*پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری*
*دوره ۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸*

# بررسی رابطه بین ساختار شبکه تأمین با کارایی تولید: رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی و تحلیل پوششی داده‌ها

**مهین ثابت سروستانی[۱]، عباس مقبل باعرض[۲*]، عادل آذر[۳]، امیر افسر[۴]**

۱- دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳- استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴- استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

دریافت: ۱۳۹۷/۹/۷ پذیرش: ۱۳۹۸/۳/۱۶

## چکیده

بسیاری از محصولات در شبکه‌ای از شرکت‌های به هم مرتبط تولید می‌شوند. از دیدگاه شبکه تأمین، جایگاه نسبی شرکت‌ها در ارتباط با یکدیگر بر استراتژی و رفتار آن‌ها مؤثر است. علی‌رغم اهمیت چنین شبکه‌هایی، کمتر درباره الگوهای ارتباطی و پیچیدگی ساختاری آن‌ها بحث شده است. رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی یک روش مناسب برای مدل‌سازی و شناخت پیچیدگی‌های ساختاری چنین شبکه‌هایی است. ازاین‌رو در این مطالعه از داده‌های جمع‌آوری‌شده از روابط تأمین‌کننده –خریدار ۴۵ شرکت شبکه تأمین فولاد ایران به‌منظور بررسی اثر متغیرهای مرکزیت برگرفته از تحلیل شبکه اجتماعی بر کارایی اجزای شبکه استفاده شد. در یک فرایند چندمرحله‌ای از تحلیل پوششی داده‌ها با مدل BCC ورودی محور برای اندازه‌گیری کارایی در سطح شرکت‌ها و از تحلیل شبکه اجتماعی برای محاسبه ویژگی‌های مرکزیت شبکه تأمین استفاده شد. سپس با استفاده از رگرسیون پانلی با اثرات ثابت، متغیرهایی که بیشترین ارتباط را با کارایی دارند، شناسایی شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که در شبکه روابط لجستیکی، مرکزیت درون درجه‌ای و بینابینی با کارایی رابطه مستقیم و مرکزیت برون درجه‌ای با آن رابطه معکوس دارند. همچنین، در شبکه روابط قراردادی نیز مرکزیت درجه رابطه مستقیم و مرکزیت بردار ویژه رابطه معکوس با کارایی دارد.

---

*نویسنده مسئول مقاله: E-mail: moghbela@modares.ac.ir

**واژگان کلیدی**: ساختار شبکه تأمین؛ تحلیل شبکه اجتماعی؛ تحلیل پوششی داده‌ها؛ صنعت فولاد.

## ١- مقدمه

توسعه سریع فنّاوری، جهانی‌سازی و انتظارات متنوع مشتری در حال تغییر دادن نوع رقابت‌های بازار است. در این بازار رقابتی و پویا هیچ شرکتی نمی‌تواند انتظار داشته باشد تا محصول، فرایند یا مزیت خدمتی خود را بدون یکپارچگی استراتژی‌هایش با شبکه تأمین بسازد. در گذشته، چیزی که در بیرون چهاردیواری کسب‌وکار اتفاق می‌افتاد در درجه دوم اهمیت در مقایسه با اجرای استراتژی‌هایی قرار داشت که برای مدیریت کارای فرآیندهای مهندسی، تولید، بازاریابی، فروش و فعالیت‌های داخلی طراحی شده بود. در مقابل، هم‌اکنون معیار موفقیت شرکت‌ها و توانایی آن‌ها در آینده‌نگری در راستای اتحاد با شرکای خود برای دستیابی به شایستگی‌های منحصربه‌فرد، منابع فیزیکی و ارزش بازار است [١]. در نتیجه می‌توان این‌گونه استدلال کرد که یکی از مهم‌ترین انتقال‌های پارادایمی مدیریت نوین کسب‌وکار این است که شرکت‌ها به‌صورت موجودیت‌های مستقل رقابت نمی‌کنند بلکه آن‌ها وارد عرصه رقابت بین شبکه‌ای شده‌اند. ازاین‌رو، موفقیت نهایی یک کسب‌وکار به توانایی مدیریت آن برای یکپارچه کردن شبکه درهم‌تنیده روابط بین شرکتی بستگی دارد [٢]. اهمیت زیاد روابط بین سازمانی باعث شده شرکت‌هایی که طیف گسترده‌ای از صنایع را در برمی‌گیرند. استراتژی‌های رقابتی خود را مبتنی بر استفاده از شایستگی‌ها و قابلیت‌های نوآورانه اجزای شبکه تأمین خود قرار دهند [١]. در همین راستا، از میان ابعاد مختلف شبکه تأمین، مدیریت روابط تأثیر شگرفی بر سطح عملکرد شرکت‌ها داشته و نقش مهمی در استراتژی تولیدی به‌ویژه در محیط‌های نامطمئن و پویا ایفا می‌کند [٣]. علی‌رغم تبیین‌های مختلفی که درباره خلق ارزش در روابط بین سازمانی پیشنهاد شده است اما دانش کمی درباره چگونگی حاکمیت خلق ارزش در این‌گونه روابط وجود دارد [۴]. از طرف دیگر، ازآنجاکه تصمیمات شبکه تأمین اغلب به ملاحظات تعداد زیادی از عوامل از ابعاد و دیدگاه‌های مختلف نیاز دارد، وقتی تصمیم‌گیری در این شبکه‌ها مبتنی بر مفروضات غیر پیچیده باشد (مثل خطی بودن، دوتایی تأمین‌کننده -خریدار، اتصال ضعیف، محیط ایستا، رفتار ثابت

و غیر تطبیقی)، مسائل اغلب مخفی می‌مانند و فرصت کافی برای درک و بهبود فرایندهای مهم از دست می‌رود [۵]. درک ابعاد ساختاری شبکه تأمین پیش‌زمینه تحلیل و مدل‌سازی روابط شبکه تأمین است [۶]. رویکردهای تحلیل و مدل‌سازی سنتی مانند چارچوب خطی زنجیره ارزش پورتر، بر روابط خطی خریداران و تأمین‌کنندگان متمرکز است. اگرچه این دیدگاه ممکن است برای برنامه‌ریزی جنبه های فنی تبادل بین خریداران و فروشندگان مفید باشد، اما در بررسی اثرات نظام‌مند نشات گرفته از جنبه‌های ریخت‌شناسی و رفتاری پیچیده ذاتی در شبکه‌های تعامل ناتوان است [۷]. در نتیجه، چالش پیش روی پژوهشگران این است که چطور روابط نامنظم و پیچیده ظهوریافته بین تأمین‌کنندگان و خریداران را بررسی کنند. تحلیل شبکه اجتماعی[1]، ابزارهایی را برای کمّی کردن ویژگی‌های ساختاری درون شبکه‌های پیچیده ارائه می‌دهد [۸]. ازاین‌رو، این پژوهش نخست با مرور جامع مبانی نظری پژوهش به دنبال شناسایی آن دسته از ویژگی‌های مرکزیت شبکه تأمین در صنعت فولاد است که بر کارایی شبکه مؤثر بوده و بیشترین ارتباط را با کارایی تولید در شبکه تأمین این صنعت دارند.

## ۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

### ۲-۱- شبکه تأمین

زنجیره تأمین، زنجیره کسب‌وکارها به‌صورت یک‌به‌یک نیست، بلکه شبکه‌ای از چندین شرکت و روابط بین آن‌ها است. در پژوهش‌های مدیریت زنجیره تأمین، اصطلاح نسبتاً جدید شبکه نشان‌دهنده نیاز به درنظرگرفتن زنجیره‌های تأمین به‌عنوان شبکه‌ای از شرکت‌ها است تا از این راه کارایی عملیاتی و عملکرد بهبودیافته و در نهایت مزیت رقابتی پایدار به دست آید [۹]. از طرف دیگر برخی پژوهشگران، زنجیره تأمین را به‌عنوان یک سیستم پیچیده متشکل از فعالیت‌ها، افراد، زیرساخت‌های فیزیکی، فنّاورانه و سیاست‌ها می‌دانند که وظایف تدارک مواد اولیه، تبدیل مواد خام به محصولات نهایی یا نیمه ساخته و انتقال محصولات را به عهده دارد. در نهایت، مجموع و تعامل این عناصر بر ویژگی‌های کل سیستم، رفتار، عملکرد و فعالیت‌های آن اثر می‌گذارد. در این دیدگاه، همانند هر سیستم فنی-اجتماعی، درک جامع عملکرد

1. Social network analysis

و رفتار سیستم‌های زنجیره تأمین نیاز به ملاحظه هر دو جنبه اجتماعی و فنی دارد. ازآنجاکه رویکردهای سنتی مدل‌سازی مدیریت عملیات و مهندسی عمدتاً بر جنبه فنی متمرکز هستند و نمی‌توانند پیچیدگی ذاتی در سیستم‌های زنجیره تأمین را توصیف و درک کنند، استفاده از دیدگاه‌های نوظهور بین‌رشته‌ای همانند رویکردهای تحلیل شبکه پیشنهاد شده است [١٠]. از تحلیل شبکه که مبتنی بر نظریه‌های علوم اجتماعی، سازمانی، پیچیدگی و گراف است برای مدل‌سازی، تحلیل، تجسم ساختار، پویایی‌شناسی و تدوین استراتژی در سیستم‌های شبکه تأمین استفاده می‌شود. بلامی و بیسول[1] در سال ٢٠١٣ با بررسی پژوهش‌های تحلیل شبکه مرتبط با سیستم‌های زنجیره تأمین[2]، به سه موضوع اصلی ساختار (همانند معماری سیستم)، پویایی‌شناسی (همانند رفتار سیستم) و استراتژی (همانند سیاست و کنترل سیستم) این شبکه‌ها اشاره کردند. معماری سیستم‌های شبکه تأمین می‌تواند به‌عنوان یک شبکه پیچیده مدل‌سازی شود که در آن، گره‌ها اجزای سیستم مثل شرکت‌ها، تأمین‌کنندگان، تسهیلات و مشتریان هستند. رفتار سیستم به شکل‌گیری، تغییر و تکامل سیستم‌های زنجیره تأمین در طول زمان برمی‌گردد. کنترل و سیاست سیستم نیز به هنر برنامه‌ریزی، تطبیق و اجرای برنامه برای دستیابی به اهداف شرکت توجه دارد که بسیاری از عناصر استراتژی شرکت را شامل می‌شود [٧].

### ٢-٢- تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده، یک مدل برنامه‌ریزی خطی برای ساخت مرز تولید ناپارامتریک و اندازه‌گیری کارایی تولید است. از زمان پیدایش آن تا امروز، چندین مدل تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس محور (ورودی یا خروجی محور)، وجود بازدهی نسبت به مقیاس ثابت یا متغیر و این‌که آیا امکان دارد ورودی‌ها در میان دیگران کنترل شوند یا نه توسعه داده شده است [١١]. این تکنیک اولین بار به‌وسیله چارلز کوپر و رودرز[3] سال ١٩٧٨ مطرح شد، مدل اولیه مطرح‌شده توسط آن‌ها فرض می‌کرد که بازده نسبت به مقیاس در فرایندهای تولیدی ثابت است. سپس آن‌ها یک مدل جایگزین را برای بازدهی نسبت به مقیاس متغیر پیشنهاد دادند [١٢]. در این پژوهش برای

1. Bellamy and Basole
2. Supply Chain Systems
3. Charnes, Cooper and Rhodes

ارزیابی عملکرد از تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. این انتخاب، امکان ارزیابی کارایی نسبی تولید را بدون ایجاد مفروضات ذهنی درباره فرایند تولید امکان‌پذیر می‌کند و مانع به وجود آمدن مشکلات ناسازگاری[1] می‌شود. شبکه مورد بررسی در این پژوهش متشکل از انواعی از صنایع و بازارها است. در چنین شرایطی، وجود عوامل برون‌زایی مثل رقابت ناقص، قوانین دولتی و محدودیت مالی باعث می‌شود شرکت‌ها در سطحی بالاتر یا پایین‌تر از بازدهی به مقیاس رفتار کنند [۸]. از این رو، از مدل بازدهی نسبت به مقیاس متغیر استفاده شد تا نشان دهد که یک شرکت در مقیاس خود به چه میزان کارایی دارد. در نتیجه، در این پژوهش برای محاسبه کارایی از مدل BCC ورودی محور استفاده شده است که صورت اصلی این مدل با توجه به شبکه موردبررسی به‌صورت زیر است:

$$\boldsymbol{\theta}^{*} = \boldsymbol{min\theta_0} \tag{۱}$$

$$s.t. \sum_{j=1}^{J} x_{mj} \leq \theta_0 x_{m0}, m = 1, \dots 2 \tag{۲}$$

$$\sum_{j=1}^{J} \lambda_j y_j \geq y_0 \tag{۳}$$

$$\sum_{j=1}^{J} \lambda_j = 1 \tag{۴}$$

$$\lambda_j \geq 0, \qquad j = 1, \dots, J \tag{۵}$$

1. Misspecification Problems

در مدل بالا x ورودی‌های شامل نیروی کار و سرمایه و y خروجی یا همان فروش شرکت است. $\theta^*$ معیار کارایی وردی محور فارل برای شرکت o است. $J$ تعداد کل شرکت‌های موردبررسی در شبکه است که در اینجا ۴۵ شرکت می‌باشد. $\lambda_j$ وزن‌های غیرمنفی نقاط مرزی تعریف‌شده هستند، $x_{m0}$ مقدار ورودی m که توسط شرکت o استفاده شده است و $y_0$ مقدار خروجی تولیدشده توسط شرکت o است. همچنین ازآنجایی‌که شرکت‌های تشکیل‌دهنده ی شبکه تأمین فولاد، از نظر اندازه، نوع فعالیت و فنّاوری متفاوت هستند برای کنترل اثر این عوامل بر مقدار کارایی مقادیر ورودی و خروجی با متوسط صنعت تعدیل شده است.

### ۳-۲- تحلیل شبکه اجتماعی

تحلیل شبکه اجتماعی با هدف تحلیل روابط از دهه ۱۹۴۰ در انسان‌شناسی مطرح شد و سپس، در جامعه‌شناسی آمریکایی و کانادایی تکامل و توسعه یافت. این روش بر پایه کار کرت لوین[1] در سال ۱۹۳۶ ( کسی که ویژگی انتزاعی ریاضیات را با ویژگی تفسیری/ذهنی جامعه‌شناسی و نظریه گراف در ریاضی بنا گذاشت) تعریف شده است. ایده این نظریه به مقوله سوسیومتری[2] ارتباط دارد که زمینه لازم را برای تحلیل، اندازه‌گیری و درک ارزش رابطه فراهم کرد [۱۳]. اساس تحلیل شبکه این عقیده است که برای توضیح سازمان‌دهی اجتماعی نباید از محرک‌های درونی یا نیروهای خارجی انتزاعی استفاده کرد، بلکه می‌توان ساختار روابطی را که محدودکننده یا توانمندساز هستند موردبررسی قرار داد. تحلیل شبکه اجتماعی یک روش تحلیلی و یک رویکرد است که امکان بررسی عمیق ویژگی‌های ساختاری و روابط ذاتی شبکه‌ها را فراهم می‌کند. این روابط و ویژگی‌ها به‌راحتی به‌وسیله رویکردهای پژوهشی سنتی قابل‌درک نیستند [۱۴]. این شبکه‌ها می‌توانند از دیدگاه کلان (مثل سطح بین سازمانی) با تمرکز بر سازمان‌ها یا نهادها یا از دیدگاه خرد (مثل سطح بین فردی) با تمرکز بر کنشگران فردی نیز بررسی شوند [۱۵]. چارچوب مرسوم برای تحلیل شبکه اجتماعی، رویکرد ریاضی نظریه گراف است که شبکه‌ها را به‌صورت گراف ساده یا جهت‌دار در نظر می‌گیرد [۱۶].

---

1. Kurt Lewin
2. Sociometry

### ۴-۲- ویژگی‌های ساختاری در تحلیل شبکه اجتماعی

یک شبکه متشکل از مجموعه‌ای از گره‌ها و روابط بین آن‌ها است و تحلیل شبکه اجتماعی، الگوی روابط در شبکه را تحلیل می‌کند. پژوهشگران برای ارزیابی ویژگی‌های ساختاری این شبکه‌ها، بسیاری از معیارهای تحلیلی شبکه را در دو سطح گره و شبکه توسعه داده‌اند. معیارهای سطح فردی، نحوه قرارگیری یک گره (کنشگر) نسبت به دیگران را درون شبکه نشان می‌دهد؛ درحالی‌که معیارهای سطح شبکه از دیدگاه یک مشاهده‌گر، نحوه سازماندهی روابط در کل شبکه را اندازه می‌گیرد [۹]. مهم‌ترین مفهوم در سطح گره، مرکزیت است. در این پژوهش از معیارهای مرکزیت درجه[1]، نزدیکی[2]، بینابینی[3] و بردار ویژه[4] استفاده شده است. این رویکردها معروف‌ترین معیارهای سطح گره هستند که جایگاه کنشگر در شبکه را تعیین می‌کنند [۱۵]. جدول (۱) ویژگی‌های ساختاری شبکه را با فرمول ارائه می‌دهد [۱۷].

**جدول ۱ معیارهای ساختاری شبکه در تحلیل شبکه اجتماعی**

| معیار | تعریف | روش محاسبه | توصیف پارامتر |
|---|---|---|---|
| مرکزیت بینابینی | مقداری که یک شرکت می‌تواند در بین شبکه قرار گیرد و بر تعامل‌ها بین دیگر شرکت‌ها در شبکه تأمین کنترل داشته باشد. | $BC_i = \sum_{q;j\neq i}^{0} P_{q;i;j}$ | $P_{q;i;j}$ سهم کوتاه‌ترین مسیرها بین q و j که از طریق i اجرا می‌شود |
| مرکزیت نزدیکی | مقداری که یک شرکت اختیار کنترل اقدامات دیگران را از نظر دسترسی به اطلاعات در شبکه تأمین دارد. | $CC_i = \sum_{i=1}^{n} d(P_i;P_j)$ | $d(P_i;P_j)$ تعداد پیوندها در کوتاه‌ترین مسیر اتصال $P_j$ و $P_i$ نشان می‌دهد |
| مرکزیت بردار ویژه | مقداری که یک شرکت قدرت تأثیرگذاری بر اقدامات دیگر شرکت‌ها در شبکه تأمین را از طریق ارتباط مستقیم خود با شرکت‌های دارای قدرت رابطه‌ای بالاتر، دارد. | $EC_i = \alpha \sum_{j}^{0} A_{ij}C_j$ | $A_{ij}$ نشان می‌دهد ماتریس مجاورت روابط شبکه تأمین، $\alpha$ ثابت است و $C_j$ مرکزیت موجودیت j شبکه تأمین نشان می‌دهد. |
| مرکزیت درجه | مقدار فعالیت در کل شبکه | $D = {}^{n_i}/_{n}$ | $n_i$ شرکای مستقیم شرکت مرکزی i را نشان می‌دهد و n تعداد کل شرکت‌ها در شبکه را نشان می‌دهد. |

1. Degree Centrality
2. Closeness Centrality
3. Betweenness Centrality
4. Eigenvector Centrality

### مرکزیت درجه

مرکزیت درجه تعداد پیوندهای مستقیم یک کنشگر با دیگر کنشگران در شبکه را اندازه می‌گیرد. شبکه مستقیم شامل پیوندهایی است که در جهت‌های خاصی پخش می‌شود (همانند فرستادن اطلاعات) و ازاین‌رو، مرکزیت درجه می‌تواند به مرکزیت درجه درونی و بیرونی تقسیم شود. مرکزیت درون درجه‌ای، تعداد پیوندهای مستقیم به کنشگران مرکزی و مرکزیت برون درجه‌ای، تعداد پیوندهای مستقیم از کنشگر مرکزی به دیگر کنشگران در شبکه را منعکس می‌کند [۱۵]. در شبکه مستقیم جریان مواد، تمرکز بر روی آغاز و یا پایان جریان است. مرکزیت درون درجه‌ای، اندازه روابط بالادستی مجاور و مرکزیت برون درجه‌ای، اندازه رابطه پایین‌دستی را نشان می‌دهد [۹].

### مرکزیت نزدیکی

به میزان نزدیکی یک کنشگر به دیگر کنشگران در شبکه اشاره می‌کند. کنشگران با مرکزیت نزدیکی بالا می‌توانند به‌سرعت با دیگر کنشگران در شبکه تعامل کنند. گره با مرکزیت نزدیکی بالاتر، آزادی بیشتری برای نفوذ در دیگران و ظرفیت بالاتری برای اقدام مستقل دارد. چنین گره‌هایی کمتر به دیگر گره‌ها متکی هستند [۱۸].

### مرکزیت بینابینی

مرکزیت بینابینی مقداری که یک کنشگر در بین دیگر کنشگران قرار گرفته است را می‌سنجد. مرکزیت بینابینی بالا نشان می‌دهد که دیگر کنشگران در شبکه به این کنشگر وابسته‌اند زیرا زمان موردنیاز برای رسیدن به دیگر کنشگران در شبکه را تعدیل می‌کند [۹]. کنشگر با بینابینی بالا نقش دلال[1] یا دروازه بان[2] را دارد که از قابلیت کنترل دیگران برخوردار است همانند کنشگری که بر جریان درون شبکه نفوذ بالایی دارد [۱۹]. به‌عبارت‌دیگر، یک گره با مرکزیت بینابینی بالا ظرفیت بالاتری برای تسهیل یا محدود کردن تعامل‌ها در بین دیگر گره‌ها دارد [۹].

### مرکزیت بردار ویژه

رویکرد بردار ویژه تلاشی برای کشف مرکزی‌ترین کنشگران از نظر ساختار کلی یا جهانی[3] شبکه است و کمتر به الگوهایی که محلی[1] هستند توجه دارد [۱۹]. این معیار نشان دهنده میزان نفوذ و سهولت دسترسی به اطلاعات است [۲۰].

---

1. Broker
2. Gatekeeper
3. Overall or Global

### ۵-۲- پیشینه پژوهش

علی‌رغم این‌که تاکنون پژوهش‌های بسیاری در حوزه کارایی و زنجیره تأمین انجام شده است ولی در اینجا ما صرفاً به پژوهش‌هایی اشاره کرده‌ایم که از تحلیل شبکه اجتماعی و کارایی یا عملکرد در حوزه شبکه تأمین استفاده کرده‌اند.

آتوری و گالیسیک[۲] به‌منظور بررسی چگونگی اثرگذاری موفقیت یا شکست در عملکرد قبلی بر تغییر روابط خریدار-تأمین‌کننده، از معیار مرکزیت استفاده کردند[۲۱]. بندک[۳] و همکاران با تمرکز بر معیارهای توزیع درجه، مرکزیت درجه و میزان تودرتو[۴] بودن، اثرات ویژگی شبکه مشتری بر سودآوری تغییر مشتری از یک شرکت ارتباطی به دیگری را بررسی کردند [۲۲]. بوند[۵] و همکاران چگونگی تأثیر مرکزیت شبکه بر انتقال دانش، انتقال دانش بر عملکرد کل شبکه‌های دانش و چگونگی تأثیر این دو بر تعهد را تحلیل کردند [۲۳]. کارنوال و ینی یارت[۶] اثر متغیرهای ساختاری شبکه شامل اندازه شبکه، میزان تراکم و مرکزیت بینابینی شبکه را بر شکل‌گیری مشارکت عام به‌منظور تولید جدید بررسی کردند [۲۴]. کارتر[۷] و همکاران تأثیر مرکزیت بینابینی و نزدیکی را در پیاده‌سازی سیستم‌های لجستیکی تحلیل کردند [۲۵]. چو و لایکر[۸] برای بررسی اثر متغیرهای شبکه بر اجرای فعالیت‌های بهبود مستمر در شرکت‌های تولیدی آمریکا از معیارهای مرکزیت درجه بیرونی و درونی استفاده کردند [۲۶]. اکلیندر فریک[۹] و همکاران پس از شناسایی ابعاد سرمایه اجتماعی برای بررسی چگونگی اثرگذاری آن بر فرایندهای نوآوری کسب‌وکار از معیارهای انسجام زیرگروه‌ها، تراکم شبکه، اندازه شرکت، مرکزیت درجه و هم‌ارزی ساختاری استفاده کردند [۲۷] درحالی‌که بلامی[۱۰] و همکاران اثر مرکزیت اطلاعات و کارایی را بر بازده نوآوری شبکه تأمین سنجیدند [۲۸]. وان و همکاران[۱۱] نیز به بررسی معیار ثبات و ساختار شبکه در پروژه‌های نوآوری تحقیق و توسعه پرداختند

---

1. Local
2. Autry and Golicic
3. Benedek
4. Embeddedness
5. Bond
6. Carnovale and Yeniyurt
7. Carter
8. Choi and Liker
9. Eklinder-Frick
10. Bellamy
11. Von et al

[٢٩]. فاکس[1] و همکاران به تحلیل چگونگی استفاده از معیارهای مرکزیت درجه سازمان، مرکزیت بینابینی، مرکزیت نزدیکی برای ساخت شبکه‌های مشارکت استراتژیک به‌منظور دستیابی بیشتر به منابع دانش برون‌سازمانی که فعالیت‌های نوآوری را تقویت می‌کند، پرداختند [٣٠]. گائو[2] و همکاران با توجه به معیار تراکم شبکه اثر ساختار شبکه بر انگیزش و کارایی انتقال دانش بین تأمین‌کننده و خریدار را بررسی کردند [٣١]. در پژوهش ایوینجر و همکاران[3] از شاخص‌های مرکزیت شبکه برای پی بردن به درجه تمرکز بخش‌های حمل‌ونقل و بخش انبارداری استفاده شد [٣٢]. در پژوهش دیگری، کیم[4] و همکاران به توصیف ساختار زنجیره تأمین از نظر جریان مواد و روابط قراردادی از طریق شاخص‌های مرکزیت درجه (درونی- بیرونی)، مرکزیت بینابینی، مرکزیت نزدیکی، اندازه شبکه، تراکم شبکه، تمرکز، پیچیدگی پرداختند [٩]. پیت[5] و همکاران برای شناسایی کنشگران کلیدی و منافذ ساختاری و همین‌طور شبکه‌های غیررسمی در محیط‌های بین‌المللی شرکت- شرکت از معیارهای مرکزیت درجه (بیرونی-درونی)، مرکزیت نزدیکی (بیرونی و درونی)، مرکزیت بینابینی و منافذ ساختاری استفاده کردند [٣٣]. ترپند و آشنبام[6] چگونگی اثرگذاری قدرت، اعتماد و اندازه شبکه تأمین بر عملکرد تأمین‌کننده (تحویل، کیفیت، هزینه نوآوری، و انعطاف‌پذیری) را با استفاده از معیارهای اندازه شبکه و تعداد تأمین‌کنندگان بررسی کردند [٣٤]. در پژوهش دیگری، کائو و همکاران[7] [٨] نیز در یک فرایند چندمرحله‌ای با استفاده از رگرسیون خطی رابطه بین متغیرهای مرکزیت شبکه شامل مرکزیت درجه، نزدیکی، بینابینی و برداریژه را با کارایی شرکت‌های عمومی در آمریکا سنجیدند.

## ٣- مدل پژوهش

در این پژوهش به دنبال بررسی این امر هستیم که کدام یک از معیاری‌های مرکزیت در شبکه تأمین فولاد بر کارایی شرکت‌ها در این شبکه مؤثرند. با توجه به این‌که

1. Fox
2. Gao
3. Iyengar
4. kim
5. Pitt
6. Terpend et al
7. Kao et al

شبکه‌های تأمین را می‌توان از نظر روابط لجستیکی و قراردادی مورد تحلیل قرار داد، فرضیه‌های پژوهش با توجه به این دو نوع شبکه عبارت‌اند از:

۱. در شبکه تأمین حاصل از روابط لجستیکی (شبکه مستقیم):

- مرکزیت درجه بیرونی –درونی بر کارایی شرکت‌ها در شبکه تأمین فولاد تأثیر دارد؛
- مرکزیت بینابینی بر کارایی شرکت‌ها در شبکه تأمین فولاد تأثیر دارد.

۲. در شبکه تأمین مبتنی بر روابط قراردادی (شبکه غیرمستقیم):

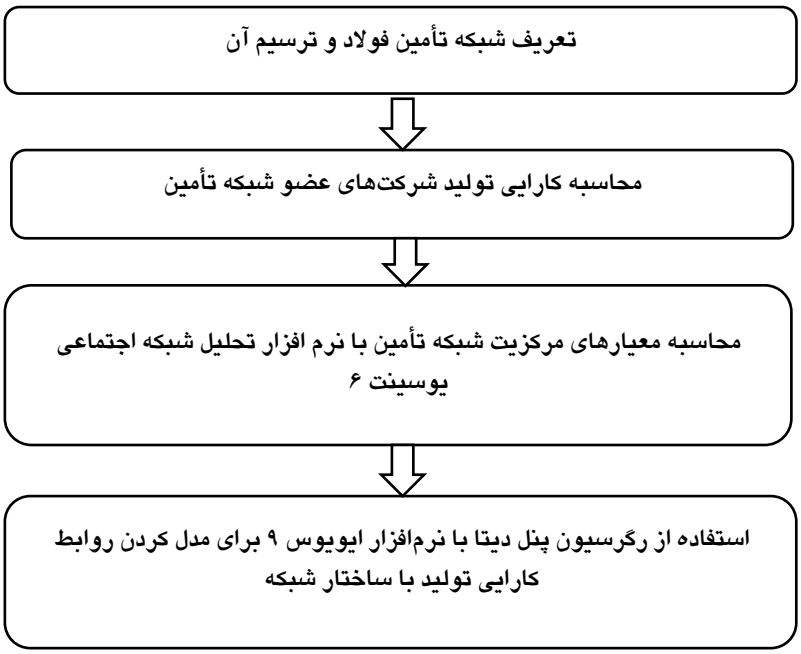
- مرکزیت نزدیکی بر کارایی شرکت‌ها در شبکه تأمین فولاد تأثیر دارد؛
- مرکزیت بردار ویژه بر کارایی شرکت‌ها در شبکه تأمین فولاد تأثیر دارد؛
- مرکزیت درجه بر کارایی شرکت‌ها در شبکه تأمین فولاد تأثیر دارد.

## ۴- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به بررسی ویژگی‌های ساختاری شبکه تأمین فولاد و ارتباط آن با کارایی پرداخته است. ازاین‌رو، روش پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از منظر روش گردآوری داده‌ها، پیمایشی است. جامعه آماری این پژوهش کلیه شرکت‌های فعال در زنجیره تأمین صنعت فولاد ایران است. با توجه به محدودیت دسترسی به اطلاعات کامل، روش نمونه‌گیری بر پایه نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شد. برای ساخت شبکه تأمین صنعت فولاد بعد از شناسایی چندین شرکت مطرح در این صنعت، با کد آیسیک دو رقمی ۲۷۱۰، در مرحله اول از آن‌ها خواسته شد تا مهم‌ترین تأمین‌کنندگان و فروشندگان عمده خود را در بازه زمانی سال‌های ۹۰ تا ۹۵ معرفی کنند. در مرحله دوم از بررسی صورت‌های مالی آن‌ها در این بازه زمانی، برای تکمیل لیست خروجی استفاده شد. پس از تهیه لیست نهایی، شرکت‌هایی که اطلاعات مالی آن‌ها در سایت کدال در دسترس بود انتخاب و مابقی حذف شدند. خروجی این فرایند غربالگری، ۴۵ شرکت فعال در شبکه تأمین فولاد شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار یوسینت[1]، شبکه ارتباطی این شرکت‌ها ترسیم شد. همان‌گونه که شکل (۲) نشان می‌دهد در این شبکه، گره‌ها اسامی ۴۵ شرکت شناسایی‌شده هستند و روابط بین آن‌ها همان روابط خریدار-

1. Ucinet

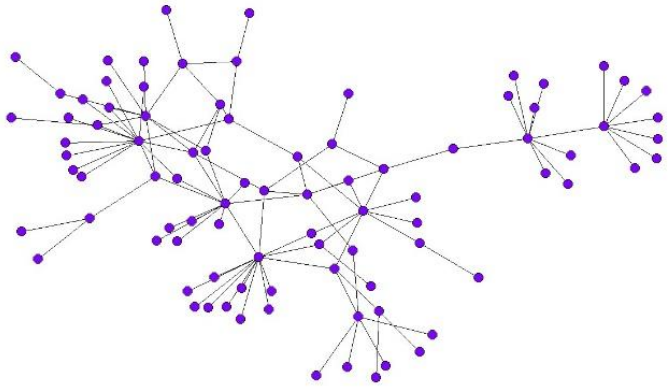
تأمین‌کننده است که مبتنی بر فروش کالای فیزیکی و روابط قراردادی تعریف شده است. در این پژوهش علاوه بر این داده‌های رابطه‌ای، از داده‌های کمی نیز استفاده شد. این داده‌های کمی مربوط به متغیرهای ورودی و خروجی برای تحلیل پوششی داده‌ها است که از صورت‌های مالی شرکت‌ها در بازه موردبررسی استخراج شد. شکل (١) گام‌های این پژوهش را نشان می‌دهد.




**شکل ١ گام‌های پژوهش**

## ٥- نتایج

برای ایجاد تصویر گرافیکی شبکه تأمین صنعت فولاد و محاسبه ویژگی مرکزیت شبکه در سطح شرکت از نرم‌افزار Ucinet 6 استفاده شده است. جدول (٢) اطلاعات توصیفی متغیرهای پژوهش و شکل (٢) تجسم این شبکه را نشان می‌دهد.



**شکل ۲ روابط شبکه تأمین فولاد**

**جدول ۲ متغیرهای پژوهش**

| نام متغیرها | | میانگین | انحراف معیار | کمینه | بیشینه |
|---|---|---|---|---|---|
| Y | کارایی تولید در سطح شرکت | ۰/۵۵۵ | ۰/۲۸۷ | ۰/۰۲۵ | ۱ |
| شبکه غیرمستقیم | | | | | |
| X1 | مرکزیت بردار ویژه | ۰/۱۱۹ | ۰/۱۲۶ | ۰/۰۲۳ | ۰/۵۲۳ |
| X6 | مرکزیت نزدیکی | ۰/۳۰۱ | ۰/۲۵۵ | ۰/۰۶۶ | ۱ |
| X2 | مرکزیت درجه | ۰/۱۱۹ | ۰/۱۲۷ | ۰/۰۲۳ | ۰/۵۲۳ |
| شبکه مستقیم | | | | | |
| X3 | مرکزیت درجه بیرونی | ۰/۴۳۶ | ۰/۰۷۸ | ۰/۳۵۳ | ۰/۶۴۷ |
| X4 | مرکزیت درجه درونی | ۰/۴۳۶ | ۰/۰۷۸ | ۰/۳۵۳ | ۰/۶۴۷ |
| X5 | مرکزیت بینابینی | ۰/۳۰۱ | ۰/۲۵۵ | ۰/۰۶۶ | ۱ |

در ادامه به‌منظور تعیین مدل مناسب (تلفیقی یا تابلویی با اثرات ثابت یـا تصـادفی) برای آزمون فرضیه‌ها، از آزمون اف-لیمر (چاو) و هاسمن استفاده شده است. نتـایج این آزمون در جدول (۳) ارائه شده است:

**جدول ۳ نتایج آزمون چاو و هاسمن برای مدل رگرسیونی**

| نام آزمون | آماره آزمون | سطح معناداری | نتیجه |
|---|---|---|---|
| آزمون لیمر (F) | ۵/۷۳ | ۰/۰۰۰ | استفاده از مدل پانل دیتا |
| آزمون هاسمن (H) | ۰ | ۱/۰۰۰ | این آزمون توانایی تشخیص اثرات ثابت یا تصادفی را ندارد. |

همان‌طور که در جدول (۳) ملاحظه می‌شود، آزمون لیمر نشان می‌دهد که مدل رگرسیونی مناسب برای این پژوهش رگرسیون پنل دیتا است. همچنین با توجه به آزمون هاسمن، به دلیل این‌که سطح معناداری آن «یک» است، این آزمون توانایی تشخیص بین اثرات ثابت و تصادفی را ندارد. بنابراین در مقایسه بین اثرات ثابت و تصادفی، اثرات تصادفی حدود ۳۶٪ توانایی توضیح مدل را دارند؛ درحالی‌که اثرات ثابت قادر به توضیح ۶۴٪ از تغییرات متغیر وابسته هستند، ازاین‌رو مدل اثرات ثابت انتخاب می‌شود. پس از شناسایی مدل رگرسیونی مناسب (رگرسیون پنل دیتا با اثرات ثابت) و اجرای آن با استفاده از نرم‌افزار eviews9، نتایج آن در جدول (۴) ارائه شده است.

**جدول ۴ نتایج رگرسیون پانل دیتا با اثرات ثابت**

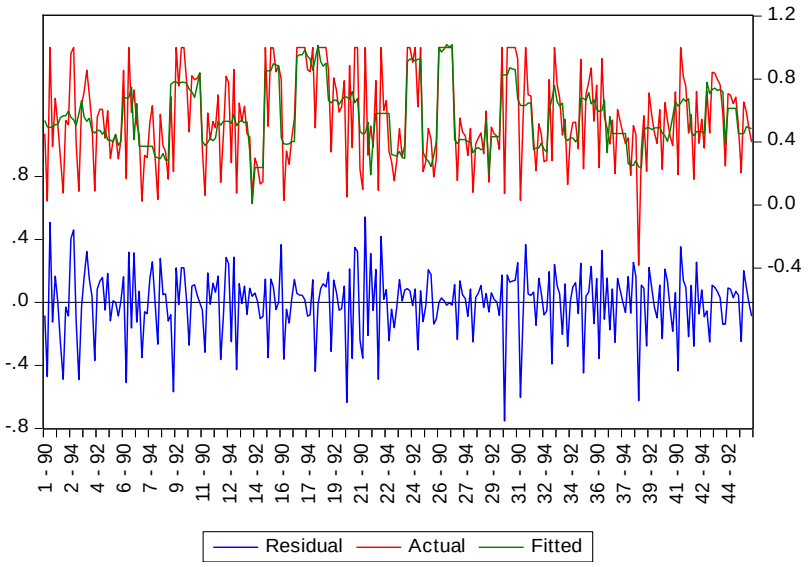
| متغیرهای مستقل | ضرایب رگرسیونی | آماره آزمون t | سطح معناداری |
|---|---|---|---|
| شبکه غیرمستقیم | | | |
| مرکزیت بردار ویژه | -۷/۲۹ | -۴/۸۷ | ۰/۰۰ |
| مرکزیت درجه | ۷/۲۹ | ۵/۲۶ | ۰/۰۰ |
| مرکزیت نزدیکی | -۰/۰۱ | -۰/۱۶ | ۰/۸۶ |
| شبکه مستقیم | | | |
| مرکزیت درجه بیرونی | -۳۵/۴۸ | -۴/۴۷ | ۰/۰۰۰ |
| مرکزیت درجه درونی | ۳۴/۷۳ | ۴/۳۸ | ۰/۰۰۰ |
| مرکزیت بینابینی | ۰/۱۹ | ۲/۵۸ | ۰/۰۱ |

برای بررسی مناسب بودن الگوی رگرسیون پنلی از ضریب تعیین، آماره F و برای بررسی عدم هم خطی بین متغیرها از آماره دوربین واتسون و عامل تورم واریانس استفاده شده است. جدول (۵) شاخص‌های موردبررسی را ارائه می‌دهد.

**جدول ۵ متغیرهای مناسب بودن مدل**

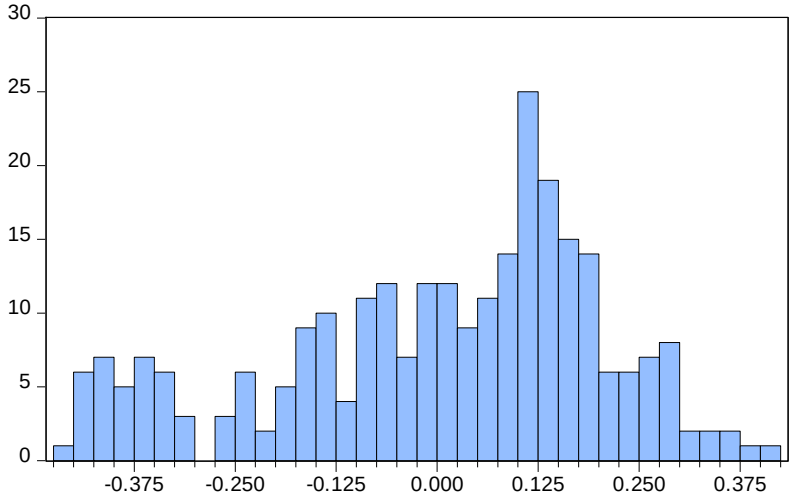
| | شبکه مستقیم | شبکه غیرمستقیم |
|---|---|---|
| ضریب تعیین | ۰/۸۶ | ۰/۸۹ |
| آمارF | ۳۰/۵۶ | ۴۱/۸۴ |
| سطح معناداری | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ |
| آماره دوربین واتسون | ۱/۸۲ | ۱/۸۷ |
| عامل تورم واریانس | ۱/۱ | ۱/۹۰ |

همچنین برای بررسی ثابت بودن واریانس باقی‌مانده‌ها که یکی درگیر از مفروضات رگرسیون چندگانه است از نمودار خطی پسماندها استفاده شده است. ازآنجا که نمودار شکل (۳) روند خاصی را نشان نمی‌دهد، ثابت بودن واریانس‌ها قابل تائید است.




**شکل ۳ نمودار خطی پسماندها در رگرسیون پنلی**

به‌منظور بررسی فرض نرمال بودن توزیع پسماندهای برازش‌شده، از آزمون جارک- برا و نمودار هیستوگرام استفاده شده است. نتایج آزمون جارک-برا نشان داد که توزیع پسماندها نرمال نیست ولی با توجه به نمودار هیستوگرام پسماند در شکل (۴)، مدل رگرسیونی متقارن و زنگوله‌ای شکل است و این موضوع مبین این نکته است که با وجود نرمال نبودن توزیع پسماند، این توزیع کاملاً متقارن بوده و مدل فاقد مشکلات آماری است.




**شکل۴ نمودار هیستوگرام پسماند مدل رگرسیونی**

## ۶- بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش در راستای شناسایی رابطه بین کارایی تولید و شاخص‌های مرکزیت شبکه تأمین صنعت فولاد طراحی شد. در شبکه تأمین هر پیوندی به دو شکل می‌تواند تفسیر شود: یکی روابط غیر جهت‌دار که ارتباط دو شرکت را از طریق یک فرآیند قراردادی نشان می‌دهد و دیگری رابطه جهت‌دار که نشان‌دهنده جریان لجستیکی تأمین‌کننده به خریدار است. معیارهای شبکه غیرمستقیم، تبادل دانش و نفوذ در بین شرکت‌ها و معیارهای شبکه مستقیم روابط لجستیکی بین آن‌ها را کمّی می‌کند [۸, ۹]. در این پژوهش، در شبکه مستقیم از معیارهای مرکزیت درجه بیرونی و درونی و مرکزیت بینابینی و در شبکه غیرمستقیم از معیارهای مرکزیت درجه،

نزدیکی و بردار ویژه برای بررسی ویژگی ساختاری شبکه تأمین فولاد ایران استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد در شبکه روابط قراردادی، معیار مرکزیت درجه با کارایی شرکت‌ها ارتباط مستقیم دارد. مطابق با تعریف فریمن[1] در سال ۱۹۷۹ که مرکزیت درجه را منعکس کننده مقدار فعالیت‌های رابطه‌ای می‌داند، به نظر می‌رسد در شبکه تأمین فولاد ایران، شرکت‌های دارای رابطه قراردادی بیشتر در شبکه، به دلیل گستره و نفوذ ارتباطی بیشتر بر دیگران، می‌توانند کارایی بیشتری داشته باشند [۳۵]. معیار دیگر بررسی‌شده رویکرد مرکزیت بردار ویژه بود که این رویکرد به دنبال پیدا کردن کنشگر مرکزی در ساختار کل شبکه (نه ساختار محلی) است. برخلاف پژوهش کائو و همکاران [۸] که رابطه مثبتی بین این معیار و کارایی گزارش کردند، یافته‌های این پژوهش نشان داد که کارایی شرکت‌های شبکه تأمین فولاد با این معیار رابطه معکوس دارد. معیار دیگر مورد بررسی مرکزیت نزدیکی بود؛ این معیار در شبکه تأمین بیان‌کننده میزان استقلال شرکت و میزان آزادی عمل آن برای دسترسی به‌موقع به منابع است. ادبیات پژوهش نشان داده است که مرکزیت نزدیکی مزایایی چون تحریف اطلاعاتی کمتر، توانایی بیشتر برای دسترسی به‌موقع به اطلاعات معتبر [۳۶] و افزایش قابلیت شرکت در زمینه تعادل عرضه و تقاضا دارد. همچنین برخی از پژوهشگران نشان دادند که شرکت‌های دارای مرکزیت نزدیکی بیشتر، از کارایی بیشتری نیز برخوردارند [۸, ۱۷]. بااین‌حال، در شبکه تأمین فولاد ایران این شاخص اثر معنی‌داری بر کارایی نداشت. ازاین‌رو می‌توان نتیجه گرفت لزوماً زنجیره تأمین کوتاه‌تر منجر به کارایی بیشتر شرکت‌ها در شبکه تأمین فولاد نمی‌شود.

از نظر روابط لجستیکی نیز، نتایج این پژوهش نشان داد که مرکزیت بینابینی با کارایی رابطه مستقیم دارد. شرکت با بینابینی بیشتر به‌عنوان محور یا هاب عمل کرده که مواد را در زنجیره‌های تأمین انتقال می‌دهد. شرکت‌هایی که در جایگاه بینابینی نسبت به سایر شرکت‌ها قرار دارند به ازای مزایایی که برای آن‌ها ایجاد می‌شود، از کارایی بالاتری نسبت به سایر اعضا برخوردار هستند. در مقابل عملکرد ضعیف آن‌ها در تطابق با تغییرات تقاضا می‌تواند منجر به اختلال در کل شبکه و جریان نرمال محصول شود[۳۷]. بیسول نیز در پژوهش خود نشان داد که

1. Freeman

شرکت‌های دارای عملکرد بالاتر مرکزیت بینابینی بیشتری دارند [۱۷] که این مشاهده، نتیجه حاصل از این پژوهش را تائید می‌کند. همچنین این پژوهش نشان داد که مرکزیت درون درجه‌ای برخلاف مرکزیت برون درجه‌ای با کارایی شرکت‌ها در شبکه رابطه مستقیم دارد. مرکزیت درون درجه‌ای، اندازه روابط بالادستی مجاور و مرکزیت برون درجه‌ای، اندازه رابطه پایین‌دستی مجاور را نشان می‌دهد. ازاین‌رو می‌توان نتیجه گرفت که در شبکه فولاد، داشتن تأمین‌کنندگان بیشتر بر کارایی شرکت‌ها اثرگذار است. یک شرکت با مرکزیت درجه درونی بالاتر می‌تواند نقش ادغام کننده را در شبکه ایفا کند زیرا آن‌ها وظیفه دارند که مجموعه‌ای از قطعات را از تأمین‌کنندگان مختلف سازماندهی و یکپارچه کنند تا ازاین‌رو یکپارچگی کل محصول یا خدمت حفظ شود [۳۸]. از طرف دیگر، یافته‌های این پژوهش نشان داد که داشتن مرکزیت برون درجه‌ای بالاتر، اثر معکوس بر کارایی شرکت‌های شبکه تأمین فولاد دارد. این مرکزیت، به تعداد زیاد مشتریان و مشکلات مدیریت کردن نیازهای آن‌ها اشاره دارد. مشابه با یافته‌های این پژوهش، فرولیچ و وستبروک[1] نیز مطرح کردند که اگر شرکتی مشتریان مستقیم پایین‌دستی بیشتری داشته باشد با چالش‌های بیشتری در زمینه تحویل به‌موقع، مقرون‌به‌صرفه بودن موجودی و مدیریت سفارش‌های مشتریان مواجه است. بنابراین، تعداد مشتریان مستقیم و بار عملیاتی مرتبط با یکپارچگی تقاضا و تخصیص منابع دارای همبستگی مثبت هستند [۳۹]. در مقابل، کیم نشان داد که یک شرکت با مرکزیت برون درجه‌ای بالاتر می‌تواند یک تأمین‌کننده مشترک برای چندین شرکت پایین‌دستی باشد تا برای تجمیع تقاضا از دامنه گسترده‌ای از مشتریان، مقرون به‌صرفه‌تر عمل کند [۹]. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که کارایی یک شرکت در شبکه تأمین علاوه بر تصمیمات خود شرکت، تحت تأثیر تصمیمات شرکت‌های خارج از محدوده‌ی کنترل آن‌ها نیز است. ازاین‌رو نظارت بر تغییرات ساختاری شبکه تأمین در سرتاسر همسایگی یک شرکت، حتی درباره فعالیت‌های غیر مرتبط نیز ضروری است. در نتیجه تجسم ساختار توپولوژیک و شناخت ویژگی‌های ساختاری شبکه، به تقویت توانایی شناختی پژوهشگران برای تشخیص الگوهای تکاملی هر شرکت و شبکه حاصل از ارتباطات آن‌ها کمک کرده و منجر به مدیریت بهتر روابط بین شرکتی

1. Frohlich and Westbrook

می‌شود. در این راستا شرکت‌های با عملکرد بالا به‌طور پیوسته در پی ساخت و مدیریت روابط خود هستند و تمایل به رابطه بلندمدت‌تر دارند زیرا که منجر به قدرت و نتایج سودمندی می‌شود. البته ساخت چنین روابطی نیاز به استراتژی‌های به‌خوبی تدوین شده دارد. بسیاری از نظریه‌پردازان شبکه، برای بررسی شبکه تأمین از دیدگاه تحلیل شبکه اجتماعی، آن را به‌عنوان شبکه خودمحور در نظر می‌گیرند. بر طبق این دیدگاه، شبکه تأمین مجموعه‌ای از تمامی شرکت‌هایی است که دارای روابط تأمین مستقیم (به -از) (داخلی و خارجی) با یک شرکت مرکزی هستند. اگرچه، ازنظر روش‌شناسی، رویکرد شبکه خودمحور نسبتاً آسان بوده و به درک بصری نظریه‌پردازان زنجیره تأمین از شبکه تأمین بسیار نزدیک است، اما کاملاً متناسب با شبکه واقعی نیست، زیرا نظریه‌پردازان زنجیره تأمین همیشه به تمامی اطلاعات موردنیاز برای ساخت شبکه دسترسی ندارند. با توجه به این توضیحات، در این پژوهش نیز تنها از اطلاعات قابل‌دسترس برای ساخت شبکه تأمین فولاد استفاده شد. در نتیجه شبکه تأمین حاصل یک شبکه کامل نبوده و بحث تعمیم‌پذیری نتایج در این پژوهش چندان مطرح نیست. در نهایت به‌عنوان پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی می‌توان به تحلیل ساختار شبکه در سایر صنایع اشاره کرد تا از این طریق به بررسی مقایسه‌ای معیارهای مؤثر بر کارایی در صنایع مختلف پرداخت. همچنین پیشنهاد می‌شود علاوه بر رگرسیون، از سایر روش‌های داده‌کاوی مانند شبکه عصبی نیز برای بررسی رابطه بین متغیرهای ساختاری و عملکرد استفاده شود.

## ۷- منابع


[1] Ross, D.F., Introduction to e-supply chain management: engaging technology to build market-winning business partnerships. 2016: CRC Press.

[2] Lambert, D.M. and M.G. Enz, Issues in supply chain management: Progress and potential. Industrial Marketing Management, 62, 2017, 1-16.

[3] Hoyt, J. and F. Huq, From arms-length to collaborative relationships in the supply chain: An evolutionary process. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 30(9), 2000, 750-764.

[4] Hammervoll, T., Value creation in supply chain relationships: a critique of governance value analysis. European Journal of Marketing, 43(5/6), 2009, 630-639.

[5] Pathak, S.D., et al., Complexity and Adaptivity in Supply Networks: Building Supply Network Theory Using a Complex Adaptive Systems Perspective. Decision Sciences, 38(4), 2007, 547-580.

[6] Min, H. and G. Zhou, Supply chain modeling: past, present and future. Computers & Industrial Engineering, 43(1), 2002, 231-249.

[7] Bellamy, M.A. and R.C. Basole, Network analysis of supply chain systems: A systematic review and future research. Systems Engineering, 16(2), 2013, 235-249.

[8] Kao, T.-W.D., et al., Relating supply network structure to productive efficiency: A multi-stage empirical investigation. European Journal of Operational Research, 259(2), 2017, 469-485.

[9] Kim, Y., et al., Structural investigation of supply networks: A social network analysis approach. Journal of Operations Management, 29(3), 2011, 194-211.

[10] Basole, R.C., et al., Models of Complex Enterprise Networks. Journal of Enterprise Transformation, 1(3), 2011, 208-230.

[11] Martínez-Núñez, M. and W.S. Pérez-Aguiar, Efficiency analysis of information technology and online social networks management: An integrated DEA-model assessment. Information & Management, 51(6), 2014, 712-725.

[12] Shao, B.B.M. and W.T. Lin, Technical efficiency analysis of information technology investments: a two-stage empirical investigation. Information & Management, 39(5), 2002, 391-401.

[13] Rodríguez, R.R., Social network analysis and supply chain management. International Journal of Production Management and Engineering (IJPME), 4(1), 2016, 35-40.

[14] Hollenbeck, J.R. and B.B. Jamieson, Human capital, social capital, and social network analysis: Implications for strategic human resource management. Academy of management perspectives, 29(3), 2015, 370-385.

[15] Carpenter, M.A., M. Li, and H. Jiang, Social network research in organizational contexts: A systematic review of methodological issues and choices. Journal of Management, 38(4), 2012, 1328-1361.

[16] Chan, K. and J. Liebowitz, The synergy of social network analysis and knowledge mapping: a case study. International journal of management and decision making, 7(1), 2005, 19-35.

[17] Basole, R.C., Topological analysis and visualization of interfirm collaboration networks in the electronics industry. Decision Support Systems, 83, 2016, 22-31.

[18] Freeman, L.C., Centrality in social networks conceptual clarification. Social networks, 1(3), 1978, 215-239.

[19] Hanneman, R.A. and M. Riddle, Introduction to social network methods. 2005.

[20] Yan, T., et al., A Theory of the Nexus Supplier: A Critical Supplier From A Network Perspective. Journal of Supply Chain Management, 51(1), 2015, 52-66.

[21] Autry, C.W. and S.L. Golicic, Evaluating buyer–supplier relationship–performance spirals: A longitudinal study. Journal of Operations Management, 28(2), 2010, 87-100.

[22] Benedek, G., Á. Lublóy, and G. Vastag, The Importance of Social Embeddedness: Churn Models at Mobile Providers. Decision Sciences, 45(1), 2014, 175-201.

[23] Bond, E.U., M.B. Houston, and Y. Tang, Establishing a high-technology knowledge transfer network: The practical and symbolic roles of identification. Industrial Marketing Management, 37(6), 2008, 641-652.

[24] Carnovale, S. and S. Yeniyurt, The Role of Ego Networks in Manufacturing Joint Venture Formations. Journal of Supply Chain Management, 50(2), 2014, 1-17.

[25] Carter, C.R., L.M. Ellram, and W. Tate, THE USE OF SOCIAL NETWORK ANALYSIS IN LOGISTICS RESEARCH. Journal of Business Logistics, 28(1), 2007, 137-168.

[26] Choi, T.Y. and J.K. Liker, Bringing Japanese Continuous Improvement Approaches to U.S. Manufacturing: The Roles of Process Orientation and Communications. Decision Sciences, 26(5), 1995, 589-620.

[27] Eklinder-Frick, J., L.T. Eriksson, and L. Hallén, Multidimensional social capital as a boost or a bar to innovativeness. Industrial Marketing Management, 43(3), 2014, 460-472.

[28] Bellamy, M.A., S. Ghosh, and M. Hora, The influence of supply network structure on firm innovation. Journal of Operations Management, 32(6), 2014, 357-373.

[29] Von Raesfeld, A., et al., Influence of partner diversity on collaborative public R&D project outcomes: A study of application and commercialization of nanotechnologies in the Netherlands. Technovation, 32(3-4), 2012, 227-233.

[30] Fox, G.L., et al., Weaving webs of innovation. International Journal of Operations & Production Management, 33(1), 2013, 5-24.

[31] Gao, G.Y., E. Xie, and K.Z. Zhou, How does technological diversity in supplier network drive buyer innovation? Relational process and contingencies. Journal of Operations Management, 36, 2015, 165-177.

[32] Iyengar, D., S. Rao, and T.J. Goldsby, The Power and Centrality of the Transportation and Warehousing Sector within the US Economy: A Longitudinal Exploration Using Social Network Analysis. Transportation Journal, 51(4), 2012, 373-398.

[33] Pitt, L., et al., Global alliance networks: A comparison of biotech SMEs in Sweden and Australia. Industrial Marketing Management, 35(5), 2006, 600-610.

[34] Terpend, R. and B. Ashenbaum, The intersection of power, trust and supplier network size: Implications for supplier performance. Journal of Supply Chain Management, 48(3), 2012, 52-77.

[35] Ferguson, R.J., M. Paulin, and J. Bergeron, Contractual governance, relational governance, and the performance of interfirm service exchanges: The influence of boundary-spanner closeness. Journal of the Academy of Marketing Science, 33(2), 2005, 217-234.

[36] Chen, F., et al., Quantifying the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain: The Impact of Forecasting, Lead Times, and Information. Management Science, 46(3), 2000, 436-443.

[37] Kleindorfer, P.R. and G.H. Saad, Managing disruption risks in supply chains. Production and operations management, 14(1), 2005, 53-68.

[38] Parker, G.G. and E.G. Anderson Jr, From buyer to integrator: The transformation of the supply-chain manager in the vertically disintegrating firm. Production and operations management, 11(1), 2002, 75-91.

[39] Frohlich, M.T. and R. Westbrook, Demand chain management in manufacturing and services: web-based integration, drivers and performance. Journal of Operations Management, 20(6), 2002, 729-745.