

## **Application of Fuzzy Cognitive Maps (FCM's) to Analysis and Design the Causal Structure of Sustainable Supply Chain Management Enabler's in the Petrochemical Industry**

**Mohammad Ali Sangbor<sup>1</sup>, Mohammad Reza Safi<sup>2</sup>, \*Adel Azar<sup>3</sup>**

1-Ph.D. Student in Operation Research Management, Faculty of Economic management and administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran.

2-Assistant Professor, Operation Research, Department of Mathematics, Semnan University, Semnan, Iran.

3-Professor, Industrial Management, Faculty of management, tarbiat Modares University, Tehran, Iran.( Corresponding Author). Email: azara@modares.ac.ir

**Received: 17/04/2019; Accepted: 19/06/2019**

### **Abstract**

As one of the approaches developed in the framework of soft modeling, fuzzy cognitive mapping has the ability to model the problems with complex and ambiguous nature in the form of causal relationships and provide a quantitative analysis of the problem for decision makers. The purpose of this study is to analyze the effective elements in adopting sustainable supply chain management in the petrochemical industry using fuzzy cognitive map method. The petrochemical industry has a major role in developing value chain in the oil and gas fields. Considering that sustainable adaptation in supply chain management has become a social demand, the development of petrochemical industry in the country and penetrating global markets requires adaptation of sustainable development approaches in this industry.

In order to achieve the goal of the research, the effective elements in the stabilization adaptation in the supply chain were extracted using the Meta Synthesis method and then by using the fuzzy cognitive map methodology, the structure of sustainable supply chain was developed. Finally, each component was analyzed in the framework of this structure. Therefore, resource sharing, commitment to sustainability, commitment to sustainable development and awareness of supply chain members respectively have the greatest impact on sustainability in the petrochemical industry supply chain.

### Introduction

Exacerbating environmental issues, increasing social concerns, as well as regulations by governments, forced companies to adapt to the components of sustainable development in their supply chain (Garg et al, 2017). Lack of sustainability at the lower levels of the supply chain leads to negative advertisements against company products (Wilhelm et al., 2016), Because of this , the extension of sustainability concept in supply chain management has become a strategy to improve company performance and enhance its competition (Chardine-Baumann & Botta-Genoulaz, 2014). For achieving sustainability through supply chain management, companies need to adopt appropriate strategies (Tseng et al., 2015) and to implement these strategies, they need a framework to match their plans and activities. In today's highly competitive environment, managers faced a lack of a decision framework to address sustainability issues (Zhang et al., 2018). Due to having the largest hydrocarbon reserves in the world (ranked first in gas reserves and third in oil reserves), Iran is in an exceptional position in the field of oil and gas (BP Annual Report, 2013). The petrochemical industry is one of the downstream industries in the field of oil and gas which Iran has a competitive advantage in this scope, due to access to raw, educated labor and regional markets. Studies show that Iran has 2.4 percent of global production in the petrochemical industry (Ilias, 2011). Nevertheless, studies show that in 2016, the country's neglected capacity to produce petrochemicals was over 45 million tons (Ghasemi & Nadiri, 2016). Since the successful conduct of oil and gas projects have a significant impact on the economy, increase competitiveness, protect the environment, increase production, improve quality, increase productivity and reduce costs have become as the mission and objectives of the company's that active in Iran's oil and gas field (Ilias, 2011). Therefore, extending the sustainable development concept in the petrochemical industry is one of the competition requirements. Sustainability adaptation in the supply chain requires attention to the various factors that are effective in driving the supply chain towards sustainability and play a role in determining which organization is required to achieve sustainability. Identifying and analyzing these elements is necessary to achieve sustainable supply chain management and there is a fundamental need for their identification in various industries (Diabat et al, 2014). Based on this, the main purpose of the present research is to use the Fuzzy Cognitive Maps approach to achieve the structure of the relationships between the factors that effective on adopting the sustainable development concept in petrochemical supply chain management and analysis them.

### Case study

The statistical population of the research is senior and middle managers of the National Petrochemical Company. Sampling is based on Delphi method. Since the purpose of the research is not to generalize the results, a targeted sampling method has been used to select the sample. The criteria for selecting experts are

theoretical knowledge, practical experience, willingness and ability to participate in research and access.

#### **Materials and Methods**

In order to achieve the research objectives, based on Meta Synthesis method, the past studies were systematically studied and the components of the sustainable supply chain management enabling were identified, extracted and classified. Then, based on the Fuzzy Cognitive Maps methodology, the enabler components were structured and analyzed.

#### **Discussion and Results**

In order to identify and extraction sustainable supply chain management enablers, firstly, past studies over the period 2010-2018 have been investigated based on Meta Synthesis methodology and effective components on adopting sustainability to supply chain management have been identified. Then, by collaboration with one of the university's experts, the identified components were categorized as enablers. As a result, 23 effective components have been identified for sustainability adaptation in the supply chain, which were eventually classified as 18 enabler's factors. In this research, based on the Fuzzy Cognitive Maps capabilities to problem modeling and decision making, the effective components in achieving sustainable supply chain management have been analyzed. Based on the analysis of causal structure of sustainable supply chain management enablers, the components of "resource sharing between partners in the supply chain", "the commitment of partners to sustainability", "commitment to sustainable development", and "the awareness of supply chain members on sustainability" has the most impact on the sustainability adopting in the petrochemical supply chain.

#### **Conclusion**

According to research results in order to achieve a sustainable supply chain, it is suggested that petrochemical industry managers focus on policies that enhance the level of cooperation between companies in the supply chain. Adopting policies such as strategic partnerships with supply chain members, joint ventures, and partnerships in profit and loss can help to develop cooperation in the supply chain and its continuity. Also, in order to develop Fuzzy Cognitive Maps application, it is suggested that the dynamic properties of this method be used in problem analysis by using the fit function. In addition, it is suggested to use a Multilayer Fuzzy Cognitive Maps for analysis of bulky issues.

**Key Words:** Fuzzy Cognitive Map's, problem structuring, soft modeling, Sustainable Supply Chain Management, Petrochemical Industry

## کاربرد نگاشت شناختی فازی به منظور طراحی ساختار علی و تحلیل توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار در صنعت پتروشیمی

محمدعلی سنگبر\* - دکتر محمدرضا صافی\*\* - دکتر عادل آذر\*\*\*

### چکیده

نگاشت شناختی فازی به عنوان یکی از روش‌های توسعه یافته در چارچوب مدل‌سازی نرم، این قابلیت را دارد که ماهیت پیچیده و مبهم مسائل را در قالب روابط علی ساختاردهی کند و تحلیل کمی از مسئله برای تصمیم‌گیران ارائه دهد. هدف از این تحقیق، تحلیل مولفه‌های موثر در دستیابی به مدیریت زنجیره تامین پایدار در صنعت پتروشیمی با استفاده از روش نگاشت شناختی فازی است. تحقیق حاضر از لحاظ نوع و هدف، کاربردی و از جهت نحوه به دست آوردن داده‌ها، توصیفی است. جامعه آماری تحقیق، مدیران ارشد و میانی شرکت ملی صنایع پتروشیمی و شرکت‌های وابسته است. نمونه‌گیری مبتنی بر روش دلفی و با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند صورت گرفته است. به منظور دستیابی به هدف تحقیق، مولفه‌های موثر در انطباق پایداری در زنجیره تامین با روش فراترکیب استخراج و با استفاده از روش‌شناسی نگاشت شناختی فازی، ساختار علی توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار ایجاد شد. در نهایت هر یک از مولفه‌ها در چارچوب این ساختار مورد تحلیل قرار گرفت. بر این اساس، مولفه‌های اشتراک‌گذاری منابع، تعهد شرکا به پایداری، تعهد به توسعه پایدار و آگاهی اعضای زنجیره تامین به ترتیب بیشترین اثرگذاری را در انطباق پایداری در زنجیره تامین صنعت پتروشیمی دارند.

**واژه‌های کلیدی:** مدل‌سازی نرم، ساختاردهی به مسئله، نگاشت شناختی فازی، مدیریت زنجیره تامین پایدار، صنعت پتروشیمی

\* دانشجوی دکتری مدیریت تحقیق در عملیات، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان.

\*\* استادیار دانشکده ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر، دانشگاه سمنان.

\*\*\* نویسنده مسئول - استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس.

azara@modares.ac.ir

## ۱. مقدمه

افزایش سطح پیچیدگی مسئله و همچنین آمیخته شدن فضای تصمیم با عدم اطمینان، منجر به توسعه شکل جدیدی از تجزیه و تحلیل شده که هدف آن کمک به تصمیم‌گیران در حل مسائل بوده است. شیوه تحلیل مسائل در این رویکردها بر مدل‌سازی ریاضی عوامل تشکیل‌دهنده مسئله و همچنین روابط بین این عوامل متمرکز شده و هدف بیشتر تکنیک‌های ارائه شده در چارچوب این رویکردها نیز یافتن جواب بهینه بوده است. در این رویکردها گزینه‌های مختلف تصمیم و نتایج محتمل با استفاده از محاسبات پیچیده ریاضی ارزیابی می‌شود. چنین رویکردهایی عمدتاً در تحلیل وضعیت‌هایی از مسئله کاربرد دارد که بتوان تاثیر پویایی‌های محیط را در آن‌ها محدود کرد (Azar & Anvari, 2013). اما بسیاری از مسائل در دنیای واقعی دارای ماهیتی کیفی، پیچیده و پویا هستند، به طوری که دانش لازم برای فهم آن‌ها تنها در قالب مفاهیمی با روابط علی معلولی مبهم و حلقه‌های بازخوردی فراوان، ارائه می‌شود (Obiedat & Samarasinghe, 2016) و آن‌چه که امروزه اهمیت دارد درک این موضوع است که سازمان‌های کنونی با مسائل پیچیده‌ای مواجه هستند که برای رفع آن‌ها نمی‌توان از رویکردهای سنتی تجزیه و تحلیل تصمیم استفاده کرد (Rosenhead & Mingers, 2013). ارائه و توسعه روش‌های ساختاردهی به مسئله، به عنوان رویکردهای نوین تحقیق در عملیات نیز در همین راستا بوده است. مبتنی بر رویکردهای ساختاردهی به مسئله، شناسایی مسئله مهم‌ترین گام در حل آن است (Azar et al., 2013). توسعه رویکردهای مدل‌سازی نرم در تحقیق در عملیات مبتنی بر پذیرش این واقعیت بوده که چالش برانگیزترین و مشکل‌ترین جنبه تصمیم‌گیری، تعیین ماهیت مسئله است. چالش برانگیز بودن تعیین ماهیت مسئله ناشی از وجود تعداد زیاد متغیرهایی است که هم در بروز مسئله و هم شدت بروز مسئله تاثیر دارند و بین خود آن متغیرها نیز روابطی مبهم وجود دارد. در تعریف یک مسئله نیز معمولاً ذینفعان مختلفی وجود دارند که نظام اولویت‌بندی هر یک از آن‌ها نیز متفاوت است. بنابراین یکی از چالش‌های تعریف مسئله دستیابی به یک توافق کامل بین ذینفعان مسئله در خصوص متغیرهای مسئله و وجود یا عدم وجود، نوع و شدت روابط بین متغیرها است. علاوه بر این، کمی‌سازی بسیاری از متغیرهای مسئله نیز به سادگی، ممکن نیست (Azar & Anvari, 2013). یکی از روش‌های ساختاردهی به مسئله که به عنوان ابزاری مناسب و شناخته شده برای طراحی سیستم‌های با ویژگی‌های تفسیری و مبتنی بر دانش محسوب می‌شود، نگاشت شناختی

فازی<sup>۱</sup> است (Kosko, 1986). نگاشت شناختی فازی، یک رویکرد ترکیبی-محاسباتی نرم محسوب می‌شود که دارای تلفیقی از ویژگی‌های منطق فازی، مدل‌های غیر خطی، پویایی‌های سیستم و تکنیک شبکه‌های عصبی است (Kosko, 1986). نگاشت شناختی فازی به عنوان یک مدل ساده ریاضی، دانش علی ساختاریافته برای استنتاج‌های کمی و کیفی را ارائه می‌دهد و در مواردی از قبیل تجزیه و تحلیل، شبیه‌سازی، آزمون تأثیر پارامترها و پیش‌بینی رفتار سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد (Papageorgiou, 2011). طی دو دهه گذشته نیز نگاشت شناختی فازی برای حل مسائل مختلف در حوزه‌های مدل‌سازی، پیش‌بینی، تفسیر، نظارت، تصمیم‌گیری و مدیریت مورد استفاده قرار گرفته است (Papageorgiou et al., 2017). بنابراین، نگاشت شناختی هم در شناخت و هم در تحلیل مسئله در چارچوب ساختاردهی به مسئله، کاربرد داشته‌است. تشدید مسائل زیست محیطی، افزایش نگرانی‌های اجتماعی و همچنین وضع مقررات اجرایی توسط دولت‌ها، شرکت‌ها را مجبور به انطباق مولفه‌های توسعه پایدار در زنجیره تامین خود کرده‌است (Garg et al., 2017). عدم انطباق پایداری در سطوح پایین‌تر زنجیره تامین، تبلیغات منفی علیه محصولات شرکت را در پی دارد (Wilhelm et al., 2016)، به همین دلیل، بسط مفهوم پایداری در مدیریت زنجیره تامین به عنوان یک راهبرد برای بهبود عملکرد و ارتقای رقابت‌پذیری شرکت و زنجیره تامین محسوب می‌شود (Chardine-Baumann & Botta-Genoulaz, 2014). شرکت‌ها برای دستیابی به پایداری از طریق مدیریت زنجیره تامین، نیازمند اتخاذ راهبردهای مناسب هستند (Tseng et al., 2015) و به چارچوبی جهت مطابقت برنامه‌ها و فعالیت‌های خود برای تحقق این راهبردها نیاز دارند. با این وجود اما، مدیران فاقد یک چارچوب تصمیم‌گیری به منظور مواجهه با مسائل مربوط به پایداری در محیط بسیار رقابتی امروز، هستند (Zhang et al., 2018). ایران با توجه به برخورداری از بزرگترین ذخایر هیدروکربن در جهان (رتبه اول در ذخایر گاز و رتبه سوم در ذخایر نفتی)، در حوزه نفت و گاز در یک موقعیت استثنایی قرار دارد (BP Annual Report, 2013). صنعت پتروشیمی نیز یکی از صنایع پایین دست حوزه نفت و گاز است که ایران به دلیل دسترسی به مواد اولیه صنعت پتروشیمی، نیروی کار تحصیل کرده و بازارهای منطقه‌ای، در این صنعت دارای مزیت رقابتی است. مطالعات نشان می‌دهد که ایران ۲.۴ درصد از تولید جهانی در صنعت پتروشیمی را دارا است (Ilias, 2011). با این وجود اما،

---

1-Fuzzy Cognitive Maps (FCM's)

مطالعات نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۶، ظرفیت مغفول کشور در حوزه تولید محصولات پتروشیمی بیش از ۴۵ میلیون تن بوده است (Ghasemi & Nadiri, 2016). از آنجا که پیشبرد موفق پروژه‌های نفت و گاز بر اقتصاد کشور تاثیر به‌سزایی دارد، افزایش رقابت‌پذیری، حفاظت از محیط زیست، افزایش تولید، بهبود کیفیت، افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها به عنوان مأموریت و اهداف مهم شرکت‌های فعال در حوزه نفت و گاز ایران مطرح است (Ilias, 2011). بنابراین، بسط مفهوم توسعه پایدار در صنعت پتروشیمی یکی از ضروریات رقابت محسوب می‌شود. انطباق‌پذیری در زنجیره تامین، مستلزم توجه به عوامل مختلفی است که در هدایت زنجیره تامین به سمت پایدار شدن موثر بوده و در تعیین این‌که یک سازمان برای دستیابی به پایداری چه چیزی را باید انجام دهد، ایفای نقش می‌کنند. شناسایی و تحلیل این عناصر برای دستیابی به مدیریت زنجیره تامین پایدار ضرورت دارد و نیازی اساسی برای شناسایی آن‌ها در صنایع مختلف وجود دارد (Diabat et al, 2014). بر همین اساس، هدف اصلی تحقیق حاضر بهره‌گیری از رویکرد نگاشت شناختی فازی به منظور شناسایی ساختار روابط بین عوامل موثر در انطباق مفاهیم توسعه پایدار در مدیریت زنجیره تامین پتروشیمی و تحلیل آن‌ها است. به منظور دستیابی به هدف تحقیق، ابتدا مبتنی بر روش فراترکیب و بررسی مطالعات پیشین در حوزه مدیریت زنجیره تامین پایدار، عوامل و مولفه‌های اصلی توانمندساز مدیریت زنجیره تامین پایدار شناسایی و سپس مبتنی بر روش‌شناسی نگاشت شناختی فازی، ساختار روابط بین عوامل مذکور شناسایی شد و هر یک از عوامل در چارچوب ساختار شناسایی‌شده، مورد تحلیل قرار گرفت.

## ۲. پیشینه تحقیق

در این قسمت پیشینه تحقیق مانند مفهوم زنجیره تامین پایدار و نگاشت شناختی فازی و همچنین مروری بر تحقیقات گذشته ارائه شده است.

### مدیریت زنجیره تامین پایدار

تلاش‌های توسعه‌ای پیش از دهه ۱۹۶۰ عمدتاً معطوف به جنبه‌های اقتصادی توسعه پایدار بوده است (Hutchins & Sutherland, 2008). در سال‌های بعد از دهه ۱۹۶۰، جنبه‌های غیر اقتصادی فعالیت‌های توسعه‌ای نیز مورد توجه قرار گرفت و در دهه ۱۹۸۰ مفهوم توسعه پایدار مطرح شد. در حال حاضر ادبیات پایداری دارای سه رکن اصلی اقتصادی،

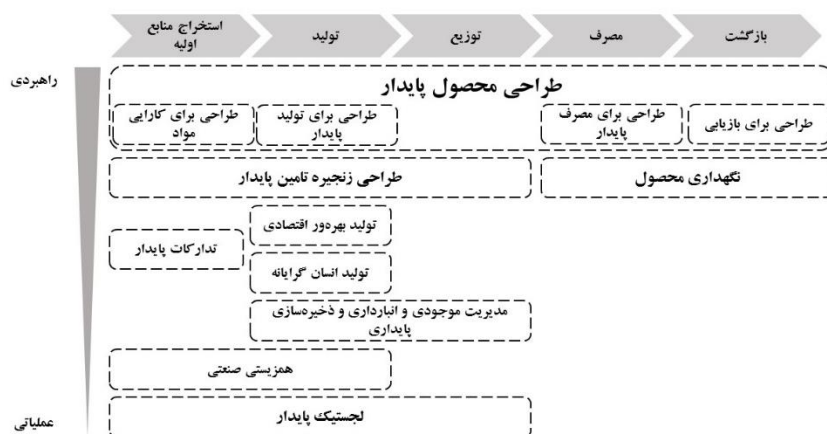
زیست محیطی و همچنین اجتماعی است (Elkington, 2011). تا قبل از سال ۲۰۰۰ به طور صریح تعریفی یکپارچه و مستقل از مدیریت زنجیره تامین پایدار ارائه نشده بود. از سال ۲۰۰۱ به بعد تعاریف، دقیق‌تر و در برگیرنده ابعاد مختلف پایداری هستند. نویسندگان رویکردهای مختلفی در تعریف مدیریت زنجیره تامین اتخاذ کرده‌اند به طوری که می‌توان بین افرادی که رویکرد تامین/خرید و کسانی که رویکرد زنجیره تامین داشته‌اند، تمایز قایل شد (Touboullic & Walker, 2015). تعاریف ارائه‌شده اخیر نیز اکثراً سه بعد خطوط سه‌گانه (3BL) مفهوم توسعه پایدار را در بر می‌گیرند. سایر جنبه‌های جالب توجه در تعاریف ارائه شده عبارتند از فشارهای ذینفعان خارجی و این ایده که مدیریت زنجیره تامین پایدار فراتر از مفهوم سنتی کسب و کار بوده ولی در عین حال، با عملکرد اقتصادی مرتبط است. از دیدگاه عملیاتی نیز مدیریت زنجیره تامین پایدار با تاکید بر نقش همکاری بین شرکای زنجیره تامین به عنوان زیر مجموعه فرایندهای داخلی و خارجی در نظر گرفته شده است. کارتر و رجزر مدیریت زنجیره تامین پایدار را این گونه تعریف کرده‌اند: «یکپارچگی راهبردی، شفافیت و دستیابی به اهداف اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی سازمان از طریق هماهنگی سیستماتیک فرایندهای کلیدی بین سازمانی برای بهبود عملکرد بلندمدت اقتصادی شرکت‌ها و زنجیره تامین‌شان» (Carter & Rogers, 2008). استینت، به منظور ارائه الگویی جهت بهبود پایداری در طول زنجیره ارزش با الگوبرداری از مدل‌های ماتریس برنامه‌ریزی زنجیره‌تامین، مدل مرجع عملیات زنجیره‌تامین و ماتریس برنامه‌ریزی زنجیره‌تامین معکوس، مدیریت زنجیره تامین پایدار را به ۹ مفهوم تجزیه کرد (Stindt, 2017). هر یک از این مفاهیم ۹ گانه با فرایندهای مدیریت زنجیره تامین مرتبط هستند و همه مراحل مدیریت زنجیره تامین پایدار مانند استخراج مواد خام، تامین منابع و هماهنگ‌سازی زنجیره تامین، تولید، توزیع، استفاده و بازگشت را پوشش می‌دهند.

#### توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار

توانمندساز به عاملی گفته می‌شود که مدیریت شرکت یا زنجیره تامین را در دستیابی به رویه‌های پایدار کمک می‌کند (Gimenez & Tachizawa, 2012). گیمنز و تاجیوانا توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار را به دو دسته توانمندسازهای داخلی و خارجی دسته‌بندی کردند. براساس تعریف آن‌ها توانمندسازهای داخلی مربوط به عوامل درون شرکت هستند که دستیابی به رویه‌های پایدار را تسهیل می‌کنند. توانمندسازهای خارجی نیز در خارج از مرزهای سازمان وجود دارند. مطابق یافته‌های گیمنز و تاجیوانا که



از مرور و بررسی تحقیقات گذشته حاصل شده است، توانمندسازهای داخلی زنجیره تامین عبارتند از: تعهدات زیست محیطی شرکت، حمایت مدیریت ارشد، دسترسی به منابع، توسعه قابلیت‌های نیروی انسانی در زنجیره تامین، نقش رهبر پروژه و سیستم‌های مناسب ارزیابی عملکرد. همچنین توانمندسازهای خارجی عبارت بودند از: اعتماد، فرهنگ ملی، یکپارچگی لجستیکی، یکپارچگی فناوری و وضوح اهداف ( Gimenez & Tachizawa, 2012).



شکل ۱: مفاهیم مدیریت زنجیره تامین پایدار (Stindt, 2017)

### نگاشت شناختی فازی (FCM)

نگاشت شناختی فازی، یک گراف موزون جهت‌دار و متشکل از گره‌ها و ارتباطات بین آن‌ها است. گره‌ها بیانگر مفاهیم یا متغیرهای توصیف‌کننده رفتار سیستم و کمان‌های موزون جهت‌دار نیز نشان‌دهنده رابطه علی موجود بین این مفاهیم است (Aguilar, 2013, Papageorgiou & Salmeron, 2013, Papageorgiou, 2011). معنای نهفته در یک نگاشت شناختی فازی، با چهارگانه (C, W, A, f) تعریف می‌شود. که در آن  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_N\}$  گره‌های نگاشت و بیانگر مفاهیم درگیر در مسئله است.  $W: C \times C \rightarrow [-1, 1]$  یک ماتریس  $N \times N$  است که در برگیرنده  $w_{ij}$ ، اوزان ناظر بر روابط علی بین مفاهیم است. روابط علی بین مفهوم  $C_i$  و  $C_j$  به صورت عددی در بازه  $[-1, +1]$  تعیین می‌شود ( $w_{ij} \in [-1, 1]$ ) که نشان‌دهنده شدت و جهتی است که یک مفهوم، مفاهیم دیگر را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Kosko, 1987). تابع  $A: C \rightarrow A_i^{(t)}$  درجه فعال‌سازی هر یک از مفاهیم  $C_i$  را در زمان‌های گسسته  $t = \{1, 2, \dots, T\}$  محاسبه می‌کند

( $A_i \in \theta$ ). در نهایت، تابع انتقال  $f: \theta \rightarrow I$  منعکس‌کننده اثرات وقایع چندگانه بر روی مفهوم هدف است.

### تجزیه و تحلیل گره‌ها (مفاهیم) در نگاشت شناختی

یکی از موضوعات مورد بحث در حوزه نگاشت شناختی مربوط به تجزیه و تحلیل مفاهیم و محاسبه میزان اثرگذاری هر مفهوم در ساختار نگاشت است. به منظور تجزیه و تحلیل گره‌ها در یک نگاشت شناختی از مفهوم وزن اعتباری یک گره استفاده می‌شود. کاسکو، مفهوم مرکزیت را برای محاسبه اهمیت و وزن یک گره در یک نگاشت شناختی فازی معرفی کرد (Kosko, 1986). اوزسمی و اوزسمی از درجه مرکزیت برای مشخص کردن گره مهم/مرکزی در نگاشت‌های اجتماعی به منظور تحلیل ساختار نگاشت شناختی استفاده کردند (Özesmi & Özesmi, 2004). ولی در مجموع، تعداد کمی از محققان از این شاخص برای شناسایی مفاهیم مهم در ساختار یک نگاشت شناختی استفاده کرده‌اند. در این تحقیق، از شاخص انطباق مرکزی<sup>۱</sup> برای تحلیل گره‌ها و شناسایی موثرترین گره در ساختار نگاشت شناختی فازی، استفاده شده‌است (Obiedat & Samarasinghe, 2016). این شاخص از مجموع سه شاخص درجه مرکزیت<sup>۲</sup> ( $Cen_D(C_i)$ )، درجه نزدیکی<sup>۳</sup> ( $Cen_C(C_i)$ ) و درجه بینابینی<sup>۴</sup> ( $Cen_B(C_i)$ ) به دست می‌آید.

$$Cen_{Cons}(C_i) = Cen_D(C_i) + Cen_C(C_i) + Cen_B(C_i) \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$Cen_D(c_i) = id(c_i) + od(c_i); \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$id(c_i) = \sum_{j=1}^N |w_{ji}|$$

$$od(c_i) = \sum_{j=1}^N |w_{ij}|$$

در رابطه (۲)،  $id(c_i)$  برابر است با درجه ورودی گره  $c_i$ ،  $N$  برابر است با تعداد گره‌های متصل به گره  $c_i$  در نگاشت شناختی و  $w_{ji}$  وزن یال ورودی از گره  $c_j$  به گره  $c_i$  است.

- 
- 1-Consensus centrality measure (CCM)
  - 2-Degree centrality measure
  - 3-Closeness centrality measure
  - 4-Betweenness centrality measure

$od(c_i)$ ، وزن خروجی گره  $i$  ام عبارت است از مجموع خالص وزن یال های خروجی از گره  $c_i$  به گره های همسایه.

$$Cen_B(C_i) = \sum_{i \neq S \neq T \in C} \frac{\sigma_{ST}(C_i)}{\sigma_{ST}} \quad (3 \text{ رابطه})$$

رابطه (۳) به منظور به دست آوردن درجه بینابینی ارائه شده که در آن  $\sigma_{ST}$  بیانگر تعداد کوتاه ترین مسیرهای بین  $S$  و  $T$  است. همچنین،  $\sigma_{ST}(C_i)$  عبارت است از تعداد کوتاه ترین مسیرهای بین گره  $T$  و گره  $S$  که از گره  $C_i$  می گذرد.

$$Cen_C(C_i) = \frac{1}{\sum d_G(C_i, t)} ; (t \in C \setminus C_i) \quad (4 \text{ رابطه})$$

از رابطه (۴) نیز به منظور محاسبه درجه نزدیکی استفاده خواهد شد که در آن  $d_G(C_i, t)$  عبارت است از کوتاه ترین مسیر بین گره  $t$  و گره  $C_i$  در ساختار یک نگاشت.

گارگ و همکارانش در سال ۲۰۱۷ مدیریت زنجیره تامین سبز را فاقد یک رویکرد فعال در انطباق شیوه های زیست محیطی، ارتقای تصویر شرکت، کسب مزیت های رقابتی و انطباق شیوه های پایدار بازرگانی عنوان کردند. آن ها به منظور برطرف کردن این خلأ، عوامل حیاتی موفقیت شیوه مدیریت زنجیره تامین سبز را شناسایی کردند و با استفاده از روش ترکیبی دیمتل<sup>۱</sup> فازی، به ارزیابی و تحلیل این عوامل پرداختند (Garg et al., 2017). رحمان و کومار در سال ۲۰۱۶، عوامل مؤثر بر انطباق پایداری در زنجیره تامین خودروسازی هند را شناسایی کردند و با استفاده از روش کمترین مربعات جزئی به تحلیل این عوامل پرداختند. بر اساس نتایج حاصل از تحقیق آن ها، فشارهای بیرونی و منافع مورد انتظار از پایداری بر تعهد مدیر ارشد در انطباق شیوه های پایدار در شرکت، تأثیر جدی دارد (Kumar & Rahman, 2016). دینگ و همکارانش در سال ۲۰۱۶، تعامل و روابط متقابل بین محدودیت های متعدد پایداری و همچنین تأثیر آن ها بر تصمیم شرکت های زنجیره تامین برای همکاری با یکدیگر را با استفاده از مدل سازی ریاضی، تحلیل کردند. بر اساس نتایج حاصل از تحقیق آن ها، سیاست های تشویقی دولت نقش گسترده ای در تعیین رفتارهای محیطی شرکت ها در راستای انطباق با پایداری دارد (Ding et al, 2016).

حسین و همکارانش در سال ۲۰۱۵ با هدف ارائه یک مدل تصمیم‌گیری در مدیریت زنجیره تامین پایدار، با استفاده از مدلسازی ساختاری تفسیری<sup>۱</sup> توانمندسازهای پایداری مدیریت زنجیره تامین را در سه دسته اقتصادی، محیطی و اجتماعی مدل‌سازی کرده و برای هر یک، ساختار سلسله مراتبی ارائه کردند (Hussain et al., 2016). دیابات و همکارانش در سال ۲۰۱۴ به شناسایی و تحلیل توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار در صنایع هند پرداختند. آن‌ها توانمندسازها را از طریق مرور ادبیات تحقیق شناسایی کردند و سپس با استفاده از روش مدلسازی ساختاری تفسیر، به سطح‌بندی آن‌ها پرداختند. آن‌ها ۱۳ توانمندساز مدیریت زنجیره تامین پایدار شناسایی کردند (Diabat et al., 2014). با بررسی ادبیات موضوع، مشخص می‌شود که پایداری زنجیره تامین کماکان یکی از موضوعات مطرح در سال‌های اخیر بوده است. در ادامه تحقیقات گذشته، اسفهدی و همکارانش یکی از محورهای توسعه تحقیقات آینده را مدل‌سازی توانمندسازهای پایداری عنوان کردند (Esfahbodi et al., 2016). دیابات و همکاران، شناسایی توانمندسازها را یکی از محورهای تحقیقات بیان کردند (Diabat et al., 2014). گارگ و همکارانش شناسایی و بسط عوامل کلیدی موفقیت اجرای مدیریت زنجیره تامین سبز در صنایع مختلف را پیشنهاد دادند (Garg et al., 2017). در سال‌های اخیر نیز در کشورهایی مانند هند تلاش‌هایی در راستای طراحی چارچوب‌های تصمیم‌سازی به منظور توانمندسازی زنجیره تامین در صنایع مختلف آغاز شده است (Hussain et al., 2016, Kumar & Rahman, 2016). با توجه به نتایج حاصل از بررسی تحقیقات گذشته، شناسایی و تحلیل مولفه‌های توانمندساز مدیریت زنجیره تامین در دستیابی به پایداری یکی از محورهای تحقیقات آتی است. بر همین اساس، در تحقیق حاضر با تمرکز بر ویژگی‌های نگاشت شناختی فازی در ساختاردهی به مسئله و تحلیل آن، مولفه‌های مؤثر در انطباق پایداری در زنجیره تامین شناسایی، مدلسازی و تحلیل شده است.

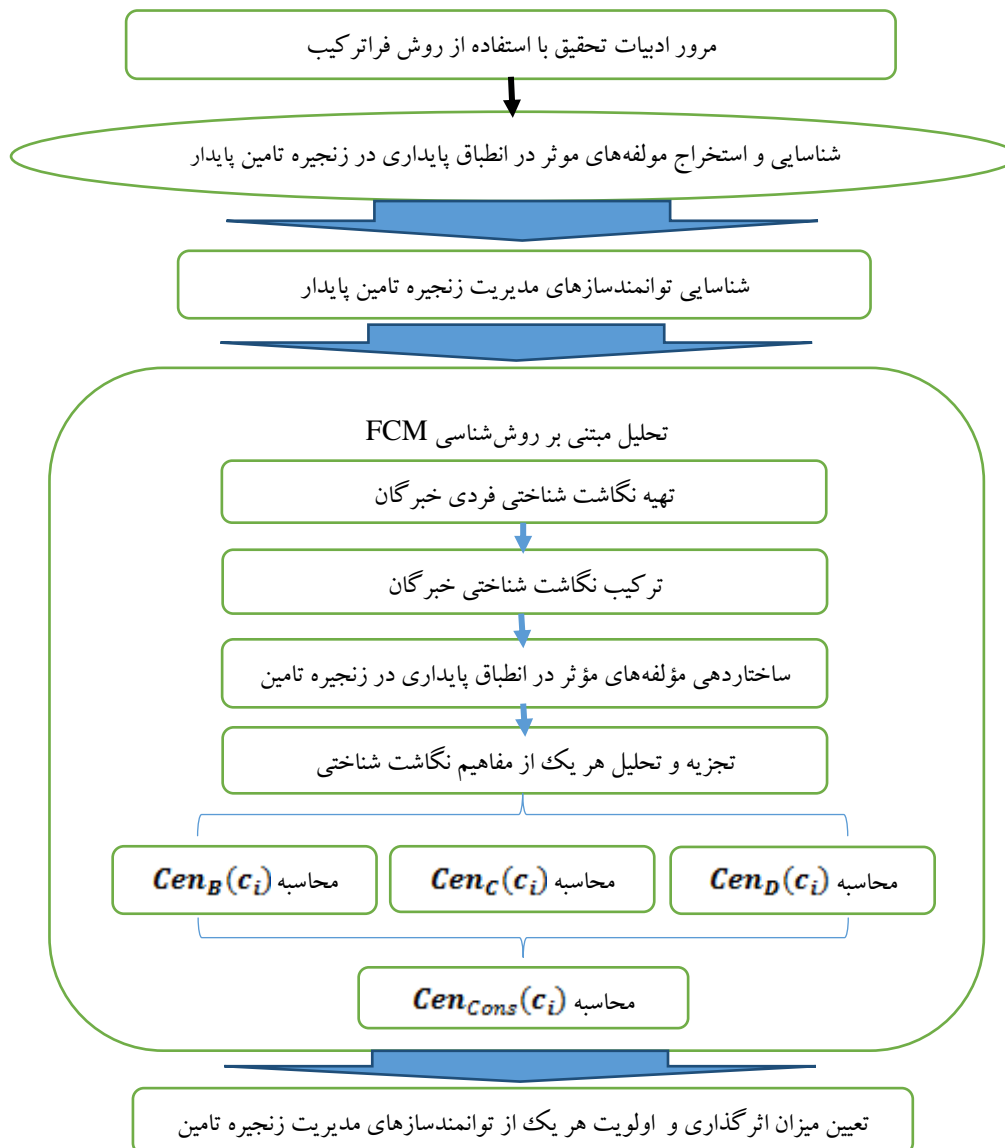
### ۳. روش پژوهش

پژوهش حاضر از آن جهت که به قصد کاربرد نتایج و یافته‌هایش در تحلیل مسئله‌ای خاص در زنجیره تامین صنعت پتروشیمی انجام شده، از لحاظ نوع و هدف پژوهش، کاربردی است. با توجه به این‌که پژوهشگر در اجرای تحقیق، متغیرها را دستکاری نمی‌کند

و یا برای وقوع رویدادها شرایطی را به وجود نمی‌آورد، از جهت نحوه به دست آوردن داده‌ها در زمره پژوهش‌های توصیفی محسوب می‌شود. به دلیل آن‌که پژوهشگر با استفاده از پرسشنامه سعی در توصیف نگرش، افکار یا خصیصه‌های جامعه داشته، پژوهش از نوع کمی است. هدف از این تحقیق شناسایی توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار و ارائه ساختار روابط علی برای آن‌ها و همچنین تحلیل هر یک از توانمندسازها در چارچوب ساختار ارائه شده است. جامعه آماری تحقیق، مدیران ارشد و میانی شرکت ملی صنایع پتروشیمی و شرکت‌های وابسته است. نمونه‌گیری مبتنی بر روش دلفی انجام شده است. با توجه به این‌که هدف از تحقیق تعمیم نتایج نیست، از روش نمونه‌گیری هدفمند برای انتخاب نمونه استفاده شده است. معیارهای انتخاب خبرگان تسلط نظری، تجربه عملی، تمایل و توانایی مشارکت در پژوهش و دسترسی بوده است. مشخصات اعضای نمونه آماری در جدول (۱) ارائه شده است. به منظور دستیابی به اهداف تحقیق ابتدا مطالعات گذشته مبتنی بر روش فراترکیب به صورت سیستماتیک مورد بررسی قرار گرفت و مولفه‌های توانمندساز مدیریت زنجیره تامین پایدار شناسایی، استخراج و دسته‌بندی شد. سپس بر اساس روش‌شناسی نگاشت شناختی فازی، مولفه‌های توانمندساز ساختاردهی و تحلیل شد. رویه اجرایی تحقیق مطابق شکل (۲) است.

جدول ۱: مشخصات اعضای نمونه آماری

موقعیت شغلی	تحصیلات و رشته تحصیلی	سابقه کار
مشاور مدیر عامل شرکت ملی صنایع پتروشیمی	کارشناسی ارشد MBA	۲۷ سال
رئیس مرکز تحقیقات و توسعه مدیریت پروژه	دکترای مدیریت تولید	۱۷ سال
رئیس دفتر توسعه صنایع پایین‌دستی شرکت ملی پتروشیمی	کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر	۱۵ سال
دبیر جایزه تعالی صنعت پتروشیمی	دکترای مدیریت صنعتی	۱۰ سال



شکل ۲: رویه اجرایی تحقیق

#### ۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور دستیابی به اهداف تحقیق، ابتدا مبتنی بر روش فراترکیب و بررسی مطالعات گذشته، مولفه‌های مؤثر در انطباق پایداری در زنجیره تامین شناسایی و سپس در قالب

توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار دسته‌بندی شدند. در ادامه به منظور ساختاردهی به توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین در قالب روابط علی-معلولی، با استفاده از روش‌شناسی نگاشت شناختی فازی ابتدا نگاشت فردی خبرگان به دست آمد؛ سپس با ترکیب نگاشت‌های فردی، ساختار توانمندسازها ایجاد شد و هر یک از توانمندسازها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### استخراج توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار

به منظور شناسایی و استخراج توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار، ابتدا مطالعات گذشته در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ مبتنی بر روش فراترکیب بررسی شده و مولفه‌های مؤثر در انطباق پایداری در زنجیره تامین شناسایی و استخراج شد. سپس با همکاری یکی از خبرگان دانشگاهی، مولفه‌های شناسایی شده در قالب توانمندسازها دسته‌بندی شد. در نتیجه بررسی مطالعات گذشته، مطابق جدول (۲) ۲۳ مولفه مؤثر بر انطباق پایداری در زنجیره تامین شناسایی شده که در نهایت مطابق شکل (۵) و جدول ۳ در قالب ۱۸ عامل توانمندساز دسته‌بندی شدند.

جدول ۲: مولفه‌های مؤثر بر انطباق پایداری در زنجیره تامین

منابع	مولفه‌های مؤثر در انطباق پایداری در زنجیره تامین
(Mathivathanan et al, 2018) (Zhang et al., 2018), (Luthra et al, 2017), (Shibin et al, 2017), (Gosling et al, 2017), (Wan Ahmad et al, 2016), (Hussain et al., 2016), (Luthra et al, 2016), (Kumar & Rahman, 2015), (Giunipero et al, 2012), (Jia et al, 2015), (Garg et al., 2017)	تعهد مدیریت حمایت مدیریت مشارکت مدیریت رهبری مدیریت ارشد
(Luthra et al., 2017), (Gosling et al., 2017), (Wan Ahmad et al, 2016), (Luthra et al., 2016), (Lim et al, 2017), (Beske et al, 2014), (Reefke & Sundaram, 2017)	مدیریت دانش وضوح اهداف تعهد به پایداری آگاهی اعضای زنجیره تامین
(Hong et al, 2018), (Mathivathanan et al., 2018), (Das, 2017), (Luthra et al., 2017), (Lim et al., 2017), (Gosling et al., 2017), (Hussain et al., 2016), (Reefke & Sundaram, 2017), (Kumar & Rahman, 2015), (Jia et al, 2015), (Sancha et al, 2015), (Beske et al., 2014), (Reefke & Sundaram, 2017)	همکاری در زنجیره تامین هماهنگی زنجیره تامین اعتماد در زنجیره تامین اشتراک دانش
(Luthra et al., 2017), (Shibin et al., 2017), (Mathivathanan et al., 2018), (Gosling et al., 2017), (Beske et al., 2014)	انعطاف پذیری زنجیره تامین سیستم جریان اطلاعاتی با تامین‌کنندگان یکپارچگی لجستیکی یکپارچگی فناوری

(Luthra et al., 2016)	مشارکت تامین کنندگان اشتراک گذاری منابع تعهد شرکا تسهیم ریسک
(Mathivathanan et al., 2018) (Das, 2017), (Luthra et al., 2017), (Gosling et al., 2017), (Reefke & Sundaram, 2017)	سیستم ارزیابی عملکرد شایستگی نیروی کار مشارکت کارکنان

### ساختاردهی توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار

در این تحقیق به منظور طراحی ساختار روابط علی-معلولی توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار مطابق با روش‌شناسی نگاشت شناختی فازی، ابتدا نگاشت فردی خبرگان استخراج شد. در همین راستا، پرسشنامه‌ای بر اساس ساختار ماتریس مجاورت توانمندسازها، تهیه و جهت تکمیل در اختیار خبرگان قرار گرفت. شدت رابطه علی بین مولفه‌ها با استفاده از اعداد فازی ارائه‌شده در جدول (۴) توسط خبرگان تعیین شده‌است.

جدول ۳: نتایج حاصل از روش فراترکیب

مفهوم	بعد	شاخص
توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار	تعهد اعضای زنجیره تامین	آگاهی اعضای زنجیره تامین
		تعهد شرکا به پایداری
		اشتراک‌گذاری منابع بین اعضای زنجیره تامین
	تعهد مدیریتی به توسعه پایدار	تعهد مدیریت
		تعریف اهداف مربوط به پایداری
		تعهد به توسعه پایدار
		یکپارچگی در زنجیره تامین
	همکاری در زنجیره تامین	تسهیم ریسک بین اعضای زنجیره تامین و شرکا
		مشارکت و همکاری
		کاربرد فناوری اطلاعات
		اعتماد در زنجیره تامین
	توسعه سازمانی	هماهنگی در زنجیره تامین
		نوآوری
		انعطاف‌پذیری
		سیستم ارزیابی عملکرد
مدیریت دانش		
فرهنگ		
کارکنان		



جدول ۴: مقیاس تعیین میزان رابطه علی بین متغیرها (Baykasoglu, 2014)

مقدار قطعی	عبارت‌های کلامی
۰.۱۱۵	مولفه ۱ بر مولفه ۱ اثر ندارد ( $M_1$ )
۰.۲۹۵	مولفه ۱ بر مولفه ۱ اثر کم دارد ( $M_2$ )
۰.۴۹۵	مولفه ۱ بر مولفه ۱ اثر متوسط دارد ( $M_3$ )
۰.۶۹۵	مولفه ۱ بر مولفه ۱ اثر زیاد دارد ( $M_4$ )
۰.۸۹۵	مولفه ۱ بر مولفه ۱ اثر خیلی زیاد دارد ( $M_5$ )

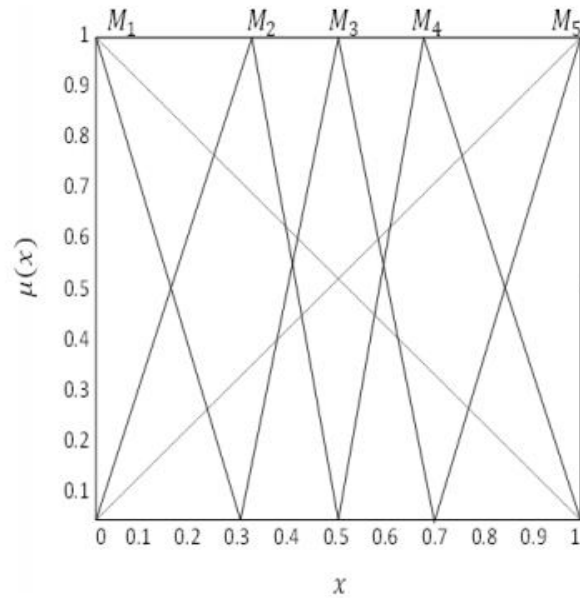
$$\mu_{M_1}(X) = \begin{cases} 1, & X = 0 \\ \frac{0.3 - X}{0.3}, & 0 \leq X \leq 0.3 \end{cases}$$

$$\mu_{M_2}(X) = \begin{cases} \frac{X - 0}{0.25}, & 0 \leq X \leq 0.25 \\ \frac{0.5 - X}{0.25}, & 0.25 \leq X \leq 0.5 \end{cases}$$

$$\mu_{M_3}(X) = \begin{cases} \frac{X - 0.3}{0.2}, & 0.3 \leq X \leq 0.5 \\ \frac{0.7 - X}{0.2}, & 0.5 \leq X \leq 0.7 \end{cases}$$

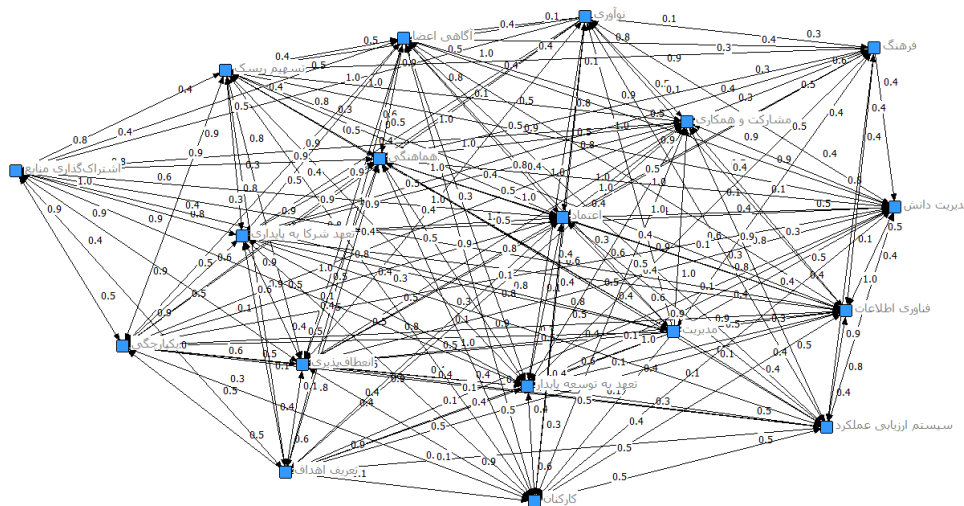
$$\mu_{M_4}(X) = \begin{cases} \frac{X - 0.5}{0.25}, & 0.5 \leq X \leq 0.75 \\ \frac{1 - X}{0.25}, & 0.75 \leq X \leq 1 \end{cases}$$

$$\mu_{M_5}(X) = \begin{cases} \frac{X - 0.7}{0.3}, & 0.7 \leq X \leq 1 \\ 1, & X = 1 \end{cases}$$



شکل ۳: تبدیل عبارت‌های کلامی به اعداد فازی (Baykasoglu, 2014)

در ادامه به منظور به دست آوردن ساختار روابط علی، نگاهت‌های فردی تلفیق و نگاهت جمعی ایجاد شد. نگاهت شناختی جمعی مطابق با شکل (۴) با استفاده از نرم‌افزار Netdraw و از طریق محاسبه میانگین نظرات خبرگان به دست آمد.



شکل ۴: نگاهت شناختی جمعی خبرگان

محاسبه میزان اثرگذاری هر یک از توانمندی‌های مدیریتی زنجیره تامین پایدار در راستای تعیین میزان اثرگذاری هر یک از مولفه‌ها در ساختار علی توانمندی‌سازی مدیریت زنجیره تامین پایدار، وزن اعتباری هر مولفه محاسبه شد. برای این منظور با استفاده از نرم‌افزار UCINET ابتدا مطابق روابط ۱، ۲، ۳ و ۴ درجه‌های نزدیکی، بینابینی و مرکزیت هر مولفه محاسبه و سپس شاخص میزان انطباق مرکزی برای هر یک محاسبه شد. در نهایت از طریق نرمال‌سازی شاخص انطباق مرکزی، وزن اعتباری هر مولفه و میزان اثرگذاری هر یک در ساختار علی، به دست آمد. نتایج تحلیل داده‌ها در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۵: نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها

مولفه	درجه نزدیکی	درجه بینابینی	درجه مرکزیت	درجه انطباق مرکزی	وزن اعتباری (درجه اثرگذاری)
مدیریت	۱.۶۰۷	۱.۵۶۷	۱۲.۵	۱۵.۶۷۴	۰.۰۳۲۹
نوآوری	۱.۵۷۵	۹.۱۶۷	۹.۵	۲۰.۲۴۲	۰.۰۴۲۵
تعریف اهداف	۱.۵۵۸	۱۹.۹۶۷	۱۰	۳۱.۵۲۵	۰.۰۶۶۳
تعهد به توسعه پایدار	۱.۸۳۹	۱۹.۹۶۷	۱۷.۸۷۵	۳۹.۶۸۱	۰.۰۸۳۴
آگاهی اعضا	۱.۷۳۹	۱۶	۱۶.۱۲۵	۳۳.۸۶۴	۰.۰۷۱۲
مشارکت و همکاری	۱.۹۴۴	۰.۳۳۳	۲۴	۲۶.۲۷۷	۰.۰۵۵۲
انعطاف‌پذیری	۱.۸۳۹	۸.۶۶۷	۱۸	۲۸.۵۰۶	۰.۰۵۹۹
سیستم ارزیابی عملکرد	۱.۵۴۹	۱۰.۶۶۷	۹.۷۵	۲۱.۹۶۶	۰.۰۴۶۲
مدیریت دانش	۱.۵۳۸	۱۲.۵	۱۳.۱۲۵	۲۷.۲۰۸	۰.۰۵۷۲
فرهنگ	۱.۴۶۴	۳.۵	۷.۶۲۵	۱۲.۵۸۹	۰.۰۲۶۴
یکپارچگی	۱.۷۱۷	۱.۸۳۳	۱۶	۱۹.۵۵	۰.۰۴۱۱
فناوری اطلاعات	۱.۷۹۴	۱۰.۶۶۷	۱۴	۲۶.۴۶۱	۰.۰۵۵۶
کارکنان	۱.۶۲۳	۱۰.۶۶۷	۹.۸۷۵	۲۲.۱۶۵	۰.۰۴۶۶
تسهیم ریسک	۱.۷۵۴	۱.۵۶۷	۱۴.۳۷۵	۱۷.۹۶۹	۰.۰۳۷۲
تعهد شرکا	۱.۷۹۴	۱۹.۹۶۷	۱۹.۲۵	۴۱.۰۱۱	۰.۰۸۶۲
اشتراک‌گذاری منابع	۱.۵۸۳	۲۸.۹۶۷	۱۶.۲۵	۴۶.۸	۰.۰۹۸۴
اعتماد	۱.۹۴۴	۰	۱۸.۸۷۵	۲۰.۸۱۹	۰.۰۴۳۷
هماهنگی	۱.۹۴۴	۱	۲۰.۳۷۵	۲۳.۳۱۹	۰.۰۴۹

## ۵. بحث و نتیجه گیری

توسعه صنایع پایین دستی حوزه نفت و گاز در کشور با توجه به تاکید سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی بر جلوگیری از خام فروشی و همچنین تشدید تحریم‌های مربوط به فروش نفت خام کشور، اهمیت ویژه‌ای یافته‌است. در همین راستا، توسعه صنعت پتروشیمی به عنوان یکی از مهمترین صنایع پایین دستی بخش نفت و گاز، اصلی‌ترین راهبرد کشور در سال‌های اخیر بوده‌است. در حال حاضر نیز مجتمع‌های پتروشیمی با سرعت بالایی در سطح کشور در حال توسعه هستند. با توجه به این که مجتمع‌های پتروشیمی نقش موثر در افزایش آلودگی‌های زیست محیطی دارند، انطباق رویه‌های توسعه پایدار و دستیابی به مدیریت زنجیره تامین پایدار در این صنعت اهمیت ویژه‌ای دارد. دستیابی به مدیریت زنجیره تامین پایدار، مستلزم برنامه‌ریزی و اتخاذ رویکردهای راهبردی است و با اقدامات جزئی محقق نخواهد شد. بنابراین، شناسایی مولفه‌های موثر بر انطباق پایداری در زنجیره تامین و تحلیل آن‌ها در چارچوب ساختار روابط علی، گام مهم و اساسی در مسیر گذار از زنجیره تامین سنتی به زنجیره تامین پایدار است.

نگاشت شناختی فازی به عنوان یکی از روش‌های توسعه یافته در چارچوب تحقیق در عملیات نرم، این قابلیت را دارد که ماهیت پیچیده و مبهم مسائل را در قالب روابط علی ساختاردهی کند. نگاشت شناختی فازی همچنین قابلیت تحلیل کمی مسئله را نیز برای تصمیم‌گیران و سیاستگذاران فراهم می‌کند. نگاشت شناختی فازی به عنوان یک روش شناسی مفید در زمینه‌های مختلف علمی از جمله مدلسازی و تصمیم‌گیری محسوب می‌شود (Papageorgiou, 2011). با این وجود اما، قابلیت‌های تصمیم‌سازی نگاشت شناختی فازی کمتر مورد استفاده قرار گرفته‌است. در این تحقیق با تکیه بر قابلیت‌های تکنیک نگاشت شناختی فازی در مدلسازی و تصمیم‌سازی مسئله، مولفه‌های موثر در دستیابی به مدیریت زنجیره تامین پایدار مورد تحلیل قرار گرفته‌است. بر اساس نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها، مبتنی بر ساختار علی توانمندسازهای مدیریت زنجیره تامین پایدار مولفه‌های اشتراک‌گذاری منابع بین شرکا در زنجیره تامین، تعهد شرکا به پایداری، تعهد به توسعه پایدار و آگاهی اعضای زنجیره تامین از پایداری به ترتیب بیشترین اثرگذاری را در انطباق پایداری در زنجیره تامین صنعت پتروشیمی دارند. با توجه به نتایج تحقیق، پیشنهاد می‌شود مدیران صنعت پتروشیمی به منظور دستیابی به زنجیره تامین پایدار بر سیاست‌هایی که سطح همکاری بین شرکت‌ها در زنجیره تامین را ارتقا می‌دهد، تمرکز

کنند. اتخاذ سیاست‌هایی از قبیل همکاری استراتژیک با اعضای زنجیره تامین، سرمایه‌گذاری مشترک، شراکت در سود و زیان از طریق خرید بخشی از سهام شرکت‌های همکار در زنجیره تامین می‌تواند به توسعه همکاری در زنجیره تامین و تداوم آن کمک کند. همچنین در راستای توسعه کاربرد نگاشت شناختی فازی پیشنهاد می‌شود ویژگی‌های پویای این روش در تحلیل مسئله با استفاده از تابع برازش مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، پیشنهاد می‌شود برای تحلیل مسائل حجیم از ساختار چندلایه‌ای نگاشت شناختی فازی استفاده شود.

**References**

- 1-Aguilar, J. (2013). Different dynamic causal relationship approaches for cognitive maps. *Applied Soft Computing*, 13(1), 271-282.
- 2-Azar A., & Anvari A., (2013). *Soft modeling in management*, Negahe Danesh Publishing, Tehran. (In Persian)
- 3-Azar A., Khosravani F., Jalali R., (2013). *Soft Operational Research*, Industrial Management Organization Publishing. (In Persian)
- 4-Baykasoglu, A. (2014). A review and analysis of “graph theoretical-matrix permanent” approach to decision making with example applications. *Artificial intelligence review*, 42(4), 573-605.
- 5-Beske, P., Land, A., & Seuring, S. (2014). Sustainable supply chain management practices and dynamic capabilities in the food industry: A critical analysis of the literature. *International Journal of Production Economics*, 152, 131–143.
- 6-BP Annual Report. (2013). [www.bp.com/.../bp.../BP\\_Annual\\_Report\\_and\\_Form\\_20F](http://www.bp.com/.../bp.../BP_Annual_Report_and_Form_20F).
- 7-Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(5), 360–387.
- 8-Chardine-Baumann, E., & Botta-Genoulaz, V. (2014). A framework for sustainable performance assessment of supply chain management practices. *Computers and Industrial Engineering*, 76(1), 138–147.
- 9-Das, D. (2017). Development and validation of a scale for measuring Sustainable Supply Chain Management practices and performance. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1344–1362.
- 10-Diabat, A., Kannan, D., & Mathiyazhagan, K. (2014). Analysis of enablers for implementation of sustainable supply chain management - A textile case. *Journal of Cleaner Production*, 83, 391–403.
- 11-Ding, H., Liu, Q., & Zheng, L. (2016). Assessing the economic performance of an environmental sustainable supply chain in reducing environmental externalities. *European Journal of Operational Research*, 255(2), 463–480.
- 12-ELKInGton, J. (2011). *Enter the triple bottom line*. 2004.
- 13-Esfahbodi, A., Zhang, Y., & Watson, G. (2016). Sustainable supply chain management in emerging economies: Trade-offs between environmental and cost performance. *International Journal of Production Economics*, 181, 350–366.

- 14-Garg, C. P., Sharma, A., & Goyal, G. (2017). A hybrid decision model to evaluate critical factors for successful adoption of GSCM practices under fuzzy environment. *Uncertain Supply Chain Management*, 5, 59–70.
- 15-Ghasemi, A., & Nadiri, M. (2016). Performance assessment of Iranian petrochemical companies using sustainable excellence model. *Safety Science*, 87, 280–291.
- 16-Gimenez, C., & Tachizawa, E. M. (2012). Extending sustainability to suppliers: a systematic literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(5), 531–543.
- 17-Giunipero, L. C., Hooker, R. E., & Denslow, D. (2012). Purchasing and supply management sustainability: Drivers and barriers. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 18(4), 258–269.
- 18-Gosling, J., Jia, F., Gong, Y., & Brown, S. (2017). The role of supply chain leadership in the learning of sustainable practice: Toward an integrated framework. *Journal of Cleaner Production*, 140, 239–250.
- 19-Hong, J., Zhang, Y., & Ding, M. (2018). Sustainable supply chain management practices, supply chain dynamic capabilities, and enterprise performance. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3508–3519.
- 20-Hussain, M., Awasthi, A., & Tiwari, M. K. (2016). Interpretive structural modeling-analytic network process integrated framework for evaluating sustainable supply chain management alternatives. *Applied Mathematical Modelling*, 40(5–6), 3671–3687.
- 21-Hutchins, M., & Sutherland, J. (2008). An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions. *Journal of Cleaner Production*.
- 22-Ilias, S. (2011). Iran's economic conditions: U.S. Policy issues. In *Economic and Political Issues in the Middle East* (pp. 83–120).
- 23-Jia, P., Diabat, A., & Mathiyazhagan, K. (2015). Analyzing the SSCM practices in the mining and mineral industry by ISM approach. *Resources Policy*, 46, 76–85.
- 24-Kosko, B. (1986). Fuzzy cognitive maps. *International journal of man-machine studies*, 24(1), 65-75.
- 25-Kosko, B. (1987, June). Adaptive inference in fuzzy knowledge networks. In *Proc. 1st Int. Conf. Neural Networks* (Vol. 2, pp. 261-268).
- 26-Kumar, D., & Rahman, Z. (2015). Sustainability adoption through buyer supplier relationship across supply chain: A literature review and conceptual framework. *International Strategic Management Review*, 3(1–2), 110–127.

- 27-Kumar, D., & Rahman, Z. (2016). Buyer supplier relationship and supply chain sustainability: Empirical study of Indian automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 131, 836–848.
- 28-Lim, M. K., Tseng, M. L., Tan, K. H., & Bui, T. D. (2017). Knowledge management in sustainable supply chain management: Improving performance through an interpretive structural modelling approach. *Journal of Cleaner Production*, 162, 806–816.
- 29-Luthra, S., Garg, D., & Haleem, A. (2016). The impacts of critical success factors for implementing green supply chain management towards sustainability: An empirical investigation of Indian automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 121, 142–158.
- 30-Luthra, S., Govindan, K., & Mangla, S. K. (2017). Structural model for sustainable consumption and production adoption—A grey-DEMATEL based approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 125, 198–207.
- 31-Mathivathanan, D., Kannan, D., & Haq, A. N. (2018). Sustainable supply chain management practices in India-n automotive industry: A multi-stakeholder view. *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 284–305.
- 32-Obiedat, M., & Samarasinghe, S. (2016). A novel semi-quantitative fuzzy cognitive map model for complex systems for addressing challenging participatory real life problems. *Applied Soft Computing*, 48, 91-110.
- 33-Özesmi, U., & Özesmi, S. L. (2004). Ecological models based on people's knowledge: a multi-step fuzzy cognitive mapping approach. *Ecological modelling*, 176(1), 43-64.
- 34-Papageorgiou, E. I. (2011, June). Review study on fuzzy cognitive maps and their applications during the last decade. In *Fuzzy Systems (FUZZ)*, 2011 IEEE International Conference on (pp. 828-835). IEEE.
- 35-Papageorgiou, E. I., Hatwágner, M. F., Buruzs, A., & Kóczy, L. T. (2017). A Concept Reduction Approach for Fuzzy Cognitive Map Models in Decision Making and Management. *Neurocomputing*, 232, 16-33.
- 36-Papageorgiou, E. I., & Salmeron, J. L. (2013). A review of fuzzy cognitive maps research during the last decade. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 21(1), 66-79.
- 37-Reefke, H., & Sundaram, D. (2017). Key themes and research opportunities in sustainable supply chain management – identification and evaluation. *Omega (United Kingdom)*, 66, 195–211.



- 38-Rosenhead, J., & Mingers, J., Translated by: Azar A. & Anvari A., (2013). Soft modeling in management, methods for constructing a problem in terms of the complexity of conflict uncertainty, Negahe Danesh Publishing. (in persian)
- 39-Sancha, C., Longoni, A., & Giménez, C. (2015). Sustainable supplier development practices: Drivers and enablers in a global context. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 21(2), 95–102.
- 40-Shibin, K. T., Gunasekaran, A., & Dubey, R. (2017). Explaining sustainable supply chain performance using a total interpretive structural modeling approach. *Sustainable Production and Consumption*, 12, 104–118.
- 41-Stindt, D. (2017). A generic planning approach for sustainable supply chain management - How to integrate concepts and methods to address the issues of sustainability? *Journal of Cleaner Production*, 153, 146–163.
- 42-Touboulic, A., & Walker, H. (2015). Theories in sustainable supply chain management: a structured literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 45(1/2), 16–42.
- 43-Tseng, M., Lim, M., & Wong, W. (2015). Sustainable supply chain management: A closed-loop network hierarchical approach. *Industrial Management & Data*. Retrieved from
- 44-Wan Ahmad, W. N. K., Rezaei, J., Tavasszy, L. A., & de Brito, M. P. (2016). Commitment to and preparedness for sustainable supply chain management in the oil and gas industry. *Journal of Environmental Management*, 180, 202–213.
- 45-Wilhelm, M., Blome, C., Wieck, E., & Xiao, C. Y. (2016). Implementing sustainability in multi-tier supply chains: Strategies and contingencies in managing sub-suppliers. *International Journal of Production Economics*, 182, 196–212.
- 46-Zhang, M., Tse, Y. K., Doherty, B., Li, S., & Akhtar, P. (2018). Sustainable supply chain management: Confirmation of a higher-order model. *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 206–221.

