

تدوین نقشه راه فناوری با هدف رفع شکاف فناورانه: نمونه موردی کشتی هوایی ارتفاع بالا در ایران

پیام مهاجرین اصفهانی^{۱*}، کریم مظاهری^۲، مهدی بهارلو^۳
موسسه پژوهشی سامانه‌های انرژی فکور (payam3006@gmail.com)
خ آزادی، دانشگاه صنعتی شریف (mazaheri@sharif.ir)
موسسه پژوهشی سامانه‌های انرژی فکور (m_baharloo@yahoo.com)

چکیده

نقشه راه فناوری یکی از ابزارهای پر قدرت علم مدیریت در پشتیبانی از برنامه‌ریزی جهت رفع شکافها و جبران عقب‌ماندگی‌های فناورانه است. بدون شکفراهم آوردن چارچوبی جهت نمایش چگونگی حرکت سازمان‌ها و یا کشورها در مسیراكتساب یک فناوری خاص، دارای کاربرد مفید و البته وسیع‌تر تحقق راهبردها و اهداف خرد و کلان آن‌ها خواهد بود. علیرغم این محبوبیت، اسناد انتشاریافته بسیار کمی در رابطه با نحوه تدوین تجربی نقشه راه فناوریموجود است که باعثحضور محدودیت‌هایی در روش‌های ارائه شده جهت تدوین نقشه راه فناوریمو تعیین جزئیات خروجی‌های نهایی آن‌ها گردیده است. لذا به منظور ساده‌سازی، در این مطالعهتمرکز بر رفع شکاف فناورانه در سطح ملی قرار گرفته و شیوه‌ای برای تدوین نقشه راه فناوری به همراه تمام جزئیات مورد نیاز اعم از ورودی‌ها و خروجی‌های هر مرحله برای این هدف ارائه گردیده و ارتباط بسیاری از ابزارهای موجود در علم مدیریت با فرایند تدوین نقشه راه مورد بررسی قرار گرفته است. روش طراحی شده در حوزه فناوری کشتی هوایی به کار گرفته شده و نقشه راه فناوری کشتی هوایی ارتفاع بالا برای رفع شکاف فناوری در این حوزه و در سطح ملیتدوین و ترسیم گردیده است. همچنین در این فرایند روشی جهت تدوین روند تکامل و توسعه زیرفناوری‌های حوزه مورد مطالعه طراحی شده و مورد استفاده قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: نقشه راه فناوری، رفع شکاف فناورانه، روند توسعه فناوری، راهبرد فناوری، کشتی هوایی ارتفاع بالا

۱- مقدمه

نقشه راه فناوری به عنوان یکی از تکنیک‌های پر قدرت و شناخته شده در پشتیبانی از برنامه‌ریزی و مدیریت فناوری به شمار رفته و چارچوبی را فراهم می‌آورد که با ایجاد ارتباط مستقیم بین حوزه‌های کسب و کار و فناوری، مورد استفاده گسترده در بنگاه‌ها، سازمان‌ها و کشورها قرار گرفته است. در واقع نقشه راه فناوری باپیش‌بینی روندهای آتی در بازار، محصولات و خدمات، فناوری‌ها و برنامه‌های تحقیق و توسعه از یک سو و تعیین شکاف فناوری بین وضعیت کنونی و وضعیت مطلوب از سوی دیگر، به ارائه برنامه‌ای صریح از این‌که چه فناوری‌هایی، در چه زمانی و چگونه کسب شوند پرداخته و به تمام برنامه‌های تحقیق و توسعه جاری و آینده سازمان‌ها و کشورها و تخصیص منابع متناسب با آن جهت سیستماتیک می‌دهد [۱].

۱ و * - کارشناس ارشد مهندسی هوافضا دانشگاه صنعتی شریف

۲ - هیئت علمی دانشکده هوافضا دانشگاه صنعتی شریف

۳ - کارشناس ارشد مهندسی هوافضا، پژوهشگر مرکز پژوهشی مدیریت راهبردی و فناوری آینده‌اندیشان

با وجود ارزش‌های بالقوه‌ای که برای نقشه راه ذکر شد و نیز سادگی آن در ساختار و مفاهیم ارائه دهنده، همواره تدوین خروجی‌های چنین نقشه‌ای وابسته به راهبرد و فرایند برنامه‌ریزی بوده و جزئیات بسیاری را در اجراء طلب می‌کند [۲]. این در حالی است که راهنماهای بسیار محدودی در راستای نحوه تدوین نقشه راه فناوری با تمام جزئیات مورد نیاز در دسترس است و همگام با رشد روز افزون توجهات به این ابزار قدرتمند و استفاده از آن، توسعه روش‌ها و فرایندهای تدوین نقشه راه فناوری با تمرکز بر جزئیات در کانون توجه قرار گرفته است [۳ و ۴]. در حقیقت، امروزه تحولات در حوزه نقشه راه فناوری را، تجارب مدیریتی^۱ به مراتب بیشتر و موثرتر از تئوری‌های مدیریتی^۲ رقم می‌زنند [۵ و ۶].

اكتساب فناوری کشتی هوایی ارتفاع بالا^۳ در ایران از مضامین رفیع شکاف فناورانه^۴ در ادبیات مدیریت تشخیص داده شده است. این در حالی است که در حوزه نقشه راه فناوری تاکنون جایگاهی به طور خاص برای هدف مذکور در نظر گرفته نشده است. اهداف معرفی شده برای استفاده از نقشه راه فناوری تاکنون شامل مواردی نظیر برنامه‌ریزی محصولات و خدمات، برنامه‌ریزی راهبردی، برنامه‌های بلندمدت، برنامه‌ریزی فرایند، برنامه‌های یکپارچه‌سازی، برنامه‌های تحقیق و توسعه، برنامه‌ریزی برای فناوری‌های نوظهور، مدیریت دانش و ... بوده است [۷ و ۸]. لذا، با در نظر گرفتن جوانب مورد نیاز، به طرح روشی جهت ترسیم نقشه راه فناوری با هدف رفع شکاف فناورانه پرداخته و سپس آن را برای کشتی هوایی در سطح ملی پیاده‌سازی کرده‌ایم. هم‌چنین، شیوه‌ای برای تشخیص روند تکامل توسعه فناوری‌های کلیدی با توجه به مشخصه‌های اصلی محصولات نهایی، ارائه شده و برای ترسیم نقشه راه کشتی هوایی به کار گرفته شده است.

۲- نقشه راه فناوری و رفع شکاف فناورانه

نقشه راه در اصل، نقشه راهنمایی است برای پیدا کردن راه در سفر، که مسیرهای مختلف برای رسیدن به مقصدی خاص را نشان می‌دهد. درست همانطور که نقشه‌های معمولی به ما نشان می‌دهند که نقطه شروع حرکت ما کجاست و به کجا خواهیم رسید، نقشه راه فناوری برای یک کسب و کار همین خروجی را خواهد داشت و به سازمان نشان می‌دهد که چه مسیرهای مختلفی را می‌تواند اختیار کند، کجا امکان انتخاب دارد و کجا ندارد، درک درستی از موانع راه‌های مختلف پیدا کند و خود را برای مقابله با آن‌ها آماده‌تر سازد.

موضوع نقشه راه فناوری برای نخستین بار در اواخر دهه ۷۰ و اوایل دهه ۸۰ توسط دو شرکت معتبر موتورولا و کورنینگ مطرح و به کار گرفته شد [۸، ۹ و ۱۰]. ولی اقبال به این موضوع در دهه ۹۰ بسیار زیاد شد و دلیل آن تمرکز شرکت‌ها بر استفاده از ابزارهایی بود که سرعت و بهره‌وری در تولید را افزایش دهند. به همین علت به روش‌هایی که قابلیت برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی در محور زمان را داشتند علاقه‌مند شده و همین امر دلیل مناسبی برای افزایش تقاضا جهت بکارگیری فرایند تدوین نقشه راه فناوری شد. بسط و گسترش این موضوع در دوره اخیر حاصل مطالعات و فعالیت‌های پژوهشگران متعددی از جمله پی‌رابرت، فال، کستاف و آلبرایت می‌باشد [۱۱، ۱۲ و ۱۳]. تاکنون بیش از ۴۰۰ مورد تجربه موفق استفاده از این ابزار شناسایی شده است و از جمله این موارد می‌توان به تجربه تدوین نقشه راه فناوری در بی پی، فیلیپس، گوگل و دیگر سازمان‌های بزرگ دنیا اشاره نمود.

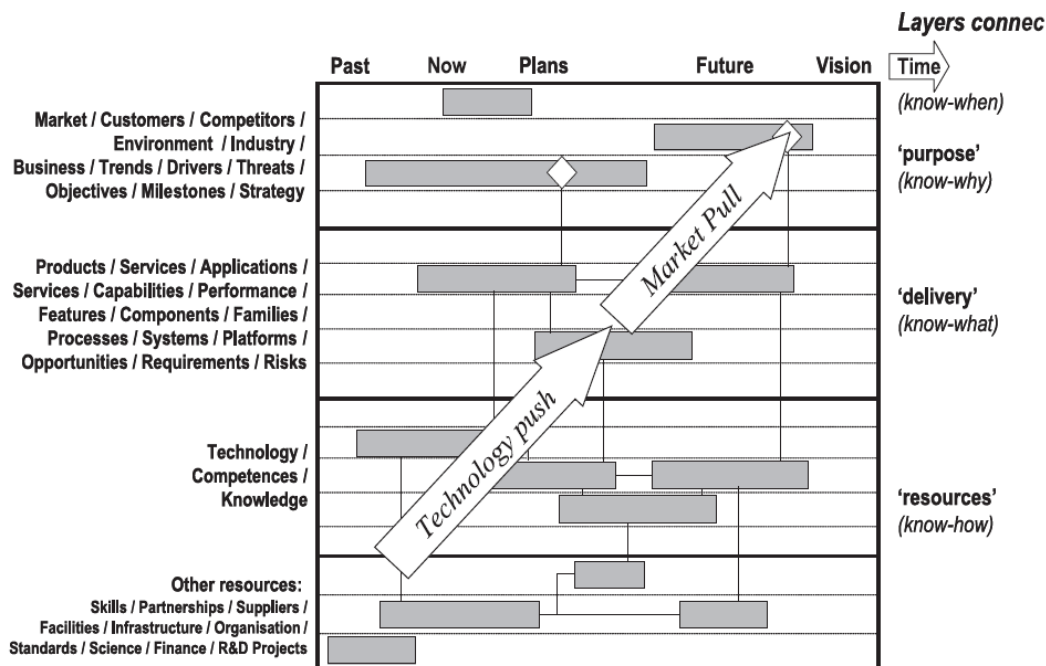
در تعریفی ساده از نقشه راه فناوری، می‌توان گفت نموداری است بر محور زمان، متشکل از چندین لایه، که هر لایه مربوط به مفهوم خاصی در سازمان است. لایه‌ها در نقشه راه جهتس پاسخگویی به نیازهای بخصوص سازمان طراحی‌شده و دارای بعدی حیاتی هستند. در شکل ۱ انواع پارامترهایی که در دو بعد نقشه راه تعریف می‌گردند را ملاحظه می‌کنید.

¹Management Practice

²Management Theory

³High Altitude Airship

⁴Technological Catch-up



شکل ۱: چارچوب کلی نقشه راه فناوری [۱۴]

رفع شکاف فناورانه و نقش پررنگ آن در روند تاریخی رشد اقتصادی و پیشرفت صنعتی بسیاری از کشورهای توسعه یافته امروز، مساله‌ای واضح و غیر قابل انکار است. فرایندی که در قرن نوزدهم میلادی در امریکا و اروپا آغاز و در قرن بیستم به صورت برجسته‌ای باعث تعالی ژاپن شد، در دو دهه اخیر به طور شگرف و با سرعت توسعه بسیاری از کشورهای در حال توسعه نظیر کره جنوبی را موجب گردیده است [۱۵].

در انواع موارد ذکر شده در ادبیات رفع شکاف فناورانه، می‌توان دو بعد نقشه راه را در نظر گرفت. بعد لایه‌ها تقریباً مشابه به نظر می‌رسد، چرا که هر توانمندیفناورانه از یکسری منابع تغذیه شده و با هدف کسب درآمد به سمت بازار می‌رسد. در رفع شکاف فناورانه، سازمان می‌تواند علاوه بر این که در مرحله یادگیری است و خود مالک فناوری نیست اما با ارائه محصولات میانی-نظیر آن چه در مورد هیوندای در کره اتفاق افتاد-توجیه اقتصادی مناسبی برای ادامه حرکت خود داشته باشد. در بعد زمان نیز برای نمونه، در رفع شکاف فناورانه یادگیری مناسب و کسب توانمندی ابتدا با انجام و درگیری مستقیم^۱ و سپس با تحقیق و توسعه درونزا^۲ اتفاق می‌افتد. با بررسی و مطالعه در حوزه رفع شکاف فناورانه و نوع ارتباط آن با تدوین نقشه راه فناوری [۱۶ و ۱۷]، می‌توان گفت بیش از آن که هدف رفع شکاف فناورانه روی ابعاد و شمای نقشه راه باعث تغییرات عمده شود، در روند تدوین آن تغییراتی ایجاد می‌کند. برای مثال، در لایه منابع و برای برنامه‌ریزی مسیر اکتساب فناوری‌ها، آموزش و یادگیریدر اوایل راه از طریق مهندسی معکوس، کپی برداری و درگیری مستقیم و در ادامه راه‌ها فرایندهای تحقیق و توسعه بایستی مدنظر قرار گیرد. در ادامه به تشریح فرایند تدوین نقشه راه با هدف مذکور پرداخته‌ایم.

¹Learn by Doing

²Learn by R&D

۳- روند تدوین نقشه راه فناوری برای رفع شکاف فناورانه

در تدوین فرایند اجرایی توجه به برخی نکات دارای اهمیت بسزایی است. نخست، از آنجا که هدف اصلی ارائه برنامه‌ای جهت رفع شکاف فناورانه است، شناسایی و تهیه نگاشت زیرفناوری‌های اساسی در حوزه مورد مطالعه برای تعیین گره‌های فناورانه روی نقشه راه دارای اولویت هستند و نیز از آنجا که زیرفناوری‌های مورد نظر در سطح دنیا وجود دارند، این شناسایی باید بر پایه اطلاعات موجود جهانی، ثبت اختراعات و مقالات انجام گیرد. نکته دوم این که به طور مستقیم نقشه راه باید با نیازهای فناورانه موجود باشد و به همین دلیل باید تحلیل توانمندی روینفناوری‌های شناسایی شده انجام گیرد. با توجه به راهکارهای بدست آمده به جستجوی الگویی در ادبیات مدیریت پرداختیم تا بیشترین توجه را به مطالب یاد شده داشته باشد. در این میان مدل تدوین راهبرد فناوری هکس انتخاب گشت. آرنولد هکس، فرایندی مشابه با فرایند کلی برنامه‌ریزی راهبردی، برای تدوین راهبرد فناوری پیشنهاد می‌کند [۱۸]. این فرایند برای تدوین راهبرد توسعه فناوری در سطح بنگاه‌های اقتصادی پیشنهاد شده است. اما تجارب قابل توجهی در داخل و خارج کشور وجود دارند که از این فرایند جهت تدوین راهبرد فناوری در سطح ملی استفاده کرده‌اند. از جمله این تجارب می‌توان به تدوین راهبرد توسعه فناوری پیل سوختی در ایران اشاره نمود [۱۹]. با در نظرگیری تجارب پیشین و بر پایه مدل هکس، مدلی اجرایی متناسب با شرایط حاکم بر مطالعه توسعه داده شد که در شکل ۲ ملاحظه می‌فرمایید. در ادامه به توضیح مراحل مختلف مدل ارائه شده خواهیم پرداخت.

۳-۱- مراحل مقدماتی

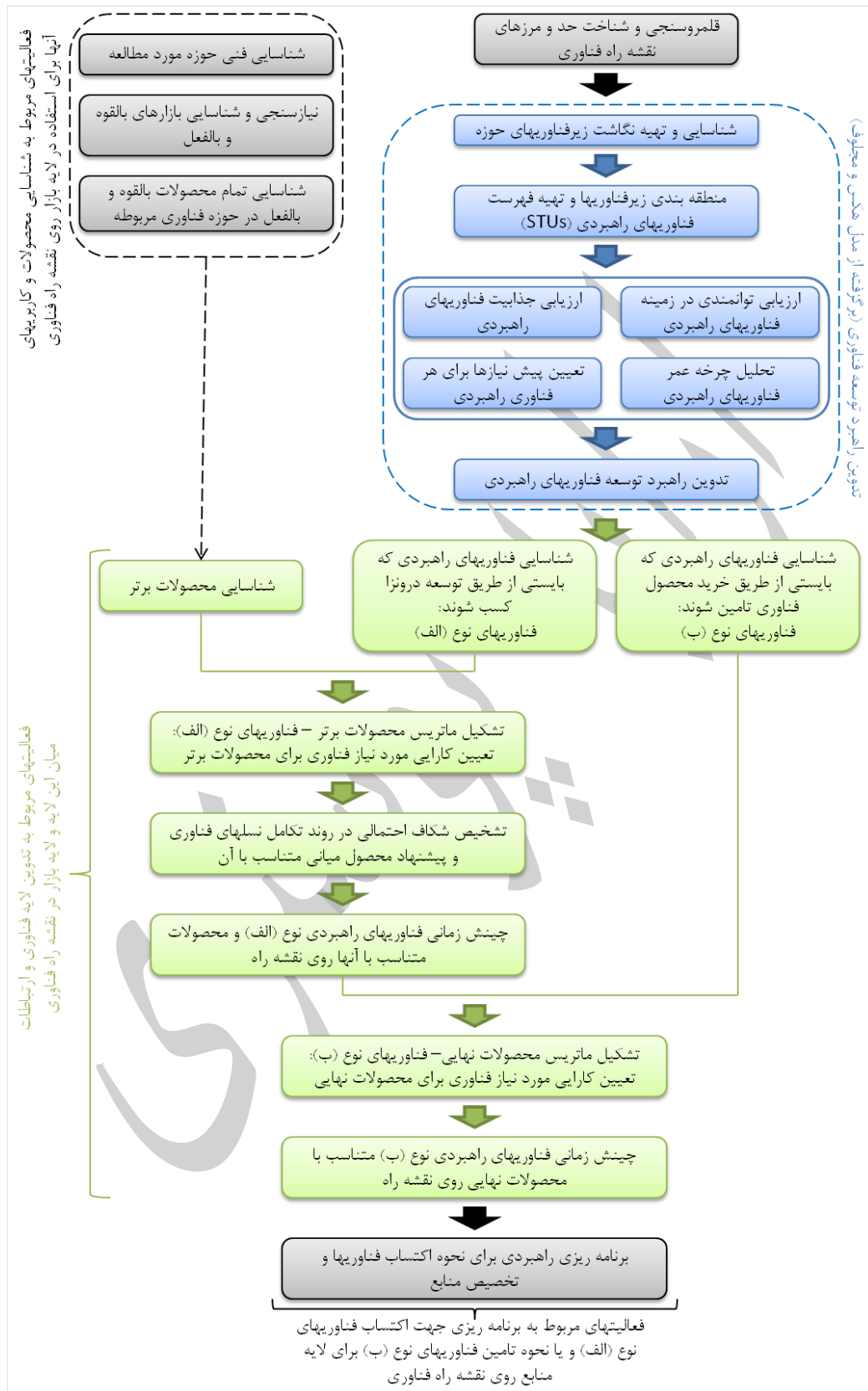
اولین قدم در تدوین نقشه راه فناوری مانند تمام مطالعات دیگر، شناخت قلمرو انجام مطالعه و حد و مرزهای آن است. در این جا نیز مرحله نخست در تدوین نقشه راه شناخت حد و مرزهایی نظیر اهداف اصلی که نقشه راه بایستی پاسخگوی آن باشد، افق زمانی نقشه راه، مخاطبین اصلی و منابع موجود برای اجرای فرایند مطالعه می‌باشد. معمولاً این مرحله با نظرات مستقیم خبرگان حوزه و طی فرایندهایی نظیر دلفی، پرسشنامه و جلسات گروهی انجام می‌گیرد. از طرفی، جهت اجرای موفق فرایند تدوین، به شناخت فنی کافی از حوزه مورد نظر نیازمندیم. در این مرحله فعالیت‌هایی نظیر نیازسنجی، ارزیابی بازار و شناسایی کلیه محصولات بالفعل و بالقوه مرتبط با حوزه مربوطه جهت کمک به تدوین لایه بالایی روی نقشه راه فناوری انجام خواهد گرفت. مهم‌ترین خروجی این مرحله محصولاتی است که قابلیت ایجاد کسب و کارهای دارای توجیه اقتصادی و موفقیت در بازار را داشته باشند. ما از این محصولات تحت عنوان محصولات برتر یاد می‌کنیم.

۳-۲- تدوین راهبرد توسعه فناوری

برگرفته از مدل هکس و مجلوف، نخست نگاشتی از کلیه فناوری‌ها و زیرفناوری‌های مرتبط با حوزه مورد مطالعه تهیه می‌شود. سپس متناسب با حوزه مورد بررسی و بر اساس شاخص‌های مناسب، فناوری‌های راهبردی^۱ جهت تمرکز انتخاب می‌شوند. در ادامه بایستی فناوری‌های راهبردی منتخب مورد ارزیابی قرار گیرند. این ارزیابی بر اساس مدل هکس شامل ارزیابی توانمندی و جذابیت فناوری است. در این جا به دلیل این که تدوین راهبرد در راستای تدوین نقشه راه انجام می‌پذیرد، ارزیابی موقعیت فناوری‌های استراتژیک روی چرخه عمر^۲ و نیز بررسی پیش‌نیازهای فناورانه آن‌ها در نظر گرفته می‌شود. خروجی کلیدی این مرحله راهبرد توسعه فناوری‌ها و این که کدام فناوری‌ها از طریق توسعه درونزا کسب شوند و کدام فناوری‌ها از مسیر خرید محصول فناوری تامین گردند می‌باشد. در این جا فناوری‌هایی را که بایستی از مسیر توسعه درونزا کسب شوند را فناوری نوع (الف) و فناوری‌هایی را که بایستی از مسیر خرید محصول فناوری تامین گردند را فناوری نوع (ب) نام- گذاری کرده‌ایم.

^۱ Strategic Technology Units: STUs

^۲ Technology Life Cycle



شکل ۲: فرایند اجرایی تدوین نقشه راه فناوری برای رفع شکاف فناوریانه

۳-۳- تدوین لایه فناوری و ارتباطات آن با لایه بازار

در این مرحله از خروجی‌های دو مرحله قبل استفاده می‌شود. نخست ماتریسی از محصولات برتر و فناوری‌های نوع (الف) تشکیل می‌دهیم. هدف از تشکیل این ماتریس تعیین کارایی^۱ مورد نیاز هر فناوری نوع (الف) متناسب با مشخصات عملکردی محصولات برتر^۲ می‌باشد. خروجی اصلی در این قسمت مجموعه‌ای از نسل‌های فناوری برای هر فناوری نوع (الف) است و چون بر مبنای کارایی فناوری مشخص شده است، قادر خواهیم بود به ترتیب تکامل در کارایی، آن‌ها را مرتب کنیم. از طرفی ممکن است در مواردی، به علت نبود محصول مناسب جهت تکامل‌تدریجی فناوری‌ها، با شکاف احتمالی مواجه شویم. در این صورت با پیشنهاد محصولی جدید سعی می‌کنیم تکامل فناوری‌ها را ملایم و تدریجی در نظر بگیریم. از مجموع محصولات برتر به همراه محصولات پیشنهادی در این مرحله تحت عنوان "محصولات نهایی" یاد می‌کنیم.

پس از آن‌که چینش نسل‌های فناوری‌های نوع (الف) به همراه ارتباطات با محصولات متناظر انجام شد، ماتریس محصولات نهایی-فناوری‌های نوع (ب) را جهت تعیین کارایی مورد نیاز نسل‌های مختلف فناوری‌های نوع (ب) متناسب با محصولات نهایی تشکیل می‌دهیم. خروجی این مرحله نسل‌هایی از فناوری‌های نوع (ب) می‌باشد که لزوماً به ترتیب افزایش کارایی روی نقشه راه چیده نخواهند شد، بلکه متناسب با نیاز محصولات نهایی روی نقشه راه قرار می‌گیرند.

۳-۴- تدوین لایه منابع و برنامه‌های تحقیق و توسعه

تا این مرحله چیدمان محصولات و فناوری‌ها به همراه ارتباطات آن‌ها با یکدیگر انجام گرفته است. پس از این مرحله متناسب با فناوری‌های نوع (الف) بایستی پروژه‌های تحقیق و توسعه‌ای پیش‌بینی گردد و مطالعات مربوط به فراهم آوردن زیرساخت‌های مورد نیاز برنامه‌ریزی شوند. همچنین جهت تهیه فناوری‌های نوع (ب) مطابق با ترتیب زمانی بدست آمده بایست پیش‌بینی‌های لازم نظیر ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده، برنامه‌ریزی شده و متناظر با برنامه‌های اجرایی تخصیص منابع مورد نیاز صورت پذیرد. پس از تعیین انواع پروژه‌های مورد نیاز جهت اکتساب فناوری‌ها، برنامه‌های مربوط به نیروی انسانی مورد نیاز و بودجه‌بندی، متناسب با این پروژه‌ها قابل ارائه خواهد بود.

¹Technology Performance

²Product Attributes

۴- نمونه موردی: کشتی هوایی ارتفاع بالا

اكتساب فناوری کشتی هوایی ارتفاع بالا در ایران، از آن جا که توانمندی پایه آن در کشور موجود نیست از مضامین رفع شکاف فناورانه است. لذا مطابق با الگوی پیشنهادی، نقشه راه فناوری برای رفع این شکاف تدوین گشت که در ادامه به توضیح مراحل مختلف این فرایند می پردازیم. این بخش بر اساس تحقیقی است که قبلا انجام شده است [۲۰].

۴-۱- مراحل مقدماتی

در مرحله نخست از فرایند تدوین نقشه راه فناوری کشتی هوایی ارتفاع بالا، به شناخت قلمرو و حد و مرزها پرداختیم. در این بخش از طریق پرسشنامه و طی جلسه‌ای حضوری با برخی خبرگان صنعت، اهداف اصلی، افق زمانی، مخاطبین اصلی و منابع موجود جهت تدوین نقشه راه شناسایی شدند. در جدول ۱ خلاصه نتایج قلمرو سنجی نقشه راه را ملاحظه می فرمایید. طبق الگوی اجرایی شناسایی فنی، نیازسنجی و شناسایی محصولات برتر نیز توسط تیم متخصص صورت پذیرفت که مهم‌ترین خروجی آن در قالب محصولات برتر و بر اساس مشخصات عملکردی این محصولات در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱: نتایج مرحله قلمروسنجی در تدوین نقشه راه فناوری کشتی هوایی ارتفاع بالا

اهداف اصلی	<ul style="list-style-type: none"> - تبیین شکاف فناوری میان وضعیت موجود و مطلوب - تعیین ویژگیهای مطلوب در کشتی هوایی - مشخص شدن مهم‌ترین حوزه‌های علمی و فناوری کشتی هوایی - تعیین رابطه‌ی میان فناوری‌ها، محصولات و کاربردهای مختلف آن محصولات در کشتی هوایی
افق زمانی/محصول نهایی	<ul style="list-style-type: none"> - ده ساله/کشتی هوایی با محموله ۲۵۰ کیلوگرم، ارتفاع پروازی ۲۰ کیلومتر و ماندگاری ۲ هفته تا ۶ ماه
مخاطبین اصلی	<ul style="list-style-type: none"> - نیروهای عملیاتی دفاعی و نظامی - سیاست‌گذاران سازمان‌های دولتی و بخش خصوصی - سازمان‌های دفاعی فعال در بخش هوافضا - اپراتورها و کاربران محصولات هوافضایی
منابع موجود	<ul style="list-style-type: none"> - اسناد بالادستی بخش هوافضا - مشارکت خبرگان و فعالان صنعتی - اسناد جهانی، مقالات و مدارک ثبت اختراع

جدول ۲: محصولات برتر شناسایی شده در مرحله مقدماتی تدوین نقشه راه فناوری کشتی هوایی ارتفاع بالا

شماره ۷	شماره ۶	شماره ۵	شماره ۴	شماره ۳	شماره ۲	شماره ۱	محصولات برتر
شماره ۷	شماره ۶	شماره ۵	شماره ۴	شماره ۳	شماره ۲	شماره ۱	محصولات برتر
۱۷ کیلومتر	۱۷ کیلومتر	۱۷ کیلومتر	۱۷ کیلومتر	۳ تا ۵ کیلومتر	۱ تا ۳ کیلومتر	۱ کیلومتر	ارتفاع پروازی
بیش از ۱ ماه	بیش از ۱ ماه	بیش از ۱ ماه	۱ هفته تا ۱ ماه	زیر ۱ روز	زیر ۱ روز	زیر ۱ روز	ماندگاری
بیش از ۱ تن	تا ۱ تن	تا ۲۵۰ کیلوگرم	تا ۲۵۰ کیلوگرم	تا ۲۵۰ کیلوگرم	تا ۵۰ کیلوگرم	تا ۵۰ کیلوگرم	وزن محموله

۴-۲- تدوین راهبرد توسعه فناوری در حوزه کشتی هوایی ارتفاع بالا

پس از اجرای مراحل مقدماتی، بر اساس الگوی اجرایی به تدوین راهبرد توسعه فناوری‌های حوزه کشتی هوایی ارتفاع بالا پرداختیم. فرایند اجرایی این بخش تا حدود بسیاری مشابه فرایندی است که پیش از این در زمینه تدوین راهبرد توسعه فناوری پیل سوختی در کشور انجام شده بود [۱۹]. نخست نگاشتی از زیرفناوری‌های حوزه کشتی هوایی با تکیه بر اطلاعات جهانی شامل ۸ مدرک ثبت اختراع و ۳۳ مدرک مطالعاتی از ۸ کشور پیشرفته تهیه گردید. مجموعاً ۲۱۲ زیرفناوری شناسایی شد. از میان فناوری‌های شناسایی شده، ۱۴ فناوری به عنوان فناوری‌های راهبردی (STUS) انتخاب شدند.

سپس فناوری‌های راهبردی از ۴ منظر توانمندی، جذابیت، وضعیت روی چرخه حیات و پیش‌نیازهای فناورانه بررسی شدند. جهت این هدف، پرسشنامه‌ای حاوی ۲۹ پرسش در ۴ بخش ذکر شده تهیه شد. در ادامه، ۵۲ خبره در صنعت و دانشگاه

شناسایی گردید و جمعا ۸۰ پرسشنامه طی جلسات گروهی و فردی برای آن‌ها ارسال شد. پس از بازه‌ی زمانی ۲ ماهه، ۴۴ پرسشنامه از ۳۴ خبره برگردانده شد و تحلیل روی پرسشنامه‌های دریافتی انجام گرفت. نخست ۱۵ فناوری به طور مجزا و سپس در قالب ۶ جزء اصلی معماری راهبردی کشتی هواپیبررسی شد و راهبرد توسعه برای هر فناوری و بر اساس ماتریس مورین^۱ ارائه و در هر حوزه اولویت‌های سرمایه‌گذاری مشخص گردید. خلاصه نتایج این مرحله در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳: راهبردهای توسعه فناوری کشتی هوایی ارتفاع بالا

راهکارهای توسعه فناوری				راه دستیابی به فناوری	درجه اهمیت فناوری	عنوان فناوری		
تقویت ساماندهی و مدیریت	خرید سخت افزار	ارتقاء دانش فنی	آموزش نیروی انسانی			نام فناوری	حوزه	کد فناوری
	*	*	*	خرید محصول	پایه	مواد پلیمری لایه ای	پیکره	۱۱
*				توسعه درونزا	پایه	مواد کامپوزیتی پایه پلیمر (ترموپلاستیک-ترموست)		۱۲
***	*	*	*	توسعه درونزا	حیاتی	آبرودینامیک		۱۳
**	*	*	*	توسعه درونزا	حیاتی	سازه		۱۴
	*			خرید محصول	پایه	موتور الکتریکی	پیشران	۲۱
	**	**	***	خرید محصول	حیاتی	باتری شارژی خانواده لیتیوم (Li-Ion)	منبع ذخیره انرژی	۳۱
	*	*	**	توسعه درونزا	حیاتی	پیل سوختی (PEMFC)	۳۲	
	**	**	*	خرید محصول	پایه	سلولهای خورشیدی (کریستالی، سیلیکونی و ...)	واحد تامین انرژی	۴۱
	**	**	*	خرید محصول	پایه	سیستم چرخش سلولها به سمت نور مستقیم (عمودی)	۴۲	
***	*	*	*	توسعه درونزا	حیاتی	کنترل پایداری	کنترل	۵۱
***	*	*	*	توسعه درونزا	حیاتی	ناوبری و کنترل مسیر و ارتفاع (شامل ارسال به و بازگشت از ارتفاع عملیاتی)		۵۲
				توسعه درونزا ×	حیاتی	سیستم مدیریت و گردش جریان هوا	سیستمهای جانبی	۶۱
	*	*			پایه	سیستم ضد یخ زدگی و رطوبت زدایی		۶۲
	*		*	توسعه درونزا ×	پایه	سیستم مدیریت دما و فشار		۶۳

× تصمیم نهایی منوط بر اعمال نظر بیشتر کارشناسان

۳-۴- تدوین لایه فناوری و ارتباطات آن با لایه محصول (بازار)

همانگونه که گفته شد خروجی اصلی مرحله قبل شناسایی فناوری‌های راهبردی در دو نوع (الف) و (ب) بود. ۹ فناوری راهبردی بایستی از طریق توسعه درونزا کسب شوند و ۶ فناوری راهبردی دیگر، از مسیر خرید محصول فناوری تامین خواهند شد. در این قسمت بر اساس الگوی پیشنهادی ماتریس محصولات برتر-فناوری‌های نوع (الف) را جهت تشخیص روند تکامل این فناوری‌ها روی نقشه راه تشکیل دادیم. در این ماتریس کارایی مورد نیاز هر فناوری برای پاسخ به هر یک از محصولات برتر توسط متخصصین فنی حاضر در تیم اجرایی مورد بررسی و شناسایی قرار گرفت. نتایج این بررسی در جدول ۴ آمده است.

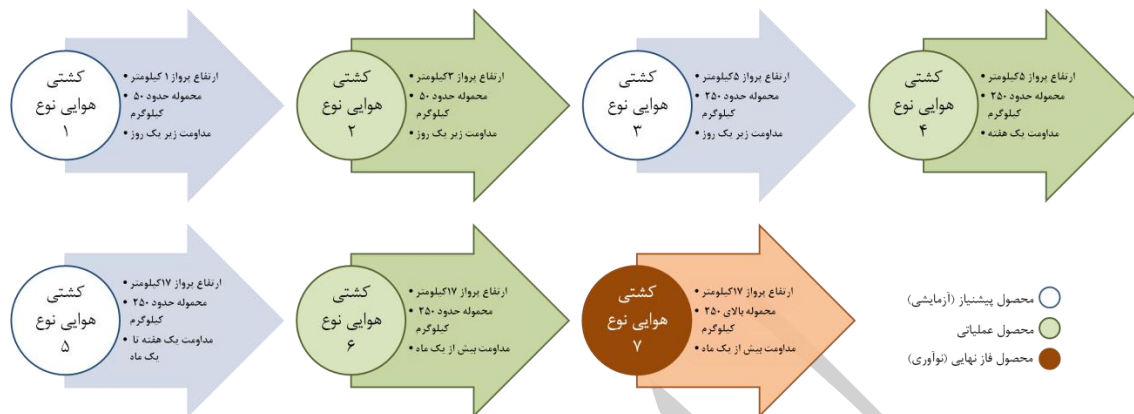
¹Morin

جدول ۴: ماتریس محصولات برتر - فناوری های نوع (الف) (**: فناوری های حیاتی)

ردیف	فناوری	مشخصات عملکردی فناوری	محصولات برتر خانواده کشتی هوایی								
			محصول برتر شماره ۱ ارتفاع پرواز: ۱ کیلومتر ماندگاری: زیر ۱ روز محموله: تا ۵۰ کیلوگرم	محصول برتر شماره ۲ ارتفاع پرواز: ۳ تا ۱۰ کیلومتر ماندگاری: زیر ۱ روز محموله: تا ۵۰ کیلوگرم	محصول برتر شماره ۳ ارتفاع پرواز: ۳ تا ۵ کیلومتر ماندگاری: زیر ۱ روز محموله: تا ۲۵۰ کیلوگرم	محصول برتر شماره ۴ ارتفاع پرواز: ۱۷ کیلومتر ماندگاری: ۱ هفته تا ۱ ماه محموله: تا ۲۵۰ کیلوگرم	محصول برتر شماره ۵ ارتفاع پرواز: ۱۷ کیلومتر ماندگاری: بیش از ۱ ماه محموله: تا ۱۰۰۰ کیلوگرم	محصول برتر شماره ۶ ارتفاع پرواز: ۱۷ کیلومتر ماندگاری: بیش از ۱ ماه محموله: تا ۱۰۰۰ کیلوگرم	محصول برتر شماره ۷ ارتفاع پرواز: ۱۷ کیلومتر ماندگاری: بیش از ۱ ماه محموله: بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم		
۱	مواد جداره	نشستی	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	بسیار کم	در حد صفر	در حد صفر	بسیار کم	بسیار کم	بسیار کم
		استحکام به وزن	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار بالا
۲	آیرودینامیک	مقاومت دمایی	عدم نیاز	عدم نیاز	عدم نیاز	مهم است	بسیار مهم است	بسیار مهم است	بسیار مهم است	بسیار مهم است	بسیار مهم است
		مقاومت در برابر UV	عدم نیاز	عدم نیاز	عدم نیاز	مهم است	بسیار مهم است	بسیار مهم است	بسیار مهم است	بسیار مهم است	بسیار مهم است
۳	کنترل پایداری	نسبت برآ به پسا متاثر از حجم محفظه	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار بالا
		نسبت برآ به پسا متاثر از تلفات مصرفی	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار بالا
۴	ناویری و کنترل ارتفاع	حفظ وضعیت قبلی در جریانات	سرعت جریان تا ۲۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان تا ۲۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان تا ۲۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان ۲۰ تا ۳۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان ۲۰ تا ۳۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان ۲۰ تا ۳۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان ۲۰ تا ۳۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان ۲۰ تا ۳۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان ۲۰ تا ۳۰ متر بر ثانیه
		دقت در عبور از جریانات امکان عبور از جریانات بین ۵ تا ۱۷ کیلومتر	سرعت جریان تا ۱۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان تا ۱۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان تا ۱۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان ۲۰ تا ۳۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان ۲۰ تا ۳۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان ۲۰ تا ۳۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان ۲۰ تا ۳۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان ۲۰ تا ۳۰ متر بر ثانیه	سرعت جریان ۲۰ تا ۳۰ متر بر ثانیه
۵	سازه	محفظه چند بخشی	عدم نیاز	عدم نیاز	عدم نیاز	مورد نیاز	مورد نیاز	مورد نیاز	مورد نیاز	مورد نیاز	مورد نیاز
		سازه درونی	ساده	ساده	متوسط	پیچیده	پیچیده	پیچیده	پیچیده	پیچیده	پیچیده
۶	پیل سوختی	نگهداری	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	بسیار مهم است	بسیار مهم است	بسیار مهم است	بسیار مهم است	بسیار مهم است	بسیار مهم است
		تعمیر شرایط آب و هوایی	عدم نیاز به پیل سوختی (استفاده از باتری)	عدم نیاز به پیل سوختی (استفاده از باتری)	عدم نیاز به پیل سوختی (استفاده از باتری)	عدم نیاز به پیل سوختی (استفاده از باتری)	بایست مد نظر قرار گیرد	بایست مد نظر قرار گیرد	بایست مد نظر قرار گیرد	بایست مد نظر قرار گیرد	بایست مد نظر قرار گیرد
۷	مدیریت جریان هوا	تعداد و حجم بالونت ها	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	پیچیده	پیچیده	پیچیده	پیچیده	پیچیده	پیچیده
		عملکرد مناسب در شرایط دمایی	عدم نیاز به سیستم ضد یخزدگی	عدم نیاز به سیستم ضد یخزدگی	عدم نیاز به سیستم ضد یخزدگی	سخت	سخت	سخت	سخت	سخت	سخت
۸	مدیریت دما و فشار	طول عمر	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	حداقل مشخصه عملکردی	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
		توانایی ایجاد شرایط مساعد دما و فشار در ارتفاع ۱۷ کیلومتر	توانایی ایجاد شرایط مساعد دما و فشار در ارتفاع ۱۷ کیلومتر	توانایی ایجاد شرایط مساعد دما و فشار در ارتفاع ۱۷ کیلومتر	توانایی ایجاد شرایط مساعد دما و فشار در ارتفاع ۱۷ کیلومتر	توانایی ایجاد شرایط مساعد دما و فشار در ارتفاع ۱۷ کیلومتر	توانایی ایجاد شرایط مساعد دما و فشار در ارتفاع ۱۷ کیلومتر	توانایی ایجاد شرایط مساعد دما و فشار در ارتفاع ۱۷ کیلومتر	توانایی ایجاد شرایط مساعد دما و فشار در ارتفاع ۱۷ کیلومتر	توانایی ایجاد شرایط مساعد دما و فشار در ارتفاع ۱۷ کیلومتر	توانایی ایجاد شرایط مساعد دما و فشار در ارتفاع ۱۷ کیلومتر

با کمی دقت در نتایج بدست آمده، به نکات مهمی می توان دست یافت. همانگونه که ملاحظه می گردد، در جهش از محصول برتر شماره ۳ به ۴، سه فناوری بایستی از دو جهش همزمان عبور کنند. فناوری مواد جداره در دو مشخصه عملکردی نشستی و مقاومت دمایی، از حداقل کیفی بدون عبور از نشستی کم (قابلیت نگهداری گاز تا یک هفته) و مقاومت دمایی متوسط (در دمای عملیاتی ارتفاع ۵ کیلومتر برای حدود یک هفته)، بایستی به نشستی بسیار کم (قابلیت نگهداری گاز تا یک ماه) و مقاومت دمایی بالا (در دمای عملیاتی ارتفاع ۱۷ کیلومتر برای یک ماه) برسد. فناوری آیرودینامیک نیز بدون تجربه بهبود نسبت برآ به پسا متاثر از توان مصرفی برای ماندگاری یک هفته ای بایست به ماندگاری یک ماه برسد. همچنین سیستم ضد یخ زدگی بدون تجربه ارتفاع ۵ کیلومتر بایست برای ارتفاع ۱۷ کیلومتر پاسخگو باشد. این جهش های بلند در این مقطع، ایجاب می کند برای گذر منطقی در طول زمان محصولی جدید تعریف گردد، به طوری که ضمن حفظ روند رشد منطقی برای فناوری ها دارای کاربرد نیز باشد. لذا، محصولی میانی در ارتفاع ۵ کیلومتر، با محموله حدود ۲۵۰ کیلوگرم و ماندگاری یک هفته ای تعریف می گردد، تا روند رشد تمامی فناوری ها، ملایم و مثمر تر گردد. لازم به ذکر است مابقی فناوری ها برای محصول پیشنهادی دارای مشخصات کیفی قبل هستند. از طرفی محصولات برتر شماره ۶ و ۷ از لحاظ فناوری کاملاً مشابهند، بنابراین دو محصول در نقشه راه روی زمان انتهایی، در قالب یک محصول معرفی خواهند شد.

همچنین، با دقت در فناوری های محصولات برتر ۱ و ۲ ملاحظه می گردد تمام مشخصه های فناوری در این دو محصول دارای حداقل کیفی بوده و عامل مجزا کننده، تنها فناوری کنترل در جریانات ۱۰ یا ۲۰ متر بر ثانیه است. از طرفی با بررسی دقیق متوجه می شویم محصول برتر شماره ۲ همان محصول برتر شماره ۱ با اعمال تغییراتی جزئی است. لذا می توان محصول برتر شماره ۱ را به عنوان پیش نیاز (محصول آزمایشی) برای محصول برتر شماره ۲ و محصول برتر شماره ۲ را که با محصول بعدی از لحاظ طراحی به کلی متفاوت است و نیازمند تغییرات اساسی است، به عنوان محصول عملیاتی معرفی کرد. با انجام چنین تحلیلی برای محصولات دیگر سه محصول عملیاتی به همراه سه محصول پیش نیاز و یک محصول در نقطه انتهای نقشه راه به عنوان نوآوری شناسایی گردیدند که در شکل ۳ آن ها را ملاحظه می کنیم.



شکل ۳: محصولات نهایی (عملیاتی و آزمایشی) نقشه راه به ترتیب زمانی

تا این مرحله محصولات نهایی به ترتیب زمانی روی نقشه راه مشخص شده‌اند، در مرحله بعد به تخمین ملزومات فناوری‌هایی که بایست محصولشان را خریداری کرد، برای کاربرد در محصولات نهایی پرداختیم. از طرفی هنگام خرید محصول فناوری نیز بایست مشخصات کلیدی به دقت بررسی شوند. در ادامه با تشکیل ماتریس محصولات نهایی-فناوری‌های نوع (ب) کارایی مورد نیاز این فناوری‌ها را برای پاسخگویی به محصولات نهایی تخمین زدیم که نتایج آن به طور خلاصه در جدول ۵ آمده است. بر اساس نتایج این بخش نسل‌های مختلف هر فناوری نوع (الف) و (ب) و روند تکامل آن‌ها روی نقشه راه فناوری بدست آمد.

جدول ۵: ماتریس محصولات نهایی-فناوری‌های نوع (ب)

ردیف	فناوری	مشخصات عملکردی فناوری	محصولات نهایی روی نقشه راه فناوری						
			کشتی هوایی نوع ۱ ارتفاع پرواز: ۱ کیلومتر ممانده‌گاری: زیر ۱ روز محموله: تا ۵۰ کیلوگرم	کشتی هوایی نوع ۲ ارتفاع پرواز: ۱ تا ۳ کیلومتر ممانده‌گاری: زیر ۱ روز محموله: تا ۵۰ کیلوگرم	کشتی هوایی نوع ۳ ارتفاع پرواز: ۳ تا ۵ کیلومتر ممانده‌گاری: زیر ۱ روز محموله: تا ۲۵۰ کیلوگرم	کشتی هوایی نوع ۴ ارتفاع پرواز: ۲ تا ۵ کیلومتر ممانده‌گاری: یک هفته تا یک هفته محموله: تا ۲۵۰ کیلوگرم	کشتی هوایی نوع ۵ ارتفاع پرواز: ۵ کیلومتر ممانده‌گاری: یک هفته تا یک ماه محموله: تا ۲۵۰ کیلوگرم	کشتی هوایی نوع ۶ ارتفاع پرواز: ۱۷ کیلومتر ممانده‌گاری: بیش از ۱ ماه محموله: تا ۲۵۰ کیلوگرم	کشتی هوایی نوع ۷ ارتفاع پرواز: ۱۷ کیلومتر ممانده‌گاری: بیش از ۱ ماه محموله: بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم
۱	سلول خورشیدی	چگالی سطحی	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	کم	کم	بسیار کم
		طول عمر	کم	کم	کم	زیاد	زیاد	بسیار زیاد	بسیار زیاد
		تحمل شرایط آب و هوایی	مهم نیست	مهم نیست	مهم نیست	تا حدودی مهم است	تا حدودی مهم است	مهم است	مهم است
۲	سیستم چرخش سلولهای خورشیدی	تحمل اشعه ماوراء بنفش	مهم نیست	مهم نیست	مهم نیست	مهم نیست	تا حدودی مهم است	مهم است	مهم است
		میزان افزایش بارده	عدم نیاز	عدم نیاز	عدم نیاز	عدم نیاز	عدم نیاز	افزایش ۳۰ درصدی با محور چرخش یک بعدی (پیشنهاده)	افزایش ۳۶ درصدی با محور چرخش دو بعدی (پیشنهاده)
۳	باتری شارژی خانواده لیتیم	چگالی توان	متوسط	متوسط	بالا	بالا	بالا	بالا	بسیار بالا
		طول عمر	کم	کم	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد	بسیار زیاد
		تحمل شرایط آب و هوایی	مهم نیست	مهم نیست	مهم نیست	تا حدودی مهم است	مهم است	بسیار مهم است	بسیار مهم است
۴	الکتروموتور	نسبت تراست به وزن	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	بالا
		تحمل شرایط آب و هوایی	معمولی	معمولی	معمولی	تا حدودی مهم	بسیار مهم	بسیار مهم	بسیار مهم

۴-۴- تدوین لایه منابع و برنامه‌های تحقیق و توسعه و ترسیم نقشه راه فناوری کشتی هوایی ارتفاع بالا

تا این مرحله، لایه‌های بازار، محصول و فناوری در نقشه راه فناوری کشتی هوایی شناسایی شده و مورد ارزیابی قرار گرفته و ارتباطات لایه فناوری و محصول به همراه گره‌ها مشخص گردیده است. در مرحله بعد فرایند نهایی در تدوین نقشه راه انجام می‌گیرد که در مورد کشتی هوایی ارتفاع بالا نیز انجام گرفت. در لایه بالایی برای تمام محصولات نهایی، نوع کاربری

همچنین، در این فرایند مشاهده شد بسیاری از ابزارها و تکنیک‌های مدیریتی نظیر تحلیل بازار، راهبرد فناوری و نگاشت فناوری‌ها چگونه و در کجابه خدمت گرفته می‌شوند. نیز در این مسیر فرایندی جهت تشخیص روند توسعه فناوری متناسب با محصولات مورد نیاز بازار تدوین گردید. فرایند پیشنهادی برای اکتساب فناوری کشتی هوایی ارتفاع بالا در ایران به کار گرفته شد و نقشه راه فناوری تدوین شده با این فرایند، تصدیقی بر کاربردی و اجرایی بودن فرایند پیشنهادی است. از این فرایند می‌توان در تمام مواردی که هدف، رفع شکاف فناورانه برای اکتساب یک سامانه فناورانه مشخص است، استفاده نمود. از طرفی واضح است فرایند ارائه شده مانند تمام مطالعات دیگر، همواره قابلیت بهبود و توسعه دارد. در اینجا تمرکز بر روی رفع شکاف فناورانه در حوزه‌ای مشخص و در سطح ملی بوده و لذا برنامه‌ریزی متناسب با آن ارائه شده است. لیکن، در صورتی که رفع شکاف فناورانه برای سازمان مد نظر باشد، نیاز به تحلیل‌هایی برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب حوزه‌های مناسب‌تر، پیش از فرایند مذکور احساس شده و ملزم به بهبود در جزئیات ارائه شده خواهیم بود.

تشکر و قدردانی

در انتها، مراتب قدردانی خود را از اعضای گروه ایرشیپ شرکت تدبیرگران سامانه‌های انرژی، مهندس کامیار معتقدالحق، مهندس آزاده شریعتی، مهندس امین ترابی و کلیه اعضای محترم آن شرکت، که به سرانجام رسیدن این مطالعه، بدون همراهی و حضور آن‌ها بسیار دشوار می‌نمود، اعلام می‌داریم.

مراجع

- [1] Sungjoo Leea, Sungryong Kangb, YeSeuk Parkb, Yongtae Park (2007). *Technology roadmapping for R&D planning: The case of the Korean parts and materials industry*, Technovation 27, p.433-445.
- [2] Phaal, R., Farrukh, C.J., Probert, D.R.(2001). *Technology Roadmapping: Linking Technology Resources to Business Objectives*, Center of Technology Management, University of Cambridge, Cambridge.
- [3] Phaal, R., Farrukh, C.J., Probert, D.R.(2004). *Technology roadmapping - a planning framework for evolution and revolution*, Technological Forecasting and Social Change 71 (1-2), 5-26.
- [4] Nakamura, K., Aoki, T., Hosoya, M., Fukuzawa, Y., Kameoka, A.(2006). *A roadmapping practice for enhancing the Japanese engineering service towards advanced IT network age*, In: Proceedings of the IAMOT'06, Shenyang.
- [5] Holmes, C., Ferrill, M.(2005). *The application of operation and technology roadmapping to aid Singaporean SMEs identify and select emerging technologies*, Technological Forecasting and Social Change 72 (3), 349-357.
- [6] Phaal, R., Farrukh, C.J., Probert, D.R.(2005). *Developing a technology roadmapping system*, In: Proceedings of the PICMET'05, Portland.
- [7] R. Brown, R. Phaal (2001). *The use of technology roadmaps as a tool to manage technology developments and maximise the value of research activity*, IMechE Mail Technology Conference (MTC), Brighton.

- [8] Albright, R.E. and Kappel, T.A. (2003). *Roadmapping in the Corporation*, Research Technology Management, pp. 31-40.
- [9] Willyard, C.H. and McClees, C.W. (1987). *Motorola's Technology Roadmapping Process*, Research Management, pp. 13-19.
- [10] Phaal, R., Farrukh, C.J.P. and Probert, D.R. (2004). *Customizing Roadmapping*, Research Technology Management, pp. 26-37.
- [11] Albright, R.E. and Kappel, T.A. (2003). *Roadmapping in the Corporation*, Research Technology Management, pp. 31-40.
- [12] Kostoff, R.N. and Schaller, R.R. (2001). *Science and Technology Roadmaps*, IEEE Transactions of Engineering Management, pp. 132-143.
- [13] Phaal, R., et al. (2003). *Customizing the Technology Roadmapping Approach*, Proceedings of Portal International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), Portland.
- [14] Robert Phaal, Clare J.P. Farrukh, David R. Probert (2004). *Technology roadmapping-A planning framework for evolution and revolution*, Technological Forecasting & Social Change, 71.
- [15] Carlota Perez, *Catching-up in Technology: Entry Barriers and Windows of Opportunity*, UNIDO-Ministry of Industry, Caracas and SPRU, University of Sussex, Brighton.
- [16] Linsu Kim, *Crisis Construction and Organizational Learning: Capability Building in Catching-up at Hyundai Motor*, Korea University, Seoul, Korea.
- [17] Baruch Raz, Gerald Steinberg, Andrew Ruina, *A Quantitative Model of Technology Transfer and Technological Catch-up*.
- [18] Hax A.C., Majluf N.S. (1996). *The Strategy Concept & Process: A Pragmatic Approach*, Prentice Hall.
- [19] آراستی محمدرضا، باقری مقدم ناصر، ایران خواه عبدالله، هاشمی جلال الدین، رادپور سعیدرضا (۱۳۸۷)، «فناوری پیل سوختی و هیدروژن، اولویت‌ها و استراتژی‌های توسعه در کشور»، انتشارات علم و ادب.
- [20] مهاجرین اصفهانی پیام (۱۳۸۹)، «تدوین نقشه راه فناوری کشتی هوایی ارتفاع بالا بر اساس طراحی مفهومی یک سامانه»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی هوافضا، دانشگاه صنعتی شریف.

Technology Roadmapping for Technological Catch-up: The Case of High Altitude Airship in Iran

Payam Mohajerin Esfahani^{1,*}, Karim Mazaheri², Mehdi Baharlou³

Fakur Energy Systems Research Center, Tehran, Iran, payam3006@gmail.com

Sharif University of Technology, Tehran, Iran, mazaheri@sharif.ir

Fakur Energy Systems Research Center, Tehran, Iran, m_baharloo@yahoo.com

Abstract

Technology Roadmap (TRM) is one of the most powerful management tools to support planning for technological catch-up. Clearly, providing a framework to guide firms, organizations or governments in their technological catch-up in detail, is especially useful for, and thus has been widely used in their current strategic activities focus on targets and visions. In spite of this popularity, the fact that only few practical guidelines are offered towards building TRM makes it appear to have limited flexibility in terms of building process and final outputs. To overcome these limitations and facilitate the spread of TRM technique, we focus on the TRM for catching-up purposes, and propose a systematic process and detailed procedures with inputs/outputs for building TRM. We also provide a guideline to predict technology trends and attempt to integrate existing management tools with the TRM process. The proposed framework is applied to the airship technology acquisition planning process of Iran's government program. While the report is specific to the airship technology criteria, the proposed framework can be generalized to other industries with the goal of technological catch-up.

Keywords: Technology Roadmap, Technological Catch-up, Technology Trend, Technology Strategy, High Altitude Airship.

^{1,*} MSc. in Aerospace from Sharif University of Technology

² Faculty Member of Aerospace Department in Sharif University of Technology

³ MSc. in Aerospace, Researcher in Ayandehandishan Technology and Strategic Management Research Center