



نقش توانمندی مدیریت فناوری در فرآیند توسعه محصولات جدید دفاعی (یافته‌های تجربی)

کیارش فرتاش^۱، مصطفی محسنی کیاسری^{۲*}، علی اصغر سعداآبادی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۲۷

چکیده

هدف اصلی فرآیند توسعه محصولات جدید در صنایع دفاعی، تبدیل ایده‌ها و نیازهای مختلف به محصول یا سامانه‌ای است که این نیاز را رفع نماید. فرآیند توسعه محصول جدید، شامل ۶ مرحله اصلی است که عبارتند از: توسعه ایده، توسعه مفهوم، تعریف مساله و برنامه‌ریزی، طراحی و توسعه مهندسی و تولید، اعتبارسنجی، پیش‌تجاری‌سازی و معرفی به بازار. در این مقاله، نقش مدیریت فناوری و توانمندی‌های مرتبط با آن در فرآیند توسعه محصولات جدید دفاعی مورد بررسی قرار گرفته و در هر یک از مراحل شش‌گانه فرآیند یاد شده نقش مدیریت فناوری تبیین گردیده و همچنین ابزارهای حوزه مدیریت فناوری مرتبط در هر یک از این ۶ مرحله تشریح شده است. طی این پژوهش، پس از مصاحبه با خبرگان در سطح صنایع دفاعی، ابتدا ابزارهای مورد استفاده مرتبط با مدیریت فناوری در هر فاز شناسایی شد و در ادامه با توزیع پرسش‌نامه ۷ مقیاسی فازی داده‌ها جمع‌آوری گردید و در ادامه با کمک فن دلفی فازی تجزیه و تحلیل شد. بررسی‌های انجام‌شده در سطح صنایع دفاعی نشان می‌دهد، مدیریت فناوری به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین ابزارهای فرآیند توسعه محصول جدید، در فازهای اولیه توسعه بسیار پررنگ است و با حرکت به سمت فازهای پایانی، این تأثیرگذاری کم‌رنگ‌تر می‌گردد. در پایان، ۱۴ فرآیند و ۸ ابزار مرتبط با مدیریت فناوری در فرآیند توسعه محصول جدید به کمک منطق فازی شناسایی و تحلیل گردید.

واژگان کلیدی: فناوری، توانمندی مدیریت فناوری، فرآیندهای توسعه محصول جدید دفاعی

۱- دانشجوی دکتری مدیریت فناوری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

۲- پژوهشگر پژوهشکده مطالعات فناوری و دانشجوی دکتری سیاستگذاری علم و فناوری دانشگاه تهران، تهران، ایران/ نویسنده مسوول مکاتبات
mohseni@tsi.ir

۳- دانشجوی دکتری سیاستگذاری علم و فناوری دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۱- مقدمه

فناوری، همواره یک عامل کلیدی برای تغییر بهره‌وری ملی و خلق ثروت و همراه با پیشرفت جامعه بوده است. آرزوی انسان برای دستیابی به زندگی بهتر، هر روز او را بیش‌ازپیش به فناوری و آثار آن وابسته می‌کند. سرعت و دامنه تغییرات فناورانه بر تمام نهادهای انسانی تأثیرات عمیق می‌گذارد. رونق اقتصادی کشورها به فناوری و مدیریت مؤثر آن وابسته است و فناوری همیشه نقشی مهم در خلق ثروت برای کشورها و استانداردها و کیفیت زندگی در آن‌ها داشته است (Lall, 1992).

تبدیل ایده‌ها و نیازها به محصولات و سامانه‌های جدید قابل‌استفاده هدف اصلی توسعه محصول جدید در صنایع دفاعی است. در این فرآیند ۱۰ ابزار مدیریت فناوری اطلاعات، مدیریت کیفیت، مدیریت ارزش، مدیریت فناوری، مدیریت دانش، مدیریت ریسک، مدیریت هزینه، مدیریت مهندسی سیستم، مدیریت یکپارچه پروژه و مدیریت راهبردی اکتساب دخالت دارند. در مقاله حاضر، هدف اصلی بررسی نقش و جایگاه توانمندی مدیریت فناوری در مرحله‌های شش‌گانه فرآیند توسعه محصول جدید در صنایع دفاعی است. همچنین این مقاله به دنبال درک این موضوع است که چگونه می‌توان به کمک مدیریت فناوری، فرآیند توسعه محصول جدید را اثربخش‌تر نمود. به دلیل ماهیت مأموریت‌گرای حوزه دفاع (Foray, et al., 2012)، دستیابی به سامانه‌های دفاعی باید به طور مناسب مورد توجه قرار گیرد و فرآیند توسعه محصول جدید یکی از مقبول‌ترین ابزارهای توسعه داده‌شده برای مدیریت، ارزیابی و تخصیص منابع به این سامانه‌هاست (Mowery, 2012). ابزارهای مختلفی برای تسهیل فرآیند توسعه محصول جدید دفاعی، مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ در این میان، مدیریت فناوری و توانمندی بکارگیری آن در مراحل مختلف این فرآیند، بسیار مهم و راه‌گشا است و باید نسبت به مهم‌ترین این توانمندی‌ها در فرآیند توسعه محصولات جدید، توجه لازم مبذول شود (Kerr, et al., 2013)(Phaal, et al., 2006).

با توجه به اینکه بستر مطالعه و تحلیل این مقاله (یعنی حوزه صنایع دفاع)، الزامات خاص خود را دارد، بررسی موضوع توسعه محصولات جدید در آن ضروری است. بررسی متون علمی این حوزه، به‌ویژه راهنماهای تکوین و اکتساب سامانه جدید وزارت دفاع ایالات متحده آمریکا که یکی از مراجع مطالعات نوآوری در حوزه صنایع دفاعی است، نشان می‌دهد که مفهوم توسعه محصولات جدید در صنایع دفاعی عملاً با مفهوم دیگری با عنوان اکتساب سامانه‌های دفاعی^۱ شناخته می‌شود (Corea, et al., 1998)(U.S.DoD, 2013).

بررسی و مقایسه ابعاد و مراحل معرفی شده برای این دو مفهوم با یکدیگر نیز مؤید این موضوع است. با توجه به مشخص شدن مساله، سوال اصلی در پژوهش حاضر این است که «ابزارها و فرآیندهای مدیریت فناوری در هر یک از مرحله‌های فرآیند توسعه محصول جدید صنایع دفاعی چه نقشی می‌توانند

ایفا نمایند؟»

با توجه به تفاوت قابل توجه فعالیت‌ها و سازمان‌های دفاعی و غیردفاعی که قاضی زاده فرد و اتابکی (۱۳۹۱) به ۱۷ تفاوت عمده آن‌ها اشاره نموده‌اند (از جمله حساسیت، دائمی بودن، دولتی بودن، قانون‌گرایی بالاتر، در اختیار داشتن ابزار و فناوری‌های پیشرفته، شبکه همکار گسترده و سطح طبقه‌بندی فعالیت‌ها)، پاسخ به سوال این پژوهش نگاه متفاوتی را طلب می‌کند. از طرف دیگر، در گزارش تأثیرگذار سال ۱۹۹۹ دیوان محاسبات آمریکا، عملکرد سامانه‌های دفاعی به مدیریت فناوری آن‌ها نسبت داده شد. در این گزارش، ضمن بررسی ۲۳ سامانه عمدتاً دفاعی، دلیل اصلی عملکرد پایین برخی سامانه‌ها و تأخیر و نوسانات هزینه‌ای، مدیریت فناوری نامناسب در طی فرآیند اکتساب معرفی گردید. در مقابل اعلام شد که عملکرد تکوین محصولاتی که در فرآیند توسعه خود، مدیریت فناوری مناسبی را تجربه کرده‌اند، به طرز معناداری ارتقاء یافته است. این گزارش منجر به تغییرات زیادی در فرآیند دستیابی به سامانه‌های دفاعی جدید و مدیریت فناوری آن‌ها گردید (U.S. GAO, 1999)؛ به‌طور مثال، ابزار سطح آمادگی فناوری نیز به دلیل تجویز نویسندگان گزارش به وزارت دفاع و ارتش آمریکا، در طی کمتر از یک دهه در تمام دنیا مطرح و به رسمیت شناخته شد. بر اساس موارد یادشده و نیز اهمیت عملکرد سامانه‌های دفاعی و تفاوت آن‌ها با محصولات غیردفاعی و نقش غیرقابل‌انکار مدیریت فناوری و ابزارهای آن در فرآیند دستیابی به این سامانه‌ها، لازم است در مراحل مختلف فرآیند توسعه محصول جدید، اهمیت و نقش مدیریت فناوری و توانمندی‌های مرتبط آن بررسی شود و مهم‌ترین مصداق‌های توانمندی‌ها اعم از فرآیندها و ابزارها در هر مرحله از فرآیند توسعه، معرفی و ارزیابی گردد.

۲- پیشینه پژوهش

۲-۱- توسعه محصول جدید

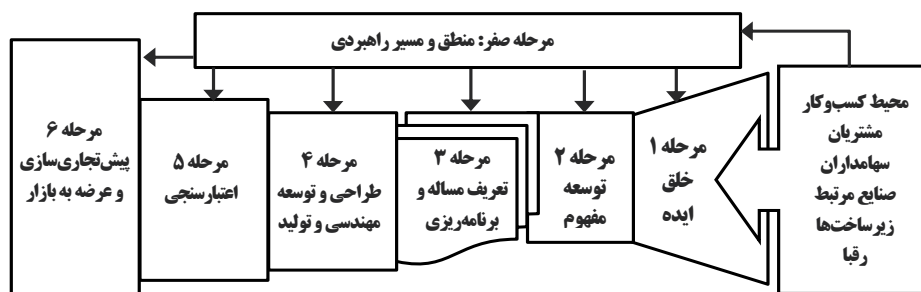
فرآیند توسعه محصول جدید، ساختاری افقی است که به روشی نظام‌مند فعالیت‌ها و اقدامات را برای تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها پیوند می‌دهد. این فرآیند، مرحله‌ها و بازنگری‌هایی به همراه دارد که منجر به اطمینان یافتن از پیشرفت همه‌جانبه اقدامات مرتبط با ایجاد محصولات جدید می‌شود. فرآیند توسعه محصول جدید، جریانی منطقی است که از مرحله راهبردی آغاز می‌شود و پس از عبور از مراحل توسعه، با عرضه محصول جدید به بازار خاتمه می‌یابد (Rainey, 2005). فرآیند توسعه محصول جدید شامل مرحله‌ها، مراحل، فعالیت‌ها و بازنگری‌ها است. مرحله‌ها، حوزه‌های وسیعی شامل توصیف، تحلیل و توسعه آیت‌های عملی هستند و معمولاً با بازنگری مدیریتی و تایید مرحله‌ها،

فعالیت‌ها از مرحله‌ای به مرحله بعد پیگیری می‌شوند (Cooper, 1995). مقالات مروری متعددی در حوزه توسعه محصول جدید وجود دارد (Brown & Eisenhardt, 1995)(Balachandra & Friar, 1997). بررسی متون علمی این حوزه نشان می‌دهد که حداقل ۵ دیدگاه رایج در مورد مدیریت فرآیند توسعه محصول جدید وجود دارد: بازاریابی، سازماندهی، طراحی مهندسی، مدیریت عملیات و دیدگاه تصمیم‌گیری که غالباً در سطح ساختار با هم، تفاوت‌های بزرگی دارند. این دیدگاه‌ها، نه تنها در روش مورد استفاده و فرضیه‌های ساخته‌شده، بلکه در چگونگی انجام فرآیند توسعه با یکدیگر متفاوت هستند. متون علمی، نشان‌دهنده فرآیندهای مختلفی در مورد توسعه محصول جدید است. فرآیند توسعه محصول

جدول (۱): برخی از پژوهش‌های موردی انجام شده در حوزه ادبیات توسعه محصول جدید

زمینه	نمونه	مرجع
شرکت‌های شیمیایی و ابزار دقیق انگلستان	۳۳ موفقیت یا عدم موفقیت SAPHO	(Rothwell, 1972)
آزمایشگاه‌های بزرگ تحقیق و توسعه آمریکا	۳۴۵ نفر از کارکنان حرفه‌ای در ۶۰ پروژه تحقیق و توسعه	(Allen, 1971)(Allen, 1977)
پروژه Newprod در ۱۰۳ شرکت صنعتی کانادا	۱۰۲ محصول جدید موفق و ۹۳ محصول جدید شکست خورده	(Cooper, 1979)
یک آزمایشگاه بزرگ تحقیق و توسعه آمریکا	۵۰ تیم پروژه تحقیق و توسعه	(Katz, 1982)
۹ شرکت‌های بزرگ مبتنی بر فناوری آمریکا	۸۶ تیم پروژه تحقیق و توسعه	(Katz & Allen, 1985)
۲۱ مطالعات موردی در شرکت‌های کالیفرنیا	پروژه نوآوری استنفورد	(Maidique & Zirger, 1984) (Maidique & Zirger, 1985)
۱۰۰ شرکت الکترونیک فورچون آمریکا	۸۶ جفت محصول	(Zirger & Maidique, 1990)
۵ شرکت ژاپنی	هفت پروژه توسعه محصول جدید موفق	(Imai, et al., 1985) (Takeuchi & Nonaka, 1986)
۲۰ شرکت در صنعت اتومبیل آمریکا، ژاپن و اروپا	مطالعات ۲۹ پروژه‌های توسعه محصول جدید خودروی دانشگاه هاروارد	(Clark & Fujimoto, 1991) (Clark, et al., 1987) (Hayes, et al., 1988)
شرکت‌های فعال در صنعت رایانه‌های پردازنده مرکزی - آمریکا، اروپا، ژاپن	۲۷ پروژه توسعه محصول جدید	(Iansiti, 1993)
۱۳ شرکت چند ملیتی - ۷ شرکت ژاپنی، ۳ شرکت آمریکایی، ۲ شرکت اروپایی، یک سرمایه‌گذاری مشترک ژاپن و آمریکا	تیم‌های پروژه، فرآیندهای جهانی توسعه محصول جدید	(Subramaniam, et al., 1998)
۷ شرکت - اروپا، ایالات متحده آمریکا	۱۲ واحد کسب و کار	(Davila, 2000)
۱۹۵ شرکت در تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی، و صنعت ساخت تجهیزات حمل و نقل - اسپانیا	۱۹۵ شرکت	(González & Palacios, 2002)
بخش فناوری پیشرفته در فرانسه	۳ شرکت الکترونیکی	(Söderquist & Nellore, 2000)

جدید شامل مجموعه‌ای از مراحل منطقی است که با غربالگری ایده شروع و پس از آزمون‌های لازم، با تجاری‌سازی محصول خاتمه می‌یابد. با این حال، دستیابی به موفقیت در نوآوری، شامل درجه بسیار بالایی از عدم قطعیت فناورانه، دنباله‌ای از خلاقیت و نوآوری، زمان طولانی توسعه (Lynn, et al., 1996) (Morone, 1993)، عدم قطعیت به عنوان ابزار مناسب برای فناوری‌های جدید، فاصله زمانی بیشتر از بازار و آشنایی مشتری با محصول جدید (Veryzer Jr., 1998) می‌باشد. تحت تاثیر این عوامل نامشخص، ممکن است موفقیت فرآیند توسعه محصول جدید در دستیابی به محصولات، به شیوه شرح داده شده اتفاق نیفتد، به ویژه در نوآوری‌های تدریجی که تمایلی به مدیریت بر طبق فرآیند توسعه محصول جدید وجود ندارد. فرآیند توسعه محصولات جدید از مرحله‌های مختلفی تشکیل شده است. مطالعات متعددی در این زمینه انجام شده که در جدول (۱)، بخشی از آن مورد اشاره قرار گرفته‌اند. مدل‌های متعددی نیز در طی زمان ارائه شده که هر کدام را می‌توان معلول شرایط صنعت مربوط و دوران تاریخی خود دانست. بسیاری از محققان، مدل‌های هنجاری فرآیند توسعه محصول جدید را ارائه کرده‌اند. به طور سنتی، این فرآیند توسط مدل‌هایی با ماهیت ترتیبی نشان داده می‌شدند، در حالی که با نزدیک شدن به سال‌های اخیر، بیشتر مدل‌ها تمایل دارند فرآیندهای توسعه محصول همزمان، تیم‌های چندوظیفه‌ای و حتی ادغام چندین واحد کسب‌وکار در راستای توسعه محصولات جدید را منعکس نمایند. همانطور که توضیح داده شد موضوع اساسی مبنای این تفاوت‌ها، رویکرد قدیمی توالی منطقی گام-تصمیم در برابر رویکردهای همزمان و یکپارچه و شبکه‌ای امروزی برای انجام مرحله‌های توسعه محصول جدید است. این بدان معنا است که به طور عملی در انجام مرحله‌ها و فعالیت‌ها، تفاوت چندانی در مدل‌ها مشاهده نمی‌شود و تقریباً تمامی مدل‌ها در مرحله‌های توسعه محصول اشتراک دارند و تنها منطبق ارتباطی آنها در این گام‌ها متفاوت است. جمع‌بندی این مرحله‌ها را می‌توان در یکی از کامل‌ترین مدل‌های ارائه شده مشاهده نمود (شکل (۱)).



شکل (۱): فرآیند توسعه محصول جدید (Rainey, 2005)

با توجه به بررسی ادبیات حوزه‌های توسعه محصول جدید و اکتساب سیستم‌های دفاعی و انطباق این دو، می‌توان فعالیت‌های موردنیاز برای هر یک از مرحله‌های (مراحل) شش‌گانه توسعه محصول جدید (Rainey, 2005) را با در نظر گرفتن ادبیات حوزه دفاعی (U.S. DoD, 2013) به شرح جدول (۲)، مشخص نمود. این کار با این هدف انجام می‌شود که در طراحی پرسش‌نامه برای کسب نظرات خبرگان، ادبیات موضوع منطبق بر تخصص خبرگان دفاعی باشد.

در ادامه مقاله، ابتدا به توضیح مختصر نظام مدیریت فناوری پرداخته می‌شود. سپس هر یک از مرحله‌های توسعه محصول مشخص شده در جدول (۲) و مراحل آن را به ترتیب مورد بحث قرار می‌گیرد و نقش مدیریت فناوری در آن مرحله و ابزارهای سودمند مدیریت فناوری در آن مرحله بیان و تشریح می‌گردد.

۲-۲- مدیریت فناوری و فرآیندهای آن

فناوری عبارت است از کلیه دانش‌ها، فرآیندها، ابزارها، روش‌ها و سیستم‌های بکار رفته در ساخت

جدول (۲): تطبیق فعالیت‌های مرحله‌های شش‌گانه توسعه محصول جدید و فرآیند اکتساب سامانه‌های دفاعی

شرح فعالیت‌های هر مرحله	عنوان مراحل بر طبق فرآیند توسعه محصول جدید دفاعی (Corea, et al., 1998) (U.S. DoD, 2013)	مرحله‌ها	مراحل کلی توسعه محصول جدید (Rainey, 2005)
بررسی سیاست‌ها و استاد بالادستی، دکترین و راهبردها، تحلیل محیط‌های عملیاتی و شناسایی تهدیدها، نوآوری و فناوری‌های جدید، بررسی سناریوهای عملیاتی، تدوین سند بیانیه نیاز عملیاتی، ایده‌پردازی (ارائه راه‌حل)	تبیین نیاز	۱	خلق ایده
نیازسنجی اجتماعی، عملیاتی، اقتصادی، اجرایی و فنی، طراحی مفهومی، معرفی ساختار و معماری شکست طرح، تدوین سند مطالبات سیستمی	توسعه مفهوم	۲	توسعه مفهوم
طراحی اولیه، تولید سند نیازهای سیستمی، تدوین سند نیازهای توسعه توانمندی، طراحی تفصیلی (همراه با جزئیات)، تدوین سند الزامات فنی طرح (تمام مشخصات محصول)	توسعه فناوری	۳	تعریف مساله و برنامه‌ریزی
طراحی نهایی محصول (سامانه محصولی)، ساخت نمونه آزمایشی، ساخت نمونه مهندسی، طراحی فرآیند تولید، آزمون عملکردی و ارائه (تحویل) به کاربر برای آزمون ابتدایی	توسعه مهندسی و ساخت	۴	طراحی و توسعه مهندسی و تولید
ساخت نمونه اولیه تولید، تکمیل فرآیند تولید، تولید محدود نمونه، آزمون عملکردی و ارزیابی، تولید انبوه	توسعه تولید، فرآیند/ محصول	۵	اعتبارسنجی
بهره‌برداری و آزمون‌های نگهداری	به‌کارگیری و پشتیبانی	۶	پیش‌تجاری‌سازی و تجاری‌سازی
جایگزینی یا رهاسازی	جایگزینی یا از رده خارج‌سازی	۷	تجاری‌سازی

محصولات و ارائه خدمات (خلیل، ۱۳۸۹). در تعریفی دیگر، فناوری عبارت است از دانش و مهارت‌های لازم برای تولید کالا و یا ارائه خدمات، که نتیجه قدرت تفکر و شناخت انسان و ترکیب قانون‌های موجود در طبیعت است. در جایگاهی بالاتر مدیریت فناوری مطرح می‌شود که عبارت است از فرآیند اثربخش مدیریت فناوری در بنگاه. مدیریت فناوری، موضوعی بین‌رشته‌ای است که علوم و مهندسی را با مدیریت پیوند می‌زند (اثباتی و همکاران، ۱۳۸۷). از دیدگاه مدیریت فناوری، فناوری اصلی‌ترین عامل تولید ثروت و ثروت چیزی بیشتر از پول است که می‌تواند عواملی مانند ارتقاء دانش، سرمایه فکری، استفاده مؤثر از منابع طبیعی و سایر عوامل مؤثر در ارتقاء استاندارد و کیفیت زندگی را شامل شود (خلیل، ۱۳۸۹).

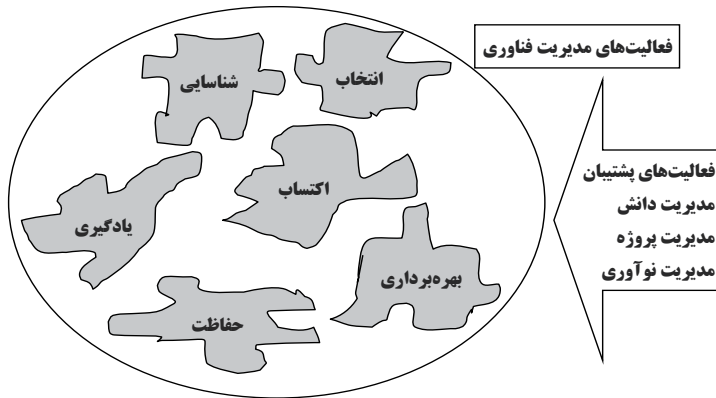
نظام مدیریت فناوری نیز عبارت است از مجموعه‌ای از فرآیندهای سازمانی که در هماهنگی کامل با دیگر فرآیندها، بخش‌ها، اهداف و راهبردهای سازمانی قرار دارد و به‌طور نظام‌مند و خودکار، سطح بهره‌مندی سازمان از فناوری‌ها را برای دستیابی مطلوب‌تر به اهداف سازمان ارتقاء می‌دهد (Phaal, et al., 2004). شواری ملی تحقیقات ایالات متحده آمریکا، مدیریت فناوری در سطح بنگاه را چنین تعریف کرده است: «یک حوزه بین رشته‌ای که با طرح‌ریزی، توسعه و پیاده‌سازی توانمندی‌های فناورانه برای شکل دادن و تحقق اهداف راهبردی و عملیاتی یک سازمان سرو کار دارد» (National Research Council, 1987). توانمندی‌های نوآوری فناورانه به معنی برخورداری از تعدادی توانمندی محوری است که موجب عرضه محصولات و خدمات جدید، انجام فعالیت‌های ارزش‌افزا و ایجاد روابط جدید و سایر مزایای رقابتی پویا می‌شود و تقلید یا پیش‌دستی در آنها برای رقبا ممکن نیست. مدیریت اثربخش این توانمندی‌های محوری و نوآوری‌های ناشی از آنها را مدیریت فناوری می‌نامند که خود یک توانمندی محوری به شمار می‌آید (UNIDO, 1996).

از معروف‌ترین نظام‌های مدیریت فناوری می‌توان به مدل گریگوری (۱۹۹۵)، راش و همکاران (۱۹۹۷)، ازگار (۱۹۹۹)، فال و همکاران (۲۰۰۴) و فال و همکاران (۲۰۰۹) اشاره کرد (طاهری، ۱۳۸۸). برای تبیین اهمیت قابل توجه نظام مدیریت فناوری (جهت بررسی نقش آن در فرآیند توسعه محصول جدید دفاعی، مدل‌های گریگوری (۱۹۹۵) و فال و همکاران (۲۰۰۹) در ادامه به اختصار تشریح می‌شوند.

همان‌طور که در شکل (۲) دیده می‌شود، مدیریت فناوری در این نظام دارای ۵ بخش اصلی شناسایی، انتخاب، اکتساب، بهره‌برداری و حفاظت است (Gregory, 1995). در چارچوب مدیریت فناوری فال و همکاران (۲۰۰۹)، همان ۵ بخش چارچوب گریگوری به‌اضافه بخش یادگیری قرار دارد (شکل (۳)). فال و همکاران (۲۰۰۹) با توجه به تغییرات رو به رشد و عدم قطعیت‌های فراوان و نیز برای توجه به توانمندی پویای فناوری، بخش یادگیری را به چارچوب گریگوری افزودند (Cetindamar, et al., 2009).



شکل (۲): فرآیندهای مدیریت فناوری (Gregory, 1995)



شکل (۳): فرآیندها و فعالیت‌های اصلی و پشتیبان مدیریت فناوری (Cetindamar, et al., 2009)

در هر یک از بخش‌های مدل گریگوری، تعدادی فعالیت وجود دارد که به طور مستقیم، با فعالیت‌ها و ابزارهای مدیریت فناوری متناظر است. با توجه به مطالب یادشده در مورد فرآیند اکتساب و نظام مدیریت فناوری، در ادامه نقش هر یک از بخش‌های نظام مدیریت فناوری در فرآیند اکتساب محصولات و سامانه‌های دفاعی بررسی می‌شود.

۳- روش پژوهش

۳-۱- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

این پژوهش از لحاظ جهت‌گیری، کاربردی و از لحاظ اهداف، توصیفی است. از نظر ماهیت پژوهش نیز از هر

جدول (۳): ضریب پایایی پرسش نامه و ابعاد آن

پایایی (ضریب آلفا)	ابعاد
۰.۸	فاز ۱: تبیین نیاز
۰.۷۹	فاز ۲: توسعه مفهوم
۰.۸۰۷	فاز ۳: توسعه فناوری
۰.۸۵	فاز ۴: توسعه مهندسی و ساخت
۰.۸۳	فاز ۵: توسعه تولید، محصول/ فرآیند
۰.۸۱	فاز ۶ و ۷: به‌کارگیری، پشتیبانی و جایگزینی و از رده خارج‌سازی
۰.۸۱	کل پرسش‌نامه

دو رویکرد کیفی و کمی برای دستیابی به نتایج استفاده شده است. ابزار اصلی این پژوهش، منابع کتابخانه‌ای، داده‌های میدانی و روش دلفی فازی^۳ ایشیکاوا^۴ بوده‌اند. برای سنجش پایایی از روش محاسبه آلفای کرونباخ استفاده شده است. مقادیر درج شده در جدول (۳)، نشان‌دهنده پایایی مناسب پرسش‌نامه می‌باشند. همچنین برای بررسی روایی، از نظر خبرگان (عمدتاً خبرگان شاغل در صنایع دفاعی کشور)، استفاده شده است. این پژوهش بر مبنای مصاحبه با خبرگان طراحی گردیده و در طی آن سعی شده است تا با بهره‌گیری از نظر آن‌ها، ارتباط بین مدیریت فناوری و ابزارهای آن و فرآیند توسعه محصولات جدید دفاعی مشخص گردد. در مصاحبه «محقق طی برنامه‌ای مشخص و به‌وسیله سؤالات مشخص، در پی سنجش هدف‌هایی کم‌وبیش مشخص است» (رفیع پور، ۱۳۷۰). متخصصان و افراد صاحب‌نظر در مورد موضوعات تخصصی خود، اطلاعاتی دارند که امکان کسب آن‌ها از اشخاص دیگر وجود ندارد، به همین جهت مصاحبه با این اشخاص در امر پژوهش دارای اهمیت است و می‌تواند در پیشبرد پژوهش مؤثر باشد. پس در مصاحبه با صاحب‌نظران «مصاحبه‌کننده، داده‌ها را از اشخاصی جمع‌آوری می‌کند که دانش یا دیدگاه ویژه‌ای دارند و این دانش و دیدگاه از طریق دیگران قابل دستیابی نیست» (گال، ۱۳۸۶).

در این مطالعه، گروه پژوهش با استفاده از مصاحبه نیمه‌باز و یا نیمه استاندارد، نظرات متخصصان را جمع‌آوری کرد. در این نوع مصاحبه، دست مصاحبه‌کننده بسته نیست و «در صورتی که متن یک سؤال برای پاسخگو نامفهوم باشد، می‌تواند متن آن را طوری تغییر دهد که قابل فهم شود؛ مشروط بر اینکه، متن جدید را بالای سؤال مربوط یادداشت نماید تا هنگام تصحیح پرسش‌نامه یا تهیه پرسش‌نامه جدید و دقیق‌تر بداند در چه مواردی در کدام محل پژوهش با چه نوع پاسخگویی، چه سؤالاتی نامفهوم بوده و با چه جمله‌بندی بهتری قابل فهم است» (رفیع پور، ۱۳۷۰). سپس با تحلیل مصاحبه‌ها، پرسش‌نامه دلفی فازی طراحی و بین کارشناسان مرتبط در صنعت توزیع گردید. در این پژوهش، از روش دلفی فازی پیشنهادشده

به‌وسیله ایشیکاوا (۱۹۹۳) (رایج‌ترین روش مورد استفاده در سطح بین‌المللی)، استفاده شده است.

۳-۱-۱- روش دلفی فازی

روش دلفی به عنوان یک ابزار کارا برای تعیین موضوعات مهم و اولویت‌بندی توصیفی عوامل در تصمیم‌های مدیریتی شناخته می‌شود. این روش، حاصل مطالعاتی است که شرکت رانده^۵ در دهه ۱۹۵۰ با هدف خلق روشی برای کسب اجماع بین متخصصان گروه انجام داد (Okoli & Pawlowski, 2004). روش سنتی دلفی، همیشه با دلایلی مانند همگرایی پایین نظرات متخصصان، هزینه اجرایی بالا و احتمال حذف نظرات برخی از خبرگان، با انتقاد روبرو بوده است. در فن دلفی برای سنجش دیدگاه پاسخ‌دهندگان از عبارات کلامی استفاده می‌شود. عبارات کلامی برای انعکاس کامل مکثونات ذهنی فرد پاسخ‌دهنده محدودیت‌هایی دارد. به عنوان مثال عبارت «زیاد»، برای یک فرد سخت‌گیر با یک فرد معمولی متفاوت است. اگر برای کمی کردن دیدگاه هر دو فرد، از یک عدد قطعی استفاده شود، نتایج دارای انحراف خواهد شد. با توسعه طیف فازی مناسب، می‌توان بر این مشکل غلبه کرد (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳). موری^۶ و همکاران در سال ۱۹۸۵، با هدف بهبود روش دلفی سنتی، موضوع یکپارچه‌سازی آن با تئوری فازی را مطرح کردند (Hsu & Yang, 2000). ایشیکاوا و همکاران، کاربرد تئوری فازی را در روش دلفی بیشتر معرفی نمودند و الگوریتم یکپارچه‌سازی فازی را توسعه دادند (Kuo & Chen, 2008). پس از آنها سو و یانگ عدد فازی مثلثی را برای دربرگرفتن نظرات متخصصان و ایجاد روش دلفی فازی به کار بردند (Hsu & Yang, 2000).

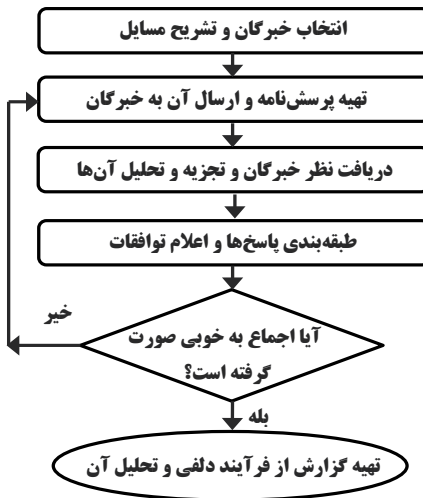
در این پژوهش، از روش دلفی فازی پیشنهاد شده بوسیله ایشیکاوا (۱۹۹۳) (رایج‌ترین دلفی فازی‌های مورد استفاده در سطح بین‌المللی) استفاده شده و نظرات ۵۰ خبره در پژوهش لحاظ گردیده است. الگوریتم اجرای روش دلفی فازی در شکل (۴) نمایش داده شده است.

۳-۱-۲- فرآیند روش دلفی فازی

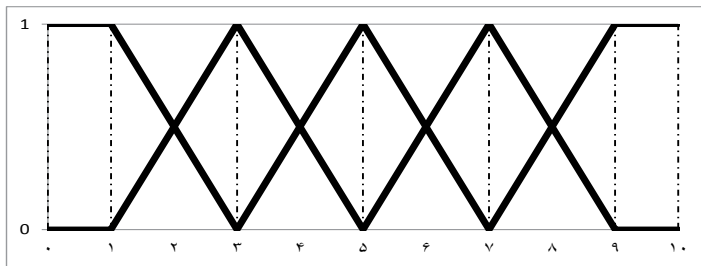
- ۱- جمع‌آوری نظرات گروه تصمیم‌ی^۷ (خبرگان): بدین منظور، از یک طیف هفت‌گزینه‌ای متغیرهای زبان‌شناختی^۸ استفاده شد. این طیف از گزینه کاملاً نامناسب تا گزینه کاملاً مناسب رده‌بندی گردید.
- ۲- تبدیل متغیرهای کلامی به اعداد فازی مثلثی^۹: برای تبدیل متغیرهای کلامی به اعداد فازی مثلثی از روش سو و یانگ (۲۰۰۰)، استفاده شد.

از آنجاکه ویژگی‌های متفاوت افراد بر تعبیر ذهنی آنها از متغیرهای کیفی اثرگذار است، با تعریف دامنه متغیرهای کیفی تلاش شد تا خبرگان با ذهنیت یکسان به سوال‌ها پاسخ دهند. شکل (۵) بیانگر مقیاس عدد فازی مثلثی است. جدول (۴)، نشان دهنده متغیرهای کلامی و عدد فازی مثلثی نظیر آن است.

- ۳- خلق عدد فازی مثلثی T_{ij} برای هر خبره؛ در هر معیار، T_{ij} انعکاس‌دهنده خبره مورد نظر به شرح زیر است:



شکل (۴): الگوریتم اجرای روش دلفی فازی



شکل (۵): مقیاس اعداد فازی

$$T_{ij} = (L_{ij}, M_{ij}, U_{ij})$$

$$L_{ij} = \text{Min} \{L_{ij}\} \forall j$$

$$U_{ij} = \text{Max} \{U_{ij}\} \forall j$$

$$M_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n M_{ij}}$$

که در آن

اندیس i به خبره i و اندیس j به معیار j ام اشاره دارد به طوری که:

X_{ij} مقدار ارزیابی، خبره i ام در معیار j ام است ($i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$).

میانگین هندسی M_{ij} در عدد فازی مثلثی، برای اشاره به اجماع گروه متخصصان در مورد هر معیار به کار رفته است. مقادیر حداکثر و حداقل نظرهای کارشناسی به عنوان دو نقطه پایانی اعداد فازی مثلثی

جدول (۴): اعداد فازی مثلثی متغیرهای کلامی

متغیر کلامی	عدد فازی مثلثی متناظر
کاملاً مناسب	(۹،۱۰،۱۰)
مناسب	(۷،۹،۱۰)
تا حدودی مناسب	(۵،۷،۹)
بی‌تأثیر	(۳،۵،۷)
تا حدودی نامناسب	(۱،۳،۵)
نامناسب	(۰،۱،۳)
کاملاً نامناسب	(۰،۰،۰)

استفاده می‌شود (Chang, 1998). مقادیر حداکثر و حداقل نظرات خبرگان، نماینده مناسبی برای کل دامنه تغییرات نیستند (Mikhailov, 2003) و دقت محاسبات را کاهش می‌دهند. برای رفع این نقیصه در تجمیع نظر خبرگان، از میانگین هندسی مقادیر ابتدایی و انتهایی استفاده شد (Davies, 1994).

$$L_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n L_{ij}}$$

$$U_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n U_{ij}}$$

۴- فازی زدایی کردن^{۱۸}: از فرمول نقطه ثقل مرکزی ساده^{۱۱} برای فازی زدایی کردن استفاده شد.

$$S_{ij} = \frac{L_{ij} + 4M_j + U_{ij}}{6}$$

۵- یک مقدار آستانه^{۱۸} α به منظور غربال نمودن عوامل نامناسب انتخاب گردید.

$$S_{ij} \geq \alpha$$

الف) عامل تأثیر گذار پذیرفته می‌شود اگر:

$$S_{ij} < \alpha$$

ب) عامل تأثیر گذار پذیرفته نمی‌شود اگر:

اساساً، مقدار آستانه با استنباط ذهنی تصمیم گیرنده معین می‌شود و مستقیماً بر عواملی که غربال می‌شوند، تأثیر خواهد گذاشت. هیچ راه ساده یا قانون کلی برای تعیین مقدار این آستانه وجود ندارد.

۳-۲- مشارکت کنندگان در پژوهش

مشارکت کنندگان این پژوهش، کارشناسان و متخصصان صنایع دفاعی (عمدتاً از بخش هوافضا و الکترونیک)، هستند که در حیطه پژوهش، صاحب‌رأی و صاحب‌نظرند. برای انتخاب آنها، از روش گلوله برفی^{۱۲} استفاده شد. گلوله برفی، روشی سودمند برای مطالعات کیفی و اکتشافی است. در این روش، نفر اول، شخص دوم

را به پژوهشگر معرفی می‌کند و نفر بعدی نیز همین‌طور و این روند ادامه پیدا می‌کند. از نظر ویژگی‌های جمعیت‌شناختی، مشارکت‌کنندگان شامل ۵۰ نفر در بازه سنی بین ۳۲ تا ۵۶ سال و حداقل سابقه کاری ۱۰ سال در حوزه اکتساب و توسعه محصول جدید دفاعی بودند. ترکیب جمعیتی مدرک تحصیلی بین آقایان و خانم‌ها در جدول (۵) درج شده است.

جدول (۵): ترکیب مشارکت‌کنندگان به تفکیک مدرک تحصیلی و جنسیت

نوع مدرک	مرد	زن	جمع
کارشناسی	۵	۲۹	۳۴
کارشناسی ارشد	۹	۴	۱۳
دکترا	۳	-	۳
جمع	۱۷	۳۳	۵۰

۴- جایگاه مدیریت فناوری در فرآیند توسعه محصول جدید دفاعی

در این بخش تلاش می‌شود با تشریح جداگانه مرحله‌های هفت‌گانه فرآیند توسعه محصول جدید، ارتباط هر فاز را با مدیریت فناوری و توانمندی‌های مرتبط و ابزارهای آن بیان گردد. هدف اصلی هر فاز، فراهم کردن زمینه لازم برای رسیدن به فاز بعدی است، و هر فاز تعدادی فرآیند اصلی و تعدادی فرآیند پشتیبان دارد که به تدریج در توضیحات هر فاز تشریح می‌شود.

۴-۱- مرحله ۱: تبیین نیاز

هدف اصلی این مرحله، شناسایی توانمندی‌های^{۱۳} مطلوب و به‌دنبال آن احصاء نیاز مشخص مشتریان است. به‌طورکلی بیشتر فعالیت‌های مرحله تبیین نیاز از جنس مطالعه روند و آینده‌پژوهی است. فعالیت‌های اصلی این مرحله عبارتند از: بررسی و تحلیل اسناد بالادستی (راهبردها و سیاست‌های سازمان)، تحلیل محیط عملیاتی و شناسایی تهدیدها (اعم از فناوری‌های جدید و جایگزین)، مدیریت نیاز و انتظارات مشخص مشتریان سازمان، بررسی و تحلیل طرح‌ها و سناریوهای سازمانی و عملیاتی، بررسی و تحلیل فناوری‌های حیاتی، جدید و نوظهور، بررسی و تحلیل سامانه‌ها و فناوری‌های موجود، تولید سند نیازمندی، مدیریت ایده و در نهایت تصدیق، صحه‌گذاری، تأیید و تصویب و ابلاغ.

فعالیت‌های پشتیبان این فاز نیز عبارتند از: طرح‌ریزی، برنامه‌ریزی و بودجه‌بندی پروژه توسعه محصول جدید، پایش و نظارت، کنترل و ارزیابی، پشتیبانی، تدارکات و پشتیبانی، توسعه شبکه همکاران اعم از دانشگاه و صنعت، تأمین منابع مالی مورد نیاز، آموزش و قابلیت‌سازی، توسعه زیرساخت‌ها.

خروجی این مرحله، سند بیانیه نیاز عملیاتی است که به دلیل زیربنایی بودن، اهمیت به‌سزایی دارد و هر چه با دقت و جزئیات بیشتری تدوین گردد، مرحله‌های بعدی با سهولت بیشتری اجرا می‌شود.

برای تهیه سند بیانیه نیاز، باید سمت‌وسوی روندهای جهانی (اعم از فعلی و آینده) بررسی گردد. نقش مدیریت فناوری در این مرحله بیشتر از نوع ابزارهای آینده‌پژوهی و آینده‌نگاری فناوری است که در ادامه به چند مورد از مهم‌ترین این ابزارها اشاره می‌شود (بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴).

- روش دلفی: این روش، برای برقراری ارتباط صحیح بین نظرات واقعی افراد در گروه طراحی شده است. دلفی، از جمع‌آوری نظرات کارشناسان در دفعات متعدد با استفاده متوالی از پرسش‌نامه‌ها به دست می‌آید و برای نمایاندن هم‌گرایی نظرات و تشخیص اختلاف عقیده‌ها یا واگرایی نظرات به کار می‌رود. در روش دلفی، با بی‌اثر کردن توان سخنوری اشخاص، همه نظرات غیرمتعارف برای تحلیل بعدی به‌طور یکسان به اعضای گروه بازگردانده می‌شود (بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴). در تمامی مواردی که نیاز به اجماع کارشناسان باشد، این روش مؤثر خواهد بود (مثلاً مدیریت نیاز و انتظارات مشخص مشتریان و مدیریت ایده).

- روش سناریوسازی: سناریو، ابزاری برای بررسی و تجزیه و تحلیل سیاست‌ها و شناخت شرایط، تهدیدها، فرصت‌ها و نیازهای آینده است. سناریو، توصیفی داستانی از آینده است که بر فرآیندهای علت و معلولی مؤثر بر امر تصمیم‌گیری تمرکز دارد. وقوع سناریو، نه‌تنها حتمی نیست، بلکه احتمال آن نیز در بیشتر موارد کم است، به همین دلیل، دقت بالا از ویژگی‌های یک سناریوی خوب به شمار نمی‌رود. یک سناریوی خوب باید دارای توجیه عقلی، سازگاری درونی، توصیف روابط علت و معلولی، اشاره به چالش‌های آینده و امثال این‌ها باشد (بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴). سناریو، در مواردی مناسب است که احتمالات وقوع اتفاق‌های گوناگون در آینده متغیر باشد، مانند تحلیل محیط عملیاتی و شناسایی تهدیدها، بررسی و تحلیل طرح‌ها و سناریوهای سازمانی و عملیاتی، بررسی و تحلیل فناوری‌های حیاتی و جدید و نوظهور.

- روش پیمایش محیطی: سازمان‌ها به‌منظور درک نیروهای خارجی عامل تغییرات، محیط را پیمایش می‌کنند تا در صورت لزوم، واکنشی کارا و زود هنگام نسبت به تغییرات از خود نشان دهند اهداف پیمایش محیطی عبارتند از فهم شرایط و اوضاع و احوال سازمان، سازگاری با تغییرات سریع محیط، به وجود آوردن یک محیط مطلوب در آینده، تسهیل ارزیابی عملکرد مدیریت. تشکیل گروهی از کارشناسان، مرور نوشتارهای منتشر شده و درخواست از کارشناسان برای تدوین نوشته درباره موضوع‌ها و مسائل مهم موردنظر، از روش‌های اثربخش پیمایش محیطی هستند (بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴). این روش برای مواقعی مناسب است که نیاز است درک دقیقی از شرایط محیط پیرامون سازمان (اعم از تجاری، فناوری، عملیاتی و ...) به وجود آید. بررسی و تحلیل اسناد بالادستی، تحلیل محیط عملیاتی و

شناسایی تهدیدها (اعم از فناوری‌های جدید و جایگزین) از این دسته هستند.

- روش تحلیل ثبت اختراع: بررسی روند تحقیقات و ثبت اختراعات و سمت‌وسوی این تحقیقات در حوزه‌ای مشخص، جهت‌گیری واقعی مطالعات در یک حوزه را آشکار می‌کند (بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴). این روش، برای تعیین روندهای فعلی فناوری و نیز شناسایی و بررسی و تحلیل فناوری‌های نوظهور بسیار مناسب است.

- روش درخت وابستگی: هدف درخت وابستگی، تشخیص نیازها یا اهداف آینده است. این روش برای تشخیص شرایط مورد نیاز جهت رسیدن به اهداف طراحی شده است. همچنین، این روش برای نمایش تأثیرات احتمالی فناوری به کار می‌رود (بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴). در روش درخت وابستگی، یک فناوری به شکل صعودی به زیر مطالب کوچک‌تر تقسیم می‌شود. این روش، در مواردی که هدف خرد کردن یک موضوع یا تصمیم به موارد ریزتر برای بررسی تمامی ابعاد تصمیم باشد، مناسب است (به‌طور مثال بررسی و تحلیل اسناد بالادستی و بررسی و تحلیل سامانه‌ها و فناوری‌های موجود)

- روش تحلیل ریخت‌شناسی: این روش به عنوان روش مکمل درخت وابستگی برای تشخیص و تعیین فرصت‌های جدید به کار می‌رود و چشم‌اندازی جامع از پاسخ‌های ممکن ارائه می‌دهد. این روش به کمک اسناد موجود و با استفاده از علم ریاضی، چشم‌اندازی جامع از جواب‌های موجود و گزینه‌های ممکن کاربردهای آینده را ارائه می‌کند (بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴). به دلیل شباهت این روش با روش درخت وابستگی، موارد مناسب برای استفاده از این روش مانند روش قبلی است.

- روش تغییرات متقابل: این روش، روشی برای تحلیل احتمال وقوع یک موضوع در یک حوزه است. احتمالات، می‌تواند با نظراتی درباره قابلیت بالقوه تأثیر متقابل میان حوزه‌های مورد پیش‌بینی تنظیم شود. این روش برای موارد دارای عدم قطعیت زیاد مناسب است (بررسی و تحلیل طرح‌ها و سناریوهای سازمانی و عملیاتی، بررسی و تحلیل فناوری‌های حیاتی، جدید و نوظهور).

- روش چرخه آینده: روشی برای سازمان‌دهی افکار و پرسش‌ها پیرامون آینده و در واقع، یک طوفان فکری سازمان‌یافته است. فرآیند بر وسط یک برگه کاغذ و منطبق با مرکز دایره فرضی کوچکی نوشته می‌شود. از مرکز این دایره، خطوطی به محیط فرضی آن وصل می‌شود. هر یک از نقاط تقاطع، یکی از تأثیرات و نتایج ابتدایی را نشان می‌دهد. تأثیرات دوم هر یک از تأثیرات ابتدایی، دومین دایره را به وجود می‌آورند (بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴). ترسیم این تأثیرات یک تصویر کلی از فرآیند و وقایع آینده ارائه می‌کند. این روش همانند روش تغییرات متقابل، برای موارد با عدم قطعیت نسبتاً زیاد مناسب است. لازم به ذکر است

در مرحله تبیین نیاز، علاوه بر روندیابی و روش‌های آینده‌پژوهی، از ترازیابی نیز می‌توان بهره گرفت؛ به این صورت که جایگاه فعلی و آینده سازمان در محصول مورد نظر با رقبا مقایسه می‌شود. اگرچه این ابزار، ابزار کاملی به حساب نمی‌آید ولی استفاده از آن به صورت مکمل روش‌های دیگر توصیه می‌شود.

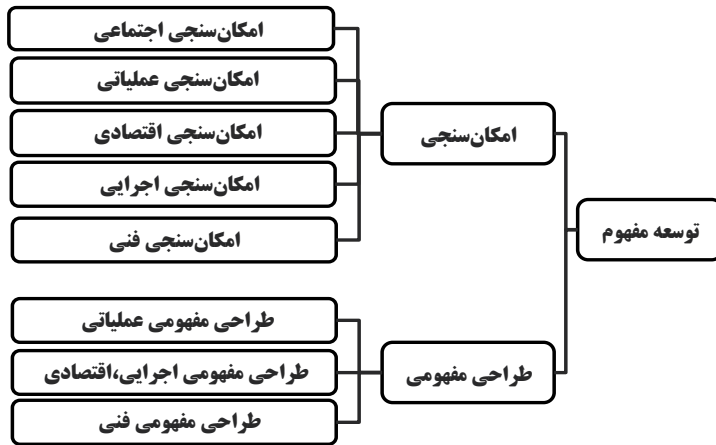
۴-۲- مرحله ۲: توسعه مفهوم

هدف اصلی این مرحله، تبیین مفاهیم (طراحی مفهومی) و تهیه یک راهبرد تأمین و توسعه فناوری است. این مرحله عموماً شامل مطالعات مفهومی کوتاه و میان‌مدت و موازی بر اساس سند بیانیه نیاز عملیاتی تهیه‌شده در مرحله اول است. در این مرحله، برای رسیدن به بهترین راه‌حل ممکن، بر نوآوری تأکید می‌شود. خروجی این مرحله بیانیه نیازسنجی طراحی مفهومی است. از فنون کاربردی این مرحله می‌توان به مدیریت پروژه، مهندسی سیستم، مدیریت دانش، مدیریت فناوری، مدیریت ریسک، مدیریت کیفیت، مدیریت ارزش و مدیریت منابع انسانی اشاره کرد. فعالیت‌های پشتیبان این مرحله مانند مرحله تبیین نیاز است.

در این مرحله باید تمامی امکان‌سنجی‌های لازم صورت پذیرد. چهار امکان‌سنجی اول از نوع اجتماعی (بررسی مشتریان و تقاضای آن‌ها، عملیاتی (تطبیق ایده با نیاز، اهمیت و کارایی ایده و بررسی علل نیاز))، اقتصادی (سرمایه‌گذاری موردنیاز، قیمت تمام‌شده محصول و صرفه اقتصادی محصول)، اجرایی (مسائل مربوط به گروه پروژه، استانداردها و الزامات موردنیاز) هستند. امکان‌سنجی فنی، عبارت است از شناسایی مشخصات فنی و عملیاتی پیشنهادی پروژه و انتظاری که از نمونه مورد مطالعه وجود دارد، سابقه طرح یا پروژه‌های مشابه و نتایج حاصل از این پروژه‌ها، بررسی این‌که برای دستیابی به محصول پروژه چرا از تحقیقات استفاده‌شده، چگونگی نحوه دسترسی به منابع علمی و اطلاعات مرتبط با پروژه در مسیر تحقیق (همکاری مشترک، مهندسی معکوس و ...)، جنبه‌های تحقیقاتی پروژه و دستاوردهای علمی و فنی حاصل از اجرای پروژه، شناسایی راه‌حل‌های ممکن در مورد دستیابی به اهداف پروژه، برآورد فعالیت‌های آزمایشگاهی (نوع و تعداد آزمایش‌ها و استانداردهای لازم و ...)، شناسایی ریسک‌های پروژه، معرفی شبکه همکار در مرحله طراحی مفهومی، تهیه طرح مرحله امکان‌پذیری و امکان‌سنجی.

در این مرحله بیانیه نیازهای به‌دست‌آمده در مرحله اول از طریق تعدادی طرح، ایده و یا پروژه‌های تعریف‌شده و از طریق امکان‌سنجی و طراحی مفهومی به توسعه مفهوم می‌انجامد. شرح فعالیت‌های این مرحله در شکل (۶) نشان داده شده است.

در طراحی مفهومی باید تمام الزامات و مستندات لازم برای مرحله‌های بعد فراهم شود. یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های طراحی مفهومی فنی، ارزیابی بلوغ و ریسک فناوری است. برای تحقق این مهم، از ابزارهای



شکل (۶): فعالیت‌های عمده فاز توسعه مفهوم

مدیریت فناوری می‌توان روش‌های ارزیابی توانمندی و از همه مهم‌تر سطوح آمادگی فناوری^{۱۴} را نام برد. سطوح آمادگی فناوری، معیاری است که به منظور ارزیابی آمادگی فناوری در سازمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. اطلاع از سطح آمادگی فناوری، علاوه بر آنکه استفاده درست یک فناوری در کنار سایر فناوری‌ها درون یک سیستم را میسر می‌کند، دید درستی در مورد ریسک استفاده از فناوری به صاحبان فرآیند می‌دهد.

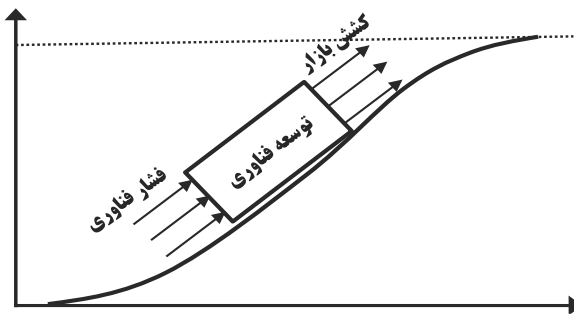
۳-۴- مرحله ۳: توسعه فناوری

هدف این مرحله، کاهش ریسک فناوری و تعیین فناوری‌های مناسب برای استفاده در محصول است. این مرحله، فرآیند پیوسته کشف و توسعه فناوری است که در آن ارتباطی نزدیک بین کاربر و توسعه‌دهنده محصول وجود دارد و نیازهای کاربر و فناوری‌ها به طور پیوسته مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. در این مرحله، احتمال مواجه شدن با وضعیت‌های مختلف وجود دارد که عبارتند از الف- فناوری کاملاً جدید است و برای اولین بار در دنیا توسعه می‌یابد (عدم قطعیت بسیار بالا)، ب- فناوری جدید است و در دنیا وجود دارد، اما عدم قطعیت آن (عدم دسترسی به آن) بالا است^{۱۵}، ج- فناوری در دنیا وجود دارد و عدم قطعیت آن (عدم دسترسی به آن) متوسط است. دسترسی به آن راحت نیست اما امکان‌پذیر است، د- فناوری در دنیا جدید نیست و عدم قطعیت آن (عدم دسترسی به آن) پایین است (صالحی، ۱۳۸۹) (شریف، ۱۳۷۶)

ابزارها و فعالیت‌های اصلی و پشتیبان این مرحله مانند مرحله توسعه مفهوم است. این مرحله هنگامی به پایان می‌رسد که فناوری‌های مناسب، کسب و باهم ترکیب شده باشند و نمونه اولیه محصول، که حاصل این تلفیق است، در تست‌های محیطی و میدانی خوب عمل نماید. در این حالت گفته می‌شود که عملکرد مطلوب فناوری‌های توسعه داده شده یا بکار گرفته شده اثبات گردیده است. توسعه فناوری بیشتر توسط

دو عامل فشار فناوری و کشش بازار یا ترکیب این دو ایجاد می‌شود (شکل (۷)).

در این مرحله، سه فعالیت عمده طراحی مقدماتی، تفضیلی و ساخت نمونه آزمایشگاهی مطرح است. هدف مرحله طراحی مقدماتی عبارت است از تولید سند مطالبات سیستمی^۶، ارزیابی ریسک، کاهش ریسک‌پذیری تا سطح قابل قبول، کاهش ریسک زیرسامانه‌ها، شناسایی راه‌حل‌های مختلف و مقرون‌به‌صرفه، فرمول‌بندی اصول راهنمای برنامه اکتساب، تهیه راهبرد کلان اکتساب، آزمون و ارزیابی سامانه، کامل نمودن طرح جامع آزمون و ارزیابی، آماده نمودن سند مطالبات توسعه توانمندی، تخمین هزینه چرخه عمر، تهیه معماری سیستم، تهیه پیش‌نویس مشخصه‌های عملکردی محصول، بررسی، تجزیه و تحلیل زمان، هزینه و عملکرد با توجه به محدودیت‌های مطرح‌شده در مرحله امکان‌سنجی، تکمیل نقشه‌های مقدماتی برای هر زیرسامانه، بررسی مجدد مهندسی و طرح‌های فنی، تدوین دفترچه محاسبات و شبیه‌سازی، تدوین دفترچه طراحی محصول/سامانه، قطعی نمودن زمان، هزینه و عملکرد. در مرحله طراحی تفضیلی، مراحل طراحی مقدماتی با جزئیات بیشتر و با اهداف تدوین سند شرایط فنی طرح^۷، تعیین مؤلفه‌های تعامل انسان و سامانه، مشخص نمودن ریسک‌های مؤلفه‌ها، تدوین دستورالعمل‌های مراحل ساخت (مثل جوشکاری، لحیم‌کاری و....)، تدوین برنامه و روش‌های آزمون (آزمون‌های لازم برای سطح آمادگی فنی طرح)، تدوین جداول مقایسه‌ای امکان‌های مختلف از ابعاد ویژگی عملیاتی، تاکتیکی، فنی و اقتصادی، تهیه فهرست نهایی اقلام پشتیبانی، تهیه فهرست نهایی اجزاء ساختی. در مرحله ساخت نمونه آزمایشگاهی با ساخت نمونه یا نمونه‌های آزمایشی به‌منظور کاهش ریسک، اثبات کارایی، تصدیق و صحت‌گذاری و از طریق سرهم‌بندی، یکپارچه کردن و آزمون مؤلفه‌ها و مجموعه‌ها و تعیین مشخصه‌های محصول، مؤلفه‌های کیفیت و آزمون‌های تحویل‌گیری نهایی حاصل می‌گردد. ساخت مؤلفه‌های سخت‌افزاری، پیاده‌سازی مؤلفه‌های نرم‌افزاری، یکپارچه‌سازی و آزمون مؤلفه‌ها، به‌روزرسانی تمام ویژگی‌ها و مشخصه‌های محصول، بررسی



شکل (۷): اثر فشار فناوری و کشش بازار بر توسعه فناوری (خلیل، ۱۳۸۹)

مجدد مهندسی و طرح‌های فنی برای تولید از دیگر فعالیت‌های مهم مرحله ساخت نمونه آزمایشگاهی است. ابزار سطوح آمادگی فناوری در این مرحله بسیار تأثیرگذار است و باید در هر بخش از این مرحله، به درستی مورد استفاده قرار گیرد.

خروجی نهایی این مرحله، عبارت است از روش یا روش‌های توسعه فناوری. توسعه فناوری یا به صورت درون‌زا و یا به صورت برون‌زا صورت می‌گیرد. مهم‌ترین این روش‌ها عبارت‌اند از تحقیق و توسعه، خرید و فروش متقابل، مهندسی معکوس، مشاوره خارجی، لیسانس، خرید تجهیزات و ماشین‌آلات، کلید در دست، جهش و هم‌پایی فناورانه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، ادغام و اکتساب، خرید شرکت، اخذ بی‌واسطه و سرمایه‌گذاری مشترک (اشتریان و امامی میبیدی، ۱۳۸۹). در جدول (۶) عوامل مؤثر بر تصمیمات مربوط به روش دستیابی به فناوری مورد نیاز بیان شده است. در مورد به‌کارگیری فناوری‌های از پیش احصاء شده (برای بهبود، ارتقاء و تغییر) و عوامل مؤثر بر آن نیز باید ملاحظاتی در نظر گرفته شود (جدول (۷)).

۴-۴- مرحله ۴: توسعه مهندسی^{۱۸} و ساخت

مرحله توسعه مهندسی و ساخت، عبارت است از توسعه یک سامانه، کاهش ریسک ساخت و تولید، طراحی برای ساخت و تولید، و نمایش یکپارچگی سامانه. وارد شدن به این مرحله، به بلوغ فناوری‌ها، نیازهای برآورده شده و نیز سرمایه‌گذاری بستگی دارد. در این میان، معمولاً بلوغ فناوری‌ها مسیر حرکت را نشان خواهد داد. در این مرحله، نیاز مشتری با تکیه بر فناوری‌های موجود و در دسترس (عموماً بالغ) برآورده می‌شود. می‌توان گفت این فرآیند یک فرآیند مهندسی است. هدف از توسعه سامانه، تولید محصولی جدید در زمان مقرر، با هزینه معقول و عملکرد مطلوب و با قابلیت‌های موردنیاز کاربر است که در آن از فناوری‌های موجود استفاده می‌شود. فعالیت اصلی این مرحله ساخت، آزمون و ارزیابی

جدول (۶): عوامل مؤثر بر تصمیمات مربوط به روش دستیابی به فناوری‌های جدید (Ford, 1988)

عوامل مؤثر روش دستیابی	وضعیت نسبی سازمان در ارتباط با فناوری	فوریت دستیابی به فناوری	نیاز به فناوری/ سرمایه لازم	وضعیت چرخه حیات فناوری	دسته‌بندی و انواع فناوری
تحقیق و توسعه درون‌زا	بالا	پایین‌ترین	بالا‌ترین	سریع‌ترین	حیاتی
همکاری مشترک	نسبتاً بالا	پایین‌تر	بالا	سریع	پایه
برون‌سپاری تحقیق و توسعه	متوسط	پایین	پایین	سریع	پایه
خرید فناوری	نسبتاً پایین	بالا	پایین‌ترین	آهسته	پایه
عدم دستیابی به فناوری	پایین	بالا	-	-	بیرونی

جدول (۷): عوامل مؤثر بر تصمیمات مربوط به روش ارتقاء فناوری‌های از پیش احصاء شده (Ford, 1988)

عوامل مؤثر روش دستیابی	وضعیت نسبی سازمان	فوریت استفاده از فناوری	نیاز به حمایت از فناوری	نیاز به سرمایه‌گذاری فناوری	وضعیت چرخه حیات فناوری	دسته‌بندی فناوری	کاربرد بالقوه
استفاده از فناوری در محصولات سازمان	پایین‌ترین	پایین‌ترین	پایین‌ترین	بالاترین	سریع‌ترین	حیاتی	محدودترین
برون‌سپاری تولید به پیمانکار خارج سازمان	پایین‌تر	بالا	بالا	بالا	سریع	پایه	محدود
همکاری مشترک	بالا	پایین	بالا	پایین	سریع	پایه	گسترده
اعطای مجوز استفاده از فناوری	بالا	بالاترین	پایین	پایین‌ترین	آهسته	فرعی	گسترده‌ترین

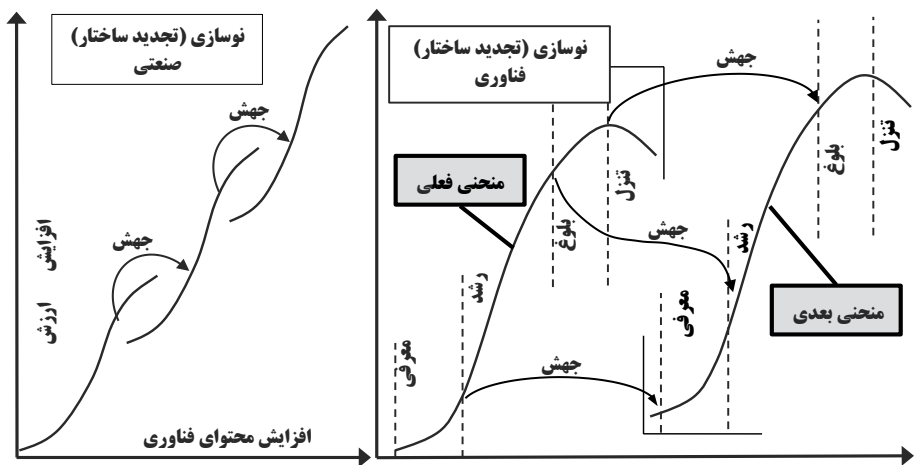
نمونه مهندسی است.

نهایی کردن طراحی‌های حاصل از مرحله توسعه فناوری، ساخت نمونه یا نمونه‌های مهندسی به منظور کاهش ریسک، اثبات کارایی، تصدیق و صحت‌گذاری و سرهم‌بندی، یکپارچه کردن و آزمون مؤلفه‌ها و مجموعه‌ها خروجی این مرحله است. تدوین چرخه عمر فرآیند که باید نسخه نهایی آن در این مرحله فراهم گردد، به وسیله مدیریت فناوری و چرخه عمر فناوری پشتیبانی می‌شود. چرخه عمر (حیات) فناوری، عبارت است از سه مرحله پیشرفت الف- دوره نوآوری جدید، که به نام مرحله جنینی نیز شناخته می‌شود. ب- دوره بهبود فناوری، که به نام مرحله رشد نیز معروف است و ج- دوره بلوغ فناوری. وقتی فناوری جدید یا بهتری ظاهر می‌شود، فناوری موجود ممکن است از رده خارج گردد یا جای خود را به آن فناوری جدید بدهد (خلیل، ۱۳۸۹). مدیریت یکپارچه چرخه عمر فناوری و فرآیند، جزء وظایف اساسی مدیریت فناوری است.

همان‌طور که بیان شد، در این مرحله باید مدیریت چرخه عمر فناوری به درستی انجام شود و در نمودار حیات فناوری (منحنی S شکل)، شرایط لازم برای جهش فناورانه فراهم گردد. مطابق شکل (۹)، در مرحله بلوغ فناوری و قبل ورود فناوری به مرحله افول، باید جهش فناوری صورت گیرد (شریف، ۱۳۷۶) (مرتضوی و فرتاش، ۱۳۹۰). انواع مختلف جهش فناوری در شکل (۹) نمایش داده شده است.

۴-۵- مرحله ۵: توسعه تولید، فرآیند / محصول

هدف این مرحله، دستیابی به یک سامانه (محصول) عملیاتی است که نیازهای مشتری را برآورده سازد. آزمون و ارزیابی عملیاتی، اثربخشی و بقاپذیری سامانه را تعیین خواهد کرد. در این مرحله، تولید اولیه با حجم کم و سپس انبوه شروع می‌شود. دو فعالیت اصلی مرحله توسعه تولید عبارتند از ساخت نمونه



شکل (۹): جهش فناوری و صنعتی (شریف، ۱۳۷۶)

عملیاتی با تولید در مقیاس محدود و تولید انبوه.

هدف فعالیت ساخت نمونه عملیاتی با تولید در مقیاس محدود، تدوین سند دست‌یابی به نمونه (معیار) تولید، ساخت نمونه (معیار) به تعداد محدود با قطعات و بخش‌های در دسترس، آزمون نمونه صنعتی و در نهایت استانداردسازی محصول بر اساس استاندارد موجود و آزمون آن است. هدف فعالیت تولید انبوه عبارت است از تدوین روش تولید صنعتی محصول، راه‌اندازی خط تولید محصولات و استمرار تولید، پذیرش تولید و ساخت در مقیاس مشخص در محدوده زمانی و هزینه‌ای معین، تطبیق عملکرد و سطح سیستم نهایی شده با نیاز مشتری و صحنه‌گذاری آن، آزمون و ارزیابی عملیاتی محصول. با توجه به ماهیت عملیاتی بودن این مرحله، مدیریت فناوری بیشتر به شکل یکپارچگی سیستمی و ارزیابی سطح آمادگی (بلوغ) فناوری تأثیرگذار خواهد بود.

۴-۶- مرحله ۶ و ۷: به‌کارگیری، پشتیبانی و جایگزینی و از رده خارج‌سازی

این دو مرحله به خدمات پس از فروش و از رده خارج‌سازی و جایگزینی محصول و یا ارتقاء محصول مربوط است. فعالیت‌های به‌کارگیری و پشتیبانی عبارتند از بهینه‌سازی خطوط تولید جهت ارتقاء کمیت و کیفیت محصولات، به‌کارگیری محصول توسط کاربر، ارزیابی کیفیت عملکرد عملیاتی سامانه، تدوین اسناد کیفیت محصول، نظارت و مدیریت بر کیفیت محصول، ارائه خدمات پس از فروش و سرویس و نگهداری سامانه. هدف از جایگزینی و از رده خارج‌سازی بهبود و ارتقاء سامانه و یا جایگزینی و در پایان انهدام آن است.

در مورد فروش فناوری نیز باید معیارها و شاخص‌های دقیقی برای ارزش‌گذاری فناوری وجود داشته

باشد تا بتوان فرآیند فروش فناوری را به صورت کارآمد مدیریت نمود. مهم ترین روش های ارزش گذاری فناوری عبارت اند از: روش هزینه محور، بازار محور، قواعد سرانگشتی، درآمد محور، مبتنی بر مفهوم اختیار معامله واقعی، شبیه سازی مونت کارلو، مقایسه چند معیاره، مزایده، سرمایه گذاری خطر پذیر، فرست شیکاگو، متناظر قطعی و مبتنی بر اختیار واقعی (طباطبائیان و غریبی، ۱۳۸۸). در مورد از رده خارج سازی نیز باید معیارهای دقیق و مشخصی وجود داشته باشد تا از رده خارج سازی بر اساس آن ها صورت پذیرد.

۵- تحلیل داده ها

پس از توزیع و جمع آوری پرسش نامه ها، داده های به دست آمده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همان طور که در بخش قبل تشریح گردید، هیچ راه ساده یا قانون کلی برای تعیین مقدار آستانه وجود ندارد. با توجه به اینکه چن و وانگ، عدد ۷ را به عنوان حد آستانه در نظر گرفتند و همچنین بر اساس نظر خبرگان در پژوهش حاضر، این مقدار برابر عدد ۷ در نظر گرفته شد. این موضوع یعنی اینکه، اعداد به دست آمده از پرسش نامه ها با نرم افزار مناسب فازی زدایی گردیده است و چنانچه عدد به دست آمده بیشتر از عدد ۷ باشد، ارتباط موجود تأیید خواهد شد.

جدول (۸) نشان می دهد که تمامی اعداد فازی زدایی شده بیشتر از ۷ هستند، بنابراین ارتباط بین تمامی فرآیندها و ابزارهای شناسایی شده در مرحله قبلی، مورد تأیید قرار می گیرد.

۶- نتیجه گیری

در این مقاله، نقش توانمندی مدیریت فناوری در فرآیند محصولات جدید دفاعی بررسی شد. در ابتدا فرآیند توسعه محصول جدید و مرحله های آن بر اساس تعاریف مختلف مورد بررسی قرار گرفت. از جمع بندی فرآیندهای توسعه جدید در صنایع دفاع آمریکا (Corea, et al., 1998) و فرآیند اکتساب دفاعی آمریکا (U.S. DoD, 2013)، فرآیند توسعه محصول جدید دفاعی این پژوهش (که در سازمان های مختلف دفاعی و صنعتی در ایران مورد استفاده قرار می گیرد) و مرحله های هفت گانه آن تدوین گردید. برای مدیریت فناوری نیز بیش از ۱۰ چارچوب فرآیندی و نیز نظام مدیریت فناوری مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت و از چارچوب فرآیندهای مدیریت فناوری گریگوری (۱۹۹۵) و فال و همکاران (۲۰۰۹) با ۵ فرآیند شناسایی، انتخاب، اکتساب، بهره برداری و حفاظت به اضافه یادگیری (جهت اعمال پویایی به فرآیندهای مدیریت فناوری)، به عنوان چارچوب های مبنا استفاده شد. در ادامه ارتباط هر یک مرحله های فرآیند توسعه

جدول (۸): نتایج ارزیابی فرایندها و ابزارهای مرتبط مدیریت فناوری با فازهای فرآیند توسعه محصول جدید به روش فازی

مدیریت فناوری فرآیند توسعه محصول جدید	فرآیندها و ابزارهای مرتبط مدیریت فناوری با فرآیند اکتساب	میانگین هندسی حد پایین عدد مثالی فازی	میانگین هندسی حد وسط عدد مثالی فازی	میانگین هندسی حد بالا عدد مثالی فازی	عدد فازی زدایی شده
فاز ۱: تبیین نیاز	فرآیند	روندیابی	۷,۳۱۲۳۳۶	۸,۷۹۸۴۲۳	۹,۴۳۷۴۸۲
		ترازیابی	۰	۸,۷۹۲۰۲۵	۹,۴۳۰۶۱۴
		آینده‌نگاری فناوری	۰	۸,۷۳۳۱۴۹	۹,۴۶۹۰۹۱
		دلفی	۰	۸,۵۹۱۳۱۳	۹,۴۳۳۰۵۴
	ابزار	سناریوسازی	۷,۳۱۰۲۵۵	۸,۸۳۹۴۷	۹,۵۳۴۵۵۵
		تحلیل ثبت اختراع	۰	۸,۸۱۰۵۵۲	۹,۳۹۷۴۰۸
فاز ۲: توسعه مفهوم	فرآیند	درخت وابستگی	۰	۸,۸۲۷۵۶۷	۹,۵۴۳۲۸۳
		امکان‌سنجی فنی	۰	۸,۸۴۵۴۲۸	۹,۳۷۲۷۹۷
	ابزار	طراحی مفهومی	۰	۸,۸۰۸۳۷۱	۹,۵۰۱۰۵۶
فاز ۳: توسعه فناوری		مدل سطوح آمادگی فناوری	۷,۰۳۷۲۴۲	۸,۷۰۴۹۷۵	۹,۵۴۲۰۲۲
		تحقیق و توسعه،	۰	۸,۷۵۱۵۵۷	۹,۵۲۱۹۶۵
		بیع متقابل	۰	۸,۷۰۰۹۱۹	۹,۵۰۵۲۰۸
	فرآیند	مهندسی معکوس	۷,۱۳۹۰۳۲	۸,۷۱۳۰۶	۹,۴۴۳۷۷۷
		لیسانس	۰	۸,۶۹۴۶۴۱	۹,۳۰۹۳۸۸
		کلید در دست	۰	۸,۹۱۰۸۴۸	۹,۴۱۶۰۶۸
		خرید شرکت	۰	۸,۸۶۰۳۲	۹,۴۰۹۸۳۱
		سرمایه‌گذاری مشترک	۷,۶۷۸۱۰۴	۹,۰۷۰۸۸۳	۹,۵۴۸۸۲۹
	ابزار	مدل سطوح آمادگی فناوری	۰	۸,۴۲۸۸۲۴	۹,۳۶۷۲۱۳
		مدیریت چرخه عمر فناوری	۰	۸,۲۳۷۳۴۵	۹,۲۷۸۳۹۴
فاز ۴: توسعه مهندسی و ساخت	فرآیند	جهش (هم‌پایی) فناوری	۷,۶۳۰۵۸۹	۹,۰۱۷۶۸۴	۹,۵۱۲۰۷۹
		یکپارچگی سیستمی	۰	۸,۲۶۳۳۰۹	۹,۲۴۸۷۰۹
فاز ۵: توسعه تولید، محصول/فرآیند	فرآیند	مدل سطوح آمادگی فناوری	۰	۹,۰۳۶۶۱۱	۹,۵۴۸۶۴۲
	ابزار	حفاظت از فناوری	۶,۸۳۸۲۸۱	۸,۵۴۱۸۴۱	۹,۴۵۸۵۶
فاز ۶ و ۷: استفاده، پشتیبانی و جایگزینی و از رده خارج‌سازی	فرآیند	ارزش‌گذاری فناوری	۰	۸,۷۶۰۱۰۷	۹,۴۲۷۵۰۹
	ابزار				

محصول جدید (مرحله‌های هفت‌گانه) با مدیریت فناوری و توانمندی‌های مرتبط، مشخص و تشریح گردید. مهم‌ترین ابزارهای مورد استفاده در فرآیند توسعه محصول جدید در مرحله‌های ابتدایی، عبارتند از ابزارهای آینده‌نگاری و آینده‌پژوهی فناوری، ارزیابی سطوح آمادگی فناوری و روش‌های ارزیابی توانمندی فناوری. در مرحله‌های بعدی (مرحله ۳ و ۴ به بعد) نقش مدیریت فناوری، بیشتر از نوع راهبری و مدیریتی است و نه اجرایی. مجدداً تأکید می‌شود، نقش مدیریت فناوری یکی از موضوعات مهم در حوزه فرآیند توسعه محصول جدید است و پیشنهاد می‌شود با دقت و نیز در نظر گرفتن مقتضیات سازمانی نسبت به تجزیه و تحلیل ارتباط بین فرآیند توسعه محصول جدید و مدیریت فناوری اقدام شود. در پایان ارتباط بین مدیریت فناوری و فرآیند توسعه محصول جدید به صورت خلاصه در جدول (۹) نمایش داده شده است. در صورتی که سازمانی، دارای نظام مدیریت فناوری باشد، در نظام سازمان باید ۵ بخش اصلی مدیریت فناوری (شناسایی، انتخاب، دستیابی، بهره‌برداری و محافظت) به اضافه یادگیری (برای در نظر گرفتن

جدول (۹): نقش (ارتباط) مدیریت فناوری در فرآیند توسعه محصولات جدید دفاعی

فرآیندها و ابزارهای مرتبط مدیریت فناوری با فرآیند توسعه محصولات جدید دفاعی	مدیریت فناوری فرآیند توسعه محصول جدید
در این مرحله، فعالیت‌ها بیشتر از نوع روندیابی، ترازیبی و آینده‌نگاری فناوری است. از شاخص‌ترین ابزارهای مدیریت فناوری در این مرحله می‌توان به روش دلفی، سناریوسازی، تحلیل ثبت اختراع و درخت وابستگی اشاره کرد.	مرحله ۱: تبیین نیاز
در این مرحله امکان‌سنجی‌های مورد نیاز به همراه طراحی مفهومی صورت می‌پذیرد و سطوح آمادگی فناوری، به عنوان مهم‌ترین ابزار مدیریت فناوری در فرآیند اکتساب در شناسایی ریسک‌ها و نیز وضعیت فعلی فناوری‌های موجود در زیرسامانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.	مرحله ۲: توسعه مفهوم
در این مرحله، بر اساس معیارهای عنوان شده، روش‌های توسعه فناوری (اعم از جدید و ارتقاء) مشخص می‌گردد. مهم‌ترین این روش‌ها عبارتند از تحقیق و توسعه، خرید و فروش متقابل، مهندسی معکوس، لیسانس، کلید در دست، جهش و هم‌پایی فناورانه، خرید شرکت، اخذ بی‌واسطه و سرمایه‌گذاری مشترک. در این مرحله نیز سطوح آمادگی فناوری ابزاری تأثیرگذار است.	مرحله ۳: توسعه فناوری
در این مرحله نمونه مهندسی ساخته و سپس آزمون قرار می‌شود. مدیریت چرخه عمر فناوری (و جهش هم‌پایی) فناوری، از مهم‌ترین فرآیندهای مدیریت فناوری در این مرحله هستند.	مرحله ۴: توسعه مهندسی و ساخت
در این مرحله نمونه عملیاتی ساخته می‌شود و به جهت کاملاً عملیاتی بودن این مرحله، نقش مدیریت فناوری در آن از تمامی مراحل قبلی کم‌رنگ‌تر است و این نقش بیشتر از نوع مدیریتی و نظارتی (یکپارچگی سیستمی) و نیز سطوح آمادگی فناوری برای اطمینان از حصول شرایط لازم برای تولید انبوه است.	مرحله ۵: توسعه تولید، محصول/فرآیند
در این فاز تولید انبوه، پشتیبانی و در نهایت از رده‌خارج‌سازی صورت می‌پذیرد. در این روش باید برای فروش، ارزش فناوری را با استفاده از روش‌های ارزش‌گذاری فناوری مشخص نمود. و برای از رده‌خارج‌سازی نیز، باید فرآیندها و شرایط آن از پیش در قالب نظام مدیریت فناوری تدوین شده باشد.	مرحله ۶ و ۷: استفاده، پشتیبانی و جایگزینی و از رده‌خارج‌سازی

توانمندی پویای فناوری (Kim, 1997)، تعریف و رویه‌های جامعی برای هریک از آن‌ها تدوین گردد. در این صورت ارتباط بین فرآیند اکتساب و مدیریت فناوری بسیار شفاف‌تر می‌شود و توصیف این ارتباط نیز با سهولت قابل توجهی همراه خواهد بود. در پایان باز هم به نقش کلیدی سطوح آمادگی فناوری به‌عنوان یکی از ابزارهای مدیریت فناوری در فرآیند اکتساب اشاره می‌شود. استفاده از سطوح آمادگی فناوری در هر مرحله فرآیند اکتساب (مرحله ۲ به بعد)، دستیابی به نتایج مورد انتظار در هر مرحله را به سهولت مورد سنجش قرار می‌دهد.

References

۷- منابع

- Allen, T., 1971. Communications, Technology Transfer, and the Role of Technical Gatekeeper. *R&D Management*, Volume 1, pp. 14-21.
- Allen, T., 1977. *Managing the Flow of Technology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Balachandra, R. & Friar, J., 1997. Factors for Success in R&D Projects and New Product Innovation: A Contextual Framework. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 44(3), pp. 276-287.
- Brown, S. & Eisenhardt, K., 1995. Product development: past research, present findings and future directions. *Academy of Management Review*, 20(2), pp. 343-78.
- Cetindamar, D., Phaal, R. & Probert, D., 2009. Understanding technology management as a dynamic capability: A framework for technology management activities. *Technovation*, 29(2), pp. 237-246.
- Chang, Y. H., 1998. *Transportation plan appraisal and decision making-discussion and application of the fuzzy theory*. Hwatai, Taipei.
- Clark, K., Chew, W. & Fujimoto, T., 1987. Product Development in the World Auto Industry. *Brookings Papers on Economic Activity*, Volume 3, pp. 729-781.
- Clark, K. & Fujimoto, T., 1991. *Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Cooper, R., 1979. The Dimensions of Industrial New Product Success and Failure. *Journal of Marketing*, 43(3), pp. 93-103.
- Cooper, R., 1995. Developing products on time, in time. *Research-Technology Management*, 38(5), pp. 40-50.
- Corea, P. et al., 1998. U.S. Army New Product Development: A Case Study. *Engineering Management Journal*, 10(3), pp. 29-39.
- Davies, M., 1994. A Multicriteria Decision Model Application for Managing Group Decisions. *The Journal of the Operational Research Society*, Volume 45, pp. 47-58.
- Davila, T., 2000. An Empirical Study on the Drivers of Management Control Systems: Design in New Product Development. *Accounting, Organizations and Society*, Volume 25, pp. 383-409.

- Foray, D., Mowery, D. C. & Nelson, R. R., 2012. Public R&D and social challenges: What lessons from mission R&D programs?. *Research Policy*, 41(10), pp. 1697-1702.
- González, F. & Palacios, T., 2002. The Effect of New Product Development Techniques on New Product Success in Spanish Firms. *Industrial Marketing Management*, Volume 31, pp. 261-271.
- Gregory, M., 1995. *Technology management: a process approach*. s.l., Journal of Engineering Manufacture.
- Hayes, R., Wheelwright, S. & Clark, K., 1988. *Dynamic Manufacturing*. New York: The Free Press.
- Hsu, T. & Yang, T., 2000. Application of fuzzy analytic hierarchy process in the selection of advertising media. *Journal of Management and Systems*, Volume 7, pp. 583-99.
- Iansiti, M., 1993. Real-world R&D: Jumping the Product Generation Gap. *Harvard Business Review*, 71(3), pp. 138-147.
- Imai, K., Ikujiro, N. & Takeuchi, H., 1985. Managing the new product development process: how Japanese companies learn and unlearn. In: R. Hayes, K. Clark & C. Lorenz, eds. *The Uneasy Alliance: Managing the Productivity- Technology Dilemma*. Boston, Mass: Harvard Business School Press, pp. 337-375.
- Katz, R., 1982. The Effects of Group Longevity on Project Communication and Performance. *Administrative Science Quarterly*, Volume 27, pp. 81-104.
- Katz, R. & Allen, T., 1985. Project Performance and the Locus of Influence in the R&D Matrix. *Academy of Management Journal*, Volume 28, pp. 67-87.
- Kerr, C., Farrukh, C., Phaal, R. & Probert, D., 2013. Key principles for developing industrially relevant strategic technology management toolkits. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(6), pp. 1050-1070.
- Kim, L., 1997. *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Harvard Business School Press.
- Kuo, Y. F. & Chen, P. C., 2008. Constructing performance appraisal indicators for mobility of the service industries using fuzzy Delphi method. *Journal of Expert Systems with Applications*, Volume 35, pp. 1930-1939.
- Lall, S., 1992. Technological Capabilities and Industrialization. *World Development*, 20(2), pp. 165-186.
- Lynn, G., Morone, J. & Paulson, A., 1996. Marketing and Discontinuous Innovation: The Probe and Learn Process. *California Management Review*, Volume 38, pp. 8-37.
- Maidique, M. & Zirger, B., 1984. A Study of Success and Failure in Product Innovation: The Case of the U.S. Electronics Industry. *IEEE Transactions in Engineering Management*, Volume 4, pp. 192-203.
- Maidique, M. & Zirger, B., 1985. The New Product Learning Cycle. *Research Policy*, Volume 14, pp. 299-313.
- Mikhailov, L., 2003. Deriving priorities from fuzzy pairwise comparison judgements. *Fuzzy Sets and Systems*, Volume 134, pp. 365-385.
- Morone, J., 1993. *Winning in High-Tech Markets: The Role of General Management: How Motorola, Corning, and General Electric Have Built Global Leadership Through Tech*. Cambridge, MA: Harvard Business School Press.

Mowery, D. C., 2012. Defense-related R&D as a model for “Grand Challenges” technology policies. *Research Policy*, 41(10), pp. 1703-1715.

National Research Council, 1987. *Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage*, Washington, DC: National Academy Press.

Okoli, C. & Pawlowski, S., 2004. The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information and Management*, Volume 42, pp. 15-29.

Phaal, R., Farrukh, C. & Probert, D., 2006. Technology management tools: generalization, integration and configuration. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 3(3), pp. 321-339.

Phaal, R., Farrukh, C. & Probert, R., 2004. Technology roadmapping A planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting & Social Change*, Volume 7, p. 5-26.

Rainey, D., 2005. *Product Innovation: Leading Change through Integrated Product Development*. Cambridge University Press.

Rothwell, R., 1972. *Factors for Success in Industrial Innovations from Project SAPPHO- A Comparative Study of Success and Failure in Industrial Innovation*, Brighton, Sussex, England: SPRU.

Rothwell, R. et al., 1974. SAPPHO updated-project SAPPHO phase II. *Research Policy*, 3(3), pp. 258-291.

Söderquist, K. & Nellore, R., 2000. Information Systems in Fast Cycle Development: Identifying User Needs in Integrated Automotive Component Development. *R&D Management*, 30(3), pp. 199-211.

Subramaniam, M., Rosenthal, S. R. & Hatten, K. J., 1998. Global New Product Development Processes: Preliminary Findings and Research Propositions. *Journal of Management Studies*, 35(6), pp. 773-796.

Takeuchi, H. & Nonaka, I., 1986. The New Product Development Game. *Harvard Business Review*, pp. 137-146.

U.S. DoD, 2013. *US Department of Defense Acquisition GuideBook*. USA: US Department of Defense.

U.S. GAO, 1999. *Better Management of Technology Development Can Improve Weapon System Outcomes*, U.S. Government Accountability Office.

UNIDO, 1996. *Manual on Technology Transfer Negotiation*, United Nations Industrial Development Organization: Vienna.

Veryzer Jr., R., 1998. Discontinuous Innovation and the New Product Development Process. *Journal of Product Innovation Management*, 15(4), p. 304-321.

Zirger, B. J. & Maidique, M. A., 1990. A model of new product development: An empirical test. *Management science*, 36(7), pp. 867-883.

اثباتی، ح.، کریمیان، ا. و آقاپور، ح.، ۱۳۸۷. آشنایی با مبانی و الگوهای تدوین استراتژی فناوری. تدوین تهران: انتشارات سازمان صنایع دفاع. مشتریان، ک. و امامی میبدی، ر.، ۱۳۸۹. دانش ضمنی و سیاست‌های انتقال فناوری با تاکید بر فناوری اطلاعات و ارتباطات. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴. روش‌های آینده‌نگاری فناوری. تهران: گروه آینده‌اندیشی بنیاد توسعه فردا.

حبیبی، آ.، ایزدیار، ص. و سرافرازی، ا.، ۱۳۹۳. تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی. انتشارات کتیبه گیل.

خلیل، ط.، ۱۳۸۹. مدیریت فناوری رمز موفقیت در رقابت و خلق ثروت. چاپ چهارم تدوین تهران: انتشارات دفتر پژوهش‌های فرهنگی.

رفیعیپور، ف.، ۱۳۷۰. کند و کاوها و پنداشته‌ها. تهران: شرکت سهامی انتشار.

شریف، ن.، ۱۳۷۶. مدیریت انتقال فناوری و توسعه. تهران: انتشارات وزارت برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی اجتماعی و انتشارات. صالحی، خ.، ۱۳۸۹. مدیریت یکپارچهی تأمین، اکتساب و پشتیبانی چرخه عمر محصولات و فناوری‌های دفاعی. تهران: موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

طاهری، س. ا.، ۱۳۸۸. راهکارهای ارتقاء کارکردهای مدیریت تکنولوژی در شرکت برق منطقه‌ای تهران. مکان نشر نامشخص: پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی.

طباطبائیان، س. ح. ا. و غریبی، ح.، ۱۳۸۸. مبانی ارزش‌گذاری فناوری. تهران: مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران.

فولادی، ق.، ۱۳۹۰. ارزیابی و استفاده از سطوح آمادگی فناوری. تهران: موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

قاضی زاده فرد، س. ا. و اتابکی، م. س.، پاییز ۱۳۹۱. معرفی الگوی برون‌سپاری در سازمان‌های نظامی. فصل‌نامه راهبرد دفاعی، (۳۹)، ۱۰، صص. ۱۵۳-۱۹۵.

گال و مردیت، ۱۳۸۶. روش‌های کمی و کیفی در علوم تربیتی و روان‌شناسی. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی و سمت.

مرتضوی، س. و فرتاش، ک.، ۱۳۹۰. انواع جهش‌های تکنولوژیکی به همراه مطالعه پنج‌بندگاه موفق چینی. اولین کنفرانس بین‌المللی، پنجمین کنفرانس ملی مدیریت تکنولوژی.

1. Defence System & Product Acquisition
2. Operational Requirement Document
3. Fuzzy Delphi
4. Ishikawa
5. Rand
6. Mouri
7. Decision Group
8. Linguistic variables
9. Triangular fuzzy numbers
10. Defuzzification
11. Simple Center of Gravity
12. Threshold Value
13. Snowball Sampling

۱۴. عبارتست از توانایی مقابله با یک تهدید و دستیابی به یک اثر مطلوب در یک محیط و زمان مشخص و حفظ آن برای یک بازه زمانی معین. توانمندی به واسطه سیستم‌هایی متشکل از انسان‌ها، سازمان، راهبردها، آموزش جمعی، تجهیزات، امکانات، پشتیبانی، و مدیریت حاصل می‌شود.

15. TRL (Technology Readiness Level)

۱۶. یا تحریمی است و دسترسی به آن امکان‌پذیر نمی‌باشد، یا سطح دانش و فنی آنقدر کافی نیست که بتوان به آسانی به آن دست یافت (این موضوع در صنایع دفاعی بسیار حائز اهمیت است).

17. SRD (System Reference Document)

۱۸. تمام مشخصات محصول را در بر می‌گیرد.

۱۹. بکارگیری نظام‌مند دانش به منظور توسعه تجهیزات، روش‌ها، ابزار و سیستم‌ها است. توسعه دارای مراحل مختلفی از قبیل طراحی، ساخت نمونه اولیه و آزمون، مهندسی، نصب، نگهداری و تعمیر، و خدمات پس از فروش است.