

شناسایی و تعیین عوامل اصلی توسعه فناوری با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)

(مطالعه موردی: بنگاه‌های کوچک و متوسط استان گیلان)

■ حمزه امین طهماسبی⁺*

استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی
شرق، دانشگاه گیلان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۱۷ و تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۱۲

چکیده

یکی از دلایل شکست و عقب‌ماندگی در صنایع، عدم امکان و آمادگی توسعه فناوری است. با عنایت به اهمیت موضوع شناخت عوامل مؤثر در توسعه فناوری، در این پژوهش با انجام مرور ادبیات، این عوامل شناسایی شد. عوامل مهم با استفاده از نظرات خبرگان صنایع کوچک و متوسط استان گیلان و از میان حدود ۴۵ عامل مؤثر شناسایی شده و در قالب ۱۷ عامل اصلی مشخص گردید. سپس روابط موجود بین این عوامل با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته؛ رتبه و سطوح مختلف آنها و مدل روابط میان عوامل کلیدی آن تعیین شد. نتایج حاصل از سطح‌بندی و بررسی عوامل مؤثر بر توسعه فناوری نشان داد که عوامل توجه به رویکرد ادغام فناوری به‌منظور ظهور نوآوری‌های فناورانه، سازوکارهای مدیریتی و زیرساخت‌های سازمانی، کارآفرینی فناورانه و کارکردهای اصلی اشاعه و انتشار فناوری، جزو عوامل اصلی توسعه فناوری در صنایع کوچک و متوسط بوده و می‌بایست مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

واژگان کلیدی: فناوری، توسعه، فناوری، مدل‌سازی ساختاری تفسیری.

* عهده‌دار مکاتبات

+ آدرس پست الکترونیکی: Amintahmasbi@guilan.ac.ir

۱- مقدمه

تا اواخر دهه ۱۹۵۰ این چنین فرض می‌شد که فناوری از مشتقات علم است؛ بنابراین، توسعه فناوری^۱ به‌عنوان پیامدی از توسعه علمی تصور می‌شد. این نظریه را به اصطلاح نظریه خطی توسعه فناوری می‌نامند. در اواخر دهه ۱۹۵۰، اندک‌اندک این موضوع پذیرفته شد که هستی فناوری تقریباً مستقل از هستی علم است و یا حداقل رابطه‌ای غیرخطی با آن دارد. بررسی‌های گسترده در آن زمان نشان داد که بسیاری از فناوری‌ها قبل از آنکه پیشرفت علمی لازم برای آنها ایجاد شود، شکل می‌گیرد. این امر ناشی از آن است که توسعه فناوری بیش از آنکه به توسعه علم محتاج باشد، نیازمند شرایط اقتصادی و اجتماعی خاصی است که سرمایه‌گذاری در فناوری و کاربست آن را توجیه‌پذیر و مقرون‌به‌صرفه می‌سازد. همچنین گاهی توسعه پیش‌دستانه فناوری، خود موجبات توسعه بعضی از علوم را ایجاد می‌کند. فناوری، به بازار رقابتی نیاز دارد. درجایی مثل کشور ما که هنوز چنین بازاری شکل نگرفته است، باید یک نیاز ملی بزرگ وجود داشته باشد که توسعه فناوری را به یک الزام اجتماعی تبدیل کند [۳].

فرآیند توسعه و پیشرفت جوامع بشری، از آغاز دوره مدرن، در سایه تحولات فناورانه و علمی شکل گرفته و این تحولات زیربنای سایر تحولات جامعه بشری بوده است. مطالعه تحولات تاریخی علم و فناوری در جهان، خصوصاً جهان مدرن، نشانگر آن است که تنها در سایه نوآوری و خلاقیت‌های فردی و جمعی است که فناوری می‌تواند پدیدار شود، استمرار و تعمیق پیدا کند و توسعه یابد و به‌عنوان موتور محرک توسعه و پیشرفت جامعه بشری عمل کند [۴]. البته لازم به ذکر است که در فرایند توسعه، دولت‌ها نقش کلیدی را برعهده دارند. نوآوری‌های مبتنی بر فناوری، مدرنیزه‌سازی نهادها، تأمین سرمایه برای توسعه، تربیت و آموزش نیروی انسانی لازم برای مدرنیزه‌سازی، ایجاد زیربناها، نظارت بر منابع طبیعی، حفظ محیط‌زیست و بهبود سایر عوامل مهم مربوط به فرایند توسعه، وظایفی است که در اکثر موارد فقط دولت از عهده اجرای آن برمی‌آید. در شرایط کنونی، فناوری با رشد و بقای سازمان‌های تجاری و صنعتی و در سطح کلان با توسعه کشور پیوندی ناگسستنی یافته است. زندگی فردی و اجتماعی انسان نیز بدون فناوری غیرقابل تصور شده است. در بسیاری از جوامع، فناوری قلب تپنده نظام تولید ثروت را تشکیل می‌دهد. در جوامع اطلاعاتی نیز این فناوری است که امکان

1 Technology Development

پردازش، ذخیره‌سازی و انتقال اطلاعات را فراهم می‌کند [۵]. "زلنی" فناوری را متشکل از سه جز وابسته به هم می‌داند؛ سخت‌افزار (ساختار فیزیکی و آرایش منطقی تجهیزات یا ماشین-آلاتی که قرار است برای انجام وظایف لازم بکار روند)، نرم‌افزار (دانش نحوه استفاده از سخت‌افزار برای انجام وظایف لازم) و مغز افزار (دلایل استفاده از فناوری به شیوه‌ای خاص با توجیه فنی). علاوه بر سه جز یادشده، جز چهارمی را باید به‌طور مستقل مورد توجه و بررسی قرار داد؛ زیرا این جز، تمام سطوح و موقعیت‌های فناورانه را در برمی‌گیرد و آن دانش فنی است. دانش یا مهارت فنی فراگرفته شده یا کسب‌شده درباره نحوه انجام کارها را دانش فنی گویند [۱].

عبدالله [۶] توسعه فناوری را ایجاد یا توسعه علوم کاربردی دانسته که دارای ارزش عملی و یا کاربرد صنعتی است. در این میان، فناوری به‌صورت عمل، توصیف عمل و نام هر یک یا تمام علوم کاربردی تعریف شده که دارای ارزش عملی و یا کاربرد صنعتی است. فناوری حفاصل بین علوم پایه، علوم مهندسی، طراحی و بازار عرضه کالا است و در واقع بخشی از فناوری به‌طور مستقیم متأثر از علوم پایه است. همچنین توسعه را می‌توان کشف، استخراج، خلق، ایجاد دسترسی (به‌طور کامل و دقیق)، پیشرفت طی مراحل متوالی به سمت شرایط یا وضعیت بالاتر، پیچیده‌تر، سازمان‌یافته‌تر و تکامل‌یافته‌تر ترجمه کرد.

فاتح‌راد [۷] تعریفی هم‌زمان از دو واژه توسعه و فناوری بیان کرده است؛ بهبود عوامل تبدیل‌کننده منابع به محصولات، به‌گونه‌ای که به منابع موردنیاز نسل‌های آینده لطمه‌ای وارد نسازد. فرآیند ارتقای دانش علمی، مهندسی و مدیریتی که طرح، تولید و اشاعه کالا و خدمات را با تأمین نیازهای نسل حاضر و آینده ممکن سازد. بهبود عناصر و نظام ارتباطات تبدیل داده‌ها به ستاده‌ها، به‌گونه‌ای که به ایجاد هم‌افزایی در داده‌ها و ستاده‌ها بیانجامد.

فرآیند کلی هدایت، گسترش و ارتقای فناوری موجود که در توسعه فناوری صورت گرفته است، براساس تشخیص نیازهای واقعی مشتریان و توسعه منابع انسانی-سازمانی، در تولید محصول جدید (کالا یا خدمت)، تولید محصول با هزینه کمتر، تولید محصول بیشتر در واحد زمان، تولید محصول با کیفیت بالاتر رخ می‌دهد که این موارد از زیرساخت‌های اساسی توسعه پایدار است.

۲- ادبیات تحقیق

اهمیت فناوری به‌عنوان یک محرک رفاه و رشد اقتصادی از زمان انتشار اثر بزرگ آدام اسمیت "ثروت ملل" در سال ۱۷۷۶

مؤثرند و در نهایت این ارتباطات را به صورت یک شبکه مفهومی نشان دادند. زاهدی و همکاران [۴] در پژوهش‌های خود ضمن بررسی عوامل سیاسی و اقتصادی به معرفی نه عامل پرداختند. صادق عمل‌نیک [۸] به این موضوع دست‌یافته است که طرح توسعه فناوری یک برنامه و طرح راهبردی است و مانند هر طرح راهبردی دیگر به نظام ارزش‌های اعتقادی و باورهای اسلامی افراد بستگی دارد. صادق عمل‌نیک [۹] منابع انسانی را از مهم‌ترین منابع مراکز توسعه فناوری معرفی کرده است. همچنین صادق عمل‌نیک [۱۰] در پژوهش دیگر خود، به نقاط قوت و ضعف، زیرساخت‌ها و اقدامات موردنیاز جهت رشد و توسعه فناوری پرداخته است. منطقی [۱۲] به نقش گروه‌ها در توسعه فناوری اشاره کرده است و تیم‌های کاری و کارهای تیمی را اغلب به عنوان پایه و اساس هرگونه نوآوری برشمرده است. فاتح‌راد [۷] روش‌شناسی‌های مطرح در توسعه فناوری را به بوته بررسی و نقد سپرد و با احصای اقتضائات ملی توسعه راهبردی فناوری و طرح موضوع نظام ملی نوآوری به‌ویژه ارتباط دو نهاد کلان صنعت و دانشگاه به‌عنوان پایه‌های اساسی توسعه راهبردی فناوری در این نظام، در فضای فناوری‌های سطح بالا معرفی و تبیین گردید. بیتزر^۶ و همکاران [۱۷] به بررسی چالش‌ها در صنعت و تحقیق برای توسعه محصولات در مقابل توسعه فناوری پرداخته‌اند. بریل‌هایس میجر^۷ و دیگران [۱۴] پنج مدل برای توسعه فناوری از طریق بررسی ادبیات سامانمند شناسایی کردند و ادغام احتمالی آنها را با مدل‌های مرجع توسعه محصول مورد مقایسه قرار دادند. سو و موانیبا^۸ [۱۵] به بررسی سیر تکاملی علوم بین‌رشته‌ای در تحولات فناوری پرداخته و ضمن ارائه چارچوبی مبتنی بر استنادات ثبت اختراع به‌منظور ارزیابی علوم بین‌رشته‌ای، روند تکاملی اختراعات بین‌رشته‌ای را گزارش کرده‌اند.

هدف از انجام این پژوهش شناسایی و سطح‌بندی عوامل توسعه فناوری است و به تحلیل ارتباط بین این عوامل می‌پردازد. روش‌شناسی ساختاری تفسیری (ISM^۹) می‌تواند برای تجزیه و تحلیل ارتباط بین ویژگی‌های چند متغیر استفاده شود که برای یک مسئله تعریف شده است. در این پژوهش، عوامل توسعه فناوری با استفاده از روش ISM سطح‌بندی می‌شود. عواملی که در مطالعات پیشین به‌عنوان عوامل مؤثر در توسعه فناوری استفاده شده است، در جدول شماره ۱ قابل مشاهده است.

موردتوجه قرار گرفته است. اگر فناوری مهم‌ترین محرک رشد اقتصادی است، حال سؤال این است که مهم‌ترین منبع فناوری چیست؟ نظریات رزنبرگ^۲ برای سال‌های زیادی توسط بسیاری از اقتصاددانان مورد بررسی قرار گرفته است. وی، فناوری‌های جدید را به صورت یک جعبه سیاه نام‌گذاری کرد. طی سال‌های بعد، اقتصاددانان و از جمله خود او تلاش کرده‌اند نقش علم را در آنچه درون این جعبه سیاه می‌رود، توصیف کنند. بسیاری از اقتصاددانان مورخ، نقش علم را در پیشرفت فناوری و رشد اقتصادی در سال‌های طولانی مورد بررسی قرار داده‌اند. برخی از آنها از جمله موکیر^۳ و رزنبرگ بر این باورند که توسعه علمی برای پیشرفت سریع و قابل توجه فناوری و رشد اقتصادی لازم است ولی کافی نیست. نلسون^۴ در سال ۱۹۵۹ فهرستی تهیه نمود از نمونه‌هایی که توسعه علمی منجر به پیشرفت فناوری شده بود. سال‌ها بعد پس از آن رزنبرگ ادعا کرد که اغلب تمایز قائل شدن بین علم و فناوری دشوار خواهد بود. گرچه بسیاری از اقتصاددانان دیدگاه نلسون را در مورد نقش علم در پیشرفت فناوری می‌پذیرند، پیدا کردن نمونه‌هایی که علم به‌واسطه تجهیزات مدرن حاصل از فناوری پیشرفته، ترقی پیدا کرده است کار سختی نیست. موکیر طی سال‌ها مطالعه در مورد تاریخ پیشرفت فناوری، دریافت که پیشرفت‌ها تا قبل از انقلاب صنعتی معمولاً کند و نامنظم بوده است. تا اواسط قرن ۱۹ ارتباط میان علم و فناوری بی‌پایه بود، اما در آغاز قرن بیستم به‌خصوص با ظهور شرکت‌های تجاری، به تدریج این ارتباط محکم‌تر شد؛ به طوری که پیشرفت‌های علمی بیش از پیش به‌عنوان اجزاء لازم پیشرفت‌های فناورانه به حساب می‌آمدند. بررسی‌هایی که توسط نلسون (۱۹۸۶) و مانسفیلد^۵ (۱۹۹۱) هدایت شدند، مؤید این مطلب است که دانش، گاهی اوقات برای تغییرات تخصصی مهم است. اگرچه اهمیت آن بر حسب صنعت، تخصص و حوزه خاص علمی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای متفاوت است [۱۳].

علی‌احمدی و اخوان [۵] با بررسی و تجزیه و تحلیل مدارک، کتاب‌ها، گزارش‌ها و مقالات مربوط، به معرفی نوزده مفهوم در پاسخ‌گویی به سؤال اصلی یعنی "عوامل مؤثر در موفقیت برنامه‌ها و سیاست‌های علم و فناوری" پرداختند. این عوامل به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم بر روی موفقیت برنامه‌ها و سیاست‌های علم و فناوری تأثیرگذارند و بعضی از آنها بر روی یکدیگر نیز

6 Bitzer
7 Brilhuis-Meijera
8 Su & Moaniba
9 Interpretive Structural Modeling

2 Rosenberg
3 Mokyr
4 Nelson
5 Mansfield

جدول ۱: عوامل مؤثر در موفقیت برنامه‌ها و سیاست‌های علم و توسعه فناوری

منابع	عنوان
[۵]	هدایت سیاست علمی و فناورانه از بالاترین سطوح مملکتی
[۵]	توجه هم‌زمان به تحقیقات بنیادی و کاربردی
[۵]	توجه به ملاحظات فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی در هدایت سیاست علمی و فناوری کشور
[۵]	تأسیس کمیسیون‌ها و مؤسسات تحقیقات علمی و پژوهشی جهت پیگیری مباحث مرتبط علمی و فناورانه
[۵]	همبستگی دولت با علم و حمایت دولت از علم و فناوری
[۵]	اصلاح نظام آموزشی و پژوهشی کشور
[۵]	هماهنگ کردن تحقیقات در بخش‌های مختلف دولتی و خصوصی و هدایت و حمایت آنها
[۵]	ایجاد مراکز نوین فناوری همچون شهرهای علمی، پارک‌های فناوری و شهرهای پژوهشی
[۵]	توجه به امر تحقیق و توسعه بین صنعتی
[۵]	پرورش روحیه خلاقیت به‌منظور ایجاد و نوآوری‌های فناورانه
[۵]	توسعه موزون تحقیقات بنیادی، تحقیقات کاربردی و تحقیقات توسعه‌ای
[۵]	توجه به رویکرد ادغام فناوری به‌منظور ظهور نوآوری‌های فناورانه
[۵]	تدوین راهبرد بلندمدت برای دستیابی به فناوری‌های پیشرفته
[۵]	استفاده از نظر خبرگان و دانشمندان در جهت هدایت علمی و فناورانه کشور
[۵]	محوریت برنامه‌های علمی و فناورانه روی هدف‌های محدود و بسیار مؤثر و تمرکز روی حوزه‌های برتر
[۵]	تدوین سازوکارهای مدیریتی جهت اداره و پیشبرد تحقیقات پیشرفته
[۵]	توسعه همکاری‌های فعال بین‌المللی در جهت هدایت برنامه توسعه فناورانه
[۵]	افزایش جدی بودجه‌های تحقیق و توسعه
[۵]	شناسایی، جذب، نگهداری و رهبری بهترین استعدادهاى ملی جهت تأمین نیروی پژوهشگر
[۴]	فرآیند سیاست‌گذاری حوزه علم و فناوری در سطح کلان
[۴]	راهکارهایی برای افزایش بهره‌وری منابع مالی
[۴]	ترمیم و تکمیل توانایی‌های نهادهای دانشی و منابع انسانی
[۴]	کارکردهای اصلی اشاعه و انتشار فناوری
[۴]	کارآفرینی فناوری
[۴]	نقش مهم و کارساز دولت
[۴]	نگاشت نهادی علم
[۴]	فناوری و نوآوری متناسب با اهداف برنامه چشم‌انداز
[۴]	برنامه تحول بلندمدت حوزه فناوری
[۱۰]	توسعه دانش و فناوری
[۱۰]	تخصیص منابع و بودجه
[۱۰]	بهبود و ارتقا وضعیت زندگی و امنیت انسانی و اجتماعی
[۱۰]	بهبود شرایط محیطی و امنیت ملی
[۱۰]	توسعه روابط بین‌الملل
[۱۰]	ارتقا کیفیت سطح زندگی مردم
[۱۰]	بهبود محیط‌زیست
[۱۰]	توسعه فرهنگی
[۱۰]	توسعه مدیریت دولتی
[۹]	وجود پژوهشگران بانگیزه، خلاق، تعلیم‌دیده و توانا
[۸]	زیرساخت‌های انسانی و تخصصی

[۸]	زیرساخت مدیریت توسعه فناوری
[۸]	زیرساخت اطلاعاتی
[۸]	زیرساخت قوانینی که از محققین و کارهای تحقیقاتی و مالکیت معنوی حمایت می‌نماید
[۸]	زیرساخت تجهیزاتی
[۸]	زیرساخت منابع موردنیاز
[۸]	زیرساخت‌های سازمانی
[۱۲]	تیم‌های کاری و کارهای تیمی
[۷]	ارتباط دو نهاد کلان صنعت و دانشگاه

۳- روش پژوهش

نظر به اینکه هدف اصلی از انجام این پژوهش شناسایی و سطح‌بندی عوامل توسعه فناوری است، بنابراین می‌توان گفت پژوهش حاضر از نظر هدف در حیطه تحقیقات کاربردی است. جامعه آماری این پژوهش را ۶۰ نفر از مدیران بنگاه‌های کوچک و متوسط^{۱۰} و خبرگان دانشگاهی استان گیلان تشکیل می‌دهند که دارای تحصیلات مرتبط و یا سابقه کاری مرتبط و یا هر دو هستند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، مصاحبه و پرسشنامه است. برای انتخاب عوامل مؤثر در توسعه فناوری از میان عوامل استفاده شده در مطالعات پیشین، از ابزار مصاحبه با خبرگان شامل ۵ نفر از خبرگان دانشگاهی استفاده شده است. در مصاحبه با خبرگان، عواملی را که مفاهیم یکسانی با ادبیات گفتاری متفاوت دنبال کرده‌اند و یا در یک دسته قابل تفکیک و نام‌گذاری بوده‌اند، در قالب یک عامل اصلی جداسازی نمودند. جهت تأیید نهایی عوامل از پرسشنامه با طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای استفاده شده است. پاسخ‌دهندگان به این پرسشنامه، علاوه بر مصاحبه‌شوندگان، ۱۵ نفر از مدیران خبره صنعتی از جامعه آماری در دسترس بوده است. در این پرسشنامه از خبرگان در مورد نظرات ایشان در خصوص اهمیت عوامل نهایی نظرسنجی شد. سپس عواملی که فراوانی پاسخ متوسط به پایینی داشتند، از دسته عوامل اصلی خارج و در زیر دسته قرار گرفت. سپس نتیجه در قالب مصاحبه مجدد با ۵ خبره اول، صحت‌گذاری گردید. نتیجه این تفکیک در قالب ۱۷ عامل مؤثر در توسعه فناوری در جدول شماره ۲ قابل‌ملاحظه است.

برای تعیین توالی و روابط میان عوامل شناسایی‌شده توسعه فناوریانه با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری از دیدگاه خبرگان جامعه آماری در دسترس استفاده شده است. روش ISM یک روش ساختاری تفسیری است که در سال

۲۰۰۶ توسط آگاروال^{۱۱} مطرح گردید و در سال ۲۰۰۷ توسط کانان [۱۶] در مقاله‌ای ارائه شد. این روش با تجزیه عوامل مؤثر و اساسی در چند سطح مختلف، به تحلیل ارتباط بین آنها می‌پردازد. مدل ساختاری تفسیری قادر است ارتباط بین شاخص که به صورت تکی یا گروهی به یکدیگر وابسته‌اند را تعیین نماید. روش ISM با تجزیه معیارها در چند سطح مختلف به تحلیل ارتباط بین شاخص‌ها می‌پردازد. روش ISM می‌تواند برای تجزیه و تحلیل ارتباط بین ویژگی‌های چند متغیر استفاده شود که برای یک مسئله تعریف شده است [۱۸].

مدل‌سازی ساختاری تفسیری، یک روش‌شناسی برای ایجاد و فهم روابط میان عناصر یک سیستم پیچیده است. به عبارت دیگر، مدل‌سازی تفسیری ساختاری یک فرایند متعامل است که در آن مجموعه‌ای از عناصر مختلف و مرتبط با همدیگر در یک مدل سامانمند جامع ساختار بندی می‌شود. روش‌شناسی ISM کمک زیادی به برقراری نظم در روابط پیچیده میان عناصر یک سیستم می‌نماید. مدل‌سازی ساختاری تفسیری در تشخیص روابط درونی متغیرها کمک می‌کند و تکنیک ISM مناسب برای تجزیه و اولویت‌بندی و تحلیل تأثیر یک متغیر بر متغیرهای دیگر است. همچنین می‌تواند به اولویت‌بندی و تعیین سطح عناصر یک سیستم اقدام کند که کمک بسیار شایانی به مدیران برای اجرای بهتر مدل طراحی شده می‌کند [۱۱]. در این مدل پس از شناسایی ابعاد و شاخص‌های مطالعه، روابط بین ابعاد و شاخص‌های شناسایی‌شده با استفاده از رابطه مفهومی "منجربه" تحلیل می‌شود. حالت‌ها و علائم مورد استفاده در این رابطه مفهومی به صورت جدول شماره ۲ است.

جدول ۲: عوامل نهایی توسعه فناوری

عوامل نهایی	عوامل مؤثر در موفقیت برنامه‌ها و سیاست‌های علم و توسعه فناوری
۱. کارکردهای اصلی اشاعه و انتشار فناوری	کارکردهای اصلی اشاعه و انتشار فناوری
۲. توجه به رویکرد ادغام فناوری به‌منظور ظهور نوآوری‌های فناورانه	توجه به رویکرد ادغام فناوری به‌منظور ظهور نوآوری‌های فناورانه
۳. ارتباط دو نهاد کلان صنعت و دانشگاه	ارتباط دو نهاد کلان صنعت و دانشگاه
۴. ترمیم و تکمیل توانایی‌های منابع انسانی	شناسایی، جذب، نگهداری و رهبری بهترین استعدادهاى ملی جهت تأمین نیروی پژوهشگر
	ترمیم و تکمیل توانایی‌های نهادهای دانشی و منابع انسانی
	زیرساخت‌های انسانی و تخصصی
۵. برنامه تحول بلندمدت حوزه فناوری	فناوری و نوآوری متناسب با اهداف برنامه چشم‌انداز
	برنامه تحول بلندمدت حوزه فناوری
	تدوین راهبرد بلندمدت برای دستیابی به فناوری‌های پیشرفته
۶. توجه به ملاحظات فرهنگی و اجتماعی و فناوری کشور	توجه به ملاحظات فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی در هدایت سیاست علمی و فناوری کشور
	ایجاد مراکز نوین فناوری همچون شهرهای علمی، پارک‌های فناوری و شهرهای پژوهشی
	توسعه فرهنگی
۷. سازوکارهای مدیریتی	تدوین سازوکارهای مدیریتی جهت اداره و پیشبرد تحقیقات پیشرفته
	توسعه مدیریت دولتی
	زیرساخت مدیریت توسعه فناوری
۸. توسعه روابط بین‌الملل	توسعه روابط بین‌الملل
	توسعه همکاری‌های فعال بین‌المللی در جهت هدایت برنامه توسعه فناورانه
۹. تخصیص منابع و بودجه	افزایش جدی بودجه‌های تحقیق و توسعه
	تخصیص منابع و بودجه
	راهکارهایی برای افزایش بهره‌وری منابع مالی
۱۰. اصلاح نظام آموزشی و پژوهشی کشور	اصلاح نظام آموزشی و پژوهشی کشور
۱۱. توجه به امر تحقیق و توسعه	توجه هم‌زمان به تحقیقات بنیادی و کاربردی
	تأسیس گروه‌ها و مؤسسات تحقیقات علمی و پژوهشی جهت پیگیری مباحث مرتبط علمی و فناورانه
	هماهنگ کردن تحقیقات در بخش‌های مختلف دولتی و خصوصی و هدایت و حمایت آنها
	توجه به امر تحقیق و توسعه بین صنعتی
۱۲. همبستگی دولت با علم و حمایت دولت از آن	توسعه موزون تحقیقات بنیادی، تحقیقات کاربردی و تحقیقات توسعه‌ای
	همبستگی دولت با علم و حمایت دولت از علم و فناوری
۱۳. استفاده از نظر خبرگان و دانشمندان در جهت هدایت علمی و فناورانه کشور	استفاده از نظر خبرگان و دانشمندان در جهت هدایت علمی و فناورانه کشور
۱۴. بهبود شرایط محیطی و امنیت و ارتقا کیفیت سطح زندگی	بهبود و ارتقا وضعیت زندگی و امنیت انسانی و اجتماعی
۱۵. زیرساخت‌های سازمانی	زیرساخت اطلاعاتی
	زیرساخت قوانینی که از محققین و کارهای تحقیقاتی و مالکیت معنوی حمایت می‌نماید
	زیرساخت تجهیزاتی
	زیرساخت منابع موردنیاز
	تیم‌های کاری و کارهای تیمی
۱۶. کارآفرینی فناورانه	پرورش روحیه خلاقیت به‌منظور ایجاد و نوآوری‌های فناورانه
	کارآفرینی فناوری
	وجود پژوهشگران بانگیزه، خلاق، تعلیم‌دیده و توانا
۱۷. محوریت قرار دادن برنامه‌های علمی و فناورانه	هدایت سیاست علمی و فناورانه از بالاترین سطوح مملکتی
	محوریت برنامه‌های علمی و فناورانه روی هدف‌های محدود و بسیار مؤثر و تمرکز روی حوزه‌های برتر
	فرآیند سیاست‌گذاری حوزه علم و فناوری در سطح کلان
	نگاشت نهادی علم
	توسعه دانش و فناوری

۴-۳- ایجاد ماتریس دستیابی اولیه

تهیه ماتریس دستیابی اولیه با استفاده از ماتریس خودتعاملی ساختاری صورت می‌گیرد؛ به طوری که ماتریس قبلی به یک ماتریس دودویی تبدیل می‌شود. اگر چنانچه رابطه به صورت V باشد، آنگاه $(i,j)=1$ و سپس $(j,i)=0$ است. اگر رابطه به صورت A باشد، آنگاه $(j,i)=1$ و سپس $(i,j)=0$ است. در صورتی که رابطه به صورت X باشد، آنگاه $(i,j)=1$ است. اگر رابطه به صورت O باشد، آنگاه $(j,i) = (i,j)=0$ است. در صورتی که $i=j$ باشد در ورودی ماتریس دسترسی یک قرار داده می‌شود. به طور کلی، با استفاده از روابط مذکور ماتریس دستیابی اولیه مطابق با جدول شماره ۵ تشکیل می‌شود.

۴-۴- ایجاد ماتریس دستیابی نهایی

پس از آنکه ماتریس اولیه بدست آمد، با وارد نمودن انتقال-پذیری در روابط معیارها، ماتریس دستیابی نهایی بدست می‌آید. ماتریس دستیابی نهایی یک ماتریس مربعی است که هر یک از درایه‌های r_{ij} آن هنگامی که عنصر r_i به عنصر r_j با هر طولی دستیابی داشته باشد، یک و در غیر این صورت برابر صفر است. انتقال‌پذیری بیانگر آن است که در صورتی که متغیر A بر متغیر B تأثیر داشته باشد و متغیر B بر متغیر C تأثیر بگذارد، A بر C تأثیر می‌گذارد. برای بدست آوردن ماتریس دستیابی نهایی، ماتریس مجاورت به ماتریس واحد اضافه شده و سپس این ماتریس در صورت تغییر نکردن درایه‌های ماتریس به توان n می‌رسد. روابط (۱) و (۲) روش تعیین ماتریس دستیابی را در مراحل اول و دوم با استفاده از ماتریس مجاورت نشان می‌دهد.

$$M = (A+I)^n$$

در روابط فوق، I ماتریس همانی و A ماتریس دستیابی اولیه، M ماتریس دستیابی نهایی است. پس از وارد نمودن انتقال‌پذیری در روابط معیارها، ماتریس دستیابی نهایی در قالب جدول شماره ۶ نشان داده شده است. در این ماتریس، قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر معیار نشان داده شده است. قدرت نفوذ یک متغیر، از جمع تعداد متغیرهای متأثر از آن و خود متغیر بدست می‌آید. میزان وابستگی یک متغیر نیز از جمع متغیرهایی که از آنها تأثیر می‌پذیرد و خود متغیر بدست می‌آید.

جدول ۳: علائم مورد استفاده در طراحی مدل ساختاری تفسیری

O	X	A	V
عدم وجود رابطه	رابطه دوسویه	z منجر به i می‌شود	i منجر به z می‌شود

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

۴-۱- شناسایی و تعیین معیارهای تصمیم‌گیری

در این پژوهش ۱۷ شاخص به عنوان عوامل حیاتی توسعه فناوری براساس ادبیات پژوهش انتخاب شد. براساس مدل تحقیق گام بعدی شناسایی الگوی روابط علی میان آنها است. جهت انعکاس روابط درونی میان معیارهای اصلی از دیدگاه کارشناسان صنعتی و خبرگان دانشگاهی استفاده شده است. با توجه به اینکه روش ISM روشی مبتنی بر نظر خبرگان است و تعداد خبرگان پیشنهاد شده برای این روش بین ۵ تا ۱۵ نفر در منابع ذکر شده است، پرسشنامه ISM توسط ۱۵ نفر از خبرگان تکمیل گردید. در این تکنیک متخصصان قادرند با تسلط بیشتری به بیان نظرات خود در رابطه با اثرات (جهت و شدت اثرات) میان عوامل بپردازند. ماتریس حاصل (ماتریس ارتباطات داخلی)، هم رابطه علی و معلولی بین عوامل را نشان می‌دهد و هم اثرپذیری و اثرگذاری متغیرها را نمایش می‌دهد.

۴-۲- تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری

در این گام معیارهای مسئله به صورت دوجه دو زوجی با هم بررسی می‌شود و پاسخ‌دهنده با استفاده از نمادهای جدول شماره ۳ به تعیین روابط بین معیارها می‌پردازد [۲]. در این مرحله جهت تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری، از یک ماتریس هفده در هفده استفاده می‌شود که شامل تعداد معیارهای تشکیل‌دهنده است. ماتریس تشکیل شده در اختیار خبرگان قرار گرفت و خبرگان براساس اصول مذکور ماتریس‌ها را تکمیل نمودند. با توجه به اینکه این روش منطبق بر روش‌های ناپارامتریک و بر مبنای مد در فراوانی‌ها عمل می‌کند، اطلاعات نهایی این پژوهش هم بر مبنای مد در فراوانی‌ها است. به طور کلی، نظرات متخصصان و خبرگان صنایع کوچک و متوسط طی پرسشنامه مذکور استخراج و سپس مد نظرات ایشان، در ماتریس خودتعاملی ساختاری وارد شده است. جدول شماره ۴، ماتریس تعامل ساختاری نهایی را برای مقایسه معیارهای مورد بررسی نشان می‌دهد.

جدول ۴: ماتریس خودتعاملی ساختاری (ماتریس مقایسه معیارها)

۱۷	V	O	O	A	V	O	O	O	O	O	O	O	O	A	X	O	
۱۶	V	O	O	X	V	O	O	O	O	O	O	O	A	O	V		
۱۵	X	A	A	A	V	O	A	O	A	A	O	X	O	A			
۱۴	V	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O				
۱۳	V	O	O	O	O	O	O	O	O	O	A	O					
۱۲	V	X	O	O	O	O	A	O	X	A	O						
۱۱	V	X	O	O	O	O	X	O	X	X							
۱۰	V	V	O	O	O	O	O	O	X								
۹	V	V	O	O	O	O	V	O									
۸	O	O	O	O	A	O	X										
۷	V	A	A	O	O	A											
۶	O	O	O	V	O												
۵	O	O	O	A													
۴	V	O	O														
۳	V	X															
۲	V																
۱																	
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷

جدول ۵: ماتریس دستیابی اولیه

۱۷	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	
۱۶	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	
۱۵	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	
۱۴	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	
۱۳	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	
۱۲	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	
۱۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	
۱۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	
۹	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
۷	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	
۶	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
۵	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
۴	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	
۳	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	
۲	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	
۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	
شاخص	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷

جدول ۶: ماتریس دستیابی اصلاح شده (ماتریس دستیابی نهایی)

میزان وابستگی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	قدرت نفوذ
۶	۱	۰	۰	۱*	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱*	۱	۱۷
۸	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱*	۱*	۰	۱*	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱۶
۹	۰	۱*	۱*	۱*	۱	۰	۱*	۰	۰	۰	۰	۰	۱*	۰	۱	۰	۱	۱۵
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱*	۰	۰	۰	۱	۱	۱*	۱	۱۴
۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱*	۰	۰	۰	۱*	۱	۰	۰	۱	۰	۱۳
۸	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱*	۰	۱	۰	۱*	۱	۱*	۰	۱	۰	۰	۱۲
۸	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱*	۰	۱۱
۱۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱*	۱*	۱	۱	۱	۱	۱*	۰	۱	۰	۰	۱۰
۱۰	۰	۱	۱*	۰	۱*	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۹
۷	۰	۱*	۰	۰	۱*	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱*	۰	۰	۱*	۰	۸
۹	۰	۱*	۱*	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱*	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۷
۷	۱*	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱*	۱*	۱*	۶
۴	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱*	۰	۰	۱*	۰	۰	۰	۰	۰	۵
۷	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱*	۰	۱	۱	۱	۱	۴
۸	۱	۱	۱	۰	۱*	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱*	۱*	۱*	۳
۱۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱*	۱*	۱*	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۲
۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	

۴-۵- تعیین روابط و سطح بندی ابعاد و شاخص ها

خروجی تکرار شده است. عناصر براساس مجموعه های حاصله سطح بندی می شود. به طور معمول، عناصری که مجموعه خروجی و مجموعه روابط دوطرفه یکسان داشته باشند، عناصر سطح بالایی سلسله مراتب را تشکیل می دهد. بنابراین عناصر سطح بالایی منشأ هیچ عنصر دیگری نخواهد بود. هنگامی که سطح بالایی تعریف گردید، از دیگر عناصر تفکیک می شود. سپس به واسطه یک فرآیند همسان، سطوح بعدی مشخص می شود. نتایج حاصل برای ابعاد در جدول شماره ۷ ارائه شده است.

برای تعیین روابط و سطح بندی عناصر باید مجموعه خروجی ها و مجموعه ورودی ها را برای هر عنصر از ماتریس دریافتی استخراج نمود. مجموعه خروجی ها شامل خود عنصر و عناصری است که از آن تأثیر می پذیرد. مجموعه ورودی ها نیز شامل خود عنصر و مجموعه عناصری است که بر آن تأثیر می گذارد. سپس مجموعه روابط دوطرفه هر یک از عناصر مشخص می شود. یعنی تعداد عناصری که در دو مجموعه ورودی و

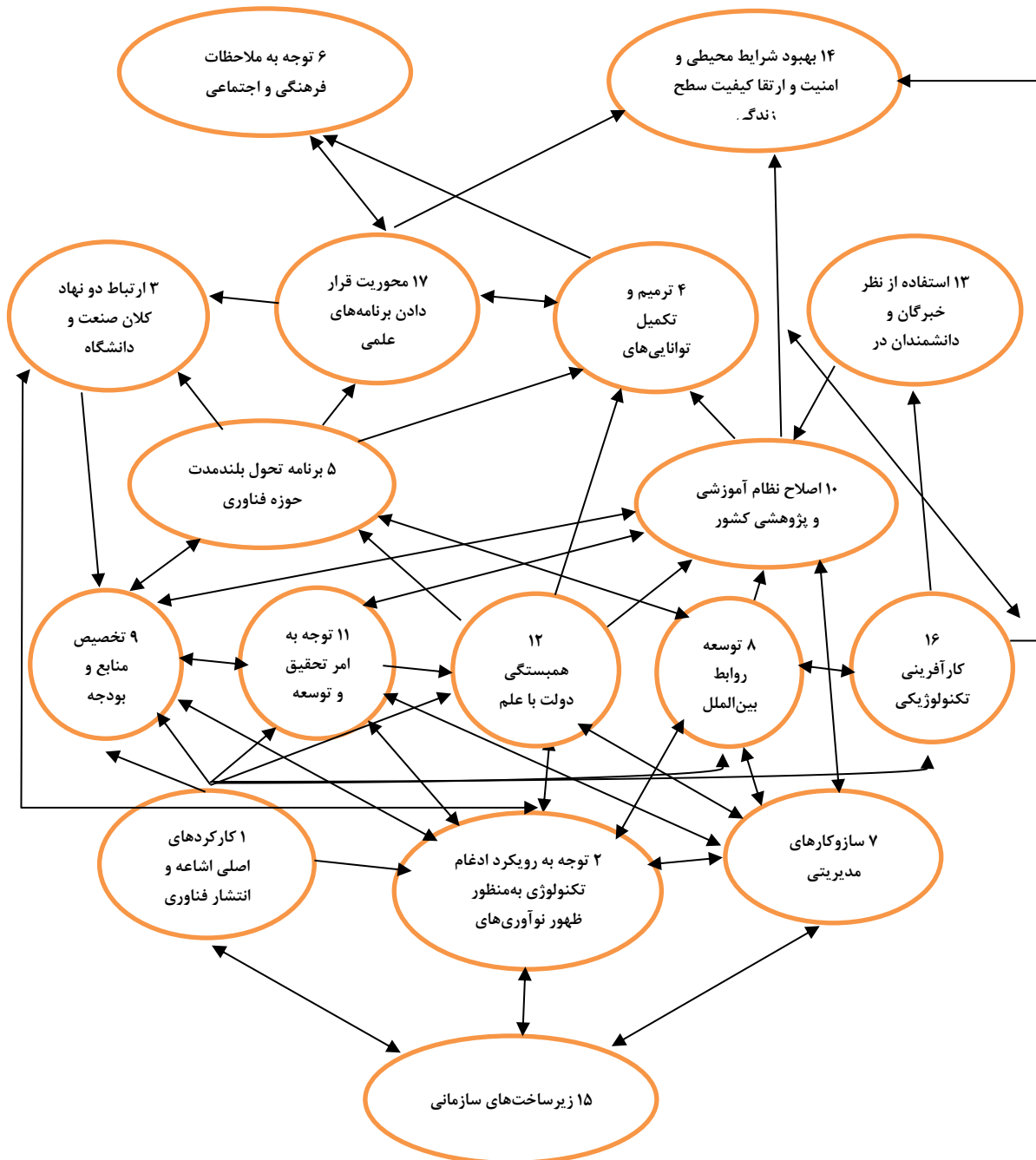
جدول (۷): جدول سطح بندی

عناصر	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک	سطح
۱	۱،۲،۳،۴،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷	۱،۱۵	۱،۱۵	۵
۲	۲،۳،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۵	۱،۲،۳،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۵	۲،۳،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۵	۵
۳	۲،۳،۷،۹،۱۵	۱،۲،۳،۵،۷،۱۵،۱۶،۱۷	۲،۳،۷،۱۵	۲
۴	۴،۶،۱۵،۱۶،۱۷	۱،۴،۵،۱۲،۱۵،۱۶،۱۷	۴،۱۵،۱۶،۱۷	۲
۵	۳،۴،۵،۸،۹،۱۵،۱۶،۱۷	۵،۸،۹،۱۲	۵،۸،۹	۳
۶	۶	۱،۴،۶،۷،۱۵،۱۶،۱۷	۶	۱
۷	۲،۳،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۵	۱،۲،۳،۷،۸،۱۰،۱۱،۱۲،۱۵	۲،۳،۷،۸،۱۰،۱۱،۱۲،۱۵	۵
۸	۲،۵،۷،۸،۱۰،۱۳،۱۶	۱،۲،۵،۷،۸،۱۳،۱۶	۲،۵،۷،۸،۱۳،۱۶	۴
۹	۲،۵،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۶	۲،۳،۵،۷،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۵،۱۶	۲،۵،۹،۱۰،۱۱،۱۲	۴
۱۰	۲،۷،۹،۱۰،۱۱،۱۴	۱،۲،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۵	۲،۷،۹،۱۰،۱۱	۳
۱۱	۲،۷،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۶	۱،۲،۷،۹،۱۰،۱۱،۱۳،۱۶	۲،۷،۹،۱۰،۱۱،۱۶	۴
۱۲	۲،۴،۵،۷،۹،۱۰،۱۲،۱۳	۱،۲،۷،۹،۱۱،۱۲،۱۳،۱۵	۲،۷،۹،۱۲،۱۳	۴
۱۳	۸،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۵	۱،۸،۱۲،۱۳،۱۶	۸،۱۲،۱۳	۲
۱۴	۱۴	۱،۱۰،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷	۱۴	۱
۱۵	۱،۲،۳،۴،۶،۷،۹،۱۰،۱۲،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷	۱،۲،۳،۴،۵،۷،۱۳،۱۵،۱۷	۱،۲،۳،۴،۶،۷،۹،۱۵،۱۷	۶
۱۶	۳،۴،۶،۸،۱۱،۱۳،۱۴،۱۶،۱۷	۱،۴،۵،۸،۹،۱۱،۱۵،۱۶	۴،۸،۱۱،۱۶	۴
۱۷	۳،۴،۶،۱۴،۱۵،۱۷	۱۷،۱۶،۱،۴،۵،۱۵	۴،۱۵،۱۷	۲

۴-۶- ترسیم مدل ساختاری تفسیری

در این مرحله بر اساس سطوح تعیین شده و ماتریس

دستیابی نهایی، مدل ترسیم می‌شود.

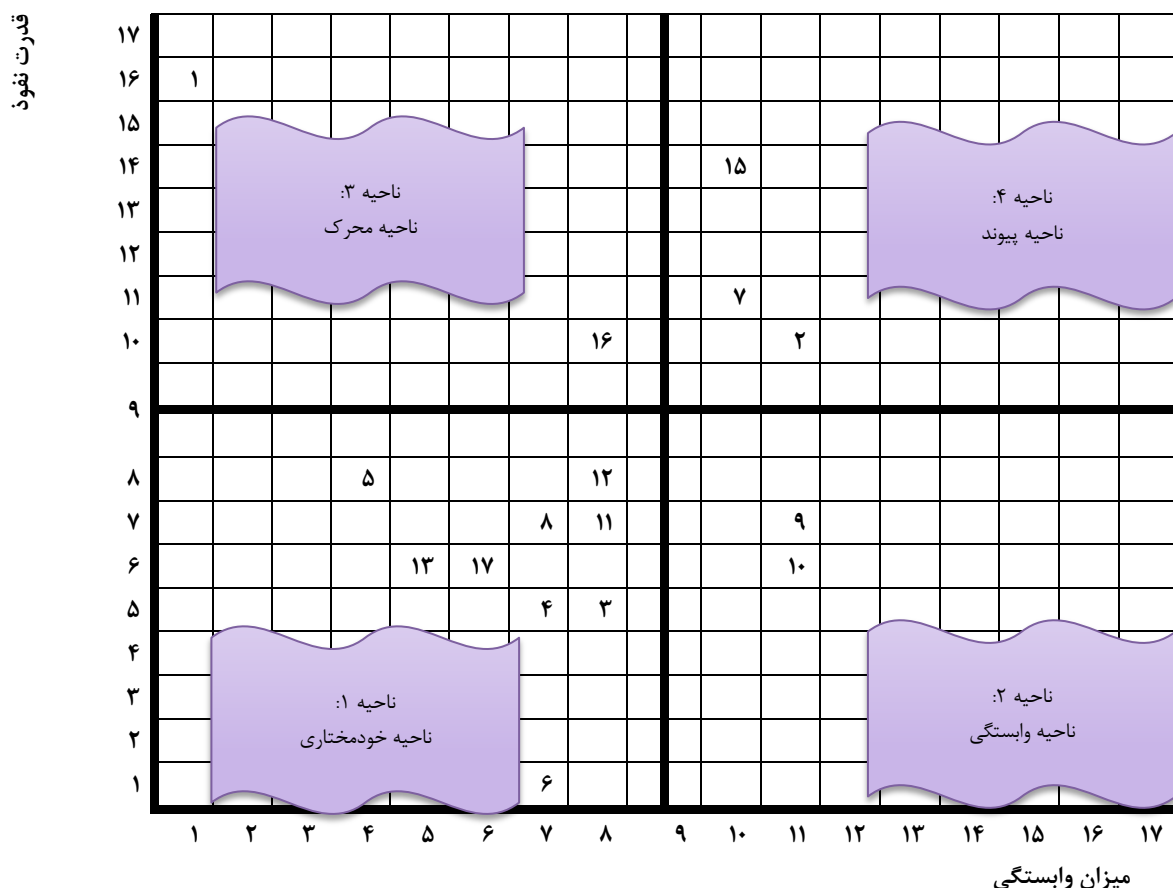


شکل ۱: مدل نهایی پژوهش

۴-۷- تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ-وابستگی

جمع سطری مقادیر در ماتریس دستیابی نهایی برای هر عنصر بیانگر میزان نفوذ و جمع ستونی نشانگر میزان وابستگی خواهد بود. عواملی که در سطوح پایین تر مدل قرار دارد به دلیل دارا بودن قدرت پیش برندگی بیشتر به عنوان عوامل هادی و عواملی که در سطوح بالاتر قرار دارد به دلیل وابستگی به عوامل هادی، پیرو محسوب می شود. براساس قدرت نفوذ و وابستگی،

چهار گروه از عناصر قابل شناسایی خواهد بود که شامل عوامل، خودمختار(عواملی که دارای قدرت نفوذ و وابستگی ضعیف می باشد)، وابسته(عواملی که دارای قدرت نفوذ کم ولی وابستگی شدید می باشد)، پیوند(عواملی که دارای قدرت نفوذ و وابستگی زیاد است) و مستقل(عواملی که دارای قدرت نفوذ قوی ولی وابستگی ضعیف می باشد) است.



شکل ۲: ماتریس قدرت نفوذ-وابستگی

اشاعه و انتشار فناوری در ناحیه محرک و عوامل توجه به رویکرد ادغام فناوری به منظور ظهور نوآوری های فناورانه، سازوکارهای مدیریتی و زیرساخت های سازمانی در ناحیه پیوند قرار گرفته است؛ لذا این عناصر، نقش دوگانه دارند و هسته مدل سازی است.

۵- نتیجه گیری

توسعه و پیشرفت روزافزون حوزه های علم و فناوری در افقی بلندمدت در صورت تدوین جهت گیری ها و برنامه های مناسب، امری شدنی و قابل حصول است. این افق برنامه ریزی را باید به دو دوره کوتاه و بلندمدت تقسیم کرد. در دوره کوتاه مدت یا گذار باید به بهبود کارکردها و ارتباطات میان نهادها اندیشید و در

عوامل، ارتباط دو نهاد کلان صنعت و دانشگاه، ترمیم و تکمیل توانایی های منابع انسانی، برنامه تحول بلندمدت حوزه فناوری، توجه به ملاحظات فرهنگی و اجتماعی، توسعه روابط بین الملل، توجه به امر تحقیق و توسعه، همبستگی دولت با علم و حمایت از آن، استفاده از نظر خبرگان و دانشمندان در جهت هدایت علمی و فناورانه کشور، بهبود شرایط محیطی و امنیت و ارتقا کیفیت سطح زندگی، محوریت قرار دادن برنامه های علمی و فناورانه در ناحیه خودمختاری قرار گرفته اند؛ لذا نقشی در ساختار و مدل سازی ندارد. عوامل تخصیص منابع و بودجه، اصلاح نظام آموزشی و پژوهشی کشور در ناحیه وابستگی قرار گرفته است. عوامل کارآفرینی فناورانه و کارکردهای اصلی

دوره بلندمدت، تجدید ساختار نهادها و طراحی نهادهای جدید توسعه‌ای را باید وجهه عمل قرار داد. در این پژوهش ضمن معرفی عوامل توسعه فناوری، عوامل حیاتی موفقیت توسعه فناوری شناسایی گردید. جهت رتبه‌بندی و شناسایی میزان اهمیت عوامل مؤثر در توسعه فناوری از رویکرد ساختاری تفسیری استفاده شده است. ۱۷ عامل مؤثر مطابق با پژوهش‌های پیشین تعیین شد. نتایج نشان داد که عوامل توجه به رویکرد ادغام فناوری به‌منظور ظهور نوآوری‌های فناورانه، سازوکارهای مدیریتی و زیرساخت‌های سازمانی، کارآفرینی فناورانه و کارکردهای اصلی اشاعه و انتشار فناوری، عواملی توانمند جهت توسعه فناوری در کشور است و باید جز کارکردهای اولیه توسعه فناوری قرار گیرد. در این میان می‌توان گفت کارکردهای اصلی اشاعه و انتشار فناوری نظیر سیستم‌های ثبت و مستندسازی، نهادهای زایشی، نمایشگاه‌ها و فن بازار،

جایابی نیروهای متخصص و نیز تقویت نقش اشاعه‌ای دولت و بازار از طریق نهادهای ذی‌ربط توسعه یابد. جهت پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود، عناصر مهم و کارساز کارآفرینی فناورانه نظیر بازار مؤثر، سیستم بانکی مناسب، فضای مناسب کسب‌وکار، نقش حمایتی دولت، رفع وضعیت رانتهی اقتصاد و تسهیل تجاری‌سازی دانش و پژوهش تقویت و در نظام فناوری کشور نهادینه شود. همچنین می‌توان شناسایی، تعیین روابط و سطح-بندی عوامل توسعه فناوری در صنعت خاص همچون صنایع پتروشیمی را با استفاده از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری بررسی نمود؛ و یا می‌توان از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره نظیر TOPSIS فازی جهت رتبه‌بندی عوامل استفاده کرد.

فهرست منابع

- [۱] خلیل، طارق (ترجمه: اعدابی، سیدمحمد؛ ایزدی، داوود)؛ مدیریت تکنولوژی، دفتر پژوهش‌های فرهنگی، تهران، چاپ دوم، ۱۳۸۶.
- [۲] آذر، عادل؛ بیات، کریم؛ "طراحی مدل فرآیند محوری کسب‌وکار با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری"، فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت فناوری اطلاعات، شماره ۱، جلد ۱، صص ۱۸-۳، ۱۳۸۷.
- [۳] بهروزی، محمد مهدی؛ تباربائی، محمدعلی؛ "شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر در موفقیت انتقال فناوری در بنگاه‌های کوچک و متوسط - مطالعه موردی: بنگاه‌های دام و فرآورده‌های گوشتی ایران و استرالیا"، فصلنامه توسعه تکنولوژی، شماره ۲۲، ۱۳۹۲.
- [۴] زاهدی، شمس‌السادات؛ امین اسماعیلی، حمید؛ حاجی حسینی، حجت‌الله؛ واعظی، حسن؛ "تنگناها و راهکارهای کلان توسعه تکنولوژی در ایران"، چشم‌انداز مدیریت دولتی، شماره ۷، صص ۲۹-۹، ۱۳۹۰.
- [۵] علی احمدی، علیرضا؛ اخوان، پیمان؛ "بررسی علل موفقیت برنامه‌ها و سیاست‌های علم و تکنولوژی در کشورهای توسعه‌یافته"، نشریه بین‌المللی علوم مهندسی، شماره ۲، جلد ۱۷، صص ۲۸-۱۹، ۱۳۸۵.
- [۶] عبدالله، امیر؛ "توسعه تکنولوژی"، فصلنامه توسعه تکنولوژی، شماره دوم، ۱۳۸۲.
- [۷] فاتح راد، مهدی؛ "بررسی و تحلیل برخی متدولوژی‌های توسعه (استراتژیک) تکنولوژیک"، فصلنامه توسعه تکنولوژی، شماره سوم، ۱۳۸۳.
- [۸] صادق‌عمل‌نیک، مرتضی؛ "بررسی عوامل مؤثر و ابعاد مختلف مدیریت توسعه تکنولوژی در هزاره سوم" (قسمت اول)؛ فصلنامه توسعه تکنولوژی، شماره هفتم، ۱۳۸۴.
- [۹] صادق‌عمل‌نیک، مرتضی؛ "بررسی عوامل مؤثر و ابعاد مختلف مدیریت توسعه تکنولوژی در هزاره سوم" (قسمت دوم)؛ فصلنامه توسعه تکنولوژی، شماره هشتم، ۱۳۸۴.
- [۱۰] صادق‌عمل‌نیک، مرتضی؛ "بررسی عوامل مؤثر و ابعاد مختلف مدیریت توسعه تکنولوژی در هزاره سوم" (قسمت سوم)، فصلنامه توسعه تکنولوژی، شماره نهم، ۱۳۸۴.

[۱۱] میرباقری، سیدمهدی؛ "جریان شناسی توسعه تکنولوژی؛ فصلنامه توسعه تکنولوژی"، فصلنامه توسعه تکنولوژی، شماره هشتم، ۱۳۸۴.

[۱۲] منطقی، منوچهر؛ "بررسی چندشاخصه کلیدی توسعه تکنولوژی پیشرفته در سطح بنگاه"، فصلنامه توسعه تکنولوژی، شماره پنجم، ۱۳۸۳.

- [13] Diamond Jr, A.M.; "The Career Consequences of a Mistaken Research Project: The Case of Polywater", American Journal of Economics and Sociology, Vol. 68, No.2, pp.387-411, 2009.
- [14] Brillhuis-Meijer, E.; Pigosso, D.C.; McAlone, T.C.; "Integrating product and technology development: A proposed reference model for dual innovation", Procedia CIRP, Vol. 50, pp. 32-37, 2016.
- [15] Su, H. N.; Moaniba, I. M.; "Investigating the dynamics of interdisciplinary evolution in technology developments", Technological Forecasting and Social Change, 2017.
- [16] Kannan, G.; Haq, A. N.; Sasikumar, P.; Arunachalam, S.; "Analysis and selection of green suppliers using interpretative structural modeling and analytic hierarchy process", International Journal of Management and Decision Making, Vol. 9, No. 2, pp. 163-82, 2008.
- [17] Bitzer, M.; Vielhaber, M.; Dohr, F.; "From product development to technology development", Procedia CIRP, Vol. 21, pp. 247-251, 2014.
- [18] Warfield, J. W.; "Developing interconnected matrices in structural modelling, IEEE transcript on systems", Men and Cybernetics, Vol. 4, No. 1, pp. 51-81, 1974.

