

تحلیل روابط میان شاخصهای کوناگون علم و فن آوری با توسعه صنعتی در کشورهای جهان (با استفاده از تکنیک همبستگی کانونی)

نویسندگان:

دکتر علیرضا علی احمدی (عضو هیأت علمی

دانشکده صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران)

دکتر سیدسپهر قاضی نوری (مدرس دانشکده

مهندسی دانشگاه الزهراء)

معرفی مقاله :

اگر نگاهی به سیرتاریخی نظریات توسعه بیفکنیم، درمی یابیم که جدیدترین این نظریات تأکید بر آن دارند که توسعه مبتنی بر علم و فن آوری است و بدون قرار گرفتن در صف پیشروان علم و فن آوری، هیچ کشوری در پیمودن سریع مسیر توسعه موفق نخواهد بود و این موضوعی است که می تواند از طریق تحقیق نیز بررسی و شواهد لازم آن ارائه شود. اما از آنجا که واژه توسعه مفهومی بسیار عام و فراگیر دارد و تعریف شاخصهای جامع و مانع برای آن بسیار دشوار است، ما یکی از بارزترین وجوه آن یعنی توسعه صنعتی را در این مقاله برگزیده ایم و رابطه این وجه را با شاخصهای علم و فن آوری در کشورهای مختلف جهان بررسی کرده ایم. طبیعی است که بارزترین جنبه علم و فن آوری، دانشگاهها و تحقیقات هستند؛ در این مقاله نیز تأکید زیادی بر آنها و نوع ارتباط آن با صنعت و توسعه صنعتی صورت گرفته و تلاش شده است تا نقش دولت نیز

در ایجاد و اصلاح این ارتباط بر مبنای یافته‌های آماری تبیین گردد. روش به کار رفته برای این تحقیق، روش همبستگی کانونی (متعارف) است که از تکنیکهای جدید آمار چند متغیره محسوب می‌گردد و در مرور ادبیات انجام شده سابقه‌ای مبنی بر استفاده از آن در موضوع مورد تحقیق یافت نشده است. در پایان مقاله نیز نتیجه‌گیریهایی از خروجیهای تحقیق صورت و بر مبنای آن پیشنهادهای کلی و نیز پیشنهادهای خاص برای ایران در راستای ارتقای سطح علم و فن‌آوری و نیز توسعه صنعتی و همچنین اصلاح رابطه میان آنها ارائه گشته است.

واژه‌های کلیدی: شاخصهای علم و فن‌آوری، توسعه صنعتی، روش همبستگی کانونی، سیاستهای علم و فن‌آوری، توسعه فن‌آورانه (تکنولوژیکی).

الف - مقدمه

امروزه، این اعتقاد که موتور رشد و توسعه فراگیر جوامع و کشورهای مختلف، پیشرفتهای صنعتی و تولیدی آنها و، به عبارت دیگر، توسعه صنعتی و فن‌آورانه (تکنولوژیکی) است در کانون تأکید اکثر صاحب‌نظران توسعه قرار دارد. تجربه کشورهای توسعه یافته نشان داده که صنعت محور توسعه است و بندرت می‌توان کشوری یافت که به گونه‌ای دیگر توسعه یافته باشد.

اما توسعه صنعتی و فن‌آورانه (تکنولوژیکی) خود مرهون وجود عوامل دیگری است که در مقاطع مختلفی از اعصار تاریخی شامل مواد اولیه، بازار فروش، نیروی کار، ماشین آلات و... بوده است و امروز جدیدترین نظریات وقوع آن را ناشی از علم و فناوری می‌داند زیرا نظامهای معاصر تولید اصولاً بر فرآیند نوآوری فنی - که به علت رقابت و تقسیم بازارهای جهانی تسریع گردیده - مبتنی هستند و خصیصه اصلی سرمایه‌گذارهای نوین دیگر تقسیم فنی نیروی کار یا تولید انبوه نیست بلکه فرآیند پیشرفت فناوری است که خود بر پیشرفت علوم تکیه دارد.

متأسفانه در کشورهای در حال توسعه، به دلیل وجود عقب افتادگی صنعتی، نیاز به علم و تکنولوژی نیز کمتر احساس می‌شود، و به علت عدم توجه به آن، عقب افتادگی در علم و فن‌آوری هم تشدید می‌گردد که این خود بار دیگر موجب عمیق‌تر شدن شکاف

میان توسعه صنعتی این کشورها و دنیای توسعه یافته می‌گردد. چون این چرخه ناگوار کماکان ادامه می‌یابد قطعاً باید از جایی آن را شکست.

ما در این تحقیق، بر آن هستیم که با بهره‌گیری آماری از تجارب کشورهای صنعتی، رابطه‌هایی میان شاخصهای مختلف توسعه صنعتی و شاخصهای متنوع علم و فن‌آوری بیابیم و، بر مبنای این روابط، به نتیجه‌گیری‌هایی دست یابیم که نشان دهد برای ارتقای سطح هریک از شاخصهای توسعه صنعتی، حرکت در راستای کدام شاخصهای علم و فن‌آوری مفید است.

روش انتخاب شده برای این تحقیق، همبستگی کانونی (canonical correlation) است و علت انتخاب این روش آن است که هریک از دو بعد توسعه صنعتی و توسعه علم و فناوری دارای ابعاد مختلفی هستند که بین این ابعاد همپوشانی وجود دارد و دو گروه شاخصها و ابعاد نیز با یکدیگر همبستگی دارند و، از این‌رو، نمی‌توان از روشهای تک متغیره برای تحلیل موضوع استفاده کرد.

ب - مروری بر تحقیقات انجام شده برای سنجش تأثیر علم و فن‌آوری بر توسعه هر چند، طی بررسیهای انجام شده، روشهای متعددی نظیر جداول داده - ستانده، شبیه‌سازی دینامیکی، اقتصادسنجی، تحلیل واریانس و تکنیکهای چند متغیره، قابلیت به‌کارگیری برای سنجش تأثیر علم و فن‌آوری بر توسعه را دارند^۱، لیکن تنها روشی که عملاً در این زمینه مورد توجه محققان قرار گرفته اقتصادسنجی است.

در این راستا، یکی از مهمترین مراجع مقاله مشهور گوئل و را^۲ است که اثر تحقیق و توسعه را بر رشد اقتصاد محاسبه می‌کند و، برای این منظور، از الگو یا مدلی می‌گیرد که نرخ رشد اقتصادی را ناشی از تغییر در نیروی کار، سرمایه‌گذاری و هزینه‌های تحقیق و توسعه می‌داند. نتیجه این الگو نشان داده است که ضریب هزینه R&D برای کشورهای درحال توسعه به‌طور قابل ملاحظه‌ای بزرگتر است. این موضوع با باور عمومی محققان که اهمیت پژوهشهای صنعتی را در رشد اقتصادی کشورهای درحال توسعه مورد تأکید قرار می‌دهند، تطابق دارد.

یک مرجع^۳ مسأله را به صورتی دیگر طرح می‌کند، یعنی شاخصهای علم و فن‌آوری را متغیرهای وابسته و درآمد سرانه و جمعیت را متغیرهای مستقل می‌داند و سپس،

با استفاده از الگوهای متعدد اقتصادسنجی، روابط میان دو گروه متغیرها را بررسی می‌کند که این بار همبستگی میان آنها در کشورهای صنعتی قویتر است؛ ضمن آنکه بالاترین همبستگی متعلق به الگویی است که از لگاریتم طبیعی استفاده کرده است.

از دیگر پژوهشهایی که با استفاده از تحلیل رگرسیون به مطالعه علم و فن‌آوری و عوامل تأثیرگذار و تأثیرپذیر از آن پرداخته، پایان‌نامه جانعلیزاده^۴ است. براساس نتایج حاصل از این پایان‌نامه، عوامل مهمی که بر میزان فعالیتهای علمی یک کشور تأثیر داشته‌اند شامل «توزیع وسایل ارتباط جمعی»، «میزان محصولات فرهنگی» و «تعداد دانشمندان و مهندسان شاغل در R&D» و «درصد هزینه تحقیق و توسعه از GNP» است. همچنین شاخصهای «رفاه اجتماعی»، «تعداد کارداناان فنی» و «تکنسینهای شاغل در R&D دارای تأثیر منفی تشخیص داده شده‌اند که نویسنده آن را چنین توجیه می‌کند که شاید تأثیر مثبت آنها بر فعالیتهای علمی به واسطه دیگر متغیرها صورت می‌گیرد.

از جمله کارهایی که تأثیر علم و فن‌آوری (یا بخشی از آن، یعنی تحقیق و توسعه) را در رشد اقتصادی ایران مورد سنجش قرار داده، مقاله حمیدی‌زاده^۵ است. این تحقیق برای شناخت رفتار، حرکات و تأثیر مخارج تحقیق و توسعه کشور بر رشد اقتصاد ملی در طول سالهای ۱۳۶۱-۱۳۷۲ و تعیین سهم این تأثیر و اندازه تغییرات صورت گرفته است.

در این مقاله، علاوه بر متغیر خارج کل تحقیقات کشور، سایر عوامل از جمله سرمایه‌گذاری ثابت ناخالص داخلی، رشد نیروی انسانی فعال اقتصادی، نسبت متوسط سرمایه‌گذاری ناخالص داخلی به تولید ناخالص ملی و درصد جمعیت دانش‌آموزان دبیرستانها مورد توجه واقع شده‌اند.^۶ الگوهای یک و چند متغیره خطی و غیرخطی رگرسیونی با روش حداقل مربعات معمولی و انجام آزمونهای مربوط برآورد شده‌اند. از جمله مطالب مهمی که در این مقاله مورد اشاره قرار می‌گیرد، فاصله زمانی بین مخارج تحقیق و توسعه و افزایش در بازدهی یا تولید است که می‌تواند به صورتهای زیر باشد:

الف - وجود وقفه بین مخارج تحقیق و توسعه و اتمام طرحها (پروژه)،

ب - وجود وقفه بین انجام پروژه‌ها و آغاز فرایند افزایش در تولید و بازدهی،

ج - الگوی زنگوله شکل (منحنی نرمال) مسیر زمانی افزایش بازدهی یا تولید.

البته، برخی محققان خارجی تحلیل ساختار تأخیرات مذکور را حتی برای کشورهای

صنعتی نیز ادامه‌دار می‌دانند. این امر در مورد ایران، با توجه به کمبود اطلاعات، بیشتر

صدق می‌کنند.

همچنین، تأثیر بازبودن اقتصاد بر ارتباط بین مخارج تحقیق و توسعه با رشد اقتصادی نیز مطرح است، زیرا اقتصاد باز می‌تواند از ناحیه نوآوری فنی یا مدیریتی حاصل از رقابت‌های بین‌المللی و صرفه‌جوییهای ناشی از مقیاس منافی کسب نماید؛ هرچند که مقاله مزبور باز هم به علت ضعف در نظام گردآوری داده‌های نظام آماری کشور، این موضوع را در مطالعه خود قابل تحقیق نمی‌داند.

از دیگر تحقیقات انجام شده در کشور، پایان‌نامه علی‌احمدی^۷ است که، در آن با استفاده از نظرسنجی، عوامل مؤثر بر R&D در کشور را شناسایی کرده است. برخی از این عوامل شامل موارد زیر هستند: تربیت محققان، اعمال سیاستهای تشویقی و حمایتی دولت، توسعه منابع مالی برای تأمین تسهیلات فنی، ارتباط و همکاری واحدها یا دانشگاه‌های داخل و خارج، ترمیم نظام تحقیقاتی کشور، اولویت‌بندی فعالیتها، ایجاد و تقویت واحدهای پژوهشی و...

پ. روشهای چند متغیره و کاربرد آنها در مطالعات توسعه

شاید بتوان در یک تعریف مختصر و کلی، روشهای چندمتغیره را الگوهایی دانست که در تحلیل همزمان روابط بین متغیرهای متعدد به کار می‌روند. این تکنیکها به محققان کمک می‌کند تا داده‌های موجود را خلاصه کنند و تعداد متغیرهای موردنیاز برای تشریح وضعیت را به حداقلی ضروری کاهش دهند.

عمده موارد کاربرد این روشها عبارتند از:

- توسعه دسته‌بندیها یا نظامهای طبقه‌بندی،
- مطالعه برای مفهوم بخشیدن به گروه‌های اقلام،
- ایجاد فرضیات،
- آزمون فرضیات.

تفاوت این تکنیکها با رگرسیون چندگانه و تحلیل واریانس در آنجاست که معمولاً در آن روشها هر متغیر وابسته به وسیله چند متغیر مستقل تشریح یا پیشبینی می‌شود، در حالی که عمده‌ترین تکنیکهای چند متغیره - شامل تجزیه عوامل، مقیاس‌بندی چندبندی و خوشه‌بندی - غالباً در پیشبینی به کار نمی‌روند. متغیرها از هم مستقل نیستند

و خروجیهای تحلیل باید جهت تعیین بهترین الگو مورد مطالعه قرار گیرند. از این رو، بدیهی است که کاربردهای این تکنیکها هنگامی میسر می‌گردد که متغیرها بایکدیگر روابط درونی داشته باشند. این رابطه در بعضی از تکنیکها - مانند تجزیه به عوامل - به صورت همبستگی است، لیکن در برخی دیگر از تکنیکها - مانند مقیاس بندی چند بعدی و خوشه بندی - ورودیها می‌توانند صورتهای مختلفی نظیر فاصله، تشابه و... داشته باشند که به معنی انعطاف پذیری بالاترین تکنیکها در بعضی مسایل است. به علت تعدد تکنیکهای آماری چندمتغیره، ما در این بخش - به اختصار - به معرفی چهار تکنیک اصلی آن می‌پردازیم:

۱- تجزیه به عوامل (factor analysis)

روش تجزیه به عوامل را می‌توان ریشه تمام روشهای چندمتغیره دانست، که معمولاً توجه زیادی نیز به آن می‌شود. این رویکرد آماری می‌تواند برای تحلیل روابط میان تعداد زیادی از متغیرها به کار رود و این متغیرها را به صورت عبارتهایی از ابعاد مشترک آنها بیان کند. به عبارت دیگر، این رویکرد اطلاعات موجود در تعداد زیادی از متغیرهای اولیه را در تعداد کمتری از ابعاد بیان می‌دارد، به نحوی که اتلاف اطلاعات به کمترین مقدار خود برسد.

۲- مقیاس بندی چند بعدی (multidimensional scaling)

در راستای همان اهدافی که قبلاً بر شمرده شد، نظیر نمایان کردن ساختار و کاهش داده‌های مورد نیاز، مقیاس بندی چند بعدی نیز مفید است. این تکنیک به محقق امکان می‌دهد تا داده‌ها را به صورت فاصله‌ای نمایش دهد و به تحلیل روابط میان آنها بپردازد. از این رو، می‌توان آن را مجموعه‌ای از روشهای آماری چند متغیره دانست که، در آن، الگوهای مختلف فاصله‌ای را برای تعیین نزدیکی داده‌ها به کار می‌برند. نمایش خروجیهای این روش می‌تواند یک نقشه مفهومی باشد.

مقیاس بندی چند بعدی انعطاف بیشتری نسبت به سایر روشهای چندمتغیره در زمینه نوع داده‌های مورد پذیرش دارد و معمولاً هر معیاری از تشابه و عدم تشابه را می‌توان برای آن به کار گرفت.

۳- تحلیل خوشه‌ای (cluster analysis)

این تکنیک جهت سازماندهی اطلاعات مربوط به متغیرها به کار می‌رود تا گروه‌های همگنی که اصطلاحاً خوشه نامیده می‌شوند، تشکیل گردند به نحوی که اعضای داخل هر خوشه بیشترین شباهت را بایکدیگر و کمترین شباهت را با سایر خوشه‌ها داشته باشند. تحلیل خوشه‌ای تکنیک ساده‌ای است که می‌تواند از ورودیهای مختلف استفاده کند.

هرچند که معیارهایی نظیر تشابه، نزدیکی و ارتباط را می‌توان به عنوان ورودی روش در نظر گرفت، لیکن توصیه می‌شود به دلیل اندازه‌گیری متغیرها با مقیاسهای مختلف، ورودیها ابتدا استاندارد شوند تا مقیاسهای بدون واحدی به دست آیند.

۴- همبستگی کانونی (canonical correlation)

این روش را می‌توان به نوعی تعمیم رگرسیون چند متغیره دانست، زیرا در آنجا رابطه یک متغیر وابسته با تعدادی متغیر مستقل سنجیده می‌شد در حالی که در روش اخیر رابطه تعدادی وابسته با تعدادی متغیر مستقل سنجیده می‌شود. به عبارتی، می‌توان گفت که در اینجا اصولاً لفظ وابسته و مستقل کاربردی ندارند بلکه رابطه بین دو گروه از متغیرها که همگی با هم وابستگی دارند اندازه‌گیری می‌شوند. ورودی این روش باید مقادیر متغیرهای دو گروه برای مشاهدات متعدد باشد که مقیاس اندازه‌گیری آنها لزوماً متری (متریک) خواهد بود. خروجی این روش نیز چند جفت بردارهای خطی از متغیرهای دو گروه است که بین هر بردار با جفت آن همبستگی وجود دارد اما با سایر بردارها همبستگی نخواهد داشت.

اصولاً همبستگی کانونی روش مناسبی برای شناخت روابط بین دو مجموعه از متغیرهاست که در آن یک مجموعه را مستقل یا پیشینی کننده و مجموعه دیگر را وابسته یا معیار می‌نامند؛ لذا هدف این تحلیل تعیین اثرات مجموعه متغیرهای پیشینی کننده بر متغیرهای معیار است. این متغیرها را لزوماً نمی‌توان مستقل و وابسته نامید و میان آنها رابطه علیت برقرار ساخت، زیرا میان آنها همبستگی متقابل وجود دارد. می‌توانیم به سادگی بگوییم همبستگی کانونی برای تعیین روابط بین دو مجموعه از متغیرها به کار می‌رود و، با توجه به اینکه اصولاً هم توسعه صنعتی و هم علم و فن‌آوری

مجموعه‌ای از چند شاخص هستند و نمی‌توان آنها را به صورت تک بُعدی نشان داد، طبعاً روش همبستگی کانونی برای تعیین رابطه میان آن دو مناسبتر از روشهایی است که فقط یک شاخص را در نظر می‌گیرند.

برای روشن شدن روند این تکنیک فرض کنید مجموعه متغیرهای پیش‌بینی کننده شامل P متغیر (X_1, \dots, X_p) و مجموعه متغیرهای معیار شامل q متغیر (Y_1, \dots, Y_q) باشد، متغیرهای X در بین خود دارای همبستگی متقابل هستند و متغیرهای Y نیز در داخل خود همبستگی دارند و همچنین میان متغیرهای X و Y نیز به صورت دوبدو همبستگی وجود دارد و این همان نقطه تفاوت میان این روش و روشهای اقتصادسنجی و رگرسیون است، زیرا در اقتصادسنجی، متغیرهای پیش‌بینی کننده باید از هم مستقل باشند در صورتی که می‌دانیم، در دنیای واقع، عملاً چنین چیزی کمتری وجود دارد. روش همبستگی کانونی تلاش می‌کند بردارهایی به صورت زیر تعریف کند:

$$W_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1p}x_p$$

$$V_1 = b_{11}y_1 + b_{12}y_2 + \dots + b_{1q}y_q$$

این بردارها ترکیبات خطی از دو مجموع متغیرها محسوب می‌شوند و هدف آن است که ضرایب a_{11}, \dots, a_{1p} و b_{11}, \dots, b_{1q} چنان تعیین شوند که همبستگی میان W_1 و V_1 یعنی مقدار C_1 حداکثر شود. W_1 و V_1 را متغیرهای کانونی و C_1 را همبستگی کانونی می‌نامند.

در قدم بعد، مقادیر V_2 و W_2 را به شرح زیر تعیین می‌کنیم به نحوی که همبستگی میان W_2 با V_2 یعنی C_2 حداکثر شود و W_2 و V_2 با W_1 و V_1 غیر همبسته باشند:

$$W_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2p}x_p$$

$$V_2 = b_{21}y_1 + b_{22}y_2 + \dots + b_{2q}y_q$$

این روال ادامه می‌یابد W_m و V_m نیز تعیین شوند؛ مقدار m حداکثر برابر حداقل p و q است ضمن اینکه مقادیر C_1 و C_2 و C_3, \dots, C_m بتدریج کاهش می‌یابند^۸. توجه داریم که، برای نتایج همبستگی کانونی، ابتدا باید به تحلیل جدولهای همبستگی بین متغیرها پرداخت و سپس برای تعیین اثرات ناشی از تغییر همزمان چند متغیر، ضرایب

کانونی از روی متغیرهای X و Y استاندارد شده محاسبه می‌شوند.

با وجود کاربردهای متنوع روشهای چند متغیره، که برخی از نمونه‌های آن را در پیوست (۲) مرجع ۱۰ می‌توان ملاحظه کرد، متأسفانه هیچ مرجعی یافت نشد که از این روشها برای سنجش تأثیرات علم و فن‌آوری بر توسعه استفاده کرده باشد؛ اما کاربردهای دیگری از این روشها در زمینه مطالعات توسعه وجود دارند. در این قسمت، به بررسی تحقیقاتی می‌پردازیم که از روشهای آمار چندمتغیره در راستای توسعه بهره گرفته‌اند. نکته جالب توجه آن است که هیچ تحقیق و مقاله‌ای - که دقیقاً از روش همبستگی کانونی برای تحلیل مسایل توسعه یافتگی استفاده کرده باشد - پیداننشد. این امر، از سویی، جدید بودن این روش تحقیق و قابلیت نوآوری بالقوه در آن را نشان می‌دهد ولی، از سوی دیگر، اولین استفاده از آن می‌تواند باعث دشواریهایی در امر به‌کارگیری و بخصوص تفسیر نتایج به دست آمده باشد.

می‌توان گفت که، از کل روشهای چندمتغیره، تکنیکهایی که بیشتر در امر توسعه استفاده شده‌اند عبارتند از: خوشه‌بندی، تجزیه به عوامل، و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی. در میان این روشها نیز روشی که بیش از همه مورد توجه است خوشه‌بندی است و شاید معروفترین مقاله در این زمینه مقاله هرچیرگ و سایرین^{۱۱} باشد. این مقاله ۲۳ شاخص را برای تصویر کردن سطح توسعه یافتگی کشورها برگزیده و مقادیر این شاخصها را برای ۱۲۰ کشور جمع‌آوری کرده است. با توجه به تنوع زیاد الگوریتمهای خوشه‌بندی، مقاله مزبور ۵ الگوریتم مختلف را انتخاب و مسأله را با تمام آنها حل می‌کند تا از اعتبار جوابهای حاصل شده اطمینان یابد. سپس، برای این شاخصها تحلیل خوشه‌بندی انجام شده (البته کشورها به عنوان مشاهدات آماری در نظر گرفته شده‌اند) و شباهت میان آنها مورد بررسی قرار گرفته است.

برخلاف مقاله فوق، که در آن خوشه‌بندی بر روی شاخصهای توسعه انجام شده بود و کشورها نقش مشاهدات داشتند، اکثر مقالات خوشه‌بندی برعکس‌العمل کرده‌اند، یعنی کشورها را بر اساس شاخصهای مختلف توسعه آنها خوشه‌بندی نموده‌اند.

محققان پیشگام در این زمینه، لیاندر و سایرین^{۱۳} بودند که از سه رویکرد، خوشه‌بندی کشورها را آزمایش کردند. در رویکرد اول، چنانکه گفته شد، کشورها را بر مبنای سطح توسعه منابع و خصوصیات اجتماعی خاص آنها دسته‌بندی کردند. در رویکرد دوم، تلاش شد این دسته‌بندی با مناطق جغرافیایی مربوط تطبیق یابد. و بالاخره

در رویکرد سوم، که مفهومی‌ترین رویکرد به حساب می‌آید، خوشه‌بندی کشورها بر مبنای امتیازات آنها در دو بعد - مثلاً تحرک اقتصادی - جمعیتی و عوامل اجتماعی - صورت گرفت.

نتایج این تحقیق به شناخت ۵ گروه از کشورها منجر می‌شود که سطوح متفاوتی از توسعه یافتگی داشتند. مطالعات بعدی در دهه ۱۹۷۰، دامنه وسیعی از متغیرهای مختلف کلان محیطی را در برمی‌گرفت و در آنها از تعداد نوع متغیرها و الگوریتمهای خوشه‌بندی متنوعی استفاده شد که به نتایج خوبی در زمینه برقراری روابط میان خوشه‌ها با مشخصات کشورهای عضو انجامید.

شاخه دیگری از تحقیقات درباره خوشه‌بندی کشورها بر مبنای متغیرهای فرهنگی، نظیر ارزشهای اجتماعی و نگرشهای مدیریتی، تمرکز داشت و عموماً مرتبط با زبان، مذهب و جغرافیا بود.

هافستد^{۱۳} با مطالعه ۵۰ کشور توانست چهار بُعد از تفاوت‌های ملی را تشخیص دهد که عبارتند از:

- فاصله قدرت یا پذیرش نابرابری در قدرت در جامعه،
- فردگرایی یا تأکید بر علایق فردی به عنوان تضاد با اهداف جمعی،
- اجتناب از عدم اطمینان یا تمایل جامعه برای مقابله وضعیتهای غیر قابل پیش‌بینی،
- مردگرایی یا زن‌گرایی در حوزه سنتهای اجتماعی.

به نظر هافستد، این ابعاد هستند که باعث تفاوت در عملکرد مدیریتی، الگوی سازمانی و تصمیم‌گیری می‌شوند و می‌توان آنها را عناصر کلیدی در الگوی توسعه و مدیریت جامعه دانست.

پس، برخلاف مطالعات نوع اول که بر برنامه‌ریزی و اهداف سازمانی تمرکز داشتند، این نوع تحقیقات بر ارزشهای مؤثر بر الگوهای مدیریت و تصمیم‌گیری تأکید می‌ورزیدند. اما تا اینجا نکته مهم آن بود که تأثیر عامل زمان بر این خصوصیات منظور نشده بود.

کرایگ و سایرین^{۱۴} در این زمینه تلاش کردند تا این مسأله را رفع کنند. لذا از سویی هر دو نوع نگرش فوق را در متغیرهای خود در نظر گرفتند و، از سوی دیگر، عامل زمان را به حساب آوردند، یعنی مقادیر متغیرها را برای سالهای ۱۹۶۰، ۱۹۷۰، ۱۹۸۰، ۱۹۸۸ اندازه‌گیری کردند. ادعای مقاله تحت بررسی آن است که آنها، به علت رشد

ارتباطات، تجارت و مسافرت بین کشورها، از نظر خصوصیات محیطی به یکدیگر شباهت پیدا می‌کنند. به علاوه، ادعا می‌شود که ارتباطات بر مبنای فاصله فیزیکی است و لذا - فاصله عامل مهمی در تشابه کشورهاست؛ مشخصات فرهنگی، اجتماعی در الگوهای رفتاری و نگرشی کشورها مؤثرند؛ فردگرایی نرخ توسعه را بالا می‌برد و فاصله قدرت آن را پایین می‌آورد (بر مبنای ۴ عاملی که هافستد بیان کرده است).

در مجموع، می‌توان این مرجع را از غنی‌ترین منابع مربوط به کاربرد خوشه‌بندی در تحلیل موضوع توسعه تلقی کرد. اما تحلیل مسأله حرکت کشورها در ابعاد مختلف توسعه در طی زمان به روش خوشه‌بندی محدود نمی‌شود و سایر روشهای چند متغیره نیز قابل طرح‌اند، مثلاً هوروات^{۱۵} این تحقیق را با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام می‌دهد. این مقاله ۱۵۰ کشور و ۱۴ شاخص را در نظر گرفته و از آنجا که مقادیر شاخصها برای سه مقطع زمانی ۱۹۶۵، ۱۹۷۵ و ۱۹۸۷ منظور شده‌اند، ماتریس داده‌ها شامل ۱۴ ستون و ۴۵۰ سطر است. سپس فرآیند تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در مورد این ماتریس انجام گرفته است و چهار مؤلفه PC₁ تا PC₄ حاصل شده‌اند که جمعاً ۸۶٪ واریانس متغیرها را می‌پوشانند (البته، نکته جالب آن است که PC₁ بتهنهایی ۶۳٫۷٪ واریانس را پوشش می‌دهد). باتوجه به ضرایب متغیرها در هر مؤلفه، برای هر یک از مؤلفه‌ها تعبیری انتخاب شده است که عبارتند از: PC₁ توسعه عمومی، PC₂ تحولات در ساختار سنی و جمعیتی، PC₃ آموزش ابتدایی و فراگیر و PC₄ شاخص آزادی.

لهنن و مک‌گرگور^{۱۶}، برای مقایسه موجودی سرمایه نیروی انسانی، روند مشابه ولی ساده‌تری را برای ایالات ۵۰ گانه آمریکا طی کرده‌اند و با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، موقعیت آنها را بروی یک نمودار دو بُعدی نشان داده‌اند که محورهای آن نشانگر ابعاد مختلف سرمایه‌های انسانی است. نتیجه‌گیری حاصل شده نیز نشانگر چند بُعدی بود سرمایه‌انسانی و چند دسته بودن معیارهای آن است.

گرانن و سایرین^{۱۷} از شاخه دیگر تکنیک تجزیه به عوامل، یعنی تجزیه به عوامل تأییدی (confirmatory)، استفاده کرده‌اند (زیرا تجزیه به عوامل اصولاً یک تکنیک اکتشافی است که برای کشف ساختار الگوها به کار می‌رود، درحالی که از تجزیه به عوامل تأییدی برای روشن شدن این که آیا ساختار تعیین شده برای الگو متناسب است یا نه، و نیز تعیین جزئیات ساختار مربوط استفاده می‌شود) تا نظریه (تئوری) اقتصادی اسپیناکر را که مبنای آن است سمت و سوی سیاستهای توسعه‌ای، بعد از سال ۱۹۸۵، دچار

تحوالاتی شده است، بیازماید.

ت - انتخاب متغیرهای تحقیق و فرمولی کردن مسأله

چنانکه می دانیم، تا به حال برای توسعه، تعاریف متعددی ارائه شده و -لذا- تعریف توسعه صنعتی نیز تاحدودی دچار این مشکل است. به عبارت دیگر، وقتی تعریف دقیقی از توسعه صنعتی نداشته باشیم، انتخاب معیارهای نشان دهنده سطح توسعه یافتگی نیز دشوارتر است. اما می توان گفت که گزینش این معیارها دقیقاً بستگی به آن دارد که دنبال چه چیزی در تحقیق باشیم. اصولاً صنعتی شدن فرآیندی است که از راه های مختلف بر زندگی مردم تأثیر دارد، مثلاً از طریق فن آوری یا تحولات فرهنگی یا تأثیرات زیست محیطی. اما ما، در این مقاله پژوهشی، به دنبال ابعادی هستیم که مستقیماً قابل اندازه گیری باشند و دولتها و برنامه ریزان کشور ما نیز بتوانند آنها را برنامه ریزی کنند. به همین دلیل، از بین ابعاد گوناگونی که برای صنعت یک کشور در مراجع آماری تعریف شده است، چهار شاخص ذیل در نظر گرفته شدند:

X_1 = ارزش افزوده صنعتی (MVA) کشور در سال ۱۹۹۶ به طور سرانه با واحد دلار (منظور از ارزش افزوده، مجموع ارزش ناخالص صنعت، منهای ورودیهای میانی به کار رفته در تولید است).

X_2 = میزان صادرات کالاهای صنعتی در سال ۱۹۹۴ (به معنی ارزش این کالاها در کشور مبدأ).

X_3 = درصد اشتغال جمعیت در صنعت نسبت به کل اشتغال در سال ۱۹۹۴ (منظور از بخش صنعت در اینجا، معدن نفت و گاز، برق، ساختمان و صنایع ساخت و تولید هستند).

X_4 = صادرات صنایع با فن آوری سطح بالای کشور در ۱۹۹۶ (که، طبق تعاریف یونیدو، این صنایع شامل ماشین آلات و تجهیزات، صنایع شیمیایی و... می شوند).

توجه داریم که انتخاب شاخصهای فوق باتوجه بامحدودیت اطلاعات آماری صورت گرفته است. در غیراین صورت، شاخصهای دیگری نظیر بهره وری سرانه صنعت، رشد تولیدات صنعتی و... نیز که در ابتدای تحقیق مدنظر قرار گرفتند، حذف نمی شدند. به همین ترتیب، علت این که شاخصها در بعضی موارد به صورت نسبی و در مواردی دیگر به صورت مطلق هستند نیز آن است که آنها به همین صورت در مراجع

بین‌المللی مربوط آمده‌اند.

در مورد شاخصهای علمی و فن‌آوری، موضوع دشواریهای دیگری نیز دارد که عمده‌ترین آنها در نظر گرفتن فاصله زمانی بین انجام فعالیتهای علم و فن‌آوری با ثمردهی آنها در توسعه صنعتی است.

گوئل و رام در مآخذ معرفی شده در این مقاله اشاره می‌کنند که اداره آمار آمریکا برای تحقیقات پایه‌ای، ۵ سال و برای تحقیقات کاربردی، ۲ سال زمان منظور می‌کند تا این تحقیقات به بازدهی صنعتی تبدیل شوند، هرچند که شاید این دوره برای برخی کشورها طولانی‌تر نیز هست.

با در این تحقیق، برای حل مشکل، چند روش در پیش گرفته‌ایم: در هر جا که امکان‌پذیر بوده رقم مربوط به یک شاخص معادل برای میانگین چندسال، در یک دوره نسبتاً طولانی منظور شده است. هر جا هم که این امر، به علت کمبود اطلاعات، میسر نبوده از یک شکاف زمانی استفاده شده است. مثلاً در مورد فعالیتهای آموزشی، این شکاف حدود ۱۰ سال در نظر گرفته شده؛ یعنی بین سرمایه‌گذاری در آموزش و ثمربخشی آن در توسعه صنعتی ۱۰ سال فاصله زمانی منظور شده است. و بالاخره این که، در بعضی موارد که فقط آمار مربوط به سالهای اخیر در دسترس بوده است، مجبور به استفاده از آن شده‌ایم با این فرض ضمنی که تغییر ناگهانی و سریع در شاخصهای مربوط در طی این چند سال حاصل نشده است.

همچنین، زمینه‌هایی از علم و فن‌آوری به عنوان شاخص انتخاب شده‌اند که حتی المقدور متغیرهای قابل برنامه‌ریزی باشند، یعنی بتوان - در صورت حصول اطمینان از تأثیر آنها بر توسعه صنعتی - برای آنها اقدامهایی را پیشنهاد کرد که قابل اجرا باشند؛ ضمن اینکه هر شاخص باید نشانگر متغیری باشد که جنبه خاصی از علم و فن‌آوری را مشخص می‌کند.

باتوجه به موارد فوق، نهایتاً متغیرهای زیر را به عنوان شاخصهای علم و فن‌آوری برگزیده‌ایم:

Y_1 = متوسط تعداد دانشمندان و مهندسان شاغل در تحقیق و توسعه (در هر میلیون نفر) طی سالهای ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۵ (طبق تعریف، منظور از دانشمندان و مهندسان، افرادی هستند که برای فعالیت در هر حوزه علمی تعلیم دیده‌اند).

Y_2 = متوسط تعداد کاردانه‌های فنی (تکنسینها) شاغل در تحقیق و توسعه (در هر میلیون

نفر) طی سالهای ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۵ (طبق تعریف منظور، از کاردانه‌های فنی یا تکنسین‌ها افرادی هستند که در یکی از شاخه‌های دانش یا فن‌آوری آموزش فنی حرفه‌ای دیده‌اند...).

Y3 = متوسط درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه از تولید ناخالص ملی طی سالهای ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۵ (هزینه‌های تحقیق و توسعه شامل هزینه‌های جاری و سرمایه‌ای است که برای فعالیتهای خلاق به منظور افزایش اندوخته بشری یا کاربردهای جدید آن صرف می‌شود).
 Y4 = جمع مبالغ پرداخت شده برای بهره‌برداری از حقوق ثبت اختراع (patent) در سال ۱۹۹۵ (منظور از patent گواهی صادر شده از سوی دولت برای فرد جهت ساخت، استفاده یا فروش انحصاری یک کالا است).

Y5 = تعداد استادان دانشگاه‌ها در سال ۱۹۸۵،

Y6 = تعداد دانشجویان دانشگاه در سال ۱۹۸۵،

Y7 = درصد هزینه‌های آموزشی از تولید ناخالص ملی در سال ۱۹۸۵،

Y8 = درصدی از کارکنان تحقیق و توسعه در سال ۱۹۹۵، که شاغل در آموزش عالی بوده‌اند؛

Y9 = درصدی از هزینه‌های تحقیق و توسعه در سال ۱۹۹۵، که در آموزش عالی صرف شده؛

Y10 = درصد از هزینه‌های تحقیق و توسعه در سال ۱۹۹۰، که از رهگذر بودجه‌های دولتی تأمین شده است؛

Y11 = درصدی از هزینه‌های تحقیق و توسعه در سال ۱۹۹۰، که توسط بودجه‌های منابع خارجی تأمین شده است.

قابل ذکر است که، در مواردی اندک، آمارهای مربوط برای برخی از کشورها دقیقاً به سال یاد شده مربوط نیستند. و یکی دوسال اختلاف دارند. همچنین بعضی موارد، که داده مربوط به یک کشور در ستون مربوط وجود نداشته، با استفاده از نرم‌افزار تخمین زده و جایگزین شده است.

همچنین لازم به یادآوری است که ابتدا حدود ۳۰ شاخص برای علم و فن‌آوری برگزیده شد، که پس از بررسیهای آماری و تحلیل، تعداد آنها به ۱۱ شاخص فوق کاهش یافت.

شکی نیست که موضوع انتخاب شاخصها، در حال، امری است که تاحدی به سلیقه و تجربه محقق نیز مربوط می‌شود؛ لذا هیچگاه توافق کاملی در مورد دسته‌ای از

شاخصها وجود نخواهد داشت. با این حال، تلاش شده است انتخاب آنها با در نظر گرفتن شرایط محتوایی، اعتبار، تناسب، کارایی و کفایت صورت گیرد. در مورد کشورهای منتخب نیز باید اشاره کرد که ۴۲ کشور تحت بررسی قرار گرفته‌اند که تقریباً کلیه ممالک توسعه یافته را شامل می‌گردند، بجز کشورهایی که به علت کمبود اطلاعات حذف شده‌اند.

ث - اجرای الگو

پس از آماده شدن داده‌های مربوط (جدول ۱)، که از مراجع ۱۸، ۱۹ و ۲۰ استخراج شده‌اند، مراحل اجرای الگو یا مدل با استفاده از نرم‌افزار STATISTICA آغاز می‌گردد. شایان ذکر است که نرم‌افزار فوق، مجموعه متغیرهای X را «مجموعه چپ» و مجموعه متغیرهای Y را «مجموعه راست» می‌نامند.

اولین خروجیهای روش همبستگی کانونی جدولهایی هستند که میزان همبستگی بین شاخصهای مختلف را نشان می‌دهند. در قسمت الف جدول مزبور (جدول ۲)، می‌توان همبستگی داخلی میان شاخصهای توسعه را ملاحظه کرد. قسمت دوم (جدول ۲) همبستگی داخلی شاخصهای علم و فن‌آوری را نشان می‌دهد. و بالاخره آخرین بخش جدول مزبور همبستگی میان دوگروه شاخصهای یاد شده را ارائه می‌کند.

مهمترین بخش نتایج اجرای الگو یا مدل - یعنی وزنها کانونی - را می‌توان در جدول ۳ ملاحظه کرد. چنانکه مشاهده می‌شود، قسمت الف این جدول ریشه‌های مربوط به ۳ متغیرهای در آن X یعنی W_1 و W_2 و W_3 و W_4 ارائه می‌کند و در ذیل هر ریشه می‌توان ضرایب متغیرهای X ریشه را ملاحظه کرد.

به همین ترتیب، قسمت ب جدول ۳ ریشه‌های مربوط به متغیرهای Y یعنی V_1 ، V_2 ، V_3 ، V_4 را نشان می‌دهند که، در ذیل هر ریشه، می‌توان ضرایب متغیرهای Y در آن ریشه را دید.

جدول ۱- اطلاعات شاخصهای توسعه صنعتی (X) و شاخصهای توسعه علوم و فن آوری (Y) برای کشورهای منتخب

ردیف	نام کشورها	شاخصهای توسعه صنعتی					شاخصهای علم و فن آوری									
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11				
۱	آرژانتین	۱۲۲۲	-	-	۱۱۹۵	۱۹۹	۱۸۹	۰/۳	-	۲۲۳۸	۶۶۲۱۰۰	۲/۴	۵۰/۲	۲۶/۰	۸۴/۷	۲/۴
۲	اسرائیل	۲۶۶۳	۱۳/۰۲	۰/۱۴	۶۲۲۶	۲۳۷۷	۴۳۳	۱/۴	۳۳۸۱	۲۷۶۵۹	۳۷۰۰۴۸	۵/۵	۴۶/۵	۲۵/۰	۴۸/۱	۷/۰
۳	اتریش	۲۷۲۱	۴۰/۸۸	۰/۲۲	۱۱۹۷۵	۱۶۰۴	۸۰۱	۱/۵	۶۶۱۲۶	۱۰۹۵۲	۱۶۰۹۰۴	۵/۸	۲۹/۲	۲۵/۰	۴۸/۰	۲/۶
۴	بلژیک	۴۱۷۸	۱۱۰/۷۳	۰/۲۰	-	۱۸۱۴	۲۲۰۰	۱/۷	۵۲۶۵۱	۱۱۰۰۵	۱۱۸۵۶	۶/۱	۴۶/۹	۲۶/۲	۴۱/۳	۴/۰
۵	برزیل	۷۲۹	-	۰/۱۳	۴۳۲۸	۱۶۵	۵۸	۰/۴	۲۵۶۹۷	۱۱۷۲۱۱	۱۴۵۱۹۱	۳/۸	۷۰/۰	-	-	-
۶	کلمبیا	۳۳۵۸	۱۰۹/۱	۰/۱۵	۳۰۷۱۵	۲۳۲۲	۹۷۸	۱/۶	۲۶۶۰۴	۳۵۲۶۵	۶۷۷۶۱۷	۶/۶	۳۵/۱	۲۷/۱	۳۰/۱	۱۰/۸
۷	چیلی	۶۳۹	-	۰/۱۶	۳۸۸	-	-	۰/۸	۱۷۱۶	۲۳۳۰	۱۲۰۰۱۶۸	۲/۳	۹۷/۳	-	۶۸/۵	۱۱/۳
۸	چین	۷۵۸	-	۰/۱۵	۲۶۹۳۸	۵۳۷	۱۸۷	۰/۶	۴۱۷۷۳	۳۳۴۶۶۲	۱۷۹۰۴۶۶	۷/۵	۲۰/۹	۱۳/۷	-	-
۹	هلند	۱۹۱۶	۲۷/۱۱	۰/۱۸	۷۰۳۲	۹۸	۱۰۵	۰/۳	۱۹۶۱	۱۵۶۹	۱۴۳۳۶	۷/۸	۲۰/۹	۷/۵	۹۱/۰	۰/۵
۱۰	دانمارک	۴۳۷۸	۲۴/۳۰	۰/۱۹	۷۸۶	۲۶۲۷	۲۶۵	۱/۹	۶۲۰۶۷	۸۷۰۰	۱۶۳۳۵۶	۷/۲	۲۷/۷	۲۷/۹	۳۷/۹	۷/۴
۱۱	مصر	۲۲۲	-	۰/۱۳	۱۰۱	۳۴۰	۳۰۸	۰/۱	-	۲۹۸۸۹	۷۵۳۱۹۰	۶/۳	۵۹/۸	-	-	-
۱۲	فیلدین	۶۲۶۵	۲۵/۱۱	۰/۲۰	۷۶۶۳	۳۶۷۵	۲۳۶۰	۷/۳	۲۷۷۲۵	۷۱۶۹	۹۲۳۲۰	۵/۴	۲۷/۲	۱۹/۵	۳۷/۴	۴/۵
۱۳	فرانسه	۴۳۷	۱۸۷/۲	۰/۲۷	۶۸۶۵۵	۲۵۳۷	۲۹۲۶	۷/۵	۸۸۷۶۶	۴۵۲۱۱	۹۷۸۵۱۹	۵/۸	۲۴/۸	۱۶/۲	۴۱/۶	۸/۳
۱۴	آلمان	۶۷۱۸	۳۸/۳	۰/۲۷	۱۱۰۰۰۰	۳۰۱۶	۱۶۰۷	۲/۶	۱۳۶۶۱۵	۲۷۵۹۳۳	۸۳۳۳۳۳	۴۴/۷	۲۳/۲	۱۸/۰	۳۶/۷	۱/۶
۱۵	یونان	۸۷۶	۴/۸۸	۰/۱۹	۷۲۸	۷۷۶	۴۱۶	۰/۵	۴۵۱۲۹	۶۹۳۴	۱۱۰۹۱۷	۷/۴	۴۶/۵	۴۰/۷	۴۵/۸	۳۰/۳
۱۶	مجارستان	-	-	۰/۳۱	۱۶۹۰	۱۱۵۷	۵۸۸	۱/۰	۲۰۸۸۷	۱۷۸۵۰	۹۹۳۳۴	۵/۵	۳۳/۷	۲۶/۴	۵۷/۴	۴/۸
۱۷	هندوستان	۷۹	۲۰/۱۵	-	۲۲۵۰	۱۵۱	۱۱۴	۰/۸	۶۵۶۶	۲۶۳۱۷۵	۴۴۵۲۲۷	۴/۵	۱۶/۱	۱/۱	۸۳/۶	۰/۰
۱۸	ایران	۳۳۱	-	-	-	۵۲۱	۱۵۴	۰/۵	۴۰۷	۱۰۳۲۹	۱۲۱۲۵۹	۲/۶	۲۳/۰	-	۹۰/۶	-
۱۹	ایتالی	-	۲۲/۲۹	۰/۲۰	۳۳۱۹۲	۱۸۱۷	۵۱۰	۱/۶	۴۵۵۸۷	۳۳۳۲	۴۹۱۴۰	۶/۴	۳۷/۶	۲۱/۰	۷۷/۸	۷/۸
۲۰	تایوان	۴۱۰۷	۱۵/۵۰	۰/۲۱	۵۶۵۴	-	-	۷/۲	۴۳۷۵	۱۰۳۲۷	۵۵۸۴۰	۷/۰	-	۳۳/۳	۳۷/۱	۷/۶
۲۱	ایتالی	۴۵۲۶	۱۷/۰/۵	۰/۲۳	۳۴۴۲۷	۱۳۰۳	۷۹۶	۱/۳	۶۲۹۵۵	۵۰۹۹۶	۱۱۷۶۲۶۶	۵/۰	۳۳/۳	۲۵/۸	۵۰/۲	۶/۱

ادامه جدول ۱

ردیف	نام کشورها	شاخصهای توسعه صنعتی					شاخصهای علم و فن آوری								
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11			
۲۳	ژاپن	۷۱۵۴	۲۸۱/۰	۰/۲۳	۱۵۱۰۰۰	۵۶۷	۸۶۹		۲۸۸۹۵۷	۱۹۱۵۲۳	۱۹۳۲۷۵۵	۲۰۰/۴	۲۰/۲	۱۸/۲	۱/۱
۲۴	آردن	۱۹۸	-	۰/۱۲	۱۸۳	۱۰۶	۷	۰/۳	-	۱۲۹۵	۲۷۷۱۱	۶/۸	۶/۱۰	۶۸/۶	-
۲۵	کره جنوبی	۲۵۸۴	۸۹/۵۶	۰/۲۴	۴۴۲۳۳	۲۶۲۶	۲۱۷	۷/۸	۹۶۵۵۷	۲۷۰۸۲	۱۰۱۸۲۲۶	۲/۵	۲۹/۳	۷/۷	۱۵/۹
۲۶	مالزی	۱۱۵۴	-	۰/۲۳	۲۸۲۴۸	۸۷	۸۸	۰/۴	۴۰۵۲	۲۷۱۸	۳۳۲۹۵	۶/۶	۲۵/۳	۹/۲	۵۲/۱
۲۷	مکزیک	۶۳۳	-	۰/۱۵	۲۲۱۷۹	۹۵	۲۷	۰/۳	۳۶۶۶۹	۱۰۰۰۰۰۲	۲۰۰۷۷۷۹۹	۲/۹	۲۲/۶	۴۵/۸	۶/۷
۲۸	هند	۲۸۰۶	۸۹/۵۶	۰/۲۳	۶۶۶۵۱	۲۶۵۶	۱۷۲۶	۱/۹	۶۳۳۲۹	۲۱۳۱۰	۱۹۸۴۴۲	۶/۴	۳۰/۱	۷۸/۸	۳۲/۹
۲۹	ترک	۳۴۰	۱۱/۲۰	۰/۱۵	۲۷۰۳	۳۳۳۴	۱۷۰۵	۱/۹	۲۱۶۷۶	۲۱۶۶۵	۲۱۶۵۸	۴/۹	۵/۹	۷۹/۱	۴۳/۵
۳۰	پاکستان	۶۰	۶/۳۸	۰/۱۰	۲۶۹	۵۴	۷۶	۰/۹	۶۹۹	۷۷۴۶	۲۳۳۹۸۹	۲/۵	۱۹/۲	۱۹/۸	۱۰۰
۳۱	فیلیپین	۱۸۵	-	۰/۱۰	۱۰۵۶۱	۱۵۷	۲۲	۰/۲	-	۵۰۸۲۱	۱۱۶۷۰۰۰	۱/۳	۲۴/۴	۱۴/۷	۳/۷
۳۲	ایستادن	-	-	۰/۲۳	۱۹۲۶	۱۰۸۳	۱۳۸۰	۰/۹	۲۲۰۸۹	۵۷۷۸۰	۲۵۹۲۴۵	۶/۹	۴/۹	۲۵/۶	۶۴/۴
۳۳	بریتان	۱۸۱۲	۱۴/۶۶	۰/۲۳	۲۲۹۵	۵۹۹	۱۳۸۱	۰/۶	۵۸۷۰۱	۷۶۱۴	۷۰۲۴۴	۲/۰	۲۰/۰	۳۳/۸	۶۵/۲
۳۴	سنگاپور	۵۴۴	۸۰/۵۵	۰/۲۷	۲۳۷۰۱	۲۵۱۲	۱۵۲۴	۱/۱	۱۱۸۸۱	۱۴۳۳	۹۰۷۸	۲/۲	۱۸/۳	۱۴/۱	۳۱/۴
۳۵	آذربایجان جنوبی	۵۸۹	-	-	-	۹۳۸	۷۸۶	۰/۷	۱۱۰۵۰	۶۵۸۴	۷۸۶۳۵۹	۶/۵	۲۵/۸	۱۶/۰	۳۲/۷
۳۶	اسپانیا	۲۷۰۴	۵۷/۳۴	۰/۲۰	۱۳۱۷۹	۱۰۹۸	۳۴۲	۰/۹	۷۱۲۵۱	۶۶۷۲۰	۸۲۲۷۸	۲/۳	۴۳/۱	۳۱/۶	۵۷/۴
۳۷	سویس	۶۱۶۴	۵۳/۵	۰/۱۸	۲۰۹۰۵	۳۷۱۴	۲۱۷۳	۲/۵	۷۰۵۶۱	۲۵۰۵۴	۲۲۲۸۸۶	۷/۷	۲۹/۷	۲۲/۵	۳۱/۴
۳۸	تایلند	۷۱۱	-	۰/۲۱	-	-	-	۲/۶	۶۹۷۲۲	۶۳۴۶	۷۴۸۰۶	۲/۷	۱۶/۱	۷۵/۰	۷۸/۴
۳۹	ترکیه	۷۱۴	-	۰/۱۱	۱۳۷۴۶	۱۷۳	۵۱	۰/۲	-	۱۶۶۶۶	۱۵۰۳۵۵	۳/۸	۳۰/۷	۷۸/۷	۱/۳
۴۰	انگلین	۴۵۳۸	۱۶۸/۶	۰/۲۶	۸۵۰۳۵	۲۴۱۷	۲۳	۰/۸	۱۷۱۲	۲۰۲۵۴	۳۰۰۸۴۶	۱/۸	۶۳/۷	۶۴/۴	۶/۰
۴۱	ایالات متحده	۵۱۰۹	۲۸۰/۹	۰/۲۶	۱۹۸۰۰۰	۳۳۲	۱۰۱۹	۷/۲	۱۱۵۵۵۴	۳۱۲۱۲	۴۵۲۴۱۹	۴/۹	۳۳/۷	۱۶/۷	۳۳/۷
۴۲					۱۹۸۰۰۰	۳۳۲	-	۷/۵	۲۳۵۴۰	۴۴۴۰۰۰	۷۱۵۵۱۸	۵/۲	۱۵/۷	۵۳/۵	۰/۰

جدول ۲-الف) همبستگی میان شاخصهای توسعه صنعتی

STAT. CANONICAL ANALYSIS		Correlations, left set			
Root Removed		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
	X ₁	1.00	.41	-.28	.51
	X ₂	.41	1.00	-.12	.86
	X ₃	-.28	-.12	1.00	-.19
	X ₄	.51	.86	-.19	1.00

جدول ۲-ب) همبستگی میان شاخصهای علم و فن آوری

STAT. CANONICAL ANALYSIS		Correlations, right set									
Root Removed	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀	Y ₁₁
Y ₁	1.00	.67	.78	.72	.23	.22	.35	-.44	-.40	-.58	-.33
Y ₂	.67	1.00	.62	.19	-.15	-.18	.51	-.35	-.30	-.41	-.27
Y ₃	.78	.62	1.00	.64	.17	.17	.43	-.30	-.46	-.65	-.41
Y ₄	.72	.19	.64	1.00	.52	.49	.03	-.30	-.29	-.44	-.21
Y ₅	.23	-.15	.17	.52	1.00	.91	-.22	-.28	-.21	.06	.12
Y ₆	.22	-.18	.17	.49	.91	1.00	-.16	-.26	-.20	-.02	-.01
Y ₇	.35	.51	.43	.03	-.22	-.16	1.00	-.08	-.15	-.26	-.09
Y ₈	-.44	-.35	-.30	-.30	-.28	-.26	-.08	1.00	.54	.25	.17
Y ₉	-.40	-.30	-.46	-.29	-.21	-.20	-.15	.54	1.00	.60	.65
Y ₁₀	-.58	-.41	-.65	-.44	.06	-.02	-.26	.25	.60	1.00	.59
Y ₁₁	-.33	-.27	-.41	-.21	.12	-.01	-.09	.17	.65	.59	1.00

جدول ۲-ج) همبستگی میان شاخصهای توسعه صنعتی و شاخصهای علوم و فن آوری

STAT. Correlations, left set with right set											
CANONICAL											
ANALYSIS											
Root	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
Removed											
X ₁	.70	.58	.82	.60	.11	.11	.32	-.3	-.3	-.6	-.4
X ₂	.47	.08	.38	.76	.63	.58	-.0	-.2	-.1	-.2	.00
X ₃	-.2	-.2	-.3	-.2	.08	.15	-.1	-.1	.07	.28	.10
X ₄	.64	.14	.52	.83	.65	.65	.04	-.3	-.3	-.4	-.2

جدول ۳-الف) ریشه‌های مربوط به متغیرهای توسعه صنعتی

STAT.		Canonical Weights, left set			
CANONICAL					
ANALYSIS					
Variable		Root 1	Root 2	Root 3	Root 4
	X ₁	-.42	-1.01	.01	-.48
	X ₂	-.00	.28	-1.78	-.83
	X ₃	-.06	.19	.53	-.88
	X ₄	-.73	.63	1.62	.92

جدول ۳- ب) ریشه‌های مربوط به متغیرهای توسعه علوم و فن آوری

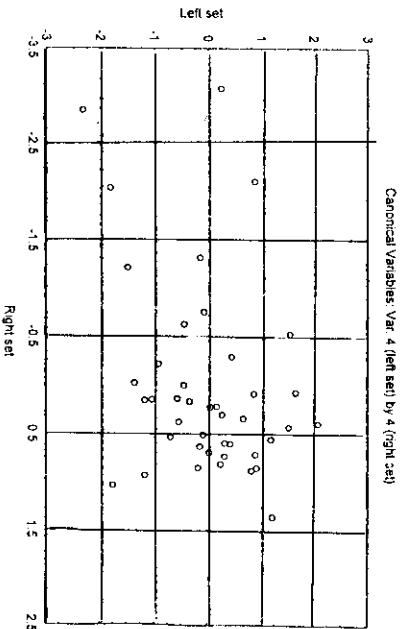
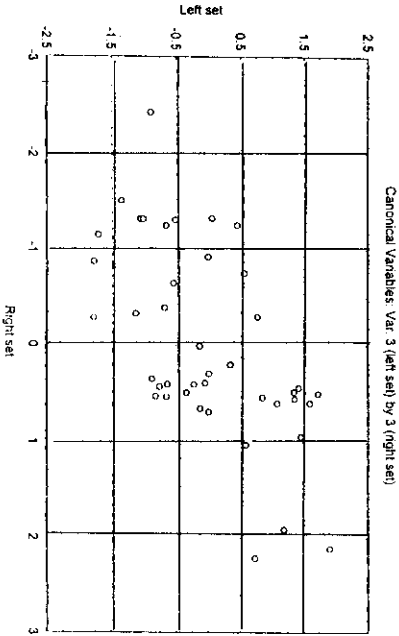
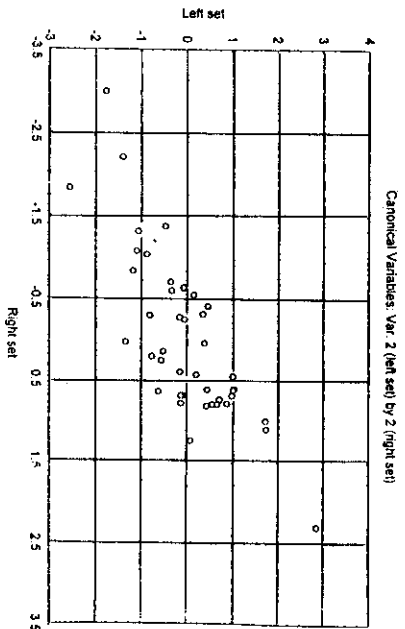
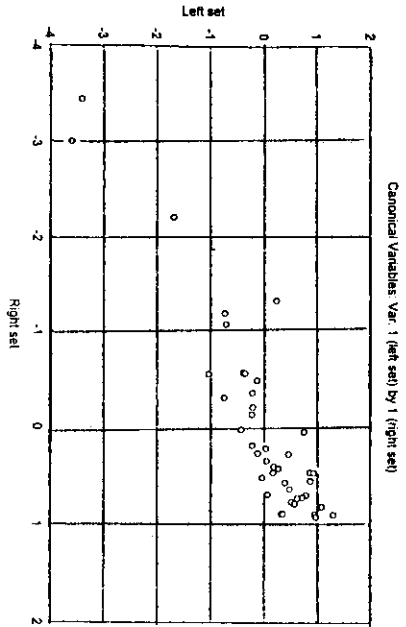
STAT. CANONICAL ANALYSIS		Canonical Weights, right set			
Variable		Root 1	Root 2	Root 3	Root 4
Y ₁		-.11	.33	1.34	1.00
Y ₂		-.01	-.29	-.92	-.40
Y ₃		-.20	-.91	.25	-.72
Y ₄		-.46	.32	-1.24	-.20
Y ₅		-.30	-.03	-.83	.52
Y ₆		-.04	.52	.89	-.72
Y ₇		-.06	.10	-.07	-.03
Y ₈		.12	.11	-.33	.84
Y ₉		-.21	-.30	-.21	-.64
Y ₁₀		.16	.10	.28	-.58
X ₁₁		.16	.22	-.30	.16

بدیهی است که - مطابق آنچه قبلاً گفته شد - مقایسه میان ریشه‌ها باید به صورت دوبرو انجام گیرد، یعنی ریشه اول Xها (W_1) با ریشه اول Yها (V_1) مقایسه گردد و، به همین ترتیب، ریشه‌های بعدی مقایسه شوند.

حال، پس از اجرای الگو، می‌توان نتیجه کلی حاصل از آن را در جدول ۴ ملاحظه کرده. چنانکه مشاهده می‌شود، حداکثر همبستگی کانونی ریشه‌ها ۹۰ درصد بوده است. همچنین رشته‌های مربوط به متغیرهای X توانسته‌اند ۱۰۰ درصد واریانس آنها را پوشانند، در حالی که ریشه‌های متغیرهای Y به علت زیادتر بودن تعداد آنها، فقط ۶۵ درصد واریانس را پوشانده‌اند.

جدول ۴- خلاصه نتایج تحلیل کانونی

STAT. CANONICAL ANALYSIS	Canonical Analysis Summary Canonical R: 90994 Chi ² (44) = 107.22 p=0.0000	
N = 42 No. of variables Variance extracted Total redundancy	Left set 4 100.000% 61.0600%	Right Set 11 65.2982% 42.7885%
Variables: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	X X ₁ X ₂ X ₃ X ₄ 	Y Y ₁ Y ₂ Y ₃ Y ₄ Y ₅ Y ₆ Y ₇ Y ₈ Y ₉ Y ₁₀ Y ₁₁



نمودار ۱ - همبستگی جفتی میان ریشههای کانونی به دست آمده

نکته دیگری که باید به آن اشاره کرد این است که قابل قبول بودن همبستگی میان ریشه‌ها به وسیله آزمون مربع‌کاری آزمایش می‌گردد که، در این مسأله، فقط همبستگی دو ریشه اول مورد قبول واقع شده است. لیکن از آنجا که قبول شدن این همبستگی به تعداد نمونه‌ها اتکای کامل دارد، رد همبستگی ریشه‌های بعدی احتمالاً به دلیل کم بودن نمونه است. این مطلب را می‌توان از روی نمودارهای همبستگی ریشه‌ها، که طی نمودار ۱ ارائه شده‌اند، دریافت. چنانکه می‌بینیم، حتی در مورد ریشه چهارم نیز همبستگی اگرچه کمتر است، اما همچنان به چشم می‌خورد. لذا ما، مطابق آنچه در کتب آماری توصیه شده است، بررسی و نتیجه‌گیری خود را روی هر چهار ریشه انجام می‌دهیم.

ج - یافته‌های تحقیق پیرامون همبستگی شاخصهای توسعه صنعتی و شاخصهای علم و فن‌آوری

همچنانکه قبلاً اشاره شد، در روش تحلیل کانونی، فرآیند نتیجه‌گیری را می‌توان به دو قسمت تقسیم کرد: قسمت اول، بررسی جداول همبستگی؛ و قسمت دوم بررسی ضرایب کانونی، که در این قسمت ما نیز به همین ترتیب عمل می‌کنیم. نکاتی که می‌توان بابررسی جدولهای همبستگی شاخصها ملاحظه کرد، عبارتند از:

۱- شاخص MVA سرانه (X_1) دارای همبستگی نسبتاً قوی با هر سه عامل Y_1 و Y_2 و Y_3 است. از این رو، شک نیست که افزایش تعداد دانشمندان و نیز کاردانه‌های فنی (تکنسینهای) تحقیق و توسعه و همچنین بالابردن درصد تخصیص GNP به تحقیقات، نقش مؤثری در ارتقای درآمد سرانه جمعیت کشورها از راه صنعت خواهد داشت. شاخص X_1 با شاخص Y_4 یعنی هزینه‌های بهره‌برداری از اختراع نیز رابطه همبستگی قابل قبولی دارد.

سایر همبستگیهای مربوط به X_1 چندان قابل توجه نیست، بجز آن که با شاخص Y_{10} همبستگی منفی دارد. این امر بدان معنی است که کشورهایی که سهم بزرگی از هزینه‌های R&D آنها توسط دولت تأمین می‌شود، موفقیت زیادی در گسترش صنعت و ایجاد ارزش افزوده از آن نداشته‌اند.

۲- شاخص میزان صادرات صنعتی (X_2)، چنانکه دیده می‌شود، رابطه‌ای قوی برترتیب با Y_4 و Y_5 و Y_6 و Y_1 دارد. بنابراین، می‌توان صادرات صنعتی را با افزایش تعداد

اختراع، تعداد استادان و دانشجویان دانشگاه‌ها و بالاخره تعداد دانشمندان و مهندسان شاغل در R&D مرتبط دانست. پس، همان‌طور که حدس زده می‌شد، صادرات صنعتی تابعی از اصلی‌ترین شاخصهای علم و فن آوری است. لیکن سایر شاخصها - نظیر سهم آموزش عالی از کارکنان و هزینه‌های R&D و نیز سهم دولت و سرمایه‌گذاری خارجی از تأمین منابع ملی R&D - توانسته‌اند در این زمینه نقش اساسی داشته باشند.

۳- متغیر اشتغال صنعتی (X_3) با هیچیک از متغیرهای علم و فن آوری همبستگی قابل توجهی ندارد. این امر نشانگر آن است که ساختار تقسیم اشتغال بین سه بخش کشاورزی، صنعت و خدمات در کشورهای مختلف بتنهایی با سطح علم و فن آوری آنها ارتباط خاصی ندارد. اما ممکن است در قسمت دوم تحلیل (بررسی ضرایب کانونی) نقشی برای آن یافت.

۴- متغیر میزان صادرات فن آوری سطح بالا (X_4) بالاترین همبستگی را با شاخصهای Y_1 و Y_2 و Y_3 و Y_4 و Y_5 و Y_6 دارد. به عبارت دیگر، واضح است که برای ارتقای سطح این متغیر، افزایش تعداد دانشمندان و مهندسان شاغل در تحقیق و توسعه و نسبت هزینه‌های آن و نیز بالابردن هزینه‌های بهره‌برداری از حقوق اختراعات و بالاخره تعداد استادان و دانشجویان دانشگاه‌ها ضروری است. به این ترتیب، باید گفت که منافع حاصل از فن آوری سطح بالا وقتی نصیب کشورها می‌شود که دستیابی به این فن‌آوریها از طریق فعالیتهای تحقیقاتی باشد.

۵- همبستگیهای موجود میان خود شاخصهای توسعه صنعتی نیز قابل بحث است. اگر در جدول همبستگیهای مربوط، سطر و ستون مربوط به X_3 را حذف کنیم، می‌بینیم که میان سه شاخص دیگر همبستگی مثبت وجود دارد و سطح آن نیز قابل قبول است. لیکن شاخص X_3 یعنی درصد اشتغال صنعتی با سایر شاخصها همبستگی منفی (البته، در سطح ضعیف و غیر قابل توجه) دارد که شاید این امر به دلیل گسترش بخش خدمات در کشورهای توسعه یافته باشد.

۶- اگر جدول مربوط به همبستگیهای میان شاخصهای علم و فن آوری را نیز بررسی کنیم، نکات متعددی را نتیجه می‌گیریم:

الف - همبستگی شاخص Y_1 (تعداد دانشمندان و مهندسان شاغل در تحقیق و توسعه) با شاخصهای Y_2 و Y_3 و Y_4 قوی است؛ یعنی تعداد کاردانهای فنی و درصد هزینه

R&D از GNP و هزینه‌های بهره‌برداری از حق اختراع با Y_1 رابطه مستقیم دارند. همچنین شاخص Y_1 با شاخص Y_{10} (درصد بودجه دولتی تحقیق و توسعه) همبستگی منفی قابل توجهی دارد. شاید به این دلیل که در کشورهایی که دولت سهم بزرگی در تأمین هزینه‌های تحقیق و توسعه دارد، هنوز نظام‌های مربوط به R&D توسعه نیافته است و طبعاً تعداد این افراد قابل توجه نیست.

ب - شاخص Y_2 (تعداد تکنسینهای R&D) نیز فقط با شاخصهای Y_1 و Y_3 همبستگی قابل توجهی دارد.

ج - شاخص Y_3 (درصد هزینه R&D از GNP) دقیقاً وضعی مشابه Y_1 دارد، یعنی با Y_2 و Y_4 و Y_1 همبستگی مثبت و با Y_{10} همبستگی منفی بزرگی دارد که به دلایل آن اشاره گردید.

د - شاخص Y_4 (هزینه‌های بهره‌برداری از حق اختراع) علاوه بر Y_1 و Y_2 و Y_3 و Y_4 با Y_5 و Y_6 نیز همبستگی قابل توجهی دارد، یعنی وجود اقشار دانشگاهی در هر کشور اعم از استاد و دانشجو در بالا بردن میزان اختراعات مؤثر بوده است که این نتیجه نامنتظره نیست.

ه - شاخصهای Y_5 و Y_6 (تعداد استادان و دانشجویان) بجز با Y_4 فقط با خودشان همبستگی محکمی دارند و - لذا - تأثیر چندان مهمی بر سایر ابعاد علم و فن آوری نداشته‌اند. این امر لزوم توجه به کیفیت در دانشگاه به جای کمیت را تأیید می‌کند.

و - شاخص Y_7 (درصد هزینه‌های آموزشی از GNP) با هیچ یک از شاخصها همبستگی مثبت یا منفی قابل قبول و، از این رو، نمی‌توان آن را عامل تعیین‌کننده‌ای در سطح علم و فن آوری کشورها دانست.

ز - شاخصهای Y_7 و Y_8 (درصدی از کارکنان و هزینه R&D کشورها که در بخش آموزش عالی به کار گرفته شده‌اند) فقط در داخل همبستگی نسبتاً بالایی دارند. ولی نکته مهم در تحلیل آنها این است که با کلیه شاخصهای Y_1 تا Y_7 همبستگی منفی (هرچند ناچیز) دارند. این امر طبعاً نمی‌تواند تصادفی باشد و علامت آن است که صرف منابع مادی و معنوی تحقیق و توسعه کشورها در دانشگاه‌ها و انجام تحقیقات پایه‌ای و نپرداختن به تحقیقات کاربردی و صنعتی باعث تضعیف شاخصهای علم و فن آوری کشورها در ابعاد گوناگون است. شاید هم دلیلش آن باشد که محدودیت فراوانی این

منابع موجب آن می‌شود که اصطلاحاً چیزی از دانشگاه‌ها زیاد نیاید و، در نتیجه، سهم بخشهای مولد کاهش بسیاری می‌یابد. به هر حال، این نکته را باید از جدی‌ترین نتایج این تحقیق تلقی کرد.

ح - شاخص Y_{10} (سهم بخش دولتی از هزینه‌های R&D) نیز وضع کاملاً مشابهی دارد و دلیل آن، چنانچه قبلاً نیز اشاره شد، توسعه نیافتن نظامهای تحقیق و توسعه در کشورهایی است که کاملاً به توسعه دست نیافته‌اند و - لذا - بخش عمده هزینه R&D آنها را باید دولت تأمین کند.

ط - شاخص Y_{11} (سهم منابع از هزینه‌های R&D) هم گرچه با اکثر شاخصهای دیگر همبستگی منفی دارد، لیکن مقدار آن قابل توجه نیست و تنها با شاخصهای Y_9 و Y_{10} همبستگی مثبت قوی دارد. شاید به همین دلیل باشد که کشورهایی که هزینه‌های R&D خود را بیشتر از خارج تأمین می‌کنند به سطح بالایی از توسعه علم و فن‌آوری دست نیافته‌اند.

اکنون، با اتمام بررسی جدولهای همبستگی شاخصها، به قسمت دوم تحلیل - یعنی بررسی جدول ضرایب کانونی - می‌پردازیم و تأثیراتی را بررسی می‌کنیم که بر اثر ترکیب دو یا چند عامل Y بر روی ترکیب دو یا چند عامل X ایجاد شده‌اند.

۷- چنانکه در جدول مربوط می‌بینیم، ضرایب مربوط به ریشه‌های X ها یعنی ضرایب W_1 همگی منفی هستند اما فقط ضرایب X_1 و X_4 قابل توجه‌اند. همچنین ضرایب V_1 نیز اکثراً منفی هستند و این اصولاً به معنای آن است که فقر علم و فن‌آوری با عدم توسعه صنعتی قویاً هماهنگ است. تنها ضرایبی که در V_1 مثبت هستند مربوط به Y_8 و Y_{10} و Y_{11} می‌باشند که - چنانکه قبلاً گفتیم - شاخصهای مزبور در میان خود شاخصهای علم و فن‌آوری نیز منفی تلقی شدند و بالا بودن آنها علامت ضعف شاخصهای علم و فن‌آوری بود. در میان ضرایب V_1 ، مهمترین ضرایب مربوط به Y_4 و Y_5 است. پس می‌توان نتیجه گرفت که پایین بودن تعداد استادان و همچنین تعداد اختراعات ثبت شده، بیشترین تأثیر را بر پایین بودن سطح MVA سرانه و پایین بودن ارزش صادرات با فن‌آوری سطح بالا دارند.

۸- مروری بر ضرایب ریشه دوم X ها یعنی W_2 نشان می‌دهند که ضریب X_1 مقدار منفی بزرگی دارد و سایر ضرایب مثبت هستند. این امر نشانگر آن است که صادرات نفتی

وجود دارد و درصد بزرگی از آن رانیز صادرات با فن آوری سطح بالا تشکیل می‌دهد لیکن MVA سرانه پایین است. به عبارت دیگر، بخش صنعت وجود دارد اما ارزش افزوده آن ناچیز است. اگر بخواهیم دلیل این امر را در ریشه دوم Yها یعنی V_1 جستجو کنیم، می‌توان گفت که عمده‌ترین دلیل آن، ضریب منفی بزرگی است که Y_3 دارد. به عبارت دیگر، صنعت احداث شده فاقد هزینه‌های تحقیق و توسعه است و، از این رو، تولیدات آن ارزش افزوده قابل توجهی به همراه ندارد. همچنین ضریب مثبت بزرگ Y_6 ، به رغم منفی بودن ضریب Y_5 ، نیز نشان می‌دهد که آموزش عالی گسترش کمی داشته است بدون آنکه از نظر تعداد استادان نیز رشد کند. این امر نیز بر ضرایب W_2 مؤثر بوده است.

۹- سومین ریشه متغیرهای X یعنی W_3 ، نشانگر وجود سهم بالای صادرات با فن آوری سطح بالا در عین کوچک بودن کل صادرات صنعتی است. به سخن دیگر، هرچند که سهم صنعت از صادرات ناچیز است، لیکن قسمت عمده آن را صادراتی تشکیل می‌دهند که دارای سطح بالایی از فن آوری هستند.

بار دیگر اگر بخواهیم دلیل این مطلب را در ریشه متقارن Yها یعنی V_3 جستجو کنیم، به بارزترین نکته‌ای که برخورد می‌کنیم ضریب بالای Y_1 و ضریب پایین V_2 است. به عبارت دیگر، محققان سطح بالا در تحقیق و توسعه فعالیت می‌کنند و به تولید فن آوری سطح بالا مشغولند. اما به دلیل عدم وجود کاردانهایی فنی، که باید فن آوریهای مربوط را در صنعت ترویج کند و آن را به کار گیرند، صنعت از رشد متناسب با فن آوری تولید شده بی‌نصیب مانده است.

دلیل دیگر می‌تواند آن باشد که هزینه‌های بهره‌برداری از حق اختراع نیز ضریب بسیار منفی دارند، یعنی اغلب اختراعات فراهم شده تعداد زیادی از دانشمندان و مهندسان R&D به مرحله تجاری شدن نرسیده است و به همین دلیل صنایع از آن بی‌نصیب مانده‌اند. لذا می‌توان نتیجه گرفت که گسترش تحقیق و توسعه بدون تربیت پرسنل ماهری که آن را به زبان صنعت برگردانند و بدون تجاری شدن، ممکن است به ارتقای سطح فن آوری بینجامد لیکن سهم صنعت را در صادرات افزایش نمی‌دهد و باعث بالا رفتن MVA نیز نخواهد شد زیرا ضریب X_1 در W_3 نیز فقط ۰/۰۱ است.

SID.ir ترکیب ضرایب ریشه چهارم Xها یعنی W_4 شباهت زیادی به ضرایب W_3 دار،

با یک تفاوت عمده و آن اشتغال صنعتی است. یعنی اگر W_3 ضریب نسبتاً بالایی از X_3 را در خود داشت، در W_4 ضریب X_3 به شدت منفی است. لذا باید با مقایسه ترکیب ضرایب V_3 و V_4 دریافت که چه عاملی در Y ها تغییر کرده که باعث این تفاوت در متغیرهای X شده است.

پاسخ به این سؤال رامی توان در چند عامل و بویژه آموزش عالی یافت. مقایسه ضرایب Y_5 و Y_6 در ریشه‌های V_3 و V_4 نشانگر آن است که در V_3 ضریب Y_5 منفی و ضریب Y_6 مثبت است در حالی که در V_4 این حالت کاملاً معکوس می‌شود. به سخن دیگر، نسبت استاد به دانشجو که شاخص کیفیت دانشگاه است در V_4 کاهش یافته و، در عوض، کمیت دانشجویان زیادتر است. این بدان معنی است که در V_3 ، نسبت تعداد استاد به دانشجو بسیار کم و در V_4 این نسبت بسیار زیاد است. بنابراین، شاید بتوان این فرض را مطرح کرد که گسترش کمی آموزش عالی از نظر تعداد دانشجو اگرچه تأثیری بر پیشرفتهای علمی و فن‌آورانه ندارد، لیکن می‌تواند باعث گسترش اشتغال در بخش صنعت باشد. به عبارت دیگر، بخش صنعت نیروهای فارغ‌التحصیل آموزش عالی (هر چند با کیفیت غیرمطلوب) را بسیار بهتر از نیروهای غیرماهر جذب می‌کند.

از مقایسه Y_8 و Y_9 می‌توان دلیل دیگری برای این فرض ارائه داد. ضریب Y_8 در V_4 نسبت به V_3 بسیار افزایش یافته است در حالی که ضریب Y_9 کاهش زیادی نشان می‌دهد. به لفظ ساده‌تر، درصد پژوهشگرانی که در آموزش عالی اشتغال دارند زیادگردیده اما سهم آموزش عالی از اعتبارات تحقیقاتی کمتر شده است که طبعاً این به معنی کاهش شدید بودجه سرانه تحقیقاتی کارکنان آموزش عالی و، به تبع آن، پایین آمدن کیفیت آموزش عالی در عین بالا رفتن کمیت آن است که باز هم تأیید کننده ادعای مزبور است.

عامل دیگری که در V_4 تغییر کرده کاهش شدید ضریب متغیر Y_{10} ، یعنی سهم دولت در تأمین هزینه‌های تحقیق و توسعه، است. بنابراین، باز هم می‌توان نتیجه گرفت که اگر دولت سهم خود را در R&D افزایش دهد، اشتغال صنعتی بالاتر خواهد رفت. دلیل این ادعا شاید جهت‌گیری خاص دولتها در تحقیق و توسعه به سمت فعالیتهای صنعتی اشتغال‌زا باشد در حالی که منابع بخش خصوصی به فعالیتهای تحقیق و توسعه، با هدف سودآوری، اختصاص می‌یابد.

ج - جمع‌بندی نتایج

باتوجه به نتایج یافت شده از تحقیق، به‌طور کلی می‌توان به موارد ذیل به‌عنوان نتایج بررسی اشاره کرد:

۱- اصولاً توسعه صنعتی در ابعاد مختلف خود هماهنگی و همبستگی نیرومندی با ابعاد مختلف علم و فن‌آوری دارد و، از آنجا که - به عقیده اغلب صاحب‌نظران - توسعه صنعتی ضرورت پیشرفت و توسعه فراگیر جوامع محسوب می‌شود، برای دستیابی به آن، گسترش علم و فن‌آوری ضروری است.

۲- چنانچه هدف از توسعه صنعتی بالا بردن ارزش افزوده سرانه صنعتی باشد، افزایش تعداد نسبی کارکنان تحقیق و توسعه در جمعیت کشور و نیز افزایش سهم بودجه R&D از تولید ناخالص ملی و، بالاخره، بالا بردن میزان هزینه‌های بهره‌برداری حق اختراع ضروری است؛ و اگر هدف از آن افزایش صادرات صنعتی، بویژه صادرات صنایع دارای فن‌آوری سطح بالا باشد، تقویت کیفی دانشگاه‌ها رانیز باید به این فهرست افزود.

۳- صرف کردن قسمت عمده‌ای از منابع و کارکنان تحقیقاتی کشور در دانشگاه‌ها و بی‌توجهی به تحقیقات کاربردی و صنعتی و، به عبارتی، عدم سرمایه‌گذاری برای تجاری کردن نتایج تحقیقات باعث می‌شود که ابعاد مهمی از علم و فن‌آوری در جامعه رشد نکند و ناقص بماند و توسعه صنعتی از رشد لازم برخوردار نگردد.

۴- افزایش بیش از حد سهم دولت در تأمین منابع مالی R&D نتایج قابل قبولی به همراه ندارد و باید بخش خصوصی را سریعاً و قویاً در این بخش دخالت داد. البته، لازمه این امر بسترسازی مناسب قانونی، تشویق و ایجاد فضای رقابت در اقتصاد کشورها است.

۵- وجود اهمیت خاص برای ایفای نقش منابع خارجی در تأمین هزینه‌های R&D کشورها به اثبات نرسید.

۶- عدم سرمایه‌گذاری برای اجرای فعالیتهای تحقیق و توسعه صنعتی به موازات گسترش صنعت در کشورها باعث می‌شود که ارزش افزوده این صنایع مناسب و در حد قابل قبول نباشد، هرچند که صنعت به سایر اهداف خود نظیر صادرات و فن‌آوری نیز دست‌یابد. این ترتیب، نتیجه آن می‌شود که، به‌رغم سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در

صنعت، نتایج اقتصادی و ملموس برای جامعه حاصل نمی‌گردد.

۷- وجود محققان سطح بالا بدون تربیت کاردانه‌های فنی (تکنیسینها) و کارکنان متخصصی که بتوانند نتایج پژوهشها را به زبان رایج صنعتی ترجمه کنند نیز امری ناقص است و حاصل قابل توجهی برای کشورها نخواهد داشت. همچنین اگر نتوانیم نظامهایی پیشینی کنیم که نتایج تحقیقات را تجاری و قابل بهره‌برداری در اقتصاد نمایند، باز هم چرخه کار ناقص می‌ماند و دانش فنی و فن‌آوری ایجاد شده بی‌ثمر است.

۸- گسترش کمی آموزش عالی حتی اگر بدون توجه کافی به سطح کیفی آن نیز انجام شود، می‌تواند به افزایش سهم صنعت از اشتغال ملی بینجامد. لذا، چنانچه هدف ایجاد اشتغال در کشور باشد، یکی از راهکارها می‌تواند افزایش تعداد دانشجویان باشد؛ گرچه توسعه در سایر ابعاد صنعت و نیز توسعه علم و فن‌آوری اصولاً به افزایش تعداد محققان و استادان و ارتقای کیفی سطح دانشگاه‌ها نیازمند است.

امید است نتایج فوق - که برگرفته از وضعیت کشورهای مختلف جهان، بویژه کشورهای صنعتی و توسعه یافته بود - قابل تعمیم و به کارگیری در سطح کشورمان نیز باشد و کاربست این راهکارها نقش مهمی در توسعه صنعتی ایران ایفا نماید.

فهرست منابع و مآخذ

۱- شجاعی، ندا؛ شناسایی و طبقه‌بندی روشهای سنجش تأثیر سیاستهای علم و تکنولوژی در فرآیند توسعه کشورها؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۷۸.

2- Goel & Ram; "Research and Development Expenditure and Economic Growth: A cross country study"; **Economic developmental cultural change**, (2), Val 42, 1994, p.1225-1235.

3- Teitel, Simon; "Science and Technology Indicators, Country size and Economic development, An International comparison"; **World Development**, 1987, Vol 15(9), p. 1225-1235.

۴- جانعلیزاده چوب بستنی، حیدر؛ بررسی جامعه شناختی، تطبیقی وضعیت علم و تکنولوژی در جهان، تبیین وضعیت علم و تکنولوژی براساس شاخصهای اساسی درچهل کشور جهان؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۵.

۵- حمیدی زاده؛ «بررسی ساختار رشد تحقیق و توسعه و رشد اقتصادی در ایران»؛ فصلنامه سیاست علمی پژوهشی رهیافت، شماره ۱۸، ۱۳۷۷.

۶- مخرجی و دیگران؛ کاربرد شاخصهای اجتماعی - اقتصادی در برنامه ریزی توسعه، ترجمه هرمز شهدادی، سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۶۷.

۷- علی احمدی، علیرضا؛ طراحی الگوی مدیریت و تحقیق و توسعه در واحدهای تولیدی کشور؛ پایان نامه دکتری دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۳.

8- Sharama; **Applied multivariate techniques**; John wiley & sons, 1996.

۹- مانلی، ب.ف؛ آشنایی با روشهای آماری چند متغیره؛ ترجمه محمد مقدم و دیگران، انتشارات پیشتاز علم، تبریز، ۱۳۷۳.

۱۰- قاضی نوری، سیدسپهر؛ طراحی الگوی کلان توسعه صنعتی کشور با تأکید بر نقش سیاستهای علوم و تکنولوژی؛ پایان نامه دکتری دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۷۹.

11- Hirschberg & Massoumi & Slottje, "Cluster analysis for measuring welfare and quality of life across countries"; **Journal of econometrics**, 1991, Vol. 50, p. 131-150.

12- Liander et al.; **Comparative Analysis fo International Marketing**;

Boston, Allyn, 1967.

- 13- Hafsted, Geert; "The cultural relativity of organizational practices and theories"; **Journal of International Business Studies**, 1983, Fall, p. 75-89.
- 14- Craig & Douglas & Grein; "Patterns of convergence and divergence among industrialized nations: 1960-1988"; **Journal of International Business Studies**, 1992,23 (4), p. 773-787.
- 15- Horvath, "National development paths, 1905 - 1987: measuring a metaphor"; **Environment and Planning**, 1994, Vol. 26, p. 285-305.
- 16- Lehnn & Mc Gregor; Human capital report cards for American States"; **Policy Science**, 1994, Vol. 27(1), p. 19-35.
- 17- Grant & Wallance & Pitney; "Measuring state-level economic development programs: 1970-1992"; **Economic Development quality**, 1995, 1995, 9(2), p. 134-145.
- 18- UNESCO; "**Statistical Yearbook**", 1998.
- 19- UNIDO; "**Industrial Development Indicators**"; 1998.
- 20- UN; "**Human Development Report**"; 1998.