

سه گانه قابلیت، عدم قطعیت و پیچیدگی در پروژه‌های توسعه محصولات و سامانه‌های پیچیده

امین اثنی عشری^۱، جعفر قیدر خلجانی^{۲*}، محمدحسین کریمی گوارشکی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۱۶

چکیده

بخش قابل توجهی از پروژه‌های دفاعی در زمره پروژه‌های پیچیده قرار دارند. عدم قطعیت و پیچیدگی دو ویژگی مهم و ذاتی این نوع از پروژه‌ها است که عمدتاً منجر به افزایش زمان و هزینه آن‌ها می‌شود. این ویژگی‌ها از یکدیگر مستقل نیستند و ممکن است رابطه هم‌افزا بین آن‌ها برقرار باشد. رویکردهای مختلفی مانند توسعه و تعمیق قابلیت‌های درونی برای غلبه بر اثرات ناخواسته این دو ویژگی ارائه شده است. در این پژوهش سعی شده است سه مفهوم عدم قطعیت، پیچیدگی و قابلیت در طیفی از پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده مورد بررسی قرار گیرند. در ابتدا با استفاده از ادبیات موضوع، رجوع به خبرگان و به‌کارگیری روش دلفی سه مرحله‌ای مؤلفه‌های هرکدام از این سه مفهوم تبیین شد. همچنین، از طریق توزیع پرسشنامه میان مدیران و متخصصان صنایع دفاعی، میزان اهمیت عوامل و عملکرد صنایع دفاعی در مدیریت و بهبود این عوامل مورد سنجش قرار گرفت و به کمک تجزیه و تحلیل اهمیت-عملکرد، وضعیت عوامل و اولویت‌های بهبود مشخص شد. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد سازمان‌های مرتبط با پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده دفاعی در بخش‌های عدم قطعیت، پیچیدگی و قابلیت باید بر عوامل ضعف فرهنگ حاکم در سازمان، ابهام در اهداف، تغییرات در برآوردها، عوامل محیطی، پیچیدگی‌های فنی، اهداف، ماهیت پروژه، قابلیت‌های مدیریت دانش، مدیریت ارزش، قابلیت مدیریت پروژه‌های کلان و قابلیت‌های نوآورانه که اولویت بالاتری نسبت به سایر عوامل دارند تمرکز بیشتری داشته باشند.

واژگان کلیدی: عدم قطعیت، قابلیت، پروژه‌های توسعه محصول پیچیده، اهمیت-عملکرد

۱- مقدمه

طی دهه‌های اخیر اقتصادهای نوظهور و کشورهای تازه صنعتی شده، رفته‌رفته با پیچیده شدن پروژه‌ها و افزایش عدم قطعیت‌ها در اجرای آن‌ها، تلاش‌های زیادی در زمینه دستیابی به دانش و قابلیت‌های مختلف موردنیاز برای اجرای پروژه‌های پیچیده و ساخت و توسعه محصولات پیچیده و همچنین شناخت و مقابله با عدم قطعیت‌های این مسیر، به نمایش گذاشته‌اند. بخش اعظمی از پروژه‌ها که در صنایع دفاعی کشورها از جمله کشور ما اجرا می‌شوند در زمره پروژه‌های پیچیده قرار دارند. پروژه‌های پیچیده و پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده امروزه اهمیت و جایگاه ویژه‌ای در سبد کسب‌وکار کشورها پیدا کرده‌اند و نکته بسیار مهم این است که اجرای پروژه‌های توسعه محصول پیچیده به دلیل برخورداری از ویژگی‌های متمایز آن‌ها و عدم قطعیت‌هایی که در آن‌ها وجود دارد، با سایر پروژه‌ها متفاوت بوده و به همین جهت مستلزم قابلیت‌های متعدد و متمایزی جهت اجرا هستند. پروژه‌های توسعه محصول پیچیده عمدتاً باعث به وجود آمدن پروژه‌های پیچیده می‌شوند و ویژگی‌های خاص پروژه‌های پیچیده و پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده مانند عدم قطعیت‌هایی که به‌طور ذاتی در روند اجرا و ساخت آن‌ها وجود دارد، باعث افزایش زمان و هزینه و گاهی کاهش کیفیت انجام این‌گونه پروژه‌ها می‌شود. همچنین از دیدگاه برخی محققان، پیچیدگی و عدم قطعیت در پروژه، دو عاملی هستند که اکثر مواقع با یکدیگر همراه بوده و بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند و می‌توانند بر عملکرد پروژه تأثیرات منفی بگذارند (Padalkar & Gopinath, 2016). برای غلبه بر این مشکل به نظر می‌رسد توسعه قابلیت‌های درونی و افزایش آمادگی درونی می‌تواند کمک شایانی برای مقابله با اثرات منفی این عوامل داشته باشد. در تحقیقاتی نیز الزام وجود برخی قابلیت‌ها جهت مقابله با عدم قطعیت‌ها انجام شده است (Teece & Leih, 2016).

در سطح بین‌المللی، می‌توان تلاش‌های زیادی از سوی اقتصادهای نوظهور و کشورهای درحال توسعه برای دستیابی به دانش و قابلیت‌های مختلف در زمینه پروژه‌های پیچیده و به‌نوعی پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده مشاهده کرد (Park, 2012; Zhang, 2013; Lee & Yoon, 2015). می‌توان گفت سازمان‌هایی قادر به اجرا و توسعه این‌گونه پروژه‌ها و محصولات هستند که دارای قابلیت‌های ویژه‌ای در حوزه پروژه‌های پیچیده و یا پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده باشند یا بتوانند این قابلیت‌ها را کسب نمایند. اگر ایران نیز بخواهد چنین توانمندی را کسب کند باید در وهله اول این قابلیت‌ها و عوامل مؤثر بر عدم قطعیت و پیچیدگی را بشناسد و در مرحله بعد نسبت به بهبود، مدیریت و کنترل آن‌ها اقدام

کند. در تحقیقات گذشته، اغلب به جنبه‌ی عدم قطعیت، پیچیدگی پروژه یا قابلیت‌های موردنیاز به‌تنهایی توجه شده و کمتر این مفاهیم کنار یکدیگر بررسی و مطالعه شده‌اند در صورتی که در تحقیقاتی نظیر پژوهش تیث و لی (Teece & Leih, 2016) و مالهترا (Malhotra, 2002) به ارتباطات این مفاهیم توجه شده است و تحقیقات بیشتری در این زمینه را می‌طلبد. لذا در این پژوهش سعی بر این است که عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، عوامل پیچیدگی و قابلیت‌ها جهت اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده شناسایی شده و دسته‌بندی و اولویت‌های بهبود این عوامل ارائه شود.

مسائلی که در روند اجرا و توسعه پروژه‌ها و محصولات پیچیده در رابطه با عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، عوامل پیچیدگی و قابلیت‌ها وجود دارند عبارتند از: عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، عوامل پیچیدگی و قابلیت‌های کلیدی در اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده کدام‌اند؟ دسته‌بندی این عوامل چگونه است و اهمیت آن‌ها به چه ترتیب است؟ عملکرد صنایع دفاعی در جهت کنترل و کاهش عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، اکتساب و توسعه قابلیت‌های کلیدی و مدیریت عوامل پیچیدگی در روند اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده چگونه است؟ چه راه‌حل‌ها و راهبردهایی برای بهبود شکاف میان اهمیت و عملکرد در رابطه با این عوامل وجود دارد؟

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱ عدم قطعیت و مدیریت آن

باوجود اینکه تلاش‌هایی در زمینه‌های مختلف برای تبیین عدم قطعیت انجام گرفته است، لیکن در ادبیات مدیریت پروژه، تعریف همه‌پسندی از عدم قطعیت وجود ندارد. در برخی مطالعات، ریسک و عدم قطعیت را دو مفهوم معادل دانسته‌اند اما می‌توان ارتباط عدم قطعیت و ریسک را رابطه علت و معلول دانست. ریسک رویدادی است که با احتمال معین یا قابل‌تعیین تعریف می‌شود ولی عدم قطعیت در ارتباط با رویدادهایی است که تعیین احتمال عددی برای آن‌ها ممکن نیست (Knight, 1964; Atkinson et al., 2006). در مدیریت پروژه، برخی محققان با دید استراتژیک، عدم قطعیت را بر مبنای تابع هدف پروژه بیان می‌نمایند. بر این اساس، عدم قطعیت به‌صورت "احتمال عدم دستیابی تابع هدف پروژه به مقادیر هدف‌گذاری شده" تعریف می‌شود (Jaafari, 2001). در تعریف دیگر که مدنظر پژوهش حاضر است، می‌توان این رویدادها را به دودسته تقسیم نمود. ناشناخته‌های آشکار آن دسته از رویدادهایی که حداقل از لحاظ کیفی از قبل شناخته و برای تیم پروژه آشکار شده‌اند ولی تأثیر آن‌ها ناشناخته

است و ناشناخته‌های نا آشکار آن دسته از رویدادها یا تغییرات احتمالی که از پیش مشخص نشده‌اند (Jaafari, 2001; Johansson & Säfsten, 2015). پرمینووا و همکاران (۲۰۰۸) عدم قطعیت را این‌گونه تعریف نموده‌اند: "زمینه‌ای برای وقوع ریسک (رویدادهایی که دارای تأثیر منفی بر اهداف پروژه می‌باشند) و رخداد فرصت‌ها (رویدادهایی که برای اهداف پروژه مفید می‌باشند)". از نظر این افراد ماهیت دوگانه در این تعریف، منجر به کارایی بیشتر مدیریت عدم قطعیت می‌شود (Perminova et al., 2008).

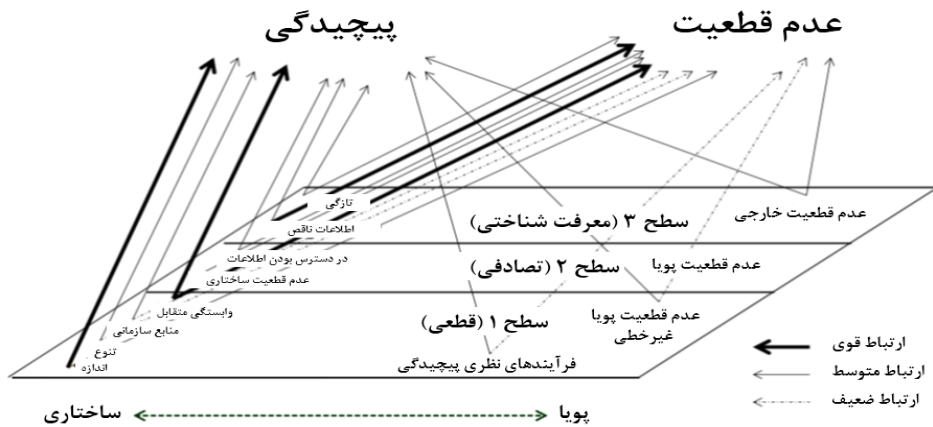
برای مدیریت اثربخش عدم قطعیت پروژه، نیاز به اطلاع از منابع و حیطه‌های مرتبط با عدم قطعیت وجود دارد. برای دسته‌بندی منابع عدم قطعیت در پروژه‌ها رویکردهای مختلفی وجود دارد. طبق رویکردی که توسط محققان ارائه شده است (Ward & Chapman 2003; Ward & Chapman 2008)، عوامل مؤثر بر عدم قطعیت را می‌توان در ۵ دسته تقسیم‌بندی نمود: عدم قطعیت تغییرات در برآوردها، عدم قطعیت در مبنای برآوردها، عدم قطعیت در طراحی و لجستیک، عدم قطعیت در اهداف و اولویت‌ها، عدم قطعیت در ارتباط میان ذینفعان پروژه. در موارد ابتدایی ذکر شده جنبه‌ی تغییرپذیری عدم قطعیت پررنگ‌تر بوده و در موارد انتهایی ذکر شده ویژگی ابهام و عدم شفافیت آشکارتر است؛ بنابراین می‌توان ادعا نمود که جنبه‌ی ابهام در عدم قطعیت، تأثیرگذاری بیشتری بر عملکرد پروژه خواهد داشت. بسیاری از منابع عدم قطعیت که باید در پروژه‌ها مدیریت شوند، مرتبط با فرایندهای مدیریت عمومی است که چرخه عمر پروژه را تشکیل می‌دهند. تعداد عمده‌ای از منابع به‌طور ضمنی در فهرست‌هایی از عوامل موفقیت کلیدی مدیریت پروژه در تحقیقات ارائه شده، تأیید شده است.

گردون و نارایانا (۱۹۸۴) پیشنهاد می‌کنند که عدم قطعیت محیطی یک متغیر کلیدی است که ساختار پروژه و سازمان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در تحقیقاتی دیگر، درباره عدم قطعیت محیطی که هرکدام از چهار ویژگی ساختار پروژه و سازمان را می‌تواند تحت تأثیر قرار می‌دهد (یعنی: متمرکز سازی، رسمیت، پیچیدگی و یکپارچگی) بحث می‌کنند (Gordon & Narayanan, 1984).

میلر (۱۹۹۱) معتقد است که سازمان‌ها بیشتر تمرکززدایی می‌کنند تا با افزایش عدم قطعیت محیطی سازگار شوند. وقتی یک سازمان با تغییرات پیچیده و سریع محیط روبرو می‌شود، تمرکززدایی به‌طور خاصی بیشتر مؤثر است. وی پیشنهاد می‌کند که عدم قطعیت سازمانی تأثیر چشمگیری روی رسمیت سازمان دارد. سطوح بالایی از رسمیت منجر به قوانین و روش‌هایی می‌شوند که ریسک کردن را محدود می‌کنند. این‌ها ویژگی‌هایی هستند که به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا تغییرات موجود در عدم قطعیت محیطی را تشخیص دهند (Miller, 1991). دافت و لنکل (۱۹۸۶) تأکید می‌کنند که یک سازمان و پروژه برای چیره

شدن بر عدم قطعیت سازمانی به ساختار سازمانی متفاوت، آرایش گسترده‌ای از موقعیت‌های رسمی مدیریتی، کارهای تخصصی و ارتباط دادن مداوم کارکنان نیاز دارد تا تلاش‌های متخصصان مختلفی که این وظایف را انجام می‌دهند، یکپارچه کند (Daft & Lengel, 1986). بنابراین سازمان‌های سازگار روابط چشمگیری را بین عدم قطعیت محیطی و استفاده از تمرکززدایی، پیچیدگی، رسمیت و یکپارچگی نشان خواهند داد. هیلسون (Hillson, 1997) معتقد است که پروژه‌ها یا سازمان‌هایی که مایل به استفاده از یک روش رسمی برای مدیریت عدم قطعیت یا بهبود رویکرد موجود خود هستند، نیاز به چارچوبی دارند که بر اساس آن می‌توانند عمل فعلی خود را ارزیابی کنند. معیارهای بهترین عمل را می‌توان از لحاظ بلوغ تعریف کرد که معمولاً بازتاب سطح بالاتری از پیچیدگی است. هیلسون برای ارزیابی اثربخشی مدیریت عدم قطعیت پروژه یا سازمان، چهار متغیر فرآیندها، کاربرد، تجربه و فرهنگ را پیشنهاد می‌کند که در یافته‌های خود، اهمیت فرهنگ حاکم را نیز پررنگ‌تر از سایر متغیرها تعریف کرده است و پارامترهایی مانند تعهد به زمان و منابع، روابط همکاری بخش‌های مختلف و تمرکز بر فرصت‌ها و نادیده گرفتن آن‌ها را اجزای اصلی فرهنگ حاکم در پروژه جهت مقابله با عدم قطعیت‌ها ذکر کرده است.

پادالکار (۲۰۱۶) در تحقیقاتش به ارتباطات قوی بین مفهوم پیچیدگی و عدم قطعیت پی برد. وی با ادغام ادبیات مدیریت پروژه و مفاهیم تئوریک پیچیدگی و عدم قطعیت، تعریف کاملی از مفاهیم ارائه داد. این پژوهش شامل چند مرحله اجرایی بود که ابتدا با استخراج مفاهیم و کلیدواژه‌های مربوط به موضوع ادبیات، اقدام به طبقه‌بندی آن‌ها و به دست آوردن ارتباطاتی بین مفاهیم کرد که در نهایت منجر به مدلی شد که در چند سطح، ارتباط بین پیچیدگی پروژه و عدم قطعیت را از منظر مفهومی نشان می‌دهد. وی در طی مراحل انجام کار، با استفاده از تحقیقات پژوهشگران، به یک چارچوب دویبعدی رسید که شامل یک پیوستار ساختاری-پویا در محور X و سه سطح دانش درباره ویژگی‌ها و شاخص‌ها در محور Y بود؛ سپس ارتباطات بین مفاهیم و کلیدواژه‌ها را با استفاده از مطالعات و وزن‌هایی که برای هر یک از آن‌ها به دست آمده بود، مشخص کرد (Padalkar & Gopinath, 2016). شکل (۱)، چارچوب ارتباطی مفهومی پیچیدگی و عدم قطعیت در مدیریت پروژه را نشان می‌دهد. کلیدواژه‌ها در سه سطح قطعی، تصادفی و معرفت‌شناختی قرار گرفته‌اند و در دو حالت ساختاری و پویا تقسیم‌بندی شده‌اند. ارتباطات بین کلیدواژه‌ها و مفاهیم با سه درجه قوی، متوسط و ضعیف نشان داده شده‌اند.



شکل (۱): چارچوب ارتباط بین عدم قطعیت و پیشگیری در مدیریت پروژه

(Padalkar & Gopinath, 2016)

وارد و چاپمن (۲۰۰۸) پژوهشی در زمینه مدیریت عدم قطعیت در پروژه‌ها و تأثیرگذاری جنبه‌های پیشگیری پروژه‌ها بر عدم قطعیت انجام داده‌اند که تمرکز آن بر روی نقش ذینفعان در ایجاد عدم قطعیت است. از نظر آن‌ها، ذینفعان منبع اصلی عدم قطعیت در پروژه‌ها هستند و بر همین مبنا چارچوبی را برای مدیریت عدم قطعیت ارائه دادند (Ward & Chapman, 2008). این چارچوب، فرایند SHAMPU^۱ (شکل دادن، مهار کردن و مدیریت عدم قطعیت پروژه) شامل نه مرحله است: تعریف پروژه، تمرکز فرآیند مدیریت عدم قطعیت، شناسایی منابع عدم قطعیت، شناسایی مسائل، روشن ساختن مالکیت، ارزیابی تغییرپذیری، ارزیابی پیامدهای عدم قطعیت، استفاده از برنامه‌ها و مدیریت اجرایی. یوهانسون و همکاران (Johansson & Säfsten, 2015) مطالعاتی در رابطه با عدم قطعیت و مدیریت آن در پروژه‌های پیچیده داشته‌اند. فرآیند گام‌به‌گام تجزیه و تحلیل عدم قطعیت در پروژه را در سه مرحله کلی شامل تعیین هدف تجزیه و تحلیل، تجزیه و تحلیل عدم قطعیت و مستندسازی بیان کرده‌اند. همچنین، در یک پروژه تحقیقاتی در نورژ به شناسایی و دسته‌بندی عدم قطعیت‌ها در چرخه عمر پروژه پرداخته‌اند (Johansson & Säfsten, 2015).

مارتینسو و همکاران (۲۰۱۴) در رابطه با شناسایی و مدیریت عدم قطعیت در پورتفولیوی پروژه‌های تحقیقاتی پیچیده، مطالعاتی را انجام داده‌اند. عدم قطعیت در سازمان، محیط خارجی و پروژه‌های تکی ممکن است مانع عملکرد صحیح پورتفولیوی پروژه‌ها شود مگر اینکه به‌درستی مدیریت شود. ایشان چندین پروژه را بررسی کردند و عوامل مرتبط با عدم قطعیت را در سه دسته عدم قطعیت ناشی از

پیچیدگی سازمانی، عدم قطعیت محیطی و عدم قطعیت ناشی از اجرای پروژه‌های تکی قرار دادند (Martinsuo et al., 2014).

پرمینووا و همکاران (Perminova et al., 2008) تحقیقاتی را در مورد مدیریت عدم قطعیت، پیچیدگی و مفاهیم مرتبط با عدم قطعیت انجام داده است. متغیرهایی بر روی عدم قطعیت تأثیر می‌گذارد و آن را افزایش می‌دهند. همچنین اعتقاد بر این است که تأثیر منفی بر عملکرد پروژه‌ها دارد. در این راستا عملکرد به‌عنوان پارامتر ارزیابی کارایی مدیریت عدم قطعیت دیده می‌شود. در این پژوهش، دسته‌بندی عوامل مؤثر بر عدم قطعیت در پروژه شامل سازمان داخلی (فقدان مهارت و تجربه، عدم هماهنگی اهداف و فقدان فرایندهای روتین)، پروژه (مشتری، قرارداد، شبکه و موقعیت) و پیچیدگی (پیچیدگی فنی، محصول، یکپارچگی فنی و منابع) ذکر شده است.

۲-۲ پیچیدگی، پروژه‌ها و محصولات پیچیده

مفهوم پروژه و محصولات پیچیده به‌عنوان یک مقوله کلیدی توسط هابدی و همکارانش در اوایل دهه ۱۹۹۰ معرفی شده است (Miler, 1991; Hobday, 1998). محصولات پیچیده به‌عنوان کالاهای سرمایه‌ای پیچیده، گران‌قیمت و دارای فناوری پیشرفته هستند که در قالب پروژه‌ها و دسته‌های کوچک تولید می‌شوند، دارای مؤلفه‌های سفارشی‌شده زیاد و مرتبط هستند و برای پاسخگویی به نیاز مشتریان خاص تولید می‌شوند (Hobday & Rush, 1999). تأکید و تمرکز در روند اجرای پروژه‌های پیچیده و ساخت محصولات پیچیده بر روی طراحی، مدیریت پروژه، مهندسی سیستم و یکپارچه‌سازی سیستم برای مقابله‌ی بیشتر با عدم قطعیت‌ها است. این پروژه‌ها و محصولات، بخش قابل توجهی از تولیدات صنعتی و سرمایه ثابت را تشکیل می‌دهد که بر اساس آن محصولات و خدمات، تولیدشده و مورد مبادله قرار می‌گیرند و ستون فقرات و پایه‌های اقتصاد و جامعه مدرن را تشکیل می‌دهند که امروزه به‌عنوان یک حوزه تحقیقاتی متمایز مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرند (Naghizadeh et al., 2017).

پروژه‌ها و محصولات پیچیده را به‌عنوان محصولات، زیرسیستم‌ها، سیستم‌ها یا زیرساخت‌های پرهزینه، کلان‌مقیاس، دارای فناوری پیشرفته و مهندسی تعریف می‌کنند که توسط معدودی واحد تولیدی، تأمین و توسط معدودی مشتری و در قالب قراردادهای رسمی خریداری می‌شوند. پروژه‌ها و محصولات پیچیده نقشی کلیدی در گسترش فناوری‌های جدید و توسعه فناوریانه، صنعتی و اقتصادی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه بازی می‌کنند (Acha et al., 2004).

پیچیدگی پروژه خصوصیتی از پروژه است که حتی در زمانی که اطلاعات کامل و معقولی درباره

سیستم پروژه داریم، فهم و پیش‌بینی و تحت کنترل درآوردن رفتارهای پروژه را مشکل می‌سازد (Williams, 1999). پیچیدگی پروژه تأثیر مستقیمی در مدت‌زمان انجام و هزینه پروژه دارد. برای جلوگیری از ضررهای مالی و اعتباری حاصل از پیچیدگی نیاز است که پیچیدگی پروژه‌های مختلف را شناخت و آن‌ها را اندازه‌گیری کرد تا با آگاهی کامل از میزان این مشخصه، زمان و قیمت مناسبی را برای انجام پروژه ارائه داد (Qureshi & Kang, 2015; Bjorvatn & Wald, 2018). برخی محققان دیدگاه اجتماعی را نیز در پیچیدگی پروژه‌ها دخیل کرده‌اند و اندازه‌گیری پیچیدگی پروژه‌ها را به واقعیت نزدیک‌تر کرده‌اند (Gul & Khan, 2011). برای تحلیل پیچیدگی به بررسی عوامل موفقیت پروژه‌ها از منظر پیچیدگی پرداخته‌شده و عواملی را مانند فرهنگ سازمانی، درجه تعهد، تجربه اتحاد و ... شناسایی کرده‌اند (Yin et al., 2012).

ویدال و همکاران (۲۰۱۱) ابتدا جنبه‌های چندگانه پیچیدگی را شناسایی کرده‌اند. سپس آن‌ها را دسته‌بندی کردند و یک رویکرد چند معیاره را برای تخمین پیچیدگی پروژه پیشنهاد داده‌اند. ایشان در ادامه اعلام کردند که مقیاس‌های پیچیدگی برای مشخص کردن پیچیده‌ترین پروژه‌ها و منابع اصلی پیچیدگی که در راستای معیارهای سلسله‌مراتبی‌شان وجود دارد تعریف می‌شود (Vidal et al., 2011). در پژوهشی دیگر، پیچیدگی پروژه را به پیچیدگی فنی، پیچیدگی سازمانی و پیچیدگی خارجی تقسیم کرده‌اند و چارچوبی با عنوان TOE² ارائه داده‌اند. با پیچیدگی خارجی به پیچیدگی مربوط به محیط مستقیم پروژه، فیزیکی و ارتباطی (مانند محل و ذینفعان) اشاره شده است (Bakhshi et al., 2016).

فلوریکل و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی چگونگی تأثیر عدم قطعیت در پروژه‌های پیچیده بر عملکرد آن‌ها پرداخته‌اند. آن‌ها با تکیه بر بینش‌های تئوریک اساسی در مورد پیچیدگی‌های موجود در پروژه‌های پیچیده، طبقه‌بندی پیچیدگی پروژه را توسعه دادند و سپس استراتژی‌های خاص برای سازمان‌دهی و تولید دانش و رفع عدم قطعیت‌های مربوط به پیچیدگی موجود در پروژه‌ها را شناسایی کردند (Florice et al., 2016). لو (۲۰۱۵) چند دسته‌بندی مختلف پیچیدگی پروژه را مورد بررسی قرار داد. سپس روش‌های مختلفی را که برای اندازه‌گیری پیچیدگی پروژه‌های پیچیده استفاده شده بود را جمع‌آوری کرد و در نهایت مدلی تحت عنوان مدل TO³ ارائه کرد (Lu et al., 2015). وی با استفاده از بررسی‌ها و مطالعات مختلف، چارچوب پیچیدگی پروژه را برای اندازه‌گیری پیچیدگی پروژه‌های بزرگ در نظر گرفت. مدل مفهومی TO، عوامل مؤثر بر پیچیدگی پروژه را به دو بخش تقسیم می‌کند و شامل کار عینی و سازمان ذهنی و ارتباط تعاملی میان وظایف و اعضای سازمانی است که در قسمت اول، عوامل پیچیدگی مربوط به پیچیدگی فعالیت‌های پروژه و پارامترهای مرتبط است و در قسمت دوم، عوامل پیچیدگی مربوط به پیچیدگی سازمانی است که پیچیدگی

ارتباطات بین اعضا و واحدها را در برمی گیرد. دیویس (۲۰۱۱) پیچیدگی‌ها را به چهار جنبه پیچیدگی ساختاری، پیچیدگی فنی، پیچیدگی جهتی یا هدایتی و پیچیدگی زمانی تقسیم‌بندی می‌کند (Davies, 2011).

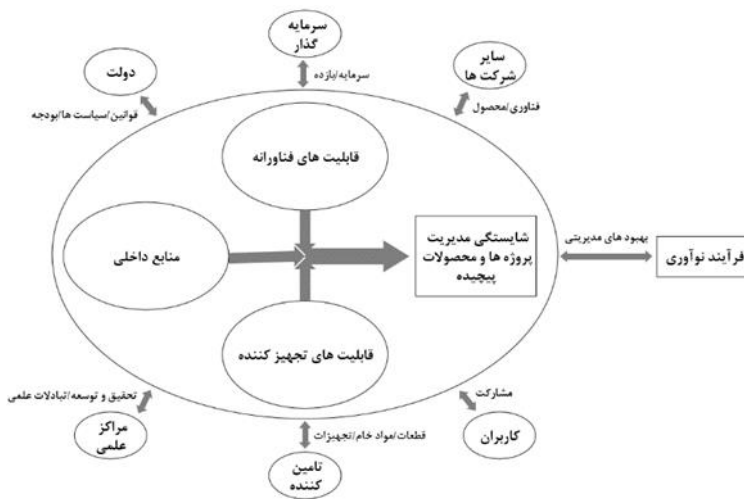
۳-۲ قابلیت‌ها

پروژه‌ها و محصولات پیچیده ویژگی‌های خاصی دارند که آن‌ها را از سایر محصولات و پروژه‌ها متمایز می‌کند؛ و همچنین عدم قطعیت‌هایی در روند اجرا و ساخت آن‌ها وجود دارد که سازمان‌ها جهت اجرا و توسعه این گونه پروژه‌ها و محصولات نیازمند قابلیت‌های ویژه‌ای در حوزه پروژه‌ها و محصولات پیچیده هستند (نقی زاده و همکاران، ۱۳۹۴). سازمان‌هایی که با پروژه‌ها و محصولات پیچیده سروکار دارند، جهت تضمین موفقیت در اجرای پروژه‌های پیچیده و مدیریت عدم قطعیت‌های مربوط به این حوزه، باید تمامی قابلیت‌های موردنیاز را کسب و تقویت نمایند (عزیزی، ۱۳۹۵).

از آنجایی که پروژه و فرآیند توسعه محصول پیچیده فازهای مختلفی دارد و در هر قسمت ممکن است با عدم قطعیت‌های مختلف مواجه شود، تمامی تیم‌های توسعه محصول اعم از طراحی، مهندسی، تست و ساخت بایستی درک صحیحی از میزان آمادگی قابلیت‌های سازمان برای اجرای پروژه و تولید محصولات پیچیده و شناختی دقیق از وضعیت قابلیت‌های موجود یا موردنیاز در سازمان داشته باشند (Park & Kim, 2014). محققین به دنبال این مسئله هستند که چگونه قابلیت مدیریت دانش می‌تواند به ساختارهای سازمانی کمک کند تا بر عدم قطعیت‌های محیطی غلبه کنند و تحقیقاتی نیز در زمینه تأثیرگذاری توسعه قابلیت‌ها بر مدیریت عوامل مؤثر بر عدم قطعیت صورت گرفته است (Irfan et al., 2019). عدم قطعیت محیطی به عدم توانایی برای تعیین احتمالات با درجه‌ای از اطمینان درباره چگونگی تأثیر عوامل محیطی بر موفقیت یا شکست واحد تصمیم‌گیری در انجام نقش آن اشاره دارد. عدم قطعیت محیطی همچنین به تنوعی از نیروهای خارجی اشاره دارد که یک سازمان باید با آن‌ها تعامل برقرار کند (صفدری رنجبر، ۱۳۹۵).

قابلیت مدیریت دانش شدیداً به سازگاری یک سازمان با محیط خارجی مربوط می‌شود. دانش یک جزء حیاتی از رقابت درون شرکتی است که به‌طور موفقیت‌آمیزی رقابت می‌کند. یک سازمان باید قابلیت‌های مدیریت دانش را دارا باشد تا عملکرد رقیبان را ارزیابی و پاسخ دهد. مالهترا (۲۰۰۲)، یک رابطه مثبت بین عدم قطعیت محیطی و دانش را شناسایی کرد. مالهترا پیشنهاد می‌کند که تغییرات پویا و ناپیوسته در محیط، به‌طور فزاینده‌ای به مدیریت دانش نیاز دارد؛ بنابراین اگر عدم قطعیت در سطح بالایی باشد، شرکت‌ها باید قابلیت مدیریت دانش را توسعه داده تا آن‌ها را قادر سازد تا دانش پیشین را به کار برند و ارزش اطلاعات جدید را بشناسند. ایگل و وی (۲۰۰۲) به قابلیت‌های کلیدی و موردنیاز برای موفقیت

در پروژه‌های پیچیده و فرآیند توسعه محصولات پیچیده و مقابله با عدم قطعیت‌های موجود پرداخته‌اند (Igel & Wei, 2002). قابلیت‌های اساسی مدنظر این دو محقق شامل ۷ قابلیت کلیدی بود که در دو دسته اصلی قابلیت‌های فناورانه و قابلیت‌های تجهیز کننده می‌باشد. شکل (۲)، قابلیت‌ها، منابع، بازیگران و ذینفعان مرتبط با توسعه پروژه‌ها و محصولات پیچیده را نشان می‌دهد.



شکل (۲): قابلیت‌ها، منابع، بازیگران و ذینفعان مرتبط با توسعه پروژه‌ها و محصولات پیچیده (Igel & wei, 2002)

سو و لئو (۲۰۱۲) در رابطه با قابلیت‌های پویا در محصولات و پروژه‌های پیچیده تحقیقاتی را انجام داده‌اند (Su & Liu, 2012). هدف این پژوهش، کشف و استخراج قابلیت‌های پویای مؤثر برای پروژه‌های توسعه محصول جدید و محصولات پیچیده (CoPS⁴) است. شکل (۳)، مدل ارائه‌شده توسط ایشان را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که توانایی ادراک مشتری محوری که با توانایی جستجو در سیاست و ظرفیت سرمایه‌گذاری مدیریت ارشد اجتماعی مشخص می‌شود، ابعاد قابل توجهی از قابلیت‌های پویا برای توسعه محصولات و پروژه‌های پیچیده می‌باشد. باید در نظر داشت که قابلیت‌های پویا ترکیبی از ابعاد مختلف قابلیت هستند که تغییر خواهند کرد و برخی تغییرات را با تغییر محیط تغییر خواهند داد. این کار مداوم برای پرورش توانایی‌های پویا است و همچنین باید ابعاد جدیدی از قابلیت‌های پویا را توسعه داد. همچنین با استفاده از توسعه قابلیت‌های پویا می‌توان عدم قطعیت‌ها را کنترل و مدیریت کرد تا نتیجه موردنظر به بهترین نحو ممکن حاصل شود.



شکل (۳): قابلیت‌های پویا در محصولات و پروژه‌های پیچیده (su & liu, 2012)

پاتاناکول و همکارانش (۲۰۱۶) در خصوص پروژه‌های کلان و پیچیده و عوامل مؤثر بر عملکرد پروژه‌های کلان دولتی پژوهشی انجام دادند. در این پژوهش تعداد ۳۸ پروژه پیچیده و کلان که دولت‌ها در توسعه و اجرای آن‌ها نقش مهمی را ایفا می‌کردند مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه باهدف بررسی و شناسایی خواص پروژه‌های بزرگ دولتی و ارائه راهکارهای بهبود عملکرد این پروژه‌ها انجام شد و در نهایت هفت ویژگی کلیدی و ۲۰ توصیه عملی برای این پروژه‌ها شناسایی و ارائه شد (Patanakul et al., 2016). نتایج این پژوهش در جدول (۱) گردآوری شده است.

جدول (۱): مشخصه‌های کلیدی پروژه‌های کلان دولتی و راهکارها برای پیشبرد پروژه‌ها

(Patanakul et al., 2016)

مشخصه‌های پروژه‌های کلان	راهکارها
عدم دنبال کردن اهداف و عواید مالی	- تمرکز بر مدیریت منافع مالی در طول پروژه
	- تعیین سود هدف به‌طور جامع، مشخص و قابل‌دستیابی
	- ایجاد توافق بر روی شیوه‌های تعیین اهداف مالی بین بازیگران
بهره‌برداری طولانی‌مدت	- تمرکز بر طراحی منعطف و پابرجا و در نظر گرفتن نیازمندی‌های آتی
	- ایجاد فرآیند مدیریت کیفیت اثربخش
	- توسعه راهبردهای اتخاذ فناوری

مشخصه‌های پروژه‌های کلان	راهکارها
ذینفعان چندگانه	- مشارکت دادن ذینفعان با توجه به تأثیرات آن‌ها در پروژه - ایجاد مشارکت و توافقات بین سازمانی
پیچیدگی	- دانش و آگاهی پیرامون پیچیدگی و ابعاد پروژه - تقسیم‌بندی پروژه به پروژه‌های کوچک‌تر - استفاده از یک برنامه زمان‌بندی یکپارچه برای هدایت فعالیت‌های پروژه
محیط سیاسی	- اطمینان از هماهنگی پروژه و قوانین جاری - اطمینان از هماهنگی پروژه و راهبردهای دولت - مهیا نمودن اختیارات بیشتر برای مدیر پروژه جهت سهولت پاسخگویی به ذینفعان
فرآیندهای رسمی	- ایجاد فرآیندهای مدیریت پروژه جهت هدایت و مدیریت پروژه‌های دولتی - کسب اطمینان از بهره‌برداری کامل از فرآیندها - بهبود حکمرانی در پروژه‌ها با تقویت مسئولیت‌های مالک ارشد
عدم قطعیت	- شفافیت اهداف - شناخت نقش‌ها و مسئولیت‌ها - شفاف‌سازی ارتباطات بین ذینفعان پروژه - شفاف‌سازی شرایط قراردادی و تأثیرات آن

دیویس و همکاران (۲۰۱۶) بر روی قابلیت‌های پویا در پروژه‌های پیچیده جهت مقابله با عدم قطعیت‌های موجود تمرکز کردند. در این پژوهش پروژه ترمینال هیترو لندن را مورد مطالعه قرار دادند (Davies et al., 2016). این مقاله چگونگی دستیابی به انواع خاصی از قابلیت‌های پویا برای اجرای پروژه‌های بزرگ، پیچیده و دارای عدم قطعیت را شامل می‌شود. در این پژوهش، با شناسایی چگونگی توسعه قابلیت‌های پویا، از طریق یک فرایند سه فازی پشتیبانی از مدیریت استراتژیک پروژه‌های پیچیده، به عملکرد این پروژه‌ها کمک زیادی شده است. همچنین با توجه به عدم قطعیت‌ها و ناپایداری در این گونه از پروژه‌ها، به تأثیرگذاری و روان بودن قابلیت‌های پویا و نقش تعدیل‌کنندگی آن‌ها در برخورد با شرایط ناپایدار، غیرقابل پیش‌بینی بودن، بی‌ثباتی و نامشخص بودن وضعیت تأکید بسیار شده است. تیت و لی (۲۰۱۶) مجموعه‌ای از اصول و شیوه‌ها را ارائه می‌دهد که با توجه به میزان مواجهه یک شرکت با عدم قطعیت عمیق متفاوت است. رویکرد پیشنهادی شامل مفاهیمی از اقتصاد مالی و نظریه مدیریت استراتژیک است. نویسندگان نتیجه می‌گیرند هنگامی که شرکت‌ها در پروژه‌هایشان با عدم قطعیت عمیق

مواجه هستند، قابلیت‌های پویای کارآمد ضروری است، با تغییر سریع فن‌آوری، حرکت روبه‌جلوی خود را مدیریت کنند (Teece & Leih, 2016). براون (۲۰۱۲) به بررسی عدم قطعیت محیطی و تأثیر تعدادی از وابستگی‌های متقابل بر عملکرد برنامه خرید دفاعی (MDAP^۵) پرداخته است و نتیجه گرفته که تقاضا تحت عدم قطعیت زیاد، سازمان‌ها را وادار به اکتساب و توسعه انواعی از قابلیت‌های مختلف می‌کند و عامل عدم قطعیت محیطی را بسیار مؤثر می‌داند (Brown, 2012).

در داخل کشور نیز تاکنون پژوهش‌هایی در حوزه پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده انجام شده است. کیامهر و همکاران (۲۰۱۳) مطالعه‌ای در رابطه با صنعت برق ایران به انجام رساندند. آن‌ها در پژوهش خود با تمرکز بر قابلیت یکپارچه‌سازی سیستم و پروژه، تعبیر جدیدی از قابلیت یکپارچه‌سازی سیستم و پروژه در کشورهای نوپا و در حال توسعه را ارائه کردند. یکپارچه‌سازی سیستم را به صورت یکپارچه‌سازی وظیفه‌ای در بخش‌های مختلف و یکپارچه‌سازی پروژه را به صورت یکپارچه‌سازی الزامات قبل از پروژه، حین پروژه و بعد پروژه بیان کرده‌اند.

در پژوهشی دیگر، صفدری رنجبر و همکاران (۱۳۹۵) با مطالعه موردی شرکت توربوکمپرسور نفت ایران، پیشران‌های کسب و ایجاد قابلیت‌های فناورانه پروژه ساخت و توسعه محصولات و سیستم‌های پیچیده در بنگاه‌های متأخر را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها در پژوهش خود به مطالعه تجربه شرکت توربوکمپرسور نفت (OTC^۶) در دستیابی به دانش و قابلیت‌های فناورانه و مدیریتی پروژه ساخت توربین‌های گازی صنعتی در قالب طرح توربین گازی IGT-25 پرداختند. صفدری رنجبر و همکارانش (۱۳۹۶) به تکمیل یافته‌ها و مطالعات خود در شرکت توربوکمپرسور نفت پرداخته و با محور قرار دادن تجربیات این شرکت، الگوی اکتساب قابلیت‌های فناورانه در پروژه‌های تولید و توسعه محصولات و سیستم‌های پیچیده در کشورهای در حال توسعه را بررسی نمودند. نتایج و یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که الگوی اکتساب قابلیت‌های فناورانه پروژه ساخت توربین‌های گازی در این شرکت شامل سه مرحله ۱) خرید، مونتاژ و بهره‌برداری از توربین‌های وارداتی، ۲) ساخت مشترک توربین‌های گازی به صورت تحت لیسانس و ۳) ساخت توربین‌های گازی به صورت مستقل در شرایط تحریم است.

کیامهر و همکارانش (۲۰۱۳) در پژوهش خود در رابطه با پروژه نیروگاه‌های برق حرارتی، ادراک و تحلیل‌های تیم رهبری ارشد سازمان در خصوص فرصت‌ها، عدم قطعیت‌ها و چالش‌های خارجی به علاوه امکانات و محدودیت‌های داخلی، داشتن افق در خصوص دستاوردهای آتی و میزان سرمایه‌گذاری را به عنوان عناصر ورودی تصمیمات معرفی کردند (Kiamehr et al., 2013). در ادامه تحقیقات بازار و

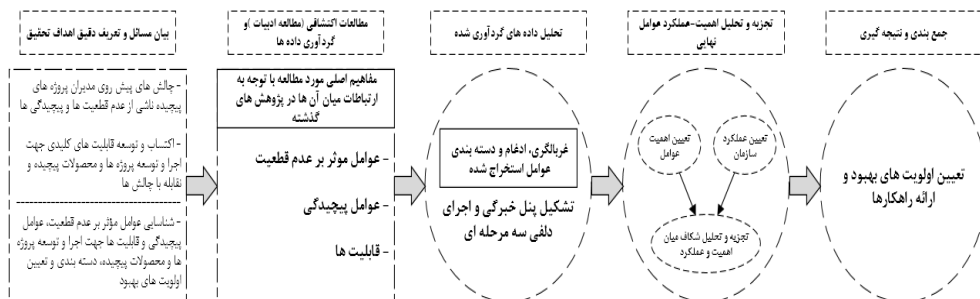
فناوری به علاوه ایجاد قابلیت‌های فناورانه مرتبط را به عنوان نقاط تصمیم‌گیری مؤثر بر راهبردها معین نمودند. خروجی‌ها و پیامدهای مدنظر آن‌ها هم عمدتاً متمرکز بر تأثیرات بازار و موفقیت و عدم موفقیت در پروژه ساخت و توسعه محصولات پیچیده بود. کیامهر (۲۰۱۷) پژوهشی درباره پروژه‌های صنعت نیروگاه‌های برق آبی در رابطه با الگوی اکتساب قابلیت‌های فناورانه انجام داد و توجهشان معطوف به توان و ظرفیت ایجاد قابلیت و یادگیری فناورانه بود (Kiamehr, 2017).

نقی زاده و همکاران (۲۰۱۷) در رابطه با پروژه طراحی هواپیمای IR-150 که یکی از پروژه‌های ملی به حساب می‌آید پژوهشی را انجام دادند (Naghizadeh et al., 2017). آن‌ها در این مطالعه به دو چالش اصلی ساختار سازوکارهای شبکه نوآوری و قابلیت‌های ضروری یکپارچه کننده سیستم پرداختند. یافته‌های اصلی این پژوهش در خصوص قابلیت‌های مورد نیاز جت اجرای این پروژه پیچیده را می‌توان در این موارد خلاصه کرد: یکپارچه‌سازی دانش و قابلیت‌های بازیگران مختلف، تأمین مالی و توزیع مناسب منابع مالی، سیاست‌گذاری و وضع قوانین مناسب شبکه‌های نوآوری، برنامه‌ریزی برای نیازمندی‌های مرتبط با پویایی پروژه‌های توسعه محصول پیچیده، ارتباط عمیق میان بازیگران شبکه و در نهایت یکنایی ابزارهای یکپارچه‌سازی جهت مدیریت پروژه‌های توسعه محصول پیچیده در کشورهای در حال توسعه.

مجیدپور (۲۰۱۶) در پژوهش خود به مطالعه ابعاد فناورانه پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده پرداخت. با توجه به نتایج پژوهش وی، عوامل همسوسازی سیاست‌گذاری‌های دولت، اشراف و شکل‌دهی ساختار بازار، راهبردهای سازمانی و رژیم‌های فناوری از عوامل مهم و تأثیرگذار بر موفقیت پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده هستند (Majidpour, 2016).

با توجه به مرور پیشینه و ادبیات پژوهش، مشاهده می‌شود که در پژوهش‌های گذشته به بررسی مفاهیم عدم قطعیت و جنبه‌های پیچیدگی در پروژه‌ها پرداخته شده است و ارتباطات این مفاهیم استخراج شده است. در برخی از پژوهش‌ها به مطالعه مفاهیم قابلیت و پروژه‌های پیچیده و ارتباطات میان این مفاهیم جهت بهبود عملکرد این گونه پروژه‌ها پرداخته شده است و در برخی دیگر ارتباطات میان عدم قطعیت‌ها و قابلیت‌ها مانند قابلیت مدیریت دانش برای مقابله با عدم قطعیت‌ها بررسی شده است. با توجه به استخراج ارتباطات میان این مفاهیم و همچنین اهمیت موضوع، نیاز به تحقیقات بیشتر در رابطه با مفاهیم ذکر شده و بررسی آن‌ها کنار یکدیگر وجود دارد. بدین ترتیب در این پژوهش سعی بر این است که عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، عوامل پیچیدگی در پروژه‌های توسعه محصول پیچیده و قابلیت‌ها جهت اجرای این گونه پروژه‌ها در کنار یکدیگر از منظر اهمیت عوامل و عملکرد پروژه‌ها و سازمان، مورد بررسی قرار گیرند

و با استفاده از تحلیل شکاف میان اهمیت و عملکرد، اولویت‌های بهبود ارائه شوند. در شکل (۴) الگوی مفهومی پژوهش ارائه شده است.



شکل (۴): الگوی مفهومی پژوهش

۳- روش پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر رویکرد پژوهشی کمی است. به علاوه، این پژوهش از نظر استراتژی، پیمایشی و دارای مطالعه موردی میدانی است. گام‌های اجرای پژوهش حاضر عبارت‌اند از: گام اول- مطالعه پیشینه پژوهش و ادبیات موضوع جهت دستیابی به عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، قابلیت‌ها و عوامل پیچیدگی در اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده، همچنین مطالعه منابع متعدد کتابخانه‌ای شامل کتاب‌ها، مقالات، سایت‌ها، گزارش‌ها و سایر منابع مورد استفاده و مصاحبه‌های نیمه ساخت‌یافته با هدف استخراج اولیه عوامل مورد نظر؛ گام دوم- تشکیل گروه خبرگی و تهیه پرسشنامه دلفی جهت اجرای دلفی سه مرحله‌ای با هدف تعیین عوامل نهایی کلیدی، ادغام و دسته‌بندی آن‌ها؛ گام سوم- سنجش میزان اهمیت و عملکرد عوامل کلیدی شناسایی شده از طریق طراحی و توزیع پرسشنامه میان مدیران و کارشناسان صنایع دفاعی؛ گام چهارم- تحلیل داده‌های گردآوری شده جهت تعیین شکاف موجود میان اهمیت و عملکرد در رابطه با هر عامل و تبیین اولویت‌های بهبود بر اساس داده‌های پرسشنامه و به روش تجزیه و تحلیل اهمیت-عملکرد و تعیین وضعیت هر عامل در ماتریس اهمیت-عملکرد در راستای اقدام مناسب در رابطه با بهبود وضعیت هر عامل؛ گام پنجم- اتخاذ راهبرد مناسب در رابطه با کنترل و کاهش عوامل مؤثر بر افزایش عدم قطعیت، ایجاد، اکتساب و بهبود قابلیت‌های کلیدی و مدیریت عوامل پیچیدگی در اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده بر اساس میزان اهمیت عوامل و عملکرد سازمان در رابطه با عوامل ذکر شده.

۳-۱ روش گردآوری داده‌ها

در پژوهش حاضر برای جمع‌آوری داده‌ها از سه روش بهره‌برداری شده است: در مرحله نخست از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، نظرات خبرگان و استفاده از منابع متعدد شامل مقالات، کتب و گزارش‌های مرتبط با ادبیات موضوع، عوامل موردنظر شناسایی و استخراج شدند. ابتدا منابع بر اساس نوع پژوهشی که صورت گرفته بود، دسته‌بندی شدند و طبق اهداف تحقیق حاضر، از طریق تحلیل محتوا موردبررسی قرار گرفتند. منابع به‌روزتر در اولویت تحلیل محتوا بودند و سپس منابع قدیمی‌تر جهت تکمیل یافته‌ها مورداستفاده قرار گرفتند. عوامل مختلف با استفاده از کدگذاری در پژوهش‌های مختلف شناسایی و استخراج شدند و در پرسشنامه دلفی جهت تعیین عوامل نهایی طبق نظرات خبرگان قرار داده شدند. در مرحله اول انتخاب هیئت خبرگان، بر مبنای روش نمونه‌گیری منتخب، بر اساس معیارهای تسلط نظری، تجربه عملی، تمایل و توانایی مشارکت در پژوهش و دسترسی در این پژوهش ابتدا به شیوه قضاوتی ۵ نفر از خبرگان انتخاب و فرم دعوت از خبرگان توسط پژوهشگر به‌صورت حضوری به آنان ارائه شد و پس از توضیحات لازم در زمینه موضوع و اهداف پژوهش، موافقت آنان برای مشارکت در هیئت خبرگان جلب شد. در فرم مذکور از پاسخگویان خواسته شده بود که با توجه به اهداف پژوهش چنانچه فرد یا افرادی را برای مشارکت در این هیئت‌ها مناسب می‌دانند، مشخصات آن‌ها را در جدول مربوطه درج نمایند. در مرحله دوم، پس از گردآوری فرم‌های مرحله اول، پاسخگویان ۶ نفر را برای مشارکت در پژوهش واجد شرایط تشخیص دادند که ۳ نفر آن‌ها در گروه اول قرار داشت و در نتیجه، ۳ نامزد جدید موردتوجه قرار گرفت. در مرحله سوم، گروه دوم در مجموع ۸ نفر را پیشنهاد نمودند که ۳ نفر آن‌ها در گروه اول و ۳ نفر در گروه دوم قرار داشت و در نتیجه فرم درخواست از خبرگان برای شرکت در هیئت برای ۲ نفر جدید ارسال شد. در نهایت تعداد ۱۰ نفر از خبرگان جهت برگزاری دلفی انتخاب شدند و با توجه به همگن بودن افراد، این تعداد جهت انجام دلفی سه مرحله‌ای کفایت می‌کند (Pearson, 2012).

پس از اتمام فرایند انتخاب و تشکیل گروهی از خبرگان متشکل از ۱۰ نفر از خبرگان صنایع دفاعی که تجربه مدیریت و اجرای پروژه‌های توسعه محصولات و سامانه‌های پیچیده دفاعی را داشتند، عوامل شناسایی شده با استفاده از روش دلفی سه مرحله‌ای موردبحث و بررسی قرار گرفتند و تأیید و تکمیل شدند. در مرحله اول، لیست عوامل استخراج شده از ادبیات در اختیار اعضای هیئت خبرگان قرار گرفت تا در مورد آن‌ها اظهارنظر نمایند. همچنین از آن‌ها خواسته شد که نظرات خود را در قالب پیشنهاد یا اصلاح به مجموعه اضافه کنند. بررسی پاسخ سؤالات باز در پرسشنامه‌های دور اول نشان داد که عوامل

پیشنهادی از سوی پاسخ‌دهندگان با عوامل موجود و شناسایی شده از ادبیات از نظر مفهومی یکسان بوده؛ لذا، با عوامل موجود ادغام و ترکیب شد. در دور اول دلفی، در بخش عوامل مؤثر بر عدم قطعیت از ۵۱ عامل مؤثر بر عدم قطعیت ۱۱ عامل حذف شدند. در بخش قابلیت‌ها از ۷۶ قابلیت ۱۲ مورد حذف شدند. در بخش عوامل پیچیدگی نیز از ۹۶ عامل ۳۲ عامل حذف شدند. در مرحله دوم، پرسشنامه دور دوم همراه با نظرات قبلی و میانگین نظرات دور اول دلفی در اختیار اعضای هیئت قرار گرفت. در این مرحله، در بخش عوامل مؤثر بر عدم قطعیت از ۴۰ عامل باقی‌مانده، ۶ عامل حذف شدند. در بخش قابلیت‌ها از ۶۴ قابلیت باقی‌مانده ۷ مورد حذف شدند. در بخش عوامل پیچیدگی نیز از ۶۴ عامل باقی‌مانده ۱۴ عامل حذف شدند. در مرحله سوم و نهایی، همانند مرحله قبل، پرسشنامه همراه با نظرات قبلی و میانگین نظرات دلفی در اختیار اعضا قرار گرفت. در این مرحله، در بخش عوامل مؤثر بر عدم قطعیت از ۳۴ عامل باقی‌مانده، ۴ عامل حذف شدند. در بخش قابلیت‌ها از ۵۷ قابلیت باقی‌مانده ۴ مورد حذف شدند. در بخش عوامل پیچیدگی نیز از ۵۰ عامل باقی‌مانده ۱۰ عامل حذف شدند. در نهایت پس از اجرای روش دلفی سه مرحله‌ای، پس از نظرخواهی از هیئت خبرگان و حذف و ادغام عوامل استخراج‌شده در سه بخش عدم قطعیت، قابلیت و پیچیدگی، عوامل نهایی مشخص شدند و به تأیید اعضا رسیدند و به دلیل پراکندگی عوامل از نظر مفهومی، در بخش عدم قطعیت در ۸ گروه، بخش قابلیت در ۱۱ گروه و بخش پیچیدگی در ۷ گروه قرار گرفتند. در تمام مراحل دلفی، تعیین درجه اهمیت عوامل جهت غربال عوامل مهم‌تر، در قالب طیف لیکرت در هر دور در مقابل هر عامل، میانگین پاسخ‌های اعضا هیئت در دوره‌های پیش و پاسخ هر فرد نیز به‌صورت جداگانه به آگاهی پاسخگویان می‌رسید. با توجه به اینکه در این مطالعه، یک مقیاس ۵ درجه‌ای طیف لیکرت انتخاب شد؛ در این حالت، مطالعه دارای دو محدوده عدم موافقت از ۱ تا ۳ و محدوده موافقت از ۳ تا ۵ تعریف شد. ضریب هماهنگی کندال برای پاسخ‌های افراد هیئت در این پژوهش، در بخش عوامل مؤثر بر عدم قطعیت $0.75/3$ ، در بخش قابلیت‌ها $0.73/5$ و در بخش عوامل پیچیدگی $0.78/2$ است و سطح معنی‌داری صفر محاسبه‌شده است و با توجه به این‌که کمتر از 0.05 است نشان از معنی‌داری این ضریب می‌باشد. با توجه به اینکه تعداد اعضای هیئت ۱۰ نفر بود، این میزان از ضریب کندال از معناداری خوبی برخوردار است. عوامل نهایی تأیید شده توسط هیئت خبرگان و دسته‌بندی آن‌ها در جداول (۲) تا (۴) بیان شده‌اند.

جدول (۲): عوامل نهایی مؤثر بر افزایش عدم قطعیت در اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده

عوامل	شاخص‌ها
تغییرات در برآوردها و مبنای آن‌ها	تجربیات ناقص و ناکافی در رابطه با فعالیت‌های بدیع و منحصر به فرد (Ward & Chapman, 2003)
	ضعف در تحلیل دقیق فرایندهایی که در هر فعالیت قرار می‌گیرد (Ward & Chapman, 2003)
	کمبود داده‌های آماری و استفاده از برآوردهای ذهنی به جای برآوردهای عینی و حساب شده (Ward & Chapman, 2003)
	کیفیت پایین مقادیر برآورد شده، وجود ابهام در منابع برآوردها و فرضیاتی که بر مبنای آن‌ها برآوردها صورت گرفته (Ward & Chapman, 2003)
ابهام در طراحی و لجستیک	وجود ابهام در ماهیت پروژه و فرآیندی که برای آن مورد نیاز است (Ward & Chapman, 2003)
	وجود ابهام در زیرساخت‌های اجرای پروژه (Ward & Chapman, 2003)
	کمبود اطلاعات دقیق از مراحل و زمان انجام طراحی قبل از پروژه (Ward & Chapman, 2003)
ابهام در اهداف و اولویت‌ها	وجود ابهام در اهداف و اولویت‌ها (Ward & Chapman, 2003)
	تناسب نداشتن مسئولیت‌های موجود در پروژه با اهداف پروژه (Ward & Chapman, 2003)
	هم‌راستا نبودن اهداف پروژه با اهداف ذینفعان (Ward & Chapman, 2003)
ابهام در ارتباط میان ذینفعان و شرکای پروژه	ابهام در نقش‌ها و مسئولیت‌ها (Ward & Chapman, 2003) (Ward & Chapman, 2008)
	نبود شبکه گسترده و قوی در ساختار ذینفعان پروژه (Ward & Chapman, 2008) (Ward & Chapman, 2003)
	ضعف در مکانیسم‌های هماهنگی و کنترل میان ذینفعان (Ward & Chapman, 2008) (Ward & Chapman, 2003)
ضعف فرهنگ حاکم در پروژه	ضعف در تعهد به زمان و منابع (Hilson, 1997)
	ابهام در روابط همکاری بخش‌های مختلف سازمان (Hilson, 1997)
	ضعف در تمرکز بر فرصت‌ها و نادیده گرفتن آن‌ها (Hilson, 1997)
ابهام در ساختار سازمان‌دهی / مدیریتی پروژه	نبود فرآیندهای روتین در سازمان پروژه (Gordon & Narayanan, 1984)
	ابهام در شرایط قراردادهای (Gordon & Narayanan, 1984)
	ابهام در تعیین موقعیت مشخص بازار محصول (Gordon & Narayanan, 1984)
پیچیدگی	وجود پیچیدگی فنی در اجرای محصول (Perminova et al., 2008)
	وجود پیچیدگی در دسترسی به منابع (Perminova et al., 2008)
	وجود پیچیدگی در وابستگی بین فعالیت‌ها (Perminova et al., 2008)
عوامل محیطی	تغییرات در سیاست‌های کشور در حوزه کاری (Gordon & Narayanan, 1984)
	مسائل سیاسی و تحریم‌های بین‌المللی (Bosch et al., 2011) (صفدری رنجبر و همکاران، ۱۳۹۶)
	تغییرات فناوری در سطوح کلان (Gordon & Narayanan, 1984)
	ابهام در وضعیت بازار کار و متخصصین (Gordon & Narayanan, 1984)
	تغییر سیاست‌های مالی (Gordon & Narayanan, 1984)

جدول (۳): قابلیت‌های نهایی جهت اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده

عوامل	شاخص‌ها
قابلیت‌های فناوریانه	قابلیت تحقیق و توسعه درون‌زا (Igel & Wei, 2002) (Prencipe, 2000) (فرتاش و همکاران، ۱۳۹۵) (صفدری رنجبر و همکاران، ۱۳۹۵)
	قابلیت اکتساب، یادگیری، انطباق و بومی‌سازی فناوری از منابع بیرونی (Igel & Wei, 2002) (Prencipe, 2000) (فرتاش و همکاران، ۱۳۹۵) (صفدری رنجبر و همکاران، ۱۳۹۵)
	قابلیت‌های طراحی و مهندسی (Igel & Wei, 2002) (Prencipe, 2000) (فرتاش و همکاران، ۱۳۹۵) (صفدری رنجبر و همکاران، ۱۳۹۵)
	قابلیت انتقال فناوری (Igel & Wei, 2002) (Prencipe, 2000) (فرتاش و همکاران، ۱۳۹۵) (صفدری رنجبر و همکاران، ۱۳۹۵)
قابلیت‌های نوآورانه	قابلیت پژوهش علمی (Kiamehr, 2016) (Blanchard & Blyler, 2016)
	قابلیت‌های طراحی نوآورانه (Kiamehr, 2017) (Blanchard & Blyler, 2016)
	قابلیت جذب دانش (Kiamehr, 2017) (Blanchard & Blyler, 2016)
قابلیت‌های تست، ساخت و تولید	قابلیت شبیه‌سازی و نمونه‌سازی سریع (Blanchard & Blyler, 2016)
	قابلیت تست و آزمون قطعات، زیرسامانه‌ها و سامانه‌ها (Blanchard & Blyler, 2016)
	قابلیت به‌کارگیری روش‌ها، ابزارهای نوین و استانداردهای فنی ساخت و تولید (Blanchard & Blyler, 2016)
قابلیت یکپارچه‌سازی سیستم	قابلیت یکپارچه‌سازی سیستم در سطح زیرسامانه و سامانه (Hobday et al., 2005) (Kiamehr et al., 2013) (Naghizade et al., 2017)
	یکپارچه‌سازی دانش‌ها، مهارت‌ها و منابع (Hobday et al., 2005) (Kiamehr et al., 2013) (Naghizade et al., 2017)
	قابلیت مدیریت پیکره‌بندی و مدیریت تغییرات در محصول (Hobday et al., 2005) (Kiamehr et al., 2013) (Naghizade et al., 2017)
قابلیت شبکه‌سازی، تعامل و همکاری	قابلیت تعامل، شبکه‌سازی و همکاری با تأمین‌کنندگان، بازیگران و ذینفعان کلیدی و مدیریت آن‌ها (Igel & Wei, 2002) (Naghizade et al., 2017) (Park & Kim, 2014) (Park, 2012)
	قابلیت مدیریت ارتباطات و تعاملات با نهادهای دولتی جهت اخذ منابع مالی (Igel & Wei, 2002) (Naghizade et al., 2017) (Park & Kim, 2014) (Park, 2012)
	قابلیت همکاری با نهادهای بین‌المللی قانون‌گذار و استاندارد‌گذار (Igel & Wei, 2002) (Naghizade et al., 2017) (Park & Kim, 2014) (Park, 2012)
	قابلیت مدیریت و کنترل شبکه‌های چندسازمانی (Igel & Wei, 2002) (Naghizade et al., 2017) (Park & Kim, 2014) (Park, 2012)

عوامل	شاخص‌ها
قابلیت مدیریت پروژه‌های کلان	قابلیت برنامه‌ریزی فعالیت‌های پروژه (Davies et al., 2011) (Choung & Hwang, 2007) (Hobday, 1999)
	قابلیت مدیریت ریسک پروژه (Davies et al., 2011) (Choung & Hwang, 2007) (Hobday, 1999)
	قابلیت تخمین و برآورد هزینه‌ها و منابع (Davies et al., 2011) (Choung & Hwang, 2007) (Hobday, 1999)
	قابلیت مدیریت کیفیت و قابلیت اطمینان در پروژه (Davies et al., 2011) (Choung & Hwang, 2007) (Hobday, 1999)
	قابلیت مدیریت دامنه وسیعی از منابع انسانی (Davies et al., 2011) (Choung & Hwang, 2007) (Hobday, 1999)
	قابلیت مدیریت دعاوی و مسائل حقوقی (Davies et al., 2011) (Choung & Hwang, 2007) (Hobday, 1999)
	قابلیت مدیریت مالی و حسابداری پروژه (Davies et al., 2011) (Choung & Hwang, 2007) (Hobday, 1999)
قابلیت‌های درون‌سازمانی	یادگیری سازمانی (Davies et al., 2011) (Ren & Yeo, 2006) (Chen et al., 2007)
	ایجاد روابط و همکاری در بخش‌های مختلف سازمان (Ren & Yeo, 2006) (Davies et al., 2011) (Chen et al., 2007)
	ایجاد ساختار سازمانی بهینه (Davies et al., 2011) (Chen et al., 2007) (Ren & Yeo, 2006)
	مدیریت میان فرهنگی (Davies et al., 2011) (Chen et al., 2007) (Ren & Yeo, 2006)
	توزیع مناسب منابع مالی (Davies et al., 2011) (Chen et al., 2007) (Ren & Yeo, 2006)
	مدیریت تغییرات سازمانی (Davies et al., 2011) (Chen et al., 2007) (Ren & Yeo, 2006)
قابلیت مدیریت دانش و برون‌سازمانی	قابلیت کسب، تسهیم و به اشتراک‌گذاری دانش با سایر بازیگران و ذینفعان (Ren & Yeo, 2006) (Chen et al., 2007) (Malhotra, 2002)
	قابلیت به‌کارگیری و بهره‌برداری از دانش کسب‌شده (Ren & Yeo, 2006) (Chen et al., 2007) (Malhotra, 2002)
	قابلیت مدیریت، ثبت و مستندسازی تجارب و دانش‌های ضمنی پروژه‌ها (Ren & Yeo, 2006) (Chen et al., 2007) (Malhotra, 2002)
	قابلیت بازخوردگیری و یادگیری از پروژه‌ها (Ren & Yeo, 2006) (Chen et al., 2007) (Malhotra, 2002)
قابلیت مدیریت بازار و تعامل با مشتری	قابلیت درک نیازهای مشتریان، بازار سازی و جذب تقاضای داخلی (Su & Liu, 2012) (Igel & Wei, 2002)
	قابلیت ارائه خدمات پس از فروش (Igel & Wei, 2002) (Su & Liu, 2012)
	قابلیت مدیریت کسب‌وکار و بازاریابی (Igel & Wei, 2002) (Su & Liu, 2012)

عوامل	شاخص‌ها
قابلیت برون‌سپاری	قابلیت انعطاف‌پذیری سازمان (Igel & Wei, 2002) (Su & Liu, 2012)
	قابلیت ایجاد اتحاد راهبردی با تأمین‌کننده (Igel & Wei, 2002) (Su & Liu, 2012)
	دسترسی به منابع تخصصی و برتر تأمین‌کننده (Igel & Wei, 2002) (Su & Liu, 2012)
	توانایی حفاظت از نتایج و مالکیت معنوی پروژه (Igel & Wei, 2002) (Su & Liu, 2012)
قابلیت مهندسی و مدیریت ارزش	کنترل و کاهش هزینه‌های غیرضروری (Igel & Wei, 2002) (Davies & Brady, 2000)
	کنترل و کاهش زمان اجرا و تولید (Igel & Wei, 2002) (Davies & Brady, 2000)
	بهینه کردن فرآیندهای کاری (Igel & Wei, 2002) (Davies & Brady, 2000)
	ارتقاء یا ثبات کیفیت (نه کاهش هزینه به قیمت کاهش کیفیت) (Igel & Wei, 2002) (Davies & Brady, 2000)
	افزایش سهم بازار و حصول اطمینان برای سودآوری (Igel & Wei, 2002) (Davies & Brady, 2000)

جدول (۴): عوامل نهایی پیچیدگی در اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده

عوامل	شاخص‌ها
پیچیدگی سازمانی	تعدد، تنوع و وابستگی پیچیده بین سیستم‌های اطلاعاتی (Bosch et al., 2011) (Vidal et al., 2011) (Yin et al., 2012)
	تنوع سطوح سلسله‌مراتبی در سازمان و وابستگی پیچیده بین کارکنان (Bosch et al., 2011) (Yin et al., 2012) (Vidal et al., 2011)
	قواعد و قوانین جدید و پیچیده سازمانی (Bosch et al., 2011) (Yin et al., 2012) (Vidal et al., 2011)
	تعدد ملیت‌ها، فرهنگ‌ها و زبان‌های مختلف در سازمان (Bosch et al., 2011) (Yin et al., 2012) (Vidal et al., 2011)
پیچیدگی فنی	وابستگی پیچیده بین اجزای محصول (Bosch et al., 2011) (Davies, 2011) (Hobday, 1998)
	قواعد و قوانین جدید و ناشناخته فناورانه (Bosch et al., 2011) (Hobday, 1998) (Davies, 2011)
	الزامات کیفی و فنی سخت‌گیرانه (Bosch et al., 2011) (Hobday, 1998) (Davies, 2011)
	پیچیدگی نظام‌های فنی و استانداردهای متناقض (Bosch et al., 2011) (Hobday, 1998) (Davies, 2011)
پیچیدگی ماهیت پروژه	وجود محدودیت‌های مختلف و پیچیده (Hobday, 1998)
	پیچیدگی ارتباطات و وابستگی بین فعالیت‌ها و برنامه‌ریزی سطح بالا (Hobday, 1998)
	محدوده نامشخص و پیچیده پروژه (Hobday, 1998)
	سیستم تدارکات نامنظم و پیچیده پروژه (Hobday, 1998)

عدم ثبات محیط‌زیست پروژه و فضای خارجی متشنج (Vidal et al., 2011) (Bosch et al., 2011)	پیچیدگی محیطی
رقابت خارجی پیچیده و در سطح بالا (Vidal et al., 2011) (Bosch et al., 2011)	
تأثیرات سیاسی و تحریم‌های بین‌المللی (Bosch et al., 2011)	
قوانین مالی پیچیده در سطح کلان (Vidal et al., 2011) (Bosch et al., 2011)	
تنوع و تعدد اهداف و پیچیدگی در برنامه‌ریزی (Yin et al., 2012)	پیچیدگی اهداف
تناقض، عدم هم‌راستایی و عدم شفافیت در اهداف پروژه (Yin et al., 2012)	
آرمان‌گرایی در اهداف و تعیین سطح اهداف بیش‌ازحد امکانات (Yin et al., 2012)	
تعدد و پراکندگی جغرافیایی ذینفعان (Ward & Chapman, 2008)	پیچیدگی ذینفعان
دیدگاه‌های متفاوت و متناقض ذینفعان (Ward & Chapman, 2008)	
ارتباطات و وابستگی پیچیده ذینفعان (Ward & Chapman, 2008)	
منابع ناکافی قابل تخصیص و پیچیدگی برنامه تخصیص منابع (Yin et al., 2012)	پیچیدگی منابع
تنوع، تعدد و پیچیدگی دسترسی به منابع مالی (Yin et al., 2012)	
تعداد کارکنان بیش‌ازحد و پیچیدگی ساختار منابع انسانی (Yin et al., 2012)	

پس از غربالگری، ادغام و دسته‌بندی عوامل استخراج‌شده توسط خبرگان، جهت بررسی شکاف میان اهمیت عوامل و عملکرد سازمان در رابطه با هر عامل و اولویت‌بندی آن‌ها بر اساس بهبود، پرسشنامه‌ای شامل ۳ بخش عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، قابلیت‌ها و عوامل مؤثر بر پیچیدگی در اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده شناسایی شده تهیه گردید که دارای دو بخش بود؛ یک بخش به پرسش در خصوص اهمیت عوامل برای صنایع دفاعی و در بخش دیگر به پرسش در خصوص عملکرد صنایع دفاعی در رابطه با توسعه، مدیریت و کنترل این عوامل پرداخته است. پرسش‌ها بر اساس عوامل تأییدشده توسط خبرگان طراحی گردید و بار دیگر توسط گروه خبرگان مورد تأیید قرار گرفت. میزان اهمیت عوامل و عملکرد سازمان با طیف ۵ تایی لیکرت سنجیده شد. جهت بررسی روایی صوری و محتوایی پژوهش حاضر، بر مبنای روش نمونه‌گیری منتخب، با استفاده از ترکیبی از شیوه‌های غیر احتمالی هدف‌دار و قضاوتی، ۵ نفر از خبرگان که تسلط نظری، تجربه عملی در پروژه‌ها و توانایی مشارکت در پژوهش را داشتند و همچنین دسترسی به آن‌ها میسر بود، انتخاب شدند، پرسشنامه توسط گروه خبرگان بررسی و هرگونه ابهام و نارسایی از آن برطرف شد و در نتیجه روایی صوری و محتوایی پرسشنامه مورد تأیید قرار گرفت. پرسشنامه‌های تهیه‌شده، طی چندین پیمایش میدانی، بین تعدادی از مدیران و کارشناسان پروژه‌های توسعه محصول پیچیده صنایع دفاعی توزیع شد و برای آن‌ها تشریح شد. در مرحله اول،

۱۵ نفر از مدیران و خبرگان متخصص در پروژه‌های توسعه محصول پیچیده دفاعی به روش هدفمند انتخاب و پرسشنامه‌ها توزیع و تشریح شدند. سپس در مرحله دوم از مدیران و خبرگان خواسته شد که سایر مدیران و کارشناسان واجد شرایط و دارای تسلط نظری، تجربه عملی در پروژه‌ها را جهت شرکت در تکمیل داده‌های پژوهش معرفی کنند. هر یک از مدیران حداکثر ۴ نفر را جهت تکمیل پرسشنامه‌ها معرفی کردند و باقی پرسشنامه‌ها بین سایر مدیران و کارشناسان خبره در پروژه‌های توسعه محصول پیچیده دفاعی توزیع و تشریح شدند. در نهایت پرسشنامه‌ها بین ۴۵ نفر از مدیران، خبرگان و کارشناسان متخصص در پروژه‌های توسعه محصول پیچیده و مختلف دفاعی توزیع شده بود که از بین آن‌ها، ۳۱ پرسشنامه تکمیل شده گردآوری شد و داده‌های به‌دست‌آمده در مراحل بعدی مورد تحلیل قرار گرفتند. اطلاعات جمعیت شناختی نمونه آماری در جدول (۵) نمایش داده شده است. به‌علاوه، برای سنجش پایایی پرسشنامه‌ها از روش آلفای کرونباخ استفاده گردید. اعداد به‌دست‌آمده برای پرسشنامه‌های اهمیت و عملکرد و بخش‌های مختلف آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه و در جدول (۶) بیان شده است و چون تمامی ضرایب مقداری بیشتر از ۰/۷ به‌دست‌آمده، گویای این است که ابزار گردآوری داده‌ها دارای پایایی قابل قبول است.

جدول (۵): اطلاعات جمعیت شناختی پاسخ‌دهندگان

سن (سال)			سابقه کاری (سال)			تحصیلات		
۳۰ - ۲۰	۴۰ - ۳۱	بالتر از ۴۰	۱۰ - ۱	۲۰ - ۱۱	۳۰ - ۲۱	کارشناسی	ارشد	دکتری
۳	۱۵	۱۳	۴	۱۸	۹	۴	۲۰	۷
جمع: ۳۱			جمع: ۳۱			جمع: ۳۱		

جدول (۶): ضرایب آلفای کرونباخ مربوط به پرسشنامه‌های تحلیل اهمیت-عملکرد

گروه	شاخص‌ها	تعداد سؤال	آلفای کرونباخ	
			اهمیت	عملکرد
عوامل مؤثر بر افزایش عدم قطعیت	تغییرات در برآوردها و مبنای آن‌ها	۴	۰/۷۵۱	۰/۸۲۸
	ابهام در طراحی و لجستیک	۳	۰/۷۱۷	۰/۷۵۴
	ابهام در اهداف و اولویت‌ها	۳	۰/۷۶۸	۰/۷۴۰
	ابهام در ارتباط میان ذینفعان و شرکای پروژه	۳	۰/۷۹۶	۰/۷۷۱
	ضعف فرهنگ حاکم در پروژه	۳	۰/۷۸۵	۰/۷۸۰
	ابهام در ساختار سازمان‌دهی/مدیریتی پروژه	۳	۰/۷۲۳	۰/۷۳۱
	پیچیدگی	۳	۰/۷۵۹	۰/۷۴۷
	عوامل محیطی	۵	۰/۷۰۲	۰/۷۱۲

گروه	شاخص‌ها	تعداد سؤال	آلفای کرونباخ			
			اهمیت		عملکرد	
قابلیت‌های کلیدی	قابلیت‌های فناورانه	۴	۰/۸۰۷	۰/۸۱۴	۰/۹۲۱	۰/۸۹۵
	قابلیت‌های نوآورانه	۳	۰/۸۱۳	۰/۸۲۴		
	قابلیت‌های تست، ساخت و تولید	۳	۰/۸۶۳	۰/۸۵۱		
	قابلیت یکپارچه‌سازی سیستم	۳	۰/۸۴۰	۰/۸۴۴		
	قابلیت شبکه‌سازی، تعامل و همکاری	۴	۰/۸۶۲	۰/۸۷۴		
	قابلیت مدیریت پروژه‌های کلان	۷	۰/۸۶۱	۰/۸۴۲		
	قابلیت‌های درون‌سازمانی	۶	۰/۸۸۴	۰/۸۹۰		
	قابلیت مدیریت دانش درون و برون‌سازمانی	۴	۰/۸۱۶	۰/۸۲۵		
	قابلیت مدیریت بازار و تعامل با مشتری	۳	۰/۸۴۸	۰/۸۳۱		
	قابلیت برون‌سپاری	۴	۰/۸۸۱	۰/۸۷۵		
	قابلیت مهندسی و مدیریت ارزش	۵	۰/۸۹۳	۰/۸۸۴		
عوامل پیچیدگی	پیچیدگی سازمانی	۴	۰/۷۶۹	۰/۷۵۵	۰/۸۴۱	۰/۸۲۳
	پیچیدگی فنی	۴	۰/۷۴۵	۰/۷۴۱		
	پیچیدگی ماهیت پروژه	۴	۰/۷۳۷	۰/۷۲۴		
	پیچیدگی محیطی	۴	۰/۷۰۸	۰/۷۱۵		
	پیچیدگی اهداف	۳	۰/۷۶۷	۰/۷۷۴		
	پیچیدگی ذینفعان	۳	۰/۷۵۷	۰/۷۴۰		
	پیچیدگی منابع	۳	۰/۷۵۵	۰/۷۶۳		

۳-۲ روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش، برای تجزیه و تحلیل یافته‌ها از روش تحلیل اهمیت-عملکرد استفاده شده است. جهت بررسی اهمیت عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، عوامل مؤثر بر پیچیدگی و قابلیت‌های موردنیاز برای اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده و عملکرد سازمان در رابطه با این عوامل، پرسشنامه اهمیت-عملکرد یا تحلیل شکاف (IPA) تنظیم شده است و برای تحلیل پرسشنامه از ماتریس اهمیت-عملکرد استفاده شده است. درواقع هدف استفاده از این روش، تحلیل شکاف موجود میان اهمیت عوامل و عملکرد سازمان در رابطه با این عوامل است. روش تحلیل اهمیت-عملکرد بینشی برای مدیران جهت شناسایی قوت و ضعف سازمان فراهم می‌کند (آذر و همکاران، ۱۳۹۲). تحلیل اهمیت-عملکرد به وسیله یک ماتریس دوبعدی ساختاردهی می‌شود. محور افقی این ماتریس نشان‌دهنده اهمیت و محور عمودی آن گویای عملکرد است. اهمیت، منعکس‌کننده ارزش نسبی شاخص‌ها در کیفیت است. از آنجاکه تحلیل جداگانه‌ی داده‌ها بعد عملکرد و بعد اهمیت، به‌خصوص هنگامی که هر دو مجموعه داده‌ها، هم‌زمان مورد مطالعه قرار می‌گیرند، ممکن است معنی‌دار نباشند، لذا داده‌های مربوط به سطح اهمیت و عملکرد شاخص‌ها، روی شبکه‌ای دوبعدی نمایش

داده می‌شوند. این شبکه‌ی دوبعدی، ماتریس اهمیت/عملکرد یا ماتریس IPA نامیده می‌شود. نقش ماتریس که در واقع از چهار قسمت یا ربع تشکیل شده و در هر ربع استراتژی خاصی قرار دارد، کمک به فرآیند شناخت تصمیم‌گیری است. در مدل IPA سنجش شاخص‌ها می‌تواند در مقیاس ۵، ۷ یا ۹ درجه‌ای صورت گیرد، داده‌های مربوط به میزان اهمیت و سطح عملکرد هر یک از آن‌ها، با استفاده از پرسش‌نامه جمع‌آوری می‌شود. بر اساس اینکه هر شاخص چه میزان اهمیت دارد (وضعیت مطلوب) و عملکرد سازمان در زمینه این شاخص در چه حد است (وضعیت موجود) چهار ربع قابل تشخیص است:

۱) ربع اول-حیطه قابل قبول (کار خوب را ادامه دهید): این ربع در واقع قوت اصلی سازمان است که در آن به‌طور مؤثر فعالیت می‌کند در این ربع معیارها برای پاسخ‌دهندگان مهم است و سازمان نیز در آن‌ها خوب عمل کرده است؛ بنابراین در این وضعیت باید کار خوب را حفظ کرد و ادامه داد. این ربع به‌عنوان قوت اصلی سازمان در نظر گرفته می‌شود که باید ادامه یابد. اهمیت فرآیند بسیار بالا و عملکرد فرآیند قوی است، لذا فرآیندهای این بخش به‌عنوان مزایای رقابتی، نگهداری و موردتوجه بیشتری قرار می‌گیرند.

۲) ربع دوم-حیطه اتلاف (اتلاف منابع): در این ربع معیارها دارای اهمیت پایینی هستند اما عملکرد شرکت در این بخش زیاد است؛ در واقع در این بخش اتلاف منابع صورت می‌گیرد به‌عبارت دیگر، منابع اختصاص‌یافته به این ویژگی‌ها بیش از مقدار موردنیاز است و باید جای دیگری مصرف شوند. این مدل به مدل ربعی معروف است. منطقه‌ای است که در آن اهمیت فرآیند کم ولی عملکرد فرآیند بسیار قوی می‌باشد، لذا فرآیندهای این بخش موجب اسراف در سازمان هستند و باید به‌گونه‌ای حذف شوند یا از آن‌ها بهره‌برداری مناسب انجام گیرد.

۳) ربع سوم-حیطه بی‌تفاوتی (اولویت پایین): در این ربع عوامل مشخص‌شده از نظر اهمیت بسیار کم هستند همچنین سازمان نیز در آن معیارها ضعیف است بنابراین چون اهمیت چندانی ندارند سازمان نباید در این بخش تمرکز زیادی داشته باشد و منابع خود را هدر دهد. تنها باید منابع محدود در این بخش استفاده شود.

۴) ربع چهارم-حیطه ضعف (اینجا تمرکز کنید): در این ناحیه، اهمیت فرآیند بسیار بالا، ولی عملکرد فرآیند ضعیف است، لذا فرآیندهای این بخش آسیب‌پذیرند و باید در اولویت بهبود قرار گیرند. مشخصات درک شده برای افراد مهم است اما سطح عملکرد سازمان در آن مشخصات کم است در واقع این ربع ضعف سازمان یا شرکت را نشان می‌دهد نکته اساسی این است که ناتوانی برای شناسایی مشخصه‌ها در این ربع، موجب رضایت پایین مشتری می‌شود. در حقیقت تلاش برای بهبود باید در بالاترین اولویت قرار گیرد زیرا

ضعف اساسی در این ناحیه است.

۴- تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش

۴-۱ محاسبه ارزش نهایی اهمیت و عملکرد برای هر یک از عوامل

جهت محاسبه ارزش نهایی اهمیت و عملکرد برای هر عامل، از میانگین هندسی نظرات همه مدیران و کارشناسان پاسخ‌دهنده به سؤالات استفاده می‌شود. ساعتی پیشنهاد می‌کند که استفاده از میانگین هندسی برای بیان نظر جمع چندین تصمیم‌گیرنده راه مؤثرتری است (Saaty, 2005). همان‌طور که در روابط ۱ و ۲ مشاهده می‌شود، b_j نشان‌دهنده ارزش نهایی اهمیت و c_j ارزش نهایی عملکرد مشخصه j ام نامیده می‌شود. در این روابط p نشان‌دهنده تعداد عوامل و n نشان‌دهنده تعداد پاسخ‌دهندگان به سؤالات است. ارزش نهایی و عملکرد همه عوامل بر اساس روابط ۱ و ۲ محاسبه شده است.

$$b_j = (\prod_{i=1}^n b_{jp})^{1/n} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$c_j = (\prod_{i=1}^n c_{jp})^{1/n} \quad \text{رابطه (۲)}$$

۴-۲ محاسبه ارزش آستانه اهمیت و عملکرد

از ارزش آستانه برای تعیین محورهای ماتریس اهمیت-عملکرد استفاده می‌شود. برای محاسبه ارزش آستانه از میانگین حسابی استفاده می‌شود. ارزش آستانه اهمیت و ارزش آستانه عملکرد به ترتیب با μ_b و μ_c نشان داده می‌شود (روابط ۳ و ۴). ارزش آستانه اهمیت و عملکرد بر اساس روابط ۳ و ۴ محاسبه شده است.

$$\mu_b = \frac{\sum_{j=1}^p b_j}{p} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\mu_c = \frac{\sum_{j=1}^p c_j}{p} \quad \text{رابطه (۴)}$$

۴-۳ تعیین وزن عوامل و اولویت‌بندی آن‌ها

برای محاسبه وزن عوامل باید قدر مطلق اختلاف بین ارزش نهایی اهمیت و ارزش نهایی عملکرد هر عامل ضربدر ارزش نهایی اهمیت آن عامل محاسبه شود (رابطه ۵). ضمناً جهت سهولت در تجزیه و تحلیل

نتایج، بهتر است وزن نرمال شده برای هر عامل را محاسبه کرد (رابطه ۶). وزن عامل ow_j با ow_j و وزن نرمال شده‌ی آن با sw_j نشان داده می‌شود. هر عاملی که وزن نرمال شده بالاتری داشته باشد، اولویت بالاتری جهت بهبود دارد. وزن و وزن نرمال شده هر عامل بر اساس روابط ۵ و ۶ محاسبه شده است.

$$ow_j = |(b_j - c_j)b_j| \quad \text{رابطه ۵}$$

$$sw_j = \frac{ow_j}{\sum_{j=1}^p ow_j}, 0 \leq sw_j \leq 1, \sum_{j=1}^p sw_j = 1 \quad \text{رابطه ۶}$$

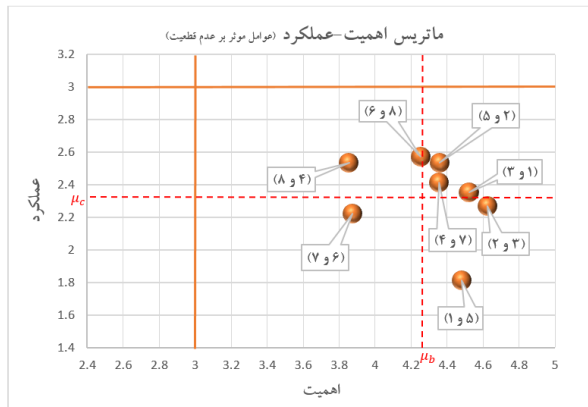
۴-۴ ارزش نهایی، شکاف ارزش، وزن و وزن نرمال شده عوامل مؤثر بر عدم قطعیت
در اینجا به محاسبه ارزش نهایی اهمیت و عملکرد، شکاف ارزش، وزن و وزن نرمال شده عوامل مؤثر بر عدم قطعیت اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده پرداخته شده است و نتایج در جدول (۷) نشان داده شده است. نکته حائز اهمیت اینکه بر اساس روش Cross-Point عدد ۳ به عنوان ارزش آستانه اهمیت و عملکرد در نظر گرفته می‌شود.

جدول (۷): ارزش نهایی اهمیت و عملکرد، شکاف ارزش، وزن و وزن نرمال شده

عوامل مؤثر بر عدم قطعیت

ردیف	عوامل مؤثر بر عدم قطعیت	ارزش نهایی هر عامل		شکاف ارزش	وزن هر عامل j	وزن نرمال شده	اولویت بهبود
		c_j	b_j				
۱	تغییرات در برآوردها و مبنای آنها	۴/۵۲۱	۲/۳۵۲	۲/۱۶۹	۹/۸۰۶	۰/۱۴۴	سوم
۲	ابهام در طراحی و لجستیک	۴/۳۶۰	۲/۵۳۳	۱/۸۲۷	۷/۹۶۵	۰/۱۱۷	پنجم
۳	ابهام در اهداف و اولویت‌ها	۴/۶۲۴	۲/۲۶۸	۲/۳۵۶	۱۰/۸۹۴	۰/۱۶۰	دوم
۴	ابهام در ارتباط میان ذینفعان و شرکای پروژه	۳/۸۵۴	۲/۵۳۵	۱/۳۱۹	۵/۰۸۳	۰/۰۷۵	هشتم
۵	ضعف فرهنگ حاکم در پروژه و سازمان	۴/۴۸۱	۱/۸۱۲	۲/۶۶۹	۱۱/۹۵۹	۰/۱۷۶	اول
۶	ابهام در ساختار سازمان‌دهی/مدیریتی پروژه	۳/۸۷۵	۲/۲۲۳	۱/۶۵۲	۶/۴۰۱	۰/۰۹۴	هفتم
۷	عوامل محیطی	۴/۳۵۶	۲/۴۱۲	۱/۹۴۴	۸/۴۶۸	۰/۱۲۵	چهارم
۸	پیچیدگی	۴/۲۵۴	۲/۵۷۱	۱/۶۸۳	۷/۱۵۹	۰/۱۰۵	ششم

بر اساس مقادیر به دست آمده برای ارزش نهایی اهمیت و عملکرد هر یک از عوامل تأثیرگذار بر عدم قطعیت و همچنین در نظر گرفتن عدد ۳ به عنوان ارزش آستانه محورهای اهمیت و عملکرد، ماتریس اهمیت-عملکرد برای قسمت عوامل مؤثر بر عدم قطعیت ترسیم گردید که در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل (۵): ماتریس-اهمیت عملکرد عوامل مؤثر بر عدم قطعیت در اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده

در شکل (۵)، شماره ردیف و اولویت بهبود عوامل به صورت زوج مرتب (شماره ردیف، اولویت بهبود) بیان شده‌اند. همچنین $\mu_b = 4.260$ و $\mu_c = 2.338$ معرف ارزش آستانه اهمیت و ارزش آستانه عملکرد محاسبه شده هستند که درواقع نشان‌دهنده محدوده‌ای بر اساس میانگین ضرایب اهمیت و عملکرد عوامل در ماتریس هستند و اولویت بهبود آن‌ها نسبت به یکدیگر را نشان می‌دهند.

۴-۵ ارزش نهایی، شکاف ارزش، وزن و وزن نرمال شده قابلیت‌های کلیدی

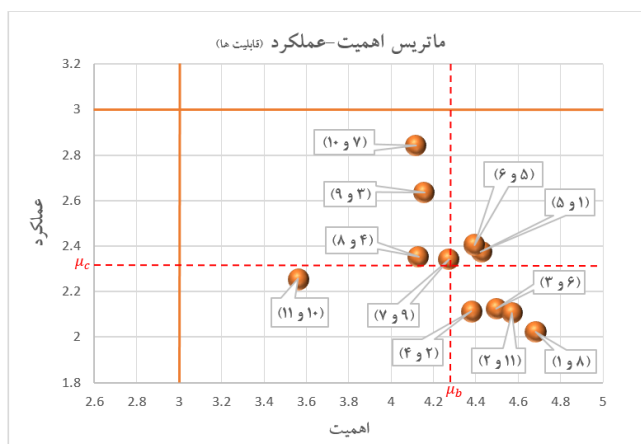
در اینجا به محاسبه ارزش نهایی اهمیت و عملکرد، شکاف ارزش، وزن و وزن نرمال شده قابلیت‌های کلیدی جهت اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده پرداخته شده است و نتایج در جدول (۸) نشان داده شده است.

جدول (۸): ارزش نهایی اهمیت و عملکرد، شکاف ارزش، وزن و وزن نرمال شده قابلیت‌های کلیدی

ردیف	قابلیت‌ها	ارزش نهایی هر عامل		شکاف ارزش	وزن هر عامل $\bar{w}$	وزن نرمال شده	اولویت بهبود
		c_i	b_i				
۱	قابلیت‌های فناورانه	۲/۳۷۴	۴/۴۲۶	۲/۰۵۲	۹/۰۸۲	۰/۰۹۶	پنجم
۲	قابلیت‌های نوآورانه	۲/۱۱۲	۴/۳۸۱	۲/۲۶۹	۹/۹۴۰	۰/۱۰۵	چهارم
۳	قابلیت‌های تست، ساخت و تولید	۲/۶۳۵	۴/۱۵۴	۱/۵۱۹	۶/۳۰۹	۰/۰۶۷	نهم
۴	قابلیت یکپارچه‌سازی سیستم	۲/۳۵۲	۴/۱۲۹	۱/۷۷۷	۷/۳۳۷	۰/۰۷۸	هشتم
۵	قابلیت شبکه‌سازی، تعامل و همکاری	۲/۴۰۵	۴/۳۹۳	۱/۹۸۸	۸/۷۳۳	۰/۰۹۲	ششم
۶	قابلیت مدیریت پروژه‌های کلان	۲/۱۲۵	۴/۴۹۶	۲/۳۷۱	۱۰/۶۶۰	۰/۱۱۳	سوم

ردیف	قابلیت‌ها	ارزش نهایی هر عامل		شکاف ارزش	وزن هر عامل $\bar{z}$	وزن نرمال شده	اولویت بهبود
		b_j	c_j	$-c_j b_j$	OW_j	SW_j	
۷	قابلیت‌های درون‌سازمانی	۴/۱۱۵	۲/۸۴۱	۱/۱۷	۵/۲۴۲	۰/۰۵۵	دهم
۸	قابلیت مدیریت دانش درون و برون‌سازمانی	۴/۶۸۲	۲/۰۲۳	۲/۶۵۹	۱۲/۴۴۹	۰/۱۳۲	اول
۹	قابلیت مدیریت بازار و تعامل با مشتری	۴/۲۷۳	۲/۳۴۱	۱/۹۳۲	۸/۲۵۵	۰/۰۸۷	هفتم
۱۰	قابلیت برون‌سپاری	۳/۵۶۲	۲/۲۵۳	۱/۳۰۹	۴/۶۶۲	۰/۰۴۹	یازدهم
۱۱	قابلیت مهندسی و مدیریت ارزش	۴/۵۷۱	۲/۱۰۶	۲/۴۶۵	۱۱/۲۶۷	۰/۱۱۹	دوم

بر اساس مقادیر به‌دست‌آمده برای ارزش نهایی اهمیت و عملکرد هر یک از قابلیت‌های کلیدی و همچنین در نظر گرفتن عدد ۳ به‌عنوان ارزش آستانه محورهای اهمیت و عملکرد، ماتریس اهمیت-عملکرد برای قسمت قابلیت‌های کلیدی ترسیم گردید که در شکل (۶) نشان داده‌شده است.



شکل (۶): ماتریس-اهمیت عملکرد قابلیت‌ها در اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده

در شکل (۶)، شماره ردیف و اولویت بهبود عوامل به‌صورت زوج مرتب (شماره ردیف، اولویت بهبود) بیان‌شده‌اند. همچنین $\mu_c = 2.320$ و $\mu_b = 4.280$ معرف ارزش آستانه اهمیت و ارزش آستانه عملکرد محاسبه‌شده هستند.

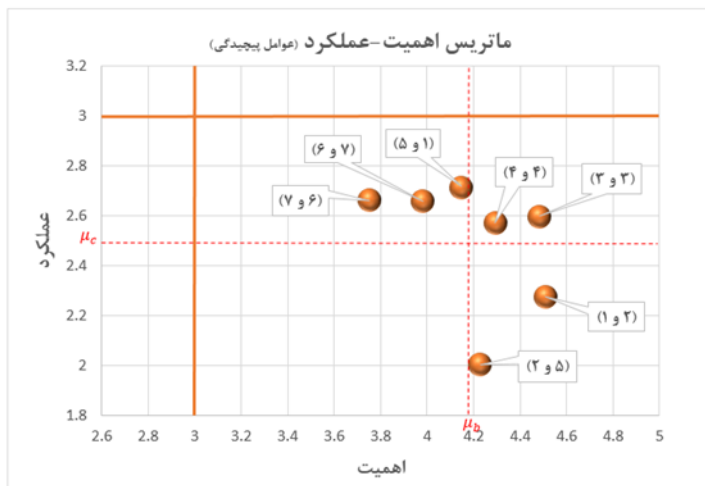
۴-۶ ارزش نهایی، شکاف ارزش، وزن و وزن نرمال شده عوامل پیچیدگی

در اینجا به محاسبه ارزش نهایی اهمیت و عملکرد، شکاف ارزش، وزن و وزن نرمال شده عوامل پیچیدگی اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده پرداخته‌شده است و نتایج در جدول (۹) نشان داده‌شده است.

جدول (۹): ارزش نهایی اهمیت و عملکرد، شکاف ارزش، وزن و وزن نرمال شده عوامل پیچیدگی

اولویت بهبود	ارزش نهایی هر عامل		شکاف ارزش	وزن هر عامل $\bar{J}$	وزن نرمال شده	پیچیدگی ها	ردیف
	c_j	b_j					
پنجم	۲/۷۱۲	۴/۱۴۶	۱/۴۳۴	۵/۹۴۵	۰/۱۱۷	پیچیدگی سازمانی	۱
اول	۲/۲۷۵	۴/۵۱۱	۲/۲۳۶	۱۰/۰۸۶	۰/۱۹۹	پیچیدگی فنی	۲
سوم	۲/۵۹۵	۴/۴۸۲	۱/۸۸۷	۸/۴۵۷	۰/۱۶۷	پیچیدگی ماهیت پروژه	۳
چهارم	۲/۵۷۱	۴/۲۹۳	۱/۷۲۲	۷/۳۹۲	۰/۱۴۵	پیچیدگی محیطی	۴
دوم	۲/۰۰۳	۴/۲۲۶	۲/۰۴	۹/۳۹۴	۰/۱۸۵	پیچیدگی اهداف	۵
هفتم	۲/۶۶۱	۳/۷۵۰	۱/۰۸۹	۴/۰۸۳	۰/۰۸۰	پیچیدگی ذینفعان	۶
ششم	۲/۶۵۷	۳/۹۸۲	۱/۳۲۵	۵/۲۷۶	۰/۱۰۴	پیچیدگی منابع	۷

بر اساس مقادیر به دست آمده برای ارزش نهایی اهمیت و عملکرد هر یک از عوامل پیچیدگی و همچنین در نظر گرفتن عدد ۳ به عنوان ارزش آستانه محورهای اهمیت و عملکرد، ماتریس اهمیت-عملکرد برای قسمت عوامل پیچیدگی ترسیم گردید که در شکل (۷) نشان داده شده است.



شکل (۷): ماتریس اهمیت-عملکرد عوامل پیچیدگی در اجرای پروژه های توسعه محصولات پیچیده

در شکل (۷)، شماره ردیف و اولویت بهبود عوامل به صورت زوج مرتب (شماره ردیف، اولویت بهبود) بیان شده اند. همچنین $\mu_b = 4.198$ و $\mu_c = 2.501$ معرف ارزش آستانه اهمیت و ارزش آستانه عملکرد محاسبه شده هستند.

۵- جمع‌بندی

هدف پژوهش حاضر، تحلیل شکاف میان اهمیت عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، عوامل پیچیدگی و قابلیت‌های اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده و عملکرد پروژه‌های موردنظر در رابطه با این عوامل است که با استفاده از بررسی ادبیات موضوع و نظرسنجی از خبرگان در جهت شناسایی و دسته‌بندی عوامل، روش تجزیه و تحلیل اهمیت-عملکرد و درنهایت ارائه پیشنهادها و راهبردهایی جهت کنترل، مدیریت و بهبود این عوامل می‌باشد. بر اساس پیشینه پژوهش، مطالعات مختلفی (Malhotra, Igel & Wei, 2002) (Davies et al., 2016) (Padalkar et al., 2016) (Florice et al., 2016) (al., 2016) در مورد عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، عوامل پیچیدگی و قابلیت‌های اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده انجام شده است. با توجه به ادبیات و پیشینه پژوهش، یکی از ویژگی‌های ذاتی پروژه‌های توسعه محصول پیچیده، وجود عدم قطعیت‌هاست که با افزایش پیچیدگی، عدم قطعیت‌های پروژه نیز به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. جهت بهبود عملکرد پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده و به تبع آن، مقابله با عدم قطعیت‌های موجود در این گونه پروژه‌ها، اکتساب و توسعه برخی قابلیت‌های موردنیاز، ضروری به نظر می‌رسد و لازم است این سه مفهوم کنار یکدیگر موردتوجه قرار گیرند.

با توجه به تحقیقات انجام شده و چالش‌های پیش روی مدیران، در پژوهش حاضر عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، عوامل پیچیدگی و قابلیت‌های اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده در کنار یکدیگر مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته‌اند و همچنین با استفاده از تحلیل شکاف اهمیت و عملکرد در رابطه با عوامل، اولویت‌های بهبود ارائه شدند که نوآوری و برتری این پژوهش نسبت به پژوهش‌های قبلی را نشان می‌دهد.

بر اساس یافته‌های پژوهش، در قسمت عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، ضعف فرهنگ حاکم در پروژه و سازمان، ابهام در اهداف و اولویت‌ها و تغییرات در برآوردها و مبنای آنها از اولویت‌های بالایی جهت بهبود برخوردارند و همانند تحقیق حاضر، در تحقیقات انجام شده نیز مانند پژوهش هیلسون (Hillson, 1997) عامل فرهنگ حاکم در پروژه و سازمان دارای نقش مهم و تأثیرگذاری در روند مدیریت عدم قطعیت داشته است و پارامترهایی مانند تعهد به زمان و منابع، روابط همکاری بخش‌های مختلف و تمرکز بر فرصت‌ها و نادیده گرفتن آنها را اجزای اصلی فرهنگ حاکم در پروژه جهت مقابله با عدم قطعیت‌ها ذکر کرده است. وارد و چاپمن (Ward & Chapman, 2003) نیز در پژوهش خود دسته‌بندی عوامل مؤثر بر عدم قطعیت

ارائه داده‌اند و مانند پژوهش حاضر به این نتیجه رسیده‌اند که جنبه ابهام در اهداف می‌تواند تأثیر زیادی بر عملکرد پروژه داشته باشد و آن را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین آن‌ها در پژوهش دیگری بر روی تأثیرگذاری نقش ذینفعان پروژه در عدم قطعیت، پژوهشی را انجام داده‌اند و برخلاف پژوهش حاضر، بر این باورند که ذینفعان نقش کلیدی در عدم قطعیت‌های موجود بازی می‌کنند. این امر به دلیل تمرکز زیاد صنایع دفاعی و همچنین پیشرفت خوبی است که در این زمینه کسب کرده است و نیازی به بهبود احساس نمی‌شود. مقاله حاضر همانند پژوهش گردون و نارایانا (Gordon & Narayanan, 1984) پیشنهاد می‌کند که عدم قطعیت محیطی یک متغیر کلیدی است که ساختار پروژه و سازمان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به‌نوعی مؤثر بودن این عامل بر عملکرد پروژه را نشان می‌دهد. مارتینسو و همکاران (Martinsuo et al., 2014) در پژوهش خود، عوامل محیطی و پیچیدگی را مؤثرترین عوامل در به وجود آمدن عدم قطعیت دانسته‌اند و همچنین براون (Brown, 2012) به بررسی عدم قطعیت محیطی و تأثیر تعدادی از وابستگی‌های متقابل بر عملکرد برنامه خرید دفاعی (MDAP) پرداخته است و نتیجه گرفته است که تقاضا تحت عدم قطعیت زیاد، سازمان‌ها را وادار به اکتساب و توسعه انواعی از قابلیت‌های مختلف می‌کند و عامل عدم قطعیت محیطی را بسیار مؤثر می‌داند که در پژوهش حاضر نیز این عامل اهمیت بالایی را داراست اما در رده متوسط اولویت بهبود قرار گرفته است و این امر از عملکرد خوب صنایع دفاعی در رابطه با عوامل ذکر شده حکایت می‌کند. در قسمت عوامل پیچیدگی در پژوهش حاضر، پیچیدگی فنی، اهداف و ماهیت پروژه بالاترین اولویت‌ها جهت بهبود را داشتند که همانند پژوهش‌های انجام‌شده توسط نقی زاده و همکاران (۲۰۱۷) و آچا و همکاران (Acha et al., 2004)، بر پیچیدگی‌های فنی پروژه‌های پیچیده تأکید بسیار شده است و با یافته‌های پژوهش حاضر همسو است. ویدال و همکاران (Vidal et al., 2011) و دیویس (Davies et al., 2011) در تحقیقاتشان، پیچیدگی پروژه را به پیچیدگی فنی، پیچیدگی سازمانی و پیچیدگی خارجی و همچنین پیچیدگی زمانی تقسیم کرده‌اند و بر آن‌ها تأکید داشته‌اند که در پژوهش حاضر نیز پیچیدگی فنی اولویت اول را جهت بهبود دارا است اما پیچیدگی‌های سازمانی و محیطی (خارجی) علی‌رغم اهمیت بالا، اولویت‌های کمتری را جهت بهبود به خود اختصاص داده‌اند که از عملکرد مناسب صنایع دفاعی در مدیریت این‌گونه پیچیدگی‌ها حکایت می‌کند. در قسمت قابلیت‌ها نیز در پژوهش حاضر، قابلیت مدیریت دانش درون و برون‌سازمانی، قابلیت مهندسی و مدیریت ارزش، قابلیت مدیریت پروژه‌های کلان و قابلیت‌های نوآورانه و فناوریانه اولویت‌های بالاتری را به خود اختصاص دادند. در پژوهش‌های انجام‌شده توسط مالهترا (Malhotra, 2002) و ایرفان (Irfan et al., 2019) بر قابلیت مدیریت دانش در پروژه و

سازمان برای مقابله با عدم قطعیت‌ها به‌ویژه عدم قطعیت‌های محیطی بسیار تمرکز شده است و در پژوهش حاضر نیز قابلیت مدیریت دانش اولویت نخست را دارا است و دلیل این امر آن است که در حال حاضر مدیریت دانش به‌عنوان یک قابلیت کلیدی در نوآوری و اجرای پروژه‌های توسعه محصولات و سامانه‌های پیچیده دفاعی به‌صورت اثربخش پیاده‌سازی نمی‌شود. برخی از محققان (Majidpour, Igel & Wei, 2002) (Kiamehr et al., 2017) (2016) در پژوهش‌های خود بر قابلیت‌های فناورانه تأکید بسیار داشته‌اند و آن‌ها را یک دسته از قابلیت‌های اساسی در اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده دانسته‌اند اما در یافته‌های پژوهش حاضر این قابلیت‌ها بنا به شرایط اجرایی پروژه‌ها، در رده‌ی اولویت‌های میانی و متوسط جهت بهبود قرار گرفته‌اند و در حال حاضر، صنایع دفاعی به سطح نسبتاً قابل قبولی از دانش‌ها و مهارت‌ها در رابطه با این قابلیت‌ها دست پیدا کرده‌اند و به همین دلیل این قابلیت‌ها در مقایسه با سایر قابلیت‌های مورد اشاره از اولویت پایین‌تری برای ایجاد و بهبود برخوردارند. کیامهر و همکاران (Kiamehr et al., 2013) و نقی زاده و همکاران (Naghizadeh et al., 2017) در تحقیقات خود تمرکز بر اهمیت قابلیت یکپارچه‌سازی سیستم و پروژه داشته‌اند و بر آن تأکید کرده‌اند اما در پژوهش حاضر قابلیت یکپارچه‌سازی اولویت پایینی جهت بهبود را به خود اختصاص داده است و این امر بدان معنی است که صنایع دفاعی در حال حاضر تا حدودی این قابلیت‌ها را در خود ایجاد کرده است، اما لازم است به‌منظور استفاده از همه ظرفیت‌های موجود در بخش دفاع و سطح ملی نظیر دانشگاه‌ها (صفدری رنجبر و همکاران، ۱۳۹۴) و بعضاً بین‌المللی، سازمان‌ها و صنایع دفاعی به‌عنوان هسته اصلی نوآوری، اجرا و توسعه این پروژه‌ها و محصولات و سامانه‌ها، هر فعالیتی که نیاز به انباشت و یکپارچه‌سازی دانش داشته را در اختیار خود بگیرد و بقیه مواردی که می‌توانند را برون‌سپاری نماید.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که همه عوامل شناسایی‌شده در سه بخش عدم قطعیت، قابلیت و پیچیدگی در ربع اهمیت بالا- عملکرد پایین در ماتریس اهمیت- عملکرد قرار می‌گیرند؛ یعنی مدیران کارشناسان صنایع دفاعی بر اهمیت همه عوامل توافق نظر دارند. همچنین، آن‌ها بر این باورند که عملکرد صنایع دفاعی در مدیریت و کنترل یا بهبود این عوامل ضعیف بوده است. همچنین اشاره شد که راهبرد کلان برای عواملی که در این ربع قرار می‌گیرند، «اینجا تمرکز کنید» است؛ یعنی سازمان‌ها و صنایع مرتبط با اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده دفاعی باید در بخش عدم قطعیت، بر کنترل، کاهش و جلوگیری از تشدید این عوامل، در بخش قابلیت، توسعه و بهبود این عوامل و در بخش پیچیدگی، بر مدیریت این عوامل تمرکز نمایند. اولین چالش در این مسیر این است که آیا همه عوامل شناسایی‌شده از

اولویت یکسانی برای مدیریت و کنترل یا بهبود برخوردارند؟ بر اساس وزن نرمال شده هر یک از عوامل، مشخص شد که به ترتیب در بخش عدم قطعیت باید بر مدیریت، کنترل و کاهش ۱. ضعف فرهنگ حاکم در پروژه و سازمان ۲. ابهام در اهداف و اولویت‌ها ۳. تغییرات در برآوردها و مبنای آن‌ها ۴. عوامل محیطی ۵. ابهام در طراحی و لجستیک ۶. پیچیدگی ۷. ابهام در ساختار سازمان‌دهی/مدیریتی پروژه ۸. ابهام در ارتباط میان ذینفعان و شرکای پروژه تمرکز شود. در بخش قابلیت‌ها باید بر اکتساب، توسعه و بهبود ۱. قابلیت مدیریت دانش درون و برون‌سازمانی ۲. قابلیت مهندسی و مدیریت ارزش ۳. قابلیت مدیریت پروژه‌های کلان ۴. قابلیت‌های نوآورانه ۵. قابلیت‌های فناورانه ۶. قابلیت شبکه‌سازی، تعامل و همکاری ۷. قابلیت مدیریت بازار و تعامل با مشتری ۸. قابلیت یکپارچه‌سازی سیستم ۹. قابلیت‌های تست، ساخت و تولید ۱۰. قابلیت‌های درون‌سازمانی ۱۱. قابلیت برون‌سپاری تمرکز شود و در بخش پیچیدگی باید بر مدیریت و کنترل ۱. پیچیدگی فنی ۲. پیچیدگی اهداف ۳. پیچیدگی ماهیت پروژه ۴. پیچیدگی محیطی ۵. پیچیدگی سازمانی ۶. پیچیدگی منابع ۷. پیچیدگی ذینفعان تمرکز شود.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در بخش عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، عامل ضعف فرهنگ حاکم در پروژه و سازمان از اولویت بالایی برخوردار است. مهم‌ترین دلیلی که می‌تواند در این رابطه وجود داشته باشد، ضعف در شناخت عدم قطعیت، عوامل مؤثر بر عدم قطعیت و فرصت‌هاست که تأثیر زیادی بر عملکرد سازمان می‌گذارد. همچنین ضعف در تعهد به زمان و منابع و ابهام در روابط همکاری بخش‌های مختلف سازمان نیز می‌توانند مؤثر باشند. در بخش قابلیت‌ها، قابلیت مدیریت دانش درون و برون‌سازمانی از اولویت بالایی جهت توسعه و ارتقا برخوردار است. دلیل این امر آن است که در حال حاضر مدیریت دانش به‌عنوان یک قابلیت کلیدی در اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده دفاعی، نه تنها در سطح برون‌سازمانی، بلکه در سطح درون‌سازمانی نیز به‌صورت اثربخش پیاده‌سازی نمی‌شود. در بخش عوامل پیچیدگی، پیچیدگی فنی از اولویت بالایی جهت مدیریت و کنترل برخوردار است. به دلیل ماهیت پروژه‌های اجرایی در صنایع دفاعی و پیچیدگی فنی منحصر به فردی که در آن‌ها وجود دارد، اجرا و توسعه صحیح و مناسب پروژه‌ها و محصولات مرتبط با این صنایع، مستلزم توجه حداکثری به کنترل و مدیریت پیچیدگی فنی در این امر است. در بخش عدم قطعیت، اولویت دوم به عامل ابهام در اهداف و اولویت‌ها اختصاص پیدا کرده است. وضعیت کنونی که صنایع دفاعی و سازمان‌های وابسته در آن قرار دارند، ایجاب می‌کند که اهداف متعددی را جهت کنترل و مدیریت وضعیت دنبال کند و این امر باعث می‌شود ابهاماتی در اولویت‌ها و اهداف به‌طور ناخواسته ایجاد شود. به‌طور کلی اگر به دنبال بهبود عملکرد پروژه باشیم ضروری است که اهداف پروژه، اولویت‌بندی

آن‌ها و موازنه بین اولویت‌ها کاملاً شفاف و روشن شده باشد. در بخش قابلیت‌ها، قابلیت مهندسی و مدیریت ارزش در اولویت دوم قرار گرفته است. کنترل و کاهش هزینه‌های غیرضروری، صرفه‌جویی در زمان و به‌طور کلی بهینه کردن فرایندهای کاری یکی از مهم‌ترین مسائل مورد توجه در پروژه‌ها به‌خصوص پروژه‌های پیچیده صنایع دفاعی است. صنایع دفاعی در این بخش به دلیل بودجه‌های محدود و پروژه‌های حیاتی که باید به انجام برسانند، باید بیش‌ازپیش توجه خود را معطوف کند تا بتواند با حداقل هزینه و صرف زمان، پروژه‌ها را به نحو احسن به پایان برساند. در بخش پیچیدگی، اولویت دوم مربوط به پیچیدگی در اهداف پروژه‌های دفاعی است. همان‌گونه در بخش عدم قطعیت بیان شد، صنایع دفاعی در اجرای پروژه‌ها دارای اهداف چندگانه است که باعث ابهام و پیچیدگی در آن‌ها می‌شود. به همین جهت باید بر روی مدیریت و کنترل پیچیدگی در اهداف تمرکز نماید.

اولویت سوم در بخش عدم قطعیت به عامل تغییرات در برآوردها و مبنای آن‌ها اختصاص پیدا می‌کند. حیطه بسیار مهمی از عدم قطعیت به تغییرات در برآوردها و مبنای آن‌ها مرتبط می‌شود. به‌عنوان مثال در برخی موارد در پروژه‌های صنایع دفاعی ممکن است به دلیل نبود داده‌های آماری ناگزیر از برآوردهای ذهنی بجای برآوردهای عینی استفاده شده باشد که مسلماً بر دقت و کیفیت برآوردها اثرگذار خواهد بود. به‌طور کلی کیفیت مقادیر برآورد شده به موارد متعددی از جمله برآورد کننده، نوع برآوردها، چرایی و چگونگی تهیه آن‌ها و همچنین زمان تهیه آن‌ها، فرضیاتی که بر مبنای آن‌ها برآوردها صورت گرفته و اینکه برآوردها بر مبنای چه منابع و تجربیاتی تعیین شده‌اند وابسته است. در بخش قابلیت‌ها، مدیریت پروژه‌های کلان، اولویت سوم را داراست. در رابطه با برنامه‌ریزی و مدیریت پروژه‌های کلان لازم است صنایع اجراکننده پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده با بهره‌برداری از ساختارهای سازمانی ماتریسی و پروژه محور به ارتقای انعطاف‌پذیری سازمان برای پاسخگویی به نیازهای به وجود آمده در طول پروژه بپردازند و همچنین به یکپارچه‌سازی اثربخش انواع مختلف دانش و مهارت‌ها و مهارت‌ها و عدم قطعیت‌های موجود در پروژه‌ها اقدام نمایند. در بخش پیچیدگی، اولویت سوم مربوط به پیچیدگی ماهیت پروژه است. وجود محدودیت‌های مختلف و پیچیده در پروژه، پیچیدگی ارتباطات و وابستگی بین فعالیت‌ها و برنامه‌ریزی سطح بالا، محدوده نامشخص و پیچیده پروژه و سیستم تدارکات پیچیده پروژه می‌توانند از عواملی باشند در روند اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده دفاعی به چشم می‌خورد که باید جهت مدیریت و کنترل این عوامل، اقدامات مؤثری انجام شود. باقی عوامل در سه بخش عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، قابلیت‌ها و عوامل پیچیدگی از اولویت‌های پایین‌تری برای مدیریت و بهبود برخوردارند و در جای خود

باید بر روی آن‌ها نیز تمرکز شود.

پژوهش حاضر به‌طور کلی به شناسایی و اولویت‌بندی از منظر اهمیت عوامل مؤثر بر عدم قطعیت و عوامل پیچیدگی و توسعه قابلیت‌ها در اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده دفاعی و عملکرد در رابطه با این عوامل پرداخته است که از این نظر نسبت به پژوهش‌های گذشته دارای نوآوری و برتری است و برای این هدف از منابع کتابخانه‌ای در رابطه با ادبیات موضوع، نظرسنجی از جمعی از خبرگان صنایع دفاعی در قالب گروه خبرگی و پرسشنامه اکتفا کرده است و به همین جهت شامل برخی محدودیت‌ها است که می‌توان به نبود منابع کافی به‌ویژه منابع داخلی در برخی حوزه‌ها از جمله مدیریت عدم قطعیت و پژوهش‌های انجام‌شده در راستای توسعه قابلیت‌ها برای مدیریت عوامل مؤثر بر عدم قطعیت و پیچیدگی و حجم نمونه در دسترس نسبتاً کم اشاره کرد.

- پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی به عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، قابلیت‌ها و عوامل پیچیدگی در اجرای پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده در سایر صنایع غیر دفاعی نظیر حوزه‌های انرژی، حمل‌ونقل، نفت و گاز و غیره بپردازند و با توجه به متفاوت بودن فضای فعالیت‌های صنایع دفاعی و غیر دفاعی به مقایسه یافته‌ها بپردازند.

- انجام مطالعه موردی بر روی پروژه یا محصولی خاص در رابطه با پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده دفاعی می‌تواند نتایج کاربردی‌تری به همراه داشته باشد. به دلیل محدودیت‌هایی که برای بررسی پروژه‌های صنایع دفاعی و سازمان‌های وابسته وجود داشت، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از طریق مطالعه موردی چند پروژه توسعه محصول پیچیده دفاعی به شناسایی عوامل مؤثر بر عدم قطعیت، قابلیت‌ها و عوامل پیچیدگی پرداخته شود و یافته‌های آن پژوهش با یافته‌های پژوهش حاضر مقایسه شود.

- عدم قطعیت و عوامل مؤثر بر آن، حیطه‌ای بسیار مهم و نسبت به اهمیت آن در سازمان‌ها و پروژه‌ها به‌خصوص پروژه‌های توسعه محصولات پیچیده صنایع دفاعی، ناشناخته است و نادیده گرفته می‌شود. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، به‌طور خاص بر روی مقوله عدم قطعیت، عوامل مؤثر بر عدم قطعیت و مدیریت آن‌ها در پروژه‌های توسعه محصول پیچیده به‌صورت مطالعه موردی تمرکز شود تا بتوان خلأ موجود در این موضوع را برطرف کرد.

- Acha, V., Davies, A., Hobday, M., Salter, A., 2004. Exploring the capital goods economy: complex product systems in the UK. *Industrial and Corporate Change*, 13(3), 505-529.
- Atkinson, R., Crawford, L. and Ward, S., 2006. Fundamental Uncertainties in Projects and the Scope of Project Management, *International Journal of Project Management*, 24: 687-698.
- Bakhshi, J., Ireland, V., & Gorod, A., 2016. Clarifying the project complexity construct: Past, present and future, *International Journal of Project Management*, 34(7), 1199-1213.
- Bjorvatn, T., & Wald, A., 2018. Project complexity and team-level absorptive capacity as drivers of project management performance, *International Journal of Project Management*, 36(6), 876-888.
- Blanchard, B. S., Blyler, J. E. 2016. *System Engineering Management*. Fifth Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
- Bosch-Rekveltdt, M., Jongkind, Y., Mooi, H., Bakker, H., Verbraeck, A., 2011. Grasping ptoject complexity in large engineering projects: The TOE (Technical, Organizational and Enviromental) framework. *International Journal of Project Management*, 29(6), pp.728-739.
- Brown, M.M., 2012. Acquisition risks in a world of joint capabilities: A study of interdependency complexity (No. UNC-AM-12-215). NORTH CAROLINA UNIV AT CHARLOTTE DEPT OF POLITICAL SCIENCE.
- Chen, J., Tong, L., Ngai, E. W. T. 2007. Inter-organizational knowledge management in complex products and systems (Challenges and an exploratory framework). *Journal of Technology Management in China* Vol. 2 No. 2, pp. 134-144.
- Choung, J. Y., Hwang, H. R. (2007). Developing the complex system in Korea: the case study of TDX and CDMA telecom system. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, Vol. 1, No. 2.
- Daft, R.L. and Lengel, R.H., 1986. Organizational information requirements, media richness and structural design. *Management science*, 32(5), 554-571.
- Daniel, P. A., & Daniel, C., 2018. Complexity, uncertainty and mental models: From a paradigm of regulation to a paradigm of emergence in project management, *International journal of project management*, 36(1), 184-197.
- Davies, A., Hobday, M., 2005. *The business of projects (Managing innovation in complex product systems)*. Cambridge University Press, New York.
- Davies, A., Dodgson, M. and Gann, D., 2016. Dynamic capabilities in complex projects: The case of London Heathrow Terminal 5. *Project Management Journal*, 47(2), pp.26-46.
- Davies, A., Brady, T., Prencipe, A., Hobday, M. (2011). *Innovation in Complex Products and Systems: Implications for Projectbased Organizations*. Project-Based Organizing and Strategic Management.

Advances in Strategic Management, Volume 28, 3–26.

Davies, A. and Brady, T. 2000. Organizational capabilities and learning in complex product systems: towards repeatable solutions. *Research Policy*, 29 (7-8), 931–953.

Davies, T., 2011, August. Aspects of complexity: Managing projects in a complex world. Project Management Institute.

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

Eriksson, P. E., Larsson, J., & Pesämaa, O., 2017. Managing complex projects in the infrastructure sector—A structural equation model for flexibility-focused project management, *International journal of project management*, 35(8), 1512-1523.

Florice, S., Michela, J. L., & Piperca, S., 2016. Complexity, uncertainty-reduction strategies, and project performance, *International Journal of Project Management*, 34(7), 1360-1383.

Gordon, L.A. and Narayanan, V.K., 1984. Management accounting systems, perceived environmental uncertainty and organization structure: an empirical investigation. *Accounting, organizations and society*, 9(1), 33-47.

Gul, S., & Khan, S., 2011. Revisiting project complexity: Towards a comprehensive model of project complexity, In 2nd International Conference on Construction and Project Management. Singapore, IACSIT Press. IPEDR (Vol. 15, 148-155).

Hillson, D.A., 1997. Towards a risk maturity model. *The International Journal of Project & Business Risk Management*, 1(1), pp.35-45.

Hobday, M., Rush, H., 1999. Technology management in complex product systems (CoPS) – ten questions answered. *International Journal of Technology Management*. 17(6), 618–638.

Hobday, M., Davies, A., Prencipe, A. 2005. System integration: a core capability of Modern Corporation. *Industrial and Corporate Change*. Vol. 14, No. 6, pp. 1109-1143.

Hobday, M. 1998. Product complexity, innovation and industrial organization. *Research Policy*, Vol. 26, pp. 689–710.

Igel, B. and Wei, Z., 2002. A framework to analyse the competence to innovate complex product systems in the stored program control switchboard industry. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 2(6), 537-556.

Irfan, M., Hassan, M. and Hassan, N., 2019. The Effect of Project Management Capabilities on Project Success in Pakistan: An Empirical Investigation. *IEEE Access*, 7, 39417-39431.

Jaafari, A., 2001. Management of Risks, Uncertainties and Opportunities on Projects: Time for a Fundamental Shift, *International Journal of Project Management* 19(2) 89—101.

Johansson, G., & Säfsten, K., 2015. Managing uncertainty, complexity and dispersion in product development projects, *International Journal of Product Development*, 20(1), 25-48.

- Kiamehr, M., 2017. Paths of technological capability building in complex capital goods: The case of hydro electricity generation systems in Iran. *Technological Forecasting and Social Change*, 122, 215-230.
- Kiamehr, M., Hobday, M., Kermanshah, A. (2013). Latecomer systems integration capability in complex capital goods: the case of Iran's electricity generation systems. *Industrial and Corporate Change*, pp. 1-28.
- Knight FH., 1964. Risk, uncertainty and profit, New York: Augustus M. Kelley.
- Lee, J. J.; Yoon, H., 2015. A comparative study of technological learning and organizational capability development in complex products systems: Distinctive paths of three latecomers in military aircraft industry. *Research Policy*. 44(7), 1296-1313.
- Li, M., Liu, H., & Zhou, J., 2018. G-SECI model-based knowledge creation for COPS innovation: the role of grey knowledge. *Journal of Knowledge Management*, 22(4), .911-887.
- 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), pp.610-622.
- Majidpour, M., 2016. Technological catch-up in complex product systems. *Journal of Engineering and Technology Management*, 41, 92-105.
- Malhotra, Y., 2002. Knowledge management and new organization forms: A framework for business model innovation. In *Intelligent Support Systems: Knowledge Management* (pp. 177-199). IGI Global.
- Martilla, J. A., James, J. C., 1977. Importance-Performance Analysis. *Journal of Marketing*. 4(11): 77-79.
- Martinsuo, M., Korhonen, T., Laine, T., 2014. Identifying, framing and managing uncertainties in project portfolios, *International Journal of Project Management*. 32 (5), 732-746.
- Miller, D., 1991. Stale in the saddle: CEO tenure and the match between organization and environment. *Management science*, 37(1), 34-52.
- Naghizadeh, M., Manteghi, M., Ranga, M. and Naghizadeh, R., 2017. Managing integration in complex product systems: The experience of the IR-150 aircraft design program. *Technological Forecasting and Social Change*, 122, 253-261.
- Padalkar, M., & Gopinath, S., 2016. Are complexity and uncertainty distinct concepts in project management? A taxonomical examination from literature, *International Journal of Project Management*, 34(4), 688-700.
- Park, T. Y., 2012. How a latecomer succeeded in a complex product system industry: three case studies in the Korean telecommunication systems. *Industrial and Corporate Change*, 22(2), 363-396.
- Park, T. Y., & Kim, J. Y., 2014. The capabilities required for being successful in complex product systems: case study of Korean e-government. *Asian Journal of Technology Innovation*. 22(2), 268-285.
- Patanakul, P., Kwak, Y. H., Zwikael, O., & Liu, M., 2016. What impacts the performance of large-scale government projects? *International Journal of Project Management*, 34(3), 466-452.
- Pearson, L., 2012. Early warning of disasters: Facts and figures. *SciDev. Net*, November, 21.

- Perminova, O., Gustafsson, M., Wikström, K., 2008. Defining uncertainty in projects—a new perspective. *International journal of project management*, 26(1), 73-79.
- Pinto, J. K., & Winch, G., 2016. The unsettling of settled science: The past and future of the management of projects, *International Journal of Project Management*, 34(2), 237-245.
- Prencipe, A. 2000. Breadth and depth of technological capabilities in CoPS: the case of the aircraft engine control system. *Research Policy*, Vol. 29, pp. 895–911.
- Qazi, A., Quigley, J., Dickson, A., & Kirytopoulos, K., 2016. Project Complexity and Risk Management (ProCRiM): Towards modelling project complexity driven risk paths in construction projects, *International Journal of Project Management*, 34(7), 1183-1198.
- Qureshi, S. M., & Kang, C., 2015. Analysing the organizational factors of project complexity using structural equation modelling, *International Journal of Project Management*, 33(1), 165-176.
- Ren, Y. T. and Yeo, K. T., 2006. Research Challenges on Complex Product Systems (CoPS) Innovation. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, 23(6), 519-529.
- Saaty, T.L., 2005. *Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks*. RWS publications.
- Su, J., & Liu, J., 2012. Effective dynamic capabilities in complex product systems: experiences of local Chinese firm. *Journal of Knowledge-based Innovation in China*, 4(3), 188-174.
- Teece, D. and Leih, S., 2016. Uncertainty, innovation, and dynamic capabilities: An introduction. *California Management Review*, 58(4), pp.5-12.
- Vidal, L. A., Marle, F., & Bocquet, J. C. 2011. Measuring project complexity using the Analytic Hierarchy Process, *International Journal of Project Management*, 29(6), 718-727.
- Ward, S., & Chapman, C., 2003. Transforming project risk management into project uncertainty management, *International journal of project management*, 21(2), 97-105.
- Ward, S., & Chapman, C., 2008. Stakeholders and uncertainty management in projects, *Construction management and economics*, 26(6), 563-577.
- Williams, T. M., 1999. The need for new paradigms for complex projects, *International journal of project management*, 17(5), 269-273.
- Yin, S. H., Wang, C. C., Teng, L. Y., & Hsing, Y. M., 2012. Application of DEMATEL, ISM, and ANP for key success factor (KSF) complexity analysis in RD alliance, *Scientific Research and Essays*, 7(19), 1872-1890.
- Zhang, L., Lam, W., Hu, H., 2013. Complex product and system, catch-up, and sectoral system of innovation: a case study of leading medical device companies in China. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 6(3).
- آذر، عادل؛ خسروانی، فرزانه؛ جلالی، رضا، ۱۳۹۲. تحقیق در عملیات نرم (رویکردهای ساختاردهی مسئله. انتشارات سازمان

مدیریت صنعتی، چاپ اول.

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، سال پنجم، شماره ۳، صص ۲۶-۱.

عزیزی، مجتبی؛ مقدم، عادلہ.، ۱۳۹۵. ارائه الگویی برای مدیریت پروژه‌های توسعه فناوری در صنعت نفت و گاز ایران. فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت نوآوری، سال پنجم، شماره ۱، صص ۱۲۸-۱۰۳.

فرتاش، کیارش؛ محسنی کیاسری، مصطفی؛ سعدآبادی، علی اصغر.، ۱۳۹۵. نقش توانمندی مدیریت فناوری در فرآیند توسعه محصولات جدید دفاعی (یافته‌های تجربی). فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت نوآوری، سال پنجم، شماره ۲، صص ۱۶۲-۱۳۵.

نقی زاده، محمد؛ منطقی، منوچهر؛ نقی زاده، رضا.، ۱۳۹۴. همگرایی توانمندی‌های علمی و فناورانه بازیگران مختلف در توسعه سامانه‌های تولیدی پیچیده هوایی. فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت توسعه فناوری، دوره سوم، شماره ۲، صص ۵۴-۲۷.

-
1. Shape, Harness, and Manage Project Uncertainty
 2. Task, Organization, Enviroment
 3. Task & Organization
 4. Complex Product Systems
 5. Major Defense Acquisition Program
 6. Oil Turbo Compressor