مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره پنج، مردادماه ۱۴۰۱ (۱۸-۴۷)

تعیین روابط علی بین محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی در شهرک-های صنعتی با استفاده از روش دیمتل فازی

ابراهیم سپهری شفیق[۱]

هوشنگ تقی زاده [۲*]

Taghizadeh@iaut.ac.ir

سلیمان ایران زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۹۹/۲/۲۳ **تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۸**

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به اینکه شبکه‌های همزیستی صنعتی هم می‌توانند به محیط زیست کشور کمک نمایند و هم می‌توانند به توسعه پایدار از طریق توجه به مسائل اقتصادی و اجتماعی کمک کنند، بر همین اساس هدف این تحقیق، تعیین روابط علی بین محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی در شهرک‌های صنعتی شهید سلیمی و شهید رجایی تبریز بوده است.

روش بررسی: روش تحقیق بر اساس هدف، کاربردی و بر اساس روش انجام کار، توصیفی بوده است. نمونه آماری تحقیق شامل ۲۵۶ شرکت فعال در شهرک‌های شهید سلیمی و شهید رجایی تبریز بوده است. برای گرداوری داده‌ها از دو پرسشنامه استفاده شده است. پرسشنامه اول به منظور شناسایی محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی بوده و پرسشنامه دوم در جهت تعیین روابط علی بین محرک‌ها تدوین شده است. پرسشنامه‌های تحقیق در اختیار مدیران شرکت‌های نمونه آماری تحقیق قرار گرفته است. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون t تک نمونه‌ای و روش دیمتل فازی استفاده شده است.

یافته‌ها: یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که پشتیبانی مدیریت عالی و تسهیم اطلاعات در میان مشارکت‌کنندگان تأثیر گذارترین عوامل و پشتیبانی نهادی و آگاهی از مفاهیم به عنوان عوامل تأثیرپذیرترین محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی در شهرک‌های صنعتی تلقی می‌شوند.

بحث و نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌های تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که برای ایجاد همزیستی صنعتی در شهرک‌های صنعتی کشور، اولین اقدامات بایستی در جهت افزایش پشتیبانی مدیریت عالی و تسهیم اطلاعات در میان مشارکت‌کنندگان صنعتی باشد.

واژه های کلیدی: همزیستی صنعتی، شهرک‌های صنعتی، دیمتل فازی.

۱- دانشجوی دکتری گروه مدیریت واحد تبریز، دانشگاه آزاداسلامی، تبریز، ایران

۲- استاد گروه مدیریت واحد تبریز، دانشگاه آزاداسلامی، تبریز، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- استاد گروه مدیریت واحد تبریز، دانشگاه آزاداسلامی، تبریز، ایران

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No. 5, August, 2022

Determining the Causal Relationships between the Create Triggers and the Application of Industrial Symbiosis in Industrial Towns by Using Fuzzy DEMATEL Method

Ebrahim Sepehri Shafigh[1]
Hoshangh Taghizadeh [2*]
Taghizadeh@iaut.ac.ir
Soleiman Iranzadeh[3]

Admission Date: January 27, 2021 Date Received: May 12, 2020

Abstract

Background and Objective: Regarding the fact that industrial symbiosis networks can both help the state's environment and contribute to sustainable development through considering economic and social issues. Therefore, the purpose of this study is to determine the causal relationships between the create triggers and the application of industrial symbiosis in two industrial towns of Tabriz.

Material and Methodology: The method of research is descriptive and based on the purpose of the research, it is an applied one. The statistical sample of the study includes 256 active companies in Shahid Salimi and Shahid Rajaee industrial towns. Two questionnaires were used to collect data. The first one was designed to identify the create triggers and the application of industrial symbiosis; moreover, the second one was developed to determine the causal relationships between the triggers. Research questionnaires were given to the managers of the sample companies. A single-sample t-test and a fuzzy DEMATEL method were used to analyze data.

Findings: Research results show that top management support and information sharing among participants are the most influential factors; besides institutional support and awareness of the concepts are considered as the factors of the most influential factors.

Discussion and Conclusion: According to the research findings, it can be concluded that in order to create industrial coexistence in the industrial towns of the country, the first steps should be to increase the supportive management and information sharing among the industrial partners.

Key words: Industrial symbiosis, industrial towns, Fuzzy DEMATEL.

1- Phd student, Department of Management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
2- Professor of Management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. ***(*Corresponding Author*)
3- Professor of Management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

مقدمه

در سال ۱۹۸۹، اصطلاح اکوسیستم های صنعتی (که در ابتدا توسط فروش و گالوپولوس[1](۱)، در ساینتیفیک آمریکن[2] معرفی شد) به عنوان، یکی از راه حل‌های مهم برای دستیابی به استفاده از مواد زائد و محصولات جانبی و به حداقل رساندن تخریب محیط زیست به کار گرفته شد. در عین حال، گروهی از شرکت‌ها در صنایع مختلف، منابع مختلفی از جمله مبادله مواد، انرژی، آب و محصولات جانبی را برای کسب مزیت رقابتی به اشتراک می‌گذاشتند که این کار توسط چرتو[3](۲)، به عنوان همزیستی صنعتی تعریف شد(۳). همزیستی صنعتی مفهومی است که بر اساس ایده اکوسیستم‌های صنعتی قرار دارد و بین صنایع مستقل اقتصادی (معمولاً در مجاورت جغرافیایی نسبتاً نزدیک) روابط همزیستی ایجاد می‌کند(۴). شرکت‌ها، از لحاظ اقتصادی، با دسترسی به منابع ارزان‌تر، اجتناب از هزینه‌های دفع و یا کسب سود اضافی از فروش محصولات جانبی سود می‌برند. به‌طورکلی، همزیستی صنعتی با تولید خروجی‌های بیشتر از همان مقدار مواد خام، بهره‌وری منابع را افزایش می‌دهد. از لحاظ محیط زیستی، مزایای آن، کاهش مصرف منابع طبیعی و دفع زباله و کاهش انتشار گازهای آلوده به هوا و آب‌وخاک از تولید مواد خام ذخیره‌شده است(۵ و ۶). در سال های اخیر، توجه ویژه‌ای به پروژه های توسعه شبکه‌های همزیستی صنعتی، هم در کشورهای پیشرفته و هم در کشورهای توسعه یافته در سراسر جهان، از جمله ایالات متحده آمریکا(۵)، استرالیا(۷)، کانادا(۸)، فنلاند(۹)، هند(۱۰)، کره(۱۱) و چین(۱۲)، شده است.

قبل از پرداخت به مفهوم همزیستی صنعتی، نیاز است تا ابتدا مفهوم اکوسیستم صنعتی مورد بررسی قرار گیرد. زیرا همزیستی صنعتی می‌تواند به‌عنوان استفاده محلی یا منطقه‌ای اکوسیستم صنعتی در نظر گرفته شود. مفهوم اکوسیستم صنعتی در اواخر دهه ۱۹۸۰ با مقاله فروش و گالوپولوس[4] با عنوان «استراتژی‌هایی برای تولید» (۱۹۸۹) طرفدار پیدا کرد که در آن مقاله نویسندگان مفهوم "اکوسیستم صنعتی" را ارائه دادند. رابرت آیرس (۱۳) مفهوم مشابهی را تحت نام "متابولیسم صنعتی" را بسط داد. اکوسیستم صنعتی، تغییر شکل مدل سنتی فعالیت صنعتی است که در چنین شرایطی تولیدکنندگان مجزا، مواد اولیه را گردآوری می‌کنند و محصولاتی را جهت فروش تولید می‌کنند، همچنین، ضایعاتی را که باید دفن شوند را در یک سیستم یکپارچه‌تری گردآوری می‌کنند که در چنین سیستمی مصرف انرژی و مواد بهینه‌سازی شده و ضایعات یک فرایند به‌عنوان مواد خامی برای فرآیند دیگری به کار می‌رود(۱). بنابراین، توسعه چنین اکوسیستم‌های صنعتی که نشان‌دهنده الگوهای چرخه‌ای مصرف منابع هستند، مشابه با سیستم‌هایی هستند که در سیستم‌های زیستی تکامل‌یافته دیده می‌شود(۱۴).

روش (۱۹۹۲) و همکارانش، برای توسعه اکوسیستم صنعتی، چشم‌اندازی داشتند که بر اساس این پرسش بنیادی مطرح بود که: "چرا سیستم صنعتی ما نباید همانند یک اکوسیستم رفتار کند، جایی که زباله‌های یک نوع گونه خاص می‌تواند منبعی برای گونه‌های دیگر باشد؟" چرا نباید خروجی‌های یک صنعت ورودی‌های صنعت دیگری باشد [...]؟ "(۱۵). محققان رشته " اکولوژی صنعتی"، صنایع را به‌عنوان انواع خاصی از اکوسیستم‌ها در نظر گرفتند که چنین انواعی از اکوسیستم‌ها به منابع و خدمات ارائه‌شده توسط زیست‌کره متکی می‌باشد، چراکه "درنهایت، [هر دو] می‌تواند به‌عنوان توزیع خاصی از مواد، انرژی و جریان‌های اطلاعات توصیف شود"(۱۶). اما چگونه می‌توان یک سیستم صنعتی را تغییر داد تا با روشی که اکوسیستم‌های طبیعی کار می‌کنند سازگارتر شود؟ در بهترین حالت، اقتصادهای صنعتی باید از طریق" تبدیل ضایعات یک شرکت به ورودی ارزشمند برای یک شرکت دیگر" از اکوسیستم‌ها پیروی کنند"(۱۷). چنین امری نیاز به این دارد که روشی وجود داشته باشد که از طریق شبیه‌سازی با اکوسیستم زیستی، یک سیستم صنعتی ایجاد کرد، به این معنی

1- Frosch and Gallopoulos
2- Scientific American
3- Chertow
4- Frosch and Gallopoulos,

که ضایعات را به حداقل و استفاده اقتصادی از مواد را به حداکثر برساند(۱۸). شبیه‌سازی زیستی که توسط بنیوس(۱۹) تعریف‌شده است، می‌تواند پاسخی برای پرسش مطرح شده، باشد. "بهترین ایده‌های طبیعت و سپس [پیروی از] این طرح‌ها و فرایندها برای حل مشکلات انسانی"، شبیه‌سازی زیستی است. سه اصل کلیدی عبارت‌اند از الف) طبیعت به‌عنوان مدل که در آن مدل‌های طبیعت موردمطالعه قرار می‌گیرند. فرم‌ها، فرایندها، سیستم‌ها و استراتژی‌ها برای حل مسائل انسانی تقلید می‌شوند. این قانونی است که ایده معرفی شده در بالا به آن بیشتر ربط دارد. دو موضوع دیگر مربوط به ب) طبیعت به‌عنوان مقیاس که چنین مدلی از معیار بوم‌شناختی جهت داوری در مورد پایداری نوآوری‌های انسانی استفاده می‌کند و ج) طبیعت به‌عنوان آموزگار که چنین مدلی توصیف می‌کند طبیعت چگونه بر اساس این‌که ما ازآنچه می‌آموزیم و نه بر اساس اینکه ما ازآنچه چیزی می‌گیریم، مورد مشاهده قرار می‌گیرد(۲۰). چرتو(۲۱) همزیستی صنعتی را به عنوان فرایند" مشارکت دادن صنایع جداگانه در یک رویکرد جمعی نسبت به مزایای رقابتی توصیف می‌کند که شامل استفاده از مبادله فیزیکی مواد، انرژی، آب و محصولات جانبی" است. تعریف برنامه اقدامات زیستی و ضایعاتی مبتنی بر مدل انگلستان که WRAP نامیده می‌شود، بسیار متناسب با این موضوع است، این برنامه، همزیستی صنعتی را به‌عنوان "ارتباط بین دو یا چند کارخانه صنعتی یا شرکت‌ها تعریف می‌کند که در آن‌ها ضایعات یا محصولات جانبی یکی از این شرکت‌ها تبدیل به مواد خام یکی از شرکت‌های دیگر می‌شود (۲۰). باور عمومی این است که برای ایجاد مزیت رقابتی، همزیستی صنعتی شامل اتخاذ یک رویکرد جمعی بین صنایعی است که به‌طور عرفی جدا از یکدیگر هستند. مبادلات فیزیکی مواد، انرژی، آب و یا محصولات جانبی در فرایندهای کسب‌وکار جدید گنجانده می‌شوند، از این ایده حمایت می‌کنند که قدرت برای ترویج تغییرات سیستماتیک از طریق نوآوری سبز در مدل کسب‌وکار هر شرکت و زنجیره تأمین قرار دارد(۲۲). فرصت‌های همزیستی ناشی از مجاورت جغرافیایی هستند. پذیرا بودن نسبت به مدل‌های جدید کسب‌وکار منجر به نتایجی مانند کاهش هزینه‌های دفع ضایعات و انتشار کربن و منابع درآمدی جدید ناشی از محصولات جانبی می‌شود و به‌این‌ترتیب، موجب تأثیرات پایدار و اقتصادی در کسب‌وکار شرکت می‌گردد(۲۰). به دلیل این مزایای ترکیبی، همزیستی صنعتی، توسط OECD، به‌عنوان یک نمونه‌ی عالی از نوآوری سیستماتیک ضروری برای رشد سبز آینده نامیده شده است. در واقع، هر یک از شرکت‌ها هم می‌توانند خروجی نوآورانه شرکت را با شکل دادن به میزان ارتباط بیشتر در شبکه‌های همزیستی محلی خود افزایش دهند و هم نوآوری فنی شرکت را افزایش دهند(۲۳). بررسی ادبیات تحقیق نشان دهنده محرک‌های مختلفی برای ایجاد و بکارگیری شبکه‌های همزیستی صنعتی است. جدول۱ نشان دهنده محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی در ادبیات تحقیق می‌باشد.

جدول ۱- محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی

Table 1. Antecedence of creation and application of industrial symbiosis

کد	توصیف محرک‌ها	منابع
IS1	اعتماد در میان مشارکت‌کننده‌های همزیستی صنعتی. اعتماد شرط لازم برای همکاری است.	(۲۶، ۲۵، ۲۴)
IS2	تسهیم اطلاعات در میان مشارکت‌کننده‌های همزیستی صنعتی. اهداف مختلف سهامداران می‌تواند موجب ایجاد مناقشاتی بین مشارکت‌کننده‌های همزیستی صنعتی شود که چنین امری منجر به اشتراک محدود منابع (به‌عنوان‌مثال، اطلاعات) می‌شود.	(۲۷)
IS3	پشتیبانی مدیریت عالی. کارکردهای کنونی مدیریت کارخانه‌های صنعتی تا الآن رویکرد همزیستی صنعتی را به‌عنوان بخشی از سیاستشان وارد کارخانه‌هایشان نکرده‌اند. بر همین اساس پشتسبانی مدیریت ضروری است.	(۲۸)

IS4	آموزش برای اجرای همزیستی صنعتی. پذیرش همزیستی صنعتی، در زمینه‌های مختلف مانند تخصص فنی و سازمانی نیاز به دانش دارد.	(۲۴، ۲۶، ۲۹)
IS5	سیاست‌های دولت برای ایجاد انگیزه مقدماتی برای همزیستی صنعتی. سیاست‌های دولت (به‌عنوان‌مثال، کاهش مالیات) باید وضع شوند تا علاوه بر تنظیمات همزیستی صنعتی موجب برانگیختن آن نیز شوند.	(۲۶، ۲۹، ۳۰)
IS6	تخصیص بودجه برای ترویج همزیستی صنعتی. جهت ترویج همزیستی صنعتی و انتشار اطلاعات، کمبود منابع مالی باید وجود نداشته باشد.	(۲۸)
IS7	آمادگی زیرساخت و فناوری. تبادل پایدار محصول جانبی نیازمند زیرساخت‌های خوبی است.	(۲۹، ۳۱)
IS8	پشتیبانی نهادی برای ادغام، هماهنگی و ارتباطات مناسب. مدیریت نامناسب (مثلاً توزیع نابرابر منابع و مزایا) در یک شبکه همزیستی صنعتی ممکن است مانع توسعه آن شود.	(۲۹، ۳۲)
IS9	تمایل به همکاری. کارخانه‌های صنعتی باید موظف به ایجاد همزیستی باشند و تغییرات ساختاری را اتخاذ کنند.	(۳۳)
IS10	آگاهی از مفاهیم همزیستی صنعتی. چنین چیزی به معنای درک کافی از اصطلاحات همزیستی صنعتی است؛ عدم آگاهی می‌تواند ناشی از عدم وجود مکانیسم‌ها برای آموزش سهام‌داران بالقوه باشد.	(۲۴، ۲۸)

با توجه به اینکه شبکه‌های همزیستی صنعتی هم می‌توانند به محیط زیست کشور کمک نمایند و هم می‌توانند به توسعه پایدار از طریق توجه به مسائل اقتصادی و اجتماعی کمک کنند، به نظر می‌آید که توجه به همزیستی صنعتی از مهمترین مباحثی باشد که با توجه به بحران‌های زیست محیطی در کشور و رکود اقتصادی می‌تواند تا حد زیادی مشکلات واحدهای صنعتی و جامعه را حل کند. از طرف دیگر ایجاد و بکارگیری شبکه‌های همزیستی صنعتی در کشور به دلیل تازگی این موضوع و عدم توجه به آن، نیازمند بررسی اولیه از عواملی است که می‌توانند در فرایند ایجاد و بکارگیری شبکه‌های همزیستی صنعتی نقش اصلی را به عنوان محرک‌های این شبکه‌ها بر عهده داشته باشند. لذا شناسایی و تعیین روابط علی بین این محرک-ها به عنوان هدف اصلی این تحقیق در نظر گرفته شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با توجه به هدف آن کاربردی بوده، اما بر اساس روش انجام تحقیق توصیفی می‌باشد. به منظور جمع‌آوری داده-های تحقیق از دو پرسشنامه استفاده شده است. پرسشنامه اول بر اساس محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی و بر اساس داده‌های جدول(۱) تدوین گردیده است. روایی این پرسشنامه بر اساس روایی ظاهری مبتنی بر قضاوت خبرگان بدست آمده است. پایایی پرسشنامه نیز با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۳۴ محاسبه گردیده است که نشان دهنده مناسب بودن پایایی پرسشنامه تدوین شده می‌باشد. پرسشنامه دوم به منظور تعیین روابط علی بین محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی بر اساس روش دیمتل فازی استفاده شده است. این پرسشنامه مخصوص روش دیمتل بوده و بر اساس نوع پرسشنامه که مبتنی بر مقایسات زوجی می-باشد، دارای روایی و پایایی نمی‌باشد. جامعه آماری این تحقیق در بخش شناسایی محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی، کلیه شرکت‌های واقع در شهرک صنعتی شهید سلیمی و شهید رجایی تبریز می‌باشند. تعداد واحدهای به بهره‌برداری رسیده در این دو شهرک بر اساس آمارهای موجود، ۴۹۲ واحد در شهرک شهید سلیمی و ۲۵۵ واحد در شهرک شهید رجایی می‌باشد که در مجموع ۷۴۷ می‌باشد. پرسشنامه‌های تحقیق در اختیار مدیران این شرکت‌ها قرار گرفته است. حجم نمونه بر اساس جدول مورگان ۲۵۶ شرکت تعیین شده است. نمونه‌گیری به صورت تصادفی نسبی انجام شده که در آن سهم هر یک از

شهرک‌ها بر اساس تعداد کل در جامعه تعیین شده است. در بخش تعیین روابط علی بین محرک‌ها نیز با توجه به اینکه در این تحقیق نیازمند نظرات خبرگان می‌باشیم، لذا از نه فرد خبره که با همزیستی صنعتی آشنایی داشتند، استفاده شده است. از مجموع این افراد، دو نفر کارشناس زیست محیطی مرتبط با شهرک‌های صنعتی بوده‌اند که سابقه بالای ۱۵ سال را در این حوزه داشته‌اند. سه نفر استاد دانشگاه و آشنا به مباحث همزیستی صنعتی بوده و چهار نفر از مدیران شرکت‌های مستقر در شهرک‌های صنعتی با سابقه بالای بیست سال بوده‌اند.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها در این تحقیق از روش DEMATEL فازی استفاده شده است. دیمتل روشی جامع و مناسب برای ساخت و تحلیل مدل علی بین عوامل در مسائل پیچیده است(۳۴). در مسائل مدیریتی و اجتماعی می‌توان با استفاده از روش دیمتل اثرات متقابل تعداد زیادی از عوامل موثر بر یک مسئله خاص را دسته‌بندی و سازماندهی نمود(۳۵). مراحل اجرای دیمتل فازی به صورت زیر است(۳۶).

مرحله اول: تعیین هدف تصمیم‌گیری و تشکیل گروهی از خبرگان آشنا به موضوع برای تصمیم‌گیری

مرحله دوم: تعیین معیارهای(عوامل) و طراحی مقیاس کلامی فازی؛ برای فازی‌سازی متغیرهای تحقیق از اعداد فازی مثلثی و واژه‌های زبانی متناظر پیشنهادی لی(۱۹۹۹) که در جدول ۲ نشان داده شده، استفاده گردیده است.

جدول ۲- اعداد فازی مربوط به هر متغیر کلامی

Table 2. Fuzzy numbers related to each verbal variable

نماد	متغیر کلامی	اعداد فازی معادل
VH	تأثیر خیلی زیاد	(۰/۷۵ ،۱ ،۱)
H	تأثیر زیاد	(۰/۵ ،۰/۷۵ ،۱)
L	تأثیر کم	(۰/۲۵ ،۰/۵ ،۰/۷۵)
VL	تأثیر خیلی کم	(۰ ،۰/۲۵ ،۰/۵)
No	بدون تأثیر	(۰ ،۰ ،۰/۲۵)

مرحله سوم: جمع‌آوری ارزیابی تصمیم‌گیرندگان و تشکیل ماتریس رابطه مستقیم. در این مرحله ماتریس رابطه مستقیم بر اساس میانگین نظرات خبرگان و بر اساس رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$\tilde{z} = \frac{\left(\tilde{z}^{\langle 1\rangle} \oplus \tilde{z}^{\langle 2\rangle} \oplus \cdots \oplus \tilde{z}^{\langle p\rangle}\right)}{p} \qquad (1)$$

مرحله چهارم: بی‌مقیاس‌سازی ماتریس رابطه مستقیم فازی بر اساس روابط ۲ و ۳

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{\tilde{z}_{ij}}{r} = \left(\frac{l_{ij}}{r}, \frac{m_{ij}}{r}, \frac{u_{ij}}{r}\right) \qquad (2)$$

$$r = \max_{1 \le i \le n}\left(\sum_{j=1}^{n} u_{ij}\right) \qquad (3)$$

مرحله پنجم: پیاده‌سازی و تحلیل مدل ساختاری

مطابق با حالت قطعی، ماتریس رابطه کلی فازی به صورت رابطه ۴ تعریف می‌شود.

$$\tilde{T} = \lim_{w \to \infty}\left(\tilde{x} + \tilde{x}^{2} + \cdots + \tilde{x}^{w}\right) = X(I - X)^{-1} \qquad (4)$$

پس از محاسبه ماتریس $\tilde{T}$، محاسبه $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ و محاسبه $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ آسان است، زیرا $\tilde{D}_i$ و $\tilde{R}_i$ به ترتیب مجموع سطرها و ستون‌های $\tilde{T}$ می‌باشند. بعد از اینکه $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ و $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ محاسبه شدند، به منظور فازی‌زدایی داده‌ها از رابطه (۵) می‌باشد، استفاده می‌گردد.

$$BNP = \frac{(l + 4m + u)}{6} \qquad (5)$$

۴- یافته‌ها

در بخش اول، ابتدا به منظور شناسایی محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی از آزمون t استفاده شده است. قبل از استفاده از آزمون t، ابتدا بر اساس آزمون کلموگروف-اسمیرنوف، نرمال بودن توزیع داده‌ها بررسی شده است. نتایج

مربوط به آزمون کلموگروف- اسمیرنوف و آزمون t در جدول۳ نشان داده شده است.

جدول۳- شناسایی محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی

Table 3. Identify the antecedences of creating and using industrial symbiosis

ع	محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی	مقدار کلموگروف- اسمیرنوف	سطح معنی- داری	نتیجه	مقدار t	سطح معنی- داری	نتیجه
IS1	اعتماد در میان مشارکت‌کننده‌های همزیستی صنعتی	۰/۷۶۸	۰/۶۵۴	نرمال	۱۰/۸۶۵	۰/۰۰۰	تأیید
IS2	تسهیم اطلاعات در میان مشارکت-کننده‌های همزیستی صنعتی	۰/۸۰۹	۰/۵۷۷	نرمال	۹/۳۵۴	۰/۰۰۰	تأیید
IS3	پشتیبانی مدیریت عالی	۰/۶۳۳	۰/۷۴۹	نرمال	۱۱/۳۴۲	۰/۰۰۰	تأیید
IS4	آموزش برای اجرای همزیستی صنعتی	۰/۷۹۲	۰/۶۲۰	نرمال	۶/۵۵۸	۰/۰۰۰	تأیید
IS5	سیاست‌های دولت برای ایجاد انگیزه مقدماتی برای همزیستی صنعتی	۰/۸۹۱	۰/۵۱۱	نرمال	۱۱/۸۹۳	۰/۰۰۰	تأیید
IS6	تخصیص بودجه برای ترویج همزیستی صنعتی	۰/۷۳۵	۰/۶۸۲	نرمال	۸/۰۹۴	۰/۰۰۰	تأیید
IS7	آمادگی زیرساخت و فناوری	۰/۶۸۶	۰/۶۹۴	نرمال	۴/۷۳۴	۰/۰۰۰	تأیید
IS8	پشتیبانی نهادی برای ادغام، هماهنگی و ارتباطات مناسب	۰/۷۸۵	۰/۶۲۴	نرمال	۹/۱۶۶	۰/۰۰۰	تأیید
IS9	تمایل به همکاری	۰/۸۰۷	۰/۵۶۹	نرمال	۷/۸۳۲	۰/۰۰۰	تأیید
IS10	آگاهی از مفاهیم همزیستی صنعتی	۰/۷۸۰	۰/۶۳۹	نرمال	۶/۸۵۴	۰/۰۰۰	تأیید

نتایج جدول۳ نشان می‌دهد که با توجه به اینکه سطح معنی-داری آزمون کلموگروف- اسمیرنوف بزرگتر از ۰/۰۵ بدست آمده است، می‌توان نتیجه گرفت که توزیع داده‌های بدست آمده نرمال بوده است. نتایج آزمون t نیز نشان می‌دهد که در سطح اطمینان ۹۵ چون مقدار t بزرگتر از ۱/۶۴۵ محاسبه شده است، می‌توان ادعا نمود که تمامی عوامل به عنوان محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی در شرکت‌های شهرک‌های صنعتی محسوب می‌گردند.پس از تایید محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی در شرکت‌های شهرک‌های صنعتی، در ادامه با استفاده از روش دیمتل فازی، روابط علی بین این محرک‌ها محاسبه گردیده است. جدول۴ نشان دهنده میانگین نظر تمام خبرگان در رابطه با محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی در شرکت‌های شهرک‌های صنعتی می‌باشد.

جدول۴- میانگین نظر تمام خبرگان در رابطه با محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی

Table 4. Average opinion of all experts regarding the antecedences of creating and using industrial symbiosis

	IS1	IS2	IS3	IS4	IS5	IS6	IS7	IS8	IS9	IS10
IS1	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۵۰، ۰/۲۵، ۰/۰۵)	(۰/۶۶، ۰/۴۱، ۰/۱۶)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۰/۷۵، ۰/۵۰، ۰/۲۵)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۰/۹۱، ۰/۷۵، ۰/۵۰)	(۰/۹۱، ۰/۶۶، ۰/۴۱)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۰/۹۱، ۰/۶۶، ۰/۴۱)
IS2	(۰/۵۸، ۰/۳۳، ۰/۰۸)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۵۰، ۰/۲۵، ۰/۰۸)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۱/۰۰، ۰/۸۳، ۰/۵۸)	(۰/۹۱، ۰/۷۵، ۰/۵۰)	(۱/۰۰، ۰/۸۳، ۰/۵۸)	(۰/۹۱، ۰/۷۵، ۰/۵۰)	(۱/۰۰، ۰/۸۳، ۰/۵۸)	(۰/۷۵، ۰/۵۰، ۰/۲۵)
IS3	(۱/۰۰، ۱/۰۰، ۰/۷۵)	(۰/۹۱، ۰/۶۶، ۰/۴۱)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۰/۷۵، ۰/۵۰، ۰/۲۵)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۰/۹۱، ۰/۷۵، ۰/۵۰)	(۰/۹۱، ۰/۶۶، ۰/۴۱)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۰/۶۶، ۰/۴۱، ۰/۱۶)
IS4	(۰/۳۳، ۰/۰۸، ۰/۷۵)	(۰/۲۵، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۳۳، ۰/۰۸، ۰/۰۰)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۱/۰۰، ۰/۸۳، ۰/۵۸)	(۰/۷۵، ۰/۵۰، ۰/۲۵)	(۰/۵۸، ۰/۳۳، ۰/۰۸)	(۰/۹۱، ۰/۷۵، ۰/۵۰)	(۱/۰۰، ۰/۸۳، ۰/۵۸)	(۰/۷۵، ۰/۹۱، ۰/۵۰)
IS5	(۰/۵۰، ۰/۲۵، ۰/۰۸)	(۰/۳۳، ۰/۰۸، ۰/۰۰)	(۰/۵۰، ۰/۲۵، ۰/۰۸)	(۰/۵۰، ۰/۲۵، ۰/۰۸)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۹۱، ۰/۶۶، ۰/۴۱)	(۰/۷۵، ۰/۵۰، ۰/۲۵)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۰/۹۱، ۰/۷۵، ۰/۵۰)	(۰/۶۶، ۰/۹۱، ۰/۴۱)
IS6	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۰/۹۱، ۰/۷۵، ۰/۵۰)	(۱/۰۰، ۰/۸۳، ۰/۵۸)	(۰/۲۵، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۵۰، ۰/۲۵، ۰/۰۸)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۱/۰۰، ۰/۸۳، ۰/۵۸)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۰/۳۳، ۰/۰۸، ۰/۰۰)	(۰/۷۵، ۰/۹۱، ۰/۵۰)
IS7	(۰/۹۱، ۰/۶۶، ۰/۴۱)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۰/۹۱، ۰/۶۶، ۰/۴۱)	(۰/۴۱، ۰/۱۶، ۰/۰۰)	(۰/۳۳، ۰/۰۸، ۰/۰۰)	(۰/۶۶، ۰/۴۱، ۰/۱۶)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۹۱، ۰/۷۵، ۰/۵۰)	(۰/۴۱، ۰/۱۶، ۰/۰۰)	(۰/۰۸، ۰/۳۳، ۰/۰۰)
IS8	(۰/۲۵، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۳۳، ۰/۰۸، ۰/۰۰)	(۰/۲۵، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۹۱، ۰/۷۵، ۰/۵۰)	(۰/۵۸، ۰/۳۳، ۰/۰۸)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۱/۰۰، ۰/۸۳، ۰/۵۸)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۵۰، ۰/۲۵، ۰/۰۸)	(۰/۰۸، ۰/۳۳، ۰/۰۰)
IS9	(۰/۳۳، ۰/۰۸، ۰/۰۰)	(۰/۴۱، ۰/۱۶، ۰/۰۰)	(۰/۳۳، ۰/۰۸، ۰/۰۰)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۰/۶۶، ۰/۴۱، ۰/۱۶)	(۰/۵۰، ۰/۲۵، ۰/۰۸)	(۱/۰۰، ۱/۰۰، ۰/۷۵)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۷۵، ۰/۹۱، ۰/۵۰)
IS10	(۰/۲۵، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۳۳، ۰/۰۸، ۰/۰۰)	(۰/۲۵، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۵۰، ۰/۲۵، ۰/۰۸)	(۰/۳۳، ۰/۰۸، ۰/۰۰)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۱/۰۰، ۰/۸۳، ۰/۵۸)	(۱/۰۰، ۰/۹۱، ۰/۶۶)	(۰/۸۳، ۰/۵۸، ۰/۳۳)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)

در ادامه بـر اسـاس روابـط ۲ و ۳، ابتـدا مـاتریس نرمـالایز شـده محاسبه گردیده است. پس از محاسبه ماتریس نرمـالایز شـده، بـا استفاده از رابطه ۴، ماتریس رابطه کل فازی بدسـت آمـده اسـت. نتایج در جداول ۵ و ۶ نشان داده شده است.

جدول۵- ماتریس نرمالایز شده میانگین نظرات خبرگان در رابطه با محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی

Table 5. Normalized Matrix Average Expert Opinions on the antecedences of creating and using industrial symbiosis

	IS1	IS2	IS3	IS4	IS5	IS6	IS7	IS8	IS9	IS10
IS1	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۰۶، ۰/۰۳، ۰/۰۱)	(۰/۰۸، ۰/۰۵، ۰/۰۲)	(۰/۱۲، ۰/۱۱، ۰/۰۸)	(۰/۰۹، ۰/۰۶، ۰/۰۳)	(۰/۱۲، ۰/۱۱، ۰/۰۸)	(۰/۱۱، ۰/۰۹، ۰/۰۶)	(۰/۱۱، ۰/۰۸، ۰/۰۵)	(۰/۱۲، ۰/۱۱، ۰/۰۸)	(۰/۱۱، ۰/۰۸، ۰/۰۵)
IS2	(۰/۰۷، ۰/۰۴، ۰/۰۱)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۰۶، ۰/۰۳، ۰/۰۱)	(۰/۱۲، ۰/۱۱، ۰/۰۸)	(۰/۱۲، ۰/۱۰، ۰/۰۷)	(۰/۱۱، ۰/۰۹، ۰/۰۶)	(۰/۱۲، ۰/۱۰، ۰/۰۷)	(۰/۱۱، ۰/۰۹، ۰/۰۶)	(۰/۱۲، ۰/۱۰، ۰/۰۷)	(۰/۰۹، ۰/۰۶، ۰/۰۳)
IS3	(۰/۱۲، ۰/۱۲، ۰/۰۹)	(۰/۱۱، ۰/۰۸، ۰/۰۵)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۱۲، ۰/۱۱، ۰/۰۸)	(۰/۰۹، ۰/۰۶، ۰/۰۳)	(۰/۱۲، ۰/۱۱، ۰/۰۸)	(۰/۱۱، ۰/۰۹، ۰/۰۶)	(۰/۱۱، ۰/۰۸، ۰/۰۵)	(۰/۱۲، ۰/۱۱، ۰/۰۸)	(۰/۰۸، ۰/۰۵، ۰/۰۲)
IS4	(۰/۰۴، ۰/۰۱، ۰/۰۰)	(۰/۰۳، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۰۴، ۰/۰۱، ۰/۰۰)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۱۲، ۰/۱۰، ۰/۰۷)	(۰/۰۹، ۰/۰۶، ۰/۰۳)	(۰/۰۷، ۰/۰۴، ۰/۰۱)	(۰/۱۱، ۰/۰۹، ۰/۰۶)	(۰/۱۲، ۰/۱۰، ۰/۰۷)	(۰/۱۱، ۰/۰۹، ۰/۰۶)
IS5	(۰/۰۶، ۰/۰۳، ۰/۰۱)	(۰/۰۴، ۰/۰۱، ۰/۰۰)	(۰/۰۶، ۰/۰۳، ۰/۰۱)	(۰/۰۶، ۰/۰۳، ۰/۰۱)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۱۱، ۰/۰۸، ۰/۰۵)	(۰/۰۹، ۰/۰۶، ۰/۰۳)	(۰/۱۲، ۰/۱۱، ۰/۰۸)	(۰/۱۱، ۰/۰۹، ۰/۰۶)	(۰/۱۱، ۰/۰۸، ۰/۰۵)
IS6	(۰/۱۲، ۰/۱۱، ۰/۰۸)	(۰/۱۱، ۰/۰۹، ۰/۰۶)	(۰/۱۲، ۰/۱۰، ۰/۰۷)	(۰/۰۳، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۰۶، ۰/۰۳، ۰/۰۱)	(۰/۰۰، ۰/۰۰، ۰/۰۰)	(۰/۱۲، ۰/۱۰، ۰/۰۷)	(۰/۱۲، ۰/۱۱، ۰/۰۸)	(۰/۰۴، ۰/۰۱، ۰/۰۰)	(۰/۱۱، ۰/۰۹، ۰/۰۶)
IS7	(۰/۱۱،	(۰/۱۲،	(۰/۱۱،	(۰/۰۵،	(۰/۰۴،	(۰/۰۸،	(۰/۰۰،	(۰/۱۱،	(۰/۰۵،	(۰/۰۴، ۰/۰۱،

	(۰/۰۵ ،۰/۰۸ ،۰/۱۱)	(۰/۰۸ ،۰/۱۱ ،۰/۱۴)	(۰/۰۵ ،۰/۰۸ ،۰/۱۱)	(۰/۰۰ ،۰/۰۲ ،۰/۰۵)	(۰/۰۰ ،۰/۰۱ ،۰/۰۲)	(۰/۰۲ ،۰/۰۵ ،۰/۰۸)	(۰/۰۰ ،۰/۰۰ ،۰/۰۱)	(۰/۰۶ ،۰/۰۹ ،۰/۱۲)	(۰/۰۰ ،۰/۰۲ ،۰/۰۵)	(۰/۰۰
IS8	(۰/۰۳ ،۰/۰۰ ،۰/۰۰)	(۰/۰۴ ،۰/۰۱ ،۰/۰۰)	(۰/۰۳ ،۰/۰۰ ،۰/۰۰)	(۰/۱۱ ،۰/۰۹ ،۰/۰۶)	(۰/۰۷ ،۰/۰۴ ،۰/۰۱)	(۰/۱۲ ،۰/۱۱ ،۰/۰۸)	(۰/۱۲ ،۰/۱۰ ،۰/۰۷)	(۰/۰۰ ،۰/۰۰ ،۰/۰۰)	(۰/۰۶ ،۰/۰۳ ،۰/۰۱)	(۰/۰۱ ،۰/۰۴ ،۰/۰۰
IS9	(۰/۰۴ ،۰/۰۱ ،۰/۰۰)	(۰/۰۵ ،۰/۰۲ ،۰/۰۰)	(۰/۰۴ ،۰/۰۱ ،۰/۰۰)	(۰/۱۲ ،۰/۱۱ ،۰/۰۸)	(۰/۱۲ ،۰/۱۱ ،۰/۰۸)	(۰/۰۸ ،۰/۰۵ ،۰/۰۲)	(۰/۰۶ ،۰/۰۳ ،۰/۰۱)	(۰/۱۲ ،۰/۱۲ ،۰/۰۹)	(۰/۰۰ ،۰/۰۰ ،۰/۰۰)	(۰/۰۹ ،۰/۱۱ ،۰/۰۶
IS10	(۰/۰۳ ،۰/۰۰ ،۰/۰۰)	(۰/۰۴ ،۰/۰۱ ،۰/۰۰)	(۰/۰۳ ،۰/۰۰ ،۰/۰۰)	(۰/۰۶ ،۰/۰۳ ،۰/۰۱)	(۰/۰۴ ،۰/۰۱ ،۰/۰۰)	(۰/۱۲ ،۰/۱۱ ،۰/۰۸)	(۰/۱۲ ،۰/۱۰ ،۰/۰۷)	(۰/۱۲ ،۰/۱۱ ،۰/۰۸)	(۰/۱۰ ،۰/۰۷ ،۰/۰۴)	(۰/۰۰ ،۰/۰۰ ،۰/۰۰

جدول۶- ماتریس رابطه کل فازی در رابطه با محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی

Table 6. Fuzzy total relation matrix in related to the antecedence of creating and using industrial symbiosis

	IS1	IS2	IS3	IS4	IS5	IS6	IS7	IS8	IS9	IS10
IS1	(۰/۲۸ ،۰/۰۱ ،۰/۰۶)	(۰/۳۳ ،۰/۰۲ ،۰/۰۹)	(۰/۳۴ ،۰/۰۳ ،۰/۱۰)	(۰/۴۵ ،۰/۱۰ ،۰/۲۰)	(۰/۴۱ ،۰/۰۵ ،۰/۱۴)	(۰/۵۲ ،۰/۱۱ ،۰/۲۳)	(۰/۵۱ ،۰/۰۹ ،۰/۲۰)	(۰/۵۵ ،۰/۰۹ ،۰/۲۲)	(۰/۴۷ ،۰/۱۰ ،۰/۲۰)	(۰/۱۷ ،۰/۴۵ ،۰/۰۷)
IS2	(۰/۳۴ ،۰/۰۲ ،۰/۱۰)	(۰/۲۷ ،۰/۰۱ ،۰/۰۶)	(۰/۳۲ ،۰/۰۲ ،۰/۰۸)	(۰/۴۵ ،۰/۱۰ ،۰/۱۹)	(۰/۴۴ ،۰/۰۹ ،۰/۱۸)	(۰/۵۱ ،۰/۰۹ ،۰/۲۱)	(۰/۵۱ ،۰/۰۹ ،۰/۲۱)	(۰/۵۵ ،۰/۱۰ ،۰/۲۳)	(۰/۴۷ ،۰/۰۹ ،۰/۱۹)	(۰/۱۵ ،۰/۴۳ ،۰/۰۵)
IS3	(۰/۴۱ ،۰/۱۰ ،۰/۱۹)	(۰/۴۰ ،۰/۰۶ ،۰/۱۵)	(۰/۲۸ ،۰/۰۱ ،۰/۰۶)	(۰/۴۸ ،۰/۱۱ ،۰/۲۲)	(۰/۴۴ ،۰/۰۵ ،۰/۱۶)	(۰/۵۶ ،۰/۱۲ ،۰/۲۵)	(۰/۵۴ ،۰/۰۹ ،۰/۲۲)	(۰/۵۹ ،۰/۱۰ ،۰/۲۴)	(۰/۵۰ ،۰/۱۱ ،۰/۲۲)	(۰/۱۶ ،۰/۴۵ ،۰/۰۵)
IS4	(۰/۲۵ ،۰/۰۰ ،۰/۰۵)	(۰/۲۴ ،۰/۰۰ ،۰/۰۴)	(۰/۲۴ ،۰/۰۰ ،۰/۰۴)	(۰/۲۷ ،۰/۰۱ ،۰/۰۶)	(۰/۳۷ ،۰/۰۸ ،۰/۱۵)	(۰/۴۱ ،۰/۰۵ ،۰/۱۴)	(۰/۳۹ ،۰/۰۳ ،۰/۱۱)	(۰/۴۶ ،۰/۰۹ ،۰/۱۸)	(۰/۳۹ ،۰/۰۸ ،۰/۱۵)	(۰/۱۴ ،۰/۳۸ ،۰/۰۷)
IS5	(۰/۲۹ ،۰/۰۲ ،۰/۰۷)	(۰/۲۷ ،۰/۰۱ ،۰/۰۵)	(۰/۲۷ ،۰/۰۱ ،۰/۰۷)	(۰/۳۴ ،۰/۰۲ ،۰/۰۹)	(۰/۲۷ ،۰/۰۱ ،۰/۰۵)	(۰/۴۵ ،۰/۰۷ ،۰/۱۶)	(۰/۴۲ ،۰/۰۵ ،۰/۱۴)	(۰/۴۸ ،۰/۱۰ ،۰/۲۱)	(۰/۳۹ ،۰/۰۷ ،۰/۱۵)	(۰/۱۴ ،۰/۳۹ ،۰/۰۶)
IS6	(۰/۳۸ ،۰/۰۹ ،۰/۱۷)	(۰/۳۶ ،۰/۰۷ ،۰/۱۵)	(۰/۳۶ ،۰/۰۸ ،۰/۱۵)	(۰/۳۵ ،۰/۰۳ ،۰/۱۰)	(۰/۳۶ ،۰/۰۲ ،۰/۱۰)	(۰/۳۹ ،۰/۰۴ ،۰/۱۲)	(۰/۴۹ ،۰/۱۰ ،۰/۲۱)	(۰/۵۳ ،۰/۱۱ ،۰/۲۴)	(۰/۳۸ ،۰/۰۲ ،۰/۱۰)	(۰/۱۶ ،۰/۴۲ ،۰/۰۷)
IS7	(۰/۳۳ ،۰/۰۶ ،۰/۱۳)	(۰/۳۴ ،۰/۰۹ ،۰/۱۵)	(۰/۳۲ ،۰/۰۵ ،۰/۱۲)	(۰/۳۳ ،۰/۰۲ ،۰/۱۰)	(۰/۳۱ ،۰/۰۱ ،۰/۰۷)	(۰/۴۲ ،۰/۰۴ ،۰/۱۴)	(۰/۳۴ ،۰/۰۲ ،۰/۰۹)	(۰/۴۷ ،۰/۰۸ ،۰/۱۹)	(۰/۳۴ ،۰/۰۲ ،۰/۰۹)	(۰/۰۷ ،۰/۳۳ ،۰/۰۱)
IS8	(۰/۲۳ ،۰/۰۱ ،۰/۰۴)	(۰/۲۳ ،۰/۰۱ ،۰/۰۵)	(۰/۲۱ ،۰/۰۱ ،۰/۰۳)	(۰/۳۳ ،۰/۰۶ ،۰/۱۳)	(۰/۲۹ ،۰/۰۲ ،۰/۰۸)	(۰/۳۹ ،۰/۰۹ ،۰/۱۷)	(۰/۳۹ ،۰/۰۸ ،۰/۱۶)	(۰/۳۱ ،۰/۰۲ ،۰/۰۸)	(۰/۳۰ ،۰/۰۲ ،۰/۰۷)	(۰/۰۶ ،۰/۲۸ ،۰/۰۱)
IS9	(۰/۲۶ ،۰/۰۰ ،۰/۰۵)	(۰/۲۶ ،۰/۰۰ ،۰/۰۵)	(۰/۲۴ ،۰/۰۰ ،۰/۰۴)	(۰/۳۸ ،۰/۰۹ ،۰/۱۷)	(۰/۳۷ ،۰/۰۹ ،۰/۱۶)	(۰/۴۱ ،۰/۰۴ ،۰/۱۴)	۰/۱۱ ،۰/۳۸ (۰/۰۳)	(۰/۴۷ ،۰/۱۲ ،۰/۲۲)	(۰/۲۸ ،۰/۰۱ ،۰/۰۷)	(۰/۱۵ ،۰/۳۸ ،۰/۰۷)
IS10	(۰/۲۳ ،۰/۰۱ ،۰/۰۴)	(۰/۲۴ ،۰/۰۱ ،۰/۰۵)	(۰/۲۲ ،۰/۰۱ ،۰/۰۴)	(۰/۳۰ ،۰/۰۲ ،۰/۰۸)	(۰/۲۷ ،۰/۰۱ ،۰/۰۵)	(۰/۴۱ ،۰/۰۹ ،۰/۱۷)	(۰/۴۰ ،۰/۰۹ ،۰/۱۶)	(۰/۴۳ ،۰/۱۰ ،۰/۱۹)	(۰/۳۴ ،۰/۰۴ ،۰/۱۱)	(۰/۰۵ ،۰/۲۵ ،۰/۰۱)

در مرحله بعدی میزان اهمیت شاخص‌ها ($\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$) و رابطه بین معیارها($\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$) مشخص می‌گردد. اگر $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i < 0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است. جدول ۷، $\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$ و $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$ را نشان می‌دهد.

اگر $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i > 0$ باشد معیار مربوطه اثرگذار و اگر

جدول۷- اهمیت وتأثیرگذاری محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی (اعداد فازی)

Table 7. Importance and effect of antecedences for creating and using industrial symbiosis (fuzzy numbers)

محرک‌ها	$\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$	$\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$
IS1	(۱/۰۸۶ ،۲/۲۸۹ ،۷/۳۹۹)	(-۲/۹۴۳ ،۰/۷۱۳ ،۳/۹۸۱)
IS2	(۱/۰۲۶ ،۲/۵۱۸ ،۷/۳۳۰)	(-۲/۲۸۳ ،۰/۷۵۲ ،۴/۰۲۱)

محرک‌ها	$\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$	$\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$
IS3	(۱/۱۲۴ ،۲/۶۷۳ ،۷/۵۵۳)	(-۲/۰۰۵ ،۱/۱۲۹ ،۴/۴۲۵)
IS4	(۱/۰۵۳ ،۲/۴۷۵ ،۷/۱۷۳)	(-۳/۲۸۸ ،-۰/۲۶۰ ،۲/۸۳۲)
IS5	(۰/۹۱۶ ،۲/۳۷۱ ،۷/۱۸۵)	(-۳/۱۱۳ ،-۰/۰۰۷ ،۳/۱۵۶)
IS6	(۱/۴۶۳ ،۳/۳۱۵ ،۸/۵۸۷)	(-۳/۸۲۴ ،-۰/۲۲۵ ،۳/۲۹۹)
IS7	(۱/۱۴۷ ،۲/۸۴۸ ،۷/۹۹۱)	(-۳/۹۸۱ ،-۰/۴۷۹ ،۲/۸۶۴)
IS8	(۱/۳۱۳ ،۲/۹۵۰ ،۷/۹۰۶)	(-۴/۵۳۸ ،-۱/۱۳۹ ،۲/۰۵۵)
IS9	(۱/۰۹۵ ،۲/۵۹۶ ،۷/۳۸۴)	(-۳/۴۰۳ ،-۰/۱۸۶ ،۲/۸۸۶)
IS10	(۰/۹۴۳ ،۲/۲۸۶ ،۶/۹۵۶)	(-۳/۳۸۲ ،-۰/۲۹۹ ،۲/۶۳۰)

در گام بعدی اعداد فازی $\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$ و $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$ به‌دست آمده از مرحله قبلی را بر اساس رابطه ۵ دیفازی می‌کنیم. نتایج در جدول۸ نشان داده شده است.

جدول۸- اهمیت وتأثیرگذاری محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی (اعدادقطعی)

Table 8. Importance and effect of antecedences for creating and using industrial symbiosis (definite numbers)

محرک‌ها	کد محرک	$(\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i)^{def}$	$(\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i)^{def}$
اعتماد در میان مشارکت‌کننده‌های همزیستی صنعتی	IS1	۳/۲۶۵	۰/۶۱۶
تسهیم اطلاعات در میان مشارکت‌کننده‌های همزیستی صنعتی	IS2	۳/۳۴۸	۰/۸۱۱
پشتیبانی مدیریت عالی	IS3	۳/۵۰۶	۱/۱۶۹
آموزش برای اجرای همزیستی صنعتی	IS4	۳/۲۹۴	-۰/۲۴۴
سیاست‌های دولت برای ایجاد انگیزه مقدماتی برای همزیستی صنعتی	IS5	۳/۲۱۱	۰/۰۰۷
تخصیص بودجه برای ترویج همزیستی صنعتی	IS6	۴/۱۷۰	-۰/۲۴۴
آمادگی زیرساخت و فناوری	IS7	۳/۷۰۹	-۰/۵۱۹
پشتیبانی نهادی برای ادغام، هماهنگی و ارتباطات مناسب	IS8	۳/۷۸۰	-۱/۱۹۰
تمایل به همکاری	IS9	۳/۴۱۸	-۰/۲۲۲
آگاهی از مفاهیم همزیستی صنعتی	IS10	۳/۱۱۸	-۰/۳۳۷

با توجه به مقدار $(D_i - R_i)^{def}$ در جدول(۷) می‌توان عوامل را به دو گروه علت و معلول تقسیم نمود. بر اساس نتایج بدست آمده برای $(D_i - R_i)^{def}$، عوامل پشتیبانی مدیریت عالی، تسهیم اطلاعات در میان مشارکت‌کنندهای همزیستی صنعتی، اعتماد در میان مشارکت‌کنندهای همزیستی صنعتی، سیاست-های دولت برای ایجاد انگیزه مقدماتی برای همزیستی صنعتی به خاطر مقدار مثبت در گروه عوامل علت یا همان عوامل تأثیرگذار در بین محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی قرار می‌گیرند. این عوامل، عواملی محسوب می‌گردند که قادرند ایجاد همزیستی صنعتی در صنایع را تقویت کرده و موجب افزایش همزیستی صنعتی در کشور شوند. ادبیات تحقیق در حوزه سازمانی نشان می‌دهد که پشتیبانی مدیریت عالی به عنوان یک متغیر مهم سازمانی در پذیرش و اجرای بسیاری از برنامه‌های مدیریتی نقش اصلی را بر عهده دارد. از طرفی در همزیستی صنعتی تسهیم اطلاعات در میان مشارکت-کنندهای همزیستی و اعتماد در میان مشارکت‌کنندهای

همزیستی صنعتی، دو عامل مهمی هستند که بر روابط بین مشارکت‌کنندگان تدکید دارند. در نهایت این دولت هست که در نقش یک سیاستگذار توانایی ایجاد انگیزه برای همزیستی صنعتی را از طریق مشوق‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی شکل می‌دهد. عامل‌های پشتیبانی نهادی برای ادغام، هماهنگی و ارتباطات مناسب، آمادگی زیرساخت و فناوری، آگاهی از مفاهیم همزیستی صنعتی، آموزش برای اجرای همزیستی صنعتی و تمایل به همکاری با توجه به منفی بودن $(D_i - R_i)^{def}$ در گروه عوامل معلول و یا تأثیرپذیر قرار می‌گیرند. نتایج نشان می‌دهد که برای ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی در شرکت‌های شهرک‌های صنعتی پشتیبانی مدیریت عالی از اصلی‌ترین عوامل و تأثیرگذار بر سایر محرک‌ها تلقی می‌گردد.

بحث و نتیجه‌گیری

همزیستی صنعتی، به‌عنوان بخشی از فضای در حال ظهور محیط‌زیست صنعتی، مستلزم توجه دقیق به جریان مواد و انرژی از طریق اقتصاد محلی و منطقه‌ای است. همزیستی صنعتی، صنایع سنتی جداگانه را در یک رویکرد جمعی به مزایای رقابتی دربردارنده تبادل فیزیکی مواد، انرژی، آب و یا محصولات جانبی تبدیل می‌کند. دو بعد اصلی همزیستی صنعتی، مزایای اقتصادی برای کنشگران شرکت‌کننده و بهبود عملکرد زیست محیطی کلی آن‌ها است. هدف نهایی همزیستی صنعتی می‌تواند به‌عنوان دستیابی به یک اجتماع محلی پایدار محسوب شود. بنابراین، اگرچه همزیستی صنعتی، در درجه اول بر ارتباط صنایع متمرکز است، ولی می‌تواند و باید شامل اجتماع محلی نیز باشد. بنابراین ممکن است مشارکت در خودکفایی منطقه‌ای نیز مورد هدف همزیستی صنعتی باشد. بر همین اساس نیز شناسایی و بکارگیری محرک‌های همزیستی صنعتی در ایران می‌تواند زمینه ایجاد این همزیستی را باعث گردد. در این مقاله تعیین روابط علی بین محرک‌های ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی در شهرک‌های صنعتی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج این مقاله نشان داد که پشتیبانی مدیریت عالی، تسهیم اطلاعات در میان مشارکت‌کننده‌های همزیستی صنعتی، اعتماد در میان مشارکت‌کننده‌های همزیستی صنعتی، سیاست‌های دولت برای ایجاد انگیزه مقدماتی برای همزیستی صنعتی به عنوان محرک‌های علت در مجموعه محرک‌های شناسایی شده از ادبیات تحقیق محسوب می‌گردند. به عبارتی برای ایجاد و بکارگیری همزیستی صنعتی در شرکت‌های عضو نمونه آماری تحقیق، ابتدا می‌بایست تمرکز اصلی بر روی گروه عوامل علت باشد. عوامل علت می‌توانند خود زمینه ساز سایر عوامل باشند. با توجه به اینکه مطالعات قبلی در داخل کشور در رابطه با همزیستی صنعتی زیاد انجام نشده است، ولی مطالعاتی در رابطه با استفاده از روش DEMATEL در حوزه‌های مختلف انجام شده است. در تحقیقی احمدی و جعفرزاده افشاری(۳۷) روابط علی و معلولی عوامل موثر بر عملکرد زنجیره تأمین سبز در مجتمع صنعتی سپاهان باطری را بررسی کرده‌اند که از مجموع شش معیار شناسایی شده، دو معیار در دسته عوامل تأثیرگذار و چهار معیار در دسته عوامل تأثیرپذیر قرار داشته‌اند. این مطالعه از نظر تعداد بیشتر عوامل تأثیرپذیر با نتایج تحقیق حاضر همسو بوده است. جعفرنژاد و همکاران(۳۸) در مطالعه‌ای اقدام به ارزیابی تولید ناب با استفاده از رویکرد ترکیبی از تکنیک های ANP و DEMATEL در شرایط فازی نموده‌اند. نتایج این مطالعه نیز نشان می‌دهد که از مجموع سه مولفه اصلی، دو مولفه تأثیرپذیر و فقط یک مولفه تأثیرگذار بوده است. این مطالعه نیز از منظر تعداد بیشتر عوامل تأثیرپذیر به نسبت عوامل تأثیرگذار، با نتایج این مقاله همسو بوده است. در پژوهشی دیگر آقایی و فضلی(۳۹) بکارگیری رویکرد ترکیبی DEMATEL و ANP برای انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات (مطالعه موردی: صنعت خودروهای کار) را انجام داده‌اند که نتایج این مطالعه نیز نشان می‌دهد که تعداد متغیرهای تأثیرپذیر بیشتر از تعداد متغیرهای تأثیر گذار بوده است. با این همه توجه به عوامل علت به عنوان زیربنای اصلی هر سیستمی محسوب می‌گردد که تعداد کم آنها نیز می‌تواند مدیران را در برنامه‌ریزی مناسب به جهت تمرکز بر تعداد کمی عامل یاری نماید. بنابراین

مدیران و سیاستگذاران صنعتی و زیست محیطی در جهت افزایش و بهبود فضای کسب و کار و محیط زیست، باید بر روی عوامل علت متمرکز شده و از راه تقویت این عوامل علت، موجب تقویت عوامل معلول نیز شوند.

References

1. Frosch RA, Gallopoulos NE. Strategies for manufacturing. Scientific American. 1989 Sep 1; 261(3):144-52.
2. Chertow MR. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. Annual review of energy and the environment. 2000 Nov; 25(1):313-37.
3. Li X, Xiao R. Analyzing network topological characteristics of eco-industrial parks from the perspective of resilience: a case study. Ecological indicators. 2017 Mar 1; 74:403-13.
4. Herczeg G, Akkerman R, Hauschild MZ. Supply chain collaboration in industrial symbiosis networks. Journal of cleaner production. 2018 Jan 10; 171:1058-67.
5. Chertow MR, Lombardi DR. Quantifying economic and environmental benefits of co-located firms. Environmental Science and Technology, 2005; 39 (17),6535-6541.
6. Jacobsen NB. Industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: a quantitative assessment of economic and environmental aspects. Journal of industrial ecology. 2006 Jan;10(1-2):239-55.
7. Van Beers D, Bossilkov A, Corder G, Van Berkel R. Industrial symbiosis in the Australian minerals industry: the cases of Kwinana and Gladstone. Journal of Industrial Ecology. 2007 Jan;11(1):55-72.
8. Venta GJ, Nisbet MA. Opportunities for Industrial Ecological Parks in Canada: Case Study, Sarnia-Lambton Industrial Complex. Venta, Glaser & Associates; 1997 Mar 1.
9. Korhonen J, Wihersaari M. Industrial Ecology of a Regional Energy Supply System. Greener Management International. 1999 Jun 1(26).
10. Patel R, Modi B, Patwari S, Gopichandran R, Wilderer M. Aspects of Eco Industrial Networking exercise at the Naroda Industrial Estate. InProceedings of International Conference on Industrial Park Management: New Strategies for Industrial Development. April 2001 Apr 3 (pp. 3-6).
11. Behera SK, Kim JH, Lee SY, Suh S, Park HS. Evolution of 'designed'industrial symbiosis networks in the Ulsan Eco-Industrial Park: 'research and development into business' as the enabling framework. Journal of Cleaner Production. 2012 Jul 1; 29:103-12.
12. Zhu Q, Lowe EA, Wei YA, Barnes D. Industrial symbiosis in China: a case study of the Guitang Group. Journal of Industrial Ecology. 2007 Jan;11(1):31-42.
13. Ayres RU. Industrial metabolism. Technology and environment. 1989 Feb 1; 1989:23-49.
14. Connelly L, Koshland CP. Exergy and industrial ecology—Part 1: An exergy-based definition of consumption and a thermodynamic interpretation of ecosystem evolution. Exergy, an international journal. 2001 Jan 1;1(3):146-65.
15. Lal, B. Building the future we want: trends and technologies (Second edition). Teri Press. 2005.

16. Erkman S. Industrial ecology: an historical view. Journal of cleaner production. 1997 Jan 1;5(1-2):1-0.
17. Desrochers P. Industrial ecology and the rediscovery of inter- firm recycling linkages: historical evidence and policy implications. Industrial and Corporate Change. 2002 Nov 1;11(5):1031-57.
18. Frosch RA. Industrial ecology: a philosophical introduction. Proceedings of the national academy of sciences. 1992 Feb 1;89(3):800-3.
19. Benyus, J. M. Biomimicry: William Morrow New York. 1997 Sep.
20. Milani, A. & Schlüter, L. An Ecosystem Analysis of Industrial Symbiosis Development in Aalborg, Denmark, Master thesis, Aalborg University. 2018 June.
21. Chertow MR. "Uncovering" industrial symbiosis. Journal of Industrial Ecology. 2007 Jan;11(1):11-30.
22. Machiba T, Doranova A, Joller L, Leon LR, Miedzinski M, van der Veen G. The future of eco-innovation: the role of business models in green transformation. InJoint workshop, OECD Background Paper, Copenhagen, Denmark 2012 Jan.
23. Vanhaverbeke W, Gilsing V, Beerkens B, Duysters G. The role of alliance network redundancy in the creation of core and non- core technologies. Journal of management studies. 2009 Mar; 46(2):215-44.
24. Gibbs D, Deutz P. Reflections on implementing industrial ecology through eco-industrial park development. Journal of Cleaner Production. 2007 Nov 1;15(17):1683-95.
25. Chertow M, Ehrenfeld J. Organizing self- organizing systems: Toward a theory of industrial symbiosis. Journal of industrial ecology. 2012 Feb;16(1):13-27.
26. Walls JL, Paquin RL. Organizational perspectives of industrial symbiosis: A review and synthesis. Organization & Environment. 2015 Mar;28(1):32-53.
27. Levänen JO, Hukkinen JI. A methodology for facilitating the feedback between mental models and institutional change in industrial ecosystem governance: A waste management case-study from northern Finland. Ecological economics. 2013 Mar 1; 87:15-23.
28. Chiu AS, Yong G. On the industrial ecology potential in Asian developing countries. Journal of Cleaner Production. 2004 Oct 1;12(8-10):1037-45.
29. Li J, Pan SY, Kim H, Linn JH, Chiang PC. Building green supply chains in eco-industrial parks towards a green economy: Barriers and strategies. Journal of environmental management. 2015 Oct 1; 162:158-70.
30. Boons F, Spekkink W, Mouzakitis Y. The dynamics of industrial symbiosis: a proposal for a conceptual framework based upon a comprehensive literature review. Journal of Cleaner Production. 2011 Jun 1;19(9-10):905-11.
31. Costa I, Ferrão P. A case study of industrial symbiosis development using a middle-out approach. Journal of Cleaner Production. 2010 Jul 1;18(10-11):984-92.
32. Ashton WS. Managing performance expectations of industrial symbiosis. Business strategy and the environment. 2011 Jul;20(5):297-309.
33. Park HS, Rene ER, Choi SM, Chiu AS. Strategies for sustainable development

of industrial park in Ulsan, South Korea—From spontaneous evolution to systematic expansion of industrial symbiosis. Journal of environmental management. 2008 Apr 1;87(1):1-3.

34. Wu WW, Lee YT. Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. Expert systems with applications. 2007 Feb 1;32(2):499-507.
35. Uzunovic E, Canizares CA, Huang Z, Ni Y, Shen CM, Wu FF, Chen S, Zhang B. Discussion of" Application of unified power flow controller in interconnected power systems-modeling, interface, control strategy, and case study"[and reply]. IEEE Transactions on Power Systems. 2000 Nov;15(4):1461-2.
36. Chou YC, Sun CC, Yen HY. Evaluating the criteria for human resource for science and technology (HRST)based on integrated fuzzy AHP and fuzzy DEMATEL approach. Applied Soft Computing Journal, 2012; 12, 64–71.
37. Ahmadi R, Jafarzadeh Afshari A. Using DEMATEL Technique to Investigate the Causal and Effective Relationships of Factors Affecting Green Supply Chain Performance in Sepahan Battery Industrial Complex, 2nd International Conference on Industrial Management and Engineering. 2016 Mar 2. (In Persian)
38. Jafarnejad A, Ahmadi A, Malaki Mh. Evaluating of Leanness by Using a Combined Fuzzy ANP and DEMATEL Approach. 2011 Feb; 8(20): 1-25. (In Persian)
39. Aghaee M, Fazli S. applying a hybrid dema tel and anp approach for suitable maintenance approach selection (case study: work vehicle industry). 2012 Aug; 2(2): 89-107. (In Persian)