طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی در یک بنگاه مادر با استفاده از تکنیک معماری محصول

(مطالعه‌موردی صنعت خودروسازی ایران)

احمد کریم پور کلو

دانشجوی دکترای مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه پیام‌نور، تهران

karimpour.ahmad@gmail.com

محمدرضا آراستی

دانشیار و رئیس دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف، تهران

arasti@sharif.edu

محمدرضا اکبری جوکار

استاد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف، تهران؛

reza.akbari@sharif.edu

چکیده

علاوه بر زنجیره‌تامین به معنای عام، که به تامین عناصر و مولفه‌های یک محصول اقدام می‌نماید. زنجیره‌تامین دیگری نیز وجود دارد که به تامین انواع تکنولوژی‌های مورد نیاز محصولات و فرآیندهای یک بنگاه می‌پردازد. این زنجیره‌تامین در ادبیات جدید مدیریت تکنولوژی، زنجیره‌تامین تکنولوژی نامیده می‌شود. امروزه طراحی و تکوین محصول، فرآیند و تامین تکنولوژی‌های آنها، بصورت یکپارچه و از طریق طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی صورت می‌پذیرد. در این زنجیره‌تامین، تکنولوژی‌ها، بصورت یکپارچه و سلسله مراتبی از منابع متعدد عرضه تکنولوژی شناسایی و تامین می‌گردند. هدف مقاله توسعه مدلی برای یکپارچه‌سازی تکنولوژی‌ها با منابع تامین آنها در یک بنگاه مادر، به منظور طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی مهندسی‌شده می‌باشد. در این مقاله، معماری محصول بعنوان یک بستر و ابزاری یکپارچه‌کننده برای طرحریزی گروههای تکنولوژی و طراحی زنجیره‌تامین استفاده شده است. داده‌های تحقیق با انجام مصاحبه‌های عمیق اکتشافی با کارشناسان بنگاههای خودروساز ایرانی و تامین‌کنندگان آنها جمع‌آوری و از طریق روش‌های متن‌کاوی و تم‌کاوی مورد تحلیل قرار گرفته است. با استفاده از روش تم‌کاوی، مدل مورد نظر طراحی و اعتبار آن با اجرای گروههای کانونی متعدد تصدیق، و در یک مطالعه‌موردی توصیفی صحه‌گذاری شده است. این مقاله مدعی است که بینش جدیدی برای طراحی و مهندسی زنجیره-تامین تکنولوژی در سطح یک بنگاه مادر ارائه می‌نماید.

کلید واژه:

زنجیره‌تامین تکنولوژی، معماری محصول، توسعه محصول جدید، گروههای تکنولوژی هموسته، ساخت‌پذیری، صنعت خودروسازی.

مقدمه

علاوه بر زنجیره‌تامین به معنای عام، که به تامین عناصر و مولفه‌های یک محصول اقدام می‌نماید، زنجیره‌تامین دیگری نیز وجود دارد که به تامین انواع تکنولوژی‌های مورد نیاز محصولات و فرآیندهای یک بنگاه می‌پردازد. این زنجیره در ادبیات جدید مدیریت تکنولوژی، زنجیره‌تامین تکنولوژی[1] نامیده می‌شود. در این زنجیره‌تامین، تکنولوژی‌ها، بصورت یکپارچه و سلسله مراتبی از منابع متعدد عرضه تکنولوژی شناسایی و تامین می‌گردند. در این مقاله، معماری محصول[2] بعنوان یک بستر و ابزاری یکپارچه‌کننده برای طرحریزی تکنولوژی و طراحی زنجیره‌تامین استفاده شده است. نوع معماری و ساختار پیکره‌بندی محصولات در حین توسعه محصول جدید در یک بنگاه، دارای تاثیرات بسزایی بر طراحی و ساخت گروههای تکنولوژی و زنجیره‌تامین آنها می‌باشد. معماری محصول توصیف جامعی از دسته‌بندی مشخصه‌های محصول، شامل؛ سیستم‌های محصول، تعداد و نوع مولفه‌ها، تعداد و نوع سطوح مشترک و همچنین ارائه‌کننده ساختار بنیادی محصول می‌باشد. تکنولوژی محصول بعنوان نمودار مهندسی و یا نمونه فیزیکی ساخته‌شده‌ای تعریف می‌گردد که کاربرد دانش و علم خاصی را در انجام وظائف و کارکردهای یک محصول به نمایش می‌گذارد. تکنولوژی‌های فرآیندی نیز شامل آن دسته از تکنولوژی‌هایی می‌باشند که در سیستم‌ها و ماشین‌آلات ساخت و تولید یک بنگاه بکار برده شده و کارکردهای آنها را محقق

می‌نمایند. حاصل کار معماری و طراحی محصول، تعدادی سیستم و مولفه و قطعات به همراه تکنولوژی‌های جاسازی‌شده در آنها است، که در قالب یک محصول از طرف یک بنگاه به بازار عرضه می‌گردد. معماری محصول در بلندمدت به معماری سیستم‌های تولیدی، معماری زنجیره‌تامین و حتی معماری کسب‌وکارهای یک صنعت منجر می‌گردد. در اکثر مواقع و در اکثر صنایع، نوع پیکره‌بندی محصولات است که شکل‌دهنده خطوط تولیدی و شعبه‌های شرکت‌ها در کنار بستری از تامین-کنندگان و قطب‌های صنعتی و تکنولوژیک می‌باشد [1].

همزمان با طرحریزی محصول و قبل از انجام معماری، براساس نتایج حاصل از ارزیابی توانمندی‌های تکنولوژیک بالفعل و بالقوه بنگاه و سایر منابع عرضه تکنولوژی از قبیل تامین‌کنندگان، نسبت به شناسایی، انتخاب و بکارگیری انواع مختلف تکنولوژی در محصول و فرآیندهای در حال توسعه اقدام می‌گردد. به این مرحله از کار در فرآیند توسعه محصول جدید، طرحریزی تکنولوژی[3] می‌گویند.

امروزه، در حین طرحریزی تکنولوژی، نه با یک تکنولوژی، که با گروههای مختلف تکنولوژی در بنگاه و عقبه آن تکنولوژی-ها در زنجیره‌تامین مواجه هستیم. در این مقاله، تکنولوژی‌های مرتبط با هم که کارکردهای محصول و فرآیندهای ساخت-وتولید آن را محقق می‌نمایند، گروههای تکنولوژی هموسته[4] تعریف شده‌اند. این تکنولوژی‌ها در مراحل طرحریزی، معماری، طراحی و ساخت محصول و فرآیندهای آن بصورت گروهی و در ارتباط با همدیگر طرحریزی می‌گردند. در این مقاله بدنبال ابزاری هستیم که بتوانیم با استفاده از آن، گروههای تکنولوژی‌های هموسته در سطح زنجیره‌تامین یک بنگاه مادر را بصورت یکپارچه و منسجم طرحریزی، طراحی و تامین نمود.

این تحقیق برای اولین بار در صنعت خودروسازی ایران انجام پذیرفته و بدنبال آن است که با استفاده از ابزار معماری محصول، بتواند ضمن شناسایی گروههای تکنولوژی هموسته مورد نیاز، اقدام به یکپارچه‌سازی آنها نموده و زنجیره‌تامین تکنولوژی‌های یک بنگاه مادر را طراحی نماید. براساس مدل موصوف بنگاههای مادر در حین توسعه محصولات و فرآیندهای جدید، اقدام به طرحریزی، منبع‌یابی و طراحی گروههای تکنولوژی هموسته می‌نمایند. مساله این تحقیق، نبود ابزارهای لازم جهت طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی در سطح بنگاههای مادر و هدف آن توسعه مدلی برای این منظور با استفاده از معماری محصول است. سئوال اصلی این تحقیق این است، که چگونه می‌توان با استفاده از معماری محصول، اقدام به طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی برای یک بنگاه مادر نمود.

1. بررسی پیشینه تحقیق

کسب تکنولوژی از منابع خارجی نیازمند ایجاد ارتباط مناسب و یکپارچه بنگاه با منابع موصوف می‌باشد که در راس آنها زنجیره‌تامین قرار دارد [2]، [3]. یک بنگاه براساس کارکردهای اجزاء محصول و فرآیندهای خویش اقدام به جذب و بکارگیری تکنولوژی می‌کند. در کنار زنجیره‌تامین عناصر و مولفه‌ها برای تامین قطعات، جهت شناسایی و تامین تکنولوژی-های مورد استفاده در محصولات و فرآیندهای یک بنگاه، از زنجیره‌تامین تکنولوژی استفاده می‌گردد. معماری محصول بعنوان یک ساختار بنیادی، اقدام به تخصیص مشخصات و کارکردهای محصولات و فرآیندها به قطعات فیزیکی آنها نموده و همزمان طراحان و سازندگان آنها را به تکنولوژی‌های مورد نیاز نیز رهنمون می‌سازد. جریان تکنولوژی‌ها در بستر معماری محصول و فرآیند و از طریق زنجیره‌تامین تکنولوژی به داخل بنگاه منتقل می‌گردند. معماری محصول از جمله ابزار جامعی به شمار می‌رود که با استفاده از آن، بنگاهها نسبت به یکپارچه‌سازی تصمیمات و استراتژی‌های خود در سه حوزه محصول، فرآیندهای ساخت و زنجیره‌تامین اقدام می‌کنند. محققین زیادی در این عرصه به تحقیق پرداخته‌اند. فیکسون یکی از اولین محققینی است که بطور جدی در حوزه معماری محصول به تحقیق پرداخته است. براساس مدل وی، تصمیمات مرتبط با هرکدام از این سه حوزه بطور همزمان و در ارتباط با همدیگر اتخاذ می‌گردد [4]، [5]. همچنین فیکسون و پارک رابطه بین معماری محصول با ساختار زنجیره‌تامین را بررسی نموده‌اند [4].

برخی از مطالعات نیز بر مدل‌سازی تصمیمات زنجیره‌تامین در ارتباط با تصمیمات مربوط به طراحی محصول و طراحی فرآیند پرداخته‌اند [6]، [7]، [8]. برخی از مطالعات نیز در خصوص مطالعه تاثیر طراحی زنجیره‌تامین بر معماری و طراحی محصولات تمرکز نموده‌اند. سالوادور و همکاران بر روی تاثیرات مربوط به انتخاب مشخصه‌های محصول و سفارشی-سازی انبوه آن بر معماری محصول و پیکره‌بندی زنجیره‌تامین تحقیق نموده‌اند [9]، [10]. هانگ و دیگران (2007) به مطالعه بر روی تاثیر معماری محصول و معماری زنجیره‌تامین بر سفارشی‌سازی انبوه محصولات پرداخته‌اند [11]. برخی دیگر از مطالعات، بر تاثیر تصمیمات مربوط به معماری محصول بر نوع سیستم‌های تولیدی اشاره نموده و سیستم‌های ساخت برای سفارش و مونتاژ برای سفارش را تاکید کرده‌اند [9]. براساس این تحقیقات، زنجیره‌های تامین منعطف، چابک و ناب که حاصل محصولات با معماری مدولار می‌باشند، تاثیرات چشمگیر و قابل توجهی بر میزان سفارشی‌سازی محصولات در بنگاههای بزرگ خودروسازی دنیا از قبیل تویوتا، فولکس‌واگن، نیسان و میتسوبیشی داشته و بر موفقیت آنها در پوشش-دادن بر تقاضاهای متنوع بازار افزوده‌اند. فاین به مطالعه نقش معماری مدولار محصول در تسهیل یکپارچگی عملیات داخلی بنگاه و کسب مزیت رقابتی بنگاه پرداخته و نقش معماری را در این یکپارچگی مهم دانسته است. این تحقیقات به اجماع بر تاثیر معماری مدولار بر کاهش تاثیرات منفی عوامل فوق‌الذکر صحه‌گذاری نموده و آن را بر معماری یکپارچه ترجیح داده‌اند [12]. طراحی مدولار محصولات موجب کاهش تعداد عناصر محصول، کاهش لیست قطعات (BOM) و به تبع آن کاهش تعداد نودهای تامین و یکپارچگی لجستیک در بالا و پایین‌دستی زنجیره‌تامین گردیده و هزینه‌های انبارداری و نقل و انتقال را نیز کاهش می‌دهد. به همین خاطر برخی از محققین از مفهوم طراحی برای لجستیک نام می‌برند [13]. لی و سزار در سال 1995 با طرح موضوع طراحی برای زنجیره‌تامین، روشی را برای انتخاب بهترین طراحی محصول با حداقل هزینه زنجیره-تامین ارائه نموده‌اند [7].

این مقاله در نظر دارد در بستر معماری محصول، اقدام به مطالعه تکنولوژی‌های مورد نیاز طراحان و مهندسین یک بنگاه مادر در حین طراحی و ساخت محصولات و فرآیندها نموده و برای منبع‌یابی و تامین آنها یک زنجیره‌تامین منحصر بفردی تحت عنوان زنجیره‌تامین تکنولوژی طراحی نماید. بررسی پیشینه تحقیق نشان می‌دهد، که از تکنیک معماری محصول می-توان برای معماری و طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی استفاده نمود. ولی علیرغم توجه محققین به نقش این تکنیک در تنظیم ارتباط بین بنگاه و زنجیره‌تامین، تحقیقات جدی که در این بین به جایگاه تکنولوژی بپردازد، انجام نشده و اکثر محققین از معماری محصول برای طراحی و پیکره‌بندی زنجیره‌تامین مولفه‌ها و قطعات بهره‌برداری نموده‌اند. لذا خلاء تحقیقاتی قابل توجهی در این حوزه وجود دارد.

2. روش‌شناسی تحقیق

بررسی ادبیات نظری و پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که تاکنون چارچوب نظری مناسبی برای طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی در سطح بنگاههای مادر ارائه نشده است. در این مقاله براساس تکنیک معماری محصول اقدام به طراحی زنجیره-تامین تکنولوژی خواهد شد. لذا محققین به این نتیجه رسیدند که جهت ارائه مدل مورد نظر می‌باید بصورت کیفی اقدام به جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها بنمایند. به همین دلیل تحقیق حاضر یک پژوهش کیفی بوده و در قالب انواع روش‌ها و ابزارهای کیفی از قبیل؛ مطالعه‌موردی اکتشافی، و تم‌کاوی[5] در حوزه طراحی مدل، و همچنین؛ گروههای کانونی و مطالعه‌موردی توصیفی در حوزه بررسی کیفیت تحقیق از حیث تصدیق و صحه‌گذاری استفاده شده است [14]، [15]. جامعه آماری تحقیق، کارشناسان مرتبط با توسعه تکنولوژی در بنگاههای اصلی خودروساز ایرانی بوده و نمونه‌گیری بصورت نظری و به روش خوشه‌ای و گلوله‌برفی [16]، [17]. از حوزه‌های؛ مطالعات تکنولوژی، توسعه محصول و فرآیند جدید، مراکز مهندسی و زنجیره‌تامین گروههای خودروسازی سایپا و ایران‌خودرو بعمل آمده است. روش جمع‌آوری داده‌ها، مطالعه اسناد و مصاحبه اکتشافی و روش تحلیل داده‌ها نیز، متن‌کاوی و تم‌کاوی بوده است. همچنین در سه مرحله جداگانه، اقدام به جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها شده است. ابتدا ضمن انجام مطالعات نظری وسیع و مطالعه مستندات تجربی بنگاههای

خودروسازی از طریق انجام مصاحبه‌های عمیق اکتشافی با کارشناسان و مهندسین، ضمن شناسایی مولفه‌ها و مقولات و برقراری ارتباط بین آنها، نسخه ابتدایی مدل ساخته شده است. سپس با استفاده از روش تحقیق گروههای کانونی که اعضای آن نیز از بخش‌های مختلف بنگاههای خودروسازی بودند، اقدام به تصدیق مدل گردیده است. در نهایت در قالب انجام یک مطالعه موردی توصیفی مدل نهایی در میدان عمل و جهت طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی‌های سیستم کیسه‌هوای خودروهای X100 گروه خودروسازی سایپا پیاده‌سازی شده و صحه‌گذاری گردید. با انجام این سه مرحله، به اشباع نظری دست یافتیم. بدین ترتیب که متوجه شدیم برخی از توصیف‌ها و توضیحات تکراری هستند. لذا این امر نشانه این مهم بود که ما به تم‌های مورد لزوم تحقیق هدایت شده‌ایم. در این مرحله اقدام به دسته‌بندی تم‌های حاصل از متن‌کاوی در قالب موضوعات و مقوله‌های مشخص و برقراری ارتباط بین آنها در قالب مدل نهایی تحقیق نمودیم. در حقیقت در این مرحله پس از رفت و برگشت‌های چندین‌باره قیاسی و استقرایی بین مقوله‌ها، که همراه با احساس رضایت مشترک بین محققین و ایجاد حس رضایت بین اکثر آگاهی‌دهندگان نیز بود، با ضمن برقراری ارتباط بین تم‌های شناسایی‌شده، موفق به برازش نهایی مدل طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی در سطح یک بنگاه مادر در بستر معماری محصول شدیم.

3. یافته‌های تحقیق

از طریق بررسی پیشینه تحقیق و انجام مطالعه‌موردی اکتشافی و توصیفی و همچنین برگزاری چندین جلسه گروههای کانونی در بنگاههای بزرگ خودروسازی ایران، داده‌های تحقیق جمع‌آوری گردیدند. پس از پیاده‌سازی مصاحبه‌های انجام-شده در قالب متن، محتوای داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از تکنیک تحلیل محتوی (متن‌کاوی) کدگذاری شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. سپس براساس داده‌های کدگزاری شده، مقولات و مولفه‌های مشترک شناسایی و در قالب تم-های اصلی طبقه‌بندی گردیدند. تحلیل داده‌های تحقیق نشان داد که امروزه اجرای کارکردهای مدیریت و مهندسی تکنولوژی در سطح زنجیره‌تامین یک بنگاه، علی‌الخصوص طرحریزی و طراحی گروههای تکنولوژی محصول و فرآیند و تکنولوژی-های زنجیره‌تامین، بدون معماری و طراحی یک زنجیره‌تامین تکنولوژی جامع و کارآ مقدور نخواهد بود. به همین دلیل محصولات یک بنگاه مادر با نقش یکپارچه‌کننده[6] در حوزه تکنولوژی‌های محصول و فرآیند در گستره تامین‌کنندگانش عمل نموده و زنجیره موصوف را شکل می‌دهند. لذا نوع پیکره‌بندی و طراحی محصولات بنگاه دارای نقش اساسی در طرحریزی تکنولوژی‌ها بوده و بعنوان راهنما و چارچوب اصلی معماری زنجیره‌تامین تکنولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرند [18]، [19]، [20]. در ادامه به ارائه یافته‌های تحقیق می‌پردازیم.

3 .1. زنجیره‌تامین تکنولوژی

بنگاهها معمولاً در داخل زنجیره‌های تامین خویش بدنبال منابع تکنولوژی‌های نوین می‌گردند. در دل زنجیره‌تامین به معنای عام آن، زنجیره‌تامین دیگری نیز نهفته شده است که فوق‌العاده مهم و تعیین‌کننده می‌باشد. این زنجیره در ادبیات جدید مدیریت تکنولوژی، زنجیره‌تامین تکنولوژی نامگذاری شده است [21]. به کشف الگوهای ارتباطی بین تکنولوژی‌های مورد نیاز یک محصول از یک طرف، و شناسایی و برقراری ارتباط هدفمند بین شرکت‌های توسعه‌دهنده این تکنولوژی‌ها با محوریت بنگاه مادر از طرف دیگر، طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی گفته می‌شود. بنگاهی که تامین‌کننده تکنولوژی می‌باشد، به همراه بنگاه دیگری که قصد استفاده از آن تکنولوژی در توسعه محصولات و فرآیندهای خود را دارد، تشکیل یک ارتباط دوجانبه داده و در تعامل با یکدیگر فعالیت می‌کنند. مجموعه‌ای از تکنولوژی‌های این بنگاهها به همراه تعاملات بین آنها و با محوریت یک محصول و یا فرآیند، تشکیل زنجیره‌تامین تکنولوژی را می‌دهند. برخی از محققین به جای زنجیره‌تامین تکنولوژی، از زنجیره‌تامین دانش نیز نام برده‌اند؛ بنظر آنان، تکنولوژی یک دانایی بالقوه را به توانایی و قابلیتی که در ارتباط با دیگر عناصر تکنولوژی در ارتباط است، تبدیل می‌نماید. از اینرو گروههای تکنولوژی محصول و فرآیند که بین دو بنگاه مورد تبادل قرار می‌گیرد، از یکسری بسته‌های دانش/ تکنولوژی تشکیل شده است [22]. فرآیند انتقال گروههای تکنولوژی یک ارتباط اساسی و پایه‌ای در زنجیره تکنولوژی می‌باشد. یک زنجیره‌تامین تکنولوژی پیچیده، شامل تعداد زیادی از لینک

برقرارشده در پیکره‌بندی‌های متنوعی از محصولات و شرکت‌ها می‌باشد که در سطح سلسله‌مراتب زنجیره‌تامین گسترده شده‌اند. زنجیره‌تامین تکنولوژی‌های یک بنگاه می‌تواند خارج از زنجیره‌تامین آن و در شبکه‌های وسیع تکنولوژی قرار گرفته باشد؛ پارک‌های علم و تکنولوژی، اینکوباترها و Spin-offها از جمله این مراکز توسعه تکنولوژی می‌باشند.

زنجیره‌تامین تکنولوژی دارای تفاوتهای اساسی با زنجیره‌تامین به معنی عام که شامل جریان مواد، اطلاعات و منابع مالی است، می‌باشد. اولاً در زنجیره‌تامین عناصر، یک جریان ارتباطی منظم و مداوم بین دو بنگاه وجود دارد. در صورتیکه در زنجیره‌تامین تکنولوژی، ارتباط بین دو بنگاه بصورت اتفاقی و با شناسایی یک تکنولوژی در بنگاه تامین‌کننده تکنولوژی، از طرف بنگاه گیرنده تکنولوژی اتفاق می‌افتد. ثانیاً در زنجیره‌های تامین مواد، تبادل عناصر پس از طراحی و ساخت محصول و جهت تولید انبوه انجام می‌پذیرد، در صورتیکه زنجیره‌های تامین تکنولوژی قبل از آغاز تولید و در مرحله طرحریزی و طراحی و توسعه محصول و یا فرآیند، طراحی و فعال می‌گردند. تفاوت عمده دیگر این دو زنجیره این است که در زنجیره-تامین تکنولوژی بنگاهها از یکسری فرصتهای استراتژیک که ناشی از دیده‌بانی و پویش‌های گسترده محیطی می‌باشد به تکنولوژی‌های مدنظر خویش دست پیدا می‌کنند. در صورتیکه در زنجیره‌های مواد و قطعات، تعداد زیادی بنگاه تامین‌کننده وجود دارد که بنگاه مادر می‌تواند از بین آنها به دلخواه تعدادی را انتخاب نماید. تفاوت عمده دیگر این دو زنجیره در نحوه طراحی آنهاست. زنجیره‌تامین عناصر براساس قطعات و مدول‌های محصول و فرآیندها طراحی می‌شود، در صورتیکه زنجیره‌تامین تکنولوژی براساس کارکردها و تکنولوژی‌های آنها طراحی می‌گردد. بنگاه مادر از طریق معماری محصول و در حین تخصیص کارکردها به عناصر و قطعات، تکنولوژی‌ها را طرحریزی و آنها را در بازار تکنولوژی شناسایی نموده و برمبنای آن تکنولوژی‌ها و منابع، اقدام به طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی می‌نماید. در نهایت تفاوت مهم دیگر این دو زنجیره در میزان ریسک موجود در آنها می‌باشد. زنجیره‌های تکنولوژی دارای میزان ریسک به مراتب بالاتری نسبت به زنجیره‌های عناصر می‌باشند. چرا که در این زنجیره، بنگاهها با تکنولوژی‌هایی سروکار دارند که می‌باید در سیستم‌های جدید محصول خویش بکار بگیرد، ولی به موفقیت آنها اطمینان ندارند [23]، [24]، [25].

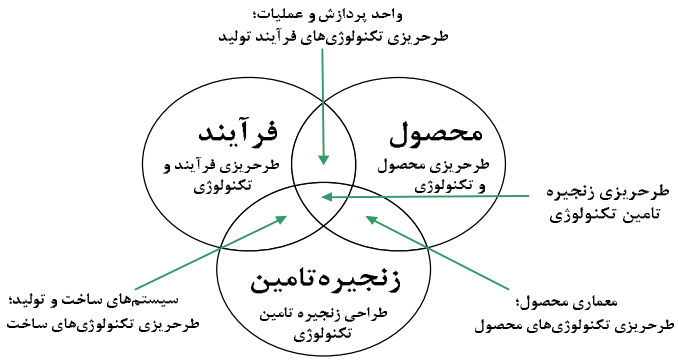
در این مقاله زمانیکه ما از عبارت زنجیره‌تامین استفاده می‌کنیم، منظورمان بیشتر زنجیره‌تامین تکنولوژی می‌باشد. با کمک مدل در حال توسعه، بنگاه مادر قادر خواهد بود که ضمن طرحریزی گروههای متعدد تکنولوژی‌های هموسته، با شناسایی و ارزیابی توانمندی‌های تکنولوژیک تامین‌کنندگان خویش و یا سایر شرکت‌های عرضه‌کننده تکنولوژی، درصدد طراحی بهینه این زنجیره باشد.

2.3.توسعه محصول و طراحی زنجیره‌تامین

فرآیند توسعه محصول جدید (NPD)، فرآیندی است که یک فرصت بازار و مجموعه‌ای از مفروضات درباره تکنولوژی محصول را به یک کالای قابل ارائه به بازار تبدیل می‌کند [26]، [27]، [28]. این فرآیند بعنوان یکی از وظائف و کارکردهای اصلی مدیریت عملیات یک بنگاه، علاوه بر توسعه موقعیت رقابتی بنگاه در بازار و ارتقاء عملکرد آن، موجب ایجاد صنایع جدید، طراحی زنجیره‌تامین، تعریف استانداردهای جدید و همچنین توسعه بازار را در پی خواهد داشت [29]. در یک نگاه کلی در توسعه محصول جدید، شش مرحله؛ طرحریزی محصول؛ توسعه مفهومی؛ معماری محصول؛ طراحی جزئیات؛ تست؛ راه‌اندازی و افزایش تولید وجود دارد [30].

بنگاهها در حین انجام گام‌های فوق بصورت همزمان به موضوع فرآیندهای تولید نیز فکر کرده و آنها را نیز طرحریزی می-کنند. فرآیندهای تولید شامل؛ سیستم‌های ساخت و تولید محصولات در بنگاه و تامین‌کنندگانش بوده و شامل تامین تکنولوژی‌های فرآیندی نیز می‌باشد. محققین انجام مراحل فوق را "طراحی محصول و فرآیند" می‌نامند. در سالهای اخیر به جهت توسعه نقش زنجیره‌های تامین در موفقیت بنگاهها، موضوع انتخاب و طراحی تامین‌کنندگان در توسعه محصول و فرآیندهای ساخت و تولید از اهمیت حیاتی برخوردار شده است. به همین دلیل محققین این حوزه نیز سخن از طراحی زنجیره‌تامین به میان آورده‌اند. آنان "طراحی زنجیره‌تامین" را اتخاذ تمامی تصمیماتی می‌دانند که در جهت طراحی و تامین

عملیات یک بنگاه، برای دسترسی به تکنولوژی‌های مورد نیاز آن انجام می‌پذیرد [31]، [32]. در تعامل عملیاتی حوزه‌های فوق است که تکنولوژی‌ها طرحریزی و زنجیره‌تامین تکنولوژی طراحی می‌گردد. این مفهوم در شکل (1) ارائه شده است.



شکل (1): تکنولوژی‌های محصول، فرآیند و زنجیره‌تامین

کریشنان و الریچ تصمیمات مربوط به توسعه محصول را در چهاردسته؛ تصمیمات مربوط به طرحریزی محصول، تصمیمات مربوط به طراحی محصول، تصمیمات مربوط به طراحی عملیات و زنجیره‌تامین و تصمیمات مربوط به تصدیق و صحه‌گذاری طبقه‌بندی نموده‌اند. واحدهای تحلیل مربوط به هرکدام از این تصمیمات و فعالیت‌ها در مراحل مختلف توسعه، متعدد و با همدیگر متفاوت می‌باشند [28]. بعنوان مثال، زمانیکه در خصوص تکنولوژی‌ها در مرحله طرحریزی تصمیم-گیری می‌گردد، اعضای تیم توسعه به ارزیابی کلی طرحریزی تکنولوژی در سطح بنگاه و زنجیره‌تامین بسنده می‌کنند. در حالیکه، تکنولوژی‌های موصوف در مراحل طراحی و تکوین محصول و فرآیندها بصورت جزئی و دقیق مورد بررسی قرار می‌گیرند. همچنین توانمندی زنجیره‌تامین نیز بدین نحو در مراحل مختلف توسعه با سطوح تحلیل متفاوت مورد بررسی و تدقیق قرار می‌گیرد.

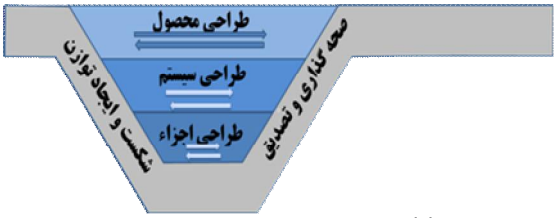
همچنین سطوح تحلیل متفاوت و متعددی برای زنجیره‌تامین تکنولوژی، در تمامی مراحل توسعه محصول وجود دارد. طرحریزی، طراحی و تکوین تکنولوژی‌های محصول و فرآیند مربوط به؛ محصول نهایی، سیستم‌ها، مجموعه‌ها و زیر-مجموعه‌ها و حتی قطعات، در مراحل مختلف و توسط رده‌های مختلف انجام می‌پذیرد. بطوریکه طرحریزی، معماری و طراحی تکنولوژی‌های محصول نهایی و فرآیندهای آن توسط تیم توسعه محصول در خود بنگاه انجام می‌پذیرد. درحالی که عملیات تفصیلی مربوط به طرحریزی، معماری و طراحی تکنولوژی‌های محصول و فرآیند مربوط به سیستم‌ها و مجموعه-های مختلف آن محصول بصورت سلسله‌مراتبی و در سطوح و رده‌های بالادستی زنجیره‌تامین از قبیل؛ سازندگان، تولیدکنندگان و سایر اجزاء زنجیره بصورت تخصصی و البته زیر نظر طراح اصلی محصول انجام می‌پذیرد. واحدها و سطوح تحلیل زنجیره‌تامین تکنولوژی در جدول (1) ارائه شده است.

جدول (1): واحدها و سطوح تحلیل در زنجیره‌تامین تکنولوژی

ردیف	واحد تحلیل	سطح تحلیل	معماری و طراحی
1	ابرمحصول؛ خودرو	بنگاه	مدولار / یکپارچه
2	سیستم؛ قوای محرکه خودرو	تامین‌کننده رده اول	اینترفیس سیستم
3	مجموعه‌ها؛ گیربکس	تامین‌کننده رده دوم	اینترفیس مجموعه‌ها
4	قطعات و اجزا؛ جعبه دنده و چرخ‌دنده	تامین‌کننده رده سوم	اینترفیس قطعات
5	مواد و آلیاژها	تامین‌کننده رده چهارم	متالورژی و ریخته-گری

3.3. مهندسی سیستم در طراحی محصول

یک محصول و یا فرآیند بعنوان یک سیستم، از اجزای متعددی تشکیل شده است که در ارتباط با همدیگر کارکرد کلی آنها را محقق می‌نمایند. این مولفه‌ها از تکنولوژی‌های پیچیده و متفاوتی نیز برخوردار می‌باشند که در سطوح مختلف تخصصی از زنجیره‌تامین یک بنگاه طرحریزی، طراحی، تکوین و ساخته می‌شوند. در طراحی محصول، شکست محصول به مدول‌ها و قطعات، از محصول شروع می‌شود، بالعکس صحه‌گذاری و تصدیق طراحی از قطعات شروع و به محصول ختم می‌گردد. برای انجام این امر در دنیای مهندسی از مفهومی تحت عنوان مدل V استفاده می‌گردد. این مفهوم در اکثر منابع، بعنوان یکی از ابزارهای اصلی مهندسی سیستم تعریف شده است. مهندسی سیستم، فرآیندی مهندسی و مدیریتی است که صدای مشتری، خواسته‌های بنگاه و همچنین الزامات قانونی و محرک‌های بازار را با استفاده از توانمندی‌های موردنظر، به محصول و یا فرآیندی امکان‌پذیر، قابل قبول و تاییدشده و با مشخصات و ویژگی‌های معین تبدیل می‌کند. مدل V ابزاری است که به کمک آن طراحان اقدام به طراحی و توسعه همزمان محصول در سطوح سیستم، زیرسیستم و قطعات می‌نمایند. نمونه‌ای از مدل V در شکل (2) نشان داده شده است.



شکل (2): مدل V ابزاری برای طراحی محصول

در حین طرحریزی تکنولوژی نیز بنگاهها براساس مدل V عمل می‌نمایند، بدین ترتیب که طرحریزی تکنولوژی‌های مربوط به محصول را در داخل خود و با مشارکت و همیاری تامین‌کنندگان انجام داده و طرحریزی تکنولوژی‌های مرتبط با سیستم‌ها را به تامین‌کنندگان رده اول و طرحریزی تکنولوژی‌های مربوط به اجزاء و حتی قطعات را به تامین‌کنندگان رده-های بعدی واگذار می‌نمایند. در نهایت تصدیق و صحه‌گذاری کارکرد کلی این مولفه‌ها در قالب محصول نهایی در خود بنگاه صورت می‌پذیرد.

3.4. گروههای تکنولوژی محصول، فرآیند و زنجیره‌تامین

تکنولوژی‌های مدنظر در این تحقیق، شامل سه دسته؛ تکنولوژی‌های محصول؛ تکنولوژی‌های فرآیندی و تکنولوژی‌های زنجیره‌تامین می‌باشند. تکنولوژی‌های محصول؛ تکنولوژی‌های استفاده شده در محصول جهت تحقق کارکردهای آن هستند که حاصل فعالیت طراحی مهندسی می‌باشند. تکنولوژی‌های فرآیندی نیز؛ تکنولوژی‌های استفاده‌شده در ساخت و تولید محصولات جهت تحقق کارکردهای آنها می‌باشند. این تکنولوژی‌ها حاصل فعالیت مهندسی ساخت و تولید هستند. در نهایت تکنولوژی‌های زنجیره‌تامین؛ تکنولوژی‌های محصول و فرآیندی مربوط به محصولات یک بنگاه که در زنجیره‌تامین آن قرار گرفته‌اند، تعریف شده است [33]. ما در این مقاله سه گروه تکنولوژی فوق‌الذکر را تحت عنوان "گروههای تکنولوژی هموسته" تعریف کرده‌ایم. از آنجائیکه محصول، فرآیندهای ساخت و زنجیره‌تامین مملو از گروههای تکنولوژی‌های متعدد بوده و تکنولوژی در سراسر این فرآیند دمیده و مجسم شده و در حقیقت عامل اصلی شکل‌گیری آنها می‌باشد، تصمیمات مربوط به طرحریزی گروههای تکنولوژی‌های موصوف نیز می‌باید همانند خود موضوع توسعه آنها بصورت همزمان و در ارتباط با همدیگر و بصورت یکپارچه اتخاذ گردد [34].

موضوع یکپارچگی بین سطوح‌مشترک تکنولوژی‌های بنگاه و تکنولوژی‌های زنجیره‌تامین، بحث جدیدی است که در تحقیقات اخیر و با عناوین مختلف از قبیل مدیریت اینترفیس تامین‌کنندگان، وارد ادبیات مدیریت تکنولوژی شده است. همسو نمودن تکنولوژی‌های تامین‌کنندگان با توسعه محصول و نیز هماهنگ نمودن فرآیندهای توسعه محصول و فرآیند بنگاه با تکنولوژی‌های زنجیره‌تامین، در تحقیقات مختلفی توصیه شده است. این مفهوم در برخی از تحقیقات با عنوان، ایجاد هماهنگی بین نقشه‌راه تکنولوژی بنگاه و نقشه‌راه تکنولوژی‌های زنجیره‌تامین نیز تاکید شده است [35].

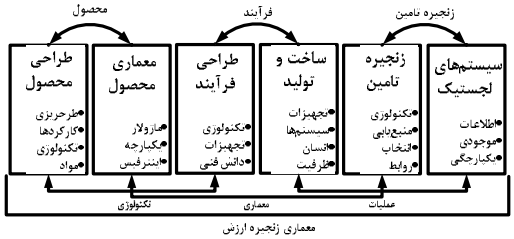
3.5. دینامیسم تکنولوژی محصول

در بین گروههای مختلف تکنولوژی، تکنولوژی‌های محصول (در سطوح مختلف؛ محصول نهایی، سیستم‌های، مجموعه‌ها و قطعات) از ویژگی منحصر بفردی برخوردار می‌باشند. تغییرات سریع متغیرهای کلان محیطی و اقتصادی و به تبع آن سرعت بالای تغییرات تکنولوژیک، موجب گردیده است که بنگاهها بیش از پیش بدنبال ایجاد نوآوری در تکنولوژی‌های محصولات خویش باشند [36]. سطح بالای تغییرات شناور تکنولوژیک محصول باعث شده است که میزان ریسک و عدم اطمینان سرمایه‌گذاری در پروژه‌های تکنولوژی بالا رفته و در نتیجه اکثر محققین شناسایی و کسب تکنولوژی از خارج بنگاه را بر توسعه داخلی ترجیح داده و توصیه نمایند. این امر تاثیرات چشم‌گیری بر سایر تکنولوژی‌های بنگاه دارد. دانشمندان مدیریت تکنولوژی از این پدیده بعنوان دینامیسم تکنولوژی محصول[7] یاد می‌کنند [37]، [38].

پس از مطالعه بازار و رسیدن به خواسته‌های مشتریان و با توجه به مفهوم پویایی تکنولوژی‌های محصول، جهت غنی-سازی هر چه بیشتر تکنولوژی‌های محصولات بنگاه، طرحریزی و کسب تکنولوژی‌های موصوف از منابع مختلف خارجی یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر شده است. به همین دلیل طرحریزی گروههای تکنولوژی بر طرحریزی یک تکنولوژی واحد ارجحیت داشته و از طرف محققین مختلف توصیه می‌گردد [39]، [40]. منشاء اصلی طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی بنگاه نیز همین مفهوم دینامیسم تکنولوژی محصولات یک بنگاه می‌باشد.

3.6. مهندسی همزمان گروههای تکنولوژی

جهت درگیرنمودن تامین‌کنندگان در توسعه محصول و گروههای تکنولوژی هموسته، از تکنیک مهندسی همزمان[8] استفاده می‌گردد. براساس این تکنیک، بنگاه در حین طرحریزی محصول و تکنولوژی، اقدام به طراحی همزمان، محصول، فرآیند و زنجیره‌تامین می‌نماید [5]. در شکل (3) مهندسی همزمان محصول، فرآیند و زنجیره‌تامین ارائه شده است.



شکل (3): مهندسی همزمان گروههای تکنولوژی

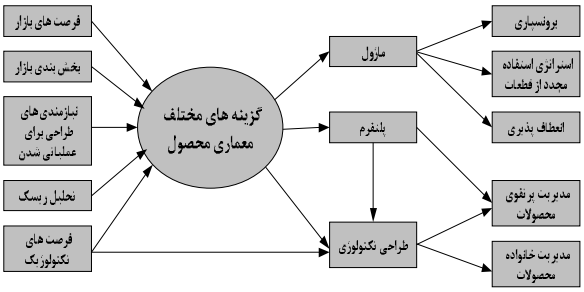
از طریق معماری محصول، تکنولوژی‌های محصول، فرآیند و زنجیره‌تامین نیز به هم وصل می‌گردند. از طریق معماری زنجیره‌تامین نیز، سیستم‌های تولید و تامین و همچنین سیستم‌های لجستیک به هم وصل می‌گردند. در نهایت از ترکیب معماری محصول و معماری زنجیره‌تامین، معماری زنجیره ارزش پدیدار می‌گردد.

7.3. واحدهای تکنولوژی محصول استراتژیک

در این مقاله برای طرحریزی یکپارچه گروههای تکنولوژی هموسته، واحدهای تکنولوژی محصول استراتژیک[9] (SPTU's) را تعریف نموده‌ایم. این واحدها شامل؛ آن دسته از گروههای تکنولوژی هموسته هستند که در بنگاه و عقبه زنجیره‌تامین قرار گرفته و در سیستم‌ها، زیرسیستم‌ها و اجزاء مختلف یک محصول و فرآیندهای تولید آن جاسازی و متجلی‌شده و کارکردهای مختلف آنها را محقق می‌کنند. این واحدها نشانگر تکنولوژی‌های مهم و حیاتی بکارگرفته‌شده در محصولات و فرآیندها می‌باشند. نکته مهمی که می‌باید مورد توجه قرار گیرد این است که این واحدهای تکنولوژی بواسطه یک موجودیت فیزیکی که در ادبیات معماری محصول به چانک[10] معروف هستند، در محصولات مجسسم می‌گردند. ما مفهوم چانک را تکه-ای از محصول تعریف می‌نمائیم که یک کارکرد مشخص از یک محصول توسط آن انجام می‌پذیرد. در واقع واحدهای تکنولوژی محصول استراتژیک، گروهی از تکنولوژی‌های مختلف محصول و فرآیند هستند که جهت ایفای مکانیزم کارکرد محصولات و فرآیندها و براساس مشخصات و ویژگی‌های آنها بصورت یکپارچه و همزمان طرحریزی و طراحی می‌گردند. همچنین عبارت استراتژیک هم از سیستم و یا زیرسیستم‌های بکارگرفته‌شده در محصولات نشات می‌گیرد. تاکید می‌گردد که هر کدام از واحدهای تکنولوژی محصول استراتژیک بنگاه، دارای تکنولوژی‌های متعددی در ارتباط با تکنولوژی‌های فرآیندی در فرآیندهای عقبه تامین‌کنندگان می‌باشند که می‌باید در ارتباط با آنها نیز تصمیم‌گیری گردد. تکنولوژی‌های طراحی، ساخت و مونتاژ، از جمله تکنولوژی‌های مرتبط با واحدهای تکنولوژی محصول استراتژیک محسوب می‌شوند که در گستره زنجیره‌تامین یک بنگاه مستقر گردیده‌اند.

8.3. تکنیک معماری محصول

الریچ معماری محصول را طرحی برای تخصیص‌دادن وظائف کارکردی محصول به مولفه‌های فیزیکی آن می‌داند. بطوریکه در آن، عناصر وظیفه‌ای محصول در قالب عناصر فیزیکی ترسیم می‌گردند. این مولفه‌ها از طریق سطوح مشترک[11] استاندارد با همدیگر در تعامل دوجانبه می‌باشند [41]. معماری محصول یک همگرایی فیزیکی بین تمامی مولفه‌ها و همچنین محرک-های توسعه محصول جدید در یک بنگاه ایجاد می‌نماید. شکل (4) این همگرایی را نشان می‌دهد.



شکل (4) نقش معماری در همگرایی محرک‌های توسعه محصول

به طور کلی انواع سبک‌های معماری را می‌توان در دو دسته اصلی؛ معماری مدولار و معماری یکپارچه طبقه‌بندی کرد. معماری مدولار یک استراتژی برای سازماندهی کارآی ارتباط بین محصولات پیچیده با فرآیندهای پیچیده می‌باشد. یک سیستم مدولار از مجموعه‌ای مدول مستقل و با حداقل تعامل دوجانبه تشکیل شده است [42]. مدولاریتی با استانداردسازی اینترفیس‌های قطعات و اجزاء محصول، موجب تخصیص کارآتر منابع نیز می‌گردد [43]. مشخصه‌های سطوح مشترک فیزیکی، پروتکل‌های نحوه تعاملات بین مولفه‌ها، سازگاری‌های هندسی و سایر ارتباطات فیزیکی اجزاء یک محصول را تعریف می‌کنند. سطوح مشترک، نقش تجزیه و ترکیب عناصر و مولفه‌ها را در یک سیستم محصول ایفاء می‌نمایند. آنها تجزیه، تقسیم و انتقال را از بالا به پایین و ترکیب و ایجاد ارتباط بین وظائف عناصر را از پایین به بالا انجام می‌دهند. مشخصه‌های سطوح مشترک و نوع سازه‌های عناصر، حاوی اطلاعات ضروری و مفید در حین انجام فرآیندهای توسعه محصول می‌باشند [44].

معماری مدولار محصول منجر به ایجاد فرآیند و زنجیره‌تامین مدولار نیز خواهد شد. در یک محصول مدولار مولفه‌ها و عناصر محصولات با وظائف و کارکردهای معین، در مدول‌های مشخص به صورت سیستماتیک و سلسله مراتبی دسته-بندی می‌شوند. این مدول‌ها دارای کمترین وابستگی با همدیگر بوده و از طریق سطوح مشترک استاندارد با همدیگر در تعامل می‌باشند. معماری مدولار محصول، استانداردسازی عناصر قابل تعویض در طراحی محصول می‌باشد که قابلیت ترکیب‌بندی مجدد را دارند. این نوع معماری موجب ایجاد طیف وسیعی از تنوع در محصولات نهایی یک بنگاه مادر می‌گردد [44]، [45]، [46]. همانند محصول مدولار، فرآیند مدولار نیز شامل گروه‌ها و فرآیندهای کاری استانداردی هستند که علیرغم ارتباط منسجم و سیستماتیک بین زیرفرآیندهایشان، دارای کمترین ارتباط و وابستگی سازمانی با سایر فرآیندها می‌باشند [7]. به ترکیب قابل انطباق و قابل پیکره‌بندی مجدد ابزار، مسیرها و روش‌های کاری در داخل عملیات تولید، که قابلیت انجام موثر تقاضاهای عملیات ناهمگن را دارد، فرآیند مدولار گفته می‌شود. نهایتاً طراحی مدولار محصول و فرآیندهای ساخت، موجب دسته‌بندی بهتر منابع و توانمندی‌ها و تخصیص کاراتر و موثرتر آنها در عملیات بنگاهها گردیده و پیکره‌بندی جدیدی از تامین‌کنندگان، تحت عنوان تامین‌کنندگان مدولار را به‌وجود می‌آورند [44].

برخلاف معماری مدولار، در معماری یکپارچه ارتباط بین عناصر و مولفه‌های محصول بصورت کلی و یکپارچه ترسیم می-گردند. بطوریکه تمامی عناصر در ارتباط با تمامی عناصر مولفه‌های مختلف محصول تعریف می‌گردند. در این معماری، سطوح مشترک و عناصر و مولفه‌ها، متعدد، پیچیده و غیراستاندارد بوده و از ویژگی منحصر بفردی برای آن محصول برخوردار می‌باشند [45].

یکی دیگر از مفاهیمی که در بحث معماری محصول مطرح می‌شود، پلتفرم محصول است. یک پلتفرم محصول؛ مجموعه‌ای متشکل از خرده‌سیستم‌ها و سطوح مشترک می‌باشد، که بصورت آگاهانه جهت ایجاد یک ساختار مشترک، طراحی و توسعه داده شده است. بطوریکه براساس استراتژی‌های بنگاه، جریانی از محصولات متنوع و همخانواده می‌توانند از این ساختار مشترک مشتق و بصورت کارآ توسعه و تولید گردند[46]، [47].

9.3. روش معماری کردن

پس از نهایی‌شدن تعیین کارکردهای محصول و تقسیم محصول به سیستم‌ها و زیرسیستم‌ها در حین طراحی مفهومی، معماری محصول آغاز می‌گردد. تمامی محصولات در حین طراحی از یک سبک معماری معین تبعیت می‌کنند، معماری محصول می‌تواند در یک فرآیند خلاق صورت پذیرد و یا اینکه می‌تواند بصورت عامدانه و با توجه به عوامل متعددی شکل بگیرد که در فرآیندهای ساخت و تولید محصول دارای تاثیرات بسزایی هستند. هر چند که معماری خلاقانه می‌تواند دارای مزیت‌هایی از قبیل زیبایی و یا به‌روز بودن تکنولوژی‌های محصول باشد، ولی باید توجه داشت که زیبایی و به‌روز بودن زمانی دارای ارزش خواهد بود، که المانهای یک معماری، ساخت‌پذیر[12] بوده و بنگاه توانایی ساخت و تولید آن محصول را داشته باشد.

جهت تصمیم‌گیری در مورد نحوه و نوع معماری محصول می‌باید به سئوالات ذیل جواب داد:

چه کارکردهای فرعی برای انجام کارکرد اصلی محصول نیاز است؛

از چه تکنولوژی‌هایی برای انجام کارکردهای اصلی و فرعی محصول استفاده خواهد شد؛

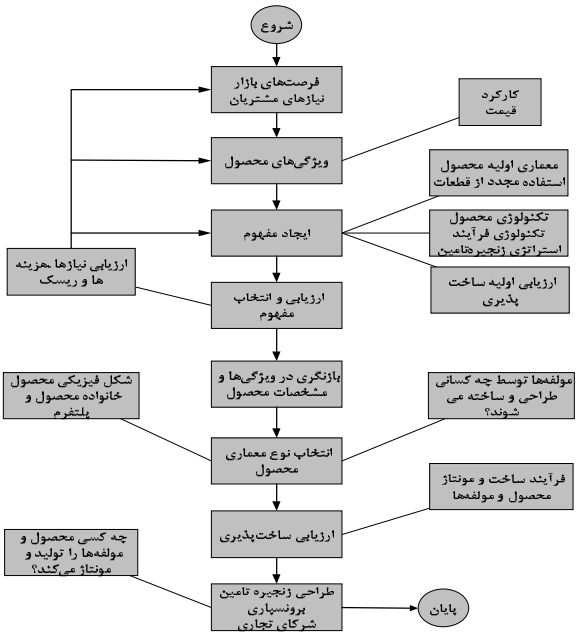
تجسسم فیزیکی کارکردها چگونه به چانک‌ها و مدول‌های کوچکتر تقسیم می‌گردند، تا توسط گزینه‌های مختلف تکنولوژی پشتیبانی گردند؛

چانک‌ها چطور در قالب مدول‌های مختلف در کنار هم و در یک فضا قرار می‌گیرند؛

این مدول‌ها چگونه در تعامل با همدیگر کار می‌کنند؛

اینترفیس‌های بین این تکه‌ها (چانک‌ها) و مدول‌ها چگونه در تعامل با هم انجام وظیفه می‌نمایند.

برای پاسخگویی به سئوالات فوق، محرک‌های مختلف فنی و غیرفنی ایفای نقش می‌نمایند. این محرک‌ها که ریشه در استراتژی اصلی بنگاه دارند، طیف متنوع و وسیعی از موضوعات مربوط به محصول، عملیات، زنجیره‌تامین و تکنولوژی‌ها را دربر می‌گیرند. شکل (5) جایگاه معماری را در بین محرک‌های توسعه محصول جدید و نیز طراحی زنجیره‌تامین نشان می‌دهد.



شکل (5) جایگاه معماری در طراحی محصول و زنجیره‌تامین

3.10 معماری تکنولوژی‌های محصول

یک محصول بعنوان یک سیستم فنی دارای خرده‌سیستم‌ها و سطوح مشترک متعددی می‌باشد. خرده‌سیستم‌های متعدد نیز در دل خویش، دارای خرده‌سیستم‌ها و سطوح مشترک سطوح پایین‌تری هستند. ارتباط نهایی مولفه‌های اصلی این سیستم، تشکیل یک محصول را می‌دهند که به آن سیستم محصول گفته می‌شود.

سیستم محصول و همچنین واحدهای تکنولوژی محصول از طریق تکنیک معماری محصول و در قالب چانک‌ها طراحی می‌گردند. هر چانک در معماری محصول، معرف یک قطعه فیزیکی در قالب یک سیستم از یک محصول و یا فرآیند می‌باشد که یک کارکرد مشخصی از محصول و یا فرآیند را محقق می‌نماید. یکسری روابط بین چانک‌ها در مرحله سطح استقرار تقریبی محصول مشخص می‌شوند. همچنین در مراحل بعدی این روابط شفاف‌تر شده و روابط درون هر چانک تعیین می‌گردد. تکنولوژی محصول باید قابل بکارگیری در محصول با توجه به لی‌اوت تقریبی بین چانک‌ها و روابط تعریف‌شده داخل آنها باشد. هنگام تعریف معماری داخلی هر چانک نیز، باید ارتباطات داخلی تکنولوژی‌ها در نظر گرفته شوند. به عبارت دیگر تاثیرات عمدی و غیرعمدی هر تکنولوژی محصول چه در سطح چانک، چه در سطح عناصر داخلی هر چانک، اهمیت دارد.

پس از مشخص شدن الزامات بازار و مشتریان، آنها در قالب سلسله مراتب؛ محصول، سیستم‌ها و زیرسیستم‌ها (مجموعه‌ها و زیرمجموعه‌ها) و قطعات بصورت آبشاری از بالا به پایین تخصیص داده شده و طراحی می‌گردند. در مرحله بعدی و پس از طرحریزی تکنولوژی، تکنولوژی‌های مدنظر بصورت بالعکس از سطح قطعات، زیرسیستم‌ها و سیستم‌ها آغاز و به سطح محصول می‌رسند. یعنی فرآیند تصدیق و صحه‌گذاری از سطح قطعات آغاز و به مرحله محصول می‌رسد.

هنگام تعریف یک گزینه تکنولوژی باید مشخص شود که این تکنولوژی جزو کدامیک از اجزای فیزیکی ثابت و یا متغیر پلتفرم می‌باشد. سپس باید این نکته را در نظر گرفت که آیا گزینه تکنولوژی مذکور، قابل بکارگیری در محصول با پلتفرم مدنظر هست یا اینکه نیاز به تعریف پلتفرم جدید وجود دارد.

نکته مهم دیگر در ارتباط بین معماری محصول و تکنولوژی محصول، بحث مدولاریتی و یکپارچگی است. دسته‌بندی المانهای کارکردی و تخصیص آنها به چانک‌ها، اولین گام فرآیند تصمیم‌گیری در مورد مدولاریتی و یا یکپارچگی است. تکنولوژی‌های لازم که در قالب اجزاء فیزیکی مجسسم شده‌اند، باید با سبک معماری محصول و در ارتباط با سطح یکپارچگی و یا سطح مدولاریتی تعریف‌شده برای محصول، سازگار و هماهنگ باشند.

معماری اجزاء فیزیکی یک تکنولوژی محصول از حیث‌های زیبایی، فنی و اقتصادی از اهمیت بسزایی برای یک بنگاه برخوردار می‌باشد. در نظر بگیرید که المانهای مختلف معماری گروههای تکنولوژی یک محصول مانند خودرو، از قبیل؛ تعداد قطعات، جنس و مقدار مواد و وزن قطعات استفاده شده در سیستم‌های آن در تیراژ بالای تولید، چقدر بر قیمت تمام‌شده یک خودرو تاثیر می‌گذارد. همچنین سادگی و یا پیچیدگی معماری آن تکنولوژی‌ها، چقدر از نظر فنی برای طراحی، ساخت و مونتاژ آسان تکنولوژی‌های محصول آن خودرو در طول زمان دارای اهمیت می‌باشند. در نهایت اینکه، این پیچیدگی و یا سادگی چگونه در پیچیدگی و یا سادگی طراحی و ساخت تکنولوژی‌های فرآیندی عقبه یک تکنولوژی محصول در بنگاه و زنجیره‌تامین منعکس می‌گردد. بالابودن تعداد و وزن قطعات یک خودرو، علاوه بر افزایش قیمت تمام شده آن، موجب بالا رفتن مصرف حامل‌های انرژی گردیده و موجب متضرر شدن بنگاه و مشتریان در طول زمان می‌گردد. همچنین برای تولید یک چنین خودرویی می‌باید ایستگاههای کاری زیادی طراحی گردد. که این نیز باعث طولانی‌شدن خطوط تولیدی خواهد شد. حال می‌توان پی برد که اگر از یک چنین محصولی، تعداد یک میلیون دستگاه تولید گردد، چقدر به اقتصاد یک جامعه هزینه اضافی تحمیل می‌نماید. با در نظر گرفتن هزینه‌های اضافی تعمیر و نگهداری این نوع محصولات، بهتر می‌توان به اهمیت فن معماری در محصولات و جایگاه اقتصادی آن در یک جامعه پی برد. همچنین در نظر بگیرید که علاوه بر تاثیرات آن در بخش بالادستی زنجیره‌تامین، این موضوع تاثیرات زیادی در بخش پایین‌دستی داشته و هزینه‌های انبارداری و خدمات را نیز به شدت متاثر می‌نماید.

3-11-معماری تکنولوژی‌های فرآیندی

این جنبه از معماری، یعنی معماری تکنولوژی‌های فرآیندی کمتر شناخته‌شده و مورد توجه و بهره‌برداری طراحان و مهندسین بنگاهها در حین توسعه محصول و فرآیند جدید قرار گرفته است. توجه به تکنولوژی‌های ساخت و مونتاژ در حین معماری فرآیندها از اهمیت بسزایی برخوردار است. فرآیندهای ساخت و مونتاژ دارای تاثیرات خیلی مهم و گسترده در روش‌های توسعه محصول و تعریف استراتژی‌های عملیات یک بنگاه مادر دارد. طراحی، ساخت و تولید تکنولوژی‌های فرایندی با طراحی، ساخت و تولید تکنولوژی‌های محصول در سطوح مختلف سیستمها و مجموعه‌ها ذاتاً یکپارچه هستند. بدین معنی که در حین طراحی محصول، سیستمها و مجموعه‌ها، طراح می‌باید شناخت نسبی از تکنولوژی‌های فرآیندهای ساخت آنها نیز داشته باشد، تا مرحله تولید با مشکلات کمتری انجام پذیرد. یکی از دلایل طولانی بودن مدت زمان توسعه محصول در صنعت خودروسازی ایران، عدم توجه به این مهم می‌باشد. گاهی قطعاتی طراحی می‌گردد که بدلیل عدم آشنایی و یا عدم توجه طراح به فرآیندهای قالب‌سازی و یا ریخته‌گری، اصلاً قابلیت ساخت با مواد پیشنهادی طراح را ندارند. همچنین در اکثر مواقع معماری فرآیندها و تکنولوژی‌های فرآیندی بنگاه طوری طراحی می‌گردد که با توسعه محصولات جدید، این فرآیندها و تکنولوژی‌ها قابلیت تطبیق با محصولات جدید را نداشته و با صرف هزینه‌های گزاف می‌باید از نو طراحی گردند. بیشترین اهمیت فنی و تجاری محصولات فیزیکی در طراحی سیستمها و مجموعه‌های محصولات و فرآیندها نهفته است. معماری تکنولوژی‌های فرآیندی، الزامات مشتری، ساخت و مونتاژ، زنجیره‌تامین و مدیریت خانواده و تنوع محصولات یک بنگاه مادر را به هم وصل می‌کند.

معماری محصول با همسوسازی سیستمهای محصول و سیستمهای ساخت و تولید آنها، درحقیقت پلی بین دنیای عملیات طراحی و مهندسی محصول با طراحی و مهندسی فرآیند ایجاد نموده و این دو را یکپارچه می‌نماید. اگر معماری محصول یکپارچه باشد، یک فرآیند ساخت لازم دارد و بالعکس اگر معماری محصول مدولار باشد، فرآیند ساخت دیگری را می‌طلبد. معماری یکپارچه محصول، یک ترسیم پیچیده و منحصر بفردی بین کارکردها و مولفه‌های یک محصول می‌باشد. به تبع پیچیدگی محصول، فرآیندها و تکنولوژی‌های آن نیز پیچیده خواهند بود. در این سبک معماری بنگاهها در حین تصمیم‌گیری در خصوص توسعه محصول، با تعداد کثیری عناصر و مولفه‌های پیچیده و در ارتباط با همدیگر در تکنولوژی‌های فرآیندی مواجه می‌شوند. توسعه داخلی و یا کسب تکنولوژی از منابع خارجی از جمله زنجیره‌تامین در این نوع معماری خیلی سخت و دشوار بوده و مستلزم تشکیل تیم‌های کاری عریض و طویل خواهد بود [48].

در معماری مدولار تنوع محصولات و انعطاف‌پذیری روش‌های تولید در سطح فرآیندهای اجرایی فوق‌العاده بالا می‌باشد. بطوریکه فرآیندهای ساخت و تولید محصولات هم به تبع معماری محصول، مدولار گردیده و موجب یکپارچگی داخلی بیشتر خواهد شد. در مرحله بعدی این امر سطح مشارکت منابع خارجی تکنولوژی را نیز بالاتر برده و بدینوسیله موجب ایجاد یکپارچگی خارجی بیشتر نیز خواهد شد [49].

3-12-معماری تکنولوژی‌های زنجیره‌تامین

امروزه نقش معماری محصول در ساماندهی بر مدیریت عملیات داخلی و خارجی بنگاهها و همچنین مدیریت بر گستره تامین‌کنندگان بر همگان روشن شده است. بنگاههای خودروسازی از همان ابتدای طرحریزی محصولات خویش تا طراحی و ساخت مجموعه‌ها، مولفه‌ها و اجزای محصولات به این مهم می‌باید توجه داشته باشند. معماری مدولار محصول، مدیریت عملیات بنگاه را تسهیل نموده و نحوه ارتباط بنگاه با تامین‌کنندگان را از حیث تکنولوژی، هزینه‌ها و لجستیک بهینه می‌نماید. همچنین موجب افزایش توانمندی یکپارچه‌سازی بنگاهها در استفاده از قابلیت‌های تکنولوژیک تامین‌کنندگان داخل و خارج از زنجیره‌تامین می‌گردد.

در بنگاههای خودروسازی ایران، نقش معماری محصول در ساختار عملیاتی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این امر موجب شده است که خودروسازان ایرانی متحمل هزینه‌های زیادی در عملیات تولید و مونتاژ گردند. درجه پایین مدولاریتی

محصولات ایرانی موجب انتقال بیشتر عملیات مونتاژ به داخل خطوط تولیدی و بالطبع باعث طولانی‌شدن خطوط تولیدی آنها گردیده است. و این دو علاوه بر اینکه هزینه‌های عملیاتی آنها را بالا می‌برد، موجب افزایش تعاملات آنها با تعداد زیادی از تامین‌کنندگان می‌شود. در حالیکه در اکثر بنگاههای خودروسازی دنیا خودروسازان با طراحی مدولار محصولات، قسمت عمده‌ای از عملیات ساخت، تولید و مونتاژ خویش را بطریقه پیش‌مونتاژ به زنجیره‌تامین منتقل نموده و بجای قطعات منفصله، مونتاژکننده مجموعه‌ها و زیرمجموعه‌های کمتری هستند. این امر علاوه بر اینکه موجب کاهش قابل توجهی در هزینه‌های عملیاتی آنها می‌گردد، موجب می‌شود آنها با تعداد کمتری از تامین‌کنندگان در زنجیره‌های خویش مواجه گردند. درحین برونسپاری نیز سعی می‌گردد که هرکدام از این مدول‌ها از طرف بنگاه به تامین‌کنندگان سطح اول، و قطعات و سایر اجزاء مربوط به مدول‌ها توسط تامین‌کنندگان سطح یک به تامین‌کنندگان سطح دوم و به بعد واگذار گردند. پس از ساخت و تولید قطعات و مدول‌ها و مونتاژ زیرسیستم‌ها و سیستم‌ها براساس اینترفیس‌های تعریف‌شده در سطح سیستم‌ها، محصول نهایی براساس اینترفیس‌های تعریف‌شده در سطح محصول، در بنگاه مادر تولید می‌گردد.

طراحی تکنولوژی‌های زنجیره‌تامین از طریق انجام فرآیندهای ذیل صورت می‌پذیرد [48]:

معماری محصول؛

شناسایی و ارزیابی توانمندی‌های تکنولوژیک تامین‌کنندگان؛

معماری تکنولوژی‌های زنجیره‌تامین.

با توجه به استراتژی‌های حاکم بر انتخاب نوع معماری محصول در حال توسعه در بنگاه مادر، همچنین ضمن ارزیابی توانمندی‌های تکنولوژیک تامین‌کنندگان، می‌توان بصورت بهینه نسبت به تصمیم‌گیری در خصوص شناسایی تامین‌کنندگان کلیدی و سایر قطب‌های تکنولوژیک اقدام نموده و تکنولوژی‌های آنها را در راستای طراحی، تکوین و ساخت محصولات معماری‌شده بصورت یکپارچه و استراتژیک معماری و طراحی نمود [50].

در این قسمت لازم است توضیحاتی مختصر در خصوص نحوه تاثیر نوع معماری محصول بر پیکره‌بندی و معماری زنجیره‌تامین تکنولوژی ارائه گردد. قبل از طراحی و در مرحله طرحریزی محصول، بنگاه نسبت به شناسایی و طراحی تامین‌کنندگان کلیدی محصول اقدام می‌نماید. در این مرحله تامین‌کنندگان متعددی شناسایی می‌گردند. در مرحله بعد، بنگاه اقدام به ارزیابی توانمندی‌های مختلف آنها جهت اخذ تصمیم برای درگیرنمودن و مشارکت‌دادن آنان می‌نماید. فاکتورهایی از قبیل شهرت، توانمندی‌های مالی، توانمندی‌های تکنولوژیک و توانمندی‌های مدیریتی از جمله فاکتورهایی هستند که براساس شاخص‌های متعددی اندازه‌گیری و ارزیابی می‌شوند. در این مرحله نوع معماری محصول یک بنگاه دارای تبعات متعددی در نوع پیکره‌بندی تامین‌کنندگان آن بنگاه خواهد داشت. مثلاً اگر بنگاه در حین طراحی محصول، معماری یکپارچه را انتخاب نماید، بدلیل نوع روابط قطعات محصول در این نوع معماری، ما شاهد روابط متعدد با اینترفیس‌های متنوع مولفه‌های محصول با یکدیگر بوده و شاهد پیچیدگی‌های بسیار بالایی در نوع عملیات در خطوط تولید بنگاه و همچنین تامین‌کنندگان خواهیم بود. همچنین در پیکره‌بندی تامین‌کنندگان آن محصول نیز شاهد پیچیدگی و سردرگمی خاصی خواهیم بود. این موضوع باعث خواهد شد که بنگاه با تامین‌کنندگان متعددی در رده اول خویش در ارتباط بوده و این امر هزینه‌های بنگاه از قبیل؛ هزینه‌های شناسایی، ارزیابی و درگیرنمودن تامین‌کنندگان، و در نهایت هزینه‌های هماهنگی و لجستیک آن را بالا خواهد برد. ولی در صورتیکه بنگاه در حین طراحی محصول خویش از سبک معماری مدولار استفاده نماید، به جهت اینکه در این نوع معماری ما شاهد روابط کمتر و ساده‌تر و با اینترفیس‌ها و قطعات استاندارد مواجه خواهیم بود، بنگاه با تعداد تامین‌کنندگان کمتری در سطوح مختلف تامین مواجه بوده و هزینه‌های هماهنگی کمتری نیز متحمل خواهد شد. بدین ترتیب معلوم می‌گردد که سبک معماری محصول چقدر بر نوع معماری و پیکره‌بندی زنجیره‌تامین و همچنین هزینه‌های عملیاتی بنگاه تاثیر می‌گذارد.

همانطور که معماری محصول بنگاه مادر بر معماری تکنولوژی‌های زنجیره‌تامین تاثیر می‌گذارد، نوع طراحی تکنولوژی‌های زنجیره‌تامین نیز در چرخه بعدی بر نوع معماری محصول بنگاه مادر تاثیر می‌گذارد. بررسی ارتباط و تعامل بین سیستم-

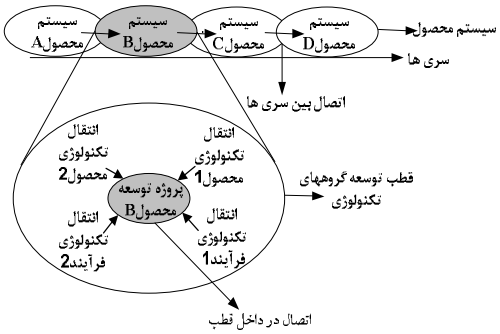
های محصول و سیستم‌های زنجیره‌تامین از طریق طراحی پلتفرم و توسط سالوادور (2002) مورد بررسی قرار گرفته است. تامین‌کنندگان با طراحی، ساخت و مونتاژ مجموعه‌ها و زیرمجموعه‌ها، در بلندمدت پلتفرم محصول را متاثر و بر خانواده محصولات یک بنگاه تاثیر می‌گذارند [9]. به همین خاطر، همواره تاکید بر آن بوده است که ارتقاء ضریب ساخت-پذیری محصولات، در زمان معماری و طراحی یک خانواده از محصولات، طراحان و سایر شرکای تجاری بنگاه، طراحی محصول و زنجیره‌تامین را بصورت تعاملی و همزمان مدنظر قرار دهند [47]، [48]. سازگاری بین معماری محصول و شبکه تامین موجب ایجاد یک مزیت رقابتی پایدار و منعطف برای بنگاه می‌گردد. تصمیمات استراتژیک متاثر از معماری محصول در مراحل بعدی توسعه محصول، موجب هم‌راستایی تصمیمات عملیاتی در حین طراحی و ساخت مجموعه‌ها، زیرمجموعه‌ها و قطعات و همچنین مشارکت تامین‌کنندگان در مراحل مختلف توسعه خواهد شد.

تکنولوژی‌های زنجیره‌تامین می‌توانند بصورت نوآوری‌های متنوع در تکنولوژی‌های محصول و فرآیند، در محصولات یک بنگاه متجلی شده و بر پیکره‌بندی و معماری سیستم‌ها و خرده‌سیستم‌های محصولات آن تاثیر بگذارند. در یک ارتباط تعاملی، مدیران زنجیره‌تامین نیز در جهت انطباق خویش با نیازهای متنوع بازار و مشتریان که در تنوع محصولات یک بنگاه منعکس می‌گردد، اقدام به ارتقاء توانمندی‌های تکنولوژیک خویش نموده و با ارائه پیشنهادات فنی در حین توسعه محصولات، نقش فعالی را در شکل‌گیری و معماری آنها ایفاء می‌نمایند [12].

مدیران تکنولوژی در زنجیره‌تامین یک بنگاه نیز با ارائه مشاوره‌های لازم و مشارکت در طرح‌های توسعه محصول، به بنگاه‌ها در حین معماری محصولات کمک می‌نمایند. ارائه سیستم‌های جدید محصولات با تکنولوژی‌های روز از طرف زنجیره‌تامین، منجر به تغییرات قابل توجه در طرح‌های معماری محصول خواهد شد[50].

3.13. طراحی زنجیره گروههای تکنولوژی هموسته

با نگاه عمیق به انتقال تکنولوژی‌های مختلف در بین دو بنگاه می‌توان یک درک عمیق و جامعی از پیکره‌بندی شبکه‌های زنجیره‌های پیچیده گروههای تکنولوژی هموسته به دست آورده و یک استراتژی موثر و رقابتی برای این تکنولوژی‌ها با استفاده از شبکه‌ها و زنجیره‌های تامین تکنولوژی، تدوین نمود. در شبکه‌ها و زنجیره‌های موصوف می‌توانیم شاهد توالی-های متعددی در انتقال تکنولوژی بین بنگاههای تامین‌کننده و گیرنده یک تکنولوژی باشیم. این توالی بعنوان اتصال بین سری‌ها تعریف می‌گردد. در نظر بگیرید که بصورت همزمان که یک تکنولوژی در یک سیستم محصول جدید در یک بنگاه بکار گرفته می‌شود، آن سیستم محصول خودش بعنوان یک تکنولوژی محصول و یا فرآیند برای محصول دیگری در یک بنگاه دیگری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تبادل محصول و تکنولوژی، ما شاهد تبادل یک محصول نهایی برای یک بنگاه و در عین حال تبادل آن محصول بعنوان یک تکنولوژی محصول و یا فرآیند برای بنگاه دیگری هستیم. در پروژه‌های توسعه تکنولوژی یک بنگاه، می‌توان شاهد مشارکت سیستم‌های متعدد محصول و فرآیند از بنگاههای مختلف زنجیره‌تامین تکنولوژی شد که با مرکزیت توسعه یک تکنولوژی محصول بعنوان یک قطب توسعه، خود حاوی سری‌ها و اتصالات متعددی می‌باشند. این نقطه اتصال سیستم‌های محصول در یک تکنولوژی (محصول/ فرآیند)، اتصالات قطبی تعریف شده‌اند. در زنجیره‌تامین تکنولوژی یک بنگاه مادر می‌توان تعداد زیادی از این اتصالات متوالی و اتصالات قطبی مشاهده نمود که در واژه‌شناسی زنجیره‌تامین سنتی به سلسله مراتب چندگانه و یا لایه‌های بازیگران سازمانی شهرت یافته‌اند [21]، [49]. همانگونه که بیان گردید، در این مقاله ما این تکنولوژی‌های مختلف ولی به هم پیوسته را "گروههای تکنولوژی هموسته" تعریف نموده‌ایم. تکنولوژی‌های موصوف هستند که هسته اصلی مدل طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی در سطح بنگاه مادر را شکل می‌دهند. شکل (6) یک زنجیره گروههای تکنولوژی هموسته را با محوریت یک سیستم محصول نشان می‌دهد.



شکل (1): تکنولوژی‌های محصول، فرآیند و زنجیره‌تامین

4. طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی

با طراحی زنجیره گروههای تکنولوژی هموسته برای یک محصول و فرآیندهای آن در یک بنگاه و شناسایی شرکت‌ها و سازمانهای صاحب تکنولوژی‌های موصوف می‌توانیم نسبت به طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی‌های آن بنگاه اقدام نمائیم. بعنوان مثال، هر خودرو بعنوان یک محصول، دارای تکنولوژی‌های متعددی جهت انجام کارکردهای خویش می‌باشد. ماهیت تکنولوژی‌های صنعت خودروسازی از جنس تکنولوژی‌های متعدد متالورژی، طراحی، تکوین، ساخت و مونتاژ در حوزه‌های محصول و فرآیند می‌باشد. این تکنولوژی‌ها در سطوح خودرو، سیستم‌ها، مجموعه‌ها، قطعات و مواد، در گستره رده‌های مختلف زنجیره‌تامین از قبیل؛ بنگاه مادر؛ تامین‌کنندگان اصلی13؛ شرکت‌های خدمات مهندسی (سازندگان) و تامین‌کنندگان جزء قراردارند. تامین‌کنندگان اصلی از مرحله طرحریزی تکنولوژی‌ها، سازندگان از مرحله طراحی، تکوین و ساخت نمونه اولیه تکنولوژی‌ها و سایر تامین‌کنندگان جزء نیز از مرحله تولید انبوه تکنولوژی‌ها مشارکت داده می‌شوند.

همچنین این صنعت از یکسری تکنولوژی‌های مکمل از قبیل تکنولوژی‌های آزمایشگاهی، لجستیک و تکنولوژی اطلاعات در حوزه‌های زیرساخت‌های طراحی، ساخت و نصب خطوط تولید در رده‌های مختلف تامین‌کنندگان برخوردار می‌باشد. انواع تکنولوژی‌های مربوط به متالورژی، آلیاژها، ریخته‌گری، ماشین‌کاری و طراحی از مصادیق تکنولوژی‌های اصلی این صنعت محسوب می‌گردند. برای طراحی و ساخت سیستم‌های اصلی پنجگانه خودرو، از قبیل؛ سیستم‌های شاسی و تعلیق، بدنه و اتاق، قوای محرکه، تریم داخلی و خارجی و سیستم الکتریکی، از ترکیب گروههای تکنولوژی هموسته متعدد در بنگاه و در رده‌های مختلف عقبه زنجیره‌تامین استفاده می‌گردد.

تکنولوژی‌های موصوف از مرحله طراحی تا ساخت و عرضه خودرو به مشتریان، بصورت زنجیروار به هم وصل شده‌اند تا کارکردهای مختلف و متعدد خودرو و فرآیندهای ساخت آن را محقق نمایند. این تکنولوژی‌ها در پهنه زنجیره‌تامین و یا سایر زنجیره‌های عرضه‌کننده تکنولوژی گسترده شده‌اند. بنگاه مادر می‌باید بصورت هوشمند و مهندسی‌شده این تکنولوژی‌ها را براساس زنجیره‌های بین تکنولوژی‌ها و همچنین زنجیره‌های بین تامین‌کنندگان آنها معماری و طراحی نماید. از ترکیب زنجیره‌های به هم وصل‌شده گروههای تکنولوژی با زنجیره‌های تامین‌کنندگان آن تکنولوژی‌ها، زنجیره‌تامین تکنولوژی یک بنگاه شکل خواهد گرفت.

در یک طبقه‌بندی جهانی، زنجیره‌تامین خودروسازی به پنج رده اصلی تقسیم شده است. با نگاه به این زنجیره از ابتدای بخش بالادستی، رده چهارم تامین‌کنندگان (Tier 4)، از زنجیره‌تامین یک بنگاه خودروسازی قرار دارند. این تامین‌کنندگان به استخراج مواد معدنی خام، ذوب فلزات و تهیه انواع آلیاژهای مختلف مورد نیاز صنعت خودروسازی می‌پردازند. انواع مواد و فلزات بصورت ورق و شمش، لاستیک و پلاستیک و سایر ترکیبات مربوط به سیستم‌های یک خودرو، از محصولات اصلی این رده از تامین‌کنندگان می‌باشند. بنگاه مادر می‌باید در حین طرحریزی محصولات و تکنولوژی‌ها، به تکنولوژی‌های این حوزه و همچنین سطح توانمندی‌های تامین‌کنندگان آنها نیز توجه نموده و به طراحی این بخش مهم از زنجیره نیز همت گمارد. اکثر تکنولوژی‌های این رده از تامین‌کنندگان از جنس تکنولوژی‌های فرآیندی از قبیل انواع تکنولوژی‌های مربوط به

علم متالورژی می‌باشند. شرکت‌های ذوب آهن و تولید ورق و سایر تولیدکنندگان مواد پایه‌ای در خودروسازی ایران در این رده قرار دارند.

رده سوم تامین‌کنندگان (Tier 3) یک بنگاه مادر خودروسازی، طراحان، سازندگان و تولیدکنندگان قطعات می‌باشند. این رده از تامین‌کنندگان، محصولات رده‌های چهارم تامین‌کنندگان را به انواع قطعات مورد نیاز خودروسازی با مشخصات و کارکردهای لازم تبدیل می‌نمایند. در صنعت خودروسازی ایران، قطعه‌سازان زیادی در این رده قرار گرفته و به تولید انواع قطعات برای بنگاههای خودروسازی مشغولند. یک بنگاه مادر در حین توسعه محصول و فرآیندهای جدید، می‌باید تکنولوژی‌های موبوط به قطعه‌سازی و همچنین سطح توانمندی‌های تامین‌کنندگان این حوزه را نیز مدنظر قرار داده و در طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی مورد لحاظ قرار دهد. در این رده از تامین‌کنندگان به غیر از تکنولوژی‌های مواد، از هر دو جنس تکنولوژی‌های محصول و فرآیند از قبیل؛ طراحی، تکوین و ساخت یافت می‌شود. اکثر قطعات تولیدی در دل خویش دارای تکنولوژی‌های محصول متعددی می‌باشند. این تکنولوژی‌ها خود حاصل انوع گروههای تکنولوژی فرآیندی در این رده از تامین‌کنندگان می‌باشند.

رده دوم تامین‌کنندگان (Tier 2) یک بنگاه خودروسازی را مجموعه سازان تشکیل می‌دهند. مجموعه‌ها ترکیبی از انواع قطعات و اجزاء یک محصول می‌باشند که در قالب مدول‌های معینی ساخته شده و در دل انواع سیستم‌های یک محصول بکار برده می‌شوند. در صورتیکه سبک معماری یک محصول مانند خودرو، مدولار باشد، این دسته از تامین‌کنندگان بیشتر از سایرین فعال بوده و نقش اصلی را در زنجیره‌تامین ایفاء می‌نمایند. علاوه بر تکنولوژی‌هایی که از رده‌های چهارم و سوم و در دل محصولات آنها به این رده از تامین‌کنندگان منتقل می‌گردند، تامین‌کنندگان موصوف نیز دارای توانمندی‌های تکنولوژیک متعددی از قبیل؛ طراحی، تکوین و ساخت می‌باشند. انواع اجزاء، قطعات و مولفه‌های محصولات و فرآیندها در این رده از تامین‌کنندگان به مجموعه‌های آماده جهت نصب بر روی سیستم‌های متعدد محصولات تبدیل می‌شوند. بنگاه مادر در حین طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی‌های خویش، باید به این رده از تامین‌کنندگان نیز توجه نماید.

رده اول تامین‌کنندگان (Tier 1) یک بنگاه مادر به طراحی و ساخت انواع سیستم‌های یک محصول می‌پردازند. یک سیستم در یک محصول از تعداد معتنابهی مجموعه‌ها، قطعات و مواد مختلف تشکیل شده است که در رده‌های بالاتر تامین‌کنندگان ساخته می‌شوند. در یک خودرو، قوای محرکه بعنوان یک سیستم، موتور و گیربکس بعنوان مجموعه‌ها، جعبه‌دنده و یا چرخ-دنده‌ها و همچنین میل‌لنگ بعنوان مولفه‌ها، قطعات و اجزاء و در نهایت انواع آلیاژها ساخته‌شده که در این قطعات مورد استفاده واقع شده‌اند، بعنوان مواد مورد استفاده، می‌باشند. در این رده از تامین‌کنندگان انواع تکنولوژی‌های طراحی، تکوین و ساخت انواع سیستم‌های یک محصول قرار دارند. تکنولوژی‌های این رده از تامین‌کنندگان بعنوان مهم‌ترین تکنولوژی‌های مورد استفاده در یک محصول بوده و می‌باید مورد توجه قرار گیرند. توانمندی‌های این رده نیز در طراحی و تکوین محصول نهایی فوق‌العاده مهم و قابل توجه می‌باشند. یک بنگاه مادر خودروسازی در حین طرحریزی و طراحی محصول جدید، به توانمندی‌های این طبقه از تامین‌کنندگان توجه نموده و آنها را در پروژه‌های توسعه درگیر نموده و مشارکت می-دهد. در صنعت خودروسازی ایران، شرکتهای ساپکو، سازه‌گستر سایپا و مگاموتور در این طبقه از تامین‌کنندگان قرار می-گیرند. در حین طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی، به تکنولوژی‌های مستقر در این رده از تامین بیشترین توجه می‌گردد.

در منابع جدید، از یک رده دیگری در طبقات تامین‌کنندگان خودروسازی بعنوان رده نیم‌ها (Tier 0.5) یاد شده است. این رده از تامین‌کنندگان همان شرکت‌های پیمانکار سازنده یک محصول نهایی مانند خودرو می‌باشند. از آنجائیکه این شرکت‌ها به طراحی و تکوین مستقل محصول نمی‌پردازند، اکثر تکنولوژی‌های این رده از تامین‌کنندگان بیشتر از جنس فرآیندی و ساخت و تولید می‌باشد. تکنولوژی‌های این رده از تامین‌کنندگان بیشتر در حین اجرای طرح‌های افزایش تیراژ تولید محصولات مورد توجه بنگاه مادر می‌باشند. در صنعت خودروسازی ایران این رده از تامین‌کنندگان در حال رشد بوده و هر روز بر تعداد آنها افزوده می‌شود. سایپا آذربایجان، سایپا کاشان، ایران‌خودرو خراسان و ایران‌خودرو کردستان از

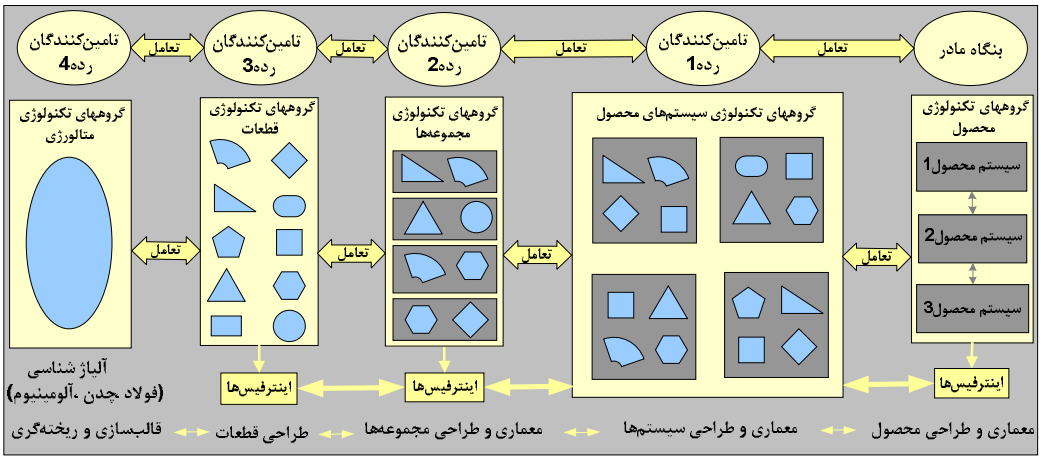
جمله اهم این رده از تامین‌کنندگان در صنعت خودروسازی ایران می‌باشند که به تولید انواع خودرو برای بنگاههای سایپا و ایران‌خودرو مشغول هستند.

در رده آخر زنجیره تامین‌کنندگان، خود بنگاه مادر بعنوان یکپارچه‌کننده تمامی تولیدات رده‌های قبلی قرار دارد. از آنجائیکه بنگاه مادر طراح و توسعه‌دهنده یک محصول و یا تکنولوژی می‌باشد، بیشتر تکنولوژی‌های آن از جنس طراحی و تکوین در سطح محصول نهایی خواهد بود.

بنگاه مادر بعنوان صاحب اصلی محصول، در ابتدای زنجیره‌تامین قرار دارد. لذا مسئولیت اصلی طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی‌های محصول نیز با آن خواهد بود. این بنگاه مادر است که در حین توسعه محصول و فرآیند به طرحریزی و طراحی محصول و تکنولوژی می‌پردازد. در این فرآیند می‌باید تامین‌کنندگان کلیدی که بیشتر از جنس رده‌های اول زنجیره-تامین می‌باشند در اجرای طرح‌های توسعه مشارکت داده شوند. همچنین رده‌های بعدی تامین‌کنندگان نیز همانند بنگاه مادر در طرح‌های توسعه سیستم‌ها، مجموعه‌ها، قطعات و همچنین توسعه مواد جدید، رده‌های تامین‌کنندگان بعد از خویش را مشارکت می‌دهند.

مشارکت‌دادن تامین‌کنندگان و استفاده از توانمندی‌های آنان در حوزه توسعه گروههای تکنولوژی در زنجیره‌های تامین تکنولوژی از اهمیت بیشتری نسبت به زنجیره‌تامین سنتی برخوردار می‌باشد. در این زنجیره علاوه بر رفتار سلسله‌مراتبی بنگاه با عناصر مجموعه، به لحاظ پیچیدگی موضوع، ممکن است بنگاه مادر بصورت مستقیم در طراحی نودهای مختلف تامین‌کنندگان تکنولوژی در رده‌های مختلف زنجیره ایفای نقش نماید.

مدل مفهومی طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی یک بنگاه مادر در بستر معماری محصول در شکل (7) ارائه شده است.



شکل (7): مدل مفهومی طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی یک بنگاه مادر در بستر معماری محصول

در زنجیره‌تامین تکنولوژی نیز همانند زنجیره‌تامین قطعات و مولفه‌ها، جریان اطلاعات مربوط به طراحی و ساخت گروههای متعدد تکنولوژی به همراه جریان مالی از طرف بنگاه مادر به سمت رده‌های مختلف زنجیره‌تامین تکنولوژی بوده و در مقابل جریان تکنولوژی‌های تامین‌شده جهت جاسازی در قالب انواع سیستم‌ها و مولفه‌های محصولات بنگاه در خود بنگاه و یا در زنجیره‌تامین مولفه‌ها و عناصر، از سمت تامین‌کنندگان رده‌های مختلف تکنولوژی به سمت بنگاه و سایر تامین‌کنندگان می-باشد.

همچنین یک نکته مهم اینکه، زنجیره‌های تامین تکنولوژی می‌توانند به صور مختلف متقاطع، موازی و یا منطبق با زنجیره‌های تامین عناصر و مولفه‌های مختلف یک بنگاه قرار گرفته باشند.

نتیجه گیری

علاوه بر طراحی زنجیره‌تامین عناصر و مولفه‌ها، امروزه بنگاههای مادر نیازمند طراحی زنجیره‌تامین مهمتری تحت عنوان؛ زنجیره‌تامین تکنولوژی می‌باشند. برای طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی، ابتدا می‌باید نسبت به شناسایی تکنولوژی‌های مورد نیاز یک بنگاه در ارتباط با یک محصول و یا فرآیند اقدام نمود. مطالعه پیشینه تحقیق و همچنین تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از بررسی بنگاههای خودروساز ایرانی، نشان داد که معماری محصول می‌تواند به عنوان یک بستر و ابزاری قوی جهت یکپارچه‌نمودن تصمیمات سه حوزه؛ محصول، فرآیند و زنجیره‌تامین و شناسایی یکپارچه تکنولوژی‌های متعلق به آنها عمل نماید. در حوزه مدیریت تکنولوژی، معماری محصول دارای نقش قابل توجهی در انتقال تکنولوژی در سطوح و رده‌های مختلف زنجیره‌تامین یک بنگاه مادر می‌باشد. تکنولوژی‌های محصول و فرآیندهای عقبه آنها که در این تحقیق آنها را گروههای تکنولوژی هموسته نامیده‌ایم، مرزهای بنگاهها را درنوردیده و در سطح شبکه‌های زنجیره‌تامین آنها پراکنده شده-اند. با شکل‌گیری زنجیره‌های تامین تکنولوژی و گسترش عملیات طراحی، تکوین و ساخت تکنولوژی‌های محصول و فرآیند در رده‌های مختلف تامین‌کنندگان، مدیریت تکنولوژی نیز مرزهای سازمانی بنگاهها را درنوردیده و در سطح شبکه‌های نوآوری و تکنولوژی انجام می‌پذیرد. لذا مدیران تکنولوژی بنگاهها نیز جهت ارتقاء موفقیت طرح‌های توسعه تکنولوژی‌ها، می‌باید مدیریت تکنولوژی را در سطح زنجیره‌های تامین خویش مستقر نمایند.

در این مقاله با استفاده از تکنیک معماری محصول، ابتدا تکنولوژی‌های مختلف را به هم وصل نموده و گروههای زنجیروار تکنولوژی‌های هموسته را تعریف گردید. سپس از طریق معماری؛ تکنولوژی‌های محصول؛ تکنولوژی‌های فرآیندی و تکنولوژی‌های زنجیره‌تامین، سیستم‌های؛ محصول؛ فرآیند و ساخت و تولید بنگاه با تامین‌کنندگان با هم یکپارچه شده است. در مرحله آخر، از ترکیب گروههای زنجیروار تکنولوژی‌های هموسته با معماری زنجیره‌تامین، در بستر معماری محصول، مدل مفهومی طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی در سطح یک بنگاه مادر را ارائه نمودیم.

نتایج حاصله از تحلیل داده‌های این تحقیق نشان داد که علیرغم اینکه معماری محصول در طراحی و توسعه یکپارچه و استراتژیک تکنولوژی‌های محصولات و فرآیندهای آنان نقش بسزایی دارد، در صنایع ایران کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این موضوع در صنعت خودروسازی ایران بیشتر مغفول مانده و موجب تحمیل هزینه‌های هنگفتی بر بنگاههای خودروساز ایرانی شده است. حتی برخی از طرح‌های خوب توسعه محصولات آنها به جهت معماری نامناسب و در نتیجه فقر تکنولوژیک، با تاخیر قابل توجه به بازار عرضه شده است. برخی از طرح‌ها اصلاً اجرایی نشده است. برخی دیگر نیز پس از صرف هزینه‌های هنگفت، در مرحله عرضه به بازار از خطوط تولید آنان حذف گردیده‌اند. حذف محصولاتی مانند؛ خودروهای کاروان، سمند سریر، نسیم سفری و ریو با گیربکس اتوماتیک از جمله این طرح‌ها می‌باشند. از آنجائیکه خودروسازان ایرانی از فقر شدید تکنولوژی‌های محصول و فرآیندی رنج می‌برند، لذا می‌باید در حین معماری محصولات خویش به این موضوع توجه ویژه‌ای بنمایند. هر چقدر معماری خودروهای ایرانی مدولار باشند، این شرکت‌ها در انتقال و بکارگیری تکنولوژی‌های محصول و فرآیند از زنجیره‌تامین خویش و یا از سایر زنجیره‌های خارجی عرضه‌کننده تکنولوژی، موفق‌تر خواهند شد.

معماری محصول بعنوان پلتفرمی برای یکپارچه‌سازی تکنولوژی‌های محصول، فرآیند و زنجیره‌تامین یک بنگاه ایفای نقش می‌نماید. لذا توصیه می‌گردد که توجه به معماری در حین اجرای پروژه‌های توسعه محصول، سرلوحه اصلی مدیران، مهندسین و کارشناسان تصمیم‌گیرنده در حوزه‌های؛ طراحی و توسعه محصول، تدوین و اجرای استراتژی‌های؛ تکنولوژی؛ عملیات و تامین بنگاههای خودروسازی ایرانی قرار گیرد. اگر در یکسری از تکنولوژی‌های مهم به تامین‌کنندگان و منابع خارجی متکی هستیم، در فرآیندهای معماری، طراحی و ساخت آنها می‌باید دارای استراتژی مشخصی بوده و محصولات را با ضریب مدولاریتی بالاتری معماری نمائیم.

در این مقاله معماری محصول بعنوان ابزاری برای طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی در سطح یک بنگاه مادر مورد استفاده قرار گرفت. نتیجه کار بصورت مدلی مفهومی ارائه گردید. مدل طراحی‌شده در این مقاله، که اعتبار آن بطرق مختلف از طریق داده‌های جمع‌آوری‌شده مورد تایید قرار گرفت (بخش روش‌شناسی تحقیق)، بعنوان پلتفرمی جامع برای طراحی یکپارچه و استراتژیک زنجیره‌تامین تکنولوژی، در حین طراحی و توسعه محصول، طراحی و توسعه تکنولوژی، طراحی و توسعه عملیات و در نهایت طراحی و توسعه زنجیره‌تامین یک بنگاه مادر معرفی می‌گردد. مدل موصوف در طراحی زنجیره‌تامین تکنولوژی‌های سیستم کیسه‌هوا در خودروهای X100 شرکت سایپا پیاده‌سازی و صحه‌گذاری گردید.

تقدیر و تشکر

لازم می‌دانیم از همکاری صمیمانه و بی‌شائبه مدیران، مهندسین و کارشناسان محترم مراکز مطالعات تکنولوژی، مراکز تحقیقات و نوآوری، مراکز مهندسی، شرکت ساپکو، شرکت سازه‌گستر و شرکت مگاموتور، عضو گروه‌های صنعتی خودروسازی سایپا و ایران‌خودرو، نهایت تشکر و قدردانی خویش را بعمل آوریم. آنان نقش بسیار ارزنده‌ای را در به ثمر رسیدن این تحقیق ایفاء نموده‌اند.

منابع

[1] Whitney, D.E. (2004). Mechanical Assemblies: Their Design, Manufacture, and Role in Product Development, Oxford University Press.

[2] Narasimhan, R., Das, A. (2001). The impact of purchasing integration and practices on manufacturing performance, Journal of Operations Management, Vol. 19, PP. 593-609.

[3] Noori, H. (1990). Managing the dynamics of new technology, Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall.

[4] Fixson, S.K. (2005). Product architecture assessment: a tool to link product, process and supply chain decision, Journal of Operation Management, Vol. 23(1), PP. 345-369.

[5] Yassine, Ali, Dan Braha, (2003). Concurrent engineering: research and application, Center for Technology, Policy and Industrial Development, Vol. 11, PP. 165-176.

[6] Sianesi, Andrea, Pero, Margherita, (2009). Aligning supply chain management and new product development, Sixth International Congress of Logistics Research.

[7] Lee, H., Sasser, M. (1995). Product Universality and Design for Supply Chain, Production Planning & Control, Vol. 6, no. 3, PP. 270-277.

[8] Froehle, C.M., Roth, A.V. (2004). New measurement scale for evaluating perceptions of the technology-mediated customer service experience, Journal of Operation Management, Vol. 22, PP. 1-21.

[9] Salvador, F., Forza, C. (2002). Modularity, Product Variety, Production Valume, and Component Sourcing, Journal of Operation Management, Vol. 20, PP. 549-575.

[10] Caridi, M., Pero, M., Sianesi, A. (2009). The impact of NPD projects on supply chain complexity, Supply Chain Management Review, Vol. 2, PP. 380-397.

[11] Huang, C., Kusiak, A. (1998). Modularity in design of products and systems, IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics, Vol. 28. PP. 66-77.

[12] ElHadj Khalaf, Agard, R.B., Penz, B. (2009). An Optimization Method for the Simultaneous Design od a Product Family and its Related Supply Chain Using a Taboo Search Algorithm, Cirrelt, Vol. 35.

[13] Parente, R., Alvaro, C., Nicole, S., Flavio, V. (2013). Lessons Learned from Brazilian, Business Horizons.

[14] بازرگان، عباس، (1389). مقدمه‌ای بر روش‌های تحقیق کیفی و آمیخته، تهران: نشر دیدار، چاپ دوم.

[15] Creswell, J.W. (2009). Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approach, 3rd, Thousand Oak, CA: Sage.

[16] علی‌احمدی، علیرضا، غفاریان، وفا، (1382).اصول شناخت و روش تحقیق، فصلنامه علمی- پژوهشی علوم انسانی دانشگاه الزهرا (س)، سال سیزدهم، شماره 46و47.

[17] هومن، حیدرعلی، (1388). راهنمای عملی تدوین پایان‌نامه‌های تحصیلی، تهران: انتشارات پیک فرهنگ.

[18] Caputo, M., Zirpoli, F. (2002). Supplier involvement in automotive component design: outsourcing strategies and supply chain management, International Journal of Technology Management, Vol. 23 (1–3), PP. 129–154.

[19] Fisher, Ramadas, Ulrich, K. (1999). Component Sharing in the Management of Product Variety: A Study of Automotive Braking System, Management Science, Vol. 45, No. 3, PP. 297-315.

[20] Sanchez, R., Mahoney, J. (2002). Modularity, flexibility and knowledge management in product and organization design, in Managing in the Modular Age: Architectures, Networks, and Organizations, JohnWiley.

[21] Tatikonda, Mohan V., Gregory, Stock N. (2003). Product technology transfer in the upstream supply chain, The Journal of Product Innovation Management, Vol. 20, PP. 444-467.

[22] Tornatzky, L.G., Fleischer, M. (1990). The process of echnological innovation, Lexington, MA: Lexington books.

[23] Narasimhan, Ram, Soo, Wook Kim, Keah Choon, (2006). An Empirical investigation of supply chain strategy typologies and relationships to performance, International Journal of Production Research, PP. 1-29.

[24] Handfield, Robert B., Lawson, Benn, (2007). Integrating suppliers into new product development, Research Technology Management.

[25] Petersen, Kenneth J., Handfield, Robert B. Ragatz, Gary L. (2003). A model of supplier integration into new product development, Journal of Product Innovation Management, Vol. 20, PP. 284-299.

[26] Rungtusanatham, M., Forza. C. (2005). Coordinating product design, process design, and supply chain design decisions, Journal of Operations Management, Vol. 23, PP. 257-265.

[27] Scott, Swan K. Allred, Brent B. (2003). A product and process model of the technology sourcing decision, J., Prod., Innov. Manage, Vol. 20, PP. 485-496.

[28] Krishnan, V., Ulrich, K. (2001). Product development decisions: a review of the literature, Management Science, Issue Vol. 47, PP. 52-68.

[29] Wheelwright, S.C., Clark, K.B. (1992). Creating plans to focus product development, Harvard Business Review, PP. 70-82.

[30] Ulrich, K., Eppinger, S.D. (2012). Product Design and Development, 5ed, Mc Graw-Hill.

[31] Graves, S.C., Willems, S.P. (2003). Supply Chain Design, Handbook in OR & MS, Elsevier.

[32] Pero, M., Nizar, A., Andrea, S., Blecker, Thorsten, (2010). A framework for the alignment of new product development and supply chains, Supply Chain Management, Vol. 15.

[33] Stock, Gregory N., Mohan V. Tatikonda, (2004). External technology integration in product and process development, International Journal of Operations and Production Management, Vol. 24, PP. 642-665.

[34] Tatikonda, Mohan V., Mitzi M., Montoya-Weiss, (2001). Integrating operations and marketing perspectives of product innovation, Management Science, Vol. 47, PP. 151- 172.

[35] McIvor, R., Humphreys, P., Cadden, T. (2006). Supplier involvement in product development, Journal of Engineering and Management, Vol. 23, PP. 374-397.

[36] Echtelt, E.A., Wynstra, F., Weele, J., Duysters, G. (2008). Managing supplier involvement in new product development: A multiple-case study, Journal of Product Innovation Management, Vol. 25, PP. 180-201.

[37] Bettis, R.A., Hitt, M.A. (1995). The new competitive landscape, Strategic Management Journal, Vol. 16, PP. 7-19.

[38] Allred, B., Swan, S. (2004). Contextual influences on international subsidiaries product technology strategy, Journal of International Management, Vol. 10, PP. 259-286.

[39] Maropoulos, P.G., Bramal, D.G. Mckay, K.R. (2003). Assessing the manufacturability of early product designs using aggregate process models, Engineering Manufacture, Vol. 217.

[40] Kumar, K. (2001). Technologies for supporting supply chain management, Communications of the ACM, Vol. 44, No. 6, PP. 58-61.

[41] Ulrich, K. (1995). The role of product architecture in the manufacturing firm, Research Policy, Vol. 24, No. 3, PP. 419–440.

[42] Baldwin, C.Y., Kim, B.C. (2000). Design Rules: The power of modularity, The MIT Press.

[43] Sanchez, R., Mahoney, J. (2002). Modularity, flexibility and knowledge management in product and organization design, in Managing in the Modular Age: Architectures, Networks, and Organizations, Wiley.

[44] Ulrich, K., Tung, K. (1991). Fundamentals of Product Modularity, in Proceedings of the 1991 ASME Design, Miami, Florida.

[45] Worren, N., Moore, K., Cardona, P. (2002). Modularity, strategic flexibility, and firm performance: a study of the home appliance industry, Vol. 23, No. 12.

[46] Muffatto, M., Roveda, M. (2000). Developing product platforms: analysis of the development process, Technovation, Vol. 20, PP. 617-630.

[47] Nepal, B., Monplaisirb, L., Famuyiwa, O. (2011). A multi-objective supply chain configuration model for new products, International Journal of Production Research, Vol. 49, No. 23.

[48] Lamothe, J., Hadj-Hamou, K., Aldanond, M. (2006). An optimization model for selecting a product family and designing its supply chain, European Journal of Operational Research, Vol. 169, No. 3, PP. 1030–1047.

[49] Cousins, Paul D., Benn Lawson, Kenneth J., Petersen, Robert B., Handfield, (2011). Breaqkthrough scanning, supplier knowlwdge exchange, and new product development performance, Journal of Product Innovation Management.

[50] Ragatz, G.L., Handfield, R.B., Petersen, K.J. (2002). Benefits associated with supplier integration into new product development under conditions of technology uncertainty, Journal of Business Research, Vol. 55, PP. 389-400.

پی‌نوشت

1. **Technology Supply Chain**
2. **Product Architecture**
3. **Technology Planning**
4. **Homogamic Technology Groups**
5. **Thematic analysis**
6. **Integrator**
7. **Product Technology Dynamism**
8. **Concurrent Engineering**
9. **Strategic Product Technology Unit’s; SPTU**
10. **Chunk**
11. **Interface**
12. **Manufacturable**
13. **MegaSupplier**