



## A Two-step Decision Model for Strategic collaboration in High-tech Products Research and Development Projects

Hassan Torabi<sup>1</sup>

### Abstract

**Purpose:** Complex product systems (CoPS) are goods with high technology. Research and development (R&D) on their production requires resources beyond the capability of an organization. The aim of this study was to propose a decision-making model to outsource CoPS R&D projects.

**Research methodology:** In this paper, the decision-making criteria were identified using the literature review and Fuzzy Delphi method. Two conceptual model were developed by determining the components and dimensions derived from approved criteria using structural equation modeling. The pattern of relationships among criteria were determined by employing DEMATEL technique. Then to Prioritize the criteria and select between alternatives, outsourcing/internal developing, the analytical network process was utilized.

**Findings:** In intra-organizational model, “project characteristics” has a positive effect on “requirements” and the latter has a similar effect on “competency”. In the extra-organizational model, the “competency” has a positive effect on the “task performing capability”, and the latter has a similar effect on the “adaptability”. Utilizing DEMATEL, a two-stage decision model was developed. In the first stage, using ANP, the decision to in/outsource the project is taken. In the second one, the mechanism of the outsourcing is determined.

**Conclusion:** An organization can't outsource the development of CoPS unless it enjoys the technological, contractual, project control, integration, and soft technologies competencies. Furthermore, appropriate communication strategies and adequate financial resources are required. The managers of organizations and companies developing CoPS such as the airplanes, missiles, power plants, high speed trains and ships can utilize the implications of the model.

**Keywords:** *High Tech Products, R&D, Collaboration, Decision making, SEM, ANP*

---

<sup>1</sup> P.H.D agement and Industrial Engineering School, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran



## مدل تصمیم‌گیری دو مرحله‌ای برای همکاری راهبردی در پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات

### با فناوری بالا

حسن ترابی<sup>۱</sup>

#### چکیده

**هدف:** تحقیق و توسعه در مورد محصولات با فناوری بالا به منابعی فراتر از توانایی یک سازمان نیاز دارد. هدف از این مطالعه پیشنهاد یک مدل تصمیم‌گیری برای همکاری در پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با فناوری بالا است.

**روش تحقیق:** در این مقاله معیارهای تصمیم‌گیری با استفاده از مرور ادبیات و روش دلفی فازی شناسایی شدند. دو مدل مفهومی با تعیین مؤلفه‌ها و ابعاد حاصل از معیارهای تایید شده با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری ایجاد شد. الگوی روابط بین معیارها با استفاده از تکنیک DEMATEL تعیین شد. سپس برای اولویت‌بندی معیارها و انتخاب بین گزینه‌ها، برون‌سپاری/توسعه داخلی، از فرآیند شبکه تحلیلی استفاده شد.

**یافته‌ها:** در مدل درون‌سازمانی «ویژگی‌های پروژه» تأثیر مثبتی بر «نیازها» و نیازها تأثیر مشابهی بر «شایستگی» دارد. در مدل برون‌سازمانی، «شایستگی» تأثیر مثبتی بر «قابلیت انجام وظیفه» و دومی تأثیر مشابهی بر «انطباق‌پذیری» دارد. با استفاده از DEMATEL، یک مدل تصمیم‌گیری دو مرحله‌ای توسعه داده شد. در مرحله اول، با استفاده از ANP، تصمیم به درون‌سپاری/برون‌سپاری پروژه گرفته می‌شود. در مورد دوم، مکانیسم برون‌سپاری مشخص می‌شود.

**نتیجه‌گیری:** یک سازمان نمی‌تواند توسعه محصولات با فناوری بالا را برون‌سپاری کند مگر اینکه از شایستگی‌های فناورانه، انعقاد قرارداد، کنترل پروژه، یکپارچه‌سازی و فناوری‌های نرم برخوردار باشد. علاوه بر این، استراتژی‌های ارتباطی مناسب و منابع مالی کافی مورد نیاز است. مدیران سازمان‌ها و شرکت‌های توسعه‌دهنده محصولات با فناوری بالا مانند هواپیماها، موشک‌ها، نیروگاه‌ها، قطارهای سریع‌السیر و کشتی‌ها می‌توانند از مفاهیم این مدل و یافته‌های مدیریتی آن استفاده کنند.

**کلید واژه‌ها:** محصولات با فناوری پیشرفته، تحقیق و توسعه، همکاری، تصمیم‌گیری، مدل‌سازی معادلات ساختاری، فرآیند تحلیل شبکه

<sup>۱</sup>دکترای تخصصی مهندسی صنایع از دانشگاه مالک اشتر

## مقدمه

مسائل زنجیره عرضه که در تحلیل راهبردی رقابتی با آنها روبه رو میشویم شامل تصمیم‌گیریهای مکان‌یابی-تخصیص، برنامه‌ریزی تقاضا، برنامه‌ریزی مسیر توزیع، پیمانهای راهبردی، توسعه محصول جدید، برونسپاری، انتخاب تأمین‌کننده، انتخاب فناوری اطلاعات، قیمت‌گذاری و ساختاردهی مجدد شبکه است. میزان برونسپاری تعیین میکند که کدام تأمین‌کنندگان، عرضه‌کنندگان خدمات فناوری اطلاعات و تأمین‌کنندگان لجستیکی ثالث باید برای ارتباطات بلند مدت برونسپاری و همکاری مورد استفاده قرار گیرند و چه تعداد (برای مثال برونسپاری یگانه یا چندگانه) از آنها. از سوی دیگر در طیف همکاریهای تحقیقاتی، تحقیق و توسعه مشارکتی، به جای یک ناهنجاری زودگذر امری پایدار است. سرمایه‌گذاری‌های مشترک تحقیقاتی (و دیگر اتحادهای فنی) نقطه مشترک بین بازار و سلسله مراتب همکاری است و ویژگیهای هر دو را دارد. بنا به تعریف، با توجه به اینکه مشارکت‌کنندگان همراه با اهداف و علایق فنی مختص خود، مستقل باقی می‌مانند؛ ویژگی بازار را دارند و با توجه به اینکه توافق لازم بین تمام مشارکت‌کنندگان در مورد اعمال مشترکی وجود دارد؛ ویژگی سلسله مراتب را دارند. با ترکیب ویژگیهای بازار و سلسله مراتب، سرمایه‌گذاریهای مشترک تحقیقاتی تحت شرایط مختلف، مزایای خاصی به مشارکت‌کنندگان ارائه میدهد. با توجه به تحولات مکرر و ظهور فناوریهای پیچیده، استفاده از فرصت‌ها، به موضوعی کلیدی تبدیل شده است. از این رو، یکی از مسائل اصلی سازمانها، استفاده به هنگام از فرصتها است (Andrikopoulos and Kostaris, 2017, Cuervo-Cazurrra et al., 2017, Smith, 2017, Warner, 2017). بنابراین، تحقیق و توسعه در سازمان‌های دانش‌بنیان و فناوری محور، از علل اساسی کسب فرصت و تداوم حیات است (Appiah-Adu et al., 2016, Chen and Vuik, 2017, Mah, 2017). از سوی دیگر، تحقیق و توسعه (R&D) در سازمانها، برای فرصت‌سازی و رفع کاستی‌های درون سازمانی، ناگزیر است که از منابع برون سازمانی استفاده نماید (Barge-Gil and López, 2014, Fujii and Managi, 2016).

یکی از راهکارهای تمعّ از منابع برون سازمانی، برون‌سپاری<sup>۲</sup> است. در دهه اخیر تمایل به برون‌سپاری تحقیق و توسعه، با محبوبیت فزاینده‌ای مواجه شده است (Hsu and Liou, 2013). اگرچه برون‌سپاری یک انتخاب راهبردی غالب برای مدیران است، اما درک تأثیرات آن بر شرکت به طور کامل انجام نشده است (Lahiri et al., 2022). نوآوری استراتژیک، که به عنوان روش‌هایی برای "بهبود قابل توجه ارائه محصول یا خدمات شرکت برای مشتریان هدف فعلی، یا توانمندسازی شرکت برای ورود به بازارهای جدید" تعریف می‌شود؛ دستاوردی چالش‌برانگیز است. علاقه به درک چگونگی ارائه نوآوری در زمینه برون‌سپاری در حال افزایش است (Gambal et al., 2022). در این مقاله، ضمن بررسی مبانی نظری و کاربردی برون‌سپاری، در پی ارائه مدل تصمیم‌گیری برای همکاری در پروژه‌های تحقیق و توسعه دفاعی در توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده هستیم.

## پیشینه پژوهش

محصولات با سامانه‌های پیچیده، کالاهایی گران سنگ بر پایه فناوری<sup>۱</sup> هستند. هواپیما، سامانه مخابراتی و سامانه پایش حمل و نقل هوایی، مثالهایی از این نوع محصولات به حساب می‌آیند. این محصولات، به صورت کالاهایی متمایز یا با تیراژ پایین، مشتریان تجاری ویژه‌ای دارند (صفدری رنجبر et al., 2016) و نقشی اساسی در گسترش فناوری‌های نوین صنعتی و ایجاد قدرت اقتصادی در کشورها ایفا می‌کنند. توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده، مستلزم احراز توانمندیهای ایجاد شبکه، یکپارچه سازی، مشارکت و ارتباط با مشتری است. متخصصین این حوزه، معتقدند که محصولات با سامانه‌های پیچیده، با محصولات تولید انبوه مثل خودرو متفاوت هستند (Kwak and Yoon, 2020). اما در تولید محصولات عادی و انبوه نقش زیادی ایفا میکنند (Dinis et al., 2022). ادبیات کنونی کسب و کار به طور کلی برون‌سپاری را به عنوان اصطلاحی میدانند که شامل استفاده از منابع خارج از سازمان برای انجام فعالیت‌ها و فرایندها یا تولید محصولات و خدماتی است که قبلاً در درون سازمان انجام می‌شده‌اند (Espino-Rodríguez et al., 2017). جریانات تحقیقاتی زیادی در ورای تعریف مفهوم برون‌سپاری وجود دارد. بنا به همین تنوع علمی، این مفهوم بسیار گسترده است. برون‌سپاری و به طور خاص برون‌سپاری برون‌مرزی می‌توانند برای اشاره به راهبردهای بسیار متمایزی مورد استفاده واقع شوند (Paju, 2007). میراث مفهومی برون‌سپاری، باعث اختلاف بین محققین و اهالی صنعت شده است.

در اصل، نخبگانی همچون کرن (Willcocks et al., 2002) برون‌سپاری را به عنوان تکامل و تداوم طبیعی نسبت به نظرات ویلیامسون و دیگر کارها در مورد انعقاد قرارداد و اقتصاد هزینه معامله (TCE<sup>۲</sup>) می‌بینند. به زبان ساده، ویلیامسون بیان می‌کرد که اگر استفاده از بازار منجر به هزینه‌های معامله‌ای پایین‌تر از انجام درونی فعالیت‌ها (استفاده از سلسله مراتب) شود؛ می‌بایست از بازار خریداری شود یا به عبارت دیگر قرارداد بیرونی<sup>۳</sup> منعقد گردد. این عقاید به نظرات کواس (۱۹۳۷) برمی‌گردد که پیشنهاد داد وقتی هزینه‌ی انجام درونی کمتر از استفاده از بازار باشد؛ فعالیت‌ها می‌بایست به صورت درونی سازماندهی شوند (Coase, 1937).

هایمر (Hymer, 1976) بیرونی‌سازی<sup>۴</sup> را در برابر درونی‌سازی<sup>۵</sup> به بحث می‌گذارد. به طور مشابه، ریچاردسون (Richardson, 1972) "همکاری" و "هماهنگی" در استفاده از سازوکارهای بازار را در تعارض با دوگانگی بازار و سلسله مراتب رویکرد هزینه معامله می‌داند. علاوه بر این در صنعت پوشاک، انتقال فعالیت‌های تولید به دیگر شرکت‌ها، تا مدت‌ها تحت عنوان انتشار<sup>۶</sup> مطرح بوده است. هرچند بیرونی‌سازی، هماهنگی و انتشار، منظره‌ی تقریباً متفاوتی بر ایده‌ی قرارداد بیرونی ارائه می‌کنند، تمام این رویکردها بر دوگانگی تصمیم‌گیری مدیریتی یکسانی اشاره دارند - ساختن یا خریدن.

در حالی که رویکرد هزینه معامله، خرید به صورت معامله‌های تقریباً رسمی و قانونمند را در نظر دارد؛ برون‌سپاری شامل روابط مختلف بین سازمانی نزدیکتری هم می‌شود. به هر حال، بیان شده است که در اوایل، راهبرد برون‌سپاری عمدتاً شامل قرارداد بیرونی بر مبنای انگیزه‌های هزینه محور بود (Morgan, 1999). همچنانکه کاربردها گسترش یافته‌اند و فعالیت‌های فزاینده‌ی راهبردی برون‌سپاری می‌شوند؛ روابط از هماهنگی‌های رسمی و قانونمند فراتر رفته‌اند. بنابراین، این گونه نیست که نظریه مهجور شده باشد؛ شاید تکامل کاربرد است که پایه‌ی نظریه را پیچیده کرده است. بنابراین، هرچند نظریه‌ی هزینه معامله می‌تواند به عنوان پایه‌ی برون‌سپاری دیده شود؛ اما در توضیح مقیاس تکامل یافته‌ی کنونی برون‌سپاری ناکافی است.

1 Technology Intensive  
2 Transaction cost economics  
3 Contracting out  
4 Externalization  
5 Internalization  
6 Pulling-out

اما برون‌سپاری امروزه چگونه تعریف می‌شود؟ می‌توان از دو منظر به تعریف برون‌سپاری نگریست: تولید یا فرایند. از دیدگاه فرایندی، همانطور که توسط بارتلمی (Barthelemy, 2003) تعریف شده است؛ برون‌سپاری می‌تواند به عنوان انتقال تمام یا بخشی از فعالیتها و فرایندهای سازمانی به یک تأمین‌کننده‌ی خارج از سازمان، دیده شود. از دیدگاه تولید، برای مثال الرام و بیلینگتون (Ellram and Billington, 2001) برون‌سپاری را به عنوان "انتقال تولید محصولات یا خدماتی که در داخل سازمان انجام می‌شده است؛ به سازمانی بیرونی" تعریف می‌کنند. تنها تولید کالاها و خدمات به بیرون از سازمان برون‌سپاری نمی‌شوند؛ بلکه مسئولیت مدیریت، توسعه و بهبود مداوم فعالیت‌ها هم شامل این امر می‌شوند. این رویکردها با نگاهی اندک متفاوت به این پدیده، برون‌سپاری را فقط با خصوصیتی نه چندان متفاوت تعریف می‌کنند. مخرج مشترکی که به عنوان موضوع اصلی برون‌سپاری وجود دارد؛ این حقیقت است که برون‌سپاری شامل انتقال مالکیت یک فعالیت است. اما میزان انتقال مالکیت متفاوت است و این یک دلیل

اصلی است که محققان را به بازنگری و گسترش مفهوم برون‌سپاری رهنمون شده است (برای مثال برون‌سپاری راهبردی و تبدیلی) (Hätönen and Eriksson, 2009). اثباتی و همکاران (۱۴۰۰)، ۱۴۲ مقاله مربوط به توسعه محصول جدید در سازمان‌های دارای محصولات پیچیده را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که حوزه‌های سازمانی، کسب و کار، فناوری و عوامل محیطی، در سطح بنگاه، در این زمینه تأثیر پذیر هستند (اثباتی et al., 2021). محصولات با سامانه‌های پیچیده در توسعه اقتصاد و فناوری مدرن شامل صنایع هوافضا، اتوموبیل‌سازی و دفاعی نقش کلیدی دارند چرا که به عنوان محصولات با فناوری بالا، پیشرفته‌ترین و جدیدترین فناوری‌ها را یکپارچه می‌کنند (Yang et al., 2021). زمانی که ذینفعان قابلیت‌های متفاوتی دارند؛ چندین ویژگی اساسی در رقابت برای تولید این محصولات در نظر گرفته می‌شود. منبع‌یابی دوگانه ۱ و استراتژی مشترک، برای تسهیل توسعه تأمین‌کننده و همکاری در فناوری، توصیه شده است. نتایج نشان می‌دهند که منبع‌یابی دوگانه و قراردادهای مجوز فناوری، تأثیر قابل توجهی بر بهبود قابلیت فناوری بومی در کوتاه مدت دارد (Zhou et al., 2021).

شاخصهای درون سازمانی موثر بر برون‌سپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات پیچیده در جدول ۱ آمده است.

جدول (۱): شاخص‌های درون سازمانی مؤثر بر برون‌سپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده

منابع	شاخص‌ها	ر
(دهقانی پوده 2017, et al.)	خاص بودن تجهیزات مورد نیاز	۱
	تمایل به کوچک‌سازی سازمان	۲
	ساختار منعطف سازمان برای برون‌سپاری	۳
	عدم کفایت توان فنی سازمان در پروژه	۴
	پیچیدگی بالای مازول‌ها و تیراژ کم محصول	۵
	بهبود کیفیت	۶
	ایجاد اتحاد راهبردی با تأمین‌کننده برای ارتقای محصول	۷
	قابلیت ایجاد مزیت رقابتی برای سازمان از طریق انجام پروژه	۸
	ریسک منابع مالی منظم	۹
	دستیابی سازمان به منابع تخصصی و برتر تأمین‌کننده	۱۰
	کاهش زمان توسعه محصول	۱۱
	ریسک درز اطلاعات اساسی سازمان	۱۲
	نامشخص بودن و دشواری پیش‌بینی تقاضای محصول پروژه (عدم	۱۳
	کاهش هزینه	۱۴
	وجود تأمین‌کنندگان قابل اطمینان	۱۵
	قابلیت کارفرمایی سازمان در برون‌سپاری	۱۶
	یادگیری از تأمین‌کننده	۱۷
	دیدگاه شناختی	۱۸
	توانمندی سازمان در حفاظت از نتایج و مالکیت معنوی پروژه	۱۹
	اعتقاد مدیران سازمان به برون‌سپاری و قابلیت آنان در پیاده‌سازی	۲۰
	۲۱	پیمان‌های (ماژولار) <sup>۲</sup> و استاندارد محور بودن محصول
	یادگیری با تمرکز بر انجام پروژه در خود سازمان	۲
	توانمندی سازمان در مدیریت ارتباط با تأمین‌کنندگان	۳
	توانمندی سازمان در یکپارچه‌سازی سامانه سامانه	۴
	چرخه عمر فناوری	۵
Paier and Scherngell, 2011, Bruccoleri ) (et al., 2019	مکان و نزدیکی جغرافیایی	۶
	۲۶	
(Jha et al., 2020)	نزدیکی موضوعی	۷

1. Asset Specificity  
2. Modularity

بوده و همکاران (۲۰۱۹) هم شاخصهای برون سازمانی مؤثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات پیچیده را احصا کرده در جدول ۲ آمده است. (Poudeh et al., 2019) نمودار (۲)

جدول (۲): شاخص‌های برون سازمانی مؤثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده (Poudeh et al., 2019)

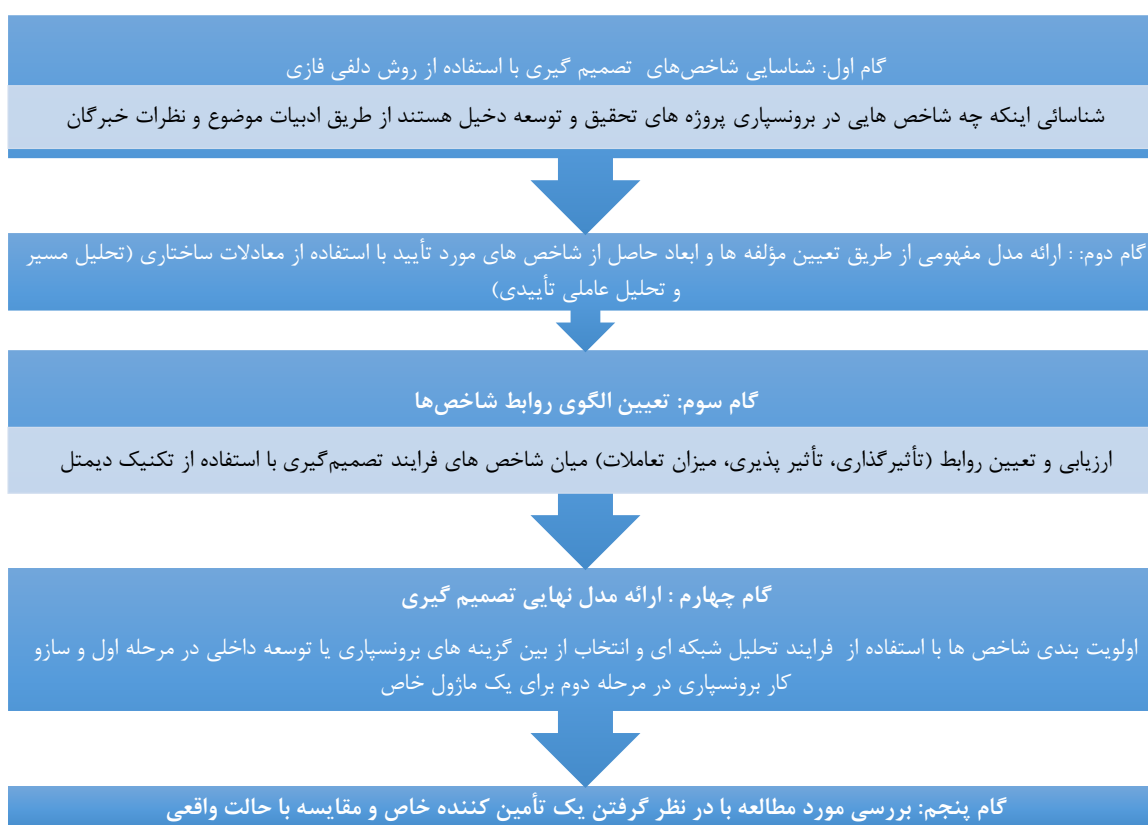
ر	شاخص‌ها
۱	تسلط بر جدیدترین روشها در انجام پروژه
۲	رعایت استانداردها
۳	قابلیت انعطاف در نحوه انجام پروژه با توجه به نظر کارفرما
۴	توانایی از نظر نرم افزاری در حوزه مربوط به پروژه
۵	کیفیت انجام پروژه
۶	حسن سابقه در انجام پروژه با کارفرمایان سابق
۷	میزان پایداری از نظر مالی در طول بازه زمانی پروژه
۸	میزان تجربه و تخصص در حوزه مربوط به پروژه
۹	مدت زمانی که تأمین‌کننده متعهد به انجام پروژه می‌شود
۱۰	توانایی و اهمیت دادن به انجام تغییرات جزئی مرتبط با پروژه
۱۱	تحویل به موقع پروژه
۱۲	میزان سرمایه در گردش در یک سال مالی
۱۳	میزان دانش تصمیم‌گیرندگان ارشد در حوزه مربوط به پروژه
۱۴	مسئولیت‌پذیری در قبال پروژه در حین و بعد از اتمام آن
۱۵	تطبیق ارزشها، باورها و فرهنگ سازمانی

## روش‌شناسی پژوهش

پژوهش‌ها از چهار دیدگاه هدف، کاربرد، زمان و رویکرد تقسیم‌بندی میشوند (Newman, 1991). از آنجا که هدف از این پژوهش، کشف یک موضوع جدید و یافتن چابکی‌های شاخص مؤثر در برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده است و همچنین چگونگی تصمیم‌گیری در مورد این برونسپاری را مد نظر دارد و محقق در پی توصیف یک پدیده‌ی سازمانی است ((Saunders et al., 2009))؛ پژوهش حاضر به لحاظ هدف، اکتشافی-توصیفی است. از سوی دیگر چون نتیجه این پژوهش میتواند بلافاصله مورد استفاده سازمان مورد مطالعه یعنی صنایع هوایی و دیگر سازمانهای تولیدکننده محصولات با سامانه‌های پیچیده قرار گیرد و به حل مشکلات آنها کمک نماید؛ از نظر استفاده، کاربردی است. همچنین به دلیل اینکه در این پژوهش جمع‌آوری داده‌ها در یک برش از زمان صورت گرفته است؛ از نظر زمانی، مقطعی است. در نهایت اینکه پژوهش حاضر از نظر رویکرد، استقرایی است چرا که به چارچوب نظری جدیدی میرسیم و با جمع‌آوری داده‌ها از خبرگان و مطالعه ادبیات، به ارائه مدل میپردازیم و حرکت از جزء به کل است. واحد تحلیل در این پژوهش، پروژه‌های تحقیق و توسعه یک سازمان دفاعی (صنایع هوایی) است. در روش‌شناسی مدلسازی معادلات ساختاری میتواند بین ۵ تا ۱۵ مشاهده به ازای هر متغیر اندازه‌گیری شده تعیین شود (Newman, 1991). در این پژوهش حد اکثر تعداد سؤالات پرسشنامه که مربوط به شاخص‌های درون سازمانی بوده است؛ ۲۱ مورد است. پس حجم نمونه باید بین ۱۰۵ و ۳۱۵ باشد. از آنجا هم که تأکید بر این است که حجم نمونه کمتر از ۲۰۰ نباشد؛ چارچوب نمونه‌گیری برای ارائه مدل‌های معادلات ساختاری مفهومی درون و برون سازمانی شامل ۳۰۰ نفر از متخصصین موضوع

در سازمان بوده است. برای ارائه مدل‌ها از نرم افزار لیزرل استفاده شده است. در ادامه برای احصای تأثیرگذاریهایی متقابل عوامل در دیمیتل و رتبه بندی معیارها و گزینه‌ها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه ای، از افراد خبره در دسترس که در کل ۳۸ نفر بوده اند؛ نظر خواهی شد. بر اساس فرمول کوکران، حجم نمونه به ۳۵ نفر میرسد. انتخاب افراد بر اساس طبقه بندی متناسب (Newman, 1991) طوری انجام شد که نمونه هر صنعت با کل اعضای طبقه متناسب باشد. ابزار گردآوری داده‌ها هم پرسشنامه‌های مربوط به مدلسازی معادلات ساختاری و تعیین ارتباطات بر اساس دیمیتل و رتبه بندی عوامل و گزینه‌ها بر اساس فرایند تحلیل شبکه ای بوده است.

الگوریتم اجرائی پژوهش حاضر براساس طی مراحل نظام مند و مبتنی بر روش تحقیق علمی طراحی شده است. مراحل انجام شده در راستای نیل به هدف تحقیق در شکل ۱ آمده است:



شکل (۱): الگوریتم انجام تحقیق

## جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل

اجرای روش دلفی فازی در تعیین عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری

برای تعیین و نهایی شدن عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری در این حوزه با استفاده از روش دلفی فازی مراحل زیر انجام گردید.



شاخص های درون سازمانی احصا شده از ادبیات و مصاحبه ها (جدول ۱) در مرحله اول با استفاده از روش دلفی فازی در معرض قضاوت خبرگان قرار گرفتند و میانگین نظرات خبرگان و معادل فازی زدائی شده آن در دو مرحله (با استفاده از روابط موجود در جداول ۳ و ۴) برای هر شاخص به دست آمد (جدول ۵).

جدول (۳): روش بدست آوردن میانگین فازی (Bojadziev and Bojadziev, 1995)

عدد فازی	میانگین فازی
$(m_{a1}, m_{m1}, m_{\beta 1})$ $(m_{a2}, m_{m2}, m_{\beta 2})$ . . $(m_{an}, m_{mn}, m_{\beta n})$	$\text{Fuzzy average} = \left( \frac{m_{a1} + m_{a2} + \dots + m_{an}}{n}, \frac{m_{m1} + m_{m2} + \dots + m_{mn}}{n}, \frac{m_{\beta 1} + m_{\beta 2} + \dots + m_{\beta n}}{n} \right) = (m_a, m_m, m_\beta)$

جدول (۴): روش فازی زدائی (Bojadziev and Bojadziev, 1995)

$X_{max3} = \frac{m_a + 4m_m + m_\beta}{6}$ $X_{max2} = \frac{m_a + 2m_m + m_\beta}{4}$ $X_{max1} = \frac{m_a + m_m + m_\beta}{3}$	$\text{Crisp number} = Z^* = \max ( X_{max1}, X_{max2}, X_{max3} )$
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

با توجه به روش دلفی فازی شاخصهایی که اختلاف میانگین فازی زدائی شده آنها (مطابق جدول ۴) در مرحله اول و دوم بیشتر از حد آستانه (۰,۱) (Bojadziev and Bojadziev, 1995) باشد؛ کنار گذاشته می‌شوند و بقیه شاخصها به عنوان شاخص نهایی مورد استفاده قرار میگیرند (ستون مشخص شده با ستاره سبز رنگ در جدول ۵).

جدول (۵): شاخصهای درون سازمانی همراه با میانگین فازی زدائی شده خبرگان در مرحله اول و دوم و اختلاف آنها

دیدگاه خبرگان	قدر مطلق اختلاف بین مراحل اول و دوم	میانگین فازی زدایی شده بر اساس پرسشنامه دلفی فازی		شاخص	ردیف
		مرحله اول	مرحله دوم		
عدم تأیید	تأیید	۰/۷۱	۰/۶۵	C	۱
*		۰/۲۸	۰/۴۴	C	۲
		۰/۷۲	۰/۷۳	C	۳
		۰/۷۴	۰/۶۵	C	۴
		۰/۷۱	۰/۶۶	C	۵
		۰/۸	۰/۷۲	C	۶
		۰/۷۰	۰/۶۹	C	۷
*		۰/۵۷	۰/۴۶	C	۸
		۰/۵۱	۰/۵۱	C	۹
		۰/۵۳	۰/۵۸	C	۱
		۰/۵۷	۰/۵۲	C	۱
		۰/۶۴	۰/۶۳	C	۱
		۰/۵۸	۰/۵۳	C	۱
		۰/۹۴	۰/۹۴	C	۱
		۰/۷۹	۰/۷۴	C	۱
		۰/۶۱	۰/۶	C	۱
*		۰/۵۶	۰/۴	C	۱
		۰/۷۱	۰/۶۴	C	۱
		۰/۹۱	۰/۹۲	C	۱

		۰/۰۱	۰/۷	۰/۶۹	C	۲
		۰/۰۵	۰/۶۸	۰/۷۳	C	۲
		۰/۱۲	۰/۴۴	۰/۳۲	C	۲
		۰/۰۳	۰/۵	۰/۵۳	C	۲
		.	۰/۶۵	۰/۶۵	C	۲
		۰/۱۲	۰/۵۳	۰/۴۱	C	۲
		۰/۱۳	۰/۵۱	۰/۳۸	C	۲
		۰/۱۶	۰/۴۹	۰/۳۳	C	۲

از سوی دیگر، شاخصهای نهایی برون سازمانی در مطالعه پوده و همکاران (۲۰۱۹) مشخص شده که در جدول ۲ به آن اشاره شده بود (Poudeh et al., 2019).

### تبیین مدل های مفهومی و فرضیات مربوط به آن

#### مدل مفهومی درون سازمانی

بر اساس نظر سنجی از خبرگان، شاخص های تأیید شده در جدول ۵، در خوشه بندی جدول ۶ قرار گرفتند تا در مدلسازی معادلات ساختاری مورد استفاده قرار گیرند. از آنجا که موضوع پژوهش به دسته خاصی از محصولات در حوزه تحقیق و توسعه می‌پردازد و مدلی حاوی ابعاد و مؤلفه های آن در پیشینه پژوهش وجود ندارد؛ ساخت ابعاد و مؤلفه ها با استفاده از نظرات خبرگان انجام شد. در واقع این بخش از پژوهش به صورت کیفی و با رویکرد استقرایی از گویه ها به سمت ابعاد گسترش پیدا کرد. ۳۴ نفر با رعایت ملاحظات امنیتی حاضر به مصاحبه و ارائه نظرات خود در زمینه ساخت مؤلفه ها و ابعاد شدند. از دیدگاه خبرگان و بعد از خوشه بندی شاخصها در قابل مؤلفه های "منابع"، "راهبرد ارتباطی"، "فناوری نرم"، "یکپارچه سازی"، "عدم اطمینان"، "سخت افزار"، "زمان"، "کیفیت"، "مشخصه های فنی" و "محرمانگی"، خبرگان با دیدگاهی عمیق تر بر ارزیابی مؤلفه ها پرداختند. چهار مؤلفه از مؤلفه های مذکور به قابلیت ها و ویژگی های سازمان برون سپاری کننده مرتبط هستند و نقش اساسی در ایجاد جایگاه آن دارند. این مؤلفه ها شامل منابع، راهبرد ارتباطی، فناوری نرم و یکپارچگی هستند که به عنوان شایستگی های سازمان کارفرما در پروژه های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه های پیچیده محسوب میشوند و در بعد "شایستگی" قرار میگیرند. عدم وجود این شایستگی، جایگاه سازمان را در برون سپاری اثربخش و موفقیت آمیز پروژه ها به شدت به مخاطره خواهد انداخت. از سویی انتظار میرود که سازمان در کنار این قابلیت ها، نیازمندی هایی نیز داشته باشد. با دقت نظر خبرگان در مؤلفه های دیگر، برداشت این بود که عدم اطمینان (فناورانه، بازار و رفتاری)، سازمان را به اتخاذ راهکاری برای کسب اطمینان وا خواهد داشت، همچنین به لحاظ سخت افزاری تجهیزات خاصی مورد نیاز خواهد بود و البته زمان و کیفیت مطلوب برای تحویل پروژه، از مقتضیات برون سپاری موفقیت آمیز است. بنا بر این مؤلفه های اطمینان، سخت افزار، زمان و کیفیت در بعد "نیازمندی" سازمان قرار گرفتند. بدیهی است که ویژگیهای فنی و محرمانگی پروژه ای که به دسته خاصی از محصولات مربوط است؛ جایگاه اساسی در بین عوامل دارد و فرایند برون سپاری، مبتنی بر خصوصیات این پروژه ها است. از این روی بُعد "ویژگی پروژه" شامل مؤلفه های فنی و محرمانگی به عنوان بعد سوم در کنار شایستگی و نیازمندی قرار گرفت.

## جدول (۶): خوشه بندی شاخصهای درون سازمانی جهت استفاده در تحلیل مسیر

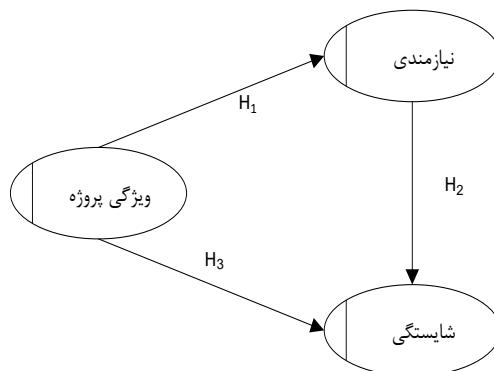
نماد	عنوان شاخص	عنوان مؤلفه	عنوان بعد
C9	منابع مالی منظم	منابع	شایستگی
C10	دستیابی سازمان به منابع تخصصی و برتر تأمین کننده	راهبرد ارتباطی	
C7	ایجاد اتحاد راهبردی با تأمین کننده برای ارتقای محصول		
C23	توانمندی سازمان در مدیریت ارتباط با تأمین کنندگان (SRM)	فناوری نرم	
C3	ساختار منعطف سازمان برای برون سپاری		
C16	قابلیت کارفرمایی سازمان در برون سپاری		
C20	اعتقاد مدیران سازمان به برون سپاری و قابلیت آنان در پیاده سازی آن	یکپارچه سازی	
C24	یکپارچه سازی	اطمینان	نیازمندی
C4	کفایت توان فناورانه		
C13	اطمینان در بازار		
C15	تأمین کنندگان قابل اطمینان		
C18	دیدگاه شناختی		
C1	خاص بودن تجهیزات مورد نیاز در پروژه	سخت افزاری	
C11	کاهش زمان توسعه محصول	کاهش زمان	
C6	بهبود کیفیت	بهبود کیفیت	
C14	کاهش هزینه	کاهش هزینه	
C5	پیچیدگی بالای ماژول‌ها و تیراژ کم محصول پیچیده	فنی	ویژگی پروژه
C21	پیمانهای و استاندارد محور بودن محصول	محرمانگی	
C12	ریسک درز اطلاعات اساسی سازمان		
C19	محرمانگی اطلاعات خود پروژه		

در جدول ۷، پایایی ابعاد تحقیق ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می شود تمامی ارقام بزرگتر از ۰,۷ بوده و بدین ترتیب پایایی مورد تأیید قرار می گیرد.

## جدول (۷): پایایی ابعاد درون سازمانی پژوهش

ضریب آلفای کرونباخ	بعد
۸۳ درصد	شایستگی
۸۵ درصد	نیازمندی
۷۶ درصد	ویژگی پروژه
۸۰ درصد	کل متغیرها

مدل مفهومی پژوهش بر پایه تحلیل مسیر در ارتباط با ابعاد درون سازمانی مطابق با شکل ۲ خواهد بود.



شکل (۲): مدل مفهومی پژوهش در ارتباط با ابعاد درون سازمانی

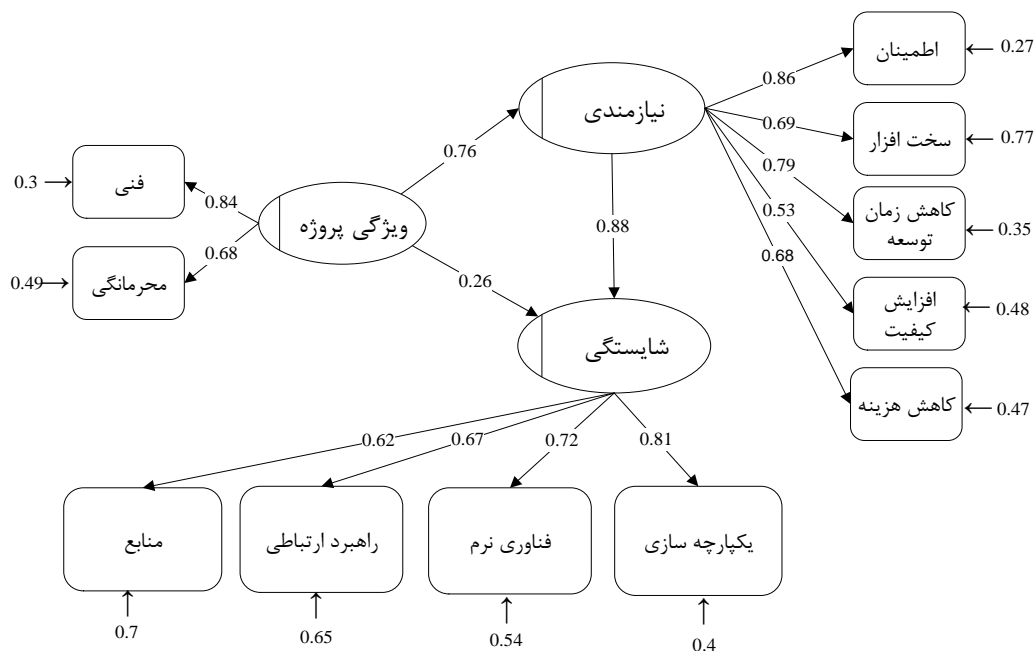
با توجه به استدلال‌ها و راهنمایی‌های خبرگان در خوشه بندی مؤلفه‌ها و ابعاد و همچنین مطالعه ادبیات و استنباط پژوهشگر از آنها، فرضیه‌های تحقیق به عنوان بیانی هوشمندانه از روابط ابعاد مدل پیشنهادی استخراج شدند. فرض اول این است که نیازمندی‌های سازمان برگرفته از ویژگی‌های پروژه است و این پروژه‌ها هستند که تعیین می‌کنند سازمان با چه خلأها و کمبودهایی مواجه است. حال که نیازمندی‌ها مشخص شدند؛ مصداق جمله معروف “نیاز مادر اختراع است”<sup>۱</sup> سازمان به دنبال کسب قابلیت و شایستگی برای رفع نیازمندی‌ها می‌گردد. پس فرضیه دوم تأثیر معنادار نیازمندی‌ها بر تعیین شایستگی‌ها است. اما شاید دور از ذهن نباشد که ویژگی‌های پروژه هم بتوانند مستقیماً بانی شایستگی‌های سازمان باشند، این موضوع هم با احتمالی چه بسا ضعیف‌تر از دو فرض قبلی، فرضیه سوم را می‌سازد. بنا بر این و با توجه به شکل ۲، فرضیات مطرح برای سنجش در سازمان صنایع هوایی از قرار ذیل خواهد بود:

- ✓ ویژگی پروژه اثر معناداری در تعیین نیازمندی‌های سازمان دارد.
- ✓ نیازمندی‌های سازمان اثر معناداری در تعیین شایستگی‌های سازمان دارد.
- ✓ ویژگی پروژه اثر معناداری در تعیین شایستگی‌های سازمان دارد.

### تحلیل فرضیات مطرح در مدل مفهومی درون سازمانی با رویکرد تحلیل مسیر

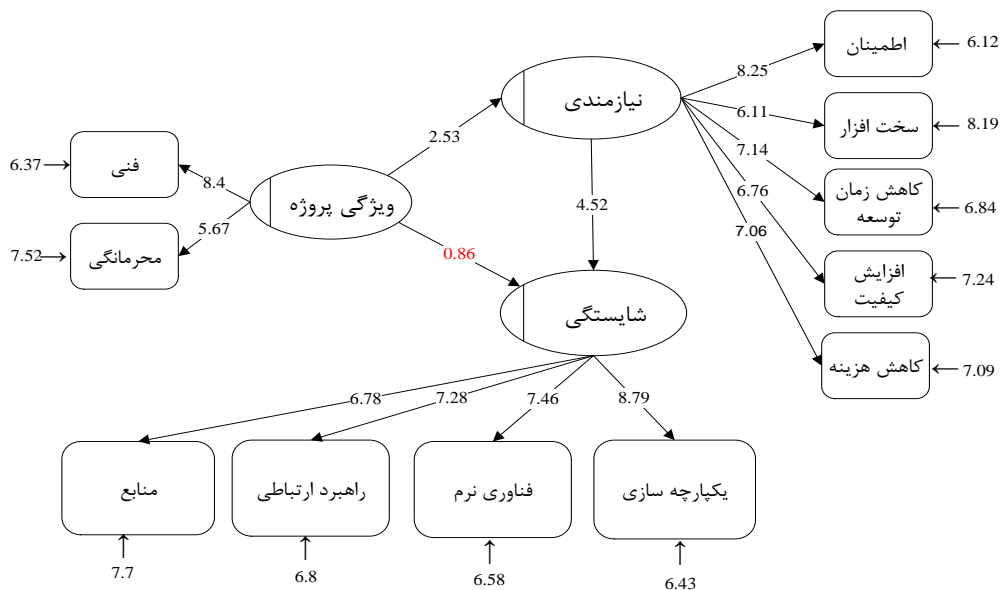
به منظور آزمون مجموعه روابط علی و معلولی میان شایستگی، نیازمندی و ویژگی پروژه، از آزمون مدلسازی معادلات ساختاری بهره گرفته شده است. فرضیات مطرح شده در قالب مدل مفهومی و با رویکرد تحلیل مسیر در شکل ۳ نشان داده شده‌اند. همچنین در شکل ۳، بارهای عاملی نوشته شده بر هر رابطه قابل مشاهده است.

1 Necessity is the mother of invention



شکل (۳): تخمین مدل و ضرایب مسیرهای موجود میان متغیرهای درون سازمانی

حال جهت آنکه بتوان به آزمون فرضیات تحقیق پرداخت و اینکه تا چه اندازه می‌توان به ضرایب به دست آمده در بعد تأثیرگذاری ابعاد بر یکدیگر اطمینان حاصل نمود؛ می‌بایست به اعداد معناداری روابط میان آنها نیز مراجعه کرد (شکل ۴).



شکل (۴): آزمون معناداری مدل درون سازمانی و تعیین مسیرهای قابل تأیید بر اساس تحلیل عاملی تأییدی

از طرف دیگر در جدول ۸، فرضیات تحقیق به تناسب برآورد استاندارد رابطه و اعداد معناداری مربوط به آن مورد بررسی قرار گرفته اند.

جدول (۸): آزمون فرضیات درون سازمانی تحقیق

فر	مسیر	ضریب مسیر	آماره t	نتایج فرضیات
۱	اثر ویژگی پروژه بر نیازمندی سازمان	۰,۷۶	۲,۵۳	تأیید
۲	اثر نیازمندی بر شایستگی سازمان	۰,۸۸	۴,۵۲	تأیید
۳	اثر ویژگی پروژه بر شایستگی سازمان	۰,۲۶	۰,۸۶	رد

شایان ذکر است در صورتی که اعداد معناداری بالاتر از عدد ۱,۹۶ باشد می توان معناداری مسیر میان دو متغیر را تأیید نمود و بر وجود این رابطه صحه گذاشت و در صورتی که برابر یا کوچکتر از ۱,۹۶ باشند؛ رد می شوند. از این رو بر اساس جدول ۸، فرضیه شماره ۱ و ۲ تحقیق، تأیید و فرضیه شماره ۳ رد می گردد. در مورد فرضیه سوم و توجیه رد آن باید گفت که ویژگی پروژه نمی تواند مستقیماً تعیین کننده شایستگی سازمان باشد، بلکه برای برآوردن این ویژگی ها، سازمان متوجه می شود که چه نیازمندی ها و کاستی هایی دارد (فرض اول مؤید) و آنگاه برای رفع آنها، شایستگی های لازم را کسب میکند (فرض دوم مؤید). در واقع ویژگی ها به طور غیر مستقیم و از طریق ایجاد نیازمندی، در تعیین شایستگی مؤثر هستند و نه به طور مستقیم. به عنوان مثال وقتی پروژه‌ی تحقیق و توسعه محصول پیچیده وجود تعداد ماژولهای زیاد و استانداردهای لازم (C5 و C21 در جدول ۶) را برای محصول تعیین می کند؛ سازمان با عدم کفایت توان فناورانه (C4) روبرو شده و به تجهیزات سخت افزاری خاصی (C1) نیاز پیدا میکند (فرض اول)، چرا که محصولات پیچیده عموماً نیاز به تخصص ها و تجهیزات پیچیده‌ای دارند که از عهده یک سازمان خارج است. بنابر این سازمان برای رفع این نیازها، به جستجوی منابع (C10) مورد نیاز با چشم انداز منبع محور (RBV) می پردازد و شایستگی لازم را کسب مینماید (فرض دوم). این امر میتواند مستلزم تثبیت منابع مالی (C9) برای ایجاد ارتباط قابل اطمینان با تأمین کننده هم باشد.

از سوی دیگر و بر اساس روش تحلیل مسیر در تحلیل مدل مفهومی، جدول ۹ شرح دقیق تری از تحلیل های آماری مربوط به فرضیات تحقیق را نشان میدهد. همان گونه که در این جدول مشخص است؛ اثر غیر مستقیم ویژگی پروژه بر شایستگی سازمان بیشتر از اثر مستقیم آن بوده و در نتیجه شاخص نیازمندی این رابطه را میانجی گری و تقویت می کند به گونه ای که تأثیر کلی ویژگی پروژه بر تعیین شایستگی از تأثیر نیازمندی بر تعیین شایستگی بیشتر است.

جدول (۹): بررسی اثرات مستقیم و غیر مستقیم ویژگی پروژه و نیازمندی بر شایستگی سازمان

متغیر	اثر مستقیم بر شایستگی	اثر غیر مستقیم بر شایستگی	اثر کل بر شایستگی
ویژگی پروژه	۰,۲۶	$۰,۷۶ * ۰,۸۸ = ۰,۶۷$	۰,۹۳
نیازمندی	۰,۸۸	-	۰,۸۸

مدل مفهومی برون سازمانی

شاخص های موجود در جدول ۲، در خوشه بندی جدول ۱۰ قرار گرفتند تا در تحلیل مسیر مورد استفاده قرار گیرند.

## جدول (۱۰): خوشه بندی شاخصهای برون سازمانی جهت استفاده در تحلیل مسیر

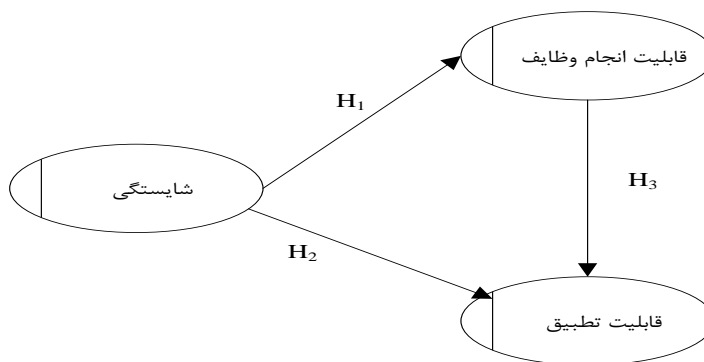
نماد	عنوان شاخص	عنوان مؤلفه	عنوان بعد
D4	توانایی از نظر نرم افزاری در حوزه مربوط به پروژه	دانش و مهارت	شایستگی
D6	حسن سابقه در انجام پروژه با کارفرمایان سابق		
D8	میزان تجربه و تخصص در حوزه مربوط به پروژه		
D13	میزان دانش تصمیم گیرندگان ارشد در حوزه مربوط به پروژه		
D1	تسلط بر جدیدترین روشها در انجام پروژه	به روز بودن	
D2	رعایت استانداردها	رعایت	
D7	میزان پایداری از نظر مالی در طول بازه زمانی پروژه	توانایی مالی	
D12	میزان سرمایه در گردش در یک سال مالی		
D15	تطبیق ارزشها، باورها و فرهنگ سازمانی	تطبیق ارزشها	قابلیت تطبیق
D3	قابلیت انعطاف در نحوه انجام پروژه با توجه به نظر کارفرما	انعطاف در خوحمها	
D10	توانایی و اهمیت دادن به انجام تغییرات جزئی مرتبط با پروژه	تطبیق در زمان	
D9	مدت زمانی که تأمین کننده متعهد به انجام پروژه می شود	کیفیت انجام	قابلیت انجام وظایف
D5	کیفیت انجام پروژه	زمان انجام	
D11	تحویل به موقع پروژه	مسئولیت	
D14	مسئولیت پذیری در قبال پروژه در حین و بعد از اتمام آن		

در جدول ۱۱، پایایی ابعاد تحقیق ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می شود تمامی ارقام بزرگتر از ۰٫۷ بوده و بدین ترتیب پایایی مورد تأیید قرار می گیرد.

## جدول (۱۱): پایایی ابعاد برون سازمانی پژوهش

ضریب آلفای کرونباخ	بعد
۸۵ درصد	شایستگی
۸۷ درصد	تطبیقی
۷۴ درصد	وظایف
۸۶ درصد	کل متغیرها

بدین ترتیب مدل اکتشافی و مفهومی پژوهش در ارتباط با ابعاد برون سازمانی مطابق با شکل ۵ خواهد بود.



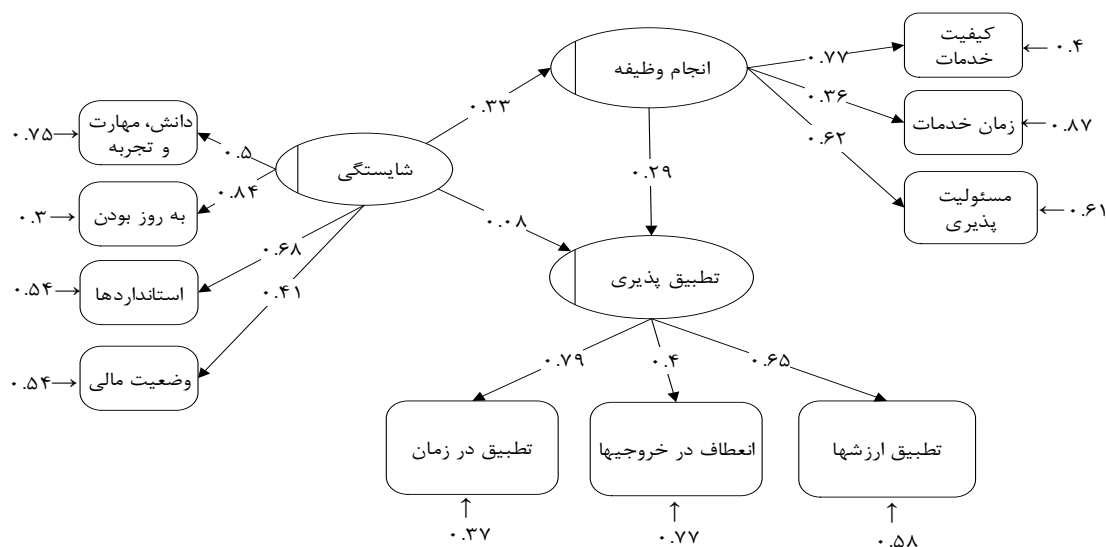
شکل (۵): مدل مفهومی پژوهش در ارتباط با ابعاد برون سازمانی

با توجه به استدلال ها و راهنمایی های خبرگان در خوشه بندی مؤلفه ها و ابعاد و همچنین مطالعه ادبیات و استنباط پژوهشگر از آنها، فرضیه های تحقیق به عنوان بیانی هوشمندانه از روابط ابعاد مدل پیشنهادی استخراج شدند. با توجه به شکل ۵ و روابط بین شاخص ها، فرضیات مطرح برای سنجش در سازمان از قرار ذیل خواهد بود:

- ✓ شایستگی تأمین‌کننده بر قابلیت انجام وظایف آن اثر مثبت و معناداری دارد.
- ✓ شایستگی تأمین‌کننده بر قابلیت تطبیق آن اثر مثبت و معناداری دارد.
- ✓ قابلیت تأمین‌کننده در انجام وظایف، بر قابلیت تطبیق اثر مثبت و معناداری دارد.

تحلیل فرضیات مطرح در مدل مفهومی ابعاد بیرونی پژوهش با رویکرد تحلیل مسیر

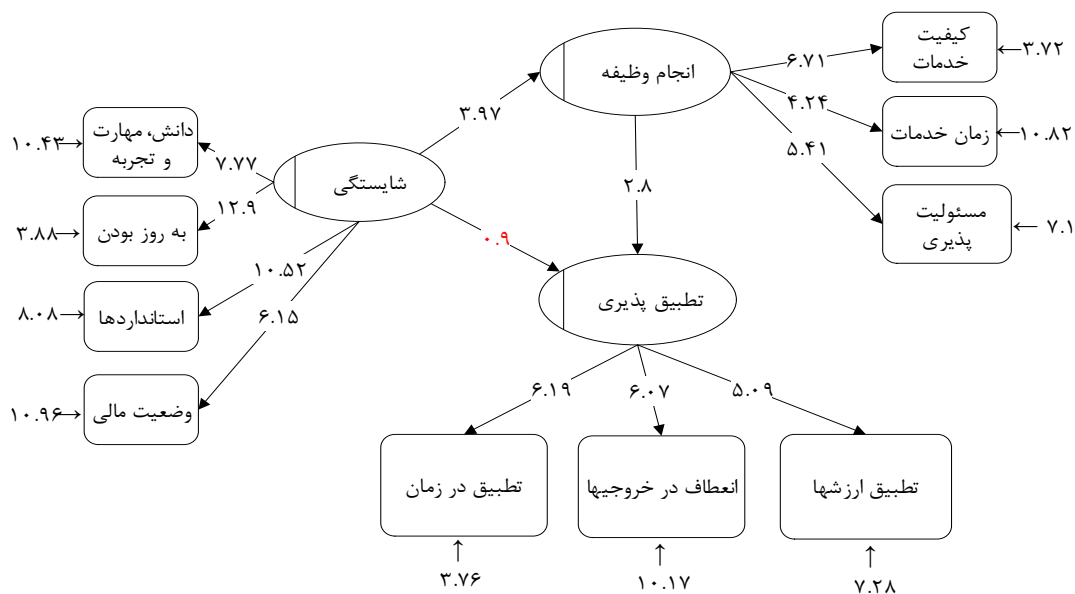
مشابه مدل مفهومی درون سازمانی، فرضیات مطرح شده در قالب مدل مفهومی برون سازمانی و با رویکرد تحلیل مسیر در شکل ۶ نشان داده شده‌اند.



شکل (۶): تخمین مدل و ضرایب مسیرهای موجود میان متغیرهای برون سازمانی

حال جهت آنکه بتوان به آزمون فرضیات مربوطه پرداخت و اینکه تا چه اندازه می‌توان به ضرایب بدست آمده در بعد تأثیرگذاری ابعاد بر یکدیگر اطمینان حاصل نمود؛ می‌بایست به اعداد معناداری روابط میان آنها نیز مراجعه کرد (شکل ۷).





شکل (۷): آزمون معناداری مدل برون سازمانی و تعیین مسیرهای قابل تأیید بر اساس تحلیل عاملی تأییدی

از طرف دیگر در جدول ۱۲، فرضیات پژوهش به تناسب برآورد استاندارد رابطه و اعداد معناداری مربوط به آن مورد بررسی قرار گرفته اند.

جدول (۱۲): آزمون فرضیات در ارتباط با ابعاد برون سازمانی

فر	مسیر	ضریب	آماره t	نتایج فرضیات
۱	اثر شایستگی بر قابلیت انجام وظایف	۰,۳۳	۳,۹۷	تأیید
۲	اثر شایستگی بر قابلیت تطبیق پذیری	۰,۰۸	۰,۹۰	رد
۳	اثر قابلیت انجام وظایف بر قابلیت تطبیق پذیری	۰,۲۹	۲,۸۰	تأیید

بر اساس جدول ۱۲، فرضیه شماره ۱ و ۳ تحقیق تأیید و فرضیه شماره ۲ رد می‌گردد. این نتیجه با این استنباط مدیریتی همراه است که صرفاً به خاطر شایستگی تأمین کننده نمی‌توان به تطبیق پذیری آن با سازمان چندان امیدوار بود؛ چرا که شایستگی باید به قابلیت انجام وظایف تبدیل شود و از طریق این قابلیت بر تطبیق پذیری اثرگذار باشد.

از سوی دیگر و بر اساس روش تحلیل مسیر در تحلیل مدل مفهومی، جدول ۱۳ شرح دقیق تری از تحلیل‌های آماری مربوط به فرضیات را به تصویر می‌کشد. همان گونه که در جدول ۱۳ مشخص است؛ اثر غیر مستقیم شایستگی بر قابلیت تطبیق پذیری بیشتر از اثر مستقیم آن بوده و در نتیجه متغیر قابلیت انجام وظایف این رابطه را میانجی‌گری نماید.

جدول (۱۳): بررسی اثرات مستقیم و غیر مستقیم شایستگی و قابلیت انجام وظیفه بر قابلیت تطبیق پذیری

متغیر	اثر مستقیم بر قابلیت	اثر غیر مستقیم بر قابلیت	اثر کل بر قابلیت
شایستگی	۰,۰۸	$۰,۲۹ * ۰,۳۳ = ۰,۰۹۵$	۰,۱۷۵
قابلیت انجام	۰,۲۹	-	۰,۲۹

## نیکویی برازش

همان گونه که در جدول ۱۴ مشخص است؛ تمامی شاخص های برازش مدل های مفهومی درون و برون سازمانی از حد استاندارد فراتر بوده به گونه ای که مدلها از این نظر، بسیار مناسب هستند.

جدول (۱۴): شاخص های برازش مدل های مفهومی

شاخصها	حد استاندارد بر اساس (Long, 1983) و (Vieira, )	درون سازمانی	برون سازمانی
$\chi^2/df$	کمتر از عدد ۳	۱,۲۴	۱,۲۷
GFI	بالاتر از ۹۰ درصد	۰,۹۹	۰,۹۷
RMSE	کمتر از ۰,۰۵	۰,۰۲۷	۰,۰۳۲
IFI	بالاتر از ۹۰ درصد	۰,۹۹	۰,۹۸
CFI	بالاتر از ۹۰ درصد	۰,۹۹	۰,۹۸
AGFI	بالاتر از ۹۰ درصد	۰,۹۷	۰,۹۵
NFI	بالاتر از ۹۰ درصد	۰,۹۶	۰,۹۳
RFI	بالاتر از ۹۰ درصد	۰,۹۴	۰,۹۱

## الگوی روابط بین شاخص ها با تکنیک دیمتل

برای انعکاس ارتباطات متقابل میان شاخص ها از تکنیک دیمتل استفاده شده است، به طوری که متخصصان قادرند با تسلط بیشتری به بیان نظرات خود در رابطه با اثرات (جهت و شدت اثرات) میان عوامل بپردازند. در این روش برای بیان میزان اثرگذاری شاخص ها روی یکدیگر از مجموعه اعداد حسابی ۰ تا ۴ استفاده میشود به گونه ای که عدد ۰ به معنای بدون تأثیر بودن است و عدد ۴ به معنی تأثیر بسیار زیاد. اعداد ۱، ۲ و ۳ هم به معنی تأثیرگذاری کم، متوسط و زیاد هستند.

## شاخص های درون سازمانی

قابل توجه است که در راستای حفظ محدودیت تعداد صفحات مقاله، ماتریسها ارائه نشده اند.

## قدم اول - محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم (M)

ماتریس اولیه به صورت رابطه ۱ است.

$$Z^k = \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} \begin{bmatrix} 0 & Z_{12}^k & \dots & Z_{1n}^k \\ Z_{21}^k & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{n1}^k & Z_{n2}^k & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

در این ماتریس،  $Z_{ij}^k$  میزان تأثیر عنصر  $i$  بر عنصر  $j$  را از دیدگاه خبره  $k$  ام نشان می‌دهد. برای محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم نهایی، باید میانگین دیدگاه خبرگان در هر درایه از ماتریس مطابق رابطه ۲ محاسبه شود.

$$X_{ij} = \frac{\sum_1^k (z_{ij}^k)}{k} \quad (۲)$$

ماتریس ارتباط مستقیم مطابق رابطه ۳ محاسبه می‌شود.

$$X = \begin{bmatrix} 0 & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & 0 & & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & & 0 \end{bmatrix} \quad (۳)$$

### قدم دوم- محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم نرمال

ابتدا معکوس بزرگترین مقدار جمع سطری و ستونی ماتریس ارتباط مستقیم را مطابق رابطه ۴ محاسبه شده و سپس مطابق رابطه ۵ در خودش ضرب میشود (لی و همکاران، ۲۰۱۳).

$$S = \frac{1}{\max \sum_j^n X_{ij}} \quad (۴)$$

$$N = S \times X \quad (۵)$$

### قدم سوم- محاسبه ماتریس ارتباط کامل

مطابق رابطه ۶ این ماتریس حساب میشود.

$$T = N \times (I - N)^{-1} \quad (۶)$$

### قدم چهارم- نمایش نقشه روابط شبکه

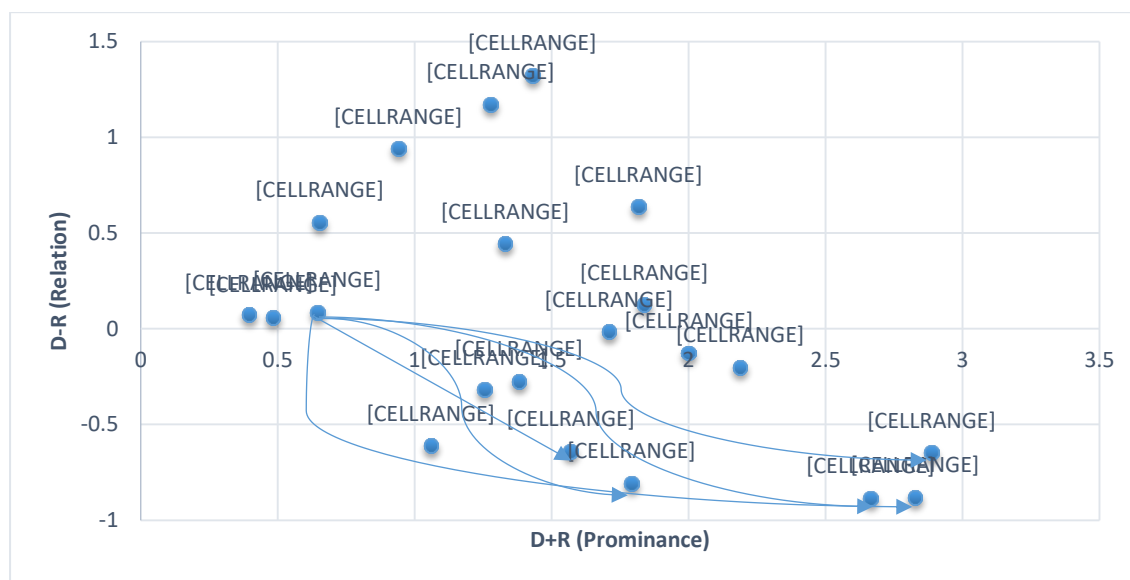
ابتدا باید ارزش آستانه حساب شود. با محاسبه این ارزش، شبکه روابط قابل اعتنا را میتوان ترسیم کرد. فقط روابطی با مقادیر بزرگتر از مقدار آستانه در ۱NRM باقی میماند. مقدار آستانه همان میانگین مقادیر ماتریس T است. در ماتریس T، تمامی درایه‌های کوچکتر از این مقدار کنار گذاشته میشوند.

ارزش آستانه برای شاخص‌های درون سازمانی برابر با ۰,۴۴۵ است. در ادامه، جمع درایه‌های هر سطر (D) و ستون (R) که به ترتیب نشان دهنده تأثیر گذاری و تأثیرپذیری شاخص در قیاس با دیگر شاخص‌ها است؛ حساب میشود.

مقادیر D، R، مجموع (محور افقی در روابط علی به منزله قدرت تعامل) و تفاضل (محور عمودی در روابط علی به منزله قدرت تأثیرگذاری مطلق) آنها به عنوان الگوی روابط علی شاخص‌ها، در جدول ۱۵ آمده است.

جدول(۱۵): الگوی روابط علی شاخص‌های درون سازمانی

شاخ	D	R	D	D
C	0	0	0	0.
C	0	0	1	0.
..	..	..	..	....
C	0	1	2	-
C	0	0	1	-



شکل (۸): نمودار روابط علی بین شاخص‌های درون سازمانی

با توجه به جدول ۱۵ و نمودار متناظر آن در شکل ۸، حداکثر تأثیرگذاری به ترتیب به "دیدگاه شناختی" و "دستیابی سازمان به منابع تخصصی و برتر تأمین‌کننده" اختصاص دارد. از آنجا که شاخص "دیدگاه شناختی" تأثیر پذیری پایینی دارند؛ از نظر تأثیرگذاری مطلق هم در مقام اول را دارد. کمترین تأثیرگذاری هم به ترتیب مربوط به شاخص‌های "بهبود کیفیت" و "عدم کفایت توان فناوریانه" است. شاخص "عدم کفایت توان فناوریانه" به دلیل تأثیرپذیری پایین؛ حداقل تعامل را با سایر شاخص‌ها را دارد.

شاخص‌های "دسترسی سازمان به منابع تأمین‌کننده" و "اعتقاد مدیران سازمان به برون‌سپاری" هم به ترتیب دارای بیشترین تأثیرپذیری هستند. با توجه به تأثیرگذاری بالای این دو شاخص، از نظر تعامل با سایر شاخص‌ها بالاترند و دارای پایین‌ترین تأثیرگذاری مطلق هستند. از شاخص‌های مربوط به خصوصیات ثابت، انتظار تأثیرپذیری بالایی وجود نداشت و قابل توجه است که خروجی حاصل از دیمتل هم آن را تأیید میکند به گونه‌ای که شاخص‌های "پیمان‌های و استاندارد محور بودن محصول" و "پیچیدگی بالای ماژول‌ها و تیراژ کم محصول" تأثیرپذیری کمی دارند.

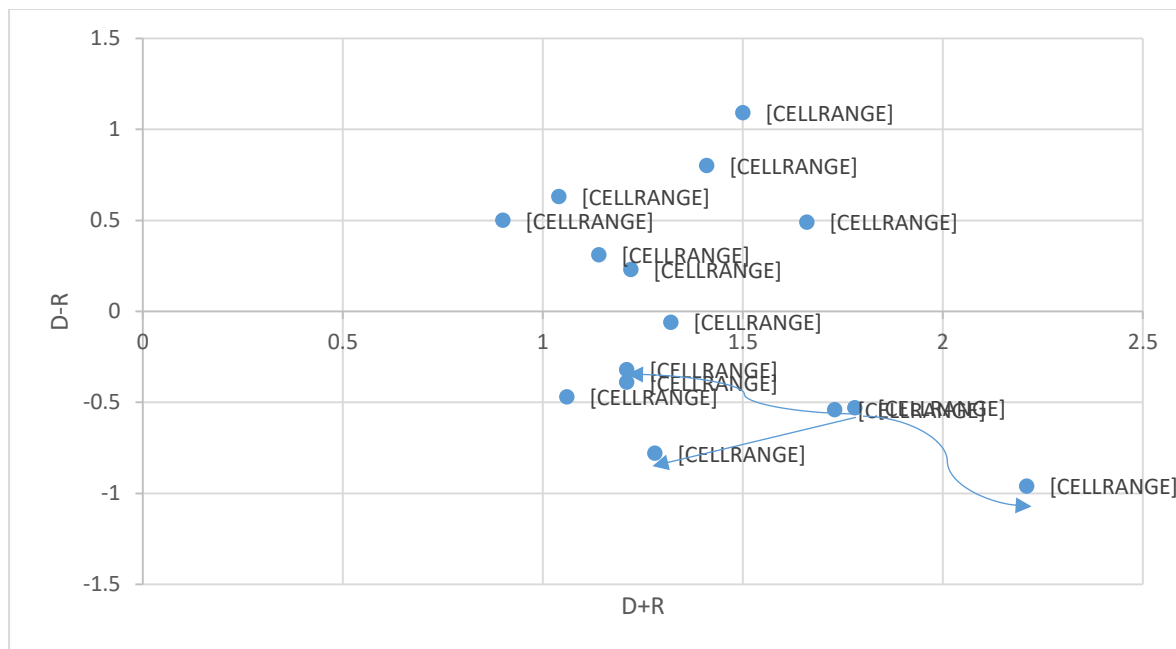
### شاخص‌های برون سازمان

پژوهش پوده و همکاران (۲۰۱۹) در مورد شاخص‌های برون سازمانی، منتج به الگوی جدول ۱۶ شده است (Poudeh et al., 2019).

جدول (۱۶): الگوی روابط علی شاخص‌های برون سازمانی (Poudeh et al., 2019)

شاخ	D	R	D+R	D-R
D1	۰٫۶۳	۱٫۱۵	۱٫۷۸	-۰٫۵۳
D2	۱٫۲۹	۰٫۲۱	۱٫۵۰	۱٫۰۹
.....	.....	.....	.....	.....
D14	۰٫۶۲	۱٫۵۸	۲٫۲۱	-۰٫۹۶
D15	۰٫۲۵	۱٫۰۳	۱٫۲۸	-۰٫۷۸

براین اساس "شاخص رعایت استانداردها توسط تأمین‌کننده" (D2) از بیشترین تأثیرگذاری و شاخص "مسئولیت پذیری تأمین‌کننده در قبال پیشنهادات و خدمات ارائه شده" (D14) از بیشترین تأثیرپذیری برخوردار است. نمودار علی روابط بر اساس جدول ۱۶ ترسیم شده است (شکل ۹). تأثیرگذاری شاخص اول به عنوان نمونه‌ای از دیگر شاخص‌ها در شکل ۹ رسم شده است.

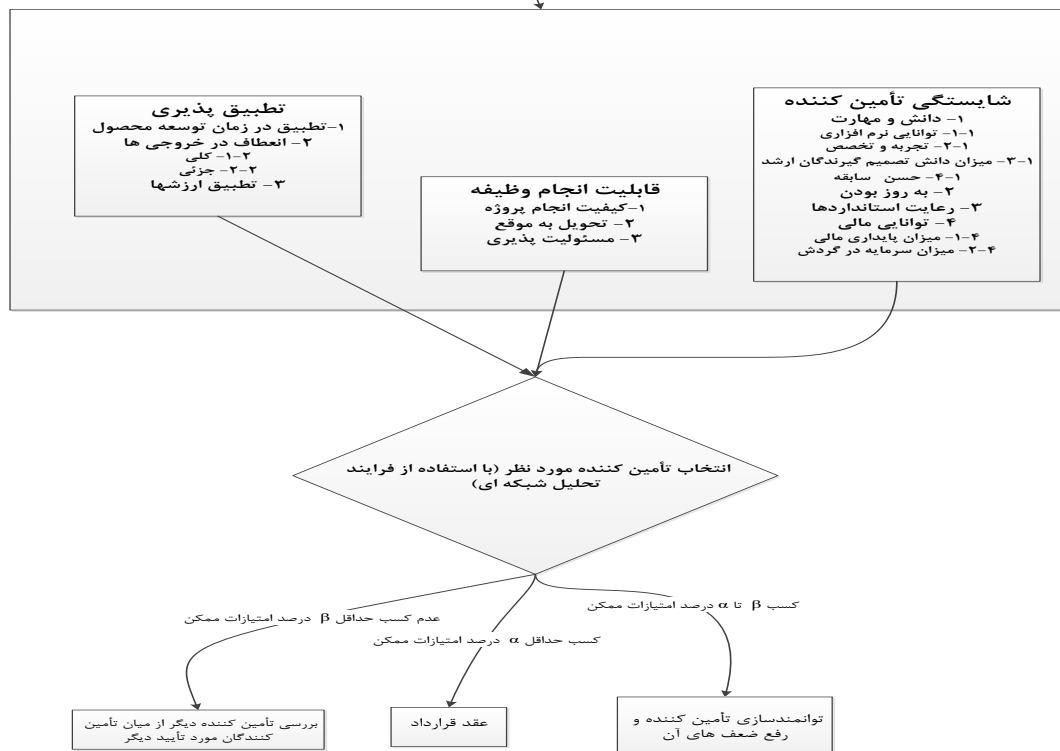
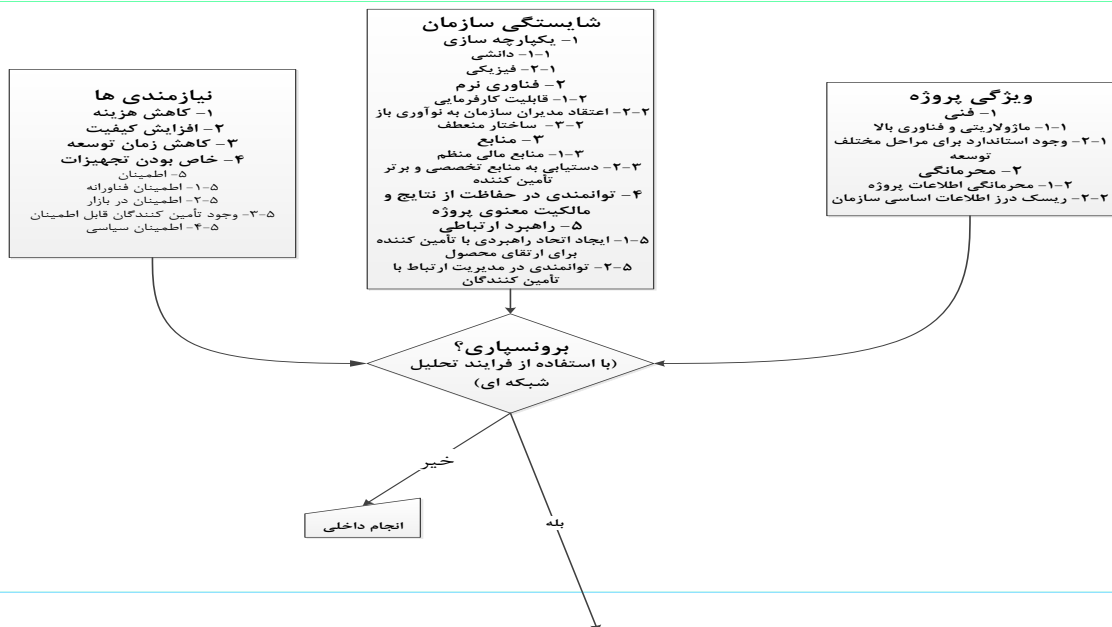


شکل (۹): نمودار روابط علی بین شاخص‌های برون سازمانی

بر اساس شکل ۹ شاخص "مسئولیت‌پذیری تأمین‌کننده در قبال پیشنهادات و خدمات ارائه شده" (D14) بیشترین تعامل را با سایر شاخص‌های مورد مطالعه دارند.

### مدل نهایی تصمیم‌گیری

با در نظر گرفتن مدل‌های معادلات ساختاری حاصل از شاخص‌ها، مؤلفه‌ها و ابعاد درون سازمانی (شکل ۴) و برون سازمانی (شکل ۷)، مدل نهایی پژوهش که در قالب آن تصمیم‌گیری برای برون‌سپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده صورت می‌گیرد؛ مطابق شکل ۱۰ ارائه می‌شود.



شکل (۱۰): مدل نهایی پژوهش

با توجه به قسمت مرور ادبیات در حوزه مدل‌های تصمیم‌گیری، این مدل تلفیقی از یک مدل درخت تصمیم و مدل امتیازی است. بر اساس شکل ۱۰، در گام اول از ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های حاصل از مدل مفهومی درون‌سازمانی استفاده شده و با بهره‌گیری از فرایند تحلیل شبکه‌ای، تصمیم‌گیری در مورد برون‌سپاری یا توسعه داخلی انجام می‌شود. در صورتی که توسعه داخلی انتخاب شود؛ ادامه مسیر از محدوده این پژوهش خارج شده و در اختیار سازمان قرار می‌گیرد. اما اگر گزینه برون‌سپاری اولویت بیشتری داشته باشد؛ وارد مرحله دوم مدل می‌شویم.

در مرحله دوم هم با استفاده از مدل مفهومی برون‌سازمانی که قبلاً توسعه داده شده است؛ ابعاد شایستگی تأمین‌کننده، قابلیت انجام وظیفه و تطبیق‌پذیری آن (که شامل مؤلفه‌ها و شاخص‌های خاص خود هستند) مجدداً با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. قابل توجه است که روابط درون شبکه‌ای قبلاً توسط مدلسازی معادلات ساختاری و دیمتل شناسایی شده‌اند. نتیجه تصمیم‌گیری در این مرحله بدین صورت است که مطابق نظر خبرگان اگر امتیاز کسب شده توسط تأمین‌کننده در بازه  $\alpha$  تا  $100$  درصد کل امتیاز ممکن باشد؛ تأمین‌کننده برای انجام پروژه انتخاب می‌شود و عقد قرارداد صورت می‌گیرد. اگر امتیاز تأمین‌کننده  $\beta$  تا  $\alpha$  درصد باشد؛ سازمان مبادرت به توانمندسازی تأمین‌کننده نموده و ضعف‌های آن را برطرف می‌کند. در صورتی هم که تأمین‌کننده قادر به کسب حداقل  $\beta$  درصد امتیازات نشود؛ کنار گذاشته شده و سازمان به بررسی تأمین‌کننده دیگری از مجموعه تأمین‌کنندگان مورد تأیید می‌پردازد (مقدار  $\alpha$  و  $\beta$  در شرایط مختلف وابسته به تصمیم خبرگان سازمان است).

#### ۴-۱- مورد مطالعه و تطبیق واقعیت با مدل

با در نظر گرفتن پروژه تحقیق و توسعه در مورد سیستم سوخت رسانی هواپیما که به عنوان یک پروژه بدیل برای برون‌سپاری در نظر گرفته شده است؛ حل مدل در مرحله اول نشان دهنده اولویت برون‌سپاری بر توسعه داخلی است. از سوی دیگر در مرحله دوم، دانشگاه صنعتی مالک اشتر به عنوان تأمین‌کننده بدیل برای انجام این پروژه مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه حل مدل بیانگر تناسب این تأمین‌کننده با کسب بیش از  $60$  درصد امتیازات ممکن بود. این مورد به عنوان نمونه‌ای از کارآمدی و اعتبار مدل مطرح است چرا که در عمل نیز این پروژه به عنوان پروژه‌ای موفق در زمینه برون‌سپاری به مجتمع دانشگاهی مواد و فناوریهای ساخت - پژوهشکده کامپوزیت برون‌سپاری شده و در حال انجام است.

در صورتی که تأمین‌کننده نتواند امتیازات بالایی کسب کند؛ باید سازمان به توانمندسازی آن تأمین‌کننده در حوزه‌های مالی، منابع انسانی، فنی و دانشی بپردازد.

### نتیجه‌گیری

در ادبیات موضوع، مدل‌های تصمیم‌گیری متنوعی در مورد محصولات عادی وجود دارد اما در مورد محصولات با سامانه‌های پیچیده، پژوهش‌چندانی انجام نشده است. آنچه وجود دارد مربوط به مدیریت ریسک برون‌سپاری آنهاست و نه مدل تصمیم‌گیری. دانش‌افزایی و نوآوری پژوهش حاضر مربوط می‌شود به احصا و غربال شاخص‌های مرتبط با محصولات پیچیده در زمینه تصمیم‌گیری برای برون‌سپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه، ساخت مؤلفه‌ها و ابعاد و تبیین ارتباط میان آنها با نظرسنجی از خبرگان و روش‌های مدلسازی معادلات ساختاری و روابط تأثیرگذاری بین شاخص‌ها با استفاده از دیمتل. مدل نهایی پژوهش هم در دو مرحله، تصمیم‌گیری برای برون‌سپاری و سازوکار آن را مشخص می‌کند. نتیجه اینکه تصمیم‌گیری برای برون‌سپاری یا توسعه داخلی این محصولات با استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه‌ای، بر اساس ویژگی‌های محصول، نیازمندی‌های سازمان و شایستگی‌های مورد



نیاز برای رفع این نیازها صورت می‌گیرد. هر سازمانی نمیتواند مبادرت به برون‌سپاری توسعه چنین محصولاتی نماید، بلکه باید خود را مجهز به قابلیت‌های فنی، قراردادی، کنترل پروژه، یکپارچه سازی، فناوریهای نرم، منابع مالی و راهبردهای صحیح ارتباطی نماید. از سوی دیگر با در نظر گرفتن تأمین کننده بدیل و بر اساس امتیازات کسب شده توسط وی با روش فرایند تحلیل شبکه ای، تصمیم گرفته میشود که آیا پروژه مد نظر به این تأمین کننده برون‌سپاری شود یا ضعف‌هایی دارد که باید برطرف گردد و یا اینکه تأمین کننده دیگری انتخاب شود. مدیران و مسئولین سازمانها و شرکت‌های تولید کننده محصولات پیچیده همچون صنایع هوایی، هوافضا و سازندگان نیروگاهها، قطارهای سریع السیر و کشتی‌ها میتوانند از نتایج این مدل استفاده نمایند. علاوه بر این مدل‌های برون‌سپاری در ادبیات "در مرحله بسیار ابتدایی و پشت سر عرصه عمل هستند". در این پژوهش از طریق تعامل عمیق با سازمان مورد مطالعه و مصاحبه‌های اکتشافی و نظر سنجی‌های متعدد (شامل مصاحبه با ۱۸ خبره، تکمیل پرسشنامه از سوی ۲۴۶ نفر متخصص برای ساخت مدل مفهومی، تکمیل ۳۵ پرسشنامه برای تعیین ارتباطات در روش دیمتل و مقایسات زوجی فرایند تحلیل شبکه ای)، موضوعیت کاربردی مدل بسیار بالاست و کارکرد مدل در عمل با استفاده از پروژه تحقیق و توسعه سیستم سوخت رسانی هواپیما که از سوی سازمان صنایع هوایی به دانشگاه صنعتی مالک اشتر برون‌سپاری شده است؛ سنجیده شده و تطابق آن با واقعیت حاصل شده است. مدل حاصل از این مقاله طبیعتاً در برخی شاخصها، مشابهت‌هایی با مدل‌های تصمیم‌گیری مربوط به برون‌سپاری محصولات عادی یا حوزه تولید دارد اما وجه تمایز آن در شاخصهایی است که دلالت بر محصولات با سامانه‌های پیچیده دارند (مانند یکپارچه سازی، اتحاد استراتژیک، ساختار منعطف سازمان، ماژولاریتی و فناوری بالای محصول و دقیقتر بودن محدوده استاندارد و ماژولاریتی محصول نهایی) و در حوزه تحقیق و توسعه (مانند عدم اطمینان فنی) هستند. در انتها باید توجه داشت که مدل حاضر تنها به ارائه یک ابزار نمی‌پردازد بلکه فرایند به کارگیری آن شامل انتخاب خبرگان و نظرسنجی از آنان را نیز در بر می‌گیرد.

### پیشنهادات کاربردی و تحقیقات آتی

متأسفانه نهادهای تصمیم‌گیر به روش‌های سنتی موضوع را مورد بررسی قرار داده و وظایف خود را انجام می‌دهند، به روش‌های تصمیم‌گیری نظارتی مجهز نبوده و از توانایی لازم برای پایش و کنترل در یک جامعه اطلاعاتی برخوردار نیستند. بنابراین تغییر دیدگاه اساسی در نهادهای تصمیم‌گیر ضروری است و این امر جز با فرهنگ سازی میسر نخواهد بود. نهادهای تصمیم‌گیر چون به نقاط بحرانی و حساس موضوع برون‌سپاری آشنایی ندارند؛ محدوده کنترل خود را وسیع می‌کنند. لذا به منظور بهبود و افزایش اثربخشی در عملکرد، این نهادها باید تمرکز خود را بر روی نقاط حساس قرار دهند، چرا که همه موارد به یک اندازه نیازمند مراقبت حفاظتی نیستند. پروژه‌های مورد نظر برای برون‌سپاری باید سطح‌بندی شوند و در هر یک از سطوح، تعیین اولویت گردند تا به این ترتیب تحلیل و تصمیم‌گیری برای تیم برون‌سپاری تسهیل شود. سپس پروژه‌های منتج شده از این حوزه‌ها که بعضاً برای کاهش سطح طبقه بندی به پروژه‌های کوچکتر شکسته شده‌اند؛ از نظر سطح دسترسی مورد بررسی مجدد قرار گرفته و طبقه بندی آن مشخص شود. بهتر است تعیین طبقه بندی هر پروژه به عهده تیم مدیریت برون‌سپاری باشد تا با استفاده از آیین‌نامه‌های حفاظت اطلاعات اقدامات لازم را به عمل آورد.

یکی از خطوط قرمزی که بعضاً با سهل‌انگاری منجر به نشت اطلاعات می‌شود؛ تجمع اطلاعات نزد تأمین‌کنندگانی است که چندین پروژه را در سازمان اجرا می‌کنند. باید توجه شود که خطر هک شدن و سرقت اطلاعات در صورت تجمع اطلاعات، یک تهدید است. بنابراین ایجاد تمهیدات امنیتی برای جلوگیری از تجمع اطلاعات ضروری است. ضمناً صرف اینکه تأمین‌کنندگان مستندات فنی را ارائه بدهند؛ کافی نیست و کارشناسان سازمان باید دانش ضمنی را کسب کنند. به عنوان مثال میتوان برای کسب دانش، کارشناسان مذکور را با متخصصین تأمین کننده همراه کرد.

رتبه‌بندی امنیتی تأمین کنندگان یک اصل انکارناپذیر است. این رتبه‌بندی علاوه بر رتبه‌بندی توانمندی و حوزه کاری خواهد بود، بنابراین حضور نمایندگان حفاظت و بازرسی جهت ارزیابی تأمین‌کننده ضروری است. یکی از کارهایی که نهادهای تصمیم‌گیری و اطلاعاتی سازمان باید انجام دهند؛ شناسایی واحدهای تحقیقاتی و تولیدی مورد وثوق و اطمینان در پهنه کشور با استفاده از کانالهای اطلاعاتی خاص (وزارت اطلاعات) می‌باشد. متأسفانه به دلایل زیادی از جمله بروکراسی این موضوع تاکنون اتفاق نیفتاده است. محققین آتی میتوانند در پیوستار یکپارچگی مدل‌های همکاری بین‌سازمانی، انواع دیگری غیر از برونسپاری، همچون سرمایه‌گذاری مشترک، اتحاد راهبردی، تحقیق و توسعه مشترک، کمک هزینه تحقیقاتی و ایجاد کنسرسیوم را به عنوان راهکاری برای انجام پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده از منظر نوآوری باز در نظر بگیرند. همچنین میتوانند سایر سازمانهای زیر مجموعه ودجا همچون هوافضا یا صنایع دفاع را به عنوان مورد مطالعه برگزینند و پروژه‌های مرتبط آنها را به عنوان نمونه‌هایی موفق یا ناموفق از تحقیق و توسعه مبتنی بر همکاری بررسی نمایند. بررسی پروژه‌های غیر دفاعی همچون تحقیق و توسعه در مورد ساخت کشتی، قطار و دیگر محصولات با سامانه‌های پیچیده هم میتواند گزینه‌ای جذاب برای پژوهش‌های آتی باشد. از سوی دیگر میتوان به این مسئله پرداخت که سازمان برونسپاری‌کننده چگونه میتواند تأمین‌کننده‌های مورد نظر خود را پرورش دهد و نسبت به عملکرد آنها از ابتدا اطمینان رفتاری داشته باشد. با توجه به ویژگی‌های محرمانگی پروژه‌های دفاعی، برونسپاری برون مرزی چندان مورد استقبال قرار نمی‌گیرد اما میتوان به عنوان پیشنهاد تحقیقات آتی، تأمین کنندگان خارج از کشور را نیز در نظر گرفت و با توجه به ویژگیهای محیط کسب و کار آنها، برونسپاری برون مرزی را نیز در نظر گرفت.

## منابع

- ANDRIKOPOULOS, A. & KOSTARIS, K. 2017. Collaboration networks in accounting research. *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation*, 28, 1-9.
- APPIAH-ADU, K., OKPATAH, B. K. & DJOKOTO, J. G. 2016. Technology transfer, outsourcing, capability and performance: A comparison of foreign and local firms in Ghana. *Technology in Society*, 47, 31-39.
- BARGE-GIL, A. & LÓPEZ, A. 2014. R&D determinants: Accounting for the differences between research and development. *Research Policy*, 43, 1634-1648.
- BARTHELEMY, J. 2003. The seven deadly sins of outsourcing. *The Academy of Management Executive*, 17, 87-98.
- BOJADZIEV, G. & BOJADZIEV, M. 1995. *Fuzzy sets, fuzzy logic, applications*, World Scientific.
- BRUCCOLERI, M., PERRONE, G., MAZZOLA, E. & HANDFIELD, R. 2019. The magnitude of a product recall: offshore outsourcing vs. captive offshoring effects. *International Journal of Production Research*, 57, 4211-4227.
- CHEN, J. H. & VUIK, C. 2017. Globalization technique for projected Newton-Krylov methods. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 110, 661-674.
- COASE, R. H. 1937. The nature of the firm. *economica*, 4, 386-405.
- CUERVO-CAZURRRA, A., MUDAMBI, R. & PEDERSEN, T. 2017. Globalization: Rising skepticism. *Global Strategy Journal*, 7, 155-158.
- DINIS, D., BARBOSA-PÓVOA, A. & TEIXEIRA, Â. P. 2022. Enhancing capacity planning through forecasting: An integrated tool for maintenance of complex product systems. *International Journal of Forecasting*, 38, 178-192.
- ELLRAM, L. & BILLINGTON, C. 2001. Purchasing leverage considerations in the outsourcing decision. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7, 15-27.
- ESPINO-RODRÍGUEZ, T. F., CHUN-LAI, P. & GIL-PADILLA, A. M. 2017. Does outsourcing moderate the effects of asset specificity on performance? An application in Taiwanese hotels. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 31, 13-27.
- FUJII, H. & MANAGI, S. 2016. Research and development strategy for environmental technology in Japan: A comparative study of the private and public sectors. *Technological Forecasting and Social Change*, 112, 293-302.
- GAMBAL, M.-J., ASATIANI, A. & KOTLARSKY, J. 2022. Strategic innovation through outsourcing—A theoretical review. *The Journal of Strategic Information Systems*, 31, 101718.
- HÄTÖNEN, J. & ERIKSSON, T. 2009. 30+ years of research and practice of outsourcing—Exploring the past and anticipating the future. *Journal of International Management*, 15, 142-155.
- HSU, C.-C. & LIOU, J. J. H. 2013. An outsourcing provider decision model for the airline industry. *Journal of Air Transport Management*, 28, 40-46.
- HYMER, S. 1976. *The international operations of national firms: A study of direct foreign investment*, MIT press Cambridge, MA.
- JHA, K. K., THAKKAR, J. J. & THANKI, S. J. 2020. Cycle time reduction in outsourcing process: case of an Indian aerospace industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 106, 4355-4373.
- KWAK, K. & YOON, H. D. 2020. Unpacking transnational industry legitimacy dynamics, windows of opportunity, and latecomers 'catch-up in complex product systems. *Research Policy*, 49, 103954.
- LAHIRI, S., KARNA, A., KALUBANDI, S. C. & EDACHERIAN, S. 2022. Performance implications of outsourcing: A meta-analysis. *Journal of Business Research*, 139, 1303-1316.
- LONG, J. 1983. Covariance structure models: an introduction to LISREL.
- MAH, J. S. 2017. Globalization and Economic Growth in Cambodia. *Singapore Economic Review*, 62, 363-375.
- MORGAN, J. 1999. Purchasing at 100: where it's been, where it's headed. *Purchasing*, 127, 72-94.

- NEWMAN, W. L. 1991. *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches*, Allyn and Bacon.
- PAIER, M. & SCHERNGELL, T. 2011. Determinants of collaboration in European R&D networks: empirical evidence from a discrete choice model. *Industry and Innovation*, 18, 89-104.
- PAJU, T. 2007. Conceptual model of R&D offshore outsourcing. *Journal of Global Business and Technology*, 3, 49-61.
- POUDEH, H. D., CHESHMBERAH, M., TORABI, H., GAVARESHKI, M. H. K. & HOSNAVI, R. 2019. Determining and prioritizing the factors influencing the outsourcing of Complex Product Systems R&D projects employing ANP and grey-DEMATEL method (case study: Aviation Industries Organization, Iran). *Technology in Society*, 56, 57-68.
- RICHARDSON, G. B. 1972. The organisation of industry. *The economic journal*, 82, 883-896.
- SAUNDERS, M., LEWIS, P. & THORNHILL, A. 2009. *Research methods for business students*, Pearson education.
- SMITH, E. 2017. Globalization and the colonial origins of the great divergence: intercontinental trade and living standards in the Dutch East India Company's commercial empire, c. 1600-1800. *Economic History Review*, 70, 679-680.
- VIEIRA, A. L. 2011. *Interactive LISREL in practice*, Springer.
- WARNER, M. 2017. On globalization "with Chinese characteristics"? *Asia Pacific Business Review*, 23, 309-316.
- WILLCOCKS, L. P., KERN, T. & VAN HECK, E. 2002. The winner's curse in IT outsourcing: strategies for avoiding relational trauma. *California Management Review*, 44, 47-69.
- YANG, W., LI, C., YU, Y. & ZHONG, M. 2021. Research on Importance Evaluation of Complex Product Parts Based on Multilayer Complex Network. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2021.
- ZHOU, J., ZHU, J. & WANG, H. 2021. Dual-sourcing and technology cooperation strategies for developing competitive supplier in complex product systems. *Computers & Industrial Engineering*, 159, 107482.
- اثباتی، ح.، رادفر، ر.، طباطبائی، ح. ا. و طلوعی اشلقی، ع. ۲۰۲۱. تأثیر عوامل ساختاری بر توسعه محصول جدید حوزه فضایی کشور در سطح بنگاه. مدیریت نوآوری، ۱۰، ۲۵-۵۵.
- دهقانی پوده، ح.، چشم‌براه، م.، ترابی، ح.، کریمی گوارشکی، م. ح. و حسنوی، ر. ۲۰۱۷. تعیین اولویت بندی شاخص‌های مؤثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده (مورد مطالعه: سازمان صنایع هوایی). فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، ۵، ۱۳۹-۱۶۸.
- صفدری رنجبر، م.، رحمان سرشت، ح.، منطقی، م. و قاضی نوری، س. س. ۲۰۱۶. پیشران‌های کسب و ایجاد قابلیت‌های فناورانه ساخت محصولات و سامانه‌های پیچیده در بنگاه‌های متاخر: مطالعه موردی شرکت توربوکمپرسور نفت (OTC). مدیریت نوآوری، ۵، ۱-۲۶.