Journal of
Improvement Management
Vol. 10 No. 3, Autumn 2016 (Serial 33)

A Process Framework for Designing and Formulating Technology Strategy in Industrial Firms: An Industrial Automation Equipment Manufacturer

Mostafa Safdariranjbar[1]☎, Mahdi Elyasi[2], Gholamreza Tavakoli[3]

1- PhD candidate of Technology Management. Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
2- Assistant Professor, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
3- Associate Professor, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.

Abstract:

In order to obtaining competitive advantages from complex, costly and changing technologies, firms need to manage theis thecnologies strategically. Technology strategy includes several technology related decisions and actions that adopted by managers in order to acuiering competitive advantages in the firm level through transforming inputs to outputs. The problem of current paper is that, finding a process framework for designing and formulating technology strategy in industrial firms that includes identification, selection and acquisition of technologies and presents proper tools for each stage, is fairly difficult. So, this paper through applying action research strategy, introduces a process framework for designing and formulating technology Strategy in industrial firms. In this framework, identification of technologies was done by applying Technology Tree tool and Strategic Technology Unit (STU) concepts. Then, Attractiveness-Capability Matrix was used as a method for technology selection. Also, a multi criteria decision making (MCDM) method that it is called PROMETHEE was applied in order to determine best way for technology acquisition. This framework is implemented in an Iranian industrial automation equipment manufacturer named Qeshm Voltage and identification, selection and acquisition activities are done for a product that it is called Human Machin Interface (HMI). Applying the introduced framework can lead to improving effectiveness of technology related strategic and operational decision makings in industrialized firms by systemizing the process of technology strategy formulating and assissting managers in decision making process.

***Keywords**: Process Framework, Technology Strategy, Action Research, Technology Tree, Strategic Technology Unit, Attractiveness-Capability Matrix, PROMETHEE, Qeshm Voltage Company.*

1. ☎*Corresponding author: mostafa.safdary@aut.ac.ir*
2. *elyasi.atu@gmail.com*
3. *gh_tavakoli@mut.ac.ir*

نشریه علمی – پژوهشی بهبود مدیریت
سال دهم، شماره ۳، پیاپی ۳۳، پاییز ۱۳۹۵
صفحات ۷۸ - ۵۵

الگوی فرآیندی برای طراحی و تدوین راهبرد فن‌آوری در بنگاه‌های صنعتی
(مطالعه موردی یک تولیدکننده تجهیزات اتوماسیون صنعتی)

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۱۱)

مصطفی صفدری رنجبر[۱*]، مهدی الیاسی[۲]، غلامرضا توکلی[۳]

چکیده

به‌منظور کسب مزیت رقابتی از طریق فن‌آوری‌های پیچیده، پرهزینه و در حال تغییر، بنگاه‌ها نیاز به مدیریت استراتژیک آنها دارند. استراتژی فن‌آوری، شامل مجموعه‌ای از تصمیم‌ها و اقدامات راهبردی در زمینه فن‌آوری است که باید به‌منظور تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها، توسط مدیران اتخاذ گردند. هدف نهایی این‌گونه استراتژی‌ها، دست‌یابی به مزایای رقابتی در سطح بنگاه است. مساله اصلی پژوهش حاضر آن است که یافتن الگوی فرآیندی مناسبی برای طراحی و تدوین استراتژی فن‌آوری در بنگاه‌های صنعتی که همه‌ی مراحل شناسایی، انتخاب و اکتساب فن‌آوری را شامل شود و برای هر یک از مراحل، ابزار مشخصی را پیشنهاد داده باشد، امری دشوار است. بر این اساس، این مقاله با استفاده از راهبرد پژوهش اقدام پژوهی، به معرفی یک الگوی فرآیندی برای طراحی و تدوین استراتژی فن‌آوری در بنگاه‌های صنعتی پرداخته است. در این الگو، شناسایی فن‌آوری‌ها با استفاده از مفاهیم درخت فن‌آوری و واحد فن‌آوری استراتژیک، انتخاب فن‌آوری‌ها از طریق ماتریس جذابیت- توانمندی و تعیین روش اکتساب فن‌آوری‌ها از طریق روش تصمیم‌گیری چند معیاره پرومته، صورت می‌گیرد. این الگو در شرکت ایرانی تولیدکننده تجهیزات اتوماسیون صنعتی با نام قشم ولتاژ، به‌کار گرفته شده است و فعالیت‌های شناسایی، انتخاب و اکتساب فن‌آوری برای یک محصول با نام واسط انسان و ماشین صورت گرفته است. الگوی ارایه شده می‌تواند از طریق نظام مند کردن فرآیند طراحی و تدوین استراتژی فن‌آوری، موجب بهبود و ارتقای اثربخشی تصمیم‌گیری‌های استراتژیک و عملیاتی مرتبط با فن‌آوری در بنگاه‌های صنعتی گردد.

واژگان کلیدی:
الگوی فرآیندی، استراتژی فن‌آوری، اقدام پژوهی، درخت فن‌آوری، واحد فن‌آوری استراتژیک، ماتریس جذابیت- توانمندی، روش پرومته

۱*- دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی- دانشگاه علامه طباطبائی (ره) (نویسنده مسئول): safdariranjbar921@atu.ac.ir
۲- استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی (ره): elyasi.atu@gmail.com
۳- عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر: tavakoli145@gmail.com

۱- مقدمه

در طول دهه ۱۹۷۰، فن‌آوری فقط به‌عنوان مفهومی در نظر گرفته می‌شد که با توسعه محصولات، فرآیندها و سیستم‌ها در درون کسب و کار مرتبط است [۴۲]. در آن زمان، به مدیریت فن‌آوری نیز، به‌عنوان یک موضوع عملیاتی نگاه می‌شد و به ندرت به‌عنوان یک موضوع استراتژیک، مورد توجه قرار می‌گرفت [۲۶]. در خلال سال‌های بعد، فن‌آوری و ملاحظات فن‌آورانه به‌عنوان عوامل کلیدی و استراتژیک در نظر گرفته شدند و یک پذیرش عمومی در رابطه با این‌که فن‌آوری یکی از منابع و دارایی‌های استراتژیک شرکت‌ها است، به‌وجود آمد [۴۴]. برای مثال داجسون[۱]، بیان می‌کند که "به‌منظور کسب مزیت رقابتی از طریق فن‌آوری‌های پیچیده، پرهزینه و در حال تغییر، شرکت‌ها نیاز دارند که فن‌آوری را به‌صورت استراتژیک، مدیریت کنند [۲۵]. از طرفی، تدوین و اجرای استراتژی فن‌آوری اثربخش، یکی از عوامل اصلی ایجاد مزیت رقابتی برای شرکت‌ها است [۲۳]. آن‌چه که صاحب‌نظران و محققین بر آن توافق دارند، این است که تدوین استراتژی فن‌آوری شامل فرآیندی است، متشکل از اتخاذ برخی تصمیمات استراتژیک در زمینه برخی قابلیت‌های فن‌آورانه نظیر انتخاب، اکتساب و بهره‌برداری از فن‌آوری‌ها است [۲۸، ۲۷]. برای مثال، کر و همکارانش[۲]،در سال ۲۰۱۲ مدلی را برای مدیریت استراتژیک فن‌آوری ارایه کردند که در آن پنج فعالیت شناسایی[۳]، انتخاب[۴]، اکتساب[۵]، بهره‌برداری[۶] و محافظت[۷] از فن‌آوری مورد اشاره قرار گرفته‌اند [۳۷]. البته این فعالیت‌ها قبلاً توسط گرگوری[۸] [۳۰] ، فال و همکاران[۹] [۴۵] و ستیندمار و همکاران[۱۰] [۱۷ ،۶]، به‌عنوان فعالیت‌های اصلی مدیریت فن‌آوری در بنگاه‌ها معرفی شده‌اند.

تاکنون الگوها و چارچوب‌های متنوعی برای تدوین استراتژی فن‌آوری در سطح بنگاه ارایه گردیده‌اند که از میان آنها می‌توان به الگوها و مدل‌های توسعه یافته توسط پورتر[۱۱][۴۶]، فورد و سارن [۲۸]، هکس و مجلوف[۱۲][۳۱] ، هکس و نو[۱۳] [۳۳]، چیه زا و مانزینی[۱۴][۱۹] ، چیه زا [۲۰]، سولومون[۱۵] [۵۱]، اشاره نمود. هر یک از این مدل‌ها دارای مزیت‌ها و نقاط قوت خاص خود، هستند و به سوال‌های مشخصی در حوزه استراتژی فن‌آوری پاسخ می‌دهند. تعدد و تنوع الگوهای موجود برای تدوین استراتژی فناوری در سطح بنگاه‌ها، انتخاب الگوی مناسب برای این امر را دشوار ساخته است. بر این اساس، خلا یک الگوی فرآیندی

---

۱ Dodgson
۲ Kerr et al.
۳ Identification
۴ Selection
۵ Acquisition
۶ Exploitation
۷ Protection
۸ Gergory
۹ Phaal et al.
۱۰ Cetindamar et al.
۱۱ Porter
۱۲ Hax and Majlof
۱۳ No
۱۴ Chiesa and Manzini
۱۵ Solomon

مناسب که فعالیت‌های لازم را به‌گونه‌ای نظام‌مند در بر گرفته باشد و روش‌ها و ابزارهای کاربردی در هر فعالیت را معرفی کرده و معیارها و شاخص‌های لازم برای تصمیم‌گیری‌ها را برشمرده باشد، احساس می‌گردد. به عبارتی، سوال اصلی این پژوهش این است که: الگوی فرآیندی برای تدوین استراتژی فن‌آوری در بنگاه‌های صنعتی چگونه است؟ به‌منظور پاسخ‌گویی به این سوال باید به دو سوال پاسخ داد:

- الگوی فرآیندی تدوین استراتژی فن‌آوری در سطح بنگاه، شامل چه مراحل و فعالیت‌هایی است؟
- این مراحل و فعالیت‌ها از چه ترتیب و توالی تبعیت می‌کنند؟

بر این اساس، هدف از نگارش این مقاله ارایه یک الگوی فرآیندی برای طراحی و تدوین استراتژی فن‌آوری است که فعالیت‌های کلیدی را به گونه‌ای نظام‌مند و با ترتیب و توالی مشخصی در برگرفته باشد. در این پژوهش، از استراتژی پژوهشی اقدام پژوهی[۱]، استفاده شده است. این روش، با عناوین متعددی نظیر پژوهش مشارکتی[۲]، پژوهش همکارانه[۳]، آموختن در عمل[۴] و پژوهش در محیط عمل یاد می‌شود [۴]. در این استراتژی پژوهش، پژوهش‌گر از موضع خود که پایگاهی بالاتر از موضع فرد درگیر با مشکل است، پایین آمده و می‌کوشد تا به همراه او مساله را شناسایی کرده، راه‌حل‌یابی کند و راه‌حل‌ها را ارزیابی کند [۲۴]. الگوی ارایه شده برای فرآیند تدوین استراتژی فن‌آوری در شرکت قشم ولتاژ که یک شرکت فعال در حوزه اتوماسیون صنعتی در کشور ایران است، توسعه یافته است و برای یک محصول به نام واسط انسان و ماشین[۵] (HMI)، مورد بهره‌برداری، قرار گرفته است.

ساختار این مقاله به این شرح است: در بخش دوم مقاله به مبانی نظری و پیشینه پژوهش موضوع استراتژی فن‌آوری و رویکردهای اصلی استراتژی فن‌آوری پرداخته شده است. بخش سوم مقاله، به روش‌شناسی پژوهش شامل روش اصلی پژوهش، روش گردآوری داده، ارایه الگو تدوین استراتژی فن‌آوری و معرفی روش پرومته، اختصاص یافته است. بخش چهارم مقاله، معرفی شرکت قشم ولتاژ و تحلیل داده‌ها مشتمل بر گام‌های به‌کارگیری الگوی فرآیندی تدوین استراتژی فن‌آوری در شرکت قشم ولتاژ را در بر می‌گیرد. بخش پنجم مقاله، به بحث و بررسی درباره نتایج و ارایه پیشنهادهایی برای مدیران و پژوهش‌گران حوزه مدیریت فن‌آوری، اختصاص داده شده است.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مفهوم استراتژی فن‌آوری، از دهه ۱۹۷۰، به‌عنوان یکی از اجزای تشکیل دهنده ادبیات مدیریت فن‌آوری در نظر گرفته شده است. اما تا دهه ۱۹۸۰، به‌عنوان یک حوزه مجزا و فراگیر در میان مدیران و محققین مطرح نشده بود [۲۶]. قبل از دهه ۱۹۸۰، اهمیت استراتژی فن‌آوری مشخص نبود و فن‌آوری در تفکر و عمل مدیریت استراتژیک، جایگاهی نداشت و این خروجی استراتژی شرکت بود که مشخص می‌کرد از کدام

۱ Action Research
۲ Participatory Research
۳ Collaborative Research
٤ Action Learning research
٥ Human Machin Interface

فن‌آوری و به چه نحوی استفاده شود [۲۹]. اما از اوایل دهه ۱۹۸۰، بسیاری از کارهای مرتبط با فن‌آوری، به‌عنوان یک متغیر استراتژیک مورد بحث قرار گرفت. از طرفی، استراتژی فن‌آوری در سطح سایر استراتژی‌های وظیفه‌ای در شرکت‌ها است، اما ویژگی‌های متمایز و پتانسیل بالای فن‌آوری برای اثرگذاری بر سرنوشت شرکت‌ها، آن‌را به موضوعی کلیدی و حیاتی تبدیل کرده است [۲۹]. اسپیتال[۱] و بیکفورد[۲]، استراتژی فن‌آوری را به‌عنوان *"مجموعه‌ای از تصمیمات و اقدامات استراتژیک در زمینه فن‌آوری می‌دانند که باید به‌منظور تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها توسط مدیران اتخاذ گردند، که هدف نهایی آن‌ها دست‌یابی به مزایای رقابتی در سطح بنگاه است"*[۴۹]. در جدول ۱، به برخی از نظریه‌ها و الگوهای تدوین استراتژی فن‌آوری در سطح بنگاه اشاره شده است. البته برخی پژوهش‌گران به ارایه الگوهایی برای برنامه‌ریزی فن‌آوری در سطح فرابنگاهی [۷] و همراستاسازی استراتژی کلان و استراتژی فن‌آوری در شرکت‌های دارای کسب و کارهای متنوع یا گروه‌های صنعتی [۱]، پرداخته‌اند.

جدول ۱- برخی از دیدگاه‌ها، نظریه‌ها و الگوهای تدوین استراتژی فن‌آوری

صاحب‌نظران و پژوهش‌گران	نظریه ها و الگوهای تدوین استراتژی فناوری
پورتر [۴۶]	از دیدگاه او سوالات کلیدی در زمینه استراتژی فناوری عبارتند از: تصمیم گیری در زمینه انتخاب فناوری برای خلق و توسعه، تصمیم گیری در زمینه رهبری یا دنباله روی در زمینه فناوری و تصمیم گیری در زمینه فروش فناوری. همچنین از دیدگاه او فرآیند تدوین استراتژی فناوری عبارت است از: شناسایی فناوری های خاص و زیرفناوری های زنجیره ارزش شرکت ← شناسایی فناوری های مرتبط و در دسترس در سایر بخش های صنعتی ← شناسایی الگوهای احتمالی تغییر فناورانه ← شناسایی فناوری هایی که برای مزیت رقابتی شرکت بحرانی و در عین حال برای ساختار صنعت مطلوب هستند ← تعیین ارزش برای قابلیت های شرکت و سرمایه گذاری مورد نیاز برای توسعه فناوری ← انتخاب یک استراتژی فناوری که قادر به تقویت موقعیت رقابتی شرکت باشد.
لیتل [۳۹]	او روش ساختارمندی را برای تدوین استراتژی فناوری معرفی کرده است: شناسایی فناوری های مورد نیاز ← تعریف اهمیت استراتژیک و انتخاب فناوری برای رسیدن به عوامل کلیدی موفقیت صنعت ← تعیین قوت ها و ضعف های فناورانهی شرکت ← تدوین استراتژی فناوری
بوزآلن و همیلتون [۱۴]	آنها نیز روشی را برای تدوین استراتژی فناوری معرفی کردند که شامل این مراحل است: ارزیابی اهمیت و موقعیت فناوری ← توسعه پورتفولیوی فناوری ← تطابق استراتژی کسب وکار با استراتژی فناوری ← تعریف اولویت های سرمایه گذاری در زمینه فناوری
هکس و مجلوف؛ هکس و نو [۳۱،۳۲،۳۳]	از دید هکس و مجلوف و هکس و نو استراتژی فناوری به عنوان یکی از استراتژی های وظیفه ای شرکت است و واحد تحلیل فرآیند استراتژی فناوری، واحد فناوری استراتژیک[۳] (STU) نام دارد. از دیدگاه آنها، فرآیند تدوین استراتژی فناوری شامل تصمیماتی است که عبارتند از: انتخاب فناوری هایی برای توسعه؛ زمانبندی ارائه فناوری جدید به بازار؛ روش های اکتساب فناوری؛ استراتژی افقی فناوری؛ انتخاب، ارزیابی، تخصیص منابع و کنترل پروژه ها؛ تصمیم گیری در زمینه زیرساخت های سازمانی و مدیریتی فناوری.

۱ Spital
۲ Bickford
۳ Strategic Technology Unit

صاحب‌نظران و پژوهش‌گران	نظریه ها و الگوهای تدوین استراتژی فناوری
	فرآیند تدوین استراتژی فناوری از دیدگاه آنها شامل این مراحل است: طراحی استراتژی سطح بنگاه (تعیین نیازمندی های فناوری) ← طراحی استراتژی سطح کسب و کار (تعیین نیازمندی های فناوری) ← شناسایی واحدهای فناوری استراتژیک ← پایش محیطی فناوری (هوشمندی فناوری، فرصت ها و تهدهای فناوری و جذابیت فناوری) / تحلیل داخلی فناوری (قوت ها و ضعف های فناوری، شایستگی های محوری فناورانه داخلی) ← تدوین استراتژی فناوری ← برنامه ریزی استراتژیک فناوری ← بودجه بندی طرح ها و پروژه ها
فورد ؛ فورد و سارن [۲۸،۲۷]	فورد و فورد و سارن نیز یک الگوی نظری برای تدوین استراتژی فن‌آوری ارایه کرده‌اند که در آن به دو تصمیم دست‌یابی به فن‌آوری و بهره‌برداری از فن‌آوری پرداخته شده است. علاوه بر این دو تصمیم، برخی فعالیت‌های دیگر تحت عنوان مدیریت فن‌آوری، معرفی شده‌اند.
چیه زا و مانزینی [۱۹]	آنها یک الگو برای تدوین استراتژی فن‌آوری در محیط رقابتی متغیر و پویا ارایه کرده‌اند که جزو مدل‌ها و رویکردهای مبتنی بر منبع[۱]، محسوب می‌شود. گام‌های اساسی این الگو عبارت‌اند از: معماری استراتژیک شرکت ← تحلیل داخلی (شناسایی توانمندی‌های فن‌آورانه متمایز کننده شرکت و شناسایی کاربردهای بالقوه توانمندی‌های فن‌آورانه موجود) ← تحلیل خارجی (شناسایی ارزش در نزد مشتریان و شناسایی توانمندی‌های فن‌آورانه کلیدی برای آینده) ← شناسایی و انتخاب توانمندی‌های فن‌آورانه متمایز کننده شرکت در آینده کسب و کار
چیه زا [۲۰]	او نیز تلاش کرده است با در نظر گرفتن زمان به‌عنوان یکی از ارکان اصلی استراتژی فن‌آوری، یک مدل پویا برای توسعه فن‌آوری در سطح بنگاه ارایه نماید. در این مدل، تصمیمات استراتژیک در زمینه فن‌آوری شامل تصمیم در زمینه انتخاب فن‌آوری، دست‌یابی به فن‌آوری و زمان‌بندی است. چیه‌زا از آینده‌نگاری بافتار[۲] (صنعت)، به‌عنوان یک فعالیت محوری جهت کسب اطلاعات از وقایع و روندهای صنعت و پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های استراتژیک، در زمینه فن‌آوری، یاد کرده است.
برلگمن و همکاران [۱۵]	نظریات برلگمن و همکاران[۳]، بر مبنای یک فرآیند تکاملی (یادگیری سازمانی)، استوار است. مدل ارایه شده، فرآیندی برای تدوین استراتژی فن‌آوری ارایه نمی‌کند، ولی از الگوی نظری ارایه شده می‌توان نتیجه گرفت که در آن، قابلیت‌های فن‌آورانه بنگاه در تدوین استراتژی، نقش محوری ایفا می‌کنند. در این مدل به موقعیت فن‌آورانه، برنامه، محیط صنعت و محیط سازمان توجه ویژه شده است.
سولومون [۵۰]	الگویی برای تدوین استراتژی فن‌آوری ارایه داده است که شامل سه گام اصلی است: اکتساب فن‌آوری (تحقیق و توسعه، اخذ مجوز، کنسرسیوم، قرارداد تحقیق و توسعه، شبکه‌ها و اتحادها و...) ← مدیریت قابلیت‌ها و شایستگی‌های فن‌آورانه ← بهره‌برداری از فن‌آوری (نوآوری‌های مستمر، دارایی‌های فکری و اعطای مجوز)، است.
آنتونیو و آنسوف [۱۱]	آنها به موضوع تصمیم‌های استراتژیک در زمینه فن‌آوری در سازمان‌ها و نقش مدیران در این تصمیم‌گیری‌ها پرداخته‌اند. از دید آن‌ها، مدیران باید از طریق انجام فعالیت‌های زیر، اقدام به تصمیم‌گیری در زمینه فن‌آوری نمایند: پیش‌بینی تغییر و تحولات فن‌آوری در آینده ← شناسایی وضعیت و قابلیت‌های فن‌آورانه موجود در سازمان ← تعیین شکاف فن‌آورانه سازمان (مقایسه قابلیت‌های فن‌آورانه سازمان با فن‌آوری‌های پیش‌بینی

۱ Resource Based View
۲ Context Foresight
۳ Burgelman et al.

صاحب‌نظران و پژوهش‌گران	نظریه ها و الگوهای تدوین استراتژی فناوری
	شده) ← تدوین اقدامات و اولویت‌بندی آن‌ها برای توسعه فن‌آوری در آینده
انصاری و همکاران [۳]	انصاری و همکاران نیز از تدوین پورتفولیوی فن‌آوری و ماتریس جذابیت – توانمندی، به‌عنوان ابزارهایی برای تدوین استراتژی فن‌آوری در زمینه فن‌آوری فرآیند احیای آهن، بهره گرفته اند.

همچنین، آراستی و همکارانش، به دسته‌بندی مدل‌های تدوین استراتژی فن‌آوری از منظر فرآیندی پرداختند و مدل‌های تدوین استراتژی فن‌آوری را بر مبنای دو معیار (موقعیت‌یابی[۱] در مقابل منبع‌محور[۲]) و (عقلایی در مقابل تکوینی)، دسته‌بندی کردند. بر مبنای این دو معیار، مدل‌های پورتر، هکس و مجلوف و لیتل، به‌عنوان مدل‌هایی با رویکرد موقعیت‌یابی شناخته شدند که از فرآیندی عقلایی پیروی می‌کنند، در حالی‌که، مدل‌های کیزا و برلگمن و همکاران، به‌عنوان مدل‌هایی شناخته شدند که از رویکرد منبع‌محور استفاده می‌کنند و دارای فرآیندی تکوینی هستند[۲].

۳- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف و غایت یک پژوهش، کاربردی است. یعنی تلاش می‌کند از طریق به‌کارگرفتن نظریه‌ها و دانش موجود در زمینه الگوهای تدوین استراتژی فن‌آوری، یک مساله در سطح یک بنگاه صنعتی را حل نماید [۵]. از طرفی، استراتژی پژوهش مورد نظر، "اقدام پژوهی" است. در پژوهش‌هایی که با روش اقدام پژوهی انجام می‌گیرند، موضع پژوهش‌گر، به‌جای تماشاگری، بازیگری هم‌یارانه با صاحبان مساله در سازمان است. در این روش، پژوهش‌گر، به همراه گروهی از اعضای سازمان، نوعی یادگیری در عمل را تمرین می‌کنند [۴]. پیش فرض اصلی روش اقدام پژوهی، این است که برای درک و تحلیل محیط‌های اجتماعی (نظیر سازمان‌ها)، باید به نوعی اقدام عملی در قالب تغییراتی مختلف، دست زد و آثار آن اقدام را مورد پژوهش قرار داد [۲۴]. عمده پژوهش‌هایی که با روش اقدام پژوهی انجام می‌گیرند دارای این ویژگی‌ها هستند: تاکید بر اقدام عملی و تغییر؛ تمرکز بر مساله؛ فرآیندی نظام‌مند و ارگانیک که مستلزم طی کردن مراحل مشخص بوده و در برخی موارد تکراری است؛ همکاری مبتنی بر اعتماد متقابل میان مشارکت کنندگان در پژوهش [۲۴]. واقعیت امر این است که این پژوهش ماحصل مشارکت پژوهش‌گران در فرآیند طراحی و تدوین استراتژی فن‌آوری شرکت قشم ولتاژ است و نتایج آن در صحنه عمل توسط این شرکت به‌کار گرفته شده‌اند و بازخوردهایی مثبت به‌دنبال داشته است.

---

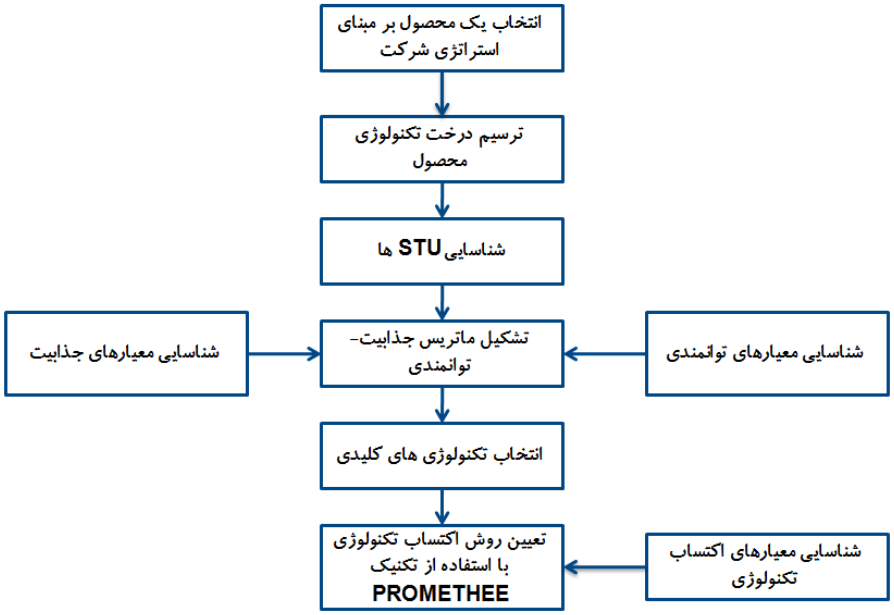
۱ Positioning
۲ Resource Based

۳-۱- روش گردآوری داده

روش گردآوری داده در این مقاله، روش میدانی است و از طریق نظرسنجی از متخصصین و کارشناسان شرکت قشم ولتاژ، در قالب جلسات گروهی و همچنین توزیع پرسشنامه میان آنها، صورت گرفته است. جلسات نظرسنجی گروهی از متخصصین و کارشناسان شرکت، امکان برقراری تماس مستقیم با افراد را فراهم می‌سازد و با کمک آن می‌توان به ارزیابی عمیق ادراک‌ها، نگرش‌ها و علایق آنها پرداخت. پرسشنامه نیز یکی از ابزارهای رایج تحقیق و روشی مستقیم برای کسب داده‌ها در این پژوهش است. روش انتخاب افراد به‌صورت هدفمند و قضاوتی است. در این روش نمونه‌برداری، افرادی برای نمونه انتخاب می‌شوند که برای ارایه اطلاعات مورد نیاز، در بهترین موقعیت قرار دارند. اگرچه نمونه‌برداری قضاوتی ممکن است تعمیم‌پذیری یافته‌های پژوهش را کاهش دهد، ولی این شیوه، تنها روش نمونه‌گیری است که می‌توان برای به‌دست آوردن اطلاعاتی که لازم است از افرادی خاص که دارای دانش مربوز هستند و می‌توانند اطلاعات مورد نظر را ارایه دهند، مورد استفاده قرار داد [۵]. به‌طور کلی، ۱۲ نفر از متخصصین و کارشناسان این شرکت، در فرآیند گردآوری داده‌ها مشارکت داشته‌اند که ۸ نفر از این افراد مرد و ۴ نفر از آنها زن بودند و دارای تحصیلات دانشگاهی کارشناسی ارشد و دکتری در رشته‌های مهندسی مکانیک، مهندسی الکترونیک، مهندسی مکاترونیک، مهندسی نرم‌افزار و سخت‌افزار بوده‌اند. میانگین سنی این افراد ۳۲ سال بوده است و حداقل دارای تجربه کاری ۵ سال بوده‌اند.

۳-۲- الگوی فرآیندی تدوین استراتژی فن‌آوری

همان‌طور که در الگو تدوین استراتژی فن‌آوری (شکل ۱) نشان داده شده است، فرآیند تدوین استراتژی فن‌آوری در این الگو با انتخاب یک محصول بر اساس استراتژی شرکت شروع می‌شود. در گام بعدی، درخت فن‌آوری [۲۱]، برای محصول مورد نظر، ترسیم می‌گردد. پس از آن به شناسایی واحدهای فن‌آوری استراتژی‌ها (STU)، پرداخته می‌شود. در ادامه پس از تعیین معیارهای جذابیت و توانمندی، به‌منظور انتخاب فن‌آوری‌ها از ماتریس جذابیت- توانمندی، استفاده می‌شود و در پایان پس از تعیین معیارهای اکتساب و بهره‌گیری از روش تصمیم‌گیری چند معیاره پرومته [۱۶]، روش مناسب اکتساب فن‌آوری برای یک فن‌آوری خاص، مشخص می گردد.



شکل ۱- الگوی فرآیند تدوین استراتژی فن‌آوری

۳-۳- معرفی روش پرومته

این روش در سال ۱۹۸۵ توسط برنس و وینکه[۱]، معرفی گردید [۱۶]. همان‌گونه که از اسم روش پیداست، ارایه‌دهندگان آن، به‌دنبال یافتن راه‌کاری اساسی برای بهبود تصمیم‌گیری بوده‌اند، بر این اساس، این روش، به‌عنوان روشی کارا، شناخته شده است که با بهره‌گیری از دو مفهوم ترجیح و بی‌تفاوتی به‌دنبال انتخاب بهترین گزینه است [۱۰]. به‌طور کلی، چندین روش رتبه‌بندی پرومته وجود دارد: روش پرومته ۱، به رتبه‌بندی جزیی گزینه‌ها می‌پردازد در حالی‌که، روش پرومته ۲، به رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها می‌پردازد و آنها را از بهترین گزینه تا بدترین گزینه، رتبه‌بندی می‌نماید. این روش، در مقایسه با دیگر انواع پرومته، بیشتر توسط محققین مورد استفاده قرار گرفته است. از طرفی، نرم‌افزارهای متعددی[۲]، برای تسهیل فرآیند حل مساله با روش پرومته، توسعه یافته‌اند[۱۳]. گام‌های اجرایی روش پرومته، به‌طور خلاصه در ادامه مورد اشاره قرار گرفته است و تشریح آنها در بخش چهارم مقاله صورت می‌گیرد. این گام‌ها عبارت‌اند از [۱۰]:

۱. تعریف مساله و اهداف آن، شناسایی گزینه‌ها، معیارها[۳] و تشکیل ماتریس تصمیم
۲. تعیین نوع معیارها و دسته‌بندی آنها در قالب معیارهای کیفی و کمی و معیارهای مستقیم و غیرمستقیم

---

۱ Brans and Vinke

۲مانند PROMCALC و DECISION LAB

۳ Criteria

۳. انتخاب تابع ترجیح[۱] مناسب برای هر یک از معیارها
۴. تخصیص اوزان اهمیتی به معیارها در صورت نیاز و تعیین وزن نسبی هر یک از معیارها
۵. تعیین ارجحیت تک تک گزینه‌ها نسبت به یکدیگر با در نظر گرفتن معیارها
۶. محاسبه شاخص ارجحیت۲ هر یک از گزینه‌ها
۷. محاسبه جریان ورودی، خروجی و کل برای هر یک از گزینه‌ها
۸. اولویت‌بندی و تعیین بهترین گزینه بر اساس روش پرومته ۲

٤- تحلیل داده‌ها و ارایه یافته‌های پژوهش

٤-۱- معرفی شرکت قشم ولتاژ

قشم ولتاژ، شرکتی است که در زمینه تولید قطعات اتوماسیون صنعتی، سیستم‌های مکاترونیک، ابزار دقیق، تجهیزات آزمایشگاهی و آموزشی، تابلوهای برق کنترل[۳] (PLC) و ربات‌های صنعتی، فعالیت می‌نماید. این شرکت، قصد دارد که در آینده وارد حوزه تولید سیستم‌های تولیدی منعطف[۴] (FMS) و سیستم‌های واسط انسان و ماشین (HMI)، شود که در حال حاضر توسط شرکت‌های بزرگ و مطرحی چون زیمنس آلمان و کینکو چین، ساخته می‌شوند و فن‌آوری‌های کلیدی به‌کار رفته در آنها، در دست این شرکت‌ها است. بر این اساس، شرکت قشم ولتاژ نیاز دارد که در رابطه با محصولات مذکور و فن‌آوری‌های به‌کار رفته در آنها، به مطالعه و بررسی پرداخته و استراتژی فن‌آوری خود را در قبال آنها مشخص نماید. در این مقاله، به فرآیند تدوین استراتژی فن‌آوری برای سیستم واسط انسان و ماشین (HMI)، پرداخته شده است.

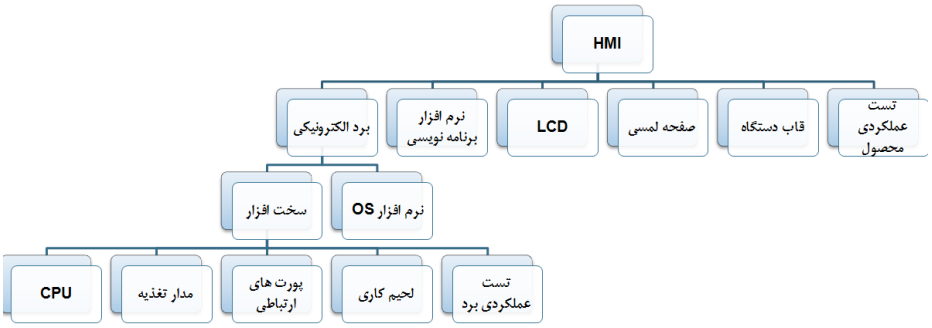
٤-۲- ترسیم درخت فن‌آوری

درخت فن‌آوری، یک دیاگرام شاخه‌ای است که فن‌آوری‌ها، مولفه‌ها و کارکردهای فن‌آوری‌های خاص را در یک محصول یا سامانه، به تصویر می‌کشد. درخت فن‌آوری، از طریق تسهیل شناسایی فناوری‌های کلیدی و استراتژیک به‌کار رفته در یک محصول، کمک شایانی به اتخاذ تصمیم‌های بهینه در زمینه فن‌آوری، می‌کند [۲۱]. در این بخش، با استفاده از نظرات متخصصین و کارشناسان شرکت قشم ولتاژ، درخت فن‌آوری محصول مورد نظر (HMI)، ترسیم گردید و فن‌آوری‌های به‌کار رفته در آن، مشخص شد (شکل ۲). برخی از فن‌آوری‌ها مربوط به فن‌آوری ساخت مواد و قطعات به‌کار رفته در محصول هستند (قاب دستگاه و صفحه لمسی) و برخی فن‌آوری‌ها مربوط به فن‌آوری‌های فرآیندی (لحیم کاری و تست عملکردی برد و محصول)، هستند.

علاوه بر این، برخی فن‌آوری‌ها هم از نوع قابلیت‌های فن‌آورانه نرم‌افزاری هستند (نرم‌افزار برنامه‌نویسی و نرم‌افزار عملیات سیستم OS).

---

۱ Preference function
۲ Preference index
۳ Programable Logic Controller
٤ Flexible Manufacturing System



شکل ۲- درخت فن‌آوری محصول HMI

٤-۳- شناسایی واحدهای فن‌آوری استراتژیک (STU)

بر اساس نظر هکس و مجلوف [۳۱،۳۲] و هکس و نو [۳۳]، واحدهای فن‌آوری استراتژیک (STU)، (متشکل از فن‌آوری‌های مجسم و قابلیت‌های فن‌آورانه لازم برای ساخت یک محصول) را شامل می‌شوند. فن‌آوری‌هایی مانند قاب دستگاه، صفحه لمسی، LCD، نرم‌افزار برنامه‌نویسی، برد الکترونیکی، نرم‌افزار OS، اجزای سخت‌افزاری برد (CPU، مدار تغذیه، پورت های ارتباطی، لحیم کاری، تست عملکردی برد) و تست عملکردی محصول نهایی در کل واحدهای فن‌آوری استراتژیک محصول HMI را تشکیل می‌دهند.

٤-٤- تشکیل ماتریس جذابیت- توانمندی

ماتریس جذابیت – توانمندی، ابزاری است که در مدل تدوین استراتژی فن‌آوری هکس و مجلوف [۳۱،۳۲] و هکس و نو [۳۳]، ارایه شده است. این ماتریس، ابزاری است که در شناسایی اولویت های فن‌آوری و اتخاذ استراتژی مناسب نسبت به آنها، به‌کار می‌رود [۳].

این ماتریس، دارای دو بعد است. یک بعد آن عبارت است از "توانمندی فن‌آوری"، که نشان دهنده‌ی میزان توانمندی و همچنین بهره‌مندی شرکت از قابلیت‌های فن‌آورانه در رابطه با مجموعه خاصی از فن‌آوری‌ها است که در طی فرآیند شناسایی واحدهای استراتژیک فن‌آوری مشخص شده‌اند. هکس و مجلوف [۳۱]، از ظرفیت‌های فنی (منابع انسانی، تجهیزات، دسترسی به منابع خارجی و پتنت‌ها) و همچنین عایدات فنی (کاهش هزینه طراحی و تولید و انگیزه اکتساب فن‌آوری)، به‌عنوان معیارهای توانمندی نام برده‌اند. جولی[۱] نیز از ظرفیت فنی و فن‌آورانه (دارایی‌های محسوس، دارایی‌های غیرمحسوس و منابع انسانی و دانشی) و منابع مکمل (ارتباط با نهادهای بیرونی نظیر دانشگاه‌ها، پارک‌های علم و فن‌آوری، تامین‌کنندگان و منابع مالی)، به‌عنوان شاخص‌های توانمندی، یاد کرده است[۳۵،۲۴] .

بعد دوم ماتریس عبارت است از "جذابیت فن‌آوری" که نشان دهنده میزان جذابیت فن‌آوری برای رقبا و سایر بازیگران صنعت و میزان تمایل آنها برای اکتساب و به‌کارگیری این فن‌آوری‌ها است. از دید هکس و

---

۱ Jolly

مجلوف [۳۱]، معیارهای جذابیت توانمندی عبارت‌اند از: پتانسیل تقویت مزیت رقابتی در محصول و فرآیند؛ نرخ تغییر فن‌آوری؛ پتانسیل ایجاد ارزش افزوده؛ تاثیر بلندمدت فن‌آوری بر هزینه‌ها، عملکرد و کیفیت و تاثیر بر استانداردهای صنعت. از دیدگاه جولی [۳۴،۳۵] نیز شاخص‌های جذابیت فن‌آوری عبارت‌اند از: پتانسیل بازار، وضعیت رقابتی، پتانسیل فنی و وضعیت سیاسی و اجتماعی. از ترکیب این بعد و توجه همزمان به توانمندی‌های فن‌آورانه بنگاه و جذابیت و توانمندی فن‌آوری‌های مورد نظر، چهار دسته از فن‌آوری‌ها تعیین می‌گردند که در رابطه با هر دسته تصمیم‌گیری خاصی صورت می‌گیرد [۳]:

- دسته اول: فن‌آوری‌هایی که از جذابیت بالایی برخوردار نبوده و توانمندی شرکت نیز در آنها پایین است (فن‌آوری های غیرکلیدی[۱] که استراتژی مناسب در قبال آنها واگذاری و عدم تمرکز است).
- دسته دوم: فن‌آوری‌هایی که از جذابیت بالای برخوردار هستند ولی توانمندی بنگاه در آنها ناچیز است (فن‌آوری‌های پیشگام[۲] که استراتژی مناسب در این حالت بهره‌گیری از توانمندی بنگاه‌های دیگر یا ایجاد این توانمندی در درون بنگاه است).
- دسته سوم: فن‌آوری‌هایی که جذابیت بالایی ندارند ولی شرکت در آنها توانمندی دارد (فن‌آوری‌های پایه[۳] که استراتژی مناسب در این شرایط واگذاری به بنگاه‌های دیگر یا بهره‌گیری از توانمندی‌ها در محصولات دیگر است).
- دسته چهارم: فن‌آوری‌هایی که جذابیت بالایی دارند و توانمندی بنگاه در آنها بالاست (فن‌آوری‌های کلیدی[۴] که استراتژی مناسب در این حالت حفظ توانمندی‌ها و ارتقای آنها از طریق تحقیق و توسعه یا همکاری است).

٤-٤-١- تشکیل ماتریس جذابیت

برای تشکیل ماتریس جذابیت فن‌آوری‌ها، می‌بایست ابتدا معیارهای جذابیت تعیین گردند. با استفاده از ادبیات موضوع و نظر متخصصین و کارشناسان شرکت، این معیارها انتخاب شدند: "پتانسیل ایجاد مزیت رقابتی در محصول، نرخ تغییر و تحولات فن‌آوری، پتانسیل ایجاد ارزش افزوده بلندمدت، تاثیرگذاری بر کاهش هزینه محصول، تاثیرگذاری بر بهبود عملکرد محصول، تاثیرگذاری بر ارتقای کیفیت محصول و پتانسیل ایجاد تمایز در محصول". برای پر کردن ماتریس جذابیت از این دستورالعمل استفاده شده است که: اگر یک فن‌آوری به میزان خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم منجر به برآورده ساختن معیار جذابیت شود، به ترتیب در خانه مربوطه عدد ۵، ۴، ۳، ۲ و ۱ قرار می‌گیرد. ماتریس مورد نظر در قالب یک پرسشنامه در میان ۱۲ نفر از متخصصین و کارشناسان شرکت توزیع گردید و پس از تکمیل همه پرسشنامه‌ها، برای تعیین امتیاز جذابیت کل هر یک از فن‌آوری‌ها از میانگین‌گیری استفاده شد. امتیاز کل جذابیت هر یک از فن‌آوری‌ها، در جدول ۲، نشان داده شده است.

---

۱ Non-key Technology
۲ Pacing Technology
۳ Base Technology
٤ Key Technology

٤-٤-٢- تشکیل ماتریس توانمندی

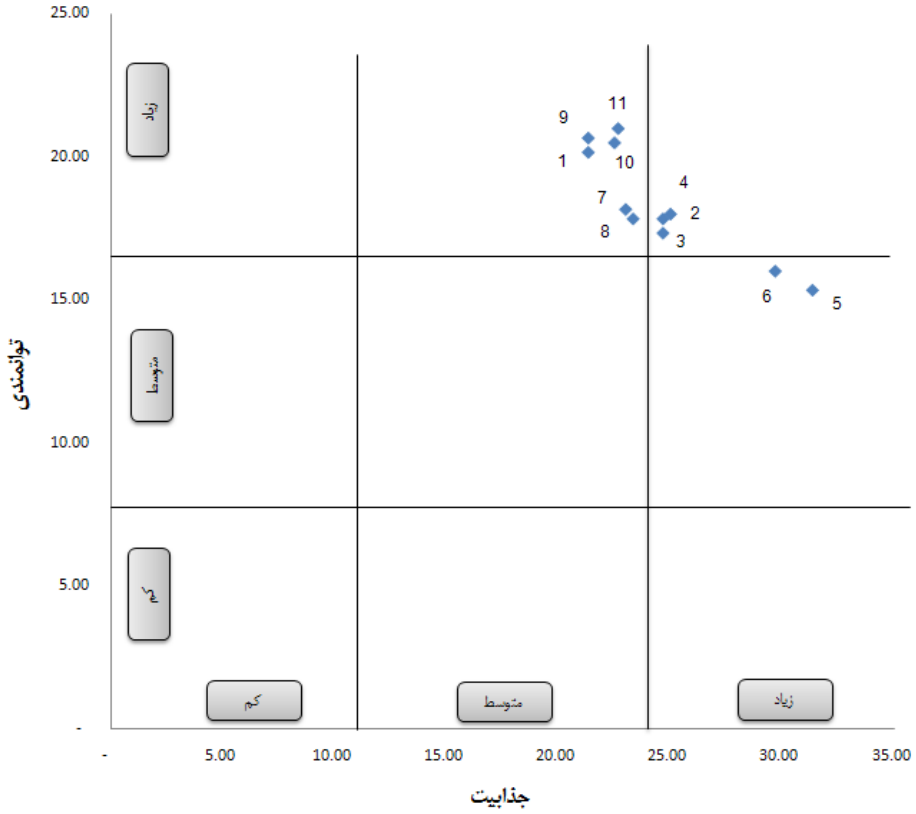
برای تشکیل ماتریس جذابیت فن‌آوری‌ها، لازم است که ابتدا معیارهای توانمندی، تعیین گردند. با استفاده از ادبیات موضوع و نظر متخصصین و کارشناسان شرکت، این معیارها انتخاب گردیدند: "دسترسی به نیروی انسانی متخصص، دسترسی به اطلاعات و دانش فنی روز، دسترسی به تجهیزات و زیرساخت‌های تولید، دسترسی به مواد اولیه و دسترسی به دانش و تجربه بیرونی". برای پر کردن ماتریس توانمندی از این دستورالعمل، استفاده شده است که: اگر در رابطه با یک فن‌آوری، توانمندی شرکت به میزان خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم یا خیلی کم است، به ترتیب در خانه مربوطه عدد ۵، ۴، ۳، ۲ و ۱، قرار می‌گیرد. ماتریس مورد نظر در قالب یک پرسشنامه در میان ۱۲ نفر از متخصصین و کارشناسان شرکت توزیع گردید و پس از تکمیل همه پرسشنامه‌ها، برای تعیین امتیاز توانمندی کل هر یک از فن‌آوری‌ها، از میانگین‌گیری، استفاده شد. امتیاز کل توانمندی هر از فن‌آوری‌ها، در جدول ۲، نشان داده شده است.

جدول ۲- امتیاز کل جذابیت و توانمندی فن‌آوری‌ها

شماره	فن‌آوری‌ها	امتیاز کل جذابیت	امتیاز کل توانمندی
۱	قاب دستگاه	۲۱/۳۳	۲۰/۱۷
۲	صفحه لمسی	۲۳/۳۳	۱۷/۸۳
۳	LCD	۲۴/۶۷	۱۷/۳۳
٤	نرم افزار برنامه نویسی	۲۵	۱۸
۵	نرم افزار OS	۳۱/۳۳	۱۵/۳۳
٦	CPU	۲۹/۶۷	۱۶
۷	مدار تغذیه	۲۳	۱۸/۱۷
۸	پورت های ارتباطی	۲۴/۶۷	۱۷/۸۳
۹	لحیم کاری	۲۱/۳۳	۲۰/۶۷
۱۰	تست عملکردی برد	۲۲/۵	۲۰/۵
۱۱	تست عملکردی محصول	۲۲/۶۷	۲۱

٤-٤-٣- ماتریس جذابیت - توانمندی

بر اساس امتیازات کل به‌دست آمده برای جذابیت و توانمندی هر یک از فن‌آوری‌ها (جدول ۲)، ماتریس جذابیت- توانمندی ترسیم می‌گردد (شکل ۳). این ماتریس به ۹ قسمت تقسیم شده است و برای هر یک از ابعاد جذابیت و توانمندی سه بخش کم، متوسط و زیاد در نظر گرفته شده است. هرچه در این ماتریس به سمت جذابیت و توانمندی بیشتر حرکت نماییم مطلوب است و هرچه به سمت جذابیت و توانمندی کمتر حرکت نماییم نامطلوب است.



شکل ۳- ماتریس جذابیت – توانمندی فن‌آوری‌ها

٤-٥- انتخاب فن‌آوری‌ها

با توجه به نتایج به‌دست آمده از ماتریس جذابیت – توانمندی (شکل ۳)، فن‌آوری‌های به‌کار رفته در محصول HMI، به سه دسته تقسیم می‌شوند که می‌بایست در رابطه با آنها اقدام به تصمیم‌گیری نمود و فن‌آوری‌ها را بسته به موقعیتی که در ماتریس دارند انتخاب کرد. بر این اساس، با توجه به دسته‌بندی که در بخش قبل انجام شد، این تصمیمات در رابطه با دسته‌های مختلف فن‌آوری‌ها اتخاذ می‌گردد:

- فن‌آوری‌های دارای جذابیت بالا و توانمندی بالا (۲: صفحه لمسی، ۳: LCD، ۴: نرم‌افزار برنامه‌نویسی): در رابطه با این فن‌آوری‌ها، شرکت باید به فکر حفظ توانمندی فن‌آورانه و همچنین ارتقای آنها در طول زمان باشد.
- فن‌آوری‌های دارای جذابیت بالا و توانمندی متوسط (۵: نرم‌افزار OS، ۶: CPU): در رابطه با این فن‌آوری‌ها، شرکت باید به فکر اکتساب توانمندی فن‌آوری باشد و در نتیجه، لازم است تا بهترین روش برای اکتساب فن‌آوری‌ها را انتخاب نماید.
- فن‌آوری‌های دارای جذابیت متوسط و توانمندی بالا (۱: قاب دستگاه، ۷: مدار تغذیه، ۸: پورت‌های ارتباطی، ۹: لحیم کاری، ۱۰: تست عملکردی برد الکترونیکی، ۱۱: تست عملکردی محصول نهایی): در رابطه با این فن‌آوری‌ها، شرکت باید به فکر جایگزین کردن این فن‌آوری‌ها با فن‌آوری‌های جدیدتر که دارای جذابیت بالاتری هستند، باشد.

٤-٦- تعیین روش اکتساب فن‌آوری

انتخاب روش مناسب برای اکتساب فن‌آوری مورد نیاز، یکی از تصمیمات استراتژیک کلیدی در فرآیند تدوین استراتژی فن‌آوری محسوب می‌شود [۳۸]. در این مقاله، برای تعیین روش اکتساب فن‌آوری از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره با نام پرومته، استفاده شده است. گام‌های اجرایی تکنیک پرومته، برای انتخاب روش بهینه اکتساب فن‌آوری، در ادامه آورده شده است [۱۰]:

٤-٦-١- تعریف مساله و تعیین هدف

در این بخش، به‌منظور اجرایی کردن روش پرومته، برای تعیین روش اکتساب فن‌آوری، از فن‌آوری نرم‌افزار عملیات سیستم (OS)، به‌عنوان یک مثال، استفاده شده است. دلیل انتخاب این فن‌آوری خاص آن است که این فن‌آوری دارای جذابیت بسیار بالایی بوده و توانمندی شرکت در آن متوسط است و شرکت برای ایجاد مزیت رقابتی برای خود ناگزیر است که این فن‌آوری را اکتساب نماید. حال سوال اساسی این است که بهترین روش برای اکتساب این فن‌آوری کدام است؟

٤-٦-٢- شناسایی گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری

گزینه‌های مورد نظر در این مساله عبارت‌اند از تحقیق و توسعه درونی، همکاری و خرید فن‌آوری [۲۷،۲۸]. برای انتخاب روش اکتساب فن‌آوری‌ها، معیارهای متعددی از سوی محققین معرفی شده‌اند. از طرفی، معیارهای تصمیم‌گیری برای انتخاب روش مناسب اکتساب فن‌آوری در این مقاله عبارت‌اند از: هزینه

دست‌یابی به فن‌آوری [۲۲]؛ زمان دست‌یابی به فن‌آوری [۲۸]؛ یادگیری و درونی‌سازی قابلیت [۴۳]؛ توانمندی فعلی، شامل منابع انسانی [۱۸] و ایجاد مزیت رقابتی [۴۰].

لازم به ذکر است که معیارهای هزینه دست‌یابی به فن‌آوری و زمان دست‌یابی به فن‌آوری، معیارهای غیرمستقیم محسوب می‌شوند، زیرا افزایش آنها نامطلوب و کاهش آنها مطلوب است. از طرفی، معیارهای یادگیری و درونی‌سازی فن‌آوری، توانمندی فعلی و ایجاد مزیت رقابتی، معیارهای مستقیم هستند، زیرا افزایش آنها مطلوب و کاهش آنها نامطلوب است. علاوه بر این، معیارهای یادگیری و درونی سازی فن‌آوری، توانمندی فعلی و ایجاد مزیت رقابتی، معیارهای کیفی هستند که لازم است در ماتریس تصمیم به اعداد کمی تبدیل گردند.

٤-٦-٣- تشکیل ماتریس تصمیم

ماتریس تصمیم با در دست داشتن گزینه‌ها و معیارهای تصمیم، قابل ایجاد است. سطرهای این ماتریس مرتبط با گزینه‌های تصمیم و ستون‌های آن، مرتبط با معیارهای تصمیم است. به هر یک از گزینه های تصمیم در رابطه با هر یک از معیارها، یک مقدار کمی و یا یک واژه کیفی نسبت داده می‌شود، که لازم است تا واژه‌های کیفی به مقادیر کمی تبدیل گردند. تکمیل این ماتریس به‌صورت گروهی و توسط ۱۲ نفر از متخصصین و کارشناسان شرکت قشم ولتاژ، صورت گرفته است (جدول ۳). لازم به ذکر است که در این ماتریس، مقادیر کیفی به مقادیر کمی تبدیل شده‌اند.

ماتریس تصمیم با در دست داشتن گزینه‌ها و معیارهای تصمیم، قابل ایجاد است. سطرهای این ماتریس مرتبط با گزینه‌های تصمیم و ستون‌های آن، مرتبط با معیارهای تصمیم است. به هر یک از گزینه های تصمیم در رابطه با هر یک از معیارها، یک مقدار کمی و یا یک واژه کیفی نسبت داده می‌شود، که لازم است تا واژه‌های کیفی به مقادیر کمی تبدیل گردند. تکمیل این ماتریس به‌صورت گروهی و توسط ۱۲ نفر از متخصصین و کارشناسان شرکت قشم ولتاژ، صورت گرفته است (جدول ۳). لازم به ذکر است که در این ماتریس، مقادیر کیفی به مقادیر کمی تبدیل شده‌اند.

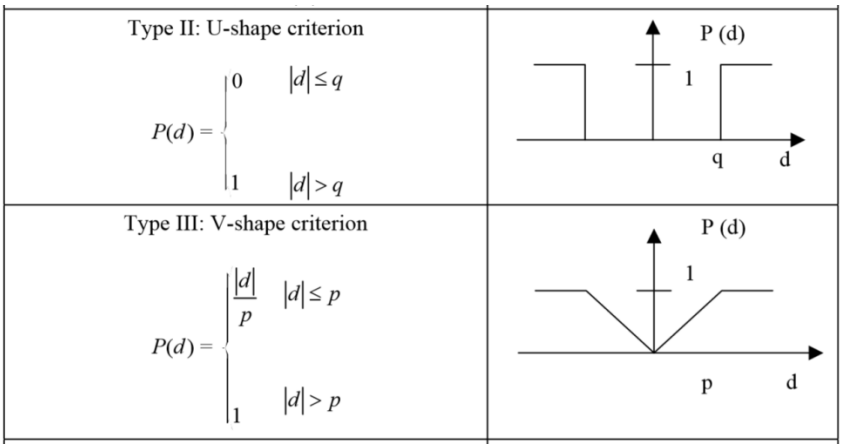
جدول ۳- ماتریس تصمیم انتخاب روش اکتساب فن‌آوری

		معیارهای تصمیم گیری				
		ایجاد مزیت رقابتی (مستقیم /کیفی)	توانمندی فعلی (مستقیم / کیفی)	یادگیری و درونی سازی (مستقیم / کیفی)	زمان دستیابی به فناوری (غیرمستقیم / کمی)	هزینه دست‌یابی به فن‌آوری (غیرمستقیم / کمی)
گزینه های تصمیم-گیری	تحقیق و توسعه درونی	۵	۲	۵	۲۴ ماه	۵۰۰۰۰۰ دلار
	همکاری	۳	۴	۳	۱۲ ماه	۲۵۰۰۰۰ دلار
	خرید فن‌آوری	۱	۵	۱	۶ ماه	۱۰۰۰۰۰۰ دلار

٤-٦-٤- تعیین تابع ارجحیت معیارها و محاسبه ارجحیت

برای محاسبه میزان ارجحیت هر یک از گزینه‌ها نسبت به گزینه‌های دیگر در رابطه با یک شاخص خاص، می‌بایست با توجه به نوع شاخص یک تابع ترجیح[۱] مناسب انتخاب شود. توابع ترجیح متعددی وجود دارند که برخی از آنها عبارت‌اند از تابع ترجیح U شکل، تابع ترجیح V شکل و تابع ترجیح گوسین [۱۰]. یک دستورالعمل راهنما برای انتخاب توابع ترجیح، توسط روتروی[۲] و کودالی [۴۷]، ارایه شده است که در آن بسته به نوع معیارها، یک تابع ترجیح پیشنهاد می‌شود. در این مساله، برای معیارهای کیفی از تابع ترجیح U شکل و برای معیارهای کمی از تابع ترجیح V شکل استفاده شده است (شکل ۴). میزان ارجحیت تک تک گزینه‌ها نسبت به یکدیگر، در رابطه با هر یک از معیارها در جدول ۴، نشان داده شده است.

۱ Preference Function
۲ Routroy



شکل ٤- تابع ارجحیت U شکل و V شکل [۱۰]

جدول ٤- محاسبه ارجحیت گزینه‌ها نسبت به یکدیگر و در رابطه با معیارها

معیار C۱	معیار C۲	معیار C۳	معیار C٤	معیار C٥
تابع ترجیح V شکل	تابع ترجیح V شکل	تابع ترجیح U شکل	تابع ترجیح U شکل	تابع ترجیح U شکل
A۱=۲٤ A۲=۱۲ P۱(A۱,A۲)=۱/۲ P۱(A۲,A۱)=۱	A۱=٥۰۰،۰۰۰ A۲=۲٥۰،۰۰۰ P۲(A۱,A۲)=۱/۲ P۲(A۲,A۱)=۱	A۱=٥ A۲=۳ P۳(A۱,A۲)=۰ P۳(A۲,A۱)=۰	A۱=۲ A۲=٤ P٤(A۱,A۲)=۰ P٤(A۲,A۱)=۰	A۱=٥ A۲=۳ P٥(A۱,A۲)=۰ P٥(A۲,A۱)=۰
A۱=۲٤ A۳=٦ P۱(A۱,A۳)=۳/٤ P۱(A۳,A۱)=۱	A۱=٥۰۰،۰۰۰ A۳=۱،۰۰۰،۰۰۰ P۲(A۱,A۳)=۱ P۲(A۳,A۱)=۱/۲	A۱=٥ A۳=۱ P۳(A۱,A۳)=۱ P۳(A۳,A۱)=۰	A۱=۲ A۳=٥ P٤(A۱,A۳)=۰ P٤(A۳,A۱)=۱	A۱=٥ A۳=۱ P٥(A۱,A۳)=۱ P٥(A۳,A۱)=۰
A۲=۱۲ A۳=٦ P۱(A۲,A۳)=۱/۲ P۱(A۳,A۲)=۱	A۲=۲٥۰،۰۰۰ A۳=۱،۰۰۰،۰۰۰ P۲(A۲,A۳)=۱ P۲(A۳,A۲)=۳/٤	A۲=۳ A۳=۱ P۳(A۲,A۳)=۱ P۳(A۳,A۲)=۰	A۲=٤ A۳=٥ P٤(A۲,A۳)=۰ P٤(A۳,A۲)=۰	A۲=۳ A۳=۱ P٥(A۲,A۳)=۱ P٥(A۳,A۲)=۰

٤-٦-٥- محاسبه شاخص ارجحیت

شاخص ارجحیت[۱]، نشان دهنده‌ی میزان ارجحیت کل یک گزینه نسبت به گزینه دیگر با در نظر گرفتن همه معیارها است. این شاخص، از طریق رابطه ۱، محاسبه می‌گردد. در این رابطه، W_j نشان دهنده‌ی وزن هر یک از معیارها است. یکی از ویژگی‌های روش پرومته ۲، این است که فرض را بر این می‌گذارد که

۱ Preference Index

تصمیم‌گیرندگان قادر به تعیین وزن معیارها هستند، حداقل زمانی که تعداد معیارها کم باشد [۴۱]. در این مساله، فرض بر این است که وزن اهمیتی همه معیارها، مساوی است و برابر ۰/۲ است. بر اساس رابطه ۱، شاخص ارجحیت تک تک گزینه‌ها نسبت به یکدیگر، محاسبه شده است.

$$\pi(Ai, Ai') = \sum_{j} wjPj(Ai, Ai') \quad \textbf{1}$$ رابطه

$i = ۱,۲, \dots, m \; ; j = ۱,۲, \dots, n$

$$(A۱,A۲) = ۰,۲(۰,۵+۰,۵+۰+۰+۰) = ۰,۲\,\pi$$
$$(A۱,A۳) = ۰.۲(۰,۷۵+۱+۱+۰+۱) = ۰,۷۵\,\pi$$
$$(A۲,A۱) = ۰,۲(۱+۱+۰+۰+۰) = ۰,۴\,\pi$$
$$(A۲,A۳) = ۰,۲(۰,۵+۱+۱+۰+۱) = ۰,۷۵\,\pi$$
$$(A۳,A۱) = ۰,۲(۱+۰,۵+۰+۱+۰) = ۰,۵\,\pi$$
$$(A۳,A۲) = ۰,۲(۱+۰,۷۵+۰+۰+۰) = ۰,۳۵\,\pi$$

٤-٦-٦- محاسبه جریان ورودی و جریان خروجی

جریان خروجی[۱]، نشان دهنده‌ی میزان ترجیح یک گزینه نسبت به سایر گزینه‌ها است و از جمع سطرهای ماتریس به‌دست می‌آید (رابطه ۲). جریان ورودی[۲]، نشان‌دهنده‌ی میزان ترجیح سایر گزینه‌ها نسبت به یک گزینه‌ی خاص است و از جمع ستون‌های ماتریس، به‌دست می‌آید (رابطه ۳). جریان‌های ورودی و خروجی تک تک گزینه‌ها، در جدول ۵، نشان داده شده است.

$$\varphi + (Ai) = \frac{۱}{m - ۱} \sum_{Ai \in A} \pi(Ai, Ai') \;\; i = ۱,۲, \dots, m \; ; i' = ۱,۲, \dots, m \quad \textbf{2}$$ رابطه

$$\varphi - (Ai) = \frac{۱}{m - ۱} \sum_{Ai \in A} \pi(Ai', Ai) \;\; i = ۱,۲, \dots, m \; ; i' = ۱,۲, \dots, m \quad \textbf{3}$$ رابطه

جدول ۵- جریان‌های ورودی و خروجی تک تک گزینه‌ها

	A۱	A۲	A۳	+ø
A۱	-	۰,۲	۰,۷۵	۰,٤۷۵
A۲	۰,٤	-	۰,۷۵	۰,۵۷۵
A۳	۰,۷۵	۰,۳۵	-	۰,۵۵
-ø	۰,۵۷۵	۰,۲۷۵	۰,۷۵	

٤-٦-۷- محاسبه جریان کل

جریان کل[۳]، برای هر گزینه، از تفاضل جریان خروجی و جریان ورودی، به‌دست می‌آید (رابطه ۴). در ادامه، جریان کل برای هر یک از گزینه‌ها، محاسبه شده است.

---

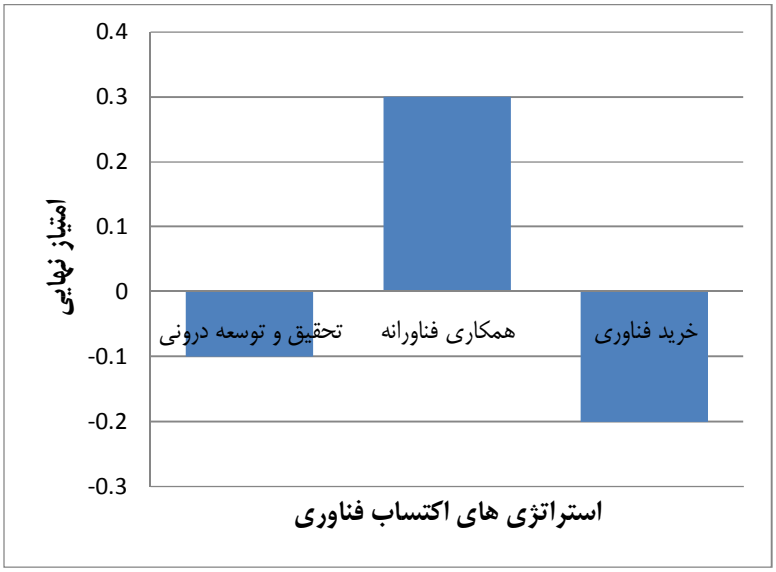
۱ Entering Flow
۲ Leaving Flow
۳ Net Flow

$$\varphi(Ai) = \varphi + (Ai) - \varphi - (Ai) \quad \textbf{4}$$ رابطه

ø (A ۱) = ۰,۴۷۵ – ۰,۵۷۵ = –۰,۱
ø (A ۲) = ۰,۵۷۵ – ۰,۲۷۵ = ۰,۳
ø (A ۳) = ۰,۵۵ – ۰,۷۵ = –۰,۲

٤-٦-٨- انتخاب گزینه برتر بر اساس روش پرومته ۲

در روش پرومته ۲، مبنای انتخاب گزینه برتر، میزان جریان کل هر یک از گزینه‌ها است. با توجه به مقادیری که برای جریان کل گزینه‌ها به‌دست آمده است، می‌توان نتیجه گرفت که گزینه همکاری (۰/۳)، دارای بیش‌ترین اولویت، تحقیق و توسعه درونی (۰/۱–)، دارای اولویت دوم و خرید فن‌آوری (۰/۲–)، دارای کم‌ترین اولویت هستند (شکل ۵) و پیشنهاد می‌شود که شرکت برای اکتساب فن‌آوری نرم‌افزار سیستم عملیات OS، به همکاری‌های فن‌آورانه فکر کند. همکاری‌های فن‌آورانه دارای دامنه وسیعی از روش‌ها نظیر برون‌سپاری تحقیق و توسعه، سرمایه‌گذاری مشترک، اتحادهای استراتژیک، تحقیق و توسعه مشترک، کنسرسیوم و روش‌های دیگر است [۲۰]. لازم است که شرکت، با در نظر گرفتن اهداف و برخی شرایط دیگر، دست به انتخاب یکی از روش‌های فوق بزند.



شکل ۵- امتیاز کل و میزان اولویت هر یک از روش‌های اکتساب فن‌آوری

۵- بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله، با استفاده از استراتژی پژوهش اقدام‌پژوهی[۱۲]، یک الگوی فرآیندی برای تدوین استراتژی فن‌آوری در بنگاه‌های صنعتی ارایه شد که شامل فعالیت‌های کلیدی شناسایی، انتخاب و اکتساب فن‌آوری است و در آن از مفاهیمی چون درخت فن‌آوری [۲۱] و واحد فن‌آوری استراتژیک (STU)، برای شناسایی فن‌آوری‌ها، از ماتریس جذابیت – توانمندی [۴۵، ۳۴، ۳۳، ۳۲، ۳۱، ۳]، به‌منظور انتخاب فن‌آوری‌ها و از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره پرومته [۱۶، ۱۳، ۱۰]، به‌منظور تعیین روش مناسب اکتساب فن‌آوری استفاده شده است. الگوی فرآیندی ارایه شده برای فرآیند تدوین استراتژی فن‌آوری در شرکت قشم ولتاژ که یک شرکت فعال در حوزه اتوماسیون صنعتی در کشور ایران است، به اجرا درآمده و برای یک محصول به نام واسط انسان و ماشین HMI مورد استفاده قرار گرفته است و از نتایج و یافته‌های آن در صحنه عمل بهره‌برداری شده است.

در گام اول این الگو، پس از انتخاب یک محصول خاص با نام HMI (با توجه به استراتژی شرکت)، درخت فن‌آوری محصول ترسیم شد و از این طریق واحدهای فن‌آوری استراتژیک (STU)، محصول مورد نظر، شناسایی شد. در ادامه، پس از شناسایی معیارهای جذابیت فن‌آوری (پتانسیل ایجاد مزیت رقابتی در محصول، نرخ تغییر و تحولات فن‌آوری، پتانسیل ایجاد ارزش افزوده بلندمدت، تاثیرگذاری بر کاهش هزینه محصول، تاثیرگذاری بر بهبود عملکرد محصول، تاثیرگذاری بر ارتقای کیفیت محصول و پتانسیل ایجاد تمایز در محصول) و توانمندی فن‌آوری (دسترسی به نیروی انسانی متخصص، دسترسی به اطلاعات و دانش فنی روز، دسترسی به تجهیزات و زیرساخت‌های تولید، دسترسی به مواد اولیه و دسترسی به دانش و تجربه بیرونی)، از طریق نظر خبرگان و کارشناسان، ماتریس جذابیت – توانمندی، تشکیل داده شد.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از ماتریس جذابیت – توانمندی، مشخص شد که واحدهای فن‌آوری استراتژیک محصول مورد نظر، به سه دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول، فن‌آوری‌هایی با جذابیت بالا و توانمندی بالا هستند که شرکت می‌بایست در رابطه با آنها به‌دنبال حفظ و ارتقای توانمندی فن‌آورانه باشد. دسته دوم، فن‌آوری‌هایی با جذابیت بالا و توانمندی متوسط هستند که شرکت می‌بایست در رابطه با آنها، به‌دنبال اکتساب توانمندی فن‌آورانه باشد. دسته سوم، فن‌آوری–هایی با جذابیت متوسط و توانمندی بالا که در رابطه با آنها شرکت می‌تواند تمرکز خود را کاهش دهد و در صورت امکان این فن‌آوری‌ها را از منابع بیرونی تامین نماید.

در ادامه، به‌منظور تعیین روش بهینه برای اکتساب فن‌آوری‌ها، از روش تصمیم‌گیری چند معیاره پرومته استفاده شده است. برای استفاده از این روش، ابتدا گزینه‌های تصمیم‌گیری (تحقیق و توسعه، همکاری و خرید فن‌آوری) [۴۰] و همچنین معیارهای تصمیم‌گیری (هزینه دست‌یابی به فن‌آوری، زمان دست‌یابی به فن‌آوری، یادگیری و درونی سازی، توانمندی فعلی و پتانسیل ایجاد مزیت رقابتی) [۲۰]، تعیین گردیدند و بر این اساس، ماتریس تصمیم، تشکیل داده شد. با استفاده از دستورالعمل اجرای روش پرومته، این روش برای یک فن‌آوری خاص (نرم‌افزار OS)، اجرا شد و نتیجه حاصل از آن این بود که بهترین روش برای اکتساب

این فن‌آوری، همکاری است که خود شامل طیفی از روش‌ها مانند برون‌سپاری تحقیق و توسعه، سرمایه‌گذاری مشترک، اتحاد استراتژیک، کنسرسیوم و روش‌های دیگر می‌شود [۲۰].

در پایان، به مدیران و کارشناسان فعال در حوزه مدیریت فن‌آوری در شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف پیشنهاد می‌شود که:

- از الگوی فرآیندی پیشنهادی، به‌منظور شناسایی، انتخاب و اکتساب فن‌آوری‌ها در رابطه با محصولات و سیستم‌های مختلف، استفاده نمایند.
- در مواقعی که تعداد فن‌آوری‌های به‌دست آمده از ترسیم درخت فن‌آوری زیاد باشد، به‌منظور شناسایی واحدهای فن‌آوری استراتژیک (STU)، از مفهوم عوامل کلیدی موفقیت (KSF)، صنعت به‌عنوان معیار مناسبی برای انتخاب، استفاده شود [۳۹].
- از آن‌جایی‌که الگو ارایه شده در این مقاله، نگاهی ایستا به فن‌آوری‌های به‌کار رفته در محصولات دارد و تغییر و تحولات فن‌آورانه و روندهای جدید را در بر نمی‌گیرد، توصیه می‌شود که پس از ترسیم درخت فن‌آوری محصول، با بهره‌گیری از مفهوم هوشمندی فن‌آوری[۱] [۴۸، ۳۶، ۱۲] و ابزارها و روش‌های آن، فن‌آوری‌های جدید و اثرگذار مرتبط با محصولات شناسایی گردند و در تحلیل‌ها مورد ملاحظه قرار گیرند.

همچنین به پژوهش‌گران این حوزه پیشنهاد می‌شود که:

- از مدل‌های ارایه شده برای تدوین استراتژی فن‌آوری در فضای رقابتی و پویا [۱۹]، برای بهبود و ارتقای الگوی ارایه شده در این مقاله استفاده نمایند.
- با توجه به این‌که برای اکتساب فن‌آوری از طریق همکاری روش‌های مختلفی نظیر تولید تحت لیسانس، اتحادهای استراتژیک، سرمایه‌گذاری مشترک، برون‌سپاری تحقیق و توسعه و کنسرسیوم وجود دارد، الگوی ارایه شده را طوری تکمیل نمایند که قادر به انتخاب روش مناسب همکاری در زمینه اکتساب فن‌آوری نیز باشد [۲۰].
- در این مقاله، برای انتخاب روش مناسب اکتساب فن‌آوری، ۵ معیار در نظر گرفته شد و وزن اهمیتی همه آنها نیز برابر در فرض گردید، در حالی‌که، می‌توان به معیارهای بیشتر و همچنین وزن‌دهی به هر یک از معیارها دست به انتخاب روش مناسب اکتساب فن‌آوری زد.
- همچنین می‌توان از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره دیگری مانند ANP، TOPSIS، VIKOR، SIR و مدل‌های فازی آنها، برای انتخاب روش مناسب اکتساب فن‌آوری، استفاده نمود.

---

۱ Technology Intelligence

منابع : **References:**

۱. آراستی، محمدرضا؛ نوری، جواد؛ خالقی، مهدی؛ رستمی، مرضیه (۱۳۹۱). «هم‌راستای راهبرد فناوری با راهبرد کلان در شرکت‌های با کسب و کار متنوع: مورد گروه صنعتی ایران خودرو»، فصلنامه علمی- پژوهشی سیاست علم و فناوری. سال چهارم، شماره ۳، صص ۷۰-۵۷.

۲. آراستی، محمدرضا؛ پاک نیت، محمد (۱۳۸۹). «طبقه‌بندی مدل‌های تدوین استراتژی فناوری مبتنی بر رویکرد فرآیندی»، فصلنامه علمی- پژوهشی سیاست علم و فناوری، سال سوم، شماره یک.

۳. انصاری، رضا؛ سلطان زاده، جواد؛ شریفیان، امیر؛ ناظقیان، مرتضی؛ فارابی خانقاهی؛ سعید (۱۳۹۴). «ماتریس ارزیابی جذابیت- توانمندی ابزار تدوین راهبرد فناوری (مورد مطالعه: فناوری فرآیند احیای آهن)»، فصلنامه علمی پژوهشی بهبود مدیریت. سال نهم، شماره ۳، صص ۱۰۹-۱۳۵.

۴. دانایی فرد، حسن؛ الوانی، سید مهدی؛ آذر، عادل (۱۳۹۱). «روش شناسی پژوهش کیفی در مدیریت: رویکردی جامع»، انتشارات صفار، چاپ اول.

۵. دانایی فرد، حسن؛ الوانی، سیدمهدی؛ آذر، عادل (۱۳۹۲). «روش شناسی پژوهش کمی در مدیریت: رویکردی جامع»، چاپ نهم، انتشارات صفار.

۶. ستیندامار، فال و پروبرت (۲۰۱۲). «مدیریت انتقال تکنولوژی (فعالیت‌ها و ابزارها)» .مترجمان :رضا انصاری و جواد سلطان زاده، انتشارات دانشگاه اصفهان.

۷. مختارزاده، نیما؛ آراستی، محمدرضا؛ رضوی، سید مصطفی؛ جعفرنژاد، احمد (۱۳۹۲). «رویکری فرآیندی به برنامه ریزی فناوری در سطح فرابنگاهی». نشریه علمی- پژوهشی مدیریت نوآوری. سال دوم، شماره ۲، صص ۹۹-۱۲۰.

۸. Adler, P. (1989). “Technology strategy: a guide to the literatures”. Research Technological Innovation, Management and Policy, 4, 25–151.

۹. Allred, B. B., Swan, K. S. (2004). “Contextual influences on international subsidiaries product technology strategy”. Journal of International Management,10 (2), 259–286.

۱۰. Anand, G. and Kodali, R. (2008). “Selection of lean manufacturing systems using the PROMETHEE”. Journal of Modelling in Management, 3 (1), 40-70.

۱۱. Antoniou, H. P. and Ansoff, H. I. (2004). “Startegic Management of Technology”. Technology Analysis & Strategic Management. Vol. 16, No. 2, pp. 275-291.

۱۲. Arman, H., Foden, J. (2010). “Combining methods in the technology intelligence process: application in an aerospace manufacturing firm”. R&D Management, 40 (2), 181-194.

۱۳. Behzadian, M., Kazemzadeh, R. B. Albadavi, A. and Aghdasi, M. (2010). “PROMETHEE: A comprehensive literature review on methologies and applications”. European Journal of Operational Research, 200 (1), 198-215.

۱۴. Booz-Allen & Hamilton. (1981). “The Strategic Management of Technology”, Outlook, Fall-Winter.

۱۵. Burgelman, R.A. and Rosenbloom, R.S., (1989). “Technology strategy: An evolutionary process perspective”. Research on Technological Innovation Management and Policy, Vol. 4. JAI Press, Greenwich, CT, pp. l-23.

۱۶. Brans, J. P. and Vinke, P. H. (1985). “A preference ranking organization method (the PROMETHEE method for multiple criteria decision making)”. Management Science, 31, 647-656.

۱۷. Cetindamar, D., Phaal, R., Probert, D. (2009). “Understanding technology management as a dynamic capability: A framework for technology management activities”, Technovation. 29, 237-246.

۱۸. Cho, D. H. Yu, P. I. (2000). “Influential factors in the choice of technology acquisition mode: An empirical analysis of small and medium size firms in Korean telecommunication industry”, Technovation, 20(12), 691–704.

۱۹. Chiesa, V. and Manzini, R. (1998). “Towards a Framework for Dynamic Technology Strategy”, Technology Analysis and Strategy Management. 10(1), 111-129.

۲۰. Chiesa, V. (2001). R&D Strategy and Organization, Imperial College Press. 16

۲۱. Choi, S., Park., H., Kang, D., Lee, J. Y., Kim, K. (2012). "An SAO-based text mining approach to bulding a technology tree for technology planning", Expert Systems with Applications. Vol. 39, No. 13, Pp. 11443–11455.
۲۲. Croisier, B. (1998). "The governance of external research: Empirical test of some transaction-cost related factors", R&D Management. 28 (4), 289–298.
۲۳. Davenport, S., CampbellHunt, C., Solomon, J. (2003). "The dynamics of technology strategy: An exploratory study", R&D Management. 33 (5), 481–499. 5
۲٤. Depoy, E., Itartman, A. (1999). Critical action research: a model for social work knowing. Social Work, 44 (5), 1-17.
۲٥. Dodgson, M. (1991). "Managing corporate technology strategy", International Journal of Technology Management, Special Publication on the Role of Technology in Corporate Policy, 95–102.
۲٦. Drejer, A. (1996). "Frameworks for the management of technology: Towards a contingent approach". Technology Analysis and Strategic Management, 8 (1), 9–20.
۲۷. Ford, D. (1988). "Develop your technology strategy", Long Range Planning, Vol. 11, No. 5, pp. 85-95,
۲۸. Ford, D. and Saren, M. (1996). Technology Strategy for Business, Thomson Business Press,
۲۹. Friar, J. and Horwitch, M. (1986). The Emergence of Technology Strategy: a New Dimension of Strategic Management, in Horwitch, M. (Ed.), Technology in the Modern Corporation -A Strategic Perspective (Pergamon Press),
۳۰. Gergory, M. J. (1995). "Technology management: a process approach", Proceedings of Institution of Mechanical Engineers, 39-46.
۳۱. Hax, A. C. and Majluf, N. S. (1984). Strategic Management: An Integrative Perspective, (Prentice Hall, Englewood Cliffs).
۳۲. Hax, A. C. and Majluf, N. S. (1991). The Strategic Concept and Process: A Pragmatic Approach, (Prentice Hall, Englewood Cliffs).
۳۳. Hax, A. C. and No, M. (1992). "Linking Technology and Business Strategies: A Methodological Approach and an Illustration", Working Paper No. 3383-92BPS, February.
۳٤. Jolly, D, R. (2003). "The issue of weightings in technology portfolio management", Technovation, vol. 23, pp. 383-391.
۳٥. Jolly, D. R. (2012). "Development of a two-dimensional scale for evaluating technologies in high-tech companies: An empirical examination", Journal of Engineering and Technology Management, vol. 29, pp. 307-329.
۳٦. Kerr, C. I. V., Mortara, L., Phaal, R. and Probert, D. R. (2006). "A conceptual model for technology intelligence". International Journal of Technology Intelligence and Planning, 2, 1, 73–93.
۳۷. Kerr, C., et al., (2012). "Key principles for developing industrially relevant strategic technology management toolkits", Technological Forecasting and Social Change, 80(6), 1050-1070.
۳۸. Lee, H., Lee, S., Park, Y. (2009). "Selection of technology acquisition mode using the analytic network process". Mathematical and Computer Modelling, 49,1274–1282.
۳۹. Little, A. D. (1981). "The Strategic Management of Technology". European Management Forum, Davos.
٤۰. Lowe, J., Taylor, P. (1998). "R&D and technology purchase through license agreements: Complementary strategies and complementary assets", R&D Management, 28 (4), 263–278.
٤۱. Macharis, C., Springael, J., De Bruker, K., Verbeke, A. (2004). "PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis. Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP". European Journal of Operational Research. 153 (2), 307-317.
٤۲. Meyer, M. H., Roberts, E. B. (1988). "Focusing product technology for corporate growth", Sloan Management Review, Summer, 7–16.
٤۳. Moenaert, R. K. Desschoolmeester, D. deMeyer, A. Barbe, J. (1990). "Organizational strategy and resource allocation for technological turnaround", R&D Management, 20(4), 291–303.

٤٤. Pavitt, K. (1986). “Technology, innovation and strategic management”. In: McGee, J., Thomas, H. Eds., Strategic Management Research: A European Perspective, Wiley, West Sussex.

٤٥. Phaal, R., Farrukh, C. J. P., Probert, D. R. (2004). “A framework for supporting the management of technological knowledge”. International Journal of Technology Management. 27, 1, pp. 1-15.

٤٦. Porter, M. E. (1980). Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors, The Free Press, New York.

٤٧. Routroy, S. and Kodali, R. (2007), “Promethee II for selection of carrier in supply chain”, Icfai Journal of Supply Chain Management, 4 (1), 29-39.

٤٨. Safdari Ranjbar. M., Tavakoli, Gh. R. (2015). “Toward an Inclusive Understanding of Technology Intelligence: A Literature Review”. Foresight. Vol. 17, No. 3.

٤٩. Spital, F. C., Bickford, D. J. (1992). “Successful competitive and technology sytategies in dynamic and stable product technology environments”. Journal of Engineering and Technology Management. 9, 29-60.

٥٠. Solomon, J. (2001). “The Role of Technology Strategy in the Evolution of Competitive Advantage in Successful New Zealand Firms”. Master of Management Studies Research Project, Victoria University of Wellington, New Zealand.