

Paper Type: Original Article



# Identifying and Ranking the Circular Supply Chain Implementation Challenges Using Pythagorean Fuzzy SWARA Approach (Case of Study: Pharmaceutical Industry of Guilan Province)

Samaneh Rash<sup>1</sup>, Mostafa Ebrahimpour Azbari<sup>2\*</sup> , Mohamad Rahim Ramezani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Industrial Management - Production and Operations, Faculty of Management and Economics, Guilan University, Rasht, Iran; samaneh.rash@gmail.com.

<sup>2</sup> Department of Management, Faculty of Management and Economics, Guilan University, Rasht, Iran; mostafaim@gmail.com; ramazanian@guilan.ac.ir.

### Citation:



Rash, S., Ebrahimpour Azbari, M., & Ramezani, M. R. (2023). Identifying and ranking the circular supply chain implementation challenges using pythagorean fuzzy SWARA approach (case of study: pharmaceutical industry of Guilan province). *Journal of decisions and operations research*, 8(4), 1015-1031.

Received: 08/04/2023

Reviewed: 10/05/2023

Revised: 09/06/2023

Accepted: 01/07/2023

## Abstract

**Purpose:** Commercial and industrial organizations worldwide are under severe threat of instability. Unsustainability issues arise because of environmental disturbances such as climate change, global warming, resource scarcity, and ecological degradation. Circular Supply Chain (CSC) has gained momentum in recent years and serves as one of the most sustainable and innovative approaches to the manufacturing industry. Adoption of the CSC increases the social, economic, and environmental aspects of the production system and the supply chain. However, researchers have conducted significantly less research on identifying and exploring the multiple challenges to implementing CSC in developing countries. Therefore, this research investigates and evaluates the challenges of CSC implementation in the production sector. We have identified 29 CSC challenges in the literature review.

**Methodology:** The research proposes the Pythagorean Fuzzy SWARA (PF-SWARA) technique. This technique prioritizes CSC adoption challenges based on their relative importance. We used the proposed method in the pharmaceutical industry of the Guilan province.

**Findings:** In the final results of the research, Strategic Challenges (SCs) and operational and environmental challenges are prioritized.

**Originality/Value:** This research serves as a step for industry practitioners to efficiently and effectively adopt a CSC.

**Keywords:** The Implementation challenges in developing countries, Circular supply chain, Fuzzy-Pythagorean cycle.



Corresponding Author: mostafaim@gmail.com



Licensee. **Journal of Decisions and Operations Research**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



## نوع مقاله: پژوهشی



# شناسایی و رتبه‌بندی چالش‌های اجرای زنجیره‌تأمین دایره‌ای با استفاده از رویکرد سوارا فازی-فیثاغورثی (مورد مطالعه: صنعت داروسازی استان گیلان)

سمانه راش<sup>۱</sup>، مصطفی ابراهیم‌پور ازبیری<sup>۲</sup>، محمدرحیم رمضانیان<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>گروه مدیریت صنعتی- تولید و عملیات، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.  
<sup>۲</sup>گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

## چکیده

**هدف:** سازمان‌های تجاری و صنعتی در سراسر جهان در معرض تهدید شدید ناپایداری قرار دارند. مسایل ناپایداری به دلیل اختلال‌های محیطی مانند تغییرات آب‌وهوا، گرم شدن کره زمین، کمبود منابع و تخریب اکولوژیکی ناشی می‌شود. زنجیره‌تأمین دایره‌ای<sup>۱</sup> در چند سال اخیر شتاب بیش‌تری به‌دست آورده است و به‌عنوان یکی از رویکردهای پایدار و نوآورانه برای صنعت تولید عمل می‌کند. پذیرش زنجیره‌تأمین دایره‌ای جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی سیستم تولید و زنجیره‌تأمین را افزایش می‌دهد. با این‌حال، تحقیقات بسیار کمی در مورد شناسایی و کاوش چالش‌های متعدد برای اجرای زنجیره‌تأمین دایره‌ای در کشورهای در حال توسعه، انجام شده است؛ بنابراین، هدف این تحقیق بررسی و ارزیابی چالش‌های اجرای زنجیره‌تأمین دایره‌ای در بخش تولید است.

**روش‌شناسی پژوهش:** این پژوهش تکنیک سوارا فازی فیثاغورثی (PF-SWARA) را پیشنهاد می‌کند. این تکنیک برای اولویت‌بندی چالش‌های پذیرش زنجیره‌تأمین دایره‌ای بر اساس اهمیت نسبی آن‌ها استفاده می‌شود. روش پیشنهادی در صنعت داروسازی-استان گیلان مورد استفاده قرار گرفت.

**یافته‌ها:** در نتایج نهایی پژوهش، چالش‌های استراتژیک (SCs) و چالش‌های عملیاتی و زیست‌محیطی در اولویت قرار گرفته‌اند.

**اصالت/ارزش افزوده علمی:** این پژوهش به‌عنوان گامی برای دست‌اندرکاران صنعت به‌منظور اتخاذ کارآمد و موثر زنجیره‌تأمین دایره‌ای عمل می‌کند.

کلیدواژه‌ها: چالش‌های اجرا در کشورهای در حال توسعه، زنجیره‌تأمین دایره‌ای، سوارا فازی-فیثاغورثی.

## ۱- مقدمه

با توجه به رشد پویا و سریع فعالیت‌های صنعتی باعث بروز مسایل مختلف ناپایداری می‌شود که به‌طور مستقیم بر عملکرد کلی سازمان‌های تولیدی تاثیر می‌گذارد؛ بنابراین، بخش‌های تجاری در سراسر جهان شروع به اتخاذ استراتژی نوآورانه و پایدار در محیط تولید خود از نظر اجرای زنجیره‌تأمین دایره‌ای (چرخشی) کرده‌اند. زنجیره‌تأمین دایره‌ای اصول اقتصاد دایره‌ای را در سیستم زنجیره‌تأمین ترکیب می‌کند. سیستم

<sup>۱</sup> Circular Supply Chain (CSC)





تولید و مصرف صنعتی سنتی مبتنی بر مدل اقتصاد خطی (برداشتن، ساختن، مصرف کردن و دور ریختن) است [1]. عمدتاً در سیستم زنجیره‌تأمین سنتی؛ پایداری در سه بعد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی تمرکز دارد که ضایعات عظیمی تولید می‌شود که این، یک عمل ناپایدار است که باعث مسایل گرمایش جهانی، آلودگی‌ها، کمبود مواد خام، تخریب محیط‌زیست و ... می‌شود [2]. در درازمدت، نرخ فعلی مصرف منابع طبیعی در سراسر جهان چالش‌هایی را برای پایداری زیست‌محیطی و اقتصادی ایجاد خواهد کرد. جامعه شهری جهان سالانه حدود ۱/۳ میلیارد تن زباله جامد تولید می‌کند که تا سال ۲۰۲۵ به ۲/۲ میلیارد تن خواهد رسید [3]. برای مقابله با این مسایل، نیاز فوری به تغییر حالت تولید پایدارتر در زنجیره‌تأمین وجود دارد [4]. از دیدگاه پایداری، استراتژی‌های اقتصاد دایره‌ای می‌تواند از تلاش‌ها برای ادغام کلی‌نگر ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی در طول زنجیره‌تأمین حمایت کند [5].

از این‌رو، دامنه جدیدی از پایداری در زنجیره‌تأمین به نام مدیریت زنجیره‌تأمین دایره‌ای معرفی شده است [6]. زنجیره‌تأمین دایره‌ای بر مکانیسم بازیابی محصول در اقتصاد دایره‌ای تمرکز می‌کند. از اصول اقتصاد دایره‌ای مانند کاهش، استفاده مجدد، طراحی مجدد، تعمیر، بازیافت و ساخت مجدد استفاده می‌کند. زنجیره‌تأمین دایره‌ای مواد، اجزا و محصولات را در حلقه بسته برای مدت طولانی‌تری باهدف افزایش ارزش، نگهداری می‌کند. طراحی دایره‌ای خود به‌عنوان سیستم تولید ترمیمی و احیاکننده در نظر گرفته می‌شود. این مفهوم چندین موضوع پایداری مانند ارزیابی چرخه عمر، مدیریت چرخه عمر محصول، صنعت ۴/۰<sup>۱</sup>، یکپارچه‌سازی فرآیند، سیستم خدمات محصول، نوآوری زیست‌محیطی، لجستیک معکوس و ... را به هم مرتبط می‌کند [7]. سازمان‌های تولید می‌توانند با اتخاذ زنجیره‌تأمین دایره‌ای به مزایایی مانند بهره‌وری منابع و مواد، بهبود طراحی محصول، بهبود کارایی اجتماعی و اقتصادی، پایداری محیطی، رقابت و افزایش استراتژی‌های تولید را به دست آورند. زنجیره‌تأمین دایره‌ای بر بازیابی و بازسازی منابع طبیعی متمرکز است تا استفاده از آن را به حداکثر برساند و ارزش‌های منابع را به شیوه‌ای بهتر دریافت کند [7]. اکثر کشورهای اروپایی از ۲ تا ۳ دهه گذشته زنجیره‌تأمین دایره‌ای را پذیرفته‌اند. آن‌ها هنجارها، قوانین، سیاست‌های مقرراتی سخت‌گیرانه‌ای نسبت به اجرای زنجیره‌تأمین دایره‌ای دارند. با این حال، کشورهای در حال توسعه، هنوز با چالش‌هایی برای پذیرش موثر و کارآمد زنجیره‌تأمین دایره‌ای مواجه است.

روش‌های *MCDM* به‌طور گسترده برای رتبه‌بندی و ارزیابی جایگزین‌ها با در نظر گرفتن چندین معیار کمی و کیفی استفاده می‌شوند. روش‌های *MCDM* تصمیم‌های شفاف‌تر، قابل توضیح‌تر و قابل توجه‌تری را ارائه می‌دهند، زیرا امکان رسیدگی به تضادها و تضادها در تصمیم‌گیری وجود دارد [8]. علاوه بر این، روش‌های *MCDM* تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد تا با داده‌های بزرگ به‌طور موثرتری برخورد کنند، زمان تصمیم‌گیری را کاهش داده و دقت را بهبود می‌بخشند [9].

اخیراً، مجموعه‌های فازی فیثاغورثی<sup>۲</sup> به‌عنوان موثرترین و مفیدترین ابزار برای مدیریت عدم قطعیت و ابهام مرتبط با مشکلات *MCDM* واقعی هستند. مفهوم مجموعه‌های فازی، به‌طور گسترده برای رفع ابهاماتی که در مسایل روزمره به وجود می‌آیند به کار گرفته شده است. نویسندگان مختلف از مفاهیم متغیرهای زبانی و مجموعه فازی برای مقابله با عدم قطعیت‌هایی که در رتبه‌بندی پروژه‌های بهره‌برداری انرژی جایگزین به وجود می‌آیند استفاده کرده‌اند [10].

مفهوم فازی با موفقیت در مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۳</sup> مورد استفاده قرار گرفته است؛ زیرا قضاوت‌های انسانی معمولاً هنگام انتخاب یک جایگزین در مورد معیارهای متعدد با سطوح مختلف اهمیت دقیق نیستند. در چند دهه اخیر، تعمیم‌های متعددی از مجموعه‌های فازی ایجاد شده است، مانند مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای<sup>۴</sup> *IFSs*، مجموعه‌های مبهم، مجموعه‌های فازی مردد و مجموعه‌های فازی فیثاغورث [11].

روش تحلیل گام‌به‌گام نسبت اوزان تحلیل گام‌به‌گام نسبت اوزان<sup>۵</sup> از روش‌های تعیین مقادیر وزنی در فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره نقش مهمی ایفا می‌کند. ویژگی اصلی این روش، امکان برآورد کارشناسان در رابطه با نسبت اهمیت معیارها در فرآیند تعیین وزن آن‌ها است.

<sup>1</sup> Fourth industrial revolution", "4IR", or "industry 4.0

<sup>2</sup> Pythagorean Fuzzy Set (PFS)

<sup>3</sup> Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

<sup>4</sup> Interval-Valued Fuzzy Sets (IVFSs)

<sup>5</sup> Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)

روش سوارا جهت گردآوری و هماهنگی اطلاعات به دست آمده از کارشناسان و صاحب نظران مفید است. کاربردهای این تکنیک ساده هستند و کارشناسان در زمینه‌های مختلف می‌توانند به سادگی با مقصود اصلی این روش ارتباط برقرار کنند.

با توجه به مطالب ارایه شده، مساله اصلی این پژوهش این است که چگونه می‌توان چالش‌های کلیدی پیاده‌سازی زنجیره‌تأمین دایره‌ای را شناسایی و رتبه‌بندی نماییم. لذا در این تحقیق از روش سوارا فازی فیثاغورثی (PF-SWARA) استفاده شده است. مشکل عدم قطعیت در تصمیم‌گیری را کنترل می‌کند و وزن نسبی چالش‌ها را برای پذیرش زنجیره‌تأمین دایره‌ای پیدا می‌کند. در نهایت، بر اساس وزن‌های به دست آمده، چالش‌های زنجیره‌تأمین دایره‌ای رتبه‌بندی می‌شوند.

## ۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

فاروک و همکاران [6] یک تعریف رسمی از "زنجیره‌تأمین دایره‌ای به‌عنوان" ادغام تفکر دایره‌ای در مدیریت زنجیره‌تأمین و اکوسیستم‌های صنعتی و طبیعی اطراف آن ارایه دادند که سیستماتیک مواد فنی را بازیابی می‌کند و مواد بیولوژیکی را به سمت چشم‌انداز بدون ضایعات از طریق نوآوری گسترده سیستم در مدل‌های تجاری و عملکردهای زنجیره‌تأمین از طراحی محصول/خدمات تا پایان عمر و مدیریت ضایعات بازسازی می‌کند و همه سهامداران در یک محصول/خدمت را درگیر می‌کند.

اخیراً، بررسی تطبیقی تحقیقات دانشگاهی و موارد اجرای عملی توسط ژانگ و همکاران [12] نشان می‌دهد که CSCM شامل ابعاد متعددی است، از جمله SCM حلقه بسته، SCM معکوس، SCM بازسازی، SCM بازیافت و هم‌زیستی صنعتی. مفهوم نوظهور CSCM پیشرفت عمده در حوزه پایداری زنجیره‌تأمین ایجاد می‌کند. CSCM شامل چرخه‌های ترمیمی (برای مواد فنی) و احیاکننده (برای مواد بیولوژیکی) است که بر اساس فلسفه CE طراحی شده‌اند. واقعیت این است که فعالیت‌های زنجیره‌تأمین دایره‌ای در ایجاد، تحویل و حفظ ارزش دخیل است و طراحی آن و عملکرد به‌طور قابل توجهی تحت تاثیر ارزش پیشنهادی و طراحی محصول قرار دارند [13].

به‌طور خلاصه، CSC یک سیستم تولید در حال بازیابی است که از طریق آن منابع به یک حلقه ناگسستگی از فعالیت‌های پایان عمر منتقل می‌شوند که شامل بازیافت، استفاده مجدد و ساخت مجدد می‌شود. چندین فرصت مهم برای شرکت‌ها ایجاد می‌کند تا بر تعدادی از مشکلات جهانی مانند فرآیندهای تولید و مصرف غیرقابل کنترل، ناکافی بودن منابع، تغییرات شدید آب‌وهوا و آلودگی هوا چیره شوند [14].

CSC این پتانسیل را دارد که منابع را تا زمانی که ممکن است در استفاده نگه دارد، از این‌رو تولید زباله را در هر مرحله از عمر محصول کاهش می‌دهد. هنگامی که CSC اجرا می‌شود، زنجیره‌های تولید خطی باید به زنجیره‌های دایره‌ای تبدیل شوند تا مدل‌های شبکه کسب‌وکار بتوانند به‌طور موثر جریان دایره‌ای ساده محصولات و محصولات جانبی و یا ضایعات را مدیریت کنند [15].

با این حال، به دلیل پیچیدگی زیاد محیط کسب‌وکار فعلی، انطباق و گسترش مدل‌های CSC برای پایداری یک کار دشوار است که نیاز به درک عمیق و جامع و ایجاد نظریه دارد [16]. برای این منظور، نیاز به کار بیش‌تر بر روی مفاهیم CE و CSC و نقشی که آن‌ها می‌توانند در بهبود عملکرد زیست‌محیطی-اقتصادی-اجتماعی SC<sub>th</sub> صنعتی ایفا کنند وجود دارد. در سراسر جهان، مطالعات متعددی با تمرکز بر دیدگاه‌های مختلف مدل‌های CSC در زمینه SC انجام شده است مکرراً تایید شده است که چالش‌های مختلفی هنگام اجرای مفاهیم CSC به‌وجود می‌آیند و نیاز به یافتن راه‌حل‌های موثر برای این چالش‌ها از دیدگاه صنعتی وجود دارد، چهار عنصر لازم است که به‌خوبی مورد توجه قرار گیرند، یعنی طراحی محصول دایره‌ای، لجستیک معکوس، مدل‌های کسب‌وکار خدماتی و توانمندسازی‌ها. در این رابطه محققان معتقد بودند معمولاً برای یک شرکت غیرممکن است که SC خود را به‌طور ناگهانی و کاملاً دوباره طراحی کند. با این حال، می‌توان آن را بر روی عناصر CE به‌صورت جداگانه متمرکز کرد. آن مطالعه تلاش کرد تا چالش‌های مرتبط با طراحی مجدد SC برای CE را به‌طور سیستماتیک بررسی کند. تورا و همکاران [17] با استفاده از بررسی ادبیات سازمان‌یافته و رویه‌های مطالعه موردی، به بررسی توانمندسازی‌ها، موانع و اقدامات پرداختند. ولی به‌طور سیستماتیک روابط متقابل موجود در بین عوامل شناسایی شده را اولویت‌بندی یا تجزیه و تحلیل نکردند. منگلا و همکاران [16] سعی در تعیین و تجزیه و تحلیل موانع مختلف برای CSC<sub>th</sub> در زمینه صنعت خودرو هند داشت.





بعد از شناسایی معیارهای اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای با روش فراترکیب که در بخش روش‌شناسی توضیح داده خواهد شد؛ به این علت که مدتی است از اهمیت پرورش نظریه‌های بنگاه‌ها در دستیابی به رشد و توسعه عملکرد و ارتقا بهره‌وری بنگاه سخن به میان می‌آید؛ به عنوان یک ایده، سعی شد با استفاده از نظریه‌ها، دسته‌بندی از معیارهای شناسایی شده انجام شود؛ بنابراین در ادامه نظریه‌های «حاکمیت شرکتی، نظریه نهادی و نظریه هزینه مبادلاتی» که بر نقش پررنگ آن‌ها تاکید شده است، شرح داده می‌شود. واژه حاکمیت شرکتی، معنای لغوی ساختاردهی و کنترل شرکت‌ها را با خود به همراه دارد.

حاکمیت شرکتی، مجموعه‌ای از فرآیندها، قواعد، سیاست‌ها و قوانینی است که بر نحوه رهبری، اداره و کنترل شرکت تاثیرگذار است. هم‌چنین حاکمیت شرکتی فرآیند استفاده از قدرت شرکت و چگونگی کنترل آن در برخورد با مسایل شرکتی و یا فرا شرکتی است که از طریق مکانیزم‌های موجود برای کاهش مشکلات نمایندگی و عدم تقارن اطلاعاتی بین مدیران و سهامداران و به تبع آن کاهش مشکلات در مدیریت کلان شرکت تلاش می‌کند. وجود یک هیات‌مدیره کارا به عنوان یکی از مکانیزم‌های درونی حاکمیت شرکتی می‌تواند در ایجاد یکپارچگی بین منافع سهامداران، مشتریان، کارکنان و جامعه موثر باشد [18]. هم‌چنین حاکمیت شرکتی دارای اصولی است که نقش مهمی در اداره شرکت‌ها دارد و از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: ۱- توجه به منافع ذینفعان که خود دربرگیرنده منافع سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان، مشتریان، تامین‌کنندگان و کارکنان است، ۲- اثرگذاری حاکمیت شرکتی بر بعد عملکرد مالی شرکت‌ها، ۳- اتخاذ رفتار عادلانه با سهامداران از طریق تسهیل نقش‌آفرینی و تشویق فعالان آن‌ها به مشارکت در فعالیت‌های بنگاه، ۴- تعیین نقش‌های هیات‌مدیره با اشاره به لزوم برخورداری از دانش، مهارت و وظایف مختلف و ضروری برای ارزیابی عملکرد کارکنان و اطمینان از وجود تعهد و اندازه مناسب هیات‌مدیره برای اداره موثر و کارآمد کسب‌وکار، ۵- تمرکز بر رفتار اخلاقی بنگاه با در نظر گرفتن دستورالعمل‌های اخلاقی در تصمیم‌گیری (مسئولیت اجتماعی)، ۶- توجه به شفافیت و نزدیکی بیش‌تر به جامعه از طریق دسترسی شفاف به اطلاعات برای سرمایه‌گذاران، کارکنان و آحاد جامعه و ۷- کیفیت سود را بهبود می‌بخشد [19]–[28].

### نظریه نهادی

نظریه نهادی بر پایه سه ستون و اصل (قانونی، هنجاری و نهادی) بنا نهاده شده است. پژوهش‌ها در این زمینه نشان می‌دهد که سه ساختار نام‌برده به عنوان ستون‌های سازمان به منظور تجزیه و تحلیل نیروها و فشارهای نهادی وارد شده به شرکت‌ها معرفی شده‌اند [29]. نظریه نهادی به طرز فزاینده‌ای در حال تبدیل شدن به یک چشم‌انداز استراتژیک در اقتصادهای در حال گذار است؛ در اقتصادهای در حال گذار این واقعیت وجود دارد که به منظور به دست آوردن منابع و فرصت‌های بیش‌تر، شرکت‌ها نیاز به استفاده موثر از نهاد و عواملی مانند حمایت نهادی، روابط سیاسی مدیریت و مشروعیت قانونی سازمان دارند [30].

### نظریه هزینه مبادلاتی

تعریف هزینه مبادله یک موضوع بحث‌برانگیز است، در اقتصاد هزینه مبادله به دو گروه هزینه‌های تولیدی و مبادلاتی تقسیم‌بندی می‌شوند. اگرچه هزینه‌های مبادلاتی از هزینه‌های تولیدی قابلیت تفکیک را دارند اما برخی مواقع هزینه‌های غیرضروری یا بیش از اندازه‌ای به منظور بهبود موقعیت چانه‌زنی یا برای حفاظت خود از ضررهای ناشی از پیمان‌شکنی شریک تجاری معامله، تحمیل می‌شوند. چنین هزینه‌هایی را نیز می‌توان به طور مناسبی به عنوان هزینه‌های مبادلاتی به حساب آورد. هزینه مبادلاتی کاربرد رو به گسترشی دارند و سازمان‌ها به وسیله تنظیم ویژگی‌های مبادله با ساختارهای سازمان‌دهی متفاوت در پی حداقل‌سازی هزینه‌های انتظاری سازمان‌دهی در طی دوران مبادله هستند. هزینه مبادله، توابع هزینه را به دو بخش تقسیم می‌کند: بخش ۱- معادله هزینه‌های سازمان‌دهی درونی فعالیت است و بخش ۲- معادله هزینه‌هایی است که به واسطه مبادله با سایر بنگاه‌های بازاری پدیدار می‌آیند.

چنانچه هزینه‌های یک مبادله بیش از فواید آن باشد، مبادله‌ای صورت نخواهد گرفت و تولید بیش‌تری که از تخصص‌گرایی ممکن است به دست آید، تحقق نخواهد یافت؛ بدین ترتیب، هزینه‌های مبادله نه تنها ترتیبات قراردادی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، بلکه بر کالاها و خدمات تولیدی نیز اثر می‌گذارند [31].

هم‌چنین منابع هزینه‌های مبادله را به‌صورت زیر برشمرد: ۱- اندازه‌گیری ابعاد مهم یک کالا یا خدمت، ۲- حمایت از حقوق مالکیت افراد، ۳- تلفیق دانش پراکنده موجود در یک جامعه و ۴- اجرای توافقات. هزینه‌های مبادله را در بازار را می‌توان بر اساس ویژگی‌های مبادله به دو گروه هزینه‌های پیش‌بینی و هزینه‌های واقعی تقسیم‌بندی نمود [32].

از نظر کنت ارو هزینه‌های مبادله با تغییر روش تخصیص منابع تغییر می‌کند، ولی هزینه‌های تولید وابسته به فناوری و سلاقی بوده و در تمام سیستم‌های اقتصادی یکسان است [33]. نورث بیان می‌کند فرآیند فعالیتی یک بنگاه تبدیل نهاده‌های تولید اعم از کار و سرمایه به یک کالای قابل فروش در بازار هست. این فرآیند نیازمند صرف هزینه‌هایی است که تعیین‌کننده ویژگی‌های فیزیکی یک کالا از قبیل اندازه، رنگ، وزن، ترکیب شیمیایی و... هست که این‌همه متأثر از انتخاب فناوری و فنون تولیدی و نیز خصوصیات بازار و مشتریانی است که هدف‌گذاری شده است. دسته‌بندی از عوامل چالش‌برانگیز در اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای در کشورهای در حال توسعه، در بخش یافته‌ها ارائه خواهد شد.

مرور ادبیات به‌عنوان ستون فقرات هر کار تحقیقاتی در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین، این کار تحقیقاتی یک مرور سیستماتیک را اتخاذ کرد که ممکن است به محققین کمک کند تا وضعیت دقیق حوزه تحقیقاتی خود را تجزیه و تحلیل کنند و به نتایج روشن برسند که در ادامه روش فراترکیب برای شناسایی معیارهای اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای و روش سوارا فازی-فیناغورثی برای رتبه‌بندی معیارها معرفی می‌گردد.

### ۳- روش پژوهش

می‌توان بیان نمود که این پژوهش بر اساس هدف از نوع تحقیق و توسعه که خود یک نوع تحقیق کاربردی است، می‌باشد؛ زیرا درصدد توسعه دانش کاربردی در یک زمینه خاص است. روش جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش در ابتدا با استفاده از روش فراترکیب که یک روش تحقیق کیفی محسوب می‌شود ابزار گردآوری داده‌های مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی پیشینه پژوهش است و در ادامه با روش تحقیق پیمایشی با ابزار پرسشنامه‌ای استاندارد به جمع‌آوری اطلاعات بخشی از یک نوع از صنعت پرداخته شد؛ بنابراین نتیجه می‌گیریم که این پژوهش بر اساس هدف، شیوه گردآوری داده‌ها و ماهیت داده‌ها از نوع روش تحقیق آمیخته است که هم به‌صورت کمی و هم به‌صورت کیفی انجام شده است. در ادامه مراحل انجام پژوهش، در شکل ۱ شرح داده شده است.

فراترکیب<sup>۱</sup> یکی از انواع رویکردهای زیرمجموعه فرا مطالعه است که از طریق مرور نظام‌مند منابع برای استخراج، ارزیابی، ترکیب و در صورت نیاز، جمع‌بندی آماری به تحقیقاتی می‌پردازد که قبلاً پیرامون یک حیطه موضوعی خاص به انجام رسیده‌اند. به‌واقع در فراترکیب اطلاعات و یافته‌های استخراج‌شده از مطالعات دیگر با موضوع مرتبط و مشابه مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد. در این زمینه داده‌های گردآوری شده از این مطالعات به‌صورت کیفی است، نه کمی.

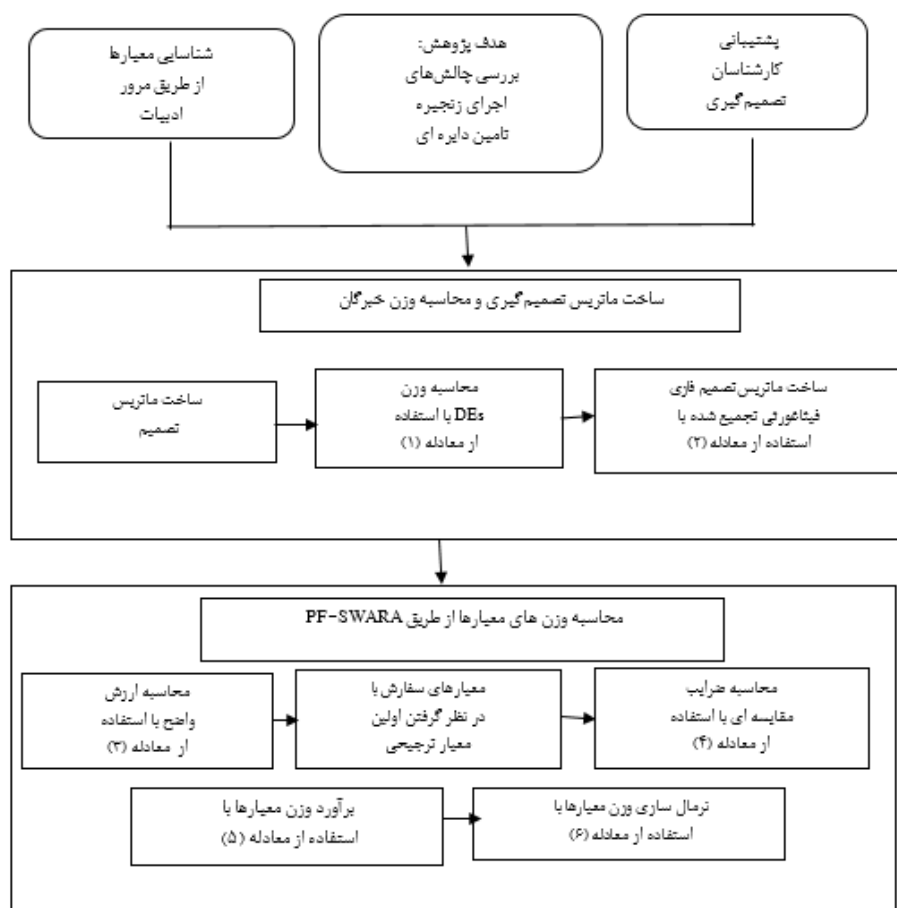
در نتیجه نمونه موردنظر برای فراترکیب، از مطالعات کیفی منتخب براساس ارتباط آن‌ها با سوال پژوهش تشکیل می‌شود فراترکیب، مرور یکپارچه پیشینه کیفی موضوع مدنظر نیست. هم‌چنین تجزیه و تحلیل داده ثانویه و داده اصل از مطالعات منتخب نیز نیست؛ بلکه تحلیل یافته‌های این مطالعه‌هاست. به عبارتی، فراترکیب بر مطالعه‌های کیفی که لزوماً مبانی نظری وسیعی را شامل نمی‌شود، تمرکز دارد و به‌جای ارائه خلاصه جامعی از یافته‌ها، یک ترکیب تفسیری از یافته‌ها را ایجاد می‌کند. فراترکیب با فراهم کردن نگرشی نظام‌مند برای پژوهشگران از طریق ترکیب پژوهش‌های کیفی مختلف به کشف موضوع‌ها و استعاره‌های جدید و اساسی می‌پردازد و با این روش، دانش جاری را ارتقا می‌دهد و دید جامع و گسترده‌ای را به مسایل به وجود می‌آورد. فراترکیب مستلزم این است که پژوهشگر بازنگری دقیق و عمیقی انجام دهد و یافته‌های پژوهش‌های کیفی مرتبط را ترکیب کند. از طریق بررسی یافته‌های مقاله‌های اصلی پژوهش، پژوهشگران واژه‌هایی را آشکار و ایجاد می‌کنند که نمایش جامع‌تری از پدیده بررسی شده را نشان می‌دهد. مشابه نگرش نظام‌مند، استفاده از فراتلفیق نتیجه‌ای را حاصل می‌کند که بزرگ‌تر از مجموع بخش‌هایش است.

<sup>1</sup> Research synthesis





بنابراین پژوهش حاضر بر آن بود تا با تکیه بر فراترکیب، تمامی پژوهش‌های انجام‌شده در موانع اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای شناسایی نماید. این روش می‌تواند محدودیت‌های یک حوزه مطالعاتی و همچنین پیشرفت‌هایی که در آن حوزه اتفاق افتاده است را برجسته کرده و پژوهشگران آتی را برای انجام مطالعاتی ژرف‌تر تشویق کند.



شکل ۱ - مراحل روش پژوهش.

Figure 1- steps of the research method.

به‌منظور انجام فراترکیب در این پژوهش از شیوه‌نامه زیر استفاده شد:

۱. طراحی پرسش‌های پژوهش.
۲. بررسی هدفمند پژوهش‌های موانع اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای.
۳. بررسی معیارهای پذیرش و استثنا کردن پژوهش‌ها.
۴. انتخاب پژوهش‌های مرتبط.
۵. استخراج کدها و مفاهیم.
۶. کنترل کیفیت.
۷. تجزیه و تحلیل یافته‌ها [34].

با توجه به ماهیت پژوهش حاضر، پرسش زیر مطرح شد.

شاخص‌ها و مولفه‌های موانع اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای در ایران چه چیزهایی هستند؟

بررسی هدفمند پژوهش‌های موانع اجرای استراتژی

در این مطالعه از توانمندی موتورهای جست‌وجوی مختلف با توانمندی در اختصاصی سازی جست‌وجو، پایگاه‌های داده قابل استناد خارجی و داخلی استفاده شد. این تحقیق از پایگاه داده *Emerald insight, Science Direct (Elsevier), Springer, Taylor &*



Francis online, Wiley online library برای جست‌وجوی مقاله استفاده کرد. به منظور جست‌وجوی متون پژوهشی از کلیدواژه‌های متفاوت و متنوعی استفاده شد. بررسی کلیدواژه‌ها از طریق جست‌وجوی عنوانی تیترا، چکیده، کلمات کلیدی و متن مقالات به صورت جداگانه در همه پایگاه‌های داده مذکور انجام شد. در پژوهش حاضر در پایگاه‌های داده‌های معتبر کلیدواژه‌های «موانع اجرای زنجیره‌تامین»، «زنجیره‌تامین پایدار»، «اقتصاد دایره‌ای»، «زنجیره‌تامین دایره‌ای»، «چالش‌ها»، «مشکلات اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای»، مورد جست‌وجو قرار گرفت.

### بررسی معیارهای پذیرش و استشنا کردن پژوهش‌ها و انتخاب پژوهش‌ها

در این بخش، پژوهش‌های به‌دست‌آمده، انتخاب و محتوای آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. به این ترتیب، نخست، ۳۳ پژوهش مرتبط شناسایی شد که از این تعداد، ۱۲ پژوهش فاقد معیار ورود به پژوهش بودند؛ بنابراین، تعداد ۲۱ پژوهش در مجموع تمامی پژوهش‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

### استخراج کدها و مفاهیم

مقالات پالایش شده نهایی و بخش‌های مورد توجه متون این مقالات یعنی چکیده، نتایج، یافته‌ها و بحث و نتیجه‌گیری آن‌ها در قالب فایل‌های پی‌دی‌اف وارد نرم‌افزار MAXQDA گردیده تا معانی و مضامین مدنظر پژوهشگر یعنی رویکردها و چالش‌های مختلف در حیطه اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای از این متون مبتنی بر رویکرد فراترکیب شناسایی و استخراج گردند.

### کنترل کیفیت

برای کنترل کیفیت داده‌های پژوهش از چک‌لیست کاسپ (CASP) استفاده شد. این ابزار دربردارنده ۱۰ پرسش کلی درباره‌ی کیفیت محتوا و یافته‌های یک پژوهش است که با در نظر گرفتن آن‌ها می‌توان ارزیابی دقیقی از کیفیت مقالاتی که در پژوهش مورد مطالعه قرار می‌گیرند، انجام داد.

### تجزیه و تحلیل یافته‌ها

در این مرحله شاخص‌ها، مولفه‌ها و ابعاد مربوط به رویکردهای متنوع چالش‌های اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای شناسایی می‌شوند. برای شناسایی آن‌ها از دو اصل بنیادی استفاده شد: ۱- اصل تمایز معنایی و ۲- اصل تکمیل سوال پژوهشی. مبتنی بر اصل تمایز معنایی و با تمرکز بر سوال پژوهش شاخص‌ها دسته‌بندی و مولفه‌های پژوهش را شکل بخشیدند. در ادامه روش سوارا فازی-فیثاغورثی شرح داده می‌شود.

آتاناسوف [35] مجموعه‌های فازی شهودی را در سال ۱۹۸۶ پیشنهاد کرد. پس از آن، پژوهشگران مختلف از این مجموعه‌ها در کاربردهای متنوع برای مقابله با عدم قطعیت یا ابهام استفاده کردند. مجموعه‌های فازی شهودی را می‌توان در سه تابع مختلف مانند تابع عضویت، تابع غیرعضویت و درجه تردید شناسایی کرد. با این حال، در برخی شرایط، این مجموعه‌ها برای تحقق شرایط برای درجه عضویت و عدم عضویت بیش‌تر از یک مجموعه کوتاه می‌شوند. از آنجایی که این مجموعه‌ها قادر به ثبت موقعیت نیستند، بعداً مجموعه‌های فازی فیثاغورث توسط یاگر [36] در سال ۲۰۱۳ توسعه یافتند. این مجموعه‌ها درجایی استفاده می‌شوند که مجموعه‌های فازی شهودی نمی‌توانند به عدم قطعیت مربوط به مشکلات تصمیم‌گیری بپردازند.

سوارا یکی از رویکردهای تصمیم‌گیری چند شاخصه رایج شده در سال ۲۰۱۰ در نظر گرفته می‌شود و این فرصت را فراهم می‌کند تا بر اساس نظر کارشناسان تصمیم‌گیری درباره‌ی وضعیت فعلی مشکل، تصمیم‌گیری شود. این پژوهش با استفاده از نظریه مجموعه‌های



فازی-فیثاغورثی<sup>۱</sup> در روش سوارا برای مقابله با عدم قطعیت مرتبط با داده‌های ورودی دریافتی از پانل تصمیم‌گیری سازمان مورد استفاده کرد؛ بنابراین، *PFSth* انعطاف‌پذیری بیشتری برای حل مسائلی مربوط به ابهام دارند.



جدول ۲- متغیرهای زبانی برای پشتیبانی از معیارها.

Table 2- Linguistic variables for supporting Criteria.

| اعداد فازی فیثاغورثی   | LVs                        |
|------------------------|----------------------------|
| (0.9000,0.1500,0.4093) | فوق العاده قابل قبول (ES)  |
| (0.7500,0.4000,0.5268) | بسیار بسیار قابل قبول (HS) |
| (0.6000,0.5000,0.6690) | بسیار قابل توجه (VS)       |
| (0.5000,0.7000,0.5916) | قابل توجه (S)              |
| (0.2500,0.8000,0.5454) | کمتر قابل توجه (LS)        |

جدول ۳- متغیرهای زبانی برای رتبه‌بندی از معیارها.

Table 3- Linguistic variables for the rating of criteria.

| اعداد فازی فیثاغورثی | LVs                  |
|----------------------|----------------------|
| (0.90,0.20,0.3873)   | کاملاً زیاد-AH       |
| (0.85,0.30,0.4330)   | بسیار بسیار زیاد-VVH |
| (0.80,0.35,0.4873)   | بسیار زیاد-VH        |
| (0.70,0.45,0.5545)   | بالا-H               |
| (0.60,0.55,0.5809)   | متوسط بالا-MH        |
| (0.50,0.60,0.6245)   | میانگین-A            |
| (0.40,0.70,0.5916)   | متوسط پایین-ML       |
| (0.30,0.75,0.5895)   | پایین-L              |
| (0.20,0.85,0.4873)   | بسیار کم-VL          |
| (0.10,0.95,0.2958)   | کاملاً کم-AL         |

مرحله ۱- ساخت ماتریس تصمیم.

مجموعه‌ای از زیر معیارها 'm' با  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  ارایه می‌شوند و مجموعه‌ای از معیارهای 'n' توسط  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$  ارایه می‌شوند و مجموعه‌ای از کارشناسان تصمیم‌گیری با  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_l\}$  ارایه شده است. ماتریس تصمیم‌گیری (N) توسط  $N = (g_{ij}^k)$  برای  $j = 1, \dots, n$   $i = 1, \dots, m$  بیان می‌شود.

مرحله ۲- محاسبه اهمیت کارشناسان تصمیم.

ماتریس تصمیم‌گیری مقایسات زوجی برای معیارها از نظر اعداد فیثاغورثی تعیین می‌شود. بر اساس اعداد جدول ۳ فرض کنید  $E_k = Y(\mu_k, v_k)$  باشد؛ بنابراین، رابطه (۱) برای محاسبه وزن برای  $K^{th} DE$  به صورت زیر ارایه می‌شود:

$$\omega_k = \frac{[\mu_k^2 + \tau_k^2 \times [\frac{\mu_k^2}{\mu_k^2 + v_k^2}]]}{\sum_{k=1}^l [\mu_k^2 + \tau_k^2 \times [\frac{\mu_k^2}{\mu_k^2 + v_k^2}]]}, k = 1, \dots, l; \omega_k \geq 0, \sum_{k=1}^l \omega_k = 1. \quad (1)$$

$$\tau_k(z_i) = \sqrt{1 - \mu_k^2(z_i) - v_k^2(z_i)}.$$

مرحله ۳- ساخت ماتریس تصمیم فازی فیثاغورثی تجمیع شده.

<sup>1</sup> Fuzzy-Pythagorean Sets (PFSs)

در این مرحله، ماتریس‌های تصمیم‌گیری فردی باید با استفاده از عملگر میانگین وزنی فازی فیثاغورث که در معادله دو نشان داده شده است، جمع شوند. فرض کنید  $Z = (z_{ij})_{m \times n}$  و  $\eta = (\mu_{ij}, v_{ij})$  باشد.

$$Z_{\eta} = PFWA_{\omega} (g_{ij}^1, g_{ij}^2, \dots, g_{ij}^l) \eta = \left[ \sqrt{1 - \prod_{k=1}^l (1 - \mu_k^2)^{\omega_k}}, \prod_{k=1}^l (v_k)^{\omega_k} \right]. \quad (2)$$

مرحله ۴- محاسبه وزن معیارها.

معیارها با استفاده از SWARA رتبه‌بندی می‌شوند. در ادامه، مراحل SWARA ارائه شده است.

۱. مقادیر واضح باید با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شوند.

$$S^*(\eta) = \frac{1}{2}(\mu_{\eta}^2 - v_{\eta}^2 + 1), S^*(\eta) \in [0, 1]. \quad (3)$$

۲. معیارها از بیش‌ترین تا کم‌اهمیت‌ترین معیار بر اساس ترجیحات کارشناسان تصمیم‌گیری مرتب می‌شوند.

۳. اهمیت معیار با اولین معیار ترجیحی مقایسه شده و رتبه‌بندی می‌شود.

۴. در این مرحله ضریب مقایسه‌ای محاسبه می‌شود.

ضریب  $k_j$  با رابطه (۴) تعیین می‌شود. تفاوت بین  $j$  و  $j-1$  نشان‌دهنده اهمیت مقایسه‌ای متوالی است.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j=1, \\ S_j^* + 1 & j > 1. \end{cases} \quad (4)$$

$S_j$  اهمیت نسبی ارزش امتیاز را ارائه می‌دهد.

۵. برآورد وزن معیارها با استفاده از رابطه (۵).

$$\rho_j = \begin{cases} 1 & j=1, \\ \frac{k_{j-1}}{k_j} & j > 1. \end{cases} \quad (5)$$

۶. ارزیابی و نرمال‌سازی وزن معیارها با استفاده از رابطه (۶).

$$\omega_j^s = \frac{\rho_j}{\sum_{j=1}^n \rho_j}. \quad (6)$$

#### ۴- یافته‌های پژوهش

در سال‌های گذشته، کارهای تحقیقاتی زیادی توسط دانشگاهیان در زمینه مدیریت پایدار، سبز زنجیره‌تامین و شیوه‌های آن‌ها انجام شده است. زنجیره‌تامین دایره‌ای در سال‌های اخیر در حال افزایش است. مجموع ۲۹ چالش مهم در اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای از طریق بررسی ادبیات و نظرات کارشناسان نهایی به روش فراترکیب در جدول ۱ ارائه می‌شود.

این بخش یک مطالعه موردی را برای نشان دادن کاربرد تکنیک سوارا فازی-فیثاغورثی، پیشنهادی برای شناسایی و ارزیابی مهم‌ترین چالش‌های پذیرش و اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای در صنعت داروسازی-استان گیلان ارائه می‌شود. در ابتدا فرم پرسشنامه بر اساس این چالش‌ها ساخته شده و با توجه به اهمیت نسبی در اختیار هیات تصمیم‌گیری قرار داده شد. چالش‌های انتخاب‌شده برای اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای بر اساس نظر افراد خبره و متخصص وزن دهی شده‌اند. کارشناسان تصمیم در این پژوهش به ۲ دسته تقسیم شدند؛ متخصصین و خبرگان داخل صنعت (در این پژوهش صنعت داروسازی) و افراد خبره دانشگاهی خارج از صنعت. ویژگی‌های این افراد که موجب انتخاب آن‌ها گردید عبارت‌اند از زمینه تحصیلی مرتبط، برخورداری از تجارب مفید، حضور نزدیک ۵ سال در صنعت موردنظر، تالیف و ترجمه کتاب و انتشار مقالات علمی در زمینه موردپژوهش، اشتغال در حوزه‌ای که با موضوع پژوهش مرتبط است.



Table 1- The list of main criteria and sub-criteria of CSC implementation challenges.

| معیارهای اصلی            | کد معیار | معیارهای فرعی (زیر معیار)   | منابع                        | نظریه‌های بنگاه‌ها |
|--------------------------|----------|---|------------------------------|--------------------|
| چالش‌های استراتژیک (SCs) | SC1      | عدم حمایت مدیران ارشد   | [37]-[39]                    | حاکمیت شرکتی       |
|                          | SC2      | فقدان استراتژی برای تعریف مجدد مدل کسب‌وکار شرکت  | [38]-[40]                    | نظریه نهادی        |
|                          | SC3      | عدم استانداردسازی و سیاست‌های ضمانت   | [41]-[43]                    | نظریه نهادی        |
|                          | SC4      | عدم وجود شبکه هم‌زیستی صنعتی  | نظر کارشناسان                | نظریه نهادی        |
| چالش‌های محیطی (ENVRC)   | ENVRC1   | فقدان قوانین و مقررات دولتی   | [39]-[42]                    | نظریه نهادی        |
|                          | ENVRC2   | استراتژی‌های انتخاب تامین‌کننده ناکارآمد (عدم هماهنگی و همکاری بین کل زنجیره تامین شبکه شامل تولیدکنندگان، عمده‌فروشان و ...)   | [1]، [36]، [44]              | حاکمیت شرکتی       |
|                          | ENVRC3   | فقدان سیاست‌های باز پس‌گیری اجباری  | [36]، [42]، [44]، [45]       | نظریه نهادی        |
|                          | ENVRC4   | فقدان گواهی‌نامه مدیریت محیط‌زیست   | [1]، [41]                    | حاکمیت شرکتی       |
| چالش‌های اجتماعی (SOC)   | SOC1     | فقدان شیوه‌های رسمی مدیریت پسماند (سیستم‌های مدیریت یکپارچه زیاده دایره‌ای (CIWMS) برای ارتقای پایداری با افزایش ارتباط بین تصفیه و بازیافت منابع)  | [46]، [47]                   | حاکمیت شرکتی       |
|                          | SOC2     | عدم وجود برنامه‌های طرح‌های سلامت کارکنان   | [36]، [40]، [41]             | حاکمیت شرکتی       |
|                          | SOC3     | نگرش مصرف‌کننده و آگاهی زیست‌محیطی  | [16]، [41]، [42]، [44]       | حاکمیت شرکتی       |
|                          | SOC4     | فقدان مسئولیت اجتماعی شرکت و استانداردهای اخلاقی  | [40]، [41]، [47]             | حاکمیت شرکتی       |
| چالش‌های عملیاتی (OPC)   | OPC1     | عدم مشارکت ذینفعان (سهامداران)  | [16]، [36]، [44]             | حاکمیت شرکتی       |
|                          | OPC2     | فقدان برنامه‌های آموزشی (کمبود دانش و کارگران ماهر)   | [36]، [39]، [44]             | هزینه مبادلاتی     |
|                          | OPC3     | عدم وجود مدل طراحی دایره‌ای   | [1]، [17]، [44]              | هزینه مبادلاتی     |
|                          | OPC4     | عدم وجود مکانیزم بازیابی محصول  | [16]، [38]، [42]، [44]       | هزینه مبادلاتی     |
| چالش‌های فناوریانه (TCs) | TC1      | فقدان فناوری‌های یکپارچه‌سازی فرآیند  | [1]، [36]، [37]، [43]        | هزینه مبادلاتی     |
|                          | TC2      | فقدان فناوری و توسعه زیرساختی   | نظر کارشناسان                | هزینه مبادلاتی     |
|                          | TC3      | تحول دیجیتال / هوش مصنوعی اینترنت اشیا (IoT)؛ یادگیری ماشینی (Machine Learning)؛ شناسایی فرکانس رادیویی (RFID)؛ ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی (WEEE)؛ پرینت سه بعدی (3D printing)؛ بلاک چین. | [36]، [42]، [44]، [48]، [49] | هزینه مبادلاتی     |
|                          | TC4      | عدم وجود سیستم اطلاعات مدیریت (تحقیق و توسعه و به اشتراک‌گذاری اطلاعات)   | [16]، [36]، [50]             | حاکمیت شرکتی       |
| چالش‌های اقتصادی (ECOCs) | ECOC1    | فقدان سیاست‌های مالیاتی ترجیحی و یارانه‌های دولتی   | [6]، [37]، [43]، [51]        | حاکمیت شرکتی       |
|                          | ECOC2    | عدم برخورداری از مزایای مالی در کوتاه‌مدت   | [17]، [41]، [42]             | حاکمیت شرکتی       |
|                          | ECOC3    | کمبود منابع و توان مالی   | [39]، [41]، [46]             | حاکمیت شرکتی       |
|                          | ECOC4    | عدم درک سودآوری سازمانی   | [36]، [37]، [40]             | حاکمیت شرکتی       |



Table 1- Continued.

|                |               |   |     |                                 |
|----------------|---------------|---|-----|---------------------------------|
| هزینه مبادلاتی | نظر کارشناسان | کاهش فروش محصول سابق به دلیل<br>ارایه محصول جدید به بازار | MC1 | چالش‌های بازار و رقابت<br>(MCs) |
| هزینه مبادلاتی | [37]          | عدم دسترسی بودن تامین‌کنندگان<br>مواد اولیه               | MC2 |                                 |
| هزینه مبادلاتی | [52]          | عدم استانداردسازی برای نوسازی<br>محصولات                  | MC3 |                                 |
| هزینه مبادلاتی | [52]          | فقدان دسترسی به استفاده مجدد<br>محصولات.                  | MC4 |                                 |

این بخش یک مطالعه موردی را برای نشان دادن کاربرد تکنیک سوارا فازی-فیثاغورثی، پیشنهادی برای شناسایی و ارزیابی مهم‌ترین چالش‌های پذیرش و اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای در صنعت داروسازی-استان گیلان ارایه می‌شود. در ابتدا فرم پرسشنامه بر اساس این چالش‌ها ساخته شده و با توجه به اهمیت نسبی در اختیار هیات تصمیم‌گیری قرار داده شد.

چالش‌های انتخاب شده برای اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای بر اساس نظر افراد خبره و متخصص وزن دهی شده‌اند. کارشناسان تصمیم در این پژوهش به ۲ دسته تقسیم شدند؛ متخصصین و خبرگان داخل صنعت (در این پژوهش صنعت داروسازی) و افراد خبره دانشگاهی خارج از صنعت. ویژگی‌های این افراد که موجب انتخاب آن‌ها گردید عبارت‌اند از زمینه تحصیلی مرتبط، برخورداری از تجارب مفید، حضور نزدیک ۵ سال در صنعت موردنظر، تالیف و ترجمه کتاب و انتشار مقالات علمی در زمینه موردپژوهش، اشتغال در حوزه‌ای که با موضوع پژوهش مرتبط است. مقیاس سوارا فازی-فیثاغورثی ارایه شده در جدول ۲ برای مقایسه زوجی در بین چالش‌های زنجیره‌تامین دایره‌ای استفاده شده است. پس از بحث و تبادل نظر و جلسه طوفان فکری بین کارشناسان پنل تصمیم‌گیری، تخصیص وزن برای چالش‌های اصلی زنجیره‌تامین دایره‌ای و چالش‌های فرعی آن‌ها انجام شد. محققان از رویکرد مشابهی استفاده کردند که در آن از تصمیم جمعی از پانل تصمیم‌گیری برای مقایسه زوجی بین معیارهای اصلی و زیرمعیارها استفاده کردند؛ بنابراین، با استفاده از رابطه (۱) تا رابطه (۶)، جدول ۴ تا جدول ۸ تشکیل می‌شود که در ادامه ارایه می‌شود.

جدول ۴- ماتریس تصمیم‌گیری برای معیارها.

Table 4- Decision matrix for criteria.

| معیارهای اصلی      | کارشناسان تصمیم‌گیری (DEs) | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 |     |
|--------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| SC <sub>s</sub>    | DE1                        | VVH | A   | MH  | ML  |     |
|                    | DE2                        | AH  | ML  | A   | L   |     |
|                    | DE3                        | VH  | L   | ML  | VL  |     |
|                    | DE4                        | VVH | A   | ML  | VL  |     |
|                    | DE5                        | AH  | H   | H   | VH  |     |
| OPC <sub>s</sub>   | DE1                        | VH  | VH  | ML  | A   | MH  |
|                    | DE2                        | VVH | AH  | L   | MH  | ML  |
|                    | DE3                        | AH  | VVH | VL  | A   | VL  |
|                    | DE4                        | AH  | AH  | VL  | A   | L   |
|                    | DE5                        | VVH | VH  | VVH | VH  | VVH |
| ENVRC <sub>s</sub> | DE1                        | MH  | H   | A   | VVH |     |
|                    | DE2                        | VH  | AH  | L   | VH  |     |
|                    | DE3                        | VVH | AH  | VL  | VVH |     |
|                    | DE4                        | VVH | VVH | VL  | H   |     |
|                    | DE5                        | H   | MH  | H   | H   |     |
| TC <sub>s</sub>    | DE1                        | A   | MH  | ML  | A   |     |
|                    | DE2                        | ML  | ML  | L   | ML  |     |
|                    | DE3                        | L   | VL  | L   | A   |     |
|                    | DE4                        | VL  | L   | L   | VL  |     |
|                    | DE5                        | H   | VVH | VVH | VH  |     |



Table 4- Continued.

| معیارهای اصلی     | کارشناسان تصمیم‌گیری (DEs) | ECOC1       | ECOC2       | ECOC3       | ECOC4       |
|-------------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ECOC <sub>s</sub> | DE1                        | H           | VH          | VH          | H           |
|                   | DE2                        | H           | H           | VH          | MH          |
|                   | DE3                        | VH          | VH          | VVH         | A           |
|                   | DE4                        | VH          | VH          | VH          | A           |
|                   | DE5                        | VH          | A           | VH          | H           |
|                   |                            | <b>SOC1</b> | <b>SOC2</b> | <b>SOC3</b> | <b>SOC4</b> |
| SOC <sub>s</sub>  | DE1                        | VH          | A           | VH          | VVH         |
|                   | DE2                        | H           | VH          | AH          | VVH         |
|                   | DE3                        | MH          | H           | AH          | AH          |
|                   | DE4                        | MH          | H           | VVH         | AH          |
|                   | DE5                        | H           | VH          | H           | VVH         |
|                   |                            | <b>MC1</b>  | <b>MC2</b>  | <b>MC3</b>  | <b>MC4</b>  |
| MC <sub>s</sub>   | DE1                        | A           | VH          | ML          | AL          |
|                   | DE2                        | ML          | H           | A           | VL          |
|                   | DE3                        | L           | VH          | ML          | L           |
|                   | DE4                        | L           | A           | ML          | AL          |
|                   | DE5                        | H           | VH          | H           | VH          |



جدول ۵- محاسبه اهمیت کارشناسان تصمیم.

Table 5- Calculation of the importance of decision experts.

| معیارهای اصلی      | SC1           | SC2           | SC3           | SC4           |         |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| SC <sub>s</sub>    | 0.23256       | 0.19107       | 0.16038       | 0.20532       |         |
|                    | 0.33728       | 0.27911       | 0.2648        | 0.25806       |         |
|                    | 0.23255       | 0.19107       | 0.26479       | 0.25806       |         |
|                    | 0.0988        | 0.09467       | 0.10271       | 0.04375       |         |
|                    | 0.0988        | 0.24407       | 0.20731       | 0.2348        |         |
|                    | <b>OPC1</b>   | <b>OPC2</b>   | <b>OPC3</b>   | <b>OPC4</b>   |         |
| OPC <sub>s</sub>   | 0.33728       | 0.30531       | 0.20815       | 0.24717       | 0.14584 |
|                    | 0.0988        | 0.21051       | 0.26162       | 0.24717       | 0.30264 |
|                    | 0.09880       | 0.08943       | 0.26161       | 0.24716       | 0.27535 |
|                    | 0.23256       | 0.30531       | 0.03058       | 0.06728       | 0.03538 |
|                    | 0.23256       | 0.08943       | 0.23803       | 0.19122       | 0.24078 |
|                    | <b>ENVRC1</b> | <b>ENVRC2</b> | <b>ENVRC3</b> | <b>ENVRC4</b> |         |
| ENVRC <sub>s</sub> | 0.40363       | 0.30655       | 0.16215       | 0.11455       |         |
|                    | 0.09792       | 0.04933       | 0.26033       | 0.11455       |         |
|                    | 0.09792       | 0.11612       | 0.26032       | 0.30238       |         |
|                    | 0.2585        | 0.47866       | 0.08034       | 0.30239       |         |
|                    | 0.14202       | 0.04933       | 0.23686       | 0.16613       |         |
|                    | <b>TC1</b>    | <b>TC2</b>    | <b>TC3</b>    | <b>TC4</b>    |         |
| TC <sub>s</sub>    | 0.17126       | 0.14584       | 0.21845       | 0.19398       |         |
|                    | 0.25017       | 0.30264       | 0.24982       | 0.19398       |         |
|                    | 0.27495       | 0.27535       | 0.24981       | 0.31144       |         |
|                    | 0.08486       | 0.03538       | 0.0321        | 0.0528        |         |
|                    | 0.21876       | 0.24078       | 0.24982       | 0.24778       |         |
|                    | <b>ECOC1</b>  | <b>ECOC2</b>  | <b>ECOC3</b>  | <b>ECOC4</b>  |         |
| ECOC <sub>s</sub>  | 0.27411       | 0.11773       | 0.21324       | 0.13161       |         |
|                    | 0.15059       | 0.11773       | 0.14703       | 0.26563       |         |
|                    | 0.15059       | 0.11773       | 0.21324       | 0.26563       |         |
|                    | 0.15059       | 0.43251       | 0.21324       | 0.13161       |         |
|                    | 0.27411       | 0.21429       | 0.21324       | 0.20551       |         |
|                    | <b>SOC1</b>   | <b>SOC2</b>   | <b>SOC3</b>   | <b>SOC4</b>   |         |
| SOC <sub>s</sub>   | 0.09686       | 0.39442       | 0.24417       | 0.25976       |         |
|                    | 0.27528       | 0.19542       | 0.07152       | 0.11036       |         |
|                    | 0.27527       | 0.19542       | 0.16835       | 0.11035       |         |
|                    | 0.1763        | 0.10737       | 0.44443       | 0.25976       |         |
|                    | 0.1763        | 0.10737       | 0.07153       | 0.25976       |         |
|                    | <b>MC1</b>    | <b>MC2</b>    | <b>MC3</b>    | <b>MC4</b>    |         |
| MC <sub>s</sub>    | 0.17561       | 0.11773       | 0.23976       | 0.2505        |         |
|                    | 0.25653       | 0.11773       | 0.23976       | 0.21834       |         |
|                    | 0.25652       | 0.43250       | 0.23976       | 0.25049       |         |
|                    | 0.08701       | 0.11773       | 0.0930        | 0.04069       |         |
|                    | 0.22432       | 0.21429       | 0.18771       | 0.23998       |         |

جدول ۶- ماتریس تصمیم‌گیری فازی فیثاغورثی تجمیع شده.

Table 6- Aggregated pythagorean fuzzy decision matrix.

| ماتریس تصمیم‌گیری تجمیع شده |        | معیارها                |
|-----------------------------|--------|------------------------|
| SC <sub>s</sub>             | SC1    | {0.8422 0.30 0.4479}   |
|                             | SC2    | {0.4238 0.66 0.6203}   |
|                             | SC3    | {0.4735 0.64 0.6051}   |
|                             | SC4    | {0.2694 0.79 0.5507}   |
| OPC <sub>s</sub>            | OPC1   | {0.8422 0.30 0.4479}   |
|                             | OPC2   | {0.8275 0.31 0.4681}   |
|                             | OPC3   | {0.2659 0.79 0.5524}   |
|                             | OPC4   | {0.53437 0.58 0.61485} |
|                             | OPC5   | {0.3264 0.75 0.57529}  |
| ENVRC <sub>s</sub>          | ENVRC1 | {0.6963 0.46 0.55096}  |
|                             | ENVRC2 | {0.68173 0.47 0.56066} |
|                             | ENVRC3 | {0.28247 0.78 0.5584}  |
|                             | ENVRC4 | {0.74826 0.40 0.52925} |
| TC <sub>s</sub>             | TC1    | {0.33516 0.74 0.58315} |
|                             | TC2    | {0.32645 0.75 0.57526} |
|                             | TC3    | {0.33032 0.73 0.59832} |
|                             | TC4    | {0.36459 0.72 0.59048} |
| ECOC <sub>s</sub>           | ECOC1  | {0.74353 0.41 0.52826} |
|                             | ECOC2  | {0.63442 0.49 0.59783} |
|                             | ECOC3  | {0.80716 0.34 0.48258} |
|                             | ECOC4  | {0.56716 0.55 0.61304} |
| SOC <sub>s</sub>            | SOC1   | {0.65141 0.50 0.57067} |
|                             | SOC2   | {0.63083 0.50 0.59334} |
|                             | SOC3   | {0.51295 0.37 0.77458} |
|                             | SOC4   | {0.86079 0.28 0.42501} |
| MC <sub>s</sub>             | MC1    | {0.37681 0.69 0.61799} |
|                             | MC2    | {0.63442 0.49 0.59783} |
|                             | MC3    | {0.43939 0.66 0.60937} |
|                             | MC4    | {0.16337 0.89 0.42568} |

جدول ۷- وزن معیارهای ارایه‌شده توسط کارشناسان تصمیم‌گیری ازنظر LVs.

Table 7- Criteria weights given by the decision experts in terms of LVs.

| معیارها            | DE1    | DE2 | DE3 | DE4 | ماتریس تصمیم‌گیری فازی فیثاغورثی تجمیع شده | مقادیر امتیاز          |              |
|--------------------|--------|-----|-----|-----|--|------------------------|--------------|
|                    |        |     |     |     |  |                        |              |
| SC <sub>s</sub>    | SC1    | HS  | HS  | ES  | HS   | {0.75536 0.39 0.52662} | 0.191074421  |
|                    | SC2    | LS  | S   | HS  | HS   | {0.3996 0.71 0.57984}  | 0.632184262  |
|                    | SC3    | S   | VS  | VS  | HS   | {0.5754 0.58 0.57664}  | 0.593619289  |
|                    | SC4    | S   | S   | VS  | ES   | {0.5264 0.66 0.5360}   | 0.77969806   |
| OPC <sub>s</sub>   | OPC1   | HS  | ES  | HS  | HS   | {0.75536 0.39 0.52662} | 0.191074421  |
|                    | OPC2   | VS  | ES  | VS  | HS   | {0.63489 0.47 0.6132}  | 0.20831438   |
|                    | OPC3   | S   | S   | HS  | VS   | {0.54388 0.64 0.54276} | 0.7826261    |
|                    | OPC4   | S   | S   | HS  | HS   | {0.55348 0.65 0.52073} | 0.52493308   |
|                    | OPC5   | HS  | VS  | HS  | HS   | {0.68879 0.44 0.57616} | 0.729475439  |
| ENVRC <sub>s</sub> | ENVRC1 | VS  | ES  | VS  | VS   | {0.60526 0.49 0.62734} | 0.364602091  |
|                    | ENVRC2 | VS  | HS  | VS  | HS   | {0.64885 0.46 0.60613} | 0.3808512745 |
|                    | ENVRC3 | S   | VS  | HS  | HS   | {0.59139 0.58 0.56023} | 0.7674667224 |
|                    | ENVRC4 | ES  | ES  | HS  | HS   | {0.76502 0.38 0.51994} | 0.3024888116 |
| TC <sub>s</sub>    | TC1    | VS  | S   | VS  | HS   | {0.5754 0.59 0.56640}  | 0.7196668478 |
|                    | TC2    | S   | LS  | VS  | ES   | {0.38204 0.72 0.57934} | 0.7294754389 |
|                    | TC3    | LS  | S   | HS  | ES   | {0.37464 0.73 0.57161} | 0.7138630419 |
|                    | TC4    | VS  | S   | HS  | ES   | {0.57319 0.60 0.55807} | 0.6964410103 |
| ECOC <sub>s</sub>  | ECOC1  | ES  | ES  | VS  | HS   | {0.66582 0.45 0.59513} | 0.3072337666 |
|                    | ECOC2  | VS  | HS  | HS  | VS   | {0.64885 0.47 0.59840} | 0.4237473294 |
|                    | ECOC3  | HS  | HS  | HS  | HS   | {0.75000 0.40 0.52678} | 0.233141735  |
|                    | ECOC4  | VS  | S   | VS  | HS   | {0.5754 0.58 0.57664}  | 0.494035612  |
| SOC <sub>s</sub>   | SOC1   | HS  | VS  | HS  | HS   | {0.68879 0.44 0.57616} | 0.413988294  |
|                    | SOC2   | VS  | VS  | VS  | HS   | {0.62079 0.48 0.61985} | 0.427835719  |
|                    | SOC3   | HS  | HS  | HS  | ES   | {0.75536 0.39 0.52662} | 0.271456759  |
|                    | SOC4   | ES  | VS  | HS  | HS   | {0.67975 0.45 0.57917} | 0.169115715  |
| MC <sub>s</sub>    | MC1    | VS  | S   | VS  | VS   | {0.5629 0.58 0.58884}  | 0.673978934  |
|                    | MC2    | VS  | ES  | HS  | HS   | {0.67975 0.44 0.58680} | 0.423747329  |
|                    | MC3    | VS  | HS  | VS  | ES   | {0.63489 0.47 0.61320} | 0.626066025  |
|                    | MC4    | S   | S   | HS  | ES   | {0.53475 0.66 0.52767} | 0.891559193  |



۱۰۲۷

Table 8- Pythagorean fuzzy SWARA results.

| رتبه | $W_j$   | $P_j$   | $K_j$   | مقادیر قطعی $S_j$ | معیارها |
|------|---------|---------|---------|-------------------|---------|
| 15   | 0.03447 | 1       | 1       | 0.80710197        | MC4     |
| 29   | 0.03172 | 0.9201  | 1.08683 | 0.7202685545      | ENVRC3  |
| 1    | 0.03715 | 1.07761 | 1.00856 | 0.71170615        | SC4     |
| 14   | 0.03455 | 1.00227 | 1.00628 | 0.7055427951      | OPC3    |
| 24   | 0.03328 | 0.96539 | 1.04235 | 0.663073952       | OPC5    |
| 4    | 0.03593 | 1.04235 | 1       | 0.6630739515      | TC2     |
| 20   | 0.0343  | 0.99501 | 1.00502 | 0.6580539013      | TC1     |
| 16   | 0.03447 | 0.99997 | 1.00505 | 0.6529998687      | TC3     |
| 22   | 0.03417 | 0.9913  | 1.01387 | 0.63912709        | MC1     |
| 23   | 0.03393 | 0.98413 | 1.03022 | 0.608903833       | SC2     |
| 11   | 0.03459 | 1.00344 | 1.0267  | 0.582207577       | MC3     |
| 7    | 0.03515 | 1.01978 | 1.00678 | 0.5754251968      | TC4     |
| 19   | 0.03436 | 0.99683 | 1.00999 | 0.565436587       | SC3     |
| 28   | 0.03218 | 0.93347 | 1.08198 | 0.483459461       | ENVRC4  |
| 2    | 0.03689 | 1.0701  | 1.0111  | 0.472362689       | OPC4    |
| 27   | 0.03265 | 0.94705 | 1.06763 | 0.404735623       | SOC1    |
| 6    | 0.03545 | 1.02846 | 1.03808 | 0.3666509463      | ECOC2   |
| 13   | 0.03458 | 1.00321 | 1.03476 | 0.331890075       | MC2     |
| 9    | 0.03473 | 1.00743 | 1.02713 | 0.304762055       | SOC2    |
| 8    | 0.035   | 1.01521 | 1.01174 | 0.2930187382      | ECOC1   |
| 10   | 0.03466 | 1.00536 | 1.00635 | 0.2866728124      | ENVRC4  |
| 26   | 0.03281 | 0.95188 | 1.05722 | 0.229452575       | ECOC3   |
| 5    | 0.03591 | 1.04177 | 1.01483 | 0.214625911       | ENVRC1  |
| 25   | 0.03327 | 0.96506 | 1.05157 | 0.163057753       | SC1     |
| 3    | 0.03612 | 1.04777 | 1.00362 | 0.1594357397      | ENVRC2  |
| 12   | 0.03458 | 1.00322 | 1.0004  | 0.159039763       | SOC4    |
| 17   | 0.03446 | 0.99985 | 1.00054 | 0.158495923       | SOC3    |
| 21   | 0.03421 | 0.99249 | 1.00812 | 0.150378794       | OPC1    |
| 18   | 0.03439 | 0.99772 | 1.01042 | 0.139960795       | OPC2    |



## ۵- نتایج و پیشنهادها

زنجیره‌تامین دایره‌ای یک موضوع تحقیقاتی نوظهور در سال‌های اخیر است و پتانسیل بالایی برای بهبود کارایی سازمان‌های تولیدی از نظر سه بعد پایداری دارد. این یک راه‌حل جایگزین برای مدل زنجیره‌تامین خطی (گرفتن، ساخت، مصرف و دفع) تولید است. اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای اثربخشی عملیات زنجیره‌تامین را افزایش می‌دهد. اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای چندین مزیت قابل توجه مانند بهبود کارایی منابع، کارایی زنجیره‌تامین، رشد اقتصادی، پیشنهادهای ارزش، استراتژی پایان عمر، رقابت‌پذیری و ... دارد که ممکن است یک سازمان به آن‌ها دست یابد. شناسایی چالش‌های حیاتی پذیرش زنجیره‌تامین دایره‌ای برای سازمان‌های تولیدی آسان نیست؛ بنابراین، این پژوهش چندین چالش کلیدی را که سازمان‌های تولیدی در طول اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای با آن مواجه شده‌اند، بررسی و تحلیل می‌کند که در صنعت داروسازی استان گیلان مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع ۲۹ چالش اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای بر اساس بررسی ادبیات و نظرات کارشناسان شناسایی شده است. چالش‌های زنجیره‌تامین دایره‌ای انتخاب‌شده به هفت معیار اصلی یعنی چالش‌های استراتژیک ( $SCs$ )، چالش‌های عملیاتی ( $OPCs$ )، چالش‌های محیطی ( $ENVRCs$ )، چالش‌های فناورانه ( $TCs$ )، چالش‌های اقتصادی ( $ECOCs$ )، چالش‌های اجتماعی ( $SOCs$ ) و چالش‌های بازار و رقابت ( $MCs$ ) دسته‌بندی می‌شوند. چالش‌های انتخاب‌شده بر اساس وزن‌های نسبی به دست آمده رتبه‌بندی شدند. ابهام و عدم دقت در تصمیم‌گیری به‌طور موثر توسط مجموعه‌های فازی فیثاغورثی کنترل می‌شود.

بنابراین، با استفاده از روش سوارا که با اعداد فازی-فیثاغورثی ادغام شده است، مشاهدات زیر حاصل شده است، «عدم وجود شبکه هم‌زیستی صنعتی ( $SC4$ )» که معیار اصلی چالش‌های استراتژیک در رتبه اول را قرار دارد و وزن  $0/03715$  به دست آمده است. پس از آن «فقدان مسئولیت اجتماعی شرکت و استانداردهای اخلاقی ( $OPC4$ )» از چالش‌های عملیاتی ( $0/03689$ ) و «استراتژی‌های انتخاب‌تأمین‌کننده ناکارآمد ( $ENVRC2$ )» از چالش‌های محیطی ( $0/03612$ ) در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. این تحقیق دارای محدودیت‌هایی است. نظر ذهنی اخذشده از کارشناسان در سازمان مورد مطالعه، ممکن است سوگیری بر نتایج نهایی مطالعه تأثیر بگذارد؛ بنابراین، نتیجه را می‌توان با استفاده از تکنیک مدل‌سازی معادلات ساختاری بررسی کرد. این پژوهش در صنعت داروسازی استان گیلان محدود می‌شود.



چالش‌های زنجیره دایره‌ای انتخاب شده را می‌توان با استفاده از سایر تکنیک‌های تصمیم‌گیری پیشرفته مانند واسپاس<sup>۱</sup>، کوپراس<sup>۲</sup>، تودیم<sup>۳</sup>، الکتراه<sup>۴</sup>، بهترین-بدترین<sup>۵</sup>، تاپسیس<sup>۶</sup>، ویکور<sup>۷</sup> و پرومته<sup>۸</sup> تحت یک محیط فازی فیثاغورثی ارزیابی کرد. تحقیق در مورد زنجیره تامین دایره‌ای در مرحله اولیه است و فرصت‌های تحقیقاتی متعددی در مدل‌سازی کمی و کاربرد آن در مسایل زندگی واقعی دارد. علاوه بر این، حوزه‌های تحقیقاتی مانند تولید افزودنی، تولید هوشمند، بوم‌شناسی صنعتی، مدیریت منابع و ... پتانسیل زیادی برای دستیابی به رشد اقتصادی-اجتماعی در دیدگاه‌های پایداری دارند. علاوه بر این، جمعیت رو به رشد، کمبود منابع، روابط پیچیده اجتماعی-اقتصادی، عدم قطعیت در عوامل مرتبط با پایداری و غیرخطی بودن در میان عوامل، نیازمند بهینه‌سازی شبکه زنجیره تامین با توسعه الگوریتم‌ها و ابزارهای برنامه‌نویسی کارآمد است. شکاف‌های شناسایی شده و فرصت‌های آینده چشم‌اندازی را برای محققان، دست‌اندرکاران و سیاست‌گذاران فراهم می‌کند تا تحقیقات زنجیره تامین دایره‌ای را بیش‌تر گسترش دهند.

## منابع

- [1] Goyal, S., Esposito, M., & Kapoor, A. (2018). Circular economy business models in developing economies: lessons from India on reduce, recycle, and reuse paradigms. *Thunderbird international business review*, 60(5), 729–740. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tie.21883>
- [2] Genovese, A., Acquaye, A. A., Figueroa, A., & Koh, S. C. L. (2017). Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: evidence and some applications. *Omega*, 66, 344–357. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305048315001322>
- [3] Masi, D., Day, S., & Godsell, J. (2017). Supply chain configurations in the circular economy: a systematic literature review. *Sustainability*, 9(9). <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/9/1602>
- [4] Homrich, A. S., Galvão, G., Abadia, L. G., & Carvalho, M. M. (2018). The circular economy umbrella: trends and gaps on integrating pathways. *Journal of cleaner production*, 175, 525–543. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617327221>
- [5] Hussain, M., & Malik, M. (2020). Organizational enablers for circular economy in the context of sustainable supply chain management. *Journal of cleaner production*, 256, 120375. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620304224>
- [6] Farooque, M., Zhang, A., Thürer, M., Qu, T., & Huisingh, D. (2019). Circular supply chain management: a definition and structured literature review. *Journal of cleaner production*, 228, 882–900. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619314003>
- [7] Michael Bernon, B. T., & Ripanti, E. F. (2018). Aligning retail reverse logistics practice with circular economy values: an exploratory framework. *Production planning & control*, 29(6), 483–497. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1449266>
- [8] Kamali Saraji, M., Streimikiene, D., & Kyriakopoulos, G. L. (2021). Fermatean fuzzy CRITIC-COPRAS method for evaluating the challenges to industry 4.0 adoption for a sustainable digital transformation. *Sustainability*, 13(17). <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/17/9577>
- [9] Castro, D. M., & Silv Parreiras, F. (2021). A review on multi-criteria decision-making for energy efficiency in automotive engineering. *Applied computing and informatics*, 17(1), 53–78. <https://doi.org/10.1016/j.aci.2018.04.004>
- [10] Adar, E., Karatop, B., Bilgili, M. S., & İnce, M. (2020). Prioritization of the treatment and disposal methods of wastes containing polychlorinated biphenyl by fuzzy multi-criteria decision-making and risk assessment. *Environmental monitoring and assessment*, 192(7), 423. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08391-2>
- [11] Khishtandar, S., Zandieh, M., & Dorri, B. (2017). A multi criteria decision making framework for sustainability assessment of bioenergy production technologies with hesitant fuzzy linguistic term sets: the case of Iran. *Renewable and sustainable energy reviews*, 77, 1130–1145. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116309820>
- [12] Zhang, A., Wang, J. X., Farooque, M., Wang, Y., & Choi, T. M. (2021). Multi-dimensional circular supply chain management: a comparative review of the state-of-the-art practices and research. *Transportation research part E: logistics and transportation review*, 155, 102509. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554521002702>
- [13] Roci, M., Salehi, N., Amir, S., Shoaib-ul-Hasan, S., Asif, F. M. A., Mihelič, A., & Rashid, A. (2022). Towards circular manufacturing systems implementation: A complex adaptive systems perspective using modelling and simulation as a quantitative analysis tool. *Sustainable production and consumption*, 31, 97–112. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352550922000306>
- [14] Sehnem, S., Chiappetta Jabbour, C. J., Farias Pereira, S. C., & de Sousa Jabbour, A. B. L. (2019). Improving sustainable supply chains performance through operational excellence: circular economy approach. *Resources, conservation and recycling*, 149, 236–248.

<sup>1</sup> Waspas<sup>2</sup> Copras<sup>3</sup> Todim<sup>4</sup> Electree<sup>5</sup> Bwm<sup>6</sup> Topsis<sup>7</sup> Vikor<sup>8</sup> Promethee





- [15] Loomba, A. P. S., & Nakashima, K. (2012). Enhancing value in reverse supply chains by sorting before product recovery. *Production planning & control*, 23(2–3), 205–215. <https://doi.org/10.1080/09537287.2011.591652>
- [16] Mangla, S. K., Luthra, S., Mishra, N., & Akshith, S. (2018). Barriers to effective circular supply chain management in a developing country context. *Production planning & control*, 29(6), 551–569. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1449265>
- [17] Tura, N., Hanski, J., Ahola, T., Ståhle, M., Piiparinen, S., & Valkokari, P. (2019). Unlocking circular business: a framework of barriers and drivers. *Journal of cleaner production*, 212, 90–98. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618336059>
- [18] Bushman, R. M., & Smith, A. J. (2001). Financial accounting information and corporate governance. *Journal of accounting and economics*, 32(1), 237–333. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165410101000271>
- [19] Armstrong, C. S., Blouin, J. L., & Larcker, D. F. (2012). The incentives for tax planning. *Journal of accounting and economics*, 53(1), 391–411. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165410111000371>
- [20] Xie, B., Davidson, W. N., & DaDalt, P. J. (2003). Earnings management and corporate governance: the role of the board and the audit committee. *Journal of corporate finance*, 9(3), 295–316. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929119902000068>
- [21] Demirbas, D., & Yukhanaev, A. (2011). Independence of board of directors, employee relation and harmonisation of corporate governance: empirical evidence from Russian listed companies. *Employee relations*, 33(4), 444–471.
- [22] Nodeh, A. J., & Gerayli, M. S. (2020). Political connections and related-party transactions: evidence from Iranian firms. *Advance in mathematical finance*, 5(3), 319–330. [https://amfa.arak.iau.ir/article\\_666220.html](https://amfa.arak.iau.ir/article_666220.html)
- [23] Lee, S., Kim, Y. K., Kim, K., & others. (2016). Corporate governance, firm risk, and corporate social responsibility: evidence from Korean firms. *Journal of applied business research (JABR)*, 32(1), 303–316. <https://clutejournals.com/index.php/JABR/article/view/9539>
- [24] Azeez, A. A. (2015). Corporate governance and firm performance: evidence from Sri Lanka. *Journal of finance and bank management*, 3(1), 180–189. <https://www.researchgate.net/profile/Athambawa->
- [25] Bansal, N., & Sharma, A. K. (2016). Audit committee, corporate governance and firm performance: empirical evidence from India. *International journal of economics and finance*, 8(3), 103–116. <https://www.academia.edu/download/85651147/719030842fe658939c5dbc9219d3744e9db1.pdf>
- [26] Baxamusa, M., Mohanty, S., & Rao, R. P. (2015). Information asymmetry about investment risk and financing choice. *Journal of business finance & accounting*, 42(7–8), 947–964. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jbfa.12128>
- [27] Chen, I. J., & Chen, S. S. (2017). Corporate governance and the investment efficiency of diversified corporate asset buyers. *Journal of applied corporate finance*, 29(1), 99–114. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jacf.12224>
- [28] Chung, K. H., & Zhang, H. (2011). Corporate governance and institutional ownership. *Journal of financial and quantitative analysis*, 46(1), 247–273. DOI:10.1017/S0022109010000682
- [29] Kostova, T., & Roth, K. (2002). Adoption of an organizational practice by subsidiaries of multinational corporations: institutional and relational effects. *Academy of management journal*, 45(1), 215–233. <https://doi.org/10.5465/3069293>
- [30] Guo, H., Xu, E., & Jacobs, M. (2014). Managerial political ties and firm performance during institutional transitions: an analysis of mediating mechanisms. *Journal of business research*, 67(2), 116–127. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296312003190>
- [31] North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge university press.
- [32] Candela, G., & Figini, P. (2012). The Economics of tourism destinations. In *The economics of tourism destinations* (pp. 73–130). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-20874-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20874-4_4)
- [33] Nasiri Aghdam, A. (2008). *Important factors on handwoven carpets in terms of exchange economy and institutional economy* [Thesis]. <https://noordoc.ir/thesis/17672>.
- [34] Baniasad, R., & Masoud Shekari Khiadani, M. (2020). Meta-synthesis of soft-systems methodology in strategic management analysis. *Journal of iranian public administration studies*, 3(1), 27–65. (In Persian). [https://www.jipas.ir/article\\_119812.html](https://www.jipas.ir/article_119812.html)
- [35] Atanassov, K., & Georgiev, C. (1993). Intuitionistic fuzzy prolog. *Fuzzy sets and systems*, 53(2), 121–128. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016501149390166F>
- [36] Yager, R. R. (2013). Pythagorean fuzzy subsets. *Proceedings of the 2013 Joint IFSA World Congress and NAFIPS Annual Meeting, IFSA/NAFIPS 2013* (pp. 57–61). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6608375>
- [37] Lahane, S., & Kant, R. (2021). Evaluation and ranking of solutions to mitigate circular supply chain risks. *Sustainable production and consumption*, 27, 753–773. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352550921000348>
- [38] Rani, P., Mishra, A. R., Mardani, A., Cavallaro, F., Štreimikienė, D., & Khan, S. A. R. (2020). Pythagorean fuzzy SWARA–VIKOR framework for performance evaluation of solar panel selection. *Sustainability*, 12(10). <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/10/4278>
- [39] Urbinati, A., Franzò, S., & Chiaroni, D. (2021). Enablers and Barriers for circular business models: an empirical analysis in the Italian automotive industry. *Sustainable production and consumption*, 27, 551–566. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352550921000221>
- [40] Mardani, A., Saraji, M. K., Mishra, A. R., & Rani, P. (2020). A novel extended approach under hesitant fuzzy sets to design a framework for assessing the key challenges of digital health interventions adoption during the COVID-19 outbreak. *Applied soft computing*, 96, 106613. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106613>



- [41] Govindan, K., & Hasanagic, M. (2018). A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. *International journal of production research*, 56(1–2), 278–311. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402141>
- [42] Garza-Reyes, J. A., Valls, A. S., Nadeem, S. P., Anosike, A., Kumar, V. (2019). A circularity measurement toolkit for manufacturing SMEs. *International journal of production research*, 57(23), 7319–7343. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1559961>
- [43] Merli, R., Preziosi, M., & Acampora, A. (2018). How do scholars approach the circular economy? a systematic literature review. *Journal of cleaner production*, 178, 703–722. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617330718>
- [44] Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of cleaner production*, 115, 36–51. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615018661>
- [45] Kumar, V., Sezersan, I., Garza-Reyes, J. A., Gonzalez, E. D. R. S., & AL-Shboul, M. A. (2019). Circular economy in the manufacturing sector: benefits, opportunities and barriers. *Management decision*, 57(4), 1067–1086. <https://doi.org/10.1108/MD-09-2018-1070>
- [46] García-Quevedo, J., Jové-Llopis, E., & Martínez-Ros, E. (2020). Barriers to the circular economy in European small and medium-sized firms. *Business strategy and the environment*, 29(6), 2450–2464. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bse.2513>
- [47] D'Agostin, A., de Medeiros, J. F., Vidor, G., Zulpo, M., & Moretto, C. F. (2020). Drivers and barriers for the adoption of use-oriented product-service systems: a study with young consumers in medium and small cities. *Sustainable production and consumption*, 21, 92–103. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352550919301381>
- [48] Khandelwal, C., & Barua, M. K. (2020). Prioritizing circular supply chain management barriers using fuzzy AHP: case of the Indian plastic industry. *Global business review*, 25(1), 232–251. <https://doi.org/10.1177/0972150920948818>
- [49] Zhang, A., Venkatesh, V. G., Liu, Y., Wan, M., Qu, T., & Huisingh, D. (2019). Barriers to smart waste management for a circular economy in China. *Journal of cleaner production*, 240, 118198. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619330689>
- [50] Lahane, S., Kant, R., & Shankar, R. (2020). Circular supply chain management: a state-of-art review and future opportunities. *Journal of cleaner production*, 258, 120859. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620309069>
- [51] Li, Q., Guan, X., Sh, T., S., & Jiao, W. (2020). Green product design with competition and fairness concerns in the circular economy ERA. *International journal of production research*, 58(1), 165–179. DOI:10.1080/00207543.2019.1657249
- [52] Agyemang, M., Kusi-Sarpong, S., Khan, S. A., Mani, V., Rehman, S. T., & Kusi-Sarpong, H. (2019). Drivers and barriers to circular economy implementation. *Management decision*, 57(4), 971–994. <https://doi.org/10.1108/MD-11-2018-1178>