Shahid Sattari Aeronautical University
of Science and Technology

**Journal of Innovation Management in Defensive Organizations**
ISSN: 2676-7112
Volume 5, Issue 17
Fall 2022
P.P.1-26

# A Model for Identifying the Dimensions of the Complexity of Technological Mega Projects

**Saeed Abdollahi Khoshmardan[1], Manuchehr Manteghi [2], Abbas Khamseh [3]**

## Abstract

**Background & Purpose:** Today, technological Mega projects are considered to achieve complex products and systems (CoPs). Identifying and managing complexity is important in the successful performance of Mega-projects. Therefore, in this research, the dimensions, components and indicators of complexity in technological Mega projects have been identified.

**Methodology:** This research is exploratory in terms of its purpose, and in terms of its use, it is an applied research in which the qualitative research method and meta-composite research strategy are used.At first, 210 authentic Persian and English scientific texts were identified and extracted between 2007-2020, and finally 45 articles and theses titles were used to analyze the selection and validity of the research using the Glynn tool and Kappa index for reliability.

**Findings:** After studying the sources and initial coding, the main and central categories of complexity in technological Mega project were categorized and the relationships between the dimensions of complexity were determined with MaxQDA software. Based on the data analysis, the pattern of complexity dimensions in technological Mega project includes four technological dimensions (hard and soft), structure (tasks, resources, procurement and time), environment (geographic location of the project, political, economic, social and cultural) and uncertainty ( uncertainty and dynamics).

**Conclusion:** Due to the importance of technological complexity in technological Mega project, it is recommended to those involved to identify and monitor the continuous technologies of this field in order to identify the weak signs of technological changes.

**Keywords:** *Complexity of Projects, Complex Products and Systems, Technological Mega -Projects.*

**Citation:** Abdollahi Khoshmardan, Saeed; Manteghi, Manouchehr and Khamseh, Abbas.(2022). A Model for Identifying the Dimensions of the Complexity of Technological Mega Projects, *Journal of Innovation Management in Defensive Organizations*,5(17),1-26.

---

1. PhD Candidate, Department of Industrial Management, Faculty of Management & Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. **E-mail: S_abdollahi@alum.sharif.edu**
2 Professor, Department of Industrial Engineering and Management, Maleke Ashtar University of Technology, Tehran, Iran. **E-mail: Manteghi@guest.ut.ac.ir**
3. Associate Professor, Department of Industrial Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran. **E-mail: Abbas.khamseh@kiau.ac.ir**

---

Received: 08/01/2022
Accepted: 28/06/2022
Corresponding Author: Manuchehr Manteghi

Article Type: Research-based
DOI: 10.22034/QJIMDO.2022.323737.1476

دانشکده مدیریت

فصلنامهٔ مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی
شاپای انتشار:۷۱۱۲-۲۶۷۶
دورهٔ۵، شمارهٔ ۱۷
پاییز ۱۴۰۱
صص ۱-۲۶

# الگویی برای شناسایی ابعاد پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه

سعید عبداللهی خوشمردان[۱]، منوچهر منطقی[۲]، عباس خمسه[۳]

## چکیده

**زمینه و هدف:** امروزه ابرپروژه‌های فناورانه برای دستیابی به محصولات و سیستم‌های پیچیده مورد توجه قرار دارند شناسایی و مدیریت پیچیدگی در عملکرد موفق این ابرپروژه‌ها دارای اهمیت فراوانی است. بر این اساس، در این پژوهش به شناسایی ابعاد، مولفه‌ها و شاخص‌های پیچیدگی در ابرپروژه‌های فناورانه پرداخته شده است.

**روش‌شناسی:** این پژوهش از نظر هدف، اکتشافی و از نظر نوع استفاده، پژوهشی کاربردی است که در آن از روش پژوهش کیفی و استراتژی پژوهش فراترکیب استفاده شده است. در ابتدا، تعداد ۲۱۰ متن فارسی و انگلیسی علمی معتبر بین سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۷ شناسایی و استخراج شدند و در نهایت ۴۵ عنوان مقاله و پایان‌نامه برای تحلیل انتخاب و جهت روایی پژوهش از ابزار گلین و برای پایایی از شاخص کاپا استفاده شد.

**یافته‌ها:** پس از مطالعه منابع و کد گذاری اولیه، مقوله‌های اصلی و محوری پیچیدگی در ابرپروژه‌های فناورانه دسته‌بندی شدند و روابط بین ابعاد پیچیدگی‌ها با نرم افزار مکس کیودی‌ای مشخص شد. بر اساس تحلیل داده‌ها، الگوی ابعاد پیچیدگی در ابرپروژه‌های فناورانه شامل چهار بعد فناوری(سخت و نرم)، ساختار(وظایف، منابع، تدارکات و زمان)، محیط(مکان جغرافیایی پروژه، سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی) و عدم قطعیت(عدم اطمینان و پویایی) بودند.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به اهمیت پیچیدگی فناوری در ابرپروژه‌های فناورانه به دست‌اندرکاران توصیه می‌شود که فناوری‌های پیوسته این حوزه را جهت شناسایی نشانه‌های ضعیف تغییرات فناوری‌ها شناسایی و رصد. نمایند.

**کلیدواژه‌ها:** *پیچیدگی پروژه، محصولات و سیستم‌های پیچیده، ابرپروژه‌های فناورانه.*

**استناد:** عبداللهی خوشمردان، سعید؛ منطقی، منوچهر و خمسه، عباس.(۱۴۰۱). الگویی برای شناسایی ابعاد پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه. *فصلنامه مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی*، ۵(۱۷)، ۱-۲۶.

---

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. **رایانامه: S_abdollahi@alum.sharif.edu**

۲. استاد، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، استاد مدعو واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران،ایران. **رایانامه: Manteghi@guest.aut.ac.ir**

۳. دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج ،ایران. **رایانامه: Abbas.khamseh@kiau.ac.ir**

---

**نوع مقاله: پژوهشی**
**DOI: 10.22034/QJIMDO.2022.323737.1476**

**تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۱۸**
**تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۴۰۱/۰۴/۰۷**
**نویسنده مسئول مقاله: منوچهر منطقی**

## مقدمه

علی‌رغم گسترش نظام‌های برنامه‌ریزی و نظارت، متاسفانه اکثر پروژه‌ها و طرح‌ها با مشکل افزایش مدت زمان اجراء و چند برابر شدن هزینه‌های تمام شده مواجه می‌شوند و این مطلب در پروژه‌های بسیار بزرگ یا ابرپروژه‌ها بسیار چشم گیرتر است. در ابرپروژه‌های فناورانه که دارای پیچیدگی نیز هستند این موضوع از اهمیت ویژه‌تری برخوردار است.

در حالی که بسیاری از مدیران پروژه از اصطلاح "پروژه پیچیده" استفاده می‌کنند ولی تعریف واضح و مشخصی از آن ندارند. با این وجود، نوعی پذیرش کلی در این خصوص وجود دارد که پروژه پیچیده چیزی فراتر از یک پروژه "بزرگ" است (ویلیامز[1]، ۲۰۰۲).

ابرپروژه‌ها، پروژه‌های زیر ساختی سرمایه‌گذاری در مقیاس بزرگ، هزینه‌های سرمایه‌گذاری بالا (فلایبرگ[2]، ۲۰۱۴) با ذینفعان زیاد، حساسیت سیاسی بالا، دوره ساخت طولانی، دشواری فنی بالا، اثرات خارجی قابل توجه، ساختار معماری پیچیده و الزامات پایداری بالا مشخص می‌شوند.(جیا و همکاران[3]، ۲۰۲۲). ابرپروژه‌های فناورانه به پروژه‌هایی گفته می‌شود که از نظر اندازه بسیار بزرگ بوده و نتیجه نهایی یا محصول پروژه شامل محصولات، سیستم‌ها، شبکه‌ها و زیرساخت‌های با هزینه بالا، نیاز به مهندسی و فناوری سطح بالا همچنین اثر اجتماعی زیادی دارند(ددهایر و همکاران[4]، ۲۰۱۴). از جمله این محصولات و سیستم‌ها می‌توان به هواپیماها، موشک‌ها سیستمهای ارتباطی پیشرفته، قطارهای سریع السیر، فناوری هسته‌ای، توربین‌ها و کشتی‌ها اشاره کرد(صفدری و همکاران،۱۳۹۵).

یکی از مسائل مهم سازمان‌هایی که محصولات و سیستم‌های پیچیده را توسعه می‌دهند ابهام و عدم قطعیت است. این سازمان‌ها اغلب با پیچیدگی‌های درحال افزایش محصولات از یک طرف و دانش محدود از طرف دیگر مواجه هستند. (کاظم زاده و همکاران،۱۴۰۰). ریسک، پیچیدگی و عدم قطعیت به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فردشان، اجزای ذاتی کلان پروژه‌ها هستند. با این حال، شیوه‌های مدیریت پروژه موجود فاقد ترکیب ساختاری از این مفاهیم است که به ارزیابی غیرواقعی و مدیریت ناکارآمد و عملکرد ضعیف پروژه منجر می‌شود. (ارول و همکاران[5]،۲۰۲۲). بدون شک یکی از مهمترین عوامل موفقیت

---

1. Williams
2. Flyvbjerg
3. Jia, F et al
4. Dedehayir et al
5. Erol, H. et al

در ابرپروژه‌ها، آگاهی مدیران پروژه در مورد پیچیدگی‌ها و عوامل موثر بر آنها است. درک پیچیدگی در پروژه‌های پیچیده و ارتباط آن با مدیریت پروژه به موفقیت پروژه‌ها کمک می‌کند(عظیم، ۲۰۱۱).

در چند ساله گذشته، پژوهش هایی درخصوص پیچیدگی ابرپروژه‌ها صورت گرفته و دسته‌بندی‌های متعددی انجام شده است. در پژوهشی، پیچیدگی ابرپروژه در سه دسته پیچیدگی کار، اجتماعی و فرهنگی تقسیم‌بندی شده است(بروکمن و همکاران[1]،۲۰۰۷) در پژوهش دیگری، پیچیدگی ابر پروژه‌ها در دو دسته داخلی و خارجی دسته‌بندی شده است(کیانمنش و همکاران[2]،۲۰۱۷). توانایی خلق نوآوری و ارزیابی مناسب یک فناوری از شایستگی‌های مورد توجه در یک ابرپروژه توسط سازمان پروژه است. (خمسه و ماریی[3]، ۲۰۲۰). در اکثر پژوهش‌ها به ویژگی‌ها و عوامل پیچیدگی محصولات و سامانه‌های پیچیده پرداخته نشده است و صرفاً ماهیت محصول مورد مطالعه، پیچیده بوده است و پژوهش‌های اندکی درخصوص قابلیت‌های فناورانه محصولات و سامانه‌های پیچیده صورت گرفته است. (خدایاری و همکاران،۱۳۹۸). با توجه به ماهیت و حوزه پژوهش، ابعاد و مولفه‌های پیچیدگی متفاوت هستند و سئوالی که مطرح می‌شود آن است که ابعاد جامع پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه چیست؟ بر این اساس، هدف این پژوهش شناسایی ابعاد پیچیدگی ابر پروژه‌های فناورانه با مرور نظامند پیشینه است که با روش فراترکیب انجام شده است.

## پیشینه پژوهش

از مشهورترین پیشگامان ادبیات ابرپروژه فلایبرگ[4] است که توجه‌ها را به چالش‌ها و مشکلات ابرپروژه‌ها جلب کرد و یک سلسله مطالعات تأثیرگذار بر روی ابرپروژه‌ها انجام داد. ابرپروژه‌ها فقط نسخه‌های بزرگ شده پروژه‌های کوچک‌تر نیستند. ابرپروژه‌ها کاملاً متفاوت از پروژه‌های منظم از نظر سطح دستیابی، مشارکت ذینفعان، زمان وقوع، پیچیدگی و تأثیرگذاری هستند. (فلایبرگ، ۲۰۱۴).

اصطلاح "پروژه" در ادبیات مدیریت پروژه تعریف کاملاً واضح و مشخص دارد. با این حال، "پیچیدگی پروژه" دارای تعاریف متفاوتی است زیرا پیچیدگی توسط دیدگاه افراد

---

[1]. Brockmann et al
[2]. Kianmanesh et al
[4]. Khamse and Marei
[4]. Flyvbjerg

مختلف دارای تعاریف متفاوتی است(گرایلدی[1]، ۲۰۰۷). علی‌رغم همه آنچه که نوشته و گفته شده است به دلیل پراکندگی عوامل پیچیدگی و شناسایی ابعاد پیچیدگی از منظرهای مختلف، ارائه تعاریف بیشتر باعث ایجاد سردرگمی بیشتر شده است، زیرا پیچیدگی و به نوبه خود پیچیدگی پروژه از جهات بسیاری تفسیر شده است. مدیران پروژه اغلب بین ویژگی بغرنج[2] و پیچیدگی در پروژه‌ها تفاوتی قائل نمی شوند و"پیچیدگی" را به طور بسیار گسترده و متنوع مورد استفاده قرار می‌دهند. تفاوت بین پروژه‌های بغرنج و پیچیده توسط خیلی‌ها به راحتی قابل درک نیست (ویتی و میلور[3]، ۲۰۰۹). پروژه‌های بغرنج نسبتاً پروژه‌های معمول هستند و معمولاً با تجزیه پروژه به زیر پروژه‌ها، و سپس حل و فصل وابستگی‌های متقابل بین مرزهای پروژه انجام می‌شوند. ولی در پروژه‌های پیچیده این‌گونه نیست و برنامه‌ریزی دقیق و صحیح معمولاً مشکل است.

تحقیقات در مورد پیچیدگی پروژه از دهه ۱۹۹۰ با تحقیقات باکارینی[4] در سال ۱۹۹۶ شروع شد. باکارینی پیچیدگی پروژه را شامل بسیاری از قسمت‌های متنوع و در هم تنیده تعریف می‌کند و آنها را از نظر "تمایز و وابستگی متقابل" مورد بررسی قرار داد. تمایز در تعداد عناصر متنوع مانند وظایف، متخصصان و مؤلفه‌ها را نشان می‌دهد، در حالی که وابستگی متقابل نشان‌گر درجه همبستگی بین عناصر است. ویلیامز در سال ۱۹۹۹ پس از باکارینی در تعریف پیچیدگی ساختاری در پروژه‌ها، بعد دیگری را اضافه کرد. وی پیچیدگی ساختار را با پیچیدگی محصول پیوند داده و آن را به عنوان یک پیچیدگی اصلی، به ویژه در مورد پروژه‌های دارای طراحی و ساخت برجسته کرد. در پروژه‌ها هرچه محصول پیچیده‌تری توسعه یابد، به طور معمول پیچیدگی پروژه بیشتر خواهد شد. پیچیدگی ساختاری محصول تعداد زیر سیستم‌های موجود در محصول و وابستگی متقابل آنها است. با این حال، فقط تعداد وابستگی‌ها کافی نیست، ماهیت این وابستگی‌ها باید مورد توجه قرار گیرد و از اهمیت برخوردار است(ویلیامز[5]، ۱۹۹۹). رمینتون و پولاک در سال ۲۰۰۸ در مقاله‌ای با عنوان ابزاری برای پروژه‌های پیچیده، انواع پیچیدگی‌ها را با توجه به نظریه پیچیدگی توضیح دادند و بین پروژه‌های پیچیده به عنوان سیستم‌های سازگارانه پیچیده و سایر پروژه‌ها به عنوان سیستم‌های ساده تفاوت قائل شدند، رمینگتون و پولاک به چهار نوع پیچیدگی برای پروژه

1. Geraldi
2. Complicated
3. Whitty and Maylor
4. Baccarini
5. Williams

اشاره کردند.

•پیچیدگی ساختاری – که توسط ویلیامز در سال ۱۹۹۹ نیز تعریف شده بود

•پیچیدگی فنی– مشکلات فنی یا طراحی مربوط به محصولات جدید و یا فرآیندهای جدید است(ویلیامز، ۱۹۹۹؛ ترنر و کوچرن[1]،۱۹۹۳).

•پیچیدگی در اهداف– اهداف غیرمشترک و مبهم مشخص می‌شوند. (ویلیامز، ۱۹۹۹؛ ترنر و کوچرن،۱۹۹۳) نیز به آن اشاره کرده بودند.

•پیچیدگی زمانی– که تحت تأثیر محیط پویا و خارج از کنترل مستقیم تیم پروژه رخ می‌دهد.

بروکمن و همکاران در پژوهشی، پیچیدگی ابرپروژه‌ها را در سه دسته پیچیدگی کار، پیچیدگی اجتماعی و پیچیدگی فرهنگی طبقه‌بندی کردند(بروکمن و همکاران[2]،۲۰۰۷). وقار عظیم در رساله مقطع دکتری خود در خصوص ارتباط بین پیچیدگی ابرپروژه و مدیریت پروژه در سال ۲۰۱۱ عنوان می‌کند که درک پیچیدگی پروژه و عوامل مؤثر بر آن بسیار تحت تأثیر عناصر پروژه است. (عظیم[3]، ۲۰۱۱). کیان منش و همکاران در سال ۲۰۱۷ روشی برای ارزیابی پیچیدگی در ابرپروژه‌ها در بخش انرژی(که از نوع ابر پروژه‌های فناورانه هستند) پیشنهاد کردند. دراین تحقیق پیچیدگی به دو دسته پیچیدگی داخلی و خارجی تقسیم شد و هر دسته به چند طبقه و زیر مجموعه دسته‌بندی شده است(کیانمنش و همکاران[4]،۲۰۱۷). محسنی و همکاران در سال ۲۰۱۹ تحقیقی در خصوص عوامل و مولفه‌های پیچیدگی ابرپروژه‌ها انجام دادند. در این مقاله اشاره شده است بدون شک یکی از مهمترین عوامل موفقیت در ابرپروژه‌ها، آگاهی مدیران پروژه در مورد پیچیدگی‌های کلی و عوامل موثر بر پیچیدگی‌ها هستند (محسنی[5]، ۲۰۱۹). خدایاری و همکاران در یک مطالعه موردی در یکی از سازمان‌های دفاعی با محصولات پیچیده، قابلیت‌های فناورانه را در پنج دسته استراتژیک، زیرساختی، پروژه‌ای، فرآیندی و محصولی دسته‌بندی نمودند(خدایاری و همکاران،۱۳۹۸).

چنتال در سال ۲۰۲۰ در پژوهشی جهت ارتباط نوآوری با ابرپروژه‌ها و نقش آن بر کاهش پیچیدگی پروژه‌ها، پیچیدگی را در سه دسته اصلی فنی، سازمانی و محیطی تقسیم‌بندی کرده است و در ادامه تاثیر نوآوری بر پیچیدگی ابرپروژه‌ها و افزایش موفقیت آنها

1.Turner and Cochrane
2. Brockmann et al
3. Azim
4. Kianmanesh et al
5. Mohseni

را بررسی نموده است(چنتال[1]، ۲۰۲۰).

در بررسی مبانی نظری مشخص شد که مطالعه در خصوص پیچیدگی از سال ۱۹۹۶ با تحقیقات باکارینی شروع شد و بیشتر مولفه‌های سازمان و مدیریت سازمانی پروژه مد نظر قرار گرفته و تحت عنوان پیچیدگی ساختاری معرفی شدند و سپس توسط ویلیامز پیچیدگی ساختاری با ویژگی محصول پروژه ترکیب و تکمیل‌تر شد و در پژوهش‌های انجام گرفته در سالیان بعد مولفه‌های پیچیدگی ساختار به طور مجزا و مستقل در نظر گرفته شد مانند تحقیق رمینگتون و پولاک که به چهار پیچیدگی زمان، اهداف، فنی و ساختار اشاره کرد. سپس با پیدایش ابرپروژه‌ها و تعریف و ویژگی آن توسط بنت فلایبرگ در سال ۲۰۱۴ و گسترش ابرپروژه‌ها و توجه محققین به این نوع از پروژه‌های بزرگ و شناسایی ویژگی‌های آنها از جمله مطالعه روی پیچیدگی ابرپروژه‌ها جلب شد. با توجه به شرایط و ویژگی ابرپروژه‌ها علاوه بر پیچیدگی ساختار، عوامل فرهنگی و اجتماعی نیز به ابعاد پیچیدگی اضافه شد مانند تحقیق بروکمن و همکاران که در سال ۲۰۰۷ انجام گرفت. با پیشرفت علم و فناوری و دستیابی به محصولات پیچیده نوع خاصی از ابرپروژه‌ها که دستاورد آنها محصولات و سیستم‌های پیچیده از نظر فناوری بود تحت عنوان ابرپروژه‌های فناورانه ظهور پیدا کرد. با وجود تحقیقات انجام شده در مبانی نظری پژوهش که به طور مستقیم به شناسایی پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه پرداخته شده هنوز هم وجود برخی شکاف‌ها در ادبیات موضوع، ضرورت انجام تحقیقات بیشتر را نشان می‌دهد؛

۱. عدم توجه به ابرپروژه‌های فناورانه: در پژوهش‌های اندکی در خصوص پیچیدگی ابر پروژه‌های فناورانه بحث شده است مانند: مقاله مدیریت پیچیدگی در پروژه‌های فناوری (میلور[2]،۲۰۱۳). و پیچیدگی در ابرپروژه دربخش انرژی (کیانمنش و همکاران،۲۰۱۷). لذا لازم است مطالعات بیشتری در خصوص پیچیدگی ابرپروژه‌ها برای محصولات با سیستم‌های پیچیده صورت گیرد. تا از طریق شناسایی پیچیدگی این‌گونه از ابرپروژه‌ها که از ویژگی خاص آنها است به مدیریت بهتر و افزایش موفقیت آنها کمک کرد.

۲. عدم جامع‌نگری در شناسایی ابعاد پیچیدگی: در پژوهش‌های صورت گرفته عوامل و ابعاد شناسایی شده از جامع نگری لازم برخوردار نیست مثلاً در پژوهشی به نام عوامل پیچیدگی در مگا پروژه‌ها(محسنی، ۲۰۱۹) تنها سه بعد محیطی، سازمانی و فناوری پرداخته شده و این مورد در پژوهش(چنتال، ۲۰۲۰) که در خصوص ابرپروژه‌ها می‌باشد نیز مشاهده

1. Chantal
2. Maylor

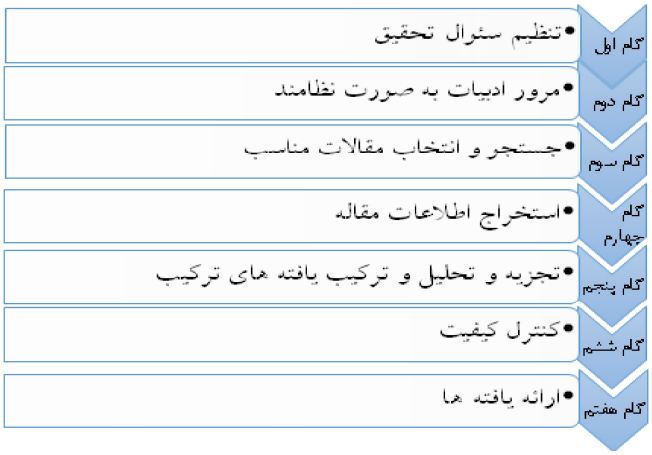
می‌شود و در خصوص بُعد عدم اطمینان (کاظم زاده ، ۱۳۹۹؛ فلوریکال و همکاران[1]،۲۰۱۶) و تغییرات مکرر در مشخصه‌های ابر پروژه‌ها که باعث افزایش پیچیدگی شده یا پیچیدگی پویایی(گرایلدی و همکاران[2]، ۲۰۱۱) مولفه‌ها و عامل‌ها از جامعیت لازم برخوردار نیست. در ابرپروژه‌های فناورانه که دستاورد آنها دسته خاصی از محصولات هستند، تفاوت‌های زیادی با محصولات عادی و تولید انبوه دارند و نیاز به دانش خاص می‌باشد. امروزه به دلیل وجود تغییرات مداوم و پیدایش فناوری‌های پیچیده و محصولات جدید، آمادگی برای ارائه واکنش سریع‌تر به منظور بهره‌مندی از فرصت‌ها، یکی از چالش‌های اساسی ابرپروژه‌ها است.(بیکر[3]،۲۰۱۷) این واقعیت در خصوص ابرپروژه‌هایی که بر پایه دانش و فناوری هستند بسیار مهم است، در مبانی نظری درخصوص پیچیدگی فناوری به طور کلی پرداخته شده و به مولفه‌های جزئی‌تر پرداخته نشده است. همین مطلب در خصوص مولفه‌های محیطی و سازمانی نیز صحت دارد و مولفه‌های پیچیدگی به صورت کامل احصاء نشده است. به دنبال این شکاف، در این پژوهش به ابعاد جامع‌تری در شناسایی پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه پرداخته می‌شود.

## روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، پژوهشی اکتشافی و از نظر نوع استفاده، پژوهشی کاربردی است که در آن از روش پژوهش کیفی و راهبرد پژوهش فراترکیب استفاده شده است. روش فراترکیب از راهبردهای کیفی در پژوهش‌ها است (حافظ نیا،۱۳۹۵). فراترکیب با فراهم کردن رویکری ساختاریافته برای محققین از روش ترکیب پژوهش‌های کیفی مختلف به شناسایی موضوع‌ها و استعاره‌های پنهان و اساسی می‌پردازد و از این طریق باعث ایجاد یک نگاه جامع و گسترده نسبت به مسائل و ارتقا دانش می‌شود. (سیاو و لانگ[4]،۲۰۰۵). در این روش با بررسی و مطالعه سیستماتیک پژوهش‌های قبلی در حوزه مورد پژوهش و تحلیل نتایج و یافته‌ها توسط محقق صورت گرفته و خروجی تحقیق جهت یافتن شکاف‌های تحقیقاتی، نوآوری در روش‌شناسی و روش تحقیق در حوزه پژوهش مورد نظر مورد استفاده قرار می‌گیرد. (کاسه گرها و همکاران،۱۴۰۰).

1. Floricel et al
2 .Geraldi et al
3. Becker
4. Siau and Long

در این پژوهش از روش هفت مرحله ای ساندولسکی و بروسو (۲۰۰۷) طبق شکل ۱ استفاده شده است. در روش فراترکیب بَعد از استخراج کدهای پیچیدگی ابرپروژه ها، پایایی کدها با محاسبه شاخص کاپا تأیید شد. مقدار این شاخص ۰.۸۱۳ محاسبه شده است. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل پایگاههای ساینس دایرکت[1]، اسپرینگر[2]، وایلی[3] ، مگ ایران، ایران داک، پرتال جامع علوم انسانی، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی بودند.




**شکل ۱. مراحل تحقیق فراترکیب به روش (ساندولسکی و بروسو[4]،۲۰۰۷)**

## یافته‌های پژوهش

در این بخش به تشریح یافته‌های پژوهش مبتنی بر گام‌های شکل ۱ پرداخته می‌شود؛

**گام اول: تنظیم سئوالات تحقیق؛** همانطور که در مقدمه اشاره شد پژوهش‌های مختلفی در خصوص شناسایی و دسته‌بندی عوامل پیچیدگی پروژه‌ها و تعداد کمتری پژوهش در خصوص پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه صورت گرفته است ولی در هر صورت نتایج این پژوهش‌ها متفاوت بود و به دسته‌بندی یکسانی اشاره نشده است، لذا هدف نگارندگان مقاله از این پژوهش رفع این تناقضات و رسیدن به یک تصویر کلی یا الگوی واحد جهت پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه است. در این راستا، در این پژوهش سئوال اصلی به این صورت تعریف شده است. به طور جامع ابعاد پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه چیست؟ بر این اساس، هدف این پژوهش شناسایی ابعاد پیچیدگی ابر پروژه‌های فناورانه با مرور نظامند پیشینه بود که با روش فراترکیب انجام می‌گردد.

1. Science Direct
2. Springer
3. Wiley
4. Sandelowski and Barroso

**گام دوم: مرور ادبیات به صورت نظام مند؛** در این پژوهش، پایگاه‌های داده داخل کشور و خارج کشور، ژورنال‌ها و موتورهای جستجوی مختلف(ساینس دایرکت[1]، اسپرینگر[2]، وایلی[3] ، مگ‌ایران، ایران‌داک، پرتال جامع علوم انسانی، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی) بین سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۷ میلادی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، با توجه به موضوع پژوهش حاضرکه "شناسایی ابعاد پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه با روش مرور نظام‌مند پیشینه"بود واژه‌های کلیدی مرتبط فارسی با موضوع (پیچیدگی، پیچیدگی پروژه، ابرپروژه، پیچیدگی ابرپروژه، محصولات با سیستم‌های پیچیده و پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه) و در خصوص واژه‌های انگلیسی( Megaproject, Complexity of Megaproject, Complex Products Systems, Technological Megaproject) مورد استفاده قرار گرفت. از مقالات و پایان نامه‌ها به دلیل داوری خاص به عنوان جامعه آماری استفاده شد. برای جستجوی مقالات علمی و رساله‌های دانشگاهی، در نتیجه جستجو و بررسی پایگاه‌های داده اشاره شده در روش شناسی پژوهش و با استفاده از واژه‌های کلیدی مورد نظر تعداد ۲۱۰ مقاله و رساله یافت شد.

**گام سوم: جستجو و غربال پیشینه؛** برای انتخاب مقاله‌های مناسب، پارامترهای مختلفی مانند عنوان، چکیده، محتوا و کیفیت روش پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفت. مراحل جستجو و غربال پیشینه در جدول شماره ۱ تشریح شده است. در جدول پیوست مقالات نهایی حاصل از گام سوم فراترکیب نشان داده شده است. پس از جست وجوی گسترده، حدود ۲۱۰ عنوان پژوهش در زمینه موضوع مورد مطالعه اولیه قرار گرفت. از نظر عنوان تعداد ۷۰ و چکیده ۵۴ و از نظر محتوا ۴۱ مقاله غربال شدند و در نهایت ۴۵ مقاله و پایان نامه برای انجام فراترکیب انتخاب شدند.

1. Science Direct
2. Springer
3. Wiley

**جدول۱. مراحل جستجو و غربال پیشینه**

| مراحل انتخاب | تعداد یافته‌های بررسی شده | معیار پذیرش | تعداد پذیرش | معیار عدم پذیرش | تعدادعدم پذیرش |
|---|---|---|---|---|---|
| مرحله اول | ۳۰۰ | کلمات کلیدی انتخاب شده زمان یافته‌های تحقیق اعتبار یافته‌های تحقیق | ۲۱۰ | یافته‌های خارج از زمان تعیین شده عدم اعتبار تحقیقات یافت شده | ۹۰ |
| مرحله دوم | ۲۱۰ | مطابقت تحقیقات با عنوان پژوهش | ۱۴۰ | نا مرتبط بودن یافته‌های تحقیق از نظر عنوان با موضوع پژوهش | ۷۰ |
| مرحله سوم | ۱۴۰ | بررسی چکیده یافته‌های تحقیق با موضوع پژوهش | ۸۶ | عدم مطابقت چکیده با موضوع تحقیق | ۵۴ |
| مرحله چهارم | ۸۶ | بررسی محتوای یافته‌های تحقیق با موضوع پژوهش | ۴۵ | عدم مرتبط بودن محتوای یافته‌های تحقیق با موضوع پژوهش | ۴۱ |

**گام چهارم: استخراج اطلاعات مقاله؛** در این گام، کدگذاری که اولین مرحله در بسیاری از استراتژهای رویکرد کیفی است و مهم ترین مسئله این گام است (سالدانا[1]،۲۰۱۴) بحث خواهد شد. کد گذاری شامل کدگذاری اولیه و محوری است. برای این منظور باید منابع را چندین بار مطالعه و قسمت‌های مهم را از غیر مهم در جهت تمرکز بیشتر روی واحدهای معنایی و پر اهمیت شناسایی کرده و سپس از این واحدهای معنایی کدهای اولیه را استخراج نماییم(سالدانا،۲۰۱۴). بنابراین به منظور استخراج اطلاعات مناسب، واحدهای معنایی انتخاب شده وارد نرم افزار ماکس‌کودا ۲۰۲۰ شد و به طور پیوسته مورد مطالعه قرار گرفت و از طریق جزء به جزء کردن اطلاعات به شکل‌بندی مفاهیم پرداخته شد. در این راستا، کلیه مفاهیمی که منعکس کننده ابعاد پیچیدگی ابر پروژه‌های فناورانه بود استخراج شدند، مفاهیم وسیله اصلی برقراری ارتباط بین کدهای اولیه هستند(کوربین و اشتراوس[2]،۲۰۰۸) سپس مفاهیم به کدهای اولیه منسوب شدند. هر منبع در قالب همین رویه کدگذاری اولیه شد و در نهایت ۹۷ کد اولیه به عنوان برچسب‌های معنایی به واحدهای معنایی نسبت داده شد. بعد از اعمال نظر محقق با نظر دو نفر از خبرگان ادغام و حذف برخی از کدهای اولیه صورت گرفت و در نهایت در این مرحله تعداد ۴۴ کد شناسایی شد. نتایج حاصل از گام چهارم به صورت جداول۲، ۳، ۴و ۵ نشان داده شده است.

**گام پنجم: تجزیه و تحلیل و ترکیب یافته‌های ترکیب؛** در این گام جهت تجزیه و تحلیل، موضوع‌ها یا مضمون هایی جستجو خواهد شد که در میان مطالعات موجود در فراترکیب پایدار خواهند شد. سندلوسکی و باروسو این مورد را «بررسی موضوعی»

1. Saldana
2. Corbin & Strauss

می‌نامند(ساندولسکی و بروسو،۲۰۰۷). پس از کدگذاری اولیه در گام چهارم در این گام مقوله‌بندی صورت خواهد گرفت مقوله‌بندی به صورت کلی به معنای دسته‌بندی کدهای اولیه است که با هم ارتباط معنایی دارند. مقوله‌بندی به دو صورت انجام می‌شود ۱- با ایجاد یک کد جدید ۲- با محوریت قرار گرفتن یک کد انتزاعی‌تر، که البته هر دو مورد در یک تحقیق اتفاق خواهد افتاد. در این تحقیق پس از مقوله‌بندی۱۴ مقوله اصلی اهداف، کار، زمان، تدارکات، منابع، عدم اطمینان، پویایی، سخت، نرم، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، مکان جغرافیایی و سیاسی ایجاد گردید. پس از مقوله‌بندی، کد گذاری محوری صورت می‌گیرد. کدگذاری محوری در حقیقت دسته‌بندی مفهومی مقولات ایجاد شده در یک برچسب معنایی است که از بالاترین درجه انتزاع برخوردار است و این برچسب معنایی دیگر قابلیت این را ندارد که در ذیل خود یا مقوله ای دیگر قرار گیرد. کدگذاری محوری مرحله تشکیل مفاهیم مستقل از هم شناخته می‌شود. در این پژوهش ۴ کد محوری شامل محیط، فناوری، ساختار و عدم قطعیت ایجاد شد که تحت عنوان ابعاد شناخته می‌شود.

در جدول ۲ کدهای محوری و مقوله‌ها ی پیچیدگی عدم قطعیت که شامل دو مقوله اصلی عدم اطمینان و پویایی می‌باشد نشان داده شده است.

**جدول۲. کد محوری عدم قطعیت و کدهای اولیه شناسایی شده نهایی**

| کد محوری | مقوله | کدگذاری اولیه | فراوانی | مهمترین منابع مورد استفاده |
|---|---|---|---|---|
| عدم قطعیت | عدم اطمینان | عدم قطعیت در روش اجرا | ۱۷ | (گوانگ،۲۰۲۰؛ نقیزاده، ۱۳۹۴؛ اومموریج،۲۰۱۶؛ تارنر،۲۰۱۸؛کارداس،۲۰۱۳ ؛گیزن[1]،۲۰۱۲) |
| | | عدم قطعیت بازار | ۴ | (ابدو،۲۰۱۶؛بجوروانت،۲۰۱۸؛برکمن،۲۰۰۷؛کالجاری[2]،۲۰۱۸) |
| | | عدم اطمینان از اطلاعات | ۶ | (پیتسیس،۲۰۱۸؛کیانمنش،۲۰۱۷؛میلور،۲۰۱۷؛هی،۲۰۱۵؛برکمن[3]، ۲۰۰۷) |
| | | غیرقابل پیش بینی بودن فعالیت | ۴ | (بجوروانت،۲۰۱۸؛محسنی،۲۰۱۹؛استاروپ،۲۰۱۹؛لو[4]،۲۰۱۵) |
| | پویایی | تغییر دامنه پروژه | ۲۳ | (تارنر،۲۰۱۸؛دنیکول[5]،۲۰۲۰؛ برکمن،۲۰۰۷؛ ابدو،۲۰۱۶؛بجوروانت،۲۰۱۸؛ کالجاری،۲۰۱۸) |
| | | تغییر سیاست و قوانین | ۲ | (میلور،۲۰۱۷؛استاروپ،۲۰۱۹) |
| | | تغییر فناوری | ۵ | (۱۳۹۴، نقیزاده؛ وانگ،۲۰۲۰؛ کیانمنش،۲۰۱۷؛ ۱۳۹۶، علیخانی) |
| | | تغییر اقتصادی | ۴ | (کالجاری،۲۰۱۸ ؛فلایبرگ،۲۰۱۷ ؛جرومن[6]،۲۰۱۳) |

1. Kardes, Omoregie, Giezen, Turner, Wang
2. Brockmann, Bjorvatn, Callegari, Abdou
3. Pitsis, Maylor, He, KianManaesh
4. Mohseni, Sturup, Lu
5. Denicol
6. Greiman, Flyvbjerg

کدهای محوری و مقوله‌های اصلی پیچیدگی محیطی در جدول ۳ آمده است.

**جدول ۳. کد محوری محیطی و کدهای اولیه شناسایی شده نهایی**

| کد محوری | مقوله اصلی | کدگذاری اولیه | فراوانی | مهمترین منابع مورد استفاده |
|---|---|---|---|---|
| محیطی | اجتماعی | شبکه‌های اجتماعی و روابط آنها | ۴۳ | (بروکمن،۲۰۰۷ ؛ ۱۳۹۷، نقیزاده؛ پتیسس،۲۰۱۸؛ وانگ،۲۰۲۰ ؛ کارداس،۲۰۱۳؛ ماروجک،۲۰۰۸؛ رکولدت،۲۰۱۱ ؛ رضوانی،۲۰۱۹ ؛دنیل[1]،۲۰۱۹) |
| | | تعداد و تنوع ذینفعان | ۲۷ | (برکمن،۲۰۰۷؛ لهتنین[2]،۲۰۱۹؛ محسنی،۲۰۱۹؛ کیانمنش،۲۰۱۷؛ ۱۳۹۵، طهماسبی؛ کارداس،۲۰۱۳؛ رضوانی،۲۰۱۹؛ جرومن،۲۰۱۳) |
| | | دیدگاه ذینفعان | ۱۳ | (برکمن،۲۰۰۷؛ توماس[3]،۲۰۰۸؛ فلاییرگ،۲۰۱۴؛ میروو،۲۰۱۱؛ هی،۲۰۱۵؛ کیانمنش،۲۰۱۷) |
| | فرهنگی | تنوع فرهنگی | ۷ | (برکمن،۲۰۰۷؛ توماس،۲۰۰۸؛ محسنی،۲۰۱۹؛ هی،۲۰۱۵؛ میروو،۲۰۱۱؛ فلاییرگ،۲۰۱۷؛ کیانمنش،۲۰۱۷؛ لو،۲۰۱۵) |
| | | تفاوت‌های فرهنگی | ۹ | (برکمن،۲۰۰۷؛ توماس،۲۰۰۸؛ کالجاری،۲۰۱۸؛ محسنی،۲۰۱۹ ؛ هی،۲۰۱۵؛ کیانمنش،۲۰۱۷؛ ابدو ،۲۰۱۶؛ میروو،۲۰۱۱؛دنیل،۲۰۱۹؛رکولدت،۲۰۱۱؛ الکساندرا[4]،۲۰۱۷؛ یامینگیو،۲۰۱۹ ؛ ماروجک،۲۰۰۸) |
| | اقتصادی | رقابت بازار | ۹ | (فلاییرگ،۲۰۱۴؛ بروکمن،۲۰۰۷؛ هی، ۲۰۱۵؛ میلور،۲۰۱۷؛ محسنی،۲۰۱۹) |
| | | ساختار بازار | ۵ | (فلاییرگ،۲۰۱۴؛ بروکمن،۲۰۰۷؛ هی، ۲۰۱۵؛ میلور،۲۰۱۷؛ محسنی،۲۰۱۹) |
| | سیاسی | قوانین و مقررات قانونی | ۷ | (برادران، ۱۳۹۵؛ فلاییرگ،۲۰۱۷؛ لو،۲۰۱۵؛ جرومن،۲۰۱۳؛ لهتنین،۲۰۱۹؛ رکولدت،۲۰۱۱؛ ماروجک،۲۰۰۸ ؛ ژای[5]، ۲۰۰۹) |
| | | نفوذ سیاسی | ۷ | (فلاییرگ،۲۰۱۷؛ لو،۲۰۱۵؛ الکساندرا،۲۰۱۷؛ جرومن،۲۰۱۳؛ لهتنین،۲۰۱۹؛ توماس،۲۰۰۸؛ یامینگیو،۲۰۱۹؛ دنیل،۲۰۱۹) |
| | مکان جغرافیایی | تنوع سایت‌ها و مکان‌پروژه | ۷ | (توماس،۲۰۰۸؛ الکساندرا،۲۰۱۷؛ میروو،۲۰۱۱؛ یامینگیو،۲۰۱۹؛ دنیل،۲۰۱۹) |
| | | فاصله مکان‌های‌پروژه | ۲ | (فلاییرگ،۲۰۱۴؛ ماروجک،۲۰۰۸ ) |

1. Rezvani, Rekveldt, Marrewijk, Daniel
2. Lehtinen
3. Thomas, Merrow
4. Alexandra, YuminQiu
5. Zhai

کدهای محوری و مقوله‌های پیچیدگی ساختار و کدگذاری اولیه در جدول ۴ آمده است.

**جدول ۴. کد محوری ساختار و کدهای اولیه شناسایی شده نهایی**

| کد محوری | مقوله اصلی | مقوله فرعی | کد گذاری اولیه | فراوانی | مهمترین منابع مورد استفاده |
|---|---|---|---|---|---|
| ساختار | اهداف | | وابستگی متقابل اهداف پروژه | ۴۲ | (لهتنین،۲۰۱۹؛ لو،۲۰۱۵؛ ماروجک،۲۰۰۸؛ هی،۲۰۱۵؛ نچباگایور،۲۰۱۹؛ ابدو،۲۰۱۶؛ پیتسیس،۲۰۱۸؛ فلاییرگ،۲۰۱۷؛ رضوانی،۲۰۱۹؛ اریکسون،۲۰۱۷؛ کیو،۲۰۱۹؛ بجوروانت،۲۰۱۸؛ استاروپ،۲۰۱۹؛ میلور،۲۰۱۷؛ رولزتاداس[1]،۲۰۱۷؛ بجوروانت،۲۰۱۸؛فلاییرگ،۲۰۱۴) |
| | | | تعداد زیاد اهداف پروژه | ۱۵ | ( برادران، ۱۳۹۵؛ برکمن،۲۰۰۷؛ لو،۲۰۱۵؛ ابدو،۲۰۱۶؛ پیتسیس،۲۰۱۸؛ فلاییرگ،۲۰۱۷؛ بجوروانت،۲۰۱۸؛ استاروپ،۲۰۱۹؛ رضوانی،۲۰۱۹؛ اریکسون،۲۰۱۷؛ کیانمنش،۲۰۱۷؛ هی،۲۰۱۵) |
| | کار – وظایف | | وابستگی بین فعالیت ها | ۹ | (ابدو،۲۰۱۶؛ بجوروانت،۲۰۱۸؛ استاروپ،۲۰۱۹؛ لهتنین،۲۰۱۹؛ لو،۲۰۱۵؛ میلور،۲۰۱۷؛ اریکسون،۲۰۱۷؛ فلاییرگ،۲۰۱۷) |
| | | | تعداد و تنوع فعالیتها | ۱۹ | (برکمن،۲۰۰۷؛ ابدو،۲۰۱۶؛ پتیسس،۲۰۱۸؛ بجوروانت،۲۰۱۸؛ استاروپ،۲۰۱۹؛ لو،۲۰۱۵؛ هی،۲۰۱۵؛ میلور،۲۰۱۷؛ فلاییرگ،۲۰۱۴؛ لهتنین،۲۰۱۹؛ فلاییرگ،۲۰۱۷ ؛ رضوانی،۲۰۱۹) |
| | | | الزامات کیفی‌پروژه | ۴ | (هی،۲۰۱۵؛صفدری، ۱۳۹۵؛ لهتنین،۲۰۱۹؛ لو،۲۰۱۵؛ میلور،۲۰۱۷؛ طهماسبی،۱۳۹۵) |
| | زمان | | سرعت‌انجام کارپروژه | ۲ | (میلور،۲۰۱۷؛ بجوروانت،۲۰۱۸) |
| | | | مدت زمان پروژه | ۱۳ | (میلور،۲۰۱۷؛ ژای، ۲۰۰۹؛ جرومن،۲۰۱۳؛ یامینگیو،۲۰۱۹؛ کارداس،۲۰۱۳؛ دنیل،۲۰۱۹؛ بجوروانت،۲۰۱۸؛ سنیسکیو[2]،۲۰۱۳) |
| | تدارکات | | لجستیک پروژه | ۲ | (ژای، ۲۰۰۹ ؛ جرومن،۲۰۱۳) |
| | | | تنوع‌قراردادها | ۷ | (تارنر،۲۰۱۸؛ ژای، ۲۰۰۹؛ جرومن،۲۰۱۳؛ دنیل،۲۰۱۹؛ سنیسکیو،۲۰۱۳؛ زنگ[3]،۲۰۱۸؛ کارداس،۲۰۱۳) |
| | | | صلاحیت‌های مورد نیاز پیمانکاران | ۱ | (فلاییرگ،۲۰۱۴) |
| | منابع | منابع فیزیکی | انواع منابع فیزیکی | ۸ | (نچباگایور،۲۰۱۹؛ کارداس،۲۰۱۳؛ ماروجک،۲۰۰۸؛ زنگ،۲۰۱۸؛تارنر،۲۰۱۸؛ژای، ؛جرومن،۲۰۱۳؛دنیل،۲۰۱۹) |

1. Maylor, Eriksson, Nachbagauer, Qiu, Rolstadas
2. Senescu
3. Zeng

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | دسترسی منابع فیزیکی | ۴ | (محسنی،۲۰۱۹؛ برادران، ۱۳۹۵؛ کیانمنش،۲۰۱۷) (برکمن،۲۰۰۷؛ ابدو،۲۰۱۶) |
| | | منابع مالی | انواع منابع سرمایه | ۴ | (ابدو،۲۰۱۶؛ پتیسس،۲۰۱۸؛بجوروانت،۲۰۱۸؛ استاروپ،۲۰۱۹؛ لو،۲۰۱۵؛ بجوروانت،۲۰۱۸؛ اریکسون،۲۰۱۷ ) |
| | | | میزان سرمایه گذاری و منابع مالی | ۲۵ | (نچباگایور،۲۰۱۹؛ اریکسون،۲۰۱۷؛ ابدو،۲۰۱۶؛ پیتسیس،۲۰۱۸؛ اوموریج،۲۰۱۶؛ لو،۲۰۱۵؛ بروکمن،۲۰۰۷؛ میلور،۲۰۱۷؛ لهتنین،۲۰۱۹؛ بجوروانت،۲۰۱۸؛ طهماسبی،۱۳۹۵؛ فلاییرگ،۲۰۱۴) |
| | | منابع انسانی | همکاری تیمی و ارتباطی | ۷ | (فلاییرگ،۲۰۱۷؛ رضوانی،۲۰۱۹؛ میلور،۲۰۱۷؛ لهتنین،۲۰۱۹؛ ابدو،۲۰۱۶؛ هی،۲۰۱۵) |
| | | | اندازه تیم پروژه | ۸ | (فلاییرگ،۲۰۱۷ ؛ رکولدت،۲۰۱۱؛ استو،۲۰۱۴؛ یامینگیو،۲۰۱۹؛ وانگ،۲۰۲۰؛ ۱۳۹۶، علیخانی؛ کارداس،۲۰۱۳) |
| | | | تنوع کارکنان سازمان پروژه | ۱۸ | (رکولدت،۲۰۱۱؛ کیانمنش،۲۰۱۷؛ وانگ،۲۰۲۰؛ علیخانی،۱۳۹۶؛ بروکمن،۲۰۰۷؛ پیسیس،۲۰۱۸؛ بجوروانت،۲۰۱۸؛ اریکسون،۲۰۱۷ ؛ لو،۲۰۱۵؛ استاروپ،۲۰۱۹؛ ابدو،۲۰۱۶؛ فلاییرگ،۲۰۱۴) |
| | | | دسترسی منابع انسانی | ۳ | (استاروپ،۲۰۱۹؛ لو،۲۰۱۵؛ اریکسون،۲۰۱۷ ) |

کدهای محوری و مقوله‌های پیچیدگی فناوری در جدول ۵ نشان داده شده است.

**جدول ۵. کد محوری فناوری و کدهای اولیه شناسایی شده نهایی**

| کد محوری | مقوله اصلی | کدگذاری اولیه | فراوانی | مهمترین منابع مورد استفاده |
|---|---|---|---|---|
| **فناوری** | فناوری سخت | تعداد و تنوع فناوری | ۱۸ | (بجوروانت،۲۰۱۸؛ هی،۲۰۱۵؛ کیانمنش، ۲۰۱۷؛ رکولدت،۲۰۱۱؛ دنیکول،۲۰۲۰؛ نچباگایور،۲۰۱۹؛ فلاییرگ،۲۰۱۴؛ فلاییرگ،۲۰۱۷ ؛لو،۲۰۱۵؛ لهتنین،۲۰۱۹؛ رضوانی،۲۰۱۹؛میلور،۲۰۱۷ رولزتاداس،۲۰۱۷؛ رودریگوز[1]،۲۰۱۶) |
| | | عدم تجربه فناوری | ۸ | (برادران، ۱۳۹۵ ؛صفدری، ۱۳۹۵؛ دهقانی پوده، ۱۳۹۶؛ حاجی علیخانی،۱۳۹۶؛ استاروپ ،۲۰۱۹؛محسنی،۲۰۱۹؛ ابدو،۲۰۱۶؛۱۳۹، نقیزاده) |
| | | فرآیندهای پیچیده تولید | ۴۷ | ( برادران ، ۱۳۹۵ ؛صفدری، ۱۳۹۵؛ دهقانی پوده ، ۱۳۹۶؛ حاجی علیخانی ،۱۳۹۶ ؛ نقیزاده ، ۱۳۹۴؛ نقیزاده ، ۱۳۹۷؛ |

1. Rodriguez

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | محسنی،۲۰۱۹؛ ابدو،۲۰۱۶؛ استاروپ،۲۰۱۹؛ طهماسبی ،۱۳۹۵؛ الکساندرا،۲۰۱۷ ؛کرسپین-مازت،۲۰۱۹؛ کیانمنش،۲۰۱۷؛ بجوروانت،۲۰۱۸؛ هی،۲۰۱۵؛ رکولدت،۲۰۱۱؛ دنیکول،۲۰۲۰؛ژیو[1]،۲۰۱۱نچباگایور،۲۰۱۹؛ پتیسس،۲۰۱۸؛ پتیسس،۲۰۱۸؛ دنیل،۲۰۱۹؛ میروو،۲۰۱۱) |
| | فناوری نرم | در دسترس بودن اطلاعات | ۵ | (بجوروانت،۲۰۱۸؛ هی،۲۰۱۵؛کیانمنش،۲۰۱۷؛ رکولدت،۲۰۱۱؛ دنیکول،۲۰۲۰؛فلایبرگ،۲۰۱۴؛ فلایبرگ،۲۰۱۷) |
| | | وابستگی‌متقابل سیستم های اطلاعاتی | ۴ | (میلور،۲۰۱۷؛رولزتاداس،۲۰۱۷؛ رودریگوز ،۲۰۱۶؛رضوانی،۲۰۱۹؛ نچباگایور،۲۰۱۹) |
| | | روابط متقابل بین فرآیندهای فناوری | ۹ | (میلور،۲۰۱۷؛ رولزتاداس،۲۰۱۷؛ رودریگوز، ۲۰۱۶؛ رضوانی،۲۰۱۹؛ نچباگایور،۲۰۱۹ ؛ زنگ،۲۰۱۸؛ ژیو،۲۰۱۱؛ پتیسس،۲۰۱۸) |

**گام ششم: کنترل کیفیت؛** جهت کنترل کیفیت، روایی و پایایی کدهای استخراجی مورد سنجش قرار گرفت. برای روایی کدها از ابزار گلین که چک لیستی برای ارزیابی دقت و اعتبار مقالات مورد بررسی در روش‌های کیفی بوده و اجزای آن شامل جامعه آماری، جمع آوری داده ها، طرح تحقیق و نتایج است(گلین[2]،۲۰۰۶) استفاده شد. این ابزار به پژوهشگر کمک می‌کند تا دقت، اعتبار و اهمیت مطالعات کیفی و کمی را مشخص کند (کاتالانو[3]،۲۰۱۳). در این پژوهش چک لیست گلین توسط یک خبره مورد ارزیابی قرار گرفت و میزان انطباق ۰.۸۸ به دست آمد و طبق نظر گلین چون بیشتر از ۰.۷۵ است لذا می‌توان گفت که پژوهش از روایی لازم برخوردار است. جهت بررسی پایایی کدها، از شاخص کاپا[4] استفاده شد. بدین صورت که واحدهای معنایی و کدگذاری اولیه برای دو نفر از خبرگان مسلط در حوزه ابرپروژه‌های فناورانه ارسال شد تا مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد و نتایج ارزیابی و نظرات خبرگان از کدگذاری انجام شده مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به نظرات و ارزیابی صورت گرفته توسط خبرگان میزان توافق و عدم توافق دو خبره در خصوص کدگذاری اولیه صورت گرفته از واحدهای معنایی توسط شاخص کاپای کوهن مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. مقدار شاخص کاپا بین صفر تا یک نوسان دارد. عدد یک نشان‌دهنده

1. Denicol , Zhu
2.Glyn
3.Catalano
4 .Kappa

توافق بیشتر و عدد صفر توافق کمتر بین خبرگان است(محقر و همکـاران،۱۳۹۲). در جـدول ۶ وضعیت شاخص کاپا نشان داده شده است. با استفاده از نرم افزار اِس‌پـی‌اِس‌اِس (درجـدول شماره۶ مشخص شده است) سطح معناداری صفر و مقدار شاخص ۰.۸۱۳ به دسـت آمـد. بـا توجه به کوچک بودن سطح معناداری از ۰.۰۵ فرض استقلال کدهای استخراجی رد می‌شود. پس می‌توان ادعا کرد که استخراج کدها پایایی مناسبی داشته است.

**جدول۶. محاسبه ضریب کاپا در نرم افزار SPSS**

| | مقدار | مقدار خطا | معنی داری |
|---|---|---|---|
| اندازه‌گیری توافق کاپا | ۸۱۳. | .۰۶۷ | .۰۰۰ |
| تعداد نمونه | ۶۴ | | |

**گام هفتم: ارائه یافته‌ها؛** در این پژوهش ضمن مرور پژوهش‌های پیشـین در خصـوص پیچیدگی ابرپروژه ها، پس از بررسی منابع تحقیق (مقالات، رسـاله) و ملاک‌هـای ورودی و خروجی و مشخص شدن داده‌ها به کد گذاری بـاز، مقـولات و کـد محـوری اقـدام شـد. در مجموع ۴۴ کد اولیه شناسایی شد سپس در ۱۴ مقوله اصـلی و ۳ مقولـه فرعـی دسـته‌بندی صورت گرفت و در نهایت پس از بررسی ادبیات موضوع و نظرات خبرگـان مقـولاتی کـه بـا یکدیگر ارتباط مفهومی داشت را دسته‌بندی و در پایان ۴ کد محوری ساختار، فناوری، محیط و عدم قطعیت به عنوان ابعاد شناخته شد. هر یـک از پیچیـدگی‌ها در کـدهای محـوری بـه تفصیل در ادامه تشریح شده است.

کد محوری عدم قطعیت؛ عدم قطعیت مفهوم گسترده‌ای است که عناصر ناشناخته یک پروژه را شامل می‌شود (گرایلدی و همکاران[1]، ۲۰۱۱). عدم قطعیت هر نوع عدم اطمینـان در مورد اجزاء ابرپروژه‌ها مانند اهداف، روش‌های به کار رفته در پروژه، تخمین، چرخه عمر، تـیم و ذینفعـان اسـت. در حـوزه مـدیریت عـدم اطمینـان، در ابرپروژه‌هـای سـاخت محصـولات مخصوصاً در خصوص مدیریت ریسک‌ها، یک خـلا دانشـی وجـود دارد(نبـوی و همکـاران[2]، ۲۰۲۰). عامل دیگری که در عدم قطعیت علاوه بر عدم اطمینـان بررسـی می‌شـود ماهیـت پویایی پروژه است.عامل پیچیدگی پویا میزان تغییـرات زیـاد موجـود در یـک پـروژه اسـت. پیچیدگی پویا، تجمع میزان تغییر و پویایی در پروژه به عنوان تابعی از زمان است(گرایلدی و همکاران، ۲۰۱۱).

1. Geraldi et al
2. Nabawy et al

کد محوری محیط؛ مهمترین علت در پیچیدگی محیطی عوامل خارجی است. بسیاری از ذینفعان خارجی شرکت در پروژه‌های بزرگ، سرمایه گذاران، پیمانکاران، دولت‌ها و تأمین کنندگان هستند که باعث بروز درگیری‌های اجتماعی و تفاوت‌های فرهنگی می‌شوند.

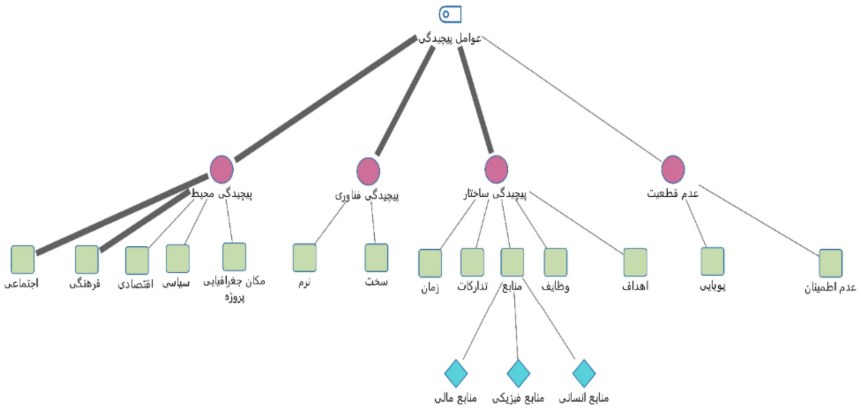
کد محوری ساختار؛ شامل پیچیدگی‌های مرتبط با عناصر سنتی یک پروژه مانند دامنه پروژه، هزینه پروژه، زمان پروژه، تنوع عناصر در پروژه، پیچیدگی فنی و وابستگی متقابل و میزان وابستگی متقابل کارها در پروژه هستند. (میلر و همکاران ۲۰۰۸؛ باکارینی، ۱۹۹۶). این عامل اغلب در مطالعات مربوط به مدیریت پروژه لحاظ می‌شود.

کد محوری فناوری؛ از مهم‌ترین عوامل پیچیدگی در ابرپروژه‌های فناورانه است که تقریباً تمام منابع اتفاق نظر داشته ولی در دسته‌بندی‌های متفاوت قرارگرفته بود. این مورد شامل مشکلات فنی یا طراحی مربوط به محصولات جدید و یا فرآیندهای جدید مورد نیاز است(ویلیامز، ۱۹۹۹؛ ترنر و کوچرن،۱۹۹۳). با توجه به جداول قبل جدول۷ را می‌توان با توجه به کدهای محوری و مقوله‌های اصلی با در نظر گرفتن فراوانی آنها دسته‌بندی نمود.

**جدول ۷. عوامل پیچیدگی با توجه به فراوانی**

| پیچیدگی | کد محوری | فراوانی | مقوله اصلی | فراوانی |
|---|---|---|---|---|
| عوامل پیچیدگی | عدم قطعیت | ۶۵ | عدم اطمینان | ۳۱ |
| | | | پویایی | ۳۴ |
| | محیطی | ۱۳۹ | اجتماعی | ۸۴ |
| | | | فرهنگی | ۱۷ |
| | | | اقتصادی | ۱۴ |
| | | | سیاسی | ۱۴ |
| | | | مکان جغرافیایی پروژه | ۹ |
| | ساختار | ۲۰۱ | اهداف | ۵۷ |
| | | | کار– وظایف | ۳۲ |
| | | | زمان | ۱۵ |
| | | | تدارکات | ۱۹ |
| | | | منابع | ۷۷ |
| | فناوری | ۹۸ | سخت | ۷۹ |
| | | | نرم | ۱۹ |

با توجه به شناسایی کدهای محوری و مقوله‌های اصلی و فرعی و کدهای اولیه شناسایی شده در نرم افزار، الگوی پیچیدگی ابر پروژه‌ها در شکل (۲) نمایش داده می‌شود.




**شکل ۲. الگوی پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه**

## بحث و نتیجه‌گیری

بدون شک یکی از مهم ترین عوامل موفقیت در پروژه‌های بزرگ، آگاهی مدیران پروژه در مورد پیچیدگی‌های کلی و عوامل موثر بر پیچیدگی‌ها است(عظیم، ۲۰۱۱). جهت انجام این پژوهش از روش فراترکیب استفاده شد. ضمن مرور پژوهش‌های پیشین در خصوص پیچیدگی ابرپروژه‌ها، پس از جست وجوی گسترده در زمینه موضوع مورد مطالعه و غربال‌گری متفاوت، در نهایت ۴۵ مقاله و پایان‌نامه برای انجام فراترکیب به دست آمدند و بعد از بررسی و کد گذاری واحدهای معنایی دسته‌بندی و مقوله‌ها و کدهای محوری به صورت، پیچیدگی‌های ساختار، فناوری، محیط و عدم قطعیت به عنوان ابعاد شناخته شد. با توجه به شناسایی کدهای اولیه در واحدهای معنایی و دسته‌بندی آنها در مقوله‌ها و ابعاد نتایج این پژوهش را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود؛

الف) پیچیدگی ساختار: اکثر ابرپروژه‌های فناورانه ساختار سازمانی منحصربه فرد با سطوح مختلفی از اختیارات که نیازمند هماهنگی‌های عمودی و افقی هستند را دارند(گریمان[1]، ۲۰۱۳). پیچیدگی ساختاری تحت تاثیر اندازه و تمایل سازمان و قسمت‌های زیر مجموعه آن است و هرچه در ساختار پروژه و واحد ها، روابط پیچیده‌تر شود انجام پروژه دچار پیچیدگی بیشتری می‌گردد (حنیش[2]، ۲۰۱۴).

در برخی از واحدهای معنایی( مقالات، رساله) از عنوان پیچیدگی سازمان نام برده شده است مانند چنتال، (۲۰۲۰)؛کیانمنش و همکاران، (۲۰۱۷) ولی در اغلب پژوهش‌های پیشین با

1. Greiman
2 .Hanisch

نام پیچیدگی ساختار نام برده شده است (گرایلدی و همکاران، ۲۰۱۱؛ میلر و همکاران، ۲۰۱۳؛ باکارینی، ۱۹۹۶) ولی مفهوم پیچیدگی ساختار یا سازمان در تمام این پژوهش‌ها یکسان عنوان شده است و به عناصری که به ساختار و یا سازمان پروژه مربوط می‌شود گفته می‌شود. آنچه که باعث تفاوت در خصوص این پیچیدگی در ادبیات پیشین شده است مربوط به مولفه‌های آن است. در برخی از پژوهش‌ها فقط زمان، هزینه (باکارینی، ۱۹۹۶). و یا کار و وظیفه(بروکمن، ۲۰۰۷). و مشخصات پروژه(کیانمنش و همکاران ،۲۰۱۷) اشاره شده است

آنچه در این پژوهش صورت گرفت جامعیت و دسته‌بندی دقیق پیچیدگی ساختاری نسبت به پژوهش‌های پیشین بود؛ به طوری که در این پژوهش پیچیدگی ساختاری به ۵ مولفه اهداف، منابع، زمان،تدارکات و وظایف تقسیم‌بندی شده است و منابع نیز به منابع فیزیکی، مالی و انسانی تقسیم شده است. و در مجموع ۱۸ عنوان پیچیدگی در خصوص ساختار در این پژوهش شناسایی شده است. اگرچه رد پای هر یک از این پیچیدگی‌ها را در واحدهای معنایی می‌توان یافت و هرکدام بنا به نوع پژوهش در زمان و مکان و نوع ابرپروژه و از منظر محصول به بخشی از این پیچیدگی‌ها اشاره کرده اند لیکن ابعاد پیچیدگی به طور جامع بررسی نشده است مخصوصاً محصولات با سیستم‌های پیچیده مانند ابرپروژه‌های طراحی و ساخت هواپیما که با توجه به "پیچیدگی ساختاری" و "پیچیدگی محصول" یک کلاس جدید از محصولات می‌باشند.(کاظم زاده، ۱۳۹۹). همانطور که در جدول ۶ نشان داده شده پیچیدگی ساختار با فراوانی ۲۰۱ از اهمیت بالاتری نسبت به سایر پیچیدگی‌ها برخوردار است.

ب) پیچیدگی عدم قطعیت: در پژوهش‌های پیشین عدم قطعیت یکی از ویژگی‌های ابرپروژه‌ها شناخته شده و جدای از پیچیدگی طبقه بندی کرده اند.(اثنی عشری،۱۳۹۹) سازمان‌هایی که با ابرپروژه‌ها و محصولات پیچیده سروکار دارند، جهت تضمین موفقیت در اجرای ابرپروژه‌های پیچیده و مدیریت عدم قطعیت‌های مربوط به این حوزه، باید تمامی قابلیت‌های موردنیاز را کسب و تقویت نمایند (عزیزی،۱۳۹۵). عدم قطعیت در ابرپروژه‌های پیچیده بر عملکرد آنها تأثیرگذار است(فلوریکال و همکاران[1]،۲۰۱۶). در برخی از تحقیقات پویایی را به طور مجزا به عنوان یکی از عناصر پیچیدگی ابر پروژه‌ها نام برده‌اند(گرایلدی و همکاران[2]، ۲۰۱۱).

یکی از نوآوری‌های این پژوهش، تجمیع پیچیدگی پویایی و عدم اطمینان با توجه به

1. Floricel et al
2. Geraldi et al

مفهوم و قرابت معنایی آنها در پیچیدگی عدم قطعیت است. در این پژوهش، پیچیدگی عدم قطعیت به دو مولفه عدم اطمینان و پویایی تقسیم شده است مثلاً در غیر قابل پیش بینی بودن فعالیت‌ها در ابرپروژه‌های فناورانه مخصوصاً در محصولات طراحی و توسعه از ابتدای پروژه تمام فعالیت‌ها با توجه به خصوصیات محصول قابل احصاء نیست و در طول پروژه با توجه به مشخص شدن ابعاد طراحی فعالیت‌ها مشخص‌تر می‌شود.

رشد سریع فناوری، افزایش ریسک‌پذیری، تغییرات روزافزون در نیازهای مشتریان و پیچیدگی محصولات باعث شده تا فرایند توسعه محصول جدید، همواره با حد بالایی از عدم اطمینان و پیچیدگی همراه شود (کاظم زاده ، ۱۳۹۹).

ج) پیچیدگی محیطی: با مرور ادبیات پیشین، پیچیدگی محیطی با عناوین مختلف نام برده شده است و در اغلب پژوهش‌ها در شناسایی این پیچیدگی به مواردی مانند: تاثیر برجامعه، اختلافات فرهنگی، تنوع زبان، میزان فاصله از مکان اجرای پروژه، محیط تغییر مالی (توماس[1]،۲۰۰۸؛ بوش راکول[2]،۲۰۱۱) اشاره شده است و در برخی از پژوهش‌ها به صورت مستقیم به پیچیدگی محیطی(چنتال، ۲۰۲۰) اشاره شده است ولی مولفه‌های پیچیدگی محیطی را به طور کامل اشاره نکرده‌اند و فقط برخی از مولفه‌ها مانند مکان جغرافی پروژه و تنوع فرهنگی عنوان شده (مروو[3]، ۲۰۱۱) و به پیچیدگی اجتماعی و پیچیدگی اقتصادی اشاره نشده است. در پژوهش صورت گرفته توسط چنتال (۲۰۲۰) نیز تنها به پیچیدگی محیطی و تعریف آن پرداخته و مولفه‌های آن اشاره نشده است. همچنین در خصوص پیچیدگی رفتار ذینفعان نیز با توجه به قرابت معنایی با پیچیدگی اجتماعی در این مقوله دسته‌بندی شد. شرکت‌های پشتیبان ابرپروژه‌ها به طور خیلی جدی و آگاهانه در خصوص اختلاف‌های فرهنگی و در محیط پروژه متمرکز شده‌اند(مروو، ۲۰۱۱). فرهنگ پروژه دارای ابعاد بسیاری است و شامل تنوع سیاسی، اقتصادی و اخلاق است که باید با یکدیگر هماهنگ گردند(گریمن[4]،۲۰۱۳).

در این پژوهش در پیچیدگی فرهنگی دو عامل تنوع و اختلاف فرهنگی در نظر گرفته شده است که نسبت به ادبیات پژوهش از جامعیت برخوردار می‌باشد. در مجموع در این پژوهش، پیچیدگی محیطی به پنج دسته اصلی شامل پیچیدگی اجتماعی، پیچیدگی فرهنگی، پیچیدگی اقتصادی و همچنین پیچیدگی سیاسی تقسیم شد و ۱۱ شاخص و عوامل مرتبط

1. Thomas
2. Bosch-Rekveldt
3. Merrow
4. Greiman

پیچیدگی محیطی با درنظر گرفتن ابرپروژه‌های فناورانه و خصوصیات آنها شامل شبکه‌های اجتماعی و روابط آنها، تعداد و تنوع ذینفعان، دیدگاه ذینفعان، تنوع فرهنگی، تفاوت‌های فرهنگی، رقابت بازار، ساختار بازار، قوانین و مقررات قانونی، نفوذ سیاسی، تنوع سایت‌ها و مکان پروژه و فاصله مکان‌های پروژه شناسایی شد.

د) پیچیدگی فناوری: پیچیدگی فناوری از مهمترین عوامل در پیچیدگی ابرپروژه‌ها است(لو[1]، ۲۰۱۵). پیچیدگی‌های محصولات با سیستم‌های پیچیده نیاز به مهندسی و فناوری سطح بالا هستند. این محصولات عموماً در پیچیدگی و طی زمانی که فناوری به تدریج پیشرفت می‌کند به شدت نیازمند توانمندی‌های مهندسی‌سطح بالا هستند تا بتوانند به نیازهای خاص هر مشتری جواب دهند. یکی از وجوه تمایز محصولات پیچیده این است که در این‌گونه محصولات، مطالعات نوآوری ودارای فناوری پیچیده و سطح بالا می‌باشند (طهماسبی و همکاران، ۱۳۹۵).

در کد گذاری واحدهای معنایی هرچه زمان پژوهش‌ها به زمان حال نزدیک‌تر می‌شود در خصوص پیچیدگی فناوری و اهمیت آن بیشتر صحبت شده است و این می‌تواند به دلیل وجود ابرپروژه‌ها مخصوصاً ابرپروژه‌های فناورانه باشد که نیاز به فناوری‌های گسترده و جدیدتری دارند مانند ساخت هواپیماها و ماهواره ها..همچنین با توجه به گسترش علوم و به وجود آمدن فناوری‌های نوین در حوزه‌های مختلف و استفاده آنها در ساخت محصولات پیچیده ابرپروژه‌های فناورانه باعث شده که پیچیدگی فناوری از اهمیت بیشتری برخوردار شود.

در این پژوهش جهت جامعیت در پیچیدگی فناوری و متناسب با ادبیات مدیریت فناوری کلیه عوامل پیچیدگی فناوری را در دو مقوله فناوری سخت و فناوری نرم دسته‌بندی شد. این دسته‌بندی در هیچ یک از پژوهش‌های قبلی صورت نگرفته و از نوآوری‌های این پژوهش به شمار می‌رود. تعداد و تنوع فناوری، عدم تجربه فناوری، فرآیندهای پیچیده تولید در مقوله سخت و در دسترس بودن اطلاعات، وابستگی متقابل سیستمهای اطلاعاتی، روابط متقابل بین فرآیندهای فناوری در مقوله نرم قرار گرفتند.

با توجه به شناسایی ابعاد و مولفه‌های پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه و ویژگی‌های محصولات سیستم‌های پیچیده در این پژوهش اقدام به تعریف عملیاتی در هر یک از ابعاد پیچیدگی شد. یکی از معانی پایه و ساده مربوط به پیچیدگی به تعداد و تنوع عناصر در یک

1. Lu

سیستم گفته می‌شود که باعث تشدید روابط بین این عناصر می‌شود (سیمون[1] ، ۱۹۹۱).

در این پژوهش پیچیدگی ابرپروژه از منظر عملیاتی شامل عناصری تعریف شد که در اثر کثرت و تنوع باعث تاثیر در روابط و وابستگی متقابل بین آنها شده و در نهایت روی اجرای ابرپروژه تاثیر می‌گذارد. بر همین اساس پیچیدگی ابعاد نیز تعریف شد که در جدول ۸ آورده شده است.

**جدول ۸. تعریف عملیاتی ابعاد پیچیدگی**

| ردیف | ابعاد پیچیدگی | تعریف عملیاتی پیچیدگی |
|---|---|---|
| ۱ | پیچیدگی ساختاری | کلیه عواملی که بر اثر تنوع و گوناگونی زیاد باعث افزایش تعاملات و روابط متقابل بریکدیگر شده و بر ساختار ابرپروژه و یا اجزاء آن شامل اهداف، منابع (فیزیکی، مالی و انسانی)، زمان، تدارکات و وظایف تاثیرگذاشته و باعث تغییر دراجرای ابرپروژه می‌شود. |
| ۲ | پیچیدگی عدم قطعیت | کلیه عواملی که بر عدم قطعیت و اجزاء آن شامل عدم اطمینان (عدم قطعیت در روش اجرا ، عدم قطعیت بازار ، عدم اطمینان از اطلاعات و غیرقابل پیش بینی بودن فعالیت ها) و پویایی (تغییر دامنه پروژه ، تغییر سیاست و قوانین، تغییر فناوری و تغییر اقتصادی) تاثیر گذاشته و به دلیل کثرت تکرار درتعاملات و روابط متقابل بریکدیگر بر اجرای ابرپروژه اثر می‌گذارد |
| ۳ | پیچیدگی محیطی | کلیه عناصر تاثیر گذار بر محیط داخلی و خارجی ابرپروژه شامل عوامل اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی، سیاسی که که براثر افزایش تعدد و تنوع در تعامل و روابط متقابل بر یکدیگر بر اجرای ابرپروژه تاثیر می‌گذارد. |
| ۴ | پیچیدگی فناوری | کلیه عوامل مرتبط و موثر بر فناوری ابرپروژه‌های فناورانه شامل فناوری‌های سخت(تعداد و تنوع فناوری، عدم تجربه ا فناوری، فرآیندهای پیچیده تولید) و فناوریهای نرم(در دسترس بودن اطلاعات، وابستگی متقابل سیستمهای اطلاعاتی، روابط متقابل بین فرآیندهای فناوری) که براثر افزایش تعدد و تنوع در تعاملات و روابط متقابل بر اجرای ابرپروژه تاثیر می‌گذارد. |

در بحث مقایسه این پژوهش با پژوهش‌های پیشین از دو منظر قابل بررسی است. یک منظر از بعد زمانی می‌باشد که پژوهش هایی که با بعد زمانی قبل‌تر صورت گرفته مانند(ویلیامز، ۱۹۹۹؛ ترنر و کوچرن،۱۹۹۳) تنها به پیچیدگی‌هایی در خصوص انجام و مدیریت ابرپروژه‌ها پرداخته شده و به پیچیدگی‌های ذاتی ابرپروژه پرداخته نشده است و در تحقیق‌های حال حاضر مانند(کیانمنش و همکاران،۲۰۱۷) فقط به پیچیدگی‌های ذاتی مورد مطالعه پژوهش پرداخته شده و در خصوص سایر ابرپروژه‌ها جامعیت ندارد درصورتی که در این پژوهش این شکاف برطرف شد و پیچیدگی ابرپروژه‌ها با توجه به نوع محصولات و سامانه‌های پیچیده ابرپروژه‌های متناظر با آنها و هم مدیریت و انجام ابرپروژه‌ها شناسایی شد و جامعیت و دسته‌بندی دقیق پیچیدگی‌ها مد نظر قرارگرفت.

بر اساس نتایج حاصله از این پژوهش، راهکارهای اجرایی زیر به منظور بهره گیری

1. Simon

توسط مدیران و دست اندرکاران در ابرپروژه‌های فناورانه پیشنهاد می‌شود؛

الف: درک درست و واقع بینانه از مفهوم پیچیدگی و عامل‌های موثر بر آن در ابرپروژه‌های صنعت مربوطه.

ب: به کارگیری مفهوم پیچیدگی در مدیریت ابرپروژه‌های فناورانه در مواردی نظیر برآورد منابع، زمان و هزینه و همچنین تعیین سبد پروژه‌ها.

ج: بازنگری در شیوه‌های مدیریت و کنترل پروژه‌ها متناسب با شرایط ابرپروژه‌های فناورانه و سطوح پیچیدگی آن.

د: آموزش، تبادل نظر، مدیریت دانش، تامین امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مورد نیاز و همکاری مستمر درون و برون سازمانی (در صورت امکان و عدم افشای اسرار) در راستای مواجهه با چالش‌های ناشی از پیچیدگی در ابرپروژه‌های مربوطه.

محدودیت در تعداد خبرگان در خصوص ابرپروژه‌های فناورانه که آگاهی کامل به دانش پیچیدگی ابرپروژه داشته باشند از محدودیت‌های پژوهش حاضر بود. همچنین، در خصوص منابع اطلاعاتی ابرپروژه‌ها مخصوصاً ابرپروژه‌های فناورانه محدودیت هایی وجود داشت. پیشنهاد می‌شود با توجه به الگوی ارائه شده برای پیچیدگی ابر پروژه ها، الگویی جهت اندازه‌گیری و مدیریت بر پیچیدگی‌ها و راهکارهای کاهش و یا مواجهه با پیچیدگی در این حوزه پژوهش شود.

## منابع


خدایاری، علی؛ خنیفر، حسین؛ محمدی، مهدی و یزدانی، حمیدرضا. (۱۳۹۸). چارچوب تحلیل قابلیت‌های فناورانه در محصولات و سامانه‌های پیچیده دفاعی. *مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی*، ۲(۲) ،۱۳۵-۱۶۴

کاظم زاده، علی؛ منطقی، منوچهر؛ طلوعی اشلقی، عباس و جدی، جهانگیر. (۱۴۰۰). مدل‌سازی چالش‌های نوآوری در توسعه محصولات پیچیده هوافضایی. *مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی*، ۴(۱) ،۷۸-۵۳

حافظ نیا، محمدرضا.(۱۳۹۵) *مقدمه ای بر روش و تحقیق در علوم انسانی*، تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).

محقر، علی؛ جعفرنژاد، احمد؛ مدرس یزدی، محمد؛ صادقی مقدم، محمدرضا.(۱۳۹۲). ارائه الگوی جامع هماهنگی اطلاعاتی شبکه تأمین خودروسازی با استفاده از روش فراترکیب. *مجله مدیریت فناوری اطلاعات*،۴،۱۶۱-۱۹۴ .

صفدری رنجبر، مصطفی؛ رحمان سرشت، حسین؛ منطقی، منوچهر؛ قاضی نوری، سید سروش.(۱۳۹۵). پیشران‌های کسب و ایجاد قابلیت‌های فناورانه ساخت محصولات و سامانه‌های پیچیده در بنگاه‌های متأخر، مطالعه موردی شرکت توربوکمپرسور نفت(OTC)، *فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت نوآوری*، ۵، ۲۶-۱.

اثنی عشری، امین؛ قیدرخلجانی، جعفر؛ کریمی گوارشکی، محمدحسین .(۱۳۹۹). سه گانه قابلیت، عدم قطعیت و پیچیدگی در پروژه‌های توسعه محصولات و سامانه‌های پیچیده. *مدیریت نوآوری*، ۱ (۹)، ۵۹-۹۹.

کاظم زاده، علی؛ منطقی، منوچهر؛ طلوعی اشلقی، عباس؛ جدی، جهانگیر.(۱۳۹۹) شناسایی و مدلسازی شاخص‌های موثر در طراحی فرایند توسعه محصولات پیچیده هوافضایی. *مدیریت نوآوری*، ۳ (۹) ۳۷-۷۸.

عزیزی، مجتبی؛ مقدم، عادله.(۱۳۹۵). ارائه الگویی برای مدیریت پروژههای توسعه فناوری در صنعت نفت و گاز ایران. *فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت نوآوری*، ۱ (۵) ۱۰۳-۱۲۸.

طهماسبی، سیامک؛ فرتوک‌زاده، حمیدرضا؛ بوشهری، علیرضا؛ طبائیان، سیدکمال؛ قیدر خلجانی، جعفر. (۱۳۹۵). مراحل شکل‌گیری و توسعه قابلیت‌های *فناورانه، مطالعه یک سازمان صنعتی صنایع دریایی. فصلنامه علمی پژوهشی سیاست علم و فناوری*، ۴ (۸) ۱۹-۳۳.

کاسه‌گرها، مهدی؛ تقی پوریان، محمد جواد؛ گیلانی پور، جواد؛ مختاری، مهران. (۱۴۰۰) واکاوی عوامل تقویت‌کننده بازاریابی کارآفرینانه: مروری نظامند با تکنیک فراترکیب. *مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی*، ۴(۳) ۴۷-۶۸ .

Azim,S. (2011). *Understanding and Managing Project Complexity*. The University of Manchester (United Kingdom).

Baccarini, D. (1996). The Concept of Project Complexity—A Review. *International Journal of Project Management*, 14, 201-204.

Bosch-Rekveldt, M; Jongkind, Y; Mooi, H; Bakker, H; and Verbraeck, A. (2011). Grasping Project Complexity in Large Engineering Projects: The TOE (Technical, Organizational and Environmental) Framework. *International Journal of Project Management*, 29(6), 728-739.

Brockmann, C; and Girmscheid, G. (2007). Complexity of Megaprojects. In CIB World Building Congress: Construction for Development: 14-17 May 2007, *Cape Town International Convention Centre*, South Africa ,219-230.

Becker, M. C; and F. Zirpoli (2017). How to Avoid Innovation Competence loss in R&D outsourcing, *California Management Review*, 592, 24-44

Catalano, A. (2013). Patterns of Graduate Students' Information Seeking Behavior: A Metasynthesis of The Literature. *Journal of Documentation*, (69)2, 243-274.

Chantal C. Cantarelli (2020). Innovation in Megaprojects and The Role of Project Complexity. *Production Planning and Control*, 1-14.

Corbin, J; and Strauss, A. (2008). *Strategies for Qualitative Data Analysis. Basics of Qualitative Research. Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*, SAGE Publications, Inc.

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.

Erol, H; Dikmen, I; Atasoy, G; and Birgonul, M. T. (2022). An Analytic Network Process Model for Risk Quantification of Mega Construction Projects. *Expert Systems with Applications*, 191, 116215.

Lu, Y; Luo, L; Wang, H; Le, Y; and Shi, Q. (2015). Measurement model of Project Complexity for Large-Scale Projects From Task and Organization Perspective. *International Journal of Project Management*, 33(3), 610-622.

Maylor, H. R; Turner, N. W; and Murray-Webster, R. (2013). How Hard Can It be?: Actively Managing Complexity in Technology Projects. *Research-Technology Management*, 56(4), 45-51

Mohseni, M; Tabassi, A. A; Kamal, E. M; Bryde, D. J. ; and Michaelides, R. (2019). Complexity Factors in Mega Projects: a literature review. *European Proceedings of Multidisciplinary Sciences*, 2(6), 54-67.

Merrow, E. W. (2011). *Industrial Megaprojects : Concepts, Strategies, and Practices for Success*. Hoboken, New Jersey, United States of America: John Wiley and Sons, Inc.

Nabawy, M. ; and Khodeir, L. M. (2020). A Systematic Review of Quantitative Risk Analysis in Construction of Mega Projects. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(4), 1403-1410.

Floricel, S. ; Michela, J. L. ; and Piperca, S. (2016). Complexity, Uncertainty-Reduction Strategies, and Project Performance. *International Journal of Project Management*, 34(7), 1360-1383.

Flyvbjerg, B. (2014). What You Should Know About Megaprojects and Why: An Overview. Project Management Journal, 45(2), 6-19.

Greiman, V. A. (2013). *Megaproject Management: Lessons on Risk and Project Management From the Big Dig*. John Wiley and Sons.

Geraldi,J. ; Maylor, H. ; Williams, T. (2011). A Systematic Review of The Complexities of Projects, International *Journal of Operations and Production Management*, (31)9, 966-990.

Geraldi, J. G. ; and Adlbrecht, G. (2007). On Faith, Fact, and Interaction in Projects. *Project Management Journal*, 38(1), 32-43.

Glynn. Lindsay, (2006). A Critical Appraisal Tool for Library and Information Research, *Library Hi Tech* ( 24 ) 3, 387-399.

Hanisch, B. ; and Wald, A. (2014). Effects of Complexity on The Success of Temporary Organizations: Relationship Quality and Transparency As Substitutes for Formal Coordination Mechanisms. *Scandinavian Journal of Management*, 30(2), 197-213.

Kian Manesh Rad, E. ; Sun, M. ; and Bosché, F. (2017). Complexity for Megaprojects in The Energy Sector. *Journal of Management in Engineering*, 33(4), 04017009.

Khamseh, A. ; and Marei, P. (2020). Designing a Model Developed to Assess The Capabilities of Technological Innovation in Iranian Construction of Power Plant Equipment Industries. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 18(5), 1241-1249.

Jia, F., Xiang, P. ; and Chen, D. (2022). A Two-Dimensional Complexity Evaluation Model of Megaprojects Based on Structure and Attributes. *Ain Shams Engineering Journal*, 101852.

Saldana, J. (2014). Coding and Analysis Strategies. In The Oxford Handbook of Qualitative Research.

Simon, H. A. (1991). The Architecture of Complexity. *Facets of Systems Science*, 7, 457-476.

Siau, K; and Long, Y. (2005). Synthesizing E-Government Stage Models-A Metastnthesis Based on Meta-Ethnography Approach, *Industrial Management and Data Systems*,105(4),443-458.

Sandelowski, M. ; and Barroso, J. (2007). *Handbook for Synthesizing Qualitative research Springer Publishing Company*. New York.

Thomas, J. ; and Mengel, T. (2008). Preparing Project Managers to deal with complexity–Advanced Project Management Education. *International journal of Project Management*, 26(3), 304-315.

Turner, J. R; and Cochrane, R. A. (1993). Goals-and-Methods Matrix: Coping With Projects With Ill-Defined Goals and/or Methods of Achieving Them. *International Journal of Project Management*, 11, 93-102.

Whitty, S. J.(2009). Complex Project Management. International Journal of Project Management, 27, 304-310

Williams, T. (2002). *Modelling Complex Projects*, John Wiley and Sons, Ltd.

Williams, T. M. (1999) The Need for New Paradigms for Complex Projects. *International Journal of Project Management*, 17, 269-273.