

مدل‌سازی توانمندسازهای نوآوری با صرفه با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم در صنایع کوچک و متوسط تولیدکننده لوازم خانگی

مرجان نیرومند^{۱*}، آرش شاهین^۲، امیررضا نقش^۳، حمیدرضا پیکری^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۰۷

چکیده

امروزه در ایران رویدادهایی همچون تحریم‌های اقتصادی، تورم و بیکاری، قدرت خرید مصرف‌کنندگان را کاهش داده و از سوی دیگر تولیدکنندگان را با مشکلات تأمین مواد اولیه و هزینه‌های تولید روبرو ساخته است. در این شرایط صنایع کوچک و متوسط نسبت به صنایع بزرگ نیاز به توجه بیشتری دارند، زیرا این صنایع علیرغم خاصیت انعطاف‌پذیری و اشتغال‌زایی، نیازمند نوآوری برای ماندن در عرصه رقابت می‌باشند. در این شرایط، نوآوری با صرفه می‌تواند مناسب باشد که به پایداری و ایجاد منافع برای جامعه نیز توجه دارد. لذا هدف مقاله حاضر، مدل‌سازی پویای توانمندسازهای نوآوری با صرفه در صنایع کوچک و متوسط تولیدکننده لوازم خانگی است. ابتدا با مرور ادبیات، توانمندسازها شناسایی شده و در قالب پرسشنامه‌ای در اختیار ۲۰۰ نفر از خبرگان صنعت قرار گرفته و با تحلیل عاملی اکتشافی، بارهای عاملی مشخص شده و در نهایت، اقدام به مدل‌سازی پویای متغیرها شده است. بر اساس نتایج، از مهم‌ترین توانمندسازها در نوآوری با صرفه، حمایت مدیریت است که منجر به استفاده از ظرفیت‌های محلی و به‌کارگیری رویکرد مدولار در تولید شده و هزینه دسترسی به عوامل تولید را کاهش می‌دهد. سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه به شناسایی مواد اولیه ارزان‌تر، طراحی‌های خلاقانه و ایمن‌تر منجر شده و توجه به مسائل اجتماعی و مسائل زیست‌محیطی نیز به اهداف این نوآوری کمک خواهد نمود.

واژگان کلیدی: نوآوری با صرفه، توانمندساز نوآوری، صنایع کوچک و متوسط، تحلیل عاملی اکتشافی،

پویایی‌شناسی سیستم‌ها

*۱-دکتری تخصصی گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران. نویسنده مسئول مکاتبات
marjanniroumand@gmail.com

۲-استاد گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

۳-استادیار دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

۴-استادیار دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

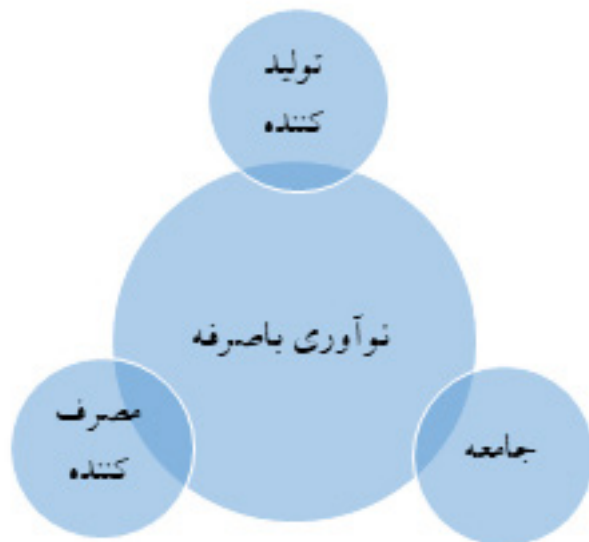
نوآوری باصرفه به محصولات و خدمات و یا ترکیبی از آن‌ها که مقرون به صرفه، پایدار و آسان برای استفاده و تحت شرایط کمبود منابع هستند اشاره دارد (حسین و همکاران، ۲۰۱۶).

این نوع نوآوری در ابتدا بر اساس محدودیت‌های درآمدی مشتریان کم درآمد در کشورهای در حال توسعه مطرح گردید (حسین، ۲۰۱۳)، زیرا اگر جمعیت جهان بر اساس ثروت، درآمد و قدرت خرید به صورت هرمی در نظر گرفته شود، این هرم اساساً می‌تواند به سه گروه تقسیم شود. بخش عمده‌ای از جمعیت در پایین این هرم قرار دارند (در حدود ۲/۷ میلیارد نفر) که عمدتاً در بازارهای در حال ظهور می‌باشند (اگاروال و برم، ۲۰۱۷). در بازارهای نوظهور، بخش‌های به اصطلاح بخش متوسط و پایین بازار، یکی از سریع‌ترین بخش‌های در حال رشد مشتری در سطح جهانی هستند (وینترهالتر و همکاران، ۲۰۱۷). پراهالد (۲۰۰۲) یکی از اولین محققانی بود که برای سود بالقوه موجود در این بخش هرم جمعیت، بحث و بر نیاز به راه‌حل‌های نوآورانه مقرون به صرفه برای این بخش مشتری تأکید نمود (اگاروال و برم، ۲۰۱۷). از دیگر مسائلی که نیاز به نوآوری‌های باصرفه را ضروری می‌سازد، رشد جمعیت جهانی، گرم شدن بیش از حد کره زمین و رشد تقاضا برای پایداری و فشار برای استفاده مؤثرتر از منابع است (حسین و همکاران، ۲۰۱۶) که همه این عوامل بررسی بیشتر این نوع نوآوری را طلب می‌کند، مخصوصاً در شرایط کنونی کشور ما که رویدادهای ویژه و منحصر به فرد اقتصادی [مانند تحریم‌های اقتصادی، بحران‌های بانکی، تورم، رکود و بیکاری] را شاهد است که وقوع برخی از آن‌ها تاکنون در دنیا سابقه نداشته است (میلانی، ۱۳۹۴)، به طوری که این رویدادها از یکسو قدرت خرید مصرف‌کنندگان را کاهش داده و از سوی دیگر تولیدکنندگان را با مشکلات زیادی مانند عدم توانایی در رقابت در بازارهای داخلی یا خارجی و عدم توانایی در خلق نوآوری روبرو ساخته است. لذا بررسی بیشتر این نوآوری باصرفه برای صنایع داخلی حائز اهمیت زیادی است.

از جمله صنایعی که نوآوری باصرفه می‌تواند به آن‌ها در شرایط کنونی کمک کند، صنایع کوچک و متوسط می‌باشند. رشد صنایع کوچک و متوسط یک پیش شرط برای رشد اقتصادهای در حال توسعه محسوب می‌شود. به عقیده انیولا و ان تیبانگ (۲۰۱۵)، سازمان‌های کوچک و متوسط، بیش از ۵۰ درصد از خروجی‌های تولیدی اقتصاد را تشکیل می‌دهند و به طور قابل توجهی به رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه کمک می‌کنند؛ اما این سازمان‌ها همواره دستخوش تغییرات ناشی

از محیط درون و بیرون از سازمان قرار می‌گیرند. از نظر بیرونی، رقابت شدید در سطح جهانی، تغییرات سریع باورنکردنی، تقاضاهای جدید برای کیفیت و محدودیت منابع، پاسخگویی سریع را از سازمان‌ها می‌طلبد و از جنبه درونی نیز منابع انسانی و کارکنان دچار مسائل و مشکلات در محیط کار می‌باشند (نیازی و همکاران، ۱۳۸۸). در این شرایط نوآوری با صرفه می‌تواند پاسخگوی این نوع صنایع برای کمبود منابع و رقابت با سایر سازمان‌ها شود.

صنایع کوچک و متوسط برای دستیابی به نوآوری با صرفه، نیاز به توانمندسازهایی دارند. بر اساس نظر جانسون (۲۰۱۷) توانمندسازهای نوآوری، عواملی هستند که فعالیت‌های یک تیم نوآورانه را در هدایت کارهای نوآورانه تسهیل می‌کنند. تحقیقاتی در زمینه توانمندسازهای نوآوری با صرفه صورت پذیرفته شده است. به عنوان مثال، فاروق (۲۰۱۷) در تحقیق خود به حمایت و پشتیبانی مدیریت اشاره کرده است. بلکادی و همکاران (۲۰۱۶) نیز به مراکز تحقیق و توسعه محلی، جایگزینی مواد فعلی با ارزان‌تر اما عملکردی، حذف محصولات و خدمات غیرضروری از محصولات و خدمات فعلی، طراحی مجدد شبکه تولید با افزایش نسبت عرضه‌کنندگان منطقه‌ای، تغییر فرآیندهای تولید فعلی و استراتژی برای کاهش هزینه‌های تولید و لجستیک به عنوان اهرم‌های کارآمد نوآوری با صرفه اشاره نموده‌اند؛ اما یکی از کامل‌ترین تحقیقات در زمینه شناسایی توانمندسازهای نوآوری با صرفه توسط نیرومند و همکاران (۲۰۲۰) انجام شده است که توانمندسازهای نوآوری با صرفه را در پژوهش خود با روش مرور سیستماتیک از ۵ پایگاه داده شناسایی کرده‌اند و در تحقیق دیگری (۲۰۲۱)، به بومی‌سازی نتایج برای ایران و برای صنعت لوازم‌خانگی پرداخته‌اند. زیرا به عقیده آن‌ها صنعت لوازم‌خانگی با نوآوری‌های چشمگیری روبروست و عدم نوآوری در این صنعت توسط صنایع تولیدکننده، منجر به از دست دادن بازار و پیشی گرفتن رقبای شده و این نوع نوآوری در شرایط اقتصادی کنونی می‌تواند به این صنایع کمک کند. در نهایت از مرور تحقیقات انجام شده (پیسونی و همکاران، ۲۰۱۸؛ حسین و همکاران، ۲۰۱۶؛ نیرومند و همکاران، ۲۰۲۰؛ ۲۰۲۱) می‌توان به این نتیجه رسید که نوآوری با صرفه مفهومی سه‌بعدی داشته (شکل (۱)) و نوعی نوآوری است که ابتدا باید برای تولیدکننده به صرفه بوده، بعد برای مصرف‌کننده و در نهایت آسیبی به محیط‌زیست نزند و به نفع جامعه باشد. نوآوری با صرفه با نوآوری‌های کم‌هزینه که فقط به جنبه سودآوری برای شرکت توجه دارند متفاوت است (پیسونی و همکاران، ۲۰۱۸) و در بررسی توانمندسازها نیز باید به هر سه عامل توجه شود.



شکل (۱): ابعاد سه‌گانه نوآوری باصرفه

در نهایت اگرچه تحقیقاتی در زمینه توانمندسازهای نوآوری باصرفه انجام شده است، اما در زمینه پویاشناسی سیستمی این عوامل و اثرات علی-معلولی این توانمندسازها بر یکدیگر، چه در منابع داخلی و چه در منابع خارجی، در بررسی ادبیات موردی یافت نشد، در حالیکه به عقیده سامارا و همکاران (۲۰۱۲)، نوآوری یک فرایند خطی نبوده و تحت تأثیر تعاملات مختلف عوامل اثرگذار می‌باشد و داشتن یک رویکرد سیستمی پویا می‌تواند به درک بهتر همه عوامل اثرگذار و روابط متقابل بین آن‌ها کمک کند. نکته دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد این است که در میان فاکتورهای شناسایی شده توسط محققین، برخی از فاکتورها جنبه عمومی تری داشته و برای توسعه هر نوع نوآوری می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد و برخی از فاکتورها بیشتر به توسعه نوآوری باصرفه کمک خواهند نمود. لذا در مقاله حاضر سعی شده است برای مدل‌سازی علی-معلولی، صرفاً مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر نوآوری باصرفه مورد استفاده قرار گیرد.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- نوآوری باصرفه

نوآوری در دیکشنری وبستر به معنای معرفی چیزی جدید یا روشی جدید است. مطابق دستورالعمل اسلو در سال ۲۰۰۵، نوآوری به معنای ایجاد یک محصول (کالا یا خدمت) یا فرایند جدید یا به‌طور قابل توجهی بهبودیافته، یک روش بازاریابی جدید یا یک روش سازمانی جدید در

شیوه‌های کسب و کار، سازمان‌های محل کار یا روابط خارجی است (تیواری و همکاران، ۲۰۱۷). نوآوری باصرفه از مفاهیم جدید حوزه نوآوری می‌باشد که امروزه در محافل علمی و صنعتی بخصوص در کشورهای در حال توسعه و در بازارهای در حال ظهور در حال مطرح شدن می‌باشد (تیواری و همکاران، ۲۰۱۶). از نظر لغوی، واژه باصرفه (فروگال) منشأ خود را از کلمه لاتین فروگالیس در قرن شانزدهم می‌گیرد.

فرهنگ لغت آکسفورد، فروگال را به‌عنوان صرفه‌جویی یا اقتصادی بودن در مورد پول و مواد غذایی تعریف می‌کند (سونی و کریشنان، ۲۰۱۴)؛ بنابراین نوآوری‌های باصرفه را می‌توان به‌عنوان محصولات جدید یا به‌طور قابل توجهی بهبود یافته (هم در مورد کالاها و هم در مورد خدمات)، فرآیندها یا روش‌های بازاریابی و سازمانی جدید مشخص نمود که به دنبال به حداقل رساندن استفاده از منابع مالی و مادی در زنجیره ارزش کامل (توسعه، تولید، توزیع، مصرف و دفع) باهدف کاهش قابل توجه هزینه مالکیت و یا استفاده است (تیواری و هرست، ۲۰۱۴). در واقع ایده اصلی این نوع نوآوری، ارائه محصولات و خدماتی است که برای نیازهای خاص این بازارها مناسب بوده و فرصتهایی برای مصرف به مصرف‌کنندگان غیر ثروتمند می‌دهد (ویروج و هرست، ۲۰۱۷). نوآوری باصرفه فرایند انطباق کالاها و تولیدات آن‌هاست که به نیازهای مشتریان هدف متکی است. این نوع نوآوری، مدل‌های جدید تجاری را کشف نموده، زنجیره ارزش را مجدداً تنظیم نموده و محصول را مجدداً طراحی می‌کند و همه این فعالیت‌ها بر اساس استفاده هوشمندانه از منابع و کارایی صنعتی بالا می‌باشد (کولندانی و همکاران، ۲۰۱۶). به عقیده بواد (۲۰۱۶)، نوآوری باصرفه می‌تواند ایده‌ها و دانش محلی را با تخصص‌های بین‌المللی در زنجیره ارزش فراگیر برای توسعه محصولات کم‌هزینه و دادن بالاترین ارزش به استفاده‌کنندگان ترکیب کند.

۲-۲- توانمندسازهای نوآوری باصرفه

به عقیده جانسون (۲۰۱۷)، توانمندساز نوآوری شامل عواملی است که فعالیت‌های یک تیم نوآوری را در هدایت کارهای نوآورانه در یک سازمان تسهیل می‌کند. این تعریف مبتنی بر نوآوری، کار نوآوری و تیم‌های نوآوری می‌باشد. ایجاد یک نوآوری، نیازمند تمام تلاش‌های لازم برای اجرای ایده توسعه یافته در بازار است که در این زمینه به‌عنوان کار نوآوری تعریف می‌شود. تیم نوآوری در این بررسی، ترکیبی از تعاریف نوآوری و تیم می‌باشد. یک تیم یک سیستم اجتماعی از افراد قرار گرفته در یک سازمان است که اعضایشان خودشان را به‌عنوان تیم می‌شناسند و دیگران نیز آن‌ها به‌عنوان یک تیم درک می‌کنند. برای تبدیل شدن به یک تیم، گروه باید طی چندین مرحله پدیدار شوند که در طی آن، یکی از وظایف اصلی، دستیابی به هدف مشترک است؛ بنابراین

تعریف تیم نوآوری باهدف انجام کار نوآوری در یک سازمان مرتبط است. در زمینه شناسایی توانمندسازهای نوآوری باصرفه، مرور سیستماتیک جامعی توسط نیرومند و همکاران (۲۰۲۱) در ۵ پایگاه داده «امرالذ، الزیور، تیلور و فرانسیس، اشپرینگر و وایلی» انجام شده و مهم‌ترین توانمندسازهای شناسایی شده در دوره موردبررسی موارد زیر عنوان شده است:

توجه به نیاز مشتریان و تحقیق و توسعه محلی، حمایت مدیریت از نوآوری باصرفه، سرمایه انسانی قدرتمند، همکاری با شرکت‌های بین‌المللی، همکاری و مشارکت با سایر تولیدکنندگان، همکاری دولت و آژانس‌های دولتی، همکاری با سازمان‌های اجتماعی عام‌المنفعه، توسعه مراکز تحقیق و توسعه، توسعه فرهنگ صرفه جویانه و فهم جنبه‌های فرهنگی محلی، استفاده از مواد محلی در دسترس و نهادهای محلی، استفاده از شایستگی‌ها، کارآفرینان، مشاوران و افراد باتجربه محلی، آزمایشگاه محلی، استفاده از زنجیره تأمین محلی، تأکید بر استفاده از انرژی‌های محلی و در دسترس، استفاده مجدد از مواد قدیمی و بازیافتی، استفاده از کارگران ارزان‌قیمت، استفاده از مواد ارزان‌تر ولی کاربردی‌تر، استفاده از انرژی‌های پاک مانند انرژی خورشیدی، حذف ویژگی‌های غیرضروری محصولات و خدمات، کوچک‌سازی یا مینیاتوری سازی، بهینه‌سازی سطح عملکرد، طراحی در سطح جهانی و تولید در سطح محلی، طراحی بیومتریکی، بازسازی مدل‌های کسب‌وکار، حمایت از تحقیقات پایه و دانشگاهی و توسعه مخازن دانش، توسعه زیرساخت، فنآوری اطلاعات، استفاده از نرم‌افزارها و ابزارهای نمونه‌سازی اولیه، تولید با رویکرد مدولار، طراحی و تولید در جهت حل مشکلات اجتماعی و زیست‌محیطی، استخدام زنان و حمایت از اشتغال آن‌ها، به‌کارگیری جوانان کارآموز، حجم تولید بالا، مقیاس‌پذیری و کاهش حاشیه سود، توجه و حفظ حقوق مالکیت معنوی و تلاش در جهت ثبت محصولات، توسعه یک نام تجاری مناسب بدون آسیب زدن به نام‌های تجاری موجود، شکل دادن به رفتار مشتری، تأکید بر مشتری‌گرایی و ارزیابی بازخورد.

نیرومند و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله دیگری به‌منظور بومی‌سازی نتایج و بررسی توانمندسازهای نوآوری باصرفه در صنعت لوازم‌خانگی مصاحبه‌ای با خبرگان این صنعت انجام داده‌اند و فاکتورهای جدیدی را از دیدگاه خبرگان بیان نموده‌اند از جمله: جلوگیری از هدر رفت انرژی در صنایع و بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع، توسعه خوشه‌های صنعتی (گروهی از صنایع مشابه در یک مکان)، توسعه شهرک‌های صنعتی (استفاده از زیرساخت‌های موجود، تخفیفات عوارض، مالیات، بهره‌مندی از وام‌ها و سامانه‌های اطلاعاتی)، تبلیغات محلی، بازاریابی محتوا (تولید و توزیع محتوای ارزشمند، مرتبط و سازگار با اهداف برندها)، نظم و آراستگی در محیط کار، بسته‌بندی باصرفه، تبلیغات مشترک با سایر تولیدکنندگان، شرکت در نمایشگاه‌ها، همایش‌ها و جشنواره‌ها، ایجاد سامانه

جامع اطلاعاتی برای صاحبان صنایع به‌گونه‌ای بتوانند به‌راحتی دیگر تولیدکنندگان را بشناسند و از مشارکت آن‌ها بهره‌گیرند، حمایت دولت و سازمان‌های دولتی مثل صنایع و معادن در ارائه مشوق‌های صادراتی، ارائه آموزش‌های تولید، استانداردسازی و آموزش بازاریابی، چند کاربردی کردن محصولات، حمایت دولت در زمینه‌ارز، مبارزه با قاچاق کالا (مخصوصاً تولیداتی که داخلی و محلی تولید می‌شوند)، بازاریابی خلاق/ تأکید در تمایزات در نام تجاری ایجادشده. اگرچه نیرومند و همکاران (۲۰۲۰) و (۲۰۲۱) در زمینه‌توانمندسازهای نوآوری باصرفه تحقیقات جامعی انجام داده‌اند، اما در زمینه‌مدلسازی پویای توانمندسازهای نوآوری باصرفه پژوهشی داخلی یا خارجی یافت نشد، لذا هدف مقاله حاضر مدلسازی پویای نتایج کار نیرومند و همکاران (۲۰۲۰) و (۲۰۲۱) یعنی مدلسازی پویای توانمندسازهای نوآوری باصرفه هست.

۳- روش پژوهش

با توجه به هدف پژوهش حاضر، متغیرهای یافت شده در تحقیقات نیرومند (۲۰۲۰) و (۲۰۲۱)، به‌عنوان توانمندسازهای نوآوری باصرفه در نظر گرفته شده و در مرحله بعد برای تعیین بارهای عاملی که رابطه بین متغیرها و عامل موردنظر را نشان می‌دهد، از روش تحلیل عاملی اکتشافی استفاده گردید. تحلیل عاملی اکتشافی روشی آماری برای کشف ساختار پایه‌یک مجموعه نسبتاً بزرگ متغیرها و شناسایی روابط پایه‌ای بین متغیرهای اندازه‌گیری شده است (نوریس و لیکوالیر، ۲۰۱۰). بدین منظور پرسشنامه‌ای با طیف لیکرت ۵ تایی که دربرگیرنده فاکتورهای شناسایی شده مؤثر بر نوآوری باصرفه است تهیه گردید. پرسشنامه‌های تهیه شده در اختیار مدیران و کارکنان صنایع کوچک و متوسط تولیدکننده لوازم‌خانگی در استان اصفهان قرار گرفت. نمونه‌گیری انجام شده به روش نمونه‌گیری غیر تصادفی (نمونه‌گیری اتّفاقی) می‌باشد که در این روش اعضای جامعه بر اساس در دسترس بودن در نمونه قرار می‌گیرند. از آنجایی که تعداد نمونه در تحلیل عاملی بسیار مهم است برای تعیین حجم نمونه مناسب از آزمون‌های KMO و کرویت بارتلت استفاده گردید. اگر مقدار عددی KMO از ۰,۶ بیشتر باشد و نتیجه آزمون بارتلت نیز دارای ۹۵ درصد اطمینان و یا بیشتر باشد (مقدار عددی sig این آزمون از ۰,۰۵ کمتر باشد) داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی مناسبند. برای سنجش این موارد از نرم‌افزار SPSS25 استفاده گردید. با ۲۰۰ پرسشنامه پر شده مقدار KMO بالاتر از ۰,۷ قرار گرفت و آزمون بارتلت نیز ۹۵ درصد اطمینان را نشان داد؛ یعنی مقدار sig

کمتر از ۰,۰۵ بود و نتایج آزمون بارتلت نیز معنی دار است.

برای سنجش روایی پرسشنامه از روایی صوری (بررسی مفهوم بودن سؤالات توسط ۱۸ نفر از مشارکت‌کنندگان) و روایی محتوایی (سنجش ضریب نسبی روایی محتوایی CVR با در اختیار قرار دادن پرسشنامه در اختیار ۱۵ نفر از متخصصان صنعت) استفاده گردید.

$$CVR = \frac{ne - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

ne = تعداد متخصصانی که گویه موردنظر را در پرسشنامه مناسب دانسته‌اند.

N = تعداد کل متخصصان که پرسشنامه را بررسی کرده‌اند.

با توجه به اینکه CVR برای ۱۵ نفر باید ۰,۴۹ باشد (حاجی‌زاده و اصغری، ۱۳۹۰) و با توجه به نتایج که CVR کلیه سؤالات بالای ۰,۵ بود، پرسشنامه دارای روایی محتوایی می‌باشد. برای سنجش پایایی پرسشنامه نیز از آلفا کرونباخ استفاده گردید. از آنجایی که مقدار آلفا کرونباخ ۰,۸۷ به دست آمده است پرسشنامه دارای پایایی مناسبی می‌باشد.

در بخش بعدی، روش مورداستفاده مقاله حاضر شبیه‌سازی و پویایی‌شناسی سیستمی است. مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم برای اولین بار در ۱۹۵۰ توسط فارستر از مؤسسه فناوری ماساچوست پیشنهاد شد (فارستر، ۱۹۶۱). این روش یک روش مدل‌سازی شبیه‌سازی برای سیستم‌های واقعی می‌باشد. پویایی‌شناسی سیستم برای ایجاد پویایی‌های صنعتی و مدل جهانی در تحقیقات اولیه به کار برده شده است (فارستر، ۱۹۸۰). به منظور پویایی‌شناسی سیستم، پس از تعیین افق زمانی، نمودارهای علی-معلولی و انباشت جریان مشخص خواهد شد. نمودارهای علی-معلولی ابزاری مهم برای نشان دادن ساختار بازخوردی سیستم‌هاست.

یک نمودار علی از تعدادی متغیر تشکیل شده است که به وسیله پیکان‌هایی که نشان‌دهنده تأثیر علی بین متغیرها هستند به هم متصل می‌شوند. در پژوهش حاضر، نمودارهای علی-معلولی فقط بر اساس مهم‌ترین فاکتورهایی که مستقیماً بر نوآوری باصرفه اثرگذار است طراحی شده است.

متغیرهای حالت نیز همانا انباشتگی‌اند که وضعیت سیستم را مشخص می‌کنند و مبنایی برای اقدامات فراهم می‌کنند. این متغیرها رویدادهای گذشته را انباشته می‌کنند. محتویات متغیرهای حالت تنها از طریق جریان‌های ورودی و خروجی تغییر می‌کند.

۴- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

۴-۱- نتایج تحلیل عاملی اکتشافی

جدول (۱) جدول واریانس کل توضیح داده شده است. این جدول مقدار ویژه و واریانس متناظر با عامل‌ها را نشان می‌دهد. در ستون مقادیر ویژه اولیه، مقادیر ویژه برای هر یک از عامل‌ها به صورت مجموع واریانس تبیین شده برآورد می‌شود. واریانس برحسب درصدی از کل واریانس و درصد تجمعی است. در ستون واریانس تبیین شده عامل‌هایی ارائه گردیده است که مقادیر ویژه آن‌ها بزرگ‌تر از عدد یک می‌باشد. طبق جدول (۱) در ستون مقادیر ویژه اولیه و در قسمت کل، تعداد مقادیر ویژه ۱ و بزرگ‌تر از ۱ نشان‌دهنده تعداد عامل‌ها هستند. بر این اساس، این پرسشنامه با ۴۸ سؤال، ۱۵ عامل را اندازه‌گیری می‌کند.

جدول (۱): جدول واریانس کل توضیح داده شده

مؤلفه	واریانس کل توضیح داده شده									
	مقادیر ویژه اولیه			مقادیر استخراجی بارهای عاملی مربع			مقدار چرخش یافته بارهای عاملی مربع			مؤلفه
	درصد تجمعی	درصدی از واریانس	کل	درصد تجمعی	درصدی از واریانس	کل	درصد تجمعی	درصدی از واریانس		
۱	۷.۸۸۰	۱۶.۴۱۶	۱۶.۴۱۶	۷.۸۸	۱۶.۴۱۶	۱۶.۴۱۶	۳.۱۶	۶.۶۰۱	۶.۶۰۱	
۲	۳.۶۶۸	۷.۶۴۱	۲۴.۰۵۷	۳.۶۶	۷.۶۴۱	۲۴.۰۵۷	۳.۰۶	۶.۳۸۸	۱۲.۹۸۹	
۳	۲.۱۸۳	۴.۵۴۸	۲۸.۶۰۵	۲.۱۸	۴.۵۴۸	۲۸.۶۰۵	۲.۳۸	۴.۹۷۶	۱۷.۹۶۵	
۴	۲.۰۵۳	۴.۲۷۷	۳۲.۸۸۲	۲.۰۵	۴.۲۷۷	۳۲.۸۸۲	۲.۳۷	۴.۹۴۲	۲۲.۹۰۷	
۵	۱.۸۶۴	۳.۸۸۴	۳۶.۷۶۶	۱.۸۴	۳.۸۸۴	۳۶.۷۶۶	۲.۱۶	۴.۵۱۲	۲۷.۴۱۹	
۶	۱.۷۲۴	۳.۵۹۳	۴۰.۳۵۹	۱.۷۲	۳.۵۹۳	۴۰.۳۵۹	۲.۱۳	۴.۴۵۶	۳۱.۸۷۴	
۷	۱.۶۳۶	۳.۴۰۹	۴۳.۷۶۸	۱.۶۳	۳.۴۰۹	۴۳.۷۶۸	۱.۹۷	۴.۱۰۸	۳۵.۹۸۳	
۸	۱.۵۵۲	۳.۲۳۳	۴۷.۰۰۱	۱.۵۵	۳.۲۳۳	۴۷.۰۰۱	۱.۹۰	۳.۹۶۳	۳۹.۹۴۶	
۹	۱.۴۹۹	۳.۱۲۳	۵۰.۱۲۴	۱.۴۹	۳.۱۲۳	۵۰.۱۲۴	۱.۸۸	۳.۹۲۸	۴۳.۸۷۴	
۱۰	۱.۳۹۱	۲.۸۹۸	۵۳.۰۲۲	۱.۳۹	۲.۸۹۸	۵۳.۰۲۲	۱.۷۹	۳.۷۳۲	۴۷.۶۰۵	
۱۱	۱.۲۱۹	۲.۵۴۰	۵۵.۵۶۲	۱.۲۱	۲.۵۴۰	۵۵.۵۶۲	۱.۷۶	۳.۶۷۹	۵۱.۲۸۵	
۱۲	۱.۱۹۵	۲.۴۹۱	۵۸.۰۵۲	۱.۱۹	۲.۴۹۱	۵۸.۰۵۲	۱.۶۹	۳.۵۴۰	۵۴.۸۲۴	
۱۳	۱.۱۳۵	۲.۳۶۴	۶۰.۴۱۶	۱.۱۳	۲.۳۶۴	۶۰.۴۱۶	۱.۶۸	۳.۵۱۲	۵۸.۳۳۷	
۱۴	۱.۱۱۶	۲.۳۲۶	۶۲.۷۴۲	۱.۱۱	۲.۳۲۶	۶۲.۷۴۲	۱.۶۴	۳.۴۲۵	۶۱.۷۶۲	
۱۵	۱.۰۲۷	۲.۱۴۰	۶۴.۸۸۲	۱.۰۲	۲.۱۴۰	۶۴.۸۸۲	۱.۴۹	۳.۱۲۰	۶۴.۸۸۲	
۱۶	۰.۹۸۹	۲.۰۵۹	۶۶.۹۴۲							
۱۷	۰.۹۴۱	۱.۹۶۱	۶۸.۹۰۲							
۱۸	۰.۹۲۱	۱.۹۱۹	۷۰.۸۲۱							
۱۹	۰.۸۸۰	۱.۸۳۲	۷۲.۶۵۳							
۲۰	۰.۸۳۳	۱.۷۳۶	۷۴.۳۸۹							
۲۱	۰.۸۱۰	۱.۶۸۸	۷۶.۰۷۷							
۲۲	۰.۷۷۶	۱.۶۱۷	۷۷.۶۹۴							
۲۳	۰.۷۶۰	۱.۵۸۴	۷۹.۲۷۸							
۲۴	۰.۷۲۱	۱.۵۰۱	۸۰.۷۷۹							
۲۵	۰.۷۰۰	۱.۴۵۹	۸۲.۲۳۸							
۲۶	۰.۶۵۱	۱.۵۳۶	۸۳.۵۹۴							
۲۷	۰.۶۰۵	۱.۲۶۰	۸۴.۸۵۴							
۲۸	۰.۵۸۷	۱.۲۳۳	۸۶.۰۷۷							
۲۹	۰.۵۴۰	۱.۱۲۶	۸۷.۲۰۳							
۳۰	۰.۵۳۰	۱.۱۰۳	۸۸.۳۰۶							
۳۱	۰.۵۲۲	۱.۰۸۷	۸۹.۳۹۳							
۳۲	۰.۴۷۴	۰.۹۸۷	۹۰.۳۸۰							
۳۳	۰.۴۵۳	۰.۹۴۵	۹۱.۳۳۵							
۳۴	۰.۴۲۲	۰.۸۷۸	۹۲.۲۰۳							
۳۵	۰.۳۸۹	۰.۸۱۰	۹۳.۰۱۳							
۳۶	۰.۳۶۶	۰.۷۶۳	۹۳.۷۷۶							
۳۷	۰.۳۴۳	۰.۷۱۶	۹۴.۴۹۱							
۳۸	۰.۳۳۴	۰.۶۹۶	۹۵.۱۸۸							
۳۹	۰.۳۰۹	۰.۶۴۳	۹۵.۸۳۱							
۴۰	۰.۲۹۳	۰.۶۱۰	۹۶.۴۴۱							
۴۱	۰.۲۷۴	۰.۵۷۱	۹۷.۰۱۲							
۴۲	۰.۲۴۸	۰.۵۱۶	۹۷.۵۳۸							
۴۳	۰.۲۳۵	۰.۴۸۹	۹۸.۰۱۷							
۴۴	۰.۲۲۰	۰.۴۵۹	۹۸.۴۷۶							
۴۵	۰.۲۰۵	۰.۴۳۸	۹۸.۹۰۴							
۴۶	۰.۱۸۷	۰.۳۹۰	۹۹.۲۹۴							
۴۷	۰.۱۷۶	۰.۳۶۶	۹۹.۶۶۰							
۴۸	۰.۱۶۳	۰.۳۴۰	۱۰۰.۰۰۰							

روش استخراج: تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی

جدول (۲)، جدول ماتریس مؤلفه‌های چرخانده شده را نشان می‌دهد. با استفاده از نتایج جدول ماتریس مؤلفه‌ها پس از چرخش واریماکس، می‌توان اقدام به تعیین بارهای عاملی نمود. در جدول (۳)، بارهای عاملی مستخرج از جدول ماتریس مؤلفه‌های چرخانده شده را می‌توان مشاهده کرد.

جدول (۲): جدول ماتریس مؤلفه‌های چرخانده شده

سؤال	ابعاد														
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱		۰,۶۸۲													
۲		۰,۶۳۰													
۳		۰,۵۳۴													
۴		۰,۵۶۵		۰,۳۵۲											
۵			۰,۳۴۴	۰,۳۹۳									۰,۳۸۷		
۶															-۰,۶۶۳
۷				۰,۷۳۴											
۸								۰,۷۱۲							
۹								۰,۶۴۹							
۱۰				۰,۶۱۶											
۱۱				۰,۴۰۷											
۱۲						۰,۳۳۷						۰,۷۱۳			
۱۳												۰,۴۸۶	۰,۳۴۸	۰,۳۰۶	
۱۴												۰,۶۹۴			
۱۵		۰,۳۹۶		۰,۳۱۹	۰,۳۰۶										۰,۳۴۱
۱۶									۰,۷۴۸						
۱۷									۰,۴۸۵			۰,۳۶۱			
۱۸						-۰,۳۳۱							۰,۵۱۱		
۱۹		۰,۳۰۵									۰,۳۶۱			۰,۳۳۰	
۲۰				-۰,۳۸۸				۰,۴۳۷							
۲۱	-۰,۴۹۶														
۲۲		۰,۳۷۵						۰,۶۲۹							
۲۳								۰,۷۴۶							
۲۴					۰,۶۱۱										
۲۵	۰,۳۴۲														۰,۳۲۰
۲۶					۰,۴۲۲										
۲۷	۰,۶۴۱														
۲۸						۰,۴۷۴					۰,۳۱۳				
۲۹						۰,۶۸۳									
۳۰						۰,۷۴۴									
۳۱			۰,۳۲۸	۰,۳۴۴										۰,۴۲۶	
۳۲							۰,۴۵۵			۰,۵۱۷	۰,۳۳۳				
۳۳			۰,۴۴۲							۰,۴۱۲					
۳۴	-۰,۳۶۹			۰,۴۰۳										۰,۳۷۳	
۳۵									۰,۷۹۵						
۳۶			۰,۶۲۵												
۳۷					۰,۵۷۷										
۳۸	۰,۶۲۵								۰,۳۵۹						
۳۹											۰,۷۷۷				
۴۰					۰,۷۳۸										
۴۱		۰,۵۲۰							۰,۴۱۸						
۴۲		۰,۳۶۳												-۰,۴۷۶	
۴۳	۰,۳۲۱		۰,۳۵۹					۰,۳۲۱						-۰,۳۶۶	
۴۴	۰,۶۴۲		۰,۴۲۰												
۴۵	۰,۶۸۶														
۴۶			۰,۷۰۹												
۴۷														۰,۶۴۰	
۴۸										۰,۵۹۹					

جدول (۳). بارهای عاملی مستخرج از ماتریس مؤلفه‌های چرخانده شده

متغیر	بار عاملی	متغیر	بار عاملی
حفظ مالکیت معنوی	۰/۵۹۹	مشوق‌های صادراتی	۰/۶۳۶
معماری نام تجاری جدید	۰/۵۱۷	رویکرد مدولار	۰/۶۴۱
جایگزینی مواد فعلی با مواد ارزان‌تر	۰/۷۴۸	توسعه زیرساخت با حمایت دولت و سرمایه‌گذاری خارجی	۰/۳۴۲
رهبری هزینه	۰/۵۱۱	طراحی با استانداردهای جهانی	۰/۴۹۶
استفاده مجدد از مواد قدیمی	۰/۶۹۴	حمایت از همکاری با شرکت‌های بین‌المللی	۰/۶۵۶
طراحی چند کاربردی	۰/۷۰۹	طراحی باصرفه برای بهینه‌سازی عملکرد	۰/۳۹۴
شبکه‌سازی	۰/۳۵۴	شرکت در نمایشگاه‌ها و ...	۰/۳۶۳
تبلیغات محلی	۰/۶۲۵	حمایت مدیریت از تحقیق و توسعه	۰/۶۸۲
شکل دادن به رفتار مشتری	۰/۴۴۲	تحقیق در مورد بازار هدف	۰/۵۳۴
بازاریابی محتوا	۰/۶۲۵	به‌کارگیری نیروهای انسانی توانمند	۰/۶۳۰
مبارزه با قاچاق	۰/۶۴۲	بهینه‌سازی مصرف انرژی	۰/۵۲۰
استفاده از انرژی پاک برای کاهش آلودگی محیط‌زیست	۰/۴۸۵	حمایت مدیریت از سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه	۰/۷۳۴
استقرار در شهرک‌های صنعتی	۰/۷۹۵	حمایت مدیریت از شایستگی محلی	۰/۶۱۶
استفاده از انرژی‌های محلی	۰/۴۸۶	حمایت از زنجیره تأمین محلی	۰/۴۰۷
استفاده از آزمایشگاه‌های محلی	۰/۷۱۳	استقرار در خوشه‌های صنعتی	۰/۴۰۳
حمایت دولت در کاهش عوارض، مالیات، تعرفه واردات ...	۰/۳۹۳	پرینتر سه‌بعدی	۰/۶۲۹
طراحی بیومتریک	۰/۷۴۶	فهم فرهنگ محلی	۰/۷۱۲
استفاده از راهکارهایی برای کاهش آلودگی محیط‌زیست مانند استفاده از مواد بازیافت شونده در تولید محصول	۰/۴۷۴	استفاده از مواد محلی	۰/۶۴۹
به‌کارگیری جوانان کارآموز	۰/۶۸۳	کوچک‌سازی	۰/۷۳۴
استخدام زنان	۰/۷۴۴	ساده‌سازی	۰/۳۶۱
حمایت از تحقیقات دانشگاهی	۰/۶۱۱	نظم و آراستگی محیط کار	۰/۷۷۷
شبکه اجتماعی	۰/۵۷۷	تولید حجم بالا	۰/۴۲۶
استفاده از پیشرفت‌های فناورانه	۰/۴۲۲	تولید در محل‌هایی با دستمزد پایین	۰/۶۴۰

درمیان فاکتورهایی که از تحقیقات نیرومند و همکاران (۲۰۲۰) و (۲۰۲۱) شناسایی گردید و با روش تحلیل عاملی اکتشافی بارهای عاملی و دسته‌بندی متغیرها مشخص گردید، برخی از متغیرها وجود دارند که حالت عمومی‌تری داشته و برای هر نوع نوآوری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (مثل تولید انبوه، حمایت از توسعه خوشه‌های صنعتی، به‌کارگیری نیروی انسانی توانمند، استفاده از شبکه‌های اجتماعی، استفاده از پیشرفت‌های فناورانه، حمایت از تحقیقات دانشگاهی، حفظ مالکیت معنوی، مشوق‌های صادراتی، معماری نام تجاری جدید، توسعه زیرساخت‌ها با حمایت دولت و سرمایه‌گذاری خارجی، همکاری با شرکت‌های بین‌المللی، شرکت در نمایشگاه‌ها، حمایت مدیریت از تحقیق و توسعه، بازاریابی محتوا، شکل دادن به رفتار مشتری و تحقیق در مورد بازار هدف و طراحی با استانداردهای جهانی) و برخی از متغیرها ارتباط بیشتری با نوآوری باصرفه دارند (مانند استفاده از رویکرد مدولار، رهبری هزینه، استفاده مجدد از مواد قدیمی، جایگزینی مواد فعلی با ارزان‌تر، طراحی چند کاربردی، استفاده از انرژی‌های محلی، استفاده از آزمایشگاه‌های محلی،

حمایت از زنجیره تأمین محلی، تبلیغات محلی، استفاده از پرنتر سه بعدی در نمونه سازی، استفاده از مواد محلی، کوچک سازی، ساده سازی، استخدام زنان و تولید در محل هایی با دستمزد پایین و طراحی محصولاتی که با انرژی های پاک مانند نور خورشید کار می کنند).

۲-۴- پویایی شناسی سیستمی

پس از تعیین کلیه توانمندی های شناسایی شده در مطالعات پیشین و دسته بندی این توانمندی ها، در این بخش ابتدا روابط علی-معلولی کلیه توانمندی ها با یکدیگر مشخص شده و تعیین می شود چگونه بر یکدیگر و بر فرایند نوآوری با صرفه اثر می گذارند و باعث هم افزایی اثرات یکدیگر خواهند شد و در انتها یک مدل کلی از توانمندی هایی که بیشتر مختص نوآوری با صرفه هستند طراحی خواهد شد. در قسمت بعدی نیز نمودار انباشت - جریان نشان داده خواهد شد.

۲-۴-۱- تعریف مسئله:

در مراحل قبلی کلیه فاکتورهای اثرگذار بر توانمندی سازی شرکت های کوچک و متوسط تولیدکننده لوازم خانگی شناسایی گردید؛ اما مسئله ای که در این قسمت به آن پرداخته می شود این است که این فاکتورها چه روابط علت معلولی با یکدیگر دارند و چگونه بر یکدیگر و بر فرایند نوآوری با صرفه اثر می گذارند.

۲-۴-۲- رفتار مرجع (افق زمانی، مرز اصلی مدل)

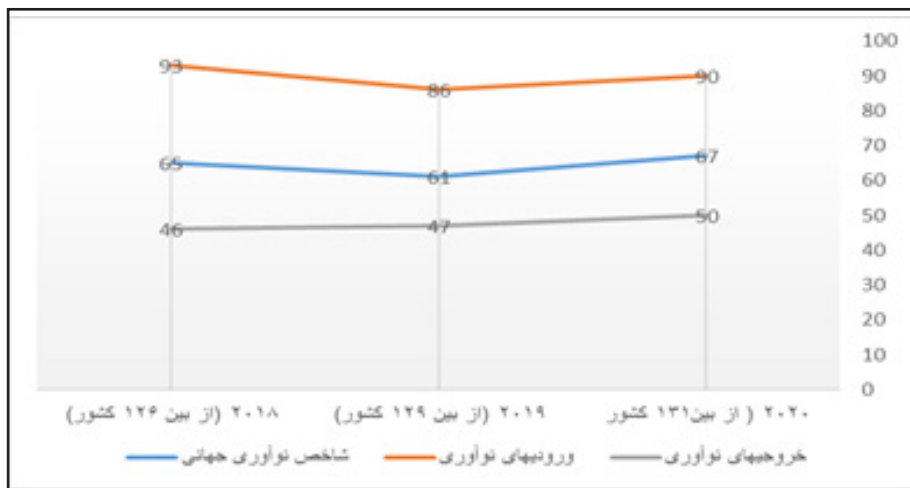
افق زمانی: پرسشنامه ها از دی ماه ۹۷ تا آخر اردیبهشت ۹۸ تکمیل گردیده و مورد بررسی قرار گرفته شده است. بررسی شاخص نوآوری نیز از سال ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۰ انجام گرفت.

مرز اصلی مدل: مرز اصلی مدل شامل تمامی عوامل اصلی مؤثر بر توانمندی سازی شرکت های تولیدکننده لوازم خانگی (در بخش کوچک و متوسط) برای توسعه نوآوری با صرفه است. دلیل این بررسی این است که شاخص نوآوری جهانی (GII)، هر ساله اقتصادهای جهانی را بر اساس قابلیت نوآوری آن ها رتبه بندی می کند. این شاخص متشکل از ۷ رکن و ۲۱ بخش و ۸۰ زیر بخش بوده که به دو گروه ورودی و خروجی تقسیم می شوند و هدف آن دست یافتن به جنبه های چند بعدی نوآوری است. در شاخص نوآوری جهانی ۲۰۲۰، ۱۳۱ اقتصاد مورد بررسی قرار گرفت که امتیاز هر کشور از ۰ تا ۱۰۰ متغیر است. امتیاز ۱۰۰ نشان از بهترین عملکرد و امتیاز صفر نشان از ضعیف ترین عملکرد را دارد. ارکان ورودی (درونداد) شاخص نوآوری جهانی شامل «نهادهای تحقیق و سرمایه انسانی و زیرساخت ها، پیچیدگی های بازار و پیچیدگی های کسب و کار» است و خروجی (برونداد)

شاخص نوآوری جهانی را «دانش و فناوری و خلاقیت» تشکیل می‌دهد. در سال ۲۰۲۰ ایران در شاخص نوآوری جهانی رتبه ۶۷ را کسب نموده است که نسبت به سال ۲۰۱۹، ۶ پله تضعیف شده است. امتیاز ایران در شاخص نوآوری جهانی ۲۰۲۰، ۳۰٫۸۹ و در شاخص نوآوری جهانی ۲۰۱۹، ۳۴٫۴۳ و در شاخص نوآوری جهانی ۲۰۱۸، ۳۴٫۴۴ بوده است. بر اساس شاخص، ایران در ارکان خروجی نوآوری، عملکرد بهتری نسبت به ارکان ورودی نوآوری داشته است. جدول (۴) و شکل (۲) رتبه ایران در شاخص جهانی نوآوری را از لحاظ ورودی‌ها و خروجی‌های نوآوری نشان می‌دهد. بر اساس بررسی‌های انجام شده، این سازمان تحقیق مجزایی برای ارکان نوآوری با صرفه انجام نداده است ولی به‌طور کلی نتایج آن را می‌توان برای نوآوری با صرفه نیز استفاده نمود و نتیجه گرفت که ارکان ورودی نوآوری با صرفه نیز در ایران ضعیف است. لذا در تحقیق حاضر سعی شده است با شناسایی کلیه عوامل اثرگذار بر نوآوری با صرفه به‌عنوان ورودی و بررسی روابط متقابل آن‌ها، راهکارهایی در جهت بهبود این وضعیت ارائه شود.

جدول (۴): نسبت ورودی‌های و خروجی‌های نوآوری (وزارت کار و تعاون، ۲۰۲۰)

سال	شاخص نوآوری جهانی	ورودی‌های نوآوری	خروجی‌های نوآوری
۲۰۲۰ (از بین ۱۳۱ کشور)	۶۷	۹۰	۵۰
۲۰۱۹ (از بین ۱۲۹ کشور)	۶۱	۸۶	۴۷
۲۰۱۸ (از بین ۱۲۶ کشور)	۶۵	۹۳	۴۶



شکل (۲): نسبت ورودی‌های و خروجی‌های نوآوری (وزارت کار و تعاون، ۲۰۲۰)

۳-۲-۴- فرضیه پویا و نمودارهای علی- معلولی

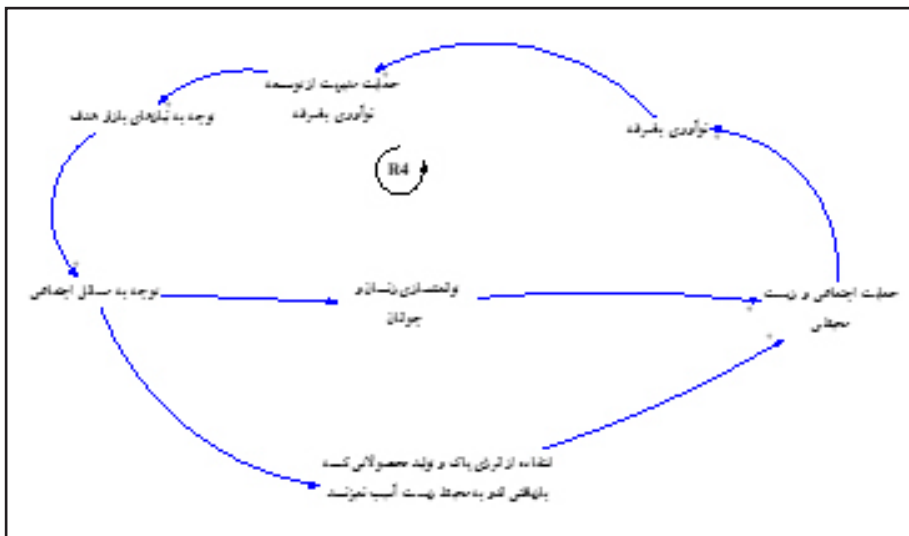
برای تعیین فرضیه پویا از ادبیات پژوهش و نظر خبرگان استفاده گردید و فرضیه‌های پویا و نمودارهای علی زیر حاصل گردید.

حلقه تعادلی B1: به عقیده فاروق (۲۰۱۷) از مهم‌ترین ابعاد نوآوری باصرفه، حمایت مدیریت می‌باشد. افزایش حمایت مدیریت از توسعه نوآوری‌های باصرفه، منجر به افزایش توجه به نیازهای بازار هدف و منجر به افزایش سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های تحقیق و توسعه خواهد شد، افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، منجر به افزایش هزینه‌های تولیدشده و افزایش هزینه‌های تولید، نوآوری ایجادشده را از هدف اصلی یعنی کم‌هزینه بودن دور کرده و درواقع توسعه نوآوری‌های باصرفه با کاهش مواجه خواهد شد (البته به صورت موقت)، باکم شدن توسعه این نوآوری‌ها و دیده نشدن تأثیرات مثبت آن، مدیریت ممکن است دیگر از این نوآوری حمایت نکند. این مانع توسط اسرئوستاوا (۲۰۱۸) در زمینه توسعه نوآوری‌های باصرفه مطرح شده است.

حلقه تقویتی R1: افزایش حمایت مدیریت از توسعه نوآوری‌های باصرفه، منجر به افزایش توجه به نیازهای بازار هدف و تلاش در جهت فهم جنبه‌های فرهنگ محلی می‌شود. به این منظور باید حمایت از فعالیت‌های تحقیق و توسعه افزایش یابد. حمایت از تحقیقات دانشگاهی و ایجاد مخازن دانش نیز می‌تواند به این امر کمک کند. البته در این صورت لازم است سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه افزایش یافته و از فناوری جدید مانند فناوری نمونه‌سازی اولیه مانند پرینتر سه‌بعدی و یا از روش‌های جدید نمونه‌سازی مانند طراحی بیومتریک و الگو یابی از ویژگی‌های ارگانیک استفاده شود.

همه این عوامل منجر به افزایش سرعت نمونه‌سازی اولیه شده و تولیدکنندگان با فناوری‌ای جدید نمونه‌سازی می‌توانند نوآوری‌هایی در سطح معیارهای جهانی، ولی برای بازار محلی طراحی کنند. با افزایش تولید نوآوری‌هایی در سطح معیارهای جهانی کم‌کم می‌توان اقدام به صادرات محصولات تولیدشده کرد. از سوی دیگر روش‌هایی نمونه‌سازی اولیه این امکان را فراهم می‌سازد تا اقدام به کوچک‌سازی و مینیاتورسازی محصولات کرد و یا با روش‌های مهندسی ارزش، پیچیدگی‌های غیرضروری محصولات را کاهش و در هزینه مواد اولیه صرفه‌جویی نمود. با افزایش تولید، هزینه تمام‌شده محصولات کم شده و هدف توسعه نوآوری باصرفه محقق شده و منجر به حمایت بیشتر مدیریت از این نوع نوآوری‌ها خواهد شد. نمودار علی- معلولی مربوط به حلقه‌های B1, R1 را در شکل (۳) می‌توان مشاهده نمود.

خورشیدی می‌شود. توجه به این مسائل در واقع رسیدن به یکی از اهداف نوآوری باصرفه است که استفاده از انرژی‌های پاک و داشتن اثرات مفید اجتماعی است که رسیدن به این اهداف، مدیریت را در جهت حمایت هرچه بیشتر از نوآوری باصرفه سوق می‌دهد. اگرچه طبق نظر کائو (۲۰۱۷) قیمت بالا یکی از جدی‌ترین موانع برای مصرف‌کنندگان و کسب‌وکارهایی است که از فناوری‌های پاک استفاده می‌کنند. اگرچه مقایسه هزینه واقعی باید بر اساس مجموع چرخه زندگی یک محصول و نه فقط بر اساس هزینه‌های اولیه سرمایه‌گذاری حساب شود. شکل (۶) نمودار علی معلولی حلقه تقویتی R4 را نشان می‌دهد.

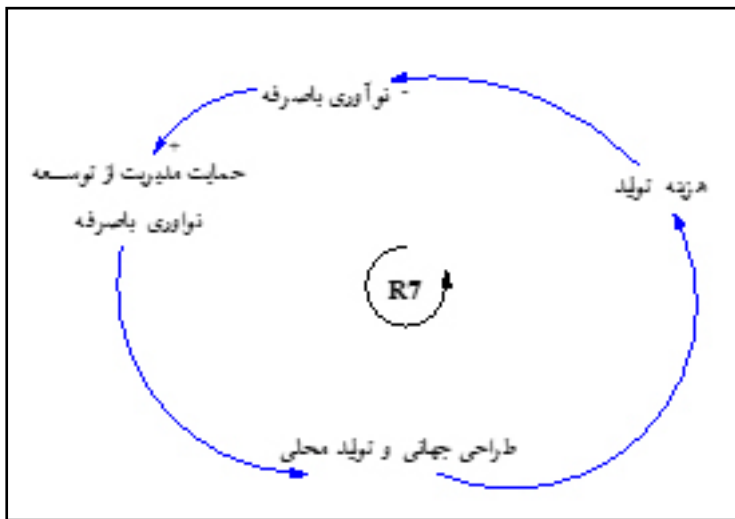


شکل (۶): نمودار علی معلولی حلقه تقویتی R4

حلقه تقویتی R5: حمایت مدیریت از نوآوری‌های باصرفه منجر به افزایش توجه به بازارهای هدف در جهت کسب اطلاعات از این بازارها و حمایت از تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه خواهد شد. با کمک فرایند تحقیق و توسعه، روش‌هایی برای کاهش هزینه مواد اولیه شناخته خواهد شد از جمله استفاده از مواد بازیافتی و قدیمی به جای مواد نو در قسمت‌هایی از محصول (مثلاً بسته‌بندی) و جایگزینی مواد فعلی با مواد ارزان‌تر به صورتی که به عنوان یک کالای بی‌کیفیت شناخته نشود. کاهش هزینه مواد اولیه، هزینه‌های تولید را کاهش خواهد داد و به هدف نوآوری باصرفه کمک خواهد نمود و باعث حمایت بیشتر مدیریت خواهد شد.

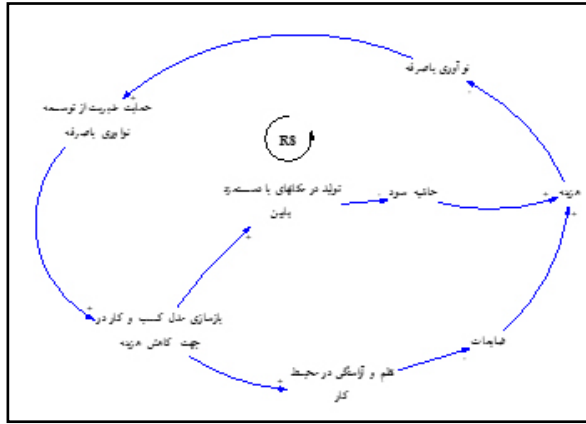
حلقه تعادلی B2: در صورتی که جایگزینی مواد فعلی با مواد ارزان‌تر به درستی انجام نشود و محصولات بی‌کیفیت ساخته شود و مورد استقبال مشتریان قرار نگیرد، مدیریت حمایتی از توسعه

حلقه تقویتی R7: حمایت مدیریت از توسعه نوآوری باصرفه هرچقدر بیشتر باشد، تمایل به کارگیری نیروهای توانمند بیشتر شده و استفاده از کارکنان توانمند، توانایی سازمان را در طراحی محصولاتی در سطح جهانی به طوری ابتدا نیازهای محلی را پاسخگو باشد و بعداً بتوان آن را وارد بازارهای محلی نمود افزایش می‌یابد. به مرور با افزایش تولید، هزینه‌های تمام‌شده هر واحد محصول کم شده و به اهداف نوآوری باصرفه دست خواهیم یافت و حمایت مدیریت از این نوع نوآوری افزایش خواهد یافت. شکل (۹)، حلقه تقویتی R7 را نشان می‌دهد.



شکل (۹): حلقه تقویتی R7

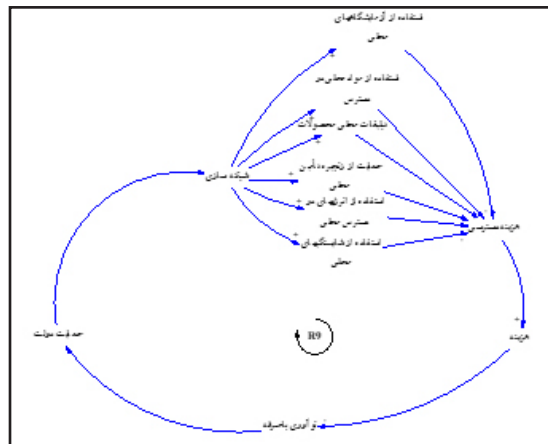
حلقه تقویتی R8: حمایت مدیریت از توسعه نوآوری باصرفه، منجر به تلاش مدیریت در جهت تغییر مدل‌های کسب‌وکار شرکت خواهد شد، بطوریکه مدیریت تلاش خواهد کرد با روش‌هایی که قبلاً گفته شد مانند طراحی جهانی و افزایش تولید، بردن کسب‌وکار به مکان‌هایی که درخواست دستمزد کمتری دارند و به کارگیری روش‌هایی بهبود مستمر مانند 5S و ایجاد نظم و آراستگی در محیط کار و کاهش ضایعات، باعث کاهش هزینه‌های تولیدشده و اهداف نوآوری باصرفه را محقق سازد و حمایت مدیریت از این نوع نوآوری افزایش خواهد یافت. شکل (۱۰)، حلقه تقویتی R8 را نشان می‌دهد.



شکل (۱۰): حلقه تقویتی R۸

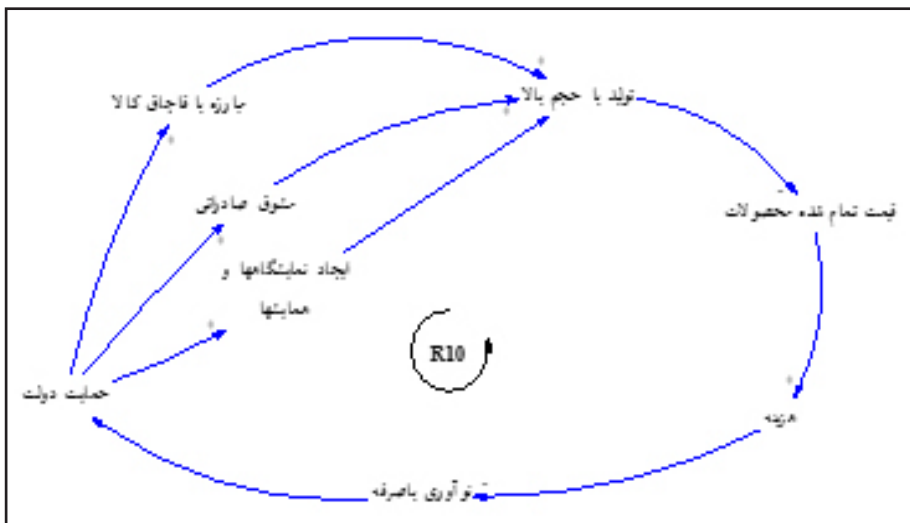
حلقه تقویتی R9: حمایت دولت در توسعه و ایجاد شهرک‌های صنعتی و خوشه‌های صنعتی و استقرار شرکت در این شهرک‌ها و خوشه‌ها، سبب افزایش استفاده از مزایای این بخش‌ها در زمینه وام‌دهی و کاهش عوارض شهری و مالیات و استفاده از زیرساخت‌های تولیدی موجود در این شهرک‌ها و همچنین استفاده از سامانه‌های اطلاعاتی این شهرک‌ها می‌شود. همه این عوامل منجر به کاهش هزینه‌های واحد تولیدی و رسیدن به اهداف نوآوری باصرفه خواهد شد. از سوی دیگر حضور در این بخش‌ها منجر به استفاده از «شایستگی‌های محلی مانند نیروهای کارآمد محلی، زنجیره‌های تأمین محلی، تبلیغات محلی محصولات و تبلیغات مشترک با سایر تولیدکنندگان» خواهد گردید. این همکاری‌ها تا حد زیادی سبب کاهش هزینه‌های دسترسی به زنجیره‌های تأمین و هزینه دسترسی به مواد اولیه شده و اهداف این نوع نوآوری محقق خواهد شد. با مشاهده نتایج مثبت این نوع نوآوری، تمایل دولت به حمایت از این نوع نوآوری بیشتر خواهد شد. شکل (۱۱)

حلقه تقویتی R9 را نشان می‌دهد.



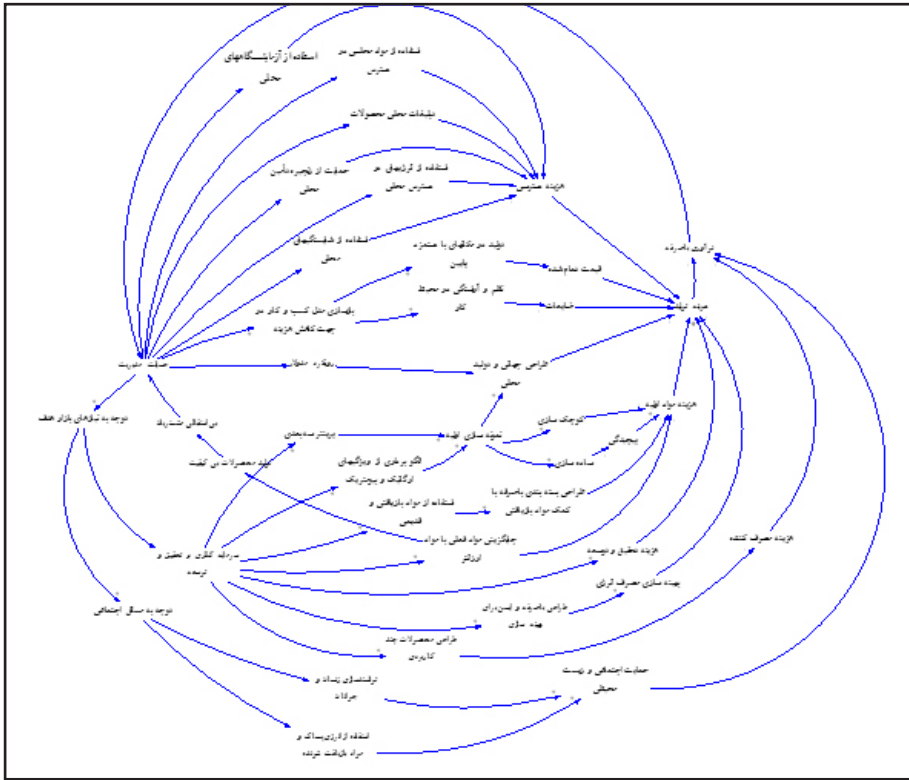
شکل (۱۱): حلقه تقویتی R۹

حلقه تقویتی R10: هرچقدر حمایت‌های دولت از صنایع مخصوصاً صنایع کوچک و متوسط بیشتر باشد، صنایع در انجام نوآوری باصرفه موفق‌تر خواهند بود. معمولاً محصولات قاچاق شده به داخل کشور باقیمت پایین در بازار عرضه‌شده و رقیب کالاهای تولیدی داخلی هستند. مقابله دولت با قاچاق کالا به تولیدکنندگان اجازه خواهد داد تا محصولات نوآورانه خود را باقیمت مناسب در بازار به فروش برسانند. حمایت دولت در راه اندازی نمایشگاه‌ها و همایش‌هایی که تولیدکنندگان بتوانند محصولات خود را معرفی نمایند و همچنین دادن مشوق‌هایی به تولیدکنندگانی که بتوانند محصولات تولیدی خود را صادر کنند به تولیدکنندگان در تولید انبوه کالاها و همچنین کاهش قیمت تمام‌شده محصولات و رسیدن به اهداف نوآوری باصرفه کمک می‌کند و با مشاهده نتایج مثبت آن، حمایت‌های دولت بیشتر خواهد شد. شکل (۱۲) حلقه تقویتی R10 را نشان می‌دهد.



شکل (۱۲): حلقه تقویتی R10

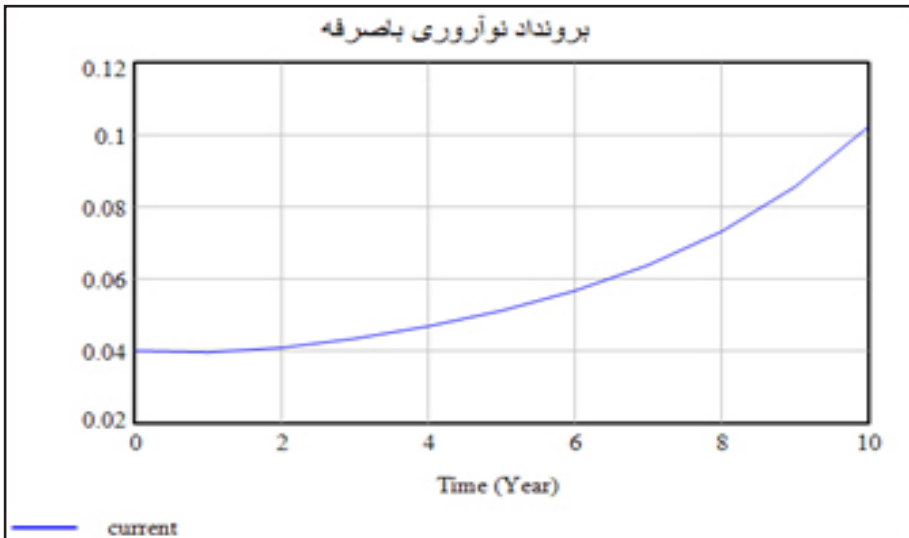
شکل (۱۳) نمودار علی-معلولی کلیه متغیرهای اثرگذار بر نوآوری باصرفه که بیشترین تأثیر بر نوآوری باصرفه دارند را نشان می‌دهد. در این مدل برای فهم ساده‌تر، متغیرهایی که بیشترین ارتباط را با نوآوری باصرفه دارند به کار گرفته می‌شوند و متغیرهای عمومی‌تر کنار گذاشته می‌شود.



شکل (۱۳): نمودار علی- معلولی تحقیق

۴-۲-۴- نمودار انباشت - جریان

نمودار انباشت - جریان پژوهش حاضر را در شکل (۱۴) می توان مشاهده نمود.



شکل (۱۴): نمودار انباشت - جریان

برای مقادیر مربوط توانمندسازهای نوآوری با صرفه از بارهای عاملی حاصل از تحلیل عاملی اکتشافی استفاده گردید، زیرا قدرت رابطه بین عامل و متغیر قابل مشاهده را نشان می‌دهد. بارهای عاملی مربوط به متغیرها را در جدول (۳) می‌توان مشاهده نمود.

سایر معادلات به شرح زیر می‌باشد:

- $\text{Production cost} = \text{Initial Value} + \text{INTEG} (\text{Innovation output rate} - \text{Innovation input rate})$

- $\text{Access cost} = \text{DELAY FIXED} (\text{Use of local laboratories: AND: Deployment in industrial clusters: AND: Deployment in industrial clusters: AND: Local supply chain: AND: Capable local staff, 1, 1})$

- $\text{Cost of raw materials} = \text{Reuse of recycled materials} * \text{Replacement with cheaper materials} * \text{Miniaturization} * \text{Simplification} * \text{Use of available local materials} * \text{Prototyping}$

- $\text{The cost} = \text{DELAY FIXED} (\text{Cost-effective packaging: AND: Low wage production: AND: Global design and local production: AND: Access cost: AND: Cost of raw materials: AND: waste reduction, 1, 1})$

- $\text{Creative marketing} = \text{Initial Value} + \text{INTEG} (\text{Marketing output rate} - \text{Marketing input rate})$

- $\text{Marketing input rate} = \text{DELAY FIXED} (\text{Content Marketing: AND: Local Advertising: AND: Joint Advertising: AND: Intellectual Property Protection: AND: Social Networking: AND: Social Networking: AND: Management Support: AND: Shaping Customer Behavior: AND: Brand Architecture, 1, 1})$

- $\text{R\&D input rates} = \text{DELAY FIXED} (\text{Using technological advances: AND: Target market research: AND: Supporting academic research: AND: Supporting management: AND: Investing in research and development: AND: Understanding local culture, 1, 1})$

- $\text{Consumer cost input rate} = \text{DELAY FIXED} (\text{Safe design and performance optimization: AND: multifunctional product design, 1, 1})$

- $\text{Input rate of social issues} = \text{DELAY FIXED} (\text{Employment of women: AND: Clean energy use: AND: Establishment in industrial estates: AND: Prevention of environmental pollution: AND: Youth internship, 1, 1})$

- $\text{Social and environmental issues} = \text{Initial rate} + (\text{Output rate of social issues} - \text{Input rate of social issues})$

- $\text{Consumer cost} = \text{Initial value} + (\text{Consumer cost output rate} - \text{Consumer cost input rate})$

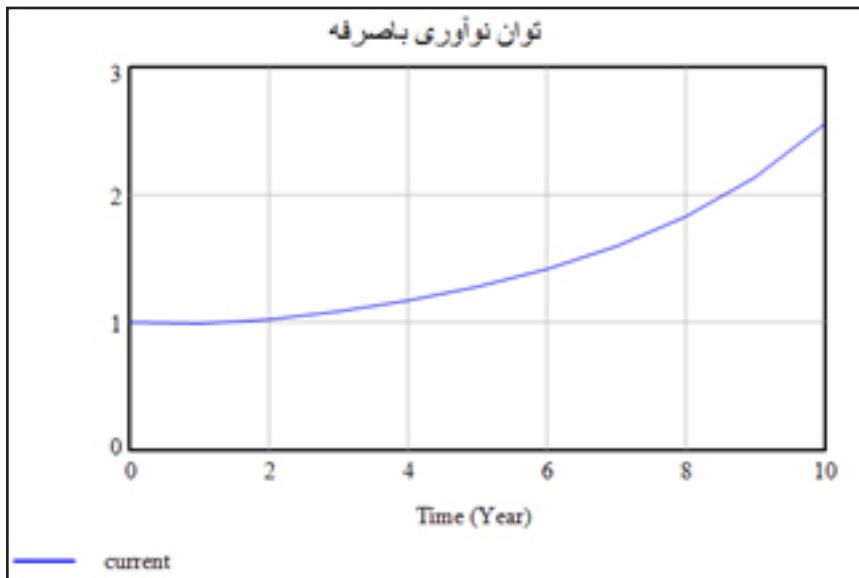
• Frugal innovation = Initial value + (Output rate of frugal innovation- Input rate of frugal innovation)

• Frugal innovation rate = frugal innovation * Output rate of social issues * Output rate for research and development * Output rate cost * Output rate Consumer cost.

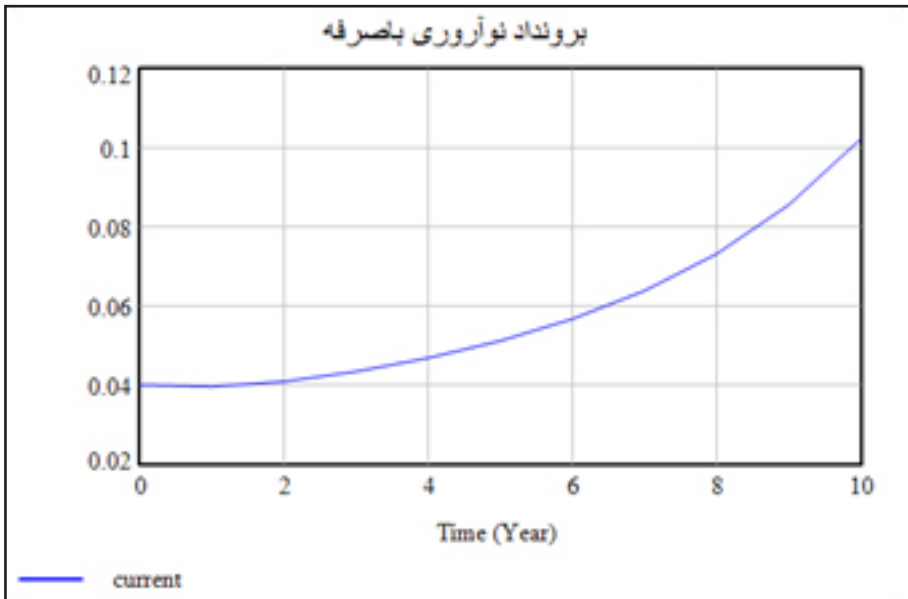
برای تعیین ضریب نرخ برونداد نوآوری از سایت گلوبال اکونومی استفاده گردید. در این سایت شاخص نوآوری کشورهای مختلف طی سال‌های مختلف نشان داده شده است. برای این شاخص، دانشگاه کرنل، INSEAD و WIPO اطلاعات مربوط به ایران را از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۸ ایران فراهم کرده‌اند. شاخص نوآوری در سال ۲۰۱۸ برابر ۳۳,۴ درصد و در سال ۲۰۱۷ برابر ۳۲,۱ بوده که نرخ رشدی برابر با ۴,۰۴ درصد را نشان می‌دهد (به دلیل نبود اطلاعات در مورد نوآوری باصرفه، نرخ خروجی نوآوری کشور به عنوان نرخ نوآوری باصرفه در نظر گرفته خواهد شد). برای راه اندازی این مدل ضریب نرخ برونداد نوآوری صنایع کشور ۴ درصد در نظر گرفته شده است.

۵-۲-۴- شبیه‌سازی مدل

پس از شبیه‌سازی مدل، توان نوآوری باصرفه را در شکل (۱۵) در یک دوره ده‌ساله می‌توان مشاهده کرد. باهم افزایی عوامل مختلف به عنوان ورودی‌های نوآوری باصرفه، توان نوآوری باصرفه در یک دوره ده‌ساله حدود سه برابر خواهد شد و به همین دلیل خروجی نوآوری باصرفه نیز به همین صورت افزایش خواهد داشت (شکل (۱۶)) و نرخ خروجی نوآوری باصرفه از ۰,۰۴ در یک دوره ده‌ساله به حدود ۰,۱ خواهد رسید.

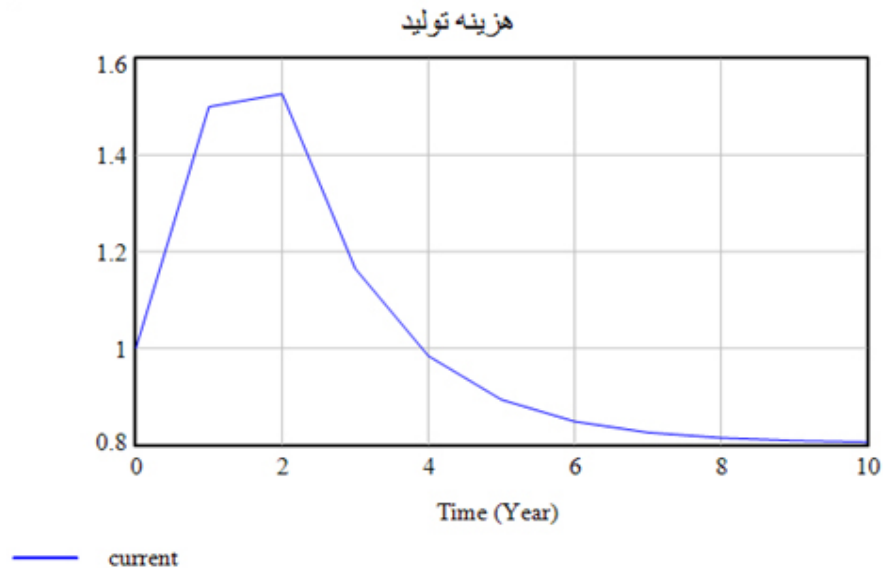


شکل (۱۵): توان نوآوری باصرفه



شکل (۱۶): برونداد نوآوری باصرفه

همان‌طور که در شکل (۱۷) مشاهده می‌شود، با ارائه راهکارهای بیان‌شده در مورد کاهش هزینه‌های تولید، ابتدا به دلیل سرمایه‌گذاری‌های اولیه مورد نیاز، هزینه‌های تولید در ۲ سال اول افزایش یافته و سپس در سال‌های بعد کاهش خواهد داشت. سرمایه‌گذاری‌هایی در خرید تجهیزات نمونه‌سازی اولیه و پیاده کردن زمینه‌های طراحی مدولار از جمله دلایل افزایش هزینه‌ها در سال‌های اولیه است که بعداً منافع ایجادشده جبران هزینه‌ها را خواهد نمود.



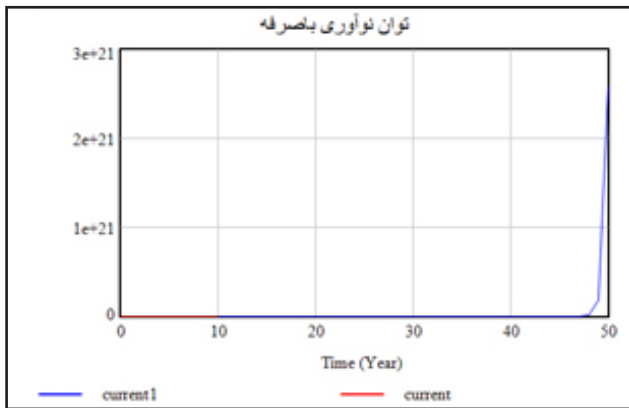
شکل (۱۷): هزینه تولید

۶-۲-۴- اعتبار سنجی نمودارهای انباشت-جریان

پس از ایجاد نمودار انباشت-جریان و شبیه‌سازی سیستم و قبل از استفاده از مدل جهت تحلیل و سناریو پردازی، می‌بایست با استفاده از یک یا چند روش، اعتبار مدل را مورد آزمون قرارداد (به دلیل در دسترس نبودن نسخه حرفه‌ای نرم‌افزار و نرم‌افزار بعضی از اعتبارسنجی‌ها را نمی‌توان انجام داد). برخی از روش‌های اعتبارسنجی مورد استفاده:

• **کفایت مرزها:** آیا متغیرهای تأثیرگذار اصلی به صورت درون‌زا دیده شده‌اند؟ آیا محدوده زمانی به طرز مناسبی در نظر گرفته شده است؟ این مسئله در تعامل با خبرگان و بررسی مدل به وسیله خبرگان تأیید گردید.

• **آزمون خطای تجمعی:** این آزمون به عدم حساسیت مدل نسبت به واحد زمان تأکید دارد. همان‌طور که در شکل (۱۸) مشاهده می‌شود با تغییر زمان به ۵۰ سال بازهم توان نوآوری باصرفه رفتار نمایی نشان می‌دهد.



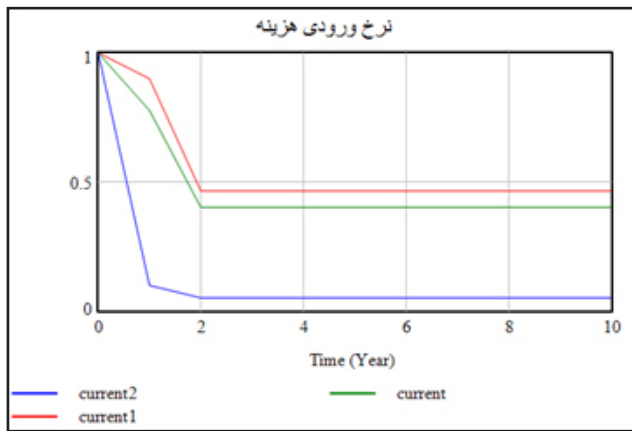
شکل (۱۸): توان نوآوری باصرفه در یک دوره ۵۰ ساله

• **آزمون ارزیابی ساختار:** این آزمون سازگاری رفتار مدل با ساختار آن‌ها بررسی می‌کند. همان‌طور که در مدل علی-معلولی (شکل ۱۳) مشاهده می‌شود، مدل دارای تعداد زیادی حلقه با بازخورد مثبت (خود تقویتی) و فقط دو حلقه با بازخورد منفی (تعادلی) است و رفتار مدل نیز در بخش توان نوآوری باصرفه در یک دوره ده‌ساله، افزایش با شیب ملایم را نشان می‌دهد. در مورد هزینه تولید نیز ساختار مدل در شکل (۱۷) مطابق با حلقه‌های تعادلی و تقویتی $R1, B1$ شکل (۳) است.

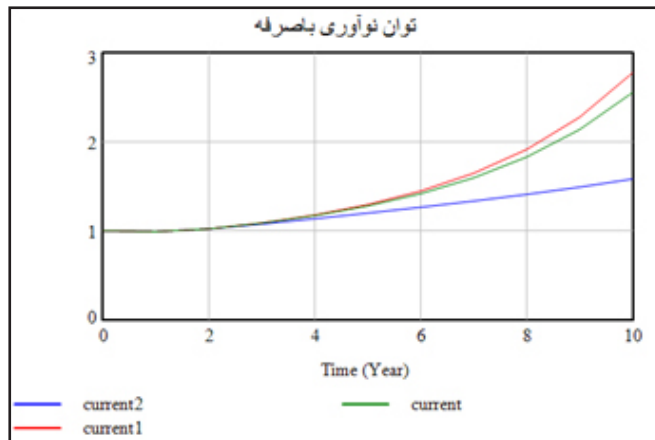
• **آزمون شرایط حدی:** این آزمون بر جوابگو بودن مدل در شرایط حدی (حداکثر مقادیر و حداقل مقادیر) تأکید دارد؛ این موضوع در مدل مورد بررسی قرار گرفته و مدل به لحاظ شرایط

حدی مورد تصدیق قرار گرفت. همان‌طور که مشاهده می‌شود با تغییر مقادیر اثر متغیرها از مقدار موجود به مقادیر کمتر یا بیشتر، مدل رفتار مورد انتظار را نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال با تغییر مقادیر اثر متغیرها به مقادیر بالاتر (مثل ۰,۹) در ورودی‌های هزینه تولید (شکل ۱۹)، رفتار مدل در سطح بالاتری از رفتار قبلی قرار می‌گیرد. Current1 نشان‌دهنده رفتار مدل بعد از افزایش اثر متغیر است. همچنین با تغییر مقادیر اثر متغیر به مقادیر پایین‌تر (مثل ۰,۱) در ورودی‌های هزینه تولید (شکل ۱۹)، رفتار مدل در سطح پایین‌تری قرار می‌گیرد (current2). شکل (۲۰) توان نوآوری باصرفه را در سه حالت نشان می‌دهد.

شکل (۱۹): نرخ ورودی هزینه تولید



شکل (۲۰): توان نوآوری باصرفه در آزمون شرایط حدی



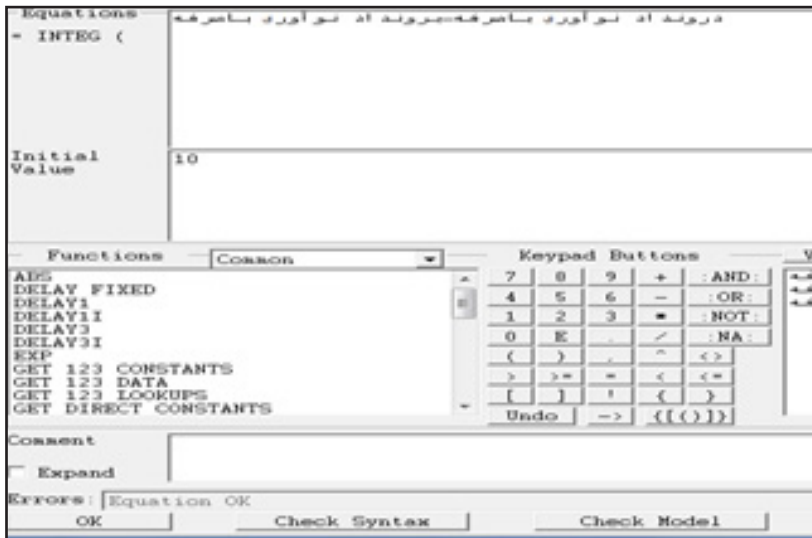
➤ **آزمون مدل:** برای آزمون درستی رسم مدل انباشت - جریان، از گزینه check model

استفاده‌شده و درستی رسم مدل تأیید گردید (شکل (۲۱)).



شکل (۲۱): آزمون مدل

➤ آزمون درستی معادلات: به محض نوشتن هر معادله، آزمون سنجش آن آغاز می‌شود. در صورتی که معادله درست باشد خود نرم افزار Equation ok می‌دهد که در مورد نمودارها این موضوع تأیید گردید (شکل (۲۲)).



شکل (۲۲): آزمون درستی معادلات

۵- جمع‌بندی

پژوهش حاضر تلاشی در جهت ارائه مدل پویایی‌شناسی سیستمی توانمندسازهای نوآوری باصرفه در صنایع کوچک و متوسط تولیدکننده لوازم‌خانگی بود. بدین منظور ابتدا با مرور پژوهش‌های پیشین، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر نوآوری باصرفه شناسایی شده، سپس کلیه متغیرهای شناسایی شده در پرسشنامه‌ای قرار گرفته و در اختیار ۲۰۰ نفر از کارکنان و مدیران صنایع کوچک و متوسط تولیدکننده لوازم‌خانگی در استان اصفهان که به روش نمونه‌برداری غیر تصادفی انتخاب شده بودند قرار گرفته و با کمک تحلیل عاملی اکتشافی، بار عاملی متغیرها به دست آمد. در ادامه فرضیه

پویا برای مدل‌سازی توانمندسازهای نوآوری باصرفه طراحی گردیده و سپس مدل‌های علی-معلولی ترسیم گردید. مدل انباشت - جریان نیز در ادامه طراحی گردید. در این بخش از روش‌های مختلف اعتبارسنجی (خطای تجمعی، ارزیابی ساختار، شرایط حدی و درستی معادلات) استفاده گردید.

بر اساس مدل‌سازی پویا، برای ایجاد یک رویکرد نوآوری باصرفه یکی از مهم‌ترین عوامل، حمایت مدیریت می‌باشد. حمایت مدیریت از همکاری با شرکت‌های بین‌المللی، سبب توسعه زیرساخت‌های تولیدی گردیده و سبب استفاده از پیشرفت‌های فناورانه در زمینه نمونه‌سازی، تولید، بازاریابی خواهد گردید. استفاده از پیشرفت‌های فناورانه و رویکرد مدولار در تولید سبب ایجاد یک رویه طراحی در سطح جهانی ولی به صورت محلی می‌گردد.

گسترش نوآوری باصرفه و دریافت بازخورد آن، مدیریت را به حمایت بیشتر از فرایندهای توانمندساز نوآوری باصرفه ترغیب می‌سازد. حمایت مدیریت از نوآوری باصرفه، توجه به بازار هدف را افزایش داده و سبب حمایت مدیریت از تحقیقات دانشگاهی و تحقیقات در زمینه درک فرهنگ محلی و تلاش در جهت توسعه فرهنگ صرفه جویانه از طریق سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه می‌گردد. در این صورت امکان دستیابی به روش‌های نمونه‌سازی افزایش خواهد یافت. این ویژگی‌های امکان نمونه‌سازی اولیه را افزایش داده و امکان دستیابی به طرح‌های جهانی تر و امکان گسترش تولید را فراهم می‌سازد. سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، امکان تحقیق در زمینه استفاده از مواد بازیافتی و مواد اولیه ارزان‌تر (با حفظ کارایی و کیفیت) در تولیدات محصولات مخصوصاً در زمینه بسته‌بندی آن‌ها را فراهم می‌نماید که به‌نوبه خود سبب کاهش هزینه مواد اولیه مصرفی و افزایش توان نوآوری باصرفه می‌گردد. این سرمایه‌گذاری، همچنین امکان طراحی محصولات باصرفه و ایمن به‌گونه‌ای که مصرف انرژی آن‌ها پایین بوده و از لحاظ ایمنی نیز در سطح بالایی باشند را فراهم می‌آورد. این امر هزینه مصرف و نگهداری را برای مصرف‌کنندگان تا حد زیادی کاهش داده و باز هم سبب توسعه و توانمندی نوآوری باصرفه می‌گردد؛ زیرا یکی از جنبه‌های اصلی نوآوری باصرفه، کاهش هزینه مصرف‌کنندگان نیز است. همچنین حمایت از کار جوانان و توانمندسازی آن‌ها برای فعالیت‌های آینده و حمایت از اشتغال بانوان و توانمندسازی آن‌ها در کنار توجه به مسائل زیست‌محیطی، در رسیدن به اهداف نوآوری باصرفه بسیار کمک‌کننده می‌باشد.

حمایت دولت نیز در توسعه و ایجاد شهرک‌های صنعتی سبب افزایش استفاده از مزایای این بخش‌ها در زمینه وام‌دهی و کاهش عوارض شهری و مالیات و استفاده از زیرساخت‌های تولیدی موجود در این شهرک‌ها و همچنین سامانه‌های اطلاعاتی این شهرک‌ها می‌شود. همه این عوامل در

کاهش هزینه‌های واحد تولیدی و افزایش نوآوری باصرفه مؤثر خواهد بود. از سوی دیگر حضور در این بخش‌ها منجر به استفاده از شایستگی‌های محلی، انرژی‌های محلی در دسترس، زنجیره‌های تأمین محلی، تبلیغات محلی محصولات و تبلیغات مشترک با سایر تولیدکنندگان خواهد گردید. این همکاری‌ها تا حد زیادی سبب کاهش هزینه‌های دسترسی به زنجیره‌های تأمین، هزینه دسترسی به مواد اولیه و ... می‌گردد.

تحقیق حاضر دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد. پژوهش حاضر در بخش سیستم‌های پویا محدود به آزمون‌های کفایت محدوده، آزمون خطای تجمعی، ارزیابی ساختار و آزمون شرایط حدی بوده و به دلیل در دسترس نبودن نسخه اصلی نرم‌افزار، سایر آزمون‌ها انجام نگرفت، نوع صنایع موردبررسی در تحقیق حاضر محدود به صنایع کوچک و متوسط و نوع تولیدکنندگان موردبررسی در تحقیق حاضر محدود به تولیدکنندگان لوازم‌خانگی می‌باشد. تحقیق حاضر به بررسی میدانی در استان اصفهان پرداخته است و سایر مناطق را نادیده گرفته است.

با توجه به محدودیت‌های بیان‌شده پیشنهاد می‌شود، مطالعات آینده در بخش پویایی‌شناسی سیستم از آزمون تحلیل حساسیت مدل استفاده نماید، مطالعات آینده به بررسی میدانی توانمندسازهای نوآوری باصرفه در صنایع بزرگ و تولیدکنندگان بزرگ پردازد. این صنایع برخلاف صنایع کوچک و متوسط کمتر با مشکلات کمبود منابع، مشکلات تحقیق و توسعه و منابع انسانی توانمند روبرو هستند و می‌توانند از نوآوری باصرفه برای ورود به بازارهای کم‌درآمد و تولید محصولات برای افراد سطح پایین هرم جمعیت استفاده کنند، مطالعات آینده می‌تواند به بررسی میدانی توانمندسازهای نوآوری باصرفه برای سایر صنایع تولیدی غیر از لوازم‌خانگی مانند شرکت‌های دانش‌بنیان پردازد، مطالعات آینده می‌تواند سیاست‌هایی برای بهبود توانمندی نوآوری باصرفه ارائه کند.

۶- مراجع

Agarwal, N. Brem A. 2017. The frugal innovation case of solar-powered Automated Teller Machines (ATMs) of Vortex engineering in India. *Journal of Entrepreneurship and Innovation in Emerging Economies*, 3(2): 115–126.

Baud, I. 2016. Moving towards inclusive Development? Recent views on inequalities, frugal innovations, urban geo-technologies, gender and hybrid governance. *Eur. J. Dev. Res.* 28 (2): 119-129.

Belkadi, F. Buergin, J. Ravi, K. Zhang, Yi. Bernard, A. Lanza, G. Colledani, M. Urgo, M. 2016. Co-definition of product structure and production network for frugal innova-

tion perspectives: towards a modular-based approach. 26th CIRP Design Conference, Procedia CIRP, 50:589–594.

Colledani, Ma. Silipo, L. Yemane, A. a. Lanza, Gb. Bürgin, Jb. Hochdörffer, Jb. Georgoulas, Kc. Mourtzis, Dc. Bitte Fd. Bernard, Ae. Belkadi, Fe. 2016. Technology-based product-services for supporting frugal innovation. *Procedia CIRP*, 47 (2016): 126 – 131.

Crespell, P. Hansen, E. 2008. Managing for Innovation: Insights into a successful company. *Forest Products Journal*, 58(9): 6-17.

Eniola, A. Entebang, H. 2015. Government policy and performance of small and medium business management. *International Journal of Academic Research in Business and Social Science*, 5(2): 237–248.

Farooq, R. 2017. A conceptual model of frugal innovation: is environmental munificence a missing link? *International Journal of Innovation Science*, available from: <https://doi.org/10.1108/IJIS-08-2017-0076>

Forrester JW. 1961. *Industrial dynamics*. The MIT Press, Cambridge, UK

Forrester JW. 1980. Information sources for modeling the national economy. *J. Am. Stat. Assoc.* 75 (75): 555–566

Hossain, M. 2013. Adopting open innovation to stimulate frugal innovation and reverse innovation. SSRN, Available from: <https://ssrn.com/abstract=2197782>

Hossain, M. Simula, H. Halme, M. 2016. Can frugal go global? diffusion patterns of frugal innovations. *Technology in Society*, 46: 132-139.

Johnsson, M. 2017. Ennovation enablers for innovation teams-a review. *Journal of Innovation Management*, 5(3):75-121.

Kuo, A. 2017. Harnessing frugal innovation to foster clean technologies. *Clean technologies and environmental policy*, 19(4), pp.1109-1120.

Niroumand, M. Shahin, A. Naghsh, A. and Paikari, H. (2021), Frugal innovation enablers, critical success factors and barriers: A systematic review, *Creativity and Innovation*, 30:348–367.

Niroumand, M. Shahin, A. Naghsh, A. & Peikari, H. R. (2020). Frugal innovation enablers: a comprehensive framework. *International Journal of Innovation Science*.

Norris, M. & Lecavalier, L. (2010). Evaluating the use of exploratory factor analysis in developmental disability psychological research. *Journal of autism and developmental disorders*, 40(1), 8-20.

psoni A, Micheline L, Martignoni G.2018. Frugal approach to innovation: State of the art and future perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 171: 107-126.

Prahalad, C.K. Hammond, A.2002. Serving the world's poor, profitably. *Harv Bus Rev*, 80 (9): 48-59.

Samara, E. Georgiadis, P. Bakouros, I.2012. The impact of innovation policies on the performance of national innovation systems: a system dynamics analysis. *Technovation*, 32(11): 624-638.

Soni, P. Krishnan, R.T.2014. Frugal innovation: aligning theory, practice, and public policy. *J. Indian Bus. Res.* 6 (1): 29-47.

Srivastava M. 2018. New Product Strategy/Innovation: Challenges and Opportunities in Emerging Market. In *Strategic Marketing Issues in Emerging Markets*, Springer, Singapore, pp. 99-105.

Tiwari R, Herstatt C.2014. Emergence of India as a lead market for frugal innovation. Opportunities for Participation and Avenues for Collaboration. Hamburg: Consulate General of India.

Tiwari, R. Fischer, L. Kalogerakis, K. 2016. Frugal innovation in scholarly and social discourse: an assessment of trends and potential societal implications. joint working paper of Fraunhofer MOEZ Leipzig and Hamburg University of Technology in the BMBF-ITA project, Leipzig and Hamburg.

Tiwari, R. Kalogerakis, K. Herstatt, C. 2017. Developing Frugal Innovations with Inventive Analogies: Preliminary Evidence from Innovations in India. In: Herstatt C. Tiwari R. (eds) *Lead Market India. India Studies in Business and Economics*. Springer, Cham, available from: https://doi.org/10.1007/978-3-319-46392-6_7

Weyrauch, T. Herstatt, C.2017. What is frugal innovation? Three defining criteria. *Journal of frugal innovation*, 2(1):1.

Winterhalter, S. Zeschky, M. Neumann, L. Gassmann, O.2017. Business models for frugal innovation in emerging markets: the case of the medical device and laboratory equipment industry. *Technovation*, ۶۶-۶۷: ۳-۱۳.

حاجی‌زاده ا.صغری م.۱۳۹۰. روش‌های و تحلیل‌های آماری با نگاه به روش تحقیق در علوم زیستی و بهداشتی. *جهاد دانشگاهی*، چاپ اول، ۵۳۶ صفحه

میلانی ج.۱۳۹۴. اقتصاد مقاومتی و خودباوری ملی، فرصت‌ها و چالش‌های تحقق آن. *مجله اقتصادی*، ۷ و ۸: ۵-۲۲.

نیازی م، کارکنان نصرآبادی م.۱۳۸۸. توانمندسازی براساس راهبرد سرمایه اجتماعی. مجله تدبیر، ۲۰۳: ص ۲۱.

وزارت کار و تعاون (۲۰۲۰)، برگرفته از سایت <https://iranfuturistic.mcls.gov.ir>

1. Frugal innovation
2. Hossain et al
3. Hossain
4. BOP (Bottom of Pyramid)
5. Agarwal&Brem
6. Winterhalter et al
7. Prahalad
8. Eniola&Entebang
9. Johnsson
10. Farooq
11. Belkadi
12. Niroumand et al
13. Samara et al.
14. Webster
15. Tiwari et al
16. frugalis
17. Soni& Krishnan
18. Tiwari & Herstatt
19. Weyrauch&Herstatt
20. Colledani
21. Baud
22. Norris & Lecavalier
23. Forrester
24. total variance explained
25. Rotated Component Matrix
26. varimax
27. Srivastava
28. Kuo
29. https://www.theglobaleconomy.com/Iran/GII_Index/