مروری بر مفهوم هوشمندی فناوری (تعاریف، ساختارها، فرآیند، بازیگران، روش‌ها و ابزارها)

■ مصطفی صفدری رنجبر *+
دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی دانشگاه علامه طباطبائی
■ مهدی الیاسی [1]
عضو هیات علمی دانشگاه علامه طباطبائی
■ غلامرضا توکلی [2]
عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۱۷ و تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۱۲

چکیده

در ادبیات علمی مدیریت فناوری، توافق قابل ملاحظه‌ای بر اهمیت و ضرورت پایش و پیش‌بینی دقیق و سریع نیازهای آینده و روند پیشرفت‌های فناورانه وجود دارد. دلایل این امر شامل تغییر و تحولات سریع فناوری، جهانی شدن بازار و رقابت، افزایش نوآوری‌های فناورانه و کاهش چرخه عمر فناوری‌ها است. لذا، هوشمندی فناوری در سطوح مختلف سازمان‌ها به‌منظور کمک به شناسایی تهدیدها و فرصت‌های فناورانه و بهبود تصمیم‌گیری‌های فناورانه در یک چنین محیط متغیری، پیشنهاد می‌شود. موضوع هوشمندی فناوری طی سال‌های گذشته مورد توجه پژوهشگران زیادی قرار گرفته و از جنبه‌های مختلف مورد بررسی واقع شده است. آشنایی با یافته‌ها و دستاوردهای این پژوهشگران می‌تواند سهم بسزایی در درک و فهم بیشتر و بهتر موضوع هوشمندی فناوری داشته باشد، که از آثار آن می‌توان به بهبود فرآیندهای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در حوزه فناوری و ارتقای سطح یادگیری فناورانه سازمان اشاره نمود. لذا هدف از نگارش این مقاله بررسی مبانی نظری و پیشینه پژوهشی موضوع هوشمندی فناوری است که شامل تعاریف، ساختار، فرآیند، بازیگران، روش‌ها و ابزارهای هوشمندی فناوری است. در پایان مقاله نیز برخی پیشنهادهای مدیریتی و تحقیقاتی ارائه گردیده است.

واژگان کلیدی: هوشمندی فناوری، ساختار، فرآیند، بازیگران، روش‌ها و ابزارها، مدیریت فناوری.

* نویسنده عهده دار مکاتبات
+ آدرس پست الکترونیکی: safdariranjbar921@atu.ac.ir
۱ آدرس پست الکترونیکی: elyasi.atu@gmail.com
۲ آدرس پست الکترونیکی: tavakoli145@gmail.com

۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر فناوری در همه ابعاد پیشرفت سریع و نفوذ قابل توجهی در زندگی انسان‌ها داشته و نقش مهمی در جوامع بشری ایفا کرده است. از همین‌رو، فناوری به یک پدیده مهم و کلیدی برای جوامع تبدیل شده است و شناسایی و رصد تغییرات، آن را ضروری ساخته است. در واقع، عرصه علم و فناوری پهنه گسترده و عمیقی است که به سبب پویایی و ویژگی انباشت دانش، روز به‌روز بر حجم غنای آن افزوده می‌شود. از این رو، رقابتی شدید و پیچیده‌تر از گذشته برای دستیابی به اطلاعات فناوری‌های مختلف تجاری، دفاعی و امنیتی بوجود آمده است و تغییر و تحولات فناوری به شدت مورد توجه محققان و سیاست گذاران ذی‌ربط در حوزه‌های مختلف صنعتی قرار گرفته است[۱].

از طرفی، پژوهشگران به دلایل متعددی برای شکست و ناکامی شرکت‌ها در مواجه با تغییرات بنیادین[۳] فناوری اشاره کرده‌اند. دلایل ارائه شده برای این شکست‌ها عبارتند از: قابلیت‌های یادگیری محدود، اطلاعات ناکافی از روندهای فناورانه و عدم شایستگی مدیریتی[۲، ۳ و ۴]. یکی از دلایل اصلی ذکرشده، فرآیند ضعیف و ناقص هوشمندی فناوری است[۵]. مطالعات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد عکس‌العمل ضعیف و ناقص شرکت‌ها در مقابل تغییرات فناورانه منجر به شکست آنها می شود[۶، ۷ و ۸]. از طرفی، بیشتر مدیران ادعا می‌کنند که شرکت‌هایشان با پیشرفت‌های حوزه تخصصی فعالیت‌شان همگام هستند، اما واقعیت این است که آنها روشی نظام‌مند برای به دام انداختن و درک عناصر اصلی تغییر فناوری از اطلاعات عمومی که در اطرافشان است را ندارند[۹]. علاوه بر این، فرآیندهای پایش سنتی در بیشتر شرکت‌ها در حد زیادی به صورت بدون برنامه و خودجوش انجام می‌شود. برخی مطالعات به‌طور کلی نشان می‌دهد که یک مجموعه محدود از ابزارها برای پشتیبانی از برنامه‌ریزی راهبردی فناوری در سازمان‌ها به کار گرفته می‌شود[۱۰]. در جهان امروز، اینچنین فرآیندهای بدون برنامه‌ای برای پایش و رصد تغییر و تحولات فناوری و تدوین برنامه راهبردی فناوری، ناکافی است[۱۱].

طی چند سال گذشته، علاقه رو به رشدی به رویکرد نظام‌مند هوشمندی فناوری در تعداد زیادی از شرکت‌های فناوری‌محور ایجاد شده است. از طرفی، پژوهشگران زیادی به مطالعه در رابطه با این موضوع پرداخته‌اند و جنبه‌های مختلفی از آن را مورد بررسی قرار داده‌اند[۱۲]. آشنایی با یافته‌ها و دستاوردهای پژوهش‌های پیشین در زمینه هوشمندی فناوری، می‌تواند برای پژوهشگران حوزه مدیریت فناوری و مدیران سازمان‌ها و شرکت‌های فناوری‌محور مفید باشد. لذا هدف از نگارش این مقاله، مروری بر مطالعات پیشین و یافته‌های آنها در حوزه هوشمندی فناوری است که شامل تعاریف، مفاهیم، ساختار، فرآیند، بازیگران، روش‌ها و ابزارهای هوشمندی فناوری است.

۲- روش شناسی

در این مقاله به‌مطالعه و مرور ۴۰ مقاله از نشریات معتبر و علمی نظیر پیش‌بینی فناورانه و تغییرات اجتماعی[۴]، مدیریت تحقیق و توسعه[۵]، نشریه بین‌المللی مدیریت فناوری[۶]، نشریه بین‌المللی هوشمندی و برنامه‌ریزی فناوری[۷]، نشریه مهندسی و مدیریت فناوری[۸]، تحلیل فناوری و مدیریت استراتژیک[۹]، تکنوویشن[۱۰]، آینده نگاری[۱۱] و برخی کتاب‌های مرتبط خارجی و فارسی پرداخته شده است. برای یافتن مقالات خارجی از پایگاه‌های علمی مانند گوگل اسکالر[۱۲]، ساینس دایرکت[۱۳]، ایندرساینس[۱۴]، تیلور اند فرنسیس[۱۵]، وایلی[۱۶] و امرالد اینسایت[۱۷] بهره‌برداری شده است.

برای انتخاب مقالات از برخی معیارها استفاده شده است که عبارتند از:

- مقالات و کتاب هایی که کلیدواژه هوشمندی فناوری، هوشمندی فنی یا هوشمندی فناورانه در عناوین آنها ذکر شده باشد؛

3 Radical Changes
4 Technological Forecasting and Social Change
5 R&D Management
6 International Journal of Technology Management
7 International Journal of Technology Intelligence and Planning
8 Journal of Engineering and Technology Management
9 Technology Analysis and Strategic Management
10 Technovation
11 Foresight
12 Google Scholar
13 Sciencedirect
14 Inderscience
15 Taylor and Francis
16 Wiley
17 Emerald Insight

- مقالات و کتاب‌هایی که به‌طور غیرمستقیم به هوشمندی فناوری اشاره دارد و در آنها از مفاهیمی چون پیش‌بینی فناوری، دیدبانی فناوری، پایش فناوری، پویش فناوری یا ابزار ها و روش های مرتبط نظیر فن کاوی و تحلیل ثبت اختراعات بهره‌برداری شده است؛
- مقالات و کتاب‌هایی که از مفهوم هوشمندی فناوری به‌عنوان یک مفهوم اصلی اما به صورت ضمنی و تلویحی بهره‌برداری کرده‌اند.

بعد از گردآوری مجموعه مقالات و کتاب‌ها و مطالعه عمیق آنها، یک دسته‌بندی موضوعی بر روی مقالات صورت گرفت و بر مبنای آن بخش‌های مختلف این مقاله شامل مفهوم هوشمندی فناوری، نظام هوشمندی فناوری، ساختارها، فرآیندها، بازیگران و ابزارها و روش‌های هوشمندی فناوری شکل گرفت.

۳- مفهوم هوشمندی فناوری

فلسفه هوشمندی فناوری بر رابطه بین دو دسته از ذی‌نفعان اصلی به نام‌های "کاربران هوشمندی[18]" و "واسطه‌های هوشمندی[19]" در سازمان تمرکز دارد. کاربران هوشمندی همان تصمیم‌گیرندگان و برنامه‌ریزان سازمان می باشند. این تصمیم‌گیران به‌طور ناچار دارای شکاف‌هایی در دانش مرتبط با فناوری و نیازمندی‌هایی در ارتباط با هوشمندی به‌عنوان ورودی فرآیند تصمیم‌گیری هستند. در طرف دیگر، "واسطه‌های هوشمندی" قرار دارند که فراهم‌آورندگان اطلاعات و هوشمندی موردنیاز برای فرایند تصمیم‌گیری هستند. میان کاربران و واسطه‌های هوشمندی هم رابطه بالا به پایین[20] و هم رابطه به بالا[21] وجود دارد[۱۳] برای هوشمندی فناوری تعاریف از سوی پژوهشگران ارائه شده است. در ادامه به چند تعریف مهم و جامع از هوشمندی فناوری اشاره شده است:

- هوشمندی فناوری عبارت است از فعالیت‌هایی که با جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و اشاعه اطلاعات مرتبط و مناسب، بینشی لازم و به‌موقع را نسبت به روندها و واقعیت‌های موجود فناورانه(تهدیدها و فرصت‌ها) محیط بیرونی یک سازمان ایجاد نموده و بدین‌وسیله، از فرآیندهای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی در زمینه مسائل فناورانه و همچنین مدیریت کل سازمان پشتیبانی می‌نماید[۱۴].
- هوشمندی فناوری عبارت است از کسب و انتقال اطلاعات فناورنه به‌عنوان بخشی از فرآیندی که از طریق آن سازمان یک آگاهی از تهدیدها و فرصت‌های فناورانه بدست می‌آورد[۱۳].
- تعریف دانشگاه ناتینگهام: یک مجموعه از فعالیت‌ها که شرکت را قادر می‌سازد، پیشرفت‌های فناورانه‌ای که با محصولات، مواد، فرآیندها و بازارشان در ارتباط است را پایش کرده و محیط شرکت را به‌منظور بهره‌گیری از مزیت‌های نهفته در تغییرات فناورانه(تهدید یا فرصت) بررسی و ارزیابی کند[۱۵].
- هوشمندی فناوری سیستمی برای افزایش قدرت تصمیم‌گیری سازمان در موضوعات فناورانه نظیر ورود به بازار یا کسب‌وکار جدید، توسعه فناوری، انجام سرمایه‌گذاری های کلان، انتخاب شرکای راهبردی و مواردی از این دست می‌باشد[۱۶].

در ادبیات مدیریت فناوری، واژه‌ها و مفاهیم مختلفی وجود دارد که با مفهوم هوشمندی فناوری در ارتباط است و یا جزئی از مفهوم هوشمندی فناوری را تشکیل می‌دهد. در ادامه به برخی از این مفاهیم اشاره شده است:

- پویش فناوری[22]: فرآیند جستجو و آگاهی یافتن از روندهای جدید و ناشناخته فناورانه[۱۷]؛
- پایش فناوری[23]: فرآیند نظارت و پیگیری مستمر روندهای جدید فناورانه شناسایی شده به‌منظور کشف تغییر و تحولات و گسستگی‌های فناوری[۱۷]؛
- پیش‌بینی فناوری[24]: فراتر از مشاهده علائم و رویدادهای فناورانه رفته و براساس این مشاهدات، تغییر و تحولات محتمل فناوری در آینده را پیش‌بینی می‌نماید[۱۸]؛
- دیده‌بانی فناوری[25]: تخصیص تعدادی از افراد داخلی یا خارجی (دیدبانان فناوری) به شناسایی تغییر و تحولات و روندهای علم و فناوری در محیط بیرونی سازمان[۱۹]؛
- فن کاوی[26]: کاربرد ابزارهای متن کاوی[27] در زمینه اطلاعات علوم و فناوری به‌منظور بهبود فرآیند نوآوری فناورانه[۲۰]؛

18 Intelligence Consumers
19 Intelligence Brokers
20 Top-down
21 Bottom-up
22 Technology Scanning
23 Technology Monitoring
24 Technology Forecasting
25 Technology Scouting
26 Tech Mining
27 Text mining

- هوشمندی فنی رقابتی[۲۸]: فرآیند جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و انتشار اطلاعات مرتبط با پیشرفت‌ها و روندهای علمی و فناورانه در محیط رقابتی شرکت[۲۱].

از طرفی، فرآیندهای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری می‌تواند دارای سطوح مختلف ملی[۲۹]، بخشی[۳۰] و کسب‌وکار[۳۱] باشد. فعالیت‌های هوشمندی فناوری نیز در سطوح مختلف قابل تعریف، کاربرد و بهره‌برداری است که مهم‌ترین این سطوح شامل سطح شرکت و کسب‌وکار، سطح صنعت یا بخش و سطح ملی می‌باشد[۲۲]. سطوح مختلف هوشمندی فناوری در شکل شماره یک نشان داده شده است.

شکل ۱: سطوح مختلف هوشمندی فناوری[۲۲]

۴- نظام هوشمندی فناوری

برای اینکه بتوان در رابطه با عناصر مختلف نظام هوشمندی فناوری[۳۲] بحث کرد، می‌بایست هوشمندی فناوری را در قالب یک نظام[۳۳] درنظرگرفت. یک نظام عبارتست از "یک کل که اجزاء در آن با هم در ارتباط و تعامل است و هر یک از اجزاء دارای کارکرد مخصوص به خود است"[۲۳]. فرآیند هوشمندی فناوری شامل برخی فعالیت‌های مستقیم[۳۴] مانند تعیین نیازهای اطلاعاتی، جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل، نشر و اشاعه و به‌کارگیری اطلاعات فناورانه مناسب و مرتبط است که در نهایت از طریق بهبود فرآیند تصمیم‌گیری، منجر به ایجاد ارزش برای سازمان می‌شود. برخی "فعالیت های غیرمستقیم[۳۵]" نیز به‌عنوان توانمندسازهای فعالیت‌های مستقیم هوشمندی فناوری مطرح هستند که عبارتند از: مدیریت هوشمندی فناوری[۳۶]، ماموریت و اهداف هوشمندی فناوری[۳۷]، ساختار هوشمندی فناوری[۳۸] و ابزار هوشمندی فناوری[۳۹][۱۴]. نظام هوشمندی فناوری مورد بحث، در شکل شماره دو نمایش داده شده است.

شکل ۲: نظام هوشمندی فناوری[۱۳]

۵- ساختار نظام هوشمندی فناوری

ساختار نظام هوشمندی فناوری عبارتست از تعیین نحوه تخصیص فعالیت‌های هوشمندی فناوری به افراد و واحدهای مختلف و چگونگی سازماندهی این افراد و تعریف ارتباطات و تعاملات بین آنها[۱۴]. لیچتنسالر سه نوع ساختار مختلف برای فعالیت های هوشمندی فناوری معرفی نموده است[۲۴]: ساختارمند، ترکیبی و غیررسمی. سبک سازماندهی ساختارمند، وظایف و مسئولیت‌ها را با یک نظم سلسله مراتبی به موقعیت‌های شغلی و واحدهای سازمانی محول می‌کند. متخصصان تمام وقت هوشمندی فناوری، جهت شناسایی روندهای جدید فناورانه، در این واحدها به رصد رقبا، دانشگاه‌ها و شرکت‌های نوپا می‌پردازند. سبک سازماندهی ترکیبی هوشمندی فناوری از طریق پروژه هایی با دوره زمانی مشخص و محدود، که جهت تطابق با مسائل هوشمندی فناوری ویژه انجام می شوند، محقق می گردد. سبک سازماندهی غیررسمی هوشمندی فناوری تلاش می کند تا رفتارهای جمع آوری اطلاعات مستقل و خودجوش را راهبری کند.

از طرفی، دو عامل سبک تصمیم‌گیری و فرهنگ سازمان بر یکپارچه‌سازی ساختار فعالیت‌های هوشمندی فناوری تاثیر

28 Competitive Technical Intelligence
29 National
30 Sectoral
31 Business
32 Technology Intelligence System
33 System
34 Direct Activities
35 Indirect Activities
36 Technology Intelligence Management
37 Technology Intelligence Mission and Goals
38 Technology Intelligence Structure
39 Technology Intelligence Tools

می‌گذارد. هرچه سبک تصمیم‌گیری غیرمتمرکزتر و فرهنگ سازمان نوآوری‌محورتر باشد، سازمان به سمت رویکرد چندگره‌ای برای یکپارچه سازی ساختار می‌رود و هرچه سبک تصمیم‌گیری متمرکزتر و فرهنگ سازمان کنترل‌محورتر باشد، سازمان به سمت رویکرد تک گره‌ای برای یکپارچگی ساختار فعالیت‌های هوشمندی فناوری حرکت می‌کند. رویکردهای تک گره‌ای[40] و چند گره‌ای[41] به هوشمندی فناوری می‌تواند به‌عنوان دو سر طیف درنظرگرفته شود[۲۵].

در رویکرد تک گره‌ای، فرآیند هوشمندی فناوری جهت پشتیبانی از مدیریت ارشد، موازی فرآیند تصمیم‌گیری است. متخصصین هوشمندی فناوری مستقر در واحد هوشمندی فناوری مرکزی، نیازهای اطلاعاتی مدیریت ارشد را تعیین می‌کند. اطلاعات جمع‌آوری‌شده به‌وسیله متخصصین هوشمندی توسط شبکه‌ها و تیم‌های پروژه پشتیبانی می‌گردد و اطلاعات از طریق متخصصین هوشمندی فناوری با مدیریت ارشد در میان گذاشته می‌شود. از نقاط قوت این رویکرد می‌توان به کارایی بالای فعالیت‌ها به دلیل کنترل سفت و سخت اکتساب اطلاعات اشاره نمود. نقطه ضعف این رویکرد این است که از فرآیندهای هوشمندی فناوری غیررسمی پایین به بالا به اندازه کافی استفاده نمی‌شود[۲۵].

در رویکرد چندگره‌ای فرآیندهای هوشمندی فناوری با تصمیم‌گیری غیرمتمرکز و مشارکتی یکپارچه شده است. واحدهای هوشمندی فناوری متمرکز و غیرمتمرکز به‌صورت چندسطحی در فرآیندهای تصمیم‌گیری شرکت می‌کند و فعالیت‌های هوشمندی فناوری را هماهنگ می‌سازد. نقاط قوت این رویکرد شامل جستجوهای وسیع ولی متمرکز از سوی تعداد زیادی از کارکنان به‌دلیل وجود پیش شرطهای لازم و طرح‌های انگیزشی و افزایش در حجم اطلاعات اکتساب شده است که باعث افزایش قابلیت یادگیری فناورانه و سازمانی شرکت‌ها می‌شود. از جمله نقاط ضعف این رویکرد، می‌توان به ریسک از دست دادن ناخواسته برخی اطلاعات راهبردی و فعالیت‌های هوشمندی فناوری ناکافی به‌دلیل افزایش اکتساب اطلاعات اشاره کرد[۲۵].

۶- فرآیند هوشمندی فناوری

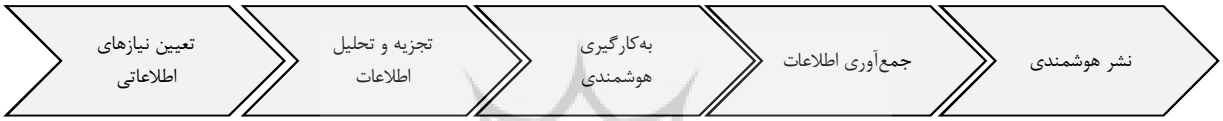
پژوهشگران زیادی بر روی موضوع فرآیند هوشمندی فناوری تمرکز کرده‌اند[۲۶]. اغلب تحقیقات پیشین بر روی هوشمندی فناوری، بر توصیف مفهومی گام‌های مختلف فرآیند هوشمندی فناوری پرداخته است که غالبا شامل گام‌هایی نظیر اکتساب، ارزیابی و اشاعه اطلاعات فناورانه می شود[۲۷]. جین[42] در سال ۱۹۸۴ نشان داد که فعالیت‌های هوشمندی فناوری چهار فاز متمایز را شامل می‌گردد: فاز اولیه[43](هیچگونه تلاش خاصی در راستای کسب هوشمندی صورت نمی‌گیرد)، فاز موقعیتی[44] (آگاهی از نیاز جهت پویش وجود دارد ولی نظام رسمی برای این منظور وجود ندارد)، فاز انفعالی[45](فعالیت‌های غیربرنامه‌ریزی‌شده و غیر ساختارمندی انجام می شود) و فاز پیش‌فعال[46](فعالیت‌های جدی و ساختارمند در راستای کسب هوشمندی انجام می‌گیرد)[۲۸]. فرآیند کسب هوشمندی از نظر اشتون و همکارانش، به‌صورت گام‌به‌گام انجام گرفته و شامل مراحل جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل، اشاعه و به کارگیری اطلاعات است[۲۶]. لیختنسالر در سال ۲۰۰۴ به تشریح درباره فعالیت‌های مهم و کلیدی پویش[47] و پایش[48] فناوری پرداخت و برای هر یک از فعالیت‌های پویش و پایش، دو حالت فعال[49] و منفعل[50] درنظرگرفت. از دید او پویش به شناسایی روندهای فناورانه ناشناخته می‌پردازد و برای آن نیاز به دانش وسیع نسبت به فناوری‌ها وجود دارد؛ درحالی‌که پایش به نظارت و مراقبت مستمر نسبت به روندهای فناورانه شناسایی شده گفته می‌شود که نیازمند دانش عمیق نسبت به فناوری‌ها است[۱۷].

نورلینگ و همکارانش[51] معتقدند که فرآیند هوشمندی فناوری شامل برنامه‌ریزی و سازماندهی، جمع‌آوری اطلاعات، تحلیل اطلاعات و اشاعه نتایج و یافته‌ها برای اقداماتی مانند تصمیم‌گیری در زمینه فناوری است[۳۲]. از دیدگاه کر و همکارانش، فرآیند هوشمندی فناوری در قالب یک چرخه عملیاتی است که از شش مرحله تشکیل شده است. شش مرحله موجود در این چرخه عملیاتی وجود دارد که عبارتند از:

40 Single- Node Approach
41 Multi- Node Approach
42 Jain
43 Primitive Phase
44 Situational Phase
45 Reactive Phase
46 Proactive Phase
47 Scanning
48 Monitoring
49 Active
50 Passive
51 Norling et al.

هماهنگی[۵۲]، جستجو[۵۳]، فیلتر[۵۴]، تحلیل[۵۵]، مستندسازی[۵۶] و اشاعه[۵۷][۱۳]. از دیدگاه ساویوز، گام‌های فرآیند هوشمندی فناوری شامل تعیین نیازهای اطلاعاتی، جمع‌آوری اطلاعات، تجزیه و تحلیل اطلاعات، نشر و اشاعه و به‌کارگیری هوشمندی است[۱۴]. فرآیند هوشمندی فناوری در شکل شماره سه نمایش داده شده است.

لیختنسالر در سال ۲۰۰۷ بر سبک‌های هماهنگی فرآیند هوشمندی فناوری تمرکز کرده است. او سه سبک برای هماهنگی فعالیت‌های هوشمندی فناوری معرفی می‌کند که عبارتند از: سبک سلسله مراتبی[۵۸]، سبک ترکیبی[۵۹] و سبک مشارکتی[۶۰]. در فرآیند هوشمندی فناوری سلسله مراتبی به‌طور کلی تصمیمات صحیحی در رابطه با جهت‌گیری تغییرات فناورانه اتخاذ می‌شود. اما ارزش‌گذاری روندهای فناورانه به‌صورت کم و زیاد است و تخمین زمان و اندازه سرمایه‌گذاری روی فناوری‌ها ضعیف است و دلیل آن عدم مشارکت مدیریت میانی در ارزیابی‌هاست. فرآیند هوشمندی فناوری ترکیبی منجر به تصمیمات نسبتا سریع و بهینه می‌شود و دلیل آن تعریف رویه‌های شفاف ارتباطی و فرآیند ارزیابی مشارکتی است که به‌وسیله متخصصین هوشمندی فناوری هماهنگ می‌شود و شامل مشارکت مدیران میانی نیز است. فرآیند هوشمندی فناوری مشارکتی منجر به بحث و گفتگو درباره روندها در میان گروه‌های مختلف می‌شود؛ اما بحث‌ها به‌درستی مدیریت نمی‌شود و اغلب ختم به تعارضات شدید می‌شود. نبود رویه‌های ارتباطی با مدیریت ارشد و فرآیند تخصیص منابع رسمی به نوآوری‌های بنیادین منجر به تصمیم‌گیری های کند و غیربهینه می‌شود[۵].



شکل ۳: فرآیند هوشمندی فناوری[۱۴]

۷- بازیگران نظام هوشمندی فناوری

افراد با تخصص‌های مختلف که در سطوح مختلفی از سازمان در حال فعالیت هستند، نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت هوشمندی فناوری در سازمان دارند. این افراد می‌توانند مشغول فعالیت های متنوعی از جمله جمع‌آوری اطلاعات، تحلیل و ارزیابی و اشاعه آن در سازمان باشند. به دلیل اهمیت موضوع، بازیگران نظام‌های هوشمندی فناوری، پژوهشگران متعددی در پژوهش‌های خود، موضوع‌های متنوعی چون دیده‌بانان فناوری[۶۱][۱۹]، کاربران[۶۲] و واسطه‌های هوشمندی[۶۳][۱۳]، سفیران فناوری، پست‌های شنیداری[۶۴]، خبرگان خارجی[۶۵] و متخصصین هوشمندی فناوری[۶۶][۳۰] را مورد بررسی قرار داده‌اند. برخی دیگر از پژوهشگران هم بر اهمیت افراد و تسلطشان بر پایش تغییرات فناورانه تاکید کرده‌اند[۳۱].

مورتارا و همکارانش در سال ۲۰۰۹ در قالب ارائه یک جعبه ابزار[۶۷] برای هوشمندی فناوری و بررسی سبک‌های مختلف سیستم هوشمندی فناوری یعنی کاوش، صید، هدف‌گیری و پویش به معرفی برخی بازیگران فعال در این سبک‌ها پرداخته‌اند، که در ادامه به آنها اشاره می‌شود[۳۲]:

- در سبک کاوش، جستجوگران اطلاعات می‌دانند که اطلاعات توسط سازمان کسب شده است و می‌دانند که در کجا موجود است. آنچه در این سبک از اهمیت بالایی برخوردار است، فعالیت‌ها و مهارت‌های مدیریت دانش است. لذا بازیگران مهم این سبک عبارتند از مدیران دانش[۶۸]، خبرگان[۶۹] و تحلیلگران دانش[۷۰]؛
- در سبک صید، جستجو برای کسب هوشمندی از منابع داخلی در مواقعی که اطلاعات به‌طور آشکار سازماندهی نشده است و در حافظه افراد ذخیره شده است، صورت می‌گیرد. از این سبک به‌منظور کسب منابع پنهان دانش

52 Coordination
53 Search
54 Filter
55 Analysis
56 Documentation
57 Dissemination
58 Hierarchical
59 Hybrid
60 Participatory
61 Technlogy Scouter
62 Intelligence User
63 Intelligence Broker
64 Lictening Posts
65 External Experts
66 Technology Intelligence Specialist
67 Toolbox
68 Knowledge Managers
69 Experts
70 Knowledge Analysor

استفاده می شود. این نوع دانش معمولا از طریق به‌کارگیری پیوندهای بین فردی(شبکه‌های اجتماعی داخلی[71]) بد ست می‌آید. بازیگران مهم این سبک عبارتند از: واسطه‌های دانش[72]، دروازه‌بانان داخلی[73] و اعضای شبکه‌های اجتماعی داخلی؛

- سبک هدف‌گیری زمانی اتفاق می‌افتد که یک فناوری شنا سایی شده در خارج از مرزهای شرکت مورد تحقیق و بررسی قرار می‌گیرد. در این سبک بیشتر به افرادی با دانش عمیق در زمینه فناوری‌های شناخته شده نیاز است. بازیگران مهم این سبک عبارتنداز: هماهنگ‌کننده های فعالیت های هدف‌گیری، دروازه با نان خارجی[74]، خبر گان فنی[75] و تحلیلگران متخصص فنی؛
- سبک پویش، به‌منظور کسب اطلاعات خارجی در رابطه با فناوری‌هایی است که از قبل شناسایی نشده‌اند. در این سبک بیشتر به افرادی نیاز است که دارای دانش وسیع در حوزه‌های فناوری باشند. بازیگران مهم این سبک عبارتند از: هماهنگ‌کنندگان فعالیت‌های پویش، دروازه‌بانان خارجی[76]، اعضای شبکه‌های اجتماعی خارجی، اعضای پست‌های شنیداری فناوری[77] و افراد غیرمتخصص.

چهار سبک مختلف هو شمندی فناوری در شکل شماره چهار نمایش داده شده است.

شکل ۴: سبک‌های چهارگانه هوشمندی فناوری[۱۳]

۸- روش‌های هوشمندی فناوری

علاوه بر افراد و ساختار سازمانی نظام هوشمندی فناوری، روش‌های موردنیاز برای این نظام نیز نقشی حیاتی در پیشبرد فرآیند اجرایی آن دارد. روش‌ها و ابزارهای مناسب و کارا در حوزه هو شمندی فناوری، نظیر آنچه توسط لیختنسالر در سال ۲۰۰۵ پیشنهاد شده است، نیاز است تا بتوان با تهدیدهای فناورانه مقابله کرد و از فرصت‌های فناورانه بهره جست[۳۳]. در این رابطه ساویوز[78] و بلوم[79] در سال ۲۰۰۲، از طریق ارائه یک مفهوم جدید به نام دورنمای فرصت[80] که اطلاعات فناورانه مرتبط را به‌منظور پیش‌بینی پیشرفت‌های آینده و نشان دادن عکس‌العمل مناسب به آنها، در دسترس تصمیم‌گیران قرار می‌دهد به توسعه روش‌های هوشمندی فناوری کمک کرده‌اند[۳۴]. علاوه بر این، شهاب‌الدین[81] و پروبرت[82] در سال ۲۰۰۴ به بازنگری ابزارهای مدیریت فناوری جاری و فرآیندهایی پرداخته‌اند که ممکن است هوشمندی فناوری را پشتیبانی کنند[۳۵]. از سوی دیگر، به‌کارگیری روش‌های هوشمندی فناوری مبتنی بر TRIZ مانند روش دلفی، تحلیل ریخت‌شناسی[83]، نظریه سیستمی، درخت ارتباطات و پیش‌بینی اثر فناوری تو سط ا سچو[84] و گراواتچ[85] در سال ۲۰۰۳ پیشنهاد شده است[۳۶]. برخی روش‌های هوشمندی فناوری عبارتند از[۳۳]: تحلیل تناوب انتشارات[86]، تحلیل ارجاع

71 Internal Social Network
72 Knowledge Brokeres
73 Internal Gatekeeper
74 External Gatekeeper
75 Technical Experts
76 External Gate Keepers
77 Technology Listening Posts
78 Savioz
79 Blum
80 Opportunity Landscape
81 Shehabuddeen
82 Probert
83 Morphology Analysis
84Schuh
85 Grawatsch
86 Publication Frequency Analysis

به منابع در انتشارات[87]، تحلیل کمی کنفرانس‌ها[88]، تحلیل تناوب پتنت[89]، تحلیل ارجاع به پتنت[90]، تحلیل منحنی S[91]، مطالعات بهینه‌کاوی[92]، تحلیل پورتفولیو[93]، مطالعات دلفی[94]، پنل خبرگان[95]، مصاحبه‌های انعطاف‌پذیر به خبرگان[96]، نقشه راه فناوری[97]، نقشه راه فناوری محصول[98]، نقشه راه محصول[99]، منحنی یادگیری[100]، شبیه‌سازی[101]، تحلیل سناریو[102] و QFD[103].

۹- ابزارهای هوشمندی فناوری

طی سالیان اخیر، کاربردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در فرآیند هوشمندی فناوری به‌طرز چشمگیری افزایش یافته است. فناوری اطلاعات قادر است در مراحل مختلف هوشمندی فناوری از قبیل جمع آوری اطلاعات، تجزیه و تحلیل اطلاعات و نشر هوشمندی فناوری نقش موثری را ایفا کند، اما باید به خاطر داشت که جایگزین تفکر و قضاوت‌های انسانی نخواهد شد[۱۴]. ابزارهای هوشمندی فناوری مزیت‌های متعددی نسبت به رویکردهای خبره‌محور دارد که عبارتند از[۳۷]:

- توانایی تحلیل مقدار زیادی اطلاعات که تحلیل آنها توسط افراد دشوار است؛
- توانایی تولید حجم بالایی از اطلاعات مفید که افراد از تولید آن عاجز هستند. برای مثال، آنها می‌توانند روابط بین فناوری و شرکت‌ها را به تصویر کشیده و ویژگی-های فناوری را با استفاده از تحلیل‌های آماری بررسی نمایند؛
- توانایی پشتیبانی از فرآیندهای تصمیم‌گیری با اطلاعات مرتبط شامل ارزیابی و پیش‌بینی فناوری.

از طرفی، به‌منظور توانمندسازی و تسهیل فرآیند هوشمندی فناوری و تقویت نوآوری باز[104]، واسطه‌های نوآوری و فناوری مانند مراکز انتقال فناوری اینترنتی که فناوری‌های در دسترس برای اعطا یا خرید مجوز را فهرست می‌کنند، یا نوآوری‌های جدید را به‌عنوان راه‌حل-های مسائل فناورانه سازمان‌ها درخواست می‌نمایند، روزبه‌روز در حال ظهور می‌باشد. برای شناسایی تعداد زیادی از گزینه‌های فناورانه ممکن از میان نوآوری‌ها و فناوری‌های خارجی، لازم است تا حجم زیادی از داده‌ها و اطلاعات فناورانه مورد تحلیل قرار گیرد. فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند سازمان را در انجام این فعالیت‌ها یاری رساند[۳۸]. برای این منظور استفاده از ابزارها و روش‌های مناسب فناوری اطلاعات و ارتباطات، تحلیل‌های داده‌کاوی و متن‌کاوی گسترده موردنیاز است.

علاوه‌بر نرم‌افزارهایی که برای هوشمندی فناوری ایجاد شده است، پایگاه داده‌های متنوعی نظیر Thomson-ISI وجود دارد که اطلاعات مربوط به تحقیقات دانشگاهی را جمع‌آوری کرده و در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد. علاوه‌بر این نوآوری‌های فناورانه در پایگاه داده‌های پتنت نظیر USPTO، WIPO، JPO و EPO قابل دستیابی است. درضمن ابزارهای متعددی چون Google Alerts، Dialog، LexisNexis و Twitter Alerts برای ردگیری پیشرفت‌های فناورانه شرکت‌ها در دسترس است[۳۹].

۱۰- رابطه هوشمندی فناوری با کارکردهای مدیریت فناوری

مدیریت فناوری شامل برنامه‌ریزی، هدایت، کنترل و هماهنگی برای توسعه و به‌کارگیری توانمندی‌های فناورانه[105] در راستای شکل‌گیری و تحقق اهداف راهبردی و عملیاتی شرکت‌ها است[۴۰]. این تعریف تلاش می‌کند تا جنبه سخت فناوری(علوم و مهندسی) را با ابعاد نرم آن(از قبیل فرآیندهایی که کاربرد موثر فناوری را

87 Publication Citation Analysis
88 Quantitative Conference Analysis
89 Patent Frequency Analysis
90 Patent Citation Analysis
91 S Curve Analysis
92 Benchmarking Studies
93 Portfolio Analysis
94 Delphi Studies
95 Experts Panel
96 Flexible Experts Interview
97 Technology Roadmap
98 Product Technology Roadmap
99 Product Roadmap
100 Learning Curve
101 Simulation
102 Scenario Analysis
103 Quality Function Deployment
104 Open Innovation
105 Technological Capabilities

ممکن می‌سازد) ترکیب نماید[۴۱].

مدل عمومی مدیریت فناوری براساس شش فعالیت عمومی مدیریت فناوری شکل گرفته است[۴۲، ۴۳، ۴۴ و ۴۵]:

۱. شناسایی[۱۰۶]: شناسایی فناوری در تمامی گام‌های توسعه محصول و چرخه عمر بازار موردنیاز است. این فرآیند شامل تغییرات بازار و همچنین توسعه‌های فناورانه است. شناسایی شامل جستجو، ممیزی، جمع‌آوری داده و فرآیندهای کسب اطلاعات از فناوری‌ها و بازارها است.

۲. انتخاب[۱۰۷]: انتخاب با موضوعات فناورانه شرکت مرتبط است و بنابراین نیازمند آگاهی کامل از اهداف و اولویت‌های راهبردی شرکت در کسب‌وکارهای مختلف است.

۳. اکتساب[۱۰۸]: اکتساب به معنی چگونگی دستیابی شرکت به فناوری‌های ارزشمند برای کسب‌وکار است. اکتساب تصمیم‌گیری پیرامون خرید، همکاری و ساخت فناوری است. به‌عبارت دیگر، فناوری را می‌توان با توسعه داخلی، همکاری و یا خرید از توسعه‌دهندگان خارجی تامین نمود.

۴. بهره‌برداری[۱۰۹]: هر چند بهره‌برداری از فناوری تجاری‌سازی را به‌همراه دارد، اما برای رسیدن به منافع موردانتظار، نیازمند پیاده‌سازی، جذب و عملیاتی کردن فناوری در شرکت است. 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 به‌کارگیری شامل توسعه‌های تدریجی، بهبودهای فرآیندی و بازاریابی است.

۵. محافظت[۱۱۰]: فرآیندهای رسمی چون فرآیند ثبت اختراعات و حفظ نیروی انسانی دانشی به‌منظور حمایت از دارایی‌های فکری شرکت همچون دانش و تخصص نهفته در نظام تولید و ساخت است.

۶. یادگیری[۱۱۱]: یادگیری بخش حیاتی قابلیت فناورانه است که شامل بازخورد فرآیندها و پروژه‌های فناوری انجام شده شرکت در درون یا بیرون از آن است.

ارتباط تنگاتنگی بین این فرآیند و حوزه مدیریت دانش وجود دارد.

هوشمندی فناوری در درجه اول یک سازوکار جهت انجام هر چه بهتر کارکرد شناسایی فناوری‌ها، بازارها و به‌طور کلی وقایع و روندهای فناورانه است که می‌تواند برای سازمان منشاء فرصت یا تهدید باشد. از طرفی، کارکردهای انتخاب، اکتساب، بهره‌برداری و محافظت از فناوری را می‌توان مجموعه‌ای از تصمیم‌گیری های راهبردی فناورانه درنظرگرفت که هوشمندی فناوری می‌تواند بر اثربخشی بیشتر این تصمیم‌گیری‌ها بیافزاید. در رابطه با یادگیری فناورانه، باید گفت که هوشمندی فناوری از طریق ایجاد آگاهی از تجارب موفق و ناموفق درونی و بیرونی در زمینه موضوعات فناورانه، زمینه را برای یادگیری هرچه بیشتر فراهم می‌کند.

۱۱- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

جهانی شدن فناوری و نرخ سریع تغییرات فناورانه، ریسک‌هایی که ممکن است شرکت‌های فناوری‌محور با آنها روبرو شود را تشدید می‌کند. برای رسیدن به تصمیم‌های کارا و اثربخش در حوزه فناوری، می‌بایست در رابطه با تغییرات محصول، مواد، فرآیندها و فناوری‌های مرتبط با کسب‌وکار آگاه بود. پاسخگویی به پیشرفت‌های فناورانه و کاهش ریسک‌های مرتبط با آن می‌تواند به اندازه زیادی از طریق به‌کارگرفتن یک نظام هوشمندی فناوری اثربخش انجام گیرد که هشدارهای لازم را سریعا اعلام نماید و پتانسیل پیشرفت‌های فناورانه جدید را ارزیابی نماید. در این مقاله از طریق مرور مطالعات و پژوهش‌های پیشین در زمینه هوشمندی فناوری به یافته‌های صاحبنظران متعددی اشاره گردید.

در پایان می‌توان به دو دسته از پیشنهادها اشاره نمود. یک دسته پیشنهادهای مدیریتی که بیشتر بر مدیران سازمان‌ها و شرکت‌های فناوری‌محور تمرکز دارد که در صنایعی با نرخ تغییرات بالای فناوری در حال فعالیت هستند و قصد دارند از طریق شناسایی به‌موقع روندهای فناورانه و آگاهی از تهدیدها و فرصت‌های محیطی در

106 Identification
107 Selection
108 Acquisition
109 Exploitation
110 Protection
111 Learning

زمینه فناوری، فرآیندهای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در حوزه‌های فناوری را ارتقا دهند. دسته دوم پیشنهادات، بیشتر بر پژوهشگران و علاقه‌مندان به پژوهش در حوزه هوشمندی فناوری تمرکز دارد و به‌عنوان خطوط راهنمایی برای انجام پژوهش‌های آتی در این حوزه است. از جمله پیشنهادهای مدیریتی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- با درنظرگرفتن فلسفه هوشمندی فناوری، رویه‌ها و سازوکارهای موردنیاز برای برقراری ارتباط میان کاربران و واسطه‌های هوشمندی را تعریف نمایند. همچنین تعیین دقیق نیازهای اطلاعاتی از سوی کاربران هوشمندی و تقویت رفتارهای خودجوش در شناسایی روندهای فناورانه توسط واسطه‌های هوشمندی را تسهیل نمایند.
- میان سبک‌های مختلف سیستم در مدل مفهومی هوشمندی فناوری شامل کاوش، صید، هدفگیری و پویش به درستی تمایز قائل شوند و ابزارها و افراد مناسب برای هر یک از سبک‌ها را به‌کار گیرند.
- ماموریت‌ها و اهداف نظام هوشمندی فناوری در سازمان خود را به دقت مشخص نمایند؛ زیرا هر یک از اهداف مانند بهبود تصمیم‌گیری در حوزه فناوری، شناسایی تهدید و فرصت‌های فناورانه، تسهیل و تقویت نوآوری باز و ارتقای یادگیری فناورانه، نیاز به رعایت برخی الزامات خاص و به‌کارگیری برخی سازوکارها است.
- با درنظرگرفتن عوامل متعدد تاثیرگذار بر ساختار نظام هوشمندی فناوری نظیر فرهنگ شرکت، دروه عمر فناوری، ساختار اصلی شرکت، راهبرد نوآوری شرکت، سبک تصمیم‌گیری و نوع صنعت موردنظر و درک ویژگی‌ها، نقاط قوت و ضعف سبک‌های سازماندهی هوشمندی فناوری که شامل ساختارمند، ترکیبی و غیررسمی می‌باشد، ساختار مناسب برای نظام هوشمندی فناوری در شرکت خود را انتخاب نمایند.
- درصورتی‌که نوع صنعت و فعالیت آنها انجام هوشمندی فناوری بین‌المللی را ضروری ساخته است، از سازوکارهای پیشنهاد شده برای هوشمندی فناوری بین‌المللی نظیر واحدهای تحقیق و توسعه بین‌المللی، سفیران فناوری، پست‌های شنیداری و اعزام افراد به کنفرانس‌ها و نمایشگاه‌های بین‌المللی استفاده نمایند.
- با توجه به نظرات ارائه شده از سوی پژوهشگرانی چون نورلینگ و همکارانش، ساویوز و کر و همکارانش که همگی به تشریح فرآیند هوشمندی فناوری و فعالیت‌های آن پرداخته‌اند، جهت عملیاتی سازی هوشمندی فناوری در شرکت‌ها، هر یک از فعالیت‌های تعیین شکاف‌ها و نیازهای اطلاعاتی، جمع‌آوری، تحلیل، اشاعه و به‌کارگیری اطلاعات را به‌نحو مطلوب در شرکت به اجرا درآورند.
- از طریق تعریف رویه‌های ارتباطی جهت مراوده در رابطه با روندهای فناوری در شرکت، مشارکت دادن لایه‌های مختلف سازمان در امر ارزیابی و تصمیم-گیری، ایجاد سازوکارهای انگیزشی در میان افراد، تشویق و ترغیب افراد به حرکت‌های خودجوش و غیررسمی در راستای شناسایی روندهای فناوری و به‌کارگیری سبک تصمیم‌گیری غیرمتمرکز، به تسهیل فرآیند هوشمندی فناوری کمک نمایند.
- در مراحل مختلف فرآیند هوشمندی فناوری از افراد مناسب با دانش، مهارت و قابلیت‌های مناسب بهره بگیرند. برای مثال، در پویش فناوری بیشتر به افرادی با دانش وسیع در رابطه‌های فناوری‌ها نیاز است، درحالی‌که در پایش فناوری به افرادی با دانش عمیق در رابطه با فناوری‌ها نیاز است.
- با توجه به کارکردهای موردانتظار از روش‌ها، میزان عدم قطعیت، افق زمانی موردنظر، نوع صنعت و سرعت تغییر و تحولات فناوری، سبک تصمیم‌گیری، فرهنگ شرکت و محدودیت‌های زمانی، مالی و انسانی به انتخاب روش‌های مناسب برای جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات بپردازند.
- با درنظرگرفتن نقش کلیدی و چشمگیر زیرساخت‌ها و ابزارهای فناوری اطلاعات و ارتباطات که مورد تاکید برخی پژوهشگران نیز می‌باشد، اقدام به ایجاد و به-کارگیری از زیرساخت‌ها(اینترنت و اینترانت) و ابزارها(نرم‌افزارها و پایگاه‌های داده) نمایند.

همچنین برخی پیشنهادها برای پژوهش‌های آتی در زمینه هوشمند فناوری وجود دارد که در ادامه به آنها اشاره می‌شود:

- یکی از موضوعات پژوهشی بسیار مهم در زمینه هوشمندی فناوری که تا حدی مغفول مانده است، طراحی مدلی برای سنجش سطح بلوغ نظام‌های

هوشمندی فناوری در شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف است، که به‌عنوان موضوعی برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌گردد.

- بیشتر مطالعات انجام‌شده در زمینه هوشمندی فناوری، در شرکت‌ها و سازمان‌های تولیدی فناوری-محور انجام شده است. به‌نظر می‌رسد مطالعه و بررسی فرآیند هوشمندی فناوری در سازمان‌ها و شرکت‌های خدماتی نیز از اهمیت بالایی برخوردار باشد و حقایق مهمی را در این زمینه آشکار سازد.
- در رابطه با سبک‌های سازماندهی نظام هوشمندی فناوری، انجام پژوهشی با هدف انتخاب ساختار مناسب برای نظام هوشمندی فناوری براساس عوامل موثر بر آن پیشنهاد می‌گردد.
- به‌عنوان موضوعی برای پژوهش‌های آتی، پیشنهاد می‌شود به شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌ها و موانع موجود بر سر راه طراحی و پیاده‌سازی نظام هوشمندی فناوری در شرکت‌ها و سازمان‌ها پرداخته شود.

علیرغم پژوهش های انجام شده در زمینه روش‌های قابل بهره‌گیری در فرآیند هوشمندی فناوری، به‌طور دقیق و مشخص تعیین نگردیده است که کدام روش‌ها در کدام مراحل فرآیند هوشمندی فناوری باید بکار گرفته شوند. لذا تعیین دقیق محل کاربرد این روش‌ها در طول فرآیند هوشمندی فناوری به‌عنوان موضوعی برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌گردد.

منابع و مراجع

[۱] میرشاه ولایتی، فرزانه؛ نظری‌زاده، فرهاد؛ **آگاهی فناوری، دیده‌بانی فناوری و فن‌کاوی**، انتشارات مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، چاپ اول، ۱۳۹۲.

[2] Tushman, P.; Rosenkopf, L.; "*Organizational determinants of technological change: toward a sociology of technological evolution*", Research in Organizational Behavior, Vol. 14, pp. 311–347, 1992.

[3] Henderson, R.; "*Underinvestment and incompetence as responses to radical innovation: evidence from the photolithographic alignment equipment industry*", RAND Journal of Economics, Vol. 24, Issue 2, pp. 248–270, 1993.

[4] Iansiti, M.; "*How the incumbent can win: managing technological transitions in the semiconductor industry*", Management Science, Vol. 46, Issue 2, pp. 169–185, 2000.

[5] Lichtenthaler, E.; "*Managing technology intelligence processes in situations of radical technological change*", Technological Forecasting & Social Change, No. 74, pp. 1109–1136, 2007.

[6] Abernathy, W. J.; Clark, K. B.; "*Innovation: mapping the winds of creative destruction*", Research Policy, No. 14, pp. 3–22, 1985.

[7] Henderson, R. M.; Clark, K. B.; "*Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms*", Administrative Science Quarterly, No. 35, pp. 9–30, 1994.

[8] Christensen, C. M.; *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Harvard Business School, Boston, MA, 1997.

[9] Ashton, W.B.; Stacey, G. S.; "*Technical Intelligence in Business: Understanding Technology Threats and Opportunities*", International Journal of Technology Management, Vol. 10, Issue 1, pp. 79–104, 1995.

[10] Fleisher, C. S.; "*Assessing the tools companies use or analyzing the S&T environment*", International Journal of Technology Intelligence and Planning, Vol. 2, Issue 4, pp. 380–403, 2006.

[11] Patton, K.M.; "*The role of scanning in open intelligence systems*", Technological Forecasting and Social Change, Vol. 72, Issue 9, pp. 1082–1093, 2005.

[12] Safdari Ranjbar, M.; Tavakoli, Gh. R.; "*Toward Inclusive Understanding Technology Intelligence: A Literature Review*", Foresight, Vol. 17, Issue 3, pp. 240-256, 2015.

[13] Kerr, C. I. V.; Mortara, L.; Phaal, R.; Probert, D. R. A.; "*conceptual model for technology intelligence*", International Journal of Technology Intelligence and Planning, Vol. 2, Issue 1, pp. 73–93, 2006.

[14] Savioz, P.; *Technology Intelligence; Concept Design and Implementation in Technology-based SMEs*, New York: PALGRAVE MACMILLAN, 2004.

[15] Arman, H.; Foden, J.; "*Combining methods in the technology intelligence process: application in an aerospace manufacturing firm*", R&D Management, Vol. 40, Issue 2, 2010.

[۱۶] کارشناس، عباسعلی؛ محمدی، کمال؛ **هوشمندی فناوری: مفاهیم و الگوی پیاده‌سازی سیستم**، انتشارت یوسف، چاپ اول، ۱۳۹۰.

[17] Lichtenthaler, E.; "*Technological change and the technology intelligence process: a case study*", Journal of

Engineering and Technology Management, Vol. 21, Issue 4, pp. 331–348, 2004a.
[18] Porter, A. L.; Roper, A.T.; Mason, T.W.; Rossini, F.A.; Banks, J.; Wiederholt, B.J.; *Forecasting and Management of Technology*, New York, John Wiley & Sons, 1991.
[19] Rohrbeck, R.; "*Harnessing a network of experts for competitive advantage: technology scouting in the ICT industry*", R&D Management, Vol. 40, 2010.
[20] Porter, A. L.; Cunningham, S. D.; *Tech Mining (Exploiting New Technologies fir Competitive advantage)*, A JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION, 2005.
[21] Budd, T.; "*Competitive Technical Intelligence at Applied Bio systems: Attracting, Monitoring, and Exploiting Technology-based Opportunities*", Competitive Intelligence Review, Vol. 11, Issue 4, pp. 5–11, 2000.
[22] Durand, Th.; *National management of technology and innovation: Integrating the firm's perspective into government policies. In: H. Tomas and D. O'Neil (Eds.), Strategic Integration*, New York: John Wiley & Sons, 1996.
[23] Ranga, M.; Etzkowitz, H.; "*Triple Helix systems: an analytical framework for innovation policy and practice in the Knowledge Society*", INDUSTRY & HIGHER EDUCATION, Vol. 27, No. 3, 2013.
[24] Lichtenthaler, E.; "*Technology intelligence processes in leading European and North American multinationals*", R&D Management, Vol. 34, Issue 2, pp. 121–135, 2004c.
[25] Lichtenthaler, E.; "*Coordination of technology intelligence processes: a study in technology intensive multinationals*", Technology Analysis and Strategic Management, Vol. 16, Issue 2, pp. 197–221, 2004.
[26] Ashton, W.B.; Kinzey, B. R.; Gunn, M. E.; "*A structured approach for monitoring science and technology developments*", International Journal of Technology Management, Vol. 6, Issue 1/2, pp. 91–111, 1991.
[27] Reger, G.; "*Technology foresight in companies: from an indicator to a network and process perspective*", Technology Analysis and Strategic Management, Vol. 13, Issue 4, pp. 533–553, 2001.
[28] Jain, S. C.; "*Environmental Scanning in U.S. Corporations*", Long Range Planning, Vol. 17, Issue 2, pp. 117-128, 1984.
[29] Norling, P.M.; Herring, J. P.; Rosenkrans, W. A.; Stellpflug, M.; Kaufmann, S. B.; "*Putting competitive technology intelligence to work*", Research-Technology Management, Vol. 43, No. 5, pp. 23–28, 2000.
[30] Lichtenthaler, E.; "*Coordination of technology intelligence processes: a study in technology intensive multinationals*", Technology Analysis and Strategic Management, Vol. 16, Issue 2, pp. 197–221, 2004b.
[31] Nelson, R. R.; Winter, S.G.; "*An Evolutionary Theory of Economic Change*", Belknap Press, Cambridge, 1982.
[32] Mortara, K.; Kerr, C. I. V.; Phaal, R.; Probert, D.; "*A toolbox of elements to build technology intelligence system*", International Journal of Technology Management. Vol. 47, No. 4, 2009.
[33] Lichtenthaler, E.; "*The choice of technology intelligence methods in multinationals: towards a contingency approach*", International Journal of Technology Management, Vol. 32, Issue 3/4, pp. 388–407, 2005.
[34] Savioz, P.; Blum, M.; "*Strategic forecast tool for SMEs: how the opportunity landscape interacts with business strategy to anticipate technological trends*", Technovation, Vol. 22, Issue 2, pp. 91–100, 2002.
[35] Shehabuddeen, N. T.; Probert, D. R.; "*Excavating the technology landscape: deploying technology intelligence to detect early warning signals*", IEEE, International Engineering Conference, Singapore, 2004.
[36] Schuh, G.; Grawatsch, M.; "*TRIZ-based technology intelligence*, European TRIZ Association Meeting TRIZFutures, 2003.
[37] Yoon, B.; "*On the development of a technology intelligence tool for identifying technology opportunity*, Expert Systems with Applications, Vol. 35, pp. 124–135, 2008.
[38] Veugelers, M.; Bury, J.; Viaene, S.; "*Linking Technology Intelligence to Open Innovation*", Technological Forecasting & Social Change, Vol. 77, pp. 335–343, 2010.
[39] Zhu, D.; Porter, A.L.; "*Automated extraction and visualization of information for technological intelligence and forecasting*", Technological Forecasting and Social Change, Vol. 69, No. 5, pp. 495–506, 2002.
[40] NRC.; *Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage*, Washington, DC: National Academy Press, 1987.
[41] Phaal, R. P.; Farrukh, CJ. R.; Probert D.; "*A framework for supporting the technological knowledge*", International Journal of Technology Management, Vol. 27, Issue 1, pp. 1–15, 2004.
[42] Gregory MJ.; "*Technology management: a process approach. ARCHIVE: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*", Journal of Engineering Manufacture, Vol. 209, Issue 52, pp. 347–56, 1995.
[43] Rush, H.; Bessant, J.; Hobday, M.; "*Assessing the technological capabilities of firms: developing a policy tool*", R&D Management, Vol. 37, Issue 3, pp. 221-236, 2007.
[44] Cetindamar, D.; Phaal, R.; Probert, D.; "*Understanding technology management as a dynamic capability: A framework for technology management activities*", Technovation, Vol. 29, Issue 4, pp. 237–46, 2009.
[45] Cetindamar, D.; Phaal, R.; Probert, D.; *Technology Management: Activities and Tools*, London: Palgrave Macmillan, 2010.