Archive of SID

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 شناسایی‌شده و در قالب ۱۷ عامل اصلی مشخص گردید. سپس روابط موجود بین این عوامل با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری، مورد تجزیه‌وتحلیل 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 زیرساخت-های 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

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

تا اواخر دهه ۱۹۵۰ این‌چنین فرض می‌شد که فناوری از مشتقات علم است؛ بنابراین، توسعه فناوری[1] 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 تقریبا 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 شکل‌گرفته 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 مدرنیزه سازی، 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 پردازش، ذخیره‌سازی و انتقال اطلاعات را فراهم می‌کند[۵].

"زلنی" فناوری را متشکل از سه جز وابسته به‌هم 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 موردتوجه 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 حدفاصل بین علوم پایه، علوم مهندسی، طراحی و بازار عرضه کالاست و درواقع بخشی از فناوری به‌طور مستقیم متاثر 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 تامین 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

1 Technology Development

www.SID.ir

Archive of SID

موردتوجه قرار گرفته است. اگر فناوری مهم‌ترین محرک رشد اقتصادی است، حال سؤال این است که مهم‌ترین منبع فناوری چیست؟ نظریات رزنبرگ[2] برای سال‌های زیادی توسط بسیاری از اقتصاددانان موردبررسی قرار گرفته است. وی، فناوری‌های جدید را به‌صورت یک جعبه سیاه نام‌گذاری کرد. طی سال‌های بعد، اقتصاددانان و ازجمله 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 موردبررسی قرار داده‌اند. برخی از آنها ازجمله موکیر[3] و رزنبرگ بر این باورند که توسعه علمی برای پیشرفت سریع و قابل‌توجه فناوری و رشد اقتصادی لازم است ولی کافی نیست. نلسون[4] 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 معمولا 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، به‌تدریج این ارتباط محکم‌تر شد؛ به‌طوری‌که پیشرفت‌های علمی بیش‌ازپیش به‌عنوان اجزاء لازم پیشرفت‌های فناورانه به‌حساب می‌آمدند. بررسی‌هایی که توسط نلسون(۱۹۸۶) و مانسفیلد[5](۱۹۹۱) هدایت شدند، مؤید این مطلب است که دانش، گاهی اوقات برای تغییرات تخصصی مهم است. اگرچه اهمیت آن برحسب صنعت، تخصص و حوزه خاص علمی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای متفاوت است[۱۳].

علی‌احمدی و اخوان[۵] با بررسی و تجزیه‌وتحلیل 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 مؤثرند و درنهایت این ارتباطات را به‌صورت 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 عمل نیک[۹] منابع انسانی را از مهم‌ترین منابع مراکز توسعه فناوری معرفی کرده است. همچنین صادق عمل نیک[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 به‌عنوان 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[6] و همکاران[۱۷] به بررسی چالش‌ها در صنعت و تحقیق برای توسعه محصولات در مقابل توسعه فناوری پرداخته‌اند. بریلهایس میجرا[7] 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[8][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[9]) می‌تواند برای تجزیه‌وتحلیل 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.

2 Rosenberg
3 Mokyr
4 Nelson
5 *Mansfield*
6 Bitzer
7 Brilhuis-Meijera
8 Su & Moaniba
9 Interpretive Structural Modeling

www.SID.ir

Archive of SID

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

عنوان	منابع
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 استعدادهای ملی جهت تأمین نیروی پژوهشگر	[۵]
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	[۴]
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	[۱۰]
وجود پژوهشگران باانگیزه، خلاق، تعلیم‌دیده و توانا	[۹]
زیرساخت‌های انسانی و تخصصی	[۸]

www.SID.ir

Archive of SID

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	[۸]
تیم‌های کاری و کارهای تیمی	[۱۲]
ارتباط دو نهاد کلان صنعت و دانشگاه	[۷]

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[10] و خبرگان دانشگاهی استان گیلان تشکیل می‌دهند که دارای تحصیلات مرتبط و یا سابقه کاری مرتبط و یا هردو هستند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، مصاحبه و پرسشنامه است. برای انتخاب عوامل مؤثر در توسعه فناوری از میان عوامل استفاده‌شده 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 تائید 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 درخصوص 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، صحه‌گذاری 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 فناورانه 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[11] 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 تجزیه‌وتحلیل 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 ساختاربندی 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 مورداستفاده در این رابطه مفهومی به‌صورت جدول شماره ۲ است.

10 Small and Medium-sized Enterprises(SME)

11 Agarwal

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: عوامل نهایی توسعه فناوری

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

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: علائم مورداستفاده در طراحی مدل ساختاری تفسیری

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

۴- تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

۴-۱- شناسایی و تعیین معیارهای تصمیم‌گیری

در این پژوهش ۱۷ شاخص به‌عنوان 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 پیشنهادشده 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 دوبه‌دو زوجی با هم بررسی می‌شود و پاسخ‌دهنده با استفاده از نمادهای جدول شماره ۳ به تعیین روابط بین معیارها می پردازد[۲]. در این مرحله جهت تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری، از یک ماتریس هفده در هفده استفاده می‌شود که شامل تعداد معیارهای تشکیل‌دهنده است. ماتریس تشکیل‌شده 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 فراوانی ها عمل می کند، اطلاعات نهایی این پژوهش هم بر مبنای مد در فراوانی‌ها است. به‌طورکلی، 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 موردبررسی نشان می‌دهد.

۴-۳- ایجاد ماتریس دستیابی اولیه

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

۴-۴- ایجاد ماتریس دستیابی نهایی

پس ازآنکه ماتریس اولیه بدست آمد، با وارد نمودن انتقال-پذیری در روابط معیارها، ماتریس دستیابی نهایی بدست می آید. ماتریس دستیابی نهایی یک ماتریس مربعی است که هر یک از درایه‌های r_{ij} آن هنگامی‌که 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 درصورتی‌که متغیر A بر متغیر B تأثیر داشته باشد و متغیر B بر متغیر C تأثیر بگذارد، A بر C تاثیر 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.

$$M=(A+I)^{n} \qquad A+I$$

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.

www.SID.ir

Archive of SID

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	۰	۱	۰	۱
۱۶	۱	۰	۰	۱	۱	۰	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	۰	۱	۰	۱
۱۴	۱	۰	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	۰	۱	۰	۰	۱	۰
۱۲	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰
۱۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۱۰	۱	۱	۰	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	۱	۰	۰	۱	۰	۰
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	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	۰
۶	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	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	۰
۴	۱	۰	۰	۱	۱	۰	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	۰	۱	۰	۰
۲	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰
۱	۱	۰	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**

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶: ماتریس دستیابی اصلاح‌شده(ماتریس دستیابی نهایی)

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

۴-۵-تعیین روابط و سطح‌بندی ابعاد و شاخص‌ها

برای تعیین روابط و سطح‌بندی عناصر باید مجموعه خروجی‌ها و مجموعه ورودی‌ها را برای هر عنصر از ماتریس دریافتی استخراج نمود. مجموعه خروجی‌ها شامل خود عنصر و عناصری است که از آن تأثیر می‌پذیرد. مجموعه ورودی‌ها نیز شامل خود عنصر و مجموعه عناصری است که بر آن تأثیر می‌گذارد. سپس مجموعه روابط دوطرفه هر یک از عناصر مشخص می‌شود. یعنی تعداد عناصری که در دو مجموعه ورودی و خروجی تکرار شده است. عناصر براساس مجموعه‌های حاصله سطح‌بندی می‌شود. به‌طورمعمول، عناصری که مجموعه خروجی و مجموعه روابط دوطرفه یکسان داشته باشند، عناصر سطح بالایی سلسله مراتب را تشکیل می‌دهد. بنابراین عناصر سطح بالایی منشأ هیچ عنصر دیگری نخواهد بود. هنگامی که سطح بالایی تعریف گردید، از دیگر عناصر تفکیک می‌شود. سپس به واسطه یک فرآیند همسان، سطوح بعدی مشخص می‌شود. نتایج حاصل برای ابعاد در جدول شماره ۷ ارائه شده است.

جدول (۷): جدول سطح‌بندی

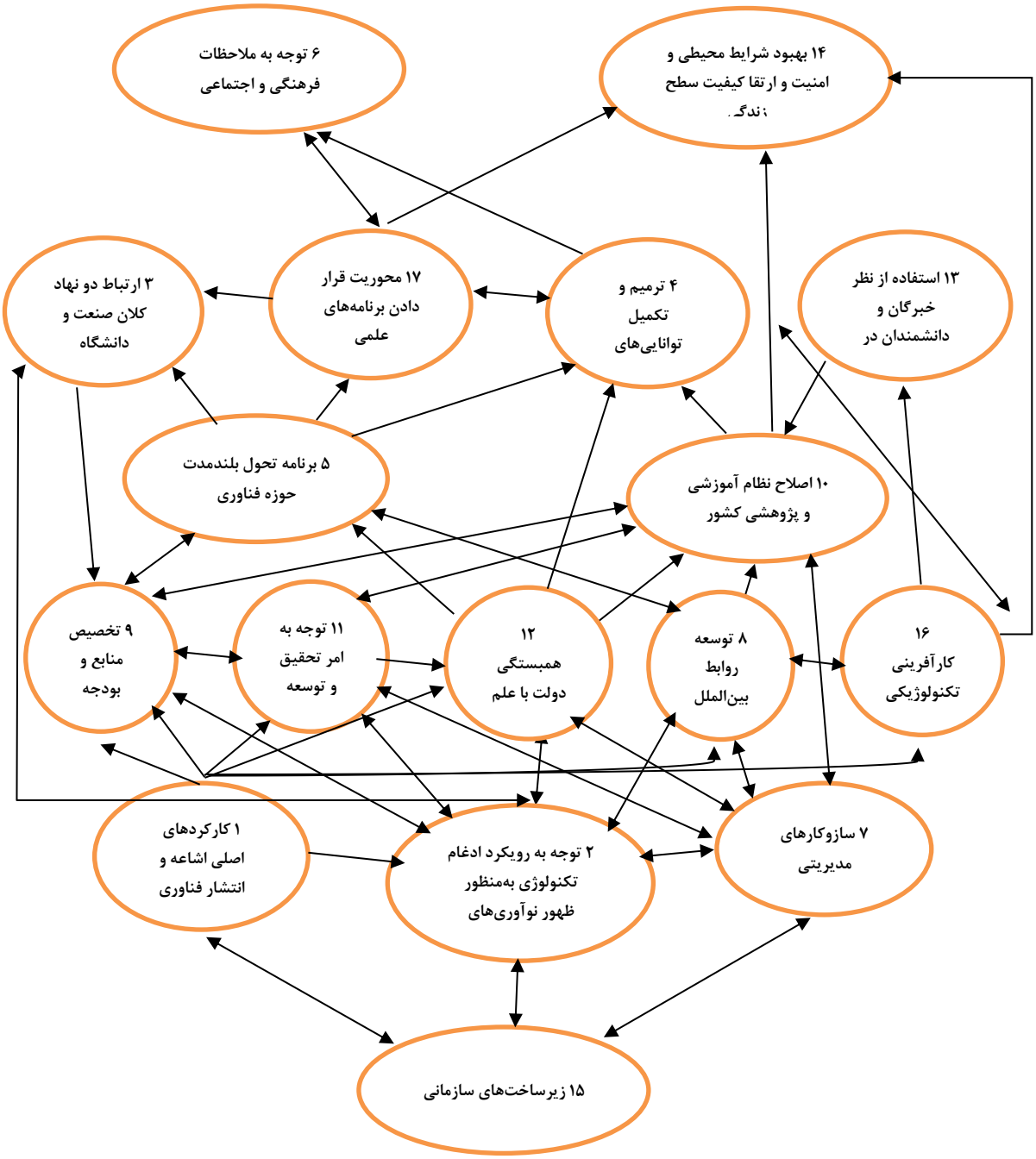
عناصر	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک	سطح
۱	۱،۲،۳،۴،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷	۱،۱۵	۱،۱۵	۵
۲	۲،۳،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۵	۱،۲،۳،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۵	۲،۳،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۵	۵
۳	۲،۳،۷،۹،۱۵	۱،۲،۳،۵،۷،۱۵،۱۶،۱۷	۲،۳،۷،۱۵	۲
۴	۴،۶،۱۵،۱۶،۱۷	۱،۴،۵،۱۲،۱۵،۱۶،۱۷	۴،۱۵،۱۶،۱۷	۲
۵	۳،۴،۵،۸،۹،۱۵،۱۶،۱۷	۵،۸،۹،۱۲	۵،۸،۹	۳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

www.SID.ir

Archive of SID

۴-۶-ترسیم مدل ساختاری تفسیری

در این مرحله بـر اسـاس سـطوح تعیـین‌شـده و مـاتریس دستیابی نهایی، مدل ترسیم می‌شود.



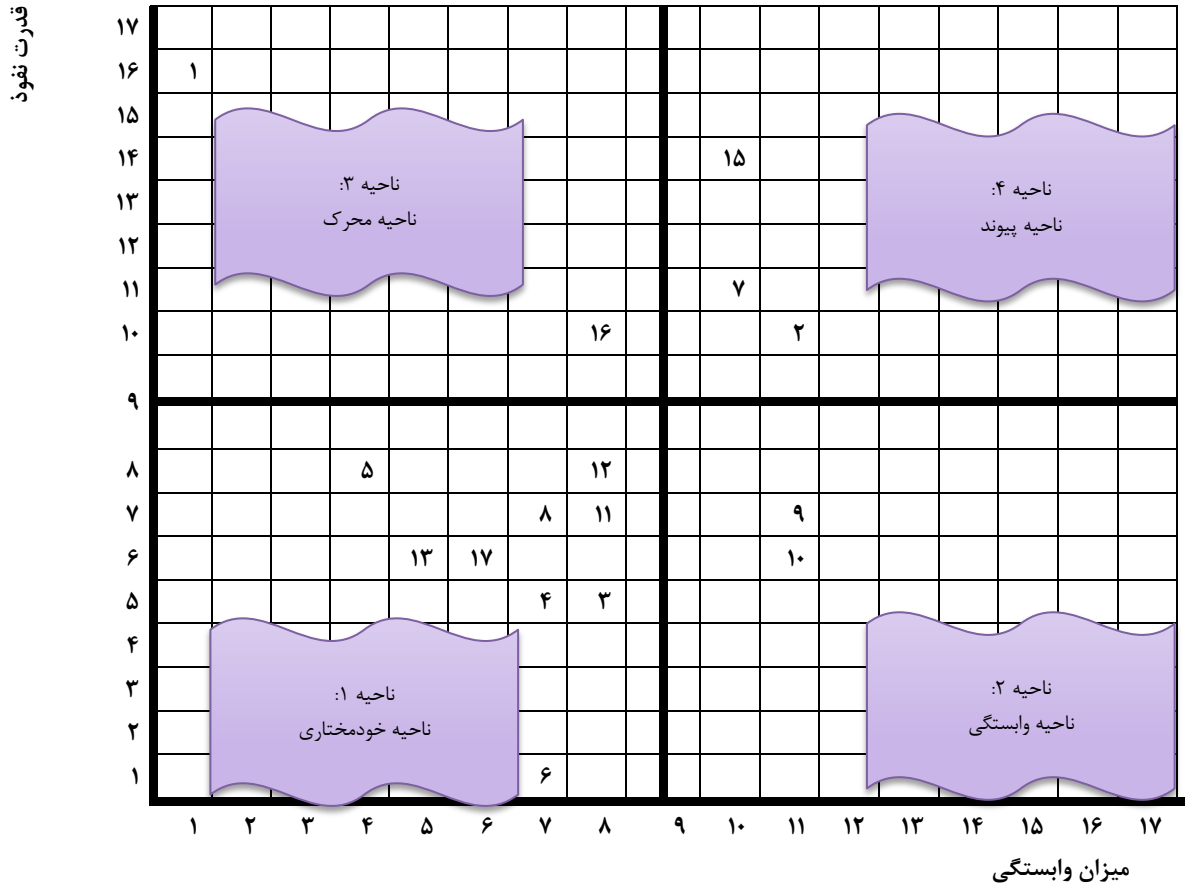
شکل ۱: مدل نهایی پژوهش

www.SID.ir

Archive of SID

۴-۷- تجزیه‌وتحلیل 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 پایین‌تر مدل قرار دارد به دلیل دارا بودن قدرت پیش‌برندگی بیشتر به‌عنوان عوامل هادی و عواملی که در سطوح بالاتر قرار دارد به دلیل وابستگی به عوامل هادی، پیرو محسوب می‌شود. براساس قدرت نفوذ و وابستگی، چهار گروه از عناصر قابل‌شناسایی خواهد بود که شامل عوامل، خودمختار(عواملی که دارای قدرت نفوذ و وابستگی ضعیف می‌باشد)، وابسته(عواملی که دارای قدرت نفوذ کم ولی وابستگی شدید می‌باشد)، پیوند(عواملی که دارای قدرت نفوذ و وابستگی زیاد است) و مستقل(عواملی که دارای قدرت نفوذ قوی ولی وابستگی ضعیف می‌باشد) است.



شکل ۲: ماتریس قدرت نفوذ-وابستگی

عوامل، ارتباط دو نهاد کلان صنعت و دانشگاه، ترمیم و تکمیل توانایی‌های منابع انسانی، برنامه تحول بلندمدت حوزه فناوری، توجه به ملاحظات فرهنگی و اجتماعی، توسعه روابط بین‌الملل، توجه به امر تحقیق و توسعه، همبستگی دولت با علم و حمایت از آن، استفاده ازنظر خبرگان و دانشمندان در جهت هدایت علمی و فناورانه کشور، بهبود شرایط محیطی و امنیت و ارتقا کیفیت سطح زندگی، محوریت قرار دادن برنامه‌های علمی و فناورانه در ناحیه خودمختاری قرار گرفته‌اند؛ لذا نقشی در ساختار و مدل‌سازی ندارد. عوامل تخصیص منابع و بودجه، اصلاح نظام آموزشی و پژوهشی کشور در ناحیه وابستگی قرارگرفته است. عوامل کارآفرینی فناورانه و کارکردهای اصلی اشاعه و انتشار فناوری در ناحیه محرک و عوامل توجه به رویکرد ادغام فناوری به‌منظور ظهور نوآوری‌های فناورانه، سازوکارهای مدیریتی و زیرساخت‌های سازمانی در ناحیه پیوند قرار گرفته است؛ لذا این عناصر، نقش دوگانه دارند و هسته مدل‌سازی است.

۵- نتیجه‌گیری

توسعه و پیشرفت روزافزون حوزه‌های علم و فناوری در افقی بلندمدت در صورت تدوین جهت‌گیری‌ها و برنامه‌های مناسب، امری شدنی و قابل حصول است. این افق برنامه‌ریزی را باید به دو دوره کوتاه و بلندمدت تقسیم کرد. در دوره کوتاه‌مدت یا گذار باید به بهبود کارکردها و ارتباطات میان نهادها اندیشید و در

www.SID.ir

Archive of SID

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، جابجایی 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 رانتی 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، محمدمهدی؛ تبارائی، 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.

www.SID.ir

Archive of SID

[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] Brilhuis-Meijer, E.; Pigosso, D.C.; McAloone, 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.

www.SID.ir