

فصلنامه علمی آمااد و فناوری دفاعی، سال چهارم، شماره نهم، بهار ۱۴۰۰

تعیین اهمیت روش‌های اکتساب فناوری بر اساس شاخص‌های دفاعی

جمهوری اسلامی ایران

علی رئوفیان^۱، حنیف کازرونی^۲، ابوالفضل میرزاپور^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۰

چکیده

پیچیدگی قابل توجه پروژه‌های دفاعی از یک سو و محدودیت‌های بودجه‌ای از سوی دیگر مدیران و مسئولان مرتبط را وادار به انتخاب روش بهینه در فرآیند اکتساب فناوری کرده است. در چالش‌های این حوزه، استفاده منظم از مدیریت فناوری، ابزاری حیاتی در مدیریت فرآیند اکتساب فناوری محسوب می‌گردد. عواملی نظیر میزان اهمیت و ضرورت فناوری هدف، محدودیت‌های منابع مالی، میزان آمادگی قابلیت‌های فناورانه موجود جهت جذب فناوری هدف، میزان تجربه پیشین در کشور، امکان‌پذیری طرح، سطح تخصص و تجربه نیروی انسانی موجود و محدودیت‌های ایجاد شده از سوی منبع فناوری، می‌توانند در تصمیم‌گیری‌های تصمیم‌گیرنده در خصوص انتخاب اکتساب فناوری داخلی یا خارجی مؤثر باشند. در پژوهش پیش‌رو، با استفاده از این شاخص‌ها روش‌های مختلف اکتساب فناوری در کشور رتبه‌بندی شده‌اند. به منظور رتبه‌بندی روش‌ها از روش تحلیل آماری تاپسیس استفاده شده است که از جمله روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است.

کلمات کلیدی: اکتساب فناوری داخلی و خارجی، اکتساب فناوری دفاعی، روش تاپسیس، شاخص‌های دفاعی.

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر. پست الکترونیک: a.rawphyan@chmail.com

^۲ استادیار گروه علوم و فناوری‌های دفاعی، دانشگاه عالی دفاع ملی و پژوهشگاه تحقیقات راهبردی. پست الکترونیک: hanif.kazerooni@gmail.com

^۳ استادیار گروه نانویست فناوری، دانشگاه تربیت مدرس و دبیر شبکه پیشران فناوری راهبردی و تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای (نویسنده مسئول). پست

الکترونیک: a.mirzapour@modares.ac.ir

مقدمه

اهمیت و ضرورت تحقیق:

امروزه فناوری به دلایل و انحاء مختلفی مطرح شده و به‌عنوان نامزد سرمایه‌گذاری در صنایع دفاعی مورد توجه قرار می‌گیرد. صنایع دفاعی و فناوری‌های مربوط به آن از جهات مختلفی حائز اهمیت هستند. رشد این حوزه، نه تنها به پیشرفت سایر صنایع داخلی و بهبود قدرت اقتصادی کمک می‌کند، بلکه یک عامل مهم در تقویت سیاست، توسعه، نیروی دفاعی و قدرت راهبردی است. بنگاه‌های دفاعی که نتوانند همگام با تحولات فناوری حرکت کنند ناچار به ترک صحنه خواهند بود. حرکت همگام با تحولات فناوری، به معنی دستیابی به فناوری‌های دفاعی روز دنیا در حوزه فعالیت سازمان یا نهاد دفاعی است. هر سازمانی در ارتباط با موضوع فناوری حداقل باید به دو موضوع اساسی انتخاب فناوری^۱ و اکتساب فناوری^۲ توجه داشته و به دو سؤال پاسخ دهد: چه فناوری‌هایی را داشته باشد و با چه روشی فناوری‌های انتخاب شده را اکتساب نماید؟ موضوع این تحقیق پاسخ به سؤال دوم بوده و می‌کوشد که بنگاه را در تصمیم‌گیری پیرامون انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری و دست یافتن به آن و همچنین چالش‌های مرتبط با آن یاری رساند.

هر بنگاه می‌تواند فناوری مورد نیاز خود را از طریق «ساختن» آن (تولید و دستیابی به فناوری از طریق تحقیق و توسعه داخلی) یا اکتساب آن از منابع خارجی کسب کند. فرآیند گفته شده تحت عنوان «ساخت یا خرید»^۳ فناوری یا «اکتساب فناوری» شناخته می‌شود که به‌عنوان یکی از چالش‌های مهم پیش روی سازمان‌ها شناخته می‌شود. انتخاب مسیر مناسب انتقال فناوری یکی از مهم‌ترین تصمیمات پیش روی بنگاه است که می‌تواند با بهره‌گیری از منابع خارجی، منابع داخلی و یا ترکیبی از دو روش تحقق یابد. از آنجا که فناوری‌های دفاعی، اغلب در بستر علوم و دانش روز قرار دارند، خرید یا تحقیق و توسعه داخلی در این زمینه، با هزینه‌های بسیار بالا روبرو است. لذا درک صحیح از آینده و نیازهای کشور، تربیت و حمایت از نیروی انسانی متخصص و پیاده سازی

^۱ Technology selection

^۲ Technology acquisition

^۳ Make-or-buy

سیستم مدیریت نظام‌مند و منسجم، باعث بهینه شدن فرآیند پیشرفت دفاعی خواهد شد و هدردهی‌های بودجه تقلیل می‌یابند.

طبق یافته‌های گودمن و همکاران (Goodman et al, 1994)، نیاز به اکتساب فناوری باعث ایجاد یک دوقطبی می‌گردد. از طرفی بنگاه تمایل به جذب بهترین فناوری موجود را دارد که معمولاً از منابع خارجی قابل دستیابی است. از سویی دیگر، بنگاه تمایل دارد تا بیشترین کنترل را بر روی فناوری خود داشته باشد که با منبع خارجی فناوری در تناقض است. این تناقضات و پیچیدگی‌ها، فرآیند انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری را- خصوصاً در حوزه دفاعی- با چالش روبرو کرده است. لذا، تدوین چارچوبی متقن و دقیق برای تصمیم‌گیری در این حوزه بسیار ضروری و اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. بدین منظور، باید شاخص‌های تأثیرگذار بر فرآیند انتخاب روش اکتساب فناوری در حوزه دفاعی را شناسایی نمود و براساس اهمیت هریک از شاخص‌ها، به تعیین میزان اهمیت روش‌های اکتساب فناوری پرداخت. تاکنون پژوهشگران متعددی به تحقیق و مطالعه روش‌های اکتساب فناوری و دسته‌بندی آن‌ها پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال، لی و همکاران (Lee et al, 2009; 1278) براساس پنج عامل توانایی، راهبرد، فناوری، بازار و محیط و با استفاده از روش آنالیز شبکه^۱، به تحلیل و بررسی انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری پرداخته‌اند. کارا و همکاران (Kara et al, 2014; 1-5)، با استفاده از وزن‌دهی مناسب به پارامترهای TRL، به تحلیل و بررسی انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری پرداخته‌اند. داده‌های پژوهش با استفاده از روش فازی و شبکه عصبی تحلیل شده‌اند.

هدف نهایی مطالعه پیش رو، کمک به توسعه‌ی دفاعی بهینه است. در فرآیند توسعه‌ی دفاعی و در خلال پرورش نظام دفاع ملی، نیازهای نظامی باید به‌صورت بهینه و با کمترین هدردهی تأمین شوند. نکته‌ی حائز اهمیت در صنایع و فناوری‌های دفاعی، آینده‌پژوهی و درک درست از نیازهای آینده است. لذا، شناخت شاخص‌های مؤثر بر تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری در حوزه دفاعی از یک سو و رتبه‌بندی روش‌های مرسوم اکتساب فناوری بر اساس این شاخص‌ها از سویی دیگر می‌تواند نهادهای دفاعی کشور را در انتخاب بهینه‌ی روش

^۱ Analytic network process

اکتساب مورد نیاز خود یاری دهند و هدردهی‌های زمانی و منابع مالی به حداقل ممکن برسد. لذا، در این پژوهش با استفاده از مرور ادبیات، ابتدا روش‌های مختلف اکتساب فناوری استخراج شده‌اند. سپس، شاخص‌هایی که در فرآیند انتخاب میان روش‌های مذکور در حوزه دفاعی دارای اهمیت هستند نیز با استفاده از مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان کشوری به دست آمده‌اند. در مرحله بعد، با استفاده از روش‌های آماری تصمیم‌گیری چند معیاره به رتبه‌بندی این روش‌ها بر اساس شاخص‌های استخراج شده، پرداخته شده است.

ادبیات و مبانی نظری:

اگر به دنبال یک تعریف کاربردی از اکتساب فناوری باشیم، آن را می‌توان به صورت «دستیابی و توسعه فناوری‌های جدید از طریق به‌کارگیری سخت‌افزار، نرم‌افزار، طراحی و ساخت قابلیت‌هایی که در نتیجه‌ی آن عملکرد سازمان بهبود یابد و باعث ایجاد مزیت رقابتی بلند مدت شود» تعریف نمود (Daim et al, 1997; 227). اکتساب فناوری از منظر سبک، می‌تواند به صورت داخلی^۱ و یا خارجی^۲ صورت پذیرد. در حالی که توسعه داخلی فناوری رایج‌ترین گونه‌ی اکتساب فناوری است، بسیاری از سازمان‌های دفاعی دریافته‌اند که بخشی از نیازهای فناورانه‌ی آن‌ها به تنهایی و در درون سازمان قابل دستیابی نیست و باید از طریق منابع خارجی تأمین گردند.

اکتساب داخلی فناوری: اکتساب فناوری داخلی، شامل روش‌ها و تکنیک‌هایی است که در

یک سازمان، به صورت درون‌سازمانی پیاده‌سازی و اجرا می‌گردد. فرآیند اکتساب داخلی فناوری عمدتاً به صورت تحقیق و توسعه داخلی صورت می‌پذیرد. برای اکتساب داخلی فناوری اصطلاحات دیگری نظیر «توسعه داخلی^۳»، «ساخت فناوری^۴» و «تحقیق و توسعه داخلی^۵» نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hemmert, 2004; 1028). از آنجایی که خروجی تحقیق و توسعه داخلی لزوماً موفقیت‌آمیز نیست، این نوع از اکتساب فناوری نیازمند صرف هزینه‌های زمانی و مالی بسیاری است که در معرض ریسک فراوانی نیز هستند. ولی از سویی دیگر، این نوع از اکتساب

^۱ Internal technology acquisition

^۲ External technology acquisition

^۳ In-house development

^۴ Making technology

^۵ Internal R&D

فناوری، بیشترین آزادی عمل را به سازمان می‌دهد (Dussauge et al, 1992). فارغ از هزینه‌ها و ریسک بالای اکتساب داخلی فناوری، برای اکثر بنگاه‌ها، به دلایل مختلفی این روش از اکتساب همچنان مهمترین منبع اکتساب فناوری به حساب می‌آید. تحقیق و توسعه داخلی برای قابلیت‌های کلیدی^۱ اکثر سازمان‌ها حائز اهمیت شمرده می‌شود (Hemmert, 2004; 1019-1039). همچنین، اکتساب داخلی را می‌توان به‌گونه‌ای تدوین نمود تا بیشترین تطابق را با نیازهای بنگاه داشته باشد (Lowe, 1995). از سویی دیگر، ریسک‌های ناشی از، از دست دادن مزیت رقابتی در بازار همچنان سازمان‌ها را به سمت اکتساب داخلی فناوری سوق می‌دهد (Narula, 2001; 372). پژوهش‌های جونز، لنکنتات و تیگن (Jones et al, 2001; 255-283) نشان می‌دهد بنگاه‌هایی که دارای منابع توسعه یافته‌ی داخلی بیشتری هستند، وابستگی کمتری نسبت به محیط بیرون خود دارند. اهمیت تحقیق و توسعه داخلی توسط بسیاری از محققان مورد تأکید قرار گرفته است. بر اساس آنچه کومبز (Coombs, 1996; 345-355) ادعا می‌کند، توانایی‌های فناورانه از عناصر مهم قابلیت‌های کلیدی یک سازمان است و با توجه به اینکه یکی از اهداف تحقیق و توسعه، اکتساب، تولید و حفاظت از توانایی‌های فناورانه است، در نهایت، اکتساب داخلی فناوری منجر به حفاظت از قابلیت‌های کلیدی یک سازمان خواهد شد.

اکتساب خارجی فناوری: اکتساب فناوری خارجی بدین صورت تعریف می‌شود: «توانایی-

های انتقال فناوری^۲ دولت‌ها یا بنگاه‌هایی که در صدد رفع شکاف‌های فناوری موجود (در قیاس با دولت‌ها/شرکت‌های دیگر) هستند یا سعی دارند فاصله‌ی رقابتی فعلی را حفظ کنند» (Simatupang, 2008). اصطلاحات دیگری که برای اکتساب فناوری خارجی استفاده می‌شود، عبارتند از «خرید فناوری^۳» و «اکتساب از منابع بیرونی^۴». با اینکه اکتساب داخلی فناوری از اهم موارد حفظ و ارتقای قابلیت‌های کلیدی هر بنگاه به‌شمار می‌آید، برخی از فناوری‌های موردنیاز بسیاری از سازمان‌ها و بنگاه‌ها خارج از محدوده‌ی توانایی‌های آن‌ها قرار می‌گیرد و بنابراین، آنها وادار به اکتساب فناوری موردنظر از منابع خارجی هستند (Burgelman et al, 2004; 208). این

^۱ Core competencies

^۲ Technology transfer

^۳ Buying technology

^۴ External source acquisition

ادعا را همچنین کوربن (Coburn, 1992) و نارایانان (Narayanan, 2001) نیز تأیید می‌کنند و اعتقاد دارند در دنیای امروز سازمان‌ها قادر به خودکفایی در زمینه اکتساب فناوری نیستند و برای موفقیت، همواره باید تحقیق و توسعه داخلی را با روش‌های اکتساب خارجی فناوری ادغام نمود. البته، بحث داخلی یا خارجی بودن اکتساب فناوری از منظرهای متفاوتی قابل بحث و بررسی است. اگر داخل را مجموعه داخلی کشور تعریف کنیم، اکتساب خارجی فناوری به معنای استفاده از منابع خارج از کشور است که عمدتاً در حوزه دفاعی به صورت خرید محصول فناوری صورت می‌پذیرد. اما اگر داخل به صورت سازمانی و بنگاهی تعریف شود، همکاری و استفاده از سایر منابع کشور (نظیر دانشگاه‌ها و شرکت‌های دانش بنیان و ...) نیز در زمره اکتساب فناوری خارجی قرار می‌گیرد. با در نظر گرفتن تعریف دوم، می‌توان روش‌های مختلف اکتساب فناوری خارجی را بر اساس فاکتورهای مؤثر سازمانی و محیطی دسته‌بندی نمود. در خصوص اکتساب فناوری خارجی، روش‌های متنوعی در ادبیات این حوزه وجود دارد. در این پژوهش فرض می‌گردد خواننده با روش‌های مختلف اکتساب فناوری خارجی آشنایی لازم را دارا می‌باشد و تنها به‌عنوان کردن روش‌های مختلف اکتساب فناوری خارجی بسنده شده است. روش‌های مختلف اکتساب خارجی فناوری که با استفاده از مرور ادبیات به دست آمده‌اند عبارتند از:

- ۱- از طریق آموزش و یادگیری
- ۲- سرمایه‌گذاری مشترک و همکاری
- ۳- همکاری‌های R&D
- ۴- تبادل نیروی انسانی
- ۵- پیمان‌کاری
- ۶- ادغام با سازمان‌های دیگر و اکتساب
- ۷- خرید حق امتیاز (لایسنس کردن)
- ۸- سرمایه‌گذاری اقلیت^۱
- ۹- قراردادهای R&D و همکاری فنی
- ۱۰- کپی کردن یا مهندسی معکوس
- ۱۱- اکتساب مستقیم فناوری و خرید آن

^۱ Minority investment/venture capital

شاخص‌های مؤثر بر رتبه‌بندی روش‌های مختلف اکتساب فناوری

در این قسمت با استفاده از مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان، شاخص‌های مؤثر بر رتبه‌بندی روش‌های مختلف اکتساب فناوری- که در قسمت قبل به آن‌ها اشاره شد- استخراج و تبیین شده‌اند. این شاخص‌ها عبارتند از:

۱- میزان ایجاد وابستگی به منبع فناوری: همانطور که گفته شد، امروزه سازمان‌ها قادر نیستند تا صرفاً بر توانایی‌های داخلی خود تکیه کنند (Parahalad et al, 2006) و با استفاده از منابع خارجی فناوری زمینه‌ی ایجاد وابستگی را ایجاد می‌کنند (McIvor, 2005). به عقیده‌ی کوتابه و همکاران (Kotabe et al, 2004; 7-14) تکیه‌ی بیش از حد به منابع خارجی باعث می‌شود تا بخشی از مهم‌ترین فعالیت‌های ارزش‌ساز^۱ سازمان به تأمین‌کنندگان فناوری منتقل شود.

در مورد کشورهای در حال توسعه، این وابستگی ممکن است نسبت به کشورهای توسعه یافته صورت پذیرد که در نهایت منتج به وابستگی‌های طولانی مدت (Ford et al, 1996)، تشویق تأمین‌کنندگان به تحمیل توانایی‌های خود و مستعد شدن دریافت‌کنندگان فناوری به وابستگی به تأمین‌کنندگان شود. به‌هرحال، کروکاوا (Kurokawa, 1993) معتقد است وابستگی به منابع خارجی فناوری در خصوص شرکت‌هایی که توانایی تحقیق و توسعه‌ی داخلی بالایی دارند اتفاق نمی‌افتد.

۲- میزان تأثیر بر قابلیت‌های کلیدی و ویژگی‌های رقابتی سازمان: بعضی از محققان معتقدند اکتساب فناوری خارجی باعث تضعیف قابلیت‌های کلیدی و مزیت رقابتی سازمان در بلندمدت خواهد شد. به عبارت دیگر، اکتساب قابلیت‌ها یا فناوری‌های راهبردی و کلیدی از منابع خارجی، ممکن است برای مدت کوتاهی منافع اقتصادی سازمان را تأمین کند اما، منتج به ضررهای رقابتی در بلندمدت خواهد شد (Ruchala, 1997; 20-25). از سویی دیگر، برخی دیگر از محققان عقیده دارند در صورتی که سازمان‌ها توانایی ارتقاء و بهینه‌سازی قابلیت‌های کلیدی خود را

^۱ Value-creating

نداشته باشند، می‌توانند فناوری‌های موردنیاز خود را از فناوری‌های خارجی دریافت کنند (Simatupang, 2008).

به عقیده‌ی بتیس و همکاران (Bettis et al, 1992; 7-22)، استفاده از منابع خارجی، چه در خصوص محصول و چه در خصوص فناوری، باید بر اساس درک صحیح و راه‌بردی از قابلیت‌های کلیدی صورت پذیرد که سازمان قصد دارد در آینده مزیت‌های رقابتی خود را بر اساس آن بنا کند. همچنین، نارایانان (Narayanan, 2001) معتقد است فناوری‌های دارای جای‌گاه رقابتی قدرتمند و در عین حال حائز اهمیت برای استراتژی آینده‌ی سازمان، قابلیت‌های کلیدی سازمان را تشکیل می‌دهند و کاندیدهای مناسبی برای تحقیق و توسعه‌ی داخلی هستند. بسیاری از محققان بر این عقیده هستند که فناوری‌های کلیدی باید به صورت داخلی و با R&D توسعه پیدا کنند چرا که بر مزیت‌های رقابتی سازمان مشارکت دارند (Burgelman et al, 2004; Chiesa et al, 1998; Welch et al, 1992). از سویی دیگر فناوری‌هایی که به صورت مستقیم و نزدیک به فناوری‌های کلیدی سازمان نیستند، کاندیدهای مناسبی برای اکتساب از منابع خارجی هستند (Cardullo, 1996).

۳- میزان هزینه‌ی اقتصادی: توسعه‌ی داخلی فرآیندها و محصولات فناورانه هزینه‌ها را کاهش

می‌دهد و باعث تمایز اهداف می‌شود و مزیت‌های موقعیتی^۱ بلندمدت فراهم می‌کند (Swan et al, 2003; 491). اما از سویی دیگر، توسعه در بخش‌های R&D داخلی دارای عدم قطعیت فراوان است و لذا، ریسک شکست در این زمینه بالاست. به‌منظور کاهش ریسک و هزینه، بسیاری از شرکت‌ها به تعامل با منابع خارجی فناوری روی می‌آورند (Cardullo, 1996). بعضی از سازمان‌ها، با استفاده از اکتساب خارجی فناوری، ریسک‌های ناشی از بخش داخلی را به تأمین‌کنندگان فناوری منتقل می‌کنند که در نتیجه آن، ریسک‌های موجود را بهتر مدیریت می‌کنند. برخی دیگر از شرکت‌ها نیز با استفاده از همکاری و به اشتراک‌گذاری هزینه‌ها با سازمان‌های دیگر، ریسک‌ها و هزینه‌های اکتساب داخلی فناوری را کاهش می‌دهند (Rubenstein, 1989).

^۱ Positional advantage

در کنار محدودیت‌های زمانی، علت عمده‌ی دیگری که باعث می‌شود تا سازمان‌ها و بنگاه‌ها به اکتساب خارجی فناوری روی بیاورند، کاهش هزینه‌ها است. نیاز به کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه‌ی داخلی، عدم قطعیت در موفقیت تحقیق و توسعه داخلی (Chatterji, 1996; 52)، افزایش فشارهای اقتصادی در سال‌های اخیر و رقابت تأمین‌کنندگان در بخش تولید (Jenster et al, 2000; 147-154) از جمله مواردی است که اکتساب‌کننده‌های فناوری را به سمت اکتساب از منابع خارجی سوق می‌دهد.

۴- میزان تجربه پیشین در کشور: سازمان‌های دفاعی به منظور جلوگیری از اتلاف سرمایه و زمان، به منابع انسانی متخصص و با تجربه نیازمندند. میزان تجربه سازمان در اکتساب فناوری و استفاده از توانایی‌های تحقیق و توسعه داخلی خود، تجربیات موفق قبلی در خصوص اکتساب فناوری، به همراه دانش فنی بالا می‌تواند سازمان‌ها را به سمت اکتساب سوق دهد چرا که آنها خود را در زمینه‌ی جذب اهداف خود، قابل و توانا می‌یابند. لذا، مؤلفه تجربه پیشین در کشور می‌تواند نقش مهمی در انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری ایفا کند. در صورتی که سازمان‌های دفاعی برای اکتساب فناوری به روش‌هایی رو بیاورند که دارای تجربه موفق قبلی در کشور باشند، شانس موفقیت در اکتساب فناوری افزایش می‌یابد.

با استفاده از مرور ادبیات و پایه‌های نظری ارائه شده، نظرات و رتبه‌بندی‌های مختلفی در خصوص روش‌های اکتساب فناوری وجود دارد. مدل‌های ارائه شده و ویژگی‌های آنها مختص به پژوهشگران دیگری بوده است که تحت شرایطی متفاوت و همراه با اهدافی متمایز تدوین شده‌اند. علاوه بر موارد گفته شده، پژوهش‌های بررسی شده عموماً در کشورهای پیشرفته غربی انجام گرفته‌اند و نتایج به‌دست آمده از آنها لزوماً مناسب شرایط بومی منطقه‌ای دیگر نیست. لذا در صورتی که قصد سود جستن از داده‌ها و نتایج به‌دست آمده در این دست از پژوهش‌ها را داشته باشیم، باید شرایط بومی جمهوری اسلامی ایران نیز در نظر گرفته شوند. در این راستا، در تحقیق پیش رو سعی شده است تا به سؤال اصلی و سؤالات فرعی زیر پاسخ داده شود:

سؤال اصلی: رتبه‌بندی روش‌های مختلف اکتساب فناوری با توجه به شاخص‌های بومی دفاعی کشور چگونه است؟

سؤالات فرعی:

- (۱) شاخص‌های اصلی دفاعی کشور در خصوص انتخاب روش‌های اکتساب فناوری کدامند؟
- (۲) چه روش‌هایی برای اکتساب فناوری دفاعی وجود دارد؟
- (۳) اهمیت هر روش در خصوص هر یک از شاخص‌ها چه میزان است؟

روش تحقیق:

در تحقیق پیش رو، روش تحقیق پیمایشی (پیمایشی یک موضوع در چند نمونه) مقدور نخواهد بود. زیرا که از یک سو بنگاه‌های خارجی موفق در این زمینه و با شرایط مشابه بنگاه‌های ایران در دسترس نیستند تا با استناد به چند نمونه‌ی موفق، پیمایش در آن‌ها و جمع‌بندی نتایج به مبنای مقبولی در انتخاب روش مناسب فناوری دست یازید. در روش تحقیق آزمایشی به نمونه‌های آزمایشگاهی نیاز است تا با بررسی آن‌ها به تحقیق موردنظر پرداخت. در روش تحقیق موردی نمونه‌ی مرجع و جامعی نیاز است تا با پیمایش در آن و انجام بررسی‌های مربوطه به سؤالات تحقیق پاسخ داد. در روش تحقیق تاریخی نیز به نمونه‌های تاریخی استناد شده و با مطالعه‌ی سرگذشت آن‌ها نتایج جدیدی حاصل می‌شود. همانگونه که از ماهیت و چگونگی سه روش تحقیق اخیر مشاهده می‌شود این سه روش نیز در تحقیق پیش رو کاربرد نخواهند داشت. روشی که برای این تحقیق عملی و مناسب می‌باشد روش تحقیق (توصیفی-تحلیلی) «بررسی و تجزیه و تحلیل مدارک و سوابق» خواهد بود. در این روش مستندات و مدارک و یا به عبارت دیگر ادبیات موجود در این زمینه که از استحکام و غنای لازم و کافی برخوردار باشند به دست آمده و مبنای تحقیق قرار می‌گیرند.

در یافتن مدارک معتبر و قابل استناد از نظرات و تجارب اساتید و خبرگان استفاده شده و با مطالعه‌ی مواد موجود و پیشنهاد شده، قوی‌ترین و معتبرترین آن‌ها مبنای کار قرار گرفته است. داده‌های جمع‌آوری شده در این پژوهش از دو طریق به دست آمده‌اند:

- تهیه و توزیع پرسشنامه بین خبرگان

- ملاقات حضوری و مصاحبه

همچنین به منظور تحلیل نتایج از روش تصمیم‌گیری چند معیاره تاپسیس^۱ استفاده شده است.

جامعه آماری

با توجه به توزیع پرسشنامه و مصاحبه‌های انجام‌شده با خبرگان، جامعه آماری این پژوهش را خبرگان داخلی دارای سابقه و دانش در حوزه‌های مختلف علوم و فناوری‌های دفاعی تشکیل می‌دهند.

حجم نمونه

روش نمونه‌گیری در این پژوهش به صورت هدفمند و غیرتصادفی بوده و نمونه آماری خبرگان مورد مصاحبه، شامل ۲۲ تن از خبرگان حوزه‌های علوم و فناوری‌های دفاعی است که پرسشنامه‌ی رتبه‌بندی به آن‌ها داده شد.

تجزیه و تحلیل و نتایج تحقیق

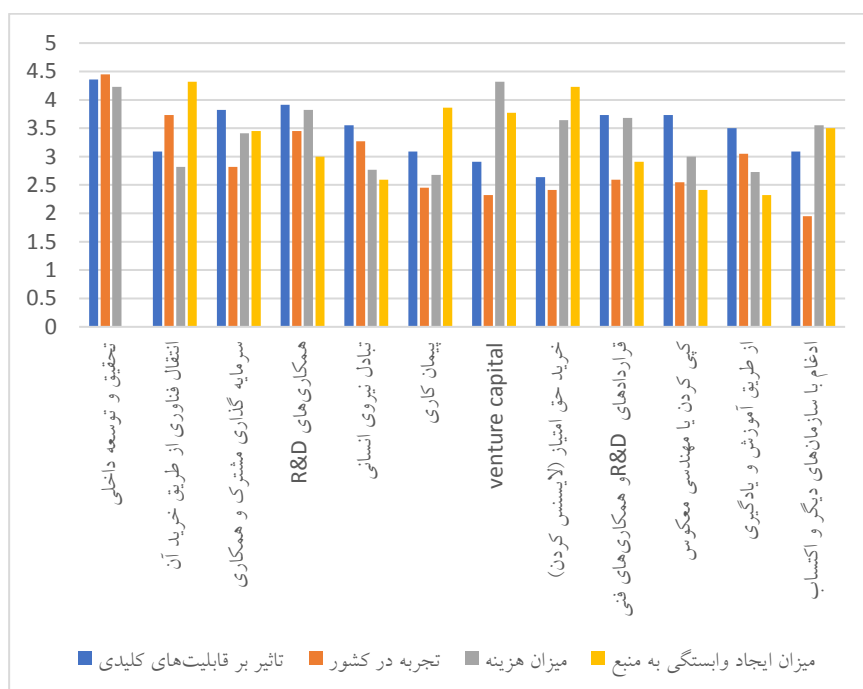
به منظور رتبه‌بندی روش‌های مختلف اکتساب فناوری دفاعی، از روش تحلیل آماری تاپسیس استفاده شده است. روش تاپسیس توسط هوانگ و همکاران در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد (Hwang et al, 1981; 58-191). در این روش m گزینه به وسیله n شاخص ارزیابی می‌شوند. منطق اصولی این مدل راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی را تعریف می‌کند. راه حل ایده‌آل مثبت راه حلی است که معیار سود را افزایش و معیار هزینه را کاهش می‌دهد. گزینه بهینه، گزینه‌ای است که کمترین فاصله از راه حل ایده‌آل و در عین حال دورترین فاصله از راه حل ایده‌آل منفی دارد. مراحل این روش عبارتند از:

^۱ Topsis

۱- ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری

گام اولیه این روش تشکیل ماتریس تصمیم است. در این مرحله، ماتریسی ترسیم خواهد شد که در سطر آن شاخص‌ها و در ستون آن، گزینه‌ها آورده می‌شوند و در تلاقی سطر و ستون، میانگین میزان اهمیتی که هر پاسخگو برای هرکدام از گزینه‌ها با توجه به شاخص مربوطه قائل شده است قرار می‌گیرد.

بدین‌منظور، متوسط نظر خبرگان در هریک از چهار شاخص را برای گزینه‌های اکتساب فناوری می‌توان در شکل ۱ مشاهده نمود.



شکل ۱ - متوسط نظر خبرگان در خصوص امتیاز هر روش اکتساب فناوری در رابطه با چهار شاخص ارائه شده

همچنین ماتریس تصمیم‌گیری نیز مطابق جدول ۱ خواهد بود.

جدول ۱ - ماتریس تصمیم‌گیری

میزان ایجاد وابستگی به منبع	میزان هزینه	تجربه در کشور	تأثیر بر قابلیت‌های کلیدی	
۰	۴.۲۳	۴.۴۵	۴.۳۶	تحقیق و توسعه داخلی
۴.۳۲	۲.۸۲	۳.۷۳	۳.۰۹	انتقال فناوری از طریق خرید آن
۳.۴۵	۳.۴۱	۲.۸۲	۳.۸۲	سرمایه‌گذاری مشترک و همکاری
۳.۰۰	۳.۸۲	۳.۴۵	۳.۹۱	همکاری‌های D&R
۲.۵۹	۲.۷۷	۳.۲۷	۳.۵۵	تبادل نیروی انسانی
۳.۸۶	۲.۶۸	۲.۴۵	۳.۰۹	پیمان کاری
۳.۷۷	۴.۳۲	۲.۳۲	۲.۹۱	سرمایه‌گذاری اقلیت
۴.۲۳	۳.۶۴	۲.۴۱	۲.۶۴	خرید حق امتیاز (لایسنس کردن)
۲.۹۱	۳.۶۸	۲.۵۹	۳.۷۳	قراردادهای D&R و همکاری‌های فنی
۲.۴۱	۳.۰۰	۲.۵۵	۳.۷۳	کپی کردن یا مهندسی معکوس
۲.۳۲	۲.۷۳	۳.۰۵	۳.۵۰	از طریق آموزش و یادگیری
۳.۵۰	۳.۵۵	۱.۹۵	۳.۰۹	ادغام با سازمان‌های دیگر و اکتساب

۲- بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم (نرمال‌سازی ماتریس تصمیم)

مانند سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، ماتریس تصمیم باید نرمال شود تا در صورتی که هر شاخص با طیف متفاوتی سنجیده شده باشد، تمامی شاخص‌ها در یک طیف واحد قرار بگیرند. برای نرمال‌سازی مقادیر از روش برداری استفاده می‌شود. به این ترتیب که در ماتریس N ، هر کدام از مقادیر بر اندازه بردار مربوط به همان شاخص تقسیم می‌گردد. هر درایه از ماتریس تصمیم نرمال شده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^m a_{ij}^2\right)^{\frac{1}{2}}} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad \text{رابطه ۱}$$

ماتریس بی‌مقیاس در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲ - ماتریس بی‌مقیاس

میزان ایجاد وابستگی به منبع	میزان هزینه	تجربه در کشور	تأثیر بر قابلیت‌های کلیدی	
۰,۰۰۰	۰,۳۵۶	۰,۴۲۹	۰,۳۶۱	تحقیق و توسعه داخلی
۰,۳۸۶	۰,۲۳۷	۰,۳۵۹	۰,۲۵۶	انتقال فناوری از طریق خرید آن
۰,۳۰۸	۰,۲۸۷	۰,۲۷۲	۰,۳۱۷	سرمایه‌گذاری مشترک و همکاری
۰,۲۶۸	۰,۳۲۱	۰,۳۳۲	۰,۳۲۴	همکاری‌های D&R
۰,۲۳۱	۰,۲۳۳	۰,۳۱۵	۰,۲۹۴	تبادل نیروی انسانی
۰,۳۴۵	۰,۲۲۵	۰,۲۳۶	۰,۲۵۶	پیمان کاری
۰,۳۳۷	۰,۳۶۳	۰,۲۲۳	۰,۲۴۱	سرمایه‌گذاری اقلیت
۰,۳۷۸	۰,۳۰۶	۰,۲۳۲	۰,۲۱۹	خرید حق امتیاز (لایسنس کردن)
۰,۲۶۰	۰,۳۰۹	۰,۲۴۹	۰,۳۰۹	قراردادهای D&R و همکاری‌های فنی
۰,۲۱۵	۰,۲۵۲	۰,۲۴۶	۰,۳۰۹	کپی کردن یا مهندسی معکوس
۰,۲۰۷	۰,۲۳۰	۰,۲۹۴	۰,۲۹۰	از طریق آموزش و یادگیری
۰,۳۱۳	۰,۲۹۹	۰,۱۸۸	۰,۲۵۶	ادغام با سازمان‌های دیگر و اکتساب

۳- تعیین ماتریس بی‌مقیاس موزون

در این گام باید وزن معیارها که از روش‌های دیگر به دست آمده است، در ماتریس نرمال ضرب تا ماتریس وزن‌دار حاصل شود. از آنجایی که اوزان همگی شاخص‌ها برابر در نظر گرفته شده‌اند، برای تمامی چهار شاخص وزن ۰/۲۵ اتخاذ شده است. پس از تخصیص مجموعه‌ی وزن‌ها آن‌ها را به صورت یک ماتریس قطری که درایه‌های دیگر آن صفر است،

مرتب می‌شود. به این ماتریس، ماتریس اوزان اطلاق می‌شود. در مرحله بعد، ماتریس بی‌مقیاس موزون (V)، با ضرب ماتریسی ماتریس بی‌مقیاس در ماتریس اوزان به دست خواهد آمد:

$$V = N_d \otimes W \quad W = \text{blkdiag}(w_1, \dots, w_n) \quad \text{رابطه ۲}$$

در رابطه‌ی فوق، \otimes نماد ضرب ماتریسی است. ماتریس بی‌مقیاس موزون در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- ماتریس بی‌مقیاس موزون V

میزان ایجاد وابستگی به منبع	میزان هزینه	تجربه در کشور	تاثیر بر قابلیت‌های کلیدی	
۰,۰۰۰	۰,۰۸۹	۰,۱۰۷	۰,۰۹۰	تحقیق و توسعه داخلی
۰,۰۹۷	۰,۰۵۹	۰,۰۹۰	۰,۰۶۴	انتقال فناوری از طریق خرید آن
۰,۰۷۷	۰,۰۷۲	۰,۰۶۸	۰,۰۷۹	سرمایه‌گذاری مشترک و همکاری
۰,۰۶۷	۰,۰۸۰	۰,۰۸۳	۰,۰۸۱	همکاری‌های D&R
۰,۰۵۸	۰,۰۵۸	۰,۰۷۹	۰,۰۷۴	تبادل نیروی انسانی
۰,۰۸۶	۰,۰۵۶	۰,۰۵۹	۰,۰۶۴	پیمان کاری
۰,۰۸۴	۰,۰۹۱	۰,۰۵۶	۰,۰۶۰	سرمایه‌گذاری اقلیت
۰,۰۹۵	۰,۰۷۷	۰,۰۵۸	۰,۰۵۵	خرید حق امتیاز (لایسنس کردن)
۰,۰۶۵	۰,۰۷۷	۰,۰۶۲	۰,۰۷۷	قراردادهای D&R و همکاری‌های فنی
۰,۰۵۴	۰,۰۶۳	۰,۰۶۱	۰,۰۷۷	کپی کردن یا مهندسی معکوس
۰,۰۵۲	۰,۰۵۷	۰,۰۷۳	۰,۰۷۳	از طریق آموزش و یادگیری
۰,۰۷۸	۰,۰۷۵	۰,۰۴۷	۰,۰۶۴	ادغام با سازمان‌های دیگر و اکتساب

۴- محاسبه ایده‌آل‌های مثبت و منفی:

در این مرحله، باید نوع شاخص‌ها مشخص شود. شاخص‌ها یا جنبه‌ی مثبت دارند یا منفی. شاخص‌های مثبت شاخص‌هایی هستند که افزایش آن‌ها باعث بهبود در سیستم شود؛ مثل

کیفیت یک محصول. این شاخص از نوع مثبت است و ایده‌آل مثبت آن برابر با بزرگترین درایه ستون معیار و ایده‌آل منفی برابر با کوچکترین درایه سلول است. این موضوع برای شاخص - های منفی بالعکس است. اگر شاخص‌های دارای بار مثبت با مجموعه‌ی J^+ و شاخص‌های دارای بار منفی با J^- نشان داده شوند، ایده‌آل‌های مثبت و منفی را می‌توان از روابط زیر به دست آورد:

$$A^+ = \{(max^i(v_{ij}) | j \in J^+), (min^i(v_{ij}) | j \in J^-) | i = 1, 2, \dots, m\} \quad \text{رابطه ۳} \\ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\}$$

$$A^- = \{(min^i(v_{ij}) | j \in J^+), (max^i(v_{ij}) | j \in J^-) | i = 1, 2, \dots, m\} \\ = \{v_1^-, \dots, v_n^-\}$$

لذا با توجه به رابطه فوق، جدول ایده‌آل‌های مثبت و منفی مربوط به هر شاخص در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴ - جدول ایدئال‌های مثبت و منفی هر شاخص.

شاخص	ایدئال	A^+ ایده‌آل مثبت	A^- ایده‌آل منفی
	تأثیر بر قابلیت‌های کلیدی		۰.۰۹۰
تجربه در کشور		۰.۱۰۷	۰.۰۴۷
میزان هزینه		۰.۰۵۶	۰.۰۹۱
	میزان ایجاد وابستگی به منبع	۰.۰۰۰	۰.۰۹۷

۵- محاسبه فاصله از ایده‌آل‌های مثبت و منفی بر اساس نرم اقلیدسی:

فاصله بین هر گزینه n بعدی را می‌توان به روش اقلیدسی سنجید. فاصله گزینه n ام از ایدئال مثبت و منفی به ترتیب توسط روابط زیر به دست می‌آیند:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

رابطه ۴

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

لذا، میزان فاصله هریک از عناصر ماتریس V نسبت به ایده‌آل‌های مثبت و منفی با توجه به رابطه فوق محاسبه می‌شود:

جدول ۵ - فاصله هر گزینه از ایدئال‌های مثبت و منفی بدست آمده

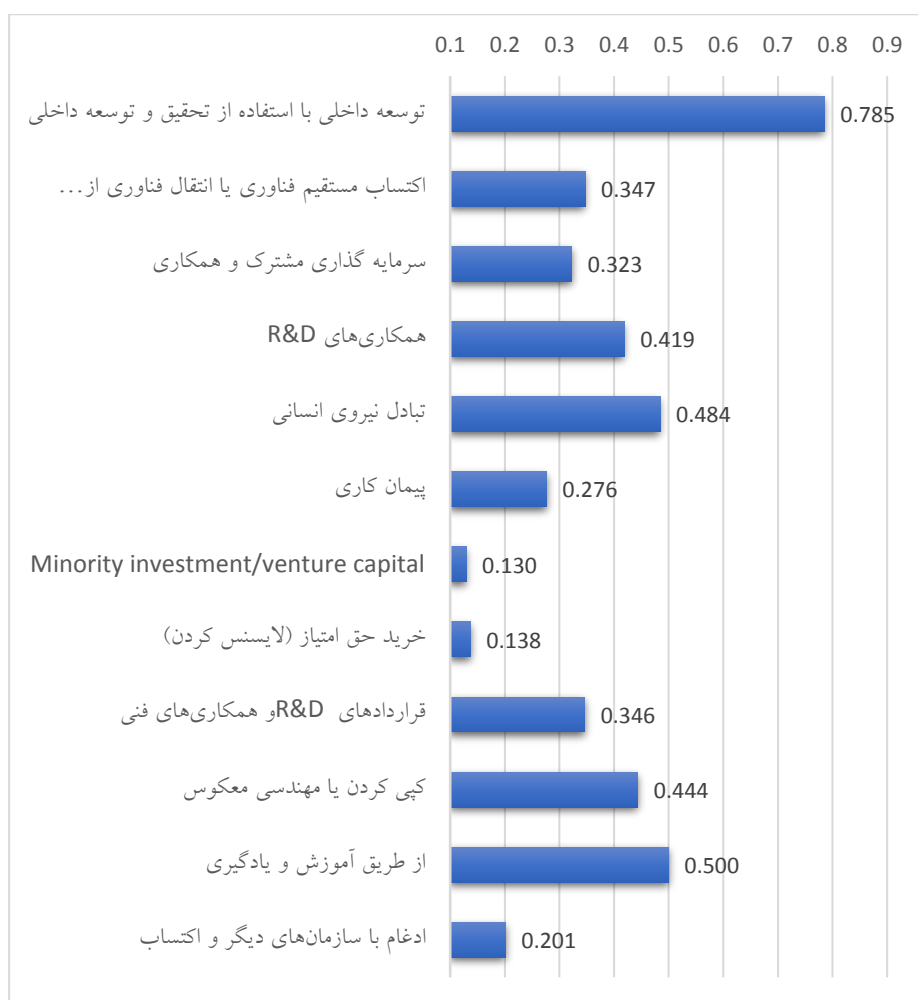
S^+ فاصله از ایده‌آل مثبت	S^- فاصله از ایده‌آل منفی	فاصله از ایده‌آل گزینه
۰.۰۳۳	۰.۱۱۹	تحقیق و توسعه داخلی
۰.۱۰۲	۰.۰۵۴	انتقال فناوری از طریق خرید آن
۰.۰۸۹	۰.۰۴۲	سرمایه‌گذاری مشترک و همکاری
۰.۰۷۶	۰.۰۵۵	همکاری‌های D&R
۰.۰۶۷	۰.۰۶۳	تبادل نیروی انسانی
۰.۱۰۲	۰.۰۳۹	پیمان کاری
۰.۱۰۹	۰.۰۱۶	سرمایه‌گذاری اقلیت
۰.۱۱۴	۰.۰۱۸	خرید حق امتیاز (لایسنس کردن)
۰.۰۸۳	۰.۰۴۴	قراردادهای D&R و همکاری‌های فنی
۰.۰۷۲	۰.۰۵۸	کپی کردن یا مهندسی معکوس
۰.۰۶۴	۰.۰۶۴	از طریق آموزش و یادگیری
۰.۱۰۴	۰.۰۲۶	ادغام با سازمان‌های دیگر و اکتساب

۶- محاسبه نزدیکی نسبی هر گزینه و رتبه‌بندی آنها

نزدیکی نسبی نشان‌دهنده امتیاز هر گزینه است و بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود. هرچه قدر نزدیکی نسبی به عدد یک نزدیک‌تر باشد، نشان از برتری آن گزینه است.

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad 0 \leq C_i \leq 1 \quad \text{رابطه ۵}$$

میزان C_i به دست آمده برای گزینه‌های اکتساب فناوری را می‌توان در شکل ۲ مشاهده نمود.



شکل ۲ - مقادیر نزدیکی نسبی هر گزینه‌ی اکتساب فناوری؛ به دست آمده از روش تاپسیس.

در گام نهایی، بر اساس ترتیب نزولی C_i ، می‌توان گزینه‌های موجود را رتبه‌بندی نمود. رتبه‌بندی نهایی گزینه‌های اکتساب فناوری به شرح جدول ۶ می‌باشد.

جدول ۶ - میزان نزدیکی نسبی محاسبه شده برای هر گزینه و رتبه‌بندی نهایی گزینه‌های اکتساب فناوری بر اساس چهار

شاخص

C_i	گزینه اکتساب فناوری	رتبه
۰.۷۸۵	توسعه داخلی با استفاده از تحقیق و توسعه داخلی	۱
۰.۵۰۰	از طریق آموزش و یادگیری	۲
۰.۴۸۴	تبادل نیروی انسانی	۳
۰.۴۴۴	کپی کردن یا مهندسی معکوس	۴
۰.۴۱۹	همکاری‌های D&R	۵
۰.۳۴۷	اکتساب مستقیم فناوری یا انتقال فناوری از طریق خرید آن	۶
۰.۳۴۶	قراردادهای D&R و همکاری‌های فنی	۷
۰.۳۲۳	سرمایه‌گذاری مشترک و همکاری	۸
۰.۲۷۶	پیمان کاری	۹
۰.۲۰۱	ادغام با سازمان‌های دیگر و اکتساب	۱۰
۰.۱۳۸	خرید حق امتیاز (لایسنس کردن)	۱۱
۰.۱۳۰	سرمایه‌گذاری اقلیت	۱۲

نتیجه‌گیری و پیشنهادها:

نتیجه‌گیری

در زمینه‌ی فناوری‌های دفاعی «اکتساب فناوری از طریق منابع داخلی» بهترین گزینه‌ی پیش رو است. چرا که فناوری‌های دفاعی در قالب موارد، جزء دارایی‌های راهبردی یک کشور محسوب می‌شوند و دسترسی به گزینه‌های دیگر اکتساب فناوری در این حوزه محدودتر

است. بر اساس نتایج به دست آمده از نظرسنجی از خبرگان که در جدول ۱ نشان داده شده است، تحقیق و توسعه داخلی بیشترین تأثیر را بر قابلیت‌های کلیدی یک سازمان دفاعی دارد. همچنین میزان تجربه سازمان‌های دفاعی در کشور در رابطه با این روش نیز در میان سایر گزینه‌های اکتساب فناوری بیشینه است. از دیگر شاخص‌های حائز اهمیت در حوزه دفاعی و اکتساب فناوری، حداقل نمودن میزان وابستگی به منبع فناوری است چرا که وابستگی در این حوزه به معنی وابستگی استقلال نیروهای مسلح کشور به شمار می‌رود. در این خصوص نیز روش تحقیق و توسعه داخلی دارای کمترین میزان ایجاد وابستگی در میان سایر روش‌هاست.

روش‌های «اکتساب از طریق آموزش و یادگیری» و «تبادل نیروی انسانی» در رتبه‌های دوم و سوم این رتبه‌بندی قرار گرفته‌اند. نظر به میانگین نظرات خبرگان که در جدول ۱ نشان داده شده است، این دو روش علاوه بر هزینه‌ی کمتر نسبت به سایر روش‌ها، تأثیر قابل توجهی بر قابلیت‌های کلیدی سازمان نیز دارند. این‌ها در حالی است که نیروهای مسلح کشور و واحدهای اکتساب فناوری دفاعی در کشور دارای تجربه‌ی نسبتاً مناسبی در رابطه با این دو روش هستند.

در ادامه‌ی رتبه‌بندی‌های ارائه شده، روش‌های «کپی کردن یا مهندسی معکوس» و «همکاری‌های R&D» با میزان C_i نسبتاً مشابه، به ترتیب در رتبه‌های چهارم و پنجم قرار دارند. با توجه به جدول ۱، این دو عامل در همه‌ی شاخص‌های ارائه شده دارای امتیاز میانه هستند و در هیچ یک از شاخص‌های مدنظر دارای ضعف یا قوت بیشینه نیستند. این موارد باعث شده است تا این دو روش اکتساب فناوری در میانه‌ی جدول رتبه‌بندی قرار گیرند.

روش «خرید فناوری یا محصول فناوری» در رتبه‌بندی ارائه شده در رتبه‌ی ششم قرار گرفته است. علت را می‌توان با دقت در جدول ۱ جست‌وجو نمود. بر اساس میانگین نظرات به دست آمده از خبرگان، این روش پس از روش‌های «آموزش و یادگیری» و «تبادل نیروی انسانی»، دارای کمترین میزان هزینه است. همچنین تجربه واحدهای اکتساب فناوری در کشور

در این رابطه عدد ۳/۷۳ است که پس از تحقیق و توسعه داخلی بیشترین میزان در کشور است. این دو عامل نقشی اساسی در رتبه‌ی این روش اکتساب فناوری ایفا می‌کنند.

روش‌های «قراردادهای R&D و همکاری‌های فنی» و «سرمایه‌گذاری مشترک و همکاری» با اکتساب نمره G_i نسبتاً مشابه در رتبه‌بندی ارائه شده در جایگاه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. این دو روش علاوه بر آنکه توسط خبرگان کشور پرهزینه تخمین زده شده‌اند، تجربه‌ی پیشین کشور در رابطه با این دو روش نیز اندک است و همین دو موضوع عمده باعث شده است تا این روش‌ها در رده‌های انتهایی جدول رتبه‌بندی قرار بگیرند.

در سوی دیگر رتبه‌بندی به‌دست آمده، روش‌های «لایسنس کردن» و «سرمایه‌گذاری اقلیت» در رده‌های انتهایی جدول رتبه‌بندی قرار گرفته‌اند. چرا که این دو روش، از جمله روش‌های اکتساب فناوری هستند که میزان تجربه پیشین کشور در این حوزه‌ها بسیار اندک است. این در حالی است که علاوه بر میزان تجربه پایین، میزان تأثیر بر قابلیت‌های کلیدی در خصوص این دو روش اندک است.

پیشنهادها

به منظور تکمیل پژوهش ارائه شده، موارد زیر پیشنهاد می‌شوند:

- تطبیق دستاوردهای پژوهش پیش رو با یک نمونه‌ی عینی در زمینه‌ی یک فناوری خاص
- طراحی الگوی سیاست‌گذاری اکتساب فناوری دفاعی به منظور جبران خلاءهای سیاست‌گذاری
- تحقیق و پژوهش در خصوص ارائه راهکار در خصوص حل مشکلات اکتساب فناوری دفاعی در کشور

منابع

- Goodman, R. A., & Lawless, M. W. (1994). *Technology and strategy: conceptual models and diagnostics*. Oxford University Press on Demand.
- Lowe, H. (1995). *Management of technology: perception and opportunities*. Springer Science & Business Media.
- Coburn, M. M. (1999). *Competitive technical intelligence: A guide to design, analysis, and action*. Washington: American Chemical Society.
- Narayanan, V. K. (2001). *Managing technology and innovation for competitive advantage*. Pearson Education India.
- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (2006). The core competence of the corporation. In *Strategische unternehmungsplanung-strategische unternehmensführung*. Springer
- McIvor, R. (2005). *The outsourcing process: strategies for evaluation and management*. Cambridge University Press.
- Ford, D., & Saren, M. (1996). *Technology strategy for business*. Cengage Learning.
- Kurokawa, S. (1993). In-house R&D versus external technology acquisitions: Small technology-based firms in the US and Japan.
- Cardullo, M. W., & Cardullo, M. W. (1996). *Introduction to managing technology*: Research Studies Press.
- Rubenstein, A. H. (1989). *Managing technology in the decentralized firm*. Wiley-Interscience.
- Lee, H., Lee, S., & Park, Y. (2009). Selection of technology acquisition mode using the analytic network process. *Mathematical and Computer Modelling*, 49(5-6), 1274-1282.
- Kara, G., & Berkol, A. (2014, June). Selection of technology acquisition methods using an artificial classification technique. In *2014 IEEE International Technology Management Conference* (pp. 1-5).

- Daim, T., & Kocaoglu, D. F. (1997, July). Staying ahead of the competition: technology acquisition and its global implications. In *Innovation in Technology Management. The Key to Global Leadership. PICMET'97* (pp. 225-228).
- Hemmert, M. (2004). The influence of institutional factors on the technology acquisition performance of high-tech firms: survey results from Germany and Japan. *Research Policy*, 33(6-7), 1019-1039.
- Dussauge, P., Hart, S., & Ramanantsoa, B. (1992). Strategic technology management (No. hal-00708987).
- Narula, R. (2001). Choosing between internal and non-internal R&D activities: some technological and economic factors. *Technology Analysis & Strategic Management*, 13(3), 365-387.
- Jones, G. K., Lanctot Jr, A., & Teegen, H. J. (2001). Determinants and performance impacts of external technology acquisition. *Journal of Business venturing*, 16(3), 255-283.
- Coombs, R. (1996). Core competencies and the strategic management of R&D. *R&D Management*, 26(4), 345-355.
- Burgelman, R. A., Christensen, C. M., & Wheelwright, S. C. (2004). Integrating technology and strategy: A general management perspective. *Strategic management of technology and innovation*, 208.
- Kotabe, M., & Murray, J. Y. (2004). Global sourcing strategy and sustainable competitive advantage. *Industrial marketing management*, 33(1), 7-14.
- Ruchala, L. V. (1997). Managing and controlling specialized assets. *Management Accounting (USA)*, 79(4), 20-25.
- Bettis, R. A., Bradley, S. P., & Hamel, G. (1992). Outsourcing and industrial decline. *Academy of Management Perspectives*, 6(1), 7-22.
- Burgelman, R. A., Christensen, C. M., & Wheelwright, S. C. (2004). Integrating technology and strategy: A general management perspective. *Strategic management of technology and innovation*, 208.
- Chiesa, V., & Manzini, R. (1998). Organizing for technological collaborations: a managerial perspective. *R&D Management*, 28(3), 199-212.

- Welch, J. A., & Nayak, P. R. (1992). Strategic sourcing: a progressive approach to the make-or-buy decision. *Academy of Management Perspectives*, 6(1), 23-31.
- Swan, K. S., & Allred, B. B. (2003). A product and process model of the technology sourcing decision. *Journal of Product Innovation Management*, 20(6), 485-496.
- Chatterji, D. (1996). Accessing external sources of technology. *Research-Technology Management*, 39(2), 48-56.
- Jenster, P. V., & Pedersen, H. S. (2000). Outsourcing—facts and fiction. *Strategic change*, 9(3), 147-154.
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. In *Multiple attribute decision making* (pp. 58-191). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Simatupang, T. (2006). Study of technology acquisition modes: the choice between 'making' and 'buying' technology.