فصلنامه علمی-پژوهشی
سیاست علم و فناوری

سال نهم، شماره 3، پائیز 1396

مدل ساختاری - تفسیری سطح‌بندی عوامل اثرگذار بر ارتباط توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی در ایران

محمود یحیی‌زاده‌فر[1*]، هومن شبابی[2]، سعید راسخی[3]، میثم شیرخدایی[4]

1- استاد گروه مدیریت، دانشگاه مازندران
2- دانشجوی دکتری سیاست‌گذاری علم و فناوری، دانشگاه مازندران و مربی مؤسسه آموزش عالی غیرانتفاعی-غیردولتی راه دانش بابل
3- استاد گروه اقتصاد، دانشگاه مازندران
4- دانشیار گروه مدیریت، دانشگاه مازندران

چکیده

برای رسیدن به رشد اقتصادی، ایجاد و نشر علم و فناوری در درون مرزهای یک کشور اهمیت بسیاری دارد. در ایران نیز طی سالیان اخیر نهادهای سیاست‌گذار تلاش نموده‌اند زمینه توسعه علم و فناوری در ابعاد مختلف را در راستای رشد اقتصادی فراهم آورند. مسئله‌ای که وجود دارد این است که این نهادها، هماهنگی‌های لازم را با یکدیگر نداشته و همچنین با وجود تصریح سند چشم‌انداز 1404 به برخی عوامل اثرگذار بر توسعه علم و فناوری که بتوانند رشد اقتصادی را به دنبال داشته باشند باز اتفاق‌نظری بر روی این عوامل وجود ندارد. در این پژوهش، ابتدا طیف وسیعی از عوامل اثرگذار بر توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی، به صورت کیفی و از طریق بررسی عمیق پیشینه موضوع مشخص شدند. سپس با نظرسنجی از چهارده خبره از طریق روش مدل‌سازی ساختاری-تفسیری، عوامل مربوط به سه حوزه مورد مطالعه برای ایران سطح‌بندی و مدل ساختاری-تفسیری مربوطه با استفاده از نرم‌افزار MATLAB مشخص شد. نتایج، مؤید نقش کلیدی همگرایی سیاسی-اقتصادی در ارتباط میان سه حوزه فوق است و همچنین اینکه کلید توسعه در ابعاد مختلف علمی، فناورانه و اقتصادی، اتحاد و یکپارچگی نهادهای سیاست‌گذار کشور است که اگر این مهم مورد توجه قرار گیرد می‌تواند سایر عوامل را در سیستمی از بازیگران منسجم و در ارتباط سالم با یکدیگر به سمت جلو هدایت نماید.

کلیدواژه‌ها: توسعه علم، توسعه فناوری، رشد اقتصادی، مدل‌سازی ساختاری-تفسیری

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهاد می‌شود:

Yahyazadehfar, M., Shababi, H., Rasekhi, S., & Shirkhodaie, M. (2017). **The Interpretive-Structural Model for Prioritize the Relationship among Effective Factors on Science Development, Technology Development and Economic Growth in Iran.** *Journal of Science & Technology Policy*, 9(3), 77-90. {In Persian}.

1- مقدمه

علم مجموعه‌ای از گزاره‌هایی است که دانشمندان در کاوش‌های علمی حول یک موضوع یا برای تأمین یک هدف (در علوم کاربردی یا علوم بدون موضوع نظیر علم کلام) گرد آورده‌اند و میان آنها بر اساس زبان علوم، مورد گفتگو قرار می‌گیرد. گاه البته به معنای عام، شامل فلسفه نیز می‌شود [1]. بشر در طول تاریخ همواره به دنبال کسب علم از نهادهای رسمی و یا از محیط بوده و امروزه کسب آن به یکی از اهداف بسیار مهم جوامع و کشورها تبدیل شده است. کسب علم موجب افزایش مهارت و بهبود قوانین شده و افزایش بهره‌وری و نهایتاً رشد اقتصادی را به دنبال دارد [2].

فناوری مهارتی است برای ساختن نرم‌افزار یا سخت‌افزار.

DOI: 10.22034/jstp.2017.9.3.537825
* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: m.yahyazadeh@umz.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

می‌توان گفت که انسان خردمند در تعامل با طبیعت به قوانین عام آن دست یافته و با بازآفرینی این قوانین توسط علم و دانش در محیط و شرایط دلخواه، کاربردهای مورد نظر خود را ایجاد می‌نماید [3]. فناوری‌های گوناگون خصوصاً فناوری اطلاعات و ارتباطات، در اقتصاد هم در طرف عرضه (رفتار تولیدکننده) و هم در طرف تقاضا (رفتار مصرف‌کننده) اثر می‌گذارد. این اصلاح رفتار در کنار عواملی نظیر سازماندهی و تجربه مدیریتی، سازماندهی بخشی و قانون‌گذاری، ساختار اقتصادی، سیاست‌های دولت و همچنین سرمایه انسانی می‌تواند رشد اقتصادی را به دنبال داشته باشد [4].

امروزه در تمامی مدل‌های رشد اقتصادی، دانش و فناوری دارای نقشی محوری بوده و پیشرفت آن به عنوان موتور محرکه رشد اقتصادی به شمار می‌رود. شکل‌گیری اقتصاد دانش‌بنیان یکی از اصلی‌ترین سیاست‌های جوامع امروز و عامل اصلی رشد در این اقتصاد، خلق فناوری، دانش جدید و بکارگیری فناوری پیشرفته می‌باشد. از حدود یک دهه اخیر در اروپا، آمریکا، ژاپن و برخی دیگر از کشورهای توسعه‌یافته، ارزیابی دستاوردهای اجتماعی-اقتصادی نوآوری مورد توجه جدی واقع شده است [5].

مشخص است که برای رسیدن به رشد اقتصادی، ایجاد و نشر دانش فناورانه در درون مرزهای یک کشور اهمیت بسیاری دارد. طی سالیان اخیر در ایران نیز نهادهای سیاست‌گذار تلاش نموده‌اند زمینه توسعه علم و فناوری را با هدف رشد اقتصادی در ابعاد مختلف فراهم آورند. مسئله‌ای که وجود دارد این است که این نهادها، هماهنگی‌های لازم را با یکدیگر نداشته و همچنین با وجود تصریح سند چشم‌انداز 1404 به برخی عوامل اثرگذار بر توسعه علم و فناوری که بتوانند رشد اقتصادی را به دنبال داشته باشند باز اتفاق‌نظری بر روی این عوامل وجود ندارد. در کشور پژوهشی که به صورت کامل همه این ابعاد را از دید خبرگان و دست‌اندرکاران حوزه‌های علم و فناوری و همچنین اقتصاد مورد بررسی قرار داده باشد انجام نگرفته و عمده تحقیقات به صورت فلسفی [6] و یا کمّی [7] صرف بوده است. ضمناً مطالعه‌ای هم که به بررسی ارتباط میان توسعه علم و رشد اقتصادی در ایران بپردازد دیده نشده است.

سطح‌بندی عوامل اثرگذار بر توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی و ارائه مدلی مناسب برای این سطح‌بندی، خصوصاً برای کشورهای در حال توسعه‌ای نظیر ایران می‌تواند یکی از چالش‌های موجود در این حوزه یعنی وجود نابرابری در رشد اقتصادی و همچنین توسعه نابرابر علم و فناوری بین ملت‌ها، نهادها و مناطق مختلف جهان که باعث شده برنامه‌ریزی‌های زیادی جهت بهبود عملکرد و رفع این فاصله و دستیابی به همپایی فناورانه صورت گیرد را تا حدودی پوشش دهد چرا که با این کار، اولویت‌بندی سیاست‌گذاری‌های مربوط مشخص خواهند شد.

با توجه به موارد مذکور، سؤال اصلی که مطرح می‌شود این است که در ایران برای سیاست‌گذاری‌های مناسب علمی و فناورانه با هدف رشد اقتصادی، چه اولویت‌هایی باید مدنظر قرار گیرند؟ بر این اساس، پژوهش حاضر درصدد است مدلی ساختاری-تفسیری[1] را ارائه کند که عوامل اثرگذار بر ارتباط میان توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی در ایران را سطح‌بندی نماید. البته باید توجه داشت که توسعه علم و توسعه فناوری و سیاست‌گذاری‌های مربوط به آنها تنها یکی از عوامل اثرگذار بر رشد اقتصادی و در کنار سایر عوامل نظیر سیاست‌گذاری دولت، عوامل بین‌المللی و غیره است. از طرف دیگر نیز عوامل بسیاری به غیر از رشد اقتصادی وجود دارند که می‌توانند بر توسعه علم و فناوری اثر بگذارند. به همین منظور ابتدا نظر خبرگان در خصوص عوامل مؤثر بر هر سه بخش توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی ارزیابی و سپس مدلی ارائه می‌شود که بیانگر سطح‌بندی عوامل اثرگذار بر ارتباط آنها در ایران باشد. این مدل می‌تواند راهگشای سیاست‌گذاری‌های بهتر در زمینه‌های علم، فناوری و اقتصاد باشد.

2- پیشینه موضوع

توسعه علمی عبارت است از رشد همراه با افزایش ظرفیت‌های علمی اعم از ظرفیت‌های فیزیکی، انسانی و اجتماعی [8]. توسعه فناوری نیز عبارت است از خلق فناوری جدید و متناسب با نیازهای جامعه با استفاده از دانش انتقال‌دهنده فناوری و مهارت و تجربیات کسب‌شده در روند انتقال فناوری و همچنین تحقیق‌وتوسعه داخلی. توسعه

1- Interpretive Structural Modeling (ISM)

Archive of SID

www.SID.ir

فناوری به دنبال ایجاد و ارتقاء سطح فناوری در یک بنگاه و یا یک جامعه است [9]. با توجه به تعاریف مذکور، از دیرباز اندیشمندان مختلف به دنبال بررسی تعامل این دو حوزه مهم با بخش‌های مختلف زندگی انسان از جمله حوزه اقتصاد و مفهوم رشد اقتصادی بوده‌اند. برای اینکه بتوان از توسعه علمی و توسعه فناوری در راستای رشد اقتصادی استفاده نمود در ابتدا باید عوامل اثرگذار بر توسعه علم و توسعه فناوری و همچنین تعامل این عوامل با عوامل اثرگذار بر رشد اقتصادی را مورد بررسی قرار داد.

توسعه علمی دارای شاخصی به نام تعداد مقالات منتشرشده در نشریات علمی و تخصصی است که در پژوهش‌های متعددی مدنظر بوده و ارتباط آن با رشد اقتصادی نیز مورد بررسی قرار گرفته است. بامول[1] با مطالعه مروری داده‌های مربوط به امور پژوهشی به کار گرفته شده در صنعت طی سال‌های 1870 تا 1979 در شانزده کشور توسعه‌یافته، دریافت که رشد ادواری بهره‌وری، سرانه تولید ناخالص داخلی و صادرات این کشورها، بسیار وابسته به این پژوهش‌ها است. البته وی اذعان داشت که این پژوهش باید در کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه‌یافته نیز آزمون شود تا صحت آن بهتر مورد بررسی قرار گیرد [10]. آبراموویتز[2] نیز در پیروی از پژوهش بامول با مطالعه مروری همان داده‌ها، دریافت که همگرایی میان وضعیت سیاسی و اقتصادی این کشورها به تحقیقات دانشگاهی آنها وابسته است [11]. به پیروی از پژوهش‌های بامول و آبراموویتز، جف[3] [12]، وینکلر[4] [13]، لی[5] و همکاران [14]، اینگلزی-لوتز و پوریس[6] [15]، اینگلزی-لوتز و همکاران [16]، انتولی[7] و همکاران [17] و اینگلزی-لوتز و همکاران [18] نیز پژوهش‌های مشابهی را در کشورهای مختلف جهان در ارتباط با نقش پژوهش‌های دانشگاهی در رشد اقتصادی و بالعکس انجام داده و ارتباط دوسویه آنها را تأیید کرده‌اند. اگر این پژوهش‌ها به صورت کاربردی در آمده و در صنعت نیز به کار روند می‌توانند زمینه‌ساز توسعه فناوری هم باشند. این مسئله در پژوهش‌هایی نظیر کوهن[8] و همکاران [19] و مازولنی و نلسون[9] [20] مدنظر قرار گرفته است.

غیر از تعداد مقالات منتشرشده در نشریات علمی و تخصصی، عوامل دیگری نیز به عنوان عوامل اثرگذار بر توسعه علمی مدنظر قرار گرفتند. آگیون[10] و همکاران به بررسی مطالعات انجام‌شده در زمینه پویائی‌های علم، فناوری و نوآوری در عرصه رشد اقتصادی پرداخته‌اند. به عقیده آنها عواملی نظیر تحصیلات و علم‌گرایی جامعه، رقابت، عوامل اقتصاد کلان و بازار نیروی کار بر علم و فناوری و نهایتاً رشد اقتصادی اثرگذارند [21]. توفیقی و فراستخواه نیز در تحقیقی مشابه در ایران عواملی نظیر توسعه فرهنگ علم‌گرایی، رشد نیروی انسانی متخصص، بودجه، هماهنگی نهادهای سیاست‌گذار، توسعه محیط حقوقی و توسعه زیرساخت‌ها را در توسعه علمی مؤثر تشخیص داده‌اند [22]. ذاکر صالحی به تحلیل محتوای حوزه علم و فناوری ایران در راستای توسعه آموزش عالی پرداخته و علاوه بر تأیید لزوم انسجام واحدهای سیاست‌گذاری علم و فناوری، به نقش استقلال نهادهای علمی در توسعه علم اشاره نموده است [23].

لیچنگ[11] با بهره‌گیری از داده‌های تابلویی پویا به مقایسه رابطه میان نقش ورودی‌های علم و فناوری و رشد اقتصادی در سه منطقه ساحلی چین طی دوره 1994 تا 2008 پرداخت. او از تولید ناخالص داخلی واقعی به عنوان نماینده رشد اقتصادی و به ترتیب از نیروی انسانی و بودجه تحقیق‌وتوسعه به عنوان نماینده ورودی‌های علم و فناوری بهره گرفت. نتایج حاصله حاکی از ارتباط مثبت و معنادار میان ورودی‌های علم و فناوری و رشد اقتصادی بوده است [24].

نوروزی چاکلی و مددی در قالب یک پژوهش علم‌سنجی و با بهره‌گیری از آزمون همبستگی اسپیرمن، تأثیر قدرت اقتصادی (تولید ناخالص داخلی) را بر جایگاه علم و فناوری 38 کشور دارای شاخص هرش[12] بالای 100 طی دوره زمانی 1996 تا 2010 میلادی مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که میان دو دسته شاخص‌های قدرت اقتصادی و شاخص‌های جایگاه علم و فناوری کشورها همبستگی مثبتی وجود دارد.

1- Baumol
2- Abramovitz
3- Jaffe
4- Vinkler
5- Lee
6- Inglesi-Lotz & Pouris
7- Ntuli
8- Cohen
9- Mazzoleni & Nelson
10- Aghion
11- Licheng
12- Hirsch Index

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین میان میزان سرمایه‌گذاری در علوم و فناوری و سطح توسعه‌یافتگی علوم در کشورها نیز ارتباطی مستقیم و قابل اعتناء برقرار است. علاوه بر این، آنها دریافتند که کشورهایی که از قدرت اقتصادی مناسبی برخوردارند از نظر علم و فناوری نیز در جایگاه مطلوبی قرار دارند [25].

توسعه فناوری دارای نماینده‌ای به نام حق ثبت اختراع (پتنت) است. گرشنکران[1] در کتاب خود تحت عنوان "بازنگری اقتصاد در منظر تاریخ"[2] اولین کسی بود که ضمن بررسی سیر تاریخی اثر علم و فناوری بر رشد اقتصادی، تعداد حق ثبت اختراع موجود در بخش خصوصی را به عنوان معیار و نماینده‌ای مناسب برای اندازه‌گیری توسعه فناوری در نظر گرفت [26]. علاوه بر این، عواملی غیر از عوامل فوق‌الذکر نیز بر توسعه فناوری مؤثرند که از آن جمله می‌توان به بودجه تحقیق‌وتوسعه [27]، تولید ناخالص داخلی [28]، بهبود سیاست صنعتی، نظام تجاری و نظام حقوقی فناوری [29] و توسعه زیرساخت‌ها [30] اشاره نمود.

بسیاری از عوامل اثرگذار بر توسعه علم و فناوری که پیش از این اشاره شد بر رشد اقتصادی نیز اثرگذار بوده و در مقابل از آن تأثیر هم می‌پذیرند. با بررسی پیشینه، نرخ رشد جمعیت [31]، رشد سرانه تولید ناخالص داخلی [32]، همگرایی سیاسی-اقتصادی [33]، سرمایه‌گذاری در تحقیق‌وتوسعه (انباشت سرمایه آموزشی و پژوهشی شامل مقالات و پتنت) [34]، کیفیت نیروی کار (انباشت سرمایه انسانی) [35]، حقوق مالکیت فکری [36]، سایر عوامل مربوط به اقتصاد کلان (نرخ ارز، نرخ تورم، نرخ بهره و ...) [37] و توسعه زیرساخت‌ها، امکانات و تجهیزات علمی و صنعتی [38] نیز به عنوان عوامل (معیارهای) اثرگذار بر رشد اقتصادی تشخیص داده شدند.

در یکی از جدیدترین پژوهش‌های انجام‌شده، مارکوویچ[3] و همکاران نرخ رشد تولید ناخالص داخلی 28 کشور عضو اتحادیه اروپا را بر اساس برخی عوامل مربوط به علم و فناوری شامل مخارج تحقیق‌وتوسعه در تولید ناخالص داخلی، مقالات مجلات علمی و فنی، حق ثبت اختراع افراد مقیم و غیرمقیم، ثبت مارک تجاری توسط افراد مقیم و غیرمقیم، کل مارک‌های تجاری ثبت‌شده، تعداد پژوهشگران شاغل در بخش تحقیق‌وتوسعه، تعداد متصدیان فنی شاغل در بخش تحقیق‌وتوسعه و همچنین صادرات فناوری‌های برتر سنجیده و دریافتند که این عوامل سهم قابل توجهی در رشد تولید ناخالص داخلی داشته‌اند. برای این منظور، پژوهشگران از ماشین یادگیری شدید[4]، برنامه‌ریزی ژنتیک[5]، شبکه‌های عصبی مصنوعی[6] و منطق فازی[7] بهره گرفتند و نتایج هر کدام کدام را با هم مقایسه نمودند که نتایج حاکی از قدرت پیش‌بینی‌کنندگی قوی‌تر ماشین یادگیری شدید برای الگوسازی رشد اقتصادی بر پایه علم و فناوری نسبت به سایر روش‌های پیش‌بینی و شبیه‌سازی بوده است [39].

واضح است که تعامل میان حوزه‌های توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی بسیار حائز اهمیت بوده و چه بسا زمینه‌ساز توسعه فرهنگی و اجتماعی نیز باشد. به همین دلیل در این پژوهش با بهره‌گیری از پیشینه موجود، سعی شده تا اهمیت این عوامل در ایران و نحوه تعامل آنها با یکدیگر در راستای اولویت‌بندی سیاست‌گذاری، مورد بررسی قرار گیرد. این مبحث تاکنون در پژوهشی مستقل در ایران مورد توجه نگرفته است.

با این توضیحات، اشتراکات و ارتباطات متغیرهای اثرگذار بر سه حوزه مورد نظر به همراه معیارهای به دست آمده از مطالعه پیشینه و زیرمعیارهای دربرگیرنده آنها برای هر حوزه، در جدول 1 ارائه شده است.

به منظور سنجش وجود یا عدم وجود ارتباط میان متغیرها در سه حوزه مورد بررسی در ایران، لازم بود که آن متغیرها در پرسشنامه وارد شده تا خبرگان به آنها پاسخ دهند. به دلیل وجود متغیرهای مشترک میان سه حوزه و همچنین احتمال اثرگذاری غیرمستقیم برخی متغیرهای اختصاصی حوزه‌ها بر روی هم، متغیرها یکپارچه شده تا پرسشنامه مناسب‌تری برای مدل‌سازی ساختاری-تفسیری طراحی شود که در مجموع چهارده متغیر برای ساخت پرسشنامه مدل‌سازی ساختاری-تفسیری مناسب تشخیص داده شدند:

(1) افزایش تعداد مقالات منتشرشده در نشریات علمی {تلفیق بند 1 توسعه علم‌و بند 2 توسعه فناوری در جدول 1}

1- Gerschenkron
2- Economic Backwardness in Historical Perspective: A Book of Essays
3- Marković
4- Extreme Learning Machine (ELM)
5- Genetic Programming (GP)
6- Artificial Neural Network (ANN)
7- Fuzzy Logic

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 1) متغیرهای اثرگذار بر توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی برای ساخت پرسشنامه مدل‌سازی ساختاری-تفسیری

حوزه مورد بررسی	معیارهای (متغیرها) اثرگذار بر حوزه مورد بررسی در پیشینه	زیرمعیارهای مشمول هر معیار	منابع
توسعه علم	1- افزایش تعداد مقالات منتشرشده در نشریات علمی و تخصصی	افزایش تعداد مقالات ISI و ISC، مشارکت فعال در کنفرانس‌ها و همایش‌های ملی و بین‌المللی، مشارکت فعال در سخنرانی‌های علمی و میزگردهای علمی تلویزیونی، افزایش ضریب تأثیر مجلات و شاخص‌های g و h، رشد پژوهش‌های پایه	[18-10]
	2- افزایش سطح تحصیلات جامعه و توجه به علم و عالم (توسعه فرهنگ علم‌گرایی)	افزایش تعداد افراد شاغل در بخش‌های دانشگاهی، افزایش تعداد دانشجویان، افزایش میزان جمعیت شاغل به تحصیل، افزایش میزان افراد باسواد در جامعه	[21و22]
	3- رشد نیروی انسانی متخصص (توسعه نیروی انسانی)	افزایش رشد آموزش دانشگاهی، افزایش رشد آموزش ابتدائی و متوسطه، رشد مدارک تحصیلی عالیه، افزایش تعداد نیروی انسانی متخصص در بخش تحقیق‌وتوسعه	[21و22]
	4- افزایش بودجه تحقیقات دانشگاهی (توسعه منابع مالی و اعتباری)	افزایش میزان تخصیص بودجه وزارتخانه‌ها به پژوهش‌های علمی	[21و22]
	5- رشد تولید ناخالص داخلی	سهم بودجه علمی و تحقیقاتی از تولید ناخالص داخلی	[13و14و21و25]
	6- هماهنگی و انسجام نهادهای سیاست‌گذاری علم	توسعه ساختارهای مدیریت و برنامه‌ریزی علمی	[22و23]
	7- توسعه نهادهای علمی و استقلال آنها	ایجاد رابطه میان رشد علم و تولید علم	[23]
	8- توسعه محیط حقوقی علم (حقوق مالکیت فکری حوزه علم)	توجه ویژه به حقوق مالکیت فکری، توسعه استاندارد و ارزیابی و نظام اعتبارسنجی و نظارت ملی بر علم	[22]
	9- توسعه زیرساخت‌ها، امکانات و تجهیزات علمی	توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات	[22]
توسعه فناوری	1- افزایش تعداد حق ثبت اختراع (پتنت)	افزایش تعداد اختراعات و اکتشافات ثبت‌شده، افزایش تعداد ثبت‌های مربوط به مارک‌های تجاری	[26و33]
	2- افزایش رشد پژوهش‌های پایه و کاربردی	افزایش تعداد مقالات تجاری‌سازی شده	[23و24]
	3- رشد نیروی انسانی متخصص (توسعه منابع انسانی)	افزایش تعداد شاغلین و متصدیان بخش تحقیق‌وتوسعه	[24]
	4- افزایش بودجه تحقیق‌وتوسعه صنعتی (توسعه مالی و اعتباری صنعتی)	افزایش میزان تخصیص بودجه وزارتخانه‌ها به تحقیق‌وتوسعه صنعتی، توسعه خوشه‌های صنعتی، انتقال فناوری از خارج	[27]
	5- رشد تولید ناخالص داخلی	سهم بودجه تحقیق‌وتوسعه صنعتی از تولید ناخالص داخلی	[18و21]
	6- بهبود سیاست صنعتی	بهبود نظام مدیریت فناوری و هماهنگی واحدهای سیاست‌گذاری صنعتی	[25]
	7- بهبود نظام تجاری	رشد واحدهای صنعتی، افزایش حجم تولیدات، افزایش صادرات کالا و خدمات، بهبود قیمت عوامل تولید	[25]
	8- بهبود نظام حقوقی فناوری	توجه ویژه به حقوق مالکیت فکری صنعتی، توسعه استاندارد و ارزیابی و نظام اعتبارسنجی و نظارت ملی بر فناوری	[25]
	9- توسعه زیرساخت‌ها، امکانات و تجهیزات صنعتی	توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات	[25]

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول 1) متغیرهای اثرگذار بر توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی برای ساخت پرسشنامه مدل‌سازی ساختاری-تفسیری

حوزه مورد بررسی	معیارهای (متغیرها) اثرگذار بر حوزه مورد بررسی در پیشینه	زیرمعیارهای مشمول هر معیار	منابع
رشد اقتصادی	1- نرخ رشد جمعیت	رشد جمعیت جوان، رشد جمعیت شاغل به تحصیل، رشد جمعیت متخصصین	[31]
	2- رشد سرانه تولید ناخالص داخلی	رشد بهره‌وری، رشد نوآوری تجاری، بهبود نظام تجاری، رشد صادرات (خصوصاً صادرات فناوری‌های برتر)	[32]
	3- همگرایی سیاسی-اقتصادی	کیفیت حکمرانی، ویژگی‌های سیستم سیاسی، آزادی اقتصادی، درجه آزادی تجارت خارجی، سیاست‌های توسعه گردشگری، رشد رقابت اقتصادی	[33]
	4- سرمایه‌گذاری در تحقیق‌وتوسعه (انباشت سرمایه آموزشی و پژوهشی)	افزایش هزینه‌های تحقیق‌وتوسعه، رشد پژوهش‌های دانشگاهی و صنعتی، افزایش تعداد حق ثبت اختراع (پتنت)، افزایش تعداد ثبت‌های مربوط به مارک‌های تجاری، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، انتقال فناوری از خارج، توسعه خوشه‌های صنعتی	[34و39]
	5- کیفیت نیروی کار (انباشت سرمایه انسانی)	کیفیت و کمیت تولیدات و خدمات	[12و13و35]
	6- حقوق مالکیت فکری	بهبود قوانین و مقررات مالکیت فکری	[36]
	7- سایر عوامل مربوط به اقتصاد کلان	نرخ تورم، نرخ بهره، نرخ ارز و ...	[37]
	8- توسعه زیرساخت‌ها، امکانات و تجهیزات علمی و صنعتی	توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات	[22و25و38]

(2) توسعه فرهنگ علم‌گرایی{بند 2 توسعه علم‌در جدول 1}
(3) افزایش رشد و کیفیت نیروی انسانی متخصص {تلفیق بندهای 3 توسعه علم و توسعه فناوری و بند 5 رشد اقتصادی}
(4) افزایش بودجه و سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های دانشگاهی و تحقیق‌وتوسعه صنعتی {تلفیق بندهای 4 سه حوزه}
(5) رشد تولید ناخالص داخلی {تلفیق بندهای 5 توسعه علم و توسعه فناوری و بند 2 رشد اقتصادی}
(6) هماهنگی، بهبود و انسجام نهادهای سیاست‌گذاری علم و فناوری {تلفیق بندهای 6 توسعه علم و توسعه فناوری}
(7) توسعه نهادهای علمی و استقلال آنها {بند 7 توسعه علم}
(8) توسعه محیط حقوقی علم و فناوری {تلفیق بندهای 8 توسعه علم و توسعه فناوری و بند 6 رشد اقتصادی}
(9) توسعه زیرساخت‌ها، امکانات و تجهیزات علمی و صنعتی {تلفیق بندهای 9 توسعه علم و توسعه فناوری و بند 8 رشد اقتصادی}
(10) افزایش تعداد حق ثبت اختراع {بند 1 توسعه فناوری}
(11) بهبود نظام تجاری {بند 7 توسعه فناوری}
(12) نرخ رشد جمعیت {بند 1 رشد اقتصادی}
(13) همگرایی سیاسی-اقتصادی {بند 3 رشد اقتصادی}
(14) سایر عوامل مربوط به اقتصاد کلان {بند 7 رشد اقتصادی}

3- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر در پی ارائه مدلی نظری است اما در سطح کلان، یک پژوهش کاربردی می‌باشد. این پژوهش استقرایی-قیاسی و ترکیبی از روش‌های کمّی و کیفی را به کار می‌گیرد که رویکرد اصلی آن روش ترکیبی اکتشافی است. در روش ترکیبی اکتشافی، ابتدا داده‌های کیفی به صورت دقیق گردآوری و سپس با گردآوری و تحلیل داده‌های کمّی، نوع روابط میان متغیرها تعیین می‌شود. در این پژوهش ابتدا طیف وسیعی از عوامل اثرگذار بر توسعه علم، توسعه فناوری و

Archive of SID
www.SID.ir

رشد اقتصادی به صورت کیفی و از طریق بررسی پیشینه مشخص و سپس با نظرسنجی از خبرگان دانشگاهی و از طریق روش مدل‌سازی ساختاری-تفسیری، عوامل مربوط به سه حوزه مورد مطالعه سطح‌بندی و مدل ساختاری-تفسیری حاصل شده است.

جامعه آماری پژوهش در بخش تشخیص عوامل اثرگذار بر توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی، خبرگان ایرانی حوزه‌های اقتصاد و مدیریت شاغل در بخش‌های آموزشی، تحقیقاتی یا اجرایی و فعالیت‌شان در زمینه مسائل ایران بودند که از میان آنها سیزده نفر از اعضاء هیأت‌علمی دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی (مقیم داخل و خارج) و مدیران اجرایی سیاست‌گذاری علم و فناوری کشور انتخاب شدند. به دلیل اینکه در پژوهش‌های کیفی، هدف تعمیم یافته‌ها نیست نیاز به محاسبه حجم نمونه در بخش کیفی نبوده است. کفایت تعداد خبرگان برای مراحل مدل‌سازی ساختاری-تفسیری 10 تا 12 و 4 الی 14 نفر ذکر شده است [40]. معیارهایی که برای انتخاب خبرگان در این پژوهش مدنظر قرار گرفتند شامل حضور خبرگان دانشگاهی در کنار خبرگان حرفه‌ای و تجربی، وجود حداقل یک خبره پیشرو و صاحب‌نظر در زمینه‌های مربوطه، وجود خبرگان دارای دیدگاه‌های سیاست‌گذاری متفاوت، وجود خبرگان با سوابق مدیریتی کلان و همچنین وجود خبرگان دارای نقش در فرآیند توسعه علم، توسعه فناوری یا رشد اقتصادی ایران بوده است.

برای آزمون نتایج بخش کمّی، از مدل‌سازی ساختاری-تفسیری استفاده شد. در این گام، ابتدا روابط میان عوامل اثرگذار شناسایی‌شده بر توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی (بر اساس نظر خبرگان) برای هر سه حوزه به صورت جداگانه و با بهره‌گیری از رابطه مفهومی "منجر به" مورد تحلیل قرار گرفتند. این رابطه مفهومی، رابطه متقابل عوامل اثرگذار بر هر سه حوزه را به صورت جداگانه مورد بررسی قرار داد. برای این منظور در ابتدا یک ماتریس خودتعاملی ساختاری تشکیل و با بهره‌گیری از عوامل اثرگذار تکمیل شد. در مرحله بعد، ماتریس دریافتی که حاصل تبدیل ماتریس خودتعاملی به یک ماتریس صفر و یک بوده طراحی و برای سطح‌بندی عوامل اثرگذار بر رابطه توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی، مجموعه خروجی‌ها، ورودی‌ها و اشتراکات هر بُعد یا مؤلفه با نرم‌افزار MATLAB از آن استخراج شدند.

4- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

در این بخش با استفاده از چهارده معیار مشخص‌شده در مرحله قبل، پرسشنامه مدل‌سازی ساختاری-تفسیری طراحی و در اختیار سیزده خبره منتخب قرار گرفت تا ارتباط میان عوامل (معیارهای) اثرگذار بر حوزه‌های توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی مشخص شود. هر یک از خبرگان تعیین نمودند که میان هر معیار با معیار دیگر چه ارتباطی وجود دارد که برای این منظور، از چهار نماد دارای معانی خاص استفاده شد:

V بدین معناست که فرآیند a مقدم بر فرآیند b است یعنی خروجی a، ورودی b است؛

A بدین معناست که فرآیند b مقدم بر فرآیند a است یعنی a ورودی خود را از b می‌گیرد؛

X بدین معناست که فرآیند a و b هم‌زمان هستند یعنی به یکدیگر ورودی و خروجی می‌دهند؛

O بدین معناست که فرآیند a و b غیرمرتبط هستند یعنی به یکدیگر ورودی نمی‌دهند.

پس از طراحی پرسشنامه، نظر خبرگان در مورد مناسب بودن روایی، اخذ و اعمال شد. برای این پژوهش از روایی محتوایی در این شکل استفاده شد که پرسشنامه به صورت آزمایشی در اختیار دو تن از خبرگان قرار گرفت و نظرات اصلاحی آنها برای افزایش روایی اعمال شد.

در مورد پایایی نیز از پایایی آزمون-پس‌آزمون استفاده شد که دو هفته پس از تکمیل، مجدداً پرسشنامه برای دو نفر از خبرگان مشارکت‌کننده در پژوهش ارسال و این اطمینان حاصل شد که همبستگی پاسخ‌ها حداقل به میزان هفتاد درصد است. در نهایت هم طی دو مرحله، پرسشنامه‌ها در اختیار خبرگان منتخب قرار گرفت تا بر سر نتایج به دست آمده اجماع حاصل شود.

4-1 تعیین ماتریس مجاور

ماتریس مجاور شامل اطلاعات لازم در مورد اجزاء، روابط میان آنها و ساختار نمودار مدل می‌باشد که در جدول 2 نمایش داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 2) نتایج حاصل از داده‌های پرسشنامه (ماتریس مجاور)

عامل‌ها	(14)	(13)	(12)	(11)	(10)	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)
(1)	O	O	O	O	V	A	X	A	A	O	A	A	A
(2)	O	O	O	O	V	A	O	V	A	O	A	X	
(3)	O	O	O	V	V	A	O	A	A	V	A		
(4)	O	O	O	O	V	V	V	V	A	V			
(5)	X	A	X	X	A	A	O	A	A				
(6)	O	A	O	O	V	V	V	V					
(7)	O	A	O	O	V	X	O						
(8)	O	A	O	O	V	O							
(9)	O	A	O	V	V								
(10)	O	O	O	V									
(11)	V	O	O										
(12)	O	O											
(13)	O												

a

b

2-4 محاسبه ماتریس دسترسی

در گام بعدی بر اساس اطلاعات حاصل از ماتریس مجاور، ماتریس‌های دسترسی اولیه و نهایی به دست آمده‌اند. ماتریس دسترسی اولیه از تبدیل ماتریس مجاور به یک ماتریس دو ارزشی صفر و یک به دست می‌آید. قوانین این تعویض به شرح زیر بوده است: الف) اگر ورودی (i,j) در ماتریس مجاور برابر V باشد ورودی (i,j) در ماتریس قابلیت دسترسی برابر یک و ورودی (j,i) برابر صفر می‌شود؛ ب) اگر ورودی (i,j) در ماتریس مجاور برابر A باشد ورودی (i,j) در ماتریس قابلیت دسترسی برابر صفر و ورودی (j,i) برابر یک می‌شود؛ ج) اگر ورودی (i,j) در ماتریس مجاور برابر X باشد ورودی‌های (i,j) و (j,i) در ماتریس قابلیت دسترسی برابر یک می‌شوند؛ د) اگر ورودی (i,j) در ماتریس مجاور برابر O باشد ورودی‌های (i,j) و (j,i) در ماتریس قابلیت دسترسی برابر صفر می‌شود. پس از اعمال مراحل فوق، ماتریس دسترسی اولیه آماده است. در ماتریس دسترسی اولیه درایه‌های قطر اصلی برابر یک قرار می‌گیرند. همچنین برای اطمینان باید روابط ثانویه کنترل شوند به این معنا که اگر A منجر به B و B منجر به C شود در این صورت باید A منجر به C شود. یعنی اگر بر اساس روابط ثانویه باید اثرات مستقیم لحاظ شده باشد اما در عمل این اتفاق نیفتاده لازم است که جدول تصحیح شود تا رابطه ثانویه را نیز نشان داد. برای به دست آوردن ماتریس دسترسی نهایی، باید ماتریس دسترسی اولیه (ماتریس M) را به توان $K+1$ رساند تا حالت پایدار $M^K=M^{K+1}$ $(K\geq 1)$ به دست آید و در این صورت ممکن است برخی عناصر درون ماتریس از صفر به یک تبدیل شوند که آنها را با 1^* نشان می‌دهند.

3-4 افرازبندی مدل به سطوح گوناگون

در مدل به دست آمده دو مجموعه متقدم و متأخر وجود دارند که در ساختار ماتریس دسترسی و طراحی مدل، نقشی اساسی ایفاء می‌نمایند. مجموعه متقدم هر جزء شامل اجزائی از مدل می‌باشد که به آن جزء ختم می‌شود. برای تعیین مجموعه متقدم هر جزء، ستون مربوط به آن جزء مورد بررسی قرار گرفت که تعداد یک‌های موجود در این ستون، بیانگر خطوط جهت‌داری می‌باشد که به آن جزء وارد می‌شود. در مقابل، مجموعه متأخر هر جزء شامل اجزائی از مدل می‌باشد که از آن جزء نشأت می‌گیرند. برای تعیین مجموعه متأخر هر جزء، سطر مربوط به هر جزء مورد واکاوی قرار گرفت که تعداد یک‌های موجود در این سطر، بیانگر خطوط جهت‌داری است که از آن جزء خارج می‌شود.

پس از مشخص شدن مجموعه‌های متقدم و متأخر هر یک از اجزاء بر اساس ماتریس دسترسی، فصل مشترک دو مجموعه

Archive of SID

www.SID.ir

از اجزاء مشخص شدند. برای اجزاء موجود در یک سطح، مجموعه متأخرشان با اشتراک مجموعه‌های متقدم و متأخرشان برابر است. اجزائی که حائز این شرط بودند از جدول حذف و این روند آن قدر تکرار شد تا کلیه اجزاء سطوح مختلف مدل تعیین شدند. جدول 3 سطح‌بندی نهایی عوامل را نشان می‌دهد.

جدول 3) سطح‌بندی نهایی عوامل

جزء	مجموعه متأخر	مجموعه متقدم	مجموعه مشترک	سطح (لایه)
(1)	1، 5، 8، 10، 11، 14	1-4، 6-9، 13	1	3
(2)	1-3، 5، 7، 9- 11، 14	2-4، 6، 7، 9، 13	2، 3، 7، 9	4
(3)	1-3، 5، 7، 9- 11، 14	2-4، 6، 7، 9، 13	2، 3، 7، 9	4
(4)	1-5، 7-11، 14	4، 6، 13	4	5
(5)	5، 11، 12، 14	1-14	5، 11، 12، 14	1
(6)	1-10، 14	6، 13	6	6
(7)	1-3، 5، 7، 9- 11، 14	2-4، 6، 7، 9، 13	2، 3، 7، 9	4
(8)	1، 5، 8، 10، 11، 14	1، 4، 6، 8، 13	1، 8	3
(9)	1-3، 5، 7، 9- 11، 14	2-4، 6، 7، 9، 13	2، 3، 7، 9	4
(10)	5، 10، 11، 14	1-4، 6-10، 13	10	2
(11)	5، 11، 14	1-5، 7-11، 13، 14	5، 11، 14	1
(12)	5، 12	5، 12	5، 12	1
(13)	1-11، 13، 14	13	13	7
(14)	5، 11، 14	1-14	5، 11، 14	1

4-4 ارائه مدل ساختاری-تفسیری و بحث در خصوص آن

بر اساس تحلیل نظرات خبرگان و لایه‌بندی سطوح مدل، یافته‌های ذیل حاصل شد:

✍ اساسی‌ترین عامل در سطح‌بندی عوامل اثرگذار بر ارتباط توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی در ایران، همگرایی سیاسی-اقتصادی شناخته شد (لایه هفتم) که شکل‌گیری صحیح آن زمینه‌ساز شکل‌گیری صحیح سایر لایه‌های مدل می‌شود.

✍ وجود همگرایی سیاسی-اقتصادی در ایران زمینه‌ساز هماهنگی، بهبود و انسجام نهادهای سیاست‌گذاری علم و فناوری می‌شود که در لایه بالاتر (لایه ششم) قرار می‌گیرد.

✍ هماهنگی، بهبود و انسجام نهادهای سیاست‌گذاری علم و فناوری، زمینه‌ساز افزایش بودجه و سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های دانشگاهی و تحقیق‌وتوسعه صنعتی خواهد شد که در لایه پنجم قرار دارد.

✍ افزایش بودجه و سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های دانشگاهی و تحقیق‌وتوسعه صنعتی زمینه‌ساز عوامل توسعه زیرساخت‌ها، امکانات و تجهیزات علمی و صنعتی؛ توسعه نهادهای علمی و استقلال آنها؛ افزایش رشد و کیفیت نیروی انسانی متخصص و نهایتاً توسعه فرهنگ علم‌گرایی خواهد شد که در یک لایه بالاتر (لایه چهارم) با یکدیگر در تعامل هستند.

✍ تعامل چهار عامل لایه چهارم منجر به افزایش تعداد مقالات منتشرشده در نشریات علمی و همچنین توسعه محیط حقوقی علم و فناوری می‌شود که در لایه سوم قرار دارند.

✍ تعامل دو عامل لایه سوم، افزایش تعداد حق ثبت اختراع (پتنت) را به دنبال خواهد داشت که متعلق به لایه دوم است.

✍ در بالاترین لایه، رشد پتنت منجر به رشد شبکه تعاملی در اقتصاد خواهد شد که به تبع آن رشد تولید ناخالص داخلی، بهبود نظام تجاری، نرخ رشد جمعیت و سایر عوامل اقتصاد کلان (نظیر نرخ بهره، نرخ تورم و نرخ ارز) را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

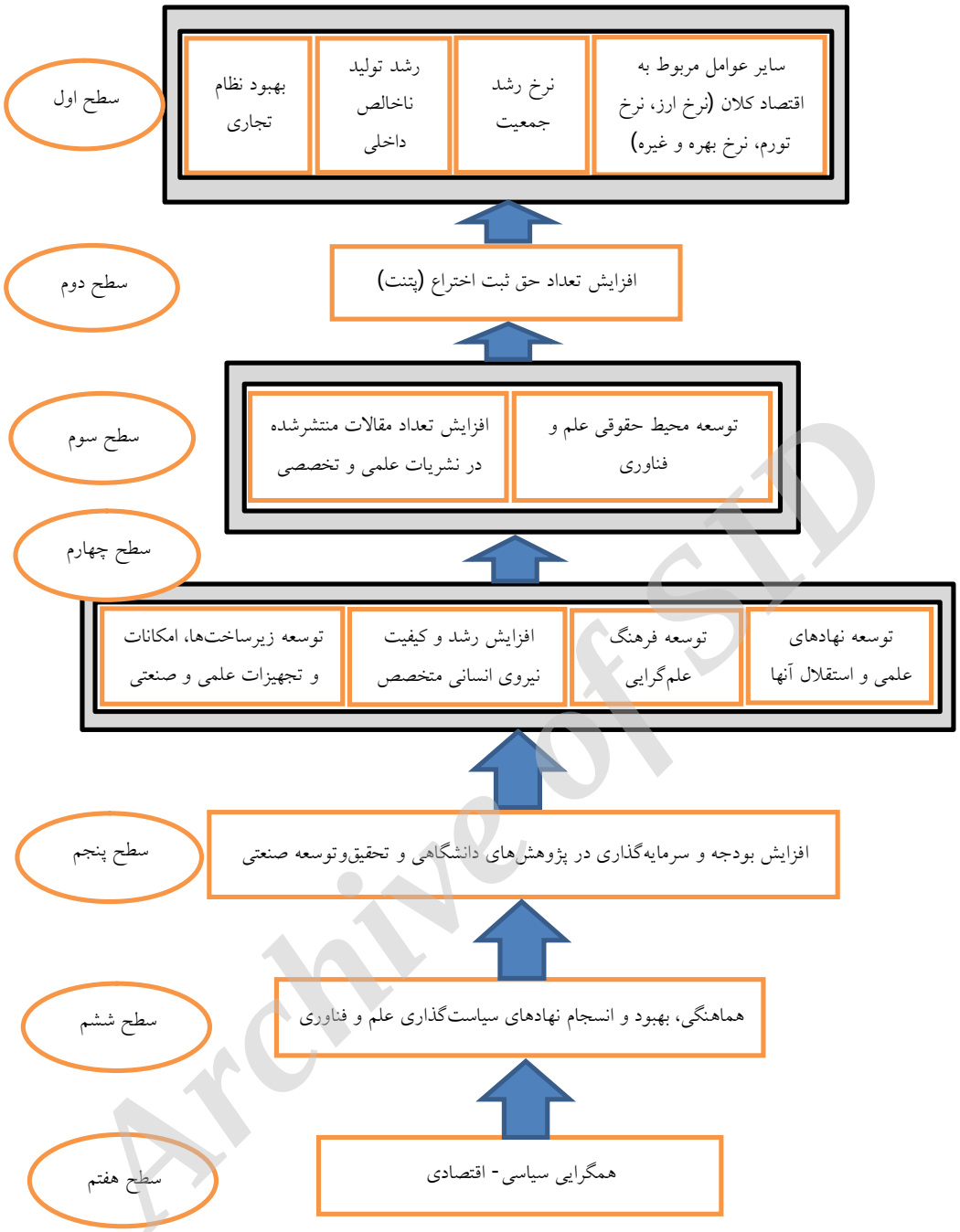
تصویر کلی موارد فوق در شکل 1 ارائه شده که در آن هر لایه به عنوان ورودی لایه بعدی در نظر گرفته می‌شود و در صورت تحقق، منجر به ایجاد آن لایه خواهد شد.

5-4 تجزیه و تحلیل MICMAC

هدف این روش، تجزیه و تحلیل قدرت تحریک و قدرت وابستگی عوامل است و این روش برای شناسایی عوامل کلیدی که سیستم را به دسته‌های مختلف تقسیم می‌کند به کار می‌رود. بر اساس قدرت تحریک (نفوذ) و وابستگی به قدرت خود، عوامل به چهار دسته عوامل نفوذی (خودمختار)، عوامل ارتباطی، عوامل وابسته و عوامل مستقل دسته‌بندی می‌شوند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 1) مدل ساختاری-تفسیری متغیرهای اثرگذار بر ارتباط توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی در ایران

برای این منظور در ابتدا در ماتریس دسترسی نهایی، قدرت نفوذ و وابستگی عوامل محاسبه شده است. مجموع ضرایب مندرج در سطر بیانگر قدرت نفوذ و مجموع ضرایب مندرج در ستون بیانگر قدرت وابستگی عامل مربوطه می‌باشد (جدول 4).

با توجه به شکل 2، متغیرهایی که حداقل میزان وابستگی و قدرت نفوذ بر دیگر متغیرها را داشته در ناحیه 1 قرار گرفته‌اند که آن را ناحیه استقلال می‌گویند. این عناصر تا حدودی از سایر متغیرها مجزا بوده و ارتباطات کمی دارند. متغیرهایی که میزان وابستگی زیاد و قدرت نفوذ کم بر دیگر متغیرها داشته در ناحیه 2 قرار گرفته‌اند که آن را ناحیه وابستگی می‌نامند. متغیرهایی که میزان وابستگی و قدرت نفوذ زیاد و در واقع رابطه‌ای دو طرفه داشته در ناحیه ارتباطات قرار دارند که آن را ناحیه 3 می‌نامند. هر گونه تغییری در این متغیرها موجب تغییر سایر متغیرها می‌شود. در نهایت متغیرهایی که نفوذ زیاد و وابستگی کمی داشته در ناحیه نفوذ

Archive of SID
www.SID.ir

جدول 4) محاسبه قدرت نفوذ و وابستگی عوامل

عوامل	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	نفوذ
(1)	1	0	0	0	1*	0	0	1	0	1	1*	0	0	1*	6
(2)	1	1	1	0	1*	0	1	0	1*	1	1*	0	0	1*	9
(3)	1	1	1	0	1	0	1*	0	1*	1	1	0	0	1*	9
(4)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1*	0	0	1*	11
(5)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	4
(6)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1*	11
(7)	1	1*	1	0	1	0	1	0	1	1	1*	0	0	1*	9
(8)	1	0	0	0	1*	0	0	1	0	1	1*	0	0	1*	6
(9)	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1*	9
(10)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1*	4
(11)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3
(12)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
(13)	1*	1*	1*	1*	1	1	1	1	1	1*	1*	0	1	1*	13
(14)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1*	0	0	1	3
وابستگی	9	7	7	3	14	2	7	5	7	10	12	2	1	13	

(عدم وابستگی) قرار گرفته‌اند که به ناحیه 4 معروف است. متغیرهای نرخ رشد جمعیت و توسعه محیط حقوقی علم و فناوری در ناحیه استقلال قرار گرفته‌اند به این معنا که قدرت نفوذ و وابستگی آنها کم می‌باشد. متغیرهای افزایش تعداد مقالات منتشرشده در نشریات علمی و تخصصی، افزایش تعداد حق ثبت اختراع (پتنت)، بهبود نظام تجاری و سایر عوامل مربوط به اقتصاد کلان (نرخ ارز، نرخ بهره، نرخ تورم و ...) در ناحیه وابستگی قرار دارند به این معنا که بیشترین وابستگی و کمترین نفوذ را در مدل ارتباط توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی دارا می‌باشند. متغیر رشد تولید ناخالص داخلی در ناحیه ارتباط قرار دارد و تبعاً بیشترین اثرگذاری و اثرپذیری را نسبت به متغیرهای هم‌سطح خود (لایه اول) دارا می‌باشد. متغیرهای توسعه نهادهای علمی و استقلال آنها، توسعه فرهنگ علم‌گرایی، افزایش رشد و کیفیت نیروی انسانی متخصص و توسعه زیرساخت‌ها، امکانات و تجهیزات علمی و صنعتی در مرز ناحیه‌های ارتباطی و نفوذی قرار دارند. این به آن معناست که این متغیرها، بر روی همدیگر (به دلیل قرار داشتن در یک لایه) و بر متغیر سطح بالاتر خود (افزایش تعداد مقالات منتشرشده در نشریات علمی و تخصصی) اثر زیادی می‌گذارند و از متغیر سطح پائین‌تر خود (هماهنگی، بهبود و انسجام نهادهای سیاست‌گذاری علم و فناوری) تأثیر بالایی می‌پذیرند.

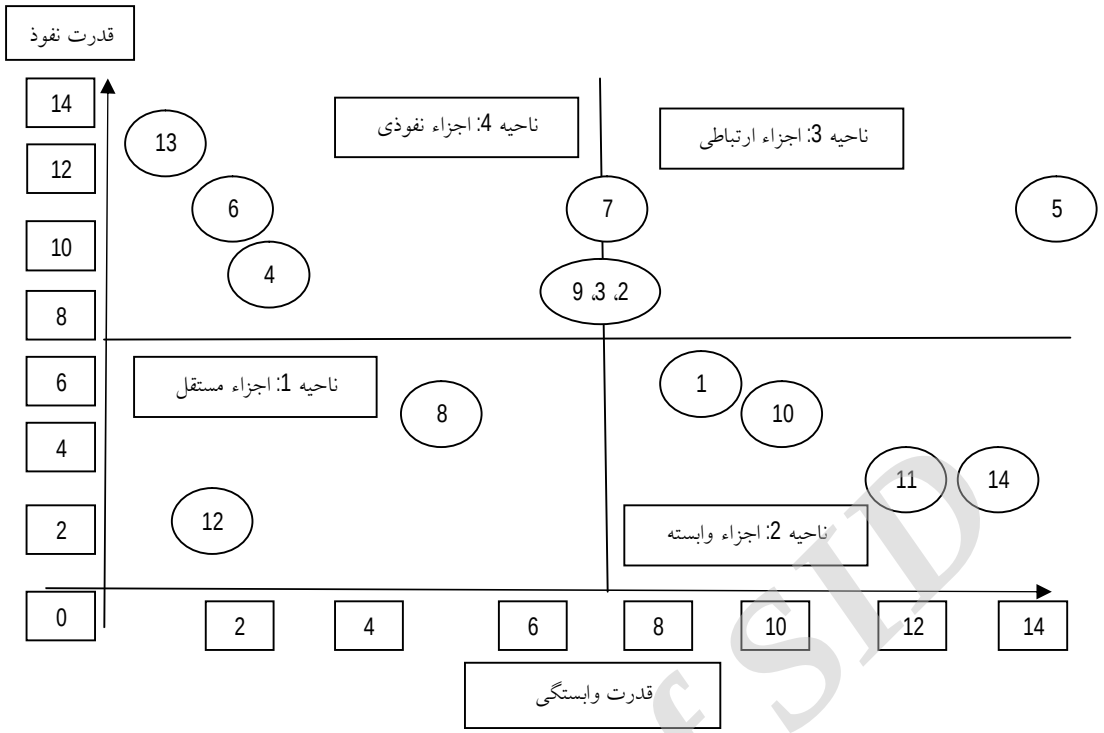
5- نتیجه‌گیری

توسعه علم و فناوری که فرآیند کلی تقویت قابلیت‌ها، ایجاد علم و فناوری و نیز ارتقاء سطح آنها در جامعه می‌باشد، علاوه بر ایجاد رشد اقتصادی، دارای ارتباط قوی و مؤثری با بنیان‌های فرهنگی و اجتماعی است که از جمله آنها تأثیر بر وضعیت اشتغال، بهداشت و زندگی مردم می‌باشد. هدف پژوهش حاضر سطح‌بندی عوامل اثرگذار بر ارتباط توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی در ایران با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری-تفسیری بوده است.

بر اساس مدل ساختاری-تفسیری به دست آمده، همگرایی سیاسی-اقتصادی به عنوان کلیدی‌ترین عامل بوده که در سطح هفتم (کلیدی‌ترین سطح مدل) قرار دارد. برای تحقق همگرایی سیاسی-اقتصادی می‌بایست به هر دو جنبه همگرایی یعنی همگرایی اقتصادی و همگرایی سیاسی و اهداف آنها توجه داشت. هدف از همگرایی اقتصادی، گسترش تولید جهانی و به تبع آن تخصص در تولید داخلی، کسب درآمدهای ارزی، کاهش هزینه‌های تولید در سطح

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 2) نمودار قدرت نفوذ و وابستگی اجزاء مدل ساختاری-تفسیری

منطقه، افزایش تجارت، صرفه‌جویی در منابع کمیاب داخلی، توزیع بهینه درآمد، افزایش کارایی در تولید و تجارت، افزایش سرمایه‌گذاری‌های خارجی و استفاده از مزیت‌های نسبی می‌باشد. از جهتی دیگر البته همگرایی اقتصادی به دنبال آزادسازی تجاری است و در نهایت ایده "جهانی شدن اقتصاد" را در سر می‌پروراند. همگرایی سیاسی نیز تعامل و ایجاد رابطه صلح‌آمیز میان اقشار مختلف جامعه و سیاستمداران و احزاب مختلف در کشور و روابط بین‌المللی دولت با سایر کشورها را مدنظر قرار می‌دهد. بسیاری مسائل از جمله مسائل اجتماعی، اقتصادی و سیاسی، زمینه‌ساز اختلافاتی هستند که مانع همگرایی احزاب، رجال سیاسی و قوای سه‌گانه است و باید با نگاهی ملی به مسائل از بروز این اختلافات جهت رسیدن به همگرایی سیاسی و اقتصادی جلوگیری نمود.

همگرایی سیاسی-اقتصادی منجر به هماهنگی، بهبود و انسجام نهادهای سیاست‌گذاری علم و فناوری در سطح ششم می‌شود. در این راستا باید هماهنگی و انسجام مناسبی میان نهادهای سیاست‌گذاری علم و فناوری یعنی شورای عالی انقلاب فرهنگی؛ معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری؛ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست‌جمهوری؛ شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری؛ کمیسیون آموزش و تحقیقات مجلس؛ مجمع تشخیص مصلحت نظام؛ شورای عالی برنامه‌ریزی؛ شورای مرکزی دانشگاه‌ها و شورای گسترش برقرار شود.

این هماهنگی و انسجام به افزایش بودجه و سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های دانشگاهی و تحقیق‌وتوسعه در سطح پنجم منتهی می‌شود. بدون شک سرمایه‌گذاری مناسب در پژوهش‌های دانشگاهی خصوصاً از نوع کاربردی و تلاش در انتقال دانش حاصل از آن به صنعت از طریق سرمایه‌گذاری صحیح، به برقراری ارتباط اثربخش میان دانشگاه و صنعت خواهد انجامید. افزایش بودجه و سرمایه‌گذاری، منجر به بهبود و ارتقاء توسعه زیرساخت‌ها، امکانات و تجهیزات علمی و صنعتی؛ توسعه فرهنگ علم‌گرایی؛ توسعه نهادهای علمی و استقلال آنها و همچنین افزایش رشد و کیفیت نیروی انسانی متخصص در سطح چهارم خواهد شد. این عوامل، افزایش تعداد مقالات منتشرشده در نشریات علمی و تخصصی و توسعه محیط حقوقی علم و فناوری در سطح سوم را موجب می‌شوند. نهایتاً شبکه تعاملی بهبود دو عامل اخیر، منجر به افزایش تعداد حق ثبت اختراع (پتنت) در سطح دوم می‌شود که عاملی ضروری در تجاری‌سازی و توسعه فناوری خواهد

Archive of SID
www.SID.ir

بود. افزایش تعداد حق ثبت اختراع (پتنت) موجب بروز تغییرات در سطح اول یعنی رشد تولید ناخالص داخلی، بهبود نظام تجاری و تغییرات سایر عوامل مربوط به اقتصاد کلان (نرخ تورم، نرخ ارز، نرخ بهره و ...) و همچنین نرخ رشد جمعیت خواهد شد. یافته‌های این پژوهش مشابه پژوهش آبراموویتز [9] و آگیون و همکاران [25] می‌باشد.

از نتایج به دست آمده می‌توان این‌گونه برداشت نمود که اتحاد و یکپارچگی نهادهای سیاست‌گذار کشور کلید توسعه در ابعاد مختلف علمی، فناورانه و اقتصادی می‌باشد و اگر این مهم مورد توجه قرار گیرد می‌تواند سایر عوامل را در سیستمی از بازیگران منسجم و در ارتباط سالم با یکدیگر به سمت جلو هدایت نماید. بودجه‌ریزی و اولویت‌بندی صحیح در سرمایه‌گذاری‌های توسعه‌ای، تأمین زیرساخت‌های لازم، علم‌گستری در جامعه، توجه به استقلال نهادهای علمی، تربیت نیروی انسانی متخصص و تأمین نیازمندی‌های علمی و رفاهی آنها، توجه به حقوق مالکیت فکری متخصصین، ایجاد تعامل میان متخصصین و سیاست‌گذاران و توجه به اولویت‌های علمی و پژوهشی متخصصین، می‌تواند توسعه علمی و به دنبال آن توسعه فناورانه و نهایتاً رشد اقتصادی کشور را به دنبال داشته باشد. نتایج حاصله روند خطی از سمت توسعه علم به سمت توسعه فناوری و سپس رشد اقتصادی در ایران را تأیید می‌نماید.

این مدل سطح‌بندی شده، تحت تأثیر عواملی فراتر از متغیرهای در نظر گرفته شده در این ارتباط نیز قرار دارد که البته همانند سایر مدل‌های ساختاری-تفسیری، محدودیت این مدل تلقی می‌شود. علاوه بر این، صحت مدل باید به صورت عملی و در دنیای واقعی مورد آزمون قرار گیرد که البته به دلیل گستردگی عوامل در مدل، طبیعتاً کاری دشوار و زمان‌بر است. از آنجا که این مدل مدلی ایستا بوده پیشنهاد می‌شود که پویایی آن در طول زمان مورد بررسی قرار گیرد. می‌توان در پژوهش‌هایی جداگانه روابط متقابل میان متغیرها را به کمک فن دیماتل[1] مورد سنجش قرار داد و از فن پویایی سیستم[2] نیز برای ایجاد یک مدل پویا بهره گرفت.

1- DEMATEL
2- System Dynamics

منابع

References

[1] Rajayee, H. (2010). **Creativity, collateral thought and religious beliefs.** Isfahan: *Shahreman Press*. {In Persian}.

[2] Behboudi, D., & Amiri, B. (2010). **The long-term relationship between knowledge-based economy and economic growth in Iran.** Science and Technology Policy, 2(4), 23-32. {In Persian}.

[3] Mahmoodzadeh, E. (2001). **Future management through tomorrow's technology.** Tehran: *Isiran Institute*. {In Persian}.

[4] Moshiri, S., & Jahangard, E. (2004). **ICT and economic growth of Iran.** *Economic researches of Iran*, 6(19), 55-78. {In Persian}.

[5] Cozzens, S. E., Bobb, K., & Bortagaray, I. (2002). **Evaluating the distributional consequences of science and technology policies and programs.** *Research Evaluation*, 11(2), 101-107.

[6] Taghavi, M. (2008). **Fundamental and Strategic Pattern of Islamic-Iranian Science and Technology Development.** *Humanities Methodology*, 14(56), 73-98. {In Persian}.

[7] Pajooyan, J., & Faghih Nassiri, M. (2009). **The effect of Competitiveness on economic growth: An internal growth pattern approach.** *Economic Researches of Iran*, 13(38), 97-132. {In Persian}.

[8] Shahin, A, & Mahbod, M. A. (2006). **Managing the process of designing Iran's scientific roadmap: A systematic and balanced approach to Universities majors.** Humanities National Congress, Tehran, *Humanities and Social studies research center*. {In Persian}.

[9] Mahdavi, M. T. (2000). **Descriptive Dictionary of Technology.** Tehran: *Chapar Press*, 1ST edition. {In Persian}.

[10] Baumol, W. J. (1986). **Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show.** *The American Economic Review*, 1(12), 1072-1085.

[11] Abramovitz, M. (1986). **Catching up, forging ahead, and falling behind.** *The Journal of Economic History*, 46(02), 385-406.

[12] Jaffe, A. B. (1989). **Real effects of academic research.** *The American Economic Review*, 79(5), 957-970.

[13] Vinkler, P. (2008). **Correlation between the structure of scientific research, scientometric indicators and GDP in EU and non-EU countries.** *Scientometrics*, 74(2), 237-254.

[14] Lee, L. C., Lin, P. H., Chuang, Y. W., & Lee, Y. Y. (2011). **Research output and economic productivity: A Granger causality test.** *Scientometrics*, 89(2), 465-478.

[15] Inglesi-Lotz, R., & Pouris, A. (2013). **The influence of scientific research output of academics on economic growth in South Africa: an autoregressive distributed lag (ARDL) application.** *Scientometrics*, 95(1), 129-139.

[16] Inglesi-Lotz, R., Balcilar, M., & Gupta, R. (2014). **Time-varying causality between research output and economic growth in US.** *Scientometrics*, 100(1), 203-216.

Archive of SID
www.SID.ir

[29] Haji Hosseini, H. (2008). **Iran's science and technology challenges.** Tehran: *Taknegasht notes, Humanities and Social studies research center*. {In Persian}.

[30] Pradhan, R. P., Arvin, M. B., & Norman, N. R. (2015). **The dynamics of information and communications technologies infrastructure, economic growth, and financial development: Evidence from Asian countries.** *Technology in Society*, 42, 135-149.

[31] Arrow, K. (1962). **Economic welfare and the allocation of resources for invention. In The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors** (pp. 609-626). *Princeton University Press.*

[32] Plosila, W. H. (2004). **State science-and technology-based economic development policy: History, trends and developments, and future directions.** *Economic Development Quarterly*, 18(2), 113-126.

[33] Fagerberg, J., & Srholec, M. (2008). **National innovation systems, capabilities and economic development.** *Research policy*, 37(9), 1417-1435.

[34] Mahmoodzadeh, M., & Mohseni, R. (2005). **Investigation of the effect of imported technologies on Iran's economic growth.** *Economic researches*, 5(16), 103-130. {In Persian}.

[35] Teixeira, A. A., & Queirós, A. S. (2016). **Economic growth, human capital and structural change: A dynamic panel data analysis.** *Research Policy*, 45(8), 1636-1648.

[36] Khalili Eraghi, M., & Goodarzi Farahani, Y. (2013). **The effect of intellectual property rights on economic growth.** *Economic Rights*, 19(4), 1-27. {In Persian}.

[37] Komeyjani, A., & Mahmoodzadeh, M. (2008). **Effects of ICT infrastructure, end-using and spillover on economic growth of developing countries.** *Commerce research letter*, 13(49), 31-73. {In Persian}.

[38] Naym, J., & Hossain, M. A. (2016). **Does Investment in Information and Communication Technology Lead to Higher Economic Growth: Evidence from Bangladesh.** *International Journal of Business and Management*, 11(6), 302-312.

[39] Marković, D., Petković, D., Nikolić, V., Milovančević, M., & Petković, B. (2017). **Soft computing prediction of economic growth based in science and technology factors.** *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 465, 217-220.

[40] Bhattacharya, S., & Momaya, K. (2009). **Interpretive structural modeling of growth enablers in construction companies.** *Singapore Management Review*, 31(1), 73-98.

[17] Ntuli, H., Inglesi-Lotz, R., Chang, T., & Pouris, A. (2015). **Does research output cause economic growth or vice versa? Evidence from 34 OECD countries.** *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66(8), 1709-1716.

[18] Inglesi-Lotz, R., Chang, T., & Gupta, R. (2015). **Causality between research output and economic growth in BRICS.** *Quality & Quantity*, 49(1), 167-176.

[19] Cohen, W. M., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2002). **Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D.** *Management Science*, 48(1), 1-23.

[20] Mazzoleni, R., & Nelson, R. R. (2007). Public **research institutions and economic catch-up.** *Research policy*, 36(10), 1512-1528.

[21] Aghion, P., David, P. A., & Foray, D. (2009). **Science, technology and innovation for economic growth: linking policy research and practice in 'STIG Systems'.** *Research policy*, 38(4), 681-693.

[22] Tofighi, J., & Ferasatkhah, M. (2002). **Structural tools for Iran's scientific development.** *Research and planning in Higher education*, 8(3), 1-36. {In Persian}.

[23] Zaker Salehi, Gh. (2011). **Investigation of the present situation of science and technology in Iran and its position in development plans.** *Planning and budget*, 16(4), 3-47. {In Persian}.

[24] Licheng, W. (2011). **Science & Technology Input and Economic Growth: An Empirical Analysis Based on the Three Major Coastal Economic Regions of China.** *Energy Procedia*, 5, 1779-1783.

[25] Norouzi Chakoli, A. R., & Maddadi, Z. (2015). **The effect of economic power on selected countries science and technology status and analyzing their interrelationships.** *Scientometrics*, 1(2), 1-14. {In Persian}.

[26] Gerschenkron, A. (1962). **Economic backwardness in historical perspective: a book of essays.** Cambridge, MA: *Belknap Press of Harvard University Press.*

[27] Nikoumaram, H., Rahnamy Roodposhti, Ferydoon., & Jokar Tang Karami, I. (2013). **Determination of the role of foreign trade and innovation on investment and economic growth of Iran through the access to foreign technology.** *Financial knowledge of securities analysis*, 6(20), 91-108. {In Persian}.

[28] Zhao, S. K., & Yu, H. Q. (2012, September). **An empirical study on the dynamic relationship between technology standard, technological innovation and economic growth.** In Management Science and Engineering (ICMSE), 2012 International Conference on (pp. 1646-1650). IEEE.

Archive of SID

www.SID.ir

Volume 9, Number 3, Fall 2017

Journal of

Science & Technology Policy

The Interpretive-Structural Model for Prioritize the Relationship among Effective Factors on Science Development, Technology Development and Economic Growth in Iran

Mahmood Yahyazadehfar[1]*, Hooman Shababi[2], Saeed Rasekhi[3], Maisam Shirkhodaie[4]

1- Professor of Finance, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
2- Ph.D Student of Science and Technology Policy, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
3- Professor of Economics, University of Mazandaran, , Babolsar, Iran
4- Associate Professor of Management, University of Mazandaran, , Babolsar, Iran

Abstract

It is of great importance to create and spread science and technology within the borders of a country to facilitate economic growth. To do so, in recent years, Iranian policy makers and related institutions put their efforts to prepare a suitable environment for science and technology development toward economic growth in all aspects. In spite of these efforts and also clarifying some of the effective factors on science and technology development toward economic growth in 1404 vision document, divergence of the responsible institutions and also, lack of a consensus on these factors, are challenges which face the field. To investigate the factors affecting science development, technology development and economic growth, thorough literature review have done and opinions of 14 experts were applied to rate and model the relationship among the studied fields in Iran using Interpretive Structural Modeling (ISM) technique in MATLAB software. The results showed that economic-political convergence variable has a key role in the relationship of the three studied fields. In other words, if policy makers draw their attentions to this key variable and have integration, they can handle the whole players of the fields toward development.

Keywords: Science Policy, Technology Policy, Economic Policy, Interpretive Structural Modeling (ISM)

* Corresponding author: M.yahyazadeh@umz.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir