

## الزامات و چالش‌های مدیریت پروژه محصولات و سیستم‌های پیچیده

زهرا نوری

دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران  
zahra.noori@modares.ac.irمجتبی عزیزی<sup>۱</sup>دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران  
azizi.pm@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۰

تاریخ اصلاحات: ۱۳۹۸/۱۱/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۰

## چکیده

محصولات و سیستم‌های پیچیده (CoPS)، محصولات، سیستم‌ها، خدمات و دارایی‌های زیرساختی هستند که دارای هزینه بالایی بوده و نیازمند تکنولوژی پیشرفته هستند. آن‌ها محصولات سرمایه‌ای هستند که بدنه اقتصاد و جوامع مدرن را شکل می‌دهند. از آنجا که این محصولات به صورت سفارشی ساخته می‌شوند، به توسعه این محصولات به صورت پروژه نگریسته می‌شود. متفاوت بودن ماهیت محصولات CoPS موجب شده نحوه مدیریت این پروژه‌ها تفاوت‌هایی با پروژه‌های معمول داشته باشد. در این پژوهش با بررسی جامع ادبیات حوزه CoPS از منظر مدیریت پروژه، به تفاوت‌های پروژه‌های CoPS و نحوه مدیریت آن‌ها پرداخته‌ایم. این مقاله به صورت مرور ادبیات نظام‌مند در حوزه CoPS انجام شده است. در این راستا جستجوی مقالات در پایگاه‌های داده فارسی و انگلیسی انجام شده است. در جستجوی اولیه ۸۴ مقاله شناسایی شد که پس از بررسی‌های ثانویه و مطالعه چکیده، تعداد مقالات مرتبط به ۲۲ مورد کاهش یافت. بر اساس نتایج بدست آمده، مدیریت پروژه‌های محصولات و سیستم‌های پیچیده از جنبه‌هایی نظیر مدیریت یکپارچگی، مدیریت ارتباطات، مدیریت محدوده، رویکرد برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، مدیریت زمان و هزینه، مدیریت ریسک و مدیریت ذینفعان با پروژه‌های معمول، تفاوت دارد. دلیل حجم عظیمی از فعالیت‌ها و ذینفعان درگیر، استفاده از یک رکن هماهنگ‌کننده در زمان عقد قرارداد در این پروژه‌ها سودمند خواهد بود. اگر چه مطلع نمودن ذینفعان حائز اهمیت است، اما در این پروژه‌ها دلیل حضور ذینفعان متعدد، در بخش‌هایی از پروژه و به انتخاب مدیر پروژه باید از درگیر نمودن ذینفعان اجتناب نمود. پیش‌بینی ذخایر احتیاطی و مدیریتی به عنوان محل‌هایی برای رفع دغدغه‌های ناشی از افزایش هزینه‌ها، یکی از راهکارهای پیشنهادی برای مدیریت هزینه است. پیاده‌سازی سیستم‌های هشدار سریع برای مواجهه با ریسک پروژه‌های CoPS نیز در مدیریت ریسک این پروژه‌ها بکار می‌رود. در انتهای تحقیق، بر اساس مطالعات صورت گرفته روی ادبیات روندهای تحقیقاتی بیشتر در کشور پیشنهاد شده است.

## واژگان کلیدی

محصولات و سیستم‌های پیچیده؛ CoPS؛ مدیریت پروژه؛ مدیریت فناوری.

## ۱- مقدمه

ارائه گردید [۵]. فرایند تولید یک محصول پیچیده در یک سازماندهی پروژه‌ای انجام می‌شود [۱] تا امکان مشارکت مستقیم کاربر، مالک، بهره‌بردار، دولت، تأمین‌کنندگان و بطور کلی ذینفعان را در فرایند نوآوری بوجود آورد [۶]. دلیل عمده ایجاد اینگونه ساختار، توان واکنش در برابر تکامل سریع و بنیادی فناوری‌ها و یکپارچگی محصول در بین وظایف مختلف و تغییر در نیازهای مشتری است؛ چرا که ساختار وظیفه‌ای بطور معمول با فقدان انعطاف‌پذیری برای پاسخگویی به الزامات در حال تغییر پروژه و همگامی با پیچیدگی‌های آن مواجه است [۱]. تحقیق در حوزه ارتباط بین پروژه‌ها و نوآوری مهم است؛ چرا که دستیابی به فناوری نیازمند مسیری نوآورانه در توسعه محصول و مدیریت پروژه یکپارچه است. به عبارت دیگر در نوآوری فناورانه که جزء مهمی از توسعه محصولات CoPS است، توانایی مدیریت پروژه حیاتی است [۷]. براساس بررسی‌های

ایده اولیه این موضوع که می‌توان یک دسته‌بندی تحقیقاتی جدید برای محصولات و سیستم‌های پیچیده ایجاد کرد، ابتدا از ادبیات سیستم‌های نظامی نشأت گرفت. ماحصل پژوهش‌های دانشمندی که روی اندازه‌گیری پیچیدگی سیستم، سیستم‌های فنی کلان نظامی و صنعتی، مدیریت پروژه و مدیریت سازمان‌های صنعتی کار می‌کردند، منجر به شکل‌گیری مفهوم محصولات و سیستم‌های پیچیده شد (CoPS<sup>۱</sup>). بررسی محصولات و سیستم‌های پیچیده به‌عنوان یک حوزه تحقیقاتی مجزا، نخستین بار در اواخر دهه ۸۰ میلادی توسط هابدی<sup>۲</sup> و همکاران او

1. Complex Product and Systems (CoPS)  
2. Hobday

به عمل آمده پروژه‌های CoPS یک دهم سرمایه و بودجه سالانه را در کشورهای توسعه یافته به خود اختصاص می‌دهند [۸]. در کشورهای در حال توسعه، دلیل نقش سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی در نوسازی اقتصاد، توجه به این پروژه‌ها مهم‌تر و ضروری‌تر است [۵]. این قبیل محصولات نقش مهمی در اقتصاد جوامع ایفا می‌کنند و همواره نقش حیاتی در پیشرفت صنعتی و اقتصادی کشورها داشته‌اند. مطالعه پروژه‌های CoPS، درک عمیقی از نوآوری در محصولات و سیستم‌های پیچیده را فراهم می‌کند که می‌تواند زمینه را برای افزایش عملکرد بنگاه‌ها و جهت‌دهی دولت به نهادهای سیاست‌گذار و تصمیم‌گیرنده بوجود آورد. لذا اهمیت این صنایع در رشد اقتصادی کشور، ملی بودن غالب این پروژه‌ها و افزایش تعداد آنها در سال‌های اخیر، لزوم تفکیک آنها از سایر انواع محصولات را خاطر نشان می‌سازد [۲]. در تحقیقات اندکی به حوزه CoPS در قالب پروژه نگریسته شده و تحقیقاتی که به این موضوع پرداخته‌اند نیز عموماً بر یکی از کارکردهای مدیریت پروژه نظیر یکپارچگی، ریسک، ارتباطات و ... تمرکز داشته‌اند و کمبود دیدگاه جامع احساس می‌شود. با توجه به حجم سرمایه‌بری بالا و نیز اهمیت راهبردی پروژه‌های CoPS از یک سو، کمبود مطالعات در این حوزه در کشور از سوی دیگر و نیز لزوم اتخاذ رویکرد پروژه‌محور در مدیریت آنها، در این تحقیق به بررسی و مروری بر ادبیات این حوزه از دیدگاه مدیریت پروژه و کارکردهای مختلف آن خواهیم پرداخت تا ضمن شفاف‌شدن اهمیت آن، ذهن خوانندگان را با موضوع درگیر کرده و با ارائه روندهای تحقیقاتی در دنیا، مسیر انجام تحقیقات بیشتر در این حوزه را در کشور فراهم نماییم. بطور کلی در این نوشتار بدنبال یافتن پاسخ برای سؤالات ذیل هستیم:

• پروژه‌های محصولات و سیستم‌های پیچیده (CoPS) چه ویژگی‌هایی دارند و چگونه می‌توان آن‌ها را از سایر پروژه‌ها متمایز کرد؟  
 • مدیریت پروژه‌های CoPS چه تفاوتی با مدیریت سایر پروژه‌ها داشته و تأثیر این تفاوت‌ها بر اصول مدیریت پروژه چه هستند؟  
 • مهم‌ترین مسیرها و حوزه‌های پژوهشی پیش‌رو جهت انجام تحقیقات آتی در زمینه CoPS کدامند؟

#### ۲- روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش از روش کتابخانه‌ای و مرور ادبیات نظام‌مند جهت گردآوری اطلاعات استفاده شده است و از دستورالعمل‌های ارائه شده توسط [۹] پیروی شده است. بر این اساس، سه گام جهت گردآوری داده‌ها، طرح‌ریزی شد. در گام نخست برنامه و نحوه گردآوری اطلاعات براساس سؤالات پژوهش و سایت‌ها و مجلات علمی تدوین شد. در مرحله بعد جستجوی مقالات انجام شد. در این مرحله جهت گردآوری اطلاعات، جستجو در پایگاه اطلاعات داخلی و بین‌المللی با کلیدواژه‌های «محصولات و سیستم‌های پیچیده»، «Products and Systems Complex» و «CoPS» صورت پذیرفت. جهت یافتن مقالات داخلی، از پایگاه‌های SID،

جدول ۱- اطلاعات پایگاه‌های داده

ردیف	پایگاه داده	تعداد مقالات با کلیدواژه محصولات و سیستم‌های پیچیده یا Complex Products and Systems	تعداد مقالات با کلیدواژه CoPS	تعداد مقالات در دسته اولویت اول
۱	SID	۱۰	۲	۳
۲	CIVILICA	۶	۶	۰
۳	Iran Doc	۳	۰	۱
۴	ScienceDirect	۲۱۱	۵۵۲۱	۱۴
۵	SAGE	۴۹	۴۲۴۵	۱
۶	Wiley	۵۳	۴۸۰۹	۱
۷	Google Scholar	۴۳۴۰	۲۴۷	۲
	مجموع			۲۲

جدول ۲- اطلاعات مجلات منتشر کننده مقالات حوزه CoPS

ردیف	عنوان مجله	تعداد مقاله
۱	Research Policy	۳
۲	Systems Engineering	۲
۳	Industrial Marketing Management	۱
۴	International Journal of Innovation Management	۱

تیم پروژه است [۱۰]. پیچیدگی پروژه‌ها را در چهار سطح می‌توان مورد بررسی قرار داد:

- پیچیدگی ساختاری: در پروژه‌هایی با اجزای بهم مرتبط زیاد دیده می‌شود؛
- پیچیدگی فنی: در پروژه‌هایی که با چالش‌های فنی یا طراحی ناشناخته روبرو هستند؛
- پیچیدگی جهت‌گیری: در پروژه‌هایی که اهداف یا مسیرهای دستیابی به آن ناشناخته است؛
- پیچیدگی محیطی: در پروژه‌هایی که تغییرات عمده محیطی در طول زمان وجود دارد [۷].

پروژه‌های پیچیده الزاماً ویژگی‌های پروژه‌های CoPS را نظیر کالای سرمایه‌ای بودن، سفارشی بودن و اتکا به فناوری پیشرفته را ندارد. به‌عنوان مثال یک پروژه مگامال را که از اجزای بسیاری تشکیل شده (پیچیدگی ساختاری) و ذینفعان زیادی درگیر آن هستند، می‌توان پروژه‌های پیچیده در نظر گرفت اما این پروژه، در دسته‌بندی پروژه‌های CoPS قرار نخواهد گرفت. چون کالای سرمایه‌ای نبوده و الزاماً نیازمند فناوری خاص و پیشرفته نیست. با روشن شدن نقاط تمایز پروژه پیچیده و پروژه‌های CoPS، تمرکز این پژوهش بر پروژه‌های CoPS است. براساس بررسی‌های به‌عمل آمده، پژوهش‌های حوزه CoPS را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد (شکل ۱):

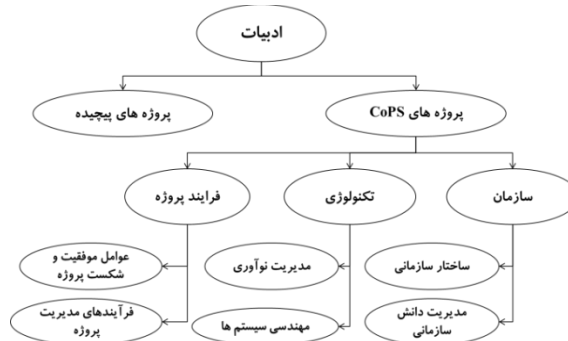
- تعدادی از پژوهشگران به محصولات و سیستم‌های پیچیده از درجه سازمانی [۶، ۵، ۱۱] نگریسته‌اند. با توجه به آن که عموماً در اجرای این پروژه‌ها، چندین سازمان درگیر هستند، جهت موفقیت پروژه، می‌بایست ساختار سازمان‌های درگیر چه ویژگی‌هایی داشته باشد و راهبردهای مناسب جهت اجرای این پروژه‌ها کدامند. از سوی دیگر با توجه به آن که در این پروژه‌ها، دانش‌های جدید بسیاری بدلیل ماهیت خاص پروژه، حاصل می‌شود، نحوه ذخیره و اشتراک دانش بین سازمان‌های درگیر مورد توجه پژوهشگران بوده است؛
- با توجه به ویژگی‌های پروژه‌های CoPS، نوآوری و مدیریت آن نقش مهمی در موفقیت این پروژه‌ها ایفا می‌نماید. از همین روی تعدادی از پژوهش‌ها [۱، ۲، ۳، ۱۱-۱۲، ۱۳] از جنبه مدیریت نوآوری و مهندسی سیستم‌ها به موضوع نگریسته‌اند.
- در نهایت از آنجا که فرایند تولید یک محصول پیچیده در یک سازماندهی پروژه‌ای انجام می‌شود [۱]، تعدادی از پژوهشگران [۱۴، ۱۵، ۱۶] نیز از جنبه مدیریت پروژه نظیر نحوه مدیریت ریسک، مدیریت زمان‌بندی، مدیریت هزینه و ... در پروژه‌های CoPS به موضوع پرداخته‌اند.

ردیف	عنوان مجله	تعداد مقاله
۵	International Journal of Project Management	۱
۶	Journal of Knowledge-based Innovation in China	۱
۷	The Journal of Technology Transfer	۱
۸	Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers	۱
۹	Project Management Journal	۱
۱۰	Technological forecasting and social change	۱
۱۱	Technology in society	۱
۱۲	Technovation	۱
۱۳	فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی	۱
۱۴	فصلنامه مدیریت توسعه فناوری	۱
۱۵	مدیریت صنعتی آزاد سنندج	۱

### ۳- یافته‌های پژوهش

بمنظور شفافیت و درک بهتر تحقیقات انجام‌شده در حوزه محصولات و سیستم‌های پیچیده، ابتدا ساختاری جهت دسته‌بندی این تحقیقات ارائه می‌گردد و تعاریف مرتبط با پروژه‌های CoPS و ویژگی‌های آن نیز تشریح می‌شود. سپس در مهم‌ترین بخش این مقاله، مدیریت پروژه‌های CoPS از ابعاد مختلف مورد بحث و بررسی قرار گرفته و شکاف‌های مطالعاتی این حوزه شناسایی می‌شود.

براساس شکل ۱، در ادبیات دو اصطلاح پروژه‌های محصولات و سیستم‌های پیچیده (CoPS) و پروژه‌های پیچیده<sup>۱</sup> به چشم می‌خورد که براساس تعاریف ارائه‌شده، این دو مفهوم مجزا از یکدیگر هستند. به منظور شفاف شدن موضوع، در اینجا به ارائه تعریف پروژه‌های پیچیده و تفاوت آن با پروژه‌های CoPS می‌پردازیم. لازم به ذکر است در برخی پژوهش‌ها، پژوهشگران به اشتباه این دو را معادل یکدیگر بکار برده‌اند.



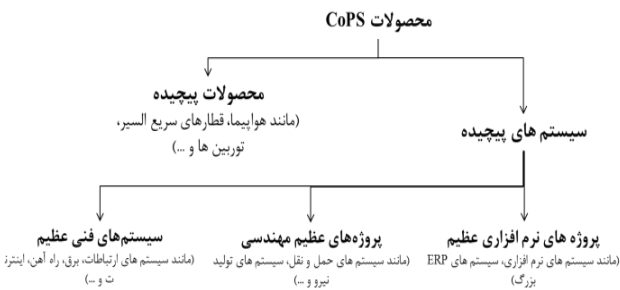
شکل ۱- ساختار پژوهش‌ها در زمینه CoPS و پروژه‌های پیچیده

پروژه‌های پیچیده، پروژه‌هایی هستند که با سطوح غیرمعمولی از عدم قطعیت و پیش‌بینی ناپذیری روبرو هستند. مدیر پروژه باید تصمیمات را در محیطی اتخاذ نماید که عوامل بحرانی آن خارج از کنترل مستقیم او و

(شامل واحدهای کنترل، سیستم‌های جزء، اجزای نرم‌افزاری) تشکیل شده است که به روش سلسله مراتبی طراحی شده که متناسب با نیازهای مشتری خاص است. عموماً اجزای محصول CoPS، خود پیچیده و دارای ارزش مالی بالایی هستند؛

- دوم آن که محصولات CoPS در طول تولید ویژگی‌های غیرخطی و پیش‌بینی ناپذیر از خود نشان می‌دهند. ممکن است تغییر در یک جزء کوچک، موجب تغییری بزرگ در معماری محصول CoPS گردد؛
- سوم آن که این محصولات عموماً در قالب پروژه انجام می‌شود که امکان درگیری ذینفعان متعدد را فراهم آورد. در پروژه‌های CoPS، شرکت‌های متعددی مشارکت دارند اما معمولاً توسط یک کاربر خریداری می‌شود. مزیت رقابتی در این پروژه‌ها عموماً ناشی از یکپارچگی سیستم و مدیریت پروژه است؛ در حالیکه در محصولات تولید انبوه تمرکز بر بخش تحقیق و توسعه و برنامه‌ریزی محصول است [۵].

محصولات CoPS را می‌توان به دو دسته کلی محصولات پیچیده (مانند هواپیما، قطارهای سریع‌السیر، توربین‌ها و ...) و سیستم‌های پیچیده (شامل پروژه‌های عظیم نرم‌افزاری، پروژه‌های عظیم مهندسی و سیستم‌های فنی عظیم) تقسیم کرد (شکل ۲) [۵]. در ایران به‌عنوان یک کشور در حال توسعه نیز پروژه‌های متعدد محصولات و سیستم‌های پیچیده به چشم می‌خورد. به‌عنوان مثال می‌توان به پروژه توسعه و طراحی هواپیمای ۱۵۰ نفره (IR-150)، پروژه طراحی و ساخت بالگرد ملی با اهداف نظامی و غیرنظامی، ساخت توربین‌های داخلی توسط شرکت توگا به‌عنوان بخشی از گروه بزرگ مینا و ... اشاره کرد.



شکل ۲- تقسیم‌بندی پروژه‌های CoPS [۵]

### ۲-۳- مدیریت پروژه‌های CoPS

در این بخش بر آن هستیم تا به دومین سؤال تحقیق که به تفاوت مدیریت پروژه‌های CoPS با پروژه‌های معمول اشاره دارد، بپردازیم. از همین روی با نگاهی به کارکردهای مدیریت پروژه، به آن بخش از کارکردها که مطابق ادبیات، بین CoPS و پروژه‌های معمول تفاوت وجود دارد، اشاره می‌شود. پیش از ورود به بحث، نگاهی هم به عوامل بحرانی موفقیت در اجرای پروژه‌های CoPS خواهیم داشت تا شفافیت بیشتری نسبت به موفقیت پروژه‌های CoPS و الزامات مورد نیاز آن ایجاد شود.

در این پژوهش با توجه به حوزه تخصصی و کاری پژوهشگر در زمینه مدیریت پروژه، صرفاً به بررسی پروژه‌های CoPS از منظر مدیریت پروژه پرداخته می‌شود. لذا سعی شده است تا ضمن شفاف‌تر نمودن نقاط تمایز این پروژه‌ها از پروژه‌های دیگر، نکات عملی مستخرج از ادبیات جهت مدیریت موفق پروژه‌های CoPS ارائه گردد.

### ۳-۱- تعریف پروژه‌های CoPS و ویژگی‌های آن

در این بخش با هدف پاسخگویی به اولین سؤال تحقیق، ابتدا با تعریفی از پروژه‌های CoPS شروع می‌کنیم. محصولات و سیستم‌های پیچیده (CoPS)، محصولات (نظیر هواپیما، قطارهای سریع‌السیر و ...)، سیستم‌ها (نظیر شبکه مخابرات، اکوسیستم‌ها و ...)، خدمات (نظیر برنامه‌ریزی منابع انسانی گسترده، پروژه‌های نرم‌افزاری و ...) و دارایی‌های زیرساختی (نظیر هواپیما، ساختمان‌های هوشمند و ...) هستند که دارای ارزش بالا، چرخه حیات طولانی تولید بوده و نیازمند فناوری پیشرفته، دانش و مهارت تخصصی و مهندسی و درگیری مشارکت‌کنندگان متعدد است [۶، ۱۷، ۱۸، ۱۴، ۱۹، ۲۰]. این محصولات عموماً به‌عنوان کالاهای سرمایه‌ای شناخته شده و به صورت سفارشی ساخته می‌شوند [۴]. در صورتی می‌توان یک پروژه یا محصول را در دسته پروژه‌های CoPS قرار داد که ویژگی‌های زیر را دارا باشد:

- هزینه‌های بالا به همراه چرخه‌های طولانی تولید؛
- درگیری شرکت‌های متعدد در طراحی، توسعه و تولید؛
- پیچیدگی بالا و ویژگی‌های غیرقابل پیش‌بینی و نوظهور؛
- کاربرمحور است تا بازار محور و دارای درجه بالایی از مشارکت کاربر است؛
- پروژه‌محور است تا محصول‌محور؛
- نیازمند قابلیت‌های گسترده برای مدیریت است؛
- دارای ویژگی خاص برای برآورده کردن الزامات کاربران؛
- تأثیرپذیری از سیاست و منابع قانون‌گذاری دیگر [۲۱].

بنابراین نقطه تمایز پروژه‌های CoPS و پروژه‌های معمول، در تفاوت بین هزینه طراحی و اجرا (بالابودن هزینه طراحی و اجرای پروژه‌های CoPS)، ارکان درگیر در پروژه (در پروژه‌های رایج ارکان به کارفرما، پیمانکار و مشاور محدود می‌شود؛ حال آن‌که در پروژه‌های CoPS، تأمین‌کنندگان و پیمانکاران متعددی برای تحویل پروژه حضور دارند)، پیچیدگی بسیار زیاد محصولات CoPS و مشتری (محصولات و سیستم‌های پیچیده دارای مشتری‌های خاص هستند) است.

ساده‌ترین روش برای تعریف ویژگی‌های CoPS، تمایز آن با محصولات تولید انبوه است. سه تفاوت عمده میان محصولات CoPS و محصولات تولید انبوه وجود دارد:

- نخست آن‌که، برخلاف محصولاتی با تعداد مشتریان فراوان، هر محصول CoPS قیمت بالایی داشته و از اجزای بهم مرتبط بسیاری

عدم قطعیت فناوری (که همگی مشخصات محصولات CoPS هستند) به شمار می‌رود. نوآوری از ویژگی‌های ذاتی سازمان پروژه محور محسوب می‌شود؛ چرا که متناسب با نیاز مشتری و مقتضیات هر پروژه CoPS قابل بازسازی و ساختاردهی مجدد است [۲، ۲۱].

- یکپارچه‌سازی سیستم‌ها: یکپارچه‌سازی سیستم‌ها مجموعه‌ای از قابلیت‌های راهبردی و فنی است که به کسب‌وکار پروژه‌ای اجازه ترکیب ورودی‌های مختلف تولید از قبیل اجزاء، زیرسیستم‌ها، نرم‌افزار، مهارت‌ها و دانش جهت تولید یک محصول، سیستم، سازه، شبکه یا خدمت می‌دهد. یکپارچه‌سازی سیستم‌ها به‌عنوان یک قابلیت برای سازماندهی تولید، هم درون بنگاه‌ها و هم بین آن‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است [۲].
- یادگیری در پروژه‌های CoPS: پروژه‌های CoPS غالباً با سطح یادگیری پایین شناخته می‌شوند؛ چراکه این پروژه‌ها ذاتاً منحصر به فرد بوده و تنها یک بار انجام می‌شوند [۲].
- مدیریت دانش: در پروژه‌های CoPS معمولاً اتفاقات برنامه‌ریزی نشده همچون مشکلات فنی حین پیشرفت پروژه رخ می‌دهد. در بیشتر موارد اتکای تنها به دانش فعلی برای حل مشکلات کافی نیست. بنابراین برای حل مسائل به دانش جدید پیمانکاران فرعی و کاربران احتیاج است [۲].
- اتخاذ سبک‌های رهبری مناسب: رهبری یکی از عناصر مهم در موفقیت پروژه‌های CoPS است. رهبر پروژه می‌بایست چشم‌انداز مشترک را در بین اعضای تیم پروژه به اشتراک گذارد تا درک مشترکی از پروژه و اهداف آن در بین اعضای تیم بوجود آید [۲۱].

### ۳-۳- فرایندهای مدیریت پروژه‌های CoPS

با توجه به تفاوت‌های موجود بین محصولات CoPS و پروژه‌های رایج که به تفصیل در بخش‌های پیشین به آن پرداخته شده است و لزوم اتخاذ رویکردی پروژه‌ای در اجرای این محصولات و نیز اهمیت وجود قابلیت‌های پروژه‌ای برای اجرای موفقیت‌آمیز این گونه از پروژه‌ها، در این بخش بر آن هستیم تا به بررسی کارکردهای مختلف مدیریت پروژه بپردازیم.

مدیریت یکپارچگی: طراحی و اجرای پروژه‌های CoPS، نیازمند محدوده وسیعی از قابلیت‌های دانشی، مهندسی و مدیریتی است که عموماً از توانایی و قابلیت‌های یک شرکت خارج است و در سطح شرکت‌های متعددی انجام می‌شود. همین امر لزوم یکپارچگی را در بین اعضای تیم پروژه مشخص می‌نماید. در این پروژه‌ها، می‌بایست یکی از شرکت‌ها در نقش یکپارچه‌کننده<sup>۱</sup> عمل نماید. این شرکت باید دارای

### ۲-۱- عوامل بحرانی موفقیت در اجرای پروژه‌های CoPS

عوامل متعددی می‌تواند منجر به عدم موفقیت پروژه‌های CoPS، با توجه به متفاوت بودن ماهیت آن‌ها، شود. براساس تحقیقات انجام‌شده بر روی موردهای مطالعاتی واقعی، عموماً دلایل زیر منجر به عدم موفقیت این‌گونه از پروژه‌ها شده است:

- تغییر در اهداف و آرمان‌های پروژه [۲۱]: عموماً الزامات و اهداف مشتری در ابتدای پروژه و تحت فشار زمانی تعیین می‌شود. از همین روی احتمال تغییر در الزامات مشتریان در طول اجرای پروژه وجود دارد [۱۱]. تغییر در الزامات مشتری می‌تواند منجر به تغییر در اهداف و آرمان‌های پروژه گردد.
- روابط بین‌سازمانی نامناسب و عدم هماهنگی مناسب بین اجزای درگیر در پروژه: همان‌طور که پیش از این اشاره شد، یکی از ویژگی‌های پروژه‌های CoPS، وجود طرف‌های درگیر متعدد در پروژه است که همین امر لزوم هماهنگی بین آن‌ها را افزایش می‌دهد. عدم هماهنگی‌ها می‌تواند منجر به دوباره‌کاری‌هایی در پروژه گردد [۱۱، ۲۱].
- عوامل دیگری نظیر عدم قطعیت‌های فنی، رویه‌ها و سیستم‌های غیر مؤثر، مدیریت ضعیف تأمین‌کنندگان، ساختار سازمانی نامناسب، عدم آشنایی با قلمرو پروژه و تعریف ناکامل وظایف، مدیریت ضعیف ذینفعان، ارتباطات ضعیف و مدیریت ریسک نامناسب از جمله عواملی است که در تحقیقات متعدد به‌عنوان عوامل عدم موفقیت پروژه‌های CoPS از آن‌ها یاد شده است [۵].
- از آنجاکه عدم موفقیت پروژه‌های CoPS با توجه به حجم سرمایه‌بری بالا و نیز اهمیت راهبردی آن‌ها، می‌تواند عواقب بسیار بیشتری در مقایسه با پروژه‌های رایج داشته باشد، شناخت عوامل موفقیت برای ذینفعان مختلف پروژه حائز اهمیت است. براساس تحقیقات انجام‌شده، علاوه بر عواملی که در اجرای موفقیت‌آمیز پروژه‌های رایج اثرگذار است، عواملی که بطور خاص بر اجرای این پروژه‌ها اثر می‌گذارد، به شرح ذیل قابل ارائه است:
- قابلیت‌های سازمانی: بدلیل تفاوت ماهیت محصولات CoPS با سایر محصولات، علاوه بر قابلیت‌های عملیاتی و راهبردی جهت طراحی و اجرای پروژه‌های CoPS به قابلیت‌های پروژه‌ای نیاز است. این قابلیت‌ها در دو مرحله آماده‌سازی پیشنهاد مناقصه و اجرای موفق پروژه نمود بیشتری پیدا می‌کنند [۲].
- ساختار سازمانی مناسب CoPS: پژوهشگران این حوزه عمدتاً به سازمان پروژه محور و گاه‌ها به سازماندهی ماتریسی برای مدیریت پروژه‌های CoPS اشاره نموده‌اند [۵، ۶]. در مقابل ساختارهای وظیفه‌ای و ماتریسی، ساختار پروژه‌محور قرار می‌گیرد که فرم سازمانی ایده‌آل برای مدیریت پیچیدگی محصولات، بازارهای متغیر، مهارت‌های بین بخشی کسب‌وکار، نوآوری مشتری محور و

1. Integrator

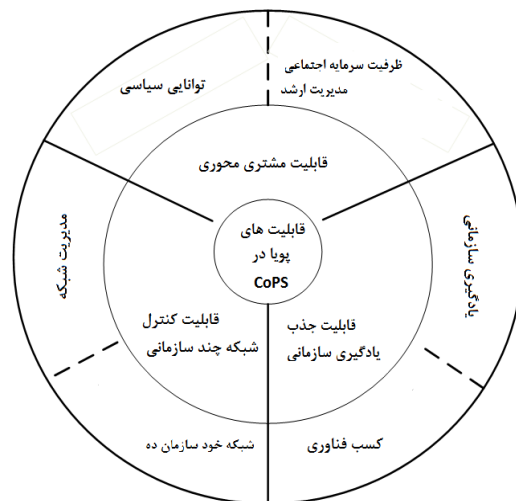
ساختار انتزاعی<sup>۱</sup> برای فهم ساختار کلی پروژه است. اگرچه این تکنیک ممکن است منجر به حذف جزئیات شود، اما در مراحل ابتدایی پروژه برای ایجاد یک دورنمای مناسب از آن می‌تواند مفید فایده باشد [۲۴]. در این پروژه‌ها، عملاً نمی‌توان همزمان به زمان تحویل و الزامات مشخص شده توسط مشتری دست یافت. برای حل این مشکل می‌توان از ایده کوچک‌سازی<sup>۲</sup> بهره برد. این ایده به این معنا است که مشخصات پروژه از بالا به پایین بدون درگیر نمودن مشتری، کاهش یابد بدون آنکه اصل پروژه تغییری نماید [۷]. این روش جهت کنترل خزش محدوده، ابزاری مناسب و کارآ است. محققین دیگری نیز پیشنهاد داده‌اند، در پروژه‌های CoPS، بهتر است محدوده را کاهش داد تا حدی که اجزای اصلی آن باقی بماند. اما نکته مهم شناسایی ابعاد بحرانی محدوده است [۲۱].

هدف مدیریت پروژه در پروژه‌هایی با فناوری پیچیده، کنترل پیچیدگی، درک پیچیدگی، کاهش پیچیدگی و ایجاد مکانیزم‌هایی برای مقابله با پیچیدگی است. دلیل وجود پیچیدگی، این پروژه‌ها عموماً رفتاری خطی از خود نشان نمی‌دهند و تغییر در یکی از اجزا می‌تواند منجر به تغییراتی بزرگ در کل سیستم شود [۲۲]. بنابراین رویکرد برنامه‌ریزی در این پروژه‌ها با پروژه‌های رایج متفاوت است [۷] و اتخاذ رویکردی سیستمی می‌تواند مفید باشد. ابزارها و تکنیک‌های مدیریت پروژه برای نظارت بر توسعه فناوری در پروژه‌های CoPS ناکافی است. اگر فناوری در یک دوره زمانی هنوز به اندازه کافی رشد نکرده باشد، پیشرفت پروژه را نمی‌توان تعیین کرد. یکی از ابزارهای پیشنهادی در ادبیات استفاده از ابزار مدیریت آمادگی کسب‌شده (ERM<sup>۳</sup>) (شکل ۴) جهت زمان‌بندی، نظارت و ارزیابی پروژه است.

از کاستی‌های ابزارهای موجود جهت کنترل پروژه، ارزیابی آن براساس شاخص‌های عملکردی از پیش تعیین شده است در حالیکه برای این پروژه‌ها در ابتدا نمی‌توان شاخص‌های عملکردی را مشخص نمود. مشکل دیگری که در ابزارهای کنترل موجود وجود دارد این است که این ابزارها بیشتر بر زمان و هزینه به‌عنوان سنجه‌های عملکردی توجه دارند؛ این در حالیست که با این دو سنجه نمی‌توان موفقیت پروژه‌های CoPS را ارزیابی کرد؛ چرا که ممکن است علیرغم تکمیل پروژه در زمان و با هزینه مقرر، فناوری پروژه کارایی لازم را نداشته باشد. اتخاذ دیدگاه سیستمی در برنامه‌ریزی و کنترل پروژه‌های CoPS حائز اهمیت است [۱۴].

مدیریت زمان و هزینه: یکی از مشکلات پیش روی پروژه‌های CoPS سرریز هزینه و زمان است. سرریز هزینه، چالشی برای هم بخش دولتی و هم بخش‌های خصوصی است. برخی از محققین [۱۶] بمنظور پیش‌بینی سرریز هزینه اقدام به طراحی مدل‌هایی گام به گام نموده‌اند. آن‌ها در مدل خود از محرک‌های پنج‌گانه عملکرد سیستم، سطح بلوغ فناوری،

قابلیت‌های لازم در جهت ایفای این نقش باید [۵]. به‌عنوان مثال بهتر است شرکتی در نقش یکپارچه‌کننده عمل نماید که پیش از این تجربه مشابه یا نزدیکی به این پروژه داشته باشد. در ابتدای پروژه و در زمان تشکیل کنسرسیوم، می‌بایست یکپارچه‌کننده مشخص گردد. یکی از بخش‌های مهمی که باید در پروژه‌های CoPS یکپارچه شود، حوزه مدیریت دانش است. بدلیل فناوری پیچیده مورد استفاده در این پروژه‌ها، شرکت یکپارچه‌کننده بایستی به لحاظ تخصصی، توانایی یکپارچه‌سازی نقشه‌ها را داشته باشد. شرکت‌هایی می‌توانند پروژه‌های CoPS را اجرا نمایند که دارای قابلیت‌های پویا باشد و رؤس قابلیت‌های لازم را به صورت شکل ۳ پیشنهاد می‌دهند [۲۲]. در این پروژه‌ها می‌بایست مکانیزم یکپارچگی در ابتدای پروژه مشخص شود. به‌عنوان مثال فرمت‌های خاص گزارش‌دهی یا برقراری ارتباط در شبکه اعضا و ... باید پیش از شروع پروژه مصوب گردد. با توجه به سطح پیچیدگی موجود در این پروژه‌ها، بهتر است در ابتدا محیط پیرامونی پروژه شناسایی شده و در تیم از افرادی با قابلیت‌های حل مسأله بهره گرفته شود. رویکرد مورد استفاده برای یکپارچگی در پروژه‌های CoPS در مراحل چرخه حیات پروژه متفاوت است؛ چرا که در ابتدای پروژه، تعداد افراد و سازمان‌های درگیر در پروژه کمتر است و با گذشت زمان تعداد این سازمان‌ها بیشتر می‌شود و شبکه گسترده‌تر می‌گردد که این امر لزوم بازنگری در برنامه‌های یکپارچگی را موجب می‌شود [۲۳].



شکل ۳- قابلیت‌های پویا در CoPS [۲۲]

مدیریت محدوده: از آنجاکه مقیاس پروژه‌های CoPS بسیار بزرگ است، مدیریت محدوده با پروژه‌های رایج دارای تفاوت‌هایی است. شکست این پروژه‌ها عموماً گسترده‌تر و طولانی‌تر از پروژه‌های معمول است [۵]. در این پروژه‌ها می‌بایست از اصل ساده‌سازی جهت تهیه محدوده پروژه استفاده کرد. یکی از تکنیک‌های پیشنهادی، استفاده از

1. Abstraction  
 2. Lagomizing  
 3. Earned Readiness Management

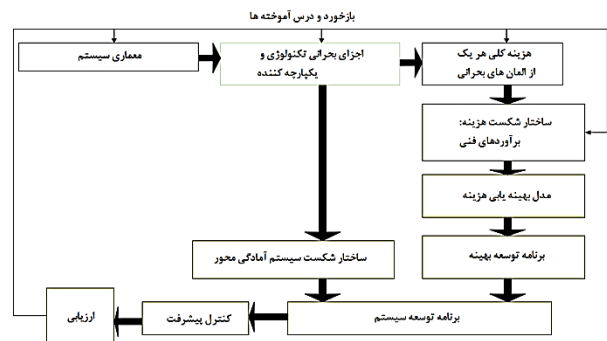
از راهکارهای پیشنهادی ادبیات برای مدیریت ریسک پروژه‌های CoPS، پیاده‌سازی سیستم اورژانسی<sup>۱</sup> در پروژه است. براساس این سیستم مدیر و اعضای تیم پروژه، در اسرع وقت در صورت بروز مشکل از طریق این سیستم مشکل خود را اعلام کرده تا جلسه‌ای برای رفع مشکل بوجود آمده تشکیل شود [۱۷]. از مزیت‌های این سیستم این است که با توجه به پراکندگی و گستردگی تیم در پروژه‌های CoPS، وجود این سیستم می‌تواند در اسرع وقت افراد را مطلع کند. برای آن که سازمان بتواند ریسک پروژه‌های CoPS را بخوبی مدیریت نماید، می‌بایست قابلیت‌های خود را در حوزه بسترهای سازمانی (داخلی و خارجی)، فرایند مدیریت ریسک و فناوری بهبود بخشد [۱۵].

مدیریت تدارکات: با توجه به اهمیت پروژه‌های CoPS و تفاوت آن با محصولات تولید انبوه، برون‌سپاری این پروژه‌ها دارای اهمیت بالایی است. در پروژه‌های CoPS عموماً تأمین‌کنندگان متعددی درگیر هستند و هر یک از اجزای زیرمجموعه، خود می‌تواند به‌عنوان یک پروژه CoPS تعریف شود. در تدارکات این پروژه‌ها باید این نکته را در خاطر داشت که زمان انتظار تحویل اجزای CoPS عموماً طولانی است که باید در برنامه‌ریزی‌ها مدنظر قرار گیرد [۱۵]. عوامل اثرگذار بر برون‌سپاری پروژه‌های CoPS براساس بررسی ادبیات عبارتند از:

- آشنایی با آخرین روش‌ها در جهان در تحویل پروژه و خدمات مربوطه؛
- داشتن استانداردهای لازم اعم از ایزو؛
- انعطاف‌پذیری در روش تحویل خدمات مطابق با گزینه‌های سازمان؛
- تسلط بر نرم‌افزارهای مرتبط با پروژه؛
- کیفیت خدمات ارائه شده؛
- سابقه خوب در اجرای پروژه برای کارفرماهای پیشین؛
- پایداری مالی در طول اجرای پروژه؛
- گستره تخصص و متخصصین جهت اجرای پروژه؛
- تعهد به زمان تکمیل کار؛
- میزان سرمایه کار در سال مالی؛
- سطح دانش تصمیم‌گیران در حوزه‌های مرتبط با پروژه؛
- مسئولیت‌پذیری در ارائه خدمات؛
- پایبندی به ارزش‌ها، عقاید و فرهنگ سازمانی؛
- سطح پایین خطاها؛
- آشنایی شرکت با قابلیت‌های کارکنان خود و تهیه پروپوزال بر مبنای آن؛
- شهرت در حوزه کاری؛
- نرخ هزینه برای کنترل پروژه؛
- سطح دانش کارکنان جزء در ارتباط با پروژه؛

زمان‌بندی، قابلیت اتکای فنی و عملکردی سیستم و ریسک بهره‌برده‌اند و با استفاده از منطق ریاضی و آماری، روشی را برای محاسبه و پیش‌بینی سرریز هزینه در پروژه‌های CoPS پیشنهاد کرده‌اند.

مدیریت ریسک: از چالش برانگیزترین بخش‌های پروژه‌های CoPS، مدیریت ریسک است. همان‌طور که اشاره شد، وجود ویژگی‌هایی در این پروژه‌ها نظیر وابستگی شدید به فناوری، درگیربودن ذینفعان مختلف در پروژه، هزینه بالا، کالای سرمایه‌ای بودن و ... موجب شده است مدیریت ریسک از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد. این پروژه‌ها از اجزای متعددی تشکیل شده است که حتی تغییر در کوچک‌ترین جزء می‌تواند تغییرات بزرگی را منجر شود. از سوی دیگر چون درجهٔ منحصربفرد بودن این پروژه‌ها بسیار بالا است، احتمال مواجهه با عدم قطعیت‌ها اعم از عدم قطعیت‌های محیطی بسیار محتمل است. در مقایسه با پروژه‌های معمول، مدیریت و کنترل ریسک در پروژه‌های CoPS، دشوارتر است و اثرات بیشتری خواهد داشت [۱۵]. ریسک‌های حوزه پروژه‌های CoPS را می‌توان به پنج دسته تقسیم کرد: (۱) ریسک‌های سرمایه‌گذاری و تأمین مالی، (۲) ریسک‌های بازار، (۳) ریسک سیاسی، (۴) ریسک مدیریتی و (۵) ریسک تولید.



شکل ۴- مدل مفهومی ERM

براساس بررسی‌های به‌عمل آمده، مهم‌ترین ریسک، ریسک مدیریتی است [۶]. طبق بررسی‌های به‌عمل آمده، منشأهای ریسک در پروژه‌های CoPS عبارتند از:

- ریسک‌های مرتبط با فرایند: ریسک‌هایی هستند که از نبود شایستگی‌های مدیریتی و فرایندی ناشی می‌شود؛
  - ریسک‌های مرتبط با سازمان: ریسک‌هایی هستند که از بستر داخلی سازمان پروژه نشأت می‌گیرد؛
  - ریسک‌های مرتبط با فناوری: این ریسک‌ها بدلیل عدم آشنایی با فناوری جدید، استانداردهای فنی و طراحی، عدم وجود متخصصین داخلی و عدم توانایی برای ارائه راه‌حل جهت مشکلات فنی ناشی می‌شود [۱۵].
- در محیط خارجی پروژه نیز همچون پروژه‌های معمول، ریسک‌های سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فناوری وجود دارد که خارج از سازمان پروژه بوده و از کنترل خارج است [۱۵].

آن بر کل پروژه را مدنظر قرار دهد [۲۶]. یکی از مهم‌ترین ذینفعان این پروژه‌ها، دولت است که عموماً در نقش کاربر (خریدار) یا تأمین‌کننده مواد و تجهیزات ایفای نقش می‌کند. به همین دلیل پروژه‌های CoPS می‌تواند به شدت از موضوعات سیاسی تأثیر پذیرد [۵، ۲۱].

مدیریت منابع انسانی: درخصوص ساختار سازمانی مناسب اجرای پروژه‌های CoPS نیز تحقیقات متعددی انجام شده است که در کلیه این تحقیقات، ساختار پروژه‌محور به‌عنوان بهترین ساختار برای اجرای این پروژه‌ها معرفی شده است. دلیل آن نیز وجود بخش‌های متعدد در پروژه و امکان ایجاد یکپارچگی بین آن‌ها از طریق ساختار پروژه‌محور است [۵، ۱۱].

روابط بین‌سازمانی برای پروژه‌های CoPS، جهت توسعه و اجرای مدیریت نوآوری، حیاتی است. تیم پروژه یکپارچه<sup>۱</sup>، یکی از متدهای پیشنهادی برای مدیریت منابع انسانی در پروژه‌های CoPS است. تیم پروژه یکپارچه، مبتنی بر چهار ویژگی ضروری است: یکپارچگی بین کارکردی<sup>۲</sup>، محل مشترک، قرارداد منطقی و فعالیت‌های راهبردی. برای استقرار تیم پروژه یکپارچه باید ساختار سازمانی جدیدی بین خریدار و تأمین‌کننده وجود آید [۱۸]. یکی از عواملی که می‌تواند به موفقیت پروژه‌های CoPS کمک نماید، انتخاب افراد شایسته و توانمند برای تیم پروژه است. قابلیت‌هایی که اعضای تیم پروژه CoPS باید داشته باشد، به شرح ذیل قابل ارائه و جمع‌بندی است:

- قابلیت‌های کسب‌وکار
  - قابلیت شبکه‌سازی و یکپارچه‌سازی سیستمی
  - قابلیت‌های نوآوری
  - تجربه مهندسی
  - اشتیاق مهندسين ارشد به سخت‌کوشی جهت اتمام موفق پروژه
  - قابلیت طراحی مدولار
  - قابلیت مدیریت ریسک
  - قابلیت‌های یادگیری سازمانی و مدیریت دانش
  - و سایر قابلیت‌های نرم نظیر سبک رهبری، مهارت‌های سیاسی، مهارت‌های مدیریت افراد و تخصص قانونی [۸].
- علاوه بر تیم پروژه، مدیر پروژه نیز باید قابلیت‌هایی در اجرای پروژه‌های CoPS داشته باشد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- شایستگی‌های رهبری مشترک
- مهارت‌های ارتباطی رسمی و غیررسمی
- مهارت‌های سیاست‌های سازمانی
- هوش عقلانی، احساسی و روانی
- دانش، مهارت و توانایی چند تخصصی
- قابلیت‌های تیم‌سازی

- تعداد دوره‌های مهارتی برگزار شده برای افزایش دانش کارکنان و اشتیاق کارکنان دائمی و موقت برای کسب دانش بیشتر در حوزه پروژه؛
  - در دسترس بودن پس از اتمام پروژه؛
  - قابلیت افزایش ظرفیت تحقیق تیم برای ادامه‌دادن فازهای بعدی پروژه یا پروژه‌های آتی [۵].
- براساس کار میدانی انجام‌شده، مهم‌ترین عامل از بین عوامل فوق، گستره تخصص و متخصصین جهت اجرای پروژه است و پس از آن عوامل تحویل بموقع پروژه و پایداری مالی در طول اجرای پروژه دارای اهمیت هستند. مدیریت ارتباطات: همان‌طور که اشاره شد از جمله ویژگی‌های پروژه‌های CoPS، درگیری عوامل متعدد در پروژه است. با پیچیده‌شدن شبکه تیم پروژه، موضوع ارتباطات پیچیده‌تر خواهد شد. از سوی دیگر با توجه به متکی بودن این پروژه‌ها بر فناوری، اشتراک اطلاعات برای تصمیم‌گیری سریع و جلوگیری از بوجودآمدن تداخلات کاری، دارای اهمیت است. هماهنگی اطلاعات در پروژه‌های CoPS، مبتنی بر سه موضوع است:
۱. ساختار سازمانی و مکانیزم‌های مورد استفاده برای انتقال اطلاعات از یک طرف به طرف‌های دیگر پروژه؛
  ۲. نیازهای اطلاعاتی و یادگیری برای مدیریت فناوری‌های جدید؛
  ۳. برقراری ارتباط با مشتری [۱۱].

مشکلات زمانی بوجود می‌آید که نقش‌های مشارکت‌کنندگان تیم پروژه غیرشفاف است. موضوع دیگر در هماهنگی اطلاعات، یکپارچگی اطلاعات بین یک مرحله از پروژه و مرحله بعدی آن است. در این پروژه‌ها عموماً عدم یکپارچگی بین مراحل مناقصه و اجرا بوجود می‌آید. طبق بررسی‌های بعمل آمده دلیل این امر، متفاوت بودن افراد تهیه‌کننده اسناد مناقصه و اجراکننده پروژه است. با توجه به سرعت تغییر فناوری، یکی از موضوعات مهم، بروز بودن و اطلاع‌داشتن از آخرین فناوری‌های روز دنیا و اشتراک اطلاعات آن با اعضای تیم پروژه است؛ چرا که موفقیت بسیاری از پروژه‌های CoPS وابسته به آخرین فناوری‌های روز است [۱۱]. ذینفعان متعدد درگیر در پروژه می‌بایست اطلاعات پروژه را در زمان مناسب دریافت نمایند. بهتر است ذینفعان را از همان مراحل ابتدایی پروژه درگیر نمود؛ چرا که در صورت پیشرفت پروژه، تغییر در الزامات و نیازمندی‌های آن‌ها می‌تواند موجب تغییر عظیم در کل پروژه شود. با مشارکت‌دادن ذینفعان در پروژه، قدرت در بین آن‌ها توزیع می‌شود و از این طریق می‌توان به شبکه‌ای کارآمد دست یافت. درخصوص مدیریت ذینفعان ذکر این نکته ضروری است که به همان اندازه درگیر نمودن ذینفعان در زمان مناسب دارای اهمیت است، عدم درگیر نمودن آن‌ها در بعضی از مقاطع زمانی پروژه نیز مهم است تا بتوان به برآمد مناسبی از پروژه دست یافت [۲۵]. به اعتقاد محققین، اتخاذ این رویکرد ویژه پروژه‌های CoPS است. البته مدیران پروژه باید راهبردهای مناسبی برای مشارکت و عدم مشارکت ذینفعان مختلف در مراحل متفاوتی از پروژه در نظر داشته باشند. در اینجا مدیر پروژه باید نگاهی سیستمی داشته باشد و نقش ذینفعان و تصمیمات

1. Integrated Project Team  
 2. Cross-Functional Integration



هنگام عقد قراردادها، در نظر گرفتن این موضوع می‌تواند مانع ایجاد اختلافات آتی گردد. بزرگ‌بودن این پروژه‌ها و لزوم ایجاد هماهنگی بین اجزا و ارکان متعدد پروژه دغدغه‌ای است که داشتن نگاه سیستمی به پروژه می‌تواند آن را تسهیل نماید. نگرش سیستمی در پی این است که بتواند با این نگاه نظام‌مند به پروژه و نگاه به پروژه به شکل یک سیستم پویا و فعال، اجزا را در کنار هم ببیند و از کلیه اجزا بخواهد به سمت هدف مشترک در حرکت و البته در تعامل باشند. اتخاذ این رویکرد می‌تواند توسط یکپارچه‌کننده در پروژه ایجاد و تسهیل شود. البته لازم به ذکر است شرکت یا فردی می‌تواند نقش یکپارچه‌کننده را ایفا نماید که شایستگی و تجارب لازم در حوزه پروژه و پروژه‌های CoPS را داشته باشد.

اگرچه زمان و هزینه در این پروژه‌ها الزاماً به‌عنوان معیارهای موفقیت پروژه شمرده نمی‌شود، اما بدلیل گران‌بودن هزینه ساخت، لزوم توجه به مدیریت هزینه و به تبع آن زمان وجود دارد. حتی تلورانس‌های کوچک در این پروژه‌ها ممکن است منجر به افزایش هزینه‌های میلیاردی شود. پیش‌بینی ذخایر احتیاطی و مدیریتی به‌عنوان محل‌هایی برای رفع دغدغه‌های ناشی از افزایش هزینه‌ها می‌تواند راهکاری مناسب در صورت مقابله با این ریسک باشد. علاوه بر ریسک‌های سرریز هزینه و زمان، استفاده از فناوری‌های نوین، می‌تواند انواع ریسک‌ها را بر این پروژه‌ها تحمیل نماید. اتخاذ سازوکاری برای پیاده‌سازی سیستم‌های هشدار سریع در زمان مواجهه با ریسک حائز اهمیت است. همچنین بر خلاف اکثر پروژه‌های کشورمان که اهمیت چندانی به این مقوله نداده و در زمان مواجهه با ریسک، شروع به یافتن راه‌حل می‌کنند، اما اهمیت راهبردی پروژه‌های CoPS از یک‌سو و هزینه‌های بالای اجرای آن از سوی دیگر، بکارگیری روش‌ها و رویکردهای مدیریت ریسک را بیش از پیش مهم و الزامی می‌نماید.

از سوی دیگر حضور ذینفعان مختلف و گاهاً دخالت‌های آن‌ها در پروژه، می‌تواند پروژه و خروجی‌های آن را تحت تأثیر قرار دهد. لذا پیشنهاد می‌شود در مراحل از پروژه با توجه به موقعیت و ضرورت که به تشخیص مدیر پروژه بستگی دارد، الزامات و نیازهای برخی از ذینفعان به صورت موقت نادیده انگاشته شود. ذکر این نکته ضروری است که به همان اندازه درگیر نمودن ذینفعان در زمان مناسب دارای اهمیت است، عدم درگیر نمودن آن‌ها در بعضی از مقاطع زمانی پروژه نیز مهم است تا بتوان به برآمد مناسبی از پروژه دست یافت. در نهایت مدیر پروژه می‌بایست دقت بسیاری در انتخاب اعضای تیم خود داشته باشد. چرا که شایستگی‌های افراد مورد نیاز در این پروژه‌ها تا حدودی با پروژه‌های رایج تفاوت دارد. مثلاً افراد حاضر در این پروژه‌ها باید قابلیت‌هایی نظیر خلاقیت و نوآوری، قابلیت طراحی مدولار، سخت‌کوشی و ... را داشته باشند تا بتوانند در مسیر پر تلاطم اجرای پروژه‌های CoPS به مدیر و تیم خود کمک نمایند.

در ادامه براساس مطالعات صورت گرفته روی ادبیات روندهای تحقیقاتی بیشتر پیشنهاد می‌گردد.

• سایر قابلیت‌های مورد نیاز شامل حل تعارض، مهارت‌های تصمیم‌گیری، مهارت‌های تفویض اختیار، مهارت‌های انگیزشی، مهارت‌های سازمانی، مهارت‌های حل مسأله، مهارت‌های کامپیوتری و ... [۸].

تا اینجا خلاصه‌ای از نکات مهم جهت مدیریت پروژه‌های CoPS براساس بررسی‌های بعمل آمده در ادبیات ارائه گردید. در ادامه ضمن ارائه جمع‌بندی، حوزه‌های تحقیقات آتی معرفی می‌گردد.

#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

در سال‌های پایانی قرن بیستم، تغییرات سریع در محیط رقابتی ناشی از کوتاه‌شدن دوره عمر محصولات و تنوع تقاضای مشتریان، اهمیت محصولات CoPS را بیشتر کرد؛ چراکه پیچیدگی‌های فناورانه آن‌ها می‌توانست به‌عنوان یک مزیت مهم رقابتی عمل کند و فاصله فناورانه بنگاه‌های پیشرو را حفظ نموده و افزایش دهد [۱]. اغلب محصولات CoPS با مشارکت سازمان‌های مختلف و از طریق پروژه ساخته می‌شود. این محصولات دارای ویژگی‌هایی نظیر سرمایه‌ای بودن، ارزش زیاد تجاری و سیاسی، دارابودن ساختارهای پیچیده، چند عملکردی‌بودن، فناوری سطح بالا، داشتن یک یا چند مشتری خاص، تولید در یک شبکه همکاری، نیاز به دانش و مهارت زیاد، نیاز شدید به نرم‌افزار و چرخه عمر طولانی می‌باشند. وجود این ویژگی‌ها سبب تمایز بین این پروژه‌ها و پروژه‌ها معمول و رایج شده است که قابلیت‌های مدیریت پروژه‌های ویژه‌ای را نیز طلب می‌کند. از همین روی در این مقاله سعی کردیم ضمن مرور و دسته‌بندی ادبیات در حوزه CoPS، نکات عملی مدیریت آن‌ها را ارائه نماییم. از مهم‌ترین نکاتی که باید به آن اشاره کرد این است که غالباً این محصولات به صورت پروژه‌های اجرا می‌شوند؛ لذا سازمان‌های مجری باید قابلیت‌های مدیریت پروژه‌های خود را تقویت نمایند.

در این حوزه از دانش، بدلیل تعداد اندک پروژه‌های CoPS در دنیا در مقایسه با سایر پروژه‌ها، تحقیقات کمتری نیز صورت پذیرفته است. اما شایسته است با توجه به جایگاه راهبردی این محصولات و هزینه بالای اجرای آن، محققین توجه بیشتری به انجام تحقیقات در حوزه‌های مختلف آن داشته باشند. براساس تحقیقات انجام شده [۴]، کشورهای توسعه‌یافته سرمایه‌گذاری کلانی در حوزه پروژه‌های CoPS انجام داده‌اند؛ چرا که معتقدند این پروژه‌ها به‌عنوان مزیت رقابتی برای آن‌ها محسوب می‌شود. اما کشورهای در حال توسعه و حتی چین نتوانسته است این قابلیت را در کشور خود ایجاد نماید. کشور ما نیز به‌عنوان یک کشور در حال توسعه، از این امر مستثنی نمی‌باشد. لذا لازم است نگاه علمی‌تری به این دست از پروژه‌ها شود تا ضمن حفظ سرمایه ملی، مزیت‌های رقابتی را برای کشور از طریق اجرای پروژه‌های CoPS بوجود آوریم. از آنجا که این پروژه‌ها، عموماً حجم عظیمی از فعالیت‌ها و ذینفعان را در بر می‌گیرد، یکپارچگی بین ارکان مختلف بسیار اهمیت دارد. استفاده از یک هماهنگ‌کننده و یکپارچه‌کننده در روابط بین ارکان مختلف می‌تواند به ایجاد یکپارچگی در پروژه کمک نماید. لذا در

## ۵- پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

### ۶- مراجع

- ۱- شفیع، مهرداد، الیاسی، مهدی، شبکه نوآوری در محصولات با سیستم‌های پیچیده، فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، ۱۲ (۲۳)، ۱۳۹۳، ۳۱-۴۰.
- ۲- حسینی، سیدعلی، محمدی، مهدی، حاجی حسینی، حجت‌اله، عوامل حیاتی موفقیت نوآوری در محصولات و سیستم‌های پیچیده (CoPS): مطالعه موردی پروژه بالگرد ملی سازمان صنایع هوایی. فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، ۴ (۱)، ۱۳۹۵، ۱۵۹-۱۸۶.
- ۳- محمدی، مهدی، حسینی، سیدعلی، حمیدی، مهدی، محمودی، بهروز، انتخاب مدل مناسب انتقال فناوری در بنگاه‌های با محصولات و سیستم‌های پیچیده (CoPS)، (مورد مطالعاتی، شرکت توگا)، چهارمین کنفرانس بین‌المللی و هشتمین کنفرانس ملی مدیریت فناوری، ۱۳۹۳.
- ۴- حکیمیان، حمید، آراستی، محمدرضا، صبیحیه، محمدحسین، شناسایی ابزارهای دانشی مؤثر بر تسهیم دانش در مراحل مختلف مدل Vee برای توسعه محصولات و سیستم‌های پیچیده CoPS. مدیریت صنعتی (دانشگاه آزاد سنندج)، ۹ (۱)، ۱۳۹۳، ۴۳-۵۹.
- 5- Y.-T. Ren and K.-T. Yeo, "Research challenges on complex product systems (CoPS) innovation," *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, 2006, 23, 519-529.
- 6- L. Xu and S. Tang, "Technology Innovation-Oriented Complex Product Systems R&D Investment and Financing Risk Management: An Integrated Review," in *Proceedings of the Tenth International Conference on Management Science and Engineering Management*, 2017, 1653-1663.
- 7- K. Remington and J. Pollack, "Complex Projects: What are they and how can we manage them more effectively?," in *AIPM Project Management Conference*, 2008.
- 8- M. Azizi, M. J. Sheykh, M. R. Arasti, and M. H. Sobhiyah, "People Capability of Project Based Organizations in Undertaking CoPS," presented at the 24th IPMA world congress, Istanbul, 2010.
- 9- B. Kitchenham, S. Charters, "Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering," 2007.
- 10- J. Shane, K. Strong, D. Gransberg, and D. Jeong, *Guide to project management strategies for complex projects*, 2015.
- 11- K. L. Hansen and H. Rush, "Hotspots in complex product systems: emerging issues in innovation management," *Technovation*, 1998, 18, 555-590.
- 12- D. D. Dunne and D. Dougherty, "Abductive reasoning: How innovators navigate in the labyrinth of complex product innovation," *Organization Studies*, 2016, 37, 131-159.
- 13- H. Rush, "Managing innovation in complex product systems (CoPS)," in *IEE Colloquium on EPSRC Technology Management Initiative (Engineering & Physical Sciences Research Council)*, 1997, 1-4.
- 14- R. Magnaye, B. Sauser, P. Patanakul, D. Nowicki, and W. Randall, "Earned readiness management for scheduling, monitoring and evaluating the development of complex product systems," *International Journal of Project Management*, 32, 2014, 1246-1259.
- 15- K. Yeo and Y. Ren, "Risk management capability maturity model for complex product systems (CoPS) projects," *Systems Engineering*, 2009, 12, 275-294.
- 16- M. T. Adoko, T. A. Mazzuchi, and S. Sarkani, "Developing a Cost Overrun Predictive Model for Complex Systems Development Projects," *Project Management Journal*, 2015, 46, 111-125.
- 17- H. D. Poudeh, M. Cheshmberah, H. Torabi, M. H. Karimi Gavarehshki, and R. Hosnavi, "Determining and prioritizing the factors influencing the outsourcing of Complex Product Systems R&D projects employing ANP and grey-DEMATEL method (case study: Aviation Industries Organization, Iran)," *Technology in Society*, 2018.

- همان‌طور که در مصادیق پروژه‌های CoPS اشاره شد، این پروژه‌ها گستره وسیعی از صنایع فضایی، حمل و نقل ریلی تا پروژه‌های سازمانی و فناوری اطلاعات را شامل می‌شود. عمده تحقیقات انجام شده در صنعت دفاعی و هوافضا بوده است. لذا پیشنهاد می‌گردد با توجه به متفاوت بودن بستر صنایع، حوزه‌های مختلف پروژه‌های CoPS در صنایع مختلف مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد [۲۵]؛
- مدیریت ریسک یکی از حوزه‌های چالش‌برانگیز در پروژه‌های CoPS است. همان‌طور که می‌دانیم در هر یک از مراحل فرایند مدیریت ریسک، تکنیک‌های مختلف و متعددی وجود دارد. در تحقیقات کمتر به شناسایی ابزارهای مناسب مدیریت ریسک پروژه‌های CoPS پرداخته شده است. شناسایی نقاط قوت و ضعف هر یک از ابزارهای مدیریت ریسک می‌تواند مفید باشد [۶]. به‌عنوان مثال با توجه به تشکیل CoPS از زیراجزای متعدد، آیا روش مونت کارلو می‌تواند روشی کارآمد در ارزیابی ریسک باشد؟
- تحقیقات اندکی در حوزه شناسایی ریسک پروژه‌های CoPS انجام شده است. با توجه به متفاوت بودن ماهیت این پروژه‌ها، پیشنهاد می‌گردد ریسک‌های خاص این پروژه‌ها با استفاده از چندین مطالعه موردی، شناسایی و دسته‌بندی گردد؛
- در فرایند تدارکات، اشاره‌ای به تناسب روش‌های اجرای پروژه با پروژه‌های CoPS نشده است. پیشنهاد می‌گردد با توجه به حضور طرف‌های متعدد در این پروژه‌ها، بررسی شود که کدام سیستم‌های اجرای پروژه می‌تواند تناسب بیشتری با اجرای این پروژه‌ها داشته باشد. آیا روش مشارکت مدنی یا کنسرسیوم یا اتحادهای راهبردی می‌تواند کلیه الزامات این پروژه‌ها را برآورده کند [۱۷] یا با توجه به ویژگی‌های پروژه، امکان اتخاذ رویکرد یکپارچه (سیستم IPD) در آن وجود دارد؟
- با توجه به آن که در پروژه‌های CoPS، وقوع وقایع پیش‌بینی نشده بسیار محتمل است، پیشنهاد می‌گردد راهبردهای برخورد با این وقایع مورد بررسی قرار گیرد؛
- در ادبیات پروژه‌های CoPS، کمتر به موضوع مدیریت تغییرات پرداخته شده است [۱۵]. حال آن‌که مدیریت تغییرات در این پروژه‌ها از دو حیث اهمیت دارد: نخست آن که تغییرات در این پروژه‌ها بسیار محتمل و اجتناب‌ناپذیر است و دوم، عدم مدیریت مناسب تغییرات می‌تواند تأثیرات بسیاری بر کل پروژه داشته باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد بطور ویژه مدیریت تغییرات در پروژه‌های CoPS مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد.
- بنظر می‌رسد رویکردهای نوین مدیریت پروژه نظیر تئوری‌های آشوب یا تئوری‌های اقتضایی با ماهیت این پروژه‌ها تناسب داشته باشد. اما در ادبیات از دریچه رویکردهای نوین مدیریت پروژه به پروژه‌های CoPS نگاه نشده است.

- 18- J. K. Roehrich, A. Davies, L. Frederiksen, and N. Sergeeva, "Management innovation in complex products and systems: The case of integrated project teams," *Industrial Marketing Management*, 2018.
- 19- J. J. Lee and H. Yoon, "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*, 2015, 44, 1296-1313.
- 20- M. Kiamehr, M. Hobday, and M. Hamedi, "Latecomer firm strategies in complex product systems (CoPS): The case of Iran's thermal electricity generation systems," *Research Policy*, 2015, 44, 1240-1251.
- 21- J. B. Moody and M. Dodgson, "Managing complex collaborative projects: Lessons from the development of a new satellite," *The Journal of Technology Transfer*, 2006, 3, 568-588.
- 22- J. Su and J. Liu, "Effective dynamic capabilities in complex product systems: experiences of local Chinese firm," *Journal of Knowledge-based Innovation in China*, 2012, 4, 174-188.
- 23- M. Naghizadeh, M. Manteghi, M. Ranga, and R. Naghizadeh, "Managing integration in complex product systems: The experience of the IR-150 aircraft design program," *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, 122, 253-261.
- 24- D. M. Sharman and A. A. Yassine, "Characterizing complex product architectures," *Systems Engineering*, 2004, 7, 35-60.
- 25- J. Lehtinen, K. Aaltonen, and R. Rajala, "Stakeholder management in complex product systems: Practices and rationales for engagement and disengagement," *Industrial Marketing Management*, 2018.
- 26- M. Hobday, "The project-based organisation: an ideal form for managing complex products and systems?," *Research policy*, 2000, 29, 871-893.