

الگوی اکتساب فناوری در صنعت قطعه سازی هوایی در شرایط تحریم

عرفان خسرویان^۱، محمدحسین صبورا^۲، مهدی محمدی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۲۶

چکیده:

صنعت هوایی نقش قابل توجهی در ترسیم توسعه ی اقتصادی کشور دارد و سرمایه گذاری به موقع و به اندازه در آن تضمین کننده ی رشد اقتصادی در درازمدت میباشد. همچنین توسعه و پیشرفت در صنعت هوایی منجر به تقویت روحیه خودباوری ملی به عنوان یکی از عناصر قدرت نرم شده و سرریز دانش آن موجب توسعه سایر صنایع پیشرفته می گردد. با توجه به اهمیت صنعت هوایی، انجام مطالعات مفصل جهت طراحی الگوی توسعه فناوری این صنعت ضروری بنظر می رسد تا سیاستهای مالی و حمایتی مناسب و کارآمدی را برای توسعه ی این صنعت فراهم گردد. با این وجود تحریم های بین المللی باعث شده است که تعیین سیاست های مناسب برای انتقال بین المللی فناوری هوایی کار چندان آسانی نباشد و انتخاب سیاست های مناسب به عنوان یک مولفه اقتدارساز ملی به عنوان بخش مهمی از فرایند انتقال فناوری مدنظر قرار گیرد. دراین تحقیق ابتدا الگوی اکتساب فناوری با رویکرد تحریم با استفاده از الگوهای موجود در منابع علمی و مصاحبه با خبرگان طراحی می شود سپس این الگو به روش تاپسیس فازی برای زنجیره منتخب فناوری های سازه و بدنه کامپوزیتی در قطعه سازی هوایی پیاده شده و با توجه به میزان جذابیت و توانمندی های موجود در شرایط تحریم در ارتباط با روش مناسب اکتساب آن تصمیم گیری شده است.

واژگان اصلی: اکتساب فناوری، رشد و توسعه فناوری، صنعت قطعه سازی هوایی، تحریم.

۱. استادیار گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
erfankhosravian@pnu.ac.ir

۲. استادیار دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران.

۳. استادیار دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران

تولیدکنندگان اصلی توسط تأمین کنندگان رده دوم که مسئول تهیه تجهیزات و سامانه هایی نظیر موتورها، سامانه های کنترل پرواز، سامانه سوخت و ... هستند، پشتیبانی می شوند. به عبارت دیگر، در سطح دوم زنجیره تأمین، تولیدکنندگان بخش هایی همچون سامانه های نیروی محرکه مانند شرکت های جنرال الکتریک، پرت اند ویتنی^۱ یا رولز رویس^۲ و یا تولیدکنندگان دستگاه های الکتریکی آن بورد، نظیر هانی ول^۳ در ایالات متحده آمریکا و سکستنت اویونیک^۴ در فرانسه قرار دارند؛ و نیازهای شرکت های رده اول را برطرف مینمایند. در نهایت رده ی سوم زنجیره تأمین، شامل تولیدکنندگان زیرمونتازی هایی از قبیل قطعات الکترونیکی، سامانه های هیدرولیک و قطعات بدنه هواپیما میباشد (گزارش ایرباس ۲۰۲۳).

در جدول ۱ خلاصه نکات فوق به صورت خلاصه بیان شده است.

جدول ۱- رده بندی شرکتهای زنجیره تأمین در صنعت هوایی

رده	فعالیت کلیدی	شرکتهای فعال
۱	مونتازکاران بدنه هواپیما، پیمانکاران اصلی یا OEM ها و طراحی و بازاریابی محصولات	ایرباس، بل هلیکوپتر تکسترون، بوئینگ بومباردیر و ...
۲	تهیه و ساخت تجهیزات و سامانه هایی نظیر موتورها، سامانه های کنترل پرواز، سامانه سوخت و ...	جنرال الکتریک، پرت اند ویتنی، رولز رویس و ..
۳	تولید زیرمجموعه هایی از قبیل قطعات الکترونیکی، سامانه های هیدرولیک و قطعات بدنه هواپیما	

نکته مهم در خصوص این ساختار هرمی زنجیره تأمین این است که دانش معمولاً از بالا به پایین جریان دارد، اما برخی اطلاعات از پایین به بالا حرکت می کنند و هر چه از نوک هرم به سمت قاعده هرم حرکت میکنیم بر تعداد شرکت های فعال در این حوزه صنعتی افزوده میشود.

¹ Pratt & Whitney

² Rolls-Royce

³ Honeywell

⁴ Sextant Avionique

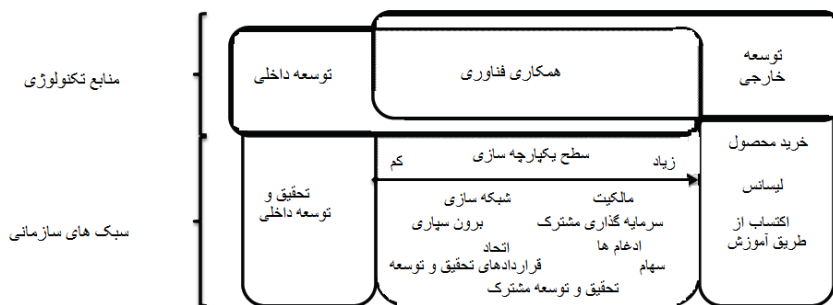
پیشینه تحقیق

شرکت‌ها بدلائیل مختلفی تمایل به اکتساب فناوری دارند که چهار دلیل اصلی بدین منظور وجود دارد: قابلیت‌های فناورانه توسعه، گزاره‌های استراتژیک توسعه، دستیابی به بهبود کارایی و پاسخ به محیط رقابتی (فوردر، پروبرت ۲۰۱۰). شرکت‌ها ممکن است قابلیت‌ها و منابع داخلی برای توسعه دانش فناوری داشته باشند که این دانش فناوری برای پشتیبانی استراتژی‌های کسب و کار فنی و مهارتی یا استراتژیک مورد نیاز است؛ اما ممکن است لازم باشد تا این دانش فناوری از منابع خارجی کسب شود (استاک، اتاتیکن ۲۰۰۸).

ممکن است فناوری از راه‌های مختلفی بدست آید، بعنوان مثال توسط مهارت افراد تازه کار، انجام توسعه مشارکتی با سایر سازمان‌ها یا با خرید کسب و کاری که حق بهره‌برداری فناوری را حفظ می‌کند. (گرگوری ۱۹۹۵، جونز و همکاران ۲۰۰۱، رنف و لرد ۲۰۰۲، ون هاوریک ۲۰۰۲، ستیندامار و همکاران ۲۰۱۰).

منابع مشترک فناوری شامل مشتری‌ها، تامین‌کنندگان، رقبا، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی عمومی می‌باشد (آرانز و همکاران ۲۰۰۸). همچنین، اکتساب فناوری توسعه یافته خارجی، بوسیله مکانیزم‌هایی همچون سرمایه‌گذاری مالی مخاطره‌آمیز، اتحاد فناوری، سرمایه‌گذاری مشترک، هلدینگ، اکتساب و ادغام‌ها قابل مدیریت می‌باشد (ون د وراوند و همکاران ۲۰۰۹). شکل ۲ مروری بر سبک‌های سازمانی و منابع جهت اکتساب فناوری را ارائه می‌دهد.

شکل ۲- سبک‌های سازمانی و منابع جهت اکتساب فناوری



منبع: Chiesa, Manzini 1998

اکتساب فناوری نیاز به مجموعه فناوری‌ها و تصمیمات دارد که از تعریف فناوری مورد نیاز جهت پیاده‌سازی دانش فناوری تا عملیات فعلی یا محصول جدید را شامل می‌شود (دورانی و

همکاران ۱۹۹۹، بینز ۲۰۰۴، دیام و همکاران ۲۰۰۸) جهت دستیابی به اکتساب فناوری کارآمد، شرکت ها علاوه بر موفقیت در شناسایی و تطبیق فناوری، نیاز به بکارگیری فناوری در اهداف عملی

جدول ۲- ادبیات اکتساب فناوری

نام نویسنده	ابعاد
فورد پروبرت ۲۰۱۰	قابلیت های فناورانه توسعه، گزاره های استراتژیک توسعه، دستیابی به بهبود کارایی و پاسخ به محیط رقابتی
گرگوری ۱۹۹۵، جونز و همکاران ۲۰۰۱، رنف و همکاران ۲۰۰۲، ون هاوریک ۲۰۰۲، ستیندامار و همکاران ۲۰۱۰	پشتیبانی استراتژی های کسب و کار فنی و مهارتی یا استراتژیک، کسب دانش فناوری از منابع خارجی
آرانز، و همکاران ۲۰۰۸	مشتری ها، تامین کنندگان، رقیب، دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی عمومی به عنوان منابع مشترک فناوری
ون در راند و همکاران ۲۰۰۹	مدیریت اکتساب فناوری توسعه یافته خارجی، بوسیله مکانیزم هایی همچون سرمایه گذاری مالی مخاطره آمیز، اتحاد فناوری، سرمایه گذاری مشترک، هلدینگ، اکتساب و ادغام ها
دورانی و همکاران ۱۹۹۹، بینز ۲۰۰۴، دیام و کوکاوگلو ۲۰۰۸	دامنه اکتساب فناوری از تعریف فناوری مورد نیاز جهت پیاده سازی دانش فناوری تا عملیات فعلی یا محصول جدید
دورانی و همکاران ۱۹۹۹	تعریف نیازمندی های تکنولوژی
ستیندامار و همکاران ۲۰۱۰	دستیابی به اکتساب فناوری کارآمد، موفقیت در شناسایی و تطبیق فناوری، نیاز به بکارگیری فناوری در اهداف عملی
بینز ۲۰۰۴	شناسایی فناوری های در دسترس
بینز ۲۰۰۴	ارزیابی فناوری و انتخاب منابع
ستیندامار و همکاران ۲۰۱۰	قابلیت های فناوری که متناسب با نیازهای شرکت باشد و قابلیت اعتماد به تامین کنندگان
بینز ۲۰۰۴	مذاکره
ستیندامار و همکاران ۲۰۱۰	تایید گزاره کسب و کار، آماده سازی توافق قراردادی و مذاکره نمودن درباره محدوده تعامل با تامین کنندگان
بینز ۲۰۰۴	پیاده سازی
ستیندامار و همکاران ۲۰۱۰	رسیدن به محصول نهایی، حل نمودن مسائل عملیاتی جهت دستیابی به کارایی مورد انتظار

نیز دارند. در جدول ۲ خلاصه ادبیات اکتساب فناوری به اختصار آورده شده است.

الگوی پیشنهادی

در این قسمت با بهره‌گیری از نظرات ارائه شده در ادبیات و نیز تعیین ملاحظات خبرگان صنعت هواپیما سازی ایران الگوی مناسبی برای تعیین روش مناسب اکتساب فناوری ارائه می‌شود. فرایند این الگو در شکل ۳ نشان داده شده است.

شکل ۳- الگوی پیشنهادی اکتساب فناوری در شرایط تحریم



در این الگو هر یک از فناوری‌های کاندیدا شده با استفاده از معیارهای جذابیت و توانمندی ارزیابی می‌شوند. ارزیابی جذابیت فناوری بر تحلیل بیرونی فناوری‌ها تاکید داشته و فارغ از توانمندی‌های داخلی در حوزه هوایی و بر مبنای راهبردها و ماهیت فناوری اقدام به ارزیابی می‌کند. منظور از جذابیت، داشتن ارزش افزوده و بازده اقتصادی، تطابق بالا با استراتژی محصول، روند سریع توسعه فناوری و تاثیر تسلط بر فناوری بر جذب مشتری شامل ترکیب بهینه خدمات، زمان و قیمت است. هرچه فناوری مهمتر باشد جذابیت بیشتری دارد.

با مشورت با خبرگان و مرور ادبیات ابعاد جدول ۳ جهت تدوین جذابیت و توانمندی فناوریها، ارزیابی سطح مورد انتظار (ایده آل) از تسلط به فناوری و ارزیابی ابعاد مختلف توان فناورانه در دو سطح آزمایشگاهی و صنعتی ادر نظر گرفته شد.

جدول ۳- الگوی پیشنهادی اکتساب فناوری

ردیف	ابعاد
کاندیدا شدن فناوری	
۱	گسترده‌گی کاربرد فناوری
۲	امکان کاربرد فناوری در صنایع دیگر
۳	سهم فناوری مورد نظر در فراهم کردن زمینه دستیابی به فناوریهای دیگر (فناوریهای جدید)
۴	ریسک جایگزینی
۵	لزوم سرمایه گذاری
۶	مزیت رقابتی
۷	تسلط به دانش پایه و مبانی علمی فناوری
۸	توان طراحی و تولید در مقیاس صنعتی
۹	توان طراحی و تولید در مقیاس آزمایشگاهی
۱۰	امکان تهیه و بکارگیری فناوری بصورت آماده
۱۱	تسلط به دانش پایه و مبانی علمی فناوری
۱۲	توان بکارگیری فناوری یا محصول آن در هواپیما
۱۳	عدم وجود یا کمبود منابع مالی برای توسعه فناوری
۱۴	نوظهور بودن فناوری و عدم آگاهی کافی نسبت به آن
۱۵	ضعف در دانش فنی و اطلاعات مورد نیاز برای فناوری
۱۶	ضعف در سخت افزار مورد نیاز برای فناوری
۱۷	ضعف در هماهنگی میان اجزاء فناوری (مشکلات سازماندهی و مدیریت)
۱۸	سخت افزار موجود در کشور در دو سطح آزمایشگاهی و صنعتی
۱۹	دانش فنی، اطلاعات و نرم افزارهای موجود در کشور در دو سطح آزمایشگاهی و صنعتی
۲۰	نیروی انسانی متخصص
۲۱	وضعیت بازار
۲۲	قابلیت حفاظت از فناوری
۲۳	ضرورت دستیابی سریع به فناوری

انتخاب کانال مناسب	
دوره عمر فناوری	۲۴
اثر رقابتی فناوری (اثر استراتژیک)	۲۵
اهمیت بازار فناوری	۲۶
ضرورت تملک فناوری	۲۷
توانایی نسبی بنگاه در فناوری	۲۸
ریسک فنی (عدم آشنائی با فناوری)	۲۹
ضرورت و اهمیت یادگیری از منبع بیرونی	۳۰
اهمیت اختصاصی و انحصاری بودن فناوری	۳۱
اهمیت هزینه تکنولوژی	۳۲
زمان دستیابی به تکنولوژی	۳۳
انتخاب مکانیزم مناسب	
انعطاف‌پذیری	۳۴
هزینه‌ها و زمان ایجاد همکاری	۳۵
ریسک همکاری	۳۶
میزان کنترل بر نتایج	۳۷
میزان کنترل بر فعالیتها	۳۸
افق همکاری زمانی	۳۹
اهمیت تاثیر بر منابع	۴۰

لازم به ذکر است که معیارهای ارائه شده تنها معیارهای موجود برای اکتساب فناوری نیستند بلکه معیارهایی هستند که به نظر میرسد امکان سنجش فناوریها به کمک آنها (یا امکان جمع آوری اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی) در صنعت هواپیماسازی وجود دارد.

روش تحقیق

این پژوهش، از رویکرد ترکیبی برای پاسخ به پرسش های تحقیق استفاده می کند. در این پژوهش برای طراحی الگوی اکتساب، ابتدا مولفه های کیفی الگوی در منابع و مصاحبه با خبرگان

بررسی شده و سپس با استفاده از داده های کیفی، به توصیف ویژگی های اجزای الگو می پردازد. سپس داده ها از طریق توزیع پرسشنامه جمع آوری شده واز طریق تصمیم گیری چند معیاره به روش تاپسیس فازی بررسی می گردد و اثر معیارهای موجود در الگو مورد نظر نمایان می شود.

با توجه به ماهیت اطلاعات مورد نیاز فناوریهای منتخب از یکسو و در دسترس نبودن اطلاعات کافی بصورت مکتوب یا الکترونیکی، بین حوزه ای بودن و تعدد فناوریهای منتخب جهت ارزیابی، و ماهیت کیفی اطلاعات مورد نیاز، نظرسنجی کارشناسی برای ارزیابی فناوری ها در مقایسه با روشهای دیگر جمع آوری اطلاعات انتخاب گردید.

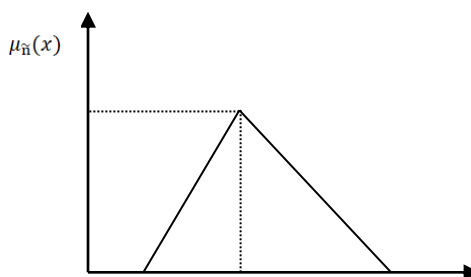
پس از آن، جهت پی بردن به جنبه های مورد بررسی در معیارها، داده های کیفی مورد تحلیل قرار می گیرد، فرآیند مصاحبه در میان متخصصان در بخش سازه های هوایی نیز طراحی و اجرا شد. پس از پیمایش، افراد مورد نظر جهت مصاحبه انتخاب گردیدند. با توجه به طی شدن مرحله پیمایش از طریق پرسشنامه، امکان ارائه اطلاعات عمیق تر به مصاحبه شونده نیز محقق شد. از مزایای روش مذکور این است که در ابتدا پیمایش به محقق اجازه می دهد تا به مجموعه ای گسترده تر از مشارکت کنندگان دسترسی داشته باشد و فرآیند مصاحبه، دیدگاه فردی عمیق تر را تضمین می کند، (دانایی فرد و همکاران، ۱۳۸۳) و بینشی جامع تر در رابطه با اکتساب فناوری و عوامل موثر بر آن در صنعت قطعه سازی هوایی ایجاد می کند و سبب تعمیق و تفسیر بهتر نتایج حاصل از بخش کمی تحقیق می شود. همچنین سبب ارائه ی تفسیر و تشریح جامع تری از مدل می شود که با روش کمی تنها، امکان پذیر نبود. لذا با ترکیب این دو می توان به نتایج مناسب تری رسیده و به سوالات تحقیق با جامعیت بیشتری پاسخ داد. برای جمع آوری داده ها از روش نظرسنجی کارشناسی برای دستیابی به اطلاعات مورد نیاز تحقیق استفاده شده است و از بین روشهای موجود نیز روش پرسشنامه و مصاحبه از ارجحیت بیشتری در مقایسه با سایر روشها برخوردار گردید. آنجا که احتمال ناسازگاری در پاسخهای کمی و کیفی کارشناسان وجود دارد، تعدادی سوال کنترلی طراحی شد تا بدین ترتیب بتوان پاسخهای دریافتی از کارشناسان را کنترل نمود.

برای پیشگیری از ابهام ناشی از عدم قطعیت در تصمیم گیری از اعداد فازی مثلثی استفاده شد.

یک عدد فازی مثلثی که با $\tilde{A} = (a, b, c)$ نشان داده می شود. پارامترهای a ، b و c به ترتیب

نشانگر کمترین ارزش ممکن، محتمل ترین ارزش و بیشترین ارزش ممکن یک رویداد فازی را توضیح می دهند. در شکل ۴ یک عدد فازی مثلثی نشان داده شده است (چن ۲۰۰۰).

شکل ۴- نمایش عدد فازی مثلثی



که در آن تابع عضویت $\mu_{\tilde{A}(x)}$ به صورت زیر تعریف می شود:

$$\mu_{\tilde{A}(x)} = \begin{cases} 1, & \text{if and only if } X \in A \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

حال اگر $\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ و $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ دو عدد فازی مثلثی باشند، آنگاه

فاصله ی بین این دو عدد به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]}$$

همچنین $\tilde{m} = \tilde{n}$ می باشد به شرطی که $m_1 = n_1, m_2 = n_2, m_3 = n_3$ باشد.

در این پژوهش از مطابق جدول ۴ یک مقیاس کلامی هفت درجه ای به جای اعداد قطعی برای

تعیین وزن شاخص ها و همچنین رتبه بندی گزینه ها استفاده شده است.

جدول ۴: مقیاس کلامی هفت درجه ای جهت رتبه بندی گزینه ها

متغیر زبانی	معادل فازی
خیلی ضعیف (Very poor)	(0, 0, 1)
ضعیف (Poor)	(0, 1, 3)
ضعیف تا متوسط (Medium poor)	(1, 3, 5)
متوسط (Fair)	(3, 5, 7)
تقریباً خوب (Medium good)	(5, 7, 9)
خوب (Good)	(7, 9, 10)
خیلی خوب (Very good)	(9, 10, 10)

چن (۲۰۰۰) یک مقیاس زبانی هفت درجه را برای امتیازدهی به هر گزینه براساس هر معیار، پیشنهاد می دهد. همچنین از ماتریس تصمیم می توان برای رتبه بندی میزان اهمیت معیارها با تکنیکی مانند انترویی نیز استفاده کرد. در ارزیابی الگوهای اکتساب و رتبه بندی آنها از روش تاپسیس فازی معمولاً از مقیاس هفت درجه استفاده با گام زیر استفاده می شود.

گام ۱: گزینه های اکتساب فناوری را به عنوان گزینه های تصمیم را مشخص می گردد.

گام ۲: شاخص های ارزیابی گزینه های تصمیم را تعیین می شود. (بدین منظور از نظرات خبره ها نیز می توان استفاده کرد)

گام ۳: حل ایده آل مثبت فازی (fuzzy positive-ideal solution , FPIS) و ایده آل منفی فازی (fuzzy negative-ideal solution , FNIS) را برای هر شاخص مشخص می شود.

گام ۴: متغیرهای کلامی اهمیت وزنی شاخص ها و گزینه های تصمیم را با توجه به هر شاخص تعیین می شود. (بدین منظور از نظرات خبره ها نیز می توان استفاده کرد)

گام ۵: با استفاده از نظرات خبرگان اهمیت وزنی (\tilde{W}_j) شاخص ها (C_j) را با استفاده از متغیرهای زبانی تعیین می شود.

گام ۶: امتیاز هر تصمیم در هر شاخص را با استفاده از متغیرهای زبانی خبرگان تعیین می شود.

گام ۷: متغیرهای زبانی را به اعداد فازی مثلثی تبدیل و ماتریس تصمیم با وزن فازی برای هر معیار بدست می آید.

گام ۸: وزن (\tilde{W}_j) شاخص J ام (C_j) را با استفاده از نظرات خبرگان که در مراحل قبلی جمع آوری شده را با استفاده از فرمول زیر محاسبه کنید:

$$\tilde{W}_j = \frac{1}{l} [\tilde{W}_{j1} + \tilde{W}_{j2} + \dots + \tilde{W}_{jk} + \dots + \tilde{W}_{jl}] \quad j = 1, 2, \dots, n \quad k = 1, 2, \dots, l$$

که در آن \tilde{W}_{jk} نشان دهنده‌ی وزنی است که خبره‌ی k ام به شاخص J ام داده است.

گام ۹: امتیاز \tilde{x}_{ij} گزینه تصمیم i ام تحت شاخص J ام را با استفاده از فرمول زیر محاسبه کنید:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{l} [\tilde{x}_{ij1} + \tilde{x}_{ij2} + \dots + \tilde{x}_{ijk} + \dots + \tilde{x}_{ijl}] \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad k = 1, 2, \dots, l$$

که در آن \tilde{x}_{ijk} نشان دهنده‌ی وزنی است که خبره‌ی k ام به شیوه‌ی تصمیم i ام تحت شاخص J ام داده است.

گام ۱۰: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی، اگر متغیرهای کلامی را با اعداد فازی مثلثی

توضیح دهیم، در این صورت $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ و $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ ، که می‌توان

ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمال شده $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$ را بصورت زیر تشکیل داد که در آن C ، B مجموعه معیارهای سود و هزینه می‌باشند:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad j \in B$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{a_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{c_{ij}} \right), \quad j \in C$$

$$a_j^- = \max_i c_{ij} \quad j \in B$$

$$a_j^- = \min_i a_{ij} \quad j \in C$$

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{11} & \dots & \tilde{r}_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{r}_{m1} & \dots & \tilde{r}_{mn} \end{bmatrix}$$

گام ۱۱: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمال وزن‌داده شده

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot) \tilde{w}_j$$

گام ۱۲: فاصله‌ی هر تصمیم را در هر شاخص از حل ایده‌آل مثبت فازی FPIS (fuzzy

positive-ideal solution) و حل ایده‌آل منفی فازی FNIS (fuzzy negative-ideal

solution) محاسبه می‌شود:

$$(FPIS, A^+) \quad as \quad A^+ = (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+) \quad where \quad \tilde{v}_j^+ = (1, 1, 1)$$

$$(FNIS, A^-) \quad as \quad A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad where \quad \tilde{v}_j^- = (0, 0, 0)$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

فاصله‌ی هر تصمیم از A^+ و A^- بصورت زیر قابل محاسبه می‌باشد:

$$d_{ij}^+ = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+), \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$d_{ij}^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

که $d(\dots, \dots)$ فاصله‌ی بین دو عدد فازی است.

گام ۱۳: ضریب موفقیت (SC) گزینه‌های تصمیم در هر شاخص را بصورت زیر محاسبه می‌شود:

شود:

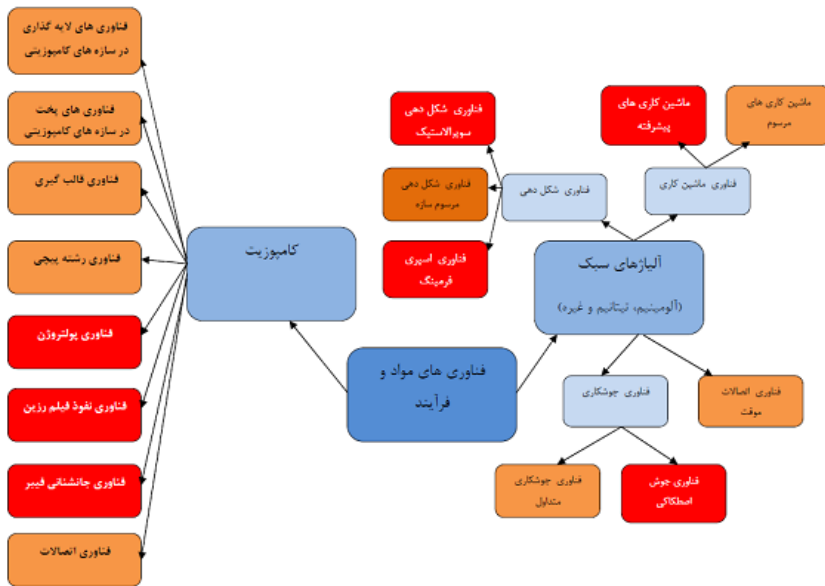
$$SC_{ij} = \frac{d_{ij}^+}{d_{ij}^- + d_{ij}^+}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

گام ۱۴: با توجه به هدف و محدودیت‌های تصمیم‌گیری در مورد انتخاب گزینه‌ی بهینه را

انتخاب می‌گردد.

یافته‌های پژوهش

شکل ۶- درخت فناوریهای قطعه سازی هوایی



در جدول ۵ زنجیره فناوری های منتخب جهت اکتساب آمده است.

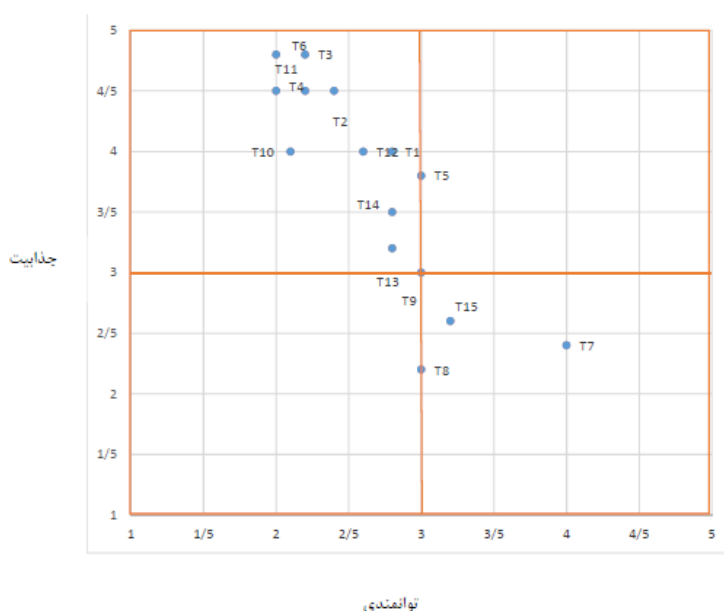
جدول ۵-زنجیره فناوری های منتخب

نام فناوری	ID TECH	نام فناوری	ID TECH
فناوری لایه گذاری پاششی	T9	فناوری پوشش دهی فلزات سبک	T1
فناوری رشته پیچی	T10	فناوری لیزرپینینگ	T2
فناوری پوتروژن	T11	فناوری متالورژی پودر	T3
فناوری قالب گیری با انتقال رزین	T12	فناوری شکل دهی سوپر الاستیک	T4
فناوری قالبگیری حرارتی SMC Sheet Molding Compound	T13	فناوری قالبگیری حرارتی BMC bulk Molding Compound	T5
فناوری قالبگیری با کیسه و خلا	T14	فناورهای ماشین کاری پیشرفته	T6

فناوری های اتصالات سازه های فیزی	T7
	T8
فناوری های مرسوم های لایه گذاری در سازه های کامپوزیتی	T15
فناوری های اتصالات سازه های کامپوزیتی	

تحلیل موقعیت ابر نقاط موقعیت مجموعه فناوری ها در ماتریس "جذابیت-توانمندی" در شکل ۷، هر فناوری در ماتریس "جذابیت - توانمندی" به کمک یک نقطه نمایش داده شده است. موقعیت هر یک از فناوری ها در ماتریس مذکور می تواند در تعیین استراتژی فناوری موثر باشد.

شکل ۷- تحلیل موقعیت ابر نقاط موقعیت مجموعه فناوری های فرایندی سازه و بدنه



مطابق شکل ۷، از آنچه از تحلیل کلی ابر نقاط مجموعه فناوری ها دیده می شود می توان استنباط کرد که توان کشور در رابطه با عموم فناوری ها در ماتریس ضعیف یا متوسط است. اما جذابیت این فناوری ها بالاست. باید علل ضعف کشور در فناوری ها که می تواند در بین تمام آنها مشترک باشد را بررسی نمود. شاید برطرف کردن این ضعف نیازمند اتخاذ یک تصمیم کلی باشد. این تصمیم حتی می تواند از جنس استراتژی فناوری نباشد.

با این حال نتایج نشان می دهد که کشور که هنوز در ابتدای راه بوده و نکته ای که بر آن تاکید

می شود استراتژی بهبود انتخابی برای این حوزه فناوری است . به بیان دیگر، کشور ناچار است در این فناوری ها دست به انتخاب بزند و استراتژی " بهبود انتخابی " را پیشه خود سازد.

مطابق شکل بالا از آنچه از تحلیل کلی زنجیره فناوری ها دیده می شود می توان استنباط کرد که هر دو عامل توانمندی و شدت تلاشها پایین بوده و توسعه فناوری به سرعت از بین می رود.

ناحیه (۱): فناوری‌هایی که در این ناحیه قرار می‌گیرند از جذابیت بالایی برخوردار نبوده و توانمندی صنعت نیز در آنها پایین است. این فناوریها غیر مهم (یا غیر ضروری) تلقی می‌گردند و بنابراین، استراتژی مناسب صنعت در قبال این فناوریها این است که آنها را به شرکتهای دیگر واگذارد و فعالیتی در مورد آنها صورت ندهد.

ناحیه (۲): فناوری‌های این ناحیه از جذابیت بالایی برخوردارند و بنابراین مهم هستند، ولی توان صنعت در آنها ناچیز است. دو استراتژی متفاوت در این ناحیه قابل تصور است. اول اینکه صنعت در این زمینه خدمات صنعت‌های موفق استفاده کند، دوم اینکه شرکت به تقویت توانمندیهای خود در زمینه این فناوریها پردازد.

ناحیه (۳): فناوری‌های این ناحیه جذابیت بالایی ندارند ولی توانمندی صنعت در آنها زیاد است. به دلیل تسلط صنعت بر این فناوری‌ها، استراتژی مناسب می‌تواند واگذاری آنها به شرکت‌های دیگر یا استفاده از آنها در محصولات دیگر باشد.

ناحیه (۴): فناوری‌های این ناحیه از اهمیت زیادی برخوردارند زیرا جذابیت بالایی دارند و در عین حال توان صنعت نیز در آنها بالاست. استراتژی مناسب برای فناوریهای مذکور این است که اولاً با اولویت بالایی در فهرست اکتساب قرار گیرند و ثانياً به دلیل توانی که صنعت در زمینه آنها دارد بصورت تحقیق و توسعه داخلی یا مشارکتی کسب شوند.

پس از پایان فاز یک می توان در ارتباط با مناسب بودن یا نبودن فناوری از منظر سرمایه گذاری برای اکتساب تصمیم گیری کرد. اما در ارتباط با روش مناسب اکتساب نمی توان تصمیم گیری کرد. لذا در این مرحله فعالیت فاز دو آغاز می شود.

در جدول ۶ نمونه نظرات خبرگان در زنجیره فناوری های منتخب بصورت گزاره های زیبایی فازی بیان شده است.

جدول ۶: نظرات خبرگان به صورت گزاره های عددی فازی

Decision Makers ↓ Criterion →	C1	C2	C3	C4	C5	C6	...	C38	C39	C40
E1	(0, 0.1, 0.3)	(0.7, 0.9, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.9, 1, 1)	(0.1, 0.3, 0.5)	....	(0.7, 0.9, 1)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.5, 0.7, 0.9)
E2	(0, 0.1, 0.3)	(0, 0, 0.1)	(0, 0.1, 0.3)	(0, 0, 0.1)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.9, 1, 1)	....	(0, 0.1, 0.3)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)
E3	(0.7, 0.9, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1)	(0, 0.1, 0.3)	(0.9, 1, 1)	....	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.7, 0.9, 1)	(0.1, 0.3, 0.5)
E4	(0, 0, 0.1)	(0.7, 0.9, 1)	(0, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)	....	(0.7, 0.9, 1)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.1, 0.3, 0.5)
E5	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.9, 1, 1)	(0.7, 0.9, 1)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.5, 0.7, 0.9)	....	(0.7, 0.9, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.5, 0.7, 0.9)
E6	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0.7, 0.9, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)	....	(0.9, 1, 1)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.1, 0.3, 0.5)
E7	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.9, 1, 1)	(0.1, 0.3, 0.5)	....	(0, 0.1, 0.3)	(0.7, 0.9, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)
E8	(0, 0.1, 0.3)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0, 0.1, 0.3)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.7, 0.9, 1)	....	(0, 0, 0.1)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.1, 0.3, 0.5)
E9	(0.1, 0.3, 0.5)	(0, 0.1, 0.3)	(0.7, 0.9, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0, 0, 0.1)	....	(0.5, 0.7, 0.9)	(0, 0.1, 0.3)	(0.1, 0.3, 0.5)
E10	(0, 0, 0.1)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1)	(0, 0.1, 0.3)	(0, 0, 0.1)	....	(0.7, 0.9, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.1, 0.3, 0.5)

در جدول ۷ اولویت انتخاب کانال مناسب اکتساب فناوری در سه سناریو توسعه داخلی فناوری، توسعه مشارکتی با سایر تامین کنندگان و برون سپاری و امتیاز هر کانال با استفاده از روش تاپسیس فازی بیان شده است.

جدول ۷: اولویت انتخاب کانال مناسب اکتساب فناوری

ID Tech	عمر دوره تکنولوژی	اثر رقابتی تکنولوژی (اثر اسرائیل/ایک)	اهمیت بازار تکنولوژی	ضرورت تملک تکنولوژی	توانایی نسی بنگاه در تکنولوژی	ریسک فنی(عدم آشنایی با فناوری)	ضرورت و اهمیت یادگیری از منبع بیرونی	اهمیت اقتصادی و انحصاری بودن تکنولوژی	اهمیت مزین تکنولوژی	زمان به دستایی تکنولوژی	کانال اقتساب
T1	11.03	9.27	12.38	13.75	8.79	11.03	9.24	8.61	5.70	10.19	توسعه درونزا
T2	9.55	8.00	9.87	9.40	10.04	12.95	7.65	8.24	11.09	13.21	توسعه درونزا
T3	9.55	8.02	9.84	9.40	10.06	12.97	7.65	8.24	11.08	13.19	توسعه مشارکتی
T4	13.20	11.74	8.36	9.12	8.18	9.82	8.59	12.03	7.00	11.95	توسعه مشارکتی
T5	6.98	9.97	10.25	12.85	9.77	11.25	11.31	9.71	9.91	7.98	توسعه درونزا
T6	6.68	11.88	11.18	11.26	12.23	12.63	11.66	7.81	6.63	8.05	توسعه مشارکتی
T7	12.01	10.94	7.26	10.99	11.12	11.07	8.65	11.37	8.07	8.53	خرید
T8	9.65	8.88	10.59	8.83	9.11	10.66	9.30	11.70	8.53	12.75	خرید
T9	14.46	10.28	6.09	8.58	10.95	7.50	13.32	10.28	8.44	10.11	خرید
T10	11.04	9.26	12.37	13.76	8.80	11.04	9.26	8.60	5.69	10.19	توسعه مشارکتی
T11	6.85	10.36	9.48	11.35	11.49	9.94	7.90	12.79	9.78	10.06	توسعه مشارکتی
T12	6.85	10.40	9.49	11.36	11.48	9.96	7.87	12.81	9.76	10.03	توسعه مشارکتی
T13	6.99	9.98	10.25	12.84	9.78	11.24	11.31	9.71	9.91	7.98	توسعه درونزا
T14	6.85	10.36	9.48	11.35	11.49	9.94	7.90	12.79	9.78	10.06	توسعه درونزا
T15	7.01	10.03	10.24	12.85	9.71	11.20	11.31	9.71	9.93	8.01	خرید
توسعه درونزا			توسعه مشارکتی				خرید محصول فناوری				
T1, T2, T5, T13, T14			T3, T4, T6, T10, T11, T12				T7, T8, T9, T15				

در جدول ۸ برای کانال اکتساب توسعه مشارکتی با توجه به ابعاد آن مکانیزم مناسب اکتساب برای هر فناوری پیشنهاد شده است.

جدول ۸: مکانیزم مناسب اکتساب برای توسعه مشارکتی فناوری های منتخب

ID Tech	انطباق پذیری همکاری	هزینهها و زمان ایجاد همکاری	ریسک همکاری	میزان کنترل بر نتایج	میزان کنترل بر فعالیتهای	افق زمانی همکاری	اهمیت تاثیر بر منابع سازمان	مکانیزم اکتساب
T3	19.13	17.01	12.12	13.22	11.85	14.23	12.44	اتحاد، ایجاد شبکه، تحقیق و توسعه مشترک، نا برون سپاری (قرارداد تحقیق و توسعه)
T4	16.82	17.07	14.05	10.17	15.34	14.79	11.77	اتحاد، ایجاد شبکه، تحقیق و توسعه مشترک، نا برون سپاری (قرارداد تحقیق و توسعه)
T6	14.62	18.22	16.40	12.27	11.64	14.62	12.24	اتحاد نا سرمایه گذاری مشترک (کنسرسیوم)
T9	15.89	13.26	15.80	13.17	13.61	14.40	13.87	برون سپاری (قرارداد تحقیق و توسعه) نا سرمایه گذاری مشترک (کنسرسیوم)
T10	14.15	19.20	14.62	13.93	14.88	11.86	11.35	سرمایه گذاری مشترک تحقیق و توسعه مشترک
T11	9.68	13.87	14.16	17.75	13.43	15.48	15.63	سرمایه گذاری مشترک (کنسرسیوم)
T12	9.64	17.75	15.54	13.78	13.50	14.16	15.62	اتحاد اتحاد، ایجاد شبکه، تحقیق و توسعه مشترک

جمع بندی و نتیجه گیری

صنعت هوایی با بازار جهانی گسترده و با رشد بالا یکی از صنایع راهبردی و با فناوری برتر در دنیا شناخته می شود. از اینرو با توجه به اهمیت راهبردی حضور در لبه های فناوری، سرریزهای فراوان به سایر بخش ها و اشتغال زایی فراوان این بخش، در سالهای اخیر تمرکز سیاست گذاران توسعه فناوری در کشور به این بخش معطوف شده است و بر لزوم ارتقای فناوری در بنگاه های فعال در آن تاکید شده است.

این الگو برای زنجیره منتخب فناوری های سازه و بدنه کامپوزیتی پیاده شده و روش مناسب

اکتساب محاسبه گردید.

آنچه از تحلیل کلی ابرنقا مجموعه فناوریها دیده می شود می توان استنباط کرد که توان کشور در رابطه با عموم فناوری ها در ماتریس ضعیف یا متوسط است. اما جذابیت این فناوری ها بالاست. باید علل ضعف کشور در فناوری ها که می تواند در بین تمام آنها مشترک باشد را بررسی نمود. شاید برطرف کردن این ضعف نیازمند اتخاذ یک تصمیم کلی باشد. این تصمیم حتی می تواند از جنس استراتژی فناوری نباشد.

با این حال نتایج نشان می دهد که کشور که هنوز در ابتدای راه بوده و نکته ای که بر آن تاکید می شود استراتژی بهبود انتخابی برای این حوزه فناوری است. به بیان دیگر، کشور ناچار است در این فناوریها دست به انتخاب بزند و استراتژی "بهبود انتخابی" را پیشه خود سازد.

آنچه از تحلیل کلی زنجیره فناوری ها دیده می شود می توان استنباط کرد که هر دو عامل توانمندی و ظرفیت جذب نسبتاً پایین بوده و توسعه فناوری به سرعت از بین می رود. همچنین از منظر خبرگان و ذینفعان، موارد زیر به عنوان الزامات اکتساب فناوری توسعه صنعت قطعه سازی هوایی کشور عنوان شده اند:

- لزوم اتخاذ رویکرد سیستمی به فرایند اکتساب فناوری در صنعت هوایی
- لزوم تعریف صحیح جایگاه دولت در اکتساب فناوری و تبیین نحوه استفاده از ابزارهای حاکمیتی با تکیه بر کارکرد نهادهای توسعه ای
- لزوم ایجاد بازاری پایدار و کم ریسک؛ از طریق تحریک تقاضا، تضمین بازار و...
- کمک به شکل گیری شرکتهای بازاری ساز، بازاریاب
- لزوم اتخاذ رویکرد صادرات محور
- لزوم اهتمام ویژه به ارتقای توان طراحی و مهندسی
- ضرورت مشارکت فراگیر بازیگران و ذینفعان کلیدی در تدوین پروژه های هوایی
- ضرورت محوریت بخش خصوصی در شرایط تحریم

آشکار است که اثر مستقیم تحریم ها بر صنایع هوایی، محدود کردن آن ها در دسترسی به دانش خارجی و تخصص ها بوده است. این عامل سرعت روند اکتساب فناوری را کم کرده است، دومین اثر سو تحریم ها بر روی شرکت های ایرانی هزینه اضافی در اکتساب فناوری ها است. و از زمانی که تحریم های بین المللی جلوی همکاری با صنعت هواییماسازی ایران را گرفته است، قدرت

مذاکره و چانه زنی صنعت هواپیماسازی در فضای بین المللی تضعیف شده است. این دو فاکتور در مورد ایران، عواقب منفی تحریم های بین المللی بر روی صنایع هوایی است. مدل ارایه شده در این تحقیق می تواند با دو فاکتور توانمندی و جذابیت سیاستگذاری جامع اکتساب فناوری در شرایط تحریم را کاملاً واضح توضیح دهد تا سرمایه گذاری برای افزایش توانمندی فناوری های جذاب صورت گیرد و موانع توسعه درون زا آن برطرف گردد.

منابع

- دانایی فرد، حسن؛ الوانی، سید مهدی؛ آذر، عادل (۱۳۸۳). روش شناسی پژوهش در مدیریت: رویکردی جام، تهران، انتشارات صفار اشراقی.
- Airbus S.A.S. “Global Market Forecast (2000-2019).”. July 2023.
- Arranz, N. & Fernandez de Arroyabe, J.C., 2008. The choice of partners in R&D cooperation: An empirical analysis of Spanish firms. *Technovation*, 28(1-2), pp.88–100.
- Baines, T., 2004. An integrated process for forming manufacturing technology acquisition decisions, *International Journal of Operations & Production Management*, 24(5), pp.447–467.
- Cetindamar, D., Phaal, R. & Probert, D., 2010. *Technology management: activities and tools*, Hampshire, UK: Palgrave Mcmillan.
- Chiesa, V. & Manzini, R., 1998. Organizing for technological collaborations: a managerial perspective. *R&D Management*, 28(3), pp.199–212.
- Chen, CT · 2000, Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment, *Fuzzy Sets and Systems*, Volume 114, Issue 1, Pages 1-9
- Daim, T.U. & Kocaoglu, D.F., 2008. How Do Engineering Managers Evaluate Technologies for Acquisition? A Review of the Electronics Industry. *Engineering Management Journal*, 20(3), pp.44–52.
- Durrani, T.S., Forbes, S.M. & Broadfoot, C., 1999. An integrated approach to technology acquisition management. *International Journal of Technology Management*, 17(6), pp.597–618.
- Ford D., (1998), Develop Your Technology Strategy, Long Range Planning, Vol. 21, No. 5, October, pp. 85-94. In Khalil T. M., (2000), *Management of Technology: The Key to Competitiveness & Wealth Creation*, McGraw Hill
- Ford, S. & Probert, D., 2010. Why do firms acquire external technologies? Understanding the motivations for technology acquisitions. In *Technology Management for Global Economic Growth (PICMET)*. Phuket, pp. 1–9.
- Gregory, M. J., 1995. *Technology Management: A Process Approach*, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers 209, 347-356
- Hax A.C., Majluf N.S., 1996. *The Strategy Concept & Process: A Pragmatic Approach*, Prentice Hall.
- Jones, G., 2001. Determinants and performance impacts of external technology acquisition. *Journal of Business Venturing*, 16(3), pp.255–283.
- Pavcnik, N. , 2002. Trade disputes in the commercial aircraft industry. *World Economy* 25, 733– 751

- Ranft, A.L., Lord, M.D. & Carolina, N., 2002. Acquiring New Technologies and Capabilities: A Grounded Model of Acquisition Implementation. *Organization science*, 13(4), pp.420–441.
- Sabour, M., Mohammadi, M. & Khosravian, E., 2015. Challenges on Technology Acquisition Based on Absorptive Capacity of Composite Materials in Iran's aviation industry. *Indian Journal of science & Technology*, Volume 8, Issue 36.
- Sabour, M., Mohammadi, M. & Khosravian, E., 2016. Financial and Support Policies Enabling Absorptive Capacity and Technology Acquisition in Iran's Civil Aircraft Industry. *Modern Applied Science*, Volume 10, Issue 6.
- Sharif, N., 1998. Management of Technology Transfer & Development, APCTT. Strategic Destruction of the North American and European Commercial Aircraft Industry: Implications of the System Integration Business Model"; By David Pritchard and Alan MacPherson; Canada-United States Trade Center, Department of Geography, University at Buffalo, The State University of New York, Buffalo, NY 14261; <http://www.custac.buffalo.edu/>; June 2008.
- Van Den Bosch, F., R. Van Wijk, and H.W. Volberda, Absorptive capacity: Antecedents, models and outcomes. 2006.
- Van Haverbeke, W., Duysters, G. & Noorderhaven, N., 2002. External Technology Sourcing Through Alliances or Acquisitions: An Analysis of the Application- Specific Integrated Circuits Industry, *Technology*, 13(6), pp.714–733.
- Van de Vrande, V., VanHaverbeke, W. & Duysters, G., 2011. Additivity and complementarity in external technology sourcing: The added value of corporate venture capital investments. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 58(3), pp.483–496.
- WORLD TRADE ORGANIZATION; WT/DS316/1, G/L/697, G/SCM/D62/1, 12 October 2004; "EUROPEAN COMMUNITIES AND CERTAIN MEMBER STATES—MEASURES AFFECTING TRADE IN LARGE CIVIL AIRCRAFT"