

ارائه چارچوبی برای پیاده‌سازی مدیریت فناوری در بنگاه‌های فناوری محور

■ جواد سلطان‌زاده
کارشناس ارشد مدیریت تکنولوژی
دانشگاه علامه طباطبائی
jsoltanzadeh@yahoo.com
نویسنده مسئول مکاتبات

■ رضا انصاری
استادیار دانشکده علوم اداری و اقتصاد،
دانشگاه اصفهان
rezaansar@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۲۴
تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۹/۰۱

چکیده

امروزه مدیران دریافته‌اند که فناوری مهمترین منبع ایجاد مزیت رقابتی و رشد در شرکت‌ها است و از این رو باید مورد توجه قرار گیرد. برای مدیریت فناوری در شرکت‌ها چارچوب‌های متعددی ارائه شده است، اما همچنان یک چارچوب عملی و مجموعه ابزارهای مدون برای بهره‌مندی از آن، در دسترس نمی‌باشد. تئوری توانمندی‌های پویا با تمرکز بر ایجاد جریان پویایی از توانمندی در درون سازمان، می‌تواند مفهومی مناسب در تدوین چارچوب مدیریت فناوری در سطح بنگاه باشد. لذا این مقاله سعی دارد با تکیه بر تئوری توانمندی‌های پویا با بررسی ادبیات موجود پیرامون فعالیت‌های مدیریت فناوری چارچوبی را فراهم آورد تا علاوه بر معرفی فعالیت‌های مدیریت فناوری، ارتباط آن با مفاهیم پیرامونی چون مدیریت دانش و مدیریت نوآوری مشخص نماید. بدین منظور چارچوب‌های مدیریت فناوری ارائه شده توسط محققین مورد بررسی قرار گرفته و چارچوبی مناسب برگرفته از مطالعات ستیندامار، فال و پروبرت ارائه گردیده است. اعتقاد بر آن است، هر یک از فعالیت‌های شش‌گانه اکتساب، بهره‌برداری، شناسایی، یادگیری، محافظت و انتخاب امکان ایجاد یک توانمندی پویا ویژه را فراهم می‌آورد. البته به منظور پیگیری مناسب این فعالیت‌ها باید از ابزارهای مناسبی استفاده کرد؛ در این مقاله شش ابزار تجزیه و تحلیل پتنت، مدیریت پورتفولیو، تدوین نقشه‌راه، منحنی S، مرحله- درگاه و تجزیه و تحلیل ارزش، به عنوان ابزارهایی برای ایجاد قابلیت فناورانه در درون سازمان مورد اشاره قرار می‌گیرد. ارائه فعالیت‌ها و ابزارهای شش‌گانه مدیریت فناوری در این مقاله می‌تواند نقطه آغازی مناسب برای پیگیری مدیریت فناوری در بنگاه‌های فناوری محور باشد.

واژگان کلیدی

شرکت‌های دانش بنیان، تئوری توانمندی پویا، چارچوب مدیریت فناوری، ابزارهای مدیریت فناوری.

مقدمه

سازمان‌هایی که بتوانند توانمندی بالقوه و مدیریت نوآوری مشخص نمایند. برای این فناورانه خود را دریابند، فرصت‌های بزرگی را خلق می‌کنند. از اینرو، شرکت‌ها به منظور موفقیت باید راهبرد و اقدامات مدیریت فناوری خود را تعیین نمایند [۱].

در عصر حاضر، فناوری مهمترین منبع ایجاد مزیت رقابتی و رشد در شرکت‌ها است. ترکیب فناوری با نیروی انسانی مجرب و با انگیزه، امکان پاسخگویی سریع به تقاضای در حال تغییر مشتری و هم‌چنین دستیابی و توسعه بازارهای جدید را فراهم می‌آورد. هرچند در این میان، یکپارچه نمودن ملزومات فناورانه با فرآیندهای کسب و کار همچون وظایف چندگانه فنی، بازاریابی، مالی و منابع، پیچیده بوده و با چالش‌هایی چون افزایش هزینه، پیچیدگی و سرعت پیشرفت فناوری، تنوع منابع فناوری، جهانی شدن رقابت و اتحادهای راهبردی و اثر فناوری اطلاعات همراه می‌باشد. این چالش‌ها برای

هر چند مدیران، ضرورت بکارگیری مدیریت فناوری را دریافته‌اند اما همچنان یک چارچوب عملی و مجموعه ابزارهای مدون برای بهره‌مندی از آن، در دسترس نمی‌باشد [۲]. بدین جهت این مقاله سعی دارد با تکیه بر تئوری توانمندی‌های پویا با بررسی ادبیات موجود پیرامون فعالیت‌های مدیریت فناوری چارچوبی را فراهم آورد تا علاوه بر معرفی فعالیت‌های مدیریت فناوری، ارتباط آن با مفاهیم پیرامونی چون مدیریت دانش

مفاهیم

در بسیاری از مطالعات، مدیریت فناوری به عنوان فرآیند برنامه‌ریزی، جهت‌دهی، کنترل و هماهنگی توسعه و پیاده‌سازی توانمندی‌های فناورانه در راستای شکل‌دهی و تحقق اهداف راهبردی و عملیاتی سازمان تعریف شده است [۲][۳]. این تعریف، دو

می‌شود» [۱۱]. روتین به عنوان "الگوهای قابل تکرار فعالیت"^۵ توصیف می‌شود. قابلیت محوری نیز فعالیت‌هایی است که سازمان با ترکیب دارایی و منابع انجام می‌دهد. حال می‌توان دریافت، چرا محققان توانمندی‌های پویا را روتین‌ها/فعالیت‌ها/و یا قابلیت محوری سازمان در نظر می‌گیرند [۱۲][۱۳]. بدین ترتیب سؤال پیرامون مدیریت فناوری تبدیل به سؤال فعالیت‌های مدیریت فناوری که به ایجاد توانمندی‌های فناورانه منجر می‌شود تغییر می‌یابد. از این رو در این مقاله تأکید اصلی بر فعالیت‌ها و ابزارها مدیریت فناوری است. هر فعالیت مدیریت فناوری مرتبط با توانمندی فناورانه ویژه‌ای است که شامل یک یا چند فرآیند/روتین/ قابلیت می‌شود. فرآیند را می‌توان به عنوان رویکردی برای دستیابی به یک هدف مدیریتی، از طریق تبدیل ورودی به خروجی‌ها دانست. بنابراین، واژه فعالیت را می‌توان با فرآیند یا روتین جایگزین که در سطحی بالاتر ارتباط بیشتری با مفهوم توانمندی برقرار می‌کند.

چارچوب مدیریت فناوری

مدیریت فناوری تاریخچه‌ای بیش از ۵۰ سال دارد [۱۴][۱۵][۱۶] و از مدیریت تحقیق و توسعه به مدیریت راهبردی تکنولوژی تکامل یافته است. در این تکامل سه بعد مفهومی دستخوش تغییر شده‌اند: (۱) تعیین قلمرو مدیریت فناوری، در آغاز تمرکز بر واحد تحقیق و توسعه و گسترش آن در ادامه تا سطوح عالی و راهبردی، (۲) نگاه به فناوری، به عنوان ابزار، سیستم یا منبع ارزش در کسب و کار و موضوعات مرتبط با آن از قبیل توسعه محصول و یا توسعه دیگر

محصول را به عنوان مؤلفه بازسازی راهبردی^۲ دانسته لذا بر نقش کلیدی مدیریت راهبردی در تطبیق‌پذیری، یکپارچگی و شکل‌دهی مهارت‌های سازمانی داخلی و خارجی، منابع و قابلیت وظیفه‌ای تأکید دارد [۷]. با در کنار هم قرار دادن این سه دلیل می‌توان اذعان کرد، تئوری توانمندی‌های پویا، نیازهای مدیریتی توانمندی‌های کلیدی در جهت تثبیت مزیت رقابتی را برجسته می‌کند.

حال می‌توان مدیریت فناوری را اینگونه تعریف کرد، توسعه و بهره‌برداری از توانمندی‌های فناورانه که به طور مستمر در حال تغییر هستند [۳][۶]. تعاریف متعددی برای توانمندی فناورانه وجود دارد. توانمندی فناورانه^۳، توانایی کشف و استفاده از فناوری به منظور تأمین و تثبیت مزیت رقابتی است [۵]. در حالیکه لال (۱۹۹۰) آن را اینگونه تعریف می‌کند، تمامی کارکردهای فنی در عملیات، بهبود و تعدیل تسهیلات تولیدی شرکت [۸]. در مطالعه‌ای دیگر توانمندی فناورانه، توانمندی استفاده کارا از دانش فنی و مهارت در بهبود و توسعه محصول و فرآیند و همچنین بهبود فناوری‌های موجود و ایجاد دانش فنی و مهارت‌ها در پاسخ به محیط کسب و کار رقابتی تعریف شده است [۹]. توانمندی می‌تواند پویا و یا عملیاتی باشد [۱۰]. توانمندی‌های پویا ساخت، یکپارچه‌سازی و شکل‌دهی مجدد توانمندی‌های عملیاتی را ممکن می‌سازد. وینتر^۴ توانمندی‌های عملیاتی را این چنین تعریف می‌کند: «مجموعه‌ای از روتین‌ها در کنار جریان ورودی سازمان، چارچوبی را به وجود می‌آورد که تصمیم‌گیری پیرامون چگونگی تولید و یا نحوه ارائه خروجی‌های سازمان در ساختار سازمانی به طور تفویض شده، انجام

جنبه سخت و نرم فناوری را در بر می‌گیرد. البته با این نگاه ایستا به فناوری، تفاوت‌های موجود میان مفاهیم فنی و مدیریتی مرتبط با مدیریت فناوری مغفول می‌ماند. با توجه به آنکه تغییرات مستمر فناورانه فرصت‌ها و تهدیدهایی را برای توسعه محصولات جدید و صنایع متنوع ایجاد می‌کند، این فرصت‌ها نیازمند جذب و تبدیل به ارزش از طریق مدیریت فناوری پویا هستند. این مهم نیازمند درکی جدید از مدیریت فناوری است که ماهیت پویا و مؤلفه‌های مدیریتی آن را نیز پوشش دهد [۱][۴].

تئوری توانمندی پویا

تئوری توانمندی پویا، می‌تواند پارادیم یا منظرگاه مناسب برای درک مدیریت فناوری باشد. تئوری توانمندی‌های پویا اشاره دارد به توانایی پیکربندی مجدد، جهت‌دهی مجدد، تبدیل و شکل‌دهی و انسجام متناسب قابلیت‌های محوری موجود با منابع و دارایی‌های راهبردی و مکمل به منظور فائق آمدن بر چالش‌های فشار زمان، تغییرات جهان رقابتی شوم‌ترینی و تقلید [۴]. به طور خلاصه، به سه دلیل تئوری توانمندی پویا می‌تواند به درک بهتر مدیریت فناوری کمک کند [۲]: (۱) هر چند این تئوری منحصراً در حوزه نوآوری‌های فناورانه مطرح نشده است اما می‌تواند منجر به ایجاد تغییراتی در محصول، خدمات و فرآیندها مؤثر بر عملکرد بلندمدت سازمان گردد [۵]، (۲) با توجه به آنکه در این تئوری "واحد" تجزیه و تحلیل، توانمندی است، امکان مشاهده پویایی‌های موجود در ساختار شرکت‌ها را ممکن می‌شود [۶] و (۳) تئوری توانمندی‌های پویا، بازار یا

1. Dynamic Capability Theory
2. Strategic Reconstruction
3. Technological Capability

4. Winter
5. Repetitive Pattern of Activity

ارائه چارچوبی برای پیاده‌سازی مدیریت فناوری در بنگاه‌های فناوری محور
رضا انصاری، جواد سلطان‌زاده

جدول ۱- مقایسه چارچوب مدیریت فناوری ستیندامار و همکاران با دیگر چارچوب‌های ارائه شده

(اقتباس شده از [۲])

| لوین و بارنارد ^۸ | رابرتز ^۷ | کوتک ^۶ | داگسون ^۵ | سومانث ^۴ | شورای ملی تحقیقات ^۳ | راش و همکاران ^۲ | گرگوری ^۱ | ستیندامار و همکاران |
|------------------------------------|--|-------------------|---|---------------------|---|-------------------------------|---------------------|------------------------|
| | تشخیص وضع موجود | پوشش | | آگاهی | شناسایی، ارزشیابی | جستجو، آگاهی | شناسایی | شناسایی |
| | | تمرکز | استراتژی | | | انتخاب | انتخاب | انتخاب |
| تولید دانش و تبدیل آن به ابزار | ایده، فرمول‌بندی، حل مسئله، راه‌حل اولیه | منابع | همکاری، تحقیق و توسعه، توسعه محصول جدید | اکتساب، پیشرفت | تحقیق و توسعه | اکتساب، ایجاد قابلیت | اکتساب | اکتساب |
| تطبيق تجهیزات با ملزومات کاربر | توسعه تجاری، استفاده کردن، اشاعه | پیاده کردن | تجاری‌سازی، عملیات | ارتقا، رها کردن | یکپارچه نمودن، پیاده‌سازی، منسوخ کردن | پیاده‌سازی، بهربرداری | بهربرداری | بهربرداری |
| پشتیبانی سازمان (مسئکرد، اواره) | آموختن | | | | | یادگیری | محافظت | محافظت |

و همکارانش مبتنی بر توانمندی پویا بوده است که در جدول ارتباط فعالیت‌های آن با دیگر مدل‌ها مورد توجه قرار گرفته است.

تبیین ابعاد مدل ستیندامار و همکاران

ستیندامار و همکاران فعالیت‌های مدیریت فناوری را می‌توان در شش عنوان لیست کرد: اکتساب، بکارگیری، شناسایی، یادگیری، محافظت و انتخاب در تعامل با سه سطح فرآیندهای کسب و کار: عملیاتی، نوآوری و راهبرد است (همانند شکل ۱).

مدل مبتنی بر توانمندی ارائه شده با ساده‌سازی مفهوم مدیریت فناوری درصد ایجاد درکی همسان نسبت به فعالیت‌های مدیریت فناوری است. "فعالیت" به عنوان واحد تجربه و تحلیل توانمندی‌های فناورانه انتخاب شده است. در واقع تحقق فعالیت، توانمندی فناوری را به دنبال دارد. مدل عمومی مدیریت فناوری براساس شش فعالیت عمومی مدیریت فناوری شکل گرفته است [۲][۵][۱۹]:

۱. اکتساب: اکتساب به معنای چگونگی دستیابی شرکت به فناوری‌های ارزشمند برای کسب و کار می‌باشد. اکتساب تصمیم‌گیری پیرامون خرید، همکاری و ساخت فناوری است.

توسعه، شامل تعیین پروژه‌های امکان‌پذیر، انسجام فناوری با تمامی عملیات شرکت، پیاده‌سازی فناوری‌های جدید در محصول و یا فرآیند و (۵) منسوخ نمودن و جایگزینی [۳]. توجه بیشتر در ادبیات موجود حکایت از آن دارد که چند لیست از فرآیندها/فعالیت‌ها/ توانمندی‌های مدیریت فناوری وجود دارد. همان‌طور که در جدول نشان داده شده است، ممکن است بسیاری از این فعالیت‌ها دارای نام‌های متفاوتی باشند اما در عمل آنها درصد دستیابی به توانمندی‌های فناورانه هستند. برای مثال آنچه که در مطالعات رابرت به عنوان تجاری‌سازی اشاره شده است در گرگوری آن را بهره‌برداری نامیده است. تنوع زبان در ادبیات علمی نیز خود دلیلی بر این تفاوت‌هاست. برای مثال اخیراً، جنرال الکتریک مرکز تحقیقات جهانی را خانه جادویی نامیده است.

مدل مبتنی بر توانمندی درصد جایابی برای تمامی فرآیندهای نامگذاری شده در شرکت‌ها یا در ادبیات موجود نیست بلکه هدف آن ساده‌سازی مفهوم مدیریت فناوری به منظور ایجاد درکی مشترک از نوع فعالیت‌های کلیدی در بدنه مدیریت فناوری است. همان‌طور که اشاره شد، مدل ارائه شده توسط ستیندامار

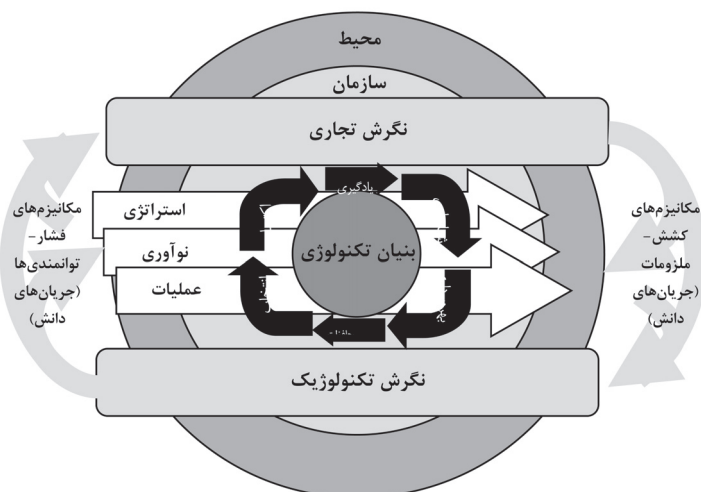
فناوری‌ها و (۳) یکپارچگی فناوری [۱۷]. تکامل مدیریت فناوری همراه با تغییر محیط پیرامونی و جایگاه آن در سازمان بوده است. در ابتدا محیط با ثبات و قابل پیش‌بینی بوده و مدیریت فناوری تنها در واحدهای تحقیق و توسعه مورد توجه بود ولی در انتهای این تکامل، محیط پر تلاطم و غیرقابل پیش‌بینی شده و مدیریت فناوری به سطح راهبردی سازمانی ارتقا یافته است. همچنین در ۲۰ سال اخیر نوآوری سرفصل مدیریت فناوری بوده است [۲]. نوآوری در تمامی حوزه‌های مدیریت و همچنین مدیریت فناوری حضور پیدا کرده است. در واقع، مرزهای میان مدیریت نوآوری و مدیریت فناوری کمرنگ شده و نتوان آنها را به درستی تشخیص داد. این سردرگمی میان مدیریت فناوری و مدیریت نوآوری با ظهور مفهوم نظام‌های نوآوری باز بیشتر نیز شده است [۱۸]. این در واقع مبین نیاز به وجود یک چارچوب مدیریت فناوری است تا بتوان با کمک آن مرزهای آن را با دیگر انواع حوزه‌های مدیریتی به ویژه مدیریت نوآوری را شفاف نمود.

به منظور تبیین چارچوب مناسب برای مدیریت فناوری تلاش‌های مهمی صورت گرفته است. شورای تحقیقات ملی آمریکا در تعریف خود در سال ۱۹۸۷، تأکید بر درک مدیریت فناوری به عنوان یک فرآیند دارد، که می‌تواند به عنوان یک رویکرد در دستیابی به اهداف مدیریتی از طریق تبدیل ورودی به خروجی در نظر گرفته شود. این شورا مجموعه‌ای از فرآیندهای کلیدی مدیریت فناوری را در عملیات صنعتی این چنین بیان می‌کند: (۱) شناسایی و ارزشیابی گزینه‌های فناورانه، (۲) مدیریت تحقیق و

1. Gregory
2. Rush and et al.,
3. National Research Council

4. Sumanth
5. Dogson
6. Cotec

7. Roberts
8. Levin and Bernard



شکل ۱- چارچوب مدیریت فناوری [۱]

یک مزیت دیگر چارچوب مدیریت فناوری، کاربردی بودن آن در شرکت‌هایی با اندازه‌های مختلف است. این مزیت زمانی برجسته می‌شود، که بدانیم بیشتر چارچوب‌ها و مدل‌های موجود تنها برای شرکت‌های پیشرو کاربرد دارند. بیشتر مدل‌های موجود برای سازمان‌های بزرگی طراحی شده‌اند که دارای واحدهای تحقیق و توسعه بوده و تقسیم کارها شفاف و استاندارد شده باشد. مدل‌ها و چارچوب‌های موجود سازمان‌های کوچک و متوسط که دارای فرآیندهای غیررسمی‌اند و یا هیچ دپارتمان تحقیق و توسعه‌ای ندارند را نادیده انگاشته‌اند. اما چارچوب مدیریت فناوری حاضر برای تمامی این سازمان‌ها مفید است. چارچوب حاضر، فناوری را به عنوان یکی از منابع سازمان می‌بینید. زیرا فناوری در سازمان‌ها، با توسعه توانمندی‌های فناوری، دانش فنی لازم را برای تولید محصولات، خدمات و فرآیندهای سازمان فراهم می‌آورد. این چارچوب تأکید دارد جریان‌های پویای دانشی میان فرآیندهای راهبردی، نوآوری

چارچوب مدیریت فناوری پیشنهادی مزایای متعددی دارد. این چارچوب این امکان را فراهم می‌آورد تا به فعالیت‌های مدیریت فناوری در سطوح فرآیند، دپارتمان یا کل کسب و کار نگریسته شود. این چارچوب نشان می‌دهد عناصر مدیریت فناوری هر شرکتی وابسته به محیط آن (داخلی- بیرونی) است. در واقع متأثر از ساختار سازمانی، نظام‌ها، زیرساخت، فرهنگ، ساختار محیط کسب و کار و چالش‌های محیطی و تغییرات سازمانی می‌باشد. هر چند در این شکل به روشنی از بعد کلیدی زمان سخنی به میان نیامده اما زمان نیز در چارچوب مدیریت فناوری مهم می‌باشد. بعد زمان بر همسان و همگام‌سازی توسعه توانمندی‌های فناوری با ملزومات کسب و کار چون بازارها، محصولات و فناوری مرتبط است. بنابراین چارچوب مدیریت فناوری در قالب توانمندی‌های پویا تعریف می‌شود. وقتی ارائه‌دهندگان این چارچوب بر مدیریت توانمندی‌های فناوری تمرکز دارند، همه انواع توانمندی‌ها را در نظر گرفته‌اند [۱].

به عبارت دیگر فناوری را می‌توان با توسعه داخلی، همکاری و یا خرید از توسعه‌دهندگان خارجی تأمین نمود.

۲. بهره‌برداری: هر چند بهره‌برداری از فناوری تجاری‌سازی را به همراه دارد اما برای رسیدن به منافع مورد انتظار نیازمند پیاده‌سازی^۱، جذب^۲ و عملیاتی کردن فناوری در شرکت می‌باشد. فناوری‌ها از واحد تحقیق و توسعه به واحد ساخت و یا از خارج شرکت و یا از شرکای شرکت به داخل شرکت انتقال می‌یابد. فرآیندهای بکارگیری شامل توسعه‌های جزئی، بهبودهای فرآیندی و بازاریابی است.

۳. شناسایی: شناسایی فناوری در تمامی گام‌های توسعه محصول و چرخه عمر بازار مورد نیاز است. این فرآیند شامل تغییرات بازار و همچنین توسعه‌های فناوریانه است. شناسایی شامل جستجو (کاوش)، ممیزی^۲، جمع‌آوری داده و فرآیندهای کسب اطلاعات از فناوری‌ها و بازارها می‌باشد.

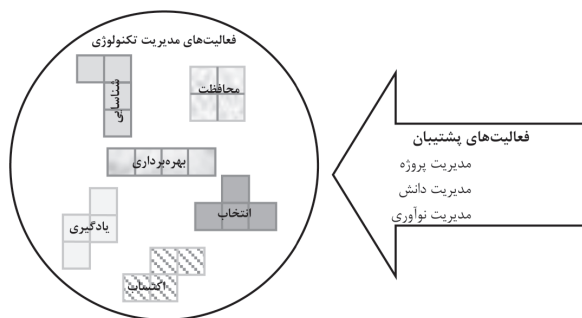
۴. یادگیری: یادگیری جزء برجسته قابلیت فناوریانه است که شامل بازخورد فرآیندها و پروژه‌های فناوری انجام شده شرکت در داخل یا خارج می‌باشد. ارتباط تنگاتنگی بین این فرآیند و حوزه مدیریت دانش وجود دارد.

۵. محافظت: فرآیندهای رسمی چون فرآیند ثبت پتنت و حفظ نیروی انسانی به جهت حمایت از دارایی‌های فکری شرکت همچون دانش و تخصص نهفته در نظام تولید محصول و ساخت می‌باشد.

۶. انتخاب: انتخاب با موضوعات راهبردی شرکت مرتبط است و بنابراین نیازمند آگاهی کاملی از اهداف و اولویت‌های راهبردی شرکت در کسب و کارهای مختلف می‌باشد [۱].

1. Implementation
 2. Absorption
 3. Audit

ارائه چارچوبی برای پیاده‌سازی مدیریت فناوری در بنگاه‌های فناوری محور
رضا انصاری، جواد سلطان‌زاده



شکل ۲- فعالیت‌های مدیریت فناوری و فعالیت‌های پشتیبان [۲]

و عملیاتی سازمان جهت انجام وظایف تجاری‌سازی و فناوری و فناوری وجود دارد [۲۰]. همچنین باید توازنی میان کشش بازار (ملزومات) و فشار فناوری (توانمندی‌ها) برقرار گردد. صرف‌نظر از تغییرات فناوری، مدیران برای برقراری ارتباط میان بازارها و فناوری نیاز به سازوکارهای گوناگونی چون کانال‌های سنتی ارتباطی، سیستم‌ها یا جلسات چند کاربردی (هم‌اندیشی)، ابزارهای مدیریتی، فرآیندهای کسب و کار، انتقال و آموزش نیروی انسانی دارند. شرکت‌ها تغییرات گوناگونی در اندازه و گستره خود دارند. گاهی آنها از یک سازمان یک نفره تبدیل به سازمانی چند واحد و یا حتی چند ملیتی می‌شوند. در هر یک از آنها، این چارچوب مدیریت فناوری می‌تواند متناسب با ماهیت سازمانی، کارایی داشته باشد. پس از شناسایی فرآیندهای کسب و کار، راهبرد، نوآوری و عملیات، مدیران باید فرآیندهای مدیریت فناوری را با آنها یکپارچه سازند. در قسمت بعد به فرآیندهای مدیریت فناوری در شرکت‌ها پرداخته خواهد شد [۱].

غیرخطی بودن فعالیت‌های مدیریت فناوری

در اینجا مدلی از فعالیت‌های مدیریت فناوری پیشنهاد شده است؛ در این مدل فعالیت‌های مدیریت فناوری ترتیبی نسبت به یکدیگر ندارند و در واقع همانطور که در شکل ۲ آورده شده به مثابه تکه‌هایی از پازل^۱ می‌باشد. مقایسه این فعالیت‌ها با پازل با هدف برجسته نمودن، عدم سلسله مراتبی بودن این فعالیت‌ها و پرهیز از این پندار که تنها یک مدل مناسب برای همه سازمان وجود دارد و اینکه فعالیت‌های مدیریت فناوری باید متناسب با هر سازمانی شکل گیرد،

است. مزیت دیگر این مقایسه تأکید بر این نکته است که مدیریت فناوری به مثابه یک هنر است. به عبارت دیگر مدیران فناوری به شناسایی فرآیندها و یافتن بهترین روش انجام نیازمند می‌باشند [۲۱].

انعطاف‌پذیری مفهوم پازل جیگسو نشان می‌دهد هر سازمان عناصر ویژه خود را داشته و بر آن اساس تصویر دلخواه خود را ایجاد می‌کند. در یک شرکت بزرگ که فعالیت‌های تحقیق و توسعه قابل توجهی در آن انجام می‌شود، از تمامی فعالیت‌های مدیریت فناوری بهره می‌برد و تصویر را کامل می‌کند، در حالی که در یک سازمان فاقد فعالیت‌های تحقیق و توسعه که نوآوری در آن تدریجی باشد تنها فعالیت‌های مناسب خود را به کار می‌بندد.

فعالیت‌های پشتیبانی کننده مدیریت فناوری

چارچوبی که در شکل ۲ نشان داده شده است، علاوه بر توصیف فعالیت‌های کلیدی مدیریت فناوری، ارتباط مدیریت فناوری با دیگر فعالیت‌های مدیریتی همچون مدیریت پروژه، مدیریت دانش و مدیریت نوآوری را به نمایش درآورده است.

انعطاف‌پذیری مفهوم پازل جیگسو نشان می‌دهد هر سازمان عناصر ویژه خود را داشته و بر آن اساس تصویر دلخواه خود را ایجاد می‌کند. در یک شرکت بزرگ که فعالیت‌های تحقیق و توسعه قابل توجهی در آن انجام می‌شود، از تمامی فعالیت‌های مدیریت فناوری بهره می‌برد و تصویر را کامل می‌کند، در حالی که در یک سازمان فاقد فعالیت‌های تحقیق و توسعه که نوآوری در آن تدریجی باشد تنها فعالیت‌های مناسب خود را به کار می‌بندد.

1. Nonlinearity
2. Jigsaw puzzle
3. Know-what

4. Know-how
5. Know-why

و ویژگی‌های فناوری می‌باشد. برای مثال یک شرکت کوچک و متوسط با پروژه‌های توسعه محصول محدود در مقایسه با یک شرکت چند ملیتی با چندین پروژه متنوع نیاز چندانی به مدیریت پروژه ندارد.

ابزارهای مدیریت فناوری

پس از مشخص شدن فعالیت‌های مدیریت فناوری، باید ابزارهایی را برای اجرا درآوردن این فعالیت‌ها ارائه نمود. ارائه ابزارهای مدیریت فناوری علاوه بر ایجاد درک بهتر نسبت به آن در محافل علمی و آکادمیک، درک مدیریت تکنولوژی را برای متخصصین و فن‌سالاران نیز تسهیل می‌نماید. برای تبدیل مدیریت فناوری به یکی از فعالیت‌های روزانه سازمان‌ها و جلب توجه مدیران به این حوزه، وجود راهنمای عملی براساس تجربیات موفق و ابزارهای اجرایی مهم است.

برادی^۱ و همکاران (۱۹۹۷) در مطالعات خود ارائه تعریف دقیق از ابزار را سخت دانسته‌اند. آنها در نتایج تحقیقات خود اذعان داشته‌اند واژه ابزار طیف گسترده و متغیری از مفاهیمی چون ابزارها، تکنیک‌ها، رویه‌ها، فرآیندها، مدل‌ها، نقشه‌ها و چارچوب‌ها را در بر می‌گیرد [۲۳]. مقاله حاضر تعریف ابزار را با توجه به مطالعات فال و همکارانش (۲۰۰۶) ارائه می‌دهد: "ابزار، به طور عام، شامل تمامی تنظیمات پشتیبانی از کاربردی‌های عملیاتی و چارچوب‌های مفهومی می‌شود" [۲۴].

باید متذکر شد، ابهام تنها در تعریف این مفهوم وجود ندارد، بلکه ارائه لیستی مورد توافق از ابزارهای مدیریت فناوری نیز چالش

برانگیز است. لیاو^۲ (۲۰۰۵) در مطالعات خود ادبیات موضوعی موجود پیرامون متدولوژی‌ها و کاربردهای مدیریت فناوری را از ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۳ بررسی کرده است. وی براساس ۵۴۶ مقاله در این حوزه، متدولوژی‌های مدیریت فناوری را در هشت دسته تقسیم نموده است (۱) چارچوب مدیریت فناوری، (۲) تحقیقات عمومی و سیاستی، (۳) سیستم‌های اطلاعاتی، (۴) فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، (۵) هوش مصنوعی^۳ و سیستم‌های خبره^۴، (۶) فناوری‌های بانک داده، (۷) مدل‌سازی و (۸) متدولوژی‌های آماری [۲۵]. پروژه دیگری نیز در کمیسیون اروپا^۵ در سال ۱۹۹۸ پیرامون ابزارهای مدیریت فناوری انجام شده است. خروجی این پروژه با عنوان تماگاید^۶ منتشر شده است [۲۶]. در این گزارش پس از تشریح اهداف متفاوت ابزارهای مدیریت فناوری، این ابزارها براساس وظایفشان در شش سرفصل دسته‌بندی شده‌اند:

۱. ابزارهای تجزیه و تحلیل اطلاعات خارجی، از قبیل پیش‌بینی فناوری و ترازبایی^۷
۲. ابزارهای تجزیه و تحلیل اطلاعات داخلی، از قبیل ممیزی نوآوری^۸ و مهارت‌ها
۳. ابزارهای محاسبه حجم کار و منابع مورد نیاز در انجام پروژه‌ها، از قبیل مدیریت پروژه و مدیریت پورتفولیو^۹
۴. ابزارهای مدیریت کارهای مشارکتی و ترکیبی، از قبیل مدیریت تعاملی^{۱۰} و شبکه‌سازی^{۱۱}
۵. تکنیک‌های خلق ایده و حل مساله، از قبیل تجزیه و تحلیل خلاقیت و ارزش^{۱۲}
۶. ابزارهای بهبود کارآیی و انعطاف‌پذیری از

قبیل تفکر ناب^{۱۳} و بهبود مستمر^{۱۴} این لیست ارائه شده نیز به دو دلیل، مشکلاتی را در درک مدیریت فناوری به وجود می‌آورد. نخست سطح کاربردی هر یک از ابزارها با فعالیت‌های مدیریت فناوری پیچیده است. دوم آنکه، طیف گسترده‌ای از کاربرد هر ابزار می‌توان نام برد. لذا باید ابزارهای اصلی و انحصاری شکل‌دهنده مدیریت فناوری تشریح شده و همچنین دیگر ابزارهایی که مختص به مدیریت فناوری نبوده اما در انجام فعالیت‌های مدیریت فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرند، نیز توصیف شوند. کتاب‌های راهنمای مدیریت فناوری [۲۷] [۲۸] توصیف بهتری نیز ارائه نمی‌دهند. در هیچ یک از این کتاب‌ها توصیف شفافی از متدولوژی‌ها، ابزارها و تکنیک‌های مؤثر در مدیریت فناوری ارائه نشده است. در واقع با مرور این کتاب‌ها نمی‌توان ارتباطی مؤثر بیان فعالیت‌ها و ابزارهای مدیریت فناوری برقرار نمود. برای مثال گینور^{۱۵} متدولوژی‌های موجود را در هفت فصل با عناوین زیر تقسیم نموده است: (۱) ابزارهایی برای تجزیه و تحلیل اثر سازمانی فناوری‌های جدید، تکنیک‌هایی چون چک‌لیست‌ها، (۲) پیش‌بینی و برنامه‌ریزی فناوری، (۳) نگاشت دانش ابزاری برای مدیریت فناوری، (۴) فرآیند تدوین استراتژی تحقیق و توسعه، (۵) سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در مدیریت پروژه‌های تحقیق و توسعه، (۶) مهندسی شرکت در دوران سیستم‌ها^{۱۶} و (۷) مدیریت تحرک فناوری^{۱۷} برای رقابت‌پذیری جهانی [۲۷]. فقدان لیستی ساختار یافته از ابزارهای مدیریت فناوری مشکلات و مسائلی در نحوه

1. Brady
2. Liao
3. Artificial Intelligence
4. Expert Systems
5. European Commission (EC)
6. Temaguide

7. Technology Forecast & Benchmarking
8. Skills and Innovations Audit
9. Portfolio Management
10. Interactive Management
11. Networking

12. Creativity and Value Analysis
13. Lean Thinking
14. Continuous Improvement
15. Gaynor
16. Enterprise Engineering In-The-System age
17. Technology Gradient

ارائه چارچوبی برای پیاده‌سازی مدیریت فناوری در بنگاه‌های فناوری محور
رضا انصاری، جواد سلطان‌زاده

کیفیت را پوشش می‌دهد [۲۹]. تصمیم برای قرار دادن ابزاری در جعبه ابزار مدیریت فناوری اقدامی دشوار است. در مطالعاتی که در سال‌های اخیر، کمیسیون اروپا انجام داده، لیستی از ۱۰ تکنیک ارائه شده است. در مقاله‌ای که به نام این کمیسیون در مجله مدیریت تحقیق و توسعه^۶ انتشار یافته، سه معیار برای انتخاب این ابزارها معرفی شده است [۳۰: ۱] میزان استاندارد بودن ابزارها، (۲) میزان دانش لازم در فرآیند و (۳) دسترسی آسان ابزار، برای مثال نبود محدودیت‌های کپی‌رایت و یا لیسانس. براون^۷ (۱۹۹۸) و فرخ^۸ و همکاران (۱۹۹۹) لیستی از برخی از عوامل مناسب برای طراحی ابزارها ارائه داده‌اند: پایه‌گذاری شده براساس یک مدل عملیاتی، ساده در مفهوم و کاربرد، منعطف، تطبیق‌پذیری با شرایط و نیازهای و شرکت، عدم نگاه مکانیکی، توانایی انسجام و یکپارچگی با دیگر ابزارها، فرآیندها و سیستم‌ها، بهبود در کیفیت، پشتیبانی ارتباطی و سهولت خرید. اما، ستیندمار و همکارانش براساس معیارهای زیر شش ابزار مدیر فناوری را ارائه کرده‌اند: (۱) سهولت و انعطاف‌پذیری در استفاده، (۲) میزان دسترسی و (۳) میزان استاندارد بودن [۳۱][۳۲].

از آنجایی که ستیندمار و همکارانش براساس توانمندی‌های پویا نگاشته شده، ابزارهای کلیدی باید پویایی لازم ماهوی و کاربردی را در فعالیت‌های مدیریت فناوری داشته باشند. لذا این ابزارهای کلیدی: "باید، پویایی‌های داخلی و خارجی را در فرآیندهای مدیریت فناوری را حفظ می‌کنند."

تئوری عمومی سیستم‌ها، تجزیه و تحلیل ریسک، مدیریت محیط زیست، اخلاقیات، رفتار انسانی، روش‌های کمی، حوزه‌های حقوقی، روش‌های تحقیق و آمار

مقاله حاضر به تعداد محدودی از ابزارهای کاربردی مدیریت فناوری در دسته اول (دانش مدیریت متمرکز بر فناوری) می‌پردازد. هر چند کاهش لیست ابزارهای مدیریت فناوری اقدامی جسورانه است، اما می‌تواند برای کاستن از ابهامات موجود مؤثر واقع شود. نکته حائز اهمیت در اینجا، ارائه معیارهایی برای تشخیص ابزارها و اضافه کردن آنها به جعبه ابزار مدیریت فناوری است؛ پر واضح است که حیاتی‌ترین ابزار الزاماً، مفیدترین یا مهم‌ترین یا پرکاربرترین و یا محبوب‌ترین ابزار نیست. از آنجایی که تقریباً هیچ تحقیقات و مطالعاتی بر عملکرد این ابزارها نشده است نمی‌توان کیفیت بکارگیری این ابزارها را تعیین نمود. حتی امکان دارد ابزاری منحصرراً برای مدیریت فناوری نام برده شود اما کاربردهای دیگری داشته باشد؛ چون فناوری اطلاعات، تجزیه و تحلیل رقابت‌پذیری، توسعه خلاقیت و همکاری تحقیق و توسعه. استراکر^۴ (۱۹۹۵) در کتاب "ابزارهای بهبود کیفیت و حل مسئله"^۵ درباره‌ی تعدد ابزارها و چرایی کاهش آنها نکته‌ای بیان می‌کند. وی با یادآوری جعبه ابزار یک نجار متذکر می‌شود، می‌توان ابزارهای متعددی را در این جعبه ابزار قرار داد، اما نجار وسایلی را در جعبه ابزار خود قرار می‌دهد که بیشترین کاربرد را داشته و قابل حمل و نقل باشد. استراکر در ادامه می‌افزاید هفت ابزاری که او معرفی کرده ۹۰ درصد از مسائل بهبود

بکارگیری این ابزارها نیز به وجود آورده است. دورف^۱ (۱۹۹۹) نیز ابزارهای مدیریت فناوری را به این ترتیب معرفی کرده است: ابزارهای مالی از قبیل جریان نقدینگی، قوانین حقوقی، سیستم‌های اطلاعاتی از قبیل بانک‌های داده و سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری و همچنین روش‌های تصمیم‌گیری و شبیه‌سازی از قبیل تفکر ارزشی و عدم قطعیت [۲۸]. انجمن بین‌المللی مدیریت فناوری^۲ نیز، یکی از مؤثرترین انجمن‌های مدیریت فناوری، چهار حوزه درسی برای دوره‌های تحصیلات تکمیلی در مدیریت فناوری ارائه کرده است:

۱. مدیریت دانش فناوری^۳: رویه‌های مدیریتی مرتبط با بکارگیری منابع فناورانه. مثال‌هایی چون اکتساب، بکارگیری و انتقال فناوری، توسعه محصولات جدید، مدیریت پروژه، کارآفرینی، پیش‌بینی و برنامه‌ریزی فناوری، مدیریت نوآوری و تحقیق و توسعه، مدیریت دانش، مدیریت مالکیت معنوی و مدیریت راهبردی فناوری
۲. مدیریت سازمانی: وظایف کلاسیک کسب و کار همچون: بازاریابی، تأمین منابع مالی، حسابداری، عملیات، مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی، مدیریت منابع انسانی، و راهبرد کسب و کار.
۳. دانش فناوری: سرفصل‌های مرتبط با زمینه‌های فناوری و حوزه‌های کلیدی فناوری، مثال‌هایی چون فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، فناوری ساخت، فناوری‌های نفت و معدن و فناوری‌های تولید.
۴. دانش حوزه‌های پشتیبانی: سرفصل‌هایی چون چارچوب‌های ملی سیاست‌گذاری، اقتصاد،

1. Dorf

2. International Association for management of Technology (IAMOT)

3. Management of Technology-Centred Knowledge

4. Straker

5. "Toolbook for Quality Improvement and Problem Solving"

6. Journal R&D Management

7. Brown

8. Farrukh

ارائه چارچوبی برای پیاده‌سازی مدیریت فناوری در بنگاه‌های فناوری محور
رضا انصاری، جواد سلطان‌زاده

جدول ۲- ابزارهای مدیریت فناوری و کاربردهای آنها [۱]

| ابزار فعالیت | تجزیه و تحلیل پتنت | مدیریت پورتفولیو | تدوین نقشه راه | منحنی S | مرحله-درگاه | تجزیه و تحلیل ارزش |
|-----------------|--------------------|------------------|----------------|---------|-------------|--------------------|
| اکتساب | * | | | | | * |
| بهره‌برداری | | | * | * | | |
| شناسایی | | | | * | * | |
| یادگیری | | * | * | | | |
| محافظت | * | | | | * | |
| انتخاب | | * | | | | * |

جدول ۳- ابزارهای مدیریت فناوری و کاربردهایشان [۱]

| فعالیت‌ها | طبقه‌بندی‌های ابزار عمومی | مثال‌ها |
|-------------|---|---|
| اکتساب | تکنیک‌های ارزیابی ابزارهای خلاقیت ابزارهای مدیریت پروژه ابزارهای استراتژی | گزینه‌های واقعی، منحنی S تدوین نقشه ذهن، تفکر دوگانه مدیریت پورتفولیو، مرحله-درگاه تدوین نقشه‌راه، تجزیه و تحلیل ارزش |
| بهره‌برداری | تکنیک‌های ارزیابی حل مسئله ابزارهای مدیریت پروژه ابزارهای استراتژی | ترازیابی، منحنی S نمودار استخوان ماهیف تریز مدیریت پورتفولیو، مرحله-درگاه تدوین نقشه راه، تجزیه و تحلیل ارزش |
| شناسایی | تکنیک‌های ارزیابی تکنیک‌های پیش‌بینی ابزارهای مدیریت دانش ابزارهای استراتژی | پیاده‌سازی کارکرد کیفیت، منحنی S روش دلفی، تدوین نقشه‌راه نگاشت دانش، تجزیه و تحلیل پتنت SWOT، تجزیه و تحلیل ارزش |
| یادگیری | ابزارهای خلاقیت ابزارهای مدیریت دانش ابزارهای مدیریت پروژه ابزارهای استراتژی | شش کلاه، تجزیه و تحلیل علی و معلول طوفان ذهنی، تجزیه و تحلیل ارزش مدیریت پورتفولیو، مرحله-درگاه تدوین نقشه‌راه، تجزیه و تحلیل ارزش |
| محافظت | تکنیک‌های ارزیابی ابزارهای مدیریت دانش ابزارهای مدیریت پروژه ابزارهای استراتژی | تجزیه و تحلیل هزینه-منفعت، منحنی S تجزیه و تحلیل پتنت، نگاشت ارزش مدیریت پورتفولیو، مرحله-درگاه تدوین نقشه‌راه، تجزیه و تحلیل ارزش |
| انتخاب | تکنیک‌های ارزیابی ابزارهای تصمیم‌گیری ابزارهای مدیریت پروژه ابزارهای استراتژی | منحنی S، STEEPA کارت امتیازدهی متوازن، درخت‌های تصمیم مدیریت پورتفولیو، مرحله-درگاه تدوین نقشه‌راه، تجزیه و تحلیل ارزش |

بدین ترتیب فهرست شش ابزار در جدول ۲ آمده است: تجزیه و تحلیل پتنت، مدیریت پورتفولیو، تدوین نقشه راه، منحنی S، مرحله-درگاه و تجزیه و تحلیل ارزش. لیست اولیه در کارگاه آموزش برگزار شده در مرکز مدیریت فناوری، دانشگاه کمبریج شکل گرفته است. سپس این لیست در اختیار اعضای IAMOT و مؤسسه مدیریت فناوری و نوآوری اروپا قرار گرفت. نظرات جمع‌آوری شده و لیست حاضر نهایی گردیده است. اگر چه ابزارهای انتخاب شده می‌توانند در تمامی فعالیت‌های مدیریت فناوری به کار گرفته شود اما سعی شده است هر یک از این ابزارها تنها به دو فعالیتی که بیشترین ارتباط را دارند به عنوان ابزارهای مرتبط با فعالیت ارائه گردد.

ارتباط میان فعالیت‌ها و ابزارهای مدیریت فناوری

براساس مدل مبتنی بر توانمندی پویا که چارچوب مدیریت فناوری، ارتباط میان ابزارها و فعالیت‌های اصلی مدیریت فناوری ترسیم شده است (جدول ۳).

جدول ۳ تلاشی برای ارائه بسیاری از گروه‌های ممکن ابزار مدیریت فناوری است، اما یک لیست کامل نیست. زیرا مانند هر حوزه علوم اجتماعی، شیوه‌های متعددی برای اجرای اقدامات مشابه در مدیریت وجود دارد و مدیریت فناوری نیز مستثنی نیست. به منظور درک نوع ابزارهایی که برای اجرای هر فعالیت مدیریت فناوری نیاز می‌باشند، فرآیندهای هر

۱. تبدیل اطلاعات آماری پتنت‌ها به اطلاعات مفید برای نیازهای ویژه سازمان (Patent Analysis).
۲. مدیریت متمرکز بر یک یا چند سبد سرمایه‌گذاری (Portfolio Management).
۳. ارائه چارچوبی یکپارچه و خلاصه شده از عناصر راهبردی یک سازمان که دستیابی به تمامی اهداف سازمان را تسهیل

الزامی سازمان در جهت تحقیق اهداف کمی و کیفی در سطح محصول خدمت، فرایند و سازمان (Value Analysis)
7. European Institute for Technology and Innovation Management (EITIM)

- نماید (Road Mapping)
۴. نمایش چرخه عمر یک پدیده در چهار دوره شکل‌گیری
۵. فرایندی از ابزارهای مدیریت پروژه به منظور توسعه محصول جدید (Stage-Gate)
۶. یکی از زیر شاخه‌های حل خلاق مسأله برای بهبود ارزش وظایف

فعالیت ویژه به طور تشریحی پیگیری شده و طبقه‌بندی‌هایی از ابزار را برای آن ارائه نمود. جدول ۳ هشت طبقه مفید ابزار را برای اجرای فعالیت‌های مدیریت فناوری نشان می‌دهد: ارزیابی، خلاقیت، تصمیم‌گیری، پیش‌بینی، مدیریت دانش، حل مسأله، مدیریت پروژه، راهبرد. هر چند ممکن است ابزارهای معرفی شده در این طبقه‌های عمومی، ابزارهای متنوعی باشند، اما این اعتقاد وجود دارد که، می‌توانند آنچه مدیران نیاز دارند را برآورده کنند. برای مثال در اکتساب فناوری، مدیران نیازمند به ارزیابی فناوری‌ها، ایجاد خلاقیت در توسعه ایده‌های جدید، مدیریت پروژه‌های نوآورانه و توسعه راهبردهایی برای همکاری‌ها و پروژه‌ها هستند. برای برآورده کردن نیازها چهار طبقه از ابزارهای عمومی، ارزیابی، خلاقیت، مدیریت پروژه و راهبرد اختصاصی داده شده است. برخی از مثال‌ها برای هر طبقه از ابزار در جدول ۳ نشان داده شده است. به عنوان مثال برای اکتساب ابزارهای ترازبایی، گزینه‌های واقعی، توسعه کارکردی کیفیت و منحنی‌های S بیان شده است، در حالی که برای ابزارهای راهبرد سه مثال، تدوین نقشه‌راه، SWOT و تجزیه و تحلیل ارزش آورده شده است.

هدف جدول ۳ برقراری ارتباط میان فعالیت‌ها و ابزارهای مدیریت فناوری به منظور کمک به مدیریت این فعالیت‌ها می‌باشد. شناسایی ابزارهایی که توسعه و کاربرد توانمندی‌های فناوری را تسهیل می‌کنند، برای پیشنهاد دستورالعمل‌های عملیاتی به منظور کاربرد و تقویت مفاهیم مدیریت فناوری در کسب و کار مهم است تا مدیران بتوانند مدیریت فناوری به روش‌های روزانه‌شان درآمیزند.

نتیجه‌گیری

این مقاله با اتکا بر تجزیه و تحلیل در سطح خرد مدیریت فناوری، به درک چگونگی انجام فعالیت‌های مدیریت فناوری بنگاه‌ها و ابزارها و تکنیک‌های مورد نیاز برای آنها کمک می‌کند. تغییرات فناورانه، به طور مداوم چالش‌ها و فرصت‌های جدیدی برای توسعه محصول، خدمت و فرآیند جدید ایجاد می‌کنند. البته این فرصت‌ها باید از طریق مدیریت فناوری کارا در توسعه و اجرای توانمندی‌های فناورانه مورد نیاز، کسب شده و تبدیل به ارزش گردند. مدیریت فناوری، توانایی بهبود و توسعه محصولات، فرآیندها و فناوری موجود و همچنین تولید دانش و مهارت‌های جدید

در پاسخ به محیط کسب و کار رقابتی است. هر فعالیت مدیریت فناوری در تناظر با یک توانمندی فناورانه معین، شامل یک یا چند فرآیند/روتین/قابلیت می‌شود. توانمندی‌های فناورانه انباشته و مستتر در مهارت‌ها، دانش، تجربه و سیستم‌های سازمانی می‌باشد. البته، مدیریت فناوری کارا مبتنی بر توسعه پویای مهارت‌ها و دانش می‌باشد. هرچند، مهارت و دانش مورد نیاز هستند اما برای مدیریت تکنولوژی‌ها کافی نیستند. تبدیل مهارت و دانش به عملیات، به اندازه توسعه آنها اهمیت دارد؛ اجرای فعالیت‌های مدیریت فناوری و ابزارهای آن دو روی یک سکه هستند. با توجه به آنکه مدیریت یک هنر است، هیچ بهترین شیوه‌ای برای مدیریت فناوری در شرکت و هیچ راه مکانیکی برای موفقیت وجود ندارد. باید پذیرفت، روش‌هایی وجود دارد که می‌توان آن را از دیگر شرکت‌ها آموخت و چارچوب‌های تئوریک برای راهنمایی تفکر و تصمیم‌گیری و ابزارها و تکنیک‌هایی برای کمک به تجزیه و تحلیل به دست آورد. این مقاله تلاشی برای ساده‌سازی جهان پیچیده، یک نقطه آغاز برای مواجهه با مدیریت فناوری پیشنهاد می‌کند.

References

1. Cetindamar D, Phaal R, Probert D. *Technology Management: Activities and Tools*. London: Palgrave Macmillan; 2010.
2. Cetindamar D, Phaal R, Probert D. Understanding technology management as a dynamic capability: A framework for technology management activities. *Technovation*. 2009; 29(4):237–46.
3. NRC. *Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage*. Washington, DC: National Academy Press; 1987.
4. Teece DJ, Pisano G, Shuen A. Dynamic Capabilities and Strategic Management. In: Dosi G, Nelson R, Winter S, editors. *The Nature and Dynamics of Organizational Capabilities*. Users without a subscription are not able to see the full content. *The Nature and Dynamics of Organizational Capabilities*. Oxford: Oxford Scholarship; 2001. p. 334–63.
5. Rush H, Bessant J, Hobday M. Assessing the technological capabilities of firms: developing a policy tool. *R&D Management*. 2007;37(3):221–36.
6. Best MH. *The New Competitive Advantage: The Renewal of American Industry*. Oxford: Oxford University Press; 2001.
7. Teece DJ, Pisano G, Shuen A. Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*. 1997;18(7):509–33.
8. Lall S. *Building Industrial Competitiveness in Developing Countries*. Paris: OECD Publishing; 1990.
9. Jin J, von Zedwitz M. Technological capability development in China's mobile phone industry. *Technovation*. 2008; 28(6):327–34.
10. Helfat CE, Peteraf M a. The dynamic resource-based view: capability lifecycles. *Strategic Management Journal*. 2003;24(10):997–1010.
11. Winter SG. The Satisficing Principle in Capability Learning. *Strategic Management Journal*. 2000; 21(10-11):981–96.
12. Eisenhardt KM, Martin JA. Dynamic capabilities: what are they? *Strategic Management Journal*. 2000; 21(10-11):1105–21.
13. Bergek A, Tell F, Berggren C, Watson J. Technological capabilities and late shakeouts: industrial dynamics in the advanced gas turbine industry, 1987-2002. *Industrial and Corporate Change*. 2008;17(2):335–92.
14. Larson CF. 50 Years of Change in Industrial Research and Technology Management. *Research-Technology Management*. 2007;50(1):6.
15. Roberts E. A perspective on 50 years of the engineering management field. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 2004;51(4):398 - 403.
16. Kocaoglu D. Technology management: educational trends. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 1994;41(4):347–9.
17. Drejer A. The discipline of management of technology, based on considerations related to technology. *Technovation*. 1997;17(5):253–65.
18. Chesbrough HW. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business Press; 2003.
19. Gregory MJ. Technology management: a process approach. ARCHIVE: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, *Journal of Engineering Manufacture*. 1995; 209(52):347–56.
20. Phaal R, P Farrukh CJ, R Probert D. A framework for supporting the technological knowledge. *International Journal of Technology Management*. 2004; 27(1):1–15.
21. Nissing N. Would you buy a purple orange? TRIZ and strategic inventing offer complementary ways to generate new product concepts. *Research-Technology Management*. 2007; 50(3):35–9.
22. Desouza KC. *New Frontiers of Knowledge Management*. Basingstoke: Palgrave Macmillan; 2005.
23. Brady T, Rush H, Hobday M, Davies A, Probert D, Banerjee S. Tools for technology management: An academic perspective. *Technovation*. 1997; 17(8):417–26. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972\(97\)00017-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972(97)00017-5)
24. Phaal R, Farrukh CJP, Probert DR. Technology management tools: concept, development and application. *Technovation*. 2006;26(3):336–44.
25. Liao S-hsien. Technology management methodologies and applications. *Technovation*. 2005; 25(4):381–93.
26. Cotec. *Temaguide: a guide to technology management and innovation for companies (1998)*. Paris: EU.1998.
27. Gaynor GH. *Handbook of Technology Management*. New York: McGraw-Hill Professional; 1996.
28. Dorf RC. *The Technology Management Handbook (Electrical Engineering Handbook)*. Florida: CRC Press; 1998.
29. Straker D. *A Toolbook for Quality Improvement and Problem Solving (Prentice-Hall Manufacturing Practitioner)*. New York: Prentice Hall; 1995
30. Hidalgo A, Albors J. Innovation management techniques and tools: a review from theory and practice. *R&D Management*. 2008; 38(2):113–27.
31. Farrukh CJ., Phaal R, Probert D. Tools for technology management: dimensions and issues. In: *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET 99)*. Portland, OR: IEEE; 1999.
32. Brown D. *Innovation Management Tools: A Review of Selected Methodologies*. Viena: European Communities / Union (EUR-OP/OOPEC/OPOCE); 1998