

طبقه‌بندی صنایع خودمختار، پیوندی، مستقل و وابسته در اقتصاد ایران:
کاربرد مدل تلفیقی مدل‌سازی ساختاری-تفسیری و جدول داده-ستانده

۱ مهدی قائمی اصل*، ۲ سجاد رجبی

۱. عضو هیات علمی و استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۲. دانشجوی دکتری اقتصاد نفت و گاز، دانشگاه امام صادق(ع)، تهران، ایران

دریافت: ۱۳۹۸/۳/۲۰ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۲۰

Classification of Autonomous, Linkage, Independent
and Dependent Industries in Iran's Economy: Application
of the Hybrid Model of Interpretive-Structural Modeling and Input-Output Table

¹ Mahdi Ghaemi Asl*, ² Sajad Rajabi

1. Faculty member and assistant professor of the Faculty of Economics, Kharazmi University, Tehran, Iran

2. PhD student in Oil and Gas Economics, Imam Sadegh (AS) University, Tehran, Iran

Received: 2019/06/10

Accepted: 2020/02/09

Abstract

In this study, based on the latest Input-Output matrix of the Iranian Statistics Center, first by using the ISM method, the interaction of the industry sectors has analyzed and The ISM total effect matrix used to provide the best results. The highest level of interaction is between the construction of motor vehicles, trailers, and semi-trailers, the manufacture of coke, petroleum refining products, and nuclear fuel, and the construction of basic metals. The highest net effect is observed in the sectors of "coke production, oil refining, and nuclear fuel production", "manufacturing of basic metals" and "wood and wood products". In the next step, the total effect matrix has been used as interpretive-interpretive modeling data to extract the MICMAC analysis chart. The results of the MICMAC analysis chart indicate that 8 sectors of the Iranian industries are autonomous, one sector is dependent, 11 sectors linkage, and two sectors are independent.

Keywords: Input-Output, DEMATEL, Interpretive Structural Modeling, Industrial Economics

JEL Classifications: L16, L9, O14, P23.

چکیده

در این پژوهش با مینا قرار دادن آخرین جدول داده-ستانده رسمی منتشرشده از سوی مرکز آمار ایران سال ۱۳۹۰ و با استفاده از روش ISM که قابلیت محاسبه شدت اثرات مستقیم و اثرات غیرمستقیم را تا آخرین حلقه دارد، تعامل بخش‌های صنعت تحلیل شده و سپس از ماتریس اثرات کل ISM جهت ارائه بهترین نتایج استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که بالاترین تعامل را به ترتیب بخش‌های «ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر»، «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای» و «ساخت فلزات اساسی» دارا هستند. بالاترین اثرگذاری خالص نیز به ترتیب در بخش‌های «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای»، «ساخت فلزات اساسی» و «ساخت چوب و محصولات چوبی» مشاهده می‌شود. در مرحله بعد، از ماتریس اثرات کل، به عنوان داده‌های مدل‌سازی ساختاری-تفسیری استفاده شده است تا با آنالیز آن‌ها نمودار تحلیل میکمک استخراج شود. نتایج نمودار تحلیل میکمک بیانگر آن است که ۸ بخش از صنعت خودمختار، یک بخش وابسته، ۱۱ بخش پیوندی و دو بخش مستقل هستند.

واژه‌های کلیدی: داده-ستانده، دیمتل، مدل‌سازی ساختاری-تفسیری، اقتصاد صنعتی

طبقه بندی JEL: L16, L9, O14, P23

*Corresponding Author: Mahdi Ghaemi Asl

Email: m.ghaemi84@gmail.com

نویسنده مسئول: مهدی قائمی اصل

۱. مقدمه

تحلیل و بررسی تعاملات میان بخشی در اقتصاد که جهت بررسی وابستگی و اثرگذاری در ساختار اقتصاد به کار می‌رود، در مدل‌سازی داده-ستانده^۱، قدمت طولانی و تفصیلی دارد که ذیل مباحث ارزیابی بخشی یا شناسایی بخش کلیدی طبقه‌بندی می‌شود. قدرت، وزن یا اندازه پیوندهای پسین و پیوندهای پیشین برای تحلیل روابط متقابل بین فعالیت‌های اقتصادی و تعیین رهیافت توسعه مناسب برای بخش‌هایی که دارای اثرگذاری متوسط به بالا در اقتصاد دارند، به کاربرد دارد (هریسمن^۲، ۱۹۵۹: ۱۷).

در واقع از هنگام ارائه اولین کار توسط چنری-واتانابه^۳ در سال ۱۹۵۸، راسموسن^۴ در سال ۱۹۵۶ و هیرشمن در سال ۱۹۵۸ که به بررسی پیوندهای بین بخشی^۵ یا هدف مقایسه ساختارهای بین المللی کارا پرداخته، این ابزار تحلیلی در ابعاد مختلف پیشرفته‌تر شده و گسترش یافته‌است (صادقی شاهدانی، ۱۳۹۴: ۷۱). بر همین اساس بسیار ضروری است تا طبق روشی نوین و دقیق، روابط و هم‌پیوندی میان بخش‌های صنعت تبیین و مشخص گردد. مسئله تدقیقی این پژوهش نیز کشف و استخراج مجموع روابط درون بخشی صنعت ایران و تحلیل ساختار زیربخش‌های صنعت در معادلات تولیدی است تا پس از تبیین وضعیت هر یک از زیربخش‌های صنعت، سیاست کلی تصمیم‌گیری برای مجموعه صنایع کنار گذاشته شود و تصمیمات اقتصادی و سیاستی این حوزه بر ابتدای ماهیت هر زیربخش صنعت استوار باشد.

در همین راستا در این پژوهش، بر مبنای تئوری‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه و بر پایه داده‌های جدول داده-ستانده مرکز آمار ایران، این مسئله مورد بررسی قرار گرفته است. بدین نحو که در ابتدا پس از مروری بر مطالعات و ادبیات نظری پژوهش، برای تبیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم و تحلیل آن‌ها

از روش DEMATEL استفاده شده است تا ماتریس اثرات کل (که در بردارنده‌ی ماتریس اثرات مستقیم و ماتریس اثرات غیرمستقیم است) استخراج شود و پایه ضریب نفوذ و ضریب تعامل قرار گیرد. در ادامه به منظور شناخت جایگاه واقعی زیربخش‌های صنعت در اقتصاد ایران، نتایج ماتریس اثرات کل در روش DEMATEL، به‌عنوان پایه داده‌های مدل‌سازی ساختاری تفسیری قرار خواهد گرفت تا با آنالیز آن‌ها، نمودار تحلیل MICMAC بخش‌های مختلف صنعت استخراج شود. در نهایت نتایج محاسباتی و نتیجه‌گیری و دلالت‌های پژوهش ارائه شده است.

۲. ادبیات تحقیق

طبق مطالعات تجربی و تاریخی و نظر به انقلاب صنعتی در اروپا و به تبع آن، گسترش سریع این انقلاب صنعتی در غالب نقاط جهان، صنعتی شدن به‌عنوان یکی از رویکردهای اساسی برای توسعه اقتصادی کشورهای در حال توسعه مطرح شده است. در کشورهای پیشرفته، عموماً توسعه اقتصادی با مقوله صنعتی شدن محقق شده است و توسعه صنایع با رشد اقتصادی و افزایش سطح رفاه عمومی همراه بوده‌است (چنری و همکاران^۶، ۱۹۸۶، ۱۷۵).

در سده اخیر بخش صنعت در قیاس با سایر بخش‌های و فعالیت‌های اقتصادی، مولد محسوب می‌شود و در عرضه اجرا به بخشی رهبری‌کننده تبدیل شده است. رشد صنعت در یک منطقه یا یک کشور این امکان را فراهم می‌کند که قدرت عوامل تولید با توجه به توسعه روزافزون علم و فناوری به صورت مستمر افزایش یابد. با رشد صنعتی شدن این زمینه فراهم می‌شود که نیازهای اقتصادی افراد جامعه بهتر تأمین شود و نیروی کار شاغل در فعالیت‌های صنعتی از حقوق و امنیت شغلی بهتری بهره‌مند گردد (بختیاری و دهقانی‌زاده، ۱۳۹۲: ۶۲).

1. Input-Output Analysis
2. Hirschman
3. Chenery and Watanabe
4. Rasmussen
5. Intersectoral Linkage
6. Chenery, Robinson, Syrquin & Feder

خرمی (۱۳۹۶)، بزازان و خسروانی (۱۳۹۵)، بزازان و محمدی (۱۳۹۵)، توسلی و مهاجری (۱۳۹۶)، حکیمی‌پور و اکبریان (۱۳۹۵)، عرب‌مازار یزدی و همکاران (۱۳۹۵)، مسیبی و شریفی (۱۳۹۵)، مهاجری و همکاران (۱۳۹۴)، مهاجری و همکاران (۱۳۹۵) و مومنی و همکاران (۱۳۹۵) اشاره کرد.

یکی از قابلیت‌های ممتاز مدل‌ها و جداول داده-ستانده، ظرفیت بالقوه این رویکرد در به‌کارگیری هیبرید مدل‌ها در اقتصاد است. معمولاً به دلیل پیچیدگی، ظرفیت پایین محاسبات جبری و شباهت روش‌های MADM، کمتر شاهد روش‌های هیبریدی آن با سایر رویکردها خواهید بود اما هیبرید روش‌های MADM متداول‌تر است. از جمله اولین مطالعاتی که تصریح بر تلفیق دو روش MADM داشته‌اند، می‌توان به اثر اپریکاویک و تیژنگ^۲ در سال ۲۰۰۴، اشاره نمود که دو روش ویکور^۳ و تاپسیس^۴ را با یکدیگر تلفیق نموده‌اند.

بر اساس مطالعات بررسی شده در این پژوهش و همچنین تحلیل پژوهش‌های مدلسازی هیبریدی داده-ستانده در داخل و خارج از کشور، نوآوری پژوهش حاضر در سه بند و به طور خلاصه عبارت‌اند از:

۱. در هیچ‌یک از مطالعات داخلی، زیربخش‌های صنعت مورد بررسی قرار نگرفته‌اند و تبیینی از وضعیت تعاملات درون بخشی صنعت مشاهده نمی‌شود.
۲. هرچند تلفیق سایر روش‌های MADM و داده-ستانده وجود دارند اما در میان مطالعات داخلی و خارجی این نخستین بار است که هیبرید میکمک و داده-ستانده مدل‌سازی می‌شود.
۳. به تناسب موارد اول و دوم، تنها در این اثر پژوهشی اثرخالص هر زیربخش صنعت با در نظر گرفتن تفکیکی روابط مستقیم و غیرمستقیم محاسبه شده است.

تجربه کشورهای توسعه یافته نیز دلالت بر ارتباط مستقیم رفاه اجتماعی و سطح زندگی بهتر مردم با توسعه و رشد صنعت در این کشورها دارد. به علاوه تجربه کشورهای توسعه یافته صنعتی نشان می‌دهد، صنعتی شدن به‌عنوان نیروی محرکه جهت توسعه و رشد کلیه فعالیت‌های اقتصادی نقش داشته است و در نهایت افزایش چشمگیر ارزش افزوده صنعت در GDP در کنار بسیاری از تحولات و تغییرات قابل توجه در عرصه سیاسی، اجتماعی و فرهنگی، همگی در زمره شاخص‌ترین دستاوردهای راهبردی توسعه صنعتی تلقی شود (سزیمای و ورسپاگن^۱، ۲۰۱۱).

یکی از رویکردهایی که جوانب مختلف تحلیل اقتصادی را در نظر می‌گیرد، مدل‌های تعادل عمومی است که خود به مدل‌های داده-ستانده، ماتریس حسابداری اجتماعی و مدل‌های تعادل عمومی محاسبه‌پذیر تقسیم می‌شود (میلر و بلر، ۲۰۰۹). از جمله مهم‌ترین قابلیت‌های جداول داده-ستانده، به‌کارگیری آن در ارزیابی بخشی است (جهانگرد، ۱۳۹۵، ۱۱۴). ارزیابی بخش و مدل‌های متنوع آن مبحثی تفصیلی در چارچوب‌های داده-ستانده است که به دلیل جلوگیری از اطّاب در این مقاله از بیان تاکسونومی آن خودداری شده است. روش‌های ارزیابی بخشی در اقتصاد به‌پشتوانه نظریه‌های رشد متوازن، رشد نامتوازن و قطب رشد در اقتصاد بیان می‌شوند (رولاند، ۲۰۱۳، ۸۵-۹۸).

جدول مورد استفاده در این پژوهش، آخرین جدول منتشره از سوی مرکز آمار ایران یعنی جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۰ است که شامل ۷۱ بخش در ۷۱ بخش است که جهت انجام محاسبات و براساس طبقه‌بندی ISIC به ۱۳ بخش عمده و ۷۱ زیربخش، تقسیم گردید که بخش صنعت دارای ۲۲ زیربخش است. طی سال‌های اخیر مطالعات بسیاری بر اساس جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۰ انجام گرفته‌است که هریک جنبه‌های مختلف آن را مورد تحلیل و بررسی قرار داده‌اند. از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به مطالعات ابونوری و فرهادی (۱۳۹۵)،

1. Szirmai and Verspagen
2. Opricovic and Tzeng
3. VIKOR
4. TOPSIS

۳. پیشینه تحقیق

برادران شرکا و صفوی (۱۳۷۶) منشاء و منابع رشد صنعت را با توجه به جایگزینی واردات، گسترش تقاضای داخلی و تغییر ساختار تقاضای داخلی برای دوره قبل از ملی شدن نفت تا برنامه پنج ساله اول توسعه اقتصادی پس از انقلاب، با تکنیک داده-ستانده بررسی نموده‌اند. نتایج این پژوهش نشان داده است که اقتصاد کشور از درآمدهای نفتی به عنوان مهم‌ترین مولفه تبعیت دارد.

بزازان و محمدی (۱۳۸۷) در پژوهش خود اقدام به تعیین جایگاه راهبرد توسعه صادرات با توجه به رشد تولید صنعتی ایران باری سال‌های ۱۳۶۷ - ۱۳۷۸ کرده و با به کارگیری روش داده-ستانده نتیجه گرفته‌اند که در دوره ۱۳۶۷ تا ۱۳۷۲ رشد بخش صنعت ایران در اثر استراتژی توسعه صنعتی بوده است و در دوره ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۸ سهم این استراتژی ناچیز بوده است.

در ایران نیز در دهه اخیر کاربرد تلفیقی مدل‌های داده-ستانده روبه گسترش بوده است. در بررسی آثار این حوزه، سه نوع از تلفیق قابل بررسی است: ۱) هیبرید مدل‌های داده-ستانده و شبکه عصبی همچون مطالعه قاسمی و همکاران در سال ۱۳۹۱ که در پیش بینی تولید کل و تقاضای نهایی از آن استفاده کرده‌اند، ۲) هیبرید مدل‌های داده-ستانده و تصمیم‌گیری چند معیاره که از نمونه‌های داخلی این نوع می‌توان به مقاله نصراللهی و زارعی (۱۳۹۶)، اشاره کرد که در آن اقدام به اولویت‌بندی فعالیت‌های صنعتی استان یزد با تأکید بر اهمیت منابع آب: تلفیق مدل‌های داده ستانده و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی شده است. و ۳) هیبرید مدل‌های داده-ستانده و اقتصادسنجی که نمونه موفق این رویکرد را می‌توان در پژوهش جهانگرد و همکارانش در سال ۱۳۹۲ یافت که از این طریق تأثیر فناوری بر اشتغال در اقتصاد ایران سنجیده شده است.

برخی دیگر از مطالعات نیز، صرفاً بر اساس مدل‌های داده-ستانده اقدام به بررسی صنایع کرده‌اند همچون مطالعات امیریان (۱۳۸۳)، محمودی و همکاران (۱۳۸۴) و بزازان و محمدی

(۱۳۸۷) در دهه هشتاد. مهم‌ترین مطالعات حوزه صنعت که در دهه ۹۰ در کشور انجام شده‌اند و از رویکرد داده-ستانده در مدل‌سازی استفاده کرده‌اند عبارت‌اند از:

نجاری (۱۳۹۷) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود از طریق تجزیه ساختاری داده-ستانده، تغییرات آلاینده‌گی بخش صنعت ایران را تحلیل کرده است.

جمشیدی (۱۳۹۵) با استفاده از جدول دو منطقه‌ای داده-ستانده در پایان نامه کارشناسی ارشد خود، اثر رشد بخش صنعت استان سمنان بر اقتصاد ملی را مدل‌سازی کرده است. بررسی نتایج او نشان می‌دهد در استان سمنان بالاترین ضریب فزاینده کل تولید و ضریب فزاینده کل اشتغال در حوزه صنعت مربوط به بخش صنعت موادغذایی و آشامیدنی است.

عیسی زاده و علمیان (۱۳۹۴) در پژوهش خود از طریق مدل داده-ستانده تأثیر حداقل دستمزد بر قیمت کالاها و خدمات در بخش صنعت را برای اقتصاد ایران برآورد نموده‌اند.

هر چند مدل‌سازی هیبریدی یا تلفیقی داده-ستانده در ایران محدود و روبه گسترش است اما این موضوع از سال ۱۹۸۲ در اثر نات^۱ مورد اشاره قرار گرفت و از دهه ۹۰ میلادی به طور فزاینده‌ای هیبرید مدل‌های داده-ستانده مورد بررسی قرار گرفته‌اند. از جمله پژوهش‌های اخیر که هیبرید مدل‌های داده-ستانده را در ارزیابی بخش صنعت به کار گرفته‌اند می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد:

کاروالهو^۲ و همکارانش (۲۰۱۵) طبق مدل داده-ستانده تلفیقی (هیبریدی)، تعاملات میان بخشی اقتصادی-اجتماعی را با رویکرد اثرپذیری محیط زیست در کشور برزیل مورد بررسی قرار داده‌اند.

هینزل^۳ و همکارانش در سال ۲۰۱۸ مدل ترکیبی را معرفی کردند که از آن طریق می‌توان به ارزیابی و شبیه‌سازی بهره‌وری بخش‌ها را انجام داد. او و همکارانش در این اثر بهره‌وری انرژی را با مقایسه رویکردهای شبیه‌سازی ترکیبی به مرحله اجرا گذاشته‌اند.

1. Nutt
2. Carvalho
3. Heinzl

بر اساس مطالعه رشید و الامیر^۴ (۱۹۹۹) نتایج مطالعه تجربی دو کشور مالزی و ترکیه-مقاله کلاسون- متفاوت بوده است. در مطالعه‌ی این دو اقتصاددان تغییرات ساختاری و پایه‌ای اقتصاد مالزی از طریق شناخت منابع رشد صنعتی طی سال‌های ۱۹۷۸ تا ۱۹۸۷، مورد بررسی قرار گرفته است.

آکیتا و هرماوان^۵ (۲۰۰۰) منابع رشد صنعتی در اندونزی را در دوره‌ی ۱۹۸۵-۱۹۹۵ طبق رهیافت داده-ستانده و مدل تجزیه ساختاری رشد ستانده مورد بررسی قرار داده‌اند و همچنین تغییرات در الگوی رشد صنعتی را طی دوره‌ی ۲۵ ساله از ۹۵-۱۹۷۱ برای این کشور تحلیل کرده‌اند.

۴. روش پژوهش

الگوی این پژوهش بر مبنای تلفیق مدل‌سازی ساختاری-تفسیری و جدول داده-ستانده تنظیم شده است و جهت تلفیق جدول داده-ستانده با سوپر ماتریس دیمتل استفاده خواهد شد. همچنین در ارائه و دسته‌بندی نتایج از تکنیک میکمک بهره خواهیم برد. دیمتل تکنیکی جامع جهت ساخارشناسی، تجزیه و تحلیل و همچنین تدوین روابط شبکه‌ای است که طبق یک مدل ساختاری از روابط علی معلولی میان مولفه‌ها استفاده می‌کند (لین و وو^۶، ۲۰۰۸: ۲۰۹). دیمتل از گراف‌ها به منظور دسته‌بندی کردن عوامل تأثیرگذار استفاده می‌کند این عوامل به دو گروه علت و اثر تفکیک می‌شوند (تسای و همکاران^۷، ۲۰۰۹: ۱۴۰۳). مدل‌سازی ساختاری-تفسیری^۸ یکی از روش‌های طراحی سیستم‌ها، به‌ویژه سیستم‌های اقتصادی-اجتماعی در علوم اقتصاد، مدیریت، مهندسی صنایع و سایر علوم اجتماعی است. مدل‌سازی ساختاری تفسیری، تکنیکی است که بر پایه ریاضیات، رایانه آراء خبرگان، داده‌های بزرگ، داده‌های پیچیده و مشارکت متخصصان، به طراحی مدون سیستم‌های بزرگ و

یکی دیگر از کاربردهای تلفیقی داده-ستانده در مطالعات اقتصاد منطقه‌ای بوده‌است. فیوسوی و ففر (۲۰۱۸) این رویکرد را که از تلفیق تحلیل شبکه‌ای و داده-ستانده برنامه‌ریزی شده بود را در چارچوب اقتصاد منطقه‌ای برای پنسیلوانیا آمریکا به کار گرفته‌اند.

از موضوعات پیشرو در استفاده از هیبریدهای داده-ستانده، اقتصاد انرژی و محیط زیست است که به تناسب سایر موضوعات، آمار به‌کارگیری مدل‌های تلفیقی در آن‌ها بیشتر است. خانم ژانگ که از پژوهشگران ممتاز و پر اثر در تحلیل‌های داده-ستانده است، در سال ۲۰۱۹ دو اثر پژوهشی هیبرید مدل داده-ستانده را در موضوع اقتصاد انرژی و محیط زیست با همکارانش منتشر کرده است. مطالعه نخست به تحلیل انتشار گازهای کربن‌دار در بخش خدمات ساختمانی می‌پردازد و پژوهش دوم نیز مسئله پیش‌بینی انرژی نهان^۱ در خدمات ساختمانی مدل‌سازی شده‌است.

از جدیدترین انواع هیبرید مدل‌ها نیز تحلیل‌های بیزی و داده-ستانده است که در به‌هنگام‌سازی جداول، بیان سناریوها، تحلیل نتایج داده-ستانده و تبدیل جداول استفاده می‌شود. از آثار مهم و پیش‌رو این حوزه نیز می‌توان به مقاله رودریگز^۲ و همکارانش (۲۰۱۹) اشاره کرد که در آن طریق انتخاب بیزی، جداول عرضه-مصرف را به جداول داده-ستانده متقارن تبدیل می‌کند.

سه مورد از پژوهش‌هایی که با مراجعات علمی قابل ملاحظه‌ای در پایگاه‌های پژوهشی ثبت شده‌اند و موضوع محوری آن‌ها صنعت در یک منطقه با رهیافت داده-ستانده بوده‌اند عبارت‌اند از:

کلاسون^۳ (۱۹۸۴) در پژوهش خود از منابع چهارگانه رشد کشور ترکیه و تغییر ساختاری آن در از ۱۹۵۳ تا ۱۹۷۳ و همچنین گذار از استراتژی توسعه‌ای درونگرا به رشد تحت تأثیر تجارت در دهه‌ی ۱۹۸۰ را مورد بررسی قرار داده است.

1. Energy Embodied
2. Rodrigues
3. Celasun
4. Rashid and Elameer
5. Akita and Hermawan
6. Lin & Wu
7. Tsai et al.
8. Interpretive Structural Modeling (ISM)

ارتباط کمی دارند. گروه دوم، متغیرهای وابسته^۳ (ناحیه ۲) را شامل می‌شوند که از قدرت نفوذ ضعیف اما وابستگی بالایی برخوردارند. گروه سوم، متغیرهای پیوندی^۴ (ناحیه ۳) هستند. این متغیرها قدرت نفوذ و وابستگی بالایی دارند. در واقع هرگونه عملی بر روی این متغیرها منجر به تغییر سایر متغیرها می‌شود. گروه چهارم متغیرهای مستقل^۵ (ناحیه ۴) می‌باشند. این متغیرها از قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایینی برخوردارند. متغیرهایی که از قدرت نفوذ بالایی برخوردارند اصطلاحاً متغیرهای کلیدی خوانده می‌شوند. الگوهای مشابهی از کاربرد مدل‌سازی ساختاری-تفسیری و تحلیل MICMAC را می‌توان در پژوهش‌های ونکاتش و همکاران^۶ (۲۰۱۵)، هاک و همکاران^۷ (۲۰۱۷)، اینگار و همکاران^۸ (۲۰۱۷) و سارما و رامان^۹ (۲۰۱۸) مشاهده نمود که در هیچ یک از این آثار، داده‌های جدول داده-ستانده وارد آن‌ها نشده‌اند.

۵. یافته‌ها

جدول داده-ستانده مرکز آمار ایران، دارای ۷۱ بخش و فعالیت اقتصادی است که در صورت تجمیع بر اساس طبقه‌بندی ISIC شامل ۱۳ بخش یعنی: کشاورزی، انرژی، ساختمان، خدمات فروش و تعمیرات، هتل‌داری، حمل و نقل، واسطه‌های مالی، املاک و مستغلات، امور عمومی و دفاعی، آموزش، بهداشت، سایر خدمات فرهنگی و صنعت می‌شود که هر یک از این بخش‌های ۱۳ گانه دارای زیربخش‌های متعددی هستند. زیربخش‌های بخش صنعت طبق جدول زیر عبارتند از:

پیچیده در قالب مفاهیم و نمودارهای بسط می‌پردازد (آذر و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۵۷). این رویکرد توسط وارفیلد^۱ معرفی و توسعه داده شد. او در این مدل شش گام ISM را اینگونه بیان نمود (وارفیلد، ۱۹۷۴: ۸۱-۸۷):

گام نخست: شناسایی متغیرهای مرتبط با مسئله، گام دوم: تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری، گام سوم: ایجاد ماتریس دسترسی اولیه، گام چهارم: ایجاد ماتریس دسترسی نهایی، گام پنجم: بخش‌بندی سطح، گام ششم: رسم مدل اولیه و نهایی ساختار تفسیری. گام هفتم: تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی. در صورت تلفیق روش‌های DEMATEL و ISM، نیازی به چهار گام ابتدایی نمی‌باشد زیرا که روش DEMATEL، آن‌ها را به همراه شدت اثر و دقیق‌تر محاسبه می‌نماید. اما جهت استفاده از روش ISM، می‌بایست ماتریس اثرات کل DEMATEL را در نظر گرفته و طبق معادلات (۱) و (۲) عمل نماییم:

$$p = \text{Average of } S_T \quad (1)$$

$$\begin{cases} \text{if } a_{ij} \geq p \text{ then } a_{ij} = 1 \\ \text{if } a_{ij} < p \text{ then } a_{ij} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

در این صورت ماتریس دسترسی نهایی ایجاد خواهد شد و طبق ماتریس دسترسی نهایی (M) می‌توان مدل نهایی ساختاری تفسیری و نمودار تحلیل MICMAC را ایجاد نمود. علت اصلی به‌کارگیری روش ISM در این مرحله، تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی بخش‌های صنعتی از طریق نمودار تحلیل MICMAC است. در این مرحله هر بخش صنعتی در چهار گروه طبقه‌بندی می‌شوند. اولین گروه شامل متغیرهای خودمختار^۲ (ناحیه ۱) می‌شود که قدرت نفوذ و وابستگی ضعیفی دارند. این متغیرها تا حدودی از سایر متغیرها مجزا هستند و

1. Warfield
2. Autonomous
3. Dependent
4. Linkage
5. Independent
6. Venkatesh et al.
7. Haq et al.
8. Iyengar et al.
9. Sarmah and Rahman

جدول ۱. زیربخش‌های بخش صنعت در اقتصاد ایران

ردیف	نماد	عنوان زیربخش صنعت
۱	C۱	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها
۲	C۲	ساخت محصولات از توتون و تنباکو
۳	C۳	ساخت منسوجات
۴	C۴	ساخت پوشاک، عمل آوری و رنگ کردن خز
۵	C۵	دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی
۶	C۶	ساخت چوب و محصولات چوبی
۷	C۷	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی
۸	C۸	انتشار، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده
۹	C۹	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای
۱۰	C۱۰	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی
۱۱	C۱۱	ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک
۱۲	C۱۲	ساخت سایر محصولات کانی غیر فلزی
۱۳	C۱۳	ساخت فلزات اساسی
۱۴	C۱۴	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات
۱۵	C۱۵	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر
۱۶	C۱۶	ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی
۱۷	C۱۷	ساخت ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر
۱۸	C۱۸	ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی
۱۹	C۱۹	ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت
۲۰	C۲۰	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر
۲۱	C۲۱	ساخت سایر تجهیزات حمل و نقل
۲۲	C۲۲	ساخت مبلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر

مأخذ: جدول داده-سناده مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۰

جدول ۲. بالاترین اثرگذاری مستقیم بین بخشی صنعت (در بین ۴۸۴ رابطه بخش‌های صنعت با یکدیگر)

رتبه	بخش اثرگذار	بخش اثرپذیر	شدت اثر مستقیم
۱	ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت	ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت	۰/۷۷۰
۲	ساخت فلزات اساسی	ساخت فلزات اساسی	۰/۵۲۳
۳	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۰/۴۹۸
۴	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	۰/۴۳۵
۵	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	۰/۳۷۵
۶	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	۰/۱۸۷
۷	ساخت فلزات اساسی	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	۰/۱۷۱
۸	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۰/۱۳۴
۹	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	۰/۱۰۱
۱۰	ساخت فلزات اساسی	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر	۰/۰۹۵

مأخذ: محاسبات تحقیق

در جدول فوق ۱۰ رابطه‌ی بین بخشی که بالاترین شدت اثرگذاری را دارند مشاهده می‌کنید. کمترین اثرگذاری نیز، اثرگذاری «ساخت منسوجات» بر روی «ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی» و همچنین «ساخت سایر تجهیزات حمل و نقل» بر «ساخت محصولات از توتون و تنباکو» با شدت اثرات مستقیم ۰.۰۰۰۰۰۰۰۱ می‌باشد که اختلاف بالاترین اثرگذاری مستقیم و کوچک‌ترین اثرگذاری مستقیم (که تقریباً برابر است با ۷۵ هزار برابر) میزان تنوع گسترده تعامل صنایع با شدت و ضعف‌های مختلف را نشان می‌دهد.

ابتدا درایه‌های ماتریس زیربخش‌های صنعت را نرمال نموده و ماتریس اثرات مستقیم نرمال شده را به دست می‌آوریم. نتایج در جدول شماره (۲) مشخص شده‌اند:

رتبه	بخش اثرگذار	بخش اثرپذیر	شدت اثر غیرمستقیم
		از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	
۹	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	۰/۰۵۲
۱۰	ساخت فلزات اساسی	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات	۰/۰۵۱

مأخذ: محاسبات تحقیق

از طریق انجام محاسبات ماتریسی در نرم‌افزار MAPLE، ماتریس اثرات کل بخش‌های صنعت محاسبه شده است. ماتریس اثرات کل که از این پس معیار محاسباتی آتی، قرار می‌گیرد دارای ۲۲ سطر و ستون و ۴۸۴ درایه است که نشان-دهنده ۴۸۴ رابطه‌ای است که تجمیع روابط مستقیم و غیرمستقیم این ۲۲ بخش صنعت است و روابط بین بخشی و روابط درونی هر بخش را مشخص می‌کند. طبق محاسبات ۱۰ رابطه بین بخشی که بیشترین تاثیرات کل را دارند در جدول (۴) آمده‌اند.

جدول ۴. بالاترین اثرگذاری کل بین بخشی صنعت (در بین ۴۸۴ رابطه بخش‌های صنعت با یکدیگر)

رتبه	بخش اثرگذار	بخش اثرپذیر	شدت اثر کل
۱	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر	۳/۳۵۸
۲	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۱/۳۰۷
۳	ساخت فلزات اساسی	ساخت فلزات اساسی	۱/۱۳۱
۴	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	۱/۰۷۳
۵	ساخت فلزات اساسی	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر	۰/۹۸۳

نکته دیگری که می‌بایست بدان اشاره شود، اثرگذاری و اثرپذیری یک صنعت از خودش است. در حقیقت این بدان معنا است که صنعت مذکور دارای یک درون‌زایی قابل توجهی است و به نوعی از این متغیرها، به متغیرهای انباشتی یاد می‌شود. دلالت‌های زیادی از این بخش‌ها یا متغیرهای انباشتی می‌توان داشت که خود پژوهشی مجزا را می‌طلبد، اما نکته حائز اهمیت آن است که در اینگونه صنایع و بخش‌ها رشد اولیه آن‌ها سبب رشد فزاینده خواهد بود.

در این مرحله اقدام به محاسبه‌ی ماتریس اثرات غیرمستقیم می‌نماییم و در ادامه ماتریس اثرات کل را که دربردارنده‌ی اثرات مستقیم و غیرمستقیم است، محاسبه می‌نماییم.

جدول ۳. بالاترین اثرگذاری غیرمستقیم بین بخشی صنعت (در بین ۴۸۴ رابطه بخش‌های صنعت با یکدیگر)

رتبه	بخش اثرگذار	بخش اثرپذیر	شدت اثر غیرمستقیم
۱	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر	۰/۴۵۷
۲	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۰/۱۸۷
۳	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	۰/۱۶۲
۴	ساخت فلزات اساسی	ساخت فلزات اساسی	۰/۱۴۸
۵	ساخت فلزات اساسی	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر	۰/۱۳۴
۶	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	۰/۰۸۳۲
۷	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	ساخت فلزات اساسی	۰/۰۷۰
۸	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل	۰/۰۶۰

جدول ۵. میزان اثرخالص و تعامل تمامی بخش‌های صنعت در ایران

بخش	مجموع اثرگذاری	مجموع اثرپذیری	تعامل بخش	اثرخالص بخش
C1	۰/۹۴۸	۱/۲۷	۲/۲۱۹	-۰/۳۲
C2	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴۷	-۰/۰۰۳
C3	۰/۱۷۰	۰/۲۰	۰/۳۷۳۴	-۰/۰۳۲
C4	۰/۰۱۰۱	۰/۰۱۹۰۴	۰/۰۲۹۱	-۰/۰۰۸
C5	۰/۰۰۶۲۹	۰/۰۳۷۶۵	۰/۰۴۳۹	-۰/۰۳۱
C6	۰/۲۰۸۷۹	۰/۰۴۵۵۴	۰/۲۵۴۳	۰/۱۶۳۲
C7	۰/۲۰۱۴۰	۰/۰۴۸۱۶	۰/۲۴۹۵	۰/۱۵۳۲
C8	۰/۰۰۵۰۲	۰/۰۲۱۹۵	۰/۰۲۶۹	-۰/۰۱۶
C9	۳/۷۱۰۴۹	۲/۰۲۳۴۸	۵/۷۳۳۹	۱/۶۸۷۰
C10	۱/۵۹۳۳۳	۱/۷۴۴۱۴	۳/۳۳۷۴	-۰/۱۵
C11	۰/۳۰۷۶۳	۰/۳۳۸۹۷	۰/۶۴۴۶	-۰/۰۳۱
C12	۰/۱۶۸۳۲	۰/۲۸۰۷۲	۰/۴۴۹۰	-۰/۱۱۲
C13	۳/۱۹۲۴۹	۱/۸۳۹۵۲	۵/۰۳۲۰	۱/۳۵۲۹
C14	۰/۴۱۱۵۰	۰/۵۹۷۴۱	۱/۰۰۸۹	-۰/۱۸۵
C15	۰/۳۴۰۷۳	۰/۴۰۴۹۴	۰/۷۴۵۶	-۰/۰۶۴
C16	۰/۰۱۹۱۶	۰/۰۱۸۹۹	۰/۰۳۸۱	۰/۰۰۰۱
C17	۰/۲۲۲۲۷	۰/۳۰۹۵۰	۰/۵۳۱۷	-۰/۰۸۷
C18	۰/۰۱۹۰۵۳	۰/۰۱۳۲۸	۰/۰۳۲	۰/۰۰۵۷
C19	۰/۰۱۶۶۹	۰/۰۴۶۸۱	۰/۰۶۳۵	-۰/۰۳
C20	۳/۴۰۷۹۱	۵/۳۶۷۹۰	۸/۷۷۵۸ ۲	-۱/۹۵۹
C21	۰/۰۲۰۸۸	۰/۰۷۲۴۶	۰/۰۹۳۳ ۴	-۰/۰۵۱
C22	۰/۰۲۵۷۷	۰/۲۹۸۷۳	۰/۳۲۴۵	-۰/۲۷۲

مأخذ: محاسبات تحقیق

رتبه	بخش اثرگذار	بخش اثرپذیر	شدت اثر کل
۶	ساخت محصولات غذایی و آشامیدنی‌ها	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	۰/۷۷۵
۷	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	۰/۴۱۷
۸	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	ساخت فلزات اساسی	۰/۴۰۵
۹	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۰/۳۹۳
۱۰	ساخت فلزات اساسی	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات	۰/۳۸۰

مأخذ: محاسبات تحقیق

کمترین اثرات کل نیز، اثرگذاری «ساخت محصولات از توتون و تنباکو» بر سه بخش «ساخت پوشاک، عمل آوری و رنگ کردن خز»، «ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی» و «ساخت ماشین آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی» به ترتیب با شدت اثرگذاری کل ۵×10^{-8} ، ۴×10^{-8} و ۳×10^{-8} .

بر اساس جدول (۵)، بالاترین تعامل را بخش «ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر» دارد. بعد از آن بخش‌های «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای» و «ساخت فلزات اساسی» تعامل‌های بالای میان صنعتی را دارا می‌باشند. کم‌ترین تعامل نیز مربوط به بخش «ساخت محصولات از توتون و تنباکو» می‌شود. میزان نفوذ بخش در سایر بخش‌های صنعت یا همان اثر خالص نیز در جدول (۵) محاسبه شده‌اند. بالاترین ضریب نفوذ را بخش «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای» دارد و بعد از آن نیز بخش‌های «ساخت فلزات اساسی» و «ساخت چوب و محصولات چوبی» دارای رتبه‌های دوم و سوم می‌باشند. کم‌ترین ضریب نفوذ نیز مربوط به بخش صنعتی «ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر» است.

از طریق معادله (۱) و (۲) باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می‌توان از روابط جزئی صرف‌نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد. با انجام این عملیات جبری، مدل نهایی

دارای وابستگی و نفوذ بالایی هستند. در ناحیه چهارم دو بخش «ساخت چوب و محصولات چوبی» و «ساخت کاغذ و محصولات کاغذی» قرار گرفته‌اند که وابستگی پایین و نفوذ بالایی دارند و به همین علت نیز به عنوان بخش‌های مستقل شناسایی شده‌اند.

۶. بحث و نتیجه‌گیری

بسیاری از چارچوب‌های نظری رشد و توسعه با بهره جستن از کاربردهای جدول داده-ستانده حاصل می‌شوند. این جدول در واقع، بسیاری از عناصر لازم برای مطالعات مربوط به ساختار اقتصاد هر جامعه را فراهم می‌آورد و راه را برای کوشش‌های طراحی سیستم‌های اجتماعی می‌گشاید (میلر و بلر، ۲۰۰۹، مقدمه). مهم‌ترین کاربرد عملی این جدول، محاسبه پیوندهای بین‌بخشی و به‌واسطه برآورد آن‌ها، شناسایی بخش‌های کلیدی در اقتصاد است. معیارهای میان‌بخشی به‌صورتی وسیع در زمینه‌هایی مانند تحلیل پیوندهای درونی بین بخش‌های مختلف اقتصادی و همچنین شکل‌دهی استراتژی‌های مختلف توسعه مورد بررسی قرار گرفته‌است.

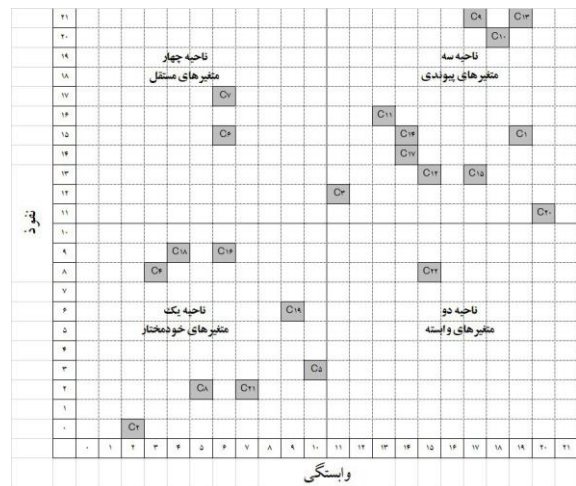
این پژوهش با به‌کارگیری از روش DEMATEL و با هدف ارزیابی تعامل میان بخش‌های صنعت، به تحلیل بخش‌های ۲۲گانه صنعت در اقتصاد ایران پرداخته است. مراحل نیل به این اهداف که در این مقاله اجرایی شدند عبارتند از:

۱. با مبنا قرار دادن داده‌های جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۰ ایران و طبقه‌بندی ISIC، مجموع زیربخش‌های ۷۱ گانه اقتصاد ایران، در ۱۳ بخش عمده تجمیع گردید و از این میان، صنعت، با بیشترین زیربخش یعنی ۲۲ صنعت، مشخص گردید.

۲. سپس داده‌های ماتریس مبادلات واسطه‌ای جدول داده-ستانده، از روش نرمالایزاسی DEMATEL، نرمال شدند تا ضرایب اثرات مستقیم با مقیاس‌های ستانده کل و داده‌کل جدول مبادلات واسطه‌ای، نشان داده شود.

۳. با استفاده از معادلات ماتریسی و برداری روش DEMATEL در فضای ماتریسی نرم‌افزار MAPLE،

ساختاری تفسیری بدست آمده است و از طریق ماتریس ساختاری نهایی که دارای مقادیر صفر و یکی است، مقدار نفوذ و وابستگی هر مولفه محاسبه شده است و در نمودار تحلیل MICMAC نشان داده شده است.



نمودار ۱. جایگاه بخش‌های مختلف صنایع در نمودار تحلیل MICMAC

همان طور که در نمودار مشخص است، بخش‌های «ساخت محصولات از توتون و تنباکو»، «ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز»، «انتشار، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده»، «ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی»، «ساخت سایر تجهیزات حمل و نقل»، «ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی»، «ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت» و «دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی» در ناحیه یک قرار دارد که به عنوان بخش‌های خودمختار شناخته می‌شوند. به عبارت دیگر بخش‌هایی از صنعت که در ناحیه یک قرار گرفته‌اند دارای نفوذ و وابستگی پایینی می‌باشند.

تنها بخشی از صنعت که در ناحیه دوم قرار گرفته‌است، بخش «ساخت مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر» می‌باشد که دارای وابستگی بالا و مقدار نفوذ پایینی است. نیمی از بخش‌های صنعت در ناحیه سوم قرار گرفته‌اند. این ۱۱ بخش، به عنوان بخش‌های پیوندی شناسایی شده‌اند که

اثرگذاری‌ها و اثرپذیری‌های خود در قبال سایر بخش‌های اقتصادی، بخشی است تاثیرپذیر که البته اعداد بیان شده این میزان را برای بخش‌ها، مشخص می‌کنند. نتایج نشان داد که بالاترین ضریب نفوذ را بخش «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای» دارد و بعد از آن نیز بخش‌های «ساخت فلزات اساسی» و «ساخت چوب و محصولات چوبی» دارای رتبه‌های دوم و سوم می‌باشند.

۶ در مرحله بعدی، از ماتریس اثرات کل، به عنوان داده‌های مدل‌سازی ساختاری تفسیری استفاده شد تا با آنالیز آن‌ها نمودار تحلیل MICMAC که بیانگر جایگاه حقیقی هر صنعت است، مستخرج گردد. نتایج نمودار تحلیل MICMAC بیانگر آن است که: ۸ بخش از صنعت در ناحیه اول نمودار قرار دارند و به عنوان بخش‌های خودمختار شناخته می‌شوند. یک بخش از صنعت در ناحیه دو نمودار که شامل متغیرها یا مولفه‌های وابسته شناخته می‌شود، قرار دارد. نیمی از بخش‌های صنعت در ناحیه سوم نمودار تحلیل MICMAC قرار دارند که نشان‌دهنده پیوندی بودن این بخش‌ها می‌باشد. دو بخش نیز به عنوان بخش‌های مستقل شناسایی شدند و در ناحیه چهارم نمودار قرار گرفتند.

ابتدا اثرات غیرمستقیم در تمامی لایه‌های اثرگذار محاسبه شده و بر مبنای ماتریس اثرات غیرمستقیم و اثرات مستقیم، ماتریس اثرات کل مشخص گردید تا در تحلیل روابط میان مولفه‌ها، هر نوع اثرگذاری و در هر سطحی لحاظ گردد.

۴. بر همین اساس ضرایب تعامل هر بخش که بیانگر میزان حضور بخش در مجموع بخش‌های صنعت-چه از حیث اثرگذاری و چه از حیث اثرپذیری- است، محاسبه شد و نتایج نشان داد که، بالاترین تعامل را بخش «ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر» دارد. بعد از آن بخش‌های «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت-های هسته‌ای» و «ساخت فلزات اساسی» تعامل‌های بالای میان صنعتی را دارا می‌باشند. کم‌ترین تعامل نیز مربوط به بخش «ساخت محصولات از توتون و تنباکو» می‌شود.

۵. پس از آن، اثرخالص هر بخش که تفاضل میان اثرگذاری از اثرپذیری که به اثر خالص نیز مشهور است، محاسبه شد. طبق نتایج، ۱۵ بخش صنعت ضریب نفوذ منفی و ۷ بخش ضریب نفوذ مثبتی دارند. مثبت بودن ضریب نفوذ بدین معنا است که بخش مذکور در مجموع تاثیرات و تاثراتی که در نظامی شبکه‌ای دارد، بخشی است اثرگذار و منفی بودن یک بخش، گواهی از این مسئله دارد که این بخش در مجموع

منابع

برادران شرکا، حمیدرضا و بیژن صفوی (۱۳۷۶)، "بررسی روند رشد صنعت در اقتصاد ایران با تأکید بر نقش تجارت خارجی"، پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۵، صص ۳۰-۱.

بزازان، فاطمه و ندا خسروانی (۱۳۹۵). "سنجش میزان انتشار دی‌اکسیدکربن توسط بخش‌های مختلف تولیدی و خانوارها ناشی از مصرف انرژی در ایران (رویکرد داده-ستانده زیست محیطی)"، اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، شماره ۱، صص ۲۵-۱.

بزازان، فاطمه و پریرسا محمدی (۱۳۹۵). "مدل‌سازی خسارت اقتصادی منطقه‌ای ناشی از فجایع طبیعی مطالعه موردی زلزله تهران". پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۶۸، صص ۹۹-۱۲۷.

بزازان، فاطمه و نفیسه محمدی (۱۳۸۷). "تعیین جایگاه راهبرد توسعه صادرات در رشد تولید صنعتی ایران (با استفاده از روش داده-ستانده)". اقتصاد مقداری، ۱۹(۵)، صص ۱۳۱-۱۵۶.

ابونوری، اسمعیل و عزیزاله فرهادی (۱۳۹۵)، "آزمون فروض تکنولوژی در محاسبه جدول داده ستانده مقارن ایران یک رهیافت اقتصاد سنجی"، پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۶۹، صص ۱۱۷-۱۴۶.

امیریان، سعید (۱۳۸۳). "تجزیه و تحلیل روابط متقابل صنعت حمل و نقل ریلی با سایر بخش‌های اقتصادی با استفاده از جدول داده-ستانده"، پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۱۳، صص ۱۱۳-۱۲۸.

آذر، عادل؛ خسروانی، فرزانه و رضا جلالی (۱۳۹۵)، تحقیق در عملیات نرم: رویکردهای ساختاردهی مسئله، چاپ دوم، تهران: سازمان مدیریت صنعتی.

بختیاری، صادق و مجید دهقانی‌زاده (۱۳۹۲)، "نقش فعالیت‌های صنعتی در توسعه اقتصادی؛ رهیافت مدل داده - ستانده (مناطق شهری)"، برنامه ریزی و بودجه، شماره ۱۲۱، صص ۵۹-۸۰.

- صص ۱۳۷-۱۵۴.
- محمودی، علی؛ کشاورز حداد، غلامرضا و مجید فقیه جویباری (۱۳۸۴)، "تحلیل اهمیت صنعت حمل و نقل در اقتصاد ایران با استفاده از تکنیک داده-ستانده"، پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۳۴، صص ۸۷-۱۱۶.
- مسیبی، زهرا و نورالدین شریفی (۱۳۹۵). "بکارگیری پیوندهای خالص در تبیین جایگاه بانک در اقتصاد ایران"، پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۶۹، صص ۱۴۷-۱۷۲.
- مؤمنی، فرشاد؛ کمال، الهام و رقیه محمدخان‌پوراردبیل (۱۳۹۵). "بررسی وضعیت توسعه پایدار در ایران با استفاده از شاخص ردپای کربن"، اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، شماره ۱، صص ۶۵-۹۳.
- مهاجری، پریسا؛ بانویی، علی‌اصغر؛ جلوداری‌مقانی، محمد؛ شاکری، عباس و منوچهر عسگری (۱۳۹۴). "به‌کارگیری الگوریتم ریاضی آلمن در حذف عناصر منفی جدول متقارن داده-ستانده با فرض تکنولوژی کالا"، پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، شماره ۵۵، صص ۱-۲۶.
- مهاجری، پریسا؛ بانویی، علی‌اصغر؛ فراست، زهره و لیلا مؤمنی (۱۳۹۵). "سنجش وابستگی بخش‌های اقتصادی به واردات از بعد مبدأ، مقصد و سیاستی با استفاده از جدول داده-ستانده تک‌منطقه‌ای؛ مطالعه موردی استان مازندران"، سیاستگذاری پیشرفت اقتصادی، شماره ۱۲، صص ۴۰-۹.
- نجاری، فاطمه و احمد جعفری صمیمی (۱۳۹۷)، تغییرات آلانندگی بخش صنعت ایران با استفاده از روش داده - ستانده، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران.
- نصراللهی، زهرا و مهران زارعی (۱۳۹۶)، "اولویت‌بندی فعالیت‌های صنعتی استان یزد با تأکید بر اهمیت منابع آب: تلفیق مدل‌های داده-ستانده و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی"، پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۷۱، صص ۲۷-۶۴.
- بزازان، فاطمه و نفیسه محمدی (۱۳۸۷)، "تعیین جایگاه راهبرد توسعه صادرات در رشد تولید صنعتی ایران (با استفاده از روش داده-ستانده)"، اقتصاد مقداری، ۵(۴)، صص ۱۳۱-۱۵۵.
- جمشیدی، یاسمن و فاطمه بزازان (۱۳۹۵). "اثر رشد بخش صنعت استان سمنان بر اقتصاد ملی، رویکرد داده-ستانده دو منطقه‌ای"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا (س).
- جهانگرد، اسفندیار (۱۳۹۵)، تحلیل‌های داده-ستانده فناوری-برنامه‌ریزی و توسعه. تهران: نشر آماره.
- جهانگرد، اسفندیار؛ طائی، حسن و فاطمه قاسمی (۱۳۹۲). "تأثیر فناوری بر اشتغال در ایران: رویکرد داده-ستانده + اقتصادسنجی"، پژوهش‌های پولی بانکی، شماره ۱۶، صص ۸۰-۵۹.
- حکیمی‌پور، نادر و حجت اکبریان (۱۳۹۵). "تعیین بخش‌های کلیدی اقتصاد ایران با بکارگیری روش بردار ویژه بر اساس نتایج جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۰"، نظریه‌های کاربردی اقتصاد، شماره ۸، صص ۱۳۹-۱۶۰.
- خرمی، احمدرضا (۱۳۹۶). "تحقق توسعه اقتصادی از طریق اشتغال بخش کشاورزی (مطالعه موردی استان همدان)"، اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۹۷، صص ۵۳-۲۵.
- صادقی‌شاهدانی، مهدی (۱۳۹۴). مدل‌سازی داده-ستانده، چاپ اول، تهران: انتشارات دانشگاه امام صادق علیه السلام.
- عرب‌مازایزدی، علی؛ بانویی، علی‌اصغر و نگار اکبری (۱۳۹۵). "محاسبه لایه پنهان مبادلات بین بخشی و ضرایب فزاینده مصرف آب در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران"، پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۶۲، صص ۲۸-۱.
- عیسی‌زاده، سعید و راضیه علمیان (۱۳۹۴)، "تأثیر حداقل دستمزد بر قیمت کالاها و خدمات در بخش صنعت: مطالعه موردی ایران"، پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، شماره ۷۴، صص ۳۰-۵.
- قاسمی، عبدالرسول؛ بانویی، علی اصغر و فاطمه آقایی (۱۳۹۱). "کاربرد تلفیقی مدل‌های داده - ستانده و شبکه عصبی در پیش‌بینی تولید کل و تقاضای نهایی"، تحقیقات اقتصادی، ۴۷(۴)،

Akita T. and A. Hermawan (2000). The Sources of Industrial Growth in Indonesia, 1985-1995: An Input-Output Analysis. ASEAN Economic Bulletin, 1(7), p. 3.

Carvalho, Ariovaldo and Antunes, Carlos & Freire, Fausto & Henriques, Carla. (2015). A hybrid input-output multi-objective model to

assess economic-energy-environment trade-offs in Brazil. Energy. 82. 10.1016/j.energy.2015.01.089.

Celasun M. (1983). Sources of industrial growth and structural change: The case of Turkey. World Bank.

Chenery H.B., Robinson S., Syrquin M. and S.

- Feder (1986). *Industrialization and Growth*. New York: Oxford University Press.
- Haq A.N., Aerath K. and K. Mathiyazhagan (2017). "Study of Mutual Influence Drivers in the Indian Plastic Industry for Green Supply Chain Management using Interpretive Structural Modelling". *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, 9(1), pp. 42-65.
- Heinzl B., Raich P., Preysler F. and W. Kastner (2018). *Simulation-based Assessment of Energy Efficiency in Industry: Comparison of Hybrid Simulation Approaches*. IFAC-Papers On Line. No. 51. pp. 689-694. 10.1016/j.ifacol.2018.03.117.
- Hirschman Albert Otto. (1959). *the Strategy of Economic Development* (No. 338.1). Yale University Press.
- Iyengar V., Pillai S., Pednekar J. and M. Abhyankar (2017). "Enablers for Digital Empowerment in Technology using Interpretive Structural Modeling (ISM) and MICMAC Analysis". *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 15(2), pp. 161-176.
- Lin C.J. and W.W. Wu (2008). *A Causal Analytical Method for Group Decision-making under Fuzzy Environment*. *Expert Systems with Applications*, 34(1), pp. 205-213.
- Miller R.E. and P.D. Blair (2009). *Input-output Analysis: Foundations and Extensions*. Cambridge University Press.
- Opricovic S. and G.H. Tzengv (2004). "Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS". *European journal of operational research*, 156(2), pp. 445-455.
- Rashid Z.A. and A.E. Elameer (1999). "Sources of Industrial Growth using the Factor Decomposition Approach: Malaysia, 1978-87". *Developing Economics*, 37(2), pp. 162-196.
- Rodrigues João & Amores, Antonio & Paulo, Rui. (2019). "Bayesian Selection of Technology Assumptions for the Transformation from Supply-use to Input-output Tables". *Economic Systems Research*. pp. 1-23. 10.1080/09535314.2019.1583171.
- Roland G. (2016). *Development Economics*. Second edition Routledge.
- Sarmah B. and Z. Rahman (2018). "Customer Co-creation in hotel Service Innovation: an Interpretive Structural Modeling and MICMAC Analysis Approach". *Benchmarking: An International Journal*, 25(1), pp. 297-318.
- Szirmai A. and B. Verspagen (2015). "Manufacturing and Economic Growth in Developing Countries, 1950-2005". *Structural Change and Economic Dynamics*, No.34, pp.46-59.
- Tsai W.H., Chou W.C. and W. Hsu (2009). "The Sustainability Balanced Scorecard as a Framework for Selecting Socially Responsible Investment: an Effective MCDM model". *Journal of the Operational Research Society*, 60(10), pp. 1396-1410.
- Venkatesh V.G., Rathi S. and S. Patwa (2015). "Analysis on Supply Chain Risks in Indian Apparel Retail Chains and Proposal of Risk Prioritization Model using Interpretive Structural Modeling". *Journal of Retailing and Consumer Services*, No. 26, pp. 153-167.
- Warfield J.N. (1974). *Developing Interconnection Matrices in Structural Modeling*. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, No. 1, pp. 81-87.