

چارچوبی برای ارزیابی و توسعه قابلیت نوآوری از طریق رویکرد پویایی سیستم (مورد مطالعه: شرکت متالوژی پودر مشهد)

محمد حسن بچاری صالحی^{۱*}

مصطفی کاظمی^۲

علیرضا خوراکیان^۳

چکیده:

قابلیت نوآوری محرک اصلی نوآوری و رقابت پذیری شرکت‌ها در محیط کسب و کار امروز است. شرکت‌ها برای بهبود مداوم نوآوری بایستی دائماً وضعیت و چگونگی برهم کنش میان توانمندسازها و نتایج نوآوری را تحلیل نمایند. تحقیق حاضر چارچوبی پویا برای بررسی روابط علی میان توانمندسازهای قابلیت نوآوری (رهبری، استراتژی نوآوری، کارکنان، شراکت‌ها و منابع، و فرآیند نوآوری) و همچنین نتایج مورد انتظار آن‌ها (مشتري، کارکنان، سازمان و عملکرد کلی شرکت) ارائه کرده که در یک شرکت تولیدی مورد مطالعه قرار گرفته است. از تلفیق روش دیماتل که یک ابزار تحلیل چندمعیاره است با مدل سازی پویایی سیستم، مدل پویای قابلیت نوآوری ایجاد گردید. روابط و شدت نفوذ بین عناصر اصلی مدل به کمک روش دیماتل استخراج شده و از طریق پیش فرض تأثیر فزاینده‌ی توانمندسازها بر رخدادهای نوآوری، مدل سازی صورت پذیرفت. نتایج شبیه سازی مدل دو توانمندساز کارکنان و استراتژی نوآوری را به عنوان حوزه‌های نیازمند بهبود معرفی نمود. در نتیجه نیز سناریوهای خط‌مشی شرکت نشان دادند که تلاش بیشتر برای بهبود توانمندساز کارکنان باعث ارتقاء سطح بلوغ قابلیت نوآوری در مدت زمان کوتاه‌تری می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بلوغ قابلیت نوآوری، روش دیماتل (DEMATEL)، مدل سازی پویایی

سیستم

۱. کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: Mohamadhassanbachari@gmail.com

۲. عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد

۳. عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد

مقدمه

در بازار رقابت فعلی که بقاء در صنعت و دستیابی به موفقیت کار دشواری شده است، شرکت‌ها رغبت بیشتری برای خلق محصولات جدید و بهبود روش‌های گذشته نشان می‌دهند. نوآوری می‌تواند خلق، توسعه و پیاده‌سازی ایده‌های جدید، برای معرفی محصولات، فرآیندها و استراتژی‌های جدید باشد یا به صورت بهبود در محصولات، فرآیندها و استراتژی‌های فعلی باشد که در آخر منجر به موفقیت تجاری و امکان رهبری بازار حرکت می‌گردد و ارزشی را برای ذی‌نفعان ایجاد نموده و باعث رشد اقتصادی و بهبود استانداردهای زندگی می‌شود (کاتز^۱، ۲۰۰۶). ژانگ^۲ و دیگران (۲۰۱۳) اخیراً نوآوری را فرآیندی تکرارشونده برای ترکیب مجموعه‌ای از توانایی‌های خاص تعریف کرده‌اند. با توجه به نیاز شرکت‌های تولیدی به نوآوری، بایستی پذیرفت که نوآوری به صورت تصادفی رخ نمی‌دهد و موفقیت تنها با مدیریت نظام‌مند مجموعه‌ای از اجزای تأثیرگذار قابل دستیابی است (ناروکار و جین^۳، ۲۰۰۶). طبق نظر همل^۴ (۲۰۰۶) ماشینی وجود ندارد که مانند یک چرخ گوشت عمل کرده و ورودی‌های پیچیده را به نوآوری تبدیل کند، بلکه از طریق گردآوری عناصر تشکیل‌دهنده‌ی مناسب، می‌توان شانس رخ دادن آن را افزایش داد. این عناصر سازنده می‌توانند توانمندسازهای قابلیت نوآوری در یک سازمان باشند که در صورت وجود، امکان دستیابی به نتایج نوآوری یا خروجی‌های نوآوری مدنظر سازمان را میسر می‌سازند (اسمن و پریز^۵، ۲۰۰۹، ساونیل و یوکو^۶، ۲۰۱۱). براین اساس شرکت‌ها برای نوآور بودن بایستی قابلیت نوآوری^۷ خود را توسعه دهند (تسای و تسای^۸، ۲۰۱۰؛ یانگ^۹، ۲۰۱۲). اکنون که سازمان‌ها در محیطی پویا و روبه رشد فعالیت می‌نمایند ضروری است برنامه‌ای برای پی‌گیری مداوم نوآوری داشته باشند تا موجب رشد و بلوغ این قابلیت شوند (لاوسون و سامسون^{۱۰}، ۲۰۰۱). در همین راستا، (اولسان و دیگران^{۱۱}، ۲۰۱۰) قابلیت نوآوری شرکت را تواناسازی مداوم آن

1 . Katz

2 . Zhang

3 . Narvekar & Jain

4 . Hamel

5 . Essmann & Preez

6 . Saunila & Ukko

7 . Innovation capability

8 . Tsai, M & Tsai, C

9 . Yang

10 . Lawson & Samson

11 . Olsson

در ایجاد نوآوری‌ها برای پاسخ به تغییرات محیطی تعریف نموده‌اند. تمرکز بر همه توانمندسازهای قابلیت نوآوری با در نظر گرفتن منابع محدود شرکت امر دشواری است. از طرفی تغییر در یک جزء سیستم ناگزیر اجزاء دیگر را متأثر می‌سازد. با این وجود بهتر است قبل از هر عملی، اثرات آتی تمرکز بر توانمندسازها و نتایج آن ارزیابی شود. علاوه بر این ثابت شده سنجش عملکرد که جزء لاینفک برنامه‌ریزی مدیریت و سیستم کنترل سازمان شمرده می‌شود اثر قابلیت نوآوری بر عملکرد سازمانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (ساونیل^۱ و دیگران، ۲۰۱۴). بنابراین چگونگی روند تکاملی قابلیت نوآوری در گذر زمان تحت تأثیر حلقه‌های بازخورد موجود از مباحث مهم این زمینه هستند. هدف اصلی این مقاله نیز بررسی روابط بین این توانمندسازها و نتایج حاصل از تغییر در هر یک از آن‌ها در گذر زمان است. بدین منظور از رویکرد پویایی سیستم استفاده شده است. از آنجایی که غیر خطی بودن، پیچیدگی و بازخورد از خصوصیات مهم فرایند نوآوری است، لذا مدل‌سازی علی و پویایی سیستم رویکردی اثربخش برای ایجاد و بررسی این پویایی است (مورا لونا و دیویدسن^۲، ۲۰۰۶). پویایی سیستم توانایی زندگی (حرکت) بخشیدن به مدل را دارد از این‌رو قابلیت را برای مشاهده پی‌آمدهای مفروضات ساختاری، شبیه‌سازی «چه می‌شود اگرها»، و به چالش کشیدن نگرش مدیران فراهم می‌کند (ونیکس و گوبلز^۳، ۱۹۹۴). چارچوب ارائه‌شده در این تحقیق برای ارزیابی قابلیت نوآوری و ساخت شاخص بلوغ آن در شرکت متالوژی پودر مشهد استفاده گردید. شرکت مذکور یکی از شرکت‌های موفق در تولید قطعات اتومبیل به روش‌های نوین در کشور است و همچنین یکی از تأمین‌کننده‌های اصلی دو شرکت ساپکو و مگاموتور می‌باشد. مدیران شرکت متالوژی پودر مشهد به دنبال دستیابی به نوآوری در بخش‌های مختلف با دو هدف کاهش هزینه، و تنوع محصول از طریق بهبود و تجدید فرآیندها و محصولات می‌باشند. برای مثال تجربه شرکت در هنگام مواجه شدن با مشکلاتی در رابطه با تأمین مواد اولیه مورد نیاز، نشان داد که با استفاده از نوآوری در بخش تحقیق و توسعه می‌توان با ترکیب‌های جدید و با همان کیفیت سابق به تولید قطعات پرداخت. از این‌رو شرکت مورد مطالعه به دنبال شناسایی سطح بلوغ فعلی قابلیت نوآوری و سازوکارهایی برای ارتقاء آن است. با استفاده از مدل‌سازی پویایی سیستم که علم بررسی روابط بین مفاهیم مرتبط، در گذر زمان است (فارستر^۴، ۱۹۶۱)، چگونگی کارکرد چارچوب

1. Saunila

2. Mora Luna & Davidsen

3. Vennix & Gubbels

4. Forrester

پیشنهادی در شرکت، مورد بررسی قرار گرفت. در این رابطه، ابتدا سطح بلوغ شرکت از لحاظ قابلیت نوآوری مشخص شد و سپس با پی بردن به روابط درونی بین توانمندسازها و نتایج، مدلی پویا برای مشاهده روند بلوغ قابلیت نوآوری شرکت ایجاد گردید. در آخر نیز حوزه‌های نیازمند بهبود شناسایی و قبل از بکارگیری سیاست‌ها و استراتژی‌های بهبود در دنیای واقعی، به کمک شبیه‌سازی اثرات اجرای این تغییرات نمایان گردید. در نتیجه از این طریق امکانی برای تصمیم‌گیری اثربخش‌تر درخصوص ارتقاء سطح بلوغ قابلیت نوآوری فراهم گردید.

پیشینه تحقیق

چارچوب مفهومی قابلیت نوآوری

تحقیقات کاربردی انجام‌شده ثابت نموده که به کارگیری مدل‌های جامع مدیریت، مانند مدل تعالی سازمانی تأثیر مثبتی بر عملکرد سازمان دارند (کریستنسن و جول^۱، ۱۹۹۹). نسخه (۲۰۰۳) مدل تعالی سازمانی نسبت به نسخه‌های قبلی تغییر مهمی داشته زیرا بعضی از مفاهیمی چون؛ نوآوری و مدیریت دانش را برای تأکید بیشتر بر گرایش مشتری و مدیریت فرآیند، به مفهوم تعالی پیوند داده‌است، این عوامل، امکان پیاده‌سازی آن را در انواع سازمان‌ها، عمومی و خصوصی، بزرگ، کوچک و متوسط فراهم نموده‌است (گومز^۲ و دیگران، ۲۰۱۰). برای مثال در تحقیقی میرغفوری و دیگران (۱۳۸۹) چارچوب مدل تعالی سازمانی را به‌منظور بررسی و ارزیابی مدیریت دانش سازمانی به کار گرفتند.

مارتنسن و داهلگارد^۳ (۱۹۹۹) در مقاله‌ای نشان دادند که می‌توان مدل تعالی کسب‌وکار را با حوزه نوآوری به‌منظور تدوین استراتژی و برنامه‌ریزی تطابق داد. همچنین پردومو اورتیز^۴ و دیگران (۲۰۰۶) به پیوندهای بین برخی از عناصر مشترک بین مدل‌های تعالی و مدیریت کیفیت جامع، با عناصر تشکیل‌دهنده قابلیت نوآوری در کسب‌وکار پرداختند. با توجه به عناصر سازنده مدل تعالی سازمانی، به‌نظر می‌رسد این مدل اگرچه ابتدا در حوزه تعالی کیفیت ارائه شده‌است، اما با جامعیتی که معیارهای آن دارند، در صورت تطابق با حوزه نوآوری می‌تواند برای تبیین عناصر قابلیت نوآوری در سازمان‌ها مفید واقع شود. مدل تعالی سازمانی دارای نه عنصر سازنده (سازه)، از قبیل پنج توانمندساز و چهار

1 . Kristensen & Juhl

2 . Gomez

3 . Martensen & Dahlgaard

4 . Perdomo-Ortiz

معیار نتیجه می‌باشد. پنج توانمندساز شامل رهبری، استراتژی و سیاست، افراد، شراکت‌ها و منابع، و فرآیندها بوده، و نتایج افراد، نتایج مشتری، نتایج جامعه، و نتایج عملکرد اصلی مجموعه نتایج را تشکیل می‌دهند. تمرکز بر عناصر مدل تعالی سازمانی به‌طور منطقی مسیر روشنی را ایجاد می‌نماید که از طریق آن سازمان می‌تواند فرآیند بهبود نتایجش را تسهیل کند (گومز و دیگران، ۲۰۱۱). توانمندسازها همچنین چگونگی کارکرد یک سازمان را نشان داده و نتایج بر میزان دستیابی به اهداف سازمانی تمرکز دارند. از این‌رو در تحقیق حاضر تمرکز اصلی بر بهبود از طریق برهم‌کنش بین معیارهای توانمندساز و نتایج نوآوری است. با بازنگری ادبیات تحقیق از مدلی جامع استفاده گردید که سنجه‌های ارزیابی آن مبتنی بر معیارهای موجود در مدل تعالی سازمانی^۱ و منطبق با حوزه نوآوری در سازمان بود (مارتنسن^۲ و دیگران ۲۰۰۷). مدل مذکور به سه دلیل انتخاب گردید، دلیل اول نگاه فرایندی آن به نوآوری با دربرگرفتن سه بخش ورودی‌ها، فرایند و خروجی‌ها است، دلیل دوم جامعیت آن در لحاظ نمودن محرک‌های اصلی قابلیت نوآوری است، و سوم به این علت که ابزاری برای اندازه‌گیری دقیق وضعیت توانمندسازهای نوآوری متشکل از ۸۰ گویه ارائه نموده‌است.

متدولوژی تحقیق

در مدل‌سازی به روش پویایی سیستم ابتدا تصویری از روابط بین عناصر اصلی ارائه می‌شود که مبنای مراحل دیگر مدل‌سازی است. پیش‌فرض تحقیق حاضر بر این است که قابلیت نوآوری از روابط پیچیده بین توانمندسازها و همچنین تأثیر فرآیندها بر نتایج نوآوری خلق می‌شود. بنابراین سعی گردید با استفاده از روش دیماتل که ابزاری برای شناسایی ساختار روابط بین عناصر مرتبط است، روابط و شدت نفوذ بین توانمندسازها و نتایج نوآوری در شرکت مورد مطالعه، شناسایی گردد.

روش دیماتل

چگونگی روابط بین معیارهای اصلی مدل با به‌کارگیری روش دیماتل و توسط اعضای تیم ۱۵ نفره متشکل از خبرگان شرکت مورد بررسی قرار گرفت. این افراد با در نظر داشتن دو معیار تجربه نوآوری و توانایی در ارزیابی جامع شرکت انتخاب شدند که متشکل از مدیران ارشد، مدیران واحدهای مختلف مانند تولید، کیفیت، تحقیق و توسعه، منابع انسانی، سرپرستان متخصص سایر واحدهای

1 . European Foundation for Quality Management (EFQM)

2 . Martensen

مستقر در تولید و با متوسط سابقه کاری ۱۴ سال بودند. برای دسترسی به نظر کارشناسی خبرگان از مصاحبه و پرسشنامه به صورت پی‌درپی استفاده شده‌است (وُو و تسای^۱، ۲۰۱۱؛ وُو ۲۰۱۲). محاسبات اصلی روش دیماتل بر مبنای ۱۵ ماتریس ۶×۶ حاصل از نظرات تیم خبره صورت گرفت. نمودار خروجی این روش گراف جهت‌داری^۲ است که روابط درونی میان عناصر سیستم‌ها را نشان می‌دهد. برای انجام روش دیماتل از پنج گام ارائه شده توسط وُو (۲۰۱۲) استفاده گردید. در اولین گام روش دیماتل از طریق معادله ذیل، میانگین ۱۵ ماتریس محاسبه شد و خروجی آن یعنی ماتریس اولیه (Z) بدست آمد.

جدول ۱- ماتریس نرمال‌شده شدت نفوذ (Zn×n) بین معیارهای تشکیل‌دهنده قابلیت نوآوری

معیارها	رهبری	استراتژی	شراکت‌ها و منابع	کارکنان	فرآیند	نتایج
رهبری	۰	۰/۲۸۵	۰/۲۰۹	۰/۳۰۱	۰/۱۷۷	۰/۰۵۱
استراتژی	۰/۱۳۳	۰	۰/۳۱۶	۰/۱۷۱	۰/۲۳۴	۰/۰۹۵
شراکت‌ها و منابع	۰/۱۲۷	۰/۱۶۵	۰	۰/۱۱۴	۰/۲۵۹	۰/۱۲۰
کارکنان	۰/۱۲۷	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰	۰/۲۳۴	۰/۲۷۸
فرآیند	۰/۱۲۰	۰/۱۵۸	۰/۱۲۷	۰/۱۶۵	۰	۰/۲۳۹
نتایج	۰/۳۴۲	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	۰/۱۲۷	۰/۰۸۹	۰

$$Z = [z_{ij}], z_{ij} = \frac{1}{H} \sum_{k=1}^H x_{ij}^k \quad \text{رابطه (۱)}$$

در گام دوم ماتریس اولیه شدت نفوذ نرمال‌سازی و حاصل آن ماتریسی شد که در (جدول ۱) آمده‌است.

در گام سوم ماتریس روابط کل (T) از طریق رابطه (۲) محاسبه شد که در جدول ۲ آمده‌است.

$$T = X(I-X)^{-1} \quad \text{رابطه (۲)}$$

1 . Wu & Tsai

2 . Digraph

جدول ۲- ماتریس روابط کل (T) بین معیارهای تشکیل دهنده قابلیت نوآوری

معیارها	رهبری	استراتژی	شراکت‌ها و منابع	کارکنان	فرآیند	نتایج
رهبری	۱/۴۶۸	۱/۷۶۸	۱/۷۸۷	۱/۷۸۵	۱/۸۷۷	۱/۶۲۳
استراتژی	۱/۴۶۳	۱/۴۰۴	۱/۷۱۶	۱/۵۴۲	۱/۷۶۳	۱/۵۱۸
شراکت‌ها و منابع	۱/۲۷۶	۱/۳۵۰	۱/۲۶۰	۱/۳۱۰	۱/۵۵۴	۱/۳۴۱
کارکنان	۱/۴۵۸	۱/۴۹۸	۱/۵۵۲	۱/۳۷۳	۱/۷۱۲	۱/۶۲۷
فرآیند	۱/۴۳۵	۱/۴۸۷	۱/۵۲۰	۱/۴۸۹	۱/۴۹۰	۱/۶۳۱
نتایج	۱/۵۳۶	۱/۴۴۹	۱/۴۹۵	۱/۴۴۰	۱/۵۴۱	۱/۳۰۳

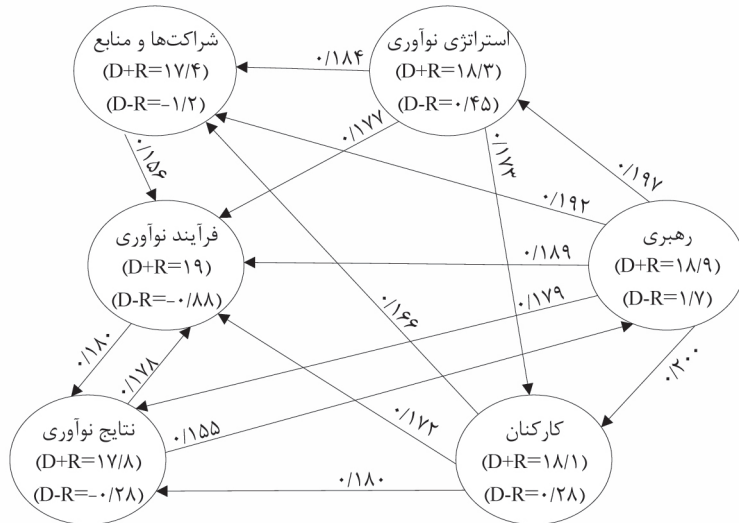
در گام چهارم شدت نفوذ و وابستگی معیارها تجزیه و تحلیل گردید. مطابق با ماتریس روابط کل (T)، مجموع ستون‌ها (D) و مجموع سطرها (R) نام‌گذاری و به کمک روابط (۳) و (۴) سطح تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها مشخص شد.

$$D = (d_i)_{n \times 1} = [\sum_{j=1}^n t_{ij}]_{n \times 1} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$R = (r_j)_{1 \times n} = [\sum_{i=1}^n t_{ij}]_{1 \times n} \quad \text{رابطه (۴)}$$

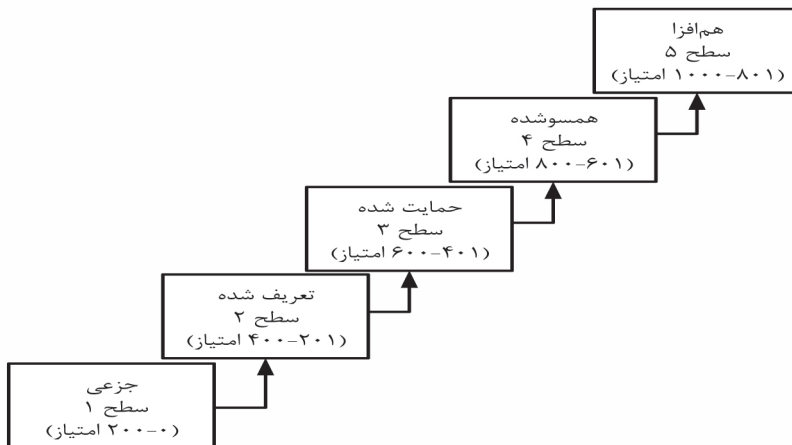
هرچه مقدار (D+R) یک معیار بیشتر باشد تعامل یا رابطه آن با سیستم بیشتر است در نتیجه اهمیت بیشتری دارد. مقدار (D-R)، نیز معیارها را به دو گروه تقسیم می‌کند. اگر مقدار (D-R) معیاری مثبت باشد متعلق به گروه علت (تأثیرگذار بر دیگر معیارها) و چنانچه (D-R) معیاری، منفی باشد متعلق به گروه معلول (وابسته به دیگر معیارها) است.

مطابق با گام پنجم، برای رسم نمودار علی لازم است مقدار آستانه‌ای برای حذف برخی روابط قابل اغماض مقرر گردد. روش‌های متفاوتی برای مشخص نمودن مقدار آستانه معرفی شده که عمده‌ترین آن‌ها میانگین ماتریس T و توافق بر سر مقداری مشخص است (وؤ و تسای، ۲۰۱۱). در این تحقیق مقدار آستانه (۱/۵۲۳) (میانگین ماتریس T) تعیین و توسط خبرگان تأیید شد. مطابق با شکل ۱ ترتیب اهمیت معیارها با توجه به (D+R) به صورت: فرآیند نوآوری، رهبری، استراتژی نوآوری، کارکنان، نتایج نوآوری و شرکات‌ها و منابع می‌باشد. تأثیرگذارترین معیارها نیز با توجه به مقدار و علامت (D-R) به ترتیب رهبری، استراتژی نوآوری، کارکنان و معیارهای تأثیرپذیر به ترتیب شرکات‌ها و منابع، فرآیند و نتایج نوآوری هستند.



شکل ۱- نمودار علیّی معیارهای اصلی مدل قابلیت نوآوری به همراه شدت نفوذ نرمال شده

شدت نفوذ بین روابط باقی مانده، از ماتریس نرمال شده روابط کل (T) (تقسیم نمودن هر عنصر بر جمع ستون مربوطه) استخراج گردید که در شکل ۱ نمایان است. این روابط و مقادیر مشخص شده بر آن‌ها که خروجی روش دیپاتل است، در ساخت مدل پویای قابلیت نوآوری به کار گرفته خواهد شد.



شکل ۲- سطوح بلوغ قابلیت نوآوری برگرفته از (اسمن و پریر، ۲۰۰۹)

قابلیت نوآوری در شرکت‌ها می‌تواند روندی تکاملی و روبه بلوغ داشته باشد. هر شرکتی با توجه به وضعیت توانمندسازهای نوآوری و میزان خروجی نوآوری آن در سطحی از بلوغ قابلیت نوآوری قرار دارد. با گذر زمان و تلاش بیشتر می‌تواند به سطوح بالاتر ارتقاء یابد. پنج سطح بلوغ قابلیت نوآوری به همراه دامنه امتیاز هر یک در شکل ۲ نمایان است. برای ارزیابی کمی و ساخت شاخص قابلیت نوآوری (با عنوان IC) مجموعه امتیازاتی مطابق با امتیازبندی مدل تعالی سازمانی، به توانمندسازها و نتایج نوآوری اختصاص داده شد. لذا به‌طور مساوی از مجموع ۱۰۰۰ امتیاز، به توانمندسازها مقدار ۵۰۰ امتیاز و به نتایج نوآوری مقدار ۵۰۰ امتیاز تعلق گرفت. ۵۰۰ امتیاز توانمندسازها به‌صورت ۱۰۰ امتیاز به رهبری (Lds)، ۹۰ امتیاز به کارکنان (Ppl)، ۹۰ امتیاز به شرکات‌ها و منابع (Prs)، ۸۰ امتیاز به استراتژی نوآوری (Ist) و ۱۴۰ امتیاز به فرآیند نوآوری (Ipr)، تقسیم گردید (مدل تعالی سازمانی، ۲۰۰۰). همان‌طور که گفته شد بهبود قابلیت نوآوری مبتنی بر ارتقاء توانمندسازها و نتایج حاصل از آن‌ها است. بنابراین مجموع امتیازات توانمندسازها و نتایج نوآوری می‌تواند نشان‌دهنده سطح بلوغ قابلیت نوآوری باشد. این امتیاز مجموع، شاخصی را برای ارزیابی بلوغ قابلیت نوآوری ایجاد می‌نماید که از امتیاز صفر مربوط به سطح اول (بسیار موقت و نابالغ) تا امتیاز ۱۰۰۰ (بلوغ بالای قابلیت نوآوری) طبقه‌بندی شده‌است (اسمن و پریر، ۲۰۰۹).

همچنین با توجه به اجزاء اصلی مدل پویای قابلیت نوآوری شاخص IC از مجموع مقادیر پنج توانمندساز و نتایج نوآوری بدست می‌آید که مقدار آن حداکثر می‌تواند ۱۰۰۰ امتیاز باشد. درواقع این توانمندسازها و نتایج هستند که وضعیت شاخص IC را مشخص می‌کنند. به‌منظور سادگی و حفظ ماهیت نسبت ۵۰/۵۰ برای نتایج و توانمندسازها در مدل تعالی سازمان، در این مدل فرض شده‌است که توانمندسازها و نتایج هر کدام سهم یکسانی در هرگونه افزایش در شاخص IC را دارند.

مدل‌سازی پویایی سیستم

تمرکز اصلی متدولوژی پویایی سیستم بر درک سیستم است و همه گام‌های آن به‌دنبال حصول این درک است. سوشیل^۲ (۱۹۹۳) شش گام را برای مدل‌سازی پویایی سیستم معرفی کرده‌است، که عبارتند از: (۱) شناسایی مسئله و هدف مدل، (۲) مفهوم‌سازی سیستم، (۳) صورت‌بندی مدل و تخمین پارامترها، (۴) شبیه‌سازی و اعتبارسنجی مدل، (۵) تحلیل و بهبود سیاست، (۶) اجرای سیاست

1 . Innovation Capability Index

2 . Sushil

و به کارگیری مدل. در مدل سازی پویایی سیستم دانستن روابط بین عناصر اصلی مدل بسیار مهم است، این روابط توسط نمودارهای حلقه های علی ترسیم می شود. قبل از شبیه سازی مدل توسط نرم افزار لازم است نمودار حلقه های علی به نمودارهای انباشت - جریان تبدیل گردند. پس از آنکه عناصر اصلی مدل قابلیت نوآوری به صورت مفهومی مشخص، و روابط بین این عناصر از طریق روش دیماتل شناسایی گردید. به منظور آماده سازی مدل پویا جهت شبیه سازی و اجرای آن توسط نرم افزار ابتدا روابط بین عناصر توسط نمودارهای حلقه های علی ترسیم و سپس این نمودارها جهت فرموله کردن مدل به نمودارهای انباشت- جریان تبدیل می گردند (استرمن^۱، ۲۰۰۰). نمودار انباشت - جریان نحوه تعامل بین متغیرهای یک سیستم را با یکدیگر نشان می دهد. مدل ساز با ترسیم نمودارهای حلقه های علی به دنبال بازنمایی ساختار جریانی سیستم مورد مطالعه است (محرر و مروتی، ۱۳۸۵). این نمودارها معمولاً به کمک خبرگان، مطالعه ادبیات و پیشینه تحقیقات و اطلاعات بدست آمده از طریق تحقیقات میدانی ترسیم می شوند. چنین نمودارهایی مبنایی برای فرموله کردن و تبدیل مدل موردنظر به یک مدل کمی می باشند (محرر و دیگران، ۱۳۹۰). رویکردهای مطرح در رسم نمودارهای حلقه های علی، دامنه ی وسیعی از بحث های گروهی تا استفاده از مدل سازی ساختاری تشریحی^۲ را دربرمی گیرند (سوشیل، ۱۹۹۳). برای مثال جعفری^۳ و دیگران (۲۰۰۸) از روش دیماتل به عنوان یک ابزار رویکرد تشریحی، برای کشف روابط علی بین مفاهیم مختلف استفاده نمودند و از این طریق توانستند نگرش افراد مختلف را در طراحی نمودارهای حلقه های علی موجود در مدل سازی پویایی سیستم به کارگیرند. روش دیماتل با بهره گیری از ریاضیات ماتریسی امکان شناسایی دقیق تر روابط درون ساختاری و عناصر اثرگذارتر را فراهم می کند. برهم کنش بین توانمندسازهای رهبری (Lds)، استراتژی نوآوری (Ist) و کارکنان (Ppl)، شراکت ها و منابع (Prs)، فرآیند نوآوری (Ipr) و نتایج نوآوری سیستم قابلیت نوآوری شرکت را تشکیل می دهند. قبل از بررسی روابط توسط تیم خبره، لازم بود تعریفی از توانمندسازها و نتایج نوآوری ارائه شود و به مشخصه های این مفاهیم اشاره گردد. طی جلساتی تعاریف مستخرج از ادبیات تحقیق توسط خبرگان بازنگری و مورد توافق قرار گرفت. تعاریف مفاهیم عملیاتی موردنظر در جدول ۳ آمده است. در بخش بعدی روابط بین توانمندسازها و نتایج نوآوری از طریق گام های مدل سازی پویایی سیستم تشریح می شود.

1 . Sterman

2 . Interpretive Structural Modeling

3 . Jafari

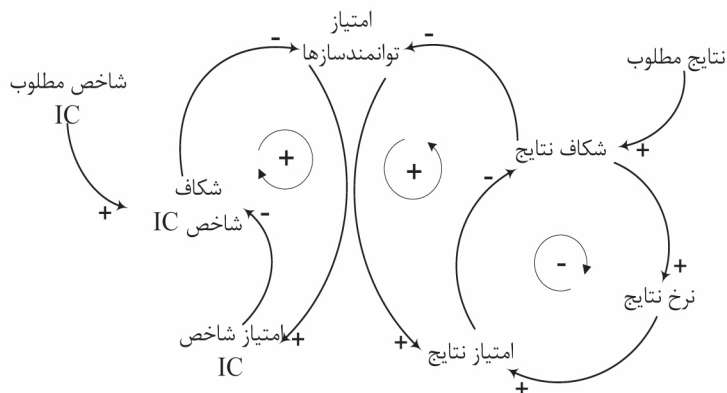
جدول ۳- اجزاء اصلی سیستم قابلیت نوآوری و تعاریف آن‌ها برگرفته از (مارتنسن و دیگران، ۲۰۰۷)

تعاریف	اجزاء اصلی سیستم قابلیت نوآوری
میزانسی که رهبری رفتارهای نوآورانه را در شرکت هدایت و تشویق می‌کند تا در بخش‌های مختلف سازمان افراد آمادگی بروز چنین رفتارهایی را داشته باشند به‌طوری‌که با انرژی و آزادانه ایده‌هایشان را پیگیری کنند.	رهبری
اطمینان از میزان توجه استراتژی به نوآوری و دسترسی طولانی‌مدت به قابلیت نوآوری را تسهیل می‌کند، همچنین میزانی که چشم‌انداز و مأموریت سازمان توسط کارکنان پذیرفته شده‌است.	استراتژی نوآوری
اطمینان در اختصاص نمودن منابع کافی به فعالیت‌های نوآورانه و فراهم کردن آزادی برای خلاقیت و مجال شکست برای کارکنان، همسویی قابلیت‌های فردی و علایق در شرح شغل و آموزش اصول و شیوه‌های نوآوری به افراد.	منابع و مشارکت‌ها
اطمینان از تعهد کارکنان به اهداف پروژه‌های نوآوری، همکاری و مشارکت بین کارکنان، سیستم‌های پاداش مبنی بر نوآوری، تبادل دانش و اطلاعات بین کارکنان، توانمندی و انگیزش کارکنان به‌منظور فعالیت در حوزه نوآوری	کارکنان
شدت وجود فرآیندی ساده، ساختارمند و درعین‌حال منعطف برای پیگیری و تعریف مراحل توسعه ایده‌ها، دنبال نمودن فرآیند توسعه محصولات و خدمات جدید، به‌کارگیری اثربخش و همسوسازی تخصص‌های بخش‌های مختلف، و بهبود فرآیندها از طریق پیشنهادات داخلی، رصد تغییرات محیطی و استفاده از بهترین عملکردها.	فرآیند نوآوری
سطح تأثیرگذاری برنامه‌های نوآوری بر مشتری، کارکنان، سازمان و عملکرد کلی شرکت به عبارتی تعداد نوآوری‌های محصول و فرآیند، سهم نوآوری‌ها از فروش، بازگشت سرمایه شرکت، بهبود رضایت و سطح دانش کارکنان و بهبود تصویر شرکت.	نتایج نوآوری

رسم نمودارهای حلقه‌ی علی برای شاخص قابلیت نوآوری

حلقه‌های علی با تمرکز بر ساختار و رفتار سیستم بازخور، سعی در مفهوم‌سازی واقعیت سیستم

مورد بررسی دارند. در نمودارهای حلقه‌ی علی کمان‌ها جهت نفوذ و علامت (+ و-) نوع تأثیر یک متغیر بر متغیر دیگر را نشان می‌دهند. اگر تغییر در یک متغیر، متغیر دیگر را در همان جهت تحت تأثیر قرار دهد، در این صورت گفته می‌شود که پیوند علی مثبت است و در صورتی که تغییرات دو متغیر در جهت مخالف باشد پیوند علی منفی است.



شکل ۳- نمودار حلقه‌ی علی شاخص IC

همانطور که پیوندهای علی علامت (+ یا -) دارند حلقه‌های بازخورد نیز دارای قطبیت (+ یا -) هستند. اگر تعداد پیوندهای علی با علامت منفی در حلقه‌ی بازخوردی، صفر یا زوج باشد قطبیت آن حلقه مثبت و اگر تعداد پیوندهای منفی در حلقه بازخوردی فرد باشد قطبیت حلقه منفی خواهد بود (سوشیل، ۱۹۹۳). علامت مربوط به قطبیت در وسط حلقه‌ی بازخورد نشان داده می‌شود. نمودار حلقه‌ی علی مربوط به شاخص IC که در شکل ۳ نشان داده شد به منظور آشکار نمودن روابط بین توانمندسازها و نتایج، و شاخص IC حلقه‌ای متشکل از هشت جزء ارائه شده که به شرح ذیل می‌باشد:

- ۱- امتیاز توانمندسازها در زمان (t) (با حداکثر امتیاز ۵۰۰): این امتیاز برابر مجموع امتیاز رهبری (Lds) (با حداکثر امتیاز ۱۰۰)، امتیاز کارکنان (Ppl) (با حداکثر امتیاز ۹۰)، امتیاز شراکت‌ها و منابع (Prs) (با حداکثر امتیاز ۹۰)، امتیاز استراتژی نوآوری (Ist) (با حداکثر امتیاز ۸۰)، و امتیاز فرآیند نوآوری (Ipr) (با حداکثر امتیاز ۱۴۰) می‌باشد.
- امتیاز توانمندسازها = امتیاز رهبری + امتیاز کارکنان + امتیاز شراکت‌ها + منابع + امتیاز استراتژی

نوآوری + امتیاز فرآیند نوآوری

۲- نتایج نوآوری در زمان (t) (با حداکثر امتیاز ۵۰۰).

۳- امتیاز شاخص IC در زمان (t) (با حداکثر امتیاز ۱۰۰۰): این امتیاز برابر است با مجموع امتیاز توانمندسازها و نتایج نوآوری: امتیاز شاخص IC = امتیاز توانمندسازها + امتیاز نتایج نوآوری در زمان (t)

۴- امتیاز نتایج مطلوب = این بالاترین امتیازی است که هر سازمان امید دارد به آن برسد که برابر با ۵۰۰ قرار داده شد.

۵- شکاف نتایج در زمان (t): برابر با اختلاف بین امتیاز نتایج مطلوب و امتیاز نتایج در زمان (t) می باشد:

شکاف نتایج = امتیاز نتایج مطلوب - امتیاز نتایج

۶- امتیاز شاخص IC مطلوب: مطابق با پنج سطح بلوغ قابلیت نوآوری این امتیاز مقادیر: ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ را دربرمی گیرد. مقداری را که این امتیاز می تواند داشته باشد بستگی به امتیاز شاخص IC در هر لحظه از زمان دارد. برای مثال اگر امتیاز شاخص IC در زمان (t) برابر با ۱۰۰ باشد به این معنی است که شرکت در سطح اول بلوغ قرار دارد.

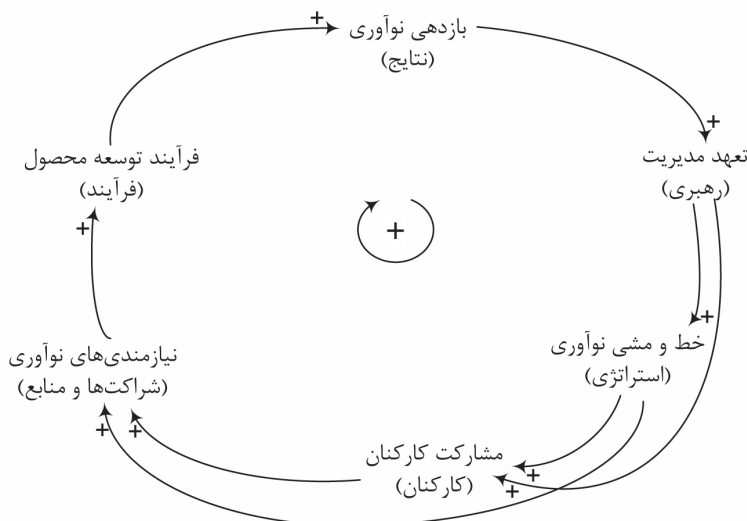
۷- شکاف شاخص IC در زمان (t): این امتیاز برابر است با اختلاف بین امتیاز شاخص IC مطلوب و شاخص IC در زمان (t). (شکاف شاخص IC = امتیاز شاخص IC مطلوب - شاخص IC)

۸- نرخ نتایج در زمان (t) که تابعی از شکاف نتایج و جریان انتقالی از سایر توانمندسازهای تأثیرگذار است.

توضیح حلقه های بازخوردین صورت است که، در حلقه بازخور افزایش شاخص IC موجب کاهش شکاف شاخص می گردد. پس رابطه بین امتیاز شاخص IC و شکاف شاخص IC منفی (-) است. همچنین به پیروی از مفهوم چرخه بهبود مستمر، پی آمد کاهش شکاف شاخص IC منتج به افزایش امتیاز توانمندسازها می شود (برای مثال با کوچکتر شدن شکاف مربوط به شاخص، درک بهتری نسبت به بازدهی نوآوری ایجاد شده، سطح بلوغ افزایش یافته در نتیجه مشارکت در فعالیتهای نوآوری بیشتر و امتیاز توانمندسازها نیز بیشتر می شود). براین اساس رابطه بین شکاف مربوط به شاخص IC و امتیاز توانمندسازها نیز منفی است. افزایش امتیاز توانمندسازها بدون شک امتیاز شاخص IC را افزایش می دهد لذا دارای رابطه مثبت است. از آنجایی که تعداد پیوندهای علی منفی زوج است پس

علامت حلقه بازجور متشکل از امتیاز شاخص IC، شکاف شاخص IC و امتیاز توانمندسازها مثبت است. در طرف دیگر افزایش امتیاز نتایج نوآوری موجب کاهش شکاف نتایج می گردد و این کاهش شکاف کاهش نرخ نتایج را در پی دارد که حلقه بازخور منفی را ایجاد می نماید.

در رابطه با حلقه مثبت امتیاز توانمندسازها نیز این گونه می توان تحلیل نمود که افزایش امتیاز توانمندسازها موجب پیشرفت در نتایج نوآوری شده (رابطه‌ی مثبت). برای مثال توسعه مهارت‌ها و ایجاد محیط حمایتی برای خلق و پیاده‌سازی ایده‌ها موجب افزایش رفتارهای نوآورانه شده و خروجی نوآوری را ارتقاء می دهد (پراژوگو و احمد^۱، ۲۰۰۶). همچنین افزایش امتیاز نتایج در مقایسه با امتیاز نتایج مطلوب (که مقدار ۵۰۰ قرار داده شده) باعث کوچک تر شدن شکاف نتایج گردیده (رابطه‌ی منفی) که این کوچک تر شدن شکاف نتایج و ملموس شدن آن باعث افزایش به کارگیری توانمندسازهای قابلیت نوآوری می گردد. برای مثال کاهش زمان متوسط به اتمام رسانی فرآیندی خاص از طریق نوآوری، موجب ارتقای تعهد نسبت به فعالیت‌های نوآورانه و حمایت از آن در شرکت می شود. از آنجایی که تعداد پیوندهای علی منفی موجود زوج شده، علامت حلقه بازجور متشکل از توانمندسازها، نتایج نوآوری و شکاف نتایج، مثبت است. در ادامه مثالی جزئی تر از نمودار علی حلقوی، بین توانمندسازها و نتایج نوآوری مطرح شده است.



شکل ۴- نمودار حلقه‌ی علی بین توانمندسازها و نتایج نوآوری

همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده، افزایش تعهد مدیریت به نوآوری در سازمان (رهبری) موجب افزایش حمایت درک شده و به دنبال آن افزایش مشارکت کارکنان (کارکنان) در نوآوری خواهد شد (ارتباط مثبت) (ایزنبرگر^۱ و دیگران، ۱۹۹۰)، که به دنبال آن منابع مورد نیاز نوآوری (شراکت‌ها و منابع) نیز افزایش خواهد یافت (رابطه مثبت) (گرکا^۲، ۲۰۱۱). مدیریت نوآوری، چشم‌انداز و استراتژی برای نوآوری ایجاد می‌کند، فرآیندی برای تحقق بخشیدن به آن راه‌اندازی می‌نماید (فرآیند نوآوری)، و شرایطی در سازمان ایجاد می‌کند که ظهور ایده‌ها و پیاده‌سازی آن‌ها تسهیل گردد (بل^۳، ۲۰۱۰). همچنین رهنمودهایی برای انتخاب منابع و بازار فراهم می‌نمایند (رابطه مثبت) (مارتنسن و داهلگارد، ۱۹۹۹). از طرفی حضور منابع و امکانات متنوع در سازمان، فرآیند توسعه محصول جدید را تسریع بخشیده (فرآیند نوآوری) و موجب افزایش بازدهی نوآوری (نتایج) می‌گردد (روابط مثبت) (کاستاپلوس^۴ و دیگران، ۲۰۰۲). بنابراین حلقه بازخورد بین توانمندسازها و نتایج نوآوری، حلقه‌ای فزاینده و از نوع مثبت است. در بخش بعدی نمودارهای حلقه‌ی علی قابلیت نوآوری به نمودارهایی تحت عنوان انباشت-جریان تبدیل می‌گردد تا با استفاده از نرم‌افزار، امکان شبیه‌سازی این روابط فراهم گردد.

مدل پویای قابلیت نوآوری

با به کارگیری روابط مستخرج از روش دیماتل و همچنین نمودارهای حلقه‌ی علی بین توانمندسازها و نتایج، نمودار انباشت - جریان قابلیت نوآوری در محیط نرم‌افزار STELLA طراحی گردید (شکل ۵). این نمودار، مدلی پویا از قابلیت نوآوری را ارائه نموده که با هرگونه تغییر در اجزاء علائم آن قابل مشاهده و اندازه‌گیری است. در مدل پویایی سیستم ارائه شده، توانمندی رهبری، توانمندی کارکنان، قوت استراتژی نوآوری، میزان شراکت‌ها و منابع، شدت جریان فرایند نوآوری و سطح نتایج نوآوری از آنجا که بیان‌کننده وضعیت سیستم رشد قابلیت نوآوری هستند مطابق با استرمن (۲۰۰۴) به عنوان انباشت در نظر گرفته شدند که مطابق با روابط مستخرج از روش دیماتل دارای جریاناتی نسبت به هم هستند. همان‌طور که در شکل ۵ مشخص است مطابق با روابط شناسایی شده توسط روش دیماتل (نمودار علی شکل ۱)، متغیرهای دارای ارتباط به‌طور مستقیم توسط کمان یا از طریق نماینده‌ی آن‌ها (دایره‌های خط‌چین) به‌طور غیرمستقیم به یکدیگر مرتبط شده‌اند.

1 . Eisenberger

2 . Greca

3 . Bel

4 . Kostopoulos

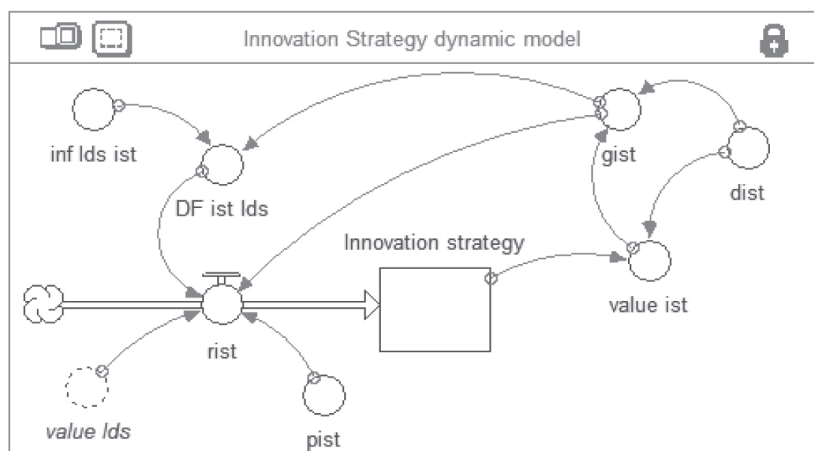


شکل ۵- مدل پویای قابلیت نوآوری

به همین صورت، شدت نفوذ بین این متغیرها نیز در ساخت متغیرهای نرخ، اعمال شده است. برای مثال کمائی که از مقدار رهبری (value lds) به متغیر نرخ استراتژی نوآوری (rist) وصل شده، و همچنین شدت نفوذ بین آن‌ها (inf lds ist)، خروجی‌های اعمال‌شده‌ی روش دیماتل در مدل پویای قابلیت نوآوری می‌باشند. برای روشن شدن جزئیات معادلات به کاررفته در مدل پویای قابلیت نوآوری، نمودار انباشت - جریان مربوط به مدل پویای استراتژی نوآوری، به عنوان بخشی از آن تشریح می‌گردد.

مدل پویای استراتژی نوآوری

مدل پویای استراتژی نوآوری از یک نمودار انباشت (استراتژی نوآوری) و جریان (نرخ استراتژی نوآوری) تشکیل شده است. مالویا و وادهوا^۱ در سال ۲۰۰۵ با اشاره به رابطه بین رهبری و استراتژی نوآوری اشاره نمودند که استراتژی نوآوری بدون وجود یک رهبری فعال و خوش منصب^۲، به سختی به سازمان معرفی و توسط آن مورد حمایت قرار می‌گیرد. بنابراین در مدل پویای استراتژی نوآوری (شکل ۶) نیز مقدار رهبری (value_lds)، نرخ استراتژی نوآوری را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مطابق با روابط (۵) و (۶)، بر مقدار استراتژی نوآوری (value_ist) تأثیر می‌گذارد.



شکل ۶- مدل پویای استراتژی نوآوری

- 1 . Malaviya & Wadhwa
- 2 . Well-positioned

رابطه (۵)

$$\text{Innovation_strategy}(t) = \text{Innovation_strategy}(t - dt) + (\text{rist})$$

رابطه (۶)

$$\text{rist} = (\text{value_lds} * \text{DF_ist_lds}) + (\text{gist} * \text{pist})$$

همان طور که در روابط (۷) و (۸)، نشان داده شده، کسر تأثیر رهبری بر استراتژی نوآوری (DF_ist_lds) وابسته به مقدار شکاف استراتژی نوآوری (gist) و شدت نفوذ بین رهبری و استراتژی نوآوری (inf_lds_ist) است. لازم به یادآوری است که شدت نفوذ یا شدت رابطه بین رهبری و استراتژی نوآوری مانند دیگر روابط بین متغیرهای مدل انباشت، از خروجی های روش دیماتل است.

رابطه (۷)

$$\text{DF_ist_lds} = (\text{gist} * \text{inf_lds_ist}) / 100$$

رابطه (۸)

$$\text{DF_ist_lds} = (\text{gist} * 0 / 197) / 100$$

توضیح نرخ ورودی در مدل پویای استراتژی نوآوری و مدل های پویای مربوط به سایر توانمندسازها بدین شرح است که در مدل سازی انجام شده، جریانی که موجب انباشت یک توانمندساز و افزایش مقدار آن می شود از دو جهت منتج می شود. از یک سو درصد تلاش بیشتر توانمندساز که متأثر از ارتقاء درونی آن است و از سوی دیگر تأثیر ناشی از نفوذ یک متغیر بر دیگری است. به عبارتی جریانی است که از سوی دیگر متغیرها مطابق با شدت نفوذ بین آن ها، به متغیر انباشت موردنظر انتقال می یابد.

امتیاز استراتژی نوآوری (value_ist) توسط مقدار مطلوب استراتژی نوآوری (dist) که ۹۰ امتیاز است کنترل می شود. با توجه به روابط و شدت نفوذی که استراتژی نوآوری با سه توانمندساز کارکنان، شراکت ها و منابع و فرآیند نوآوری دارد، هر گونه افزایش مقداری در آن (value_ist)، توانمندسازهای مرتبط انتقال می یابد (رجوع شود به شکل ۱).

فرآیند شبیه سازی انجام شده از طریق سیکل هایی که از توانمندساز رهبری شروع و به نتایج ختم می شوند مرتباً تکرار می گردد. در هر سیکل امتیاز توانمندسازها و شاخص IC از دو رابطه ذیل محاسبه می شوند.

رابطه (۹)

$$\text{Enablers} = \text{value_lds} + \text{value_ppl} + \text{value_ist} + \text{value_prs} + \text{value_ipr}$$

رابطه (۱۰)

$$\text{IC_Index} = \text{Enablers} + \text{value_irs}$$

این چرخه ادامه می‌یابد تا اینکه شاخص IC از مقدار ۸۰۰ عبور کرده و به ۱۰۰۰ برسد. به عبارتی شرکت به سطح بلوغ پنجم یعنی سطح بهبود مستمر در زمینه نوآوری رسیده‌است. در بخش بعدی به نتایج شبیه‌سازی مدل‌های پویا می‌پردازیم.

نتایج شبیه‌سازی

وضعیت فعلی توانمندسازهای قابلیت نوآوری و نتایج نوآوری شرکت مورد مطالعه به کمک پرسشنامه مارتسنس و همکارنش (۲۰۰۷) و با مشارکت ۳۴ نفر از اعضای شرکت مورد ارزیابی قرار گرفت. مقیاس ارزیابی به کار رفته در پرسشنامه طیف پنج‌تایی لیکرت بود که با امتیازات مدل تعالی، منطبق گردید. به‌طوری‌که سهم مقادیر اولیه هر معیار، از حداکثر امتیاز ۵، به سهم آن از حداکثر امتیاز مربوط به خودش در امتیازبندی مدل تعالی تبدیل گردید. امتیاز اولیه مربوط به هر معیار بیان‌کننده وضعیت اولیه آن است که از حاصل ضرب میانگین حساب‌شده آن در عدد پنج، تقسیم بر حداکثر امتیاز مربوط آن معیار محاسبه شده‌است (جدول ۴).

جدول ۴- امتیاز فعلی معیارهای اصلی مدل قابلیت نوآوری

معیار اصلی	میانگین	حداکثر امتیاز	امتیاز اولیه
رهبری	۲/۶۶۵	۱۰۰	۵۳/۳۰
استراتژی نوآوری	۱/۹۷۹	۸۰	۳۱/۶۷
کارکنان	۲/۲۱۷	۹۰	۳۹/۹۱
شراکت‌ها و منابع	۲/۲۱۴	۹۰	۳۹/۸۴
فرآیند نوآوری	۲/۴۹۳	۱۴۰	۶۹/۸۰
نتایج نوآوری	۲/۱۸۲	۵۰۰	۲۱۸/۲۱
جمع	-	۱۰۰۰	۴۵۲/۷۳

حاصل جمع این امتیازها، نشان‌دهنده مقدار شاخص IC شرکت است، که برابر با ۴۵۲/۷ شده‌است. بنابراین مطابق با دامنه‌های پنج سطح بلوغ، شرکت مورد مطالعه در سطح سوم بلوغ قرار گرفته‌است.

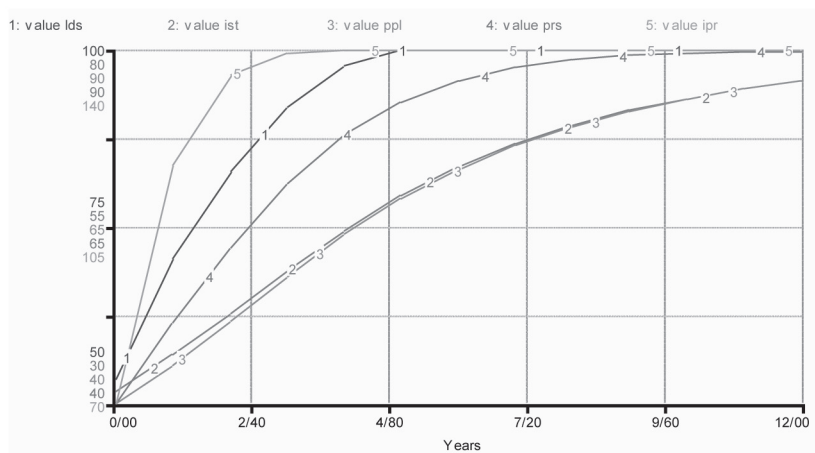
مقدار اولیه توانمندساز رهبری نسبتاً بالا بوده که نشان‌دهنده تعهد بالای مدیریت به نوآوری است.

جدول ۵- امتیاز توانمندسازها، نتایج نوآوری و شاخص IC شرکت مورد مطالعه

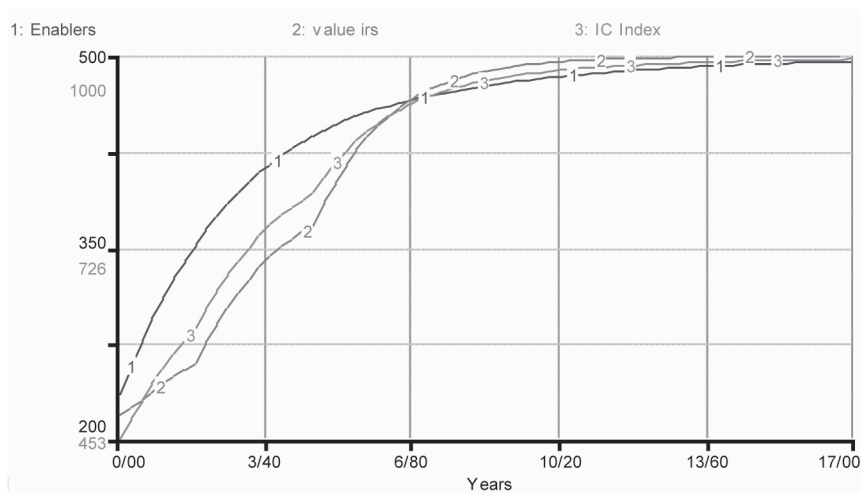
سال	امتیاز			سطح بلوغ
	توانمندسازها	نتایج نوآوری	شاخص IC	
۰	۲۳۴/۵۲	۲۱۸/۲۱	۴۵۲/۷۳	سوم
۱	۳۲۰/۹۱	۲۴۲/۱۷	۵۶۳/۰۸	سوم
۲	۳۷۴/۲۸	۲۶۶/۳۸	۶۴۰/۶۵	چهارم
۳	۴۰۹/۳۵	۳۳۱/۰۹	۷۴۰/۴۵	چهارم
۴	۴۳۳/۹۹	۳۶۶/۹۳	۸۰۰/۹۲	پنجم
۵	۴۵۱/۰۲	۴۳۹/۰۴	۸۹۰/۰۶	پنجم
۶	۴۶۲/۳۴	۴۷۲/۸۸	۹۳۵/۲۱	پنجم

در ابتدا مدل شبیه‌سازی شده با پیش‌فرض یکسان بودن اهمیت پنج توانمندساز قابلیت نوآوری در بهبود شاخص IC اجرا شد. بنابراین ابتدا درصد تلاش هریک از توانمندسازها برای بهبود درونی یعنی مقادیر (pipr و plds، pist، pppl، pprs) مساوی با صفر قرار داده شد. پس از اجرای مدل در نرم‌افزار نتایج عددی و گرافیکی آن در جدول ۵، و شکل‌های ۷ و ۸ ارائه شده‌است.

از نتایج جدول ۵ می‌توان دریافت که در حالت موجود رسیدن به سطح بلوغ پنجم برای شرکت مورد مطالعه ۴ سال طول خواهد کشید. داده‌های مربوط به هر سال نشان می‌دهد دستیابی به سطح چهارم بلوغ برای شرکت دو سال طول کشیده و پس از آن در طول یک سال شرکت از سطح چهارم عبور کرده و به سطح پنجم بلوغ رسیده‌است.



شکل ۷- نمودارهای نتایج توانمندسازهای قابلیت نوآوری در گذر زمان



شکل ۸- نمودارهای نتایج توانمندسازها، نتایج نوآوری و شاخص IC در گذر زمان

صحت و اعتبار مدل پویایی سیستم

معیارها و زیرمعیارهایی که اجزای مدل پویای قابلیت نوآوری را تشکیل دادند از پرسشنامه استاندارد استخراج شده که در تحقیقات معتبر جهانی مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین پرسشنامه طراحی شده توسط خبرگان مورد تأیید قرار گرفت در نتیجه روایی مدل اولیه تحقیق براساس سوابق

تحقیق و نظر خبرگان به تأیید رسید. به علاوه بررسی پایایی ابزار سنجش با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ صورت گرفت که مقدار ضریب بدست آمده برای معیارهای تحقیق به شرح جدول ۶ ارائه شده است. با توجه به این که برای تمام معیارها، این مقدار بالای ۰/۷ می باشد لذا پایایی همه معیارهای اصلی مورد تأیید است.

جدول ۶- ضریب آلفای کرونباخ متغیرهای اصلی تحقیق

نام معیار	تعداد سؤال	مقدار آلفای کرونباخ
رهبری	۱۱	۰/۹۲
استراتژی نوآوری	۶	۰/۷
شراکت ها و منابع	۱۲	۰/۷۶
کارکنان	۱۹	۰/۸۹
فرآیند نوآوری	۱۶	۰/۸۸
نتایج نوآوری	۱۵	۰/۷۴

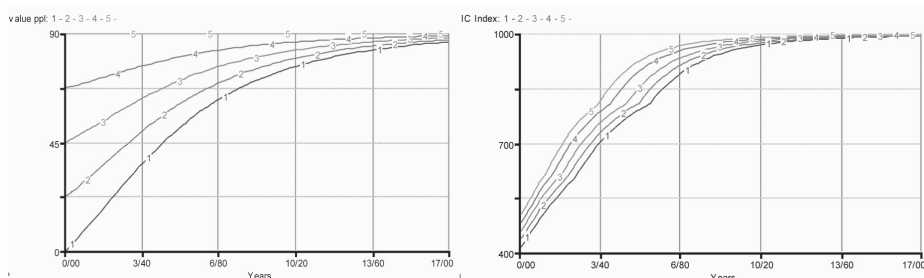
در این تحقیق صحت و اعتبار مدل در دو بخش مفهومی و تست رایانه ای بررسی شده است. به لحاظ مفهومی ابتدا از ادبیات پیشین برای شناسایی مدل و اجزاء آن استفاده شد. علاوه بر این به کمک روش دیماتل نظر خبرگان شرکت برای طراحی روابط و شدت و ضعف آن ها بکار گرفته شد. در بخش دوم به منظور سنجش اعتبار مدل مطابق با حیدریه و دیگران (۱۳۹۲) حساسیت رفتار (حالت حدی) و حالت ساختاری مورد تحلیل قرار گرفتند که درواقع استحکام مدل و میزان تشابه به واقعیت مدل را تأیید می کنند.

الف) تحلیل حساسیت رفتار مدل

بدین منظور مقادیر حد متفاوتی از مدل به کمک نرم افزار، مورد آزمون قرار می گیرد تا توانایی سازگاری مدل در پاسخ به تغییرات ایجاد شده مشخص گردد. تحلیل حساسیت مدل پویایی قابلیت نوآوری از طریق تغییر مقدار اولیه انباشت کارکنان (مقادیر ۲۵، ۵۰، و ۷۵ و ۱۰۰٪ حداکثر امتیاز) انجام گرفت. از آنجایی که حداکثر امتیاز کارکنان ۹۰ است پس مقدار اولیه به ترتیب از مقادیر ۰ تا ۲۲،۵، ۴۵، ۶۷،۵ و ۹۰ تغییر داده شد. نتایج شبیه سازی در شکل ۹ نشان می دهد که تغییر در مقادیر اولیه کارکنان

تنها بر رفتار مدل از جنبه عددی اثر گذاشته و الگوی مدل را تحت تأثیر قرار نداده است که اعتبار مدل را نشان می‌دهد.

نتایج تحلیل‌های حساسیت ناشی از تغییر مقادیر اولیه دیگر متغیرهای انباشت (رهبری، استراتژی نوآوری، شراکت‌ها و منابع، فرآیند نوآوری) نیز نشان داد که الگوهای رفتاری مدل نسبت به تغییر در پارامترها حساس نبوده است.



شکل ۹- نتایج تحلیل حساسیت مقدار کارکنان (value_ppl) و شاخص IC در صورت تغییر مقدار اولیه کارکنان

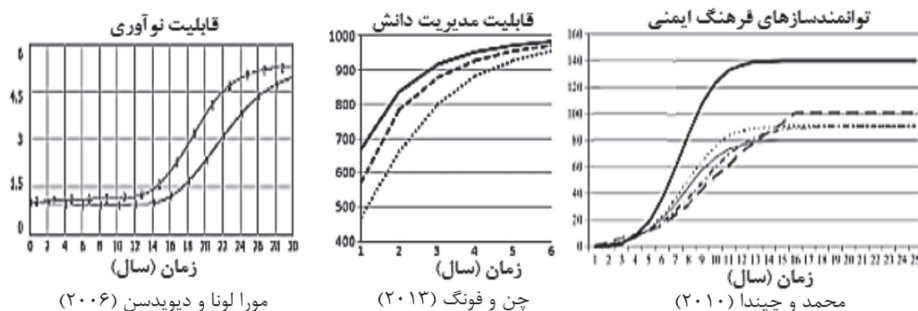
ب) بررسی حالت ساختاری

همان‌طور که شکل ۹ نشان می‌دهد، رفتار متغیرها در مدل ارائه شده S شکل است. نتایج شبیه‌سازی در این تحقیق تقریباً مشابه رفتار بهبود در قابلیت‌ها در دنیای واقعی و تحقیقات گذشته در این زمینه است. در پژوهش‌های زیادی که به لحاظ ساختار مدل و نوع متغیر مورد ارزیابی تشابهاتی با تحقیق حاضر داشتند الگوی نشان‌دهنده رفتار قابلیت‌ها به‌ویژه قابلیت نوآوری در گذر زمان S شکل بوده است (محمد و چیندا^۱، ۲۰۱۰؛ مورا لونا و دیویدسن، ۲۰۰۶؛ چن و فونگ^۲، ۲۰۱۳). در بسیاری از اوقات، پدیده رشد همانند شکل ۱۰ بالا به صورت S شکل است. این نوع رشد، ترکیبی از رشد نمایی ناشی از ساختار بازخوری مثبت و رشد مجانبی ناشی از بازخور منفی است. رشد مجانبی به دلیل تغییر قطبیت حلقه پس از نقطه عطف یا تغییر در چیرگی دو حلقه‌ی متعامل مثبت و منفی ایجاد می‌شود. چنین رفتار رشدی در وضعیت‌های زندگی واقعی بسیار معمول است برای مثال: رشد فناوری، منحنی

1 . Mohamed & chinda

2 . Chen & fong

یادگیری، رشد جمعیت، و رشد صنعتی (سوشیل، ۱۹۹۳).



شکل ۱۰- الگوهای رفتاری مشابه در تحقیقات گذشته

با توجه به رفتار سیستم مقدار شاخص قابلیت نوآوری در ابتدا دارای رشد نمایی بوده و سپس با گذر زمان دارای رشدی مجانبی با نرخ کاهنده می‌شود. دلیل تکنیکی این رفتار تغییر قطبیت حلقه‌های مثبت و منفی است که در شکل ۳ نمودار حلقه علی شاخص IC به آن اشاره شد. در ابتدا عواملی چون وجود شکاف قابل توجه تا وضع مطلوب، آشکارا شدن منابعی که از دید نوآورانه شرکت پنهان بوده، و پتانسیل بهبود موجود در بیشتر توانمندسازها، باعث افزایش سرعت رشد و چیرگی حلقه مثبت می‌شود. با گذر زمان عواملی مانند کمبود منابع، کاهش انگیزه کارکنان، کاهش شکاف و پتانسیل بهبود می‌توانند موجب کاهش سرعت رشد و چیرگی حلقه مثبت شود. در نتیجه با گذشت زمان شرکت بایستی تلاش بیشتری برای ارتقاء به سطوح بلوغ بالاتر نماید. به عبارتی با تجدیدنظر در اهداف، روش‌ها و فرآیندها، جستجوی منابع بیشتر و برانگیختن کارکنان جهشی در این چرخه روبه‌زوال ایجاد نماید.

سناریوهای خط‌مشی شرکت مورد مطالعه

هدف اصلی مدل‌سازی پویایی سیستم فرموله نمودن مجموعه‌ای اثربخشی از خط‌مشی‌ها از طریق شبیه‌سازی مدلی پویا برای بهبود و تداوم عملکرد سازمانی است (تانگ و اوگنلانا^۱، ۲۰۰۳). انتظار می‌رود که هر تغییر مثبتی در هریک از توانمندسازهای قابلیت نوآوری، دسترسی سریع‌تر به نتایج نوآوری و در نهایت ارتقاء به سطوح بلوغ بالاتر را میسر سازد. تغییر در هریک از توانمندسازهای

قابلیت نوآوری، بر سایر توانمندسازها و نتایج نوآوری تأثیرگذار است این قبیل تغییرات که سناریوهای خط‌مشی نامیده می‌شوند از طریق تلاش‌هایی برای تغییر و با بهبود در توانمندسازی خاص یا در مجموعه‌ای از توانمندسازها دنبال می‌شوند. مطابق با جدول ۵ مشخص شد روند تکاملی بلوغ شرکت مدت چهار سال طول کشیده‌است. مشاهده دقیق سرعت افزایش مقدار پنج توانمندساز در مراحل اولیه شبیه‌سازی (شکل ۷) نشان می‌دهد که دو توانمندساز استراتژی نوآوری (Ist) و کارکنان (Ppl) در قیاس با سه توانمندساز دیگر، سرعت کمتری در حرکت به سمت وضع مطلوب داشته‌اند بنابراین سهم کمتری در افزایش شاخص IC دارا بودند. در پایان سال سوم که ابتدای رسیدن شرکت به سطح بلوغ چهارم می‌باشد، مقدار توانمندساز کارکنان به ۶۱ درصد و مقدار استراتژی نوآوری ۶۴/۴ درصد حداکثر امتیاز خود رسیده‌است. شکاف‌های موجود در مقادیر این دو توانمندساز نیازمندی آن‌ها برای بهبود را نشان می‌دهد و سازمان در پاسخ بایستی تمرکز بیشتری بر بهبود مشخصه‌های استراتژی نوآوری و کارکنان نماید. برای تأیید و نشان دادن میزان بهبودی که از طریق تمرکز شرکت بر این توانمندسازها ایجاد می‌شود نیاز به تغییر مقادیر اولیه و اجرای چندباره مدل می‌باشد. همان‌طور که گفته شد شرکت ابتدا تلاش بیشتری را (برای مثال ۲۰ درصد) صرف بهبود توانمندسازهای دارای اولویت می‌کند. بدین‌منظور قبل از اجرای شبیه‌سازی، در معادلات مدل، مقدار Pist (درصد تلاش بیشتر برای بهبود استراتژی نوآوری) را برابر با ۰/۲ قرار داده و برای سایر توانمندسازها همان مقدار صفر قرار داده می‌شود. در مرحله بعد مقدار Pist به صفر تغییر یافته و Pppl مقدار ۰/۲ اتخاذ می‌کند. این فرآیند برای هر پنج توانمندساز انجام شد و نتایج آن ثبت گردید که در جدول زیر ارائه شده‌است.

نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که اگرچه زمان رسیدن به سطح بلوغ پنجم پس از تلاش بیشتر به میزان ۲۰٪ برای هریک از توانمندسازها، همان چهار سال بوده‌است اما مقدار شاخص IC و نزدیکی مقدار آن به دامنه سطح بلوغ پنجم در سال سوم بیشتر شده‌است. تمرکز بیشتر بر ارتقاء کارکنان و سپس استراتژی نوآوری به ترتیب موجب ایجاد فاصله کمتری تا آستانه سطح بلوغ پنجم (۸۰۰ امتیاز) شده‌است. بنابراین دو توانمندساز کارکنان و استراتژی نوآوری به ترتیب اولویت اول و دوم را برای عملیاتی‌سازی فرآیند بهبود دارند. اولویت‌های دیگر نیز به ترتیب رهبری و شراکت‌ها و منابع، و فرآیند نوآوری هستند. از آنجایی که هر تغییر مثبتی در مشخصه‌های توانمندسازها می‌تواند بر دستیابی به نتایج نوآوری تأثیرگذار باشد، لذا شرکت می‌تواند این قبیل تغییرات را در قالب سناریوهایی تدوین و قبل از پیاده‌سازی به کمک مدل شبیه‌سازی شده مورد آزمون قرار دهد.

جدول ۷- شاخص IC شرکت مورد مطالعه (نتایج ۲۰ درصد تلاش بیشتر برای بهبود هر توانمندساز)

سال	اجرای اولیه	Plds=۰/۲	رهبری	استراتژی	کارکنان	شراکت ها و منابع	فرآیند
Pipr=۰/۲	Pprs=۰/۲	Pppl=۰/۲	Pist=۰/۲				
۰	۴۵۲/۷۳	۴۵۲/۷۳	۴۵۲/۷۳	۴۵۲/۷۳	۴۵۲/۷۳	۴۵۲/۷۳	۴۵۲/۷۳
۱	۵۶۳/۰۸	۵۷۲/۴۲	۵۷۲/۷۵	۵۷۳/۱	۵۷۳/۱۱	۵۷۷/۱۲	
۲	۶۴۰/۶۵	۶۵۴/۳۲	۶۵۶/۷۷	۶۵۸/۲۹	۶۵۴	۶۴۶/۸۵	
۳	۷۴۰/۴۵	۷۵۵/۰۶	۷۵۸/۹۶	۷۶۳/۶۸	۷۵۲/۴۶	۷۴۲/۸۸	
۴	۸۰۰/۹۲	۸۰۹/۹۷	۸۱۹/۰۹	۸۲۳/۵۶	۸۰۹/۹۳	۸۰۱/۹۱	
۵	۸۹۰/۰۶	۸۹۵/۶۸	۹۰۶/۵۲	۹۱۲/۶۸	۸۹۶/۱۴	۸۹۰/۵۱	
۶	۹۳۵/۲۱	۹۳۸/۹۹	۹۴۹/۴۱	۹۵۳/۷۸	۹۳۹/۰۱	۹۳۵/۴۲	
۷	۹۵۸/۹۴	۹۶۱/۵۴	۹۷۰/۸۷	۹۷۳/۳۹	۹۶۱/۲	۹۵۹/۰۳	

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

رویکرد مدل‌سازی پویایی سیستم دارای قابلیت‌هایی است که می‌تواند برای درک و بررسی اثرات متقابل بین دامنه‌ای از متغیرهای یک سیستم استفاده شود و نتایج ضمنی تعاملات آن سیستم را در هر دوره از زمان پیش‌بینی کند (خانا^۱ و همکارانش، ۲۰۰۳). بنابراین مدل‌سازی پویایی سیستم امکان آزمون استراتژی‌های بدیل را برای بهبود قابلیت نوآوری، بدون نیاز به پیاده‌سازی واقعی آن فراهم می‌نماید. این خود نوعی جلوگیری از هزینه‌هایی است که به دلیل عدم پیاده‌سازی بهترین برنامه توسعه نوآوری رخ می‌دهند. هدف اصلی این تحقیق بررسی چگونگی اثرات متقابل بین عناصر کلیدی تشکیل‌دهنده قابلیت نوآوری یک شرکت بود. روابط درونی و شدت نفوذ بین این عوامل یعنی توانمندسازها و نتایج نوآوری که به کمک روش دیماتل شناسایی شدند و زمینه را برای ساخت مدل علی پویایی سیستم فراهم نمودند. برای آزمودن این روابط در دوره‌ای از زمان از نرم‌افزار پویایی سیستم بهره‌گیری شد.

از طریق مدل‌سازی شاخص IC، و به همراه ارائه پنج سطح بلوغ قابلیت نوآوری، ابزاری در اختیار شرکت مورد مطالعه قرار داده شد تا به کمک آن، سطح فعلی بلوغ خود را ارزیابی و استراتژی‌های بهبوددهنده آن سطح را بررسی کند. نتایج اجرای مدل شبیه‌سازی شده نشان داد دو توانمندساز کارکنان و استراتژی نوآوری نقش کمتری نسبت به دیگر توانمندسازها در ارتقاء سطح بلوغ قابلیت نوآوری داشته‌اند. لذا شرکت برای تعالی خود از سطح سوم بلوغ (نوآوری حمایت‌شده) بایستی بر توانمندسازهای استراتژی نوآوری و کارکنان تمرکز بیشتری نماید. با توجه به اینکه در مدل شبیه‌سازی، میزان شکاف هر یک از توانمندسازها و اثرات متقابل آن‌ها بر یکدیگر لحاظ شده است، لذا مدل ساخته شده قادر است توانمندسازهایی که پتانسیل بیشتری برای بهبود قابلیت نوآوری و ارتقاء سطح بلوغ آن در مدت کوتاه‌تری دارند را معرفی نماید و چگونگی رخ داد آن را به صورت جدول و نمودار نشان دهد. اگرچه توانمندساز کارکنان اثرگذاری کمتری بر افزایش شاخص قابلیت نوآوری در آینده داشته است باین حال در صورت تلاش بیشتر در این حوزه پتانسیل زیادی برای بهبود قابلیت نوآوری آزاد می‌شود. در این راستا ساونیل و یوکو، (۲۰۱۴) نیز نتیجه‌گیری نمودند که فعالیت و خلاقیت کارکنان عنصری کلیدی در مرحله شکل‌گیری قابلیت نوآوری شرکت است. به‌منظور بهبود در این حوزه مطابق با مشخصه‌های ارزیابی‌کننده حوزه کارکنان پیشنهادات ذیل ارائه شد:

- ارزیابی دانش و تخصص کارکنان به‌طور پیوسته.
- به اشتراک‌گذاری اطلاعات، تجربیات و دانش اعضا در قالب تیم‌های نوآوری به شکلی منصفانه و همه‌گیر.
- تشویق کارکنان به خلاقیت و نوآوری در حوزه تخصصی خود.
- تلاش افراد در بهبود و توسعه خود به‌منظور غلبه بر چالش‌های پیشروی حوزه نوآوری.
- ایجاد و معرفی سیستم پاداش مربوط به نوآوری و بازنگری آن.

حوزه استراتژی نوآوری نیز از اولویت دوم برای بهبود قابلیت نوآوری برخوردار شد. رابطه بین نوآوری و استراتژی برای مدیریت کارآمد فرآیند نوآوری ضروری است (لاوسون و سامسون، ۲۰۰۱). تدوین استراتژی نوآوری شرکت دلالت بر ایجاد سیستم پشتیبانی مناسب سازمانی مانند فرهنگ، ساختار و سیستم‌های پاداش، همین‌طور تخصیص کارآمد سرمایه و منابع انسانی برای کاربرد در مسیری اثربخش دارد (گیلبرت^۱، ۱۹۹۴؛ لاوسون و سامسون، ۲۰۰۱). مطابق با مشخصه‌های ارزیابی‌کننده

توانمندساز استراتژی نوآوری موارد ذیل پیشنهاد می‌شود:

- ایجاد چشم‌انداز، اهداف و استراتژی‌هایی برای نوآوری.
- اطلاع‌رسانی چشم‌انداز، اهداف و استراتژی‌هایی نوآوری بین اعضای سازمان.
- ایجاد خط‌مشی‌هایی برای نوآوری (برنامه‌های سه تا پنج سال، اهداف سالانه، برنامه‌های اداری و عملیاتی).

از دستاوردهای این تحقیق ارائه چهارچوبی جهت مدل‌سازی پویای قابلیت نوآوری و معرفی شاخص IC می‌باشد که می‌تواند ابزاری مفید برای برنامه‌ریزی اثربخش‌تر فرآیند توسعه قابلیت نوآوری در یک بازه زمانی مشخص در سایر شرکت‌های باشد.

با تمام تلاشی که در انجام تحقیق حاضر صورت گرفت، این تحقیق نیز با محدودیت‌هایی مواجه بود. از محدودیت‌های این تحقیق لحاظ نمودن تأخیر در مسیر جریان‌ات مدل پویایی سیستم است. برای روشن‌تر شدن موضوع می‌توان گفت که از یک سو هدف تحقیق حاضر چگونگی تسریع حرکت تکاملی شرکت به سطوح بالاتر بلوغ قابلیت نوآوری بوده و اگرچه اضافه نمودن تأخیر به مدل آن را کامل‌تر می‌کند اما نبود آن آسیب زیادی به الگوی رفتاری مدل وارد نمی‌کند و از سوی دیگر، تخمین درست زمان تأخیر بخصوص در مواردی که اطلاعات کافی از گذشته فرآیند در دسترس نیست کار دشواری است لذا آوردن آن در مدل لزوماً کافی نیست. در آخر برای تحقیقات آتی پیشنهاد ذیل ارائه می‌شود:

- بررسی شرکت‌ها در سطوح مختلف بلوغ و مقایسه نتایج آن‌ها به دلیل زیر ممکن است شرکت‌ها در سطوح بلوغ مختلف به توانمندسازی متفاوتی نیاز داشته باشند.
- گسترش قلمرو تحقیق و استخراج روابط بین محرک‌های قابلیت نوآوری به کمک روش‌های آماری مانند مدل‌سازی معادلات ساختاری برای کاربرد در ساخت مدل پویایی سیستم.
- در نظر گرفتن اثر کاهنده برخی از متغیرهای انباشت از طریق تعبیه جریان‌های خروجی در مدل انباشت و جریان برای تطابق بیشتر مدل تحقیق با دنیای واقعی
- اضافه نمودن عامل تأخیر در روابط بین عناصر در مدل‌سازی پویایی سیستم برای نزدیک‌تر شدن به دنیای واقعی کسب‌وکار.

منابع

- حیدریه، سید عبدالله. سید حسینی، سید محمد. شهابی، علی، (۱۳۹۲). شبیه‌سازی مدل پذیرش فناوری در بانکداری با رویکرد پویایی‌شناسی، فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، شماره ۱، صفحه ۶۷-۹۷.
- سوشیل، (۱۹۹۳)، پویایی‌های سیستم، رویکردی کاربردی برای مسائل مدیریتی، ترجمه تیموری، ابراهیم. نورعلی، علیرضا. ولی‌زاده، نریمان، دانشگاه علم و صنعت ایران، چاپ دوم، ۱۳۹۰.
- محقر، علی. شریف‌آبادی، علی مروتی، (۱۳۸۵)، مدل‌سازی روش تولید به هنگام با استفاده از رویکرد پویایی سیستم، فصلنامه مدرس علوم انسانی، شماره ۳، دوره بهار، ص. ۲۶۹-۲۹۲.
- محقر، علی. میرکاظمی مود، محمد. رحمانی یوشانلوئی، حسین، (۱۳۹۰)، مدل‌سازی رابطه‌ای بین فعالیت‌های تحقیق و توسعه با انباشت دانش سازمانی با استفاده از رویکرد پویایی سیستم، علوم و فناوری اطلاعات، دوره ۲۸، شماره ۱، ص ۱۴۹-۱۷۹.
- میرغفوری، سید حبیب‌اله. میرفخرالدینی سید حیدر. صادقی آرانی، زهرا، (۱۳۸۴)، ارزیابی دانشکده‌های دانشگاه یزد از نظر به کارگیری مدیریت دانش با استفاده از رویکرد ترکیبی EFQM و TOPSIS فازی، فصل‌نامه انجمن آموزش عالی ایران، سال دوم، شماره ۴، ص ۸۳-۱۱۰.
- Bel, R. (2010). Leadership and innovation: Learning from the best. *Global business and organizational excellence*, 29(2), 47-60.
- Chen, L., & Fong, P. S. (2012). Visualizing Evolution of Knowledge Management Capability in Construction Firms. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(7), 839-851.
- Eisenberger, R., Fasolo, P., & Davis-LaMastro, V. (1990). Perceived organizational support and employee diligence, commitment, and innovation. *Journal of applied psychology*, 75(1), 51-59.
- Essmann, H., & Du Preez, N. (2009). An innovation capability maturity model—development and initial application. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 53, 435-446.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial dynamics*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gilbert, J. T. (1994). *Choosing an innovation strategy: Theory and practice*. Business Horizons, 37(6), 16-22.
- Gómez, J. G., Costa, M. M., & Lorente, Á. R. M. (2011). A critical evaluation of the EFQM model. *International Journal of Quality & Reliability Manage-*

- ment, 28(5), 484-502.
- Greca, R. (2011). Employee Participation as a Source of Innovation. In Enabling Innovation. *Springer Berlin Heidelberg*, pp.197-199.
 - Hamel, G. (2006). The why, what, and how of management innovation. *Harvard business review*, 84(2), 72.
 - Jafari, M., Amiri, R.H. & Bourouni, A. (2008). An Interpretive Approach to Drawing Causal Loop Diagrams. *Department of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology (IUST)*.
 - Katz B. (2006). The Integration of Project Management Processes with a Methodology to Manage a Radical Innovation Project, Unpublished Master's Thesis in Industrial Engineering, Stellenbosch University.
 - Khanna, V.K., Vat, P., Shankar, R., B.S. Sahay, Gautam, A., (2003). «TQM modeling of the automobile manufacturing sector: a system dynamics approach», *Work Study*, Vol. 52 Iss: 2, pp.94 – 101
 - Kostopoulos, K. C., Spanos, Y. E., & Prastacos, G. P. (2002, May). The resource-based view of the firm and innovation: identification of critical linkages. In *European Academy of Management Conference*, Stockholm, Sweden, pp. 1-19.
 - Kristensen, K. and Juhl, H.J. (1999). “Beyond the bottom line-measuring stakeholder value”, in Edvardsson, B. and Gustafsson, A. (Eds), *The Nordic School of Quality Management*, Studentlitteratur, Lund.
 - Lawson, B., & Samson, D. (2001). Developing innovation capability in organisations: a dynamic capabilities approach. *International journal of innovation management*, 5(03), 377-400.
 - Luna, A. M. M., & Davidsen, P. I. (2006). An investigation of the innovation performance in the capital goods sector in Colombia: using the System Dynamics approach. *Revista de Dinámica de Sistemas*, 2(1), 103-151.
 - Malaviya, P., & Wadhwa, S. (2005). Innovation management in organizational context: an empirical study. *Global Journal of flexible systems Management*, 6(2), 1-14.
 - Martensen, A., & Dahlgaard, J. J. (1999). Strategy and planning for innova-

- tion management—supported by creative and learning organisations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 16(9), 878-891.
- Martensen, A., Dahlgaard, J. J., Park-Dahlgaard, S. M., & Gronholdt, L. (2007). Measuring and diagnosing innovation excellence—simple contra advanced approaches: *A Danish study. Measuring business excellence*, 11(4), 51-65.
 - Mohamed, S., & Chinda, T. (2011). System dynamics modelling of construction safety culture. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 18(3), 266-281.
 - Narvekar, R. S., & Jain, K. (2006). A new framework to understand the technological innovation process. *Journal of intellectual Capital*, 7(2), 174-186.
 - Olsson, A., Wadell, C., Odenrick, P., & Norell Bergendahl, M. (2010). An action learning network method for increased innovation capability in organizations. In *Action Learning: Assessing the Value*.
 - Perdomo-Ortiz, J., González-Benito, J., & Galende, J. (2006). Total quality management as a forerunner of business innovation capability. *Technovation*, 26(10), 1170-1185.
 - Prajogo, D. I., & Ahmed, P. K. (2006). Relationships between innovation stimulus, innovation capacity, and innovation performance. *R&D Management*, 36(5), 499-515.
 - Saunila, M., & Ukko, J. (2012). A conceptual framework for the measurement of innovation capability and its effects. *Baltic Journal of Management*, 7(4), 355-375.
 - Saunila, M., Pekkola, S., & Ukko, J. (2014). The relationship between innovation capability and performance: The moderating effect of measurement. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(2), 234-249.
 - Sterman, J. (2000), *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, McGraw-Hill, Maidenhead.
 - Sterman, J. D. (2004). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*, Irwin/McGraw-Hill, Boston.

- Tang, Y. H., & Ogunlana, S. O. (2003). Selecting superior performance improvement policies. *Construction Management and Economics*, 21(3), 247-256.
- Tsai, M., & Tsai, C. (2010). Innovation capability and performance in Taiwanese science parks: exploring the moderating effects of industrial clusters fabric. *International Journal Organization Innovation*, 2, 80-103.
- Vennix, Jac A. M. and Jan W. Gubbels. (1994). Knowledge elicitation in conceptual model building: a case study in modelling a regional Dutch health care system. In Modeling for learning organizations. Edited by Morecroft, John D. W. and John D. Sterman. *Productivity Press*. 121-145.
- Wu, H. H., & Tsai, Y. N. (2011). *A DEMATEL method to evaluate the causal relations among the criteria in auto spare parts industry*. Applied Mathematics and Computation, 218(5), 2334-2342.
- Wu, H. Y. (2012). Constructing a strategy map for banking institutions with key performance indicators of the balanced scorecard. *Evaluation and Program Planning*, 35(3), 303-320.
- Yang, C. C. (2012). Assessing the moderating effect of innovation capability on the relationship between logistics service capability and firm performance for ocean freight forwarders. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 15(1), 53-69.
- Zhang, J. A., Garrett-Jones, S., & Szeto, R. (2013). Innovation capability and market performance: the moderating effect of industry dynamism. *International Journal of Innovation Management*, 17(02).