فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات بازاریابی نوین
سال دوم، شماره اول، شماره پیاپی (۴) بهار ۱۳۹۱
تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۱۲
صص: ۲۰۲ – ۱۸۵

تحلیل ریسک توسعه محصول جدید (NPD) با استفاده از شبکه‌های بیز (BNs)

محمد رحیم رمضانیان[۱]، ابواقاسم نصیر[۲*]، عبدالله عبدی[۳]
۱- استایار گروه مدیریت دانشگاه گیلان
۲- کارشناس ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه گیلان
۳- کارشناس ارشد مهندسی صنایع دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

متغیر بودن قوانین رقابتی در دنیای کسب و کار، فرایند ارائه محصول جدید به بازار را با اهمیت خاصی جلوه داده است. رشد سریع تکنولوژی، افزایش ریسک‌پذیری و مخاطره در بازارهای جهانی و تغییرات روزافزون در نیازهای مشتریان، تیم‌های توسعه محصول جدید را با فشارهای روزافزونی مواجه ساخته است. با این حال، فرایند توسعه محصول جدید همواره با حد بالایی از عدم اطمینان و پیچیدگی همراه است. به منظور موفقیت در انجام پروژه NPD، ریسک‌های موجود در این فرایند باید شناسایی شده و مورد بررسی قرار گیرند. از طرفی، شبکه‌های بیز به عنوان یک روش قوی در مدل‌سازی تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان در حوزه‌های مختلف، توجه زیادی را به خود جلب نموده‌اند. شبکه‌های بیز برای بسیاری از مسائل همراه با عدم قطعیت و استدلال احتمالی یک سیستم پشتیبانی تصمیم فرآهم می‌آورند. در این مقاله، ابتدا فاکتورهای ریسک موجود در توسعه محصول جدید در یک شرکت تولید لوازم الکتریکی شناسایی شده و سپس با استفاده از شبکه‌های بیز روابط بین آنها مدل‌سازی شده تا ریسک موجود در این فرایند مورد ارزیابی قرار گیرد. برای تعیین احتمالات اولیه و شرطی گره‌ها از نظر کارشناسان و خبرگان این حوزه استفاده شده است. ریسک‌های موجود در این فرایند به سه دسته بالا، متوسط و پایین دسته‌بندی شده است و در نرم‌افزار AgenaRisk مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از خروجی نرم‌افزار نشان می‌دهد که تولید محصول مورد نظر از ریسک نسبتا بالایی برخوردار است. علاوه بر این، استنتاج پیش‌بینی و استنتاج تشخیصی با دو سناریوی مختلف بر روی مدل اعمال شده است.

واژه‌های کلیدی: توسعه محصول جدید(NPD)، ریسک، شبکه‌های بیز(BNs)

* نویسنده مسؤول ghaasemnasir@yahoo.com

۱- مقدمه

در جهان پویای کسب و کار امروز شرکت‌ها به شدت به دنبال کسب مزیت رقابتی هستند، تا بتوانند بدین وسیله بر رقبای خود پیشی بگیرند. بدون تردید، توسعه محصول جدید مقدمه‌ای برای ورود به این مرحله است. با توجه به کوتاه شدن چرخه عمر محصول، فشار زیادی به منظور کاهش هزینه و زمان توسعه محصول وجود دارد. سریع‌تر شدن زمان ارائه به بازار[1] برای محصولات جدید می‌تواند به حجم بالاتری از فروش منجر شود. بنابراین، این امر بسیار مهم است که فرآیندهای توسعه محصول ساده گردند تا پروژه‌های توسعه سرعت یابد (لانگراک و هولتینک[2]، ۲۰۰۵). ساختار فرایندهای ضعیف به تکرارهای بیهوده منجر می‌گردد که ممکن است سبب تاخیر در ارائه محصول به بازار و از دست دادن فرصت‌های فروش گردد (براونینگ و اپینگر[3]، ۲۰۰۲). اگرچه محصولات جدید فرصت‌های جدیدی برای شرکت‌ها ایجاد می‌کنند، ولی نباید ریسک قابل توجه‌ای که این محصولات دارند نادیده گرفته شود. مطالعات تجربی نرخ بالایی از شکست این محصولات، به خصوص در بازارهای مصرف را نشان داده‌اند (بلاندل[4] و همکاران، ۱۹۹۹). از این رو تلاش‌های بسیاری صورت گرفته تا عوامل موفقیت و شکست این‌گونه پروژه‌ها شناسایی گردند و ریسک‌های موجود در این پروژه این فرایند را کاهش دهند. حتی با وجود اطلاعات پروژه‌های توسعه محصول گذشته، هنوز هم این عدم قطعیت، در طول توسعه محصولات جدید دیگر وجود دارد (اولریچ و اپینگر[5]، ۲۰۰۴). این عدم قطعیت نه تنها ابهامی در مدت زمان به طول انجامیدن پروژه و یا مقدار هزینه آن ایجاد می‌کند، بلکه بین مقدار اطلاعات مورد نیاز جهت کامل شدن یک پروژه و مقدار اطلاعاتی که در اختیار تیم پروژه در زمان آغاز پروژه قرار دارد، متفاوت است (شرمن[6] و همکاران، ۲۰۰۵). اگرچه محصولات جدید و نوآورانه عامل تعیین کننده‌ای در کسب مزیت رقابتی برای شرکت‌ها محسوب می‌شود، اما وضعیت‌های جدید و پیچیده‌ای برای تیم توسعه محصول به وجود می‌آورد که با خود ابهامات زیادی به همراه دارند. این عدم قطعیت شامل گروهی از وقایع ناشناخته مرتبط با آینده است که می‌تواند وقایع مطلوب و یا نامطلوب باشد. چنین وضعیت پیچیده‌ای تاکید بر اهمیت مدیریت ریسک با روشی رسمی و سیستماتیک به منظور دستیابی به اهداف معین دارد. سازمان‌ها معمولا منافع حاصل از فعالیت‌هایشان و ریسک‌های موجود در آن را مورد بررسی قرار می‌دهند. بنابراین، مدیریت ریسک پروژه‌های NPD از اهمیت خاصی به منظور ارزیابی و کاهش ریسک‌های پروژه‌های NPD برخوردار است. با این حال، تعداد کمی از پروژه‌های توسعه محصول، مدیریت ریسک را به شکلی مناسب اجرا می‌کنند

1-time-to-market
2-Langerak & Hultink
3-Browning & Eppinger
4-Blundell
5-Ulrich & Eppinger
6-Sherman

(اسمیت و مریت[1]، ۲۰۰۲؛ فریرا و اگلیاری[2]، ۲۰۰۴). چین[3] و همکاران (۲۰۰۹)، دریافتند که مدیریت ریسک در پروژه‌های NPD در بسیاری از سازمان‌ها اغلب با شیوه‌های غیر رسمی و غیر سیستماتیک و تا حد زیادی بر مبنای احساسات و ادراکات مدیریت انجام شده است. در این مقاله سعی شده است تا با بیان تحقیقاتی که در زمینه ریسک توسعه محصولات جدید صورت گرفته، ریسک‌های موجود در توسعه محصول جدید شناسایی شده و با شبکه‌های بیز[4] که یکی از تکنیک‌های موثر در تحلیل ریسک و عدم اطمینان است، ریسک توسعه محصول جدید به شکلی سیستماتیک مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

۲- مرور ادبیات

از آنجا که مدیران ارشد، پروژه‌های توسعه محصول جدید را در محیطی با عدم قطعیت و اطلاعات ناقص انجام می‌دهند، ریسک‌ها و دشواری‌ها به طور چشم‌گیری برای تصمیم‌گیرندگان در انتخاب پروژه‌های NPD افزایش می‌یابد. روبرو شدن با چالش‌های ذکر شده، مدیران شرکت‌ها را نیازمند به کارگیری رویکردهای علمی در انتخاب پروژه‌های توسعه محصول می‌نماید.

از آنجا که انتخاب پروژه NPD نقشی حیاتی در بازارهای رقابتی دارد، مدیران شرکت‌ها برای ارزیابی و رتبه‌بندی این پروژه‌ها نیازمند ابزارهایی هستند. کوپر[5] (۲۰۰۳)، با نگاهی به ابزارها و ویژگی‌های مطلوب در پشتیبانی NPD یک دستورالعمل پژوهشی به منظور کاهش ریسک در توسعه محصول جدید از طریق مدیریت دانش ارائه داد. مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)، به مدیران سطوح بالا در انتخاب یک گزینه از بین چند گزینه کمک می‌کنند. الهربی[6] (۲۰۰۱)، با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) درجه اهمیت هر شاخص ارزیابی برای پروژه‌ها را تخمین زد تا وزن هر شاخص را برای تصمیم‌گیری محاسبه کند. آهن و چوی[7] (۲۰۰۸)، AHP و روش‌های شبیه‌سازی را با یکدیگر ترکیب کردند تا AHP مبتنی بر شبیه‌سازی ایجاد کنند. سپس قابلیت انعطاف این روش را با انتخاب یک پروژه ERP[8] بررسی کردند. لی و کیم[9] (۲۰۰۰)، برای ادغام ادغام عقاید گروهی و فهم روابط میان معیارهای انتخابی از فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک (ZOGP) به منظور انتخاب یک سیستم اطلاعاتی استفاده کردند. مید و پریسلی[10] (۲۰۰۲)، از تکنیک ANP برای کمی‌سازی درجه اهمیت معیار کیفی برای انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه استفاده کردند. سوالتی[11] و همکاران (۲۰۰۵)، با استفاده از AHP اوزان هر معیار انتخابی را به دست آوردند و با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یک پروژه NPD بالقوه را انتخاب کردند. ایلات[12] و

1-Smith & Merritt
2-Ferreira & Ogliary
3-Chin
4-Bayesian Networks
5-Cooper

6-Al-Harbi
7-Ahn & Choi
8-Enterprise resource planning (ERP)
99-Lee & Kim
10-Meade & Preslley
11-Sowlati
12-Eilat

همکاران (۲۰۰۶)، با استفاده از کارت امتیازی متوازن (BSC)، مقادیر ارزیابی عملکرد معیارهای کیفی را به دست آوردند و سپس مدل DEA را برای انتخاب پروژه به کار بردند. فیض اوقلو[1] و همکار (۲۰۰۶)، با ترکیب شبکه‌های عصبی و تئوری فازی یک روش یکپارچه تصمیم گیری توسعه دادند و با استفاده از دانش پیشین، پروژه‌های NPD را ارزیابی کردند. محمودزاده و همکاران (۲۰۰۷)، با استفاده از AHP و تئوری فازی یک ماتریس قضاوتی فازی ایجاد کردند تا فازی بودن قضاوت ذهنی تصمیم‌گیرندگان را نشان دهند، سپس روش TOPSIS[2] را برای رتبه‌بندی پروژه پروژه به کار بردند. وانگ[3] و همکاران (۲۰۰۸)، با استفاده از مدل تصمیم گیری چند معیاره فازی (FMCDM) گزینه‌های بهینه را در فرایند انتخاب پروژه به کار بردند. وی و چانگ[4] (۲۰۱۱)، یک رویکرد جدید برای انتخاب پروژه‌های توسعه محصول جدید ارائه کردند. آنها با ترکیب تئوری فازی و تصمیم‌گیری گروهی چند معیاره، مدلی برای انتخاب محصول جدید معرفی کردند. مدل آنها کارایی پروژه، تحویل پروژه و ریسک پروژه توسعه محصول جدید را در بر می‌گیرد و انتخاب پروژه NPD را به صورت یک مساله برنامه‌ریزی خطی فازی فرموله می‌کند.

چیانگ[5] و همکاران(۲۰۱۰) با استفاده از شبکه‌های بیز و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یک مدل ارزیابی فازی برای انتخاب و رتبه‌بندی پروژه‌های توسعه محصول جدید ارائه دادند. آنها سه نوع ریسک را برای پروژه‌های NPD در نظر گرفتند که عبارتند از: ریسک زمان ارائه به بازار، ریسک سود(بازده) مورد انتظار و ریسک قابلیت و توانایی ساخت. آنها با استفاده از AHP فازی، ریسک‌های مذکور و ابعاد هزینه و درآمد را وزن‌دهی کردند و پس از ایجاد یک شبکه بیز برای ارزیابی ریسک، با استفاده از DEA فازی پروژه‌های NPD را انتخاب و رتبه‌بندی کردند. وانگ و لین[6] (۲۰۰۹) یک مدل به منظور تعیین ریسک زمان‌بندی برای توسعه محصول جدید پیشنهاد کردند. آنها با ارائه این مدل تاثیر ساختار فرایندی بر زمان تحویل یک پروژه توسعه محصول را مورد تحلیل قرار دادند و یک الگوریتم شبیه‌سازی توسعه دادند تا تاثیر ساختار فرایندی بر زمان تحویل را تجزیه و تحلیل کنند. کیس[7] کیس[7] و همکاران (۲۰۰۷)، یک متدولوژی برای کاهش ریسک محصول جدید و طراحی محصول در پروژه‌های مهندسی هم‌زمان[8] گسترش دادند. آنها ابتدا مهمترین ریسک ها در چرخه عمر محصول را شناسایی کردند و به آن ریسک‌ها مقادیر کمی نسبت دادند. سپس با استفاده از پنج الگوریتم محاسباتی و ابتکاری در سه سناریوی شبیه‌سازی شده، راه‌حل‌هایی برای کاهش این ریسک ها ارائه دادند.

چی و آهن[9] (۲۰۱۰)، یک مدل تحلیل ریسک پیشنهاد دادند تا درجه عوامل ریسک را در توسعه

1-Feyziogglu
2-Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
3-Wang
4-Wei and Chang
5-Chiang

6-Wang and Lin
7-Kayis
8-Concurrent Engineering
9-Choi and Ahn

محصول جدید تعیین کنند. این مدل هم از تئوری فازی و هم از فرایندهای مارکوف بر مبنای مهندسی هم‌زمان استفاده می‌کرد. مدل‌های فازی ارزش‌های فاکتورهای ریسک را تعیین می‌کردند و فرایندهای مارکوف احتمال رخداد ریسک را مشخص می‌کردند.

یکی از ریسک‌های رایج در توسعه محصول جدید، شکاف بین استراتژی های محصول مورد نظر و تصویر ادراکی مشتری از محصول جدید است. به عبارت دیگر، ادراک مشتری به محصول جدید ممکن است با انتظارات شرکت یکی نباشد. این ریسک ممکن است به از دست دادن مشتری و یا حتی تهدیدی برای عملکرد کسب و کار منجر شود (چنگ و لیائو[1]، ۲۰۰۷). تانگ[2] و همکاران (۲۰۱۱) برای تحلیل ریسک ریسک ادراک (احساس) مشتری (CPR) در توسعه محصول جدید، یک روش جدید پیشنهاد کردند و به دلیل متفاوت بودن و ناقص بودن شکل اطلاعات در فاکتورهای CPR، با استفاده از روش (RIMER)[3] آن آن را تحلیل کردند. هم‌چنین گودوین[4] (۲۰۰۹)، ریسک ادراک مشتری را با استفاده از یک روش جبرانی خطی چند بعدی در یک مدل دو عاملی مورد سنجش قرار داد. در این مقاله پس از شناسایی ریسک‌های موجود در فرایند توسعه محصول جدید، از شبکه‌های بیز برای ارزیابی ریسک توسعه محصول جدید استفاده شده است.

۳- شبکه‌های بیز

شبکه‌های بیز (شبکه‌های اعتقادی بیز، شبکه‌های احتمالی علی، نمودارهای تاثیر احتمالی)[5]، ساختارهایی نموداری برای نمایش روابط احتمالی میان تعداد زیادی متغیر و انجام استنباط احتمالی با آن متغیرها هستند. شبکه‌های بیز گراف‌های غیرسیکلی مستقیم (DAG)[6] هستند که گره‌های آنها در مفهوم قاعده بیز نشان دهنده متغیرها هستند. این گره‌ها می‌توانند مقادیر قابل مشاهده، متغیرهای پنهان، پارامتر یا فرض‌های نامعلوم باشند. یال‌های این شبکه بیانگر وابستگی‌های شرطی هستند. هر گره دارای یک تابع احتمال است که شامل احتمال اولیه[7] (برای گره‌های بدون والدین) و یا احتمالات شرطی مربوط به حالات مختلف گره‌های والدین می‌باشد. شبکه های بیز در جهت تلاش برای ارائه دانش تخصصی در زمینه هایی که دانش متخصصان غیر قطعی، مبهم و یا ناقص است توسعه یافته است. یکی از مزایای شبکه های بیز این است که علاوه بر داده های تاریخی (داده های عینی) از قضاوت ذهنی خبرگان نیز استفاده می‌کند. از آنجا که بسیاری از وقایع مورد بررسی ممکن است جدید و یا نادر باشند، به دلیل عدم وجود داده های گذشته، تنها منبع اطلاعات قضاوت ذهنی خبرگان است (درزدزل و وندرگاج، ۱۹۹۵). اولین بار پیرل (۱۹۸۸)، واژه «شبکه‌های بیز» را برای تاکید بر سه جنبه زیر به کار برد:

1-Cheng & Liao
2-Tang
3-Rule-Base Inference Methodology using the Evidential Reasoning (RIMER)
4-Goodwin

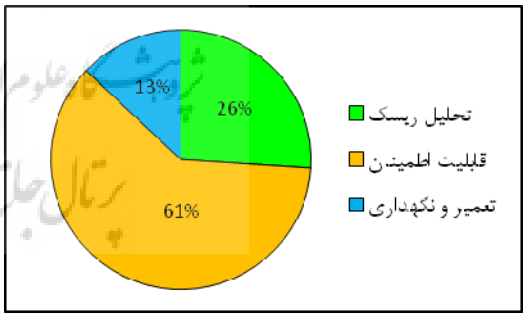
5-Bayesian Networks (Bayesian Belief Networks, Causal Probabilistic Networks, Probabilistic Influence Diagrams)
6-Directed Acyclic Graph
7-Prior Probability

۱- طبیعت ذهنی[1] اطلاعات ورودی

۲- اتکا به روابط شرطی بیز به عنوان مبنایی جهت به‌روزرسانی اطلاعات

۳- تفاوت بین حالت‌های علّی[2] و مشاهده‌ای[3] استنتاج با تاکید بر قاعده معروف توماس بیز.

شبکه‌های بیز اولین بار در دهه هشتاد میلادی در مدل‌سازی علیت برای ساخت یک سیستم خبره برای آندوسکوپی داخل روده به‌کار رفته و هدف از این سیستم خبره هدایت آندوسکوپ در روده بیمار با کمک دوربین تصویر برداری بوده است. در دهه اخیر استفاده از شبکه‌های بیز در علوم مهندسی و حوزه‌های دیگر افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است. شکل (۱) نتیجه تحقیق وبر[4] و همکارانش را نشان می‌دهد که نسبت کارهای انجام گرفته با شبکه‌های بیز را در تحلیل ریسک، قابلیت اطمینان و تعمیر و نگهداری مورد بررسی قرار دادند (وبر و همکاران، ۲۰۱۰).



شکل ۱- کاربرد شبکه‌های بیز در قابلیت اطمینان، تحلیل ریسک و تعمیر و نگهداری

1-Subjective
2-Causal
3-Evidential
4-Weber

طبق تعریفی که ینسن[5] (۱۹۹۶)، برای شبکه های بیز ارائه داده است، این شبکه ها با سه عامل زیر تعریف می شوند:

الف) گره‌ها: هر گره نشان دهندهٔ یک متغیر با تعداد متناهی حالت است.

ب) یال جهت دار: هر یال دو گره را به یکدیگر متصل می کند.

ج) جدول (توزیع) احتمال برای هر متغیر.

دو عامل اول، ساختار شبکه‌های بیزی را مشخص می‌کنند. برای مثال هنگامی که دو متغیر A و B به وسیله یک یال به هم متصل اند، دو متغیر به طور احتمالی به هم وابسته‌اند. جهت یال‌ها عموماً به عنوان رابطهٔ سببی بین دو متغیر تعبیر می‌شود. گره‌هایی که بلافاصله قبل از یک گره قرار دارند، والدین آن گره هستند. گره‌هایی که بعد از یک گره قرار دارند فرزندها هستند. جهت یال ها هیچ نوع دوری را به وجود نمی‌آورد.

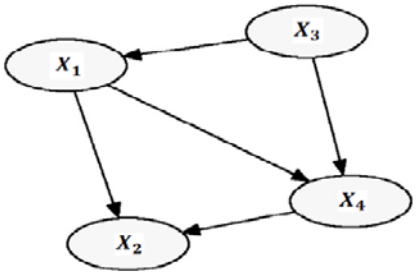
سومین عامل در تعریف شبکه های بیزی، نشان می‌دهد که هر گره با یک توزیع احتمال مشخص می‌شود که همان توزیع حاشیه ای گره به شرط والدین آن است.

اگر $X = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ مجموعه‌ای از متغیرها باشد، آن گاه توزیع توأم کامل متغیرهای $x_1, x_2, \ldots, x_n$ به وسیله توزیع‌های شرطی یک متغیره‌ای که به هر یک از گره‌ها در شبکهٔ بیزی اختصاص یافته، تعیین می‌شود؛ یعنی طبق خاصیت زنجیری پیرل:

5-Jensen

$$P(X) = P(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \prod_{i=1}^{n} P(x_i | Pa(x_i)) \quad (1)$$

در رابطه فوق منظور از $Pa(x_i)$ همان والدین گره x_i است. فرمول بالا دلیل اصلی فرمول بندی توزیع چند متغیره به وسیله شبکه های بیزی است. تعریف توزیع چند متغیره توأم با حاصل‌ضرب توزیع های شرطی تکی، باعث کاهش چشم گیر در تعداد پارامترها می‌شود. مثالی از یک شبکه بیز ساده در شکل (۲) نمایش داده شده است. تمامی گره‌ها در این شبکه دارای دو حالت هستند. جدول احتمال شرطی (CPT) برای گره X_4 نیز در جدول (۱) نمایش داده شده است.



شکل ۲- مثالی از یک شبکه بیز

جدول ۱- جدول احتمال شرطی برای گره X_4

	X_1 / X_3	حالت ۱		حالت ۲	
		حالت ۱	حالت ۲	حالت ۱	حالت ۲
X_4	حالت ۱	۰/۹	۰/۲	۰/۵	۰/۳
	حالت ۲	۰/۱	۰/۸	۰/۵	۰/۷

۴- روش‌شناسی تحقیق

تحقیقات علمی بر اساس دو مبنا؛ یعنی هدف و ماهیت و روش تقسیم بندی می‌شود. بر اساس هدف تحقیقات علمی را می توان به سه گروه بنیادی، کاربردی و عملی تقسیم کرد. از آنجا که در تحقیقات کاربردی ابتدا یک چارچوب نظری اولیه بیان می شود و سپس با بررسی قضایا و قوانین، پارامترها و متغیرهای طرح یا مدل شناسایی می شوند و مدلی طراحی می‌شود و بعد از آزمایش و تست مدل، اجرایی کردن مدل انجام می شود، می توان این تحقیق را نیز در شمار تحقیقات کاربردی قرار داد. همچنین از نظر گردآوری داده‌ها می‌توان آن را در زمره تحقیقات توصیفی- پیمایشی قرار داد. از آنجا که این تحقیق شرکت خاصی را مد نظر قرار داده است، می‌توان این تحقیق را یک مطالعه موردی نیز به حساب آورد.

برای جمع آوری احتمالات و داده‌های مورد نیاز در شبکه بیز مربوطه، از قضاوت کارشناسان و افراد خبره این حوزه استفاده شده است. پس از تبیین موضوع برای افراد مورد نظر، جداول احتمالات اولیه و شرطی در اختیار آنان قرار داده شد که از این احتمالات به عنوان ورودی‌های مدل استفاده شد. برای انجام این تحقیق از مدل چین و همکاران (۲۰۰۹) به عنوان مدل پایه استفاده شده است. در این مدل، ریسک پروژه NPD به سه ریسک تحقیق و توسعه، تولید و تامین نسبت داده شده است که این ریسک‌ها نیز در مجموع تحت تاثیر هشت فاکتور دیگر هستند. در ادامه به معرفی هر یک از این

ریسک ها پرداخته می‌شود و در نهایت شبکه بیز مطلوب نمایش داه می‌شود.

۴-۱- فاکتورهای ریسک پروژه NPD و ساخت شبکه بیز

برای ساخت یک شبکه بیز ابتدا باید عوامل تاثیر گذار که همان گره‌های شبکه هستند تعیین گردند و بعد از مشخص شدن رابطه بین گره‌ها شبکه ساخته می‌شود. در این بخش پس از معرفی فاکتورهای ریسک پروژه توسعه محصول جدید شبکه مربوطه مدل‌سازی می‌شود. ریسک یک پروژه NPD در اینجا به عنوان احتمال اینکه پروژه مذکور نتواند در مدت زمان مورد انتظار اجرا شود تعریف می‌شود. سازگاری بازار، صلاحیت‌های فنی، موضوعات مالی و عدم اطمینان‌های عملیاتی به عنوان جوانب بحرانی پروژه توسعه محصول جدید در نظر گرفته می‌شوند. در میان این جوانب همراه با عدم اطمینان، فاکتورهای ریسک توسعه محصول بر حسب ملاحظه فنی در این مطالعه برجسته‌تر است. قابلیت‌های فنی پروژه بر حسب طراحی محصول، قابلیت ساخت، کیفیت محصول و ثبات تامین کننده بیان می‌شود. در حقیقت، فرایند اجرای NPD در سه گام عمده دسته‌بندی شود: توسعه مفهومی و توسعه نمونه اولیه، راه‌اندازی ساخت و سرویس فنی. عدم قطعیت‌ها ممکن است در همه گام‌های مذکور رخ دهد. برای نمونه، احتمال توسعه و دستیابی به یک تکنولوژی پیشرفته که متعلق به ریسک تحقیق و توسعه است، ممکن است بر کارکرد و کارایی محصول اثر بگذارد. علاوه بر این امکان تولید یک محصول جدید به توانایی ترکیب تکنولوژی جدید به تولید انبوه ارتباط دارد. قابلیت تولید بالاتر به طور حتم ریسک پروژه NPD را کاهش خواهد داد. هم‌چنین باید یک سیستم تامین مواد قابل اطمینان داشته باشیم. به عبارت دیگر، تامین همراه با ریسک، منجر به ریسک بالای پروژه NPD خواهد شد. از این رو، ریسک پروژه NPD به سه فاکتور فرعی، یعنی ریسک تحقیق و توسعه(RADR)[1]، ریسک تولید(PROR)[2]، ریسک تامین(SUPR)[3] تقسیم می‌شود که به عنوان گره‌های غیر ریشه‌ای شبکه در نظر گرفته شده‌اند. در ادامه هر یک از این ریسک‌ها شرح داده می‌شوند.

۴-۱-۱- ریسک تحقیق و توسعه (RADR)

ریسک تحقیق و توسعه بیان کننده این احتمال است که مشخصات و ویژگی‌های محصول نتواند در برنامه زمان‌بندی مورد انتظار برآورده شود. این ریسک بر ارتباط واحد تحقیق و توسعه شرکت در توسعه محصول جدید متمرکز است و به قابلیت تحقیق و توسعه(RDC)[4]، مشابهت محصول(SEP)[5] و پیچیدگی پیچیدگی محصول(CPD)[6] وابسته است. از آنجا که تجربیات گذشته ممکن است در طراحی محصول جدید مفید واقع شود، بکارگیری اجزای کارکردی مشترک در مرحله طراحی می‌تواند توسعه محصول جدید را آسان کند. این امر منجر به تشابه بالاتر محصول با محصولات موجود می‌شود. علاوه بر این، پیچیدگی طراحی محصول به میزان تلاشی که واحد تحقیق و توسعه از خود نشان می‌دهد، بستگی دارد. برای مثال، اصول و قوانین طراحی برای ساخت، طراحی برای مونتاژ و طراحی برای کیفیت می‌تواند در

1-Research and development risk
2-Production risk
3-Supply risk
4-R&D capability
5-Similarity of the existing product
6-Complexity of the product design

مرحله طراحی محصول صورت گیرد تا پیچیدگی طراحی محصول در صنایع را کاهش دهد.

۴-۱-۲- ریسک تامین (SUPR)

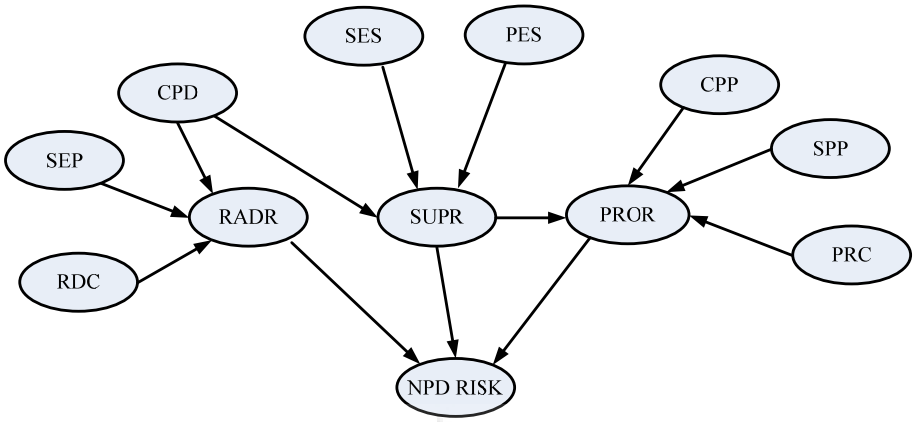
ریسک تامین بیان کننده این احتمال است که تامین کننده قادر نباشد تا مواد خام با کیفت را در برنامه زمانی مورد انتظار تحویل بدهد. در فرآیند تولید، مجموعه عوامل داخلی و خارجی سازمان باید به شکل موثر نقش ایفا کنند تا اهداف سازمان به خوبی و با اثربخشی تحقق یابد. در این راستا، تامین کنندگان در تامین نرم افزارها، دانش فنی، مواد اولیه و خدمات نقش مهمی در رقابتی شدن سازمان به عهده دارند. امروزه در سازمان های برتر تامین کنندگان به عنوان یکی از عوامل توانمند کردن سازمان به شکل عملیاتی و واقعی مورد توجه قرار گرفته اند و این اقدام و عمل نشات گرفته از این تفکر است که تولید با کیفیت و کسب مزیت رقابتی بدون تامین کنندگان با کیفیت، دلسوز و وفادار تقریبا غیرممکن و یا حداقل در درازمدت امکان پذیر نیست. یکپارچگی در سازمان‌ها بین عوامل تولیدی و تامین کنندگان و همچنین مشتریان باعث کاهش چشم‌گیر ضایعات در همه سطوح سازمان می‌شود که این به نوبه خود کاهش شدید هزینه‌ها را به دنبال می آورد. تامین پایدار مواد به وسیله معیارهای متفاوتی تعیین می‌شود. نخستین معیار، فهرستی از تامین کنندگان موجود و قابل اطمینان است. از آنجا که آنها می‌توانند مسئولیت کیفیت و در دسترس بودن مواد را به عهده داشته باشند، تهیه لیستی از تامین کنندگان قابل اطمینان می‌تواند ریسک تامین را کاهش دهد. مدیریت عملکرد تامین کنندگان(PES)[1] یکی از فاکتورهای بحرانی است. ثانیا، اگر تشابه محصولات جدید و تدارکات موجود(SES)[2] بالا باشد، شرکت باید سوابق پیشین تدارکات خود را بررسی نماید. همچنین با افزایش پیچیدگی محصول، نیاز به تامین پایدار و نیروی انسانی متخصص بیشتر می‌شود.

۴-۱-۳- ریسک تولید (PROR)

ریسک تولید این احتمال را بیان می کند که نیازمندی‌های تولید نتواند با برنامه زمانی مورد انتظار مطابقت داشته باشد. این ریسک با تشابه فرایند تولید(SPP)[3]، پیچیدگی فرایند تولید(CPP)[4]، ریسک تامین(SUPR)، و قابلیت تولید(PRC)[5] تحت تاثیر قرار می‌گیرد. همچنین موفقیت تولید ممکن است به وسیله ظرفیت تولید موجود و پیچیدگی فرایند محصول جدید تحت تاثیر قرار گیرد. علاوه بر این، اگر یک تامین قابل اطمینان مواد موجود نباشد انجام تولید با مشکل مواجه می‌شود. همکاری بین شرکت و تامین کنندگان به منظور پشتیبانی و حمایت از فرایند NPD اهمیت بسیاری دارد. علاوه بر این، برای دستیابی به کمیت و کیفیت تولید بیشتر، جلوگیری از بیکاری ماشین‌آلات و انجام تعمیرات مهم است. در جدول (۲)، ضمن معرفی گره‌های ریشه‌ای، شرح مختصری از آنها نیز آورده شده است. شبکه بیز ریسک NPD نیز در شکل (۳) رسم شده است.

1-Supplier performance

2-Similarity of the existing supply
3-Similarity of the production process
4-Complexity of the production process
5-Production capability



شکل ۳- شبکه بیز مربوط به ریسک NPD

جدول ۲- شرح گره‌های ریشه‌ای شبکه ریسک پروژه NPD

گره‌های ریشه‌ای	توصیف گره
CPD- پیچیدگی طراحی محصول	این گره میزان پیچیدگی طراحی تولید را از از نقطه نظر فنی ارزیابی می‌کند و بر ماهیت فناوری‌های تولید در مکانیسم‌های کارکردی و ویژگی‌های محصول متمرکز است. اجزای بیشتر و اندازه کوچکتر محصول به طور کلی ریسک پیچیدگی بیشتری را موجب می‌شوند.
SEP- تشابه با محصولات موجود	این گره سنجش میزانی از طراحی محصول جدید و محصولات موجود در شرکت است که ساختار محصول ، مکانیسم‌های کارکردی، روش‌های مونتاژ، مواد و اجزای مشترک یا مشابه دارند. این گره نشان دهنده این است که تشابه بیشتر، ریسک R&D کمتری دارد و محصول ابتکاری و نوآورانه ممکن است ریسک R&D بیشتری داشته باشد.
RDC- قابلیت تحقیق و توسعه	این گره پتانسیل شرکت را در انجام موفق فعالیت‌های R&D ارزیابی می‌کند. این امر می‌تواند به وسیله سطح تجربه، دانش و شایستگی مهندسان R&D در شرکت و سوابق پیشین طراحی محصول تعیین شود.
SES- تشابه تدارک و تامین موجود	این گره میزان تشابه و خصوصیات مشترک مواد خام و اجزای برون‌سپاری شده محصول جدید و تک‌تک محصولات موجود در شرکت را ارزیابی می‌کند. بدیهی است که تشابه و خصوصیات مشترک ریسک تدارک کمتر در کیفیت و تحویل خواهند داشت.
PES- عملکرد تامین کننده	این گره میزان قابلیت اطمینان و کیفیت تامین‌کنندگان را ارزیابی می‌کند. اگر مواد خام و اجزای برون‌سپاری شده بتوانند به وسیله تامین‌کنندگان موجود با عملکرد خوب / قابل قبول تامین شوند، ریسک تامین مسلما پایین‌تر است.

CPP- پیچیدگی فرایند تولید	این گره میزان پیچیدگی فرایند تولید را از نقطه‌نظر فنی و فناوری‌هایی که در فرایند تولید به کار می‌رود، ارزیابی می‌کند. نیازمندی‌های بسیار دقیق، سهولت مونتاژ، نیازمندی‌های تجهیزات / ابزارات تخصصی، درجه اتوماسیون و غیره به طور کلی بر ریسک پیچیدگی تاثیر خواهد داشت.
SPP- تشابه فرایند تولید	این گره میزان تشابه و خصوصیات مشترک فرایند تولید، تجهیزات و ابزارآلات، رویه‌های عملیاتی محصول جدید و تک‌تک محصولات موجود در کارخانه را ارزیابی می‌کند. بدیهی است که تشابه بیشتر خصوصیات مشترک، ریسک تولید کمتری در جنبه‌های بهره‌وری و کیفیت خواهد داشت.
PRC- قابلیت تولید	این گره میزان پتانسیل شرکت در اجرای فعالیت‌های تولید موفق را ارزیابی می‌کند. این امر می‌تواند به وسیله دقت ماشین‌آلات / تجهیزات، قابلیت فرایند تولید، شایستگی اپراتورها و مهندسین تولید، اثربخشی سیستم تضمین کیفیت، تعمیر و نگهداری و غیره در شرکت تعیین شود.

۵- اجرای مدل و تحلیل نتایج

در این قسمت شبکه بیز طراحی شده به منظور تحلیل ریسک پروژه NPD مورد اعتبارسنجی قرار گرفته است. این شرکت هر ساله چندین طرح توسعه محصول را مورد ارزیابی قرار می‌دهد که نهایتا تعداد معدودی از آنها مورد پذیرش قرار می‌گیرند. یک تجزیه و تحلیل سیستماتیک و منطقی برای ارزیابی ریسک توسعه محصول و انتخاب محصول مناسب به منظور کاهش ریسک توسعه محصول ضروری به نظر می‌رسد. در این مطالعه یکی از محصولات شرکت که مدیریت کارخانه تصمیم به توسعه آن گرفته بود مورد بررسی قرار گرفته است. اطلاعات و احتمالات شبکه بیز از کارشناسان این واحد صنعتی جمع‌آوری شده است. فرایند اعتبارسنجی شامل دو گام است. در گام اول احتمالات گره‌های شبکه که با استفاده از دانش کارشناسان این واحد تعیین شده است و در گام دوم تجزیه و تحلیل ریسک توسعه محصول می‌باشد که با استفاده از نرم‌افزار AgenaRisk صورت گرفته است. بعد از انجام مراحل فوق مدیریت می‌تواند با در نظر گرفتن ریسک موجود در این فرایند، در مورد توسعه این محصول تصمیم‌گیری نماید. در مدل مذکور برای هر گره سه حالت به نام‌های بالا (H)، متوسط (M) و پایین (L) در نظر گرفته شده است. برای نمونه مقادیر احتمالات گره های ریشه‌ای و یکی از گره‌های غیر ریشه‌ای در زیر نشان داده شده است. جدول (۳) مقادیر احتمالات گره‌های ریشه‌ای و جدول (۴) مقادیر احتمالات شرطی گره SUPR را نشان می‌دهد.

جدول ۳- احتمالات اولیه گره‌های ریشه‌ای

CPD	
H	0.68
M	0.24
L	0.08

SES	
H	0.33
M	0.25
L	0.42

CPP	
H	0.46
M	0.40
L	0.14

SEP	
H	0.43
M	0.45
L	0.12

PES	
H	0.52
M	0.38
L	0.10

SPP	
H	0.63
M	0.22
L	0.15

PRC	
H	0.23
M	0.48
L	0.29

RDC	
H	0.32
M	0.47
L	0.21

جدول ۴- احتمالات شرطی گره SUPR در حالات مختلف

SUPR									
SES	H								
PES	H			M			L		
CPD	H	M	L	H	M	L	H	M	L
H	0.520.52	0.48 0.48	390.39	410.41	0.45 0.45	290.29	180.18	320.32	220.22
M	0.19JJJJ 0.19	0.410 0.41	420.42	270.27	0.33 0.33	370.37	350.35	410.41	340.34
L	0.290.29	0.11 0.11	190.19	320.32	0.22 0.22	340.34	470.47	270.27	440.44

SUPR									
SES	M								
PES	H			M			L		
CPD	H	M	L	H	M	L	H	M	L
H	0.41	0.28	0.34	0.33	0.19	0.21	0.18	0.22	0.15
M	0.27	0.52	0.37	0.32	0.57	0.52	0.53	0.38	0.33
L	0.32	0.2	0.29	0.35	0.24	0.27	0.29	0.4	0.52

SUPR									
SES	L								
PES	H			M			L		
CPD	H	M	L	H	M	L	H	M	L
H	0.41	0.26	0.21	0.24	0.23	0.12	0.19	0.12	0.07
M	0.28	0.37	0.28	0.53	0.43	0.32	0.32	0.37	0.42
L	0.31	0.37	0.51	0.23	0.34	0.56	0.49	0.51	0.51

جداول فوق مقادیر احتمالات اولیه و شرطی را نشان می‌دهند. برای مثال جدول CPD احتمالات زیر را نمایش می‌دهد:

$$P(CPD = H) = 0.68$$

$$P(CPD = M) = 0.24$$

$$P(CPD = L) = 0.08$$

همچنین جدول (۴) مقادیر احتمالات شرطی را برای گره SUPR نمایش می‌دهد. برای مثال مقادیر احتمالات شرطی زیر را می‌توان از جداول فوق استخراج کرد:

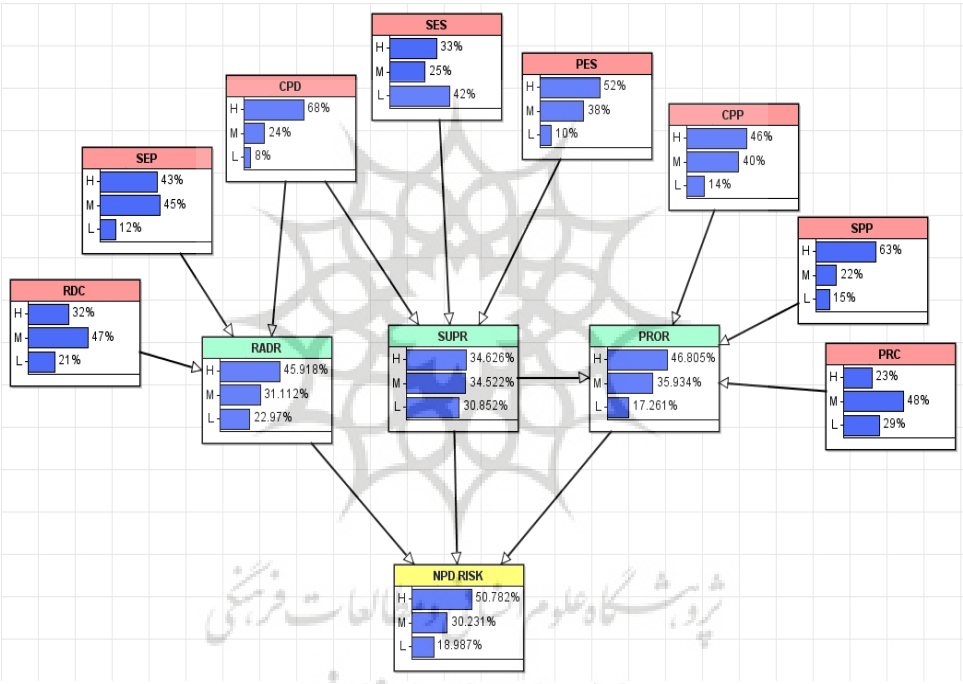
$$P(SUPR = H|SES = H, PES = M, CPD = L) = 0.29$$

$$P(SUPR = M|SES = H, PES = M, CPD = L) = 0.37$$

$$P(SUPR = L|SES = H, PES = M, CPD = L) = 0.34$$

پس از ساخت شبکه و تعین احتمالات اولیه و شرطی مدل در نرم‌افزار اجرا شده است.

فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات بازاریابی نوین
سال دوم، شماره اول، شماره پیاپی (۴) بهار ۱۳۹۱
تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۱۲
صص: ۲۰۲ – ۱۸۵



شکل ۴- خروجی نهایی نرم‌افزار

نتیجه نهایی مدل در شکل (۴) نمایش داده شده است. مقادیر احتمالات اولیه بر روی گره‌های ریشه‌ای نمایش داده شده است. این مقادیر همان مقادیر گره‌های ریشه‌ای جدول (۳) هستند. برای گره های غیر ریشه ای نیز با توجه به احتمالات شرطی داده شده، مقدار ریسک هر گره در حالات مختلف نمایش داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می کنیم، ریسک گره RADR در حالت (H)، ۴۵/۹ درصد، در حالت (M)، ۳۱/۱ درصد و در حالت (L)، ۲۲/۹ درصد است که مقدار ریسک آن در حالت (H)، بیشتر از دو حالت دیگر است. این مقادیر برای گره SUPR دارای پراکندگی کمتری است. ریسک گره SUPR در حالت (H)، ۳۴/۶ درصد، در حالت (M)، ۳۴/۵ و در حالت (L)، ۳۰/۸ درصد می‌باشد که در حالت (H)،

* نویسنده مسؤول
ghaasemnasir@yahoo.com

کمی بالاتر از دو حالت دیگر است. برای گره PROR نیز همین وضع مشاهده می‌شود؛ یعنی ریسک آن در حالت (H)، بالاتر از دو حالت دیگر است. ریسک این گره در حالت (H)، ۴۶/۸ درصد، در حالت (M)، ۳۵/۹ درصد و در حالت (L)، ۱۷/۲ درصد است. بنابراین، ریسک حالت (H)، در هر سه گره بالاتر از دو حالت دیگر است.

برای اینکه تعیین کنیم که کدام یک از این سه گره ریسک کمتری دارد، می توانیم به هر حالت یک ضریب مطلوبیت بدهیم. مطلوبیت حالت (H) را برابر صفر، مطلوبیت حالت (M) را برابر ۰/۵ و مطلوبیت حالت (L) را یک در نظر می‌گیریم. هر گره که مقدار مطلوبیت بیشتری داشته باشد، ریسک کمتری به خود اختصاص می‌دهد. حال مطلوبیت سه گره فوق را محاسبه می‌کنیم:

مطلوبیت گره RADR:

$$(31.11 \times 0.5) + (22.97 \times 1) = 38.52$$

مطلوبیت گره SUPR:

$$(34.52 \times 0.5) + (30.85 \times 1) = 48.11$$

مطلوبیت گره PROR:

$$(35.93 \times 0.5) + (17.26 \times 1) = 35.22$$

با توجه به مقادیر محاسبه شده درمی‌یابیم که ریسک گره (PROR) در مقایسه با ریسک RADR و SUPR بیشتر می‌باشد. هم‌چنین گره (SUPR) دارای ریسک کمتری نسبت به دو گره دیگر است. مقادیر گره NPD RISK نیز ریسک نهایی توسعه محصول جدید را در حالات مختلف نمایش می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می شود، ریسک توسعه محصول مورد نظر در حالت (H) برابر ۵۰/۷، در حالت (M) برابر ۳۰/۲ درصد و در حالت (L) نیز برابر ۱۸/۹ درصد می‌باشد.

بنابراین ریسک توسعه این محصول بالاست و مدیریت باید اقدامات لازم را برای کاهش ریسک توسعه محصول مورد نظر انجام دهد. از آنجا که ریسک تولید در توسعه محصول مورد نظر بیشتر از ریسک تامین و تحقیق و توسعه است، توجه به عوامل تاثیر گذار بر تولید این محصول و بهبود فرایند تولید ضروری به نظر می‌رسد.

نتایج تحلیلی دیگری که از مدل قابل استفاده هستند عبارتند از: "استنتاج پیش‌بینی" و "استنتاج تشخیصی". استنتاج پیش‌بینی از طریق اعمال سناریو در گره‌های والدین صورت می‌گیرد؛ یعنی با ایجاد مشاهده در گره‌های والدین وضعیت گره‌های فرزند را پیش‌بینی می‌کنیم. استنتاج تشخیصی از طریق اعمال سناریو در گره‌های فرزند صورت می گیرد. برای مثال، می‌خواهیم با وارد کردن سناریوهای زیر در گره‌های والدین، وضعیت گره های فرزند را پیش‌بینی کنیم:

$$\begin{cases} P(CPD = H) = 100 \\ P(SES = L) = 100 \\ P(PES = H) = 100 \end{cases}$$

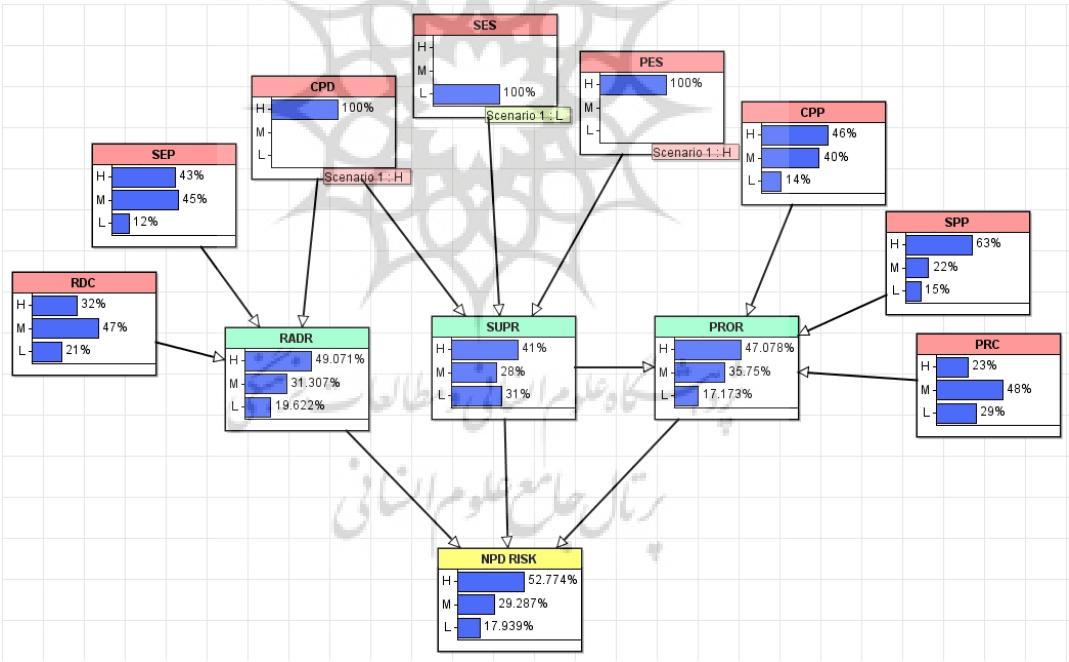
با وارد کردن این سه مشاهده در گره‌های CPD و SES و PES، وضعیت گره‌های فرزند همانند شکل ۵ تغییر می کند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، ریسک توسعه محصول در حالت (H)، از ۵۰/۷ درصد به ۵۲/۷، در حالت (M)، از ۳۰/۲ درصد به ۲۹/۲ درصد و در حالت (L)، از ۱۸/۹ درصد به ۱۷/۹ درصد تغییر می کند.با وارد کردن این سناریو در مدل به این نتیجه می رسیم که اگر وضعیت سه گره فوق در حالت (H) باشد، بالاتر رفتن ریسک توسعه محصول مورد نظر دستخوش تغییر زیادی نمی شود و گره RADR در مقایسه با گره PROR حساسیت بیشتری به خود نشان

می دهد. تغییرات سایر گره‌ها نیز در شکل قابل مشاهده است. علاوه بر این می‌توان با تغییر در مقادیر احتمالات اولیه گره‌های والدین، تغییرات گره‌های فرزند را مشاهده کرد.بنابراین با وارد کردن سناریوهای مختلف در مدل و مقایسه نتایج آنها می توان تغییرات ریسک توسعه محصول را بررسی کرد و گره هایی که منجر به ریسک بیشتری می شوند را شناسایی کرد.

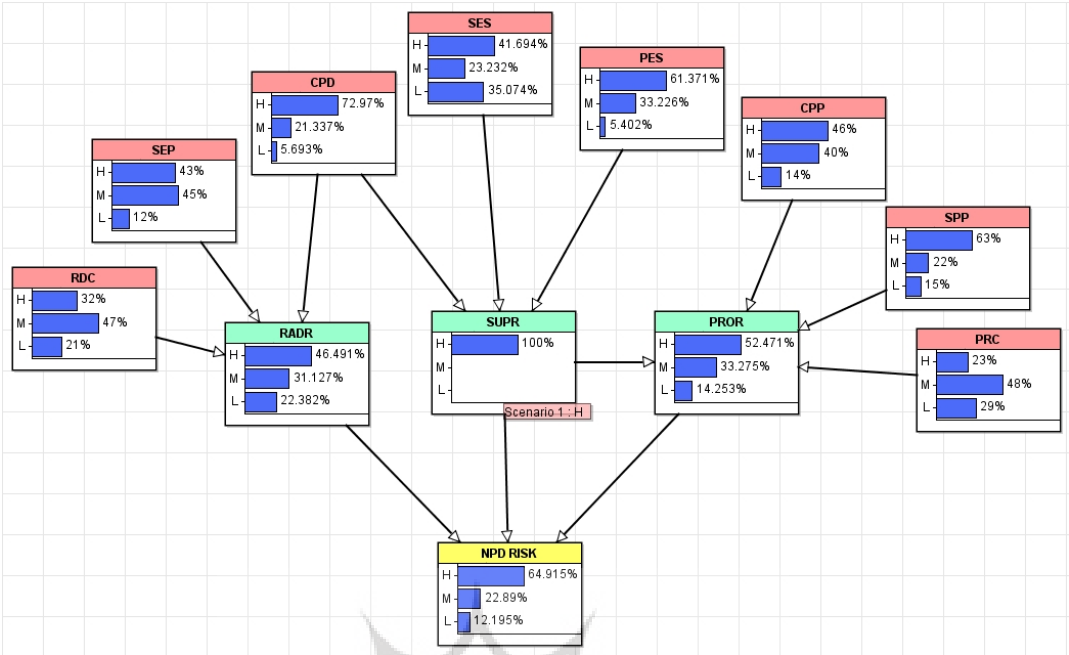
نمونه‌ای از استنتاج تشخیصی نیز در شکل ۶ نمایش داده شده است. در این حالت با اعمال مشاهده زیر در گره SUPR، مقادیر سایر گره‌ها به‌روز می‌گردند:

$$P(SUPR = H) = 100$$

همان‌طور که مشاهده می‌کنیم مقادیر گره‌های CPD، SES و PES به صورت شکل ۶ به‌روز می‌شوند. همان گونه که مشاهده می شود گره CPD در مقایسه با دو گره دیگر تغییر کمتری دارد. البته تغییرات مقادیر گره NPD RISK نیز قابل مشاهده است. با وجود اینکه در سناریوی قبلی والدین همین گره (گره SUPR) در وضعیت بحرانی قرار داشتند ولی در این حالت ریسک توسعه محصول به طور چشمگیری افزایش می یابد که با سناریوی قبلی قابل مقایسه نیست. این نتایج نشان دهنده خاصیت یادگیری مدل بوده که می‌توان با استفاده از سناریوهای مختلف وضعیت ریسک پروژه‌های توسعه محصول را پیش‌بینی کرد و در پروژه‌های آتی از این اطلاعات بهره جست.



شکل ۵- نمونه‌ای از استنتاج پیش‌بینی با اعمال سناریو در گره‌های CPD، SES، PES



شکل ۶- نمونه‌ای از استنتاج تشخیصی با اعمال سناریو در گره SUPR

۶- نتیجه‌گیری

توسعه محصول جدید به عنوان یک مزیت رقابتی برای شرکت‌ها، فرایندی همراه با ریسک بالاست. در این مقاله فاکتورهای بحرانی ریسک در توسعه محصول جدید با استفاده از شبکه‌های بیز مدل‌سازی شده است. این مدل به منظور تسهیل ارزیابی ریسک توسعه محصول جدید طراحی شده است. سه گره اصلی به نام‌های ریسک تحقیق و توسعه (RADR)، ریسک تامین (SUPR) و ریسک تولید (PROR) شناسایی شده‌اند. احتمالات اولیه و شرطی گره ها با استفاده از نظر کارشناسان تعیین شده است. پس از ساخت شبکه و تعیین احتمالات اولیه و شرطی، مدل مذکور با استفاده از نرم‌افزار AgenaRisk مورد تحلیل قرار گرفته است. نتیجه نهایی حاکی از این بود که ریسک تولید (PROR) در مقایسه با ریسک تامین (SUPR) و ریسک تحقیق و توسعه (RADR) از شدت بالاتری برخوردار است و تولید این محصول نیز از ریسک نسبتا بالایی برخوردار است. از آنجا که ریسک تولید در توسعه این محصول، در مقایسه با ریسک تامین و ریسک تحقیق و توسعه بالاتر است، مدیریت باید در بهبود فرایند تولید این محصول تلاش بیشتری نماید. هم‌چنین استنتاج پیش‌بینی و استنتاج تشخیصی که یکی از مزایای شبکه‌های بیز است، در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله برای ساده‌تر شدن مدل برای هر گره سه حالت بالا، پایین و متوسط در نظر گرفته شده است که در صورت لزوم می‌توان از حالات دیگری استفاده کرد و تعداد حالات آن را بیشتر کرد. هم‌چنین تنها یک گزینه برای توسعه محصول در این تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفته است. در صورتی که چند گزینه به طور هم‌زمان برای توسعه یک محصول وجود داشته باشد، می‌توان ریسک چند گزینه را مورد بررسی قرار داد و گزینه‌های با ریسک کمتر را انتخاب

کرد. علاوه بر این ممکن است فاکتورهای دیگری نیز در ریسک پروژه NPD وجود داشته باشند که با شناسایی آنها می‌توان مدل را به واقعیت نزدیک‌تر ساخت و به نتایج دقیق‌تری رسید.

منابع

1- Al-Harbi, K. B. A. (2001). Application of the AHP in project management. International Journal of Project Management, 19, 19–27.

2- Ahn, B. S., & Choi, S. H. (2008). ERP system selection using a simulation-based AHP approach: A case of Korean home shopping company. Journal of the Operational Research Society, 59, 322–330.

3- Blundell, R., Griffith, R. and v. Reenen, J. (1999). Market share, market value and innovation in a panel of British manufacturing firms. Review of Economic Studies, 66, 529–554.

4- Browning, T. R., & Eppinger, S. D. (2002). Modeling impacts of process architecture on cost and schedule risk in product development. IEEE Transactions on Engineering Management, 49(4), 428–442.

5- Cheng, C. J., & Liao, S. L. (2007). Congruence/incongruence perception of product strategy and business performance: By contrasting organizations and consumers from Taiwanese telecommunications industry. Journal of American Academy of Business, 10(2), 275–281.

6- Chiang, T. A., & Che, Z. H. (2010). A fuzzy robust evaluation model for selecting and ranking NPD projects using Bayesian belief network and weight-restricted DEA. Expert Systems with Applications, 37, 7408–7418.

7- Chin, K. S., & Tang, D. W., & Yang, J. B., & Wong, S. Y., & Wang, H. (2009). Assessing new product development project risk by Bayesian network with a systematic probability generation methodology. Expert Systems with Applications, 36, 9879 –9890.

8- Choi, H. G., & Ahn, J. (2010). Risk analysis models and risk degree determination in new product development: A case study. Journal of Engineering and Technology Management, 27, 110–124.

9- Cooper, L. P. (2003). A research agenda to reduce risk in new product development through knowledge management: a practitioner perspective. Journal of Engineering and

10- Technology Management, 20, 117–140.

11- Eilat, H., Golany, B., & Shtub, A. (2006). Constructing and evaluating balanced portfolios of R&D projects with interactions: A DEA based methodology. European Journal of Operational Research, 172(3), 1018–1039.

12- Druzdzel, M.J., van der Gaag, L.C. (1995). Elicitation of probabilities for belief networks: combining qualitative and quantitative information, Proceedings of the Eleventh Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence, pp. 141–148.

13- Ferreira, V. V & Ogliary, A. (2004). Guidelines for the systematization of the process of development planning products with a focus on interfaces and risks. III National Congress Mechanical Engineering PA - Brazil.

14- Feyziogglu, O., & Buyukozkan, G. (2006). Evaluation of new product development projects using artificial intelligence and fuzzy logic. In International conference on knowledge mining and computer science Prague, Czeck Republic, 11, 183–189.

15- Goodwin, S. A. (2009). The Concept and Measurement of Perceived Risk: A Marketing Application in the Context of the New Product Development Process. ASBBS Annual Conference: Las Vegas, 16(1).

16- Jensen, F. V. (1996), An Introduction to Bayesian Networks, Springer-Verlag, New York.

17- Kayis, B., Arndt, G., Zhou, M., Amornsawadwatana, S. (2007). A Risk Mitigation Methodology for New Product and Process Design in Concurrent

Engineering Projects. Annals of the CIRP, 56(1).

18- Langerak, F., & Hultink, E. J. (2005). The impact of new product development acceleration approaches on speed and profitability: Lessons for pioneers and fast followers. IEEE Transactions on Engineering Management, 52(1), 30–42.

19- Lee, J. W., & Kim, S. H. (2000). Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection. Computers & Operations Research, 27, 367–382.

20- Mahmoodzadeh, S., Shahrabi, J., Pariazar, M., & Zaeri, M. S. (2007). Project selection by using fuzzy AHP and TOPSIS technique. International Journal of Human and Social Sciences, 1(3), 135–140.

21- Meade, L. M., & Preslley, A. (2002). R&D project selection using the analytic network process. IEEE Transactions on Engineering Management, 49(1), 59–66.

22- Pearl, J. (1988). Probabilistic reasoning in Intelligence Systems: Networks of Plausible Inference. Morgan Kaufman Publishers, San Mateo.

23- Sherman, J. D., Berkowitz, D. & Souder, W. E. (2005) New product development performance and the interaction of cross-functional integration and knowledge management. Journal of Product Innovation Management, 22**,** 399-411.

24- Smith, P. G. & Merritt, G. M. (2002) – Proactive Risk Management: Controlling Uncertainty in Product Development. New York: Productivity Press.

25- Sowlati, T., Paradi, J. C., & Suld, C. (2005). Information systems project prioritization using data envelopment analysis. Mathematical and Computer Modelling, 41, 1279–1298.

26- Tang, D., & Yang, J. B., & Chin, K. S., & Wonga, Z. S. Y., & Liu, X. (2011). A methodology to generate a belief rule base for customer perception risk analysis in new product development. Expert Systems with Applications, 38, 5373–5383.

27- Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. (2004) Product design and development . Third Edition. New York, McGraw-Hill.

28- Wang, J. J., Jing, Y. Y., Zhang, C. F., Shi, G. H., & Zhang, X. T. (2008). A fuzzy multicriteria decision making model for trigeneration system. Energy Policy, 36, 3823–3832.

29- Wang, J., & Lin, Y. I. (2009). An overlapping process model to assess schedule risk for new product development. Computers & Industrial Engineering, 57, 460–474.

30- Weber, P., & Medina-Oliva, G., & Simon, C., & Iung, B. (2010). Overview on Bayesian networks applications for dependability, risk analysis and maintenance areas. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 32, 147-158.

31- Wei, C.C., Chang, H.W. (2011). A new approach for selecting portfolio of new product development projects. Expert Systems with Applications 38, 429–434.