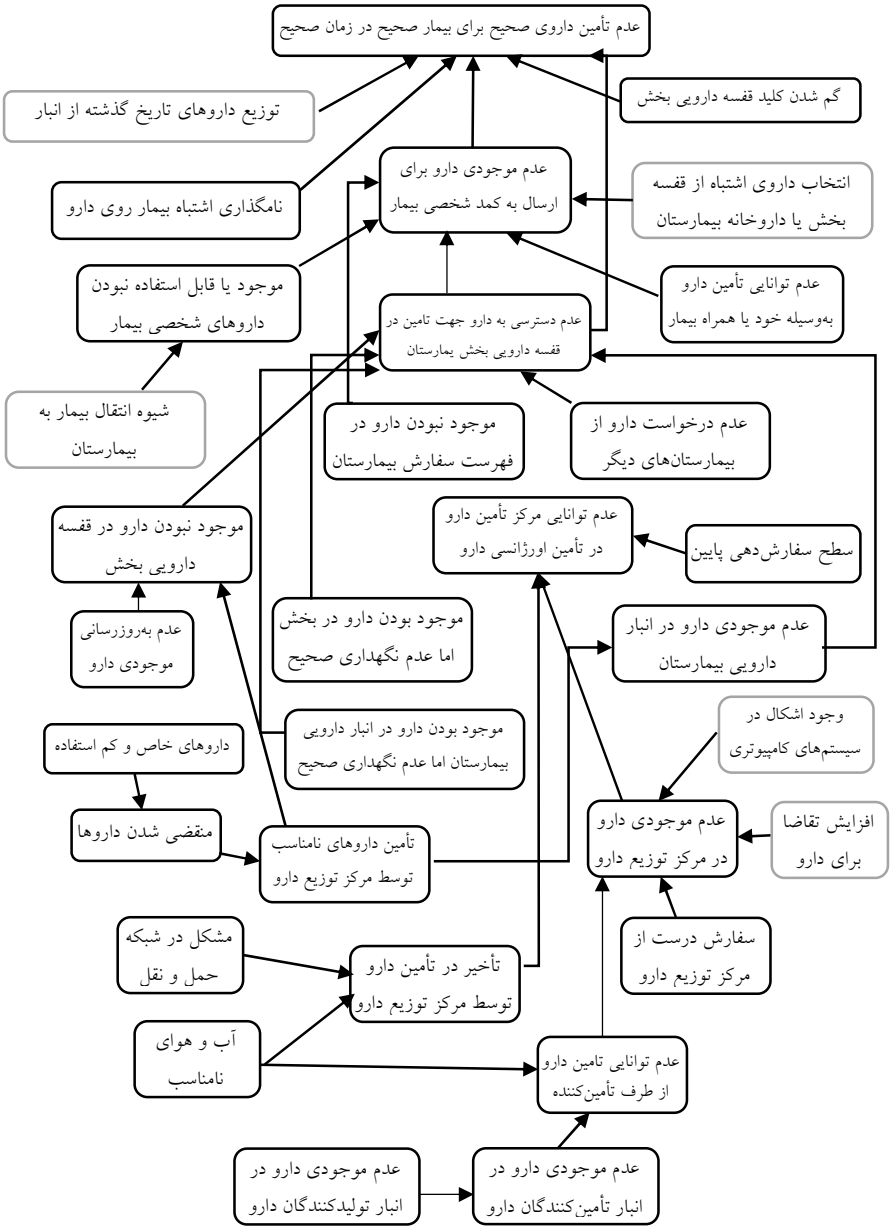
4-3- ساخت مدل کامل BBN زنجیره تأمین دارویی بیمارستان

مدل کامل BBN ریسک زنجیره تأمین دارای 55 متغیر و 57 بردار می‌باشد که در شکل5 آمده است. پیش از ساخت مدل، ابتدا به روشی نیاز است که خبرگان بتوانند دانش و تفکرات خود را از ریسک‌ها ثبت نموده و سپس با برقراری ارتباط میان آنها مدل BBN ساخته شود که بدین منظور در این پژوهش از روش نقشه علّی استفاده شده است. چرا که این روش به سادگی قابل فهم بوده و بیشترین شباهت را برای تبدیل شدن به مدل BBN دارد. متغیر برتر در مدل بصورت *عدم تأمین داروی مناسب در زمان مناسب برای بیمار مناسب* تعریف شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019



شکل 5. بخشی از مدل کامل BBN ریسک زنجیره تأمین دارویی بیمارستان امام رضا (ع) مشهد

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

برای بهتر و ساده‌تر شدن شکل مدل، برای همه متغیرها به جای نام کامل، یک کد با حرف M تعریف شده است که اندیس آن نام دقیق متغیر را مشخص می‌کند و به‌ترتیب از متغیر برتر شماره‌گذاری شده‌اند. ماهیت جریان علّی ریسک‌ها با استفاده از ارتباط میان موجود بودن کالا و توانایی تأمین آن بیان می‌شود. عدم توانایی در تأمین داروی صحیح برای بیمار خاص در زمان درست (M1) می‌تواند به علت عدم موجودی داروها در قفسه داروهای شخصی بیمار (M4) باشد که خود این نیز می‌تواند به علت رویداد دو عامل باشد: اول اینکه داروها به‌وسیله بخش با ورود بیمار به آن تهیه نشده باشد (M8) و یا اینکه سیستم پشتیبان قادر به تهیه دارو در زمان مناسب نبوده است (M9). در علت اول ممکن است دارو در قسمت نگهداری داروهای بخش موجود نبوده باشد (M22) و یا به این دلیل که بیمار داروهای شخصی خود را به همراه نیاورده یا داروهای اشتباه و یا غیر قابل استفاده را به همراه داشته است (M7). در علت دوم تأمین دارو به‌وسیله داروخانه بیمارستان با سفارش فوری بخش ممکن نبوده است (M11) و مرکز توزیع دارو (M12) داروخانه‌های دیگر (M13) و یا دیگر تأمین‌کننده‌های دارو (M14) نیز قادر به تأمین دارو نبوده‌اند. در چنین شرایطی اگر نیاز به دارو بسیار حیاتی باشد، از بیمارستان‌های دیگر نیز درخواست دارو انجام می‌شود. همچنین داروخانه بیمارستان قادر به تأمین دارو نخواهد بود اگر داروی خاص در آن موجود نباشد (M26). داروخانه و قفسه‌های بخش قادر به تأمین دارو نیستند (M22, M26) اگر مرکز توزیع دارو در تأمین داروها به درستی عمل نکند (M32). علت اصلی عدم موجودی دارو در داروخانه یا قفسه‌های بخش انجام سفارش ناقص به وسیله مرکز توزیع دارو است (M52). علت اصلی این امر نیز عدم موجودی دارو در انبار مرکز توزیع دارو به عنوان بزرگ‌ترین تأمین‌کننده دارو می‌باشد (M36). علاوه بر هسته اصلی مدل، یعنی عدم موجودی دارو و عدم تأمین آن و روابط میان این دو، ریسک‌های دیگری نیز وجود دارند که جریان تأمین دارو را در زنجیره تحت تأثیر قرار می‌دهند. این متغیرها در مدل کامل BBN ریسک زنجیره تأمین آمده است. مدل تمامی روابط علی موجود میان ریسک‌های زنجیره را نمایش می‌دهد اما میزان عدم قطعیت را برای هر ریسک نشان نمی‌دهد. عدم قطعیت هر رویداد (چه آن رویداد اتفاق بیفتد چه نیفتد) باید به

www.SID.ir

Archive of SID

وسیله حالت‌های مختلف هر متغیر مشخص شده و به‌وسیله اعداد احتمالی کمّی‌سازی و محاسبه شود.

4-4- کمّی‌سازی مدل

برای کمّی‌سازی پس از طراحی سؤال‌های پرسشنامه‌ها و اعتبارسنجی متغیرها، مصاحبه‌های ساختاریافته به وسیله پرسشنامه‌هایی در قالب فرکانسی به منظور استخراج احتمالات از دانش و نظرات خبرگان انجام گرفت. متغیرها در BBN به دو صورت علت ریشه و متغیرهای معلول توصیف شده و با استفاده از جدول احتمالات[1] و نیز جدول احتمالات شرطی[2] اندازه‌گیری می‌شوند. اگر Y یک متغیر معلول یا متغیر فرزند باشد، احتمال آن مشروط به وقوع دیگر متغیرهاست و احتمال رویداد آن در یک حالت مشخص با استفاده از حالت‌های مختلف متغیرهای علت یا والد تعیین می‌شود و در جدول احتمالات شرطی اندازه‌گیری خواهد شد. شانس وقوع یک ریسک خاص به‌وسیله احتمال حاشیه‌ای[3] محاسبه می‌شود. اگر یک متغیر، متغیر علت ریشه باشد، احتمال حاشیه‌ای برابر احتمال ورودی در جدول احتمالات است و اگر متغیر معلول باشد، احتمال حاشیه‌ای به‌طور مستقیم از جدول‌ها به دست نمی‌آید، برای مثال اگر X علت متغیر Y باشد، شانس رویداد متغیر Y از رابطه 1 محاسبه خواهد شد:

$$P(Y) = \sum P(Y|X)\, P(X)$$ رابطه (1)

همچنین برای شناخت ریسک‌های با اهمیت در زنجیره، از دو معیار احتمال تعدیل شده[4] و شانس نرمال[5] استفاده می‌شود. اگرY به عنوان مجموعه‌ای از متغیرهای شاهد تعریف شود و X X متغیر علت مورد نظر، احتمال تعدیل‌شده از رابطه 2 به دست خواهد آمد:

$$P(X|Y) = \frac{P(Y|X)\, P(X)}{P\,(Y)}$$ رابطه (2)

1. Probability table
2. Conditional probability table
3. Marginal probability
4. Adjusted probability
5. Normal likelihood

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

شانس نرمال نیز یک استدلال تشخیصی است که نشان‌دهنده تأثیر فردی یک ریسک بر متغیر برتر است و براساس متغیر معلول Y نسبت به متغیرهای علت ε به‌وسیله محاسبه احتمالات تعدیل شده براساس رابطه 3 به دست می‌آید.

رابطه (3) $$NL = \frac{P(\varepsilon|Y)}{P(\varepsilon)} = \frac{P(Y,\varepsilon)/P(Y)}{P(\varepsilon)} = \frac{P(Y,\varepsilon)/P(\varepsilon)}{P(Y)} = \frac{P(Y|\varepsilon)}{P(Y)}$$

به منظور کاهش پیچیدگی جداول احتمالات شرطی، تکنیک جدایی والدین برای متغیرهایی که تعداد والدین آنها زیاد بود، در طراحی سؤال‌ها به کار گرفته شد. همچنین به این دلیل که متغیرهای معلول دارای متغیرهای والد بیشتری هستند و پیچیدگی بیشتری در مدل ایجاد می‌کنند، از تکنیک نسبت شانس‌ها برای کاهش پیچیدگی و اندازه جداول احتمالات شرطی استفاده شده است. پس از استخراج، اعداد به دست آمده از پرسشنامه وارد مدل کامل BBN ریسک‌پذیری زنجیره تأمین در نرم‌افزار GeNIe شده و مورد تحلیل و بررسی قرار گرفتند.

4-5- ارزشیابی مدل در مورد مطالعه

همان‌طور که گفته شد، ارزشیابی مدل براساس دو معیار مفید بودن و کاربردی بودن مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این قسمت نتایج ارزشیابی آورده شده است. نخست مدل BBN ارائه شده پس از اتمام کامل الگوسازی به‌وسیله پرسشنامه با طیف پنج‌تایی لیکرت توسط خبرگان ارزشیابی می‌شود. خلاصه نتایج این ارزشیابی از دو جنبه کاربردی بودن و مفید بودن در جدول 3 آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

جدول 3. خلاصه نتایج ارزشیابی مدل ریسک BBN زنجیره تأمین

معیارهای اعتبارسنجی و ارزیابی مدل	نتایج حاصل از اعتبارسنجی به‌وسیله شرکت‌کنندگان	
کاربردی بودن		
سهولت استفاده از مدل	برای مراحل 3 و 5 و 6 با امتیاز 4	
مفید بودن		
دستیابی به اهداف پروژه	با امتیاز 4	
سودمندی نتایج مدل * درک ماهیت تعاملی ریسک‌های زنجیره * توانایی تفسیر مناسب نتایج خروجی مدل * درک نتایج مدل بدون اشتباه در تفسیر * نتایج واقعی	خبرگان عملیاتی	خبرگان مدیریتی
	*	*
	*	*
	*	*
	*	*
سودمندی نتایج مدل	با امتیاز4	
چشم‌انداز استفاده‌های آینده از مدل ریسک‌پذیری BBN	*	

5- نتیجه‌گیری

همان‌طور که در بخش‌های مختلف پژوهش اشاره شد، حساسیت زنجیره تأمین دارو و نیاز به روشی علمی برای مدیریت و تحلیل صحیح ریسک‌های این زنجیره، ضرورتی غیر قابل انکار است. همچنین با توجه به شرایط حساس کنونی و پیچیدگی تأمین دارو در بسیاری از سطوح این زنجیره و عدم تحلیل و مدیریت صحیح ریسک که ممکن است جان بیماران زیادی را به خطر اندازد، این ضرورت را دو چندان می‌کند. این پژوهش با بررسی ابعاد مختلف ادبیات به خوبی نشان داده است که هیچ پژوهشی ریسک‌های زنجیره تأمین دارو را به شکل شبکه‌ای از تعاملات با رویکرد احتمالی مورد تحلیل قرار نداده است. همچنین الگوسازی ریاضی با استفاده از نظریه شبکه‌های باور بیز نیز برای اولین بار در این حوزه مورد استفاده قرار گرفته است که مزایای زیادی را برای مدیران و تصمیم‌گیران به همراه خواهد داشت. نوآوری دیگر این پژوهش در فرایند الگوسازی BBN ریسک، زنجیره تأمین است که می‌تواند یک فرایند

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

عمومی برای ساخت مدل‌های مشابه با استفاده از شبکه‌های باور بیز برای تحلیل ریسک در سایر حوزه‌ها باشد.

دیدگاه احتمالی و تعاملی بودن ریسک‌ها را می‌توان اصلی‌ترین علت توسعه یک مدل کمّی برای تحلیل ریسک زنجیره تأمین در این پژوهش بیان کرد. فرایند این پژوهش شامل یافتن روش الگوسازی و مدل مناسب، توسعه مدل و بررسی مدل در یک مطالعه موردی بود. یافته‌های اصلی این پژوهش را می‌توان براساس اهداف تعیین شده برای مدل BBN ارائه شده به منظور تحلیل ریسک زنجیره تأمین بررسی کرد که در ادامه آمده است:

1- انتخاب روش الگوسازی مناسب برای تحلیل شبکه تعاملی ریسک‌های زنجیره تأمین

هدف اول شناخت بهترین روش برای الگوسازی ریسک‌های تعاملی و روابط میان آنها در زنجیره بود. با توجه به مقایسه ویژگی‌ها و معیارهای در نظر گرفته شده برای روش‌های منتخب، شبکه‌های باور بیزی به عنوان مناسب‌ترین مدل انتخاب شد، زیرا BBN می‌تواند تحلیل ریسک پایه‌ای از جمله رتبه‌بندی ریسک‌ها و تحلیل سناریو و دیگر ملزومات تحلیل ریسک را به‌خوبی انجام دهد. همچنین می‌تواند انواع متفاوت عدم قطعیت در زنجیره را با زبان احتمالات در نظر گیرد به طوریکه خبرگان پژوهش نیز به‌خوبی آنها را درک کنند. همچنین روابط پیچیده و وابستگی‌های غیرقطعی همه به‌وسیله مدل BBN قابل بررسی است. شکل بصری مدل نیز به سادگی قابل فهم بوده و به‌راحتی می‌تواند مورد بحث و مشارکت شرکت‌کنندگان در زنجیره قرار گیرد.

2- ارزیابی و اعتبارسنجی مدل در شرایط واقعی یک مورد مطالعه برای تحلیل شبکه تعاملی ریسک‌های سیستم زنجیره تأمین

زنجیره تأمین دارویی بیمارستان امام رضا (ع) مشهد به عنوان مورد مطالعه برای پیاده‌سازی مدل تحلیل ریسک BBN در این پژوهش انتخاب شد. این زنجیره به این علت انتخاب شد که به علت حیاتی بودن و نقش بسیار مهم دارو در جان بیمار، این نوع زنجیره از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و اگر مدل در این نوع زنجیره به‌خوبی عمل کند می‌تواند از آن در دیگر زنجیره‌ها مانند زنجیره‌های تولیدی نیز استفاده کرد. نتایج مطالعه موردی نشان داد که مدل قابلیت پیاده شدن در شرایط واقعی را دارد و می‌تواند به مدیران و تصمیم‌گیران در شناخت

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

بهتر شرایط زنجیره و بهبود آن کمک کند. علاوه بر این درک شرکت‌کنندگان در فرایند الگوسازی نیز به‌وسیله پرسشنامه و مصاحبه مورد بررسی قرار گرفت که درنهایت درک آنها از دو جنبه مفید بودن و کاربردی بودن رضایت‌بخش بود. البته در معیار کاربردی بودن خبرگان عملیاتی امتیاز بالاتری کسب کردند. از جهت مفید بودن نیز شرکت‌کنندگان در مورد ریسک‌ها به بحث و بررسی پرداختند و با بازگشت به عقب برای رسیدن به علل ریسک‌ها، راه‌حل‌هایی را برای بهبود وضعیت زنجیره ارائه دادند. در مجموع استفاده از این مدل و نتایج آن مزایای زیادی را برای مدیران، تصمیم‌گیران و شرکت‌کنندگان به همراه دارد که می‌توان موارد زیر را بیان کرد:

تصمیم‌گیران می‌توانند سناریوهای مورد علاقه خود در رابطه با ریسک‌ها را تعریف کرده و نتایج حاصل از آن را با استفاده از مدل مشاهده کنند. درنهایت هم شرکت‌کنندگان در زنجیره مورد مطالعه تأیید کردند که مدل BBN ریسک ارائه شده در این پژوهش می‌تواند در بهبود عملکرد زنجیره مؤثر واقع شود. دیگر مزیت (که از نتایج مدل حاصل شد) این بود که شرکت‌کنندگان در زنجیره با استفاده از مدل درک بهتری از ریسک‌های زنجیره و جایگاه خود در برابر ریسک‌ها پیدا کردند. بنابراین نتایج حاصل از مدل می‌تواند به شرکت‌کنندگان در شناخت ریسک‌هایی که مربوط به آنها شده یا به‌وسیله آنها تولید می‌شود درک و شناخت بهتری ارائه دهد و در نتیجه آنها قادر خواهند بود تا در مورد چگونگی کاهش ریسک‌های مربوط به خود فکر کرده و تصمیم‌های بهتری اتخاذ کنند. در واقع کلید موفقیت زنجیره تأمین مفید بودن نتایجی که از مدل حاصل می‌شود، نیست بلکه برقراری ارتباط میان اعضای زنجیره و همچنین تسهیم دانش و بهبود درک صحیح از ریسک‌های زنجیره مهم‌ترین عامل موفقیت یک زنجیره است که از دستاوردهای این پژوهش نیز محسوب می‌شود. دیگر مزیت مدل قابلیت به‌روزرسانی آن است، زیرا ریسک‌ها با گذشت زمان تغییرات زیادی می‌کنند و اگر مدلی قابلیت به‌روزرسانی نداشته باشد، مدلی کارآمد در عمل نخواهد بود و نتایج آن قابل استفاده در شرایط مختلف نیست. اگر مدیران و تصمیم‌گیران بخواهند در آینده و در شرایط متفاوت مدل را به روز نگه دارند، می‌توانند از راه تغییر احتمالات و یا مرور مجدد ساختار

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

مدل استفاده کنند که این دو روش به‌وسیله نرم‌افزار مورد استفاده به راحتی قابل انجام خواهد بود.

اگرچه امکان‌پذیری پیاده‌سازی مدل در شرایط واقعی پیش از اجرا مورد بررسی قرار گرفت، اما در برخی موراد بنا به دلایل مختلفی الگوسازی و پیاده‌سازی آن با محدودیت‌هایی روبه‌رو بود که رفع این محدودیت‌ها فرصت‌های پژوهشی زیادی را برای محققان ایجاد می‌کند. در ادامه به برخی از آنها اشاره شده است:

1- استفاده از تنها

یک مورد مطالعه ممکن است قادر به در نظرگیری همه انواع زنجیره تأمین نباشد. اما بهترین پیشنهاد برای انجام مطالعات موردی بیشتر با در نظر گرفتن ابعاد دیگر زنجیره تأمین دارویی از جمله در نظر گرفتن زنجیره تأمین تولید دارو در مدل می‌باشد. اما می‌توان از مدل این پژوهش در دیگر زنجیره‌های تأمین نیز استفاده کرده و نتایج را بررسی کرد.

2- تمرکز بر شکست زنجیره و در نظر نگرفتن هزینه به عنوان متغیر برتر که در پژهش‌های آتی مدیران و تصمیم‌گیران می‌توانند با تعریف سناریوهای مختلف با هدف کاهش هزینه و یا با در نظرگیری محدودیت‌های هزینه، مدل BBN را توسعه داده و از آن استفاده کنند.

3- در یک مدل BBN امکان تعریف چند متغیر برتر وجود دارد و می‌توان فاکتورهای ارزیابی عملکرد زنجیره مانند هزینه یا کیفیت را که می‌توانند تأثیرات منفی بر سیستم زنجیره تأمین بگذارند، نیز در نظر گرفت. برای این کار مدل باید به‌وسیله دو گروه مجزای خبرگان به صورت جداگانه و براساس متغیر برتر تخصص هر گروه خبره ساخته شود و سپس مدل‌ها با یکدیگر ترکیب شوند تا مدل نهایی شکل گیرد.

6- منابع

[1]Hofmann E. (2010) "Linking corporate strategy and supply chain management", *International Journal of Physical Distribution & logistic Management*, 40(4): 256-276.

[2]Bogataj D., Aver B., Bogataj M. (2016)"Supply chain risk at simultaneous robust perturbations", *Int. J. Prod. Econ*, 181:pp. 68–78.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

[3]Vanany I., Zailani S., Pujawan N. (2009) "Supply chain risk management: Literature review and future research", *16 Int'l Journal of Information Systems and Supply Chain Management*, January-March, 2(1): 16-33.

[4]Thun J. H., Hoeing D. (2011) "An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry", *Int. J. Production Economics*, 131: 242-249.

[5]Dong Q., Cooper O. (2016) "An orders-of-magnitude AHP supply chain risk assessment framework", *Int. J. Prod. Econ*, 182:144–156.

[6] Williams T. (2000)"Systemic project risk management - the way ahead", *International Journal of Risk Assessment and Management*, 1: 153–176.

[7]Olson D. L., WuD. D. (2010) "A review of enterprise risk management in supply chain", *Kybernetes*, 39 (5): 694-706.

[8]Jia F., Rutherford C. (2010)"Mitigation of supply chain relational risk caused by cultural differences between China and the West", *International Journal of Logistics Management*, 21 (2):251-270.

[9]Giannakis M., Louis M. (2011) "A multi-agent based framework for supply chain risk management", *Journal of Purchasing & Supply Management*, 17 (1):23–31.

[10]Sabio N., Gadalla M., Guille´n-Gosa´lbez G., Jime´nez L. (2010) "Strategic planning with risk control of hydrogen supply chains for vehicle use under uncertainty in operating costs: A case study of Spain", *International Journal of Hydrogen Energy*, 35 (13): 6836-6852.

[11]Saenz E. (2017) "The impact of risk management on the frequency of supply chain disruptions. A configurational approach", *International Journal of Operations & Production Management*, pp 246-258, 37 (5).

[12] حیدری، ن.، فرهاد محلی ع. (1396) «بررسی تأثیر مدیریت ریسک بر عملکرد زنجیره تأمین با نقش میانجی انعطاف‌پذیری استراتژیک و فناوری اطلاعات یکپارچه در شرکت پخش فراورده‌های نفتی منطقه گلستان- گرگان»، *رویکردهای پژوهشی در علوم اجتماعی*، 11: 45-34.

[13] آتش‌سوز، ع.، فیضی ک.، کزازی ا.، الفت ل. (1395) مدل‌سازی تفسیری- ساختاری ریسک‌های زنجیره تأمین صنعت پتروشیمی، *مطالعات مدیریت صنعتی*، 14(41): 39-63.

[14]خواجه احمدی، ا.، برنایی بجد ف.(1394) «فناوری اطلاعات در مدیریت ریسک زنجیره تأمین: مفاهیم و کاربردها»، چهارمین همایش ملی علوم مدیریت نوین.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

[15] واردی ش. رستمی نوروزآباد م.، رحمانی نوروزآباد س.، صمدی ز. (1392) «بررسی اثر IT بر قابلیت‌های زنجیره تأمین و عملکرد بنگاه: مطالعه موردی شرکت سایپا»، *مدیریت صنعتی*، 8 (24): 159-169.

[16] میرفخرالدینی ح.، عندلیب اردکانی د.، رضایی‌اصل م. (1390) به‌کارگیری فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه جهت ارزیابی عوامل ریسک زنجیره تأمین (مورد مطالعه: حوزه فناوری اطلاعات بنگاه‌های کوچک و متوسط)، *مطالعات مدیریت صنعتی*، 8 (21): 107-130.

[17] Fan H., Li G., Sun H. Cheng T.C.E. (2017) "An information processing perspective on supply chain risk management: Antecedents, mechanism, and consequences", *International Journal of Production Economics*,185:63-75

[18] Sreedevi R., Saranga H. (2017)"Uncertainty and supply chain risk: The moderating role of supply chain flexibility in risk mitigation", *International Journal of Production Economics*,193: 332-342.

[19] Bradley R.B. (2015) "An improved method for managing catastrophic supply chain disruptions", *Business Horizons*, 57(4):483-495.

[20] Boyson S. (2014) "Cyber supply chain risk management: Revolutionizing the strategic control of critical IT systems", *Technovation*, 34(7): 342-353.

[21] Dekker H.C., Sakaguchi J., Takaharu K.(2013) "Beyond the Contract: Managing risk in supply chain relations", *Management Accounting Research*, 24(2): 122–139.

[22] Trkman P., McCormack K. (2012)"Supply chain risk in turbulent environments- A conceptual model for managing supply chain network risk", *Int. Production Economics*, 119(2): 247-258.

[23] Geum Y., Seol H., Lee S., Park Y.(2009)"Application of fault tree analysis to the service process: service tree analysis approach", *Journal of Service Management*, 20 (4): 433–454.

[24] Melnyk S.A., Rodrigues, A., Ragatz G.L (2008)"Using simulation to investigate supply chain disruptions", in Zsidisin, G.A. and Ritchie, B. (Eds.), Supply chain risk: A handbook of assessment, management, and performance, New York, pp. 103–122.

[25] Fahimnia B., Tang C., Davarzani H., Joseph Sarkis (2015) "Quantitative models for managing supply chain risks: A review", *In European Journal of Operational Research*, 247(1): 1-15.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

[26] AngerhferB. J., Angelides M.C. (2010)"*System dynamics modelling in supply chain management: research review", The 2010 Winter Simulation Conference, IEEE*, Orando, pp. 342–351.

[27] Qazi A. Dickson A. Quigley J. Gaudenzi B.(2018) "Supply chain risk network management: A Bayesian belief network and expected utility based approach for managing supply chain risks",*International Journal of Production Economics*,196: 24-42.

[28] Sodhi M.S., Tang C.S. (2012) *Managing supply chain risk*, Springer, London.

[29] Weber P., Medina-Oliva G., Simon C., Iung B. (2012) "Overview on bayesian networks applications for dependability, risk analysis and maintenance areas",*Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 25: 671–682.

[30] McNaught K., Chan A. (2011) "Bayesian networks in manufacturing", *Journal of Manufacturing Technology Management, Emerald Group Publishing Limited*, 22(6): 734–747.

[31] Wan C., Yan X., Zhang D. (2019) "An advanced fuzzy Bayesian-based FMEA approach for assessing maritime supply chain risks",*Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 125: 222-240,ISSN 1366-5545.

[32] Punyamurthula S., Badurdeen F. (2018) "Assessing production line risk using Bayesian belief networks and system dynamics, procedia manufacturing", 26: 76-86, ISSN 2351-9789.

[33] Qazi A., Quigley J., Dickson A., Ekici S.O., (2017) "Exploring dependency based probabilistic supply chain risk measures for prioritising interdependent risks and strategies", *Eur. J. Oper, Res*, 259: 189–204.

[34] Lockamy A. (2012) "An evaluation of network risks in supply chains", *International Journal of Contemporary Business Studies*, 3: 6–23.

[35] Deleris L., Erhun F. (2011) "Quantitative risk assessment in supply chains: A case studybases on engineering risk analysis concepts", in Uzsoy, R. (Ed.), *Planning production and inventories in the extended enterprise*, Springer, London, 2: 105–131.

[36] Ravi K., Singh S. (2011)"Risk rediction forp production of an enterprise",

International Journal of Computer Applications Technology and Research, 2 (3): 237–244.

[37]Uhart M., Bourguignon L., Maire P., Ducher M. (2012) "Bayesian networks asdecision-making tools to help pharmacists evaluate and

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ormr.modares.ac.ir at 11:00 IRST on Sunday December 15th 2019

optimise hospital drug supply chain", *European Journal of Hospital Pharmacy: Science and Practice*, British Medical Journal Publishing Group, 19 (6): 519–524.

[38]Yuan C., Cheng F., Dao H., Ettl M., Lin G., Sourirajan K. (2012)"A Bayesian framework for supply chain risk management using business process standards", in Kouvelis, P., Dong, L., Boyabatli, O. and Li, R. (Eds.),*Handbook of Integrated risk Management in Global Supply Chains*, John Wiley & Sons, Hoboken,pp. 537–564.

[39] Azar A., Mostafaee Dolatabad. KH. (2019)"A method for modelling operational risk with fuzzy cognitive maps and Bayesian belief networks", *Expert Systems with Applications*, 115: 607-617, ISSN 0957-4174.

[40] Fernández E., Salomone E., Chiotti O. (2012) "A model driven development approach based on a reference model for predicting disruptive events in a supply process", *Computers in Industry*, 63 (5): 482–499.

[41]Ponnambalam L., Wenbin L., Yin X.F., Wang Z., GohR. S.M. (2013) "Decision trees to model the impact of disruption and recovery in supply chain networks", International Conference on Industrial Engineering and Engineering Managemen*t*, IEEE Press, Bangkok, p. 61.

[42] Sargent R.G. (2005) "Verification and validation of simulation models", *The 2005 Winter Simulation Conference*, IEEE, Orando, pp. 130–143.42

[43] Borenstein D. (1998) "Towards a practical method to validate decision support systems", *Decision Support Systems*, 23 (3): 227–239.

[44] Pitchforth J., Mengersen K. (2013): "A proposed validation framework for expertelicited Bayesian Networks", *Expert Systems with Applications*, 40(1):162–167.

www.SID.ir