E-ISSN: 2676-6159 | P-ISSN: 2538-5079

Journal of Decisions and Operations Research

www.journal-dmor.ir

J. Decis. Oper. Res. Vol. 8, No. 4 (2023) 1015–1031.

Paper Type: Original Article

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

Samaneh Rash[1], Mostafa Ebrahimpour Azbari[2,*], Mohamad Rahim Ramezanian[2]

[1] *Department of Industrial Management - Production and Operations, Faculty of Management and Economics, Gilan University, Rasht, Iran; samaneh.rash@gmail.com.*

[2] *Department of Management, Faculty of Management and Economics, Gilan University, Rasht, Iran; mostafaim@gmail.com; ramazanian@guilan.ac.ir.*

Citation:

Rash, S., Ebrahimpour Azbari, M., & Ramezanian, M. R. (2023). Identifying and ranking the circular supply chain implementation challenges using pythagorean fuzzy SWARA approach (case of study: pharmaceutical industry of Gilan 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 Gilan 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).

Journal of Decisions and Operations Research

تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات

دوره ۸، شماره (۴)، (۱۴۰۲)، ۱۰۳۱-۱۰۱۵

www.journal-dmor.ir

نوع مقاله: پژوهشی

شناسایی و رتبه‌بندی چالش‌های اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای با استفاده از رویکرد سوارا فازی-فیثاغورثی (موردمطالعه: صنعت داروسازی استان گیلان)

سمانه راش[۱]، مصطفی ابراهیم‌پور ازبری[۲،*]، محمدرحیم رمضانیان[۲]

[۱]گروه مدیریت صنعتی- تولید و عملیات، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

[۲]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. زنجیره‌تامین‌دایره‌ای[۱] در چند سال اخیر شتاب بیش‌تری به‌دست آورده است و به‌عنوان یکی از رویکردهای پایدار و نوآورانه برای صنعت تولید عمل می‌کند. پذیرش زنجیره‌تامین دایره‌ای جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی سیستم تولید و زنجیره‌تامین را افزایش می‌دهد. با این‌حال، تحقیقات بسیار کمی در مورد شناسایی و کاوش چالش‌های متعدد برای اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای در کشورهای درحال‌توسعه، انجام‌شده است؛ بنابراین، هدف این تحقیق بررسی و ارزیابی چالش‌های اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای در بخش تولید است.

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

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

اصالت/ارزش‌افزوده علمی: این پژوهش به‌عنوان گامی برای دست‌اندرکاران صنعت به‌منظور اتخاذ کارآمد و موثر زنجیره‌تامین دایره‌ای عمل می‌کند.

کلیدواژه‌ها: چالش‌های اجرا در کشورهای درحال‌توسعه، زنجیره‌تامین 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 ازنظر اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای (چرخشی) کرده‌اند. زنجیره‌تامین دایره‌ای اصول اقتصاد دایره‌ای را در سیستم زنجیره‌تامین ترکیب می‌کند. سیستم

[1] Circular Supply Chain (CSC)

* نویسنده مسئول

mostafaim@gmail.com

تولید و مصرف صنعتی سنتی مبتنی بر مدل اقتصاد خطی (برداشتن، ساختن، مصرف کردن و دور ریختن) است [1]. عمدتا در سیستم زنجیره‌تامین 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 زنجیره‌تامین وجود دارد [4]. از دیدگاه پایداری، استراتژی‌های اقتصاد دایره‌ای می‌تواند از تلاش‌ها برای ادغام کلی‌نگر ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی در طول زنجیره‌تامین حمایت کند [5].

ازاین‌رو، دامنه جدیدی از پایداری در زنجیره‌تامین به نام مدیریت زنجیره‌تامین دایره‌ای معرفی‌شده است [6]. زنجیره‌تامین 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. زنجیره‌تامین 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[1]، یکپارچه‌سازی فرآیند، سیستم خدمات محصول، نوآوری زیست‌محیطی، لجستیک معکوس و ... را به‌هم مرتبط می‌کند [7]. سازمان‌های تولید می‌توانند با اتخاذ زنجیره‌تامین دایره‌ای به مزایایی مانند بهره‌وری منابع و مواد، بهبود طراحی محصول، بهبود کارایی اجتماعی و اقتصادی، پایداری محیطی، رقابت و افزایش استراتژی‌های تولید را به‌دست آورند. زنجیره‌تامین 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 زنجیره‌تامین دایره‌ای را پذیرفته‌اند. آن‌ها هنجارها، قوانین، سیاست‌های مقرراتی سخت‌گیرانه‌ای نسبت به اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای دارند. با این‌حال، کشورهای درحال‌توسعه، هنوز با چالش‌هایی برای پذیرش موثر و کارآمد زنجیره‌تامین 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 توجیه‌تری را ارایه می‌دهند، زیرا امکان رسیدگی به تضادها و تضادها در تصمیم‌گیری وجود دارد [8]. علاوه‌براین، 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].

اخیرا، مجموعه‌های فازی فیثاغورثی[2] 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 گرفته‌شده 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[3] مورداستفاده قرارگرفته است؛ زیرا قضاوت‌های انسانی معمولا هنگام انتخاب یک جایگزین در مورد معیارهای متعدد با سطوح مختلف اهمیت دقیق نیستند. در چند دهه اخیر، تعمیم‌های متعددی از مجموعه‌های فازی ایجادشده است، مانند مجموعه‌های فازی با ارزش بازه‌ای *IFSs*[4]، مجموعه‌های مبهم، مجموعه‌های فازی مردد و مجموعه‌های فازی فیثاغورث [11].

روش تحلیل گام‌به‌گام نسبت اوزان تحلیل گام‌به‌گام نسبت اوزان[5] 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.

---

[1] Fourth industrial revolution", "4IR", or "industry 4.0

[2] Pythagorean Fuzzy Set (PFS)

[3] Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

[4] Interval-Valued Fuzzy Sets (IVFSs)

[5] Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)

روش سوارا جهت گردآوری و هماهنگی اطلاعات به‌دست‌آمده از کارشناسان و صاحب‌نظران مفید است. کاربردهای این تکنیک ساده هستند و کارشناسان در زمینه‌های مختلف می‌توانند به‌سادگی با مقصود اصلی این روش ارتباط برقرار کنند.

با توجه به مطالب ارایه‌شده، مساله اصلی این پژوهش این است که چگونه می‌توان چالش‌های کلیدی پیاده‌سازی زنجیره‌تامین دایره‌ای را شناسایی و رتبه‌بندی نماییم. لذا در این تحقیق از روش سوآرا فازی فیثاغورثی (*PF-SWARA*) استفاده‌شده است. *PF-SWARA* مشکل عدم قطعیت در تصمیم‌گیری را کنترل می‌کند و وزن نسبی چالش‌ها را برای پذیرش زنجیره‌تامین دایره‌ای پیدا می‌کند. درنهایت، بر اساس وزن‌های به‌دست‌آمده، چالش‌های زنجیره‌تامین دایره‌ای رتبه‌بندی می‌شوند.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

فاروک و همکاران [6] یک تعریف رسمی از "زنجیره‌تامین دایره‌ای به‌عنوان" ادغام تفکر دایره‌ای در مدیریت زنجیره‌تامین 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 زنجیره‌تامین از طراحی محصول/خدمات تا پایان عمر و مدیریت ضایعات بازسازی می‌کند و همه سهامداران در یک محصول/خدمت را درگیر می‌کند.

اخیرا، بررسی تطبیقی تحقیقات دانشگاهی و موارد اجرای عملی توسط ژانگ و همکاران [12] نشان می‌دهد که *CSCM* شامل ابعاد متعددی است، ازجمله *SCM* حلقه بسته، *SCM* معکوس، *SCM* بازسازی، *SCM* بازیافت و هم‌زیستی صنعتی. مفهوم نوظهور CSCM پیشرفت عمده در حوزه پایداری زنجیره‌تامین ایجاد می‌کند. *CSCM* شامل چرخه‌های ترمیمی (برای مواد فنی) و احیاکننده (برای مواد بیولوژیکی) است که بر اساس فلسفه *CE* طراحی‌شده‌اند. واقعیت این است که فعالیت‌های زنجیره‌تامین دایره‌ای در ایجاد، تحویل و حفظ ارزش دخیل است و طراحی آن و عملکرد به‌طور قابل‌توجهی تحت‌تاثیر 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 ناگسستنی 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 غیرقابل‌کنترل، ناکافی بودن منابع، تغییرات شدید آب‌وهوا و آلودگی هوا چیره شوند [14].

CSC این پتانسیل را دارد که منابع را تا زمانی‌که ممکن است در استفاده نگه دارد، ازاین‌رو تولید زباله را در هر مرحله از عمر محصول کاهش می‌دهد. هنگامی‌که *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 این‌حال، به‌دلیل 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 *SCth* صنعتی ایفا کنند وجود دارد. در سراسر جهان، مطالعات متعددی با تمرکز بر دیدگاه‌های مختلف مدل‌های CSC در زمینه SC انجام‌شده است مکررا 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، چهارعنصر لازم است که به‌خوبی موردتوجه قرار گیرند، یعنی طراحی محصول دایره‌ای، لجستیک معکوس، مدل‌های کسب‌وکار خدماتی و توانمندسازی‌ها. در این رابطه محققان معتقد بودند معمولا برای یک شرکت غیرممکن است که *SC* خود را به‌طور ناگهانی و کاملا دوباره طراحی کند. با این‌حال، می توان 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 شناسایی‌شده را اولویت‌بندی یا تجزیه‌وتحلیل نکردند. منگلا و همکاران [16] سعی در تعیین و تجزیه‌وتحلیل موانع مختلف برای *CSCth* در زمینه صنعت خودرو هند داشت.

بعد از شناسایی معیارهای اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای با روش فراترکیب که در بخش روش‌شناسی توضیح داده خواهد شد؛ به‌این‌علت که مدتی است از اهمیت پرورش نظریه‌های بنگاه‌ها در دستیابی به رشد و توسعه عملکرد و ارتقا بهره‌وری بنگاه سخن به میان می‌آید؛ به‌عنوان یک ایده، سعی شد با استفاده از نظریه‌ها، دسته‌بندی از معیارهای شناسایی‌شده 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 شرکت، 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. هم چنین 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 به‌تبع آن کاهش مشکلات در مدیریت کلان شرکت تلاش می‌کند. وجود یک هیات‌مدیره کارا به‌عنوان 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 [28]–[19].

نظریه نهادی

نظریه نهادی بر پایه سه ستون و اصل (قانونی، هنجاری و نهادی) بنانهاده شده است. پژوهش‌ها در این زمینه نشان می‌دهد که سه ساختار نام‌برده به‌عنوان ستون‌های سازمان به‌منظور تجزیه‌وتحلیل نیروها و فشارهای نهادی واردشده به شرکت‌ها معرفی‌شده‌اند [29]. نظریه نهادی به طرز فزآینده‌ای در حال تبدیل‌شدن به یک چشم‌انداز استراتژیک در اقتصادهای در حال گذار است؛ در اقتصادهای در حال گذار این واقعیت وجود دارد که به‌منظور به‌دست آوردن منابع و فرصت‌های بیش‌تر، شرکت‌ها نیاز به استفاده موثر از نهاده 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 به‌منظور بهبود موقعیت چانه‌زنی یا برای حفاظت خود از ضررهای ناشی از پیمان‌شکنی شریک تجاری معامله، تحمیل می‌شوند. چنین هزینه‌هایی را نیز می‌توان به‌طور مناسبی به‌عنوان هزینه‌های مبادلاتی به‌حساب آورد. هزینه مبادلاتی کاربرد رو به گسترشی دارند و سازمان‌ها به‌وسیله 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 به‌واسطه 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 تخصص گرایی ممکن است به‌دست آید، تحقق نخواهد یافت؛ بدین ترتیب، هزینه‌های مبادله نه‌تنها ترتیبات قراردادی را تحت‌تاثیر قرار می‌دهند، بلکه بر کالاها و خدمات تولیدی نیز اثر می‌گذارند [31].

رانش و همکاران / تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، دوره ۸، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، صفحه: ۱۰۳۱-۱۰۱۵

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 سلایق 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 قابل‌فروش 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 متاثر 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 درحال‌توسعه، در بخش یافته‌ها ارایه 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 تجزیه‌وتحلیل کنند و به نتایج روشن برسند که در ادامه روش فراترکیب برای شناسایی معیارهای اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای و روش سوارا فازی-فیثاغورثی برای رتبه‌بندی معیارها معرفی می‌گردد.

۳_ روش پژوهش

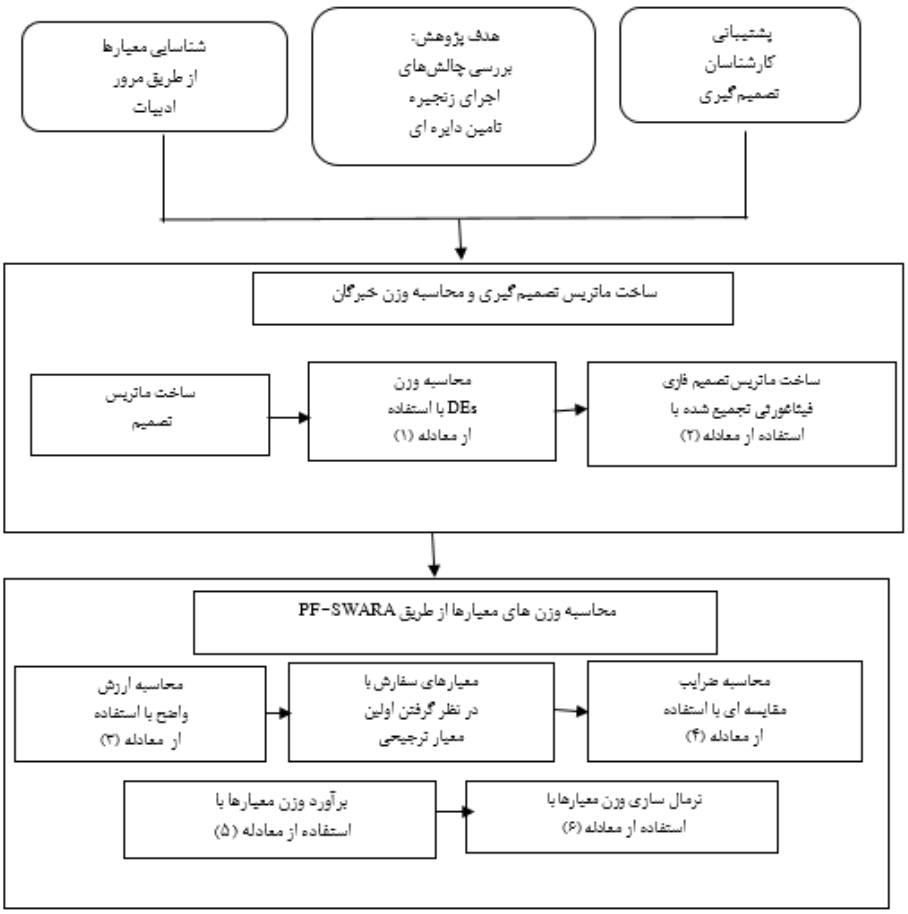
می‌توان بیان نمود که این پژوهش بر اساس هدف از نوع تحقیق و توسعه که خود یک نوع تحقیق کاربردی است، می‌باشد؛ زیرا درصدد توسعه دانش کاربردی در یک زمینه خاص است. روش جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش در ابتدا با استفاده از روش فراترکیب که یک روش تحقیق کیفی محسوب می‌شود ابزار گردآوری داده‌های مطالعات کتابخانه‌ای 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 انجام‌شده است. در ادامه مراحل انجام پژوهش، در **شکل ۱** شرح داده‌شده است.

فراترکیب[1] 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 قبلا پیرامون یک حیطه موضوعی خاص به انجام رسیده‌اند. به‌واقع در فراترکیب اطلاعات و یافته‌های استخراج‌شده از مطالعات دیگر با موضوع مرتبط و مشابه موردبررسی و تحلیل قرار می‌گیرد. در این زمینه داده‌های گردآوری‌شده از این مطالعات به‌صورت کیفی است، نه کمی.

درنتیجه 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 تجزیه‌وتحلیل داده ثانویه و داده اصل از مطالعات منتخب نیز نیست؛ بلکه تحلیل یافته‌های این مطالعه‌هاست. به عبارتی، فراترکیب بر مطالعه‌های کیفی که لزوما مبانی نظری وسیعی را شامل نمی‌شود، تمرکز دارد و به‌جای ارایه 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 بررسی‌شده را نشان می‌دهد. مشابه نگرش نظام‌مند، استفاده از فراتلفیق نتیجه‌ای را حاصل می‌کند که بزرگ‌تر از مجموع بخش‌هایش است.

[1] 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- teps 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.
٤. انتخاب پژوهش‌های مرتبط.
٥. استخراج کدها و مفاهیم.
٦. کنترل کیفیت.
۷. تجزیه‌وتحلیل 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. به‌منظور جست‌وجوی متون پژوهشی از کلیدواژه‌های متفاوت و متنوعی استفاده شد. بررسی کلیدواژه‌ها از طریق جست‌وجوی عنوانی تیتر، چکیده، کلمات کلیدی و متن مقالات به‌صورت 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 استثنا کردن پژوهش‌ها و انتخاب پژوهش‌ها

در این بخش، پژوهش‌های به‌دست‌آمده، انتخاب و محتوای آن‌ها موردمطالعه قرار گرفت. به‌این‌ترتیب، نخست، ۳۳ پژوهش مرتبط شناسایی شد که از این تعداد، ۱۲ پژوهش فاقد معیار ورود به پژوهش بودند؛ بنابراین، تعداد ۲۱ پژوهش درمجموع تمامی پژوهش‌ها مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند.

استخراج کدها و مفاهیم

مقالات پالایش‌شده نهایی و بخش‌های موردتوجه 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 موردمطالعه قرار می‌گیرند، انجام داد.

تجزیه‌وتحلیل 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. پس‌ازآن، 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 این‌حال، در برخی شرایط، این مجموعه‌ها برای تحقق شرایط برای درجه عضویت و عدم عضویت بیش‌تر از یک مجموعه کوتاه می‌شوند. ازآن‌جایی‌که این مجموعه‌ها قادر به ثبت موقعیت نیستند، بعدا مجموعه‌های فازی فیثاغورث توسط یاگر [36] در سال ۲۰۱۳ توسعه یافتند. این مجموعه‌ها درجایی استفاده می‌شوند که مجموعه‌های فازی شهودی نمی توانند به عدم قطعیت مربوط به مشکلات تصمیم‌گیری بپردازند.

سوارا یکی از رویکردهای تصمیم‌گیری چند شاخصه ارایه‌شده 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[1] در روش سوارا برای مقابله با عدم قطعیت مرتبط با داده‌های ورودی دریافتی از پانل تصمیم‌گیری سازمان مورداستفاده کرد؛ بنابراین، *PFSth* انعطاف‌پذیری بیش‌تری برای حل مسایل 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)	فوق‌العاده قابل‌قبول (ES)
(0.7500,0.4000,0.5268)	بسیار بسیار قابل‌قبول (HS)
(0.6000,0.5000,0.6690)	بسیار قابل‌توجه (VS)
(0.5000,0.7000,0.5916)	قابل‌توجه (S)
(0.2500,0.8000,0.5454)	کمتر قابل‌توجه (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)	کاملا 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)	کاملا کم-AL

مرحله ۱- ساخت ماتریس تصمیم.

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

مرحله ۲- محاسبه اهمیت کارشناسان تصمیم.

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

$$\omega_k=\frac{[\mu_k^2+\tau_k^2\times[\frac{\mu_k^2}{\mu_k^2+\upsilon_k^2}]]}{\sum_{k=1}^{L}[\mu_k^2+\tau_k^2\times[\frac{\mu_k^2}{\mu_k^2+\upsilon_k^2}]]},k=1,...,l;\omega_k\geq 0,\sum_{1}^{l}\omega_k=1. \qquad (۱)$$

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

مرحله ۳- ساخت ماتریس تصمیم فازی فیثاغورثی تجمیع شده.

[1] Fuzzy-Pythagorean Sets (PFSs)

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

$$Z_\eta = PFWA_\omega(g_{ij}^1, g_{ij}^2, ..., g_{ij}^l)\eta = [\sqrt{1-\prod_{k=1}^{l}(1-\mu_K^2)^{\omega_k}}, \prod_{k=1}^{l}(\upsilon_K)^{\omega_k}]. \quad (۲)$$

مرحله ۴- محاسبه وزن معیارها.

معیارها با استفاده از *SWARA* رتبه‌بندی می‌شوند. در ادامه، مراحل *SWARA* ارایه‌شده است.

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

$$S^*(\eta) = \frac{1}{2}(\mu_\eta^2 - \upsilon_\eta^2 + 1), S^*(\eta) \in [0,1]. \quad (۳)$$

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.

٤. 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.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j=1, \\ S_j^* + 1 & j>1. \end{cases} \quad (۴)$$

S_j اهمیت نسبی ارزش امتیاز را ارایه می‌دهد.

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

$$\rho_j = \begin{cases} 1 & j=1, \\ \dfrac{k_{j-1}}{k_j} & j>1. \end{cases} \quad (۵)$$

٦. ارزیابی و نرمال‌سازی وزن معیارها با استفاده از **رابطه (٦)**.

$$\omega_j^s = \frac{\rho_j}{\sum_{j=1}^{n}\rho_j}. \quad (۶)$$

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** ارایه 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 ارایه می‌شود. در ابتدا فرم پرسشنامه بر اساس این چالش‌ها ساخته‌شده 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.

جدول ۱- فهرست معیارهای اصلی و معیارهای فرعی چالش‌های اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای.

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	عدم‌حمایت مدیران ارشد	[39]–[37]	حاکمیت شرکتی
	SC2	فقدان استراتژی برای تعریف مجدد مدل کسب‌وکار شرکت	[40]–[38]	نظریه نهادی
	SC3	عدم استانداردسازی و سیاست‌های ضمانت	[43]–[41]	نظریه نهادی
	SC4	عدم وجود شبکه هم‌زیستی صنعتی	نظر کارشناسان	نظریه نهادی
چالش‌های محیطی (ENVRC)	ENVRC1	فقدان قوانین و مقررات دولتی	[42]–[39]	نظریه نهادی
	ENVRC2	استراتژی‌های انتخاب تامین‌کننده ناکارآمد (عدم هماهنگی و همکاری بین کل زنجیره‌تامین 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 زباله 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 فناورانه (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 سه‌بعدی (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

جدول ۱- ادامه.

Table 1- Continued.

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

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 ساخته‌شده 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. مقیاس سوارا فازی-فیثاغورثی ارایه‌شده در **جدول ۲** برای مقایسه زوجی در بین چالش‌های زنجیره‌تامین دایره‌ای استفاده‌شده است. پس از بحث و تبادل‌نظر 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 (٦)**، **جدول ٤** 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_s	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	
		OPC1	**OPC2**	**OPC3**	**OPC4**	**OPC5**
OPC_s	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
		ENVRC1	**ENVRC2**	**ENVRC3**	**ENVRC4**	
$ENVRC_s$	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	
		TC1	**TC2**	**TC3**	**TC4**	
TC_S	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	

جدول ۴- ادامه.

Table 4- Continued.

معیارهای اصلی	کارشناسان تصمیم‌گیری (DEs)	ECOC1	ECOC2	ECOC3	ECOC4
$ECOC_s$	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
		SOC1	**SOC2**	**SOC3**	**SOC4**
SOC_s	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
		MC1	**MC2**	**MC3**	**MC4**
MC_s	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_s	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	
	OPC1	**OPC2**	**OPC3**	**OPC4**	**OPC5**
OPC_s	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
	ENVRC1	**ENVRC2**	**ENVRC3**	**ENVRC4**	
$ENVRC_s$	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	
	TC1	**TC2**	**TC3**	**TC4**	
TC_S	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	
	ECOC1	**ECOC2**	**ECOC3**	**ECOC4**	
$ECOC_s$	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	
	SOC1	**SOC2**	**SOC3**	**SOC4**	
SOC_s	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	
	MC1	**MC2**	**MC3**	**MC4**	
MC_s	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.

	معیارها	ماتریس تصمیم‌گیری تجمیع شده
SC_s	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_s	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}
$ENVRC_s$	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_S	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}
$ECOC_s$	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_s	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_s	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_s	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_s	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
$ENVRC_s$	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_S	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
$ECOC_s$	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_s	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_s	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

جدول ۸- نتایج سوارا فازی-فیثاغورثی.

Table 8- Pythagorean fuzzy SWARA results.

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

۵- نتایج و پیشنهادها

زنجیره‌تامین دایره‌ای یک موضوع تحقیقاتی نوظهور در سال‌های اخیر است و پتانسیل بالایی برای بهبود کارایی سازمان‌های تولیدی ازنظر سه بعد پایداری دارد. این‌یک 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 قابل‌توجه 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 چالش 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 موردبررسی قرار گرفت. درمجموع ۲۹ چالش اجرای زنجیره‌تامین دایره‌ای بر اساس بررسی ادبیات و نظرات کارشناسان شناسایی‌شده 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 به‌دست‌آمده 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 ادغام‌شده است، مشاهدات زیر حاصل‌شده است، «عدم وجود شبکه هم زیستی صنعتی (*SC4*)» که معیار اصلی چالش‌های استراتژیک در رتبه اول را قرار دارد و وزن ۰/۰۳۷۱۵ به‌دست‌آمده است. پس‌ازآن «فقدان مسئولیت اجتماعی شرکت و استانداردهای اخلاقی (*OPC4*)» از چالش‌های عملیاتی (۰/۰۳۶۸۹) و «استراتژی‌های انتخاب تامین کننده ناکارآمد (*ENVRC2*)» از چالش‌های محیطی (۰/۰۳۶۱۲) در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. این تحقیق دارای محدودیت‌هایی است. نظر ذهنی اخذشده از کارشناسان در سازمان موردمطالعه، ممکن است سوگیری بر نتایج نهایی مطالعه تاثیر بگذارد؛ بنابراین، نتیجه را می توان با استفاده از تکنیک مدل‌سازی معادلات ساختاری بررسی کرد. این پژوهش در صنعت داروسازی استان گیلان محدود می‌شود.

چالش‌های زنجیره دایره‌ای انتخاب‌شده را می‌توان با استفاده از سایر تکنیک‌های تصمیم‌گیری پیشرفته مانند واسپاس[1]، کوپراس[2]، تودیم[3]، الکتره[4]، بهترین-بدترین[5]، تاپسیس[6]، ویکور[7] و پرومته[8] تحت یک محیط فازی فیثاغورثی ارزیابی کرد. تحقیق در مورد زنجیره‌تامین دایره‌ای در مرحله اولیه است و فرصت‌های تحقیقاتی متعددی در مدل‌سازی کمی و کاربرد آن در مسایل زندگی واقعی دارد. علاوه‌براین، حوزه‌های تحقیقاتی مانند تولید افزودنی، تولید هوشمند، بوم‌شناسی صنعتی، مدیریت منابع و ... پتانسیل زیادی برای دستیابی به رشد اقتصادی-اجتماعی در دیدگاه‌های پایداری دارند. علاوه‌براین، 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 زنجیره‌تامین با توسعه الگوریتم‌ها و ابزارهای برنامه‌نویسی کارآمد است. شکاف‌های شناسایی‌شده و فرصت‌های آینده چشم‌اندازی را برای محققان، دست‌اندرکاران و سیاست‌گذاران فراهم می‌کند تا تحقیقات زنجیره‌تامین 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.

[1] Waspas
[2] Copras
[3] Todim
[4] Electree
[5] Bwm
[6] Topsis
[7] Vikor
[8] 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., & Akshit, 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

[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

[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

[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