

ارائه چارچوب نظری پیچیدگی برای مدیریت و کنترل پروژه‌های صنعت ساخت

عطیه احمدی^۱

محمود گلابچی^۲

سعید یوسفی^{۳*}

چکیده

فرض رویکرد متعارف مدیریت پروژه این است که با جهانی منظم و قابل پیش‌بینی روبه‌روست. این درحالی است که ویژگی‌هایی هم‌چون تعداد زیاد اجزا، وابستگی متقابل میان آنها، درجه بالای هم‌افزایی، تنوع اجزا و مهم‌تر از همه، رفتار غیرخطی که از مشخصه‌های اصلی سیستم‌های پیچیده می‌باشد، باعث شده ماهیت پروژه‌های ساخت، کاملاً متفاوت باقبل به‌نظر آید. در ابتدا معمولاً پیچیدگی یک مشکل به‌نظر نمی‌رسد، اما با شکل‌گیری در داخل ساختار پروژه و گسترش مشکل به‌عنوان تابعی از اجرای کار پروژه، عدم تعادل به‌راحتی رخ داده و موقعیت پروژه را بحرانی خواهد کرد. در این موقعیت هریک از عوامل اصلی پروژه، عاملی را به‌عنوان عامل تغییر دهنده شرایط نام خواهند برد. در چنین شرایطی، مدیران پروژه علاوه بر حل پیچیدگی پروژه و ارائه راهکارهای لازم باید قادر به جلب حمایت ذی‌نفع‌های کلیدی باشند تا بتوانند راهکارها را اجرایی کنند. این در صورتی است که در پروژه‌های واقعی دلایل مدیران پروژه برای حامیان، غیرمنطقی جلوه داده و حتی از نظر آنها بخش دیگری از پروژه مهم‌تر به‌نظر می‌رسد. در واقع بسیاری از حمایت‌کنندگان پروژه درک متفاوتی از پیچیدگی پروژه نسبت به درک مدیران پروژه خواهند داشت. این موقعیت در هنگام نگه‌داشتن پروژه در زمان برنامه‌ای، تشدیدتر خواهد شد. با افزایش پیچیدگی تحت این فشار، تمرکز مدیران پروژه بیشتر به‌سمت داخل پروژه است، مدیران پروژه فرصتی برای اندیشیدن به محیط اطراف و یا در نظر گرفتن احتمالات مختلف را نخواهند داشت. در صورتی که از منظر سیستمی، مشکلاتی که در سیستم رخ می‌دهد معمولاً دارای عللی چندگانه است. در این تحقیق به دنبال ارائه چارچوب نظری برای شناخت پیچیدگی پروژه، ابتدا پیچیدگی تعریف شده و پروژه ساخت به‌عنوان پروژه پیچیده اثبات می‌شود. در ادامه به منظور ارائه چارچوبی مشترک برای درک یکسان عوامل پروژه، انواع مختلف پیچیدگی و شاخص‌های خاص هر نوع پیچیدگی معرفی و تشریح خواهد شد.

واژه‌های کلیدی

پیچیدگی، شاخص‌های پیچیدگی، مدیریت پروژه، صنعت ساخت.

at.ahmadi@ut.ac.ir

golabchi@ut.ac.ir

sdyousefi@ut.ac.ir*

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت دانشگاه تهران.

۲. استاد دانشکده معماری پردیس هنرهای زیبا - دانشگاه تهران.

۳. استاد دانشکده معماری پردیس هنرهای زیبا - دانشگاه تهران.

مقدمه

پروژه‌های صنعت ساخت با معماران، مهندسان، پیمانکاران، کارگران و حتی وکیل‌هایی شروع به کار می‌کند که پیشینه‌ای کاملاً متفاوت باهم دارند. این در صورتی است که همه آنها می‌خواهند ویژگی‌های مشابهی نظیر خوش‌بینی، قضاوت خوب و تمایل و آمادگی برای انجام کار را از خود نشان دهند. (Bonny and Frein, 1973) تئوری سنتی مدیریت ساخت، فرض می‌کند؛ تمام سازنده‌ها، پیمانکاران جزء، مالکان، طراحان و سایر عوامل در سیستم، کاملاً آگاه و مطلع هستند. تمامی شرایط شناخته‌شده و برنامه‌ها و مشخصات به‌طور قطعی و به‌درستی معین شده‌اند. این پایه و اساس سیستم پیشنهادی آنهاست. در واقع می‌توان گفت آنها در تئوری، تمام خروجی‌ها را پیش‌بینی کرده و بهترین گزینه را انتخاب می‌کنند و از آنجاکه در ابتدا همه چیز بدون خطا به‌نظر می‌رسد و در ظاهر، تنها شرایط غیر قابل پیش‌بینی، اعتصاب و یا بلایای طبیعی می‌باشد که نیاز به تنظیم و برنامه‌ریزی دارد. (Griffin, 1998) در واقع همه چیز قابل درک، خطی و سازگار با قوانین نیوتون است. از آنجاکه تمامی عوامل مختلف پروژه به‌طور جداگانه تنها شرایط خود را بهینه‌سازی می‌کنند، سیستم قابل پیش‌بینی می‌باشد و این در حالی است که واقعیت صنعت ساخت کاملاً متفاوت است. برنامه‌ها و مشخصات کامل نبوده و عوامل، به همه چیز آگاه نیستند. هر یک از عوامل از افق دانش محدود خود کارها را عملیاتی می‌کند. در مجموع، هر عامل نمی‌تواند بدون در نظر گرفتن وابستگی خود با عوامل دیگر کاملاً درست رفتار کند.

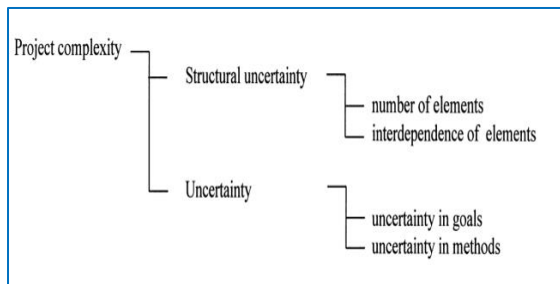
بنابراین، محیط پروژه‌های صنعت ساخت، غیرخطی است و مهم‌تر اینکه، شاخص‌های زیادی بر آن تأثیر خواهد گذاشت. درواقع تعداد زیاد اجزا، ارتباط متقابلشان، تنوع اجزا و محیطی که پروژه در آن شکل می‌گیرد از مشخصه‌های اصلی سیستم‌های پیچیده است که در پروژه‌های صنعت ساخت به‌وضوح قابل مشاهده می‌باشد و باعث شده که پروژه‌های ساخت اغلب به‌عنوان پروژه‌های بزرگ و پیچیده یاد شود.

درحقیقت تعریف پروژه‌های پیچیده بسیار مشکل است. این تعریف تحت تأثیر درک ما و زمینه مربوط به آن می‌باشد. درک پیچیدگی پروژه تحت تأثیر تجربه‌های گذشته، توانایی‌های فردی، برنامه سیاسی و نیازهای ذی‌نفعان کلیدی آن است. رمینگتون و پولاک (Remington and Pollack) در تحقیق خود به این مسئله اشاره داشته‌اند که بسیاری از حمایت‌کنندگان پروژه درک متفاوتی از پیچیدگی پروژه نسبت به درک مدیران پروژه دارند. (Remington and Pollack, 2011) برخی از مدیران پروژه احساس می‌کنند که باید پیچیدگی را به‌منظور تسهیل ارتباط با حمایت‌کنندگان ساده کرده و بیان دارند. این مسئله باعث شد تا مدیران و ذی‌نفعان کلیدی حرف یک‌دیگر را به درستی متوجه نشوند و مواردی که برای مدیران پروژه فوق‌العاده پیچیده و دشوار است از نظر حامیان به‌این‌گونه جلوه نداشته است و حمایت از بخش دیگر با شرایط خاص خود از نظر آنها مهم‌تر و ضروری‌تر به‌نظر رسد. این موقعیت در هنگام نگه‌داشتن پروژه در زمان برنامه‌ای شدت خواهد یافت. با افزایش پیچیدگی تحت این فشار، تمرکز مدیران پروژه بیشتر به‌سمت داخل پروژه است. مدیران پروژه فرصتی برای اندیشیدن به محیط اطراف و یا در نظر گرفتن احتمالات مختلف را نخواهند داشت. آنها معمولاً فقط می‌توانند از برنامه‌های کوتاه مدتشان استفاده و یا از آن دفاع کنند.

مشکل اینجاست که در مدیریت پروژه یک مبنای نظری یا یک مدل عملی برای رسیدگی به وظایف آشکار در پروژه‌های پیچیده بزرگ وجود ندارد. این پژوهش بر روی بررسی کاربرد نظریه پیچیدگی به‌عنوان یک عامل کلیدی در شکست پروژه‌های بزرگ تمرکز کرده و به‌دنبال راهی برای مدیریت مؤثر این مشکل می‌باشد.

با اینکه موضوع پیچیدگی یک پروژه جدید نیست؛ اما تا همین اواخر، هیچ مبنای نظری برای درک رفتار آن در چارچوب پروژه وجود نداشته است. این تحقیق به‌دنبال ایجاد رابطه بین تئوری پیچیدگی و به‌طور خاص تأثیر رفتار غیرخطی محیط در پروژه‌های بزرگ، شاخص‌های شناخت پیچیدگی را معرفی می‌کند.

آن اشاره می‌شود. ویلیامز (Williams) در سال ۱۹۹۹ به «نیاز به الگوی جدید برای پروژه‌های پیچیده» اشاره می‌کند. از این نظر که چه چیزی به منزله پیچیدگی پروژه محسوب می‌شود، موضوعات پیچیدگی ساختاری و عدم قطعیت در اهداف را عنوان کرده است او پیچیدگی پروژه را به دو بعد تقسیم کرده که هر کدام را از منظر دو بعد ریزتر مطابق شکل (۱) بررسی کرده است. (Wililams, 1999)



شکل (۱): انواع پیچیدگی پروژه از نگاه ویلیامز (Wililams, 1999)

در سال ۲۰۰۰ رتی‌کندا و روزنتال (Rosental and Ratinkonda) در مقاله‌ای به ساختار عدم قطعیت کارها برای مطالعه روابط بین خصوصیت توسعه محصول پروژه و نتایج پروژه پرداخته‌اند. آنها پروژه‌های توسعه محصول را از منظر نوآوری‌های تکنولوژیکی و سطوح پیچیدگی پروژه مشخص کردند. فرضیه آنها این بود که نوآوری‌های تکنولوژیکی و مشخصه‌های پیچیدگی پروژه به عدم قطعیت کارهای پروژه کمک کرده و هرکدام به نوبه خود با نتایج اجرای پروژه در ارتباطند. (Rosental and Ratinkonda, 2000)

در سال ۲۰۰۳، جعفری (Jaafari) در مقاله خود با عنوان «مدیریت پروژه در عصر پیچیدگی و تغییر» بر پیچیدگی اجتماعی و ارتباط آن با مدیریت پروژه مطالعه‌ای انجام داد. وی پیچیدگی اجتماعی را با ویژگی‌های سیستم باز، آشوب، خودسازماندهی، و ارتباط متقابل معرفی کرده است و با بیان اینکه فرض رویکرد مدیریت پروژه سنتی، جهانی منظم و محیطی قابل پیش‌بینی است که در آن می‌توان مجموعه روشنی از اهداف با روش‌های معین را مشخص کرد، دیدگاه سنتی را چالش‌برانگیز خواند و تغییر دیدگاه را در محیط پیچیده این عصر، امری ضروری دانست. (jaffari, 2003)

هدف این تحقیق بررسی کاربرد نظریه پیچیدگی در مدیریت پروژه و مشخص کردن انواع آن و بیان شاخص‌های آن می‌باشد و در پی این است که یک چارچوب نظری برای شناخت پیچیدگی پروژه ارائه دهد. با استفاده از این رویکرد عملی مدیریتی، مدیران پروژه ممکن است فرصت بهتری در اجتناب از شکست پروژه‌های بزرگ و اثرات بزرگ فرهنگی - اجتماعی منفی آن داشته باشند.

بیان مفاهیم و مرور ادبیات

. از کلیدی‌ترین مفاهیم به کار برده شده در این تحقیق «پیچیدگی» می‌باشد. معنای پیچیدگی در فرهنگ لغت، در برگرفته دو بعد اساسی پیچیدگی‌های مربوط به پروژه است. (baccarini, 1996)

“Consisting of many varied interrelated parts” (متشکل از قسمت‌های متنوع و مرتبط باهم) این معنا محدوده‌ای را مشخص می‌کند که پیچیدگی پروژه را بتوان از منظرهای زیر مشخص کرد:

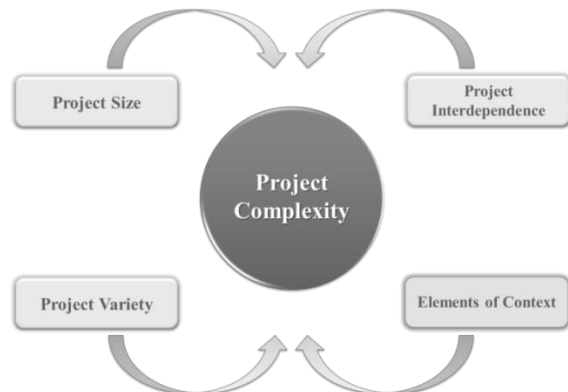
- تمایزات: ۱- تعداد عناصر گوناگون؛ مانند: وظایف، متخصصان، اجزا. (mells et al, 1990)
- وابستگی‌ها و ارتباطات: ۲- میزان ارتباطات متقابل بین این عناصر.

جالب توجه این است که تفسیر فوق از پیچیدگی انعکاس نظریه سیستم‌هاست که در آن یک سیستم پیچیده از نظر تعداد عناصر و میزان ارتباطات آنها باهم تعریف می‌شود. (klir, 1985) در صورتی که پروژه به عنوان یک سیستم پیچیده در نظر گرفته شود، تعریف فوق برای پیچیدگی‌های پروژه مناسب‌ترین تعریف به نظر می‌رسد. تمام پروژه‌ها ویژگی‌های ارتباط متقابل، درهم تنیدگی، سلسله مراتب و ارتباطات را همانند انواع سیستم‌ها دارا می‌باشد. اکثر پروژه‌های بسیار بزرگ یا پروژه‌های کوچک ویژگی‌های تعریف شده در سیستم را در خود دارند که این ویژگی‌ها را می‌توان از طریق ارجاع به پیچیدگی پروژه بهتر درک کرد.

بررسی این مفهوم دارای یک سابقه پژوهشی در زمینه مدیریت پروژه است که برای درک بهتر موضوع به تاریخچه

1. Differentiation.
2. interdependence or connectivity.

(Marle and Vidal) در سال ۲۰۰۸ پیچیدگی پروژه را از طریق یک سری از عوامل که می‌توان آنها را به ۴ گروه طبقه‌بندی کرد، معرفی می‌کنند. (شکل ۲)



شکل (۲): محرک‌های پیچیدگی پروژه

همه آنها شرایط لازم اما غیر کافی برای پیچیدگی پروژه می‌باشند. گروه اول شامل فاکتورهای سایز و اندازه پروژه و گروه دوم شامل فاکتورهای تنوع پروژه‌اند. گروه سوم روابط و وابستگی‌های متقابل در سیستم پروژه است و در نهایت بخش چهارم با پیچیدگی پروژه در محیط برخورد می‌کند. در این بخش توضیحات مختصری در مورد هر کدام از آنها ارائه گردیده و سپس چارچوب پیچیدگی براساس این طبقه‌بندی ارائه شده است. (vidal and marle,2008)

اندازه سیستم پروژه

اندازه سیستم پروژه، شرط لازم برای پیچیدگی پروژه است. اندازه پروژه به‌عنوان یکی از شرایط لازم برای پیچیدگی پروژه ظاهر شده است. برای مثال در یکی از مقالات اشاره شده است که اندازه سیستم سازمانی باید بیش از یک حداقل اندازه بحرانی باشد که به‌عنوان یک سیستم پیچیده در نظر گرفته شود. (Corbett et al,2002) در نتیجه اندازه پروژه، یک‌عامل پیچیدگی بوده و شناسایی پارامترهایی که اندازه پروژه را مشخص می‌کند، اولین گام می‌باشد. عواملی هم‌چون مدت زمان پروژه، بزرگی سرمایه‌گذاری، تعداد فعالیت‌ها، تعداد تصمیم‌هایی که باید گرفته شود، تعداد تحویل شدنی‌ها، تعداد بخش‌های درگیر،

لیتل (Little) در سال ۲۰۰۵ بیان کرد توسعه سریع نرم افزاری به‌طور فزاینده‌ای در سازمان‌های امروز برای به حداکثر رساندن ارائه خدمات کسب وکار رو به رشد است. او پیچیدگی این پروژه‌ها را از منظر اندازه گروه، حساسیت مأموریت، محل گروه، ظرفیت گروه، شکاف دامنه دانش، وابستگی‌ها، عدم قطعیت بازار، عدم قطعیت تکنیکی، زمان پروژه و انعطاف‌پذیری محدوده اندازه‌گیری کرد. (little, 2005)

در سال ۲۰۰۸ Marle و Vidal مقاله‌ای با عنوان درک پیچیدگی پروژه و پیاده‌سازی آن در مدیریت پروژه ارائه دادند. هدف آنها تعریف و شناسایی بهتر مدل پیچیدگی در زمینه مدیریت پروژه به‌منظور کنترل بهتر در شرایط پیچیدگی بوده است. (Vidal and Marle,2008)

در سال ۲۰۱۱ بوش راکولت (Bosch-Rekveltdt) و همکارانش چارچوبی برای پیچیدگی پروژه در پروژه‌های بزرگ مهندسی ارائه دادند. آنها با اشاره به اینکه تعداد زیادی از مقالات منتشر شده در سال‌های اخیر مربوط به پیچیدگی پروژه است؛ این مسئله را نشان‌دهنده اهمیت آشکار پیچیدگی در تحقیقات مدیریت پروژه لحاظ کرده‌اند. (Bosch-Rekveltdt,2011)

در سال ۲۰۱۲، ایگناتیوس (Ignatius) و همکارانش ۱۰۵ گروه (تیم) پروژه در توسعه محصول جدید را بررسی کردند و با بیان سطوح مختلف پیچیدگی، با تمرکز بر موفقیت پروژه، سرعت توسعه و به‌هنگام بودن عمل‌کردها به این نتیجه رسیده‌اند که تفسیر اطلاعات و حافظه سازمانی منجر به موفقیت پروژه برای پروژه‌های با پیچیدگی کم شده است و در مقابل، برای پروژه‌های با پیچیدگی بالا، سرعت توسعه مشروط بر حافظه سازمانی را عامل موفقیت دانستند. (Ignatius,2012)

پروژه‌های ساخت به‌عنوان پروژه‌های پیچیده

تعریف پروژه‌های پیچیده بسیار مشکل است، این تعریف تحت تأثیر درک ما و زمینه مربوطه می‌باشد. درک پیچیدگی پروژه تحت تأثیر تجربه‌های گذشته، توانایی‌های فردی ذی‌نفعان کلیدی که در تصمیم‌گیری و قضاوت دخالت دارند، برنامه سیاسی آنها، نیازهای فرهنگی و توانایی فردی آنها در درک مسئله به‌عنوان مسئله پیچیده مطرح است. (Remington and Pollack,2011) این قسمت به‌دنبال راه شناخت پروژه پیچیده هستیم و هم‌چنین اینکه آیا پروژه‌های صنعت ساخت را نیز می‌توان به‌عنوان پروژه‌های پیچیده دانست یا خیر. ویدال و مارل

تعداد اهداف و تعداد ذی‌نفعان را می‌توان از عوامل تأثیرگذار این دسته دانست.

تنوع سیستم پروژه

تنوع سیستم پروژه نیز به‌عنوان عاملی برای پیچیدگی پروژه شناخته شده است. بنابه گفته آندرسون و شرود (Sherwood and Anderson, 2005) تنوع شدیداً به تعداد مشخصه‌ها وابسته است و یک شرط ضروری برای پیچیدگی پروژه به حساب می‌آید.

این جنبه از پیچیدگی‌های پروژه از نظر تعاملات و وابستگی‌های درون سیستم دقیقاً به گروه سوم از عوامل پیچیدگی پروژه، مربوط بوده و شامل عوامل زیر است: تنوع کارکنان، مکان جغرافیای ذی‌نفعان، تنوع منابع مالی، تنوع سطوح سلسله مراتب، تنوع روابط متقابل سازمانی، تنوع مهارت‌های مورد نیاز، تنوع روش‌ها و ابزارهای مدیریت پروژه، تنوع علایق ذی‌نفعان، تنوع اجزای محصول و تنوع تکنولوژی‌هایی که در طول پروژه از آن استفاده می‌شود.

وابستگی‌های درون سیستم‌های پروژه

همان‌طور که توسط نویسندگان مختلف تأکید شده است، وابستگی‌های متقابل به‌احتمال زیاد بزرگترین عامل پیچیدگی پروژه محسوب می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که ابزار سنتی مدیریت پروژه نمی‌تواند برای فهم واقعیت وابستگی متقابل کافی باشد و زمانی که وابستگی متقابل بین اجزای پیچیدگی پروژه وجود داشته باشد، استفاده از ابزار سنتی مدیریت پروژه مشکل‌تر خواهد بود؛ یعنی هر عنصر از عناصر دیگر تأثیر می‌گیرد و دیگران را تحت تأثیر خود قرار خواهد داد. (Calinescu et al, 1998)

از نمونه شاخص‌های این قسمت می‌توان به وابستگی بین برنامه‌ها، وابستگی با محیط، ساختار پویا و تکامل تیم، ارتباطات و بازخورد، وابستگی متقابل اهداف، سطح روابط بین فازها، تعداد رابط در سازمان پروژه، وابستگی متقابل فرایندها، روابط متقابل ذی‌نفعان و همکاری و ارتباطات تیم اشاره داشت.

محیط، زمینه یا چارچوب وابستگی

چو و همکاران (Chu et al. 2003) تأکید کردند؛ محیط پروژه، ویژگی ضروری پیچیدگی می‌باشد. محیط یا چارچوب وابستگی پیچیدگی پروژه توسط کوی وو و همکاران (Koivu et al, 2004) هم مورد تأکید قرار گرفت. آنها به‌ویژه بر روی این واقعیت اصرار داشتند که چارچوب و شیوه مربوط به یک پروژه نمی‌تواند دقیقاً به پروژه‌های دیگر با نهادهای مختلف سازمانی و فرهنگی که باید در فرایندهای مدیریت پروژه و رهبری به حساب آیند، منتقل شود. در نتیجه پیچیدگی پروژه بدون در نظر گرفتن مفاهیم متن پروژه توانایی مدیریت و تجزیه و تحلیل را ندارد. عواملی چون رقابت، پیچیدگی محیط، تنظیمات سازمانی، قوانین و مقررات جدید، درجه نوآوری، خلاقیت و درجه تکنولوژیکی خلاقیت نیز در شمار این گروه هستند.

انواع پیچیدگی در مدیریت پروژه

باتوجه به مقالات و تحقیقات مختلف، می‌توان پیچیدگی را به انواع پیچیدگی ساختاری، عدم قطعیت، دینامیک و پیچیدگی سیاسی اجتماعی تقسیم کرد. از اولین مفاهیم پیچیدگی، پیچیدگی ساختاری بوده است (Baccarini, 1996) که نوعی از پیچیدگی می‌باشد که از سال ۱۹۹۶ در نظر گرفته شده است. عدم قطعیت دومین نوع پیچیدگی است که معرفی می‌شود. (Williams, 1999) رابرز و اس چو (Ribbers and Schoo 2002) و شیا و لی (Xia and Lee 2004) هر جفت پیچیدگی دینامیکی و ساختاری را ارایه دادند. در نهایت نیز بُعد اجتماعی سیاسی پیچیدگی توسط (Gerald and Adlbrecht 2007) و به‌طور غیر مستقیم توسط (Maylor et al. 2008) معرفی شد.

پیچیدگی ساختاری

پیچیدگی ساختاری را که باکارینی «Baccarini» آنرا برای اولین بار در سال ۱۹۹۶ مطرح کرده است. بیشترین نوع پیچیدگی ذکر شده در ادبیات می باشد که به تعداد زیاد عناصر مجزا و وابستگی این عناصر مربوط می شود. (Williams, 1999) این مفهوم بسیار نزدیک به مفهوم اصلی پیچیدگی به عنوان یک مجموعه از اجزای مرتبط بهم و همچنین تعریف واژه نامه اکسفورد از این لغت «حالت یا کیفیتی از پیچیده بودن عامل دخیل در یک فرایند یا وضعیت پیچیده» می باشد در واقع این ساختار پروژه است که این نوع پیچیدگی را تعیین می کند. برای مثال اندازه تیم پروژه می تواند به عنوان یک عامل عمده پیچیدگی پروژه محسوب شود. (little, 2005) Baccarini این نوع پیچیدگی را در قالب پیچیدگی سازمانی و تکنولوژیکی مطرح کرده است. از لحاظ پیچیدگی سازمانی تعداد و تمایز را در تعداد سطوح سلسله مراتب، تعداد واحدهای رسمی سازمانی، تقسیم وظایف و

تعداد متخصصان و غیره دانسته است. از لحاظ پیچیدگی تکنولوژیکی نیز تعداد و تمایز را به معنای تعداد و تنوع ورودی ها، خروجی ها، وظایف و تخصص ها و وابستگی متقابل را به معنای وابستگی متقابل بین وظایف، تیم ها، تکنولوژی ها و یا ورودی ها می داند. (Williams, 1999, Baccarini, 1996) اکثر مقالات پیچیدگی ساختاری را براساس ۳ مشخصه زیر تعریف می کنند:

الف. اندازه (یا تعداد) (Crawford et al., 2005; Geraldi and Adlbrecht, 2007; Maylor et al., 2008; Müller and Turner, 2007; Shenhar, 2001)

ب. تنوع (Baccarini, 1996; Eriksson et al., 2002; Geraldi and Adlbrecht, 2007; Maylor et al., 2008)

ج. وابستگی متقابل (Chapman and Hyland, 2004; Little, 2005; Maylor et al., 2008; Williams, 1999; Xia and Lee, 2005)

جدول شماره (۱): ویژگی ها و شاخص های پیچیدگی ساختاری

شاخص ها	تعداد (اندازه) ... تنوع ... وابستگی متقابل میان ...
محدوده، اندازه بودجه پروژه تعداد و تنوع تکنولوژی هایی که در تولید محصول نقش دارند. تعداد و تنوع ورودی ها و یا خروجی ها یکپارچگی عناصر پروژه تمایزات و وابستگی متقابل تکنولوژیکی تعداد اقدامات و یا فعالیت های جداگانه و متفاوت برای تولید محصول نهایی پروژه یکپارچگی فرایندها ارتباط متقابل میان فرایندهای مجزا فرایندهای تعریف شده و استاندارد شده تنوع پایگاه های دانش مجزا تعداد تخصص های دخیل در پروژه (به عنوان مثال پیمانکاران فرعی) تعداد نقش ها و سطح تخصص نیروی کار تنوع ورودی های مهندسی و تخصص ها اندازه تیم پروژه تعداد زیاد منابع تعداد ذی نفعان و روابط متقابل بین آنها شدت مشارکت و روابط متقابل ذی نفعان نظم اعضای تیم تعداد پروژه های همزمان سطح برنامه های پیچیده همزمان مشابه رقابت اولویت بین پروژه ها تعداد سطوح سازمانی و واحدهای دخیل در پروژه تمایز سازمانی عمودی و وابستگی متقابل- ساختار سلسله مراتبی	

عدم قطعیت

عدم قطعیت نیز به‌عنوان یکی از انواع پیچیدگی ظاهر شده است که معمولاً در یک ماتریس دودردو درمحواری عمود بر پیچیدگی ساختاری قرار می‌گیرند. چنین طبقه‌بندی اولین بار توسط ویلیام (Williams, 1999) پیشنهاد شد و پس از آن در مدیریت عمومی دیده شد. این مفهوم به‌عنوان یکی از ابعاد پیچیدگی مدیریت مطابق با نظریه پیچیدگی می‌باشند. عدم قطعیت مربوط به هر دو حالت آینده و حال حاضر هر یک از عناصر سیستم و همچنین نحوه تعامل آنها و تأثیر هرکدام از این حالات و تعاملات می‌باشد. در مدیریت پروژه معمولاً عدم قطعیت در اهداف و روش‌ها، به‌عنوان سطح قابل یا غیر قابل پیش‌بینی درنظر گرفته می‌شود (Turner and Cochrane, 1993) در واقع عدم قطعیت پروژه به شرایط محیط و محدودیت‌های پروژه وابسته است. برای مثال Little آنرا در عواملی شامل عدم

قطعیت در بازار، عدم قطعیت فنی، زمان پروژه و سایر پروژه‌های وابسته به این پروژه و انعطاف‌پذیری محدوده می‌بیند. با طولانی‌تر شدن مدت پروژه احتمال اثر گذاشتن عدم قطعیت فنی و یا بازار بیشتر خواهد شد. (Little, 2005) در مرور ادبیات، شاخص‌های خاصی برای وجود عدم قطعیت درنظر گرفته شده است، ویژگی‌های جدیدی که وجود تازگی در تکنولوژی را ابراز می‌کند - تکنولوژی فراتر از معمول و یا یک چارچوب قراردادی غیرمعمول (Shenhar, 2001; Tatikonda and Rosenthal, 2000) تجربه - تجربیات گذشته مدیران سازمان‌ها یا تیم یا ذی‌نفعان پروژه (maylor et al, 1992; Mykytyn and green, 2008) و در دسترس بودن اطلاعات و یا اینکه اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم‌گیری در دسترس باشند اما مبهم باشند. (Gerald, 2007; Maylor et al., 2008) and Adlbrecht,

جدول (۲): شاخص‌ها و ویژگی‌های عدم قطعیت

شاخص‌ها	
تعریف درست و روشن چشم انداز، الزامات، محدوده، بسته های کاری، اهداف و معیارهای موفقیت، درک خوب مفاهیم پروژه	تجربه کار با ... تازگی/نواوری ...
انتظار واقع گرایانه از ذی نفعان	ابهام و یا در دسترس بودن اطلاعات (دانش) در مورد ...
ابهام در اندازه گیری عملکرد جنبه های جدید فنی و سازمانی	
نوآوری و یا تازگی فناوری به طور خاص یا حتی جدید برای شرکت	
درجه سفارشی سازی اجزا و محصول نهایی	
عدم قطعیت در روش	
داده دقیق، کامل، به موقع، قابل قبول، قابل درک، سطح جزئیات در دسترس	
مدیریت ریسک و کیفیت، تجربه مدیر پروژه، اعضای تیم آگاه از نظر فنی، درک روش مدیریت پروژه، تجربه کاری مشترک اعضای تیم	
چشم انداز مشترک تیم پروژه از پروژه با تکیه بر کارشناسان کلیدی ذی نفعان نا مشخص، تجربه گذشته ذی نفعان در کل و یا مدیریت پروژه، تجربه برای کار با ذی نفعان، درک ذی نفعان از مفاهیم پروژه، ذی نفعان آگاه از نظر فنی، مسائل مربوط به مدیریت پروژه، سازمان کارفرمایی که در مواقع لزوم منابع را فراهم می کنند.	
ساختارهای جدید سازمانی، مرز مسوولیت برای انجام وظایف و تحویل شدنی ها	

دینامیک یا پویایی

دینامیک به تغییرات در پروژه اشاره دارد مثل تغییرات در مشخصات (و یا تغییر در اهداف به واسطه مبهم بودن آن)، تیم مدیریت، تأمین کنندگان و یا چارچوب محیط. این تغییرات ممکن است پروژه را به سطح بالایی از بی‌نظمی، دوباره کاری و یا ناکارآمدی هدایت کند. «دینامیک» رفتار معمول سیستم‌های پیچیده است.

ویژگی‌های پیچیدگی دینامیک به مراتب کمتر از ویژگی‌های پیچیدگی ساختاری توسعه یافته‌اند. منظور نویسندگان از تعریف کلمه دینامیک بسیار گسترده است؛ به عنوان مثال شامل تمامی جنبه‌هایی مانند: تنوع و پویایی (Maylor et al., 2008)، مقدار و تأثیر تغییرات (Geraldi and Adlbrecht, 2007)

پیچیدگی اجتماعی - سیاسی

تحقیقات زیادی وجود دارد که تأکید می‌کند، پروژه‌ها توسط منابع انسانی با منافع متضاد و شخصیت‌های دشوار انجام می‌شود (Clegg and Courpasson, 2004; Maylor, 2001) چیزی که روی آن تمرکز کرده‌اند گشتن به دنبال خواص نوظهور گروه‌های افراد به عنوان «فرایندهای پیچیده پاسخ‌گو در ارتباط» می‌باشد. (Cicmil et al., 2009, Stacey, 2001)

به‌طور خلاصه، این نوع از پیچیدگی به عنوان ترکیبی از جنبه‌های سیاسی و جنبه‌های عاطفی دخیل در پروژه‌ها پدیدار شده است.

در شرایطی مانند تغییرات سازمانی یا جایی که یک پروژه نیازمند متحد کردن منافع، برنامه‌ها یا نظرات مختلف است انتظار بیشتری از این نوع پیچیدگی داریم. با نگاهی به شاخص‌ها و مفاهیم مربوط به این ابعاد، سه ویژگی زیر را می‌توان تعریف کرد. سؤالات زیر جنبه‌های دخیل در هریک از ویژگی‌ها را نشان می‌دهد:

و یا مسائل بخشی خاص؛ به عنوان مثال میزان نیاز طراحی مجدد سیستم بعد از آزمایش (Xia and Lee, 2005). (Maylor et al. 2008) می‌شود. برای پیچیدگی‌ها دینامیک، نمی‌توان شاخص‌های خاص، مشابه آنچه در دو نوع قبل پیچیدگی داشتیم، در نظر گرفت. متناسب‌ترین ویژگی که همه شاخص‌های پیچیدگی دینامیک را در برمی‌گیرد این است «یک تغییر در هریک از ابعاد دیگر پیچیدگی» به عنوان مثال؛ پیچیدگی ساختاری دینامیک، از تغییر در محدوده حاصل می‌شود. عدم قطعیت دینامیک از ورود یک تکنولوژی جدید در طول پروژه به وجود می‌آید و تغییرات سیاسی اجتماعی از یک دوره‌ای از استخدام یا اخراج ذی‌نفعان کلیدی پروژه به وجود می‌آید

حمایت از (پروژه) و یا از طرف (ذی‌نفعان):

- آیا پروژه حمایت‌های لازم را دارد؟

- آیا ذی‌نفعان موافقند یا مخالف؟

۲. تناسب یا هم‌گرایی با:

- آیا نظرات، منافع و نیازها هم‌تراز است یا با هم در

تناقضند؟

- و یا، بدی تعریف آنها، اجازه واگرایی بیشتر به آنها داده

است؟

- آیا آنها متناسب با استراتژی سازمان کارفرما و

تأمین‌کننده است یا خیر؟

- آیا آنها واقع‌بینانه و مناسب است؟

- آیا متدلوژی کارفرما با تأمین‌کننده در تضاد است؟

۳. شفافیت (برنامه‌های پنهان):

- روند پروژه تاچه حد شفاف است؟

- آیا روابط قدرت بین ذی‌نفعان بر روی این شفافیت تأثیر

می‌گذارد؟

جدول (۳): شاخص‌ها و ویژگی‌های پیچیدگی سیاسی اجتماعی

شاخص‌ها	
حمایت مدیران ارشد پروژه، وجود برنامه‌های مخفی، الزامات متناقض، اولویت‌های رقابتی، درک مشترک از اهداف پروژه، انتظارات واقع بینانه از زمان بندی و بودجه استفاده از ابزارهای مناسب، روش‌های مدیریت پروژه ای که در واقعیت استفاده می شود. فرایندهای استاندارد اعتماد و همدلی تعهد، اختیار و اقتدار مناسب و پاسخگویی تعهد ذی نفعان، مالکیت، اختیارات مناسب و پاسخگویی مناقشات و تعارضات و مبارزات قدرت و برنامه های مخفی بین ذی نفعان ارتباط کافی اطلاعات پروژه منابع مشترک در سراسر پروژه های مختلف	شفافیت (برنامه های مخفی) در ... اهمیت ... حمایت از یا از طرف ... تناسب یا همگرایی با ...

نتیجه‌گیری

در این تحقیق بر خلاف عقیده سنتی رایج در مدیریت و کنترل پروژه - که ریشه عوامل و مشکلات پروژه را در مفاهیم و چارچوب‌های ثابتی ارائه می‌کرد - که به هیچ وجه پاسخ‌گوی انواع مشکلات رخ داده در پروژه نبوده است، در این مقاله چنین نتیجه‌گیری می‌شود؛ به یک دیدگاه نو و متفاوت در این راستا نیاز است که مانند راه حل سنتی برای همه مشکلات، یک راه حل ثابت و در بیشتر موارد ناکارآمد نداشته باشد. این دیدگاه نو براساس نیازسنجی‌های انجام شده برای پیش‌گیری از وقوع انواع مشکلات فرا روی مدیریت پروژه عوامل مختلف داخل و خارج پروژه را در نظر گرفته و از انواع مختلف راهکار و مفاهیم استفاده می‌کند. در واقع حالت ایستای سنتی گذشته دیگر پاسخ‌گو نبوده و باید تغییر نگرش دینامیکی در برخورد با بروز مشکل وجود داشته باشد. نیاز به تغییر دیدگاه در این مقاله از نقطه نظر پیچیدگی بحث و بررسی می‌شود لذا در این مقاله سعی بر این شده است انواع پیچیدگی و شاخص‌های آن مطرح و پیگیری شود.

در همین راستا، پژوهی پیش روی در ابتدا با معرفی پیچیدگی و مفاهیم آن، به نمودهای این تئوری و مفاهیم آن در پروژه‌های صنعت ساخت اشاره داشته و سعی بر این

دارد که دو مشکل عمده و اساسی پیش روی مدیریت پروژه صنعت ساخت را تحلیل و بررسی کند و در ادامه راه حل و چارچوب نظری مناسبی برای آن ارائه دهد. مسئله اول عدم درک مشترک ذی‌نفعان پروژه می‌باشد که می‌توان علت آن را در نبود مفاهیم مشترک در تعاریف اولیه از مسائل جویا شد. مشکل دوم هنگامی آشکار می‌شود که مدیر پروژه در مواقع بحرانی تنها عوامل داخل پروژه را رصد نموده و به دنبال راه‌حل‌ها درون سیستمی کوتاه مدت است. علت بروز هر دو مشکل را می‌توان نداشتن شناخت کامل از ماهیت پروژه و عوامل تأثیرگذار بر آن دانست. در این مقاله در پی اثبات پروژه ساخت، به عنوان پروژه پیچیده، چارچوب نظری در مدیریت پروژه، ارائه گردیده است که در آن شاخص‌های هر نوع پیچیدگی معرفی می‌شود. این چارچوب به ساختاردهی نوع گفتگوی بین مدیران پروژه و ذی‌نفعان در مورد پیچیدگی کمک خواهد کرد. این مسئله، مخصوصاً در زمانی که مدیران پروژه به حمایت ذی نفعان برای پروژه پیچیده نیاز داشته باشد ضروری تر می‌نماید که گذشته از آن، نگاه مدیر پروژه را در مواقع بحرانی به عوامل خارجی تأثیرگذار نیز جلب خواهد کرد.

مراجع

- Management Practice, PMI, Newtown Square, PA.
8. Clegg, S. and Courpasson, D. (2004), "Political hybrids: toquevillean views on project organizations", *Journal of Management Studies*, Vol. 41 No. 4, pp. 525-47.
9. Corbett, L.M., Brockelsby, J. and Campbell-Hunt, C. (2002), "Tackling industrial complexity", in Friezelle, G. and Richards, H. (Eds), *Tackling Industrial Complexity*, Institute for Manufacturing, Cambridge, pp. 83-96.
10. Crawford, L., Hobbs, B. and Turner, J.R. (2005), *Project Categorization Systems*, PMI, Newton Square, PA.
11. Geraldi, J. and Adlbrecht, G. (2007), "On faith, fact and interaction in projects", *Project Management Journal*, Vol. 38 No. 1, pp. 32-43.
12. Griffin, D., Shaw, P. & Stacey, R. (1998) Speaking of complexity in management theory and practice. *Organisation*, 5, 315-339.
13. Ignatius, J., Leen, JYA, Ramayah, T, Hin, CK, Jantan, M. (2012), The impact of technological learning on NPD outcomes: The moderating effect of project complexity, *Technovation* 32 (2012) 452-463
14. Jaafari, A. (2003). *Project Management in the age of complexity and change* [Electronic version]. *Project Management Journal*, 34(4), 8756-9726.
1. Baccarini, D. (1996), 'The Concept of Project Complexity – A Review', *International Journal of Project Management* 14:4, 201-4.
2. Bonny, J.B., & Frein, J.P. (1973). *Handbook of construction management and organization*. New York: Van Nostrand Reinhold.
3. Bosch-Rekveltdt, M., Jongkind, Y, Mooi, H, Bakker, H, Verbraeck, A, (2011) Grasping project complexity in large engineering projects: The TOE (Technical, Organizational and Environmental) framework, *International Journal of Project Management* 29 (2011) 728-739.
4. Calinescu, A., Efstathiou, J., Schimand, J. and Bermejo, J. (1998), "Applying and assessing two methods for measuring complexity in manufacturing", *Journal of Operational Research Society*, Vol. 49 No. 7, pp. 723-33.
5. Chapman, R. and Hyland, P. (2004), "Complexity and learning behaviors in product innovation", *Technovation*, Vol. 24 No. 7, pp. 553-61.
6. Chu, D., Strand, R. and Fjelland, R. (2003), "Theories of complexity – common denominators of complex systems", *Essays & Commentaries: Theories of Complexity*, Vol. 8 No. 3, pp. 19-30.
7. Cicmil, S., Cooke-Davies, T., Crawford, L. and Richardson, K (2009), *Exploring the Complexity of Projects: Implications of Complexity Theory for Project*

- Engineering Management Journal, Vol. 14 No. 2, p. 45.
24. Rodrigues, A. and Bowers, J. (1996), "The role of system dynamics in project management", International Journal of Project Management, Vol. 14 No. 4, pp. 213-20.
25. Shenhar, A.J. (2001), "One size does not fit all projects: exploring classical contingency domains", Management Science, Vol. 47 No. 3, pp. 394-414.
26. Sherwood, J.B. and Anderson, P. (2005), "Diversity as a determinant of system complexity", GIST Technical Report G 2005-1, paper presented at the 2nd Workshop on Complexity in Design and Engineering.
27. Tatikonda, M.V. and Rosenthal, S.R. (2000), "Technology novelty, project complexity, and product development project execution success: a deeper look at task uncertainty in product innovation", IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 47 No. 1, pp. 74-87.
28. Tatikonda, M.V. and Rosenthal, S.R. (2000), "Technology novelty, project complexity, and product development project execution success: a deeper look at task uncertainty in product innovation", IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 47 No. 1, pp. 74-87.
29. Turner, J.R. and Cochrane, R. (1993), "Goals-and-methods matrix: coping with projects with ill-defined goals and/or methods of achieving them", International Journal of Project Management, Vol. 11 No. 2, pp. 93-102.
30. Vidal, LA, Marle, F (2008) Understanding project complexity:
15. Klir, G J 'Complexity: some general observations' Systems Research 2 (2) (1985) 131-140
16. Koivu, T., Nummelin, J., Tukiainen, S., Tainio, R. and Atkin, B. (2004), "Institutional complexity affecting the outcomes of global projects", VTT Working Papers 14, VTT, Espoo, available at: www.vtt.fi/inf/pdf
17. Little, T. (2005), "Context-adaptive agility: managing complexity and uncertainty", IEEE Software, Vol. 22 No. 3, pp. 28-35.
18. Maylor, H., Vidgen, R. and Carver, S. (2008), "Managerial complexity in project-based operations: a ground model and its implications for practice", Project Management Journal, Vol. 39, pp. 15-26.
19. Melles, B, Robers, J C B and Wamelink, J W F 'A typology for the selection of management techniques in the construction industry'. CIB 90 Conference Building Economics and Construction Management Sydney (1990)
20. Muller, R. and Turner, J.R. (2010), Project-oriented Leadership, Gower Publishing, Aldershot.
21. Mykytyn, P. and Green, G. (1992), "Effects of computer experience and task complexity on attitudes of managers", Information & Management, Vol. 23 No. 5, pp. 263-78.
22. Remington, K. and Pollack, J. (2011), Tools for Complex Projects, Gower, Aldershot.
23. Ribbers, P.M.A. and Schoo, K.-C. (2002), "Program management and complexity of ERP implementations",

- International Journal of Project Management 17, 269-73.
32. Xia, W. and Lee, G. (2004), "Grasping the complexity of IS development projects", Communications of the ACM, Vol. 47 No. 5.
- implications on project management, Kybernetes, Vol. 37 Iss: 8 pp. 1094 - 1110
31. Williams, T. M. (1999), 'The Need for New Paradigms for Complex Projects',