

ارائه یک الگوریتم برای انتخاب استراتژی بهینه اکتساب فناوری در شرایط پیچیده برای افق‌های تصمیم‌گیری بلندمدت، میان‌مدت و کوتاه‌مدت

حسین بهرامی پور^۱، سید مسلم موسوی درچه^۲، محمدحسن احمدزاده فرد^۳، مهدی مجیدپور^۴،

سید حسن قدسی پور^۵

^۱* کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران (نویسنده عهده‌دار مکاتبات)

^۲ عضو هیئت‌علمی پژوهشکده مطالعات فناوری‌های نوین، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران

^۳ دانشجوی دکتری سیاست‌گذاری علم و فناوری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

^۴ عضو هیئت‌علمی دانشکده مدیریت، علم و فناوری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران

^۵ عضو هیئت‌علمی دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران

چکیده

برای اکتساب فناوری، هزینه‌های کلانی صرف می‌شود و لذا تبیین استراتژی اکتساب، نیازمند طی یک فرایند پیچیده تصمیم‌گیری است. در این مقاله تلاش شده است تا با شناسایی معیارها و گزینه‌های دخیل در این تصمیم استراتژیک و انعکاس آنان در قالب یک الگوریتم جامع، قابل‌اطمینان و کاربردی، به تبیین استراتژی اکتساب فناوری در شرایط پیچیده برای افق‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت پرداخته شود. بر این اساس، با تحلیل مدل‌های موجود اکتساب فناوری و شناسایی نقاط ضعف و قوت آنان و نیز بهره‌گیری از آرای متخصصین امر، ۲۷ روش ذیل سه سبک کلی ساخت، همکاری و خرید شناسایی و به دودسته روش‌های اصلی و فرعی تقسیم‌بندی شدند. سپس ۲۷ معیار ذیل فناوری، گیرنده، دهنده، بازار و شرایط محیطی شناسایی، موارد جبرانی مشخص و به همراه روش‌ها در یک الگوریتم نظام‌یافته مفهومی - کمی (ترکیب روش تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی و برنامه‌ریزی عدد صحیح صفر و یک) منعکس شدند. الگوریتم ارائه شده که حاصل از ارتباط مفهومی معیارهای اکتساب فناوری است، دو بخش دارد که بخش اول مربوط به انتخاب سبک اکتساب فناوری عام در افق میان‌مدت و بلندمدت و بخش دوم مربوط به انتخاب روش اکتساب یک مدل خاص از فناوری در افق کوتاه‌مدت است. در نتیجه استراتژی اکتساب یک فناوری در وهله اول با تبیین سبک اکتساب فناوری عام و در وهله دوم با تبیین روش اکتساب فناوری خاص به دست می‌آید.

واژه‌های کلیدی: روش‌های اکتساب فناوری، مدل‌های اکتساب فناوری، روش‌های رسمی اکتساب فناوری، الگوریتم

تصمیم‌گیری

۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین بخش‌های سند استراتژی فناوری، راهبرد اکتساب فناوری‌هایی است که مورد شناسایی و انتخاب واقع شده‌اند. در واقع می‌توان گفت اصلی‌ترین مقوله در مدیریت فناوری هر سازمان، فرایند اکتساب و جذب فناوری‌های مورد نیاز است؛ زیرا برای اکتساب یک فناوری، هزینه‌های مادی و معنوی بسیار کلانی صرف شده و در صورتی که این فرایند، بر اساس راهبرد یا سیاست نادرستی انجام شده باشد، خسارات سنگینی از این منظر متوجه سازمان خواهد شد.

اکتساب فناوری به عنوان ابزاری حیاتی جهت دستیابی به رقابت‌پذیری بین‌المللی و حرکت به سوی توسعه پایدار، از اهمیت روزافزونی در فرایند توسعه کشورها برخوردار بوده و بدون دستیابی به مهارت‌ها و فناوری‌های لازم، نمی‌توان از رشد و حیات بلندمدت سازمان‌ها اطمینان حاصل نمود؛ لذا شناسایی فرایند اکتساب فناوری و عوامل مؤثر بر آن و همچنین ایجاد زیرساخت‌های لازم برای جذب فناوری‌های کسب شده، از اهمیت اساسی برخوردار است (نجفی، ۱۳۸۷).

در باب اکتساب فناوری، مدل‌های مختلفی وجود دارد که یا قدیمی هستند، یا حالات محدودی را پوشش می‌دهند و یا هم به دلیل لحاظ نکردن شرایط ویژه هر بنگاه، بخش و یا کشور و به عبارتی عدم پوشش همه معیارهای اثرگذار در فرایند اکتساب، عملاً کاربردی ندارند. در پژوهش جاری با مرور ادبیات و عارضه‌یابی مدل‌های اکتساب فناوری پیشین، روش‌ها و معیارهای مؤثر در این تصمیم راهبردی، شناسایی و ساماندهی شده و در یک الگوریتم تصمیم‌گیری آمیخته مفهومی - کمی (مبتنی بر ترکیب فرایند تحلیل سلسله مراتبی^۱ (AHP) و برنامه‌ریزی خطی^۲ عدد صحیح صفر و یک) ارائه می‌شود. سطح تحلیل در این پژوهش، بخش (صنعت) است؛ اما با برخی تغییرات جزئی می‌تواند در سطوح بنگاه و ملی نیز به کار گرفته شود.

۲- ادبیات تحقیق

۱-۲- اکتساب فناوری

اکتساب فناوری، یعنی مسیر تحقق به یک نیاز فناورانه که مورد شناسایی و انتخاب واقع شده است. برای اکتساب فناوری، سه سبک شامل اکتساب داخلی، همکاری و خرید وجود دارد که غالب آنچه در عمل دیده می‌شود، از جنس همکاری‌های فناورانه است که خود طیفی متعدد از روش‌ها است (مجیدپور، ۲۰۱۷). برای بنگاه‌ها و صنایع کشور خریدار، زمانی فرایند اکتساب یک فناوری خارجی با موفقیت به پایان می‌رسد که جذب تمام ابعاد فناوری - با تأکید بر دانش‌های ضمنی (پاویت، ۱۹۹۳؛ موری و رزنبرگ^۳، ۱۹۸۹) مورد توجه قرار گرفته و ظرفیت جذب سازمان نسبت به وضعیت پیش از اکتساب، ارتقا یافته و در نتیجه آن فناوری از طریق جذب، قابلیت تولید مجدد داشته باشد. ذکر این مهم ضروری است که فناوری‌های انتقال یافته به وسیله تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری بر روی آنان، تعدیل، اصلاح، بهسازی و بومی می‌شوند؛ به گونه‌ای که خود مولد فناوری‌های جدید می‌شود؛ در غیر این صورت فناوری‌های وارداتی در رفع نیازهای بومی مشکل‌گشا نبوده و مشکلی بر مشکلات صنعتی کشور خواهند افزود (امیرخانی و اسقندیاری، ۱۳۹۱). ذکر این مهم ضروری است که نگاه جان‌شینی داشتن به دو مسیر تحقیق و توسعه داخلی (اکتساب داخلی) و انتقال فناوری از بیرون - یعنی انتخاب صرفاً یک مسیر از بین این دو، امری نادرست است و آنچه قابل توصیه است، نگاه مکملیت به این دو است؛ به این معنا که دو مقوله تحقیق و توسعه داخلی و انتقال فناوری همانند دو بال یک قیچی عمل کرده و در تعامل با هم سبب توسعه و اکتساب یک فناوری می‌شوند. هر چند در این بین تأکید

^۱ Analytical Hierarchy Process

^۲ Linear Programming

^۳ Mowery & Rosenberg

بیشتر بر اتکا به تحقیق و توسعه داخلی (توانمندی‌های بومی یا اکتساب داخلی) است (مجیدپور، ۲۰۱۷). بنابراین استفاده موفقیت‌آمیز از فناوری‌های اکتساب شده معمولاً در شرکت‌هایی اتفاق می‌افتد که به موازات، توانایی‌های فنی خود را نیز توسعه دهند (کوهن و لوینتال، ۱۹۹۰).

۲-۲- روش‌های اکتساب فناوری

در ادبیات پژوهش، روش‌های مختلفی برای اکتساب فناوری ذکر شده است که همگی ذیل سه دسته کلی زیر قرار می‌گیرند:

۱- اکتساب داخلی: در این سبک، اکتساب فناوری بدون مشارکت یا حداقل مشارکت طرف خارجی و در درون مرزهای بنگاه (بخش یا کشور) اکتساب می‌شود. این سبک شامل روش‌های متعددی است.

۲- همکاری: در این سبک، اکتساب فناوری با حضور فعال طرف خارجی (از کم رنگ تا پر رنگ) محقق شده که دارای روش‌های متعددی است.

۳- خرید: در این سبک، به خرید فناوری (محصول فناوری) و یا تملک کامل شرکت دارنده آن اکتفا می‌شود.

جدول شماره ۱، روش‌های اکتساب فناوری را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۱. روش‌های اکتساب فناوری

خرید	همکاری	اکتساب داخلی
	۱. تحقیق و توسعه مشترک	۱. تحقیق و توسعه کاملاً داخلی
	۲. مشارکت راهبردی تحقیق و توسعه	۲. تحقیق و توسعه درون‌زا توأم با شبکه‌سازی
	۳. قرارداد تحقیق و توسعه	۳. مهندسی معکوس
	۴. اتحاد استراتژیک	۴. جاسوسی صنعتی
	۵. پیمان‌های سری	۵. شکستن حق ثبت اختراع (کد شکافی پتنت)
۱. خرید فناوری (خرید محصول فناوری)	۶. خرید حق امتیاز (لیسانس)	
۲. تملک شرکت	۷. فرانشیز	
	۸. سرمایه‌گذاری مشترک	
	۹. کنسرسیوم	
	۱۰. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	
	۱۱. آموزش و تحصیل	
	۱۲. پارک‌های علمی/پژوهشی	
	۱۳. تملک سهام	
	۱۴. ادغام	
	۱۵. جذب کارکنان کلیدی	
	۱۶. برون‌سپاری (پیمان‌سپاری)	
	۱۷. کلید در دست	
	۱۸. خرید خدمات مشاوره‌ای فنی	

<p>۱۹. کمک‌های فنی و خدمات مهندسی</p> <p>۲۰. کتب، مقالات مجلات و شرکت در کنفرانس‌ها و نمایشگاه‌ها</p> <p>۲۱. پیمانکاری</p> <p>۲۲. بیع متقابل</p> <p>۲۳. آفست</p>	
--	--

از آنجا که همه روش‌های مذکور، تضمینی برای اکتساب یک فناوری مشخص را نمی‌دهند (مانند قرارداد تحقیق و توسعه)؛ لذا روش‌های به کار رفته در الگوریتم پیشنهادی، به دودسته تقسیم می‌شوند:

۱- روش‌های اصلی: این روش‌ها ناظر به اکتساب فناوری مشخصی هستند. جدول ۱، روش‌های اصلی به کار گرفته در مدل پیشنهادی اکتساب فناوری را نشان می‌دهد.

۲- روش‌های فرعی (مکمل یا کمکی): سایر روش‌های همکاری که بطور واقع‌بینانه ناظر بر اکتساب یک فناوری مشخص نبوده و غالباً می‌توانند به عنوان روش‌های فرعی (مکمل یا کمکی) امر اکتساب فناوری را تسهیل کنند. لذا هر چند ناظر بر اکتساب فناوری خاصی نیستند؛ اما نباید از اهمیت آنان غافل شد؛ زیرا برخی چون قرارداد تحقیق و توسعه با مراکز علمی و پژوهشی تا جایی می‌توانند نقش‌آفرین باشند که اکتساب یک فناوری بدون به کارگیری آنان، میسر نیست.

از جهت رضایت مالک فناوری، روش‌های مذکور به دودسته رسمی و غیر رسمی تقسیم می‌شوند؛ به این صورت که مهندسی معکوس، جاسوسی صنعتی، نقض حق ثبت اختراع و جذب کارکنان کلیدی، جز روش‌های غیر رسمی هستند؛ زیرا در این روش‌ها بر خلاف رضایت مالک فناوری عمل می‌شود. بقیه روش‌ها، رسمی به شمار می‌روند. جدول شماره ۲، روش‌های اصلی به کار رفته در مدل پیشنهادی اکتساب فناوری را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۲. روش‌های اصلی به کار رفته در مدل پیشنهادی اکتساب فناوری

خرید	همکاری	اکتساب داخلی
	۱. تحقیق و توسعه مشترک	۱. تحقیق و توسعه کاملاً داخلی
	۲. کنسرسيوم	۲. تحقیق و توسعه درونزا توأم با شبکه‌سازی
۱. خرید محصول فناوری	۳. سرمایه‌گذاری مشترک	۳. مهندسی معکوس
۲. تملک	۴. ادغام	۴. جاسوسی صنعتی
	۵. لیسانس	۵. نقض حق ثبت اختراع (کد شکافی پتنت)
	۶. جذب کارکنان کلیدی	

۳- مروری بر پیشینه پژوهش

اكتساب فناوری از دیدگاه‌های مختلف گیرنده و دهنده فناوری قطعاً متفاوت بوده و معیارهای تصمیم‌گیری در خصوص انتقال و یا روش انتقال، متفاوت و در مواقعی در تضاد خواهد بود. با توجه به این که روش‌های اکتساب فناوری، متنوع و گسترده‌اند، محققان بسیاری تلاش کرده‌اند تا با ارائه مدلی، این مسئله استراتژیک را تسهیل کنند؛ لذا هر کدام مدلی خاص را ارائه کرده‌اند (فقیه و همکاران، ۱۳۹۹).

مدل رابرت و بری^۱ (۱۹۸۴) علاوه بر روش‌های ذیل سبک انتقال فناوری، به برخی روش‌های تحقیق و توسعه داخلی هم توجه دارد. در این مدل، دو معیار انتخاب حاکم است: میزان آشنایی شرکت با بازار و میزان آشنایی شرکت فناوری. در برخی منابع، مدل رابرت به مدل آفوا نیز معروف شده است. این دو بعد تشکیل یک ماتریس می‌دهند و لذا بنگاه می‌تواند بر اساس وضعیت خود در قبال این دو بعد (پایه، جدید و شناخته‌شده، جدید و ناشناخته)، نسبت به انتخاب روش مناسب اکتساب از بین روش‌هایی چون تملک سهام، سرمایه‌گذاری مشترک، تملک شرکت، خرید لیسانس و... اقدام کند. این مدل، مدلی کلی است: زیرا صرفاً دو بعد بازار و فناوری را مبنای تصمیم قرار داده که ناکافی است. از طرفی روش‌های پیشنهادی آن، همه جز روش‌های غیر رسمی اکتساب هستند که کاربری مدل را در فضای پیچیده صنایع امروزی، با محدودیت رو به رو می‌کند (فقیه و همکاران، ۱۳۹۹).

چاترجی^۲ (۱۹۹۶) دو عامل آشنایی با فناوری و آشنایی با بازار را ملاک قرار داده و با لحاظ سه فاز برای هر کدام، نه سناریوی مختلف را معرفی می‌کند. او روش‌هایی از قبیل قراردادهای تحقیق و توسعه، ائتلاف، تملک شرکت، خرید حق امتیاز، تملک سهام، تحقیق و توسعه داخلی و قرارداد تحقیق و توسعه مشترک که از روش‌های رسمی اکتساب فناوری هستند را در سناریوهای مختلف پیشنهاد کرده است. مدل او تقریباً مانند مدل رابرت و بری است؛ با این تفاوت که روش‌های رسمی اکتساب بیشتری را پیشنهاد کرده است. لحاظ صرف دو عامل فناوری و بازار، نشان دهنده عدم جامعیت این مدل است.

لیتل^۳ دو دلیل را برای عدم توسعه فناوری در داخل شرکت (انتقال فناوری) ذکر کرده است (فلوید^۴، ۱۹۹۷؛ نوری، ۱۳۸۳): اول، بالا بودن هزینه و زمان توسعه داخلی در برابر اکتساب خارجی؛ یعنی گاهی پیش می‌آید که منافع استراتژیک حاصل از فناوری، در قیاس با هزینه و زمانی که صرف اکتساب آن می‌شود، صرفه نمی‌کند؛ لذا اگر شرکت دیگری با صرف زمان و هزینه کمتری آن را تولید کند، منطقی است که راهبرد انتقال فناوری پیاده شود. دوم، عملی نبودن توسعه داخلی؛ یعنی شرکت منابع محدودی در اختیار دارد که باید آنان را تخصیص بهینه دهد. صرف هزینه و زمان کم برای اکتساب داخلی فناوری دلایل متقنی نیستند. در این حالت نیز انتقال فناوری معقولانه است. سایر دلایل مرتبط با عدم توسعه داخلی فناوری (انتقال فناوری) به نوعی ذیل یکی از دو دلیل مذکور قرار می‌گیرند.

فورد^۵، هر سه سبک اکتساب فناوری را در قالب پنج روش و بر حسب ۵ معیار لحاظ و مدل خود را در قالب ماتریسی ارائه کرد که در جدول شماره ۳ نشان داده شده است (فورد، ۱۹۸۸).

¹ Robert E., Berry

² chatterji

³ Litel

⁴ Floyd

⁵ Ford

جدول شماره ۳. ماتریس انتخاب روش اکتساب فناوری مدل فور

دوره عمر	اثر رقابتی	ضرورت تملک در داخل	ضرورت دستیابی سریع	خبرگی بنگاه	معیار روش اکتساب
پیدایش	ممتاز (حیاتی)	بالاترین	کمترین	بالا	توسعه درون‌زا
ابتدای رشد	ممتاز یا پایه		کم		همکاری مشترک
ابتدای رشد	ممتاز یا پایه		کم		واگذاری بخشی از فعالیت‌ها به صورت پیمانکاری
بلوغ	ممتاز یا پایه	کمترین	بالا	پایین	خرید حق امتیاز فناوری
همه مراحل	خارجی	کاملاً غیر ضروری	بالاترین	پایین	خرید محصول فناوری

روش‌های پیشنهادی فور، طیفی را تشکیل می‌دهند که از تحقیق و توسعه داخلی تا خرید محصول را در بر می‌گیرد. مدل کیه‌زا و مانزینی^۱ (۲۰۰۸) سه سبک شامل تحقیق و توسعه درون‌زا، همکاری و خرید را برای اکتساب فناوری ارائه می‌کند. آنگاه با لحاظ حالات مختلف برای سیزده عامل شامل هدف از همکاری، قابلیت تعریف مفاد همکاری، آشنایی با فناوری و بازار، چرخه عمر فناوری، سطح ریسک، قابلیت حفاظت از فناوری، مرحله فرایند نوآوری، سطح سرمایه‌گذاری مورد نیاز، قابلیت تقسیم سرمایه، نحوه ارتباط با شرکت، کشور مرجع (از نظر فرهنگی)، زمینه فعالیت دارنده فناوری و اندازه/قدرت دارنده فناوری، روش مناسب اکتساب را ارائه می‌کند. روش‌های اکتساب فناوری پیشنهاد شده، همه روش‌های رسمی بوده و اشاره‌ای به روش‌های غیر رسمی نشده است. علاوه بر این، با توجه به یک بعدی بودن مدل، برهم کنش و تاثیر متقابل عوامل لحاظ نشده که از نقاط ضعف آن است.

تید^۲ (۲۰۲۰) در باب اکتساب فناوری، سه الگو ارائه کرده است. در الگوی اول، به ویژگی‌های سازمان و فناوری اشاره کرده است. ویژگی‌های سازمان شامل استراتژی، تطابق با شایستگی‌ها و قابلیت‌ها، فرهنگ و راحتی مدیریت است. ویژگی‌های فناوری نیز شامل اهمیت رقابتی (نوع فناوری)، پیچیدگی، کد پذیری و اعتبار حاصل از فناوری است. در الگوی دوم، تید دو عامل هزینه اکتساب و پتانسیل یادگیری را مطرح کرده است. در الگوی سوم هم عامل زمان را در کنار مزایا و معایب روش‌های انتقال فناوری مورد بررسی قرار داده است.

گیلبرت^۳ (۱۹۹۵) با یک نگاه سیستمی، چهار نوع سیستم انتقال فناوری شامل عمومی، غیر فعال یا انفعالی، همکاری و ضد رقابتی را ارائه می‌کند. سپس روش انتخاب سیستم مناسب بر اساس دو فاکتور کنترل دارنده بر فناوری خود و توان گیرنده جهت برآوردن نیازهای دهنده تعیین می‌شود. از مزایای مدل، می‌توان به ذکر روش‌های غیر رسمی اکتساب و از معایب آن می‌توان به محدودیت معیارهای تصمیم و نیز عدم ارائه راهبرد خاص اکتساب اشاره کرد.

¹ Chieza & Manzini

² Tid

³ Gilbert

فیلیپس^۱ (۲۰۱۳) اکتساب خارجی و انتقال فناوری را معادل دانسته و هفت روش انتقال شامل: لیسانس، تملک، شرکت زایشی^۲، سرمایه‌گذاری مشترک، استخدام، خرید و مهندس معکوس را پیشنهاد می‌دهد. او چهار مدل برای انتقال فناوری شامل مدل انتقال فناوری به عنوان مهارت، به عنوان مستندات، به عنوان مجموعه و به عنوان کالا را ارائه و روش‌های پیشنهادی متناسب با هر حالت را تبیین می‌کند. فیلیپس تاکید می‌کند که معمولاً روش‌های اکتساب فناوری به تنهایی خوب کار نمی‌کنند و عموماً لازم است از ترکیبی از آن‌ها استفاده شود.

مدل استاک^۳ بر اساس دو معیار عدم اطمینان فناوری و تعاملات سازمانی میان انتقال دهنده و گیرنده فناوری طراحی شده است. این مدل برای انتقال فناوری در سطح پروژه مناسب بوده و هدف آن، ارائه بینش نظری و چارچوب علنی جهت انتخاب بهترین رویکردهای انتقال به یک سازمان است. بر اساس این مدل عدم اطمینان فناوری به دو عامل نوظهور بودن یا پیچیدگی و دانش ضمنی فناوری بستگی دارد. تعاملات سازمانی نیز به سه عامل ارتباط، هماهنگی و همکاری وابسته است. ارتباطات، شامل روش برقراری ارتباط و ماهیت اطلاعات تبادل شده است. هماهنگی به ماهیت ساختار و فرایند طراحی شده برای تعامل و تصمیم‌گیری بین دهنده و گیرنده اشاره دارد. همکاری نیز، بیانگر تمایل یک شرکت در پیگیری منافع دو جانبه به جای رفتار فرصت طلبانه است. علاوه بر این، مدل استاک برای سنجش کارآئی انتقال فناوری، عوامل کارآئی فناوری، زمان، هزینه و قابلیت بهره‌برداری از آن را پیشنهاد داده است (مرقلانی^۴، ۲۰۰۶).

آراستی (۱۳۸۷) ضمن ارائه مدلی نسبتاً جامع، عوامل مؤثر بر انتخاب روش بهینه اکتساب فناوری را به پنج طبقه شامل میزان آشنایی شرکت با بازار و فناوری مورد نیاز، طبیعت فناوری، مشخصات سازمان دهنده، نوع همکاری مطلوب میان دارنده و گیرنده و سیاست‌های شرکت گیرنده تقسیم بندی نموده است. هر کدام از این طبقه‌ها، از تعدادی زیر معیار اشاره شده در مدل‌های قبل تشکیل شده‌اند. مهم‌ترین مزیت این مدل، تجمع و بازآرایی مدل‌ها است. این مدل منحصر بر برخی روش‌های همکاری است.

مدل فقیه و همکاران (۱۳۹۹)، حاوی ۶۴ وضعیت مختلف ناشی از برهم کنش شش عامل اصلی است که در سه بعد مالک فناوری، گیرنده فناوری و ماهیت فناوری قرار دارند. در مواقعی که روشی در تطابق کامل با آن وضعیت وجود نداشته، روش‌های دیگری که ناقض آن وضعیت نبوده اما ممکن است استفاده از آن‌ها به دلیل هزینه‌ها و ریسک‌های بالا، مقرون به صرفه و توجیه پذیر نباشند، پیشنهاد شده است.

۴- معیارهای اکتساب فناوری

با هدف تصمیم درباره روش اکتساب فناوری، معیارها و عواملی دخیل هستند که باید در فرایند انتخاب مد نظر قرار گیرند. در ادبیات اکتساب فناوری، این معیارها و عوامل اغلب ناظر بر ویژگی‌های فناوری، دارنده فناوری، ویژگی‌ها و اهداف گیرنده فناوری، بازار و شرایط محیطی است. جدول شماره ۴، معیارهای مورد استفاده در مدل‌های پیشین اکتساب فناوری را نشان می‌دهد.

¹ Philips

² Spin in

³ Stock

⁴ Marghalani

جدول شماره ۴. معیارهای مورد استفاده در مدل‌های اکتساب فناوری

مدل - مرجع	معیارهای مورد استفاده
لیتل (فلوید) (۱۹۷۷)	<ul style="list-style-type: none"> • هزینه توسعه فناوری • اثر استراتژیک فناوری
رایرت و بری (۱۹۸۴)	<ul style="list-style-type: none"> • آشنایی بنگاه گیرنده با بازار • آشنایی بنگاه گیرنده با فناوری
فورد (۱۹۸۸)	<ul style="list-style-type: none"> • دوره عمر فناوری • اثر رقابتی فناوری • ضرورت تملک فناوری در درون سازمان • ضرورت دستیابی سریع به فناوری • توانایی نسبی بنگاه در فناوری
چاترجی (۱۹۹۶)	<ul style="list-style-type: none"> • آشنایی بنگاه گیرنده با بازار • آشنایی بنگاه گیرنده با فناوری
کیه‌زا (۲۰۰۱)	<ul style="list-style-type: none"> • معیارهای انتخاب سبک اکتساب • زمان دستیابی به فناوری • اهمیت اختصاصی و انحصاری بودن فناوری • اهمیت و پتانسیل یادگیری • هزینه‌های توسعه فناوری • ریسک فنی و میزان آشنایی با فناوری • معیارهای انتخاب روش همکاری • تأثیر بر منابع سازمان • افق زمانی • میزان کنترل بر فعالیت‌ها • میزان کنترل بر نتایج • ریسک • هزینه‌ها و زمان ایجاد همکاری • انعطاف پذیری
استاک (۲۰۰۶)	<ul style="list-style-type: none"> • عدم اطمینان فناوری • تعاملات سازمانی میان انتقال دهنده و گیرنده فناوری
فیلیپس (۲۰۱۳)	-
تید (۲۰۲۰)	<ul style="list-style-type: none"> • عوامل سازمانی

<ul style="list-style-type: none"> • استراتژی بنگاه • انطباق فناوری با شایستگی‌های بنگاه • فرهنگ بنگاه • آمادگی برای فناوری جدید • مشخصات فناوری • اثر رقابتی فناوری • نوع فناوری • پیچیدگی فناوری • تجزیه پذیری فناوری • میزان ایجاد اعتبار توسط فناوری 	
<ul style="list-style-type: none"> • میزان آشنایی گیرنده با بازار و فناوری مورد نظر • طبیعت فناوری • مشخصات سازمان دهنده فناوری • نوع همکاری مطلوب میان دارنده و گیرنده فناوری • سیاست‌های شرکت گیرنده فناوری 	آراستی (۱۳۸۷)

در جدول شماره ۵، مدل‌های مختلف اکتساب فناوری از جهات گوناگون با یکدیگر مقایسه شده است. اعداد ۱ و ۲ و ۳ به ترتیب نشان دهنده عملکرد مدل مذکور در ارتباط با هر کدام از ویژگی‌های اشاره شده است. (۱=ضعیف، ۲=متوسط، ۳=مناسب)

جدول شماره ۵. مقایسه مدل‌های اکتساب فناوری از جهات گوناگون

مدل اکتساب	ویژگی‌های مدل
لیتل (فلوید) (۱۹۷۷)	۱
رابرت و بری (۱۹۸۴)	۱
فورد (۱۹۸۸)	۱
گیبرت (۱۹۹۵)	۱
چاترچی (۱۹۹۶)	۱
کپه‌زا (۲۰۰۱)	۱
استاک (۲۰۰۶)	۱
فیلیس (۲۰۱۳)	۱
تید (۲۰۲۰)	۱
آراستی (۱۳۸۷)	۱
فقیه و همکاران (۱۳۹۹)	۱
مدل اکتساب	توجه به عامل افق تصمیم (استراتژیک یا کوتاه-مدت)
لیتل (فلوید) (۱۹۷۷)	۲
رابرت و بری (۱۹۸۴)	۲
فورد (۱۹۸۸)	۳
گیبرت (۱۹۹۵)	۱
چاترچی (۱۹۹۶)	۱
کپه‌زا (۲۰۰۱)	۱
استاک (۲۰۰۶)	۲
فیلیس (۲۰۱۳)	۱
تید (۲۰۲۰)	۱
آراستی (۱۳۸۷)	۲
فقیه و همکاران (۱۳۹۹)	۳
مدل اکتساب	توجه به ویژگی‌های فناوری
لیتل (فلوید) (۱۹۷۷)	۱
رابرت و بری (۱۹۸۴)	۱
فورد (۱۹۸۸)	۱
گیبرت (۱۹۹۵)	۲
چاترچی (۱۹۹۶)	۲
کپه‌زا (۲۰۰۱)	۲
استاک (۲۰۰۶)	۲
فیلیس (۲۰۱۳)	۲
تید (۲۰۲۰)	۲
آراستی (۱۳۸۷)	۲
فقیه و همکاران (۱۳۹۹)	۳
مدل اکتساب	توجه به شرایط دهنده فناوری
لیتل (فلوید) (۱۹۷۷)	۱
رابرت و بری (۱۹۸۴)	۱
فورد (۱۹۸۸)	۱
گیبرت (۱۹۹۵)	۲
چاترچی (۱۹۹۶)	۲
کپه‌زا (۲۰۰۱)	۲
استاک (۲۰۰۶)	۲
فیلیس (۲۰۱۳)	۲
تید (۲۰۲۰)	۲
آراستی (۱۳۸۷)	۲
فقیه و همکاران (۱۳۹۹)	۳
مدل اکتساب	توجه به شرایط گیرنده فناوری
لیتل (فلوید) (۱۹۷۷)	۱
رابرت و بری (۱۹۸۴)	۱
فورد (۱۹۸۸)	۳
گیبرت (۱۹۹۵)	۱
چاترچی (۱۹۹۶)	۱
کپه‌زا (۲۰۰۱)	۲
استاک (۲۰۰۶)	۱
فیلیس (۲۰۱۳)	۱
تید (۲۰۲۰)	۳
آراستی (۱۳۸۷)	۴
فقیه و همکاران (۱۳۹۹)	۲
مدل اکتساب	جامعیت معیارهای مورد استفاده
لیتل (فلوید) (۱۹۷۷)	۱
رابرت و بری (۱۹۸۴)	۲
فورد (۱۹۸۸)	۲
گیبرت (۱۹۹۵)	۳
چاترچی (۱۹۹۶)	۳
کپه‌زا (۲۰۰۱)	۳
استاک (۲۰۰۶)	۲
فیلیس (۲۰۱۳)	۲
تید (۲۰۲۰)	۲
آراستی (۱۳۸۷)	۲
فقیه و همکاران (۱۳۹۹)	۳
مدل اکتساب	جامعیت روش‌های اکتساب مورد استفاده
لیتل (فلوید) (۱۹۷۷)	۱
رابرت و بری (۱۹۸۴)	۲
فورد (۱۹۸۸)	۲
گیبرت (۱۹۹۵)	۳
چاترچی (۱۹۹۶)	۳
کپه‌زا (۲۰۰۱)	۳
استاک (۲۰۰۶)	۲
فیلیس (۲۰۱۳)	۲
تید (۲۰۲۰)	۲
آراستی (۱۳۸۷)	۲
فقیه و همکاران (۱۳۹۹)	۳

۱	۱	۳	۱	۱	۳	۱	۱	۱	۱	۲	تمایز قائل شدن میان سبک و روش اکتساب
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	تمایز قائل شدن میان وجوه عام و خاص فناوری
۲	۲	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۱	وجود الگوریتم اجرایی مشخص برای تصمیم-گیری
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	لحاظ عامل عدم امکان اجرای استراتژی اکتساب
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی
۳	۲	۲	۱	۱	۳	۱	۱	۲	۱	۲	قابلیت ارتقا برای استفاده در سطوح بخش و ملی
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	قابلیت استفاده در صنایع غیر تجاری (دفاعی و...)
۱	۱	۱	۱	۱	۳	۱	۱	۲	۱	۱	فراوانی استفاده در داخل کشور

۵- روش پژوهش

پژوهش جاری از لحاظ هدف، توسعه‌ای - کاربردی و از لحاظ شیوه جمع‌آوری داده‌ها (روش)، تحلیلی یا توصیفی - پیمایشی (بررسی و تجزیه تحلیل سوابق و مدارک موجود) در زمینه اکتساب فناوری و از لحاظ ماهیت داده‌ها، از هر دو نوع کمی و کیفی بهره برده است؛ زیرا:

- هدف (خروجی) این پژوهش، ارائه یک الگوریتم کاربردی (چارچوبی مبنا) برای انتخاب استراتژی بهینه اکتساب فناوری-های اولویت‌دار (شناسایی شده و منتخب) در شرایط پیچیده و در افق‌های تصمیم‌گیری سه‌گانه و نیز با قابلیت کاربرد در سطوح بخش (صنعت) و ملی است (دلیل توسعه‌ای - کاربردی بودن).
 - برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز تحقیق، پژوهش‌های منتخب و غنی حوزه اکتساب فناوری جمع‌آوری شده و با تحلیل و بهره‌گیری از نقاط قوت و رفع نقاط ضعف آنان و نیز انجام مصاحبه میدانی، مدل نهایی استخراج شده است (دلیل تحلیلی یا توصیفی - پیمایشی بودن).
 - داده‌هایی چون چرخه عمر فناوری، شکاف فناورانه و... ماهیتی کیفی و داده‌هایی چون حجم بازار فناوری (محصول)، ریسک، زمان، هزینه و بودجه مورد نیاز برای هر روش و...، ماهیت کمی داشته و ذیل یک فرایند کمی (ترکیب روش تحلیل سلسله مراتبی و برنامه‌ریزی عدد صحیح صفر و یک) ترتیب اثر داده می‌شوند.
- در انجام یک تحقیق با روش مذکور، تأکید صرف بر مدارک و سوابق (ادبیات) موجود، درست نیست؛ زیرا هر پژوهشی با توجه به شرایط مکانی، زمانی و سایر محدودیت‌های ویژه به خود تدوین شده که تکیه خام بر آنان، خطر گمراهی در امر پژوهش و ناکارآمدی آن را به دنبال خواهد داشت. برای رفع این دغدغه، از دو استراتژی زیر بهره گرفته شده است:
- ۱) دقت در انتخاب سوابق موجود (پژوهش‌های پیشین) در حوزه اکتساب فناوری با لحاظ معیارهایی چون: اعتبار نویسنده (نویسندگان)، مکان و زمان انجام آن، تعداد ارجاعات به آن، لحاظ ملاحظات صنایع و سازمان‌های بومی

۲) استفاده از نظرات کارشناسان با هدف بهره‌گیری از تجارب بومی در حوزه اکتساب فناوری و در نتیجه اعتبار سنجی مدل با انجام مصاحبه با خبرگان فنی - مدیریتی بر این اساس، در هر گام از طراحی الگوریتم، نتایج به محضر کارشناسان عرضه شده تا با دریافت بازخورد از آنان، مدل تصحیح و تکمیل شود.

۵-۱- الگوریتم اجرای پژوهش

شکل شماره ۱، گام‌های اجرایی پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۱. گام‌های اجرایی پژوهش

۵-۱-۱- تحلیل مدل‌های اکتساب داخلی و خارجی شاخص (شناسایی نقاط قوت و ضعف)

در این گام، منابع مورد نیاز تحقیق از قبیل: مقالات، طرح‌های صنعتی- تجربی و کتب شاخص مدیریت و اکتساب فناوری و... جمع‌آوری شدند تا مدل‌هایی که این منابع به کار گرفته‌اند مشخص شده و سپس مورد عارضه‌یابی قرار گیرند.

۵-۱-۲- تبیین جامع روش‌های اکتساب فناوری به همراه فرصت‌ها و چالش‌های بکارگیری هر کدام

برای اکتساب فناوری، راهبردهای متفاوتی وجود دارد که همه ذیل سه سبک کلی تحقیق و توسعه داخلی، همکاری و خرید دسته‌بندی می‌شود. هر کدام از پژوهشگران، ناظر به برخی روش‌های اکتساب بحث کرده‌اند؛ لذا در این مرحله، با مطالعه پیشینه ادبیات، روش‌های اکتساب فناوری جمع‌آوری و نظام‌مند شدند. در ضمن این مرحله، فرصت‌ها و چالش‌های مربوط به هر کدام از راهبردها تبیین شد. در ادامه به جهت اهمیت فوق‌العاده مهم روش‌هایی چون مهندسی معکوس، جاسوسی صنعتی، کد شکافی پتنت، پیمان‌های استراتژیک سری و جذب یا تملک متخصصین، دسته‌بندی روش‌ها به دودسته رسمی و غیر رسمی (موارد مذکور) در دستور کار قرار گرفت. در نهایت با توجه به اینکه همه روش‌های موجود در سبک همکاری، ناظر به اکتساب فناوری مشخصی نبودند، یا تضمینی قابل اطمینان جهت اکتساب یک فناوری ارائه نمی‌کردند (مانند قرارداد تحقیق و توسعه)؛ لذا روش‌های اکتساب به دودسته اصلی و فرعی تقسیم شدند.

۵-۱-۳- تبیین جامع معیارهای تصمیم‌گیری در انتخاب روش اکتساب فناوری

همانند ضعف مدل‌ها در عدم پوشش کامل روش‌های اکتساب، این ضعف در معیارهای اکتساب فناوری نیز مشهود است. لذا با مطالعه پژوهش‌های قبلی، معیارهای تصمیم در باب اکتساب جمع‌آوری شدند. سپس با هدف انعکاس آنان در قالب مدل تصمیم‌گیری، سعی شد با شناسایی معیارهای همپوشان، آنان را دسته‌بندی کرده تا بصورت بهینه در مدل وارد شوند. بهینه‌سازی الگوریتم همواره در جریان پژوهش مورد توجه بوده است.

۵-۱-۴- تدوین الگوریتم تصمیم‌گیری برای انتخاب راهبرد بهینه اکتساب فناوری شامل مدل عام و خاص.

پس از تدقیق روش‌ها و معیارها، گام به کارگیری منطقی آنان در الگوریتم به کمک کارشناسان حوزه مدیریت فناوری و سیاست‌گذاری علم و فناوری صورت پذیرفت. مشخصات این متخصصین در جدول شماره ۶ آورده شده است.

جدول شماره ۶. مشخصات متخصصین همکار در پیشبرد پژوهش

درجه علمی	تخصص
عضو هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر	سیاست‌گذاری علم و فناوری
عضو هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر	مهندسی صنایع
عضو هیئت‌علمی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران	سیاست‌گذاری علم و فناوری
عضو هیئت‌علمی پژوهشکده مطالعات فناوری ریاست جمهوری	سیاست‌گذاری علم و فناوری
دانشجوی دکتری	مدیریت فناوری
دانشجوی دکتری	سیاست‌گذاری علم و فناوری
عضو هیئت‌علمی سازمان جهاد دانشگاهی	مهندسی صنایع
عضو هیئت‌علمی سازمان جهاد دانشگاهی	مهندسی صنایع
کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک (شرکت مپنا)	مهندسی مکانیک
پژوهشگر پژوهشگاه نیرو	مهندسی برق
پژوهشگر پژوهشگاه نیرو	مدیریت فناوری
مجموع = ۱۱ نفر	

با توجه به اینکه افراد مذکور، غالباً خود از صاحب‌نظران حوزه مدیریت و سیاست‌گذاری علم و فناوری بوده‌اند، لذا از این طریق مجالی جهت اعتبار سنجی الگوریتم فراهم شد.

۶- ارائه الگوریتم پیشنهادی انتخاب استراتژی بهینه اکتساب فناوری

الگوریتم تدوین‌شده در مقاله حاضر، به فراخور عام یا خاص بودن فناوری تغییر می‌کند و اساساً روش برخورد با هر یک از این دو مقوله متفاوت است؛ به طوری اگر فناوری منتخب ناظر بر یک محصول با ویژگی مشخص باشد (مانند توربین بادی ۴،۵ مگاواتی)، نوع به کارگیری عوامل مؤثر و معیارها تغییر می‌کند و اگر فناوری منتخب ناظر بر یک حوزه فناوری به طور عام

- (فارغ از نوع خاصی یا ویژگی خاصی مانند توربین بادی) باشد، عوامل به گونه‌ای دیگر مورد توجه قرار می‌گیرند. به عبارتی دیگر برای تبیین استراتژی اکتساب یک فناوری، دو گام زیر را باید طی کرد:
- ۱- انتخاب سبک اکتساب فناوری عام که در آن افق تصمیم‌گیری بلندمدت (یا میان‌مدت) است.
 - ۲- انتخاب روش اکتساب فناوری خاص که در آن افق تصمیم‌گیری کوتاه‌مدت است.

۶-۱- الگوریتم انتخاب سبک اکتساب فناوری عام در افق تصمیم‌گیری بلندمدت یا میان‌مدت

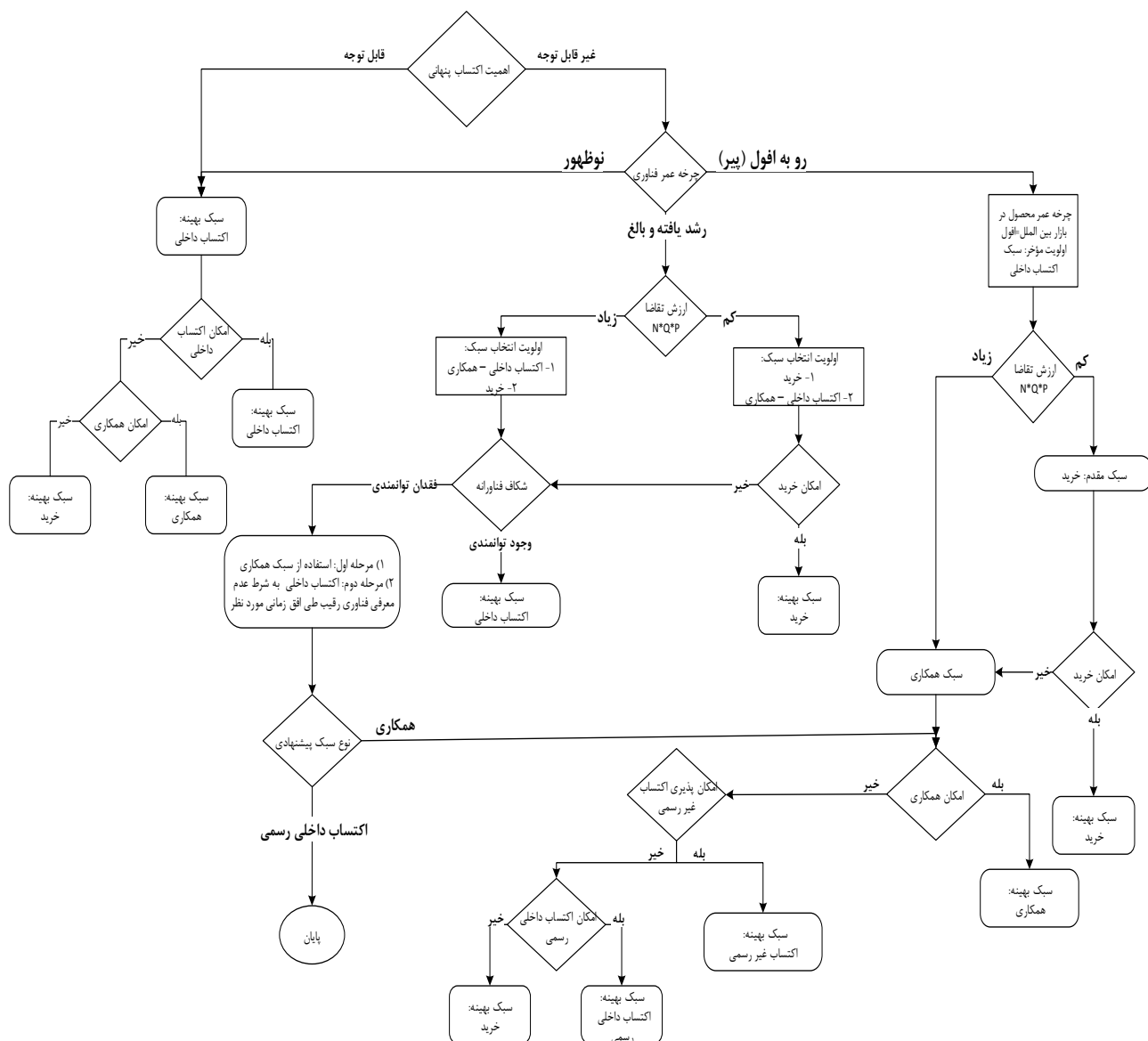
زمانی که یک فناوری با ویژگی‌های خاص مد نظر نیست، امکان پیشنهاد یک روش خاص همکاری (به عنوان مثال: لیسانس) غیر منطقی به نظر می‌رسد؛ زیرا فناوری عام، دارای مدل‌ها و انواع مختلفی از محصولات با ویژگی‌های متفاوت است^۱ که نمی‌توان یک روش بخصوص برای اکتساب همه آنان در بلندمدت تعریف کرد. دلیل دیگر این‌که روش‌های مندرج در سبک همکاری، وابسته به شرایطی چون زمان، هزینه و ریسک هستند که در کوتاه‌مدت می‌توان درباره آنها اظهار نظر کرده و تصمیم‌گیری نمود؛ اما در بلندمدت چنین بررسی‌هایی واجد معنا نخواهند بود؛ به عنوان مثال نمی‌توان روش تملک یک شرکت دارنده فناوری را به عنوان روش اکتساب فناوری برای ده سال آینده پیشنهاد نمود. در نتیجه در این مرحله می‌توان سبک کلی اکتساب فناوری را با توجه به ویژگی‌های عمومی آن فناوری مشخص کرد. شکل شماره ۲، الگوریتم انتخاب سبک اکتساب فناوری عام در افق تصمیم‌گیری بلندمدت یا میان‌مدت را نشان می‌دهد. در این الگوریتم، معیارهای به کار رفته عبارتند از: اهمیت اکتساب پنهانی/انحصاری، چرخه عمر فناوری، ارزش تقاضا، شکاف فناورانه و امکان‌پذیری انجام سبک.

۶-۲- انتخاب روش اکتساب فناوری خاص در افق تصمیم‌گیری کوتاه‌مدت

در این مرحله افق تصمیم‌گیری کوتاه‌مدت بوده و خروجی نهایی، روش بهینه اکتساب فناوری (یک مدل خاص از فناوری عام) خواهد بود. دلیل افق تصمیم‌گیری کوتاه‌مدت این است که در بلندمدت به احتمال زیاد، مدل یا مدل‌های جدیدی جایگزین فناوری خاص فعلی خواهند شد و در نتیجه عقلانی نیست که برای افق زمانی بلندمدت، روش اکتساب یک مدل خاصی از محصول فناوری مورد بررسی قرار گیرد. شکل شماره ۳، الگوریتم انتخاب روش اکتساب فناوری خاص در افق تصمیم‌گیری کوتاه‌مدت را نشان می‌دهد. در این بخش، معیارهای به کار رفته عبارتند از: اهمیت اکتساب پنهانی/انحصاری، چرخه عمر فناوری، چرخه عمر محصول، ارزش تقاضا، شکاف فناورانه، ابعاد اطلس فناوری مورد نظر، حد اقل سطح توانمندی مورد نظر و امکان‌پذیری انجام روش.

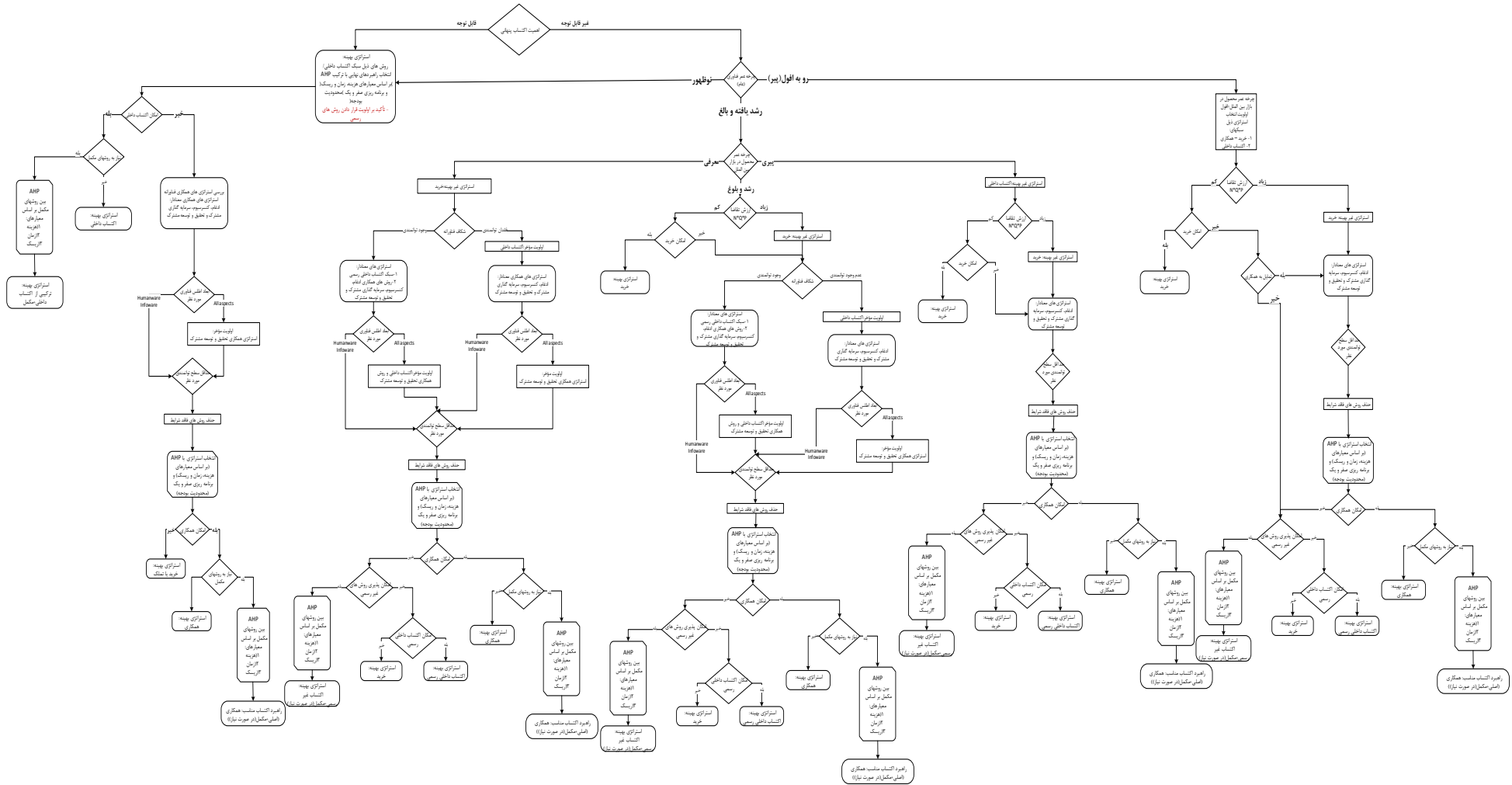
لازم به ذکر است که در تعیین وضعیت معیارها هم در مدل عام و هم در مدل خاص، باید ناظر به افق تصمیم‌گیری عمل کرد؛ یعنی برای مثال تعیین وضعیت شکاف فناورانه در بلندمدت و کوتاه‌مدت با هم تفاوت می‌کند.

^۱ مثلاً توربین بادی خود انواع مختلفی چون ۲ مگاواتی، ۴٫۵ مگاواتی، ۱۰ مگاواتی و... را شامل می‌شود. در نتیجه توربین بادی در حکم یک فناوری عام بوده و توربین بادی ۴٫۵ مگاواتی، در حکم یک فناوری خاص است.



شکل شماره ۲. الگوریتم انتخاب سبک بهینه اکتساب فناوری در شرایط پیچیده برای افق تصمیم‌گیری بلندمدت و میان‌مدت (انتخاب سبک بهینه اکتساب فناوری عام)^۱

^۱ خواهشمند است برای مطالعه بهتر جزئیات مدل، کلید Ctrl را در صفحه کلید نگه داشته و با تنظیم غلتک موس، جزئیات مد نظر را ملاحظه فرمائید.



شکل شماره ۳. الگوریتم انتخاب روش بهینه اکتساب فناوری در شرایط پیچیده برای افق تصمیم‌گیری کوتاهمدت (انتخاب روش بهینه اکتساب فناوری خاص)

۷- تشریح معیارهای به کار رفته در الگوریتم

۷-۱- اهمیت اکتساب پنهانی / انحصاری

اولین پرسشی که در الگوریتم (هم عام و هم خاص) مطرح می‌شود، این است که اهمیت اکتساب پنهانی (ملاحظات حفاظتی) یا انحصاری برای اکتساب فناوری، تا چه اندازه است. مطابق با پرسش از این معیار، دو حالت زیر به وجود می‌آید:

- ۱- اگر اهمیت اکتساب پنهانی قابل توجه باشد، رویکرد اکتساب داخلی اهمیت بیشتری می‌یابد (فولادی و زارع، ۱۳۹۹). این رویکرد غالب در صنایع دفاعی یا صنایع به شدت رقابتی و نوآور (رهبران فناوری^{۱۸}) مطرح است. در واقع در تناسب با اهمیت اکتساب پنهانی / انحصاری، اولویت انتخاب سبک به صورت اکتساب داخلی، همکاری و سپس خرید است. هنگامی که سیاست بنگاه، رهبری در زمینه یک فناوری خاص است، این استراتژی اهمیت بالایی دارد (تید، ۲۰۲۰). همچنین هر زمان که برای رهبران فناوری، اکتساب داخلی ممکن نباشد، استراتژی‌های همکاری قابل توصیه است (کیه‌زا، ۱۹۸۸؛ کیه‌زا، ۲۰۰۱).
- ۲- اگر اهمیت اکتساب پنهانی قابل توجه نباشد، تصمیم‌گیری منوط به پرسش از چرخه عمر فناوری خواهد بود که در مرحله بعدی به آن پرداخته می‌شود.

۷-۲- چرخه عمر فناوری (عام)

پرسش بعدی که در مدل انتخاب استراتژی اکتساب فناوری مطرح می‌شود، چرخه عمر فناوری است که مطابق با پرسش از این معیار، سه حالت زیر به وجود می‌آید:

- ۱- اگر فناوری در مرحله معرفی (نوآوری یا تولد) قرار داشت (نوظهور بود)، همانند حالت اول شاخص اول (اهمیت اکتساب پنهانی / انحصاری فناوری) با آن برخورد می‌شود؛ به این صورت که ابتدا سبک اکتساب داخلی مورد بررسی قرار می‌گیرد (فورد، ۱۹۸۸؛ تید، ۲۰۲۰). در صورت عدم امکان، سبک همکاری و در صورت عدم امکان همکاری، سبک خرید پیشنهاد می‌شود. همچنین استفاده از روش‌های مکمل (فرعی) چون ظرفیت دانشگاه‌ها (قرارداد تحقیق و توسعه) نیز قابل توصیه است (تید، ۲۰۲۰).
- ۲- اگر فناوری مذکور در مراحل رشد و بلوغ خود باشد، تصمیم‌گیری منوط به پرسش از چرخه عمر محصول خواهد بود که در مرحله بعدی به آن پرداخته می‌شود.
- ۳- سر انجام اگر فناوری در مرحله پیری و افول باشد، از آنجا که این، به معنی معرفی فناوری رقیب در بازار است، پاسخ پرسش بدیهی می‌شود؛ به این صورت که چرخه عمر محصول نیز در حالت افول قرار می‌گیرد. در نتیجه سبک اکتساب داخلی، در اولویت آخر قرار می‌گیرد (فورد، ۱۹۸۸). دلیل این کار این است که وقتی چرخه عمر فناوری در حالت افول است، رقبا در حال خروج از بازار و فروش فناوری هستند، از سوی دیگر عاقلانه نیست که منابع سازمان را به یک فناوری از رده خارج که در سطح بین‌الملل کنار گذاشته شده است، اختصاص داد.

¹⁸ Technology Leaders

۷-۳- چرخه عمر محصول در بازار بین‌الملل

بر اساس اینکه چرخه عمر فناوری (عام) در مرحله رشد و بلوغ باشد، پرسش بعدی ناظر به چرخه عمر محصول در بازار بین‌الملل بوده که عبارت است از تغییرات ارزش بازار محصول در طی زمان که شامل مراحل معرفی، رشد، بلوغ و افول است. در اینجا منظور از بازار، بازار در سطح بین‌الملل است (موسوی‌درچه، ۱۳۹۱).

مطابق با پرسش از وضعیت چرخه عمر محصول، سه حالت زیر بوجود می‌آید:

۱- اگر چرخه عمر محصول در بازار بین‌الملل در مرحله نوآوری (نوظهور) باشد، با توجه به اینکه محصول مربوطه در حال سپری کردن دوره ساخت آزمایشی بوده و یا اینکه نهایتاً در سطح محدودی در حال ورود به بازار است، اولویت آخر، استفاده از سبک (استراتژی) خرید است؛ زیرا خرید محصولی که هنوز در بازار بین‌الملل در مقیاس قابل توجه، مورد پذیرش واقع نشده، نا بخردانه بوده و در بدترین حالت ممکن (یعنی عدم امکان پذیری اکتساب داخلی، همکاری و استفاده از استراتژی‌های اکتساب غیر رسمی) به عنوان استراتژی اکتساب، مطرح می‌شود. لذا در ادامه شکاف فناورانه بررسی می‌شود.

۲- اگر چرخه عمر محصول در بازار بین‌الملل در مرحله رشد و بلوغ باشد، با توجه به اینکه مرحله معرفی را گذرانده و ارزش بازاری پیدا نموده است، پرسش بعدی ناظر به ارزش تقاضای داخل است.

۳- سرانجام حالت سوم زمانی است که چرخه عمر محصول در مرحله افول (پیری) باشد که در این حالت به دلیل عدم مزیت بازار محصول و وجود محصولات جایگزین، سبک اکتساب داخلی، در اولویت آخر قرار می‌گیرد (فورد، ۱۹۸۸) و در بدبینانه ترین شرایط ممکنه (عدم امکان استفاده از سایر سبک‌ها (روش‌ها)) مد نظر قرار می‌گیرد. در ادامه، این مسیر با پرسش از حجم تقاضا ادامه می‌یابد.

لازم به یادآوری است که چرخه عمر محصول، تنها در الگوریتم انتخاب روش اکتساب فناوری خاص کاربرد دارد و برای الگوریتم انتخاب سبک اکتساب فناوری عام مد نظر نمی‌باشد.

۷-۴- ارزش تقاضا

عبارت است از آن مقدار از ارزش پولی که برای فناوری (محصول) مذکور در بازار داخل کشور، در صورت خریداری به مصرف می‌رسد. مطابق با پرسش از این معیار، دو حالت زیر به وجود می‌آید:

۱- حالت اول حاکی از کم (غیر قابل توجه) بودن ارزش تقاضا است که رقم پرداختی بابت خرید آن قابل توجه نیست که در این صورت سبک خرید محصول در اولویت اول قرار می‌گیرد؛ زیرا برای فناوری ای که در حجم قابل توجهی مورد نیاز نیست، معقولانه نیست از همان ابتدا سراغ همکاری یا اکتساب داخلی رفت و منابع سازمان را به شیوه نابهینی هزینه کرد.

۲- حالت دوم: ناظر به با ارزش (قابل توجه) بودن بازار داخل عمل می‌کند؛ بدین صورت که به دلایلی چون بازار جذاب داخلی، لزوم جلوگیری از خروج مقادیر بالای ارز از کشور و امکان ایجاد فرصت‌های شغلی زیاد و... سبک خرید در اولویت آخر (عدم امکان اتخاذ دیگر سبک‌ها) قرار می‌گیرد.

۷-۵- شکاف فناورانه

به معنای فاصله میان سطح توانمندی فناورانه بالقوه بنگاه (صنعت یا کشور) در افق زمانی مورد نظر و حداقل سطح توانمندی مطلوب در ارتباط با فناوری منتخب است. بر اساس این که فاصله وجود داشته باشد (عدم توانمندی)، شکاف قابلیت پوشش

نخواهد داشت و در صورتی که فاصله وجود نداشته باشد (وجود توانمندی)، شکاف قابلیت پوشش خواهد داشت. در صورت وجود توانمندی (قابلیت پوشش شکاف فناورانه)، سبک اکتساب داخلی (رسمی) (تید، ۲۰۲۰) در کنار سبک همکاری مورد بررسی قرار گرفته و در صورت عدم وجود توانمندی (عدم وجود قابلیت پوشش شکاف فناورانه)، سبک اکتساب داخلی در اولویت آخر قرار می‌گیرد (فورد، ۱۹۸۸؛ تید، ۲۰۲۰).

۷-۶- ابعاد اطلس فناوری مورد نظر

پرسش از ابعاد اطلس فناوری مورد نظر، ناظر بر فهم این موضوع است که آیا کاربر همه جنبه‌های فناوری (از سخت‌افزار و انسان‌افزار تا سازمان افزار و اطلاع‌افزار) را مد نظر دارد یا آنکه تنها جنبه‌های دانشی فناوری (یعنی انسان‌افزار و اطلاع‌افزار) را نیاز دارد. این امر منجر به دو حالت زیر می‌شود:

۱- زمانیکه هدف کاربر، دستیابی به تمام ابعاد فناوری است و بخصوص اینکه علاوه بر ابعاد دانشی و سخت‌افزاری خواهان دستیابی به سازمان‌افزار هم باشد، سبک اکتساب داخلی و همکاری تحقیق و توسعه مشترک در اولویت آخر (عدم امکان‌پذیری سایر سبک (استراتژی‌ها) قرار می‌گیرند؛ زیرا این روش‌ها تمام ابعاد اطلس فناوری را تحت پوشش قرار نداده و تنها به جنبه‌های دانشی فناوری توجه می‌کنند (موسوی‌درچه، ۱۳۹۱).

۲- زمانی که هدف کاربر تنها دستیابی به ابعاد دانشی فناوری (یعنی انسان‌افزار و اطلاع‌افزار) باشد، سبک اکتساب داخلی و استراتژی تحقیق و توسعه مشترک در کنار سایر سبک‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند (موسوی‌درچه، ۱۳۹۱).

۷-۷- حداقل سطح توانمندی مورد نظر

با توجه به این که برخی روش‌های اکتساب فناوری تا حد مشخصی سبب ارتقاء سطح توانمندی گیرنده شده و ناظر بر تمامی سطوح توانمندی فناورانه نیستند، از این رو لازم است روش‌هایی که حداقل سطح توانمندی مورد نظر کاربر را پوشش نمی‌دهند، حذف شده و پس از آن ادامه فرایند پیگیری شود.

۷-۸- تلفیق تکنیک تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با برنامه‌ریزی خطی (عدد صحیح صفر و یک) برای

انتخاب نهایی استراتژی بهینه اکتساب^{۱۹}

معیارهای مورد استفاده برای فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی، شامل معیارهای جبرانی هزینه، زمان و ریسک است؛ به این صورت که روش‌های اکتساب فیلتر شده حاصل از طی مراحل قبل، بر اساس این معیارها با یکدیگر مقایسه شده و وزن (اهمیت یا اولویت) آن‌ها مشخص می‌شود. آنگاه این اوزان به همراه محدودیت بودجه (حد اکثر توان هزینه‌کرد)، در قالب یک مسئله برنامه‌ریزی خطی (عدد صحیح صفر و یک) انعکاس داده شده و جواب بهینه به دست می‌آید. فرموله بندی مسئله به صورت زیر است:

^{۱۹} در این قسمت می‌توان فقط از فاکتور حداکثر توان هزینه‌کرد استفاده نمود و لذا به جای تلفیق AHP و Zero-One Integer Programming، صرفاً از AHP استفاده کرد. این عامل نیز مانند عامل قبلی، می‌تواند منجر به حذف برخی از روش‌هایی شود که بیش از حداکثر توان هزینه‌کرد (بودجه در دست) اکتساب کننده فناوری هزینه دارد. به عبارت دیگر کاربر باید مشخص کند تا چه سطحی امکان هزینه‌کرد دارد. به عنوان مثال اگر می‌تواند تا حد کنسرسیوم با شرکت‌های صاحب فناوری هزینه کند، روش کنسرسیوم وارد گام بعدی (AHP) می‌شود. در غیر این صورت، روش کنسرسیوم حذف می‌شود. لازم به ذکر است که معیار هزینه در این‌جا متفاوت از عامل حداکثر توان هزینه‌کرد است که منجر به حذف برخی از روش‌ها می‌شود؛ به عبارت دیگر این معیار در فرایند تصمیم‌گیری چند معیاره برای مقایسه روش‌های اکتساب از حیث هزینه به کار می‌رود.

W_i = کارایی روش i ام

X_i = استراتژی i ام انتخاب شود ($X_i=1$) یا نشود ($X_i=0$)

C_i = بودجه مورد نیاز جهت اکتساب فناوری از طریق روش i ام

B = حداکثر بودجه در دسترس جهت اکتساب فناوری هدف

$$\max z = \sum_{i=1}^n W_i X_i$$

st.

$$\sum_{i=1}^n C_i X_i \leq B$$

$$x_i = 0, 1 \quad i = 1, 2, \dots, n$$

۸- نتیجه گیری

در تبیین ضرورت تحقیق گفته شد که برای اکتساب فناوری، هزینه‌های کلانی صرف شده و تصمیم‌گیری در باب انتخاب استراتژی بهینه، نیازمند طی فرایند پیچیده‌ای است؛ لذا در این مقاله تلاش شد تا با واکاوی و تحلیل مدل‌های موجود در ادبیات اکتساب فناوری و نیز استفاده از نظرات خبرگان حوزه مدیریت و سیاست‌گذاری علم و فناوری، معیارها و روش‌های اکتساب فناوری بطور جامع استخراج و آنگاه در قالب یک الگوریتم نظام‌یافته تصمیم‌گیری مفهومی - کمی ارائه شوند. یکی از نقاط قوت الگوریتم ارائه شده، پوشش جامع روش‌ها و معیارهای اکتساب فناوری است که در مدل‌های پیشین کمتر به چشم می‌خورد. از طرفی همه روش‌های اکتساب فناوری، ناظر به اکتساب فناوری به طور مشخص نبوده و یا دیر بازده‌اند؛ به عبارتی تنها نوعی از همکاری فناورانه را نشان می‌دهند؛ لذا از این نظر روش‌های اکتساب به دودسته اصلی و فرعی (مکمل) تقسیم شدند. همچنین روش‌ها از نظر رضایت مالک فناوری نیز به دودسته رسمی و غیر رسمی تقسیم می‌شوند؛ یعنی گاهی پیش می‌آید که به دلیل برخی محدودیت‌ها، امکان اکتساب رسمی فناوری (با رضایت مالک فناوری) ممکن نیست و لذا روش‌های غیر رسمی (عدم رضایت مالک فناوری) استفاده می‌شود. از نظر معیارهای به کار رفته در الگوریتم نیز، عوامل مربوط به خود فناوری، گیرنده، دهنده، بازار و شرایط محیطی استفاده شد. یکی دیگر از مزیت‌های الگوریتم پیشنهادی این است که بین حوزه فناورانه (فناوری عام) و مدلی خاص از آن و همچنین افق تصمیم‌گیری برای اکتساب، تفکیک قائل می‌شود. بنا بر این در دو گام مسیر انتخاب استراتژی بهینه اکتساب را تبیین می‌کند: اول، انتخاب سبک بهینه اکتساب فناوری به طور عام در افق تصمیم‌گیری بلندمدت و دوم، انتخاب روش بهینه اکتساب مدل خاص فناوری در افق تصمیم‌گیری کوتاه‌مدت. در ارائه این الگوریتم سعی شده است تا جای ممکن بر اساس گزاره‌های مفهومی، سبک‌ها (استراتژی‌ها) گلچین شده و نهایتاً در جایی که مفاهیم قادر به پیشروی قابل توجهی نیستند، روش‌های حاصل از طی مراحل قبل به همراه سه معیار زمان، هزینه و ریسک، در قالب یک مدل ریاضی ترکیبی تصمیم‌گیری چند شاخصه (AHP) و برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح صفر و یک (به همراه محدودیت بودجه) انعکاس داده شوند که این امر (انعکاس جامع معیارها و روش‌ها در قالب یک الگوریتم تلفیقی کیفی - کمی نظام‌یافته)، از مهم‌ترین مزیت‌های مدل به شمار می‌رود. از دیگر مزیت‌های الگوریتم این است که در هر مرحله، توجه ویژه‌ای به

امکان پذیری اجرای سبک یا روش شده است با این هدف که بتواند تا جای ممکن وجه کاربردی به خود گرفته و در شرایط پیچیده، مخاطب (صنعت) را برای تدقیق استراتژی بهینه اکتساب یک فناوری هدایت کند.

این پژوهش همانند همه پژوهش‌های علمی دیگر دارای محدودیت‌هایی است که رفع آنان می‌تواند به عنوان پیشنهاد برای مطالعات آتی لحاظ شود. برای مثال، با هدف اجتناب از پیچیدگی هر چه بیشتر مدل، امکان پیوسته در نظر گرفتن عواملی چون ارزش تقاضا و وجود شکاف فناورانه وجود نداشت؛ در حالیکه وضعیت واقعی این عوامل به صورت پیوسته و طیفی است و رفع این مهم می‌تواند ایده‌ای برای پژوهشگران محترم باشد. سایر پیشنهادات عبارتند از:

- استفاده از الگوریتم ارائه شده در سایر بنگاه‌ها و سطوح فرابنگاه (بخش و ملی) با هدف تدقیق استراتژی اکتساب فناوری-های اولویت‌دار (برتر ساز)
- اهتمام در جهت شناسایی استراتژی‌های جدید اکتساب فناوری و تبیین مزایا و معایب هر کدام
- اهتمام در جهت شناسایی معیارهای دخیل در تصمیم برای اکتساب فناوری
- توسعه شاخص‌های تعیین وضعیت مربوط به هر کدام از معیارهای به کار رفته در الگوریتم
- شناسایی هر چه بهتر معیارهای جبرانی با هدف پایش مدل و اجتناب از محاسبات زائد
- طراحی نسخه نرم‌افزاری مدل و یا پیاده‌سازی الگوریتم‌های یادگیری ماشین روی آن

منابع

۱. امیرخانی، امیرحسین و اسفندیاری، محمدجواد، (۱۳۹۱)، بررسی روشهای انتقال اثربخش فناوری، نشریه رشد فناوری، دوره ۸، شماره ۳۱.
۲. فولادی، قاسم و زارعی، وحید؛ (۱۳۹۹)؛ راهبردهای جمهوری خلق چین برای اکتساب فناوری‌های پیشرفته، وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح: موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.
۳. موسوی درچه، سید مسلم؛ (۱۳۹۱)، تدوین مدل اکتساب فناوری‌های اولویت دار صنعت برق، پژوهشگاه نیرو: تهران.
۴. نجفی، اسدالله؛ (۱۳۸۷)، آرایه الگویی جهت انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری با استفاده از روش آنالیز فاکتور در شرکت آلوپن. ۵(۱۷): p. -
۵. نوری، جواد؛ (۱۳۸۳)، انتخاب روش مناسب اکتساب تکنولوژی - ارائه متدولوژی و بررسی کاربردی بودن آن در صنایع خودروسازی و قطعه‌سازی ایران، دانشکده مدیریت و اقتصاد. دانشگاه صنعتی شریف: تهران.
6. Arasti, Mohammad Reza; Modares Yazdi, Mohammad and Delavari, Mehdi; (2008), Presenting a comprehensive model for selecting the appropriate method of technology transfer, especially for industrial engineering, management and economics, Volume 24, Number 43 (pp. 145 to 153). {In Persian}
7. Chatterji, D. (1996). Accessing external sources of technology. *Research-Technology Management*, 39(2), 48-56..
8. Chiesa, V., Manzini, R., & Pizzurno, E. (2008). The market for technological intangibles: a conceptual framework for commercial transactions. *International journal of learning and intellectual capital*, 5(2), 186-207.

9. Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 128-152..
10. Faghieh, H., Ghazinoory, S., & Elyasi, M. (2020). A Manual for Technology Acquisition Method Selection: The Three-dimensional Model of the Interaction of Factors Related to Owner, Receiver and the Nature of Technology. *Journal of Science and Technology Policy*, 13(3), 83-100.
11. Floyd, C. (1997). *Managing technology for corporate success*. Gower Publishing, Ltd...
12. Ford, D. (1988). Develop your technology strategy. *Long range planning*, 21(5), 85-95.
13. Gilbert, L. (1995). *Negotiating technology acquisition: getting the tools you need to succeed*. Singapore: Nanyang Technolfffrffordfpfordfordotid
14. Majidpour, M. (2017). International technology transfer and the dynamics of complementarity: A new approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 122, 196-206..Δ
15. Marghalani , M.A. (2006). Factors affecting information technology transfer in developing countries. *Aslib Proceedings*, ۳۹: p. ۶۶۹-۶۵۳
16. Mowery, D. C., & Rosenberg, N. (1989). New developments in US technology policy: implications for competitiveness and international trade policy. *California Management Review*, 32(1), 107-124.
17. Pavitt, K. (1993). What do firms learn from basic research. *Technology and the Wealth of Nations*, 29-40.
18. Phillips, F. Y. (2013). *Market-oriented technology management: innovating for profit in entrepreneurial times*. Springer Science & Business Media.
19. Roberts, E. B., & Berry, C. A. (1984). *Entering new businesses: selecting strategies for success*..
20. Tidd, J. (2020). *Integrating technological market and organizational change*. *Managing innovation*.