



Identification and classification of factors influencing the outsourcing of product research and development projects with complex systems

Hasan Dolati¹

Abstract

Purpose

Organizations that compete seriously in global markets, invest in R&D projects in order to maintain superiority and outsourcing these projects with complex systems. This study aimed to identify and classify the factors influencing the outsourcing of product research and development projects with complex systems in Islamic Republic of Iran Navy.

Method

The present article is an applied study in terms of the purpose of the study and its method is a combination of quantitative and qualitative types (a mixed method). Qualitative data are collected using textual content analysis and based on the opinions of 15 experts in Islamic Republic of Iran Navy. On the other hand, quantitative data are collected based on the opinions of 205 employees and senior managers of the organization. Also, Delphi technique is applied to screen the obtained indexes and exploratory factor analysis test and SPSS software are used to classify the indexes

Findings

The factors influencing the outsourcing of product research and development projects with complex systems in Islamic Republic of Iran Navy are: structural factors, strategic factors, financial factors and supplier management.

Conclusion

The results of the present study that is obtained through the opinions of the employees and senior managers of Islamic Republic of Iran Navy can play an important role in outsourcing of research and development projects of products with complex systems.

Keywords: Outsourcing ,research and development projects, products with complex systems

1. Assistant Professor of Faculty of Management, Imam Khomeini University of Maritime Sciences, Noshahr, Iran, Corresponding Author Email: drdolati_uek@yahoo.com



شناسایی و دسته‌بندی عوامل مؤثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده

حسن دولتی^۱

چکیده

زمینه و هدف: سازمان‌هایی که با رقابت سختی در بازارهای جهانی مواجهند، از سرمایه‌گذاری بر پروژه‌های تحقیق و توسعه جهت حفظ برتری و برونسپاری این پروژه‌ها با سامانه‌های پیچیده استفاده می‌نمایند. بر این اساس این مقاله با هدف شناسایی و دسته‌بندی عوامل مؤثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده انجام شد.

روش‌شناسی: روش شناسی این مقاله از نظر هدف کاربردی و بصورت آمیخته بود. گردآوری اطلاعات در بخش کیفی در دو مرحله به صورت فراترکیب شاخص‌ها شناسایی و با استفاده از تکنیک دلفی در بین ۱۵ نفر از خبرگان نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران مورد پایش قرار گرفتند در بخش کمی تعداد ۲۰۵ نفر از کارکنان و مدیران با استفاده از فرمول کوکران با روش نمونه گیری در دسترس از بین جامعه مورد مطالعه انتخاب شدند. روش تحلیل داده‌ها در این مرحله تحلیل عاملی اکتشافی بود.

یافته‌ها: عوامل مؤثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده در نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران عبارتند از: عوامل ساختاری، استراتژیک، مدیریت تأمین کنندگان، مالی.

نتیجه‌گیری: شناسایی عوامل مؤثر بر برونسپاری در سازمان‌های با ویژگی‌های فناوری بالا بعنوان بخشی از استراتژی محسوب می‌شود که می‌بایست بسترهای استفاده از آن شناسایی شود که در این مقاله این عوامل برای سازمان نیروی دریایی شناسایی گردید.

واژگان کلیدی: برونسپاری، پروژه‌های تحقیق و توسعه، محصولات با سامانه‌های پیچیده،

۱. استادیار دانشکده مدیریت دانشگاه علوم دریایی امام خمینی (ره)، نوشهر، ایران، نویسنده مسئول. ایمیل: drdolati_uek@yahoo.com

مقدمه

بخش عمده‌ای از محصولات و سامانه‌های دفاعی در زمره محصولات و سامانه‌های پیچیده قرار دارند. محصولات سامانه‌های پیچیده دسته خاصی از محصولات هستند که تفاوت‌های زیادی با محصولات عادی و تولید انبوه دارند. از جمله خصوصیات این محصولات عبارتند از: نیاز به دانش خاص، مؤلفه‌های سازنده، مؤلفه‌های شخصی‌سازی شده متعدد، متنوع و دارای ارتباط درونی (صفدری رنجبر و قیدرخلجانی، طهماسبی، توکلی، ۱۳۹۵: ۱۳۳)، لزوم وجود شبکه همکاران در تولید (ددهیر^۱، نوکلاین^۲، ماکینن^۳، ۲۰۱۴: ۱۹۲-۱۷۴)، نیاز به تجربه و منابع مالی کافی برای توسعه، نظام قانون گذاری با یکپارچگی بالا (نقی زاده^۴، منطقی^۵، ۲۰۱۶)، و تولید در قالب پروژه یا به صورت دسته‌های کوچک است. طبیعی است که فراهم نمودن تمامی منابع لازم برای تحقیق و توسعه در مورد چنین محصولاتی خارج از توان یک سازمان است. از سویی امروزه به دلیل وجود تغییرات مداوم و پیدایش فناوری‌های پیچیده و محصولات جدید، رقابت شدیدی برای دستیابی به فرصت‌ها شکل گرفته است؛ بنابراین ایجاد آمادگی برای ارائه واکنش سریع‌تر به منظور بهره‌مندی از فرصت‌ها، یکی از چالش‌های اساسی سازمان‌ها بخصوص در سازمان‌هایی که بر پایه دانش و فناوری هستند می‌باشد و باعث شده است تا تحقیق و توسعه در آنها بعنوان یکی از عوامل اصلی برای دستیابی به فرصت‌ها و بقا در عرصه رقابت جهانی تبدیل شود (آپیا-آدو^۶، آکپادا^۷، دجکوتو^۸، ۲۰۱۶: ۳۱). اینگونه واحدها برای استفاده از فرصت‌ها چاره‌ای جز ایجاد ساختارهای منعطف و همچنین بهره‌مندی بیشتر از امکانات گسترده بیرون از سازمان را ندارند (فوجی^۹ و ماناگی^{۱۰}، ۲۰۱۶: ۲۹۳). در واقع توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده، نیازمند همکاری با تامین کنندگان و منابع برتر برون سازمانی بوده و برونسپاری از جمله راهکارهای کسب منابع مورد نظر در زمینه تجهیزات، دانش، منابع انسانی و مالی است (دهقانی پوده و همکاران^{۱۱}، ۲۰۱۹). بدین ترتیب، امروزه برونسپاری بیش از گذشته رشد یافته و سبب افزایش انعطاف پذیری و پویایی سازمان‌ها گشته است. از برونسپاری عموماً به عنوان انتقال فعالیت‌ها و فرایندهایی که قبلاً به طور داخلی انجام می‌شدند؛ به سازمان بیرونی یاد می‌شود و هیچ شکی نیست که این مفهوم یکی از پایدارترین روندهای تجارت کنونی است. انقلاب برونسپاری، روش رقابت سازمان‌ها را در صنایع مختلف همچون اتومبیل‌سازی، هوافضا، مخابرات، کامپیوتر، داروسازی، مواد شیمیایی، مراقبت پزشکی، خدمات مالی، سیستم‌های انرژی و نرم افزار تغییر داده است (وروال^{۱۲}، ۲۰۱۷: ۱۷). سرعت بالای تغییرات فناوری، کمبود تجهیزات، ابزارآلات و آزمایشگاه‌های تخصصی و ضعف دانش فنی و مهارت‌ها از عمده‌ترین مشکلات پیش روی مدیران تحقیق و توسعه ارگان‌های نظامی است. در سال‌های اخیر برونسپاری تحقیق و توسعه یکی

1. Dedehayir
2. Nokelainen
3. Mäkinen
4. Naghizadeh
5. Manteghi
6. Appiah-Adu
7. Okpattah
8. Djokoto
9. Fujii
10. Managi
11. Dehghani Poudeh
12. Verwaal

از روش‌های نوین مدیریت است که در مواجهه با این کاستی‌ها و محدودیت‌ها جایگاه خاصی را به خود اختصاص داده و به عنوان یکی از دغدغه‌های مهم برای تصمیم‌گیرندگان سازمان‌های نظامی در مورد چگونگی برونسپاری فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ی محصولات با سامانه‌های پیچیده شده است (رجبی مسرور، توفیق، قاضی زاده فرد، ۱۳۹۷: ۶۵). صنایع نظامی از جمله صنایعی هستند که انجام برونسپاری در آنها بدلیل سرعت بالای تغییرات فناوری، کمبود تجهیزات، ابزارآلات و آزمایشگاه‌های تخصصی و ضعف دانش فنی و مهارت‌ها و عواملی از این دست ضروری است. در نتیجه با توجه به ماموریت‌ها و اهداف تعیین شده برای صنایع نظامی کشور، موضوع برونسپاری در این سازمان‌ها به عنوان یکی از موضوعات مهم در راستای ارتقای توان رزمی و کسب آمادگی‌های تجهیزاتی است که نقش مهمی در رسیدن به اهداف تعیین شده ایفا می‌نماید. اما علیرغم اهمیت موضوع برونسپاری در پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده در مراکز نظامی، تاکنون تحقیق جامعی که به بررسی این مهم در نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران بپردازد، انجام نشده است. بدین ترتیب نگارنده در این تحقیق به دنبال پاسخگویی به پرسش‌های ذیل است

- ۱= عوامل موثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده در نذاجا کدامند؟
- ۲= دسته‌بندی عوامل موثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده در نذاجا چگونه است؟

پیشینه نظری پژوهش

برونسپاری

امروزه سازمان‌ها برونسپاری را به عنوان یک ضرورت اجرایی در نظر می‌گیرند و بسیاری از خدمات را برای برونسپاری برنامه ریزی می‌کنند. برونسپاری در بسیاری از سازمان‌های عصر حاضر (غربی، شرقی و ایرانی) از امری غیر عادی و عجیب، به فعالیتی متداول تبدیل شده است (پورمعلم، ۱۳۹۰). برونسپاری می‌تواند منافع نظیر صرفه جویی در هزینه‌ها، تسریع در امور اداری و کاهش بوروکراسی‌های شدید و خشک، کیفیت بهتر خدمات ارائه شده به ذی‌علاقگان، دستیابی به دانش فنی پیشرفته در ارائه خدمات، استفاده از دانش متخصصین، تمرکز بر فعالیت اصلی، کاهش حجم سازمان و... داشته باشد (باقری و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۶۶-۱۳۷). بسیاری از کسب و کارها اعم از خصوصی، دولتی، انتفاعی، خیریه و موسسات آموزشی و پژوهشی بواسطه مزایای موجود در امر برونسپاری، استراتژی برونسپاری را در تمامی ابعاد سازمانی، جزو اهداف کلان خود قرار داده‌اند. در قرن بیست و یکم، مدیریت فرایندهای برونسپاری تحقیق و توسعه برای موفقیت کلی سازمان بسیار مهم است. اما چالش رهبران سازمانی این است که یک سیستم عملی برای اندازه‌گیری اثربخشی خدمات بیرونی بر روی رقابت در بازار ندارند (یرکیک و هوسجنویک، ۲۰۱۷). توسعه‌ی محصولات با سامانه‌های پیچیده در ارگان‌های نظامی نیازمند همکاری با تأمین‌کنندگان منابع برتر برون سازمانی بوده و برونسپاری راهبردی پروژه‌های تحقیق و توسعه‌ی این محصولات از جمله راهکارهای کسب منابع موردنظر در زمینه‌ی تجهیزات، دانش، منابع سازمانی و مالی است.

محصولات با سامانه‌های پیچیده

پیدایش مفهوم «محصولات با سیستم‌های پیچیده» ابتدا از ادبیات سیستم‌های نظامی، پیچیدگی‌های سیستم، مکتب سیستم‌های فنی بزرگ، مدیریت پروژه و مطالعات سازمان صنعتی آغاز شد. لیکن این مفهوم در هیچ یک از این روندهای مطالعاتی هسته مرکزی نبود و به طور عمده به عنوان مطالعه موردی، مثال، مدلسازی و... مورد توجه قرار می‌گرفت. در سال‌های پایانی قرن بیستم، تغییرات سریع در محیط رقابتی ناشی از کوتاه شدن دوره عمر محصولات و تنوع تقاضای مشتریان اهمیت این محصولات را بیشتر کرد؛ چراکه پیچیدگی‌های فناورانه آنها می‌توانست به عنوان یک مزیت مهم رقابتی عمل کند و فاصله فناورانه بنگاه‌های پیشرو را حفظ نموده و افزایش دهد. به موازات این واقعیت، تلاش‌های دانشگاهی برای درک چیستی این محصولات و چگونگی امکان رقابت و نوآوری در آنها پررنگتر شد. در یکی دو دهه اخیر اهمیت محصولات پیچیده به خوبی مشخص شده و این مقوله در مراکز تحقیقات دانشگاهی همواره مورد بررسی قرار گرفته است. به نحوی که محصولات پیچیده هم اکنون به عنوان یک خط تحلیلی و تحقیقی مجزا مورد ملاحظه واقع می‌شود (الیاسی و همکاران، ۱۳۹۴: ۳۹-۳۱). در واقع تولید محصولات پیچیده جزء فعالیت‌های خاص اقتصادی است. محصولات پیچیده از لحاظ فنی در شرکت‌های پیشرفته تولید می‌شود و کالاهای سرمایه‌ای با فناوری‌های پیشرفته به شمار می‌رود. برخلاف محصولات متعارف که با تعداد زیاد بنگاه‌ها و رقابت بین آنها مشخص می‌شود، در حوزه محصولات پیچیده ساختار صنعت به طور عمده متشکل از تعداد بسیار کمی از بنگاه‌های بسیار بزرگ تامین کننده، سازنده و مشتری است. این تعداد کم بنگاه‌ها همگی در فرآیند طراحی، تحقیق و توسعه، یکپارچه‌سازی سیستم‌ها، بهبود آتی محصولات و نگهداری محصول مشارکت دارد. این محصولات عموماً در پیچیدگی و طی زمانی که به تدریج فناوری پیشرفت می‌کند و تامین کنندگان به محیط اقتصادی و تقاضاهای نوآوری خریداران متعدد پاسخ می‌دهند، رشد و توسعه پیدا می‌کند. به همین دلیل این محصولات به شدت نیازمند توانمندی‌های مهندسی سطح بالا است تا بتواند به نیازهای خاص هر مشتری جواب دهد. از دیدگاه کلان، سرمایه‌گذاری در بخش ایجاد ظرفیت محصولات پیچیده، یکی از نشانه‌های مهم قدرت اقتصاد ملی است. طراحی، مهندسی، عملیات تولید، نگهداری و کاربرد محصولات پیچیده جزء فعالیت‌های مربوط به ظرفیت تولید ملی است. به همین دلیل برخی از کشورهای آسیایی همچون تایوان، سنگاپور، هنگ کنگ و چین به منظور حفظ توان رقابت فناورانه وارد این حوزه‌ها شده‌اند (پارک^۱، ۲۰۱۲: ۲۲). پیشرفت‌های اقتصادی هم اکنون نیازمند تجاری سازی و توسعه قابلیت در فناوری‌های پیچیده است که نوآوری در آنها تنها از طریق شبکه‌های همکاری خودسازماندهی شده اتفاق می‌افتد. بنابراین یکی از وجوه تمایز این محصولات این است که مکانیزم و مدیریت نوآوری در اینگونه محصولات با محصولات ساده تولید انبوه متفاوت است (رویریچ و همکاران^۲، ۲۰۱۱). پروژه‌های بزرگ مهندسی غالباً زیرساخت‌هایی مانند سیستم‌های حمل و نقل شهری، فرودگاه‌ها، سیستم‌های نیرو و... است و بخش مهمی از کسب و کارها و بنگاه‌ها را شامل می‌شود. براین اساس می‌توان این پروژه‌ها را به عنوان بخشی از یک محصول پیچیده دانست. همچنین سیستم‌های فنی بزرگ را می‌توان نوعی از محصول پیچیده تصور کرد. پروژه‌های نرم افزاری بزرگ نیز می‌تواند یک محصول پیچیده یا بخشی از یک محصول پیچیده بزرگتر باشد.

1.Park

2.Roehrich

پیشینه تجربی

نتایج تحقیق عساری، خمسه، رادفر و شادنوش (۱۳۹۸) در تحقیقی با موضوع «شناسایی و بررسی عوامل کلیدی مؤثر بر توانمندی‌های مدیریت پروژه‌های تحقیق و توسعه آینده در صنایع با تکنولوژی پیشرفته هوافضا» حاکی از تأثیر ۸ بعد اصلی بر پروژه‌های تحقیق و توسعه آینده در صنایع با تکنولوژی پیشرفته هوافضا به همراه ۵۶ عامل بود. در پایان کلیه عوامل کلیدی شناسایی شده، تأثیر معناداری بر توانمندی‌های مدیریت پروژه‌های تحقیق و توسعه آینده در صنایع با تکنولوژی پیشرفته هوافضا داشتند.

خمسه و رجبی (۱۳۹۷) در تحقیقی تحت عنوان «شناسایی و اولویت بندی عوامل راهبردی مؤثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با رویکرد آمیخته» نشان دادند که ۷ عامل راهبردی مؤثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی به همراه ۳۲ شاخص شناسایی کردند. با توجه به نظر خبرگان و نتایج فرآیند تحلیل شبکه‌ای، عامل استراتژیک در اولویت اول، عامل مدیریت دانش در اولویت دوم، عامل تکنولوژیک در اولویت سوم، عامل مدیریت تامین کنندگان در اولویت چهارم، عامل سیستمی در اولویت پنجم، عامل مالی در اولویت ششم و عامل زیر ساخت شبکه‌ای در اولویت هفتم قرار گرفتند.

روبریح و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی با موضوع «مدیریت نوآوری در محصولات با سیستم‌های پیچیده (مورد مطالعه؛ تیم‌های پروژه یکپارچه)» نشان دادند که پویایی توسعه و اجرای مدیریت نوآوری در طول زمان و بطور فزاینده توسط همکاری بین ساختارهای سازمانی ایجاد می‌شود.

موداک^۱ و همکاران (۲۰۱۸) تحقیقی را تحت عنوان «ارزیابی عملکرد تصمیم برونسپاری با استفاده از روش کارت امتیازی متوازن و فرآیند تحلیل شبکه فازی: مطالعه موردی یک سازمان استخراج زغال سنگ هندی» مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های تحقیق نشان داد از میان گزینه‌های موجود، اتحاد استراتژیک دارای بالاترین رتبه بوده است این مطالعه چارچوب پیشنهادی را به عنوان یک ابزار تحلیلی در فرمولاسیون استراتژی ایجاد می‌کند و راهنمایی‌های منطقی برای مدیریت با توجه به بهبود عملکرد ارائه می‌دهد.

بررسی پژوهش‌های پیشین مرتبط با عوامل مؤثر بر برونسپاری نشان می‌دهد که:

۱- برخی از پژوهش‌های موجود بدون پرداختن به جزئیات و ظرایف کار، دچار کلی نگری شده‌اند و برخی نیز تنها تعدادی از عوامل مؤثر بر برونسپاری را مورد التفات قرار داده و از جامعیت لازم برخوردار نیستند. از طرف دیگر عوامل مؤثر بر برونسپاری هر سازمان مبتنی بر مبانی فلسفی و ایدئولوژیک و همچنین مقتضیات زمانی و مکانی آن کشور دارای اعتبار بوده و قابلیت تقلید و کپی برداری عینی نمی‌باشد.

بر این اساس این مقاله با هدف شناسایی و رتبه بندی عوامل مؤثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده در نادجا انجام شده است.

روش‌شناسی پژوهش

روش مطالعه در این تحقیق از نظر هدف کاربردی و به صورت آمیخته بود. در بخش کیفی داده‌ها از طریق مطالعه اسناد و مقالات به تعداد ۷۲ مقاله به صورت فراترکیب انتخاب شد و با کمک برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی (CASP) که ابزاری در جهت بررسی کیفیت مطالعه‌های اولیه در پژوهش کیفی است تعداد مقاله‌ها به ۳۲ عنوان کاهش یافت. سرانجام داده‌ها به کمک تحلیل محتوا مفهوم‌پردازی و از کل به جزء طبقه‌بندی شدند. و سپس با استفاده از تکنیک دلفی تعداد شاخص‌ها مورد پایش قرار گرفته و نهایی شد. روش نمونه‌گیری در این مرحله با روش گلوله برفی به تعداد ۱۵ نفر از بین خبرگان نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران بود. در ادامه برای دسته‌بندی شاخص‌ها و شناسایی عوامل موثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده نسبت به توزیع پرسشنامه در بین نمونه آماری مرکب از ۲۰۵ نفر از مدیران و کارکنان حوزه آماد اقدام شد روش نمونه‌گیری در این مرحله به صورت تصادفی در دسترس بود که از بین ۴۴۰ نفر از مدیران و کارکنان حوزه آماد با استفاده از فرمول کوکران انتخاب شده بودند. روایی پرسشنامه بوسیله صاحب‌نظران و مقدار پایایی با استفاده از آلفای کرونباخ ۰/۸۷ محاسبه شد که بعلت بالا بودن از ۰/۷ مورد تأیید قرار گرفت روش تحلیل داده‌ها در این مرحله، تحلیل عاملی اکتشافی بود.

یافته‌های پژوهش

گام اول: نخست بمنظور استخراج شاخص‌های تحقیق نسبت به بررسی نظام مند منابع پرداخته شد و با استفاده از روش فراترکیب نسبت به شناسایی ۷۲ مقاله اقدام شد و سپس با استفاده از برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی (CASP) که ابزاری در جهت بررسی کیفیت مطالعه‌های اولیه در پژوهش کیفی است تعداد مقاله‌ها به ۳۲ عنوان کاهش یافت.

گام دوم: از بین مقالات شناسایی شده شاخص‌های مربوط به برونسپاری به شرح جدول شماره ۱ شناسایی و استحصال گردید.

جدول ۱. شاخص‌های مستخرج از منابع

ردیف	شاخص	منبع
۱	حمایت مدیران ارشد حفظ ظرفیت های کلیدی در داخل شرکت نگاه بلند مدت به آینده برگزاری جلسات بین شرکت های زنجیره تامین ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه ارزیابی دوره ای تامین کنندگان تحقیق و توسعه مدل های قیمت گذاری پروژه ای پیش بینی قدرت مالی سازمان به کار گیری نرم افزار های یکپارچه مشترک سیستم برنامه ریزی یکپارچه تامین کنندگان	L1

منبع	شاخص	ردیف
L2-L8-L9-L10-L11	جذب قابلیت های جدید محیط تغییرات تکنولوژی	۲
L1-L3-L6-L7-L9-L10-L11-L12-L15- L17	کاهش هزینه های توسعه	۳
L3-L8-L9-L10-L11	دسترسی به مجموعه ای از دانش فکری تخصصی	۴
L4-L15	نیاز به ارتقاء عملکرد و نوآوری	۵
L5-L1-L12	مدیریت استراتژیک تحقیق و توسعه	۶
L6-L11-L13-	انعطاف پذیری	۷
L6-L7-L1-L10-L14-L15	کاهش ریسک	۸
L8-L10-L17-	کاهش عدم قطعیت فناورانه	۹
L10-L14-	رهایی از فعالیت های جاری کاهش زمان رسیدن به بازار	۱۰
L10-L13	تمرکز بر موضوع های راهبردی	۱۱
L16-L17	خاص بودن تجهیزات مورد نیاز در پروژه	۱۲
L17-L18-L2	تمایل به کوچک سازی سازمان یادگیری از تأمین کننده	۱۳
L17	ساختار منعطف سازمان برای برون سپاری ریسک منابع مالی منظم ریسک درز اطلاعات اساسی سازمان قابلیت کارفرمایی سازمان در برون سپاری ریسک سیاسی اعتقاد مدیران سازمان به برون سپاری و قابلیت آنان در پیاده سازی آن توانمندی سازمان در مدیریت ارتباط با تأمین کنندگان	۱۴
L17-L3-L20-	تنوع و تعداد زیاد ماژول ها و قطعات همراه با شمار پایین محصولات محصول پیچیده	۱۵
L17-L21-L22-L23-L24	افزایش کیفیت	۱۶
L25-L17-L23-L24-L22	ایجاد اتحاد راهبردی با تأمین کننده برای ارتقای محصول	۱۷
L17-L26-L27	قابلیت ایجاد مزیت رقابتی برای سازمان از طریق انجام پروژه	۱۸
L3-L9-L8-L11-L10-L17- L2-L22-L23- L24	زمان های توسعه کوتاه	۱۹
L1-L5-L12-L17	تأمین کننده مناسب	۲۰
L17- L28-L29	توانمندی سازمان در حفاظت از نتایج و مالکیت معنوی پروژه تحقیق و توسعه	۲۱
L17-L31	پیمانه ای (ماژولار) بودن محصول و وجود استاندارد برای هر مرحله از تولید	۲۲
L17- L32-L31-L2	توانمندی سازمان در یکپارچه سازی سامانه (شامل تسلط بر ابزارهای هماهنگی، مدیریت و دانش مربوط به مؤلفه های سامانه)	۲۳
L1-L17	کوتاه بودن چرخه عمر تکنولوژی های آینده	۲۴

گام سوم: با استفاده از تکنیک دلفی نسبت به غربال اولیه شاخص‌های شناسایی شده استفاده شد در این مرحله پرسشنامه غربالگری در میان اعضای پانل که شامل ۱۵ نفر از خبرگان نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران بودند، پخش شد. امتیازات تخصیص داده شده بین ۱ تا ۵ بود و شاخص‌های با امتیاز زیر ۴ حذف شدند. در راند نخست تکنیک دلفی شاخص‌های؛ نگاه بلند مدت به آینده، به کارگیری نرم‌افزارهای یکپارچه مشترک، دسترسی به مجموعه‌ای از دانش فکری تخصصی، انعطاف پذیری، کاهش عدم قطعیت فناوریانه، خاص بودن تجهیزات مورد نیاز در پروژه، ریسک منابع مالی منظم، قابلیت کارفرمایی سازمان در برونسپاری، تنوع و تعداد زیاد ماژول‌ها و قطعات همراه با شمار پایین محصولات محصول پیچیده، قابلیت ایجاد مزیت رقابتی برای سازمان از طریق انجام پروژه، تامین کننده مناسب، پیمان‌ه ای (ماژولار) بودن محصول و وجود استاندارد برای هر مرحله از تولید، کوتاه بودن چرخه عمر تکنولوژی‌های آینده میانگین کمتر از ۴ کسب نموده و حذف شدند. مابقی شاخص‌ها طی یک پرسشنامه دلفی به دور دوم منتقل شده و مورد نظرسنجی خبرگان قرار گرفتند.

مطابق با نتایج حاصل از راند دوم تکنیک دلفی نیز شاخص‌های؛ برگزاری جلسات بین شرکت‌های زنجیره تامین، مدل‌های قیمت‌گذاری پروژه‌ای، جذب قابلیت‌های جدید محیط، رهایی از فعالیت‌های جاری، کاهش زمان رسیدن به بازار، اعتقاد مدیران سازمان به برونسپاری و قابلیت آنان در پیاده‌سازی آن، ایجاد اتحاد راهبردی با تأمین‌کننده برای ارتقای محصول، توانمندی سازمان در یکپارچه‌سازی سامانه (شامل تسلط بر ابزارهای هماهنگی، مدیریت و دانش مربوط به مؤلفه‌های سامانه) امتیاز کمتر از ۴ کسب نموده و حذف شدند. مابقی شاخص‌ها طی یک پرسشنامه دلفی به دور سوم منتقل شده و مجدداً مورد نظرسنجی خبرگان قرار گرفتند. با توجه به اینکه در راند سوم تکنیک دلفی، تمامی شاخص‌ها امتیاز بیشتر از ۴ کسب نمودند و به منظور هماهنگی و اجماع نظرات خبرگان و شرط توقف تکنیک دلفی در تحقیق حاضر (حذف نشدن شاخص‌ها در دو راند پیاپی)، شاخص‌ها به دور چهارم منتقل شده و مورد نظرسنجی نهایی قرار گرفتند. در نتیجه مطابق با نتایج حاصل از راند چهارم تکنیک دلفی، تمامی شاخص‌ها امتیاز بیشتر از ۴ کسب نموده و فرآیند دلفی با تعداد ۲۱ شاخص نهایی به شرح جدول شماره ۲ متوقف و نهایی شد.

جدول ۲. شاخص های نهایی استخراج شده از تکنیک دلفی

میانگین	کارشناسان														شاخص ها	
	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲		۱
۴.۸۰	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۵	۵	حمایت مدیران ارشد
۴.۶۷	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۴	حفظ ظرفیت های کلیدی در داخل شرکت
۴.۶۰	۴	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۳	۵	۵	۵	۴	ارزیابی پروژه های تحقیق و توسعه
۴.۶۰	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۳	۵	۵	ارزیابی دوره ای تامین کنندگان تحقیق و توسعه
۴.۸۷	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۵	۴	۵	پیش بینی قدرت مالی سازمان
۴.۶۰	۵	۴	۵	۴	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۴	۴	۵	سیستم برنامه ریزی یکپارچه تامین کنندگان
۴.۶۷	۵	۵	۳	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۴	تغییرات تکنولوژی
۴.۵۳	۵	۵	۴	۴	۳	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۴	کاهش هزینه های توسعه
۴.۶۰	۵	۵	۵	۴	۵	۴	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۳	۵	۴	نیاز به ارتقاء عملکرد و نوآوری
۴.۵۳	۳	۴	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۳	۴	۵	مدیریت استراتژیک تحقیق و توسعه
۴.۶۰	۵	۴	۵	۴	۵	۴	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۴	کاهش ریسک
۴.۵۳	۵	۵	۴	۵	۳	۴	۵	۵	۵	۴	۵	۴	۵	۵	۴	تمرکز بر موضوع های راهبردی
۴.۶۷	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۵	۴	۵	۵	۵	۴	تمایل به کوچک سازی سازمان
۴.۶۰	۵	۵	۳	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۵	۴	۵	۵	۵	یادگیری از تأمین کننده
۴.۶۷	۵	۵	۳	۴	۵	۵	۵	۴	۵	۴	۵	۴	۵	۵	۵	ساختار منعطف سازمان برای برون سپاری
۴.۶۷	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۴	ریسک درز اطلاعات اساسی سازمان
۴.۶۷	۵	۵	۴	۵	۴	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۴	ریسک سیاسی
۴.۶۰	۳	۵	۴	۴	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۵	توانمندی سازمان در مدیریت ارتباط با تأمین کنندگان
۴.۶۷	۵	۴	۵	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۴	۵	۵	۵	۴	افزایش کیفیت
۴.۶۷	۵	۵	۵	۵	۴	۳	۵	۵	۵	۵	۴	۴	۵	۵	۵	زمان های توسعه کوتاه
۴.۷۳	۵	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۵	توانمندی سازمان در حفاظت از نتایج و مالکیت معنوی پروژه تحقیق و توسعه

گام چهارم: در ادامه به منظور دسته‌بندی شاخص‌ها جهت دستیابی به عوامل موثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده در نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران از آزمون تحلیل عاملی اکتشافی استفاده شد. یکی از روش‌های سنجش تناسب حجم نمونه جهت تحلیل عاملی اکتشافی محاسبه شاخص ارزیابی کفایت نمونه است. چنانچه مقدار این آماره بیش از ۰/۵ باشد همبستگی‌های موجود برای تحلیل عاملی بسیار مناسب است. مطابق با جدول ۳، خروجی آزمون KMO در این مطالعه ۰/۷۷۵ بدست آمده و نزدیک یک است. بنابراین همبستگی‌های موجود برای تحلیل عاملی اکتشافی مناسب است و همچنین مقدار معنی داری آزمون بارتلت، کوچکتر از ۵ درصد است که نشان می‌دهد تحلیل عاملی برای شناسایی ساختار، مدل عاملی، مناسب است و فرض شناخته شده بودن ماتریس همبستگی رد می‌شود.

جدول ۳. محاسبه شاخص کفایت نمونه

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		Bartlett's Test of Sphericity
۰/۷۷۵		
Chi-Square Approx		
۸۳۸/۱۴۰	df	
۲۱۰		
۰۰۰۰	.Sig	

گام پنجم: در این مرحله مطابق جدول ۴ میزان همبستگی بین واریانس متغیر مورد نظر با واریانس سایر متغیرها مورد بررسی قرار گرفت. ستون اول این جدول (initial) اشتراکات استخراج شده از داده‌های ابتدایی هستند که بالا بودن آن (حداکثر ۱) استفاده از تحلیل عاملی را مناسب بیان می‌کند. در ستون دوم مقدار اشتراکات استخراج از عوامل بیان شده است که چنانچه مقدار بزرگتر از ۰/۵ باشد، تأییدی برای مناسب بودن داده‌ها در تحلیل عاملی می‌باشد. اگر این مقدار برای متغیری کم باشد بایستی سوال مربوط به آن در تحلیل کنار گذاشته شود.

جدول ۴. اشتراکات شاخص‌های برونسپاری پروژه تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده

Communalities		Communalities	
Initial	Extraction	Initial	Extraction
Q ₁	۱	Q ₁₂	۱
	۰/۵۲۰		۰/۶۵۴
Q ₂	۱	Q ₁₃	۱
	۰/۵۳۴		۰/۵۷۸
Q ₃	۱	Q ₁₄	۱
	۰/۵۱۸		۰/۶۸۲
Q ₄	۱	Q ₁₅	۱
	۰/۵۳۶		۰/۷۵۸
Q ₅	۱	Q ₁₆	۱
	۰/۶۲۶		۰/۵۵۴
Q ₆	۱	Q ₁₇	۱
	۰/۶۲۷		۰/۶۰۹
Q ₇	۱	Q ₁₈	۱
	۰/۵۰۸		۰/۵۱۱

	Communalities			Communalities	
	Initial	Extraction		Initial	Extraction
Q ₈	۱	۰/۶۰۱	Q ₁₉	۱	۰/۵۵۲
Q ₉	۱	۰/۵۴۵	Q ₂₀	۱	۰/۵۹۰
Q ₁₀	۱	۰/۵۲۳	Q ₂₁	۱	۰/۶۲۸
Q ₁₁	۱	۰/۷۹۶	-	-	-

گام ششم: در این مرحله مطابق جدول ۴ شاخص‌های برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده نشان داده شده است. این میزان برای کلیه متغیرها در بازه تعیین شده قرار دارد و می‌توان به منظور تحلیل به آن‌ها استناد کرد.

جدول ۵. تعیین مقدار شاخص برونسپاری پروژه تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده

شماره	مقادیر استخراج شده			مقادیر استخراج شده			مقادیر اولیه		
	پس از چرخش			بار عاملی			مقادیر اولیه		
	تجمعی	واریانس	کل	تجمعی	واریانس	کل	تجمعی	واریانس	کل
۱	۱۲/۸	۱۲/۹	۲/۷	۲۱/۳	۲۱/۳	۴/۵	۲۱/۳	۲۱/۳	۴/۵
۲	۲۴/۳	۱۱/۴	۲/۴	۲۹/۱	۲۹/۱	۱/۶	۲۹/۱	۷/۸	۱/۶
۳	۳۴/۷	۱۰/۴	۲/۲	۳۵/۹	۳۵/۹	۱/۴	۳۵/۸	۶/۷	۱/۴
۴	۴۲/۱	۷/۴	۱/۶	۴۲/۲	۴۲/۲	۱/۳	۴۲/۲	۶/۳	۱/۳

همانطور که ملاحظه می‌شود در جدول ۵ سمت اول مربوط به مقادیر ویژه است و تعیین کننده عامل‌هایی است که مقادیر ویژه آنها بیشتر از ۱ است و در تحلیل باقی می‌مانند. عامل‌هایی که دارای مقدار ویژه کمتر از ۱ هستند، از تحلیلی خارج می‌شوند و عوامل خارج شده از تحلیل، عواملی هستند که حضور آنها باعث تبیین بیشتر واریانس نخواهد شد. قسمت دوم با مربوط به مقدار ویژه عوامل استخراجی بدون چرخش است. قسمت سوم این جدول با نشان دهنده مقادیر ویژه عوامل استخراجی با چرخش می‌باشد. که در جدول شماره ۵ عامل‌های ۳ و ۴ دارای مقادیر ویژه بزرگ تر از ۱ هستند و در تحلیل باقی می‌مانند. اگر به ستون واریانس تجمعی نسبی توجه کنید، این عوامل می‌توانند تقریباً ۴۲ درصد از تغییر پذیری (واریانس) متغیرها را توضیح دهند. در چرخش عامل‌های باقی مانده، نسبتی از کل تغییرات که توسط این سه عامل توضیح داده می‌شود، ثابت است ولی بر خلاف روش بدون چرخش، که در آن عامل اول درصد بیشتری از تغییرات (۶۷ درصد) را تعیین می‌کند، در روش چرخش عامل‌ها، هر یک از آن‌ها نسبت تقریباً یکسانی از تغییرات را توضیح می‌دهند. این ویژگی چرخش واریماکس (Varimax) است که تغییرات را میان عامل‌ها به صورت یکنواخت توزیع می‌کند.

جدول ۶. تعیین عناصر خوشه شاخص برونسپاری پروژه تحقیق و توسعه محصولات با سامانه پیچیده

	ساختاری	استراتژیک	مدیریت تأمین کنندگان	مالی
Q ₁	۰/۵۲۰	-	-	-
Q ₂	-	۰/۵۶۳	-	-
Q ₃	-	-	۰/۶۰۹	-
Q ₄	-	-	۰/۷۰۹	-
Q ₅	-	-	-	۵۸۲ ۰/
Q ₆	-	-	۰/۵۶۸	-
Q ₇	۰/۶۰۹	-	-	-
Q ₈	-	-	-	۵۲۴ ۰/
Q ₉	-	۰/۵۴۹	-	-
Q ₁₀	-	۰/۵۹۸	-	-
Q ₁₁	-	۰/۵۹۰	-	-
Q ₁₂	۰/۵۵۵	-	-	-
Q ₁₃	۰/۵۲۰	-	-	-
Q ₁₄	-	-	۰/۶۰۷	-
Q ₁₅	۰/۵۲۰	-	-	-
Q ₁₆	-	۰/۶۰۸	-	-
Q ₁₇	-	۰/۷۲۱	-	-
Q ₁₈	-	-	۰/۶۹۰	-
Q ₁₉	۰/۷۲۶	-	-	-
Q ₂₀	-	۰/۵۳۴	-	-
Q ₂₁	-	۰/۶۳۴	-	-

خروجی ششم ماتریس چرخیده شده اجزا را نشان می‌دهد که شامل بارهای عاملی هریک از متغیرها در چهار عامل باقی مانده پس از چرخش است. این ماتریس را راحت‌تر از ماتریس چرخیده نشده قبلی می‌توان تفسیر کرد. هرچه مقدار قدر مطلق این ضرایب بیشتر باشد، عامل مربوط به نقش بیشتری در کل تغییرات (واریانس) متغیر مورد نظر دارد. با توجه به نتیجه تحلیل عاملی ۲۱ مؤلفه شناسایی شد که با توجه به ادبیات تحقیق عامل مالی، مدیریت تأمین کنندگان، استراتژیک و ساختاری نامگذاری شد.

بحث و نتیجه‌گیری

هم اکنون بسیاری از سازمان‌ها و حتی سازمان‌های تحقیقاتی، از فعالیتهای معمول داخلی به سوی برنامه‌های جدید توسعه و بکارگیری فناوری در قالب همکاری‌ها، روی آورده‌اند. ضرورت مشارکت و برونسپاری، مسئله‌ای است که اکثر شرکت‌ها با آن مواجه هستند. چرا که شرکت‌ها منابع محدودی دارند و نمی‌توانند بضاعت مالی داشتن تمام تکنولوژی‌ها در درون خود را داشته باشند. موفقیت در پروژه‌های تحقیق و توسعه، موضوعی حائز اهمیت برای تیم مدیریتی سازمان‌هاست، به نحوی که شناسایی عوامل مؤثر بر موفقیت این پروژه‌ها، می‌تواند در تدوین راهبردهای مناسب در سطح کلان و در سطح تک تک این پروژه‌ها به منظور تحقق پیشینه‌ی اهداف، مؤثر باشد و دید روشنی به مدیران و سازمان‌های درگیر در این فرایند، ارائه دهد تا از این طریق، احتمال موفقیت این پروژه‌ها را افزایش دهد. از ویژگی‌های پروژه‌های تحقیق و توسعه می‌توان به پیچیدگی بالا، عدم شفافیت و قطعیت در محدوده پروژه، عدم قطعیت در روش‌های موجود برای رسیدن به نتایج، تأثیرپذیری شدید از شرایط محیطی مانند پیشرفت تکنولوژی، عدم حصول نتایج ملموس در بازه‌های زمانی کوتاه مدت و حتی میان مدت و تغییرپذیری و ریسک بالا اشاره نمود. در حال حاضر سازمان‌هایی که با رقابت سختی در بازارهای جهانی مواجه هستند، از سرمایه‌گذاری بر پروژه‌های تحقیق و توسعه جهت حفظ برتری و به روز بودن به منظور باقی ماندن در بازار و برونسپاری این پروژه‌ها با سامانه‌های پیچیده استفاده می‌نمایند. بررسی مساله مشارکت در پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات پیچیده ضرورتی است که در این تحقیق به بررسی آن پرداخته شد و با توجه به تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته، دسته‌بندی عوامل موثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات با سامانه‌های پیچیده در نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران **عامل ساختاری** مشتمل بر حمایت مدیران ارشد، تغییرات تکنولوژی تمرکز بر موضوع‌های راهبردی، تمایل به کوچک‌سازی سازمان، ساختار منعطف سازمان برای برونسپاری، افزایش کیفیت و **عامل استراتژیک** مشتمل بر حفظ ظرفیت‌های کلیدی در داخل شرکت، نیاز به ارتقاء عملکرد و نوآوری، مدیریت استراتژیک تحقیق و توسعه، کاهش ریسک، ریسک درز اطلاعات اساسی سازمان، ریسک سیاسی، زمان‌های توسعه کوتاه، توانمندی سازمان در حفاظت از نتایج و مالکیت معنوی پروژه تحقیق و توسعه و **عامل مدیریت تأمین کنندگان** مشتمل بر ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه، ارزیابی دوره‌ای تأمین کنندگان تحقیق و توسعه، سیستم برنامه‌ریزی یکپارچه تأمین کنندگان، یادگیری از تأمین کننده، توانمندی سازمان در مدیریت ارتباط با تأمین کنندگان، و **عامل مالی** مشتمل بر پیش بینی قدرت مالی سازمان و کاهش هزینه‌های توسعه بود به علت گستردگی شاخص‌های پروژه‌های تحقیق و توسعه محصولات پیچیده و محدود بودن جمع آوری جهت پاسخگویی و نظرسنجی، محدودیت‌هایی در شناسایی شاخص‌ها وجود داشته است. با توجه به اینکه؛ شناسایی شاخص‌ها بنیان اصلی مطالعات و تحقیقات کاربردی است، می‌توان در تحقیقات آتی با گسترش دامنه‌ی شاخص‌های شناسایی شده بر غنای کار افزود.

منابع

- باقری، مسلم؛ ابراهیمی، ابوالقاسم و کیانی، مهرداد (۱۳۹۴). طراحی الگوی عوامل موثر بر تصمیم گیری جهت برون سپاری فعالیت‌ها (مورد مطالعه: شرکت صنایع اپتیک اصفهان). *بهبود مدیریت*، ۹ (۳)، ۱۶۶-۱۳۷.
- بهبودیان، منصوره (۱۳۹۴). *تقسیم بندی روش‌های تحقیق. مطالعه و پژوهش؛ روش‌های تحقیق و مقاله نویسی*، مطالعات علمی و پژوهشی موضوعی.
- پورمعلم، ناصر (۱۳۹۰). *مهندسی برونسپاری در حمل و نقل*، تهران، انتشارات وزارت مسکن و شهرسازی.
- خمسه، عباس و رجبی، مهدی (۱۳۹۷). *شناسایی و اولویت بندی عوامل راهبردی موثر بر برونسپاری پروژه‌های تحقیق و توسعه در صنایع دفاعی با رویکرد آینده پژوهی. فصلنامه علمی آینده پژوهی دفاعی*، ۲ (۴)، ۸۶-۶۳.
- رجبی مسرور، حسن. توفیق، علی اصغر و قاضی زاده فرد، سید ضیاءالدین (۱۳۹۷). *طراحی الگوی تصمیم گیری برونسپاری فعالیت‌های اجرایی پروژه‌های تحقیق و توسعه و انتخاب پیمانکار برونسپاری. فصلنامه راهبرد دفاعی*، ۱۶ (۳)، ۹۴-۶۵.
- رنجبر، هادی. حق دوست، علی اکبر. صلصالی، مهوش. خوشدل، علیرضا. سلیمانی، محمدعلی و بهرامی، نسیم (۱۳۹۱). *نمونه گیری در پژوهش‌های کیفی: راهنمایی برای شروع، مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران*، ۱۰ (۳)، ۲۵۰-۲۳۸.
- صفدری رنجبر، مصطفی؛ قیدرخلجانی، جعفر؛ طهماسبی، سیامک و توکلی، غلامرضا. (۱۳۹۵). *قابلیت‌های کلیدی برای نوآوری و توسعه محصولات و سامانه‌های پیچیده دفاعی، فصلنامه مدیریت توسعه فناوری*، ۴ (۲)، ۱۵۸-۱۳۳.
- عصاری، محمدحسین؛ خمسه، عباس؛ رادفر، رضا و شادنوش، نصرت الله. (۱۳۹۸). *شناسایی و بررسی عوامل کلیدی مؤثر بر توانمندی‌های مدیریت پروژه‌های تحقیق و توسعه آینده در صنایع با تکنولوژی پیشرفته هوافضا. فصلنامه علمی آینده پژوهی دفاعی*، ۴ (۱۲)، ۱۴۱-۱۰۹.
- الیاسی، مهدی و شفیعی، مهرداد. (۱۳۹۴). *شبکه‌های نوآوری در محصولات با سیستم‌های پیچیده. دوفصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، ۲۳ (۳)، ۳۹-۳۱.

Appiah-Adu, K., B. K. Okpattah and J. G. Djokoto (2016). Technology transfer, outsourcing, capability and performance: A comparison of foreign and local firms in Ghana. *Technology in Society* 47: 31-39.

Dedehayir, O., T. Nokelainen and S. J. Mäkinen (2014). Disruptive innovations in complex product systems industries: A case study. *Journal of Engineering and Technology Management* 33: 174-192.

Fujii, H. and S. Managi (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.

Hossein Dehghani Poudeh, Mohsen Cheshmberah, Hassan Torabi, Mohammad Hossein Karimi Gavarehski, Reza Hosnavi (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).

Husejnovic, Berina Yerkic (2017)., Strategies in Outsourcing R&D Processes to Maintain Market Competitiveness, College of Management and Technology, Walden University, Walden Dissertations and Doctoral Studies.

Jens K. Roehrich, Andrew Davies, Lars Frederiksen, Natalya Sergeeva (2019). Management innovation in complex products and systems: The case of integrated project teams. *Industrial Marketing Management*.

Mousumi Modak, Khanindra Pathak, Kunal Kanti Ghosh (2018). Performance evaluation of outsourcing decision using a BSC and Fuzzy AHP approach: A case of the Indian coal mining organization. *Resources Policy* 52 (2017) 181–191.

Naghizadeh, M., M. Manteghi, M. Ranga and R. Naghizadeh (2016). Managing integration in complex product systems: The experience of the IR-150 aircraft design program. *Technological Forecasting and Social Change*.

Naghizadeh, M., M. Manteghi, M. Ranga and R. Naghizadeh (2016). Managing integration in complex product systems: The experience of the IR-150 aircraft design program. *Technological Forecasting and Social Change*.

Park, Tae Young (2012). How a latecomer succeeded in a CoPS industry: Three case studies in the Korea from telecommunication systems. *Industrial and corporate change*, 22.

Verwaal, E. (2017). Global outsourcing, explorative innovation and firm financial performance: A knowledge-exchange based perspective. *Journal of World Business* 52(1): 17-27.