

## Development of technological ecosystem and production in the carpet industry supply chain with systems dynamics approach

---


**■ A. Jafari**

*Associate Professor, Department of Industrial Engineering, University of Science and Culture, Tehran, Iran*

**■ E. Soltanizade**

*Master of Industrial Engineering, South Tehran Azad University*

---

 10.22034/jtd.2024.2001323.1851

### ABSTRACT

Iran's carpet industry is one of the most important industries among non-oil exports for a long time. One of the most important concerns in this industry is the issue of choosing the right supply chain policy. On the other hand, among the issues affecting the knowledge-based economy, attention is paid to the development of the technology ecosystem and innovation. Therefore, in this article, after studying the available sources, the functional variables in the carpet supply chain have been identified, and then, based on the systems dynamics approach, the cause and effect relationship between all the variables has been considered and the desired system has been simulated. In the following, the possibility of applying the scenario in Vansim software was used, and the results showed that the increase in production leads to an increase in profitability, and with the return of this profit in the carpet supply chain, it will lead to an increase in the quality of manufactured products. Also, in the analysis of the scenarios, it has been shown that by using a higher level of technology and new technologies, an increase in production can be achieved, and by implementing this scenario, in addition to increasing the quality of products and success in the market compared to the previous scenarios, with the delivery rate remaining constant, the costs Production will also decrease. Therefore, in the current situation, the best policy is to implement both scenarios at the same time.

### Keywords:

Value chain, technology innovation ecosystem, supply chain, carpet industry, and systems dynamics.

## توسعه زیست بوم فناوری و تولید در زنجیره تامین صنعت فرش با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها

■ عزیزاله جعفری \*

دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و فرهنگ،  
تهران، ایران

■ الهه وهابی همابادی<sup>۱</sup>

دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و  
فرهنگ، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۱۱، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۷/۲۴ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۲۵

صفحات: ۲۱-۳۴

10.22034/jtd.2024.2001323.1851

### چکیده

صنعت فرش ایران یکی از مهم‌ترین صنایعی است که در بین صادرات غیرنفتی از دیرباز مورد توجه بوده است. یکی از حائز اهمیت‌ترین دغدغه‌ها در این صنعت، بحث انتخاب سیاست مناسب زنجیره تامین است. از طرفی، از جمله مسائل تاثیرگذار بر اقتصاد دانش بنیان، توجه به توسعه زیست بوم فناوری و نوآوری است. لذا در این مقاله پس از مطالعه منابع موجود به شناسایی متغیرهای کاربردی در زنجیره تامین فرش پرداخته شده است. سپس مبتنی بر رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها، ارتباط علت و معلولی بین تمامی متغیرها را در نظر گرفته و به شبیه‌سازی سیستم مورد نظر پرداخته شده است. در ادامه از امکان اعمال سناریو در نرم افزار ونسیم استفاده شده که نتایج نشان داد، افزایش تولید منجر به افزایش سودآوری شده و با بازگشت این سود در زنجیره تامین فرش، منجر به افزایش کیفیت محصولات تولیدی خواهد شد. همچنین در تحلیل سناریوها نشان داده شده که با بهره‌گیری از سطح بالاتری از فناوری‌های جدید می‌توان به افزایش تولید دست یافت و با اجرای این سناریو، علاوه بر افزایش کیفیت محصولات و موفقیت در بازار نسبت به سناریوهای قبلی، با ثابت ماندن نرخ تحویل، هزینه‌های تولید نیز کاهش خواهد یافت. بنابراین در شرایط حاضر بهترین سیاست، اجرای همزمان هر دو سناریوی مورد بحث است.

**واژگان کلیدی:** زنجیره ارزش، زیست بوم نوآوری فناوری، زنجیره تامین، صنعت فرش، پویایی‌شناسی سیستم‌ها.

\* عهده دار مکاتبات

شماره نامبر: ۰۲۱-۴۴۲۱۴۷۵۰ و آدرس پست الکترونیکی: A.jafari@usc.ac.ir

آدرس پست الکترونیکی: Elahevahabi@yahoo.com

فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی | شماره پنجاه و شش، تابستان ۱۴۰۳ | ۲۱

<https://jtd.iranjournals.ir/>



نحوه استناددهی به این مقاله: جعفری، عزیزاله، وهابی همابادی، الهه. (۱۴۰۳). "توسعه زیست بوم فناوری و تولید در زنجیره تامین صنعت فرش با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها"، فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، (۵۶)، ۲۲-۳۴.

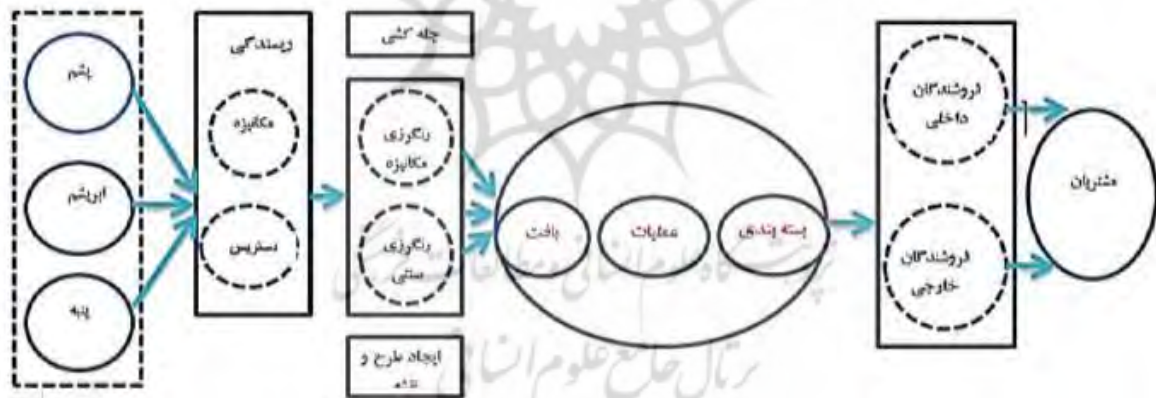
## ۱- مقدمه

زنجیره تامین در این صنعت است. کارایی و اثربخشی هر سازمانی، حاصل عملکرد مدیریت و ساختار زنجیره تامین آن‌هاست و رمز بقای سازمان‌های امروزی در درک و پیدا کردن نیاز مشتریان و فراهم سازی نیازهایشان قرار دارد و می‌توان از مشارکت مشتریان در فرآیند خلق ارزش نیز کمک گرفت (مبینی دهکردی و همکاران، ۲۰۱۷). زنجیره تامین شامل تمامی فعالیت‌های مرتبط با جریان و مبادله کالاها و خدمات از مرحله ماده خام اولیه تا مرحله محصول نهایی قابل مصرف توسط مشتری است. این نقل و انتقالات علاوه بر جریان، مواد شامل جریان اطلاعات و جریان مالی نیز می‌شود (پیشوایی و یعقوبی، ۲۰۲۴).

با توجه به شکل شماره ۱ در صنعت فرش دستبافت، زنجیره تامین را می‌توان از قسمت‌های ابتدایی زنجیره که کشاورز و سپس دامدار است، شروع کرد و به قسمت‌های انتهایی آن که عمده فروش، خرده فروش و مصرف‌کننده نهایی هستند، رسید. در واقع، تمام سازمان‌هایی که در تهیه غذای دام، تهیه پشم، تهیه نخ رنگرزی، بافت، تکمیل، فروش و مصرف فرش در ارتباط هستند، زنجیره تامین فرش را تشکیل می‌دهند. مدیریت مناسب این زنجیره می‌تواند باعث ارتقای سودآوری کل زنجیره شود.

صنعت فرش ایران یکی از مهم‌ترین صنایعی است که در بین صادرات غیرنفتی از دیرباز مورد توجه بوده است. این صنعت به دلیل داشتن دیرینگی در بین ایرانیان هنوز هم به مثابه یکی از مهم‌ترین صنایعی قلمداد می‌شود که به منظور دستیابی به جایگاه مناسب اقتصادی در دنیا، باید به آن توجه کرد. فرش ماشینی یکی از مهم‌ترین و قدرتمندترین بخش‌های صنعت نساجی ایران است که به ویژه در چند سال گذشته توانسته فاصله خود با سایر بخش‌های صنعت نساجی را زیادتر کرده و خود را در رتبه اول کالای صادراتی نساجی قرار دهد. طبق آمارهای موجود متوسط صادرات نزدیک به ۴۰۰ میلیون دلار فرش ماشینی در سال؛ ایران را بعد از کشورهای چین، ترکیه، هند و بلژیک در رده پنجم بزرگترین صادرکنندگان فرش ماشینی در جهان قرار داده است (مرکز پژوهش‌های صدا و سیما، ۱۴۰۱).

یکی از حائز اهمیت‌ترین دغدغه‌ها در این میان، بحث انتخاب راهبرد مناسب زنجیره تامین این صنعت است. تقاضای این کالا در دنیا به تاثیر و اثرات بین عوامل مختلفی مرتبط است که برهم کنش‌های این عوامل، در نهایت تعیین‌کننده سطح عملکرد



شکل ۱: حلقه های زنجیره تامین فرش دستبافت (فرزین، ۱۳۹۷)

زیادی بین راهبرد زنجیره تامین که بر کارایی تمرکز دارد (مثل هزینه‌ها و بهره‌وری) و راهبرد زنجیره تامین چابک وجود دارد که بر واکنش‌دهی و پاسخگویی متمرکز است (الدهری و احمد، ۲۰۲۳). راهبرد زنجیره تامینی که بر کارایی تاکید دارد، ریسک عدم تطابق با نیاز مشتری را ایجاد می‌نماید. در حالی که راهبرد زنجیره تامینی که بر اثربخشی تاکید دارد، ریسک کارایی پایین محصول را ایجاد می‌نماید (هیلتوفس، ۲۰۱۹).<sup>۲</sup>

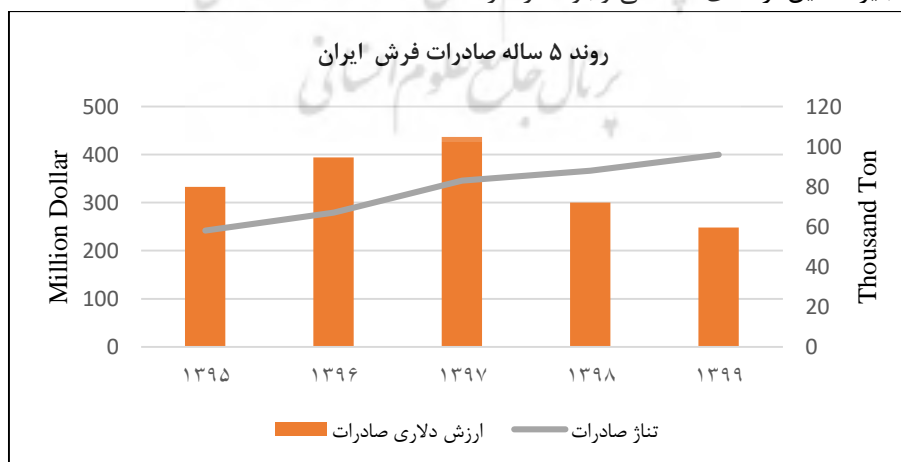
دسته‌بندی‌های مختلفی از راهبردهای زنجیره تامین وجود دارد. فیشر به‌عنوان شروع‌کننده مبحث، طرح‌های طبقه‌بندی شده‌ای برای انتخاب راهبردهای زنجیره تامین پیشنهاد می‌نماید که شرکت‌ها نیازمند تمایز بین محصولات نوآورانه و جدید با محصولات جاری و اساسی هستند. همچنین بیان می‌کند که محصولات اساسی که شرکت در حال حاضر آن‌ها را تولید می‌نماید، نیازمند استراتژی زنجیره تامین کارآمد هستند. تفاوت

مصاحبه با خبرگان تا بررسی آمار و شواهد مانند شکل شماره ۲ که میزان صادرات را نشان می‌دهد؛ از جمله رویکردهایی که می‌توان در این زمینه از آن استفاده کرد. در شکل رفتار صادرات فرش ایران را نشان داده شده‌است که حاکی از روند کاهشی ارزش دلاری این شاخص است. ارزش صادرات طی سه سال اخیر شروع به کاهش نهاده به گونه‌ای که در سال ۱۳۹۹ به کمترین میزان خود رسیده‌است. بنابراین بررسی متغیرها و بازخوردهایی که منجر به شکل گیری این رفتار شده‌اند، اهمیت وافری دارد. با کمک رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها و با استفاده از مدل‌سازی روابط بین متغیرهای اثرگذار، مشخصات زنجیره تامین در وضعیت فعلی قابل بررسی و در وضعیت آینده قابل پیش‌بینی خواهد بود. با توجه به نبود طرح جامع و راهبرد مدون در زمینه زنجیره تامین فرش ایران، لذا مساله اصلی این تحقیق شناسایی عوامل اثرگذار بر زنجیره تامین و نحوه برهم کنش آن‌ها در زیست‌بوم نوآوری فناوری صنعت فرش با استفاده از پویایی سیستم‌ها خواهد بود.

این مقاله بدین صورت سازماندهی شده‌است که در ابتدا به بررسی مرور ادبیات تحقیق پرداخته شده، سپس مدل علت و معلولی و متغیرهای لحاظ شده در مدل پویایی‌شناسی سیستم‌ها که بتواند بررسی توسعه زیست‌بوم نوآوری فناوری و تولید در زمینه زنجیره تامین فرش را مدل‌سازی کند، ارائه گردیده است. پس از آن نمودار جریان-انباشت براساس نمودار علت و معلولی ایجاد شده و پس از تعیین روابط ریاضی به شبیه‌سازی آن پرداخته شده‌است. پس از شبیه‌سازی مدل، سناریوها بر روی مدل آزمایش گردیده و در نتیجه ارائه راهبرد مناسب این صنعت پرداخته شده‌است.

محصول ویژه به محصولی گفته می‌شود که حجم تولید پایین، تقاضای نامنظم، چرخه حیات کوتاه یا سطح بالای سفارشی‌شدگی را دارد، در مقابل محصول استاندارد به محصولی گفته می‌شود که تقاضای ثابت‌تر، چرخه حیات طولانی‌تر یا سطح سفارشی‌شدگی محدودتری را دارد. زمان تاخیر بارگیری مجدد، بخاطر تاثیر مهمی که بر پاسخگویی دارد و به دلیل جهانی شدن گرایش به افزایش زمان‌های تاخیر دارد، باید در هر دسته‌بندی مناسب انتخاب راهبرد زنجیره تامین مدنظر قرار گیرد. به‌خاطر ارتباط پیش‌بینی‌پذیری و نوع محصول و نوع تقاضای آن محصولات استاندارد قابلیت پیش‌بینی‌پذیری بیشتری دارند. امکان طبقه‌بندی راهبردهای مختلف زنجیره تامین براساس دو مشخصه پیش‌بینی‌پذیری و زمان تاخیر بارگیری مجدد وجود دارد (رشاد و همکاران، ۲۰۲۳)۴. چهار راهبرد عمومی زنجیره تامین وجود دارد. زمانی که تقاضا قابل پیش‌بینی بوده و زمان تاخیر بارگیری مجدد کوتاه است که راهبرد بارگیری مجدد پیوسته و مناسب است. در مقابل زمانی که تقاضا غیرقابل پیش‌بینی بوده و زمان تاخیر بارگیری نیز بالا است، راهبرد زنجیره تامین ناب-چابک مناسب است. به تاخیر انداختن یکی از راه‌هایی است که با آن می‌توان راهبرد زنجیره تامین ناب-چابک را انجام داد. همچنین وقتی که زمان تاخیر طولانی و تقاضا نیز قابل پیش‌بینی باشد، راهبرد تولید ناب مناسب است (الزوبی و همکاران، ۲۰۲۰)۵.

در هر کدام از این راهبردها، روش‌های اتخاذ شده برای اجرای راهبرد توسط استاندارد و یا سفارشی بودن محصول تحت تاثیر قرار می‌گیرند (کریستوفر و همکاران، ۲۰۱۶)۶. همچنین به‌منظور بررسی مشخصات زنجیره تامین، راه‌های مختلفی وجود دارد از



شکل ۲: روند تناژ و ارزشی صادرات صنعت فرش ایران (اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی، ۱۴۰۱)

## ۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

یک سیستم نوآوری کارآمد، کارآفرینی را تشویق می‌کند و از شرکت‌ها، مراکز علمی و تحقیقاتی، دانشگاه‌ها و سایر سازمان‌هایی که می‌توانند از ذخایر رو به رشد دانش جهانی بهره ببرند، کمک می‌گیرد تا بتواند خود را با نیازهای محلی تطبیق دهند و از آن برای خلق محصولات، خدمات و روش‌های جدید کسب و کار استفاده کند (کیم و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۲۲). نوآوری فرایندی شامل ایده‌پردازی تا شروع تحقیقات، توسعه ایده، تولید و عرضه محصول به بازار است (ماریانی و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۲۳). سیستم نوآوری شامل تمامی سازمان‌ها در فرآیند نوآوری می‌شود و نظام ملی نوآوری به آن دسته از نهادها و سازمان‌هایی که در یک دولت ملی مستقر هستند یا ریشه در آن دارند، توجه ویژه‌ای می‌کند. این سیستم باز است و یکی از ویژگی‌های مهم سیستم ملی نوآوری، ظرفیت آن برای جذب و استفاده از دانش توسعه یافته در خارج است (کاشانی و همکاران، ۲۰۲۳). توانایی کسب و کارها از نظر مشارکت در کارآفرینی فناورانه یک عامل حیاتی در مدیریت منابع انسانی و مدیریت راهبردی است (پاکراد و محمدکاظمی، ۲۰۱۲) و از طرفی وجود و ساختار تیم کارآفرینانه در یک کسب و کار تاثیر مثبت و معنادار بر عملکرد کسب و کار دارد و عملکرد آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد (طالبی و همکاران، ۱۳۹۸).

زیست‌بوم نوآوری: نظام، سیستم یا زیست‌بوم نوآوری مجموعه‌های متشکل از نهادها و ساختارهای متفاوتی است که با کارکردها و تعاملاتشان چرخه تولید دانش، تولد ایده، تجاری‌سازی آن، طراحی و تولید محصول و در نهایت بازاریابی و فروش آن را به حرکت در می‌آورند. می‌توان گفت سیستم نوآوری شامل تمامی نهادها و ساختارهای اقتصادی است که بر سرعت و جهت‌گیری تغییرات فناورانه در جامعه اثر دارد (سالنیوس و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۲۳). در این میان کسب و کارها در دنیای امروز با محیطی چالش‌برانگیز و دائما در حال تغییر مواجه هستند و با وجود فرصت‌های بازار، ایده‌های تجاری جدید، منابع کافی و کارآفرینان با استعداد، شکست را تجربه می‌کنند و این موضوع ناشی از نبود سودآوری در این کسب و کارهاست (یداللهی فارسی و همکاران، ۲۰۱۹). با مرور تحقیقات پیشین نشان داده شده است که اکثر تحقیقات مطالعات قبلی صورت گرفته در حوزه کارآفرینی بر سه مفهوم ریسک‌پذیری، نوآوری و پیش‌فعالی

تمرکز داشته‌اند (محمدکاظمی و همکاران، ۲۰۱۹).

حق‌شناس کاشانی و همکاران (۲۰۱۵) برای برنامه‌ریزی راهبردی صنعت فرش کشور در آستانه عضویت در WTO، از نقاط ضعف و قوت صنعت فرش ایران نام برده و راهکارهای زیر را برای بهبود آن ارائه می‌دهند:

- افزایش فعالیت‌های بازاریابی و تحقیقات بازاریابی اینترنتی؛
- برای رقابت با صادرکنندگان اینترنتی، تمرکز بر تحقیقات بازار برای شناخت هر چه بیشتر سلیقه مشتریان جهانی؛
- آشنا کردن تجار با فنون بازاریابی بین‌المللی، صادرات و تجارت الکترونیک جهت حفظ سهم بازار؛
- حفظ توان رقابتی در امر کیفیت، قیمت تمام شده، فناوری و تنوع تولید.

براساس تعاریف کلاسیک، زنجیره ارزش، توصیف طیف گسترده‌ای از فعالیت شرکت‌ها و کارکنان آن جهت آماده‌سازی یک کالا از مرحله آغازین تا به کاربر نهایی و پس از آن است. این زنجیره شامل فعالیت‌هایی نظیر طراحی، تولید، بازاریابی، توزیع و حمایت از مصرف‌کننده نهایی است. در حقیقت، مدل زنجیره ارزش رویکردی سیستماتیک برای پیشینه‌کردن مزیت رقابتی است و دربرگیرنده مجموعه‌هایی از فعالیت‌ها است که منجر به خلق ارزش می‌گردند. در این مدل، فعالیت‌های سازمان‌های مختلف به دو دسته اصلی و پشتیبانی تقسیم می‌شوند که هدف از این دو فعالیت، ارائه سطحی از ارزش به مشتری است که هم هزینه‌های فعالیت‌ها را پوشش داده و هم حاشیه سود مناسبی را به ارمغان آورد (جوهانسن و همکاران<sup>۱۰</sup>، ۲۰۲۲). زنجیره ارزش زنجیره‌های است که همه فعالیت‌های مرتبط با جریان کالا و تبدیل مواد، از مرحله تهیه ماده اولیه تا مرحله تحویل کالای نهایی به مصرف‌کننده را دربرمی‌گیرد. به عبارتی، در تحلیل زنجیره ارزش تمامی فعالیت‌هایی که در ایجاد ارزش نهایی اثرگذارند، در دو بخش فعالیت‌های اصلی و فعالیت‌های پشتیبانی به شرح زیر تقسیم می‌شوند: فعالیت‌های اصلی شامل تدارکات منابع تولید، عملیات تولید، تدارکات محصولات و خدمات، بازاریابی، فروش و خدمات پس از فروش و فعالیت‌های پشتیبانی نیز عبارتست از تأمین زیرساخت‌های موردنیاز، مدیریت منابع انسانی، توسعه فناوری، سیستم تأمین (بعد نرم افزاری) است (گامارا و همکاران<sup>۱۱</sup>، ۲۰۲۳).

10 Johansen et al.

11 Gamarra et al.

7 Kim et al.

8 Mariani et al.

9 Salenius et al.

زنجیره تامین شامل بخش‌های کشاورزی، دامداری، ریسندگی، رنگرزی، طراحی، بافت، عمده فروش، خرده فروش و مشتری نهایی است که در تولید فرش نقش کلیدی دارند (خانی و همکاران، ۲۰۲۳). زنجیره تامین فرش شامل این موارد است: وجود مراتع برای تغذیه گوسفندانی که از پشم آن‌ها برای بافت فرش استفاده می‌شود؛ پنبه که یک لیف گیاهی است که بیشتر برای تار و پود در فرش از آن استفاده می‌شود؛ انواع رنگرها که به شکل خودرو یا توسط کشاورزان کشت می‌شوند، پرورش کرم ابریشم برای تولید ابریشم که هم برای تار و هم برای خامه از آن در بافت فرش استفاده می‌شود. کارخانه‌های ریسندگی که از الیاف پشم، پنبه و ابریشم نخ تولید می‌کنند. کارگاه‌های رنگرزی، طراحی نقشه، ساخت ابزارهایی که برای بافت فرش از آن‌ها استفاده می‌شود، بافت فرش، انبارداری و عدل‌بندی، صادرات و تبلیغات و در نهایت مشتری که از این محصول استفاده می‌کند.

زنجیره تامین فرش از ۸ عنصر تشکیل شده است که در سه حلقه طبقه‌بندی شده‌اند. این حلقه‌ها شامل حلقه تامین مواد اولیه، حلقه تولید و حلقه توزیع و فروش هستند. حلقه تامین مواد اولیه از ۵ قسمت مواد اولیه، ریسندگی، چله‌کشی، رنگرزی و طراحی نقشه تشکیل شده است. شروع زنجیره تامین فرش با تامین مواد اولیه شامل پشم، پنبه و ابریشم است. پس از آماده‌سازی مواد اولیه، برای ریسندگی به کارخانجات ریسندگی انتقال می‌یابد تا نخ تولید شود، سپس نخ برای رنگرزی به کارگاه‌های رنگرزی فرستاده می‌شود. همزمان با این فعل و انفعالات، طرح و نقشه فرش نیز آماده شده تا به صورت سیستمی توسط دستگاه انجام می‌شود (اتومو<sup>۱۲</sup>، ۲۰۲۳). در پایان، فرش تهیه شده آماده‌سازی و بسته بندی می‌شود تا از طریق شبکه توزیع در اختیار مشتریان قرار گیرد.

به منظور حفظ و نگهداری فرش بافته شده در جریان حمل و نقل‌هایی که در فرآیند توزیع صورت می‌گیرد، لازم است این فرش‌ها بسته‌بندی شده و سپس ارسال گردند. مشکلاتی نظیر پارگی فرش، رطوبت، امکان پوسیدگی فرش و غیره از جمله معایبی است که لزوم بسته‌بندی مناسب فرش را مورد تاکید قرار می‌دهد. به علاوه تغییرات دما، رطوبت، فشار و غیره نیز بر روی رنگ و ابعاد فرش تاثیر می‌گذارد (قنبرزاده، ۲۰۲۲).

توزیع فرش ماشینی در بازار داخل به طور عمده از دو طریق صورت می‌گیرد؛ دسته اول انواع کارخانه‌های تولیدی تولیدکنندگان عمده هستند که مسئولیت توزیع فرش تولید شده

را برعهده داشته و به طور عمده محصول را به فروشگاه‌هایی که زیر نظر آن‌ها فعالیت می‌کنند و یا نمایندگی‌های فروش تحویل می‌دهند و دسته دوم تولیدکنندگان تجاری هستند که فرش را از تولیدکنندگان جزء خریداری نموده و مسئولیت توزیع با آن‌هاست. در توزیع، به منظور مصرف خارجی نیز دو گروه نقش اصلی را دارند: تولیدکنندگان عمده (نهاد، سازمان و افراد حقیقی) و تجار. در توزیع خارجی، محصولات از طریق پست، خطوط هوایی، زمینی یا دریایی به خارج از کشور فرستاده می‌شوند و در آنجا به مکان‌های توزیع ارسال می‌شوند (کمبل و همکاران<sup>۱۳</sup>، ۲۰۲۳). کیانی و پورفخاری (۲۰۲۰) در زمینه کاربرد مدل‌سازی و شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم، یک مدل پویایی سیستم برای ارزیابی زنجیره تامین تولید و انرژی در ایران در حیطه نفت و گاز با در نظر گرفتن عوامل اقتصادی و انرژی در مدل ارائه کردند. در این تحقیق بیشتر به زنجیره شامل در سطح تولید و توزیع اشاره شده است. بنابراین هدف از آن تحلیل عدم قطعیت‌های ایجاد شده مانند هزینه تولید و تقاضا است. همچنین ارزیابی سیاست‌های تولیدی و مصرف انرژی در ایران، تحت سناریوهای مختلف است.

هانگ و یه<sup>۱۴</sup> (۲۰۲۲) با استفاده از رویکرد پویایی سیستم اثر شلاقی در زنجیره تامین، مواردی که باعث افزایش تقاضا شده را در فروشنده‌های مواد غذایی کشور انگلیس بررسی کردند. در نتیجه این افزایش تقاضا توسط بخش‌های پایین‌دستی زنجیره تامین به بخش‌های بالادستی انتقال می‌یابد. در نهایت تاخیرهایی که در انتقال اطلاعات تاثیر قابل توجهی در عملکرد زنجیره تامین دارد را بررسی کردند.

وانگ و همکاران<sup>۱۵</sup> (۲۰۲۳)، برای بررسی ساختار صنعت خدمات موبایل مدلی ارائه دادند. همچنین عوامل موثر رقابت بازار با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم‌ها شناسایی شده است. ایشان معتقد هستند پیچیدگی رقابت‌های بازار این صنف به علت وابستگی متغیرهای علت و معلول موجود است. وانگ با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم و شناسایی متغیرهای موثر در سهم بازار رقابتی، که همان افزایش تعداد مشتریان است، نتیجه گرفت استفاده از راهبردهای مختلف رقابتی که اپراتورهای موبایل می‌توانند داشته باشند در بلند مدت نتایج مختلفی می‌دهد. در این میان زمان تأخیر در نتایج این راهبردها اهمیت بسزایی دارد. به همین علت از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها استفاده شد و متغیرهای دیگری هم که نادیده گرفته شده‌اند، به عنوان

نرخ تولید، کیفیت تولید، هزینه‌های تولید و ... در این سیستم وجود دارند که جهت تحلیل آن می‌بایست از ابزاری استفاده شود که ضمن در نظرگیری تمامی متغیرها، روابط دینامیکی میان آن‌ها را نیز مورد توجه قرار دهد. لذا تفاوت تحقیق حاضر با تحقیقات بررسی شده بالا مربوط به ابزار پویایی‌شناسی سیستم‌ها است که ضمن لحاظ متغیرهای تاثیرگذار، روابط ریاضی و دینامیکی آن‌ها را نیز مدنظر قرار داده و با استفاده از آن می‌توان سناریوهای مربوط به آینده صنعت فرش کشور را با آن بررسی کرد.

### ۳- روش پژوهش

از جمله مسائل حائز اهمیت و تاثیرگذار بر اقتصاد دانش بنیان، توجه به توسعه زیست‌بوم فناوری است. از این رو، با بررسی در مباحث مختلف و چگونگی و شناسایی کاربردهای اثرگذار در زیست بوم فناوری در زنجیره تأمین، متغیرهایی کاربردی در زنجیره تأمین فرش شناسایی شده‌است.

روش تحقیق حاضر مبتنی بر پویایی‌شناسی سیستم‌ها است. این متدولوژی که مبنای خود را بر تفکر سیستمی قرار داده است، ارتباط علت و معلولی بین تمامی متغیرهای بین یک سیستم را در نظر گرفته و به شبیه‌سازی سیستم مورد نظر می‌پردازد. گام‌های مورد نیاز جهت استفاده از این رویکرد که از کتاب استرمن<sup>۱۶</sup> (۲۰۰۰) استخراج شده به صورت زیر است:

- **تعریف دقیق مسئله و تعیین مرز سیستم:** در این گام مسئله مورد نظر به صورت کامل بررسی شده و مرز سیستم مشخص می‌شود. نکته مهم این است که در صورتی از این ابزار استفاده می‌شود که در مسئله مورد نظر فرآیندهای بازخوردی موجب بروز مسئله شده باشند.

- **استخراج متغیرهای موثر و تدوین نمودار علی معلولی:** پس از شناسایی زیرسیستم‌ها، متغیرها و بازخوردهایی که در هر زیرسیستم وجود دارند، شناسایی شده، سپس نمودار علی معلولی سیستم با استفاده از متغیرها و حلقه‌های شناسایی شده ایجاد می‌شود.

- **ایجاد نمودار جریان انباشت و استفاده از داده‌های مناسب برای شبیه‌سازی این مدل:** گام بعدی، ایجاد نمودار جریان انباشت از روی نمودار علی معلولی است. برای این منظور ابتدا باید متغیرهای نرخ، انباشت و کمکی درون نمودار علی معلولی شناسایی شوند؛ سپس نمودار جریان انباشت ایجاد

پیشنهادهای آتی در نظر گرفته شدند.

افشار کاظمی و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم در زنجیره تأمین صنعت فولاد ایران و ایجاد مدلی در برگیرنده افزایش ظرفیت تولید و سود حاصل از فروش و تقاضا و همچنین افزایش محصل تولید شده نهایی و نمایش در نرم افزار ونسیم، با تمرکز بر تفکر سیستمی کارآمدی مدل را ارائه دادند. جهت طراحی مدل در نمودارهای علی و معلولی وابستگی متغیرهای اصلی مساله مشخص شد و نمودارهای جریان شبیه‌سازی شدند.

حاجی‌زاده و سلامی (۱۳۹۹) پژوهشی را برای انتخاب زنجیره تأمین گروه بهمن موتور با استفاده از مدل کریستوفر، انجام داده‌اند. در این پژوهش نحوه انتخاب راهبرد مناسب زنجیره تأمین متناسب با شرایط سازمان و محیط آن ارائه گردیده‌است. همچنین برای افزایش بازار رقابتی، راهبرد کسب‌وکار نوین در زنجیره تأمین را بکار گرفتند که شامل هماهنگی در سه وجه مهم در زنجیره تأمین که شامل اهداف و فرایندها و کنترل بیشتر مدیریت بر فعالیت‌های کل زنجیره تأمین است. در نتیجه راهکارهای بسیار کارآمدی به زنجیره تأمین گروه بهمن ارائه گردید.

شریفی و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی مدل‌سازی سیستم‌های پویا برای مدیریت زنجیره تأمین راهبردی زنجیره‌های غذایی را ارائه کرده‌اند. آنان روش پویایی‌شناسی سیستم (سیستم‌های پویا) را به عنوان ابزار مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل همراه با در نظر گرفتن موضوع‌های راهبردی برای زنجیره‌های تأمین غذایی اتخاذ نموده و راهبردی برای متدولوژی ارائه داده‌اند که بهبود و پیشرفت آن را برای مدل‌سازی راهبردی زنجیره‌های تأمین یک و چند ستونی ارائه می‌نماید. در نتیجه، به طور عمیق موضوع کلیدی مدیریت زنجیره تأمین راهبردی که یکی از آن برنامه‌ریزی ظرفیت بلند مدت است، تحلیل شده‌است. علی‌الخصوص خط مشی برنامه‌ریزی ظرفیت برای مدیریت زنجیره غذایی با جریان‌های ناپایدار موعده پرداخت و با پارامترهای محدودیت‌های بازار مورد بررسی قرار گرفته‌است. سرانجام قابلیت اجرایی متدولوژی توسعه یافته مورد نظر روی یک شبکه چندین رده‌ای از یک زنجیره عمده غذاهای سریع، نشان داده شده‌است.

همانطور که از بررسی تحقیقات پیشین مشخص است، تاکنون تحقیقی با ابزاری جامع زنجیره تأمین صنعت فرش ایران را مورد بررسی قرار نداده است. متغیرهایی مانند سطح تحریم‌ها،

پیشنهادی را با تعریف ورودی‌های مدل آزمایش کرد و اثر آن‌ها را بر روی متغیرهای اصلی مشاهده کرد.

لازم به ذکر است در فرآیند تدوین مدل تحقیق برای جمع‌آوری داده‌های میدانی از مصاحبه و بهره‌گیری از نظرات افراد خبره استفاده شده است. جامعه آماری پژوهش حاضر خبرگان، متشکل از اساتید دانشگاه، مدیران و کارشناسان صنعتگر متخصص شاغل در بخش خصوصی که براساس میزان تجربه بالای ۵ سال و تحصیلات لیسانس و بالاتر بودند که با استفاده از روش نمونه‌گیری گلوله برفی و براساس اصل کفایت نظری ۸ نفر از آنان به‌عنوان اعضای نمونه انتخاب شدند. ابزار گردآوری اطلاعات در بخش کیفی نیز مصاحبه می‌باشد. اطلاعات خبرگان مورد استفاده به شرح جدول شماره ۱ است.

جدول ۱: اطلاعات خبرگان شرکت کننده در مصاحبه

مشارکت کنندگان	نوع مشارکت کننده	تألیف حداقل یک کتاب یا مقاله مرتبط با موضوع
۱	جزو اساتید دانشگاه	۲ اثر پژوهشی
۲	جزو اساتید دانشگاه	۱ اثر پژوهشی
۳	جزو اساتید دانشگاه	۵ اثر پژوهشی
۴	صنعتگر	-
۵	صنعتگر	-
۶	صنعتگر	-
۷	صنعتگر	-
۸	صنعتگر	-

#### ۴- یافته‌ها

##### ۴-۱- تعریف متغیرهای اصلی بکار رفته در مدل

متغیرهای اصلی مورد استفاده در مدل تعیین و تعریف شوند که این متغیرها در جدول شماره ۲ آمده است. متغیرهای ارائه شده در جدول بر مبنای مطالعه منابع موجود در بخش مرور ادبیات تحقیق و مصاحبه با خبرگان امر شناسایی شده‌اند.

جهت تعیین روابط علت و معلولی مدل، ابتدا لازم است تا

جدول ۲: متغیرهای اصلی مورد استفاده در مدل سیستم تولید فرش

ردیف	نام متغیر	معادل لاتین متغیر	نوع متغیر	ماهیت متغیر	منبع
۱	تحویل فرش	Carpet delivery	نرخ	درونزا	کمبل و همکاران (۲۰۲۳)
۲	کیفیت	Quality	انباشت	درونزا	حقشناس کاشانی و همکاران (۲۰۱۵)
۳	میزان تولید فرش	Carpet production	کمکی	درونزا	کمبل و همکاران (۲۰۲۳) قنبرزاده (۲۰۲۲)
۴	سطح بازتولید	Reproduction	ثابت	برونزا	حقشناس کاشانی و همکاران (۲۰۱۵)
۵	درآمد و سود	Profit and income	کمکی	درونزا	(خانی و همکاران، ۲۰۲۳)
۶	استفاده از فناوری جدید	Use of new technology	کمکی	درونزا	گامارا و همکاران (۲۰۲۳)
۷	ارتباط سنت و مدرنیته	The relation between tradition and modernity	کمکی	درونزا	مصاحبه خبرگان
۸	حمایت از شرکت‌های دانش بنیان	Supporting knowledge	کمکی	درونزا	مصاحبه خبرگان
۹	نوآوری در تولید و فروش	Innovation in weaving and selling carpets	کمکی	درونزا	گامارا و همکاران (۲۰۲۳)
۱۰	هزینه تمام شده هر فرش	The cost of weaving each carpet	ثابت	برونزا	خانی و همکاران (۲۰۲۳) حقشناس کاشانی و همکاران (۲۰۱۵)

17 Structural and behavioral test  
18 Extreme conditions test



مصاحبه خبرگان	برونزا	ثابت	Prosperity of handwoven carpets in the market	بهبود اوضاع کسب و کار فرش	۱۱
---------------	--------	------	---	---------------------------	----

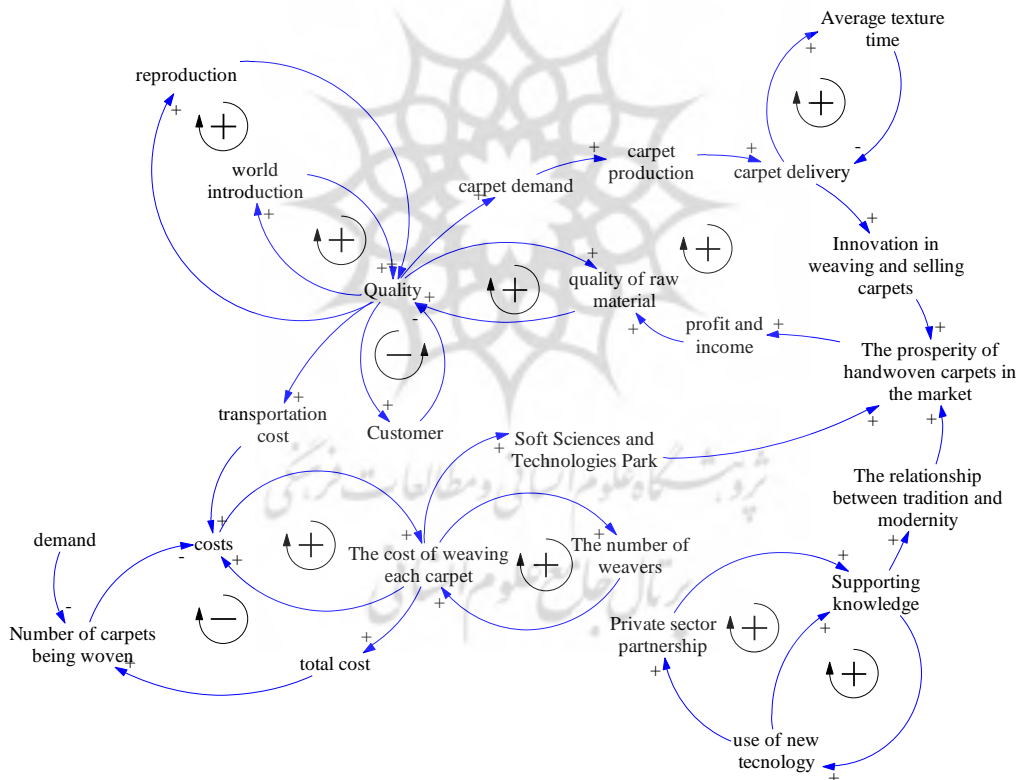
#### ۴-۲- روابط علی معلولی

پس از مشخص شدن متغیرهای مهم از طریق مرور ادبیات زنجیره تامین فرش و توسعه زیست بوم فناوری و نیز اجرای نرم افزار ونسیم و تعیین مرز مدل، روابط علی معلولی مشخص می شود.

همان طور که در شکل شماره ۳ مشاهده می شود، نمودار نهایی از چندین حلقه متصل به یکدیگر تشکیل شده است. یکی از حلقه ها به فرایند استفاده از فناوری های جدید به جهت بهبود روند توسعه و کارایی صنعت فرش اشاره دارد که منجر به بهبود وضعیت کسب و کار در تجارت بین المللی و ملی می شود. این عامل متأثر از شرکت های دانش بنیان و شرکت های خصوصی است که با نیروی جوان و خلاق بتوانند ایده های نوین قابل اجرا به کمک فناوری های نوین طرح نموده و با نوآوری در تولید و

فروش، بین سنت و مدرنیته ارتباط برقرار کنند. فناوری های جدید در زمینه های مختلفی همچون طراحی، صادرات و آموزش و ... قابل اجرا هستند که می توان برای صنعت فرش با فرایند ذکر شده به عنوان حوزه های نوین در پارک های ملی علوم و فناوری های نرم و صنایع فرهنگی، زیست بومی فناورانه متصور شد.

در حلقه های دیگر، به متغیرهای کلی زنجیره تولید فرش پرداخته شده که مهم ترین متغیر آن ها کیفیت و هزینه تمام شده و نرخ تحویل فرش به مشتری بوده که متأثر از عوامل داخلی و خارجی همچون تعداد نیروی انسانی، نرخ تولید، نرخ تقاضا، هزینه مواد اولیه و نخ و تجهیزات، حقوق بافندگان، عوامل خارج از کنترلی هم چون تورم و تحریم و ... است. در نهایت همگی بر بهبود اوضاع کسب و کار در تجارت ملی و بین المللی صنعت فرش تاثیر گذارند.



شکل ۳: نمودار علی معلولی

#### ۴-۳- نمودار انباشت جریان

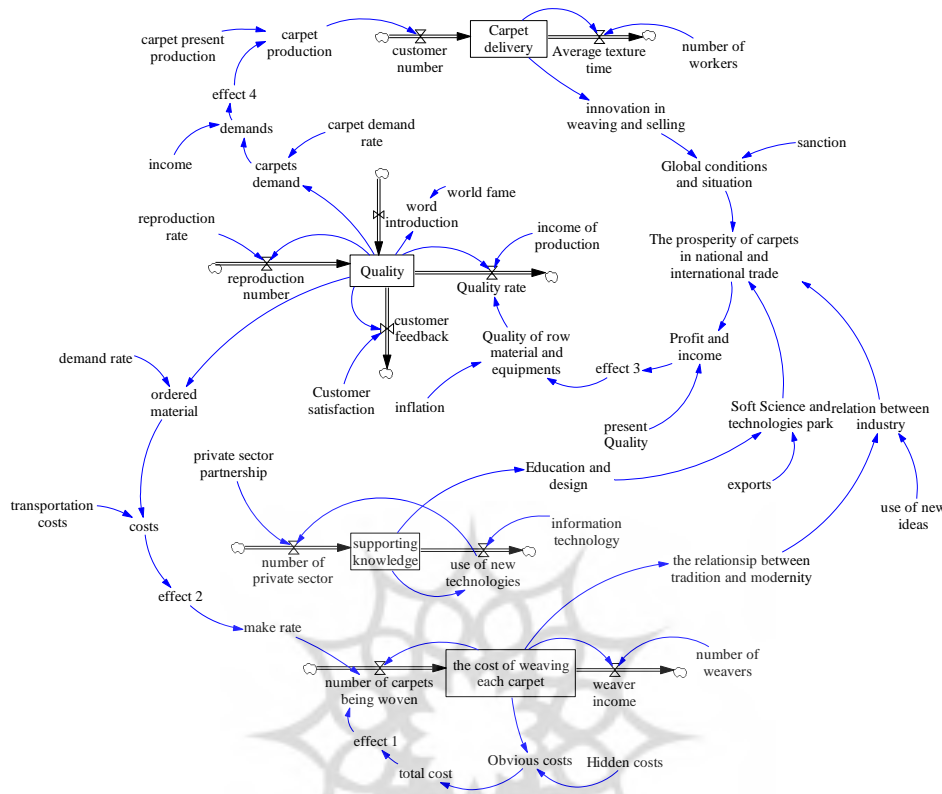
براساس نمودار حلقه علی شکل شماره ۳ و پس از تعیین متغیرهای سطح و نرخ، نمودار انباشت جریان مدل پژوهش به صورت شکل شماره ۴ قابل ترسیم است. در مدل پویایی شناسی سیستم ها رابطه بین تمامی متغیرهای علت و معلول به صورت

ریاضی تعریف می گردد. به عنوان نمونه رابطه ریاضی هزینه تمام شده هر فرش (CWEC) به صورت معادله شماره ۱ براساس متغیرهای هزینه تمام شده هر فرش (CWEC)، تعداد فرش بافته شده (NCBW) و درآمد بافنده (WI) تعریف می گردد.

$$CWEC = \int (CWEC \times NCBW - WI) + 4750000 \quad (1) \text{ معادله}$$

معادله (۲)  $PCM = RBI + GCS + MSST$   
 نحوه تعریف رابطه ریاضی مرتبط با معادله شماره ۲ در نرم افزار ونسیم مطابق با شکل شماره ۵ است.

ارتباط ریاضی متغیر موفقیت فروش در بازار (PCM) نیز براساس پارامترهای میزان ارتباط با صنعت (RBI)، جایگاه و شرایط جهانی (GCS) و سطح بلوغ پارک علم و فناوری (MSST) به صورت معادله شماره ۲ است.



شکل ۴: نمودار جریان-انباشت



شکل ۵: نمونه رابطه ریاضی تعریف شده در نرم افزار ونسیم PLE

شبیه سازی ۰,۲۵ در نظر گرفته شده است.

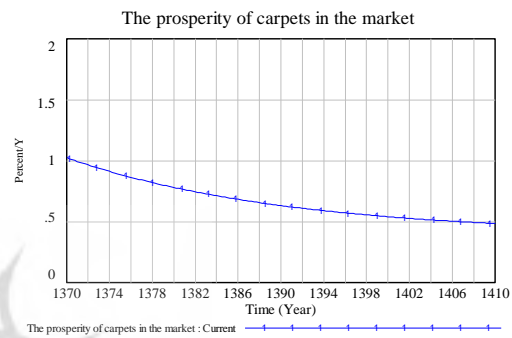
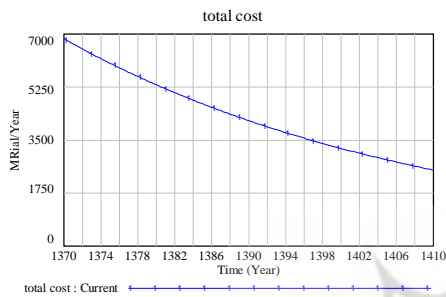
#### ۴-۴- شبیه سازی شرایط جاری

نمودارهای ارائه شده در شکل های شماره ۶ تا ۹ رفتار متغیرهای اساسی مدل را پس از شبیه سازی مدل را در شرایط

پس از تعیین روابط ریاضی بین متغیرها در نرم افزار ونسیم PLE به شبیه سازی مدل پرداخته شده است. بازه زمانی شبیه سازی از سال ۱۳۷۰ تا ۱۴۲۰ است و افق زمانی پیش بینی ۲۰ ساله در نظر گرفته شده است. مقدار پارامتر Time step در

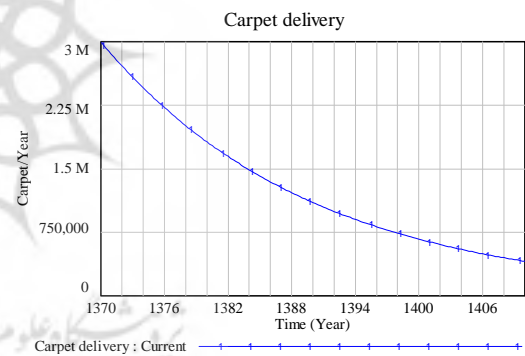
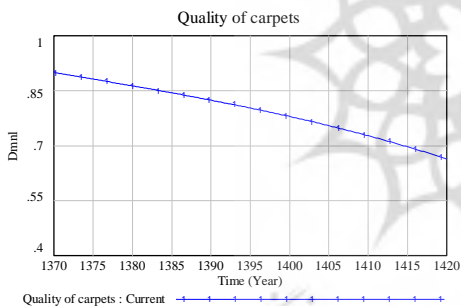
رفتاری برای متغیرهای مرتبط با تحویل فرش، کیفیت فرش، سطح استفاده از نوآوری فناوری و ... با استفاده از نرم افزار ونسیم مورد بررسی و تایید قرار گرفت. همچنین با استفاده از روش آزمون حدی نیز اعتبار مدل مورد بررسی قرار گرفت و از این منظر نیز تأیید شد. به عنوان نمونه فرض شود از سال ۱۴۰۰ به بعد کیفیت فرش های تولیدی به صورت ناگهانی نصف گردد؛ در این صورت انتظار داریم به دلیل کاهش تقاضای بازار عملاً تولید فرش نیز با یک تأخیر، با افت قابل ملاحظه ای مواجه شود. نتایج حاصل از اعمال این شرایط بر روی مدل، نتایج درستی به دست داده که در شکل شماره ۱۰ ملاحظه می گردد.

جاری نشان می دهد. با مشاهده این نمودارها می توان نتیجه گرفت از آنجا که فرش صنعتی قدیمی و منحصر به بعضی فرهنگ ها و مناطق خاص است. پس در صورتی که به آن توجهی ویژه نشود و با پیشرفت روزافزون صنعت و فناوری کماکان از روش های سنتی در زنجیره آن استفاده شود، به مرور از عوامل اساسی آن در دهه های بعدی کاسته شده و به فراموشی سپرده می شود. لذا لزوم ارائه زیست بوم برای این صنعت روشن و پیدا است. به منظور بررسی اعتبار مدل پویایی شناسی سیستم ها از انواع روش ها استفاده می شود (استرمن (۲۰۰۰) و بارلاس<sup>۱۹</sup> (۱۹۹۶)). اعتبار مدل این تحقیق نیز با روش ارزیابی ساختاری و



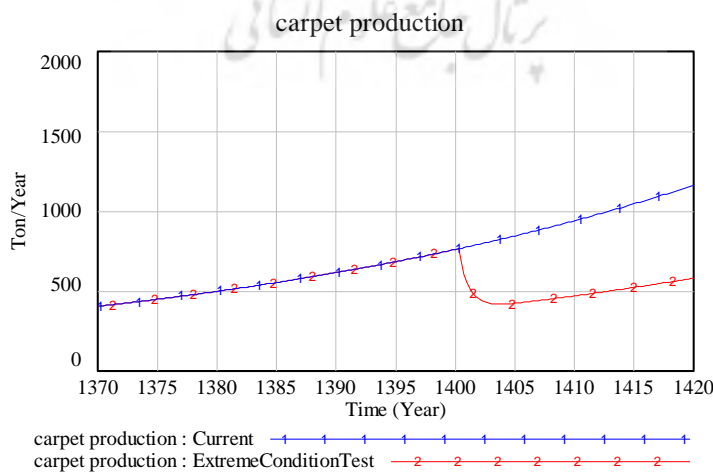
شکل ۷: رفتار متغیر میزان هزینه تولید فرش

شکل ۶: رفتار متغیر میزان موفقیت صنعت فرش در بازار



شکل ۹: رفتار متغیر کیفیت فرش تولیدی کشور

شکل ۸: رفتار متغیر میزان تحویل فرش



شکل ۱۰: نمونه‌ای از تایید اعتبار مدل با کمک آزمون حدی

فرش را بدون دخالت انسان کنترل می‌کند که این امر باعث بهینه‌سازی زمان‌بندی و کاهش عیوب و ناکارآمدی‌ها می‌شود و در نتیجه محصولات با کیفیت بهتر تولید می‌شوند. همچنین فناوری فرآیند تولید را تسریع می‌کند و در نتیجه می‌توان فرش‌ها را زودتر تحویل داد و باعث کاهش زمان تولید می‌شود. لازم به ذکر است که فناوری‌های جدید با راندمان بهتر، ضایعات کمتر و همچنین کارگران کمتری عمل می‌کنند و باعث صرفه جویی هزینه‌ها در بلند مدت می‌شوند. علاوه بر این، زمانی که خرید و تولید به‌موقع و براساس زمان‌بندی صحیح صورت می‌پذیرد، کل زنجیره تامین فرش می‌توانند از مزایای آن بهره‌مند شوند. با استفاده از فناوری‌های جدید می‌توان اشتباهات انسانی را کاهش داد یا حتی حذف کرد و در نتیجه خروجی‌های پایدارتر و سازگارتری تولید نمود. در نهایت فناوری‌های جدید می‌توانند کارهای خطرناک را برای کارگران انجام دهند و از آسیب و خطر جلوگیری کنند. فناوری‌ها همچنین می‌توانند خطرات را شناسایی کرده و اقدامات ایمنی را توسعه دهند. فناوری‌های جدید همچنین در ارتقای رقابت و افزایش عملکرد عملیاتی بسیار مهم است. اگر کارگاه جهت رفع شکاف بهره‌وری بوجود آمده، تولید محصول با استفاده از فناوری‌های جدید را مدنظر قرار دهد، نیاز به هزینه‌های تبلیغات کمتر شده و بدون ایجاد تاثیر منفی بر بهره‌وری، سطح تولید در کارگاه نیز افزایش می‌یابد. تغییر رفتار مدل در اثر افزایش تولید با فناوری‌های نوین نیز در شکل شماره ۱۱ نشان داده شده‌است.

#### ۴-۵- تحلیل سناریو

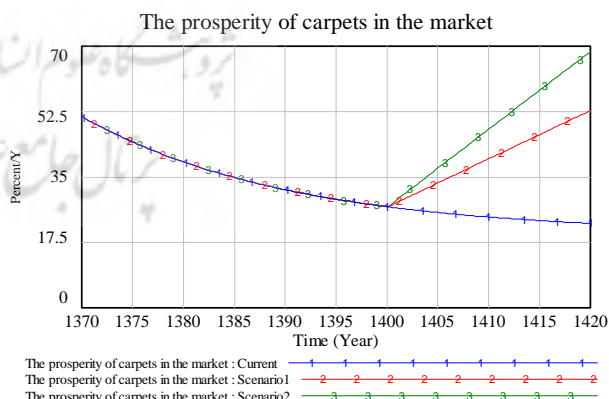
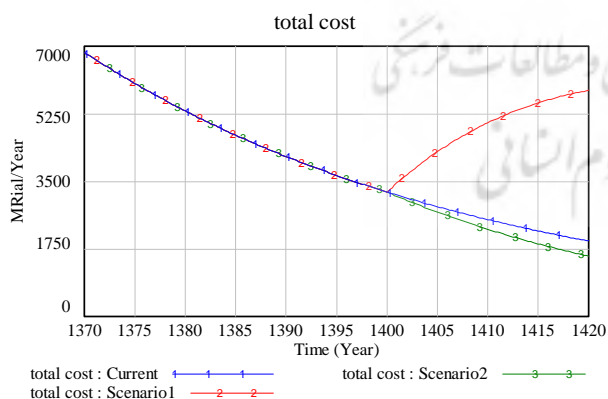
##### تحلیل سناریوی اول (افزایش سطح تولید)

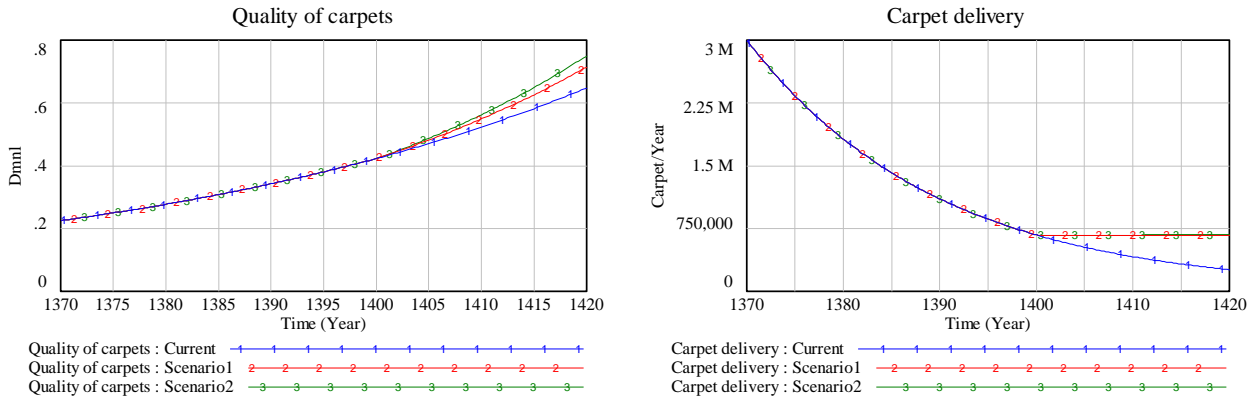
با افزایش سطح تولید، هدف شکاف تولید یعنی اختلاف بین سطح تولید فعلی با سطح تولید که هدف کارگاه هست، افزایش می‌یابد. لذا کارگاه جهت رفع این شکاف اضافه کاری را افزایش می‌دهد و در نتیجه نرخ تحویل فرش افزایش می‌یابد. افزایش تولید، از آنجا که سودآوری بیشتری را برای صنعت به ارمغان می‌آورد، از دو منظر منجر به بهبود کیفیت می‌شود. افزایش سودآوری منجر به استفاده از مواد خام مرغوب‌تر در تولید خواهد شد و از این نظر کیفیت بیشتر می‌شود، از طرف دیگر، افزایش سودآوری، سطح بازتولید محصولات و ایجاد انگیزه بالاتری برای تولید کننده خواهد داشت و خدمات پشتیبانی را افزایش می‌دهد و از این نظر نیز بر روی کیفیت تاثیرگذار است. هزینه کل نیز با توجه به اینکه نرخ تولید افزایش یافته است، فزونی می‌یابد. تغییر رفتار مدل در اثر اعمال سناریوی افزایش سطح تولید هدف در شکل شماره ۱۱ نشان داده شده‌است.

##### تحلیل سناریوی دوم (افزایش تولید در اثر افزایش سطح

##### استفاده از فناوری و تکنولوژی‌های جدید)

فناوری‌های جدید باعث افزایش کیفیت، کاهش زمان تولید، کاهش هزینه‌ها در طولانی مدت، بهبود زنجیره تامین، خروجی‌های پایدارتر و سازگارتر و ایجاد محل کار امن‌تر در فرآیند تولید یک کالا می‌شود. در واقع، فناوری زمان‌بندی و خط تولید





شکل ۱: نتایج حاصل از شبیه سازی سناریوی ۱ و ۲ در مقایسه با شبیه سازی ادامه شرایط جاری

## ۵- نتیجه گیری

استفاده از آن سناریوهای مربوط به آینده صنعت فرش کشور بررسی گردید.

نتایج تحلیل سناریو نشان می دهد، اعمال سناریو جهت افزایش تولید منجر به افزایش سودآوری و با بازگشت این سود در زنجیره تامین فرش، منجر به افزایش کیفیت محصولات تولیدی خواهد شد. همچنین در تحلیل سناریوها نشان داده شد که با بهره گیری از سطح بالاتری از فناوری های جدید می توان به افزایش تولید دست یافت و با اجرای این سناریو، علاوه بر افزایش کیفیت محصولات و موفقیت در بازار نسبت به سناریوهای قبلی، با ثابت ماندن نرخ تحویل، هزینه تولید نیز کاهش خواهد یافت. بنابراین در شرایط حاضر بهترین سیاست اجرای همزمان هر دو سناریوی مورد بحث است.

نتایج این تحقیق حاکی از کاربرد بسیار مناسب پویایی شناسی سیستم ها در سیستم های زنجیره تامین مبتنی بر نوآوری است و پیشنهاد کاربردی این تحقیق در خصوص صنعت فرش، افزایش تولید و افزایش استفاده از فناوری های جدید است که همزمان ضمن کاهش هزینه های تولید، کیفیت و موفقیت در بازار را تضمین نماید.

از جمله محدودیت های تحقیق مربوط به کیفی بودن برخی از متغیرهای تاثیرگذار است که شبیه سازی و عدددهی به آنها را در طول شبیه سازی با مشکل مواجه می ساخت. همچنین با توجه به حجم مدل امکان مدلسازی بخش تقاضا به صورت جامع و کامل وجود نداشت و تقاضای فرش به صورت برونزا به مدل وارد گردید. به عنوان ارائه پیشنهادها برای تحقیقات آتی، می توان این زیرسیستم را به صورت کامل با ابزار پویایی شناسی سیستم ها مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و مدل ارائه شده در این تحقیق را توسعه داد.

از جمله مسائل حائز اهمیت و تاثیرگذار بر اقتصاد دانش بنیان توجه به توسعه زیست بوم فناوری و نوآوری در جوامع توسعه یافته است. از این رو با بررسی در مباحث مختلف و چگونگی و شناسایی کاربرد عوامل اثرگذار در زیست بوم فناوری در زنجیره تامین، متغیرهایی کاربردی در زنجیره تامین فرش شناسایی شده است. نبود طرح جامع و راهبرد مدون در زمینه زنجیره تامین فرش و همچنین تشدید رقابت و تغییر در سلیقه مشتریان فرش، کارگاه های تولیدی فرش ایرانی را با چالش های متعددی مواجه کرده است. کارگاه هایی که بتوانند از ابزار و امکانات در دسترس خود به درستی استفاده کنند می توانند بر این چالش ها فائق آمده و بقای مداوم خود را تضمین کنند. در این میان انتخاب راهبرد مناسب به عنوان یکی از رکن های مهم زنجیره برای رسیدن به مدیریتی موثر در زنجیره تامین لازم و ضروری می نماید. از آنجا که رویکرد پویایی شناسی سیستم ها کاربرد خود را در حل انواع مسائل پیچیده و با متغیرهای تاثیرگذار بالا به خوبی نشان داده و تاکنون تحقیقی با این ابزار، زنجیره تامین صنعت فرش ایران را مورد بررسی قرار نداده است؛ در این پژوهش تلاش شد، برای حل برخی مسائل زیست بوم نوآوری فناوری صنعت فرش ایران به ویژه مدیریت زنجیره تامین این صنعت با در نظر گرفتن تاثیر فناوری ها، سیاست مناسب از طریق شبیه سازی مدل پویایی شناسی سیستم ها ارائه شود. لذا در این پژوهش ضمن در نظر گرفتن تمامی متغیرهای با تاثیرگذاری بالا مثل کیفیت تولید، میزان تولید، درآمد و سود، استفاده از فناوری جدید، میزان نوآوری و ...، روابط ریاضی آن ها را نیز در نظر گرفته شد و به شبیه سازی این سیستم پرداخته شد. بنابراین تفاوت تحقیق حاضر با تحقیقات پیشین مربوط به ابزار پویایی شناسی سیستم ها است که با

## فهرست منابع

- [1] Afshar Kazemi, M. A.; Makoui, A.; Darman, Z.; (2018). "Development of supply chain strategy of Iranian steel industry using systems dynamics analysis", Business Management Research Quarterly, 51(In Persian).
- [2] Mohammad Kazemi, R.; Alizadeh, M.; (2018). "The impact of the structural characteristics of the entrepreneurial team on the performance of active businesses in the information technology industry: explaining the position of the entrepreneurial environment and network", Scientific Research Quarterly Journal of Entrepreneurship Development, 12(3), pp. 361-380(In Persian).
- [3] Hajizadeh, P.; Salami, R.; (2019). "Choosing the right supply chain strategy: a case study of Bahman Motor Group", Yas strategy magazine, 24(In Persian).
- [4] Farzin, M. R.; (2017). "Iran handwoven carpet marketing strategy program of Iran handwoven carpet research center"(In Persian).
- [5] Sharifi, M. J.; Mahdavi, I.; Javadian, N.; (2017). "Dynamic systems modeling for strategic supply chain management of food chains", the first international conference on supply chain management and information systems(In Persian).
- [6] Haqshana Kashani, F.; Saidi, N.; Mahmoud Hosseinpour P.; (2010). "Strategic planning for the country's carpet industry on the eve of WTO membership using the SWOT matrix", Business Studies, 43(In Persian).
- [7] Tehran Chamber of Commerce; (2023). *Industries, Mines and Agriculture*, (In Persian).  
<https://tccim.ir/contact>.
- Broadcasting Research Center; (2022) (In Persian).  
<http://www.irc.ir/>.
- [8] Aldhaheeri, R. T.; Ahmad, S. Z.; (2023). "Factors affecting organisations' supply chain agility and competitive capability", Business Process Management Journal (In Persian).  
[doi.org/10.1108/BPMJ-11-2022-0579](https://doi.org/10.1108/BPMJ-11-2022-0579)
- [9] Al-Gasaymeh, A.; Kurdi, B.; (2020). "Empirical study on sustainable supply chain strategies and its impact on competitive priorities: The mediating role of supply chain collaboration", Management Science Letters, 10(3), pp. 703-708 (In Persian).
- [10] Barlas, Y.; (1996). "Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. System Dynamics Review", The Journal of the System Dynamics Society, 12(3), pp. 183-210.
- [11] Christopher, M.; Peck, H.; Towill, D.; (2016). "A taxonomy for selecting global supply chain strategies", The International Journal of Logistics Management, 17(2), pp.0 277-287.
- [12] Dehkordi, A. M.; Mohammad Kazemi, R.; Baghestani, B.; (2017). "IT-enabled value co-creation process for product design", In 2017 Internet of Things Business Models, Users, and Networks, pp. 1-8, IEEE.
- [13] Farsi, J. Y. Azizi, M.; Mohammadkazemi, R.; Ziya, B.; (2019). "Identifying factors of fitness between business model and entrepreneurial opportunity for effective opportunity exploitation", Revista Gestão & Tecnologia, 19(5), pp. 71-86.
- [14] Gamarra, A. R.; Banaocloche, S.; Lechon, Y.; Del Río, P.; (2023). "Assessing the sustainability impacts of concentrated solar power deployment in Europe in the context of global value chains", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 171, 113004.
- [15] Ghanbarzadeh-Shams, M.; Yaghin, R. G.; Sadeghi, A. H.; (2022). "A hybrid fuzzy multi-objective model for carpet production planning with reverse logistics under uncertainty", Socio-Economic Planning Sciences, 83, 101344.
- [16] Hilletofth, P.; (2019). "How to develop a differentiated supply chain strategy", Industrial Management & Data Systems, 109(1), pp. 16-33.
- [17] Hong, H.; yeh, J.; (2022). "Modeling closed-loop supply chains in the electronics industry: A collection application transportation report part E", logistics and transportation review, pp. 817-829.
- [18] Johansen, M. R.; Christensen, T. B.; Ramos, T. M.; Syberg, K.; (2022). "A review of the plastic value chain from a circular economy perspective", Journal of Environmental Management, 302, 113975.
- [19] Kalantari, M.; Pishvae, M. S.; Yaghoubi, S.; (2024). "A multi objective model integrating financial and material flow in supply chain master planning", Journal of industrial management perspective, 5(3), pp. 139-167.

- [20] Kamble, S. S.; Mor, R. S.; Belhadi, A.; (2023). "Big Data Analytics for Supply Chain Transformation: A Systematic Literature Review Using SCOR Framework", Digital Transformation and Industry 4.0 for Sustainable Supply Chain Performance, pp. 1-50.
- [21] Kashani, E. S.; Naeini, A. B.; Gholizadeh, H.; (2023). "Innovation systems and global value chains: A Co-citation analysis of established linkages and possible future trends", International Journal of Innovation Studies, 7(1), pp. 68-86.
- [22] Mohammad Kazemi, R.; Nikraftar, H.; Farsi, J. Y.; Dariani, M. A.; (2019). "The concept of international entrepreneurial orientation in competitive firms: A review and a research agenda", International Journal of Entrepreneurship, 23(3), pp. 1-10.
- [23] Khani, S. A. A. A.; Kheybari, S.; Latifi, A. M.; Salimi, N.; Labib, A.; (2023). "Innovation and survival of traditional industries: Measuring barriers using the Best Worst Method", International Journal of Information Technology and Decision Making.
- [24] Kiani, B.; Pourfakhraei, M.A.; (2020). "A System Dynamic Model for Production and Consumption Policy in Iran Oil and Gas Sector", Energy Policy, 53, pp. 67-78.
- [25] Kim, J.; Sovacool, B. K.; Bazilian, M.; Griffiths, S.; Lee, J.; Yang, M.; Lee, J.; (2022). "Decarbonizing the iron and steel industry: A systematic review of sociotechnical systems, technological innovations, and policy options", Energy Research & Social Science, 89, 102565.
- [26] Li, X.; Wu, T.; Zhang, H. J.; Yang, D. Y.; (2023). "National innovation systems and the achievement of sustainable development goals: Effect of knowledge-based dynamic capability", Journal of Innovation & Knowledge, 8(1), 100310.
- [27] Mariani, M. M.; Machado, I.; Nambisan, S.; (2023). "Types of innovation and artificial intelligence: A systematic quantitative literature review and research agenda", Journal of Business Research, 155, 113364.
- [28] Pakrad, M.; Mohammad Kazemi, R.; (2012). "Identifying effective factors on technological entrepreneurship in Iranian nanotechnology SMES", Information Management and Business Review, 4(8), pp. 461-466.
- [29] Reshad, A. I.; Biswas, T.; Agarwal, R.; Paul, S. K.; Azeem, A.; (2023). "Evaluating barriers and strategies to sustainable supply chain risk management in the context of an emerging economy", Business Strategy and the Environment. doi.org/10.1002/bse.3367
- [30] Salenius, V. M.; Scataglini, M.; Ventresca, M. J.; Edmondson, S.; Magazzeni, C. M.; Lehmann, D.; (2023). "Changing Space (S): How Innovation Ecosystems Develop in Unsettled Industry Spaces: a Review and Research Agenda with the Empirical Case of the UK Space Sector Ecosystem". Available at SSRN 4324354. doi.org/10.2139/ssrn.4324354
- [31] Serman, J. D.; (2000). "Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world", Irwin/McGraw-Hill.
- [32] Utomo, R. H. S.; (2023). "The Joint Decision-Making Support through Piecewise Objective Optimization Model for Integrated Supplier Selection, Inventory Management, and Production Planning Involving Discounts", JOIV: International Journal on Informatics Visualization, 7(1), pp. 168-177.
- [33] Wang, Z.; Yu, J.; Li, G.; Zhuge, C.; Chen, A.; (2023). "Time for hydrogen buses? Dynamic analysis of the Hong Kong bus market. Transportation Research Part D: Transport and Environment", 115, 103602.