

ارائه مدلی برای انتقال و جایگزینی فناوری های نو در سیستم های پرواز با در نظر گرفتن مدیریت ریسک

عبدالرحمان معاذاللهی^۱، عزت الله شهروسوند^۲

^۱ مدرس دانشگاه هوایی شهید ستاری، دانشکده پرواز دانشگاه هوایی شهید ستاری (نویسنده مسئول)

^۲ دانش آموخته رشته مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

علی‌رغم آنکه کشورمان به‌خصوص در سال‌های اخیر در صنایع هوایی به پیشرفت‌های قابل توجهی دست یافته است اما نمی‌توان نیاز فزاینده به فناوری‌های هوایی روز و پیچیده‌ی متعلق به سایر کشورها را کتمان کرد. دستیابی به این دستاوردها عمدتاً از مجرای فرایند انتقال فناوری و از طریق گسترش تعاملات تکنولوژیک با سایر کشورها امکان پذیر است. در مقاله حاضر، به کمک ماهیت شناسی انتقال تکنولوژی، یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی باهدف ایجاد چارچوبی کارا برای انتخاب صحیح نوع تکنولوژی و مسیر درست انتقال آن ارائه شده است. در این مدل، تصمیم‌گیری به نحوی صورت می‌گیرد که تکنولوژی منتخب دارای حداکثر مزیت و قابلیت تکنولوژیکی و حداقل ناسازگاری بین نیازها و قابلیت‌های عملکردی تکنولوژی باشد. اثرات ریسک‌ها و موانع انتقال تکنولوژی بر هر یک از مزیت‌ها و قابلیت‌های تکنولوژیکی به کمک ماتریس ریسک سنجیده شده است تا خالص مزیت‌ها و قابلیت‌های تکنولوژی محاسبه شود. مدل این امکان را به تصمیم‌گیران می‌دهد که با انتخاب روش مناسب مقابله با یک خطر، آن را رفع کرده و قابلیت عملکردی کسر شده (به‌واسطه وجود ریسک) را به تابع هدف بازگرداند؛ اما انتخاب هر تکنولوژی، روش انتقال آن و همچنین روش‌های مقابله با ریسک ملزم به وجود منابع است؛ لذا در این مدل با تعریف محدودیت منابع به ازای انتخاب هر تکنولوژی، روش انتقال آن و همچنین انتخاب روش یا روش‌های مناسب مقابله با ریسک‌ها بخشی از منابع (زمان، بودجه)، مصرف می‌شود تا تابع هدف را به بیشترین حد خود برساند. در این مدل محدودیت منابع به‌عنوان عاملی اثرگذار بر انتخاب نوع تکنولوژی در نظر گرفته شده است. مدل ریاضی ارائه شده که حاصل برقراری ارتباط معنادار بین فاکتورهای نیاز عملکردی، قابلیت عملکردی تکنولوژی، ریسک‌های انتقال تکنولوژی و روش‌های مقابله با آن‌ها است. در نهایت با انتخاب هشت تکنولوژی در حوزه هواپیماهای جت و با استخراج قابلیت‌های عملکردی، ریسک‌ها، هزینه‌های هر تکنولوژی و روش انتقال کارکرد مدل مورد ارزیابی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: انتقال تکنولوژی، صنایع هوایی، ریسک‌های انتقال تکنولوژی، مدل برنامه ریزی صفر و یک

۱. مقدمه

با توجه به اهداف استراتژیک و عملیاتی پیش روی شرکت‌ها، استفاده از تکنولوژی از اهمیت بسزایی برخوردار است، به نحوی که این تکنولوژی‌های منتخب هستند که اولویت‌های سرمایه‌گذاری سازمان را در فرآیند توسعه تکنولوژی مشخص می‌نمایند [۱] از سوی دیگر، استفاده‌کننده از تکنولوژی، لازم نیست حتماً مخترع آن باشد اختراعات ممکن است خارج از مرزهای شرکت اتفاق بیافتد، یا اگر در داخل شرکت اتفاق بیافتد امکان دارد که به یک بخش محدود شود؛ بنابراین انتقال تکنولوژی یک فرآیند ضروری برای اکثر استفاده‌کنندگان از تکنولوژی است [۲]. انتقال تکنولوژی فرآیند پیچیده و دشواری است که عدم قطعیت جز لاینفک آن است و بدون مطالعه و بررسی لازم نه تنها مفید نخواهد بود بلکه ممکن است علاوه بر هدر رفتن سرمایه و زمان، به تضعیف تکنولوژی بومی هم بیانجامد. لذا سازمان‌ها با ریسک‌هایی مواجه هستند که در صورت عدم شناسایی و ارائه راهکارهای مناسب در جهت مقابله با آن‌ها، می‌توانند اثرات مخربی را داشته باشند. طی هر یک از مراحل انتقال تکنولوژی، سازمان نیازمند تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت است. به عنوان مثال انتخاب پروژه انتقال تکنولوژی، انتخاب تکنولوژی، انتخاب دهنده/دهندگان و گیرنده/گیرندگان تکنولوژی و انتخاب روش انتقال تکنولوژی همه گام‌هایی هستند که در قبال هر کدام از آن‌ها باید تصمیم‌گیری شود [۳]. در واقع پس از انتخاب تکنولوژی موردنظر، شناخت صاحبان تکنولوژی، شیوه اکتساب تکنولوژی، روش‌های انتقال و شرکت‌های همکار، انتخاب و اولویت‌بندی روش‌های ممکن و مناسب انتقال تکنولوژی انجام می‌شود تا در مذاکره با دارندگان تکنولوژی بر روی روش مناسب پافشاری شود [۴] در تحقیقات گذشته مشخص شده است که کشورهای در حال توسعه فقط ۵ درصد تکنولوژی جهانی را تولید می‌کنند، لذا تولید داخلی تکنولوژی برای این کشورها مقرون به صرفه و عملی نیست و کشورهای در حال توسعه بیشتر به دنبال انتقال تکنولوژی از سایر کشورها می‌باشند [۵]

۲. فاکتورهای ضروری در انتقال تکنولوژی

لی و همکاران باهدف انتخاب شیوهی مناسب انتقال تکنولوژی پژوهشی را در یک شرکت نرم‌افزاری بزرگ در سنول کره جنوبی انجام دادند. در این پژوهش ۲۱ زیر معیار مهم و اصلی که در انتخاب شیوه و نوع تکنولوژی مطلوب، مؤثر است، شناسایی شده‌اند و به کمک تحقیقات تجربی گذشته، این زیر معیارها در پنج بعد قابلیت، استراتژی، تکنولوژی، بازار و عوامل محیطی گروه‌بندی شده‌اند [۱]. در پژوهشی دیگر که به منظور تعیین فاکتورهای مؤثر بر انتخاب شیوهی اکتساب تکنولوژی با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های تجربی در صنایع مرتبط با الکترونیک و دیجیتال در سه کشور آسیایی کره جنوبی، ژاپن و چین صورت پذیرفته است، فاکتورهای مؤثر بر شیوه و نوع تکنولوژی استخراج و معرفی شده‌اند. این فاکتورها شامل قابلیت‌های تکنولوژی، اندازه‌ی شرکت، تجارب قبلی و ارتباط تکنولوژیکی بوده و هر فاکتور نیز از تعدادی زیر معیار تشکیل شده است که به شرح دقیق‌تر، علمی‌تر و فنی‌تر آن معیارها پرداخته‌اند [۶]. شش سال قبل از لی، هم‌مرت طی تحقیقی با عنوان «تأثیر عوامل نهادی بر عملکرد اکتساب تکنولوژی شرکت‌های دارای تکنولوژی پیشرفته» به نتایج جالبی دست یافته بود. او در کشورهای آلمان و ژاپن به تعیین تفاوت‌های عمومی در میزان اهمیت نسبی فاکتورهای نهادی بر عملکرد اکتساب تکنولوژی شرکت‌ها پرداخت. ارزیابی اولیه چنین نشان می‌داد که فاکتورهای نهادی در کشورها و صنایع متفاوت دارای اهمیت‌های نابرابر و متفاوت هستند. بر اساس نتایج این پژوهش یافته‌های تجربی که از کشورهای خاصی حاصل گردیده به راحتی قابل استفاده و انتقال به سایر کشورها نیست؛ و همچنین برای صنایع متفاوت نیز قابل تعمیم نمی‌باشد. این پژوهش در شرکت‌های دارای تکنولوژی پیشرفته و در مقیاس بزرگ صورت گرفته است، نوع فعالیت و سطح تکنولوژی شرکت، بر فاکتورها اثر می‌گذارد و متعاقب آن

^۱Technology Acquisition^۲Lee et al^۳Hemmert

عملکرد اکتساب تکنولوژی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به شرکت‌ها و سازمان‌هایی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند، پژوهشگر پیشنهاد می‌کند که به‌منظور موفقیت و حمایت از تلاش‌های تحقیق و توسعه‌ای، اکتساب تکنولوژی و سیاست‌های علم و تکنولوژی می‌بایست به‌جای اقدامات غیرمستقیم همچون ایجاد شرایط عالی در تحصیلات تکمیلی در مراکز تحقیقاتی عمومی و دانشگاه‌ها به سمت اقدامات مستقیمی همچون سوبسید و یارانه به تحقیق و توسعه در شرکت‌ها اقدام کرد [۷]. در مرحله‌ی انتخاب و ارزیابی تکنولوژی بایستی شباهت، سازگاری و تضاد تکنولوژی را با شرایط موجود سنجید [۸]. بنت و همکارانش در سال ۱۹۹۹ چارچوبی برای ارزش‌گذاری تکنولوژی در دست انتقال ارائه داده‌اند. در این تحقیق، ارزش تکنولوژی محصول، وابسته به عملکرد فنی آن، به‌خصوص قابلیت اطمینان آن است [۹]. زندی و همکارانش در سال ۲۰۰۱ به ارائه‌ی مدل تکنومتریکی برای ارزیابی سطح پتانسیل تکنولوژی مدیریت برای انتقال یافتن اقدام کرده‌اند. این مدل بر پایه‌ی تحلیل عاملی به اندازه‌گیری سطح پیچیدگی تکنولوژی مدیریت می‌پردازد [۱۰]. درک این موضوع که برای تولید یک کالا چه تکنولوژی مناسب است و چه حمایت‌های صنعتی مورد نیاز است برای ما روشن می‌کند که چگونه برخی کشورها در توسعه‌ی صنعتی موفق می‌شوند و برخی شکست می‌خورند. مووری و نلسون بیان کرده‌اند که با وجود تفاوت سطح تکنولوژیکی در مطالعه مقایسه‌ای می‌توان انتظار عملکرد خلاف انتظار را داشت. سه نیاز تکنولوژیکی برای موفقیت ساخت هواپیما وجود دارد. اول مزیت نسبت به مقیاس، دوم سیستم یکپارچه‌ی تولید و سوم توسعه و سفارشی‌سازی و ارتباط بین تولیدکننده و مشتری [۱۱].

در ساخت هواپیما سه گروه شرکت فعال هستند. اول شرکت‌های سازنده بدنه هواپیما، دوم سازندگان موتور و سوم سازندگان قطعات الکترونیک هواپیما و سایر تامین‌کنندگان. به‌ندرت امکان دارد یک شرکت در دو زمینه‌ی فوق فعالیت نماید [۱۲]. خان و همکارانش در سال ۲۰۰۷ اظهار داشتند که روش‌های تحلیل اقتصاد مهندسی، تحلیل هزینه-فایده و سایر فن‌های کمی بهینه‌سازی در ارزیابی تکنولوژی و انتقال آن، به دلیل ارزیابی کمی صرف عوامل، کارایی کافی را ندارد، لذا آن‌ها رویکردهای جدیدی را که توأماً ابعاد کیفی و کمی مسئله را بررسی می‌کند پیشنهاد داده‌اند. از دیگر امتیازات رویکرد مزبور، توجه هم‌زمان به عوامل درونی و بیرونی است. وی برای شرح مدل خود دو رویکرد کمی و کیفی را ارائه می‌دهد. رویکرد اول، رویکردی کمی است که به روش آنالیز فاکتور و با استفاده از منحنی انتقال تکنولوژی، بهترین سطح تکنولوژی وارداتی را برای کشور در حال توسعه به کمک یک نمودار می‌سنجد که در آن محور افقی سطح تکنولوژیکی دریافت‌کننده تکنولوژی (کشور در حال توسعه)، انتقال‌دهنده تکنولوژی (کشور توسعه‌یافته) را در نظر می‌گیرد؛ و محور عمودی نیز به زیر عامل‌های فرآیند انتقال تکنولوژی اختصاص دارد. رویکرد دوم، رویکرد کیفی است که از ماتریس انتقال تکنولوژی برای انتخاب استراتژی توسعه استفاده می‌کند و این روش تناسب بیش‌تری با عوامل درونی و بیرونی دارد [۱۳].

۳. انتقال تکنولوژی در صنایع هوایی ایران

علی‌رغم آنکه کشورمان به‌خصوص در سال‌های اخیر در صنایع هوایی به پیشرفت‌های قابل توجهی دست یافته است اما نمی‌توان نیاز فزاینده به فناوری‌های هوایی روزآمد و پیچیده‌ی متعلق به سایر کشورها را کتمان کرد. دستیابی به این دستاوردها عمدتاً از مجرای فرایند انتقال فناوری و از طریق گسترش تعاملات تکنولوژیک با سایر کشورها به‌خصوص کشورهای بلوک شرق دارنده فناوری‌های هوایی محقق شده است. در مفهومی دقیق، انتقال فناوری، معادل صرف خرید ماشین‌آلات و تجهیزات حاوی فناوری و خط تولید نمی‌باشد بلکه در حقیقت انتقال فناوری فرایندی است که طی آن فناوری با تمام اجزایش، از محل پیدایش خود به فضایی جدید وارد شده و به مرور زمان "پیاده‌سازی" و "سازگاری" شده و با تسلط همه‌جانبه بر فناوری و

^۴Bennett

^۵Mowery & Nelson

^۶implementation

مهمی نمودن منابع و بسترهایی که برای پذیرش فناوری لازم است، "جذب" سیستم گردد و به نحوی با محیط جدید همسان شود که ثمراتی متناسب با وضعیت تازه به بار آورد و کارکردی نوین پیدا کند و با جامه‌ی عمل پوشاندن به اهداف تعریف‌شده، زمینه‌ی توسعه‌ی تکنولوژیک را فراهم آورد [۱۴].

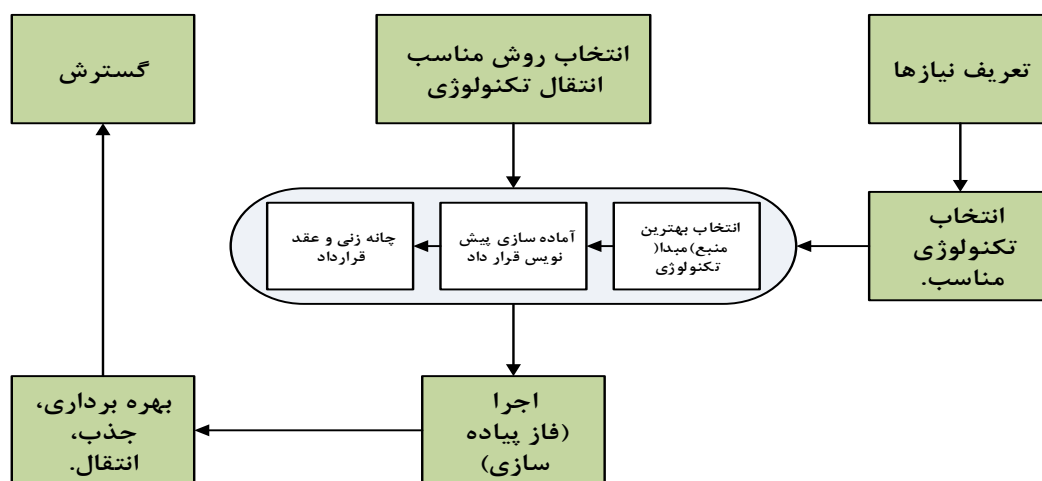
۴. مدل‌های انتقال تکنولوژی در صنایع هوایی

مدل‌های انتقال تکنولوژی را می‌توان در دو دسته‌ی مجزا تقسیم‌بندی کرد: مدل‌های کمی و مدل‌های کیفی. اغلب مدل‌های کمی پیشنهادشده، بر اساس برخی از شاخص‌های منحصربه‌فرد مانند فاصله‌ی تکنولوژیکی بالقوه، دوره‌ی عمر تکنولوژی، نرخ ادغام تکنولوژی، ارزیابی تکنولوژی، شاخص‌های فنی تکنولوژی و ... استوارشده‌اند که در آن‌ها با اندازه‌گیری این شاخص‌ها، سعی در سنجش موفقیت انتقال‌های تکنولوژی شده است. مدل مفهومی که بر پایه، گام‌های انتقال تکنولوژی توسط اصغری و همکارانش معرفی شد در شکل ۱ قابل‌مشاهده است. این مدل دارای دو فاز است که عبارت‌اند از

الف) فاز آلفا (فاز بهره‌برداری): این فاز تمامی گام‌هایی که در خلال آن یک تکنولوژی به سازمان وارد و در آن مستقر می‌شود را شامل می‌شود.

ب) فاز بتا (فاز اصلاح و نوآوری): این فاز تمامی گام‌هایی را که سازمان نیاز به نوآوری و وفق دادن خود با محیط جدید تکنولوژیکی است را شامل می‌شود. در این فاز افزایش بهره‌وری اتفاق می‌افتد.

فاز آلفای این مدل شامل سه بخش تعریف نیازها، انتخاب تکنولوژی و انتخاب روش مناسب انتقال تکنولوژی است. انتخاب بهترین منبع برای انتقال تکنولوژی، آماده‌سازی پیش‌نویس قراردادها و چانه‌زنی و عقد قرارداد از مجموعه فعالیت‌هایی است که در مرحله‌ی انتخاب منبع و نوع انتقال تکنولوژی انجام می‌شود. فاز بتا نیز شامل بهره‌برداری، جذب، انتشار و گسترش تکنولوژی است (شکل ۱)



شکل ۱- انتقال تکنولوژی در صنایع در مدل دو فازی اصغری (۲۰۰۳)

۵. روش‌های انتقال تکنولوژی در صنایع هوایی

^۷adaptation

^۸assimilation/ absorption

✓ مهندسی معکوس

در قلمرو اسرار تجاری و دانش فنی، مهندسی معکوس امری مشروع قلمداد می‌شود. مشروعیت این اقدام نتیجه آن است که حقوق اسرار تجاری به دارنده اطلاعات محرمانه، حقوق انحصاری اعطاء نمی‌کند؛ موضوعی که مهم‌ترین تفاوت این نظام با سایر نظام‌های حمایت از خلاقیت‌های فنی است. به بیان دیگر، خرید یک محصول از بازارهای عمومی این حق را به مالک آن می‌دهد تا با تفکیک اجزاء یا تجزیه‌ی عناصر آن از طریق آزمایش، به راز ساخت و کارکرد آن دست یابد و در صورت تجویز قانون که در عرصه‌ی اسرار تجاری ثابت است، از نتایج آن استفاده‌ی تجاری نماید. بر این اساس تلاش و اقدام متخصصان هوایی کشورمان در دستیابی به دانش فنی هواپیمای بدون سرنشین آمریکایی که ظاهراً بیش‌تر اجزای تکنولوژیک آن در شمار اسرار فنی هوایی آمریکایی‌ها قرار دارد، از لحاظ حقوقی حتی با معیارهای حقوق آمریکا نیز با مانعی مواجه نیست. مهندسی معکوس در درک عمق فناوری‌ها و الهام‌گیری تکنولوژیک و به هدف پی بردن به رموز ساخت و طراحی پرنده‌های جدید یا قطعات هوایی، فی‌نفسه منافاتی با حقوق انحصاری مالکان فناوری ندارد و تمهیدی مشروع قلمداد شده که می‌توان از نتایج حاصله از آن برای تکمیل فرایند انتقال فناوری‌های هوایی بهره جست. در صنایع هوایی ایران این شیوه انتقال تکنولوژی در هلیکوپترهای شاهد ۲۷۸ و ۲۸۵ از این نوع اند که در جدول ۱ شرح داده شده اند.

جدول ۱- تکنولوژی انتقال داده شده با مهندسی معکوس

نام تکنولوژی ساخته شده	تکنولوژی مادر	کشور سازنده
هلیکوپتر شاهد ۲۷۸	بل ۲۰۶	بل هلیکوپتر آمریکا
هلیکوپتر شاهد ۲۸۵	بل ۲۰۶	بل هلیکوپتر آمریکا

۶. لیسانس

از قرارداد لیسانس تعاریف مختلفی به عمل آمده است که ذیلاً به نقل و بررسی تعدادی از آنها می‌پردازیم: «قرارداد لیسانس معامله‌ای است بین طرفین که به موجب آن، لیسانس دهنده در قبال تعهد لیسانس گیرنده نسبت به پرداخت مبلغ مقطوع یا حق امتیاز یا انتقال دیگر عوض معقول تعهد می‌کند به خاطر تجاوز به اموال مورد لیسانس علیه لیسانس گیرنده طرح دعوا نکند. در جدول ۲ یکی از انتقال تکنولوژی ایران معرفی شده است.

جدول ۲- تکنولوژی انتقال داده شده با قرارداد لیسانس

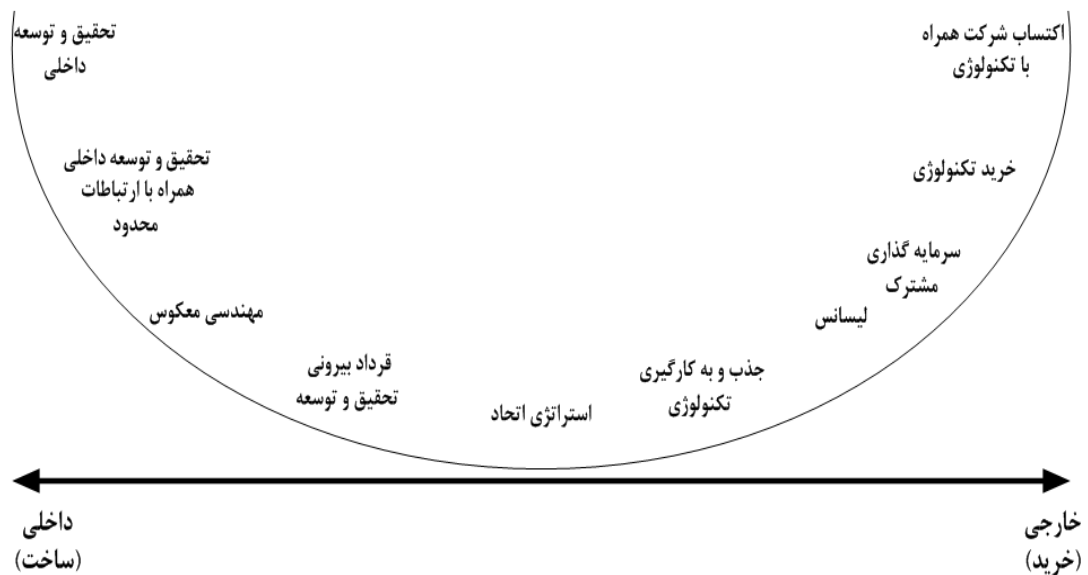
نام تکنولوژی ساخته شده	تکنولوژی مادر	کشور سازنده
ایران ۱۴۰	آنتونوف آن-۱۴۰	آنتونوف اوکراین

لذا در صنایع هوایی ایران انتخاب باید بر اساس مهندسی معکوس یا لیسانس اتفاق بیافتد.

۷. بیان مسئله

انتقال تکنولوژی از روش‌های مختلف امکان‌پذیر است که با توجه به قابلیت‌های تکنولوژی، نوع تکنولوژی و نیاز تکنولوژیکی انتخاب می‌شود؛ اما این روش‌ها علی‌رغم داشتن فرصت‌های بالقوه و آشکار، دارای تهدیدهای ضمنی هستند که اگر تکنولوژی به‌درستی انتخاب نشود و از مسیر صحیح انتقال داده نشود، منجر به خسارت‌های جبران‌ناپذیری خواهد شد. اغلب مدل‌های انتخاب تکنولوژی و روش‌های انتقال آن از روش‌های کیفی بهره گرفته‌اند، [۱۵، ۳]. در ایران عمدتاً از دو شیوه مهندسی معکوس به عنوان مثال هلیکوپتر شاهد [۱۶]. و لیسانس به عنوان مثال ایران ۱۴۰ (هسا، ۱۳۹۶) در انتقال تکنولوژی در صنایع هوایی بهره گرفته می‌شود در این مقاله سعی شده است. از طرفی انتخاب نوع تکنولوژی و همکار تکنولوژیکی همواره از موارد مورد بحث بوده است. این موضوع نشانگر خلأ وجود مدل‌های کمی است تا به‌وسیله‌ی آن‌ها بتوان مفاهیم کیفی انتقال تکنولوژی را در رابطه‌ای معنادار و منطقی باهم قرار داد. در اغلب مدل‌های کیفی، تعریف نیازها، کشف فرصت‌ها و شناسایی

ارزش‌های تکنولوژی نخستین گام در انتقال تکنولوژی است. لذا در این پژوهش سعی شده است در مورد این مسئله بحث شود. شکل ۲ بیان‌کننده طیف گسترده از انتقال‌های تکنولوژی و روش‌های آن است.



شکل ۲- طیف انتقال تکنولوژی در صنایع مختلف

۸. ساختار مدل

در سال ۱۳۹۶، آقای شهروسوند در پایان نامه کارشناسی ارشد خود یک مدل تصمیم گیری چند متغیره جامع را در خصوص انتقال تکنولوژی با روش های مختلف و انتخاب تکنولوژی های متفاوت در صنایع ای که دارای ریسک هستند ارائه داده است که در این بخش به شرح اجمالی برخی از فاکتورهای این مدل پرداخته شده و مدل اصلی نیز مطرح شده است [۳]. در این مدل تحقق اثربخشی انتقال تکنولوژی درواقع «میزان یا سطح تحقق اهداف از قبل تعیین شده در سازمان است» [۱۷]. همچنین سازگاری بین اهداف گیرنده و انتقال دهنده تکنولوژی از مسائلی است که در پژوهش مادو و همکاران به آن پرداخته شده است [۱۸]. نیز به عنوان یک فاکتور اثر گذار در نظر گرفته شد. تعداد کمی از پروژه های راه اندازی و انتقال تکنولوژی های جدید با موفقیت همراه شده اند، زیرا تکنولوژی های انتقال داده شده، اگرچه دارای قابلیت ها و مزیت های قابل قبولی هستند اما با خطراتی همچون فقدان بازار یا تکنولوژی های تکمیلی، عدم وجود دانش فنی کافی، عدم توانایی تأمین مواد خام و انرژی، سرعت بالای تغییر محصولات و فقدان تجربیات کافی مدیران همراه بوده اند [۱۹]. به همین دلیل دو فاکتور اثر و پیامد ریسک در این مدل گنجانده شده است. و سه نوع هزینه برای انتقال تکنولوژی در این مدل تعریف شده است که عبارتند از هزینه روش انتقال، هزینه نوع تکنولوژی و هزینه روش مقابله با ریسک.

مدل نهایی ارائه شده توسط عزت الله شهروسوند به صورت یک مدل برنامه ریزی ریاضی است که در ذیل نمایش داده شده است [۳].

$$\max z = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I Y^{ti} X^{ti} - \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I (P^{ti} \times S^{ti}) \times X^{ti} + \sum_t \sum_i \sum_r \left[h_r^{ti} \sum_{j=1}^J [(s_{rj}^{ti} \times y_j^{ti}) \times p_j^{ti}] \right]$$

$$- \sum_i \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^J |y_j^{ti} - n_j| x_j^{ti}$$

subject to

$$\sum_{j=1}^J x_j^{ti} = J \lambda^{ti} \quad \forall t = 1, 2, 3, \dots, T \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, I$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I x_j^{ti} = J \quad \lambda^{ti} = 0, 1$$

$$\sum_{t=1}^T c^t x_j^{ti} + \sum_{i=1}^I c^i x_j^{ti} + \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I C^{ti} \times H^{ti} \leq b$$

$$x_j^{ti} \geq h_r^{ti} \quad \forall t = 1, 2, \dots, T \quad r = 1, 2, \dots, R \quad i = 1, 2, \dots, I$$

^۱Madu

۹. مطالعه موردی (انتقال تکنولوژی جت)

بعد از جنگ جهانی دوم که منجر به اثبات قابلیت های بالای هواپیما شد، این صنعت روز به روز در حال پیشرفت و توسعه بوده است. تا سال ها تنها استفاده از هواپیما در بخش های نظامی بود و بعد وارد صنایع غیر نظامی شد و کاربرد جابه جایی افراد و ترابری را پیدا کرد. امروزه دامنه ی این کاربردها به قدری وسیع شده ات که هواپیما ها و جت های اختصاصی وجود دارد و از برخی از مدل های جت به عنوان تاکسی می شود. آمارها و پیش بینی ها خبر از فراگیر شدن این کاربردها در سایر کشورهای در حال توسعه می دهد. لذا در این تحقیق سعی شده است با استفاده از به عنوان مثال تولید کنندگان عمده ی محدودی از آمریکا، کانادا، برزیل و فرانسه در این صنعت مشغول به کار هستند. بطور کلی از تولید کنندگان عمده این محصول می توان به شش شرکت Cessna, Gulfstream, Hawker Beech Craft(HBC), Embraer, Bombardier, Dassault اشاره کرد. و در این زمینه هشت هواپیما مورد تحلیل قرار قرار گرفته است که در جدول ۳ به آن ها اشاره شده است.

هواپیمای لیرجت ۸۵ آخرین نسل از هواپیماهای لیرجت ات که توسط شرکت بمباردیر ساخته شده است. پروژه این هواپیما در ۳۰ اکتبر ۲۰۰۷ آغاز و نمونه اولیه ی آن در اکتبر ۲۰۰۸ در اورلاندو به نمایش درآمد. **هواپیمای جت چلنجر ۳۰۰** توسط شرکت بمباردیر تولید شده است برای اولین بار در سال ۱۹۹۹ در نمایشگاه هوایی پاریس به نمایش در آمده است. اولین پرواز این هواپیما در سال ۲۰۰۱ صورت گرفته است. **هواپیمای جت فنوم ۳۰۰** تولید شده در دسامبر ۲۰۰۹ است. **هواپیمای جت لگاسی ۴۵۰** این محصول یکی از جدیدترین محصولات شرکت امبرائر است. که در سال ۲۰۱۴ وارد بازار شد. **هواپیمای جت لگاسی ۵۰۰** پروژه ساخت این محصول از سال ۲۰۰۷ با طراحی مفهومی هواپیما آغاز شد که در سال ۲۰۱۲ اولین پرواز آن انجام شده است. **هواپیمای جت فالكون ایکس ۷** در سال ۲۰۰۵ وارد عرصه هوانوردی شده است تاکنون بیش از ۱۴۹ فروند از این هواپیما تولید شده است. این هواپیما از سیستم های ارتقا یافته تری نسبت به هواپیمای ۹۰۰ ای ایکس و فالكون ۲۰۰۰ ای ایکس می برد. **هواپیمای هوندا جت** مطالعات اولیه برای ساخت این هواپیما در سال ۱۹۹۰ آغاز شده است. اولین نمونه اولیه از شرکت هوندا در زمینه جت های کسب و کار در سال ۲۰۰۳ تولید شد. در سال ۲۰۰۶ سفارش گیری برای محصول آغاز شد. در سال ۲۰۱۰ اولین بدنه ی کامل این شرکت مونتاژ شد. در سال ۲۰۰۶ سفارش گیری برای محصول آغاز شد. در سال ۲۰۱۰ اولین بدنه ی هواپیمای کامل این شرکت مونتاژ شد [۲۰].

جدول ۳- نام و سال تولید تکنولوژی های در دسترس انتقال [۲۰].

نام هواپیما	سال ورود	نام هواپیما	سال ورود
لیرجت ۸۵	۲۰۰۸	چلنجر ۳۰۰	۲۰۰۴
فنوم ۳۰۰	۲۰۰۹	فالكون ۷	۲۰۰۷
لگاسی ۴۵۰	۲۰۱۴	فالكون ۵۰ EX	۲۰۰۴
لگاسی ۵۰۰	۲۰۱۳	هونداجت	۲۰۱۳

لذا در این تحقیق به ازای هر تکنولوژی یک روش انتقال نیز در نظر گرفته شده است، که این روش مهندسی معکوس می باشد.

۱۰. محاسبه فاکتورهای مدل سازی

الف) برآورد هزینه های طراحی و توسعه (فاکتور (C): برای اولین بار از روش وزن دهی ساده برای انتخاب سبد سهام استفاده شده است، این روش شناخته شده ترین و پر کاربردترین روش در تصمیم گیری چند معیاره است. به خاطر سادگی، این روش در حل مسائل تصمیم گیری چند معیاره کاربرد دارد. در این روش گزینه ای انتخاب می شود که حاصل جمع مقادیر نرمال شده ی وزنی آن از بقیه ی گزینه ها بیشتر باشد. هر یک از هزینه ها در جدول ۴ نگارش شده است.

جدول ۴- هزینه های انتقال تکنولوژی به صورت خرید تکنولوژی [۲۰].

نام هواپیما	قیمت تحقیق و توسعه	نام هواپیما	قیمت تحقیق و توسعه
لیرجت ۸۵	۶۰۰ میلیون دلار	چلنجر ۳۰۰	۴۵۰ میلیون دلار
فنوم ۳۰۰	۲۰۰ میلیون دلار	فالكون ۷۰	۷۰۰ میلیون دلار
لگاسی ۴۵۰	۴۵۰ میلیون دلار	فاکون EX	۵۰۰ میلیون دلار
لگاسی ۵۰۰	۳۰۰ میلیون دلار	هونداجت	۲۰۰ میلیون دلار

ب) قابلیت های عملکردی و نیازهای عملکردی

به منظور استخراج قابلیت های عملکردی از دو منبع کتابخانه ای و استفاده از پنل خبرگان استفاده شده است و در نهایت نیز ۱۴ مورد از قابلیت های عملکردی استخراج شده است. که می تواند تطابق نیاز با قابلیت های عملکردی را با آن مورد سنجش قرار داد. در جدول ۵ و ۶ قابلیت های عملکردی مستخرج بیان شده است.

این قابلیت های مستخرج به ازای هر تکنولوژی را در دو دسته ویژگی های عمومی و کارکردها گردآوری شده اند. مجموعه این اطلاعات در واقع بیان کننده پارامتر قابلیت عملکردی یک تکنولوژی در صنایع هوایی هستند. ویژگی های عمومی بررسی شده در این مدل عبارتند از:

- ✓ ظرفیت
- ✓ طول
- ✓ ارتفاع
- ✓ وزن
- ✓ و نوع موتور

هم چنین فاکتور های کارایی هشت تکنولوژی مورد بررسی به عبارت اند از:

- ✓ حداکثر سرعت
- ✓ سرعت کروز
- ✓ محدوده
- ✓ سقف سرویس
- ✓ سرعت صعود
- ✓ مصرف سوخت
- ✓ فاصله فرود
- ✓ ظرفیت سوخت

در این مدل تنها یک روش برای انتقال تکنولوژی ها در نظر گرفته شده است و آن هم مهندسی معکوس می باشد.

جدول ۵- قابلیت های عملکردی تکنولوژی های کاندید برای انتقال

قابلیت عملکردی		نوع تکنولوژی				
		فalcon ۷	چلنجر ۳۰۰	لگاسی ۵۰۰	لگاسی ۴۵۰	فنوم ۳۰۰
ویژگی های عمومی	ظرفیت	۱۶ نفر	۶ نفر	۱۲ نفر	۹ نفر	۱۰ نفر
	طول	23/19 m	20/92m	20/74	19/69m	15/9 m
	ارتفاع	7/83m	6/2m	6/44m	6/43m	5 m
	وزن خالی	16600kg	10659kg	10631kg	10400kg	-
	حداکثر وزن فرود	31751kg	17622kg	15660kg	14750 kg	8150kg
	موتور	28/48 kn	33kN	31/3kN	21/9kN	14/95Kn
کارایی	حداکثر سرعت	956km/h	870km/h	874km/h	940km/h	834km/h
	سرعت کروز	850km/h	850km/h	863km/h	856 km/h	-
	محدوده	6930m	5841m	5778km	5371km	3650 km
	سقف سرویس	۱۵۷۱۶	13716m	13716m	13716m	13716m
	سرعت صعود	90km/h	153km/h	193km/h	193km/h	140km/h
	مصرف سوخت	530kg/h	470kg/h	893lit/h	806lit/h	346kg/h
	فاصله فرود	630m	792m	647m	637m	698m
	ظرفیت سوخت	14478kg	6418kg	5869kg	5869kg	2428kg

آنچه که به عنوان قابلیت های عملکردی در دو جدول ۵ و ۶ استخراج شده است بیان کننده قابلیت های عملکردی هشت تکنولوژی است که قابلیت انتقال به کشور را دارد. لذا داده ها در این مدل به کمک تبدیل داده ها به داده های هم ارز به منظور استفاده از مدل کاربرد دارد.

ج) ریسک های انتقال تکنولوژی در صنایع هوایی

- ✓ دانش تنها منبع پایدار مزیت رقابتی در انتقال تکنولوژی است. لذا در زمینه انتقال تکنولوژی تنها به دست آوردن دانش مکتوب نمی تواند شرایط را برای انتقال تکنولوژی مهیا کند. لذا باید انتقال دانش ضمنی نیز در حین انتقال تکنولوژی انجام شود. لذا باید یکی از خطرهای انتقال تکنولوژی را انتقال دانش ضمنی در نظر گرفت [۳].
- ✓ انتقال دانش در صنایع نظامی تنها یک موضوع اقتصادی نیست بلکه در واقع اشتراک گذاری تکنولوژی است بین کشورهایی است که دارای منافع مشترک می باشد لذا منافع مشترک همکاران تکنولوژیک به عنوان یکی از ریسک در نظر گرفته شده است [۲۱].

قابلیت عملکردی		نوع تکنولوژی			نیازها
		فالكون ۵۰ EX	هونداجت ۴۲۰	لیرجت ۸۵	
ویژگی های عمومی	ظرفیت	۸ نفر	۶ نفر	۸ نفر	۸ نفر
	طول	18/52m	13m	20/76m	17 m
	ارتفاع	6/98m	4/5m	6/08m	6m
	وزن خالی	9889kg	3267kg	10977kg	10000kg
	حداکثر وزن فرود	18008kg	4808kg	15195kg	16000kg
	موتور	16/48kn	15KN	24KN	23KN
کارایی	حداکثر سرعت	1015km/h	782km/h	871km/h	700km
	سرعت کروز	903km/h	682km/h	829 km/h	650km
	محدوده	5695km	2234km	4823km	4000km
	سقف سرویس	14936m	13000 m	15000m	14000m
	سرعت صعود	۱۰/۴۳□/□	۲۰□/□	۳۴□/□	۲۰□/□

جدول ۶- نام و سال تولید تکنولوژی های در دسترس انتقال

✓	ب	۰/۴۱ kg/km	۰/۸۱ kg/km	۰/۴۱ kg/km	مصرف سوخت
د		700m	822m	929m	فاصله فرود
۰		1400 gal Lb	1209 gal Lb	1290kg	ظرفیت سوخت
				7039kg	

بدین منظور با نگاهی اجمالی به انتقال تکنولوژی در صنایع هوایی ژاپن می توان به ایجاد فضای رقابتی در صنایع را یکی از موارد مهم در انتقال تکنولوژی نامید [۲۲].

✓ زیر ساخت های توسعه تکنولوژی را می توان در دو دسته عمده زیرساخت دانش و زیرساخت فنی به عنوان یکی از خطراتی معرفی کرد که در صورت نپرداختن به آن نوع تکنولوژی منتخب نمی تواند مورد استفاده قرار گیرد. و کارکردهای مورد انتظار را ندارد.

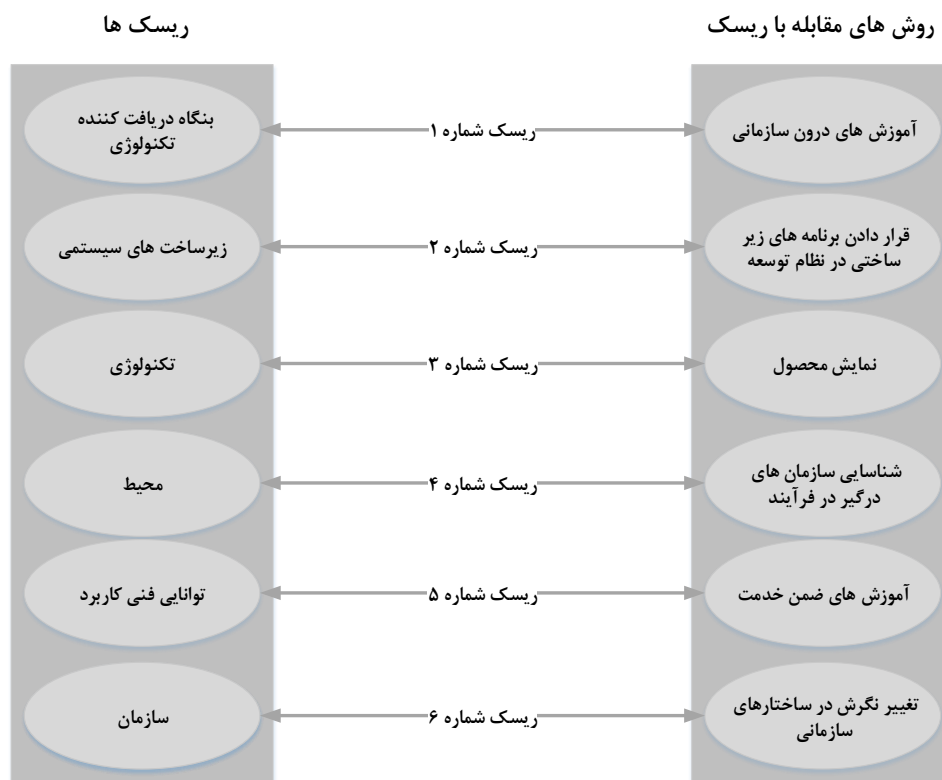


شکل ۴- ریسک ها و زیر ریسک های انتقال تکنولوژی در صنایع هوایی [۹-۱۶، ۳، ۱-۹]

آنچه که در نمودار شکل ۴ مشاهده می شود مجموعه ریسک ها و موانعی است که انتقال تکنولوژی در صنایع هوایی را تهدید می کند. در شکل ۴ شش نوع ریسک تعریف شده است و هر یک از این ریسک ها اثراتی بر قابلیت های عملکردی تکنولوژی منتخب دارند. لذا باید به کمک سنجش اثرات ریسک بر قابلیت های عملکردی مقادیر اثرات ریسک را محاسبه کرد.

(د) روش های مقابله با ریسک

هر یک از موانع مطروحه در بخش ریسک را می توان به کمک روش های مقابله با ریسک از بین برد و یا آن ها را تضعیف کرد لذا بدین منظور شش روش مقابله با ریسک استفاده شده است فرض اساسی که در این مدل شده است هر ریسک توانایی از بین برد یک ریسک را دارد. در شکل ۵ روش مقابله با ریسک ها بیان شده است.



شکل ۵- روش های مقابله با ریسک ها در مطالعه موردی [۹-۱۶، ۴، ۳، ۱]

(م) هزینه های مقابله با ریسک

هزینه های مقابله با ریسک که در جدول ۷ نمایش داده شده اند در واقع بیان کننده بخشی از هزینه های انتقال تکنولوژی است که باید صرف عملیات پیشا انتقال شود تا ریسک ها به حداقل برسند.

(و) منابع مالی

در مدل ارائه شده یکی از منابعی که با مصرف آن می توان تکنولوژی مورد نظر و روش انتقال آن و هم چنین روش های مقابله با ریسک را بر گزید استفاده از منابعی است که در اختیار سازمان قرار دارد. لذا در این پروژه سعی شده است با تقریب های متعدد عددی را به عنوان منبع در نظر گرفت تا بهینه ترین گزینه انتخاب شود. لذا از آنجایی که این منبع در واقع سنجش گر هزینه هایی است که در انتقال تکنولوژی مطرح است لذا سعی می شود که هیچ یک از تکنولوژی ها و روش های انتقال آن با محدودیت منابع مواجه نشوند و امکان انتقال تکنولوژی وجود داشته باشد.

جدول ۷- هزینه های مقابله با ریسک به دست آمده از محاسبه ها

بخشی از هزینه ها که باید صرف موارد ذیل شود						روش های مقابله با ... تکنولوژی
تغییر نگرش در ساختارهای سازمانی	آموزش های ضمن خدمت	شناسایی سازمان های در گیر در فرآیند	نمایش محصول	برنامه های زیرساختی در نظام توسعه قرارداد	آموزش های درون سازمانی	
۱/۳۹	۱/۲۲	۱/۱۶	۱/۲۸	۱/۲۹	۱/۱۱	لیرجت ۸۵
۱/۳۳	۱/۲۴	۱/۱۸	۱/۳۹	۱/۲۵	۱/۲۰	هونداجت ۴۲۰
۱/۳۹	۱/۲۷	۱/۱۹	۱/۴۰	۱/۱۶	۱/۱۴	فالكون ۵۰ EX
۱/۳۹	۱/۲۸	۱/۱۳	۱/۴۲	۱/۱۸	۱/۱۹	فنوم ۳۰۰
۱/۴۵	۱/۱۸	۱/۱۱	۱/۴۲	۱/۱۹	۱/۶۲	لگاسی ۴۵۰
۱/۵۱	۱/۱۹	۱/۲۰	۱/۴۱	۱/۱۳	۱/۲۴	لگاسی ۵۰۰
۱/۳۵	۱/۱۳	۱/۱۴	۱/۴۶	۱/۱۰	۱/۲۷	چلنجر ۳۰۰
۱/۴۱	۱/۲۳	۱/۱۹	۱/۴۳	۱/۳۱	۱/۲۸	فالكون ۷۰

حل مدل

به کمک مدل بارون و استفاده از روش شاخه و کران مثال ارائه شده حل شد. در جدول ۸ نتایج حاصل از حل مدل در صنایع هوایی گنجانده شده است. تکنولوژی و روش انتقالی که دارای بیشترین مقدار هدف است انتخاب شده است؛ اما آنچه حائز

اهمیت است انتخاب فاکتور h_r^{ti} است که بیان کننده روش مقابله با ریسک است. به عبارتی اگر تکنولوژی نوع یک و روش انتقال سوم $t=3$ بخواهد انتخاب شود باید قبل از انتقال با ریسک های سوم تا ششم مقابله شود تا بتوان به حداکثر میزان هدف دست یافت. حجم کل بودجه ای که برای این انتقال باید هزینه شود ۱۵۲ واحد است؛ و می توان ۳ واحد از بودجه را ذخیره کرد.

ردیف	انتخاب X^{ti}	Z_{ti}	روش های برگزیده شده h_r^{ti} برای مقابله با خطرات	جمع کل هزینه ها		تعداد فناوری ها
				$c_i^{ti} + c_t^{ti}$	c_r^{ti}	
۱	X^3	۷۰۹	$h_3^{13}, h_4^{13}, h_5^{13}, h_6^{13}$	۷۶	۷۶	۳
۲	X^2	۶۱۸	$h_1^{12}, h_2^{12}, h_5^{12}$	۷۶	۶۴	۱۵
۳	X^4	۶۱۱	h_1^{14}, h_3^{14}	۱۱۱	۳۰	۱۴
۴	X^5	۵۶۱	$h_1^{21}, h_4^{23}, h_5^{23}$	۱۰۳	۴۸	۴
۵	X^8	۵۵۰	h_2^{24}, h_5^{24}	۱۰۰	۵۵	۰
۶	X^6	۵۴۱	$h_2^{22}, h_5^{22}, h_6^{22}$	۹۰	۴۹	۱۶
۷	X^7	۵۰۱	h_1^{23}	۱۱۹	۳۳	۳
۸	X^1	-	محدودیت ناسازگار			

جدول ۸ نتایج نهایی حاصل از حل مثال

نتیجه گیری و پیشنهادات آتی

در این پژوهش سعی شده است، با ارائه یک مدل ریاضی بین مفاهیم قابلیت عملکردی یک تکنولوژی، روش های انتقال، ریسک های انتقال تکنولوژی، هزینه های مربوط به انتقال تکنولوژی و منابع در دسترس یک رابطه منطقی برقرار شود. سپس به کمک انتخاب هشت تکنولوژی در صنایع هوایی مدل مورد ارزیابی قرار گیرد. این پژوهش نشان می دهد که تنها عامل موثر در انتقال تکنولوژی مزیت های تکنولوژی نمی باشد بلکه باید به خطراتی که یک انتقال تکنولوژی می تواند به همراه داشته باشد نیز مهم هستند و باید به آن ها پرداخته شود. در نهایت نیز تکنولوژی فنوم ۳۰۰ اگرچه در برخی از موارد دارای مزیت های پایینی بود ولی انتخاب شد. در این پژوهش به منظور سادگی از شش نوع ریسک کلی نام برده شد. اما در پژوهش های آینده می توان از ریسک های مختلف به ازای تکنولوژی های مختلف استفاده کرد.

منابع

- [1] Lee. A, Wang. W, Lin. T “An evaluation framework for technology transfer of new equipment in high technology industry”, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 77, no. 1, p. p. 135-150, 2010.
- [۲] خلیل، طارق؛ “مدیریت فن آوری رمز موفقیت در رقابت و خلق ثروت”؛ ترجمه محمد اعرابی و داوود ایزدی؛ تهران، دفتر پژوهش های فرهنگی؛ ویرایش اول، ۱۳۸۹.
- [۳] شهروسوند، عزت الله، “ارائه مدل انتقال تکنولوژی با در نظر گرفتن ریسک”، *پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی صنایع_مدیریت نوآوری و فناوری، دانشگاه امیرکبیر*، ۱۳۹۶.
- [۴] مختاری، امیرعباس؛ “ارزیابی تکنولوژی با استفاده از روش ترکیبی TOPSI و OWA باهدف رتبه بندی و تعیین نوع تصمیم گیری (ریسک پذیر و ریسک گریز بودن)”، *چهارمین کنفرانس مدیریت تکنولوژی، تهران، انجمن مدیریت تکنولوژی ایران*، ۱۳۸۹.
- [5] Arogyaswamy. B, Koziol. W, “Technology strategy and sustained growth: Poland in the European Union”, *Technology in Society*, vol. 27, no. 4, p. p. 453-470,
- [6] Hung. S, Tang. R, “Factors affecting the choice of technology acquisition mode: An empirical analysis of the electronic firms of Japan, Korea and Taiwan”, *Technovation*, vol. 28, no. 9, p. p. 551-563, 2008.
- [7] Hemmert. M, “The influence of institutional factors on the technology acquisition performance of high-tech firms: survey results from Germany and Japan”, *Research Policy*, vol. 33, no. 6-7, p. p. 1019-1039, 2004.
- [8] Hong. J, “Technology Transfer and Human Resource Development”, *Industrial and Commercial Training*, vol. 26, no. 11, p. p. 17-21, 1994.
- [9] Bennett. D, Vaidya. K, and Hongyu. Z, “Valuing transferred machine tool technology”, *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 19, no. 56, p. p. 491-514, 1999.
- [10] Szendi. J, Rezaee. Z and Shum. C, “Accounting and Management Education in Asia and Latin America: Their Impact on Management Technology Transfer”, *Asian Review of Accounting*, vol. 9, no. 1, p. p. 29-45, 2001.
- [11] Mowery, David. C. and Richard R. Nelson (Eds.). 1999. Sources of Industrial Leadership: Studies of Seven Industries. Cambridge: Cambridge University Press.
- [12] Kanatsu, Takashi. 2002. Technology, Industrial Organization, & Industrial Policy: The Governments of South Korea and Taiwan in Information Technology Industrial Development. Ph.D. dissertation, Columbia University.
- [13] KHAN, NAWAR, Akhtar. M, and Khan. M, “Ap. proaches for Technology Assessment and Selection for Developing Countries A TOT Model”, *Technology Growth*, no. 13, p. p. 65-60, 2008.
- [14] Andreosso-O'Callaghan, Bernadette & Qian, Wei, (1999), *Technology Transfer: A Mode of Collaboration between the European Union and China*, Europe-Asia Studies, V. 51, N. 1

- [۱۵]. شکوهی، سعیده؛ “توسعه مدلی برای انتخاب مناسب ترین روش انتقال تکنولوژی: تجهیزات فناوری نانو به عنوان مطالعه موردی”، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی صنایع_مدیریت نوآوری فناوری، دانشگاه صنعتی/امیرکبیر، ۱۳۹۱
- [16] Bell Helicopter Textron Inc. v. Islamic Republic of Iran, ____ F. Supp. 2d ____, No. 06-1694(ABJ), 2012 WL 4356301 (D.D.C. Sept. 25, 2012). Available at: <http://www.ip litigationupdate.com/2012/10/29/court-vacates-default-judgment-intrade-dress-case-for-lack-of-jurisdiction-over-foreign-sovereign/>
- [17] Chang, P, “Formation Process of Taiwan’s IC Industry –TT”, *Technovation*, vol. ۱۴, no13, 1999, P. P. 161- ۱۷۱.
- [18] Madu. C and Jacob. R, “Strategic planning in technology transfer: A dialectical approach”, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 35, no. 4, p. p. 327-338, 1989.
- [19] Li, Y. H., Hu, Y. Q, “A model of multilevel fuzzy comprehensive evaluation for investment risk of high and new technology project”. In *Machine Learning and Cybernetics, International Conference on IEEE*, p. p. 1942-1947, 2006
- [20] www.globalair.com/aircraft-for-sale/
- [21] Reisman. A, “Transfer of technologies: a cross-disciplinary taxonomy”, *Omega*, vol. 33, no. 3, p. p. 189-202, 2005.
- [22] Hall, G.R., Johnson, R.E., 1967. Aircraft Co-Production and Procurement Strategy, R-۴۵۰-PR. RAND, Santa Monica, CA.