



Presenting the Model of Design Requirements for Industrial Symbiosis Network Using Meta-Synthesis Method (Case Study: Babel Industrial Park, Iraq)

Qasim Al-Zuhairi *
Amir Mohammad Fakoor Saghih **
Mostafa Kazemi ***
Gholamreza Malekzadeh ****

Extended Abstract

Introduction: Environmental challenges in industrial parks have become increasingly critical, marked by improper waste disposal and resource depletion. Addressing these issues requires innovative solutions for sustainable industrial development. Industrial symbiosis networks represent a promising approach to tackling these complex environmental and economic challenges. This study focuses on developing a model for designing the requirements of an industrial symbiosis network tailored for an industrial park in Babel, Iraq.

Methodology: This research is descriptive in its objectives and applied in nature. The study employs a qualitative meta-synthesis method for data collection, utilizing academic resources published between 2016 and 2023. Before formulating the model, the identified components were screened and aligned with the conditions of the study area using the Delphi method. The Delphi panel consisted of 15 experts, including 8 senior managers from Babel Industrial Park (each with at least 10 years of experience), 4 university professors specializing in production management and supply chain, and 3 industrial consultants experienced in industrial symbiosis. The Delphi process was conducted in three stages. Finally, the validated requirements were incorporated into the final model using Atlas.ti software.

Received: Sep. 25, 2024; Revised: Nov. 16, 2024; Accepted: Feb. 20, 2025; Published Online: Mar. 17, 2025.

* Ph.D. student, Department of Management, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Ferdowsi University of Mashhad.

** Associate Professor, Department of Management, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Corresponding Author: amf@um.ac.ir

*** Professor, Department of Management, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

**** Professor, Department of Management, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

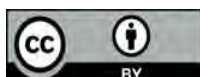


Findings: After screening books, theses, and journal publications indexed in reputable scientific databases, 46 academic articles were selected. Following Sandelowski and Barroso's seven-step approach, 46 design requirements for industrial symbiosis networks were identified and categorized into five main dimensions: technical, organizational, economic, social, and institutional. After expert validation, 16 essential requirements were selected, and the final model was constructed using Atlas.ti. To validate the model, hypothesis testing based on relationships between variables was conducted. The results confirm the validity of the designed model.

Conclusion: This research provides a comprehensive framework for understanding and implementing industrial symbiosis networks in Babel, Iraq. The proposed model integrates five key dimensions in a unified structure: organizational, economic, social, institutional, and technical. Each dimension plays a distinct role in the network's success while simultaneously interacting with others. The organizational dimension is foundational for fostering collaboration among network members. It encompasses factors such as organizational capacity, mutual trust, knowledge sharing, and managerial attitudes. In terms of its novelty, the study addresses a significant gap by focusing on the practical identification of requirements and developing a tailored model for industrial symbiosis networks. Research on industrial symbiosis in developing countries remains limited. Additionally, while most previous studies employed quantitative or grounded theory approaches, this research leverages meta-synthesis to consolidate existing findings and offer a systematic and holistic model.

Keywords: Requirements; Industrial Symbiosis Network; Babel Industrial Park; Meta-Synthesis Method; Atlas Model.

How to Cite: Al-Zuhairi, Qasim; Fakoor Saghih, Amir Mohammad; Kazemi, Mostafa; Malekzadeh, Gholamreza (2025). Presenting the Model of Design Requirements for Industrial Symbiosis Network Using Meta-Synthesis Method (Case Study: Babel Industrial Park, Iraq). *Ind. Manag. Persp.*, 15(1), 160-192 (In Persian).



ارائه مدل الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی با استفاده از روش فراترکیب (مورد مطالعه: شهرک صنعتی بابل عراق)

قاسم الزهیری*

امیر محمد فکور ثقیه**

مصطفی کاظمی***

غلامرضا ملک‌زاده****

چکیده گسترده

مقدمه: چالش‌های زیست محیطی در پارک‌های صنعتی به طور فزاینده‌ای حیاتی شده اند که با دفع نامناسب زباله و کاهش منابع مشخص می‌شود. این مسائل نیازمند راه‌حل‌های نوآورانه برای توسعه صنعتی پایدار است. شبکه‌های هم‌زیستی صنعتی یک رویکرد امیدوارکننده برای رسیدگی به چالش‌های پیچیده زیست محیطی و اقتصادی است. این تحقیق بر ارائه مدل الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی برای شهرک صنعتی در شهر بابل عراق متمرکز است.

روش تحقیق: تحقیق حاضر از نظر هدف توصیفی و از نظر نوع استفاده کاربردی است. جهت جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات در این پژوهش از مطالعه کیفی فراترکیب استفاده شده است و منابع دانشگاهی منتشر شده بین سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۳ استفاده شده است. پیش از رسم مدل ابتدا باید مولفه‌های شناسایی شده توسط روش فراترکیب، غربالگری شده و با شرایط مورد مطالعه تطبیق داده شوند. برای این منظور از روش دلفی استفاده شده است. در این پژوهش، پنل خبرگان دلفی متشکل از ۱۵ نفر شامل ۸ نفر از مدیران ارشد شهرک صنعتی بابل (با حداقل ۱۰ سال سابقه)، ۴ نفر از اساتید دانشگاه با تخصص مدیریت تولید و زنجیره تأمین، و ۳ نفر از مشاوران صنعتی با تجربه در حوزه هم‌زیستی صنعتی است. روش دلفی طی سه مرحله انجام شده است. در نهایت با استفاده از نرم افزار Atlas.ti مدل نهایی برای الزامات مورد تایید خبرگان استفاده شد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۴، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۲، تاریخ اولین انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۲۷.

* دانشجوی دکتری، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

** دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

نویسنده مسئول: amf@um.ac.ir

*** استاد، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

**** استاد، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

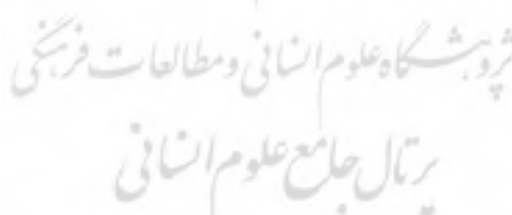


نوع مقاله: پژوهشی

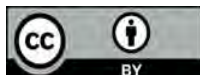
یافته‌ها: در این تحقیق، پس از غربال گری مقالات، کتاب‌ها و پایان‌نامه‌های جستجو شده در پایگاه‌های معتبر علمی، در نهایت ۴۶ مقاله انتخاب شدند. با پیروی از رویکرد هفت مرحله‌ای سندلوفسکی و باروسو، ۴۶ الزام طراحی شبکه همزیستی شناسایی شده در پنج بعد فنی، سازمانی، اقتصادی، اجتماعی و نهادی دسته‌بندی شدند. در نهایت ۱۶ الزام به تشخیص خبرگان انتخاب و مدل اطلس برای آنها ترسیم شد. برای اعتبار سنجی مدل از روش آزمون فرضیات مبتنی بر روابط بین متغیرها استفاده شد. نتایج بدست آمده، اعتبار مدل طراحی شده را تایید می‌نماید.

نتیجه‌گیری: این تحقیق چارچوبی جامع برای درک و اجرای شبکه‌های همزیستی صنعتی در بابل، عراق ارائه می‌کند. مدل طراحی شده برای شبکه همزیستی صنعتی شامل پنج بعد کلیدی است که در قالب یک ساختار یکپارچه ارائه شده است. این ابعاد شامل بعد سازمانی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی و فنی هستند. هر یک از این ابعاد نقش منحصربه‌فردی در موفقیت شبکه ایفا می‌کنند و در عین حال، از طریق ارتباطات متقابل با یکدیگر تعامل دارند. بعد سازمانی پایه‌ای‌ترین مؤلفه برای ایجاد همکاری بین اعضای شبکه است که شامل عواملی است که به مدیریت و هماهنگی میان شرکت‌های عضو شبکه مربوط می‌شود، از جمله ظرفیت سازمانی، اعتماد متقابل، اشتراک دانش و نگرش مدیریت. از نظر وجه تمایز تحقیق حاضر باید گفت، تاکنون مطالعه اندکی از جنبه کاربردی، به شناسایی الزامات و مدل‌های متناسب با آن در رابطه با شبکه همزیستی صنعتی پرداخته اند. نکته قابل توجه دیگر، تعداد پایین مطالعات در رابطه با شبکه همزیستی در کشورهای در حال توسعه است. علاوه بر این، در حالی که اکثر پژوهش‌ها از روش‌های کمی یا داده بنیاد برای مدل سازی شبکه‌های همزیستی صنعتی استفاده کرده اند، این تحقیق با استفاده از فراترکیب تلاش کرده است تا مجموعه‌ای از یافته‌های موجود را ترکیب کند و مدلی جامع و نظام مند ارائه دهد.

واژگان کلیدی: الزامات؛ شبکه همزیستی صنعتی؛ شهرک صنعتی بابل؛ روش فراترکیب؛ مدل اطلس.



استناددهی: الزهیری، قاسم؛ فکور ثقیه، امیر محمد؛ کاظمی، مصطفی؛ ملک‌زاده، غلامرضا (۱۴۰۴). ارائه مدل الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی با استفاده از روش فراترکیب (مورد مطالعه: شهرک صنعتی بابل عراق). چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۵(۱)، ۱۶۰-۱۹۲.



۱. مقدمه

توسعه و ایجاد شهرک صنعتی، یک نیاز ضروری است. گستردگی فعالیت‌های شهرک‌های صنعتی در سه قلمرو اقتصادی، اجتماعی و اکولوژی قابل تأمل است. شروع‌کننده‌های مسیرهای توسعه، شهرک‌های صنعتی هستند که از نتایج شکل‌گیری آن‌ها، افزایش آگاهی‌ها، افزایش تولیدات، هماهنگی فرایندهای توسعه و به کارگرفتن نیروی انسانی می‌باشد [۱۱]. توسعه و گسترش بی‌قاعده شهرهای صنعتی و وابستگی بیش از پیش انسان‌ها به تولیدات که با تغییر زمینه‌ای کشاورزی و جایگزین کردن روابط مکانیکی به جای روابط طبیعی همراه بود، بطور متوسط باعث کاهش کیفیت مطلوب زندگی در شهرها شده و لیست جدیدی از پدیده‌های زیانبار محیطی مانند آلودگی هوا، آب، تولید ضایعات، پسماندها و سایر آلاینده‌های محیطی را ایجاد کرده است [۷۴]. افزایش در صنعتی شدن و شهرنشینی در سال‌های اخیر منجر به افزایش انتشار دی اکسید کربن شده است که علت اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود [۶۱].

افزایش در زباله‌های صنعتی و شهری و افزایش مصرف منابع نیز به عنوان نتیجه‌ای از رشد صنعتی شدن و شهرنشینی برجسته شده است [۶۱]. با این حال، نقش مهم صنعتی شدن برای رشد اقتصادی بلند مدت به رسمیت شناخته شده است [۴۰]. بنابراین یافتن راه‌حلی که این اثرات منفی را بدون به خطر انداختن رشد اقتصادی کاهش دهد، ضروری است. شهرک‌های صنعتی با ایجاد زیرساخت اقتصادی، امکان رشد فناوری و نوآوری‌ها را فراهم می‌کند و نقش مهمی در توسعه اقتصادی دارند؛ اما نادیده گرفتن کیفیت محیط زیست و رفاه اجتماعی همراه با این دست یافته‌های اقتصادی باعث آسیب‌های جدی به جامعه و محیط زیست شده که می‌توان به مصرف بی‌رویه منابع طبیعی، انتشار گازهای گلخانه‌ای، گرمایش زمین و بیماری‌های روحی و جسمی افراد اشاره کرد [۶۱]. بنابراین، طراحی شهرک‌های صنعتی باید با الهام از روابط اکولوژیک طبیعی انجام شود؛ به گونه‌ای که موجب کمترین آثار مخرب بر طبیعت و جوامع انسانی شود [۱۰۱]. بر همین اساس، مفاهیمی مانند پارک‌های صنعتی اکولوژیک ۱ و هم‌زیستی صنعتی ۲ مطرح شده است [۹۲]. هم‌زیستی صنعتی، اشتراک ضایعات خروجی یک صنعت به عنوان ماده اولیه صنایع مجاور و اشتراک زیرساخت‌ها یا خدمات بین صنایع است که علاوه بر مزایای محیط زیستی و اجتماعی، مزیت‌های اقتصادی بسیاری برای صنایع مشترک در طرح به همراه دارد [۳۵].

توافقات بین‌المللی که از کنوانسیون چارچوب سازمان ملل متحد در باره علت تغییرات آب و هوایی در سال ۱۹۹۲ ایجاد شده‌اند، در حال حاضر توسط ۱۹۵ کشور به تصویب رسیده است (تا آخرین توافق به دست آمده در دسامبر ۲۰۱۵، توافقنامه پاریس) تا حد زیادی به افزایش آگاهی از مسائل تغییر آب و هوا و جستجو برای راه‌حل‌های پایدار کمک کرده‌اند. مطالعات متعدد نشان می‌دهد که هم‌زیستی صنعتی یک متحد قوی برای دستیابی به این اهداف، بدون ایجاد آسیب به رشد اقتصادی طرفین درگیر است [۲۵]. هم‌زیستی صنعتی، به نهادهای و شرکت‌هایی که به طور سنتی از هم جدا می‌شوند اجازه می‌دهد تا به اشتراک‌گذاری منابع همکاری کنند و به افزایش پایداری با مزایای زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی کمک می‌کند.

طراحی هم‌زیستی صنعتی الهام‌گرفته از زیست‌شناسی است، جایی که گونه‌های متفاوت برای دستیابی به منافع متقابل، با یکدیگر همکاری پایدار می‌کنند [۸۹]. این تعریف در صنایعی مورد استفاده قرار گرفت که واحدهای سنتی جدا از هم با اتخاذ رویکردی مشترک، به تبادل فیزیکی مواد، انرژی، آب و محصولات جانبی پرداخته و از این طریق به مزیت رقابتی دست یافتند [۲۳]. همچنین، به‌طور گسترده در توسعه محیط اکولوژیکی صنعتی و جامعه تحقیقاتی منتشر شده است [۳]. پیش از این نیز هم‌زیستی صنعتی به عنوان "یک فرصت تجاری و ابزاری برای اکونوآوری" شناسایی شده است [۶۲]. تولید بیشتر بدون صرف انرژی یا منابع بیشتر از طریق همکاری، هدف نهایی دنبال شده توسط هم‌زیستی صنعتی است؛ شرکت‌هایی که از محصولات فرعی یا ضایعات شرکت‌های دیگر استفاده می‌کنند. این یک روش موثر برای توقف چرخه ماده و در نتیجه به دست آوردن سطح صفر زباله است [۶۶].

تحقیقات در زمینه طراحی شبکه‌های هم‌زیستی صنعتی از اهمیت بالایی برخوردار است و نقش مهمی در پیشبرد اهداف توسعه پایدار، بهبود کارایی صنعتی، و کاهش اثرات زیست محیطی ایفا می‌کند. شبکه‌های هم‌زیستی صنعتی که به تبادل و به اشتراک‌گذاری منابع،

انرژی، و ضایعات بین صنایع می‌پردازند، به عنوان ابزاری مؤثر برای مدیریت پایدار منابع شناخته می‌شوند [۲۲]. با افزایش نگرانی‌ها درباره تخریب محیط زیست و محدودیت منابع طبیعی، ایجاد مدل‌های دقیق برای طراحی و مدیریت این شبکه‌ها ضروری‌تر شده است. در سطح کلان، همزیستی صنعتی موجب ایجاد روابط هم‌افزا میان واحدهای تولیدی می‌شود که از دیدگاه اقتصادی به صرفه‌جویی در هزینه‌ها و بهره‌وری بالاتر منجر می‌شود [۲۲]. به علاوه، این نوع شبکه‌ها می‌توانند در کاهش فشارهای زیست محیطی، مانند کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و مدیریت بهتر پسماند، نقش کلیدی داشته باشند [۱۰۷].

شهرک صنعتی بابل با دارا بودن ۲۰ کارخانه فعال، یکی از بزرگترین شهرک‌های صنعتی در کشور عراق است. شواهد حاکی از آن است که این شهرک صنعتی نیز با معضلات زیست محیطی از جمله تولید انواع آلودگی‌ها، نبود بازیافت ضایعات تولیدی برای واحدهای مستقر در شهرک، هدر رفت آب، انرژی و ... مواجه است. از این رو، لزوم اجرای سیستمی که در آن مواد خام کمتری مصرف شده و استفاده از مواد و انرژی به صورت بهینه انجام شود، در این شهرک نیز ضروری به نظر می‌رسد. اما برای طراحی شبکه همزیستی صنعتی در شهرک صنعتی بابل، اولین گام، شناسایی الزامات مربوط به طراحی این شبکه می‌باشد. با شناسایی این الزامات، تعیین نحوه ارتباط آن‌ها و مشخص شدن اولویت‌ها، می‌توان به ترسیم نقشه راه و رهنمودهای مدیریتی لازم در این زمینه کمک قابل توجهی کرد. بنابراین سوال اصلی تحقیق این است که الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی جهت رفع مشکلات فوق چیست؟ در طراحی این شبکه کدام عوامل اهمیت بیشتری دارند؟ و در نهایت، مدل الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی در شهرک صنعتی بابل چگونه است؟

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

شبکه همزیستی صنعتی. مطالعه همزیستی صنعتی با کشف شبکه‌ای از روابط تجاری و جریان مادی بین تعدادی از صنایع در اطراف یک صنعت پتروشیمی در کالوندسبورگ دانمارک آغاز شد این نمونه از همزیستی سازماندهی شده، خود به خود با ایده‌های در حال توسعه در زمینه اکولوژی صنعتی مطابقت داشت، جایی که فرآیندهای صنعتی به عنوان فرآیندهای متابولیک در نوعی اکوسیستم مفهوم‌سازی می‌شدند [۹۴، ۹۵]. در زمینه اکولوژی صنعتی، همزیستی صنعتی در اصل به "جریان دوره‌ای منابع از طریق شبکه‌های کسب و کار به عنوان روشی برای نزدیک‌تر شدن به فعالیت صنعتی اکولوژیکی پایدار" مرتبط است [۸، ۲۲]. وارپ^۱ (۲۰۱۷) همزیستی صنعتی را ارتباط بین دو یا چند شرکت یا موسسه صنعتی که در آن اتلافات و محصولات جانبی یکی به عنوان ماده اولیه در دیگری استفاده می‌شود، می‌داند [۱۰۲]. از نظر چین^۲ و همکاران (۲۰۲۰) همزیستی صنعتی یک استراتژی برای شرکت‌ها می‌باشد تا آن‌ها به سوی اقتصاد چرخشی بیشتر حرکت کنند [۲۱، ۶۴]. همزیستی صنعتی اغلب به عنوان یک رویکرد جمعی تعریف می‌شود که در آن از زباله یک شرکت به عنوان ماده خام توسط شرکت دیگری استفاده می‌شود. با استفاده از مفهوم همزیستی صنعتی و ایجاد شبکه‌های همکاری بین شرکت‌ها می‌توان حلقه‌های بسته جریان‌های مواد ایجاد کرد که منجر به اتلاف کمتر و بهره‌های اقتصادی بیشتر می‌شود [۱۰۵]. در واقع، همزیستی صنعتی، مجموعه‌ای از شرکت‌های صنعتی است که در نزدیکی یکدیگر قرار دارند، از نزدیکی جغرافیایی خود استفاده می‌کنند و حفاظت از محیط زیست را به عنوان یک مسئله کلیدی در هنگام توسعه همکاری بین کسب و کارها در نظر می‌گیرند، بنابراین منجر به منافع اقتصادی و اجتماعی می‌شوند. شبکه شرکت‌ها بر اساس تقسیم منابع شامل مواد، انرژی، آب، زیرساخت‌ها و امکانات، و همچنین زیستگاه طبیعی و اطلاعات و تبادل مواد و انرژی با هدف به حداقل رساندن استفاده از منابع و زباله‌های تولید شده ایجاد می‌شود [۱۳]. همزیستی صنعتی به عنوان یک راهبرد کلیدی، نقش تعیین‌کننده‌ای در تحقق توسعه پایدار ایفا می‌کند. همچنین با کاهش آسیب‌های زیست محیطی، بهبود رفاه انسانی و بهینه‌سازی مصرف منابع، به معیاری اساسی در فرآیند تصمیم‌گیری تبدیل شده است. از مهم‌ترین مزایای آن می‌توان به افزایش بهره‌وری منابع، اشتراک‌گذاری مواد ارزشمند بین شرکت‌ها، کاهش تولید پسماند [۴۳، ۱۹]، کاهش مصرف مواد خام اولیه، انرژی و آب، و همچنین کاهش آلودگی در سرتاسر زنجیره تأمین اشاره کرد.

بدیهی است که استفاده مجدد از منابعی که قبلاً به رسمیت شناخته نشده یا دور انداخته شده‌اند، باعث مزایای مالی شرکت‌ها شوند، مانند کاهش هزینه‌ها، کاهش هزینه‌های تولید و بسته‌بندی و هزینه‌های خالص مواد زائد [۹۷، ۹۹]، شغل‌های جدید، هوای پاک‌تر و پیشرفت‌های زیبایی شناختی مانند ناپدید شدن زباله‌دان‌ها و زباله‌ها پیامدهای آن هستند [۴۳].

در جدول ۱ مطالعات و پژوهش‌های انجام شده در حوزه هم‌زیستی صنعتی، همراه با کاربردهای آن آورده شده است، که هدف آن پیدا کردن وجه تشابه و تمایز این تحقیق با پژوهش‌های انجام شده می‌باشد.

جدول ۱. پیشینه تحقیق و کاربردهای هم‌زیستی صنعتی

مرجع	عنوان تحقیق	فعالیت سازمانی	روش تجزیه و تحلیل	هدف اصلی تحقیق
[۲۶]	هم‌زیستی صنعتی به عنوان بهترین تکنیک موجود	ساخت	ابزار BATTER و اندازه‌گیری مستقیم	تلاشی برای احیای یک شهرک صنعتی و تمرکز بر نتایج و پیامدهای یک مداخله محیطی در یک شهرک صنعتی
[۹۸]	پتانسیل هم‌زیستی صنعتی در شاخه‌های کشاورزی-غذایی: مطالعه موردی براساس ارزش گذاری مواد کمکی	شرکت‌های کشاورزی، کارخانه کاغذ، شرکت تولیدکننده لوله‌های فاضلاب پی وی سی، شرکت تولید کننده پانل‌های گلوله و تخته سه لا	مصاحبه حضوری بدون ساختار با رئیس انجمن تولیدکنندگان محصولات کشاورزی استان و مصاحبه نیمه ساختاریافته با کارشناس فنی از طریق تلفن یا پست الکترونیکی	هم‌زیستی صنعتی رویکردها و راه حل‌های کاربردی را برای کاهش اثرات زیست محیطی و بهبود رقابت پذیری فعالیت‌های تولیدی پیشنهاد می‌کند.
[۶۳]	بهبود بالقوه اجرای روش هم‌زیستی صنعتی در مقیاس منطقه‌ای	کشاورزی و تولید، فعالیت‌های خدماتی، آموزشی	ایمیل‌های دعوت و تماس‌های تلفنی؛ میزهای جلسه	بهبود روش مورد استفاده برای اجرای اولین پلت فرم هم‌زیستی صنعتی در ایتالیا
[۸۲]	تسهیل همکاری‌های تجاری برای هم‌زیستی صنعتی: تجربه آزمایشی برنامه شبکه صنعتی پایدار در کلمبیا	فرآوری مواد غذایی، مهندسی، ساخت و ساز، مدیریت زباله، نوشیدنی بسته‌بندی، ظروف، عرضه گاز، مواد غذایی، شیشه، کشاورزی، مبلمان، مشاوره، لوازم آرایشی، چوب و رستوران و	کارگاه‌های آموزشی با شرکت‌ها، مشاهدات، نظرسنجی به نمایندگان با سؤالات که نیاز به ارزیابی و پاسخ‌های باز و مصاحبه‌های نیمه ساختار یافته دارند	شناسایی فرصت‌ها و ایجاد ظرفیت برای نوآوری هم‌زیستی صنعتی با تأثیرگذاری بر عوامل سازمانی و اجتماعی متمرکز است.
[۹۳]	تقویت زنجیره ارزش با استفاده از مفهوم هم‌زیستی صنعتی در مالزی	صنعت کود، پردازشگر لاستیک، تولید کننده تایر، تولید کننده دستکش، تولید همزمان برق، زیست توده تجزیه، صنعت بتن سیمانی، آسفالت پلیمری صنعت بایندر، تأسیسات مجتمع فاضلاب و واحد بازیابی متان	تجزیه و تحلیل SWOT	مفهوم IS را می‌توان یک ابزار استراتژیک برای افزایش پایداری زیست محیطی و اجتماعی، اقتصادی در صنعت لاستیک در نظر گرفت.
[۸۵]	رویکردی یکپارچه برای تبدیل یک شهرک صنعتی به شهرک اکو صنعتی	مواد شیمیایی، بازیافت و تبدیل مواد خام و مناطق شهری	تجزیه و تحلیل SWOT	رویکرد یکپارچه برای تبدیل یک شهرک صنعتی به شهرک اکو صنعتی با ترکیب سه هدف به هم پیوسته، یعنی تثبیت هم‌زیستی صنعتی، ارتقای دسترسی پایدار و توسعه عملکردهای چندگانه را توصیف می‌کند.
[۷۸]	معیار هم‌زیستی صنعتی (معیارها و روش شناسی زیست محیطی ایجاد و بهره برداری از شهرک‌های صنعتی و تجاری)	نیروگاه، تولیدکنندگان مبلمان، تصفیه خانه فاضلاب، صنایع بتن و صنایع غذایی	روش‌شناسی برای تعیین مناسب ترین مکان و تعیین معیارهای زیست اقلیمی	به بررسی اصول، شرایط و معیارهای طراحی در مکان‌یابی یک شهرک تولیدی/ صنعتی مطابق با استانداردها و قوانین زیست محیطی می‌پردازد.

مرجع	عنوان تحقیق	فعالیت سازمانی	روش تجزیه و تحلیل	هدف اصلی تحقیق
[۲۰]	همزیستی صنعتی: مکانیزمی برای تضمین اجرای شیوه‌های اقتصاد دایره‌ای	محصولات سرامیکی	نظرسنجی در محل؛ مصاحبه حضوری بدون ساختار	ایجاد راهنمای اجرای موفقیت آمیز یک شبکه همزیستی صنعتی است که نشان می‌دهد همزیستی صنعتی می‌تواند به اهداف اقتصاد دایره‌ای دست یابد.
[۴۳]	اهمیت ویژگی‌های نقش فردی و زمینه سازی برای ترویج شبکه‌های همزیستی صنعتی	ساخت	ارزیابی عددی یا آماری محرک‌ها	نقش افراد در درک همزیستی صنعتی و فرصت‌ها/تهدیدهای کسب و کار، تنظیمات قانونی و سیاسی در IS بررسی می‌کند.
[۵۴]	تجزیه و تحلیل مطالعات موردی همزیستی صنعتی و پتانسیل آن در عربستان سعودی	نفت و گاز، پتروشیمی، آهن و فولاد، تولید برق، نمک زدایی، سیمان و صنایع کاغذ و خمیر کاغذ	مشاهدات، نظرسنجی	۱۱ مورد موفق IS را بررسی کرد و یک چارچوب تبادل همزیستی صنعتی پیشنهاد کرد.

همان‌گونه که از پیشینه تحقیق می‌توان استنباط کرد، عمده تحقیقات انجام شده به بررسی کلی موضوع، توسعه ادبیات موجود و ضرورت حرکت به سمت طراحی شهرک‌های صنعتی مطابق با اصول شبکه همزیستی صنعتی پرداخته‌اند [۷۹، ۱۰۶]. دسته‌ای دیگر از مطالعات بر شناسایی فرصت‌ها و ایجاد ظرفیت نوآوری همزیستی صنعتی با تأثیرگذاری بر عوامل سازمانی و اجتماعی متمرکز شده‌اند [۸۰، ۸۱]. محققین نیز به تبیین نقش همزیستی صنعتی به عنوان یک ابزار استراتژیک برای افزایش پایداری در سه بعد زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی پرداخته‌اند [۷۱، ۹۳]. دسته‌ای دیگر از مطالعات با توجه به نقش شبکه همزیستی صنعتی در بازیافت ضایعات، آن را در بستر زنجیره تأمین سبز مورد بررسی قرار داده‌اند [۶۷]. در سال‌های اخیر نیز نقش و ارتباط شبکه همزیستی صنعتی با مفاهیمی مانند توسعه پایدار، اقتصاد دایره‌ای، کاهش ضایعات، مسائل زیست محیطی و زنجیره تأمین معکوس مورد توجه محققین بوده است [۵، ۳۵]. همانطور که ملاحظه می‌شود تحقیقات انجام شده بیشتر پیرامون توسعه مفهوم، تبیین مزایا و منافع بکارگیری شبکه همزیستی صنعتی و بهینه‌سازی ابعاد مختلف (آب، انرژی، ضایعات و...) متمرکز بوده است. تاکنون مطالعه اندکی از جنبه کاربردی، شناسایی الزامات و مدل‌های متناسب با آن در رابطه با شبکه همزیستی صنعتی انجام شده است. در واقع نخستین گام برای حرکت به سمت عملیاتی کردن و پیاده‌سازی شبکه همزیستی صنعتی، شناسایی عوامل موثر در این زمینه است. این مهم به‌ویژه برای کشورهای در حال توسعه که قصد استفاده از این مفهوم در بخش صنعت خود را دارند بسیار ضروری به نظر می‌رسد. نکته قابل توجه دیگر، تعداد پایین مطالعات در رابطه با شبکه همزیستی در کشورهای در حال توسعه است. کاهش مشکلات موجود و بهبود عملکرد در حوزه صنعت، تنها با بکارگیری مفاهیم جدید و تغییر سبک مدیریتی در این کشورها امکان‌پذیر است. به نظر می‌رسد طراحی مجدد شهرک‌های صنعتی، با استفاده از شبکه همزیستی برای احیا و ایجاد پویایی در بخش صنعت لازم و ضروری است. در همین راستا، اولین گام در جهت تحقق این مهم، شناخت الزامات شبکه همزیستی صنعتی و طراحی یک الگویی که توجه مهمی به شرایط اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی کشورهای در حال توسعه دارد، ایجاد کرد. حال با توجه به شکاف تئوری و کاربردی موجود در این زمینه، این پژوهش قصد دارد ضمن شناسایی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی، مدل متناسب با آن را نیز ارائه نماید.

۳. روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از نظر هدف توصیفی و از نظر نوع استفاده کاربردی است. جهت جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات در این پژوهش از مطالعه کیفی فراترکیب^۱ استفاده شده است. فراترکیب نوعی مطالعه کیفی است که اطلاعات و یافته‌های استخراج شده از مطالعات کیفی موجود و مرتبط با موضوع را بررسی و تحلیل می‌کند [۵۳]. فراترکیب مستلزم این است که پژوهشگر بازنگری دقیق و عمیقی انجام دهد و یافته‌های پژوهش‌های مرتبط را ترکیب کند [۵۵]. در نتیجه، نمونه مورد نظر برای فراترکیب، از مطالعات کیفی منتخب و بر اساس ارتباط آن‌ها با سؤال پژوهش تشکیل می‌شود [۵۱]. انتخاب روش فراترکیب در این پژوهش بر اساس ماهیت پیچیده موضوع شبکه هم‌زیستی صنعتی و ضرورت تحلیل عمیق مطالعات پیشین صورت پذیرفت. این رویکرد پژوهشی امکان ترکیب نظام‌مند یافته‌های مطالعات کیفی موجود را فراهم می‌آورد و محققان را قادر می‌سازد تا با واکاوی دقیق ادبیات تحقیق، درک جامعی از ابعاد مختلف موضوع کسب کنند. از آنجا که مطالعات موجود در حوزه شبکه هم‌زیستی صنعتی در شهرک‌های صنعتی عراق محدود است، روش فراترکیب راهکار مناسبی برای شناسایی و تحلیل عمیق مؤلفه‌ها و الزامات این حوزه محسوب می‌شود.

برای دستیابی به هدف تحقیق از روش فراترکیب، مطابق با الگوی هفت مرحله‌ای سندولسکی و باروسو^۲ (۲۰۰۷) استفاده می‌شود، این روش در شکل ۱ به صورت گام‌های هفت‌گانه آمده است.



شکل ۱. گام‌های فراترکیب براساس روش هفت مرحله‌ای [۸۸]

مرحله ۱- تنظیم سؤال پژوهش. در این مرحله بر اساس هدف تحقیق سؤال تحقیق مطرح می‌شود و برای تنظیم آن معمولاً از ابعادی مانند جامعه مورد مطالعه، چه چیزی، چه موقع و چگونگی انجام روش استفاده می‌شود.

1. Meta-synthesis
2. Sandelowski, M., & Barroso, J.

مرحله ۲- بررسی متون به روش نظام‌مند. در این مرحله محقق بر اساس کلمات کلیدی مختلف و مرتبط با سوال تحقیق در پایگاه‌های اطلاعاتی به جست و جوی منابع می‌پردازد تا پژوهش‌های پیشین انجام شده در زمینه موضوع مورد نظر را بیابد.

مرحله ۳- جست و جو و انتخاب مقالات مناسب. در این مرحله محقق مقالات و منابع یافت شده را بررسی می‌کند و در هر بار بازبینی و بررسی تعدادی از منابع حذف می‌شوند که در فرآیند فراترکیب مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. در نهایت تعداد مقالات باقی‌مانده وارد گام بعدی روش فراترکیب می‌شوند و سپس بررسی محتوی و کیفیت مقالات صورت می‌گیرد.

مرحله ۴- استخراج اطلاعات متون. در این مرحله محقق متون نهایی انتخاب شده را جهت استخراج اطلاعات آن مطالعه می‌کند و یافته‌ها و اطلاعات لازم را که توسط محقق اول به دست آمده است در یک چک لیست مناسب ارائه می‌دهد.

مرحله ۵- تجزیه تحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی. عوامل استخراج شده از مطالعات در مرحله قبل کدگذاری باز که هر یک به عنوان یک کد در نظر گرفته می‌شوند بر طبق شباهت موضوعی در یک مفهوم جدید دسته‌بندی می‌شوند و بدین ترتیب مفاهیم تحت عنوان کدگذاری محوری و مقوله ایجاد می‌شوند.

مرحله ۶- کنترل کیفیت. جهت کنترل کیفیت بررسی روایی و پایایی از روش توافق بین دو کدگذار استفاده شده است. بدین منظور کارهای انجام شده توسط پژوهشگر در اختیار دو متخصص گذاشته شد تا میزان توافق کدگذاری انجام شده به وسیله آن‌ها محاسبه شود برای محاسبه توافق بین دو کدگذار از شاخص کاپای کوهن استفاده می‌گردد [۷۶].

مرحله ۷) ارائه یافته‌ها. در این مرحله یافته‌های به دست آمده در جهت پاسخ به سوال پژوهش ارائه می‌شود. همچنین برای اعتبارسنجی مدل پیشنهادی در این تحقیق علاوه بر اعتبارسنجی مدل با نسبت روایی محتوایی CVR، از دریافت نظر و بازخورد خبرگان هم استفاده شده است.

روش اول: فرمول CVR که توسط Lawshe (1975) معرفی شد، به طور خاص برای ارزیابی نظرات گروهی از خبرگان طراحی شده است. این فرمول بر اساس تعداد اعضای گروه خبرگان که بر اهمیت یا عدم اهمیت هر شاخص توافق دارند، محاسبه می‌شود. در این روش، شاخص‌هایی که مقدار CVR بالاتری دارند، به عنوان شاخص‌های معتبرتر برای مدل در نظر گرفته می‌شوند [۵۹]. استفاده از این روش در اعتبارسنجی مدل حاصل از روش فراترکیب می‌تواند مفید باشد، زیرا به ویژه در مدل‌های پیچیده که شامل عوامل متعدد و متنوع هستند، ارزیابی دقیق و علمی از اجزای مختلف مدل ضروری است [۴۸]. در صورتی که درصد بالایی از خبرگان بر اهمیت یک شاخص توافق داشته باشند، آن شاخص به عنوان جزء معتبر مدل محسوب می‌شود و می‌تواند به بهبود دقت و صحت مدل کمک کند [۴۸].

روش دوم: یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای اعتبارسنجی مدل‌های حاصل از فراترکیب، دریافت نظر و بازخورد از خبرگان حوزه مرتبط است. در این رویکرد، مدل طراحی شده به گروهی از کارشناسان ارائه می‌شود تا آن‌ها ارزیابی کنند که آیا مدل قادر است به خوبی الزامات و ویژگی‌های مختلف حوزه تحقیق را پوشش دهد یا خیر. مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که این رویکرد می‌تواند به اعتبار و تطبیق مدل با واقعیت‌های عملی کمک کند [۶۰].

۴. تحلیل داده و یافته‌های پژوهش

گام یک: تنظیم سؤال‌های پژوهش. در این مرحله با توجه به هدف تحقیق که شناسایی و استخراج الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی است، باید به سوالات جدول ۲ جهت تنظیم سوال اصلی پاسخ داده شود.

جدول ۲. سؤالات پژوهش

پارامترها	سؤالات
۱- چه چیزی (What)؟	الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی کدامند؟
۲- جامعه مورد مطالعه (Who)؟	جامعه مورد مطالعه جهت استخراج الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی کدامند؟
۳- چه وقت (When)؟	محدوده زمانی پژوهش حاضر چیست؟
۴- چگونگی روش تحقیق (who)؟	روش انجام پژوهش حاضر کدام است؟

گام دوم: بررسی نظام‌مند متون. در این تحقیق برای جمع‌آوری اطلاعات از داده‌های ثانویه به نام اسناد و مدارک گذشته استفاده می‌شود. این اسناد و مدارک شامل مقالات، کتب و پایان‌نامه‌ها در زمینه هم‌زیستی صنعتی در بازه زمانی ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۳ است. این نحوه گردآوری داده‌ها به تحلیل اسنادی نیز معروف است؛ که محقق با در نظر گرفتن معیارهایی مقالات مناسب که وارد فرایند فراترکیب و مقالاتی که از فرایند خارج می‌شود را شناسایی و مشخص می‌کند.

در این بخش، جامعه مورد مطالعه مشخص می‌شود. در این پژوهش جامعه مورد مطالعه، کلیه پژوهش‌های منتشر شده در پایگاه‌های اطلاعاتی علمی معتبر داخلی و خارجی شامل: Scopus, Web of Science, ProQuest, Magiran هستند؛ که بر اساس کلیدواژه‌های تعریف شده به منظور دستیابی به نمونه‌ای که اشباع نظری را موجب شود، پیمایش شده مرتبط‌ترین مطالعات با استفاده از رویکردی هدفمند انتخاب شدند. در روش فراترکیب، طراحی زنجیره کلیدواژگان برای جستجوی مقالات یکی از مراحل حیاتی است که بر کیفیت و دقت نتایج تحقیق تأثیر مستقیم دارد [۱۷]. در این تحقیق، کلیدواژگان از عناصر اصلی عنوان و اهداف تحقیق استخراج شده‌اند. بنابراین در تحقیق حاضر کلیدواژگان مطابق جدول ۳ تنظیم شده‌اند. در ادامه از کلمات ربط منطقی برای افزایش دقت جستجو استفاده شده است. بطور مثال:

("Industrial symbiosis" AND "Network design") OR ("Industrial symbiosis " AND "Requirements")
 برای افزایش دقت جستجو، کلیدواژه‌ها در بخش‌های عنوان، چکیده و کلیدواژه‌های مقالات جستجو شدند.

جدول ۳. کلید واژه‌های مورد استفاده جهت بررسی متون

واژگان فارسی	واژگان انگلیسی
هم‌زیستی صنعتی	Industrial symbiosis
طراحی سیستم	Network design
مدل یابی الزامات	Requirements modeling

گام سوم: جست و جو و انتخاب مقاله‌های مناسب. نتیجه بررسی در سایت‌های مختلف خارجی و داخلی، دستیابی به ۵۰۵ مقاله پژوهشی بود که تعداد ۴۹۳ مقاله به زبان انگلیسی و تعداد ۱۲ مقاله در مجلات ایرانی و به زبان فارسی منتشر شده است. در گام بعدی این مقالات بر طبق ملاک‌های ورود و خروج مورد بررسی قرار گرفتند، از ۵۰۵ پژوهش انتخاب شده، ۱۴۰ پژوهش فاقد هر یک از معیارهای پذیرش بودند. نحوه انتخاب مقالات مناسب در شکل ۲ آمده است.

در این رابطه، معیارهای ورودی عبارتند از:

- ۱- ارتباط مستقیم با موضوع تحقیق: مقالاتی که به موضوعات هم‌زیستی صنعتی و طراحی شبکه پرداخته‌اند.
- ۲- روش شناسی فراترکیب یا مرور سیستماتیک: مطالعاتی که از روش‌های ترکیبی کیفی، مرور سیستماتیک یا فراترکیب استفاده کرده‌اند.

۳- انتشار در منابع معتبر: مقالات منتشر شده در مجلات دارای نمایه در پایگاه‌هایی مانند Web of Science, Scopus, ProQuest, Magiran.

۴- زمان انتشار: مقالات منتشر شده از ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۳ (برای تضمین تازگی اطلاعات).

۵- زبان مقاله: مقالات به زبان انگلیسی یا فارسی.

همچنین معیارهای خروجی عبارتند از:

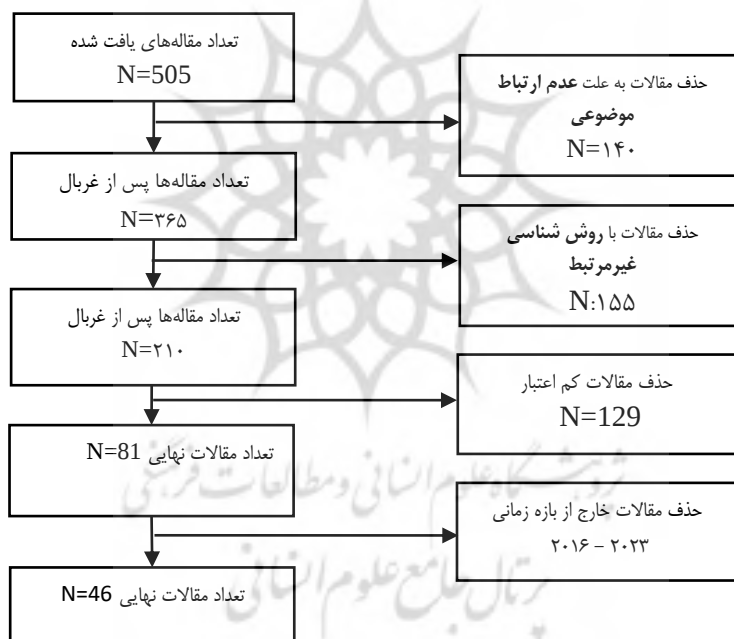
۱- عدم ارتباط موضوعی: مقالاتی که صرفاً به جنبه‌های عمومی صنعت و نه همزیستی صنعتی می‌پردازند.

۲- روش شناسی غیرمرتبط: مطالعاتی که از روش‌های کمی صرف استفاده کرده اند و فاقد تحلیل‌های کیفی یا ترکیبی هستند.

۳- منابع غیرعلمی یا غیرمعتبر: مقالات منتشر شده در مجلات با اعتبار پایین یا بی اعتبار.

۴- محدودیت زمانی: مقالاتی که در محدوده زمانی ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۳ قرار نگرفته‌اند.

در ادامه به منظور بررسی کیفیت روش شناختی مطالعات براساس برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی (CASP) برای هر مقاله براساس ده معیار ذکر شده امتیازی در نظر گرفته شده است. امتیاز هر یک از مقالات در این ده معیار در بازه ۱ تا ۵ ثبت و جمع امتیازهای هر پژوهش محاسبه شد؛ و متونی که کمتر از ۳۰ امتیاز کسب نمودند از بررسی بیشتر کنار گذاشته شدند. با توجه به بازه ارائه شده در این مرحله نیز ۳۵ پژوهش حذف شد. با حذف مقالاتی که از نظر کیفیت روش شناختی ضعیف یا متوسط بودند، در نهایت تعداد ۴۶ مقاله جهت بررسی و ادامه گام‌های بعدی فراترکیب انتخاب شدند. در شکل ۲ می‌توان خلاصه‌ای از فرایند ارائه شده را همراه با نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر مشاهده کرد.



شکل ۲. خلاصه‌ای از نتایج جست و جو و انتخاب مقاله‌های مناسب

گام چهارم: استخراج نتایج. پس از انتخاب مقالات مناسب، متون آن‌ها جهت استخراج اطلاعات لازم مورد استفاده قرار گرفت. بنابراین یافته‌هایی که به عنوان الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی در جدول ۴ آمده است. در واقع این جدول اطلاعات اولیه (الزامات طراحی همزیستی صنعتی از نظر محققین از سال ۲۰۱۶-۲۰۲۳) می‌باشد که شامل کد مقاله، نام نویسندگان همراه با سال و الزامات طراحی همزیستی صنعتی است.

جدول ۴. الزامات طراحی هم‌زیستی صنعتی از نظر محققین از سال ۲۰۲۳-۲۰۱۶

کد مقاله	مرجع	الزامات طراحی هم‌زیستی صنعتی
۱	[۹۱]	- پشتیبانی مدیریت عالی عامل مهمی است - آگاهی از مفاهیم هم‌زیستی صنعتی، عامل مهمی می‌باشد. - باید در شرکت‌ها تمایل به همکاری وجود داشته باشد. - آمادگی زیرساخت و فناوری در هم‌زیستی ضروری است - سیاست‌های دولت برای ایجاد انگیزه مقدماتی برای هم‌زیستی صنعتی
۲	[۱۰]	- حمایت مدیریت ارشد - تمایل به همکاری بین شرکت‌ها - تأمین مالی برای ترویج مفاهیم هم‌زیستی صنعتی - حمایت نهادی برای یکپارچه‌سازی، هماهنگی - ارتباطات بسیار مهم است
۳	[۶۸]	- وجود مزایای اقتصادی برای شرکت‌های درگیر و جامعه - نزدیکی جغرافیایی بین شرکت‌هایی که در تبادل محصولات جانبی - به اشتراک گذاشتن زیرساخت‌ها - لوله برای انتقال سیالات، گازها، آب و پساب - تصفیه ضایعات
۴	[۵۰]	- درک انگیزه شرکت‌ها برای مشارکت در هم‌زیستی صنعتی - ایجاد روابط و ارتباطات بین شرکت‌ها - شناخت مواد و ضایعات قابل تبادل - قوانین و مقررات - برنامه‌ریزی برای زیرساخت‌ها - هماهنگی میان ذینفعان - ایجاد یک واحد هماهنگ‌کننده - منابع مالی مانند سرمایه مورد نیاز
۵	[۴]	- تعیین مزایای مشارکت برای هر یک از سازمان‌های شرکت‌کننده در شبکه هم‌زیستی صنعتی برای مشخص کردن سود آن‌ها - اشتراک دانش و یادگیری بین سازمانی - تعیین نقش‌ها و مسئولیت‌های واضح برای هر بازیگر درگیر از جمله نهادهای عمومی، کارفرمایان، پیمانکاران، تأمین‌کنندگان و پیمانکاران - بازیافت و پردازش پسماندهای جامد
۶	[۷۷]	- وجود سیاست‌ها و قوانین حمایتی. - نزدیکی جغرافیایی شرکت‌ها به یکدیگر برای کاهش هزینه‌های حمل و نقل و پسماندها - نقش تسهیلگران مانند دولت‌ها و انجمن‌های تجاری در ایجاد همکاری و اعتماد میان شرکت‌ها
۷	[۲۰]	- بررسی امکانات مالی شرکت‌ها مانند وام‌ها، اعتبارات - ارزیابی مزایای زیست محیطی - ارزیابی مزایای اقتصادی پروژه - بررسی جریان فرآیند، منابع مورد استفاده و پسماندهای تولیدی - بازیافت و پردازش پسماندهای جامد
۸	[۹۰]	- همه شرکای شبکه باید منافع اقتصادی داشته باشند - چارچوب قانونی مناسب - مدیریت لجستیک و حمل و نقل - تبادل ضایعات/فرآورده‌های جانبی و تطابق با مقررات زیست محیطی
۹	[۳۳]	- ابزار سیاستی (مالیات دفن زباله و یارانه اقتصادی جریمه‌ها و عوارض برای مبادلات هم‌زیستی صنعتی) - ایجاد محیط مساعد برای توسعه خودجوش روابط هم‌زیستی از طریق اقدامات سیاستی مناسب - در نظر گرفتن نرخ بازیافت و مالیات پسماندهای جامد صنعت و ایجاد درآمد حاصل از فروش
۱۰	[۲]	- آموزش هم‌زیستی صنعتی - تصفیه خانه‌های پسماند - در نظر داشتن خطوط لوله برای انتقال سیالات، گازها، آب و پساب
۱۱	[۲۷]	- در نظر گرفتن تعامل و همکاری میان بازیگران مختلف شبکه همچون شرکت‌ها - در نظر گرفتن جریان‌های مواد، انرژی، ضایعات و پسماندها در شبکه. - مکان ارزیابی مزایا و پیامدهای اقتصادی و زیست محیطی ایجاد هم‌زیستی صنعتی

کد مقاله	مرجع	الزامات طراحی همزیستی صنعتی
۱۲	[۱۲]	- تأکید بر مدیریت جریان مواد و انرژی و بهینه سازی شبکه‌ای میان صنایع از طریق تبادل پسماندها و فرآورده‌های جانبی از طریق راه‌های جاده‌ای یا ریلی - در دسترس بودن نیروی انسانی، منابع مورد نیاز برای شبکه همزیستی صنعتی - ضرورت برقراری اعتماد و روابط همکاری میان ذینفعان برای ایجاد شبکه‌های همزیستی صنعتی موفق - تأثیر مثبت سیاست‌ها و قوانین اتحادیه اروپا و فرانسه بر توسعه پارک‌های صنعتی از طریق مشوق‌ها و حمایت‌های مالی - چالش پذیرش اجتماعی پروژه‌های توسعه‌ای صنعتی - مشارکت ذینفعان از طریق مصاحبه‌های عمومی
۱۳	[۱۰۳]	- لزوم همکاری میان شرکت‌ها برای کاهش هزینه‌های دفع ضایعات و خرید مواد اولیه سستی. - لزوم رقابت میان شرکت‌ها برای پرداخت سهم کمتری از هزینه‌های اضافی ناشی از همزیستی صنعتی مانند هزینه‌های حمل و نقل، تصفیه، کاهش هزینه آب و انرژی
۱۴	[۱۸]	- نقشه‌برداری از فعالیتهای صنعتی با تمرکز بر مدیریت پسماند - جمع‌آوری داده‌های اولیه از شرکت‌های شرکت کننده در زمینه تأمین مواد خام، مدیریت پسماند و محصولات جانبی - خطوط لوله برای انتقال سیالات، گازها، آب و پساب - شناسایی امکان‌پذیری فنی و مزایای بالقوه پروژه از طریق مصاحبه با شرکت‌های منطقه - ارزیابی امکان‌پذیری اقتصادی و تأثیر سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری بر جامعه محلی از دیدگاه گسترده‌تر شامل جنبه‌های مالی، زیست محیطی و اجتماعی - تحلیل روابط متقابل بین ذینفعان مختلف و تأثیر آن‌ها بر حکمرانی
۱۵	[۶۶]	- استفاده از تأسیسات سایر شرکت‌ها در فرایند تولید، مانند انبار و سردخانه‌های مشترک و فضای اداری و پشتیبانی مشترک - استفاده از پسماندها یا ضایعات سایر شرکت‌ها به عنوان ماده اولیه.
۱۶	[۶۵]	- طبقه‌بندی انواع پسماند و ضایعات بر اساس معیارهای مختلف از جمله خطرناک بودن - ملاحظات قانونی و مشکلات/ریسک‌های مرتبط - در نظر گرفتن هم مقدار پسماند/ضایعات مصرف شده و هم مقدار دفع شده - بازیافت و پردازش پسماندهای جامد - انبار و سردخانه‌های مشترک - در نظر گرفتن جنبه‌های مالی (ایجاد درآمد) و مصرف انرژی شبکه‌های همزیستی صنعتی - دسترسی آسان به داده‌های مورد نیاز مانند جریان‌های پسماند/ضایعات شرکت‌ها
۱۷	[۳۶]	- تسهیل همکاری و اعتماد بین شرکت‌ها - طراحی سیاست‌ها (مالیات دفن زیاده، یارانه اقتصادی و مشوق‌های مالی و قانونی برای ترغیب شرکت‌ها به مشارکت در شبکه همزیستی - انتقال سیالات، گازها، آب و پساب
۱۸	[۲۰]	- افزایش اطلاعات در مورد پتانسیل پسماند به عنوان یک منبع - در دسترس بودن فناوری‌های پردازش پسماند - هماهنگی میان شرکت کنندگان - آگاهی از تأثیرات زیست محیطی و اجتماعی سیستم تولید فعلی - هماهنگ سازی فناوری‌ها
۱۹	[۸۳]	- همسو کردن دانش افراد و واحدهای درگیر در همکاری با محدوده همکاری - درگیر کردن واحدهای مناسب در همکاری
۲۰	[۱]	- به کارگیری فناوری‌های مدرن - ایجاد همکاری و وابستگی متقابل صنعتی بین شرکت‌های مستقر - برقراری همکاری و مشارکت و داشتن ارتباطات
۲۱	[۱۰۴]	- ایجاد هماهنگی بین شرکت‌ها - ایجاد قوانینی برای اطمینان از پیاده‌سازی مطلوب همزیستی صنعتی
۲۲	[۸۷]	- توسعه روابط همکاری بین شرکت‌های مستقر - مدیریت آب و فاضلاب و پردازش پسماندهای خطرناک - نوآوری فناوری و بهبود مستمر محیط زیست برای کاهش ورودی‌های خطرناک در تولید - انبار و سردخانه‌های مشترک
۲۳	[۳۴]	- ایجاد روابط تجاری همزیستی بین شرکت‌ها و سایر ذینفعان - افزایش آگاهی و تسهیل تبادل اطلاعات - چارچوب سیاستی و قانونی - ایجاد ارزش افزوده اقتصادی برای تمام طرف‌های درگیر
۲۴	[۴۶]	- سیستم‌های اطلاعاتی برای داده‌های عملیاتی - انتقال و ادغام دانش در شبکه‌های همزیستی صنعتی

کد مقاله	مرجع	الزامات طراحی هم‌زیستی صنعتی
۲۵	[۷۰]	- بررسی جریان‌های مواد و انرژی - تسهیلگری و حمایت نهادی - همکاری بین ذینفعان
۲۶	[۵۲]	- ساختاردهی و سازماندهی اطلاعات - ارتباطات بین حوزه‌های تجاری - استفاده از استانداردهای کدگذاری مشترک برای شناسایی حوزه‌های تجاری، انواع زباله و محصولات جدید
۲۷	[۷۲]	- همجواری و نزدیکی جغرافیایی شرکت‌ها - حمایت قوی دولت - مدیریت ریسک‌ها و هزینه‌های زیست محیطی و آب، انرژی - دسترسی به فناوری مناسب
۲۸	[۲۹]	- تعریف فرآیندهای اصلی درگیر، تعریف عملیات میانی مورد نیاز و فناوری‌های مورد نیاز - امکان پذیری فنی کلی هم‌زیستی
۲۹	[۶۹]	- در نظر گرفتن معیارهای مختلف برای ارزیابی مواد فرعی ورودی و خروجی - لزوم قوانین و مقررات در هم‌زیستی - طبقه بندی مواد، نحوه استفاده و مقصد مواد - در نظر گرفتن ریسک‌ها
۳۰	[۴۲]	- شناسایی ویژگی‌های منحصر به فرد هر بازیگر (شرکت‌کننده در شبکه هم‌زیستی صنعتی) - در نظر گرفتن عوامل قانونی و سیاسی، اقتصادی و مربوط به بازار، سازمانی و اطلاعاتی، فیزیکی-تکنیکی و جغرافیایی - ایجاد یک درک مشترک از مزایا و ریسک‌ها - تسهیل ارتباطات و برنامه ریزی مشترک
۳۱	[۷۷]	- وجود قوانین و سیاست‌های مناسب - ایجاد انگیزه اقتصادی برای شرکت‌ها - کاهش هزینه‌های انرژی و آب - ارتقاء آگاهی و اطلاعات شرکت‌ها درباره هم‌زیستی صنعتی
۳۲	[۱۰۰]	- شناسایی پیامدهای اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی مربوط به هم‌زیستی صنعتی - شناسایی واحدهای نهادی درگیر در هم‌زیستی صنعتی - وجود سیاست‌های حمایتی از دولت برای تقویت همکاری میان صنایع - مدیریت پسماندها
۳۳	[۱۶]	- ارتقاء ارتباطات میان ذینفعان مختلف صنعتی برای تبادل منابع و پسماندها - توسعه زیرساخت‌های فنی و تکنولوژیکی از جمله فضای اداری و پشتیبانی مشترک - افزایش آگاهی و آموزش
۳۴	[۵۷]	- نیاز به همکاری و هماهنگی بین شرکت‌های مختلف برای ایجاد هم‌زیستی صنعتی - ضرورت حمایت قانونی و مقرراتی از هم‌زیستی صنعتی - لزوم مدیریت و تعهد مناسب در شرکت‌ها برای پذیرش هم‌زیستی صنعتی - نیاز به اشتراک اطلاعات و دانش بین شرکت‌ها درباره جریان‌های مواد و انرژی - توجه به جنبه‌های فنی و اقتصادی برای ایجاد جریان‌های پایدار منابع بین شرکت‌ها
۳۵	[۸]	- سرمایه مورد نیاز شرکت برای هم‌زیستی صنعتی - ارزیابی و رصد جریان مواد و پسماندها - ارزیابی سناریوهای بالقوه برای اجرای هم‌زیستی بر اساس مقایسه منافع - اقتصادی سناریوهای مختلف برای ارزش افزوده به پسماندها و ایجاد درآمد
۳۶	[۱۴]	- لزوم برنامه‌ریزی و تحلیل جامع سیستم برای شناسایی جریان‌های مواد، انرژی و پسماند بین بخش‌های صنعتی - تعریف و طراحی شبکه هم‌زیستی با در نظر گرفتن شرایط محلی، ظرفیت‌ها، نیازها - لزوم هماهنگی بین بخش‌های مختلف صنعت، دولت و شهرداری برای پیاده‌سازی و مدیریت شبکه هم‌زیستی - در نظر گرفتن جنبه‌های فنی، اقتصادی و سیاسی
۳۷	[۸۴]	- همکاری و اشتراک اطلاعات بین شرکت‌های مختلف برای شناسایی جریان‌های مواد - زیرساخت‌ها از فضا اداری و انرژی که می‌توانند به اشتراک گذاشته شوند - ایجاد اعتماد و انگیزه در بین شرکا برای درگیر شدن در روابط همکاری طولانی مدت - مزایای اقتصادی و زیست محیطی ناشی از هم‌زیستی صنعتی - دسترسی به فناوری‌های مناسب برای تسهیل تبادل جریان‌های مواد و انرژی

کد مقاله	مرجع	الزامات طراحی همزیستی صنعتی
		- سیاست‌گذاری و چارچوب‌های قانونی پشتیبان برای تشویق و تسهیل همزیستی صنعتی - درک عمیق از زنجیره تأمین و فرآیندهای صنعتی شرکت کننده برای شناسایی فرصت‌های بالقوه همزیستی
۳۸	[۷]	- هماهنگی ورودی و خروجی میان صنایع درگیر - فرآیندهای تکنولوژیک - در نظر گرفتن شرایط فیزیکی، تکنولوژیکی، اقتصادی شرکت‌ها
۳۹	[۶۹]	- شناسایی جریان مواد و محصولات فرعی بین شرکت‌های مختلف در شبکه - ارزیابی الزامات قانونی برای بازیافت، بازچرخش - استفاده مجدد از محصولات فرعی و ایجاد درآمد - طبقه‌بندی محصولات فرعی بر اساس خطرناک یا غیر خطرناک بودن آن‌ها - بررسی نیاز به پیش تصفیه یا عملیات اضافی برای استفاده از محصولات فرعی در شرکت‌های گیرنده - ارزیابی ریسک - مدیریت پسماند
۴۰	[۸۱]	- در نظر گرفتن ویژگی‌های کیفی و کمی جریان‌های ورودی و خروجی - دسترسی به فناوری‌های مناسب و زیرساخت‌های لازم - صرفه جویی در هزینه‌های آب و انرژی، افزایش درآمد، نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه و دسترسی به منابع مالی - مانند آگاهی و دانش در مورد همزیستی صنعتی، نگرش و درک ریسک - اعتماد، ارتباطات و مذاکره، چشم‌انداز و باور مشترک، و توازن قدرت تصمیم‌گیری - مانند سیاست‌ها، قوانین و مقررات محیط زیستی، ابزارهای سیاستی مانند مالیات و یارانه - فشار ذینفعان
۴۱	[۶]	- پیدا کردن انگیزه‌های زیست محیطی، اقتصادی یا ترکیبی از هر دو برای ایجاد پارک همزیستی صنعتی - انواع جریان‌های تبادل و خطوط انتقال
۴۲	[۹]	- معرفی مفهوم همزیستی صنعتی - اعلام مزایای اقتصادی و زیست محیطی آن برای شرکت‌ها - ارائه امکانات فنی برای همزیستی
۴۳	[۴۵]	- درک ماهیت جریان‌های همزیستی و ارتباط آن‌ها با فعالیت‌های بخش‌های اقتصادی - انواع جریان‌ها شامل انرژی، ضایعات، محصولات فرعی و مواد خام - همکاری میان بازیگران مختلف از جمله شرکت‌ها، صنایع، دولت محلی و آژانس‌ها - نقش دولت و سیاست‌گذاران در تسهیل همزیستی
۴۴	[۷۳]	- نزدیکی جغرافیایی - فاصله بین واحدهای صنعتی - امکان زیرساخت‌های سنگین و خطوط انتقال برق، بخار، گرما یا سرما - کاهش هزینه مواد اولیه، آب، انرژی، - نهادهای برنامه ریزی شهری، مقررات مدیریت پسماند - درگیر کردن ذینفعان و افزایش اعتماد متقابل
۴۵	[۳۱]	- شناسایی منابع قابل تبادل مانند ضایعات، محصولات فرعی، مواد خام ثانویه، انرژی، خدمات، سازه‌ها و غیره - شناسایی فناوری‌های مورد نیاز و خطوط انتقال - شناسایی انواع مواد که می‌توانند به عنوان ورودی استفاده شوند مانند پلاستیک، پودرهای فلزی، سرامیک و غیره - شناسایی نهادهای ذینفعانی که منابع را ارائه می‌دهند یا از آن‌ها استفاده می‌کنند در شبکه همزیستی صنعتی - در نظر گرفتن نزدیکی جغرافیایی، مشارکت ذینفعان، جنبه‌های لجستیکی، ملاحظات اقتصادی و وضعیت فناوری برای توسعه شبکه همزیستی صنعتی
۴۶	[۹۶]	- شرکت‌ها باید ضایعات و محصولات جانبی یکدیگر را به عنوان منبع مواد اولیه استفاده کنند - شرکت‌ها می‌توانند امکانات، زیرساخت‌ها و خدمات عمومی را به اشتراک بگذارند تا از منابع به طور بهینه استفاده شود - شرکت‌ها باید در زمینه‌های مختلف مانند مدیریت زنجیره تأمین، تحقیق و توسعه، فرآیندهای کسب و کار با یکدیگر همکاری کنند. - وجود زیرساخت‌های فیزیکی، منابع انسانی ماهر و لجستیک مناسب برای مدیریت مواد و پسماندها ضروری است - همزیستی صنعتی باید از نظر اقتصادی برای شرکت‌ها سودآور باشد و انگیزه‌های مالی لازم را فراهم کند - قوانین، مقررات و سیاست‌های دولتی باید حامی همزیستی صنعتی و اقتصاد چرخشی باشند - در نظر گرفتن یارانه، جریمه و مالیات دفن زباله - تبادل اطلاعات و داده‌ها میان شرکت‌ها برای شناسایی و هماهنگی فرصت‌های همکاری ضروری است - ساختارهای سازمانی و نهادی باید همکاری و انسجام شرکت‌ها را تسهیل کنند

گام پنجم: تجزیه و تحلیل و تلفیق یافته‌های کیفی. در این گام از فرایند فراترکیب با استفاده از روش تحلیل محتوا بر روی ۴۶ مقاله نهایی انتخاب شده در مجموع ۶۶ کد شناسایی و فراوانی آن‌ها مشخص شد. پس از استخراج کدها نسبت به دسته‌بندی آن‌ها در قالب کدهای محوری اقدام گردید. پس از آن کدهای محوری در قالب مؤلفه‌های کلیدی دسته‌بندی شدند و به این ترتیب به سطح بالاتری از نظام یافتگی و یکپارچگی اطلاعاتی دست یافتیم که هدف اصلی تحقیق ما را سازمان می‌داد. در نهایت پس از کدگذاری باز و محوری پژوهشگر توانست طبقه‌بندی عمومی‌تری از مؤلفه‌های الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی را بدست آورده و در ۵ بعد اصلی فنی، سازمانی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی معرفی نماید. در ادامه به تشریح مراحل و چگونگی استخراج کدها، مقوله‌ها و ابعاد پرداخته می‌شود.

۱. استخراج کدها و مقوله‌ها از منابع تحقیقاتی: در روش فراترکیب، کدها و مقوله‌ها از مرور و تحلیل نظام مند منابع پژوهشی استخراج می‌شوند. در تحقیق حاضر: منابع پژوهشی: جامعه آماری شامل ۴۶ منبع علمی مرتبط با شبکه هم‌زیستی صنعتی در بازه زمانی ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۳ بوده است. روش تحلیل: هر منبع انتخاب شده به دقت مطالعه و بررسی شده و نکات کلیدی مرتبط با الزامات شبکه هم‌زیستی صنعتی، از جمله شاخص‌ها، روابط و عوامل تأثیرگذار، به صورت کدهای اولیه استخراج شدند [۴۱]. رویکرد استخراج کدها: محققین از رویکرد قیاسی-استقرایی استفاده کرده‌اند؛ به این معنا که کدها ابتدا بر اساس چارچوب‌های نظری موجود (مانند ابعاد فنی، اقتصادی، اجتماعی و نهادی) تعریف شده‌اند و سپس از داده‌های منابع، کدهای جدید اضافه شده‌اند. یک نمونه از نحوه استخراج کدها در ادامه آمده است. از مطالعات مربوط به بعد فنی (مانند [۲۲])، کدهایی نظیر "فناوری‌های پردازش ضایعات" و "شناخت منابع قابل تبادل" استخراج شدند. از تحقیقات اقتصادی (مانند [۱۰۷])، کدهایی نظیر "صرفه جویی در هزینه‌ها" و "ایجاد انگیزه‌های اقتصادی" به دست آمدند. ۲. روند دستیابی از کدها به مقوله‌ها: برای رسیدن از کدهای اولیه به مقوله‌ها مراحل زیر طی شده است: طبقه‌بندی کدها: کدهای مشابه یا مرتبط در گروه‌های مشترک دسته‌بندی شدند. این فرایند با استفاده از تحلیل محتوای کیفی انجام شد.

تعریف مقوله‌ها: هر گروه از کدهای مرتبط، یک مقوله مفهومی را شکل داد. به عنوان مثال: کدهای مرتبط با "فناوری‌های پردازش ضایعات" و "زیرساخت‌های انرژی" به مقوله "الزامات فنی" منجر شدند. کدهای مرتبط با "اعتماد میان صنایع" و "سطح تعاملات اجتماعی" در مقوله "الزامات اجتماعی" دسته‌بندی شدند. نتایج دسته‌بندی کدها در قالب مؤلفه‌ها و زیرمؤلفه‌ها در جدول ۵ بیان شده است.

جدول ۵. الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی

مؤلفه	کدهای محوری	کدهای باز
بعد فنی [۲۲، ۳۳]		
ویژگی‌های کیفی، کمی و پیوستگی جریان‌های ورودی و خروجی	ویژگی‌های کیفی ورودی و خروجی	- شناخت منابع قابل تبادل - شناسایی ویژگی‌های منحصربه فرد هر شرکت - استانداردها و مشخصات کیفی مورد نیاز برای استفاده مجدد یا بازیافت - مدیریت پسماند
	ویژگی‌های کمی ورودی و خروجی	- استفاده از استانداردهای کدگذاری مشترک برای محصولات و ضایعات بررسی حجم یا مقدار جریان ورودی/خروجی - مدیریت یکپارچه پسماند بین اعضاء شبکه
	پیوستگی جریان‌های ورودی و خروجی	- در نظرگرفتن جریان ورودی و خروجی مواد - تعریف فرایندهای اصلی ورودی و خروجی - تبادل پسماندها و فرآورده‌های جانبی - شناسایی جریان مواد

مؤلفه	کدهای محوری	کدهای باز
		- مدیریت پسماند
	فناوری‌های پردازش و تبدیل جریان‌های ورودی/خروجی	- تصفیه خانه‌های پسماند
	فناوری‌های مبادله و انتقال جریان‌ها بین شرکت‌ها	- فناوری‌های مورد نیاز برای پسماندها
	فناوری‌های مشترک استفاده از جریان‌های انرژی، آب و زیرساخت‌ها	- تعریف عملیات میانی مورد نیاز و فناوری‌های مورد نیاز
	زیرساخت‌های انتقال و جابجایی مواد و انرژی	- دسترسی به منابع آب، گاز، برق
	تأسیسات و امکانات مشترک پردازش و تصفیه	- خطوط لوله برای انتقال سیالات، گازها، آب و پساب
	امکانات و فضاها صنعتی و لجستیکی مشترک	- راه‌های ریلی یا جاده‌ای برای حمل و نقل مواد جامد
		- خطوط انتقال برق، بخار، گرما یا سرما
		- تصفیه خانه‌های فاضلاب و پساب صنعتی
		- واحدهای بازیافت و پردازش پسماندهای جامد
		- انبارها، سردخانه‌ها
		- مدیریت لجستیک
		- فضاها اداری و پشتیبانی مشترک
بعد سازمانی [۸۳، ۳۲، ۸۶]		
	آشنا بودن با مفهوم همزیستی صنعتی	- آگاهی از مفاهیم همزیستی صنعتی
		- درک انگیزه شرکت‌ها برای مشارکت در همزیستی صنعتی
		- تبادل پسماندها و فرآورده‌های جانبی
		- اشتراک‌گذاری منابع
		- آمادگی زیرساخت‌ها
	آگاهی از مزایای بالقوه همزیستی صنعتی	- صرفه جویی در هزینه‌ها
		- کاهش ضایعات
		- وجود مزایای اقتصادی برای شرکت‌های درگیر و جامعه
		- در نظر گرفتن مزایای زیست محیطی آن
	دانش در مورد فرایندها و فعالیت‌های شرکت خودشان و جریان‌های ورودی/خروجی مواد و انرژی	- در نظر گرفتن مزایای زیست محیطی آن
		- تعریف فرایندهای اصلی ورودی و خروجی
		- شناسایی جریان مواد
	پشتیبانی و تعهد مدیریت ارشد	- پشتیبانی مدیریت عالی
		- تعیین نقش‌ها و مسئولیت‌ها
		- مدیریت ریسک
	دسترسی به منابع سازمانی	- آمادگی (امکان پذیری) زیرساخت و فناوری
		- سرمایه‌گذاری برای همزیستی صنعتی
		- مکانیزم‌های تأمین مالی
		- دسترسی به منابع مالی
		- در دسترس بودن نیروی انسانی، پول
بعد اقتصادی [۷۵، ۸۶، ۳۲، ۸۳، ۱۰۷]		
مزایای اقتصادی بالقوه	اقتصادی	- وجود مزایای اقتصادی برای شرکت‌های درگیر و جامعه
		- ارزیابی مزایای اقتصادی پروژه
هزینه‌ها	کاهش هزینه‌ها	- صرفه‌جویی در هزینه‌های حمل و نقل
		- کاهش هزینه‌های انرژی و آب
		- کاهش هزینه ضایعات
سرمایه‌گذاری مورد نیاز	سرمایه لازم برای همزیستی صنعتی	- سرمایه‌گذاری برای همزیستی صنعتی
		- تأمین مالی برای ترویج مفاهیم همزیستی صنعتی
درآمد	افزایش درآمد	- درآمد حاصل از فروش ضایعات و محصولات جانبی
بعد اجتماعی [۳۶، ۴۷، ۴۹]		
سطح تعامل اجتماعی و اعتماد	ارتباط و اعتماد میان شرکای همزیستی صنعتی	- تمایل به همکاری
		- پذیرش اجتماعی

مؤلفه	کدهای محوری	کدهای باز
		- ایجاد روابط و ارتباطات بین شرکت‌ها - اعتماد متقابل - نزدیکی جغرافیایی بین شرکت‌ها
ارتباطات و مذاکره	ظرفیت برای ارتباطات و مذاکره در هم‌زیستی صنعتی	- هماهنگی بین شرکت‌ها - ایجاد یک واحد هماهنگ کننده - اشتراک دانش و یادگیری بین سازمانی - تبادل اطلاعات بین شرکت‌های درگیر
چشم‌انداز و باور استراتژیک مشترک	اهداف و ارزش و باور مشترک	- داشتن چشم‌انداز مشترک بین شرکت‌ها
بعد نهادی [۲۴، ۳۹، ۳۷]		
سیاست‌ها و استانداردهای زیست محیطی	سیاست‌گذاری و نقش نهادها	- سیاست‌های دولت برای ایجاد انگیزه در هم‌زیستی صنعتی - شناسایی واحدهای نهادی - حمایت نهادی برای یکپارچه سازی - نقش تسهیلگران مانند دولت‌ها و انجمن‌های تجاری - مداخلات برای هم‌زیستی صنعتی
ماهیت و پیامدهای قوانین و مقررات مربوطه	مقررات زیست محیطی	- در نظر گرفتن مقررات زیست محیطی
ابزارهای سیاستی	سیاست‌گذاری و چارچوب‌های قانونی	- قوانین و مقررات
	ابزارها	- مالیات دفن زباله - جریمه‌ها و عوارض - یارانه‌ها و اعتبارات
ذینفعان	نقش ذینفعان	- هماهنگی و همکاری میان ذینفعان - روابط متقابل بین ذینفعان - مشارکت ذینفعان - فشار ذینفعان

گام ششم: حفظ کنترل کیفیت. جهت حفظ کیفیت اجرای پژوهش، علاوه بر دقت در استخراج مفاهیم مرتبط با موضوع در متون مقاله‌ها و بازبینی و مرور پیوسته این مفاهیم در حین انجام پژوهش، همان‌طور که در گام سوم اشاره شد در راستای ارزیابی و ارتقای کیفیت محتوای مقاله‌های منتخب از ابزار برنامه مهارت‌های ارزیابی نقادانه (CASP) جهت ارزیابی کیفی محتوای مطالعات پژوهشی کیفی و همچنین به منظور سنجش پایایی مدل ارائه شده از روش توافق بین دو کدگذار استفاده شد. محققان منتخب دارای مدرک دکتری در رشته مدیریت و سابقه پژوهشی در حوزه مربوطه بوده‌اند. محققین به طور مستقل و بدون اطلاع از کدگذاری یکدیگر، متون را کدگذاری نموده‌اند. برای سنجش میزان توافق بین کدگذاران از شاخص کاپای کوهن استفاده شده است. نتایج تحلیل با استفاده از نرم‌افزار SPSS در جدول ۶ نشان داده شده است. ضریب کاپا برای توافق بین کدگذاران ۰.۸۷ است که نشان‌دهنده توافق قوی بین آنها است. از این رو می‌توان نتیجه گرفت مفاهیم استخراج شده از مطالعات در این قسمت از پژوهش از کیفیت قابل قبولی برخوردار است.

جدول ۶. نتایج محاسبه ضریب کاپای کوهن با نرم‌افزار SPSS

(Symmetric Measures)				
	Value	Asymp.std.Error ^a	Approx. Tb	Approx. Sig
Measure of Agreement Kappa	۰.۸۷۰	۰.۱۲۱	۵.۴۷۷	۰.۰۰۰
N of Valid Cases	۱۰			
a. Not assuming the null hypothesis.				
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis				

همانطور که در خروجی نرم‌افزار مشاهده می‌شود، ضریب کاپای محاسبه شده برابر با ۰.۸۷۰ است ($p < 0.001$) که بر اساس معیارهای تفسیر لندیس و کخ^۱ (۱۹۷۷)، نشان‌دهنده توافق عالی بین ارزیاب‌هاست [۵۸]. خطای استاندارد ۰.۱۲۱ و مقدار T معادل ۵.۴۷۷ نیز معناداری آماری این ضریب را تأیید می‌کند. این نتایج نشان می‌دهد که فرایند کدگذاری از پایایی بالایی برخوردار است.

گام هفتم: ارائه یافته‌ها. پیش از رسم مدل الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی، ابتدا باید مولفه‌های شناسایی شده توسط روش فراترکیب، غربالگری شده و با شرایط مورد مطالعه تطبیق داده شوند. برای این منظور از روش دلفی استفاده شده است. در این پژوهش، پنل خبرگان دلفی متشکل از ۱۵ نفر شامل ۸ نفر از مدیران ارشد شهرک صنعتی بابل (با حداقل ۱۰ سال سابقه)، ۴ نفر از اساتید دانشگاه با تخصص مدیریت تولید و زنجیره تأمین، و ۳ نفر از مشاوران صنعتی با تجربه در حوزه همزیستی صنعتی است. روش دلفی طی سه مرحله انجام شده است. در مرحله اول پرسشنامه‌ای نیمه‌ساختاریافته شامل کدهای استخراج شده از روش فراترکیب در اختیار خبرگان قرار گرفت و از آنها خواسته شد پس از تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ها، پرسشنامه دور دوم با توجه به نتایج دور اول تنظیم و مجدداً در اختیار خبرگان قرار گرفت. در این مرحله خبرگان با توجه به نتایج به دست آمده از دور اول به بازنگری و تعدیل نظرات خود پرداختند.

به‌منظور تعیین میزان اتفاق نظر میان متخصصان، از ضریب هماهنگی کندال استفاده شد. در این راستا مقدار ضریب هماهنگی کندال در دور دوم ۰.۷۲ محاسبه گردید. جهت توقف فرآیند دلفی مقدار ضریب کندال را در دو دور متوالی مقایسه کرده و اگر این ضریب در دو دور ثابت ماند و یا رشد ناچیزی داشت فرآیند را متوقف می‌نماییم. بر این اساس پرسشنامه دور سوم فرآیند دلفی طراحی شد و به همراه بازخورد دور دوم در اختیار خبرگان قرار گرفت. مقدار ضریب هماهنگی کندال در این قسمت ۰.۷۵ محاسبه گردید.

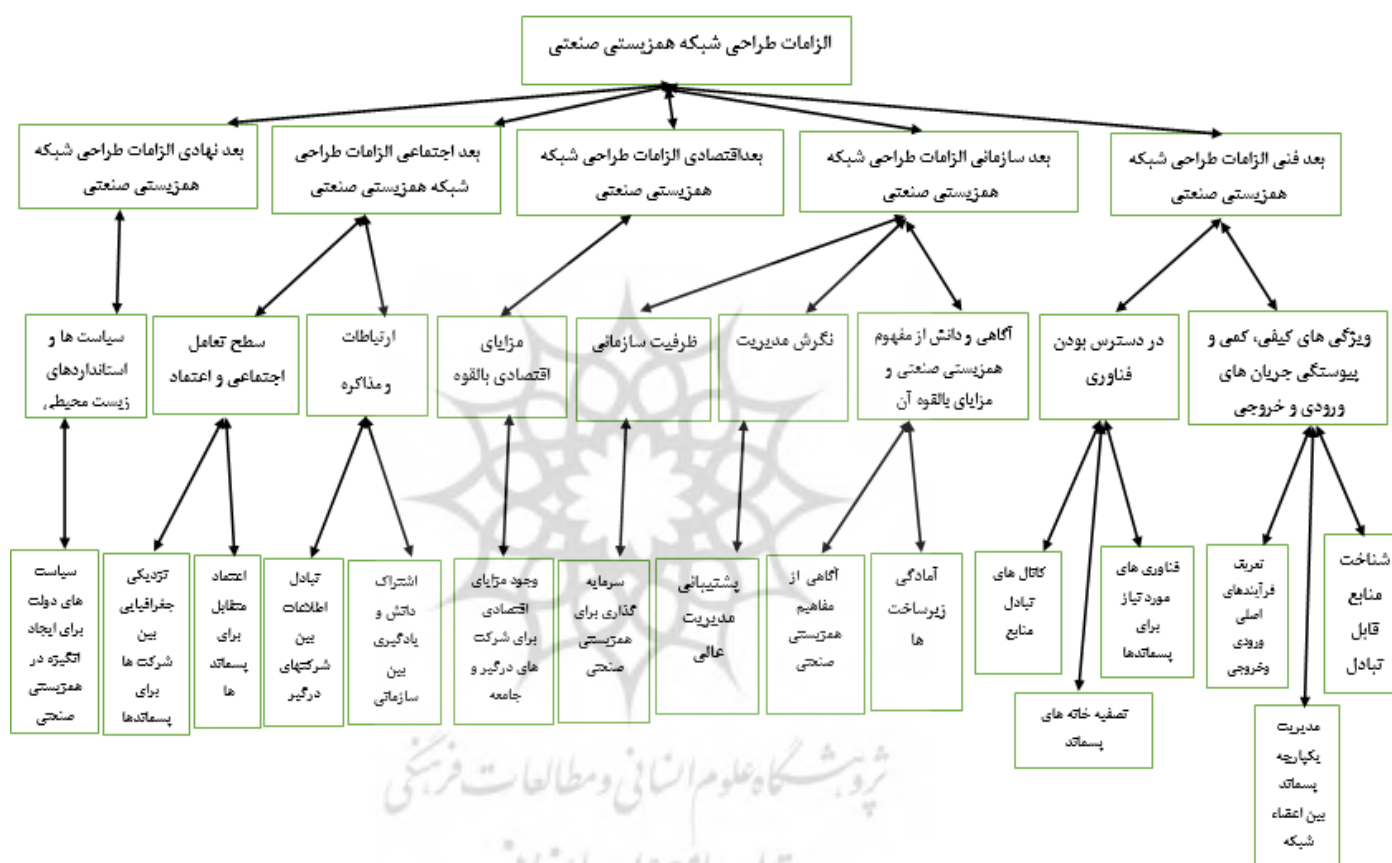
پس از محاسبه ضریب کندال مشخص گردید که افزایش محسوسی ایجاد نشده است و ضریب هماهنگی کندال در دو دور متوالی دوم و سوم تقریباً ثابت مانده است؛ لذا اتفاق نظر حاصل شده است. بر این اساس میانگین دور سوم به عنوان وزن نهایی هر یک از زیربدها در نظر گرفته شده است. بنابراین میانگین زیر ۵ مبنای حذف عوامل قرار گرفت. جدول ۷ میانگین نظرات خبرگان طی این سه مرحله روش دلفی را نشان می‌دهد. بنابراین از میان ۶۶ کد که برای شناسایی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی در نظر گرفته شده بود، در مجموع ۱۶ کد از دیدگاه متخصصان به اجماع رسید که در پنج بعد اصلی (فنی با ۶ مؤلفه، سازمانی با ۴ مؤلفه، اجتماعی با ۴ مؤلفه، نهادی با ۱ مؤلفه و اقتصادی با ۱ مؤلفه) دسته‌بندی شدند.

جدول ۷. میانگین نظرات خبرگان از دور اول الی سوم

ردیف	مؤلفه	زیر مؤلفه	میانگین دور اول	میانگین دور دوم	میانگین دور سوم	وزن نهایی
۱	بعد فنی	شناخت منابع قابل تبادل	۵.۲۱	۵.۴۷	۵.۳۳	۵.۳۳
۲	بعد فنی	مدیریت یکپارچه پسماند بین اعضاء شبکه	۶.۱۱	۵.۸۷	۵.۷۳	۵.۷۳
۳	بعد فنی	تعریف فرآیندهای اصلی ورودی و خروجی	۵.۳۷	۵.۶۰	۵.۷۴	۵.۷۴
۴	بعد فنی	تصفیه خانه‌های پسماند	۵.۴۸	۵.۶۰	۵.۷۷	۵.۷۷
۵	بعد فنی	فناوری‌های مورد نیاز برای پسماندها	۵.۸۴	۵.۹۳	۵.۸۰	۵.۸۰
۶	بعد فنی	کانال‌های تبادل منابع	۵.۳۲	۵.۱۳	۵.۵۰	۵.۵۰
۷	بعد سازمانی	آگاهی از مفاهیم همزیستی صنعتی	۵.۷۹	۵.۸۰	۵.۸۷	۵.۸۷
۸	بعد سازمانی	آمادگی زیرساخت‌ها	۵.۸۹	۵.۶۷	۵.۷۳	۵.۷۳
۹	بعد سازمانی	پشتیبانی مدیریت عالی	۵.۳۷	۵.۶۹	۵.۷۹	۵.۷۹
۱۰	بعد سازمانی	سرمایه گذاری برای همزیستی صنعتی	۵.۶۳	۵.۵۳	۵.۴۷	۵.۴۷
۱۱	بعد اجتماعی	اعتماد متقابل	۵.۴۲	۵.۲۰	۵.۲۷	۵.۲۷
۱۲	بعد اجتماعی	نزدیکی جغرافیایی بین شرکت‌ها	۵.۳۹	۵.۶۵	۵.۷۲	۵.۷۲

ردیف	مؤلفه	زیر مؤلفه	میانگین دور اول	میانگین دور دوم	میانگین دور سوم	وزن نهایی
۱۳	بعد اجتماعی	اشتراک دانش و یادگیری بین سازمانی	۵.۷۴	۵.۶۷	۵.۶۷	۵.۶۷
۱۴	بعد اجتماعی	تبادل اطلاعات بین شرکت‌های درگیر	۵.۶۳	۵.۵۳	۵.۴۷	۵.۴۷
۱۵	بعد نهادی	سیاست‌های دولت برای ایجاد انگیزه در همزیستی صنعتی	۵.۳۷	۵.۸۷	۵.۸۷	۵.۸۷
۱۶	بعد اقتصادی	وجود مزایای اقتصادی برای شرکت‌های درگیر و جامعه	۵.۴۸	۵.۸۷	۵.۸۹	۵.۸۹

خلاصه‌ای از گروه‌بندی عوامل و زیرعوامل اولیه و نهایی در شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۳. مدل الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی در نرم‌افزار اطلس تی‌آی

اعتبار سنجی مدل تحقیق با استفاده از آزمون فرضیات مبتنی بر روابط بین متغیرها

با توجه به نمونه کوچک تحقیق و داده‌های غیرنرمال (جدول ۸)، از الگوریتم تحلیل مدل‌ها در روش SMART-PLS در سه بخش: برازش مدل‌های اندازه‌گیری، برازش مدل ساختاری و برازش کلی مدل (اندازه‌گیری و ساختاری) استفاده شد. به این ترتیب که ابتدا، از صحت روابط موجود در مدل‌های اندازه‌گیری با استفاده از معیارهای پایایی و روایی اطمینان حاصل شد و سپس به بررسی و تفسیر روابط موجود در بخش ساختاری پرداخته و در مرحله پایانی نیز برازش کلی مدل پژوهش بررسی شد. با توجه به حجم بالای محاسبات و محدودیت تعداد صفحات مقاله، در ادامه به مهم‌ترین نتایج در این زمینه اشاره شده است.

برای بررسی فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد (جدول ۸).

جدول ۸. نتایج آزمون بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها

متغیر	میانگین	انحراف معیار	معنی‌داری
الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۴.۴۶۶	۰.۶۵۷	۰.۰۰۰
بعد فنی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۴.۳۳۱	۰.۶۴۴	۰.۰۰۰
بعد سازمانی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۴.۲۳۴	۰.۷۳۳	۰.۰۰۰
بعد اقتصادی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۴.۰۶۳	۰.۹۱۷	۰.۰۰۰
بعد اجتماعی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۳.۸۹۹	۱.۰۲۳	۰.۰۰۰
بعد نهادی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۴.۰۸۵	۰.۸۵۲	۰.۰۰۰

مطابق جدول ۸، متغیرهای پژوهش از توزیع نرمال برخوردار نیستند، چون سطح معنی‌داری آنها از ۰.۰۵ کمتر است. برای برقراری این شرط باید سطح معنی‌داری بیشتر از ۰.۰۵ باشد. بنابراین می‌توان از نرم‌افزار PLS استفاده نمود.

برازش مدل‌های اندازه‌گیری شامل بررسی پایایی و روایی سازه‌های پژوهش است. فورنل و لارکر (۱۹۸۱) برای بررسی پایایی سازه‌ها سه ملاک را پیشنهاد می‌کنند: الف) پایایی هریک از گویه‌ها، ب) پایایی ترکیبی هریک از سازه‌ها و ج) میانگین واریانس استخراج شده. الف) بررسی پایایی: با توجه نتایج تحلیل عاملی، از آنجا که بارعاملی همه گویه‌های پرسشنامه در این تحقیق بیشتر از ۰.۳ می‌باشد، بنابراین مولفه‌ها، سازه خود را تایید می‌کنند. علاوه بر این، مقادیر ضریب آلفای کرونباخ در مدل پژوهش حاضر بالای ۰.۷ می‌باشد (جدول ۹)، بنابراین مدل پژوهش از پایایی خوبی برخوردار است. همچنین، نتایج جدول ۹ نشان می‌دهد که ضریب پایایی برای تمامی متغیرها بیشتر از ۰.۷ است؛ بنابراین مدل تحقیق از پایایی درونی مناسب برخوردار است. مقادیر به دست آمده برای پایایی ترکیبی برای سازه‌های تحقیق نیز بالاتر از ۰.۷ به دست آمده است.

ب) روایی همگرا: پس از حصول نتایج مقادیر بارهای عاملی و ضرایب آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی و AVE محاسبه شد و از آنجا که مقادیر معیارهای مذکور برای هریک از متغیرهای مکنون بیشتر از حد مطلوب تعریف شده است؛ بنابراین، می‌توان مناسب بودن وضعیت پایایی و روایی همگرای مدل پژوهش را تأیید کرد (جدول ۹).

جدول ۹. معیارهای کلی کیفیت مدل

متغیرهای مکنون	میانگین واریانس استخراج شده AVE > 0/4	پایایی ترکیبی CR > 0/7	ضریب تعیین (R2)	ضریب آلفای کرونباخ	مقادیر اشتراکی Communality > 0	افزونی Redundancy
الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۰.۷۲۳	۰.۸۸۵	۰.۵۱۳	۰.۸۰۶	۰.۴۲۲	۰.۲۷۴
بعد فنی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۰.۸۴۶	۰.۹۴۳	۰.۶۱۷	۰.۸۰۰	۰.۴۱۴	۰.۳۶۸
بعد سازمانی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۰.۸۹۰	۰.۹۶۰	۰.۴۷۸	۰.۹۳۸	۰.۶۷۶	۰.۳۸۲
بعد اقتصادی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۰.۷۱۲	۰.۸۸۱	۰.۳۳۵	۰.۹۷۴	۰.۷۶۷	۰.۳۰۰
بعد اجتماعی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۰.۷۸۳	۰.۹۱۵	۰.۶۵۷	۰.۹۰۸	۰.۶۱۶	۰.۵۱۴
بعد نهادی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۰.۹۵۰	۰.۹۸۳	۰.۴۸۰	۰.۸۶۰	۰.۵۱۶	۰.۳۴۳

ج) روایی واگرا: واگرا، سومین معیار بررسی برازش مدل‌های اندازه‌گیری است. در این پژوهش، برای بررسی روایی واگرا از معیار فورنل و لارکر (۱۹۸۱) استفاده شد. نتایج جدول ۱۰ نشان می‌دهد که مقادیر میانگین استخراج شده روی قطر اصلی از مقادیر زیرین خود بیشتر می‌باشند، بنابراین واگرایی مدل برقرار می‌باشد.

جدول ۱۰. ماتریس سنجش روایی واکرا با روش فورنل لارکر

متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶
الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۸۵۰					
بعد اجتماعی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۶۷۱	۰.۹۲۰				
بعد سازمانی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۶۰۴	۰.۷۹۳	۰.۹۴۳			
بعد فنی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۵۲۵	۰.۶۶۹	۰.۸۴۱	۰.۸۴۴		
بعد نهادی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۶۷۱	۰.۸۴۹	۰.۷۵۲	۰.۷۴۸	۰.۸۸۵	
بعد اقتصادی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۶۶۹	۰.۸۶۱	۰.۹۰۲	۰.۸۲۴	۰.۸۱۷	۰.۹۷۵

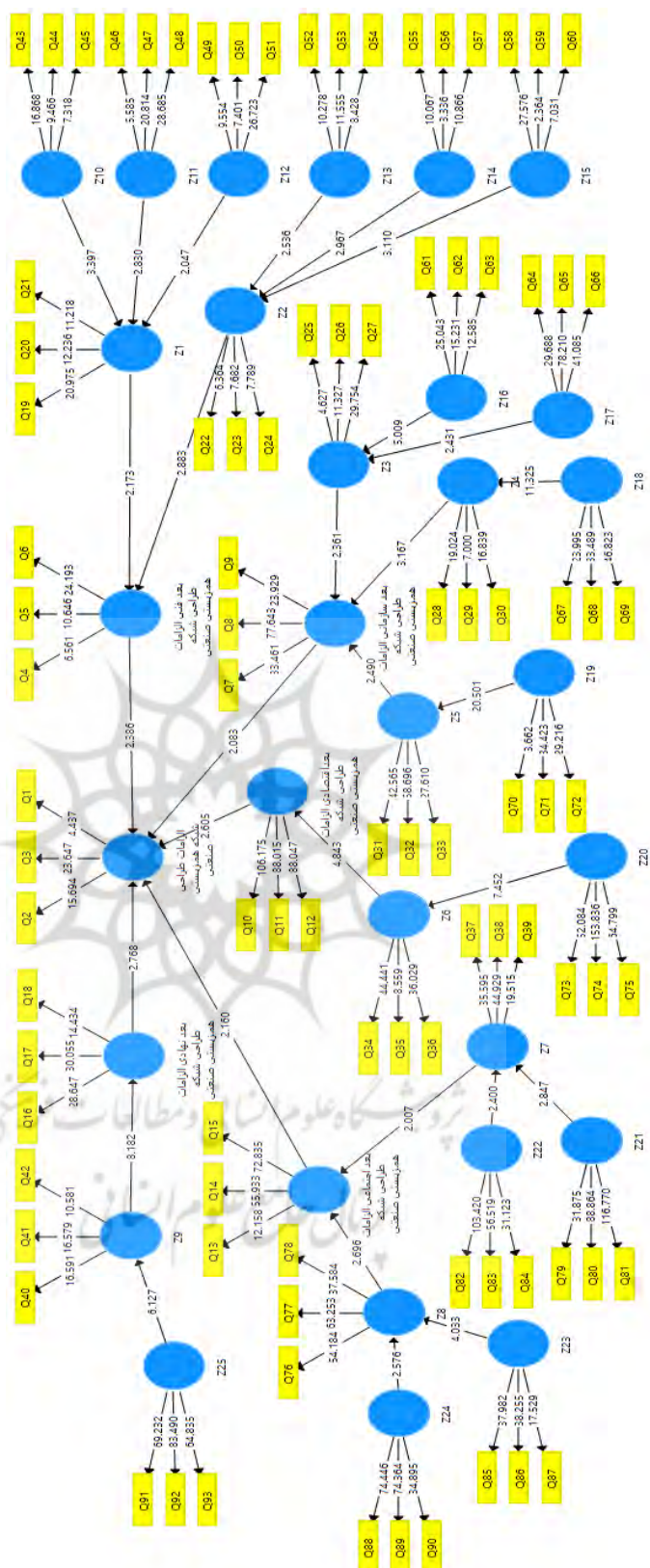
برای ارزیابی برازش مدل ساختاری پژوهش از چندین معیار استفاده می‌شود که اولین و اساسی‌ترین آن، ضرایب معناداری Z یا همان مقادیر t-values است که با اجرای فرمان بوت استرپینگ مقادیر بر روی خطوط مسیرها نشان داده می‌شوند. در صورتی که مقادیر t بیش‌تر از ۱.۹۶ باشد، بیانگر صحت رابطه بین سازه‌ها و در نتیجه تأیید فرضیه‌های پژوهش در سطح اطمینان ۹۵ درصد است. در شکل ۴، مقادیر t برای ارزیابی بخش ساختاری مدل نشان داده شده است. با توجه به این که تمام اعداد واقع بر مسیرها بالاتر از ۱.۹۶ هستند، این مطلب حاکی از معنادار بودن مسیرها، مناسب بودن مدل ساختاری و تأیید تمام فرضیه‌های پژوهش است.

برازش مدل کلی نیز با استفاده از معیار GoF سنجیده شد. در این تحقیق، مقدار بدست آمده برای GoF، ۰.۵۱۳ است که نشان از برازش قوی مدل دارد.

در نهایت، با توجه به اینکه مقدار t ضرایب هریک از مسیرها بالاتر از ۱.۹۶ است؛ بنابراین، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، مسیرهای پیش‌بینی شده یعنی تأثیر بعد فنی، بعد سازمانی، بعد اقتصادی، بعد اجتماعی و بعد نهادی بر الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی معنادار هستند. نتایج آزمون روابط بین متغیرهای مدل در جدول ۱۱ و ۱۲ آمده است.

جدول ۱۱. نتایج آزمون مدل ساختاری پژوهش

ردیف	مسیر	ضریب مسیر	t	نتیجه فرضیه
۱	بعد فنی ← الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۲۲۸	۲.۳۸۶	تأیید
۲	بعد سازمانی ← الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۳۵۳	۲.۰۸۳	تأیید
۳	بعد اقتصادی ← الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۴۳۱	۲.۶۰۵	تأیید
۴	بعد اجتماعی ← الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۱۰۲	۲.۱۶۰	تأیید
۵	بعد نهادی ← الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۳۶۳	۲.۷۶۸	تأیید



جدول ۱۲: نتایج آزمون مدل ساختاری پژوهش (فرضیه‌های میانجی)

ردیف	مسیر	ضریب مسیر	خطا	ضریب مسیر	فرضیه میانجی	فرضیه میانجی	نتیجه فرضیه
۶	ویژگی‌های کیفی، کمی و پیوستگی جریان‌های ورودی و خروجی ← بعد فنی بعد فنی ← طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۳۹۷ ۰.۲۲۸	۰.۰۵۲ ۰.۰۵۰	۰.۰۹۰	۳.۹۱۴	تایید	
۷	در دسترس بودن فناوری ← بعد فنی بر طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی تاثیر دارد. بعد فنی ← طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۴۶۴ ۰.۲۲۸	۰.۰۵۷ ۰.۰۵۰	۰.۱۰۵	۳.۹۷۸	تایید	
۸	آگاهی و دانش از مفهوم هم‌زیستی صنعتی و مزایای بالقوه آن ← بعد سازمانی بعد سازمانی ← طراحی شبکه هم‌زیستی	۰.۵۱۵ ۰.۳۵۳	۰.۰۴۷ ۰.۰۴۹	۰.۱۸۱	۶.۰۱۹	تایید	
۹	نگرش مدیریت ← بعد سازمانی بعد سازمانی ← طراحی شبکه هم‌زیستی	۰.۷۷۵ ۰.۳۵۳	۰.۰۵۱ ۰.۰۴۹	۰.۲۷۳	۶.۵۰۹	تایید	
۱۰	ظرفیت سازمانی ← بعد سازمانی بعد سازمانی ← طراحی شبکه هم‌زیستی	۰.۵۸۴ ۰.۳۵۳	۰.۰۴۳ ۰.۰۴۹	۰.۲۰۶	۶.۳۶۴	تایید	
۱۱	مزایای اقتصادی بالقوه ← بعد اقتصادی بعد اقتصادی ← الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۵۷۹ ۰.۴۳۱	۰.۰۵۸ ۰.۰۴۱	۰.۲۴۹	۷.۲۳۸	تایید	
۱۲	ارتباطات و مذاکره ← بعد اجتماعی بعد اجتماعی ← الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۳۰۲ ۰.۱۰۲	۰.۰۴۱ ۰.۰۳۸	۰.۰۳۰	۲.۵۲۱	تایید	
۱۳	سطح تعامل اجتماعی و اعتماد ← بعد اجتماعی بعد اجتماعی ← الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۸۰۸ ۰.۱۰۲	۰.۰۴۲ ۰.۰۳۸	۰.۰۸۲	۲.۶۵۸	تایید	
۱۴	سیاست‌ها و استانداردهای زیست محیطی ← بعد نهادی بعد نهادی ← الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۶۹۳ ۰.۳۶۳	۰.۰۵۱ ۰.۰۵۷	۰.۲۵۱	۵.۷۶۶	تایید	
۱۵	شناخت منابع قابل تبادل ← ویژگی‌های کیفی، کمی و پیوستگی جریان‌های ورودی و خروجی ویژگی‌های کیفی، کمی و پیوستگی جریان‌های ورودی و خروجی ← بعد فنی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۳۷۴ ۰.۳۹۷ ۰.۰۵۲	۰.۰۴۷ ۰.۰۵۲	۰.۱۴۸	۵.۵۰۹	تایید	
۱۶	مدیریت یکپارچه پسماند بین اعضاء شبکه ← ویژگی‌های کیفی، کمی و پیوستگی جریان‌های ورودی و خروجی ویژگی‌های کیفی، کمی و پیوستگی جریان‌های ورودی و خروجی ← بعد فنی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۱۶۲ ۰.۳۹۷	۰.۰۴۸ ۰.۰۵۲	۰.۰۶۴	۳.۰۸۶	تایید	
۱۷	تعریف فرآیندهای اصلی ورودی و خروجی ← ویژگی‌های کیفی، کمی و پیوستگی جریان‌های ورودی و خروجی ویژگی‌های کیفی، کمی و پیوستگی جریان‌های ورودی و خروجی ← بعد فنی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۳۱۷ ۰.۳۹۷	۰.۰۵۰ ۰.۰۵۲	۰.۱۲۵	۴.۸۷۷	تایید	
۱۸	فناوری‌های مورد نیاز برای پسماندها ← در دسترس بودن فناوری در دسترس بودن فناوری ← بعد فنی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۱۵۱ ۰.۴۶۴	۰.۰۵۱ ۰.۰۵۷	۰.۰۷۰	۲.۷۸۲	تایید	
۱۹	تصفیه خانه‌های پسماند ← در دسترس بودن فناوری در دسترس بودن فناوری ← بعد فنی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۲۵۸ ۰.۴۶۴	۰.۰۵۲ ۰.۰۵۷	۰.۱۱۹	۴.۲۳۶	تایید	
۲۰	کانال‌های تبادل منابع ← در دسترس بودن فناوری در دسترس بودن فناوری ← بعد فنی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۴۷۸ ۰.۴۶۴	۰.۰۵۴ ۰.۰۵۷	۰.۲۱۲	۵.۹۰۹	تایید	
۲۱	آمادگی زیرساخت‌ها ← آگاهی و دانش از مفهوم هم‌زیستی صنعتی و مزایای بالقوه آن آگاهی و دانش از مفهوم هم‌زیستی صنعتی و مزایای بالقوه آن ← بعد سازمانی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۹۵۹ ۰.۵۱۵	۰.۰۵۱ ۰.۰۴۷	۰.۴۹۳	9.۴۶۷	تایید	
۲۲	آگاهی از مفاهیم هم‌زیستی صنعتی ← آگاهی و دانش از مفهوم هم‌زیستی صنعتی و مزایای بالقوه آن آگاهی و دانش از مفهوم هم‌زیستی صنعتی و مزایای بالقوه آن ← بعد سازمانی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۳۸۶ ۰.۵۱۵	۰.۰۵۲ ۰.۰۴۷	۰.۱۹۸	۶.۱۴۵	تایید	
۲۳	پشتیبانی مدیریت عالی ← نگرش مدیریت نگرش مدیریت ← بعد سازمانی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۷۳۸ ۰.۷۷۵	۰.۰۵۶ ۰.۰۵۱	۰.۵۷۱	۹.۹۵۶	تایید	
۲۴	سرمایه گذاری برای هم‌زیستی صنعتی ← ظرفیت سازمانی ظرفیت سازمانی ← بعد سازمانی الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی	۰.۸۷۶ ۰.۵۸۴	۰.۰۶۱ ۰.۰۴۳	۰.۵۱۱	۹.۸۶۷	تایید	
۲۵	وجود مزایای اقتصادی برای شرکت‌های درگیر و جامعه ←	۰.۶۳۷	۰.۰۵۴	۰.۳۶۸	۶.۵۹۱	تایید	

ردیف	مسیر	ضریب خطا	ضریب مسیر	فرضیه میانجی	فرضیه t	نتیجه فرضیه
۲۶	مزایای اقتصادی بالقوه	۰.۰۵۸	۰.۵۷۹			
	مزایای اقتصادی بالقوه ← بعداقتصادی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۰.۰۶۴	۰.۴۶۴	۰.۱۴۰	۵.۱۶۶	تایید
	اشتراک دانش و یادگیری بین سازمانی ← ارتباطات و مذاکره	۰.۰۴۱	۰.۳۰۲			
۲۷	ارتباطات و مذاکره ← بعد اجتماعی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۰.۰۵۲	۰.۲۰۹	۰.۰۶۳	۳.۵۲۸	تایید
	تبادل اطلاعات بین شرکتهای درگیر ← ارتباطات و مذاکره	۰.۰۴۱	۰.۳۰۲			
	ارتباطات و مذاکره ← بعد اجتماعی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۰.۰۵۲	۰.۷۹۲	۰.۶۳۹	۱۱.۹۴۱	تایید
۲۸	اعتماد متقابل برای پسماندها ← تعامل اجتماعی و اعتماد	۰.۰۴۲	۰.۸۰۸			
	تعامل اجتماعی و اعتماد ← بعد اجتماعی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۰.۰۵۳	۰.۱۱۶	۰.۰۹۳	۲.۱۷۴	تایید
	نزدیکی جغرافیایی بین شرکتهای برای پسماندها ← تعامل اجتماعی و اعتماد	۰.۰۴۲	۰.۸۰۸			
۳۰	تعامل اجتماعی و اعتماد ← بعد اجتماعی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی	۰.۰۵۷	۰.۶۷۴	۰.۴۶۷	۸.۹۲۰	تایید
	سیاستهای دولت برای ایجاد انگیزه در همزیستی صنعتی ← سیاستها و استانداردهای زیست محیطی	۰.۰۵۱	۰.۶۹۳			
	سیاستها و استانداردهای زیست محیطی ← بعد نهادی الزامات طراحی شبکه همزیستی صنعتی					

با توجه به آنچه در بالا آمده است می توان گفت روش آزمون فرضیات مبتنی بر روابط بین متغیرها، اعتبار مدل را تأیید می کند.

۵. نتیجه گیری و پیشنهادها

در پژوهش حاضر سعی بر آن بود که مدلی ارائه گردد تا با استفاده از آن همزیستی صنعتی را در شهرک های صنعتی شهر بابل در کشور عراق پیاده نماید تا بتوان از طریق همزیستی صنعتی (تبادل مواد، ضایعات و انرژی میان کارخانه ها)، هم از آلودگی محیط زیست بکاهد و هم سود کارخانه ها را از طریق کاهش هزینه های حمل و نقل افزایش دهند. در این راستا از رویکرد فراترکیب استفاده شد. در این پژوهش پس از مرور نظام مند ۴۶ مقاله با استفاده از روش فراترکیب و گدگذاری شاخص ها براساس نظریه سندولسکی و باروسو، عوامل اصلی و فرعی شبکه همزیستی صنعتی استخراج شدند.

مدل طراحی شده برای شبکه همزیستی صنعتی شامل پنج بعد کلیدی است که در قالب یک ساختار یکپارچه ارائه شده است. این ابعاد شامل بعد سازمانی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی و فنی هستند (شکل ۳). هر یک از این ابعاد نقش منحصر به فردی در موفقیت شبکه ایفا می کنند و در عین حال، از طریق ارتباطات متقابل با یکدیگر تعامل دارند. این مدل به صورت سلسله مراتبی طراحی شده و هر بعد بر دیگری تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم می گذارد. تحلیل ساختار مدل و نحوه ارتباط باکس ها به شرح زیر است:

بعد سازمانی: بعد سازمانی شامل عواملی است که به مدیریت و هماهنگی میان شرکتهای عضو شبکه مربوط می شود، از جمله ظرفیت سازمانی، اعتماد متقابل، اشتراک دانش و نگرش مدیریت. این بعد پایه ای ترین مؤلفه برای ایجاد همکاری بین اعضای شبکه است. برای مثال، بدون اعتماد متقابل و توانایی سازمانی، ایجاد کانال های تبادل منابع و مدیریت پسماندها ممکن نیست [۲۲]. همچنین با بعد اجتماعی تعامل نزدیکی دارد، چرا که اعتماد و تعاملات اجتماعی میان اعضا به تقویت هماهنگی های سازمانی کمک می کند. از طرف دیگر، به بعد فنی نیز مرتبط است؛ به این دلیل که مدیریت سازمانی مناسب می تواند به پیاده سازی بهتر فناوری ها کمک کند [۲۴].

بعد اقتصادی: بعد اقتصادی به منافع مالی و اقتصادی شبکه مربوط می شود. این بعد شامل سرمایه گذاری اولیه، کاهش هزینه های عملیاتی و مزایای اقتصادی بالقوه است. هدف اصلی بسیاری از شبکه های همزیستی صنعتی، ایجاد ارزش اقتصادی است. این ارزش شامل صرفه جویی در هزینه ها، بهبود بهره وری و افزایش درآمد از طریق مدیریت بهینه منابع و پسماندها است [۲۸]. این بعد به شدت با بعد فنی در ارتباط است؛ زیرا توسعه فناوری های مورد نیاز و زیرساخت های شبکه مستلزم سرمایه گذاری اقتصادی است. همچنین با بعد

نهادی مرتبط است، زیرا سیاست‌های دولتی و مشوق‌های اقتصادی می‌توانند محرک سرمایه‌گذاری باشند [۵۶]. بعد اقتصادی به بعد اجتماعی نیز وابسته است؛ به این معنا که منافع اقتصادی بالقوه باید به افزایش آگاهی و مشارکت عمومی منجر شود [۱۰۷].

بعد اجتماعی: بعد اجتماعی بر تعاملات انسانی، آگاهی عمومی، و سطح اعتماد میان اعضای شبکه تمرکز دارد. این بعد نشان می‌دهد که سطح تعاملات اجتماعی و مشارکت عمومی تا چه حد می‌تواند بر موفقیت شبکه تأثیر بگذارد [۴۴]. تعاملات اجتماعی و اعتماد، زیربنای موفقیت شبکه‌های هم‌زیستی صنعتی است. برای مثال، اعتماد میان شرکت‌ها تبادل منابع و مدیریت پسماندها را تسهیل می‌کند [۳۸]. این بعد به بعد سازمانی وابسته است، زیرا تعاملات اجتماعی قوی و هماهنگی سازمانی را بهبود می‌بخشد. از طرفی با بعد نهادی نیز مرتبط است؛ سیاست‌های دولتی می‌توانند تعاملات اجتماعی و آگاهی عمومی را تقویت کنند. همچنین، به بعد اقتصادی نیز متصل است، زیرا منافع اقتصادی ناشی از شبکه باید باعث جلب مشارکت عمومی و افزایش تعاملات اجتماعی شود.

بعد نهادی: بعد نهادی به سیاست‌ها، چارچوب‌های قانونی، و استانداردهای زیست‌محیطی اشاره دارد که بستر لازم برای اجرای شبکه را فراهم می‌کنند. این بعد به عنوان ستون فقرات مدل عمل می‌کند. برای مثال، سیاست‌های حمایتی دولت می‌توانند مشوق‌های مالی و مقررات زیست محیطی را برای شرکت‌ها فراهم کنند. بعد نهادی با بعد اقتصادی تعامل مستقیم دارد، زیرا سیاست‌های دولتی می‌توانند سرمایه‌گذاری‌های لازم را تسهیل کنند. همچنین به بعد فنی مرتبط است، زیرا قوانین و سیاست‌ها باید توسعه و پذیرش فناوری‌های جدید را پشتیبانی کنند [۳۰، ۱۰۷]. همچنین، با بعد اجتماعی نیز ارتباط دارد، زیرا مشوق‌ها و استانداردها می‌توانند به افزایش مشارکت عمومی و تعاملات اجتماعی کمک کنند [۲۴].

بعد فنی: بعد فنی به عنوان ابزارها و فناوری‌های اجرایی در مدل شناخته می‌شود. بعد فنی شامل فناوری‌های موردنیاز برای مدیریت پسماندها، تصفیه خانه‌ها، و فرآیندهای مرتبط با تبادل منابع است. فناوری‌های موردنیاز به عنوان ابزارهای کلیدی برای تسهیل تبادل منابع و مدیریت یکپارچه پسماندها عمل می‌کنند [۱۰۷]. این بعد با بعد اقتصادی در ارتباط است، زیرا توسعه فناوری‌ها به سرمایه‌گذاری مالی وابسته است. از طرفی به بعد نهادی نیز وابسته است، زیرا قوانین و سیاست‌ها باید استفاده از فناوری‌ها را تسهیل کنند. همچنین با بعد سازمانی و اجتماعی نیز مرتبط است؛ زیرا پذیرش فناوری‌ها نیازمند هماهنگی سازمانی و تعاملات اجتماعی است [۴۴].

از جمع‌بندی موارد فوق می‌توان چنین استدلال کرد که مدل الزامات طراحی شبکه هم‌زیستی صنعتی یک ساختار منسجم و سلسله مراتبی ارائه می‌دهد که در آن ابعاد مختلف با هم تعامل دارند و یکدیگر را تقویت می‌کنند. این مدل بر اهمیت هماهنگی میان ابعاد تأکید دارد و نشان می‌دهد که ضعف یا کاستی در هر یک از ابعاد می‌تواند عملکرد کلی شبکه را مختل نماید. بنابراین، طراحی موفق شبکه نیازمند توجه جامع به همه ابعاد و تعاملات میان آن‌ها است.

در ادامه به بررسی و بحث در مورد برخی از مهم‌ترین شکاف‌ها برای پیاده‌سازی مدل الزامات شبکه هم‌زیستی صنعتی و در نهایت ارائه نقشه راه برای برطرف سازی چالش‌ها در شهرک صنعتی بابل می‌پردازیم.

شکاف‌های موجود در زیرساخت‌ها و فناوری‌های موجود: در ابتدا، یکی از شکاف‌های اصلی بین مدل ارائه شده و وضعیت موجود شهرک صنعتی بابل، زیرساخت‌های فنی است. همان‌طور که در تحقیق مطرح شد، وجود فناوری‌های قابل اعتماد و مقرون به صرفه برای پردازش محصولات جانبی و ضایعات، از الزامات اصلی است. در شهرک صنعتی بابل، بسیاری از صنایع هنوز به زیرساخت‌های لازم برای ایجاد پیوندهای هم‌زیستی و تبادل منابع مجهز نیستند. لذا، یکی از مهم‌ترین اولویت‌ها باید تأمین و به روزرسانی فناوری‌های مناسب برای پردازش و تبادل مواد و انرژی باشد.

چالش‌های سازمانی و فرهنگی: شکاف بعدی در زمینه آمادگی سازمانی و فرهنگی است. در مدل، تأکید بر آگاهی و پذیرش فرهنگ هم‌زیستی صنعتی در میان مدیران و کارکنان است. در این راستا، پشتیبانی مدیریت عالی به عنوان یکی از الزامات کلیدی در نظر گرفته شده است. در شهرک صنعتی بابل، این نگرش و آگاهی ممکن است هنوز به طور کامل نهادینه نشده باشد. برای مثال، بسیاری از صنایع ممکن است تمایلی به همکاری و اشتراک‌گذاری منابع نداشته باشند مگر آنکه از منافع اقتصادی آن مطمئن شوند. از این رو، ایجاد

جلسات آموزشی و اطلاع رسانی، به ویژه برای مدیران، و تأکید بر مزایای اقتصادی شبکه همزیستی می‌تواند گام مهمی در پذیرش این مدل باشد.

موانع اقتصادی و انگیزه‌های مالی: در بعد اقتصادی، مهم‌ترین چالش این است که آیا صنایع در این شهرک می‌توانند انگیزه‌های کافی برای پیوستن به شبکه همزیستی صنعتی پیدا کنند. مدل پیشنهادی به مزایای اقتصادی مانند کاهش هزینه‌ها، صرفه جویی در منابع و ایجاد شغل اشاره دارد. در واقع، صنایع بابل باید به طور مشخص از مزایای اقتصادی شبکه همزیستی آگاه شوند. این امر می‌تواند از طریق تحلیل دقیق تر هزینه‌ها و فواید اقتصادی برای هر صنعت و ارائه مشوق‌های مالی، مانند کمک‌های دولتی یا تسهیلات مالی، صورت گیرد. همچنین، باید نشان داده شود که این همکاری‌ها می‌توانند به کاهش هزینه‌های حمل و نقل، صرفه جویی در انرژی و کاهش ضایعات منجر شوند.

مسائل اجتماعی و ارتباطات بین صنایع: در نهایت، عامل اجتماعی و فرهنگی نیز نقش حیاتی در موفقیت شبکه همزیستی صنعتی دارد. در این زمینه، مدل تأکید زیادی بر اعتماد و همکاری بین صنایع دارد. در شهرک صنعتی بابل، به دلیل محدودیت‌های جغرافیایی و ظرفیت پایین تعاملات میان صنایع، ممکن است شکاف‌های زیادی در روابط بین شرکت‌ها وجود داشته باشد. نزدیکی جغرافیایی و تسهیل در تبادل منابع می‌تواند راه‌حلی برای کاهش هزینه‌های حمل و نقل و بهبود تعاملات باشد. برای این منظور، باید صنایع هم‌افزا که به طور فیزیکی نزدیک به هم قرار دارند، شناسایی شده و با برگزاری نشست‌ها و همکاری‌های مستمر، تبادل منابع و ضایعات تسهیل شود.

مدل پیشنهادی در تحقیق حاضر با ارائه یک چارچوب کلی، با شناسایی الزامات و نحوه ارتباط بین آنها، رهنمودهای ارزشمندی جهت پیاده‌سازی شبکه همزیستی در اختیار مدیران قرار می‌دهد. با این حال، این مدل محدودیت‌هایی نیز دارد.

مدل ارائه شده تنها برای شهرک صنعتی بابل عراق تدوین شده است و تعمیم‌پذیری آن به سایر شهرک‌های صنعتی با شرایط جغرافیایی، اقتصادی و فرهنگی متفاوت نیازمند بررسی‌های بیشتری است. بنابراین تحقیقات آینده می‌توانند مدل را در شهرک‌های صنعتی دیگر (در مناطق مشابه یا متفاوت) اجرا کنند تا قابلیت تعمیم‌پذیری آن مورد آزمون قرار گیرد. همچنین تحقیق حاضر بر پایه مرور ادبیات و تحلیل کیفی تدوین شده است و نتایج آن به صورت تجربی و میدانی اعتبارسنجی نشده است. در همین راستا پیشنهاد می‌شود مطالعات آتی با استفاده از داده‌های واقعی و مطالعات میدانی، مدل ارائه شده را در محیط‌های عملیاتی ارزیابی و نتایج آن را اعتبارسنجی کنند.

علاوه بر این، پژوهش حاضر، ارتباطات علی و متقابل بین عوامل مختلف (مانند اقتصادی، فنی و نهادی) را بررسی کرده است اما به صورت پویایی مدل‌سازی نشده است. تحقیقات آتی می‌توانند با استفاده از روش‌هایی مانند پویایی سیستم‌ها یا شبیه‌سازی‌های چندعاملی برای تحلیل پویایی‌های زمانی و مکانی بین عوامل مختلف بپردازند.

تعارض منافع. برای ارائه مطالب و نگارش این مقاله هیچ گونه کمک مالی از هیچ فرد، نهاد و سازمانی دریافت نشده است و نتایج و دستاوردهای این مقاله به نفع یا ضرر سازمان یا فردی خاص نخواهد بود. حضور نویسندگان در این پژوهش به عنوان شاهدی بی طرف ولی متخصص بوده است و نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی ندارند.

منابع

1. Abdulraheem, A. B. H., Alrikabi, N. K. (2023). The new industrial cities and resources sustainability - case study: industrial zone in Ramady city. *3rd International Conference on Smart Cities and Sustainable Planning*, 1129(1), 012023.
2. , H. M., Gür, Ş., Özcan, E., Eren, T. (2020). Ranking of sustainability criteria for industrial symbiosis applications based on ANP. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 28(4), 192-201.

3. Albino, V., Garavelli, A. C., Romano, V. A. (2013). A classification of industrial symbiosis networks: a focus on materials and energy recovery. *Advances in Production Management Systems. Competitive Manufacturing for Innovative Products and Services*, 216-223.
4. Al-karkhi, Z., Fadhel, J. (2020). Implementation of Industrial Symbiosis: How can a collaborative network improve waste management?
5. Allenby, B. R., Richards, D. J. (1994). The greening of industrial ecosystems.
6. Al-Quradaghi, S., Zheng, Q. P., Elkamel, A. (2020). Generalized framework for the design of eco-industrial parks: Case study of end-of-life vehicles. *Sustainability*, 12(16), 6612.
7. Astuti, R. S. D., Astuti, A. D., Hadiyanto (2018). Preliminary Design of Industrial Symbiosis of Smes Using Material Flow Cost Accounting (MFCA) Method. *E3S Web of Conferences*, 31, 4008.
8. Azevedo, J., Ferreira, I., Dias, R., Ascenço, C., Magalhães, B., Henriques, J., Iten, M., Cunha, F. (2021). Industrial symbiosis implementation potential—An applied assessment tool for companies. *Sustainability*, 13(3), 1420.
9. Azevedo, J., Vladimirova, D., Miller, K., Iten, M., Henriques, J., Estrela, M., Dias, R. (2021). Guidelines for Industrial Symbiosis—a Systematic Approach for Content Definition and Practical Recommendations for Implementation. *Circular Economy and Sustainability*, 1(1), 507-523.
10. Bacudio, L. R., Benjamin, M. F. D., Eusebio, R. C. P., Holaysan, S. A. K., Promentilla, M. A. B., Yu, K. D. S., Aviso, K. B. (2016). Analyzing barriers to implementing industrial symbiosis networks using DEMATEL. *Sustainable Production and Consumption*, 7, 57-65.
11. Bechara, L., Alessanra, M. (2009). Eco-industrial park development in Rio de Janeiro-Brazil: A tool for sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 17(7), 654-661.
12. Belaud, J. P., Adoue, C., Vialle, C., Chorro, A., Sablayrolles, C. (2019). A circular economy and industrial ecology toolbox for developing an eco-industrial park: perspectives from French policy. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 21(5), 967-985.
13. Bellantuono, N., Carbonara, N., Pontrandolfo, P. (2017). The organization of eco-industrial parks and their sustainable practices. *Journal of Cleaner Production*, 161, 362-375.
14. Bian, Y., Dong, L., Liu, Z., Zhang, L. (2020). A sectoral eco-efficiency analysis on urban-industrial symbiosis. *Sustainability*, 12(9), 3650.
15. Bocken, N. M., Short, S. W., Rana, P., Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42-56.
16. Boom Cárcamo, E. A., Peñabaena-Niebles, R. (2022). Opportunities and challenges for the waste management in emerging and frontier countries through industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 363, 132607.
17. Booth, A., James, M. S., Clowes, M., Sutton, A. (2021). Systematic approaches to a successful literature review.
18. Bordoli, L., Scire', G., Rossi, F. (2023). Designing Dynamic Sustainable Business Models to Assess the Feasibility of an Industrial Symbiosis: The Case of the Retro-Port Area of Trieste. *Businesses*, 3(2), 368-381.
19. Bruck, R. (2016). A European vision for industrial symbiosis: recommendations for a successful European IS strategy.
20. Castellet-Viciano, L., Hernández-Chover, V., Bellver-Domingo, Á., Hernández-Sancho, F. (2022). Industrial symbiosis: a mechanism to guarantee the implementation of circular economy practices. *Sustainability*, 14(23), 15872.
21. Cecchin, A., Salomone, R., Deutz, P., Raggi, A., Cutaia, L. (2020). Relating industrial symbiosis and circular economy to the sustainable development debate. *Industrial Symbiosis for the Circular Economy: Operational Experiences, Best Practices and Obstacles to a Collaborative Business Approach*, 1-25.
22. Chertow, M. R. (2000). Industrial symbiosis: literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), 313-337.
23. Chertow, M. R. (2007). "Uncovering" industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 11-30.
24. Costa, I., Ferrão, P. (2010). A case study of industrial symbiosis development using a middle-out approach. *Journal of Cleaner Production*, 18(10-11), 984-992.

25. Daddi, T., Nucci, B., Iraldo, F. (2017). Using Life Cycle Assessment (LCA) to measure the environmental benefits of industrial symbiosis in an industrial cluster of SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 147, 157-164.
26. D'Amico, F., Buleandra, M. M., Velardi, M., Tanase, I. (2007). Industrial ecology as "best available technique": A case study of the Italian Industrial District of Murano. *Progress in Industrial Ecology, An International Journal*, 4, 268-287.
27. Demartini, M., Bertani, F., Tonelli, F., Raberto, M., Cincotti, S. (2021). An investigation into modelling approaches for industrial symbiosis: a literature review.
28. Desrochers, P. (2004). Industrial symbiosis: the case for market coordination. *Journal of Cleaner Production*, 12(8-10), 1099-1110.
29. Dias, R., Azevedo, J., Ferreira, I., Estrela, M., Henriques, J., Ascenço, C., Iten, M. (2020). Technical Viability Analysis of Industrial Synergies—An Applied Framework Perspective. *Sustainability*, 12(18), 7720.
30. Ehrenfeld, J., Gertler, N. (1997). Industrial ecology in practice: The evolution of interdependence at Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology*, 1(1), 67-79.
31. Ferreira, I. A., Godina, R., Carvalho, H. (2021). Waste valorization through additive manufacturing in an industrial symbiosis setting. *Sustainability*, 13(1), 234.
32. Fichtner, W. (2005). Barriers of interorganisational environmental management: Two case studies on industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 13(3), 1-10.
33. Fraccascia, L., Giannoccaro, I., Albino, V. (2018). Efficacy of landfill tax and subsidy policies for the emergence of industrial symbiosis networks: An agent-based simulation study. *Sustainability*, 9(4), 521.
34. Fraccascia, L., Yazan, D. M., Yazdanpanah, V., van Capelleveen, G. (2020). Energy-based industrial symbiosis: a literature review for circular energy transition. *Environment, Development and Sustainability*, 23(4), 4791-4825.
35. Fraccascia, L., Yazdanpanah, V., van Capelleveen, G., Yazan, D. M. (2021). Energy-based industrial symbiosis: a literature review for circular energy transition. *Environment, Development and Sustainability*, 23(4), 4791-4825.
36. Genc, O., van Capelleveen, G., Erdis, E., Yildiz, O., Yazan, D. M. (2019). A socio-ecological approach to improve industrial zones towards eco-industrial parks. *Journal of Environmental Management*, 250, 109507.
37. Ghosh, S. K., Baidya, R. (2021). Circular economy in India: Reduce, reuse, and recycle through policy framework. *Circular Economy: Recent Trends in Global Perspective*, 183-217.
38. Gibbs, D., Deutz, P. (2003). Implementing industrial ecology? Planning eco-industrial parks in the USA. *Geoforum*, 36(4), 452-464.
39. Gibbs, D., Deutz, P. (2007). Reflections on implementing industrial ecology through eco-industrial park development. *Journal of Cleaner Production*, 15(17), 1683-1695.
40. Haraguchi, N., Martorano, B., Sanfilippo, M. (2019). What factors drive successful industrialization? Evidence and implications for developing countries. *Structural Change and Economic Dynamics*, 49, 266-276.
41. Harden, A., Thomas, J. (2005). Methodological issues in combining diverse study types in systematic reviews. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(3), 257-271.
42. Harfeldt-Berg, L., Broberg, S., Ericsson, K. (2022). The Importance of Individual Actor Characteristics and Contextual Aspects for Promoting Industrial Symbiosis Networks. *Sustainability*, 14(9), 4927.
43. Harris, S. (2007). The potential role of industrial symbiosis in combating global warming. *International Conference on Climate Change*, 29, 31.
44. Heeres, R. R., Vermeulen, W. J., De Walle, F. B. (2004). Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: first lessons. *Journal of Cleaner Production*, 12(8-10), 985-995.
45. Henriques, J., Ferrão, P., Castro, R., Azevedo, J. (2021). Industrial symbiosis: A sectoral analysis on enablers and barriers. *Sustainability*, 13(4), 1723.
46. Herczeg, G., Akkerman, R., Hauschild, M. Z. (2018). Supply chain collaboration in industrial symbiosis networks. *Journal of Cleaner Production*, 171, 1058-1067.

47. Hewes, A. K., Lyons, D. I. (2008). The humanistic side of eco-industrial parks: Champions and the role of trust. *Regional Studies*.
48. Hsu, C. C., Sandford, B. A. (2007). The Delphi technique: making sense of consensus. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 12(1).
49. Jacobsen, N. B., Anderberg, S. (2004). Understanding the Evolution of Industrial Symbiotic Networks: The Case of Kalundborg. *Economics of Industrial Ecology: Materials, Structural Change, and Spatial Scales*, 313.
50. Jacobsson, A., Larsson, A. (2023). Valorizing waste through collaborations: A road map to expand the possibilities of a circular company.
51. Jafari-Nejad, N., Moghbel-Baarz, A., Azar, A. (2014). Identifying and extracting the main components of enterprise risk management using the meta-synthesis method. *Journal of Industrial Management Perspective*, 4(3), 85-107. (in persian)
52. Jato-Espino, D., Ruiz-Puente, C. (2020). Fostering Circular Economy Through the Analysis of Existing Open Access Industrial Symbiosis Databases. *Sustainability*, 12(3), 952.
53. Kamali, Y. (2017). Meta-synthesis methodology and its application in public policy. *Politics - Journal of the Faculty of Law and Political Science*, 47(3), 721-736. (in persian)
54. Khan, Z. A., Chowdhury, S. R., Mitra, B., Mozumder, M. S., Elhaj, A. I., Salami, B. A., Rahman, S. M. (2023). Analysis of industrial symbiosis case studies and its potential in Saudi Arabia. *Journal of Cleaner Production*, 385, 135536.
55. Kiani, M., Andalib Ardakani, D., Mirfakhradini, S. H., Zare Ahmadabadi, H. (2023). An analysis of barriers to implementing circular economy and Industry 4.0 in the supply chain: A meta-synthesis and fuzzy DANP approach. *Journal of Industrial Management Perspective*, 13(4), 9-45. (in persian)
56. Korhonen, J., Snäkin, J. P. (2005). Analysing the evolution of industrial ecosystems: concepts and application. *Ecological Economics*, 52(2), 169-186.
57. Kosmol, L., Otto, L. (2020). Implementation barriers of industrial symbiosis: A systematic review. *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*, 6052-6060.
58. Landis, J. R., Koch, G. G. (1977). An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, 363-374.
59. Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563-575.
60. Linstone, H. A., Turoff, M. (2002). The Delphi Method: Techniques and Applications.
61. Liu, X., Bae, J. (2019). Urbanization and industrialization impact of CO2 emissions in China. *Journal of Cleaner Production*, 172, 178-186.
62. Lombardi, D. R., Laybourn, P. (2012). Redefining industrial symbiosis: Crossing academic-practitioner boundaries. *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 28-37.
63. Luciano, A., Barberio, G., Mancuso, E., Sbaffoni, S., La Monica, M., Scagliarino, C., Cutaia, L. (2016). Potential improvement of the methodology for industrial symbiosis implementation at regional scale. *Waste and Biomass Valorization*, 7, 1007-1015.
64. MacArthur, E. (2013). Towards the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), 23-44.
65. Mantese, G. C., Amaral, D. C. (2016). Identification and qualitative comparison of performance indicators of industrial symbiosis. *Produção Online*, 16(4), 1329-1348.
66. Mantese, G. C., Bianchi, M. J., Amaral, D. C. (2018). The industrial symbiosis in the product development: An approach through the DFIS. *Procedia Manufacturing*, 21, 862-869.
67. Maranesi, C., De Giovanni, P. (2020). Modern circular economy: Corporate strategy, supply chain, and industrial symbiosis. *Sustainability*, 12(22), 9383.
68. Marchi, B., Zaroni, S., Zavanella, L. E. (2017). Symbiosis between industrial systems, utilities and public service facilities for boosting energy and resource efficiency. *Energy Procedia*, 128, 544-550.
69. Marinelli, S., Butturi, M. A., Rimini, B., Gamberini, R., Sellitto, M. A. (2021). Estimating the Circularity Performance of an Emerging Industrial Symbiosis Network: The Case of Recycled Plastic Fibers in Reinforced Concrete. *Sustainability*, 13(18), 10257.
70. Martin, M., Harris, S. (2018). Prospecting the sustainability implications of an emerging industrial symbiosis network. *Resources, Conservation and Recycling*, 138, 246-256.

71. Mauthoor, S. (2017). Uncovering industrial symbiosis potentials in a small island developing state: The case study of Mauritius. *Journal of Cleaner Production*, 147, 506-513.
72. Maynard, N. J., Subramanian, V. R. K., Hua, C. Y., Lo, S. F. (2020). Industrial Symbiosis in Taiwan: Case Study on Linhai Industrial Park. *Sustainability*, 12(11), 4564.
73. Mileva-Boshkoska, B., Rončević, B., Džajić-Uršić, E. (2018). Modeling and evaluation of the possibilities of forming a regional industrial symbiosis networks. *Social Sciences*, 7(1), 13.
74. Miller, G. T. (2001). Living in the Environment ,*University of Tehran Press* (in persian)
75. Mirata, M. (2004). Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: determinants and coordination challenges. *Journal of Cleaner Production*, 12(8-10), 967-983.
76. Mohammadi, G., Sajjadi, S. M., Sakhdari, K. (2019). Entrepreneurial Decision-Making Model: A Meta-Synthesis Approach. *Journal of Industrial Management Perspective*, 9(3), 87-108. (in persian)
77. Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G., Pimentel, C., Matias, J. C. O. (2019). The potential of industrial symbiosis: Case analysis and main drivers and barriers to its implementation. *Sustainability*, 11(24), 7095.
78. Ntasiou, M., Andreou, E. (2017). The standard of industrial symbiosis. Environmental criteria and methodology on the establishment and operation of industrial and business parks. *Procedia Environmental Sciences*, 38, 744-751.
79. Nygårdh, A., Åström, J. (2023). Unwrapping the concept of industrial symbiosis: A literature review.
80. Oni, O. O., Nevo, C. M., Hampo, C. C., Ozobodo, K. O., Olajide, I. O., Ibidokun, A. O., ... & Ikpeama, C. C. (2022). Current status, emerging challenges, and future prospects of industrial symbiosis in Africa. *International Journal of Environmental Research*, 16(4), 49.
81. Park, H. S., Rene, E. R., Choi, S. M., Chiu, A. S. (2018). Strategies for sustainable development of industrial park in Ulsan, South Korea—From spontaneous evolution to systematic expansion of industrial symbiosis. *Journal of Environmental Management*, 87(1), 1-13.
82. Park, J., Duque-Hernández, J., Díaz-Posada, N. (2018). Facilitating business collaborations for industrial symbiosis: The pilot experience of the sustainable industrial network program in Colombia. *Sustainability*, 10(10), 3637.
83. Prosman, E. J., Wæhrens, B. V. (2019). Managing waste quality in industrial symbiosis: Insights on how to organize supplier integration. *Journal of Cleaner Production*, 234, 113-123.
84. Rentería Núñez, G., Perez-Castillo, D. (2023). Business Models for Industrial Symbiosis: A Literature Review. *Sustainability*, 15(12), 9142.
85. Ribeiro, P., Fonseca, F., Neiva, C., Bardi, T., Lourenço, J. M. (2018). An integrated approach towards transforming an industrial park into an eco-industrial park: the case of Salaise-Sablons. *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(2), 195-213.
86. Sakr, D., Baas, L., El-Haggar, S., Huisingh, D. (2011). Critical success and limiting factors for eco-industrial parks: global trends and Egyptian context. *Journal of Cleaner Production*, 19(11), 1158-1169.
87. Saleem, Q. J., Shammaa, A. N., Makki, Z. F. (2023). Eco-industrial parks in Iraq. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1129(1), 012011.
88. Sandelowski, M., Barroso, J. (2006). Handbook for synthesizing qualitative research.
89. Schwarz, E. J., Steininger, K. W. (1997). Implementing nature's lesson: the industrial recycling network enhancing regional development. *Journal of Cleaner Production*, 5(1-2), 47-56.
90. Sellitto, M. A., Murakami, F. K. (2018). Industrial symbiosis: A case study involving a steelmaking, a cement manufacturing, and a zinc smelting plant. *Chemical Engineering Transactions*, 70, 211-216.
91. Sepehri Shafigh, E., Taghizadeh, H., Iranzadeh, S. (2022). Determining causal relationships between drivers of creating and implementing industrial symbiosis in industrial parks using fuzzy DEMATEL method. *Journal of Environmental Science and Technology*, 24(5). (in persian).
92. Shariat, M. A., Iranzadeh, S., Bafandeh Zendeh, A. R. (2017). Identifying and ranking effective factors in achieving sustainable production by transitioning from industrial production to ecological production (A study of private industrial production companies in Semnan province). *Public Management Research*, 10(37), 177-201. (in persian)

93. Sharib, S., Halog, A. (2017). Enhancing value chains by applying industrial symbiosis concept to the Rubber City in Kedah, Malaysia. *Journal of Cleaner Production*, 141, 1095-1108.
94. Shi, H., Chertow, M., Song, Y. (2010). Developing country experience with eco-industrial parks: a case study of the Tianjin Economic-Technological Development Area in China. *Journal of Cleaner Production*, 18(3), 191-199.
95. Simboli, A., Taddeo, R., Morgante, A. (2015). The potential of Industrial Ecology in agri-food clusters (AFCs): A case study based on valorisation of auxiliary materials. *Ecological Economics*, 111, 65-75.
96. Souza, F. F. de, Ferreira, M. B., Saraceni, A. V., Betim, L. M., Pereira, T. L., Petter, R. R. H., Pagani, R. N., Resende, L. M. M. de, Pontes, J., Piekarski, C. M. (2020). Temporal Comparative Analysis of Industrial Symbiosis in a Business Network: Opportunities of Circular Economy. *Sustainability*, 12(5), 1832.
97. Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435-438.
98. Taddeo, R., Simboli, A., Morgante, A., Erkman, S. (2017). The development of industrial symbiosis in existing contexts. Experiences from three Italian clusters. *Ecological Economics*, 139, 55-67.
99. Tukker, A. (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy—a review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 76-91.
100. Wadström, C., Johansson, M., Wallén, M. (2021). A framework for studying outcomes in industrial symbiosis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 111526.
101. Wang, A., Shah, N., Guo, M. (2020). Optimisation of wastewater treatment strategies in eco-industrial parks: Technology, location and transport. *Chemical Engineering Journal*, 381, 122643.
102. WRAP (2017). Search Material Listings | Resource Efficient Scotland.
103. Yazan, D. M., Yazdanpanah, V., Fraccascia, L. (2020). Learning strategic cooperative behavior in industrial symbiosis: A game-theoretic approach integrated with agent-based simulation. *Business Strategy and the Environment*, 1-14.
104. Yazdanpanah, V., Yazan, D. M., Zijm, W. H. M. (2020). A Multiagent Framework for Coordinating Industrial Symbiotic Networks. *CEUR Workshop Proceedings*, 2692, 38-53.
105. Yeo, Z., Masi, D., Low, J. S. C., Ng, Y. T., Tan, P. S., Barnes, S. (2019). Tools for promoting industrial symbiosis: A systematic review. *Journal of Industrial Ecology*, 23(5), 1087-1108.
106. Zhang, Y., Zheng, H., Chen, B., Su, M., Liu, G. (2015). A review of industrial symbiosis research: theory and methodology. *Frontiers of Earth Science*, 9, 91-104.
107. Zhu, Q., Cote, R. P. (2004). Integrating green supply chain management into an embryonic eco-industrial development: a case study of the Guitang Group. *Journal of Cleaner Production*, 12(8-10), 1025-1035.