

نشریه علمی - پژوهشی بهبود مدیریت
سال نهم، شماره ۱، پیاپی ۲۷، بهار ۱۳۹۴
صفحات ۷۸ - ۵۷

توسعه الگویی برای انتخاب روش مناسب انتقال فن آوری (مطالعه موردی: فن آوری ساخت و کاربرد تجهیزات فن آوری نانو در ایران)

(تاریخ دریافت: ۹۳/۰۲/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۷)

علی اصغر توفیق^۱، سعیده شکوهی^{۲*}

چکیده

همگام شدن با تغییرات فن آوران در عرصه بین المللی برای کشورهای در حال توسعه همچون ایران، نیازمند افزایش توانمندی داخلی در زمینه فن آوری های نوین پیشرفته است. اما لزوم دستیابی سریع به دلیل دوره عمر کوتاه این فن آوری ها، ضرورت به کارگیری روش های مکمل تحقیق و توسعه داخلی نظیر انتقال فن آوری را بدیهی ساخته است. البته، در شرایط تحریم، مساله انتقال فن آوری صورت جدیدی به خود می گیرد. مقاله حاضر با ارایه مدلی برای انتخاب روش مناسب انتقال فن آوری سعی در تسهیل این فرآیند نموده و در مطالعه موردی، تمرکز اصلی را بر تجهیزات فن آوری نانو به عنوان زیرساخت اصلی توسعه نانو فن آوری قرار داده است. روش پژوهش در این مطالعه، بر دو رویکرد کیفی و کمی استوار است. در بخش کیفی، از روش مصاحبه عمیق و پرسش نامه نیمه ساخت یافته برای استخراج عوامل موثر بر انتقال فن آوری بهره گرفته شده است و در ادامه با استفاده از تکنیک های داده کاوی نظیر روش آنالیز فاکتور و خوشه بندی سلسله مراتبی به توسعه مدل انتخاب گر روش انتقال فن آوری پرداخته شده است. در آخر، برای سنجش اعتبار مدل حاصل، در یک مطالعه موردی با محوریت تجهیزات نانو و با تکنیک تحلیل سلسله مراتبی، روش تحقیق و توسعه مشترک به عنوان مناسب ترین روش انتقال فن آوری در مساله مورد نظر انتخاب شده است.

واژگان کلیدی:

انتقال فن آوری، مدل انتخاب گر روش انتقال فن آوری، روش انتقال فن آوری، تجهیزات فن آوری نانو، توانمندسازی داخلی

۱- دانشیار دانشکده مهندسی صنایع و سیستم های مدیریت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر tofigh@merc.ac.ir
۲* - کارشناس ارشد مهندسی صنایع، گرایش مدیریت نوآوری و فن آوری (نویسنده مسئول): saeedesh@gmail.com

۱- مقدمه

در روند جهانی شدن، فن‌آوری یکی از مزیت‌های رقابتی اصلی محسوب می‌شود و این امر، لزوم توجه ویژه به برنامه‌ریزی استراتژیک را برای کسب و توسعه فن‌آوری محرز می‌سازد. دستیابی به فن‌آوری به دو روش کلی توسعه درون‌زا و انتقال فن‌آوری امکان‌پذیر است. اما، به دلیل لزوم مهیا بودن بسترهای فن‌آورانه برای توسعه قابلیت‌های درونی، سرعت بالای رشد و دوره عمر کوتاه فن‌آوری‌های نوین و پیشرفته، انتقال فن‌آوری برای تسریع امر، راه حل مناسب‌تری است. یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های انتقال فن‌آوری، انتخاب مناسب‌ترین روش انتقال است. تاکنون، مدل‌هایی برای تسهیل فرآیند تصمیم‌گیری در این باره مطرح شده که کارایی و جامعیت لازم را ندارند و بسیاری از معیارهای محیطی و درونی را مد نظر قرار نداده‌اند. در نتیجه، در این تحقیق، مدل نسبتاً جامعی برای کمک به انتخاب روش مناسب انتقال فن‌آوری بر پایه مرورگسترده پیشینه نظری انتقال فناوری و با بهره‌گیری از دو روش داده‌کاوی موسوم به «تحلیل عاملی» و «خوشه‌بندی سلسله مراتبی» ارائه شده است.

در مطالعه موردی پژوهش حاضر، توجه خاص به فن‌آوری تجهیزات نانو شده است. با گذشت چند دهه از ظهور نانوفن‌آوری در جهان هنوز این زمینه، یک عرصه نوظهور و جدید در علم و فن‌آوری محسوب می‌گردد. اهمیت نانو فن‌آوری به حدی است که ادعا می‌شود این حوزه جدید قادر به تغییر دادن سیاست بین‌المللی علم و فن‌آوری و ایجاد اثری مهم بر جهت‌گیری تحقیقات گسترده وسیعی از شرکت‌ها و ملل مختلف است [۵۱]. اهمیت نانو فن‌آوری به این دلیل است که هر چند در ابتدا سرمایه‌گذاری کلانی را می‌طلبد، اما در درازمدت و میان‌مدت منافع حاصل از آن بسیار قابل ملاحظه خواهد بود (سالادین، ۲۰۰۶). نانوفن‌آوری اثرات چشم‌گیری بر اقتصاد کشورها خواهد گذاشت، به طوری که بر اساس تحقیقات صورت گرفته، بازار کالاهای نانو فن‌آوری در سال ۲۰۱۴ به ۲/۶ تریلیون دلار خواهد رسید [۵۱]. از این رو، دولت ایران تاکید ویژه‌ای بر توسعه سریع فن‌آوری‌های جدید و نوظهور به خصوص نانو فن‌آوری دارد [۳۵].

در این بین، تجهیزات آزمایشگاهی یکی از ضروریات تحقیق و توسعه در فن‌آوری نانو است. دستگاه‌های اندازه‌گیری (مترولوژی) و تعیین مشخصات^۱ و تولید مواد نانو ساختار و تولید در مقیاس نانو^۲، از اولین و مهم‌ترین نیازها برای کار در مقیاس نانو هستند. در واقع، یکی از زیرساخت‌های اصلی توسعه نانو فناوری، تجهیزات و ادوات آن است و پیشرفت در بسیاری از حوزه‌های نانو فن‌آوری مثل تشخیص پزشکی، ماشین‌کاری در ابعاد نانو و تولید مواد و محصولات فن‌آوری نانو در گروهی دستیابی به فن‌آوری ساخت تجهیزات آزمایشگاهی آن حوزه در داخل است. در نتیجه، دستیابی به دانش فنی ساخت و بهره‌برداری از تجهیزات در

¹ Characterization instruments

² Nano-Fabrication instruments

داخل کشور، مهم‌ترین پیش‌شرط توسعه نانو فناوری و استراتژیک است. با توجه به اینکه چشم‌انداز ایران تا سال ۲۰۱۵ تبدیل شدن به یکی از ۱۵ کشور اصلی دنیا بوده و کسب سهم ۲-۱٪ از بازار جهانی نانو از اهداف پیش‌بینی شده می‌باشد، لازم است به حوزه فن‌آوری‌های نو و پیشرفته توجه خاص مبذول شود. لذا، مبحث نانوفناوری و تجهیزات آن، بحثی تشریفاتی نیست و بر پایه تقاضا و نیاز واقعی شکل گرفته است. به-خصوص اینکه، حوزه ماشین‌سازی و به‌تبع آن، تجهیزسازی فن‌آوری نانو موجب خلق ثروت می‌شود. این در حالی است که، به دلیل تحریم‌های شدیدی که علیه ایران از سوی صاحبان فناوری مزبور نظیر امریکا اعمال می‌شود دستیابی به دانش فنی این حوزه به طرق متداول و رسمی انتقال فناوری عملاً امکان‌پذیر نیست. در نتیجه، لازم است تا درصدد کسب دانش در این حوزه به شیوه‌های غیرمعارف بود. یکی از این شیوه‌ها، به-کارگیری روش‌های غیررسمی و اصطلاحاً کانال‌های عمومی انتقال فن‌آوری در وهله اول و بومی‌سازی فن-آوری و تحقیق و توسعه داخلی در وهله دوم است.

۲- پیشینه تحقیق

۲-۱- مفاهیم و واژگان کلیدی

- فن‌آوری

برای فن‌آوری با توجه به رویکردهای متفاوت، تعاریف گوناگونی ارائه گردیده است. در ذیل به دو تعریف مشهور از دو رویکرد متفاوت اشاره شده است:

طارق خلیل با رویکرد مدیریتی، فن‌آوری را به‌صورت فرآیند ترکیب نظام‌مند ابزار، دانش فنی و اطلاعات لازم برای به‌کارگیری ابزار و نیز مهارت‌های انسانی موردنیاز برای استفاده از دانش و ابزار تعریف می‌نماید. پورتر با دید اقتصادی فن‌آوری را عامل تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها می‌داند که از طریق تولید ارزش افزوده موجب پدیدار شدن مزیت رقابتی می‌گردد [۴].

- انتقال فن‌آوری

به فرآیندی اطلاق می‌شود که طی آن، یک گروه به اطلاعات فنی گروه دیگر دسترسی می‌یابد و آن را به-صورت موفقیت‌آمیزی یاد گرفته، جذب نموده و در فرآیندهای تولید خود تسری می‌دهد [۴۹]. به‌طورکلی، توسعه فن‌آوری از دو طریق قابل حصول است: ۱- توسعه درون‌زا^۱ که با استفاده از منابع داخلی و از طریق فعالیت‌های تحقیق و توسعه به فن‌آوری موردنظر دسترسی پیدا می‌شود. ۲- انتقال فن‌آوری^۲ که با استفاده از منابع خارجی و خرید آن از خارج بنگاه به فن‌آوری موردنظر دسترسی پیدا می‌شود. گاهی اوقات ترکیبی از توسعه درون‌زا و انتقال فن‌آوری برای دستیابی به یک فن‌آوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. تصمیم‌گیری در

¹Internal Development

²Technology Transfer

مورد توسعه درون‌زا یا انتقال فن آوری، به عوامل مختلفی از جمله سطح توانمندی فن آوران سازمان گیرنده، سطح پیچیدگی فن آوری و ضرورت دسترسی سریع به فن آوری مورد نظر بستگی دارد [۵]. در این پژوهش، تمرکز اصلی بر انتقال فن آوری است که به روش‌ها یا کانال‌های مختلفی صورت می‌گیرد و فرض بر آن است که خواننده شناختی بر روش‌های انتقال فن آوری دارد.

- نانو فن آوری

آرایش و دست‌کاری اتم‌ها به منظور ساخت موادی با خواص کاملاً متفاوت در ابعاد یک میلیارد متر؛ به عبارت دیگر، نانو فن آوری، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح ملکولی و اتمی و استفاده از خواص است که در آن سطوح ظاهر می‌شود. از همین تعریف ساده برمی‌آید که نانو فن آوری یک رشته جدید نیست، بلکه رویکردی جدید در تمام رشته‌هاست. در واقع نانو فن آوری، فهم و به‌کارگیری خواص جدیدی از مواد و سیستم‌هایی در این ابعاد است که اثرات فیزیکی جدیدی - عمدتاً متاثر از غلبه خواص کوانتومی بر خواص کلاسیک - از خود نشان می‌دهند. نانو فن آوری یک دانش به شدت میان‌رشته‌ای است و به رشته‌هایی چون پزشکی، داروسازی و طراحی دارو، دامپزشکی، زیست‌شناسی، فیزیک کاربردی، مهندسی مواد، ابزارهای نیم‌رسانا، شیمی ابر مولکول و حتی مهندسی مکانیک، مهندسی برق و مهندسی شیمی نیز مربوط می‌شود [۳۳].

- فن آوری تجهیزات نانو

تجهیزات و ادوات آزمایشگاهی، یکی از ضروریات تحقیق و توسعه در فن آوری نانو است و به دودسته دستگاه‌های اندازه‌گیری (مترولوژی) و تعیین مشخصات نظیر میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)، میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)، دستگاه کروماتوگرافی یونی مغناطیس‌سنج نمونه مرتعش (VSM) و غیره و دستگاه‌های تولید مواد نانو ساختار نظیر دستگاه انفجار الکتریکیسیم (EEW)، دستگاه تولید نانو کلوئید فلزی، خشک‌کن انجمادی و غیره طبقه‌بندی می‌شود [۲۶، ۲۳، ۵۵، ۶۴].

۲-۲- اکتساب فن آوری تجهیزات نانو در ایران

۲-۲-۱- جایگاه ایران در نانو فن آوری

در حال حاضر، ایران رتبه هفتم از نظر تعداد مقاله‌ها را بین کشورهای جهان و رتبه اول در منطقه خاورمیانه را در حوزه نانو فن آوری به خود اختصاص داده است. در نتیجه، حفظ و ارتقای جایگاه فعلی، درگروی بهبود زیرساخت‌های توسعه نانو فن آوری است. شاهد دیگری بر اهمیت و ضرورت پرداختن به زیرساخت‌ها به‌ویژه تجهیزات فن آوری نانو، مفاد برنامه بودجه دولت امریکا به‌عنوان کشور پیشرو در عرصه نانو فن آوری برای سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ است. در این برنامه بیشترین بودجه به تحقیقات بنیادین و پس از آن به حفظ، ارتقا و به‌روزرسانی زیرساخت‌های تحقیقاتی یعنی تجهیزات، ادوات و سیستم‌های مترولوژی و استانداردهای نانو

تخصیص داده شده است. این سرمایه‌گذاری عظیم نشان‌دهنده اهمیت تجهیزات نانو در تولید و تجاری‌سازی نوآوری‌های مبتنی بر آن است [۱۲].

۲-۲-۲- مکانیزم‌های توانمندسازی کشور در حوزه تجهیزات فن آوری نانو

مهم‌ترین اقدام دولت برای توانمندسازی داخلی در حوزه تجهیزات نانو، ایجاد شبکه آزمایشگاهی فن آوری نانو توسط ستاد ویژه فن آوری نانو (تحت حمایت دفتر ریاست جمهوری) و با هدف تسهیل ارائه خدمات آزمایشگاهی موردنظر، ایجاد بستری مناسب برای ارائه خدمات آزمایشگاهی به محققین دانشگاهی و صنعتی و استفاده بهتر از ظرفیت‌های آزمایشگاهی کشور در سال ۱۳۸۳ است. شبکه آزمایشگاهی متشکل از دانشگاه‌ها (۵۳٪)، پژوهشگاه (۳۷٪) و مراکز تحقیقاتی دولتی و خصوصی از شهرهای مختلف کشور (۱۰٪) است. گفتنی است، دانش فنی ساخت هر یک از تجهیزات آزمایشگاهی شامل تعدادی فن آوری اصلی و فرعی است که در مورد اغلب تجهیزات، این فن آوری‌ها به‌صورت پراکنده در کشور وجود دارد و ساخت بسیاری از تجهیزات فن آوری نانو در داخل کشور امکان‌پذیر و حتی مقرون به‌صرفه‌تر از خرید محصول خارجی است. قسمت عمده قیمت تجهیزات، مربوط به دانش فنی آن‌ها است و این، به معنای ارزش‌افزوده بسیار بالای این تجهیزات است، لذا در صورت کسب دانش فنی، قیمت تمام‌شده تجهیزات در داخل، بسیار پایین‌تر از خرید از خارج خواهد شد. علاوه بر این، می‌توان از مزیت دیر آمدگی^۱ و بررسی محدودیت‌ها و مشکلات تجهیزات شرکت‌های خارجی پیشرو استفاده و تجهیزات بهتر با قابلیت‌های بیشتری به بازار عرضه نمود. از دیگر مزایای ساخت تجهیزات در داخل کشور، کاهش آسیب‌پذیری توسعه فن آوری‌های پیشرفته به‌ویژه فن آوری نانو، طراحی و ساخت تجهیزات آزمایشگاهی مطابق با نیازها و شرایط بومی، افزایش اعتماد به نفس و خودباوری ملی، فعال شدن سرمایه‌های انسانی متخصص کشور در زمینه‌های مورد نیاز، افزایش توان پژوهشی و صنعتی کشور به میزان زیاد، حل معضل خدمات پس از فروش در زمینه تعمیر و نگهداری (یکی از معضلات فعلی آزمایشگاه‌های کشور)، ارتقاء مستمر تجهیزات با هزینه‌های پایین، افزایش قدرت چانه‌زنی در تبادلات علمی و صنعتی با خارج و حتی صادرات به خارج و سرریز دانش فنی تولید شده به سایر حوزه‌ها است. هم‌اکنون، شبکه آزمایشگاهی با استفاده از مدل حمایتی مرحله‌ای - درگاهی (Stage-gate)، مدعیان توانمندی ساخت تجهیزات نانو در کشور را در چندین مرحله ارزیابی نموده و پس از رفع ابهامات پروژه‌ها و بررسی از نظر امکان‌پذیری فنی، صنعتی و تجاری، ریسک سرمایه‌گذاری در پروژه‌های ساخت را کاهش داده و بدین ترتیب توانسته است یک مدل نسبتاً موفق بومی برای حمایت از پروژه‌های ساخت داخل را توسعه دهد. تجربه اجرای این مدل در شبکه آزمایشگاهی فن آوری نانو نشان می‌دهد پس از مراحل مختلف بررسی، حدود ۳۰ درصد ادعاها قابل سرمایه‌گذاری می‌باشند. در روش موردنظر، ابتدا در

^۱Backwardness advantage

چندین مرحله (Stage)، فرد یا تیم مدعی توانمندی ساخت و همچنین پروژه پیشنهاد یا اعتبار سنجی (Gate) می‌شوند که این مراحل هزینه‌چندانی ندارد و در صورت عبور موفقیت‌آمیز پروژه‌ها و مجریان از این مراحل، سرمایه‌گذاری در آن پروژه‌ها با احتمال موفقیت بیشتری همراه خواهد بود. در این روش، بررسی‌های کاملی از نظر صلاحیت فرد یا تیم مدعی برای انجام پروژه، امکان‌پذیری طرح، وجود فن‌آوری‌ها و همکاران مکمل، وجود بازار کافی و ... انجام می‌شود و سازندگان تجهیزات باید از ابتدا نگاه به بازارهای خارجی به‌ویژه منطقه‌ای داشته باشند [۱]. در حقیقت، ستاد ویژه فن‌آوری نانو متولی مدیریت پروژه در این زمینه است. فرآیند حمایت از تولیدکنندگان داخلی به این صورت است که مدعی داخلی ساخت تجهیز، طرح خود را به ستاد ارایه می‌دهد و با کمک ستاد، مطالعات امکان‌سنجی را انجام می‌دهد و در صورت تأیید، یک دستگاه را پیش‌خرید می‌کند. اگر نمونه اولیه از نظر ویژگی‌ها و مؤلفه‌های کیفی مورد تأیید کارشناسان ستاد قرار گرفت، ستاد برای تأمین تقاضای آزمایشگاه‌های خود و نیز دانشگاه‌ها و پژوهش‌گاه‌ها اقدام به سفارش چند دستگاه می‌کند.

۲-۳- مدل‌های انتخاب‌گر روش انتقال فن‌آوری

در جدول (۱) برخی از برجسته‌ترین مدل‌های انتخاب‌گر روش انتقال فن‌آوری در دو دسته کمی و کیفی [۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸] به همراه معیارهای تصمیم‌گیری، جواب‌های پیشنهادی و رویکردهایی که به مسئله انتقال فن‌آوری دارند، ذکر شده است.

جدول ۱ - برخی از شاخص‌ترین مدل‌های انتخاب‌گر مناسب‌ترین روش انتقال فن‌آوری در ادبیات

ردیف	نوع مدل	نام مدل	رویکرد	معیارهای تصمیم‌گیری	جامعه خروجی (روش‌های انتقال فن‌آوری)
۱	کیفی	کبه‌زا	مدیریتی	سطح یکپارچه‌سازی، انعطاف‌پذیری، کنترل و تأثیر بر شرکت گیرنده فن‌آوری	برخی روش‌های همکاری فن‌آورانه
۲	کیفی	کبه‌زا-مانزینی	مدیریتی	سطح یکپارچگی، تأثیر بر شرکت، افق زمانی، کنترل، زمان/هزینه و انعطاف‌پذیری، هدف همکاری، مفاد (مفهوم) همکاری و نحوه شرکت در همکاری شامل زیرمعیارهای تعریف‌پذیری مفاد همکاری، آشنایی با فن‌آوری و بازار، مزیت رقابتی فن‌آوری، دوره عمر فن‌آوری، سطح ریسک، قابلیت نوآوری، مرحله فرآیند نوآوری، سطح تخصصی دارایی‌ها، قابلیت تقسیم دارایی‌ها، ارتباط با شرکت، کشور مرجع، زمینه فعالیت منبع فن‌آوری و اندازه و قدرت منبع فن‌آوری	برخی روش‌های همکاری فن‌آورانه
۳	کیفی	رابرت و بری	استراتژیک	میزان آشنایی شرکت با بازار و فن‌آوری	تعداد معدودی از روش‌های توسعه درون‌زا و انتقال فن‌آوری
۴	کیفی	فورد	-	وضعیت نسبی گیرنده در مورد فن‌آوری، فوریت دستیابی به آن، سطح وابستگی شرکت به دستیابی به آن فن‌آوری یا سطح سرمایه لازم برای دستیابی به آن، موقعیت آن فن‌آوری روی منحنی چرخه حیات فن‌آوری	گروه‌های توسعه درون‌زا، همکاری مشترک

پیمانکاری، خرید حق امتیاز و خرید محصول فن آورانه	و نوع فن آوری و دسته‌بندی آن به فن آوری بارز، پایه یا بیرونی				
برخی روش‌های انتقال فن آوری	تمایل و توانایی رسیدن به خواسته‌ها و تقاضاهای منبع فن آوری، کنترل منبع فن آوری بر نحوه استفاده از فن آوری مطابق با خواسته‌ها و شرایط مورد نظر	-	گیلبرت	کیفی	۵
برخی روش‌های انتقال فن آوری	معیارهای سازمانی متشکل از استراتژی بنگاه، انطباق، شایستگی فرهنگ-های بنگاه‌های شرکت و آمادگی برای فن آوری جدید و مشخصات فن آوری متشکل از جایگاه فن آوری در رقابت، پیچیدگی، تجزیه‌پذیری و میزان ایجاد اعتبار	فن آورانه و سازمانی	پویت	کیفی	۶
تعداد معدودی از روش‌های انتقال فن آوری	عدم اطمینان فن آوری شامل زیرمعیارهای نوظهور بودن، پیچیدگی و دانش ضمنی فن آوری و تعاملات سازمانی میان انتقال‌دهنده و گیرنده فن آوری شامل زیرمعیارهای ارتباط، هماهنگی و همکاری	در سطح پروژه	استاک	کیفی	۷
نامحدود	درجه انتقال پیام	میان شرکتی	ملیک	کیفی	۸
تعداد معدودی از روش‌های مبتنی بر همکاری	میزان آشنایی شرکت با بازار و فن آوری مورد نیاز، طبیعت فن آوری، مشخصات سازمان دارنده فن آوری (منبع فن آوری)، نوع همکاری مطلوب میان دارنده و گیرنده فن آوری و سیاست‌های شرکت گیرنده فن آوری	-	دلآوری	کیفی	۹
نامحدود	جایگاه فن آوری از نظر چرخه عمر	فن آورانه	جایارامان	کمی	۱۰
نامحدود	شکاف فن آورانه بین طرفین	اقتصادی و مدیریتی	راز	کمی	۱۱

به‌منظور درک و شناسایی خلاءهای موجود در مدل‌های پیشین و تلاش برای پوشش آن‌ها ابتدا مقایسه‌ای بین مدل‌های انتخاب‌گر روش انتقال فن آوری انجام شده است. در این راستا، نگارنده درصد تعریف شاخص‌های مناسبی که ابعاد مختلف قضیه را پوشش دهد، برآمده است. گفتنی است، روایی شاخص‌های طراحی‌شده، به تأیید جمعی از صاحب‌نظران حوزه انتقال فن آوری رسیده و این پنل ۶ نفره متشکل از اساتید دانشگاه (دارای آشنایی همزمان با مقوله مدیریت فن آوری و به‌طور خاص انتقال فن آوری و نانو فن آوری)، سیاست‌گذاران (شاغل در ستاد ویژه فن آوری نانو و کریدور خدمات فن آوری) و فن‌آوران (مدیر عاملان شرکت‌های فعال در حوزه نانو و شرکت‌های کارگزار) عرصه نانو فن آوری به روش دلفی به اجماع نظر رسیده‌اند.

شاخص‌های تطبیق پیشنهادی عبارت‌اند از:

۱. سهولت استفاده/کاربرپسند بودن: منظور از این شاخص، توانایی استفاده از مدل، بدون ابهام است.
۲. سرعت پاسخگویی: سرعت در ارائه خروجی یا جواب توسط مدل.
۳. انعطاف‌پذیری و قابلیت توسعه: توانایی ارتقای مدل و ایجاد تغییرات در صورت نیاز.

۴. جامعیت/ وسعت دامنه کاربرد: امکان کاربرد مدل در شرایط گوناگون و حل مسئله با هر رویکرد دلخواه.

در جدول (۲)، بر اساس شاخص‌های فوق، هر یک از مدل‌ها سنجیده شده و در نهایت به این نتیجه دست‌یافته شد که کاستی‌هایی در مدل‌های پیشین به لحاظ تعریف معیارهای ارزیابی (متغیرهای مستقل) و خروجی‌ها (متغیرهای وابسته) وجود دارد. معضل مذکور، متأثر از پیچیدگی و پویایی مسئله انتقال فن آوری و عدم قطعیت‌های محیطی و سازمانی است. به طوری که معمولاً برای هر صنعت خاص مدلی ویژه لازم است. حتی، در یک صنعت بسته به اینکه چه نوع فن آوری مسئله انتقال باشد مدل انتخاب‌گر روش انتقال فن آوری فرق می‌کند. زیرا، معیارهای تصمیم‌گیری متفاوت می‌شود. البته، برخی از معیارها قابل تعمیم به کلیه شرایط هستند.

جدول ۲- مقایسه مدل‌های انتخاب‌گر روش انتقال فن آوری

شاخص‌های تطبیق				نام مدل	نوع مدل
جامعیت / وسعت دامنه کاربرد	انعطاف‌پذیری و قابلیت توسعه	سرعت پاسخگویی	سهولت استفاده/ کاربرد پسند بودن		
کم	متوسط	متوسط	متوسط	کیه‌زا	کیفی
متوسط	کم	بالا	کم	رابرت و بری/آفوا	
کم	متوسط	بالا	بالا	فورد	
کم	متوسط	بالا	بالا	گیلبرت	
متوسط	متوسط	کم	متوسط	دلاوری	
متوسط	متوسط	کم	متوسط	کیه‌زا- مانزینی	
کم	بالا	متوسط	کم	ملیک	
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	پویت/تید	
کم	کم	بالا	بالا	استاک	
کم	متوسط	بالا	متوسط	-	

۳- روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش در دو گام به کشف و شناسایی عوامل موثر بر انتقال فن آوری تجهیزات نانو پرداخته است. روش نمونه‌گیری، قضاوتی (غیر احتمالی هدف‌دار) است؛ به این معنا که در این نوع نمونه‌گیری، افرادی برای نمونه انتخاب می‌شوند که برای ارایه اطلاعات موردنیاز در بهترین موقعیت قرار دادند. نمونه انتخاب شده برای این تحقیق جمعی از خبرگان متشکل از اساتید دانشگاه (دارای آشنایی همزمان با مقوله مدیریت فن آوری و به‌طور خاص انتقال فن آوری و نانو فن آوری)، سیاست‌گذاران (شاغل در ستاد ویژه فن آوری نانو و کریدور

خدمات فن آوری) و فن آوران (مدیر عاملان شرکت های تجهیز ساز و شرکت های کارگزار) عرصه نانو فن آوری است. در جدول (۳) به صورت مختصر توضیحاتی در این باره ارائه شده است.

جدول ۳- نمونه و روش آماری تحقیق

گام پژوهش	تعداد آزمودنی	روش گردآوری اطلاعات
۱	۲۳ نفر	پرسش نامه نیمه باز + مصاحبه عمیق و نیمه ساخت یافته
۲	۱۴۵ نفر	پرسش نامه بسته

بر اساس دسته بندی هایی که در متون روش تحقیق ذکر شده، رویکرد این پژوهش، کیفی- کمی، پیمایشی- موردی و اکتشافی- توصیفی است. در گام اول، با انجام مصاحبه و توزیع پرسش نامه نیمه باز، سعی در شناسایی عوامل مؤثر بر انتقال فن آوری تجهیزات نانو شده که خروجی آن، کشف ۴۳ متغیر است. اما به دلیل تعدد متغیرها و بعضاً همپوشانی های بین آن ها، گام دوم از طریق دو ابزار آماری و داده کاوی به نام های «تحلیل عاملی» و «خوشه بندی سلسله مراتبی» متغیرهای مزبور را به ۲۱ عامل تقلیل داده است. دلیل استفاده از خوشه بندی سلسله مراتبی، کمک به نام گذاری بهتر و صحیح تر عامل ها و آزمون مجدد نتایج تحلیل عاملی با منطبق داده کاوی است. روایی ابزار سنجش به تأیید جمعی از اساتید دانشگاهی و صاحب نظران صنعت رسیده و پایایی هم از طریق روش آلفای کرونباخ بررسی شده است. مقدار آماره کرونباخ ۰.۸۸۲ است که گواهی بر پایایی بالای پرسش نامه است. در نمودار (۱) شمایی کلی از دسته بندی روش های تحلیل عاملی و خوشه بندی هدایت نشده ذکر شده و موارد زیرخطدار در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است.



نمودار ۱- دسته بندی روش های تحلیل عاملی و خوشه بندی هدایت نشده

جزئیات روش های به کاررفته در کاهش و خوشه بندی متغیرها در این مختصر نمی گنجد. در نتیجه، در نمودار (۲) به صورت اجمالی روش تحلیل عاملی در ۴ گام توضیح داده شده است. لازم به ذکر است، در صورتی که در گام اول نتایج آزمون های کیزر مایر آلکین و بارتلت مطلوب نباشد، متغیرهای مورد بررسی برای تحلیل عاملی مناسب نیستند و باید از روش دیگری برای کشف عامل ها استفاده نمود [۱۳، ۱۵، ۲۲].

همانگونه که در نمودار (۲) نمایش داده شده، در این تحقیق برای چرخش عامل‌ها از روش چرخش متعامد و به‌طور خاص، وریماکس بهره گرفته شده و هم‌همی تحلیل‌ها در نرم‌افزار SPSS انجام شده است.

نمودار ۲- مراحل تحلیل عاملی



۴- تجزیه و تحلیل داده

نتایج تحلیل عاملی در جدول (۴)، آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، نتیجه آزمون‌های کیزر مایر الکین و بارتلت مطلوب است؛ لذا، برای کاهش ۴۳ متغیر تأثیرگذار بر انتقال فن آوری تجهیزات نانو به عامل‌هایی که نماینده آن‌ها باشند می‌توان از روش تحلیل عاملی استفاده نمود. پس از تحلیل عاملی، ۱۴ عامل شناسایی گردید اما، به دلیل بروز برخی مشکلات در نام‌گذاری عامل‌ها جهت طراحی مدل مناسب، یک‌بار دیگر به‌وسیله خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، دسته‌بندی متغیرها انجام شد و درنهایت، ۲۱ عامل به دست آمد. ۲۱ عامل مزبور به‌همراه متغیرهای بارشده بر هر عامل در جدول (۵) ذکر شده‌اند. منظور از مشکل نام-گذاری عامل‌ها این است که، در برخی موارد، متغیرهایی که زیر چتر عاملی قرار گرفته بودند به‌لحاظ محتوایی بیانگر مشخصه مشترکی نبودند و امکان انتخاب نام مناسبی برای عامل مربوطه که مبین کلیه متغیرهای بار شده بر آن باشد، وجود نداشت.

جدول ۴- نتایج تحلیل عاملی

مرحله	آزمون	نتیجه
اول	KMO	۰.۷۶۱
	بارتلت	۶۱۵۶۵

دوم	درصد تجمعی واریانس تبیین شده	۰.۸۶
	تعداد عامل‌های اولیه	۱۴
سوم	تعداد عامل‌های پس از چرخش	۱۴
چهارم	-	حذف موقت ۴ متغیر

نکته اصلی در خوشه‌بندی سلسله مراتبی، توسعه متوالی خوشه‌ها است. الگوریتم‌های خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، داده‌ها را به صورت گراف نمایش می‌دهند. ساخت گراف‌ها را می‌توان با توجه به دو رویکرد انجام داد: پایین به بالا و بالا به پایین. در رویکرد پایین به بالا، که به آن رویکرد انباشتی^۱ نیز گفته می‌شود، هر الگو را یک خوشه تک‌عنصری در نظر گرفته سپس، به طور متوالی نزدیک‌ترین خوشه‌ها را ادغام می‌کنیم. این فرآیند تا جایی ادامه می‌یابد که به یک خوشه منفرد یا یک آستانه از پیش تعریف شده دست پیدا می‌کنیم. رویکرد بالا به پایین که به آن رویکرد تقسیم‌کننده^۲ نیز اطلاق می‌گردد، در جهت مخالف رویکرد قبلی عمل می‌کند. در این رویکرد، کل مجموعه داده در ابتدا یک خوشه منفرد در نظر گرفته شده و در ادامه به طور متوالی به خوشه‌های کوچک‌تر تقسیم می‌شود. نتایج حاصل از خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی به صورت دندروگرام^۳ نمایش داده می‌شود. دندروگرام یک درخت دودویی با ریشه معین است. برگ‌های این ریشه از تمامی اجزای داده‌ها تشکیل شده است. دندروگرام‌ها ساختارهای جالبی هستند که ما را در ادغام خوشه‌ها یاری می‌رسانند. گره‌هایی که در پایین گراف قرار می‌گیرند متناظر با الگوها یا نقاط داده‌ای می‌باشند. همان‌طور که در گراف به سمت بالا حرکت می‌کنیم، نقاطی که با توجه به تابع تشابه مفروض به یکدیگر نزدیک هستند ادغام می‌شوند و اندازه خوشه‌ها افزایش می‌یابد. بنابراین، در هر سطحی از گراف می‌توان محتوای خوشه‌ها را شمارش نمود. در نهایت، با یک معیار توقف ساده می‌توان انجام این فرآیند را متوقف کرد. این معیار، یک مقدار آستانه برای فاصله میان خوشه‌ها است و هر زمان که فاصله میان خوشه‌ها از این مقدار بیشتر شود ادغام متوقف می‌گردد. رویکرد مورد استفاده در این تحقیق، رویکرد پایین به بالا است.

آنچه که در خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی از اهمیت فراوان برخوردار است، انتخاب تابع فاصله مناسب و نحوه تعیین فاصله موجود میان الگوها و نقاط است. با توجه به این موارد، طیف وسیعی از روش‌ها (تک‌اتصال^۴، اتصال کامل^۵، اتصال میان‌گروهی^۶ و غیره) به وجود می‌آید. در روش تک‌اتصال، فاصله $d(A, B)$ بر

^۱Agglomerative

^۲Divisive

^۳Dendrogram

^۴Single linkage

^۵Complete linkage

^۶Group average link

اساس مینیمال فاصله موجود میان الگوهای که در A و B قرار دارند تعیین می‌شود و $d(A, B) = \min_{x \in A, y \in B} d(x, y)$ است. این فاصله به‌طور کلی یک فاصله خوش‌بینانه بوده و برای محاسبه آن به نزدیک‌ترین الگوهایی که در خوشه‌های متفاوت واقع هستند، توجه می‌شود. در روش اتصالی کامل، دورترین فاصله موجود میان الگوهای واقع در دو خوشه به‌صورت $d(A, B) = \max_{x \in A, y \in B} d(x, y)$ مدنظر است. در روش اتصال میانگین گروهی که در پروژه حاضر مورد استفاده قرار گرفته، فواصل موجود بین هر جفت از الگوها (از هر خوشه یک الگو) محاسبه می‌شود و فاصله نهایی به شکل $d(A, B) = \frac{1}{\text{card}(A)\text{card}(B)} \sum_{x \in A, y \in B} d(x, y)$ به دست می‌آید [۷، ۳۶].

جدول ۵- نام‌گذاری نهایی عوامل مؤثر بر انتقال فن آوری تجهیزات نانو

ردیف	متغیرهای بارشده بر عامل	نام عامل
۱	بستر اجتماعی، بستر فرهنگی، بستر قانونی	محیط دور
۲	قابلیت تعریف منافع مشترک، وضعیت اقتصادی، توانایی و ظرفیت بهره‌برداری کامل از فن آوری	قابلیت سازمانی
۳	دانش تجهیز و تحلیل پتنت، آنالیز مواد، طراحی صنعتی، اثرات زیست‌محیطی، رقابت، دانش فنی پایه، دانش فنی توسعه و کاربردها، قابلیت تجاری‌سازی	قابلیت توسعه
۴	افراد فن‌آور و کارآفرین، درجه نرم‌افزاری بودن فن آوری، درجه سخت‌افزاری بودن فن آوری، کاربرپسند فن آوری	ماهیت فن آوری
۵	توانایی مدیریت قراردادهای، قابلیت مذاکره و چانه‌زنی، دانش حقوقی کافی	مدیریت رابطه
۶	مدیریت مالی، منابع مالی، انگیزش	مدیریت مالی
۷	بستر فن‌آورانه، تجربه و سابقه قبلی در انتقال فن آوری	بصیرت فن‌آورانه
۸	تحقیق و توسعه، مدیریت پروژه	مدیریت پروژه
۹	آشنایی با بازار هدف و دانش بازاریابی	بازارشناسی
۱۰	قابلیت مستندسازی دانش فنی	مستندسازی
۱۱	حمایت دولت	حمایت دولت
۱۲	آموزش	آموزش
۱۳	توانایی نگهداری و تعمیرات	توانایی نگهداری و تعمیرات
۱۴	استراتژیک‌بودن فن آوری	سیاست فن آوری
۱۵	شفافیت بازار، قیمت محصول فن‌آورانه	شفافیت بازار
۱۶	درجه نوآوری فن آوری	درجه نوآوری فن آوری
۱۷	افق زمانی همکاری	افق زمانی همکاری
۱۸	مدل ذهنی برای توسعه کسب و کار	مدل ذهنی برای توسعه کسب و کار
۱۹	واسطه (دلال)‌های انتقال فن آوری	واسطه (دلال)‌های انتقال فن آوری
۲۰	قابلیت مقابله با تحریم‌ها	قابلیت مقابله با تحریم‌ها
۲۱	وجاهت بین‌المللی	وجاهت بین‌المللی

پس از تحلیل داده‌ها و شناسایی و طبقه‌بندی عوامل تاثیرگذار بر انتقال فن آوری تجهیزات فن آوری نانو، به- وسیله مطالعه تطبیقی روش‌های انتقال فن آوری و در نظر گرفتن ویژگی‌ها و پیش‌نیازهای هر یک، مرحله نهایی مدل‌سازی انجام شد. به بیان دیگر، عوامل شناسایی شده، معیارهای تصمیم‌گیری درباره گزینش روش مناسب انتقال فن آوری و روش‌های انتقال فن آوری، خروجی‌های مدل هستند.

۵- مدل نهایی

در مدل پیشنهادی، عوامل شناسایی شده که همان معیارهای تصمیم‌گیری هستند در ۵ گروه کلی طبقه‌بندی شده‌اند: ۱- منبع (تامین‌کننده) فن آوری، ۲- دریافت‌کننده (متقاضی) فن آوری، ۳- فرآیند انتقال فن آوری، ۴- ماهیت فن آوری و ۵- محیط پیرامون فرآیند انتقال فن آوری. این نوع طبقه‌بندی بر مبنای رویکرد سیستم‌های باز به مساله انتقال فن آوری است. البته لازم به توضیح است که، ۲۱ عامل به‌دست آمده به همراه زیرعامل‌ها (متغیرها) ایشان در بند ۲-۲ بازآرایی شده‌اند و تحت نام‌های جدیدی و در قالب ۲۲ معیار تصمیم‌گیری در مدل نهایی تحقیق ذکر شده‌اند. دلیل این بازآرایی، کمک به شفافیت بیشتر معیارهای تصمیم‌گیری و قابل‌سنجش شدن معیارها است.

از سوی دیگر، کلیه روش‌های انتقال فن آوری محتمل برای تجهیزات نانو با الهام از مدل گیلبرت و بر مبنای دیدگاه سیستمی به ۳ دسته روش‌های همکاری، روش‌های عمومی و روش‌های ضد رقابتی افزاز شده‌اند. در روش‌های همکاری، منبع فن آوری و گیرنده هر کدام نقش فعالی را در انتقال بازی می‌کنند. معمولاً در شرایطی که شکاف فن آوری بین طرفین کم است و قابلیت فن‌آورانه گیرنده نسبتاً بالاست از روش‌های این دسته استفاده می‌شود. روش‌های عمومی، غالباً در شرایطی که منبع، به دلیل سطح پیشرفته فن آوری و یا قرارگرفتن فن آوری در دوره‌های اولیه منحنی عمر اطلاعات مربوط به آن را در اختیار دیگران قرار نداده استفاده می‌شود. البته، نامساعد بودن وضعیت تعاملات سیاسی و اقتصادی طرفین هم گاهی علت روی آوردن متقاضی فن آوری به این روش‌ها است.

در روش‌های ضد رقابتی، دسترسی به فن آوری بدون ملاقات و درخواست فن آوری منبع است که در آن بعضی از فعالیت‌ها باعث شکست در مالکیت منبع و بعضی باعث افزایش مالکیت دارنده فن آوری می‌شود. منبع فن آوری در این روش‌ها راضی به انتقال آن نیست. چنین روش‌هایی در شرایطی که از یک‌سو، سطح فن آوری و اهمیت استراتژیک آن از نظر توسعه‌ی سیاسی، اقتصادی و فن آوری بسیار بالاست و از سوی دیگر، منبع، تمایلی به انتقال ندارد، به کار می‌رود. فایده دسته‌بندی مزبور، تسهیل و تسریع تصمیم‌گیری برای انتخاب روش مناسب است. زیرا، در هر شرایط و برای هر صنعتی غالباً یکی از دسته‌های سه‌گانه مذکور مناسب است. در ادامه، مدل پیشنهادی در جدول (۶) به همراه تشریح معیارهای تصمیم‌گیری آمده و جدول

(۷) نیز برای توضیح کدگذاری روش‌های انتقال فن آوری ذکر شده است. ضمناً توضیح مربوط به هر عامل در بخش پیوست‌ها قابل ملاحظه است.

جدول ۶- مدل پیشنهادی برای انتخاب مناسب‌ترین روش انتقال فن آوری تجهیزات نانو در کشور

معیارهای مرتبط با منبع (تأمین‌کننده) فن آوری			
ردیف	معیار	ابعاد	روش پیشنهادی انتقال فن آوری
۱	اعتبار فن‌آورانه (برند)	زیاد	C1-C4, C7, C8, C10, C14, C15, G3, G2, C19
		کم	G7, C5, C6, C9, C11, C12, C13, C16, C17, C18
۲	قابلیت مستندسازی دانش فنی	زیاد	C10, C16, C17, C19
		کم	C2, C7, C18
معیارهای مرتبط با دریافت‌کننده (مستقاضی) فن آوری			
ردیف	معیار	ابعاد	روش پیشنهادی انتقال فن آوری
۱	آشنایی با بازار و فن آوری	بازار پایه (شناخته شده) - فن آوری پایه	C17, C2, C7
		بازار پایه - فن آوری جدید و شناخته شده	C17, C2, C3, C11, C12, C19, G4
		بازار پایه - فن آوری جدید و ناشناخته	C3, C9, A2
		بازار جدید و شناخته شده - فن آوری پایه	C17, C3
		بازار پایه جدید و شناخته شده - فن آوری جدید و شناخته شده	C16, C17, C20, G5, G6
		بازار جدید و شناخته شده - فن آوری جدید و ناشناخته	C13, G2, A4, A7, G4
		بازار جدید و ناشناخته - فن آوری پایه	G7, C3
		بازار جدید و ناشناخته - فن آوری جدید و شناخته شده	C13, G4
۲	سطح سرمایه‌گذاری	بالا	C17, C13, G2, G3, G4, A3, A2, C18, C5
		پایین	C6, C11, C12, C20, G5, G6
۳	استراتژی فن آوری	رهبری فن‌آورانه	C5, C13, C17, G2, G3, G6, A2, A6, A4
		پیرو/تبعیت از رهبر	C9, C19, G4
		من هم همچنین	C17, C18, G1
۴	قابلیت توسعه فن آوری جذب شده	قابلیت تولید یا بهره‌برداری	C16, C20
		قابلیت سرمایه‌گذاری	C5, C6, C13, C17, C18
		قابلیت سازگاری / تغییرات کوچک (نوآوری تدریجی)	C2, C3

A2, G7, C9, C7	قابلیت تغییرات اساسی (نوآوری ردیکال)		
G3, G2, A4, A3, A2	زیاد	نیاز به آموزش نیروی انسانی متخصص برای انتقال فن آوری	۵
کلیه روش‌های کد C	کم		
A2, C16, C12, C11, C7, C3, C2, A3, A4	قوی	روحیه کار گروهی	۶
C9, C8, C6, C5	ضعیف		
A2, G6, G3, G2, C20, C19, C16, A6	زیاد	تاثیر افراد مقیم خارج در انتقال فن آوری	۷
-	کم		
A4, A3, A2, G8, C17, C1, C20, C12, C11, C3, C2	زیاد	توانایی نگهداری و تعمیرات	۸
کلیه روش‌های کد C, G8, G4	مطلوب		
G8, G4, C, کلیه روش‌های کد A, G8, G6, G3, G2, G1	نامطلوب	وجاهت بین‌المللی	۹
معیارهای مرتبط با فرآیند انتقال فن آوری			
روش پیشنهادی انتقال فن آوری	ابعاد	معیار	ردیف
C18, C11, C12, C17	بلندمدت	افق زمانی همکاری	۱
C6, C3	میان تا بلندمدت		
C8, C7, C11, C4, C2	کوتاه تا میان‌مدت		
G2, C9	کوتاه‌مدت		
G2, C18, C17, C16, C7, C3, C2, کلیه روش‌های کد G, C1, C4, C5, C6, C20, C19, C15-C8	زیاد	اشتراک منافع	۲
کلیه روش‌های کد A	وجود ندارد		
C19, C16, C3, C2	قوی	مدیریت رابطه	۳
C18, C1	ضعیف		
G2, C19, C9, C8, C7, C3, C2, A4, A3, A2, G3	قوی	ارتباطات بین دانشگاه و صنعت	۴
A6	ضعیف		
معیارهای مرتبط با ماهیت فن آوری			
روش پیشنهادی انتقال فن آوری	ابعاد	معیار	ردیف
C6, C17, C18, G2, G3, G6, کلیه روش‌های کد A	ممتاز و حیاتی	اثر رقابتی فن آوری (استراتژیک بودن)	۱
G4, C19, C15, C14, C9, C4, C3	پایه		
G6, G3, G2, C19, C12, C6, C9, A6, A4, A3, A2	بالا	پیچیدگی فن آوری	۲
G8, G1, C8, C4	پایین		

.A3, .A2, .C15, .C14, .C9, .C8, .C7 A4	زیاد	تجزیه‌پذیری (ماژولار بودن) فن آوری	۳
C18, .C17, .C16, .C7, .C3	کم		
کلیه روش‌های کد C, A2, A3, A4	بله	چند رشته‌ای بودن فن آوری	۴
-	خیر		
.C12, .C11, .C9, .C7, .C6, .C3, .C2 A6, .A2, .G2-G7, .C19, .C18, .C16	زیاد	درجه ضمنی بودن فن آوری	۵
A4, A3, .C15, .C14, .C4	کم		
معیارهای مرتبط با محیط پیرامون فرآیند انتقال فن آوری			
روش پیشنهادی انتقال فن آوری	ابعاد	معیار	ردیف
.C12, .C11, .C9, .C7, .C3, .C2, .C1 C20, .C19, .C16	فعال	نقش واسطه (دلال)- های انتقال فن آوری	۱
کلیه روش‌های کد G و A	منفعل		
.C18, .C16, .C12, .C11, .C7, .C3, .C2 G3, .G2	تعاون		
G7, .G6, .C20, .C19	منفعت‌طلبی		
کلیه روش‌های کد G و A	زیاد	موانع سیاسی	۲
کلیه روش‌های کد C	کم		

جدول ۷- کدگذاری روش‌های انتقال فن آوری

روش‌های ضد رقابتی (Anticompetitive) (methods)		روش‌های عمومی (General methods)		روش‌های همکاری (Collaborative)	
روش	کد	روش	کد	روش	کد
فعالیت‌های حقوقی دفاعی	A1	فاش‌سازی ^۲	G1	خرید مجموعه ^۱	C1
مهندسی معکوس ^۴	A2	برگزاری نمایشگاه‌های بین‌المللی و داخلی	G2	همکاری ^۳	C2
کپی‌سازی از محصول	A3	سمینار	G3	همکاری مشترک ^۵	C3
شبیه‌سازی (تقلید)	A4	استخدام و تبادل نیروی انسانی ^۷	G4	پیمان‌کاری فرعی ^۶	C4
ورود کارکنان کلیدی	A5	دوره‌های آموزشی داخلی ^۹	G5	سهام مساوی ^۸	C5
جاسوسی صنعتی ^۲	A6	دوره‌های مطالعاتی در خارج	G6	سهام اقلیت ^۱	C6

^۱Bundled purchase

^۲Disclosure

^۳Alliance

^۴Reverse Engineering

^۵Joint Venture

^۶Subcontracting

^۷Human Exchange & Hiring

^۸Equity Investment

^۹Internal Training & Education

		اغتنام از فرصت‌های بین‌المللی	G7	تحقیق و توسعه مشترک ^۳	C7
		کپی آزاد ^۵	G8	قرارداد پیمانکاری تحقیق و توسعه ^۴	C8
				قرارداد تحقیق توسعه ^۶	C9
				خرید حق امتیاز افزاینده ^۷	C10
				شبکه‌سازی ^۸	C11
				کنسرسیوم ^۹	C12
				سرمایه‌گذاری	C13
				خدمات یا کمک‌های فنی ^{۱۰}	C14
				خدمات مهندسی ^{۱۱}	C15
				ایجاد شرکت‌های چندملیتی ^{۱۲}	C16
				اخذ مالکیت ^{۱۳}	C17
				ادغام ^{۱۴}	C18
				قرارداد دانش فنی ^{۱۵}	C19
				سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ^{۱۶}	C20

۶- مطالعه موردی

در انتها، برای اثبات کارایی مدل و صحت نتایج حاصل از آن و حل یک مساله واقعی، مدل پیشنهادی در یکی از شرکت‌های دانش‌بنیان داخلی برتر و فعال در حوزه نانو فن آوری به کار برده شده است. این شرکت در زمینه‌ی فرآیندهای نانوفن آوری و اصلاح محصولات نانو، تولید تجهیزات فن آوری نانو فعالیت می‌کند. محصولات تولیدی شرکت موردنظر در سه گروه تقسیم‌بندی می‌شود: ۱- نانو مواد از جمله تولید پودر(خانواده آلومینیوم، مس، آهن و غیره) و تولید نانوکلوئیدها (نانوکلوئیدهای فلزی و اکسیدی)؛ ۲- تجهیزات از جمله تجهیزات تولید نانو (تولید به روش انفجار الکتریکی سیم (در محیط مایع و گاز) و کویتاسیون)؛ ۳- محصولات نهایی شامل فیلترهای تصفیه آب، نی‌های تصفیه آب و غیره. روش فعلی انتقال فن آوری پلت-فرم در این شرکت، مهندسی معکوس و مطالعه اسناد و مقالات علمی است و از این لحاظ چالشی وجود

¹Minority Equity
²Industrial Espionage
³Joint R&D
⁴Contract out R&D
⁵Free copying
⁶Contract R&D
⁷Enhanced licenses
⁸Networking
⁹Consortium
¹⁰Technical Service
¹¹Engineering service
¹²Multinational corporates
¹³Acquisition
¹⁴Merger
¹⁵Know-how Agreement
¹⁶Foreign Direct Investment

ندارد. ولی هم‌اکنون، یکی از دغدغه‌های شرکت، دستیابی به دانش فنی بهبود و توسعه تجهیزات تولید نانومواد و نانوکلوئیدها است که سعی شده با مدل حاضر، مسئله حل گردد. فن آوری‌هایی که برای توسعه و ایجاد نوآوری در نظر گرفته شده‌اند عبارت‌اند از: ۱- فن آوری انفجار در محیط مایع برای تولید نانوکلوئیدهای فلزی ۲- فن آوری انفجار در محیط گاز برای تولید نانو پودرهای فلزی.

پس از حل مساله با مدل پیشنهادی تحقیق و بهره‌گیری از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در نرم‌افزار Expert Choice، روش تحقیق و توسعه مشترک با احراز وزن ۰.۱۶۸ انتخاب گردید. همچنین، مسئله با استفاده از مدل استاک حل شد و به همین جواب رسید که همگرا شدن جواب‌های مسئله با دو مدل مختلف، می‌تواند دلیلی دیگر بر صحت و اعتبار مدل پیشنهادی باشد.

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۷-۱- جمع‌بندی

در کل، می‌توان انتقال فن آوری را فرآیند یادگیری و انباشتی مداوم دانش دانست که مستلزم ارتباط پیوسته منبع و دریافت‌کننده فن آوری است. این امر در انتقال فن آوری‌های پیشرفته بیشتر موضوعیت دارد و دلیل آن، درجه بالای ضمنی بودن دانش فنی، پیچیدگی فن آوری و چندرشته‌ای و چندتخصصی بودن آن است. در این موارد، روش‌های غیرفعال همچون قرارداد خرید حق امتیاز تقریباً ناکارآمد می‌شود. در نتیجه، لازم است تا روش مناسب انتقال فن آوری وابسته به شرایط مساله، شناسایی شود. در این پژوهش، بر اساس مقایسه‌ای که بین مدل‌های پیشین انتخاب‌گر روش انتقال فن آوری صورت گرفت، برخی نواقص مدل‌های مطرح در ادبیات کشف شد و با طراحی مدل جدیدی تلاشی برای بهبود و توسعه مدل‌های قبلی صورت گرفت. مدل پیشنهادی، دارای ۲۲ معیار تصمیم‌گیری طبقه‌بندی شده در ۵ گروه کلی: ۱- منبع (تأمین‌کننده) فن آوری، ۲- دریافت‌کننده (متقاضی) فن آوری، ۳- فرآیند انتقال فن آوری، ۴- ماهیت فن آوری و ۵- محیط پیرامون فرآیند انتقال فن آوری است و اهم روش‌های انتقال فن آوری بر مبنای دیدگاه سیستمی به ۳ دسته روش‌های همکاری، روش‌های عمومی و روش‌های ضدرقابتی افراز شده‌اند.

علاوه بر طراحی مدل انتخاب‌گر روش انتقال فن آوری، تحقیق حاضر با درک پیچیدگی انتقال فن آوری‌های پیشرفته در شرایط عام و پیچیدگی آن در شرایط خاص سیاسی کشور، مطالعه موردی را به انتقال فن آوری تجهیزات نانو به‌عنوان حوزه‌ای از فن آوری‌های پیشرفته و زیرساخت اصلی توسعه نانو فن آوری معطوف ساخته است. استفاده از چنین مدلی در کنار تحقیق و توسعه داخلی، راه را برای ارتقای توان داخلی در زمینه فن آوری نوین و استراتژیکی همچون نانوفن آوری هموار می‌سازد و مانع هدر رفتن زمان و سرمایه در این

راستا می‌گردد. بر مبنای مدل تحقیق و بهره‌گیری از روش AHP روش تحقیق و توسعه مشترک برای فن آوری خاص مطرح در مطالعه موردی مناسب به نظر می‌رسد.

۲-۷- پیشنهادهایی برای تحقیق‌های آتی

۱-۲-۷- پیشنهادهای کاربردی

- ۱- به کارگیری مدل پیشنهادی در سیاست‌گذاری انتقال فن آوری تجهیزات نانو در عمل؛
- ۲- استفاده از ۲۱ عامل شناسایی شده مؤثر بر انتقال فن آوری تجهیزات فن آوری نانو در سیاست‌گذاری برای مسایل مربوط به فن آوری تجهیزات زیست فن آوری (بیوفن آوری) و فن آوری‌های پیشرفته و جدید دیگر؛
- ۳- به کارگیری مدل پیشنهادی در شرایط سیاسی، اجتماعی، فرهنگی، فن آوران و اقتصادی مختلف به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه

۲-۲-۷- پیشنهادهای پژوهشی

- ۱- توسعه ابعاد و زیرمعیارهای مدل پیشنهادی؛
- ۲- انجام پژوهشی با روش مشابه پژوهش حاضر برای ارزیابی فن آوری؛
- ۳- بررسی کارایی و اثربخشی انتقال فن آوری‌های پیشرفته و جدید از جمله فن آوری نانو و فن آوری تجهیزات این فن آوری؛
- ۴- پرداختن به موضوع مدیریت دانش انتقال فن آوری‌های پیشرفته با محوریت نانوفن آوری؛
- ۵- پژوهش‌های مستقلی درباره هر یک از معیارهای محیطی در نظر گرفته شده در مدل پیشنهادی؛
- ۶- پژوهش‌های منسجم در خصوص تجاری‌سازی محصولات نانو و توجه به حلقه بازار در زنجیره ارزش آن؛
- ۷- پژوهش درباره‌ی مدیریت پروژه انتقال فن آوری تجهیزات نانو؛
- ۸- بررسی پویایی‌ها و روابط علی و معلولی بین عوامل مؤثر بر انتقال فن آوری‌های پیشرفته از جمله نانوفن آوری؛
- ۹- ارزیابی ریسک انتقال فن آوری‌های پیشرفته از جمله نانوفن آوری

References:

منابع:

۱. اسدی فرد، ر.، باقری، ر. (۱۳۸۸). «مدل حمایتی شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو از شکل‌گیری صنعت ساخت داخل تجهیزات نانو»، اولین همایش ملی ارتقای توان داخلی با رویکرد ساخت داخل، تهران.
۲. امامیان، محمد صادق (۱۳۸۳). «بررسی انتقال فن آوری SUR با استفاده از مدل انتشاری»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت، دانشگاه صنعتی شریف.
۳. توکل، م.، طهماسبی، س. (۱۳۸۸). «عوامل اجتماعی موثر بر موفقیت انتقال فن آوری در صنعت خودرو ایران»، مجموعه مقالات همایش مدیریت فن آوری و نوآوری، دانشگاه پیام نور گرمسار.
۴. خلیل، طارق (۱۳۸۹). «مدیریت فن آوری رمز موفقیت در رقابت و خلق ثروت»، ترجمه محمد اعرابی و داوود ایزدی، ویرایش اول، تهران، دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
۵. دلاوری، مهدی (۱۳۸۶). «ارایه مدلی جهت انتخاب روش مناسب انتقال فناوری»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت، دانشگاه صنعتی شریف.
۶. رضایی، هادی و صدیقی، گاریز، سیما، (۱۳۸۹). «نوع‌شناسی فرایندهای انتقال فن آوری درونی در سطح پروژه‌ها»، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مدیریت فن آوری، تهران.
۷. شهرابی، ج.، ذوالقدر شجاعی، ع. (۱۳۸۸). «داده‌کاوی پیشرفته مفاهیم و الگوریتم‌ها»، تهران، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.
۸. طباطبائی، ح. (۱۳۷۸). «انتقال فن آوری نیازمند نگرشی جامع»، تهران، دفتر همکاری‌های فن آوری.
۹. طباطبائی، حبیب‌الله (۱۳۷۹). «طراحی مدل تصمیم‌گیری در انتخاب پروژه‌های انتقال، رویکرد فازی به نظریه امکان»، رساله دکتری مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس.
۱۰. عربشاهی کریمی، ا. (۱۳۸۸). «نگرشی جامع بر فرآیند انتقال فن آوری: روش‌ها، مراحل، موانع و عوامل موفقیت در انتقال فناوری»، مجموعه مقالات همایش مدیریت فن آوری و نوآوری، دانشگاه پیام نور گرمسار.
۱۱. عربی، ع. (۱۳۸۸). «روش‌های انتقال تکنولوژی»، ماهنامه تدبیر، سال هجدهم، شماره ۱۷۹، صص ۳۱-۱۸.
۱۲. عنایتی، ابراهیم (۱۳۹۱). «بودجه فناوری نانو آمریکا برای سال ۲۰۱۳»، ماهنامه فناوری نانو، شماره ۲، سال یازدهم، پیاپی ۱۷۵، صص ۲۲-۱۸.
۱۳. غیاثوند، احمد (۱۳۹۰). «کاربرد آمار و نرم‌افزار SPSS در تحلیل داده‌ها»، تهران، نشر لویه.
۱۴. قاسمی زاویه سادات، مهدی (۱۳۸۳). «ارایه یک چارچوب برای مدیریت پروژه‌های انتقال فن آوری در شرکت ایران خودرو: موردکاوی انتقال فن آوری اکسل پژوه ۲۰۶»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت، دانشگاه صنعتی شریف.
۱۵. کلایین، پل (۱۳۸۰). «براهن‌های آسان تحلیل عاملی»، تهران، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).
۱۶. موسایی، ع. (۱۳۸۴). «طراحی مدل مناسب انتقال تکنولوژی در راه آهن ج.ا.ا»، مجموعه مقالات دومین کنفرانس مدیریت فن آوری، تهران.
۱۷. مهدی‌زاده، محمود و دیگران (۱۳۸۹). «شناسایی عوامل مؤثر بر انتقال فن آوری»، فصلنامه رشد فناوری.
۱۸. نبوی چاشمی، علی. (۱۳۸۸). «بررسی مدل‌های انتخاب روش مناسب انتقال فن آوری و ارایه الگوریتم پیشنهادی»، مجموعه مقالات همایش مدیریت فن آوری و نوآوری، دانشگاه پیام نور گرمسار، صص ۱۲-۱.
۱۹. نبوی چاشمی، علی و دیگران. (۱۳۸۸). «بررسی موانع و عوامل تأثیرگذار بر انتقال فن آوری و ارایه الگویی اثر بخش»، مجموعه مقالات همایش مدیریت فن آوری و نوآوری، دانشگاه پیام نور گرمسار.
۲۰. نجفی، اسدالله (۱۳۸۷). «ارایه الگویی جهت انتخاب روش مناسب اکتساب فناوری با استفاده از روش آنالیز فاکتور در شرکت آوپن»، فصلنامه رشد فناوری، ص ۱۷.
۲۱. نیلی، م. (۱۳۸۲). «صنعت سیاسی، نتایج حاصل از مطالعات استراتژی صنعتی کشور»، کتاب همشهری.
۲۲. هومن، ح. (۱۳۸۷). «مدل‌یابی معادلات ساختاری با کاربرد نرم‌افزار لیزرل»، تهران، نشر سمت.
23. Abdelkader, E. M., Jelliss, P. A., and Buckner, S. W. (2015). Synthesis of organically-capped metallic zinc nanoparticles using electrical explosion of wires (EEW) coupled with PIERMEN, *Materials Chemistry and Physics*, Vol 149, 238–245.
24. Abdul Wahab, Sazali, (2012), "Empirical Investigation on the Effects of Inter-Firm Technology Transfer Characteristics on Degree of Inter-Firm Technology Transfer: A Holistic Model", *Asian Social Science*, Vol. 8, No. 1.
25. Al-Mabrouk, K., and Soar, J. (2009). An analysis of the major issues for successful information technology transfer in Arab countries, *J. of Enterprise Information Management*, Vol. 22, No. 5, pp. 504-522.
26. Al-Shakran, M., Kibler, L., and Jacob, T. (2015). Homoepitaxial electrodeposition on reconstructed and unreconstructed Au(100): An in-situ STM study, *Surface Science and Electrochemistry*, Vol. 631, 130–134.

27. Bennett D., Vaidya, K., and Hongyu, Z. (1999). Valuing transferred machine tool technology Relating value to product attributes and preferences of acquirers, *Int. J. of Operations & Production Management*, Vol. 19, No. 5/6, pp. 491-514.
28. Buono, Anthony F. (1997). Technology transfer through acquisition, *Management Decision*, Vol. 53, No. 3, pp. 194-204.
29. Cagliano, R., Chiesa, V., and Manzini, R. (2000). Differences and similarities in managing technological collaborations in research, development and manufacturing: a case study, *J. Eng. Technol. Manage*, Vol.17, pp. 193–224.
30. Chiesa, V., and Manzini, R. (1998). Organization for technological collaborations: a managerial perspective, *Int. J. of R&D Management*, Vol. 28, No. 3, 199-212.
31. Chiesa, V., Manzini, R., and Tecilla, F. (2012). Selecting sourcing strategies for technological innovation: an empirical case study, *Int. J. of Operations & Production Management*, Vol. 20, no. 9, pp. 1017 – 1037.
32. Crawford, N.K. (1984). Transferring Technology from Universities to Small Firms, *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 84, No. 7.
33. Davis, J.M. (2007). How to Assess the Risks of Nanotechnology: Learning from Past Experience, *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, Vol. 7, 402-409.
34. Ernst, H. (2003). Patent information for strategic technology management, *World Patent Information*, Vol. 25, pp. 233–242.
35. Ghazinoory, S., and Ghazinoori, S. (2006). Developing government strategies for strengthening national system of innovation, using SWOT analysis: the case of Iran, *Sci. Public Policy*, Vol. 33, pp. 529–549.
36. Hand, D., Mannila, H., Smyth, P. (2001). *Principles of Data Mining*, Cambridge, MIT Press.
37. Hanne, Daniel, and Zeller, Martin. (1996). Resources in support of technology transfer: Revised and updated, *Reference Services Review*, Vol. 24, No. 2.
38. Hirt, Christian., (2012), Technology transfer in Asia – challenges from a cross-cultural perspective, *J. of Technology Management in China*, Vol. 7, No. 1.
39. Ho, Suk-ching, Lau, Ho-fuk. (1988). Development of supermarket technology: the incomplete transfer phenomenon, *International Marketing Review*, Vol. 5, No. 1.
40. Hoekman, Bernard M., Maskus, Keith E., and Saggi, Kamal. (2005). Transfer of technology to developing countries: unilateral and multilateral policy options, *World Development*, Vol. 32, No. 10, pp. 1587-1602.
41. Jasinski, Andrzej. (2009). Barriers for technology transfer: the case of a country in transition, *J. of Technology Management in China*, Vol. 4, No. 2, pp. 119-131.
42. Jayaraman, V., Bhatti, M.I., and Saber, H. (2004). Towards optimal testing of an hypothesis based on dynamic technology transfer model, *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 147, pp.115-129.
43. Khan, N., Akhtar, M. and Khan, M. (2007). Approaches for Technology Assessment and Selection for Developing Countries- A ToT Model, *Technology Growth*, No. 13, pp. 60-65.
44. Kumar, Upali A., Hara, Yoshio and Masakazu, Yano. (1991). leadership theory implications for improving performance of recipient staff: experience of technology transfer from Japan, *Int. J. of Commerce and Management*, Vol. 1, no. 3.
45. Kumar, V. and Persaud, A. (1999). Building technological capability through importing technology, *The J. of Technology Transfer*, vol. 24, pp. 81-96.
46. Li-Hua, Richard. (2006). Examining the appropriateness and effectiveness of technology transfer in China, *J. of Technology Management in China*, Vol. 1, No. 2, pp. 208-223.
47. Magnusson T. and Johansson, G. (2008). Managing internal technology transfer in complex product development, *European J. of Innovation Management*, Vol. 11, No. 3, pp. 349-365.
48. Marie, K. J. (2000). A technology transfer model for effective HIV/AIDS interventions: Science and practice, *AIDS Education and Prevention*.
49. Maskus, K. E. (2003). Encouraging International Technology Transfer, *International Center for Trade and Sustainable Development*, no. 7.
50. Matilde Kronka Dias, M., and Vergueiro, W. (1998). Information and technology transfer in Brazil: evolution and perspectives, *New Library World*, Vol. 99, No.1141, pp. 112–117.

51. Michelson, Evan.,(2008), Globalization at the nano frontier: the future of nanotechnology policy in the United States, China and India, *Technology in Society*,vol. 30, no. 3-4, pp. 405- 410.
52. Ming, Wang Xing, and Xing, Zhou. (1999). A new strategy of technology transfer to China, *Int. J. of Operations & Production Management*, Vol. 19, No. 5, pp. 527-537.
53. Mwinymbegu, R.M. (1993). Obstacles to Information Technology Transfer to the Third World, *Library Review*, Vol. 42, no. 5.
54. Okoro, Greg I. (1992). Technology transfer, appropriate technology, and cultural receptivity problems, *Int.J. of Commerce and Management*, Vol. 2, No. 4.
55. Pullar, R.C. (2000). A method for the preparation of aligned fibre samples for magnetic measurement using VSM, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, Vol. 218(1), PP. 1-4.
56. Pacey, A. (1983). *The Culture of Technology*, Oxford: Blackwell, ISBN-10: 0262660563.
57. Raheem, D. (1997). Transfer of technology from north to south – meeting the needs of a rural environment: a review of the Mtwara-Lindi water project, *Environmental Management and Health*,Vol. 8, No. 4, pp. 124-127.
58. Raz, Baruch, and Assa, Isak. (1988). A model of "coupled" technology transfer, Technological forecasting and social change, Vol. 33, pp. 251-265.
59. Sadowski, Bert, and Duysters, Geert. (2008). Strategic technology alliance termination: An empirical investigation, *J. Eng. Technol. Manage*, Vol. 25, pp. 305-320.
60. Saladin El Naschie, M. (2006). Nonotechnology for the developing world, *Chaos, Solitons and Fractals*, Vol. 30, pp. 769-773.
61. Setindamar, D. (2001). The role of regulations in diffusion of environment technologies: micro and macro issues, *European J. of Innovation Management*, Vol. 4, No. 4, pp. 186-193.
62. Tatikonda, Mohan V., and Stock, Gregory N. (2003). Product Technology Transfer in the Upstream Supply Chain, *J. PROD. INNOV.MANAG.*, Vol. 20, pp. 444-467.
63. Ulrich, Karl T., and Eppinger, Steven D. (2004). *Product Design and Development*, third ed, McGraw Hill.
64. Yin, J., D'Haese, C., and Nysten, B., (2015), "Surface electrical properties of stainless steel fibres: An AFM-based study", *Applied Surface Science*, Volume 330, Pages 65-73.
65. Zacchea, Nicholas M. (1992). Technology Transfer: From Financial to Performance Auditing, *Managerial Auditing Journal*, Vol. 7, No. 1.