طراحی مدل انتقال فناوری و دانش نانو در ایران
به روش دلفی فازی

سعیده شکوهی (نویسنده مسئول)
دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
s.shokouhi@aut.ac.ir

عباس افرازه
دانشیار دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
afrazeh@aut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۱۶
تاریخ اصلاحات: ۱۳۹۳/۰۸/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۱۰

چکیده

نانوفناوری نقش بسیار مهمی در توسعه علمی، اقتصادی و سیاسی کشورها ایفا می‌کند. به طوری که تطبیق با جهان پویای امروز و تبدیل شدن به قدرت اول منطقه خاور میانه و قرارگیری در صف پیشگامان این عرصه مشروط به اکتساب فناوری و دانش فناورانه مرتبط با نانو است. یکی از راه‌های کوتاه‌مدت، ضربتی و اثربخش اکتساب نانوفناوری و دانش آن، انتقال فناوری است که علی رغم اهمیت بسیار زیاد، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از سوی دیگر، شرایط خاص ایران و فشار تحریم‌ها به ضرورت این مسئله می‌افزاید. زیرا، تعامل دانشی و فنی در شرایط تحریم پیچیده‌تر و دشوارتر می‌شود و امکان انتقال کامل دانش و فناوری به خصوص در زمینه فناوری‌های پیشرفته و بسیارپیشرفته نظیر نانوفناوری کاهش می‌یابد. لذا، بررسی و شناسایی تأثیرگذارترین عوامل بر انتقال دانش و فناوری نانو و طراحی مدلی بومی برای تسهیل تصمیم‌گیری صحیح و هوشمندانه در این حوزه با آگاهی از نبود چنین مدلی در ادبیات موضوع، دغدغه و محرک اصلی تحقیق حاضر است. تحقق اهداف پژوهش، با بهره‌گیری از روش دلفی فازی در شناسایی ۱۸ عامل اصلی مؤثر بر انتقال فناوری و دانش نانو، وزن‌دهی عوامل یا معیارهای مدل پیشنهادی و طبقه‌بندی آنها در ۵ گروه کلی: ۱- منبع (تأمین‌کننده) فناوری، ۲- دریافت‌کننده (متقاضی) فناوری، ۳- فرایند انتقال فناوری، ۴- ماهیت فناوری و ۵- محیط پیرامون فرایند انتقال فناوری میسر شده است و مبنای طبقه‌بندی عوامل بر رویکرد سیستم‌های باز به مسئله انتقال فناوری استوار می‌باشد.

واژگان کلیدی

انتقال فناوری؛ انتقال دانش؛ عوامل مؤثر؛ نانوفناوری؛ ایران؛ تکنیک دلفی فازی؛ روش مثلثی.

مقدمه

با گذشت چند دهه از ظهور نانوفناوری در جهان هنوز این زمینه، یک عرصه جدید در علم و فناوری محسوب می‌گردد. اهمیت نانوفناوری به حدی است که ادعا می‌شود قادر به تغییر دادن سیاست بین‌المللی علم و فناوری و ایجاد اثری مهم بر جهت‌گیری تحقیقات گستره وسیعی از شرکت‌ها و ملل مختلف است [۱۴]. اهمیت نانوفناوری 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. همچنین، دستیابی به پیشرفت‌های اساسی و بنیادین در حوزه‌های دیگر علم و فناوری، از طریق توسعه نانوفناوری امکان‌پذیر است [۱۵]. نانوفناوری اثرات چشمگیری بر اقتصاد کشورها خواهد گذاشت به طوری که بر اساس تحقیقات صورت گرفته، بازار کالاهای نانوفناوری تا انتهای سال ۲۰۱۴ به ۲.۶ تریلیون دلار خواهد رسید [۱۴]. ازاین‌رو، دولت ایران تأکید ویژه‌ای بر توسعه سریع فناوری‌های جدید و نوظهور به‌خصوص نانوفناوری دارد [۱۶].

در این بین، یکی از راه‌های سریع و مؤثر اکتساب نانوفناوری و دانش آن، انتقال فناوری است و در شرایط تحریم که تعامل دانشی و فنی با دشواری مواجه است و امکان انتقال کامل دانش و فناوری به خصوص در زمینه فناوری‌های پیشرفته و بسیار پیشرفته نظیر نانوفناوری کمتر می‌باشد، راه‌حل مناسبی است. از این رو، مسئله تحقیق حاضر، بر پایه شکافی شکل گرفته که در ادبیات حوزه انتقال دانش و فناوری نانو وجود دارد. در حقیقت، تا پیش از این مدل جامعی برای تصمیم‌گیری در این زمینه طراحی نشده بود. با توجه به اینکه اتخاذ تصمیم صحیح نیاز به در نظرگیری و بررسی همه جانبه مجموعه معیارها و عوامل تأثیرگذار دارد، لازم است در مدل جامع ارزیابی و تصمیم‌گیری، اساسی‌ترین معیارها تعیین شود.

لذا، تحقیق حاضر درصدد طراحی مدلی بومی برای تسهیل تصمیم‌گیری صحیح و هوشمندانه درباره انتقال دانش و فناوری نانو است. در این پژوهش، با بهره‌گیری از روش دلفی فازی به شناسایی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری و دانش نانو و وزن‌دهی عوامل یا معیارهای مدل پیشنهادی پرداخته شده است.

پیشینه و مبانی نظری تحقیق

فناوری

فناوری عبارتست از بکارگیری دانش سازماندهی‌شده در وظایف عملی توسط سیستم‌های هدفمند و مرحله‌ای که دربردارنده افراد، سازمان‌ها، اشیاء و ماشین‌ها می‌شود [۱۷].

انتقال فناوری

به فرایندی اطلاق می‌شود که طی آن، یک گروه به اطلاعات فنی گروه دیگر دسترسی می‌یابد و آن را به‌صورت موفقیت‌آمیزی یاد گرفته، جذب نموده و در فرایندهای تولید خود تسری می‌دهد [۱۸]. به‌طور کلی، توسعه فناوری از دو طریق قابل حصول است: ۱- توسعه درون‌زا[1] که با استفاده از منابع داخلی و از طریق فعالیت‌های تحقیق و توسعه به فناوری موردنظر دسترسی پیدا می‌شود. ۲- انتقال فناوری[2] که با استفاده از منابع خارجی و خرید آن از خارج بنگاه به فناوری موردنظر دسترسی پیدا می‌شود. گاهی اوقات ترکیبی از توسعه درون‌زا و انتقال فناوری برای دستیابی به یک فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. تصمیم‌گیری در مورد توسعه درون‌زا یا انتقال فناوری، به عوامل مختلفی از جمله سطح توانمندی فناورانه سازمان گیرنده، سطح پیچیدگی فناوری و ضرورت دسترسی سریع به فناوری مورد نظر بستگی دارد [۱]. در این پژوهش، تمرکز اصلی بر انتقال فناوری می‌باشد که به روش‌ها یا کانال‌های مختلفی صورت می‌گیرد و فرض بر آن است که خواننده شناختی بر روش‌های انتقال فناوری دارد.

نانوفناوری

آرایش و دستکاری اتمها به منظور ساخت موادی با خواص کاملاً متفاوت در ابعاد یک میلیاردم متر [۱۹].

جایگاه ایران در نانوفناوری

در حال حاضر، ایران رتبه هفتم بین کشورهای جهان و رتبه اول در منطقه خاورمیانه را در دانش نانو به خود اختصاص داده است و یکی از بیست بازار نانوی جهان می‌باشد. لذا، حفظ و ارتقای جایگاه فعلی، درگروی بهبود زیرساخت‌های توسعه نانوفناوری می‌باشد. شاهد دیگری بر اهمیت و ضرورت پرداختن به زیرساخت‌ها به‌ویژه تجهیزات فناوری نانو، مفاد برنامه بودجه دولت امریکا به‌عنوان کشور پیشرو در عرصه نانوفناوری برای سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ بود [۲]. در این برنامه بیشترین بودجه به تحقیقات بنیادین و پس از آن به حفظ، ارتقا و به‌روز رسانی 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 می‌باشد [۵-۳، ۲۰].

بر اساس چشم‌انداز ایران ۱۴۰۴ و سند راهبرد آینده ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، صنایع کشور به دنبال ایجاد ارزش بالای اقتصادی با فناوری نانو هستند. برای مثال، در افق موردنظر، صنعت نفت قصد دارد تولیدکننده محصولات و فرآورده‌های نفتی مبتنی بر فناوری نانو با ارزش افزوده بالا باشد و با به کارگیری فرایندهای مبتنی بر فناوری نانو در جهت ازدیاد برداشت، افزایش کارایی، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و بهبود کمی و کیفی محصولات و رفع معضلات عملیاتی برآید و ضمن مصرف محصولات داخلی نانو برای افزایش کارایی، کاهش وابستگی و کاهش هزینه‌ها، صادرکننده محصولات و خدمات فناوری نانو باشد.

در این راستا، معاونت پژوهش و فناوری وزارت نفت، تصویب کرده که ۱۰ درصد از بودجه‌های پژوهشی صنعت نفت به فناوری‌های نوین شامل زیست فناوری، فناوری نانو و فناوری غشا اختصاص یابد. مطابق این سند، دستیابی به ۲۷ فناوری کلیدی تا سال ۱۳۹۵ هدفگیری شده است. از جمله این فناوری‌ها، ازدیاد برداشت از مخازن نفتی با استفاده از مواد نانوساختار، اصلاح مته‌های حفاری با پوشش‌های نانوالماس، استفاده از نانوفیلترها در توربین‌ها و واحدهای عملیاتی، استفاده از نانولوله‌های کربنی و گرافن در سیمان حفاری، استفاده از نانوکاتالیست، نانوعایق‌های حرارتی و نانوامولسیون‌ها هستند [۳].

روش‌های انتقال دانش و فناوری نانو در ایران

در ایران ستاد ویژه فناوری نانو (تحت حمایت دفتر ریاست جمهوری) با هدف تسهیل فرایند رصد، انتقال و انتشار فناوری نانو ایجاد شده است. این ستاد دارای زیرمجموعه‌ای از دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی دولتی و خصوصی از شهرهای مختلف کشور است که به صورت شبکه‌ای فعالیت می‌کنند. علاوه بر ستاد نانو، سازمان‌ها و واسطه‌هایی نیز وجود دارند که در انتقال فناوری و دانش نانو سهم دارند. در مجموع، می‌توان گفت دانش فنی نانو به صورت پراکنده در کشور وجود دارد و علی‌رغم وجود مکانیزم‌هایی مانند آنچه ستاد نانو تعریف کرده هنوز ساز و کار مشخصی ندارد. اما بر اساس مصاحبه های نیمه‌ساختاریافته‌ای که با صاحب‌نظران این عرصه به عمل آمد، در مورد انتقال فناوری و دانش نانو ۵ جهت کلی به‌صورت ذیل وجود دارد:

۱- انتقال فناوری و دانش نانو از خارج کشور به داخل ایران
۲- انتقال فناوری و دانش نانو از شرکت‌های داخلی به دانشگاه‌ها و آزمایشگاه‌های دولتی و خصوصی
۳- انتقال فناوری و دانش نانو از دانشگاه‌ها به شرکت‌های داخلی فعال در حوزه فناوری نانو

1. Internal Development
2. Technology Transfer

۴- انتقال فناوری و دانش نانو از یک شرکت داخلی به شرکت داخلی دیگر
۵- انتقال فناوری و دانش نانو از داخل به خارج کشور

هر یک از ساز و کارهای فوق با روش‌ها و کانال‌های مشخصی قابل انجام است برای مثال انتقال فناوری و دانش فناورانه از طریق مهندسی معکوس و تحلیل پتنت‌های موجود از خارج کشور به داخل منتقل می‌شود.

به دلیل اهمیت موضوع انتقال دانش و فناوری، شبکه عمومی نانوفناوری کشورهای جهان اسلام، با هدف انتقال دانش و فناوری نانو از ایران به سایر کشورهای اسلامی، گسترش همکاری‌های فی مابین و دستیابی به آخرین دستاوردهای نانوفناوری و توسعه آن در جهان اسلام از ایجاد شده است.

عوامل تأثیرگذار بر موفقیت و شکست انتقال فناوری و دانش فناورانه

مطالعات بسیاری در زمینه بررسی و شناسایی عوامل مؤثر بر موفقیت و شکست پروژه‌های انتقال فناوری و به تبع دانش فناورانه انجام شده است و هدف از بررسی عوامل تأثیرگذار، کمک به بهبود فرایند انتقال فناوری و دانش آن از طریق تمرکز بر عوامل بحرانی در درجه نخست و طراحی مدل‌های تصمیم‌گیری برای انتخاب روش مناسب انتقال فناوری در درجه دوم است. در جدول ۱، به برخی از مطالعات برجسته در این زمینه پرداخته شده است.

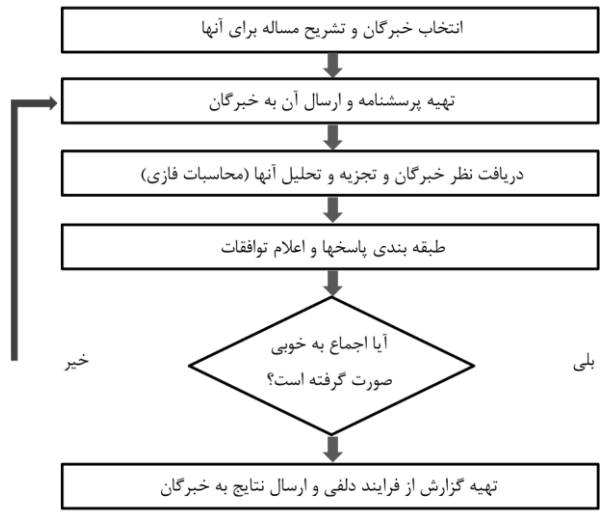
جدول ۱- مرور ادبیات

سال	محققان	عوامل مؤثر بر انتقال فناوری
۱۹۹۱و ۲۰۰۰	کومارا و همکاران، السی و فوجیوارا [۲۲-۲۱]	افراد اهل کشور متقاضی فناوری و مقیم کشور صاحب فناوری
۱۹۹۲	زاکیا [۲۳]	سیستم ارزیابی عملکرد انتقال فناوری
۱۹۹۲	اوکورو[۲۴]	عوامل فرهنگی، سیاسی و اقتصادی
۱۹۸۷ و ۱۹۹۳	مرقلانی و موینیمبگو [۲۶-۲۵]	برنامه‌ریزی‌های مدیریتی، درجه تضاد فرهنگ‌های طرفین انتقال، درجه مقاومت گیرنده نسبت به تکنولوژی غیربومی، درجه انعطاف‌پذیری در پذیرش فرهنگ خارجی، وجود فرهنگ تغییر و میزان توانایی یکپارچه‌شدن فرهنگ‌های طرفین انتقال
۱۹۹۶	هان و زلر [۲۷]	نقدینگی، وجود یک قهرمان در هر طرف انتقال برای بدست گرفتن امور و پیشبرد هدفمند فرایند انتقال، موانع فرهنگی و درجه پذیرش فناوری غیربومی، نگرش مدیریت و وجود اطلاعات مناسب برای اتخاذ تصمیمات بنیادین در مورد کشف، اکتساب، تطبیق و بهره‌برداری از فناوری
۲۰۰۴	امامیان [۴]	نگاه همکارانه بین طرفین انتقال فناوری، شیوه اطلاع‌رسانی از منبع به گیرنده فناوری، روش انتقال فناوری
۲۰۰۴	قاسمی [۵]	تعهد کاری، زیرساخت‌های IT، شبکه تأمین و تدارکات، توجیه اقتصادی فناوری، درجه سهولت پیاده‌سازی فناوری، حساسیت فناوری در ۴ بعد طراحی، ساخت، بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری، فاصله و مسافت انتقال‌دهنده و گیرنده فناوری، پایبندی به زمان‌بندی مقرر از سوی انتقال‌دهنده، ظرفیت مدیریت فناوری در بنگاه گیرنده، عوامل سازمانی نظیر دانش و مهارت نیروی انسانی و شکاف در دانش ضمنی بین طرفین انتقال
۲۰۰۶	لی‌هوآ [۶،۲۹،۲۸]	انتقال دانش مدیریتی
۲۰۰۸	سادوفسکی و دایسترز [۳۰]	نگرش نسبت به منافع همکاری، فرصت‌های برد-برد، افق زمانی همکاری، تناسب استراتژیک شرکا در سه حوزه تناسب عملکردی، تناسب فناورانه (قابلیت‌های یادگیری، سرعت یادگیری، ظرفیت جذب (توانایی جذب) و دانش پایه مشترک) و تناسب فرهنگی
۲۰۰۹	توکل و طهماسبی [۷]	عوامل اجتماعی عوامل درونی شامل تعهد مدیران، نظام پاداش‌دهی، سبک مدیریت، رضایت‌مندی شغلی و آموزش و عوامل بیرونی شامل تحقیقات و رقابت
۲۰۰۹	نبوی و همکاران [۸]	عوامل فرهنگی، سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فردی، چگونگی بکارگیری مدل‌های مناسب انتقال فناوری، مناسب‌سازی فناوری و زمان‌بندی
۲۰۰۹	المبروک و سور [۲۰]	منبع‌یابی فناوری، تأثیر فناوری جدید بر باورهای مذهبی، پیچیدگی انتقال فناوری، پویایی و شفافیت فرایند، سرمایه مورد نیاز، کارایی منابع انسانی، قوانین، زیرساخت‌های اقتصادی و فناورانه و فضای رقابتی
۲۰۰۹	جسینسکی [۳۱]	کارآمدی سیستم‌های پشتیبانی از نوآوری‌ها، منابع مالی، فرهنگ خلاقیت، ارتباطات بین دانشگاه و صنعت، بروکراسی، مهارت‌های کارکنان، دفاتر و واسطه‌های انتقال فناوری، هزینه فرایند انتقال فناوری، توانایی جذب نوآوری فناورانه، درک نظام ملی نوآوری و اساس تحقیق و توسعه، توانایی یادگیری فناوری جدید توانایی ارزیابی فناوری، مدیریت فناوری جدید، توانایی توسعه فناوری
۲۰۱۰	مهدی‌زاده و همکاران [۶]	عوامل کلان اقتصادی و عوامل خرد (در سطح بنگاه) شامل نظارت‌های مالیاتی، نرخ پس‌انداز، تغییرات نرخ ارز، قوانین نظام‌مند و پایدار متناسب با رشد اقتصادی، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، استفاده از سیستم‌های تولیدی و مدیریتی و کنترل کیفی پیشرفته، مهارت‌های فنی، مهندسی، علمی جهت ارتقای فناوری‌های وارداتی محصول و فرایند
۲۰۱۰	حق‌پناه و برخورداری [۹]	انسان‌افزار کارامد به منظور انتخاب صحیح، انطباق، اصلاح، جذب و توسعه فناوری وارداتی و توسعه فناوری
۲۰۱۱	چان و دایم [۳۲]	ظرفیت نوآوری بومی و جامع‌نگری در سیاست‌گذاری انتقال فناوری
۲۰۱۱	آستونداگ و همکارانش [۳۳]	واسطه‌های انتقال از جمله دفاتر انتقال فناوری و پارک‌های علم و فناوری
۲۰۱۱	یداللهی و امینی [۱۰]	عوامل نهادی شامل فرهنگ نوآوری، شناخت بازار و نیازهای مشتریان، تیم بازاریابی، سرمایه‌گذاری توسط مدیران، ساخت یا تأمین تجهیزات و ارتباط صنعت با دانشگاه؛ عوامل محیطی شامل مراکز بازاریابی، سرمایه‌گذاری دولتی، تجهیزات
۲۰۱۲	رائو و همکاران [۳۴]	سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه و حمایت‌های مالی دولت
۲۰۱۱ و ۲۰۱۲	هرت، میلر و همکاران [۳۶-۳۵]	روابط شبکه‌ای بین دانشگاه‌ها و صنعت
۲۰۱۲	عبدالوهاب و همکاران [۳۷]	درجه ضمنی بودن دانش
۲۰۱۲	جنت و همکاران [۳۸]	زیرساخت‌ها و تجهیزات

بر مبنای مرور صورت گرفته بر ادبیات موضوع، مدل جامع و بومی برای تصمیم‌گیری در خصوص انتقال دانش و فناوری نانو وجود ندارد. از این رو، پژوهش حاضر بر آن است با شناسایی و وزن‌دهی معیارهای تصمیم‌گیری این حوزه در کشور، به مدل شایسته‌ای دست یابد. لازم به ذکر است، تا کنون در هیچ یک از تحقیقات داخلی و خارجی به موضوع حاضر پرداخته نشده است به همین دلیل، موضوع این تحقیق، کاملاً بکر و دارای نوآوری است.

مروری بر روش دلفی فازی

روش دلفی فازی در دهه ۱۹۸۰ میلادی توسط کافمن و گویتا ابداع شد [۳۹]. کاربرد این روش به منظور تصمیم‌گیری و اجماع بر مسائلی که اهداف و پارامترها به صراحت مشخص نیستند، منجر به نتایج بسیار ارزنده می‌شود ویژگی مهم این روش، ارائه چارچوبی انعطاف‌پذیر است که بسیاری از موانع مربوط به عدم دقت و صراحت را تحت پوشش قرار می‌دهد. بسیاری از مشکلات در تصمیم‌گیری‌ها مربوط به اطلاعات ناقص و نادقیق است. همچنین تصمیم‌های اتخاذ شده خبرگان براساس صلاحیت فردی آنان و به شدت ذهنی است. بنابراین بهتر است داده‌ها به جای اعداد قطعی با اعداد فازی نمایش داده شوند. مراحل اجرایی روش دلفی فازی در واقع ترکیبی از اجرای روش دلفی و انجام تحلیل‌ها بر روی اطلاعات با استفاده از تعاریف نظریه مجموعه‌های فازی است. الگوریتم اجرای روش دلفی فازی در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱- الگوریتم اجرای روش دلفی فازی

مهم‌ترین تفاوت‌های روش دلفی فازی با روش دلفی در این است که در تکنیک دلفی فازی معمولاً خبرگان نظریات خود را در قالب متغیرهای کلامی ارائه می‌دهند، سپس میانگین نظر خبرگان (اعداد ارائه شده) و میزان اختلاف نظر هر فرد خبره از میانگین محاسبه و آنگاه این اطلاعات برای اخذ نظریات جدید به خبرگان ارسال می‌شود. در مرحله بعد هر فرد خبره براساس اطلاعات حاصل از مرحله قبل، نظر جدیدی را ارائه می‌دهد یا نظر قبلی خود را اصلاح می‌کند. این فرایند تا زمانی ادامه می‌یابد که میانگین اعداد فازی به اندازه کافی با ثبات شود. علاوه بر این، چنانچه مطالعه زیر نظر گروه‌هایی از خبرگان نیز لازم باشد، می‌توان با محاسبه فاصله بین اعداد مثلثی، نظریات خبرگان را بر اساس روابط فازی در گروه‌های مشابه مورد شناسایی قرار داد و اطلاعات آنها را به خبرگان مورد نظر ارسال کرد [۱۱].

یکی از راه‌های اکتساب نانوفناوری و دانش آن، انتقال فناوری است. اما علی‌رغم اهمیت بسیار زیاد آن کمتر مورد توجه قرار گرفته است و همانطور که در ادبیات اشاره شد اغلب تحقیقات داخل و خارج کشور متمرکز بر عوامل مؤثر بر انتقال فناوری کلی است و یا به حوزه‌های دیگر فناوری پرداخته‌اند. از سوی دیگر، شرایط خاص ایران و فشار تحریم‌ها، موضوع مزبور را از تحقیقات صورت گرفته در کشورهای دیگر جهان متمایز نموده است. لذا، تحقیق حاضر با بهره‌گیری از روش دلفی فازی درصدد شناسایی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری و دانش نانو و طراحی مدل مفهومی و بومی برآمده است.

روش تحقیق

در سال ۱۳۹۱، شکوهی در تحقیقی با عنوان «توسعه مدلی برای انتخاب مناسب‌ترین روش انتقال فناوری: تجهیزات فناوری نانو به‌عنوان مطالعه موردی» ۲۱ عامل مؤثر بر انتقال فناوری ساخت تجهیزات نانو در ایران را شناسایی نموده است. او در این تحقیق تصریح کرده که برخی از عوامل شناسایی‌شده احتمالاً برای سایر حوزه‌های نانوفناوری هم صادق هستند اما، با این وجود لازم است به صورت روشمند این ادعا بررسی شود[۱۲]. با توجه به جزئی‌نگری و همه‌جانبه نگری پژوهش شکوهی، عوامل مؤثر بر انتقال فناوری و دانش نانو نمی‌تواند بیش از عوامل استخراج شده توسط او باشد. ولی، این امکان وجود دارد که برخی از عوامل در مدل کلی مورد نظر پژوهش حاضر قابل حذف باشد. حذف موارد کم اهمیت و بازآرایی عوامل مؤثر در قالب مدلی نوین دغدغه اصلی این تحقیق است. عوامل مورد نظر عبارتند از: محیط دور، قابلیت سازمانی، قابلیت توسعه، ماهیت فناوری، مدیریت رابطه، مدیریت مالی، بصیرت فناورانه، مدیریت پروژه، بازارشناسی، مستندسازی، حمایت دولت، آموزش، توانایی نگهداری و تعمیرات، سیاست فناوری، شفافیت بازار، درجه نوآوری فناوری، افق زمانی همکاری، مدل ذهنی برای توسعه کسب وکار، واسطه (دلال)های انتقال فناوری، قابلیت مقابله با تحریم‌ها و وجاهت بین‌المللی. از این رو، تحقیق حاضر با الهام از پژوهش مزبور در تلاش است مدلی کلی برای انتقال فناوری و دانش در زمینه نانوفناوری ارائه دهد.

در این تحقیق روش نمونه‌گیری، قضاوتی (غیراحتمالیِ هدفدار) می‌باشد؛ به این معنا که در این نوع نمونه‌گیری، افرادی برای نمونه انتخاب می‌شوند که برای ارائه اطلاعات مورد نیاز در بهترین موقعیت قرار دارند. نمونه انتخاب شده برای این تحقیق جمعی از خبرگان متشکل از اساتید دانشگاه (دارای آشنایی همزمان با مقوله مدیریت فناوری و به‌طور خاص انتقال فناوری و نانوفناوری)، سیاست‌گذاران (شاغل در ستاد ویژه فناوری نانو و کریدور خدمات فناوری) و فن‌آوران (مدیر عاملان شرکت‌های فعال در حوزه نانو و شرکت‌های کارگزار) عرصه نانوفناوری است.

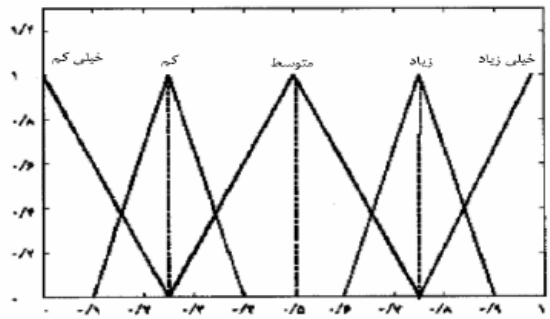
به دلیل اینکه پژوهش حاضر بر طراحی مدل بومی انتقال فناوری و دانش نانو در ایران تمرکز یافته که پیش از این بررسی نشده بود و مدل

جدیدی می‌باشد و به توسعه مجموعه دانسته‌های موجود منتهی می‌شود بر حسب هدف یک پژوهش بنیادی محسوب می‌شود و از آنجایی که نتایج حاصل از آن در انجام اقدامات و اصلاحات مربوط به انتقال فناوری و دانش نانو، سازمان‌های ایرانی را قادر می‌سازد تا با استفاده از این مدل اقدام به برنامه‌ریزی و بهبود فرایند مذکور نمایند، پژوهشی کاربردی محسوب می‌شود. همچنین، بر اساس طرح تحقیق و از حیث نحوه گردآوری داده‌ها، تحقیق حاضر یک تحقیق توصیفی (غیر آزمایشی) است و برای گردآوری اطلاعات سه روشِ مطالعه اسنادی، دلفی و پیمایشی استفاده گردیده و نوعی تثلیث در روش وجود دارد.

یافته‌های تحقیق

تعریف متغیرهای زبانی

پرسشنامه پژوهش حاضر با هدف کسب نظر خبرگان راجع به میزان موافقت آنها با مولفه‌ها و معیارهای مدل طراحی شده است، لذا خبرگان از طریق متغیرهای کلامی نظیر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد میزان موافقت خود را ابراز نموده‌اند. از آنجایی که خصوصیات متفاوت افراد بر تعابیر ذهنی آنها نسبت به متغیرهای کیفی اثرگذار است لذا با تعریف دامنه متغیرهای کیفی، خبرگان با ذهنیت یکسان به سوال‌ها پاسخ داده‌اند. این متغیرها با توجه به جدول ۲ و شکل ۲ به شکل اعداد فازی مثلثی تعریف شده‌اند.



شکل ۲- تعریف متغیرهای زبانی

جدول ۲- اعداد فازی مثلثی متغیرهای کلامی

متغیرهای کلامی	عدد فازی مثلثی	عدد فازی قطعی شده
خیلی زیاد	(۰, ۰.۲۵, ۱)	(۰.۹۳۷۵)
زیاد	(۰.۱۵, ۰.۱۵, ۰.۷۵)	(۰.۷۵)
متوسط	(۰.۲۵, ۰.۲۵, ۰.۵)	(۰.۵)
کم	(۰.۱۵, ۰.۱۵, ۰.۲۵)	(۰.۲۵)
خیلی کم	(۰, ۰, ۰.۲۵)	(۰.۰۶۲۵)

در جدول ۱ اعداد فازی قطعی شده با استفاده از فرمول مینکووسکی با فرمول ۱ محاسبه شده است:

فرمول (۱): فرمول مینکووسکی:

$$\chi = m + \frac{\beta - \alpha}{4}$$

نظرسنجی دور اول

در این مرحله مدل مفهومی ارائه شده همراه با شرح معیارها و زیرمعیارها به اعضای پنل خبره ارسال گردیده و میزان موافقت آنها با هرکدام از معیارها اخذ شده است. با توجه به گزینه‌های پیشنهادی و متغیرهای زبانی تعریف شده در پرسشنامه، نتایج حاصل از بررسی پاسخ‌های ارائه شده در جدول ۳ ارائه گردیده است. با توجه به نتایج این جدول میانگین فازی هر کدام از مولفه‌ها با توجه به روابط زیر محاسبه شده است:

فرمول (۲):

$$A_i = (a_1^{(i)}, a_2^{(i)}, a_3^{(i)}), i = 1,2,3,\ldots,n$$

فرمول (۳):

$$A_{ave} = (m_1, m_2, m_3) = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_1^{(i)}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_2^{(i)}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_3^{(i)}\right)$$

در این رابطه A_i بیانگر دیدگاه خبره i ام و A_{ave} بیانگر میانگین دیدگاه‌های خبرگان است. نتایج این محاسبات در جدول ۲ آمده است.

در جدول ۴ میانگین فازی مثلثی با استفاده از فرمول (۲) حاسبه شده و سپس با استفاده از فرمول مینکووسکی (فرمول ۱) فازی‌زدایی شده است. میانگین قطعی بدست آمده نشان‌دهنده شدت موافقت خبرگان با هرکدام از معیارهای مدل مفهومی پژوهش می‌باشد. تحلیل نتایج دور اول حاکی از این است که معیارهای: مدیریت مالی، بازارشناسی و حمایت دولت قابل حذف و اغماض هستند زیرا، دارای نمره قطعی پایینی می‌باشند. لازم به ذکر است پنل خبره افزودن معیار دیگری را به لیست معیارهای موجود ضروری ندیدند. لذا، دور دوم با ۱۸ معیار باقی مانده آغاز شد.

در جدول ۴ میانگین فازی مثلثی با استفاده از فرمول ۲ حاسبه شده و سپس با استفاده از فرمول مینکووسکی (فرمول ۱) فازی‌زدایی شده است. میانگین قطعی بدست آمده نشان‌دهنده شدت موافقت خبرگان با هرکدام از معیارهای مدل مفهومی پژوهش می‌باشد. تحلیل نتایج دور اول حاکی از این است که معیارهای: مدیریت مالی، بازارشناسی و حمایت دولت قابل حذف و اغماض هستند زیرا، دارای نمره قطعی پایینی می‌باشند. لازم به ذکر است پنا خبره افزودن معیار دیگری را به لیست معیارهای موجود ضروری ندیدند. لذا، دور دوم با ۱۸ معیار باقی مانده آغاز شد.

جدول ۳- نتایج شمارش پاسخ‌های دور اول نظرسنجی

ردیف	عامل	میزان موافقت				
		خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱	محیط دور	۰	۲	۶	۶	۹
۲	قابلیت سازمانی	۱	۲	۴	۱۰	۶
۳	قابلیت توسعه	۰	۰	۳	۴	۱۶
۴	ماهیت فناوری	۰	۱	۲	۵	۱۵
۵	مدیریت رابطه	۰	۱	۰	۸	۱۴
۶	بصیرت فناورانه	۷	۱۰	۴	۲	۰
۷	مدیریت پروژه	۲	۱	۳	۴	۱۳
۸	مستندسازی	۱	۳	۵	۱۱	۳
۹	آموزش	۴	۱۱	۷	۱	۰
۱۰	توانایی نگهداری و تعمیرات	۱	۲	۲	۹	۹
۱۱	سیاست فناوری	۶	۸	۶	۲	۱
۱۲	شفافیت بازار	۲	۳	۳	۴	۱۱
۱۳	درجه نوآوری فناوری	۳	۴	۶	۷	۳
۱۴	افق زمانی همکاری	۱	۳	۲	۱۵	۲
۱۵	مدل ذهنی برای توسعه کسب‌وکار	۰	۴	۷	۱۰	۲
۱۶	واسطه (دلال)های انتقال فناوری	۰	۱	۱	۳	۱۸
۱۷	قابلیت مقابله با تحریم‌ها	۰	۰	۲	۴	۱۷
۱۸	وجاهت بین‌المللی	۳	۵	۴	۱۱	۰

جدول ۴- میانگین دیدگاه‌های خبرگان حاصل از نظرسنجی اول

	عامل‌ها	میانگین فازی مثلثی (m, α, β)	میانگین فازی-زدایی‌شده (χ)
۱	محیط دور	(۰.۱۲ ، ۰.۲۲ ، ۰.۸)	۰.۷۸
۲	قابلیت سازمانی	(۰.۱۲ ، ۰.۱۹ ، ۰.۷)	۰.۶۸
۳	قابلیت توسعه	(۰.۰۶ ، ۰.۲۳ ، ۰.۸۹)	۰.۸۵
۴	ماهیت فناوری	(۰.۰۶ ، ۰.۲۲ ، ۰.۸۷)	۰.۸۳
۵	مدیریت رابطه	(۰.۰۶ ، ۰.۲۱ ، ۰.۸۸)	۰.۸۴
۶	مدیریت مالی	(۰.۱۷ ، ۰.۱۷ ، ۰.۲۶)	۰.۲۶
۷	بصیرت فناورانه	(۰.۰۹ ، ۰.۲۱ ، ۰.۷۷)	۰.۷۴
۸	مدیریت پروژه	(۰.۱۵ ، ۰.۱۸ ، ۰.۶۳)	۰.۶۲
۹	بازارشناسی	(۰.۱۵ ، ۰.۱۵ ، ۰.۳۰)	۰.۳۰
۱۰	مستندسازی	(۰.۰۹ ، ۰.۱۹ ، ۰.۷۵)	۰.۷۳
۱۱	حمایت دولت	(۰.۱۷ ، ۰.۱۴ ، ۰.۳۳)	۰.۳۴
۱۲	آموزش	(۰.۰۸ ، ۰.۲ ، ۰.۷۱)	۰.۶۸
۱۳	توانایی نگهداری و تعمیرات	(۰.۱۴ ، ۰.۱۷ ، ۰.۵۳)	۰.۵۲
۱۴	سیاست فناوری	(۰.۱۴ ، ۰.۱۶ ، ۰.۶۵)	۰.۶۵
۱۵	شفافیت بازار	(۰.۱۷ ، ۰.۱۹ ، ۰.۶۱)	۰.۶۱
۱۶	درجه نوآوری فناوری	(۰.۰۴ ، ۰.۲۳ ، ۰.۹۱)	۰.۸۶
۱۷	افق زمانی همکاری	(۰.۰۵ ، ۰.۲۳ ، ۰.۹۱)	۰.۸۷
۱۸	مدل ذهنی برای توسعه کسب‌وکار	(۰.۱۵ ، ۰.۱۵ ، ۰.۵)	۰.۵۰
۱۹	واسطه (دلال)های انتقال فناوری	(۰.۰۹ ، ۰.۲ ، ۰.۷۷)	۰.۷۴
۲۰	قابلیت مقابله با تحریم‌ها	(۰.۰۹ ، ۰.۲۱ ، ۰.۷۸)	۰.۷۵
۲۱	وجاهت بین‌المللی	(۰.۱۱ ، ۰.۱۹ ، ۰.۶۲)	۰.۶۰

نظرسنجی دور دوم

در این مرحله ضمن اعمال تغییرات لازم در معیارها، پرسشنامه دوم تهیه گردیده و همراه با نقطه نظر قبلی هر فرد و میزان اختلاف آنها با دیدگاه سایر خبرگان، مجدداً به اعضای گروه خبره ارسال گردید. در مرحله دوم اعضای گروه خبره با توجه به نقطه نظرات سایر اعضای گروه و همچنین با توجه تغییرات اعمال شده در معیارها بار دیگر به سوالات طراحی شده پاسخ دادند که نتایج آن در جدول‌های شماره ۵ و ۶ ارائه شده است.

با توجه به دیدگاه‌های ارائه شده در مرحله اول و مقایسه آن با نتایج این مرحله، درصورتی که اختلاف بین دو مرحله کمتر از حد آستانه خیلی کم (۰,۱) باشد در این صورت فرایند نظرسنجی متوقف می‌شود [۳۹].

جدول ۵- نتایج شمارش پاسخ‌های دور دوم نظرسنجی

ردیف	عامل	میزان موافقت				
		خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱	محیط دور	۱	۰	۳	۱۰	۹
۲	قابلیت سازمانی	۰	۳	۳	۱۱	۶
۳	قابلیت توسعه	۱	۱	۲	۵	۱۴
۴	ماهیت فناوری	۲	۱	۱	۳	۱۶
۵	مدیریت رابطه	۰	۰	۲	۶	۱۵
۶	بصیرت فناورانه	۱	۲	۳	۵	۱۲
۷	مدیریت پروژه	۲	۳	۶	۱۰	۲
۸	مستندسازی	۰	۳	۱	۹	۱۰
۹	آموزش	۰	۲	۴	۴	۱۳
۱۰	توانایی نگهداری و تعمیرات	۳	۳	۷	۶	۴
۱۱	سیاست فناوری	۰	۴	۴	۱۳	۲
۱۲	شفافیت بازار	۱	۲	۶	۱۱	۳
۱۳	درجه نوآوری فناوری	۱	۰	۲	۳	۱۷
۱۴	افق زمانی همکاری	۰	۱	۱	۶	۱۵
۱۵	مدل ذهنی برای توسعه کسب‌وکار	۲	۴	۶	۱۰	۱
۱۶	واسطه (دلال)های انتقال فناوری	۰	۱	۳	۱۰	۹
۱۷	قابلیت مقابله با تحریم‌ها	۱	۲	۴	۶	۱۰
۱۸	وجاهت بین‌المللی	۲	۳	۵	۶	۷

فرمول (۴):

$$s(A_{m2}, A_{m1}) = \left| \frac{1}{3} \left[(a_{m21} + a_{m22} + a_{m23}) - (a_{m11} + a_{m12} + a_{m13}) \right] \right|$$

با توجه به فرمول (۴)، میزان اختلاف بین مراحل اول و دوم به صورت جدول ۷ می‌باشد.

جدول ۶- میانگین دیدگاه‌های خبرگان حاصل از نظرسنجی دوم

	عامل‌ها	میانگین فازی مثلثی (m, α, β)	میانگین فازی زدایی‌شده (χ)
۱	محیط دور	(۰.۱۰ ، ۰.۲۰ ، ۰.۷۸)	۰.۷۸
۲	قابلیت سازمانی	(۰.۱۲ ، ۰.۱۹ ، ۰.۷۲)	۰.۷۰
۳	قابلیت توسعه	(۰.۰۶ ، ۰.۲۱ ، ۰.۸۳)	۰.۸۰
۴	ماهیت فناوری	(۰.۰۴ ، ۰.۲۱ ، ۰.۸۳)	۰.۷۹
۵	مدیریت رابطه	(۰.۰۶ ، ۰.۲۲ ، ۰.۸۹)	۰.۸۵
۶	بصیرت فناورانه	(۰.۰۸ ، ۰.۲۱ ، ۰.۷۷)	۰.۷۴
۷	مدیریت پروژه	(۰.۱۵ ، ۰.۱۷ ، ۰.۵۸)	۰.۵۸
۸	مستندسازی	(۰.۰۹ ، ۰.۲۰ ، ۰.۷۸)	۰.۷۵
۹	آموزش	(۰.۰۸ ، ۰.۲۲ ، ۰.۸۰)	۰.۷۷
۱۰	توانایی نگهداری و تعمیرات	(۰.۱۳ ، ۰.۱۸ ، ۰.۵۵)	۰.۵۴
۱۱	سیاست فناوری	(۰.۱۵ ، ۰.۱۸ ، ۰.۶۴)	۰.۶۳
۱۲	شفافیت بازار	(۰.۱۵ ، ۰.۱۸ ، ۰.۶۴)	۰.۶۳
۱۳	درجه نوآوری فناوری	(۰.۰۴ ، ۰.۲۳ ، ۰.۸۸)	۰.۸۳
۱۴	افق زمانی همکاری	(۰.۰۶ ، ۰.۲۲ ، ۰.۸۸)	۰.۸۴
۱۵	مدل ذهنی برای توسعه کسب‌وکار	(۰.۱۶ ، ۰.۱۷ ، ۰.۵۴)	۰.۵۴
۱۶	واسطه (دلال)های انتقال فناوری	(۰.۱۰ ، ۰.۲۰ ، ۰.۷۹)	۰.۷۷
۱۷	قابلیت مقابله با تحریم‌ها	(۰.۱۰ ، ۰.۲۰ ، ۰.۷۴)	۰.۷۲
۱۸	وجاهت بین‌المللی	(۰.۱۱ ، ۰.۱۹ ، ۰.۶۴)	۰.۶۲

جدول ۷- میزان اختلاف دیدگاه خبرگان در نظرسنجی مرحله اول و دوم

	عامل‌ها	مرحله اول	مرحله دوم	اختلاف مرحله اول و دوم
۱	محیط دور	۰.۷۸	۰.۷۸	۰
۲	قابلیت سازمانی	۰.۶۸	۰.۷۰	۰.۰۲
۳	قابلیت توسعه	۰.۸۵	۰.۸۰	۰.۰۵
۴	ماهیت فناوری	۰.۸۳	۰.۷۹	۰.۰۴
۵	مدیریت رابطه	۰.۸۴	۰.۸۵	۰.۰۱
۶	بصیرت فناورانه	۰.۷۴	۰.۷۴	۰
۷	مدیریت پروژه	۰.۶۲	۰.۵۸	۰.۰۴
۸	مستندسازی	۰.۷۳	۰.۷۵	۰.۰۲
۹	آموزش	۰.۶۸	۰.۷۷	۰.۰۹
۱۰	توانایی نگهداری و تعمیرات	۰.۵۲	۰.۵۴	۰.۰۲
۱۱	سیاست فناوری	۰.۶۵	۰.۶۳	۰.۰۲
۱۲	شفافیت بازار	۰.۶۱	۰.۶۳	۰.۰۲
۱۳	درجه نوآوری فناوری	۰.۸۶	۰.۸۳	۰.۰۳
۱۴	افق زمانی همکاری	۰.۸۷	۰.۸۴	۰.۰۳
۱۵	مدل ذهنی برای توسعه کسب‌وکار	۰.۵	۰.۵۴	۰.۰۴
۱۶	واسطه (دلال)های انتقال فناوری	۰.۷۴	۰.۷۷	۰.۰۳
۱۷	قابلیت مقابله با تحریم‌ها	۰.۷۵	۰.۷۲	۰.۰۳
۱۸	وجاهت بین‌المللی	۰.۶	۰.۶۲	۰.۰۲

همانطور که جدول ۷ نشان می‌دهد میزان اختلاف نظر خبرگان در مراحل اول و دوم کمتر از حد آستانه خیلی کم (۰.۱) می‌باشد و لذا نظرسنجی در این مرحله متوقف می‌شود چراکه خبرگان به اجماع رسیده‌اند.

مدل نهایی

عوامل ۱۸ گانه شناسایی‌شده و مورد تأیید خبرگان، اساس شکل‌گیری مدل تحقیق هستند که در ۵ گروه کلی طبقه‌بندی شده‌اند: ۱- منبع (تأمین‌کننده) فناوری، ۲- دریافت‌کننده (متقاضی) فناوری، ۳- فرایند انتقال فناوری، ۴- ماهیت فناوری و ۵- محیط پیرامون فرایند انتقال فناوری. این نوع طبقه‌بندی بر مبنای رویکرد سیستم‌های باز به مسئله انتقال فناوری است. شمای کلی مدل مفهومی تحقیق در شکل ۳ نمایش داده شده است. گفتنی است در مدل پیشنهادی معیارهای: بصیرت فناورانه، قابلیت سازمانی، مدیریت پروژه و مدل ذهنی کسب و کار بین دو گروه منبع و متقاضی فناوری مشترک هستند و به صورت ستاره‌دار ارائه شده‌اند. تعاریف معیارهای مدل پیشنهادی به صورت زیر است:

۱- محیط دور: این متغیر یا معیار، مبین بسترهای فرهنگی، اجتماعی و قانونی است که انتقال فناوری و دانش فناورانه در آن صورت می‌گیرد. سه نوع فرهنگ حاکم بر رابطه عبارتند از: الف) فرهنگ استثمارگر- برده، ب) فرهنگ تعاون، ج) فرهنگ رقابت [۴۰]. بستر اجتماعی متشکل از مولفه‌هایی همچون میزان اشتغال و بیکاری، رفاه اجتماعی، سطح سواد جامعه، روندهای اجتماعی، وضعیت جامعه در شاخص‌هایی نظیر توزیع سنی جمعیت، گسترش شهرنشینی، الگوی مصرف مردم، فرار مغزها، دسترسی به بازار مصرف، موقعیت ژئوپلتیک کشور و نظایر آن است [۲۹]. بستر قانونی به معنای سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه کشور، قوانین، دستورالعمل‌ها و مصوبات مجلس، قوانین تجارت، قوانین سرمایه‌گذاری و مالی، قانون کار و غیره بستر قانون‌گذاری را شکل می‌دهد [۱۳].

۲- قابلیت سازمانی: قابلیت طرفین انتقال دانش و فناوری در تعریف منافع مشترک و تعریف مفاد قراردادها به‌گونه‌ای که نتیجه برد- برد حاصل شود و قابلیت بهره‌برداری کامل از فناوری و دانش

۳- قابلیت توسعه: توانمندی طرف گیرنده فناوری و دانش فناورانه در تجزیه و تحلیل پتنت، آنالیز مواد، طراحی صنعتی، دانش فنی پایه، دانش فنی توسعه و کاربردهای دانش و فناوری انتقال یافته و نیز اثرات زیست‌محیطی مثبت آن، رقابت‌پذیری و قابلیت تجاری‌سازی فناوری و دانش مورد نظر

۴- ماهیت فناوری: درجه یا میزان نرم‌افزاری و سخت‌افزاری بودن، کاربرپسند بودن آن و میزان وابستگی فناوری به افراد فناور و کارآفرین یا درجه ضمنی بودن (ضمنی‌بودن دو وجه دارد: الف) قابلیت کد شدن، ب) قابلیت آموزش؛ هر چه درجه ضمنی بودن فناوری بالاتر باشد، نقش منابع انسانی در انتقال آن مهم‌تر و حیاتی‌تر خواهد بود) [۵ ، ۱۳].

۵- مدیریت رابطه: این معیار دارای زیرمعیارهای توانایی مدیریت قراردادها، قابلیت مذاکره و چانه‌زنی و دارا بودن دانش حقوقی کافی است.

۶- بصیرت فناورانه: بصیرت فناورانه به معنای وجود تجربه قبلی انجام پروژه انتقال فناوری در طرفین انتقال‌دهنده و دریافت‌کننده دانش و فناوری و نیز بستر فناورانه متأثر از روندهای فناوری، سطح فناوری داخلی نسبت به متوسط جهانی، نرخ برگشت سرمایه‌گذاری در فناوری در این صنعت، ارزش افزوده سرمایه‌گذاری در فناوری در این صنعت، روند بکارگیری بازاریابی الکترونیکی در این صنعت، سیستم‌های اطلاعاتی مدیریت و وضعیت امنیت اطلاعات، کپی‌رایت و مالکیت معنوی و غیره است.

۷- مدیریت پروژه: فرایندی است در جهت حفظ مسیر پروژه برای دستیابی به یک تعادل اقتصادی موجه بین سه عامل هزینه، زمان و کیفیت در حین اجرای پروژه انتقال دانش و فناوری، که از ابزار و تکنیک‌های خاص خود در انجام این مهم کمک می‌گیرد.

۸- قابلیت مستندسازی دانش فنی: به معنای دانش تبدیل اطلاعات شفاهی و ضمنی به اطلاعات کدگذاری شده و کتبی اطلاق است.

۹- آموزش: آموزش‌های لازم به افراد و نهادهای دخیل در امر اکتساب و انتقال دانش و فناوری اعم از آموزش در حوزه‌های ارزیابی، انتخاب، انتقال، جذب، بهره‌برداری، انتشار و توسعه دانش و فناوری

۱۰- توانایی نگهداری و تعمیرات: نگهداری به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که به‌طور مشخص و معمولاً به‌صورت برنامه‌ریزی‌شده و با هدف جلوگیری از خرابی ناگهانی ماشین‌آلات، تجهیزات و تأسیسات انجام می‌گیرد و تعمیرات شامل فعالیت‌هایی است که بر روی یک سیستم یا وسیله‌ای که دچار خرابی و یا از کار افتادگی شده، انجام می‌شود تا آن را به حالت آماده عملیات و قابل بهره‌برداری بازگردانده و در جهت انجام وظیفه‌ای که به آن محول گردیده است، آماده سازد.

۱۱- سیاست فناوری: راهبردی بودن فناوری به معنای حیاتی بودن آن برای کشور

۱۲- شفافیت بازار: معیار مزبور با دو زیر معیار شفافیت بازار و قیمت محصول فناورانه سنجیده می‌شود. منظور از شفافیت بازار، میزان افشای اطلاعات توسط شرکت‌ها و نهادهای دولتی و خصوصی است که برای ارزیابی عملکرد آن‌ها مفید می‌باشد.

۱۳- افق زمانی همکاری: طول مدت فرایند انتقال فناوری؛ در برخی روش‌های انتقال لازم است همکاری‌ها تا پایان عمر فناوری ادامه یابد.

۱۴- درجه نوآوری فناوری: نوآوری، پیاده‌سازی ایده‌های خلاق برای ایجاد فرایندها و محصولات جدید است. انواع نوآوری عبارتست از:

۱- رادیکال: این نوآوری حاصل مدیریت موفق شرکت در مواردی است که به صورت همزمان مدل کسب و کار و فناوری تغییر می‌کند.

۲- نفوذی: گویای تغییر اساسی در مدل کسب و کار یا فناوری می‌باشد.

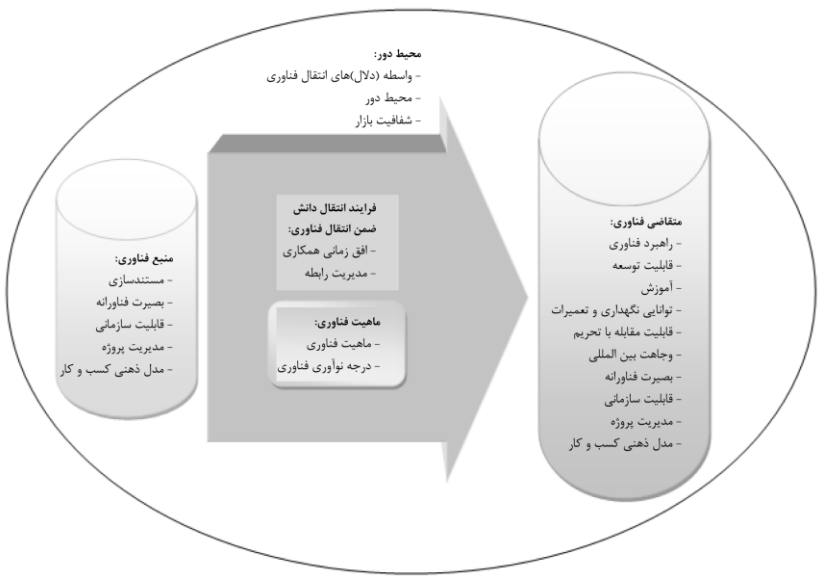
۳- تدریجی: عبارت است از اضافه کردن تغییراتی بر روی مدل کسب و کار و یا فناوری‌های موجود و بهبود آن‌ها

۱۵- مدل ذهنی برای توسعه کسب و کار: چارچوبی برای خلق پول و ثروت است. این چارچوب نشان می‌دهد که یک بنگاه چه مجموعه فعالیت‌هایی را، چگونه و در چه زمانی می‌باید انجام دهد تا مشتریان از آنچه که از بنگاه انتظار دارند بهره‌مند شوند و بنگاه نیز به سود دست یابد.

۱۶- واسطه (دلال)های انتقال فناوری: واسطه‌های فناوری در سراسر دنیا به شرکت‌هایی اطلاق می‌شوند که به امور مرتبط با عرضه و تقاضای فناوری پرداخته و خدمات فناورانه به طرفین عرضه و تقاضا ارائه می‌دهند نظیر فن‌بازارها

۱۷- قابلیت مقابله با تحریم‌ها: تحریم اقتصادی عبارتست از دستکاری در روابط و همکاری‌های اقتصادی به منظور تأمین اهداف سیاسی.

۱۸- وجاهت بین‌المللی: اعتبار سیاسی کشور دریافت‌کننده فناوری در مجامع بین‌المللی و همسویی سیاست‌های ملی آن با سیاست‌های جهانی که تسهیل‌گر موفقیت انتقال فناوری است.



شکل ۳- مدل مفهومی تحقیق

در جدول ۷ زیرمعیارهای هر یک از معیارهای مدل تحقیق به همراه وزن هر معیار (عامل) ارائه شده است. لازم به توضیح است وزن‌های مذکور از نرمال کردن میانگین‌های فازی‌زدایی‌شده (χ) مربوط به دور دوم نظرسنجی بدست آمده‌اند. کاربرد وزن‌ها در تصمیم‌گیری برای برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری و اجرای فرایند انتقال فناوری و دانش نانو در کشور است. در واقع، هر معیار از اهمیت مشخصی برخوردار است و ضریب تأثیر معیارها در تصمیم‌گیری متفاوت می‌باشد.

جدول ۷- معیارها، زیرمعیارها و وزن‌های مدل تحقیق

ردیف	معیار	وزن معیار	زیرمعیارها
۱	محیط دور	۰.۰۶۰۵۵۹	بستر اجتماعی، بستر فرهنگی، بستر قانونی
۲	قابلیت سازمانی	۰.۰۵۴۳۴۸	قابلیت تعریف منافع مشترک، وضعیت اقتصادی، توانایی و ظرفیت بهره‌برداری کامل از فناوری
۳	قابلیت توسعه	۰.۰۶۲۱۱۲	دانش تجزیه و تحلیل پتنت، آنالیز مواد، طراحی صنعتی، اثرات زیست‌محیطی، رقابت، دانش فنی پایه، دانش فنی توسعه و کاربردها، قابلیت تجاری‌سازی
۴	ماهیت فناوری	۰.۰۶۱۳۳۵	افراد فناور و کارآفرین، درجه نرم‌افزاری بودن فناوری، درجه سخت‌افزاری بودن فناوری، کاربر پسند فناوری
۵	مدیریت رابطه	۰.۰۶۵۹۹۴	توانایی مدیریت قراردادها، قابلیت مذاکره و چانه‌زنی، دانش حقوقی کافی
۶	بصیرت فناورانه	۰.۰۵۷۴۵۳	بستر فناورانه، تجربه و سابقه قبلی در انتقال فناوری
۷	مدیریت پروژه	۰.۰۴۵۰۳۱	تحقیق و توسعه، مدیریت پروژه
۸	مستندسازی	۰.۰۵۸۲۳	قابلیت مستندسازی دانش فنی
۹	آموزش	۰.۰۵۹۷۸۳	آموزش
۱۰	توانایی نگهداری و تعمیرات	۰.۰۴۱۹۲۵	توانایی نگهداری و تعمیرات
۱۱	سیاست فناوری	۰.۰۴۸۹۱۳	راهبردی بودن فناوری
۱۲	شفافیت بازار	۰.۰۴۸۹۱۳	شفافیت بازار، قیمت محصول فناورانه
۱۳	درجه نوآوری فناوری	۰.۰۶۴۴۴۱	درجه نوآوری فناوری
۱۴	افق زمانی همکاری	۰.۰۶۵۲۱۷	افق زمانی همکاری
۱۵	مدل ذهنی برای توسعه کسب‌وکار	۰.۰۴۱۹۲۵	مدل ذهنی برای توسعه کسب‌وکار
۱۶	واسطه (دلال)های انتقال فناوری	۰.۰۵۹۷۸۳	واسطه (دلال)های انتقال فناوری
۱۷	قابلیت مقابله با تحریم‌ها	۰.۰۵۵۹۰۱	قابلیت مقابله با تحریم‌ها
۱۸	وجاهت بین‌المللی	۰.۰۴۸۱۳۷	وجاهت بین‌المللی

مطالعه موردی

به عنوان یک موردکاوی، با استفاده از مدل پیشنهادی تحقیق حاضر، مسئله انتقال فناوری و دانش فناورانه در یکی از شرکت‌های دانش‌بنیان داخلی برتر و فعال در حوزه نانوفناوری بررسی می‌شود. یکی از دغدغه‌های مهم این شرکت دستیابی به دانش فنی تولید و توسعه تجهیزات تولید نانومواد و نانوکلوئیدها می‌باشد. با توجه به محدودیت‌های زمانی، مالی و تعداد منابع انسانی شاغل در شرکت، توسعه نوآورانه فناوری به شیوه فعلی جوابگوی نیازها نیست و خلأ همکاری‌های بیرونی مشهود می‌باشد. لذا، شرکت درصدد دریافت فناوری به منظور توسعه و بهبود تجهیزات تولیدی خود با کمک منابع دانشی و فناورانه بیرونی است. یکی از ابتکاراتی که شرکت در این خصوص به‌صورت آزمایشی اندیشیده و هنوز به کارایی آن اطمینان ندارد، این است که شرکت در مقام متقاضی و دریافت‌کننده فناوری و دانش فنی توسعه آن، تعدادی از محصولات موردنظر خود را (که در ادامه به معرفی آنها می‌پردازیم) در کارگاه‌های خود برای استفاده اساتید و نخبگان دانشگاهی فعال در زمینه نانوفناوری با هدف انجام تحقیقات و بهره‌برداری از دستگاه‌ها قرار دهد. دانشگاهیان و محققان در این حالت دو نقش را همزمان ایفا می‌کنند: الف) مشتری و کاربر محصول فناورانه، ب) منبع دانش توسعه و بهبود فناوری پایه؛ در نقش نخست، شرکت با صرف سرمایه‌گذاری اولیه نه چندان زیاد که مترادف با قراردادن چند عدد دستگاه در کارگاه، بدون اعطای مالکیت مادام‌العمر و به‌صورت شبه اجاره (یعنی بدون اخذ حق اجاره از کاربر)، است نیاز مشتری یا کاربر خاص (محققین) را برطرف می‌کند. در نقش دوم، محقق یا کاربر دستگاه، نتایج تحقیقات خود را پیش از تجاری‌شدن در اختیار شرکت قرار می‌دهد و ضمناً معایب، ویژگی‌های قابل بهبود و حتی پیشنهادهایی برای ارتقا و توسعه دستگاه را به اطلاع شرکت می‌رساند.

بر اساس مدل پیشنهادی تحقیق، مدیریت رابطه دارای بیشترین اهمیت است. لذا، انتقال موفق دانش فنی موردنظر، بسیار وابسته به قابلیت مذاکره و چانه‌زنی و دارا بودن دانش حقوقی کافی می‌باشد. اما به‌دلیل تحریم‌های اعمال شده علیه ایران و اهمیت بالای تجهیزات نانوفناوری در توسعه فناوری نانو، این شرکت موفق به عقد قرارداد دانش فنی با کشورهای پیشرو نشده و تنها همکاری‌های بازرگانی بسیار محدود و ناچیزی با کشورهایی همچون کره جنوبی و اسپانیا انجام داده است. از این رو، شرکت تصمیم گرفته از طریق همکاری بین صنعت و دانشگاه در داخل کشور به فناوری و دانش فناورانه دست یابد. در این حالت، افق زمانی همکاری به عنوان معیار مهم دیگر، بایستی میان‌مدت در نظر گرفته شود تا به صورت تدریجی و در اثر برقراری روابط بین طرفین، دانش انتقال یابد. درجه نوآوری و ضمنی بودن فناوری و دانش مورد بحث بسیار بالاست. لذا، مسئله اصلی انتقال فناوری در این شرکت مربوط به توسعه، ارتقا و ایجاد نوآوری در تجهیزات نانو می‌باشد. در این خصوص، اقداماتی در بخش تحقیق و توسعه شرکت انجام شده ولی کافی نیست. به‌طور کلی، ایجاد نوآوری‌های تدریجی در تجهیزات (در این شرکت) به این صورت است که چند فناوری پلت‌فرم وجود دارد که معمولاً با روش‌های غیرمستقیم انتقال فناوری نظیر مهندسی معکوس و مطالعه اسناد و مقالات علمی کسب می‌شود. سپس فن‌آوران، فناوری‌ها و محصولات فناورانه بسیاری را بر حسب نیاز بر پایه آنها توسعه می‌دهند. برای مثال، فناوری انفجار سیم در میدان الکتریکی قوی (EEW)[3] جهت تولید نانوپودرهای فلزی و اکسیدی و نانوکلوئیدهای فلزی یک فناوری پلت‌فرم است که در همه‌جای دنیا عملیات مرتبط با این فرایند در فاز گاز انجام می‌شود اما، شرکت

1. Electro Explosion Wire

مزبور برای نخستین بار آن را در فاز مایع اجرا نموده و از قِبَل آن به تولید محصولات و نانوپودرهای جدید نائل آمده است. لازم به ذکر است در طراحی مجدد و توسعه فناوری مذکور از الگوریتم TRIZ استفاده شده است.

انتقال این فناوری از منظر محیط دور یعنی بستر قانونی، اجتماعی و فرهنگی، مثبت ارزیابی می‌شود زیرا، قوانین کشور در راستای حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان، تولید داخل، خودکفایی در عرصه علم و فناوری نانو و بکارگیری دانش و فناوری نانو در صنایع مختلف است و جامعه، به فواید محصولات مبتنی بر نانوفناوری پی برده است. همچنین، خودکفایی و پیشرفت‌های چشمگیر در این حوزه، همسو با فرهنگ و باور دینی و ملی مردم ایران می‌باشد. با توجه به پیچیدگی و نوآوری بالای فناوری مزبور، نیروی انسانی نیاز به آموزش‌های ویژه‌ای دارند تا دانش فناورانه را جذب و بومی‌سازی کنند و بهره‌برداری کاملی از آن داشته باشند. در فرایند همکاری بین شرکت دانش‌بنیان و اساتید دانشگاهی برای انتقال دانش و فناوری مورد نظر، آموزش مستقیمی وجود ندارد بلکه به طور ضمنی و در خلال همکاری، طرفین آموزش‌های لازم را از یکدیگر دریافت می‌کنند. در این مثال، معیار مستندسازی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. بخش اعظمی از دانش فنی مذکور، ضمنی است و با مستندسازی و مکتوب کردن نقشه‌های فنی، یافته‌های جدید، رویه‌های کاری، الگوریتم ابداع فناوری، روش تعمیرات و نگهداری و غیره، دانش موردنظر حفظ و ثبت می‌شود. بصیرت فناورانه به معنای وجود تجربه قبلی انجام پروژه انتقال فناوری در طرفین انتقال‌دهنده و دریافت‌کننده دانش و فناوری در این موردکاوی وجود ندارد زیرا هیچ کدام از طرفین، دارای تجربه انتقال فناوری نیستند و بستر فناورانه مناسبی نیز در کشور وجود ندارد.

همچنین، قابلیت‌های سازمانی این شرکت اعم از توان مالی، تعریف منافع مشترک و تعریف مفاد قراردادها به‌گونه‌ای که نتیجه برد- برد حاصل شود، قابلیت بهره‌برداری از فناوری تولید یا قابلیت بهره‌برداری تا حدود نسبی در وضع مطلوبی قرار دارد اما، قابل بهبود است.

بحث و نتیجه‌گیری

در بین معیارهای مدل پیشنهادی تحقیق، مدیریت رابطه و افق زمانی همکاری دارای بیشترین اهمیت هستند و در گروه "فرایند انتقال دانش ضمن انتقال فناوری" قرار دارند. این مسئله منطقی می‌باشد زیرا، دانش و فناوری نانو دارای سطح پیشرفته‌ای است و بخش اعظم آن به صورت ضمنی است لذا، باید در بستر زمان و عموماً طی همکاری‌های بلندمدت یا میان‌مدت صورت گیرد. همچنین، توانایی مدیریت قراردادها، قابلیت مذاکره و چانه‌زنی و دارا بودن دانش حقوقی کافی سبب می‌شود احتمال انتقال کامل دانش و فناوری بیشتر شود و منافع دو طرف تأمین گردد. این مسئله در شرایط حاضر کشور که با تحریم‌های بسیاری روبرو هستیم پررنگ‌تر است.

پس از مدیریت رابطه و افق زمانی همکاری، درجه نوآوری فناوری و ماهیت نوآوری در مجموعه معیارهای "ماهیت فناوری" مهم‌تر هستند. با توجه به اینکه مدل مزبور برای نانوفناوری طراحی شده بدیهی است معیارهای مجموعه "ماهیت فناوری" بسیار کلیدی می‌باشند. در حقیقت، سطح فناوری و دانش به لحاظ پیچیدگی و نوآوری تأثیر زیادی بر انتقال دانش فناورانه دارد. برای مثال، فناوری مبتنی بر نوآوری رادیکال دربردارنده دانش ضمنی بالایی است و این امر اثر چشمگیری بر روش، مدت فرایند و میزان موفقیت انتقال دانش و فناوری دارد.

معیارهای قابلیت توسعه و آموزش در مجموعه "متقاضی فناوری" اهمیت شایان توجهی دارند. قابلیت توسعه به معنای توانمندی طرف گیرنده یا متقاضی فناوری و دانش فناورانه در تجزیه و تحلیل پتنت، آنالیز مواد، طراحی صنعتی، دانش فنی پایه، دانش فنی توسعه و کاربردهای دانش و فناوری انتقال یافته و نیز اثرات زیست‌محیطی مثبت آن، رقابت‌پذیری و قابلیت تجاری‌سازی فناوری و دانش مورد نظر است. به بیان دیگر، متقاضی فناوری باید در معیار مزبور سطح بالایی داشته باشد تا بتواند با ایجاد نوآوری‌ها و بهبودهایی در دانش و فناوری به اهداف انتقال کمک کند. همچنین، طرف گیرنده از طریق آموزش‌های لازم در حوزه‌های ارزیابی، انتخاب، انتقال، جذب، بهره‌برداری، انتشار و توسعه دانش و فناوری قادر به جذب صحیح دانش و فناوری مناسب خواهد بود.

قابلیت مقابله با تحریم‌ها در شرایط فعلی کشور، مسئله و چالش اصلی شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزه فناوری‌های پیشرفته از جمله فناوری است. علاوه بر راه‌های دور زدن تحریم، تکیه بر توانمندسازی داخلی با استفاده از سرمایه انسانی متخصص و با انگیزه و بهره‌گیری از فرصت‌های همکاری بین صنعت و دانشگاه در این راه مثمرثمر خواهد بود. معیارهای مهم دیگری که مربوط به مجموعه "محیط دور" هستند از جمله واسطه‌های انتقال فناوری و محیط دور، از آن جهت که بستر انتقال فناوری و دانش فناورانه را مهیا می‌کنند باید در تصمیم‌گیری لحاظ شوند. واسطه‌های فناوری از جمله فن‌بازارها ضمن معرفی فناوری‌های روز دنیا به متقاضیان، ارتباط بین گیرنده و منبع دانش و فناوری را برقرار و در قیمت‌گذاری فناوری نیز نقش بسزایی را ایفا می‌کنند. ضمناً، انتقال دانش و فناوری با وجود قوانین و شرایط فرهنگی و اجتماعیِ حمایتگر بهتر صورت می‌گیرد. چرا که در جامعه‌ای که مردم و مسئولین کشور، تصویر ذهنی مثبتی از نتایج بکارگیری نانوفناوری دارند تقاضا افزایش یافته و تولیدکنندگان و متخصصان این حوزه رغبت بیشتری برای عرضه محصولات مبتنی بر نانوفناوری نشان می‌دهند.

در بین معیارهای مدل پیشنهادی، "منبع فناوری" باید به قابلیت مستندسازی دانش فنی به معنای دانش تبدیل اطلاعات شفاهی و ضمنی به اطلاعات کدگذاری‌شده و کتبی مجهز باشد تا ضمن انتقال، دانش فناورانه به صورت قابل استناد و رسمی حفظ شود. در واقع، مستندسازی دربردارنده فوایدی برای هر دو طرف انتقال است.

گیرنده و منبع فناوری باید دارای بصیرت فناورانه به معنای داشتن تجربه قبلی انجام پروژه انتقال فناوری باشند تا بتوانند تعامل درستی برقرار کنند و رابطه برد- بردی را شکل دهند. علاوه بر این، تجربه از بروز خطاها، اشتباهات، سودجویی و منفعت‌طلبی در فرایند انتقال دانش و فناوری جلوگیری می‌کند. قابلیت سازمانی، مدیریت پروژه و مدل ذهنی برای توسعه

کسب و کار هم معیارهای دیگری هستند که بین منبع و متقاضی فناوری مشترکند. طرفین انتقال باید برای دستیابی به یک تعادل اقتصادی موجه بین سه عامل هزینه، زمان و کیفیت در حین اجرای پروژه انتقال دانش و فناوری، آن را به شیوه علمی مدیریت کنند تا توانایی بهره‌برداری کامل از فناوری و تجاری‌سازی آن را داشته باشند. به عبارت دیگر، آنها با داشتن مدل ذهنی برای توسعه کسب و کار، چارچوبی برای خلق ثروت از دانش و فناوری مزبور خواهند داشت. سایر معیارهای مدل عبارتند از سیاست (راهبرد) فناوری، وجاهت بین‌المللی و توانایی نگهداری و تعمیرات در گروه متقاضی فناوری و شفافیت بازار در گروه محیط دور که دارای وزن‌های کمتری هستند اما در تصمیم‌گیری بهتر است در نظر گرفته شوند.

در کل، می‌توان انتقال فناوری را فرایند یادگیری و انباشتگی مداوم دانش دانست که مستلزم ارتباط پیوسته منبع و دریافت‌کننده فناوری است. این امر در انتقال فناوری‌های پیشرفته نظیر نانوفناوری بیشتر موضوعیت دارد و دلیل آن، درجه بالای ضمنی‌بودن دانش فنی، پیچیدگی فناوری و چند رشته‌ای و چند تخصصی بودن آن است. تحقیق حاضر با درک پیچیدگی انتقال فناوری‌های پیشرفته در شرایط عام و پیچیدگی آن در شرایط خاص سیاسی کشور، مدلی برای تصمیم‌گیری در خصوص انتقال فناوری و دانش نانو به‌عنوان حوزه‌ای مهم و راهبردی از فناوری‌های پیشرفته ارائه داده است. این مدل مهمترین و حیاتی‌ترین عوامل مؤثر بر موفقیت و شکست انتقال فناوری و دانش نانو را در کشور شناسایی و وزن‌دهی کرده است. با در نظر گرفتن معیارهای مدل مزبور و استفاده از وزن‌های آنها در تصمیم‌گیری برای انتقال فناوری و دانش نانو، اشتباهات و خطاها کاهش یافته در نتیجه فرایند انتقال به طور کامل و بی‌نقص صورت می‌گیرد. این امر موجب کاهش هزینه‌های ناشی از سیاست‌های غلط، ناکارآمدی انتقال و ... می‌شود.

پیشنهادات آتی

در پایان پیشنهادات و توصیه‌هایی برای پژوهشگران، صنعتگران، مدیران و سیاستگذاران عرصه دانش و فناوری نانو به شرح ذیل ارائه می‌شود:

۱- بکارگیری مدل پیشنهادی در فرایند برنامه‌ریزی و اجرای انتقال فناوری نانو در عمل

۲- استفاده از ۱۸ عامل شناسایی شده مؤثر بر انتقال فناوری و دانش نانو در سیاستگذاری برای مسائل مربوط به نانوفناوری و فناوری‌های پیشرفته و جدید دیگر

۳- بکارگیری مدل پیشنهادی در شرایط سیاسی، اجتماعی، فرهنگی، فناوریکی و اقتصادی مختلف به ویژه در کشورهای در حال توسعه که شرایطی مشابه ایران دارند.

۴- پرداختن به موضوع مدیریت دانش انتقال فناوری‌های پیشرفته با محوریت نانو فناوری؛ با توجه به غلبه وجه نرم‌افزاری فناوری‌های پیشرفته بر وجه سخت‌افزاری آنها، بحث مدیریت دانش ضمنی شامل مستندسازی، درونی‌سازی، انتقال یا بیرونی‌سازی و حفاظت آن در این گونه فناوری‌ها بسیار اهمیت دارد. در تحقیق حاضر سعی شد در معیارهای مدل به این موضوع تا حد امکان توجه شود. اما، اهمیت و وسعت موضوع مزبور، ضرورت انجام تحقیقات بیشتری را ایجاب می‌کند.

۵- هر یک از معیارهای محیطی که در مدل تحقیق حاضر نام برده شد، می‌تواند موضوع تحقیقات مستقلی قرار گیرد. برای مثال، بررسی وضعیت فرهنگی جامعه در انتقال و جذب فناوری‌های پیشرفته از جمله نانوفناوری.

۶- علی‌رغم تحقیقات و پروژه‌های پراکنده‌ای که درخصوص تجاری‌سازی محصولات نانو انجام شده، نیاز به تحقیقات بیشتری وجود دارد و حلقه اتصال به بازار در مطالعات قبلی چندان جدی گرفته نشده است.

۷- یکی از ضعف‌های جدی کشور در حوزه انتقال فناوری نانو و به‌تبع فناوری تجهیزات نانو، ضعف در مدیریت پروژه است. لذا، مدیریت پروژه انتقال فناوری در زمینه مذکور می‌تواند موضوع تحقیقات آتی صورت گیرد.

۸- بررسی پویایی‌ها و روابط علّی و معلولی بین عوامل مؤثر بر انتقال فناوری‌های پیشرفته از جمله نانو فناوری؛ پس از بررسی پویایی‌های مربوطه، سیاست‌هایی برای بهبود فرایند انتقال فناوری قابل دستیابی است.

۹- فناوری‌های نوظهور و پیشرفته از جمله نانو فناوری همواره با ریسک‌های جدی مواجه هستند. برای مثال، چون هنوز آینده فناوری نانو مبهم است و درباره اثرات زیست‌محیطی این فناوری شبهاتی وجود دارد، برخی از کشورهای پیشرفته با وجود امکانات و قابلیت‌های کافی، هنوز سرمایه‌گذاری‌های کلانی در این حوزه انجام نداده‌اند. لذا، ارزیابی ریسک انتقال فناوری‌های پیشرفته از جمله نانو می‌تواند موضوع تحقیقات آتی قرار گیرد.

۱۰- استفاده از مدل چرخش مغزها در کشور برای ارتقای توانمندی در حوزه دانش و فناوری نانو و انتقال موفق و کم‌هزینه آن. در واقع، ایرانیان مقیم خارج به‌منزله منبع دانش، سرمایه و فناوری، فارغ از حاشیه‌های سیاسی می‌توانند فرایند انتقال و اکتساب فناوری و دانش فنی را از خارج به کشور تسهیل و میسر سازند. آنان می‌توانند در سرمایه‌گذاری و همکاری با واحدهای فناور موجود به صورت: الف- قرارداد انتقال دانش با تبادل کلیه استناد، ب- مشاوره: قرارداد ارائه مشاوره در طراحی محصولات، فرایندها و غیره، پ- تحقیقات مشترک: سرمایه‌گذاری تحقیقاتی به‌منظور توسعه فناوری خاص، ت- تشکیل اتحادیه: بارز کردن یک خصوصیت مشترک، ث- شراکت: واگذارکردن بخشی از سهام، ج- سرمایه‌گذاری مشترک، چ- ارائه یا درخواست کمک‌های فنی، ح- خرید یا فروش حق امتیاز، خ- ارائه خدمات آموزشی متقابل، د- انتقال تجهیزات و ذ- ایجاد یک واحد فناوری، فعالیت کنند.

۱۱- حمایت‌های مادی و معنوی دولت از فناوران داخل و خارج کشور

۱۲- کاهش بروکراسی‌های اداری و تسهیل فرایند جذب شرکت‌های دانش‌بنیان در پارک‌های علم و فناوری

۱۳- با توجه به مشکل مستندسازی، مدیریت پروژه، ضعف در کارهای گروهی و نظایر آن، پیشنهاد می‌شود شرکت یا سازمانی متولی مدیریت پروژه‌های انتقال و توسعه فناوری نانو ایجاد شود و وظیفه اصلی آن سامان‌بخشی و هماهنگ‌سازی فعالیت‌های این حوزه باشد.

۱۴- بازنگری در اعمال قوانین ثبت اختراع و حقوق مالکیت معنوی توسط مراجع ذی‌ربط از یک سو و گسترش فعالیت‌های ستاد نانو در معرفی شرکت‌های نانوفناور به یکدیگر و تشویق آنها به برقراری تعاملات دوسویه

۱۵- تربیت مذاکره‌کنندگان قوی به‌خصوص در بین دانشجویان رشته‌های مدیریت فناوری و سیاست‌گذاری فناوری

۱۶- تأسیس شرکت‌های بازرگانی برای فروش و بازاریابی محصولات مبتنی بر فناوری نانو ساخته شده در کشور

منابع

۱. دلاوری، مهدی، ارائه مدلی جهت انتخاب روش مناسب انتقال فناوری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ۱۳۸۶.

۲. عنایتی، ابراهیم، "بودجه فناوری نانوی امریکا برای سال ۲۰۱۳"، ماهنامه فناوری نانو، شماره ۲، سال یازدهم، پیاپی ۱۷۵، صص ۲۲-۱۸، ۱۳۹۱.

۳. ستاد ویژه فناوری نانو، ماهنامه فناوری نانو، شماره ۶، سال دوازدهم پیاپی ۱۹۱، سال ۱۳۹۲.

۴. امامیان، محمد صادق، بررسی انتقال تکنولوژی SUR با استفاده از مدل انتشاری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ۱۳۸۳.

۵. قاسمی زاویه‌سادات، مهدی، ارائه یک چارچوب برای مدیریت پروژه‌های انتقال تکنولوژی در شرکت ایران خودرو: موردکاوی انتقال تکنولوژی اکسل پژو ۲۰۶، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ۱۳۸۳.

۶. مهدی‌زاده، محمود، حیدری قره‌بلاغ، هادی، میرزایی، یاسر، "شناسایی عوامل مؤثر بر انتقال تکنولوژی"، فصلنامه رشد فناوری، سال هفتم، شماره ۲۵، ۱۳۸۹.

۷. توکل، محمد، طهماسبی، سوسن، "عوامل اجتماعی مؤثر بر موفقیت انتقال تکنولوژی در صنعت خودرو ایران". مجموعه مقالات همایش مدیریت تکنولوژی و نوآوری، دانشگاه پیام نور گرمسار، آذرماه ۱۳۸۸

۸. نبوی چاشمی، علی و دیگران. "بررسی موانع و عوامل تأثیرگذار بر انتقال تکنولوژی و ارائه الگویی اثربخش". مجموعه مقالات همایش مدیریت تکنولوژی و نوآوری، دانشگاه پیام نور گرمسار، آذرماه ۱۳۸۸

۹. حق‌پناه، پژمان، برخورداری، نفیسه، "اثر مدیریت آموزش مبتنی بر فعالیت در تسهیل فرایند انتقال تکنولوژی"، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مدیریت تکنولوژی، ایران، تهران، ۳۸۹ .

۱۰. یداللهی فارسی، جهانگیر، امینی، زهرا، "شناسایی عوامل نهادی و محیطی مؤثر بر انتقال فناوری در حوزه زیست‌فناوری"، فصلنامه رشد فناوری، سال هفتم، شماره ۲۸، ۱۳۹۰.

۱۱. آذر، عادل و فرجی، حجن، علم مدیریت فازی، مرکز مطالعات و بهره‌وری ایران، انتشارات اجتماع، ۱۳۸۱.

۱۲. شکوهی، سعیده، توسعه مدلی برای انتخاب مناسب‌ترین روش انتقال تکنولوژی: تجهیزات فناوری نانو به‌عنوان مطالعه موردی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۱.

۱۳. باقری، کامران، تعیین اولویت‌های روش‌های مستقیم انتقال تکنولوژی توربین گازی در صنعت برق ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، تهران، دانشگاه علامه طباطبایی، ۱۳۸۹

14. Michelson, Evan., "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, 2008.
15. Saladin El Naschie, M., "Nonotechnology for the developing world", Chaos, Solitons and Fractals, Vol. 30, pp. 769-773, 2006.
16. Ghazinoory, S. and Ghazinoori, S., "Developing government strategies for strengthening national system of innovation, using SWOT analysis: the case of Iran", Sci. Public Policy, Vol. 33, pp. 529–549, 2006.
17. Pacey, A., the Culture of Technology, Oxford: Blackwell, 1983, ISBN-10: 0262660563.
18. Maskus, K. E., Encouraging International Technology Transfer, International Center for Trade and Sustainable Development, no. 7, 2003
19. Davis, J.M., How to Assess the Risks of Nanotechnology: Learning from Past Experience, Journal of Nanoscience and Nanotechnology, Vol. 7, 402-409, 2007.
20. Al-Mabrouk, K. and Soar, J., "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, 2009.
21. Kumara, Upali A., Hara, Yoshio and Masakazu, Yano, "Leadership theory implications for improving performance of recipient staff: exorience of technology transfer from Japan", Int. J. of Commerce and Management, Vol. 1, Issue 3, 1991.
22. Buono, Anthony F., "Technology transfer through acquisition", Management Decision, Vol. 53, No. 3, pp. 194-204, 1997.
23. Zacchea, Nicholas M., "Technology Transfer: From Financial to Performance Auditing" Managerial Auditing Journal, Vol. 7, Issue 1, 1992.
24. Okoro, Greg I., "Technology transfer, appropriate technology, and cultural receptivity problems, Int. J. of Commerce and Management, Vol. 2, Issue 4, 1992.
25. Mwinyimbegu, R.M., "Obstacles to Information Technology Transfer to the Third World", Library Review, Vol. 42, Issue 5, 1993.
26. Marghalani, M. A., "Factors affecting information technology transfer in developing countries", Aslib Proceedings, Vol. 39, Issue 11, 1987.
27. Hanne, Daniel and Zeller, Martin "Resources in support of technology transfer: Revised and updated", Reference Services Review, Vol. 24, Issue 2, 1996.
28. Hussain, Shabbir, "Technology transfer models across cultures: Brunei-Japan joint ventures", Int. J. of Social Economics, Vol. 25, No. 6, pp. 1189-1198, 1998.
29. Li-Hua, Richard., "Examining the appropriateness and effectiveness of technology transfer in China", J. of Technology Management in China, Vol. 1, No. 2, pp. 208-223 , 2006.
30. Sadowski, Bert and Duysters, Geert, "Strategic technology alliance termination: An empirical investigation", J. Eng. Technol. Manage., Vol. 25, pp. 305–320, 2008.
31. H. Jasinski, Andrzej, "Barriers for technology transfer: the case of a country in transition", J. of Technology Management in China, Vol. 4, No. 2, pp. 119-131, 2009.
32. Chan, L. and U. D., Tugrul, "Technology transfer in China: literature review and policy implications", J. of Sci. and Technology Policy in China, Vol. 2, Issue 2, 2011.
33. Ustundag, A., Ug˘urlu, S. and Kilinc, M. S., "Evaluating the performance of technology transfer offices", J. of Enterprise Information Management, Vol. 24, No. 4, pp. 322-337, 2011.
34. Rao, k., Meng, X. and Piccaluga, A., "The Impact of Government R&D Investments on Patent Technology Transfer Activities of Chinese Universities– From the Perspective of Triple Helix Theory", J. of Knowledge-based Innovation in China, Vol. 4, Issue 1, 2012.
35. Hirt, Christian, "Technology transfer in Asia – challenges from a cross-cultural perspective", J. of Technology Management in China, Vol. 7, Issue 1, 2012 .
36. Miller, Kristel, "An exploratory study of retaining and maintaining knowledge in university technology transfer processes", Int. J. of Entrepreneurial Behaviour & Research, Vol. 17, No. 6, pp. 663-684, 2011.
37. Abdul Wahab, Sazali, "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, 2012
38. Genet, C., Errabi, K., Gauthier, C. "Which Model of Technology Transfer for Nanotechnology? A Comparison with Biotech and Microelectronics", Technovation, Vol. 3-4, No. 32, pp. 205-215, 2012.
39. Cheng , Ching-Hsue & Lin , Yin, "Evaluating the best mail battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation" , European Journal of Operational Research , vo1. 42, p.147, 2002.
40. Mohaghar, A. Monawarian, A. and Raasse, H., "Evaluation of technology transfer strategy of petrochemical process", The Journal of Technology Transfer, Volume 37, Issue 4, pp 563-576, 2012 .