فصلنامه آینده پژوهی مدیریت

سال سی و پنجم/ شماره ۱۳۷/ تابستان۱۴۰۳

شناسایی روش‌های هوشمندی فناوری و ویژگی‌های آن‌ها و طراحی یک مدل انتخاب از میان روش‌های هوشمندی فناوری

حنیف کازرونی

دانشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی

امین صداقتی پور (نویسنده مسئول)

کارشناس ارشد مهندسی صنایع دانشگاه تربیت مدرس

a.sedaghati.p@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۱۲

چکیده

هوشمندی فناوری به عنوان کسب و انتقال اطلاعات فناورانه از فرایندی که سازمان یک بینش از تهدیدها و فرصت‌های فناورانه به دست می‌آورد، یک ضرورت برای سازمان‌ها است. این ضرورت برای سازمان‌های دفاعی امنیتی با توجه به ماهیت، اهداف و وظایف آن‌ها دو چندان می‌شود. قریب به اتفاق مدل‌های هوشمندی فناوری در خصوص اهمیت پرداختن به ابزارها و روش‌های هوشمنی فناوری سخن گفته‌اند. این اهمیت، زمانی بیش‌تر آشکار می‌شود که به اذعان صاحب‌نظران این حوزه، کمتر به آن پرداخته شده است؛ در صورتی که بخش‌های مهمی از فرایندها و مراحل پیاده‌سازی هوشمندی فناوری به روش‌های هوشمندی فناوری گره خورده است. لذا هدف اصلی این پژوهش، شناسایی روش‌های مورد استفاده در هوشمندی فناوری و تعیین یک مدل انتخاب روش‌ها برای انجام هوشمندی فناوری با استفاده از معیارهای متناسب، تعیین می‌شود. روش کار به این صورت است که ابتدا روش‌های پرکاربرد در ادبیات هوشمندی فناوری و ویژگی‌های اصلی و جمعی با تکنیک مرور ادبیات تعیین می‌شود. سپس معیارهای ارزیابی روش‌های هوشمندی فناوری بر اساس مرور ادبیات و تحلیل محتوای کیفی استخراج می‌شود. در گام نهایی پژوهش این معیارها به همراه ویژگی‌ها وارد مدل انتخاب طراحی شده، می‌شود. ویژگی مهم مدل انتخاب این پژوهش یعنی مدل MCA، در این قسمت مشخص می‌شود که می‌تواند مجموعه‌ای از روش‌های برتر را متناسب با نیازهای سازمان دفاعی مورد بررسی، به صورت پویا تعیین کند. لذا این پژوهش می‌تواند در فرایند شناسایی و انتخاب روش‌های مناسب هوشمندی فناوری به سازمان کمک کند، تا هزینه‌های ناشی از انتخاب اشتباه در فرایند هوشمندی فناوری تا حد امکان تقلیل یابد.

واژگان کلیدی:

هوشمندی فناوری، روش‌های هوشمندی فناوری، معیارهای ارزیابی، مدل انتخاب، روش MCA

مقدمه

توسعه پژوهش، فناوری و نوآوری به ندرت حاصل فعالیت فرد یا سازمان خاصی (به تنهایی) است و در اکثر موارد حاصل فعالیت شبکه‌ای از اجزا و مستلزم روابط مناسب این اجزا است. کارایی و اثربخشی نظام پژوهش و فناوری در پیشبرد اهداف مربوطه در گرو هوشمندی فناوری و ارزیابی وضعیت پیشرفت و میزان هزینه‌کرد در اهداف، شاخص‌ها و اولویت‌های علم و فناوری کشور در سطوح مختلف و ارائه بازخورهای به موقع به منظور جهت‌دهی به سیاست‌گذاری‌های بعدی است. بدین ترتیب هوشمندی فناوری در سازمان‌های دفاعی و امنیت، موضوع زمینه‌ای این پژوهش خواهد بود. یکی از مهم‌ترین گام‌ها در طراحی یک نظام هوشمندی فناوری، تعیین و انتخاب روش‌های مناسب هوشمندی فناوری است که مورد نظر این پژوهش قرار گرفته است.

مطالعات موجود طیف گسترده از روش‌هایی را که می‌تواند در هوشمندی فناوری استفاده شود، فراهم می‌کند. یک سوال اصلی این است: در هر نمونه و نظام از کدام روش باید استفاده شود؟ روش‌ها در مراحل مختلف فرآیند هوشمندی فناوری –عمدتا جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل– استفاده می‌شوند. در عمل، عوامل تأثیرگذار ممکن است استراتژی فناوری، پیچیدگی محیطی و عدم اطمینان صنعت باشند. یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار، تمرکز بر زمان است. همچنین بیشتر صاحب‌نظران این حوزه بین روش‌های کمی و کیفی فرق می‌گذارند (Savioz, 2004). همان‌طور که در بخش‌های قبلی بیان شد، روش‌ها در فرایند هوشمندی فناوری در دو بخش جمع‌آوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل اطلاعات (که دو بخش مهم نظام هوشمندی فناوری هستند)، کاربرد دارند. همچنین یکی از سنجه‌های ارزیابی یک نظام موفق هوشمندی فناوری، بحث انتخاب روش‌ها است. لذا شناسایی و ایجاد یک مخزن از روش‌های موثر و پرکابرد، یک مسئله مهم در هوشمندی فناوری است که قبل از شروع فرایندهای مستقیم باید مورد توجه قرار بگیرد. در این خصوص تعیین یک سری از ویژگی‌های جمعی که برای همه روش‌ها قابل توصیف باشد، از اهمیت بالایی برخوردار است. علاوه بر این نکته بسیار مهمی که در خصوص روش‌ها باید بدان توجه کرد، ازدیاد و تنوع روش‌های قابل انتخاب است. در واقع برای پیش‌برد هوشمندی فناوری، روش‌های بسیار زیادی پیش روی تحلیل‌گران آن نظام وجود دارد. این نکته در پژوهش‌های معروف این حوزه مانند ساویوز (۲۰۰۴) و کر و همکاران[۱](۲۰۰۶) نیز اذعان شده است که یکی از مشکلات همیشگی برای پیش‌برد هوشمندی فناوری، تعیین روش مناسب از میان انبوهی از روش‌های موجود و شناخته شده و بعضا شناخته نشده است. انتخاب روش اشتباه ممکن است برای سازمان بسیار هزینه‌بر (چه از بعد مالی و چه از بعد زمانی) باشد و علاوه بر آن ممکن است نتیجه مورد نظر نیز حاصل نشود. بدین ترتیب با توجه به نکات ارایه شده در پاراگراف بالا، مسئله انتخاب از میان روش‌های هوشمندی فناوری مطرح می‌شود که به عنوان اصلی‌ترین خلاء تحقیقاتی در این حوزه می‌توان به آن اشاره کرد. در کنار مسئله انتخاب، مسئله دیگری به نام تعیین معیارهای جامع برای انتخاب روش مناسب ایجاد می‌شود که از اهمیت بالایی برخوردار است. سعی بر آن که در این پژوهش به این مسائل، پاسخ مناسب داده شود.

در باب اهمیت پروژه، اولین آورده این پژوهش ارایه یک جمع‌بندی از روش‌های موجود در حوزه هوشمندی فناوری در کنار ارایه ویژگی‌های آن‌ها خواهد بود. در واقع سازمان‌های دفاعی و امنیتی با کمک خروجی همین قسمت از پژوهش نیز به تنهایی قادر به انتخاب و استفاده از روش‌های مناسب هوشمندی فناوری برای سازمان خواهند بود. درواقع پژوهش‌ها نشان می‌دهد که موفقیت فرایند هوشمندی فناوری به طور اساسی تحت تاثیر سازمان اجرا کننده و همچنین به کارگیری کافی و صحیح روش‌های هوشمندی فناوری است (Lichtenthaler, 2005). با

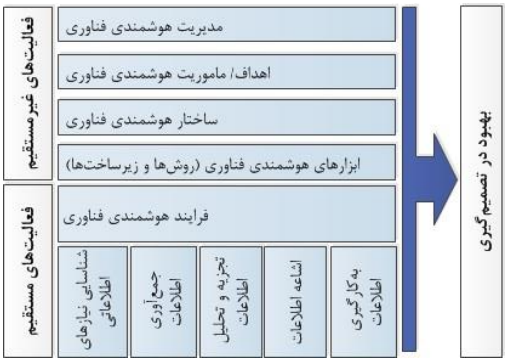
---

[۱] Kerr, C. I. , Mortara, L. , Phaal, R. , & Probert, D. R.

توجه به توضیحات ارایه شده، می‌توان گفت که بدون بررسی و تبیین روش‌ها و ابزارهای هوشمندی فناوری، شناسایی ویژگی‌ها و معیارهای آن و همچنین انتخاب روش(های) مناسب از میان آن‌ها، قدم گذاشتن در مسیر طراحی و توسعه یک نظام هوشمندی فناوری کاری سخت و البته پر اشتباه خواهد بود. در واقع در هنگام بررسی الزامات، با مطالعه روش‌ها و تعیین یک سیستم انتخاب برای آن‌ها، می‌توان یک راه و مسیر مشخص را برای اجرا برگزید و ابزارهای و پیش‌نیازهای مورد نیاز را از قبل تعیین نمود. در نهایت می‌توان این طور جمع‌بندی کرد که مسئله اساسی این پژوهش، مربوط به روش‌های هوشمندی فناوری در یک سازمان دفاعی و امنیتی در جمهوری اسلامی ایران است. در مرحله اول نیاز است این روش‌ها شناسایی شده و ویژگی‌های آن تعیین شود. در گام دوم نیز ابتدا باید معیارهایی برای مقایسه و انتخاب این روش‌ها شناسایی کرد و سپس با استفاده از یک مدل مناسب و به کمک خبرگان همان سازمان، روش‌های هوشمندی فناوری مناسب را برگزید.

مبانی نظری و پیشینه‌های پژوهش

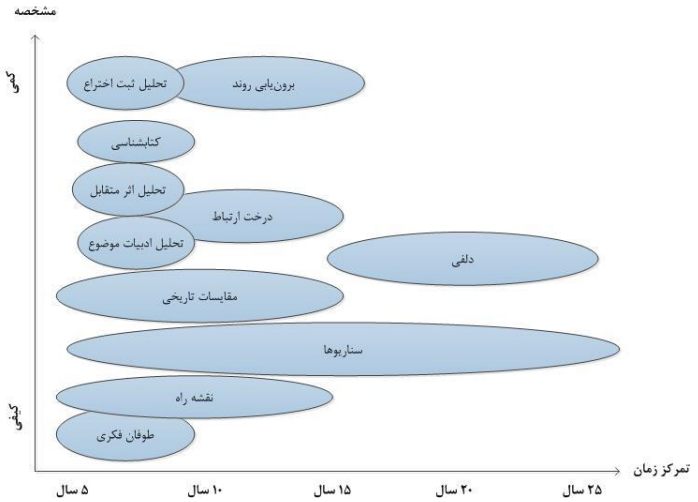
تصمیم‌گیرندگان حوزه‌های فناوری در سطح سازمان‌های مختلف همواره با مسئله انتخاب و تصمیم‌گیری روبرو هستند. عوامل تصمیم‌گیری دقت، زمان و هزینه است که عموما هم در خلاف جهت همدیگر عمل می‌کنند. این نکته مسئله تصمیم‌گیری در حوزه فناوری را پیچیده تر می‌کند. علاوه بر این برای سازمان‌های دفاعی که باید دارای چابکی و سرعت عمل باشند و هزینه فرصت بسیار زیادی برای تصمیمات خود دارند، حساسیت این مسئله دو چندان است. آن چیزی که در این پژوهش مورد نظر است و روش‌های آن مورد بررسی قرار می‌گیرد، هوشمندی فناوری است که عموما به عنوان زیرمجموعه‌ای از هوشمندی رقابتی در نظر گرفته می‌شود. هوشمندی فناوری عبارت است از کسب و انتقال اطلاعات فناورانه به عنوان بخشی از فرایندی که از طریق آن سازمان یک بینش از تهدیدها و فرصت‌های فناورانه به دست می‌آورد (Kerr & etc, 2006). مطابق با پژوهش محمدی نیز هوشمندی فناوری سیستمی برای افزایش قدرت تصمیم‌گیری سازمان در موضوعات فناورانه نظیر ورود به بازار یا کسب‌وکار جدید، توسعه فناوری، انجام سرمایه‌گذاری‌های کلان، انتخاب شرکای راهبردی و مواردی از این دست است. در میان این تعریف‌ها شاید ساویوز تعریف جامع تر و مناسب‌تری را برای این موضوع ارایه می‌کند. هوشمندی فناوری شامل فعالیت‌هایی است که با جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و انتشار اطلاعات متناسب و مناسب، دانش لازم و به موقع را نسبت به روندها و واقعیت‌های موجود فناورانه (تهدیدها و فرصت‌ها) محیط بیرونی یک سازمان ایجاد کرده و به این ترتیب از فرایندهای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی در زمینه مسایل فناورانه و همچنین مدیریت کل سازمان پشتیبانی می‌کند (Savioz, 2004).



شکل ۱- مدل هوشمندی فناوری ساویوز ۲۰۰۴

برای شناسایی و بررسی جایگاه روش‌های هوشمندی فناوری در مدل‌های هوشمندی فناوری، به سه مورد از مدل‌های معروف این حوزه یعنی مدل باتیلر، مدل ساویوز و مدل کر می‌توان اشاره کرد. در این پژوهش با توجه به جامعیت، بیشتر مدل ساویوز و بعد از آن مدل کر مورد توجه قرار گرفته است. در مدلی که ساویوز منتشر کرده است، فرایند هوشمندی فناوری به دو دسته فعالیت‌های اصلی تقسیم شده است. در دسته فعالیت‌های غیر مستقیم بخش آخر "ابزارهای هوشمندی فناوری (روش‌ها و زیرساخت‌ها)" است که مورد بحث این پژوهش قرار گرفته است. در این دسته روش‌های مورد استفاده در هوشمندی فناوری بررسی و تعیین می‌گردد. همچنین در بخش زیرساخت‌ها به موضوع

الزامات فناوری اطلاعات پرداخته می‌شود. لذا بحث روش‌ها و ابزارها در مدل هوشمندی فناوری ساویوز (۲۰۰۴) به عنوان یکی از بخش‌های اصلی مدل ارایه شده است. مطالعات موجود طیف گسترده از روش‌هایی را که می‌تواند در هوشمندی فناوری استفاده شود، فراهم می‌کند. یک سوال اصلی این است: در هر نمونه و نظام از کدام روش باید استفاده شود؟ روش‌ها در مراحل مختلف فرآیند هوشمندی فناوری –عمدتا جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل– استفاده می‌شوند. در عمل، عوامل تأثیرگذار ممکن است استراتژی فناوری، پیچیدگی محیطی و عدم اطمینان صنعت باشند. یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار، تمرکز بر زمان است. همچنین بیشتر صاحب‌نظران این حوزه بین روش‌های کمی و کیفی فرق می‌گذارند. در شکل ۲ این ویژگی‌ها برای برخی از روش‌ها در پژوهش لیختندالر (۲۰۰۰) ارایه شده است.



شکل ۲ – مقایسه میزان کمی کیفی بودن و تمرکز بر زمان روش‌ها لیختندالر ۲۰۰۰

برای بررسی پیشینه پژوهش در خصوص روش‌های هوشمندی فناوری، با دو دسته از پژوهش‌ها مواجه می‌شویم. دسته اول مربوط به پژوهش‌هایی است که به معرفی روش‌ها و ویژگی‌های آن‌ها پرداخته‌اند و دسته دوم تحقیقاتی را نشان می‌دهد که به طراحی یک مدل انتخاب از میان این روش‌ها تمرکز کرده‌اند. در پژوهش میشرا و همکاران[۱](۲۰۰۲) هدف پژوهشگران نگاشت روش‌های پیش‌بینی فناوری به خود فناوری‌ها است. بدین منظور نویسندگان به مرور روش‌های موجود پرداخته و آن‌ها را در سه دسته ارزیابی ذهنی، اکتشافی و قاعده محور تقسیم‌بندی کرده‌اند. کیفیت پیش‌بینی و آینده‌نگاری به نحوه انتخاب صحیح روش‌ها برای فناوری مشخص، بستگی دارد.

- روش‌های ارزیابی ذهنی: این روش‌ها عمدتا مربوط به پژوهش‌های کیفی و جمع‌بندی نظرات پژوهشگران بر اساس تحقیقات انجام شده است.
- روش‌های اکتشافی: در این روش‌ها تا حدی به بحث تحلیل داده‌ها بیشتر توجه خواهد شد و از ابزارهای ریاضی تا حدودی استفاده می‌شود. این دسته را می‌توان نیمه کمی در نظر گرفت.
- روش‌های قاعده محور: این روش‌ها به طور مستقیم به بحث مدل‌سازی ریاضی می‌پردازد و در واقع می‌توان آن‌ها را در دسته روش‌های کمی خواند.

در پژوهش ماگروک[۲](۲۰۱۱) هدف اصلی دسته‌بندی یا همان classification روش‌های آینده‌نگاری و

[۱] Mishra, S., Deshmukh, S. G., & Vrat, P.

[۲] Magruk

هوشمندی فناوری ضمن معرفی آن‌ها بوده است. در این پژوهش در حدود ۱۲۰ روش مختلف جمع‌آوری شده است که به ادعای نویسندگان، یکی از غنی‌ترین منابع برای جدول ۱ برابر با ۱۰ دسته یا کلاس برای روش‌ها در نظر گرفته شده و روش‌های مرتبط با هر دسته نیز ذکر شده است.

جدول ۱ – دسته‌بندی روش‌های تحقیق در فناوری – ماگروک ۲۰۱۱

دسته	روش‌های مرتبط با دسته
مشاوره‌ای	رای گیری، مصاحبه کردن، پنل متخصصان، انتشارات، کارگاه‌ها، طوفان فکری
خلاقانه	سیگنال‌های ضعیف، نقشه ذهنی، فکر کردن عرضی، چرخ‌های آینده، تجسم گرافیکی فکری
تجویزی	درخت ارتباط، تحلیل مورفولوژی، نگاشت واگرایی، نگاشت آینده، تحلیل خیالات در علم، تریز، تاریخ آینده، تاریخ پیشنهادات
چندمعیاری	فناوری‌های کلیدی، تحلیل داده منابع، تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل مطابقت، تحلیل خوشه‌بندی، تحلیل حساسیت، AHP، MCDM
رادار	علم سنجی، وب سنجی، تحلیل اختراعات، کتابشناسی، نگاشت فناوری منحنی S، روش‌های قیاسی
شبیه‌سازی	درخت احتمالات، برون‌یابی روند، پیش‌بینی تصادفی، درخت‌های دسته‌بندی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی، پویایی سیستم‌ها، مدل‌سازی نماینده محور
تشخیصی	شبیه‌سازی موضوع، SWOT، تئوری محدودیت‌ها، ANKOT
تحلیلی	تحلیل ذی نفعان، تحلیل اثر متقاطع، تحلیل اثر روند، تحلیل ابر روند، فشارسنجی فناوری، تحلیل هزینه و درآمد، رصد فناوری، پایش فناوری، پویش محیطی، تحلیل محتوا، تحلیل ریسک، Benchmarking
مطالعه‌ای	تحقیق وب، ارزیابی فناوری، تحلیل شبکه اجتماعی، مرور ادبیات
راهبردی	نقشه راه فناوری، دلفی، تحلیل سناریو، ارزیابی اثر اجتماعی، پویش فناوری، تحلیل لایه‌ای علت و معلولی، تحلیل منظر چندگانه، موقعیت‌یابی فناوری

روش‌های مطالعات آینده و کاربرد آن در هوشمندی فناوری است. بدین ترتیب مطابق با

مطابق با پژوهش شهاب‌الدین (۲۰۰۴)، ۵ مرحله اصلی برای فرایند هوشمندی فناوری ترسیم شده که با توجه به

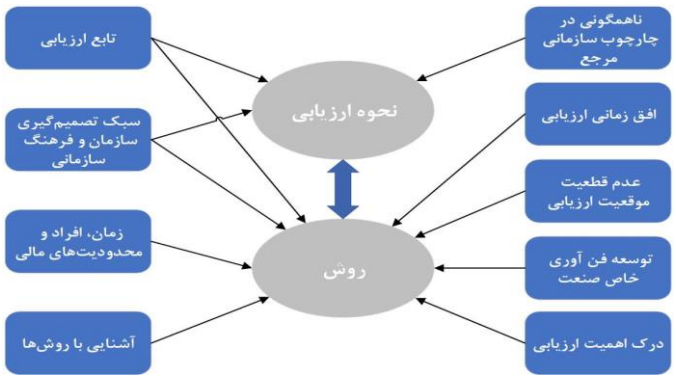
جدول ۲، شامل شناسایی، جست‌وجو، اشتراک‌گذاری، تصمیم و ذخیره است. در این جدول، ۵ رویکرد اصلی در خصوص روش‌های هوشمندی فناوری ذکر شده است و کاربرد هر رویکرد (دسته) از روش در هر کدام از فرایندهای هوشمندی فناوری مشخص شده است. لذا با توجه این جدول می‌توان مشخص کرد که از هر کدام از روش‌های هوشمندی فناوری در کدام مرحله از فرایندها می‌توان بهره جست. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که موفقیت فرایند هوشمندی فناوری به طور اساسی تحت تاثیر سازمان اجرا کننده و همچنین به کارگیری کافی و صحیح روش‌های هوشمندی فناوری است. بهره‌وری مدیریت فناوری در یک سازمان به طور مستقیم تحت تاثیر کیفیت فرایند هوشمندی

فناوری آن سازمان است. علی‌رغم اینکه پژوهش‌های متفاوتی در خصوص روش‌های هوشمندی فناوری شده است، اما این حوزه همچنان فاقد یک پژوهش جامع در خصوص انتخاب روش‌ها و همچنین فاکتورهای موثر بر این انتخاب است. در این پژوهش بر روی تعیین فاکتورهای مناسب به جهت حل مسئله انتخاب بهینه روش‌های هوشمندی فناوری تاکید شده است (Lichtenthaler, 2005).

جدول ۲ – مراحل فرایند هوشمندی فناوری و روش‌های هوشمندی فناوری مرتبط – نوردین ۲۰۰۴

رویکرد	مرحله از فرایند هوشمندی فناوری				
	شناسایی	جست و جو	اشتراک‌گذاری	تصمیم	ذخیره
نگاشت دانش	•		•		
پیش‌بینی فناوری		•		•	
تحلیل و جست‌وجوی اختراعات		•			
روش‌های سبد	•			•	
داده‌کاوی		•			
نقشه راه فناوری	•		•		

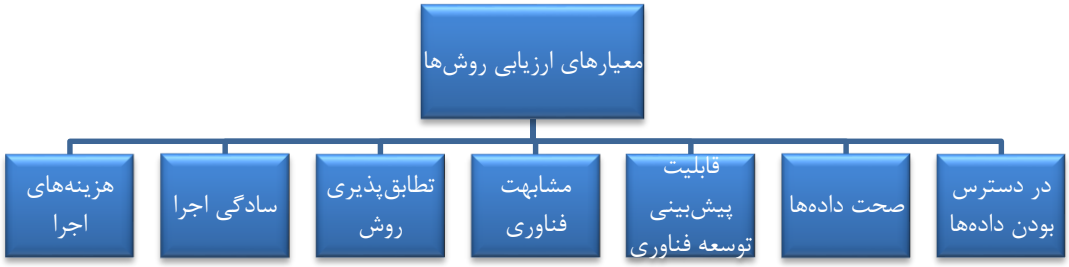
لیختاندالر (۲۰۰۵) در پژوهش خود معتقد است که سازمان باید برای فرایند هوشمندی فناوری روش‌های برتر و همچنین نحوه ارزیابی مناسب را انتخاب کند. برای این انتخاب مناسب، فاکتورهای مختلفی ذکر شده که در شکل ۳ ارایه شده است. در واقع با انتخاب نحوه ارزیابی، مجموعه‌ای از روش‌ها قابلیت انتخاب خواهد داشت. سپس با در نظر گرفتن معیارها و فاکتورها، روش(های) مناسب از این مجموعه تعیین می‌شود.



شکل ۳ – فاکتورهای انتخاب روش‌های هوشمندی فناوری و نحوه ارزیابی – لیختاندالر ۲۰۰۵

هریک از روش های ارائه شده در بخش پیشین دارای خصوصیاتی هستند که می‌تواند در انتخاب آنها جهت استفاده تعیین کننده باشد. یکی از اصلی‌ترین تقسیم‌بندی‌ها در حوزه روش‌های هوشمندی فناوری مربوط به بحث کمی یا کیفی

بودن روش‌ها است. عموما این دسته‌بندی در خصوص روش‌ها انجام می‌شود. دلیل این مسئله این است که برای انتخاب روش‌های مناسب برای اجرای فرایندهای هوشمندی فناوری، فاکتورهای مختلف مانند زمان، نیروی انسانی، منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و ... موثر است. هر کدام از دسته‌های روش‌های کمی یا کیفی نیز امتیاز متفاوتی از این معیارها می‌گیرند (Esmaelian & etc, 2017). لذا برای انتخاب روش(های) هوشمندی فناوری مناسب برای یک سازمان، توجه به این ویژگی‌ها ضروری به نظر می‌رسد. همچنین قابل ذکر است که طبق پژوهش ساویوز (۲۰۰۴)، تمایل به استفاده از روش‌های کمی کمتر و تمایل به استفاده از روش‌های کیفی در میان سازمان‌ها بیشتر شده است. در این میان توجه به روش‌های نیمه کمی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. روش‌های نیمه کمی یا آمیخته از هر دو روش کیفی و کمی استفاده می‌کنند. به عنوان مثال، نظرات کارشناسان می‌تواند با استفاده از مدل‌های آماری تجزیه و تحلیل شود (Halicka, **2016**). روش‌های هوشمندی فناوری می‌توانند به عنوان اکتشافی یا هنجاری طبقه‌بندی شوند. این طبقه‌بندی بر مبنای پاسخ این سوال صورت می‌پذیرد که آیا استفاده‌کنندگان تکنیک به دنبال گسترش روندهای فعلی هستند یا از آینده مطلوب به عقب نگاه می‌کنند تا تحولات لازم برای دستیابی به آن را تعیین کنند. بسته به نوع کاربرد، روش‌ها و تکنیک‌های هنجاری و اکتشافی با هم همپوشانی دارند.



شکل ۴ – معیارهای ارزیابی یا همان انتخاب روش‌ها – چنگ ۲۰۰۸

یکی از ورودی‌های مهم مدل انتخاب روش‌های هوشمندی فناوری، معیارهای ارزیابی روش‌ها خواهد بود. در واقع با استفاده از این معیارها، روش‌های هوشمندی فناوری امتیاز می‌گیرند و یا رتبه‌بندی می‌شوند و در نهایت عمل انتخاب صورت می‌پذیرد. در این پژوهش یک مدل بر اساس روش فازی AHP برای حل این مسئله توسعه یافته است (Cheng & etc, **2008**). در پژوهش چنگ (۲۰۰۸) تعداد ۷ معیار ارزیابی برای روش‌ها استخراج شده است که در شکل ۴ ارایه شده است. در میان این معیارها به ترتیب جدول ۳ معیارهای ارزیابی مناسب برای توسعه یک مدل انتخاب از میان روش‌های آینده‌نگاری و یا هوشمندی فناوری با توجه به تکرار در منابع ارایه شده است.

براساس پیشینه پژوهش همان طور که گفته شد، تعداد روش‌های هوشمندی فناوری بسیار زیاد و متنوع بوده و کاربر سیستم هوشمندی، برای انتخاب و استفاده از آن‌ها دچار سردرگمی خواهد شد. در گام اول با استفاده از تکنیک‌های مرور ادبیات و تکرار در پیشینه پژوهش می‌توان با تقریب خوبی یک مجموعه از روش‌های هوشمندی فناوری مهم، موثر و پرکاربرد را انتخاب کرد. سپس باید برای این روش‌ها، ویژگی‌های جمعی تعیین کرد و به وسیله این ویژگی‌ها به دسته‌بندی آن‌ها پرداخت. با انجام این کارها، همچنان با تعداد نسبتا قابل توجهی روش متنوع و با کاربردها و "صحت داده‌ها"، "تطابق پذیری روش" و "قابلیت پیش‌بینی توسعه فناوری" بیش‌ترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند. روش‌های هوشمندی فناوری به وسیله معیارهای مرتبط و یا مشخصه‌های مورد اهمیت سازمان امتیازدهی می‌شوند. قابل توجه است که تعیین معیارهای ارزیابی تا حد زیادی به نمونه مورد بررسی و سازمانی که در آن فرایند مرتبط با هوشمندی فناوری اجرا می‌شود، ارتباط دارد (Esmaelian & etc, 2017). در

ویژگی‌های متفاوت روبرو هستیم که برای انجام فرایندهای هوشمندی فناوری قابل استفاده است. در این مرحله با استفاده از الگوریتم‌های انتخاب و رتبه‌بندی به تعیین یک مدل ریاضی برای انتخاب روش مناسب برای سازمان مورد نظر پرداخته می‌شود. در فرایند تصمیم‌گیری، صرفه نظر از روش مورد استفاده باید برترین و بهترین حالت از میان گزینه‌های ممکن انتخاب گردد. بهترین گزینه به گزینه‌ای اطلاق می‌شود که بیشترین برتری را در میان دیگر گزینه‌ها داراست. در برخی از موارد نیز انتخاب گروهی از گزینه‌های برتر که از بین گزینه‌های موجود دارای بیشترین مطلوبیت است، مد نظر می‌شود (فتح‌الله‌زاده و مهدی‌زاده، ۱۳۹۲).

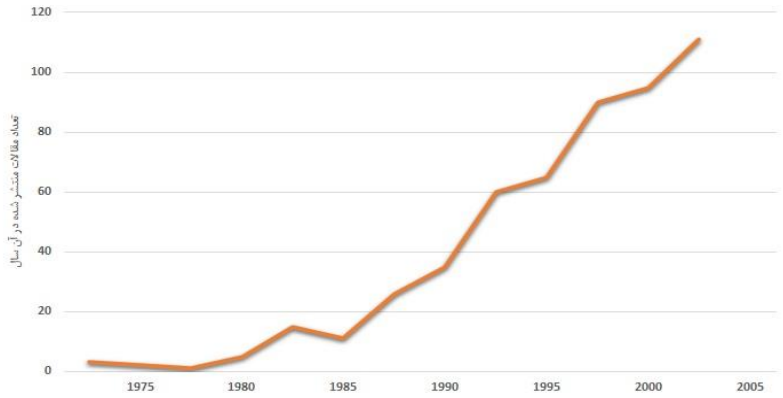
در مقاله چنگ و همکاران (۲۰۰۸) برای انتخاب روش‌ها به جهت پیش‌بینی آینده فناوری‌ها، یک مدل تصمیم‌گیری از نوع AHP فازی توسعه داده شده است. این مدل دارای ۷ معیار ارزیابی روش و همچنین ۵ روش است. قابل توجه است که این روش‌ها، تماما در حوزه روش‌های هوشمندی فناوری نیز قرار می‌گیرد. علی رغم این که در بحث هوشمندی فناوری و حوزه‌های مرتبط با آن، تعداد زیادی روش و تکنیک برای پیش‌برد آن‌ها وجود دارد، اما یک مدل موثر تصمیم‌گیری برای انتخاب از میان آن‌ها توسعه داده نشده است. در همین راستا در این مقاله یک مدل انتخاب از میان ۱۲ روش به همراه ۷ معیار ارزیابی (برای امتیازدهی) توسعه داده شده است. مدل انتخاب از مدل‌های معروف تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM یعنی مدل TOPSIS است که به صورت فازی مورد استفاده قرار گرفته است (İNtepe & etc, 2013). برای حل مشکلات این مدل‌ها، می‌توان در کنار استفاده از مدل‌های انتخاب تصمیم‌گیری چند معیاره یا همان MCDM، از مدل‌هایی برای نمایش گرافیکی گزینه‌ها استفاده کرد. تجزیه و تحلیل مطابقت چندگانه یا همان MCA یک روش گرافیکی (تصویر کردن) آماری است که به کاربر این اجازه را می‌دهد که به نمایش و تجزیه و تحلیل وابستگی میان متغیرها یا گزینه‌ها بپردازد (Dileo, **2009**).

جدول ۳ – معیارهای ارزیابی روش‌های هوشمندی فناوری و آینده‌نگاری فناوری با توجه به مرور ادبیات

معیار ارزیابی	Evaluation Criteria	مراجع
کشف فرصت‌های آینده به دلیل تعیین کردن ترجیحات سرمایه‌گذاری	opportunities Discovering future to specify investment preferences	(Magruk, 2011)
پیش بردن محیط نوآوری و علم	Further setting of innovation and science	(Magruk, 2011)
تشریح اهمیت بحرانی علم و نوآوری	Demonstrating the critical importance of science and innovation	(Cheng and Chen, 2008)
معرفی بازیگران جدید به سازوکار سازمان	Introducing new actors into the policy dialogue	(Magruk, 2011)
تولید ارتباطات جدید میان بخش‌ها و بازارهای مختلف سازمان	Generating networks and new connections between areas, sectors and markets	(Magruk, 2011)
زمان در دسترس بودن	Time in hand	(Keenan, 2001)، (Ashton, 2008 & Porter) (Reger, 2001)
افق زمانی پروژه	Project time horizons	(Keenan, 2001)، (Ashton, 2008 & Porter) (Reger, 2001)
آشنایی اعضا با کاربرد آینده‌نگاری	Acquaintance of participants with foresight applications	(Keenan, 2001)، (Reger, 2001)
صحت داده‌ها	Data validity	(Cheng and Chen, 2008)، (Lowry, 1995)، (2008 Firat,) (& etc, 2002 Mishra)، (1991 Porter & etc,)

در دسترس پذیری داده‌ها	Data availability	Firat,)،(Cheng and Chen, 2008) (2008، (Lowry, 1995)، Mishra) Porter & etc,)،(& etc, 2002 (1991
هزینه‌های اجرا	Implementation costs	Firat,)،(Cheng and Chen, 2008) (2008، (Lowry, 1995)
پیش‌بینی پذیری توسعه فناوری	Predictability of technology development	(Cheng and Chen, 2008)
سادگی اجرا و پیاده‌سازی	Ease of implementation	(Cheng and Chen, 2008)

تجزیه و تحلیل مطابقت‌ای که ما امروز می‌شناسیم، مربوط به کار پژوهشی اولیه بنزکری[۱](۱۹۷۳) و کمی بعد از آن، مقاله هیل[۲] (۱۹۷۴) با عنوان "تجزیه و تحلیل مطابقت، یک روش چندمتغیری از قلم افتاده" است. در شکل ۵ تعداد مقالات منتشر شده در ژورنال‌ها در خصوص تجزیه و تحلیل مطابقت یا همان CA در سال‌های اولیه انتشار این روش توسط بنزکری و هیل ارایه شده است.



شکل ۵ – تعداد مقالات منتشر شده در حوزه CA در طی سال‌های اولیه – به ۲۰۰۴

تجزیه و تحلیل مطابقت یک روش اکتشافی چند متغیره برای تحلیل گرافیکی و عددی تقریبا هر ماتریسی از داده‌های نامنفی است؛ همچنین این روش اصولا برای داده‌های تناوب یا شمارش مورد استفاده قرار می‌گیرد. می‌توان CA را برای تحلیل و رتبه‌بندی، ترجیحات از میان گزینه‌ها، مقایسه زوجی داده‌ها و ... به کار برد (گرینکری، ۲۰۰۶) و از این جنبه کاملا با داده‌های ورودی مسئله انتخاب از میان گزینه‌ها (روش‌های هوشمندی فناوری) منطبق است. تجزیه و تحلیل مطابقت را می‌توان یک نوعی از تجزیه و تحلیل اجزای اصلی یا همان PCA برای داده‌های دسته‌ای دانست، هنگامی که تعریف هندسی PCA نسبت به تعریف آماری آن مدنظر باشد. همانند PCA، ردیف‌ها و ستون‌های ماتریس داده‌ها به عنوان نقاط در یک فضای با بعد بالا در نظر گرفته می‌شوند. اگر به جای دو متغیر کیفی، تعداد بیشتری متغیر وارد مدل شود، یک حالت چندگانه تجزیه و تحلیل مطابقت ایجاد می‌شود که اختصارا به آن MCA گفته می‌شود. در این حالت چندگانه، بحث فاصله مربع کای و آزمون آن نیز مطرح می‌شود (Greenceri, **2006**). بدین ترتیب MCA شباهت‌ها و تفاوت‌ها میان یک سری از متغیرها را به وسیله تفسیر روابط مابین ردیف‌ها و ستون‌های جدول احتمالات در یک فضای با تعداد بعد پایین (عموما دو بعدی XY) نشان می‌دهد. موقعیت هر کدام از ردیف‌ها و ستون‌ها به وضعیت آن‌ها نسبت به همدیگر بستگی دارد و همین نکته استفاده از این روش را

---

[۱] Benzecri

[۲] Hill

در مسئله انتخاب روش‌های هوشمندی فناوری با اهمیت می‌کند (Kazemzade, **2010**).

در پژوهش اسماعیلیان و همکاران (۲۰۱۷) یک مدل ارزیابی و انتخاب روش‌های مرتبط با هوشمندی فناوری با استفاده از تکنیک MCA توسعه یافته است که قابلیت استفاده در مباحث آینده‌نگاری، پیش‌بینی، رصد، پایش و ... فناوری را نیز دارد. در این مدل ۱۲ روش به عنوان ردیف‌های مدل و ۱۳ معیار به عنوان معیارهای ارزیابی این روش‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل برای ارزیابی روش‌های آینده‌نگاری فناوری در حوزه بهداشت و سلامت به کار رفته است و به خوبی توانسته است که وضعیت و کارایی هر کدام از روش‌ها را در سازمان مورد نظر نسبت به دیگر روش‌ها و همچنین نسبت به معیارهای ارزیابی نشان دهد (Esmaelian & etc, 2017)

روش پژوهش

اولین نکته‌ای که در خصوص یک تحقیق باید مشخص شود، نوع آن است. نوع تحقیق می‌تواند کاربردی، توسعه‌ای یا بنیادی باشد یا حالت مرکبی از این سه مدل بر تحقیق حاکم گردد که به چند منظوره مشهور است. می‌توان گفت که نوع این تحقیق تا حد خوبی "کاربردی" است، هر چند که می‌توان آن را چند منظوره نیز لحاظ کرد. هر پارادایم دارای سه رکن هستی‌شناسی، شناخت شناسی و روش شناسی است. شناخت شناسی این پژوهش تا حد زیادی عینی است اما روش شناسی این پژوهش بر مبنای هر دو روش کیفی و کمی قرار گرفته است. لذا می‌توان پارادایم "انتقادی" را برای این پژوهش در نظر گرفت که به دنبال کسب نقاط مثبت هر دو پارادایم اثبات گرایی و تفسیری است. بر همین اساس رویکرد تحقیق نیز به صورت "ترکیبی (کمی و کیفی)" تعیین می‌گردد. همان‌طور که بیان شد، هدف اول این پژوهش بررسی، جمع‌بندی و تعیین یک راهنما برای روش‌های هوشمندی فناوری است. در این بین، ویژگی‌هایی به عنوان ویژگی‌های جمعی نیز شناسایی شده و طی یک جدول در کنار روش‌ها ارایه خواهد شد. تعداد روش‌های قابل استفاده در این حوزه بسیار زیاد است. لذا برای تعیین روش‌های پرتکرار و ورود آن‌ها به مدل انتخاب، از روش Literature Review یا همان مرور ادبیات استفاده خواهد شد. در واقع در این مرحله با استفاده از یک روش کیفی به تعیین یک مجموعه پرتکرار از روش‌ها و ویژگی‌های آن‌ها پرداخته خواهد شد. معیارهای ارزیابی مختلفی برای انتخاب از میان روش‌های هوشمندی فناوری توسط پژوهشگران مختلف ارایه شده است. این معیارها برای سازمان‌های مختلف می‌تواند متفاوت باشد و همچنین اهمیت متفاوتی برای هر کدام از معیارها وجود داشته باشد. بر این اساس همانند قسمت تعیین روش‌ها و ویژگی‌ها، از یک "روش تحقیق کیفی" برای پیش‌برد این قسمت یعنی تحلیل محتوای کیفی استفاده شده است.

به این ترتیب در ادامه به طراحی مدل با استفاده از ترکیب نظرات خبرگان و مدل تجزیه و تحلیل مطابقت چندگانه یا همان MCA پرداخته شده است. در واقع نظرات خبرگان خود سازمان در قالب یک پرسشنامه در مقیاس لیکرت[۱] گرفته می‌شود. سپس با استفاده از مدل MCA، موقعیت روش‌ها در فضای دو بعدی بر اساس امتیازات از معیارها

---

[۱] Likert

نمایش داده می‌شود. این مدل برای ارزیابی و انتخاب روش‌ها در مباحث علم و فناوری مناسب به نظر می‌رسد و نتایج مثبتی داشته است (Esmaelian & etc, 2017). سپس با استفاده از نمودار گرافیکی می‌توان روش(های) برتر را با توجه به معیارهای ارزیابی سازمان و نظرات کارشناسان برای پیش‌برد هوشمندی فناوری در آن حوزه خاص در اختیار گرفت. در ادامه مدل پیشنهادی به صورت مرحله به مرحله تشریح می‌گردد.

مرحله اول تعیین روش‌ها و معیارها خواهد بود که به ترتیب با استفاده از تکنیک‌های مرور ادبیات و تحلیل محتوای کیفی انجام خواهد شد. تعداد روش‌ها برابر با n و تعداد معیارها برابر با m در نظر گرفته می‌شود.

مرحله دوم، ساخت ماتریس احتمالی دو طرفه: سطرهای ماتریس احتمالی دو طرفه را روش‌ها و ستون‌های آن را معیارها تشکیل می‌دهد. مقادیر آن نیز توسط خبرگان با استفاده از مقیاس لیکرت ۱–M رتبه‌بندی خواهد شد، به طوری که M یک عدد صحیح بزرگتر از یک خواهد بود. در این مقیاس عدد ۱ نشان دهنده کمترین اهمیت یا تاثیر و عدد M نشان دهنده بیشترین اهمیت یا تاثیر خواهد بود. به این ترتیب این ماتریس با ابعاد n*m به دست خواهد آمد.

$$D = [x_{ij}]_{\substack{i=1,\dots,n \\ j=1,\dots,m}}$$

مرحله سوم، تکنیک دوبله کردن[1]: در این مرحله تکنیک دوبله کردن برای تعریف یک ماتریس جدید از ماتریس D به کار گرفته خواهد شد. دوبله کردن به معنای باز تعریف هر کدام از مقادیر x_{ij}به یک جفت مقادیر مکمل همدیگر است؛ قطب مثبت یا بالا و قطب منفی یا پایین. قبل از اعمال دوبله کردن، بهتر است که مقادیر امتیازات ماتریس D با کمترین مقدار صفر، مقیاس شوند (گریناکری، ۲۰۰۷). به ترتیب زیر ماتریس F ساخته خواهد شد.

$$C_j^+ = [c_{ij}^+]_{i=1,\dots,n} \quad و \quad c_{ij}^+ = x_{ij} - 1$$

$$C_j^- = [c_{ij}^-]_{i=1,\dots,n} \quad و \quad c_{ij}^- = M - 1 - c_{ij}^+$$

$$F = [C_j^-, C_j^+]_{j=1,\dots,m}$$

برای ادامه پیاده‌سازی تکنیک MCA لازم که است که ستون‌های ماتریس F به ترتیب نشان‌دهنده قطب منفی و قطب مثبت هر معیار باشند. بدین ترتیب ماتریس F به صورت زیر ارایه خواهد شد.

$$F = [f_{ij}]_{\substack{i=1,\dots,n \\ j=1,\dots,2m}}$$

که در آن ترتیب f_{ij} به ازای هر i صورت زیر خواهد بود.

$$f_{i1} = c_{i1}^-,\ f_{i2} = c_{i1}^+, f_{i3} = c_{i2}^-, f_{i4} = c_{i2}^+, f_{i5} = c_{i3}^-, \dots$$

مرحله چهارم، ساخت ماتریس مطابقت چندگانه: در گام بعدی ماتریس مطابقت چندگانه به نام P که تعداد سطرهای آن برابر با تعداد روش‌های هوشمندی فناوری و تعداد ستون‌های آن برابر با دو برابر تعداد معیارهای ارزیابی است، از روی ماتریس F ساخته خواهد شد. بدین ترتیب ماتریس P به صورت زیر ساخته می‌شود.

$$P = [p_{ij}]_{\substack{i=1,\dots,n \\ j=1,\dots,2m}}$$

که در آن

$$p_{ij} = {f_{ij}}/{N} \quad و \quad N = \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{2m} f_{ij}$$

همچنین برای محاسبه آماره مربع کای نیاز به متغیرهای زیر است که از روی عناصر ماتریس P ساخته خواهد شد. به ازای هر ردیف:

$$P_{i+} = \sum_{k=1}^{2m} p_{ik}$$

[1] doubling technique

محاسبه خواهد شد. به ازای هر ستون ماتریس P:

$$P_{+k} = \sum_{i=1}^{n} p_{ik}$$

مرحله پنجم، آزمون مربع کای: برای انجام آزمون مربع کای آماره این آزمون به صورت فرمول زیر از روی ماتریس مطابقت چندگانه ساخته می‌شود.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{2m} \frac{(p_{ik} - \mu_{ik})^2}{\mu_{ik}}$$

این آماره متناظر با یک توزیع مربع کای با (n-1)(2m-1) درجه آزادی است. اگر آماره χ^2 به صورت آماری از مقدار استاندارد این توزیع بزرگتر باشد، آن‌گاه می‌توان گفت که P-value این آزمون از مقدار ۵ درصد کمتر یا مساوی بوده و بدین ترتیب سطرها و ستون‌های ماتریس وابسته هستند. بنابراین این قابلیت وجود دارد که داده‌های دوبله شده در تکنیک MCA به کار گرفته شوند (Esmaelian & etc, 2017).

مرحله ششم، محاسبه ماتریس نهایی امتیازات: در این گام به محاسبه ماتریس امتیازات ردیف (روش‌های هوشمندی فناوری) و امتیازات ستون (معیارهای ارزیابی روش‌ها برای یک سازمان نظامی) می‌پردازیم. بعد از محاسبه این ماتریس‌ها، امکان رسم این نقاط در فضای دو بعدی مهیا خواهد شد.

محاسبه امتیازات ردیف (روش‌های هوشمندی فناوری): ابتدا ماتریس امگا را به صورت مجذور هر کدام از عناصر آماره مربع کای تعریف می‌کنیم.

$$\Omega = \left[{(p_{ik} - \mu_{ik})}\Big/{\sqrt{\mu_{ik}}} \right]$$

این ماتریس دارای ابعاد n*2m است. سپس SVD ماتریس امگا را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم. در واقع SVD ماتریس امگا را به صورت زیر به سه ماتریس تجزیه می‌کند که حاصل ضرب این سه ماتریس، ماتریس اولیه را حاصل می‌شود.

$$\Omega = V\Lambda W^T$$

که در آن V و W دو ماتریس به صورت VV^T=WW^T=I با ابعاد به ترتیب n*n و 2m*2m هستند. همچنین ماتریس Λ یک ماتریس قطری با ابعاد n*2m است که عناصر غیر صفر آن مقادیر یکتای ماتریس امگا است. پس از اجرای SVD، ماتریس امتیازات ردیف به صورت زیر قابل محاسبه خواهد بود.

$$R = \sigma_r V\Lambda$$

که در آن ماتریس σ_r یک ماتریس قطری است که به وسیله مقادیر P_{i+} به صورت زیر محاسبه می‌شود.

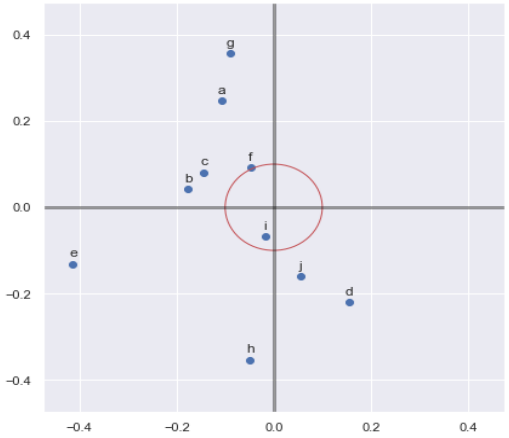
$$\sigma_r = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{P_{1+}}} & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{P_{n+}}} \end{bmatrix}$$

در نهایت ماتریس R، ماتریس امتیازات ردیف خواهد بود که با برداشتن دو ستون اول آن به عنوان محور X و Y، نقاط را در فضای دو بعدی رسم می‌کنیم. امتیازات ستون مربوط به نمایش معیارهای ارزیابی است که در فرایندی شبیه امتیازات ردیف محاسبه می‌شود.

مرحله هفتم، رسم نقاط داده: پس از محاسبه ماتریس امتیازات ردیف که نشان‌دهنده موقعیت روش‌ها نسبت به یکدیگر با توجه به معیارهای ارزیابی است، نمودار نقطه‌ای این داده‌ها در فضای دو بعدی قابل رسم است. برای مشاهده نحوه ترسیم و ظاهر نمودار، این تکنیک برای داده‌های تصادفی با n=10 و m=5 در نمودارهای زیر نمایش داده شده است.

---

singular value decomposition[۱]



شکل ۶ – نحوه نمایش موقعیت نقطه داده‌های ردیف برای اعداد تصادفی

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

روش‌های مورد استفاده در فرایندهای مختلف یک نظام و یا مدل هوشمندی فناوری، دارای دامنه بسیار گسترده‌ای هستند و اشتراکات زیادی با روش‌های مورد استفاده در حوزه‌های مشابه مانند آینده‌نگاری[۱] فناوری، پیش‌بینی[۲] فناوری، پویش[۳] پایش[۴] و رصد[۵] فناوری دارند. در کنار معرفی روش‌ها، ویژگی‌هایی تحت عنوان ویژگی‌های جمعی نیز برای این روش‌ها ارایه شده است. در جدول ۴ لیست روش‌های هوشمندی فناوری انتخاب شده بر اساس مرور ادبیات به همراه ویژگی‌های جمعی آن‌ها ارایه شده است. این روش‌ها به عنوان ورودی مدل "انتخاب از میان روش‌های هوشمندی فناوری" در نظر گرفته می‌شود و در واقع ردیف‌های مدل MCA را تشکیل می‌دهند. سپس در خروجی مدل MCA هر کدام از این روش‌ها به عنوان یک نقطه داده در نظر گرفته می‌شود و در فضای دو بعدی در کنار معیارهای ارزیابی ترسیم می‌شود. در جدول ۴ تعداد ۱۲ عدد از روش‌های منتخب هوشمندی فناوری به همراه چند مثال از نمونه‌های مورد استفاده آن‌ها در مباحث مربوط به انتخاب از میان روش‌های هوشمندی فناوری شود. در واقع این اطلاعات، در هنگام پر کردن فرم ارزیابی مدل انتخاب، در اختیار خبرگان قرار می‌گیرد.

جدول ۴ – روش‌های منتخب اولیه هوشمندی فناوری به همراه ویژگی‌های جمعی

ردیف	روش هوشمندی فناوری	TI Method	میزان کمی یا کیفی بودن			نحوه ایجاد اطلاعات		سطح به‌کارگیری		نمونه موردی
			کمی	نیمه کمی	کیفی	هنجاری	اکتشافی	فردی	سازمانی	
۱	کتابشناختی	Bibliometrics			●	●		●		(Georghiou, 2008)؛ (Namdarian & Naghizadeh, 2019)؛ (Martino, 1993)
۲	طوفان فکری	Brainstorming		●		●	●		●	(Omran & Khorshid, 2014)؛ (عطاللهی و همکاران، ۱۳۹۵)؛ (Narchal & etc, 1987)
۳	دلفی	Delphi		●			●	●	●	(Gordon, 2009)؛ (علیدوستی، ۱۳۸۵)؛ (Grupp & Linstone, 1999)
۴	پویش محیط	Environmental scanning		●		●			●	(Lu & You, 2018)؛ (کیانی، ۱۳۹۲)؛ (Dastranj and etc, 2018)

---

foresighting[۱]
forecasting[۲]
scanning[۳]
monitoring[۴]
scouting[۵]

۵	تحلیلPatent	Patent analysis	•				•	•	(Ramadurai & Becattini, 2011)؛ (United Nations Industrial Development Organization, 2004)؛
۶	درخت ارتباط	Relevance trees		•	•	•	•	•	(Ruotsalainen, 2008)؛ (Zhou & etc, 2020)؛ (مجیدفـــر و همکاران، ۱۳۸۸)
۷	نقشه راه	Roadmapping		•		•		•	(Millett & Honton, 1991)؛ (Lee & Green, 2015)؛ (Porter & etc, 1991)؛ (Daim & etc, 2006)
۸	تحلیلSOWT	SWOT		•	•	•			(Duarte & etc, 2006)
۹	پویایی سیستم	System dynamic	•	•	•			•	(Blackman, 1971)
۱۰	متن کاوی	Text mining		•	•		•		(Gordon, 2009)؛ (Agami & etc, 2010)؛ (Abbasi & etc, 2017)
۱۱	برون‌یابی روند	Trend extrapolation	•	•	•				(Cesaroni & etc, 2013)؛ (Meybodi, 2010)؛ (Forsati & Kim & etc, 2011)
۱۲	تحلیل اثر روند	Trend impact analysis	•	•	•				(Yeo & etc, 2015)؛ (Cheng & Chen, 2008)؛ (Gibson & etc, 2018)

روش‌های هوشمندی فناوری باید با استفاده از معیارها مرتبط و مناسب ارزیابی شوند. در معیارهای ارزیابی طراحی شده برای مدل انتخاب روش‌های هوشمندی فناوری یعنی MCA ارایه شده است. تعداد این معیارها برابر با ۸ عدد در نظر گرفته شده و بر اساس روش مرور ادبیات و تحلیل محتوای کیفی، تعیین شده است. پس از تعیین لیست اولیه روش‌های هوشمندی فناوری و همچنین معیارهای ارزیابی، نوبت به اجرای مدل انتخاب از میان روش‌ها با توجه به معیارهای ارزیابی می‌رسد. نکته قابل توجه در این مرحله این است که این مدل با همه اجزای آن برای یک سازمان نظامی طراحی شده است.

جدول ۵ – معیارهای ارزیابی طراحی شده برای مدل انتخاب روش‌های هوشمندی فناوری

ردیف	معیار ارزیابی	Evaluation Criteria	مراجع
C1	مدت زمان اجرای روش	Duration time of method	(Lichtenthaler, 2005)، (Keenan, 2001)، (Porter & Ashton, 2008)، (Reger, 2001)
C2	صحت داده‌های مورد نیاز برای استفاده	Data validity for using	(Cheng & etc, 2008)، (Firat, 2008)، (lowry, 1995)، (Mishra & etc, 2002)، (Porter & etc, 2001)
C3	در دسترس‌پذیری داده‌های مورد نیاز برای استفاده	Data availability for using	(Cheng & etc, 2008)، (Firat, 2008)، (lowry, 1995)، (Mishra & etc, 2002)، (Porter & etc, 2001)
C4	هزینه‌های اجرای روش (نیروی انسانی، داده، سخت افزار و نرم افزار)	Implementation costs of method	(Lichtenthaler, 2005)، (Cheng & etc, 2008)، (Firat, 2008)، (lowry, 1995)
C5	سادگی اجرا و پیاده‌سازی	Ease of implementation	(Cheng & etc, 2008)

C6	آشنایی متخصصان سازمان با روش و نحوه اجرایی ساختن آن	Familiarize the organization's experts with the method and how to use it	اسناد بالادستی دفاعی امنیتی، (Lichtenthaler, 2005)
C7	تطابق پذیری روش با محیط یک سازمان نظامی	Method adaptability with a military organization	اسناد بالادستی دفاعی امنیتی
C8	حفاظت از اطلاعات محرمانه سازمان نظامی	Confidential information protection of the military organization	اسناد بالادستی دفاعی امنیتی

مدل طراحی شده برای این مسئله باید به وسیله یک زبان برنامه‌نویسی پیاده‌سازی شود. بدین ترتیب از زبان برنامه‌نویسی پایتون[۱] که محبوب‌ترین زبان برنامه‌نویسی در حوزه تحلیل داده است، استفاده شده است. این زبان برنامه‌نویسی از نوع منبع باز[۲] و رایگان است و تمامی محاسبات مربوط به مدل و روش MCA توسط پژوهش‌گر پیاده‌سازی شده است. همچنین برای هر کدام از معیارهای ارزیابی نیز یک شماره در کنار حرف C –که نماینده کلمه لاتین Criteria است– قرار گرفته است. ردیف‌های ماتریس احتمالی دو طرفه (ماتریس D)، روش‌ها و ستون‌های آن معیارهای ارزیابی است. برای پر کردن ماتریس احتمالی دو طرفه از مقیاس لیکرت با عدد ماکزیمم ۲۰ (Esmaelian & etc, 2017) استفاده شده است. عدد ۲۰ نشان‌دهنده بیشترین امتیاز یا تاثیر و عدد ۱ نشان‌دهنده کمترین امتیاز یا تاثیر به آن معیار خاص است. در این مرحله به خبرگان و نیروهای متخصص فرایند هوشمندی فناوری در سازمان که قصد تکمیل فرم پرسشنامه را دارند، معیارهای ارزیابی توضیح داده می‌شود. سپس از آن‌ها خواسته می‌شود که در مقیاس لیکرت ۱–۲۰ هر روش را برای تمامی معیارها نمره‌دهی کنند. در

جدول ۶ ماتریس F قابل مشاهده است که با تکنیک دوبله کردن از روی ماتریس D ساخته شده است. در این ماتریس تعداد ستون‌ها دو برابر شده است. در واقع برای هر معیار (ستون ماتریس D)، یک قطب مثبت با علامت اختصاری _pos و یک قطب منفی با علامت اختصاری _neg محاسبه شده است. علت استفاده از تکنیک دوبله کردن یا همان doubling technique، شبیه کردن داده‌های رتبه‌بندی در مقیاس لیکرت به داده‌های تناوب (تکرار)[۳] است که مناسب برای مدل MCA نیز هست.

جدول ۶ – ماتریس F ساخته شده از روی ماتریس D با تکنیک دوبله کردن

	c1_pos	c1_neg	c2_pos	c2_neg	c3_pos	c3_neg	c4_pos	c4_neg	c5_pos	c5_neg	c6_pos	c6_neg	c7_pos	c7_neg	c8_pos	c8_neg
bib	9	10	17	2	17	2	13	6	17	2	1	18	6	13	8	11
brs	0	19	12	7	1	18	3	16	0	19	8	11	0	19	2	17
del	16	3	5	14	11	8	12	7	5	14	11	8	5	14	8	11
ens	4	15	15	4	0	19	8	11	12	7	18	1	8	11	13	6
pta	4	15	13	6	15	4	13	6	12	7	11	8	5	14	16	3
rlt	11	8	13	6	11	8	15	4	13	6	8	11	13	6	12	7
rdm	18	1	9	10	16	3	10	9	16	3	2	17	18	1	3	16
swt	2	17	10	9	17	2	7	12	12	7	7	12	14	5	5	14
syd	14	5	6	13	10	9	12	7	0	19	11	8	11	8	1	18
txm	10	9	3	16	9	10	15	4	5	14	5	14	17	2	18	1
tde	6	13	15	4	1	18	4	15	14	5	7	12	5	14	1	18
tia	18	1	17	2	3	16	18	1	15	4	7	12	6	13	8	11

برای نمونه، محاسبات ماتریس F برای یک $x_{rt} = 6$ فرضی به صورت زیر خواهد بود:

---

۱ Python

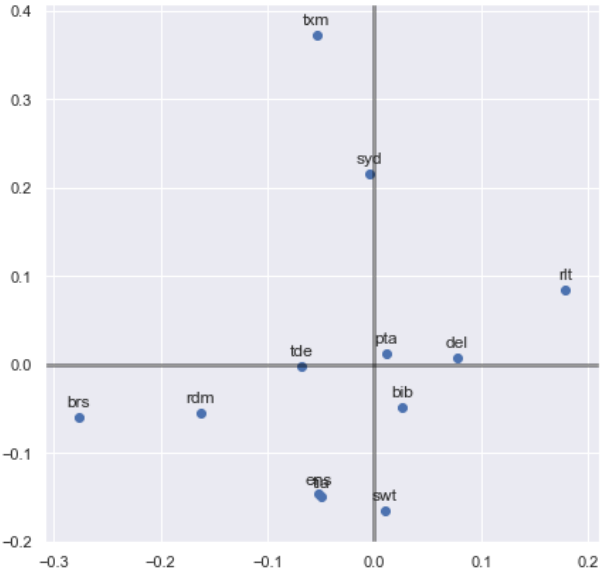
۲ Open source

۳ frequency

$$c_{rt}^{+} = 6 - 1 = 5$$

$$c_{rt}^{-} = 20 - 1 - 5 = 14$$

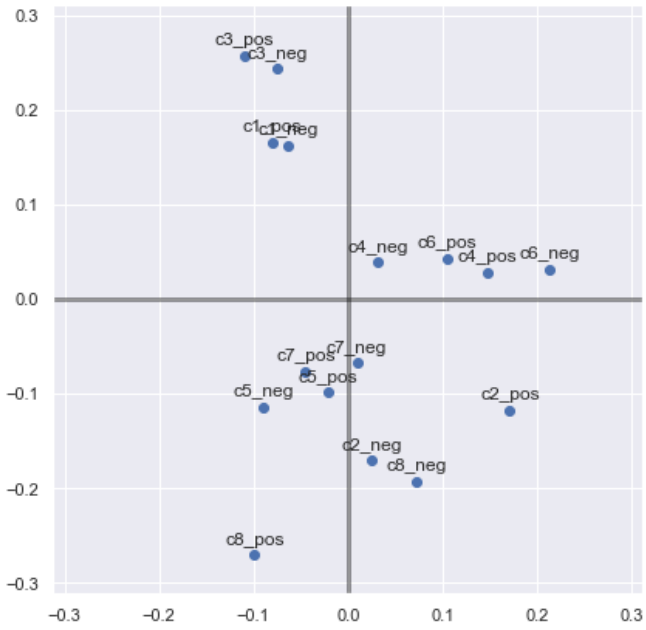
سپس در مرحله بعد ابتدا ماتریس مطابقت از روی ماتریس F به نام ماتریس P ساخته شده است. همچنین در این مرحله، پارامترها و جداول مرتبط برای انجام آزمون مربع کای محاسبه شده است. به ازای هر سطر ماتریس P یک P_{i+} و به ازای هر ستون آن یک P_{+k} محاسبه می‌شود. سپس بر اساس فرمول‌های فصل سوم، ماتریس miu محاسبه می‌شود. عدد این آماره برای نمونه مورد بررسی در این فصل برابر با عدد ۳۱,۸ شده است. بدین ترتیب مقدار به دست آمده برای آماره به صورت آماری از مقدار استاندارد بالاتر است و لذا به صورت آماری یک تفاوت معناداری میان توزیع ورودی‌ها وجود دارد. در نتیجه امکان انجام مدل MCA برای این داده‌ها فراهم می‌شود. در ادامه ماتریس امتیازات ردیفی (روش‌ها) و ماتریس امتیازات ستونی (معیارها) محاسبه می‌شود. برای این منظور ابتدا ماتریس باقیمانده‌ها که با نام امگا شناخته می‌شود، محاسبه می‌گردد. سپس با استفاده از ماتریس امگا ماتریس امتیازات ردیفی که نماینده روش‌های هوشمندی فناوری هستند، محاسبه می‌شود. این ماتریس روش‌ها را در فضای دو بعدی X و Y ترسیم می‌کند تا به موقعیت مکانی هر کدام نسبت به همدیگر و مبدا دست پیدا کنیم. با همین فرایند و با استفاده از ترانهاده ماتریس امگا و انجام عملیات SVD بر روی آن، ماتریس امتیازات ستونی که نماینده معیارهای ارزیابی روش‌های هوشمندی فناوری برای یک سازمان نظامی است، محاسبه می‌شود. توجه شود که ردیف‌های ماتریس امتیازات ستونی دو برابر تعداد معیارها یعنی برابر با عدد ۱۶ است. همانند ماتریس امتیازات ردیفی، این ماتریس نیز دارای دو ستون X و Y است و می‌توان به وسیله آن‌ها، معیارها را در فضای دو بعدی کارتزین ترسیم کرد. پس از تعیین ماتریس محاسبات ردیفی و ستونی، نوبت به رسم نقاط داده مربوط به روش‌ها و معیارها می‌رسد. در شکل ۷ موقعیت مکانی نقاط داده ردیفی که نشان‌دهنده موقعیت روش‌های هوشمندی فناوری هستند، ترسیم شده است.



شکل ۷ – رسم موقعیت نقاط داده روش‌های هوشمندی فناوری در فضای دو بعدی

این نقشه ادراکی می‌تواند فاصله و تفاوت میان دو روش مشخص را برای تصویرسازی کند. در واقع با استفاده از این نقشه دو بعدی می‌توان دریافت که کدام دو روش هوشمندی فناوری به هم شباهت دارند و کدام‌ها متفاوت از همدیگر هستند. دو روشی که در این نقشه به هم نزدیک باشند، در امتیازگیری از معیارهای ارزیابی شبیه به هم بوده‌اند. همچنین میزان نزدیک بودن به مبدا نمودار نیز دارای نکات با اهمیتی است که در فصل پنجم در خصوص تفسیر آن، صحبت به میان خواهد آمد. در شکل ۸ نیز موقعیت مکانی نقاط داده ستونی که نشان‌دهنده موقعیت معیارهای ارزیابی

برای مدل انتخاب روش‌های هوشمندی فناوری هستند، ترسیم شده است.



شکل ۸ – رسم موقعیت نقاط داده معیارهای ارزیابی روش‌های هوشمندی در فضای دو بعدی

در شکل ۸ معیارهای ارزیابی دوبله شده در فضای دو بعدی یک نقشه ادراکی ترسیم شده است. در واقع برای نمایش هر معیار دو قطب مثبت و منفی آن در نظر گرفته شده است. در فصل پنجم در خصوص تفسیر این نتایج و همچنین نحوه انتخاب روش(های) هوشمندی فناوری مناسب برای سازمانی که این مدل در آن پیاده‌سازی می‌شود، ارایه خواهد شد.

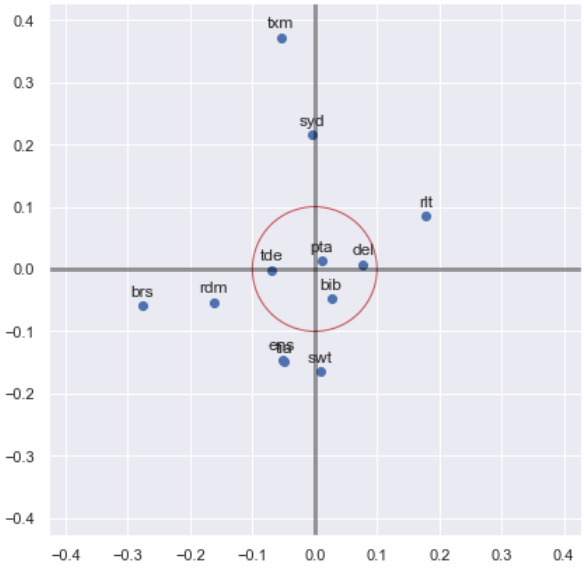
بحث و نتیجه‌گیری

روش‌هایی را که در زمره روش‌های هوشمندی فناوری به عنوان ابزارهای پیش‌برد این فرایند (یا نظام) می‌توان برشمرد، بسیار زیاد است و با توجه به منابع و ادبیات این حوزه، بیش از ۱۲۰ روش مختلف ذکر شده است. بدین منظور در این پژوهش با استفاده از تکنیک مرور ادبیات با تمرکز بر حوزه هوشمندی فناوری، سعی شد که لیستی اولیه از روش‌های پر تکرار و با اهمیت‌تر ارایه شود. با کمی عمیق شدن در ادبیات و پژوهش‌های پیشین از یک سو و بررسی نیازمندی‌های این حوزه از سویی دیگر، مهم‌ترین کمبود در بحث روش‌های هوشمندی فناوری یک مدل برای انتخاب مجموعه‌ای از روش‌های هوشمندی فناوری مناسب یک سازمان خاص است. این هدف در این پژوهش دنبال شد و یک مدل عام برای پیاده‌سازی در سازمان‌ها با محوریت نیروهای مسلح طراحی و پیاده‌سازی شد. با این حال با توجه به پژوهش‌های انجام شده و مرور ادبیات، می‌توان ابراز داشت که روش "دلفی"[1] یک روش همیشگی و موثر در پیش‌برد فرایندهای هوشمندی فناوری بوده است. لذا پیشنهاد می‌شود که همیشه استفاده از روش دلفی در کنار سایر خروجی‌های مدل انتخاب، در دستور کار متولیان و کارشناسان نظام هوشمندی فناوری قرار بگیرد. در این پژوهش سعی شد که با استفاده از تحلیل محتوا، مرور ادبیات و همچنین توجه به توابع هدف نیروی‌های مسلح، یک لیست ۸تایی از معیارهای مهم و اثر گذار تعیین شود. در این میان معیارهای هزینه، آشنایی با روش توسط متخصصان سازمان، داده‌های مورد نیاز، سازگاری با سازمان‌های نظامی و همچنین حفاظت اطلاعات دیده می‌شود. در این میان توجه به این نکته ضروری است که مرحله تعیین معیارهای

[1] Delphi

ارزیابی، تا حد زیادی وابسته به نمونه است. یعنی این که این سیستم در چه سازمانی پیاده‌سازی می‌شود، بر تعیین معیارهای ارزیابی تاثیر مستقیم دارد. با این حال در این پژوهش سعی شده است هم لیست معیارها دارای جامعیت باشد و هم در راستای اهداف نیروی‌های مسلح جمهوری اسلامی ایران باشد.

در این پژوهش یک مدل انتخاب و ارزیابی برای تعیین روش‌های هوشمندی فناوری مناسب و موثر در یک سازمان نظامی طراحی و توسعه شد. این مدل از ۷ مرحله اصلی و شامل دو قسمت کیفی و کمی تشکیل شده است که در کنار هم، یک فرایند قدرتمند را برای انتخاب روش‌ها ایجاد کرده است. در مرحله اول به کمک تکنیک مرور ادبیات (قسمت کیفی) لیستی اولیه از روش‌های هوشمندی فناوری و همچنین معیارهای ارزیابی تهیه شد. سپس در سایر مراحل (قسمت کمی) با طراحی و توسعه یک مدل ریاضی–آماری به نام MCA، هدف انتخاب از میان روش‌های هوشمندی فناوری پاسخ داده شد. در شکل ۹ موقعیت روش‌های هوشمندی فناوری نسبت به یکدیگر و معیارهای ارزیابی ترسیم شده است. روش‌هایی که نزدیک به همدیگر هستند از لحاظ معیارهای ارزیابی شباهت زیادی به یکدیگر دارند؛ در مقابل روش‌هایی که در فاصله دورتر نسبت به همدیگر قرار گرفته‌اند، از شباهت کمتری برخوردار هستند.



شکل ۹ – تعیین روش‌های برگزیده بر اساس روش MCA

از طرفی نزدیک بودن به مبدا نمودار نشان‌دهنده امتیازدهی متعارف و برتر نسبت به همه معیارهای ارزیابی است. لذا با ترسیم یک دایره با شعاع دلخواه و مرکزیت مبدا نمودار، می‌توان روش‌های برتر را با توجه به معیارهای ارزیابی انتخاب کرد. یکی از مزیت‌های مهم این روش انتخاب همزمان چند روش هوشمندی فناوری به منظور پوشش همه جوانب مرتبط با فناوری‌ها است که با تغییر شعاع دایره، می‌توان تعداد بیش‌تری روش را انتخاب کرد. در این مسئله با این داده‌های ورودی، چهار روش دلفی (del)، تحلیل پتنت (pta)، کتابشناختی (bib) و برون‌یابی روند (tde) انتخاب شده است. اولین مزیت این مدل، استفاده همزمان از مدل‌های کیفی و کمی برای طراحی و توسعه یک مدل جامع برای انتخاب روش‌های هوشمندی فناوری بوده است. در واقع مدل ارایه شده به طور همزمان مزیت‌های مدل‌های کیفی و کمی را دارا است. مزیت مهم بعدی استفاده از روش MCA است. استفاده از MCA به جای استفاده از روش‌های سلسله مراتبی مانند AHP یا ANP به کاهش قضاوت و subjectivity در فرایند ارزیابی و انتخاب، کمک زیادی می‌کند. همچنین ساختار سلسله مراتبی به دلیل تخصیص نا دقیق وزن‌ها به معیارها و گزینه‌ها، ممکن است که به مسئله (انتخاب روش‌های هوشمندی فناوری) منطبق نشود و در جواب نهایی انحراف ایجاد کند.

با این حال توجه به دو نکته در پژوهش‌های آینده مطلوب به نظر می‌رسد. یکی اینکه از فضای سه بعدی برای محاسبه

و سپس نمایش دقیق‌تر روش‌های هوشمندی فناوری استفاده شود. نکته دیگر این که در مرحله دوبله کردن، می‌توان از داده‌های پیوسته که به مسائل دنیای واقعی نیز نزدیک‌تر است، استفاده کرد.

منابع

عطاالهی، فاطمه، دهنویه، رضا، آتشبهار، ام البنین. (۱۳۹۵). آینده‌پژوهی با استفاده از تکنیک پویش محیطی. مطالعات راهبردی سیاستگذاری عمومی, ۶(۲۱), ۹-۷.

علیدوستی، سیروس، (۱۳۸۵)، روش دلفی: مبانی، مراحل و نمونه‌هایی از کاربرد، فصلنامه علمی ترویجی مدیریت و توسعه، شماره ۳۱

فتح الله زاده، سینا و مهدی زاده، رسول، (۱۳۹۲)، مروری بر روش های تصمیم گیری چند معیاره، دومین همایش ملی علوم مدیریت نوین،گرگان

کیانی فلاورجانی، فرهاد، (۱۳۹۲)، نقشه راه تکنولوژی روشی برای آینده‌پژوهی و دید فناوری در تولید فناوری‌های نوین دفاعی در حوزه پدافند غیر عامل، ششمین کنگره انجمن ژئوپلتیک ایران پدافند غیرعامل، مشهد، انجمن ژئوپلتیک ایران، دانشگاه فردوسی مشهد

مجیدفر فرزان، مجیدفر فرشید، محمدی کمال، معصومی غلامعلی، تفضلی شادپور محمد. (۱۳۸۸) پیش‌بینی نوآوری‌های تکنولوژیک خودروهای هیبرید توسط فرآیند پیشنهادی داده‌کاوی در پایگاه‌های داده ای اختراعات ثبت شده: مورد کاوی سیستم کنترل هیبرید. همایش مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن (آینده نگاری نوآوری در تحقیق و توسعه)

Abbasi, M., Vassilopoulou, P., & Stergioulas, L. (2017). Technology roadmap for the Creative Industries. Creative Industries Journal, 10(1), 40-58.

Agami, N., Saleh, M., & El-Shishiny, H. (2010). A fuzzy logic based trend impact analysis method. Technological Forecasting and Social Change, 77(7), 1051-1060.

Cesaroni, F., Baglieri, D., & Orsi, L. (2013). Learning from Patents: An Application of Technology Intelligence in Nanotechnology. In Organizational Change and Information Systems (pp. 247-255). Springer, Berlin, Heidelberg.

Cheng, A. C., & Chen, C. Y. (2008). The technology forecasting of new materials: the example of nanosized ceramic powders. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, *4*, 88-110.

Cheng, A. C., Chen, C. J., & Chen, C. Y. (۲۰۰۸). A fuzzy multiple criteria comparison of technology forecasting methods for predicting the new materials development. Technological Forecasting and Social Change, ۷۵(۱), .۱۳۱-۱۴۱

Daim, T. U. , Rueda, G. , Martin, H. and Gerdsri P. (2006). Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis. Technological Forecasting and Social Change, 73 (8), 981-1012.

Dastranj, N., Ghazinoory, S., & Gholami, A. A. (2018). Technology roadmap for social banking. Journal of Science and Technology Policy Management

Duarte, C., Ettkin, L. P., Helms, M. M., & Anderson, M. S. (2006). The challenge of Venezuela: a SWOT analysis. Competitiveness Review: An International Business Journal.

Esmaelian, M., Tavana, M., Di Caprio, D., & Ansari, R. (۲۰۱۷). A multiple correspondence analysis model for evaluating technology foresight methods. Technological Forecasting and Social Change, ۱۲۵, .۱۸۸-۲۰۵

Forsati, R., & Meybodi, M. R. (2010). Effective page recommendation algorithms based on distributed learning automata and weighted association rules. Expert Systems with Applications, 37(2), 1316-1330.

Georghiou, L. (Ed.). (2008). *The handbook of technology foresight: concepts and practice*. Edward Elgar Publishing.

Gibson, E., Daim, T., Garces, E., & Dabic, M. (2018). Technology foresight: A bibliometric analysis to identify leading and emerging methods. Форсайт, 12(1 (eng)).

Gordon, T. J. (2009). The Delphi method in futures research methodology-V3. 0. *The Millennium Project*.

Grupp, H., & Linstone, H. A. (1999). National technology foresight activities around the globe: resurrection and new paradigms. *Technological Forecasting and social change*, *60*(1), 85-94.

Halicka, K. (2016). Innovative classification of methods of the Future-oriented Technology Analysis. Technological and Economic Development of Economy, 22(4), 574-597.

Intepe, G., Bozdag, E., & Koc, T. (۲۰۱۳). The selection of technology forecasting method using a multi-criteria interval-valued intuitionistic fuzzy group decision making approach. Computers & Industrial Engineering, ۶۵(۲), .۲۷۷-۲۸۵

Kerr, C. I. , Mortara, L. , Phaal, R. , & Probert, D. R. (۲۰۰۶). A conceptual model for technology intelligence. International Journal of Technology Intelligence and Planning, ۲(۱), .۷۳-۹۳

Omran, A. M., & Khorshid, M. (2014). Intelligent environmental scanning approach (a case study: the Egyptian wheat crop production). *IERI Procedia*, *7*, 28-34.

Porter, A. L., Roper, A. L., Mason, T. W., Rossini, F. A., & Banks, J. (1991). Forecasting and management of technology.

Porter, A. L., & Ashton, W. B. (2008). Foresight in the USA. The Handbook of Technology Foresight, 154-169.

Ramadurai, B. , Becattini, N. (2011). Classification of technology forecasting methods: strengths, weaknesses and integrability analyses, Futures Research Methodology, , v 1

Reger, G. (2001). Technology foresight in companies: from an indicator to a network and process perspective. Technology Analysis & Strategic Management, 13(4), 533-553.

Ruotsalainen, L. (2008). Data mining tools for technology and competitive intelligence .

Savioz, P. (۲۰۰۳). Technology intelligence: concept design and implementation in technology based SMEs. Springer.

Shehabuddeen, N. T., & Probert, D. R. (2004, October). Excavating the technology landscape: deploying technology intelligence to detect early warning signals. In 2004 IEEE International Engineering Management Conference (IEEE Cat. No. 04CH37574) (Vol. 1, pp. 332-336). IEEE.

United Nations Industrial Development Organization (2004). Foresight Methodologies, Training Module 2 .

Yeo, W. , Kim, S. , Park, H. and Kang, J. (2015). A bibliometric method for measuring the degree of technological innovation. Technological Forecasting and Social Change, 95, 152-162.

Zhou, Y. , Dong, F. , Liu, Y. , Li, Z. , Du, J. , & Zhang, L. (2020). Forecasting emerging technologies using data augmentation and deep learning. Scientometrics, 1-29.

Kim, C., Lee, H., Seol, H., & Lee, C. (2011). Identifying core technologies based on technological cross-impacts: An association rule mining (ARM) and analytic network process (ANP) approach. Expert Systems with Applications, 38(10), 12559-12564.

Lee, L. , and Green, E. (2015). Systems Thinking and its Implications in Enterprise Risk Management. Journal of Information Systems. Vol. 29, No. 2. pp. 195–210

Lichtenthaler, E. R. V. (2000). Organisation der Technology Intelligence: eine empirische Untersuchung in technologieintensiven, international tätigen Grossunternehmen (Doctoral dissertation, ETH Zurich).

Lichtenthaler, E. (۲۰۰۵). The choice of technology intelligence methods in multinationals: towards a contingency approach. International Journal of Technology Management, ۳۲(۳-۴), ۳۸۸-۴۰۷.

Lu, H., & You, H. (2018). Roadmap modeling and assessment approach for defense technology system of systems. *Applied sciences*, *8*(6), 908.

Magruk, A. (۲۰۱۱). Innovative classification of technology foresight methods. Technological and Economic Development of Economy, (۴), ۷۰۰-۷۱۵.

Martino, J. P. (1993). Technological forecasting for decision making. McGraw-Hill, Inc.

Millett, S. M. , & Honton, E. J. (1991). manager's guide to technology forecasting and strategy analysis methods. Battelle Press.

Mishra, S., Deshmukh, S. G., & Vrat, P. (۲۰۰۲). Matching of technological forecasting technique to a technology. Technological Forecasting and Social Change, ۶۹(۱), ۱-۲۷.

Magruk, A. (2011). Innovative classification of technology foresight methods. *Technological and Economic Development of Economy*, (4), 700-715.

Namdarian, L., & Naghizadeh, R. (2019). Strategic Intelligence in Science, Technology and Innovation Policy Making (STI). *Journal of*, *11*(2).

Narchal, R. M., Kittappa, K., & Bhattacharya, P. (1987). An environmental scanning system for business planning. *Long Range Planning*, *20*(6), 96-105.

Identifying Technology Intelligence Methods (TIMs) and their Characteristics and Designing a Selection Model from TIMs

Abstract:
Technological intelligence as an acquisition and transfer of technological information from the process through which the organization gains an insight into technological threats and opportunities is a necessity for organizations. This necessity is doubled for defense security organizations according to their nature, goals and tasks. The vast majority of technology intelligence models have spoken of the importance of addressing TIMs. This importance becomes even more apparent when, according to experts in the field such as Savioz and Kerr, it is less addressed in researchs; although important parts of the processes and steps of implementing technology intelligence are tied to TIMs. Therefore, the main purpose of this study is to identify the methods used in technology intelligence and determine a model for selecting appropriate methods for technology intelligence using appropriate criteria. The method is that at first, the widely used methods in the technology intelligence literature are determined by the literature review technique. Then, the evaluation criteria of TIMs are extracted based on literature review and qualitative content analysis. In the final step, these criteria, along with the features, enter the designed selection model. An important feature of the selection model of this research, the MCA model, is that it can dynamically determine a set of superior methods in accordance with the needs of the organization. Therefore, research can help the organization in the process of identifying and selecting appropriate methods of technological intelligence, to reduce the costs of wrong choice in the process of technological intelligence as much as possible.

Key words: Technology Intelligence, Technology Intelligence Methods, Evaluation Criteria, Selection Model, MCA method