



شناسایی ابزارهای دانشی موثر بر تسهیم دانش در مراحل مختلف مدل Vee برای توسعه محصولات و سیستم های پیچیده CoPS

حمید حکمیان (نویسنده مسؤل)

دانشجوی دکترای مدیریت پروژه، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

محمدرضا آراستی

عضو هیأت علمی و رئیس دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

Email: h.hakamian@modares.ir

محمد حسین صبحیه

عضو هیأت علمی و مدیر گروه مدیریت پروژه و ساخت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

فرآیند مدیریت دانش همچنان که در پروژه ها نقش کلیدی دارد، برای ایجاد و توسعه محصولات و سیستم های پیچیده (Complex Products and Systems) یا (CoPS) نیز اهمیتی دو چندان دارد. سازمان ها برای بقا و توسعه نیازمند توسعه CoPS هستند و از این رو نیاز است ضمن معرفی مفاهیم پایه ای CoPS، مدل های مرتبط با توسعه آن ها را شناسایی نمود و ویژگی هر کدام را بررسی کرد. در این مقاله تلاش می شود تا ضمن معرفی این مدل ها کارکردها و نقش دانش در مراحل مختلف یکی از مدل های مطلوب تر بررسی شود و بر این اساس ابزارهای تسهیم دانش (Knowledge Sharing) در طول تکامل مراحل مختلف این مدل چارچوب دهی شوند.

کلمات کلیدی: تسهیم دانش، محصولات و سیستم های پیچیده (CoPS)، مدل Vee.

۱- مقدمه

چالش‌های جدید و احتمالات پیش رو موجب هدایت به سوی فهم تازه‌ای از پروژه‌ها می‌شود چرا که جهان و اجتماع ما (انسان‌ها و سازمان و بازار) به یک شیوه قابل پیش‌بینی (مداوم، باثبات و خطی) توسعه پیدا نمی‌کنند بلکه غیرقابل پیش‌بینی (غیر مداوم، بی‌ثبات و غیرخطی) است که این مسئله موجب پیچیدگی بیشتر می‌شود (Saynisch, 2010). توجه به محصولات صنعتی کنونی و همچنین بسیاری از پروژه‌ها رشد فزاینده پیچیدگی را به خوبی نشان می‌دهد. خودروها، گوشی‌های تلفن همراه، رایانه‌های شخصی، هواپیماها یا حتی مأموریت‌های فضایی ابعادی از این پیچیدگی به شمار می‌روند (Forsberg et al., 2005:5). از این رو سازمان‌های پروژه محور برای بقا و توسعه فعالیت‌های خود، ناگزیر باید به محصولات و سیستم‌های پیچیده (CoPS) توجه داشته باشند چرا که CoPS نقشی حیاتی در صنایع مدرن و پیشرفت اقتصادی ایفا می‌نماید (ESRC, 2000). از آن جا که CoPS محصولات و سیستم‌هایی با هزینه بالا و مهندسی پیچیده هستند از این رو نوع نگاه به آن نیز متفاوت از محصولات مانند تولید انبوه است (Azizi et al., 2010; Nightingale, 2000). از سوی دیگر در گذشته بیشتر مباحث مدیریت پروژه در زمینه ابزار و تکنیک‌های و همچنین اثربخشی و کارایی کارکنان بوده است ولی در مطالعات اخیر یادگیری سازمانی به عنوان یکی از محرک‌های اصلی سازمان‌های پروژه محور شناخته می‌شود. (Bartsch et al., 2013) همه پروژه‌ها در یک چیز اشتراک دارند: دانش (Gasik et al., 2011). استاندارد مدیریت پروژه ژاپن دانش را منبع اصلی ارزش آفرینی برای پروژه معرفی می‌کند (PMAJ, 2005). مدیریت دانش در پروژه و به ویژه پروژه‌های بزرگ یکی از عوامل اصلی موفقیت این پروژه‌ها به شمار می‌رود و نبود مدیریت دانش یکی از اصلی‌ترین دلایل شکست این پروژه‌ها به حساب می‌آید (Gasik et al., 2011). با توجه به این که دانش را می‌توان به سه دسته عمومی تقسیم کرد (Yukaskin and Pilanto, 2011):

- دانش فنی مربوط به تکنیک‌ها، فن‌آوری و مانند آن
- دانش مدیریت پروژه
- دانش مرتبط با پروژه و مشتریان و سایر چیزهایی که برای آینده کسب‌وکار سازمان نیاز است.

و با در نظر گرفتن این که بخشی مهمی از توسعه محصولات و سیستم‌های پیچیده به مسئله‌های مهندسی باز می‌گردد و از آن جا که فعالیت‌های مهندسی نیز به نوبه خود دانش بر (Knowledge intensive) هستند (Chen et al., 2008) مدیریت دانش آن نیز در قالب مدیریت دانش فنی قرار می‌گیرد. برای غلبه بر پیچیدگی توسعه CoPS مدل‌های مختلفی چون مدل چرخشی (Circular Model) مدل آبشاری (Waterfall Model) مدل DoD STD 2167A، مدل حلزونی (Spiral Model) و مدل Vee ارائه شده‌اند که هر کدام بر اساس رویکرد خود شیوه‌ای را برای توسعه CoPS ارائه می‌دهند. بنابراین همچنان که در شکل شماره (۱) نشان داده شده است، در این پژوهش تلاش می‌شود تا پس از شناخت و تعریف CoPS، مدل‌های مرتبط با توسعه آن‌ها معرفی شوند و با توجه به مراحل مختلف این مدل، مفاهیم فنی مورد نیاز شناسایی شود و سپس اجزای دانشی هر کدام از آن‌ها تعریف گردد. پس از آن موضوع تسهیم دانش به عنوان قلب مدیریت دانش و ابزارهای آن بررسی می‌شود و چارچوبی برای تسهیم دانش در مدل مطلوب تر برای توسعه CoPS ارائه گردد.



شکل شماره (۱): مدل مفهومی پژوهش

به عنوان یک مفهوم نخست باید دید که پیچیدگی چه مفهومی دارد. واژه نامه کمبریج پیچیدگی را این گونه تعریف می کند: زمانی که چیزی دارای اجزای زیادی باشد به گونه ای که فهم یا پاسخ به آن دشوار باشد (Cambridge university press, 2008).

به صورت کلی چهار نوع پیچیدگی را می توان در پروژه ها مشاهده نمود که عبارت است از:

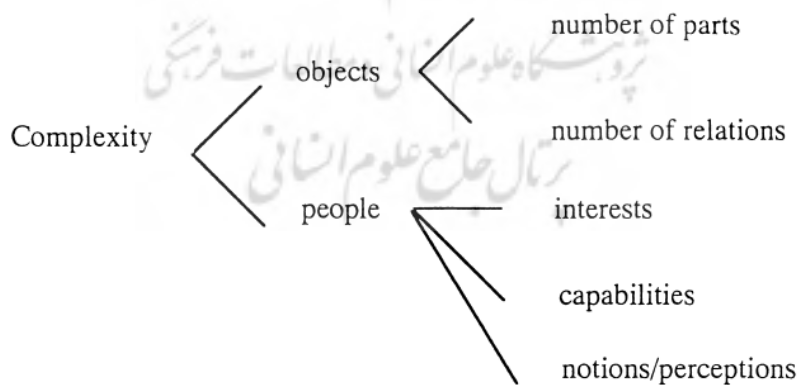
۱- پیچیدگی ساختاری: ناشی از وجود عناصر مختلف در یک ساختار است که معمولاً از آن با Complicate نام برده می شود.

۲- پیچیدگی فنی: پیچیدگی محصول پروژه که ناشی از مسئله های طراحی یا فنی است.

۳- پیچیدگی جهت گیری: به دلیل اهداف یا روش های مبهم یا خواسته های پنهان روی می دهد.

۴- پیچیدگی های موقتی: در نتیجه اثرات محیطی غیرقابل پیش بینی مانند تغییرات در قوانین یا ناآرامی های مدنی روی می دهد.

در این پژوهش آن چنان که (Miyazaki and Kijima, 2000) اشاره می کنند (شکل شماره) تمرکز بر پیچیدگی فنی و پیچیدگی ساختاری است.



شکل شماره (۲): تقسیم بندی پیچیدگی (Miyazaki and Kijima, 2000)

رایکفورد و کاش در این زمینه سه دیدگاه برای پیچیدگی مطرح می کنند:

۱- پیچیدگی با تعداد اجزای یک سیستم شناخته می شود. در این مفهوم سازی پیچیدگی (Complexity) معادل با بغرنج بودن (Complicatedness) فرض می شود.

۲- دیدگاه دوم بیان می دارد که پیچیدگی تنها با نگاه به اجزای سیستم حاصل نمی شود بلکه با تعامل این اجزا نیز باید بررسی شود، به ویژه در قالب حلقه های بازخورد که پیچیدگی را شکل می دهد.

۳- در دیدگاه سوم که در بسیاری از پژوهش‌ها مورد توجه است، پیچیدگی از تعامل میان محصول، فرآیند، فن آوری و سازمان حاصل می‌شود. (Azizi et al., 2010)

CoPS را می‌توان به این صورت تعریف کرد: محصولات، سیستم‌ها، شبکه‌ها، واحدهای کنترل، بسته‌های نرم‌افزاری، سازه‌ها و خدماتی که دارای هزینه بالا، نیازمند تکنولوژی پیچیده هستند و به عنوان کالاهای سرمایه‌ای شناخته و به صورت سفارشی ساخته می‌شوند (ESRC, 2000).

(Hobday, 2000) بیش از ۸۰ نمونه از CoPS را معرفی می‌کند که برخی از آن‌ها در جدول شماره (۱) آمده است. این موارد می‌توانند بیانگر دامنه و تنوع CoPS باشند. نمونه‌های CoPS را می‌توان در دو دسته‌بندی کلی محصولات پیچیده (مانند هواپیما، توربین و ...) و سیستم‌های پیچیده (مانند سیستم هدایت خودکار هواپیما، سیستم مدیریت ترافیک و سیستم کنترل شبکه برق و...) دسته‌بندی کرد. (Azizi et al., 2010)

جدول شماره (۱): برخی از نمونه‌های CoPS (Hobday, 2000)

نمونه‌هایی از CoPS	
سیستم‌های کنترل هواپیما	ساختمان‌های هوشمند
موتور هواپیما	نیروگاه‌های هسته‌ای
سیستم هدایت خودکار هواپیما	سکوی حفاری
ناوهای جنگی	تجهیزات پالایش نفت
پل‌ها	برج‌های مخابراتی
شبکه‌های اطلاعاتی تجاری	سیستم مدیریت ترافیک جاده‌ای
توربین گازی ترکیبی	تجهیزات چرخ و فلک
اسکله و بندر	ایستگاه فضایی
سدها	سیستم تأمین آب
سیستم کنترل شبکه برق	ابر رایانه‌ها
بالگرد	ماشین‌های مسابقه‌ای
قطارهای سریع‌السیر	مخازن نفتی

در کشورهای توسعه یافته سرمایه‌گذاری در پروژه‌های زیرساختی CoPS بیانگر این مسئله است که نزدیک به ۱۰ درصد از حجم سرمایه‌گذاری‌ها را نشان می‌دهد. (Azizi et al., 2010)

مقایسه CoPS با محصولات تولید انبوه جدول شماره (۲) می تواند به شکل بهتری جایگاه آن را نشان دهد. جدول شماره (۲): مقایسه CoPS و صنایع تولید انبوه (Hobday, 2000)

ویژگی های محصول	رابط کاربری پیچیده	رابط کاربری ساده
	چند کاربردی	تک کاربردی
	هزینه بالا	هزینه پایین
	عمر بالا در حد یک دهه	عمر کوتاه
	نیاز به مهارت و دانش بالا	مهارت و دانش کم
	امکان سفارشی شدن اجزا	دارا بودن اجزای استاندارد
	نظام مند/سلسله مراتبی	معماری ساده
ویژگی های تولید	پروژه های/دسته های کوچک	تعداد بالا و دسته های بزرگ
	یکپارچگی سیستم ها	طراحی برای ساخت
فرآیندهای نوآوری	جهت گیری به سمت کاربران	جهت گیری به سمت تأمین کنندگان
	انعطاف بالا/مهارت محور	فرمول بندی و کدگذاری شده
	دو موضوع نوآوری و انتشار آن یکی هستند	نوآوری و انتشار جداست
	مسیر نوآوری با توجه به تأمین کنندگان و کاربران تعیین می شود	مسیر نوآوری با توجه به بازار تعیین می شود
	دانش متجلی در افراد	دانسته های متجلی در ماشین
استراتژی های رقابتی و محیط نوآوری	تمرکز بر طراحی و توسعه محصول	تمرکز بر امور اقتصادی و کمینه کردن هزینه
	محیط ارگانیک و پویا	محیط ماشینی
	مبتنی بر شایستگی های سیستمی	مبتنی بر شایستگی های تولید انبوه
	مدیریت اتحاد شرکت های چندگانه در محیط پروژه های موقت	تمرکز بر یک شرکت (تولید ناب، کنترل کیفی جامع و ...)
هماهنگی و تکامل صنعتی	شبکه های گسترده	شرکت های بزرگ/ساختار زنجیره ای
	اتحادهای چند شرکتی پروژه محور	یک شرکت با تولید انبوه
	اتحادهای چند شرکتی برای نوآوری و تولید	اتحادها معمولاً برای تحقیق و توسعه یا مبادله توانایی ها صورت می پذیرد
ویژگی های بازار	ساختار انحصاری	فروشنندگان و خریداران بسیار
	تعداد کم مبادله ولی در حجم بالا	شمار زیادی از مبادلات
	تجارت به تجارت	تجارت به مشتری
	اداره بازار	سازوکار متداول بازار
	پایه گذاری و سیاست گذاری	دادوستد
	قاعده مندی و کنترل شدید	حداقل قاعده مندی
	قیمت مذاکره ای	قیمت بازار
	رقابت بخشی	رقابت شدید

برای غلبه بر چالش پیچیدگی CoPS قانون اشبی (Ashby's Law) یک اصل محوری در این بستر است. این قانون این چنین بیان می‌دارد که تنها «تنوع است که می‌تواند تنوع را کنترل کند». بدان معنی که برای کنترل یک سیستم پیچیده ابزارهای کنترلی پیچیده مورد نیاز است. همان گونه که نمی‌توان آثار شکسپیر را با یک واژه‌نامه ۳۰۰۰ کلمه‌ای ترجمه کرد، اگر عناصر کنترلی تنوع کمی داشته باشند نمی‌توانند پاسخگو باشند (Saynisch, 2010). اینجاست که کاربرد مدل‌های توسعه‌ای مرتبط با CoPS رخ می‌نماید.

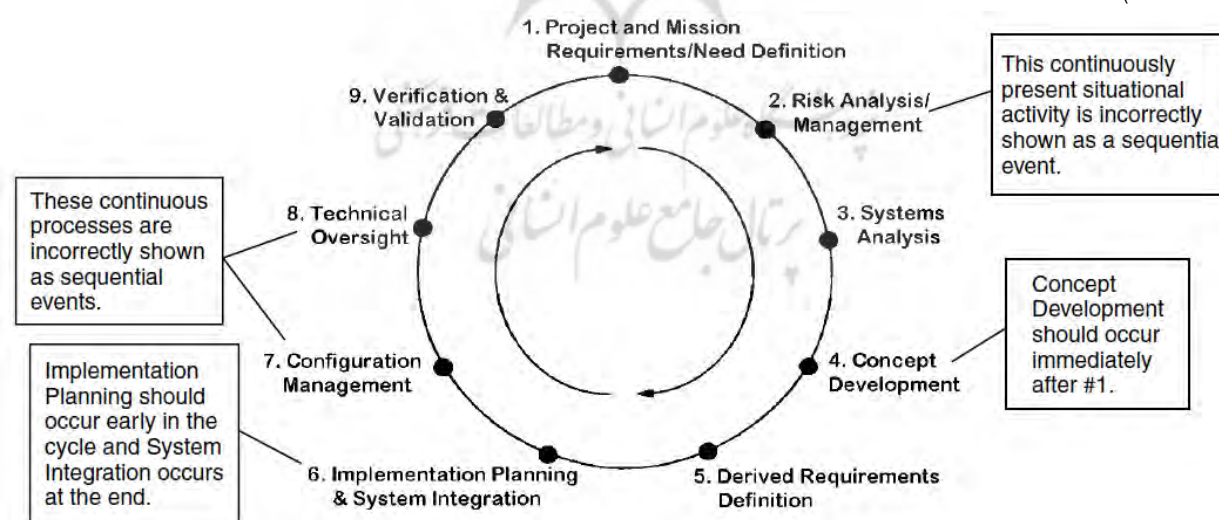
بسیاری از پروژه دارای پیچیدگی زیادی هستند که برای توسعه آن‌ها مدل‌ها و سیستم‌های مختلفی ارائه شده‌اند برای نمونه، توسعه یکپارچه، گام به گام، توسعه تکاملی، توسعه چابک، مدیریت خط مبنا و مدل‌هایی مانند مدل چرخشی، مدل DoD STD 2167A، مدل آبشاری، مدل حلزونی و مدل Vee (Forsberg et al., 2005:84). درحالی که برخی از این رویکردها بر امور مدیریتی تمرکز دارند، مدل‌های یادشده بیشتر جنبه فنی را پوشش می‌دهند. از آن جا که در این پژوهش این جنبه مورد توجه است در ادامه به صورت کلی هر کدام از آن‌ها معرفی می‌شوند.

مدل چرخشی

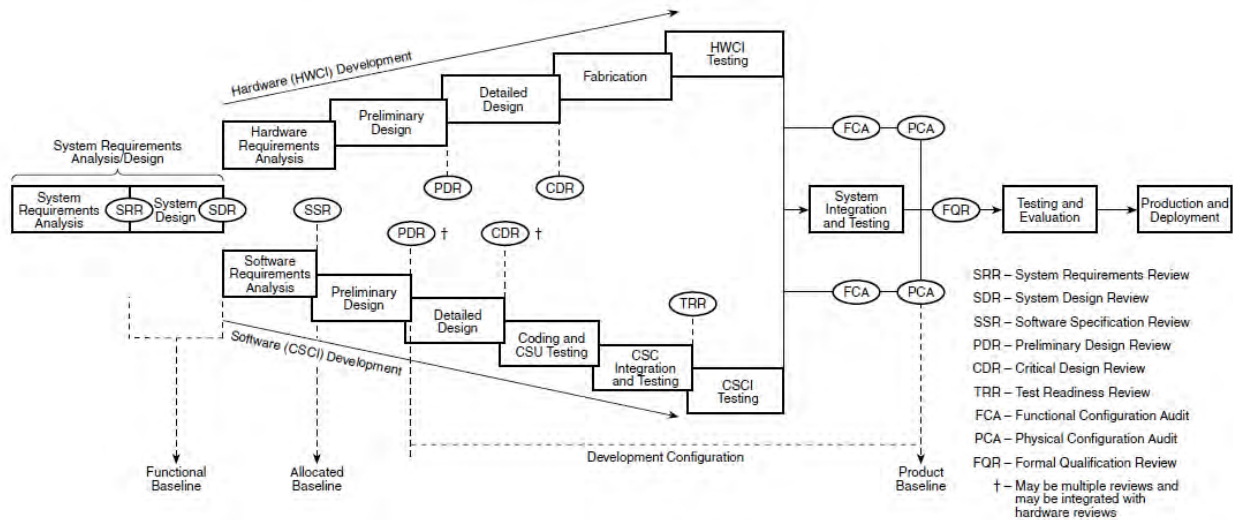
این مدل توسط شرکت‌های دولتی برای مدیریت پروژه پیچیده فنی استفاده می‌شود. کاستی‌ها کلی این مدل در شکل شماره (۳) نشان داده شده است. در این گونه مدل‌های خطی، فعالیت‌های ادامه‌دار و مداوم مانند تحلیل ریسک و مدیریت پیکربندی به اشتباه به عنوان پدیده‌های دارای توالی تعریف شده است درحالی که این موارد از نوع فرآیندهای مداوم در طول کار هستند. (Forsberg et al., 2005:105)

مدل DoD STD 2167A

برخی از مدل‌های جدیدتر مانند مدل DoD STD 2167A رویدادهای مرتبط با حوزه نرم‌افزاری را از حوزه سخت‌افزاری جدا می‌کنند شکل شماره (۴). پیام این جداسازی این است که این دو مسیر می‌تواند به صورت مجزا مدیریت شوند تا هنگامی که سیستم نهایی از ادغام سخت‌افزار و نرم‌افزار به وجود آید. این مدل برای سال‌ها استفاده می‌شد ولی در اواسط دهه ۱۹۹۰ که DoD (وزارت دفاع آمریکا) به سمت به‌کارگیری استاندارد تجاری توسعه نرم‌افزاری روی آورد، رها گردید. (Forsberg et al., 2005:106)



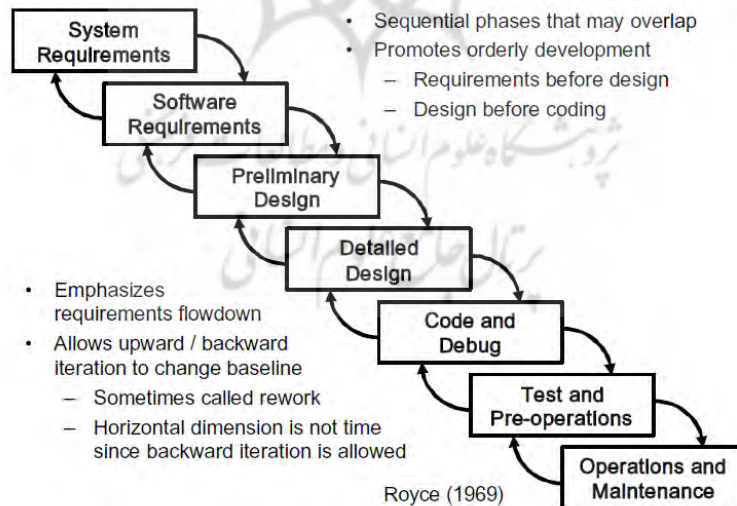
شکل شماره (۳): این نوع مدل چرخشی دارای کاستی‌های زیادی است. (Forsberg et al., 2005:105)



شکل شماره (۴): رویدادهای مرتبط با حوزه نرم‌افزاری و سخت‌افزاری به اشتباه از یکدیگر جدا شده‌اند (Forsberg et al., 2005:106)

مدل آبشاری

در مدل DoD STD 2167A و مدل آبشاری شکل شماره (۵) فعالیت‌های پایین‌دستی نمی‌توانند ادامه یابند، پیش از آن که عدم قطعیت‌های بالادستی مرتفع و همچنین بازنگری‌های اصلی (درگاه‌های تصمیم‌گیری) تأمین گردند. مدل آبشاری که توسط دکتر وینستون دلبیو رویس (Winston W. Royce) تدوین شده است، به صورت جریان از بالا به پایین در طی شماری از مراحل مجزا و متوالی و خطی شکل می‌گیرد. در پروژه‌های پیچیده این رویکردی مناسبی نیست. اشکال عمده این روش این است که بازبینی و تجدیدنظر در فازهای انجام‌شده امکان‌پذیر نیست لذا خطای تخمین ابعاد پروژه، ریسک اشتباه در فهم درست و تحلیل نیازمندی‌ها و نیز امکان انتخاب نایجای معماری بسیار بالاست.

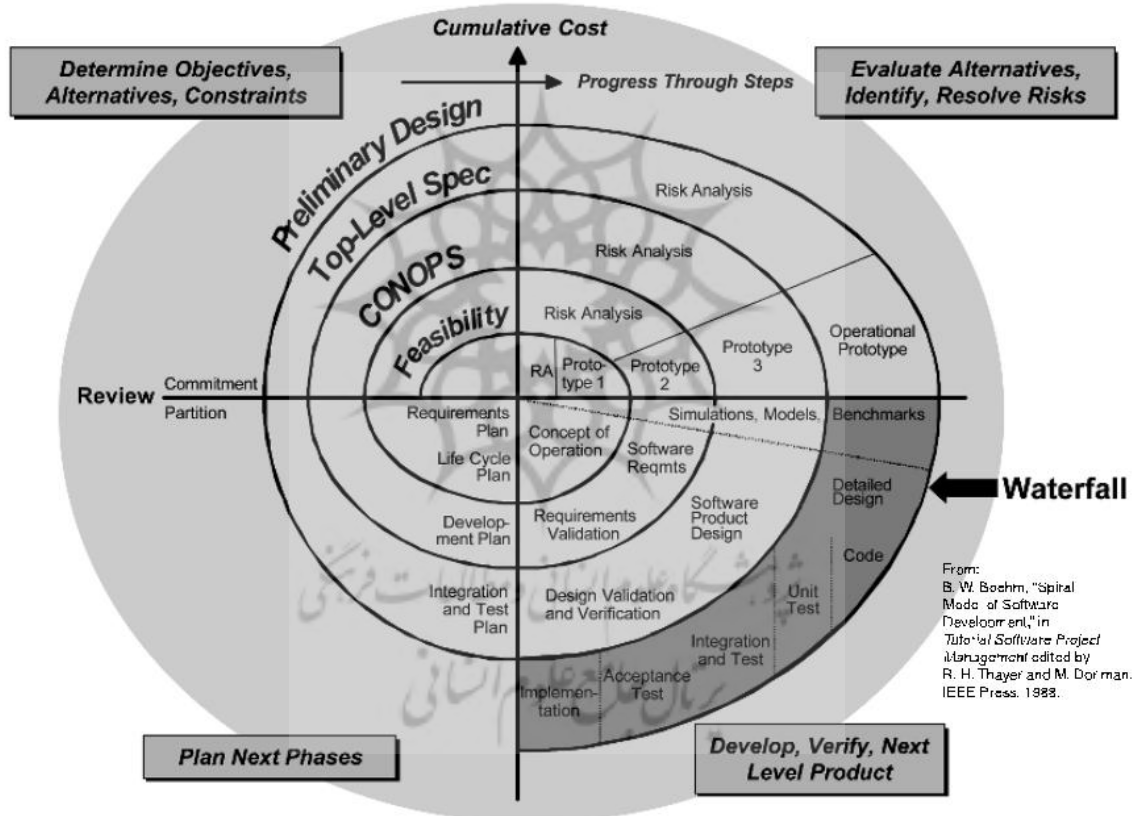


شکل شماره (۵): مدل آبشاری (Forsberg et al., 2005:107)

رونا استیلین (یکی از دانشمندان حوزه رایانه) یادآور می‌شود: «مدل آبشاری، ریسک‌گریز است. موجب تخمین‌های نادرست هزینه و زمانی و ظهور یک توسعه فارغ از در نظر گرفتن مشکلات می‌شود.» اغلب اوقات نیاز است تا کدگذاری و طراحی نرم‌افزاری و همچنین مدل‌سازی سخت‌افزاری در چرخه توسعه زودتر آغاز شوند تا اطمینان حاصل شود که الزامات به خوبی شناخته شده‌اند و توجیه‌پذیری طرح اثبات گردد. به این دلیل بسیاری از سازمان‌ها کاربرد این مدل و مدل‌های مشابه را کنار گذاشته‌اند.

مدل حلزونی

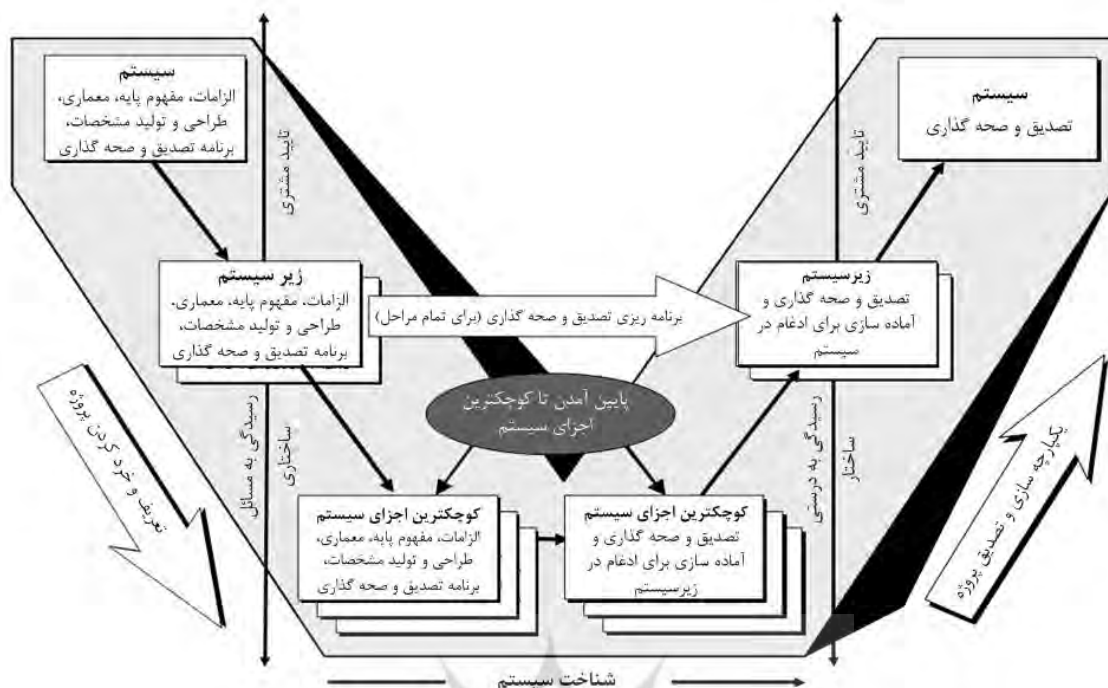
این مدل یک مدل ریسک محور است که برای پوشش دادن نقایص مدل آبخاری توسط دکتر پری دبلیو بواهم (Barry W. Boehm) تدوین شده است. او به نیاز شناخت زودهنگام الزامات و همچنین مدل سازی امکان سنجی توجه کرد. بسیاری از سازمان ها مانند ماکروسافت از این مدل بهره می گیرند. مدل حلزونی نوعی نگاه به جنبه های فنی در چرخه عمر پروژه است که تحلیل زودهنگام ریسک و نمونه سازی (Prototyping) را مد نظر قرار می دهد. در این مدل محصول طی چندین نسخه ای ارائه شده به تکامل می رسد. در هر مرحله ریسک های پروژه با جزئیات بررسی می شوند. همان طور که در شکل شماره (۶) دیده می شود، کلیه مراحل انجام پروژه در هر گردش در اندازه های بزرگ تر اجرا می شوند. مسئله اصلی در مدل این است که تحلیل ریسک به عنوان جزئی از فرآیند (و نه یک فرآیند موازی ادامه دار) در نظر گرفته شده است که می تواند منجر به تأخیر یا پیش انداختن توسعه محصول گردد. موضوع دیگر این است که پس از آخرین تحلیل ریسک که منجر به تهیه نمونه نهایی می شود، مراحل بعدی طراحی تفصیلی، کدگذاری و تست، بدون ریسک در نظر گرفته می شوند درحالی که در عمل خیلی کم این اتفاق روی می دهد.



شکل شماره (۶): مدل حلزونی (Forsberg et al., 2005:108)

مدل Vee

مدل Vee شکل شماره (۷) یک مدل برای توسعه سیستم هاست که تدوین شده تا فهم پیچیدگی سیستم ها را تسهیل سازد. فرآیند توسعه در مدل Vee هم راستا با پیشرفت زمانی به صورت افقی صورت می پذیرد. ساختار این مدل ابزاری ارزشمند برای تدوین و مدیریت توسعه محصولات با ابعاد فنی به شمار می رود. (Forsberg et al., 2005:108). ساختار V به شکل دقیقی تکامل یک سیستم را نشان می دهد که از مشخص شدن الزامات مورد نیاز و مفهوم پایه آغاز و سپس به پایین ترین اجزای سیستم در سمت چپ مدل تجزیه می گردد پس از آن به صورت بالارونده در سمت راست در طی مراحل ساخت و ادغام اجزای عناصر به ایجاد سیستم نهایی منتهی می گردد. بر ضخامت مدل در قسمت پایین افزوده می شود تا نشان دهد یک سیستم به تعداد زیادی از عناصر و زیرسیستم ها خرد می شود.



شکل شماره (۷): ساختار مدل Vee (Forsberg et al., 2005:145)

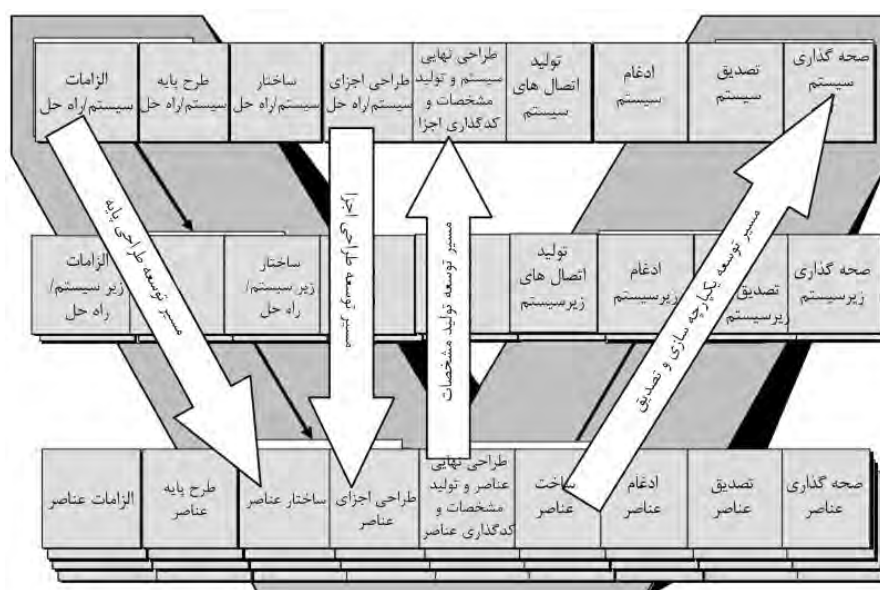
در این شکل منظور از تصدیق (Verification)، تطابق سیستم با الزامات است و منظور از صحت‌گذاری (Validation) تأیید پذیرش از طرف کاربران است. در این مدل موضوع مدیریت ریسک دیگر به عنوان یک مرحله جداگانه در نظر گرفته نمی‌شود بلکه در هر کدام از مراحل به عنوان یکی از فرآیندهای موازی اعمال خواهد شد.

۲- مواد و روش ها

با توجه به این که مدل Vee به صورت دقیق تری مراحل تکامل خرد کردن و سپس ادغام اجرای یک سیستم پیچیده را نشان می‌دهد (Forsberg et al., 2005:109) در این بررسی مسائل فنی موجود در مدل Vee با رویکرد اکتشافی شناسایی و سپس ابزارهای مناسب تسهیم دانش در هر مرحله با کمک قضاوت خبرگان تعریف خواهند شد. گام نخست در برگیرنده مفاهیم فنی خواهند بود.

مفاهیم فنی موجود در مدل Vee

در شکل شماره (۸) گام‌های توسعه CoPS را در خلال مراحل مدل Vee نشان داده شده است. با توجه به این شکل می‌توان این‌گونه جمع‌بندی نمود که مفاهیمی چون مدیریت الزامات، طراحی مهندسی و مدیریت پیکربندی در سمت چپ مدل کاربرد دارند و مفاهیمی چون ساخت و تولید، ادغام، صحت‌گذاری و تصدیق در سمت راست به کار می‌آیند. در ادامه تلاش می‌شود تا گام‌هایی که هر کدام از این مفاهیم توسط آن‌ها پیاده می‌شوند شناسایی و تعریف شود.



شکل شماره (۸): گام‌های توسعه CoPS در خلال مراحل مختلف مدل Vee (Mooz, 2007:347)

مدیریت الزامات

مدیریت الزامات معمولاً از طریق مراحل زیر پیگیری می‌شود.

- شناخت این که الزامات مرتبط با کار کدام‌اند^۵ این مرحله به صورت کلی استنباط نام‌گذاری می‌شود.
- انتخاب آن مجموعه از الزامات که با اهداف و زمان و بودجه همخوانی بیشتری دارند - این مرحله به صورت کلی تریاژ (دسته‌بندی) نام‌گذاری می‌شود.
- مستندسازی الزامات به گونه‌ای که ارتباطات بهینه شود و ریسک نیز کاهش یابد - این مرحله به صورت کلی تعیین مشخصات الزامات نام‌گذاری می‌شود.
- مدیریت الزامات در طول اجرای کار (Davis et al., 2007:2)

طراحی مهندسی

در طراحی مهندسی معمولاً از شیوه‌های زیر برای دستیابی به اهداف طراحی استفاده می‌شود.

- طراحی بر اساس مشخصات طراحی: در این شیوه، مدل‌سازی از شماری اطلاعات دو بعدی یا سه بعدی به عنوان اصول پایه طراحی استفاده می‌کند. الزامات کارکردی محصول به شماری ویژگی‌های کارکردی تبدیل می‌شود که خود این موارد نیز به مشخصات طراحی و ساخت تبدیل می‌شوند.
- تغییر مهندسی: به معنی تغییر در قالب یا کارکرد یک محصول برای دستیابی به الزامات مشتری است.
- طراحی از طریق قالب مرجع و انجام اصلاحات: در این شیوه، مدلی شبیه به مورد طراحی انتخاب می‌شود و با انجام برخی به‌روزرسانی‌ها و اصلاحات طراحی جدید ایجاد می‌شود. (Chen et al., 2008)

مدیریت پیکربندی

تعریف ساده پیکربندی، تعریف محصول به همراه اجزای آن و کنترل تغییرات روی داده در آن است. به صورت کلی پیکربندی شامل گام‌های زیر می‌شود.

- تعریف پیکربندی: تعریف ساختار اجزای محصول، اختصاص کد شناسایی به هر کدام از اجزا، تعریف مشخصات محصول و ارتباطات میان اجزای آن و همچنین اطلاعات تفصیلی مرتبط با محصول
- مدیریت تغییر پیکربندی: فرآیند مدیریت تغییرات محصول و انحراف‌های مربوط به آن.

- حسابرسی وضعیت پیکربندی: ابزاری است که توسط آن سازمان اطمینان می یابد که اطلاعات مرتبط با محصول و همچنین مستندات آن، مطابق با کار به پیش می رود.
- ممیزی و صحت گذاری پیکربندی: شامل دو بخش می شود، نخست ممیزی این که آیا محصول الزامات تعریف شده توسط مشتری از نظر شکل، محتوا و عملکرد را پوشش می دهد و دوم این که فرآیند کاری چون هزینه تغییرات، زمان انجام تغییر و همچنین تحلیل نقایص بررسی شود. (Callum & Burgess, 2007:112)

ادغام

ادغام می تواند به چند شیوه انجام شود، نخست شیوه گام به گام که در آن هر زمان که هر کدام از اجزا به محصول افزوده شوند، کارکرد اجزای ترکیب شده بررسی می شود. دوم این که همه اجزا به هم مرتبط شوند و سپس کل اجزا از شیوه انفجار بزرگ (Big Bang) صحت گذاری شود. سوم استفاده از شیوه های بین این دو روش. در شیوه گام به گام مشکلات خیلی زود شناخته می شوند و ترکیب و اقدام اصلاحی سریع انجام می شود. در شیوه انفجار بزرگ، مشکلات به سختی حل می شوند و ممکن است نیاز به تعداد زیادی کارگروهی برای ایجاد نتیجه مطلوب باشد ولی در صورتی که محصول در این شیوه کار کند منجر به کاهش هزینه قابل توجه و صرفه جویی زمانی می شود. (Mooz, 2007:160)

تصدیق و صحت گذاری

- همان گونه که پیش از این نیز بیان شد منظور از تصدیق، تطابق سیستم با الزامات است و منظور از صحت گذاری تأیید پذیرش از طرف کاربران است. چهار تکنیک زیر برای تصدیق و صحت گذاری به کار می روند:
- تصدیق و صحت گذاری از طریق آزمایش: اندازه گیری مستقیم ویژگی های کارکردی مرتبط با الزامات محیطی، مکانیکی، الکتریکی و کارکردی (اندازه گیری میزان تطابق با معیارهای مشخص شده)
 - تصدیق و صحت گذاری از طریق بازرسی: تصدیق میزان تطابق با مشخصاتی که به سادگی قابل مشاهده نیستند مانند مشخصات ساخت، طرز کار، ابعاد و پیکربندی و همچنین مشخصات فیزیکی مانند رنگ، شکل و مانند آن (تطابق با نقشه ها و مستندات پیکربندی)
 - تصدیق و صحت گذاری از طریق اثبات کردن: تصدیق از طریق مشاهده عملکرد در یک محیط شبیه سازی شده بدون نیاز به اندازه گیری واقعی (مشاهده تطابق بدون معیار اندازه گیری)
 - تصدیق و صحت گذاری با انجام تحلیل: ارزیابی عملکرد با استفاده از تکنیک های ترسیمی، ریاضی و منطقی (پیش بینی همخوانی بر اساس اطلاعات پیشین) (Mooz, 2007:163)

در جدول شماره (۳) گام‌های مرتبط با هر کدام از مفاهیم در پایه چپ یا راست مدل Vee آورده شده است.

جدول شماره (۳): مفاهیم فنی موجود در دو پایه مدل Vee

مفاهیم مرتبط در پایه راست مدل Vee	مفاهیم مرتبط در پایه چپ مدل Vee
ساخت و تولید	مدیریت الزامات
ادغام از نوع Big Bang	استنباط الزامات
ادغام از نوع گام به گام	تریاز (دسته‌بندی الزامات)
ادغام از نوع ترکیبی	مستندسازی الزامات
تصدیق و صحه‌گذاری از طریق آزمایش	مدیریت الزامات
تصدیق و صحه‌گذاری از طریق بازرسی	طراحی بر اساس مشخصات طراحی
تصدیق و صحه‌گذاری از طریق اثبات کردن	تغییر مهندسی
تصدیق و صحه‌گذاری با انجام تحلیل	طراحی از طریق قالب مرجع و انجام اصلاحات
	تعریف پیکربندی
	مدیریت تغییر پیکربندی
	حسابرسی وضعیت پیکربندی
	ممیزی و صحه‌گذاری پیکربندی

پس از این موارد را می‌توان به عنوان اجزای دانشی مورد نیاز در مدل Vee برای توسعه CoPS تلقی نمود. حال پرسش در اینجاست که مدیریت دانش در چنین پروژه‌هایی چگونه شکل می‌گیرد؟

تسهیم دانش در مراحل توسعه مدل Vee

مدیریت دانش در پروژه از اهمیت زیادی برخوردار است و بر اهمیت آن افزوده می‌شود. به گونه‌ای که (Bakker, 2010) یادگیری پروژه محور را یکی از داغ‌ترین موضوعات روز بر می‌شمارد. مدیریت دانش یکی از پیش‌نیازهای اصلی موفقیت پروژه به شمار می‌رود. (Davidson & Rowe, 2009) از سوی دیگر مدیریت دانش مشتمل بر مجموعه‌ای از شیوه‌ها است که توسط سازمان برای شناسایی، خلق، ارائه و تسهیم دانش برای استفاده مجدد، آگاهی و یادگیری به کار گرفته شده است و طبق نظر برخی از کارشناسان (Nonaka & Takeuchi, 1995) خلق دانش جدید و در دسترس دیگران قرار دادن آن (تسهیم دانش)، یکی از فعالیت‌های اصلی سازمان محسوب می‌شود. (Paulin and Suneson, 2012) به این موضوع اشاره می‌کنند که برخی اصطلاحات مدیریت دانش در مقایسه با سایرین بسیار مهم و پایه‌ای تر هستند که تسهیم دانش از جمله آنهاست. این دو تسهیم دانش را به معنای تبادل دانش بین و میان افراد، تیم‌های کاری، واحدهای سازمانی و سازمان تعریف می‌نمایند. حال پرسش در اینجاست که سازوکارهای مطلوب تسهیم دانش برای هر کدام از اجزای دانشی مدل توسعه CoPS کدام است؟ در ادبیات راهکارهای زیادی برای تسهیم دانش مورد توجه قرار گرفته است. حسن نژاد، ۱۳۹۱ برای نمونه به ۲۷ شیوه تسهیم دانش در محیط پروژه‌ای اشاره می‌کند. ولی با توجه به چارچوب مد نظر در این پژوهش، مطالعات (Carrillo et al., 2012) در مورد شیوه‌های تسهیم دانش به شکل بهتری می‌تواند به کار آیند.

در این پژوهش ابزارهایی هم برای مدیریت دانش ضمنی (دانشی که در قالب ارزیابی‌ها، نوع نگرش، دیدگاه‌ها، تعهدات، انگیزش و غیره منعکس و بیان می‌گردد) و هم دانش صریح (دانشی که برخلاف دانش ضمنی، می‌تواند درون یک کد یا یک زبان شکل بگیرد و به تبع آن می‌تواند اطلاع‌رسانی شود) ارائه می‌شود. ابزارهای تسهیم دانش را از این دیدگاه می‌توان در جدول شماره (۱) خلاصه کرد.

جدول شماره (۱): دسته‌بندی ابزارهای تسهیم دانش ضمنی و صریح (برگرفته از Carrillo et al., 2012)

ابزارهای مرتبط با دانش ضمنی	ابزارهای مرتبط با دانش صریح
بازبینی پس از پروژه یا مرحله	فایل های ارزیابی پروژه
نشست‌های چهره به چهره	شبکه داخلی
شیوه‌های استاد - شاگردی	پایگاه داده متخصصان/مهارت ها
اطلاع‌رسانی در مورد راهکارها و نتایج	مستندات درس‌های آموخته‌شده
تالارهای گفتگوی (فروم) فنی	برگه‌های مرتبط با راهکارها
جلسات طوفان فکری	ویکی ها
آموزش و همایش	مستندات ممیزی
تعامل‌های فردی	سیستم جلوگیری از بروز مشکل
گفتگوی اینترنتی یا تلفنی	سیستم های بازخورد
کارگاه‌های تخصصی	صورت جلسات

۳- نتایج و بحث

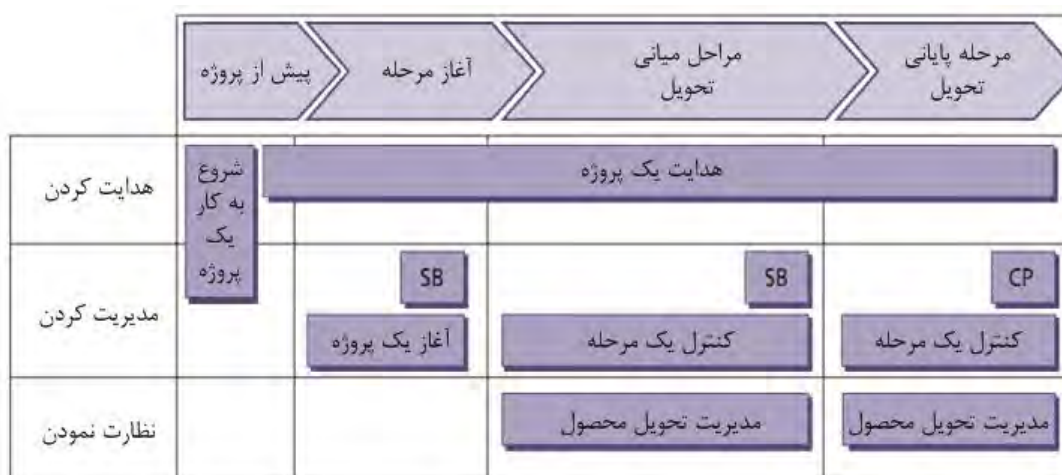
در ماتریس شکل ۹ مفاهیم دانشی مطرح در پایه چپ و راست مدل Vee به صورت ستونی و ابزارهای مرتبط با تسهیم دانش ضمنی و صریح به صورت سطر ارائه شده‌اند. علامت‌های درون این ماتریس بیانگر کاربردی بودن هر کدام از ابزارها برای مفاهیم دانشی مدل Vee است.

افزون بر این مسئله مهم دیگری نیز در پروژه‌ها و به ویژه در پروژه‌های CoPS که هزینه و زمان زیادی را صرف می‌کنند مطرح است. این نکته بسیار مهم که نمی‌توان تا انتهای پروژه منتظر ماند تا در آن زمان به تسهیم درس‌های آموخته‌شده پرداخت (Davidson & Rowe, 2009).

معمولاً بهره‌گیری از مدل های درگاه ° مرحله پاسخی به این پرسش تلقی می‌شود. برای نمونه در مدل فرآیندی PRINC2 که در شکل شماره (۱۰) نشان داده شده است (OGC, 2009) نیز یک مدل درگاه ° مرحله ارائه شده که در آن شماری درگاه مرحله برای ارزیابی نیاز به پروژه به کار می رود. در پایان هر مرحله پروژه با معیارهای کنترلی و همچنین هدف کسب‌وکار ارزیابی می‌شود.

دانش صریح	دانش ضمنی	ابزارهای تسهیم دانش	مفاهیم مرتبط در پایه چپ مدل Vee
صورت جلسات	تلاش‌های گفتگویی (فروم) فنی	استنباط الزامات	مفاهیم مرتبط در پایه چپ مدل Vee
سیستم های بازخورد	اطلاع‌رسانی در مورد راهکارها و نتایج	ترباژ (دسته‌بندی الزامات)	مفاهیم مرتبط در پایه چپ مدل Vee
سیستم چلوگیری از بروز مشکل	شيوه‌های استاد - شاگردی	مستندسازی الزامات	مفاهیم مرتبط در پایه چپ مدل Vee
مستندات ممیزی	نشست‌های چهره به چهره	مدیریت الزامات	مفاهیم مرتبط در پایه چپ مدل Vee
وبکی ها	بازبینی پس از پروژه یا مرحله	طراحی بر اساس مشخصات طراحی	مفاهیم مرتبط در پایه چپ مدل Vee
برگه‌های مرتبط با راهکارها		تغییر مهندسی	مفاهیم مرتبط در پایه چپ مدل Vee
مستندات درس‌های آموخته‌شده		طراحی از طریق قالب مرجع و انجام اصلاحات	مفاهیم مرتبط در پایه چپ مدل Vee
پایگاه داده متخصصان/مهارت‌ها		تعریف پیکربندی	مفاهیم مرتبط در پایه چپ مدل Vee
شبکه داخلی		مدیریت تغییر پیکربندی	مفاهیم مرتبط در پایه چپ مدل Vee
فایل‌های ارزیابی پروژه		حسابرسی وضعیت پیکربندی	مفاهیم مرتبط در پایه چپ مدل Vee
کارگاه‌های تخصصی		ممیزی و صحت‌گذاری پیکربندی	مفاهیم مرتبط در پایه راست مدل Vee
گفتگوی اینترنتی یا تلفنی		ساخت و تولید	مفاهیم مرتبط در پایه راست مدل Vee
تعامل‌های فردی		ادغام از نوع Big Bang	مفاهیم مرتبط در پایه راست مدل Vee
آموزش و همایش		ادغام از نوع گام به گام	مفاهیم مرتبط در پایه راست مدل Vee
جلسات طوفان فکری		ادغام از نوع ترکیبی	مفاهیم مرتبط در پایه راست مدل Vee
اطلاع‌رسانی در مورد راهکارها و نتایج		تصدیق و صحت‌گذاری از طریق آزمایش	مفاهیم مرتبط در پایه راست مدل Vee
شيوه‌های استاد - شاگردی		تصدیق و صحت‌گذاری از طریق بازرسی	مفاهیم مرتبط در پایه راست مدل Vee
نشست‌های چهره به چهره		تصدیق و صحت‌گذاری از طریق اثبات کردن	مفاهیم مرتبط در پایه راست مدل Vee
بازبینی پس از پروژه یا مرحله		تصدیق و صحت‌گذاری با انجام تحلیل	مفاهیم مرتبط در پایه راست مدل Vee

شکل شماره (۱): ماتریس رابطه ابزارهای دانشی موثر بر مفاهیم دانشی موجود در مدل Vee

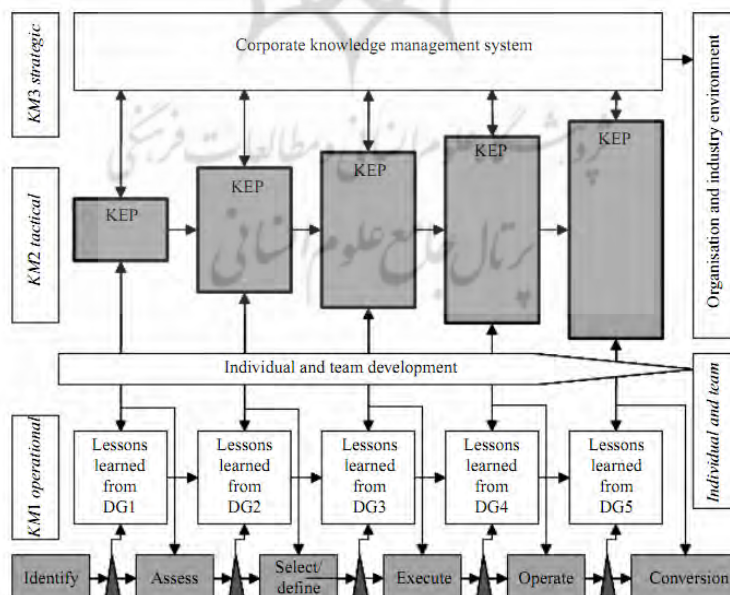


شکل شماره (۱۰): مدل فرآیندی PRINCE2 (OGC, ۲۰۰۹)

SB: مدیریت مرز یک مرحله (Managing a Stage Boundary)

CP: خاتمه یک پروژه (Closing a Project)

Davidson & Rowe, 2009 نیز در پژوهش خود به این نکته مهم توجه نموده‌اند که نمی‌توان تا انتهای پروژه صبر کرد و بلکه آموختن و یادگیری باید در طول پروژه رخ دهد. آن‌ها یک مدل سیستمی شکل شماره (۲) ارائه می‌نمایند که در آن با درگاه °مرحله کردن پروژه، درس‌های آموخته‌شده در هر مرحله به مرحله بعد وارد می‌شود. این دو همچنین به تعریف سیستم عمودی غنی‌سازی دانش (KEP) توجه نموده‌اند. بدان معنی که عملکرد پروژه را نه تنها در تحویل دستاوردها بلکه باید در غنی‌سازی دانش جستجو کرد. همچنین باید توجه داشت که باید به تبدیل دانش عملیاتی در سطح فردی یا تیمی به دانش تاکتیکی سازمانی توجه مبذول داشت و این که برخی از دانش‌ها در این سلسله مرتبه به دانش راهبردی سازمان مبدل می‌شوند. (Davidson & Rowe, 2009)



شکل شماره (۲): مدل سیستمی درگاه ° مرحله برای تسهیم دانش (Davidson & Rowe, 2009)

مسئله دیگر که در این پژوهش مورد توجه است، تعریف سیستم عمودی غنی‌سازی دانش (KEP) است بدان معنی که عملکرد پروژه را نه تنها در تحویل دستاوردها بلکه باید در غنی‌سازی دانش جستجو کرد. همچنین باید توجه داشت که باید به تبدیل دانش عملیاتی در سطح فردی یا تیمی به دانش تاکتیکی سازمانی توجه مبذول داشت و این که برخی از دانش‌ها در این سلسله

مرتبه به دانش راهبردی سازمان مبدل می‌شوند. بنابراین نیاز است که در پایان هر مرحله از ابزارهای یادشده در شکل ۹ از دیدگاه درگاه ° مرحله استفاده نمود.

در این مقاله موضوع پیچیدگی و محصولات و سیستم های پیچیده CoPS مد نظر قرار گرفت و ۵ مدل توسعه‌ای این محصولات و سیستم ها یعنی مدل چرخشی، مدل DoD STD 2167A، مدل آبشاری، مدل حلزونی و مدل Vee معرفی و نقاط قوت و ضعف هر کدام بررسی شد. از آنجا که مدل Vee به صورت دقیق تری مراحل تکامل خرد کردن و سپس ادغام اجرای یک سیستم پیچیده را نمایش می‌دهد و همچنین فرآیندهایی مانند ریسک در درون آن تعریف می‌شود، چارچوب مناسب تری برای توسعه CoPS ارائه می‌دهد. در دو پایه مدل Vee مفاهیم دانشی مختلفی مطرح هستند به این صورت که مدیریت الزامات، طراحی مهندسی و مدیریت پیکربندی در سمت چپ مدل کاربرد دارند و مفاهیمی چون ساخت و تولید، ادغام، صحت‌گذاری و تصدیق در سمت راست بیشتر به کار می‌آیند. پس از شناسایی گام‌های مرتبط با این مفاهیم دانشی و معرفی ابزارهای تسهیم دانش ضمنی و صریح در یک ماتریس، ترکیبی از این مفاهیم ارائه گردید که هر یک از ابزارهای فوق در کدام مفهوم کاربرد دارد. در پایان نیز به این نکته مهم توجه شد که در پروژه‌ها و به ویژه پروژه‌های CoPS موضوع تسهیم دانش (به عنوان قلب مدیریت دانش) را نمی‌توان تا انتهای پروژه متوقف نگاه داشت بلکه باید با کمک مدل های درگاه ° مرحله این تسهیم را در طول پروژه به انجام رساند.

۴- منابع

- 1- Azizi, Mojtaba. Sheykh, Javad. Sobhiyah, Mohammad Hosein. Arasti, Reza. (2010). People Capability of Project Based Organizations in Undertaking CoPS, 24th IPMA Project Management World Congress, 1-3November, Istanbul, Turkey.
- 2- Bakker, R.M. (2010). Taking stock of temporary organizational forms: A systematic review and research agenda. *International Journal of Management, Reviews* 12 (4), 466° 486.
- 3- Bartsch, Vera. Ebers, Mark. Maurer, Indre. (2013). Learning in project-based organizations: The role of project teams' social capital for overcoming barriers to learning, *International Journal of Project Management*, 31 (2), 239° 251.
- 4- Callum, Kidd. Burgess, Thomas F. (2007). *Managing Configurations and Data for Effective Project Management*. (The Wiley Guide To Managing Projects, Peter W. G. Morris, Jeffrey K. Pinto), John Wiley & Sons, Inc: Hoboken, New Jersey.
- 5- Cambridge university press. (2008). *Cambridge dictionary*
- 6- Carrillo, Patricia. Ruikar, Kirti. Fuller, Paul. (2013). When will we learn? Improving lessons learned practice in construction. *International Journal of Project Management* 31 (4), 567° 578.
- 7- Chen, Yuh-Jen. Chen, Yuh-Min. Chu, Hui-Chuan. Kao, Hao-Yun. (2008). On technology for functional requirement-based reference design retrieval in engineering knowledge management, *Decision Support Systems* 44, 798° 816.
- 8- Davidson, Paul. Rowe, Jillian. (2009). Systematising knowledge management in projects. *International Journal of Managing Projects in Business* 2 (4), 561-576.
- 9- Davis, Alan. M. Hickey, Ann. M. Zweig, Ann S. (2007). *Requirements Management in a Project Management Context*. (The Wiley Guide To Managing Projects, Peter W. G. Morris, Jeffrey K. Pinto), John Wiley & Sons, Inc: Hoboken, New Jersey
- 10- ESRC (Economic and Social Research Council). (2000). Innovation in complex products and systemq, *Journal of Research Policy* 29, 793-804.

- 11- Forsberg, Kevin. Mooz, Hal. Cotterman, Howard. (2005). Visualizing project management: models and frameworks for mastering complex systems. 3rd Ed. John Wiley & Sons, Inc: Hoboken, New Jersey.
- 12- Gasik, Stanislaw. Consulting, Sybena. Poland, Warsaw. (2011). A Model of Project Knowledge Management, Project Management Journal, 42 (3), 23° 44.
- 13- Hassan Nezhad, Omid. (2011). Provide a model for knowledge sharing in project-oriented organizations, steps in the project life cycle based approach to project management guide PMBOK. Masters thesis. Faculty of Technology, University of Science and Technology.
- 14- Hobday, Mike. (2000). The project-based organization: an ideal form for managing complex products and systems? Research Policy, 29 (7-8), 871° 893.
- 15- Miyazaki, kumiko. Kijima, kyoichi. (2000). Complexity in technology management: theoretical analysis and case study of automobile sector in japan, Technological Forecasting and Social Change, 64, 39° 54.
- 16- Mooz, Hall. (2007). Verification. (The Wiley Guide to Managing Projects, Peter W. G. Morris, Jeffrey K. Pinto). John Wiley & Sons, Inc: Hoboken, New Jersey.
- 17- Nightingale, P. (2000). The product° process° organisation relationship in complex development projects. Journal of Research Policy 29 (7-8), 913-930.
- 18- Nonaka, I. Takeuchi, H. (1995). The Knowledge-Creating Company. Oxford University Press: New York.
- 19- OGC. (2009). Managing successful projects with PRINCE2. 4th Ed. The Stationery Of.fce: London□
- 20- Paulin, Dan. Suneson, Kaj. (2012). Knowledge Transfer, Knowledge Sharing and Knowledge Barriers ° Three Blurry Terms in KM. The Electronic Journal of Knowledge Management 10 (1).
- 21- PMAJ (Project Management Association of Japan). (2010). A guidebook of project & program management for enterprise innovation. Author: Tokyo, Japan, I (3).
- 22- Saynisch, Manfred. (2010). Mastering Complexity and Changes in Projects, Economy, and Society via Project Management Second Order (PM-2), Project Management Journal 41 (5), 4° 20.
- 23- Yukaskynn, Kazh Yu and Pilantur, Peka. (2011). Knowledge management in project-based organizations. Translated by Pahlavani and Bayati. Tehran: Arg Press, 1st edition.

